Ⅰ. 技　術　論　文

1

施工計画

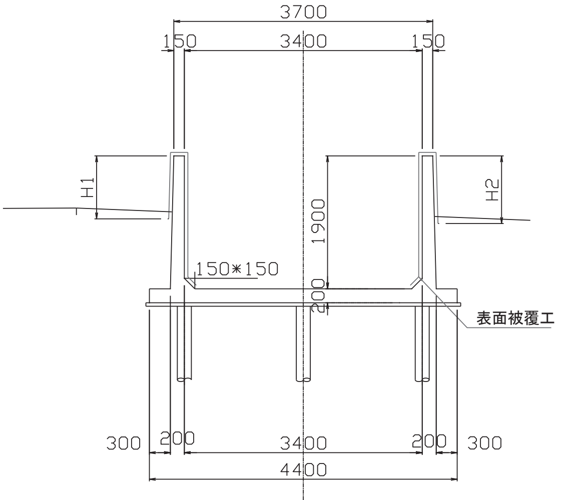
農業用水路改修工事における表面被覆工の実施報告

山形県土木施工管理技士会
林建設工業株式会社
現場代理人
押　切　和　志
Kazushi Oshikiri

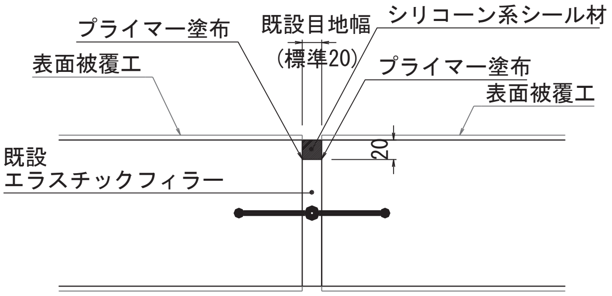
1．はじめに

小田川農業水利事業は、青森県北西部に位置し、岩木川下流部の左岸に展開する五所川原市他１町にまたがる水田約4,000ha を受益者とする東北地方でも有数の穀倉地帯の水利施設である。本工事は、基幹的な水利施設の老朽化と施設の維持管理の軽減を目的に、平成17年度から平成25年度の予定で進められている二期事業の内、第５号幹線用水路（総延長7.4km）の改修を目的に、前年度に引続いて発注された大型用水路に表面被覆を施す工事である。(図−１・図−２)

本文は、入札時の施工計画（技術提案）を基に



図−１　水路（２型開渠工）標準断面図



図−２　目地補修工標準断面

した工法採用（材料承諾）における問題点と解決の経過、および施工における問題点とその対策としての表面被覆施工の留意点を報告するものである。

工事概要

⑴　工 事 名：小田川二期農業水利事業第５号
　　　　　　幹線用水路（その６）工事
⑵　発 注 者：農林水産省　東北農政局
　　　　　　津軽農業水利事業所
⑶　工事場所：青森県五所川原市
　　　　　　金木町川倉地内他
⑷　工　　期：平成20年９月２日～
　　　　　　平成21年１月30日

2．工事における問題点

事前に前年度施工箇所を確認検証したところ、施工後一年未満にもかかわらず、濁り水による汚れもしくは紫外線によるものと思われる変色（色

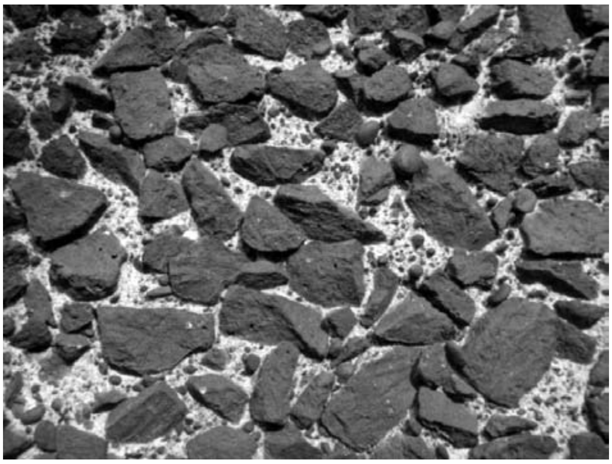
ムラ）が発生しているほか、塗膜の膨れや亀裂等が見られた。その発生原因として、次の３点を検討した。

１）使用材料・工法

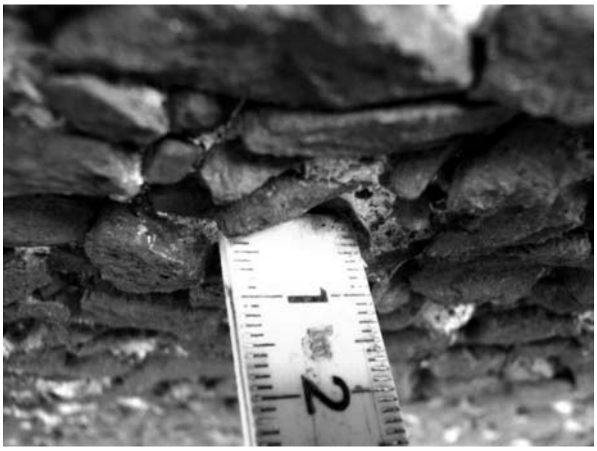
当初設計では前年度同様の材料・工法となっているが、前年施工部の観察結果および材料メーカーの見解から、入札時の施工計画（技術提案）にも記載した、ひび割れ追従性（伸び率）に優れる材料の使用が望ましい。

２）下地処理の方法について

特別仕様書に表記されている設計下地処理の範囲は、既設水路表面の凹部の径が10mm 以上についてポリマーセメントモルタルを使用し、下地処理（部分補修）を行うことになっている。しかし、高圧洗浄後の表面は経年の流水による浸食によりセメント分が洗い流され、骨材が露わになっていた。（図−３、図−４）



図－３　下地状況（表面）



図－４　下地状況（深さ）

そのため、下地処理の必要な面積が増大し、工程への影響が懸念された。

３）表面被覆工の養生

本工事は冬季期間の施工となることから、表面被覆工施工中の囲い屋根が設計計上されており、内容は単管パイプ骨組みのブルーシート屋根で２m×20組＝40mの屋根を設置し、人力運搬で順次移動する計画である。しかし、囲い屋根は相当な重量となるためその移動には困難が予想された。

３．対応策と適用結果

１）ポリウレタン樹脂系材料の使用

工事受注後の工法決定には、発注者による表面被覆工の材料承諾が必要になる。今回は当工事のほかに２工事が発注されており、受注した２社と情報交換を行ったところ、当社同様に前年度採用工法とは別の工法を採用したい意向であった。

代替工法としては、やはりひび割れ追従性に優れるポリウレタン樹脂系材料を候補として検討中とのことだが、当社の提案とは異なる工法であった。発注者からは３社とも同工法となることが望ましいとする意向が伺えたため、最終的には３社ともエコガード工法を提案することとした。

エコガード工法は、外気温－30℃においても300％以上の伸び性能を有し、超速硬化スプレータイプのため工期短縮に有効であり、寒冷地での施工に適している。また、鉛化合物や環境ホルモン嫌疑物質を使用していないため農業用水を汚染することがなく、ARIC（農業農村整備情報総合センター）の農業農村整備民間技術情報に登録番号0270として登録されている。

メーカーの材料保証を書面で提出することで特別仕様書の要求を満たすと判断され、承諾に至った。材料選定においては、材料の特性を充分理解し、その材料の利点・欠点を把握した上で使用することが重要であり、それにより不具合の発生時にもメーカー任せではない対応が可能になる。

表面被覆工での留意事項を以下に挙げる。

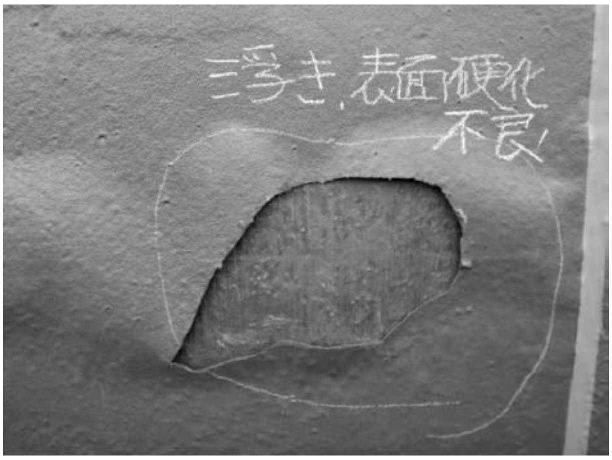
⑴被覆面の仕上がり・出来栄えは下地処理の良否

によって決まる。当初設計で部分補修しか計上されていない場合でも、現地照査で劣化進行が見受けられる場合は全面補修を行うよう協議を行う。

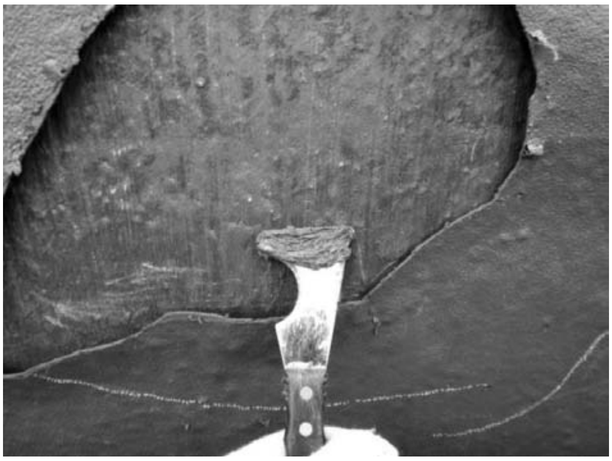
⑵２液型ポリウレタン樹脂系被覆材料では、施工時に混合不良が発生すると硬化不足や変色等の不具合（図−５・図−６）が発生するので、吹付け機械（ノズル）のメンテナンスを確実に行う。また、機器の不具合発生時に備え代替機械の準備をしておく。

⑶施工範囲の養生により温湿度管理を確実に行い凍結や結露を防ぐ。部分的な下地の不具合発生の可能性も考慮し、吹付け前は下地状態を指触により全面確認する。

⑷吹付け作業時に暗いと吹付けムラの発生原因になり易いので、照明施設を整備する。



図−５　混合不良による浮き



図−６　内部硬化不良

⑸適切な塗膜厚さ確保のため、吹付け後直ちに針貫入式膜厚計により確認管理する。

⑹有機溶剤を含む材料を使用する場合には、養生施設内の給排気を充分行う。（今回は無溶剤系の材料を使用）また、有毒ガス発生機器を養生施設内部では使用しない。

２）下地処理の範囲

下地処理は、当初は設計仕様に従い部分補修のみとして吹付けを行う計画だった。しかし、材料メーカーでは高圧洗浄後の下地状況を考慮し、性能保証には全面的な下地処理が必要との見解であった。

そこで、施工当初に下地処理の有無による現場試験施工を行い、経済性と出来栄えの比較を行った。その結果、下地処理を行わない部分は、やはり表面被覆材を吹付けた後の気泡発生等の不具合の発生頻度が高く、手直し箇所が増加した。結果的に部分補修では瑕疵負担が大きくなると判断し、ポリマーセメントモルタル材の塗布による全面補修を行うこととした。（図−７）

図−７　下地処理工（全面）

尚、下地処理費は残念ながら設計変更の対象とならなかったものの、出来栄えは前年度施工部分と比較して格段に良くなっており、評価の向上と将来的な瑕疵負担を減少させる効果は大きいといえよう。

３）ビニールハウスを活用した養生ハウス

設計で計上されている囲い屋根は、100kg 前後

図－８　養生ハウス設置状況

の重量となることが予想された。施工時にはそれを毎日人力で移動することとなるため、作業員の負担の増加や工程進捗への影響が懸念された。

そこで、農業用ビニールハウスの資材を活用し、軽量な養生ハウスを作成した。（図－８）

延長４ｍのビニールハウスを45組、計180ｍ分を制作し、さらに移動を容易にするための工夫としてキャスター付台車（図－９）も製作した。養生ハウスは密封状態も良好で保温養生の燃料消費も少なく、透明ビニールのため日中は照明設備を使用することなく施工することができた。当初は強風による飛散倒壊を懸念したが、チェーン等で固定することで、津軽地方特有の風雪時にも問題なく施工を行うことができ、施工品質確保に充分な機能を発揮した。

図－９　養生ハウス移動状況

４．おわりに

ひとくちに表面被覆工といっても有機系（樹脂材）・無機系（モルタル材）や硬質・軟質等多くの種類があり、材料選定にはその特性を学び理解して使用する必要がある。仕様を満足しているだけでは採用には至らず、実績が伴わないと発注者から承諾を得るのに苦労する。今回使用したエコガード工法（図－10）も、これだけ大規模な施工実績はこれまで無いため、今後の性状変化を確認し、瑕疵が発生した場合は、施工者として原因を究明把握した上で修繕する責務がある。

今後、農林分野では今工事と同様な農業用水改修工事が増加することが予想されることから、担当になった場合は今回の経験と実績を生かすようにしたい。また、今後の水路更生事業に繋がる手応えを感じている。最後に、日々指導をいただいた発注者の皆様と、施工協力頂いた協力業者の方々に感謝し、報告を終わる。

図－10　エコガード工法　完成

2

施工計画

工業用水道高速凝集沈殿池工事における創意工夫

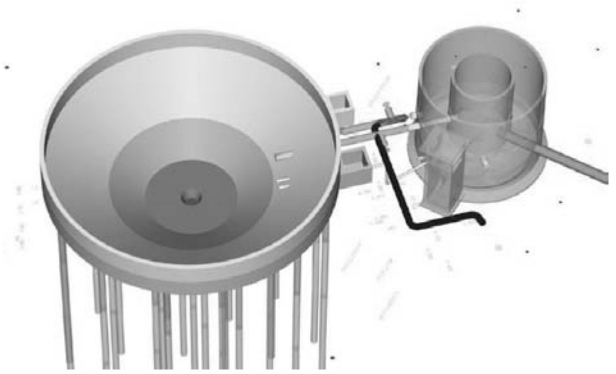
山形県土木施工管理技士会
林建設工業株式会社
現場代理人
久　保　雅　人
Masato Kubo

図−2　No. 4高速凝集沈殿池完成全景

1．はじめに

本工事は、昭和37年に運用が開始された酒田工業用水道遊摺部浄水場における高速凝集沈殿池（25,000m^3/日）の新設1基を含む改築事業である。既存施設の改修時期を迎え、経年劣化の進行及び旧基準により設計されていることによる耐震性の不足から、本事業は地震動レベル2（※1）に対応するNo. 4高速凝集沈殿池の新規築造が主となる。この沈澱池は図−1・図−2のように円錐形状を含むコンクリート構造物であったため、その施工において多くの創意工夫を実施することとなり、結果として高い評価を得ることができた。その内容について実施効果を交え報告する。

※1　レベル2地振動とは構造物の耐震設計に用いる入力地振動で、現在から将来に渡り当該地点で考えられる最大級の強さをもち、設定においてはマグニチュード6.5（M6.5）程度の直下地震が起きる可能性に配慮するものとし、これによる地振動をレベル2地振動の下限とする。



図−1　CADによる3D完成イメージ

工事概要

⑴　工 事 名：平成18年度酒田工業用水道改築事業高速凝集沈澱池新設工事

⑵　発 注 者：山形県企業局

⑶　工事場所：山形県酒田市遊摺部地内

⑷　工　　期：平成18年6月12日～平成18年11月30日

2．現場における問題点

1）コンクリート打設計画

沈澱池の寸法・形状、および用途から、コンクリートの打設計画では打設回数・打継目処理・コンクリートの充填・骨材分離・中段埋戻しなどに

ついて検討する必要がある。

２）丁張管理

円錐形構造物の形状を管理・施工するための丁張について工夫が必要となった。その特殊な形状のため、通常行うような10m 間隔と変化点での管理では製作できない。円錐形状を精度よく管理するために丁張りの方法を検討する必要がある。

３）型枠製作

普通型枠を使用する当初設計であるが、本来ならばＲ加工による特殊型枠でなければきれいな円錐形状は出来上がらない。コストや工期の制限の中で、精度を上げる型枠の製作方法を検討した。

４）養生

沈澱池という用途から水密性を求められるほか、その形状からマスコンクリートに準ずる管理となり、さらに施工時期から暑中コンクリートとしての管理が要求された。

５）防水工

指定材料である防水材は、冬季施工では給熱養生が必要となり、施工期間中の雨水等の水分が品質低下につながることから、その対策が必要となった。

３．対応策と適用結果

１）コンクリート打設計画

下記の対策を提案し実施した。

⑴　打設回数

杭基礎のある耐圧版構造を考慮し片持ちとならないように考慮した結果、５回打設とした。

⑵　打継目処理

打継目の水密性を確保するため、止水ゴム構造を持つ鋼板の使用と、コンクリート遅延材を使用し翌日に高圧洗浄によるレイタンス除去を実施した。

⑶　コンクリートの充填

充填では水密性を確保するため、打設ごとにコンクリート配合を見直し、流動化剤によるスランプの調整を実施した。

⑷　骨材分離対策

１回での打設高さが大きい場合は、打設時の骨材分離を防ぐため投入・締固め用として型枠に小窓を2500mm ピッチに設け、傾斜用打設足場から打込むことで流し込みの無い施工とした。

２）丁張管理

⑴　掘削均し丁張

円錐の掘削形状を精度よく管理するために、切土丁張りとして放射状に32点（16点×二段）の木製法面丁張りを設置したほか、法面管理用に鉄筋D-16を172点（43点×４段）設置し、光波による座標管理とレベルによる基準高管理を行うことで、掘削・基礎砕石・均しコンクリート・型枠固定用差し筋などの計り出しを行った。その結果、均しコンクリートの仕上り精度で±20mm 以内に仕上げることが可能となった。（図-３）

図-３　均しコンクリート打設状況

⑵　寸法管理用中央足場丁張

底版水平部のセンターに3.8m×3.8m×H7.2mのステージ足場（図-４、５）を設け、最上部から底版まで貫通によるセンター水糸を取り付ける

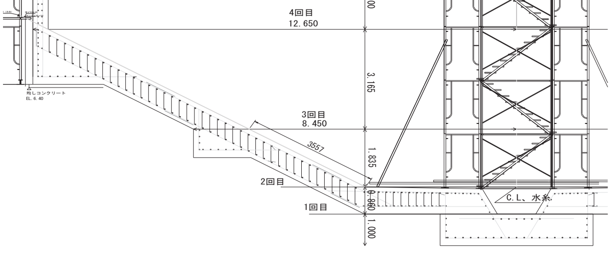
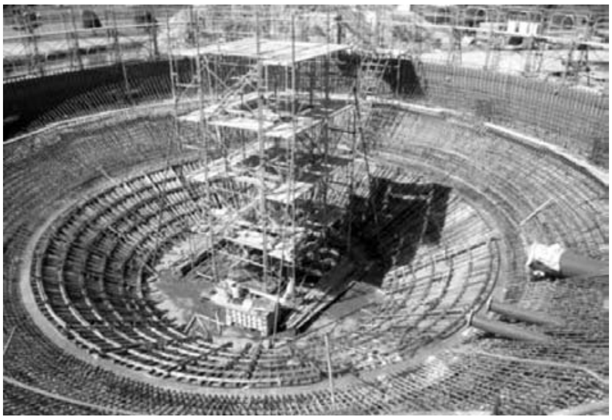


