

## 施工計画

# 岸壁部における海水流入防止の仮締切函体の施工方法

(社)北海道土木施工管理技士会

岩田地崎建設株式会社

土木部土木課

工事長

安 保 文 博<sup>○</sup>

Fumihiro Anbo

副長

西 久 悦

Hisayosi Nisi

## 1. はじめに

当工事は、臨海臨港地区第1次開発事業等で必要となる雨水污水排水の海域放流施設で、流末函渠部分を建設する工事である。場所は、北海道苫小牧市にある苫東地域にあり、札幌市から南へ約60km、新千歳空港から約10kmの道央地区南部に位置し、平成20年8月の苫小牧港西港区から東港区へ「国際コンテナターミナル」の完全移転・共用開始に伴い、関係企業の倉庫等の分譲エリア周辺における排水整備を行う開発事業である。

今回、岸壁部流末函渠施工時の安全を第一に考えた仮締切を検討し、実施した方法を紹介することとした。



図-1 施工位置図

## 工事概要

(1) 工 事 名：臨海臨港地区西側排水路  
(流末函渠工) その1工事

(2) 発 注 者：株式会社 苫東

(3) 工事場所：北海道苫小牧市字弁天

(4) 工 期：平成20年5月20日～  
平成20年10月31日

(5) 主な工種

◎ 排水管路布設 168.9m

ボックスカルバート：1,800×1,800×2,000mm  
～82個

ボックスカルバート：1,800×1,800×1,050mm  
～2個

特殊人孔：1,800×1,800×人孔深3,985mm  
～1箇所

3号人孔：φ1,500(内寸)×人孔深2,669mm  
～1箇所

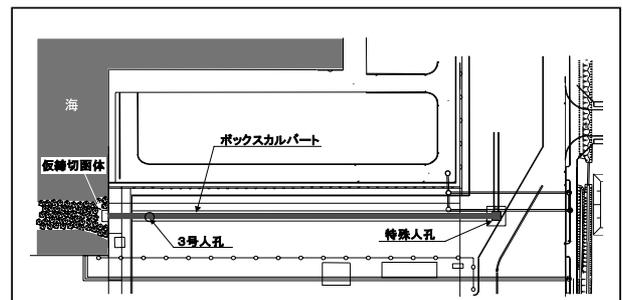


図-2 現場平面図

## 2. 現場における課題・問題点

岸壁面にボックスカルバートを設置する時、海水が流入するため、仮締切を行う必要があった。しかし、設計図には、200mmの厚さの函体を設置する図面があるだけで、詳細図面は用意されていなかった。

今回の仮締切の設計にあたり、設計図に基づき参考図面を起こし監督員と打ち合わせを行ったが、他の方法で仮締切を計画しても良いことになり、新たな仮締切函体を検討し、施工を行なうこととした。

## 3. 対応策と適用結果

### (1) 仮締切函体の決定

流末部ボックスカルバートの施工にあたり、設計図に基づき海水流入防止の仮締切の方法を検討した。

最初、鋼矢板による仮締切の方法を検討したが、岸壁下部に大割石と中割石（図-3参照）があるため、打ち込みができない可能性があり、また、仮に打ち込みができた場合においても、大割石と中割石を乱し品質を損ねてしまう恐れがあることから、鋼矢板による仮締切の施工を不採用とした。

次に鋼製の函体を岸壁に取り付ける方法を検討した。この方法は、大割石と中割石に影響を与えず、また、岸壁との止水対策を施し易いことからこの方法を採用することにした。

具体的に施工を推し進めるにあたり、実績のある業者と打ち合わせ・検討を行った。しかし、仮締切函体の材料調達、製作等で納期に間に合わないことから、外注を断念することにし当社技術部の協力を受け、自社で設計、製作及び施工を行うこととした。決定した形状を、図-3、図-4に示す。

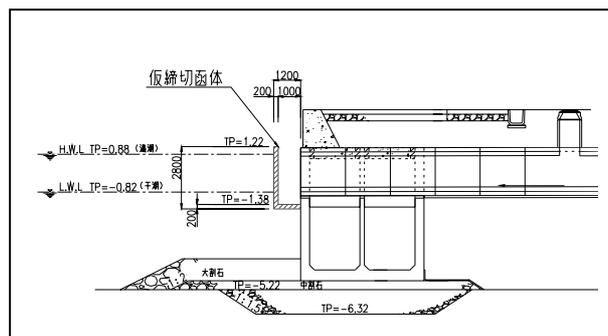


図-3 函体仮締切断面図

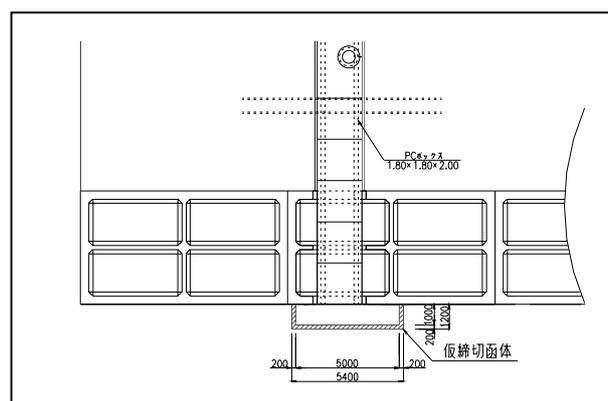


図-4 函体仮締切断面図

### (2) 仮締切函体の構造

仮締切函体は、鋼板（ $t = 19\text{mm}$ ）を函状に製作し、補強材としてH鋼とC型鋼を骨組みとした構造である。最もたわみを起こす函体面の水平方向にH鋼（ $200 \times 200$ ）で補強し、その中間部をC型鋼（ $100 \times 50$ ）で補強する構造である。仮締切函体の構造図を、図-5に示す。

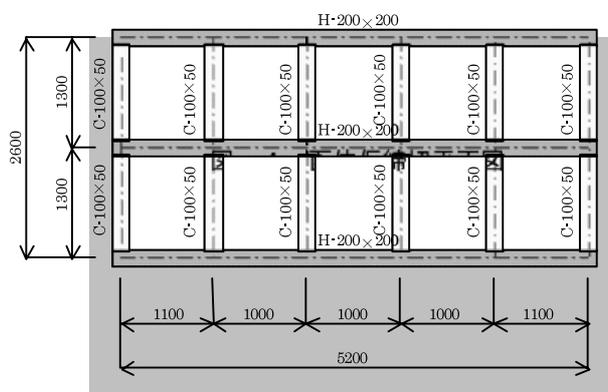


図-5 正面構造図

(3) 施工方法

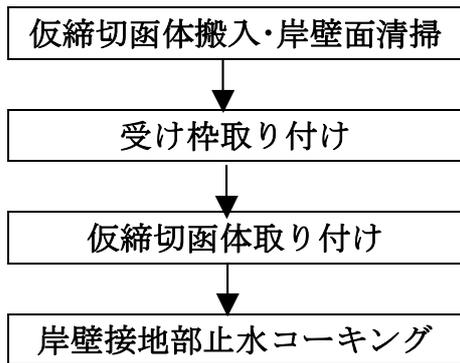


図-6 施工フロー

施工は、平成20年7月18日、19日、21日の3日間で行った。仮締切函体はトレーラーにより搬入し、函体、各部材の寸法確認を行った。設置する部分の岸壁面は、フジツボや貝類が付着しているため、仮締切函体と岸壁面との隙間を最小限にし、付着性、止水性を高める必要があることから、清掃を実施した。

直接仮締切函体を取り付けると波、浮力により函体が揺れて、取り付けに困難を要すると考えられたため、H鋼で作られた受け枠を設置することとした(写真-1参照)。受け枠は、アンカーで固定し、仮締切函体を締め付け固定した(写真-2、3参照)。

接続部の止水対策として、上記で述べた岸壁面の清掃の他に、岸壁面と受け枠の間および、受け枠と仮締切函体のボルト締め付け部に、ゴム板を貼り付けた。実際に取り付けた時、受け枠の設置は問題なかったが、仮締切函体を受け枠に取り付ける際、ゴム板が接触して一部はがれるという不具合が生じたものの、補修することで無事取り付けることができた。

仮締切函体取り付け完了後、水中ポンプにより、函体内部の海水の汲み上げを行った。このとき、漏水部分を重点的に外側より止水コーキングを施したが、漏水を完璧に止めることはできず、2インチの水中ポンプで水替えが可能な程度の漏水量になるまで作業を行なった。

仮締切函体を取り付け完了から撤去までの間は

(7月18日～11月25日：131日間)、天候にも恵まれたことと、取り付け箇所が消波ブロックの内側であり沖からの波を直接受ける場所ではなかったため、補修、補強等の作業を行うことなく作業を完了することができた。

機械および人員については、表-1の通りである。

表-1 1日あたりの施工歩掛かり

項目	仕様	単位	数量
クローラークレーン	50 t 吊	台	1
とび工		人	1
潜水士		人	2
送気員		人	2
連絡員		人	1



写真-1 受け枠

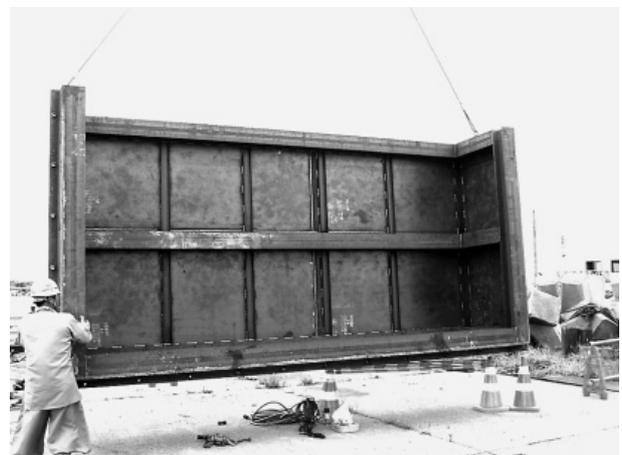


写真-2 仮締切函体



写真-3 仮締切函体取付け状況

#### 4. おわりに

今回の仮締切函体の施工にあたり、当初は、図-7のように、1.7m高くし、GL高さと同じにすることで、高波にも対応できる構造を検討したが、この構造では、重量が2 t増加し、総重量8 tになるため、運搬方法、クレーンの作業半径の関係、現地の地耐力および、経済性の問題が生じ、高波に関しては、消波ブロックの内側であり、直接沖からの波を受ける場所ではないことや、予定設置期間が2ヶ月であることから、高さ2.8mの形状で製作することとした。

重量増加に対する解決策として、仮締切函体を二分割化し、現場で接合することも検討したが、現場での溶接作業は困難で精度の問題から不採用とした。

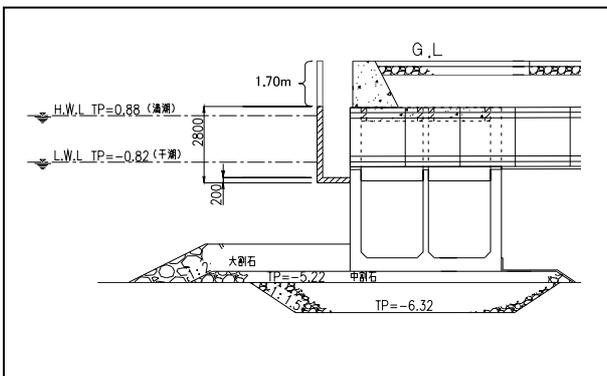


図-7 当初締切函体計画図

この仮締切函体が精度良く設置され、想定機能を果たすかどうか懸念されたが、無事に設置することができ、問題なく本工事を進めることができた。

この仮締切函体は、十分機能を果たし満足のいく物であった。しかし、今後使用するにあたり、重量の軽量化や岸壁接続部の止水効果の向上など、改良すべき点が多くあり、今後の課題である。



写真-4 仮締切函体取付け状況

工事の施工にあたり、仮設備は不可欠なもので、設計で計上されている以外にも必要な場合が多くある。経済的に負担を掛けたくないのは当然であるが、今回の仮設備においては、安全を第一に考えた。コストを下げるため鋼板を中古の敷鉄板を利用することもできたが、本来の鉄の強度が保障されないため、新品を使用した。任意仮設においては、斬新な発想、創意工夫のもと、安全性、施工性、経済性を充分反映した物にしていくことが重要であると考えます。

## 発破振動抑制による落石対策

(社)北海道土木施工管理技士会

岩田地崎建設株式会社

土木部土木課

主任

河崎 貴紀<sup>○</sup>

Takatoshi Kawasaki

工事長

小田桐 道弘

Michihiro Odagiri

### 1. はじめに

道道枝幸音威子府線は、宗谷南部地域の中心である枝幸町市街地から旧歌登町の市街地を經由し、音威子府村に至る幹線道路である。

事業区間沿線には落石発生箇所があり、安全で信頼性の高い道路交通の確保が必要である。そこで落石発生箇所を解消するために、道路改良（歌登トンネル）工事を実施する事になった。

工事場所：北海道枝幸郡枝幸町歌登パンケナイ

工 期：平成18年10月11日～

平成20年12月10日

延 長：L=526.50m

工 法：NATM 工法

掘削工法：発破掘削 補助ベンチ付全断面工法及び、ショートベンチ工法

掘削断面積：60.16～74.10m<sup>2</sup>



図-1 トンネル位置図



写真-1 路線位置（航空写真）

#### (1) 工事概要

工 事 名：道道枝幸音威子府線

道路改良（歌登トンネル）工事

発 注 者：北海道稚内土木現業所

#### (2) 地形概要

本トンネル施工箇所は、北見幌別川の左岸側に位置する。周辺の地形は標高100～200mの山地地形、斜面上に保存される段丘面および北見幌別川など河川沿いに形成される低地よりなる。

起点坑口付近の斜面は25～40°の急斜面を形成している。現河床からの比高15m付近には明瞭な

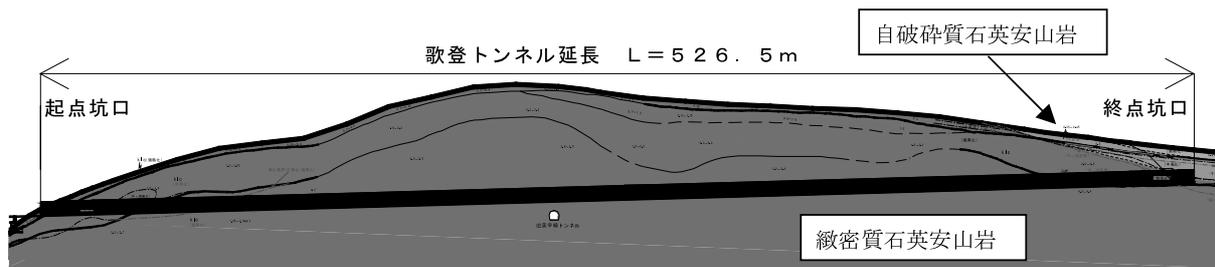


図-2 地質縦断面図

遷急線が認められ、この下位では露岩箇所が点在する。

終点坑口付近では段丘面へ連続する傾斜5～10°の緩斜面が広がる。大局的には凸状断面を示し、縦断方向では不明瞭な遷急線、遷緩線が見られるが、ほぼ一定勾配の斜面となっている。

### (3) 地質概要

周辺の地質は金駒内溶岩および第四期の被覆層より構成される。

金駒内溶岩は多孔質石英安山岩と緻密質石英安山岩に区分される。終点側坑口付近には緻密質石英安山岩の上位に自破碎質石英安山岩、凝灰岩、凝灰質泥岩が累重する。自破碎質石英安山岩は緻密質石英安山岩の急冷相で非常にガラス質である。凝灰岩、凝灰質泥岩は火山ガラスに富む細粒な岩石でいずれも固結度は低い。

第四期層は2段の段丘堆積物、崖錐堆積物および沖積層からなる。高位段丘堆積物は砂礫、礫質土主体、低位段丘堆積物は粘土主体である。沖積層は起点側イタコマナイ川流域では礫質土・砂礫とシルトの互層からなるのに対し、終点側低地部では腐植土をとまなう粘土を主体とする。

## 2. 起点側の発破振動抑制による落石対策と管理

地形概要で記述したように、起点側の斜面には露岩箇所が点在しており（写真-2）、主要な浮き石および不安定ブロックは、既にロックネット工およびロープネット工、落石防護柵により対策済みであるが、落石の衝突によると考えられる防護



写真-2 現道上の露出した岩塊

柵の破損が多数認められる。

上記落石はロックネット敷設範囲外の小規模な浮き石およびロープネット内の浮き石が補助ロープ間隔50cm内から抜け落ちたものと考えられ、トンネルの発破振動に伴いこれら浮き石が落下する可能性があった。

そこで、対策の工法として雷管の段当たりの総装薬量を減らし振動を抑制する制御発破を選択し、測定管理を行った。

### (1) 発破振動の予測

発破振動を予測する式は、一般的に用いられている吉川の式により検討を行った。

以下に、予測式を示す。

$$V = K \cdot W^{3/4} \cdot D^{-2} \quad (\text{吉川の式})$$

V：変位速度 (kain)

K：発破条件や岩盤特性により変化する係数

芯抜き K = 450～900

払い K = 200～500

踏まえ K = 300～700

W：雷管の段当たりの総装薬量 (kg)

D：発破中心からの距離（m）

寸法（449（W）×270（H）×240（D）mm）  
重量（17kg）

(2) 自主規制値の設定

発破振動に伴う岩盤斜面への影響は、爆破パターン、地質状況、装薬状況、起砕状況により異なるが岩盤斜面への影響について Oriard の示した値がある（表-1 参照）。それによると浮き石の落下に対する変位速度は5.1～10.2kain とされており、発破掘削時の変位速度は、安全側となる5.1 kain 以内とする事が望ましく、本工事ではさらに安全を考え3.5kain（文献値の70%）以内を自主規制値に設定した。

表-1 岩盤斜面に対する変位速度の影響

変位速度 (kain)	岩盤斜面に対する影響
5.1～10.2	斜面上の浮き石が落下
12.7～38.1	ゆるんだ岩石の崩落
63.5 以上	弱い斜面に損傷が起こる

(3) 測定方法と測定装置

測定方法は、危険と思われるポイント付近の岩壊部にセンサーを固定し、発破毎にデータを記録した。

測定装置（写真-3 参照）は、北斗理研製の下記の仕様のものを用いた。

仕様：測定最大範囲

（速度 0～50kain、加速度 0～10G）

サンプリング

（0.1msec、0.2msec、0.5msec）

電源（AC100V・DC12V・内蔵バッテリー）

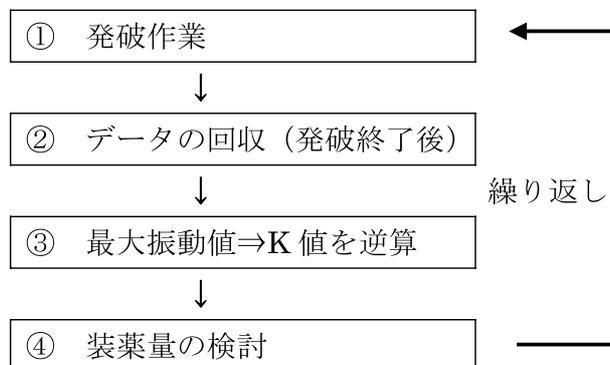
入力チャンネル（3 ch）



写真-3 発破振動監視装置（GW-300）

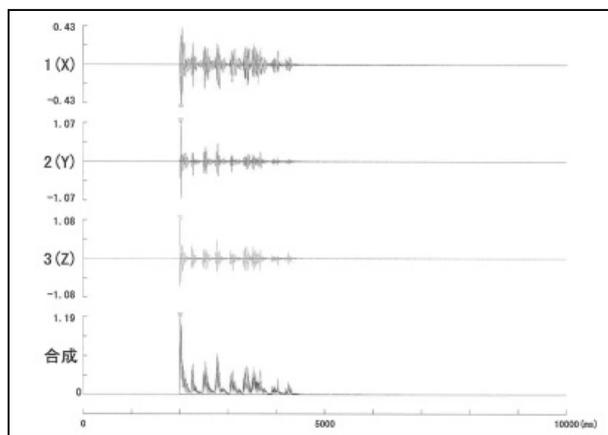
(4) 測定結果の検証例

・管理フロー



測定結果の一例を図-3 に示し、この管理方法について説明する。

図-3 では、瞬発（心抜き）で1.182kain の最大振動値を示している。ここで、吉川の式を用いてK 値を逆算するとK = 430となる。このK 値を基に、自主規制値の3.5kain 以内で収まる薬量と距離を求め、次の発破作業の参考にする。



※発破データ

- ・発破日時：H19年7月5日14時6分
- ・心抜きの薬量：7.2 kg
- ・使用した段数：1～10段
- ・センサーまでの距離（斜距離）：40.0m

測定位置 (m)	最大振動値 (kine)	周波数 (Hz)
1 (x) : 40.	1 (X) : 0.425	1 (X) : 28
2 (y) : 40.	2 (Y) : 1.063	2 (Y) : 45
3 (z) : 40.	3 (Z) : 1.077	3 (Z) : 58
	合成 : 1.182	

図-3 出力データ

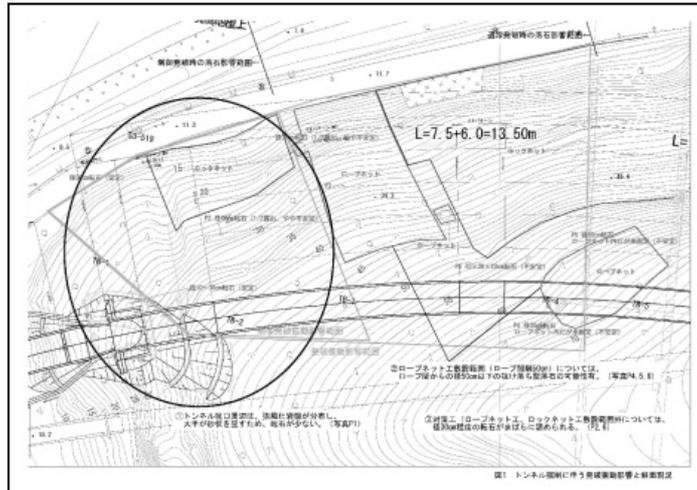


図-4 起点側坑口付近現況

(5) 日々の管理

事前の調査により起点坑口から131.5m区間が落石の可能性がある区間と考えられていた為（図-4参照）、掘削の残り150mの地点からデータの収集を開始した。

発破毎にK値の計算及び統計処理を随時更新し、その結果から制御発破による施工区間を決め、通常発破を貫通地点より25m手前まで、25m～21mの区間を制御発破（分割発破）区間とした。ただし実際の施工は、さらに安全性を考慮して60m（土被り約20m程）～21mの区間で制御発破を行った（残り21mは機械掘削で施工）。

今回の対象区間であるDII（段）パターンの発破パターンを図-5に示す。

DII（段）パターンの通常発破はショートベンチ工法で上、下半に分けて行い、また分割発破の際は上半を心抜き部と払い部に分割しジャイアントブレイカーで仕上げ掘削を行いながら施工した。

掘削終盤を分割発破で対応し、またセンサーと発破元の距離が近づいてくると、K値も3,000近い値がでる時もあったが、振動値は3.5kain以内で最後まで収める事ができた。

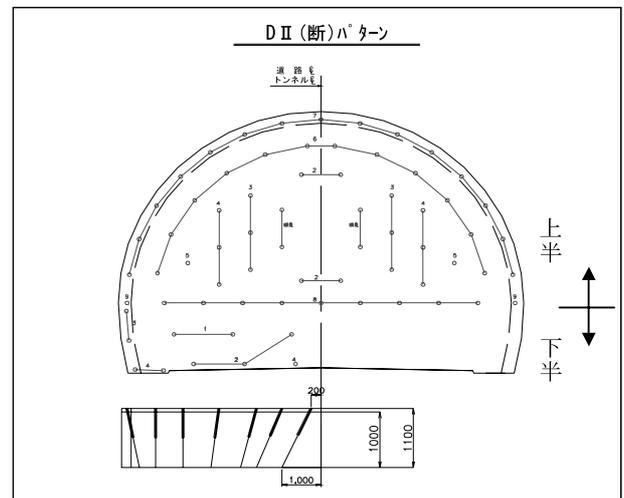


図-5 発破パターン

3. おわりに

今回の事例は、事前のボーリング調査でDIIの判定で、採取したコアも悪かったので当初はジャイアントブレイカー（3,000kg級）による掘削でいけるだろうと考えていた。しかし掘削してみると脆弱な部分も一部存在はしていたが、非常に密で硬質な岩の割合が多く、発破掘削が必要となり、今回のような落石対策を実施する事になった。

発破振動を測定しながら、装薬量を制御し発破による振動を抑制することで落石もなく無事貫通することができた。

今後のトンネル掘削において、岩盤斜面への影響及び土被りの影響を考えた場合の参考にしていただければ幸いである。

## ダウンザホールハンマによる支持杭の打止め管理について

東京土木施工管理技士会  
奥村組土木興業株式会社

監理技術者

現場代理人

佃 幸 治<sup>○</sup>

上 田 一 義

Kouji Tsukuda

Kazuyoshi Ueda

### 1. はじめに

仮橋は、主体工事の施工前に設置され、施工後に撤去される仮設構造物であるが、重要度が高く、施工の確実性が要求される。さらに山間部で施工する場合、事前調査が不十分なことがあるため、施工しながらの臨機の対応が要求される。

当工事での仮橋は、作業員や工事用機械、資材等の運搬を行うために設ける通路や工事用の作業台として利用されるため、仮橋の安定を確保する支持杭については、確実な施工が必要であった。

現場で掘削する岩盤はCL級であり、支持杭の施工ではダウンザホールハンマ工法とバイブロハンマ工法が選定されていた。しかし、現場は起伏にとんだ地形となっているため、選定されていた2種類の工法の特徴を理解し、再度調査を行うことで確実な施工計画を立案する必要があった。

#### ダウンザホールハンマ工法

- ・ 圧搾空気によりハンマ先端のビットを作動させ、地盤を打撃掘削し、ビット先端から排出する空気掘削土を排出する。

#### バイブロハンマ工法

- ・ 振動式杭打ち機で強制振動を杭や鋼矢板に伝達し、先端の抵抗および摩擦抵抗を急速かつ一時的に低減させ、打ち込み、引き抜きを行う工法である。

このような状況を踏まえ、当工事で施工した仮橋の支持杭の工法選定と施工管理について報告する。

#### 工事概要

一般国道9号の大田市仁摩町～大田市温泉津町間は防災対策が必要な箇所が多く、また交通事故の多発・交通の隘路箇所など多くの問題を抱えている。本工事は、このような問題を解決するため、大田市仁摩町～温泉津町間において計画している仁摩温泉津道路延長11.8kmの一環である馬路第2高架橋（仮称）、第3高架橋（仮称）の橋梁下部工事である。以下に工事概要を示す。

- (1) 工 事 名：仁摩温泉津道路馬路  
第2高架橋外下部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中国地方整備局  
松江国道事務所
- (3) 工事場所：島根県大田市仁摩町馬路地内
- (4) 工 期：平成19年11月7日～  
平成21年3月31日
- (5) 工 種：橋台工 3基  
RC橋脚工 6基  
仮橋工第2橋仮橋延長=167m  
(幅員6m)第3橋仮橋延長=150m



写真-1 施工前

仮橋施工地点の地盤構成は、表-1に示すように凝灰岩・泥岩を主体とした久利層とそれを覆う崖錐堆積物により構成されていた。起点側には大江高山火山噴出物が厚く堆積しており、N値30以上の砂礫地盤も存在していたが、出現が不規則で信頼性が低かった。原設計では、図-1に示す想定された地層縦断線から、久利層のDH・CL級岩盤層（凝灰岩・泥岩主体）が支持層として選定されていた。

仮橋の支持杭は、CL級の岩盤を掘削する必要があること、現場内の河川（沢）が琴ヶ浜（鳴き砂で有名）へ流入していることから、水処理への配慮が必要であった。このことから原設計では、想定された地層縦断線（図-1）から、ダウンザホールハンマによる砂充填工法及びバイブロハンマ工法が採用されていた。

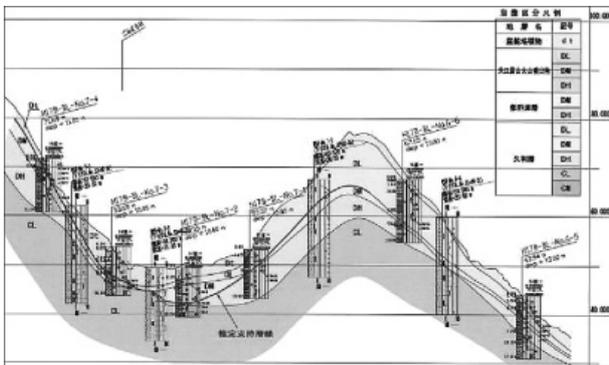


図-1 想定された地層縦断線

表-1 土質定数一覧表

地層名	区分	記号	N 値	yt (KN/m <sup>3</sup> )	C (KN/m <sup>2</sup> )
崖錐層	粘	dt	13	18	78
凝灰岩 泥岩	岩	dL	30	18	180
		dM	104	19	270
		dH	109	19	278
		CL	263	21	474

## 2. 現場における課題・問題点

仮橋支持杭の施工方法については、設計段階では、ダウンザホールハンマ工法とバイブロハンマ工法が選定されていた。施工前の検討会で以下の問題を抽出した。

### ①地層縦断線

仮橋施工箇所がボーリング位置から10m程度離れているにもかかわらず、仮橋杭の支持層が想定された地層縦断線（図-1）から選定されており、杭長の設定に不安があった。

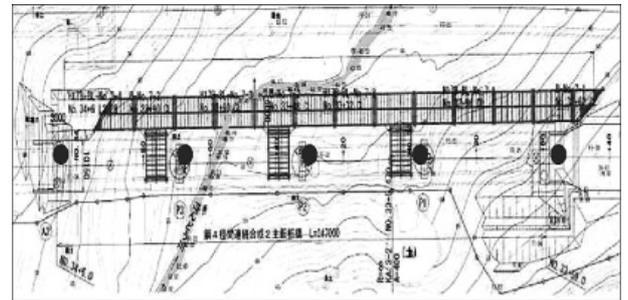


図-2 仮橋平面図

### ②表面の転石

施工箇所表面に転石があり、地中にも転石があ



写真-2 地表面の転石

る可能性が想定できた。

### ③支持層の確認

ダウンザホールハンマ工法では、支持層の地質によっては到達前から吹き上がる土砂の状態を目視確認することにより、支持層の確定を行う場合もあるが、今回の土質においては、ボーリングコアによる支持層判別は困難であった。

### ④水処理

現場内の河川（沢）は、鳴き砂で有名な琴ヶ浜へ流入しており、現場から発生する汚濁水の流入を極力少なくする必要があったため、バイプロハンマの補助工法としてウォータージェットは使用できなかった。

## 3. 対応策・工夫・改良点

仮橋施工時の施工検討会で抽出した問題点と対策を表-2に示す。

表-2 抽出した問題点と対策

問題点	対策
① 地層縦断線の不確かさ	ダウンザで掘削後、バイプロハンマによる最終打撃を行う。
② 施工箇所表面の転石	転石はバックホウで移動し、ダウンザホールで施工。
③ 支持層到達時の確認	支持層の確認はバイプロハンマ工法で行う。
④ 水処理	バイプロハンマの補助工法としてウォータージェット工法を使用できない。

仮橋杭の施工箇所がボーリング位置から10m程度離れているため、想定された地層縦断線では、支持層深さに不安があり、ダウンザホールハンマで掘削後、バイプロハンマで最終打撃をすることにより、支持層の確認を行った。

施工箇所の表面に転石が存在する場合、打ち込み位置のずれなどが生じやすく、安全かつ正確な打ち込みができないため、掘削はダウンザホールハンマ工法により行うこととした。

ダウンザホールハンマ工法では、支持層への到達を目視により確認することになり、支持層へ確実に根入れできているか不安が残る。このため、

支持層への到達を確認するために、ダウンザホールハンマ工法により支持層付近まで掘削し、支持層の到達をバイプロハンマ工法により行うこととした。また、バイプロハンマ工法は、支持層の到達確認のために使用するため、仮橋杭施工にあたっては、特別な水の対策は必要なかった。

H鋼杭を基礎とする場合のバイプロハンマによる動的支持力管理のためにバイプロハンマ工法技術研究会は暫定的な管理式（表-3）を推奨している。この式は打撃杭の動的支持力値と、バイプロハンマで杭を再打撃することで得られた動的支持力値データを基に構成されている。このため静的載荷試験による確認データを蓄積して得られたものではないため、目安として運用することが望ましい。

表-3 バイプロハンマによる支持層確認

工事名称: 仁摩温泉津道路馬路第2高架橋外下部工事		施工日 平成 年 月 日					
施工方法: バイロハンマ最終打撃		記録者 佃 幸治					
杭番号		打込み機械	形式 トーメックバイプロ FM2-80				
杭規格			モーター出力 80HP 60kw				
杭長(m)		バイプロハンマ	偏心モーメント 3600(kg*cm)				
打込み長(m)			振動周波数 1100(cpm)				
深度 (m)	時刻	実打込み累計時間	打込時間単位当り	打込速度 (V)	電流 (I)	電圧 (E)	備考
起動							
H形鋼杭の動的支持力管理式							
$R_u = \frac{10.2 \times PW}{\alpha V + M}$				ここにPW=1.3×E×I×0.001			
$= \frac{10.2 \times 1.3 \times E \times I \times 0.001}{0.02 \times V + 0.50}$				$R_a = \frac{R_u}{2}$			
V : 最終打込み速度 (cm/秒)				Nmax: <I>に作用する最大軸力			
α : 速度ロス係数 (定格出力 60kw=0.02)				Ru: 動的極限支持力			
M : 機械能力係数 (定格出力 60kw=0.50)				Ra: 許容支持力			
E : 打止め時の電圧値 (V)							
I : 打止め時の最大電流値 (A)				(動的極限支持力 × 1/2)			

上記より、支持杭の打止め管理において、この暫定的管理式で得られる値はあくまで目安と考え、設計必要根入れ位置での支持力確認や高止まりの際の支持力確認方法として使用し、支持層の状況、杭の根入れ長さや振幅確認、貫入量などを総合的に評価し打止めの判断を行うこととした。当現場で定めた支持杭の打止め基準を以下に示す。

- 1) 設計根入れ長以上である。
- 2) 動的支持力算定値を目安とする。
- 3) 支持杭の振幅確認
- 4) 支持杭の貫入速度が10 (mm/sec) 以下になることを目安とする。

\*項目4)の杭の貫入速度10 (mm/sec) 以下の確認は、項目1)～3)で確認できない場合に行うものとする。

使用するH鋼杭 (H-400) の杭長については、設計長+0.5mを標準とし準備した。

先に示した打止め管理基準において、支持杭総本数208本のうち内22本が動的支持力値の確保および支持杭の振幅確認ができなかったため、パイプロハンマで杭の貫入速度が10 (mm/sec) 以下になるまで杭の打設を行った (最大貫入量2.5m)。杭の打設長さが長くなることにより、所定の長さが確保できないため、支持杭長さが不足した箇所については、支持杭の継足しを現場溶接継手で行い、対処した (写真-3)。



写真-3 支持杭の溶接による継足し

また、当初設計においてパイプロハンマ工法が採用されていた箇所については、パイプロハンマによる試験施工を行い、所定の深さまで貫入できなかったため、発注者と協議の上、ダウンザホールハンマ工法に変更した。



写真-4 ダウンザホール掘削状況

表-4 支持杭の支持層確認

試験杭打設	支持杭番号	設計
	P24-1	パイプロ設計

**検討項目**

**1 パイプロ工法で、施工出来る場合**

工法	貫入長(m)	確認方法	支持力(KN)
パイプロ	5.8	動的支持力	761.25

※ 現時盤から根入れ 5.8m確保

**2 パイプロ工法で、施工出来ない場合**

ダウンザホール工法にて着底

工法	貫入長(m)	確認方法	支持力(KN)
ダウンザホール	7.2	動的支持力	761.25

**パイプロ工法では、施工出来ない状況**

工法	貫入長(m)	確認方法	支持力(KN)
パイプロ	2.0m付近	動的支持力不足	761.25以下

※ 2.0mぐらいで貫入不能  
 ※ 動的支持力が、確保出来ない  
 ※ ホーリング柱状図より、N値50以上の為貫入しない

**支持杭打設結果**

P24-1	貫入長(m)	時間	電流値(I)	支持力(KN)
	0.5	27秒	120	315
	1.0	1分44秒	130	365
	1.5	2分40秒	140	388
	2.0	4分14秒	160	452
	2.5	7分27秒	200	574
	3.0	15分31秒	200	580

\* 3.0mでパイプロによる貫入不能と判断

**まとめ**

- \* パイプロ工法では、3m付近で貫入不能・動的支持力も確保できない。
- \* 仮橋施工付近に転石群がある。

#### 4. おわりに

仮橋支持杭の施工において、あらかじめ選定されていた工法では、支持層到達の確認や地表面の転石の影響などについて明確ではなかった。このため、杭の支持層への根入れの確実性を高めるために、掘削時と支持層確認時の工法を分けることで、すべての杭について支持層が確認できた。

しかし、想定よりも支持層が深く杭長が長くなることもあったが、発注者・協力業者との密な打合せを通じてトラブル発生時の対応などについて決めておいたことが、工程の遅れもなく施工できたことにつながったと考えられる。



写真-5 支持杭建込み状況

## 鋼管ソイルセメント杭の施工上の留意点と対策

東京土木施工管理技士会  
奥村組土木興業株式会社

臼 杵 康 雄<sup>○</sup>  
Yasuo Usuki

監理技術者  
梅 山 純 司  
Junji Umeyama

現場代理人  
山 脇 真 悟  
Shingo Yamawaki

### 1. はじめに

杭の施工は地中深く掘削し、杭をその場で造成もしくは挿入する方法で行われる。掘削・造成(挿入)・支持層確認などの全てにおいて目視確認ができないため、施工の確実性を高めるための様々な工夫・改良がなされてきている。このような中で環境やコストをキーワードとする工法が採用されることが多くなってきている。工法の選定においては、事前のボーリング調査結果から、工法の長所・短所により最適な工法が選択されているが、実際の施工では、予期しない条件などで施工中にトラブルが多いのも事実である。

当工事で採用されていた鋼管ソイルセメント杭工法は、打込み杭に対して騒音・振動が低減され、中掘杭や場所打ち杭に対して建設発生土が低減され、周面摩擦力度の差から、杭本数・杭長の低減、杭径の小径化が図られている。また、ソイルセメント柱を有効径とした高い支持力を発揮し、場所打ち杭を上回る周面摩擦力、中掘り杭と同等の先端支持力が得られ、原位置攪拌によりソイルセメント柱を造成するため、周辺地盤への影響が少なく、掘削残土を低減できる。地盤条件に対する適用性が高く、被圧地下水に対しても適用が可能である。最大杭径：φ1,600mm、最大深度：L=67mの実績がある。

当工事では、設計段階で採用された「鋼管ソイルセメント杭工法」による施工を行うにあたり、当現場での現地条件から想定されるトラブルと対策について報告する。

#### 工事概要

当工事は、京都と和歌山を結ぶ京奈和自動車道約120kmのうち御所区間に位置する川西町630mと観音寺町150mにあたる暫定二車線の橋梁下部工事である。

当工事は、下部工を構築する工事であり、基礎杭造成時のトラブルが工程遅延へ繋がるため、杭施工前にトラブル事例や当社での施工事例(国土交通省・ネクスコ)を参考に現場条件を考慮し、問題を抽出し、対策を立てることになった。工事概要を次の表-1に示す。

表-1 工事概要

工事名	大和御所道路観音寺高架橋下部工事
発注者	国土交通省 近畿地方整備局 奈良国道事務所
受注者	奥村組土木興業株式会社
工事場所	自) 奈良県橿原市川西町 至) 奈良県橿原市観音寺町
工期	自) 平成19年11月6日 至) 平成21年10月31日(724日)
工種	橋梁下部工 21基 鋼管ソイルセメント杭工 151本 (杭径φ1200・杭長13.5m~26.0m)



写真-1 鋼管ソイルセメント杭造成中

## 2. 現場における課題

鋼管ソイルセメント杭の施工にあたり、以下の条件を考慮する必要があった。

- ・地元条件から作業時間が8：30～17：00と制限されていた。
- ・施工位置に隣接した精密機械工場に対して騒音・振動による影響がないようにしなければならなかった（写真-2）。
- ・水田に囲まれており、工事発生水が流出しないようにする必要があった。
- ・従来の杭心の出し方では確実性が低く、精度にばらつきがあった。
- ・ジャストポイントでのボーリングを実施した結果、砂主体の地盤であることと地下水位が杭頭部より高いことが確認された。
- ・一般的なトラブル事例に、杭頭付近のソイルセメントの沈下や造成不足があった。
- ・一般的なトラブル事例に、杭頭補強鉄筋の溶接部の仕上がりが不良があった。



写真-2 周辺の写真（精密機械工場）

## 3. 対応策と適用結果

当工事での課題と問題点に対する対策を表-2に示す。

### ① 近接施工時の対応

杭施工位置から精密機械工場までの離隔は11.5mと小さく、施工時に生じる騒音・振動による影響が懸念された（図-1）。施工前および施工中において、騒音・振動の測定を実施した。測定の結果、振動値は規制値（75dB）を超えることがなかったため、振動についての対策は別段行う必要はないと判断した。騒音については、官民境界沿いで規格値（85dB）を超えたため、防音シート（横10m・高さ3.6m）（写真-3）を設置した。また、杭打ち機後部に取り付けられている発電機からの騒音を低減するため防音シートで覆った。

表-2 課題・問題点と対策

課題・問題点	対策
① 精密機械工場に対する近接施工	計測結果に基づき対策を選定した
② 水田への工事発生水による影響	pH および濁水処理設備を設置した
③ 口元管設置時の杭心のずれ確認	アクリル板で杭中心のずれを測定するようにした
④ ジャミング対策	ソイルセメントの配合を変更した
⑤ ソイルセメントの沈下及び造成不足	余剰ソイルの除去高を調整した
⑥ 杭頭補強鉄筋溶接確認	溶接の出来形と浸透探傷試験を実施した

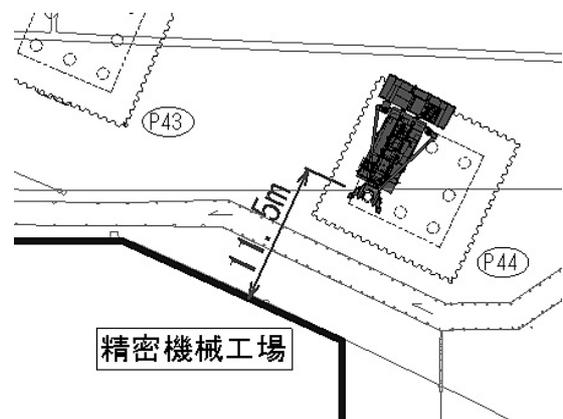


図-1 精密機械工場と施工箇所との距離



写真-3 防音シートの設置

## ② 発生土と水の処理

鋼管ソイルセメント杭の造成では、地山とセメントミルクとが攪拌された土が排出される。排出された土はセメント分を含んでおり、アルカリ性が高いため水田などへ流入した場合の悪影響が懸念された。

田畑側と施工ヤードの境界部に沈砂池（写真-4）へ接続した素掘水路を設置し、容易に集水できるように施工基面から素掘水路側へ排水勾配をつけた。集水した水については、pH処理機でpHを調整した後に排水し、沈砂池に設置したフィルター材で濁度を下げ、放流した。杭残土については、降雨によってアルカリ性の高い水が発生する恐れがあったため、シートで覆った（写真-5）。



写真-4 沈砂池とpH処理機



写真-5 杭残土

## ③ 口元管設置時の杭心のずれ確認

従来の杭心の確認は、口元管を設置した後に栈木や足場板を利用して行っていたが、栈木の設置の仕方にばらつきがあり、再確認に時間がかかる、精度が低いなどの不都合が多かった。杭心位置確認の迅速化と精度向上のため、アクリル板（写真-6）により口元管の中心と杭心のズレを計測し、杭心出し治具で調整した。これによって、杭心の確認が容易になり、発注者に対する説明性が向上した。



写真-6 杭中心確認アクリル板

## ④ ジャミング対策

改良体の造成において、細砂層を貫通した場合、改良体の水分が失われ施工能率が大幅に低下する（ジャミング）恐れがあった。このため、全ての橋脚位置において、対策を検討するためのボーリング調査を行った。ジャミング対策として、細砂層の有無について検討し、対策として「配合変更」を採用した。また、ボーリング調査の結果から、地下水位についても確認し、配合変更時の参考とした。

ジャミング対策としては、セメントミルク自体の粘性を高め水分の逸脱を抑制する方法として、実績の多い増粘剤を添加することになった。増粘剤としては、実績の多いベントナイトを使用した。増粘剤の添加量を決定するために、ボーリング調査時に採取した試料を用いて配合試験を行った。採取した試料に対して、ベントナイトをそれぞれ0 (kg/m<sup>3</sup>)、15 (kg/m<sup>3</sup>)、30 (kg/m<sup>3</sup>) 添加し、一軸圧縮試験とベーンせん断試験の結果およびブ

リージング試験（写真-7）からベントナイトの添加量は「15 (kg/m<sup>3</sup>)」とした。



写真-7 ブリージング試験

#### ⑤ ソイルセメントの沈下及び造成不足

一般的には、ソイルセメント柱造成後、鋼管を建て込み、余剰なソイルセメントを取り除いた後に埋め戻しを行う。しかし、埋め戻し土を投入するまでに孔壁から染み出た地下水がソイルセメント天端付近に滞留し、ソイルセメントの脆弱化や、杭天端高さが設計を満足しない、ソイルセメント柱の造成不足などの事例があった。

当工事では、ソイルセメントの出来形および杭頭部の品質を確保するために、設計高さより1 m程度高い位置までソイルセメントを余盛りした後、埋め戻す方法を採用した。床掘り時、ソイルセメント柱をカッターにより設計高さで切断した（写真-8）。

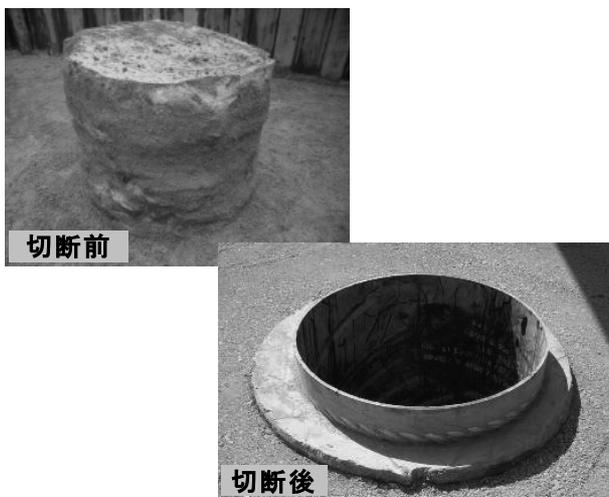


写真-8 ソイルセメント柱の杭頭処理前後

#### ⑥ 杭頭補強鉄筋溶接確認

杭頭部の補強鉄筋を溶接により取り付けただけであっても、工事施工における管理項目とはなっていないため取り付け状況については確認されていない。トラブル事例では、杭頭補強鉄筋の溶接の仕上がり不良による再施工があった。

当工事では杭一本当たり16本の杭頭補強鉄筋があり、そのうちの2本については出来形測定と浸透探傷試験（写真-9）を実施して、不具合がないことを確認した。



写真-9 浸透探傷試験

## 4. おわりに

杭の施工では、不透明な部分が多く、トラブル発生時の対策が推測のうえに行われるため、杭自体の品質について不安になることがある。このようなことが少なくなるように、施工ステップでの現実性が高められるような作業方法・確認方法を決めたことで、トラブルを防止できたと考える。

杭施工においては、施工基面を確保することが重要となるため、バックホウ攪拌による地盤改良を行ったが、所定の改良が行われているかを、簡易支持力測定器（キャスポル）によって確認し、施工機械の安全性を確保するなどの配慮も必要であると感じた。また、余盛りしたソイル柱を切断処理してみると鋼管がソイル柱の中心からずれている杭があり、今後改善すべき課題の一つであると考えている。

# 法面アンカー近接部におけるトンネル掘削の切羽安定対策

東京土木施工管理技士会  
奥村組土木興業株式会社  
監理技術者

二 神 修<sup>○</sup> 朝 木 大  
Shu Futagami Hiroshi Asaki

## 1. はじめに

緊急地方道路整備工事（楠根トンネル）は、徳島県阿南市楠根町七浦を起点とする延長L=293mの道路トンネルである。起点（発進）側坑口部は、「深瀬地区地すべり防止区域」に該当することから、法面对策工として「アンカー工」が施工済みであり、トンネル掘削時における法面の安定確保と周辺地山のゆるみ抑制を目的とした補助工法として「長尺鋼管フォアパイリング工法（AGF工法）」が計画されていた。

しかし、地すべり対策工として施工されているアンカー工定着部とトンネル掘削面との最小離隔が2～3mであることから、トンネル掘削中に切羽が不安定化すると、周辺地山のゆるみを発生させ、アンカーの強度が損なわれることにより、地すべりを誘発することが懸念された。

本稿では、法面アンカー近接部における切羽安定対策と、施工した結果について報告する。

### 工事概要

緊急地方道路整備工事（楠根トンネル）は、発進側坑口（南側）に交差点が設けられることから、発進側坑口から104mが拡幅部（3車線区間）、104mから到達側坑口が標準部（2車線区間）の2断面構造で計画されている。

以下に、工事概要を示す。

- (1) 工事名：緊急地方道路整備工事  
（楠根トンネル）
- (2) 発注者：徳島県
- (3) 工事場所：徳島県阿南市楠根町七浦～美濃谷
- (4) 工期：平成19年12月15日～  
平成21年10月30日
- (5) 工事内容：道路トンネル 全長L=293m  

拡幅部	L=104m
掘削断面積	A=118～120m <sup>2</sup>
標準部	L=189m
掘削断面積	A=81～84m <sup>2</sup>
縦断勾配	0.4～2.73%
- (6) 掘削工法：NATM  
（爆破掘削によるショートベンチカット工法）

## 2. 現場における課題・問題点

前項で述べたとおり、発進側坑口付近は「地すべり防止区域」に該当しており、地すべり対策工として「アンカー工」が施工されていた。そこで、工事着手に先立ち、既往資料の確認および現地踏査を行い、以下に示す現地状況を確認した。

- 1) 「アンカー工」の想定されるすべり面は、坑口前面にまで及んでいる。
- 2) 「アンカー工定着部」とトンネル掘削面との離隔は約2～3mで、非常に近接している。
- 3) 地質性状は、秩父帯黒瀬川帯の砂岩を主体

に泥岩、石灰岩、礫岩が混在し、地層の層相変化が著しく、風化～強風化作用を受けており、R Q Dは7割が20%以下を示し、全体的に破碎が進行した状態であると判断できる。

4) 現地踏査で、地表面には蛇紋岩の転石が多く確認されており、トンネル掘削当初から蛇紋岩の出現が予測される。図-1に発進側坑口図、写真-1に発進側坑口正面写真を示す。

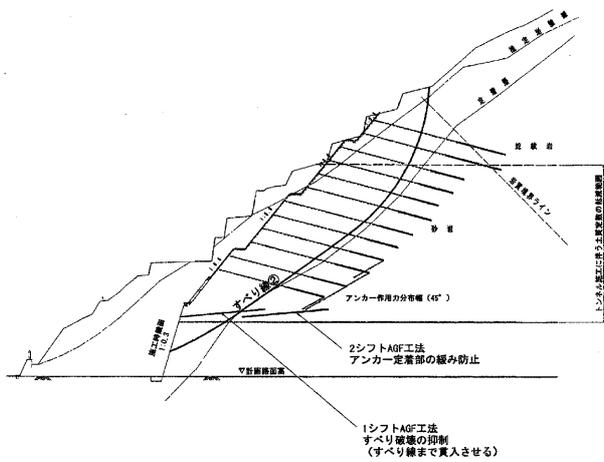
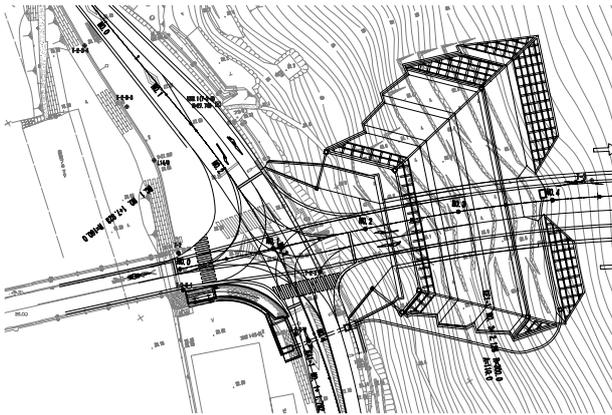


図-1 発進側坑口図



写真-1 発進側坑口正面

前述の現地条件から、予想される問題点を以下に示す。

- ①トンネル掘削途中での切羽の不安定化
- ②トンネル掘削途中での斜面崩壊の発生
- ③トンネル掘削に伴うアンカー工定着部への影響

上記の問題点のうち、重要構造物である「③アンカー工定着部への影響」について、検討を行った。表-1に、トンネル近傍のアンカーに対する近接度の区分を示す。

表-1 近接度の区分

アンカーとトンネルの離隔	近接度の区分
0.5D未満	制限範囲（要注意範囲）
0.5～1.0D	要注意範囲
1.0D以上	無条件範囲

※「既設トンネル近接施工対策マニュアル 平成8年9月（財）鉄道総合技術研究所」

本トンネル発進側坑口部の条件を表-1に当てはめると、離隔が0.5D（7.5m）未満であるため、「制限範囲（要注意範囲）」が適用される。すなわち、トンネル掘削による切羽の不安定化が、地山のゆるみを誘発してアンカーに直接影響を与える可能性が高く、トンネル掘削時における切羽の変位抑制効果を発揮する対策工が必要であると考えられた。

### 3. 対応策・施工結果

まず、「切羽の安定性」に着目した極限解析法（簡易計算法）を用いて、切羽安定性に対する照査を行った。図-2に、極限解析法（簡易計算法）を示す。

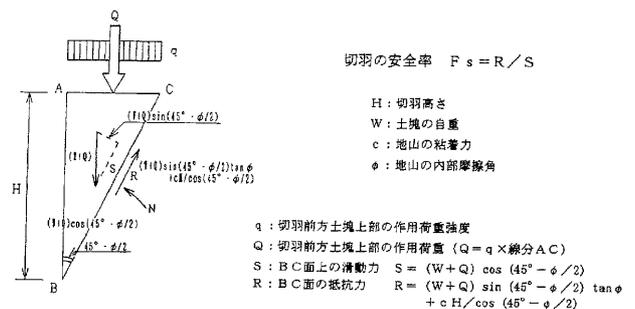


図-2 極限解析（簡易計算法）

※「補助工法の設計 2007年10月 ジェオフロンテ研究会」

切羽安定性の検討は、長尺鋼管フォアパイリング工のみで切羽が安定するかを確認するため、各シフトのラップ位置の断面で行った。図-3に、極限解析法（簡易計算法）を示す。

- a. 1シフト目ラップ位置  
 測点 No.2+17.4  
 トンネル掘削幅 D= 15.0 m  
 切羽高さ h= 6.9 m  
 土被り H= 9.6 m  
 掘削長 t= 1.0 m
- b. 2シフト目ラップ位置  
 測点 No.3+6.4  
 トンネル掘削幅 D= 15.0 m  
 切羽高さ h= 6.9 m  
 土被り H= 19.0 m  
 掘削長 t= 1.0 m

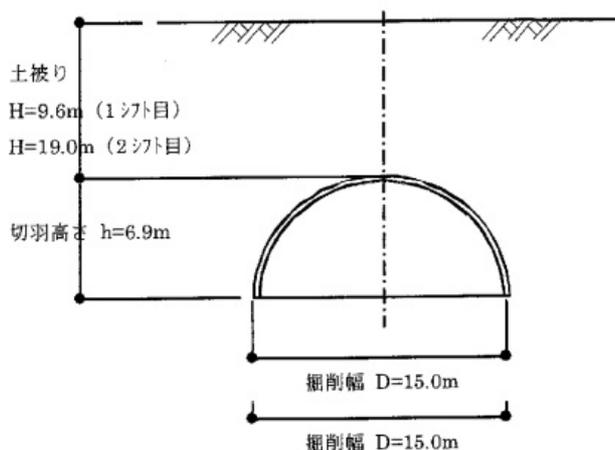


図-3 トンネル検討断面

土質定数は、表-2を参考にし、単位体積重量は、標準的な値を採用した。

表-2 風化岩に対する粘着力と内部摩擦角

風化岩の種類	粘着力C (tf/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角φ(度)
変性岩	0~0.2 (0.1)	20~28 (26)
火成岩	0 (0)	23~36 (29)
堆積層	古生層	0~0.4 (0.1)
	中生層	0~1.0 (0.5)
	古第三紀層	0~2.0 (0.7)
	新第三紀層	0~2.5 (2.0)

( )は平均値

※「トンネル掘削時地盤変状の予測・対策マニュアル

平成6年2月 建設省土木研究所」

採用した土質定数を、以下に示す。

単位体積重量  $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$

粘着力  $C = 1.0 \text{ kN/m}^2$

内部摩擦角  $\phi = 29.0 \text{ 度}$

表-3に、検討結果を以下に示す。

表-3 切羽安定性評価結果

断面	No.2+17.4	No.3+6.4
潤み荷重強度 Pf (kN/m <sup>2</sup> )	78.4	88.8
作用荷重 Q (kN)	234.0	268.1
滑動力 S (kN)	431.2	460.5
抵抗力 R (kN)	220.9	230.5
安全率 Fs	0.51	0.50
評価	NG	NG

以上の結果から、両断面ともに安全率が1.0以下になることから、何らかの切羽の安定対策が必要であると判断した。

切羽の安定対策の選定条件として、①切羽天端の安定対策、②切羽鏡面の安定対策、③前方地山の変位抑制、④地表面沈下対策の4条件を満たす補助工法を選定する必要があり、表-4に示す、補助工法分類表から適合する工法を検討した。

表-4 補助工法分類表

工法	目的				対象地山					摘要	
	施工の安全確保				周辺環境の保全						
	天端の安定	鏡面の安定	脚部の安定	地下水対策	地表面沈下対策	近隣建物	硬岩	軟岩	上砂		
先受け工	フォアパイリング (先掘式、注入式)	○						○	○	○	
	長尺フォアパイリング	○				○	○		○	○	*2
	パイリング	○				○	○		○	○	*1
	水圧シールド工法 (掘削機付)	○	○	○			○			○	*1
	スクリューコンクリート	○					○			○	*1
鏡面の補強	鏡吹付けコンクリート	○							○	○	○
	鏡吹付	○							○	○	○
	長尺鏡吹付	○					○		○	○	○
脚部の補強	脚部補強吹付			○			○			○	○
	脚部補強パイプ			○			○			○	*2
	板コンクリート			○			○			○	○
地下水対策	水抜きパイリング	○	○	○	○				○	○	*2
	サンドバット	○	○	○	○						*1
	ブレイクバル	○	○	○	○						*1
	水抜き坑	○	○	○	○				○	○	*1
	注入	○	○	○	○	○	○	○	○	○	*1
地山補強	透水性	○	○				○	○			*1
	掘削補地	○	○				○				*1

(注) ○ : 比較的によく採用される工法  
 \*1 : 通常のトンネル施工機械設備、材料で対処が困難な対策  
 \*2 : 適用工法によって、トンネル施工機械設備、材料で対処が異なる工法

### 1) 長尺フォアパイリング工法

先受け工として設計で計画されている。

### 2) 鏡吹付け工法

鏡面からの肌落ちを防止する工法で、単独では切羽の変位抑制効果は期待できない。しかし、鏡

ボルト工と併用で施工される場合が多い。

### 3) 鏡ボルト工法・長尺鏡ボルト工法

切羽鏡面前方にロックボルト等を打設し、切羽前方地山を補強する工法で、長尺鏡ボルト工法は、地表面沈下対策も期待できる。

### 4) 垂直縫地工法

坑外からロックボルト等を打設する工法である。すでにアンカーが施工されている当該地山には適さない。

以上により、設計で計画されている長尺鋼管フォアパイリング工法に加えて、鏡吹付け工法と長尺鏡ボルト工法を併用することに決定した。補助工法概要図を、図-4 に示す。

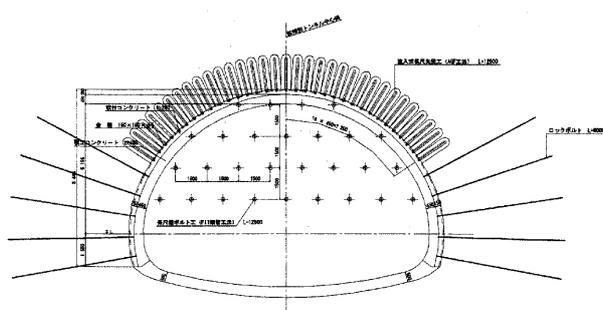
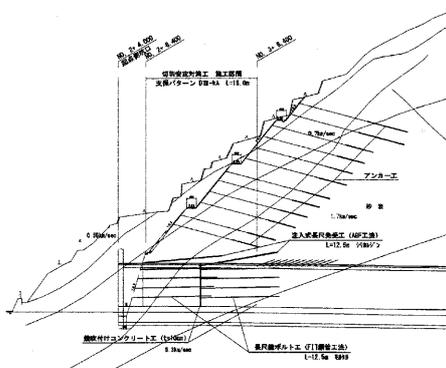


図-4 採用した補助工法概要図

長尺鏡ボルト工には、施工実績等から「鋼管型FIT工法」を採用した。

以下に、鋼管型FIT工法の諸元を示す。

鋼管 : FIT 鋼管  $\phi 76.3$   $t = 6$  mm

打設長・本数 : 1 シフト  $L = 12.5$  m

28本/1シフト×2シフト

打設間隔 :  $1.5$  m ×  $1.5$  m 格子状千鳥

ラップ長 :  $3.5$  m



写真-2 FIT ボルト施工状況



写真-3 掘削状況

充填材 : FIT モルタル、シリカレジン  
 充填量 :  $167$   $\ell$  / 本

トンネルを掘削するにあたり、周辺地山の動態観測および既設アンカー工の荷重計測を2回/日の頻度で行い、計測管理基準(管理レベルI~IV)を設定して掘削による変位の発生に備えた。

坑口付け当初は、切羽ごとに岩質が変わる互層状態の地山が続き、日々の動態観測値の動きに注視しながらの掘削であった。また、掘削当初から蛇紋岩が一部露呈したことから、変位の発生が懸念されたが大きな変位は発生せず、すべて管理レベルI以内で収束した。計測結果を、表-5 に示す。

表-5 計測結果

	孔内傾斜計		地表面変位		アンカー荷重計	
	2箇所		80箇所		7箇所	
	K-1	K-2	No. 1~80	No. 1~5	No. 6~7	
最大変位量	明瞭な変位なし		X=-6.1mm Y=-9.3mm Z=+8.8mm	明瞭な変位なし		
管理レベルI	t < 1mm/10日		X, Y a < 10mm/10日 Y a < 12.5mm	P > 330kN/5日 P < 360kN/5日	P > 420kN/5日 P < 450kN/5日	

## 5. おわりに

計測管理の結果から、長尺鋼管フォアパイリング工と長尺鋼管鏡ボルト工が、切羽の安定化と周辺地山の変位の抑制効果を有効に発揮したことが確認できた。

今回のように、地すべり防止区域で法面アンカー工の直下を掘削するトンネル施工はあまり例がなく、近接構造物に対して影響を与えた場合の危険度を考慮して、補助工法を再検討することの重要性を再認識することができた。

## 台船上での桁組立および台船一括架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
株式会社 横河ブリッジ  
現場主任  
牟田 圭造  
Keizou Muta

### 1. はじめに

安治川橋梁は、西大阪延伸線事業（阪神西大阪線を西九条駅～近鉄難波駅まで延伸する全長3.4 kmの工事、平成21年春開業予定）のうち安治川上を渡る支間87mの単純トラスランガー橋である。

本橋の架設は後述する制約条件より、緑道横の河川護岸に係留した台船上を桁の組立てヤードとし、組立完了後、台船を移動し、潮位差により降下させる台船一括架設工法を採用した（写真-1）。

工事概要

- (1) 工事名：西大阪延伸線建設工事のうち安治川橋梁上部工製作・架設工事  
(2) 発注者：西大阪高速鉄道株式会社

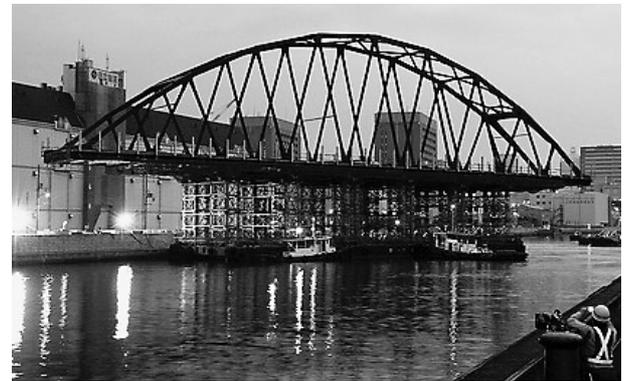


写真-1 台船一括架設

- (3) 工事場所：大阪市此花区西九条1丁目～西區安治川1丁目  
(4) 工期：平成17年11月30日～平成19年6月30日

本報告は、係留した台船上への桁組立、そして

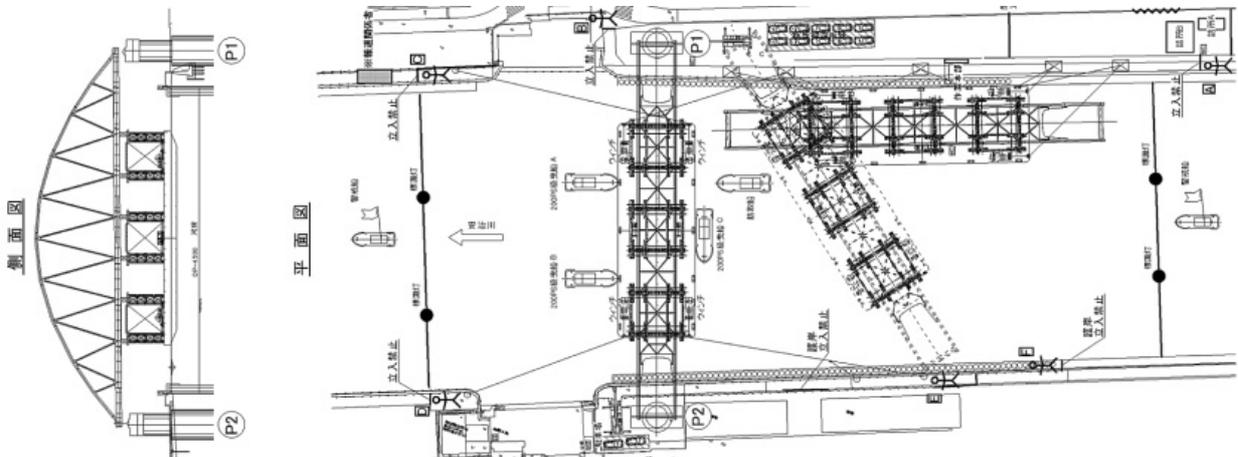


図-1 一括架設要領図

都市部の河川内での台船一括架設について、施工上の特徴や創意工夫した点を記述するものである。一括架設要領を図-1に示す。

## 2. 現場における課題

以下に示す制約条件があったため、通常アーチ橋に採用される架設工法の適用が困難であり、過去に事例の無い架設工法を検討する必要があった。制約条件

- (1) 大阪湾に繋がる安治川の航路を長期間閉鎖する事は不可であり、河川幅を確保する条件から河川内に杭基礎を有するベントあるいは栈橋の設置は不可とされたこと。
- (2) 現場周辺は都市部であり、建物および道路の利用状況を考えると、建物を撤去し、長期間交通規制しての送出し工法等が考えられたが、必要なヤードを確保できない状況にあること。
- (3) 架橋地点の下流には、国道43号線の橋梁とJR環状線（航路制限 OP+12.250）があり、大阪港沿岸などの製作ヤードで地組立した橋梁を、河川を利用し大ブロックのまま水上輸送することができないこと。
- (4) 架橋地点付近の護岸横の緑道を部材搬入およびクレーン作業ヤードとして使用するのは規制することで可能であったが、敷地面積が狭く橋梁を組立てることは不可能であったこと。

## 3. 対応策と適用結果

2. で示した問題点を解決する工法としてP1側背面に作業ヤードを確保し、地組立桁を送出しにより一括架設する工法が考えられた。しかし、作業ヤード確保は大幅な事業費増加となるため避ける必要があったことから、用地確保および一括架設の条件を満たすために、河川護岸に係留した台船上を桁の組立てヤードとし、組立完了後、台船を移動し、潮位差により降下させる台船一括架設工法を考案した。

### (1) 台船および係留方法

台船の選定は、係留中に強風（30m/s）が作用

しても台船が安定照査を満たすことを第一条件とし、台船に作用する橋体・ベント・台船等の全積載重量（約1,100t）が、台船排水能力の60%以内になることを条件とした。また台船の形状は、幅方向を台船係留時に河川幅（67m）の1/3以下とし、長さ方向は一括架設に旋回可能な寸法を条件とした。以上より載荷重量2,000tの台船（50m×18m）を採用した。

台船係留方法は、コーナー部の4箇所を護岸側にワイヤで係留し、補助に係留ロープも使用した。係留時のワイヤは、最大風速時（30m/s）のワイヤ1箇所あたりの作用力（150kN）を負担する条件とした。

### (2) ベント

ベント設置の精度が、桁組立等の全ての出来形管理に影響を与えるため、ベント基礎部の設置基準面を正確に決めることが重要であった。しかし、不安定な台船上でベント設置および桁組立を行うため、通常の桁架設のように随時、測量を行いながら位置を確認することができない。そこで基準面を決めるために、レベルを3台設置し、同時に測量を行い、相対差を計測して設置高さを決定した。また、測量後に水系によって各測点を結び、測量誤差が無いか確認を行った。

台船上の桁組立時は、橋脚のような剛体と固定しないため、ベントだけで風荷重・照査水平荷重を受け持つ必要があった。ベントの転倒対策として、橋軸および橋軸直角方向ともに、H形鋼や溝形鋼を用いた水平材により各ベント上部梁と基礎梁を繋ぎ、せん断変形抑制の目的で上部梁と基礎梁の間にブレースを設置した。



写真-2 ベント設置状況

### (3) 桁組立

台船上のベントで受けられる補剛桁は中央部分の5ブロックのみで、両端の2ブロックは張出しの状態となる。部材は陸上輸送し、陸上部の工事ヤードに配置した100t吊クローラークレーンを用いて架設した(写真-3)。順序は、端ブロックを除く補剛桁を支間中央部から両側に向かって架設し、その後、斜材とアーチを支間中央部から両側に向かってバランスさせながら架設した(図-2)。

台船上の桁は河川上高さ10mの位置にあり、また、付近に同等の高さの建物が無いため、レベル等で測量ができない。そこで、製作時の仮組立状態を再現するために、最初の補剛桁架設ブロックには、形状保持材としての架設用ラテラルを設置し、対角寸法を仮組立時に合わせることで、その後の基準とした。また、補剛桁架設において桁の通りおよびキャンバー確認は、橋軸方向にピアノ線を張り、補剛桁基準位置との差を計測し、精

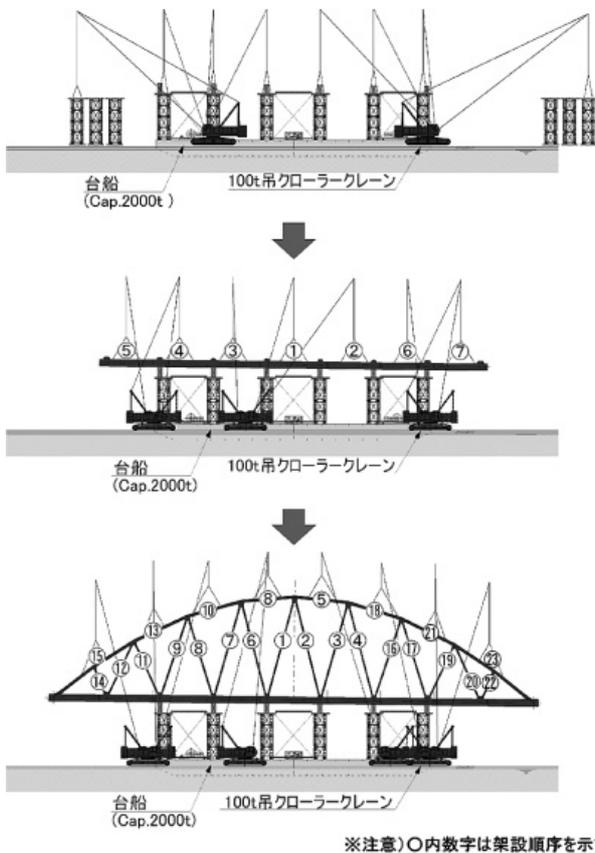


図-2 架設ステップ



写真-3 桁(アーチ)組立状況

度管理を行った。

### (4) 台船一括架設

一括架設の実施日は、航行船舶が少ない休日かつ、潮位差の大きい平成19年3月4日(日)に決定し船舶の航泊禁止措置を行った。

#### 1) 台船移動・回転

曳船とウィンチの併用により台船を回転させた。下流右側ウィンチを回転中心、上流左岸(対岸)側ウィンチを回転用、上流右岸(係留)側ウィンチを惜しみ用として用いた。その後、舳取船により係留ワイヤの盛替え、回転を完了させた。河川と直角方向となった台船上橋体を、ウィンチ操作で移動し所定の位置に合わせた。

桁を所定位置に移動する微妙な調整は、橋脚上に設置した引寄せ設備で行った。仮受けの精度は、正規の位置(支承位置)から±10mm程度のずれ量为目标としたが、支承セットにはスライドジャッキを使用すること、また橋軸方向への引寄せ設備は、台船ウィンチより耐力が小さいことより、安全面、効率面から20~30mm程度までの位置調整で完了させた。概要図を図-3に示す。

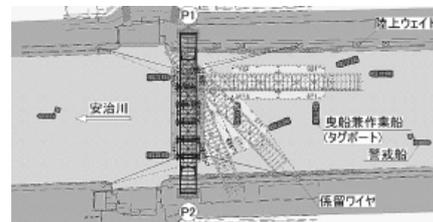


図-3 一括架設概要図

#### 2) 潮位低下による荷重移行

潮位低下により台船上の橋体荷重を橋脚へ移行させるため、満潮時(8:00)~干潮時(13:00)の間、引寄せ設備、係留ワイヤおよび曳船により所定位置に台船を保ち、潮位低下を待って橋体荷

重を橋脚に移行させた。

当日の潮汐は、これまで観測してきた挙動と異なり、予想より100mm以上潮位が高く、その後の潮位低下予測が不明確であったため、仮受け設備についても  $h = 750\text{mm}$  から  $850\text{mm}$  に変更した。図-4に、荷重移行ステップを示す。

なお、荷重移行による桁の橋軸方向変位は  $6\text{mm}$  程度であり、仮受け設備に水平力などの影響が生じない事を予め確認しておいた。

### 3) 台船離脱・係留・ジャッキダウン

橋脚へ荷重移行が進むと、ベントと橋体との間にクリアランスが徐々に生じる。台船離脱への準備作業として、ベント受点設備の解体およびベント付近の吊足場組立を行い、すべてのベントのクリアランスを確認した後、台船離脱を係留ウィンチ操作および曳船により行い、架設前に係留していた右岸岸壁に台船の再係留を行った。台船係留後、航泊禁止措置の解除を行った。

台船進入時の橋体と橋脚との高低差は、予定余裕量 ( $600\text{mm}$ ) と荷重移行時の台船上昇量 ( $670$

$\text{mm}$ ) を足し合わせ  $1,300\text{mm}$  程度としたが、当日の予想潮位差は  $850\text{mm}$  であるため、潮位差だけで支承位置まで降下することはできなかった。そこで、台船上の橋体が橋脚上に移動した時点で仮設備により仮受けを行った。その後、仮受け部でジャッキダウンを行い、橋体を正規位置に設置を行った。

## 4. おわりに

本工事は、係留した台船上にベント・桁組立を行い、そのまま台船一括架設する前例の少ない工法を採用した。すべての作業が不安定な台船上で行ったため、精度管理・出来形管理は工場製作～現場架設まで試行錯誤により考えられる最善の方法とした。

一括架設時は、予測と違う潮位の変化に惑わされたものの、台船移動および荷重移行も予定した手順通りに進め、桁架設を完了することができた。今回の報告が同様な工事のさらなる合理的な施工に役立つことになれば幸いである。

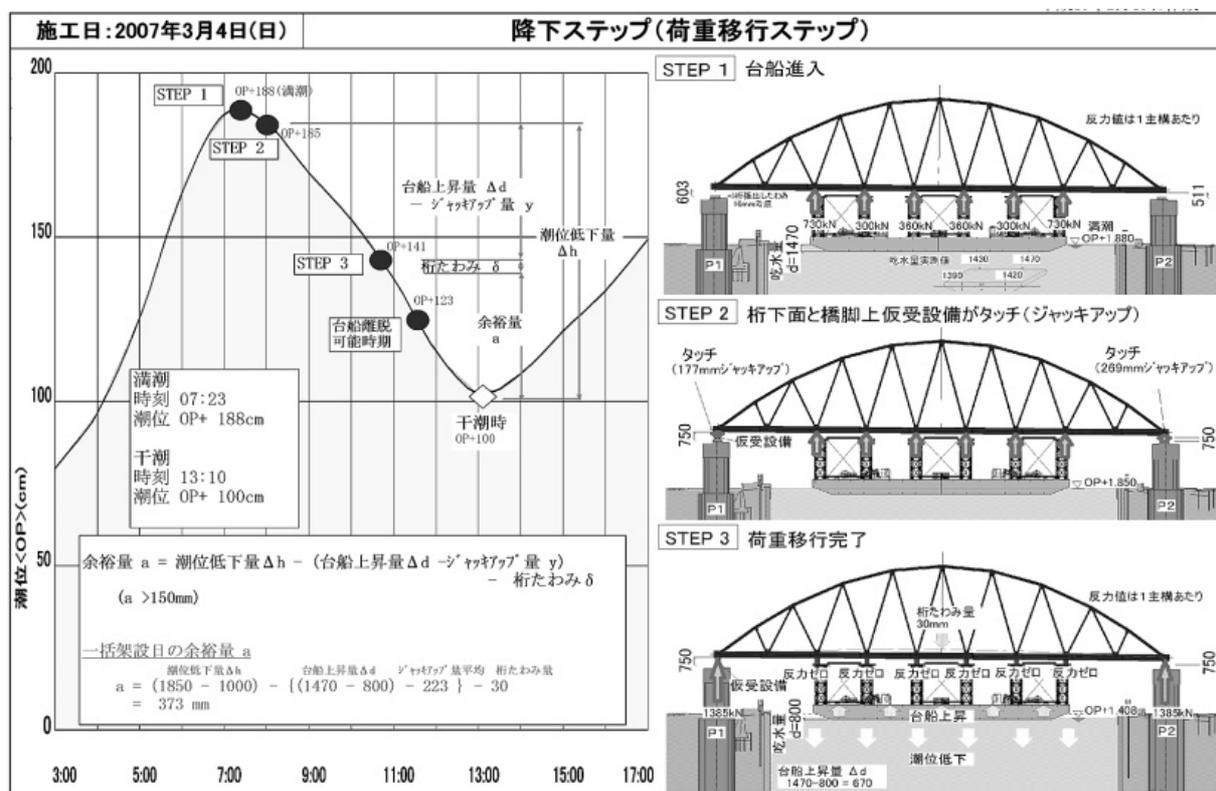


図-4 荷重移行ステップ

## 切土掘削時の粉塵防止対策

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 西日本土木支社

中四国土木事業部

工事主任

吉永正幸<sup>○</sup>

Masayuki Yoshinaga

監理技術者

城戸広治

Kouji Kido

担当技術者

藤本英哲

Hideaki Fujimoto

## 1. はじめに

本工事は、高規格道路の道路改良工事であり、主な工種は、15万 $m^3$ の道路掘削、および一般道路上を運搬しての掘削残土処理である。

## 工事概要

- (1) 工事名：東広島・呉道路阿賀改良工事
- (2) 発注者：国土交通省中国地方整備局
- (3) 工事場所：広島県呉市広町地内
- (4) 工期：平成20年11月20日～平成22年10月31日

## 主要数量

切土掘削： 157,470 $m^3$  路体盛土： 60 $m^3$

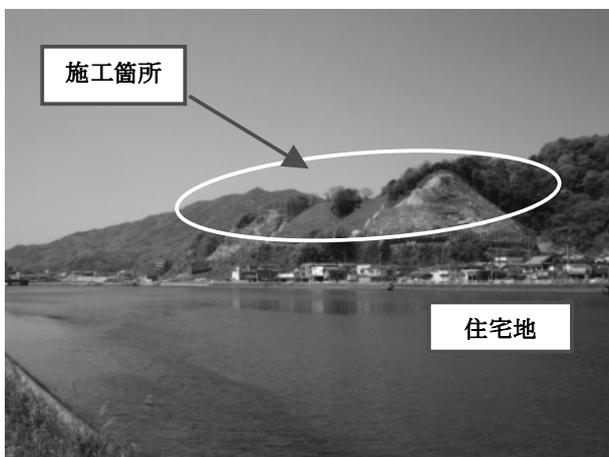


写真-1 施工箇所

路床盛土： 20 $m^3$  法面工： 14,690 $m^2$   
擁壁工： 57 $m^3$  排水構造物： 1式

近年、建設工事においても、環境への負荷を低減する事が社会的責務となっているところであるが、本工事は、住宅地に近接して行なう大型土工事であるため、特に粉塵に対する配慮が求められた。

以下に、本工事において行なった、粉塵対策について、概要を報告する。

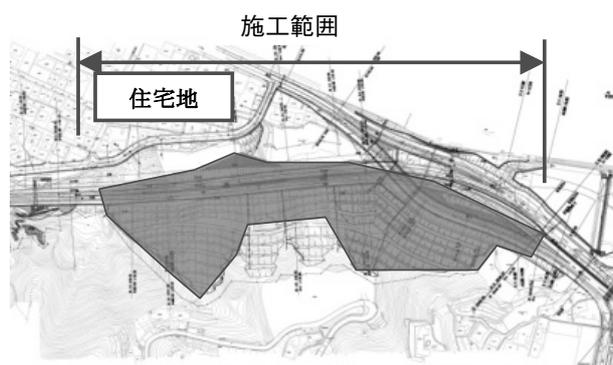


図-1 施工範囲

## 2. 現場における課題・問題点

本工事は、15万 $m^3$ を超える大型土工事であり、地山の切土掘削作業および、掘削残土運搬作業に

に伴い、多くの粉塵が懸念された。

さらに、掘削箇所は住宅地の裏山に位置するため粉塵が飛散し易く、工事用道路と最も近い家屋までの距離は約30mと近接している。

工事着手に際し、地元住民側からも粉塵防止対策実施について強い要望があり、工事を円滑に進める上で、粉塵防止対策が重要な課題であった。

### 3. 対応策と適用結果

#### (1) 粉塵対策の検討

粉塵対策として、従来実施している粉塵発生源での、直接撒水による方法について検討を行った。

しかし、以下の点から実施が困難であった。

- ・施工個所が狭隘であり、撒水設備の設置、および移動が困難。
- ・重機稼働範囲に近接しての、撒水作業となるため安全上の懸念が多い。

そこで、工事エリアと住宅地の境界部において、粉塵を抑制することで、住宅地への粉塵飛散を防止する方法の検討を行った。

住宅地側道路との境界部には、土工事による落石防護の為に、H型鋼（H=10m、1.5m間隔に打設）と防護ネットからなる防護柵が設置されていた。これが丁度、住宅地と工事エリアを遮断する位置にあることから、この防護柵の頂部からバリア状に撒水を行う事とした（写真-2参照）。



写真-2 防護柵

#### (2) 撒水方法の検討

撒水は、一般的なスプリンクラーにより行なう計画としたが、スプリンクラーによる撒水では、撒水量が多くなり過ぎてしまい水量の確保が大変であること、そして大量の撒水により発生する濁水処理が必要となる問題が生じた。

そこで、使用水量が少なく、濁水の発生も無く、粉塵抑制効果の高い撒水方法の検討を行い、ミスト撒水（霧状の撒水）を採用する事とした（図-2参照）。

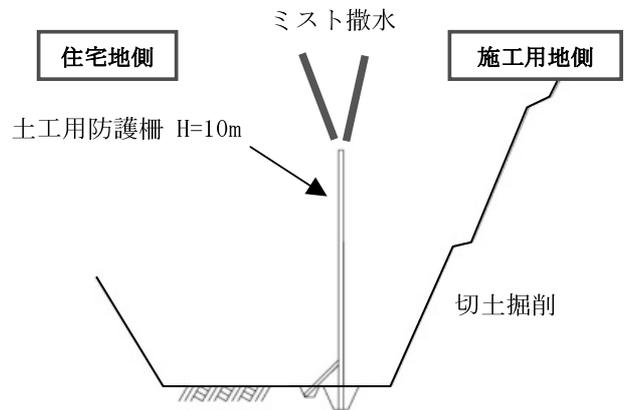


図-2 概要断面図

ミスト撒水システムは、ポンプユニットにより加圧した水をチューブにより送水し、防護柵上部に設置したノズルからミストを噴射するものである（写真-3参照）。



写真-3 ポンプユニット設置状況

### (3) ミスト撒水システムの設置計画

ミスト撒水システムの設置計画を行うにあたり、制約条件として以下の点が挙げられた。

- ・ 1ポンプユニットの吐出水量 (ℓ/min) に応じて取付け可能なノズルの数量が制限される。
- ・ 加圧によりミストを発生させるため、ノズルが閉塞し易く、管内閉塞防止のためには、異物を含まない水道水を使用する必要がある。
- ・ 設置対象区間全長は225mと長く、かつ対象区間中央部に場内進入路がある。

これらの条件を踏まえて、ミスト撒水システムの設置計画を以下のとおりとした (図-3 参照)。

- ・ 場内進入路入口部まで上水道を敷設し、撒水用の水道水を確保。
- ・ 場内進入路入口上流側120m区間に、ポンプユニット1基、41箇所噴射ノズルを設置。
- ・ 場内進入路入口下流側105m区間に、ポンプユニット1基、36箇所噴射ノズルを設置。
- ・ 噴射ノズルは、土工用防護柵 H 鋼上に 3 m 毎に設置 (図-4 参照)。

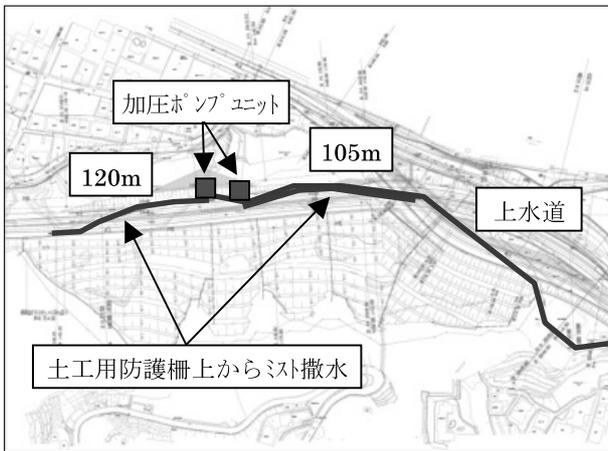


図-3 概要平面図

これらにより、ミスト撒水システム設置対象区間の全長225mに効率的にミストを発生する事に成功した。

加えて、有効吐出水量 (5.0 ℓ/min 程度) を確保する事で、粉塵抑制効果が確保でき、かつ濁水の発生も無い事が確認された (写真-4、5 参照)。

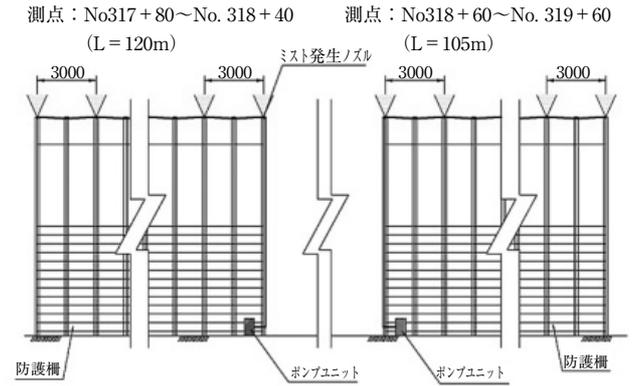


図-4 ミスト撒水配置図



写真-4 ミスト撒水状況



写真-5 ミスト撒水状況

### (4) 工専用道路の粉塵対策

一般道路を残土運搬ダンプが走行する際に発生する防塵の対策として、ダンプトラックのタイヤ洗浄設備 (プール式スパッツ等) の設置検討を行ったが、工事ヤードが狭いため設備設置は困難で

あった。

そこで、残土運搬ダンプが工事エリアから一般道路に出る際、ハイウオッシャーにより人力でタイヤ洗浄を行ない、併せて残土運搬作業時には、道路の撒水清掃を常時行うこととした。

#### 4. おわりに

今回のミスト撒水システムによる粉塵防止対策は、発注者と協議を行いながら、地元住民への説明、意見把握に配慮して検討を進めた。

ミスト撒水システム設置時には、地元住民に対する現場見学会を開催し、ミスト撒水状況を実際に確認してもらい、粉塵防止対策について十分な理解を得て頂くよう配慮を行った。

粉塵抑制効果を定量的に評価する事は難しいところであるが、現時点まで地元住民の方々からの苦情は無く、良好な成果を得られていると考える。

本工事では、諸条件からミスト撒水システムによる粉塵防止対策を行なったが、この方法は、上水道、ミストシステムなど設備費用や、ランニングコスト（電気代、水道代）がかかるため、あらゆる工事に汎用的に使用できる方法であるとは言えないが、今後、同様の制約条件のある工事には有効であると考ええる。

工事に伴う粉塵飛散防止対策については、その工事の条件にあった適切な対策を、発注者、地元住民とともに検討し、理解を得ながら進めていくことが、今後益々重要となると考える。

## 国道における横断函渠布設計画

青森県土木施工管理技士会  
上北建設株式会社  
土木部  
主事  
音 道 薫  
Kaoru Otomichi

### 1. はじめに

本事業の目的は、一般国道45号の交通量増加による車道路側部および歩道の拡幅整備である。この整備により児童や歩行者の安全・安心確保へ大きく貢献する。

本工事は、路側や歩道の拡幅だけではなく既設橋の下を横断している農業用水路を現地点より下流側に約40mシフトし、ボックスカルバートにて道路横断する工事も含まれていた。

当初設計では、ボックスカルバートを鋼矢板により締切り覆工板架設により一般車輛を通しながらの工法となっていた。

本文では、上記の横断ボックスカルバートの施工における諸問題と課題、またそれに対する対応策について報告する。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：畑刈下地区歩道設置工事
- (2) 発 注 者：国土交通省東北地方整備局  
青森河川国道事務所
- (3) 工事場所：青森県上北郡六戸町大字  
犬落瀬字畑刈下地内
- (4) 工 期：平成21年3月20日～  
平成22年1月29日
- (5) 主な工種：道路土工 1式、擁壁工 1式、

カルバート工 1式、排水構造物工 1式  
舗装工 1式、仮設工 1式

### 2. 現場における課題・問題点

現場における課題・問題点として地下埋設物・架空線の破損事故対策、現道の夜間全面交通解放、交通規制に伴う交通渋滞対策が挙げられる。

#### (1) 地下埋設物・架空線の破損事故対策

現場は、ボックスカルバートを布設する地下の右側にはNTTケーブルがあり、左側には情報BOXが入っていた。また、架空線は右側に高圧線があり、左側には電話線がある状態であった（写真-1）。

そのため、これらの支障物件をどのようにか

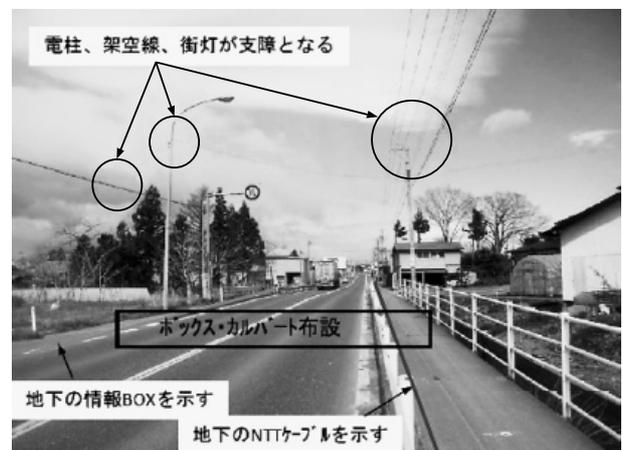


写真-1 支障物件

潜って施工するかが問題となった。

## (2) 現道の夜間全面交通解放

関係機関と施工協議を進めていく中で、国道45号は主要幹線道路であることと、交通量の多さなど社会的影響を考慮し、夜間は全面交通解放となる施工計画を求められた。

## (3) 交通規制に伴う交通渋滞対策

青森市および八戸市にアクセスする主要流通経路であることから、日中、片側交互通行での交通規制を行った場合、渋滞が予想された。そのため、交通規制を行っての施工を少なくする施工計画が必要であった。

同工事で交通規制を行ったときの渋滞距離は、約0.5km～1.0km程度であった。

## 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

### (1) 地下埋設物・架空線の破損事故対策について

① クレーン作業を行う上で架空線が支障となるため、発注者および電力会社、NTTを含め四者協議を行い、クレーン作業の支障とならない位置まで電柱を移設することとした。

② 地下埋設物においては、NTTケーブルが新設するボックスカルバートに当たる高さ位置にあることが試掘調査の結果から判明していた。また、カルバート布設箇所の終点側のNTTケーブルは土被り不足のためコンクリート防護がなされていた。

これらの調査結果を踏まえ、発注者およびNTTとの三者協議を行い、NTTケーブルについてはNTT側にて防護コンクリートをハツリ取ってもらい、車道から外れる位置まで通りを修正し、高さ方向についてはカルバート天端より上になるよう管路の修正施工をした(写真-2参照)。

③ 情報BOXについては、カルバートに対し位置的な障害がなかったため、吊り防護を行って施工した。



写真-2 NTTケーブル移設完了

### (2) 現道の夜間全面交通解放について

### (3) 交通規制に伴う交通渋滞対策について

ここでは上記(2)、(3)を合わせた対策の施工計画を立案する必要がある。

① 現場のボーリングデータを見るとカルバートの床付け面付近においてN値50を越す地層がある。そのため、当初設計の鋼矢板による締切り工法を行った場合、クラッシュパイラーでの施工が必要であった。

クラッシュパイラーでの鋼矢板の圧入・引抜きを行った場合、現道上での作業ヤードの狭さが問題になるが、それ以上に夜間全面交通解放という時間的制限が非常に大きな問題となった。

下記に鋼矢板圧入手順をフローチャートにて表す(図-1参照)。

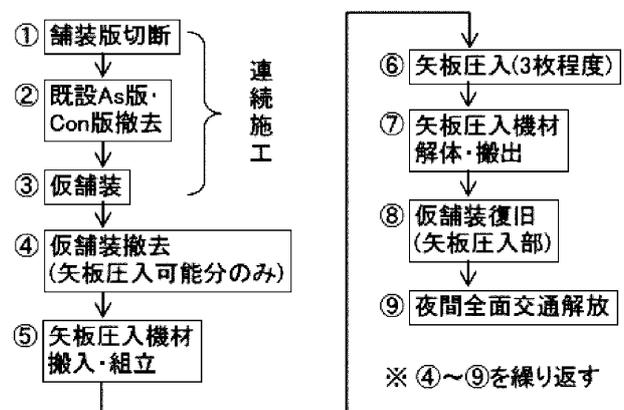


図-1 鋼矢板圧入手順

鋼矢板の圧入枚数は74枚あり、圧入作業のみで25日程度必要となる。さらに、覆工板設置・撤去、カルバート布設、鋼矢板引抜き、舗装復旧などを合わせると約3ヶ月の工程を強いられることになる。

このように長い期間交通規制を行えば、それに伴う交通渋滞も続き、さらに施工そのものが非常に不経済なものとなる。

そこで、国道45号左側の農地（水田）を借地し迂回路を設け、一般車に迂回路を走行してもらう計画を立案した（図-2参照）。

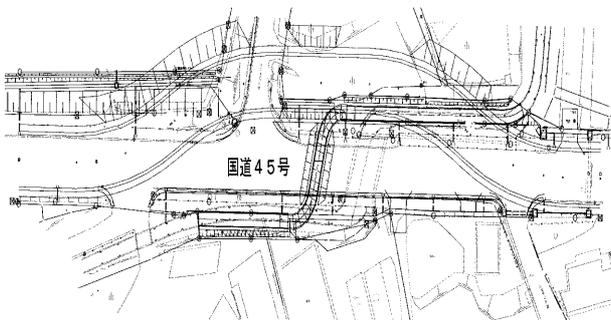


図-2 迂回路平面図

これによって、迂回路内側の現道はフリーの状態となるため、カルバートの施工はオープン掘削が可能となり、大幅な工程短縮と費用の縮減を達成することができた（写真-3参照）。

さらに、一般車は現道を通した状態で迂回路の構築を行ったため、切替え時の交通規制のみにとどまり、施工時に予想された交通規制に伴う交通渋滞も解消することができた。



写真-3 オープン掘削による施工状況

- ② 迂回路を一般車に走行してもらうため現道への誤侵入や走行に躊躇しての追突事故が発生しないよう看板や保安施設の設置計画も入念に行った（写真-4参照）。



写真-4 保安施設設置状況

なお、看板や保安施設の設置計画にあたっては、発注者と所轄の警察署を含め何度も協議を行い決定した。

これらの施工計画により、カルバート施工時の交通規制がなくなると同時に、交通渋滞の心配もなくなり、かつ工程の短縮および経費縮減を実現することができた。

(4) 迂回路設置による別効果について

既設橋の下を横断している農業用水路を下流約40mへシフトしてボックスカルバートにて施工したことにより、既設の橋はその役割を終えることとなった。

発注者は、将来的には既設橋を取り壊したい思いがあったが、交通規制を掛けての施工では即日復旧が困難なため取壊しを発注時の段階では考えていなかった。

しかし、現道に迂回路を設けたことにより既設橋の取壊しは現実的なものとなった。そのため、今度は既設橋の取壊し方法について協議し施工計画を立案した。

なお、既設橋にはNTTケーブルと情報BOXが添架されてあることと、近隣住民に対して騒音・振動対策も考慮する必要があった。

これらを踏まえ、下記に取壊し方法を示す。

- ① 添架されているケーブルと橋との縁を切るため、PC桁の目地に合わせて床版切断を行い水圧板ジャッキにて割裂し分割する。
- ② 床版切断によって、本体と分割された部分

をクレーンにて吊り上げ、撤去する（この段階で情報BOXは橋との縁切りが終了）。

- ③ N T Tケーブルが橋台の躯体を貫通して桁に添架されていたので、橋台をチェーンソー切断し、橋台部分でのケーブルとの縁切りを行う（写真-5参照）。
- ④ 本体と縁切りしたケーブル周りのコンクリートを人力にてハツリ取り、その後の取壊し作業で支障にならないようケーブルを外側へ移設し吊り防護を行う。
- ⑤ 本体の床版および橋台の取壊しは騒音や振動を抑えるためコンクリート圧砕機にて慎重に取壊しを行う（写真-6参照）。
- ⑥ 取壊し完了後は、速やかに舗装復旧を行い、全工程の終了となる。

上記方法によって無事、取壊しを完了させることができた。



写真-5 躯体チェーンソー切断状況



写真-6 圧砕機による取壊し状況

#### 4. おわりに

工事受注当初は、架空線・地下埋設物といった支障物件に、交通規制の時間帯、即日復旧による夜間交通解放などといった制約が多く、カルバートの施工は困難を極めるものと誰もが考えていた。しかし、諺にもある「三人寄れば文殊の知恵」のように、一人では固定観念に捕らわれなかなか良い案が出なかったものが、先輩や上司、発注者の方々と意見交換し協議を重ねていくうちに、迂回路を設けて施工するという良案に行き着くことができた。これによって諸問題を解決したばかりでなく、既設橋の取壊しという大仕事も達成することができた。

このように、どんな困難にも負けることなく立ち向かっていけば必ず道は開けるものだと改めて実感した。

最後に、本工事を実施するにあたり、国土交通省青森河川国道事務所および関係機関、会社の方々には様々な助言やご指導、お力添えをいただいたことを、この場をお借りして心よりお礼申し上げます。

## 観光地における景観に配慮した施工

大分県土木施工管理技士会  
河津建設株式会社

土木部 主任  
山内 直樹<sup>○</sup>  
Naoki Yamauchi

土木部 管理部長  
坂口 康祐  
Yasusuke Sakaguchi

### 1. はじめに

大分県中津市本耶馬溪町の青地区は、「耶馬・日田・英彦山国定公園」内に位置し、全国的にも有名な景勝地で、年間約170万人の観光客が訪れる観光地である。



図-1 耶馬・日田・英彦山国定公園位置図

本工事の青地区上流築堤樋管工事は、一級河川山国川の河川改修事業の一環として、大分県本耶馬溪町青地区における延長110mの築堤、および樋管の設置を行うものである。

工事に当たっては、本青地区が国定公園であり、特に周辺景観に配慮した整備の実施が求められた。



写真-1 工事着工前

### 工事概要

- (1) 工事名：青地区上流築堤樋管工事
- (2) 発注者：国土交通省 山国川河川事務所
- (3) 工事場所：大分県中津市本耶馬溪町青地先
- (4) 工期：平成19年9月1日～平成20年3月31日

主な工種：河川土工1式、法覆護岸工1式  
堤脚水路工1式、付帯道路工1式  
坂路工1式、伐竹工1式  
構造物撤去工1式、  
樋門・樋管工1式、河川散策路工1式  
仮設工1式

## 2. 現場における課題

工事を着手するに当たり、品質・工程・出来形・安全管理はもとより、施工箇所周辺の地域住民や観光産業の工事に対する理解が求められた。また、観光地であり国定公園でもあることから、景観に配慮した施工計画を行う必要があった。

発注者の意向である「周辺景観へ配慮した整備」に対しては、出来形表面には現れにくい細部の設計、施工について、監督職員との密な打合せ、協議を要し、現場の施工にあたるのが課題とされた。

## 3. 対応策、工夫および適用結果

地域住民との景観に対する会話、および発注者との協議を繰り返し行った。地元、発注者、施工業者三者の景観に対する思い、工夫を互いに話し合い、皆が納得できる景観づくりを図った。

### (1) 地域住民とのコミュニケーション

地域住民や観光産業への景観を配慮するため、工事着手前の現場説明会で、計画の概要を説明。完成予想図を用い、色調、風情、和み等現環境に馴染む景観への計画を行い、現場施工へ反映した。



写真-2 現場説明会の実施

### (2) 景観に配慮した工夫

#### ① 石積みの目地

川表高水護岸の石積みは、石積みの目地を深目地とすることにより、風合いを出す施工方法とした。



写真-3 川表高水護岸の石積み

#### ② 川裏玉石積みの胴込コンクリート

現地の風情に沿うよう、現地発生材を利用し、乱積みを基本とした玉石積みの施工を行った。胴込コンクリートは表面に現れないよう、玉石自体の形状美を印象づける石積み計画とした。



写真-4 川裏玉石積み状況

③ パラペット部の鉄平石張の工夫

鉄平石張の目地材は、石材の色に合わせるため着色したモルタルを使用した。また、鉄平石目地は、深目地とすることにより石を浮き上がらせ、鉄平石本来の趣を引き出すよう、石の張り付けを行った。



写真-5 鉄平石張状況

④ 階段部の端部処理

堤防と階段部のすりつけ部分は複雑な形状であり、通常はコンクリートにて施工される。本施工においては石材を加工し、堤防勾配に合わせた石積みを実施することにより、石積みの階段としての風趣ある施工となるよう配慮した。



写真-6 階段部の施工状況

⑤ 樋管部機械室の処理

樋管部機械室は、全体景観に配慮して上屋のない構造を検討し、樋管部下流側石積堤防内に格納した。機械室鋼材は堤防表面から控え、加工した石材を張ることにより、鋼材等が現れない、自然景観となるよう配慮した。



写真-7 樋管機械室の格納状況

⑥ 樋管水路および流末部の処理

樋管水路においては暗渠構造とし、上部は周辺同様張り芝の施工とした。

水路出口付近は、二次製品の端部が目立たないよう低水護岸で使用した巨石を加工し、周辺の敷きつめた巨石と違和感のないよう石材を敷き並べ、目隠しを施した。



写真-8 樋管流末部の端部処理状況

#### ⑦ 天然玉砂利カラー舗装

堤防天端は、天然玉砂利を用いたカラー舗装を計画した。天然玉砂利の選択による色の違いが発生するため、事前の試験練りを実施し、現地にて試験板による景観総合評価を行った。

施工においては、アスファルトモルタルをウォータースラストにて除去し、天然玉砂利の風合いを生かした柔らかな景観舗装を創出できた。



写真-9 現地試験板評価状況



写真-10 ウォータースラスト施工状況

#### 4. おわりに

観光地での工事は、周辺環境に配慮した計画がより一層求められ、また、地域住民や観光産業に対するコミュニケーションの取り組みが非常に重要になってきます。

今後も常にアイデアを持って、事業者、地域住民、施工業者が活発で建設的な議論を行っていき、みんなが納得しうる環境整備に貢献していきたい。



写真-11 完成写真

## 起点側坑口部における直上沢水対策

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 西日本土木支社

九州土木事業部 三軒屋トンネル作業所

工事主任

宇都宮 基 宏<sup>○</sup>

Motohiro Utsunomiya

工事課長

上米良 忍

Shinobu Kamimera

監理技術者

小 川 統 史

Toushi Ogawa

### 1. はじめに

三軒屋トンネルの起点側坑口は、二筋の沢の合流点直下に位置しており、この合流点におけるトンネル土被りはわずか1.5m でありであった。

トンネルの設計では、一般的に坑門位置において沢や谷川と交差しないよう計画する事とされ、止むを得ない場合は十分な排水設備を設けて沢水等の処理を行いトンネルに悪影響が生じない処置が必要となるが、本工事においては、以下の計画が行なわれていた。

・坑口部に延長18mの明り巻き区間を設け、土石流が発生した場合においても道路内に土石流が流れ込まない構造とする。

- ・土被りの薄い区間にソイルセメントによる盛土を行い土被りを確保する。
- ・張りコンクリート及び重力式擁壁を設置して、沢水を集水し、側溝により排水する。(側溝はトンネル上部を横断する配置。現場打ち三面側溝。)

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：東九州道（佐伯～蒲江）  
三軒屋トンネル新設工事
- (2) 発 注 者：国土交通省九州地方整備局
- (3) 工事場所：大分県佐伯市大字青山地内
- (4) 工 期：平成20年3月19日～  
平成22年8月31日

### 2. 現場における課題

二筋の沢の合流する坑口部付近から約40mの区間は沢の傾斜がなだらかな地形であり、特に右側斜面には厚い崖錐層が堆積していた（写真-1参照）。また、沢の流量は通常100ℓ/min程度であったが、降雨時には500ℓ/min以上に上昇した。

こうした条件から、トンネルの初期掘削時における湧水、切羽および天端部の地山保持が懸念された為、押え盛土の施工に先がけて沢部の試掘調査を行った。

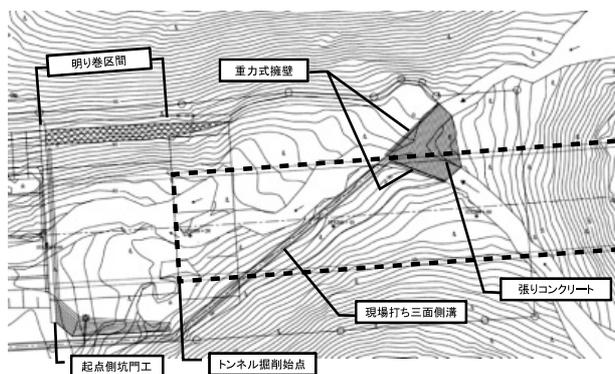


図-1 坑口部平面図



写真-1 着手前坑口部地形

試掘の結果、河床には堆積物が1.5mほど堆積しており、その下部に頁岩質の軟岩が観察され、沢水は表面流下するものだけではなく、地下を伏流するものが多いことが判明した（写真-2、3参照）。

また、沢部の右側には約2m厚さで、固結度の低い脆弱な崖錐層が堆積していることが判明した。（写真-4参照）。

以上の状況から、押え盛土とトンネル初期掘削を行ううえで、以下の課題が挙げられた。

① トンネルへの沢水引き込み

河床堆積物の上に押さえ盛土を造成した場合、トンネル掘削時に伏流水として沢水をすべてトンネル内に引き込むことが懸念される。また、ソイルセメントは通水性の高い材料であるため、ソイルセメントによる押さえ盛土内部を湧水が浸透し、トンネル掘削時の切羽の自立を困難にする。

② ソイルセメントの品質確保

伏流水のある中でソイルセメントによる押さえ盛土の施工を行った場合、ソイルセメント中の水セメント比が極端に高くなり高品質なソイルセメントを構築できない。

③ 崖錐層への沢水の浸透

沢部右側に存在する厚く脆弱な崖錐層に沢水が浸透した場合、斜面そのものが不安定になるとともに、含水比の高い崖錐層が切羽に出現した場合、切羽の保持は極めて困難になる。

④ 現場打ち側溝の不等沈下誘発

将来的に沢水を流下させる現場打ち側溝は平面的にトンネル直上を斜交して、土被り1.35mで横断することから、トンネル掘削前に現場打ち側溝を構築した場合、トンネル掘削の影響で側溝に不

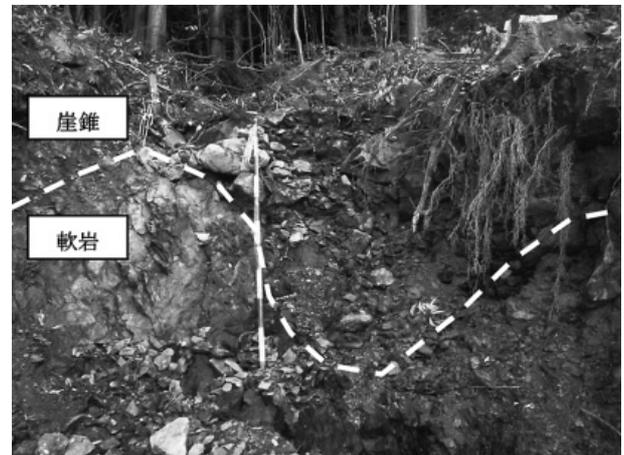


写真-2 沢部左側河床状況

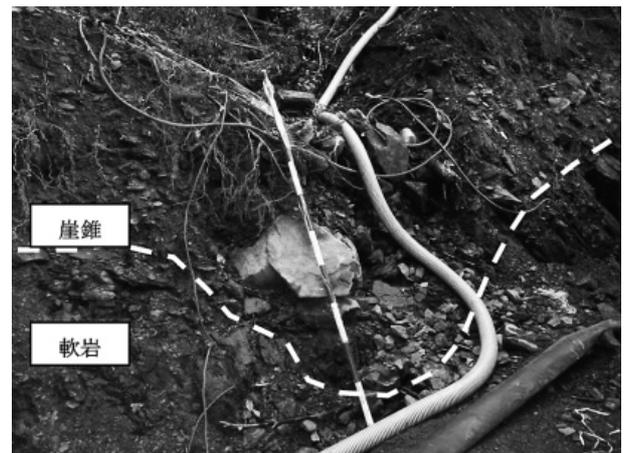


写真-3 沢部右側河床状況



写真-4 崖錐層状況

等沈下を発生させ、破損する恐れがある（図-2 参照）。

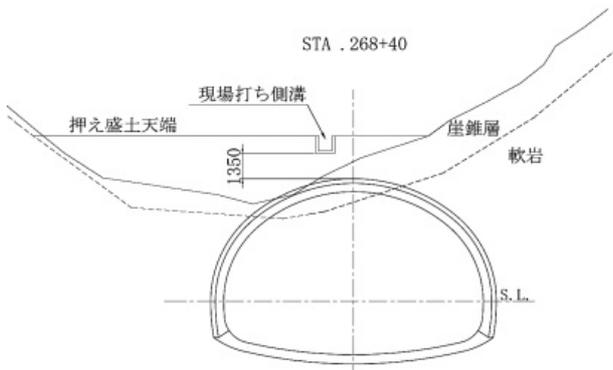


図-2 現場打ち側溝横断面部における断面図

### 3. 対応策の検討

確認された課題の対策として、トンネル掘削完了までの間、沢水を迂回させる事とし、沢の合流点付近に止水壁（無筋コンクリート）を構築し、仮設排水路（土側溝+防水シート）により流下する計画とした。

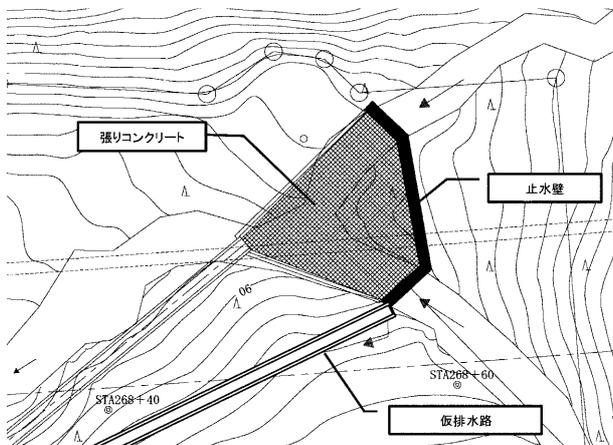


図-3 止水壁設置計画平面図（当初）

止水壁は、後に構築する張りコンクリートと干渉しない様、上流側面に接する平面配置として計画したが（図-3 参照）、後に以下の問題が確認され、①の対策として崖錐を取り除き止水壁を岩着させた場合、沢部右側において、止水壁が未買収用地を侵してしまう事が確認された。

① 沢部の両側には崖錐層が堆積しており、この部分を完全に岩着させないと沢水が押え盛土内

へ浸透してしまう。

② 二筋の沢の合流点付近に、一部用地未買収区域が存在する（図-4 参照）。

こうした現地の条件から、止水壁の平面形状はトンネル軸に直行する方向に一直線状となる砂防ダム形状が有効であり、止水壁の設置位置は用地に余裕のある STA.268+55.4 が最適と考えられた。

なお、ソイルセメントは遮水性がないため、止水壁を押え盛土の天端高まで構築し、止水壁の一部を切り欠き、この部分から沢水を下流側に仮排水する構造とすることが最適なものと考えられた。

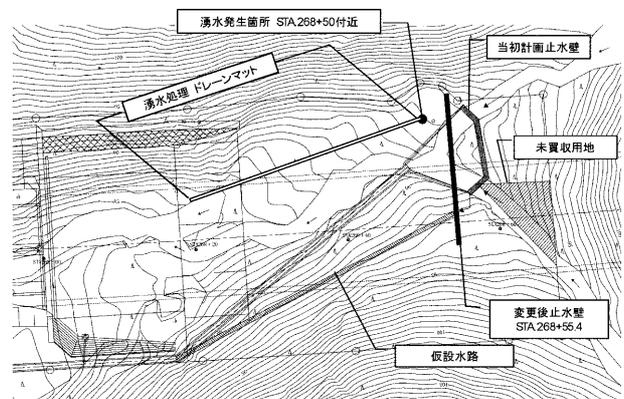


図-4 止水壁計画平面図（変更）

一方、STA.268+55.4に止水壁を構築した場合でも、これより坑口側においても側方の法面から湧水が観察されていることから、ソイルセメント施工に支障のないように、これらの湧水をトンネル断面外に導水する構造とすることが、トンネル切羽面の安定につながるものと考えられた。

以下の写真-5に STA.268+50付近の湧水状況を示す。



写真-5 STA.268+50左側湧水状況

## 4. 適用結果

止水壁の平面配置見直しにより、未買収用地を侵すことなく、崖錐部を完全除去し、止水壁を軟岩部に岩着することができ、高い止水性を確保することが出来た。併せて、ドレーンマットによる、擁壁下流側の斜面から発生する湧水のトンネル断面外への導水も十分機能することが出来、ソイルセメントによる押え盛土を、無水の状況下で高品質に造成することができた。

その結果、トンネルの初期掘削においては、切羽の上部に安定したソイルセメントが出現し、坑口から止水壁直下までの37m間において、切羽からの湧水はほとんど観察されなかった。

以上の対策と効果から、初期掘削における切羽の状況は比較的安定した状態であり、止水壁を越え完全に地山内にトンネルが被るまでの42m区間を、実稼動21日という順調な速度で施工することが可能となった。また、この間の地表面沈下は最大で28mmと満足できる数値であった。

なお、沢部に設置した止水壁については、全面軟岩まで掘削を行うことができたが、坑口側の一部において斜面の形状から一部崖錐層を撤去できない部分が生じた（図-5の右肩部参照）。この箇所に対しては、AGFおよび注入式フォアパイリングの補助工法を追加することで対応した。

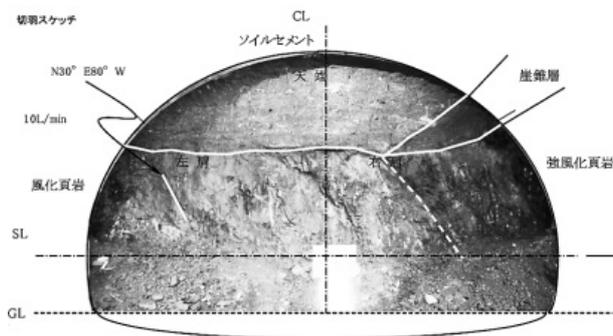


図-5 T.D.12m切羽状況

以下の写真-6に止水壁構築状況、写真-7に押え盛土施工状況を示す。



写真-6 止水壁構築状況



写真-7 押え盛土施工状況

## 5. おわりに

本事例は、二筋の沢の合流点の、土被り薄い地形の直下にトンネル坑口が配置された特殊な設計であるといえる。また、坑口上部においては用地境界が狭く、対策の立案に困難をもたらした。

このような厳しい条件下において、河床の状況や崖錐層の状況を把握し、事前に安定したトンネル掘削を行うために有効な対策を講じることができたため、順調なトンネルの初期掘削を可能にしたものと考えている。

トンネル掘削は、地形や地質および湧水といった、自然との闘いである。特殊な条件や日々変化する切羽の状況に対して、実施工時の状況を予測して、事前に有効な対策を講じて、万全の体制でこの自然に立ち向かうことが非常に重要なことだと考える。

## 長尺遠心力鉄筋コンクリート管の曲線布設における 中心線のずれの管理手法

(社)北海道土木施工管理技士会  
荒井建設株式会社  
土木部第1工事グループ  
岡崎 竜志  
Tatsushi Okazaki

### 1. はじめに

日本の食糧生産基地である北海道において、農業生産を支えるかんがい排水事業は国の食料自給自足率を確保するための重要なインフラ整備事業である。戦後、本州各地よりインフラの整備が遅れていた北海道は、北海道開発局を設置し道路、河川の整備と同様に農業施設の建設も急ピッチで進められてきたが、建設から50年以上経過し老朽化した施設が更新時期を迎えている。

本工事は、更新時期を迎えた農業用水路の改修工事であり、コンクリート3面張りの開水路を取り壊し管水路に改修する工事である。以下に工事概要を示す。

#### 工事概要

- (1) 工事名：ぴっぷ地区比布第1支線用水路  
14号工区工事
- (2) 発注者：北海道開発局 旭川開発建設部
- (3) 工事場所：北海道上川郡比布町基線14号
- (4) 工期：平成20年9月9日～  
平成21年2月27日
- (5) 工事内容：遠心力鉄筋コンクリート管  

φ1,650	L=1,253m
φ1,350	L= 20m
直分水工	16ヶ所
水位調整スタンド工	1ヶ所



写真-1 既設用水路

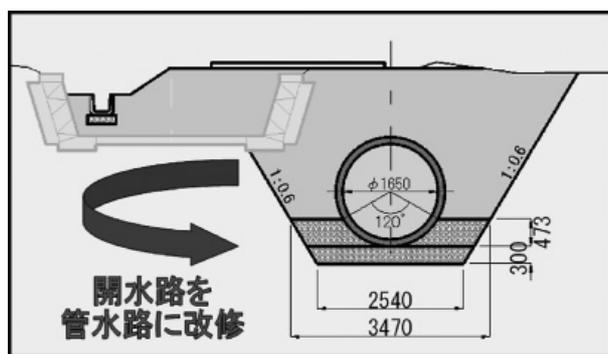


図-1 標準断面図

既設用水路は両側面が積みブロックであり（写真-1）、ブロック背面の裏込材が洗掘を受けブロック壁面が損傷している箇所が多数見受けられた。そのため既設用水路を撤去し、図-1に示す直径1,650mmの遠心力鉄筋コンクリート管によるパイプライン用水路の施工を行うものである。

開水路をパイプラインに変更するメリットとし

では、

- ① 工事費が開水路に比べ約5%削減できる。
- ② 維持管理費が低減できる。
- ③ 安全面が格段に向上する。

等のメリットにより、パイプライン用水路が採用された。

## 2. 現場における課題及び問題点

パイプラインに使用される遠心力鉄筋コンクリート管（以下HP管）は長尺（ $L=4.0\text{m}$ ）のA型管を使用した。A型管は図-2に示すように接続カラーが本体とは別に製作され、後付け施工となる。

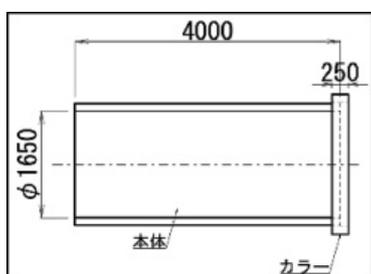


図-2 φ1,650HP管側面図

A型管を使用する理由として、全工事区間中、曲線布設（ $R=200\text{m}$ ）を行う箇所が3箇所あり、C型管やNC型管より許容曲げ角度の大きいA型管が採用された。φ1,650mmHP管の出来形管理規格値のうち、ジョイント間隔規格値（管を接合したときの隙間）は標準値が8mm、最大規格値は12mmであり、大変厳しい規格値であるため、この規格値を満足するためには、中心線のずれを数ミリ単位の精度で管理する必要があった。直線部についてはトランシットにて中心線の位置を正確に測定することは可能であったが、曲線部での中心線の位置を如何に管理するかが課題であった。私は曲線布設部での中心線管理を行ううえで以下の問題点があると考えた。

- ① 管路は据え付け時の誤差により伸縮するため終端部の位置は一定ではないため平面図上の終端部の座標値は使用できない。
- ② 施工を円滑に進めるためにリアルタイムで中心線のずれを計算する必要がある。

- ③ 施工箇所にて計測、計算し作業員へ中心線の修正を繰り返し指示する必要がある。

## 3. 対応策・工夫点と適用結果

曲線部は半径200mの単カーブであり、管を布設する曲線部の中心線は常にカーブの中心から一定の距離（ $L=200\text{m}$ ）であることに私は着目した。すなわちカーブの中心から、布設した管の中心までの距離を計算することにより、中心線のずれを管理できると考えた（図-3）。

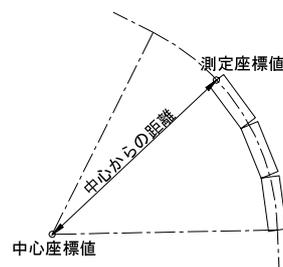


図-3 曲線部の管理手法根拠図

測定座標値は光波測距儀にて距離角度を測定し現地にて計算することが可能であるが、中心座標からの距離を計算しその差異によって中心線のずれを迅速に数値化するために、ポケットコンピュータを使用しBASIC言語によるプログラミングを行い、測定距離及び角度を入力すると瞬時に中心線のずれが数値化できる管理手法を取り入れた。これにより、現地にてリアルタイムに中心線のずれを管理することが可能となり、もってジョイント間隔も規定値内で施工することが出来た。

表-1にBASICプログラムソースの一部を示す。

表-1 中心線のずれ計算プログラム

```
100 INPUT "カイ X";IX
110 INPUT "カイ Y";IY
120 INPUT "キヨリ L=";FL
130 INPUT "カド°=";FK
140 FK=DEGR FK+DEGR〇〇. 〇〇
150 IF FK<=90 GOSUB 300
210 IF SL<=0 THEN PRINT"ヒダリ";SL
220 IF SL>0 THEN PRINT"ミギ";SL
230 GOTO 120
```

写真-2に使用したポケットコンピューターを示す。また、写真-3は現地にて管中心の位置を測定している状況、写真-4は管路の曲線設置状況である。



写真-2 ポケットコンピューター

座標値を持った基準杭から仮布設した管の中心までの距離と角度を光波測距儀にて測定し、そのデータをポケットコンピューターに打ち込むと中心線のずれが表示される。



写真-3 管位置測定状況



写真-4 管路曲線設置状況

今後の検討課題としては、今回の曲線布設管理のように測定と計算を繰り返しながら管理する手法は他現場においても十分応用できると考える。そのためには、プログラミングの知識が必要とな

るため、社内講習会やOJTにより若手技術者への教育を行わなければならない。

また、使用したポケットコンピューターはすでに製造は終了しており、代替機として同じメーカーから発売されているよりコンパクトな電卓型のプログラミング計算機が発売されており、そちらへの移行を考えている。ただし、プログラミング言語が電卓独自の言語のためプログラミングの理解をする必要がある。

#### 4. おわりに

今回使用したポケットコンピューターは私が入社直後に購入したもので、20年以上前の製品であり、当時ダムアバットの掘削管理が3次元管理だったために、今回同様瞬時に掘削深度を計算するために購入したものである。また、当時はパソコン自体があまり普及していなかったため、現場の座標計算用にも使用していた。

使用したBASIC言語も現在ではほとんど使用せず、この言語を基にMicrosoft社が開発したVisual Basic for Applicationsを使用しExcelでプログラミングを行う時代である。

今回使用したハードもソフトも、現在では時代遅れの感はあるが、コンピューターの進化はここ20年で目ざましい進化を遂げ、製品の性能が格段に向上し、より高度なことが簡単に出来るような時代になった。しかし便利になった反面、本質を知らずマニュアルどりの操作法だけを理解しようとする技術者が最近多くなったように思われる。これはパソコンだけではなく、技術全般にわたってであり、本質を理解していなければ応用することはできず、現場での創意工夫は生まれないと考える。

今後とも、本質を理解する努力を怠らず、1つの考えに囚われることなく多角的な視点をもって、業務遂行時に発生する問題点をよりよい方法で解決できるよう、研鑽する所存である。

## 付加体地質におけるトンネル掘削

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 中日本土木支社

北陸土木事業部 佐渡多田トンネル作業所

工事課長

森 脇 丈 滋<sup>○</sup>

Takeshi Moriwaki

工事課長

日 谷 昌 保

Masayasu Hidani

工事主任

地 濃 健 治

Kenji Chino

## 1. はじめに

## 工事概要

- (1) 工 事 名：主佐渡一周線離島地方道改築  
(多田トンネル) 工事
- (2) 発 注 者：新潟県佐渡地域振興局
- (3) 工事場所：新潟県佐渡市多田、蒔場地内
- (4) 工 期：平成14年12月20日～  
平成22年 3 月15日

本工事は、新潟県佐渡ヶ島の南東側に位置し、海岸沿いの急峻な地形に存在する現道を回避する目的で計画された延長1,511m、内空断面積50㎡の佐渡一周線の2車線道路トンネルである。

本報告書は、トンネル掘削時に遭遇した付加体地質区間における施工実績から得られた問題点と対策および支保パターンの選定等をまとめたものである。

## 2. 現場における課題・問題点

## (1) 付加体地質について

付加体地質とは、海洋プレートの沈み込みに伴って大陸側に底付け付加された地質構造である(図-1)。

付加体では、このプレートの移動に伴い、様々なスケールで多様な岩石類が著しいせん断作用を

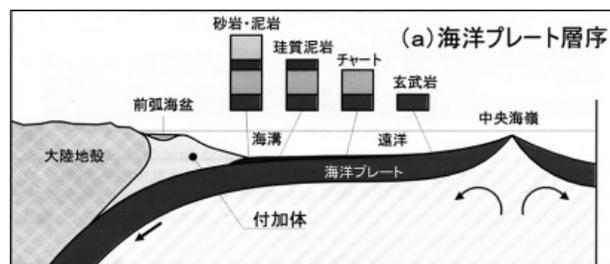


図-1 海洋プレート沈み込みと付加過程の模式図  
(ジェオフロンテ研究会：付加体とトンネル施工)

受けて片状破碎された「メランジュ」と称される特異な地質性状をもつ地質体となっている。

近年、この付加体地質において難航したトンネルの事例が幾つか挙げられているが、地質学的にも複雑であり、従来の地質調査手法では正確に地質状態を把握することができず、また、著しい褶曲・破碎作用を受けているため、切羽の自立性に乏しいといった問題点を有している場合が多い。

## (2) 事前調査結果と実績の地質状況の相違

事前調査における主な地質は、両坑口部の崖錐堆積物を除けば、トンネルの大部分の区間は弾性波速度が3.4km/secと比較的高い値を示す中・古生層の砂岩、砂岩・頁岩互層、凝灰岩(緑色岩)から構成され、その上部を新第三紀中新世の豊岡層(火山碎屑岩)が覆っており、途中4箇所断面が想定されていた。

掘削を開始してから豊岡層のTp(火山碎屑

岩) 区間は、ほぼ当初計画通りの支保パターンで掘削を行っていた。しかし、約240m付近から切羽に出現したPal (砂岩・頁岩互層) は、当初設計で地山区分D I相当と判断されていたものの、実際の地質は、鱗片状～葉片状に破碎された過褶曲構造で、鏡肌の発達した極めて剥離・崩壊しやすい地質性状をもつ付加体 (メランジュ) 地質であった。この付加体地質に遭遇した直後に、鏡面の押出しとともに大規模な崩落が発生した。

### (3) 多田トンネルの付加体地質構成

多田トンネルにおける中古生層の主な付加体地質は、概ね次の3種類の地質で構成されていた。

#### ① 砂岩・頁岩互層

当該地質は片状化した破碎頁岩であり、層状～レンズ状～岩塊状の砂岩を混在していた。頁岩は薄い板状～葉片状～鱗片状を呈し、大きなスケール～小さなスケールまで、岩片全体には鏡肌が発達している。そのため、岩片相互の粘着性がなく、容易に剥離・崩落する傾向をもっていた。わずかな湧水によってその傾向は更に促進される。砂岩・頁岩とも激しい褶曲構造作用によって、布団を折り畳んだような著しく複雑な過褶曲構造をなしている (写真-1)。

#### ② 砂岩優勢

硬質な砂岩優勢区間の支保パターンはC II-bで掘削している。部分的に茶色く風化変質認められるが、切羽は全体的に安定しCM～CH級相当であった。

#### ③ 熱水変質緑色岩

熱水変質の影響で粘土シームを挟在した割れ目が細かく発達した緑色岩が主体となる。

白色の脈状から数センチ厚の方解石を多量に含んでおり、粘土化した箇所では細かい剥離・肌落ちが連続して発生し、湧水の影響を受けやすく路盤の泥濘化が激しくなる。岩質は脆く、ハンマーで容易に割ることができる。

砂岩頁岩互層とは地質性状が異なり、大きな押出しや、崩落もなく、支保パターンは変形余裕量や大規模な補助工法を用いないD I-bパターン



写真-1 砂岩頁岩互層/過褶曲構造



写真-2 方解石

を主体としている。

#### (4) 付加体地質対応への問題点

付加体地質 (メランジュ) の出現を受け、対応すべき課題は以下のとおりであった。

事前調査結果と実際の地質に相違があり、切羽前方地質確認を先行して確認し対応していく必要があるが、崩落性地山のため調査が困難。

内空変位の増大に対応する支保の検討。

強い鏡面の押出しと天端崩落の連続への対応。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 長尺水平ボーリングによる前方地質確認

事前調査と相違したメランジュの分布範囲の把握および水抜きを目的として、坑内から水平調査ボーリングを計画した。

表-1に示す機械と工法の組合せによる水平調査ボーリングを計画したが、当初3回は崩落性地山のため、ロッドに大きな締め付けが発生し、いずれも20m程度で削孔不能となった。

そこで、この連続した崩落性地山に対して確実にボーリングを可能とするため、高トルク・大口徑ボーリングマシンで順次削孔径をダウンすることができるトップドライブ二重管方式としたシールドリバース工法による長尺のオールコアボーリングによる調査を検討した。

シールドリバース工法の適用により、4段階の削孔径 (図-3)で行った第4回水平調査ボーリングでは、砂岩・頁岩互層区間のL=150mの長尺ボーリングを実施することができ、断層区間の延長と地質状況が把握された。また、この区間は僅かな湧水で容易に崩れやすい状況である事が確認され、長尺ボーリングによる水抜きが有効であ

表-1 ボーリング工法比較表

	ボーリング 機械	工 法	延長(m)
第1回 砂岩・頁岩	ローラー方式	普通工法	24.8
第2回 砂岩・頁岩	ローラーパーカッション 方式	ワイヤライン 工法	23.1
第3回 砂岩・頁岩	ローラー方式	二重管工 法	12.4
第4回 砂岩・頁岩	トップドライブ 二重管方式	シールドリバ ース工法	150.0
第5回 緑色岩	トップドライブ 二重管方式	シールドリバ ース工法	270.0

る事も確認された。

<シールドリバース工法の特徴と工法概要>

高強度のシールドパイプを使用することにより、ボーリングマシンの有する高トルクに耐え、崩落性の地山や断層破碎帯の掘削が可能となり、パイプ締め付け拘留の可能性が低くなる。

外管と内管の二重管の同時回転で掘削し、管の間から送水し、内管から排水とともにコアを排出する(図-2)。

外管をそのまま定管してケーシングパイプとし、地山の拘束が大きくなった場合でも順次削孔径をダウン変更することが可能である。

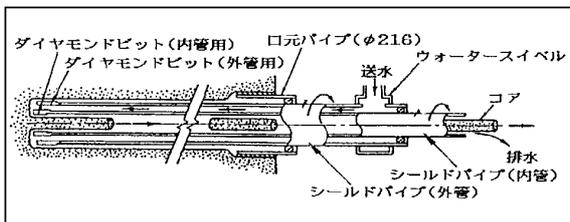


図-2 シールドリバース工法システム図

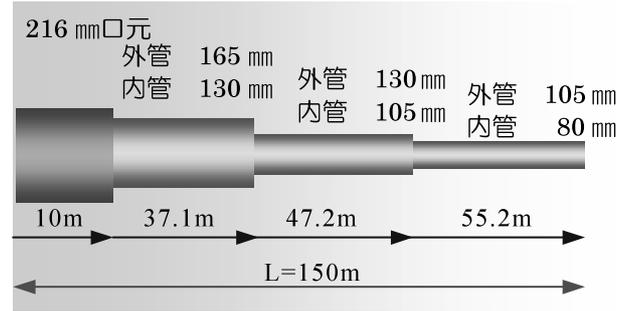


図-3 シールドリバース掘削プログラム実績



写真-3 シールドリバースボーリング状況

(2) 掘削支保パターン

付加体地質区間において適用した支保パターンのうち、最もランクの重いD II-Lpu 4 (図-4)の採用経緯と適用効果について以下に記述する。

砂岩・頁岩互層区間において、管理基準値を上回る内空変位の発生と、坑内B計測の結果から、広い範囲で地山の緩みが発生していることや、全ての支保応力が限界レベルに達していることが判明したため、ロックボルトの本数を8本から12本に増加し、長さを4.0mから6.0mとした。

ボルト材は、初期変位速度が20mm/日以上(最大61mm/日)と大きく、切羽近傍で支保の変状が発生するため、切羽面で瞬時に定着可能な鋼管膨張型ロックボルトを採用することとした。また、削孔には崩落性地山対策として泡削孔システムを採用してボルトの挿入を可能とした。

支保パターンを変更した結果、坑内A計測において、初期変位、収束値ともに約70%まで低減されたほか、支保の変状が激減した(表-2)。

緑色岩よりも砂岩・頁岩互層区間のほうが切羽

の自立性が悪く、地山の押し出しが発生することから重い支保パターンが採用される結果となった。

付加体地質への対応の結果、支保パターンは当初設計のC IIパターンが50%から5%と大幅に減少し、D IIパターンが2倍以上となった。(図-5)

### (3) 切羽安定対策

大規模崩落後の掘削においては、天端の安定対策としてシリカレンジ注入式長尺鋼管先受け工(25本/断面)および、鏡面の押し出しと切羽前方の緩み防止対策として注入式長尺鏡ボルト(17本/断面)を併用する補助工法を採用した。

併せて、通常同一断面から行う鋼管先受け工と鏡ボルトの打設を、掘削方向に6mずらした断面で行い、先受け鋼管の残長が長く前方の押し出しに対する抵抗が十分有効な状況下で、次サイクルの鏡ボルトの打設が行えるよう工夫を行った。

これにより、切羽の安定性が確保され、鏡ボルト

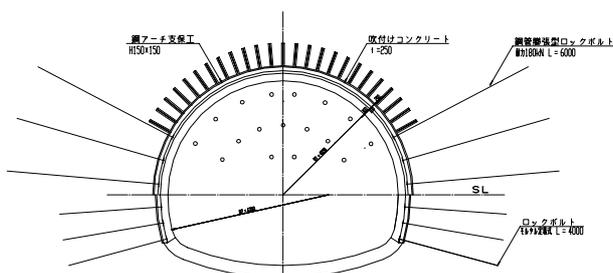


図-4 支保パターンD II-L p u 4

表-2 支保パターン変更前後計測比較表

		変更前 (mm)	変更後 (mm)	比較
天端沈下	初期変位	31-42	25	68%
	収束値	104-114	84	77%
内空変位	初期変位	37-61	32	65%
	収束値	93-127	67	61%

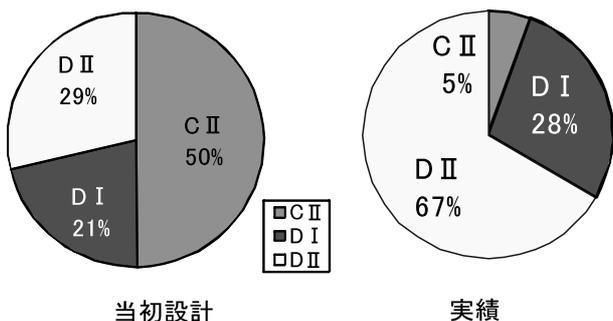


図-5 当初設計と実績支保パターン構成比率

ト打設後7m付近で発生していた鏡面の押し出しを低減することが出来た。

### (4) 施工方法の見直し

トンネルの安定性を確保するために早期のインバート構築が有効であり、坑内変位もインバート施工後に収束する傾向にあった。インバート施工は切羽から10m程度の離隔を確保して、インバート掘削時の変状対策として増ボルトや補強プレートによる対策を行った。

## 4. おわりに

本工事において実施した、付加体地質への対応により得られた知見をまとめると、以下のとおりである。

- ① 付加体地質の中でも、特に砂岩・頁岩互層状となる場合は、切羽の押し出しや支保工の変状に留意する必要がある。
- ② 付加体地質では、弾性波速度や通常の事前調査ではその地質性状を予測することは困難であり、坑内の水平ボーリングを必要とする。坑内からの水平調査ボーリングは、シールドリバー工法を用いることにより、長尺のオールコアボーリングが可能であり、また、水抜き効果も大きい。
- ③ 初期変位速度が大きく、湧水を含む場合は、切羽面で瞬時に定着可能な鋼管膨張型ロックボルトが有効であった。また、砂岩・頁岩互層と砂岩優勢区間および緑色岩区間では支保パターンで2ランクほど軽減される傾向にある。
- ④ 鏡面の押し出しと切羽前方の緩み崩壊の防止には、注入式長尺鏡ボルトが有効であった。
- ⑤ 上半断面での変位速度が大きく、早期にインバートを構築してトンネルの安定性を確保する必要がある。  
今回の成果は、同様の付加体地質におけるトンネル掘削に展開できるものと考えられる。  
付加体地質への対応にあたっては、十分な調査によりその特徴をよく把握し、品質、安全を確保可能で、経済的な計画とする事が重要である。

## 新工法の採用と施工方法の提案と工夫

青森県土木施工管理技士会  
株式会社 脇川建設工業所  
工事部  
工事第二係長  
兼 平 幸 弘  
Yukihiro Kanehira

## 1. はじめに

橋梁維持補修が近年、全国的に重要度を増し国及び多くの県が現在取り組んでいる所である。当社は平成18年度プロポーザル方式で受注し、維持管理にあったが翌年の受注は逃し、平成20年度では再び受注し、維持管理にあたることになった。今回は管理範囲が前回と同様であるが、2 m以上の橋梁が対象となり、前回の83橋から266橋に大幅に増え、対象路線も多くなった。工事としては特に特殊な工種・工程は無かったが人力による作業が多く、作業の効率、工夫が必要であった。

また、発注時の計画にこだわらず、監督員と打ち合わせしながら、施工計画を見直し、提案しながら工事を進めていくことが、監督員から強く求められた。そこで本文では作業の効率の向上と工夫、施工に関する提案について記載する。

## 工事概要

- (1) 年 度：平成20年度
- (2) 工 事 名：第2360号鱒ヶ沢道路河川事業所  
管内橋梁維持工事
- (3) 発 注 者：青森県西北地域県民局
- (4) 工事場所：鱒ヶ沢道路河川事業所管内
- (5) 工 期：平成20年5月10日～  
平成21年3月25日

(6) 主要工種：日常点検	266橋
清掃工	1式
維持工事	1式
緊急措置工	1式
高欄補修工	1式
小規模補修工	1式
高欄製作工	1式



図-1 点検範囲図

## 2. 現場における課題・問題点

① 図-2のようにアンカー筋設置のため削孔が必要であるが過去の経験から、約30年程度前のコンクリートであり、碎石でなく玉砂利を使用しており所定の位置に削孔するには、ハンドハンマーは力が弱く、また深さ・径の大きさからハンドハンマーでは時間を必要以上に要する。

削岩機で作業するとしても水平方向の削岩であり、重量が重く、作業員の負荷が懸念された。

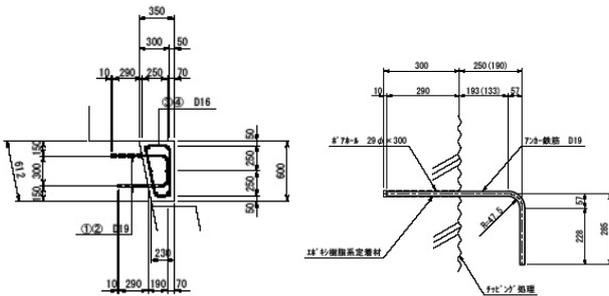


図-2 側面図及びアンカー筋詳細図

② 既設歩道部に架かる橋桁の架け替えが有り、桁部分の塗装にPCB含有の塗装がほどこされており、面積は少ないが撤去方法が問題になった。

また、現況復旧に於いて撤去するものと同様の構造と考えられていた為、床版の所定の強度を得るためには約2週間必要とされ、撤去から普及までの日数が少なくとも3週間程度必要であった。その上、道路は交通量が多く歩道がないととても危険であり、通路を確保するのは当然であるが、施工期間を短縮するよう発注者からの要望があった。