図-４　センター管理用足場



図−５　センター管理用足場

ことにより、鉄筋組立・型枠組立の曲線位置の管理を可能とし、常設による計り出しから精度の高い管理を行い、打設前の自主確認で型枠外周にて寸法誤差±10mmの精度を実現した。

⑶　底版錘形用円形丁張

底版コンクリートの仕上り位置を塩ビ管VP40のしなりを利用した丁張（図−６）とすることで、どこにでも糸を張ることが可能となり、傾斜底版の厚さ・鉄筋かぶり・型枠用セパレーターの取付時に寸法管理用中央足場丁張と併せて精度の高い管理を可能とした。

図−６　塩ビ管を利用した丁張

３）型枠製作

円錐形型枠においては、工場製作によるプレカット桟付き普通枠の採用、桟木の厳選、打設用小窓について工夫を行った。

⑴　プレカット桟付き普通型枠

普通型枠を使用して円錐形状を精度良く施工するために、工場でプレカットによる４面切断の桟付き型枠を製作して搬入し、現場の型枠大工の技能に頼らずに品質確保できる施工とした（図−７）。型枠の取付けは、均しコンクリートに埋め込んだ差し筋（@600mm以下）に溶接固定とし、片押しにて順次組付けを実施した。

壁部建枠においては縦使用にて外壁を形成し、高さ調整後の型枠隙間には発泡ウレタンを充填してノロの流出対策を行った。外周Ｒを出すために鉄筋バンドで締め付けていたが、打設に伴い締め増しする必要があった。また、打設中に型枠を踏み抜いて修正した箇所で完成後に段差が目立ち、反省点となった。

図−７　扇状型枠

⑵　厳選した桟木の使用

節目の少ない桟木を採用したが、ホームタイでの締め込時にひずみが発生するため、矯正治具にて押さえながら取り付けを行った。また、組付け後の締付けにも調整が必要であった。

具体的には、木製桟木30mm×50mm×L3600mmをＲ５ｍに曲げ、しならせながら円錐形状になるよう所定の位置に取付けモッコン部分に歪みが出ない程度とした。

⑶　打設用小窓

投入・締固め用の打設窓は200mm×200mmとし、直高ピッチ@500mm横ピッチ@1800mmにて配置、流し込みによる分離のない間隔とした。打設リフトに合わせ傾斜足場を配置し、投入口よ

り高周波バイブレーターと外部振動締固め機にて打設した。ドリル削孔による充填確認・ノロ出し・エア抜きを行いながら打上がりに合わせ小窓を閉塞し施工した。

4）養生

暑中コンクリートとして散水養生に工夫を行った。当工事はマスコンクリートに準じ、かつ水密性を求められていることから、密実なコンクリートを形成するために打設後の養生として散水を１週間終日行った。

傾斜底版内側には農業用の灌水ホースを配置し、２インチ水中ポンプにて送水を行った。外側垂直部では丁張用の塩ビ管 VP40を二次利用し、散水用穴φ１mm をピッチ@200mm 間隔にて穿孔し２インチ水中ポンプにて同様に散水した。

その結果、クラックのない高品質のコンクリートに仕上がったが、養生期間中は場内が水浸状態になり他の作業は出来なかった。

5）防水工におけるシート養生

指定材料である防水材について、各種条件における特性を把握するために事前に試験を行ったところ「11月の施工では給熱による養生が必要」なことや「施工期間中の雨水等が品質の低下につながる」ことが判明したため、全面張りの養生シート工を提案し、採用された。

管理用の中央足場より全体にロープを張り渡し、４枚の白色ターポリンシート（14m×14m）にて全面シート張りを実施した（図−８）。場内の換気は送水管より送風し、内部ではジェットヒーター３台にて10℃以上を保つ給熱環境とし、ポリマーセメント系防水工の下地・中塗り・上塗りに対し、施工後３日以上の乾燥養生を実施した。

４．おわりに

図−８　全面シート張内部

コンクリート構造物の現場経験は何度かあるが、この工事は今までとは違いとても高度な技術とアイデアを要する工事であった。気象条件はもちろん、厳しい工期の中で品質出来栄えにこだわり、色々な課題は残ったが満足のゆく構造物を造ることができた。ただ、施工中は品質や出来栄えなど限られた範囲に意識が集中したため、安全・工程・コストの意識が相対的に低かったことは反省点である。

この工事を通して一番感じたことは、従来のやり方や工法にとらわれず、常に新しいやり方やアイデアを考え、それを現場の中に取り入れていくことが大切だと痛感した。ただし、思いつきだけで実行するのではなく、アイデアに関連する情報を集め、根拠・裏付けを取ったうえで計画・実行することが必須となる。

今後、今回と同じような円錐型の構造物を施工する機会はおそらく無いだろうが、この工事の経験は自分にとって大きな財産となるはずだ。

最後に工事に協力してくださった下請け業者並びに工程短縮のため厳しい条件のなか最後まで協力して下さった当社の皆様に、深く感謝し報告を終わりとする。

3

施工計画

導水路トンネル内における高密度ポリエチレン管布設について

東京土木施工管理技士会
株式会社エム・テック
工事部
齊　藤　　　彰
Akira Saito

1．はじめに

国営事業であるフラヌイダムの建設中止に伴う事業計画の変更により、当初はダムから取水した農業用水を全断面で通水させる予定であった既設導水路トンネル（2R＝1.8m, L＝1,900m）内に、高密度ポリエチレン管（外径φ710mm, L＝11.8m）を融着接合し、全ての管を一体化させて布設する工事である。

また、トンネル内を管理用通路として利用するため、受電・換気・照明等の電気設備工事及び呑・吐口管理室の構築も併せて行ったものである。

工事概要

⑴　工 事 名：フラヌイ地区西部用水路北星上工区工事
⑵　発 注 者：北海道開発局旭川開発建設部
⑶　工事場所：北海道上川郡美瑛町～北海道空知郡上富良野町
⑷　工　　期：平成12年９月20日～平成13年１月31日（変更平成13年３月19日）
　　施工延長：№19＋48.65～№38＋68.79（破鎖＋4.54m）L＝1,924.68m
　　土　　工：V＝1,254m^3、管体工：高密度ポリエチレン管（PEφ710mm）L＝1,898.72m, DCIP 管（φ600mm）K 型 DB 種 L＝12.00m, 曲点工（φ600mm）K 型 n＝２箇所，鋼製可撓管（φ600mm）n＝２箇所
　　附 帯 工：空気弁 n＝５箇所、附帯作工：架台コンクリート V＝288m^3
　　雑　　工：呑・吐口管理室１式，湧水処理１式，電気設備１式、仮設工：１式

2．現場における問題点

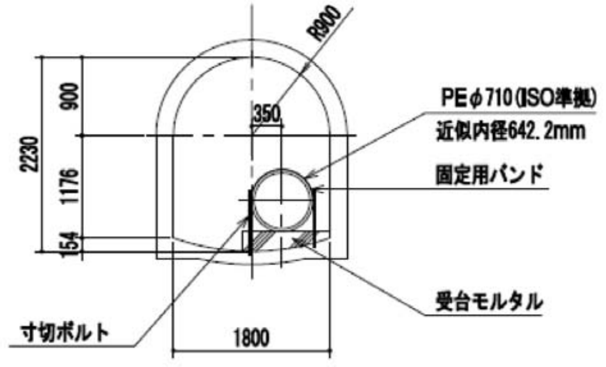
トンネル坑内に高密度ポリエチレン管を布設する上での問題点は、以下に述べるように３点あった。

［問題点１］

当初設計では、高密度ポリエチレン管を既設トンネルのインバートへ直に布設するものであった。しかし、事前にトンネル内の水準測量を行った結果、経年変化であるのか、地層の状態によるのかは不明であるが、トンネル全体での高低差が所定の基準高に対して約130mm もの不連続な状態であることが判明した。このままでは、基準高の管理基準値（±25mm）に納めることができないことが問題点となった。

［問題点２］

高密度ポリエチレン管の布設は、管融着に時間を要するため、日当たり６本（10m/本×６本＝



図－１　導水路トンネル標準断面図

図－２　受台モルタル打設状況

60m）程度しか施工することができない。仮設物の撤去までを含めると、60日程度を費やしてしまうため、後工程に影響を及ぼすことが予想されたのが問題点となった。

［問題点３］

高密度ポリエチレン管の重量が70kg/m あり、全延長分では133t（0.070t/m×1,900m）とかなりの重量になるため、トンネル内に延管する際の牽引機械をどうするのかが問題点となった。

３．対応策と適用結果

［対応策１］

基準高の問題については、発注者と協議を行った結果、トンネルのインバート上に受台コンクリートを打設して、基面をフラット化することとし、その後に高密度ポリエチレン管の布設を行うことに決定した。

受台コンクリートの追加による工期延長が47日と短かったため、１回当たりのコンクリート打設延長を150m（26日＝13回×２日/サイクル）に設定する必要性があった。しかし、設計のコンクリート配合（18－８－40）では圧送距離を確保できないことが判明し、コンクリートからモルタル（１：３）に配合を変更して打設を行ってみたが、モルタルポンプでは120m 程度しか圧送することができなかった。

このことにより、打設目標を100m に下方修正し、昼勤でモルタル打設、夜勤で型枠解体及び組立という、昼夜体制での作業を行わざるを得なかった。この結果、受台モルタルの打設は予定よりも工程が若干縮まり、ほぼ予定どおり45日間で作業を完了させることができた。

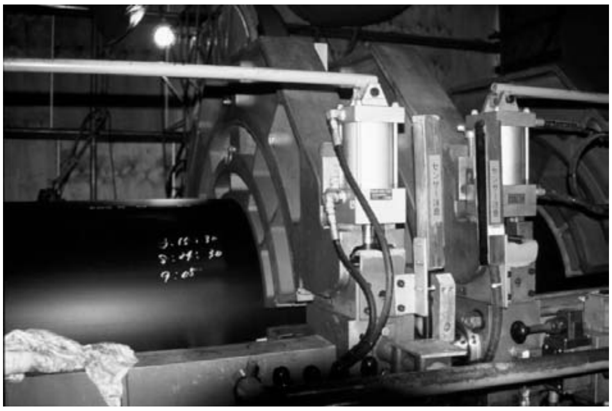
［対応策２］

高密度ポリエチレン管を融着した後の規定冷却時間は、標準気温（15℃）において約54分（管厚35.7mm×90秒＝3,213秒）必要であった。この地区での本工事施工時期では、昼間であっても外気温が−20℃を下回ることがあるので、54分もかかる冷却時間の必要性を検討し、１サイクル当たりの時間短縮が図れないかを考えた。また、１本当たりの管長を更に長尺物に変更することにより、融着箇所数を削減することで、管布設作業の工期短縮ができないかを併せて検討した。

融着時間短縮の試験は、融着工事専門業者の工場へ依頼して行った。

試験時の外気温を余裕をみて０℃に設定し、融着時の温度(210～230℃)から冷却後の温度(30℃)になるまでの時間を計測することとした。結果としては、規定冷却時間(54分)の2/3程度で十分ということであった。また、試験片を作製して引張試験も行ってみたが、規定引張応力(19.6Mpa)を満足するものであった。よって、当作業所では冷却時間を54分から安全側を採用し40分に短縮して作業を行い、１サイクル当たりの時間短縮を図った。

当初設計では高密度ポリエチレン管の管長は10.0m であったが、トレーラの最大積載長が12.0



図－３　高密度ポリエチレン管融着状況

図－５　Ｖ形ガイドコロ（曲線区間用）

mであることを考慮して、11.8mの製品を製作してもらうことに決定した。しかし、この時点では仕様の変更が間に合わず、急遽オーストリアからの輸入品を使用することとなった。このことより、融着箇所数は191箇所から162箇所となり、約15％の削減を図ることができた。

高密度ポリエチレン管布設の工期は、当初予定で60日間を見込んでいたが、前述の２点の改善及び作業時間の延長（1.5時間/日）によって、45日間に短縮することができた。

［対応策３］

133tもの高密度ポリエチレン管を牽引しなければならないため、まず、第一に接地抵抗を低減させ、牽引機械の負担を軽くすることを考えた。そこで、高密度ポリエチレン管布設用のガイドコロを製作して、10mピッチに据え付け、接地抵抗を減少させて延管時の引張力の低減を図ることとした。なお、トンネル内は曲線部分があるため、曲線区間にはＶ形のガイドコロを据え付けて、高密度ポリエチレン管を誘導した。

トンネル内の幅員は、２R＝1,800mmと非常に狭いため、延管時の牽引機種を選定するのに苦労した。トンネル内のインバート及び受台モルタルを損傷させないで、トンネル内を走行可能な機種として、タイヤ式かゴムキャタ式を候補にあげた。各所へ問い合わせをしたところ、ゴムキャタ式のドーザショベル（D20S）を調達することができ、トンネル坑内に配置することとした。

トンネル吐口側に発進ヤードとして管融着作業を行う設備を設置し、呑口側の高密度ポリエチレン管端末を先導して、順次融着しながらトンネル坑内への延管作業を行った。トンネル坑内にはあらかじめドーザショベルを搬入しておき、いつでも牽引できるように配置した。

図－４　平形ガイドコロ（直線区間用）

図－６　ドーザショベル

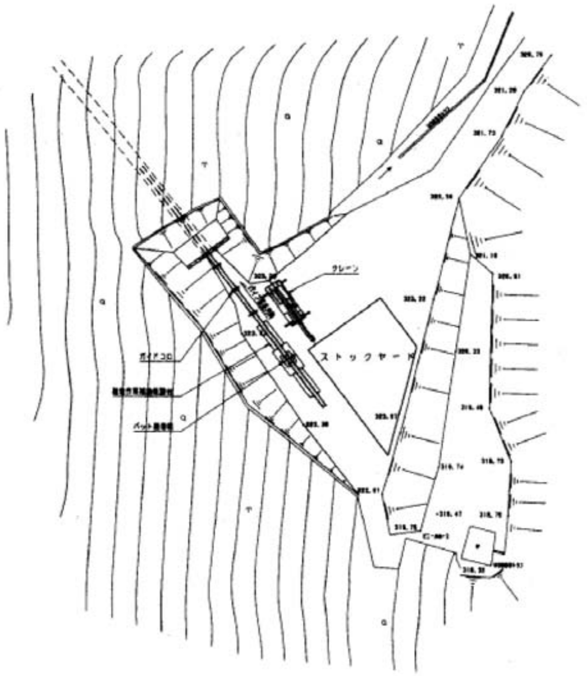
図－７　トンネル坑内への延管状況

当初は、発進ヤードである吐口側よりウインチ付きブルドーザ（D40A）及び滑車を利用して延管作業を行い、管体の重量がある程度増加してきた段階でトンネル坑内のドーザショベルに切り替える予定であった。しかし、ガイドコロの接地抵抗軽減効果が予想以上にあったため、ドーザショベルを使用することなく延管作業を完了させることができた。

なお、使用したガイドコロは、延管作業終了後に撤去し、受台モルタル上へ高密度ポリエチレン管を直に固定した。

４．おわりに

今回の工事は、本来の目的外である既設導水路トンネルの中に高密度ポリエチレン管を据え付け、電気関係の設備を設置するという、非常に特殊性のあるものであった。



図－８　発進ヤード（吐口側）平面図

１.の問題点では、創意工夫としてモルタルの運搬に軽トラックを改造して、トンネル内を走行させるといったことも行った。２.の問題点では、融着箇所数を削減したことにより、直接工事費で約930千円の減額にはなったが、この提案が発注者に認められなければ、工期割れを引き起こしてしまう可能性があった。

今後は、このような経験を生かして、工期・コスト・施工方法等を総合的に考え、提案することが大事であると思われる。

4

施工計画

砂防ソイルセメント（INSEM 工法）適用現場での環境・品質対策について

広島県土木施工管理技士会
株式会社　鴻治組
福　田　兼　章○　　四之宮　亮　太
Kensho Fukuda　　Ryouta Shinomiya

１．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：広島西部山系
　　　　　　後山２号砂防堰堤外工事

⑵　発 注 者：国土交通省　中国地方整備局
　　　　　　太田川河川事務所

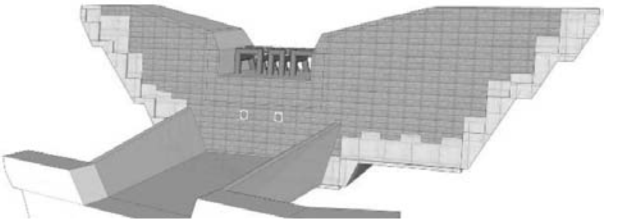
⑶　工事場所：広島県広島市安佐北区安佐町後山

⑷　工　　期：平成24年３月10日～
　　　　　　平成25年３月22日

⑸　工事内容：砂防堰堤１基（鋼製スリット式、
　　　　　　L＝42m、H＝9.5m、堤体内 INSEM
　　　　　　材 V＝1,800m^3）他

広島県は土石流危険渓流が非常に多く、従来広島県による砂防施設の整備が行われてきましたが、平成11年６月の豪雨災害発生を機に、国による広島西部山系直轄砂防事業が始まりました。

本工事は、砂防堰堤の内部材としてコンクリートを用いず、現地発生土砂・セメント・水を混合し構築する INSEM 工法により本堰堤を構築するもので、この工法の適用は広島西部山系では２例目となるものでした。



図−１　堰堤完成イメージ図

２．現場における問題点

従来ソイルセメントを使用した埋戻しなどは様々なケースで扱ってきたが、INSEM 工法としての施工は当社でも初めてのことであり、この工法に関する様々な情報を収集しながら施工方法の検討を行った。そこで次の事項を課題として抽出し、対策の検討を行った。

１）現場環境、周辺環境への適応

砂防工事はもともと狭小な現場で、また、広島西部山系においては居住地に隣接している場合が多く、当現場も例外ではなかった。そのような状況のもとで土砂ストックヤードや撹拌ヤード等をどのようにして確保するか、あるいは、団地に隣接する現場で INSEM 材の撹拌時に生じる騒音やセメント粉塵の発生といった問題にどのように対応していくかを課題とした。

２）INSEM 材の品質確保

INSEM 工法は現地発生土を使用することから、母材となる現地発生土の不均一性により、特に発生強度にバラつきが多く発生し、品質確保の難しさが課題と言われている。

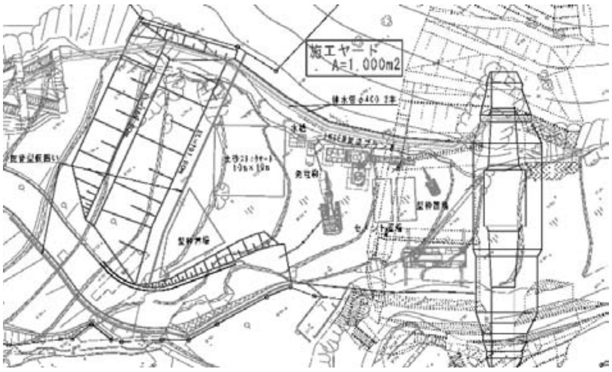
広島西部山系の地質は代表的な花崗岩地帯で、場所によっては発現強度が低くなる細粒分を多く含む土砂であることが想定され、また、強度発現が期待し難い冬季の施工が予想されることをふま

え、INSEM 材の品質確保を課題とした。

3．対応策と適用結果

1－1）施工ヤードの造成計画

掘削により発生する土砂で下流の谷間を盛り立て、INSEM 施工ヤードを造成することを計画した。施工ヤードは1,000m^{2}程度が施工可能な目安とされており、この大きさを目標に造成計画を立案した。



図−２　INSEM 施工ヤード計画図

その結果、1,000m^{2}の施工ヤードを確保することが可能と判断し、現地発生土砂を搬出しないという INSEM 工法の基本理念のもとに施工を開始することができた。

1－2）機械撹拌方式の採用

防音型仮囲いの設置や極低騒音型機械の使用など、適用可能な防音対策を講じたうえで、実際のバックホウ混合を想定した撹拌騒音試験を実施した。この試験には近隣住民も参加して実際の騒音を体感し、意見を聴取した。

図−３　撹拌騒音試験実施状況

騒音測定値は最大で70dB 程度であったが、地域環境が静かなゆえに撹拌時に生じる機械摩擦音が受忍限度を超えているという意見を頂き、撹拌時の騒音に対して更なる対策が求められた。

また、バックホウ混合時のセメント粉塵の発生制御については、INSEM 材の品質確保のために加水前の空練り作業が必須となるため、緩やかな撹拌作業以外にその対策は無かった。

図−４　バックホウ混合時のセメント粉塵の例

これらの環境問題に対応するため、バックホウ混合方式から専用プラントによる機械撹拌方式へ変更し、撹拌騒音･セメント粉塵の問題に対応した。

図−５　INSEM 材製造プラント

専用プラントでの INSEM 材の製造は、動力源に発電機を使用しており、母材となる現地発生土が礫を多く含まない土質であったため、撹拌時の騒音は最大でも55dB 程度に制御でき、外部からは機械が稼働していることが分からないほど撹拌騒音を低減することができた。

また、機械内部で攪拌を行うため攪拌時にセメント粉塵が発生することは無く、ホッパーへのセメント投入時に専用防塵シートを使用することにより、更なる粉塵の発生防止処置を行った。

図−６　セメント投入時の防塵シート

２−１）正確な母材含水比の測定

室内配合試験で実施した手順を現場で忠実に再現することが品質確保への第一歩と考え、室内配合試験の含水比測定から圧縮強度試験までの一部始終に立ち合い、ここで得たノウハウをもとに、現場の品質管理を実践した。

含水比の調整がINSEM材の品質を大きく左右することになるため、正確な含水比の測定が不可欠である。そこで、室内配合試験に習い母材含水比の測定には電子レンジ法を採用した。直火法による測定に比べ、火気を使用せず安全で、測定時に材料の飛び散りがないため測定精度がよく、２台の電子レンジを用いて２回測定の平均値とすることで母材含水比測定精度を向上することができた。その結果、実際に製造されたINSEM材の含水比が目標とした値の範囲内であることが確認できた。(図−11参照)

２−２）INSEM材の運搬

INSEM材はコンクリートと同様に製造後2時間以内の締固めが原則とされており、時間経過による含水比の変化が品質低下の要因となり、特に夏場の施工ではその影響が顕著になる。そこで、製造されたINSEM材をベルトコンベアを使用して直接堤体内に運搬し、堤体内では不整地運搬車を使用することで、締固めまでの時間を最小限に抑え、２時間以内の締固めを完了することができた。

図−７　ベルトコンベアによる運搬

図−８　不整地運搬車による運搬

２−３）転圧完了後の（冬季）養生

冬季施工時は一日の作業完了時に保温性に優れるマットを敷設して養生を行い、打設面の凍害対策を行った。

図−９　保温養生マット敷設状況

打設面の養生温度を測定したデータはグラフ（図-10）のとおりであり、外気温が０℃以下の場合でも９℃以上の養生温度を確保することができ、凍害対策として機能していることが確認できた。

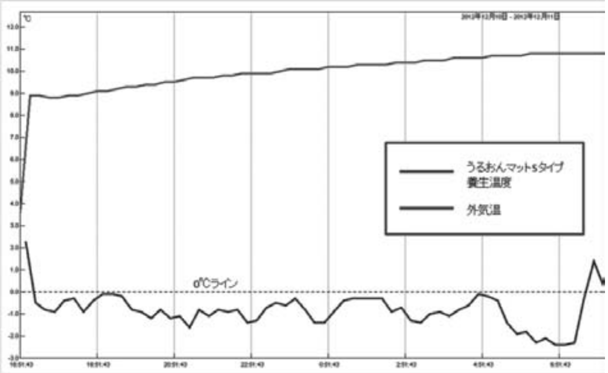


図-10　外気温・養生温度グラフ

４．おわりに

１）配合設計における割増係数（k）の設定

標準供試体の圧縮強度試験結果はグラフ（図-11）に示す結果となり、すべての打設において配合強度を満足する結果を得ることができた。

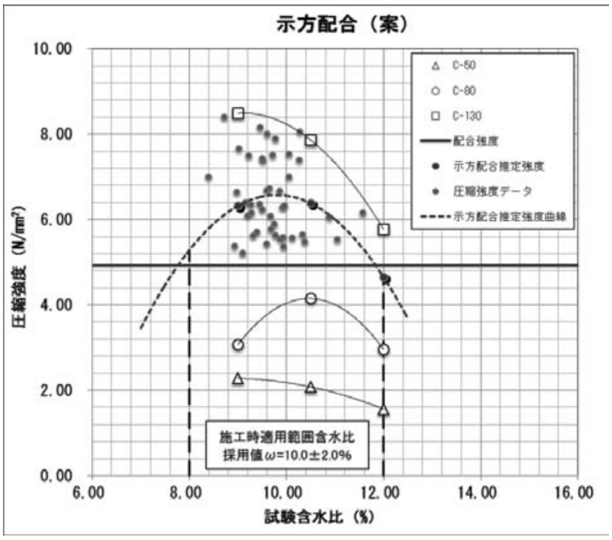


図-11　圧縮強度試験結果

しかし、今回の配合設計では、機械攪拌方式を採用することで練混ぜのリスクを回避できるという考えのもと、実機試験施工で得られた標準供試体強度とコア供試体強度の比率１：0.61（k＝1.64）を採用せず、これを下回る標準的な値ｋ＝1.5を採用して本施工を行ったため、結果として、示方配合推定強度曲線を下回るデータが多くカウントされることとなった。幸い配合強度を下回ることはなかったが、確実な強度を得るためにｋ＝1.64を採用しなかったことは反省すべき点である。

また、バックホウ混合を採用した場合には、攪拌混合による補正がさらに必要となることが考えられるため、実機試験施工において多くのサンプリングコアーを採取し、標準供試体との相対関係を求めていくべきである。

２）盛土施工作業時の安全確保

INSEM 工法の堤体内部の運搬、敷均し・締固め作業は、重機と作業員が近接して作業を行うことになり、堤体が上がるにつれて作業スペースも狭まっていくため、危険性も増加していきます。

作業範囲が限られている以上、安全な作業環境を整えることには困難を極めますが、安全かつ効率的な作業環境を構築するための努力が絶えず必要であると思われる。

最後に、これからますます普及していく INSEM 工法を施工する砂防技術者の一助としてこの報告内容が利用されれば幸いである。

本工事の施工にあったってご指導いただきました発注者をはじめとする関係者の皆様にはこの紙面をお借りして感謝申し上げます。

5

施工計画

大型箱桁の短期間施工

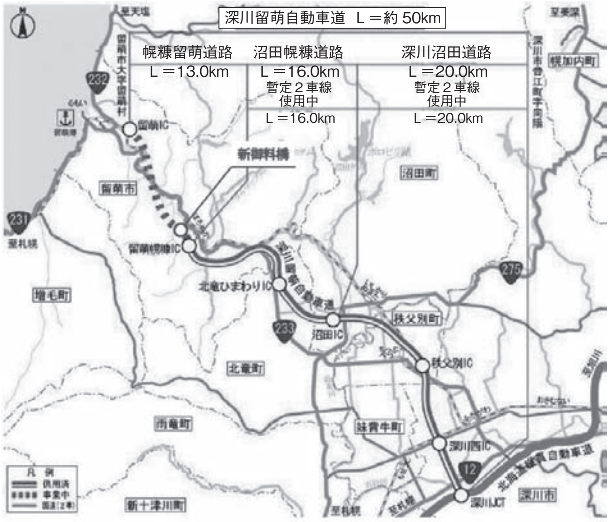
日本橋梁建設土木施工管理技士会
日本車輌製造株式会社　輸機・インフラ本部工事部
監理技術者　芳　﨑　一　也　Kazuya Yoshizaki
主任技術者　杉　田　謙　一○　Kenichi Sugita

1．はじめに

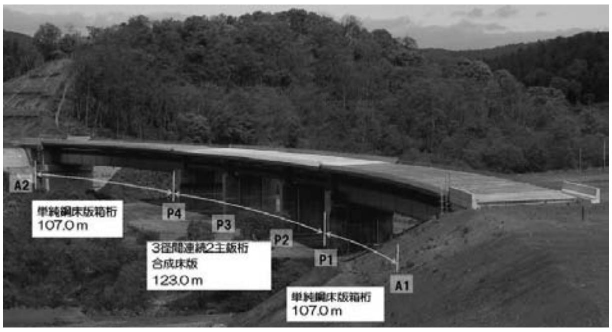
本工事は高規格幹線道路深川留萌自動車道建設工事の内、留萌市幌糠に位置する３連（５径間）の橋梁上部工事である。

工事概要

⑴　工 事 名：深川留萌自動車道
　　　　　　留萌市　新御料橋上部工事
⑵　発 注 者：北海道開発局　留萌開発建設部
⑶　工事場所：北海道留萌市幌糠町
⑷　工　　期：平成22年12月９日～
　　　　　　平成24年２月15日



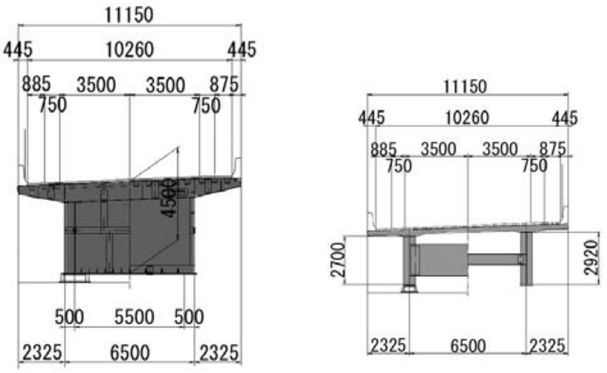
図−１　現場位置図



図−２　工事箇所全景

橋梁概要

A1−P1　単純鋼床版箱桁
　L＝107.0m h＝4.5m web 間隔＝6.5m 鋼重808t
P1−P4　3径間連続2主鈑桁
　L＝123.0m h＝2.92m 鋼重282t
　合成床版1368㎡（t＝270mm）
P4−A2　単純鋼床版箱桁
　L＝107.0m h＝4.5m web 間隔＝6.5m 鋼重806t
有効幅員　10.26（m）



図−３　橋梁断面図

２．現場における問題点

①架設工程の短縮

隣接関連工事のとの調整によりH23. 6月より工事着手可能であったが、工事箇所は豪雪地帯のため主要な架設工事はH23.12月中旬までに完了させる必要があった。

②大型箱桁架設時における精度の確保

分割ブロックのねじり剛性が低いため、組立時の変形防止措置を取る必要があった。また箱桁の架設ステップごとのたわみ変形とベントの変状を確実に計測・調整して分割ブロックを箱桁形状に組み立てる必要があった。

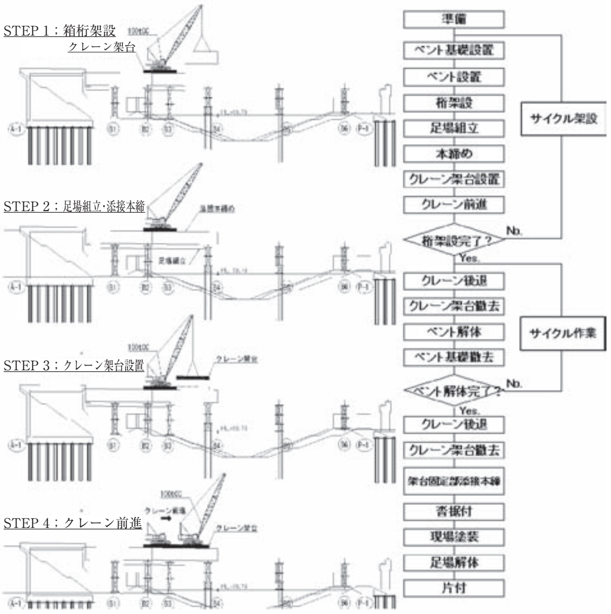
③冬季施工対策

工事箇所は豪雪地帯であり例年11月下旬以降は日平均気温が氷点下となる。本工事においては現場塗装、コンクリート工について寒中施工の対策を図る必要があった。

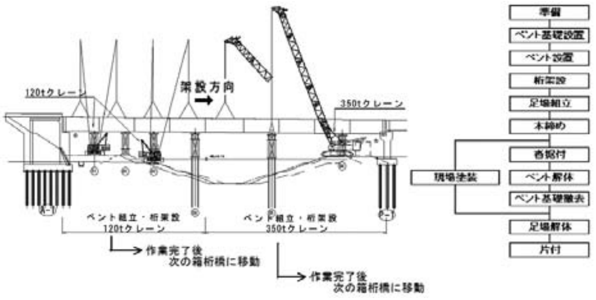
３．対応策と適用結果

①架設方法の変更

当初架設方法は経済性により鋼床版上にクレーン架台を設置して100t クローラクレーンを使用するトラッククレーン・ベント工法を想定していた。



図−４　当初架設計画フローチャート



図−５　変更架設計画フローチャート

図−６　既設構造物防護構台（A２橋台350t クレーン）

しかしこの方法で２箇所の大型箱桁橋架設を行うには、機材・重機の待機による工程ロスが大きく、積雪前に主要架設工程の完了が困難であった。

そこで120t、350t クローラクレーンを併用して地上から架設するトラッククレーン・ベント工法に変更し、３橋同時施工を行い工程の短縮を図った。

クレーン据付箇所は十分に調査・検討を行い、杭式の作業構台や既設構造物防護構台を設置した。

これらの補強・防護構台の設置により作業の安全性を高め、既設構造物への損傷を防止することができた。

３橋を同時に施工することにより工事ヤードの不足や工事用搬入路の錯綜による工程の遅延が懸念された。そこでもっとも作業ヤードが必要となるクローラークレーンの組立・解体移動日を工程のマイルストーンとして設定し、各橋の架設・資機材搬入計画を管理することにした。各橋に共通した節目を設定することにより、その日までに終わらねばならない作業や必要な資機材・工事ヤー

ドを作業所内で共通の認識として持つことができ、重機待ちによる作業ロスやヤードの片付け・整備の負担等のロスを削減することができ目標通りの工程を確保することができた。

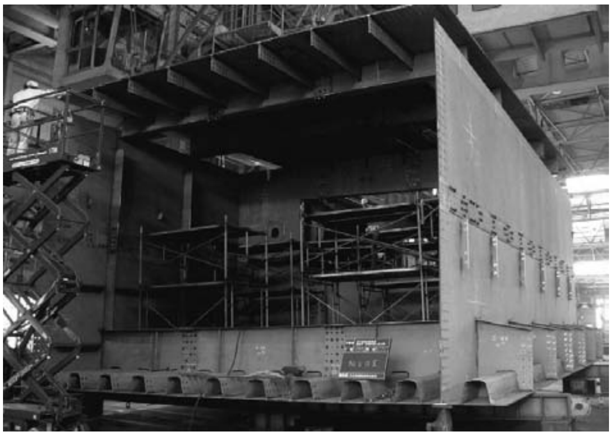
②架設出来形の確保

1）箱断面製作の実施

箱桁断面は６ピースで構成されており組立、製作誤差を発生しやすい。これを防止するために箱断面製作を採用し、分割ブロックの製作誤差を低減した。また箱断面で製作したブロックは工場内をユニットキャリアで運搬しそのまま仮組立を行った。

2）分割ブロックのたわみ防止装置の設置

各ブロックねじれ変形が大きく、ベント上から張出架設を行うステップ時に組立が困難になることが想定された。このため張出架設ステップ時に分割ブロックが箱断面形状を保持できるように、たわみ防止装置を設置した。



図−７　箱断面製作状況

図−８　箱断面ブロック運搬・仮組状況

図−９　分割ブロックたわみ防止装置

たわみ防止装置は汎用の架設機材を組み合わせることにより狭い桁上で設置・解体が人力で安全に行えるようにした。これにより効率的な作業手順で出来形精度を確保することができた。

3）トータルステーション自動視準計測及びリアルタイムベント沈下計測の実施

大型箱桁は各ベントの支点反力が大きいためベントの変形・沈下による倒壊や箱桁の損傷が懸念される。また一方で鋼床版の日射による温度変化により桁高が変化するため短時間で精度の良い測定が必要になる。

桁高の変状にはこの２つの要因があるため、架設作業の安全性と出来形品質を高めるためにはベント沈下量と桁出来形を別個に測定しなければならない。しかし箱桁断面は大きいため、架設作業中にレベルを使用してベント高と箱桁高さを短時間で精度よく測定することは難しい。

そこで箱桁天端高はトータルステーションによる自動視準計測、各ベント高はリアルタイムシステムを使用したレーザー計測を行い短時間で精度の良い計測と架設作業の安全性を確保できるようにした。

各ベント高はリアルタイムシステムで計測値の管理を行い、あらかじめ設定した警戒値を超えた場合には回転灯と警報を作動させ、すぐに架設作業を中断できる体制を整えた。これにより架設された箱桁高さの変状がベントの変状によるものか架設ステップによるものかがすぐに判断すること

図-10　ベント及び桁高計測状況

ができ、安全性及び品質・出来形を高めることができた。

また短時間で測定結果が分かるため、直ちに架設作業に測定結果を反映させることができ出来形精度と作業効率の向上に結び付けることができた。

③冬季施工対策

現地は11月下旬から３月までの日平均気温が氷点下となる寒冷地である。本工事の施工において床版コンクリート工及び現場塗装工がこの期間に該当し、品質を確保するために防寒養生を実施した。

１）床版コンクリート工寒中対策

橋面の養生設備は設置期間と施工箇所付近の風速と積雪量等の気象条件と床版コンクリート施工手順から総合的に考え、床版コンクリートに支柱として棒鋼を埋め込み、膝丈程度のシート防護工を設置した。給熱設備は床版下面の足場を断熱シートで被い、ヒーター及び温風ダクトを配置した。

この対策により強風・積雪による設備の倒壊もなく、養生期間中に安定した給熱を行うことができ、所定のコンクリート温度を確保することができた。この結果品質・出来ばえともに良好な床版コンクリートを施工することができた。

図-11　コンクリート寒中工養生状況

図-12　現場塗装工寒中養生状況

２）現場塗装工寒中対策

塗装作業中止基準を塗料メーカの品質確認に基づき５℃以下とすることにし、塗装箇所には給熱設備及び送風機を約10m 毎に配置し温風を循環させる方法をとった。この結果箱桁内は約８℃の作業環境を確保することができた。しかし給熱開始後に結露の発生が多く見られ、塗装作業時には拭取り・乾燥を十分に行う必要があった。

４．おわりに

今回の施工は短工期間に３橋を架設するという厳しい条件下であった。予想通り工程はかなりタイトではあったが細かな工夫や検討の積み重ねにより予定期間に無事品質の良い構造物を完成させることができた。