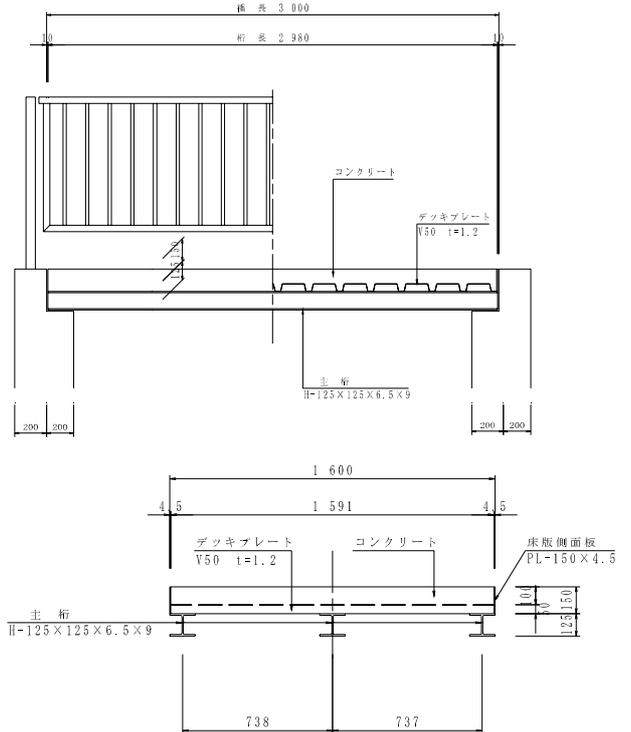


図-3 既設構造物

## 3. 対応策・工夫・改良点

①の対応としては施工箇所に単管足場を組み立て、削岩機の架台設置し作業員が機械を支えるだけにした。また、護岸に傾斜があり壁面側には架台を設置できなく、削孔箇所までの距離が長くなるため、所定の削孔長を確保するよう、1 m50cmのロッドを使用して行った (写真-1)。



写真-1 アンカー削孔

②の対策としてはまず第1にPCB含有の塗装の除去が問題となったため、写真-2のように床版下は高さが無く、狭く、現地での除去は無理であり、床版ごと撤去し、行うこととしたが現地には作業スペースが無いため当社倉庫まで運搬し行うこととした。又、通常の方法では少量であってもケレンにおいて、完全密閉が必要であり、作業室、クリンルーム、着替え室など過大な設備が必要となることから、設備設置に於いて多大な施工費が考えられた。そこで、PCB除去の施工費が安く、過大設備を必要としないインバイロワン工法（NETIS登録新工法）を発注者に提案した。それにより施工費は1/3程度に抑制された。

尚、インバイロワン工法とは高級アルコール系溶剤を主成分とした液体を塗布し（写真-3）鋼材と塗装を剥離させ、容易に除去（写真-4）する事が出来、作業への安全性が高く、塗膜ダストの飛散防止の対策が必要ない為、一般環境で作業が出来る。

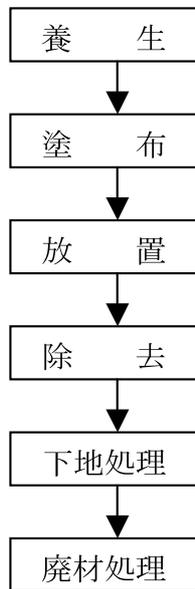


図-4 インバイロワン工法 施工フロー



写真-2 施工前（既設）



写真-3 インバイロワン塗布



写真-4 塗装除去

第2に問題になったのは床版の復旧である。これは当初計画では撤去したものと同一構造にする計画であったが、使用できる迄の施工日数が多く必要であり、現地は普段交通量が多く、歩道は必ず必要であり、仮設通路を設置するものとする

が、発注者から1日も早い復旧が要望された。また、鋼製桁を使用して施工すると、塗装の劣化により、塗装塗り替えがいずれ発生することから、メンテナンスが必要となる。そこで今回は、PC床版(写真-5)を提案して施工した(図-5、6)。尚、設置箇所は冬期間、小型除雪機で除雪を行うため現在使われている除雪機の重量を確認し、上載荷重を考慮して強度計算を行い製作した。



写真-5 施工後(PC床版)

#### 4. おわりに

今回の工事においては前回より多くのことが提案できたと思う。

また、工事費の抑制、施工期間の短縮、新工法の採用など様々な手法を取り入れていくことが必要で施工する側も常に提案意識を持って施工することが大事であると思った。

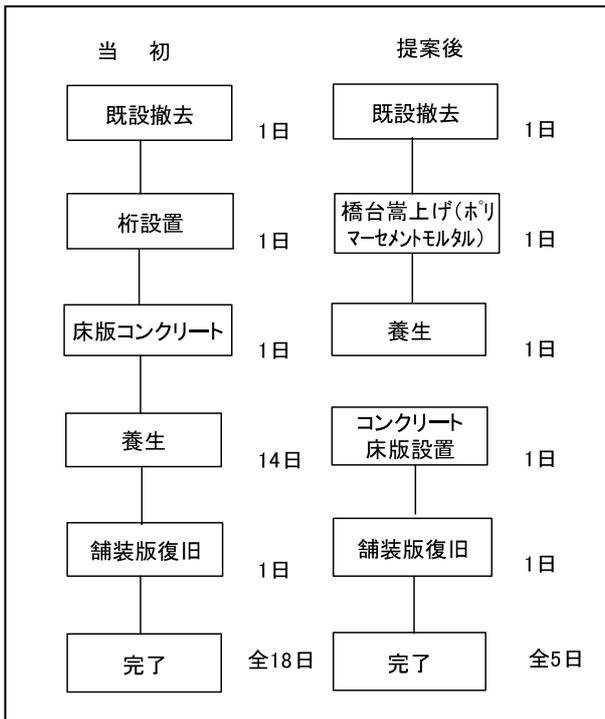


図-5 施工フロー

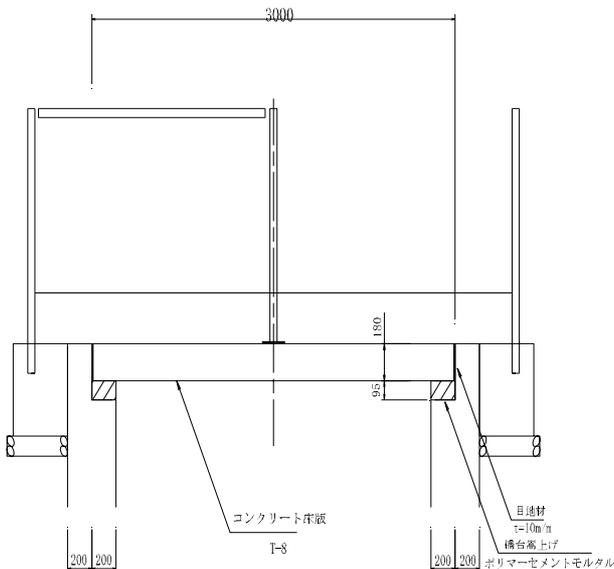


図-6 PC床版構造図

## 営業線近接工事狭小箇所での施工と軌道沈下防止について

東京土施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 西日本土木支社

九州土木事業部 新幹線筑後作業所

監理技術者

櫻田次夫<sup>○</sup>

Tugio Sakurada

現場代理人

畠中茂樹

Sigeki Hatanaka

工務主任

林利和

Toshikazu Hayashi

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：九幹鹿、筑後山ノ井B L他工事
- (2) 発注者：独立行政法人  
鉄道建設・運輸施設整備支援機構  
鉄道建設本部 九州新幹線建設局
- (3) 工事場所：福岡県筑後市
- (4) 工期：平成18年3月7日～  
平成21年9月6日

当工事は、工区全線をJR鹿児島線と平行に近接し、九州新幹線整備を行う営業線近接工事である。尚、工事区域内には、特急停車駅であり折返し電車が発着する羽犬塚駅も存在している。

工区中央付近では、計画軌道を国道442号線及び県道跨線橋の上部を通過させるため、構造物高さ14.4m～16.2mのSRC門型橋脚の構築が計画されていた。

ここでは、このSRC門型橋脚基礎（大口径場所打ち杭：オールケーシング工法φ2,500mm）を、JR鹿児島線に近接し、かつ国道、市道に挟まれた狭小箇所での施工した事例に関して記述する。

### 2. 現場における課題

営業線（JR鹿児島線）、国道（442号線）、及び市道に近接して、SRC門型橋脚基礎施工を実施するにあたっての課題は以下のとおりであった。

- ① 羽犬塚駅は1日の乗降客数が6,000人を超える筑後市の公共交通の要であり、駅前広場には、公共バス（2社）、タクシー（3社）、私立学校の送迎バス、及び乗降客送迎車が集中する駅であるため、第三者に対する安全確保が特に重要である。
- ② 狭小箇所位置における国道の通行止めは厳禁、市道については通行止め期間を1週間以内にする事、また歩行者通路は常時確保することが施工条件として与えられていた。
- ③ JR鹿児島線が近接するため、施工に伴う軌道沈下防止に特に留意する必要がある。
- ④ 水位が高い（GL-1.3m）河川近傍の工事で、既設橋台が近接しており、基礎掘削時の土留壁への作用土圧が不均衡となることが懸念されていた。

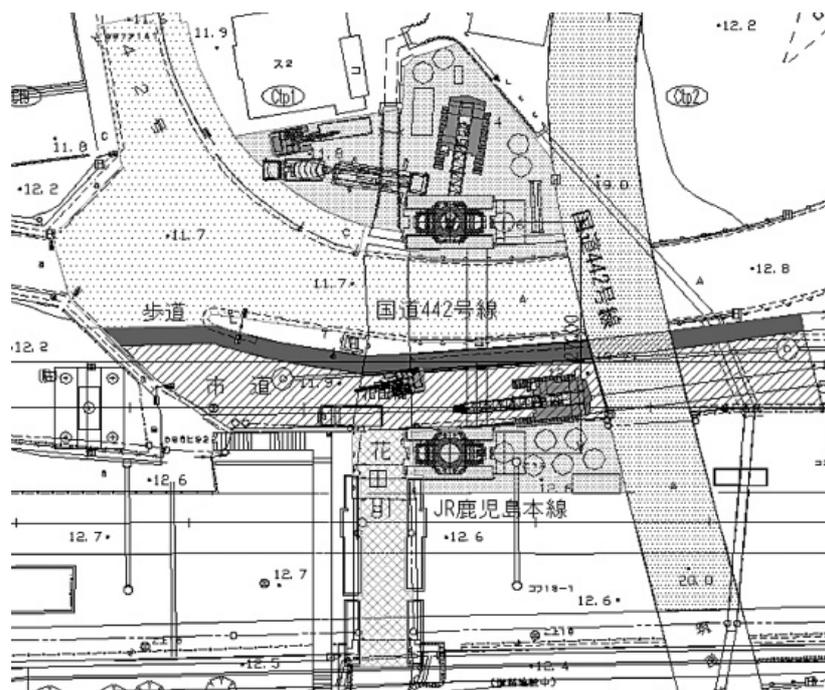


図-1 機械配置平面図

### 3. 対応策と適用結果

#### (1) 狭小箇所での施工について

機械の搬入、掘削土砂の運搬埋戻し、杭鉄筋の加工運搬、及び基礎コンクリートの打設方法について詳細に検討し、以下の対策を実施した。

- ① 場所打ち杭掘削用ケーシングを鉛直に仮置きし、占有面積を小さくすることにより作業スペースを確保した(写真-1参照)。
- ② 残土運搬は、泥水の流出を考慮し、10t箱ダンプで仮置き場まで小運搬とした。
- ③ 鉄筋籠は別場所で加工し、10t平トラックで運搬することとした。また、鉄筋継手作業(全長:17.5m)を効率化する為に、原設計の圧接継手方式を機械式に変更した(写真-2、3参照)。

上記に加え、関係各署との打合せを、実施工に先立ち綿密に実施した結果、狭小箇所におけるSRC門型橋脚基礎施工を、全ての要求事項を満足して、無事故で完了させることができた。



写真-1 場所打杭掘削状況



写真-2 鉄筋籠作成運搬



写真-3 鉄筋籠設置状況

(2) 近接営業線軌道沈下防止対策について

基礎施工のための土留め掘削時において以下の対策を実施した。

- ① 鋼矢板施工法を原設計の「先行オーガー掘削+圧入」工法（中間礫層対応：図-2）に替え、振動圧入工法に変更することにより、「地盤を緩めた状態での圧入開始までの放置時間」発生を防止し、鋼矢板打設時の地盤緩みに起因する軌道沈下発生を抑制した（写真-4 参照）。

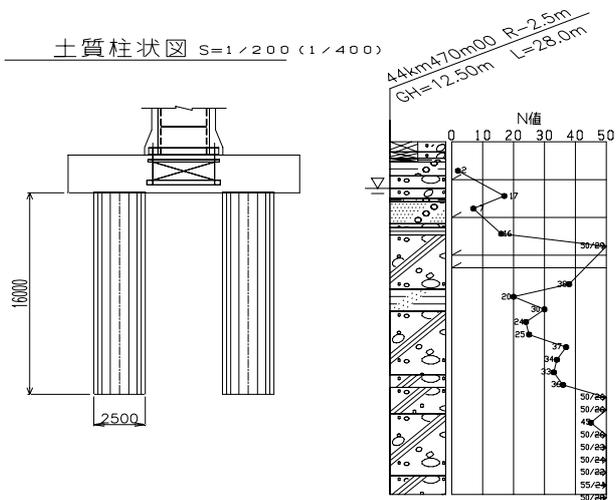


図-2 土質柱状図



写真-4 鋼矢板振動圧入状況

- ② 施工途中の鋼矢板背面地盤緩みの発生を抑制するため、中央部にユニバーサルジャッキを設置するとともに、掘削時の鋼矢板傾斜及び作用側圧の計測管理を実施した。
- ③ 軌道計測（軌間、水平、高低、通りの4項目を5m間隔で測定）を2回/日の頻度で実施し、軌道変動を常時監視した（表-1、図-3、写真-5 参照）。
- ④ 8月の鉄道繁忙期（軌道敷き内への進入不可期間）に入る前に軌道整備、支保工の補強（第2段切梁を2本追加）を行った。さらに、繁忙

表-1 軌道計測管理値表

(参考) 管理基準値(mm)				
	軌間	高低	通り	水準
警戒値(40%)	5	6	6	6
工事中止値(70%)	9	11	11	11
限界値 (整備基準値)	14	16	17	17



写真-5 計測状況

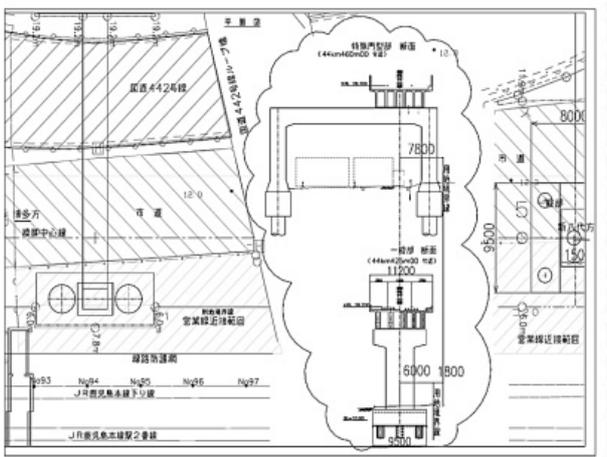


図-3 軌道計測場所

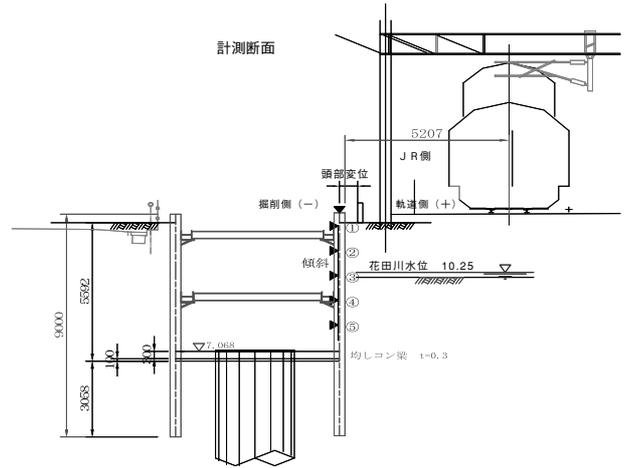


図-5 営業軌道～土留断面図

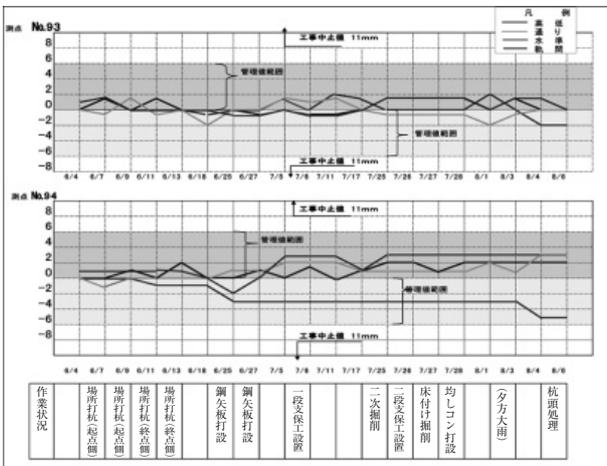


図-4 軌道計測結果

期間中はピット内に水を張った状態とし、鋼矢板頭部変位の監視を継続した。これにより、No.94において確認された軌道沈下量は-5 mmで終息した(図-4、5参照)。

- ⑤ 第2段切梁撤去に先立ち、第1段切梁に再プレロードを施し(1本当り200KN)、支保工撤去に伴う「鋼矢板変位量の増加→背面地盤沈下発生」を抑制した。

- ⑥ 近接軌道側の鋼矢板を埋殺しとし、引抜き作業に伴う背面地盤緩みを防止して、将来的な沈下の可能性を極力抑えた。

結果、当該工事期間中の軌道変動は工事中止基準値内に管理する事ができ、列車の運行に支障を生じる事無く、無事工事を完了することができた。

#### 4. おわりに

本工事においては、近接営業線軌道沈下防止策として、振動圧入工法の適用、および再プレロード、支保工補強、坑内水張り等を実施し、軌道変位を工事中止管理基準値内に管理して、工事を無事完了する事ができた。

本工事の軌道計測は、2回/日の頻度で実際に軌道内に立入って行ったが、今後は軌道計測の自動化、あるいは軌道外からの効率的な計測方法の検討を行い、計測作業の安全性を向上しつつ、計測頻度・精度の向上を図り、より安全な軌道近接施工に努める所存である。

## ケーブルエレクション直吊り工法による 鋼桁架設時の施工計画

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 ハルテック

工事部 現場代理人

橋 本 真一郎<sup>○</sup>

Shinichirou Hashimoto

橋梁技術部 監理技術者

武 中 純 一

Junichi Takenaka

### 1. はじめに

本工事は、山形県鶴岡市を通る県道349号線の付替え道路の一部として、同市内にある荒沢ダム湖上に架設する鋼橋上部工事である。本工事の特色は、施工箇所が希少猛禽類（クマタカ）の生息エリアにあること、また、急峻な地形と県道により限られたスペースにおいて、ケーブルエレクション直吊り工法による架設を行ったことである。

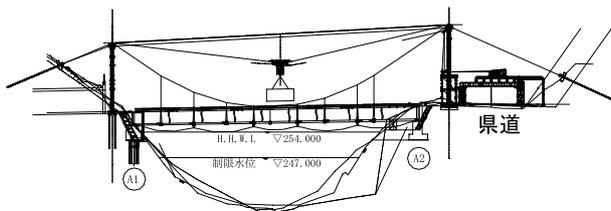


図-1 架設計画図（側面）

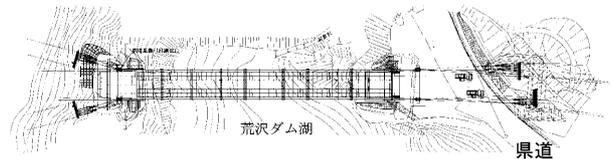


図-2 架設計画図（平面）

### 工事概要

- (1) 工 事 名：赤川流域 荒沢3号橋上部工工事
- (2) 発 注 者：国土交通省東北地方整備局  
新庄河川事務所
- (3) 工事場所：山形県鶴岡市荒沢地内
- (4) 工 期：平成19年10月23日～  
平成21年11月30日
- (5) 橋梁形式：単純非合成箱桁
- (6) 橋 長：76.5m
- (7) 支 間 長：75.0m
- (8) 鋼 重：391t

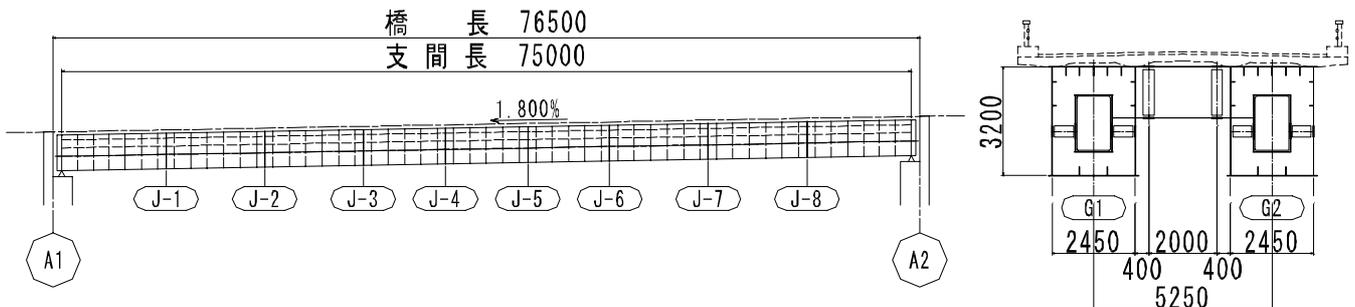


図-3 構造一般図

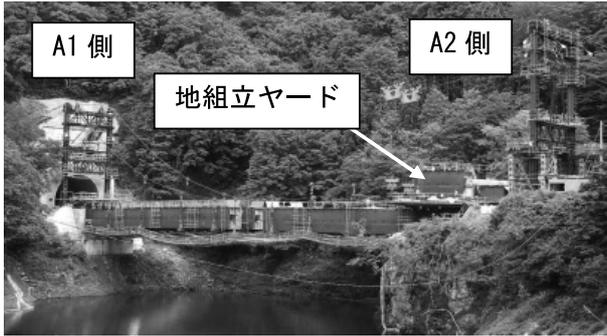


写真-1 架設状況写真（中央閉合直前）

## 2. 現場における課題

本橋の架設地点は図-1、2に示すとおり、A1側は荒沢トンネル、A2側は県道349号線が背後に位置する地形条件であり、ケーブル設備設置および桁地組立用施工ヤードを確保する必要があった。

また、クマタカ（希少猛禽類）の生息エリアであり、その生態系に与える影響を最小限に抑えるため、クマタカの産卵および抱卵期間中と、降雪期間中は施工を一時休止しなければならず、この間、ケーブル設備を設置した状態で工事休止することとなった。

さらに、グラウンドアンカー部は地山地耐力が小さく、後述の補強土工法による地山補強を行ったが、冬期の積雪や春先の融雪時における雪崩等によるアンカー設備の損傷に対する対策が必要と考えられた。

以上のことから、本工事では、施工箇所環境、気候、地形の制約条件を全て配慮した上で、安全かつ高品質に部材を架設することが課題であった。

## 3. 対応策と適用結果

前項で述べた課題に対し、以下に示す対応策を実施した。

### (1) 施工ヤードの確保と地組立計画

本橋は、直吊り架設時におけるケーブルバランスを主とした安定性を確保するため、G1、G2桁と横桁を一体として地組立し、順次架設する計画であった。しかし、A2側は鉄塔前方から橋台

背面までのスペースが狭く、桁を地組立するためのヤードが確保できなかった。

そこで、ケーブル設備設置に先立ち、トラッククレーンベント工法によりA2側端部ブロックの架設を行い、当該桁上に構台設備を構築し、ケーブル設備設置および桁地組立用スペースの確保を行った（図-4）。

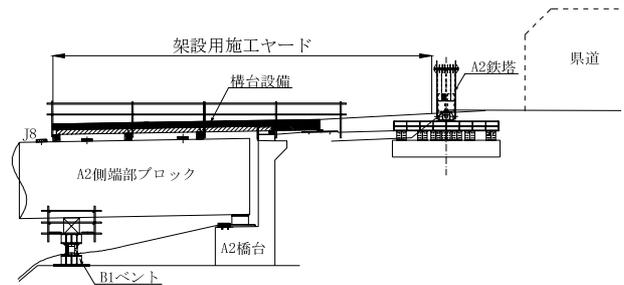


図-4 A2構台設備（側面図）

しかし、構台設備の平面寸法が橋軸方向10m×橋軸直角方向13mであるのに対し、主桁ブロック長が最大で9,625mm、地組立桁全幅が7,920mmとなることから、構台設備中央における桁搬入用トラックの進入幅が確保できなかった。

そこで、横移動設備を設置し、構台設備中央におけるトラックの進入幅を確保する計画とした。

横移動設備を活用することにより、主桁をトラックから直接、地組立位置に荷下しでき、横桁仕口間隔の微調整を行うことができ、地組立作業の時間短縮を図ることが可能となった（写真-2、3、図-5）。

### (2) アンカー部地耐力の改善計画

本工事のグラウンドアンカー（SEEE F310 TA）施工箇所は、事前に実施した動的コーン貫入試験ではN=1～10程度の値を示し、設計図書の1/5程度の値であった。また、地耐力は71kN/m<sup>2</sup>であり、台座コンクリートからの反力を受けるために必要な250kN/m<sup>2</sup>に比べて大幅に小さな値であった。さらに、アンカー軸方向ボーリング調査結果より、地質は堆積土砂からなる「礫混じりシルト」や「粘土」「泥質凝灰岩」であり、アンカー定着部の支持層となり得る地層（砂質凝灰岩）まで、当初の2倍以上もの深度が必要である

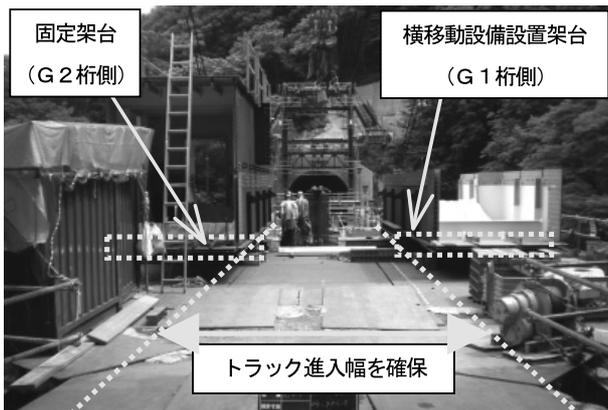


写真-2 横移動状況 (A2からA1を臨む 横移動前)



写真-3 横移動状況 (A2からA1を臨む 横移動完了)

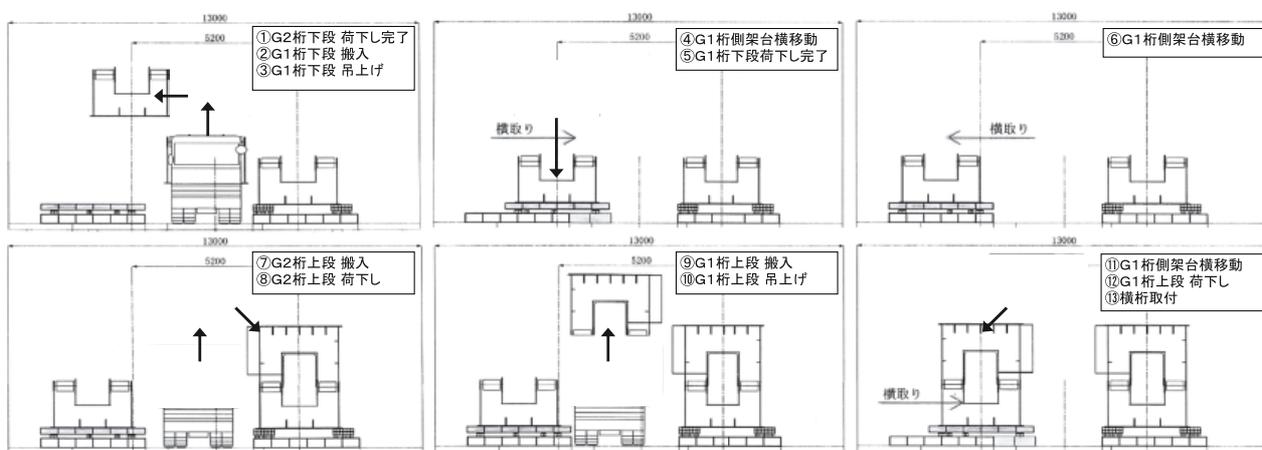


図-5 地組立ステップ図 (A1からA2を臨む)

ことが判明した。

これに伴い、台座コンクリートからの反力に対して地耐力を確保できる地層まで機械開削を行うか、地質改良・地山補強等の対策を図る必要性が生じた。

機械開削案では、開削土量が約7,500m<sup>3</sup>にも達すること、施工箇所が急峻な谷間であり重機作業が極めて困難であることから、地山補強対策を実施した。具体的には、ボーリングマシンにて削孔した地山土中に、写真-4に示すような樹脂製のツバ材を取付けたPC鋼棒からなる「芯材」を必要本数挿入し、モルタルを注入して定着させることで、所要の地耐力を確保する手法「EPルートパイル工法（地山補強土工法）」を採用した。

これにより、地山開削量は台座コンクリートの設置に必要な15m<sup>3</sup>程度となり、グラウンドアン

カーは合理的な地山補強により、確実な施工が実施できた。



写真-4 EPルートパイル芯材

### (3) アンカー設備へのロードセルの設置

油圧式ロードセル（簡易荷重計）をグラウンドアンカー先端（支圧板部）に設置し（写真-5）、アンカー設置時から桁架設完了までの緊張力管理を行うこととした。これにより、緊張力の低下要因となる①台座コンクリートの地山への沈下、②アンカー定着部における付着切れ、③アンカー本体の鋼材のリラクゼーション等の不具合がないことを確認し、安全に架設作業を実施することができた。

また、架設途中におけるケーブル設備の状態を、各所の目視点検だけでなく数値的に確認・記録することが可能となった。計測結果を図-6に示す。



写真-5 ロードセル設置状況（アンカー設備全景）

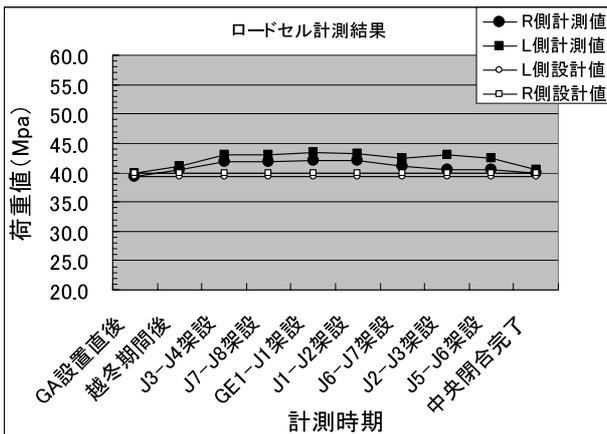


図-6 ロードセル計測結果

### (4) 環境に配慮した施工の実践

本工事では、クマタカの営巣地が架設地点の背後にあり、工事によるクマタカへの影響を最小限に抑える必要があった。そこで、鋼桁架設時の孔位置合わせ作業をドリフトピン打撃に代え、専用ピンを用いた油圧圧入方式（エスパーレンチ）（写真-6）によるものとし、騒音の低減によるクマタカの聴覚的負担の軽減を図った。



写真-6 エスパーレンチ使用状況

## 4. おわりに

本工事は、施工ヤードの確保が困難な地形条件であったため、桁地組立作業だけでなく、ケーブル設備を構築する際の資機材の仮置き場所の確保にも苦心した。したがって、準備工の段階から安全面を含めた綿密な計画・対策と管理を実施した。

このような事前の準備・計画により、平成20年6月に現場施工を開始し、工事休止期間5ヶ月を含め、平成21年11月末に無事竣工を迎えることができた。

また、自然環境への配慮を要する工事であったことから、鉄塔設備や作業員のヘルメットを茶色に塗装することで、クマタカへの視覚的負担を軽減するなどの対策を講じた。

最後に本工事を施工するにあたり、ご指導いただいた発注者の方々をはじめ、関係各位の皆様にご協力いただき、誠にありがとうございます。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

## 河川工事における気象データの解析と安全の確保

宮崎県土木施工管理技士会  
 湯川建設株式会社  
 土木部長  
 田中輝彦  
 Teruhiko Tanaka

## 1. はじめに

近年の異常気象による被災件数は国内外を問わず増加する一方である。これら予測のつかないような気象の変化については学識者や研究者により様々な説が唱えられている。例えば温室効果ガスの増加や森林破壊による人為的要因、または南極、北極振動等のテレコネクションや海洋の温度上昇等である。

これら一般に異常気象と称される、気象擾乱が発達・退化しながら刻々と変わってゆく中で、悪条件が重なって起こる事は広く知られる所である。そこで、このような気象条件の下、如何に工事を竣工に導くかが重要な課題となってくる。

今回は一級河川大瀬川の河口付近を広範囲に渡り浚渫するものであり、施工にはフロート組立式の揚土台船にバックホウ0.7m<sup>3</sup>級を搭載し施工を行うものであった(写真-1)。現場の特筆すべき特徴として河口付近という事もあり高波の影響を受け易かった。

また、特殊な三角波の発生地点であり、(写真-2)出水時期の工事であった為、安全な施工の開始時期、更にフロート組立式台船等、施工用船舶の避難場所、避難方法について特に明確にする必要があった。



写真-1 施工状況

## 工事概要

- (1) 工事名：方財地区掘削工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局  
延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市浜砂町地先
- (4) 工期：平成20年7月1日～  
平成21年3月30日

フロート組立式台船とは、鉄板により箱型に作製されたフロート同士をジョイントさせた構造のもので高低差が50cm以上の波や局所的な応力を受けるとジョイント部分が破壊されてしまう等、脆弱な構造のもので、主に静水面上で使用されるものである。

河川の特徴や地域特性などの様々な条件を綿密

に調査し、また気象の変化を事前に掌握することも必要となる為、気象庁が公開している過去16年間の気象観測データを収集し、細かく分析を行った。施工計画にこれらのデータを反映し、施工を行った結果、工程を遅延させることなく、安全且つ円滑に工事を完了する事が出来た。



写真-2 施工範囲

## 2. 現場における課題

当初予定されていた計画では台風等気象の影響を受ける場合、施工に関わる全ての船舶・台船などの解体・撤去が予定されていたが、そのコストを検討した結果、一回の解体撤去に数千万の経費が必要となり、また施工の再開時にも更に数千万円の経費が掛かる事となる為、解体・撤去を極力行わず安全な施工方法について次の①～③の様に検討を行った。

①大瀬川の全流域に施工船舶等の退避可能な箇所、入り江若しくは湾がないか調査した。

その結果、施工箇所から右岸側300m程度の箇所に小さな小型船舶用係留場の存在が浮上した。

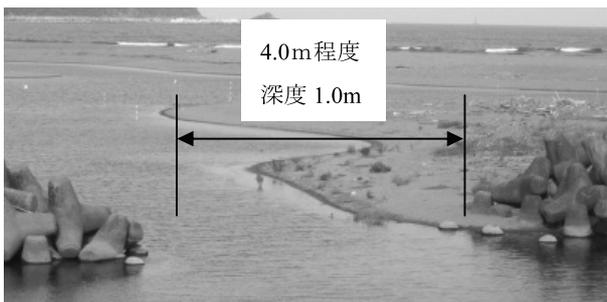


写真-3 係留場出入口

そこで詳細な調査を行ったが(写真-3)係留場自体が非常に狭く、更に係留場入り口が狭小であり施工船舶の喫水が確保出来ない程浅く(写真-3)仮に施工箇所中心からここまでの航路を確保する為、出入口を広げようとするれば掘削量だけでもゆうに約3,000m<sup>3</sup>を超えてしまい、工事費が掛かり過ぎる。

また、この箇所は延岡地区でも有数のシラスウナギの漁場となっており、河床の地形を大幅に変化させれば漁獲量に影響をおよぼす事も懸念された。

これらの件から、①案は断念せざるを得なかった。

②全船舶の解体・撤去を行うのに要する所要時間が一週間程度掛かる事から、仮に台風が発生してから、解体・撤去を行ったとしても、台風の接近により被災する可能性が十分考えられる。

そこで発注者からの提案でフロート台船を大型クレーンにて一気に引上げ、陸上で解体を行うといった方法について検討を行う事となった。

この件についてはフロート台船の設計者と綿密に協議を行った結果、次の結論に至った。

台船の構造上、フロートと呼ばれる薄い鉄箱同士を箱間で二箇所連結しているだけであり、今回組立られた台船一艇の総重量が65t以上となっている為、無理に引上げ、或いは吊り上げを行った場合、この連結部からの破壊が十分考えられる。

仮に、この連結部分を溶接等により補強した場合全体重量の大幅な増加、更に可とう性の低下による振れが発生し、フロート個体の破壊が考えられた。よって②案についても採用する事が出来なかった。

③台風の発生と同時に大瀬川河口より外海へ脱出、左岸側に位置する方財町内漁港への退避は可能かについても検討を行ったが、前述にもあるように河口には特殊な三角波が絶えず発生しており、また外海を航行する際、0.5m以上の波によりフロート台船が破壊されてしまう恐れがあり、河川内からの脱出も不可能であるという結論に至った。

ここまで①～③について検討を重ねたが可能な退避方法を見出せなかった為、当現場における被害を最小限に食い止める為の対策へと基本的計画から抜本的に見直す事となった。

### 3. 対応策と適用結果

ここで、「敵を知り、己を知れば百戦危うからず」という古典的な方法をとる事にした。即ち、発生する台風を予め知る事により、対策を練る足掛りを掴み、十分な対策を講じようとするものである。

先ず気象庁が公表している過去の気象データ(1991年～2007年)の次の項目について調査を行った。

- 1) 台風の発生数について
- 2) 台風の接近数について
- 3) 台風の上陸数について (国と九州地方)
- 4) 台風の発生日時について
- 5) 中心気圧の低い台風について
- 6) 長寿台風について
- 7) 災害をもたらした気象事例について
- 8) 降水率の的中率と年間推移について
- 9) 台風の移動経路と影響範囲 (図-2)

(※ 資料については膨大である為割愛させていただきます。)

これら調査の結果、次の事(図-1)が解った。

またこの調査結果により、近年の台風発生時期が、2001年から2003年までの三年間では7～9月が最も多かったのに対し、2005年から2007年までの三年間では8月～10月の3ヶ月間が最も多く、ここ数年間で台風の発生時期に推移が見受けられた。

この推移結果ならびに気象予測精度の推移を考慮し、2005年から2007年までの全ての台風移動進路を分析し、九州地方に再接近する台風の「発生エリア」を特定(図-2)、またこれらの台風が再接近するのに要する移動時間を解析する事が出来た(図-3)。

1) 台風の発生数について	2001～2003年迄の三年間では、7月～9月が最も多いが、2004～2007年迄は7月～10月の三ヶ月間が多く、また2005～2007年迄の三年間だけみれば、8月～10月の三ヶ月間と、多少発生時期に推移が見受けられる。
2) 台風の接近数について	1991～2006年迄のデータと、2001～2007年迄の(7月～9月の三ヶ月間)データを比較してみると過去17年間で大きな変化は見受けられない。但し、2004年の八月に4回、十月に4回も、特に韓半島で多発したと要する。
3) 台風の上陸数について	1991～2006年迄の十年間及び、2001～2007年迄の七年間における台風の上陸は、主に7月～9月迄の三ヶ月間であり、過去(2007年)迄のデータにおいて特筆すべき上陸数の変化等は見受けられなかった。しかし、例外として、2004年については6月～10月迄の五ヶ月間と、長期に亘り多くの上陸を記録している。
4) 台風の平年数について	過去10年間の平均値をみると、8月～9月の二ヶ月間が最も多く本土に接近しており、また、九州地方への接近数については7月～9月迄の三ヶ月間が最も多い。
5) 台風の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>①発生数           <ul style="list-style-type: none"> <li>・最多 1994年(36回) ・最少 1996年(16回) 2002年(21回) ※ 発生数は多少減少。</li> </ul> </li> <li>②接近数           <ul style="list-style-type: none"> <li>・最多 2004年(19回) 2000・1997・1994年(16回)</li> <li>・最少 1995年(9回) 1998年(8回) ※ 接近数は増加傾向。</li> </ul> </li> <li>③上陸数           <ul style="list-style-type: none"> <li>・最多 2004年(16回) 1993年(8回)</li> <li>・最少 2003年(6回) 1995年(3回) ※ 推移は予測不能。</li> </ul> </li> <li>④発生日時           <ul style="list-style-type: none"> <li>・最速 2005年1月6日………(注)1989年以前の記録となっている。</li> <li>・最遅 2004年10月20日 1999年10月11日 2004年10月9日</li> </ul> </li> <li>⑤上陸日時           <ul style="list-style-type: none"> <li>・最速 2002年6月31日 2004年6月11日 1987年6月20日 2004年6月21日</li> <li>・最遅 2004年10月20日 1968年10月17日 2004年10月9日</li> </ul> </li> <li>⑥中心気圧が低い台風           <ul style="list-style-type: none"> <li>・1993年6月2日(920hPa)</li> <li>・2004年6月7日(948hPa)</li> <li>・1991年9月27日(940hPa)</li> <li>・2007年7月14日(945hPa)</li> </ul> </li> <li>⑦長寿台風           <ul style="list-style-type: none"> <li>・1991年6月16日～10月2日(157日)</li> <li>・1997年12月7日～12月22日(147日)</li> <li>・1994年10月16日～11月1日(145日)</li> <li>・1992年11月16日～11月30日(142日)</li> <li>・2001年6月16日～9月20日(114日)</li> </ul> </li> <li>⑧相対的見方</li> <li>⑨災害をもたらした気象事例           <ul style="list-style-type: none"> <li>2001～2007年迄の7年間、台風により災害が発生した件数も平均二回にも満たない。しかし、2004年については、災害の発生が年間二回と、1991年以降の26年間でも過去最多であった。</li> </ul> </li> <li>⑩天気予報の精度検証結果           <ul style="list-style-type: none"> <li>2001年以降、124時間(48時間/72時間)における天気予報の精度は年々上昇傾向にあり、特に2005年以降の予報精度については更に正確さを確している。</li> </ul> </li> </ul>

図-1 気象観測データ調査結果

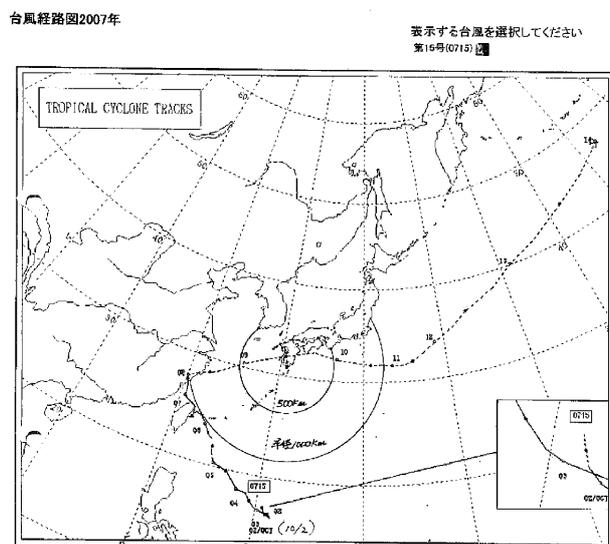


図-2 台風の移動進路

過去のデータを解析した結果から、台風の発生が緯度30° 30' 0N～22° 0N、経度120° 3E～160° 0Eに位置した場合、発生してから「4.0日以内」に退避を完了させれば被害を免れるという結論を得た。

これらの結果から、台風発生が予測される期間は、仮設程度の作業のみに留め、台風の接近が少

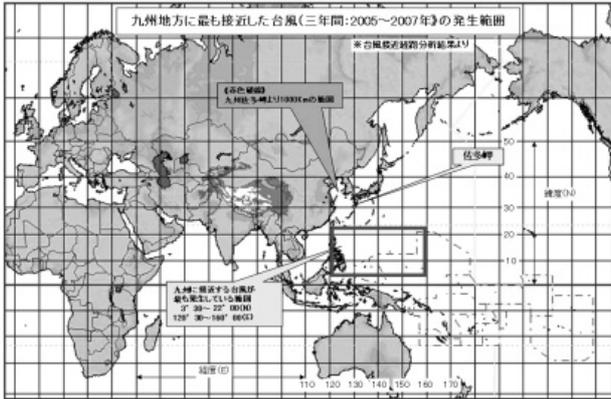


図-3 九州に最も接近する台風の発生エリア

なくなる10月中旬を過ぎてから工事を開始する事とした。但し、異常気象と言われる昨今、台風がデータ以外の時期に発生し、接近する可能性がゼロではない事を前提に考えておかなければならない為、台風の接近に備え、施工船団の解体・撤去を4.0日以内に行える様、作業従事者全員と綿密な打合せを行い、迅速な解体・撤去が可能となる工程計画を行った(表-1)。

ここで、工事開始からここまでの2ヶ月間に及ぶ工程の遅れを取り戻す必要があり、次の計画を立案した。

1) 当初より計画されていた浚渫作業は2パーティーにより行うものであり、揚土場は一箇所であった為、施工サイクルタイムの見直しを図った。その結果、一回の揚土待ち時間に15分程度のロスを見出した。

そこで、揚土場を二箇所設け、作業の分散化を行なう事が可能となれば、約3割程度のサイクルロスを軽減する事が可能であるとの結論に至った。

表-1 解体・撤去突貫作業工程表

台船等(解体・運搬)突貫作業工程表		作業工程						備考(工程計画案件)		
作業区	台船等(解体・運搬)工事	作業区	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	備考(工程計画案件)	
船団(A)	解体船団	9隻							※本工事は「台風発生」等緊急事態に対応するものである。	
	解体船団1	1隻						1) 揚土機が二箇所と兼用し、計画と異なり、(船団のある場所)にクレーン・トレーラーの設置要が認められる。		
	解体船団2	1隻					2) 揚土機が二箇所と兼用し、計画と異なり、(船団のある場所)にクレーン・トレーラーの設置要が認められる。			
	解体船団3	1隻								3) 緊急事態発生時の作業は、交代制で行い、最速での撤去作業を行う。
	解体船団4	1隻								
解体船団5	1隻									
船団(B)	解体船団	9隻							※本工事は「台風発生」等緊急事態に対応するものである。	
	解体船団1	1隻					1) 揚土機が二箇所と兼用し、計画と異なり、(船団のある場所)にクレーン・トレーラーの設置要が認められる。			
	解体船団2	1隻						2) 揚土機が二箇所と兼用し、計画と異なり、(船団のある場所)にクレーン・トレーラーの設置要が認められる。		
	解体船団3	1隻								3) 緊急事態発生時の作業は、交代制で行い、最速での撤去作業を行う。
	解体船団4	1隻								
解体船団5	1隻									

また、(表-1)の工程表も揚土場を二箇所設置することで初めて可能となるものでもある。

2) 当初計画の揚土場は施工箇所から300m以上離れており、更そこから市道迄の間は砂浜で(写真-4)、400m程に渡り走行路面の養生が必要となる。そこでこの揚土場を大瀬川中洲に設置する(写真-5)。これを行う事によって、施工箇所中心から揚土場までの離隔が100m程度となり、施工サイクルの大幅な短縮が可能となる。

また、ここから残土置場までの走行路面は川砂利である為、走行路面に敷鉄板等の養生を行う必要も無く、大幅なコストの削減も可能となる。



写真-4 揚土場

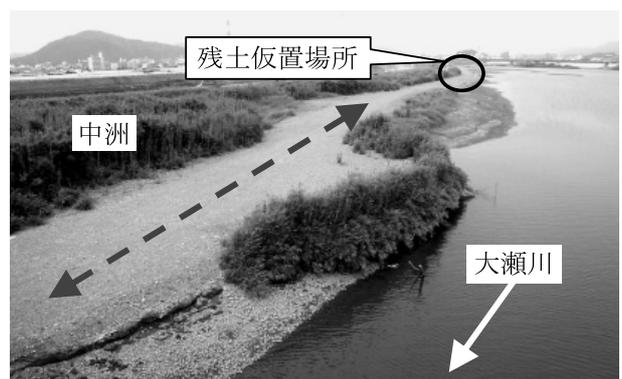


写真-5 大瀬川中洲

ここまでの計画を確実に行った結果、当初予定していた浚渫土量500m<sup>3</sup>/日を大きく上回る900m<sup>3</sup>/日の浚渫土量を達成する事となり、施工中のタイムロスも発生せず、事故のリスクも軽減された事から、非常にスムーズな施工を行う事に成功し

た。また、付け加えるならば、早期竣工を達成した結果、シラスウナギ漁に影響を与えることもなく、地域関係者とのコミュニケーションも非常に円滑であった。

今後の課題として

継続的なデータの分析を行う必要がある。これは類似した条件下の業務を受注した際に、より確実な施工計画の立案が求められるからである。

台風の発生や接近時期、上陸時期に若干の推移が見受けられる等、刻々と変化する気象の変化に対し、常にデータの収集や分析等を行い、技術者として迅速に対応できる体制を確立しておく必要がある。

#### 4. おわりに

今回工事を受注した時点で出水期における浚渫工事を如何に行うか、また気象の影響等、特に台風による被災をどのように回避するかなど、難問が山積でした。

しかし、より思考を廻らせる事によりどんな難問でも必ず打開策を見つけられる事を実感させられました。

そもそも今回立案しました抜本的計画の見直し

案は当現場内作業従事者全員と我々管理者側の人間が一丸となって議論を重ね、問題点を一つ一つ丁寧に潰し、経験値をアップさせて行く事で生まれたものでした。

実はこれこそが最大のリスクアセスメントであり、技術と経験が上手く融合した結果ではないかと感じます。

通常の工事であれば事前調査や計画の立案に相当の時間を費やそうとする場合、工事開始時期を遅延させてしまう為、この部分が多少疎かにされがちですが、特に気象の変化等、ダイレクトに影響を受け易い特性をもつ工事における事前調査や計画立案についてはハッキリとした意識を持つことが重要であり、また工事の持つ特性を瞬時に理解する能力が必要であると実感しました。今後、この経験や知識を当社の技術者全員で共有し、より安全で確実な施工に繋げる所存です。

※ 補足として

経験（けいけん、英：experience）とは、想像や、情報を知識として知っているだけではなく、実際に単一あるいは複数の行為に参加あるいは行動を実践することにより物事を理解する、技術を習得すること。

## 施工計画

# 活線上を跨ぐ鋼製門型橋脚の回転架設施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
 横河工事株式会社  
 大阪建設本部土木工事部工事G  
 小永吉 知 華  
 Chiharu Konagayoshi

## 1. はじめに

九州新幹線鹿児島ルート（博多～鹿児島中央）は平成16年春に新八代～鹿児島中央間が先行開業し、現在、平成23年春の全線開通に向けて工事が急ピッチで進められている。

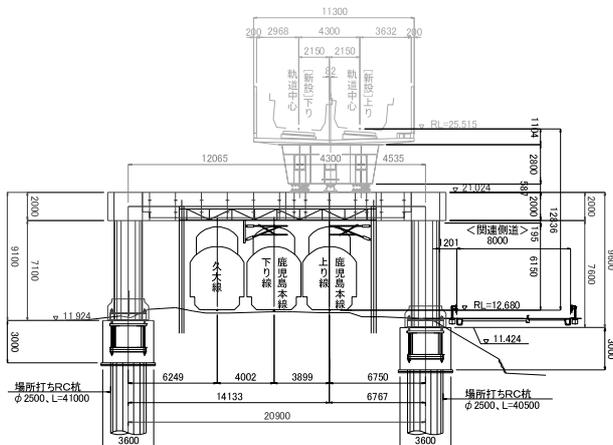


図-1 鋼製橋脚一般図



写真-1 (下部工) 完成状況

本工事はこのうちの久留米～荒木駅（工事延長約1km）の橋脚その他の新設工事である。

### 工事概要

- (1) 工 事 名：九州新幹線松原 Bi 下部工新設他
- (2) 請 負 者：九鉄工業株式会社
- (3) 発 注 者：九州旅客鉄道株式会社  
 [元発注：鉄道建設・運輸施設整備支援機構]
- (4) 工事場所：福岡県久留米市縄手～梅満町
- (5) 工 期：平成18年11月～平成20年10月

この区間は新設の新幹線が既設のJR鹿児島本線と久大本線を交差、並列して走るような線形である。また、本線両側には住宅や工場が近接しており、活線上を跨ぐブロックを架設出来るような大型重機の設置が不可能であった。このため、

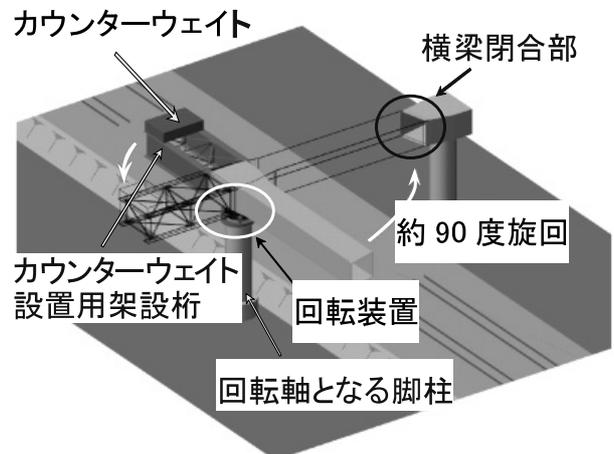


図-2 「回転架設工法」イメージ

本線に対して平行に架設ブロックの地組立を行い、片方の脚柱を軸に正規の位置まで約90度旋回させる「回転架設工法」が採用された。

## 2. 現場における課題・問題点

本例のような油圧ジャッキを使用した鋼製橋脚の回転架設は施工例の無い工法であったが、おもに以下の特長が挙げられる。

### 〔特長①〕

クレーンや作業ヤードが小さく抑えられる（従来のトラッククレーン架設と比較）。

### 〔特長②〕

線路上空での作業が少ないため、夜間作業を大幅に減らすことが出来る。

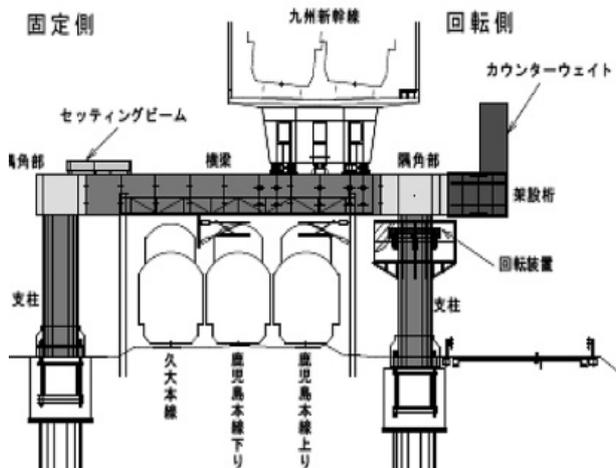


図-3 設備全体図



写真-2 設備組立完了（回転前）

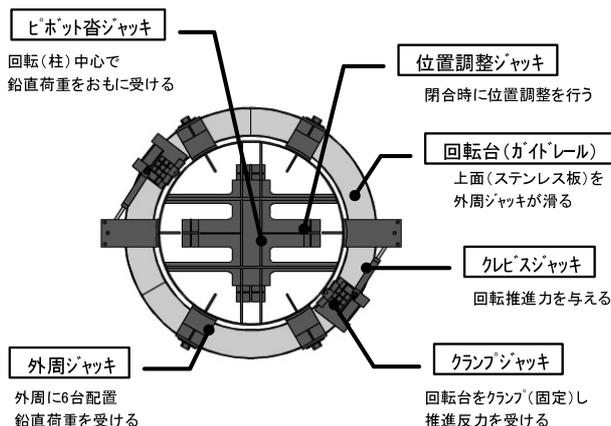


図-4 回転装置の仕組み

### 〔特長③〕

脚柱に集約された回転装置は集中操作・制御が可能であり、施工後は他の橋脚に転用が出来る。

今回の架設工法はこれまでに施工実績が無かったこともあり、その計画段階において回転装置の安全性や機能性を確認する実証実験が行われていた。このため、設備等に関する不安要素は比較的少なかったが、現場での実施工にあたり、おもに2つの問題点が挙がった。

### 〔問題1〕

『限られた時間内での施工が可能なのか』

既設のJR鹿児島本線は九州でも主要な鉄道路線であり、たとえ夜間であっても列車の運行しない時間が極めて短い。また、新幹線高架橋の高さが非常に低く設計されており、既設架線との高さのクリアランスがほとんど無かった。したがって、一連の作業（回転架設→閉合→仕口および位置調整→足場組立→ボルトの仮添接）を夜間のキ電停止時間内に必ず終える必要があった。

### 〔問題2〕

『所定の施工精度は確保出来るのか』

本橋脚は脚柱基部とアンカーボルトの遊間が狭く、またボルト本数も1基あたり16～20本と多かったため、各々の製作誤差および施工誤差を調整する余裕代がほとんど無かった。また、現場継手部は回転・閉合する箇所（梁の一断面）以外はすべて溶接構造であったため、架設誤差に加えて溶接施工後の各部の収縮量の差なども配慮する必要

があった。このため、地組立の最終部材を後製作の調整ブロックとし、脚柱建込み・梁溶接後に実測を行って、その結果を製作に反映させるという方法が採用された。

### 3. 対応策・工夫・改良点

#### [問題1への対応]

回転に要する時間については、ジャッキの作業能力や実証実験により、約20分で90度回転出来ることが事前に確認されていた。このため、実施工では回転以外の作業（足場組立や位置調整、仮添接）をいかにスムーズに行えるかがポイントとなった。

最も時間を要すると予測していた足場組立については、昼間に準備作業を行いキ電停止時間内での作業を出来る限り減らした。

また、事前に架空線の調査を行って必要に応じた架線防護を依頼したり、作業従事者全員でミーティングを行ったりすることでより早く安全な作業を行うことが出来た。

その他にも異常事態発生時のタイムスケジュールや対応要領を別途作成し、万一の機械類のトラブルに備えて可能な限り代替品を用意するなどして万全の体制で臨んだ。



写真-3 回転架設状況

#### [問題2への対応]

施工に先立ち、アンカーフレームの据付精度を確認し（柱基部より上が本工事の施工範囲であった）、基部の建込みが困難と思われる箇所については別途協議（据付結果を工場製作に反映させる等）を行った。それ以外の柱についても、架設後の構造物寸法をより設計値に近付けるよう建込み後も微調整を行い精度管理に努めた。

地組架設（梁溶接）後に現場実測を行って調整ブロックの製作を行うことは着工前に決定していたが、具体的な測定方法は確定しておらず、実際には試行錯誤しながらの作業となった。

表-1 タイムスケジュール例

	時間	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00
共通開会(線閉)	192分				1:10	3:00	4:35
本線 鹿見島	上り線	218分		回2185M 1:07			
	下り線	233分		(2185) 1:02			
本久線大	上下線	455分	1877D 23:00				
作業予定時間	145分		(キ電停止確認 5分後) 1:25前夜				4:00
作業内容	朝礼・打合せ	45分		~0:30			
	設備等点検・配置	15分		~0:45			
	人員配置・準備	15分		~1:00			
	ベント解放	10分		~1:10			
	シート養生等	5分		~1:15			
	回転	35分		1:25	~2:00		
	仕口調整	25分			~2:25		
	閉合足場設置	60分			~3:25		
	閉合ボルト仮添接	15分			~3:40		
	回転支柱固定	5分			~3:45		
	後片付け・点検	10分			~3:55		

( ) は実績

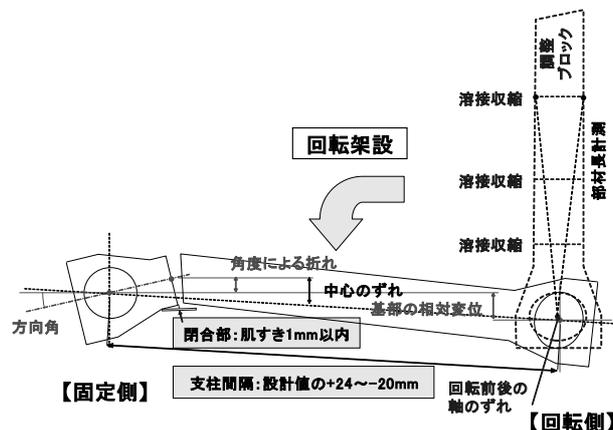


図-5 管理ポイント(平面)

特に、①製作過程上、回転する円柱が必ずしも真円でない（回転前に計測した軸が回転後にずれる）こと、②現場計測と調整ブロック施工、夜間回転架設の時期がそれぞれ異なる（鋼製部材のため温度による影響を大変受けやすい）ことが大きな懸案事項となった。

①の回転軸のずれについては、基部側と隅角(約90度回転する)側の柱断面を各々細かく計測し、回転後の柱中心が基部の中心から極力ずれないように誤差を振分けて架設した。また、隅角部材架設前に柱内に設置するピボット脊ジャッキについても、回転中心にセットするよう据付精度の管理に配慮した。



写真-4 柱内部(ピボット脊仮設置状況)



写真-5 柱外部(外周ジャッキ設置状況)

②の温度影響を小さくするために、同一橋脚の施工時期を出来るだけ近付けるよう工程調整を行

った。また、調整ブロック製作のための実測は回転架設時の条件に近い夜間～早朝の時間帯に行い、さらに調整ブロックの施工後(回転架設前)にも再度同様に実測して精度を確認した。この結果を反映し、必要に応じた位置調整(セットバック他)を行う等の準備段階での細かな精度管理により、夜間の回転架設をよりスムーズな形で行うことが可能となった。

今回はおもに以上のようなポイントに重点をおいて施工をすすめた結果、所定の精度を十分に確保し、限られた時間内に安全に作業を完了することが出来た。

#### 4. おわりに

特殊性の高い鋼製橋脚の回転架設であったが、冒頭に挙げた3つの特長など従来の架設工法に比べて非常に有利な面もあり、今後ある程度の条件さえ整えば一般的な工法にもなり得ると思われる。

今回は回転架設について焦点をあてたが、本工事の施工にあたっては他にも数々の苦労があり、私自身にとって大変印象深い工事となった。

難易度の高い施工実績が出来るとそれがごく当たり前になってしまう傾向が一部見受けられるが、施工にあたっての安全性や作業性が軽視されてしまうと非常に残念である。現場に携わる技術者にとって、難しい条件をクリアしていく努力は当然であるが、建設現場をより魅力ある職場にしていくなためにも、今後、現場の作業性や経済性にもより配慮した設計や計画が進められることを期待したい。

最後になりましたが、工事の施工にあたってご協力いただきました関係者の皆様に感謝いたします。

## 合成床版を載せた曲線鋼箱桁の送出し

日本橋梁建設土木施工管理技士会

駒井鉄工株式会社

橋梁工事部 工事2課

橋梁工事部 工事1課

係長

高 良 人<sup>○</sup>

今 大 介

Yoshihito Taka

Daisuke Kon

## 1. はじめに

本橋は、長崎市と佐世保市を結ぶ自動車専用道路として計画されている西彼杵道路の一部となる橋梁である。現在、供用されている西海パールライン有料道路の終点である小迎 I C の長崎側に位置している。

## 工事概要

発注者：県北振興局 道路建設第一課

工事名：一般国道206号橋梁整備工事

(深江大橋上部工事)

施工位置：長崎県西海市西彼町小迎

構造形式：4径間連続鋼狭小箱桁橋

橋 長：226.000m

支 間 長：55.600 + 2 @ 56.500 + 55.600

有効幅員：9.50m～21.50m

横断勾配：3.000%

縦断勾配：2.500%

平面線形：R = 1100～A = 450

図-2 に構造一般図を示す。



図-1 施工位置

## 2. 現場における課題

本橋の架設条件においては、バント設備の設置位置や架設重機の設置位置などが路下において使用できる所が限定される、また架設ヤード搬入路の幅員が狭く、大型の移動クレーンの搬入も困難であった。よって、架設は手延べ式送出し工法を採用することとした。しかし、本工事においては送出し工法採用には下記の課題が考えられた。

- 1) 桁が R = 1,100～A = 450 の曲線桁である。
- 2) 幅員が 9.50m～21.50m に変化する。
- 3) 地組ヤードの広さが限定されている。
- 4) 下り勾配 2.5% での送出しとなる

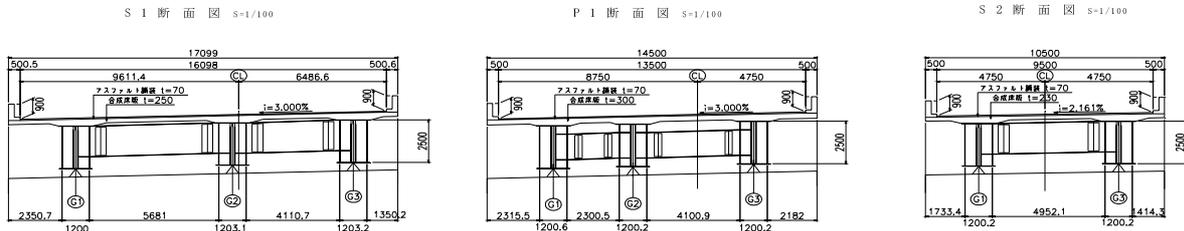
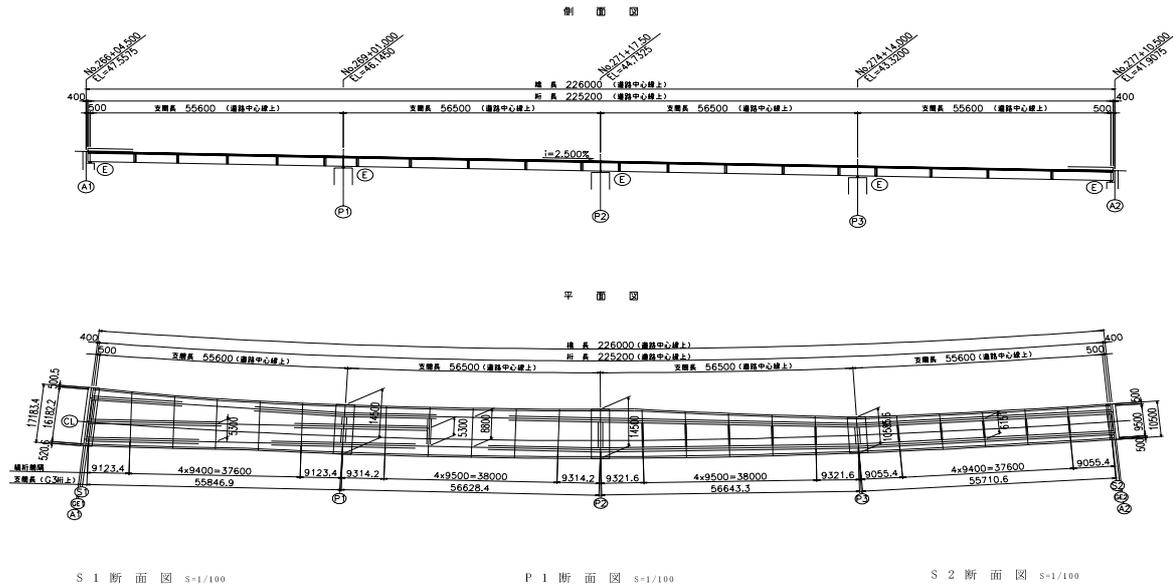


図-2 構造一般図

5) 送出し前に合成床版を架設する必要がある

### 3. 対応策と適用結果

(1) R = 1,100 ~ A = 450 曲線対する検討

本橋の平面線形はクロソイド曲線を含む R = 1,100m ~ A = 450m であり、送出し作業を簡易にするため送出し基準線を単円に設定することとした。送出し基準線は A 1 橋台、P 3 橋脚、A 2 橋台の主桁中心線を結んだ円弧の近似値 R = 1,248m に設定し計画を行った。

(2) 幅員変化に対する検討

本橋の構造は曲線に加え、幅員が 9.50m ~ 21.50m に変化する構造である。また主桁本数も 2 主桁から 3 主桁に変化する。そのため、送出しの際の各橋脚の受け点は絶えず水平方向に変化していく。よって、その受け点変化に対応するため駆動力は台車設備が 2 台及び A 1 ~ P 3 橋脚上に水平ジャッキを各 4 台使用し、連結したスライドジャッキ上に 900H 鋼を設置して桁幅員の変化に対応した (写真-1)。

(3) 下り勾配 2.5% に対する検討

送出しは逸走防止のために水平もしくは上り勾配で行うのが理想的であるが、今回の施工では地組ヤードが西海パールライン本線より材料搬入ができる A 1 側のみが使用可能であった。そのため勾配の高い橋脚からの送出しが架設条件となり送出しは降下量等の検討も踏まえ桁縦断下り勾配の 2.5% にて行うこととした。

そのため送出し台車設備には、水平ジャッキの



写真-1 橋脚上送出し設備

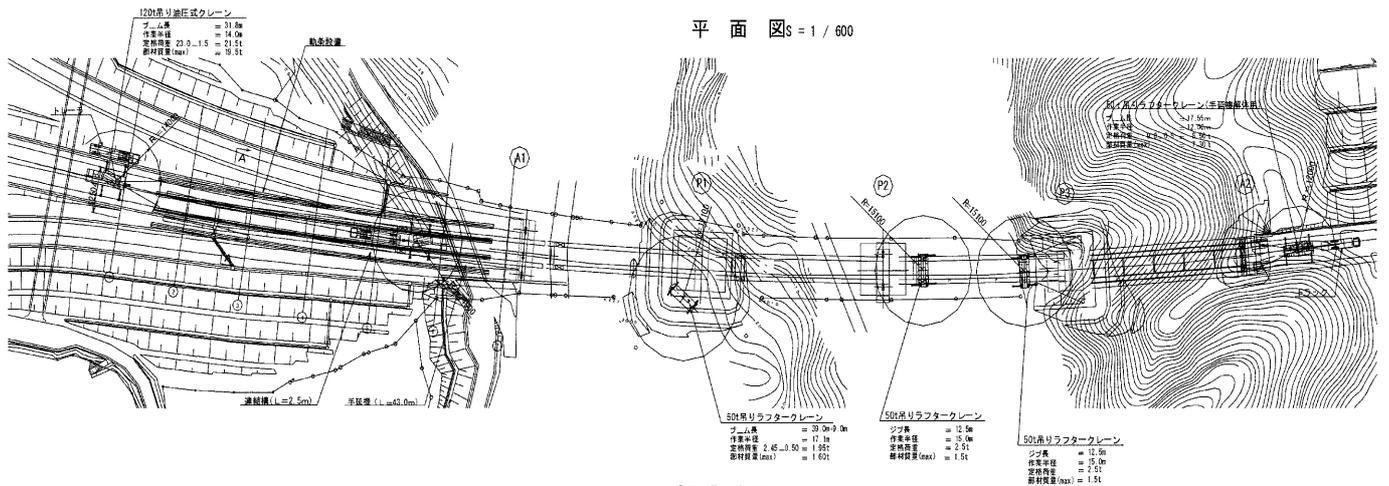


図-3 架設計画図

前後に50 t H鋼クランプを設置した（写真-2）。また、桁後方のおしめ設備には15 t ウィンチを設置して逸走防止を行った。

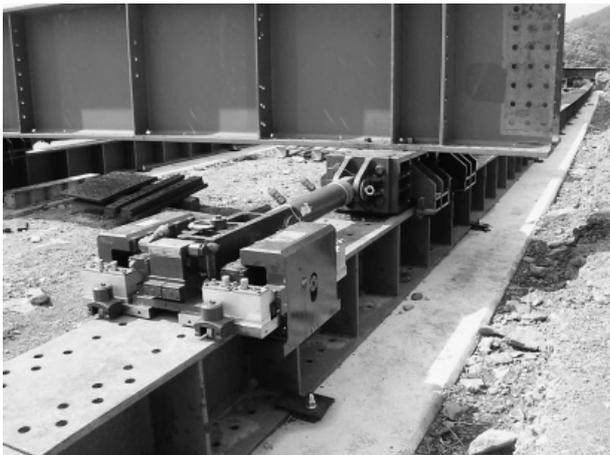


写真-2 逸走防止H鋼クランプ

また、桁降下量は下り勾配に設定しても約4.5 mとなった。そのため主桁の降下方法としては、センターホールジャッキ等の特殊な設備を設置する検討も行ったが橋脚高さが非常に高く、設置作業が危険であり、各橋脚上に設置スペースの確保も困難であった。そのため一般的であるサンドルを使用して各橋脚を交互に降下させていく方法を採用した。

各橋脚は桁降下作業に適した上で送出しに耐えうる設備とするためH鋼及びサンドルを組合わせた堅固な設備とした（写真-3）。



写真-3 桁降下状況

#### (4) 合成床版架設の検討

合成床版の架設は、桁下の使用できる架設ヤードが限定され、送出し完了後では不可能な箇所が存在した。よって、送出し前に架設を行う方法を採用した。

そのため、送出し架設時に風荷重等の水平力に対して合成床版が主桁の面外変形を防止しているか、架設時の合成床版の健全性が確保できているか、平面格子解析を行い問題ないことを確認した上で施工を行った。



写真-4 送出し前合成床版架設完了



写真-5 送出し架設状況

#### 4. おわりに

本橋の送出し架設は橋梁の構造や現地状況等、非常に条件が困難な架設となった。しかし、施工は様々な問題を施工計画段階より考慮し現地架設に反映した結果、特に大きな問題無く完了することができた。

特に前述した900H鋼を用いた送出し設備は、今回のような受け点が水平方向に絶えず変化していくような、曲線桁で幅員が変化する橋梁の送出しでは非常に有効な設備であると考えます。

今回の報告が、同様な曲線桁での手延べ式送出し工事に多少でも役立てていただければ幸いです。

最後に、本工事の施工に対して、多くのご指導及びご助言いただいた県北振興局 道路建設第一課の方々、工事に携わっていただいた多くの方々にお礼申し上げます。



写真-6 桁送出し降下完了

## 合理化された鋼アーチ橋の架設における課題と対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

橋梁事業部工事部

監理技術者

井上 康太郎<sup>○</sup>

Koutarou Inoue

現場代理人

岡田 正 信

Masanobu Okada

現場主任

大井 祥 之

Yoshiyuki Oi

### 1. はじめに

栈改良事業は、1997年11月25日に直径3 m程度の岩塊が落石防止柵を突き破り国道19号の車道に落下し、2日間の通行止めを余儀なくされたことを発端としている。その後、早期に抜本的な対策が必要であると判断され、1999年度より図-1に示す範囲における栈改良事業が着手された。

栈4号橋はこの改良事業の一環として計画された橋梁であり、写真-1に示すように上部工の形式には上路式鋼ローゼ橋が採用されている。本橋の大きな特徴は、鋼・コンクリート合成床版を適用し床版支間を長支間化するとともに、支柱の対傾構を省略するなどの合理化を図っていることである。また、架設工法については、河床と路面との高低差が30～40m程度と大きいことから、ケーブルエレクション斜吊り工法を採用している。本論文は、このような合理化上路鋼ローゼ橋である栈4号橋の架設における課題と対策について述べるものである。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：2006年度19号栈4号橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中部地方整備局  
飯田国道事務所
- (3) 元 請：川田工業株式会社

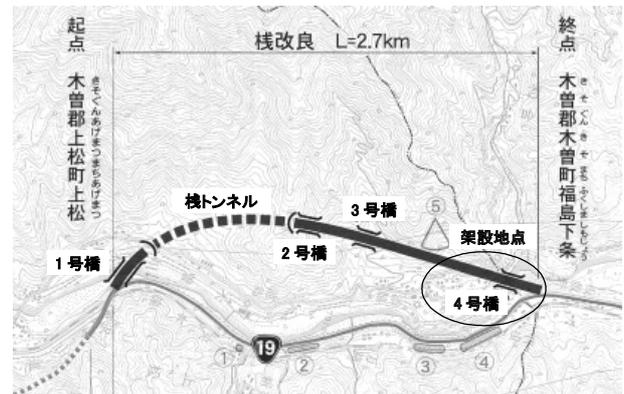


図-1 栈改良事業の範囲



写真-1 橋梁全景

- (4) 工事場所：長野県木曾郡上松町上松～  
木曾福島町下条
- (5) 工 期：平成19年1月12日～  
平成21年7月30日

道路規格：第3種第2級

橋梁形式：上路式鋼ローゼ橋

橋 長：185.0m（アーチ支間108.5m）

支 間：25.0+19.25+ 8 ×14.688+21.25m

総幅員：13.0～16.0m

架設工法：ケーブルクレーンを用いたケーブル  
エレクション斜吊り工法

## 2. 架設における問題点・課題

本橋の架設における問題点および課題は以下に示す通りである。

- (1) 隣接工区との連携調整により、オープン掘削でのケーブルクレーン用のコンクリートアンカーの施工が困難であった。
- (2) アーチリブ架設での閉合・キャンバー調整のための精度管理が必要であった。
- (3) 支柱とアーチリブの取り合い部の精度管理が必要であった。
- (4) SCデッキパネル架設の工程短縮が必要であった。
- (5) 隣接工区との連携調整により、ケーブルクレーンを使用した床版鉄筋の運搬が困難であった。

## 3. 対応策・工夫・改良点

上記の架設上の問題点・課題の対策として、特に留意した箇所について以下に述べる。

### (1) 仮設備工

本橋の架設は、図-2に示す架設フローに従い、図-3に示すケーブルエレクション斜吊り工法によって行った。

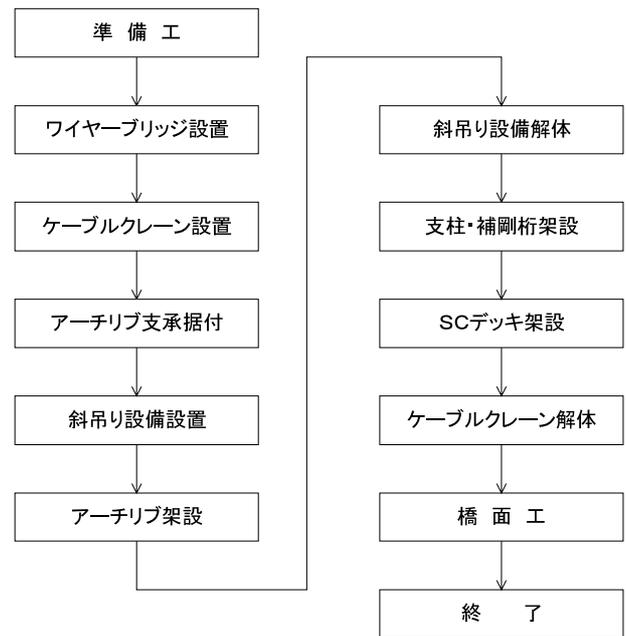


図-2 架設フローチャート

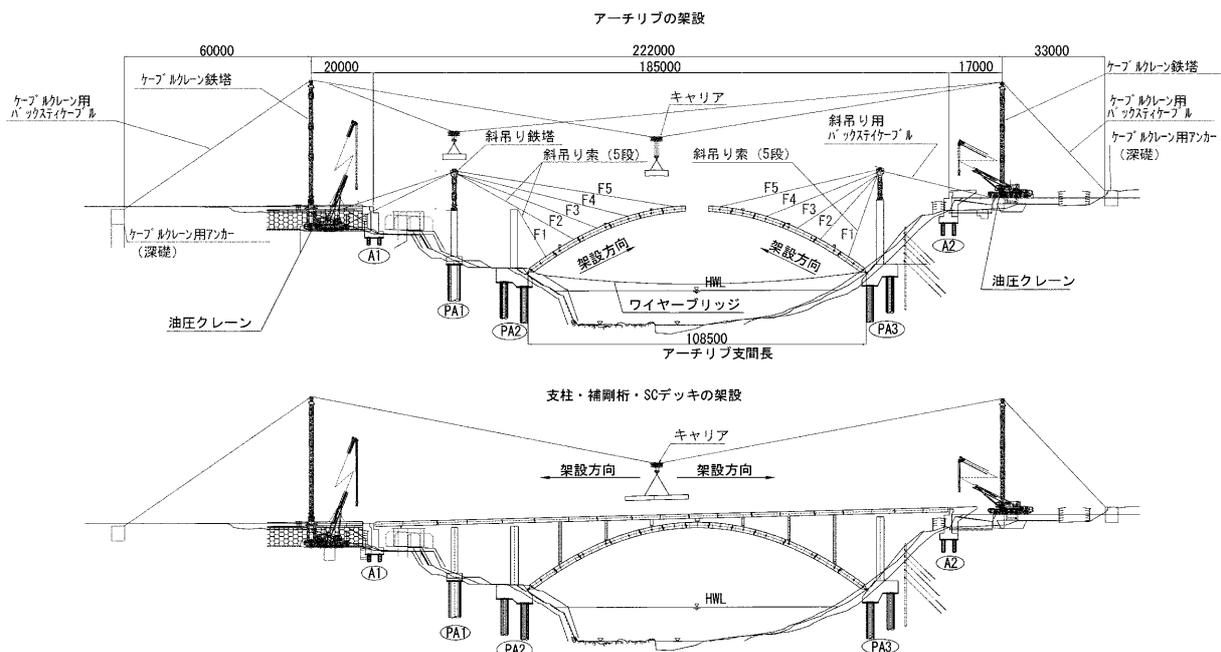


図-3 架設要領図

ケーブルクレーン設備として、吊り上げ荷重28.25tの主ケーブルクレーンを2系統、吊り上げ荷重14.85tの補助クレーンを1系統設置した。また、部材荷卸し・地組立・架設作業の効率化を図るため、荷取りヤードを両岸に設置した。

ケーブルクレーン用のコンクリートアンカーの構築については、前述したようにオープン掘削が困難であった。よって、図-4および写真-2に示すように矩形深礎にて対応した。

斜吊り設備については、矩形深礎にてコンクリートアンカーを構築したのち、荷取りヤードにて斜吊り鉄塔の地組立を行い、ケーブルクレーンにて橋脚上に架設した。

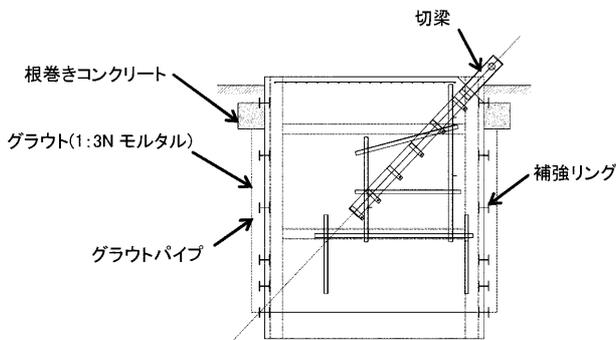


図-4 ケーブルアンカーコンクリート構造図



写真-2 ケーブルアンカーコンクリート施工状況

## (2) アーチリブの架設

アーチリブは横支材が省略された合理化構造であったため、部材両端に間隔保持用の仮支材を用いて地組立を行い、両岸の荷取りヤードから写真-3に示すように右岸A1側、左岸A2側より交互に架設した。

図-3に示すように閉合部材を除く片側あたり



写真-3 アーチリブの架設状況



写真-4 支柱の架設状況

6ブロックの架設における斜吊り索については、最初の3ブロックを一般的な先端1点吊りで行った。残り3ブロックについては、アーチリブ形状の精度向上を目的に多段吊りの施工を採用し、架設ステップ毎に中間斜吊り索F3と先端の斜吊り索(F4またはF5)にて形状管理を行った結果、閉合直前における調整をほとんど行うことなく、無事閉合することができた。また、出来形についても十分な精度を得ることができ、支柱架設時および補剛桁架設時における高さ調整量は最大20mm程度であった。

## (3) 支柱・補剛桁の架設

支柱とアーチリブの取り合いは、ボルト添接タイプと支承を支柱台座に溶接するタイプの2種類に分類される。2タイプともに写真-4に示すように支柱の上下端に間隔保持用の仮支材を設置し、

面組部材として架設を行った。また、支承を支柱台座に溶接するタイプについては面組部材を架設する前に台座に支承を仮溶接している。

支柱と補剛桁との取り合いについては、支承構造が採用されており、前述したように支柱上端のベースプレートにキャンバー調整用のベッドプレートを現場溶接後、支承を仮溶接し、写真-5に示すように横組した補剛桁をアーチ径間中央部から左右の側径間に向けて架設を行った。補剛桁架設完了後、支承位置の再調整を実施し本溶接を行った。

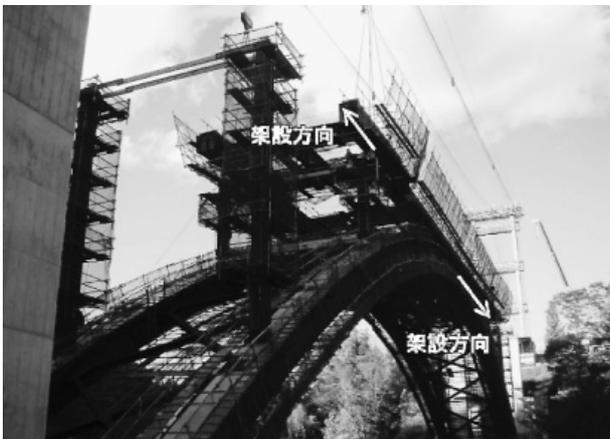


写真-5 補剛桁の架設状況

#### (4) SCデッキパネルの架設

輸送の都合上、縦桁上で2分割されたSCデッキパネルを荷取りヤードにて地組立を行い、作業効率を図るため、写真-6に示すように補助クレーンの天秤による1パーティー施工と主ケーブルクレーン相吊りの天秤による1パーティー施工の合計2パーティー施工とし、アーチ径間中央部から左右の側径間に向けて架設した。



写真-6 SCデッキパネル架設状況

#### (5) 床版鉄筋の運搬

床版鉄筋の運搬は当初ケーブルクレーンで計画されていたが、早期供用開始を目的とした本橋の前後にある整備工事との連携調整からケーブルクレーンが使用不可となった。そのため施工方法の変更が必要となり、対策として写真-7に示すレール式台車設備により運搬作業の効率化を図った。今後の工事においても、鉄筋等の資材を人力によって運搬する計画の場合、運搬距離が長い条件となる橋梁については、作業の効率化を図る手段として有効な方法の1つになると考えられる。



写真-7 レール式台車による運搬作業状況

## 4. おわりに

本橋は2009年7月27日に竣工し、現在、棧1号橋の架設工事および棧改良本線整備工事が行われており、今後、棧トンネル工事などが行われる予定となっている。

最後に本工事の施工にあたりご指導を賜りました国土交通省中部地方整備局飯田国道事務所、木曾維持出張所の皆様ならびに、ご尽力頂いた関係各位に紙面を借りて厚くお礼を申し上げます。

## 大川目沢橋の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

橋梁事業部工事部

高井 祥成<sup>○</sup>

Yoshinari Takai

寺島 太郎

Tarou Terajima

長尾 悠太郎

Yuutarou Nagao

## 1. はじめに

大川目沢橋は、青森県に接した秋田県最北端、奥羽山脈のほぼ中央部の山岳地帯となる秋田県大館市雪沢に位置し、標高225～270mの急峻な地形に架橋する、鋼7径間連続ラーメン2主I桁橋である。

本橋は省力化のため主桁には少数I桁（2主桁）構造を採用し、経済性から床版形式にはPRC構造を採用している。さらにRC橋脚と鋼桁を剛結構造とした複合ラーメン構造にすることで、耐震性を向上させるとともに経済性も向上している。

また、現地施工では架橋位置付近の自然環境に配慮することに加え、山岳部橋梁の施工上の課題に取り組んだ工事である。

本稿は、この大川目沢橋の現場施工について報告するものである。(完成写真を写真-1に示す。)

## 工事概要

- (1) 工事名：平成18～20年度日本海沿岸  
東北自動車道大川目沢橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省 東北地方整備局  
能代河川国道事務所
- (3) 工事場所：秋田県大館市雪沢地内
- (4) 工期：2006年10月～2009年1月



写真-1 完成写真

## 橋梁諸元

橋 長：431m

支 間：36.7 + 5 @70.0 + 42.7m

有効幅員：10.5m

斜 角：90度00分00秒

平面線形：R = 3600m

横断線形：i = 2.0%～2.5%

縦断線形：i = 1.081% (A1 ↘ A2)

使用鋼材：SMA400W, SMA490W, SMA570W

床版コンクリート： $\sigma_{ck} = 40\text{N}/\text{mm}^2$ 

P C鋼材：SWPR19L 1S21.8

(プレグラウト仕様)

床版鉄筋：SD345

## 2. 現場における課題

本橋は起点側・終点側の双方がトンネルに挟まれた狭隘な地形に位置している。トンネル工事は双方共に施工中であったため、県道から9 km離れた架橋地点へのアクセスは工事用道路として道路幅3 mの林道を利用して部材及び資機材の搬入を行った。このため架設する部材や重機には部材長・重量が制限をうける。本橋においても設計部材寸法は以下のように設定されている。

最大部材長：9.6m      最大部材高さ：3 m

最大部材重量：11t

架設重機：80t クローラークレーン

これらの部材架設では、高所作業が多いことに加え部材寸法が小さいことから効率の悪い作業であり工事工程の確保にも課題があった。

構造的にはRC橋脚との剛結構造であり、橋脚柱頭部の鋼桁架設精度が全体形状へ影響を与えるため、剛結部の施工においては特に下記の事項に注意を払う必要があった。

- ・橋脚鉄筋の配置と加工精度
- ・脚上ブロックの据付精度
- ・剛結コンクリートの施工

また、架橋地点は十和田八幡平国立公園も近く、豊かな自然環境の中にあり、現場周辺に生息する生物への配慮も重要な課題であった。

## 3. 対応策と適用結果

### (1) 剛結部の施工

本橋の架設工法では、剛結部での施工において据付誤差が小さくても、張り出し先端部では大きな施工誤差となる。そのため、脚上ブロックの設置精度が全体の施工精度に及ぼす影響は非常に大きいと考えた。

これらに対する主要な対策として次のことを実施した。

- ① 既設の下部工鉄筋位置、高さを計測し横桁ダイヤフラム位置および上部工側鉄筋（径51mm）の加工長に反映。

- ② 三次元測量による脚上ブロックの据付管理。
- ③ 温度ひび割れを抑制するため、温度応力解析を実施しコンクリート打設を4分割とした。

その結果、D51鉄筋は部材と干渉することなく所定のかぶりを確保できた。また、部材は所定の支間長を確保し剛結コンクリートにひび割れを発生することなく施工することができた。

剛結部施工状況を写真-2、施工フローを図-1に示す。

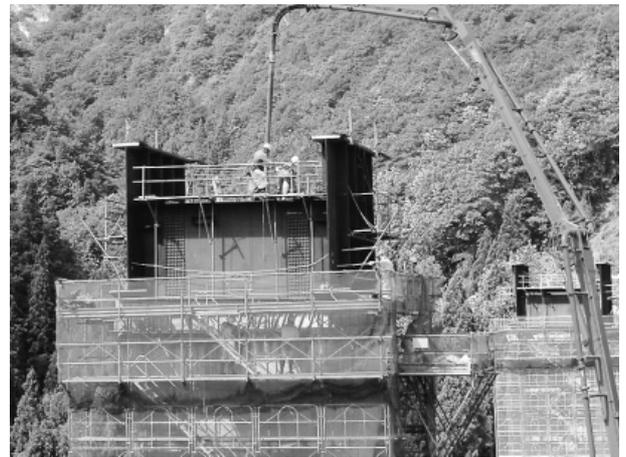


写真-2 剛結部施工状況

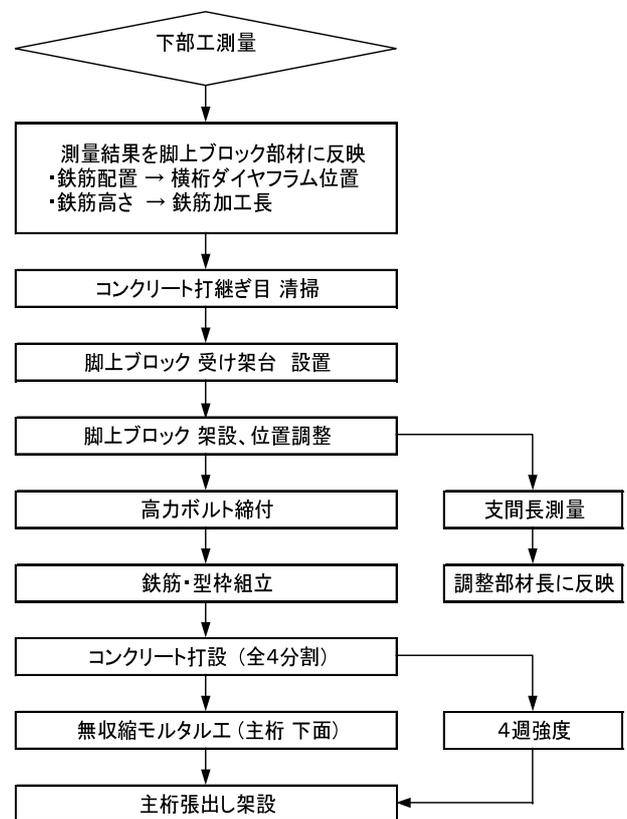


図-1 施工フロー

(2) 架設工法の変更

実施工にあたり、現地調査を踏まえた結果、作業効率の劣る特殊機材を用いた張り出し施工を最小限とする架設工法に変更することとした。変更した架設工法では、下部工施工時に設置した栈橋を利用し、P2～P3間・P4～P5間のブロックを橋梁下で地組立を行い、一括吊り上げ架設を行なうこととした。これにより、高所作業を減らし作業の安全性が向上することとなる。加えて、架設作業を重複することが出来ることから、天候不順などにより現地施工期間が延伸した場合への対策と考えた。

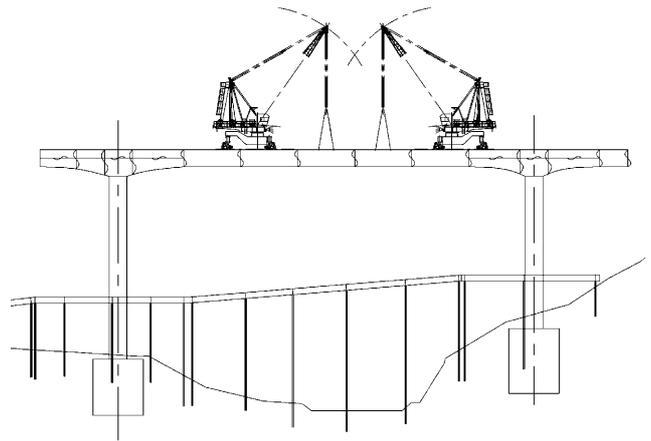
一括吊り上げ架設に先立ち、まず既設桁の間隔および地組された桁の長さを三次元測量し、所定の寸法であることを確認した。次に吊り上げ時の部材間の余裕代を確保するために主桁のセットバックを実施した。

本橋はラーメン構造であり主桁が橋脚と一体構造であることから、張り出し既設桁を橋脚毎にセットバックさせた。

セットバックは各橋台からP2・P5橋脚を、P3-P4橋脚はそれぞれを、滑車を用いたワイヤーロープで引くことにより実施した（図-3セットバック概要図参照）。

コンクリート橋脚のセットバック量を表-1に示す。以下に、概要図を示す。

当初計画(張り出し架設)



変更計画(一括吊り上げ)

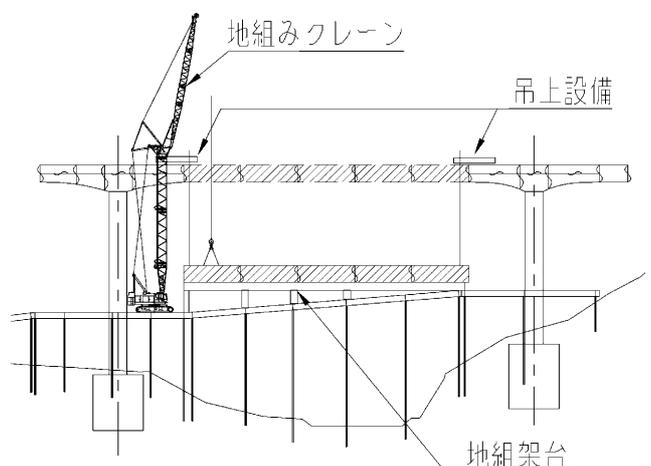


図-2 工法の変更概要

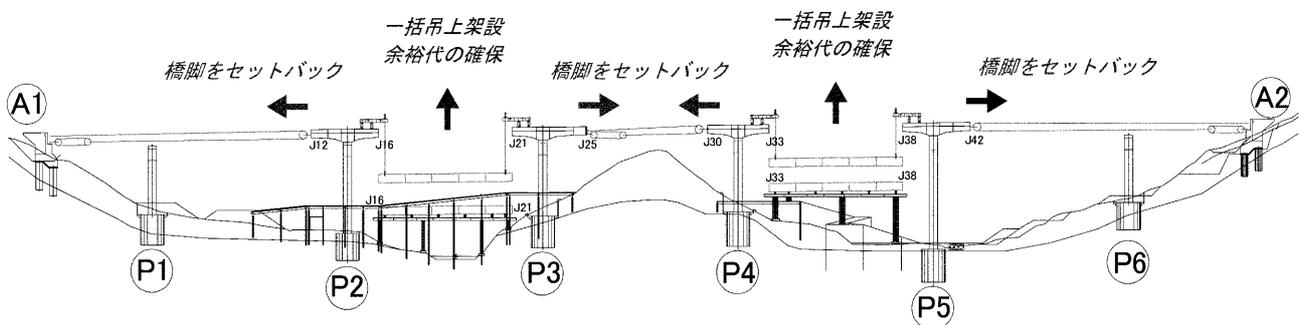


図-3 一括吊り上げ架設時の橋脚セットバック概要図

表-1 セットバック量

施工範囲	箇所	セットバック	セットバック
		量 (mm)	張力 (tonf)
P 2 - P 3間架設	P 2	15.1	19.2
	P 3	11.3	23.5
P 4 - P 5間架設	P 4	10.5	23.1
	P 5	22.4	15.9

一括吊り上げ架設状況を写真-3に示す。



写真-3 一括吊り上げ状況

(3) 自然環境への配慮

世界的に環境への関心が高まる中、建設事業においても自然環境への配慮・野生生物との共存は重要な課題となっている。本橋では豊かな自然環境のもとで生息する、多くの野生動物への配慮として、以下の対応を実施した。

- ① 環境モニタリング期間として1月から5月の間が設定されており、確実に現場施工を休止した（表-2 実施工程表参照）。
- ② 現場稼働時には照明を使用した作業を禁止とした。
- ③ 昼間においても騒音を最小限とし、外観にも細心の注意を払い施工を行った。（低騒音・低振動重機の採用、保護色ネット・シートの使用（写真-4）、防音シートの設置）

表-2 実施工程表

工種	年 月	平成19年												平成20年											
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	21				
準備工																									
剛結部 コンクリート工																									
クレーン架設																									
一括吊り上げ架設																									
張出し架設																									
PRC床版工																									
壁高欄工																									
後片付け																									

※1月～5月  
環境モニタリング期間



写真-4 保護色ネット・シートの使用状況

4. おわりに

本工事では、山岳部に建設する鋼橋の架設方法として、特殊機材を用いずに効率的な施工ができた。施工計画段階で、現地の条件を綿密に調査し下部工施工時の栈橋や現地の地形条件を利用して安全性の向上や施工効率を改善できたと考えている。

特に現地環境に配慮した施工ができたことは、建設監督官をはじめとした、国土交通省東北地方整備局能代河川国道事務所の方々の適切なご指導によるものであり、ここにお礼を申し上げます。

## R250曲線桁の送出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
 高田機工株式会社  
 工事本部 橋梁工事部  
 監理技術者  
 大村和久  
 Kazuhisa Omura

## 1. はじめに

本工事は、高知県と徳島県を結ぶ国道195号の、那賀川に沿って造られた現道を付け替える改良事業であり、曲線半径250m（以下 R250）の線形を有する鋼単純細幅箱桁橋を施工した。本橋の平面図を図-1、断面図を図-2に示す。

本橋が架かる那賀川では、6月の上旬に鮎の稚魚を放流するため、桁架設を3月～5月の3ヶ月で行う必要があり、河川区域内に作業ヤードを確保することもできなかった。これらのことから、架設工法には手延べ機を用いた送出し架設を採用し、軌条設備を設置する作業ヤード長の制約により、主桁1ブロックの連結と送出しを交互に繰り返して架設を行った。

本報告は上記架設の詳細を報告するものである。

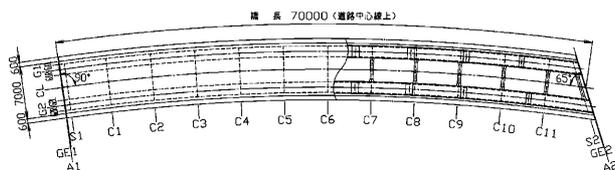


図-1 平面図

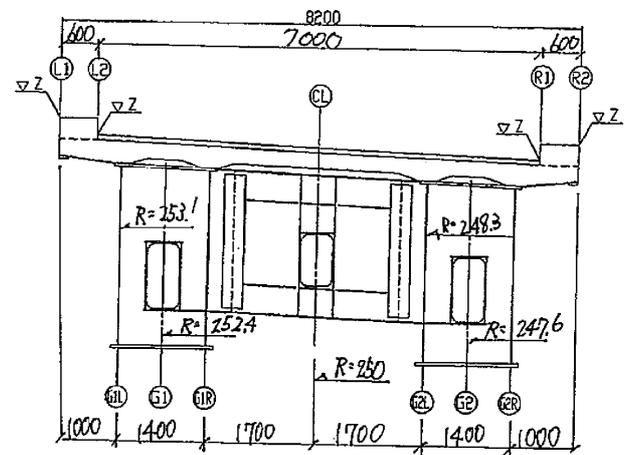


図-2 断面図

## 工事概要

- (1) 工事名：H20那土 国道195号那賀町木頭西宇橋梁上部工事
- (2) 発注者：徳島県南部総合県民局県土整備部
- (3) 工事場所：徳島県那賀郡那賀町木頭西宇
- (4) 工期：平成20年5月20日～平成21年11月10日
- (5) 路線名：一般国道195号
- (6) 橋梁形式：
  - ・鋼単純細幅箱桁橋 ・斜角：65度（A2側）
  - ・橋長：70m ・平面曲線：250m（最小）
  - ・総鋼質量：341t ・縦断勾配：0.6%
  - ・全幅員：8.2m

## 2. 現場における課題・問題点

### (1) 作業ヤードの制約

軌条を設置する A1 側の作業ヤードは、橋梁部の路面線形と同じ R250 となっており、橋軸直角方向の幅は道路幅員と同じ 7.0m であった。

一般的に用いられる直線方向への送り出しを行うためには、主構造幅 (6.2m) + 曲線桁によるシフト量 (1.35m) = 7.2m のヤード幅が最低でも必要となるため、本工事では適用することができなかった。

### (2) 反力差

道路中心線の曲率が R250 と小さく、主桁が曲線桁であるため、送出しジャッキ上における G1 桁と G2 桁の反力に大きな差が生じることになる。

各主桁の反力差が大きくなると、主桁の受け点に対して追加補強が必要になることや、複数台用いる送出しジャッキの同調管理が困難になるなどの問題が考えられた。

## 3. 対応策と適用結果

### (1) 作業ヤードの対策

作業ヤードの制約に対しては、道路中心線と同じ R250 方向に送出しを行うこととした。A2 到達時の送出しステップ図を図-3 に示す。



図-3 送出しステップ図 (A2 到達時)

曲線方向への送出しを行なうにあたり、下記の工夫を行った。

① 軌条設備は、軌条レールのたわみを防止するため、H形鋼 (H400) にて製作された架設部材の上にレールを敷設するが、この架設部材は汎用性に配慮し直線にて構成されている。そのため、レールの曲率によるシフト量を考慮し、短尺の架

設部材を折れ桁状に配置した。軌条設置状況を写真-1 に示す。



写真-1 送出し軌条設備

② 水平ジャッキ 8 台およびレールクランプジャッキ 2 台を使用し、曲線方向へ主構造を送り出すため、設置位置ごとに水平ジャッキのストローク量を変化させた。ジャッキストロークの管理方法は、移動量大きい G1L のジャッキを標準ジャッキストロークである 1m として、その他のジャッキのストロークを各々の曲率に合わせて調整した。水平ジャッキ送出し量を図-4 に示す。

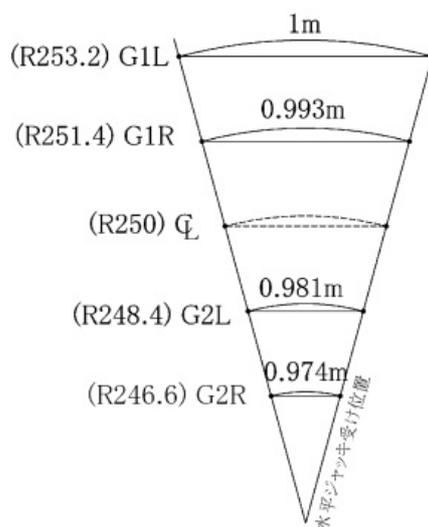


図-4 水平ジャッキ送出し量

③ 手延べ機は直線で構成された部材を使用するため、曲線方向に送り出すと水平ジャッキ位置と手延べ機位置にずれが生じることになる。

本工事で採用した R250 の曲率で送り出すと、そのシフト量は 1,352mm となる。この対策として水平ジャッキの受梁はシフト量を加えた長さとし、受梁に合わせた位置で水平ジャッキ幅を決定した。

手延べ機シフト量を図-5 に、設置状況を写真-2 に示す。

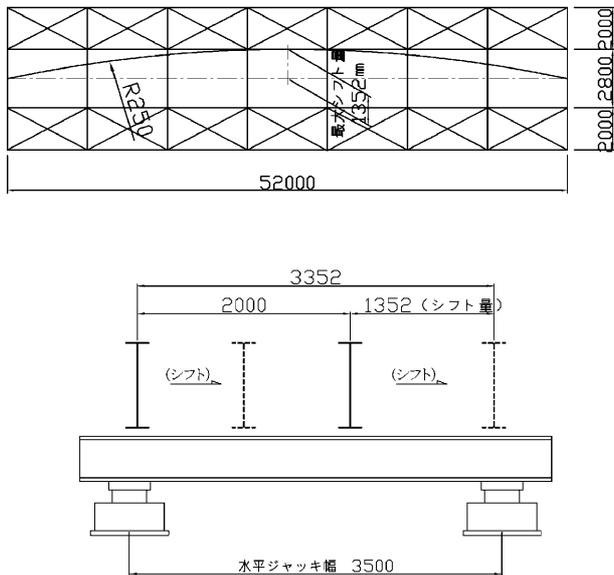


図-5 手延べ機のシフト量

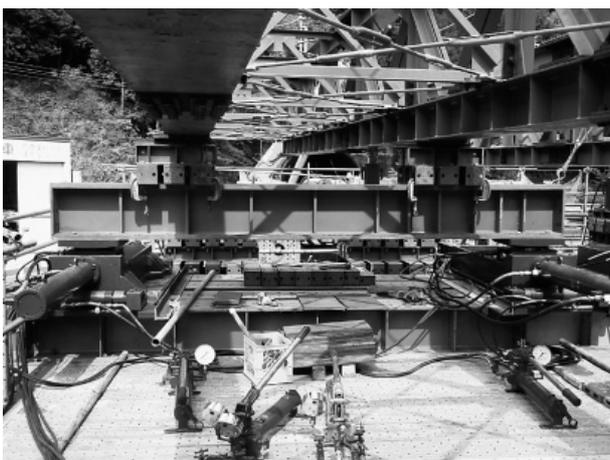


写真-2 水平ジャッキ受梁設置状況

(2) G1桁とG2桁の反力差対策

各主桁に作用する最大反力および反力差を小さくするため、橋台の前面にベントを設置した。ベ

ント設備は河川区域内への影響を最小限にするため斜ベントとし、ベント基部は橋台フーチング上に設けることとした。ベント設備を写真-3、4に示す。

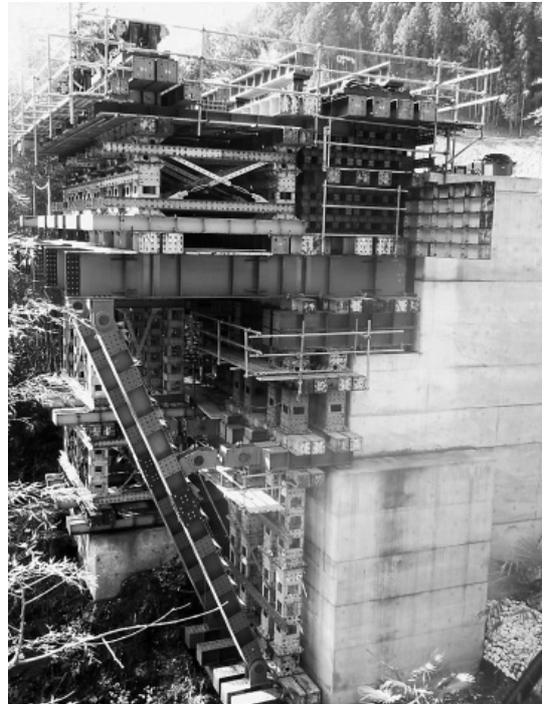


写真-3 A1側ベント設備



写真-4 A2側ベント設備

また、反力が偏ったときに補助することを目的として、斜ベントの前方にエンドレスローラを設置した。エンドレスローラは水平ジャッキの耐力と同じ50tのものを使用した。エンドレスローラ設置状況を写真-5に示す。



写真-5 エンドレスローラ設置状況

送り出し作業時には、架設ステップごとに反力管理を実施したが、管理目標値を設定するために格子解析を行った。

解析においては、曲率 R250と A 2 側斜角65度の影響を考慮した格子モデルを作成するとともに、架設計画に基づいた下記の内容を反映した。

- ・ 架設線形（送出し方向、送出し支間、送り装置位置）
- ・ 架設機材（手延べ機、架設桁の自重、剛度等）
- ・ 架設ステップ（台車位置）

これらの対策を行なった結果、最大反力および反力差の大幅な低減が可能となった。表-1に手延べ機が A 2 に到達する直前における反力を示す。

表-1 反力一覧表

	支間長	G1 桁	G2 桁	反力差
バント無し (解析値)	70m	52t	289t	237t
バント有り (実測値)	60m	90t	150t	60t
増 減	-10m	+38t	-139t	-177t

### (3) その他

本工事においては、前述の対策に加え、下記の施工を行なった。

- ① 送出し時における転倒モーメントの安全率 1.2を確保するため、後方桁を取り付け、カウンターウェイトを載荷した。ウェイトの質量は、後方桁自重50tとウェイト30tで合計 80t とした。載荷状況を写真-6 に示す。



写真-6 後方ウェイト載荷状況

- ② 軌条設備の縦断勾配は、桁の縦断勾配と路面の縦断勾配が0.6%と微少であったため、同様に0.6%勾配に設定した。
- ③ 架橋位置が現道に近接していることから、到達側 A 2 作業ヤードは幅約 7m×長さ約 20m と狭く、資機材の般出入時には現道に対して片側交通規制を行なった。

## 4. おわりに

桁の送出し作業の後、桁の降下作業も無事に完了し、無事故で竣工を迎えることができた。本報告が今後同様な工事の参考になれば幸いです。

本工事の施工にあたり、指導、助言等を頂いた徳島県南部総合県民局の方々、関係者皆様に厚くお礼申し上げます。

## 鋼床版における砕石マスチック混合物の施工について

宮城県土木施工管理技士会

福田道路株式会社 東北支店

監理技術者

現場代理人

阿部 進<sup>○</sup>

森 幸三

Susumu Abe

Kouzou Mori

## 1. はじめに

三陸縦貫自動車道登米志津川道路整備事業の一環として、一級河川北上川を渡る箇所に計画された橋長522mある4径間連続鋼床版曲線箱桁橋の橋面舗装を含む舗装工事である(写真-1)。

一般的に、鋼床版は輪荷重による局部的変形が大きく、気温の影響も受けやすく、また雨水による錆の発生も懸念されることから、その上に設けられる舗装はきわめて過酷な条件におかれる。従来、基層には水密性や充填性を考慮し、グースアスファルト混合物が用いられてきたが、近年、その代替工法として通常の施工機械で施工できる砕石マスチック混合物の採用事例が報告されている。

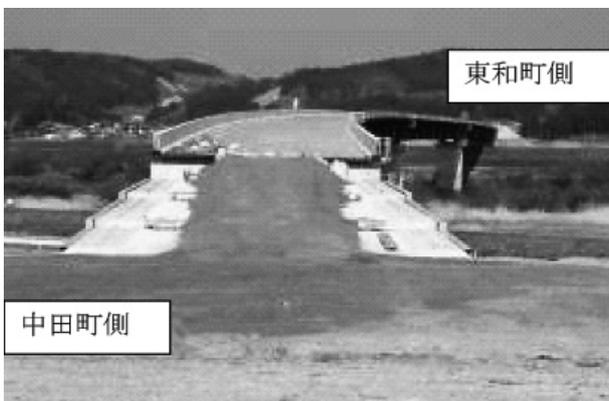


写真-1 新米谷大橋

## 2. 工事概要

- (1) 工事名：長谷山道路舗装工事
- (2) 発注者：仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県登米市中田町浅水～  
宮城県登米市東和町米谷地内
- (4) 工期：平成21年3月12日～  
平成22年2月26日

橋面舗装の舗装構成は、図-1に示すとおり基層  $t=40\text{mm}$ ・表層  $t=40\text{mm}$  の2層構成である。

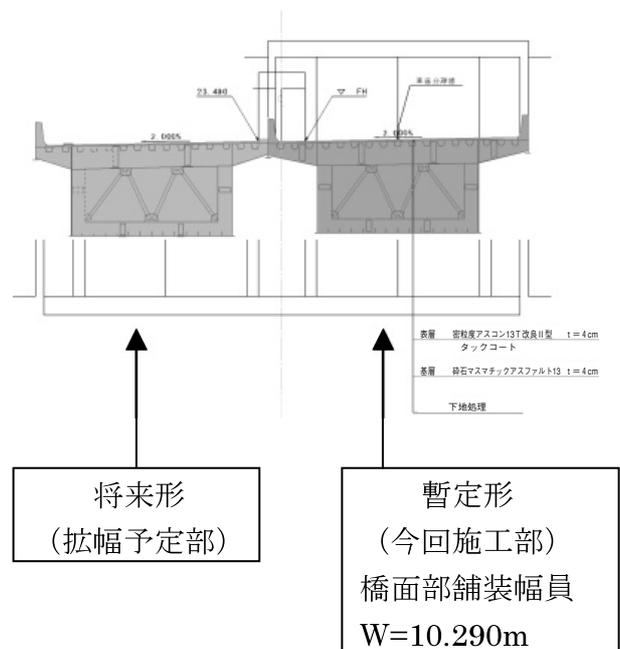


図-1 新米谷大橋断面図

### 3. 工事工程における課題と改善点

#### (1) 工事工程における課題

当現場の工期は、当初平成21年11月30日までと、夏季～秋季にかけての施工となる予定であった。

しかし、橋梁前後の軽量盛土部（写真-2）の地盤沈下が収束しないため、橋梁前後の施工が着手できない状態となり、工期も平成22年2月26日に延期され、舗装時期も冬季となった。

一方、橋面舗装は、改質アスファルトを用いた碎石マスチックアスファルト混合物であり、冬季間の施工において、一般のアスファルト混合物より温度管理が難しく、仕上がり状態も満足いくものが得られない場合が多い。

そのため、碎石マスチックアスファルト混合物の施工時期は、気候を考慮して工程の調整を行うこととした。

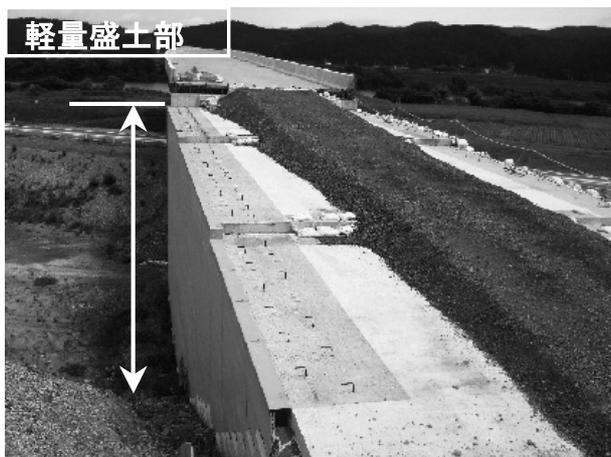


写真-2 軽量盛土部

#### (2) 工事工程における改善点

本工事は、冬季における鋼床版の舗装工事ということで、河川からの吹き上げ等の影響から、施工時におけるアスファルト混合物の急激な温度低下が予想され、品質の確保にリスクが大きいと考えられた。そこで、地盤の沈下が収束後直ちに橋面上の舗装を先行して施工する工程に変更した。当初の工程フローを図-2、変更後のフローを図-3に示す。

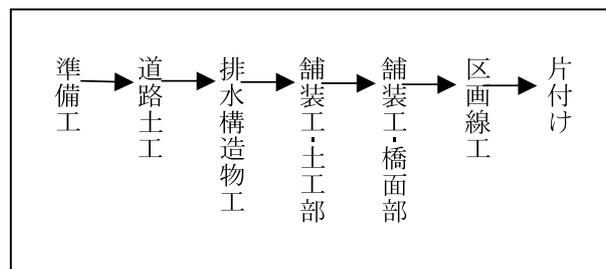


図-2 当初工程概略フロー

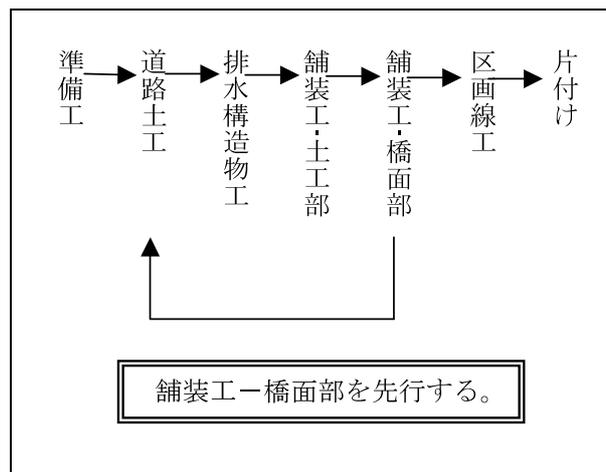


図-3 変更工程概略フロー

なお、工程の変更に伴い、橋梁部の舗装作業を実施するため、写真-3に示すとおり橋梁部への仮設通路の設置を行った。



写真-3 橋梁部の仮設通路設置

## 4. 橋面舗装における課題と改善点

### (1) 橋面舗装における課題

橋面舗装を行う新米谷大橋は、舗装を行う上で次のような課題があった。

- ・アスファルト混合物の温度管理が難しい橋面舗装であるため、目標の締固め度を確保するため、転圧方法の検討が必要。
- ・橋の横断形状が端部に勾配の変化点がある。

### (2) 橋面舗装における改善点

#### 1) 転圧方法の検討

橋面舗装は、橋梁床版の劣化防止のため遮水性が求められる。転圧方法は、目標とする締固め度が得られるように以下のように行った。

締固め機械を写真-4～6にそれぞれ示す。

#### ① 初期転圧

橋梁上の施工は、風が強く敷均した混合物の温度低下が早い。初期転圧の段階で必要な締固め度に近づくよう、初期転圧は、振動機能付きのマカダムローラを使用し、1回目は無振動で行い、その後の転圧を有振動で行った。



写真-4 初期転圧（振動マカダムローラ）

#### ② 2次転圧

二次転圧は、目標の締固め度を得るため、振動タイヤローラを使用した。振動タイヤローラは、振動機能を使うことで、最大25tタイヤローラと同等の締固めエネルギーが得られる。



写真-5 二次転圧（振動タイヤローラ）

#### ③ 仕上げ転圧

仕上げ転圧は、ローラマークを消し仕上げ面を平坦に仕上げるため、タンデムローラを使用した。



写真-6 仕上げ転圧（タンデムローラ）

## 2) 舗装端部の施工方法

勾配変化点のある橋梁端部の敷均しは、バイブレータ付のテーパースクリードを用い（写真-7）、転圧は、4tコンバインドローラを使用した（写真-8）。



写真-7 橋梁端部の敷均し（テーパースクリード）



写真-8 橋梁端部の転圧（4tコンバインドローラ）

## 3) 締固め結果

転圧終了後の締固め度測定結果を図-4に、路面状況を写真-9に示す。

図-4および写真-9より、舗装表面のキメおよび締固め度は、舗装端部も含めて目標とするものに仕上がった。

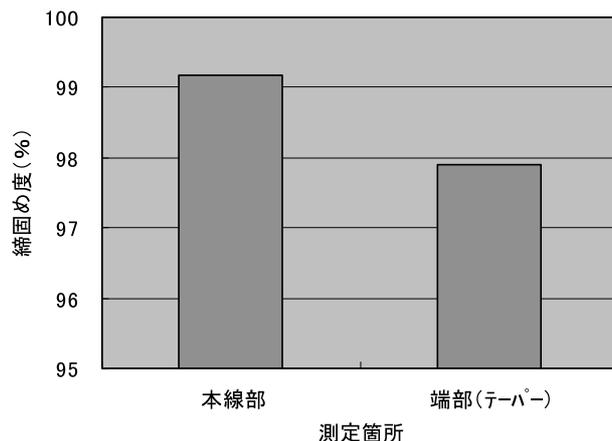


図-4 締固め度測定結果

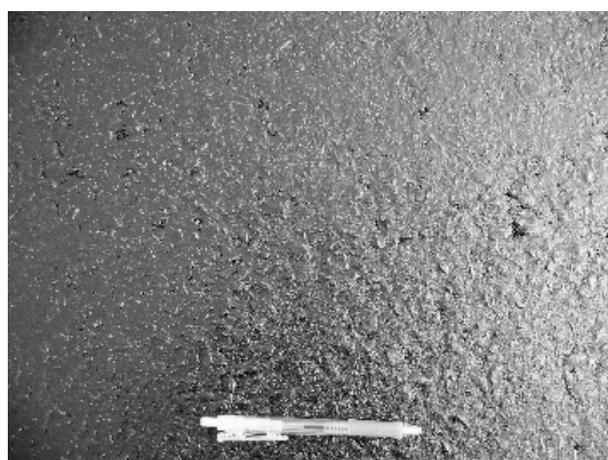


写真-9 転圧終了後の路面状況

## 5. おわりに

橋梁上の碎石マスチックアスファルト舗装は、寒冷期の施工になると施工時の温度管理が困難で、目標とする仕上がりが得られない事例も散見される。

本工事は、品質第一を目標に橋梁上の施工時期が冬季とならないよう工程調整を行い、施工方法も転圧機種等を検討し施工管理を行った。

これらの対策により、橋梁上の碎石マスチックアスファルトは、目標とする仕上がりが得られた。

今後もこれらの経験を生かし、品質第一で施工管理を行う所存である。

## 覆工コンクリートの品質及び出来映えの向上

東京土木施工管理技士会  
奥村組土木興業株式会社

監理技術者

森田 敏之<sup>○</sup>

Toshiyuki Morita

現場代理人

服部 孝行

Takayuki Hattori

吉戸 嘉浩

Yoshihiro Yoshito

### 1. はじめに

鉄道トンネルの覆工コンクリートのはく落事故に端を発し、近年では、コンクリートの早期劣化やはく落などによって、コンクリート構造物に対する信頼性が低下してきている。このような状況から、コンクリート構造物に対する発注者からの要求は、品質・耐久性だけでなく出来映えについても求められるようになってきた。また、品質確保の観点から入札方式に総合評価方式が採用されているが、低価格受注によって所定の品質が確保できないような事例も見られるようになっている。

宮崎県では、高速道路（東九州自動車道）整備による地域活性化への期待が大きく、地元住民を含め、知事や県・市・町など公共団体からの関心が高いことから、本工事に対する注目度が高かった。このような状況から、当工事での主要工種の一つである覆工コンクリートについて施工段階での不具合を発生させない工夫が必要であった。ここでは、覆工コンクリートで実施した施工での問題点の抽出、改善事例について紹介する。

#### 工事概要

当工事は、北九州市を起点として鹿児島市に至る東九州自動車道約436kmのうち門川IC～日向IC間に位置する延長1,223mの暫定二車線トンネルを構築するものである。

工事着工前に、近隣のトンネル工事（3工事）の覆工コンクリートにジャンカや空隙が生じ、再度施工するという事案があり、覆工コンクリートの構築にあたっては、入念な事前検討を行い、検討結果に基づく丁寧な施工、セントル脱枠後の調査に基づく施工の改善が必要とされた。工事概要を以下に示す。

- (1) 工事名：東九州自動車道  
日向第一トンネル工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社  
九州支社（延岡高速道路事務所）
- (3) 工事場所：宮崎県東臼杵郡門川町大字門川尾末  
～宮崎県日向市大字日知屋
- (4) 工期：平成19年3月17日～  
平成21年9月1日（900日）



写真-1 坑口の写真

- (5) 工 種：施工総延長 1,517m  
 トンネル延長1,223m土工延長294m  
 トンネル掘削工法 NATM発破工法  
 補助ベンチ付き全断面掘削工法

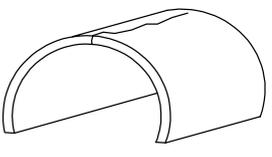
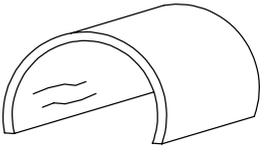
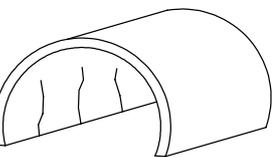
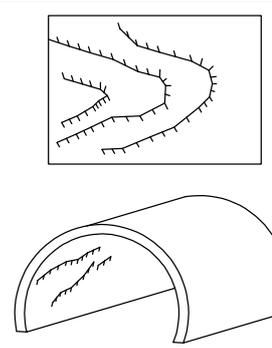
## 2. 現場における課題・問題点

覆工コンクリートに発生するひび割れ・変状の発生要因は、「使用・環境条件」、「材料」、「施工」の3つに大別できる。事前検討で予測された変状を以下に示す。

### (1) ひび割れ

ひび割れはセトル脱型後、コンクリート表面の急激な温度低下や表面乾燥によって発生する。初期の段階では貫通しないが、経年により貫通する恐れがある。また、打ち込み速度が速すぎたり、締固めが不足することによって生じる沈下ひび割れも懸念された。

表-1 トンネルで生じやすいひび割れ

原因	ひび割れの状況図
乾燥収縮 支保工の沈下など	
急速な打ち込み	
部材両面の温・湿度 差セメントの水和熱	
コールドジョイント (打重ね時間間隔オーバーや締固め不足など)	

### (2) コールドジョイント

打ち重ね時間が一定時間を超えると、その箇所ではコンクリートが一体化しないため、漏水やひび割れへとつながる恐れがあった。アーチ部に生じた場合、経年によりコンクリート片がはく落する危険性が高い(図-1)。

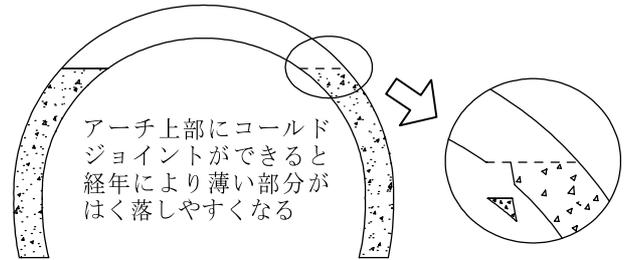


図-1 コールドジョイントに起因するはく落

### (3) 締固め不足

セトル内は、目視確認しながら締固め作業が行いにくく(写真-2)、とくに天端部は、締固め不足になりやすいため、はく離(写真-3)やマーブル模様が生じる恐れがあった。また、一部鉄筋区間ではコンクリートの流動性が低い非鋼繊維コンクリートを打設するため、ジャンカや内部空洞なども懸念された。

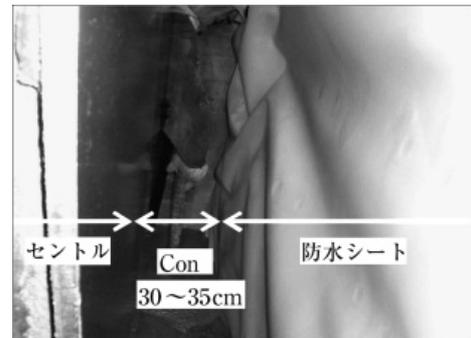


写真-2 セトル内の締固め状況

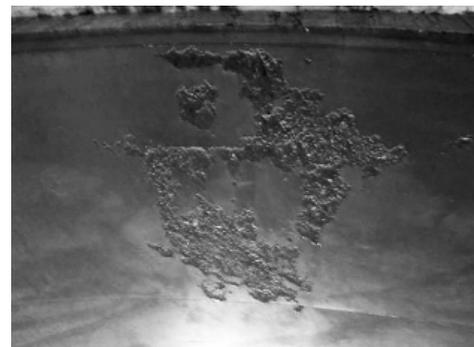


写真-3 不具合例(表面はく離)

### 3. 対応策と適用結果

「2.」で示した課題・問題点への対策を表-2に示す。予測された変状と対策から、施工においては、使用するコンクリートの配合、締固め方法、養生方法について工夫する必要があった。

表-2 予測された変状と主な対策

要因	変状	対策
使用・環境条件	部材両面の温度・湿度差によるひび割れ	セントルダウン後、表面の急激な乾燥や温度低下を抑制する。
材料	セメントの水和熱	セントルダウン後、表面の急激な温度低下を抑制する。
	沈下ひび割れ	天端付近を締め固める。 配合の改善
施工	締固め不足	パイプレータを均等に掛ける。
	沈下ひび割れ	打ち込み速度を制限する。
	コールドジョイント	配合の改善

#### (1) 配合の工夫

##### ① 繊維補強材の採用

打設するコンクリートは、単位セメント量がT1-1で275 (kg/m<sup>3</sup>)、T3-1で352 (kg/m<sup>3</sup>)、巻立て厚さも300~400mmと大きかった。このため、水和熱による体積変化だけでなく、覆工内外面の湿度差に起因するひび割れへの抵抗性も向上させる必要があった。

対策の容易さ、はく離・はく落防止効果を期待し、コンクリートの靱性が改善できる繊維補強材の添加を対策として採用した。支保パターンD区間では、設計段階で「非鋼繊維覆工コンクリート (T3-1)」が採用されているが、それ以外の区間で使用する配合T1-1にビニロン短繊維を0.1 (vol%) 混入した。以下の表-3にコンクリート (繊維) の配合を示す。

表-3 繊維補強コンクリートの配合

配合	使用箇所	繊維の種類	投入量	投入時間 (攪拌時間)
T3-1 (18-21-20BB)	D区間 鉄筋区間	クラテック RF4000	17.6kg (/4.5m <sup>3</sup> )	180秒 (60秒)
T1-1 (F) (18-20.5-40BB)	C区間 鉄筋無区間	ビニロン RECS100	5.85kg (/4.5m <sup>3</sup> )	70秒 (120秒)
T1-1 (18-18-40BB)	C区間	---	---	---

写真-4が繊維の投入状況である。繊維が入った箱をセットし専用の振動機でブローアを用いてミキサー車に投入を行なった。



写真-4 繊維投入状況

##### ② 流動化剤の使用

覆工コンクリートの施工では、圧送後でも高い流動性を保持し充填性の高いコンクリートが要求された。また、坑口部の鉄筋区間だけでなく、覆工全区間について繊維補強材が添加された粘性の高いコンクリートを使用するため、ジャンカや空洞などが懸念された。このため、圧送や繊維補強材投入によるスランプの低下を考慮し、スランプを15cmから18cmへ増大させた。流動化剤の添加によって凝結が遅延でき、コールドジョイント防止にも有効であった。



写真-5 流動化剤投入状況

繊維補強材が投入されたコンクリート (ベースコンクリート) について現場試験によりスランプ値を確認し、流動化剤を添加 (写真-5) した流動化コンクリートに対しても現場試験を行ない、性状 (材料分離性) を確認し打設した。

表-4 流動化剤の配合

配合	使用箇所	繊維の種類	投入量	攪拌時間
T3-1 (18-21-20BB)	D区間 鉄筋区間	レオビルド NP80	2.4ℓ (/4.5m <sup>3</sup> )	90秒
T1-1 (F) (18-20.5-40BB)	C区間 鉄筋無区間	レオビルド NP20	1.6ℓ (/4.5m <sup>3</sup> )	90秒
T1-1 (18-18-40BB)	C区間	レオビルド NP20	1.86ℓ (/4.5m <sup>3</sup> )	90秒

## (2) 締固めの工夫

### ① 天端部分の締固め

天端部の引き抜きバイブレータによる締固めは、コンクリート充填後に目視確認できないことや、費用対効果などから、採用しなかった。確実な締固めを行うため、作業員がセントル内へ入り、目視で締固め状況を確認する方法を採用した。

### ② 型枠バイブレータの使用

充填状況を確認しながら締固めを行うだけでは、検査窓の設置間隔（60cm）や棒状バイブレータの挿入状況から、十分に締め固められない恐れがあり、棒状バイブレータと型枠バイブレータ（12台）（写真-6）を併用した。加振時間を15、20、25秒に替えて仕上がり状態を比較した結果、加振20秒が最も良好であった。

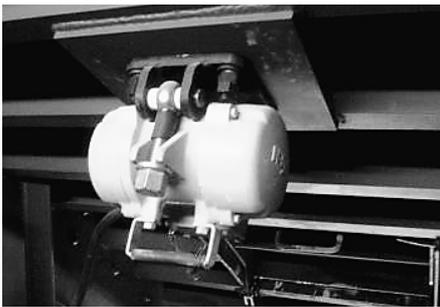


写真-6 型枠バイブレータ設置状況

## (3) 養生の工夫

### ① 被膜養生剤の散布

トンネル坑内は、坑口付近を除き湿潤状態に保たれているので付加的な養生は行わないことが多いが、乾燥によるひび割れを防ぐために、養生剤による養生を採用した。とくに切羽貫通後は湿度が大幅に低下するため、養生剤の噴霧は必要不可欠であった。噴霧状況を写真-7に示す。



写真-7 被膜養生剤の散布（噴霧台車使用）

また、切羽の貫通によって坑内の温度が急激に低下した場合、覆工コンクリートのひび割れが生じやすいため、保温養生または給熱養生を行うこととした。保温養生はセントルをシートで覆い（写真-8）、給熱養生ではジェットヒーターを使用した。養生方法の選定においては、養生開始時の坑内の温度、真夜中の最低温度を基準に選定した。



写真-8 シートによるセントルの保温養生

## 4. おわりに

工事着工前に、他の現場で生じた問題点を収集し、対策の施工計画への反映、対策実施時の工夫・改善というサイクルを回せたことが、問題解決へつながったと考える。特に、覆工コンクリートの施工においては、

事前検討による問題の抽出 → 対策の立案  
→ 対策の実施・施工の工夫 → 施工の改善

というプロセスを1スパンごとに繰り返し、現場全体で情報を共有することで、小さな問題に対しても迅速かつ的確に対応できたと考える。

発注者にも覆工コンクリートの仕上がりに対して、大変満足してもらうことができた。また、地元住民への見学会を数回開催し、普段見ることのできない施工中のトンネル内を見学していただき、土木工事に対して興味を持たれ、身近に感じていただけたと思う。この結果、地元の皆さんが協力的で、順調に工事を行える結果へと繋がったと考える。

## 機能分離型支承の反力壁コンクリートの施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 横河ブリッジ

橋梁工事本部工事第二部

橋梁工事本部工事第一部

川 島 徹<sup>○</sup>

中 川 実

Toru Kawashima

Minoru Nakagawa

## 1. はじめに

近年、橋梁用支承のコストダウンと小型化を目的として機能分離型支承の採用が増加傾向にある。

機能分離型支承とは、従来型のゴム支承が備えていた①荷重支持機能、②水平移動機能、③回転機能および④地震時慣性力伝達機能のうち、④の機能を分離し、①～③の機能を持つ鉛直沓と、④の機能を持つ水平沓（ゴムバッファ）の2種類の沓を備えた支承装置であり、これにより支承の小型化とコストダウンが実現されたものである。

しかしながら、現場施工の面からみると、桁下空間の狭隘化による作業効率の低下や反力壁コンクリートの施工管理の煩雑さ等、機能分離型支承を採用することによる施工上の問題点も多々存在している。

本報告では、下記工事における施工を通して、機能分離型支承の取扱い、特に反力壁コンクリートの施工に関する課題と対応策、一考察を鋼橋上部工の現場施工の観点から述べる。

## 工事概要

- (1) 工 事 名：岡山西バイパス野殿高架橋鋼上部工
- (2) 発 注 者：国土交通省中部地方整備局  
岡山国道事務所
- (3) 工事場所：岡山県岡山市野殿西町地内

(4) 工 期：平成20年1月12日～

平成21年7月31日

(5) 橋梁形式：4径間連続非合成鋼鈹桁

## 2. 現場における課題

当現場における機能分離型支承の一般図を示す。

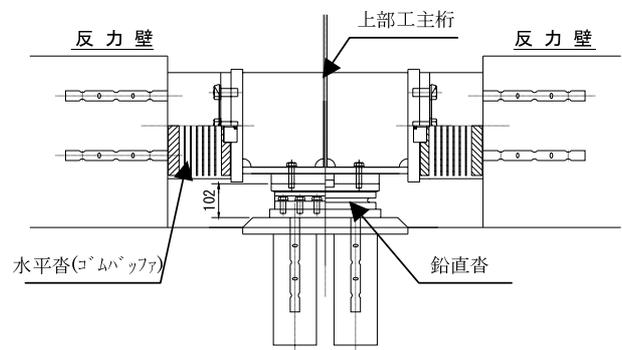


図-1 機能分離型支承一般図（橋軸直角方向断面図）

小型化された鉛直沓とは別に、主桁の両側に水平沓（ゴムバッファ）が取り付け、そのアンカーボルトは反力壁コンクリートに埋込む構造である。反力壁は、下部工施工完了時点でコンクリートは打設しておらず、鉛直鉄筋が橋脚から突き出た状況となっている（写真-1）。

水平沓設置時は、上部工施工業者が水平沓アンカーボルトをこの鉛直鉄筋の間を縫うように設置しなければならないが、本工事ではこの両者が干渉する箇所が多数存在することが明らかになった。

全80基ある反力壁のうち、ほぼ全箇所干渉が認められ、その対処方法が一つの課題となった(写真-1)。

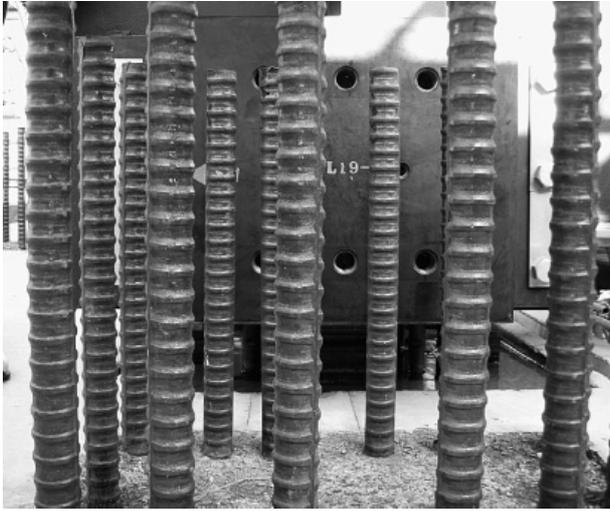


写真-1 鉛直鉄筋とアンカーボルトの干渉

また、水平沓に取付けたアンカーボルトは桁の温度伸縮と連動して橋軸方向に移動する。その量は端支点(橋長=140m)において、10℃の桁温度の変化で約17mmとなる。この状況下で反力壁のコンクリートを打設した場合、埋め込まれたアンカーボルトが初期硬化段階にあるコンクリート中で移動し、有害なクラックが発生することが考えられた。そのため、コンクリート打設に先立ち、桁の温度伸縮に伴う水平沓アンカーボルトの移動を拘束する必要があり、この拘束方法がもう一つの課題となった。

### 3. 対応策と適用結果

#### a) アンカーボルトと鉛直鉄筋の干渉に対して

橋脚から突き出した鉛直鉄筋の正確な位置を全数計測し、アンカーボルトとの位置関係を照査した。その結果、142箇所大小の干渉が確認された。ただし、両者の位置関係はその時々桁温度により変化するため、干渉箇所数も増減すると考えられた。

次に、干渉回避の方法として、かぶり・鉄筋間隔が確保される範囲で鉛直鉄筋を曲げることにした。この他、水平沓アンカーボルトの取付け位置

の変更(ゴムバッファの再製作)が考えられたが、製作時間、コスト共に厳しいと判断した。

142本の鉛直鉄筋(D29およびD35)の曲げ加工を常温で行わなければならないことから、工程上でのタイミングで行うべきかを検討した。

フープ筋組立時に平行して曲げ加工を行い、水平沓アンカーボルト取付けまでを一連の作業で行えば効率が良いように思われたが、作業スペースの少なさ、機械の段取り替えの煩雑さ、鉛直鉄筋を曲げるによりあらかじめ加工されたフープ筋がフィットしなくなる等の問題があった。そこで、鉛直鉄筋の曲げ加工はフープ筋組立までに完了させておき、その状態で再度鉛直筋の位置の計測を行う。そして、その計測結果に基づきフープ筋の加工形状を決定する事とした。



写真-2 鉛直鉄筋の曲げ加工

曲げ加工時に注意すべき点は、前述したように桁温度により水平沓のアンカーボルトは移動するので、加工時の桁温度を把握し、より安全側(干渉しない側)に加工しなければならないことである。なお、かぶり・鉄筋間隔が確保されない場合には鉄筋を切断し、近傍にホールインアンカー形式で必要鉄筋を追加しなければならない。

このように、鉛直鉄筋位置の事前測量～曲げ加工～再測量～フープ筋加工の手順を踏むことで、水平沓アンカーボルトの取付け、フープ筋組立、型枠設置までを施工する事ができた。鉛直鉄筋の地道な計測と曲げ作業、および計測結果に基づい

た一品一様に近いフープ筋の加工、型枠加工が実を結んだと言える。

b) 水平沓アンカーボルトの移動拘束について

コンクリート打設時期（4月）の日ごとの気温変化を調査した。統計によれば、過去5年以内の岡山市の4月中の日ごとの最大気温差は17℃であったため、端支点における桁伸縮量を29mmと設定した。なお、本橋は5つの支点があったが、その中央支点は不動点とした。

次に、具体的な拘束方法については、最大29mmの移動量から水平力を計算し「バッファ固定金具」を製作・設置することとした（写真-3、4）。この金具は、アンカーボルトを直接固定するのではなく、ゴムバッファの移動を拘束するものとした。

これは桁自体の温度伸縮を強制的に拘束するには大きな固定金具が必要となるため、桁が伸縮する際にゴムバッファがせん断変形を起こしてこれを吸収するものとした。このときの水平力がバッファ固定金具に作用するので、バッファ固定金具の形状および固定方法をよりコンパクトに収めることができた。また、金具の取付け箇所は非常に狭隘で、反力壁コンクリートの型枠および鉛直沓モルタルの型枠に干渉しないように配慮した。