現地気候条件については事前に対応策を検討していたが、地元関連工事業者からの気象特性等に関する情報収集が大変有効であった。

各種計測については想定外の挙動や計測結果やデータ整理の煩雑さに頭を悩ませることもあった。しかし実績の少ない形式の橋梁や省力化を進めていくためには非常に有効であると考える。

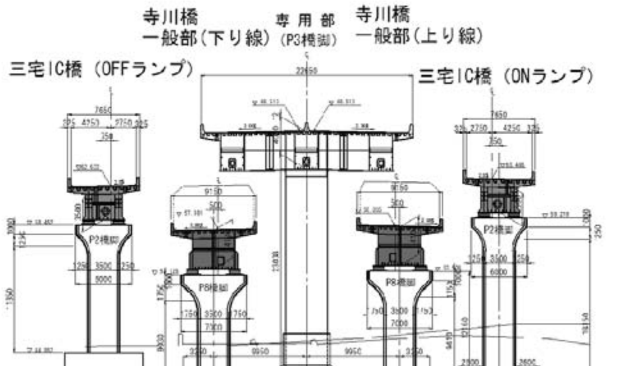
橋の上に橋を載せる「縦取り架設工法」の施工管理について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
瀧上工業株式会社
現場代理人 畠 山 智 行○ Tomoyuki Hatakeyama
監理技術者 北 澤 孝 志 Takashi Kitazawa
工事担当 佐 藤 武 司 Takeshi Sato

1．はじめに

本工事は、現在事業が進められている京奈和自動車道の内、部分供用している大和御所道路（大和区間）にアクセスするための“三宅IC橋（ON・OFFランプ)”、大和川水系寺川を渡河する“寺川橋（一般部　上下線)”で構成される。

全て支間100m を超える鋼床版箱桁橋であり、地理的要素（河川上他)、安全性、架設機材の条件等について詳細に検討して架設工事を実施した。



図−1　正面図

工事概要

⑴　工 事 名：大和御所道路三宅ＩＣ橋・寺川橋鋼上部工事

⑵　発 注 者：国土交通省　近畿地方整備局

⑶　工事場所：奈良県天理市庵治町～磯城郡三宅町三河

⑷　工　　期：平成21年10月～平成25年１月

当初計画では終点側の既設橋上で鋼桁を地組し、起点側に送り出す架設工法であった。しかし、既設床版への負担軽減、近接する鉄道への影響等に配慮し、一般部は起点側に先行架設桁（新設桁をベント架設）を設置して、終点側に送り出す架設工法に変更した。

さらに、ランプ部と一般部の並行作業による工期短縮、曲線桁構造に対する安全性確保、架設機材（手延べ機、連結構等）の低減を目的とし、ランプ部は先行して架設した一般部鋼桁上で鋼桁を組み立てる「縦取り架設工法」を採用した。

本稿では、「縦取り架設工法」を行う際に留意した点や精度管理方法の工夫について述べる。

正面図と側面図を図−１、図−２に示す。

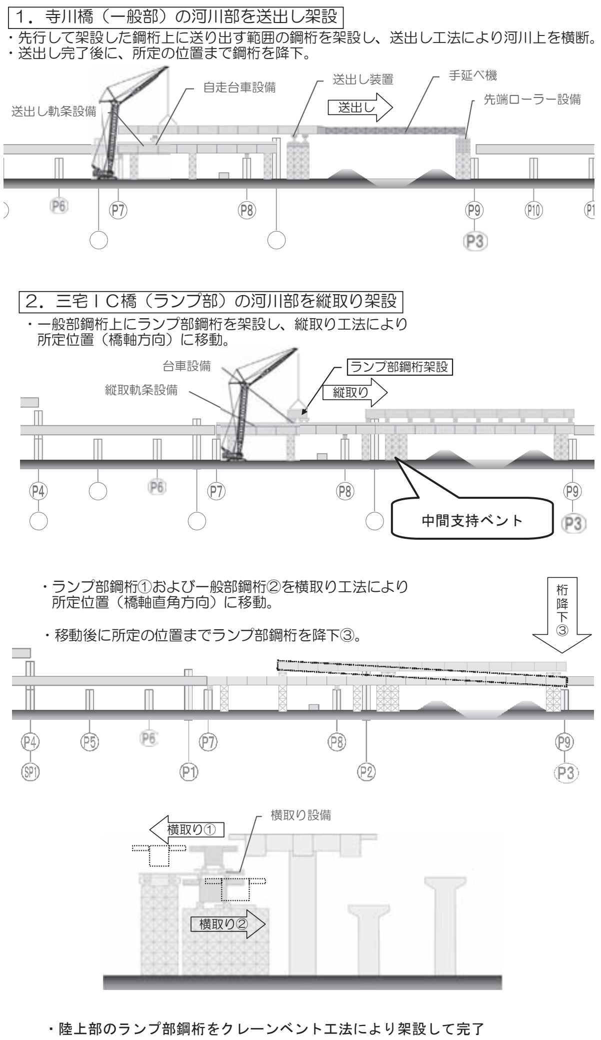
図−２　側面図

２．現場における課題・問題点

本工事における「縦取り架設工法」とは、一般部（幅員9.15m　桁高4.1m）の鋼桁を送出し工法により架設して先行架設桁とし、その上に縦取り軌条設備を設置後、ランプ部（幅員7.65m 桁高3.5m　最小曲率半径Ｒ＝800m）の部材を台車により運搬して架設する工法である。（図−３〜５）

桁下空間に制約がある場合における「台車による架設桁工法」は、曲線桁・変断面の箱桁橋での適用実績はあるものの、本橋のような支間100mの規模で実施された例は筆者らの知る限りは無く、克服すべき多くの課題があった。

⑴　架設中の橋体の安定性の確保



図−３　架設ステップ図

図−４　寺川橋／一般部（下り線）　送出し架設状況

図−５　三宅 IC 橋／OFF ランプ縦取り架設状況

ランプ部の縦取り架設時は、先行架設桁となる一般部の鋼桁上に、後死荷重・活荷重と同程度の架設時鉛直荷重（約64kN/m）が作用する。さらに、縦取り部材の高い重心位置へ架設時水平荷重が作用することにより“ねじり”や“不均等反力”が発生する。よって、架設時は中間支持ベントを設置して完成系より支間を短く（約94m）する工夫をし、一般部鋼桁の安定照査を行い、中間支持ベントを含めた橋体全体系の耐力確保を検証することとしたが、この中で以下の課題が浮上した。

・課題１：一般部鋼桁の中間支持ベント受点の負曲げに対する耐力が限界に近く、橋体の安定性の確保に不安要素があった。
・課題２：中間支持ベントは、河川保全区域内の設置箇所制限、支障物、騒音・振動等を考慮し、地盤改良併用のコンクリート基礎を採用したが、大反力（最大約1000tf）が作用することから、圧密による沈下が懸念された。

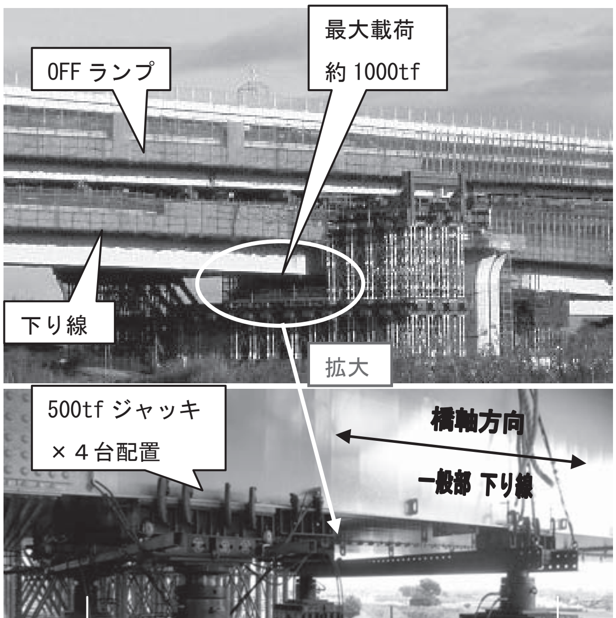
⑵　縦取り架設時の施工精度（そり）の確保

ランプ部鋼桁をパイロットホールによる形状管理を行うものとして、運搬した部材を逐次剛結した場合に、ランプ部の縦取り架設の進捗に伴い、それを支持する一般部の鋼桁に“たわみ（最大270 mm 程度）”が生じることから、以下の課題が挙

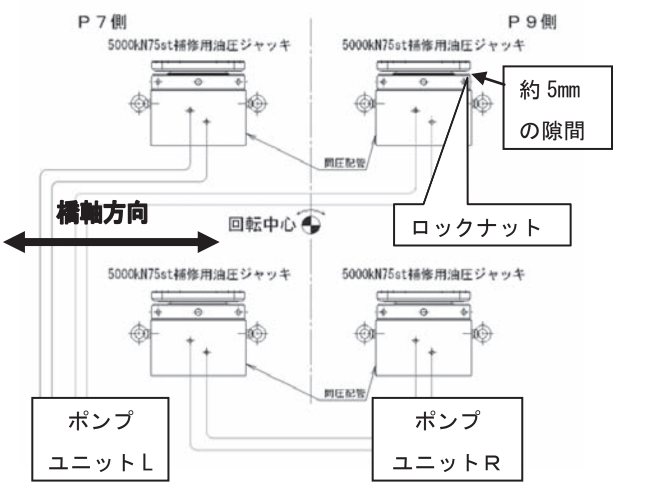
げられた。
・課題３：逐次剛結されるランプ部鋼桁と一般部鋼桁のたわみ差によりランプ部鋼桁受点に不等沈下が生じる。その結果、それを支持する一般部鋼桁の腹板に集中荷重が作用し局部座屈が生じる危険がある（鋼床版側は疲労に配慮し架設補強は最小限としている）。

３．対応策と適用結果

⑴　架設中の橋体の安定性の確保
・対応策１：中間支持ベントでジャッキによる反力管理（応力調整）を行い、一般部鋼桁の負曲げを軽減する方法を採用した。さらに、ベント上での受点を橋軸方向に分散させ（４点支持)、荷重の集中を軽減した。(図−６）
・対応策２：受点分散によりベント基礎の有効受圧面積を増加させ、さらに、縦取り架設段階毎に沈下量を計測し、その分のジャッキアップを行う方法を採用して圧密沈下の影響を排除した。ジャッキによる反力管理概要を以下に示す。



図−６　反力管理用ジャッキ配置状況



図−７　反力管理用ジャッキシステム図

①縦取り架設を行う前に中間支持ベント部でのジャッキダウンによりベント反力を減らし、ベント部には主に上載するランプ部鋼桁の荷重のみを負担させる（負曲げの低減)。
②500tf ジャッキ×４台により一般部鋼桁を支え、縦取り架設が進むにつれて生じる微少な変動を吸収し、架設する構造物に影響を与えないよう管理する。

架設段階毎の構造解析にて反力と安定性を検証し、現場では以下の点に留意して施工した。

（ⅰ)桁の回転角変化への対応

縦取り架設進捗に伴う一般部鋼桁の“たわみ”により支持点で桁の回転が生じ、終点側ジャッキに反力が集中するため、図−７に示すよう橋軸方向の二つのジャッキを同圧配管とし、常に起終点側のジャッキ反力を一定にする。

（ⅱ)鋼桁の左右高さの維持

架設時水平力や上載荷重の偏心による左右反力の変化に対して高さを維持するために、ジャッキの配管を左右で独立していることから、架設段階毎にジャッキストローク量を確認して調整する。

さらに、架設中はロックナットに５mm 程度の隙間を設けて常時ジャッキ間の同調を行うと共に、急激な変化（地震等）が生じても確実に支持できるように工夫した。

（ⅲ)基礎の全体沈下への対応

本工区は同一土層でもＮ値、深度、層厚が異な

り連続性が乏しく、第２層以降にも軟弱層が分布するという特性があった。杭基礎は支障物、振動問題により採用できなかったため、ベント基礎は可能な限り底面積を大きくして安定性を確保し、地盤改良併用の不等沈下に配慮したコンクリート基礎としている。

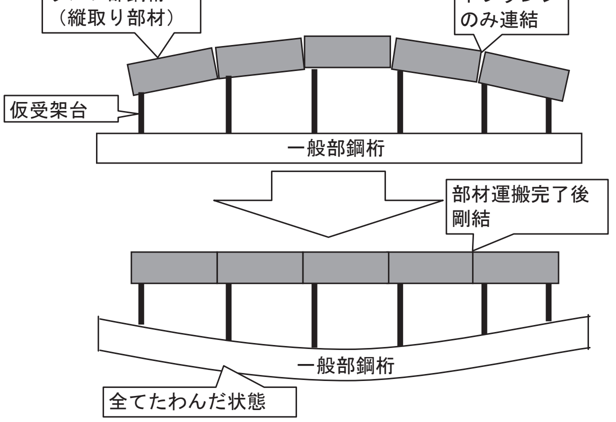
縦取り架設時の支持地盤圧密による全体沈下量は、ベント設置段階から計測した実測値を分析した結果、約40mm の沈下が想定されたため、その分をジャッキアップで対応できるようストローク75mm のジャッキを選定した。

・適用結果１：縦取り架設段階毎の中間支持ベントの実測反力は計画値を一時的に超過する場合があったが、高さ調整により社内管理値20％以内に調整でき、安定した施工管理ができた。
・適用結果２：ベント基礎沈下量は最大で約50mm となり想定値を若干超過した。しかし、前述のように良好な反力管理ができたため、沈下量の実測値に基づいてシミュレーションし、ランプ部鋼桁の架設高さを修正して対応した。

⑵　縦取り架設時の施工精度（そり）の確保

・対応策３：縦取り架設中のランプ部鋼桁の各部材は、一般部鋼桁のたわみ変形に追随できるように下フランジのみを連結した状態とし、縦取り部材を全て配置後に剛結する方法を採用した（図−８）。

実施工にあたり、縦取り完了時にランプ部鋼桁



図−８　縦取り部材連結イメージ図

図−９　縦取り軌条設備・ランプ部鋼桁運搬状況

が多点支持状態（無応力状態）となるように、たわみ変形について詳細にシミュレーションして仮受架台高を決定した。また、縦取り部材の運搬・連結時の安全性と施工性を確保するため、縦取り軌条設備は水平に設置した（図−９）。

・適用結果３：適切な仮受架台高の設定により剛結作業は順調に進捗し、ランプ橋のそりの施工精度は、全て規格値（±（25＋L／２））の50％以下の良好な施工管理ができた。

４．おわりに

今回の縦取り架設は、先行架設桁となる一般部鋼桁の耐力が確保できたことにより可能となったもので、特殊性の高い架設工法といえる。今後の適用についても、既設橋上で鋼桁を組立てる架設工法等において、最小限の架設補強で保有耐力を最大限に利用することを目的とし、ジャッキによる反力管理（応力調整）を応用することが可能と考える。

但し、これまで述べたように、あらゆる角度から架設時の安全性と施工精度の確保についてシミュレーションにより検証し、緻密な施工管理により実現できる工法であるため、設計・計画・施工の連携は言うまでもないが、各技術者が感覚にたよらず具体的な数値により検証していくことが重要と考える。

この他にも様々な問題があったが、チーム三宅・寺川として克服できたことに感謝している。

最後に、本工事の施工にあたり国土交通省近畿地方整備局をはじめとする関係各位に厚くお礼を申しあげます。

7

施工計画

新宮川橋上部工事におけるケーブルエレクション工法の安全性向上と地域貢献

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（監理技術者）
杉　本　浩　士
Hiroshi Sugimoto

１．はじめに

本工事は、三重県の南部を流れる宮川に架かる新宮川橋の架け替え工事である。

工事概要

⑴　工 事 名：新宮川橋橋梁整備工事（上部工）
⑵　発 注 者：三重県大台町役場
⑶　工事場所：三重県多気郡大台町御棟～唐櫃
⑷　工　　期：平成23年８月29日～
　　　　　　　平成24年12月20日

新宮川橋は、急峻な渓谷となっている箇所での工事であるため、ケーブルエレクション直吊工法で架設を行う計画であった。

２．現場における問題点

ケーブルエレクション直吊工法での架設は、現場の諸条件から以下の問題点があった。

⑴　右岸側ヤードの問題点

現場内のヤードは狭く傾斜が大きいため、大型クレーンの組立・解体が出来ない。そのため現状の計画ままでは鉄塔の組立解体作業に支障をきたす。また、クレーン据付位置上空に電線があるため、危険性が高いと判断した。

⑵　アンカー設備の問題点

アンカー設備は、グランドアンカー工法が計画されていたが、岩盤が地表より目視できず、かなり下にあることが予想された。これにより大幅なコストアップになり、安全性にも問題があると判断した。また、左岸側アンカー設備は民地田畑を借地して設置するため、除去式アンカー工法が計

図−１　着工前（左岸側から右岸側を望む）

図−２　右岸側ヤード

図−３　左岸側アンカー設備ヤード

画されていたが、特にケーブルクレーンの使用に安全性の問題があった。アンカー体の民地田畑への残置は地元地主への負担が大きく、従来のSEEE工法のアンカー体の撤去も大幅なコストアップになると予想された。

⑶　ケーブルエレクション工法の問題点

ケーブルエレクション工法は、危険性が高い工法であり、一つ間違えば設備の倒壊などの重篤災害になる。また、近年施工数が少なくなった工法で経験のある熟練した作業員も少なくなっている。

従来の施工方法では以下の問題点があった。

①ケーブルクレーン設備の問題点

ケーブルクレーンの運転は、設備が橋梁全長に渡るため運転者がすべてを目視で運転出来ない。そして、運転者はウインチの運転席でケーブルクレーンを運転することが多いが、視界が悪く無線での合図が頼りとなる。ウインチの運転席は、発電機やウインチの動作音で騒音が大きい。このような環境下でのケーブルクレーンの運転は、誤操作を招き重大災害に繋がることが懸念された。

②ケーブルエレクション直吊設備の問題点

直吊設備は、鋼桁自重をすべてケーブル（主索、吊索）で支持するため、ケーブルに大きな張力が掛かることになる。この張力の管理方法は経験に頼ることが多く、経験のある熟練した作業員が少ない昨今では、直吊設備の危険性が施工途中で判断為難いことになり重大災害に繋がることが懸念された。

⑷　公共工事の悪いイメージ

昨今では、公共工事が「税金の無駄使い」、「必要の無い道路を作っている」などの悪いイメージが付いてしまっている。特に本工事では、大掛かりなケーブルエレクション設備を設置するため、工事への疑問が地域住民から寄せられることが予想された。また、現場付近は遊魚者が多く訪れることが予想され、工事への協力をお願いしなければならなかった。

３．対応策と適用結果

⑴　右岸側ヤード問題点の対応策

対応策としては、右岸側ヤードに設置できるクレーンを選定し、それに合わせて鉄塔位置及びアンカー位置を検討し変更した。使用クレーンは、計画されていた100t吊りトラッククレーンから60t吊りホイールクレーンに変更した。それにより、クレーンの組立・解体が不要となり大幅な道路改良及び通行障害をすること無く鉄塔の組立・解体作業を行えた。この対応策は、地域住民への負担を低減し、コストダウンも図ることが出来た。

⑵　アンカー設備の問題点の対応策

対応策としては、グランドアンカー工法からコンクリートアンカー工法に変更した。コンクリートアンカー工法は安全性が高い反面、コストアップになるのだが、右岸側クレーンの組立解体費の削減及び右岸側構造物との兼用によるコンクリートアンカー残置をすることで当初計画時のコスト

図−４　60t吊りホイールクレーンによる右岸側鉄塔組立

図−5　補強土壁、重力式擁壁を兼ねた
コンクリートアンカー

とほぼ同等となった。これにより、客先に費用負担を求めること無く、安全性の高いアンカー設備を設置出来た。

⑶　ケーブルエレクション工法の安全性向上対策

①ケーブルクレーン設備

ケーブルクレーンの運転は、作業を目視できる位置にケーブルクレーン操作室を設けて、ウインチの運転席から遠ざける遠隔操作を行うこととした。そして、操作室から目視出来ない箇所にテレビカメラを設置しモニターにて監視した。これにより、危険性の高い桁架設作業をケーブルクレーン運転者が目視でき、合図者の負担の軽減した。また、ウインチや発電機の動作音の少ない箇所での運転は、無線による合図が聞き取り易く運転者から高評価を得た。テレビカメラによるケーブルクレーン設備の監視は、施工管理する我々も全体

図−6　ケーブルクレーン操作室内部

を集中管理出来る効果もあった。以上の対策は、安全性と作業性の向上に繋つながりトラブルや事故等無く桁架設を完了することが出来た。

②ケーブルエレクション設備

ケーブルエレクション直吊り工法の場合、これまで設備の全体的な管理は行われていなかった。そこで、本工事では設備の全体的な管理をリアルタイムに行うことにした。

a．ケーブル張力の管理

主索、吊索に張力計を設置し各ケーブル張力を各架設ステップに基づいて管理を行った。

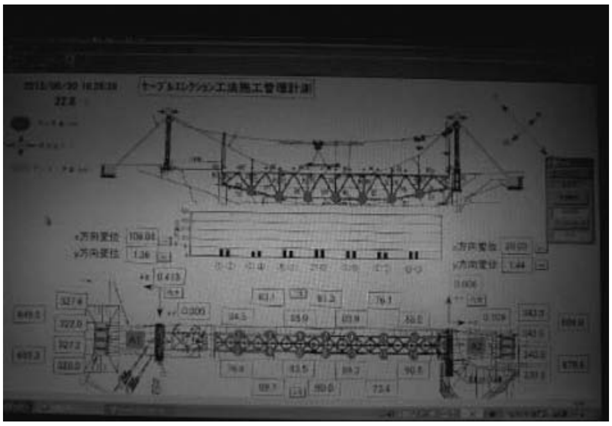
b．鉄塔の倒れ量の管理

鉄塔の倒れを傾斜計で二軸方向の監視をし、鉄塔基礎設備の異常の有無や、セットバック量の管理を行った。

以上の対策を行った結果、早期に異常を判断出来るため架設作業を安全で円滑に行えた。また、

図−7　ケーブルクレーン操作室

図−8　桁架設状況



図−９　リアルタイム管理用パソコンモニター

図−10　鉄塔傾斜計設置

架設後の桁の出来形精度も良くなった。

⑷　見学会等の実施

①地域住民参加による見学会実施

本工事では、地域住民との交流を図るため、以下の現場見学会を開催した。そこで工事概要やケーブルエレクション工法の詳細説明を行い工事への協力を求めた。

②地元小学生参加による体験型見学会実施

本工事では、小学校の総合学習の一貫として小

図−11　地元住民見学会

図−12　地元小学生による高力ボルト締付体験

学生が現場作業を体験することで、工事に対して興味を持つように現場体験型の見学会を実施した。

参加した中には、熱心に質問してくる小学生もおり、後継者不足と言われる我々の業界に少しでも将来来てくれることを期待している。

見学会等を開催した様子は地元広報紙に掲載され、地元ケーブルテレビでも放映された。これにより工事の内容が広く知れ渡ることになった。

４．おわりに

工事を無事故で終わることは、当然のことであるが、安全に工事を終える為の努力を地域住民の方々に理解して頂くことも重要であると考える。

本工事においては、安全性を見えるように様々な方策を行ったが、地域住民への負荷をなるべく低減する形で今後も続けて行きたいと考える。

また、熟練した作業員が少なくなっている昨今においてケーブル工事の技術の伝承を如何に行うかも課題である。作業員にも危険性を解りやすく見える形で提供し安全性を向上させることも我々の課題と考える。

「橋を架ける技術」は諸先輩方が苦労を重ねながら培った技術であり、将来に伝承していかなければならない。しかしながら「不易流行」の理念を下に、今後も良い技術を残しつつ新たな技術も取り入れたいと考える。

8

施工計画

海の中道大橋　一括吊上げ架設における工夫

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　工事主任
塩　田　恵　市○　川　崎　嘉　則
Keiichi Shiota　Yosinori Kawasaki

１．はじめに

海の中道大橋は福岡市のアイランドシティー地区と雁の巣地区を結ぶ３径間連続鋼床版バランスドアーチ橋である。周辺道路の渋滞解消のための４車線化事業の一環で側径間と中央径間が３分割して発注され、当社は中央径間の施工を請負った。

工事概要

⑴　工 事 名：都市計画道路海の中道アイランド線橋りょう新設工事（上部工・その４）
⑵　発 注 者：福岡市
⑶　工事場所：福岡市東区大字みなと香椎３丁目
⑷　工　　期：平成22年12月23日～平成24年９月12日
⑸　橋梁形式：３径間連続バランスドアーチ橋
⑹　橋　　長：260.0m〔施工長：107.6m〕
　　支 間 割：60.0m＋140.0m＋60.0m
　　幅　　員：7.5m（車道）＋4.0m（歩道）
　　鋼　　重：893ton

橋桁は当社の四国工場で製作し、地組後に大型起重機船を用いて浜出しを行い、台船にて海上輸送を行った。現地では側径間の桁上に吊上げ設備を設置し、4.5mの一括吊上げ架設を行った。

吊上げ後は予めセットバックしていた両側径間をセットフォーする事で桁の閉合を行い側径間と接合する工法であった。

２．現場における問題点

本橋はアーチと補剛桁で荷重を分配する構造であり、吊上げ後にはアーチリブと補剛桁を同時に添接の必要があった。そのため、接合部は高い精度を要求されるが、分割発注であり添接位置での実仮組みはできなかった。また、仮組時と吊上げ時では支持状態も異なるため、設計・製作・架設の誤差により吊上げ時に仕口角度が合致しない事

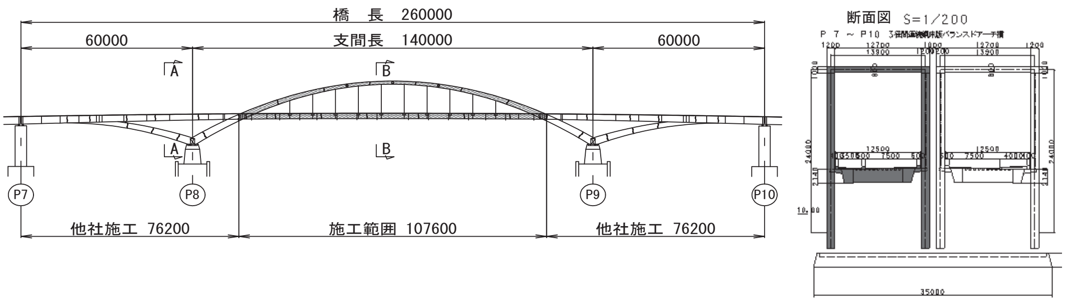


図-１　構造一般図

が懸念された。

また、吊上げは補剛桁上であり、断面方向のたわみにより相対誤差の発生も予想され、確実に閉合ができる対策を講じる必要があった。

3．対応策と適用結果

前述の問題を解決するために、各段階において下記の対策・工夫を行った。

a．設計段階での対策

①部材毎で鋼重を精査して解析

②ベント位置を考慮した架設系にて解析

③吊上げ設備重量を考慮した解析

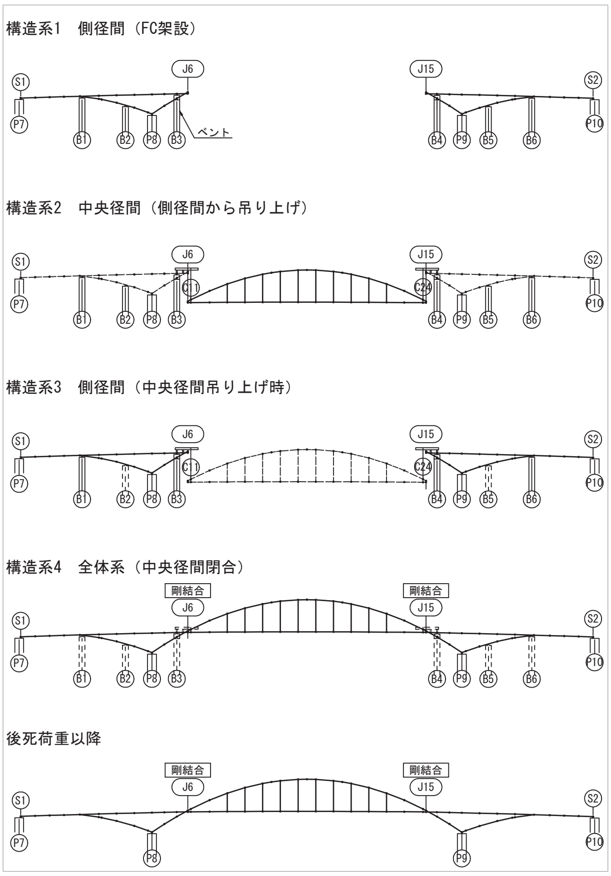
上記により解析精度の向上を図った。（図−２）

b．工場製作時の対策

①各製作会社において製作寸法の共有と規格値の厳格化

1）各社の部材寸法をデーター共有

2）接続部断面の側縦桁、縦リブ取り付け位置をシナイ定規により実測して相互に確認



図−２　解析ステップ

3）側径間架設後に仕口角度の計測

4）添接部の規格値を１／２で厳格化管理

②部材長（部材端の調整加工）

予め長く製作しておき、現地計測後に部材端を加工することで製作誤差を吸収した。

③工場で中央径間の支点支持を実施

工場浜出し前に現場の吊上げ時と同じ支持状態とし、予め仕口の回転量を確認した。

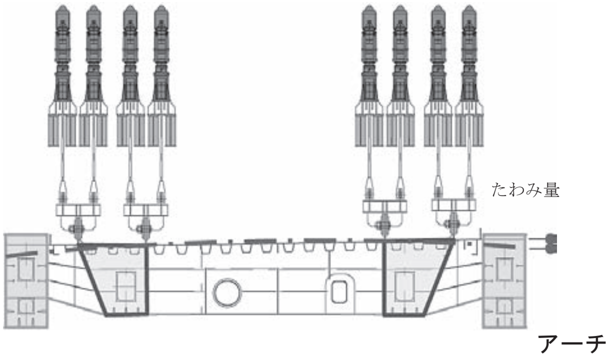
④添接板（計測後の製作）

閉合部の添接鈑は、現地計測の結果と工場の支点支持時の仕口形状、吊上げ時の解析結果より推定して製作した。

c．現地での対策

①吊上げ構造による添接順序の決定

吊上げは補剛桁を吊上げるため、断面方向のたわみが発生する。事前にたわみ差を想定し、アーチ部を先行して添接することとした。



図−３　吊上げ時（イメージ）

②セットフォー設備

桁の閉合を行うため、様々な設備を各所に設けた。事前に設備の稼働状況を確認し、セットフォーで桁の閉合作業を行った。（図−４）

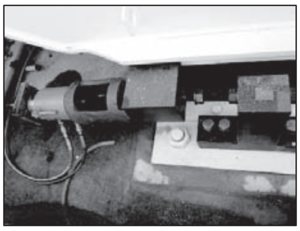
d．出来形精度向上対策と安全対策の工夫

①工場でのケーブル張力調整

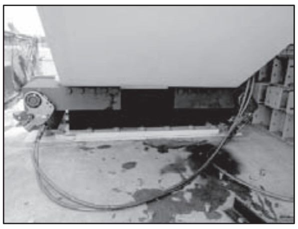
工場仮組後に支点支持状態として形状を確認した後、ケーブル張力調整を行うことで、現場での張力調整と高所作業の低減を図り、出来形精度の向上を図った。

②支持架台の荷重管理

海上輸送時はアーチリブの形状保持のために仮支柱を設置した。搭載する台船の支持点の荷

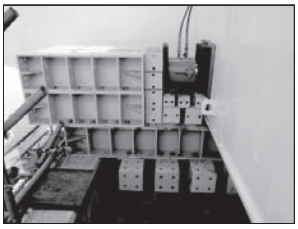


支承拘束開放(P7,P8)
センターホールジャッキ使用



支承拘束開放(P9,P10)
油圧レンチ使用

ベント上セットフォー



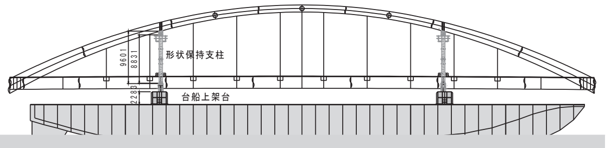
中間支点セットフォー

図−4　セットフォー設備

重は設計値の±10%で管理し、海上輸送中の桁の損傷を防止した。(図−5,図−6)

③吊上げ架設時の安全対策

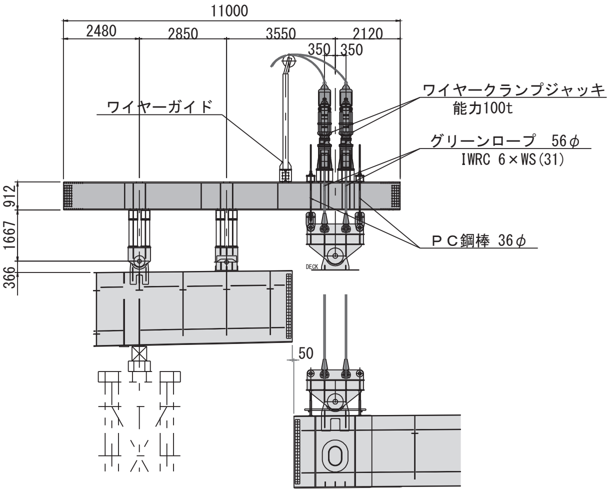
吊上げは32台の100t ワイヤークランプジャッキを使用して吊上げを行い、ワイヤークランプの荷重とレーザー距離計による吊上げ量を集約して操作室のモニターで制御を行う集中管理システムを構築した。これにより一元化した吊上げ架設の管理を行った。



図−5　支柱配置図

図−6　台船上での反力調整

図−7　吊上げ設備（全景）



図−8　吊上げ設備構造図

また、ワイヤークランプ装置には十分な保持能力を有しているが、追加の設備として

1）機械式クランプの取付け（図−9）

2）ワイヤー破断に備えてPC鋼棒を配置（図−10）

上記により二重・三重の安全対策を講じた。

吊上げ架設当日は隣接する道路を通行する車

図−9　機械式クランプ

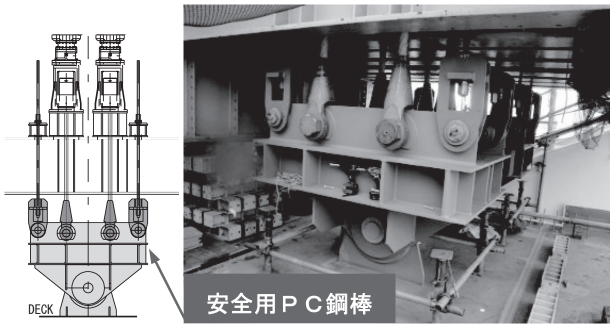


図-10　PC 鋼棒の配置

両への配慮から、道路を交通規制した後に台船の移動を行い、所定位置に係留した。

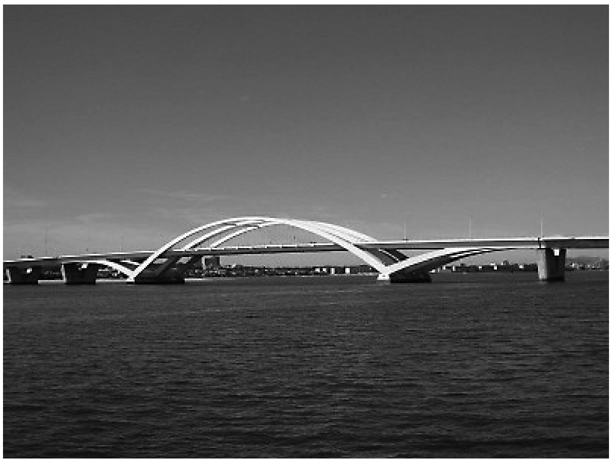


図-11　完成

吊上げワイヤーを降下させて橋桁の金具へのピン挿入の後、4.5mの吊上げを行った。吊上げ後に前述のセットフォー設備にて桁の閉合を行い、アーチ・補剛桁の順で桁の添接作業を行い、無事架設を終了した。

高精度な解析と計測結果を反映した仕口角度が現地仕口角度と合ったため、円滑にボルト添接作業を行う事ができた。

高力ボルト締付、鋼床版溶接の後にケーブル張力調整を行い計測した出来形は、規格値を満足する良好な結果であった。

５．おわりに

本工事は平成24年９月12日に無事竣工した。本工事で採用したワイヤークランプジャッキによる吊上げ架設は作業時間の短縮等の利点もあり、吊下げ工法も含め、今後は施工の機会の増加が予想される。今回の閉合に向けた工夫や架設時の安全対策は同種工事への適用も可能であり、今後の施工物件の参考となれば幸いです。

最後に、本工事を進めるにあたり発注者および工事関係者の方々に御指導、御協力して頂きました。ここに深く感謝致します。

施工計画

23径間連続桁の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
高田機工　株式会社
第１工区現場代理人　松　本　　剛○　Takeshi Matumoto
第２工区現場代理人　平　田　圭　介　Keisuke Hirata

１．はじめに

本橋は、静岡県東部に位置する東駿河湾環状道路の一部、大場・函南IC～函南塚本IC間を結ぶ橋長1,246.5mの橋梁である。

本橋は、耐震性や走行時の静寂性向上のため23径間連続橋で設計しており、23橋脚中21橋脚は、桁の伸縮量を軽減させるため固定支承となっている（図-１）。そのため、温度変化により桁に軸力が導入され橋脚には大きな負担となる。固定支承は施工時可動（$\mu=0.15$）・完成時固定となるFxSB支承（図-６）を採用した。現場は人口集中地区に指定されており、国道136号、伊豆箱根鉄道、その他７本の町道を跨いでいる。着工前より街路工（24年度）及び上部工（25年度）の開通が予定されており約30工事が錯綜する中、着工した。

本橋は国内では施工実績の無い鋼23径間連続鈑桁橋であり、特に施工上の課題、問題点や創意工夫した点を以下に記述する。

工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度［第21-D3700-01号］（国）１号函南高架橋伊豆縦貫自動車道関連受託工事（上部工第１・２工区）