なお、バッファ固定金具は脚天端にホークカットアンカーにて取付けた。

バッファ固定金具とゴムバッファの間の微妙な調整は、隙間にフラットバーを挿入することで対応し、バッファの移動拘束に成功した。

このように、今回の2つの課題をクリアする事により、クラックの発生もなく品質のよい反力壁コンクリートを施工する事が出来た（写真-5）。

さらに、上記以外の狭隘な支承まわり空間に起因するトラブルを記しておく（写真-6、7）。

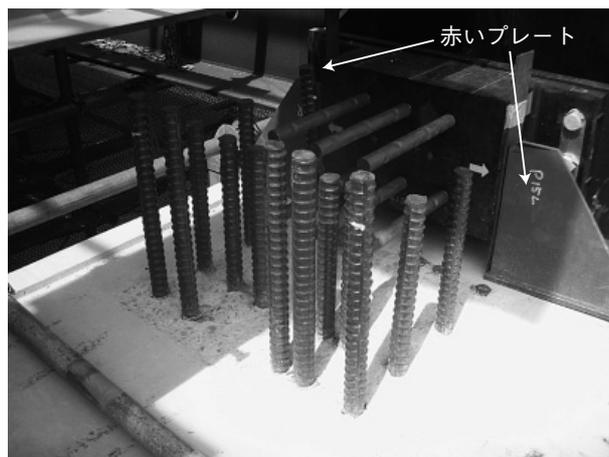


写真-3 バッファ固定金具（赤いプレート）



写真-4 バッファ固定金具取付位置



写真-5 反力壁施工完了

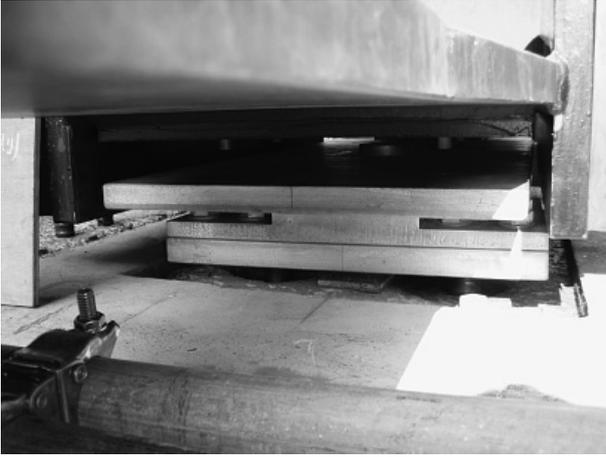


写真-6 水平沓ソールプレートと下沓の干渉

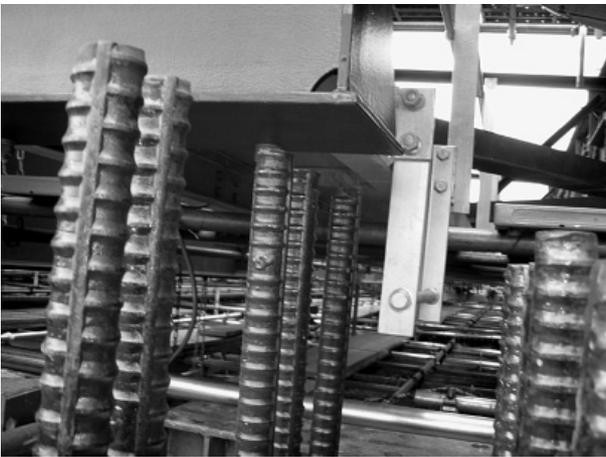


写真-7 反力壁と検査路受台の干渉

これらは下部工・支承・上部工の3図面の不整合性によるもので、事前の基本的なチェックで防止できた現象ではあるが、機能分離型支承が採用されている場合、その狭隘な空間と入り組んだ構造に注視し、より一層の緻密な整合性の確認が必要と考えられる。

また、写真-6からわかるように桁下空間が狭く、調整用ジャッキの設置が困難であること、沓座モルタル施工の作業性の悪さも確認できる。

#### 4. おわりに

機能分離型支承はその完成時を見れば非常に優

れた支承装置ではあるが、施工面に関してはまだ課題が残されており、それは往々にして上部工施工業者が一手に担っているのが現状のようである。しかし、上部工の努力のみでは課題の解決にも限度があり、支承メーカー・下部工・上部工さらには発注者が一体となってこれと向き合い、品質の向上を図ってゆく必要があると感じた。今回の工事を通じて感じた改善策を下記に述べる。

- ① 支承メーカーは、支承の構造図のみならず支承まわりの作業空間にも配慮した施工手順を確立し、発注図書に織り込むべきである。
- ② 下部工は、水平沓アンカーボルトの位置を想定しながら、位置・鉛直度共に一定の精度を定めて鉛直筋の施工を行い、竣工図には正確な鉛直筋位置と長さを明記すべきである。
- ③ 発注者は、鉛直筋位置と長さを発注図に明記すべきである。
- ④ 上部工は、基本測量により桁の平面位置が決定してから水平沓位置と反力壁鉛直筋との位置関係を照査し、水平沓アンカーボルト位置を変更する照査をしなければならない。また、下部工・支承・上部工の3図面の整合性を確認しなければならない。さらに、バッファ固定金具の設置と、鉛直筋の曲げ加工作業を視野に入れ、効率の良い施工計画を立案・実施し、高品質な反力壁コンクリートを施工しなければならない。

上記4点が重要であると考えられる。繰り返しになるが、機能分離型支承はコストダウンを可能にした優れた支承装置であるが、その施工方法に課題が残されていると感じている。発注者・下部工業者・上部工業者・支承メーカーが一体となれば問題は解決するはずで、その取組みは今後のさらなる支承装置の発展・研磨にも寄与するのではなかろうか。

## ハイブリッド・スリップフォーム工法による コンクリートの品質管理

佐賀県土木施工管理技士会  
森永建設株式会社  
土木部  
現場代理人  
櫻井 智  
Satoshi Sakurai

### 1. はじめに

この地域は、生活道路の幅員が狭いため、農産物の輸送や日常の通行時の不便さが問題となっていた。本事業はその問題を解消するため多良岳丘陵地域を縦貫する広域農道整備事業の一環である。

本工事では、地域特性から高橋脚の橋梁が多く、これまで様々な型式の橋脚が施工されてきたが、平成17年度から佐賀県として初めて鋼管コンクリート複合構造橋脚を採用し、今回の工事も同工法（ハイブリッド・スリップフォーム工法）（以下「HSF工法」に省略）にて施工する経緯となった。

この工法は、HSF装置でより安全にコンクリートを毎日打設することができ、施工スピードが早くなることが特有の長所である。

しかしながら、同構造橋脚は全国では十数年前から施工され、鋼管に沿った温度クラックの発生が報告されており、鋼管とコンクリート表面との部材厚が一定でなく、薄い箇所に応力が集中してクラックが発生しているものと思われる。

また、今回のコンクリート打設は冬期であることにより強度の発現が遅く、型枠の取外し時期も遅くなることから、この工法の長所である施工スピードが遅くなる懸念があった。

以上のことから、有害なクラックを無くし、高耐久性構造物のものを造ることと、施工スピードを確保することの2点について工夫した品質管理について紹介する。

### 2. 工事概要

- (1) 工事名：広域農道 第5616001-001号  
多良岳4期地区県営広域営農団地  
農道整備事業工事
- (2) 工期：平成19年4月26日～  
平成20年5月26日
- (3) 発注者：佐賀県鹿島農林事務所
- (4) 工事場所：佐賀県藤津郡太良町大字糸岐地内
- (5) 工事概要：橋梁下部工 P3橋脚 鋼管コン  
クリート複合橋脚1基  

(橋軸直角方向)	W = 6,500mm
(橋軸方向)	W = 4,100mm
(橋脚施工高)	H = 39.00m
	(全高 H = 44.50m)
(鋼管)	φ1,400 t = 12mm
	L = 43.80m N = 6本
基礎工	大口径深礎杭 φ9,000mm
	H = 14.0m 1基
仮設工	作業構台 A = 312.0㎡
	1箇所

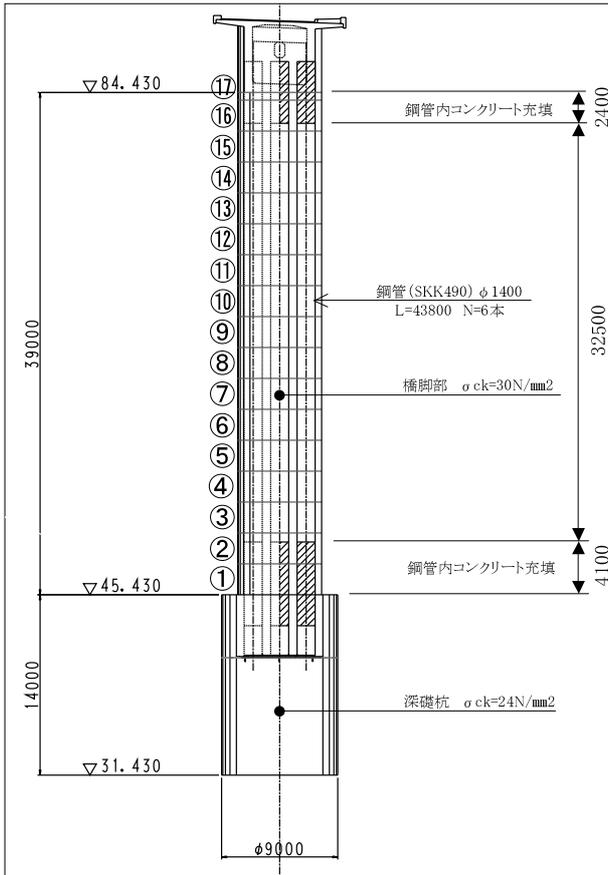


図-1 橋脚正面図

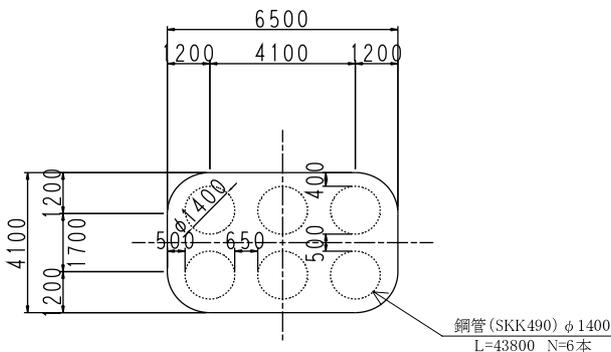


図-2 橋脚断面図

### 3. 現場における課題と対策

#### 【課題】

- ① 打設期間は1月下旬から3月上旬の冬期である。
- ② 断面6,500mm×4,100mmで1ロットの打設高さが標準2.4mとなり、マスコンクリートに分類される。(図-1、図-2)
- ③ 設計のセメントの種類は高炉セメントB種であり、HSF装置(写真-1)の構造上、型枠の脱枠が最短で2.5日となるので、型枠を外し

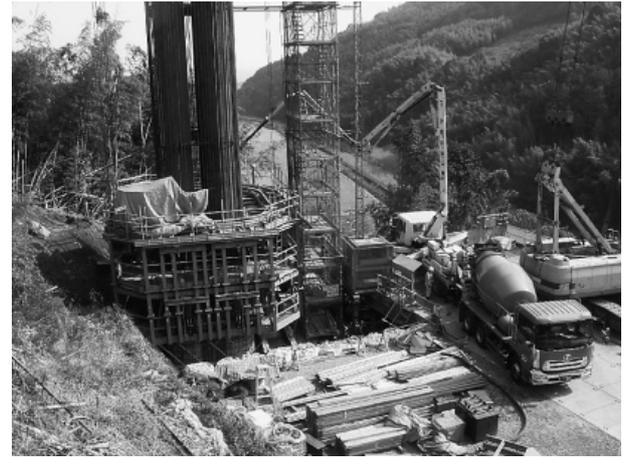


写真-1 HSF装置

てもよい強度が確保できるか懸念があった。

- ④ 断面内に鋼管φ1,400mmを6本配置した中空構造橋脚だが、上部と下部は鋼管内部にも同種のコンクリートを打設するため、最も温度クラックが発生しやすい部分となる。
- ⑤ 山間部の谷に位置するため、コンクリートの打設から養生まで冷たい風に吹きさらされ、急激な温度変化を与える懸念があった。
- ⑥ 前年度において、同構造で施工された橋脚は、コンクリート打設が夏期であり当施工とは打設時期が異なるが、橋脚断面の鋼管とコンクリート表面との部材厚が薄い部分のそれぞれに上部から下部までクラックが発生し、補修された経緯がある。

以上のことにより、(1)マスコンクリートにより温度クラックが発生しやすい環境であることと(2)養生日数が2.5日より多く必要となり、リフトアップして毎日のコンクリート打設ができず施工スピードが遅くなる懸念があることの2点が課題となった。

#### 【対策】

- ① HSF装置の外周側面に防災シートで覆って、外気及び風をHSF装置上昇開始から下降まで遮断した(写真-2)。
- ② HSF装置内のFL-4には、ジェットヒー

ター1台にファーンレスを装着して、外気温が5℃以下となる恐れがある日は生コン打設日から3日間においてHSF装置内を約10℃に保つように管理した。

- ③ 橋脚の上部と下部の鋼管中詰コンクリートを打設する範囲は、中空構造部と比較してコンクリートの水和熱反応がより高くなりクラックが最も発生しやすく、上部と下部に発生したクラックは後に連結したクラックに発達すると考えられるので、この範囲には配筋の外周に溶接金網(100mm×100mm×φ2.6mm)を設置した(写真-3)。
- ④ 鋼管中詰コンクリートと躯体コンクリートの打設日を最低2週間ずらして打設した。
- ⑤ 設計の30-8-20高炉B種のコンクリートは、初期強度が期待できないので、セメントの種類を普通ポルトランドセメントに変更し、型枠脱枠は2.5日なので施工前試験としてテストピースを作製して2日強度で一軸圧縮試験を行い、脱枠しても良い強度5N/mm<sup>2</sup>以上(実測12.4N/mm<sup>2</sup>)を確認して施工した。
- ⑥ 冬期の生コンクリートは、打設中のブリージング水が多くなる傾向にあるので、混和剤は高性能AE減水剤を使用し、打設中のブリージング水を減少させ、密なコンクリートを打設することを配慮した。
- ⑦ 脱枠後は、速やかに気泡シート(プチプチシート)をコンクリート表面に密着させて養生し、保温効果と急激なコンクリート表面の乾燥を防



写真-2 養生状況

ぐ効果およびシート内外温度差による適度な湿潤状態を期待した(写真-4、写真-5)。

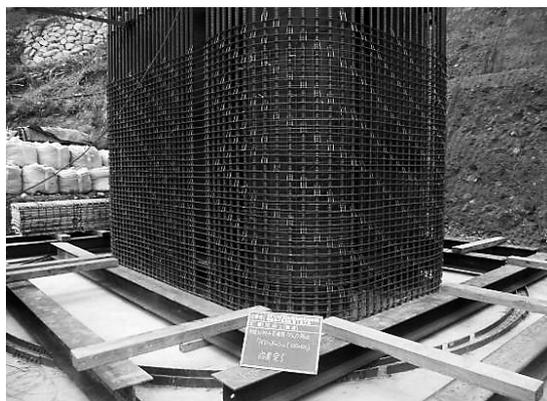


写真-3 溶接金網設置



写真-4 躯体シート養生状況



写真-5 気泡シート

#### 4. おわりに

脱枠後にコンクリート表面のひび割れ調査を行った結果、南面中央部にて1ロットと2ロットとの打継ぎ目から縦下方向に、ひび割れ（幅0.06mm以下、長さ0.8m）を1本のみ観測されたが、有害なクラックは無く、効果は十分あったことが確認できた。

今回の工事では、事前解析を行えなかったがこれまで施工されてきた同構造橋脚のクラック発生の報告情報より対策を講じた。コンクリート構造物の高耐久性の課題として、施工段階における対策の取り組みが重要である事を改めて感じた。



写真-6 完成

## 急峻な建設現場において

愛媛県土木施工管理技士会  
白石建設工業株式会社  
土木部  
現場代理人  
片岡 浩之  
Hiroyuki Kataoka

平成21年2月27日

### 1. はじめに

当工事は、現在国道33号の峠付近を山肌を縫うように曲がりくねった道が使用されているが、ドライバーが安全・快適に運転できるように、また時間短縮が図れる事を目的とした山岳道路工事の一端である。

急峻な地形のため、橋を造るにしろ、切土・盛土をするにしろ、目的物を造る前に仮設物を造る事から始めなければならない工事区間である。

また地形条件のみならず、昔からの部落があるので、生活道路と工事用道路が共有している為、地元との問題も常日頃から抱えている状態である。



写真-1 航空写真

最初に私が現地に乗り込んでいった時は、周辺の山が雪に覆われていて、急な山肌を歩いて行くにも神経を使って、「どうしようか」と溜息をついたのを覚えている。

#### 工事概要

- (1) 工事名：つづら改良（その3）工事
- (2) 発注者：国土交通省
- (3) 工事場所：愛媛県松山市
- (4) 工期：平成20年2月5日～

### 2. 現場に於ける課題・問題点

私の仕事内容として、安全、工程、出来形・品質、地元折衝、原価等の管理義務がある。

この工事では特に工程及び原価面での苦慮があった。

#### (1) 工程管理

まず、図面と現地踏査から「直ぐには着手できない」事が判明した。

山を切土するに当り、法面防護工が必要であった。そういった事も含め段階的に必要工程を足算していくと、施工日数が12か月必要となった。当初工程は6ヶ月である。

現地と図面を見ただけで、元の工期には間に合わない事は土木屋の直感として解ってはいたが、机上の積み上げ計算でも到底無理な工程だった。最初の発注者との打ち合わせで、法面防護工等の追加工種の日数は加味してもらえるようになったが、いかんせん「絶対日数」が足りない。

通常、工期が無い工事については、人を増やす・残業する、休日を無くす等の措置をとる場合が多い。しかし当工事の場合、地元折衝で「17時以降、休日作業は原則してはいけない。」と決められていた。短縮手段は工夫という戦略のみであった。

## (2) 原価管理

山岳道路で常にネックとなるのが、土工事である。設計単価と実費との差が余りに大きい項目である場合が多々ある。今回も設計単価は、通常平地で行う作業と同じであろうと推測する。

大型BHで直接大型DTに積み込むだけの積算価格であれば、1台の重機で300m<sup>3</sup>/日程度の処理内容であるが、実際は25tクレーン、小型BH、手元労務2名等が必要となり50m<sup>3</sup>/日の処理内容となる。実に設計価格の5倍～8倍程度の価格差となる。山岳道路において今まで何回か経験しているのにもかかわらず、歩掛り対策をしなかった事がまた今回も自分の首を絞めるような事態となりつつある。

## 3. 対応策・工夫・改良点

### (1) 工程の短縮について

#### イ) 施工班を増やす

法面防護工、深礎工においては、本来の作業スペース、施工規模からすると、1セット施工の性質であるが、工程をクリアする事を最重要視し、2セット施工とした。

#### ロ) 法面防護工

アンカー仮設足場を土足場とし大型機械を施しスピードアップを図った。また安全を苦慮し、狭いヤード内に通行帯を設け機械と人との接触防止手段をとった。

#### ハ) 土工

アンカーの機械作業を終えると同時に一定幅（緊張ができる幅）を残し切土作業を開始した。土運搬のクレーン作業では、想定能力が得られなかったため、不整地車を使用し、ダンプトラック

の回転速度を増やすため、土砂仮置場を設けピストン輸送体制をとった。

#### ニ) 深礎工

6本の深礎を1セットで2本ずつ施工し、4本連続施工体制をとった。

このように、短縮手段を講じたが、現実には思ったようには進捗せず、更に2か月工期を延長させてもらう手段に至った。

完全に諦めるまで、「徐々に遅れ、出来ない」という現実の日々追われていたため、その間の精神的圧迫は幾分か度を過ぎていたと感じる。後で反省した事は山岳部の土工事では、「一定の余裕幅を持たなければ、却って事故に繋がる可能性がある」という事を認識しなければならない。」事である。

幸いにして、怪我や事故は無かったが、ヒヤリとした事はあった。見えない事故に怯えていた。工程という決められた期限を厳守することは重要であるが、出来ないものを1部の想定で「できる」で動いてはいけない。却って関係者に迷惑をかける事になったのを反省する次第である。

### (2) 原価低減について

土工については、機械の選定・DTの回転数の増により、幾分かマイナスが減少したが、設計価格との差がありすぎるため、どうにもならない状態であった。

このような事については、発注者側と同じテーブルに座る機会が是非とも必要である。

### (3) コンクリートの品質について

この現場で特に重点的に行った品質管理について記載します。

深礎上に補強土壁基礎という重要コンクリート構造物があります。(形状は高さ3.5m、幅5.5m長さ30m/スパン -2スパン)

この基礎に土砂等の上載荷重を受け、深礎で支える構造となっています。長さが30mあるため、確実にクラックが入ると予想されるので次のような対策を講じました。



写真-2 アンカー施工状況 写真-3 深礎工・擁壁工施工状況

イ) 鉄筋組立

適切なかぶりを確保するため、不等辺山形鋼を使用し、かぶりを確保した。また鋼材を足場代わりとし、鉄筋組立に利用した。

鉄筋のみならず、コンクリート打込時の荷重にも耐えられるような構造とした。

鉄筋組立

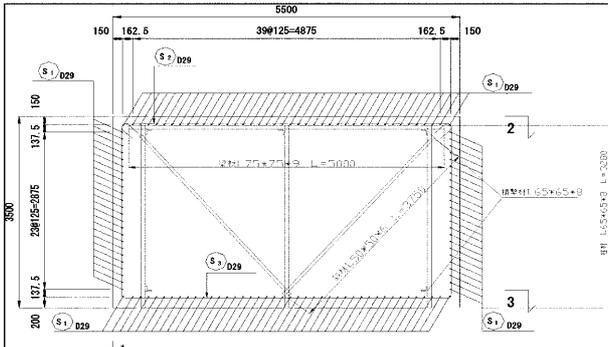


図-1 打設時の荷重を考慮した組立鋼材



写真-4 組立鋼材

単に組立筋という役目ではなく、安全・工程に繋がる役目を果たした。

ロ) クラック誘発目地とクラック防止繊維設置

10m 毎に下図のように鉄板を設置し、クラック誘発箇所を設置した。また、外部をVカットし、弾性シーリング材で充填した。

ハ) 打ち継ぎ処理をブリードボンド工法使用

従来は高圧ジェット水でレイタンス除去を行っていたが、より圧縮強度・引張力効果の高い工法を選択した。

この処理工法により、工程の短縮6日従来のセメント処理水の発生が無い。テストピースにて圧縮・引張の強度確認を行ったが、打ち継ぎを設けない場合と何ら変わりがない結果を得た。

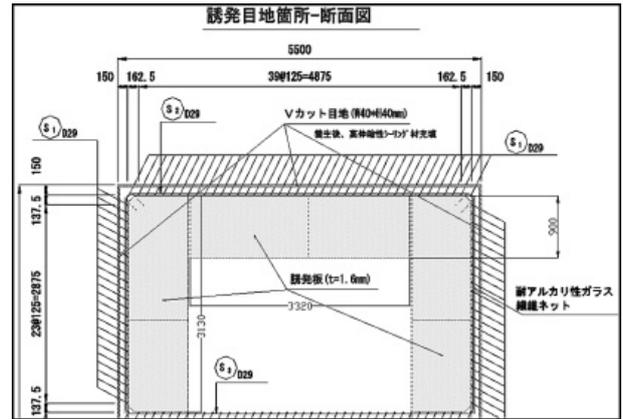


図-2 誘発目地



写真-5 打設後シーリング目地



写真-6 壁部に耐アルカリ性ガラス繊維ネット

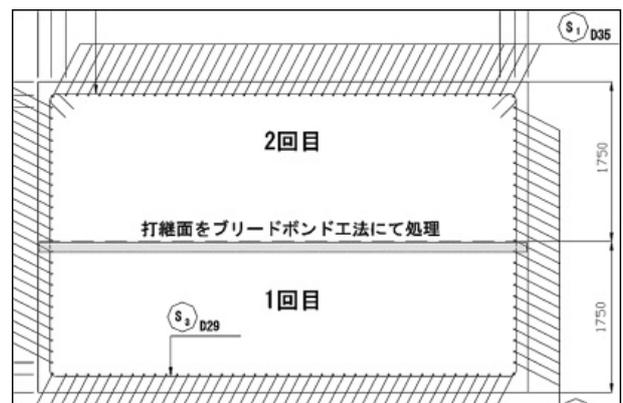


図-3 コンクリート打継処理 (ブリードボンド工法)



写真-7 原液散布 写真-8 現場条件と同等の2層に分けた圧縮試験供試体



写真-9 引張試験供試体 写真-10 被膜養生剤散布

## ニ) 養生

コンクリート打設中の外気温の確保、打設後の被膜養生材の散布、シート養生、散水湿潤養生を行い、最後に高性能収縮低減材を塗布した。



写真-11 散水・湿潤養生 写真-12 塗布型高性能収縮低減剤塗布

品質の良いコンクリートをつくるためには人が赤子を育てるように丹念に基本に忠実に施工する事が原則と言われるが、基本に忠実に手抜き無しで施工過程を終えた結果、全くクラックも無く、綺麗な仕上がりであった。

## 4. おわりに

今、建設産業の需要と供給のバランスが崩れ、建設業者にとっても、また現場作業員・管理者にとっても非常に肌寒い時となっている。真面目に一生懸命働けば、飯が食えた時代から、先行きが不安な時期を迎えている。いずれ、もっと厳しい時がくるのも直ぐ近くだと感じます。

建設単価も段々と下落し、場所の悪い所では損をし、比較的良い場所でも競争激化に伴い、利益を確保する事が困難な状況下と思います。

どうすれば、生き残れるか。どうすれば採算とれるか。その中で品質・工程・安全を確保する非常に難解な問いが現場管理者に求められるようになりました。

現場管理者＝経営者でなければ立ち向かえないように感じます。

どうしたらよいのか今現在解りませんが、とりあえず「目の前の事に全力を尽くす」他に今考えが浮かばない状況です。



写真-13 着手前



写真-14 完成



写真-15 完成

## 気泡緩衝材によるコンクリート湿潤・保温養生

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社  
土木舗装部  
技術管理室長  
酒井 啓之  
Hiroyuki Sakai

### 1. はじめに

本工事は北海道十勝支庁と釧路支庁を結ぶ主要国道38号線の帯広市と幕別町境の札内川に架かる札内橋の車線拡幅に伴う橋梁下部工の拡幅工事である。

北海道の厳寒期における橋脚コンクリートの冬期養生（湿潤・保温養生）に気泡緩衝材を使用することで、コンクリートの耐久性に影響あるひび割れの発生を抑制した。

#### 工事概要

- (1) 工事名：一般国道38号 帯広市  
札内橋拡幅下部工事
- (2) 発注者：北海道開発局帯広開発建設部
- (3) 工事場所：北海道帯広市

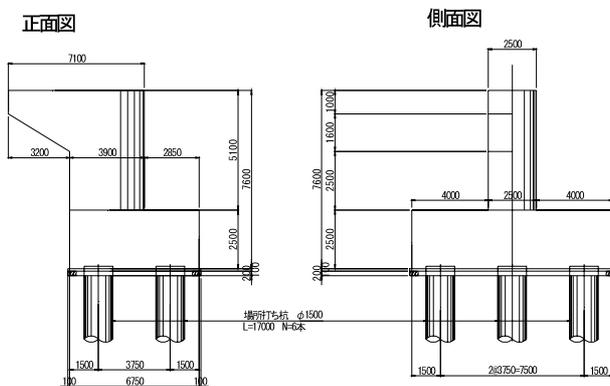


図-1 P1橋脚構造図

- (4) 工期：平成20年8月8日～  
平成21年3月27日
- (5) 工事内容：橋台1基、橋脚1基

### 2. 現場における課題・問題点

北海道においては12月以降3月末までの気温がマイナス環境下にあるため、コンクリート構造物の築造の際は凍害を受けないよう防寒・給熱養生を行う必要がある。

本工事は2月から3月の厳寒期の施工となり、帯広市における日平均気温は2月で $-7^{\circ}\text{C}$ 、3月で $-2^{\circ}\text{C}$ という非常に厳しい環境下でのコンクリート施工であった。

防寒養生は枠組足場を防寒シートで囲い、ジェットファーンネスにより給熱養生を行った。



写真-1 防寒養生囲い

年度内工期が間近に迫り、非常に厳しい工程であったため、コンクリートの養生期間が仕様書にある最低日数しか確保できず、また、養生期間終了後直ちに養生囲い解体、構造物埋戻しを行わなくてはならないという条件により、コンクリートの温度解析・温度応力解析を行った。温度解析・温度応力解析には日本コンクリート工学会認定の「マスコンクリートの温度応力解析プログラム」を使用した。



写真-2 給熱養生

(1) 温度解析

打設時期、コンクリート打設のリフト高及び養生条件から各構造体について発熱温度の経時変化を温度解析（FEM温度解析）した。解析点は、水和発熱温度の最高点となる各打設ロットの中心とコンクリート表面とする。橋脚の中心線を対称軸として、右側半分の解析を行った。

温度解析位置図（図-2）および解析結果表（表-1）を以下に示す。

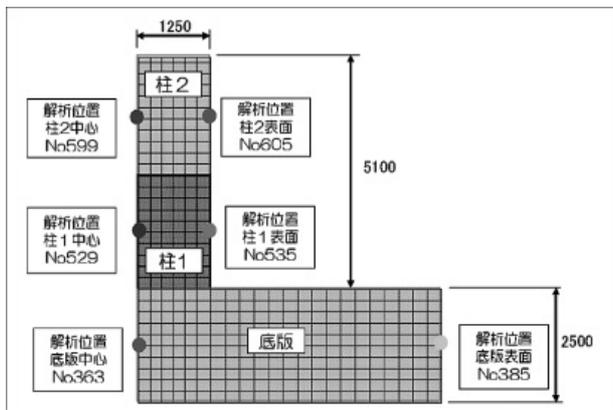


図-2 P1橋脚温度解析位置図

表-1 P1橋脚温度解析結果表

底板			
中心部		表面	
最高温度℃	材令(日)	最高温度℃	材令(日)
49.3	3	25.0	1
49.9	3	25.1	2
49.8	4	24.8	2
柱1			
中心部		表面	
最高温度℃	材令(日)	最高温度℃	材令(日)
47.6	2	25.1	1
48.4	3	25.2	2
48.2	3	25.1	2
柱2			
中心部		表面	
最高温度℃	材令(日)	最高温度℃	材令(日)
46.7	2	21.5	1
47.2	3	21.8	1

(2) 温度応力解析（ひび割れ指数の算定）

セメントの水和に起因するひび割れに関する検討は、各構造物の温度解析によって算定される温度分布に基づく体積変化を求め、これを取り入れた応力解析（C P M温度応力解析）によって算定されたコンクリートの応力により、ひび割れ指数を算定し、ひび割れの発生確率を検討した。

温度ひび割れ指数は、セメントの水和発熱によってコンクリートに発生する引張応力に対する引張強度の比であり、温度ひび割れ指数とひび割れ発生確率の間には、一般的に以下の図-3のような関係が認められている。

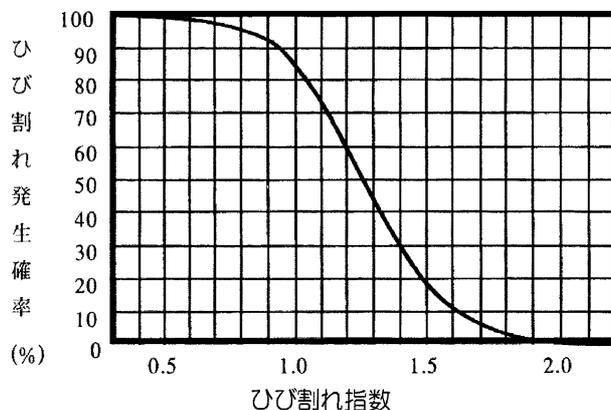


図-3 ひび割れ発生指数とひび割れ発生確率

温度ひび割れ指数は、その値が大きいほどひび割れが発生しにくく、小さいほどひび割れが発生しやすい。一般に温度ひび割れ指数が小さいほど発生するひび割れの数も多く、その幅も大きくなる傾向にある。

前記の図-3から、ひび割れ指数が1.75の時1.45の時および1.00の場合、ひび割れの発生確率は5%、25%および85%となる。

温度応力解析は、構造体の表面部分にて行った。温度応力解析位置図(図-4)及び解析結果表(表-2)を以下に示す。

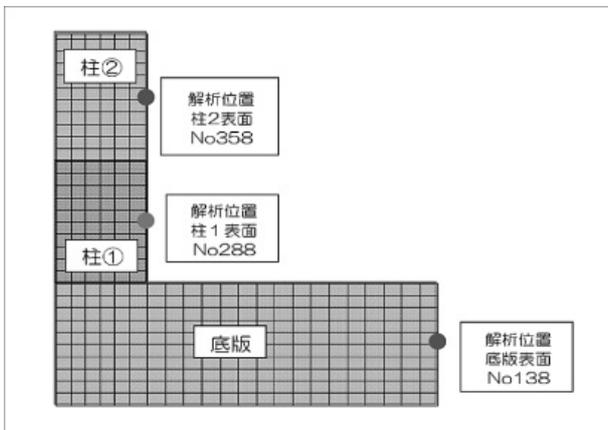


図-4 P1橋脚温度応力解析位置図

表-2 P1橋脚温度応力解析結果表

底版		柱①		柱②	
表面 No138		表面 No288		表面 No358	
ひび割れ指数	材令(日)	ひび割れ指数	材令(日)	ひび割れ指数	材令(日)
1.05	8	1.39	14	2.71	3
0.93	9	1.33	15	1.34	4
1.05	10	1.83	16	3.00	5

### (3) 解析結果

解析の結果、柱①及び柱②では型枠解体時期においてひび割れ指数が1.3と大きく低下し、ひび割れ発生確率が高くなった。

このため、型枠解体後に何らかの温度ひび割れ抑制対策をとることが必要となった。当現場では温度差の解消を図ることにした。

## 3. 対応策

工程管理の都合上、防寒養生終了後直ちに足場解体、埋戻しを開始しなければいけない。しかしコンクリート温度が高いまま乾燥した冷気にさらすことは、コンクリートの内部と表面温度差が大きくなりひび割れが発生し易くなる。この温度差を解消し、できるだけ緩やかに外気温に近づけると共にコンクリート内部の水分蒸発による乾燥収縮ひび割れ防止のため、気泡緩衝材(商標名は数種類あり、当現場ではエアーキャップを使用)をコンクリート表面に被覆して湿潤・保温養生することにした。

気泡緩衝材は円柱状の突起の中に空気を閉じ込め、緩衝材の機能を有する梱包資材で入手は簡単である。

## 4. 実施報告

柱型枠解体後直ちに気泡緩衝材にてコンクリートを被覆し、その後、防寒囲い撤去、足場解体を行った。

気泡緩衝材の継ぎ目は布粘着テープで貼り付け、外気が入らないよう密封した。



写真-3 気泡緩衝材による保温状況

また、電子計測機器の温度データ・ロガーを使用して、外気温度、コンクリート表面および内部温度の記録測定を連続的に実施した。その測定箇所図(図-5)および温度記録図(図-6)を以下

に示す。

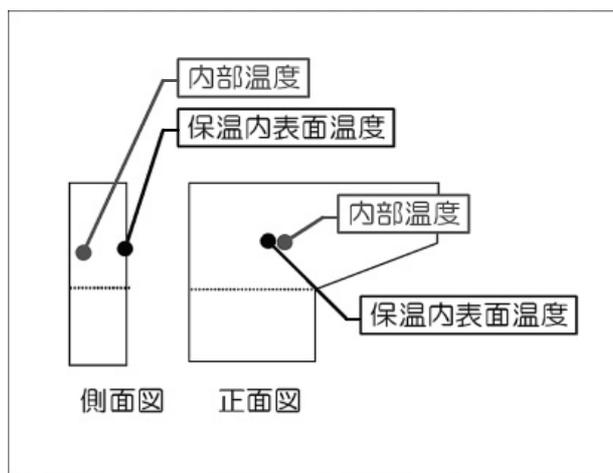


図-5 P1 橋脚温度測定箇所図

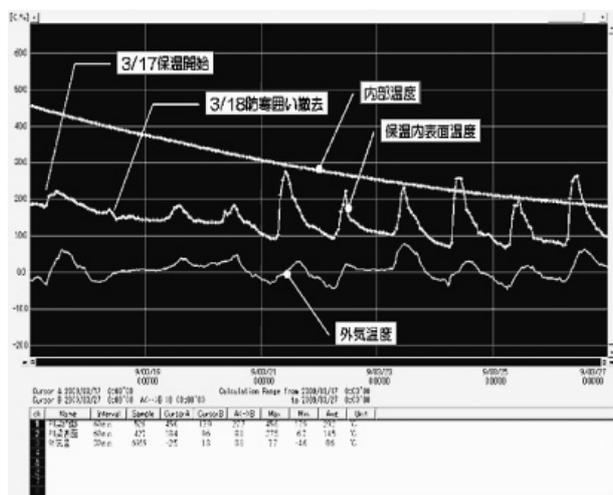


図-6 P1 橋脚測定温度記録図

実際に防寒囲い撤去時にはコンクリート内部温度が44℃、コンクリート表面温度が19℃となり温度差が25℃にもなった。1週間後には内部温度が20℃、表面温度は10℃となり温度差が10℃と少なくなった。

その間、外気温度は朝方マイナスとなるものの表面温度に極端な低下は見られず、日時経過と共に緩やかにコンクリート内部温度が低下していった。

気泡緩衝材は工事完成検査後の日平均気温がプラスとなった4月上旬に撤去したが、ひび割れは一切発生しておらず、その後5月末現在に至るも発生しないで経過している。

## 5. おわりに

今回の工事は、厳冬期におけるコンクリートの施工であったが、気泡緩衝材を利用して養生を行ったことにより、コンクリートに適度な湿潤状態が保たれ、急激な温度変化を解消し、コンクリートのひび割れを抑制できたことは有効かつ効果的な方法で、非常に満足できるものであった。

コンクリートにひび割れは付き物であり、これを如何に抑制し、少なくするかがコンクリート構造物築造の課題となっている。

今後も、コンクリートは生きているものと考え、確実な養生・品質管理の徹底で、コンクリートと接していきたいと思えます。

## 現場吹付け法砕工の寒中施工での温度管理

(社)北海道土木施工管理技士会

川田工業株式会社

土木舗装部

主任

石田 弘 樹

Hiroki Ishida

### 1. はじめに

本工事は、北海道の観光地えりも岬につながる広尾町音調津の国道336号沿いの法面防災工事です。防災対策箇所は急崖斜面の尾根部にあたり、現道からの高低差は70m程度になります。対策区間中央部には過年度に切土工及び落石防護網工が施工されており、この部分が凹地となっています。現崩壊地は、起点側で強風化部からの土砂流出が顕著であり、終点側では露岩部からの岩片剥離や抜け落ちが多く、現道（音調津覆道）への被災が懸念され、防災対策工事を実施することとなりました（写真-1）。

対応策として、強風化部のオーバーハング箇所を1：0.5勾配にて軟岩掘削（コンクリート破砕器）し、現場吹付け法砕工（200×200）で法面を保護する工法が選定されました。

現場吹付け法砕施工時期が厳寒期である2月上旬（過去5年間の日平均気温-4.3℃、最低気温-13.9℃）から開始するため、寒中コンクリートとして施工する必要があります。

当現場における現場プラントでの吹付けコンクリートの配合、温度管理、養生方法の検討・計画と実施結果を記述します。

### 工事概要

- |           |  |
|-----------|--|
| (1) 工事名：  | 一般国道336号 広尾町<br>ルベシベツ防災工事  |
| (2) 発注者：  | 北海道開発局帯広開発建設部  |
| (3) 工事場所： | 北海道広尾郡広尾町音調津   |
| (4) 工期：   | 平成20年3月20日 ～<br>平成21年3月18日   |
| (5) 工事内容： | 軟岩掘削工 5,410m <sup>3</sup><br>現場吹付け法砕工 3,007m <sup>3</sup><br>ラス張り工 2,331m <sup>2</sup> |



写真-1 施工箇所（完成写真）

### 2. 現場における課題・問題点

工事場所は北海道道東沖に広がる漁場に面しており、8月20日から11月中旬頃まではサケ定置網漁への騒音の影響を配慮し、施工休止期間となっ

ています。そのため春から開始した軟岩掘削終了が1月となり、法面保護の現場吹付け法砕工の施工は2月からの開始となりました。施工箇所の音調津は海岸線に位置し、気候は十勝の中では年間の寒暖の差は小さく、厳冬期（2月）での平均気温が-4℃程度です。最低気温は-14℃程度であり、寒中コンクリートとしての施工となります。現場プラントでの配合、1：0.5分の法面での吹付け、養生等を行うので、品質管理及び法面作業での安全対策は細心の注意を払わなければなりません。

現場吹付け法砕施工断面は200×200mmであり、縦横の梁間隔は1,500mmの鉄筋コンクリートです。断面が小さく、施工面積が広いので通常のヒーターなどでの給熱養生方法はできず、シート囲い養生での保温養生が主流となります。断面寸法が小さいのでコンクリートの水和発熱量も小さく、防寒対策を検討しなければなりません。当現場での検討内容は、以下を中心に行うことにしました。

- (1) コンクリート凍結防止対策の配合設定と配合温度管理による吹付け時の品質確保。
- (2) コンクリートのシート囲いによる保温効果の推定。

### 3. 対応策・工夫・改良点

- (1) コンクリート凍結防止対策の配合設定と配合温度管理による吹付け時の品質確保のための検討と対策。

吹付けコンクリートの配合決定は給熱養生ができない事、打設終了直後からコンクリート温度が外気温によって下がり、凍結する恐れを考慮し、防凍剤を使用することにしました。使用セメントは早強ポルトランドセメントを使用することで設計強度を確保しました。

施工箇所の2月外気温は過去5年間で日平均気温-4℃、最低気温-14℃、旬毎の日平均気温は-10℃であることから、使用防凍剤は水セメント比50%でセメント量100kgに対し4ℓを混合し、外気温-10℃に対応できるものを使用しました。

施工時に外気温が-10℃以下になる日が予想されるときは、品質確保のため作業中止を含め検討しました。

吹付けコンクリートの配合は次表の通りです。

表-1 配合設定（水セメント比50%）

	材料区分	水 (W1)	セメント (C)	組骨材 (S)	粗骨材 (G)	防凍剤 (W2)
1m <sup>3</sup> 当たり	重量配合	169.80L	369.14kg	1476.56kg	369.14kg	14.77L
1バッチ当り	重量配合	23.0L	50.0kg	200.0kg	50.0kg	2.0L
	配合比	0.46	1	4	1	0.04

冬期施工の現場プラントにおいて、搬入骨材が外気温によって冷えており、練混ぜ温度は初期凍結防止と初期強度発現を考慮して、目標管理温度を10～15℃に設定して品質の安定を目指しました。温度確保には使用骨材と練混ぜ水の給熱が必要となります。過剰な加熱は練混ぜ時にセメント急結の恐れがあるため、練混ぜ水の温度は40℃以下にし、骨材の給熱温度を検討しました。材料を熱したとき、練上りコンクリートの温度Tは、次式で計算する事とします。

$$T = \frac{C_s (T_a W_a + T_c W_c) + T_m W_m}{C_s (W_a + W_c) + W_m}$$

C<sub>s</sub> : セメントおよび骨材の比熱と水の比熱に対する割合、0.2と仮定

T<sub>a</sub>W<sub>a</sub> : 温度および骨材の質量

T<sub>c</sub>W<sub>c</sub> : 温度およびセメントの質量

T<sub>m</sub>W<sub>m</sub> : 温度および練混ぜに使う水の質量

(コンクリート標準示方書より)

骨材重量及び練混ぜ水重量は細骨材の表面水率を考慮するものとし、実測した表面水率で管理温度を確認しながら、品質管理を行いました。コンクリートの練上りにおける温度推定結果の一部は以下の通りです。(骨材表面水率2.3～4.6%)

推定結果から給熱後骨材温度を10℃、練混ぜ水の温度を30℃に設定し施工標準とする事で余剰な給熱を無くし、品質の確保、燃料経費の削減を行いました。

表-2 練上りコンクリート温度推定

判定	骨材		セメント		練混ぜ水		練上りコンクリート
	質量(kg)Wa	温度(°C)Ta	質量(kg)Wc	温度(°C)Tc	質量(kg)Wm	温度(°C)Tm	
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	5.0	7.6
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	10.0	8.7
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	15.0	9.9
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	20.0	11.0
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	25.0	12.2
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	30.0	13.3
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	35.5	14.4
OK	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	40.0	15.6
急結の恐れ	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	45.0	16.7
急結の恐れ	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	50.0	17.8
急結の恐れ	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	55.0	19.0
急結の恐れ	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	60.0	20.1
急結の恐れ	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	65.0	21.3
急結の恐れ	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	70.0	22.4
急結の恐れ	255.0	10.0	50.0	0.0	18.0	80.0	24.7



写真-2 骨材ホッパー 給熱状況

(2) コンクリートのシート囲いによる保温効果の推定と実施効果。

今回、施工する現場吹付け法砕工の断面寸法が200×200mmと小規模であるため、外気温の影響を受けやすいと予測されます。シート囲いによる保温養生効果の検討には打設温度設定とコンクリート自体の水和発熱の温度、および養生期間の温度経過を推定して保温効果の検討をする事にしました。

コンクリートの水和発熱量の推定には(社)日本コンクリート工学協会の「マスコンクリートの温度応力解析用パソコンプログラム JCMAC 2」を使用しました。マスコンクリートの発熱量等を計算するソフトで、断面寸法を法枠高さ200mmと梁間隔の1,500mmで検討することとします。

使用するコンクリートは早強ポルトランドセメント、単位セメント量369kg/m<sup>3</sup>、外気温は-10℃とし、打設温度を5℃、10℃として、シート囲い

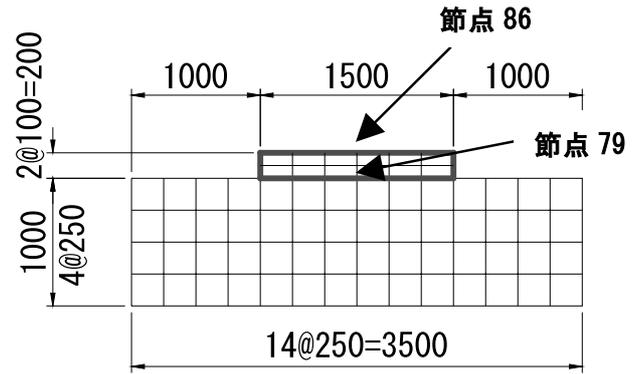


図-1 水和発熱量解析図

養生の効果を検討しました。温度解析位置はコンクリート表面(節点86)と内部(節点79)としました。

使用防凍剤は打設後一昼夜の間、コンクリート温度を0℃以上に保つ必要があります。これを検討条件として解析を行います。

① 打設温度5℃でシート養生を実施した場合は(図-2)、打設後1日で内部温度は3.4℃で0℃を上回るものの、表面温度が-1.3℃になる推定結果となりました。打設温度5℃ではシート囲いで保温してもコンクリートを養生できない結果となります。

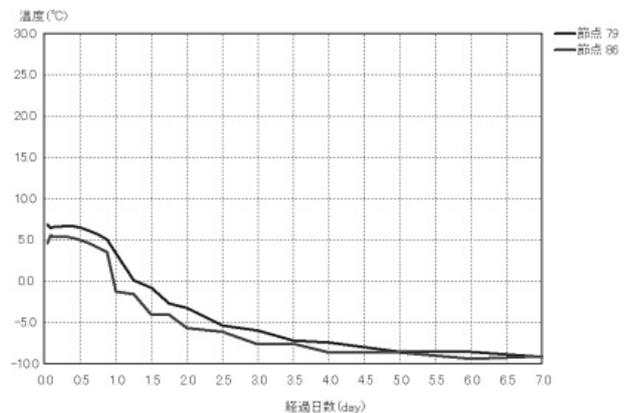


図-2 打設温度5℃(シート養生)

② 打設温度10℃でシート養生をしない場合は(図-3)、打設後1日で内部温度は1.5℃で0℃を上回るものの、表面温度が-1.5℃になる推定結果となりました。この検討でも材令1日目で0℃を確保できない結果となります。

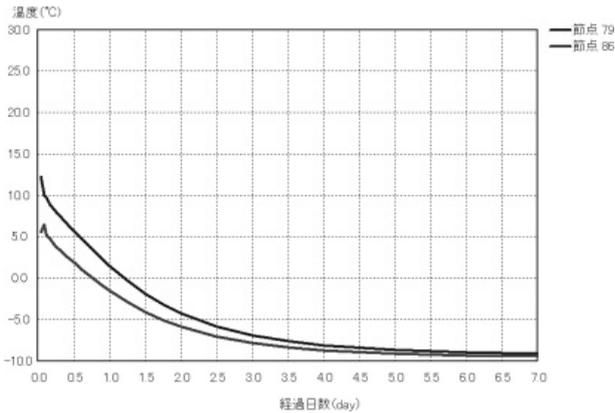


図-3 打設温度10°C (シート養生無し)

③ 打設温度10°Cでシート養生を実施した場合は(図-4)、打設後1日で内部温度は5.5°Cで0°Cを上回り、表面温度も0°Cとなる推定結果となりました。この検討で材令1日目に0°Cを確保できる結果となります。

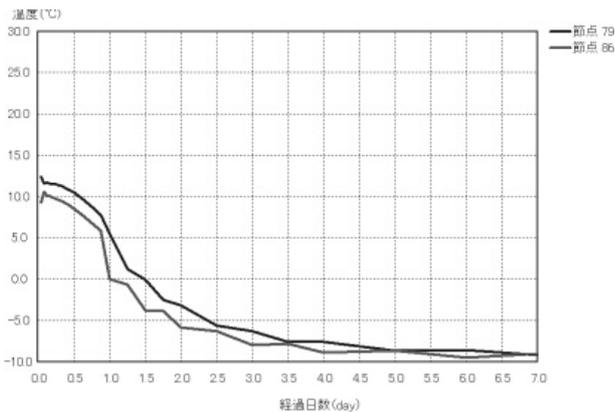


図-4 打設温度10°C (シート養生)

これらの検討で、外気温-10°Cの時、打設温度10°C以上でシート囲い養生によるコンクリートの保温があれば、当現場での配合(早強セメント+防凍剤)が使用できることとなりますが、あくまで検討であり、外気温も一日中-10°Cになる日はありません。しかし条件を厳しくすることにより一層高品質の管理ができます。次に実際の施工時のデータ(図-5)と比較してみます。

施工時、コンクリート内部温度は測定せず、表面温度とシート囲い内の温度を測定しました。結果は打設温度10.3°Cで最低外気温は打設後の18時間で-8.7°Cで下がりましたが、コンクリート表面温度は24時間の間は0°Cを下回りませんでした。

推定した打設温度10°C(シート養生あり)と比較しても、温度推移に大きな差はなく計画検討していた打設温度の妥当性が証明できました。

#### 4. おわりに

今回、圧縮強度試験でも、現場養生(材令7日)で32.9N/mm<sup>2</sup>と高強度が得られ、構造物には問題は有りませんでした。早強セメント配合による早期の強度発現のため、長期間の強度の増進性は得られないと思われます。発熱温度推定段階で更に細かく検討すれば、精度の高い施工に役立つ方法だと考えます。多方面からの検討をこれからも行いたいと思います。

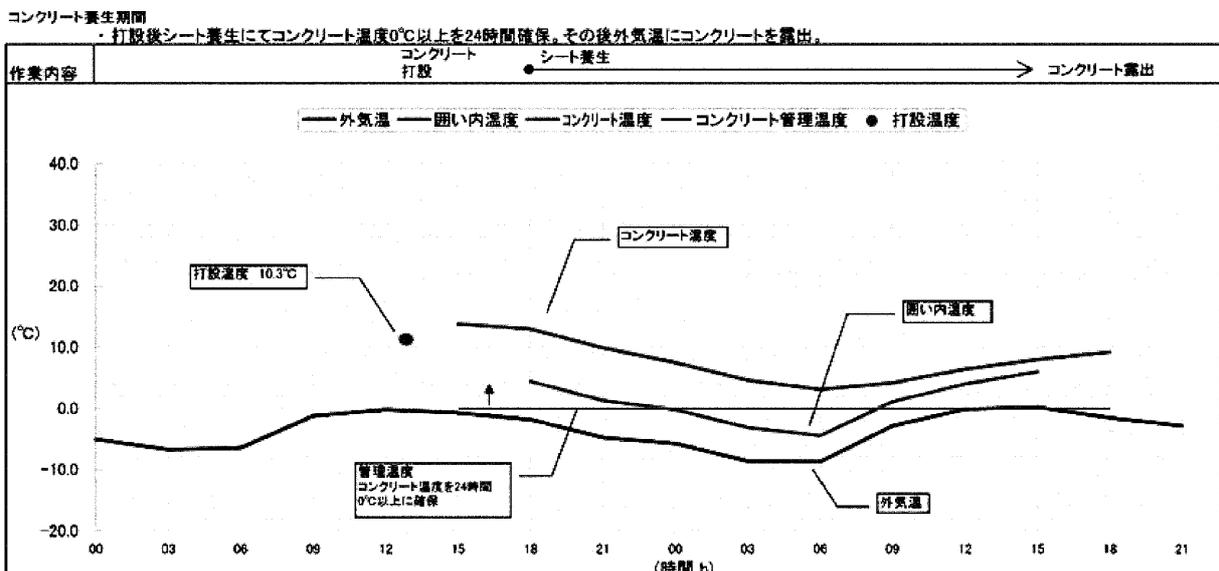


図-5 コンクリート温度測定結果

## 地盤改良工の施工管理について

福岡県土木施工管理技士会  
株式会社 廣瀬組  
工事部  
現場代理人  
宮原 弘幸  
Hiroyuki Miyahara

### 1. はじめに

当該工事は、クリーク防災機能保全対策事業の一環で、稲作に必要な用水機能と貯水機能を兼ね備えた水路を、法面崩壊などにより機能低下を抑制する整備工事です。

施工延長：L=386.9m、16-1-1号 L=172.2m  
16-1-2号 L=214.7m 水路高(直高) H=4.0m



写真-1 16-1-1号クリーク着手前



写真-2 16-1-1号クリーク完成



写真-3 16-1-2号クリーク着手前



写真-4 16-1-2号クリーク完成

### 工事概要

- (1) 工事名：平成20年度起工第3号クリーク  
防災機能保全対策事業 木佐木  
東部地区 水路工事(16-1号)
- (2) 発注者：福岡県筑後川水系農地開発事務所
- (3) 工事場所：福岡県三潞郡大木町大字上木佐木  
地内
- (4) 工期：平成20年9月18日～

平成21年 3月17日

(5) 工事概要：土工

泥土掘削	5,000m <sup>3</sup>
流用土盛土工	2,190m <sup>3</sup>
地盤改良工マッドミキサー攪拌	2,108m <sup>3</sup>
法覆護岸工ブロックマット	4,534m <sup>2</sup>
水路付帯工管理階段	3箇所
板柵工	22.5m
コンクリート柵渠工 (1,000*1,000)	7.5m
法面工法面植栽工	1,290m <sup>2</sup>
仮設工仮設道路設置	530m <sup>3</sup>

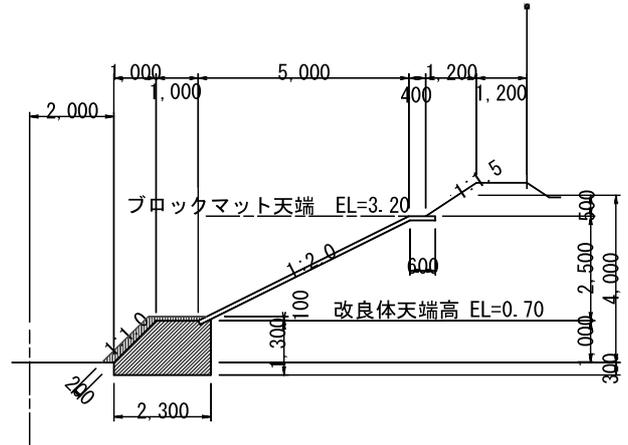


図-3 地盤改良工部分横断面図

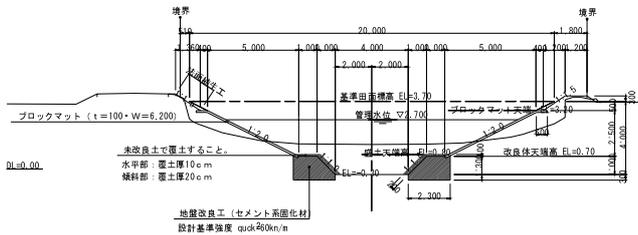


図-1 標準断面図

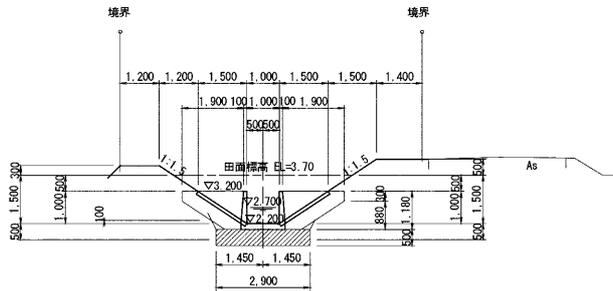


図-2 コンクリート柵渠部断面図

地盤改良工は、改良深度1.3mと比較的浅い部類の混合処理だったが、一般的なバックホウのバケット混合処理では、ムラなく混合するのは困難なので強度のバラツキが発生する。構造物の基礎となる重要な箇所の改良の為、マッドミキサー工法（図-4参照）で改良を行った。

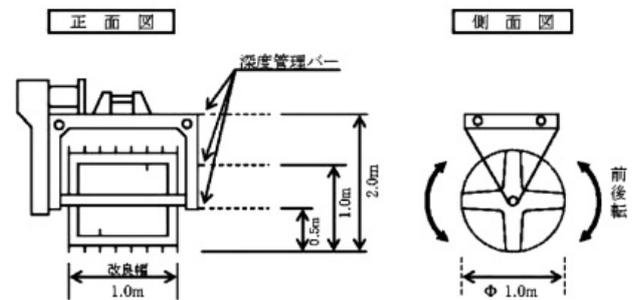
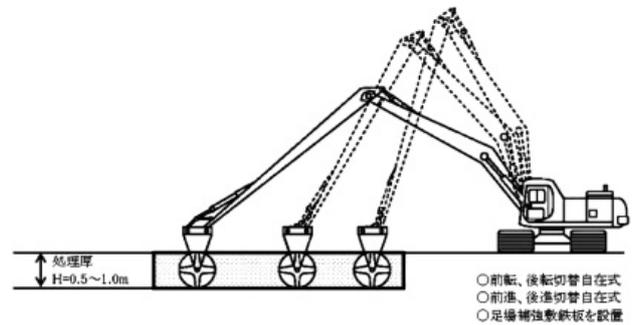


図-4 マッドミキサー概要図

## 2. 現場における課題・問題点

当工事箇所は、粘性土からなる軟弱な地盤である為、法覆護岸工（ブロックマット）の基礎となる箇所は（図-3参照）、地盤改良工（セメント改良）を行う。そこで、不可視部分となる地盤改良工を如何に設計の改良深度、目標強度を確保した構造物に施工するかが課題であった。

改良深度を管理する上で、均一に攪拌混合された地盤を掘削などして、地盤を乱しながら管理する方法などではなく、最小限の方法で管理することを重要視し当作業所で行った施工管理を述べる。

### 3. 対応策・工夫・改良点

クリーク内の水替え完了後、発注者と打合せし、現地土を3箇所採取した。採取した現地土で設計の目標強度(60KN/m<sup>2</sup>)が確保できるセメント添加量を室内配合試験により求め、添加量60kg/m<sup>3</sup>で行うことにした。また、雨水や湧水の影響で強度不足とならないよう、水路の中央部に素堀側溝を設けておき、改良面のドライワーク施工を徹底した(写真-5)。



写真-5 ドライワーク施工の状況

事前に作成しておいた割付図に基づき現地にピッチ割を行い、強度にムラがでないよう均等にセメントを散布し、改良中は深度不足にならないよう、攪拌混合時は攪拌翼に装備した深度管理バーでの確認(写真-6、7)を行った。攪拌混合完了時は、サンプラーによる確認(写真-8~10)と塩ビ管方式による確認(写真-11、12)の2方法による管理を行い深度不足が起きないように対策を施した。

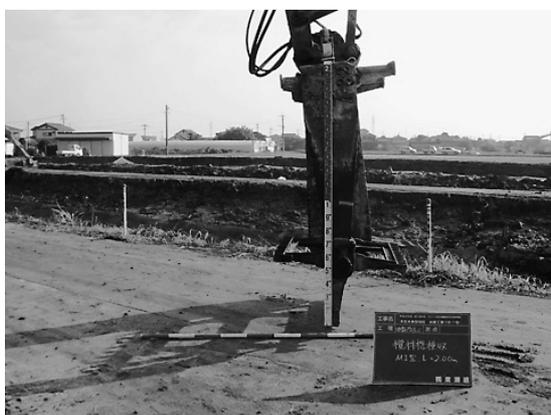


写真-6 攪拌翼検収



写真-7 深度管理バーによる確認



写真-8 サンプラー検収



写真-9 サンプラーの残尺検測



写真-10 サンプラーによる確認



写真-11 塩ビ管設置高さ確認

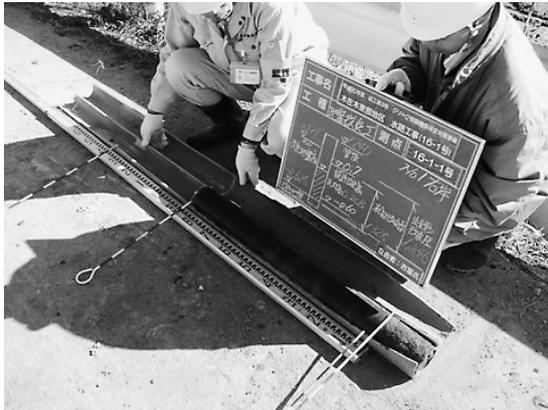


写真-12 塩ビ管方式による確認

サンプラーによる確認方法とは、H鋼に土留め弁を加工した物を、硬化する前に改良面に打込み引抜くことで、地中の改良土を必要最小限採取でき、改良土にフェノールフタレイン溶液を散布しセメントとの反応（赤紫色に変色）を目視確認することができる。また、地中の改良土が採取できることで、上・中・下層の供試体が作製でき（写真-13）圧縮強度で改良ムラによるバラツキを確認できる方法である。

塩ビ管方式による確認方法とは、地盤改良後、硬質塩化ビニール管（VPφ100）を改良面に打込み、改良体が硬化するまで（約3日程度）存置させ引抜くことで、塩ビ管の中に留まった改良体を採取できるが、塩ビ管打込み時に表層部分も押し下げる為、改良体は実施深度より短く採取してしまう。しかし、地山との境が明確に分かるので、改良底の基準高を管理でき、地表の基準高からの差し引きで改良深度が管理できる。



写真-13 供試体作製

全8箇所試験を行った改良体の一軸圧縮強度の結果表を示します（図-5参照）。

以上の対策を行ったことで、改良深度が不足した箇所も強度不足の箇所もなく均一な改良ができた。

一軸圧縮強度一覧表

測 点	60.0 (kN/m <sup>2</sup> )以上		備 考
	一軸圧縮強度 (kN/m <sup>2</sup> )	改良深度 (cm)	
16-1-1号 No.1 右岸	235.7	1,397	
16-1-1号 No.1 左岸	190.7	1,394	
16-1-1号 No.3 右岸	209.5	1,372	
16-1-1号 No.3 左岸	197.3	1,352	
16-1-2号 No.1 右岸	215.9	1,397	
16-1-2号 No.1 左岸	238.5	1,414	
16-1-2号 No.3 右岸	239.8	1,364	
16-1-2号 No.3 左岸	236.9	1,356	
MAX		239.8	
MDN		190.7	
X		209.7	

結果表

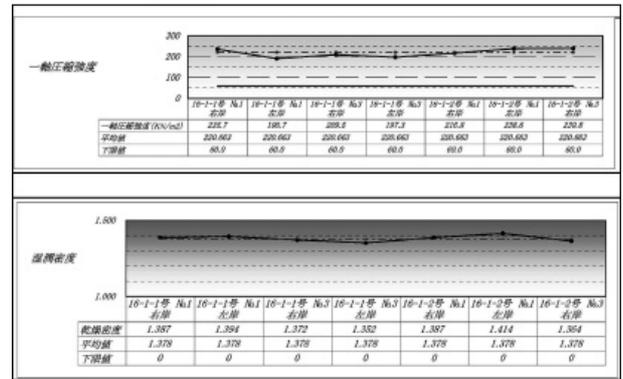


図-5 一軸圧縮強度一覧表

#### 4. おわりに

これらの対策を行い出来形・強度不足もなく地盤改良工を終えることができたので、それ以後の工程にも影響なく進めることができ無事工事を完成することができました。

その他にいろいろな管理方法があると思いますが、現地状況に応じた施工管理を調査し、今まで以上の施工管理ができるよう努力していこうと思います。

# 夏季施工における橋脚コンクリートの品質向上について

(社)高知県土木施工管理技士会  
 入交建設株式会社  
 土木部 次長  
 山本 稔 治  
 Toshiji Yamamoto

## 1. はじめに

県道高知南インター線は、高知自動車道の高知ICから高知東自動車道の高知南ICを結ぶバイパス道路で、高知市の東部を南北に縦断し、高知市内から桂浜、牧野植物園などの観光地や高知龍馬空港へのアクセス道路としても早期の完成が期待されている高規格道路である。

県道高知南インター線の建設工事の内、絶海池

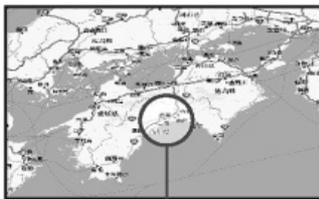


図-1  
施工箇所位置図



図-2 施工箇所位置図

に架かる橋梁の下部工事は工期が制約され、夏季での躯体コンクリートの施工を余儀なくされた。この時期のコンクリートは暑中コンクリートとして取扱われ、特に橋脚等のマッシブな構造物ではセメントの水和反応が顕著となりコンクリートの品質に悪影響を及ぼす。当工事ではコンクリートの品質確保のため、様々な対策を講じた。

工事概要

- (1) 工事名：県道高知南インター線道路改築  
(絶海池橋下部工P1～P5) 工事
- (2) 発注者：高知県
- (3) 工事場所：高知県高知市高須
- (4) 工期：平成21年1月14日～  
平成21年10月25日

## 2. 現場における課題・問題点

セメントの水和熱の影響により、コンクリートにコールドジョイントや温度ひび割れの発生が懸念された。温度ひび割れには内部拘束によるものと外部拘束によるものの2種類があり、そのメカニズムは以下のとおりである。

- (1) 内部拘束による温度ひび割れ

橋脚のようなマスコンクリートは形状寸法が大きい為に水和反応による発熱が高くなり、コンクリート中心部で断熱状態に近くなる。しかし表面部分は外気に接している為に放熱が大きく温度上

昇は少ない。その為、中心部は熱膨張しようとするが表面部に拘束され圧縮力が作用し、逆に表面部分は熱膨張により引張力が生じる。コンクリートの特性として圧縮強度には強い抵抗性を有しているが引張強度は圧縮強度の1/8～1/13程度と非常に小さい為、引張力が作用するコンクリートの表面にひび割れが発生しやすくなる。

内部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部と表面の温度差が最も大きい内部温度上昇のピーク時（打設後3日～4日）に発生しやすい。

## (2) 外部拘束による温度ひび割れ

水和反応により体積が熱膨張した状態で硬化したコンクリートは部材の温度下降とともに体積は収縮しようとする。そこで部材の端部が旧コンクリートに拘束された（外部拘束）場合には、温度降下過程において部材内に引張応力が発生する。その時の引張応力がコンクリートの有する引張強度を超えた時に温度ひび割れが生じる。外部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの内部温度がある程度降下した時期（打設後7日～1ヶ月）に発生しやすい。

## 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

### 〔基本事項〕

コンクリートの品質を阻害する要因として内部拘束と外部拘束による『温度ひび割れ』は特定できたが、この対策だけでなく、当現場ではコンクリート施工の基本に基づき『より良いコンクリート構造物』の構築という総括的な目標を掲げた。

対策はわかりやすくするため施工順序に基づいてコンクリート打設前・打設中・打設後における項目に整理し、関係者全員に周知させコンクリート構造物の品質向上に努めた。

### A. コンクリート打設前における事前対策

#### (1) コンクリート工場における設備の確認

施工に先立ち生コン工場の設備や材料（セメント・骨材・練混ぜ水等）の品質及び保管方法、配合や運搬方法の調査を当社所属のコンクリート専門技術者（コンクリート主任技士・コンクリート

診断士）の立会によって調査して確認を行った。

#### (2) 暑中コンクリート配合における確認

コンクリート夏季補正においては単位水量を増加せず、混和剤の種類のみで夏季の配合にした。単位水量で補正する場合はセメント量の増加が必要となり、その分水和熱の発生も多くなる。また、今回使用した混和剤は遅延型であり、水和熱の発生を抑える効果があったと思われる。

#### (3) コンクリート講習会（勉強会）の実施

コンクリート工事の施工関係者全員（作業員・コンクリートポンプ圧送会社・生コン会社の試験室担当者・施工現場職員・発注者）で施工に先立ち『より良いコンクリート構造物を施工する工夫』と題して講習会（勉強会）を行った。

これはコンクリートの性質や施工上の注意点（特に暑中コンクリートでの注意点）について関係者全員に理解をしてもらう目的で実施した。



写真-1 コンクリート講習会の状況

### B. コンクリート打設時における対策

#### (1) コンクリート打設手順の確認会（打合せ）実施

事前に各施工箇所や打設ロットごとに打設計画（作業手順書）を作成して、打設量や打設時間の設定を行った。そして、打設方法・作業の役割分担を確認する目的で『コンクリートの打設手順の確認会（打合せ）』を作業開始前に実施した。

打設手順の確認会（打合せ）は全てのコンクリート打設前に実施し、打設方法の徹底を図った。



写真-2 コンクリート打設手順確認会の状況

### (2) 運搬方法の工夫と確認

コンクリート打設計画については、各打設ロット毎に打設計画書を作成して時間当たり打設量を設定し、生コン工場にはアジテーター車の配車間隔を指示して待機時間を減らし、コンクリート温度の上昇を防いだ。コンクリートの施工時間帯はすべて気温の低い早朝から開始し、午前中には完了させるようにした。

アジテーター車においては運搬中の温度上昇を抑える為、生コン工場に依頼してドラムの部分に日射をさえぎる『ドラムクーリングカバー』を取付けた。



写真-3 コンクリート運搬時遮光カバー設置状況

### (3) ガラス繊維ネットと用心鉄筋の設置

温度ひび割れを防止する為、『ガラス繊維ネット』を鉛直方向に50cm 間隔で鉄筋の外面に設置した。また、外部拘束ひび割れは下部より上部に向かって発生が予想されるので、打設ロットの最下部には延長方向にD16mm の用心鉄筋を20cmの間隔で配置しひび割れを未然に防止した。

### (4) コンクリート打設時の温度上昇対策と養生について

コンクリート打設中には、日射による影響を緩和させる為、打設箇所上部に遮光ネットを全面に設置した。また、外気温の高い時期である事から、コンクリート表面より水分が急激に蒸発して発生する初期乾燥ひび割れ（プラスチック収縮ひび割れ）も懸念されたので、天端の仕上げ時に被膜養生剤を散布して水分の蒸発を防いだ。



写真-4 初期乾燥ひび割れ防止（被膜養生剤使用）

### C. コンクリート打設後の対策

① 独自のパイプクーリングによる施工について  
温度ひび割れ対策として打設時のコンクリート温度を低く抑えることも効果はあるが、特に大切な事は打設後の水和熱によるコンクリート温度の上昇を制御する事である。今回は暑中のマスコンクリートで水和反応が促進され温度ひび割れの発生する危険が高い事から、通常は行わない独自の『パイプクーリング』を採用した。

〔当現場で行ったパイプクーリングの方法〕

躯体内部鉛直方向に各打設ロットの上から下までφ75mm のシース管を2m間隔に設置した。コンクリート打設後ゴムホースによりシース管下端より冷水を入れ、そのまま管上部よりオーバーフローさせる様にした。供給した冷水（10ℓ/min）はコンクリート内部で熱交換を行い、26℃であった冷水はオーバーフロー時には48℃になっていた。実に220kcal/min の発熱を抑えたことになる。

この方法はコンクリート内部は冷水で温度を下げ、コンクリート表面は温水により温度を上げる事が出来る為、双方の温度差を少なくでき、ひび割れ抑止効果は絶大であった。

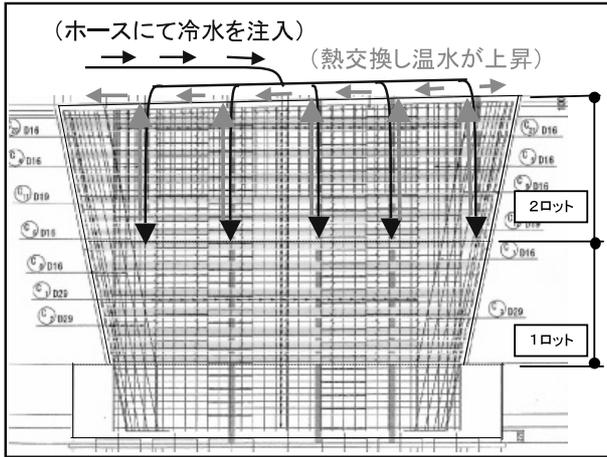


図-3 パイプクーリング施工図（正面図）

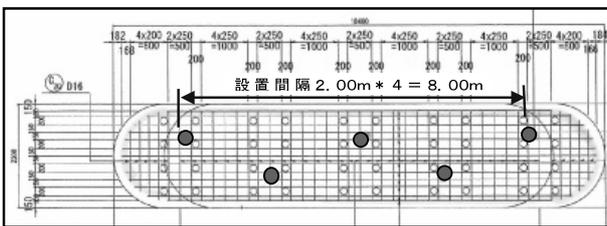


図-4 パイプクーリング施工図（平面図）

② その後の湛水養生と温度管理について

コンクリート内部の温度上昇は打設後3日～4日でピークとなり、その後は緩やかに下降する。その温度降下によりコンクリートが収縮し、外部拘束によるひび割れが発生する。このひび割れを防ぐには、コンクリート内部の温度下降を出来る

だけ緩やかにし、コンクリートの収縮を遅らせ、引張応力を受ける時期にコンクリートの引張強度を確保する事である。その為、今回実施したパイプクーリングでは、内部温度のピーク時以降は冷水の供給を止めて温水をそのまま湛水し、コンクリートを保温した。コンクリートの温度管理はデータ管理の容易なハンディロガーを使用して、コンクリート内部と外部の温度を常に把握し、水和熱による温度ひび割れの抑制を行った。



写真-5 パイプクーリングによる温度抑制状況

4. おわりに

今回の施工は、ひび割れ制御には非常に厳しい時期の工事であった。当工事では最善と考えられ

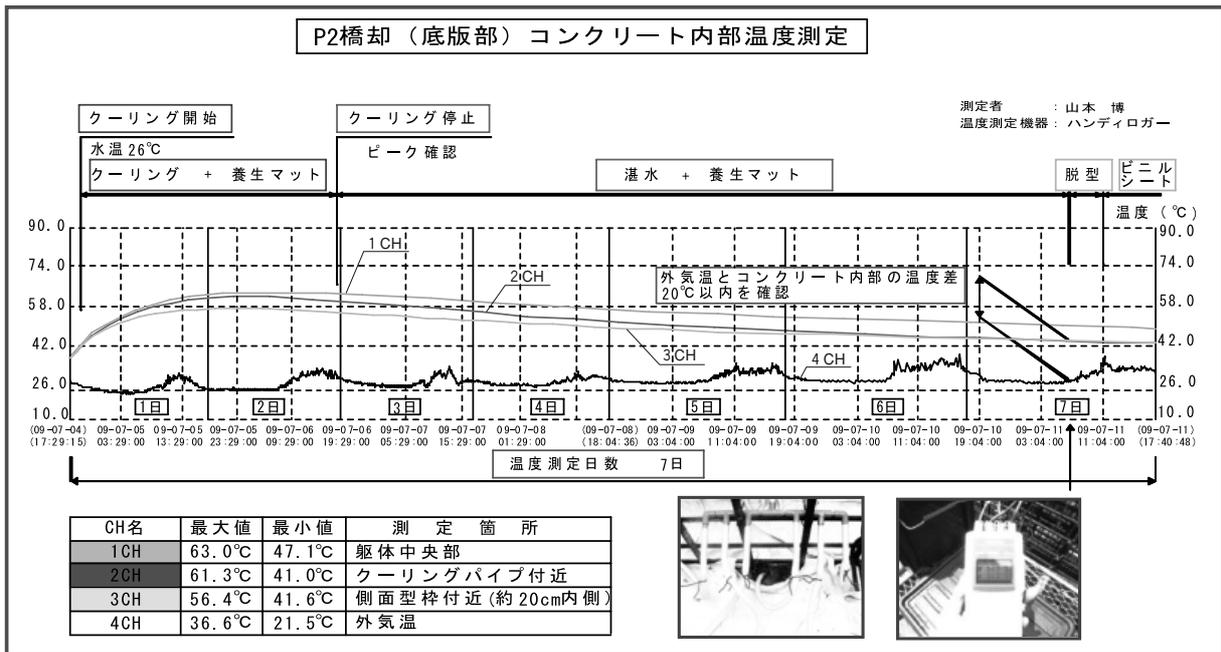


図-5 パイプクーリングによる温度管理状況

る施工方法はすべて取り入れ実施した。結果はひび割れはもとよりその他の初期欠陥も無く、出来映えの良いコンクリートに仕上がったと思う。

今回の施工は、橋脚5基のみであり、その重要性からこの施工方法はすべての構造物で実施した。そのため、残念ながらどの施工方法が最も効果的であったかの検証はできていない。個人的な所見としては、どの施工方法もそれなりに効果はあると思えるが、中でもパイプクーリングが最も効果的であり、コンクリート内部温度の上昇時には冷水にて内部を冷やし、下降時には保温して温度降

下を緩やかにしたことが良かったと思う。

施工開始前より『より良いコンクリート構造物を造る』事を目標に掲げて施工管理を行ってきたが、発注者の御理解、施工現場の職員、作業員の積極的な取組みにより、厳しい施工時期に良い品質のコンクリート構造物の施工が出来たと思う。

私共、土木構造物の構築においては経済的な事など多くの課題はあるが、いかなる時でも品質に妥協せず、『より良い構造物』を造っていかなくてはならないと再認識をした。

# BHS 鋼を用いたトラス部材全断面溶接継手の 現場溶接施工試験

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

橋梁技術課

和田 浩 介<sup>○</sup>

Kosuke Wada

北 村 正 見

Masami Kitamura

倉 本 健 次

Kenji Kuramoto

## 1. はじめに

BHS 鋼は、従来の SM570、HT780 鋼に代わる新たな橋梁用の鋼材として、降伏強度、破壊靱性、溶接性を高めた鋼材である。東京港南部地区臨海道路橋梁上部築造工事は、大型物件としては日本で初めて BHS 鋼が採用されており、この特徴を利用して設計を行うことにより、鋼材使用量と溶接施工量の大幅な軽減が可能となっている。

また、主構造であるトラス部材の継手は、全断面溶接継手構造とすることで、部材接合部の鋼材重量低減、維持管理費の低減、および外観向上を図っている。さらに、フランジとウェブの溶接線を交差させない Z 継手の採用により、脆性破壊に対する性能を向上させるとともに、スカラップの省略が図られ、部材箱断面が密閉状態となり、内面がメンテナンスフリーとなっている。

本報告では、新しい鋼材である BHS 鋼の基本性能を確認するとともに、実作業に即した Z 継手の施工法を検討した結果について述べる。

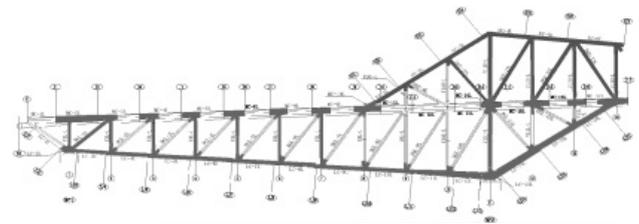
### 工事概要

- (1) 工 事 名：東京港南部地区臨海道路  
橋梁上部築造工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局  
東京港湾事務所
- (3) 工事場所：東京都江東区青海地先

- (4) 工 期：平成18年11月20日～

平成22年3月25日

- (5) 構造形式：鋼 3 径間連続トラス・ボックス複合橋



BHS500 鋼の使用量	
側径間下部トラス一括架設部	：約 2,670ton
上部トラス単材架設部	：約 970ton

図-1 トラス構造と BHS 500 鋼の適用部位

## 2. 現場における課題

- (1) 新しい鋼材の採用

製作を開始するに当たり、BHS 鋼の特徴である高い溶接施工性という利点に対して、溶接材料や溶接条件などの情報が揃っていないことから、基本性能の確認試験を事前に計画し、求められる基準に適合する条件を把握するための溶接品質試験が必要であった。表-1 に基本性能確認項目を示す。

表-1 BHS鋼使用における基本性能確認項目

継手種別の試験内容	基本性能確認項目	非破壊検査
① 開先溶接試験 (サブマージアーク溶接) (ガスシールドアーク溶接)	溶接材料とのマッチング確認 溶接条件一般:①,②,③,④,⑤,⑥ 入熱量と層間温度:①,③ 最小予熱温度:⑥	外観検査 :①,②,③,④,⑤,⑥ 自動超音波探傷試験 :④
② すみ肉溶接試験 (ガスシールドアーク溶接)	開先条件の確認 許容値の妥当性:①,③,④	手動超音波探傷試験 :①,③ 浸透探傷試験 :⑥
③ 十字継ぎ手溶接試験 (ガスシールドアーク溶接)	機械的性質の確認 引張試験:①,③,④,⑤ (①,③,④は降伏強度を含む) 曲げ試験:①,③,⑤	
④ かど溶接試験 (ガスシールドアーク溶接)	衝撃試験(VE-5):①,③,④ マクロ試験:①,②,③,④,⑤,⑥ 硬さ試験:①,②,③,④	
⑤ スタッド溶接試験 (アークスタッド溶接)	破面試験:④	
⑥ 斜めy形溶接試験 (ガスシールドアーク溶接) (被覆アーク溶接)		

(2) Z継手の採用

トラス部材の全断面溶接は、最大板厚50mmのフランジとウェブが様々な配置角度や断面寸法を有する構造であり、施工環境に対しての品質の確認、溶接施工法の妥当性の検証が必要であった。

Z型に配置されたフランジとウェブの溶接線変化部にも疲労性能向上が求められ、内面密閉とするために設けられたスリット状の開先を、フランジとウェブの突き合わせ溶接後に埋め戻すノンスカラップ部構造になっている。この部分での棒継ぎ溶接は避けられず、適切な処理方法の選定と、手順の明確化とその管理が必要であった。

図-2にトラス部材のZ継手の構造を示す。

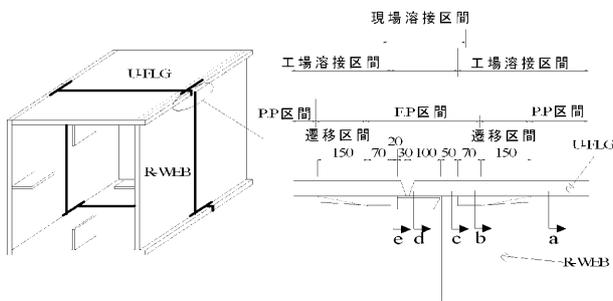


図-2 トラス部材の全断面溶接Z継手

3. 対応策と適用結果

(1) BHS鋼材の基本性能試験

従来の溶接継手の性能要求としては、引張強度およびシャルピー吸収エネルギー値が母材の規格値以上であることとされ、降伏強度は評価項目ではなかった。道路橋示方書の溶接施工試験においても同様である。しかし、本鋼材は降伏強度を基準強度としており、かつ鋼材特性を活かすために降伏点を断面耐力の基準としたLRFDによる設

計を部分的に採用したため、新たに降伏強度を評価項目に加え、基本性能の確認試験を実施した。

1) 予熱温度の確認

本鋼材は割れ感受性指数 (Pcm) が低く、道路橋示方書に明記された予熱管理温度の基準に照らせば予熱不要である。しかし、新たな鋼材であり現行の基準との適合性を確認する必要があることを考慮し試験を行うこととした。溶接継手の高拘束状態を再現可能な低温割れ試験として斜めy型溶接割れ試験 (図-3) を行い、試験温度は実施工で想定される最小予熱温度 (道路橋示方書に定められたウォームアップ予熱の実施温度) とすることで、現行基準に準拠した施工が可能であるかを確認することとした。

試験の結果、溶接割れは認められず、本鋼材は現行の基準に適合していた。予熱管理温度としては、いずれの板厚に対しても予熱は不要であり、これにより同クラスの従来鋼に比べ、施工性の向上が図れることを確認した。

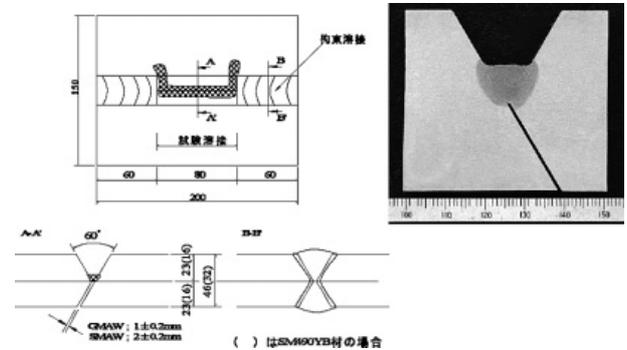


図-3 斜めy型溶接割れ試験

2) 入熱量・パス間温度の確認

従来鋼では、入熱量 $\leq 7$  KJ/mm、パス間温度 $\leq 230^\circ\text{C}$ を目安に施工管理 (本四基準) が行われ、一般に管理基準を超えた施工は行われていない。しかし、本鋼材は施工性に優れ、予熱の簡略化の他、高能率施工 (大入熱化、高パス間温度の採用) も可能と考えられた。このため本鋼材と組み合わせる溶接材料のマッチング確認とともに、本鋼材の有効利用に向けた取り組みとして、管理基準の緩和を目的とした試験を追加することとした。確認試験の溶接は、橋梁施工に不可欠なサブマージ

アーク溶接とガスシールドアーク溶接とした。サブマージアーク溶接では、従来の管理基準を超えた入熱量 $\leq 10\text{kJ/mm}$ 、パス間温度 $\leq 300^\circ\text{C}$ とし、ガスシールドアーク溶接は、入熱量 $\leq 5\text{kJ/mm}$ 、パス間温度 $\leq 300^\circ\text{C}$ とすることで、施工性の改善効果の把握を行った。サブマージアーク溶接の試験結果を図-4に、ガスシールドアーク溶接の結果を図-5に示す。

いずれの継手も引張強度、降伏強度およびシャルピー吸収エネルギー値は母材の規格値以上であり、溶接材料の組み合わせに問題はなかった。更に、従来の管理基準を超えた施工条件においても溶接品質が十分に確保されていることも確認できた。本鋼材は、低クラスの鋼材（SM50級）と同等の施工性を有していた。

ただ、本工事では、鋼材特性を最大限に活用した管理基準緩和には至らず、従来基準に従った施工を行うこととなったが、鋼橋製作のコスト縮減に向け、近い将来、本鋼材に対する管理基準の見直しが期待される。

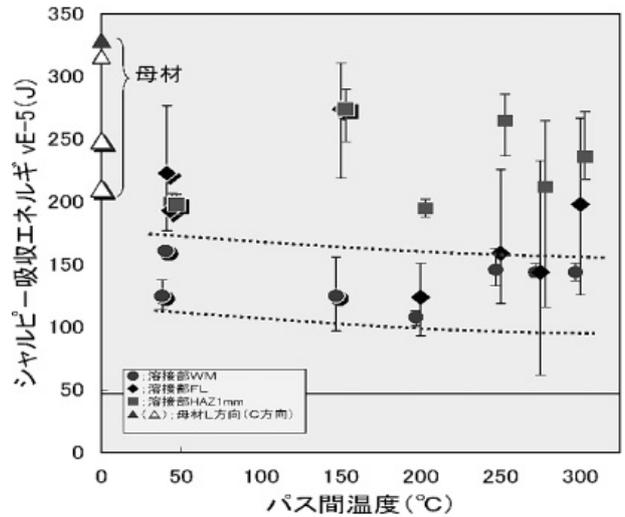


図-4 BHS鋼の基本性能試験結果  
(サブマージアーク溶接)

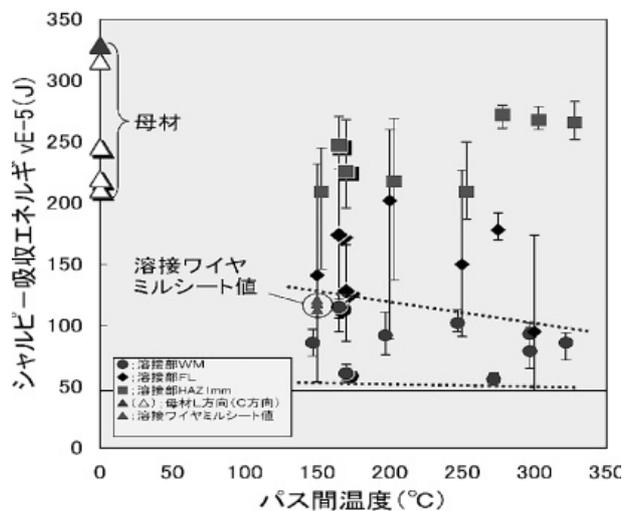
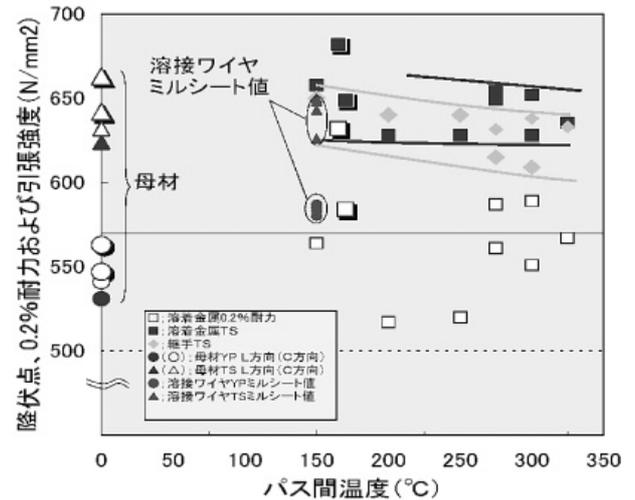
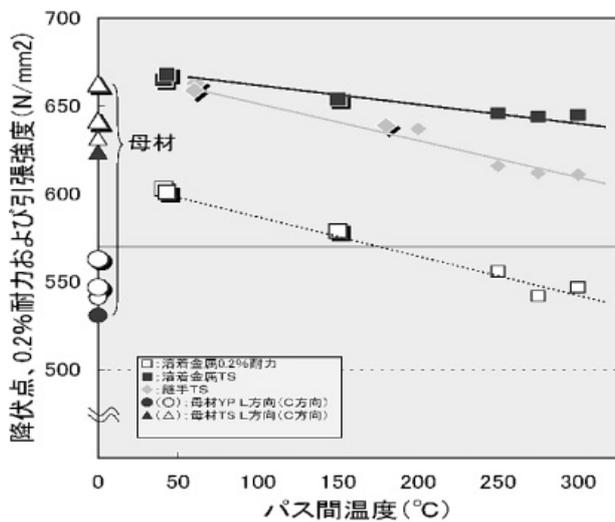


図-5 BHS鋼の基本性能試験結果  
(ガスシールドアーク溶接)



## (2) トラス部材のZ継手施工試験

### 1) 事前検討

#### ① ノンスカラップ部形状の検討

Z継手では、フランジ溶接線上にウェブ材が配置されることから、ノンスカラップ部の施工に対して、施工性や視認性の確保が前提となっていた。このため、継手溶接の施工が安定して行える環境を整えるべく、事前に模型をもちいた施工性確認を行い(写真-1)、フランジ溶接線の直上に位置するウェブ材には最適な開先を選定した。

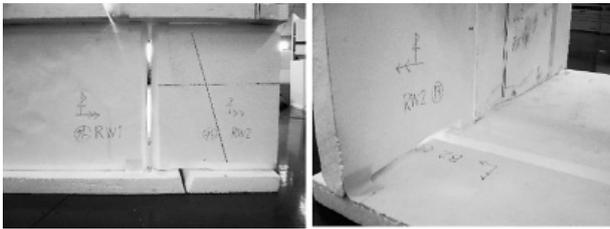


写真-1 Z継手の施工性確認模型

#### ② 溶接端部の処理手順

溶接始端部および終端部は欠陥が発生しやすいので、溶接の中断が生じない構造の採用や施工要領とすることが品質確保の上で重要となる。しかし、スリット状に設けた開先をフランジとウェブの突き合わせ溶接後に埋め戻すノンスカラップ部構造では、溶接始末端部の残留は避けられない。このため端部の処理方法を事前に検討し選定した。開先端部は、写真-2に示す船底型とした。

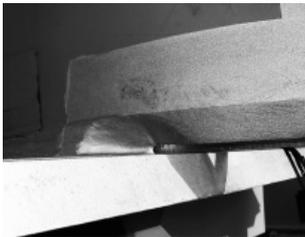


写真-2 ノンスカラップ開先端部の船底型整形



写真-3 Z継手溶接施工試験状況

### 2) 溶接施工試験

Z継手の溶接施工試験は、実物最大の最大板厚の箱断面モデルとし、もっとも厳しい配置角度を再現した試験とすることで、計画した溶接施工法の妥当性を検証した。施工試験状況を写真-3に示す。

#### ① ノンスカラップ部の品質

溶接施工試験の結果、本部位の施工性は確保され、写真-4の断面マクロに示す良好なノンスカラップ部の積層を得ることができた。非破壊検査でも全線に渡って良好な結果であった。

#### ② 船底型整形部の品質

写真-5にZ継手溶接施工後の外観写真を示す。ノンスカラップ端の船底型整形部の棒継ぎ溶接処理は健全であり、船底型整形前とノンスカラップ部溶接完了後に非破壊検査を行ったが欠陥検出のない良好な結果が得られた。

以上のような事前検討と溶接施工試験による検証によって、課題であった部位の施工性が確保され、安定した品質が得られたことで、本橋製作における手順を確立することができた。



写真-4 ノンスカラップ部の断面マクロ

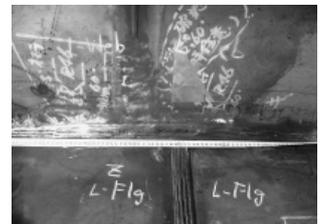


写真-5 Z継手溶接施工後の外観

## 4. おわりに

本工事は、橋梁用に新たに開発されたBHS鋼の活用、維持管理を考慮した継手構造の採用など、多くの試みがあった。これらの取り組みは、今後の工事でも重要視されることが考えられ、今回のような溶接施工試験や施工検討結果が叩き台になるものと確信している。

# 冬季施工におけるコンクリート舗装の品質確保について

宮城県土木施工管理技士会

福田道路株式会社 東北支店

棟方 功<sup>○</sup> 柴田 忠 則

Isao Munakata Tadanori Shibata

## 1. はじめに

本工事は、一般国道7号の交通混雑の緩和や騒音など沿道環境の改善、また災害時の代替路としての機能確保などを目的として整備された自動車専用道路「仁賀保本荘道路」L=12.5kmの内、約3.5kmを施工したものである。工事区間内の3箇所（象潟IC、仁賀保IC、大内IC）のトンネルが、コンクリート舗装となっており、工期の関係で冬季の舗装を避けられない状況であった。



図-1 整備概要図

### 工事概要

- (1) 工事名：一般国道7号出戸道路舗装工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局  
秋田河川国道事務所
- (3) 工事場所：秋田県由利本荘市西目町出戸～  
由利本荘市西目町西目地内

- (4) 工期：平成18年10月26日～

平成19年8月31日

主な工種：道路土工	1式	橋面舗装工	1式
排水性舗装工	24,090㎡	コンクリート舗装工	12,030㎡
排水構造物工	1式	道路付属施設工	1式

## 2. 現場における課題

コンクリート舗装の利点である耐久性の確保のため、寒中コンクリートの施工時の留意点を十分に検討し、それを現場で確実に実行することが重要であった。

当社では、これまでに高炉セメントを使用したコンクリート舗装の施工実績が少なく、また、日本海から吹き抜ける強風等の気象条件から下記の課題が挙げられた。

- ① コンクリートの打設温度（5～20℃確保）
- ② 凝結硬化初期の凍結防止対策
- ③ 養生温度5℃以上確保
- ④ 強度発現状況の把握



写真-1 スリップフォームペーパーによる施工状況

### 3. 対応策

今回の工事は、3箇所のコンクリート舗装区間があり、施工回数も多いため、施工初期の段階で、高品質を維持・定量化できるように、作業標準を作成し、施工初日から3日間を重点的に管理し、現場での検証、把握に努めた。コンクリートの温度確認フローは、図-2に示すとおりである。

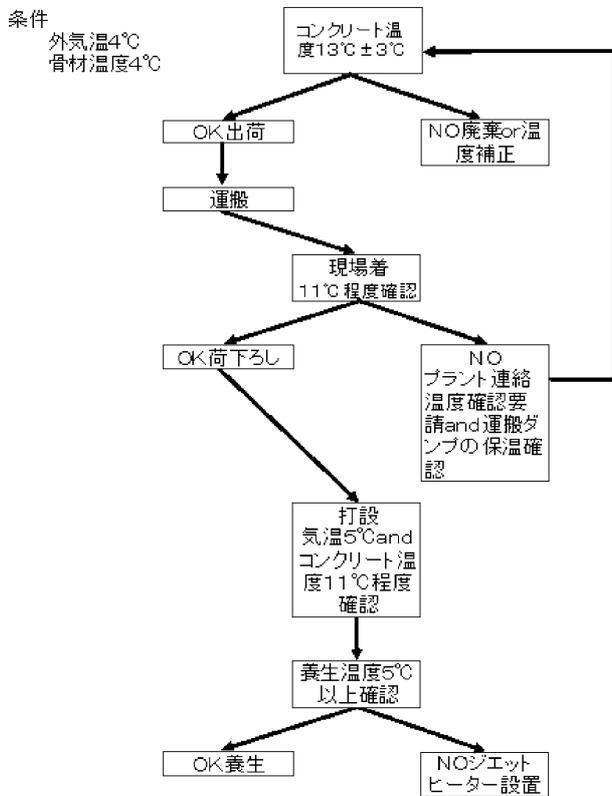


図-2 温度確認フロー図

①～④の課題について、品質管理の対策は、以下に示す項目について取り組んだ。

- ① コンクリート舗設時の目標温度を11℃に設定  
(コンクリート製造出荷時の管理)
  - ・骨材の冰雪有無確認徹底
  - ・練混ぜ用水温度 40℃
  - ・出荷時コンクリート温度 13℃確認(写真-2)
  - ・プラントと現場間の連絡強化で待機時間の縮小(コンクリート運搬時の管理)
  - ・保温シートの使用厳守
  - ・場内搬入前の有害物除去確認徹底(ダンプトラックに付着した冰雪等)
- ② 初期養生 被膜養生剤を均一に散布するため工区割りによる使用量管理を実施
- ③ 坑内養生温度 5℃以上確保(写真-3)
  - ・トンネル両坑口を防災シートで覆う(写真-4)
  - ・ジェットヒーターによる加温(写真-5)



写真-2 外気温・コンクリート打設温度等確認



写真-3 坑内養生温度



写真-4 坑口 防災シート仮囲い



写真-5 加温養生

④ 供試体による強度確認

表-1 に示す頻度で曲げ強度の確認を行った(写真-6)。

表-1 曲げ強度試験頻度

供試体採取本数	採取時間		摘要
初日	標準養生	AM-3本 PM-3本	AMPM各3本採取 AMに6本採取、3本を1週で曲げ試験・強度3.5Nt確認で養生終了。3.5Nt出ない場合、残り3本を2週目で曲げ試験・強度3.5Nt確認。養生終了。
	現場養生	AM-6本	
2日目以降	標準養生	AM-3本 PM-3本	AMPM各3本採取
	現場養生	AM-3本	AM各3本採取



写真-6 曲げ強度試験 供試体作製

4. 適用結果

コンクリートの品質管理結果を表-2 に示す。対策の結果、施工初期段階で品質の確認把握ができ、表-2 のとおり十分な成果があげられた。

表-2 コンクリート品質管理結果一覧表

No.	月日	打設箇所	配合	25ノリ強度		CT	養生時間	7日標準養生			28日標準養生			単位水質			
				cm	%			X1	X2	X3	X1	X2	X3				
1	1/19	コンクリート舗装	1台目	25	4.4	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	2/22	コンクリート舗装	2台目	25	4.7	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-			
3	2/22	コンクリート舗装	3台目	25	4.6	12.0	0.030	4.20	4.21	4.05	4.15	5.41	6.12	5.15	5.23	132.0	-7.0
4	2/23	コンクリート舗装	1台目	20	4.0	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	2/23	コンクリート舗装	2台目	30	4.5	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	2/23	コンクリート舗装	3台目	30	4.4	13.0	0.026	3.92	3.84	3.76	3.84	5.67	6.17	6.41	6.08	134.1	-4.9
7	2/23	コンクリート舗装	(FMD)	30	4.5	14.0	0.029	3.65	3.61	3.71	3.72	5.64	5.25	5.95	5.96	136.2	-2.8
8	2/24	コンクリート舗装	1台目	25	4.9	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	2/24	コンクリート舗装	2台目	20	4.1	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2/24	コンクリート舗装	3台目	30	4.4	13.0	0.035	4.01	3.91	3.87	3.93	5.20	5.11	5.47	5.26	139.0	0.0
11	2/24	コンクリート舗装	(FMD)	25	4.8	13.0	0.026	4.25	4.11	4.11	4.16	5.67	5.40	5.82	5.95	137.6	-1.4
12	2/25	コンクリート舗装	1台目	25	5.0	12.0	0.026	3.96	3.89	3.89	3.89	5.23	5.96	5.65	5.68	134.1	-4.9
13	2/25	コンクリート舗装	(FMD)	20	4.1	13.0	0.030	3.59	4.15	3.67	3.67	5.27	6.00	6.24	6.17	138.3	-0.7
14	2/26	コンクリート舗装	1台目	25	4.3	11.0	0.039	3.64	3.92	3.75	3.77	5.15	5.41	5.53	5.36	134.1	-4.9
15	2/26	コンクリート舗装	(FMD)	20	4.4	13.0	0.031	3.95	3.66	3.97	3.67	5.61	5.67	5.65	5.78	137.6	-1.4
16	2/27	コンクリート舗装	1台目	25	4.4	11.0	0.037	3.65	3.66	4.29	3.94	5.76	5.76	5.69	5.74	139.3	-0.7
17	2/27	コンクリート舗装	(FMD)	30	4.5	13.0	0.033	3.77	3.71	3.74	3.74	6.01	5.69	5.61	5.77	133.4	-5.6

5. おわりに

この論文を作成するにあたり、現場を振り返る意味で、秋田河川国道事務所のホームページを覗いてみた。

ホームページには、供用開始後の整備効果として、交通事故の減少や利便性の向上等が掲載されていた。

本事業の目的達成のため、施工管理技士として、多少なりとも社会貢献に携われたことを感謝するとともに、今後とも品質の確保や、利用者にとっての価値向上を念頭に置き今後も工事施工に臨みたいと思う。

## 供用中の幹線道路上の鋼橋架設における工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

工事グループ 係長

石原 克己<sup>○</sup>

Katsumi Ishihara

工事グループ 課長

伊藤 竜也

Tatsuya Ito

### 1. はじめに

一般国道23号知立BPは、名豊道路（名古屋～豊橋）の一部で、延長約16.4kmの地域高規格道路である。

この知立BPは、岡崎BP、蒲郡BP、豊橋BP、豊橋東BPと一体となり、国道1号・現23号の慢性的な渋滞の緩和、交通分散化による沿道環境の改善、物流の効率化による地域産業の活性化を目的とし整備が進められている。

昭和48年度に工事着手され、現在までに約11.9kmが4車線化（平面4車線区間を含む）にて供用している。

本工事は、この暫定平面4車線区間を高架化するものであり、約1.2kmの高架橋を製作架設するものである。本橋は4連の高架橋で構成されており、耐候性鋼材仕様で合成床版を有する。

また支承には、多点固定構造（鉸桁）と免震構造（箱桁）を採用している。

国道23号線の車線規制、交差点部の一部通行止めを伴う、トラッククレーンベント架設工法にて施工を行った。

#### 工事概要

- (1) 工事名：平成19年度23号知立BP野中地区  
高架橋鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局

名四国道事務所

- (3) 工事場所：愛知県安城市榎前町から福釜町

- (4) 工期：平成19年10月3日～

平成21年5月29日

### 2. 現場における課題

本工事は4橋の架設・床版工事を10ヵ月で行うものである。また、施工に必要となる規制について日数制限があるため、4橋の並行作業を前提として、同一規制内での作業方法を検討しなければならなかった。4橋分の製作工程調整、資機材調達、気象不順への対応の他、隣接工区との調整を反映した実施工程とする必要があった。

また、本橋の交差点の架設においては、国道23号との交差線形が良好ではなく、交通災害が多発していた。

### 3. 対応策と適用結果

上述の課題点に対して、以下の対応策を行った。交差点上の架設がある橋については、ドライバーの視界を妨げないように配慮したベントおよびクレーン配置を計画した。また、当初は交差点部を最後に落とし込む工法が考えられたが、交差点上架設を先行し、夜間作業時の添接作業を省略する工法を採用した。

すなわち、図-1に示すようにG2桁の架設に

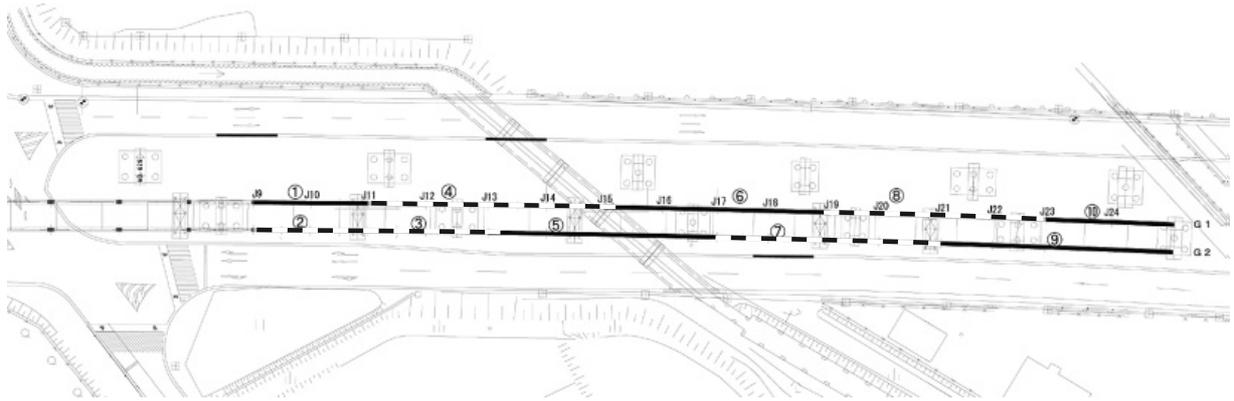


図-1 G1桁とG2桁を交互にした架設順序

において国道23号の車線規制を伴うため、規制日数の関係から1日の規制で4ブロックを架設しなければならないことに配慮し、G1桁とG2桁を交互に架設した。

また、事前の桁取込みによる、架設位置(クレーン作業半径以内)への桁の仮置き、桁上通路の先

行設置(写真-1)、下面足場の先行取付け(写真-2)を行った。

河川・市道によりベントの設置が困難である橋については、地組を中心とした架設を行った。

河川部の5ブロックを地組し、クレーンの相吊り架設で行った後、両端部を2パーティーの作業員(以降、2パーティー)にて架設を行った。これは、架設工程の短縮と日数削減、同日規制内作業を行うことによる規制短縮を図ったものである。また、足場についても、架設時に先行朝顔足場を設置し、足場のための規制を省略できるようにした(写真-3)。



写真-1 桁上通路



写真-2 下面足場の先行取付け



写真-3 朝顔足場の先行設置

加えて、交差点部の防護に必要な足場の急速施工を行う必要のある橋については、通行止めを行わなければならないが、足場作業に使用できる日数は、わずかに設置1日および解体1日であった。このような制約条件では、従来の吊り足場では規制時間内に完了できないことが懸念されたため、パーフェクト足場工法(NETIS CG-990010-

A) を採用した (写真-4)。



写真-4 パーフェクト足場工法

なお、上記のような制約条件のない一般部の足場は従来の足場構造とした。架設時に下面足場を設置したので、架設後の足場作業期間の短縮に効果的であった。また、国道23号線側の朝顔設置は、規制日数の短縮を目的とし2パーティーで行った。朝顔もパネル化しておくことで、短時間の施工が可能になった (写真-5)。

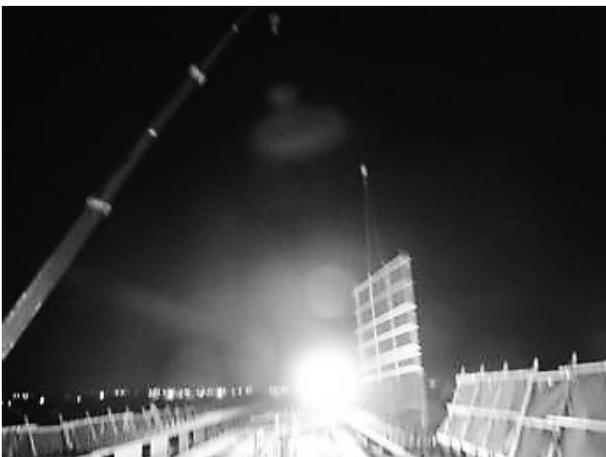


写真-5 パネル化した朝顔の設置

本橋は、鍍安定化処理材保護のため、足場用吊り金具のチェーン接触部にはプラスチックカバーを用いた (写真-6)。



写真-6 鍍安定化処理材の保護

本橋は桁高が2,300~3,000mmであるため、中段足場の設置を行っているが、合成床版の施工までの安全を考慮した配置とした。すなわち、合成床版を設置する場合、上フランジ面にスポンジシールを設置しなければならないが、桁上通路があると設置が困難となる。このため、中段足場位置を上げることで中段足場を通路として利用できるようにし安全姿勢での作業が可能になるように配置した (写真-7)。



写真-7 合成床版施工に配慮した中段足場

本工事の巻立てコンクリートの構造は、合成床版の設置後でも施工が可能であるため、工程を考える上でクリティカルではなかった。しかし、施工性を優先し、合成床版の設置前に施工する方針とした。

ここでは、環境を重視している樹脂型枠（NETIS KK-000020）を使用した（写真-8）。



写真-8 樹脂型枠

合成床版の施工では、架設時の作業を軽減できるよう、側鋼板と高さ調整ボルトを地組時に地上で取り付けた。また、各橋とも2パーティー施工を行うことで、作業工程の短縮を図った（写真-9、10）。



写真-9 高さ調整ボルト取り付け



写真-10 側鋼板パネルの取付け

#### 4. おわりに

本工事は、10カ月というタイトな期間で4橋の施工を行わなければならなかった。これを遂行するには多数の業者・人員の導入を必要とした。日平均50人強の人員が慌ただしく稼働した。施工範囲が1.2kmに及ぶことから、作業箇所も点在し、作業内容も異なる状況であった。作業ヤードは国道23号線の中にあり、工事車両の管理など、一般車に影響しないよう日々の管理に努めた。

このような環境下において無事故で工事を終えることができた（写真-11）のは、関係者の安全意識が高く保てたものと考えられる。本工事は無事故、無災害で完成した。最後に、工事においてご指導を賜りました西三河出張所・名四工事事務所の方々に御礼申し上げます。



写真-11 完成写真

## 真の安全管理 ～よい現場風土をつくるために～

愛知県土木施工管理技士会  
 矢作建設工業株式会社  
 施工統括本部管理部  
 紀 伊 保  
 Tamotsu Kii

### 1. はじめに

「もし、事故を起こすとお前のクビが飛ぶだけでは済まない。会社が飛んでしまうぞ！」これは、私がこの工事の現場代理人として選任された際、所属部長から言われた最初の言葉であった。本工事は、東海道新幹線との離隔が1.5mしかないという近接施工での大規模構造物撤去工事であった。万が一、クレーン事故や飛来事故が発生した場合、日本の大動脈とも言うべき東海道新幹線への列車阻害に直結する危険性は極めて高い。東海道新幹線の運行に支障するということは日本全体の経済活動に影響を与えることになるといっても過言ではない。冒頭の所属部長の言葉が繰り返し頭によぎった。「新幹線を止めると会社が飛ぶぞ」これ



写真-1 現場全景

は、脅しではない、安全管理を誤れば甚大な被害規模が予想されたのである（写真-1 参照）。

#### 工事概要

- (1) 工事名：南方貨物線二条第3BI 外2箇所撤去工事
- (2) 発注者：独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 国鉄清算事業本部
- (3) 工期：平成18年2月～平成19年3月
- (4) 工事場所：名古屋市南区明治二丁目地内
- (5) 工事内容：施工延長105m、RC中空スラブ撤去7連、RC橋脚撤去7基、仮設工事一式、コンクリートガラ処分約4,500 t

#### 撤去工法

上部工の撤去は、これら現場の特殊条件を反映してワイヤソーによる切断と、PC桁架設等に用いられる二組桁架設機（ガーダー）とを組み合わせた無騒音無振動の撤去方法を採用した。また、下部工の撤去についても同様にワイヤソーによる切断と、大型の門形クレーンを組み合わせた方法で撤去を行った（写真-2 参照）。

### 2. 現場おける課題

私は当現場のように重大事故と背中合わせの緊迫した現場では、チェックシートやパトロールだ



写真-2 作業状況

けの一方的な安全管理では十分とはいえないと考えた。作業員一人ひとりが目的意識を持ち、主体的に行動できる真の安全管理を追及しなければ無事故無災害は達成できない。そこで、作業所が一致団結し、相乗効果を高めながら安全に工事を進めることができるよう、いかにして関係者の意識改革を行うかということが課題であった。

### 3. 対応策・工夫・改良点

#### (1) 作業所の安全方針

作業所安全方針：「全作業員の安全意識高揚を図りヒューマンエラーを撲滅する」

この安全方針は、きわめて抽象的で、全ての現場において当てはまることでもあり、産業全体の常識といっても良い。しかし、事故はこの常識的なことが実行されていないから起こるのだ。言い換えると、この目標を実現することが、いかに難しいかということになる。そこで、当作業所では、この目標を実現するための具体的な方策として、安全意識を高揚させることを目的として教育訓練による要員全体のレベルアップを図った。また、ヒューマンエラーを撲滅させることを目的として、職長会を通じた小集団活動を推進し、作業員一人ひとりの危険に対する感受性を高め安全管理に対する主体性向上を目指した。

#### (2) 安全衛生教育訓練

私は本工事を施工するにあたり、作業所安全方

針をはじめとした安全に対する取り組み姿勢を浸透させる必要性を強く感じた。そこで、着手時に全作業員を対象に安全衛生教育を実施し、その後も繰り返し指導教育していった。主な内容として以下に示すが、これらの小見出しをキーワードとして実際に現場で取り組んだ教育訓練の内容について述べる。

##### 1) 安全の3原則

「安全は全てに優先する」「自分の身は自分で守る」「ルールを守る」この三原則は優先順序をつけるようなものではないが、この中でも特に強調した点は「ルールを守る」ということである。現場での禁煙や駐車車両の歯止めの励行、反射チョッキや安全帯の着用などのルールは、職長会を通じて全員の合意を得て決定した。そして、元請職員、職長らが率先垂範して徹底的にルールを守った。ルールを守るということは、安全に関する妥協を許さないということなのである。

##### 2) この現場は危険な現場だ

新幹線近接、住宅密集地での大型構造物撤去工事における第三者事故ならびに周辺環境の悪化、機械及び重量物取り扱い事故など、現場固有のリスクを特定し、危険有害要因の抽出を行った。また、新規入場者には、これらのリスクによる被害規模を説明するとともに「現場必修五ヶ条」を定め、必ず守るべきことを列挙した。その内容は、あえて単純かつ当たり前な書き方をし、作業員に

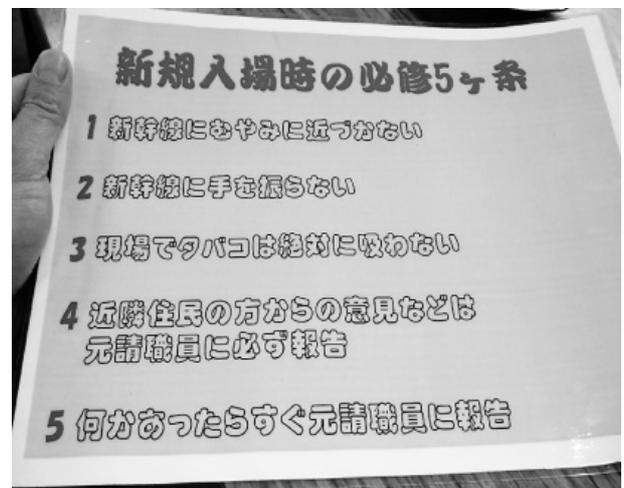


写真-3 現場必修五ヶ条

対して形式ではなく意識として残るようなものにした（写真-3）。

3) 全管理は一人ではできない。

安全管理は元請の職員だけが行うものではない。一人ひとりの努力によって達成されるものなのだ。1,000人の作業員の内、一人でも不安全行動をすると事故につながる。怪我をするのは自分かもしれないが、999人を裏切る結果になるのだ。

4) いつも妻が横に立っている。

事故というものは、ちょっとした隙から生まれるものだ。しかし、人間は元来、省略や近道行為、手抜きや見切り作業、うっかりやボーっとしたりする生き物である。本当の集中力は20分程度しか持続しないものとも言われている。実際の建設現場では、猛暑や風雪、工程短縮や残業、体調不良など集中力を欠く場面がしばしば見受けられる。そんな時、「いつも妻が横に立っている」と思うことで、本当に守るべきものがわかるはずだ。家で待っている奥さんや子どもたちが何を一番に望んでいるか。それは、出来高でも工程短縮でもない。怪我をせずに元気に帰ってくることに他ならないのだ。そして、我々元請職員は作業員の家族になり変わって、あるときは厳しく、あるときは親身になって指導注意を繰り返した。安全に関する妥協はその人の家族までも不幸にしてしまうのだ。

5) 継続は力なり。事故は今日、明日、明後日？

同じ内容の作業が繰り返し続く場合、安全管理もマンネリ化してくる。こうした事態を打開するため、常に新しい情報を発信した。その主な活動として、ヒヤリハット活動や事故事例などの失敗例の水平展開に取り組んだ。ここで、類似しない他の現場の事例あるいは統計的な話に終始しても、作業員一人ひとりの意識には浸透していかないであろう。そこで、これらの事例を発表する際は、事故の結果以上に想定される被害規模の余波を拡大評価し、事例発表の冒頭に伝達するように心がけた。失敗体験には人々の関心、興味をひきつける不思議な力がある。そして、肝心なことは、こ

れら失敗例のマイナス面を、今後立ち向かう工事に対してプラスに働かせることであることは言うまでもない。

(3) 職長会を通じた小集団活動

ヒューマンエラーの撲滅は、教育訓練のみで実現できるものではない。作業所の方針と各人の安全意識、そして一人ひとりの「行動」によってなされるものである。しかし、現実には性格や価値観、技量や立場も異なった個人の行動を効果的に管理するような都合のいい手法は存在しない。個人の行動は、やはり一人ひとりの責任感と作業に対する主体性に頼らざるを得ないのである。それでは、どうすれば末端作業員まで主体性をもって仕事に望んでもらえるかということで、当作業所では職長会を通じた小集団活用を積極的に展開した。以下に、実践した小集団活動について述べる。

1) 職長会による朝礼司会

朝礼の進行を職長会主導により実施した。司会者は各社の職長の持ち回りとし、朝礼時での作業間の調整、注意事項、行動目標などを職長が毅然とした態度で配下の作業員に向き合って発表した。目的意識のある職長の下では作業員の意思統一が容易である。反面、だらしないリーダーの下で働く作業員は、ますますだらしくなるものである。

2) 各班ごとの作業前ストレッチ体操の励行

ラジオ体操の後、各班が円陣を組みストレッチ体操を行った。ここでは、その日の体操のリーダーを指名し、内容も順番もリーダー個人に委譲した。柔軟体操という身体的な効果以上に自主性の向上やチーム内の良い雰囲気醸成に一役を担ったと思われる。

3) 今日の一言

班毎に、職長がランダムに指名した代表者一名に「今日の一言」と称して、発言を促した。発言の内容は、仕事のことでもそれ以外のことでも良い。自分が指名されるかもしれないという緊張感と、仲間の発言に対する興味を引き出すことにより、参加意識を高める効果があったと思われる。

#### 4) 職長会からの意見要望

職長会を有効活用し、個人としてあるいは一協力会社としては、なかなか言いにくい元請への要望事項を職長会の意見として聴取することができた。そして、職長会からの要望については可能な限り尊重し対応するように努めた。職長会の存在価値とそれに属する全作業員への連帯意識を高めるためには、若干の出費も「ありがたい意見、なのである。

#### 5) 職長会主催での懇親会

職長会主催で焼肉大会を実施することにより、日ごろの労をねぎらい英気を養うとともに、協力会社間の懇親を図り、コミュニケーション豊かな職場環境の醸成が図られた。また、休日には懇親会の一環として海釣り大会を企画するなど、仕事以外でも良好な人間関係を築くようになった。複数の協力会社が混在する建設現場では、こうした人間関係が安全に対する連帯感、作業間の潤滑油として、いかに重要であるかは言うまでもない。

#### 6) 快適な職場環境の形成

当作業所では、隣接する小学校の児童からポスターを募集し、「子ども110番」と称して、犯罪防止など地域貢献に積極的に取り組んだ。また、安全衛生の工夫にも取り組み快適職場の認定も受けた。こうした作業所の積極的な取り組みが快適な職場環境を形成し、作業員にとってやりがいのある気持ちのいい現場となるよう努めた（写真-4）。



写真-4 子ども110番

#### 7) 作業員の行動、心理に対する影響力

ヒューマンエラー防止のためには、作業に直接従事する作業員の意識も大切であるが、作業員の

行動、心理に対し影響力を与える者の安全意識が重要である。そのためには、職長や元請職員が率先垂範し、妥協無き安全への取組みを繰り返すしかない。また、作業指示等のコミュニケーションを確実に実施するとともに、指示を受け入れる気持ちにバリアをつくらぬような挨拶運動も重要である。

#### 4. おわりに

建設現場は、他産業と比べ施工条件や天候などの自然環境に対する影響も大きい。また、大型の重機が輻輳する中で多くの作業員が混在して作業を行うためその危険性は非常に高いといえる。私は、そうした建設現場での安全管理として最も重要な事は、「良い現場風土」の醸成に他ならないと考えている。いくら知識・技能・技術が備わった優秀な人物であっても一人だけでは安全管理を成し遂げることはできない。無災害完工とは工事に関わる全ての人々が、自分は事故を絶対に起こさないという大きな目標を目指し、一致団結してこそ、成し遂げられる偉業なのだ。そうした「良い現場風土」をつくるためには、十分なコミュニケーションと目的意識の統一を図ることが重要なのである。建設現場で働く多くの人たちが互いに声を掛け合い、無災害という目標に向かって協力し合う。それはものすごく大きなパワーであり、そしてこれほどやりがいのある仕事はないだろう。



写真-5 一致団結

## 高潮堤防法面補修工事における安全対策等の工夫

福岡県土木施工管理技士会  
株式会社 廣瀬組  
工事部  
監理技術者  
只 隈 亮  
Tooru Tadakuma

### 1. はじめに

本工事は、熊本・大分・福岡・佐賀の4県を流れる九州最大の一級河川『筑後川』の下流域に位置する大川市向島の高潮堤防法面を補修する工事である。

筑後川下流域は、有明海湾奥部に位置している為、台風による高潮被害が大きく、近年では平成3年の台風17・19号や平成18年の台風13号などの波浪により堤防法面が洗掘されるなどの被害を受けてきた。洗掘防止として土羽法面をコンクリート張により覆い堤防を補強する工事である。

### 工事概要

- (1) 工 事 名：筑後川向島地区外高潮堤防  
法面補修工事
- (2) 発 注 者：九州地方整備局筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：福岡県大川市向島地先
- (4) 工 期：平成20年11月12日～  
平成21年3月23日

### 2. 工法の概要と問題点

今回の工事は、堤防道路（県道）の法面ということで、道路の一般通行に極力支障を与えない様施工することが一番の課題として挙げられた。

- 1) 高水敷を施工ヤードとして使用する為の工夫。
- 2) 狭い高水敷より上面作業する為の工夫。
- 3) 天端付近の施工において道路の舗装版等へ損



写真-1 完成

傷を与えない施工方法。

この3点を重要項目として検討した。また、事前調査により基礎杭打設箇所地中に旧コンクリートブロック積が埋没していることが判明し、杭が打設出来ないことから、圧砕機による取り壊しを当初設計されていたが、取り壊しをする為に現況の堤体下部法面をえぐる形で掘削しなければならなくなり、堤防道路の崩壊が懸念された為、堤体への影響が無く、低コストな基礎工の検討を行なうこととなった。

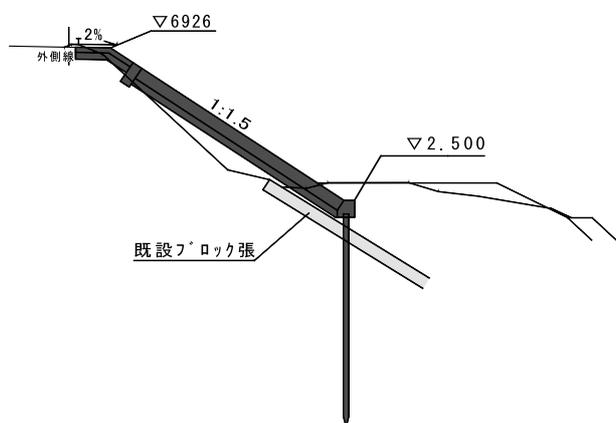


図-1 当初設計

### 3. 対応策・工夫・改良点

1) 高水敷を施工ヤードとして使用する方法。

上流側施工区間については、高水敷が広く7～8m程度あるので、十分施工出来るが、下流側施工区間においては、基礎工の床掘り後に2～3m程度しかなく重機及び工事車両の通行する幅が確保できなかった為、写真-2、3のように低水護岸の上に大型土のうを設置した後、岩砕くずにより工事用道路を造成し敷鉄板を設置した。こ



写真-2 工事用道路洗掘防止（大型土のう）



写真-3 工事用道路洗掘防止（敷鉄板）

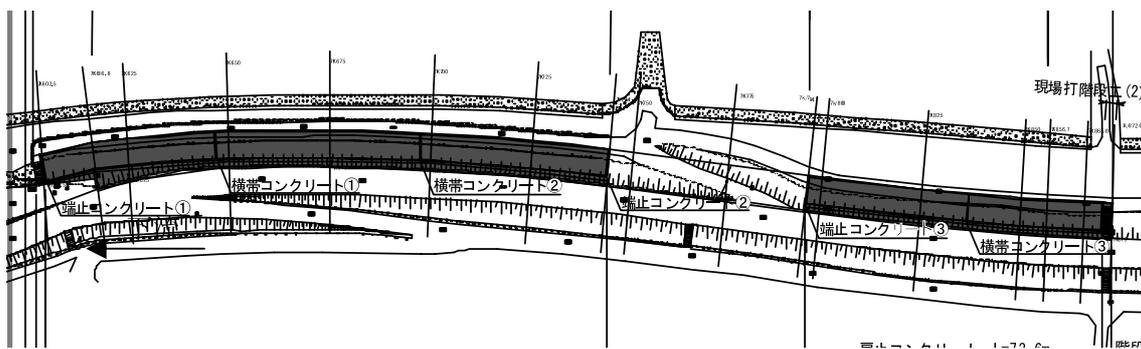


図-2 平面図

れは、道路幅を確保することだけでなく、有明海の満潮時には、潮位が工事用道路高 TP3.0m まで上がり漁船等の航行による波を受ける為、洗掘防止も兼ねている。

2) 全て高水敷より施工出来るか？

ブロック張に関しては、全て高水敷より施工できるが、どうしても肩止コンクリートと張コンクリートの掘削作業については施工不可能な為、やむを得ず堤防道路を片側交互通行とし両端に交通誘導員を配置し規制区間延長を50m 以内とし、また、一般通行車両の待ち時間によるイライラ低減に努めた。

3) 天端付近の施工においては、道路の舗装版等へ損傷を与えることは無いのか？

張コンクリートの掘削作業においては、舗装版端部を直掘りし H=350mm の段差ができる為、作業時間帯 9：00～17：00 の間に基礎碎石まで出来る分（約50m）だけを掘削し、コンクリート（t=150mm）の部分は生コンを打設するまで、碎石にて摺り付けを行なった。また、コンクリート打設後の立入禁止柵として、セーフティーコーン及びコーンバーを設置するのが一般的だが、片側道路幅が2.8m 前後と狭く、コーンを設置することにより幅員を減少させ、一般車両離合時の接触事故の原因となりかねない事から、舗装版とコンクリートの取付部より15cm 程度内側に、水道用パイプφ25mm をコア抜き用型枠として埋込み、その中に鉄ピンを刺しロープを張って立入禁止柵

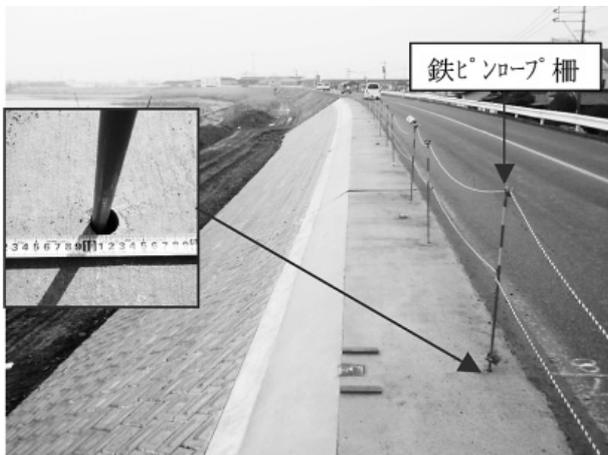


写真-4 立入禁止柵

とした。

またコンクリートの設計強度が出るまで養生し、コア部に無収縮モルタルを充填した後、開放した。

4) 基礎工の検討

案-1)

杭部分だけをコアボーリングにて削孔し当初設計どおり基礎杭を打設する。

(費用 ¥13,000,000程度)

案-2)

既設ブロック張の表面をチップングし、台座コンクリートを継ぎ足し、その上に現場打ち基礎を乗せる。台座コンクリート幅は基礎の両端より60度を条件とする（図-3）。

(費用 ¥1,200,000程度)

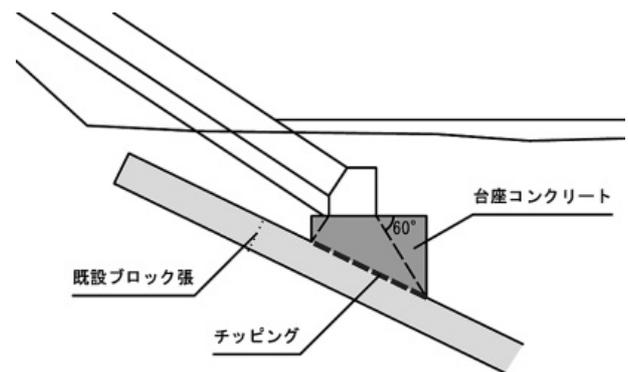


図-3 案-2

案-3)

低水護岸を計画高水敷き高まで嵩上げし、張りコンクリートを行う（図-4）。

(費用 ¥4,000,000程度)

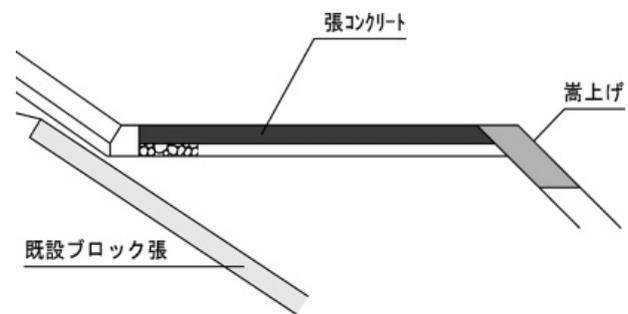


図-4 案-3

以上の案を検討し、一番安価で工程的にも早い、

案-2) で決定した。

5) その他、実施した安全対策の工夫

・ 架空線切断防止対策

現場内に架空線があり、架空線切断防止対策として、バックホーの運転席から常時見えるアームの内側に架空線注意の標示を行い、また電柱にも標示し架空線の存在を忘れることの無いよう注意喚起した。



写真-5 架空線注意表示



写真-6 架空線位置

・ 肩止コンクリート打設時の滑り止め対策

肩止コンクリート打設時に作業員がブロック面に立って施工する場合、非常に足元が滑りやすく転倒の危険性があり、作業員の安全確保と足への負担を軽減する為滑り止め栈木を設置した。



写真-7 滑落防止対策

#### 4. おわりに

今回の工事は、当初より工期が短く直ちに工事着手しないと厳しい工事であったが、基礎工の検討によりさらに着手が遅れたことにより、工程の検討を行ない施工範囲を縮小し無事故で工期内に完成することが出来た。

毎日の安全施工サイクルを確実に実施し、毎日同じことでも根気強く指導および実行をしていくことが無事故へ繋がる第一歩だと思います。

## 現場における KY 活動と安全教育・訓練の工夫について

宮崎県土木施工管理技士会  
湯川建設株式会社  
施工主任  
大神 浩一  
Kouichi Oogami

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：平成16年度改修重要第1-1-01号  
港湾改修事業（重要・内地）
- (2) 発注者：宮崎県北部港湾事務所
- (3) 工事場所：宮崎県日向市竹島町地内
- (4) 工期：平成16年5月8日～  
平成17年2月28日

私にとって施工計画をたてるうえで、一番頭を悩ますのが「安全管理」についてでありました。

特に「安全教育・訓練」は、工事の内容を十分に理解し把握しておかないと、ピントが外れた内容になりがちである。

マニュアルどおりの事を記載したところで、実行できなければ「絵に描いた餅」であり、現実味に欠ける。現場に即した計画を立てることが、重要なポイントになるし、発注者もそれを求めている。

宮崎県の県土整備部制定（平成14年7月）の土木工事共通仕様書には、下記の様な規定が記されている。

「請負者は、土木請負工事における安全・訓練等の実施について（建設大臣官房技術調査室長通達 平成4年3月19日）及び建設工事の安全対策

に関する措置について（建設大臣官房技術調査室長通達 平成4年4月14日）に基づき、工事着手後、作業員全員の参加により月当たり、半日以上時間を割り当て、定期的に安全に関する研修・訓練等を実施しなければならない。」とある。

その具体的な内容は下記のとおりである。

- (1) 安全活動のビデオ等視覚資料による安全教育
- (2) 当該工事内容の周知徹底
- (3) 土木工事安全施工技術指針等の周知徹底
- (4) 当該工事における災害対策訓練
- (5) 当該工事現場で予想される事故対策
- (6) その他、安全・訓練等として必要な事項



写真-1 一般的な安全教育・訓練

一見分かったような、分からないような内容であるが、半日で(1)～(6)まで出来る訳もなく、頭をひねりつつ、計画を立てるのだが、どうしても(1)

(2)(5)に偏る傾向があるようです。

すなわち、「ビデオをみせて」「工事内容を周知徹底させ」「災害事例などの資料配布」で終わり、というパターンが定着しているように思われます。

(それでも半日の訓練は大変ですが・・・)

分かりやすく言うと、「安全教育・訓練の資料提出のため実施している」と言うのが本音では・・・。

従来の安全教育・訓練は、上述のように作業員を部屋に集めて資料に基づき授業形式で行うことが多く、作業員にとっては退屈な時間であり、効果がないのではと常々考えていました(写真-1)。

そこで、いっそのこと座学はやめて屋外で実際に危険な状況を想定し、実験をしたらどうかと考え、後述の様な方法で実施したところ、想定外の衝撃の大きさに、皆「こんなにすごいのか」と唖然!

実験終了後、作業員に感想を聞くと、「こんな安全訓練なら、次もまたやって下さい。」と好評でした。

しかしながら、実際に発生したら大変なことになるので、これを日々のKY活動に如何に反映させていくかが重要なことであり、あくまでもその補助的な方法であることを、付け加えます。

座学も基本的な知識を身につける上で重要であ

り、必要なことであることは言うまでもありません。以下にその具体的な方法を記載します。

## 2. 現場における問題点

一般的に工事現場の安全管理活動は、表-1の様な内容になっています。

また、毎日の安全施工サイクルは下記の流れが標準的です。

朝礼→ラジオ体操→KY活動→始業前点検→作業(安全巡視)→工程打合せ→作業(安全巡視)→跡片付

この現場の主な作業は、消波ブロック製作でしたが、型枠・足場・コン打設・脱枠・転置と危険が一杯。

私が注目した点は毎日行う「KY活動」でした。最近はリスクアセスメントKYが主流となっていますが、その内容はというと、旧態然としていて漠然としており、あまり進歩が見られない。

そこで、毎日のKY活動表を分析し結果をまとめてみたところ、次のようなことに気がついた。

以下はその結果です(表-2)。何とも抽象的で具体性に欠けていると思いませんか?