⑵　発 注 者：静岡県沼津土木事務所

⑶　施工場所：静岡県田方郡函南町地内

⑷　工　　期：平成22年３月20日～平成24年５月31日

⑸　橋梁形式：鋼23径間連続合成床版少主鈑桁橋

⑹　橋　　長：1,246.5m

⑺　重　　量：1,812t＋1,496t＝3,308t

図-２　完成写真

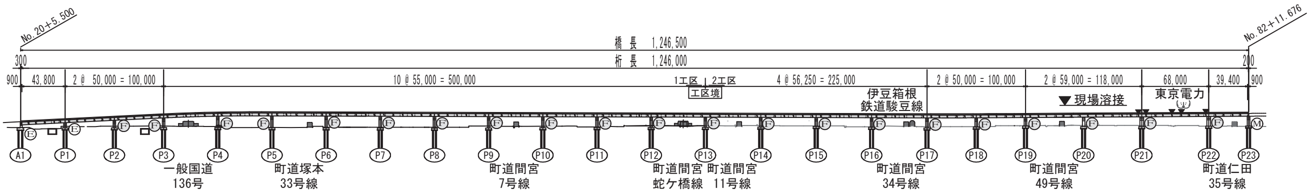


図-１　一般図

2．現場における課題・問題点

⑴　工場製作誤差

本橋は、全140ブロックの主桁より連結されているため、１ブロック当たりの小さな誤差が橋全体では大きな誤差となる。例を上げると、１ブロック当たりの誤差が＋２mm 発生したとすると全長で280mm 長くなる。そのため、製作誤差を小さくするための検討が必要であった。

⑵　製作誤差に対する支承固定位置の決定

製作誤差の発生により支承固定位置が変化する。過った箇所で固定すると橋脚に大きな負担、悪影響を与えることになる。

⑶　橋脚の許容水平力

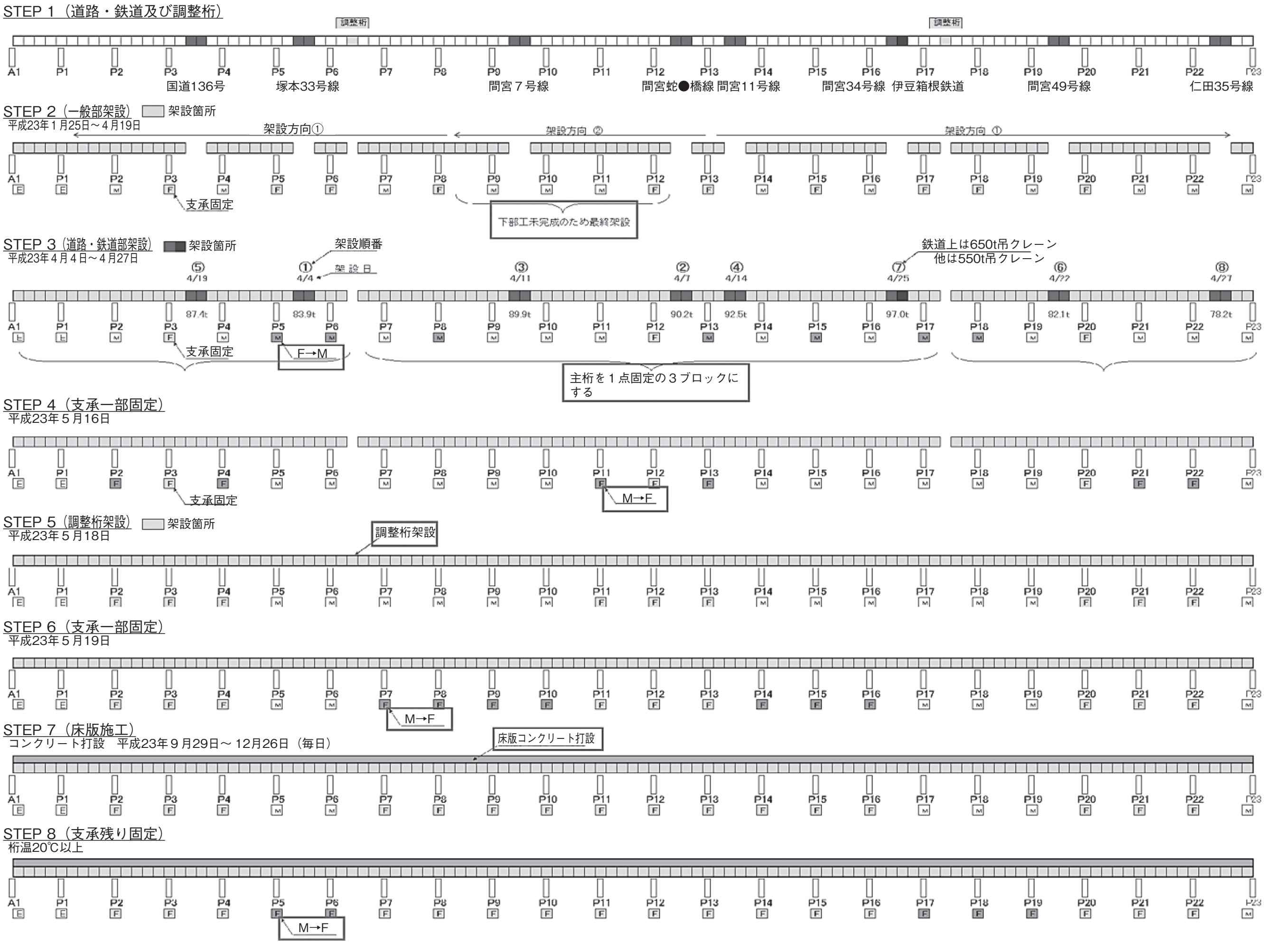
本橋は、23径間の多点固定となっているため特にＰ２橋脚には大きな水平力が加わる。床版施工前の解析では20±25℃時に許容水平力の84％に達する。しかし、桁の架設完了時の５月中頃から床版コンクリート打設開始の９月末頃までは、日射の影響を直接桁に受けるため桁温が上昇し、100％を超える可能性があった。

3．対応策と適用結果

前項で記述した問題点に対し以下に示す対策を実施した。

⑴　調整桁の設置

品質・安全・工程を考慮し、工場製作段階で約10主桁に１本の割合で仮組立時の誤差を考慮し調整桁を設けた。さらに、現場施工ではＰ６～Ｐ７間、P17～P18間に各１本調整桁を設けた。詳細



図−３　施工ステップ

な手順は、23径間の桁を大きく３ブロックに分割し（図−３）、トラッククレーンベント工法により、ヤード内は360ｔ吊トラッククレーン、道路上は550ｔ吊トラッククレーン（図−４）、鉄道上は650ｔ吊クローラクレーンを使用して架設を行った。また、３ブロックの中心支承は固定とし、その他は可動とした。支承タイプは、架設工法と橋脚の耐力を考慮し、Ａ１,Ｐ１は反力分散沓、Ｐ２〜Ｐ22は施工時可動（滑り面に0.15の摩擦係数を確保するため二硫化モリブデン塗布）・完成時固定とできる FxSB 支承、P23は可動支承を採用した(図−３（STEP３)。

図−４　国道上架設

調整桁の計測は、桁温（内部温度含）及び桁の伸縮が安定した夜間に実施した。計測値が安定し、工程の都合もあったため３回で終わらせた（表−１）。調整桁は、事前に設計値に対し40mm 長く製作しており計測結果を基に残りの加工を施し工程短縮を図った。

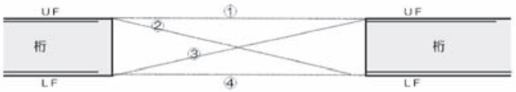
調整桁製作完了後、５月中頃の桁が縮んでいる夜間（桁温20℃未満）に架設を行い、片側のみボルトを締付けた後、翌朝桁温が20℃に達した午前９時頃に２箇所（Ｐ６〜Ｐ７間, P17〜P18間）同時に残り片側のボルトの締付を行って、橋長1,246.5ｍの橋が繋がった（図−５）。

⑵　支承固定要領

一般的な施工では、全ブロック架設後に沓座モルタル施工を行うが、本橋は調整桁長・支承固定

表−１　調整桁計測結果

計測箇所を下記に示す。
側面図



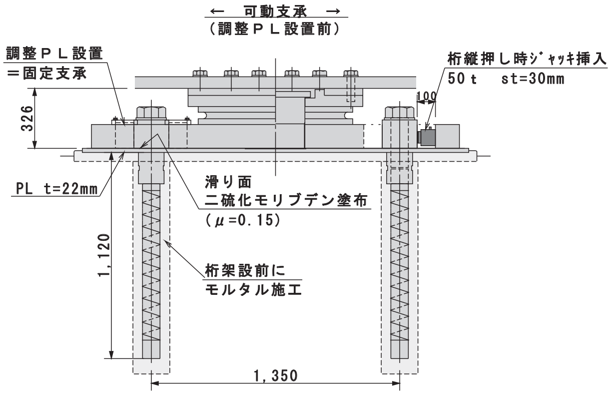
１工区　設計桁長　9.342　m
伸縮桁長　186.125m・29.486 m　1℃　→　5.8　mm

計測箇所		番号	1回目 計測値	1回目 外気温	1回目 [illegible]	1回目 20度補正	2回目 計測値	2回目 外気温	2回目 [illegible]	2回目 20度補正	3回目 計測値	3回目 外気温	3回目 [illegible]	3回目 20度補正	平均 20度補正
P6〜P7	G1	①	9.421	8.2	8.3	9.353	9.356	18.4	19.2	9.353	9.352	20.2	20.0	9.352	9.353
		②	9.856				9.797				9.795				
		③	9.856				9.797				9.788				
		④	9.421				9.360				9.353				
	G2	①	9.426	8.2	8.6	9.361	9.362	19.3	19.3	9.359	9.355	20.0	20.5	9.360	9.360
		②	9.863				9.805				9.800				
		③	9.863				9.800				9.792				
		④	9.429				9.364				9.358				

２工区　設計桁長　9.800　m
伸縮桁長　300.1m・129.1429 m　1℃　→　5.2　mm

計測箇所		番号	1回目 計測値	1回目 外気温	1回目 [illegible]	1回目 20度補正	2回目 計測値	2回目 外気温	2回目 [illegible]	2回目 20度補正	3回目 計測値	3回目 外気温	3回目 [illegible]	3回目 20度補正	平均 20度補正
P17〜P18	G1	①	9.862	8.0	7.3	9.796	9.802	18.5	19.2	9.797	9.798	19.0	19.7	9.796	9.796
		②	10.281				10.221				10.215				
		③	10.281				10.222				10.214				
		④	9.862				9.800				9.797				
	G2	①	9.859	8.0	7.3	9.793	9.798	18.9	19.2	9.793	9.792	19.0	19.9	9.791	9.792
		②	10.276				10.218				10.211				
		③	10.276				10.217				10.210				
		④	9.858				9.795				9.792				

図−５　調整桁架設



図−６　支承側面図

位置の微調整を行うため、分割架設区間における固定沓の無収縮モルタルの先行施工を行った。

表-2　支承固定位置

箇所	A1	P1	P2	P3	P4	P5	P6		P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17		P18	P19	P20	P21	P22	P23
G1	14	3	4	FIX	1	8	12	調整桁	0	5	-1	-3	-11	FIX	6	17	19	22	19	調整桁	1	8	FIX	3	-7	-7
G2	12	3	1		6	5	13		-4	10	4	0	-11		7	19	26	23	20		-4	5		-3	-12	-18
	反力分散																									可動

基準線に対して　＋：終点側
－：起点側

支承固定位置の決定は、図-３（STEP３）の状態で調整桁計測同様桁の伸縮が安定している夜間に９日間行いそのデータを基に固定位置を決定した。固定は、アンカーボルトの前後に調整PLの厚みを変えて、計画値に基づきセットし固定した（表-２）。

⑶　桁の冷却

調整桁の架設前から橋脚の安全性を確認するため別工事にて応力の計測を24時間体制で行っており許容水平力の75％を超えた時点で連絡が入る体制をとっている。

桁を冷やす対策は、事前に施工要領を協議し、安価で効果的な次項の案を採用した。①試験的に民家の少ないＡ１～Ｐ３で行う。②直射の影響を受けやすい上フランジ上面を対象とした。③桁上にコンクリート養生マットを施し、その上に散水するための「チューブタイプの水まき」をセットし、さらに飛散対策として安全ネットで覆い強風時の対策を施した。散水効果は大きく、一例を挙げるとシート無40.3℃、シート有32.8℃、散水部（５分後）31.8℃、その後徐々に降下していく傾向であった。

⑷　結果

今回の施工は橋脚に大きな負担となるため、最も負担の大きいＰ２橋脚とP22橋脚に別業務にて計測機を取り付け、設計や施工の確実性を常時確認し施工した。その結果、ほぼ解析値通りの挙動を示す結果となった。支承の可動は摩擦係数0.15あり０では無いため、桁が伸縮し摩擦が耐えきれなくなったところで挙動するので大きな計測誤差が懸念された。しかし、計測回数を増やし平均を取ることにより対応できた。桁の計測結果の挙動を確認すると、特に影響は無かったと言える。桁を冷やす作業も桁下の蛇口を回せば水が出る状態にしていたため、誰でも容易にできるようにしていたのは得策だった。

図-７　桁の冷却状況

４．おわりに

本工事は、過去に実績も無く施工上予測が立ちにくいところもあったが、「転ばぬ先の杖」では無いが設計段階から先手、先手で作業を進めることにより視界が開け、道が見えてくる状態となった。設計、計画、現場そして反省と緻密な作業を確実に遂行していった成果もあり無事故・無災害で作業を終えることができた。これからも、このような特殊な橋が計画されることも多いと思うが、本稿が助力となり今後のさらなる合理的な工事に資すれば幸いである。

最後になりましたが、本工事の設計、施工にあたりご指導いただきました発注者の方々をはじめ、関係各位の皆様に、この誌上をお借りし厚くお礼申しあげます。

10

施工計画

大通りを横断する歩道橋架設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック
現場代理人　岡　本　　茂○　Shigeru Okamoto
設計担当者　板垣　定範　Sadanori Itagaki

1．はじめに

本工事は，東京湾に近接した海浜大通りを横断する単径間パイプアーチ型の歩道橋工事である。施工範囲には基礎工，下部工，上部工，橋面，周辺歩道等復旧が含まれていた。

橋梁はP1, P2にて下部工と一体化するラーメン構造を採用している。鋼桁はパイプアーチ，床版はプレキャストＰＣ床版を採用し，スレンダーなシルエットとなるよう景観に配慮されている。

跨道部は，上下６車線の市道を１夜間４時間（0:00～4：00）の通行止めを行い，一括架設を行った。

工事概要

⑴　工 事 名：幕張Ａ地区住宅地海浜デッキ整備工事（上部工）
⑵　発 注 者：千葉県企業庁
⑶　工事場所：千葉市美浜区打瀬３丁目～美浜
⑷　工　　期：平成22年９月３日～
　　　　　　：平成24年３月25日
⑸　構造形式：単径間パイプアーチ橋
⑹　橋　　長：63.15m
⑺　幅　　員：4.00m
⑻　鋼　　重：103.5 t

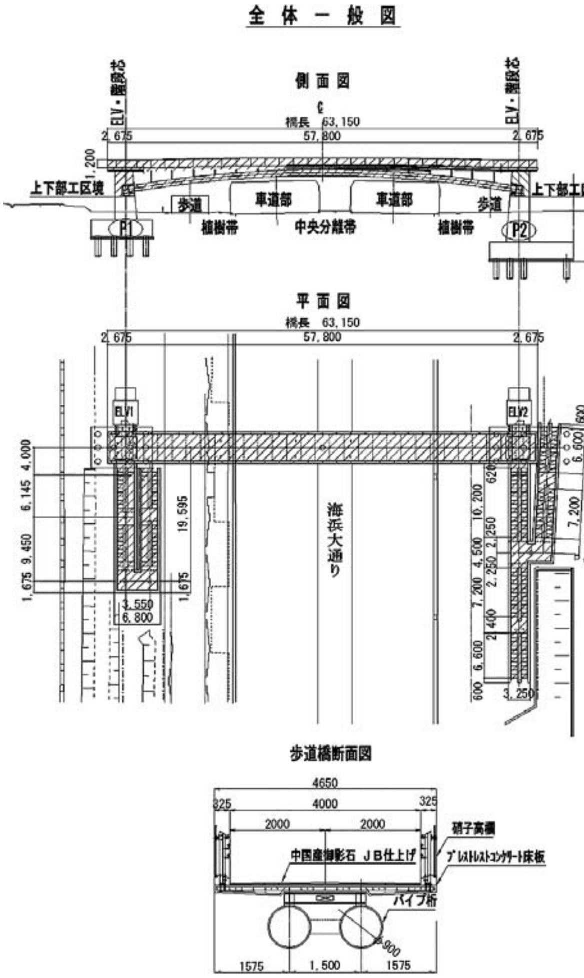
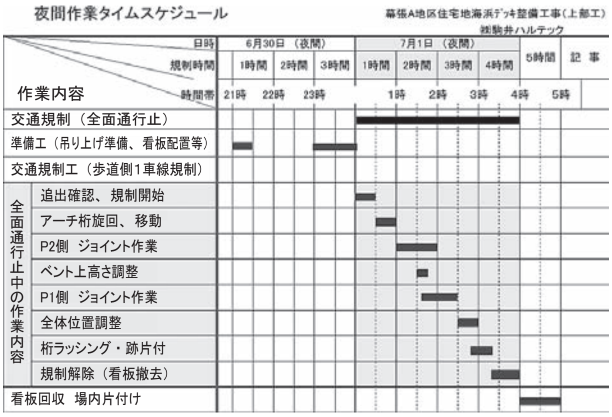


図-1　一般図

２．施工における課題

１）今回の交通規制は１夜間に限定され，また幹線道路を最大10ｋｍ迂回させることによる交通影響が広範囲となるため確実な施工による交通規制時間の短縮が求められた。

表−１　タイムスケジュール



２）東日本大震災により橋脚付近に液状化が生じ，橋脚の引渡し時期が遅れたことにより，現場施工期間短縮の対策が必要となった。

３．対応策と適用結果

１）継手部形状の変更

継手部のクリアランスを確保し，架設時間を短縮できるように先に架設した継手部仕口を上に開け，一括架設時の桁落とし込み施工が行い易くなるよう，現場溶接継手部の仕口形状を斜め受け形状とした（図−２）。