表-1 工事現場の安全管理活動

実施項目	場所	参加予定者	内容	頻度
朝礼	現場	現場作業従事者	当日の作業の手順及びラジオ体操	毎日
KY活動	現場	現場作業従事者	当日の危険予知及び安全作業に関する事項	毎日
始業前点検	現場	現場作業従事者	当日の使用機械、機材の点検	毎日
安全巡視	現場	安全巡視員	危険行動や現場内及び周辺の安全確保の確認、指摘	毎日
安全訓練	現場	現場作業従事者	今後の作業で予想される危険防止訓練及び今までの安全活動に対する反省と評価	毎月
災害防止協議会	現場	職長	毎月の安全活動に対する反省、評価	毎月

表-2 KY活動表の分析結果

危険のポイント	その対策	ワンポイント
足場から転落する	足元に注意して作業する	足元よし
ハンマーで手をたたく	手元に注意して作業する	手元よし
バックホウと接触する	周囲を確認して作業する	周囲の確認よし
型枠が外れて落ちる	玉掛けを確実にを行う	玉掛けよし
バケットにぶつかる	合図を確認して作業する	合図よし
足場から物が落ちる	上下を確認して作業する	上下の確認よし
熱中症にかかる	水分を十分に補給し休憩をとる	水分補給よし

これでいいのだろうか？と思い悩みましたが、実際に重機と接触したこともないし、上から物が落ちてきて怪我した事もないし（あったら大変）。周囲を確認すればバックホウと接触しないのか？

熱中症にかかったらどうやって初期手当ををするのか？・・・・・・・・

「そうか！それじゃー具体的な方法を見せてやれば、事故の怖さ・衝撃が理解出来るだろう」との単純な発想から、安全教育・訓練で、実際の事故の実験を試みようと思いつきました。

以下はその具体的な実験の事例です。KY活動でよく出てくるパターンです。

1) バックホウと接触する→周囲を確認して作業する→周囲の確認よし

それではバックホウと人が接触するとどうなるか、以下の機械と器材を用いて実験しました。

使用機械：0.3m<sup>3</sup>バックホウ、ポリ管

2) 足場から物が落ちる→上下を確認して作業する→上下の確認よし

それでは足場から物が落ちて人に当たるとどうなるか、以下の機械と器材を用いて実験しました。使用機械：リフト車、作業で毎日使用している工具（ラチェット）、ベニヤ板（厚さ1cm）

### 3. 工夫・改善点と適用結果

前述のとおり、「安全教育・訓練」は「やらないといけないので」「提出に必要な写真を・・・」等の理由でマンネリ化しており、作業員は退屈な時間を過ごすことになっているのが現状です。（座学でいくら良い安全講話をやっても、内容の半分も理解していないと思う）また、資料を作るのにも多大な時間を要します。そこで、貴重な時間を有意義に使うために工夫したのが以下に紹介する方法です。

簡単な方法ですが、想定外の結果となり効果はかなりのものでした。

1) バックホウと人が接触するとどうなるか（写真-2、3）



写真-2 安全教育訓練

## 写真-2 説明

とにかく人間は、何かに（作業）集中すると、周囲の確認がおろそかに成りがちである。（周りがみえなくなる。）  
バックホウはキャビンがついておりブーム側はかなり視界が悪い。  
0.3m<sup>3</sup>バックホウ（ヤードの整地に使用）をゆっくり回転させ、人に見立てたポリ管に接触させてその衝撃の度合いを実験してみました。



写真-3 安全教育訓練

## 写真-3 説明

ゆっくり回転させ、接触させたにもかかわらず、ポリ管は約3m跳ばされた。  
ポリ管が軽いせいもあるが、作業員の感想は「あれだけゆっくり回転したのにこんなに飛ばされるとは思っても見なかった」と一様に驚きを隠せなかった。  
これが、急旋回して作業員と接触したらどうなるか？考えただけでぞっとします。

そこで、先ほどのKY活動の分析結果を見えます。

・バックホウと接触する→周囲を確認して作業する→周囲の確認よし。それが実験後に実施した

KY活動では、次のように変わりました。

・バックホウと接触する→バックホウ作業中は作業範囲内に立入らない→立入る時は合図をする。  
合図の確認よし

このように、作業員にはっきりと意識の変化が見られました。

2) 足場から物が落ちて人に当たるとどうなるか  
(写真-4、5、6)

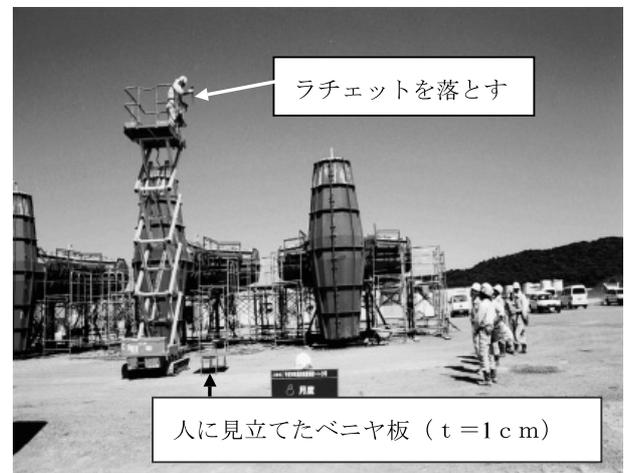


写真-4 安全教育訓練

## 写真-4 説明

型枠組立・解体はリフト車を使用する。  
この際、工具としてラチェットを使用するがこれを、手を滑らせ落とし、下にいる作業員に当たったらどうなるかを想定し、実験を行った。  
リフトの高さは約6mあります。  
人に見立てたベニヤ板は厚さは1cmで人間の普通の力で割ることは、かなり困難です。  
体重60kgの人が飛び乗れば割れると思いますが・・・。



真ん中から割れたベニヤ板 (t=1cm)

写真-5 安全教育訓練

#### 写真-5 説明

実験後のベニヤ板は、真ん中から割れてしまい、その衝撃の大きさに作業員はただ驚くばかり・・・・・・・・。

「穴が開くくらいと思っていた」というのが作業員の一致した感想でした。私も、ラチェットが跳ね返ってしまい、板は割れないと思っていましたので本当に驚いてしまいました。



ラチェット

写真-6

#### 写真-6 説明

実験後のベニヤ板の状況です。

ラチェットの重さは約5kgと軽いのですが、こんな結果になるとは全く想定外の結果でした。

上下作業は絶対してはいけないことを、みんなで改めて認識しました。

いくら上下を確認しても、これでは防ぎようがありません。KY活動が上下の確認よし→上下作業はしないと変わったことは言うまでもありません。

#### 4. おわりに

安全管理は、地道にやらないとその効果は期待出来ない。また、おろそかにすると会社の存続さえ危ぶまれる。いくらお金をかけても、現場で実際に作業する人達の意識の改革がなければ事故は防げない。KY活動、安全教育・訓練は、作業員の安全意識を高揚させる、絶好の機会であるという考えからこのような単純だが、効果的な方法を思いついた。皆さんも毎日のKY活動をさらに充実させ、安全教育訓練においても発想の変換をすることで、「無事故・無災害」でなく「危険ゼロ」で現場を完成させることが出来ると思います。

建設業界の現状は、公共事業の抑制が叫ばれ、各社共に軒並み受注減になるなど大変厳しい状況となっています。この厳しい時代を勝ち抜くためにも、労働災害をゼロにすることが、決して大きさでなく我々施工管理技士に与えられた使命であると考えます。

## 管きょ更生工法における安全対策について

宮城県土木施工管理技士会  
熱海建設興業株式会社  
工務部  
現場所長  
久我 正春  
Masaharu Kuga

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：阿武隈川幹線他管渠改築工事
- (2) 発注者：宮城県中南部下水道事務所
- (3) 工事場所：宮城県柴田郡柴田町四日市場地内  
他
- (4) 工期：平成21年7月2日～  
平成22年3月19日

下水道の整備は都市部では100%に近く達しておりますが、現在では老朽化が進み漏水や浸水、さらには道路の陥没などの社会問題も起きています。そのため、管きょ更生工事の必要性が重要視されてきています。

この工事の需要が増えるなか事故も増加しており、平成20年には首都圏で集中豪雨による5名もの死亡事故などの重大事故も起きています。

管きょ更生工法は下水等を共用しながらの作業が可能であるため、作業環境は限れた空間での非衛生的な状況下となることから、作業員の負担が非常に大きくなることが懸念されます。よって管渠内環境を含め様々な安全対策を講じなければなりません。

現在行っている管きょ更生工事について、安全に対する課題と対策を述べます。

### 2. 現場における課題

#### (1) 水量の管理について

当施工幹線は水量が多く平均水位が500mm以上となる。現在行っている更生工法では管径の3分の1（400mm）以下での施工となるため、通常では上流側でのポンプ場等における流量調整が必要となる。しかし、この幹線には直接のポンプ場が無いとため新たに上流人孔に堰を設けて現場で水門管理し水量調整を行わなければならない。

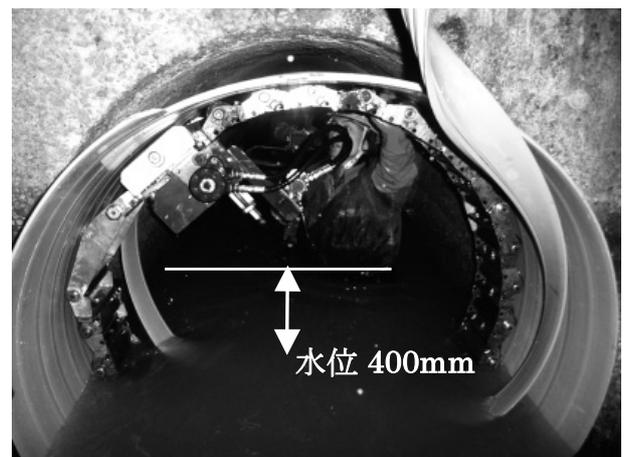


写真-1 製管状況

#### (2) 酸欠・硫化水素発生について

人孔間の延長が長いと酸欠災害の恐れがある。また、浮上防止兼支保等の設置により水流に変化

が生じると硫化水素の発生が懸念される。

### (3) 降雨対策について

当幹線は分流式であるため雨水の流入はないのですが、管渠の老朽化に伴う漏水や浸水により、降雨時は流量が増大する傾向にある。

過去の事故例をみても降雨時とくにゲリラ豪雨などが事故の最も大きな原因の1つとなっている。

### (4) 作業環境の改善について

作業の性質上水位が増す作業になると、通常の作業着（胴長+合羽）では浸水する可能性がある。また、管渠延長が長いため、自分が現在どの位置にいるのかを瞬時に把握することができない。このことは正確な緊急避難が出来ない恐れがある。

## 3. 対応策

### (1) 水量の管理について

施工前に流量の調査を行い水位及び流速が最も少なくなる時間帯を選定し、その時間帯に合わせて水門の調整を行い施工可能な水位まで調整する。なお、水門の管理は元請職員が直接行い、常に水量を把握して不意の増水等に対応し現場との連携を図る。

### (2) 酸欠・硫化水素発生について

換気・送風量の計算をおこなった結果、送風機の能力を通常の65m<sup>3</sup>/min（100V）から大容量130m<sup>3</sup>/min（200V）に規格アップし安全な管渠内環境の確保を行う。



写真-2 水門水位表示状況

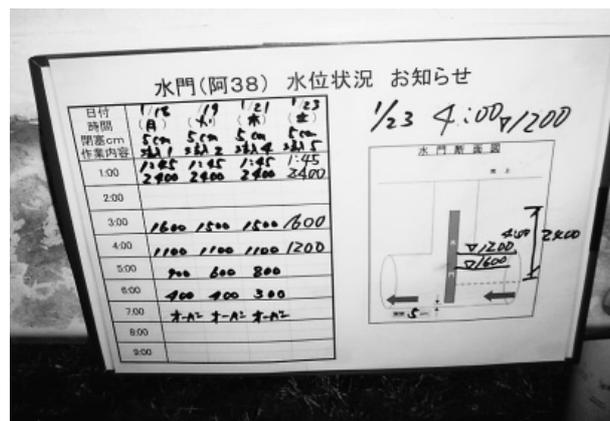


写真-3 水門水位表

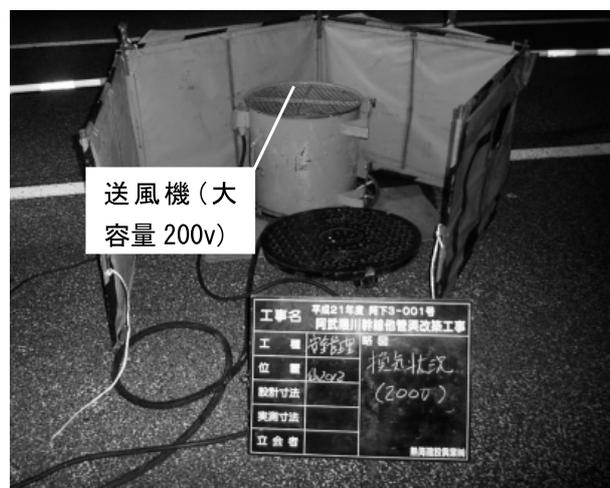


写真-4 送風機（大容量200V）



写真-5 管渠内酸欠硫化水素測定器携帯状況

酸素濃度と硫化水素等の測定は人孔部では常時行い、更に管渠内の作業員に携帯用測定器を持たせて管渠内の状況を常に把握させる。

### (3) 降雨対策について

作業中止基準及び管渠内避難手順を明確にし、

作業員一人ひとりが緊急時に迅速に対応できるように毎月管渠内作業避難訓練を実施する。

また、気象情報の入手については現場事務所でのパソコンと現場での携帯端末機（より詳細な情報を得るためスマートフォンを使用）にてインターネットを活用し、現場区域だけでなく上流全域の雨雲レーダーの監視と降水量の把握を行う。また、その情報を現場に随時伝達し情報の共有化を行う。



写真-6 管渠内作業避難訓練状況



写真-7 管渠内作業避難訓練状況



図-1 避難手順の明確化

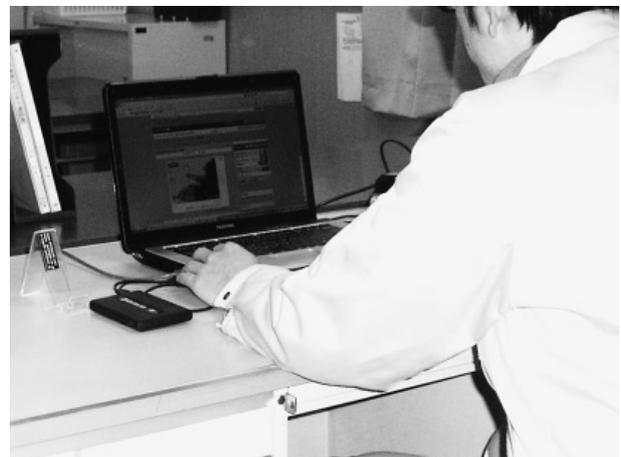


写真-8 パソコンによる気象情報の入手



写真-9 携帯端末機による気象情報の入手

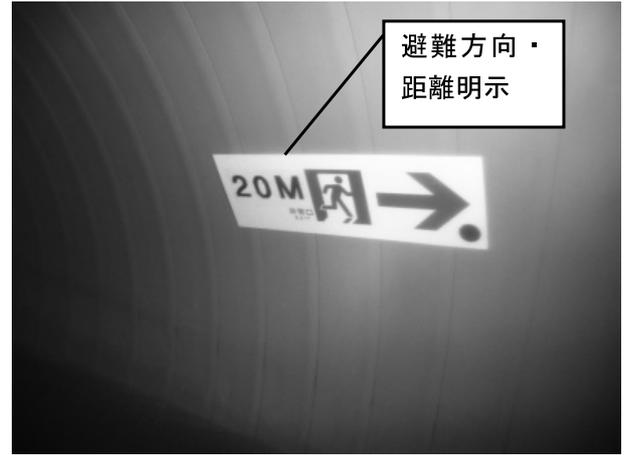


写真-11 管渠内避難方向距離の明示状況

#### (4) 作業環境の改善について

水位の低い場合は通常の作業着（胴長+合羽）とし、深い場合にはウエットスーツを着用させ作業着への浸水を防ぐ。

管渠内において現在位置が分かりやすいように、管口から一定の位置に距離と避難方向を明示する。これにより緊急避難時に活用させる。また、万一作業員が流された場合の対策として工事区間の最下流に柵を設置する。

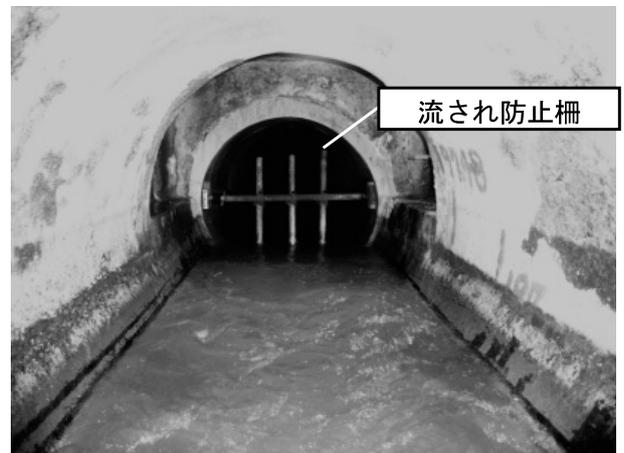


写真-12 流され防止柵の設置状況



写真-10 (左側) ウエットスーツ、(右側) 胴長+合羽

#### 4. おわりに

過去の事故例を振り返ると、多少の雨が降ってきてもまだ大丈夫だといふ考えてしまいます。そのような時に想定外の鉄砲水で流されたのではないかと思います。

このような事故を絶対に起こさないためには、水量の管理と上流域の気象情報の把握、また、管渠内の空気の監視を常に行い、作業員が安心して作業に取り組める環境を常に保持することが大切だと思います。

## 諫早南部橋梁上部工事における問題点と対策

長崎県土木施工管理技士会  
川田・吉川特定建設工事共同企業体  
(株式会社 吉川組)  
主任技術者  
小鉢 力也  
Rikiya Kobachi

### 1. はじめに

当工事は諫早湾堤防道路に広域農道方面から国道を越えて直接通行するための高架橋を施工する工事である。

#### 工事概要

- (1) 工事名：諫早湾干拓堤防南部  
取付道路橋梁上部工事（その1）
- (2) 発注者：長崎県県央振興局農林部  
諫早湾干拓堤防管理事務所
- (3) 工事場所：長崎県雲仙市吾妻町
- (4) 工期：平成21年9月1日～  
平成22年3月25日
- (5) 工事内容：橋桁製作工 1式 架設工 1式  
横組工 1式 仮設工 1式

#### 施工方法

- ① 工事発注図面及び構造計算書・現地確認を行い設計照査を行う。また、同時に主桁製作計画書、橋桁運搬計画書、架設計画書を作成を行う。
- ② 設計照査確認後、主桁の製作を行う。
- ③ 主桁を製作工場から運搬し架設を行う。
- ④ 主桁の固定、緊張を行う。
- ⑤ カーブ張出部の鉄筋・型枠組立コンクリート打設を行う。
- ⑥ 調整コンクリート、高覧のコンクリート施工

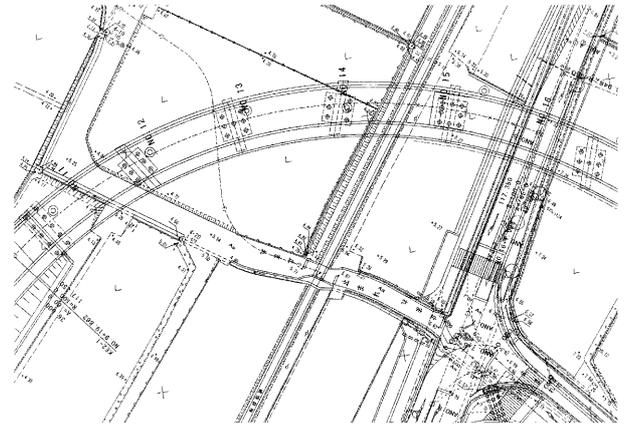


図-1 プレテンション方式2径間連結中空床版橋  
2スパン L=90m

を行う。

- ⑦ 踏掛版の施工を行う。

### 2. 現場における課題・問題点

- ① 今回施工区間では、島原鉄道上空の架設があり島鉄上空部施工時は島原鉄道との協議が必要となる。
- ② 国道から現場に直接入る道は大型トレーラー（桁長25m）が進入できないため主桁搬入時の搬入路を見つけなければならない。
- ③ 諫早湾から200mしか離れておらず、塩害等の影響や、鉄製品の錆等が懸念される。また常時、風が強いため資機材等の飛散やクレーン作業の安全性の確保を考えなければならない。

- ④ 市道上空にも架設があるため主桁の架設及び、現場打部施工時の安全対策及び施工方法を考えなければならない。
- ⑤ 主桁架設後に安全通路の確保と現場打部施工のため張出足場の施工を行うが、張出足場施工時の安全確保が鉄道上空と市道上空は、高所作業車等が使えないため親綱と安全帯を使用しての作業となり、常時風が強いいため主桁からの転落等が予想される。

### 3. 対応策・工夫改良点

- ① 今回施工区間では島原鉄道上空の架設があるため、島原鉄道上空架設前に島原鉄道本社で架設方法について下記の協議を行った。
  - ・鉄道運行時は作業ができないため運行完了後の夜間に施工を行う。
  - ・鉄道運行上支障がないか施工時には鉄道見張り員を付けてもらう。
  - ・架設施工時は、桁間、間詰コンクリート打設時のコンクリート汁飛散や、資機材等の落下等が考えられるため架設前に防護工施工を行う。



写真-1 島鉄防護工施工状況



写真-2 防護工施工完了

- ② 主桁搬入が主桁全長が最大25mあり現場周囲の公道からの搬入が不可能だった為、隣接する鉄工所内を運搬路として使用させてもらうように協議を行った。工場進入路からの桁搬入の他、主桁吊上げクレーン650tを搬入させるため下記対策を行った。

- ・主桁及び650tクレーンは重量が30t以上となるため工場内のアスファルト及び碎石舗装がしてない箇所は、搬入時に地盤が沈下するため舗装箇所以外はトレーラーの軌跡図を図面に載せ全面整形転圧を行ったあと鉄板を敷くようにした。



写真-3 搬入路鉄板敷込み完了



写真-4 主桁搬入状況

③ 暴風時のクレーンの安全確保及び、資機材の飛散対策として警報装置付風速計の設置と、島原鉄道軌道側に接近すると警報がなるレーザースキャナを設置した。また、張出し足場で、島原鉄道上部と市道上部に当たる部分は足場側面に飛散防止合板の設置を行った。鉄筋等の錆防止では、主桁鉄筋露出部にはクリアーコート（防錆剤）を散布し鉄筋組立時に使用する結束線はすべて亜鉛メッキ結束線を使用するようにした。



写真-5 警報装置付風速計



写真-6 レーザースキャナ感知部



写真-7 飛散防止用合板設置

- ④ 市道上空の架設時は、現場内を車が通れるように整地を行い砕石舗装を行い安全通路両端に三角コーンとバーで通路の明示を行い、誘導員を配置して一般車及び歩行者の安全通路通行時に市道を封鎖して市道上空の架設を行った。
- ⑤ 主桁架設後の張出足場の施工時の安全確保のため、主桁搬入時に張出足場を設置する主桁を先に搬入し作業台の上に仮置した後に、張出足場の施工がない他の主桁の施工を行うようにし、その他主桁施工時に張出足場を地盤上で先行設置することで、高所からの転落及び、資機材の落下の危険性を減らすことができた。



写真-8 先行張出足場組立完了



写真-9 先行張出足場吊上げ状況

#### 4. おわりに

上部工の工事は今回初めて行ったが、極めて工程、出来形、品質上で間違い、手違い等を起こす

と修正や、手直しが効かない場合が多く時間、労力を掛けてでも何回も確認、打合わせを行わなければ重大なミスに繋がることが分かった。また安全管理の面でも高所からの転落は直接死亡事故に繋がるため、落下事故を起こさないための対策も二重、三重に行うことで重大事故を起こすリスクを少しずつ減らすことができた。

今回施工した、諫早湾干拓堤防南部取付道路橋梁上部工事（その1）では初めて目にするものや耳にするものが多かったが、工事を進めていく上で、上部工工事で特に気をつけなければならないポイントで上記に書いた管理項目を十分な確認、打合わせを行い工事を終わらすことができたことは今後の為の良い経験となった。

## 山間部及び観光地における安全対策について

山梨県土木施工管理技士会  
 小林建設株式会社  
 土木部  
 小尾直文  
 Naofumi Obi

### 1. はじめに

本工事箇所は山梨県の西端に位置し、富士川の支流早川の最上流部で、南アルプス国立公園特別区域に位置します。周辺は、北岳、間ノ岳、農取岳、甲斐駒ヶ岳、鳳凰三山などの山々に囲まれ、四季を通して入山者も多く、観光シーズンには多くの観光客が訪れる良好な観光地であります。

本工事はそんな観光の基点である広河原地区において、度重なる豪雨により野呂川橋上流の既設蛇籠護岸工が倒壊されたため、今回修復する事となった工事であり、これらの蛇籠石を利用し、新技術であるラウンドストーン工法での石張護岸工約220mを施工するものであります。



写真-1 工事箇所

### 工事概要

- (1) 工事名：野呂川橋上流護岸工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局  
富士川砂防事務所
- (3) 工事場所：山梨県南アルプス市芦安芦倉
- (4) 工期：平成21年7月14日～  
平成22年3月31日

### 2. 現場における課題

当現場は標高1,500mを越す山間部であり、中央構造線及びフォッサマグナに沿う南北方向の地質構造に支配され、岩質は断層や節理の発達により極めて脆弱で、上流部の荒廃率は8%を超えています。そのために過去何度も大規模な台風災害や急激な降雨による土石流災害を受けている場所であります。

そこで、台風や土石流対策に必要な日々の天気や降雨量などの情報を迅速且つ正確に入手することが不可欠になってきますが、施工場所は、ふもとの民家より約30km離れており、テレビも電話も電気もない山岳地であります。そのため第1の課題として天気予報や気象情報を通じての台風対策や降雨・洪水対策に繋がる「山岳地での情報収集」を行うこと。

第2の課題として工事開始時期の現場付近は良好な自然環境を求めて登山客や釣客などの観光客

が訪れます。そのため、観光客が現場へ進入するなどの第3者災害を引き起こす恐れがあるため、「第3者災害防止対策」を行うこと。

最後に山間部での作業となり、現場の天候は崩れやすく、冬季は氷点下での作業を余儀なくされるため、作業員への働きやすい場所を提供する事を目的とした「作業員への環境作り」を課題にし、それらに対して積極的に取り組む事としました。

### 3. 対応策と適用結果

#### (1) 山岳地での情報収集

まず情報の収集には安定した電力を要するので、電気の供給が可能であるか現地調査した結果、以前近隣施設で使用していた電柱が存在していたので、電力会社に仮設電気が供給できる環境であるか問い合わせた結果、新たに取り込む量を増やせば通常1ヶ月で供給開始の所を、3ヶ月かかるが可能であるとの事だったので、3ヶ月間は発電機により電力を確保し、10月からは安定した電力の確保を行いました。

次に衛星電話を用意し、使用出来る場所は見つかりましたが、屋内では電波状態が悪くなるため外部アンテナを設置しました。その結果、雨天時も電話が繋がるようになり、なおかつ交換機を使用して子機による使用も可能としたため、事務所から離れた場所でも電話が使用出来るようになりました。



写真-2 交換機による卓上電話の使用

最後にインターネットは使用できる環境ではないので今までの山間部では、常時情報を掴むために、会社からのFAXや電話による情報交換でしか対応できませんでした。しかし、文明の発展により地上デジタル放送による情報収集も新たに選択支のひとつとなりましたので、早速電波受信可能な対岸にアンテナを設置し、ケーブルを現場事務所まで引き(約100m)、チューナーを設置することで標高1,500mの現場に地上デジタル放送が使用できるようになりました。その結果、デジタル放送の天気予報や気象情報により常時情報を掴むことができ、都市部で仕事をしているのと同程度の環境整備を行いました。



写真-3 地上デジタル放送による台風情報

その後、平成21年10月8日に上陸した台風18号により被害を受けました。しかし、左記記載のと



写真-4 台風18号による被災状況

おり常時情報が収集できたため、10月6日から現場内の資材や材料を河川外の高台へ避難し、10月7日の午前中には河川を横断している横断路の撤去や仮締切りの強化を図り、すべての避難が終わった後に、重機を高台へ避難しました。

その結果、猛威をふるった台風18号による災害を最小限に抑えることが出来ました。

## (2) 第三者への災害防止対策

当現場左岸側にはバス停やタクシー乗り場が隣接しており、工事に興味がある観光客や工事箇所を知らない釣客が現場内へ進入する恐れがありました。そのため、バス停やタクシー乗り場への工事に対するお願い看板の設置や、近隣施設の南アルペンプラザや広河原山荘などの観光スポットへの工事説明などを記載した回覧板の配布を行い、工事への周知と協力を促しました。

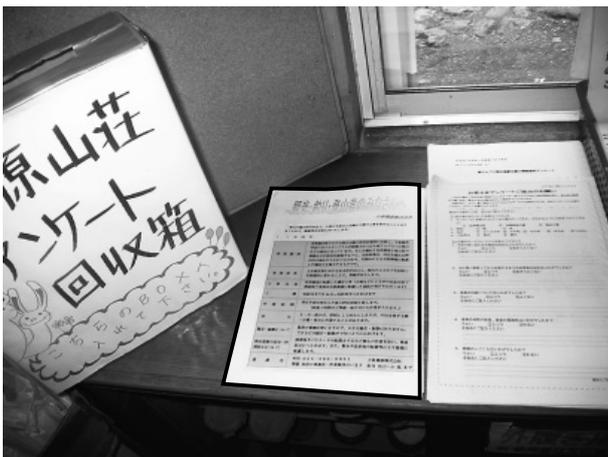


写真-5 パンフレット配布

また、現場への進入可能な場所にバリケードを設置し、立入禁止措置を行い、第三者の現場への侵入を防ぎました。そして、バス停とタクシー乗り場周辺の現場が見渡せる場所へ伐採木を利用した転落防止柵を設置した上で、現場の工事説明や工事進捗写真、北岳の写真を見板に設置したことで、簡易的な工事お立ち見台を設置し、工事内容の理解と共に土木工事のイメージアップを図りました。

最後に工事箇所上の崩落部に近接している登山道を整備し、誤って崩落部より転落しないよう法

肩へ伐採木を利用した転落防止柵を設置し、第三者への安全対策と平行して地域貢献を行いました。



写真-6 簡易お立ち見台



写真-7 転落防止柵

## (3) 作業員への環境作り

本工事現場への通勤時間は約1時間、しかも山間部での作業となり、悪条件下での作業を余儀なくされるため、少しでも作業員の体に掛かる負担を軽減する必要がありました。そのため、まず1つ目に作業員休憩所に畳を敷き、靴を脱いで横になれるようにしました。2つ目に、夏季の熱中症対策として日除け施設や冷蔵庫を完備し、冷たい飲料水を補給できるようにしました。3つ目に冬季対策として現場で暖をとれるヒーターの完備、ホッカイロの支給、保温庫による温かい飲料水の提供、弁当やカップ麺を暖かい状態で食べられるよう、電子レンジ、電子ポットの完備を行いました。



#### 4. おわりに

私たち土木工場の現場は常に変化する自然環境に対して順応していく必要があります。そのため、自然に逆らわないように退避（休工）することが一番の安全確保に繋がると考えますが、情報に左右されすぎて、毎回退避してばかりいては工事進捗も進みません。そのため、これから進歩する情報社会の波に乗り、情報を上手に掴むことで自然

との調和を図っていくことが大切だと思います。

また、常に我々は機械を操り、道具を操ることで工事を履行していきます。そのため、事故を起こすのも人間であり、起こらないよう取り組むのも人間であります。だからこそ私達は、常に現場内を見渡し、どこに危険が潜んでいるのか、作業員の安全に対する心の油断はないか等細心の注意を払ってこれからも『安全第一』、『無事故・無災害』でがんばっていきたいと思います。

## 微細粒子を含んだ濁水の処理

(社)北海道土木施工管理技士会  
岩田地崎建設株式会社

石本 孝 広<sup>○</sup>  
Takahiro Ishimoto

監理技術者  
小田 雅 司  
Masashi Oda

現場代理人  
増田 祐 二  
Yuji Masuda

### 1. はじめに

本工事は、ダム本体築造箇所の堤体掘削を行う工事である。堤体掘削工区は、左右岸に分割されて発注されており、当工区は左岸側1工区の施工である。当別ダムは、ダムサイトの材料を有効利用する事を主眼とした、台形CSGダムである。本工事で採取した材料は、来年度からの本体CSG打設に流用する事から、全量中ノ沢ストックヤードへ運搬堆積する。

主な工事内容を以下に示す。

#### 工事内容

- (1) 工 事 名：〇〇ダム建設  
材料採取工事（1工区）
- (2) 工事場所：石狩郡当別町青山
- (3) 工 期：平成20年6月23日～  
平成20年10月30日
- (4) 発 注 者：北海道札幌土木現業所
- (5) 施 工 者：岩田地崎・廣野・東邦特定建設  
工事共同企業体（60：20：20）
- (6) 主要工事：掘削工  
建設発生土処理  $V = 96,200\text{m}^3$   
母材仮置  $V = 136,000\text{m}^3$   
雑 工 一式  
仮設工 一式

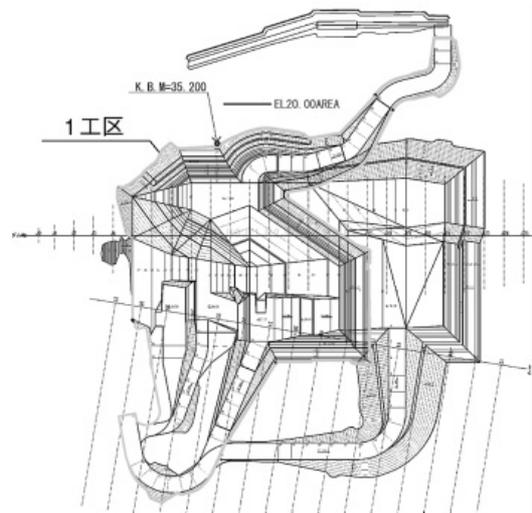


図-1 堤体平面図

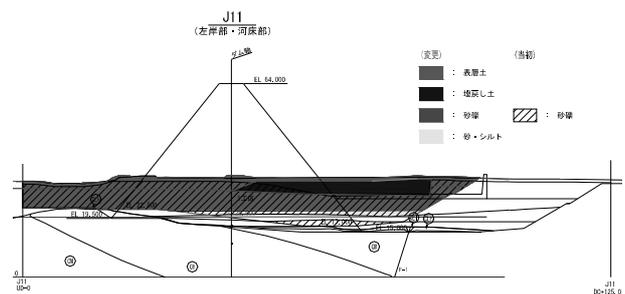


図-2 標準断面図



写真-1 全景（右岸側から）

## 2. 現場における問題点

### (1) 微細粒子を含んだ濁水処理の提案

最大20mの掘削深さのうち、地下水位以下を10m程度掘削する計画であった。掘削時には5 $\mu$ 以下の微細粒子が多く含まれる濁水の発生が懸念されていた。(湧水量200m<sup>3</sup>/h)

当初設計の濁水処理は自然沈殿方式だったが、原水(濁度3,000)を採取し、100時間以上放置しても濁度500以下にならなかった。このことから、原水に微細粒子が多く、土粒子が沈降しないことがわかった。

上記より、処理水は放流基準(SS50mg/l以下)を満たすことが出来ないため、高分子凝集剤

を使用した簡易式の濁水処理施設の追加を提案した(表-1、図-3参照)。

### (2) 注薬量や貯留池容量の設定

高分子凝集剤は、ベントナイト系濁水の凝集フロック沈降状態に優れていることから、「ソリューション FX-982」を採用した。(以下、高分子凝集剤と記述)高分子凝集剤の注薬量は、現場と室内におけるジャーテスト(表-2、3参照)の結果から、200ppmが最適と判断した。

貯留池の容量は、以下のよう設定した。

・貯留池1の容量3,000m<sup>3</sup>:30mm/日降雨パターンの時、降雨時間7時間当りの貯留量累積は2,500m<sup>3</sup>であり、貯留池周囲の雨水流入も考慮した。(原水池として使用)

表-1 濁水処理比較表

処理方式	A案(当初設計)	B案(代替案)	C案(代替案)
比較項目	自然沈殿方式	機械処理沈殿方式(PAC、高分子)	自然沈殿池方式+簡易濁水処理(高分子 FX-982)
基準値	SS:50mg/l以下 PH:6.0~8.5	SS:25mg/l以下 PH:6.0~8.5	SS:50mg/l以下 PH:6.0~8.5
施工の概略	濁水を沈殿池(地上型水槽)に導入~自然沈降させ、上澄水を放流	濁水を濁水処理機に導入~凝集沈殿させ、上澄水を放流	濁水を濁水処理機に導入~凝集沈殿させ、上澄水を放流
施工性	21,450m <sup>2</sup> 沈殿池(地上型水槽)の設置	200t/h処理シックナーによる機械式設備が必要となり、施工も大型クレーン等規模が大きい	一液凝集設備となる為、機械設備の規模は小さく、施工も比較的容易
	△	△	○
経済性	42,010,000円 掘削、運搬(土捨場 運搬距離L=5.6km)、敷均し	38,130,000円 ポーグル型 100m <sup>3</sup> /h×2台配置、供用日100日(実稼働日65日)	34,850,000円 注薬設備(攪拌タンク・注薬ポンプ・水槽)を設置、供用日100日(実稼働日65日)
	×	△	○
環境	5 $\mu$ 以下の微粒子が多く含まれる場合は、追加貯留池の確保が必要	凝集効果が得られず、さらにPAC(酸性)を加えることにより、処理水がPH6.0を下回る可能性あり	凝集効果が得られると共に、薬品が中性であり、PHの変動が無い為、基準内放流が可能
	△	×	○
工程	工期が短いため、大規模な掘削は、堤体掘削工程に支障あり	機械設備の手配や設置作業に、時間がかかる	機械設備が簡易であり、特に問題がない
	△	△	○
総合評価	土工事に費用がかかることに加えて、工程遅延や放流基準を満たさないリスクがある	機械設備が大掛かりになることに加えて、凝集効果が得られない	機械設備も規模も小さく、放流基準も満たし操作性も含み、適切であるが、凝集剤の添加量が多い
	×	×	○

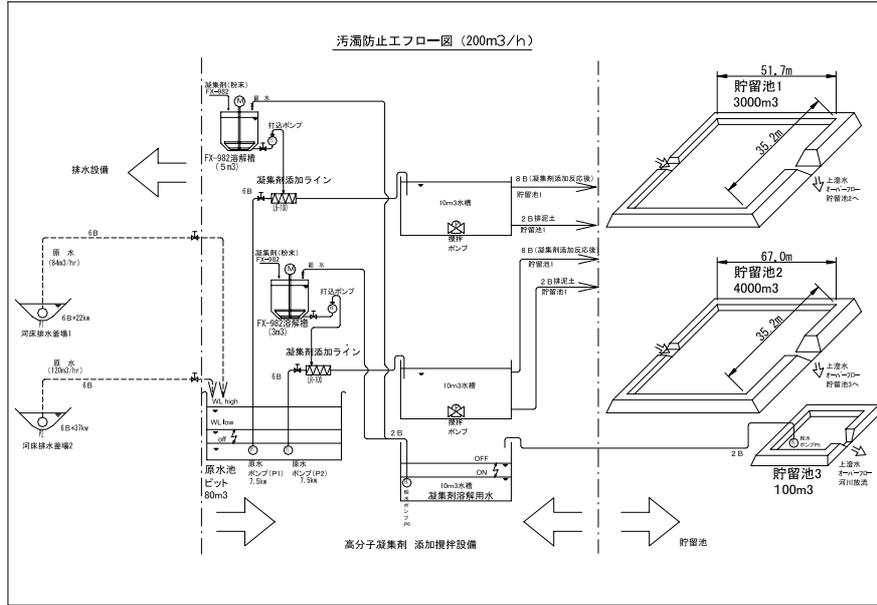


図-3 濁水処理フロー図

・貯留池2の容量4,000m<sup>3</sup>：濁水処理量200m<sup>3</sup>/h、平均原水SS2,000mg/ℓ、処理水SS50mg/ℓ、実稼動65日、安全係数1.5として、発生するスラリー量3,950m<sup>3</sup>と算出された。

### 3. 対応策

#### (1) 実施工のトラブルとその対処

実際に濁水処理を実施すると、釜場や原水池(3,000m<sup>3</sup>)で原水が希釈され、濁度が100~500ppm程度の原水が流入し、処理水が放流基準を満足しない状況となった。

低濁度の原水となる原因として、原水池が広す

表-2 現場ジャーテスト結果

1) 原水水質

濁度(mg/L)	pH	温度(°C)	外観	備考
1315	7.45	22	灰色	砂分多少有り

2) 結果

処理条件	処理薬品			処理水水質				判定	
	PAC(mg/L)	ホリマー(mg/L)	FX-982(mg/L)	SS(mg/L)	濁度(度)	フロックの性状	沈降性		
1	-	-	50	ビーカー	34	42	0.5	悪い	×
2	-	-	100	ビーカー	34	42	0.5	やや良い	△
3	-	-	200	ビーカー	13	18	2	良い	◎
4	-	-	400	ビーカー	15	21	2.5	やや良い	○
5	-	-	600	ビーカー	24	28	2.5	やや良い	○
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	200	実機	38	46	1.5	やや良い	○

表-3 室内ジャーテスト結果

原水濁度(mg/ℓ)	200	500	1000	2000	3000
B案：機械処理沈殿方式					
PAC(mg/ℓ)	150	150	150	150	150
高分子(mg/ℓ)	3	3	3	3	3
処理水 SS(mg/ℓ)	90	64	32	32	32
判定 SS≤25(mg/ℓ)	×	×	×	×	×
C案：自然沈殿池方式+FX-982					
FX-982(mg/ℓ)	400	400	200	200	200
処理水 SS(mg/ℓ)	120	60	45	50	45
判定 SS≤50(mg/ℓ)	×	×	○	○	○

ぎることや湧水量が想定よりも多い場合がある等が考えられたため、以下の対策を行った(図-4、5参照)。

- ① 小規模な原水池(80m<sup>3</sup>)を設置追加した。
- ② 原水濁度を上げるため、返送汚泥(貯留池⇒原水池)用水中ポンプ(4吋)を追加した。
- ③ 滞留時間の延長のため、処理水を貯留池3,000m<sup>3</sup>⇒4,000m<sup>3</sup>⇒100m<sup>3</sup>と経由させ、沈降を促す方式とした。

#### (2) 日々の濁水管理と創意工夫

濁水処理は釜場の水替えと密接な関係にあるため、無線による連絡体制や夜間の緊急連絡体制を確立した。

また、休工日等で濁度が50以下の場合、分岐バルブよりショートカットし、高分子凝集剤の注入量の低減を図った(図-5参照)。

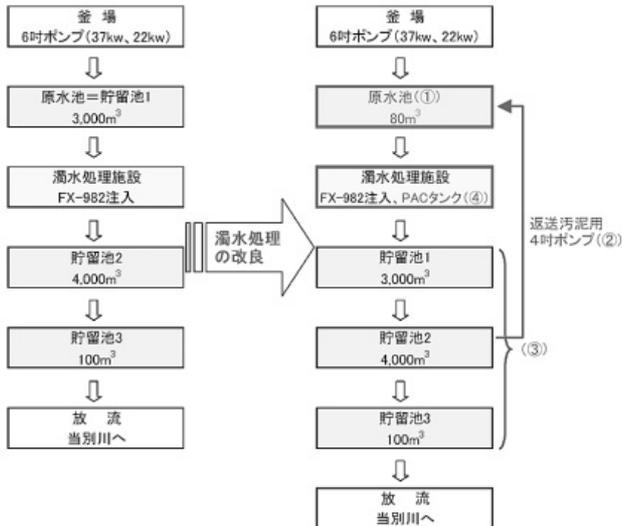


図-4 濁水処理の改良フロー

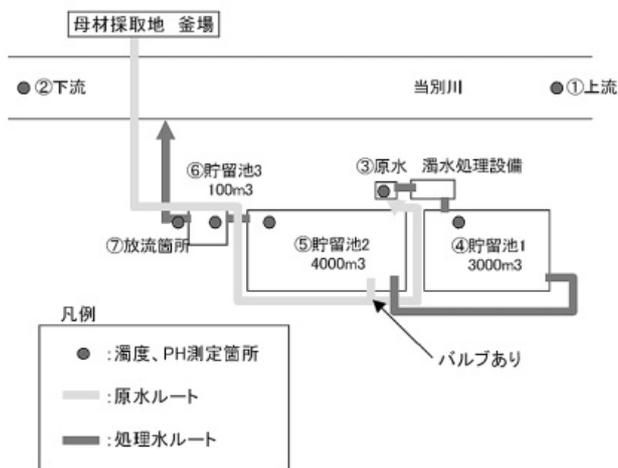


図-5 水質管理箇所図

高分子凝集剤の注入量は、使用数量を精算するため、以下の検査を定期的実施した。

- ・濁度、PHの測定（4回/日：24時間体制）
- ・処理水量（m<sup>3</sup>/h）の確認
- ・ポンプ稼動時間（h）の確認
- ・注入量200ppmの確認
- ・高分子凝集材の空袋の確認

今回、濁水処理施設は約1.5ヶ月間運転を行い、高分子凝集剤を23,120kg使用した。

#### 4. おわりに

今回の提案は、発注者に設計変更として認められた。また、全く同じ濁水管理方法で1工区⇒2工区⇒本体JVへと、引き継ぐことになった。こ



写真-2 濁水処理施設全景

れは、①自然沈殿方式を大きく変更できないこと、②漁業共同組合の工事排水に関する協議事項が、背景にあったためと思われる。

この提案を通じて以下の知見が得られた。

#### 【微細粒子を含んだ濁水の特性】

- ・濁度3,000の原水を100時間以上放置しても濁度500以下にならない。
- ・貯留池内に仕切りを設けても越流で、土粒子が再浮遊し、除去できない。
- ・濁度100～500程度の濁水は、高分子凝集剤のみでは凝集しにくい。

#### 【濁水処理について】

- ・掘削が進むにつれ、濁水の性状も変化するため、注薬量は現場ジャーテストにより、変更する必要がある。

・釜場のポンプと濁水処理施設の能力は、密接な関係にある。掘削工事をストップさせないためにも、『濁水発生量<ポンプ能力<濁水処理能力』の様に、余裕を持った設備とすることが必要である。

- ・今回の提案は高分子凝集剤の使用量が多く、薬品代がやや高いことがデメリットであった。今後は、PACとの併用により、薬品の添加量を抑制し、低濁度の濁水にも柔軟に適應できる設備とすることが望ましい。

・清水と濁水をできるだけ分離する工夫も、コスト縮減のために努力する必要がある。

#### 【参考文献】

- 1) 財団法人日本ダム協会環境委員会編著：ダム建設工事における濁水処理，改訂版
- 2) 小林勲+今野昭三+岩崎光美-共著：建設工事における濁水・泥水の処理工法，改訂版

## 河川環境整備工事における現地に調和した施工方法

宮城県土木施工管理技士会  
奥田建設株式会社  
土木部  
長谷川 純一  
Junichi Hasegawa

### 1. はじめに

高齢化が進む現代、多くの地域でお年寄りや障害者にとって住み良い街づくりを行っております。その代表として挙げられるのが「バリアフリー化」ですが、河川公園においても例外ではありません。

今回施工した河川環境整備工事は、河川敷において車椅子の方々でも水辺で遊べる様な、全面バリアフリーの親水護岸を造る工事でした。

(平面図を図-1に示す)

施工前から河川公園として利用されている場所であり、常に公園利用の方々への配慮を行いながら施工にあたりました。

また、自然環境への配慮も重要な課題のひとつであり河床掘削時の濁水における対策を講じた事で周辺に調和しながら現場運営ができました。

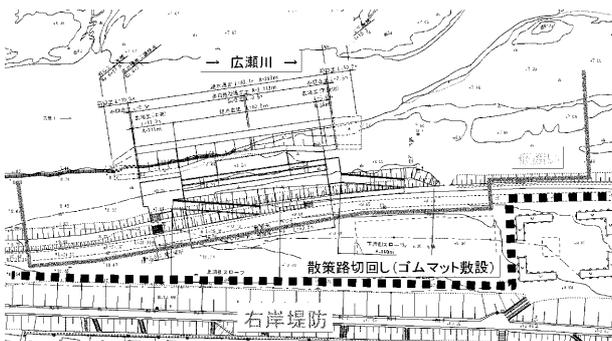


図-1 平面図

### 工事概要

- (1) 工事名：広瀬川右岸地区環境整備工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局  
仙台河川国道事務所
- (3) 元請：奥田建設株式会社
- (4) 工事場所：宮城県仙台市太白区八本松
- (5) 工期：平成19年10月3日～  
平成20年3月24日

### 【事業内容】

住民構想として車椅子を利用したタウンモビリティ構想があり、河川公園内・アクセス路等のバリアフリー化や水辺にふれあえる空間整備が求められている為、その一環として行った事業である。



写真-1 完成写真

## 2. 現場における課題・問題点

河川公園内での施工ということで、まず問題となった事項は、①公園利用者及び近隣住民への影響です。近くに小学校やマンションなどがあり、時間帯によっては多くの公園利用者が訪れます。早朝から散歩に来る方や、学校が終わってから公園に遊びに来る小学生、現場を見学しているような老人等様々です。一般の方々が現場のすぐそばを公園として利用している為、騒音の低減や立入禁止措置の徹底が必要となりました。

次に施工面の問題としては、②河川内の仮締切りの強化が挙げられました。施工時期は出水期から濁水期への変わり目であり水位は比較的低い状態ではありますが、川幅が狭い為降雨による急激な水位の上昇が予想されました(図-2)。当初設計では大型土のう二段積でしたが、水位の上昇や掘削高を考慮し、鋼矢板での仮締切りを検討しました。しかし、コストが掛かり過ぎることや、振動・騒音の面からも施工は不可能であるという結論に達し、大型土のうの補強で検討しました。

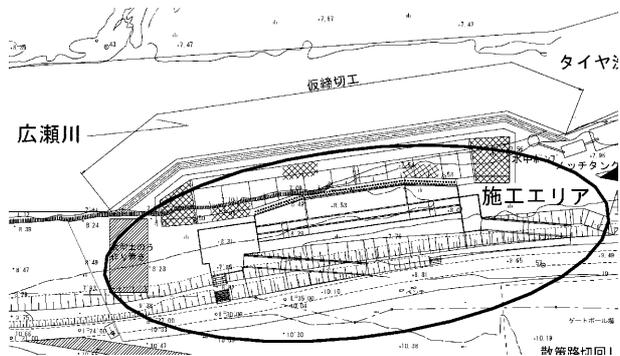


図-2 仮締切り平面図

自然環境に対する問題点としては、③河床掘削時の濁水の発生が挙げられました。仮締切り内を水替えし、慎重に掘削しても濁水は発生してしまいます。発生した濁水を浄化する方法が必要となりました。1級河川である広瀬川は鮭の遡上でも知られており、漁協や河川管理者からも河川維持について教育を受けていた為、水質に対する配慮が重要なポイントであると思われました。

## 3. 対応策と適用結果

①公園利用者及び近隣住民への配慮として現場の外周に単管パイプにて架台を組み、防音シートを張る事で現場周辺への騒音対策としました(写真-2)。

工事車両出入口はキャスターゲートを設置すると共に、関係者以外立入禁止表示を設置し、現場内への侵入を防止しました。



写真-2 防音シート写真

また、現場の見やすい位置に安全掲示板を設置し完成予想図や進捗状況説明の図面やコメントを掲示したことで、公園利用者からの理解を頂きました(写真-3)。



写真-3 安全掲示板写真

外周全てを隙間無く囲ったことで騒音の苦情はありませんでした。また、子供たちが誤って入場することなく安全管理の徹底ができました。

②の仮締切りの強化については、当初設計の二段積から、上流部の水圧を多く受ける部分は二重構造の強固な造りとし、設置高さも地盤の調整で高くしました(図-3及び写真-4)。

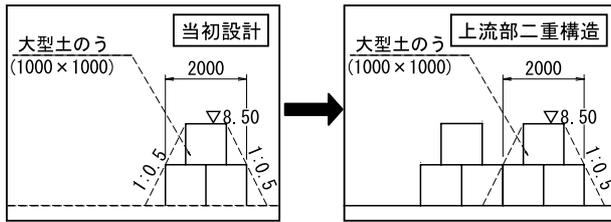


図-3 仮締切り断面図



写真-4 仮締切り設置完了写真

仮締切りも完了し、掘削、護岸工と順調に進捗していたある日、集中的な大雨が降りました。勿論作業は中止していましたが、河川の水位が見る見上がり、仮締切り天端まであと50cm程度まで迫ってきました。こうなると何も手出しは出来ません。自然の力を痛感する反面、仮締切りが崩壊しないよう祈るだけでした。幸い雨は止みましたが増水はすぐには収まりません。仮締切り天端まであと20cmの所でようやく、増水が収まり仮締切り内への流入はありませんでした。その後も何度か降雨による増水がありましたが、仮締切りの崩壊等も無く安全に施工する事が出来ました。

③の河床掘削時の濁水処理については、三種類の排水浄化設備を設置しました(図-4)。

水替工の排水を最初にノッチタンクに入れます。仕切り弁が設けてあることで、タンク内でも上水だけを排水し、砂利等を沈殿させ不純物を除去します。続いて透水マットを全面に敷詰めた沈砂池を設けノッチタンクからの排水を受けます。ここで、より小さな不純物を除去します。最後に河川までの排水路に現場発生玉石を並べ、そこを排水させたことで濁りの少ない水を河川に戻すことが

出来ました(図-4、写真-5)。

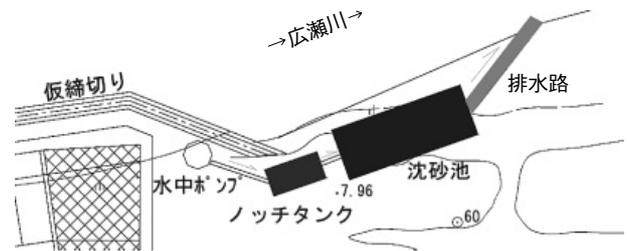


図-4 排水浄化設備平面図



写真-5 ノッチタンクと沈砂池写真



写真-6 沈砂池からの排水路写真

#### 4. おわりに

河川工事は常に水や自然と隣り合わせで、現地と調和した施工が大事であり、まして公園整備事業となると、施工中であっても公園利用者や一般の方々が抵抗無く利用できる空間が必要であると思います。

今回の工事は、現在も公園として利用している敷地内での工事であった為、公園利用者への配慮が必要不可欠でした。今回行った防音シートによる仮囲いは一定間隔にイラストシートを張付けることで現地との調和を図りました。また濁水処理設備は、三段階の浄化設備を設置することで河川

を汚すことなく現地と調和した施工が出来たと思います。

他の現場においても、自然環境への配慮や地域住民への配慮が必要である等、同様の問題があると思いますが、相手の立場に立って物事を考え、色々な意見を聞き、取り入れる努力をする。そし

てそれを実行する。それが大事であると思います。

自然・地域との連携は公共工事を行う上で必要不可欠であり、皆さんのお陰で仕事出来る。皆さんの為にいい物を造り提供する。この気持ちを忘れずに今後も施工管理に就きたいと思います。

## 自然環境に配慮した施工について

長崎県土木施工管理技士会  
株式会社 吉川組  
内田 光彦  
Mitsuhiko Uchida

### 1. はじめに

当工事は、島原中央道路の一部として大手川に架かる橋の下部工を行う工事です。

当現場は国有林内に構築する道路“島原中央道路”であるため、自然環境に配慮した施工について紹介します。

### 2. 工事概要

- (1) 工 事 名：長崎251号萩ヶ丘高架橋下部工工事
- (2) 工事場所：長崎県島原市字眉山地先
- (3) 工 期：平成21年3月28日～  
平成21年11月11日
- (4) 発注者：国土交通省 九州地方整備局  
雲仙復興事務所
- (5) 工事内容：橋台工（A1橋台）

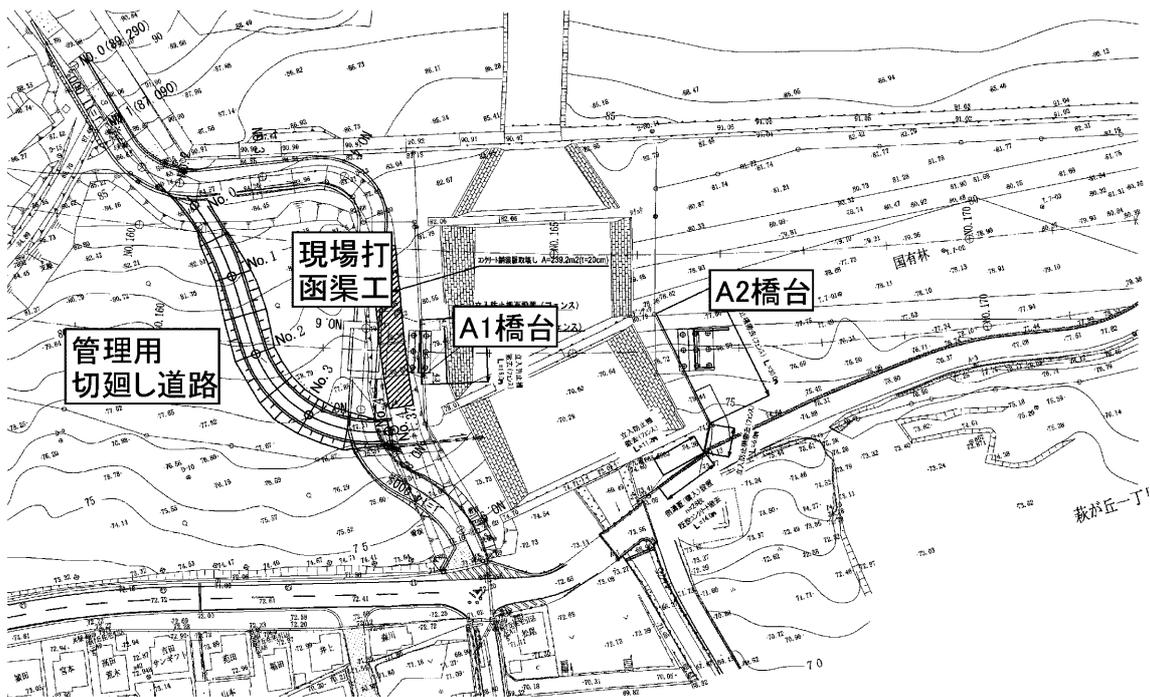


図-1 現場平面図

場所打杭φ1,200 L=14.5m	6本
コンクリート	267m <sup>3</sup>
鉄筋	13t
現場打函渠工	
コンクリート	223m <sup>3</sup>
鉄筋	21 t
橋台工 (A 2 橋台)	
場所打杭φ1,200 L=14.5m	6本
コンクリート	507m <sup>3</sup>
鉄筋	38 t
石・ブロック積 (張) 工	86m <sup>2</sup>
管理用道路切廻し道路	一式

### 3. 自然環境に配慮した施工について

#### 1) 工事影響範囲の事前調査

雲仙天草国立公園区域周辺の環境保全対策として、保全が必要な種として選定された絶滅危惧種（保全植物）が工事影響範囲内に生息しているかの確認を行いました。



写真-1 植生調査

#### 2) 草木及び低木の移植について

工事影響範囲の事前調査について絶滅危惧種（保全植物）は確認されませんでした。発注者との協議により在来種のヤグランを約1,000株苗用ポットに確保するようにしました。



写真-2 ヤグラン採取状況



写真-3 ヤグラン採取完了

工事影響範囲に点在していた在来種の榊、ハナシバ、カシ、クチナシ、椿等採取し移植を行いました。



写真-4 低木採取・移植状況



写真-5 低木移植完了

### 3) 根株及び幹部の移植試験施工について

島原中央道路計画位置は国有林内であるため、大量の伐採が必要となります。そこで幹部の伐採が完了した根部及び幹部を浸水させた状態で再生が可能かの試験施工を行いました。また根部においては根巻きした物と根巻きしない物との比較を行いました。樹木の種類として、根株はどんぐり（根巻き）、カシ、クス、イタムブク及びハゼです。幹部はカシ、ハゼ、エノキです。



写真-6 根株移植・浸水完了



写真-7 幹部移植・浸水完了

約40日経過後、全根株より若葉が出てきました。幹部においては付いていた葉に多少の枯れと若葉も同様に確認すること出来ました。



写真-8 約40日経過後の根株



写真-9 約40日経過後の幹部

約120日経過後、ハゼの木は緑色の葉の中に赤色の葉が確認されました。それ以外の樹木は出てきた若葉は枯れ出しているのを確認しました。また幹部においては、付いていた葉は枯れ、それ以外に変化は有りませんでした。



写真-10 120日経過後の根株



写真-11 120日経過後のハゼの木

約140日経過後、ハゼの木は同様に枯れることなく緑及び赤色の葉があり、生命力の強さを感じました。前回出てきた若葉が枯れたイタンブクの木において再度若葉が出てきたのを確認できました。



写真-12 120日経過後のイタンブク

全ての葉は枯れてしまっている



写真-13 140日経過後のイタンブク

枯れた葉が落ち若葉が再び確認

#### 4. おわりに

本工事において試験的に植物及び樹木の移植及び観察を行って参りましたが、種類にもよりますが生命力の強いハゼの木の移植は不可能ではないのではと感じました。今回は浸水への移植でしたが土への移植にも期待が持てました。

## 旧橋解体時の環境対策および自然環境保護について

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社  
土木舗装部  
主任  
青木 潤  
Jun Aoki

### 1. はじめに

北海道の東部海沿いに広がる下浦幌地区は、泥炭土に起因した地盤の不等沈下により、農用地、基幹排水路の機能が著しく低下し、農作物に過湿被害が生じていました。

また、農用地及び農業用道路は不等沈下の影響を受け、農作業の能率低下も招いています。現況排水路は、河床が高く断面狭小で、排水能力が低下しており、大雨時には農用地にたん水被害をもたらし、営農上大きな支障となっていました。

北海道開発局では「国営総合農地防災事業」と

して排水路の整備と併せて流末には排水機場を設置し、適正な地下水位の確保のため暗渠排水の整備を行った結果、耕地の排水機能が回復され、農用地の過湿被害が解消されました。

#### 工事概要

- (1) 工事名：下浦幌（二期）地区  
浦幌2号排水路養老工区工事
- (2) 発注者：北海道開発局帯広開発建設部
- (3) 工事場所：十勝郡浦幌町字養老
- (4) 工事内容：工事延長 L = 1,350m  
護岸工  
・植物繊維性マット 10,414㎡

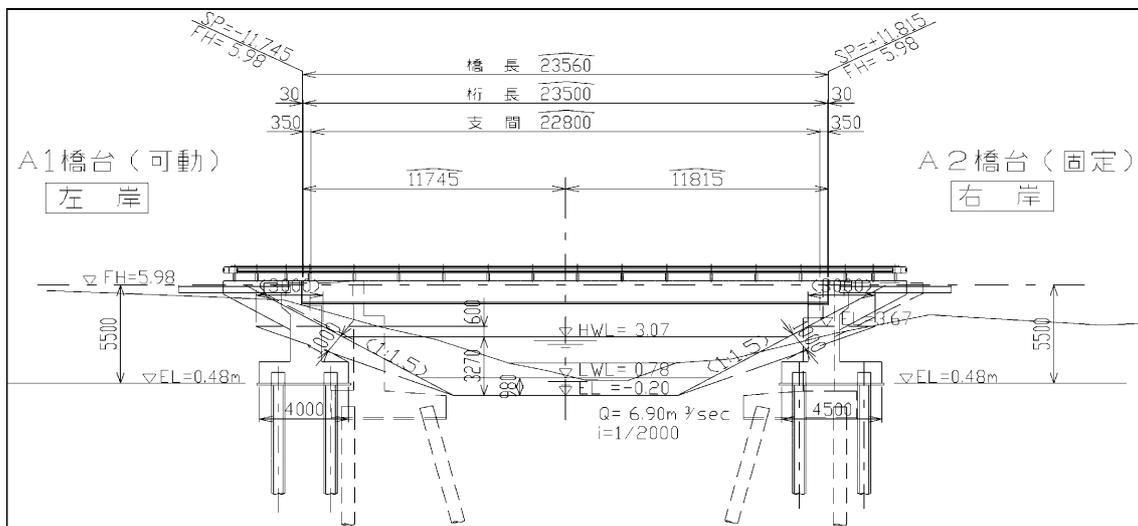


図-1 十間橋 側面図

・フトン籠	4,678m
・流入工	21箇所
橋梁工	
・旧橋解体	1式
・橋梁工 逆T字橋台	2基
・プレテンションホロー桁	11本
・基礎工 鋼管杭	22本

## 2. 現場における課題・問題点

今回、排水路整備と橋梁の架け替え工事を施工しました。排水路の整備では河床幅10m～12mに広げ法面勾配を1割5分で掘削し、フトン籠の設置および植物繊維性マットの敷設を行い、橋梁架け替えでは橋長23.50m、有効幅員7.50mの橋を1橋施工しました。

- ① 工事現場に隣接した場所に酪農家があり、乳牛を飼育しているため、橋梁解体作業及び、基礎杭打ち込み作業時において発生する騒音で牛の搾乳量の減少など悪影響を及ぼすことのないように騒音・振動を極力抑えることが近隣対策の課題となりました。
- ② 十間橋が架かる浦幌2号排水路（旧河川）へ解体時のコンクリート魂落下や飛散などによる水質汚濁の防止対策が課題となりました。
- ③ 当現場は旧河川の整備工事ですが現場周辺一帯は国の特別天然記念物である丹頂鶴が生息しているため、特段の自然保護対策が求められました。

## 3. 対応策・工夫・改良点

(1) 当初設計はブレイカー使用のため、地先農家の了解のもと、試験的に大型ブレイカーを使用して解体を行ってみましたが、各関係者から騒音・振動をもう少し抑える工法がないかと要望が挙がり、油圧破碎機（ニブラ）による解体に変更して作業を行いました。



写真-1 大型ブレイカー



写真-2 油圧破碎機

また、解体作業および橋梁基礎杭打ち込み作業時は騒音・振動測定器を設置して常に騒音85 dB、振動75 dBを超えないことを確認しながら作業を行いました。この測定は発注者からも賞賛を得られたので創意工夫として、住宅付近の重機作業時にも適宜測定を行い、快適な施工環境を維持しました。

その結果、囲い内では騒音が80 dB前後、牛舎



写真-3 簡易騒音測定器

から60m離れた地点で60 dB以下の値となり、近隣対策を図りながら施工を進めました。

(2) 旧河川へのコンクリート解体塊の落下を防止するために事前に桁下板張防護と防護ネットを設置し、すき間を埋めるため、板張防護上にシートを敷き詰めました。

また、桁下板張防護の側面および周囲にはコンクリートの飛散、粉塵、騒音を防止するため、防音シートを設置して作業ヤードを囲いました。更に解体作業時には河川水を利用して常時散水し粉塵対策を実施しました。循環した汚濁水は桁下に張ったシートに勾配を付けて2箇所溜め、水中ポンプにて沈砂槽に排水しました。

(3) 自然環境保護として土工掘削時の作業排水、橋梁下部工での湧水等の水替え処理は6 m<sup>3</sup>沈砂槽にポンプ排水を集め、沈砂槽の中間仕切り板の吐



写真-6 粉塵・防音対策囲い

き出し部分に植物繊維マットを取り付け、沈殿と濾過の二重で汚濁防止対策を実施しました。

また、護岸工における半川締切り仮設時に掘削箇所内に取り残された魚類を捕獲して河川に放流する事も行いました。

現場から約100m以内で丹頂鶴を発見した場合はバックホウのカラふかし、無理な負荷運転を避けて施工し、丹頂鶴が驚くクレーン作業は可能な限り場所を移動して作業を行いました。この結果、丹頂鶴親子が飛来して直ぐに飛び立つ事例は無く、草地で餌を頬張り休息していました。

設計的にも河川改修の従来工法である連結コンクリートブロック護岸を取り止め、栗石を使用したフトン箆を設置することにより周辺景観との調和、魚の産卵に配慮した工法を採用している現場でした。掘削法面には吹付けや栽培芝生を張らず法面崩壊を防ぐ植物繊維性マットのみを張り、現地と同じ植生が生育するよう考えてありました。



写真-4 桁下仮設状況



写真-5 桁下板張防護



写真-7 沈砂槽

#### 4. おわりに

今回、この現場では予め発注者からの指示もあったので、近隣対策と自然環境保護に関して着工前に調査や施工方法の妥当性を検討しました。

当初設計にとらわれず、旧橋解体に最初から油圧破碎機を使用すれば二度手間にならなかったと思われるが、地先農家に使用機械の違いを理解してもらえたことは、結果的に有益でありました。

これまでは住宅街での施工ぐらしか騒音・振動等を気にしませんでしたでしたが、今回牧草地の真ん中で施工する現場の方が周辺環境や自然保護に留意し、いろいろな場面で自然に配慮した施工が必要であると感じました。請負者が気付かない事は地先関係者から事前に聞き取り調査を行って現場条件を把握することの重要性も学びました。今後、

自分が係わる工事においても過去の経験などを生かし、周辺環境に配慮した施工方法を工夫していきたいと思います。



写真-8 現場周辺の丹頂鶴

## 地盤改良施工時の安全、環境保全対策について

福岡県土木施工管理技士会  
株式会社 廣瀬組  
工事部  
現場代理人  
野田 義弘  
Yoshihiro Noda

### 1. はじめに

本工事は、三池港、佐賀空港などの広域交通拠点及び大牟田市、柳川市、大川市、佐賀市、鹿島市など有明沿岸の都市群を連携することにより、地域間の連携、交通促進を図るとともに一般国道208号等の混雑緩和と交通安全の確保を目的として計画された有明沿岸道路延長約55kmの地域高規格道路の一部で、高田大和バイパスL=8.9kmの一環として柳川市大和町栄皿垣地区に、工事延長L=80m固結工(φ1,200mm 877本)浅層改良工5,896m<sup>3</sup>を施工する道路改良工事です。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号栄皿垣地区改良  
(6-2工区) 工事
- (2) 発注者：九州地方整備局福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市大和町栄地先
- (4) 工期：平成20年7月29日～  
平成21年3月19日

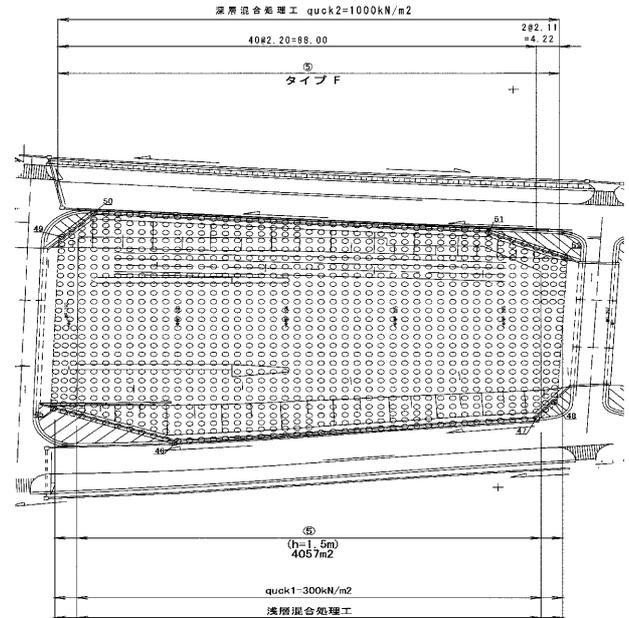


図-1 平面図

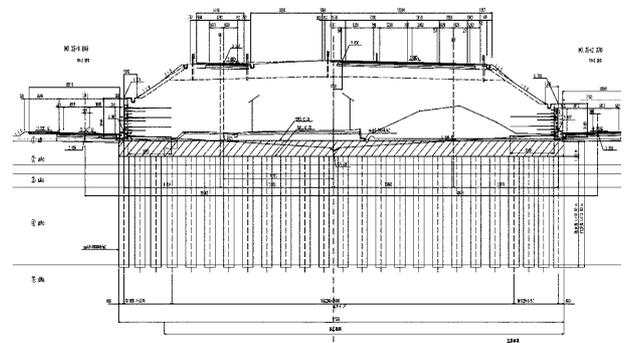


図-2 標準断面図



写真-1 完成

## 2. 現場における課題・問題点

工事施工箇所は有明粘土層からなる全国的にも知られた軟弱地盤帯であり、有明海は養殖海苔生産地としても有名で工事施工箇所近隣には国営水路（W=20m）があり、地盤改良施工には高炉セメント約2,500tを使用し発生する濁水をどのように処理し環境保全に努めるか課題となった。

地盤改良（写真-2）施工中には、スラリー改良機（3台）・自走式土質改良機（SR-G2,000）その他にバックホウやブルドーザーなど複数の建設機械が混在した施工を余儀なくされました。このため、建設機械災害防止を課題に上げ無事故無災害での完成を目標とした。また、施工箇所は旧県道と田面を拡幅し新設道路を構築する工事であり、旧県道には水道管（φ300mm）が埋設されておりスラリー改良施工前に切り替え工事が完了することが出来なかった為、地下埋設物対策を行いながらの施工が必要不可欠となった。



写真-2 地盤改良施工中

## 3. 対応策・工夫・改良点

環境保全対策として、地盤改良施工前に工事施工箇所から国営水路への放流口上下流の水質調査（PH・SS・濁度）（写真-3）を記録し、施工中は水路下流部でPH測定（1日/回）を実施し水質悪化がないか確認した後に排水を行い国営水路の水質汚濁に努めました。施工完了時には施工前と同様に上下流部での水質調査を再度行い国営水路の水質への影響の有無を確認しました。



写真-3 国営水路 水質調査採水

地盤改良施工に使用するプラント設備には隣接する住宅へのセメント飛散や水路に影響を及ぼさないように住宅側にはセメント飛散防止シートを設置、プラント設備設置面にはシート養生を行い周辺には濁水のほか油流出に備え、土のうで防油堤（写真-4）を設け、油吸着マットを常備した。プラント設備からの汚水は防油堤内の集水箇所から中和処理機（環境基準 PH5.8~8.6）にて処理を行い放流した（設定値 PH7.0 放流平均値 PH7.3）。

その結果、近隣住宅や農家からの苦情もなく予定工程と差異もなく工事進捗を達成することが出来た。



写真-4 水質汚濁対策（シート養生 防油堤設置）

建設機械災害防止対策として、『グーパー運動』に取り組み重機と作業員の接触事故を防止しました。『グーパー運動』とは、建設業三大災害である建設機械災害を防ぐために機械運転手と作業員との間で、簡易の合図を取り交わし建設機械によるはさまれ・巻き込まれ事故を防ぐものである。

朝礼時や安全訓練時に作業員全員に周知を行い（写真-5）運動実施を徹底した。特に、スラリー改良機（3台）とバックホウによる掘削作業時には各作業の建設機械作業計画書を照らし合わせ作業区分を行った。その結果、混在した建設機械作



写真-5 『グーパー運動』実施

業時においても接触事故が発生することもなく作業を完了することが出来た。

地下埋設物対策として水道管試掘・測量を行い埋設管位置を示す看板を管路上に配置すると共に、管路マーキング（写真-6）を行い作業員全員に埋設物の存在を周知した結果、水道管移設完了時まで、埋設物付近の施工を制限し埋設物事故を防止した。



写真-6 埋設管位置図と管路マーキング

#### 4. おわりに

今回の工事は、国営水路や田畑の環境保全に取り組み事前に打合せや検討を行い、国営水路や田畑への影響を与えることなく施工することができました。安全への取り組みも全作業員が一丸となり絶対に事故を起こさないという強い気持ちを持って取り組んだ結果の賜物だと思いつつ、ご協力いただいた作業員の方々にお礼を申し上げます。工程的には供用開始まで余裕もなく、隣接工事との打合せなど困難な面もありましたが、発注者、技術者、技能者一体となっているようなアイデア、創意工夫を行い、無事工事を完成することが出来ました。

## 絶滅危惧種の保護と環境保全

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社  
土木舗装部  
主任  
立川 広美  
Hiromi Tachikawa

### 1. はじめに

十勝支庁の中央部に位置する一市八町村からなる十勝環境複合事務組合が、山間に敷地面積約16.6ヘクタールにおよぶ一般廃棄物最終処分場をデザインビルド方式により建設する事になりました。自然環境の保全を第一目標とし、外部への二次公害や悪影響を起さぬよう自然に配慮した施工例の一部を紹介します。

#### 工事概要

- (1) 工事名：(仮称)クリーンセンター建設工事
- (2) 発注者：十勝環境複合事務組合
- (3) 請負者：鹿島・川田・鈴木  
特定建設工事共同企業体

(4) 工事場所：北海道中川郡池田町字美加登

(5) 工期：平成20年9月4日～  
平成23年3月31日

(6) 施設概要：埋立て面積 27,360㎡  
埋立て容量 311,200㎡

### 2. 現場における課題

工事着手前に、工事施工区域内における動植物の現地調査をした結果、北海道レッドデータブックによる絶滅危惧種であるベニバナヤマシャクヤク(写真-1)と絶滅危急種であるクリンソウ(写真-2)と留意種であるエゾサンショウウオ(写真-3)の生息が観測されました。

工事により産卵場所や生息場所が広範囲に消失



写真-1 ベニバナヤマシャクヤク



写真-2 クリンソウ



写真-3 エゾサンショウウオ

する事になります。また、工事箇所には流れている沢の下流地域に牛が放牧されており、沢の水が牛の飲料水になっているため、水の濁水処理も検討することにしました。

### 3. 対応策と適用結果

ベニバナヤマシャクヤクとクリンソウは、既存の生育している場所と類似した環境への移植を行いました。移植に際しては、人力にて株を掘り起こし既存の土ごと移植先にもって行きました。現在、根が付いて生育中です。

エゾサンショウウオは基本的に止水繁殖習性の種と言えますが、卵塊の末端を水中の枯れ枝などに比較的強く付着させ、砂防堤が形成するような流れのゆるい川の部分にも産卵します。多くはやや水が動いている程度の浅い水たまりを利用して産卵しています。

既往文献による調査結果により、その傾向を取りまとめた結果が表-1です。いずれも水中である事を考慮に入れて形態的に分類し「木の枝」と「木の根」を同一形状とすると19件ありました。これは全体の約56%にあたり、造成の際の修景に効果的であると判断できます。他に草、ササ等の植生類は合算すると約30%になり、産卵適地における卵囊の生み付け対象物は、天然の素材による場合が適切であると考えられ、水中においても多様性が求められています。景観的に捉えるならば、朽木、枯木等が池床に沈む、抽水性植物が豊富な

表-1 エゾサンショウウオ産卵箇所

対象物	件数
木の枝	14
草本	6
木の根	5
ササ	4
木の葉	3
石	1
ヒモ	1
合計	34

(参考文献:「生態学から見た北海道」  
北海道大学図書刊行会)

池が想定できます。件数は少ないものの自然素材として、石等も有効であると考えられます。

事前調査より、産卵箇所の水深は最小深3cm、最大深23cmでありその平均値は9.5cmでした。

今回の繁殖池の場合、現況地形を利用して新たに造成するため、水深は0cmから最深30cm程度まで設定できますが、造成池の範囲内で水深的にも多様な空間を創る事を心がけました。

繁殖池完成後、それ自体機能は果たしていても、見掛けが周辺景観となじまない構造的様相を呈しているのは、本造成の目的は達せられないものと考えられます。

造成完了後の修景を考慮に入れ、将来に渡っても周辺環境と同化する事を配慮し、以下の様なイメージを描きながら施工を行いました。



図-1 エゾサンショウウオ産卵代替池予想図

全て人力での作業とし、周辺環境となじむ様に現地ですり付けながら完成したのが次の写真です。



写真-4 エゾサンショウウオ産卵代替池造成

産卵は、3月から5月に行われるので、現在観測している最中です。

次に現場においての濁水処理計画として、現場の沢の流末に沈砂池を設ける事にしました。

地盤状況を確認し、不良部分は土の置き換えを行い、縦20m、横10mの大きさにし、前方にプラスチックネット、後方にヤシの繊維入りマットを設置しました。更に、ココナッツ繊維を円筒に成型し、中心に風化花崗岩の美利可シリカを詰め込んだ製品を中間部に設置しました。



写真-5 仮設沈砂池

また、沈砂池の流末にもココナッツ繊維の製品を設置し二重対策を施しました。

環境保全対策の効果の確認方法として、定期的



写真-6 流末浄化対策



写真-7 ペーハー測定状況

に沢水の濁度及びPHを計測することにしました。

計測場所は、沢の上流（工事施工箇所に影響のない場所）と工事施工箇所呑口および沈砂池流末、沢の下流と他の沢との合流地点の5地点で行いました。

計測した結果、水質汚濁防止法排出基準による浮遊物質（SS）200（日間平均150）、水素イオン濃度（PH）5.8以上8.6以下を満たしていました。

また、降雨時に盛土施工箇所から土砂が沢に流入しないように、丸太杭とプラスチックネットにより土砂流出防止柵も施しました。

次に牛の放牧している3箇所にて水質調査を行いました。

調査結果は、カドミウム、鉛、六価クロムと言った重金属や全シアン、ふっ素、ほう素と言った

表-2 水質環境基準値（参考値）（単位：mg/L）

項目	上限値	項目	上限値
砒素	0.2	鉛	0.1
ぼう素	5.0	水銀	0.01
カドミウム	0.05	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	100
クロム	1.0	セレン	0.05
ふっ素	2.0	蒸発残留物	10000

（出典：Ayers, R.S. and D.W. Wescot. Water Quality for Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1976）

有害物質はいずれも定量下限値未満でした。

家畜飲料水としての安全性は、日本国内での水質基準がないため諸外国のガイドラインを参考にしました。

工事現場から発生する濁水は、接続する川の濁度を上昇させる要因となっていますが、重金属等の有害物質を含んでおらず、家畜飲料水の推奨値を満足しているのが一般的に安全と考えられるとの結果が得られました。

#### 4. おわりに

当現場は2年7ヶ月間におよぶ工期の長い工事であり、自然環境や地域住民との「共生のモデル現場」を基本方針として施工中です。コンパクトな施設の配置等により現況樹林を数多く残すこと

や、貯留構造物の完成後には施設内で使用する作業処理水を循環利用するなど、工事中、完成後を問わず自然にやさしい工法を採用し、日々環境保全を第一に考えています。また、土木・建築の合同現場でもあり施工期間中はお互い作業打合わせを密にして環境整備の情報交換を行っています。

これからの建設現場は、品質・安全管理は当然ながら自然環境保全に力を入れなければならないと思います。今回、スーパーゼネコンと企業体を組むに当りこれまで経験したことの無い優れた技術や環境対策の実態を学びながら、施工管理をしている途中です。今後も環境保全を念頭に工事を進め、無事故で完成させたいと思います。



図-2 工事完成予想図

## 新技術・新工法

# 環境負荷低減型アスファルト舗装の採用について 『加熱表面処理工法（ヒートドレッシング工法）』

新潟県土木施工管理技士会  
福田道路株式会社  
工事部主任  
石井利明  
Toshiaki Ishii

## 1. はじめに

最近、地球温暖化が進行し、気温上昇・海面上昇や低気圧の強大による集中豪雨・洪水・土砂災害また、高潮災害・濁水などが世界的に頻繁に起こっている。その地球温暖化の原因の一つに温室効果ガス（CO<sub>2</sub>）排出が上げられる。また、CO<sub>2</sub>排出量は年々増加し地球温暖化は、急速に進行している。

今後我々がCO<sub>2</sub>排出量を削減する為には、一人ひとりの意識の高揚はもちろんの事、温室効果ガス排出量を削減できる技術開発・普及が必要であり、土木・建設業も同様に従来の施工方法を検討し温室効果ガスを削減できる技術を採用する必要がある。

そこで今回、村上市早稲田地内で環境負荷低減型アスファルト舗装の『加熱表面処理工法（ヒートドレッシング工法）』の施工の機会を得ることが出来たので報告する。

### 工事概要

- (1) 工事名：村上管内路面維持作業
- (2) 発注者：北陸地方整備局 新潟国道事務所
- (3) 工事場所：新潟県村上市早稲田
- (4) 工期：平成20年5月1日～平成21年3月31日



図-1 施工位置 新潟県村上市早稲田地内

## 2. 加熱表面処理工法とは

加熱表面処理工法とは、これまで維持修繕工法として施工してきた路上表層再生工法に着目し、舗装の表面のみを再生することで、低コストで路面性状が低下したアスファルト舗装を補修しわだち掘れや表面クラックを処理し走行性を改善する工法である。

### 〔 特 長 〕

#### 1) 環境負荷低減型舗装

既設舗装を有効に再利用することができるのと同時に、新規材料の削減ができるので地球温暖化ガスであるCO<sub>2</sub>の排出量を削減することができる。

## 2) 走行性の改善

舗装表面に発生したわだち掘れや表面ひび割れ、管理設等により生じた路面の凹凸を完全に解消することができ、車両の走行性を改善できる。さらには車両走行時に発生する騒音を低減することができます。

## 3) コスト低減

現位置での再生工法である為、新規材料の使用が少なく材料費を安くすることができる。また、運搬、処分に関わる費用も少なく施工コストを低減することができる。

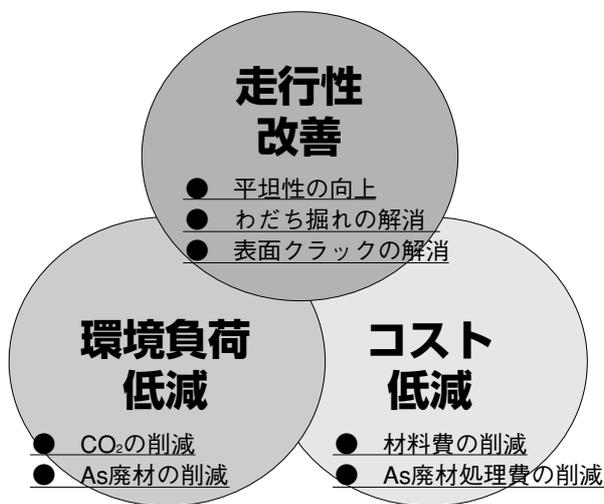


図-2

## 3. 対応策・工夫・改良点

### 施工状況

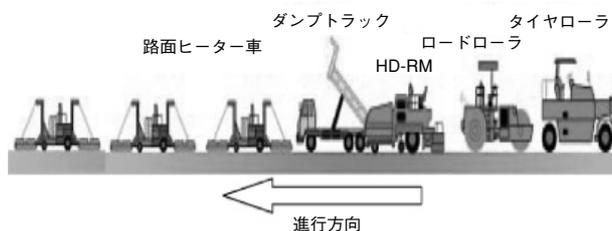


図-3 施工フロー

路面加熱：路面ヒーター車を使用し表層から1～2cmの深さにおいて、110℃以上まで加熱する。  
 特殊アスファルト乳剤散布：加熱した既設舗装面に特殊アスファルト乳剤を散布したのち、既設路面を深さ約2cmかきほぐしをする。乳剤散布とか

きほぐしまで、一台の機械（リミキサ）で実施する。

転圧：転圧は通常のロードローラおよびタイヤローラ等を使用する。



写真-1 路面加熱（路面ヒーター車）



写真-2 かきほぐし十敷均し（HD-RM）



写真-3 転圧

## 結果

### 1) 温室効果ガス (CO<sub>2</sub>) 削減

加熱表面処理工法は、切削オーバーレイ (t = 5 cm) に比べ約45%のCO<sub>2</sub>を削減できた。この削減の要因としては、新規アスファルト混合物の使用量を減らした事で、アスファルト混合物製造時のCO<sub>2</sub>の削減、アスファルト混合物ならびに現場より発生する廃材運搬に対するCO<sub>2</sub>の排出量が削減できたことがあげられる。

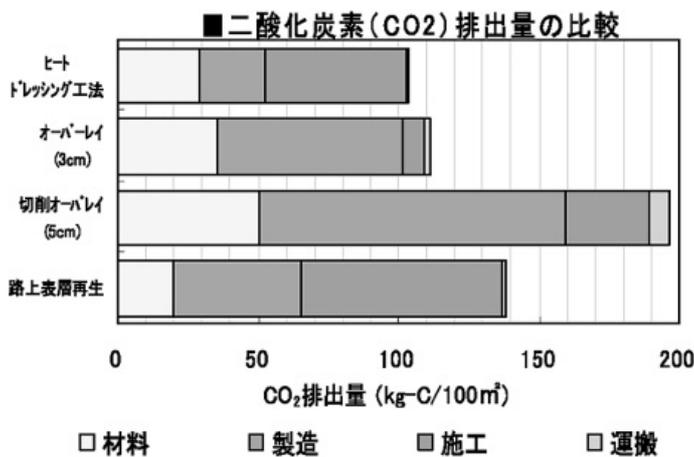


図-4 CO<sub>2</sub>排出量の比較

### 2) 走行性の改善

平坦性試験の結果、比較工区の切削オーバーレイ工法 (t = 3 cm) は、 $\sigma=1.12\text{mm}$  加熱表面処理工法は、 $\sigma=1.21\text{mm}$ となり、ほぼ同等の走行性が得られた。また、わだち掘れ量やひび割れ率は解消されたことで走行性が向上した。

### 3) 施工コスト

加熱表面処理工法は、切削オーバーレイ工法 (t = 5 cm) のコストより、約40%程度の削減につながった。

コスト削減の要因は、材料費を使用量の低減によるものが多い。

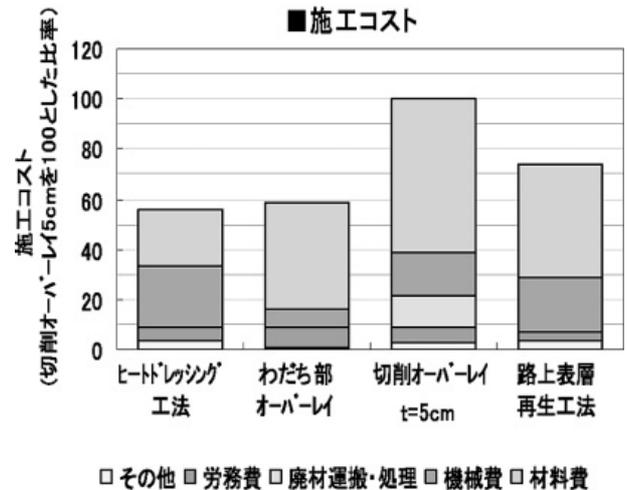


図-5 施工コストの比較

### 4) リフレクションクラック抑制効果の向上

加熱表面処理工法は、切削オーバーレイ工法 (t = 3 cm) よりリフレクションクラックに対する抵抗性が高くなる。

このリフレクションクラック抑制効果向上の要因として、加熱表面処理工法は、ヒーター車でクラック内部まで加熱され、クラック幅が狭くなりクラックに対する抵抗性が増す為である。

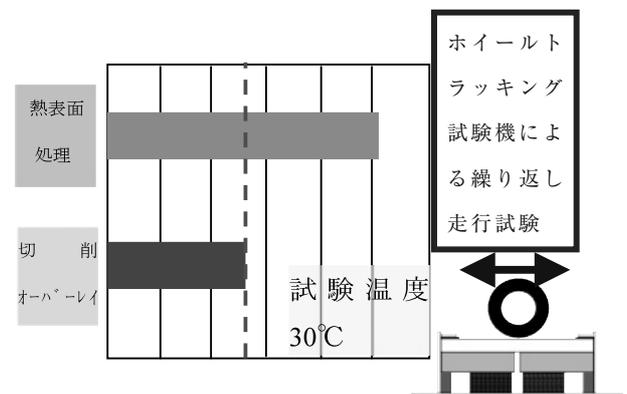


図-6 リフレクションクラック貫通回数の比較

## 4. おわりに

今後追跡調査を実施しデータを収集・解析すると共に、路面維持の維持工法として、広く復旧させる技術である。この『加熱表面処理工法 (ヒートドレッシング工法)』は、平成20年に NETIS に登録された技術である。

(NETIS 登録番号 HR-080017)

## 異径の泥土圧シールド同士の正面地中接合について

東京土木施工管理技士会

株式会社 フジタ

大手筋S作業所所長

芳 崎 貴 彦<sup>○</sup>

Takahiko Yoshizaki

監理技術者

余 宮 正 一

Masakazu Yomiya

## 1. はじめに

合流式下水道では、雨天時に雨水と汚水が混合した下水の一部が河川等に放流される。それによって、放流先の周辺環境に大きな影響を与えることになる。今回の合流式下水道改善事業は、河川の水質汚濁防止を図るため、未処理下水を一時貯留することを目的としている管渠新設工事である。

## 工事概要

- (1) 工 事 名：大手筋幹線（その1）  
公共下水道工事
- (2) 発 注 者：京都市上下水道局
- (3) 請 負 者：フジタ・岡野共同企業体
- (4) 工事場所：京都市伏見区下鳥羽六反長町他地内
- (5) 工 期：平成18年11月10日～  
平成22年3月31日

当工区である『大手筋幹線』と『大手筋南幹線』は同時期の工事であり、2つの管渠は地中で接続し、連続した下水道幹線となる。今回は、これら2つのシールドの地中接合方法について述べる。

## 2. 課題と問題点

当初は、図-2に示すように大手筋幹線（内径φ3,000mm）に大手筋南幹線（内径φ1,800mm）が側面から接続する計画であった。

しかし、大きな問題点が2つあった。



図-1 路線平面図

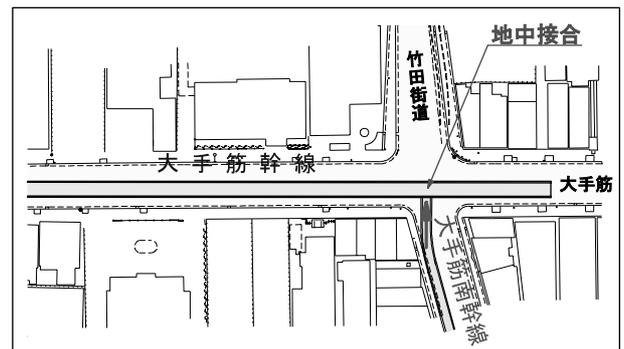


図-2 接続平面図（当初）

- (1) 現地での道路上作業が困難である。

シールド到達部および接続部において補助工法として地盤改良が必要となる。しかし、到達部は商店街に近接しており、また地中接合部は交通量が多い交差点内である。よって、地盤改良を行う

ための工事用地の確保が困難である。

(2) 二次覆工着手が遅れる可能性が高い。

大手筋幹線（今後はO幹線）一次覆工到達→大手筋南幹線（今後はM幹線）接続→O幹線二次覆工開始の手順である。しかし、図-2に示すように、M幹線地中接合時にO幹線の坑内断面を使用しなければならないため、地中接合が完了するまでは、O幹線の二次覆工に着手できず、工程が大幅に遅延する可能性が高い。

これらの問題から、図-3に示す計画では施工が困難であるため、他の接続方法を検討した。

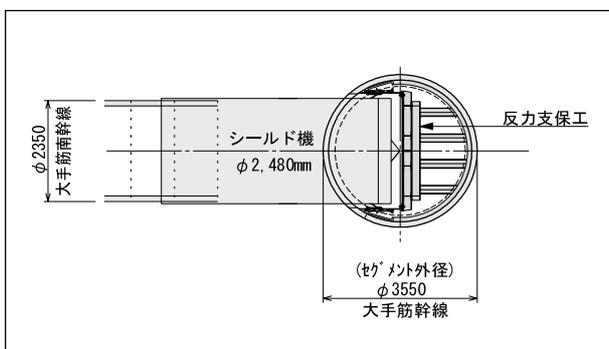


図-3 地中接合参考断面図

### 3. 対応策と適用結果

対策工法検討に際しては、以下の2つのポイントを重視した。

- ① 到達および接続の補助工法を施工できる施工環境にあること。(施工ヤード・プラント用地等)
- ② M幹線のシールド進捗に左右されずに、一次覆工および二次覆工を施工できること。

(1) 対策工法選定への経緯

当工事のシールド到達および接続においては、補助工法として地盤改良を施工しなければならない。しかし当初計画位置では、プラント用地を確保できないことに加え、交差点内での地盤改良工事も困難な状況であった。そこで図-4に示すように交差点付近でのシールド接続を回避するとともに、公道以外に地盤改良プラントを設置できる位置でシールドを接続するように変更した。

また接続方法についても、当初はO幹線の側面

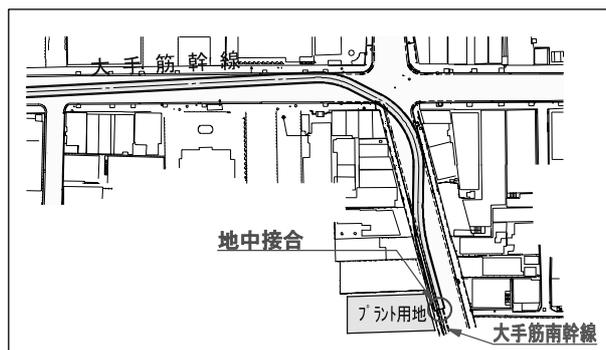


図-4 地中接合位置平面図(変更)

にM幹線が接続する工法であったものを、O幹線とM幹線が正対して接続するように変更した。この方法により到達位置と接続位置が同じくなり、M幹線の進捗に影響されずに、O幹線の一次覆工および二次覆工を施工することができる。

(2) 地中接合の計画フロー

O幹線のシールド(φ3,680mm)とM幹線のシールド(φ2,480mm)は径が異なる。シールド同士を正対して地中接合する場合は同径のシールドで接続するのが一般的であり、異径シールド

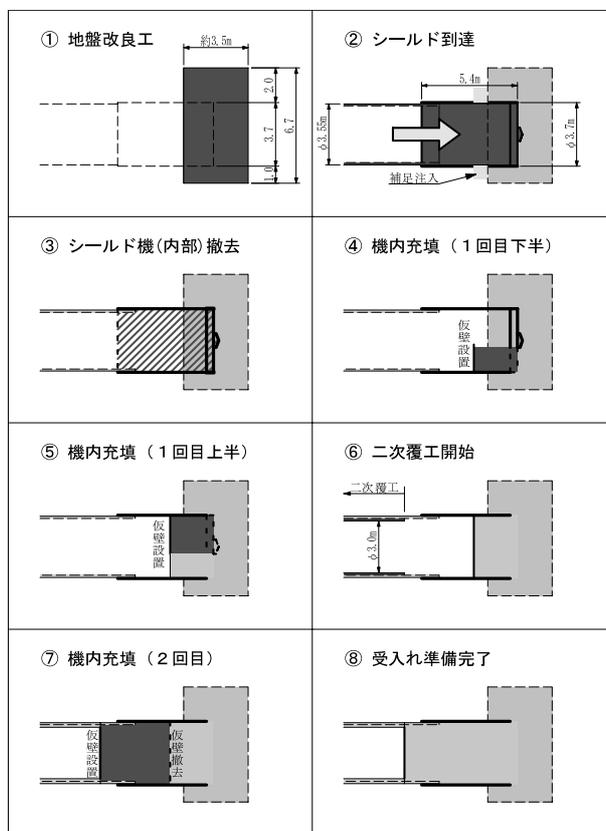


図-5 到達・シールド解体フロー

同士での地中接合はきわめて珍しいケースである。

しかし今回はシールド径が異なるという特徴を利用し、大きな径であるO幹線のシールドに到達立坑の役割を持たせ、そこにM幹線が貫通して到達するイメージで一連の施工フローを検討した。

その結果、O幹線のシールド機解体後に機内をセメント系材料で一旦充填し、その中にM幹線のシールドを到達させる方法を採用した。

一連のフローを図-5に示す。

### (3) 施工報告

O幹線正面でシールドを接合させるため、シールドのカッターヘッドを撤去する必要がある。カッターヘッド撤去に際しては、直接地山に接する作業となるため、安全性確保のためにも切羽の自立と止水性の確保が最も重要である。今回は、信頼性の高い高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施した(図-6参照)。また、シールド後方からの地下水流入を防止するため、シールド機内からの

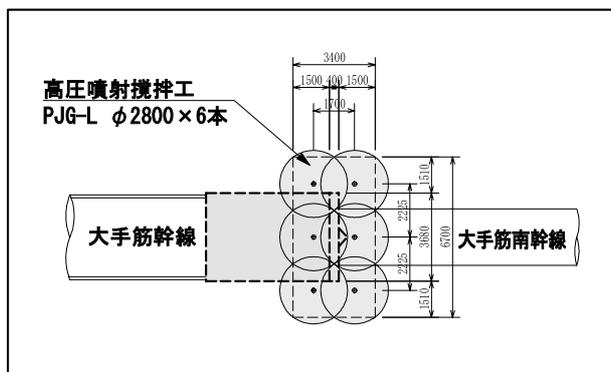


図-6 到達部地盤改良平面図



写真-1 機内注入状況

補足注入も実施した。状況を写真-1に示す。

また切羽の安定性確保や解体作業の安全性を考慮し、カッターヘッド部は下部と上部の2分割施工とし、その都度セメント系の材料で充填した(写真-2～4)。

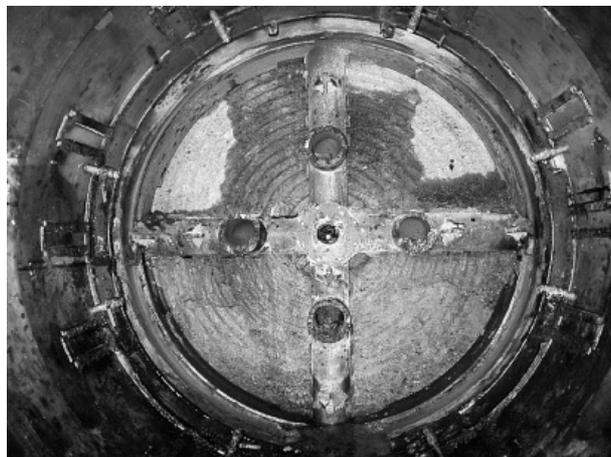


写真-2 切羽改良体全景

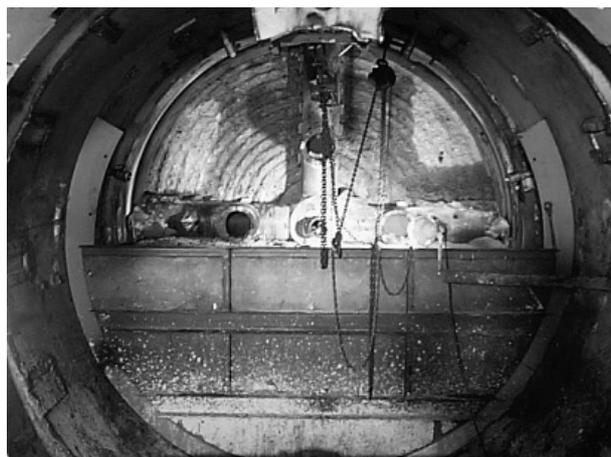


写真-3 下部充填・上部解体後



写真-4 機内充填完了(フロー④)

カッターヘッド下部の撤去を終えた後、直ちに充填作業を行った。こうすることにより改良体の開放面積を少なくできるとともに、上部撤去時の足場としても利用することができる。引き続き、カッターヘッド上部の撤去および充填を行った。これらの対策により地下水の流出もなく、一連の作業を安全にスムーズに進めることができた。

なお、O幹線の二次覆工を開始する時点では、スチールフォームのセットのためにシールド機側に3m程度のスペースが必要となるため、図-5に示すように④⑤と⑦の二段階で機内充填を行った。

二次覆工開始後の機内充填実施により、M幹線の受入れ準備が完了した（写真-5）。



写真-5 機内充填完了（フロア⑧）

その後のM幹線到達までの一連のフローを図-7に、フロア⑪完了を写真-6に示す。

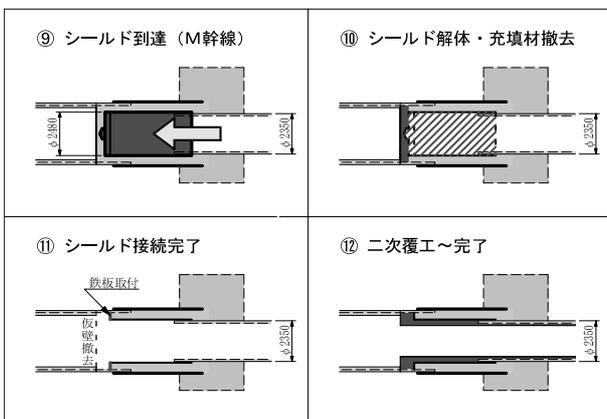


図-7 到達・二次覆工完了フロー



写真-6 シールド接続完了（フロア⑪）

#### 4. おわりに

シールドにおいて管渠断面が変化する場合は、立坑を造り、別々のシールドで発進や到達させるのが一般的である。異型シールド同士を正対させて地中接合する工法はきわめて珍しいケースである。

しかし今回の大手筋幹線事業において、正対したシールド機をラップさせて接続するという新しい地中接合フローを確立することができた。

この地中接合フローによりシールドの断面が変化する場合でも立坑を造ることなく安全に接続することができることから、将来的にも同様のケースにおいて、有効な参考事例になると考える。

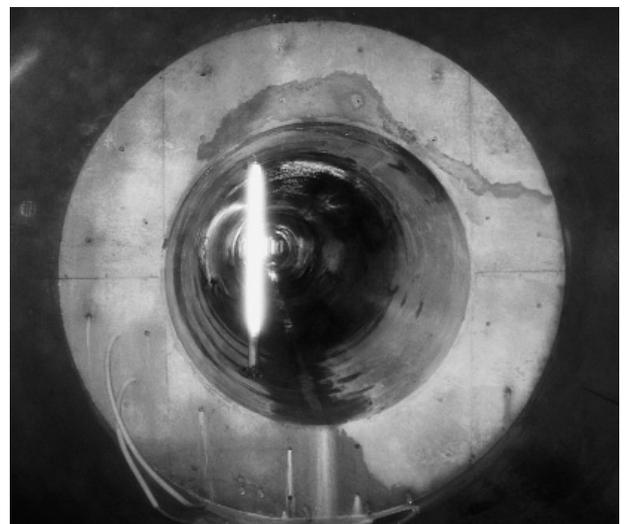


写真-7 管渠完成（大手筋幹線側から撮影）

## 排水機場のガタ土除去に対する工夫

福岡県土木施工管理技士会  
株式会社 廣瀬組  
工事部  
監理技術者  
田中久善  
Hisayoshi Tanaka

## 1. はじめに

本工事は筑後川下流域における河川管理施設の維持修繕を目的とするものである。その中でも明海特有の5mを越す干満差によって樋管や排水機場がガタ土（干潟に堆積するシルト混じり粘土）による閉塞で機能低下が顕著である。故に国土交通省において「ガタ土除去船」を開発し、毎年100日程度稼働させている。排水機場においては「ガタ土除去船」の効果が薄く、今回は従来工法と提案工法を比較した結果、提案工法が優れていた為、ガタ土除去として紹介するものである。



写真-1 ガタ土除去船（はなむね）

ガタ土除去作業はガタ土除去船（はなむね）(写

真-1)での樋管付近河口等をガタ土除去する作業が主であった。ガタ土除去船（はなむね）とは船首側についたアンカーを川底に固定し反力として、スクリーを回転させガタを排除する船である。

その他に、出水期前にポンプの能力を高めるため、排水機場（浮島排水機場）(写真-2)のガタ除去を行った。排水機場のガタ除去を10年以上前に行われていて、現状は多くの堆積のガタがあり厚さは平均で1m多いところでは1.5mもあった。従来工法は陸上よりロングバツホウでの掘削、届かない場所はミニバツホウの作業、スクリーン内はバキューム車にて行っていた。



写真-2 浮島排水機場着手前

工事概要

- (1) 工 事 名：大川地区除草維持工事
- (2) 発 注 者：九州地方整備局筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：大川出張所管内（浮島排水機場：佐賀県神崎市千代田町迎島地先）
- (4) 工 期：平成20年4月1日～平成21年3月31日

2. 計画時の課題、問題点

工期に制約があり、排水機場としては出水期に稼働可能とするために梅雨時期前（6月上旬）までに完了することが必要となる。

他に現場条件として、現場周辺は軟弱地盤であり、大型重機等での作業は地盤を緩め、護岸等に影響の恐れがある。また、排水機場は筑後川の下流域にあり、作業箇所は、EL=0.000と潮位の影響を受け、作業時は潮間工事となる。

これら諸条件を基に新たな工法を提案する事になり従来の工法と比較検討（表-1）を行った。

案(2)は従来の施工方法である、案(1)は今回提案する潜水夫が直接ガタ土内に入り、ジェットポンプの水圧にてガタ土をほぐし、横型サンドポンプ（VHG-30B）（表-2）にて既設水路に排土する方法である。比較内容として、粘性土土質への対応はバックホウでのガタ土掘削時の作業時間のロスを考慮すると案(1)が最適である。

施工条件としては、公害として懸念される振動騒音については、振動は案(2)が重機、ダンプを使用するため発生するのに対し、案(1)は発生しない。そして、騒音については両案同じくらい発生すると考えられる。つぎに施工時間は満潮時に施工不可な案(2)に対し案(1)は通常作業が可能である。施工期間は、現在の予定範囲では、1週間程度と両案とも変わらない。その他環境に影響することは、周辺地盤への影響だが、案(2)で間の通常施工可能であり、周辺への影響は少なく良、しかし工期は施工条件によっては大きく変わる。以上をもって総合的に判断し、大型重機での作業により地盤を緩め、既設道路をガタ土運搬時に汚す恐れがある

表-1 大川地区除草維持工事 浮島排水機ガタ土処理比較検討

ガタ土処理方法説明	施工方法	案(1)	案(2)
	工法説明	潜水夫が直接ガタ土内に入り、ジェットポンプの水圧にてガタ土をほぐし、配置した横型サンドポンプにて既設水路に排水する方法。	水路内をバックホウにて掘削、ダンブトラックより運搬処理し、小型バックホウにてガタをかき出す。スクリーン内はバキューム車にてガタをとりこむ。
	使用機械	ジェットポンプ 横型サンドポンプ及び機材 運搬車	バックホウ0.7m <sup>3</sup> 級ロング バックホウ0.1m <sup>3</sup> 級 バキューム車
	相判機械	クレーン(ポンプ移動時)	クレーン(バックホウ引揚時)
土質条件	●最適 ◎適 ○普通 △場合による ×不適		
	粘性土	●	◎
施工条件	騒音	ポンプ駆動音が発生する。	重機の作業で発生する。
	振動	発生しない。	重機、ダンプの振動。
	2次公害	問題なし。	問題なし。
	施工時間	普通。	満潮時は施工不可。
	施工期間	約7日間	約8日間
	地盤への影響	ほとんど影響はない。	地盤を緩める。
	周辺への影響	ほとんど影響はない。	既設道路を汚すおそれ。
工 費		180万円	196万円
評 価		今回の施工では周辺への影響が少なく良。工期は施工条件によっては大きく変わる。 ○	今回の施工では施工時間が限られる。掘削箇所が限られる。 △

水陸両用型サンドポンプ V H型

◆特徴

- VH型に使用している水中電動機は陸上(気中)に設置しても空冷式電動機として運転できます。そのため、水中及び陸上のどちらでも運転が可能です。
- 電動機が水中・陸上両用ですので、設置場所が広範囲に設定できます。
- ※注意:仕様・条件によっては、陸上(気中)で運転できない場合があります。
- 多様な、運転現場に対応できるように、豊富なバリエーション設定されており最適な機種・形状を選択できます。
- インペラーには耐摩耗材質(高クロム鑄鉄)を使用して耐久性を確保しています。
- 軸封部には、ダブルメカニカルシールを使用しており、高い軸封性能、耐久性信頼性を確保しています。

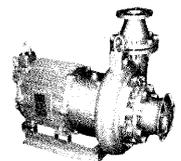


表-2 50Hz/60Hz 標準仕様

ポンプ型式	吸込・吐出口径	全揚程	揚水量	最大揚物径	出力	質量
	mm					
VH-2	50	12	0.2	20	1.5	110
VH-3	80	7	0.5	30	2.2	120
VH-5	80	12	0.5	30	3.7	130
VH-7.5	100	10	1.2	60	5.5	165
VH-10	100	12	1.2	60	7.5	180
VHG-15	100	15	1.2	60	11	320
VHG-15B	150	10	2.5	60	11	310
VHG-20	100	20	1.2	60	15	340
VHG-20B	150	15	2.5	60	15	330
VHG-30	100	26	1.2	70	22	440
VHG-30B	150	20	2.5	80	22	420

のに対し、案(1)はほとんど影響が考えられなかった。施工費だが、計画時の範囲では、案(1)が180万円、案(2)が196万円と若干案(1)が安価であった。よって、評価については、案(2)が潮位の関係で施工時間がかぎられ、掘削箇所が限られるのに対し、案(1)は施工時、案(1)で施工することに決定した。

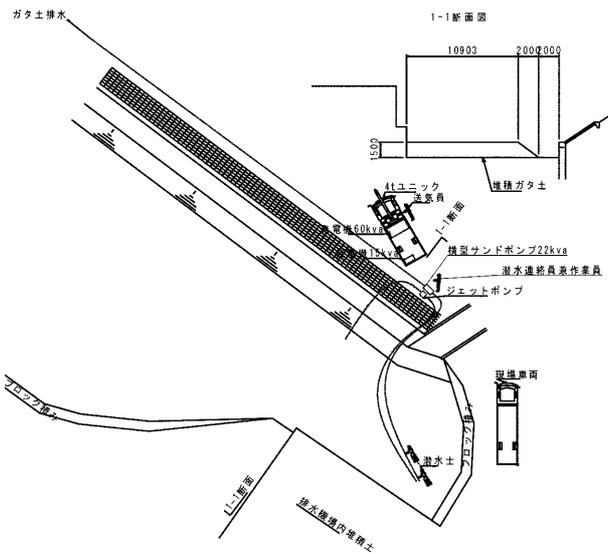


図-1 案(1)

問題点として、安全については、まず潜水時の事故等では、送気不足による事故、吸い込まれ事故が考えられた。送気不足の事故対策として、無線連絡が出来るようにするために潜水士のレギュレーターをフーカー用（フルフェイス）として、送気員、連絡員（図-1）を配置し送気の状態を監視する。吸い込まれ事故防止は、ホースの吸い込み口に十字型の鉄筋を溶接設置、万が一吸い込まれたときはホースを切り脱出できるように、ナイフを装備品とした。

### 3. 現場施工の工夫、改良点

施工に先立ち、当初計画ではポンプは陸上に設置する予定だったが、クレーンを使用しポンプを水中に設置することにより送水管、排水管の長さを削減することになった。結果、ホースの曲がりなどで排水能力が低減することはなくなり、ポンプの排水は2.5m<sup>3</sup>/minと能力の低下はなかった。また、吐き出し口には大型土のうでウエイトを設けホースの暴れを防いだ。

予定では7日間でスクリーン周り及び、スクリーン内（写真-3）をする予定であったが、スクリーン内のガタ土は思ったより固く、作業進捗に影響し、実質8日間かかった。その後、ミオ筋の変更として現在の水流をスクリーン側に流れるようにするのに、さらに6日間かかった。（写真-4）なお、水制には袋根固工（エコサンクネット 2t NETIS NoHR-000013）を設ける（写真-5）。その結果、予定の流れになる（写真-6）。



写真-3 スクリーン内



写真-4 変更工事



写真-5 袋根固工



写真-6 ガタ土完了

#### 4. 追加工事と今後の課題

ガタ土除去として浮島排水機場のほかに、排水機場2基の江見手排水機場（上流）、江見手排水機場（下流）（福岡県久留米市城島町城島分地先）（写真-7）を行うことになった。

今回行うガタ土除去箇所は、既設水路の水の流れが無くポンプに必要な水の確保を問題とした。まず水を確保する為に、ロングバックホウにて2基の排水機場間の掘削を行う。（写真-8）過去にガタ土を撤去した際に周辺の地盤に影響した経緯



写真-7



写真-8 バックホウによる掘削

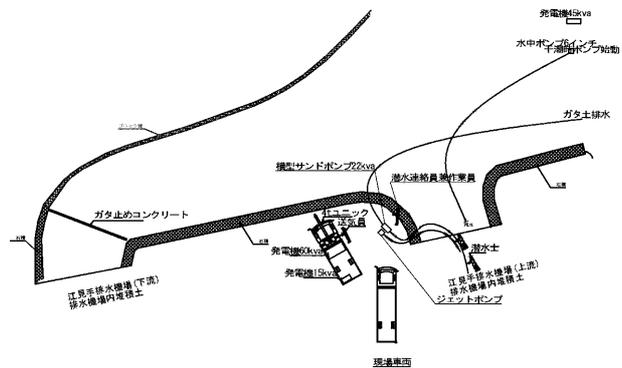


図-2 ポンプ浚渫施工図

があり、掘り過ぎ無いように行った。

次にロングバックホウにて掘削できなかった箇所を潜水夫にてガタ土除去を行うが、必要な水が大量に必要な為、干潮時は水中ポンプ6インチ×2台にて給水した。（図-2）その結果十分ではなかったが、ガタ除去は施工でき完了したが、この方法の弱点である水不足を克服することが最大の課題である。

#### 5. おわりに

今回一番に感じたことは現場諸条件をどのように解決していくか様々な意見を集約し検討した結果、よい方法が生まれたと思います。また、軟弱地盤地帯の特殊性を考慮して極力大型重機を使用しない方法だった為、現場周辺への影響も低減でき特記すべき事だったと思います。

# 捨石マウンドへの鋼管杭打込み方法の検討と その施工について

宮城県土木施工管理技士会  
佐藤工業株式会社  
工事部  
佐藤 昭宏  
Akihiro Satou

## 1. はじめに

アジア諸国の経済力の向上、国際的な水平分業の進展により、我が国とアジア諸国の相互依存関係が強まる中で、我が国においてはジャストインタイムに対応した多頻度、小ロット輸送の必要性等、物流ニーズの高度化への対応がますます重要になっている。

本工事は、スーパー中枢港湾プロジェクトの一環として四日市港の霞ヶ浦北埠頭の岸壁を整備するものである。本論では、既設捨石マウンドへの鋼管杭の打込み方法の検討とその施工について述べる。

### 工事概要

- (1) 工事名：霞ヶ浦北埠頭岸壁工事
- (2) 発注者：四日市港管理組合
- (3) 施工場所：三重県四日市市（図-1）
- (4) 工事内容：

鋼管杭工（φ900） L=42.0～48.0m 56本  
床掘工（バージェンローダー式） V=18,500m<sup>3</sup>

## 2. 現場における問題点

- (1) 既設岸壁の捨石マウンド

鋼管杭打込み位置に既設岸壁（ケーソン式）の捨石マウンドがあり障害となった。既設岸壁は供用中であり、また、岸壁の安定計算を試みても撤

去できないことが判明した（図-2、図-3）。



図-1 施工位置図

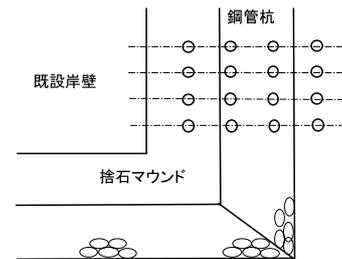


図-2 平面図

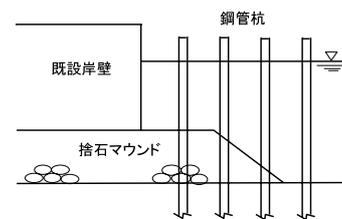


図-3 縦断図

- (2) 杭支持力の確認

鋼管杭は先端支持力と周面摩擦力で上部構造物

を支持する。打込み方法が油圧ハンマーであれば貫入量とリバウンド量で正確に支持力を推定できるがウォータージェット併用バイブロハンマーでは正確さが期待できない。

### 3. 対応策（鋼管杭打込み方法の検討）

施工可能で現実的な以下の3つの工法を提案した。

#### (1) 砂による置換工法

杭打船にオーガケーシング（φ1,500）を装着し、鋼管杭打込み箇所を削孔する。削孔完了後、バケットにて砂を投入し、置換後鋼管杭を打込む。

（2工程）

#### (2) ウォータージェットカッター併用バイブロハンマー方式

杭打船にウォータージェットカッターとバイブロハンマーを装着し、鋼管杭を打込む。（1工程）

#### (3) 仮設栈橋による大口径ボーリング工法

捨石マウンド上に仮設栈橋を設置し、大口径ボーリングマシンで一本につき複数孔削孔し碎石で置換後、杭打船の油圧ハンマーで鋼管杭を打込む。（3工程）

検討結果を表-1に示す。

表-1 施工方法検討結果

案	施工性	環境に与える影響	経済性	結果	摘要
砂置換工法	○	○	○	採用	
ウォータージェットカッター併用バイブロハンマー工法	○	×	○	-	捨石マウンドを乱す恐れがある
仮設栈橋による大口径ボーリング工法	△	○	×	-	仮設栈橋設置費 大

### 4. 砂置換工法の施工

#### (1) 施工手順

施工手順を以下に示す（図-4）。

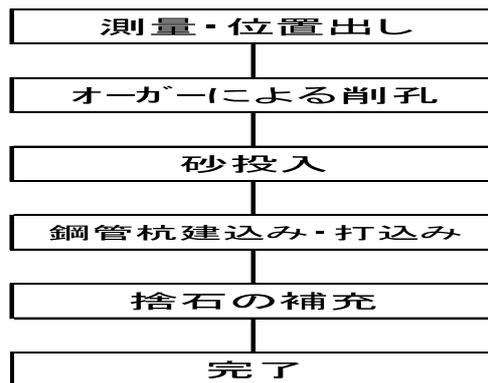


図-4 施工手順

#### ① 測量・位置出し

鋼管杭打込み位置は、世界測地系の座標データよりトラバース測量にて確認した。鋼管杭の中心座標はもちろんのこと鋼管杭の海側の面及び山側の面の座標を計算しておき精度を上げた。

既設岸壁上には、控えのポイント（杭中心及び杭面）を設置し鋼管杭の誘導に備えた。

#### ② オーガーによる削孔

杭打船にオーガー掘削機及びケーシングを装着しGPSでの誘導とともに陸上からの法線誘導で位置決めをした。

オーガー掘削機は一軸の大口径全周回転掘削式を採用した。また、ケーシングは鋼管杭の直径が900mmであり、測量誤差や砂の移動による捨石の置換体の中への侵入に備え、両側300mmの余裕を考慮し径を1,500mmとした。

オーガー掘削は、捨石下端より1.0mを目標におこなった。しかし、捨石下端1.0m以下でも捨石が見受けられ、完全に底質の土砂が排土されるまで掘削を続けた（図-5）。

排土されたものは、粒径が0～60mm程度の破碎岩であった。オーガーとケーシングは互いに逆方向に回転し掘削していくが多々捨石の咬みこみがあり、掘削機のモーターに負荷がかかる傾向にあった。

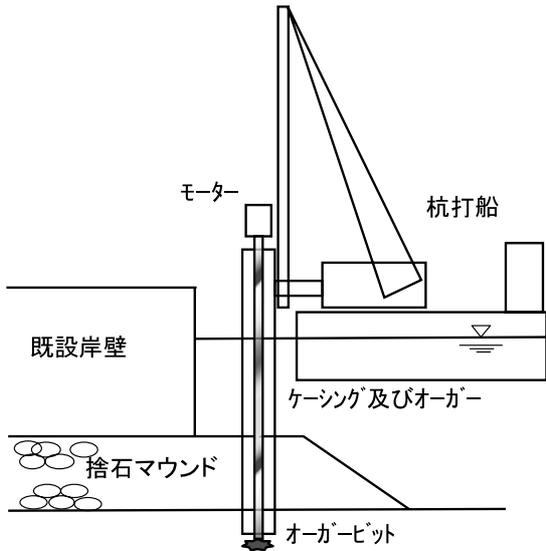


図-5 削孔状況

③ 砂投入 (図-6)

あらかじめ杭位置に置換長から必要砂量を計算し、砂の投入に備えた。砂の投入は陸上からトラッククレーンによりバケット (1.0m<sup>3</sup>) でおこなった。

オーガーによる掘削完了後、オーガーを引き抜きケーシングを自立させた。ケーシング上部に足場を設置し、砂を投入した。

置換砂量は必要砂量の1.5倍を投入し、捨石の空隙部にいきわたるようにした。また、レッド(測深尺)により砂の天端がマウンド天端より高いことを確認し砂の投入を完了した。

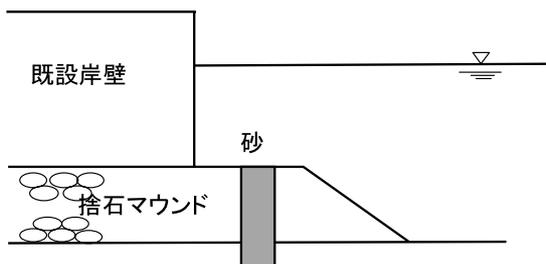


図-6 砂置換完了

④ 鋼管杭建込み・打込み (図-7、写真-1)

・鋼管杭建込み

鋼管杭の建込みは、長尺の鋼管杭であることから3点吊とし鋼管杭の折れ、曲がり等の有害要因を排除した。また、重防食が施されているため重防食箇所の養生を行い吊込みを開始した。

誘導はGPS及び陸上からの誘導とし、置換箇

所を乱すことの無いよう慎重におこなった。

・鋼管杭打込み

鋼管杭の打込みは、油圧ハンマー (IHC) でおこなった。砂置換以外の箇所では鋼管杭の自重で6 m程度自沈し、油圧ハンマーの荷重をかけるとさらに4 m程度自沈した。しかし、砂置換部では砂置換部への捨石の侵入が見受けられ、捨石が障害となり鋼管杭の自重だけでは自沈しなかった。油圧ハンマーの荷重と油圧ハンマー起動による打込み時の衝撃で鋼管杭は捨石部を貫入することができた。

鋼管杭の打止め高さ付近では、計画の岩線 (支持地盤) が出現し、良好な貫入量、リバウンド量が計測され設計の支持力を満足した。

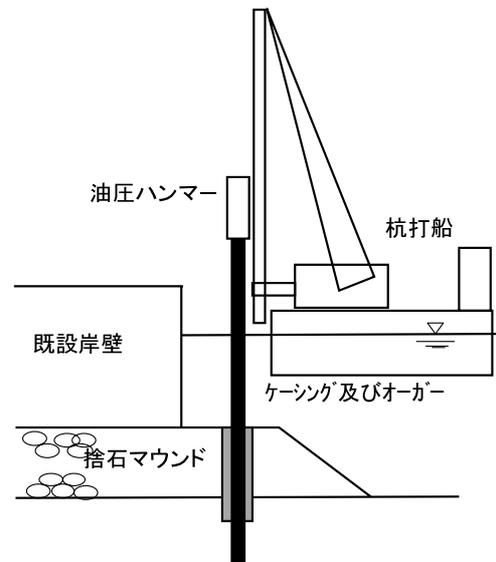


図-7



写真-1 鋼管杭打込み状況

⑤ 捨石の補充 (図-8)

鋼管杭打込み完了後、砂置換部の捨石マウンドに鋼管杭打設時の巻き込みによる捨石の沈下が見

受けられたため、また、既設岸壁の安定のために捨石の補充をおこなった。

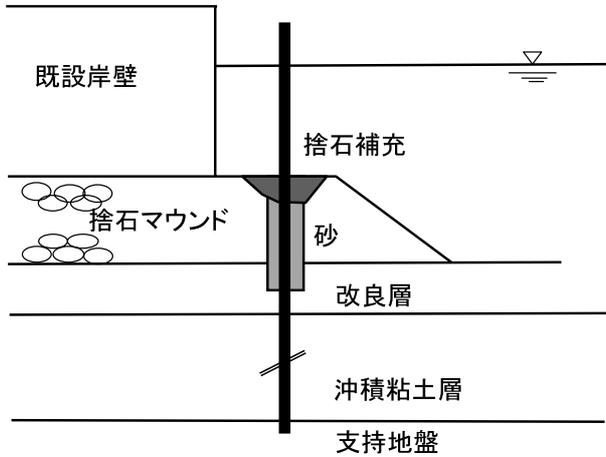


図-8 鋼管杭打込み完了及び捨石補充状況

## 5. 適用結果

捨石マウンド部への鋼管杭の打込みは、全杭において捨石マウンド部の貫入に成功し、また、設計の支持力度を満足できた。しかし、施工には以下のような課題があったと思われる。

### (1) 砂置換径 ( $\phi 1,500\text{mm}$ ) の適否

施工では砂置換径を安易に  $\phi 1,500\text{mm}$  としたが、周辺の捨石が砂の圧密とともに砂置換部に侵入して鋼管杭打込みの障害となった。両側300mmの余裕幅では厳しかったといえる。

### (2) 砂置換長の検討

施工では捨石マウンド下端より1.0m余裕を見ていたが、捨石はそれよりも深部にも存在した。これまでの捨石マウンドやその深部層の圧密沈下を考慮すべきあり、2.0m程度の余裕をみる必要があった。

### (3) 投入砂量の算定

投入砂量は捨石マウンド厚とケーシング径から算定し、割増率を1.5として投入したが、不足している箇所も見受けられ、結果的に捨石の移動侵入を許した。そして、ケーシング引抜時に侵入したと思われる箇所もあった。これはケーシング周囲にも砂を投入することで防止できると思われる(図-9)。

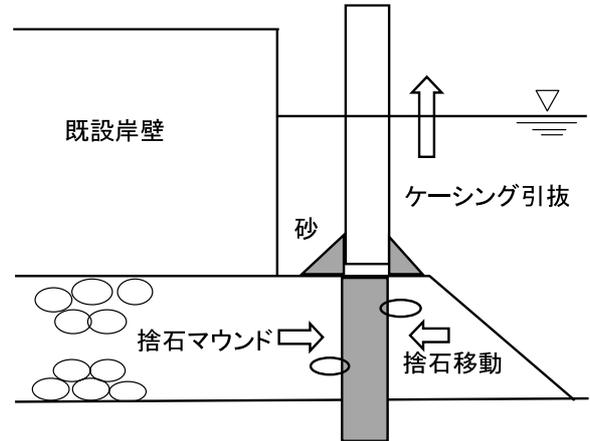


図-9 ケーシング引抜時の捨石の挙動

### (4) 砂投入時の足場の安全性

砂の投入は、陸上からトラッククレーンでバケットによりおこなったが、足場はケーシング上部に設置した吊足場のみであり、吊荷(バケット)の振れがあると足場上では退避場所がないため危険であった。今後の改善点であると思う。

### (5) 砂置換完了から鋼管杭打込みまでの時間ロス

砂置換完了から鋼管杭打込みまでは、一連の作業として施工し、砂置換箇所への捨石の移動侵入量の少ないうちに施工すべきであった。

杭打船のオーガー掘削機の取外し、油圧ハンマー取付作業に時間がかかったうえ、海象が厳しくなり鋼管杭の打込みは砂置換完了から4日目となった。

杭打船をオーガー掘削用と鋼管杭打込み用の2隻用意することでこの課題は解消したが、回航費等の面で現実的ではなかった。

## 6. あとがき

人口減少、高齢化時代の進展に伴い新たな社会資本の整備は減少してくると思われる。逆に、既存の社会資本の維持、補修工事は増えてくると思われる。今回の工事のように既設岸壁を供用しながら機能を向上させるといった工事のニーズは多い。

この工事での施工方法の検討で、私は工事において工法の選定がいかに重要であることを学び、工法の選定が安全性や工事原価及び工程管理にまで影響を及ぼすものであると実感した。

# 循環型社会における環境配慮型の法面緑化工法の提案について

宮城県土木施工管理技士会  
佐藤工業株式会社  
工事部  
矢本 崇  
Takashi Yamoto

## 1. はじめに

日本は、昭和30年代の高度経済成長とそれに続く安定成長により先進国の仲間入りを果たした。

しかし、化石燃料の大量消費による地球温暖化や森林伐採による砂漠化などの環境問題の一端を発生させてきた。

我々が携わる建設産業は、自然環境の改変を最小限に抑え、地球や地域環境に配慮していくことが肝要である。それには自然との共生を目指した健全な循環型社会を形成することが必要である。

本論では、従来、コストをかけて処理されてきた廃棄物を利用した法面緑化工法について述べる。

## 2. 工事概要

本工事の工事概要を以下に示す。

- (1) 工事名：塚浜6号線道路新設工事
- (2) 発注者：女川町
- (3) 工事場所：宮城県牡鹿郡女川町飯子浜字夏浜地内
- (4) 工期：平成20年11月12日～  
平成21年3月25日（134日間）
- (5) 工事内容：施工延長 L = 120m  
土工掘削工 V = 10,000m<sup>3</sup>  
盛土工 V = 7,000m<sup>3</sup>  
植生工 A = 805m<sup>2</sup>

側溝工 L = 116m

## 3. 地域における問題と現場における課題

### (1) 地域における問題

本工事の施工場所は、三陸海岸の南端に位置する女川町である（図-1）。



図-1 位置図

女川町の属する三陸海岸地域では、海面を利用したカキ・ホタテ・ホヤ等の養殖業が盛んである。養殖業を営む漁業者は、養殖時に発生するカキ殻等の処分に苦慮しており、野積にされているのが現状である。

写真-1にカキ殻剥作業とカキ殻の野積状況を示す。



写真-1 処理場における殻剥作業と野積されたカキ殻

(2) 現場における課題

本工事は、道路の新設工事であり、切土工・盛土工等の土工事が主体である。

土工事を行う際には、伐採・伐木・伐根により、多くの木質系の廃棄物が発生する（写真-2）。また、その木質系の廃棄物は、従来、費用をかけた焼却処分されてきた。

しかし、循環型社会、低炭素社会の実現に向け、処分方法を見直す局面にきている。



写真-2 伐採・集積状況

4. 対応策(リサイクル緑化工法の提案)

本工事では、発注者にカキ殻を破碎したものと、伐採材・伐根材ををチップ化したものを生育基盤材として利用する法面緑化工法を開発し、提案を行った。

世の中への環境への関心の高まりを背景に、発注者の理解を得て提案が承諾され、カキ殻と伐採材チップを利用した法面緑化工法の採用が決定した。

(1) 木材チップとカキ殻を利用した法面緑化工法の概要（以下W&S緑化工法と略記）

① 工法の特徴

- ・現地発生した伐採材、伐根材を有効利用できる。
- ・処理に苦慮しているカキ殻を有効利用できる。
- ・伐採材、伐根材を現場内で破碎できる。
- ・粉碎チップは堆肥化せず使用できる。

② カキ殻粉碎物の有効性

- ・土壌硬化防止及び根の発育促進

カキ殻粉碎物は、土壌中の有機微生物の活性化を促進し、土を膨軟化する働きがあり植物の根の発育促進に効果がある。

・酸性土壌の改良

酸性土壌を緩効性石灰効果により、急激なPH上昇を招くことなく、穏やかに改良する。

・植物のための必須微量元素(ミネラル分)の供給

化学肥料だけでは必須微量元素（ミネラル分）の欠乏を招く。カキ殻粉碎物を配合することで、必須微量元素（天然ミネラル分）を補給し、土壌中のミネラルバランスを整える効果がある（表-1）。

【必須微量元素】カキ殻 成分分析値例

窒素・リン酸・加里・苦土・ケイ酸・マンガン・亜鉛・ほう素・鉄等

表-1 カキ殻 成分分析値例

水分	窒素	りん酸	加里	炭酸カルシウム
1.21%	0.21%	0.27%	0.08%	85.10%
苦土	マンガン	けい酸	塩素	いおう
0.84%	0.02%	5.78%	0.05%	0.36%
鉄	ほう素	よう素	銅	亜鉛
0.40%	0.01%	検出せず	10ppm	43ppm
モリブデン	アルカリ分	ニッケル	クロム	チタン
0.6ppm	46.31%	6.1ppm	43ppm	0.01%

(2) 配合計画

以下にW&S緑化工法の配合表を示す（表-2）。

表-2 配合表（W&S緑化工法）

W&S緑化工法 配合表 吹付厚さt=5cm 100m<sup>2</sup>当たり

品名	規格	単位	使用量	摘要
ウッドチップ	25mmアンダー木材チップ	L	7,200	現地発生材
シェルチップ	カキ殻粉碎物	L	600	
添加材	マッチメーカー(パーク堆肥等)	L	2,400	
侵食防止剤	クイート(CP-850W)	kg	12	
肥料	高度化成NPK15:15:15)	kg	24	
種子	トルフェスク	g	344	
	グリーングレットフェスク	g	176	
	ケンタッキーブルーグラス	g	726	
	トハギ	g	230	

(各材料の割増係数は1.2とした。)

### (3) 施工方法

W&S緑化工法の施工方法は以下の通りであり、施工方法と使用機材は従来の厚層基材吹付工とほぼ同じで新たに必要となる手順や使用機材はない。フロー図と施工概要図を図-2に示す。

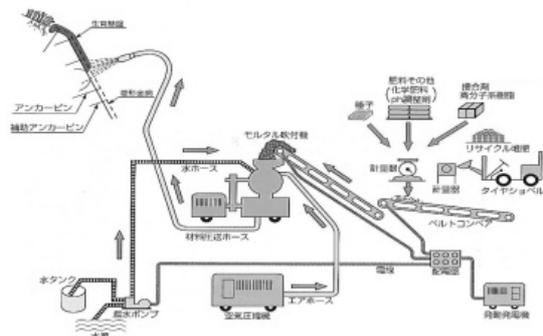
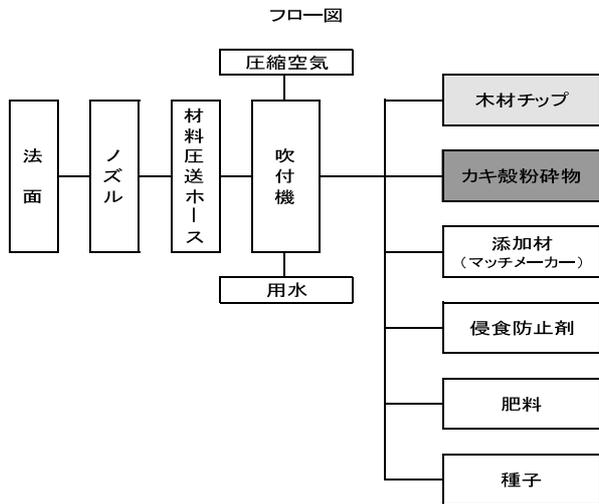


図-2 フロー図及び施工概要図

#### ① 木材チップ

木材チップは現場内で発生した伐採材、伐根材を木材破砕機で25mm以下に破砕したものを使用した。破砕の状況を以下に示す(写真-3)。

#### ② カキ殻粉砕物

カキ殻粉砕物は、カキ養殖により排出されたカキ殻を粉砕処理したものを使用した(写真-4)。

#### ③ その他の材料

その他の材料(添加材、侵食防止剤、肥料、種子)は通常の厚層基材吹付工で使用されている材料を使用した。

#### ④ 配合

W&S緑化工法の配合は、配合計画に基づき1バッチ当たりの材料を算出しながら行った。



写真-3 木材破砕状況



写真-4 カキ殻粉砕物



写真-5 使用機械とカキ殻配合状況

以下に使用機械とカキ殻配合状況を示す(写真-5)。

#### ⑤ 吹付

吹付工の施工は通常の厚層基材吹付工と同様であるが、材料による圧送ホースの閉塞予防と吹付面への水分供給及び基盤材の付着性の向上を目的に水を揚水ポンプ(モルタルポンプ)で吹付機に送り吹付を行った(写真-6)。



写真-6 吹付状況

## 5. 経過観察

W&S緑化工法により切土法面（軟岩部）に厚さ5cmの植生基盤を造成し、法面の保護を行った。その後の追跡調査では生育基盤材や切土法面の侵食流出は認められず、コドロード（方形枠）を用いた調査でも発芽状況や生育状況に異常は認められなかった。在来種の定着も進んでいるように見受けられた。また、1年4カ月経過した段階（越冬後）でも、新芽が発芽しており生育は順調であるといえる（写真-7）。

カキ殻粉砕物の緩効性の肥料効果により、長期間にわたる生育促進効果が期待される。

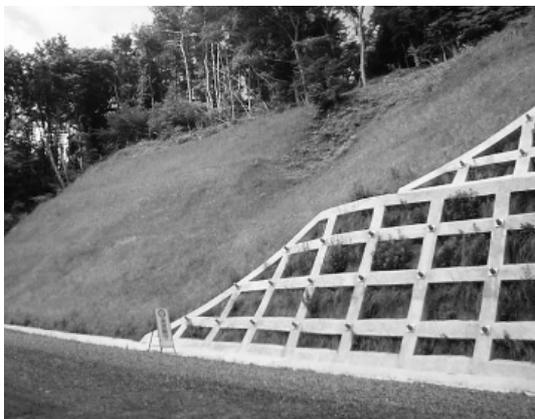


写真-7 生育状況（1年4カ月経過）

## 6. W&S緑化工法の効果・改善点

### (1) 効果

#### ① 循環型社会形成への効果

W&S緑化工法により建設現場内で発生した建設副産物（木質系廃棄物）と地域社会から排出された廃棄物（カキ殻）を利用したことは、従来の建設副産物や廃棄物の処理方法よりも環境への負荷低減や環境保全の面から持続的循環型社会形成の構築に効果があったと考えている。

#### ② 低炭素化社会形成への効果

現場で発生した建設副産物（木質系廃棄物）は、約35km離れた中間処理場での中間処理の計画であったが現場内で破碎することにより、中間処理場への運搬が不用となり輸送車両による二酸化炭素の発生を0にしたことで低炭素化社会形成に効

果があった。

#### ③ 建設コストの縮減

建設副産物（木質系廃棄物）を現場内で破碎処理、吹付基盤に利用することで以下の表のとおり建設コストを縮減することができた（表-3）。

表-3 コスト比較（工事1式当たり）

種別	従来工法	W&S緑化工法	摘要
伐採材運搬費	600,000	0	
伐採材処理費	3,411,000	0	
厚層基材吹付工	3,500,000	2,880,000	従来工法、W&S工法とも資源循環型工法
木材チップ製造費	0	3,600,000	木材破碎機輸送費含む
計	7,511,000	6,480,000	<b>△ 1,031,000</b>

### (2) 改善点

#### ① 材料圧送ホースの閉塞

吹付作業時、材料圧送ホースの閉塞による吹付作業の中断が発生した。これは、材料圧送ホース内に木材チップが滞ることが原因であり、木材チップに25mm以上のものが混入していることが確認された。ふるい作業の実施と吹付機のスクリーンの交換で解消できるものと思われる。

#### ② 配合の再検討

カキ殻の有効利用の観点から、配合計画はカキ殻の最大許容配合量を試験施工で決定し、配合計画を行うことが望ましいと思われる。しかし、カキ殻の最大許容配合量の決定は試験施工を繰り返し、数年にわたり植物の生育状況を観察し、長期的な検討が必要である。

#### ③ 伐採材の現場内破碎と破碎量

伐採材を現場内で破碎する場合、破碎ヤード、破碎時期等の検討が必要であり、破碎作業による近隣住民への騒音、振動の影響には配慮すべきである。

伐採材の破碎量と厚層基材吹付工で使用する木材チップ量は、長期的な視点でバランスがとれるよう調整すべきである。また、木材チップが余るような場合は、土壌改良材、マルチング材に使用

するなど計画の段階で余剰材の活用方法を検討しておくことが必要である。

## 7. あとがき

循環型社会を構築していくためには、循環型社会形成推進基本法の趣旨を理解し、建設リサイクル法をはじめとする法を順守し、住みよい社会環境づくりをめざしていく必要がある。また、建設産業界では、地球温暖化の抑止に向けて、いろい

ろな取組みが進みつつある。

『森は海の恋人』という言葉掲げての海の水質環境保護運動が当地域で行われている。カキの生産現場では、水質悪化の問題が表面化し森林の水質浄化機能に注目が集まり、広葉樹の植樹活動が広がっている。私は、三陸沿岸部で働く土木技術者として自然環境の維持、向上を常に考え職務を遂行したいと考えている。

## 下水道管渠の二次覆工への TDRショットライニングシステムの適用

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 東日本土木支社

関東土木事業部 新児玉シールド作業所

現場代理人

立石久弥<sup>○</sup>

Hisaya Tateishi

麻布シールド作業所

課長

上田 徹

Tooru Ueda

新児玉シールド作業所

主任

荒川 康広

Yasuhiro Arakawa

### 1. はじめに

近年、シールドトンネルでは、シールド機の性能向上や、セグメントの品質向上に伴い、経済性を考慮して、二次覆工を省略した、二次覆工一体型・省略型セグメントの適用が主流になりつつある。このような中でも偏心荷重を受ける急曲線部や、分岐合流部では、鋼製セグメントが使用され、二次覆工が必要とされる。これらの鋼製セグメント区間は、覆工仕上がり面と主桁の間隔は40～80mmと小さく、補強リブも複雑で、従来の二次覆工の施工（コンクリート打設）が難しく、これらを完全に充填し、被覆する覆工技術が求められている。このような中、劣化したコンクリートの断面修復工法（TDRショット工法）をベースにした、新たな吹付けライニング工法（TDRショットライニングシステム）を開発し、本工事に適用した。特に本工事は、洪水時の貯留槽を構築する工事で、下水道施設としての性能が求められた。ここでは、工法概要と実施工での成果を報告する。

工事概要

- (1) 工事件名：目黒川右岸低地部排水施設整備工事
- (2) 施工場所：東京都品川区大崎5丁目2番先～西五反田三丁目16番地

- (3) 工期：平成18年4月～平成21年3月
- (4) 発注者：東京都品川区
- (5) 施工者：飛鳥・大旺建設共同企業体
- (6) 諸元：コンパクト泥土圧シールド工法、  
内径 $\phi$ 2,600mm、延長1,320.25m
- (7) 適用箇所：曲線部（最小15R、9箇所）、  
流入取込部（8箇所）、延長235.3m、  
面積1,502m<sup>2</sup>

### 2. 本工事の要求性能と現場における課題

本工事は、下水施設型のトンネルで、一般部は、防食層を有する二次覆工一体型のRCセグメントを使用し、鋼製セグメント区間の特殊二次覆工においても、50mmの防食層と、RCセグメントと同等以上の硫酸に対する抵抗性が求められた（表-1参照）。さらに供用時には、0.25MPaの内水圧が作用することに対する耐荷力と、流水取込部の衝撃圧に対する耐久性、洗掘防止用補強材の取付け易さ、メンテナンスの容易さが求められた。

特に本工事では施工環境上、流入用立坑用地の確保ができないため、図-1に示す直接流入方式が採用されており、当初より初期流入水の衝撃圧と洗掘の防止が課題であった。当初の覆工は、樹

表-1 鋼製セグメント区間の二次覆工の要求性能

項目	要求性能	具体的な要求項目、留意事項
防食性	塩害、中性化、化学的な浸食などの劣化外力に対する抵抗性を有すること。	①密実性：覆工材料が鋼製セグメント内に充填され、セグメントと密着していること。 ②耐久性：覆工材料が想定される劣化外力に対し、抵抗性を有していること。 通常は、塩害や中性化などによる鋼製セグメントや補強材の発錆抵抗が求められるが、下水施設では特に硫酸に対する抵抗性が求められる。
平滑性	流下能力確保のための平滑性を有すること。	コンクリート覆工の仕上がり面と同等の平滑性（粗度係数）が求められる。
内空確保	所定の内空寸法を確保していること。	曲線部において、覆工施工時の型枠や埋込み型枠の寸法によっては、内空寸法やかぶり確保が難しいことに留意する。
内水圧	内水圧に対する耐荷力を有していること。	覆工材料単独での耐荷力有すること、または補強筋を配置して所定の耐久性を確保できること。
メンテナンス	メンテナンスフリー、メンテナンスの容易さを有していること。	一定期間メンテナンスフリーの耐久性を有すること。また、何らかの要因で損傷が発生しても修補が容易であること。
その他	経済性、工期に優れていること。	工事費、ライフサイクルコストも含めた経済性に優れていること、覆工は単独で施工されることが多く、工期の短縮が求められる。

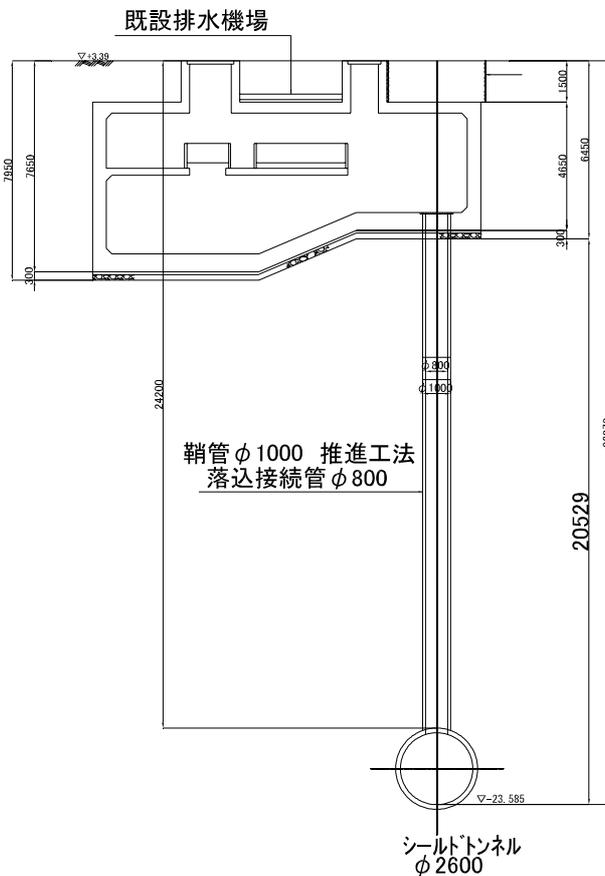


図-1 直接流入方式 断面図

脂部材による管更生工法が選定されていたが、これら要求事項に対する、より高い安全性が求められ、TDRショットライニングシステムが採用された。

### 3. TDRショットライニングシステムの概要

#### (1) システムの概要

本工事における二次覆工の断面構成を図-2に示す。まず、鋼製セグメント内にプライマーを塗布し、硬化促進剤を用いた高性能な無機系モルタル（以降、充填モルタル）を吹付け、充填する。続いて、剥落防止やひび割れ防止を目的とした補強材を配置し、仕上げ層にトンネルの用途に適合する耐硫酸モルタルを吹付け、左官仕上げを行う。最後に表層に養生剤を塗布する。図-3に施工システムを示す。充填モルタルは、液体の硬化促進剤を添加した圧縮空気により、ノズル先端でほぐされ、吹付け箇所に吹付けられる。硬化促進剤の効果により、吹付け後直ちに材料が締まり始めるため、吹付け時のリバウンドも少なく、連続して充填することができる。モルタルの練混ぜ・圧送は、連続練りミキサとスネーク式の圧送ポンプを

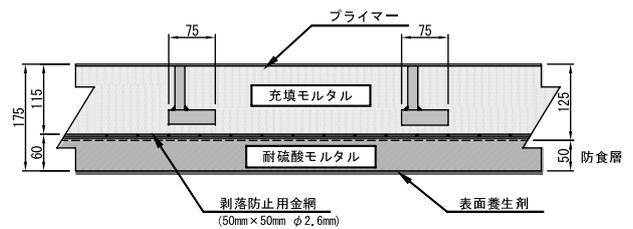


図-2 断面構成

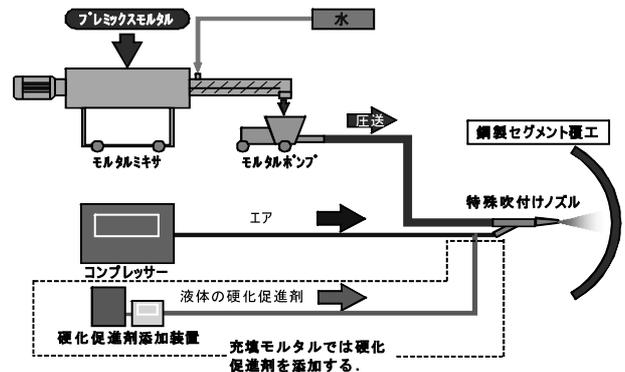


図-3 吹付けシステム

用いることで、最大2.0m<sup>3</sup>/hr吐出量を確保できる。また、鋼製セグメントのリップ裏が完全に充填できるよう、専用の吹付けノズルの開発を行うとともに、圧縮空気の量を流量計で管理し、作業員が充填状況を目視で確認しながら、ノズルワークを行う。

(2) 使用材料の性能

使用材料は、主に充填モルタルと耐硫酸性モルタルからなる。

a) 充填モルタルの配合及び性能

鋼製セグメントの形状は、曲線部の厳しい箇所、写真-1のように縦リップ間隔で幅30cm、横リップ間隔で高さ40cm程度であり、充填モルタルをリップ内に充填したのち収縮によって端部の縁切れや表面にひび割れが生じないような材料設計が求められた。また、モルタル圧送時の流動性や吹付け時の粉じんの低減などを目標とした。

表-2に充填モルタルの各種試験結果を示す。充填モルタルは、各強度特性が高く、収縮量は、通常の砂セメント比=1:3のモルタルに比べ、1/2程度に抑制できている。



写真-1 鋼製セグメント区間の全景

表-2 充填モルタルの性能

項目	材齢 28 日試験値	試験方法
圧縮強度	58.6 N/mm <sup>2</sup>	JIS A 1171
曲げ強度	9.5 N/mm <sup>2</sup>	JIS A 1171
付着強度	2.4 N/mm <sup>2</sup>	JIS A 1171
乾燥収縮量	0.06%	JIS A 1171

b) 耐硫酸モルタルの配合及び性能

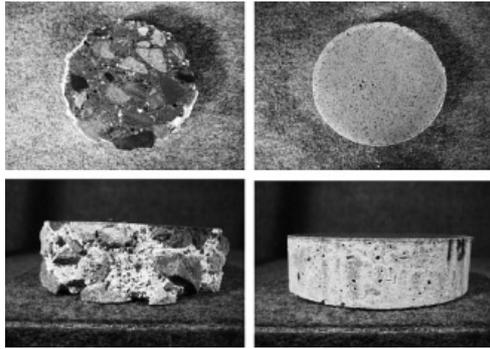
下水道施設では、硫酸還元菌によって、硫化水素が硫酸に還元されるため、通常セメント系の材料では、硫酸劣化が生ずる。本工法で使用する耐硫酸モルタルは、アルミナセメントを主成分としたポリマーセメントモルタルで、東京都下水道局の下水施設に適用する断面修復材の基準を満足している。元々はコテ塗り用の材料であったが、ここでは吹付け用に改良した。なお、耐硫酸モルタルは、硬化促進剤を使用せず、充填モルタル施工後の壁面に層状に吹付け、最後にコテ仕上げを行う。表-3、4に耐硫酸モルタルの各種試験結果を示す。耐硫酸モルタルは、高い強度特性、収縮抵抗性を有しており、さらに中性化抵抗性は、W/C=40%のコンクリートと同等で、耐硫酸性に関しては、W/C=40%のコンクリートやセグメント用コンクリートと比較しても高い性能が確認できる。写真-2に硫酸水溶液浸せき試験の結果を示す。コンクリートは、表面のモルタル分が酸に浸食されポロポロとなり、径が100mmから90~95mm程度に縮小している。これに対し、耐

表-3 耐硫酸モルタルの性能

項目	材齢 28 日試験値	試験方法
圧縮強度	55.0 N/mm <sup>2</sup>	JIS A 1171
曲げ強度	7.9 N/mm <sup>2</sup>	JIS A 1171
付着強度	1.9 N/mm <sup>2</sup>	JIS A 1171
長さ変化率	0.04%	JIS A 1171

表-4 耐硫酸モルタルの耐久性

項目	試験結果
中性化抵抗性	W/C=40%コンクリート → 6.5mm 耐硫酸モルタル → 6.7mm ※試験方法：JIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」に準拠し、30℃、60%RH、CO <sub>2</sub> 濃度5%の環境で、4週後の中性化深さを測定した。
硫酸抵抗性	【硫酸浸透深さ】 W/C=40%コンクリート → 5.0mm 耐硫酸モルタル → 2.0mm 【重量変化率】 W/C=40%コンクリート → -3.3% セグメント用コンクリート → -2.3% 耐硫酸モルタル → 0.0% ※試験方法：日本下水道事業団試験法に準拠し、5%硫酸水溶液に4週間浸せきし、測定した。



W/C=40%コンクリート 耐硫酸モルタル  
写真-2 硫酸水溶液浸せき試験結果

硫酸モルタルは殆ど浸食されていない。

#### 4. 現場適用結果

写真-3に充填モルタルの吹付け状況を、写真-4に耐硫酸モルタルの吹付け状況を示す。何れの吹付けにおいても粉じんが少なく、作業員が充填状況や吹付け面の仕上がり状況を目視で確認しながら施工している。充填モルタルでは、ノズルワークにより、リブ内にモルタルを充填しており、耐硫酸モルタルでは、ノズル先端から一定の離隔距離を取り、満遍なく行き渡るように吹付けている。本工事では、トンネル最深部より施工を開始した。また、工期短縮も課題であったため、充填モルタルと耐硫酸モルタルを同時に2箇所施工しており、先行する充填モルタルの吹付けプラント設備を毎日立坑まで引き出し、その後、耐硫酸モルタルの材料搬入を行い、順次充填モルタル吹付けプラント、材料を搬入している。吹付けプラントが台車1台に乗るコンパクトな仕様であるのも利点である。

写真-5に完成後の全景を示す。仕上がり面が平滑で粗度係数も抑制でき、ひび割れの発生もなく、期待した仕上がり状態が得られた。

#### 5. おわりに

シールドトンネルの用途は、鉄道、道路、共同溝、下水道、水路など多岐に渡っており、覆工に求められる要求性能もそれぞれ異なっている。また、断面寸法も工事中の仮設条件も種々多用であ



写真-3 充填モルタルの吹付け状況



写真-4 耐硫酸モルタルの吹付け状況



写真-5 完成後の全景

る。本工法は、狭隘な作業環境下でも対応できる施工システムとし、実施工でその効果が確認できた。さらにトンネル用途に応じ、耐硫酸モルタルの他、耐摩耗性モルタル、無機系高品質モルタルから選定できるシステムとしており、既に他工事でも適用している。

シールドトンネルでは、今後も二次覆工一体型のコンクリートセグメントの適用や二次覆工省略型のトンネル仕様が標準化されることも予想される。このような中、急曲線部や分岐合流部の特殊二次覆工の性能、施工品質に対しても、厳しい目が向けられており、本工法は、その期待に答えて行くことが可能であると考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 土木学会：トンネル標準示方書「シールド工法・同解説」、pp.114-116、2006。
- 2) 東京都下水道サービス株式会社：下水道シールド工事用二次覆工一体型セグメント設計・施工指針、pp.7-13、pp.48-50、2009。

## マルチストランドケーブルを使用した斜張橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

工事グループ 課長

工事グループ 課長

酒井 泰司<sup>○</sup>

小塚 正博

Yasushi Sakai

Masahiro Kozuka

### 1. はじめに

銚子大橋は、千葉県銚子市を起点に茨城県水戸市に至る一般国道124号の利根川を渡河する、橋長約1.2kmの長大橋である。本橋は千葉県東総地域と茨城県鹿行地域を結ぶ「夢の架け橋」として、日本道路公団（現：NEXCO 東日本）が昭和37年に有料道路事業で建設し、昭和49年に無料化された。しかし架橋後四十余年を経過し、利根川河口に位置するため塩害等による老朽化が著しい。銚子大橋は地震などの災害時においては、緊急輸送道路として復旧・支援物資の輸送を担う重要な橋であるため、緊急に架け換えることとなった。また、架け換えにあわせ、通勤・通学者等が安全に通行できるよう自転車歩行車道が設置される。これまでに、傷みが著しいトラス部を迂回する斜張橋部分、約400m区間を優先して工事が実施され、平成21年3月24日にこの部分の暫定供用が開始された。ここでは、本橋施工におけるマルチストランドケーブルを用いたバランス架設工法について述べる。

#### 工事概要

- (1) 工事名：国道道路改築及び道路受託事業合併工事（銚子大橋上部工その3）
- (2) 発注者：千葉県海匝地域整備センター銚子整備事務所

(3) 工事場所：千葉県銚子市～茨城県神栖市

(4) 工期：平成18年10月12日～

平成20年12月31日

### 2. 現場における課題

斜張橋の架設では、側径間を先行架設し中央径間を張出し架設する工法が一般的である。

本橋の架設では、河川に与える影響や経済性を考慮する必要があった。

対策案として、側径間にベントが必要ないバランス架設工法を採用するにあたり、従来の斜張橋のケーブル架設は大規模の設備が必要であることが課題であった。

### 3. 対応策と適用結果

上述の課題点に対して、マルチストランドケーブル斜材を用いたバランス架設工法を採用した対応策を行った。

マルチストランドケーブルは従来斜張橋で採用されてきたケーブル形式のDINAやNEW-PWSなどのプレファブケーブルと異なり、1本19mmのストランドを複数本使用し斜材ケーブルとする形式（図-1、2）である。

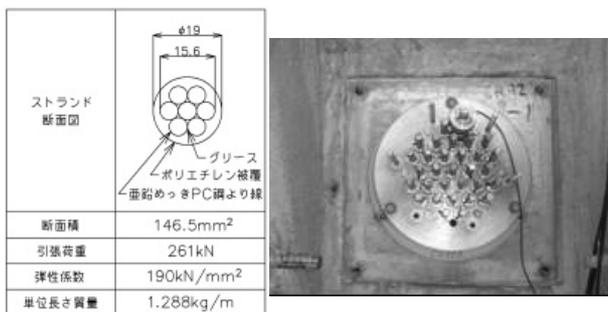
長所としては以下の点が挙げられる。

- 1) ストランドが軽量であるため、ケーブルの展開作業が容易である。

- 2) スtrand切断前のドラムに巻いた状態が従来の斜材ケーブルと比較してコンパクトであるため、輸送が容易である。
- 3) 定着部がコンパクトであり、桁内空間が確保できる。
- 4) 張力導入時に使用するジャッキが小型であり、張力導入作業が容易である。

ケーブルタイプ	19H	22H	31H
ケーブル断面図			
断面積	2783mm <sup>2</sup>	3223mm <sup>2</sup>	4541.5mm <sup>2</sup>
引張荷重	4959kN	5742kN	8091kN
弾性係数	190kN/mm <sup>2</sup>	190kN/mm <sup>2</sup>	190kN/mm <sup>2</sup>
単位長さ質量 (ストランド束+PE保護管)	27.3kg/m (19×1.288+2.79)	31.1kg/m (22×1.288+2.79)	43.4kg/m (31×1.288+3.51)

図-1 ケーブル断面



(a) 断面寸法 (b) 現地状況

図-2 スtrand断面

一方、短所としては、1箇所あたりのケーブル本数が19本から31本と複数なため、後述するように張力調整作業が複雑であることが挙げられる。

図-3に示すように、鋼桁架設を行うにあたり、主塔脇にベントを立て、そのベント上に台船クレーンで主桁（3ブロック）を架設し、最下段のケーブル架設を行った。

以降の架設は、桁架設とケーブル架設を交互に行いながら、順次施工していき、当工区と対岸から架設してきた隣接工区（別途工事）でタイミングを合わせて施工し、中央径間の中央にて閉合をした。架設作業中は、桁架設ごとにケーブル架設となり、ケーブルは架設の都度、張力を測定し、桁形状を管理した。また、閉合後にも確認のための張力測定を実施した。

ケーブル架設手順を以下に示す。

(1) 固定定着具取付け

ケーブルを定着する固定定着具（写真-1）を主塔と桁に設置する。

(2) PE保護管組立

PE保護管を現場で溶接して組立、その保護管にファーストストランドを通す。

(3) 保護管設置

ファーストストランドを使用して保護管を定位置にセットする（図-4、写真-2）。

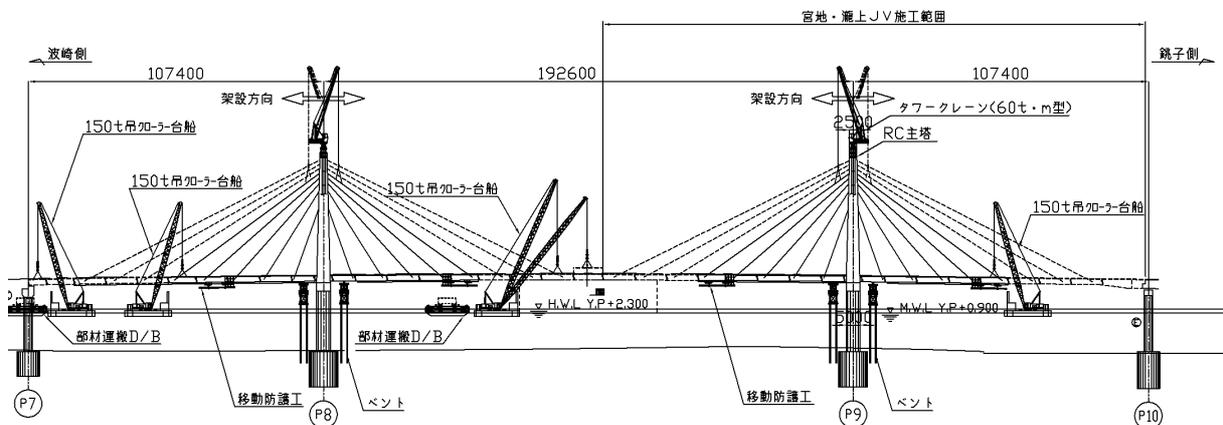


図-3 全体架設要領図



写真-1 固定定着具

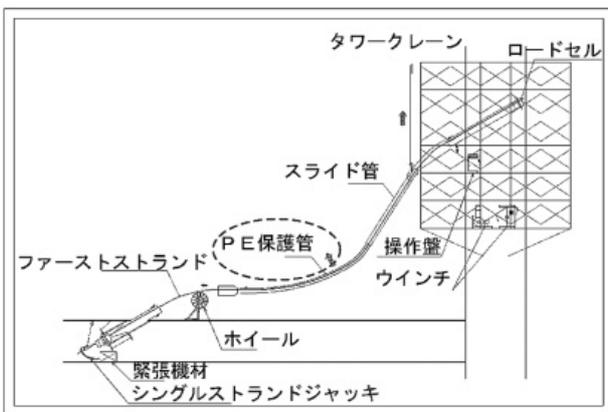


図-4 保護管設置要領



写真-2 保護管

- (4) ストランド架設緊張  
ストランドを1本ずつ架設し1次緊張を行う(図-5)。
- (5) ケーブル張力調整  
ケーブル温度が安定する夜間に2次緊張を行う。必要に応じて張力確認のリフトオフを行う。
- (6) ケーブルクランプ及び緩衝装置取付け  
ケーブルを束ねるクランプとケーブルの貫入部との接触を防ぐ緩衝装置を設置。
- (7) 制震装置設置  
桁側貫入部にケーブルの振動を制御する制震装置を設置(図-6)。
- (8) 保護管仕上げ組立, 定着部防錆工  
保護カバーを設置し、定着部にウレタンを注入して防錆を行う。

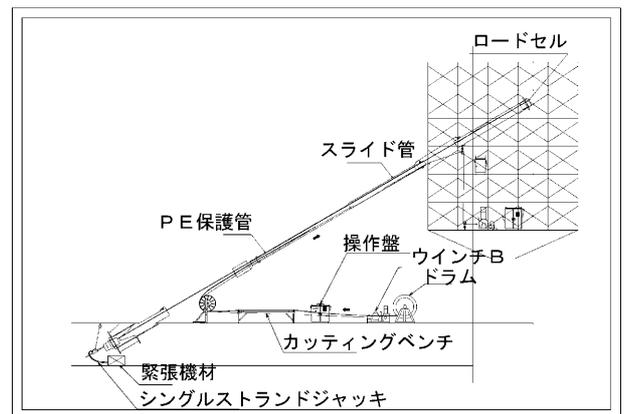


図-5 ストランド架設緊張

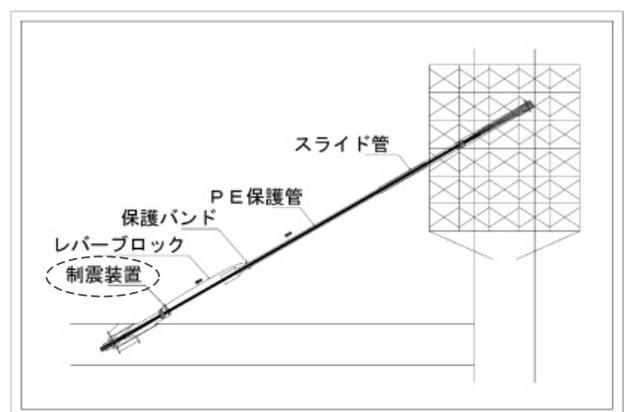


図-6 制震装置設置

今回採用した現場組立型ケーブルの架設時には、ケーブルに導入された張力により定着間距離が短くなるため、ファーストストランドとラストストランドの定着間距離に合わせた張力を導入する必要があった。本橋の施工では、変化する張力を計測するためにファーストストランドの塔側定着具にロードセルを設置した。また、緊張中にあるストランドの張力を計測するために緊張ジャッキの先端治具にもロードセルを設置した。

最初のファーストストランドの導入張力は架設前後の定着点間距離の変化量とサグ量を考慮して計算にて算出し、ロードセル読み値によってその計算値まで緊張した。2本目はこのファーストストランドに設置されたロードセル読み値と同一張力になるように緊張した。2本目を緊張する際に、緊張荷重が大きくなるに従い、桁が引き上げられることによりファーストストランドの張力が減少するため、2本目の張力をジャッキ先端のロードセルで、ファーストストランドの張力を塔側のロードセルで読み取り、両者の値が等しくなるように管理した。3本目以降も2本目と同様に緊張荷重と塔側ロードセル値が等しくなるように管理した。

張力の確認のため、1本毎にストランドの張力をジャッキにより確認するリフトオフを行い、予定の張力が導入されていることを確認した。

また、ケーブル架設後に大きな張力が発生する床版工においては、1) 鋼箱桁複合斜張橋と合成床版の組合せが国内に施工事例がないこと、2) 隣接工区を含めた床版打設ステップで計画するにあたり、各ステップは両工区が同時に打設する条件であるため工程上の制約などに配慮して行った。

加えて、主桁は床版架設後も側面及び上面の半分以上に日照を受ける構造であるため、2主桁の不均一な熱膨張による床版コンクリートへの影響も懸念事項としてあげられる。

#### 4. おわりに

本橋の架設は平成20年12月に完了（写真-3）し、平成21年3月から旧橋のトラス部分を迂回する暫定供用が開始された。

千葉県海匝地域整備センター殿のご指導のほか関係者の皆様の多大なるご尽力のおかげで、数々の厳しい条件を克服し、無事竣工を迎えることができた。

ここに誌面を借りて、厚く御礼申し上げます。



写真-3 完成写真

## 社会貢献

## 災害復旧工事での工期短縮による社会貢献について

宮城県土木施工管理技士会

福田道路株式会社 東北支店

野原茂生<sup>○</sup>

田中敦雄

Shigeo Nohara

Atsuo Tanaka

## 1. はじめに

本工事は、平成20年6月14日に発生した「平成20年岩手・宮城内陸地震」により被災した国道398号線の復旧工事である。

本工事区間は、地震の震源地に近く大きな被害が発生したため、早期復旧が望まれた（写真-1）。

工事概要を以下に示す。

## 工事概要

- (1) 工事名：平成20年度 20災第40-A01号  
本沢小川原(2)他道路災害復旧工事
- (2) 発注者：宮城県北部土木事務所
- (3) 工事場所：国道398号栗原市花山字本沢  
小川原(2)他 地内



写真-1 被災箇所への撤去状況

- (4) 工期：平成20年12月8日～  
平成21年5月8日

本工事における主な工種は、表-1、2に示すとおりである。

表-1 本工事の工種（第40号工区）

舗装工	
下層路盤工(RC-40 t=15~40cm)	A= 757m <sup>2</sup>
上層路盤工(再生 As 安定処理 t=5cm)	A=1,220m <sup>2</sup>
表層工(再生密粒度 As20F t=5cm)	A=1,220m <sup>2</sup>
擁壁工	
ブロック積擁壁 <sup>1)</sup>	A= 206m <sup>2</sup>

## 1) 本検討の工種

表-2 工種（第41号工区）

舗装工	
下層路盤工(RC-40 t=15~40cm)	A= 247m <sup>2</sup>
上層路盤工(再生 As 安定処理 t=5cm)	A= 664m <sup>2</sup>
表層工(再生密粒度 As20F t=5cm)	A= 664m <sup>2</sup>
擁壁工	
重力式擁壁	L= 20m

## 2. 現場における問題点

本工事は、災害復旧工事であり一刻も早い復旧が望まれたため、施工方法の検討を行った。

表-1、2に示す工種の中で、ブロック積み擁壁は、当初設計の間知ブロック積工（図-1）からコンクリート二次製品による大型ブロック積工（図-2）に変更することで、大幅な工期の短縮が可能となると考えられた。

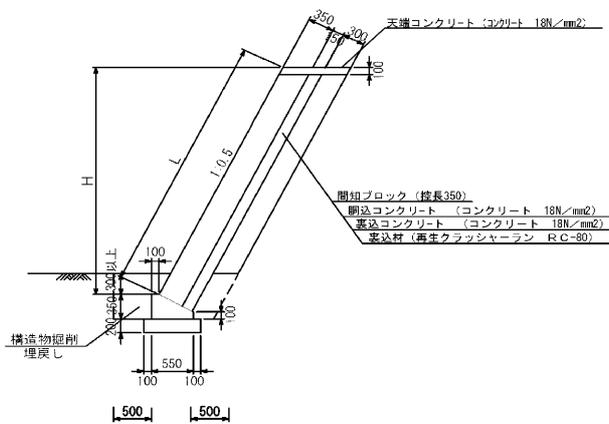


図-1 従来工法 間知ブロック積み工

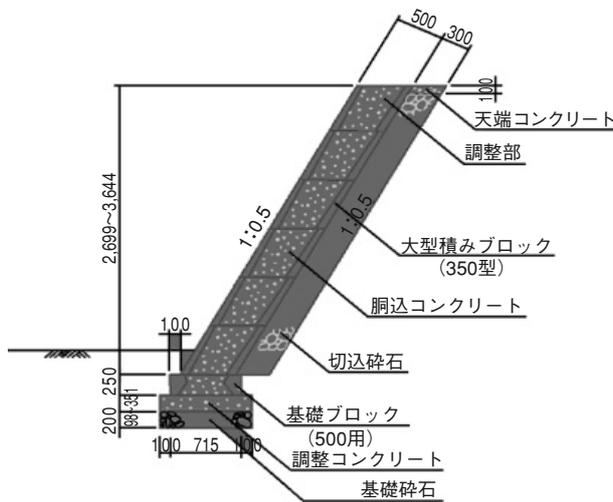


図-2 変更工法 大型ブロック積工

(従来工法の問題点)

間知ブロック積工の問題点を次に示す。

- ・ 小さなブロックを人力で据え付けるため、施工に時間がかかる。
- ・ 裏込めコンクリートが必要なため、型枠設置・生コン打設・埋め戻し作業が必要である。
- ・ 1日の施工サイクルに段取り変えが多く工程が多い。
- ・ 根石ブロックを現場打ちで施工するため、1段目のブロックを積む際調整が必要となる。
- ・ 1日あたりの施工数量が決まってしまう、日々のコンクリートの養生などに多くの時間がかかる。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

### (1) 工夫・改善点

当初設計の間知ブロック積工は、工程短縮を検討する上で問題点が多い。

そこで、発注者側と協議した結果、施工期間の短縮が可能な、2次製品の大型ブロックを使用したブロック積工に変更する承諾を得た（写真-2）。



写真-2 大型ブロック積工の施工状況

(2) 適用結果

当初設計の間知ブロック積工からコンクリート2次製品の大型ブロック積工に変更した結果、次のような効果があった。

- ・ 施工性が良く工期の短縮が可能となった（図-3、従来工法1.5ヶ月が、変更後1ヶ月に短縮）。
- ・ 災害復旧現場という状況において、早期の施工完了による2次災害の防止効果もあった。
- ・ 施工後の仕上がりも問題なく、品質は良好であった（写真-3）。



写真-3 擁壁工の早期完了

4. 適用条件と留意点

(1) 適用条件

本工法は、ほとんどのブロック積の現場に適用可能であり、特に本工事の災害復旧のような急を要する現場には最適な工法である。

また、今回のように既設のブロック積を取壊し、

新設に積み直すような、地山が不安定な状態になる場合も、急速施工が可能な本工法は適する。

(2) 施工時の留意点

施工時の留意点を以下に示す。

- ・ 根石ブロックの代わりに基礎ブロックを設置する際、上部に積み上げて行ったとき、ブロックが入らない恐れがあるため、曲線部に目地の調整が必要となる。
- ・ 積み上げ方式で施工するため、ブロックを積み上げる際、下層部のブロックのズレが上段のブロックに影響を与えるため、1段目および2段目の施工精度がとても重要になる。

5. おわりに

本工事は、震災の災害復旧工事という特殊な条件の下での工事であった。工期短縮は、多くの現場で課題となるが、被災住民の一刻も早く復旧してほしいという願いは、一般の現場では経験できないものであった。

本工事のような現場は、安全確実に一刻も早く工事を完了させることが重要である。

工事を予定より早く完了させることが出来たことは、施工管理を担当したのものとして、わずかではあるが社会に貢献できたと感じられた。

本工事の経験を生かし、今後もさらに安全でよりよいものを施工できるよう、努力していく所存である。

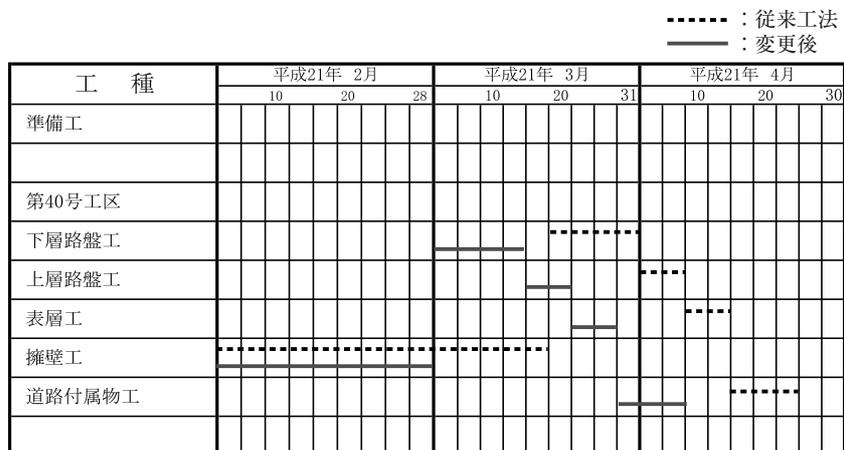


図-3 従来工法と変更後の工程の比較

## 10～20年後を見据えた地域貢献 …まず足元の自然から

京都府土木施工管理技士会  
福田道路株式会社  
直轄事業部  
工事所長  
北 添 慎 吾  
Shingo Kitazoe

### 1. はじめに

昨年に引き続き公共工事における地域貢献について述べてみたい。昨年は工事発生品や余剰品を使用した遊び場づくりについて報告したが、今回は、地域の子供達に身近な自然を知ってもらうことで、将来の地域づくりに役立ててもらおうと川の図鑑を作成した。



目次	
1. はじめに	1
2. 波佐見川マップ	2
3. 波佐見川ってどんな川なの？	3
4. 波佐見川のいきものたち	4
5. いきものたちの観察	16
6. はせみほたるマップ	21
7. 注意！	22
8. 波佐見・緑の水を考える会の活動	25
9. 水辺の環境の整備	27
10. おわりに	31

写真-1 作成した図鑑

### 工事概要

- (1) 工 事 名：八幡地区舗装他工事
- (2) 発 注 者：長崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：佐世保市中心部
- (4) 工 期：平成21年3月5日～  
平成21年11月30日

### 工事内容

ブロック舗装	1,450㎡
切削オーバーレイ工	7,640㎡
その他排水工	1式

### 2. 課題

#### (1) 「コンクリートから人へ」

我々建設業界は、インフラの整備や災害復旧などで多大な社会貢献を果たしてきたと言える。しかし、自然と人との調和を考えずにインフラ整備を進めてきた我々土木技術者が、貴重な自然や歴史・文化を失う手助けをしてきたことは否定できない。

現政権が打ち出した「コンクリートから人へ」の言葉どおり、一般市民は自然や地域のつながりを切るような大型の公共事業を望んでいないことが明らかになってきた。

これは、現場の最前線で一般市民と関わっている我々土木技術者にとって、もっとも大きな課題であるところを、当現場で「地域の人に何が残せるか」を考え実践してみた。

#### (2) 「子供の外遊びが減少した」

「子供の外遊びが減少した」という話をよく聞くようになった。実際に外出しても習い事やゲームに支配されており、体を動かす遊びも整備され

た公園やスポーツクラブで行われることがほとんどではないだろうか。

また子供が川・道・空き地・里山などで遊んだりする姿は皆無となり、遠い沖縄や北海道の自然には詳しいのに、地元でどのような生きものが棲んでいるかも知らない人（子供も大人も）が増加している。また魚や蛍を放流するイベントに参加して、水をきれいにする事（川の環境を考えずに）や特定の生きものの数を増やす事（生態系を無視して）が、生きものにとって良いことだと思込んでいる（思込ませている）場面も見受けられる。そこで、地域の川に子供たちを呼び戻して川のがき大将を育てようという活動「シーボルトの川づくり塾」に参加して、なにができるかを考えてみた。

### 3. 対応策と適用結果

#### (1) 「地域の川図鑑」をつくろう

「シーボルトの川づくり塾」で講義とワークショップに参加する中で、地域の人を川に呼び戻すにはまず、子供たちの好奇心をくすぐるための「地域の川図鑑が必要ではないか」という話になった。そこで、夏休みの魚とりイベントなどを利用して生きものを採取し、工事のイメージアップ費用を使って「波佐見川たんけん図鑑」を作成することにした。

図鑑は、地域の人たちと大学関係者の協力で作成することになり、企画・編集を私が担当した。

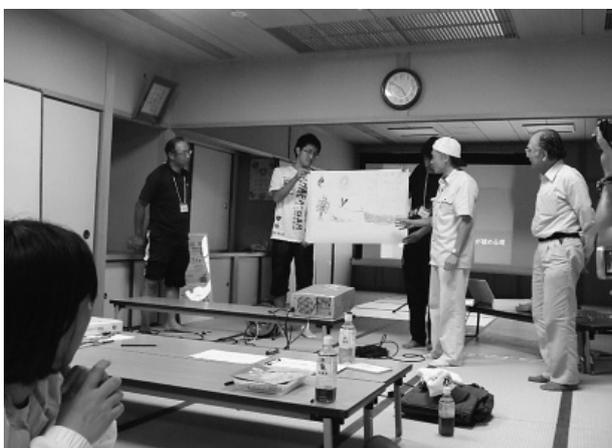


写真-2 ワークショップでの発表



写真-3 魚とりイベント

#### (2) 作成内容

以下の点に留意して図鑑を作成した。

- ① 地域の人たちによって採取された、川の中に棲んでいる生きものすべてを対象とする。  
(実際に捕まえた生きものに限定)
- ② 歴史・文化の要素を取り入れる  
(少しでも多くの人達に関心を持ってもらうため、シーボルトがオランダに持ち帰ったかもしれない、というミステリーな要素を取り入れた)
- ③ キャッチアンドリリースの原則  
(エアーポンプを用意するなど、捕まえた魚を殺さない配慮)
- ④ 本流の各地点及び支流を区別する。  
(地点別に棲んでいる生きものを紹介)
- ⑤ 絶滅が危惧される種に配慮するとともに、好奇心をくすぐる内容とする。  
(採取場所を秘密にすることで、好奇心をくすぐるとともに乱獲を防止する)
- ⑥ 地域の川の特徴を知る。  
(他の国・地方の川との比較)
- ⑦ 水辺の楽校の紹介  
(水辺の楽校ができる過程を紹介)
- ⑧ 川の危険性についても紹介する。  
(身長120cm子供で実験)
- ⑨ 地域のイベントを紹介する。  
(波佐見・緑と水を考える会の活動)
- ⑩ 環境を守ることの本質の話を織り込む。  
(九州大学の協力によるコラム掲載)

- ⑪ 図鑑で紹介する魚の名前に地方名を入れる。  
(地方名を次の世代に伝える)
- ⑫ 地域の人々が主役となることに留意。  
(子供を川に呼び戻すにはまず大人を川に駆り出す)
- (3) 作成時の問題点
  - ① 写真撮影の得意な人が不在  
イベント時など、魚の採取に対して撮影が追いつかないなど、不鮮明な画像が多く記録がなかなか残せない状況が続いた。
  - ② 環境を守ることをの本質をどう伝えるか  
川の生息環境を改善せずに魚を増やそうとしても魚は増えない。その事をどう図鑑に反映して伝える事ができるのか?
  - ③ 編集作業が一部の人に偏る  
積極的な人ほど多忙で、編集作業に人を集めるのが困難であった。

- (4) 対応策
  - ① 採取と写真撮影の地道な繰り返し  
満足が得られるまで採取と撮影を繰り返した。  
ただし、時期によって捕獲できる生きものが変化するため、不鮮明なまま掲載するデータもあった。
  - ② 大学の先生にコラム掲載を依頼  
川の問題を守るために、「何が間違っていて、どうすればいいのか？」その本質をコラムにしていたいただいた。
  - ③ インターネットを利用した編集作業  
インターネットを活用して、データの確認と交換を行った。
- (5) 適用結果  
地域の小中学校や行政関係に配布され、多くの人達に感謝していただいた。ただ、工事の終了とともに長崎県から関西に移動したため、図鑑配布の効果は地域の「波佐見・緑と水を考える会」の

## 4. 波佐見川のいきものたち

波佐見川には、どんないきものがいるのか確認してみよう。  
小さな川に、こんなにたくさんの種類のいきものがくらしているんだ。

1. 水辺(みずべ)の栗林(かっこう)のめし: ナマス
2. 川底にいる魚たち(その1)
3. 川底にいる魚たち(その2)
4. 泳いでいる魚たち(その1)
5. 泳いでいる魚たち(その2)
6. 泳いでいる魚たち(その3)
7. 支流(しりゅう)でみつけた魚たち
8. カエルのなまかまたち
9. 水生昆虫(すいせいこんちゅう)のなまかまたち
10. エビのなまかまたち

これを読んだら、君もりっぱな川博士になれる!

### コラム① 川の魚をまもっていくこと 中島淳のこえ

中島 淳(なかじま じゅん)  
九州大学工学研究院 日本学術振興会特別研究員 農学博士 専門は河川生態学、淡水魚類・水生昆虫類の生態解明を大きなテーマとして日本各地の川や池に出発している。

#### 川の魚とはどんな魚か?

「川の魚」と一口に言ってもその生活の仕方は様々です。わたしたちが普段身近に接している川魚たちは、その生活の仕方によって大きく三つに区別することができます。  
まず一つ目は「純淡水魚」と呼ばれる魚たちです。コイやフナなどに代表される純淡水魚は一生を淡水中で生活する魚たちです。

つぎに二つ目は「通し回遊魚」と呼ばれる魚たちです。海と川を行き来する魚たちで、ウナギやアユのように一生のうちで必ず海と川を利用する魚たちです。

最後に三つ目は「汽水性淡水魚」と呼ばれる魚たちです。ボラやクロダイのように川と海の水が混ざる汽水域で生活する魚たちです。

このように川の魚には様々な生活をするものがあり、それらが共存しながら「魚類相」というものを構成しています。魚類相は地域により、川により、さらに同じ川でも上流から下流によりそれぞれ異なります。また、それぞれの魚はそれぞれ決まった「生活史」を持ち、それぞれ適した環境で産卵し、成長し、一生を終えます。魚のために河川環境の保全を行う上で、それぞれの魚がどのような生活を行うのかを良く理解することはとても重要なことです。また、わかっていないこともたくさんありますが、今後多くの人の協力によって少しずつ明らかになっていくことでしょう。

これを読んだら、川の問題がわかる!

### コラム② 川の魚を守っていくこと 中島淳のこえ

#### 川の魚をとりまく問題(河川改修)

日本では川の魚たちの多くが減少しています。その大きな理由のひとつは河川改修にあります。人々は古くから川を舟の通り道に町をつくらせてきました。その過程で川の環境を人に安全なように、便利に大きく変えてきました。人々の財産や命を守るための河川改修はとても大事で必要なものですが、川の魚たちに対する思いやりがまったくかけていたために、多くの川の魚たちが絶滅してしまいました。しかし、最近になって川の便利さや安全さを維持しながら、川の魚たちの生活を守っていくという事業が日本各地で進められています。最近の河川技術に関する研究や魚類生態に関する研究の成果をうまく混ぜ合わせて反映させれば、川の安全と川の環境を同時に維持していくことが不可能では無い時代になってきたのです。

魚の生活に影響を与える河川改修はいくつかありますが、影響の大きなものは護岸のコンクリート化、川底の掘削、堰の設置です。護岸のコンクリート化は堤防が壊れないようにするために必要なことですが、同時に水際の植物や石と石のすきまなどの環境が破壊されます。また、川底の掘削は川がふたれないようにするために必要なことですが、瀬と淵が浅くなり、川底の石がなくなり、川が直線状になります。

これらの環境変化は魚の生活場所や産卵場所をじかに削減させ影響がとてつもないものです。一方、堰の設置は直接的に環境を破壊する部分は少ないのですが、川と海を行き来する魚の移動を阻害します。さらに川の中を移動することも不可能にします。その結果として堰の設置された多くの川で回遊性魚類が減少あるいは絶滅し、川の生態系が大きく変化しています。

#### 川の魚をとりまく問題(放流)

河川改修と並んで問題となっていることに魚の放流が挙げられます。各地で魚を増やすことを目的とした放流が行われています。しかし漁業などが行われていない川では、魚の放流を行っても魚が増えることはなく、むしろ害の方が大きいことが最近になってわかってきました。

ある環境中で隠れる場所や食べ物の量は絶対的に決まっています。特に漁業などが行われていない場合は、そこに棲んでいる魚の個体数はどこに棲むことができる上限いっぱいになっています。ここに新たに魚を放流するとどうなるでしょうか? 隠れる場所や食べ物の量は決まっていますので、新たに放流された魚が、元々いた魚のどちらか、隠れる場所や食べ物が足りずに死ぬことになり、イソとワケムシのイソが環境だと考えればわかりやすいでしょうか。イソの数が一定ならどれだけ魚を放流しても魚が増えることはなく、イソに座れなかった魚は死んでいくばかりです。魚を増やす上で最も大事なことはこのイソを増やすこと、すなわち環境を良くして隠れる場所や食べ物の量を増やすことです。魚は生き物ですから、環境が悪くなれば放流するまでもなく勝手に増えていきます。今後は放流に頼らずに環境を良くするよう形での保全を行っていくべきでしょう。

魚の放流だけでなくさらに深刻な問題も指摘されています。それは本来その地域に棲む種類が住み着いてしまうという問題です。国外からの外来種であるオオクチバス(フロックバス)やブルーギルが持ち込まれて、日本の在来種を食べつくしてしまうという問題は長く知られています。現在では法律でこれらの魚の放流は禁止されているので、今後は地道に駆除していくことでこれらの魚を減らすことができるでしょう。

しかし、もうひとつの問題があります。それは日本国内からの外来種です。川の魚、なかでも純淡水魚類は一生を淡水域で生活する種類なので移動能力が大幅低く、同じ種類であっても極端な場合には隣の川ですらその遺伝子の特性が異なることが知られています。したがって、同じ種類だからといってその地域から持って来た魚を放流し、その魚が元の川の魚と一緒に繁殖をすれば、その川で数百年間わたって育まれてきた遺伝子の個性が消滅するということになります。すなわち、よそから運んで来たメダカやコイを放流することで、「昔からその川にいたメダカやコイ」が絶滅してしまうことがあり得るのです。

川の魚の保全とはどこにも棲む「ある種類を保全」することではなくて、「本来その川に棲むべき遺伝的な特徴を持ったすべての種類を保全」することに他なりません。

写真-4 作成していただいたコラム

活動に委ねたいと考えている。

ただ、図鑑ができたことで、地元の小さな川に多くの生きものが生息していることに驚きを持ってもらえるものと確信している。

#### 4. おわりに

##### (1) 2・3版の発行を地域の子供たちに託す

初版を作成したことで、図鑑に対する課題や問題点も出てくるであろう。また、今回図鑑に載せることができなかつた生きものも出てくるであろう。それらは是非、地域の子供達の「遊び」から生まれる行動や好奇心によって改訂がなされ、図鑑が進化していく事を願っている。

また地域の大人達には、安全を確保した上で、子供たちを見守りながら様々な引き出しを用意してあげて行ってほしいと考えている。そして、そのような環境で育った子供達が10年後・20年後の地域の川の姿を変えていってくれるものと信じている。

##### (2) 他の現場への適用条件

日本は非常に多様な自然環境に恵まれているに

もかわらず、それを知らない人が実に多く、今回の活動の場である長崎県でも同様であった。

子供達への環境教育が充実する中で我々大人は、特定の種や有名な地域の自然に関心が偏ることに注意していかなくてはならない。

したがって、地域特有の「自分の足元の」自然を知ってもらうという活動は、我々のような全国を飛び回る土木技術者に課せられた使命であると考えている。

##### (3) 今後の留意点

このような活動を単発で終わらせることのないよう、他地域でも積極的に活動を継続し全国に広めていく覚悟である。

(協力していただいた方々)

田崎工務店 田崎氏

九州大学 中島氏・島谷氏

波佐見・緑と水を考える会のみなさん

シーボルトの川づくり塾の塾生のみなさん

波佐見町のみなさん

## 情報通信技術を用いた道路土工の品質向上

青森県土木施工管理技士会  
株式会社 脇川建設工業所  
工事部  
工事主任  
藤 森 幸 太  
Kouta Fujimori

### 1. はじめに

本工事区間は、青森県北西部に位置し主に水田地帯であり、五所川原市中心部を迂回する環状機能を有し市街地の交通混雑の緩和や沿道環境の改善を図ることを目的とした延長3.8kmのバイパス事業の一環であります。

(幅員：12.0m、構造規格：1種3級)

このうち、五所川原西バイパス(図-1、写真-1)は、平成16年度から事業着手し、平成20年度は、おもに盛土工事等を行っています。

(軟弱地盤上の載荷重盛土)

当工事において主体工事である、盛土工の施工性・品質管理等に工夫が必要視され、情報化施工(マシンガイダンス技術：3D-MGブルドー

ザ)の導入により図ることとしました。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：板橋道路改良工事
- (2) 発 注 者：東北地方整備局  
青森河川国道事務所
- (3) 元 請：株式会社 脇川建設工業所
- (4) 工事場所：青森県つがる市小曲板橋地内
- (5) 工 期：平成20年2月13日～  
平成21年12月24日
- (6) 内 訳：施工延長 L≒600m  
・道路土工(購入土・発生土ほか)  
路体盛土 V≒32,000m<sup>3</sup>  
載荷盛土 V≒34,000m<sup>3</sup>  
・付帯工 一式

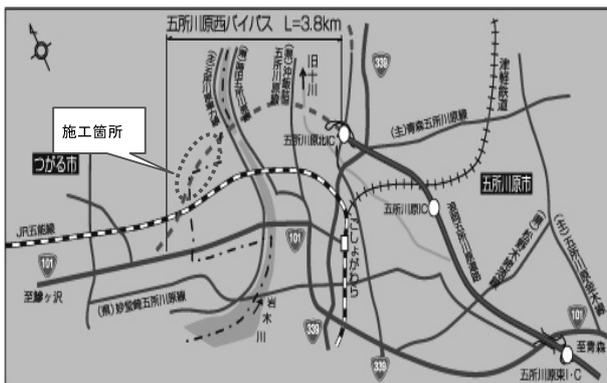


図-1



写真-1

## 2. 技術導入による期待・問題点

ブルドーザに3次元設計データを入力し、GNSSを用いた計測技術により排土板の位置（施工状況）と設計値（施工目標）との差異を数値的に算出し、所要の施工精度となるようにオペレータに指示（モニタ表示等）する「マシンガイダンス技術」を導入し、設計データが建設機械に入力されるため、現場への丁張りの設置作業が大幅に削減される。なお排土板をガイダンスモニタの3次元設計データに合わせて操作するため、オペレータの熟練度に左右されず、数回の作業で確実に所定の敷均し厚が得られ、検測の省力化と施工スピードの大幅な向上が実現する。また、検測の省力化により、施工機械との接触事故の危険性が高い区域内への検測作業員の立入りを極力少なくすることができるため、オペレータは建設機械本体の運転に集中できることから、作業の負担が軽減し、操作ミスによる事故の低減にも寄与すると考えられる。このようにトータル的に従来施工に比べ迅速で安全であり多大な効果をもたらす期待があった。

一方では、MG技術の情報化施工を用いた施工管理を的確にかつ効率的に実施できる施工管理要領やマニュアルが未整備である現状や、情報化施工に対応した監督・検査が明確化されていない。また、情報化施工技術が品質に与える影響、コストに与える影響、異なる現場条件での利用可否判断など施工実績情報が乏しい。さらに、建設機械に3次元設計データを入力する必要があるが、この入力データは受注者が設計図書（平面図、縦断面図、横断面図等）から読み取り、手作業で作成する必要があり非効率な状況にあるなど、問題点も多々懸念された。

## 3. 情報化施工の手順・方法

### (1) 手順

はじめにガイダンス設計データを入力するための基礎として、盛土材による各種定数（転圧回数・

圧密沈下量）を把握すべく締め固め試験施工実施などを行う。

上記の結果を3次元設計データに反映し、基地局（現場事務所）より移動局（ブルドーザ）へ、設計データをリアルタイムに送信し車載PCモニタよりオペレータへ敷き均し設計データのガイダンスを実施し、各層において繰り返す。

フローチャートを下記に示す（図-2）。

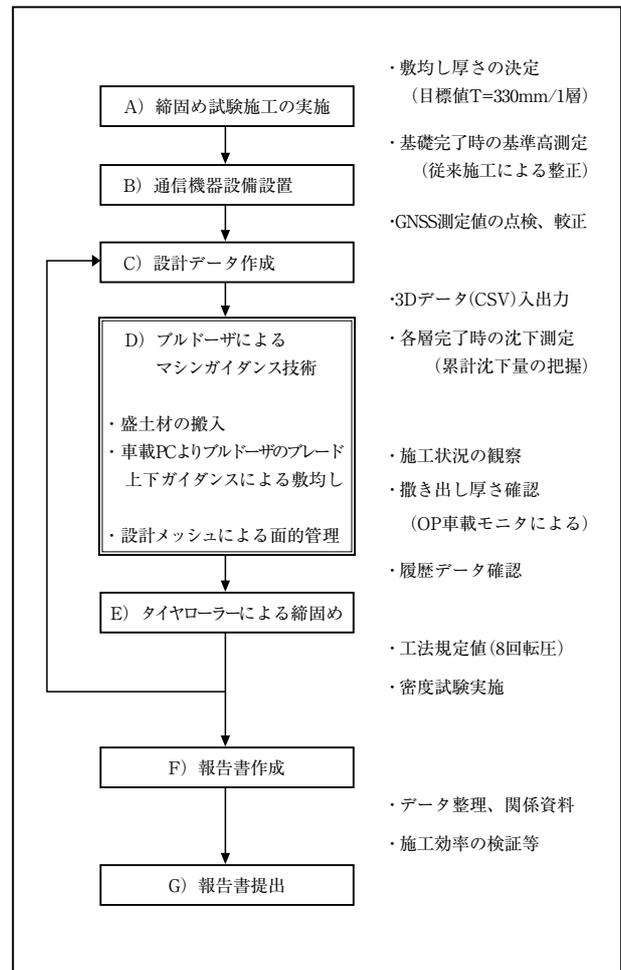


図-2 フローチャート

### (2) 通信設備の設置

ブルドーザにGNSS移動局・無線機及びPC車載モニタを設置（写真-2）。また作業効率・補正情報無線を設置し、迅速なデータの通信が可能な環境を整備した（図-3、写真-3、4）。



図-3 GPS 転圧システム



写真-4 GNSS アンテナ



写真-2 PC 車載モニタ

(3) 設計データの作成入力

設計データを作成するソフトウェア（高さメッシュ作成システム）にて、2.0m 方眼程度の（X, Y, Z 座標）設計データを作成した。また、各層仕上がり時の沈下量：(e) を直接観測し設計データの標高値（Z 座標）に反映した（表-1）。

表-1 設計データ

MG設計データ（路体仕上がり層）			横断勾配(i): 2.0%	沈下量(e): 320mm
点名	X座標	Y座標	沈下未考慮 No.135	Fh=13.149 (1.12%)
135CL	90446.132	-34337.1	12.87	
135R9.0	90450.336	-34337.1	12.87	
135L9.0	90441.928	-34337.1	12.87	
136CL	90428.448	-34341.553	13.097	
136R9.0	90432.652	-34349.511	12.873	
136L9.0	90424.244	-34333.596	12.873	
137CL	90410.764	-34350.896	13.277	
137R9.0	90414.968	-34358.854	13.097	
137L9.0	90406.56	-34342.938	13.097	
137+10.5CL	90401.48	-34355.801	13.395	
137+10.5R9.0	90405.684	-34363.759	13.215	
137+10.5L9.0	90397.276	-34347.843	13.215	

Z座標 = Fh(沈下未考慮) - e(実測沈下量)



写真-3 GNSS 及び無線送信アンテナ設置

(4) 通信データの較正

盛土敷均し前に、従来通りの測量値（光波測距儀・レベル）と、ブルドーザ移動局 GNSS（位置・高さ）の差異が規格範囲であることを確認し、点検調整（日常管理）を実施した。

4. 情報化施工のまとめ

(1) 施工効率

従来施工の盛土材敷均し作業は、仕上がり厚(30 cm) の検測棒を設置し、それを指標にオペレータの目視及び、人力検測にて管理されていた。以上の問題点を 3D-MC 技術において迅速な検測が実施され施工が進んだため、敷均し限度厚さ付

近での施工実施。検測人員は無し。手戻施工確率の低減。検測棒の作成・設置は無し、のプラス効果を実感した。よって施工効率（敷均し作業）は向上したといえる。

## (2) 施工品質

撒き出し厚さ管理は現状、施工業者各自の進捗時適宜管理であり状況写真程度での確認である。（明確な数値的管理データ不要。）

このことから、従来施工においてオペレータが敷均し厚さを限度以下で厚くすることは施工技術的に難しさがあったが、3D-MG技術を用いて各層の敷均し厚さを数値的に細かく明確にし、目標厚付近で均一に敷均すことができ、施工品質には多大な効果があったといえる（図-4）。

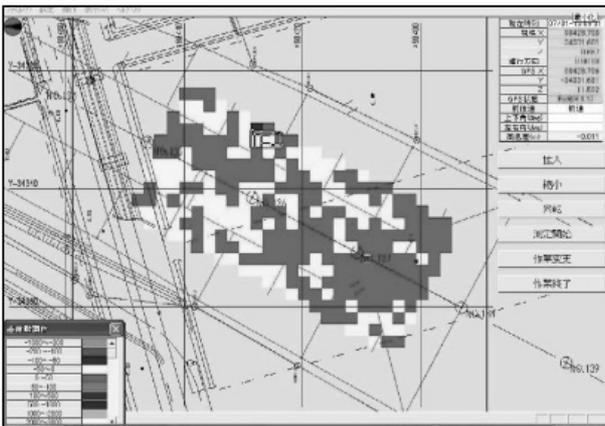


図-4 盛土転圧軌跡画面

## 5. おわりに

マシンガイダンス技術は、現場管理監督面では機器設備、設計データ入力などの支障がない限り、オペレータの熟練技術に左右されず、品質向上・施工進捗するので従来より容易である。

また、作業履歴データも数値化され、具体的な管理が出来る。さらに熟練作業員不足、施工上での安全性の向上、現場作業の効率化、現場イメージの改善、CO<sub>2</sub>の発生量抑制などの効果が期待できると思います。

しかしながら、システム開発途中中でもあるため、施工にいたるまでの準備（機器設備の設置、各層の設計データ計算及びデータ入力・解析など）には労力が不可欠であり、各種日常管理等々は短期間のうちに手馴れるものではなく、それ相応の経験及び習熟等が必要であり今回の情報化施工で言えばトータル的には従来施工と同等の時間は費やしていると考えられ、改善点が多々あると感じられた。

また、施工実績情報などが乏しいばかりか、近地場における施工事例も無く、未知である部分があったこと。さらに通信機器を含むリース代など、トータルコスト面では、多大な打撃となったのが事実である。

施工面だけを捉えれば将来性も明るいですが、全体的にある程度の理解や汎用性があがるまでは、かなりのリスクが避けてはならない現状と考えられました。

## 応力頻度測定による劣化原因の特定

長野県土木施工管理技士会  
吉川建設株式会社  
土木部  
津田博昭  
Hiroaki Tuda

### 1. はじめに

榛ノ木橋の橋梁点検において、横桁を主桁に取り付ける垂直補剛材（スチフナー）の上部主桁溶接部に亀裂が発生しているのが発見され、その補強工事が発注された（写真-1、2参照）。

本橋は、国道246号線42k pに位置し、昭和44年（1969年）に竣工した、橋長20.4m、主桁間隔2.75mの単純鋼板桁橋で、現在の交通量は7万台／日である（図-1参照）。

設計は1956年（昭和31年）制定の鋼道路橋設計示方書に基づいて行われていると思われ、橋梁点検の報告書の中で、亀裂発生の主原因は、主桁の剛性不足によって生じた主桁間のたわみの差により上フランジに首振り現象が発生し、その反復作用による疲労だとされていた。

しかし、報告書の中では、亀裂の発生原因の特定までは至っていないことから、当初設計で計画されている補強方法の妥当性を確認するために、

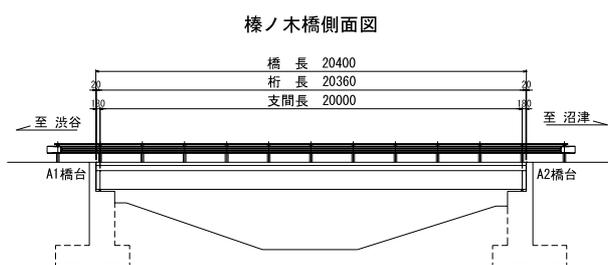


図-1 断面図

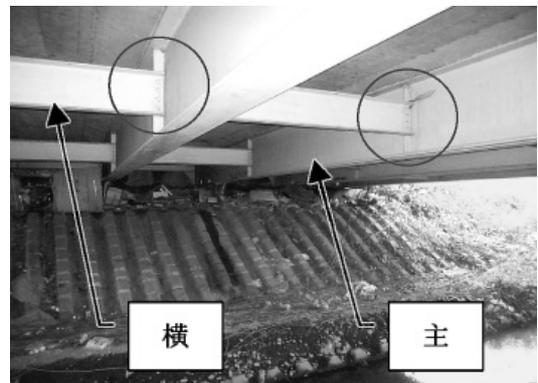


写真-1

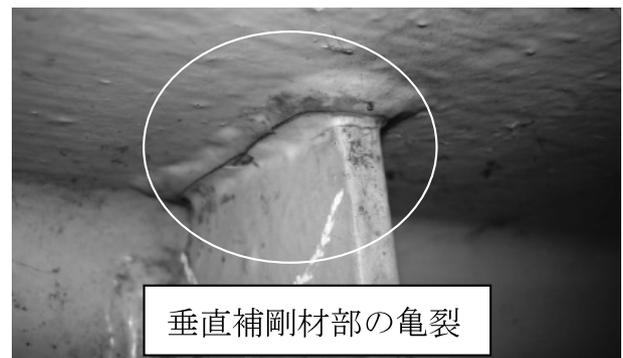


写真-2

亀裂の発生原因を特定する必要がある。

### 2. 原因特定における課題とその解決方法

亀裂発生の原因を特定するに当たり、数値解析によって応力状態を把握するという方法が考えられるが、亀裂の生じている部分は、主桁と横桁の

交差部にあたり、複雑な応力場となるため、応力状態を数値解析することが難しいという問題がある。

そこで、この問題の解決方法として、今回の工事では、実応力度を把握して、亀裂の発生原因を特定することを試みた。

### 3. 実応力の測定

#### (1) 計測データの評価方法

本計測においては、応力頻度計測用ヒストグラムレコーダーを用いて、ピークバレー法（P V法（極大・極小））およびレインフロー法（R F法）によるデータの採取を行った。

ここでピークバレー法（P V法）とは、車両通過時に生じる応力（ひずみ）波形の極大値（Peak）および極小値（Vally）の発生する頻度をその応力度のレベルごとにカウントするものである。部材に作用する引張圧縮それぞれの応力度の最大値を直接知ることができるため、測定結果より部材の耐荷力の評価を行った。

レインフロー法（R F法）とは、応力（ひずみ）波形から応力範囲（Stress Range：全振幅）の頻度分布を求める解析手法である。

疲労に対する影響は応力のレベルそのものよりもその振幅の大きさが支配的になることから、測定結果から部材の換算疲労寿命の評価を行った。

#### (2) 計測方法

計測は、『応力頻度測定要領（案）：平成8年3月道路保全技術センター編』および『計測マニュアル（案）：昭和62年4月建設省土木研究所編』に準拠し、72時間連続測定で行った。

測定箇所は、上り線2主桁、下り線2主桁とし、それぞれ、G2主桁：スチフナー、下フランジ、G3主桁：上フランジ、下フランジ、G6主桁：上フランジ、下フランジ、G7主桁：スチフナー、下フランジ、とした（図-2、図-3、写真-3参照）。

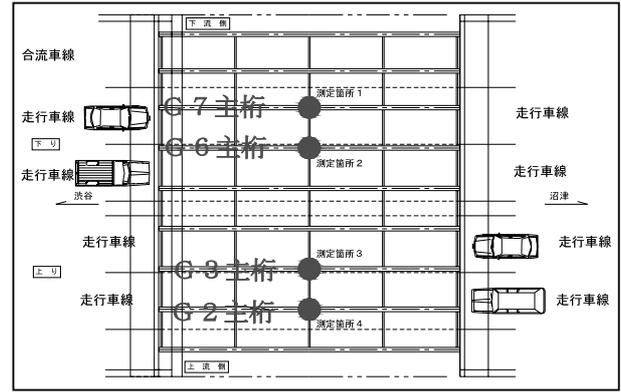


図-2 測定箇所

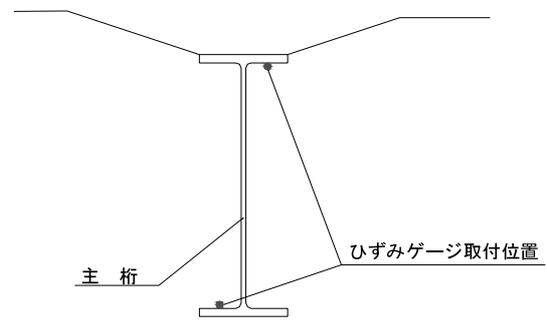


図-3 測定箇所



写真-3 測定箇所

### 4. 測定結果および評価

#### (1) ピークバレー法

測定された72時間の応力頻度測定データより、最大最小応力度（ $\sigma_{max}$ 、 $\sigma_{min}$ ）最大応力範囲（ $\Delta\sigma_{max}$ ）をまとめたものを表-1に示す。

表-1

測定箇所 部材名		最大応力 度 (N/mm <sup>2</sup> )	最小応力 度 (N/mm <sup>2</sup> )	最大応力 範囲 (N/mm <sup>2</sup> )
G2	スチフナー	15.4	-154.2	169.7
	下フランジ	55.5	-6.2	61.7
G3	上フランジ	9.2	-12.3	18.5
	下フランジ	43.2	-9.2	49.4
G6	上フランジ	3.1	-21.6	24.7
	下フランジ	74.0	-6.2	80.2
G7	スチフナー	43.2	-92.5	132.7
	下フランジ	89.4	-6.2	95.7

主桁フランジ部では、G7主桁下フランジの引張応力度が最も大きく、最大89.4N/mm<sup>2</sup>であり、続いてG6主桁下フランジの発生応力度が、74.0N/mm<sup>2</sup>になっている。圧縮応力度についてはG6主桁上フランジにおいて、-21.6N/mm<sup>2</sup>の発生応力であった。

垂直補剛材（スチフナー）では、G2主桁スチフナーにおいて測定された圧縮発生応力度の-154.2N/mm<sup>2</sup>が最大であり、引張応力度についてはG7主桁スチフナーにおいて43.2N/mm<sup>2</sup>の発生応力であった。最大応力範囲についても、それぞれ169.7N/mm<sup>2</sup>、132.7N/mm<sup>2</sup>の発生応力が認められる。これは溶接部の許容応力を超過しており、構造の再考を含めた補修検討を要すると思われる。

本橋では当初設計活荷重が現行のB活荷重よりも小さいことによる主桁の耐荷力不足が懸念されるため、実際に測定された応力度の最大値との比較で活荷重に対する安全性の評価を行うものとする。表-2に、主桁に対する設計応力度と実測応力度の比較を示す。

安全性の評価を死荷重と活荷重のみを考慮して行うとすれば、許容応力度 $\sigma_a$ から死荷重応力度 $\sigma_d$ を引いた残りが活荷重のための応力度ということになる。 $(\sigma_a - \sigma_d)$ と設計活荷重応力度 $\sigma_b$ の比は、G2桁では1.0に近い値であるが他の桁の下フランジでは0.64~0.69とかなり小さい値であり、これは活荷重に対して厳しい状況下にあるこ

表-2

測定箇所 部材名		最大応力度 $\sigma_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )	設計活荷重応 力度 $\sigma_b$ (N/mm <sup>2</sup> )
G2	下フランジ	55.5	132.7
G3	上フランジ	-12.3	-9.0
	下フランジ	43.2	147.3
G6	上フランジ	-21.6	-6.2
	下フランジ	74.0	106.3
G7	下フランジ	89.4	133.2

測定箇所 部材名		$\sigma_a - \sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	$(\sigma_a - \sigma_d) / \sigma_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	$(\sigma_a - \sigma_d) / \sigma_{max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
G2	下フランジ	126.5	0.95	2.28
G3	上フランジ	-97.8	10.87	7.95
	下フランジ	94.5	0.64	2.19
G6	上フランジ	-96.2	15.52	4.45
	下フランジ	73.4	0.69	0.99
G7	下フランジ	85.5	0.64	0.96

とが推測される。

ここで $\sigma_b$ の代わりに72時間の測定最大応力度 $\sigma_{max}$ との比を求めると、G6桁およびG7桁において、ごく僅かであるが1.0を下回っており、許容応力度いっぱいの応力が発生しているのがわかる。実供用下において、数%であるが許容応力を超える（今回測定では72時間で1回）応力が発生していることが判明した。

## (2) レインフロー法

R F法による換算疲労寿命を、応力頻度測定マニュアル（建設省土木研究所編 昭和62年4月）により求めた。

表-3に、換算疲労寿命の一覧を示す。

換算疲労寿命

$$EL = (1 / (\Sigma(n_i / N_i))) / 365 * (72 / 24) \text{ (年)}$$

ここで

$n_i$  : 各応力範囲の繰返し回数

$N_i$  : 各応力範囲に対する疲労寿命

$$= (2 * 10^6 * 1,000^4) / \Delta \sigma^4$$

表-3

測定箇所 部材名		総換算疲労被 害 ED	換算疲労寿命 EL (年)
G2	スチフナー	7.079E-05	1.161E+02
	下フランジ	3.048E-06	2.697E+03
G3	上フランジ	1.928E-08	4.264E+05
	下フランジ	2.766E-06	2.972E+03
G6	上フランジ	7.251E-08	1.134E+05
	下フランジ	3.945E-06	2.083E+03
G7	スチフナー	1.523E-05	5.397E+02
	下フランジ	8.119E-06	1.012E+03

上記の結果から実応力頻度から推定された疲労寿命は、いずれの部材においても100年以上という結果が得られた。現在、竣工から約40年が経過していることを考慮しても、60年の余寿命があると推定された。

## 5. 亀裂の発生原因

上記二種類の測定方法による結果から、今回垂直補剛材（スチフナー）部分に発生した亀裂は、当初推測された疲労によるものではなく、垂直補剛材（スチフナー）部に働く過大な応力が主原因であることが判明した。

## 6. 補強対策工法の検討

### (1) 補強対策工法の方針

垂直補剛材（スチフナー）に応力が生じる要因としては、水平方向（橋軸直角方向）の力が働く場合と、主桁がたわむことによって、その変位から応力が生じる場合とがあるが、車両の通行による後者のほうが影響が大きいと考えられる。従って、補強対策工法は、主桁のたわみを少なくすることによって、垂直補剛材（スチフナー）に生じる応力を低減させる工法が適切であると判断される。また、国道246号線は、日交通量が7万台も

あり、重要な交通路線であることから、規制を伴わずに施工が可能なこと、上部工全体の荷重の増加が少ないこと（橋台への影響を少なくするため）、経済性に優れることなどを総合的に判断し、補強工法の選定を行った。

### (2) 当現場の補強対策工法

前記諸条件から、等現場では以下の2つの補強対策を併用して行った。

- ① 主桁の下フランジに補強プレートを取付け、主桁の剛度を向上させる。
- ② 縦桁を増設し、主桁に作用する荷重を軽減する。

これらの対策工法を実施した結果、縦桁増設工法の鋼材重量については、43 t程度で収まり、施工費についても主桁増設工法の1/2程度に抑えることができた。

## 7. おわりに

現在供用中の橋梁は、交通量の増大や過積載車両の通過により、過大で複雑な応力を受け応力解析が難しい部分に劣化が生じ、それが進展している。しかし、その劣化が疲労によるものなのか、許容応力度以上の荷重の作用によるものなのか判別が付かない場合が多い。

今回は、実橋において応力頻度測定を行い、車両通行による実応力状態を把握することで、亀裂の発生原因を特定することを試みた。測定の結果、疲労寿命は最も小さい部材（G2のスチフナー）においても116年と大きな値となった。一方、作用する応力については、主桁に働く応力に比し、垂直補剛材（スチフナー）に大きな応力が発生していることが確認できた。

このように実応力を明確にした上で、補強対策を検討していくことが、効率的な補強に繋がっていくのではないだろうか。

## 主要幹線道路における重交通開放下での支承取替え

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上建設興業株式会社

工事部 工事主任

計画技術課 工事主任

山口 義隆<sup>○</sup>

瀧井 崇司

Yoshitaka Yamaguchi

Takashi Takii

### 1. はじめに

本橋は、昭和39年8月に完成した橋で、一般国道23号として、名古屋市を中心部を南北に流れる堀川に架かる橋梁である。

本橋は、交通量・大型車混入率の非常に高い23号の重要な輸送経路の一部である。これまで、鋼橋の疲労に関する検討が行われ、様々な補強対策が講じられてきた。

#### 工事概要

- (1) 工事名：23号港新橋橋梁補強補修工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局  
名古屋国道事務所
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市港区東築地町～  
港区作倉町
- (4) 工期：平成20年1月16日～  
平成21年3月23日

### 2. 現場における課題

本橋は箱桁断面の主桁に張出し5.2mの長さを有する構造である。このため、張出部には箱桁より方杖で補強がなされている。

支承構造はピンローラー支承であったが、張出部の方杖補強の死荷重の増加及び埠頭への大型車の通行による活荷重の増加により、支承部の摩擦によるすりへり沈下が発生し、機能障害が生じて

いたため、支承取替を行うこととなった。本工事を、重交通の開放下で行うことが課題であった。

### 3. 対応策と適用結果

対応策である本工事施工フローを図-1に示す。

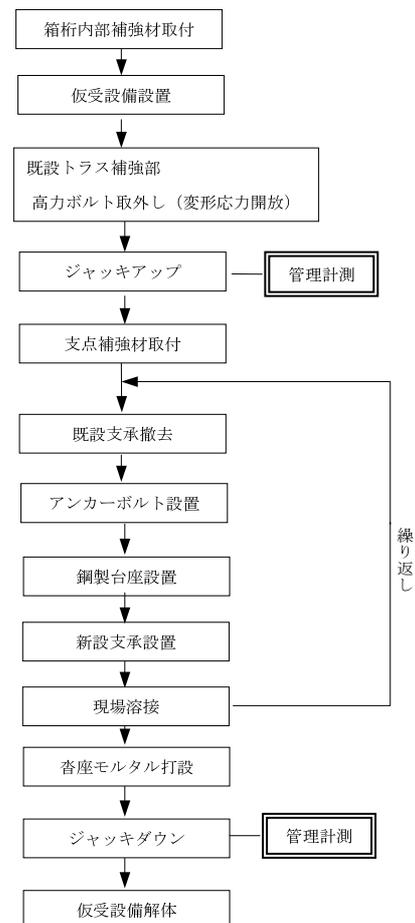


図-1 支承取替え工事施工フロー

(1) 補強工事の概要

ジャッキアップに伴う補強は、箱桁内部を全断面補強するものであり、施工の際には孔明けによる応力度の増加が考えられるため、箱桁内補強を行っている。箱桁内部補強図を図-2に示す。なお、桁内の部材運搬を効率的に行うため、写真-1に示す運搬設備を工夫し設置した。

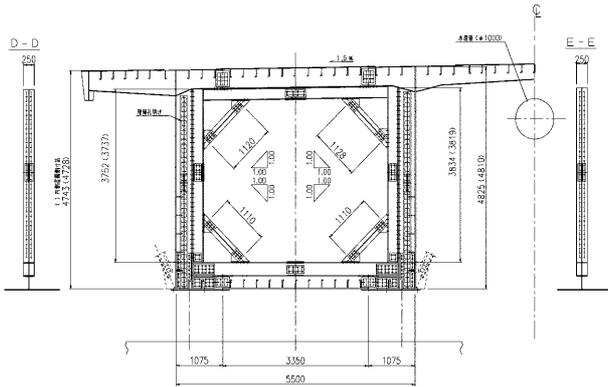


図-2 箱桁内部補強図



写真-1 桁内運搬設備（右上）



写真-2 仮受設備設置状況

仮受設備は写真-2に示すように、橋脚側面にベント設備を設置しジャッキ受架台とした。

ジャッキは、1箱桁当り4基設置し、1箇所の反力が4,241kN（433ton）となるため、5,000kN（500ton）の補修ジャッキを選定した。ジャッキアップは一支承線上で同時に行い、ねじれ予防とした。箱桁には、既設支承ローラーの摩耗が原因で不等沈下が生じ、箱桁にひずみ変形が生じている。

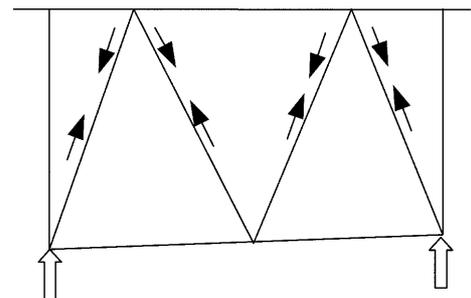
本工事の支承取替えは、箱桁の鉛直方向のひずみ変形を復元することを目的としている。ここで、箱桁にひずみが生じてから設置されたと思われるトラス補強にジャッキアップを行うことにより、図-3に示す箱桁のひずみと反対方向の変形応力が生じることから、支点付近のトラス補強部の高力ボルトを一旦緩めておき、復元後締め付け（ボルト交換）を行う対策をとった。

既設支承の撤去は安全性を考慮し、1橋脚につき2基（1箱桁）ずつ行った。

これは、ジャッキアップ作業時の水平力対策として行ったもので、既設支承または新設支承のどちらかが必ず水平力に抵抗可能なようにしたものである。



(a) トラス補強部の状況

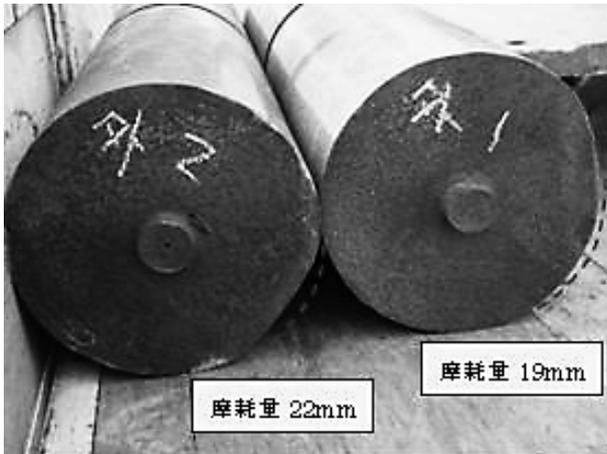


(b) トラス補強部に生じる応力のイメージ

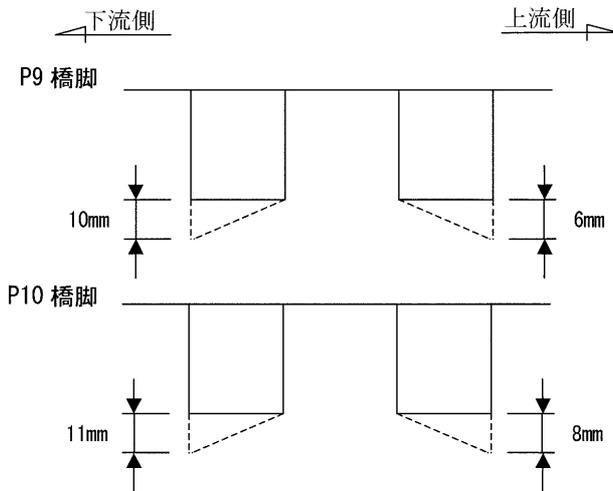
図-3 支点付近のトラス補強

(2) 計測管理による安全性の確認

既設支承のローラーは摩耗しており、これによりすりへり沈下を起こしている。図-4にローラー摩耗状況および沈下量の概略図を示す。これより、箱桁外側に沈下が生じ、下流側の沈下量が大きくなっていることが分かる。



(a) ローラーの摩耗状況



(b) 沈下量の概略図

図-4 既設支承の状況

すりへり沈下により箱桁に大きなねじれ応力が残留している可能性があり、本工事の支承取替えは、大きなねじり応力が蓄積された状態で、重交通を供用しながらジャッキアップを行う必要がある。この状況を踏まえ、作業中の安全性を確保するため、活荷重による不測の応力を確認する目的で安全管理計測を行った。

計測機器は、3方向歪ゲージを使用し、パソコン上にデータを収集して整理を行った。また、作

業場には赤色回転灯および無線機を設置し、作業員への安全警告が発せられるようにした。

安全管理値は、3次元FEM解析により応力度を計算したところ、死荷重65%に対し、活荷重35%であった。

このことから、現場における安全管理計測として、許容応力度に対する活荷重応力変動を測定し、管理を行った。現場における安全管理値の一覧を表-1に示す。

表-1 安全管理値一覧表

計測位置	判定対象 応力度	許容応力度 ( $\sigma_A$ )	安全管理値 ( $\sigma_B$ )	予備値 ( $\sigma_C = \sigma_B / 2$ )
ジャッキアップ 近傍の箱桁ウェブ	主応力度	-175	-61.3	-30.6
第1横リブ直上の 垂直材ウェブ	主応力度	-175	-61.3	-30.6
ペント柱の頭部	圧縮応力度	-140	-60.2	-30.1

また、仮受点への反力の受替え時に、その近傍に生じる応力集中に対する安全性を計測により確認した。測定位置は、仮受位置での主桁ウェブ、既設第一横リブ及び第一横リブ直上の箱桁内垂直補剛材ウェブ、支保工柱頭部断面で行った。測定位置の一部を図-5に示す。

加えて、新支承への反力の受替え時に近傍の箱桁各部位でのジャッキダウン時の発生応力度について、安全性の確認のため計測を行った。新支承位置での主桁ウェブ、新支承前面の下フランジ、支点上の箱桁垂直補剛材のひずみ計測を行った。測定位置の一部を図-6に示す。

計測はジャッキアップ前を初期値とし、各段階での発生応力度の測定をP9・P10橋脚で行っている。

ここでは、計測値の傾向が同じであったため、P9橋脚部について、FEM解析値を表-2～3に示し、計測値を表-4～5に示す。

主桁ウェブに対して圧縮応力(表-2)が発生していると考えていたが、計測では引張応力のデータ(表-4)が得られた。これは、箱桁ウェ

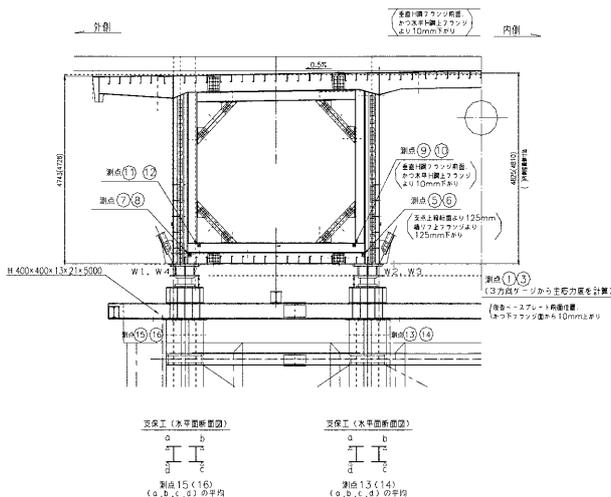


図-5 ジャッキアップ後の測定位置図

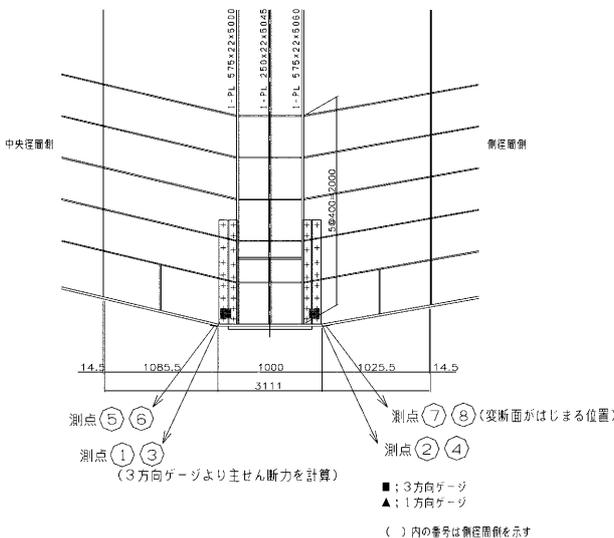


図-6 ジャッキダウン後の測定位置図

ブ中心と仮支点との位置がずれ、偏心力が働いたと推察できる。すなわち、今回の測定ゲージを箱桁の外側に貼付けていたため、引張側のデータが得られたと考えられる。

ジャッキアップ後の箱桁内部の第1既設横リブでは、表-2の解析値(-43.1N/mm<sup>2</sup>)に近い値(表-5)が得られた。これにより、本工事の補強効果が得られていることが分かった。

ジャッキダウン後については、新支承位置の主桁ウェブの計測ゲージを新設支承位置の支点補強材に貼付けたため、計測応力は想定していた表-3に示すFEM値(184N/mm<sup>2</sup>)よりも小さい値

(10N/mm<sup>2</sup>程度)であった。

本工事で支承の高さを一定にしたことにより、箱桁のひずみ変形を復元することができた。また、ジャッキダウン後の発生応力の測定結果から、箱桁外側の反力が内側より大きくなり、正常な応力状態に復元されていることが確認できた。

表-2 ジャッキアップ後応力値  
(+引張、-圧縮、単位 N/mm<sup>2</sup>)

主桁ウェブ応力度 (FEM 値)	-46.6
第1既設横リブ部材 (FEM 値)	-43.1
第1横リブの補強部材(FEM 値)	-34.7

表-3 ジャッキダウン後発生応力値 (上記に同じ)

新支承位置の主桁ウェブ (FEM 値)	184
新支承前面の下フランジ (FEM 値)	-153

表-4 主桁ウェブ発生応力  
(+引張、-圧縮、単位 N/mm<sup>2</sup>)

	中央-外側	側径-外側	中央-内側	側径-内側
ジャッキアップ後	92.4		120.1	148.1
ジャッキダウン後	26.2		30.1	73.0

表-5 箱桁内第1既設横リブ発生応力 (上記に同じ)

	中央-内側	側径-内側	中央-外側	側径-外側
ジャッキアップ後	-59.2	-46.4	-50.6	-60.1
ジャッキダウン後	-6.0	-5.0	8.4	-36.4

#### 4. おわりに

本橋は、鋼床版では古いタイプの橋であり、交通量が多いことから疲労損傷が生じ、様々な補強がなされてきた。本工事を無事竣工することができたことに対し、関係各位に謝意を表します。

## 火災で被災した鋼橋の維持管理補修

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上建設興業株式会社

工事部 工事主任

繁村好則

Yoshinori Shigemura

### 1. はじめに

一般国道302号の地蔵川高架橋（上り線・P7橋脚）左岸下流側で、平成20年9月23日午後1時48分頃に火災が発生した。消防等の所見によると出火場所は主桁G2～G3間で、出火23分後に放水を開始し、40分後に完全消化した。出火元から床版下面までは3.5m程度であったため、火災により上部工、下部工が被災し損傷した。本工事は、損傷度の診断および耐荷力の復元を目的とした。

#### 工事概要

- (1) 工事名：23号港新橋橋梁補強補修工事  
（地蔵川高架橋）
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局  
名古屋国道事務所
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市北区玄馬町
- (4) 工期：平成20年1月16日～  
平成21年3月23日

### 2. 現場における課題

被災した本橋において、損傷程度を明らかにし、適切な補修を行なうことで、橋梁本来の耐荷力の復元と迅速かつ円滑な交通の供用を確保することが課題であった。

### 3. 対応策と適用結果

#### (1) 被災橋梁の診断

火災した本橋の損傷状況把握が重要であるため、損傷状況（写真-1）を明確にして、材料の健全性を確認するために各種の試験を行った。

上部工下面での火災のため、主桁と床版に囲まれた閉鎖空間での熱・煙の流れが橋軸方向に拡散したことも予想された。損傷の有無を確認するために、調査範囲はP7を挟んだ両径間の支間中央部を超えた範囲を対象とした（図-1）。

鋼材の機械的性質を左右する被災温度について、塗膜の損傷範囲や程度及び鋼材の変形状況から、その推定マップを作成した（図-2）。得られた知見を以下に示す。

- 1) 被災推定温度400℃以上の箇所は、出火元に最も近いと思われるP7の端横桁であり、塗装がすべて灰となり、鋼材が赤く焼け、変形量も大きかった。
- 2) 300℃～400℃の箇所は、そのまわりのG1、G2、G3主桁及びG4主桁の内側であり、ここでは塗装が灰となり、鋼材が赤く焼けていた。
- 3) 200℃～300℃の箇所は、プライマーおよび下塗り塗装が焼けて中・上塗りが剥がれていた。
- 4) 80℃～200℃の箇所は、塗装が焼けて黒く炭化しており、MIO塗料より上側の塗膜に浮き

がみられた。プライマーおよび下塗り塗料はまだ鋼材に付着している状態であった。

その他、(a) テープ付着試験（クロスカット法）と外観目視による塗膜調査による塗装の劣化状況および (b) 橋梁の耐荷力を判断するための構造部材（桁、床組、床版、支承等）の大きな曲がり、ひずみ量の調査も行い、被災した本橋の診断を行っている。主に (b) について以下に記述する。



写真-1 火災した本橋の損傷状況

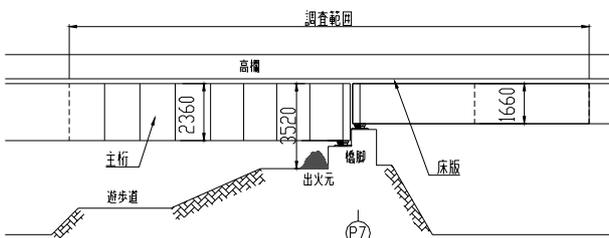


図-1 出火した位置と調査範囲

地藏川高架橋(上り)  
被災温度推定図

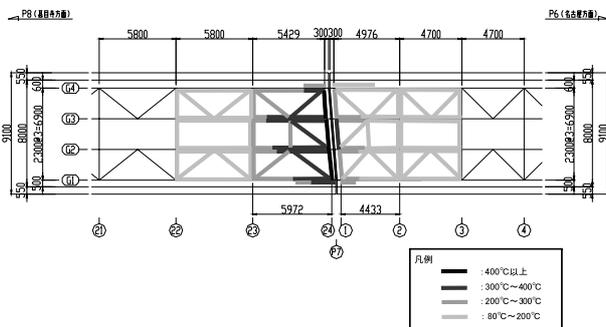


図-2 被災温度推定マップ

主桁の下フランジまで1,200mm 程度しかない空間で火災が発生しているため、出火元付近は直火による被災を受けた可能性が高かった。主桁ウ

ェブの面外変形量は、測定の結果、最大値で15mmの変形量で、管理目標値15.7mm以内に収まっていた。これは、水平補剛材が4段配置されていたため、剛性が高いことにより許容値内に収まっていると考えられる。

端横桁のウェブは最大値で35mm（管理目標値10mm）の面外変形量、横構では最大値で30mm（管理目標値5.1mm）の面外変形量を確認した（写真-2）。ウェブ、下フランジとも変形が大きく、主桁に比べて剛性が低いためと考えられる。高力ボルトは、たたき点検を行い、ゆるみ等異常がないか点検したが、特に異常は見られなかった（写真-3）。

図-3に示す支承の調査の結果、G2、G3桁の上脊が3～6mm浮き上がり、下脊サイドブロックの左右の隙間もG2、G3間側が狭くなってい



写真-2 端横桁の変状量調査



写真-3 高力ボルトの状況

①支床と主桁の位置関係(水平方向)

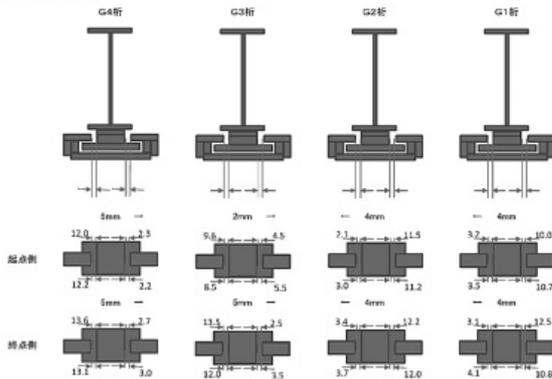


図-3 支承サイドブロックの遊間量測定図



写真-4 橋脚コンクリートの損傷状況

た。これは、G2-G3桁間の端横桁が「への字」型に大きく変形したことにより、面外剛性の低い主桁が引き寄せられ、支点反力も小さいことから、反力以上の上揚力が横桁取り合い部に働き主桁が浮き上がったことが原因と考えられる。

伸縮装置は目視点検により橋面の段差と下面からの異常音について調査を行ったが、特に異常は見られなかった。

床版および橋脚のコンクリートについては、被災した箇所のたたき点検および目視調査を行った。調査の結果、出火元に近い箇所に浮き、剥離、鉄筋露出が多く見られた。また、細かい亀甲状の毛細ひび割れが確認できた。この毛細ひび割れは通常の橋梁点検時には見られない現象であるため、火災の際に消防車の消火活動が行なわれ、放水により、表面が急冷された特異なものとして推定され、内部に影響はないと考える(写真-4)。

## (2) 被災部材の材料試験

### 1) 鋼材

鋼材は被災温度により引張強度、降伏点および伸びの影響を受ける。600℃位までは影響は少ないが、それ以上では引張強さおよび降伏点が低下し始める。SM570材では焼き戻し温度が650℃であるので、650℃以上での引張強さおよび降伏点の低下が激しい。

試験片は火災時に熱影響を受けた横構と端部横桁の腹板から採取し、試験体3本をJIS Z2201による引張試験を行った。また、本橋梁が供用中で

あることから、撤去による安定性の問題がないことを確認し横構を外して試験片の採取を行った。

端部横桁は、熱影響により変形が大きく、取替えを行う部材から採取した。鋼材の引張試験の結果は表-1に示すように、「降伏点」、「引張強さ」、「伸び」ともにSS400材の規格値内であり、大幅な強度低下は見られなかった。よって、前述の通り被災温度は600℃以下であると予想される。

表-1 鋼材試験結果

試験片		降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )		引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )		伸び (%)	
部材	位置	測定値	規格値	測定値	規格値	測定値	規格値
横構	G2-G3	333	> 245	458	400~510	27	17以上
端部横桁-1	G4-G3	292	> 245	429	400~510	30	17以上
端部横桁-2	G3-G2	271	> 245	428	400~510	30	17以上

### 2) コンクリート

コンクリートの中酸化深さを測定し受熱深さを確認した。簡易的なドリル法と採取コアにより中酸化深さを測定した。また、コンクリートの健全性を確認するために反発硬度法により表面強度、採取コアにより圧縮強度、静弾性係数を測定し内部強度を確認した。

表-2に示す床版の中酸化試験結果より火災の

影響により理論値より中性化が進行していると推察される。主桁と床版で囲んだ閉鎖空間に火災の熱がこもり長時間熱せられた影響と考えられる。また、火元付近の中性化深さが高い値を示し直火による火災の影響が考えられる。

表-3に示す床版の採取コアの圧縮強度・静弾性係数結果より、設計基準強度 $24\text{N/mm}^2$ を満足しているため、コンクリートの材料強度は健全であると判断できる。

表-2 ドリル法による中性化試験（床版）

箇所	床版 単位 (mm)					
	ドリル1	ドリル2	ドリル3	ドリル4	ドリル5	ドリル6
1	22.8	21.2	33.3	18.6	19.5	21.0
2	33.8	19.5	32.8	20.3	19.9	20.8
3	18.2	24.5	32.5	23.5	22.0	16.0
平均1	21.3	21.7	32.9	20.8	20.5	19.3
平均2	21.5		26.8		19.9	
平均3	22.7					
土木学会理論値		4.3(水セメント比 50%)				

表-3 圧縮強度静弾性係数（床版）単位 (KN/mm<sup>2</sup>)

供試体	強度 (補正前)	強度 (補正後)	補正係数	静弾性係数	備考 (平均直径 mm)
床版①	27.4	25.2	0.92	18.1	(5.59)
床版②	34.4	31.0	0.90	31.4	(5.59)
床版③	33.0	33.0	1.00	21.4	(5.59)

### (3) 被災橋梁の補修・補強

診断結果を基に補修を行うことで、橋梁本来の耐荷力の復元と円滑な交通の供用の確保を行った。以下に各部材の補修・補強方法について述べる。

- 1) 主桁は、変形量が管理目標値以内で鋼材試験・溶接部試験も問題ないことから補修補強は不要と考えた。
- 2) 横桁・横構は、鋼材試験は合格しているが変形量が大きく、高力ボルト軸力が低下していると考えられるため、高力ボルトと、変形部について取替補強（写真-5）を行った。供用中の

橋梁であることから、取替作業時の安全性を確保するため、端横桁ウェブを切断撤去する前にH鋼補強材を設置した。

- 3) 支承は上杓と下杓が浮いた状態だが、高力ボルト及び端横桁の取替作業時に主桁の拘束力が低下し浮きが解消すると考え、支承取替は行わない方針とした。主桁降下後に、橋梁本来の荷重が復元しているか確認するために、ジャッキアップを行い荷重の確認を行った。補修後、支承の浮きは解消され荷重も復元された。
- 4) 床版コンクリートは、中性化が進行しているが損傷が特にひどくないため、経過観測後補修することにした。橋脚コンクリートは、鉄筋露出が確認され、損傷が大きいため表層部100mm程度を無収縮モルタルで補修した。



写真-5 端横桁・横構補修の完了状況

## 4. おわりに

本工事では、橋梁火災による構造物の被災状況の調査・補修を行った。橋梁火災は、被災状況を把握して、被災温度を推定できれば、各部材についての健全性はある程度予測できるものである。

地蔵川高架橋は供用中であり、交通量の多い中、検討・試験期間が短く厳しい工事であったが、多方面の方々のご協力を得て無事完了することができた。

## 施工計画

# 幅員の狭い緑道整備について

埼玉県土木施工管理技士会  
 矢島建設株式会社  
 工事部 現場代理人  
 玉井 洋造  
 Youzou Tamai

## 1. はじめに

緑道整備の仕事を担当することになった。しかし、現場は水路沿いの幅員が1.3mから2.3mであり、出入り口は100m間隔にある橋からとなるので、作業のすべては人力でやるしかないだろうと計画を立て始めた。掘削も残土の運搬も、さらに重量が330kgの側溝の運搬・据付も人力でやるしかないだろうと考えた。

しかし、330kgの資材の運搬・据付を人力でやるのは困難なので、何とか機械を使う方法を考えて、水路の反対側から4tユニック車を操作することにした。幸いに水路の幅員は2.5mであり4tユニック車のブームをほぼ水平に伸ばしても、450kgの資材を吊り上げられる能力があることが分かった。

以下施工現場の現状と施工状況、施工資料、作業実績を報告するものです。

### 工事概要

- (1) 工事名：須賀用水緑道整備工事
- (2) 発注者：越谷市役所都市整備部公園緑地課
- (3) 工事場所：越谷市大字大道地内
- (4) 工期：平成20年11月～平成21年3月
- (5) 計画断面：図-1の通り

## 2. 施工現場

- ・区画整理事業地内の水路敷内の緑道整備である。
- ・施工現場の横断図は下記の通りで狭いところは幅員が1.3mしかない（写真-1、写真-2）。



写真-1 転圧状況



写真-2 資材搬入状況

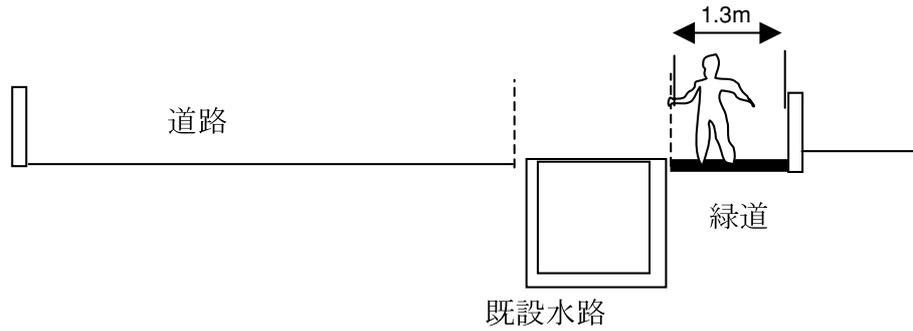


図-1 計画断面図

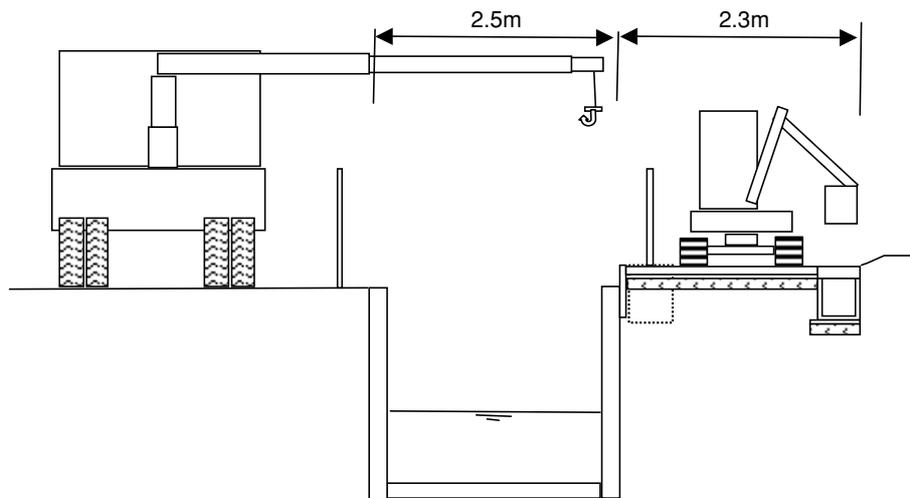


図-2 機械の配置図

### 3. 施工計画

資材搬入の都合により、計画地を二分割して施工をおこなった。

施工フローは、丁張り設置・床掘工・砕石基礎工・側溝据付・土留板設置・ブロック舗装の路盤工・ブロック舗装工という施工順序である。

### 4. 施工機械の検討

機械の選定に当たり、機械最小寸法の確認をおこなった(図-1)。特に掘削・残土の搬出には超小旋回型ユンボがすべての作業において使用できると判断した。しかし、ユンボの車体が低いため、旋回できない施工箇所があることが分かった。搬入搬出の積込作業には、水路の反対側からユニック車を使用することにした(図-2)。

### 5. 工種別作業の課題と対応

丁張り設置について、機械の移動の障害にならないように最小の大きさとした。

掘削作業について、当初は人力掘削を考えたが、コンクリートガラも多く機械の導入が必要であった。そこで、転落防止フェンスと民地のフェンス間の幅員が最も狭いところで1.3mであり、超小旋回型バックホウの幅が $W=0.69\text{m}$ であることを確認して機械の使用を決定した。しかし、掘削後は同じ箇所に侵入できないので、側溝、土留板、路盤のすきとり作業を同時におこなった。

残土の搬出については、運搬車両は使用できないので人力による搬出を優先的に考えた。

その後、ユニック車を作業の中心的機械にすることができたので、1トンPPバックを利用して、水路反対側のユニック車の荷台に搬出した。1ト

ンPPバックの10枚を一回の搬出作業のサイクルとした。

バックへの残土積み込み⇒ユニック車への転送⇒仮置場への搬送

砕石基礎工については、現場の幅員が狭く資材の運搬車両が使えないので、場内で小運搬をすることにした。砕石を資材置場に仮置きし、1トンPPバックに詰め直し、ユニック車で現場に運搬し、水路越しに搬入した。(残土搬出の逆の手順である。)

側溝の据付については、側溝の本体重量が330kgであり、人力で据付作業をするには困難であった。幸い水路の反対側からユニック車のブームを伸ばせば届く距離であり、吊り上げ荷重も水平の状態でも、450kgあることが分かったので、ユニック車を利用することにした。しかし、ユニック車の操作に専任となる作業員が必要となった。

手順は、資材を仮置きして、その都度ユニック車に積み込み運搬、据付作業を行った。

ブロック舗装工については、インターロッキング

グブロックのパレットは重量があるために、ユニック車による積み込みは不可能であったので、それぞれの出入り口場所から台車による運搬とした。敷砂は砕石の搬入と同じように1トンPPバックに詰めて場内運搬をおこなった。

労務管理について、設計労務の員数は152人工であったが、実際の使用労務員数は192人であった。内訳は下記のとおりである。

床堀とすき取り作業で160mの土工作業に63人工160mの側溝据付作業に35人工270mの土留板の設置に30人工を使ってしまった。

非常に多くの労務を使ってしまった原因は、作業の効率の悪さにあった。

## 6. 結論

全く利益の出ない現場になってしまったが、貴重な労務管理の資料を得ることができた。今後、同様の施工計画を作成する場合に十分に生かせると考えられる。また、この資料を公表することにも十分な意義があるものとする。

## 鋼管矢板上部工コンクリートにおける底型枠の工夫

岡山県土木施工管理技士会  
株式会社 大本組 岡山支店  
土木部  
現場代理人  
石原 雅 巳  
Masami Ishihara

### 1. はじめに

- (1) 工 事 名：公共関与臨海部新処分場  
建設工事（第1工区）
- (2) 発 注 者：岡山県環境保全事業団
- (3) 工事場所：岡山県倉敷市水島川崎通一丁目地先
- (4) 工 期：平成19年2月1日～  
平成21年3月31日

海面処分場建設工事において鋼管矢板式護岸の上部工コンクリートの構築にプレキャスト型枠を設置した後に中詰コンクリートの打設を行ったが、この際必要となる底型枠について以下の工夫を行った。

### 2. 現場における問題点

上部工の型枠にプレキャスト型枠を用いた場合、鋼管矢板の打設の精度（規格値：ズレ±10cm）により、鋼管矢板とプレキャスト型枠の間に隙間が生ずる。よって、中詰めコンクリートを打設するためには、場所によって異なる隙間に対応する必要があり型枠の加工も変わる。

また、プレキャスト型枠を用いる利点の一つに工期が短縮できる事が挙げられるが、場所によって型枠の加工を変えることは潮間作業の関係から工程に難点が生じる。

以上のことから、場所によって加工する作業をなくし、潮間作業の影響を低減させる必要がある。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 工夫・改善点  
前述の問題点を克服するために下記の点に注意して底型枠を製作した（図-1参照）。
  - ① 鋼管とプレキャスト型枠の隙間の調整が簡易である。

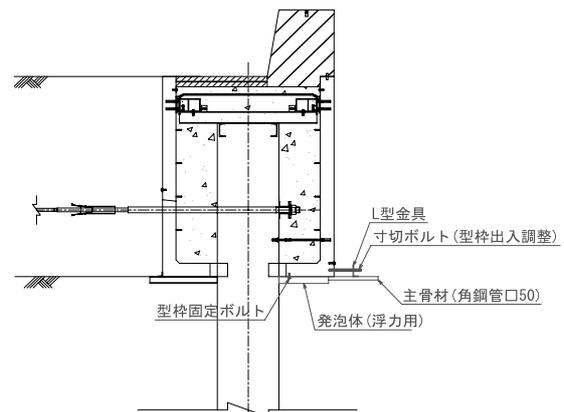


図-1 上部工構造図

- ② 底型枠の設置・解体に手間が掛からない。また、Pコン処理も不要である。（底型枠の下端が平均海面であり、型枠の固定・取外しが潮間作業となる。）
- ③ 型枠を取外す時に沈まないように浮力を持たせる。

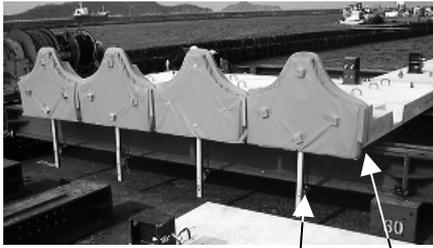


写真-1 底型枠セット状況（裏面）

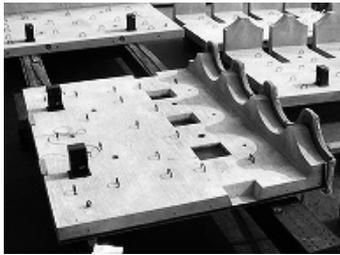
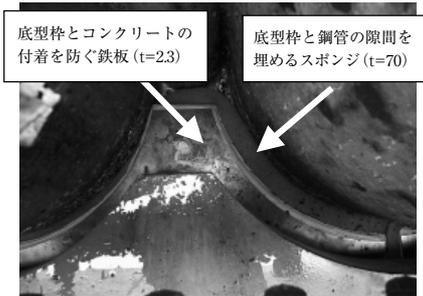


写真-2 底型枠セット状況（表面）

鋼管と型枠の隙間を埋めるためのスポンジ (t=70)

寸切ボルトの調整で鋼管と型枠を密着

- ④ 中詰コンクリートと底型枠の付着を防ぐ（鉄板 (t=2.3mm) を貼付け）（写真-3 参照）。



底型枠とコンクリートの付着を防ぐ鉄板 (t=2.3)

底型枠と鋼管の隙間を埋めるスポンジ (t=70)

写真-3 底型枠設置状況

施工手順は、陸上でプレキャスト型枠を予め挿入したインサートにボルトで底型枠を仮固定する。次にプレキャスト型枠を鋼管に設置・固定する。プレキャスト型枠の位置が固定された後、底型枠を鋼管方向にスライドして鋼管に密着させ寸切ボルトのナットで固定する（写真-4、5、6 参照）。

底型枠の取外しはL型金具にジャッキを挟み、手前にスライドすることでφ35の孔位置で下に外す。

#### (2) 適用結果

前述の底型枠を用いることで以下の効果があった。

- ① 鋼管と底型枠の密着性が確保できた。
- ② 底型枠の設置・解体手間が短縮できた。（潮間作業が少なくなった）

- ③ 鋼管位置のズレによる型枠の加工が不要となった。

- ④ 底型枠の材料に発泡スチロールを用いることで、海上で浮く構造となった。

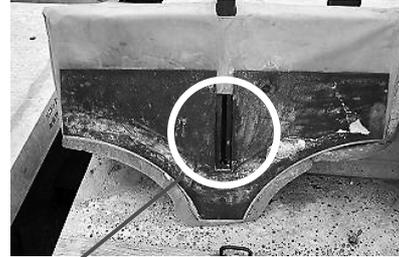


写真-4 底型枠上面

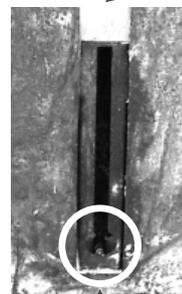


写真-5 底型枠をスライドさせるための溝

プレキャスト底版の下面のインサート M12 にボルトを接合し、ボルト頭部をφ35の孔から差込んで鋼管方向に押し込み底型枠を鋼管に密着させる。



写真-6 型枠固定ボルト（図-1 参照）

## 4. おわりに

### (1) 採用時の留意点

今回の構造では底型枠と鋼管を密着させるための法線直角方向の調整は可能であったが、法線平行方向には配慮していなかった。今後は法線平行方向にも調整できる構造とする必要がある。

また、底型枠と鋼管の隙間を埋めるスポンジは毎回取換えが必要である。

なお、波浪の影響が大きい場所では底型枠が破壊される懸念があるため、合板と栈木で底型枠を製作して対応した例がある。

### (2) 適用条件

この方法は鋼矢板上部工コンクリートの底型枠にも適用可能である。

## 潮流の影響を受ける汚濁防止柵の改良

岡山県土木施工管理技士会

株式会社 大本組

土木本部工務部

橋 伸 一<sup>○</sup>

Shinichi Tachibana

土木本部土木部

田 中 伸 彦

Nobuhiko Tanaka

### 1. はじめに

浚渫工事においては、浚渫時に発生する汚濁の拡散防止を目的として汚濁防止柵を使用するが、潮流の速い施工場所においては、グラブと汚濁防止膜が接触し破損することがある。下記の工事において、汚濁防止柵の改良を行い、良好な結果が得られたので報告する。

- (1) 工 事 名：関門航路（六連島西側地区）航路  
（-15m）浚渫〔暫定-14m〕工事  
（第4次）
- (2) 発 注 者：国土交通省九州地方整備局
- (3) 工事場所：北九州市若松区響町地先
- (4) 工 期：平成20年2月26日～  
平成20年9月30日

### 2. 現場における問題点

関門航路は、関門海峡を縦貫する全長約45km、航路幅500～2,200m、航路水深-12mの狭くて細長い水路である。響灘海域と周防灘海域で生じる潮位差により、関門海峡で最も早い場所で10ノット（約18.5km/h）にも達する箇所である（図-1参照）。

汚濁防止柵の構造は、□20m×20mの上柵（鋼管をボルト接合したフロート構造）・中柵・下柵を有し、上柵からワイヤーまたはチェーンで中柵

（下柵）を垂下させる形式である。カーテン長は8mであり、当該地域の諸条件を考慮すると汚濁防止膜が潮流の影響を受けてたわみ、グラブと接触して変形または破損する可能性が大きいため、このリスクを低減させる必要があった（図-2参照）。

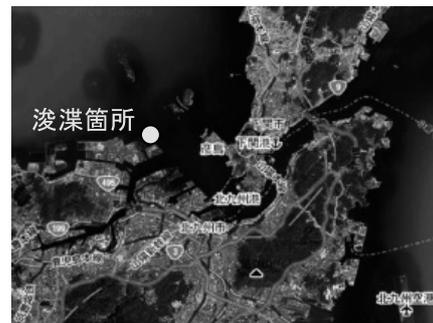


図-1 関門航路と浚渫箇所

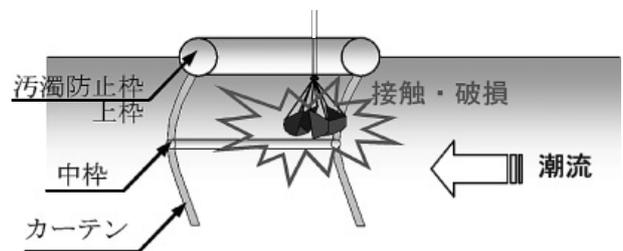


図-2 潮流による問題点

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 改良上の注意点

前述の問題点を解決するために下記の点に注意して汚濁防止柵を改良した（図-3参照）。

- ① 横方向への外力（潮流）による汚濁防止膜及

び中枠（下枠）のたわみを低減する。

- ② 既存の汚濁防止枠を使用するため、改良が容易である。汚濁防止枠自体の構造変更（改良により重量が増加し浮力を確保するため、上枠の規格アップ）を伴う過度な対策は行わない。

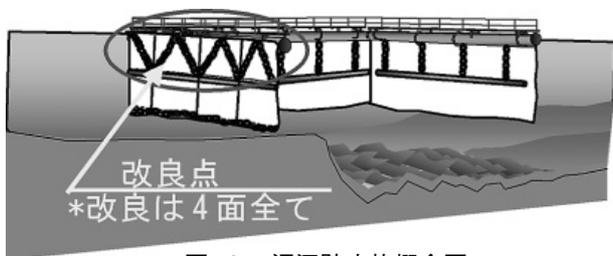


図-3 汚濁防止枠概念図

(2) 工夫・改善点

今回実施した汚濁防止枠改良を以下に示す。なお、改良は4面全て行った。また、使用する上枠・中枠・下枠は標準仕様である（図-4、5参照）。

- ① 上枠の外側と中枠をチェーン（φ16mm、@ 4m）でプレス状に固定し、潮流等の外圧によるたわみ等を抑制する。
- ② さらに上記プレス状チェーンを補助するため、上枠の内側からチェーン（φ16mm、@ 4m）を中枠に垂下させ固定する。

(3) 適用結果

汚濁防止枠を潮流対策構造に改良して以下の効果を確認した。

- ① グラブと汚濁防止枠の接触等は発生しなかった。
- ② 水質監視（施工日は午前・午後各1回）結果、異常はなかった。（SS；規格値 6 mg/ℓ に対して平均1.9mg/ℓ）

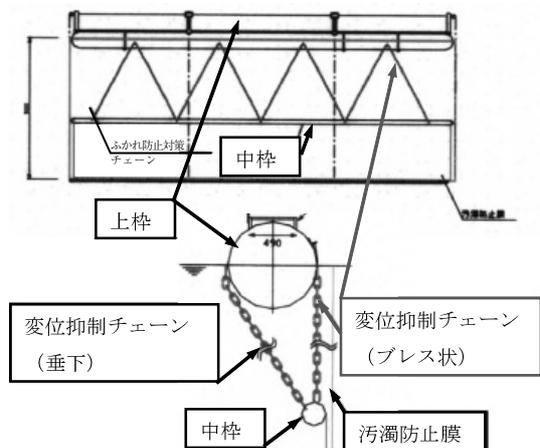


図-4 汚濁防止枠構造図



図-5 潮流対策構造の汚濁防止枠

- ③ 汚濁防止膜の潜水調査（2回/週）結果、異常はなかった（写真-6参照）。
- ④ カーテン変位に伴う浚渫有効面積（汚濁防止枠内）の減少を抑制でき作業効率が向上した。
- ⑤ 汚濁防止膜の変位を抑制することにより、グラブオペレータの操作上の負荷を軽減できた。



写真-1 汚濁防止膜の水中写真

## 4. おわりに

(1) 採用時の留意点

汚濁防止枠の改良によりグラブと汚濁防止膜との接触による破損等は発生せず、汚濁の拡散もなく汚濁防止枠の改造成果は得られた。しかし、想定以上の潮流の影響により中枠（鋼管）のチェーン固定箇所およびフランジ接合部で一部応力集中による亀裂が発生した。今後は、チェーンの固定方法（位置）をリブ材で補強する等の措置が必要である。

(2) 適用条件

改良した汚濁防止枠は、港湾・空港、河川、湖沼、ダム等における浚渫工事全般に適用可能である。

## 仮締切鋼矢板内における水替工の工夫

広島県土木施工管理技士会  
株式会社 岡本組  
大野 裕次郎  
Yujirou Ohno

### 1. はじめに

地球全体の温暖化の影響などにより海水の潮位高さは年々上がってきている。地震など多い日本では津波の影響も予想されるため、水害から地域住民の生活を守るため防潮壁などは必要になってくる。

現場は海岸に面した地域で、海岸沿い及び河川下流域の場所は台風シーズン（9月頃）になると高潮の影響を受ける。床下浸水などの被害も何度か起こっている。出水期には既設護岸擁壁天端の高さまで水位の高さが上がってくる。

そんな中、本工事は高潮対策工事として水門を創る新設工事である。



写真-1 干潮時の現場全体写真

### 工事概要

- (1) 工事名：二級河川本川高潮対策  
（水門下部工）工事
- (2) 発注者：広島県西部建設事務所
- (3) 工事場所：広島県竹原市塩町一丁目
- (4) 工期：平成20年11月1日～  
平成22年3月5日

### 2. 現場における問題点

現場は河川工事といっても海との境の場所に位置し、潮の干満の影響をうける。河川の中に仮締切鋼矢板を打ち込み水門下部工の躯体工事へと施工していく。しかし、止水用の鋼矢板ではないので満潮時における鋼矢板外側からの水圧の影響を受け、仮設鋼矢板内の水の浸透を完全に止めることは不可能である。現場を進めるには必然的に水替えを行わなければ作業を行うことができない。水替えを行うのに通常の水中ポンプだと土砂が管の中で詰まる可能性もあると予測できたので、サンドポンプを使用した。水替えを行う際に問題となったのが、ポンプは常時動かさなければならないが、水替えが終了すると水位が下がって水がなくなった状態でサンドポンプを動かすことになる。そのまま動かしてしまうとポンプが焼きつくため故障してしまう。潮の干満の影響ごとにあわせてサンドポンプのスイッチの入切をいれることは体



写真-2 満潮時の現場全体写真



写真-4 フロート設置

力的に不可能である。しかし、そのままにしておいてサンドポンプが故障すると修理費がかさむ。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

自動に水中ポンプの電源が入切できれば、人件費の削減もできるし、万が一の災害に備えてもある一定の高さに達したら水中ポンプが可動するようになる。予想以上に海水の浸透が多かったのでフロート式のポンプ制御盤を現場内に2箇所設置した。この制御盤を設置することで床掘天端高さでのポンプの起動を設定し、さらに予備としてもう1箇所設置していれば最悪の事態（1個目のポンプの故障）を非難することができる。

異常潮位の時や夜中の満潮の時間帯に見回りにくることもなくなった。さらに常時ポンプが動いているわけではないので節電にも繋がった。

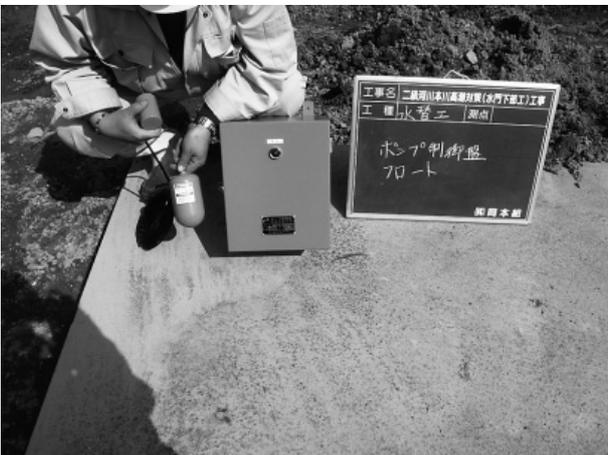


写真-3 ポンプ制御盤

### 4. おわりに

実際にこの方法を使用する前は、締切矢板の中が海水で浸かってないかと心配が絶えない状態であった。

通常の河川工事では海の干満のことまで考えなくてもよいが、水門工事や海岸工事での仮締切矢板内での施工をする際は水の問題が常に発生してしまう。設置前は制御盤及びフロートの購入費用のほうが高いと感じていたが、設置した後は安心して現場の作業に取り組んでいくことができた。

土木工事は現場ごとの気象条件や自然環境の問題が必ず発生してくる。現場条件に対して日々速やかに安全処置及び仮設の設置を行い対応していかななくてはならない。1人の考えではなく、みんなの意見を聞いて話し合っ安心してできる職場環境をつくっていかなくてはならないと実感できた。

## 維持管理費用削減を目指した多自然型護岸について

(社)現場技術土木施工管理技士会

日本振興株式会社

技術課

松田 信幸

Nobuyuki Matsuda

### 1. はじめに

本工事の施工箇所である一級河川「〇〇川」は、過去多大な洪水被害をもたらした「暴れ川」である。流路延長約200kmのうち上流側1/3が流域面積の2/3以上を占める。ここに降った雨は上流部の□□市で本流と3つの支川が合流し、狭隘な□□山地を激しい屈曲を繰り返しながら流下し、〇〇市で日本海に注ぐ。このため中・下流域では、洪水水位が12m以上に達するところもある。人々は水裏部のわずかな平地に耕作地、道路、住居をつくり生活している。

このような場所に通常の築堤方式で洪水対策を行うと堤内側の残地が少なく生活に支障があるため、道路及び居住地を洪水水位以上まで嵩上げする水防災事業が計画された。

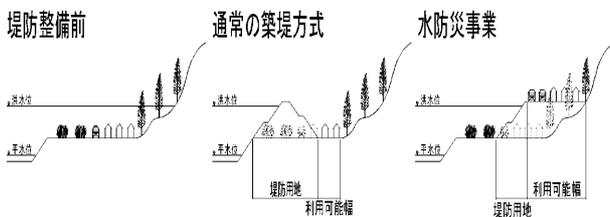


図-1 水防災事業概要

#### 工事概要

- (1) 工事名：〇〇川堤防工事ほか4件
- (2) 発注者：〇〇工事事務所

- (3) 工事場所：△△県内3ヶ町村
- (4) 工期：平成15年3月～平成20年3月
- (5) 主な工事内容：築堤盛土（宅地部分含む）、高水護岸、舗装、排水路、その他

### 2. 現場における問題点

高水護岸の施工に当たり、当初計画は間知ブロックによるブロック張りであった。しかし、河川環境保全のため多自然型護岸での施工に計画変更された。

この多自然型護岸について地元説明を行ったところ、同意が得られず工事の施工が中断した。反対の理由は以下のとおりである。

一般的に高水護岸は常時陸上であり、多自然型で施工することは緑化することである。既に通常の築堤方式で堤防が完成した箇所は、川表側の洪水水位より上と川裏側の堤防法面は植生が施されており、年に2回除草しているにも関わらず、経年変化により桑、柳、葛などが根を張り秋口には原野の様相を呈している。

高水護岸を多自然型にすると草木が生い茂り、やがて樹林化し、害虫・鳥・獣の住み処となり、付近の住居や高水護岸と低水護岸の間の堤外民地（農地）に害が及ぶということであった。



写真-1 川裏側法面に葛が繁茂

このほかに、①堤防維持管理費用の観点では、構造物付近の除草作業は、肩掛式草刈機の使用は危険なので、人力手刈りをせざるを得ず、除草施工単価は約2倍以上となる。

②計画されている堤防法面勾配は1:1.5なので、法面の途中での除草作業では、作業員の転落の危険がある、等の問題がある。



写真-2 連節ブロック部人力手刈作業

したがって、多自然型護岸でありながら草木が繁茂せず、除草回数を減らすことで維持管理費と危険な作業が低減できる工法が必要であった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 多自然型護岸とはコンクリート面を露出させないこと、言い換えるとコンクリート面を植物で覆えば良い、さらに植物は除草する必要がない苔類が良いと私は考えた。

実施にあたっての問題点は、苔類の生育には水分補給が必要なことである。普通のコンクリート面は植物に水分を供給できない。また、

内部に空間があるポーラスコンクリートは多少の水分は蓄えられるが、夏期の乾燥には耐えられない。

(2) ある時新聞で、都市のヒートアイランド現象緩和のため、打ち水効果を期待して保水性インターロッキングブロックを開発・試行する旨の記事を読み、これを間知ブロックに応用できないかと考えた。間知ブロックの表面をポーラスコンクリートとし、控え部分を保水性にするのである。

複数のコンクリート二次製品メーカーの協力を得て、保水性透水型間知ブロック（以降保水型という）の実用化の目途がつき、発注者の了解及び地元住民の同意を得て、試行することとなった。

最初の施工箇所では、比較検討のため、護岸ブロック張りの半分に保水型ブロックを、残りの半分に従来型ブロックを使用し、苔類の被服状況をモニタリングした。

写真-3は施工後5年経過した箇所である。従来型と保水型を伸縮目地10m毎に交互に施工している。写真-4はその隣接部の拡大で、保水型ブロック箇所の苔類活着の良さは一目瞭然である。

(3) コンクリート面を植物で覆い、なおかつ除草の維持管理費が不要なため当初の目標は達成されたと考えている。



写真-3 保水型ブロック施工箇所

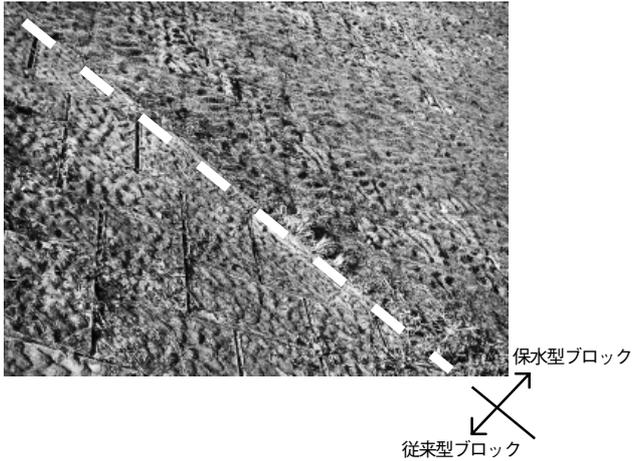


写真-4 従来型（手前）と保水型の境界

#### 4. おわりに

##### (1) 適用条件、採用時の留意点

ア. 基本的にどこでも使用可能であるが、通常の堤防では裏込碎石と堤防盛土との間に遮水シートを設置するため、表面への水分の供給は降雨

が裏込碎石に染みこんだものだけになり苔類の活着が少ないと思われる。

水防災事業では堤防完成後の背後地盤が高くなるため遮水シート設置は必要なく、裏込碎石と盛土部分からの水分の供給が期待でき苔類の活着が良くなる。

イ. 苔類は播種ではなく自然飛来によるもので、生え方が一様ではない。また緑化するまでに年単位で時間が掛かる。

ウ. 保水型ブロックの製品価格は従来型より高価であり、ブロック張りの施工単価が約2割高くなる。

##### (2) 今後の課題

植物相が苔類だけでは多自然型として偏っているため、除草の必要がない他の植物、例えば極短草類やツタ類等との共生による複相化が必要と考えている。

## 施工計画

# PC橋上部工少主桁工法（3主桁）での 架設桁移動方法について

佐賀県土木施工管理技士会  
松尾建設株式会社

土木工事課課長

美山 勝之<sup>○</sup>

Katsuyuki Miyama

土木工事課課長代理

山口 隆之

Takayuki Yamaguchi

土木工事課課長代理

眞名子 慎二

Shinji Manago

## 1. はじめに

### 工事概要

- (1) 工事名：大島橋架替上部工工事
- (2) 発注者：九州地方整備局 川内川河川事務所
- (3) 工事場所：鹿児島県大口市地先
- (4) 工期：平成18年7月7日～  
平成19年3月31日

### 適用工種

桁長34.44m、桁高2.2m、桁重量102.0tのPC橋梁上部工における架設桁移動であり、径間毎の主桁本数は3本である。

架橋地点は河川（川内川水系羽月川）であり、設計条件は下記の表-1に示す通りである。

表-1

橋長	139.0m
桁長	34.440m, 34.300m
支間	33.290m, 33.400m
幅員	7.000m
斜角	$\theta = 83^\circ 45'$
活荷重	B活荷重
形式	ポステンション方式 4径間連続T桁橋

## 2. 現場における問題点

上路式架設桁架設工法では、径間の最後の桁を

据付けるために、桁の仮置き作業が必要である。この時に架設桁をすでに設置した桁上に移動し仮置きするが、3主桁の場合では、最後の桁と架設桁を同時に仮置くことは安定性の問題から困難である。また、架設桁の移動に続いて行うリフターによる門構の移動を考慮すると架設桁は構造中心線付近での移動が望ましい。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

### 改善提案

本工事では、径間毎に架設桁を中央に据付けて径間の端桁2本を架設し、中桁を端桁上に仮置きした時点で次径間への架設桁移動を幅広台車によって行う架設桁吊下式移動を提案し、承諾を得た。

- (1) 幅広台車（重量トロリー）

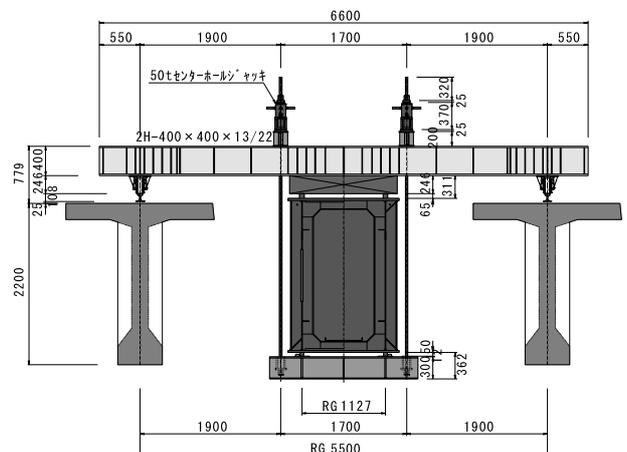


図-1 幅広台車

図-1のようにレールゲージが端桁の中心間隔(5,500mm)となる幅広台車を新規に製作した。

幅広台車は、1,127mmと5,500mmのレールゲージとし主桁の搬送用と兼用で使用した。また、2台に幅広台車を連結して車輪を自走式に組み替え、上部にリフターを搭載し、門構の移動にも使用した。

## (2) 施工順序の変更

従来工法では、すべての桁を架設後に、桁上にローラー架台を構築し、架設桁を前方に送り出す順序であるが、今回は両側の端桁を従来通りの施工で架設後、中桁を架設桁上まで引き出し、門構にて端桁上に横移動し、仮置きを行った。後方の幅広台車を撤去し、端桁上に軌条を配置した。前方の幅広台車を架設桁の後方に移動し、架設桁を吊り下げた(写真-1)。

架設桁前方及び手延べ桁到達地点にローラー架台を設置してウインチ牽引により架設桁を次径間

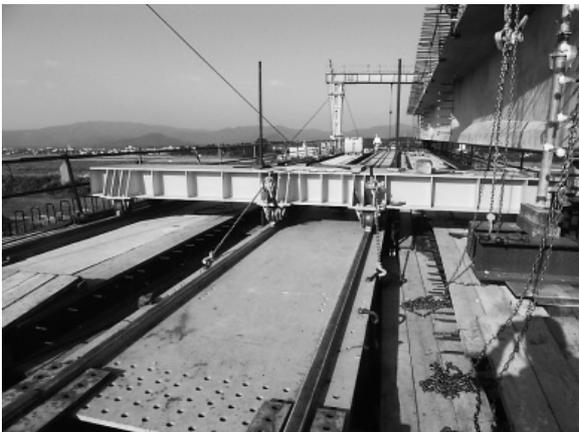


写真-1 幅広台車による架設桁吊上げ



写真-2 架設桁移動状況

に送り出した。幅広台車は、架設桁の重心が前方のローラー架台を通過した時点で、取り外した(写真-2)。

## (3) 適用効果

架設桁を桁上に引き上げて仮置きする必要がない為、次径間への架設桁設備の移動工程が短縮出来た。また、架設桁の移動時の高さが据付高さに近いことから、前方のローラー架台の設置高さが桁高分は低くなり安定性を確保出来た。従来工法に比べると仮置き工程で1日、ローラー架台の設置及び所定の位置への据付工程で1日の合計2日間の工程短縮が図れた。

架設桁を引き上げないことにより、端桁上に仮置きした中桁は、門構から吊り下げた状態で待機できた為、転倒に対する安全性が向上した。

## 4. おわりに

今後の留意点について

### (1) 縦断勾配への対応

今回の工法では、幅広台車が主桁の縦断勾配に沿ってしか移動出来ないため、次径間との縦断勾配に差異がある場合、最前方のローラー架台の高さによって解消する必要がある。また、手延べ桁に反りがあると架設桁の重心が前方のローラー架台上を通過しても手延べ桁がローラー架台上に着地せず、幅広台車の重量を加味した重心位置を過ぎた時点で幅広台車が浮き上がる危険性が生じる為、架設桁の形状を考慮した検討が必要である。

### (2) 軌条の固定

幅広台車は車輪間隔が広く、車輪とレールに生じる摩擦が左右等しくならないことにより方向性を大きく乱し、軌条に偏圧をもたらす為、軌条の固定方法には特に留意する必要がある。

### (3) 端桁の転倒

端桁を単独で据付けた状態での作業になる為、両端における桁の転倒防止に留意する必要がある。コスト削減型反力分散支承を採用される場合は、端桁の架設と同時にアンカーボルトを施工することを推奨する。

## 橋梁上部工における壁高欄のクラック抑制に関して

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 中日本土木支社 名古屋土木事業部

監理技術者

佐竹 康伸<sup>○</sup>

Yasunobu Satake

現場代理人

菊地 健治

Kenji Kikuchi

担当技術者

香月 宗樹

Muneki Kazuki

### 1. はじめに

壁高欄工には、コンクリートの品質を確保して、万一車両が衝突した際の防護壁としての機能を維持することが求められる。このため、誘発目地により所定の位置にクラックを誘発させ、その他の位置へのクラック発生を防止するなど様々な工夫が行なわれる。本報告は、当現場で実施した、高欄コンクリートの品質向上の取組みについて、まとめたものである。

#### 工事概要

- (1) 工事名：第二東名高速道路 陸実高架橋  
(PC 上部工) 下り線工事
- (2) 発注者：中日本高速道路株式会社 東京支社  
掛川工事事務所
- (3) 工事場所：静岡県周智郡森町陸実
- (4) 工期：平成17年7月～平成22年4月

### 2. 現場における問題点

当現場は、2主版桁2径間+箱桁3径間+2主版桁8径間の合計13径間連続橋（橋長434m）である。このため、高欄工地覆部は434mの連続となり、壁高欄部は支承位置に伸縮目地（2cmのスリット）が入る構造となっている。支承の間隔（スリット間隔）は27m～65mであり、その間、4m毎に誘発目地が設置されている。

高欄コンクリートのクラックの発生要因として、

当現場特有の条件も含め、主に以下に示す6点が挙げられた。

- ① 遠州の西風が頻繁に吹くため、コンクリート表面の乾燥収縮が促進され易い。
- ② 型枠のセット数が、サイクル日数（工程）、転用回数（原価）を決定する要因となるため、湿潤養生期間（5日～9日）の終了を待たず、所定の強度（5N/mm<sup>2</sup>～10N/mm<sup>2</sup>）が出現した時点で型枠脱型が行われる事が多い。
- ③ 躯体の中に通信管路6条、及び遮音壁アンカーが入るため、バイブレーターが挿入しにくく、締め固めが不十分になりやすい。
- ④ 高欄コンクリートは、橋体の完成後に後打ち施工となるため、橋体による外部拘束を受ける。
- ⑤ 他の構造物に比べ、厚みが薄いため塩害対策用のPコンによる断面欠損率が高い。

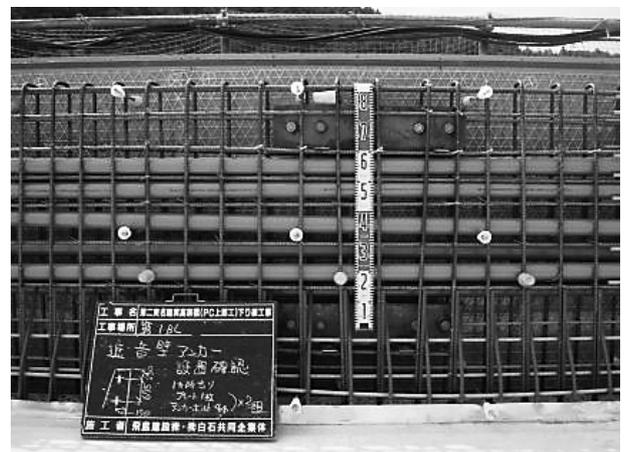


写真-1 通信管路及び遮音壁アンカー

⑥養生期間中に橋面で作業を行うと、その振動がコンクリートに伝わる。

などの理由から、高欄コンクリートはクラックが非常に発生し易い状況にある。よって、誘発目地部以外のクラックを防止する為には、事前に様々な対策を検討する事が必要となる。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

抽出した高欄コンクリートのクラック発生要因に対して検討を行ない、当工事では以下に示す6項目の対策を実施した。

- ① 遠州の西風によるコンクリート表面の強い乾燥を防止するため、養生シート（布テープ付コロナマスカー 1,100mm～1,500mm 巾）による表面封緘養生を行った。
- ② 養生シートによる養生は、型枠脱型後直ちに開始し、約1週間継続した。これにより十分な湿潤養生期間を確保した。



写真-2 封緘養生状況（脱枠後から1週間）

- ③ バイブレーターのかけ残しのないよう、職員によるチェックを実施した。特にポンプ打設では、打設速度が上がってしまうため、後施工バイブレーターがかけ終わるまで次工程に進まない管理を徹底した。
- ④ 膨張コンクリート（ハイパーエキスパン・太平洋マテリアル20kg/m<sup>3</sup>）を使用し、コンクリート収縮による外部拘束を抑制した。
- ⑤ セパラインに沿ったクラックの発生を抑制するため、セパ穴を高強度の材料（ユーロパッド・太平洋マテリアル）で、脱枠後に速やかに充填し

た。

- ⑥ 打設後、コンクリート硬化中の振動を抑えるため、打設ブロック割り計画において、桁端から単純にブロック割りをするのではなく、打設後の養生エリアと、次工程の作業エリアが隣接しないように配置計画を行った。また、養生エリア周辺ではフォークリフトの走行速度を制限し、作業振動を抑制した。

以上の工夫・改善を行った結果、現在迄、誘発目地部以外にクラックは発生していない。

（全15ブロック中、13ブロック完了時点）

### 4. おわりに

今回の取組みでは、膨張コンクリートの適用に加え、制約がある中で十分な湿潤養生を行う工夫、きめ細かな打設管理、および硬化中のコンクリートへの振動抑制など、様々な配慮を実施した結果、良好な成果を得ることができた。

また、湿潤状態を保つために封緘する材料が、廉価（約3円/m<sup>2</sup>）で、かつ密閉性が確保でき、また施工性のよい布テープ付コロナマスカーを選定した事も、無理なく継続できた要因である。



写真-3 布テープ付コロナマスカー

改善には、適切な計画（材料の選定、作業性の配慮）、作業員への周知・教育、原価の考慮が必要であり、これらが組み合わさってはじめて改善成果が得られるものであると考える。

この点を踏まえて、今後もコンクリートの打設・養生方法のさらなる改善に取り組む所存である。

## トータルステーションを使用した軌道計測

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社

中日本土木支社 名古屋土木事業部

主任

現場代理人

担当技術者

新井 太禎雄

御幡 誠治

中村 和広

Tateo Arai

Seiji Mihata

Kazuhiro Nakamura

## 1. はじめに

本工事は、名鉄太田川駅周辺の鉄道高架化を行うものである。当該路線は、名古屋市街地と中部国際空港や知多半島を結ぶ重要路線であり、上下線とも約5分間隔で運行されている。よって、軌道への影響を及ぼさないよう管理を行い、営業路線の安全運行を確保する事が、本工事を行う上での絶対条件であった。(図-1 構造一般図参照)

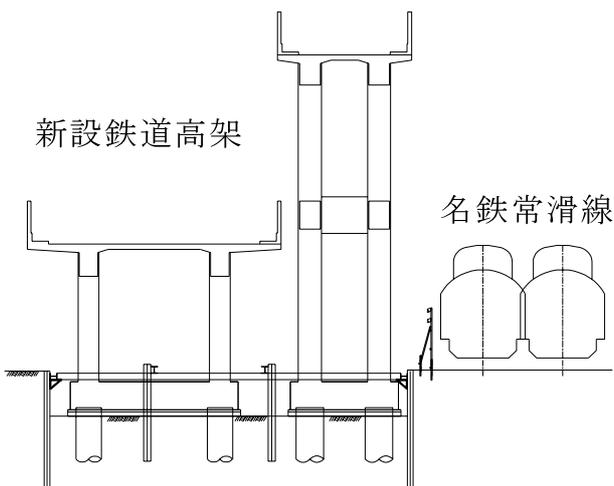


図-1 構造一般図

## 工事概要

- (1) 工事名：太田川駅付近連続立体交差事業に伴う本線土木（その4）工事
- (2) 発注者：名古屋鉄道(株)

- (3) 工事場所：愛知県東海市大田町地内

- (4) 工期：平成20年12月17日～  
平成24年3月15日

## 2. 現場における課題

軌道の管理は、軌道内に計測員が3～4名入り、レールゲージ、絶縁スタッフ等を用いて計測を行い、①軌間変位 ②水準変位 ③レール間高低変位 ④通り変位などを随時計測し、確認する方法が一般的であった。

しかし、本工事においては、電車の通過量が多く、退避場所も少ないため、軌道内での計測は、非常に危険性が高く、電車の安全運行に支障が生じる可能性があった。また電車通過の都度、退避が必要なため、作業効率が悪く、計測費用が掛る事も課題となった。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

最近では、軌道にプリズムをつけ、その可視範囲内に自動追尾トータルステーションを固定し、軌道の自動計測を行うシステム等が開発、実用化されている。これを導入すれば、危険リスクの低減、作業効率の向上に効果をあげることが可能だが、計測費用が高額となり適用は困難であった。

そこで、上記の自動計測の原理を用い、軌道レー

ルに張付けた反射シールをトータルステーションで計測し、軌間・水準・レール間高低・通りの変位などを管理する方法を考案した。

初めに計測したデータを初期値とし、計測値との差で軌道の変位を把握する事が可能である。

以下の計測方法の概要を示す。

計測方法

1. レールに測距用反射シールを5m間隔で貼り付け固定測点とし、トータルステーションにて軌道外側より計測し、初期値を把握する。
2. 施工中は1日2回、施工個所の前後20mの範囲について、軌間・レール高低・通り・水準の変位の計測を行う。

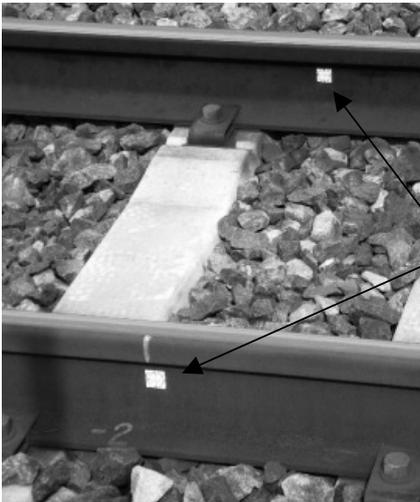


写真-1 反射シール張付

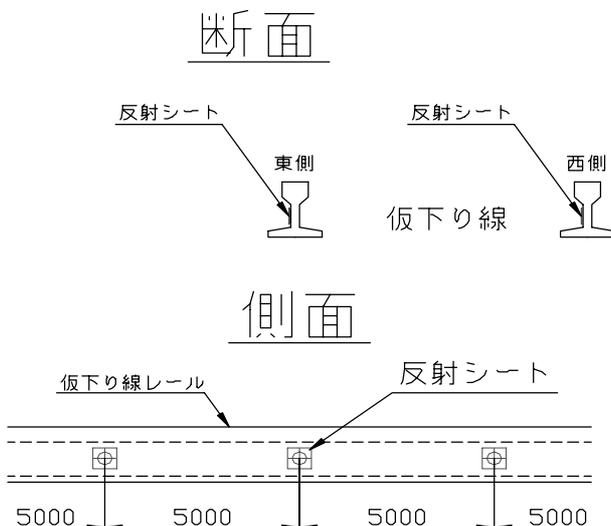


図-2 反射シール位置図

3. 1箇所は従来の方法により計測し、精度を確認する。(軌道内に入りレールゲージ、絶縁スタッフ等を使用して計測)で計測する。

4. 月に1回は、全線の測定を行う。

適用条件

- ・計測する軌道レールの側面が視認できること。
- ・トータルステーションを据える固定の基準点が設置可能であること。(基準点の位置が変わると、トータルステーションの光波光量の変化により測定値にばらつきが出るため、位置を固定する必要がある。)