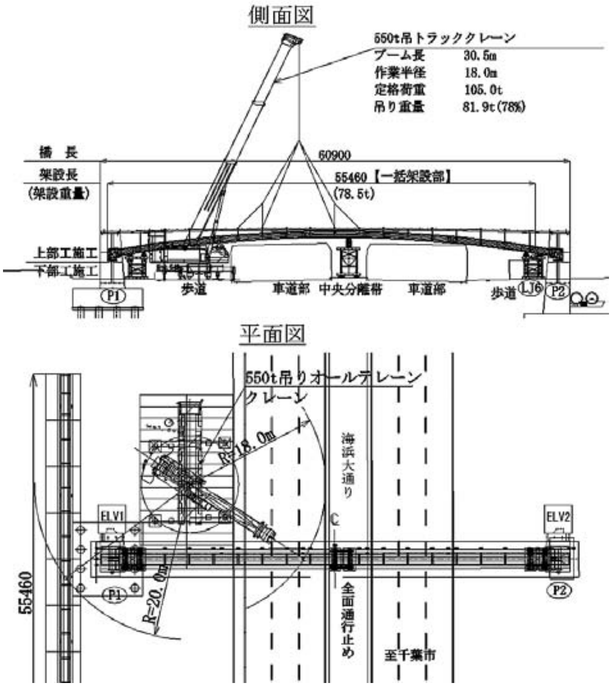
図−２　該当継手部架設状況

２）地組桁の変更

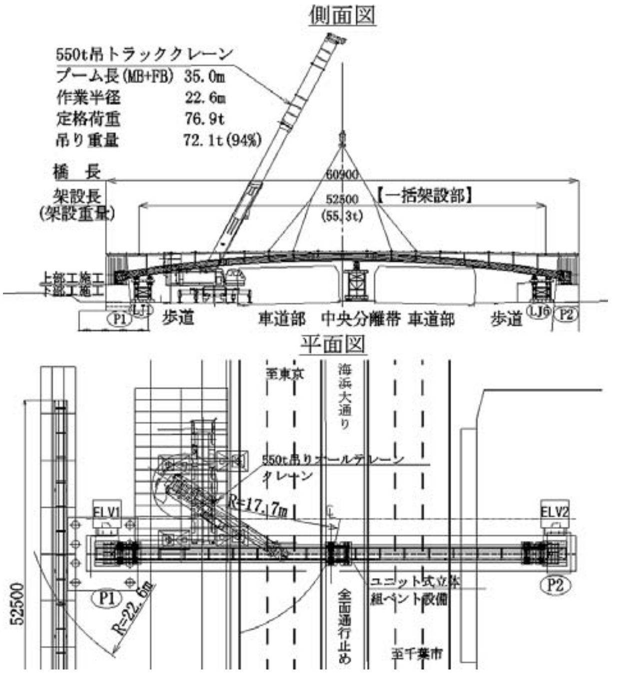
当初，Ｐ２側アンカーフレームおよび第１節をＰ２前のベントを用いて事前に設置し，Ｐ１側のアンカーフレームおよび桁を地組し一括架設を行う計画であった。

先行して単材架設するＰ２橋脚のアンカーフレームの配置前確認を行ったところ，アンカーフレームと鉄筋の干渉が判明したため（図−３），鉄筋の加工とアンカーフレームの加工を行う必要があり，加工完了後にＰ２側は，結合部鉄筋を縫って設置完了した。しかし，当初計画の通りＰ１側基部まで大ブロック地組した状態で基部の結合部鉄筋を縫って規制時間内で一括架設する事は，不可能であると判断した。

図−３　Ｐ２橋脚部架設前状況



図−４　変更前架設計画図



図−5　変更後架設計画図

そこで，Ｐ２橋脚もＰ１橋脚同様，アンカーフレームおよび第１節はベントを用いて事前に設置し，径間部を地組して一括架設する方法に変更した。

変更前の架設計画図を図−４に，変更後の架設計画図を図−５に示す。

上記対策に加え，架設桁端部と中央部に仮受ベントを配置することにより，４時間の通行止め規制を予定通り解除することが出来た。

３）架設足場の先行取付け

地組桁架設後の足場設置作業は，交通規制を回避するため，桁地組立時に設置し足場を含めた一括架設を行った。

図−６　足場先行設置

図−７　夜間架設状況

架設重量は，桁自重に加え約13ｔ増加したが，足場設備を地上にて架設部材に先行取付けすることで，足場設置に伴う交通規制回数を減らすことができた。また不安定な状態で桁と足場を存置する期間を無くし道路上への落下物を防止することができ，道路利用者（車両・歩行者）に対する安全性を大きく向上することができた。

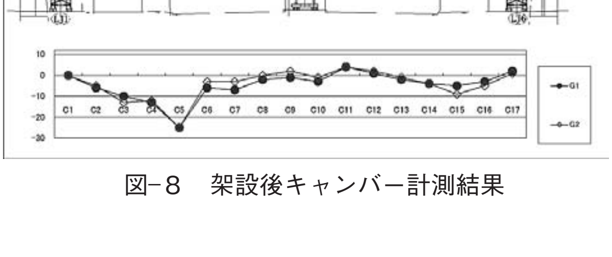
４）桁キャンバーの調整

一括架設後のLJ１，LJ６の脚基部との添接部は，確認すると上部のルートギャップが広く，下部が狭いＶ字型となり添接することができない状態であった。

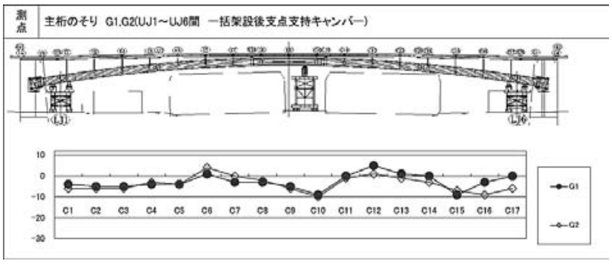
架設後のキャンバー計測結果を図−８に示す。

原因は，Ｐ１・Ｐ２橋脚アンカーフレームが下部工と一体化されていないため，設計値より大きなたわみが生じ，添接部付近の桁高さが支間中央側に下がっていることが分かった。

架設系を考慮し３点固定でのたわみを再計算にて確認し，支間中央に設置したベントを所定の高さまで上げ越して現場継手部の仕口高さを調整し整合させた。この調整作業によりルートギャップが平行となり，エレクションピースのドリフトピンと仮ボルトを挿入し，キャンバーを確認後，現場溶接前および剛結部のコンクリート打設施工を



図−８　架設後キャンバー計測結果



図−9　架設完了後キャンバー計測結果

行った。

この結果，架設完了キャンバーの施工誤差は，±10mm 以下という良好な出来形確保を可能とした（図−9）。

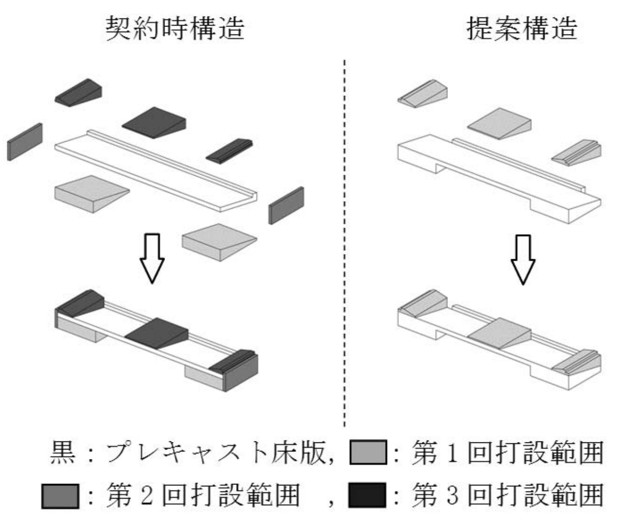
５）プレキャスト床版構造の変更

契約時の階段部プレキャスト床版は平板構造であり，底板，地覆，側板を場所打ちコンクリートにて施工する構造を採用していた。

完成時の景観は変更させず，現場工期を短縮させる方法として，現場におけるコンクリート打設回数，型枠施工，型枠撤去作業を減らせるよう，底板および地覆をプレキャスト床版として工場で施工する一体構造を提案し，現場工程を短縮した（図−10）。

６）橋脚剛結部鉄筋構造の工夫

剛結部の配筋計画では，アンカーフレーム（図−３）周囲の鉄筋が入り組んでいたためアンカー



図−10　プレキャスト床版構造

図−11　シーサイドデッキ完成写真

フレーム据付け後の配筋作業が煩雑かつ組立困難な部位もあったことから、鉄筋の接合方法を重ね継手方式に替えエンクローズド溶接継手方式を，また中間帯鉄筋の定着部をＲフック加工から EG 定着（円形の機械式定着板）工法を採用することとした。

これらの工夫により当初，困難と考えられていた配筋作業を速やかに施工することができ所要の工程確保が可能となった。

４．おわりに

本橋は，景観に配慮しパイプアーチと階段桁の丸柱，これらの曲線により柔らかい印象を与える構造になっている。高欄内には，LED 照明が埋め込まれ，その外側には飛来落下防止ガラスを設置したデザイン性を重視した美しい歩道橋である。また，エレベーターがベイタウン側および公園側に１基ずつ配置され，和紙を挟み込んだガラス内部からの照明により遠方から見ると提灯をイメージした光を発する。

様々な諸条件をクリアし，ベッドタウンのランドマークを無事故・無災害で完工することができた。

工事を御指導いただいた千葉県企業庁の方々から現場で安全第一に施工に当たっていただいた作業員の方々まで，この場をお借りして関係各位の皆様に御礼を申し上げます。

11

施工計画

現位置での横断歩道橋掛け替え工事の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　駒井ハルテック

現場代理人	監理技術者	工事課長
堀　口　耕　平○	桑　原　英　之	澤　田　　　裕
Kohei Horiguchi	Hideyuki Kuwabara	Yutaka Sawada

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：（高関）SJ22工区⑵横断歩道橋上部及び橋脚工事

⑵　発 注 者：首都高速道路（株）東京建設局新宿工事事務所

⑶　工事場所：東京都渋谷区富ヶ谷１丁目、富ヶ谷２丁目上原１丁目

⑷　工　　期：平成22年８月３日～平成24年３月24日

⑸　橋　　種：立体横断歩道橋

⑹　橋　　長：22.9m＋24.7m＋23.6m＋22.1m（ゲルバー支間長）

⑺　幅　　員：標準幅員３m（通路部）、２m（階段部）

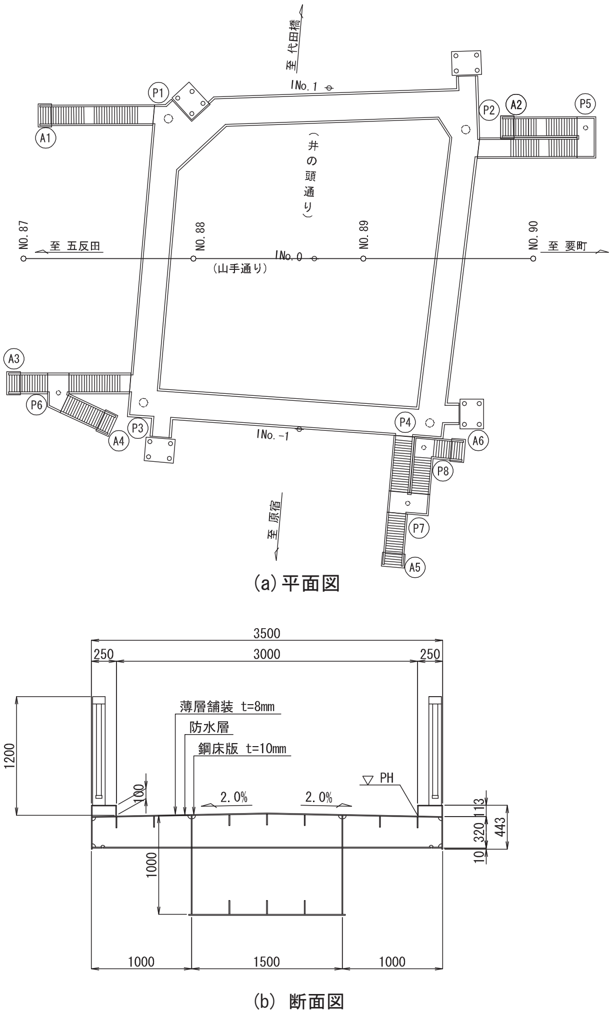
⑻　形　　式：通路部；ゲルバー式単純鋼床版箱桁橋、階段部；中路式階段桁橋

⑼　架設工法：トラッククレーンベント架設

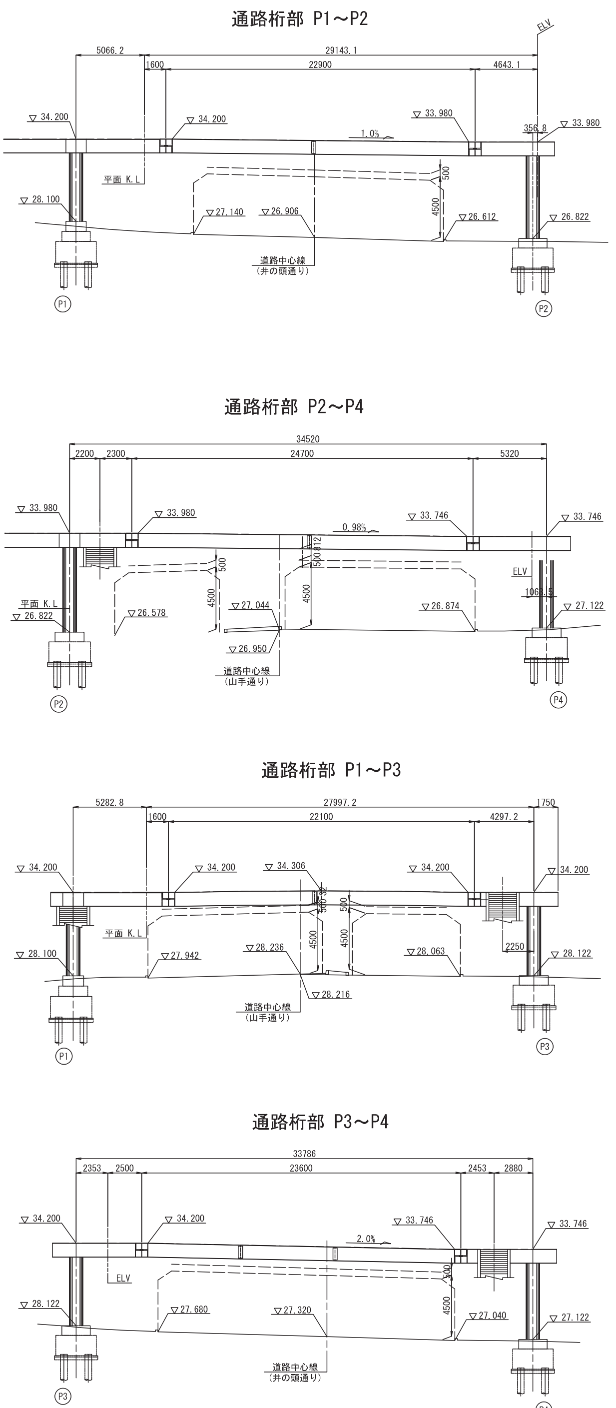
⑽　鋼材重量：206t

本橋の平面図、断面図を図－１に側面図を図－２示す。

富ヶ谷歩道橋は東京都市計画道路幹線街路環状６号線（山手通り）と東京都道413号赤坂杉並線（井の頭通り）の交差点に設置されたゲルバー式単純鋼床版箱桁橋である。施工内容は東京都市計画道路幹線街路環状６号線の整備工事による道路幅の拡幅に伴い、旧富ヶ谷歩道橋の現位置で架け替える工事であり、旧歩道橋利用者が多いことから供用中の旧歩道橋（X型）を撤去する作業と新設歩道橋（ロの字型）を架設する作業を輻輳し、



図－１　構造一般図



(c)側面図

図-2　構造一般図

一般利用者の通行経路を確保することが絶対条件となっている。本報告では、上述した条件での架設施工概要について記述する。

2．現場における留意点

前段で述べた既設歩道橋撤去及び新設歩道橋架設時の第三者利用可能な経路確保の条件として、歩道橋及び横断歩道を利用し、利用者経路を３系統確保が必須条件であった。また、この歩道橋は近隣小学校の児童通学ルートでもあるため、交通量が多い富ヶ谷交差点においては、児童の交通事故防止対策も十分に考慮しなければならなかった。

さらに撤去・架設作業では、交通量の多い富ヶ谷交差点の通行止め及び車線規制を行う必要があったため、交通規制においては渋滞緩和及び交通事故防止対策に万全を期すことが重要であった。

３．留意点の対応策

１）撤去・架設計画

既設歩道橋と新設歩道橋は、同位置での歩道橋架け替え作業となるため、架け替え作業のステップ手順を詳細に計画立案した。架け替え順序（ス

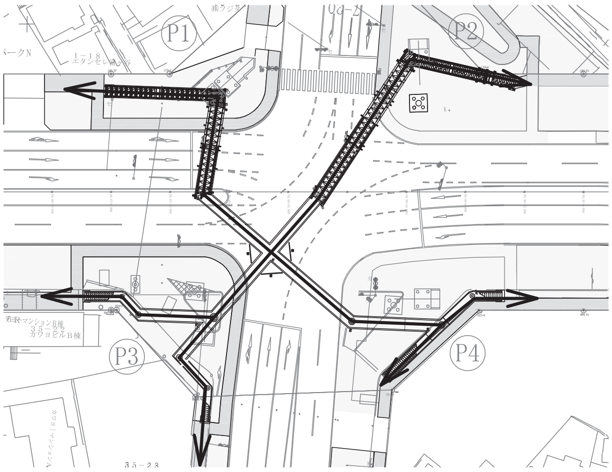


図-３　ステップ-１（施工前状況）

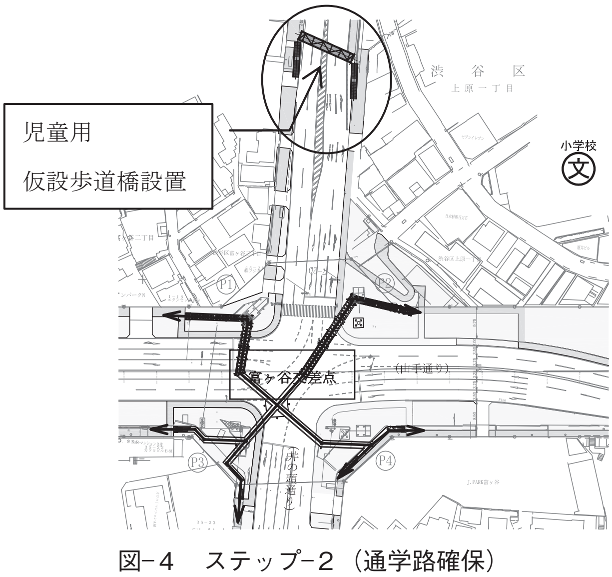
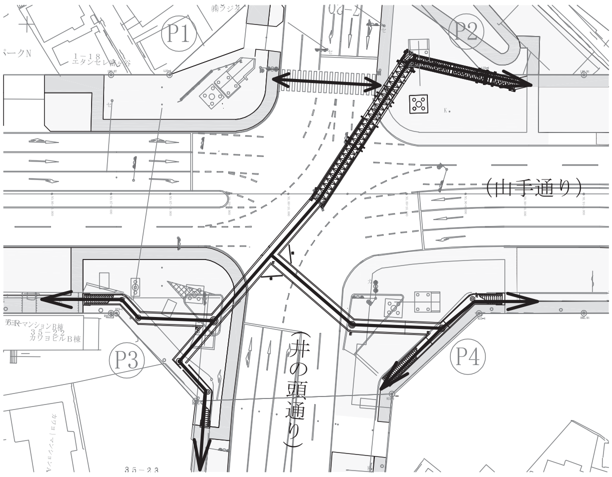
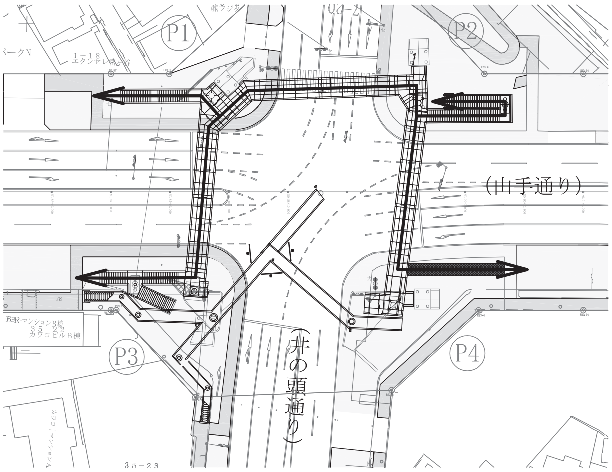