適用結果

計測結果を、従来方法による計測値と比較した結果、誤差は2mm以内であり、営業線の保全確認には、十分有効な方法である事が確認された。

表-1 計測結果出用例

	初期値		計測値		軌間	通り変位		高低差	
	東側レール	西側レール	東側レール	西側レール		東側レール	西側レール		
12 k 000 m	-108613.2476	-24525.8199	-108633.8846	-24584.2529	1.132	0.005	0.005	0.031	0.030
12 k 005 m	-108635.8890	-24585.8890	-108635.4360	-24586.9190	1.132	0.005	0.005	0.031	0.030
12 k 010 m	-108658.5304	-24645.9584	-108658.0774	-24646.9884	1.134	0.005	0.005	0.031	0.030
12 k 015 m	-108681.1718	-24706.0278	-108680.7188	-24707.0578	1.134	0.005	0.005	0.031	0.030
12 k 020 m	-108703.8132	-24766.0972	-108703.3602	-24767.1272	1.134	0.005	0.005	0.031	0.030
12 k 025 m	-108726.4546	-24826.1666	-108726.0016	-24827.1966	1.132	0.006	0.006	0.031	0.029
12 k 030 m	-108749.0960	-24886.2360	-108748.6430	-24887.2660	1.134	0.005	0.005	0.031	0.030
12 k 035 m	-108771.7374	-24946.3054	-108771.2844	-24947.3354	1.134	0.004	0.004	0.031	0.030
12 k 040 m	-108794.3788	-25006.3748	-108793.9258	-25007.4048	1.134	0.004	0.004	0.031	0.030
12 k 045 m	-108817.0202	-25066.4442	-108816.5672	-25067.4742	1.134	0.004	0.004	0.031	0.030
12 k 050 m	-108839.6616	-25126.5136	-108839.2086	-25127.5436	1.132	0.001	0.001	0.031	0.030
12 k 055 m	-108862.3030	-25186.5830	-108861.8500	-25187.6130	1.132	0.001	0.001	0.031	0.030
12 k 060 m	-108884.9444	-25246.6524	-108884.4914	-25247.6824	1.134	0.001	0.001	0.031	0.030
12 k 065 m	-108907.5858	-25306.7218	-108907.1328	-25307.7518	1.134	0.001	0.001	0.031	0.030
12 k 070 m	-108930.2272	-25366.7912	-108929.7742	-25367.8212	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 075 m	-108952.8686	-25426.8606	-108952.4156	-25427.8906	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 080 m	-108975.5100	-25486.9300	-108975.0570	-25487.9600	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 085 m	-108998.1514	-25547.0000	-108997.6984	-25548.0300	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 090 m	-109020.7928	-25607.0694	-109020.3400	-25608.1000	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 095 m	-109043.4342	-25667.1388	-109043.0812	-25668.1700	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 100 m	-109066.0756	-25727.2082	-109065.6226	-25728.2400	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 105 m	-109088.7170	-25787.2776	-109088.2640	-25788.3100	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 110 m	-109111.3584	-25847.3470	-109110.9054	-25848.3800	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 115 m	-109134.0000	-25907.4164	-109133.5464	-25908.4500	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 120 m	-109156.6414	-25967.4858	-109156.1884	-25968.5200	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 125 m	-109179.2828	-26027.5552	-109178.8298	-26028.5900	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 130 m	-109201.9242	-26087.6246	-109201.4712	-26088.6600	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 135 m	-109224.5656	-26147.6940	-109224.1126	-26148.7300	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 140 m	-109247.2070	-26207.7634	-109246.7540	-26208.8000	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 145 m	-109269.8484	-26267.8328	-109269.3954	-26268.8700	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 150 m	-109292.4898	-26327.9022	-109292.0368	-26328.9400	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 155 m	-109315.1312	-26387.9716	-109314.6782	-26389.0100	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 160 m	-109337.7726	-26448.0410	-109337.3196	-26449.0800	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 165 m	-109360.4140	-26508.1104	-109359.9610	-26509.1500	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 170 m	-109383.0554	-26568.1798	-109382.6024	-26569.2200	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 175 m	-109405.6968	-26628.2492	-109405.2438	-26629.2900	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 180 m	-109428.3382	-26688.3186	-109427.8852	-26689.3600	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 185 m	-109450.9796	-26748.3880	-109450.5266	-26749.4300	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 190 m	-109473.6210	-26808.4574	-109473.1730	-26809.5000	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 195 m	-109496.2624	-26868.5268	-109495.8144	-26869.5700	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 200 m	-109518.9038	-26928.5962	-109518.4558	-26929.6400	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 205 m	-109541.5452	-26988.6656	-109541.0972	-26989.7100	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 210 m	-109564.1866	-27048.7350	-109563.7386	-27049.7800	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 215 m	-109586.8280	-27108.8044	-109586.3800	-27109.8500	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 220 m	-109609.4694	-27168.8738	-109609.0214	-27170.9200	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 225 m	-109632.1108	-27228.9432	-109631.6628	-27229.9900	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 230 m	-109654.7522	-27289.0126	-109654.3042	-27290.0600	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 235 m	-109677.3936	-27349.0820	-109676.9456	-27349.1300	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 240 m	-109700.0350	-27409.1514	-109700.5870	-27409.2000	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 245 m	-109722.6764	-27469.2208	-109722.2284	-27469.2700	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 250 m	-109745.3178	-27529.2902	-109744.8698	-27529.3400	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 255 m	-109767.9592	-27589.3596	-109767.5118	-27589.4100	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030
12 k 260 m	-109790.6006	-27649.4290	-109790.0636	-27649.4800	1.134	0.002	0.002	0.031	0.030

4. おわりに

今回工夫した計測方法により、軌道の計測作業の安全性を向上することができ、さらに作業効率が向上した為、計測の頻度を増やして管理を行う事が可能となり、営業路線の安全運行をより確実に確保する事ができた。

尚、計測期間が長期間に及ぶ場合には、電車に削られたレールの鉄粉等により反射シール表面が汚れ、光波の反射が悪くなるため計測精度が低下する。適宜清掃を行うと共に、従来方法による計測値とのチェックによりキャリブレーションを行う等、計測精度を確保する配慮が必要である。

## スラリーストアの施工について

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社  
土木舗装部  
主任  
上面 克宏  
Katsuhiko Joumen

## 1. 適用工種

コンクリート構造物の水密性を必要とする貯留槽を施工する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：畜産担い手育成総合整備事業  
忠類地区第52工区
- (2) 発注者：財団法人 北海道農業開発公社
- (3) 工事場所：中川郡幕別町 忠類新生
- (4) 工事内容：スラリーストア

貯留槽：RC 構造  $\phi 30.5\text{m}$  1基  
曝気槽：RC 構造  $\phi 14.0\text{m}$  1基  
送水管：1式 斜路工：1式

## 2. 現場における課題・問題点

現場条件として次の2項目が挙げられ、地下水によるRC構造物への影響が懸念される。

- (1) 現況の土質は、ボーリング調査の結果により表土厚  $t = 1.0\text{m}$ 、粘土層  $t = 2.0\text{m}$ ・礫質土  $t = 7.0 \sim 10.0\text{m}$ で構成されており、地下水位が地表から1.0m下がりの地点で確認された。

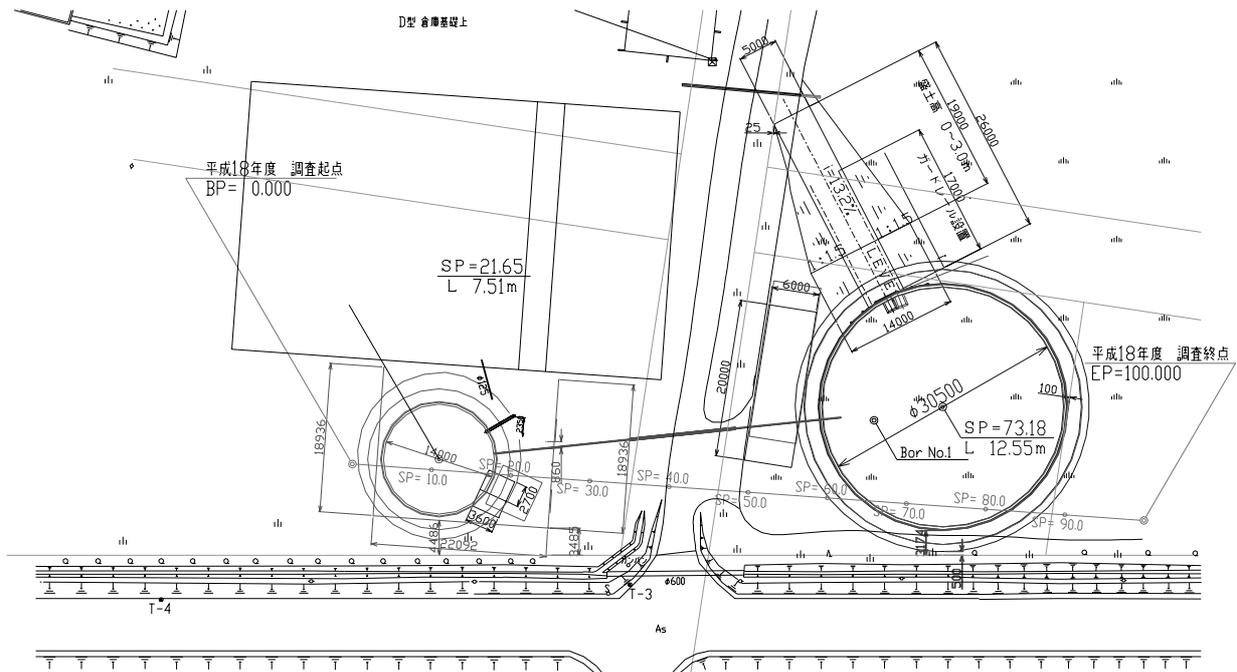


図-1 一般図

(2) 貯留槽・曝気槽共に構造計算上、地下水位の影響により構造物が浮力により不安定になるため、地表から1.80m程度の根入れ深さ位置を施工基面にしなければならない。

また、現地盤に粘土層があるため地盤支持力を確保できない。

### 3. 対応策・工夫・改良点

地下水が地表から近いため、昨年近くで施工した際の実例を参考に検討を行った。

(1) 仮設水替えポンプ (φ200) を設置し常時排水で施工する。汲み上げた地下水は、地権者及び幕別町役場と協議し300m先の既設明渠排水路に放水した。放水箇所には沈砂槽及び浄化槽を設置し汚濁処理を行った。

(2) 現地盤に粘土層があり地盤支持力を確保できないため、施工基面から3.0m掘削し切込砂利0～80mm級で置換えを行った。

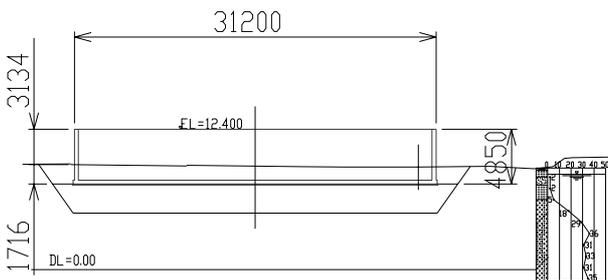


図-2 標準定規図

さらにRC構造物への防水対策を講じた。構造物完成後に0.2Pa程度の自然水圧が掛かると予想されるため、コンクリート打継箇所からの漏水防止対策として、ウレタン系の防水材料を外部の打継箇所に塗布した(写真-1)。



写真-1 ウレタン系防水材料塗布完了

また、内部からは止水セメントによる防水処理を行った(写真-2)。



写真-2 止水セメント塗布

### 4. 効果の確認



写真-3 完成写真(貯留槽)

工事完成から1年間以上クラック等の調査確認を実施しましたが異常は見られず、基礎の置換えによって不等沈下を防いだと考えられる。

### 5. おわりに

今回の工事は、スラリー貯留槽のRC構造物が主なため、コンクリートクラック予防と地下水による湧水・漏水予防に重点を置き、施工・品質管理に細心の注意を払い、発注者・受益者から高い評価を頂くことができました。

今後様々なコンクリート構造物工事を経験していく上で、機能性・使用後の状態等をいろいろな角度から検証し、施工時に予防できる対策を講じていきます。

## マスコン橋脚における膨張材の使用

佐賀県土木施工管理技士会  
松尾建設株式会社  
作業所長  
真海 一昭  
Kazuaki Shinkai

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：倉敷立体大西高架橋第2下部工事
- (2) 発注者：中国地方整備局
- (3) 工事場所：岡山県倉敷市内
- (4) 工期：平成20年8月29日～  
平成21年7月31日

マスコンクリートのひび割れ防止は、施工者にとって永遠のテーマである。本現場も橋梁下部工として橋脚12基を施工した。橋脚の断面は2.0m×3.0mあるためマスコンクリートとして取り扱うことにした。

### 2. 現場における問題点

上記の通り、断面形状はマスコンクリートであるため温度応力に起因するひび割れが懸念された。また、隣接する既設構造物（約15年経過）を調査した結果、ひび割れが発生し補修を行った形跡が見られた。ひび割れの発生は構造物の劣化を促進し、耐久性の低下、外的要因（地震等）による倒壊など、交通環境への影響が懸念される。当該現場は国道2号線のバイパス工事であるため、重要構造物として、温度応力解析を行ないひび割れの発生を検証した。

12基ある橋脚は、断面は同じであるが高さが違

うため代表的な形状をモデルとして温度応力解析を行なった（図-1）。

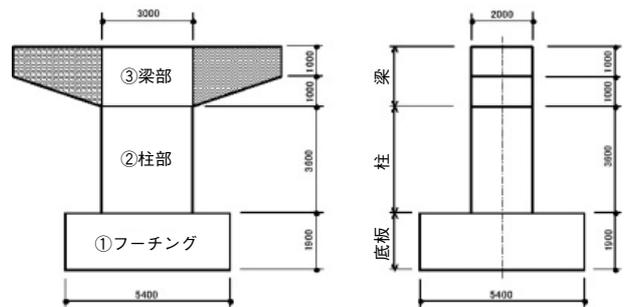


図-1 温度応力解析モデル

解析に用いるコンクリート強度、セメント量等は配合報告書より表-1の値を用いた。

表-1 配合計画

セメント種	高炉セメントB種
設計基準強度	24N/mm <sup>2</sup>
単位セメント量	285kg/m <sup>3</sup>
混和材	膨張材(ハイパーエキスパンK)

また、打込み温度は、各部材の打設予定時期の日平均外気温を考慮し表-2の値を用いた。

表-2 打込温度

部材	フーチング	柱部	梁部
打設時期	4月中旬	6月上旬	6月下旬
打込温度	15℃	22℃	25℃

セメント水和熱に起因する温度ひび割れは、通常、数日～数週間の中に生じることから、解析期間は梁打設後1ヶ月までとした。

また、膨張材を混和した場合についても解析を

行なった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

温度応力解析の結果、最高温度は各部材の内部中心付近で見られ、表-3のとおり60℃程度まで上昇することが予測できた。

表-3 最高温度箇所の温度変化

部材	最高温度	材齢	備考
フーチング	50.0℃	4日	部材内部中心付近
柱部	61.0℃	3日	部材内部中心付近
梁部	62.0℃	2日	部材内部中心付近

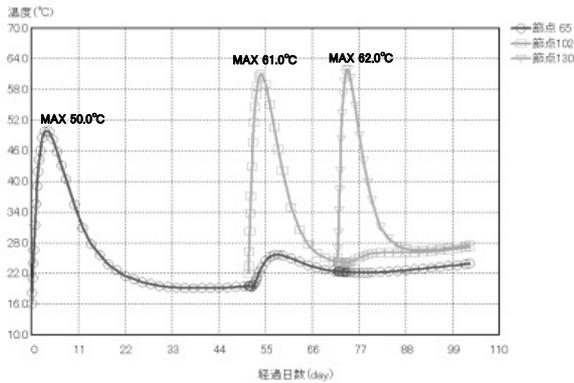
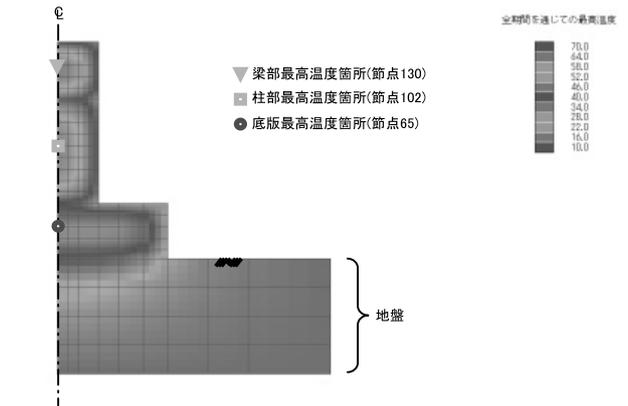


図-2 最高温度分布図



### 4. おわりに

構造物のひび割れは、施工条件、気象条件、材料、地形的な条件など複雑に絡み合い多種多様に発生する。今回は、膨張材を使用し施工方法についても上記の条件を考慮し幾多の改善を行なったため、ひび割れはほとんど発生しなかった。

フーチングの拘束により、外部拘束ひび割れの発生が懸念される柱、梁に着目した温度応力解析結果を表-4に示す。プレーンのままではひび割れ指数が1.0を下回ることが解った。このままでは過大なひび割れが発生する可能性があるため膨張材を添加した場合について検討を行った。その結果、ひび割れ指数が1.0を上回るため、膨張材を添加することとした。

表-4 柱・梁部最小ひび割れ指数及び材齢変化

部材	部材厚	部材幅	最小ひび割れ指数		材齢
			膨張材あり	膨張材なし	
柱部	2.0m	3.0m	1.16	0.82	28日
梁部	2.0m	3.0m	1.22	0.86	20日

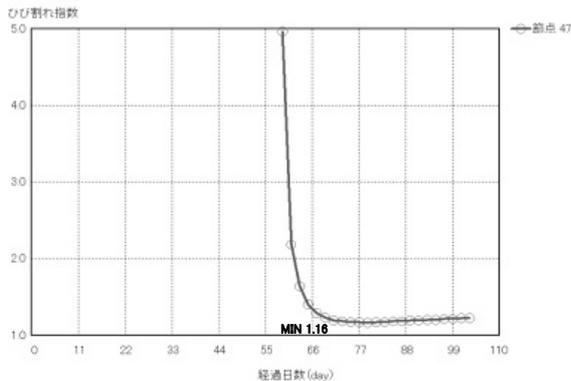


写真-1 全景

## 軟弱地盤におけるオールケーシング杭の杭径確保

岡山県土木施工管理技士会  
株式会社 日橋コンサルタント  
現場技術員  
金 田 晴 治  
Seiji Kaneta

### 1. はじめに

国道バイパス事業の橋梁下部工の杭基礎として場所打ち杭が設計されていた。

当該場所は、GL-20m以深の硬質な洪積礫層の上に、N値0の非常に軟弱な粘性土とN値10以下の砂質土の互層からなる沖積層が広がる地質であった。また、地下水位も常時GL-1m程度と高かった。

杭の支持層はN値50以上と硬質のため、全周回式の硬質岩盤用オールケーシング工法で施工することとした。

### 2. 問題点

当該バイパス事業で施工された同様の橋梁下部工のオールケーシング杭で、杭頭部の杭径不足が問題となっていた。

オールケーシング杭工法は、地盤を掘削しながら孔壁保護のためにケーシングを圧入し、その後、鉄筋籠を挿入してコンクリート投入とケーシング引き抜きを行いながら杭を造成するものである。

通常であれば、コンクリート投入後にケーシングを引き抜いた際に、コンクリートがケーシングの外径程度まで広がり杭径は確保されるが、当該場所は地盤が非常に軟弱なため、周囲の土圧やケーシングを引き抜く際の反力等が側圧として杭

中心方向に作用して、コンクリートが広がるどころか圧縮されて杭径が不足するという事態が発生していた。

これを防止するために、過去に施工された他の工事でも、ケーシングの先端を通常のものよりも大きくしたり、コンクリートの余盛りを施工基面付近までとすることで、側土圧に対抗するといった対策がとられたが、結果的に杭径不足が発生していた。

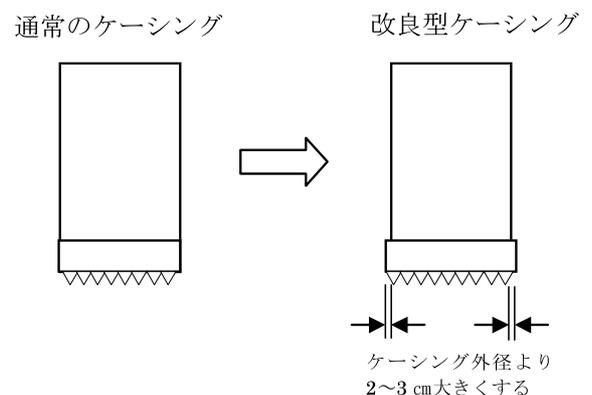


図-1 ケーシング先端の改良

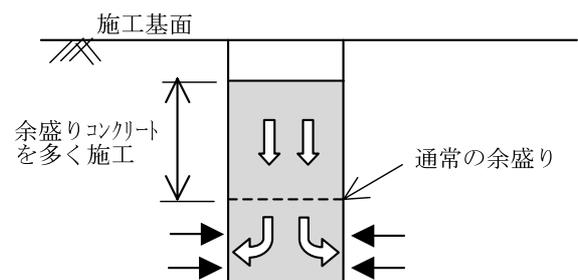


図-2 杭頭部のコンクリート余盛り

### 3. 工夫・改善点

軟弱な土質であったため、場所打ち杭の掘削や下部工施工のための床掘で発生した残土は、石灰で安定処理した後に現場内、あるいは他工事の盛土に流用しており、当現場もそのように施工する予定であった。

そこで、場所打ち杭を施工する前に、杭施工のための地盤改良と兼ねて床掘範囲内の土砂を安定処理することとした。

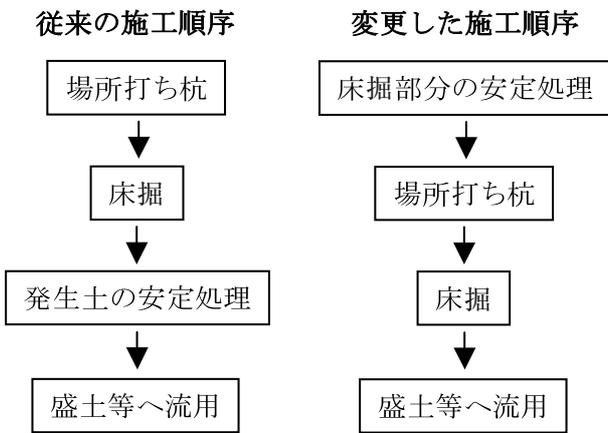


図-3 施工フロー図

まず、土質のサンプリングを行って土質定数を把握して、施工機械の重量やケーシング引き抜き時の最大反力から必要改良厚と改良強度を算出し、室内配合試験から改良材添加量を決定した。

検討の結果、床掘面まで改良すれば必要改良厚を満足できるという結論となったため、床掘範囲内の土砂全てを改良して場所打ち杭を施工した。

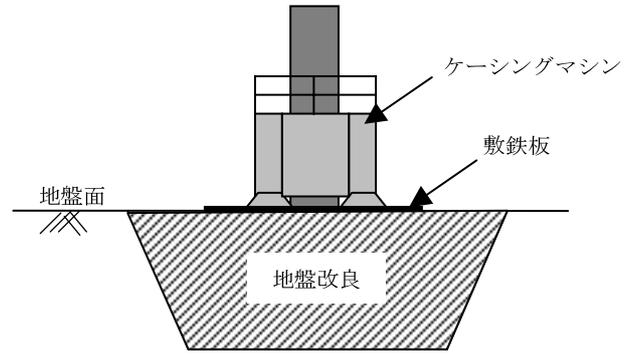


図-4 施工地盤の事前改良

その結果、地盤改良によって孔壁がある程度自立して、最終ケーシングを抜いた後に杭中心方向に作用していた土圧が低減され、施工した全ての杭の杭径を満足することができた。

### 4. おわりに

全国的に、場所打ち杭の杭径不足は問題になっており、様々な対策が取られているようである。

前述した、余盛りコンクリートを通常よりも高くまで打設する方法も効果はあるものと思われる。しかし、当該地域の場合は、地下水位が高かったために浮力が作用して、土圧や上からの荷重による側土圧に十分に対抗することができなかつたと考えられる。

また、当現場の場合は、必要改良厚さが床掘面よりも浅い位置で良いという結果であったが、地盤高さによっては不十分となることもあり、盛土の検討も必要となる場合もある。

## プレキャスト造調整池の施工について

東京土木施工管理技士会

株式会社 日本ピーエス

現場代理人

湯川 克典

Katsunori Yukawa

技術主任

石井 智基

Tomoki Ishii

### 1. 適用工種

本工事は有効容量16,000m<sup>3</sup>の既存雨水調整池を、調整池の機能を生かした状態で、プレキャストPC部材を組み立てコンクリート製の調整池を築造し、池の上部を公園として有効利用するための工事である。

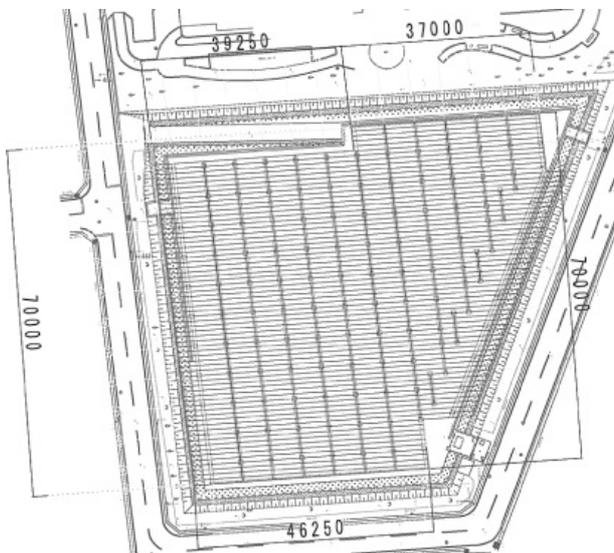


図-1 全体平面図

### 2. 問題点

本工事では工事中も既存の調整池の機能を生かしたまま施工するため、施工中大雨により流入する雨水や掘削時に発生する湧水を農業用水経由して矢作川に放流するため、濁水により矢作川水系

の水質に影響を与えることが懸念され、工事中に発生する濁水の処理が課題となった。

### 3. 対応策

標準案における濁水処理法は濁水をノッチタンクによる1次処理を行って排水するものであったが、矢作川水系水質汚濁対策連絡協議会との協議のなかで、この方法では排水の基準値を満足させることは困難であることが判明した。そこで1次処理に加え2次処理として濁水処理装置による汚泥の分離とPH処理を行って排水する方法を採用した。以下に採用した濁水処理のフローを示す。

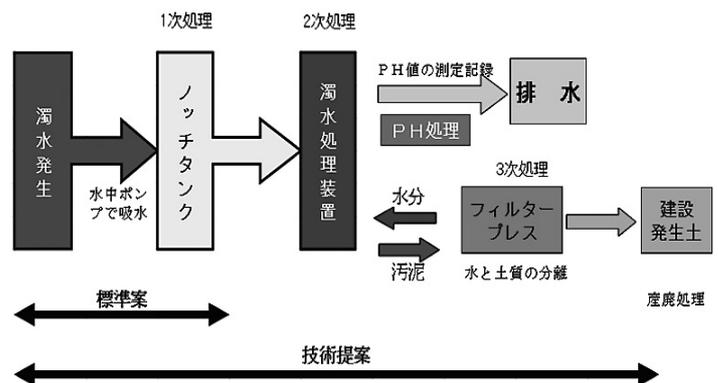


図-2 濁水処理フローチャート



写真-1 調整池内部



写真-2 調整池外部

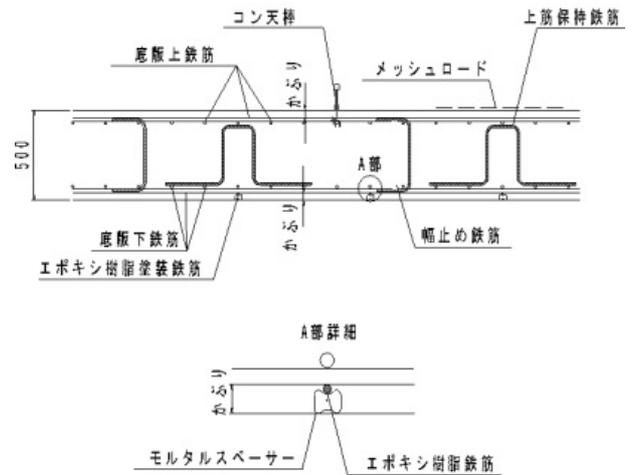


図-3 底版施工図

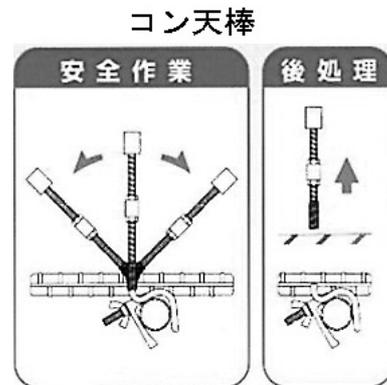


図-4 コン天棒参考図

#### 4. 効果

上記の対策により工事期間内の排水はすべて基準値を満足しており、地域住民からの苦情もなく工事を完了することが出来た。

#### 5. 創意工夫

現場打ち鉄筋コンクリートにおいては、鉄筋のかぶり厚不足等による構造物の耐久性不足が問題となる事例が多い。そこで、底版コンクリートのかぶり厚確保のために、以下の技術提案により施工を行った。

- ① 底版下面のかぶり確保のために、エポキシ樹脂塗装鉄筋をかぶり内に段取り筋として配置した。
- ② 施工中の上床版鉄筋の下がりを防止するために、上側保持鉄筋を製作し配置した。
- ③ 上床版上面のかぶり厚確保と、施工精度の向上を目的としてコン天棒を使用した。

#### 6. おわりに

工事期間中には豪雨による調整池内の浸水が2度発生し、その排水に時間を要したことや湧水が想定より多かったことなどにより、当初計画より多くのコストや手間が必要であった。しかし、濁水処理効果は大きく河川環境への影響を低減することができた。また、現場打ちコンクリートの鉄筋かぶり確保については、精度の求められる橋梁の床版に使用されている方法であるが調整池の広範囲な底版施工においても十分な施工精度および品質が確保されたと考えられる。

## 施工計画

# 宅地嵩上用ブロック積における補強筋の配置について

宮崎県土木施工管理技士会

湯川建設株式会社

土木部

尾崎 康 顕

Yasuaki Ozaki

## 1. はじめに

本工事は、台風時における大雨による宅地の浸水対策工事であり、盛土を施工後に余盛土を行いプレロードにて沈下を行い、沈下の収束後にブロック積を施工するものである。

また、宅地嵩上用ブロック積の特徴としてコーナー部（補強コンクリート）には補強鉄筋（D13）を施工する（図-1）。

### 工事概要

- (1) 工 事 名：平成20年度 水防災第2-3号  
北川上流北川上流宅地嵩上盛土  
工事（瀬口地区）
- (2) 発 注 者：宮崎県 延岡土木事務所

(3) 工事箇所：宮崎県延岡市北川町瀬口

(4) 工 期：平成21年1月24日～

平成21年11月10日

## 2. 現場における課題・問題点

現場における問題点としては、ブロック積の施工時期が6月～8月となり気温の上昇が考えられ、ブロック積とコーナー部の配筋の並行作業による作業員の疲労、並行作業により作業速度が遅れ、コンクリートの品質の低下の問題からコーナー部の配筋をブロック積作業より先に施工し、ブロック積と配筋作業の並行作業を行わない事とした。

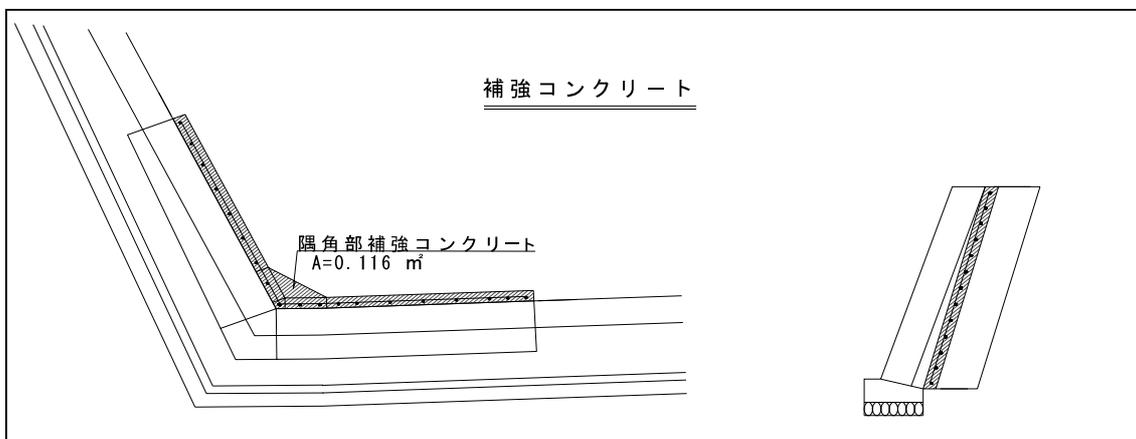


図-1 補強コンクリート

### 3. 対応策・工夫・改良点

基礎工施工後にブロック積コーナー部の配筋を行う為、配筋を行う際、正確な鉄筋の設置位置および勾配を確保する為に、施工前にあらかじめコンクリートを打設し、この箇所施工指針ののつとった鉄筋継手長が確保できるように差し筋（D13）を行い、所定の施工位置からのズレを防止した。差し筋を行うにあたり地面からの鉄筋かぶりを10cm確保し、鉄筋の腐食を防止した。

また、背面には段取り用鉄筋杭（D13）を設置し勾配の確保を行った（図-2）。

また、ブロック積施工中も勾配の確認を行い調整しながら勾配を確保した。

### 4. おわりに

ブロック積施工前に配筋を完了させる事でブロック積作業に多少の難が生じるものの、宅地高上用ブロック積のコーナー部の配筋に対して有効な措置で、ブロック積コーナー部の配筋を先行させることで夏季のブロック積作業の疲労度を軽減し、所定の配筋位置、勾配さらにコンクリートの品質も確保することができた。



写真-1 コンクリート・差し筋（D13）

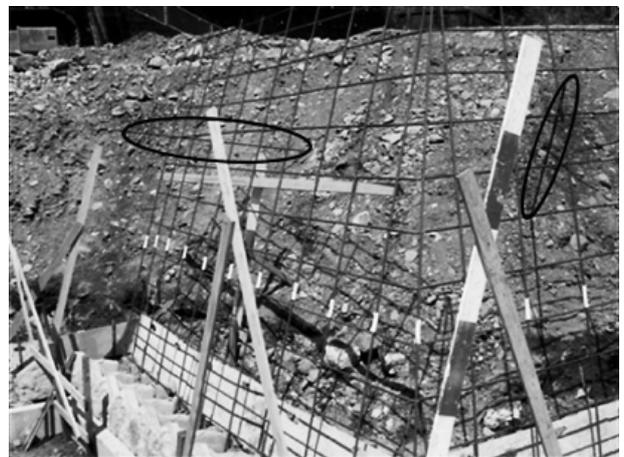


写真-2 段取り用鉄筋杭（D13）

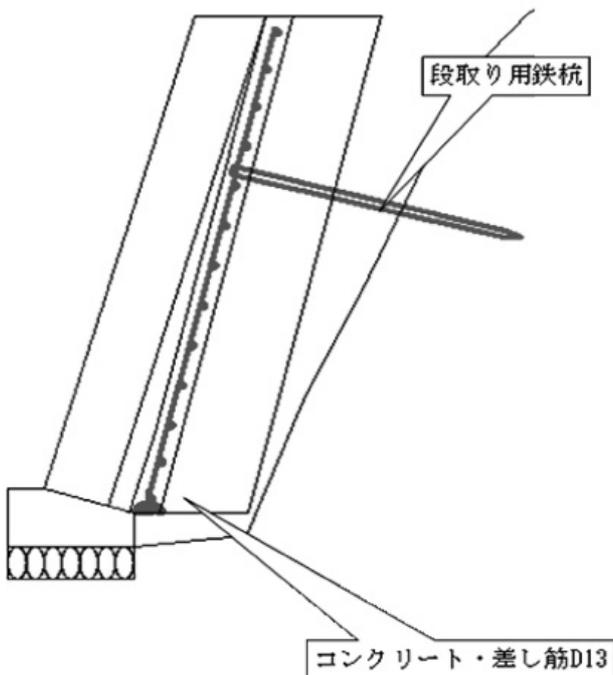


図-2

## シールドマシン躯体壁直接切削による 立坑躯体鏡部のセパレーター処理について

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 中日本土木支社 北陸土木事業部

木戸シールド作業所

工事課長

本田 省 吾<sup>○</sup>

Shougo Honda

監理技術者

山崎 和 志

Kazushi Yamazaki

工事主任

河合 敏 明

Toshiaki Kawai

### 1. 工事概要、等

本工事は、新潟市木戸地区の浸水対策を目的として整備される、大規模雨水貯留対策施設の築造工事である。

- (1) 工 事 名：木戸排水区雨水貯留施設築造工事
- (2) 発 注 者：新潟市
- (3) 工事場所：新潟市東区下木戸3丁目他地内
- (4) 工 期：平成20年2月22日～  
平成23年3月7日
- (5) 工事数量：立坑（圧入オープンケーソン）
  - ・ 発進側 矩形（16.3×12.3m）、H=26.4m

- ・ 到達側 円形（φ10.3m）、H=17.6m
- 管渠工（泥土圧シールド）
  - ・ L=2,743m（仕上内径φ5,000mm）
  - ・ L=963m（仕上内径φ2,400mm）

### 2. 現場における問題点

本工事はシールド発進方法は、発進防護工を行わず、予め立坑の鏡部躯体にFFU（＝硬質発泡ウレタン＋ガラス繊維＋エポキシ系接着剤）と言う新素材を埋め込み、シールドマシンにより鏡部躯体を直接切削して発進する方法が採用されている。

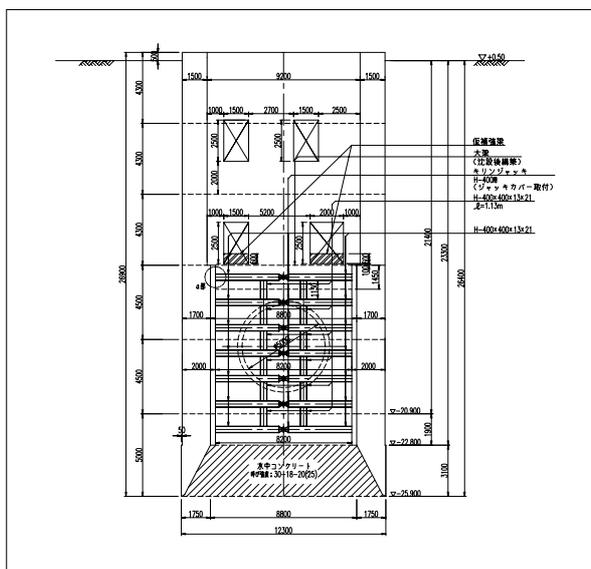


図-1 発進立坑

この発進方法は、シールドマシンにより立坑鏡部躯体を直接切削するため、通常の地山掘削に比べてシールドマシンにかかる負荷が増加する上、鏡部躯体内の異物が障害となりシールドマシンが閉塞することが懸念された。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

障害となる可能性のある鏡部躯体内の異物として、構築時に型枠組立に使用するセパレーターが想定された。

型枠セパレーターは通常撤去する事が出来ず、躯体内に残置するが、これを撤去可能とし躯体内に異物が残らない施工方法を検討した。

[改善策]

- 1) 鏡部の型枠組立に使用するセパレーターを、塩ビ管(=φ30mm)で被覆し、鏡部躯体コンクリートを打設(写真-1参照)。



写真-1 被覆したセパレーター

- 2) 鏡部躯体コンクリート打設後に、セパレーターを撤去。



写真-2 塩ビ管に取り付けたエルボ

- 3) このまま放置すると、塩ビ管の空隙から立坑内部へ漏水するため、塩ビ管内部の空隙を無収縮モルタルで充填。
- 4) 塩ビ管内部の充填は、端部に90度エルボを取付けて無収縮モルタルを流し込み、モルタル固結後、90度エルボを撤去して、ソケット部分にキャップを嵌め込む事とした(写真-2参照)。

[結果、効果、など]

鏡部躯体完成後、無収縮モルタルを充填した塩ビ管内部からの漏水は無かった。しかし、塩ビ管と躯体コンクリートとの継ぎ目から、若干の漏水が確認された。これは、硬化前のコンクリートの沈降により、塩ビ管下端において僅かな水みちが生じた為と思われる(写真-3、4参照)。

平成21年3月にケーソン(発進立坑)が完成し、シールドマシンにより鏡部躯体の切削を行ったが、懸念されたシールドマシンのトラブル(=作動油圧の異常増加、閉塞、等)は発生せず、無事に発進することができた。

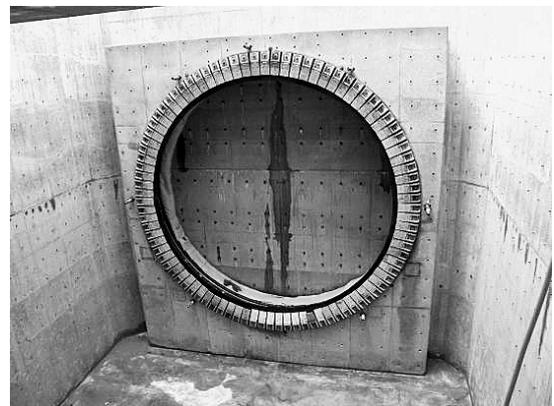


写真-3 鏡部全景

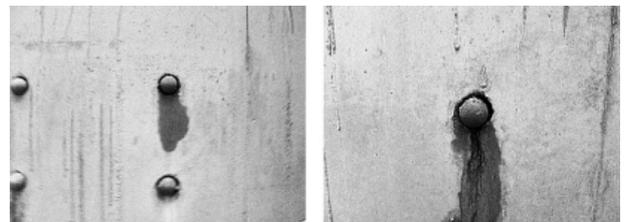


写真-4 塩ビ管周囲の漏水状況

### 4. 適用条件、採用時の留意点

今回の工夫は、シールド工事における立坑直接発進工法においては、有効な方法であると考えられる。

確認された塩ビ管下端からの若干の漏水は、品質や施工性に影響するものでは無かったが、大深度など、さらに高水圧下での直接発進を行う場合には、より確実な止水方法の適用を検討する必要があると考える。

## 鋼管杭打込み工法における偏心量精度の確保

宮城県土木施工管理技士会  
熱海建設興業株式会社

土木部

洲崎 靖彦

Yasuhiko Suzuki

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：新懸の橋下部工工事
- (2) 発注者：宮城県仙台土木事務所
- (3) 工事場所：宮城県名取市杉ヶ袋字杉中地内
- (4) 工期：平成19年11月16日～  
平成20年11月14日

橋梁下部工の基礎杭、鋼管杭  $\phi 600$  杭長17.0m～19.5m、打込長21.5m～23.5mを油圧ハンマーによる打ち込み工法で行った。

表層部1.0mは旧水田に盛土され、N値10と比較的堅い土層であり、以下2.0mは、砂質粘土でN値0～3と非常に柔らかく、以下は支持層（砂礫）まで、砂層が続く地盤条件である。

### 2. 現場における課題・問題点

これまで、鋼管杭の油圧ハンマーによる打ち込み工法で行う場合、先に設置した杭心よりマーキングした杭外径に合わせて、杭の建込みを行っていた（写真-1）。

しかし鉛直度の修正・初期打撃の際に、転石等があり鉛直打撃力に水平力が加わることで、杭の位置がずれて、そのたび修正あるいは建込みのやり直しを行うことがたびたびあった。

また杭の偏心量が、規格を外れたことはないも

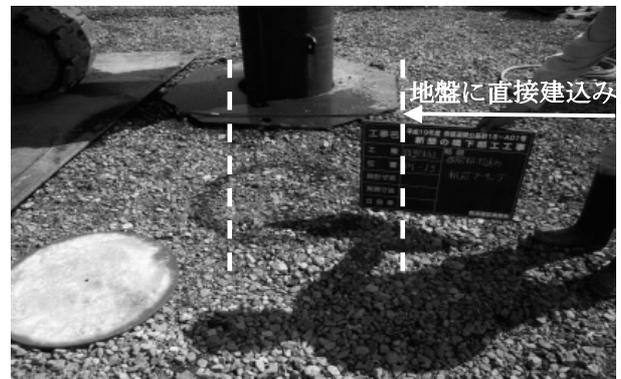


写真-1 杭径マーキング

の、ばらつきが大きくなることが多かった。今回の杭天端位置は打ち込み地盤より最大6.5mとなることから、打ち込み中の水平位置のずれに鉛直誤差が加わると大きく変位するおそれがあるため、杭の偏心量精度を確保することを課題とした。

### 3. 対応策・工夫・改善点・適用効果

以前バイプロハンマー工法で、鋼管杭の打ち込みを行った際に、鋼矢板打ち込み時に使用するものと同様の導材にガイドパイプを取付けて打込時のブレを防止したことがあり、これを簡易的に改良した導材を使用することとした。

径650mmに加工した鋼管（L=30cm）に鉄板を取付け作製した（写真-2）導材を杭心に合わせ先に打ち込み杭の鉛直度の修正・初期打撃の際の位置のずれを軽減させることとした。

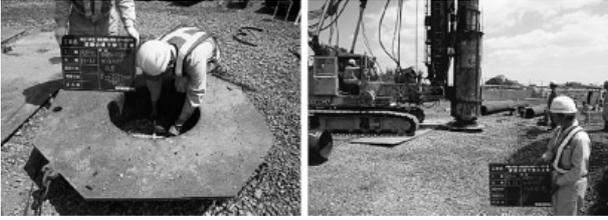


写真-2 導材を使用した鋼管杭打込み

導材を使用することで、杭建込み時の水平方向のずれを押さえることができ、杭天端最深部 (GL-6.5m) の偏心量も最大46mm に押さえることができた (写真-3)。

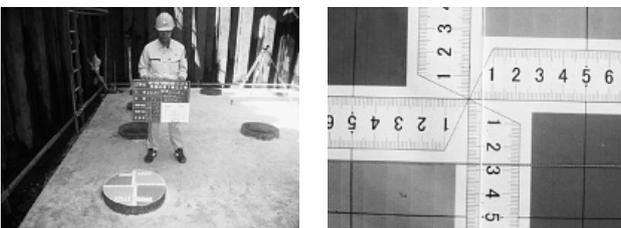


写真-3 再心部の杭偏心量

#### 4. おわりに

今回の施工では、表層部が比較的固く、杭の建込み・鉛直修正時・初期打撃の際に導材が動くことはなかった。

しかし表層部分が軟弱な場合は、導材自体が動

くおそれが十分考えられる。その際の対策としては、地中部のパイプを長くする、または鉄板の面積を大きくすることが考えられる。この際の注意点として、ガイド部 (パイプ) を長くし過ぎると杭建込み・鉛直修正の際にガイド部と杭本体が接触してテコ状の力によって、導材が大きく動くおそれがあるため、適度な長さとするよう注意が必要である。

しかし、ガイド部分を長く取り、導材の鉛直度を確保し、鉄板をくさび・ウェイト等を用いて完全に固定すれば、偏心量の精度は確実に向上すると思われる。

また、導材と杭本体の遊び ( $\phi 600$  と  $\phi 650$  の隙間) をなくするために、鋼矢板打込み時に使用するコマ材を取付けることも、精度を上げる対策と考えられる。

ただし、打撃・リバウンドの際にコマ材が外れてしまわないような工夫が必要と思われる。

上記については、考察の範囲で、実際の施工では実施したことがないため、今後鋼管杭の施工を行う機会があれば、是非実施してみたいと思う (図-1 参照)。

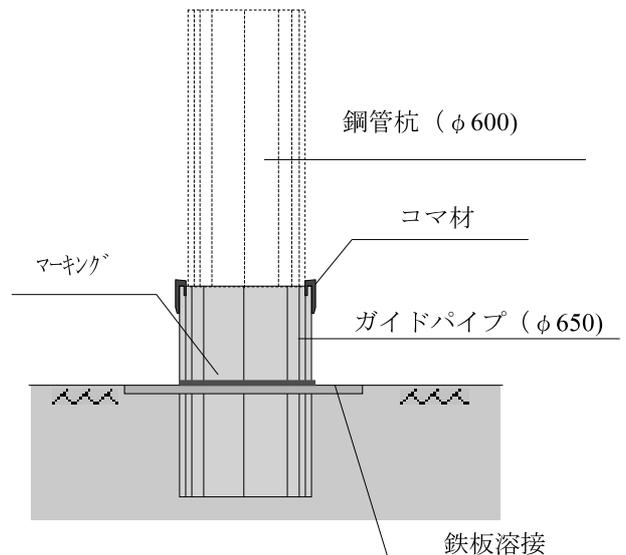


図-1 ガイドパイプ略図

## 護床工改修における現場に対応した仮締切方法

宮城県土木施工管理技士会

熱海建設興業株式会社

工事主任

猪野輝夫

Teruo I no

## 1. はじめに

仮設工、土留・仮締切工（H形鋼建込鉄板式締切工法）切梁・腹起し34.7t止水鋼板ゴムシート張828㎡である。

工事概要

- (1) 工事名：阿武隈大堰護床工工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局  
仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県岩沼市南長谷亘理町逢隈地内
- (4) 工期：平成19年3月31日～  
平成20年3月28日

本工事は阿武隈川大堰下流の護床工が被災し第1ゲート～第10ゲートの内、特に被災が激しい第5・第6ゲート下流部に2t型護床ブロックを設置し改修するものであり、施工箇所が河川中央部であるため全面締切を行い作業する必要がある。

## 2. 現場における問題点

設計の土留・仮締切工（H形鋼建込鉄板式締切工法）は、既設の床版上の箱抜孔を利用してH形鋼を建込み、腹起し材と鉄板をボルト締めで固定して止水を図る工法である。

問題点として、多数の鋼材穴あけ加工（建込H形鋼・止水鋼板 $t=4.5\text{m}$ ・ゴム固定用プレート材）によるスクラップが発生し、経済性に劣る。

ゴムシート固定ボルトの設置・撤去作業に労力と時間がかかり、工程への影響が大きい。既設構造物と鉄板の間からの通水があるため、止水が期待できない。箱抜孔に転石が堆積していると、建込みはできない。88箇所中9箇所は、玉石が箱抜孔に噛み合った状態で堆積しており利用不可能であった。また、ゲート本体構造物と仮締切工の接合部は施工外ゲートの出水による操作が必要となる場合があるため、仮締切法線を変更する必要がある。仮締切の施工時期は渇水期ではあるが出水等緊急時の対応も考慮する必要があった。

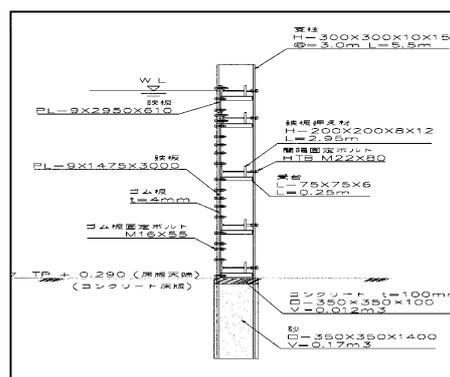


図-1 当初設計構造図



写真-1 既設護床工写真（撮影時ゲート調整）

### 3. 工夫・改善点 と 適用結果

トレンチシステム一重土留め工（ガイドポスト方式）を採用した。

当初設計と同様にH形鋼（H300×5,500）を箱抜孔に建て込み、ガイドポストをH形鋼に取付金具を使用して固定し、パネル（幅3m×高さ1.5m、1.0m段）をガイドポストの溝に落とし込み高さ3.5mの止水壁を構築した。

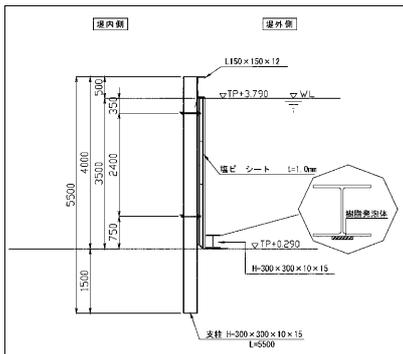


図-2 トレンチシステム支柱方式構造図

既設床版は流水等により表面が骨材などの凹凸がありパネル先端からの通水を遮断するため締切外側全面に塩ビシートを下部側へ余分に垂らしH形鋼にて抑えた。また、塩ビシートと抑え用山留め材の底部に樹脂発泡体目地材を貼付け止水効果の向上を図った。

箱抜孔が転石により利用出来ない箇所については、控え（頬杖）方式を山留め材にてL型に組立て水圧による滑動を防ぐため、オールアンカー（M20 L=150mm N=14本）で既設床版に固定した。

トレンチシステムを使用することでH形鋼300×300×10×15、止水鋼板PL-9 2,950×610、鉄板押え材 H200×200×8×12 L=2.95等の鋼材の穴開け加工や穴開けによる鋼材のスクラップの発生を低減することができ、主な部材もリース品での対応した事で経済性でもコストの縮減に繋がった。また、止水鋼板からパネルを使用することで固定ボルトを使わずガイドポストに沿ってパネルをはめ込むだけの工程にした事で設置、撤去の労力と時間の短縮が可能となった。



写真-2 仮締切堤内側



写真-3 仮締切堤外側

押さえ用山留め材の底面に取付けた樹脂発泡体が鋼材の重さで既設構造物の凹凸沿って圧密して通水を遮断し護床工の施工中においても通水の影響を受けることなく施工することが出来た。

また押さえ用鋼材として、山留め材を使用したことでボルト・ナットにより連結でき、付近ゲート開放時でも流出することがなかった。

標準部はトレンチシステム支柱方式で施工できたが、既設箱抜孔が利用出来ない箇所並びにゲート本体構造物との接合部においてはトレンチシステム控え（頬杖）方式を使う事で既設箱抜孔の間隔にとられる事なく接合することが出来た。

今回、仮締切施工時期に出水は起こらなかったが、対応策として増水時は下流側の止水壁であるパネルを引き上げ堤内側に水を引き込みバランスを取り止水壁自体の崩壊が起こらないよう計画した。

### 4. おわりに

出水時の水圧に対する検討条件（必要壁面高さ等）が明確であることが必要である。

今回は、主に既設床版コンクリートの箱抜孔が3mピッチで存在しパネル間隔と合致したことでトレンチシステム支柱方式を採用したが直接H形鋼を地盤に建て込む際は、支柱の間隔と鉛直度の精度管理を行わないとガイドポストとパネルが組立出来なくなる可能性がある。控え（頬杖）方式については、仮締切の前なので固定用アンカーの施工は水中での削孔となり正確な位置で実施しなければならず山留め材を配置し、山留め材の穴を貫通しコンクリートを削孔できる長ドリルでの施工が必要である。

## 中間支点到剛構造を有す鋼橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 檜崎製作所

工事部 現場代理人

葛西 優<sup>○</sup>

Masaru Kasai

計画部 課長

松枝伸二

Shinji Matsueda

### 1. はじめに

本橋は、東北横断自動車道釜石秋田線の新直轄方式で建設が進められている、東和～遠野間にかかる、鋼4径間連続2主桁桁橋である。

工事概要

- (1) 工事名：平成19～21年度東北横断自動車道  
白土川橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局
- (3) 工事場所：岩手県花巻市東和町
- (4) 工期：平成20年2月9日～  
平成21年7月30日

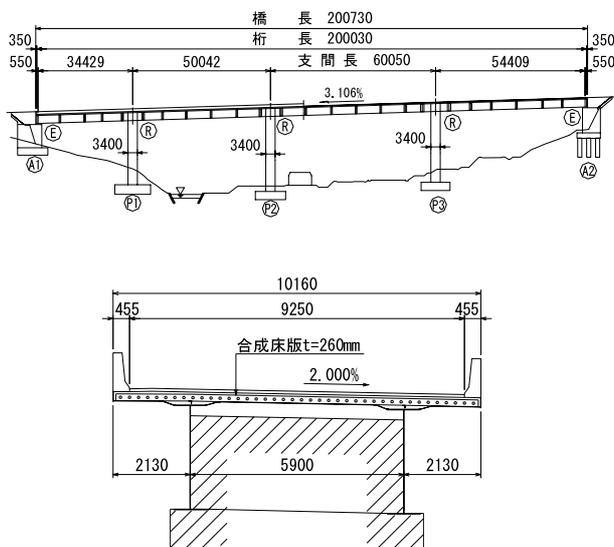


図-1 一般図



写真-1 完成写真

### 2. 現場における問題点

本橋の中間支点部は、耐震性と経済性を向上させるため、鉄筋定着形式によりRC橋脚と一体化させる剛構造となっていた。鋼橋の場合、温度変化に伴う伸縮が大きいため、桁連結後に剛結部のコンクリートを打設すると、硬化前にRC橋脚と鋼桁間に相対変位が生じ、結合に不具合を引き起こす恐れがあった。そのため、橋脚上の剛結ブロックを先に固定する、落とし込み架設工法が必要となった。

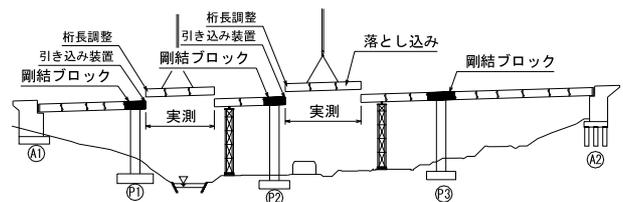


図-2 架設計画図

また、剛構造の場合、温度変化により内部応力が発生するが、その中心温度（設計標準温度+10℃）時に所定の支間長が確保されなければ、最低・最高温度時には応力超過の恐れがあった。

冬季の架設となることもあり、構造計算を具現化するため、以下の問題点を解決する必要があった。

- ① 下部工出来形(実測支間長)と設計支間長の差。
- ② 桁製作時の標準温度(+20℃)と設計標準温度(+10℃)との差。(標準温度補正)
- ③ 設計標準温度(+10℃)と架設時温度(0℃)の差。(架設時温度補正)
- ④ 架設施工誤差の吸収方法。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

工事着工に先立ち、設計・製作部門と協議を行い、前述の問題解決のため、以下の対策を行った。

①については、桁製作前に下部工支間長の実測を行い、②は標準温度補正を行う事とし、それぞれ製作に反映させるものとした。

③は、ウェブの添接板を分割して、添接孔を利用しセンターホールジャッキをセットし、桁の引き込みを行った。その量はP1で6.0mm、P2で7.2mmであった。引き込み後に高力ボルトを本締め、引き込み装置を撤去した。

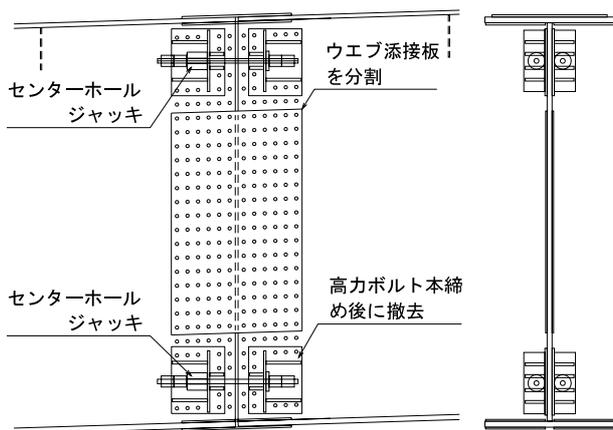


図-3 引き込み装置

④は、架設誤差の実測結果を、落とし込みブロックの工場での桁長調整に迅速に反映させるため、以下の工夫をした。あらかじめ、主桁の孔を

大きく、桁を長く製作しておき、実測結果がプラスの場合は添接板を大きく製作し、マイナスの場合は桁を切断し、添接板を小さく製作することで、+30~-20mmの調整を可能とした。

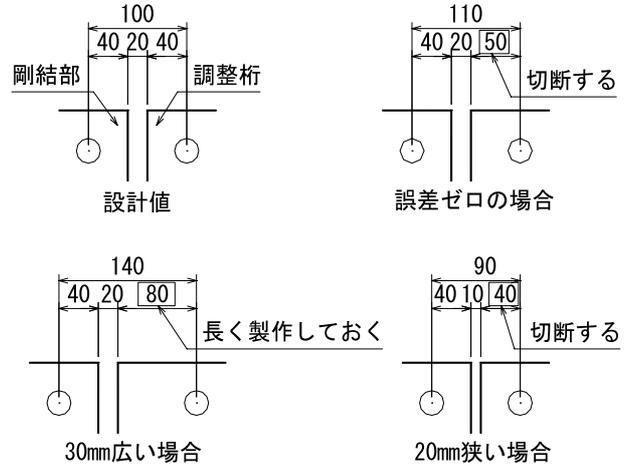


図-4 桁長の調整

これらの対策を実施した結果、本工事は良好な状態で完成することができた。

### 4. おわりに

今回の工事では、地域の御協力を得て現場見学会を実施することができました。工事への理解を深めて頂いたとともに、次代の社会資本の維持整備を担う子供達に、少しでも興味や関心を持って頂ければ幸いです。



写真-2 現場見学会

最後に工事にご協力頂いた地域の皆様、ご指導を頂いた東北地方整備局岩手河川国道事務所の皆様、東日本高速道路(株)盛岡管理事務所の皆様に感謝を申し上げて、報告とさせていただきます。

## 現地調査に基づいた施工方法の変更について

岡山県土木施工管理技士会  
株式会社 日橋コンサルタント  
永元吾朗  
Goro Nagamoto

### 1. はじめに

本工事は、主要地方道に下水道を推進工法にて敷設する污水管理設工事である。推進工法では予測できなかった事象において、工事が中断する事例が多く発生するので、現地調査を入念にする必要がある。

### 2. 現場における問題点

塩ビ管  $\phi 200$  (土被り  $H=2.6\text{m}$ ) を道路縦断方向に推進工法 (3工程) にて敷設する箇所において横断水路があり、当初の断図面によると河床まで  $H=1.1\text{m}$  であった。

現地において、開放水路になっている箇所を測定すると  $H=1.1\text{m}$  であった。しかし、道路面を削孔 ( $\phi 75$ ) し道路下の河床高を測定すると  $H=2.8\text{m}$  あることが判明した (図-1)。

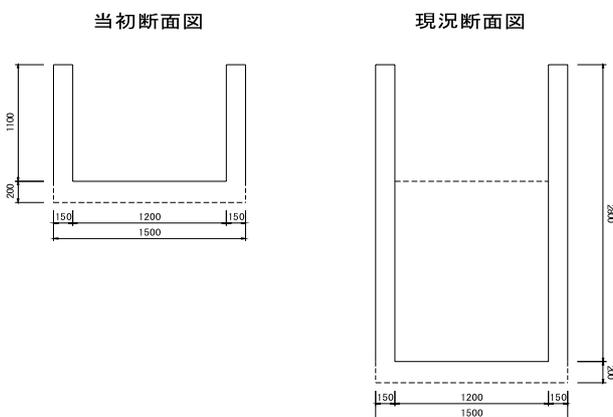


図-1 水路断面図

### 3. 工夫・改善点と適用結果

現地調査結果を基に発注者と協議した結果、以下2点について変更することとした。

- ・土被りを0.5m 下げる (図-2)。
- ・立坑を新たに2つ設け、横断水路下は鋼管推進工法 ( $\phi 350$ ) とする。

土被りについては、既設管への流入高さが決まっているので、それに基づき下げることにした。

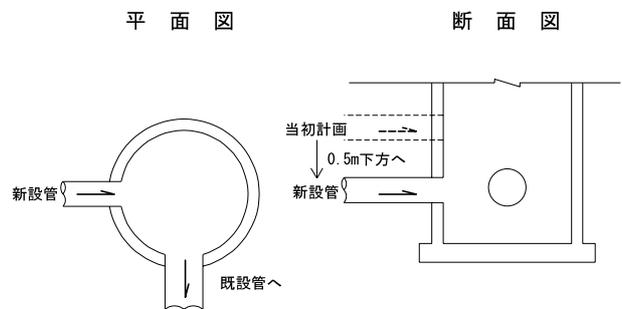


図-2 人坑図

また、横断水路下については当初の工法で施工した場合、基礎材に当たる可能性が高く、尚且つ当たった場合にはその基礎材を排除できない。余裕高も0.1mしかないため鋼管推進工法 (1工程) にすることとした。ただ、鋼管推進工法では施工延長が長くなると施工精度が良くないため施工延長を短くする必要がある。そこで、水路の両側に新たに立坑を2つ設けてその区間内のみを鋼管推進にて施工することにした。施工延長については、過去の実績と経験より  $L=10.0\text{m}$  までが精

度を保てる限界だったため、現地状況を勘案してL=7.0mと決定し施工を行った（図-3）。

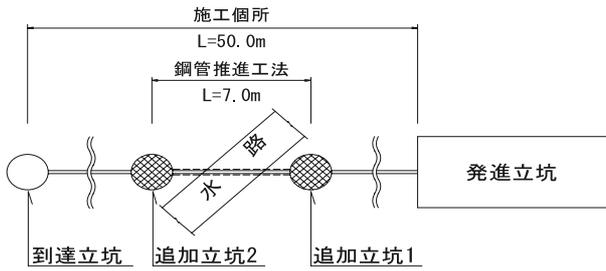


図-3 平面図

新たに立坑を増やすと人坑が増加してしまい、工程に影響を及ぼす可能性がある。そのために、追加立坑については通過立坑とし、追加立坑1、2（各L=1.5m）及び鋼管推進箇所（L=7.0m）のL=10.0mについてもスペーサー等を用いて塩ビ管推進を行うこととした。

単純に立坑2基追加し、鋼管推進を行った場合だと工程は約10日延期されてしまうが、通過立坑とすることにより、3日の延期で済むので工期に影響が少ない。

以上の内容により施工計画を見直し、工程調整や下請負業者の決定、工事材料の発注を行い工事着手した結果、水路横断箇所では基礎材に当たり多少手間取ったものの、見直し工程より1日延びただけで工事を完成することができた。

#### 4. おわりに

工事着手前に現地調査を行うことは基本であり、近年特に埋設物や架空線の切断等の事故が後を絶たない。発注者からの指示もあり占有物件の事前調査はもれなく行われるようになってきている。

しかし、今回のような横断水路の場合は道路両端の開放路部分の調査のみを行い、暗渠部になっている箇所の調査は行わないことが多い。今回の施工箇所においても道路両端の開放部においては設計通りの高さであった。

後に判明したことだが、道路下部の水路構造は泥溜構造となっていた。そのため当初設計よりも河床が1.7mも低くなっていた（図-4）。施工してから30年以上も経過しているため当時の完成書類や工事記録も残っておらず、もし、当初図面のまま施工を行っていたら期限内に施工を終了することはできなかったであろう。



図-4 横断面図

目に見えない埋設物が有る場合は特に念入りな現地調査は重要である。

施工計画

進入路が1箇所しかない工事での混在作業の施工管理

青森県土木施工管理技士会  
 株式会社 脇川建設工業所  
 工事部  
 工事課長  
 藤田 良海  
 Ryoukai Fujita

1. はじめに

本工事は、西津軽地区の水田に、水を供給する導水幹線用水路の老朽化に伴いブロック積（空積の二面張）を取壊し、ブロック積（練）の二面張区間約325mと三面張区間約66m、合計約291mを改修する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：岩木川左岸（二期）農業水利事業  
土淵堰用水路第二工区（その4）  
工事
- (2) 発注者：東北農政局

- (3) 工事場所：青森県弘前市大字大川地内他
- (4) 工期：平成20年9月25日～  
平成21年3月27日

2. 現場における問題点

- ① 工事用道路が片方より進入出来ず、かつ水路内に計画されていた事。
- ② 工事用道路上でなければ、重機械の設置及び資材の仮置スペースがない事。
- ③ 工期と施工量を検討した結果3班体制で同時進行せざる得ない事。

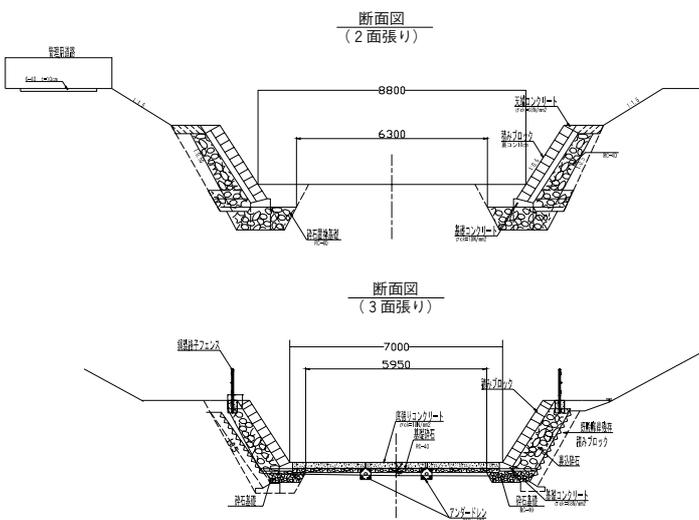


図-1 断面図

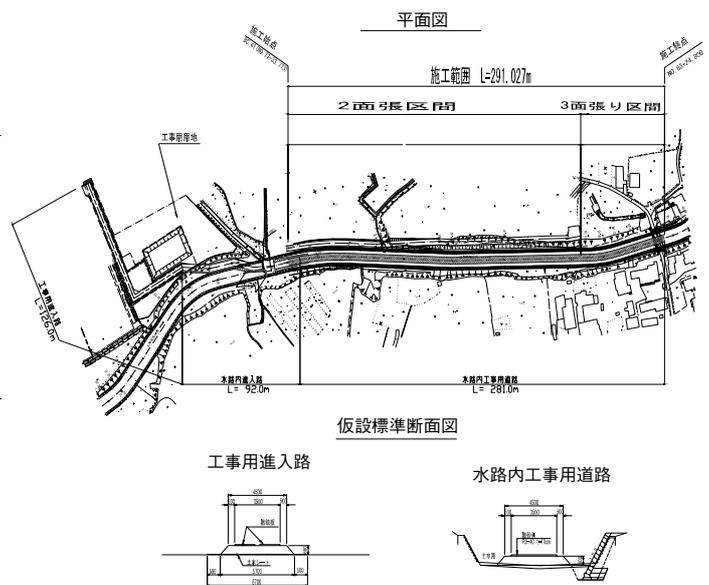


図-2 平面図、断面図

以上の事由より、工事全体の資機材の搬入・搬出にロスが生じ、工事の進捗に影響が出るので、対策をとる必要があった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 施工班が3班である為、単純に施工区間を3分割し、進行方向より100m地点、200m地点の2箇所に、巾約10m・延長約20mの待避所、兼資材仮置き場のスペースを確保した。
- ② 待避所造成には、両サイドの仮排水路として計画した箇所に、耐圧ポリエチレン管φ1,000mm(図-3)を埋設し、その上に敷鉄板を設置した(写真-1、2)。
- ③ 資機材の搬入・搬出に関しては、前日に、その時間及び資材名、おおよその滞在時間等を十分打合せして計画をした。

その結果、当初段階ではある程度スムーズに進んでいたが、工事が進むにつれ、進捗に差が出て、班毎に違う資機材の搬入・搬出がされるようになり、作業の待ち時間が多く見られるようになった。そこで各班が同じ作業をし、同じ資機材の搬入・搬出をして、各班で使回し出来るよう、工程の調整を行った。

以上の結果、工期も遅延せず、工事を終える事ができた。

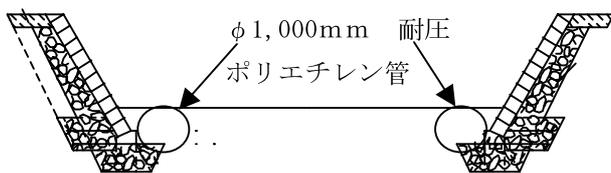


図-3 耐圧ポリエチレン管φ1,000mm



写真-1 耐圧ポリエチレン管φ1,000mm



写真-2 待避所

### 4. おわりに

待避所設置に、排水管、敷鉄板が必要である事。搬入・搬出計画、打合せに労力がある事。また、待避箇所の本工事については後施工となるので、これらの検討が必要である。

## 低速走行規制による高速道路上の一括架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
株式会社 IHI インフラシステム  
建設部  
現場代理人  
牧 靖彦  
Yasuhiko Maki

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：第二東名高速道路  
松沢川橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：中日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：静岡県沼津市足高～  
静岡県駿東郡長泉町字長窪
- (4) 工期：平成18年9月28日～  
平成21年8月12日

本橋は新東名の長泉沼津 IC（仮称）と東駿河湾環状道路の長泉 JCT（仮称）とを接続するランプ橋である。桁架設は、平成20年5月18日の早朝に、東名（上り線由比 PA～架設現場、下り線東名山北 BS～架設現場）を低速走行規制し、国内最大級の1,200 t クローラクレーンを使用して一括架設を行った。

### 2. 現場における問題点

#### (1) 吊具の取り外し

橋梁に合理化合床版を取り付けて一括架設を行った。吊具（ワイヤー、シャックル）を直接橋梁に取り付けると、シャックルを吊金具から取り外した時に、橋面上を引きずりキズをつける。

#### (2) ワイヤーの張力管理

6点吊りのワイヤー張力にバラツキが生じ、特

定のワイヤーに過張力状態が生じる恐れがある。

#### (3) 一括架設方法

一括架設の所要時間によって高速道路の規制方法が異なるので、作業方法の検討が必要であった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 吊具構造

吊具の取り付け、取り外しを短時間にできるように吊り天秤を使用することにした。吊り天秤にワイヤーを取り付け、吊天秤下に鉛直にぶら下がるアイバーと橋梁の吊金具とをピンで連結することで、シャックル、ワイヤーの横移動がなくなり、橋梁の品質を確保し、安全な作業が実現できる。

吊天秤は、主部材に H 形鋼（H900）を使用した（写真-1）。



写真-1 吊天秤

## (2) ワイヤーの張力管理

橋梁吊り上げ時のワイヤー張力のバランスが重要になるので、6点全てに50tのチェーンブロックとテンションメーターを仕込み、吊り上げ時、架設時のワイヤー張力を設計荷重内で管理した。

使用ワイヤー径は、架設時の作業性を考慮してφ60mmとした。また、吊天秤の重量を極力軽量化する目的で6点吊りとした(写真-2)。



写真-2 テンションメーター

## (3) 一括架設

低速走行規制で確保できる架設時間は15分間であった。クレーン作業の旋回、起伏および前進のうち、起伏に要する時間が長くなるので、旋回と前進について検討し、近隣の現地条件を考慮して前進による一括架設とした(図-1、2)。

架設は、クレーンの移動を予定時間の9分30秒から4分30秒に短縮できたので、桁の降下と位置調整に戸惑ったが、所定の時間内で無事完了することができた(写真-3、4)。

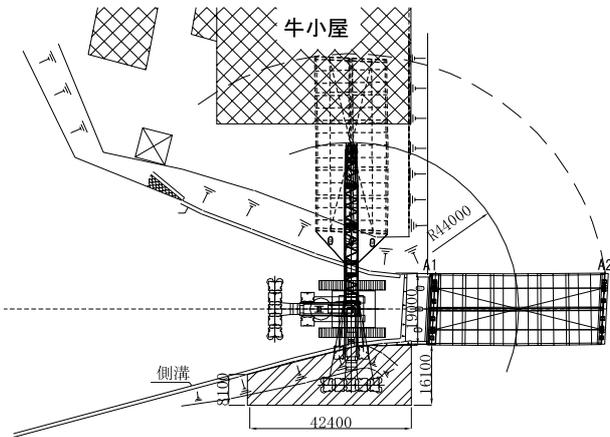


図-1 旋回架設案

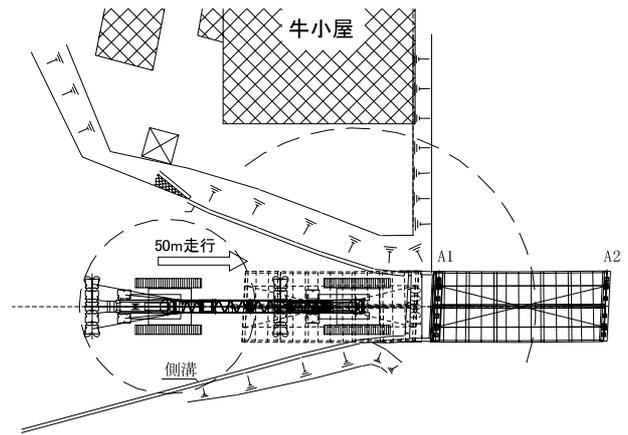


図-2 前進架設案



写真-3 架設準備完了



写真-4 架設状況

## 4. おわりに

### (1) 吊り天秤

吊り天秤の取り付け、取り外し時間を短縮し、安全作業ができた。吊り天秤を使用する場合には、吊り天秤の重量が加算されるので、使用クレーンの定格総荷重に注意を要する。

### (2) ワイヤーの張力管理

テンションメーターの表示荷重を見ながら、チェーンブロックを使用してワイヤー張力を調整したので設計荷重内で管理できた。

## 現場溶接および壁高欄施工時の桁下通行車両への安全確保

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
株式会社 IHI インフラシステム  
建設部  
現場代理人  
柳川 康行  
Yasuyuki Yanagawa

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：北関東自動車道只上西橋  
(鋼上部工) 工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：群馬県太田市只上町地内
- (4) 工期：平成19年8月29日～  
平成21年10月16日

本橋は国道50号線上に位置し国道122号との立体交差に近接しているため、本線および側道を跨ぐ橋梁である。交通量の非常に多い国道50号における施工上のトラブル・災害・事故が及ぼす社会的影響は甚大である。

国道上の施工は、国道を夜間通行止めにして行う、クレーン・ベント工法による桁架設、合成床版架設、付属物設置と、昼間国道の交通を確保して行う主桁の現場溶接、壁高欄施工がある。

### 2. 現場における問題点

- (1) 架設後の現場連結部位置が国道50号の本線上に張り出しているため、現場溶接の風防設備を本線上に設置しなければならない。

国道通行止め日数の制限により風防設置作業は夜間1日で8基となる。本線部への資材・機材搬入を含め、十分な養生設備を施工するには作

業時間、および高所作業の安全性が懸念される。

- (2) 橋梁足場を設置せず、国道を供用させた状況で壁高欄コンクリートの打設を行うため、桁下交通に対し十分なコンクリート飛散防止対策を講じる必要がある。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 架設後連結位置について

詳細設計において架設後連結位置の見直しを行い、本線上に張り出していた当初の連結位置をベント上に変更した(図-1)。この変更により以下の効果が得られた。

- ・風防設置、解体作業の施工性・安全性の向上
- ・ベント上での風防設備となるため、床面の養

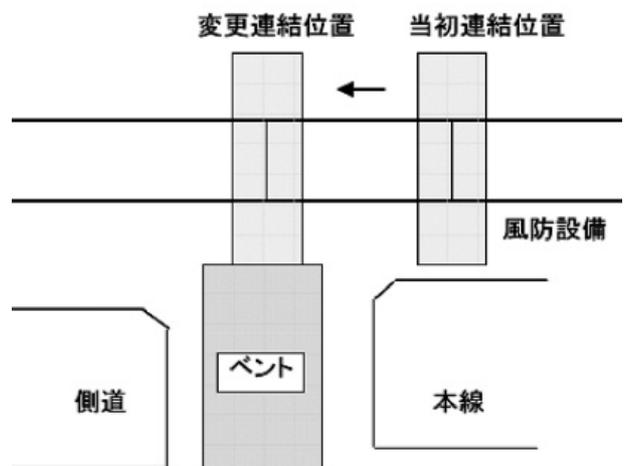


図-1 連結位置の変更



写真-1 ベント・風防設備

生を確実に施工できた。

- ・走行車線上から風防設備を無くすことによりドライバーへの圧迫感が無くなった（写真-1）。

(2) 桁下国道の一般通行車両に対する安全確保のため、壁高欄施工時のコンクリート飛散防止に以下の対策を講じた。

- ・安定した体勢で施工できるよう、打設用足場を設置した（写真-2）。



写真-2 打設状況

- ・打設用および仕上げ用のコンクリート防護設備を設置した。

a) 打設用防護板（固定型）

予め壁高欄（側鋼板）天端にアルミ製の防護板を、打設～1次仕上げまでの間設置し、コンクリートの飛散防止を図った（写真-3）。

b) 仕上げ用防護設備（移動型）

仕上げ作業に合わせ床版上を移動できる構造とし、コンクリートの落下防止を図った（写真-4）。



写真-3 打設用防護板（固定）



写真-4 設備全景

## 4. おわりに

(1) 現場連結部位置の変更

輸送条件に問題が無ければ有効な手法であるので、橋梁の形式を考慮して適用可能である。なお、連結位置の変更は、桁の断面が変わる可能性があるため経済的検討が必要である。

溶接作業については、ベント上であることから準備工を含め、作業性・安全性が向上した。

(2) コンクリート飛散防護設備

本設備によりコンクリートの飛散を防止できた。仕上げ用防護設備の移動を人力で行ったため、床版に勾配がある場合には移動設備および強風時の耐風対策について安定性の照査が必要である。

## パイプ支柱システム式支保工を用いた河川内の 橋梁架設の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
瀧上工業株式会社

工事グループ 課長 係長  
松原 年 紀<sup>○</sup> 上 田 晃 正  
Toshiki Matsubara Terumasa Ueda

### 1. はじめに

本橋は紀伊半島の沿岸部・内陸部の交流の促進、及び国道168号現道の交通困難の解消を目的として計画された道路で、地域高規格道路（五條新宮道路）の一部となる「本宮道路」に位置し、熊野川（新宮川）を渡河する橋梁である。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：国道168号（仮称切畑1号橋（その1）・（その2））道路改築工事
- (2) 発 注 者：和歌山県西牟婁振興局建設部  
本宮駐在
- (3) 工事場所：和歌山県田辺市本宮町切畑地内
- (4) 工 期：平成18年11月9日～  
平成21年3月20日

### 2. 現場における問題点

本工事における河川内の瀬替えに伴い、熊野川は鮎の産地であり地元漁業組合との申し合わせで、河川内の施工期間を鮎漁の漁期外である11月1日より5月31日までで行う制約があった。また、流水部の通水管の選定にあたって、当初計画のコルゲートパイプ（φ1,200 32列）では流水幅が40m以上となり、ベント設置及び架設用クローラレーンの据付に支障をきたすため、流水幅が10mとなるヒューム管（φ2,000 5列）とした。

現場はこのような狭い河川内での作業ヤード、高い橋脚での高所作業および施工時期が限られた条件で遂行しなければならない問題点があった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

本工事の高所作業低減策として、写真-1に示すパイプ支柱システム式支保工（RoRo システムベント）を採用した。

このベントの特長は、支柱材に高張力鋼製パイプ（STK540）を使用することで軽量化を図り、組立に際してもダボ付ピン及びボルトを使用しているため、組立作業が簡素化されている。

また、地上で地組立された箱型ブロック（10本支柱）での上架・解体が可能なることによる高所作業の低減、さらに中段足場がパネル形式で横継材



写真-1 RoRo システムベント

が手摺を兼用した部材になっているため、高所作業での安全性が向上する。

写真-2に示すように本橋は桁下約20mと高く流水部もあることから、桁架設前に墜落防止の安全のための先行ネットを設置した。

河川内のP1～P4は250t吊クローラクレーンにて地組・架設を行い（写真-3）、市道上となるP4～A2については、200t吊オールテレーンクレーンを道路上に据付け、通行止めを行ない架設する計画とした。

しかし、市道の通行止めに伴う迂回路に設定する道路が非常に狭く、緊急車両の通行が困難なことから、200t吊から250t吊のオールテレーンクレーンに変更し、河川ヤード内から架設することにより緊急車両の通行を可能とした（写真-4）。

また、通行止めの実施前には、地元住民及び警察署・消防署等の関係機関に「工事のご案内」と



写真-4 P4～A2道路架設状況

「通行規制のお知らせ」を配付し、地域の方々にご理解、ご協力を得た。

#### 4. おわりに

本工事は世界遺産登録地域であり、熊野川という清流での架設であった。

鮎漁の漁期外の施工であったが、河川環境に留意するとともに、鮎の溯上に悪影響を与えないよう施工することも念頭に入れ、川を汚さないように心がけて施工した。

ベントには、パイプ支柱システム式支保工（RoRoシステムベント）を用いたが、軽量であることから地上での組立てから上架が簡単であることが、河川内で橋脚が比較的高い本工事での採用に至った。しかし、従来のベントと解体方法が異なる作業等が発生するため、計画時からの安全に対する配慮は必要であると感じる。

本工事では、上記のような課題点を克服し、搬入路撤去も現況通りに復旧し、無事竣工することが出来た。



写真-2 墜落防止先行ネット



写真-3 P4～P3架設状況

## 施工性と環境に配慮した鋼橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

高田機工株式会社

橋梁工事部

工事課係長

藤 純 一〇

Junichi Huji

工事長

松 本 剛

Takeshi Matsumoto

### 1. はじめに

新中川橋は、埼玉県の三郷市と八潮市を結ぶ、一級河川中川を跨ぐ3径間連続箱桁橋である。本工事では、3径間のうち三郷市側の1径間を施工した。

当初は、クレーンベント工法と横取り工法を併用して架設する計画であった。計画の概要は、河川内に杭基礎を用いたベントを2基設置し、既設の仮栈橋から80t吊クローラークレーン2台を用いて1主桁をベント上に架設する。高力ボルトを本締めした後、横取りを行い所定の位置に据え付け

る。この工程を3回繰り返すという工法であった。計画図を図-1、図-2に示す。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：住宅市街地基礎（道路）整備工事  
（仮称）新中川橋上部工3工区
- (2) 発 注 者：埼玉県越谷県土整備事務所
- (3) 工事場所：埼玉県三郷市大字戸ヶ崎地内
- (4) 工 期：平成18年12月28日～  
平成20年3月30日
- (5) 橋梁形式：3径間連続箱桁橋
- (6) 橋 長：190.0m（施工長61.9m）（A1～P1）
- (7) 幅 員：車道2@7.3m  
歩道2@3.2m
- (8) 鋼 重：410.5t

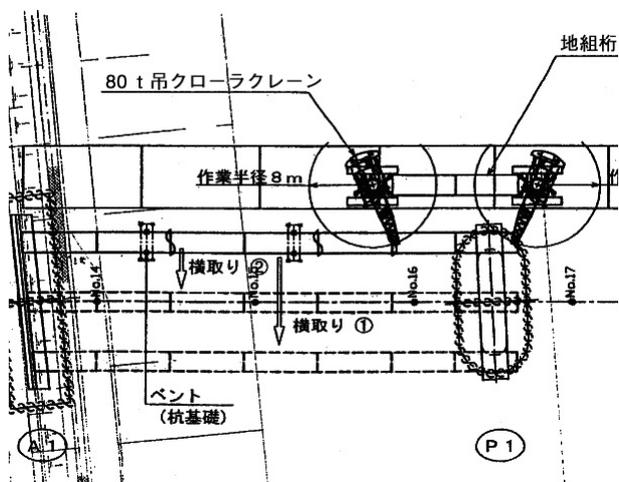


図-1 当初架設計画

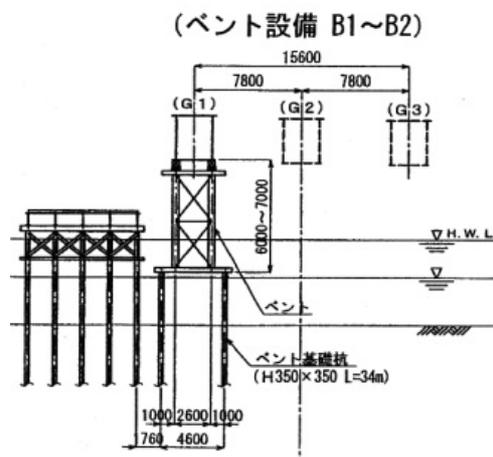


図-2 当初ベント計画図

## 2. 現場における問題点

架設機材や周辺環境の精査を行ったところ、以下の問題点が考えられた。

### ① クローラクレーンおよび仮栈橋の能力

当初計画による80t吊クローラクレーンでは作業半径が不足する。また、既設仮栈橋の幅では80t吊以上の重機を使用できない。

### ② 杭基礎施工時における周辺環境への影響

架設場所周辺は住宅密集地であり、幼稚園や託児所が存在することから、ベントの杭基礎施工時における振動・騒音に配慮する必要がある。

## 3. 工夫・改善点

仮栈橋補強を行い、当初計画に準じた架設方法の採用を検討したが、そのままでは周辺環境に与える影響を排除することが不可能であった。

そこで、既設の仮栈橋を使用し、杭基礎施工を行わない方法として、縦送り工法と横取り工法を併用する計画に変更した。施工方法の概要は、仮栈橋上に軌条レールを配置し、A1側の作業ヤードに設置した160t吊クレーンにより主桁架設を行い、高力ボルト本締めと縦送り作業を繰り返す。1主桁の組立が完了した後、A1橋台およびP1橋脚に配置した横取り装置により所定の位置に据

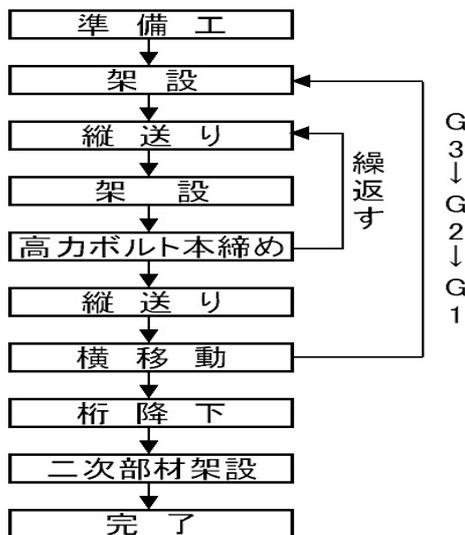


図-3 施工フローチャート

え付ける工法である。施工フローチャートを図-3に示す。

ここで、本工法を採用するにあたり、以下の工夫を行なった。

仮栈橋上で桁の縦取りを行なう際に、台車の最大反力が60tとなる。仮栈橋に作用する反力を分散させるため、工事桁(H=1,000)を縦送り方向に設置し軌条レール兼用とした。また、工事桁を用いることにより、縦送り時の桁設置高と下部工天端との高低差を少なくすることが可能となり、台車上に設けるサンドルを低くすることが可能となった。写真-1、2に架設状況を示す。



写真-1 桁縦送り状況



写真-2 横取り状況

## 4. 適用結果

今回、架設計画における問題点を解決するにあたり、周辺環境に与える影響を最小とする工法を選定した。その結果、振動や騒音削減のみならず、河川水質への影響軽減や、安全な施工およびコスト削減などの結果を生み出すことができた。

## ケーソン製作工程の検証と反省について

(社)北海道土木施工管理技士会  
株式会社 高木組  
土木部  
中川 澄人  
Sumito Nakagawa

### 1. 工事の概要

ケーソン2函(10m×8.2m/10.2m×10.4m)をフローティングドックを使用して製作し、防波堤港内側仮置場所に仮置きするもので、工期は12月12日から翌年3月28日まで(全107日間)であった。

### 2. 全稼働日数の算出に関わる検討

全稼働日数とは、施工計画等段階、実作業実施段階、跡片付及び書類整理等段階などの全工期内の全稼働日の合計日数をいっている。

- ① まず、港湾漁港供用係数を使用して算出してみた。当係数は当現場の場合、陸上作業で1.65であり、全稼働日数は107日(全工期日数)÷1.65=65日と算出される。
- ② 次に、現場での実際の作業不能日データを参考として算出してみた。最初に、作業不能日とするための条件を探し出してみた。
- ③ 安全上の作業中止基準である風速10m/s以上の日は、現場では実際に作業不能日であったかどうかを確認してみたところ、当該気象条件下では、その一致を見ることはなかった。

不一致データを、再度、詳細に照らし合わせてみたところ、風速10m/s以上であり、なおかつ、最大瞬間風速が概ね20m/s以上の日(写

真-1)が、作業不能日となっていた。



写真-1 最大瞬間風速が概ね20m/s以上の日の状況



写真-2 外部設置風速計とデジタル表示部

- ④ また、降雪による作業への阻害についても調べてみた。

当現場では、降雪によって実際に作業を休止したということはないが、降雪のある時に、型枠の組立作業を行った時があった。

この時、型枠内のコンクリート打継部分の表面溝部に融雪水が溜まって凍結、それが防寒養生囲い上屋を設置後の給熱によっても溶けきれず、側面型枠コーナーハンチを外し(写真-3)、そこに温風送風ダクトを差し込んで(写真-4)、やっと溶解させたということが起きている。



写真-3 側面型枠コーナーハンチ部除去状況

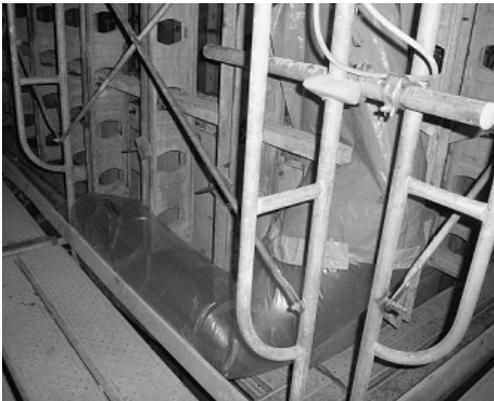


写真-4 除去コーナーハンチ部への温風送風ダクト挿入状況

このことは、降雪が作業を阻害したことに他ならないのではと考えられる。

したがって、降雪10cm以上の日も作業不能日の算出根拠として考えるのは、有効であると考えられた。

上記により、作業不能日とする条件は、風速10m/s以上、なおかつ、最大瞬間風速概ね20m/s以上の日、及び、降雪10cm以上の日となり、全稼働日数は、全工期日数からこれら作業不能日及び土、日、祝祭日（作業不能日とのダブリは修正してある）を控除して、算出することができる。

当項の考え方に基づいた全稼働日数は、実気象データに基づき63日と算出された。

この数値は、①で算出された65日と2日しか相違がなく、①での数値は、これまでの少なくとも数十年スケールでの経験データに基づいたものなのだ、と改めて成る程と感じ入ったところである。

③②項での考え方による全稼働日数の算出を、当現場での工期と合致させた過去5年間の平均気象データ等を当てはめ、行ってみたが、その結果は、58日となった。

この数値は、過去5年間データの内の2年のデータが平均よりも悪気象データとなっていたことから出た数値と考えられる。

このことは、その年によっては、異常気象の時もあり得る、すなわち、全稼働日数として、58日（当工事と同様な状況下の場合であるが）しか取れないこともあり得るのだということを念頭に置き工程の計画を立てるべき、と教えてくれているのかもしれない。

また勿論、先を見た必死の工程フォローアップが大元になければならないが、それでも及ばなかった時に、異常気象の時もある、気象データと照らし合わせてみた時、今回はその時に該当するのではないのでしょうか？と発注者に主張する論拠とすることが出来るかもしれない。

### 3. 現場での計画工程と実工程の違い

当初立てられた計画工程では、ケーソン進水仮置施工日の最早開始日と最遅開始日との間に11日の余裕日数があった。

またその計画工程の中での実作業日数は、50日間を見込んでいた。

しかし、実際に現場が動き始めてすぐに、予定していた余裕日数の食いつぶしが起こり出した。

本来ならば、2～3日の食いつぶしの時点で、工程のフォローアップに手を付けるべきだったのだろうが、それを行ったのは、余裕日数11日のうちの8日が消費された時点であった。

そして、2回目のフォローアップが行われたのは、余裕日数が全てなくなってしまった時点で、更に3回目のフォローアップは、ケーソンの進水仮置が最遅ケーソン進水仮置予定日から4日遅れるかもしれないということが判明した時点で行うという有様であった。

2回目以降のフォローアップでは、休日は全く

無視して日数を確保せざるを得なくなった。

結果としては、最遅ケーソン進水仮置予定日の2日前にその作業を終え、工期内に工事を完成させることが出来た訳だが、当初計画していた実作業の50日間という数字は、実際には63日間を要し、当現場での実績全稼働日数は、作業計画等で13日間、実作業で63日間、書類整理等で3日間の計79日間となった。

上記の実作業日の計画日数と実績日数の差13日間が現出したことにより、工程のフォローアップをせざるを得ない状況が現出したことを如実に物

語っている。

#### 4. 今後への対処

まず、計画工程作成段階での甘さと未熟さが認められたこと、次に、工程フォローアップへの対処が全く遅きに失していたと認められたことを踏まえ、今後はこれら改善すべき事例について、技量の向上に真摯に取り組むと共に、せつかくのこの体験を絶対無駄にしてはいけない。そして、この体験をこれからの工程管理業務に、是非とも活かしていかなければと考えている。

# トラス桁の一括横取り併用トラベラクレーン張出し工法による工期短縮

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

技術本部工事グループ

現場代理人

西川 岳 志<sup>○</sup>

Takeshi Nishikawa

株式会社 宮地鐵工所

工事本部工事計画部

林 光 博

Mituhiro Hayashi

## 1. はじめに

成田新高速鉄道線は、都心と成田空港を現状最速51分を最速36分に短縮する目的で進められている事業である。本工事は、同鉄道線が印旛沼捷水路と約20°の交差角度で施工される橋長210.96m、支間104.1m×2の2径間連続下路トラス橋の工場製作から現場施工までの工事である。図-1に位置図を示す。



図-1 位置図

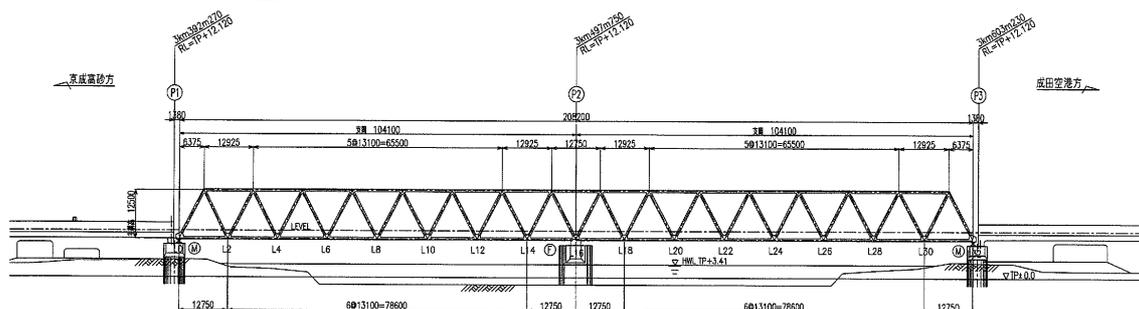


図-2 橋梁一般図側面図

## 工事概要

- (1) 工事名：成田高速線、印旛捷水路橋りょう（鋼トラス）
- (2) 発注者：独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構鉄道建設本部東京支社
- (3) 工事場所：千葉県印旛郡印旛村吉高地内
- (4) 工期：平成19年10月18日～平成21年12月17日

構造形式は、2径間連続複線曲線下路トラス（起点側1径間トラス格点折れ）で支間は104.1m+104.1m、軌道構造は弾性マクラギ直結軌道、鋼重は約1,210tである。

## 2. 現場における課題

本工事は日本橋梁・宮地鐵工所JVで受注し、平成19年10月18日に工事開始したが、鉄道の完成が平成21年度末を目標としており、非常にきびしい工程での工事となった。橋梁一般図側面図を図-2

に示す。P1-P2間の架設は、当初橋脚完成後に現位置架設としていたが、捷水路管理者との協議などの影響により橋脚完成が遅れることとなった。遅れを取り戻す工期短縮の工夫が必要となった。

### 3. 対応策と適用結果

P1-P2間の架設は工期短縮を図るため、橋脚工事と並行して架設作業が可能となる工法として、一括横取り架設工法を併用することとした。本橋位置から15m左岸側にトラッククレーンベント工法により地組立を行い、P2-P3間架設用のトラベラクレーンを搭載し、下部工の完成に合わせて一括横取りを行った(図-3)。写真-1に横取り架設状況写真を、写真-2に横取り軌条設備を示す。この工法変更により、約3か月の工期短縮が実現できた。



写真-1 横取り架設状況

P2-P3間のトラベラクレーン工法による張出し架設工法は、当初350t・mの全回転式トラベラクレーンで1パネル架設ごとに移動固定しながら張出し架設する予定であった。しかし、軌条設備の設置およびクレーンの移動工程の1サイクルに3日を要することから、クレーンの性能を650t・



写真-2 横取り軌条設備

mにランクアップすることにより、固定位置から2パネルの架設を可能とし、移動固定サイクル回数を半減して工程の短縮を図った。また、650t・m全回転式トラベラクレーンの支点を補強格点に直接載荷できるように走行フレームの延長改造を行った。改造に伴い全面的に荷重制御の新設を行った。なお、P3側端部2パネルの架設については、対岸から160t吊トラッククレーンによる架設とした。この2パネル架設時にはトラベラクレーンは中間支点付近まで後退させた。この工法採用により、トラベラクレーン自重は増大したが、桁断面補強は不要となり、桁製作工程への影響は出なかった。

### 4. おわりに

一括横取り、張出し架設とも、スムーズに施工ができ、結果、大幅な工期短縮を達成することができた。最大張出し時キャンバーについては計算値との誤差5mm程度であった。架設完了時のそりについても許容値内に納まり、出来形精度も確保できた。

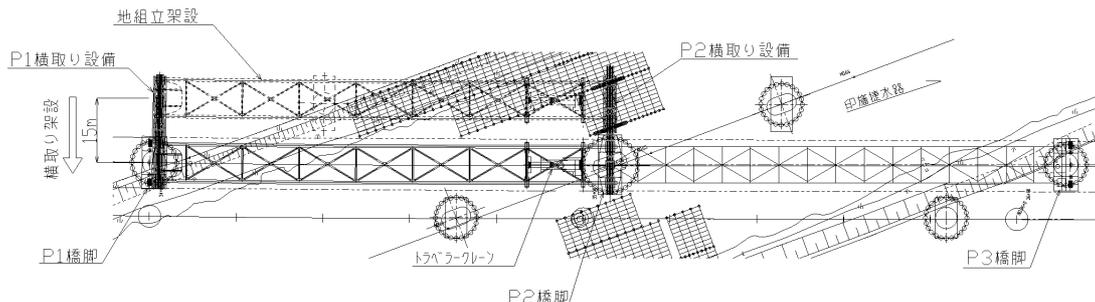


図-3 P1-P2間横取り平面図

## 後付け化粧ボルトの塗装時期について

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
株式会社 横河ブリッジ

工事第二部工事課

曾 我 由 孝

Yutaka Soga

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：県道名古屋新宝線日比野工区上部  
          工 事
- (2) 発 注 者：名古屋高速道路公社
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市熱田区西郊通
- (4) 工 期：平成20年3月19日～  
          平成22年3月15日

本工事は都市内高速の高架橋架設工事であり、交通量の多い県道上に鋼床版箱桁橋を架設する工事である。

作業手順として、鋼床版箱桁を架設後、箱桁下部の吊足場を使用して高力ボルトの締め付け、ジョイント部の現場塗装を実施する。

吊足場は図-1のように箱桁に取付けた吊ボルトを利用して吊下げる構造であり、使用后吊足場を解体し、吊ボルト（写真-1）を化粧ボルトに取替える作業が発生する。

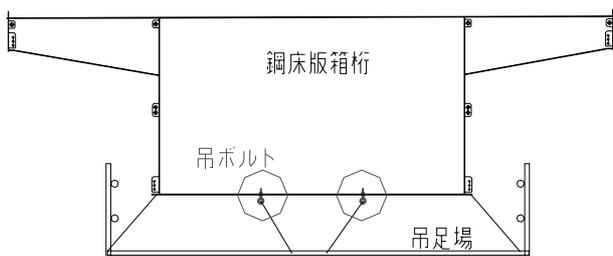


図-1 吊りボルト設置位置図



写真-1 吊りボルト

### 2. 現場における問題点

化粧ボルトの頭部は無塗装のため、塗装（表-1）に要する日数は最低でも7日必要となる。

当初は化粧ボルトの取付け後に塗装作業を考えていたが、交通量の多い交差点付近（図-2、写真-2）であるため、夜間規制作業となり、工程の遅延が懸念された。

表-1 塗装仕様

塗装系記号	塗装工程	塗料名	塗装間隔
N-06J	表地調整	SIS St+3, SPSS Pt3	8時間以内
	1層	ミスコート	1~10日
	2層	変性エポキシ樹脂	
	3層	変性エポキシ樹脂	
	4層	変性エポキシ樹脂	
	5層	変性エポキシ樹脂	
	6層	ふっ素樹脂	
7層	ふっ素樹脂		

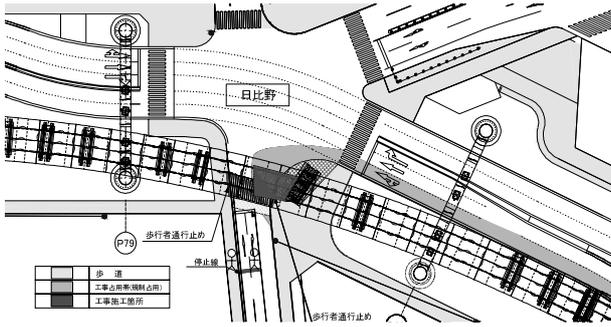


図-2 位置図



写真-2 日比谷交差点部

### 3. 化粧ボルトの提案

下記のように閉ボルトの塗装時期をボルト取付け後から取付け前に変更した。

(変更前)

吊足場解体→閉ボルト取付→閉ボルト塗装

(変更後)

①吊足場解体 } → 閉ボルト取付  
 ②閉ボルト塗装 }

### 4. 適用結果

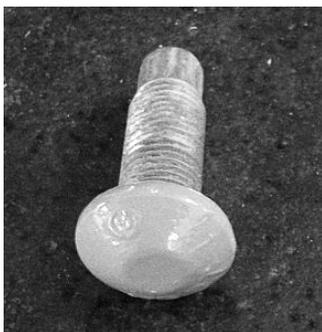


写真-3 閉ボルト塗装

事前に化粧ボルトを塗装しておくことで、吊足場解体と同時に取付けを行うことができ、工程促進につながった。(写真-4)

また、再度交通規制を実施することなく作業を実施でき、周辺交通への影響を軽減できた。



写真-4 閉ボルト塗装

### 5. 採用時の留意点

#### ・採用時の留意点①

閉ボルトのボルト長は取付け箇所によって長さが異なる(首下長  $L=50, 55, 60$ )。夜間規制中に足場の解体と同時に取付けるため、取付け箇所を間違えると再度別の日に規制をしなければならないことから、作業者にボルトの取付け箇所を周知し、在庫確認を事前に行うことで対応した。

#### ・採用時の留意点②

閉ボルト頭部の塗装の管理には注意が必要で、ボルト同士が接触し塗装が剥がれる品質上の問題があることから、閉ボルトは取付け完了までは塗装部の養生、管理が必要であった。

### 6. おわりに

化粧ボルトの取付作業は1日工程となるが、そこに塗装作業工程を考慮すると塗装面積の大小なく塗装仕様によるが、最低7日間の作業となる。

鋼橋の現場を円滑に進めるためには他工種が密接に関わってくることから、全体工程を検討しながら、常に新しいアイデアを持って工程短縮できるように管理することが必要だと感じた。

## トンネル舗装工事の工程短縮への道

宮城県土木施工管理技士会  
株式会社 NIPPO 東北支店  
工事部  
鈴木 美紀夫  
Mikio Suzuki

## 1. 適用工種

本工事は、成瀬ダム建設事業の一環である1号トンネルのコンクリート舗装工事である。当現場は積雪寒冷地であり、1～3月は雪に覆われることから、降雪前に主工種であるコンクリート舗装を完了させることが重要な課題であった。

本報は、様々な取り組みにより、工程を短縮させ降雪前にコンクリート舗装を完了することができたことから、これらの取り組みを報告するものである。



図-1 全体配置図

## 工事概要

- (1) 工事名：平成21年度成瀬ダム国道付替1号トンネル舗装工事
- (2) 発注者：東北地方整備局湯沢河川国道事務所
- (3) 場所：秋田県雄勝郡東成瀬村椿川字桧山台
- (4) 工期：平成21年6月30日～平成22年2月25日

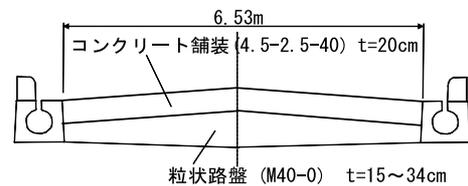


図-2 標準横断面図

## 2. 現場における問題点

工期は2月末であったが、現地は例年11月中旬には降雪があり、表-1の問題点から遅くとも11月20日までにはコンクリート舗装工（本線部）を完了させることが必須であった。

## 3. 工夫および改善点

表-1 施工上の問題点

NO.	問題点
1	大型トラックによるコンクリート舗装用材料の供給(コンクリート150m <sup>3</sup> /日および目地金物等)が困難
2	気温低下によるコンステンシーの低下。
3	トンネル抗口の路盤凍結による施工性および品質の低下。
4	養生および除雪等のコストが上昇
5	施工起点側抗口に入出入り通路が無く、また、終点側から1方向で施工する為、施工効率が低下

問題点を踏まえ、以下の4項目について対策を講じた。

- 1) スリップフォーム工法による構造物の施工  
工程短縮および仕上がりの均一性を図るため、円形水路および歩車道境界ブロックをスリップフォーム工法で施工した。



写真-1 打設状況 (左:全体、右:成型部拡大)

## 2) 自走式ターンテーブルの使用

コンクリート舗装の平坦性および均一な路面の確保は、施工の連続性に左右される。当該現場はトンネル内であることから、10t ダンプトラック (生コン運搬用) の方向転換は困難であり、明かり部で方向転換し、後進で生コンを供給するため、供給性および安全性に問題があった。そのため、非常駐車帯部に運搬車の方向転換装置「自走式ターンテーブル」を設置し、生コンの安定供給を図った。



写真-2 自走式ターンテーブル

## 3) 勾配可変式舗設機械の仕様

コンクリート舗装は、両勾配同時仕上げが可能な「勾配可変式舗設機械」を使用することにより、2車線同時施工を可能とし、大幅な工程短縮を図った (NETIS HR-990087-A)。

## 4) 施工起点側の仮設足場の設置

施工起点側は、橋梁工事が完了していないことから崖になっており、作業スペースの確保が困難であった。そのため、足場を仮設すること (図-3 および写真-4 参照) および終点3スパンを人力で施工した。

## 4. 効果

これらの対策により、無事故で降雪前に工事を完了させることができた。対策毎の効果は、表-2のとおりである。

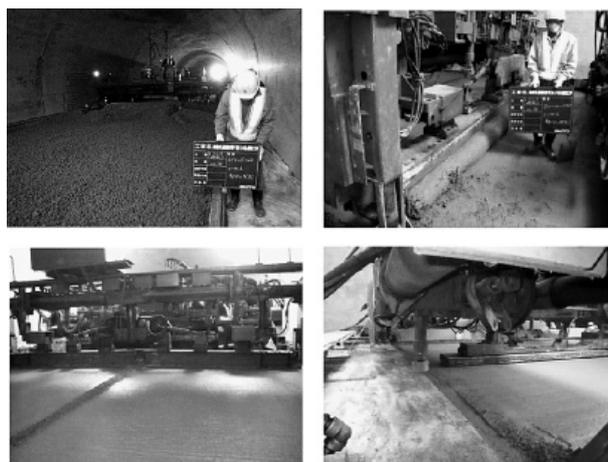


写真-3 可変勾配式舗設機械 (左上:スプレッダ、右上左下:フィニッシャ、右下レベラ)

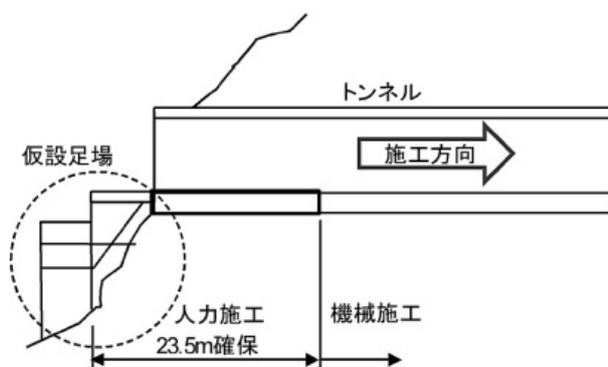


図-3 仮設足場概要図



写真-4 仮設足場設置状況

表-2 対策の効果

NO.	対策	効果
1	スリップフォーム工法による構造物の施工	●工程短縮 円形水路 16日間の工程短縮 歩車道境界 24日間の工程短縮
2	自走式ターンテーブルの使用	●2日間の工程短縮 (後進による時間ロス軽減) ●材料の安定供給を確保 ●材料運搬時の安全確保
3	勾配可変式舗設機械の仕様	●20日間の工程短縮
4	施工起点側の仮設足場の設置	●安全確保 ●施工性の向上

## 5. 採用時の留意点

1) スリップフォーム工法やコンクリート舗装は低スランプの特殊なコンクリートを使用するこ

とから、製造工場との密な連絡により、タイムリーな供給および管理が求められる。

- 2) 移動式ターンテーブルの使用に際しては、トンネルの内空断面の寸法を確認し、使用可能かどうか事前に検討する必要がある。
- 3) 仮設足場は、崩落の危険性を含んでいるので独自の点検項目を設定し、密な点検が必要である。

## 環境護岸ブロックⅡ型新製品の使用による 工程短縮及び施工性の向上

宮崎県土木施工管理技士会  
湯川建設株式会社

土木部主任  
椎 葉 伸 二〇  
Shinji Shiiba

土木部主任  
甲 斐 一 弘  
Kazuhiro Kai

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：平成19年度水防災第1-12号  
五ヶ瀬川角田地区築堤護岸工事
- (2) 発 注 者：宮崎県延岡土木事務所
- (3) 工事場所：延岡市北方町角田
- (4) 工 期：平成20年10月7日～  
平成21年3月10日

#### 適用工種

- 1級河川又は、2級河川・一般河川の低水・高水護岸の大型ブロック張工。  
設計耐流速を満足する必要がある。  
㎡当たりの重量350kg。

### 2. 現場における問題点

当現場は、河川の増水時における災害を防止する目的で、現況堤防を嵩上げする工事で、堤防高を上げる為に既存堤防に築堤盛土を施工し、環境Ⅰ型護岸ブロックにて堤防の保護、環境保全を行う工事である。

当初設計の環境Ⅰ型護岸ブロックは、通常の大形張りブロックで中詰め材の施工があり、施工量及び工法等にて工程を計画した場合、雨天等の作業ロスを考慮すると、実質作業日数が不足する予想があった。

また施工箇所は五ヶ瀬川沿いであり雨天時の増水による施工中の被害も懸念された。



写真-1 着手前全景写真

### 3. 工夫・改善点

環境Ⅱ型護岸ブロックのジャンボブロックマットを提案した。提案に際し、設計耐流速の問題、1㎡当たりの重量、環境保全など製造メーカーと打ち合わせ協議を行い、発注者へ協議提案し承諾をいただいた。

ジャンボブロックマットは、大型連結張りブロックで単体のブロックがワイヤーで連結しており、最大長さ10.5mを一度に据え付ける事が出来る製品であり、通常ブロックに比べると日の施工量が2倍以上になる。

また景観的にも優れており計画段階でのプロッ

ク割付を確実に行えば急なカーブがあっても問題なく施工、出来映えも良い。

当現場は、製造会社の技術部と8回にわたる図面の修正改善を行い、現計画が確立された。

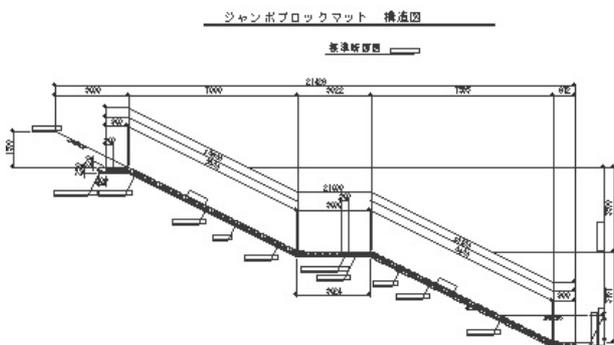


図-1 標準断面図



写真-2 据付状況写真

下部と上部に垂れ部（幅1.0m）を設ける事で基礎工及び天端コンが不要となる。

ブロック表面は、ポーラスタイプで景観的に良く、カーブの関係で開いた間詰め部分は、コンクリート打設時に手を加え、見映えを重視した。

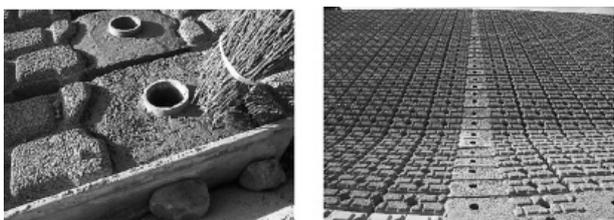


写真-3 状況写真（間詰め部）

ブロック据付後は、表面に客土を施工し環境保全の手助けとなるよう種子の散布を行った。

## 4. 結果

施工面積 約2,000㎡のブロック施工に所要した日数は9日間で、取付金具や間詰めコンを含めた日数であり、当初計画の約半分である。

施工性・工程短縮・美観には特に優れ、発注者からの評価は高く、高度な技術として認めていただき、追加工事を含め工期内に完成する事ができた。



写真-4 完成写真（全景）

## 5. おわりに

築堤盛土後の機械による法面整形の仕上がり状態が、施工性と景観に大きく影響するので、入念に施工する事を留意した。カーブの状態、法表面の凹凸は整形状態のままブロックの状態となる。

ブロックが重量物で、20tトレーラーでの搬入となり、工事用道路の確保、整備点検を確実にを行う事を留意した。トレーラーが搬入し、荷台から直接、据付を行うので、車両の迅速な出入りが工程短縮の鍵となる。

ブロックの割付については、現地測量等を重ね据付位置やカーブ施工時の開きなどは、座標による測量を行い、割付図と常に現地を確認した。割付図が正確にできていれば、現場はブロックを置くだけであり、工程短縮のもう一つの鍵となる。

## 仮設工の工程短縮について

宮崎県土木施工管理技士会  
湯川建設株式会社  
現場代理人  
橋本 英明  
Hideaki Hashimoto

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：吉村通線（新小戸之橋）  
橋梁整備工事（下部工3工区）
  - (2) 発注者：宮崎市 都市整備部 街路公園課
  - (3) 工事場所：宮崎県宮崎市高洲町
  - (4) 工期：平成16年9月～平成17年3月
- 当事業は、宮崎市都市整備部街路公園課発注で市内を流れる大淀川左岸側に橋脚2基（P6、P7）を構築するものである。

橋脚構築に先立ち、※築島を製作する為の仮設工（鋼矢板L=8.0mを円形に打込み、外周に分割・加工されたH鋼をリング状に組立てたものを3段設置する。）に取り掛かった。

※築島とは、河川内に鋼矢板で仮締切を行い、内部を土砂で所定の高さまで埋戻したものであり、その上でケーソン基礎及び橋脚を構築しながら掘削・沈下を行う。

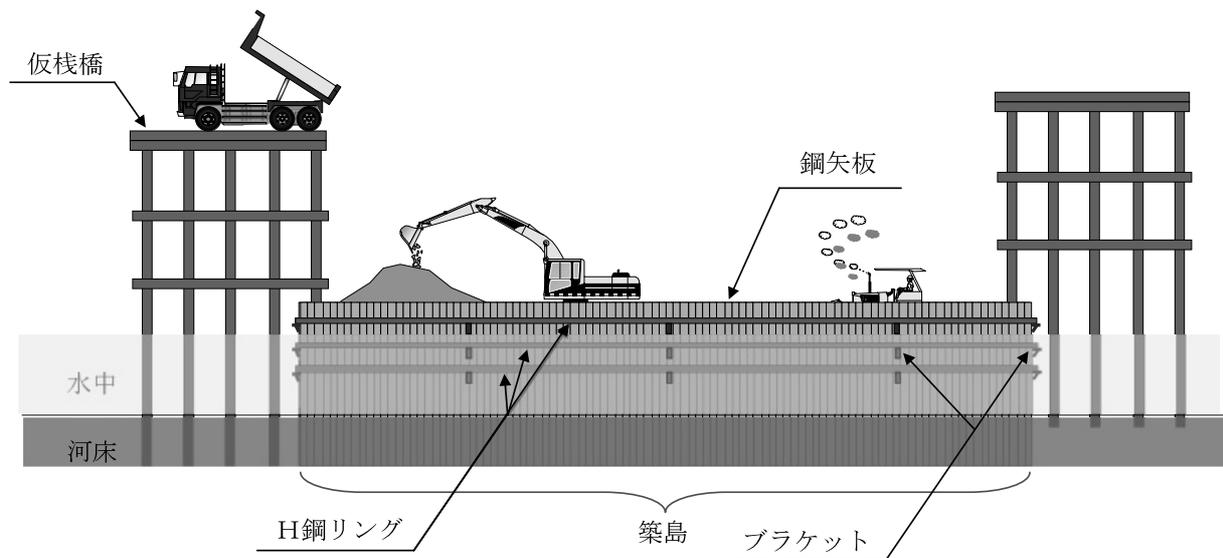


図-1 略図

## 2. 現場における問題点

施工箇所が河口より約1 km 上流付近に位置し、(図-2) 潮位の影響を受け(50cm～1 m程度)、H鋼リング設置に伴うブラケット取付作業(3段のうち2段が潮位により水没)が、潮待ちにより施工時間を制限され同作業による工程の遅れが課題とされた。



図-2 施工位置

## 3. 工夫・改善点と適用結果

施工に先立ち、潮位変動に影響されない工法を検討した。

その結果、鋼矢板打ち込み後にブラケットを取り付けるための作業が潮位に大きく影響されることがわかったため、予め陸上部で鋼矢板にブラケット取付位置を墨出し、溶接で取付を行い、ブラケットを取付けた状態で鋼矢板の打込みを行うこととした。

懸念された鋼矢板の高止まりも殆ど無く工程短縮も図れ、無事に仮設工を完了し次の工程に進むことができた。

## 4. おわりに

今回の工事では、矢板打ち込みがスムーズに行うことができ、鋼矢板の根入高止まりも無く予め鋼矢板に取り付けておいたブラケットを使用し所定の位置にH鋼リングを設置することができたが、今後同様な状況に直面した場合に備え、事前に地質等の調査結果を良く検討しそれに対応できる様な改善に努めたい。

## 既設林道使用と二次製品使用による工期短縮

広島県土木施工管理技士会  
久保田建設株式会社  
柿崎 正太郎  
Syoutarou Kakizaki

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：県営中山間地域総合整備事業  
神石高原地区野上線農道工事
- (2) 発注者：広島県福山地域事務所長
- (3) 工事場所：広島県神石郡神石高原町高光
- (4) 工期：平成21年9月25日～  
平成21年3月30日

ライスセンターへの道路で近年農業従事者の高齢化と法人化が進み、利用者と大型トラックの通行が増加し、改良工事を行う。

### 2. 現場における問題点

発注者の指示により、10月23日に地権者を集めて現地説明会を開くので、それまで着手出来ないため、工期が短くなり、降雪期になるため、工期短縮が課題であった。

また追加工事でボックスカルバート工が追加になり、更に工期短縮に努めなくてはならなくなった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

起点側の地山掘削では地山が急なため、既設道路へ掘削土を盛り上げて、機械の足場を確保しながら作業にあたるため、資材と人員の通行が出来

なくなるので迂回路として林道の草刈・支障木を切り、大型車両の通行を確保し、終点側の作業が出来るようにした。



写真-1 迂回路に使用した林道

ボックスカルバート工では、床堀・均しコンクリート打設後、鉄筋組み立てに2日、床版部の型枠組、コンクリート打設に5日、内部・外部の型枠組に2日、コンクリート打設養生に6日、脱型枠に1日で、約17日必要となるが、二次製品の使用により床堀、均しコンクリート打設後、二次製品の据付、緊張に1日となるため、約16日間の工期短縮が出来るので、監督員と協議をし、二次製品にて施工を行う事とした。

また、二次製品が出来るまで付帯工事を先行し、余った人員にて他の作業（路肩ブロック積・側溝工他）にあたったので作業がはかどった。

その結果、工期内に完成することが出来た。

表-1 工程表

費目	工種	9月～11月	12月	1月	2月	3月
1号ボックスカルバート工	1式					
	ボックスカルバート 現場打 1式		16	12	24	14
	床固工 1式		16	12	24	14
	垂直壁 1式		16	12	24	14
	U型側溝 1式		16	12	24	14

----- 計画

————— 実施



写真-2 二次製品使用 下流側



写真-3 二次製品使用 上流側

#### 4. おわりに

ボックスカルバートを現場打とする場合、生コンクリート打設の時期が、一番寒く積雪の多い2月となり、工期・品質確保等考慮し、監督員と協議し二次製品施工となったが、今後、工期・品質の確保についてポイントとなる作業について検討し、作業手順の見直し・新工法の採用等考えながら作業を進める。

## コンクリートの出来映えについての追求

(社)北海道土木施工管理技士会  
株式会社 高木組  
現場所長  
三 上 雅 徳  
Mikami Masanori

### 1. 工事概要

本工事は、駒ヶ岳の中腹で泥流を防護しようとするための工事である。

工事内容は、コンクリート床固工7基(2,169㎡)、流路工1式、導流堤工1式などである。

施工箇所は、駒ヶ岳の中腹であり、コンクリート打設に関して養生水等の条件がよくない場所である。

### 2. 適用工種

コンクリート床固工 7基

### 3. 現場における課題・問題点

コンクリートに関しての条件があまりよくない場所で、如何に良いコンクリートを造るかを基本に立ち返り、その打設方法を課題とした。

以下に問題点を列記した。

- ① 生コン工場からの運搬時間が約45分かかり、到着してから余裕を持たせ35分以内に打設しなければならない。
- ② 打設後の養生水を現地で確保できないため、その確保を図らなければならない。
- ③ 時期的に大雨による泥流発生のおそれがあり、その対策が必須である。

以上の条件を考慮して、如何にコンクリートの出来映えを良くするかを検討した。

### 4. 問題点をクリアするための対策

3項①、②の各条件等をクリアし、なおかつ、出来映えの良いコンクリートを造るための作業手順書を作成、施工前に作業員全員に徹底した教育を実行した。

以下に作成した作業手順書の内容を記述する。

各床固工及び各スパンとも、下記に示す手順によりコンクリートを打設することとする。

#### ① 1層目の締固め

1層目の厚さは、20cmとする。

ホッパにあけて山になったコンクリートをスコップで平に敷均す。

敷均したコンクリートを、満遍なく足で踏みつけ、締固める。

特に、型枠面は、入念に締固める。

#### ② 2層目の締固め

2層目の厚さは、25cmとする。

1層目と同様に、コンクリートをスコップで平に敷均す。

スコップであける時は、スコップを反らしてあける。

敷均した後、バイブレーターを垂直に差し込み、

前層に10cm程度挿入するようにして、締固める。

また、同時に型枠面より10cm程度離れた場所を足で入念に踏み込み、型枠面からエアールが出るようにする。

仕上りに、ピカコンを使用して、再度、型枠面のエアールを取除く。

### ③ 3層目以降の締固め

②を繰り返す。

### ④ 天端の仕上り

天端は、コンクリート表面を押さえた後、30分後に、再度、型枠より20cm程度離れた場所にバイブレーターをかけ、エアールを取除くようにする。

その後、挿し筋を挿入し、天端を木ゴテで仕上げる。

天端の表面水がなくなった時点で、コンクリート遅延材を散布する。

コンクリート遅延材散布後、直接、直射日光及び風が当たらないように、シートで覆い、養生する。

### ⑤ その他注意事項

コンクリート落下高が1.5m以上の時は、縦シュートを使用する。

バイブレーターでコンクリートを移動させるようなことは、絶対にしない。

## 5. 施工結果

実際に、現場で立ち会いながら作業員と一緒に作業しつつ、コンクリートの出来映えが非常に気にかかっておりました。

気が早り、型枠の解体まで待ちきれない気持ちでおりましたが、脱型後、その出来映えを目にした時、私自身非常な感激を味わいました。

私が担当した同種工種の中では一番の出来だったと思います。

作業員には、最初の出来に満足することなく、もっと良い出来になるようにと話し、共に研究しながら打設を進めていったことが、好結果を生み出したのだと思います。



写真-1 1層目打設設況



写真-2 3層目打設設況



写真-3 各層ピカコン使用状況

## 6. おわりに

最後に、当現場で一緒に頑張って頂いた皆様、並びに、会社で各種サポートに携わって頂いた方々に感謝の念を表し、結びと致します。有難うございました。

## 狭隘現場における寒中コンクリートの防寒養生対策

(社)北海道土木施工管理技士会  
株式会社 高木組  
現場所長  
大 森 寛  
Hiroshi Oomori

### 1. 工事概要

本工事は、尾札部漁港に隣接する海岸沿いの既設船揚場拡幅及び既設波返工嵩上げを施工する工事である。

工事内容は、海岸土工、護岸基礎工、先端止壁工、表法被覆工(L=47.2m)、船揚場工(L=45.8m)、波返工(L=56.1m)、陸開工、打止工、付属物設置工、構造物撤去工、重機用足場工などである。

施工箇所は海岸沿いでの作業であり、施工時期は9月から3月の為、強風や波浪などの影響を受けやすく、また冬期間でのコンクリート打設という施工条件であった。

### 2. 適用工種

緩傾斜護岸工(L=93.6m)

- ・船揚場工 (斜路部)
- ・表法被覆工 (階段部)

### 3. 現場における課題・問題点

コンクリート打設時期が11月から3月までであった為、寒中コンクリート対策が必要であった。

当現場は約80スパンに分け打設を行う為、工程上毎日2スパンずつ連続してコンクリート打設を行う必要があった。

それに伴い防寒養生(5℃以上で9日間)する為の囲いが必要であったが、現場内は狭隘しており、9日間それだけの囲いを設置し施工する事は困難であった。

### 4. 対応策・工夫・改良点

防寒囲いの使用個数を必要最小限とし、且つ、コンクリート初期凍害を防止する為、コンクリートの混和剤に耐寒剤を使用する事とした。

耐寒剤運用マニュアル(案)には、コンクリート打設後のコンクリート温度は、24時間まで5℃以上に保ち、またコンクリートの強度が12N/mm<sup>2</sup>(当現場の場合)の値を満足し、かつ、打込み後最低3日間以上シート養生を行うと記載されている事から、当現場では打設後防寒囲いを設置し24時間は5℃以上で給熱養生(1次養生…写真1)し、その後囲いを撤去し、養生マット・エアーマット・ブルーシートで全体を覆いシート養生(2次養生…写真2~4)とした。

シート養生の打ち切りは、コンクリート打設毎に採取したテストピース(σ7-現空)の圧縮強度試験結果が12N/mm<sup>2</sup>以上に達しているかどうかを確認後終了とした。



写真-1 防寒囲い設置状況（1次養生）



写真-4 ブルーシート敷設状況



写真-2 シート養生状況（2次養生）



写真-3 養生シート・エアマット敷設

## 5. 効果

問題点であった防寒囲いの個数であるが、打設後24時間だけ使用し、その後シート養生とした為個数が少なく済み、結果、毎日、コンクリート打設を行う事が出来た。

コンクリートの養生温度測定結果についていえば、所定の温度を下回る事はなく、また圧縮強度試験（ $\sigma_{28}$ 現空）結果も合格している事から確実な養生がなされ、コンクリートの品質は充分確保できたと推測される。

## 6. 採用時の留意点

今回施工した船揚場や表法被覆工のような施工面積が広い構造物には非常に有効であるが、コンクリートの単価が少なからず高くなる為通常の養生方法と耐寒剤を使用した場合との比較検討が必要と思われる。

またコンクリートのワーカビリティが悪くなり表面仕上げに手間がかかる為、施工前に職長との出来得る限り作業員をも含め、十分な打ち合わせを行うことが必要であると痛感した。

## 参考文献

【耐寒剤運用マニュアル（案）】

通年施工推進協議会／平成17年3月版

## 消波工80t ブロック製作での ひび割れ発生抑止についての検討

(社)北海道土木施工管理技士会  
株式会社 高木組  
現場所長  
櫻井 大士  
Hiroshi Sakurai

### 1. 工事概要

本工事は、久遠漁港建設工事において据付するコンクリート製消波ブロック等を製作するものである。

詳細としては、被覆・根固工として、吸出し防止ブロック（ディンプル4t 218個）と被覆ブロック（ビーハイブ10t 377個）の製作を、消波工として、消波ブロック（ディンプル80t 145個）の製作をするというものである。

上記にある80t型ディンプルブロックの製作に当たり、ひび割れの発生があり、その原因及び対策について検討した。

### 2. 適用工種

消波工（消波ブロック製作 145個）

### 3. 現場における課題・問題点

消波工80t型ディンプルの製作において、ブロックの一部分にひび割れの発生が認められた。

養生中及び養生終了後のブロックを点検した結果、ひび割れが発生しているものが18%程あった。

原因としては、沈降クラックではなく、ひび割れ発生位置より高い部分の打設に伴う荷重の影響でブロック肩部分が多少せり上がり、ひび割れが発生したようだ。

### 4. 対策・工夫

現場サイドでは、打設中のブロックに対する応急対応策として、速やかに本社と協議、現在の打設方法から原因の推定を行い、ひび割れ発生部分に関し、打設方法の変更の検討を行った。

また本社サイドでは、現場サイドをサポートすると共に、ひび割れの原因及び対策を検討するため、有職者を選任、検討を依頼した。

結果、以下の要領で行うこととした。

総論的には、「ブロックの肩部分を多少盛り上げらせて均し、押し込むように型枠の蓋を設置し、蓋の下にコンクリートとの隙間を作らないように施工する」というものである。

以下、各手順を追って、その方法を記載する。

- ① コンクリートを肩天端部分まで層状打設で打込む。（現状方法と同じ手順）



写真-1 層状打設状況

- ② バイブレーターにより締固めを行う。

この場合、コンクリートの天端面は水平になるため型枠端部では天端より低くなってしまふ。  
(現状方法と同じ手順)



写真-2 バイブレーター締固め状況

- ③ 天端部より溢れたコンクリートを除き、低くなった部分に充填し、スページング及び天端を均す。(現状方法と同じ手順)

溢れたコンクリートは、モルタル分が多いため取り除き、新たなコンクリートを充填後、スページングを施し、天端を均す。

(変更後の手順)



写真-3 モルタル分除去状況



写真-4 生コン補充状況



写真-5 スページング状況

- ④ 天端を均す場合、張り気味にして、型枠蓋を設置するときコンクリートを押し込むようにする。(変更後の手順)



写真-6 型枠蓋設置状況

- ⑤ ブロックの天端部分まで打設終了後、時間をおいて、型枠蓋を外し、再度スページングを行い、天端を均す。(変更後の手順)



写真-7 蓋開後スページング状況



写真-8 蓋開後均し状況

## 5. 最後に

有職者、本社サイドのサポートにより問題解決が出来ました。

約2割のひび割れ現出率でしたが、変更手順での施工後は、ほとんどその発生は認められなくなりました。

今回の経験をもとに、今後の現場に活かしたいと思ひます。

## 現場における簡単な創意工夫（墨出し定規の作成）

(社)北海道土木施工管理技士会  
近藤工業株式会社

土木課長

岩木 真 二〇  
Shinji Iwaki

柴田 将 司  
Masashi Shibata

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：小樽港北防波堤改良工事
- (2) 発 注 者：小樽開発建設部
- (3) 工事場所：小樽港北防波堤
- (4) 工 期：平成21年7月22日～  
平成21年11月30日

本工事は小樽港北防波堤の長年に亘って飛散した捨塊を撤去し、撤去した部分に、製作した根固ブロックを据え付ける工事です。

一見単純に感じる工事ですが、工事場所である北防波堤は、2000年に土木学会選奨の土木遺産に認定、2001年には「小樽みなとと防波堤」として北海道遺産にも認定された防波堤であり、慎重な取扱いが要求された。尚且つ、施工区域は漁場としても良好で、漁業者にも配慮が必要で工期的な制約もあった。

### 2. 現場における問題点

今回の工事では、新たに製作する根固ブロックの37個の内、20個にスリットが入り、14個と過年度に製作されたブロック（支給品）22個、合計36個に藻礁ブロック（390\*390\*150）を取付ける設計となっていた（図-1）。

これらは近年問題と成っている磯焼けの対応策

の1つとして設計されたものである。藻礁ブロックの取付は1個の根固ブロックに12個の藻礁をクリップアンカーによるボルト留4箇所を取付、海象条件が良好であれば、据付強度の確認が出来れば、直ぐにも据付を行う事を考慮し取付を行う必要があった。

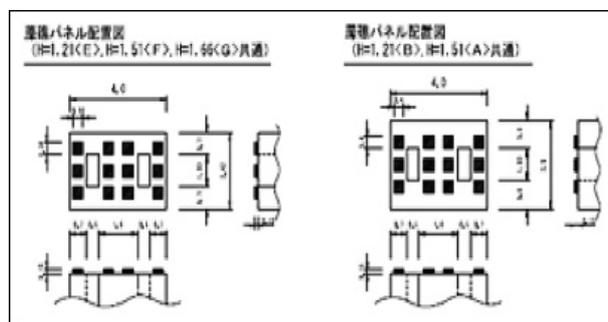


図-1 藻礁パネル配置図

### 3. 工夫・改善点と適用結果

藻礁を取付けるに当たり、ブロック製作のコンクリート打設以外の時間を有効に活用し作業する事で無駄なコストを掛けなくても済むと考えた。取付手順としては、墨出し、ブロック配置、アンカー取付、ブロック取付となるのだが、ブロック配置は1個が50kg近く有るため、クレーンを使用し複数人で行う必要があったが、それ以外は1～2名で出来る内容であった。そのうち時間が短縮できる可能性があったのが墨出し作業であると考えた。

取付位置1か所、1か所、墨出しを行うのは、結構時間が掛り、2名は必要な作業となる為、墨出し用の定規の作成を考えた。定規はドーブチを使用し（写真-1）、定規端部を根固ブロック側面と合わせる事により、取付位置を示すというもの。



写真-1 墨出し定規

今回は幅が2.4mと2.8mの2タイプがあったが、配置が側面からの長さの違いだったので、それに合わせ左右端部の長さを変えることにより、対応出来るようにした。（※写真-1 写真左側の端部を合わせると2.8mタイプ、右側端部を合わせると2.4mタイプ）示された取り付け位置枠内を鉛筆でなぞる事により、取り付け位置を示した。材料もドーブチであるため、移動も1名でも可能で、墨出しも枠内を鉛筆でなぞるだけなので1名で十分であった。

墨出しをスピーディに行う事によって、藻礁取付全体の施工時間短縮になり、根固ブロック据付にも影響する事無く、作業を終える事ができた。



写真-2 取り付け完了

#### 4. おわりに

今回の工夫もほんの些細な事柄ですが、すべてにおいて意欲的に取り組む事により発想が生まれるものであり、仮に今回製作した定規がうまく利用出来なかったとしても、ローリスクであり、具体化もし易く、それが有効に活用出来たという結果も得られたので今後、違った内容の工事であっても、意欲的に現場に取り組む姿勢を忘れる事無く頑張っていきたいと思いました。

## 地盤改良の攪拌時間と一軸圧縮強度の関係について

佐賀県土木施工管理技士会  
株式会社 中野建設  
土木部 工務課長  
成 清 弘 文  
Hirofumi Narikiyo

### 1. はじめに

佐賀県有明海付近の地域はほとんどが粘性土で軟弱地盤地域になっています。この水路工における基礎工といえばセメント系の一般軟弱用の改良材による地盤改良であります。この地盤改良は強度のばらつきが起こる危険性があります。その理由としては、各オペレーターの攪拌による時間配分が違いためと思われませんが、これを安定した一軸圧縮強度が得られるよう試験をしました。

#### 工事概要

- (1) 工事名：幹線水路(大井手線五領工区)工事
- (2) 発注者：九州農政局
- (3) 工事場所：佐賀市大和町大字尼寺地内
- (4) 工期：平成20年9月10日～  
平成21年3月13日
- (5) 工事概要：施工延長 L=744.53m

#### 内訳

鉄筋コンクリートL型水路	L=675.32m
水路補修工	L=48.98m
五領水位ゲート工	1箇所
分土工	4箇所
地盤改良工	2,541m <sup>3</sup>

### 2. 現場における課題・問題点

セメント系地盤改良の圧縮強度を常に設計強度以上確保するには通常は次のことに注意します。

- 1) 各管理点での試料を採取して室内配合試験を行う。

設計一軸圧縮強さは  $qu \geq 60\text{KN/m}^2$  であるが室内配合試験では一軸圧縮強さ  $qu \geq 120\text{KN/m}^2$  である。

配合量は  $50\text{kg/m}^3$ 、 $55\text{kg/m}^3$ 、 $60\text{kg/m}^3$  で行います。この3種類の配合試験をして配合量を決定します。

- 2) 改良材の添加量の割り増しを行うがロス率を6%以上行う。

この場合は  $50\text{kg/m}^3$  に対して  $3\text{kg/m}^3$  増量するので  $53\text{kg/m}^3$  となります。

通常は1)、2)で配合量を決定しますが、さらに一軸圧縮強度のばらつきをより少なくするために、攪拌時間を変えた一軸圧縮強度試験を行いました。

その理由として、室内配合試験ではより均一に攪拌できますが、現場配合ではなかなか均一に攪拌できません。それは地盤改良を行うオペレーターの個人差により一軸圧縮強度のばらつきが起こる危険性があるのは攪拌時間及び施工方法が違

うためだと思います。

このばらつきを少なくするために、この現場では攪拌時間と一軸圧縮強度の関係を調べから現場施工すれば、安定した強度が得られると思い試験を行いました。

### 3. 対応策・工夫・改良点

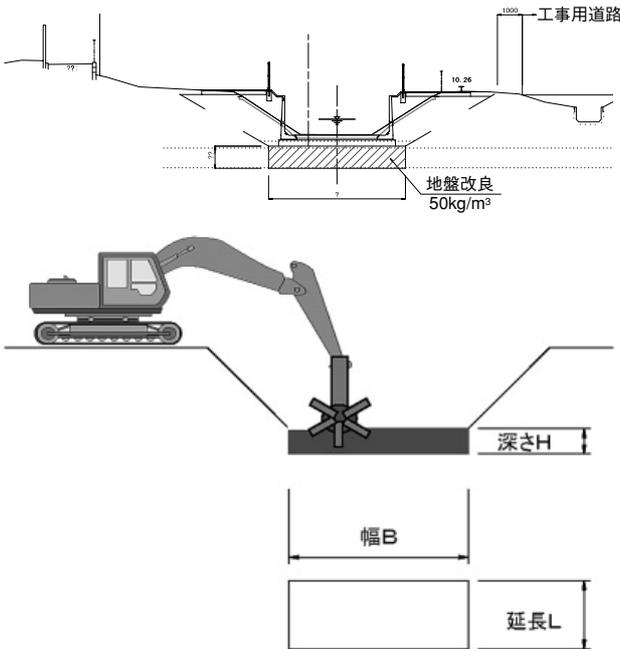


図-1 地盤改良（標準断面図）

地盤改良のフロー図は次のようになります。

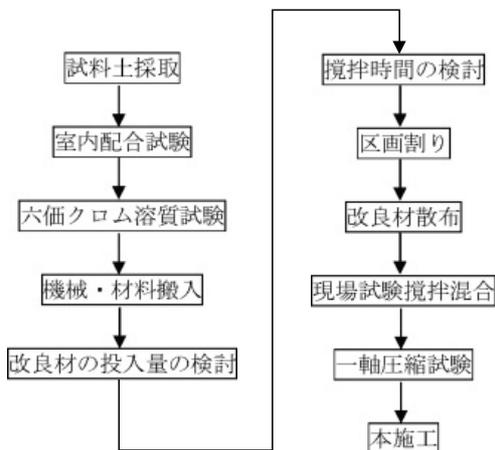


図-2 地盤改良フロー図

地盤改良の機械の配置は（図-1）に示す通りだが、特に次の三点を工夫して攪拌を行いました。

① 改良材の散布された箇所を、バックホウ（攪拌機仕様）を使用して（写真-1）のように攪拌する。初めは改良材の飛散防止のためゆっく

り攪拌し、ある程度混合が確認できてから深度の確認を行いながら攪拌する。



写真-1 バックホウ（攪拌機仕様）攪拌状況

② 重機 OP 席から攪拌深度が明確となるように攪拌ロッドにキャッチクランプを（写真-2）取り付ける。



写真-2 攪拌ロッドにキャッチクランプ設置

③ 攪拌不足とならないように、区画割りした改良区域を攪拌時間を変えて攪拌しました。（写真-3）のようにデジタルタイマーにより攪拌時間を管理しました。



写真-3 攪拌時間管理（デジタルタイマー）

セメント配合量は室内配合試験結果より50kg/m<sup>3</sup>で  $qu \geq 120\text{KN/m}^2$  になりました。

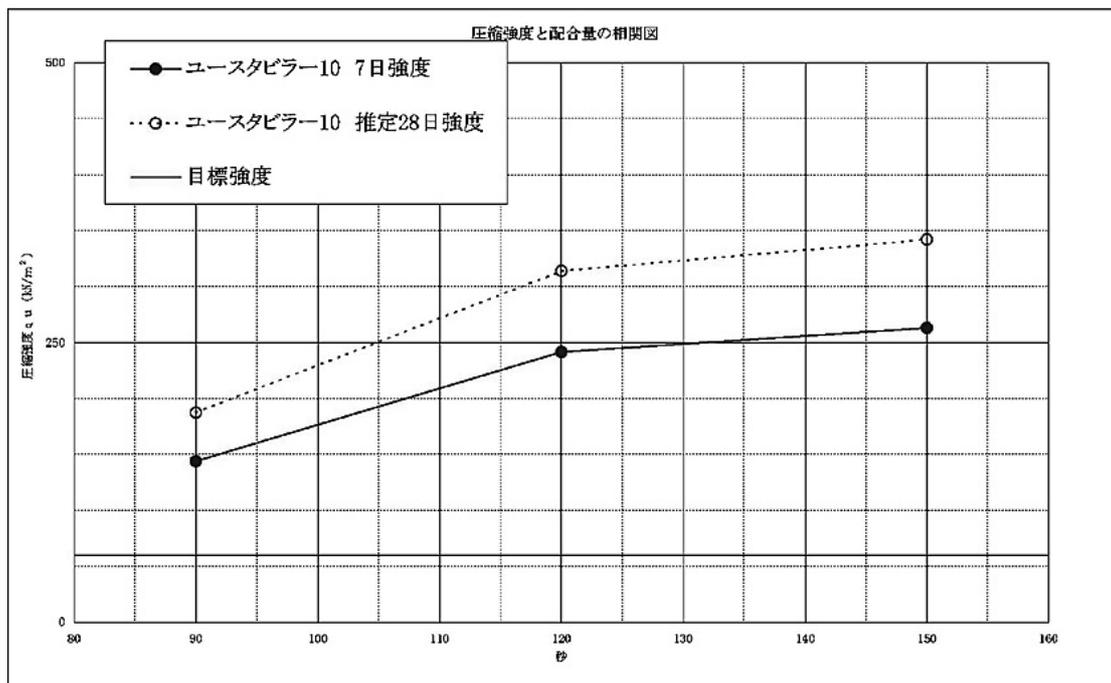


図-3 圧縮強度と攪拌時間の相関図

また、セメント改良の攪拌時間を3タイプの90秒/m<sup>3</sup>、120秒/m<sup>3</sup>、150秒/m<sup>3</sup>で行い、この試料の一軸圧縮試験を行うことにより最適攪拌時間が判るといふ事です。そのデータは（図-3、4）に示す通りです。

この試験の場合は7日強度で90秒/m<sup>3</sup>の平均が144.2kN/m<sup>3</sup>≥60kN/m<sup>3</sup>となりこの試験満足する結果になりましたので90秒/m<sup>3</sup>で施工することにしました。

また120秒/m<sup>3</sup>でも平均241.6kN/m<sup>3</sup>、150秒/m<sup>3</sup>では平均263.1kN/m<sup>3</sup>と攪拌時間を長くするほど一軸圧縮強度が高く出る事の証明となりました。

この結果を現地で確認すれば、安定した地盤改良ができることを確信しました。

測 点	: 試験施工
配 合 日	: 平成20年11月19日
試 験 日	: 平成20年11月26日
材 令	: 7日
現場目標強度	: $q_u=60.0\text{kN/m}^2$

固化材	秒	圧縮強度 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )		伸び率 $\sigma_{28}/\sigma_7$
		7日	推定28日	
ユースタビラー10	90	125.6 120.8 186.2	163.3 157.0 242.1	1.30
	平均	144.2	187.5	
	120	193.5 332.2 199.1	251.6 431.9 258.8	
平均	241.6	314.1		
150	297.0 229.1 263.2	386.1 297.8 342.2	1.30	
平均	263.1	342.0		

図-4 試験成績書

#### 4. おわりに

本施工でも安定した地盤改良の結果を出すことができましたが現場の条件（土質、湧き水、セメント量、攪拌機械、時期）によって変わってくるので、その現場で試験施工を行うことが大切だと思いました。

# 機能分離支承における水平バッファー固定部の グラウト方法

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 横河ブリッジ

橋梁工事本部工事第二部工事課 課長補佐

縦 野 雅 哉

Masaya Momino

## 1. はじめに

阪神淡路大震災以降、橋梁の支承にはゴム支承が使用されることが多くなっている。

また近年、ゴム支承の費用を抑えるために、鉛直荷重と水平荷重の役割を各々に特化した支承を採用した機能分離支承の採用が多くなってきている。

本工事ではその機能分離支承を用いた鋼製橋梁に採用された水平バッファー固定部のグラウト方法に注目した工事報告である。本工事の概要を以下に示す。

### 工事概要

- (1) 工 事 名：堺泉北港堺2区臨港道路  
橋梁上部工製作・架設工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 近畿地方整備局  
大阪港湾・空港事務所
- (3) 工事場所：大阪府堺市堺区築港八幡町1番地  
新日本製鐵堺製鐵所港内
- (4) 工 期：平成20年4月29日～  
平成21年10月30日
- (5) 橋梁形式 6径間連続鋼床版箱桁橋

本工事における橋梁一般図を図-1に示す。

本橋は、腹板間隔が5mの1箱桁の鋼床版箱桁橋であり、支承形式は中央3橋脚部を固定、側径間部を分散支承とした形式で、分散部には機能分離支承が採用されている。

## 2. 現場における問題点

機能分離支承では水平バッファーに鉛直荷重がかからず、グラウト固定を行うまでは、水平バッファーは桁の温度伸縮に伴い特に橋軸方向に大きく移動する。

通常は、水平バッファーを正規位置に固定するために図-2に示すような仮固定治具を用いて橋軸方向に固定を行っている。

しかし、本橋では橋脚天端幅が狭く、仮固定治具を設置する余裕が無いいため、本方式による支承仮固定が行えない構造となっている。

従って、本橋では仮固定を行わず直接支承グラウト施工を行う必要があるが、グラウトの始発時間までに温度により桁の伸縮が発生すると、支承グラウト部にクラック発生要因となる。

また、アンカーボルト部の付着が切れ、設計の

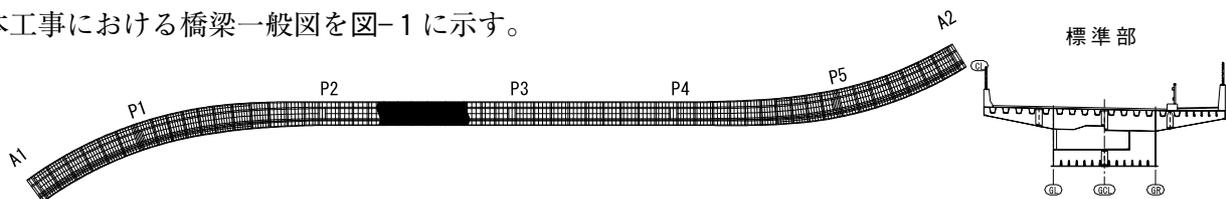
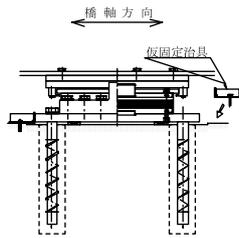


図-1 本橋平面図及び標準断面図

引き抜き耐力不足となることから問題となった。



仮固定治具でベースプレートを固定する。  
(施工時の水平力を治具で受ける構造とするため)

図-2 水平バッファー仮固定図

### 3. 工夫・改善点と適用結果

上記2に示した問題点を解決するために3通りの方法を考えられた。

1. 仮固定方法を変更し橋脚前面にアンカーを設置し固定を行う方法
2. 支承本体に予変形治具を設置し、桁架設前に水平バッファーのみ先行グラウトを行う方法
3. 温度変化及び日照の影響が少なくなる夜間にグラウト施工を行う方法

1案の場合、橋脚へ新しくアンカー孔を削工し、ブラケットを取り付ける必要があったこと、2案の場合、既に支承製作が完了しており、支承構造の大幅な変更が必要となるためコストアップにつながることから、3案にて施工することとした。

支承グラウト時期は9月中旬であり、夜間であれば比較的気温変化の安定する1度以内に収まる。9月14日前後の施工を想定し、グラウト打設日とした。その日の気温変化を図-3に示す。

図-3より、22時～5時の間であればほぼ1度の範囲に気温変化は収まると判断した。

気温と桁温の関係は相関関係にあるが、気温変

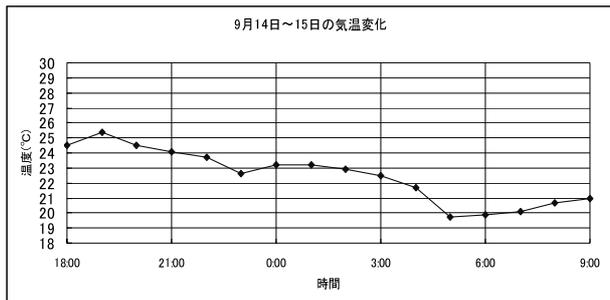


図-3 9月14日～15日の気温変化 (18:00～翌9:00)

化に比べて桁温の変化は鈍化するため、気温変化量を1度以内であれば、桁温はほぼ一定となると想定した。

グラウト打設は9月14日～17日の4日間に分けて施工を行った。

施工状況写真を写真-1に示す。



写真-1 グラウト状況写真

夜間グラウト打設を行う事により、桁温は一定であった。施工完了後、特に問題となるクラックの発生も無く、無事に完了した。

完了後の写真を写真-2に示す。



写真-2 グラウト完了写真

### 4. おわりに

本橋では、グラウト打設日が比較的気温変化の少ない9月であったため、桁の温度変化を抑えることが出来た。

今回の構造においては、真夏日では日照の影響により、桁が熱せられ昼夜で桁温の変化が激しくなるとことや、真冬であれば夜間の温度低下により、桁を縮ませる方向に大きく移動することなどから、3. 工夫・改善点と適用結果に上げた方法に加え、設計、計画の段階からの検証が必要である。また、構造形式によっては、環境をさらに考慮し、工夫する必要があると感じた。

固定部のグラウト作業は、気温及び日照の影響という自然を相手に行う作業であるため、可能であるならば支承自体に予変形装置等を設置し、水平バッファーは桁架設前に先行打設するのが得策である。

## 多種多様な盛土の品質管理

長野県土木施工管理技士会  
吉川建設株式会社  
土木部  
倉 科 大  
Dai Kurasina

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：平成19年度三遠南信大島地区道路  
建設工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中部地方整備局
- (3) 工事場所：愛知県新城市大島
- (4) 工 期：平成19年9月7日～  
平成21年3月10日

当現場は大島トンネルと名号トンネルという、二つのトンネルに挟まれた区間を盛土するという工事である。盛土の土砂は発生土A・Bと大別され、発生土Aは通常に盛土が出来る一般土砂及び岩砕であり、発生土Bは重金属を含むトンネル土砂である。この土砂は遮水シートで覆い外部への流出を防ぐ構造とし、盛土内部に閉じ込めるのが設計仕様となっている。

### 2. 現場における問題点

土砂の受入れは、自社による運搬、2社のトンネル工事、他4社の工事と搬出先が多種となっている。また、隣接するトンネル工事は24時間体制で施工しており、現場の出入口は1箇所しか無い為、関係する業者はすべて同じ出入口を利用する。多種の異なる土質の盛土管理及び盛土の進捗に伴う工事用道路を確保する為、他業者との密な打合せ、連携が必要であった。

### 3. 工夫・改善点

#### (1) 試験盛土の実施

搬出先毎で土質が変化していることから、予め土質材料試験を各土質毎（搬出先毎）実施して、まき出し厚、転圧回数を決定した（写真-1）。

またオペレーター等に、盛土管理周知する目的として、敷均し厚はカラーコーンの色分け、（写真-2）転圧回数は直接明示を行い周知した（写真-3）。



写真-1 盛土試験

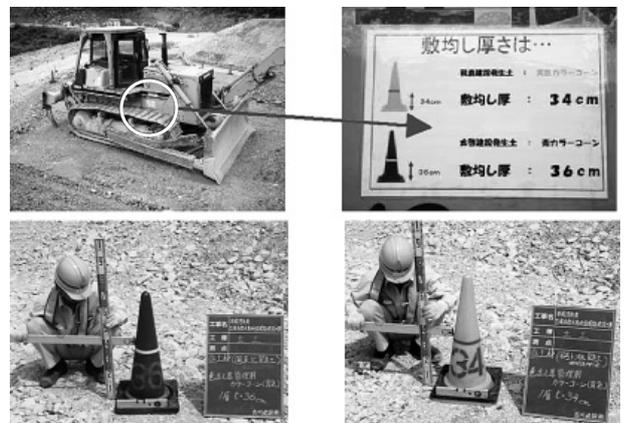


写真-2 敷均し厚カラーコーン表示

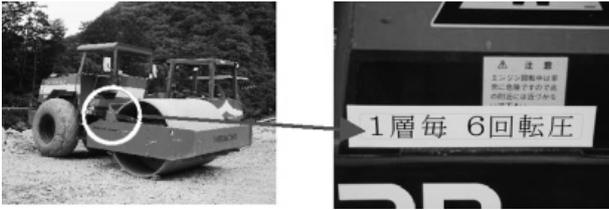


写真-3 転圧回数表示

(2) 盛土トレーサビリティ管理

下記の図(図-1)のように土砂の種類別に色分けし、盛土した場所を示した。毎日記録していく事で、盛土のトレーサビリティ管理を行った。いつ何処へ盛土したかがわかる様になっている。

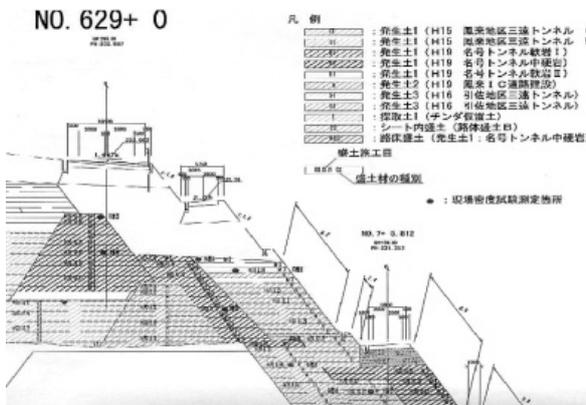


図-1 盛土のトレーサビリティ管理

(3) 各業者への搬入ルート、盛土箇所の明確化

関係業者で毎週末2週間先までの工程打合せを実施した。その際に搬入ルートの指定、搬入土量の確認、盛土箇所の説明、工事車両の台数や来客者等の確認とその周知徹底を打合せ記録(図-2)にて記録し、各社出席者がサインをし、そのコピーを配布した。

また、各社毎に当工事用道路の点検簿(図-3)を配布し、記録してもらい、意見、要望等を双方で日々確認し良好な作業環境維持に努めた。

(4) 沈下板の設置

当工事の盛土量は10,000~20,000m<sup>3</sup>/月の急速盛土となっている。また、次工事では本線盛土工事が継続工事となっている。盛土部の異常沈下等の有無、施工方法(盛土箇所)の監視を目的とした沈下板(写真-4)による動態観測を実施した。沈下量と経過日数による盛土沈下曲線を作成し沈下が終息したことを確認した。

三遠南信大島地区 工事安全協議会 打合せ記録

打合せ日	H 21年 1月 30日 (金)	打合せ場所	吉川建設現場事務所
項目	連絡・調整 内容等		概要
元方事業者名	吉川建設(株)	飛鳥建設(株)	大寺建設(株) 神野建設(株) (株)徳木組
出席者			

統括安全衛生管理業務者の巡視・指導・要望事項等記録

月	日	巡視・指導・要望等 内容	監督者 印	元方事業者印
1	31	土		
2	1	日		
2	月			
3	火			
4	水			
5	木			
6	金			

図-2 打ち合わせ記録

三遠南信大島地区 工事用道路点検記録簿

点検日	H 年 月 日 ( )	点検会社	飛鳥建設(株)	氏名		
区分	点検項目		良否	留意内容等		
始業	1. 舗装の収縮は異常ないか					
	2. 仮設擁壁の配筋状況は異常ないか					
	3. 運搬積場に塵埃がないか					
	及び	4. 車両回転場所が確保されているか				
		5. 舗装剥離が起きているか				
	教養	6. 転落のおそれのある箇所はないか				
		7. 立ち降車・ヤード閉鎖はよいか				
8. 運搬車の積載状態はよいか						
運行	1. プレーンホースの状況はよいか					
	2. 揚塵機が作動しているか					
	3. 運行速度は守られているか					

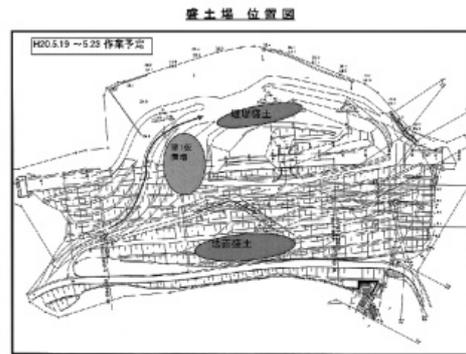


図-3 工事用道路点検記録簿



写真-4 沈下板設置状況

#### 4. おわりに

本工事の盛土材はトンネルズリや岩砕が主であり、比較的天候による工程の遅延が少なかった。土砂等の盛土は天候による遅延が懸念され、密な工程管理が必要であった。

今後の施工において感じたことは、大規模な盛土を施工する際、品質の確保について、施工条件が大きく影響する為、土質や地盤、周辺環境など十分に検討する必要があるということである。今回の経験を踏まえ、今後の参考としたい。

## R C 橋梁床版工事におけるコンクリートの品質確保

広島県土木施工管理技士会

株式会社 岡本組

工事部

渡 辺 修

Osamu Watanabe

### 1. はじめに

鋼 4 径間連続 2 主箱桁橋の橋梁床版工事であり、橋長 238m、総幅員 10.85m、コンクリート量 760 m<sup>3</sup>、鉄筋量 164t の現場打 RC 床版工事である。床版コンクリートは 7 ブロックに分けて打設。

現場は瀬戸内沿岸部で、冬季でも比較的暖かく、氷点下になることはほとんどない地域である。しかし、局所的な冷え込み時は 2～5℃ くらいまで下がり、また、現場は特に風が強い場所であった。

また、工程・品質に制約があり、『〇月〇日に他工区の資材搬入で床版上をトレーラーが通行するため、安全に通行できるよう通行時は設計基準強度以上の強度が確保されていること』とあった。

### 2. 現場における課題・問題点

上記、工程・品質の制約に対して、当初は、次のように考えた。

トレーラー通行時の床版コンクリート強度を十分確保するため、また、その確認方法として、

- ① 養生日数を十分に余裕をもって確保する。
- ② 強度発現の目安として、現場気中養生したテストピースにて  $\sigma_{28}$  圧縮強度試験を行い、確認する。
- ③ 予備として採取したテストピースにて  $\sigma_{28}$  以降の養生余裕期間に段階的 ( $\sigma_{35}$ 、 $\sigma_{42}$ 、トレー

ラー通行前日) に試験を実施し、設計基準強度を余裕をもって超えていることを確認する。

以上のように、養生余裕日数に頼ることとしていた。

養生方法についても、露出面を養生マットで湿潤状態に保ち、その上に乾燥防止としてシートを敷く、それで十分だと判断していた。

しかし、型枠工・鉄筋工と進めていくうちに様々な要因から徐々に工程が遅れはじめ、工程の回復が困難な状況となった。

養生余裕日数に頼ることなく、前術の制約をクリアするための対策が必要となった。

### 3. 対応策・工夫

- ① 良好な強度発現を得るために、養生温度を一定に保つことができるか？ → 困難であるが、適切にできれば  $\sigma_{28}$  で設計基準強度以上の強度発現は見込める。
  - ② 初期強度発現を早めるため、配合を 1 ランク、2 ランクまたはそれ以上にすることは可能か？ → 1 ランクは OK、それ以上は NG
- 上記について検討し、次のように対応した。
- 配合は 1 ランクアップとした。
  - テストピースの試験頻度は  $\sigma_3$ 、 $\sigma_7$ 、 $\sigma_{14}$ 、 $\sigma_{21}$ 、 $\sigma_{28}$  とした。
  - 養生方法は、シートで覆い、温風ダクトヒー

ターを使用し、養生温度を一定に保った。(図-1、2、写真1、2)

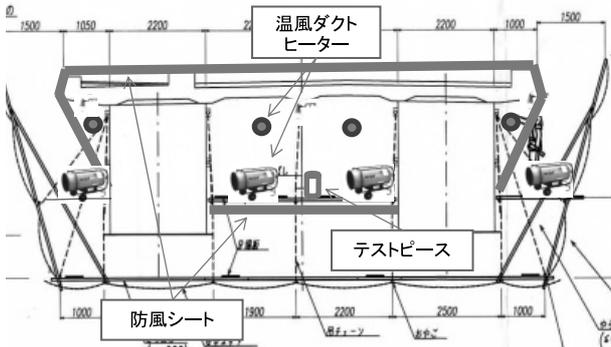


図-1 温度養生計画図



写真-2 温度管理

**温風ダクトヒーター**

バーナーの熱を直接ダクトへ送風し、遠く現場へ温風を送ります。橋梁工事など直接乾燥が困難な場所に最適です。

※ビニールダクトは販売にて用意しております。(5m単位 最長100m)

**■使用方法**

① 現場設置  
② 電源接続  
③ 風管設置  
④ 養生シート設置

仕様		メーカー
型 式		HG0H
電 圧	V	100
熱 出 力	kW	35.0 (直排温風)
熱 風 吹 出 量	m³/min	30.100 (直排温風)
使 用 燃 料		灯油
燃 料 タンク 容 量	ℓ	列付タンク
燃 料 消 費 量	ℓ/h	3.6
機械寸法		
全 長	mm	906
全 幅	mm	562
全 高	mm	710
重 量	kg	50

図-2 温風ダクトヒーター

#### 4. 効果

上記対策により、次の効果がえられた。

- ① 温風ダクトヒーターのダクト通風穴のピッチと大きさを調整することにより、全ての場所ではほぼ一定の温度を保つことができた。
- ② テストピースにより段階的に強度試験することにより、早期に強度推定することができた。
- ③  $\sigma_{28}$ で設計基準強度の130%の強度が確保でき、養生余裕日数に頼ることなく良好な強度発現を得ることができた。

よって、要求された工程・品質を満足することができた。

#### 5. 採用時の留意点

床版下面を覆うシートが風により損傷したり、飛散したりするような風の強い場所では注意が必要である。(当現場では、数回、シートの張り直しと補強が必要であった。)

また、配合の1ランクアップ、テストピースによる試験回数の増加、及び特殊な養生方法など費用が大変かかるため、費用対効果について事前に十分に検討する必要があると思われる。



写真-1 風管

## 気温予測による生コンクリートの品質確保 (生ものは鮮度が命)

愛媛県土木施工管理技士会  
白石建設工業株式会社  
土木部  
井上良司  
Ryouji Inoue

### 1. はじめに

本工事は、県道新居浜別子山線（標高450m）における落石防止対策工事で、周囲を急峻な山々に囲われ日照時間も非常に短い立地条件にある。しかし、紅葉時期になると多くの観光客が訪れ愛媛県の観光指定地域でもある事から以下の項目を課題とした。

- ① 現道の安全確保。
- ② 景観に対し極力影響を与えない。
- ③ 冬季コンクリートの品質確保。



写真-1

- ④ 資機材の搬入時期とストックヤードの確保。
- ⑤ 観光客に対し全てにおいてクリーンなイメージで有ること。

- (1) 工事名：交防第1号の1地域活力交付金工事
- (2) 発注者：愛媛県 東予地方局建設部
- (3) 工事場所：新居浜市大永山
- (4) 工期：平成21年9月19日～平成22年3月25日

工事概要		
落石防護柵工	L = 63.0m	
擁壁工	V = 383.0m <sup>3</sup>	
標識移設工	N = 2基	
道路側溝工	L = 88.0m	
道路土工	V = 350.0m <sup>3</sup>	

当現場は、比較的温暖な地域ではあるが、場所（標高450m）、時期（12月～2月）、現場条件によっては気温が急激に低下するため、本項では、上記③について述べたいと思います。

### 2. 現場における問題点

- ① 工程的に、冬季における生コンクリートの使用は避けられない。
- ② 気温観測点と現場の気温は一致しない。
- ③ 打ち込み直後の低温・強風による初期凍結。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

各工種において、最も天候に左右されるのが、

生コンクリート打設であることから、ここを基準に工程計画を立てた。

まず、施工現場の気温を把握するために、12月1日から10日間の気温データを採取し、気象庁発表の平均気温から施工現場の平均気温を引いて気温差を算出し、前年度の平均気温から気温差を引いて推定気温を割り出した（図-1）。

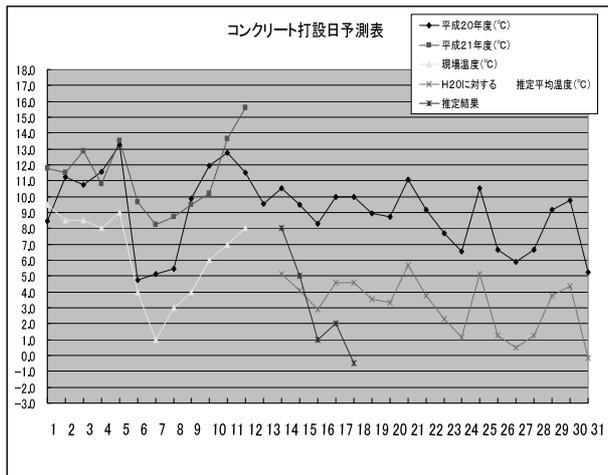


図-1 コンクリート打設日推定気温差予想

傾向として、初旬は前年度よりも高めで中旬から低めに推移したため、係数1.5を乗じて推定気温の修正を計った（図-2）。

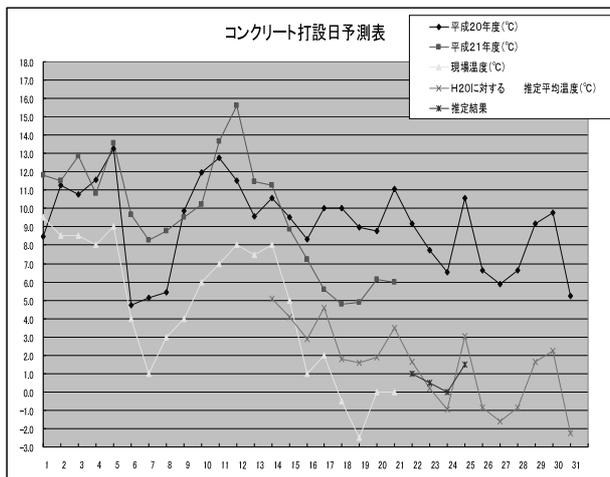


図-2 コンクリート打設日推定気温差予想

この結果から比較的気温の高い日をコンクリート打設日に設定し、前工程の調整を行った。

なおかつ不測の事態に備えて、寒中養生の基準を定め生コン会社・施工班に周知徹底した。

※現場養生基準



写真-2 養生

- ① 4℃～0℃＝シート養生（風害の防止）
- ② 0℃～-3℃＝シート+投光器養生（練炭は火災のリスクを伴うため使用しない）
- ③ -3℃以下は施工中止

上記により、シート内温度9～6℃を維持し、より経済的で低リスクの養生を行うことができた。

#### 4. おわりに

生コンクリート＝生ものだけに、手際よく扱わなければ鮮度＝品質を損なうこととなる。同じ素材を使用しても取り扱い次第で質の異なる物が出来てしまう。（品質の安定供給の難しさ＝考える楽しさがそこにあるのだと思う。）土木工事において、全く同じ条件の現場は無いに等しいため、現場の特性を十分に理解し計画・実行・確認・修正することが大切である。

## 橋脚コンクリートにおけるひび割れ対策

福岡県土木施工管理技士会

木原建設株式会社

監理技術者

松 藤 隆 治

Ryuji Matsufuji

### 1. はじめに

有明海沿岸道路は、大牟田市から佐賀県鹿島市までの全長約55kmで計画されている自動車専用の道路で、九州縦貫道や長崎自動車道などの高速道路と一体となって、有明海海岸の地域にとって重要な道路となります。福岡208号南野連続高架橋下部工（P12～P16）工事は、起点（福岡県三池港）より15k342～15k502間に鋼製桁6径間連続の橋梁で橋長が約220mの土台となる橋脚を5基築造する工事であった。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：福岡208号南野連続高架橋下部工（P12～P16）工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 九州地方整備局  
福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市大和町塩塚
- (4) 工 期：平成20年10月29日～  
平成21年7月31日

### 2. 現場における問題点

橋脚工の本体コンクリートを打設する時期が4月上旬～6月上旬であり、日中の気温の上昇・コンクリート温度の上昇等が原因となる水和熱による温度ひび割れ及び、乾燥収縮によるひび割れを防止することが課題となった。

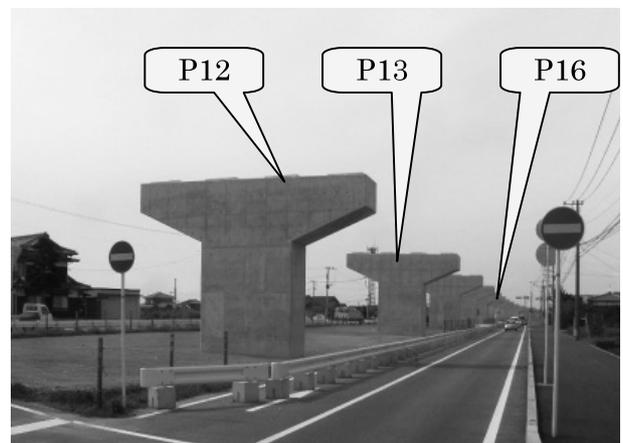


写真-1 完成全景（起点より）

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 水和熱による温度ひび割れ対策

コンクリートは硬化する際、中心部で熱膨張しようとするが端部に拘束されるため圧縮が作用し、逆に端部は熱膨張から引張力が発生する。引張強度は圧縮強度は比べ非常に小さいため、引張力部（表面）側に温度ひび割れが発生する。

コンクリートの内部温度・外部温度を正確に測定管理することが重要になるため、熱伝対を設置し温度管理を実施する。

P13橋脚梁《打設時の外気温19℃、コンクリート温度16℃》は、打設終了後全体をブルーシートで覆い養生した結果、硬化速度が速く上昇温度も64.7℃と高い（図-1）。



写真-2 内部温度測定状況

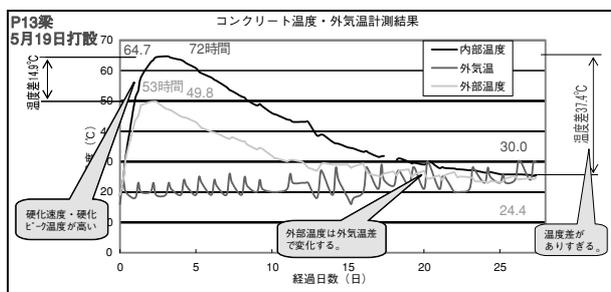


図-1 コンクリート温度測定データ (P13梁)

P16橋脚梁《打設時の外気温20℃、コンクリート温度21℃》は打設終了後露出面のみ養生マット+寒冷紗で内部温度ピークまで養生する。温度が下降し始めた80時間後の全体をシートで覆い養生した結果、上昇温度の抑制及び緩やかに温度が下がった(図-2、写真-3、写真-4)。

この現象はブルーシートで全体を覆うことが、内部温度上昇を促進させていると言える。いかにコンクリート温度と養生方法が密接な関係があり、ひび割れ対策に重要であることが分かる。

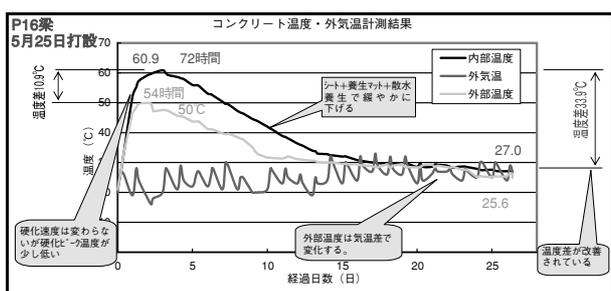


図-2 コンクリート温度測定データ (P16梁)



写真-3 (初期養生)



写真-4 (中期養生)



写真-5 ポリフィルム養生

## (2) 乾燥収縮によるひび割れ対策

コンクリートが硬化するために必要な水量は、単位水量の約30%である。後の水は自由水としてコンクリート内部に含まれる(多孔性透水性)。

養生終了後外気に触れ乾燥すると自由水が奪われ乾燥収縮ひび割れが発生しやすくなることから、型枠脱枠は1週間以降とし、脱枠後ポリフィルムで全体を覆いコンクリート内部の自由水の脱水を防止する。また散水に用いる養生水は中和処理機の溜まり水を使用し急激に冷やさないことにした。

## (3) 初期ひび割れの抑制

コンクリートに発生するひび割れは、その強度が発現する初期段階で発生することが多いことから、耐アルカリ性ガラス繊維ネット(ハイパーネット60)を50cm間隔に設置する。

本ネットは素材が持つ高い引張性と、コンクリートとの良好な付着性に効果があり、ひび割れを抑制することができた。

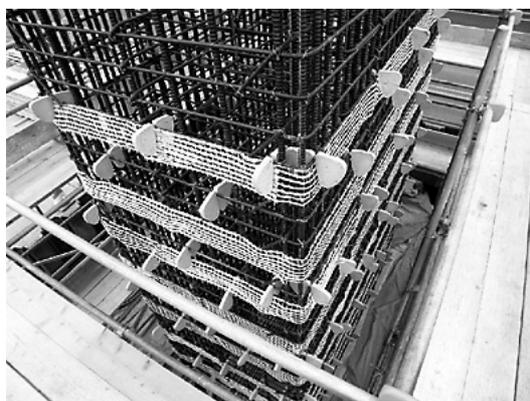


写真-6 設置状況

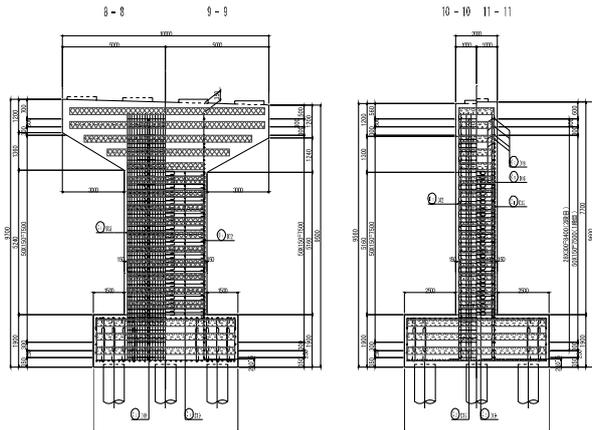


図-3 配置施工図

#### 4. おわりに

今回の結果、温度ひび割れ及び乾燥収縮ひび割れは発生しておらず対策に効果が現れた。

乾燥収縮ひび割れについて養生期間中自由水は確保されるが、施工終了後外的環境の変化に伴いその水分量は時々刻々と変化すると考えられ、コンクリート内部の微細間隙構造をいかに程度よく保つかが重要な課題となる。

公共工事に対する世論の目が厳しい時代、工事従事する我々は発注図書の目的・意図を十分理解し施工するだけでなく、日々の努力と技術の研鑽をすることにより公共工事の信頼獲得に努めることが重要であると思う。

## ブロック積の施工効率の向上

宮崎県土木施工管理技士会

湯川建設株式会社

施工主任

堀口悦克<sup>○</sup>

Yosikatu Horiguti

施工主任

盛武幸博

Yukihiro Moritake

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：平成20年度 水防災第2-3号  
北川上流 北川上流宅地嵩上  
盛土工事（瀬口地区）
- (2) 発注者：宮崎県 延岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市北川町瀬口
- (4) 工期：平成21年1月24日～  
平成21年11月10日

本工事は、台風等大雨時における浸水対策工事で既存の住宅の下に盛土を行い、住宅が浸水しないように対策する工事である。

### 2. 現場における問題点

右構造図（図-1）のように従来はブロック1石積み上げる毎に裏当てコンクリートの厚さに合わせた竹、木の棒等で厚さを確保していたが、裏込砕石投入時にはずれ作業効率が思わしくなかった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 改善点の目標としてブロック積の作業性の効率化裏当てコンクリート厚の品質確保とした。

裏当てコンクリートの厚みが、48mm～160mmと変化するため、施工に際して裏当てコンクリー

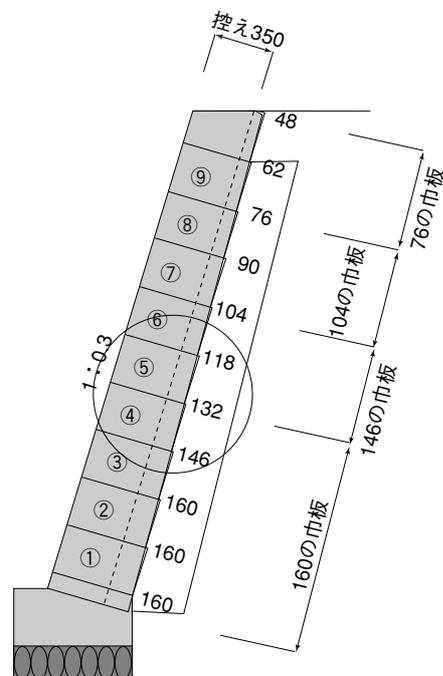


図-1 構造図

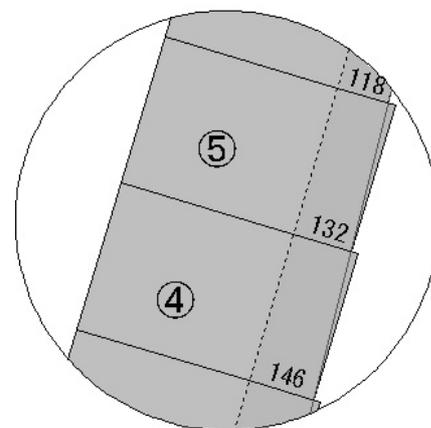


図-2 拡大図

トの厚さをどの様に確保するかが問題となった。

この問題を解決するため裏当てコンクリートの厚さが変化するアナログ線を写真-1、写真-2、写真-3のように4種類の巾板を使用することでデジタル化を図った。



写真-1 4種類の幅板



写真-2 幅板 (160mm)



写真-3 幅板 (76mm)

## (2) 効果

この方法では、コンクリートの施工数量が増えるために、多少経済性に問題は有るものの、数種類の巾板を使用することで作業速度の効率化が図れブロック積の施工速度を短縮することができる。

また、裏当てコンクリートの厚みを設計値以上に確保でき品質確保には有効と思える。

## 4. おわりに

### 適用条件

裏当てコンクリートの厚みが均一でない構造のブロック積。

### 採用時の留意点

胴込コンクリートと裏込碎石を分ける裏当て板は曲げに対して強度のある鋼製の物を使用する。

巾板は設置間隔に留意する。(1石毎がよいと思われる。)

巾板は胴込コンクリート打設後引き抜き易いように長めに作ること。

上記に注意して幅板を準備すれば効率的に施工することができます。

## 供用区間における舗装（表層）の平坦性確保について

宮城県土木施工管理技士会  
株式会社 NIPPO 東北支店  
工事部  
工事主任  
木村 徹  
Tooru Kimura

### 1. はじめに

本工事は、一般国道7号青森環状道路で青森市筒井から同市後蕨までのアスファルト舗装工事（区間長4.4km）である。現場は、交通の要所となる県道と交わる大型交差点が5箇所（図-1参照）を有し、現状の交通供用を確保しながらの施工であり、安全対策に特段の配慮が必要であった。

また、技術提案により、平坦性 $\sigma=0.8\text{mm}$ 以下を提案しており、交差点部分の舗装を如何に安

全に精度良く施工するかが大きな課題であった。

本報は、平坦性の提案値を確保し、無事故無災害で施工を完了することができたことから、その取組を紹介するものである。

#### 工事概要

- (1) 工事名：戸山道路改良舗装工事
- (2) 発注者：国土交通省 東北地方整備局  
青森河川国道事務所
- (3) 工事場所：青森県青森市大字筒井～後蕨地内
- (4) 工期：平成21年2月3日～  
平成21年10月30日

### 2. 現場における問題点

本工事の性能規定部分は本線部であり、基層までは前年度に他業者により施工されている。そのため、当社は表層のみの施工であった。

表層の平坦性確保は、基盤の出来映えに非常に大きく影響を受けることから、基盤の状態（平坦性等）を確認し、その結果に基づき施工方法を検討する必要があった。さらに、大型交差点を有することから、交通規制方法、舗装機械の搬入・搬出およびアスファルト合材の供給方法に特段の配慮が必要であった。

### 3. 対応策と適用結果



図-1 現場概要図

着工前の調査で基層における平坦性は $\sigma=1.2$  mmであった。これを $\sigma=0.8$ mm以下に納めるために、使用機械の検討、連続施工および人力施工部を極力減らすことを目標に以下の対策を実施した。

### 1) 連続的なアスファルト合材の供給

アスファルト合材の搬入についても細かに現場から合材工場までの時間を測定し、タイムテーブル(図-2)を作成し、合材運搬ダンプトラックの台数を決定した。

現場には常に合材を積んだダンプトラックが1台待機するようにし、合材工場との調整を密に行った。これにより、連続施工を成し遂げることができた。

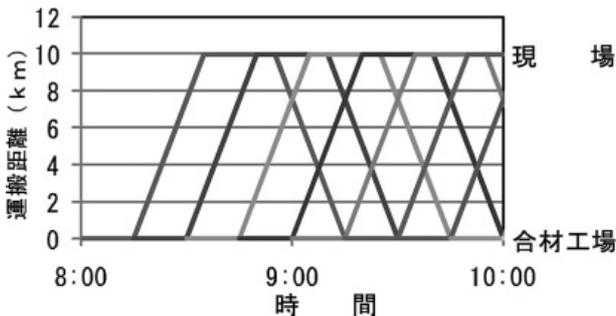


図-2 タイムテーブル(例)

### 2) 大型アスファルトフィニッシャの使用

アスファルトフィニッシャは、国産機械より、平坦に高い締固め性能を有する大型アスファルトフィニッシャ(独:フェーゲル)を使用した。



写真-1 大型アスファルトフィニッシャ

### 3) 自動敷きならし厚制御装置

事前に測定した平坦性結果から、特に不陸のある区間は、写真-2のような路面感知方式の自



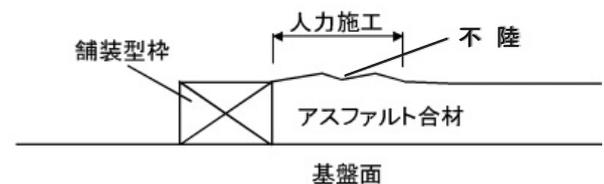
写真-2 路面感知方式敷きならし厚制御装置

動敷きならし厚制御装置(ロングスキー)を使用し、平坦性向上を図った。

### 4) 日々の施工打継目部の施工精度の向上

平坦性を向上させるべく、日々の施工完了時の施工打継目についても、精度良く舗設できるように配慮した。通常、施工完了時は、打継目部付近までアスファルトフィニッシャで敷きならし、型枠をはめ込み、人力で施工することから、人力施工個所で不陸が生じることが懸念される。そのため、本工事では厚さ9mmの平板を施工打継目部の基盤に打ち込み、アスファルトフィニッシャでその打継目部を通過するまで敷きならし、転圧して仕上げた(図-3参照)。これにより、木板の部分にひび割れが誘発し、行き過ぎた部分の合材と平板を後日撤去し、舗設を開始することで、施工精度の向上を図った。

(通常)



(本工事)

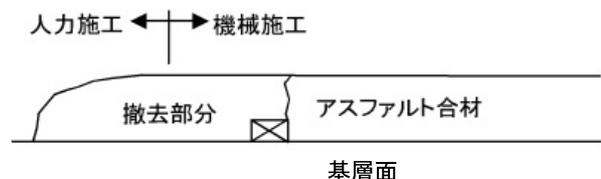


図-3 施工継ぎ目部の処理

### 5) 初期転圧時のローラマークの処置

初期転圧において生じる段差を、平滑に仕上げるように、人力にてタンパを用いて締め固め作業を行い、転圧時の不陸の抑制に努めた。



写真-3 タンパ締め固め状況

#### 4. おわりに

これらの施工努力の結果、全線の平坦性は $\sigma=0.66\text{mm}$ という結果となった。実施した対策はどれも真新しいものではなく、一般的な手法と言えるが、社内での検討会の実施、作業員まで含めたブレインストーミングにより実現できたものとする。

今後の工事においても、目標をしっかりと定め、それに向かって常に問題意識を持ち、一般的な手法であってもその先を目指して工事完遂を行きたいと考える。

## 一般車両供用下での床版コンクリートの品質確保

(社)北海道土木施工管理技士会

伊藤組土建株式会社

土木部

監理技術者

菊地 稔

Minoru Kikuchi

### 1. はじめに

当該工事は、老朽化した橋梁上部工(橋長：327 m、5径間連続非合成箱桁橋)の架替工事であり、日交通量が約3万台/日の現道交通を維持しながら、新橋梁へ更新するものである。

架替工事は、現道交通を確保するため、昨年度までに完成した下り線側を供用して、上り線側を施工(一次施工)した後、中間部の中央分離帯を施工(二次施工)する2段階で施工する計画であった(図-1参照)。

本報告は、当該工事で採用した床版コンクリー

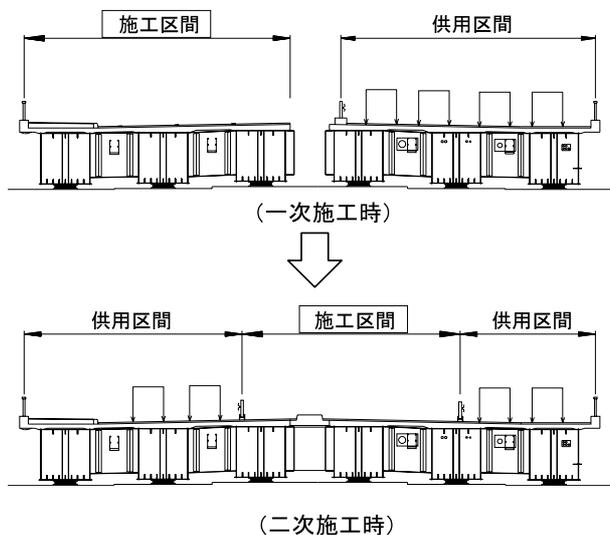


図-1 床版コンクリート施工手順図

トの品質を向上するための事例を報告するものである。

### 2. 問題点

床版コンクリートの打設は、当該橋梁が連続桁であったため、打設順序を十分に検討しないと打設したコンクリートの重量により主桁がたわみ、所定のキャンバー量が確保できない可能性があった。

また、コンクリートの水和熱により主桁が伸張し、材齢の相違によりその伸び量が変化するため、先に打設した床版コンクリートが若材齢のうちに過大な圧縮力を受け、ひび割れの発生等が考えられた。

さらに、二次施工では、上り線と下り線を両方供用しながら施工することとなるため、車両の走行に伴う振動が施工箇所に伝達し、横桁の取付けが困難となり、配筋のズレや初期材齢のコンクリートへのひび割れ誘発等の影響が考えられた。

### 3. 対策と効果

床版コンクリートは、たわみによる影響を低減するために、まず、断面力が大きい各径間の中央部を先行して打設し、各橋脚部に向かって打設することとした(図-2参照)。

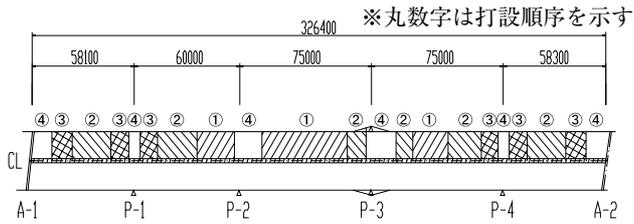


図-2 床版コンクリート打設計画図

また、水和熱による影響が無いように、材齢毎のコンクリートの圧縮強度を事前に計算して、これに基づいて1回の打設長を伸張に伴う作用圧縮力よりも大きな圧縮強度が発現する時期を設定して、打設計画を立案した。

供用区間からの振動は、施工箇所と供用区間の離隔をL側に1.5m、R側に7.5mとすることで施工への影響を低減することとした。

また、初期材齢で振動の影響を受けた中間部の床版コンクリート（中央分離帯）から供用後に雨水等が浸透しないように当初設計で考慮されていなかった防水層を設置することとした（図-3及び写真-1参照）。

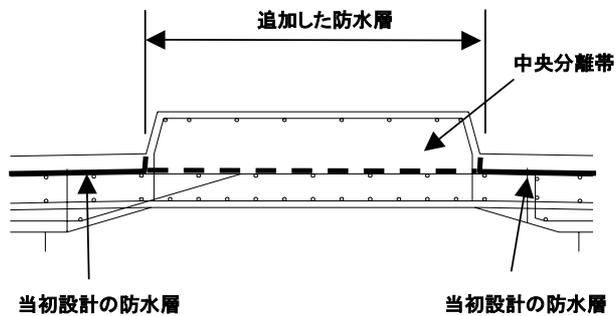


図-3 中央分離帯部断面図



写真-1 防水層設置状況

以上を実施した結果、床版コンクリートに有害なひび割れが発生せず、防水層の設置により床版コンクリートの止水性が向上し、長期耐久性の向上及び品質の確保が達成できたと考える。

#### 4. おわりに

今回の施工では、上記の他にコンクリートの養生温度を均一化するため、スプリンクラーを設置し、24時間稼働させた（写真-2参照）。



写真-2 スプリンクラーによる24時間散水状況

最後に、工事目的物の高品質化を達成し、無災害で竣工できたことを協力して頂いた関係各所の方々にお礼申し上げたい。

本報告が、今後の同種工事の参考となれば幸いである。

## 合成床版橋におけるコンクリート打設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
JFE エンジニアリング株式会社  
工事部  
木 嶋 利 隆  
Toshitaka Kijima

### 1. はじめに

本工事は、平成16年に新潟県で発生した7.13水害による五十嵐川災害復旧助成事業に伴う橋梁の架け替え工事であり、その工事概要は下記に示すとおりである。

工事概要

- (1) 工 事 名：一級河川五十嵐川災害復旧助成事業  
常盤橋上部工工事  
※緊急地方道（街路）事業合併
- (2) 発 注 者：新潟県三条地域振興局地域整備部
- (3) 工事場所：新潟県三条市北四日町～  
本町3丁目地内
- (4) 工 期：平成19年12月21日～  
平成21年8月19日

上部工の橋梁形式は、3径間連続合成床版橋であり、橋長107.4m、幅員15.8m、鋼重639tと同形式の橋梁の中では、最大規模のものであった。

### 2. 現場における問題点

この合成床版橋は、図-1に示すように下フランジが1枚につながった底鋼板を有した構造であり、鋼桁を架設した後、現場で床版鉄筋の配筋作業を行ない、鋼桁を型枠としてコンクリートを打ち込んで一体化する構造である。

さらに今回は、死荷重軽減のために、床版内に

発泡スチロールで中空部を形成する中空タイプと呼ばれる構造となっていた。



図-1 合成床版橋イメージ

現場における問題点は、本橋梁形式が鋼桁とコンクリートとが一体となる合成構造であることから、コンクリートの品質に十分注意する必要があること、特に床版コンクリートが上フランジを巻き込む構造となっていることから、コンクリートの充填性を確保する必要性があったことであった。

また、鋼桁（底鋼板、側板）がコンクリート打設時の型枠を兼用することから、その際のコンクリートの漏えい対策、さらに完成後の浸水対策を入念に実施する必要性があった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

今回は、コンクリートの充填性に配慮して、AE減水剤を使用し、スランプ値を標準の8cmから12cmとして、ワーカビリティを向上させるとともに、密実で耐久性の高いコンクリートとした。

さらに初期ひび割れを抑制して耐久性を向上させる目的で膨張剤を添加した。

コンクリートの締め固め作業については、可能な限り通常の打設状態を保つため、写真-2に示すように、コンクリートポンプ車の筒先一箇所につき複数のバイブレーターを配置し、さらに、コンクリートの充填性を確実なものにするために所定の施工方法（一箇所あたりの振動時間を5～10秒程度で挿入間隔を30cm程度のピッチにて締め固めを行う）で管理した。



写真-1 コンクリート打設状況

これらの対策により、コンクリートの品質を確保するとともに、鋼と一体化させるべく確実にコンクリートを充填できた。

また、打設時のコンクリート漏えい対策として、発泡スチロールや鋼板のタッチ部にはアルミテープやコーキング材によるシールを行った。

さらに、浸水対策として、通常行われる橋面の

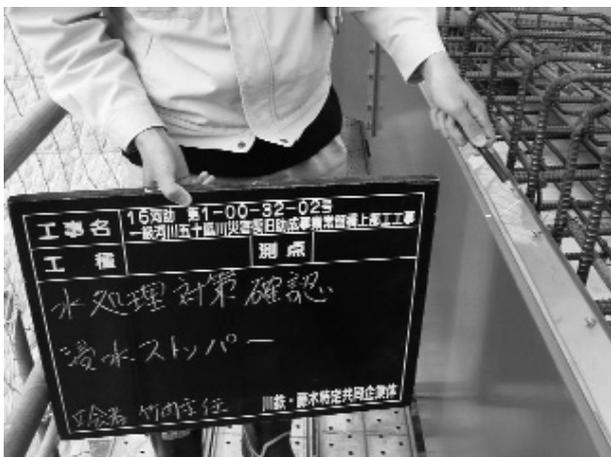


写真-2 浸水ストッパー

防水シートや床版水抜き管（スラブドレン）、舗装内導水管（スパイラルドレン）の設置の他に、地覆部の鋼板とコンクリートの境界部には、写真-2に示すような浸水ストッパーを設置した。

コンクリート打設後、写真-3に示すように底鋼板下面に設置されたモニタリング孔で、コンクリート等の漏えい状況を確認したが、問題はなかった。



写真-3 水抜き主穴

#### 4. おわりに

ここで採用された合成床版橋は、他の橋梁形式と比較して構造高を低くすることができるのが特徴であり、都市内での河川改修に伴う架け替え工事などに多く適用されているが、本橋もこのような制約条件に合致するものとして採用されている。

一般的に、合成床版橋は、鋼桁部分を工場で製作し現地へ搬入して架設した後、それを型枠がわりにコンクリートを打設するため、現場工期が短期間である。また鋼桁（底鋼板）は作業足場も兼用するため、足場も不要で施工性や安全性に優れている。さらに、使用重機は、架設時は鋼桁のみであるため、比較的小さいものとなる。その一方で、鋼とコンクリートを一体化させる必要があることから、現場で打設されるコンクリート自体の品質と鋼桁まわりの充填性には配慮が必要となる。

今回のコンクリート打設方法は、充填性や品質確認のために、事前に施工実験で検証された方法であり、予定通り所期の目的を達成できた。

## 高力ボルト取替時の品質向上について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

駒井鉄工株式会社

橋梁工事部工事1課

現場代理人

山崎 義実<sup>○</sup>

Yoshimi Yamazaki

現場主任

佐々木 英夫

Hideo Sasaki

### 1. はじめに

本橋梁は、静岡と清水を結ぶ国道1号静清バイパスの興津川に架かる橋梁である。また、清水港近傍に位置し、河川での鮎釣りや海釣りが出来る風光明媚な場所である。昭和38年に2車線にて供用を開始し、その後昭和52年に拡幅工事を行い現在4車線での供用を行っている。今回の工事では、耐震性向上および長寿命化を目的として、支承の取替・変位制限装置設置、そして腐食した対傾構・下横構の補修と、高力ボルトの取替工事を行うものである。

本書は、高力ボルトの取替時における品質向上について報告するものである。

#### 工事概要

- (1) 工事名：平成20年度新興津川橋補修工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局  
静岡国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県静岡市清水区興津東町
- (4) 工期：平成20年8月26日～  
平成22年2月26日

本工事の施工内容の1つである高力ボルトの取替工事は、F11Tの遅れ破壊という経時的に破壊を起し、ボルトの破断や脱落による被害を防止するための対策工事である。

### 2. 現場における問題点

本橋梁は、清水港に近接しており施工期間中に海水の飛沫等による塩害の影響が懸念された。

また、取替えの数量が約20,000本と多いことから施工開始から完了まで数ヶ月間と長期に渡るため養生が必要となった

現場状況を写真-1に示す。



写真-1 現場状況

### 3. 工夫・改善点

- (1) 施工期間中における塩害対策の検討  
塩分の進入を防止する対策として、施工範囲全体の防護及びボルト取替部を被覆シートにて覆うこととした。

施工前及び被覆シート状況を写真-2に示す。

- (2) 品質管理についての検討

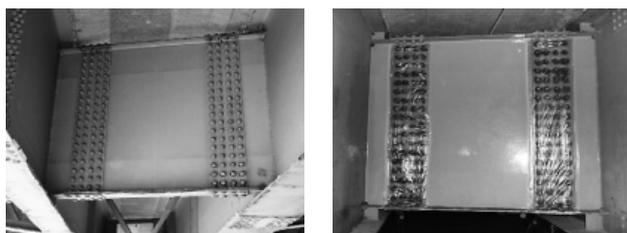
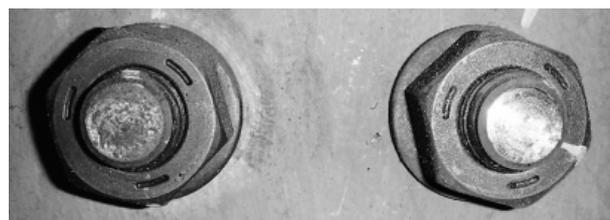


写真-2 施工前及び被覆シート状況



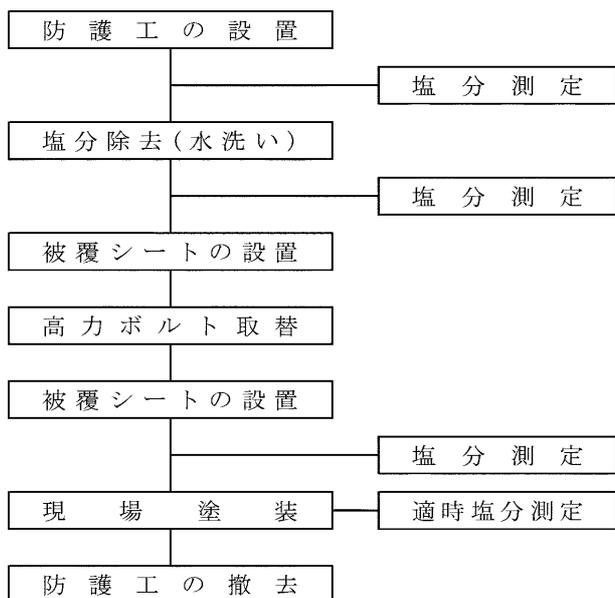
「処理前」 「処理後」

写真-3 破断面処理前・後状況

① 塩分付着量について

既に付着している塩分を水洗いにより除去し、次工種へ移る際には必ず塩分測定を行うことで、常に塩分の付着量を把握しながら施工を行うこととした。

更に、塩分付着量の規格値は『鋼道路橋塗装・防触便覧』によると50mg/m<sup>2</sup>以下と規定されているが、社内管理値を20mg/m<sup>2</sup>以下と、より厳しく設定し管理を行うこととした。ボルト取替工の施工フロー図を図-1に示す。



※必要により塩分の除去(水洗い)を行う

図-1 ボルト取替工施工フロー図

② ボルト締付け完了後の処理について

トルシア形高力ボルトの締付け完了後のピンテール部の破断面は、凹凸となるため塩分の進入防止及び塗装作業時の塗膜厚を確保するために、専用の破断面処理機（ボルトシェイバー）により凹凸部を仕上げることにした。

破断面処理前・後を写真-3に示す。

4. おわりに

今回の工事では、塩害の影響を受ける地域であることから、通常の高力ボルト取替だけではなく塩分の影響に十分配慮した施工を行った。

足場や施工範囲の防護についても台風等による高波の影響を防止するため海側への張出しを控える構造とした。

足場及び防護状況を写真-4に示す。



写真-4 足場及び防護状況

今後は、長寿命化に向けて橋梁の補修及び補強工事がさらに増加されると予測される。施工環境などを十分に把握し実施工へ反映し、50年或いは100年の延命を図ることが出来れば、橋梁に携わる技術者として幸いである。

## フィリピンにおける合成床版コンクリートの品質確保

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

山 岸 章

Akira Yamagishi

### 1. はじめに

本工事は、ODA の特別円借款で実施された橋梁工事である。以下に工事の概要について記述する。

工事概要

- (1) 工 事 名：アーjentブリッジ PⅢ  
パンタル橋
- (2) 発 注 者：東洋・飛島JV(フィリピン政府発注)
- (3) 工事場所：ダグパン市(フィリピンのルソン島)
- (4) 工 期：2007年6月1日～  
2008年3月31日

本橋の橋梁形式は、7径間連続鋼2主鈹桁で最大支間55mを有し、鋼重は約880tである。施工範囲は、部材架設・合成床版・高欄据付が主たる工種である。本報告は、合成床版のコンクリートの品質確保対策について記述する。

### 2. 現場における課題

本橋の合成床版コンクリートの要求品質は、フィリピンでの工事であったため、日本の基準は厳密に適用されず、品質上重要な項目までフィリピン側で決定されていた。以下に合成床版の品質確保上問題となる点を列記する。

- (1) コンクリートは、膨張コンクリートではなく標準コンクリートがスペックインされていたため、初期段階の収縮ひびわれが懸念された。

- (2) 床版コンクリートと横断勾配調整用コンクリートが分割施工となっており、強度も異なっていたため、後施工となる調整コンクリートのひびわれが懸念された。
- (3) 現地製造セメントは、品質が一定でないため同一配合でもコンクリート強度のバラツキが大きい。
- (4) コンクリート打設条件が、暑中コンクリート(平均気温25℃以上)になるためコンクリートのスランプ経時変化が大きくなる。

### 3. 現場での対応策及び効果

- (1) コンクリート膨張材の添加  
フィリピンの施工管理コンサルタント及び発注者との協議にて膨張材添加の必要性が認められ下記対応を実施した。
  - ・低添加型コンクリート用膨張材(20kg/m<sup>3</sup>)の使用(写真-1)
  - ・試験練りを実施し、強度及び膨張性能を確認した。
 上記により、床版コンクリートの初期収縮ひびわれは防止できた。
- (2) コンクリートの同時打設  
コンクリート打設は当初施工案の分割打設を協議により変更し、同一配合の同時打設にて実施した。これにより、コンクリートのひびわれは回避



写真-1 低添加型膨張材



写真-2 コンクリート打設状況

できた (写真-2)。

### (3) コンクリート配合と強度確認

コンクリート配合は、現地セメントの品質を考慮しセメント量を多少大目に設定した (セメント量: 350kg/m<sup>3</sup>)。また、乾燥収縮を抑制するため単位水量をできるだけ小さくした (単位水量: 170 kg/m<sup>3</sup>)。単位水量を小さくするため AE 減水材を使用した。上記配合でコンクリート打設前に試験練りを実施した。また、コンクリート圧縮強度の確認は、30m<sup>3</sup> (通常: 150m<sup>3</sup>) 毎に供試体を 3 本採取 (材齢 28 日用) し、強度試験を行いコンクリート強度に問題がないことを確認した。

### (4) スランプ経時変化の確認

実施工前にスランプの経時変化 (気温 30℃) を計測し、急速なスランプ低下を生じる時間を確認した。その結果を基に、実際のコンクリート打設時には、70 分以内での打設完了を目標とした。70 分以上経過したコンクリートは返却処分した。これにより、打設時の充填・締固め性能の維持及びワーカビリティ不足によるジャンカ・空隙等を防止した (図-1)。

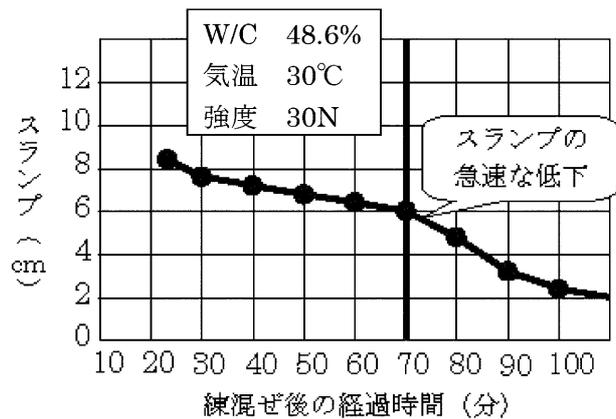


図-1 スランプ経時変化 (30-8-20)

## 4. おわりに

フィリピンのコンクリート品質に対する常識は強度さえ確保できれば問題ないとの考え方であった。強度を最優先させるため、単位セメント量を上限近くまで配合し、温度応力や乾燥収縮にはほとんど配慮しない。今回の施工では発注者に強度以外にも重要な要素があることを認識してもらいひびわれ対策を施す事により、ある程度の品質は確保されたと思う。今後フィリピンで同様な施工機会が有れば、もう一步踏込み合成床版コンクリートの強度・耐久性・水密性・充填性・ひびわれ抵抗性等に着目し現場に適合した配合及び施工条件等を検討したいと思う。

# 合成斜張橋のケーブル張力管理と床版コンクリートの引張応力について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

東京工事部工事課

係長

秋谷 由 則<sup>○</sup>

Yoshinori Akiya

総括工事長

大 伴 利 夫

Toshio Ohtomo

係長

溝 口 勝

Masaru Mizoguchi

## 1. 工事概要

- (1) 工 事 名：是政橋 2 期鋼桁製作・架設工事  
(その 1)
- (2) 発 注 者：東京都
- (3) 工事場所：府中市是政 5 丁目
- (4) 工 期：2006 年 10 月 7 日～  
2009 年 6 月 30 日
- (5) 支 間 長：2 @121.2m
- (6) 有効幅員：車道 7.0m、歩道 4.0m

本橋は合成床版を用いた合成斜張橋であり、わが国ではきわめて実績の少ない橋梁形式です。ここでは、ケーブル張力管理と床版コンクリートの引張応力について報告します。

## 2. 架設工法

本橋の架設工法はトラッククレーン・ベント工法です。多点支持の状態の主桁、合成床版の下鋼板を架設し、床版コンクリートを打設、ケーブルの架設と張力調整を行った後、ベント設備を解体撤去しました。

## 3. 管理値の設定

架設時の形状管理項目として、主塔の傾き、主桁キャンバーは、道路橋示方書鋼橋編の規定より、それぞれ、

主塔の傾き： $\pm 1/500$  ( $\pm 115\text{mm}$ )

主桁キャンバー： $\pm (20+L/5)$  ( $\pm 85\text{mm}$ )

として管理を行いました。

ケーブル張力については、これまでの斜張橋の実績等を考慮して、設計値の $\pm 10\%$ 以内を管理値としました。

## 4. ケーブルの張力管理

ケーブルは最下段より順次架設することとし、事前に立体骨組解析により各施工段階での形状、

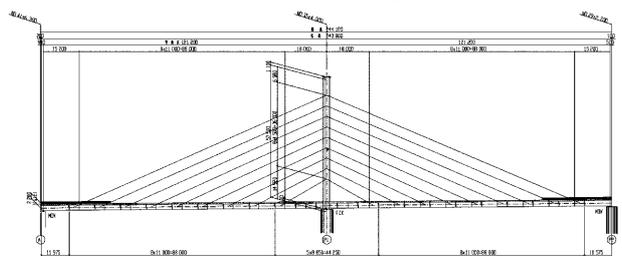


図-1 一般図



写真-1 完成写真(手前が本工事、奥は完成済の1期工事)

ケーブル張力等を算出しておき、これらを管理値としました。ケーブルを1段架設する毎に張力を測定し、管理値内となるよう調整しながら架設作業を行いました。ケーブル張力の計測は、ケーブル張力をジャッキにより直接測定する「ジャッキ法」と、ケーブルを振動させ、その固有振動数から間接的にケーブル張力を求める「振動法」の2種類がありますが、本橋では計測が比較的容易な「振動法」によることとしました。

### 5. 床版コンクリートの引張応力の照査

本橋は合成桁であり、施工途中で主桁に作用する負の曲げモーメントにより床版コンクリートに引張応力によるひび割れが発生しないよう配慮が必要です。ケーブル張力の管理値である設計値±10%に対して各施工段階における主桁の断面力を



写真-2 振動法による計測状況

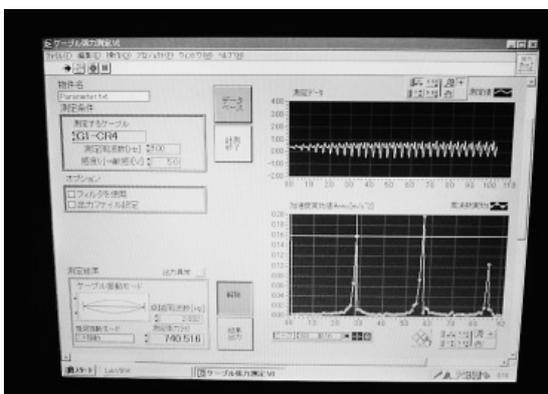


写真-3 パソコンによる固有振動数の計算

求め、床版コンクリートのひび割れ抵抗モーメントと対比を行いました。その結果、いずれの作業段階においてもひび割れが発生しないことを確認しました。

### 6. あとがき

斜張橋の架設においては架設計画に基づいた十分な事前検討が必要です。また、床版コンクリートを有する斜張橋の課題に対する解決策のひとつになるものと思います。

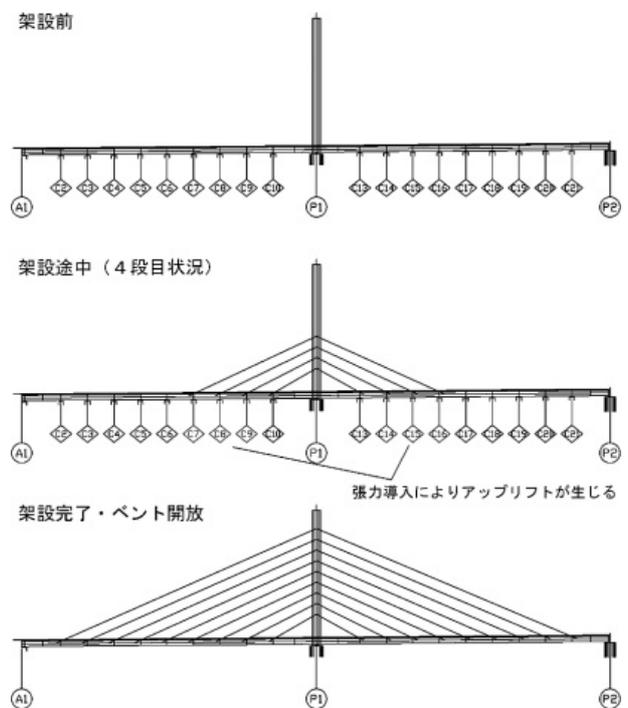


図-2 架設段階図 (一部)

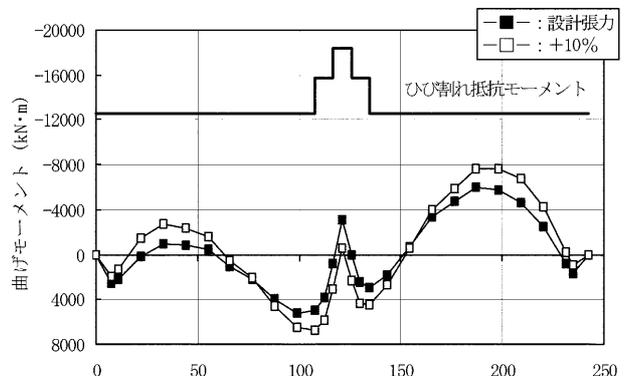


図-3 床版コンクリートの引張応力の照査 (架設完了、ベント開放時)

# 1号富士由比バイパス舗装修繕工事での施工管理及び安全管理について

(社)静岡県土木施工管理技士会  
 株式会社 橋本組  
 現場代理人  
 渡 邊 秀 樹  
 Hideki Watanabe

## 1. はじめに

経年劣化による舗装修繕工事を、1号富士由比バイパスの清水区由比から蒲原東地区にかけて約6kmの区間を5工区に分割し同時施工する工事のうち由比地区から蒲原西地区までの舗装修繕工事を行った。

周辺は側道や幹線道路が少なく大型車両を含め交通量が多く、信号等がないため走行速度も速い状況であった。

### 工事概要

- (1) 工 事 名：平成20年度1号町屋原地区舗装修繕工事
- (2) 発 注 者：中部地方整備局 静岡国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県静岡市清水区蒲原神沢～静岡県静岡市清水区由比
- (4) 工 期：平成21年3月3日～平成21年9月30日

## 2. 現場における問題点

- ① 規制区間が長く、交通量が多いため一般車両への安全対策
- ② 側道や幹線道路が少ないため道路利用者への影響を抑制する必要から規制期間設定
- ③ 5工区同時施工であるが施工業者が別々のため施工中の連絡調整

- ④ 路面切削から表層舗設までの急速施工のため規制時間の確保

## 3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 周辺広報および道路標識、ラジオによる広報を使用し工事箇所及び交通規制時間の周知を計り、施工前からの事前告知を徹底した。

また、実走行速度が速いため規制箇所のテーパー長を最低100mとし、規制先端の規制車(LED掲示板搭載車)を4km手前から配置し、施工順序も路肩幅員に余裕のある走行車線を利用して、追越し車線を先行して施工することにより走行車線施工時における一般車両走行帯の幅員を確保した。



写真-1 規制車配置状況

② 工区によって施工面積が異なるため、施工量の多い工区は施工班を2組とし規制期間の短縮を図り通常施工量で実施した場合の約半分である予備期間を含め約6週間の規制期間に設定できた。

また、準備測量日数短縮のため路面性状調査車及び非破壊試験による舗装厚試験機を導入した。



写真-2 事前調査状況



写真-3 事前調査状況

③ 工期当初から関連する5業者にて安全連絡協議会を設置し、基本方針を統一すると共に、連絡調整方法や施工中の非常時対策などの検討を

行った。

また、施工期間中は施工開始前の18時00分より日々の連絡調整会議を実施することにより施工箇所の変更など連絡調整を順次実施した。

④ 交通規制の時間帯については事前路面調査時に21時からの交通規制と20時からの交通規制という2パターンの交通規制を実施し、渋滞調査を行った。

渋滞調査の結果を踏まえ、道路管理者及び関係機関との調整を行い20時からの交通規制を行える事になった。

また、交通規制を施工区間内にあるインターチェンジ部を利用して2班体制で行うことにより交通規制時間の短縮に努め、施工方法についてもアスファルト乳剤を改質乳剤に変更し養生時間の短縮を行った。

#### 4. おわりに

今回工事を受注した段階では関連業者などがまだ不明な段階であり、現場状況の把握などに時間を要しました。

施工内容に特化したものではありませんが、供用中の交通量の多い主要幹線道路を安全にそして迅速に全工区が同時に施行する事が必須でありました。

事前準備段階から検討を重ねてゆく中でコミュニケーションも図れ、円滑な施工環境を整えられたと考えます。

やはり、常に現場状況を把握し問題の把握から対処までをいかに的確にそしてスムーズに行えるかが時間・期間を制約された工事には重要だと考えさせられました。

## 合成床版架設時における安全設備の改善

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
株式会社 横河住金ブリッジ  
東京工事グループ長  
濱 口 敦  
Atushi Hamaguchi

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：旭川紋別自動車道上川町上滝橋  
R橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省北海道開発局  
旭川開発建設局
- (3) 工事場所：北海道上川郡上川町上越地先
- (4) 工 期：平成19年10月30日～  
平成21年11月30日

旭川紋別自動車道、上川天幕から浮島間の北大雪山系和刈別の麓を貫く山岳高規格道路における橋梁工事である。

### 2. 現場における問題点

上滝橋R橋では、合成床版が採用され現場では当社の合成床版（TRC床版）を使用し床版の架設工事を行うべく、架設担当者との詳細打ち合わせを実施した。

合成床版は、2.5m／枚を一日あたり18枚架設する予定であり架設に伴い安全設備として親綱支柱をそのたびに設置する必要がある。通常使用する親綱支柱は、下図の様にフランジに挟み込む形式のため、合成床版架設では不向きであり、架設担当者からは、安全設備が確定するまで作業は出来ないとの話があり、早急に安全設備の作製に

取りかかる必要があった。

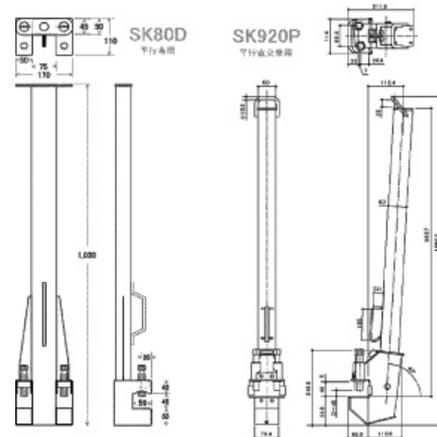


図-1 親綱支柱

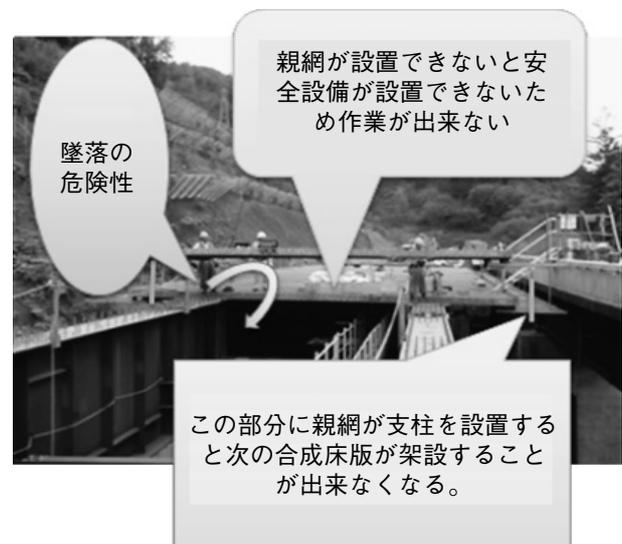


写真-1 改善前の問題点

### 3. 工夫・改善点と適用結果

合成床版架設では、18枚／日の施工性を考慮した安全対策を考える。次の項目を満足する安全設備が必要となる。

- ① どこでも設置が容易
- ② 親綱支柱としての強度がある
- ③ 楽に持ち運びが出来る

この条件を満たすべく考えついたのは、桁に設けられているスタッド（頭付きスタッド）を利用した親綱支柱であった。

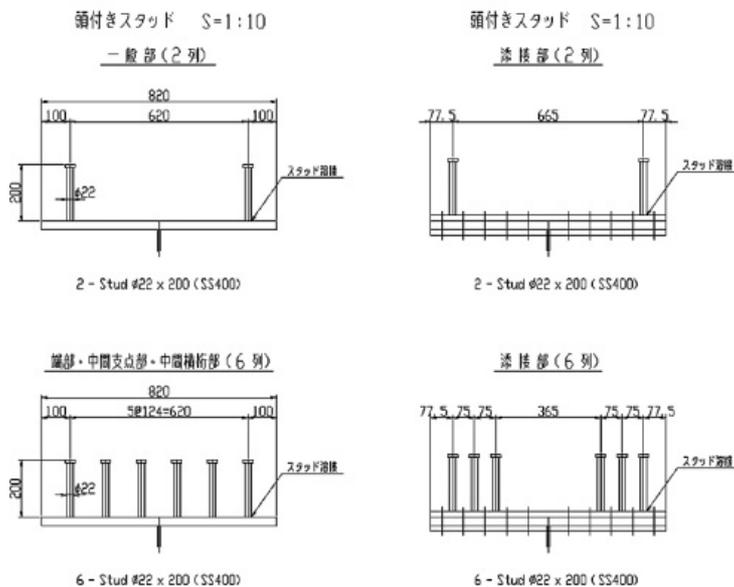


図-2 頭付きスタッド

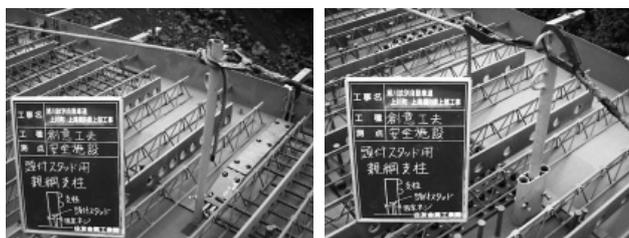


写真-2 1本タイプ親綱支柱 写真-3 2本タイプ親綱支柱

親綱支柱は、1本タイプ親綱支柱（写真-2）と2本タイプ親綱支柱（写真-3）の2タイプを作製した。構造は至ってシンプルで、頭付きスタッドの頭部分の直径より内径が大きな配管用炭素

鋼鋼管（SGP40A）を使用した。構造は下図の様になっている。

親綱支柱は、構造が簡単で軽量であり取り付け取り外しも簡単であり、合成床版の架設毎の移動にも楽であり、施工担当者からの評判はたいへん良く、作業員が安全に作業できると好評であった。

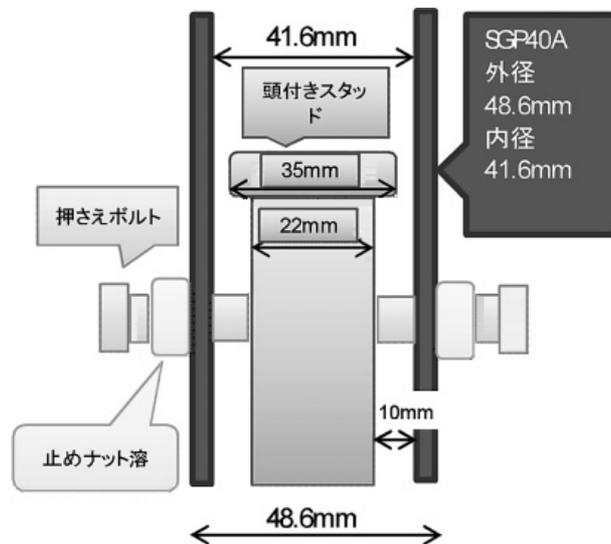


図-3 親綱支柱構造図



写真-4 親綱支柱使用状況

### 4. おわりに

適用条件、採用時の留意点

合成床版を使用する桁には、頭付きスタッドが使用されるためどのような合成床版でも対応は可能であるが、2本タイプの親綱支柱については、頭付きスタッド間隔が異なる場合があるため、各現場毎に作製する必要がある。

## 吊かご枠による法面保護

広島県土木施工管理技士会  
株式会社 岡本組  
児玉 孝 則  
Takanori Kodama

### 1. はじめに

工事延長250m・幅員7.0mの既設国道に県道入口が出来る為の、交差点部の改良工事である。

県道入口から国道並行法面は、法枠(H=500)にアンカー工(L=12m)を施工で保護し県道入口部は橋梁施工があるので請負工事では、暫定掘削植生法面保護で施工終了となる。

### 2. 現場における問題点

掘削を行う地山が含水性の土質で、地質も粘性土と悪く自立安定勾配は1:0.8~1.2と調査報告されていた。

発注者と事前協議で県道入口の掘削は1:1.0の勾配で施工を行う事になり、作業を進行中湧水

が出て来たので中断し再協議を行い、法面にラス網を張り排水性のある法面保護シートで行うことになった。

法面保護が終了した後1ヶ月後掘削面から大量の湧水があり、自立が出来ず崩壊を起してしまった。

### 3. 対応策・工夫改善点と適用結果

吊かご枠による法面保護の採用

仮設モルタル及び仮設アンカー打設による法面保護も検討を行ったが、暫定掘削の為次施工掘削時に撤去費・処分費が発生する為、簡易的な仮設材で排水性・法面の安定性を考慮した保護材の検討を行う。

検討の結果次施工時撤去が容易に行い、次回仮



写真-1 法面崩落状況



写真-2 ふとんかご

設施工に移設出来る吊かご枠の採用を決定した。

吊かご枠は吊金具で設置・撤去を行い取扱いに注意すれば5回ぐらい転用出来る。

#### 4. おわりに（注意点）

① 掘削面からの湧水があるので吊かご枠の背面に、吸出し防止マット及び裏込砕石で排水性を確保する。

② 吊かご枠を据付ける時は、均等に吊り枠を傷めない為に吊金具を使用し設置する。

③ 吊かご枠は重量がある為、始業前に吊枠の始業前点検を行い安全作業に努めた。

④ 設置後は、湧水の確認かご枠の変異が無い確認を行う。



写真-3 ふとんかご裏込投入



写真-4 ふとんかごカゴ枠

## 区画線消去時における公衆災害防止

広島県土木施工管理技士会  
株式会社 上垣組  
土木部  
小林 智 幸  
Tomoyuki Kobayashi

### 1. はじめに

本工事は重要港湾広島港臨海土地造成事業の一環として、広島市佐伯区五日市港地先における工事延長 L=333.4m 舗装面積 A=約4,700㎡ 排水構造物 L=約750m 区画線工 L=約1,600m の新設道路築造したものです。

本工事施工箇所は既設道路にアクセスする交差点を築造するに当たり路上駐車が多い現場状態でした。本報告は既設道路の区画線消去時の工夫事例について報告します。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：特定重要港湾広島港 五日市地区  
臨海土地造成事業道路舗装工事  
(21-2 工区)
- (2) 発 注 者：広島県広島港湾振興事務所
- (3) 工事場所：広島市佐伯区五日市港二丁目
- (4) 工 期：平成21年7月22日～  
平成22年1月12日

#### 工事概要

アスファルト舗装工 (車道)	A=3,890㎡
(歩道)	A= 877㎡
区画線工	L=1,663m
排水構造物工	1 式
境界ブロック工	L= 732m
照明設置工	6 基

### 2. 現場における問題点

区画線消去の従来工法（切削式）では路面上に有る区画線を切削する事により消去を行う。

そこで問題となるのが当現場では既設道路には路上駐車が多い事と釣り客（歩行者）が多い。港の近くという事も有り風が強くまた、貨物トラックが置き去りにされている状態の中、従来工法の切削式で発生する粉塵による公衆災害が懸念された。



写真-1 従来工法（切削式）

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 施工工法の変更

下記のように消去時の工法を変更した。

消去時にウォータージェットとバキュームを併

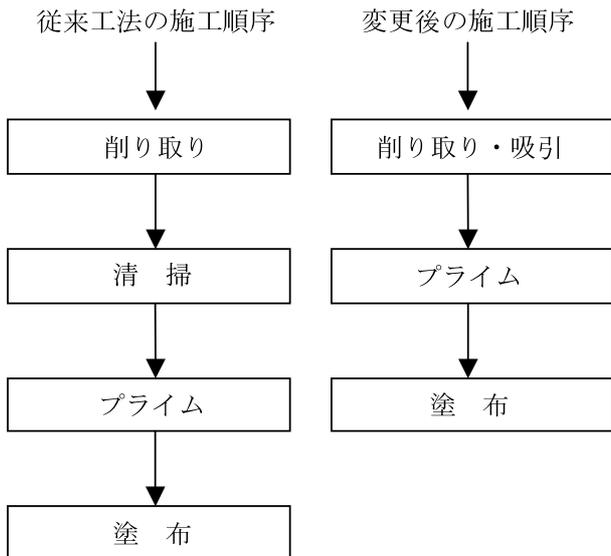


図-1 フロー図

用して区画線を消去するウォータージェットピーラー・システムを採用する事により従来工法では発生していた粉塵の飛散防止が可能となった。

また、路上駐車や歩行者への公衆災害を防止でき安全に施工する事ができた。

仕上面に置いても吸引を併用する事により切削面を確認しながらの施工が可能であるため余分な路面を誤切削せず、削り残しもない区画線消去が可能となった。



写真-2 区画線消去状況



写真-3 区画線消去完了

#### 4. おわりに

(適用条件)

適用条件として施工環境が大きく影響する。例えば大型のユニットとバキュームを併用するので幅員の狭い環境では工事規制帯を長く取る必要がある。

(留意点)

区画線消去時の公衆災害防止を最優先課題としてウォータージェット・ピーラー・システム工法を実施しました。今回報告させて頂きました工法は当該現場に即した内容ですが、少しでも関係者の参考になれば幸いです。

## 安全管理

## 上空障害物とクレーンブーム先端の接触防止策の改善

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 中日本土木支社

名古屋土木事業部

工事課長

中村 哲世士<sup>○</sup>

Noriyoshi Nakamura

監理技術者

林 尚 孝

Naotaka Hayashi

工事主任

金井 大 輔

Daisuke Kanai

平成24年3月16日

## 1. はじめに

本工事は、国道302号線の整備にあわせて行なう共同溝建設工事であり、発進立坑（外径18.0m、躯体高44.6mの円形ケーソン）を沈設し、シールドマシン（外径約6.0m）により中間立坑を経由して到達立坑までの延長926mを推進して、その内部を共同溝として整備するものである。

発進立坑は、東名阪自動車道の高架橋直下に位置し、かつ両脇では国道302号線の跨線橋梁の建設工事が行われているため、発進立坑周辺での作業はこれら3橋の桁下空間で行わなければならない。

- 工事概要
- (1) 工 事 名：平成20年度302号緑地共同溝工事
  - (2) 発 注 者：国土交通省中部地方整備局
  - (3) 工事場所：愛知県名古屋市緑区
  - (4) 工 期：平成21年3月3日～

## 2. 現場における問題点

発進立坑周辺ではクレーンを用いた揚重作業が頻繁にあるため、高架橋3橋の桁下空間において桁との接触が無いよう、安全に作業を行うことが必要不可欠である。このためブームの揚程制限を設定可能な油圧ブーム式クレーンを採用する計画としたが、揚程制限の設定において以下の問題があった。

- ① 高架橋3橋の高さ・勾配が異なるため、クレーン据付位置毎に管理する揚程制限が変わる。
- ② クレーンの運転席からは角度があるため、ブーム先端高さとは桁下高さの間隔を目視確認できない。また、監視員に目視確認させるにも桁下高さでの監視足場を確保できない。
- ③ クレーンはスポット的に使用するものを含め

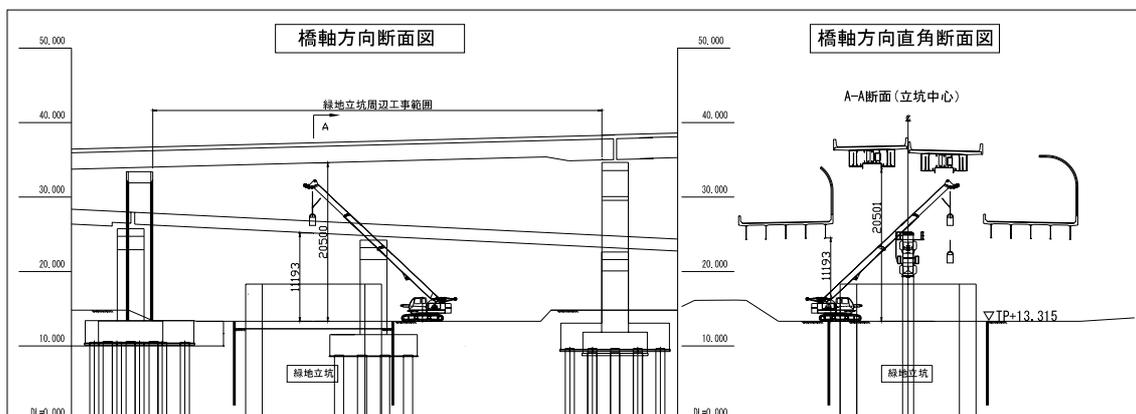


図-1 桁下作業条件概要図

て複数台となるため、装置等を使用する場合には各クレーンに簡単に装着できる必要がある。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

先ずITを用いた下記の技術について、検討したが、短所に示す理由により採用できなかった。

#### (1) バリヤセンサシステム（回転レーザー）

- ・概要：桁下に並行に回転レーザーの管理平面を設定し平面内の管理範囲を座標で設定する。管理範囲内でレーザーを遮るものを検知する。
- ・長所：管理平面を任意の方向に設定できる。
- ・短所：橋毎に回転レーザーを設置する架台と管理平面方向設定のための足場が必要となる。

#### (2) 工作物検知システム（マイクロ波センサ）

- ・概要：ブーム先端にセンサを設置し、センサから設定した距離内の異物を検知する。
- ・長所：クレーンの単位でブーム装着し管理距離（設定範囲：1～5 m）を設定できる。
- ・短所：有線方式であるため、伸縮ブーム式のクレーンへの適用が困難である。

前述したように、クレーンはブームの揚程制限を設定できる機種を用いるため、今回は据付位置毎に安全且簡単に揚程制限高さを設定できる方法として近接確認装置を考案した。

#### (3) 近接確認装置

- ・要求機能：クレーンブームに簡単に装着可能で離隔距離を正確に把握でき、万一桁に接触しても構造物に損傷を与えないものであること。

工夫：

- ・上方の離隔距離を正確に把握するため、振り子式で常に鉛直方向に向く構造とした。
- ・近接確認装置先端部には発泡ポリエチレン材（水道管用保温材）を使用し、万一桁に接触しても構造物に損傷を与えないものとした。
- ・近接確認装置は、装置の先端がブーム先端より1 m程度高くなるように設置した。
- ・使用材料（装置1台あたり）：
  - ① 単管（φ48.6） L=1.0m程度、n=1
  - ② 発泡ポリエチレン材 L=1.5m程度、n=1

#### ③ 自在式キャッチクランプ n=1

- ・利用方法：クレーン毎に監視員を配置して、桁に向かってブームを伸ばし、近接確認装置により適切な揚程制限を確認・設定する。



写真-1 近接確認装置装着状況



写真-2 桁下作業状況

- ・利用効果：

- 1) 装置は5分程度で簡単に装着できる。
- 2) 適切な揚程制限高さを迅速に設定できる。
- 3) 近接確認装置が目安となり、監視員の離隔感覚差による過接近を予防できる。万一接触しても装置先端部の傾斜・変形で視覚的に確認でき、また桁を損傷する事もない。

### 4. おわりに

油圧ブーム式クレーンに装備されている揚程制限機能を活用し、揚程制限の初期設定を有効且つ安全に実施するための簡単な装置を工夫して、安全に作業を行う事が出来ている。

本工事では、上空制限が複雑な形状となる作業条件であったため、このような工夫を行ったが、上空制限が比較的単調な場合や、固定ブーム式クレーンを使用できる場合には、ITを用いた技術により合理的に対応できる場合もあると考えられる。

## 立坑下坑口部における吊荷直下退避の注意喚起方法の改善

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社 東日本土木支社 関東土木事業部 多摩シールド作業所

監理技術者

現場代理人

副所長

藤田 敏 治<sup>○</sup>

川島 幸 雄

後 本 良 介

Toshiharu Fujita

Yukio Kawashima

Ryousuke Nochimoto

## 1. はじめに

## 工事概要

- (1) 工 事 名：町田市相原町706番地先から鑿水  
小山給水所間送水管(1,500mm)  
用トンネル及び立坑築造工事
- (2) 発 注 者：東京都水道局  
多摩水道改革推進本部
- (3) 工事場所：東京都町田市相原町706番地先から  
鑿水二丁目89番地先
- (4) 工 期：平成18年10月16日～  
平成22年 7 月27日

## 2. 現場における問題点

深さ22mの立坑上下間では、クレーン作業が毎日十数回行われており、ひとたび落下物があれば重大災害につながる(図-1)。

当初、立坑下には、幅60cm長さ2.4mの大きな注意看板(『頭上注意』)と、クレーンのスイッチと連動した警報ブザー・回転灯を設置していた(写真-1、2)。

この注意看板で注意喚起が十分行なわれていたが、トンネルの延長が1km以上と長くなり(将来は3.4km)、狭い坑内(歩行上の内空1.6m弱)を前かがみで歩いて、疲れて立坑下まで戻った作業員が、

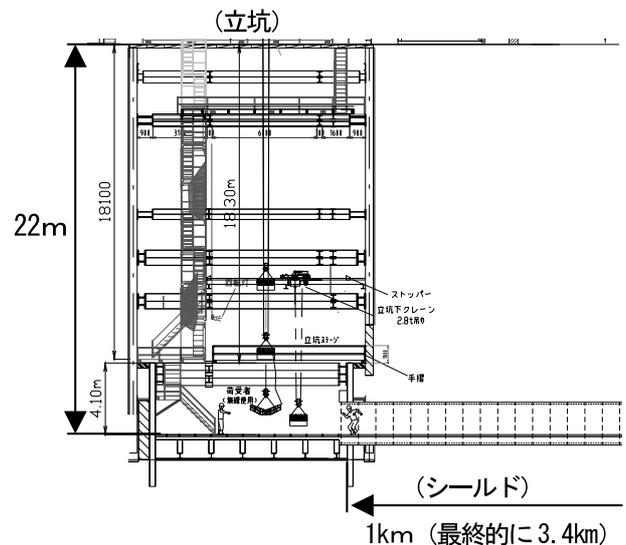


図-1 立坑断面図

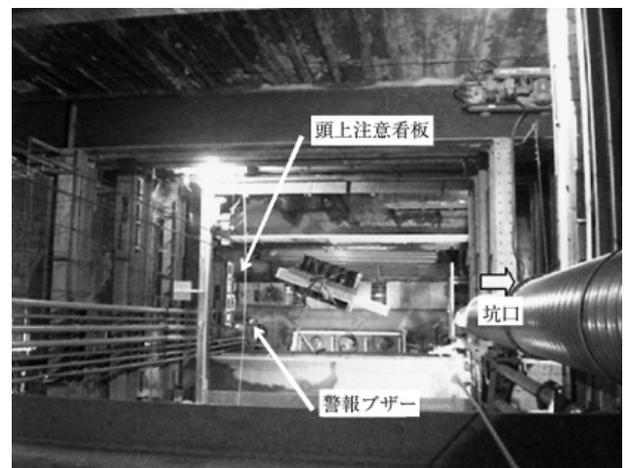


写真-1 立坑上からの状況



写真-2 トンネル内から見た立坑下

- ・立坑下の注意看板と、警報に敏感に反応し、周囲の安全確認をしてくれるか？
  - ・早く立坑下に出て、腰を伸ばしたくなるのではないか？
- と想像された。

したがって、何かしら注意喚起の方法に改善を加え、重大災害の未然防止を図る必要があると考えた。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

職長会、安全衛生協議会にこの問題をあげ検討したところ、退避の呼びかけ・注意勧告は、もっと強烈に『目と耳に訴えかける』システムにするべきということで考えが一致した。

- ・回転灯は、夜間の道路工事規制で使用するフラッシュライトを使用

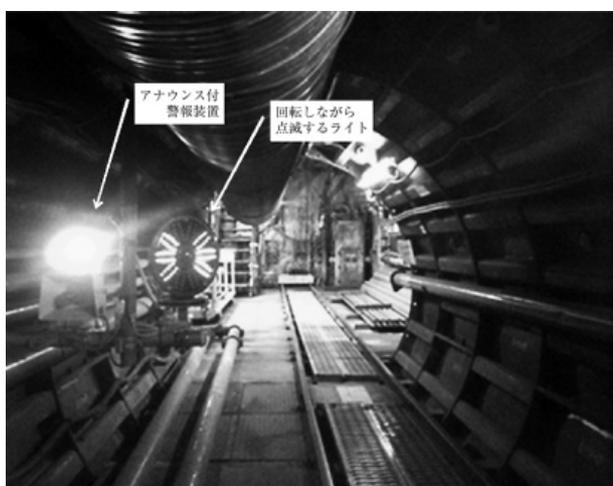


写真-3 坑口部に増設した警報装置

- ・警報アナウンスは、坑口からトンネル坑内に向けてスピーカーを増設

また、設置箇所は、前かがみで歩いて来る作業員の下向きの目線でも正面となり認識し易い床から50cmの高さとし、立坑のクレーン操作に連動してこれらのスイッチが作動するようにした（写真-3）。

改善の結果、作業員がシールド坑内から退場する際は、必ずこれらの設備が目に入り、退避行動がスムーズに、かつ確実に行われるようになった。

### 4. おわりに

現在、これらの『目と耳に訴える』装置は、作業員の注意喚起効果をあげている。

今回これらの処置の効果が認められたので、トンネル坑内でバッテリーロコの運行上視認性の悪い急曲線部（R=40m）2箇所においても導入し、歩行者の100m毎の待避所への退避呼びかけに活用を展開している（写真-4）。



写真-4 急曲線部の注意喚起装置

本工事は今後1年近く継続する。その途上では再度“マンネリ化”や“慢心”といった空気となることが懸念される。また、これらの装置の故障、誤作動といった可能性もゼロでは無いため、日頃の危険予知活動では、引き続き「クレーン操作前の直下人払いの確認」、「吊荷直下からの退避」を呼びかけることなど、常に油断なく安全活動を継続することが重要である。

## 工事現場での課題・問題とその解決

(社)静岡県土木施工管理技士会  
株式会社 橋本組  
現場代理人  
塩澤 敏夫  
Toshio Shiozawa

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：平成20年度 地方道路交付金事業  
小川島田幹線道路改良工事  
(その1)
- (2) 発注者：焼津市役所 道路課
- (3) 工事場所：焼津市 中新田 地内
- (4) 工期：平成20年9月19日～  
平成21年5月29日

本工事は、市道・小川島田幹線道路改良事業に基づき県道・大富藤枝線との交差点部を拡張する工事であった。

県道・大富藤枝線については市内巡回バス路線でもあり、日中は大型車両の交通量も多く、朝晩は多くの通勤通学車両が往来する事から非常に危険な現場であると認識し、特に安全確保に留意した。

### 2. 現場における問題点

- 1) 県道・大富藤枝線については、交通量が非常に多く片側一車線規制での施工では渋滞を招く恐れがある為、通常の交通を確保しながら作業をしなければならなかった。
- 2) 夜間・作業時を含め歩行者通路の安全を確保しなければならなかった。

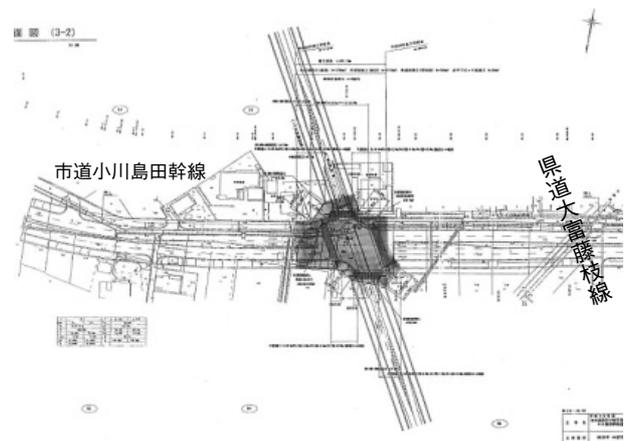


図-1 交差点工事施工箇所



写真-1 交差点着工前

- 3) 地下埋設物（水道管）の移設・新設の工事が未発注であるため、施工範囲に制限があった。
- 4) 交差点南東側の住宅の移転が済んでいない為に作業工程が決まっていなかった。
- 5) 架空線（電気・NTT）及び電柱の移設予定

- が決まらず、作業工程が決まらなかった。
- 6) 施工期間が年末・年始を含むため、作業工程を検討し安全管理を重視した工程計画で作業を進めなければならなかった。

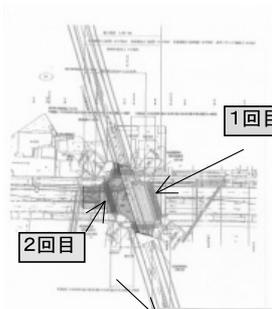


図-2 交差点2分割  
施工図



写真-2 1回目交差点分割

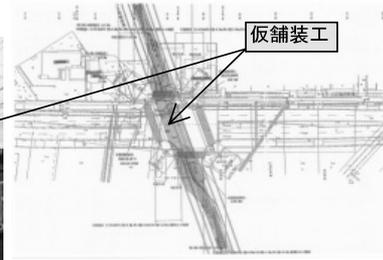


図-3 交差点仮設舗装設置箇所



写真-3 2回目交差点分割  
施工中・基層にて  
車道開放状況

施工中・仮設舗装  
振替え状況

安全対策



写真-4 歩行者通路確保



写真-5 夜間安全対策



写真-6 交差点完成

### 3. 工夫・改善点と適用結果

- 1) 県道の交通を確保する為に、車両通行帯の幅員を5.5m以上確保した仮設振替え車道を築造し、交差点を2分割して施工を行いつつ歩行者専用通路を確保した。
- 2) 夜間の歩行者に対する安全対策として、点滅灯・赤灯のみの設置では危険なので歩行者通路には投光機を使用して歩行者の安全確保を施し

た。

- また、作業中は施工範囲の交差点部に交通誘導員を配置し、歩行者・自転車の誘導を行う事により第三者の安全を確保した。
- 3) 地下埋設物（水道管）の施工に支障を来たさない西側の路床入換えを先行した作業工程を計画し、後の地下埋設物（水道管）発注に際しての手戻りの防止に努めた。
- 4) 交差点南東側の住宅の移転時期・撤去時期ま

た架空線・電柱移設工事の作業工程については、発注者と工事関係機関を含め綿密な工程打合せを行い、手待ち・手戻りの防止に努めた。

5) 近隣の病院への患者や商店への来客には、案内看板や出入り口看板を設置することで対応し、迷惑を掛けないように努力した。

#### 4. おわりに

今回の工事を受注した段階で、どのような方法で工事を進めれば工期内完成ができるか、また、この交通量の多い現場の安全をどのように確保するかを第一に考慮した。

1) 車道の2分割化により安全な作業ヤードを確保した。

2) 常に歩行者通路の安全を確保し、作業を進めた。

3) 交通誘導員を作業内容に合わせて適切に配置し、第三者の安全を確保した。

以上の事柄を確実に実施した結果、工事区域内の安全も確保され一般車両との接触事故や交通への悪影響もなく安全に工事を終了する事ができた。

また、2回の車線切替を行う工事で、手待ち・手戻りもなく無事工期内に完成することができた。

## 転石の存在する礫質地盤での鋼矢板打設

愛媛県土木施工管理技士会  
白石建設工業株式会社  
土木部  
高橋 昭  
Akira Takahashi

### 1. はじめに

都市部においての下水道の整備は進み管更生が今後の課題となっている現在ですが、地方において普及はまだまだ進まず新管の布設と老朽管の更生の両方が必要となっています。

今回の工事は平成16年の台風時の浸水災害の発生に伴い浸水災害防止の目的から1,800mmの推進工事でパイパス管路を築造し河川へ放流するものである。

発進立坑は鋼矢板を圧入工法で打設し築造を行う工法が選定されていた。

推進工事は歩道部より斜めに車道部に向かって発進し750Rで国道部上り車線を縦断方向に進み到達手前100Rで国道をはずれて到達する線形である。

### 工事概要

- (1) 工事名：下補第16号  
池田雨水幹線築造工事(第1工区)
- (2) 発注者：新居浜市環境部下水道建設課
- (3) 工事場所：愛媛県新居浜市東田2丁目
- (4) 工期：平成21年9月18日～  
平成23年2月25日

### 工事内容

管推進工 (HP1, 800土圧式)	L = 424.9m
管布設工 (HP1, 800)	L = 9.4m
ボックスカルバート布設工 (B1800×H1800)	L = 27.3m
特殊マンホール設置工	N = 2箇所
吐口工	1式
付帯工	1式

### 2. 現場における問題点

当初設計では立坑築造位置より約10m程度離れた民地内でのボーリング調査の結果、礫径は10cm程度N値も平均25以下と鋼矢板の圧入が可能な地盤であったが、河川からの距離が45m程度と近接しているため、転石の存在する可能性が高く鋼矢板打設が出来るかが問題であった。

周辺条件とし、商店・民家等の建物が多く振動の発生する工法は選定できず、また、歩道を確保した後の余地ではアースオーガー併用の杭打機械



写真-1 着工前

を設置できるスペースも無くウォータージェット併用圧入工法が最適と思われた。

ただし巨石にはあまり効果が無く巨石によるジェットノズルの破損により高圧ホースが暴れて人的・物的災害の予想もされた。

検討の結果、当初設計のとおり圧入工法を選定したが、64枚の鋼矢板打設に於いて3箇所打設不能となった。

浅い場所ではバックホウで障害物の撤去を行ったが、予想を上回る転石に遭遇した。



写真-2 障害物（転石）



写真-3 障害物（転石）



写真-4 土質確認

### 3. 対応策

比較的深度の浅い障害物はバックホウで撤去を行った。

掘削は5.7mであったが地下水位は深く掘削面より-1.0m付近であったため、深度の深い部分での巨石は矢板を切断して掘削を行いながら鋼矢板・鉄板を溶接しながらの掘削を選定した。欠損部は補助工法として、薬液注入を行った。

選定にあたり構造計算を行い、支保工の選定・補強を行った。

### 4. おわりに

到達立坑が河川から5m程度の場所に設計されており、巨石の率も高くなる状況であり、商店の入り口部分での施工で発進立坑よりもスペースが少なく、クラッシュパイラーでの施工を計画中である。現在の積算では、上記の積算基準が無いため、当工事のような条件下での施工においては上記の積算基準の採用を希望します。

# 橋梁補修工事における作業環境等の問題点及び解決方法

(社)静岡県土木施工管理技士会  
 株式会社 橋本組  
 現場代理人  
 鈴木 健 司  
 Kenji Suzuki

## 1. はじめに

- (1) 工 事 名：平成21年度1号藤枝BP橋梁補修工事
- (2) 発 注 者：国土交通省静岡国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県藤枝市岡部町内谷～  
藤枝市上藪田
- (4) 工 期：平成21年9月11日～  
平成22年3月15日

橋梁補修工事は新設工事に比べて厳しい条件の場合が多く、施工方法・施工ヤード・車両及び資機材の搬入出口確保等の制約を受けがちとなります。

## 2. 現場における問題点

- (1) 足場架設のヤードは高架下作業となるうえ上部工事と干渉し、通常の作業が行えず転落墜落災害のリスクは高くなる。
- (2) 高架橋コンクリート構造物のケレン作業を行うため、粉塵の発生抑制（近隣対策及び作業環境）への配慮が必要となる。

## 3. 対応策・工夫・効果

### (1) 足場架設

吊り足場の組み立てに際し、作業手順書通りに親綱取り付けができない橋脚は吊りチェーンを固定するための金具を利用して親綱を取り付け施工を行った（図-1）。

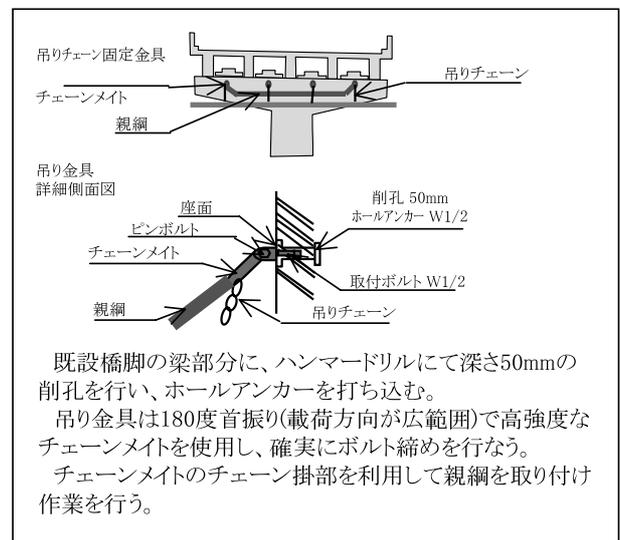


図-1 足場架設



写真-1 通常の親綱設置状況

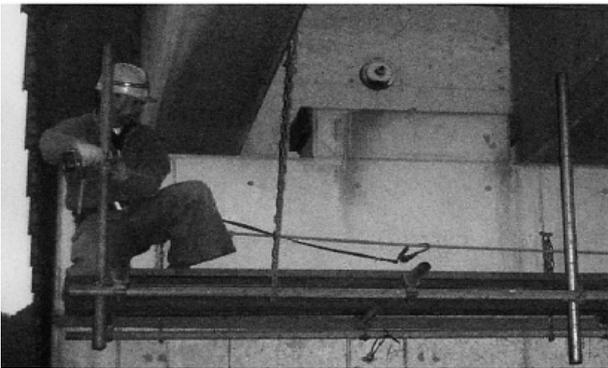


写真-2 吊りチェーン固定金具を利用した親網設置



写真-3 桝組（昇降）足場の組み立て

手すり先行工法にて桝組足場の組み立てを行った。1段目桝組み足場完了後、手摺り先行部材を取り付け、確実に安全帯を使用して上組（2段目以降）の作業を行った。



写真-4 反射テープ設置



写真-5 クランプカバー及び単管キャップ取付



写真-6 足元滑り事故、粉塵対策

## (2) 足場内作業時の事故防止対策

足場内は作業環境が（狭く・暗い）悪い事から、足場内事故防止注意喚起表示として、足場内階段のステップに反射テープを取り付けた。（つまずき・足の踏み外し、転落防止の注意喚起）足場内では安全チョッキの着用を禁止して足場材等による引っかかり、墜落、落下事故防止対策を行った（写真-4）。

クランプカバー及び単管キャップを取り付けて

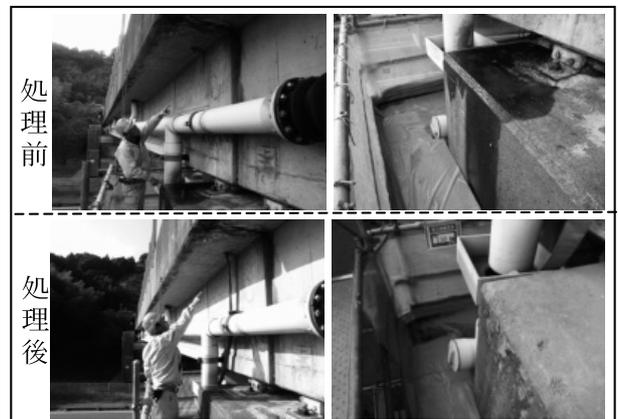


写真-7 排水処理

裂傷、引っかかり、墜落、落下事故防止対策を行った（写真-5）。

足場入口には靴底へ付着した泥を落とすための足洗場を設置して、足元滑り事故、粉塵対策を行った（写真-6）。

冬期に凍結が起きる地域であることから、漏水が見られるスラブドレーンは滑り事故防止対策としてサニーホースを使用し、排水柵への排水処理を行った（写真-7）。

1) 上記の対応策により、今現在の安全带使用率100%を達成すると共に、足場内事故根絶が達成できている。

#### 2) 粉塵の抑制

高所作業車のデッキ枠を埃飛散防止シートで覆うと共に、デッキ内に吸塵機を設置して近隣環境対策と作業環境への配慮を行った（写真-8）。

(3) 上記の対応策により、埃飛散による近隣からの苦情発生も無く、作業環境の改善が行えた。

## 4. 終わりに

事故災害は被災者だけでなく関係する全ての方々にご迷惑をお掛けする事となります。

環境対策に於いても工事施工箇所の生活環境によっては障害者、病人、夜間勤務者等もおりますので、作業手順に関しては新規入場時に安全対策・周辺環境を再検討すると共に定常的な点検を行なって、工程途中でより多くの意見交換を行なうことが必要であるだろう。



設置吸塵機

写真-8 粉塵の抑制対策

## 海洋工事における現場の安全対策

(社)静岡県土木施工管理技士会  
 株式会社 橋本組  
 現場代理人  
 藪崎 真也  
 Shinya Yabuzaki

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：平成20年度 清水港新興津岸壁  
 (-15m) 裏込工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局  
 清水港湾事務所
- (3) 工事場所：清水港新興津岸壁 (-15m)  
 [静岡市清水区興津清見寺町地先]
- (4) 工期：平成21年3月23日～  
 平成21年7月31日



図-1 位置図



写真-1 清水港 (北側より望む)



写真-2 清水港(東側より望む)

本工事は、清水港新興津岸壁を整備するために、裏込石を投入する工事であった。清水港は日本一深い駿河湾（水深2,550m）に面し、静岡県のほぼ真ん中に位置し波が穏やかでまた、高速道路のインターチェンジや国道が港から近いので、清水港は静岡県だけでなく、近隣の県また海外にも利用しやすい海の玄関口なので、小型及び大型船舶の航行が多いため、海難事故の危険性があると認識し安全確保に留意した。

### 2. 現場における問題点

- (1) 施工箇所が、航路に面しているため、小型・大型船舶が現場付近を航行する。
- (2) 当現場は船舶の往来が特に激しい場所に位置し、工事区域を出来るだけ狭くする必要があった。
- (3) 作業時に監視船にて監視する際、海上での通信不備は直接事故に繋がる可能性がある。

### 3. 対応策・工夫・効果・今後の改善点

(1) 潜水士船に、潜水作業の明示ライトを設置し航行する船舶に、潜水作業中を周知する（写真-3）。

潜水状況を周知するライト（赤：潜水中・黄：浮上中・青：作業休止中）を使用することにより、潜水作業中であることが解りやすいとの話が、清水漁業協同組合からありました。

今回の作業状況を明示するライトの動力は潜水士船の動力を利用しました。

今後はソーラーエネルギー等環境影響の少ない動力源の開発が必要と思われます。

(2) 明示ライトの表示色内容については工事のお知らせ文内に明記し、関係機関へ配布する（図-2）。

潜水状況を周知するライトを使用することにより、潜水作業中であることが解りやすいとの話が、関係機関からありました。

(3) スパット付き台船を使用する（写真-4）。

アンカーを使用した船舶の係船方法では他船舶の航行を阻害する恐れがあるため、アンカーを使用しないスパット付き台船を使用することにより付近を航行する船舶の安全な航路を確保する。石運搬船の錨を設置せず、スパットにて固定させることで、他船舶の航行に支障を与えない事を目的とする。

付近を往来する船舶が錨の位置を気にせず航行する事で、ジグザグ航行による危険航行を回避でき、清水漁業協同組合から、投錨しないことで、安全に安心して航行できると、お言葉を頂きました。

(4) 監視船に無線機を常備する（写真-5、6）。

通常の携帯電話による連絡体制とは別に安全監視船には専用の無線機を常備し、携帯電話使用中の通話不能事態を防ぎ他船舶の接近や緊急時の迅速な連絡手段を確保する。

今回の施工では緊急に関わる通信は無かったが、



写真-3 潜水作業明示ライト



図-2 お知らせ



写真-4 スパット付台船

日々の試験通信において常時連絡出来たことで、非常時にも効果があると判断できる。

無線が混線する場合がありますので、チャンネルの選定を間違えないことが必要となる。



写真-5 監視船専用無線機常備状況



写真-6 監視船専用無線機

#### 4. 終わりに

今回の工事を受注した段階で、どのような方法で工事を進めれば工期内完成ができるかまた、船舶の航行が多いため、海難事故の危険性があると認識し安全確保に留意した。

上記内容を確実に実施した結果、工事区域内の安全も確保され、小型・大型船舶との接触事故もなく安全に工事を完了することができた。

## 既設擁壁工解体時の飛散防護柵

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社 土木舗装部  
工事長  
佐藤 幸夫  
Yukio Sato

### 1. 適用工種

片側1車線のJR立体交差を片側2車線へと拡幅するための道路改良工事と既設擁壁工を解体する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：幕別帯広芽室線改良工事
- (2) 発注者：北海道帯広土木現業所
- (3) 工事場所：北海道 帯広市
- (4) 工事内容：
 

路盤工	： 1,630㎡
舗装工	： 4,080㎡
擁壁工解体(機械)	： 230㎡
擁壁工解体(人力)	： 64㎡
附帯工	： 1式

### 2. 解体時の飛散防止問題点

片側2車線に拡幅後、内側2車線を規制し中央の既設擁壁工を撤去する。解体作業時には油圧破碎機を使用するが、解体片の飛散が擁壁高さ5mに対して8m程度の高さまでとなることが予想された。

### 3. 対応策・改善点

飛散防止のために落石防護柵を利用し、有効高さの確保、一般車両に対する安全対策、作業時の

安全対策を検討した。

#### (1) 検討項目

- ① 高さ不足によるコンクリート塊の飛散事故対策の実施。



写真-1 着手前



写真-2 施工中

- ② 一般車両の通行に対しコンクリート粉の舞い上がりによる走行視界不良対策の実施。
- ③ 仮設防護柵を5 m以上の高さに設置した場合、風圧の計算により控えなしでは転倒するという結果になった。(転倒防止の控えは現場条件上、設置できない)

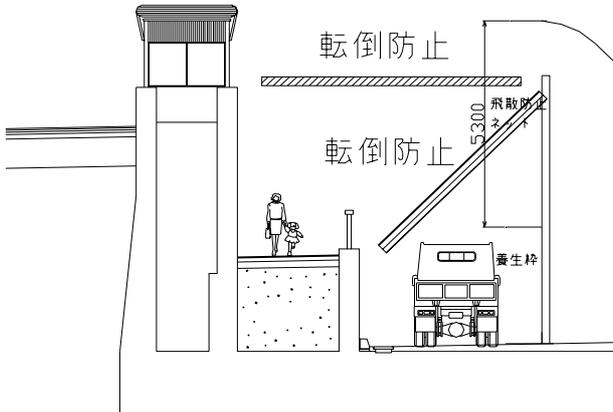


図-1 通行帯断面図

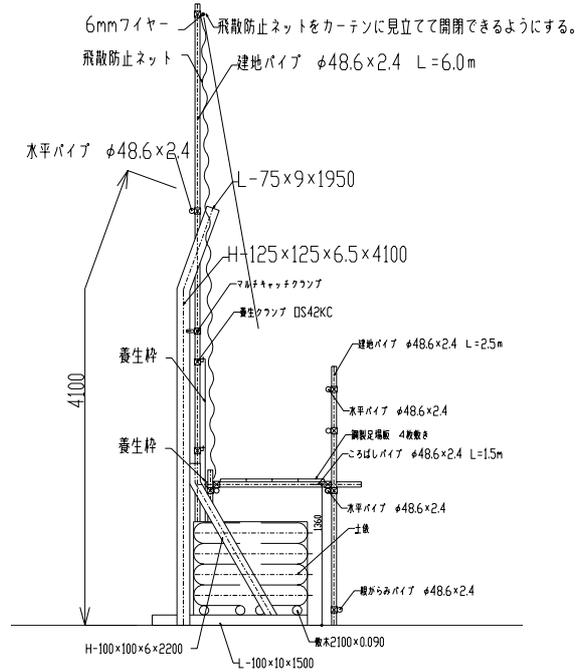


図-2 飛散防護柵

(2) 留意点及び対策事項

- ① 落石防護柵を本来の使用とは向きを変えて一般車両の走行幅を確保するように設置した。飛散防止には、金網の代わりに編目20mmの養生柵を3段設置し、通行車両からの目隠しとしてオレンジネットを走行車両の目線位置に設置した。また、風圧を考慮し、ネット状を使用した。
- ② 養生柵の上には、編目10mmの飛散防止ネットを設置した。ネットを常時設置すると、風圧による膨らみが車道に出る危険性および強風によるネットのばたつきが予想されたので高所作業車を使い、支柱間に6mmワイヤーを設置した。このワイヤーをカーテンレールにして開閉式構造とし、作業時のみネットを張ることにした。
- ③ ウェイト代わりに大型土のうの上に単管足場を組んで作業通路を設置した。
- ④ 高さ1.8mまではコンクリート塊の飛散する頻度が多いため、防災シートを設置し強度を高めた。
- ⑤ 解体重機は小旋回型を使用し、施工効率の向上と安全作業に配慮した。

- ⑥ 一般車両の事故防止対策として高輝度看板の設置数を増やし、安全対策としてクッションドラム、マーカークラックランプ等を設置して夜間の視認性を容易にした。

4. 効果

- (1) 落石防護柵上に飛散防止ネットを設置したので、飛散による事故および苦情はなかった。
- (2) 作業通路の設置により施工時に重機への合図者の配置が容易になり安全が確保できた。
- (3) 目隠し用オレンジネットの設置により走行車両に対しては、通行時に重機がすぐ横で作業をしているという恐怖感をほとんど与えなかった。

5. おわりに

今回の工事は4車線に拡幅後、対面交通時の既設擁壁工を撤去して中央分離帯を設置という工事でしたので、当初から通行車両の流れを阻害しない様に配慮しました。その中でも第三者の交通事故防止を最優先に考え、かつ、作業員の安全スペースを確保する意味でも、防護柵の重石である大型土のうの上に安全通路足場を設置した事は安全管理ばかりではなく工程にも余裕ができました。

# 舗装作業におけるローラー前後進時の安全管理について

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社 土木舗装部  
主任  
杉山 忍  
Shinobu Sugiyama

## 1. 適用工種

舗装作業時の締固め作業を行っているローラーの前後進時における、接触事故防止対策の安全管理事例を報告します。

## 2. 従来工法の問題点

舗装作業時には、アスファルトフィニッシャーと初転圧ローラーとの間にレーキ・スコップ・コテ仕上げを行う作業員が点在し、前後を挟まれる形での作業が多く、危険のリスクが大きい。

また、従来から敷均し直後の舗装面には、作業

区域の明示及び立ち入り禁止処置対策を行うのは困難であった。

## 3. 改善提案

締固め作業を行うローラーのオペレーターは混合物の締固め密度確保のため、なるべく高い温度で締固め転圧を行う。そのためローラーと作業員が接近しすぎてしまうことが多々見受けられた。

また、作業員も舗装面の仕上がりを良くするために下を見て作業に集中してしまい、ローラーに背を向けて作業を行う場合がある。そのため作業員がローラーと接触する危険性が高い。その接触

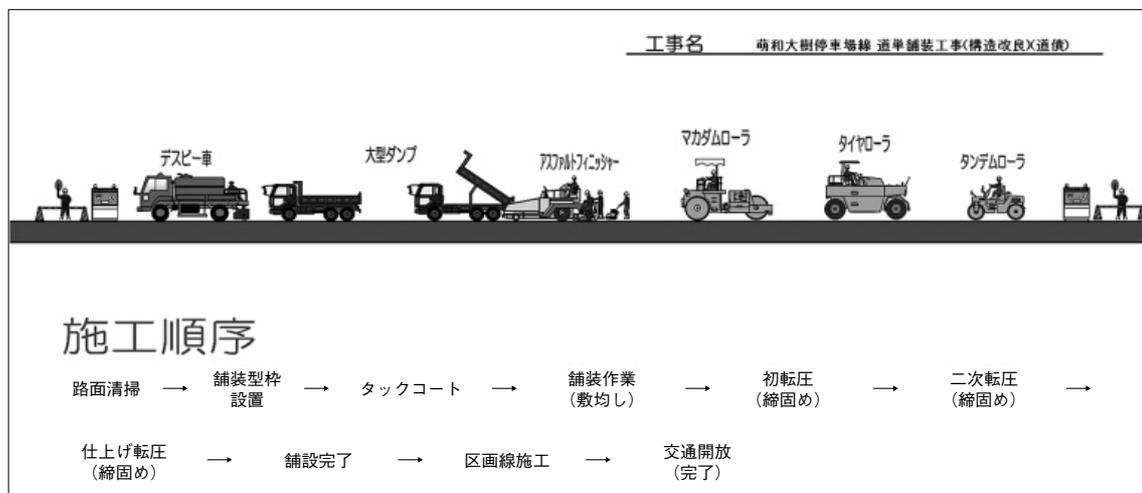


図-1 表層・基層工施工図

事故を防ぐために光と音で警告する人感センサーをローラーに装着する、接触事故防止対策を提案した。



写真-1 施工状況

#### 4. 工夫・改良点

(1) 初転圧ローラーおよび二次転圧ローラーに人感センサーを取り付け、設定条件を3mまたは5m以内に設定し、人が重機に近づくと青色回転灯が回り同時に警告音（近づく距離が近くなると音が次第に大きくなり警報間隔が早くなる）が鳴りだし、周辺で作業している全員が危険を察知できるようにした。

初転圧作業では作業員とローラーの近づきすぎによる接触事故対策を行い、初転圧機械と二次転圧機械ではローラー同士の接触事故を防止した。

光と音で危険を知らせるため日中での作業はもとより、夜間作業など暗い時間帯での作業にも効



写真-2 センサー作動確認

果を發揮した。

(2) 光と音だけではなく、このセンサーとセットになっているバイブレーション機能のついた装置を作業員に携帯させ、振動により近づいてきた危険を察知させることも行った。



写真-3 センサー取付位置

#### 5. 効果

施工中の接触事故・追突事故も無く工事を完了することができた。

作業員にも話を聞いたところ、音で知らせてくれるところが好評であった。どうしても作業に夢中になってしまい、今までに何度か重機が接近してきていることに気づかずヒヤリとしたことがあったと言う。

危険が近くに迫っていることを知らせることにより、それを認識し早めの対応・対策を行えると思う。

#### 6. 採用時の留意点

日中でのセンサー使用には特に問題点はないのですが、市街地や住宅街などで夜間作業を行う場合には、警告音が大きいため音量を小さくし、光だけで使用方法も良いかと思います。

今後は舗装作業だけではなく、バックホウ等の大型重機にも装置を取付け、安全管理を徹底したいと思います。

## 岩盤の崩落予知に関する報告

長野県土木施工管理技士会

吉川建設株式会社

土木部

稲葉 清浩

Kiyohiro Inaba

### 1. はじめに

本工事は、中央アルプス県立自然公園の中を流れる中田切川に設置される4番目の砂防堰堤工事である。中田切川は、その源を中央アルプスの空木（うつぎ）岳と赤柳（あかなぎ）岳に発し、途中、小荒井沢、荒井沢と合流し、合流後ほぼ直線的に東へ下流する流域面積14.0km<sup>2</sup>を有する一級河川である。

現場附近の流域における地質は、領家帯の太田切花崗岩を基盤岩とし、河床堆積物と崖錐堆積物が点在している状況である。太田切花崗岩の特色ともいえる巨大転石が当現場においても見受けられる。

平成20年6月23日、当現場で崩落が発生した。しかし、その前兆を発見することによって事故を未然に防ぐことができた。本報告書ではその経緯について述べてみたい。

### 2. 工事概要

- (1) 工事名：天竜川水系中田切第4砂防堰堤工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局
- (3) 工事場所：長野県駒ヶ根市赤穂福岡地先
- (4) 工期：平成20年1月29日～  
平成22年3月19日
- (5) 掘削工：約2,000m<sup>3</sup>

### 3. 岩盤崩落の規模

高さ30m、幅32m、崩落土量約1,200m<sup>3</sup>

(写真-1、図-1) 参照



写真-1 岩盤崩落後の状況

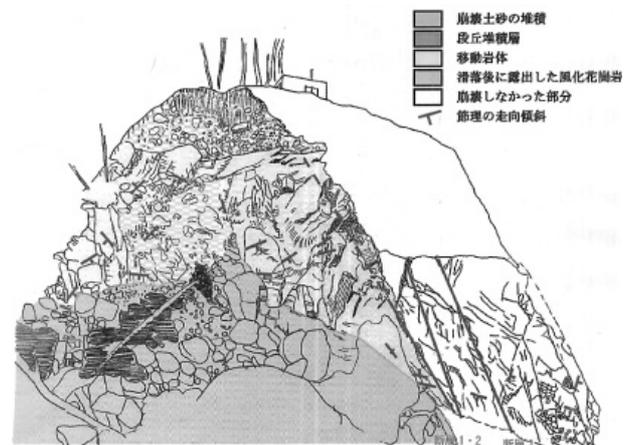


図-1 岩盤崩落マップ

## 4. 崩落に至るまでの経緯

掘削は砂防堰堤左岸から開始した。当初地盤より下方5mほどまで掘削が進んだ6月13日、既存簡易法枠の下部で剥離崩落が発生した(写真-2)。崩落の状況から、地山全体の動きも危惧されたため、日常の地山点検・巡視をより念入りに実施することにした。引続き掘削作業を続けていたが、21日の作業終了時の巡視において、法面中腹より流出していた湧水がなくなり、法頭上部の簡易法枠にひび割れが発見された(写真-3)。

その日(21日)の夕方から22日午後6時迄に、現場では連続で65mmの降雨量が観測され、翌朝23日(月曜日)の作業前点検においては、既存簡易法枠のいたるところに新たなひび割れが発生しているのが確認された(写真-4)。

そのため、その日の作業を中止し、監視体制を強化すると共に、現地で以下の対策を実施した。

- ① 法面上部への立入禁止措置
- ② 崩落影響範囲への立入禁止措置
- ③ 光波測距儀による定点観測の実施
- ④ 目視による監視を継続(断続的にビデオによる記録を実施)
- ⑤ 関係各所への連絡

作業中止後、目視による監視を継続していたところ、左岸の既存簡易法枠の下腹部で断続的な小

剥離が発生し始めた。そこで、既存簡易法枠の定点観測位置を定め、対岸の安全と思われる右岸の位置より光波測距儀による定点観測を開始した。計測開始の段階ですでに地山の動きが見られ、距離が定まらない状況であった(2mmから5mm程度の小刻みな動きを観測した)。

崩落直前は、剥離による小崩落や落石が頻繁に発生すると同時に、既存簡易法枠のいたるところでひびわれが大きく開き、法枠の鉄筋が切れる音が確認された。

12時頃、左岸の山全体が一気に右岸前方へ押し出され崩落が発生した(写真-5)。光波測距儀による定点観測を10分間隔で行っていたが、崩落直前の計測距離は、2cmから5cmの大きな動きが観測された。

## 5. おわりに

崩落発生から2ヶ月後、掘削を再開した。上部の法面は、安全確保のためリモートコントロールによる無人化バックホウにて掘削し、1段目と2段目はコンクリート法枠と鉄筋挿入工による補強を行い、3、4、5、7、8段目はグラウンドアンカーを施工しながら掘削を進めた(写真-6)。

抑止工着手から11ヶ月で床掘りを完了させ、基礎地盤検査を無事受けることができた。

基礎地盤は、B級(硬岩)以上からCM級(軟

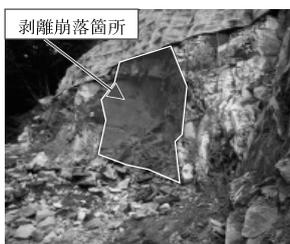


写真-2



写真-3

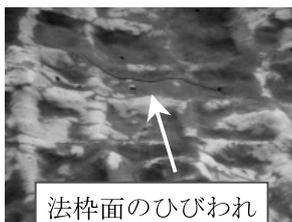


写真-4



崩落状況-1



崩落状況-2



崩落状況-3



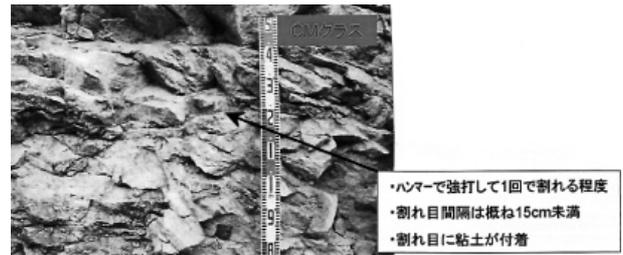
崩落状況-4

写真-5 ビデオによる記録

岩Ⅱ)と節理はあるが非常に硬い岩質であった(写真-7)。しかし、中腹部の花崗岩はCL級(軟岩Ⅰ)～CM級となり、亀裂及び節理が水平・鉛直方向に発達しており、ルービックキューブ状に剥がれ落ちる危険性の高いものと推定された。また、今回崩落した左岸上部の地層では、段丘堆積層が確認され、断層では主節理、直行節理の中に第3の節理(すべり)が存在していた。

結果的には、2日前より前兆があり、それらの現象は総て崩落に繋がっていた。地山を注視している中で発生した崩落を目の当たりにし、その恐ろしさを身体で体験させられた。

また、今回の崩落で、『安全第一』を優先することの必要性を改めて認識することができた。



【左岸】

写真-7 現場の岩盤例 (CMクラス)



写真-6 抑止工、床掘り完了状況

# 国道の交通渋滞の緩和と周辺店舗への施工配慮について

長野県土木施工管理技士会  
吉川建設株式会社  
土木部  
現場代理人  
御子柴 俊也  
Toshiya Mikoshiba

## 1. はじめに

国道20号諏訪バイパスの諏訪IC交差点改良工事では、交差点内の車線を増やす為に約500mにわたり車線の変更と拡幅工事を行った。両側にある排水路を改修し、中央分離帯の移設、信号機類の撤去・新設、本線の切削オーバーレイが主たる工事内容である。

高速道路諏訪ICの出入口ともなる交差点であり、昼夜を通して交通量の多い道路の改良工事であった。また、沿線にはコンビニエンスストアをはじめ運送会社など24時間営業の店舗が多数存在した。

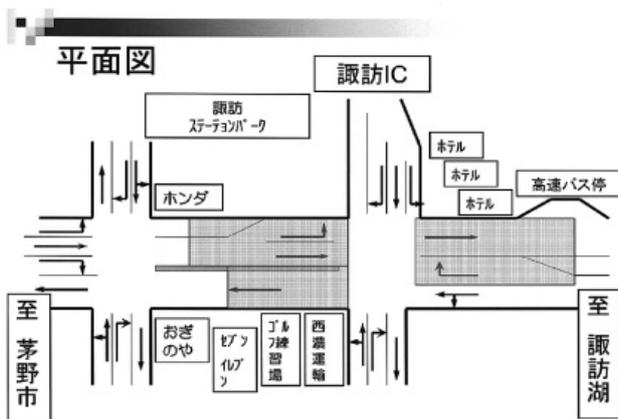


図-1 平面図  
(グレーの範囲が今回施工した部分となる)

## 工事概要

- (1) 工事名：H20諏訪IC交差点改良工事
- (2) 発注者：関東地方整備局 長野国道事務所
- (3) 工事場所：長野県諏訪市沖田地先  
国道20号 諏訪バイパス
- (4) 工期：平成21年4月1日～  
平成21年11月26日

## 2. 現場における問題点

当現場では、国道20号諏訪バイパスの渋滞緩和と、周辺店舗への施工配慮、夜間交通規制事故の防止の3点を問題視するとともに、重点課題として取り組んだ。

### (1) 国道の渋滞緩和

高速道路諏訪ICからの出入交差点であり、朝



写真-1 国道の渋滞状況

夕の通勤時間帯は交差点から次交差点まで繋がってしまうほどの渋滞が発生している。

また、夏季は諏訪湖から白樺湖方面に向けての幹線道路ともなっているため夜間でも交通量がある。

### (2) 周辺店舗への施工配慮

沿線には、24時間店舗や深夜まで営業している店舗が多数ある。

現道には、中央分離帯があるため片側規制を行った場合反対車線の店舗には直接進入できなくなる。

### (3) 夜間規制事故の防止

コンクリート打設以外の作業は、夜間作業に行った。夜間の交通規制時に道路事情に不慣れな県外車両の事故や、夜間特有の建設災害が危惧された。

## 3. 問題点における工夫・改善点

### (1) 国道の渋滞緩和対策

施工交差点と次交差点、諏訪 IC までの距離が近いので短時間で車両が繋がってしまう。

既設の信号機を点滅にし、各交差点に交通誘導員を配置した。

規制のサイクルタイムを精査し車両の待機時間を最長でも4分半にとどめた。

片側交互通行時 交通規制 タイムサイクル  
月～金曜日の21:00から6:00 (土曜日・日曜日・祝祭日の夜間は除く)

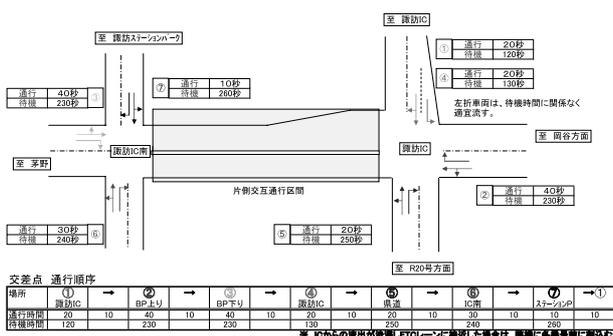


図-2 交通規制サイクルタイム

### (2) 周辺店舗への施工配慮について

各店舗に作業場所・工種の変化時に工事進捗状況のチラシを配布した。

配布内容は、片側規制までの日数や今後の工事箇所の動向がわかるようにした (図-3 参照)。

諏訪IC交差点改良工事

9月-1

工事進捗のお知らせ

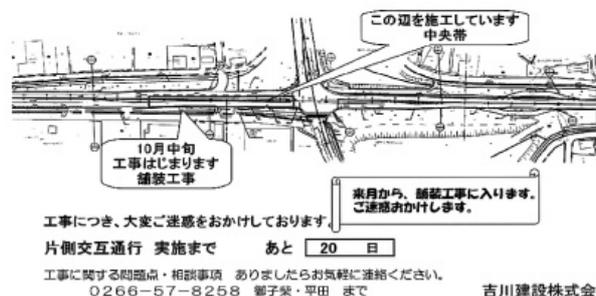


図-3 工事進捗状況配布チラシ

### (3) 夜間交通規制事故の防止について

交通誘導員を各交差点に配置し規制看板を運転手からわかり易いように点滅灯をつけ設置した。また、夜間作業での照度を確保するためバルーン式投光器を30m ピッチに設置し最低照度を200ルクス以上確保し施工箇所はもとより、規制範囲まで十分に明るくした (写真-2)。



写真-2 夜間作業

## 4. おわりに

今回の工事では、渋滞に関する苦情0件、周辺店舗からの苦情0件と円滑に交通規制を行うことができた。工事による規制渋滞は、待機時間をいかに短くするかにより運転手の不満度を低くできたと思われる。

周辺店舗へも、着工時からコミュニケーションをとることにより工事に対する十分な理解が得られた。

## 現場での土石流対策について

吉川建設株式会社  
土木部  
現場代理人  
小林 正季  
Masaki Kobayashi

### 1. はじめに

言わずと知れた日本で一番の山、「富士山」。その雄大さに心が洗われる。しかし、悲しいかな、静岡県富士宮側から見ると大きく崩れ、山肌がひと際目立つ場所が存在する。『大沢崩れ』だ。天気の良い日には、白い土煙を上げて崩れていくのが見える。

今回施工した床固め工事は、この大沢崩れに端を発する土石流の被害を防止するための砂防工事である。

大沢崩れは侵食速度を速めており、現在、1日

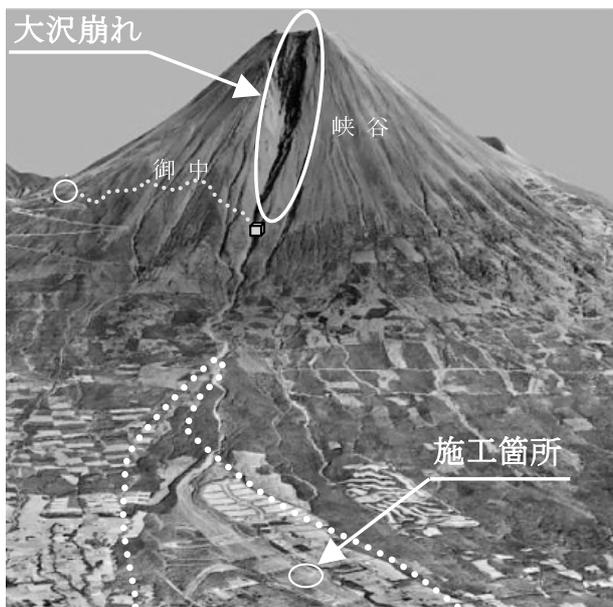


写真-1 工事概要

約275 tもの崩壊が起こっている。工事を施工するに当たり、崩落土の堆積によっていつ起きてもおかしくない土石流に対し、さまざまな対応策を提案・実行した。本報告書では、実行した安全対策について記した。

### 2. 工事概要

- (1) 工事名：富士山大沢川扇状地  
第5上流床固工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局  
富士砂防事務所
- (3) 元請：吉川建設株式会社
- (4) 工事場所：静岡県富士宮市上井出地先
- (5) 工期：平成20年10月29日～  
平成21年9月30日
- (6) 施工内容：根固めブロックの製作及び据付  
堆積土砂掘削、分別、運搬



写真-2 施工箇所

### 3. 現場における課題・問題点

土石流は、雪解けや降雨によって発生するが、その発生と雨量などとの明確な相関関係を示すデータは無い。従って、前兆をいかに早く察知し、いかに早く逃げるか、そのためにはどうすればよいのかを本現場における課題とした。

### 4. 工夫・改善点・改良点

#### (1) 降雨時の対策

降雨に対する判断基準を、当扇状地内で定められている警戒基準雨量とした。パソコンで御中道観測所の雨量を確認し、その数値を超えた場合には直ちに作業を中止し、設置された定点観測カメラで監視しながら、連絡を取り合うことにした。

#### (2) 避難に対する工夫

① 土石流が発生した場合の避難時間を短縮するため、作業員の方には、新規入場者教育において、避難場所の位置とそこまでの避難経路を説明し、また、休憩所の扉に地図(図-1)を貼ってもらい、避難経路を頭に入れてもらった。さらに2ヶ月に一度の割合で避難訓練を実施することで、避難時間を短縮した(写真-3)。



写真-3 避難訓練

② 避難の際には、土石流に対する避難であることが廻りに対しても分かるように、現場で働いている作業員、特に重機・ダンプトラックは合図(警笛)を決め、鳴らしながら現場から退避することにした(写真-4)。

③ 当現場で使用する車両は、一般者との区別を図るために、車両毎にプレート設置することにしたが、その裏面に避難経路図を添付すること

で、避難場所、避難経路を周知徹底した(図-1、2)。



写真-4 避難訓練

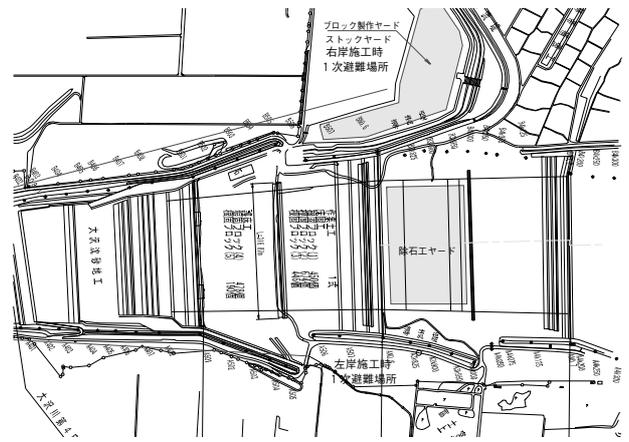


図-1 避難経路図(裏面)

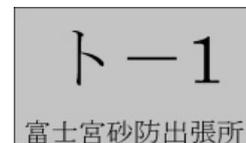


図-2 車両プレート(表面)

④ 現場では、降雨・地震・台風等に備えたマニュアルを作成し、点検簿を使用して各箇所の点検を客観的に行うことを心がけた。

以上の対策を現場で実行したが、今後の課題として、以下の二点をあげたい。

今回の工事では、緊急時の連絡に携帯電話を使

用して行うこととしたが、地震が発生した時など電話が通じにくくなる可能性があり、無線など個々に直接届く方法にした方が確実に連絡できると考えられる。また、雨量以外にも、土石流の発生と係わりのあるデータがないか各業者や発注者、地元の人などから情報が収集できれば、早い対策、早い避難につなげることができると思われる。

## 5. おわりに

今まで土石流とは無縁な現場が多く、土石流などは滅多に発生しないと考えていた。しかし、工事を行っている間、雪解け時にはスラッシュ雪崩、6月には小規模な土石流、さらに普段起こらない

大きな地震（震度5強）と様々な自然の脅威に遭遇し、身近に迫った危険を感じた。そのたびに、とっさに行動ができないということが、もどかしく感じられた。

自然現象の完璧な予測は不可能であり、その補完として、少しずつの教育を積み重ねていくことが、頭に蓄積され行動につながるのではないかと実感を得た。

現場では、常に問題意識とその解決方法を考えながら工事を行うことが、技術者としての経験、さらには、スキルアップにつながるのではないかと考える。日々精進し、これからも現場を無事故で施工したい。

## 舗装工事における施工機械の安全対策

山形県土木施工管理技士会  
株式会社 NIPPO 東北支店  
工事部工事主任  
齋 藤 洋 二  
Youji Saitou

### 1. 適用工種

近年、建設業を取り巻く厳しい経営環境の下、公共工事減少に伴う競争激化は、低価格受注を増加させ、労働災害防止対策への意識低下を招きつつある。また、現場での経験の豊富な熟練労働者の減少は、安全衛生管理の水準を低下させる危険性を帯びている。

このような状況下、当社が受注・施工した「塩川地区舗装工事」において、無事故無災害で工事を完了できたことから、労働災害防止対策として実施した施工方法および使用機械を報告する。

当工事は喜多方市と会津若松市を結ぶ「会津縦貫北道路」の舗装工事であり、概要は以下のとおりである。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：塩川地区舗装工事
- (2) 発 注 者：東北地方整備局郡山国道事務所
- (3) 工事場所：福島県喜多方市塩川地内
- (4) 工 期：平成21年3月5日～  
平成21年10月30日

### 2. 現場における問題点

当該工事区間は、工期を同時期とする関連工事が別発注（表-1 参照）されており、輻輳作業による接触事故が懸念された。

特に防雪柵工事は、クリティカルパスが当社と同時期に重なり、左右両車線で重機による掘削作業が生じた。工期のからみから工程を遅らせることなく、さらに短縮させる必要があり、輻輳作業が避けられなかった。当工事でのクリティカルパスは、本線車道部の路盤工および路肩部分の路盤工である。

表-1 当該工事区間における関連工事

工事内容	業 者 名
舗装工事	(株)NIPPO (当社)
防雪柵工事	A社
標識工事	B社
照明工事	C社
立入防止柵工事	D社
橋梁下部工工事	E社

### 3. 工夫・改善点と適用結果

上記を踏まえ、以下の対策を実施した。

- (1) バックモニター付バックホウの使用

防雪柵工事は、上り車線全線にわたり掘削・杭打ち作業を実施。当社も下り車線で掘削、上り車線でも防雪柵工事の近接での掘削作業が生じた。

バックホウはオペレーターからの死角が大きく、大型化にともないさらに死角も大きくなり、視認性も低下する。そこで、バックモニター付バックホウを使用して、作業の安全性を高めた。

上記機械を使用することにより、オペレーター

からの死角が小さくなり、周囲への視認性および安全性が高まり、作業性も向上した。そのことにより、当工事におけるバックホウによる事故はゼロであった。



写真-1 バックモニター付バックホウ  
(左上：全景、右上：監視カメラ拡大、  
左下：室内モニター、右下：モニター拡大)

## (2) 路盤工での高精度情報化施工の活用

当工事のクリティカルパスとなる路盤工は、GPSによる測位情報とゾーンレーザを組み合わせて、施工機械（モーターグレーダ）を自動制御することにより、施工した。この技術を活用することにより、作業時間の短縮、丁張りおよび検測作業が削減され、重機と作業員との輻輳作業が縮減し、接触事故防止が図られた。

さらに、上記技術は、熟練技術者を要さずとも仕上げ精度が高いことから、年々問題となっている熟練技術者の減少に対する対策としても有効で

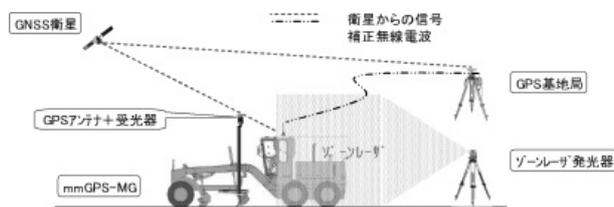


図-1 機械構成イメージ図



写真-2 自動制御による施工状況

あった。

## (3) 路肩路盤でのロードワイドナの使用

路肩路盤を施工する際、通常は材料をバックホウ、または、タイヤショベルから供給する。時間がかかる上、材料の運搬も狭い範囲での方向転回を必要とし、安全性に問題があった。

そこで、フィニッシャ型でホッパから材料を搬入し、機械サイドの敷きならしが可能な施工機械（自社機械：ロードワイドナ）を使用した。連続作業が可能であり、バックホウのような旋回作業が発生せず、そのまま平坦に敷きならすことができ、工期短縮および安全性の向上に寄与した。



写真-3 ロードワイドナでの施工状況  
(左上：斜め全景、右上：横全景、左下：後方施工状況、右下：前方施工状況)ター、右下：モニター拡大)

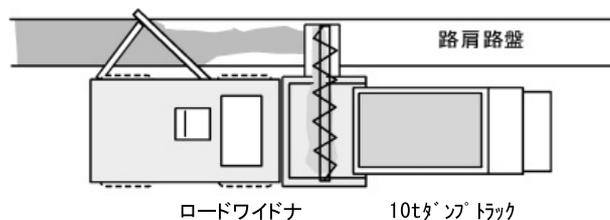


図-2 ロードワイドナ概要図

## 4. おわりに

建設現場での事故防止は、現場の実態に則した機械選定が重要である。すなわち、ハード面の充実が安全性の向上に有効である。しかし、現場での災害防止はハード面だけでは無理であり、ソフト面（労働者の作業に対する安全意識など）の充実も必要である。ハード面とソフト面の両輪を稼働させて事故防止に努めていきたい。

## 長期間の昼夜連続規制における CO<sub>2</sub>削減と環境対策

宮城県土木施工管理技士会

福田道路株式会社 東北支店

監理技術者

塚本 渉<sup>○</sup>

賀澤 貴

Wataru Tsukamoto

Takashi Kazawa

### 1. はじめに

本工事は、国道7号における鶴岡高架橋前後の4車線化工事であり、中央分離帯の新設施工のため、4ヶ月間におよび昼夜間連続の交通規制を実施した。

長期間の昼夜連続規制は、規制資材の電源とする発電機などから発生する排気ガスやCO<sub>2</sub>等の温室効果ガスも膨大となり、また、その発電機などの騒音対策も必要となった。

本報告は、気象条件に恵まれない積雪寒冷地において太陽電池を電源とした規制資材を使用し、CO<sub>2</sub>削減対策とした結果を報告するものである。

工事概要を以下に示す。

#### 工事概要

- (1) 工事名：高田地区改良舗装工事
- (2) 発注者：東北地方整備局酒田河川国道事務所
- (3) 工事場所：鶴岡市平京田
- (4) 工期：平成19年9月19日～  
平成20年7月4日

#### 主な工種

- 舗装工：オーバーレイ工、路面切削工、橋面部舗装（防水工、車道部、歩道部）
- その他：補強土壁設置工、L型側溝設置工、防草板設置工、転落防止柵工

### 2. 現場における課題

本工事は、中央分離帯の施工における島規制による交通規制で、誘導標示板を工事施工箇所先端3箇所に設置した。図-1に示す従来型の誘導標示板を設置する場合、以下に示す課題があった。

#### 現場における課題

- ① 規制材の発電機から発生する温室効果ガス（CO<sub>2</sub>）および排気ガスの発生
- ② 昼夜連続規制の夜間における発電機の騒音対策
- ③ 発電機への燃料補給のための島規制への横断



写真-1 従来型の誘導標示板による規制

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 工夫・改善点

課題における改善点として、規制材は、写真-2に示すソーラーパネル式LED誘導標示板を使用した。この誘導標示板は、上部にソーラーパネルが設置され、他の電源を使用しなくても十分連続使用可能な性能である。

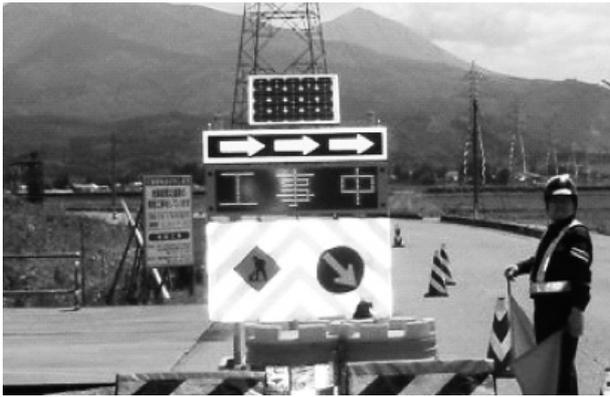


写真-2 ソーラー式誘導標示板による規制

#### (2) 適用結果

ソーラーパネル式LED誘導標示板を使用した効果を以下に示す。

- CO<sub>2</sub>排出量は、発電機を使用した場合に比べ1/100以下に削減できた。
- 日照のある温暖期において、ソーラー式誘導標示板は、発電機などによる補助充電無しで昼夜連続使用可能であった。
- 寒冷期は、曇りや雪の日が多く、日照時間が当初想定していたより少なかった。そのため、写真-3に示すように、誘導標示板の文字や矢印などがかすれることがあり、1ヶ月に1度日中に数時間程度、発電機にて充電を行い使用した。
- 発電機のエンジン音による騒音がなく、夜間における付近住民からの苦情もなかった。
- 給油のための島規制内への横断が無くなり、交通安全に寄与した。



写真-3 冬期間のソーラー式誘導標示板

### 4. おわりに

今回は、山形県鶴岡市にてソーラー式の規制材を使用した。日照の少ない寒冷期においても1ヶ月に1度の充電のみで連続使用が可能であった。

また、発電機を使用すると燃料補給のため、夜間に島規制内に入る必要があったが、その必要もなくなり安全にも寄与した。

地球温暖化対策としてのCO<sub>2</sub>の削減は、地球規模で多方面にわたって努力されているが、今後も工事を進めていく上で、CO<sub>2</sub>の削減を念頭に置いた施工をするよう心掛けていきたい。

## 仮設迂回路の車線誘導について

岡山県土木施工管理技士会  
株式会社 日橋コンサルタント  
課長代理  
山内 健司  
Kenji Yamauchi

### 1. はじめに

車線規制時に、一般車両が安全に通過出来る様に、工夫をしたものである。

#### 工事概要

- (1) 工事名：国道29号堀越歩道他工事
- (2) 発注者：国道交通省 鳥取河川国道事務所
- (3) 工事場所：鳥取県八頭郡郡家町
- (4) 工期：平成21年9月26日～  
平成22年3月31日

現場は、上下1車線ずつ、2車線の国道であり、上り線側には、歩道が既設だが、下り線側には、歩道が設置されていなかった。今回の工事は、下り線側に歩道を設置するため、法面にブロック積擁壁を造り、歩道を設置する工事である。

### 2. 現場における問題点

ブロック積みを、施工するに当たり、床堀影響ラインが、現況の車線に影響することから、一時的に上り線側の歩道幅を縮小して、車線を移動する必要があった。現場は、ほぼ直線の道路であり、車線を移動した場合、屈曲した様な状態になり、速度超過の車両であれば、上下線の車両が、接触することが予想された。

車線変更に伴い、仮設区画線を施工し、既設区画線を黒ペイントで、消去したが、夜間の雨天時

には、黒ペイントが車のライトに反射して、センターラインが判別しにくい状況であった。

現場の舗装は、排水性舗装であり、区画線を切削で消去するとダメージを与え、今後のメンテナンスに影響を与える恐れがあるため、黒ペイントによる消去しか方法が無かった。

事故を防止するために、工夫をする必要があった。



写真-1 車線変更後現場状況

### 3. 工夫・改善点と適用結果

下り線側には、落下防止の為に置き基礎による車両用防護柵を設置していたが、車線変更による屈曲のため、接触する可能性があった。現場は、夜間は、暗い所であるため、車両用防護柵の存在をアピールするために自発光式の視線誘導を設置した(写真-2)。



写真-2 下り線側自発光視線誘導標設置



写真-3 下り線側自発光視線誘導標設置

上り線側にも、歩行者の誘導も兼ねて、自発行式の視線誘導標を設置した。

上り線側既設歩道は、幅員が減少したため、歩行者が車道側に落下する恐れがあった為、単管パイプとロープにより柵を設置した(写真-3)。

センターラインについては、溶融式の区画線で施工するのが視認性に優れているが、工事完了後に消去する際、切削する必要があり既設の排水性舗装にダメージ(骨材飛散等)があるため、採用できなかった。ハイウォッシャーによる排水性舗装用区画線の消去法もあるが、費用が高額になるため採用しなかった。

何とか、仮センターラインの視認性を向上させる方法を考えた結果、高輝度の反射テープを路面の貼り付けることを考えた。

設置してみると(写真-4)、夜間の視認性もよくなった。心配していた接触事故も今の所は、発生していない。



写真-4 高輝度反射テープ設置

#### 4. おわりに

施工現場は、冬期に積雪がある地域のため、除雪時にグレーダー等で、テープが削られる可能性があるため、状況を見て反射テープを交換する必要がある。

通常の車両の通行では、問題は無いと思われる。

## 作業環境に対応した安全対策

宮城県土木施工管理技士会

熱海建設興業株式会社

工事主任

岸川 季史

Toshihumi Kishikawa

### 1. はじめに

施工延長  $L=238.0\text{m}$  において河川土工（盛土工  $V=1.950\text{m}^3$ ・堤防天端工  $A=1,370\text{m}^2$ ）、護岸基礎工（止水矢板・法留め  $L=150\text{m}$ ）、法覆護岸工（コンクリートブロック  $A=3,106\text{m}^2$ ）である。  
工事概要

- (1) 工事名：阿武隈川押分地区堤防整備工事
- (2) 発注者：東北地方整備局仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県岩沼市早股字土手添地内
- (4) 工期：平成18年8月31日～  
平成19年3月26日

施工箇所は阿武隈川左岸側の堤内外地であった。施工内容は止水矢板により水の浸透を防ぎ法面の流失防止のため護岸ブロックを敷設するとともに既存堤防の断面拡張のため盛土をおこない併せて堤防天端の舗装工事を行うものであった。堤防天端はサイクリングコースとなっているため自転車並びに歩行者の通行がある。

### 2. 現場における問題点

当該工事は先で述べたとおり、既存堤防の整備工事であったが、堤防天端は周辺住民のサイクリングコースとなっており当該工事を施工する過程で堤防天端付近での第三者に対する安全対策がもっとも懸念された。

通常考えられる対策として①施工区間の通行止め②迂回路の造成③立入禁止柵による対策が考えられた。まず付近住民の堤防天端の利用頻度を考慮した結果、①施工区間の通行止めは住民に対する影響があった。また、②迂回路の造成にいたっては、仮設坂路の造成費がかかるうえ高齢者にとっては坂道での通行はかえって不安全と考えた。よって③立入禁止柵による対策を検討した。

従来立入禁止柵といったら  $H=1.8\text{m}$  のネットフェンスを単管パイプ等で固定することで立入禁止柵としていたが、設置延長が約  $L=250\text{m}$  におよび施工上設置・撤去を日々繰り返さなければならず撤去設置時間の確保による本工事への影響が懸念された。また、単管バリケードでは移動は容易であり本工事への影響は低減されるが立入禁止柵としては不十分であり容易に第三者に進入され重大災害につながる恐れがあった。



写真-1 既存堤防現況写真

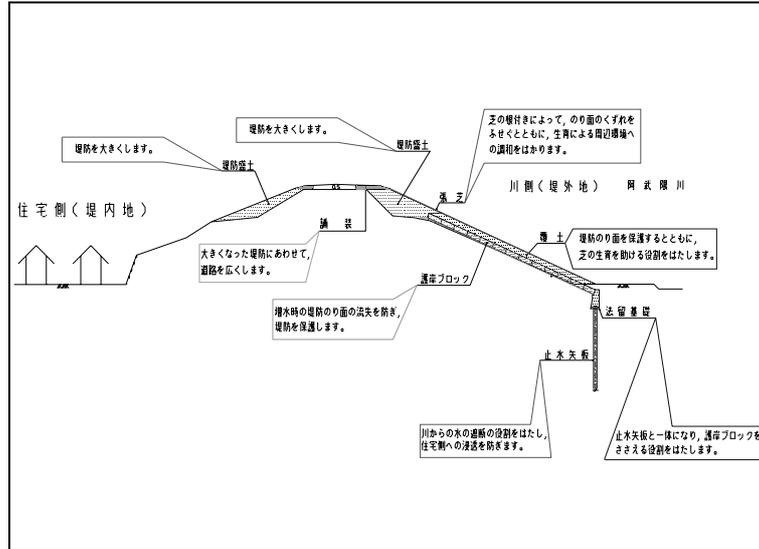


図-1 標準断面図

### 3. 工夫・改善点と適用結果

周辺住民の利用状況及び類似工事での施工状況等を調査し、併せて当該工事での施工方法（施工箇所での区割り）・本作業への作業効率・施設の設置撤去によるコストを検討した結果区画ネット H=1.0m を使用することとした。

本来区画ネットは造成地における区割り等に用いられることが多く、立入禁止柵として使用したことは無かったのだが、区画ネットを使用することにより下記の効果が得られた。

#### ① 視認性の向上

これは蛍光色（オレンジ）の区画ネットを使用することで遠方からでも施工箇所が容易に確認できたため第三者に対し危険を促すことができた。

#### ② 歩行者通行帯の確保

単管バリケードではどうしても歩行者の通行幅が狭くなってしまふ。また、ネットフェンスでは単管パイプによる支柱の控えが必要となり施工半径が確保できなかったため、区画ネットと支柱には鉄ピンを使用することで十分な歩行者通路帯を確保することができた。

#### ③ 周辺住民とのコミュニケーション

今回の工夫で最大の効果であるのが第三者とのコミュニケーションが図られたことである。

立入禁止柵は H=1.8m が通常であり容易に作

業内を目視することは難しかったが、今回使用した区画ネットは H=1.0m であったため、第三者が容易に作業内を目視することが可能でどのような作業を行っているかが確認できた。

それにより通行中に立ち止まり作業状況を見学する人や作業内容等を聞いてくる人が増えて周辺住民とのコミュニケーションを図るうえで大いに効果が得られた。



写真-2 立入禁止柵設置写真

### 4. おわりに

今回は支柱間隔を5.0m で打ち込み、上下にロープをながすことで区画ネットを設置したが、強風の恐れがある場所やその作業環境に見合った支柱の検討が必要であると思う。

## 現場発生土等を利用した産業廃棄物の減量対策について

(社)北海道土木施工管理技士会  
株式会社 高木組  
土木部  
駒野 寛和  
Hirokazu Komano

### 1. はじめに

今、全世界的規模で環境保全の気運が高まり、土木の施工現場でも、建設副産物としての木材や建設発生土等を現場から排出せずに、リサイクルして使用するための各工種がいろいろ行われ、実績を積み重ねつつあるところであるが、環境対策とコスト縮減の両面的意味合いから、そのより積極的な活用が望まれている。

当報告では上記に対処した現設計（従来から行われている植生基材吹付工が採用されている）とは、異なる産業廃棄物の減量を意図した新工法を提案、承認され採用し、それにより、それなりの環境負荷低減への貢献に関わることが出来たと思われるので、その概要について記すが、具体的には、切土に伴って発生する伐採木及び根株、表土並びにそれらに含まれる植物根と埋土種子を植生工に活用、結果、産業廃棄物の減量を図ったものである。

### 2. 適用工種

切土法面（ $A = 4,400\text{m}^2$ ）に対する植生工

### 3. 従来工法の問題点

① 連続皮膜を形成する高分子系樹脂で土砂を接合するため、土粒子間の接合力が弱く、降雨等

による侵食を受けやすい。

- ② 植物の生育は、施工時に添加する高度化成肥料の肥効に依存する。
- ③ 金網ラスの併用を前提としており、材料費・施工費が高い。
- ④ 植生基材吹付工に使用される土壤改良材の包装資材等の産業廃棄物が発生する。

### 4. 従来工法と比較した改善ポイント

従来工法の植生基材吹付工には、前述した問題点があるが、従来産業廃棄物となっていた伐採木、表土を活用する新技術では、無機系の緑化安定材（エコステイプラー）を接合剤に替えて配合し、従来工法では必要とされる金網ラスを省略できるため、産業廃棄物の減量による環境負荷の低減のほか、省力化やコストの低減も同時に実現できる。

また危険な法面作業である金網ラス工程を省略できることで、危険作業の減少、すなわち、安全性の向上も同時に図ることができる。

この新技術は、この施工の後、「三宝菌緑化システム」としてNETIS（NETIS:HK-060020）に登録された。

新技術により、従来技術より改善される点として、以下のことが挙げられる。

- ① 無機系緑化安定材による水和反応により、侵食に対する耐性が極めて強い。

- ② 土壤微生物肥効促進剤の効果により、未分解の有機物を大量に使用しても、窒素飢餓が緩和され、かつ微生物分解による土壤養分供給が続くため、良好な生育を見る。
- ③ 金網ラスが省略できるため、材料費・施工費は安い。
- ④ 現場で発生する副産物を使用するため、包装資材等の産業廃棄物は低減できる。

## 5. 採用した新工法の施工方法

- ① 人力にて刈り払い機を使用し、笹類を刈り取る。
- ② 刈り取った笹・伐採した樹木を集め、仮置ヤードに運搬・仮置きする。
- ③ バックホウにより表土すき取りを行い、ダンプトラックにて仮置きヤードに運搬・仮置きする。
- ④ バックホウにスケルトンバケットを装着し、ふるい分けを行い、すき取り物を伐根類と土砂に分類する。
- ⑤ 伐根類をタブグラインダで吹付施工に適した大きさ（38mm 以下）に破碎し、堆積する。
- ⑥ 所定の割合で破碎物・土砂・無機系緑化安定材（エコスティブラー）・土壤微生物肥効促進剤（三宝菌 NPK）・肥料・種子を混合し、モルタル吹付機で法面に吹き付ける。

## 6. 新工法に対する留意点・今後の検討課題

- ① 湧水のある法面では、別途排水処理が必要となる。
- ② 伐採木の堆積・チップ化及び表土のふるい・堆積のためのスペースが必要となる。
- ③ 破碎用機材が大型であり、搬入場所・経路を確保する必要がある。
- ④ 産業廃棄物処理を現地で行うことから、地区により行政機関の対応も差異があるため、事前に、施工地に適用される法律や規制をクリアしておく必要がある。

- ⑤ チップは高く堆積しておくると発熱し、時には火災の原因となる可能性もあるため保管方法には配慮が必要である。

尚、以下に、すき取り物のふるい作業に使用する「スケルトンバケット」、タブグラインダにより吹付施工に適した大きさ（38mm 以下）に破碎された「二次破碎物」、法面吹付施工完了後の「植生生育状況」の各写真を表示する。



写真-1 スケルトンバケット（□12cm）



写真-2 二次破碎物



写真-3 植生生育状況

# 道路改良工事における建設発生土の抑制及び利用の促進

宮城県土木施工管理技士会  
株式会社 仙北建設  
土木部 現場代理人  
大 柳 健  
Ken Ooyanagi

## 1. はじめに

本工事は、新たに市街地と国道4号線を結ぶ道路の一部区間、施工延長131.0m・車道部幅員9.0m 歩道部幅員7.0m（片側3.5m）に改良するアスファルト舗装工事である。

本道路が開通することにより、通学路にもなっている旧道には歩道部分が狭く、危険であり、朝夕は交通渋滞を巻き起こす路線であるので、早期開通が望まれている。

### 工事概要

- (1) 工 事 名：都市計画道路李塚飯川線  
道路改良工事
- (2) 発 注 者：大崎市建設部都市計画課
- (3) 工事場所：大崎市古川南町3丁目地内
- (4) 工 期：平成19年9月20日～  
平成20年3月19日

## 2. 現場における問題点

道路用地は元々住宅地で、農業用水路の横断が2箇所あり（水路幅3.0mと1.0m）、地下水位が非常に高く、N値＝3以下の軟弱地盤であり、路床改良によって発生する、建設発生土の搬出の抑制と、現場内利用の促進が課題となった。

本工事に先立ち、現状路床土の土質試験を始点、

中間点、終点の3測点で実施し、区間CBR＝0.4%であった。

よって、軟弱路床により、路床構築に伴う改良検討を碎石による置換工法とセメント系固化剤による安定処理工法の2案を検討した。

- ① 置換工法によって路床改良を行う場合、必要置換え厚の計算の結果、軟弱路床土を70cmの厚さで碎石に置換える。
- ② 安定処理工法の室内配合試験の結果、セメント系固化剤の配合率を100kg/m<sup>3</sup>で散布し、厚さ60cmを改良する。

以上の2案を検討した結果、①案は路床掘削時における残土搬出量が当初設計の約3倍になり、不経済であり課題をクリアする事は出来ない。

②案は、現状路床土を有効利用でき、工程・環



写真-1 現状路床土 土質試験状況

境・ワーカビリティにおいて適していた。  
資源の有効な利用を促進する為、②案の固化剤による安定処理工法を採用した。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

セメント系固化剤を使用する為、六価クロム溶出試験を行い、溶出量が土壤環境基準に適合している事を確認した。

(基準値0.05mg/ℓに対して、計量結果0.007mg/ℓ)

固化剤散布に先立って、湧水により路床土が乱す事のないよう仮排水路を設け、路床掘削完了後、期間を置かず直ちに改良を行った。

固化剤散布の際は、シートによる飛散防止の居住者対策を行い、生活環境を損なう事無く作業を行った結果、苦情等は無かった。

しかし、苦情に関しては、行政区長・地域住民の皆様にご協力・御理解を頂き、工事を完成出来たのだと思う。

以上の処置により、建設発生土の抑制及び現状路床土を現場内利用し、現場C B R試験の結果、規格(路床設計C B R = 4%)を満足する事ができた。



写真-2 現場C B R試験状況

### 4. おわりに

本工事を施工するにあたり、道路用地に面した一般住宅・アパート・商業施設(美容室)があり、環境の保全・安全管理が問題になっていたが、現状路床土を利用し建設発生土の搬出を抑制する事により、バックホウによる積込み・大型ダンプによる搬出が低減され、騒音・振動に対する環境の保全・CO<sub>2</sub>の削減や、交通災害の防止に繋がったと思います。



写真-3 施工前現況(始点から終点を望む)



写真-4 完成

## 近接施工による騒音・振動対策

佐賀県土木施工管理技士会  
森永建設株式会社

現場代理人

梅 崎 弘 信

Hironobu Umezaki

### 1. はじめに

本工事は、筑後川水系河川整備計画に基づき、早津江地区（早津江川 右岸5/375～5/481付近）の高潮対策として、築堤護岸に伴う地盤改良の施工を行うものである。

工事概要

- (1) 発注者：国土交通省 九州地方整備局  
筑後川河川事務所
- (2) 工事名：早津江地区築堤護岸工事
- (3) 場所：佐賀県佐賀市川副町早津江
- (4) 工期：平成20年10月15日～  
平成21年3月24日
- (5) 工事内容：河川土工 2,400㎡  
地盤改良工φ1,000 L=14m n=178本  
水路工 L=113m



写真-1 着工前



写真-2 完成

### 2. 現場における課題・問題点

この工事は、技術所見の課題が『工事施工上の工夫による騒音・振動を低減する為の方策について』であった。工事場所は佐賀特有の軟弱地盤地帯であり、建設機械施工による近隣住民への振動対策が必要である。

地盤改良工の設計は、変位低減型深層混合処理工法（CDM-LODIC工法）であり、地盤改良施工による近隣への影響の懸念は少ないと思われる。しかし、大型建設機械による施工であるため、機械移動時の振動による近隣への影響があると考え、施工時の騒音・振動を如何に必要最低限に抑えるかが課題となった。

### 3. 対応策・工夫・改良点

- ① バックホウのアームに『騒音・振動の低減運動』ステッカーを貼り、オペレーターの意識高揚を行った(写真-3)。
- ② 官民境界沿いに単管で組んだ防音シート柵(H=1.8~3.4m)を設置し、近隣への騒音を低減した(写真-4)。
- ③ 騒音・振動計にて測定を行い、外部表示装置で5秒ごとのリアルタイムを表示し、(写真-5、6)規制値(騒音:85dB、振動:75dB)を超えると、赤色灯が回転するよう設定した。

日々の測定データを管理し、打合せ時にオペレータ及び作業員へ見せることで、一人一人の意識高揚に努めた(図-1、2)。

また、表示盤は特に作業員が興味を示し解りやすいと評判よく想像以上の効果が得られた。



写真-3 バックホウアームに貼り付けたステッカー



写真-4 防音シート柵



写真-5 防音シート柵と外部表示盤

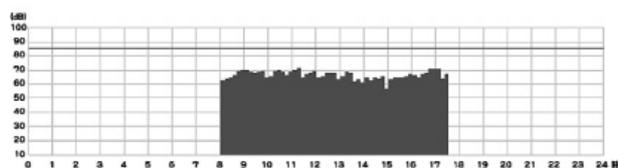


図-1 騒音値 (L05)

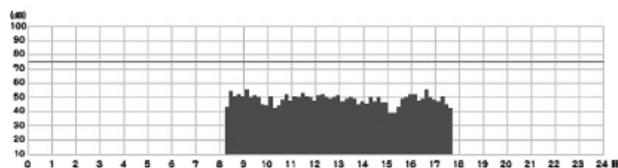


図-2 振動値 (L10)

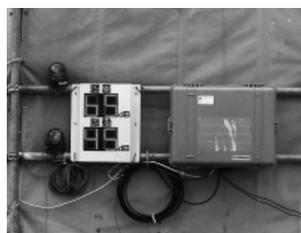


写真-6 騒音・振動計

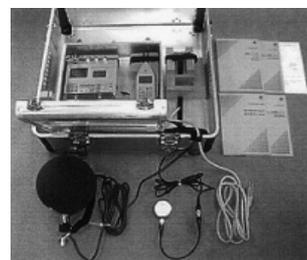


写真-7 騒音・振動計

### 4. おわりに

現在の工事現場では、地域住民の協力なしでは施工できないと思う。これからも地域住民とコミュニケーションをとり、地域の行事には積極的に参加し地域に貢献できる安全で安心な現場を運営していきたいと思う。

## 海上工事に伴う環境影響の調査と改善について

福岡県土木施工管理士会  
木原建設株式会社  
監理技術者  
木原 頼 長  
Yorinaga Kihara

### 1. はじめに

当該工事（平成20年度 漁場環境保全創造工事 大和南部漁場）は、有明海の底質改善のためにクレーン台船にて海砂を投入する工事である。（底質改善：64.0m×869.0m，海砂投入  $V=23,440\text{ m}^3$ ，不陸均し： $A=55,610\text{ m}^2$ ）

本事業が有明海の生物生産システムの保全を以って、海の環境機能の持続的な発展を目的とすることを背景に、本工事では施工環境の観点から施工に伴う環境影響調査を実施した。

有機物、微生物、底棲生物等の調査は調査期間・範囲が膨大で、測定方法も室内試験を要することから、本工事の調査対象は施工に直接的に影響を受ける範囲内とした。

### 2. 調査目的

工事の水環境に与える影響について現状を把握する為にサンプリングを行い、水質調査結果と工事との相関を明確にすることと、改善策を検討・実施しその効果を評価し、より良い作業標準に活かすことを目的とする。

### 3. 調査項目

主として、濁度を対象とする。その他、参考データとして水温、pH、電気伝導率、溶存酸素、塩

分濃度についてもデータを採取する。

### 4. 調査範囲

- ・調査時期：施工前、施工中
- ・調査深度：1 m、2 m、3 m
- ・調査密度：作業半径100m 以内は20m、それ以上は100m
- ・調査範囲：任意（潮流、風の影響を考慮して現場にて判断）

※調査範囲の設定にあたっては福岡県水産海洋技術センター有明海研究所にて助言、指導いただきました。

### 5. 調査結果の整理

#### (1) 施工前の水質

施工前の海水の基本水質は濁度3～7 mg/ℓ、水温23～27℃、pH7.9～8.1、電気伝導率4.0～4.2s/m、溶存酸素5.1～8.9mg/ℓ、塩分濃度2.4～2.6%。

#### (2) 施工中の水質

測定値は潮流、風、潮高の影響により変動しつつも、濁度以外の測定項目については特に変化は見られなかった。濁度の影響分布は下記の通り。

- ① 平面分布は潮流方向のみに広がり、局所的に100mg/ℓ前後を示す箇所もあるものの、濁りの強い場合でも20～40mg/ℓの範囲で作業船か



写真-1 水質調査状況

ら80m 付近まで分布。

- ② 作業船から80m 以上離れた地点からは概ね25mg/ℓ 以下（河川環境基準 AA）で、100m～400m 離れでは10～20mg/ℓ。400m 以上離れると施工前の濁度と遜色ない測定値となる。
- ③ 最細粒分が水面にアク（泡状の浮遊物）を形成し、これは潮流に影響され散りながらではあるが、約2 km 先まで残留。その先は、他の工事区間と合流し観測不能。
- ④ 濁度の深度分布については、作業半径60m 以内は表面付近の濁りが強く、60m 以上離れると海底部分の濁りが強くなる。

## 6. 調査結果の分析

水産工学的な観点から本工事に伴う濁度20～40 mg/ℓ の影響を分析する。

各種参考文献より本件と最も関係があるのはアサリへの影響で、海底泥による場合のみ10ppm から影響が出始めるとあり、施工箇所が養殖箇所とは充分離れてはいるものの、施工方法に改善の余地があると考えた。

その他、各種の文献にて、自然環境・生物環境に対する影響、また化学的、物理的な影響についても課題抽出を試みたが、単独工事にて論じる余地のある課題は得られなかった。

現段階では、現行の施工に伴う環境影響は殆ど無いことを証明したと解釈することとする。

## 7. 改善策の検討・評価

今回、本工種についての濁度抑制の社会的な要求は無かったものの、今後環境配慮の水準がシフトすると仮定して、濁度を抑制した作業方法を検討する。

最もシンプルな手法として、海砂の投入高を抑えた施工方法にて濁度抑制の効果を測定した。更に、施工条件は満潮時付近とし潮流の影響の最も小さい時間帯を作業条件に加えた。その結果、作業半径20m にて濁度20mg/ℓ 未満、40m～60m にて濁度7～10mg/ℓ、60m 以上は濁度7 以下と極めて顕著な測定値を以って大きな効果を確認する事ができた。

図-1 環境影響調査表

## 8. その他

一方、作業時に発生するアク（泡状の浮遊物）についても分析を行った。このアクは漁船が航行する際にも発生し、プランクトンであるとの情報があり、分析を有明海研究所に依頼した。

分析の結果、大部分がプランクトンではなく土砂であり、恐らく海砂の最細粒分であるとのこと。このアクは抑制、回収が困難であり、消滅するには潮流によって散らされ、ある程度の時間を必要とする。これについては、今後の課題であると考えている。



写真-2 改善した作業標準での水質調査

## 9. まとめ

今後、環境配慮への要求があった場合には前記の通り作業標準を改善する事により対応できることが、数値を以って確認する事ができた。

また、潮流がある場合でも潮流方向のみへの影響である為、潮流方向に汚濁防止フェンスを設けることでより大きな効果を期待できる。

公共事業に於いて品質だけではなく、環境や社会性に対しても有意義な付加価値を以って技術力を提供できるよう、今後もこういった調査や改善に取り組んで行きたい。

## 木質系廃棄物の有効利用法と木材チップ化技術について

宮城県土木施工管理技士会  
佐藤工業株式会社  
工事部  
大場 泰伸  
Yasunobu Ooba

## 1. はじめに

平成20年6月、岩手県内陸部を震源とするマグニチュード7.2の岩手・宮城内陸地震が発生し、岩手県の奥州市や宮城県の栗原市では、最大震度6弱を記録した。被害の特徴としては同じ規模の地震と比較し建物被害は少なく、土砂災害が多いことが挙げられる。また、宮城県北部の山体崩落は、頻繁に報道され記憶に新しい(写真-1)。

土砂災害や山間部における建設工事では、山林の樹木が廃棄物として大量に発生する。従来、木質系廃棄物は焼却処分が一般的であり、現在の地球温暖化防止の流れと逆行しており、早急な循環処理の仕組みの整備が望まれている。

本論では、現場で行ったチップ化処理による木質系廃棄物の有効利用法と木材チップ化処理技術について述べる。



写真-1 岩手・宮城内陸地震の被害

写真-1は岩手・宮城内陸地震の被害の写真である。写真は、従来、道路であった部分が崩落したものである。(写真中央部に水平に路盤材が確認できる。)また、多くの木々が撤去、伐採され仮置き後、処分されようとしている。

## 2. 木質系廃棄物の有効利用法

木質系廃棄物(根株・枝葉・幹)の有効利用法は、以下の方法が現在の主なものとなっている(図-1)。

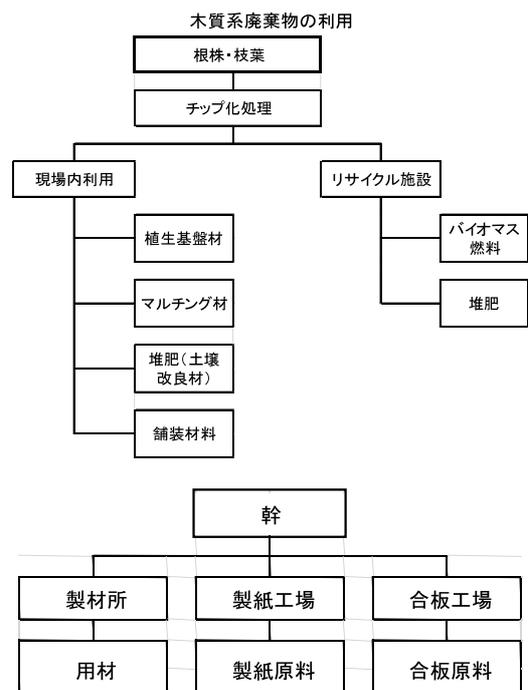


図-1 木質系廃棄物の利用方法

破砕作業では、用材、製紙合板原料として利用できる幹材（末口直径10cm以上）は、有価物として売却処理する。根株、枝葉及び不用幹材は、全てチップ化処理し有効利用を図る。

＊ 現場内チップ化及び現場内利用の利点

現場内でチップ化処理することにより、木材廃棄物処分費（輸送費、中間処理費）の低減が可能。木材廃棄物の輸送がなくなり、輸送トラックのCO<sub>2</sub>排出削減、周辺環境の保全に貢献できる。

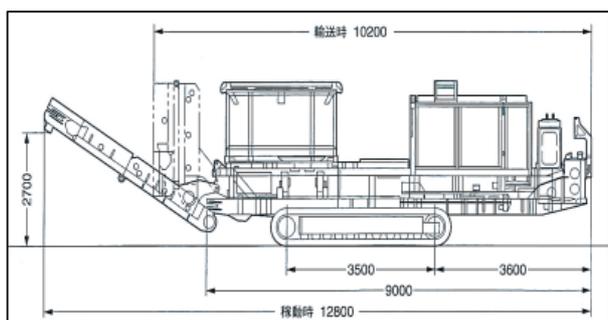
### 3. 木材チップ化処理技術

木材廃棄物のチップ化処理には、移動式木材破砕機を使用する。以下に本体写真、仕様を示す(写真-2、表-1)。



写真-2 木材破砕機(タブグラインダー(TG400ATX))

表-1 木材破砕機の仕様



形 式	TG400ATX	
質 量	k g	23500
全 長	輸送時 mm	10200
	稼働時 mm	12800
全 幅	mm	2800
全 高	mm	3160
処 理 能 力	m <sup>3</sup> /h	36~130
出 力	KW/HP	300/402
燃 料 タンク 容 量	L	738

#### (1) 木材チップの製造

木材チップの製造は、木材破砕機、各種アタッ

チメントを装着したバックホウ（0.7m<sup>3</sup>が標準）で行う（写真-3）。（各種アタッチメント：はさみ、小割機等）



写真-3 木材チップ化状況

#### (2) 木材チップの用途別の形状及び実績

##### ① 植生基盤材への利用

植生基盤材への利用は、25mm以下の大きさのチップを供給する。供給時は、吹付ホースの閉塞を予防するためふるい作業を行う。

##### ② マルチング材への利用

マルチング材としての利用は100mm程度の大きさのチップを供給する。ブルーベリー畑の耕土流失防止材、雑草抑制材として活用された事例がある。

##### ③ 堆肥

堆肥原料としてはふるい作業により生じた10mm以下のチップを供給する。

##### ④ 舗装材料

舗装材料への供給実績は未だない。

##### ⑤ バイオマス燃料

バイオマス燃料としては製紙工場の自家発電設備に10mmから50mmのチップを供給する。自家発電設備内にチップ供給設備の閉塞を予防するため、オーバーサイズの除去に細心の注意を払う。

以上、当社におけるチップ製造技術は、木材破砕機とふるい機を使用することにより利用目的に応じたサイズのチップが製造可能である。

#### (3) 課題

木質系廃棄物の現場内破砕では、以下のような

課題が見受けられる。

#### ① チップ化ヤード

チップ化作業では、木材破碎機、伐採材、チップを仮置できるヤード（最低30m\*30m）が必要でありヤードが狭い場合、破碎効率が低下する。

#### ② 騒音・振動

チップ化作業では、木材破碎機による騒音・振動が発生し近くに民家がある場合は、事前に調査し仮設柵等（防音柵）の緩和措置をとる必要がある。

#### ③ オーバーサイズの混入

植生基盤材、バイオマス燃料用のチップ製造時、オーバーサイズが混入した。これは、破碎時の飛散によるものやヤードの未清掃によるものと思われる。

## 4. あとがき

持続可能な循環型社会の構築に向け、多くの分野でその取組みが始まっている。私は、土木技術者として木材チップのみならず、循環可能な廃棄物及びその循環システムを見つけ出していく所存である。

## 離島における循環型社会づくりへの取組み

宮城県土木施工管理技士会  
佐藤工業株式会社  
工事部  
永 沼 泰  
Hiroshi Naganuma

### 1. はじめに

深刻化を増す多くの環境問題に対し、環境負荷を低減し持続可能な社会を構築していくことが我が国の大きな課題となっている。

この課題を解決するには、これまでの大量生産、大量消費、大量廃棄型の社会構造を見直し循環型社会に移行することが必要である。

本論では離島で試みた循環型社会づくりへの取組みについて述べる。

### 2. 工事概要

本工事の工事概要を以下に示す。

- (1) 工 事 名：出島地区送・配水管布設替工事
- (2) 発 注 者：女川町
- (3) 工事場所：宮城県牡鹿郡女川町出島地内
- (4) 工 期：平成21年7月29日～  
平成21年12月25日 150日間
- (5) 工事内容：送水管布設 L=370.5m  
配水管布設 L=103.0m  
仮復旧工 A=307.8㎡

本工事の施工場所は、宮城県女川町出島地内であり、三陸海岸の南端に位置する離島である。島の人口は約500人であり基幹産業は、カキ・ホタテ等の海面養殖業である（図-1）。



図-1 位置図

### 3. 現場における問題点

本工事では、以下の建設廃棄物が発生する。

- ① アスファルト塊
- ② コンクリート塊
- ③ 発生土

当該工事の施工箇所には、残土処分場は存在するが中間処理施設がなく、過去の工事においては、全て島外へ海上輸送を行い処理してきた。しかし、海上輸送には台船・曳船のチャーター料、ダンプトラックの拘束費等のコストが生じ、建設廃棄物の処理には多額の費用をかけてきた。また、海上輸送は海象条件の影響を受けやすく、輸送リスクがあった。

### 4. 工夫・改善点

建設廃棄物処理での海上輸送コストの削減、海

上輸送リスクの低減の面から島内で再生できるものは、再生利用すべく今回の現場では簡易的で低コストな再生方法を提案した。

(1) アスファルト塊

アスファルト塊の再生手順を以下に示す(図-2)。既設舗装版の撤去により生ずるアスファルト塊は、簡易再生機(アステンコック)(図-3)で再加熱、混合し再生利用した。

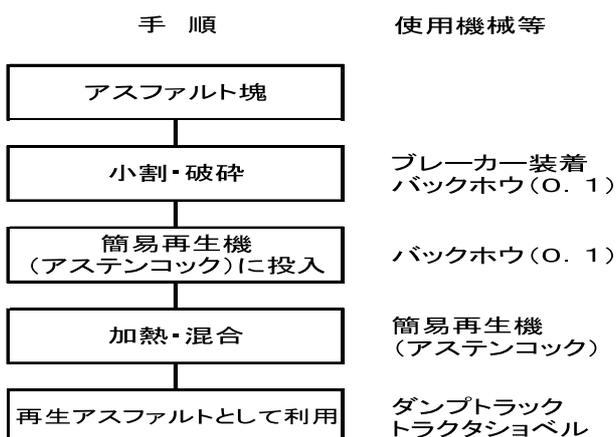


図-2 簡易再生機(アステンコック)手順



アステンコック SUPER-043

アスファルト塊投入状況

加熱・混合状況

加熱・混合完了

形式	SUPER-043形 G3	
加熱燃料	LPガス(50kg×2本)	軽油(A重油)
処理能力	1t/回	
本体サイズ	幅1570mm×長さ2230mm×1860mm	# (ベースフレーム)
本体重量	2200kg	2300kg
燃料消費量	600g/分	21t/h
加熱時間	約20分	
使用圧力	0.15MPa	設定済み
動力源	V型2気筒14(16)馬力 ガソリンエンジン	
駆動系	油圧システム	
ガソリン消費量	0.7リットル/15分	
ドラム回転数	8~12rpm/分	
付属品	消火器1本	

図-3 アスファルト再生機使用状況及び再生機規格

(2) コンクリート塊

コンクリート塊の再生手順を以下に示す。(図-4)発生したコンクリート塊は、バックホウ(0.7m)に装着する簡易破碎機(ひまわり)(図-5)で破碎し、再生材として利用した。

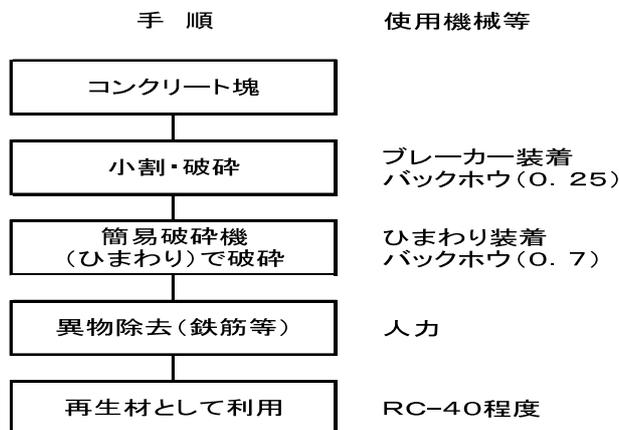


図-4 簡易破碎機(ひまわり)手順



寸法図	主な仕様																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>型 式</th> <th>MC1160(新型)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>本体クラス</td> <td>0.7mクラス~</td> </tr> <tr> <td>使用圧力</td> <td>280kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>必要流量</td> <td>200~400l</td> </tr> <tr> <td>処理能力</td> <td>20~60t/h</td> </tr> <tr> <td>質 量</td> <td>2.45t</td> </tr> <tr> <td>全 高</td> <td>1515mm</td> </tr> <tr> <td>全 幅</td> <td>1163mm</td> </tr> <tr> <td>全 長</td> <td>1640mm</td> </tr> <tr> <td>破砕径</td> <td>655mm</td> </tr> </tbody> </table>	型 式	MC1160(新型)	本体クラス	0.7mクラス~	使用圧力	280kg/cm <sup>2</sup>	必要流量	200~400l	処理能力	20~60t/h	質 量	2.45t	全 高	1515mm	全 幅	1163mm	全 長	1640mm	破砕径	655mm
型 式	MC1160(新型)																				
本体クラス	0.7mクラス~																				
使用圧力	280kg/cm <sup>2</sup>																				
必要流量	200~400l																				
処理能力	20~60t/h																				
質 量	2.45t																				
全 高	1515mm																				
全 幅	1163mm																				
全 長	1640mm																				
破砕径	655mm																				

図-5 コンクリート再生機使用状況及び再生機規格

5. 適用結果

(1) アスファルト塊

現場で再生したアスファルトは、プラント出荷の再生アスファルトと、ほぼ同等な施工性と品質であった。しかし、加熱混合前の撤去したアスファルト塊には、路盤材(RC-40等)が付着しているため、再生されたアスファルトに混ざる傾向にあり、舗設時に除去する必要があった。また、季節やアスファルトの種類で加熱時間を調整し、過加熱とならないようにすべきである。

(2) コンクリート塊

簡易破碎機で破碎したコンクリート片は、やや粒径が大きめであったが、構造物の裏込や路盤材として活用できる再生骨材をつくることができた。鉄筋等の異物の除去は人力でおこなったが、磁石等で除去することができればより省力化ができる。

以上、島内でアスファルト塊、コンクリート塊を再生利用することで概算で表-1のようにコストを縮減できた。

表-1 コスト比較

(工事1式あたり)

種別	従来処理	島内での再生処理	摘要
海上輸送費	600,000	0	
ダンプトラック拘束費	160,000	0	
処理費(AS)	75,000	385,000	島内での再生処理には、再生費を含む。
処理費(CO)	10,000	10,000	
AS材料費	250,000	0	
計	1,095,000	395,000	<b>△ 700,000</b>

6. おわりに

今回の現場では、アスファルト塊・コンクリート塊を100%現場内での再生利用をすることができた。このことは、海上輸送のコストとリスクを低減できただけでなく、循環型社会への一歩であると思った。離島や辺地では、廃棄物の処理施設に多額な費用をかけることは現実的に困難であり、簡易な循環システムにより処理することで、廃棄物のリサイクルをすることが望ましいと思われる。

## 一般道における道路汚染対策について

宮崎県土木施工管理技士会  
 湯川建設株式会社  
 施工主任  
 中山 順  
 Jun Nakayama

## 1. 適用工種

平成19年9月に発生した台風14号における浸水被害を軽減するための「水からまもるプロジェクト」の一貫として、五ヶ瀬川における河川堆積土砂の撤去を目的とした掘削・運搬工事（V=70,000m<sup>3</sup>）である。

## 工事概要

- (1) 工事名：北小路地区掘削工事
- (2) 発注者：国土交通省延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市北小路
- (4) 工期：2006年9月～2007年3月

## 2. 問題点

施工個所が住宅密集地域付近であった為運搬車両（10tD）による事故はもとより使用一般道利用の際のダンプによる泥の引出しが懸念された。

## 3. 工夫・改善点

発注者との協議により運搬路出入りに仮設工としてタイヤ洗車場を設置し、坂路部にはAs舗装を施工した（写真-1）。

しかしながら、工程の都合上ダンプ台数が増し短期に洗いが汚れてしまいその改善策として無機系凝集材の使用及び、濁水処理システムを活用した。以下、図・写真により説明を示す。



写真-1 タイヤ洗車場

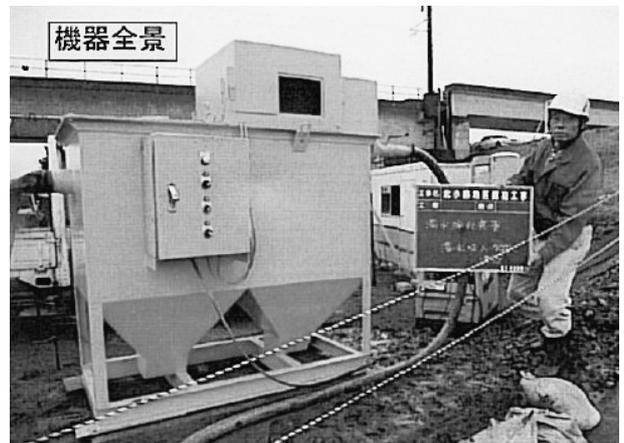


写真-2 濁水処理

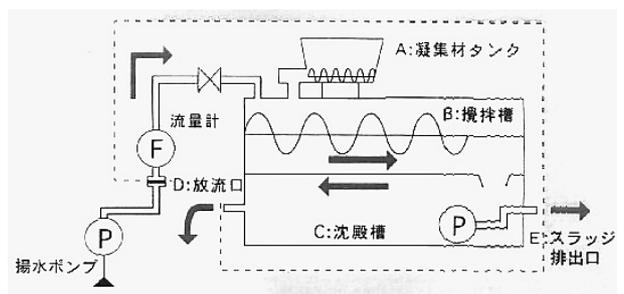


図-1 濁水処理フロー

- ① ポンプにて濁水を揚水する。
- ② A部凝集材タンクより凝集材を投入（写真-3）。
- ③ B部攪拌槽にて凝集材と濁水を攪拌する（写真-4）。
- ④ C部沈澱槽にて凝集材により形成されたスラッジ（汚泥）を沈殿させ排出する。
- ⑤ 分離した澄水を放流する（写真-5）。



写真-3 凝集材タンク



写真-4 攪拌槽内部



写真-5 反応水放流



写真-6 残存凝集効果

なお、反応水（澄水）にも凝集効果が残存しているのでダンプ通過時にもタイヤ洗浄場にて同様の攪拌・沈澱効果が期待できる。

#### 4. 効果

タイヤ洗浄場に沈殿した汚泥はタイヤショベルにて集積し排水乾燥後、残土搬出として処理できた。

また、凝集材の効果も高く（写真-7～9）常に澄水状態に保ちながら、坂路内にてほぼタイヤ汚れを落とすことができ、一般道への汚染防止に効果が認められた。

濁水処理前後比較

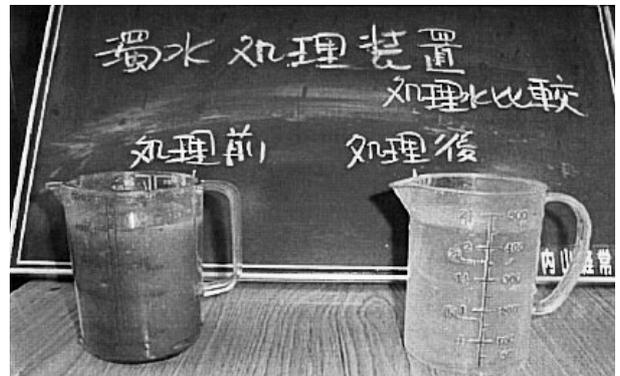


写真-7 処理水比較

濁度測定(処理前水：10000ppm、処理後水：14ppm)

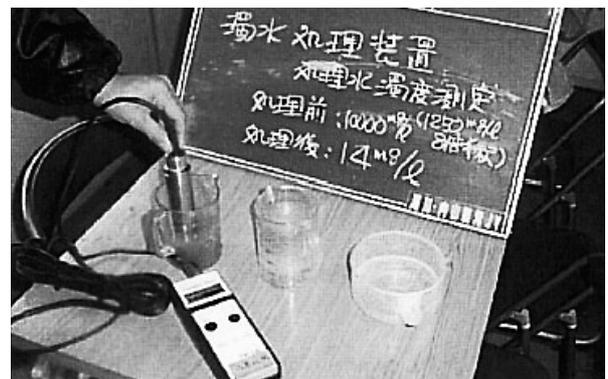


写真-8 処理水濁度測定

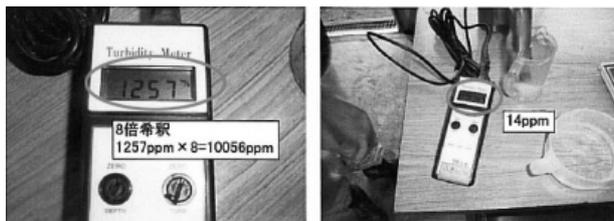


写真-9 濁度計

さらに、雨天時においても作業が継続できたのは工程上非常に得難いものがあった。

## 5. おわりに

若干コスト面において不満はあったが、有効活用ができた対策であったと思われる。

昨今において、工事環境対策への要求が厳しくなっており非常に困惑している次第であるが、色々な情報を基に今後の工事に反映させ、スキルアップに望みたい。

## 蒲生干潟の自然環境保全と共生

宮城県土木施工管理技士会  
熱海建設興業株式会社  
現場所長  
太田 康  
Yasushi Oota

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：平成20年度都基幹20-002号  
七北田川蒲生築堤護岸(その1)工事
- (2) 発注者：宮城県仙台土木事務所
- (3) 工事場所：仙台市宮城野区蒲生地内
- (4) 工期：平成20年9月19日～  
平成21年5月29日

蒲生干潟は二級河川七北田川の河川区域内にあるが、淡水と海水が混じる汽水域で、シギチドリ類などの渡り鳥の飛来地であり、また貝類、カニなどの底生動物の宝庫でもあります。自然環境活動が盛んに行われる一方で、地域住民にとっては、津波災害に対する不安があり、自然保護の優先かまたは、生活安全の優先かで盛んに議論が繰り返されてきた場所でありました。

### 2. 現場における問題点

本工事区域は、鳥獣保護特別保護地区や自然環境保全地域であり、蒲生干潟自然再生協議会も発足されていました(写真-1・2)。また、モニタリング調査も実施されていることから、関係機関の意見を踏まえ、周辺環境に影響を及ぼさない施工方法・施工時期を検討しなければならなりませんでした。

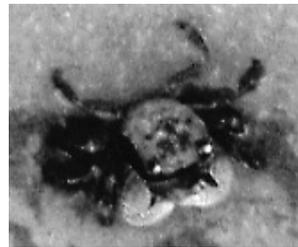


写真-1 アカテガニ



写真-2 蒲生海岸の鳥

当初考えられた問題点としては、騒音問題、水替時に発生する濁水の問題等が上げられていましたが、工事の終盤に差し掛かり、設置した大型水路により周辺に生息するアカテガニ、クロベンケイガニの移動阻害を引き起こす可能性が大きいことがわかりました。その為、早期に応急的処置をする必要性がありました。

### 3. 工夫・改善点 と 適用結果

渡り鳥の飛来地である為、重機械は低騒音型の機械を使用し、更に作業待ち時間にはエンジンを止めるなどアイドリングストップの重要性を認識させるため、各重機及びダンプトラックにはアイドリングストップの啓蒙シールを貼付け実施させるとともに(写真-3)、無理な負荷、不必要な高速回転、空ふかし等、突発的な音を出さないよう徹底指導を行いました。また、構造物取壊しにはコンクリート圧碎機(低騒音型)を使用するとともに騒音を測定し基準値以下であることを確認し



写真-3  
アイドリングストップ啓蒙シール



写真-4  
コンクリート圧碎機



写真-5 騒音測定状況



してネットを垂らし這い上がれるようにしました。

その後、応急的処置の効果を確認し這い上がりが可能です。目合によってはカニの動きが鈍くなるため目合を細かくするように、ネットを重ね合わせて設置することで、対応しました(写真-7)。



対策前



対策後

写真-7 移動阻害対策

ました(写真-4・写真-5)。

水替時の濁水処理は、一度ノッチタックに排水し上水だけを排水する事としました。三層式のノッチタンクを2組み合わせ六層式とすることで、濁りを解消する事が出来ました。また、排水する上水の水質を調査し、水質保全に努めました(写真-6)。



(PH測定)

(塩分濃度測定)



写真-6 水質調査状況

#### 4. おわりに

工事完成後、モニタリング調査の結果で「湿地環境を保全するとともに、多様な生物の生息・生育環境に与える影響を回避・低減する」「蒲生干潟の景観や自然との触れ合いの活動の場と与える影響を回避・低減する」との環境保全目標は達成されたとの報告を受けました。また、地元住民の方々からも「津波への安心確保は勿論のこと、町内のみんが出来上がった蒲生干潟の堤防散策を楽しんでいる、いつまでもこの環境を残していきたい。」との言葉を頂きました。

自然環境を保全しつつ地域作りの一躍を担い社会貢献ができた今回の工事であったと思います。



着工前



完成

写真-8

周辺に生息するカニの移動阻害対策については、今年度の産卵期の影響を軽減するために、簡易かつ早急に対処できるものとししました。そこで、スロープの設置・土嚢による這い出し対策を行ったが這い上がれる個体数が少なく、大多数這い上がれない事が確認出来ました。その為、応急的処置と

## 路面切削前の支障物除去による作業の効率化

佐賀県土木施工管理技士会

株式会社 中野建設

土木部 佐賀舗装事務所 副課長

鳥屋 吉浩

Yoshihiro Toriya

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：市道長瀬町八戸線舗装補修工事
- (2) 発注者：佐賀市役所
- (3) 工事場所：佐賀市八戸一丁目地内
- (4) 工期：平成20年9月5日～  
平成20年12月12日

現場は施工延長350m、平均幅員3.0mの市道で、老朽化したアスファルト舗装（カラー舗装）の表面を平均4cmの厚さで路面切削機にて削り取り、4cmのカラー舗装を復旧する工事である。

路面切削の施工に先立ち、施工範囲内にある下水道のマンホール（21箇所）の上部を撤去することにより、切削面の平坦性向上と1日当たり施工面積の向上を図る。

### 2. 現場における問題点

支障物となる下水道マンホールを残したまま路面切削を行なった場合、下水道マンホールの手前で路面切削機のドラムを上げ、下水道マンホール通過後にドラムをおろして切削作業を再開することになり、下水道マンホール周囲には路面切削機で削りきれない舗装が残ってしまう（図-1）。

機械で削れない部分の舗装は人力では取り取ら

なければならず、下水道マンホールの個数が多い場合はかなりの時間と労力を要する。

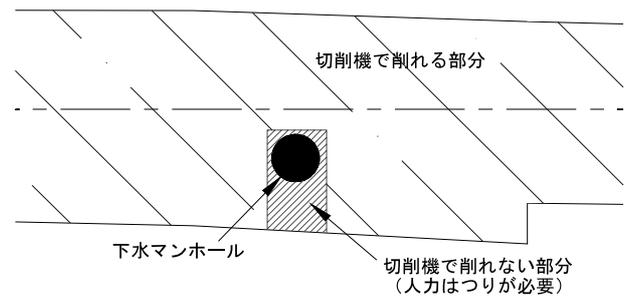


図-1 平面図

また、ドラムアップをすることにより連続作業が中断されるので、切削面の平坦性が損なわれたり、交通解放前に下水道マンホール周囲の段差解消のため擦り付け舗装の施工を行わなければならないため（写真-1）、時間的ロスが生じて1日当たりの施工面積が少なくなる問題点があった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

路面切削の施工に先立ち施工箇所全面を機械で削ることが出来るようにするため、下水道のマンホール上部を撤去した（写真-2）。上部を撤去することにより高さを11cm下げることができた。



写真-1 擦り付け舗装



写真-2 マンホール上部撤去後

路面切削作業時に支障となる下水道マンホールの上部を撤去したことにより、その都度ドラムをあげて作業を中断する必要がなくなり、連続で作業を行なうことができた。

#### 連続施工の適用結果

- (1) 切削面の平坦性が向上した。
- (2) ドラムアップ～切削機移動～ドラム設置の時間

的ロスが低減した。

(3) 下水道マンホール周囲の舗装を人力では取り取る作業がなくなり、路面切削機の1日当りの施工量が向上した。

(4) 下水道マンホールが切削面以下にあるため周囲の段差擦り付け舗装が不要となった。

(5) 路面切削終了後の交通開放時に下水道マンホールが表面に露出していないため段差がなく、安全面においても効果があった（写真-3）。



写真-3 路面切削完了

## 4. おわりに

### 適用条件、採用時の留意点

- (1) 下水道マンホール撤去前に施設管理者の承諾を得ておく必要がある。
- (2) 下水道マンホールの上部撤去後、埋め戻してアスファルト合材にて路面を復旧しなければならないため、開口部をふさぐ鉄板がマンホールの個数分必要となるため、事前に製作しておかなければならない。

## 自然土に近い固化材を用いた吹付工による 急崖不安定法面の安全対策

東京土木施工管理技士会

国土防災技術株式会社

石井 剛<sup>○</sup>

田中 賢治

Tsuyoshi Ishii

Kenji Tanaka

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：H21白砂川工事用道路工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
- (2) 発注者：利根川水系砂防事務所
- (3) 工事場所：群馬県吾妻郡六合村大字入山
- (4) 工期：平成21年9月7日～  
平成21年12月15日

本報告は、白砂川工事用道路開設に伴って造成された不安定な切土急崖岩盤法面に対して、無機質系固化材（ECO バインド）を吹き付け安定させ、法面保護工施工時の安全対策を行ったものである。

### 2. 現場における問題点と課題

施工対象法面は、高強度ネットを敷設した後に鉄筋挿入工を打設し、ネットによって急崖を押え込む法面保護工が予定されていた。しかし、法面は、80°～垂直に近い急崖となり、岩盤面には節理やキレツが顕著に発達していた（写真-1）。

また、法面保護工を実施する時に、ネット敷設時の岩塊への接触や鉄筋挿入工施工の振動により岩塊が崩落し、作業員が被災する恐れがあった。このため、法面保護工施工前に急崖法面に対する安全対策が必要となった。



写真-1 施工前の法面状況

法面保護工施工箇所の周辺には、ブナやミズナラ等の落葉広葉樹林帯があり、自然度が非常に高くなっていることから、周辺の環境と調和した安全対策工を選定する必要がある。また、造成中の工事用道路が後に施工される砂防ダムへのルートとなっており、砂防ダムの完成予定が約20年後と長期にわたることから、吹付面と地山に空隙が発生し易いモルタル吹付工の採用が適していなかった。

以上、課題をまとめると、

- ① 法面保護工施工時の作業員の安全確保
  - ② 周辺の自然環境との調和
  - ③ 耐久性が高い安全対策の選定
- を満足する安全対策を選定する必要がある。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### ① 法面保護工施工時の作業員の安全確保

作業員の安全確保は、急崖法面においての実績が豊富にある吹付工が有効であると考えた。急崖法面に発達した節理やキレットを、吹付工により被覆する効果を期待できるからである。

#### ② 周辺の自然環境との調和

自然環境への調和では、自然界に存在するミネラル成分を主成分として土の組成に近い特徴を持ち、吹付後に土色を呈し、多孔質であることから将来的にコケや地衣植物の侵入が期待できる工法が適していると判断した。

#### ③ 耐久性の高い安全対策工の採用

一般的なモルタル吹付工では、地山とモルタルとの間に水が溜まり、その境界を雨水・湧水が流下し地山を洗掘することで、洗掘を受けた境界部に空隙を生じてモルタルの剥離に至ることが知られている。一方、ECO バインド工法では、多孔質となるので雨水や湧水を緩やかに浸透・排水させることが可能である。

法面の安全対策に求められる作業員の安全確保が図れ、自然環境に調和し、耐久性の高い安全対策工としてECO バインド工法を採用して実施した。表-1 に工法の比較検討表を示す。

表-1 安全対策工比較表

比較案	第1案 ラス張り工	第2案 モルタル吹付工	第3案 ECOバインド工法
工法概要	ラス金網を法面に敷設する	モルタルを法面に吹き付ける	無機質系固化剤を法面に吹き付ける
信頼性	岩塊が大きいため、ラスでは押えきれない	吹付後、将来的に吹付面と地山の間に空隙を生じて破壊に至る	多孔質であり、吹付面と地山の間に空隙は生じない
施工性	岩盤法面をハンマドリルで削孔するため、施工性に劣る	一般の吹付機材で施工可能であり、施工性は高い	一般の吹付機材で施工可能であり、施工性は高い
工程	岩盤法面をハンマドリルで削孔するため、工程は長くなる	吹付には手間がかからず、比較的短時間で施工可能	吹付には手間がかからず、比較的短時間で施工可能
安全性	法面途中での作業時間が長いので、危険性が増す	法面途中での作業時間が短いため、比較的安全	法面途中での作業時間が短いため、比較的安全
環境性・景観性	線形が細いため目立たず、環境性・景観性はやや高い	吹付後、白色を呈して目立つため、環境性・景観性に劣る	吹付後、土色を呈して周辺環境に調和し、環境性・景観性に優れる
規格・経済性	φ2×50mm目 ¥1,380/m <sup>2</sup>	配合比 1:9 t=3cm ¥2,400/m <sup>2</sup>	配合比 1:9 t=3cm ¥3,800/m <sup>2</sup>
総合評価	×:不採用	△:採用には要検討	○:採用

### 4. ECO バインド工法の概要

ECO バインド工法の施工は、一般の吹付工と

同様にモルタルコンクリート吹付機による施工が可能となっており、無機質系固化剤、砂、混和剤、水を混合したものを対象となる法面に吹き付けるものである。一軸圧縮強度（材齢28日）は、固化剤：砂＝1：4の配合にすると約22N/mm<sup>2</sup>を示し、モルタル吹付とほぼ同程度の圧縮強度を示す。吹付状況写真を写真-2 に示す。



写真-2 ECOバインド吹付状況

### 5. おわりに

安全対策工としてECO バインド工法を施工した法面では、高強度ネットの敷設や鉄筋挿入工施工時にも落石の心配がなく、無事故で法面保護工を施工できた（写真-3）。



写真-3 法面保護工完了

#### 採用時の留意点

ECO バインド工法は、中長期的に安定した硬岩・軟岩・礫質法面に適用できるものであるが、それ以外のシルト・粘性土・有機質土法面、盛土法面では効果を有効に発揮することができない。

また、地下水に起因する崩壊の発生が予想される場合には、今回のように別途抑止工の導入が必要となる工法である。

## 捨石護岸背面部の吸い出し防止シート設置方法の一工夫

東京土木施工管理技士会  
 みらい建設工業株式会社  
 東日本土木本店  
 杉浦章夫  
 Akio Sugiura

## 1. はじめに

東京国際空港D滑走路建設外工事は現空港の沖合に新たに4本目の滑走路（D滑走路）と滑走路へ航空機等が行き来するための連絡誘導路等を整備する工事である。

本報告書は東京国際空港D滑走路建設外工事のうち護岸・埋立（Ⅱ）工事工区施工グループ（担当会社：東洋・みらい・清水）が担当する範囲の工事の内、護岸築造工事における吸い出し防止工に関するものである。

## 工事概要

- (1) 工事名：東京国際空港D滑走路建設外工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局
- (3) 工事場所：東京都大田区羽田空港地先
- (4) 工期：平成17年3月29日～  
平成22年8月30日

## 2. 現場における問題点

今回の工事では、捨石護岸の築造後に護岸背面部に管中固化処理土を打設する計画であった。（図-1参照）しかし、管中固化処理土打設後に施工を行う揚土工の工程が厳しいことや、隣接工区との施工展開上の制約から、早期に護岸背面部の管中固化処理土の施工に着手する必要となった。

そこで、早期に管中固化処理土の工種が着手可

能となるように、護岸背面部の施工順序を見直し、吸い出し防止シートの設置方法を変更することを立案した。

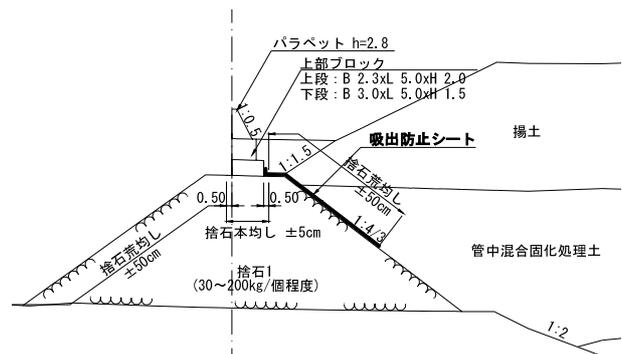


図-1 護岸断面図（部分拡大図）

## 3. 工夫・改善点と適用結果

## 1) 通常施工順序

護岸背面部の通常の施工順序は以下のフローである（図-2参照）。これは、吸い出し防止シートの落下防止対策（海中への引き込まれ防止）として、上部ブロックにシートの端部を固定するためである（写真-1参照）。

この手順で施工した場合、護岸背面部の均し施工が完了しても、吸い出し防止シートを設置するまで、3ヶ月程度の期間を要する状況であった。

## 2) 施工順序の見直し

護岸部の施工順序や施工方法を詳細に検討し、吸い出し防止シートの設置方法を変更することで

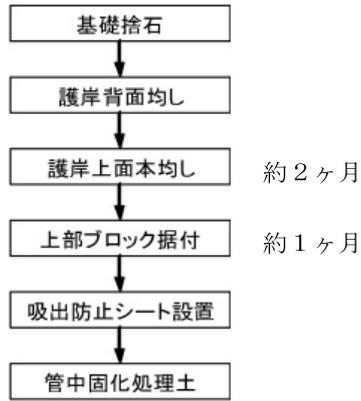


図-2 通常施工フロー



写真-1 シート端部の固定状況

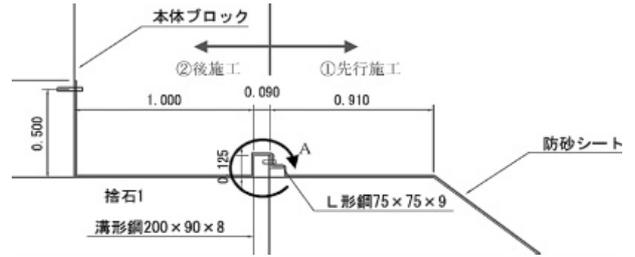


図-3 シートの仮固定方法

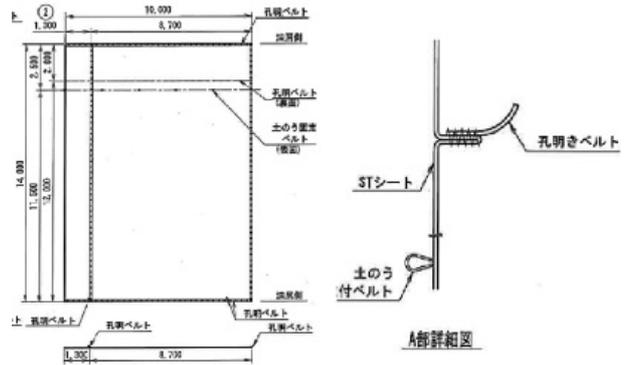


図-4 シートの改造 (孔明きベルトの縫い付け)

となった (写真-2 参照)。



写真-2 シート設置状況

工程の短縮が可能であることが判明した。

通常の施工方法である吸い出し防止シートの端部を上部ブロックに固定するのではなく、護岸捨石部に仮固定する方法を立案した。その際、シートにも仮固定を容易にできるような構造の変更も同時に行った。

### 3) 固定方法の変更

吸い出し防止シートの敷設は2段階による取付方法とした。先行施工方法として、捨石護岸に溝形鋼およびL形鋼を埋込んだ鋼材でシートを中間で保持する構造とし、上部ブロック設置完了後に後施工部の本固定を実施する方式とした (図-3 参照)。また、シートの中間部に仮固定が可能となるような孔明ベルトを縫いつける加工も施した (図-4 参照)。

この捨石護岸中に設置された鋼材と吸い出し防止シートの中間部に縫いつけられた孔明きベルトをロープで固定することで、上部ブロックの据付を待たずして、吸い出し防止シートの施工が可能

## 4. おわりに

シートを改造する際は、仮固定時にシートに作用する引張力などを考慮し、孔明きベルトの構造や取付位置の検討の他、ベルト孔の間隔なども慎重に検討する必要がある。

今回は、工程を優先させざるを得ない状況であったため、設計変更としてではなく、この取付方法が承諾扱いとなったため、シートの改造および鋼材の設置などの工事費が増加してしまったことが残念である。

## ロックボルト無足場工法におけるF S C削孔機の採用

山梨県土木施工管理技士会  
 小林建設株式会社  
 土木部  
 小田切 誠  
 Makoto Odagiri

## 1. はじめに

当工事は三層のすべり面をもつ、一部すでに崩壊の進行している法面を補強する工事である。

施工順序はセーフティクライマー工法により掘削及び法面整形(4,400㎡)を行う。次に、すべり面を安定させる目的のロックボルト工(他穿孔・自穿孔共：削孔径φ65mm・L=5.50m、縦@2.50m・横@2.00m)を210本施工、その後、地山表面の剥落を防止する目的の現場吹付法砕工(F300-2.00m×2.00m:1,900㎡)及び砕内植生基材吹付工の施工を行いました。

## 工事概要

- (1) 工事名：桐の木沢砂防工事(明許)
- (2) 発注者：山梨県
- (3) 工事場所：山梨県南アルプス市芦安安通地先



写真-1 完成写真

- (4) 工期：平成21年3月25日～  
平成21年12月15日

## 2. 現場における課題・問題点

工事箇所は標高1,300mであり工期末の12月近くになると降雪が予想され、各作業における施工性の低下及び品質の低下が懸念されるので各作業工程の1日でも早い完成を目標とした。

目標を達成するにあたり、地山内部の状態により作業日数に大きく影響するロックボルト工を予定通り施工する事は最低条件であるが、より進捗率をあげ、早期に完成させる事が当作業所の課題であった。

工事を着手し、準備工・掘削工が終わる段階で予定工程から3週間程度の遅れが出てしまったため、ロックボルト工の施工を、当初計画の無足場



写真-2 梯子式クライマードリル施工状況

工法・梯子式クライマードリル1台での施工から新たな機械を追加し、工程を短縮する必要が生じた。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

工程の短縮を目指すため、作業所内で同一機械の追加や新工法等について検討した結果、施工実績は少ないが、法面掘削時のセーフティークライマー工法で使用した立木アンカー及びワイヤーを利用してロックボルト工の施工ができるFSC削孔機という無足場工法のロックボルト削孔機械を追加して工程の回復・短縮を試みた。

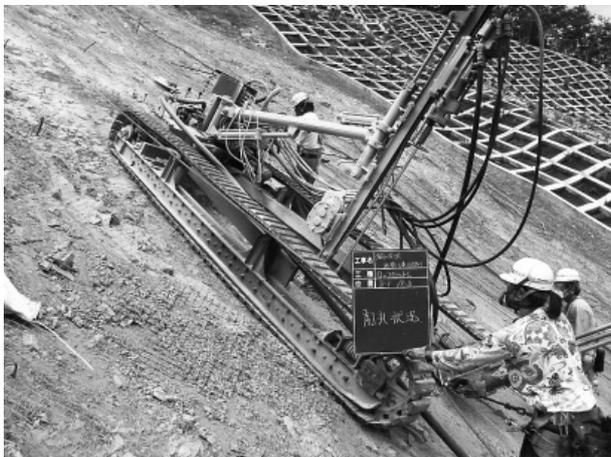


写真-3 FSC削孔機施工状況

#### FSC削孔機の特徴

機械の動力は、コンプレッサーからのエアであり、キャタピラの走行・調整からアーム・ブームの調整、また削孔作業までの全てをエアの力で行う機械である。

機械の移動・固定は、セーフティークライマー工法と同様で、現場法面の下部に設置したウインチからのワイヤーを削孔機の後方にある滑車に通し、ウインチの巻上げ、巻下げとキャタピラ走行とを同時に操作して移動する。

機械移動後、削孔位置上方付近で停止し、ワイヤーに張力をあたえて機械位置を決定、削孔時の機体にずれがでないようキャタピラが左右独立した上下調整ができるので法面の凹凸に合わせて機体を安定させ、削孔を開始する。

1セット箇所での削孔数は、今回のようなロッ

クボルト水平間隔2.0mではブーム・アームの調整を行う事で、3箇所までの施工を行える機械だが、写真-4の機械位置でみた右側を削孔する際、機械の削孔能力が低下するとの説明があったため、左側と中央の2箇所までの施工で工事を進めた。

上記施工後の段取り替えは機械固定用ワイヤーの制限があるため、各列を概ね垂直方向に上から下へ移動し、各段の施工を行う。また、各列の位置・地山の変化状況に応じ、上部にある立木アンカーの位置移動を行い、施工を進める機械である。



写真-4 ロックボルト工削孔状況

#### 適用結果

FSC削孔機を使用することにより施工性が向上し、工程が短縮する予定であったが、今回施工した地山は削孔時の孔内崩壊が激しく、機械の性能を活かせず、検討した通りに工程の遅れを取り戻す事が出来なかった。また施工の過程でFSC削孔機のキャタピラの走行性や移動性等、難点もいくつか見つかったため、今後はそういった内容を基に機械の改善を行う必要が生じた。

### 4. おわりに

FSC削孔機は現段階では二重管式ロックボルト工の施工は出来ない。また、ある程度の施工面積・施工数量がないと仮設費の経費がかかる。

施工に関しては、機械自体の削孔能力に問題はないが、機械操作及びセーフティークライマー工法同様、立木アンカーワイヤー設置・段取り替え等の取扱いになれた熟練工が必要である。

## アラミド繊維補強工の出来映え、品質向上の留意点

(社)北海道土木施工管理技士会

川田工業株式会社

土木舗装部

主幹

鎌田 勝治

Katsuji Kamada

## 1. 適用工種

施工箇所は太平洋に面し、非常に厳しい環境下に建設され、20年以上経過した覆道の柱部における、せん断補強・塩害対策を目的としたアラミド繊維補強工である。規格は以下とする。

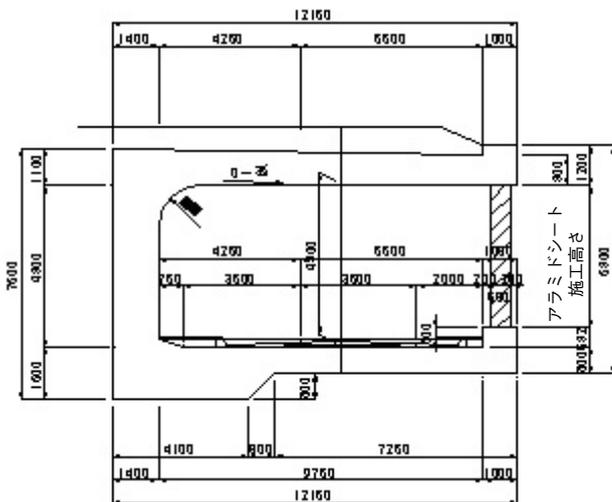
アラミド繊維シート耐力 90tf/m<sup>2</sup>~907m<sup>2</sup>アラミド繊維シート耐力120tf/m<sup>2</sup>~962m<sup>2</sup>

図-1 覆道断面図

## 2. 現場における課題・問題点

アラミド繊維工法では、アラミド繊維シートを接着剤でコンクリート表面に貼付けるため、コンクリート素地面の状態が重要となってくる。

コンクリート表面の脆弱部、汚れ、段差、突起

部を確実に除去しないために浮き・膨れ等が発生し、接着力の低下やシートの強度低下につながる事が予想される。

## 3. 工夫・改善点

施工後の出来映えと品質向上のため、特に下地処理から不陸修正までの作業に関して入念に仕上げる必要がある。特にコンクリートと繊維シートとの接着強化を図るため、以下の施工を行った。

## ① 下地処理

ケレン作業後、コンクリート表面に素穴が露出する。次工程の不陸修正（パテ処理）で補修しきれない大きさのものは断面修復材を充填し、気泡等の凸凹を解消した（写真-1）。

また、柱角（面木部）の丸みは、現況の鉄筋かぶりを確認してR = 30mmに統一した（写真-2）。

## ② プライマー塗布

ケレン後、コンクリートの表面状態により、吸収されやすい箇所があったため、塗布後の状態を確認し、塗布面に樹脂光沢ができるまで追い塗りを実施した。

## ③ 不陸修正

下地処理にて露出した小さな素穴はパテ材（エポキシ樹脂）にて確実に埋め、平滑に仕上げるために全体の使用量1.0kg/m<sup>2</sup>を2回に分けて不陸修正を実施した。



写真-1 断面修復完了



写真-2 面取り状況



写真-3 パテ塗り1回目チェック

1回目は、素穴を確実に埋めることを課題にし、パテ材を0.4kg/m<sup>3</sup>使用した。硬化後表面を見ると躯体内部からの空気等によりダレが生じたので、その凸部を除去した（写真-3）。

2回目はアラミド繊維シート貼付け後の仕上がりを決定する重要な工程と考え、平坦度を重視するためパテ材使用量は、0.6kg/m<sup>3</sup>とした。

#### 4. 効果

エポキシ樹脂は、気温5℃以下・湿度85%以上での施工は行わない事になっているため、温湿度の管理は毎日定期的に測定し、施工に反映させた。施工時期は、7月上旬から10月中旬という事で温度の影響はなかったが、雨天日が多く海に面しているため高湿度により施工休止もあった。

アラミド繊維シート貼付け完了後、全面目視検査、パールハンマーによる浮き・膨れ等の検査を実施した。

平面部は柱下部付近の一部に膨れ、コーナー部分では若干の浮きがあったので、早速、樹脂注入法にて補修を行った。この作業には、熟練した作業員が施工にあたり、下塗り樹脂は確実に塗布し、シート貼付け作業も含浸・脱泡作業を十分実施したので全体的には良好であった。

#### 5. 適用条件

ケレン作業による粉塵対策、使用する資機材の飛散防止、作業性の向上のため、足場工に採光性のあるクリアシートを使用し養生した。これにより、雨水や砂、ホコリ等が施工面に触れないよう配慮できた。

#### 6. 採用時の留意点

今回、初めて経験する工事であったため、事前に施工業者と品質管理等も含め十分打合せを行った。施工要領は一緒でも、天候や諸条件により品質の誤差は当然生じる事だと思う。施工に機械を必要とせず、すべて人力によるものだけに、ちょっとした工夫とアイデアで出来映え及び品質の良いものができそうな気がするので、今後の更なる課題としたい。

## 情報化施工（マシンガイダンス）の試験施工

青森県土木施工管理技士会  
株式会社 脇川建設工業所  
工事部工事主任  
小山 光 昭  
Mitsuaki Koyama

## 1. 工事内容

## 工事概要

- (1) 工事名：板橋道路改良工事
- (2) 発注者：青森河川国道事務所
- (3) 工事場所：五所川原市小曲字板橋
- (4) 工期：平成21年2月20日～  
平成21年12月21日

当工事は、五所川原西バイパスの盛土工事（サーチャージ盛土と載荷盛土）を行う工事であった。

この一帯は、軟弱地盤で載荷盛土を施工した場合、予想沈下量は1m25cmとなっていた。

盛土高が約8mから11mあり、砂質土による購入土45,000m<sup>3</sup>をダンプトラックにより搬入し、ブルドーザで撒き出しタイヤローラで締め固めを行う作業である。

このブルドーザによる撒き出しを3D-MC技術を用いて試験施工を行うものである。施工延長は約55m、撒き出し層は10層、施工土量は約4,500m<sup>3</sup>、施工面積は約13,500m<sup>2</sup>である。

## 2. 現場における問題点

まず、問題になるのは、撒き出し厚の決定である。締め固めた状態で1層30cmになるよう施工する事と、データ作りをして毎日パソコンに入力する時、前日からの沈下量を考慮する事である。

またGPSからブルドーザに直接ナビすると最大で20mぐらいの誤差が生じることが懸念された。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

## (1) 撒き出し厚決定の締め固め試験施工

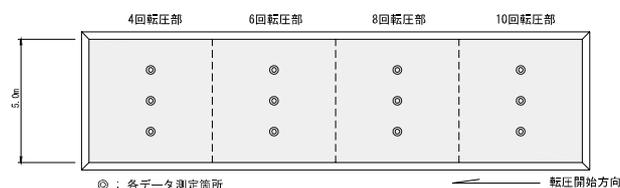


図-1 詳細平面図



写真-1 タイヤローラ



写真-2 密度試験

ヤード（図-1）を造成し、撒き出し厚を33cm（仮）にしタイヤローラ（写真-1）で転圧回数4回～10回行い各回数で密度試験（写真-2）を行った。

沈下量の傾向は、8回転圧で沈下収束している事が判明した。又、密度の傾向も8回で、伸びは緩やかになり、10回で収束している事が判明した。

よって転圧回数を8回にした。この時の沈下量は8回で37mmであったので、目標撒き出し厚を1層33cmに設定した。

前日からの沈下量測定を朝一で行い、沈下量を考慮したデータを入力した。

## (2) 基地局の設置と補正

まず、3級基準点(写真-3)の観測を行い固定局(現場事務所 写真-4)を新設し、その座標の算出をした。基地局(現場事務所 写真-4)から無線送信で、補正したデータをブルドー



写真-3 基準点測量



写真-4 固定局



写真-5 Z座標の確認



写真-6 XY座標の確認

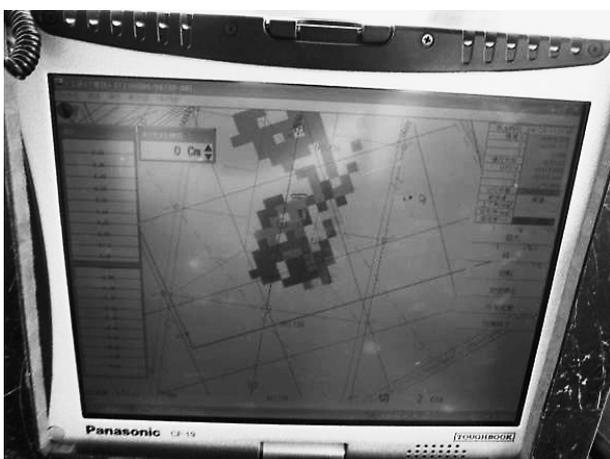


写真-7 転圧軌跡確認

ザにリアルタイムで送信して、より正確な位置と高さを出した。そのデータを基に再確認(写真-5・6)を行った結果、位置・高さ共、差異が規格範囲である事を確認した。

この方法でパソコンによりブルドーザのオペに走った軌跡を色によりガイダンスした(写真-7)。

## 4. 効果

従来施工の盛土敷き均し作業は、仕上がり厚(30cm)の検測棒を設置し、それを指標にオペレータの目視及び、人力検測にて管理されていた。又、1層の厚さは高撒き傾向となり締め固め不十分などの支障が発生し敷き均しをやり直す事も考えられる。このような不確定要素を、随時確認しながら施工することは、従来技術においてかなり難しい事となる。

以上の問題点を3D-MC技術において迅速な検測が実施され施工が進んだため、限度厚さ付近での施工実施、検測人員なし、手戻り施工確率の低減また、検測棒の作成・設置無し等プラス効果を実感した。

## 5. おわりに

施工に至るまでの準備(機器設備の設置、各層の設計データ入力及び各種日常管理等々)は短期間のうちに手慣れるものでなく、それ相応の経験及び習熟等が必要である。

現場管理監督面では機器設備、設計データ入力などの支障がない限り、オペレータの熟練技術に左右されず、品質向上・施工進捗するので従来より容易である。また作業履歴データも数値化され具体的な管理ができる。

しかし、今回施工土量、施工面積とも小規模であったためトータルコスト面では、打撃となったのも事実であった。

## 施工区間に隣接する住宅への工夫

広島県土木施工管理技士会  
株式会社 岡本組  
丹下 和宗  
Kazunori Tange

### 1. はじめに

本工事は護岸工事（高潮対策）をするものである。

工事概要：

施工延長 L=90m W=2.8m（水叩幅）

基礎コンクリート62m<sup>3</sup>・基礎型枠工68m<sup>2</sup>

上部コンクリート317m<sup>3</sup>・上部型枠工744m<sup>2</sup>

捨石本均し272m<sup>3</sup>・捨石荒均し148m<sup>3</sup>

被覆本均し186m<sup>2</sup>・裏込工206m<sup>2</sup>

水叩工393m<sup>2</sup>・基礎砕石工255m<sup>2</sup>

作業区間が住宅と隣接しているため、周囲には十分な安全管理が求められた。

### 2. 現場における問題点

- ① 前年度未施工部分の水叩工があり、施工条件として最初に施工しなければならなかった。施工時期が8月上旬となるため、暑中対策を行いながらの施工となる。
- ② また、捨石投入・構造物取壊し時において、騒音・粉塵が出るため、隣接した住宅・通行する人の騒音・粉塵対策が重要となる。
- ③ さらに、施工区間のほとんどが、住宅に隣接しているため、工事の理解を求める必要があった。

### 3. 工夫・改善点

- ① 暑中対策として、待機中のコンクリートミキサー車の生コンの品質の確保のため、屋根付き待機場所を設けた（写真-1）。



写真-1 暑中対策（屋根付き待機所設置）

- ② 捨石投入時において騒音・粉塵を防止するため防音シートの設置をおこない、施工を行った。構造物取壊し時においては、静的破砕材を用いて大割りをし、住宅から離れた場所に運搬してブレーカにて小割りを行った（写真-2）。
- ③ 工事概要を書いたリーフレットを作成し、近隣民家一軒一軒に配布して回り、工事について理解を求めた（図-1）。



## WEB カメラの設置について

(社)北海道土木施工管理技士会  
株式会社 石井組  
熊谷 建  
Takeshi Kumagai

## 1. はじめに

本工事は函館新外環状道路接続の為の道道拡幅工事であり、この先函館新外環状道路の整備に伴い交通量の増が見込まれる事による、現道片側1車線を片側2車線の4車線にする道路改良(拡幅)工事であります。

## 工事概要

- (1) 工事名：3・3・20 放射2号線 改良工事
- (2) 発注者：北海道函館土木現業所
- (3) 工事場所：北海道函館市赤川町100番地
- (4) 工期：平成21年7月27日～  
平成21年12月18日

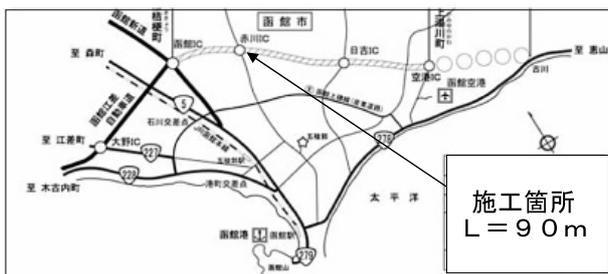


図-1 位置図

## 2. 現場における課題、問題点及び対策

- (1) 市道取付道路部(未舗装道路、写真-1)からの降雨時の路面上を走る雨水の量がどの程度であるかと発注監督員より簡易的な調査を要望

された。そのため作業所にて降雨量の把握と未舗装市道路面上を流れる雨水をWEBカメラにて簡易的に調査した。(設計上の排水計画で問題ないかの確認のため)



写真-1 (1)の市道取付道路(着工前)



写真-2 美観を持たせるためプランター(生花)を設置した

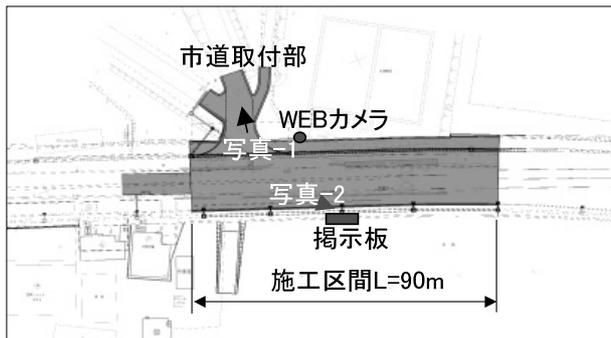


図-2 平面図

(2) 施工箇所近隣には、地域の小中学校・公立大学があり通学路となっております。特に遊び盛りの小中学生の安全に対する配慮、建設現場内の整理整頓や資材等の梱包材より発生するゴミ、休憩時のタバコ、ジュース等の後始末等、建設現場全体を“安全でクリーン”を目標として美観を持たせた仮設物等の設置に心掛けた。

### 3. 対応策・工夫・改善点

- ・工事事務所設置時に転倒マス式雨量計を設置しリアルタイムにて現地での降雨量の把握を行った（雨量計の設置については河川工事や砂防工事等の水害が発生しやすい工事には欠かせない機器）。大雨警報発生時には記録計がカウントされる時の音は恐怖です。
- ・前項2点の課題の状況把握と安全管理の工夫を兼ねて、現場内中央付近にWEBカメラの設置を行った。

写真のポール最上部にカメラ本体と屋外用無線アンテナ、ポール中段には100V電源ボックスと無線ブリッジを設置した。現場事務所には屋外用無線アンテナ、無線ブリッジ、パソコン、ブロードバンドルーターを設置しLAN環境を整えました。現場事務所とWEBカメラは見通しはよく距離は約250m離れてましたが屋外用無線アンテナの送受信距離能力は500mであったため通信は安定していました。

このWEBカメラの設置は当社では平成18年から行っており、ダイナミックDNSの設定により本社や自宅からでもパソコンとインターネ



写真-3 雨量計



写真-4 雨量記録計



写真-5 360°見渡せます



写真-6 カメラ本体



写真-7 屋外用アンテナ



写真-8 アンテナ



写真-9 パソコン画面

ット環境が整っていればUserIDとPasswordによってどこからでも現場の確認が出来るという利点があります。しかし住宅密集地域等ではプライバシーの侵害の関係で設置があまり好ましくない場合もあります。今回の場合は地先の

方たちの理解も頂けて設置もスムーズに行えたことが良かったと思います。

WEBカメラの設置により、作業所での職人さんたちの安全や資材機材の整理整頓等に対する意識改革が簡単に行う事が出来ました。

今後の課題としては、録画機能を充実させ安全管理、夜間での悪戯や盗難等の対策、品質管理の実施状況の撮影、発注者対応等に活用出来るようにIT技術に取り組んで行きたいと考えております。

#### 4. おわりに

近年、IT技術の飛躍的な進歩によりCAD、計算ソフト、デジタル写真管理等CALS・ECに対応することが必須事項になってきております。公

共事業の削減、過度な落札競争により、現場を預かる現場代理人にはお金を使わない工夫や他社では行われていない行動を行うよう毎日悩んでいることと思われます。IT関係の工夫は初期投資を渋る傾向に最近はなってきていると思われるので、敷居は少々高いかもしれません。しかし建設業で生き残るためには現場での知識はもちろんのこと、IT等のいろいろな分野での技術・技能の取得をし、対応して行かなければならないと感じております。

## 円滑な電子納品を行うために

青森県土木施工管理技士会  
株式会社 脇川建設工業所  
工事主任  
丸山 雅彦  
Masahiko Maruyama

### 1. はじめに

本工事で施工する五所川原西バイパスは、浪岡五所川原道路と一体となり五所川原市中心部を迂回する環状機能を有し、市街地の交通混雑の緩和や沿道環境の改善を図ることを目的とした延長3.8kmのバイパス事業です。

その内、本工事では岩木川橋樑部分の鋼管基礎矢板と仮栈橋を施工します。

#### 工事概要

- (1) 工事名：小曲下部工工事
- (2) 発注者：青森河川国道事務所
- (3) 工事場所：青森県五所川原市大字小曲地内
- (4) 工期：平成21年10月10日～  
平成22年4月30日

### 2. 現場における問題点

電子納品を行うために、「摘要要領・基準類」が国土交通省・国土技術政策総合研究所・各地方整備局により定められ、建前上それに基づき運用されています。

ただ、これまで直轄工事において行ってきた電子納品の経緯では、これら「摘要要領・基準類」に規定されている以上の成果品を求められることもありました。

過去の例では、「発注図」として「CAD製図基

準（案）」に準拠していないCADデータを渡されながら（図-1）、完成時には「CAD製図基準（案）」に準拠したデータでの納品を求められる事もありました。



図-1 S X F ブラウザによるチェック結果

※図-1は、発注図についてS X Fブラウザを使用してチェックした結果を示したものですが、「レイヤー名に関して5項目が準拠していない」と表示されています。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

これまでのように発注図を手間暇かけて修正し、「CAD製図基準（案）」に準拠したデータとして納品するという無駄を省くため、本工事では電子納品を行う範囲や形態を「東北地方整備局における図面の電子納品に関する基本方針」（図-2）に基づき「着手時協議チェックシート」を作成し協

議しました。

「完成図」は、再利用及び維持管理においてデータとして納品することが必要になるので、ファイルフォーマットのみを[SXF (P21)]とし、電子納品チェックシステムによるチェックにおいて「レイヤーエラー」が検出されるため OTHERS フォルダに[ORG001]を作成し納品する旨を「着手時協議チェックシート」(表-1)で明確に記載しました。

**3.1.4. 東北地方整備局における図面の電子納品に関する基本方針**

工事完成時の電子納品のうち完成図面については、図 3-1 の完成図面に関する成果品の提出パターンを基本とします。

図 3-1 の A または B の提出パターンにおいて、発注者が将来の維持管理等に利用するため図面の電子化を求めた場合は、受注者は納品時に電子化(SXF(P21)形式)し電子納品します。発注時の業務内容に含まれていない場合は、設計変更の対象となり、電子化に伴う費用は発注者が負担します。

完成図面の納品形態			
発注時 (パターン)	紙	CAD製図基準(案)に準拠していない電子データ	電子成果品
	A ↓	B ↓	C ↓
納品時	紙	紙	電子成果品

図-2 東北地方整備局における図面の電子納品に関する基本方針

表-1 着手時協議チェックシート 抜粋

5)完成図面フォルダ

完成図面フォルダ	■ 図面管理 ファイル	納品時ファイル形式 使用ソフト	XML(既定) 受注者 (工事管理情報ファイルと同様)	
	■ 図面ファイル 電子納品の手引き(案)P11の「完成図面の納品形態」より発注時の形態が「紙」及び「CAD製図基準(案)に準拠していない電子データ」である為、納品形態が「紙」となるが、データの再利用や維持管理の為、ファイルフォーマット(SXF/P21)のみ準拠し、OTHERSフォルダにサブフォルダ「ORG001」を作成し納品する。	使用ソフト	発注者 受注者	AutoCAD2005
		納品時ファイル形式	オリジナルファイル	SXF(P21)形式 DRAWING/OTHERSに格納(XMLには記述しない) ※対象外とする
		備考	電子納品チェックシステムによるチェック結果にてレイヤーエラーが検出される為、OTHERSフォルダにサブフォルダ「ORG001」を作成しP21形式で納品する。	

また、電子納品対象書類についても、打合せ簿等は従来通り「紙ベース」で運用されているため、納品の「紙ベース」で行う旨を着手時協議チェックシート」(図-3)で明確に記載しました。

なお、電子納品対象書類とする「工事数量総括表」・「特記仕様書」・「出来形管理」・「品質管理

・「施工計画書」・「工事履行報告書」については、閲覧する際に作成ソフトに依存することがないようPDF形式で納品することとしました。

(6) 電子納品対象書類

工事書類の電子納品対応確認

<電子納品対象書類>

□：チェック項の該当箇所に■を入れる。

整理番号	フォルダ	チェック項			書類名	作成者		協議時における取決め内容
		電子	紙	不要		発注者	受注者	
1	DRAWINGS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	発注図面	●		紙ベース
	DRAWINGS/SPEC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	工事数量総括表	●		PDF形式で納品
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	特記仕様書	●		PDF形式で納品
2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	工事完成調書		○	紙ベース
3		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	関係官庁協議資料	○	○	紙ベース
4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	近隣協議資料	○	○	紙ベース
5	MEET/ORG	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	打合せ簿/指示票	○	○	紙ベース
6		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	打合せ簿/承諾票	○	○	紙ベース
7		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	打合せ簿/報告書		○	紙ベース
8		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	打合せ簿/提出書		○	紙ベース
9		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	打合せ簿/協議書	○	○	紙ベース
10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	出来形管理		●	PDF形式で納品
11	PLAN/ORG	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	施工計画書	●		PDF形式で納品
12	DRAWINGF	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	完成図面		●	OTHERS/ORG001に格納
13	PHOTO/PIC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	工事写真書類	●		工事写真類は紙
14	PHOTO/DRA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	参考図		○	工事写真類は紙
15	OTHERS/ORG	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	段階確認書		○	紙ベース
16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	工事履行報告書		○	PDF形式で納品

※1) 電子納品対象であるが、発注段階で“紙”媒体でしか提供されない場合は、電子納品は不要である。ただし、電子納品の推進の観点から、受注者間協議に基づいた完成図の電子納品を妨げる物ではない。

※2) 対象であるが、押印が必要な書類は、“紙”媒体で納品すること。

※3) 作成者の●は必須項目。

図-3 着手時協議チェックシート 抜粋

このことにより現在は、これまで発注図の修正に費やされていた時間と労力を現場の管理に振り向けることが可能になりました。

4. おわりに

「電子納品」は、公共工事において今や当たり前前の時代になりましたが、いまだに「紙ベース」での運用されているものがあるのも事実です。

「電子納品」と「紙ベース」の双方での納品というのは、省資源やコスト縮減が大きく叫ばれている今の時代にも逆行しているばかりではなく、現場において日々業務に追われる者にとっては、時間の無駄以外の何ものでもありません。

このような時間の無駄を無くするためにも、「着手時協議チェックシート」に記載する内容が重要になると思われます。

今後も、自らの首を絞めるような結果を招かないためにも、納品対象をよく吟味し現場での限りある時間を有効に活用したいと思います。

## 舗装補修の性能評価について

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社 土木舗装部  
工事長  
森 口 耕 次  
Kouji Moriguchi

### 1. 適用工種

当工事は道道川西芽室音更線の舗装補修工事を行うものである。舗装の補修工法は多種にわたり、工法選択も重要な維持修繕計画である。今回の工事では切削・オーバーレイ・クラック処理工法を計画立案の一例とした。

### 2. 問題点

現地踏査を行い、既存の舗装版を観察するとクラックの発生が多く見受けられ、わだち掘れがあり平坦性の低下もあった（写真-1）。

今回の工事で選択しようとした切削・オーバーレイ・クラック処理工法が、施工方法として適切であるかの検討を行うことにした。



写真-1 着手前

### 3. 工夫・改善点

既設舗装の維持修繕計画の工法の検討・選択を考えた場合、まず既設舗装版の路面の性能評価を行う必要がある。今回は発注者の意向をふまえ、簡易的に行える「MCI」（維持管理指数）「PSI」（供用性指数）の評価式により路面性能を評価することにした。現地調査は、ひび割れ・わだち掘れ・平坦性について行った（写真-2、3）。

ひび割れ調査は「スケッチ法」により測定し、わだち掘れ調査は横断プロフィールメータ、平坦性の調査は縦断プロフィールメータを用いて測定を行った。調査の結果を基にMCI、PSI数値を算出し、MCI=4.5 PSI=3.0の結果を得た。

算出された数値から舗装補修工法は「修繕を要



写真-2 わだち掘れ調査



写真-3 平坦性調査

する」という結果が得られ、切削・オーバーレイ・クラック処理工法の選択は妥当であると考えられた。工法の決定後、使用する表層用アスファルト混合物の種類の検討を行うことにした。発注者との協議の結果、工事場所が地方の重要交通路線であること及び耐久性・地域性を考慮し、さらに今後5年間のライフサイクルコストを考え「細粒度ギャップアスコン（13F55改質Ⅱ型）」を採用することにした（以下、細GAC改質Ⅱ型と記す）。細GAC改質Ⅱ型の性能として、配合設定時にホイールトラッキング試験を行った結果、動的安定度 $DS = 2,008$ （回/mm）という結果が得られている。

表層の下層で施工したクラック処理の目地材には、高温時・寒冷時でも効果のある高弾性目地材を使用した。

#### 4. 効果

工事施工は3月初旬に行ったので、外気温・アスファルト混合物（細GAC改質Ⅱ型）の温度管理に注意して施工した結果、表面の仕上がり具合はキメの良いものとなった。耐わだち掘れ・耐流動性の効果の確認は、今後の評価の一つになる。

#### 5. 終わりに

舗装補修工事の施工方法は、オーバーレイ又は切削オーバーレイ・部分打ち換えなどが多いようです。

今回の工事も基本工法は切削オーバーレイでしたが、技術提案として現地踏査を行いクラックの多さ・わだちの深さ・平坦度の大きさをもとに路面の性能調査を行いました。調査の結果は、工法選定の確定や表層アスファルト加熱混合物の選定などに役立てることができました。今後も技術提案として路面の性能評価を提案しながら工事の施工管理を進めていきたいと思えます。

## 三右衛門宮東線配水管布設工事における工夫

(社)静岡県土木施工管理技士会  
 株式会社 橋本組  
 現場代理人  
 西澤 克浩  
 Katsuhiko Nishizawa

### 1. はじめに

本工事は、焼津市三右衛門新田地内において、旧くなった水道管（ACP）を、地震に強い新しい水道管（EFP）に布設替えを行い、その後各家庭の給水管の切替を行う工事です。

#### 工事概要

- (1) 工事名：三右衛門宮東線配水管布設工事
- (2) 発注者：焼津市役所
- (3) 工事場所：静岡県焼津市三右衛門新田地内
- (4) 工期：平成20年3月26日～  
平成20年8月25日



写真-1 着工前状況（起点～終点）



写真-2 着工前状況（終点～起点）

### 2. 現場における問題点

設計照査段階で以下の問題点が考えられた。

- ① 施工個所が住宅街、田畑、通勤通学路となっており、そこを考慮した地元対策。
- ② 旧い水道管がACPであるので、横断配管時、給水切替時の管の損傷。
- ③ 用水路横断箇所伏せ越し部の構造物との離隔及び新設ガス管との離隔の確保。
- ④ 田畑への用水時期での掘削時の湧水増大。

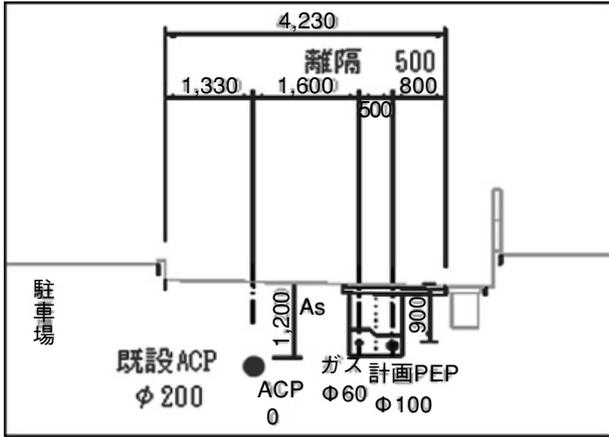


図-1 標準断面図

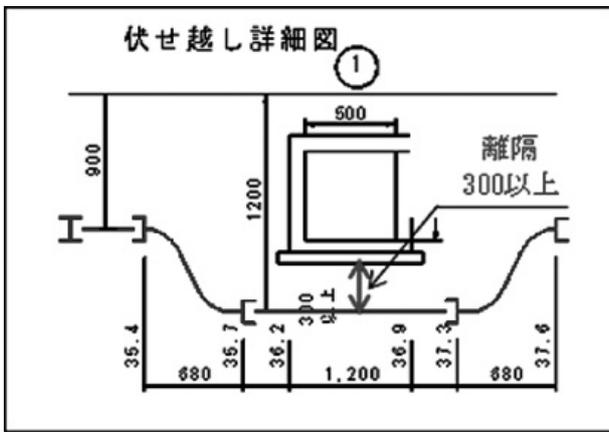


図-2 伏せ越し詳細図

### 3. 対応策、工夫

- ① 地区の自治会長及び工事沿線住民の皆様には「工事のお知らせ」を配布し、さらに施工近日に施工時間、臨時駐車場等の説明を対面で行った。

550m 先より工事看板を設置して、施工開始時期の予告を行い、通行車両への注意を喚起した。



写真-3 550m 先まわり道看板

- ② 水道局より、既設管埋設時の図面を借り受け、現場舗装面に埋設位置、深さを発色のよいスプレーでマーキングを行った。

新規入場時及び朝礼時に、人陸掘削先行の周知、教育を行い、毎日に現場巡視時に確認を行った。

- ③ 伏せ越し部では、構造物と埋設管との離隔写真を撮影し、新設ガス管との離隔については、発注者に段階確認・立会を要請した。

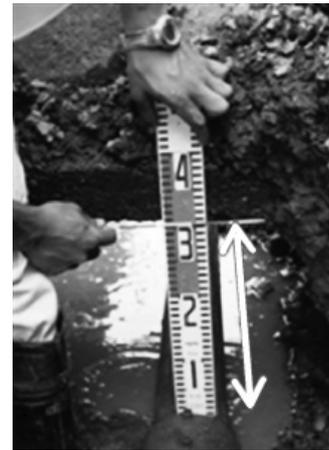


写真-4 構造物との離隔



写真-5 新設ガス管との離隔

- ④ 道路規制を車輛通行止めで許可を受け、施工箇所前の家の臨時駐車場を確保する事により施工性の向上を図り、1日の施工延長を通常施工の1.5倍程度まで向上させ、田畑への用水時期前に本線の施工を完了した。

### 4. おわりに

各対応策、工夫を確実に行ったところ、既設埋設管損傷事故、工事に対する苦情等も無く、完成工期より27日早い7月29日に完成届を提出して、工事を完了した。

## ほ場整備（区画整理）工事の降雨に対する対策と品質管理

(社)北海道土木施工管理技士会

小川組土建株式会社

工事部課長補佐

荒井 進

Susumu Arai

### 1. はじめに

この工事は北海道空知支庁発注のほ場整備（区画整理）工事です。

耕地区画の形状を変更し、それと併せ、耕地周辺の用排水路の整備を行いました。耕地を、大型農作業機械の効率的な運行と合理的な水管理を行い得る生産性の高い条件に整備する工事です。

現場である妹背牛町は、見渡す限り平坦で豊かな河川に恵まれた北空知を代表する稲作地帯です。

本工事の工法は標準切盛工法で行いました。

標準切盛工法とはブルドーザーを用い、作物が生育するために必要な栄養分が多い畑表面の土（表土）を剥ぎとり、その後、その下の土（基盤土）を畑の高いところから低いところへ移動して複数の畑を均一の高さにする作業（基盤切盛）を行います。剥ぎとった表土は、厚さが均一になるように基盤土の上へ戻します。

これにより、複数枚の畑が一枚の畑となり農作業の効率向上および品質・収穫量の向上が目指せ、又将来の後継者の働きやすい環境づくりに繋がると思います。

### 工事概要

- (1) 工事名：経営体 妹背牛南第2工区
- (2) 発注者：北海道空知支庁

- (3) 工事場所：雨竜郡妹背牛町
- (4) 工期：平成21年07月17日～  
平成21年12月18日
- (5) 施工者：小川組・斉藤井出経常建設共同企業体
- (6) 工事内容：整地工
 

区画整理	A = 26.7ha
用水路工	L = 2,159m
排水路工	L = 572m



図-1 施工箇所全体位置図

## 2. 現場における課題・問題点

今回のほ場整備（区画整理）工事において、最大の敵は「雨」でした。適度な降雨であれば問題ありませんが、着手8月下旬～完了11月中旬までの期間中で連日の降雨の影響で作業中止待機日は計30日にも及びました。基盤が粘性土質な上、施工箇所は既存の暗渠排水がほとんど無いため地下排水は、望めない状況でした。当然、表土、表土剥ぎ施工後の基盤と共に表面に水が溜まってしまい、重機による整地作業を行う事が出来ませんでした。



写真-1 表面水滞水状況

## 3. 対応策・工夫・改良点

ほ場状態を回復させるには、畑の表面水を排除し、晴天時の日光と温度上昇による蒸発を促進させる以外方法はありません。

1日でも早くほ場内で作業する為に、降雨の度に水切り機械を使用し表面排水路を設けました。

また、場所によっては水切り溝内に水中ポンプを設置し排水処理を行いました。水切り溝の排水出口場所は工事で設置した落口柵につなぎ排水路に排出しました。機械作業だけでは不足な部分を人力にて水切り溝につなぎ滞水箇所が極力無いよう細かく行いました。



写真-2 水切り機械

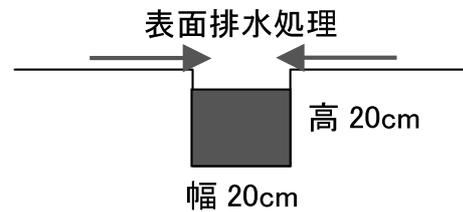


図-2 水切り断面図

## 4. おわりに

予想を超える長雨によって、空が恨めしくも思いました。また、予算以上の機械費・人件費が掛ってしまいましたが、努力の甲斐があり施工を進める事ができ工期内に完了する事ができました。

また、均平度も発注者の規格値内に十分満足できる品質が保たれ施工者一同喜んでいきます。



写真-3 整地完了

# ブロック製作における埋め込みボルトに対する創意工夫

青森県土木施工管理技士会  
株式会社 脇川建設工業所  
工事部工事第四係長  
山本 稔 幸  
Noriyuki Yamamoto

## 1. はじめに

### 工事概要

- (1) 工事名：鱒ヶ沢漁港海岸保全施設整備工事
- (2) 発注者：西北地域県民局 地域農林水産部  
西北地方漁港漁場整備事務所
- (3) 工事場所：青森県西津軽郡鱒ヶ沢町大字  
舞戸町地先
- (4) 工期：平成21年8月21日～  
平成22年3月25日

潜堤工事に伴うブロック製作（セッカブロック 20t型、漁場整備型99個・一般型27個）及び基礎捨石投入、均し・ブロック据付を行う工事である。

## 2. 現場における問題点

ブロック製作（漁場整備型）はホタテ貝殻を充填するのでブロック天端にネットを張りそれをフランジで押さえるためコンクリート打設時にボルトを埋め込みしなげればいけない。

コンクリート硬化中に埋め込むとボルトの周りがへこみ均しが出来ない。コンクリート打設と同時に埋め込むとボルトが沈下してフランジが取り付けられなくなる。またフランジ4枚を16本のボルトで止める為には平行方向、直角方向、ボルト中心がかなり精度良く埋め込まれていないとフランジの取付にかなりの労力と手間が予想される構

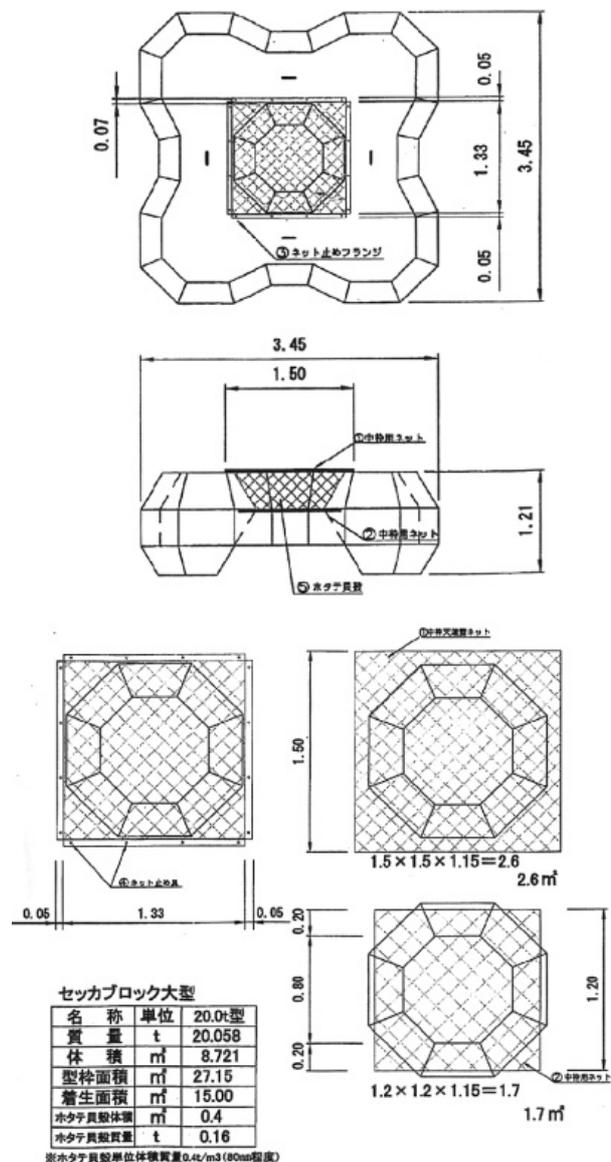


図-1 セッカブロック漁場整備型（ホタテ貝殻充填）

造である。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

平行方向、直角方向、ボルト中心の枠をたわみがでないようにアングルで1日の打設個数分製作し枠がブロックコンクリート均し面に付かないようにボルト、ナットを取り付けた下側に埋め込みするボルトを継ぎ足して作成した。



写真-1 ボルト取付状況



写真-2 ボルト埋込状況

写真-2の様にアングルを使用したことによりたわみなどもなくわりと簡易に16本のボルトの埋め込みが施工でき、多少経費はかかったがボルト埋め込み後のブロックコンクリート均し面の補修及びネット、フランジ取付時の施工手間を考えると楽に施工できた。

また材料も同様工種であれば少しの溶接作業で転用でき上部のボルト、ナットの高さを変えることで埋め込みボルトの位置調整が簡易に出来るの



写真-3 取付完了

で無駄にならない。

写真-3のように平行方向、直角方向、ボルト中心ともにきちんと収まりボルト締めしろも16本きれいに並び漁場整備型ブロック製作99個全個数が同じように施工できた。

### 4. おわりに

使用に関してはアングルの大きさが $L=3.45\text{m}$ ・ $W=1.5\text{m}$ あり、狭い場所での施工は困難である。

アングル枠本体にかなり重量があり、移動するだけなら作業員2人くらいでいいが埋め込みボルトを据え付けるときは作業員4人くらいでないと持ち上げられず、4隅を同時に埋め込んでいかなければ埋め込みが困難である。

但しアングルをもう一回り小さい物にして、重量を小さくすれば、作業員2人くらいで十分持ち上げられ作業効率のアップも可能である。

又、アングルでなくパイプ状のものを使用して角をなくし、形状を工夫すれば養生シートをかけたときの屋根にも応用できると思われる。

## 狭隘部の二次製品据付における重機械選定

青森県土木施工管理技士会  
株式会社 脇川建設工業所  
工事部監理課長  
藤田 勸  
Susumu Fujita

### 1. はじめに

近年、国内の土木工事は生活維持に必要なライフラインの充実に伴い、市街地や住宅密集地ではより複雑で制約の多いものになってきている。このような状況の下、通常の施工方法では工程上あるいは経済的に困難と思われる事例でも、現場条件に合った重機械選定を行なうことで顧客ニーズに合致し、時として容易に施工できる場合があるのも事実である。

今回は、それらの中でも狭隘部の二次製品据付における新たな試みとして、フォークリフトを使用した事例について述べることにする。

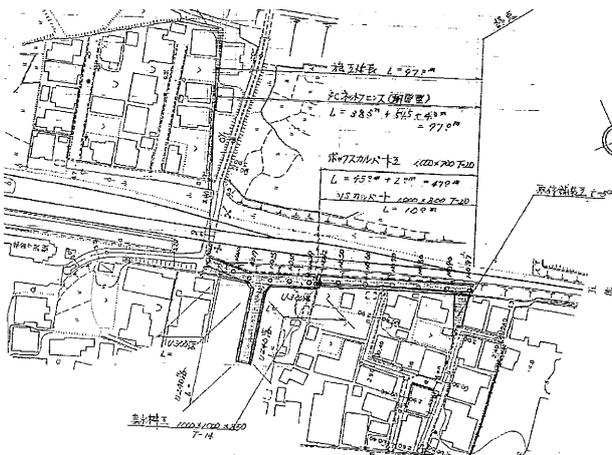


図-1 平面図

#### 工事概要

- (1) 工事名：町道北金ヶ沢26号線道路改良工事
- (2) 発注者：青森県深浦町役場

- (3) 工事場所：青森県西津軽郡深浦町大字  
北金ヶ沢地内
- (4) 工期：平成21年4月29日～  
平成21年10月30日

### 2. 現場における課題

当工事は、JR 東日本の用地の一部を深浦町役場が買取り、老朽化した開水路部分に鉄筋コンクリート二次製品 (BoxC: W-1,000\*H-700) を布設して町道幅 W=2.800m を確保し、これまで困難だった住宅内の冬期除排雪や排水面での諸問題を解決しようとするものである。

営業線 (五能線) に平行する近接工事であることから工事着手前に JR 側と打合せを行なった結果、境界付近に高さ1.8m の仮設防護柵を設けて作業員や機体 (アーム・ブーム等) が線路用地内に入らないような措置を取るべきとの回答に至った。仮設防護柵の控えは、当然施工用地側としなければならないため、作業有効スペースの制約はかなり厳しいものとなった。

また、工事終点側の用地は未買収で行き止まりとなっており、起点側一方向からの出入りしかできないこと。バックホウ0.45m<sup>3</sup>級 (2.9t 吊クレーン仕様) による据付では、荷下ろし段階で旋回作業の困難が生じること。更に、法尻下方にある水道管への影響などが考慮すべき課題となった。

### 3. 対応策と適用結果

先の問題点より、掘削運搬は小型小旋回バックホウ0.1m<sup>3</sup>級及び小型不整地運搬車2.5t級の組合せとした。また、据付においては、作業半径の大きくなるトラッククレーンやバックホウ（クレーン仕様）の使用は難しいことから、積込・運搬・据付と一連の作業が可能な機種について検討したところフォークリフトであれば、多少大型のものであっても幅をあまり取らず安全な作業が可能ではないかとの結論に行きついた。

まず、コンクリート二次製品（ボックスカルバート）の重量と寸法を確認し、それに見合ったフォークリフトの選定に当たった。ボックスカルバートはL-2,000\*W-1,000\*H-700で重量約2.8tであることからフォークリフトは安全率1.8とし、5t級（全長4,400\*全幅1,450）のものに延長フォークをセットした（写真-1）。

地盤支持力を確保するため基礎コンクリートの大半を打設後、強度が14N/mm<sup>2</sup>以上に達した時点で敷鉄板（L-3,000\*W-1,500\*T-22）を全面に敷き詰めて養生し、その上を運搬することとした（写真-2）。



写真-1 フォークリフト



写真-2 工事用道路

勾配が約1.0%と少なく、噛合せ方法など施工上の問題もあることから、発注者側の承諾を得た上で上流側から下流側へと順次据付けを行なった。また、フォークリフトの製品運搬経路となる基礎コンクリート寸法は強度確保のため、設計幅 W = 1,400mm に対し基礎砕石と同じ W = 1,600mm、設計厚 t = 150mm に対し t = 200mm とした。水道管は正確な埋設位置を確認し、位置杭標示を行なって破損防止に努めた（図-2）。

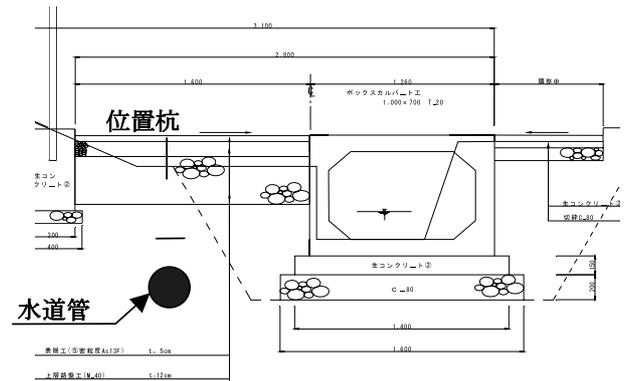


図-2 標準断面図

### 4. おわりに

今回の工事を受注した段階で、機械リース会社をはじめ皆で限られた作業スペースの下、どのような機械を使って作業を行えば効率的にできるのかを検討した結果、フォークリフトでの施工という斬新な結論に到ったものである。今後も多様化する土木工事において、制約条件の多い場合の機械選定の一例にしていただければ幸いである。

適用条件としては、今回のように長手の製品ほど前輪に荷重がかかり下り勾配で不安定となることから能力性能に十分な余裕をもって機械選定を行なうこと。また、ボックスカルバート製品に上下流の噛合せ凹凸があり、上流側からの据付になる場合、噛合せが逆でないといふ据付がスムーズに行かないので発注者側の承諾が必要となること。その他、細部据付けについては油圧ジャッキやレバーブロックが必要となる場合があるので、これらの点に留意されたい。



写真-3 ボックスカルバート据付け状況

# 資 料

受賞論文一覧表（第1回～第14回）

回	賞	題 名	技士会名	所属会社名	氏 名
第1回	優秀	ケーソン製作の安全施工と問題点	山形	鈴木工業(株)	奥山俊昭
		安全管理(自分自身への教育)	福島	石川建設工業(株)	阿部武喜
		住民参加によるイメージアップとトータルコストの縮減例	群馬	池原工業(株)	水出栄治
		鋼橋床版工の品質確保と工程短縮への対応	岐阜	(株)市川工務店	野崎勝巳
	佳作	第三者に対する安全対策について	青森	(有)平葎建設	高橋 勝
		道路改良工事における仮設工事の問題点と対策	山形	山形建設(株)	長沢興一
		小規模都市河川工事の工程管理	千葉	京成建設(株)	平野耕司
		山留壁打設時のBH工法による障害物撤去	東京	戸田建設(株)	山口 仁
		玉石混じり砂礫層でのシールド工法における長距離掘進と急曲線施工	岐阜	(株)土屋組	児玉孝哉
		景観に配慮した防波堤のコンクリートケーソン、ナチュラルカラー工法について	静岡	(株)古川組	遠藤時康
第2回	最優秀	地域になじむさわやか現場でゼロ災の確立	神奈川	(株)松尾工務店	上田吉一
	優秀	建設現場におけるメンタルトレーニング	山形	山形建設(株)	明日茂年
		土砂運搬時における安全対策	東京	戸田建設(株)	溝口幸生
		都市計画街路東本町幸原線工事について	静岡	山本建設(株)	竹沢宗太郎
		桁養生について	三重	丸亀産業(株)	西本勝紀
		コスト縮減に係わる設計変更について	島根	今井産業(株)	長谷川 譲
第3回	最優秀	小さなごと、大きなあしあと 布志名跨線橋 壁高欄工事を施工して	島根	松江土建(株)	津森 敏信
	優秀	北海道の厳寒期におけるコンクリート工事	北海道	西江建設(株)	小浅 明仁
		下水道工事に於ける施工管理	岩手	(株)杉山組	砂田 敏明
		多自然型護岸を施工して	秋田	工藤建設(株)	塚本 政広
		EPS工法における施工管理上の問題点と対応	群馬	田畑建設(株)	黒澤 勝衛
		ISO9001における統計的手法に基づく不適合事例の分析とその活用	山梨	長田組土木(株)	今澤 伸次
		園児の手足形レリーフを配した高水護岸工事	新潟	(株)野本組	保坂 恒雄
第4回	最優秀	中古タイヤを法面保護工の法枠としてリサイクル(廃棄物最終処分場の法面遮水シート保護工の開発と本工事での改善)	北海道	清水建設(株)北海道支店 登別市 北海道開発コンサルタント(株)	石川 一也 境 吉秀 堀口 寛 澤出 博 伊藤 元一
		小口径泥水式塩ビ管用推進機の開発	静岡	須山建設(株) アサヒエンジニアリング(株)	菅沼 弘一 小島 功
	優秀	長さ20.0mを超える鋼矢板Ⅲ型を打込むまでの苦労話	北海道	岩田建設(株)	丹野 義明 藤井 教生
		みんなに喜ばれるイメージアップを	青森	小幡建設工業(株)	柳町 博美
		膨張性地山のトンネルを施工して	山梨	(株)早野組	辻 哲彦
		ヒューマンエラーの防止についてー工事用道路における安全性の確保ー	長野	高崎建設工業(株)	渡辺 工 下原 洋征 萱取 幸一
		横桁と頂版部ジャッキアップを併せたアンダーボックスの施工	愛知	矢作建設工業(株)	宇佐美 仁
		開削トンネルボックス築造工法の新工法について	広島	株木建設(株)広島支店	大竹 寛治
		夏場における長大吊橋の補剛桁鋼床版溶接(来島大橋補剛桁架設工事)	橋 建	三菱重工工事(株) (株)東京鐵骨橋梁	原 久 奥村 浩 大山 茂樹
		アーチ橋の台船工法	橋 建	三菱重工工事(株)	海田 晃

回	賞	題名	技士会名	所属会社名	氏名	
第5回	最優秀	「安全」は「協働」から	東京	戸田建設(株)	吉本 光志	
	優秀	市街地における推進工事の工程管理と環境対策	青森	(株)南建設	長内 英明	
		高速道路建設工事での施工管理	東京	日本技術開発(株)	前川 行正	
		地下鉄大規模開削工事におけるセメント混入汚泥の減量化	東京	前田建設工業(株)	堀江 博	
		トンネル工事における県道下掘削時の崩落防止	山梨	(株)早野組	望月 司	
		橋梁夜間一括架設の工事例	橋建	(株)酒井鉄工所	阿茂瀬 邦男 田廣 高志	
第6回	最優秀	物づくりの魅力としてのイメージアップ活動「地域の一助と心がけて」	栃木	東昭建設(株)	橋爪 良行	
	優秀	カラ松材を利用した土留工法	北海道	川田工業(株)	宇佐美 和久	
		中央自動車道甲府管内道路保全工事の安全管理	山梨	(株)早野組	佐野 恭男	
		場所打ち杭・杭頭処理方法の改良	新潟	(株)新潟藤田組	菊地 公徳 長谷川 猛 坂井 剛 高橋 綾一	
		NATM工法 情報化施工の実践について	岐阜	(株)市川工務店	嶋田 学 小原 正彦	
		現場少飛散スプレー塗装の開発と市場導入	塗装	(社)日本橋梁・ 鋼構造物塗装技術 協会	福島 稔	
第7回	最優秀	小口径推進工法におけるトラブル対策事例及び工事イメージアップの実践	山梨	(株)早野組	中込 眞	
	優秀	下水道工事開削工法における省力化VE	新潟	(株)新潟藤田組	浅野 浩一	
		公園工事における産廃利用のVE活動報告	新潟	(株)新潟藤田組	小川 剛	
		一人の現場人間の体験談	三重	丸亀産業(株)	中川 重治	
第8回	最優秀	小さな川から大きな流れを	北海道	西江建設(株)	滝川 幸洋	
	優秀	鉄骨逆巻き工法による大深度地下駅の構築工期の大幅な短縮	東京	戸田建設(株)	丹羽 敏夫	
		文化財調査と城郭石垣の修復工事を施工して	山梨	(株)早野組	望月 栄文	
		トンネル発破に伴う騒音対策への取組	広島	(株)鴻治組	光本 昭	
		都市街路上高架橋工事の交通規制と安全施工 - コンクリート製壁高欄型枠の開発 -	橋建	灌上工業(株)	村田 茂 亀山 誠司	
第9回	最優秀	河川浚渫工事における工程管理	高知	大旺建設(株)	弘田 隆啓	
	優秀	小さな経験からの大きな効用	青森	共栄建設(株)	竹内 貴之	
		長距離推進工事における掘進機損傷原因究明について	山梨	(株)早野組	宮川 弘	
		仮締切工の遮水について	三重	丸亀産業(株)	勝矢 理	
第10回	技術論文	最優秀	仮架橋工事における支柱補強材の取付方法の改善	高知	(株)高知丸高	前田 卓二
		優秀	PC燃料タンクひび割れ制御計画と実施	東京	株木建設(株)	大竹 寛治
			D I D地区での近隣影響低減の施工	東京	株木建設(株)	横山 新平
			鋼斜張橋架設工事におけるワイヤラジヤックによる斜バント解体工法について	橋建	三菱重工工業(株) 長崎造船所	三好 哲典
			橋梁モニタリングシステムにおける光ファイバーセンサーの利用法の研究	橋建	JFE工建(株)	清水 健介
	社会貢献	ライブカメラによる現場の一般公開	橋建	駒井鉄工(株)	安永 正道	
	技術報告	優秀	帯鉄筋のユニット化工法の採用	広島	(株)岡本組	児玉 孝則
		濃縮泥水によるフィルタープレスの小型化	東京	戸田建設(株)	小山 正幸	

回	賞	題名	技士会名	所属会社名	氏名	
第11回	技術論文	最優秀	上部工撤去における新工法の開発で大幅なコスト削減	宮崎	(株)志多組	尾上 昭宏
		IT マネジメント	GPS三次元計測を用いた地組桁の輸送・架設	橋建	日本車輛製造(株)	神野 勝樹
		優秀	吊足場の組立工法に関する改善	宮崎	(株)佐多技建	富山 陽人
			橋梁場所打ちコンクリート床版用資材運搬の合理化	橋建	石川島播磨重工業(株)	師山 裕 倉田 幸宏
			鋼管・コンクリート複合橋脚のひび割れ低減対策	北海道	西江建設(株)	小原 得誘
	社会貢献	建設業者の地域社会に対する役割	佐賀	富士建設(株)	松江 司	
	技術報告	優秀	枠組み支保工の移動における安全施工	宮城	東日本コンクリート(株)	門間 博道
			PC桁撤去工事における濁水処理	宮城	東日本コンクリート(株)	目黒 仁
			軟弱地盤におけるオールシング杭の杭径確保	福岡	岡本土木(株)	中渡瀬 善隆
第12回	技術論文	最優秀	国内最大級のローゼ橋の建設	橋建	川田工業(株)	森田 哲司 畑 崇憲
		IT マネジメント	GPSを利用した「NSPシステム」による情報化施工	宮城	(株)NIPPO コーポレーション	中澤 穰 赤田 淳
		優秀	極厚板を使用した大規模アーチ橋の現場溶接(全断面溶接)	橋建	川田工業(株)	鶴飼 昌一
			護岸工事における計画的な環境マネジメントの実践	宮崎	湯川建設(株)	田中 輝彦
			地域の特性による推進工法の選択と地域住民から工事を願望される土建屋さんを目指して	愛媛	白石建設工業(株)	片岡 浩之
	技術報告	優秀	アルカリ骨材反応による劣化被害を受けた橋脚の耐震補強方法の検討	東京	奥村組土木興業(株)	田中 良介 岡本 泰彦
			橋脚工事における鉄筋足場の工夫について	福島	佐藤工業(株)	大槻 浩之
			大型搬送車を利用した交差点部鋼箱桁橋の送り出し架設	橋建	(株)宮地鐵工所	高橋 昌彦
			根固めブロックの出来形管理方法	長野	中野土建(株)	鷺尾 賢雅
			消波根固めブロック製作時、吊金具の改良による作業軽減・出来映え向上対策	高知	須工ときわ(株)	漆畑 哲也 渡邊 二夫
			INSEM工法施工におけるINSEM混合時の創意工夫	長野	松本土建(株)	関 武志
			マスコンクリートの温度クラック防止	佐賀	松尾建設(株)	真海 一昭
第13回	技術論文	最優秀	下部工PC緊張時の躯体への応力を軽減し、ひび割れを抑制した	三重	日本土建(株)	奥岡 剛
		IT マネジメント	鋼道路橋の支点部補強工事における施工管理(疲労きれつ監視システムと反力調整)	橋建	日本車輛製造(株)	石原 拓土 峯田 敏宏
		優秀	低土被り地形における放水路トンネルの設計・施工	東京	飛鳥建設(株)	内田 敏宏 中辻 尚 森田 富隆
			高速道路・街路供用下における都市高速道路の車線拡幅	橋建	(株)IHI	上田 和哉
			合成床版工における、極寒冷地による耐寒剤を使用した寒中コンクリートの施工	北海道	松谷建設(株)	前川 幸治
			鮎川河川切替え工事における問題点と対策	長崎	(株)吉川組	小鉢 力也
	社会貢献	公共工事における「本当に、地域の方々に喜んでもらえる地域貢献」とは	京都	福田道路(株)	北添 慎吾	
	技術報告	優秀	自然石平板舗装の基層をコンクリートからアスファルトに変更	長野	中野土建(株)	徳竹 雅博
			現場をおえての反省	長野	(株)塩川組	上原 康樹
			鋼複合ラーメン橋における柱頭剛結部の出来形精度確保について	橋建	松尾橋梁(株)	柳川 康行
			トンネル内舗装工事における工期短縮への取組み	宮城	(株)NIPPO コーポレーション	古結 健史
			三次元内空変位計測結果の有効活用について	東京	飛鳥建設(株)	寺島 佳宏 小川 勲 大沼 正浩
安定性に配慮した複合ラーメン橋の張出し架設工法			橋建	(株)東京鐵骨橋梁	富田 隆史 佐藤 智実	

回	賞	題名	技士会名	所属会社名	氏名	
第14回	技術論文	最優秀	現場におけるKY活動と安全教育・訓練の工夫について	宮崎	湯川建設(株)	大神 浩一
		IT マネジメント	情報通信技術を用いた道路土工の品質向上	青森	(株)脇川建設工業所	藤森 幸太
		優秀	異径の泥土圧シールド同士の正面地中接合について	東京	(株)フジタ	芳崎 貴彦 余宮 正一
			台船上での桁組立および台船一括架設	日本橋梁 建設	(株)横河ブリッジ	牟田 圭造
			機能分離型支承の反力壁コンクリートの施工について			川島 徹 中川 実
		活線を跨ぐ鋼製門型橋脚の回転架設施工について		横河工事(株)	小永吉 知華	
	技術報告	優秀	舗装作業におけるローラー前後進時の安全管理について	北海道	川田工業(株)	杉山 忍
			鋼管杭打込み工法における偏心量精度の確保	宮城	熱海建設興業(株)	洲崎 靖彦
			離島における循環型社会づくりへの取組み		佐藤工業(株)	永沼 泰
			シールドマシン躯体壁直接切削による立坑躯体鏡部のセパレーター処理について	東京	飛鳥建設(株)	本田 省吾 山崎 和志 河合 敏明
			上空障害物とクレーンブーム先端の接触防止策の改善			中村 哲世士 林 尚孝 金井 大輔
			捨石護岸背面部の吸い出し防止シート設置方法の一工夫			みらい建設工業(株)
			地盤改良の攪拌時間と一軸圧縮強度の関係について	佐賀	(株)中野建設	成清 弘文