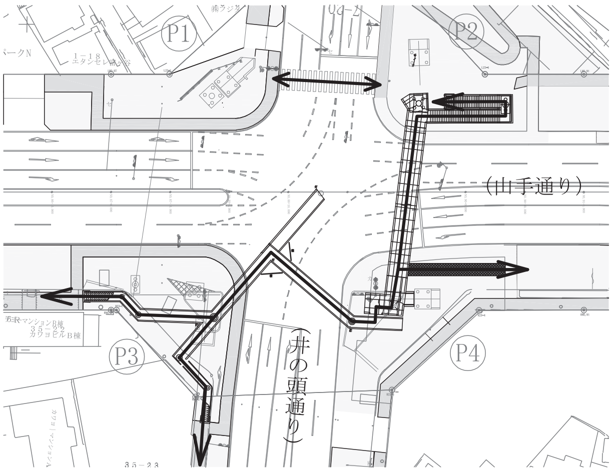
図-４　ステップ-２（通学路確保）



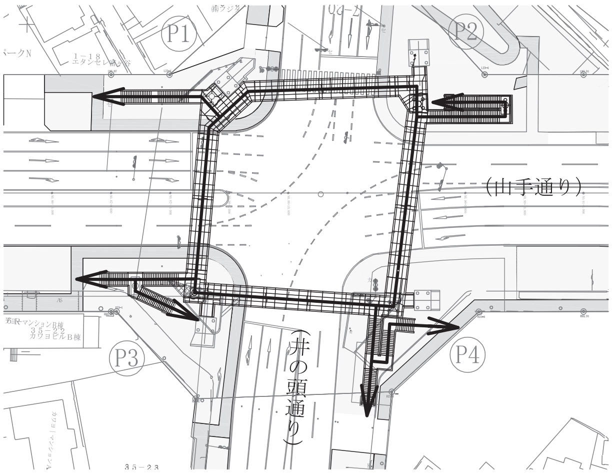
図−５　ステップ−３（Ｐ１通路桁撤去）



図−７　ステップ−５（新設Ｐ１−Ｐ２，Ｐ１−Ｐ３供用）



図−６　ステップ−４（新設Ｐ２−Ｐ４供用，Ｐ２通路桁撤去）



図−８　ステップ−６（Ｐ３−Ｐ４通路桁撤去，新設Ｐ３−Ｐ４供用）施行完了

テップ）を以下に示す。

①（図−３ステップ−１）既設歩道橋（施工前）状況。

②（図−４ステップ−２）通学路確保のため、仮設歩道橋設置。

③（図−５ステップ−３）Ｐ１橋脚近傍既設歩道橋撤去。Ｐ２・Ｐ３・Ｐ４へは既設歩道橋を使用し、Ｐ１への歩行者経路はＰ１−Ｐ２間の横断歩道を使用。

④（図−６ステップ−４）Ｐ２−Ｐ４間新設歩道橋およびＰ２階段設置。Ｐ４仮階段を設置することでＰ４への歩行者経路を確保した後、Ｐ４近傍既設階段を撤去およびＰ２近傍既設歩道橋撤去。

⑤（図−７ステップ−５）Ｐ１−Ｐ２、Ｐ１−Ｐ３間新設歩道橋およびＰ１・Ｐ３階段を設置。Ｐ１・Ｐ２・Ｐ３・Ｐ４の各場所への歩行者経路確保。

⑥（図−８ステップ−６）Ｐ３およびＰ４近傍の既設歩道橋撤去後、Ｐ３−Ｐ４間新設歩道橋およびＰ４階段を設置。新設歩道橋が完成した後、Ｐ４仮設階段を撤去し新設歩道橋の施工が完了となる。

新設歩道橋は各ステップにおいて、高欄設置工および橋面工までの施工を行い、ステップ毎に完成形にし、歩道橋利用者に開放した。

２）交通規制計画

撤去および架設作業は、夜間規制を行って作業ヤードを確保した。また、車道上の通路桁の撤去および架設作業は、富ヶ谷交差点の一時通行止め規制により行った。

山手通りは、１日３万台を超える主要幹線道路であるため、富ヶ谷交差点の通行止めが交通に与える影響は重大であること、迂回路を設ける場合の影響範囲が大きいことから、短時間の一時通行

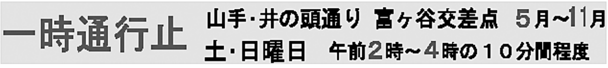


図-９　一時通行止め予告横断幕

（通行止め前）　（通行止め前）　（通行止め中）

図-10　大型 LED 式昇降架台広報車

止め規制を行う方法に決定した。一時通行止め規制時間は10分間とし、交差点での交通渋滞を最小限に抑えることができた。

旧橋通路桁の撤去は、玉掛けおよび桁のガス切断等が完了した後に一時通行止め規制を行い、吊荷の上架～クレーン旋回し、吊荷が道路外に入った時点で、一時通行止め規制を解除した。

新橋通路桁の架設も同様に、一時通行止め規制前の準備として、作業ヤード内での玉掛けおよび上架・旋回準備まで行った。一時通行止め規制後クレーン旋回～架設を行い、油圧ピン挿入、仮ボルト締付作業完了後に一時通行止め規制を解除した。

一時通行止め規制は、旧橋桁・橋脚（交差点内）・付属物等の撤去時に９回、新橋桁架設時に６回行った。

この規制における渋滞緩和対策としての通行車輌への周知は、事前に規制予告横断幕（９枚）および予告看板（34枚）の設置を行った（図-９）。

規制当日には、大型 LED 式昇降架台広報車を交差点から各４方向に約500m 位置に配置し、通行車輌への広報強化に努めた（図-10）。また、一時通行止め規制時の停止車両に対し、プラカードによる状況説明を行い第三者への配慮に努めた。その結果、交通事故・大きな渋滞・苦情等は無く無事に終えることができた。

図-11～13に架設状況・施工前・完成を示す。

４．おわりに

図-11　一時通行止めが伴う架設状況

図-12　施工前

図-13　完成

本報告で述べました内容が、今後の類似工事に少しでも役に立てば幸いです。

最後に、本工事を無事故で無事に竣工できたことに感謝し、ご指導、ご協力を賜りました首都高速道路株式会社東京建設局新宿工事事務所の関係各位をはじめ、工事に携わって下さいました多くの方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

12

施工計画

きつい斜角を有する長支間で桁高の変化する鋼床版箱桁の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社
現場代理人・監理技術者 川 崎 順 永 Norinaga Kawasaki
工事担当 坂 根 秀 和○ Hidekazu Sakane
工場担当 山 下 修 平 Shuhei Yamashita

1．はじめに

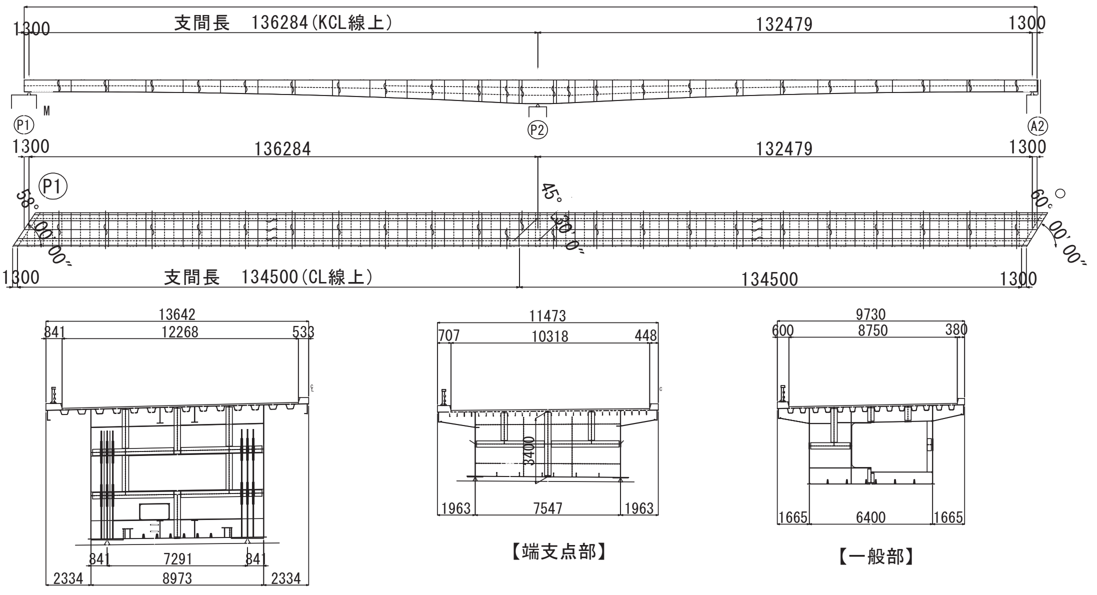
本橋は、当別川を渡河する橋長333.0mの橋梁である。本工事では、271.623mの範囲に位置する２径間連続変断面鋼床版箱桁橋部分の施工を行うものである（図－１）。

河川への阻害および河川環境への負荷を低減する目的から、河川内の下部設置数の最小化を図るとともに、その設置方向は流水方向と平行としている。そのため、Ｐ１橋脚で58°、Ｐ２橋脚で45.5°、Ａ２橋台で60°といった斜角となっている。

一般部鋼桁の架設は、500t吊クローラクレーンを用いたベント架設を採用し、軟弱地盤対策として、ベント全量９基のうち７基を杭基礎構造とした。また、Ａ２橋台前面は、ヤードスペースより、360t吊トラッククレーンによる架設とした。

本稿では、特殊機材を用いた縦移動併用の横取り架設を中心とした鋼桁架設について報告する。

⑴ 工 事 名：一般国道337号当別川橋架設工事
⑵ 発 注 者：北海道開発局札幌開発建設部
⑶ 工事場所：北海道石狩郡当別町
⑷ 工　　期：平成21年10月10日～
　　　　　　平成23年12月９日
⑸ 橋梁形式：２径間連続変断面鋼床版箱桁



図－１　橋梁一般図

⑹　橋　　長：271.6m（当該区間）
⑺　支 間 長：136.3m＋132.5m
⑻　架設工法：クレーンベント工法

2．現場における問題点

本橋の架設にあたり以下の問題が考えられた。

⑴　大型クレーン据付箇所の地盤変位の影響

大型の架設クレーンによる桁架設時の地盤反力は大きく、軟弱地盤における地盤変位に伴うクレーンの傾斜の危険性があった。また、クレーン載荷重による地盤移動により、近接する杭基礎の異常変位が懸念された。

⑵　斜角の異なる橋脚上での横取り架設

本橋は、供用中の隣接橋梁との離隔が20mmの位置に架橋されるため、約３m離れた位置のベント上に桁架設後、横取り架設を行う必要があった。

河川内に位置する中間支点Ｐ２橋脚は、斜角45.5°を有しており、隣接するＰ１橋脚とＡ１橋台とは斜角（Ｐ１橋脚：58°、Ａ２橋台：60°）が異なっている。よって、どれか１つの橋脚の梁方向と平行に横取り軌条を配置すると横取りだけでなく、正規位置への縦移動が必要となってくることから、現場での作業が煩雑になる恐れがあった。

縦移動併用の横取り架設の場合、Ｐ２橋脚は中間支点のため、支点反力が550tと隣接支点Ｐ１、Ａ２と比べて非常に大きく、この支点で縦取りを行うためには、横取り装置の規模が非常に大きくなり、橋脚上の作業スペースに収まらない可能性があった。

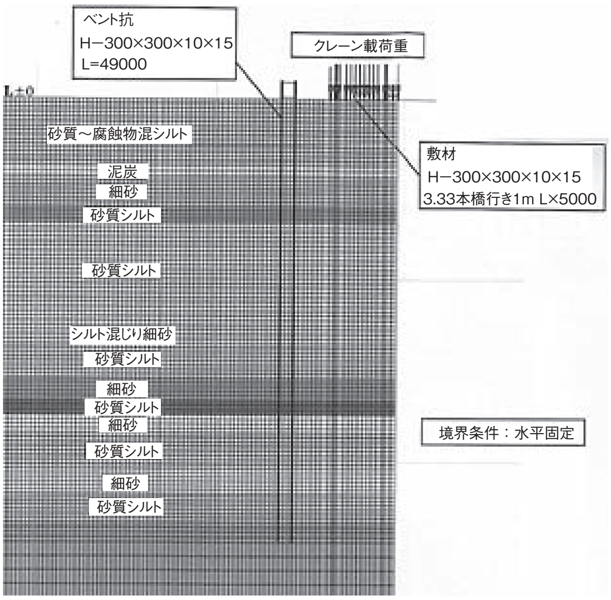
⑶　バイブロハンマー使用時の地盤振動

ベントの基礎には400mm×400mmサイズのＨ形鋼を使用したが、杭基礎を用いた場所は河川敷内の非常に軟弱な地盤であることから、杭周りの付着力を期待せず、支持層まで打ち込むこととした。そのため打ち込み深さは約36mと非常に深くなり、かつ当現場の冬季は積雪の影響で工事が出来ず、２期に渡る施工（杭の１期施工から時間がたち、杭周りの地盤の締固まりで付着力が増加）が必要となり、杭施工時に使用したバイブロハンマーやクレーンの能力では杭の撤去が不可能となる懸念があった。また周囲の地盤が締め固まることで、撤去時のバイブロハンマーの振動が伝わりやすくなり、架設現場の周辺住宅に振動がおよぶ恐れもあった。

3．対応策と適用結果

⑴　FEM解析の実施とクレーン構台等の設置

実施工に先立ち、軟弱地盤上での桁架設時のクレーン載荷重に伴う垂直方向および水平方向の地盤変位を確認するため、杭基礎を含めた軟弱地盤モデル（図−２）によるFEM解析を実施し、その結果を架設計画に反映した。また、軟弱地盤上での架設クレーン据付箇所の地盤変位対策として、鋼桁架設に先立ち、クローラクレーン載荷重に対



図−２　FEM解析モデル

図−３　クレーン構台設置状況

する作業ヤードの補強を実施した。補強方法は、河川直近部にはクレーン構台（図−３）、それ以外の一般部については砕石、鉄板、Ｈ鋼の敷設による補強とした。また、360t 吊トラッククレーンの据付箇所は、アウトリガー位置に基礎杭を打設して補強した。

⑵　二軸スライド装置による横取り架設の採用

基本計画では、全ての支点で横取り軌条を橋脚と平行に置くことを検討したが、RC 橋脚上での横取り設備の設置位置（荷重載荷位置）が橋脚縁端に近く、橋脚の品質確保に配慮し不採用とした。

次に、支点反力の小さい両端の支点（Ｐ１、Ａ２）での横取り架設後の縦移動を検討したが、比較的不安定な構造系となる架設途中に２支点同時並行の縦移動併用の横取り架設を管理することは、橋梁規模から考えて難しいと判断した。

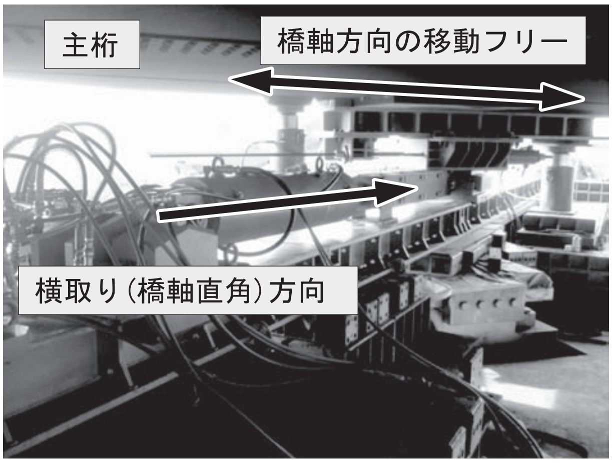
以上より、ベント上への桁架設（図−４）完了後、Ｐ２橋脚のみで縦移動併用の横取り架設を採用し、これを可能とする800ｔ耐力の二軸スライド装置を使用した。なお、二軸スライド装置とは、各横取りラインで横取り方向が異なる（各横取りラインが平行でない）横取り架設において、横取りの進捗に伴う各受点間間隔の変化に追随可能なスライド設備のことである（図−５、６）。

横取り架設では、各受点のジャッキ圧力および移動量等を管理するため、パソコンモニター上でのリアルタイム一元管理を行った（図−７）。

⑶　ウォータージェットを用いた地盤振動の低減

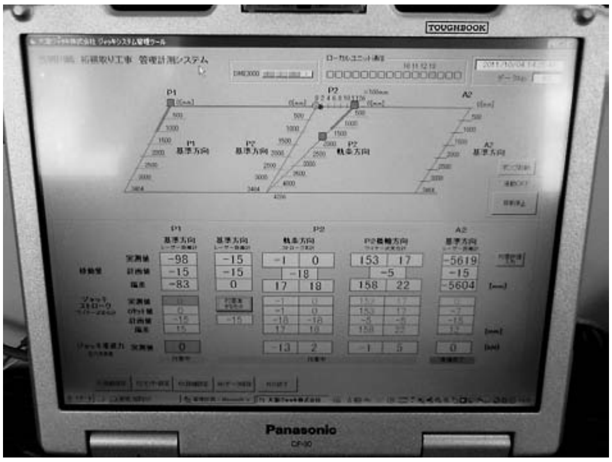
杭基礎の撤去は最も時間の経過したもので、設置から１年以上が経過し、設置したときと同じ能

図−４　横取り架設前の桁架設状況



図−５　二軸スライド装置の使用状況①

図−６　二軸スライド装置の使用状況②



図−７　パソコンモニターでの管理状況

図−８　ウォータージェット併用の杭抜き作業

図−９　桁架設完了外観

力のバイブロハンマーによる杭基礎の引き抜き作業を試みたが、前項の問題点で触れた杭基礎の付着力の増大と思われる理由で引き抜くことができずに、能力の大きなバイブロハンマーを採用することとなった。しかし、その場合、過負荷により安全装置が作動し、バイブロハンマーの停止により撤去作業の効率が低減した。また、周囲の地盤振動が大きくなり、周辺環境の悪化が懸念された。

そこで、地盤改良などで薬液注入などに使用されるウォータージェットを使用し（図−８）、高圧水によって杭まわりの地盤を取り除き、杭基礎周りの付着力を低減させることで、杭を設置したときよりも小さな能力のバイブロハンマーによる撤去作業が可能となるとともに、地盤振動も低減でき、周囲環境への負荷を軽減することができた。

４．おわりに

本橋では、河川への阻害および河川環境への負荷を低減する目的から、RC 橋脚の設置方向は流水方向と平行になり、結果として、各橋脚できつい斜角を有する構造系となった。

本橋の鋼桁架設では、様々な制約条件から最も反力の大きいＰ２中間支点での二軸スライド装置を用いた縦移動併用の横取り架設を実施したが、反力が大きいが故に桁の移動作業においては、スムーズな移動と桁の安定性の確保が重要であった。また、桁架設時における軟弱地盤上での大型クレーンの傾斜防止対策として採用した各種地盤補強は有効に機能し、安全作業を確保でき、今後も有効な軟弱地盤対策であることを確認できた。

ウォータージェット併用による杭基礎の引き抜き施工については、撤去時の地盤振動の低減や機械の省力化に効力を発揮したものの、ウォータージェット施工では、大量の水が必要になることと、施工中は泥水が湧き出るため、その処置には十分注意する必要があった。

様々な課題を抱えながらも、これを克服し、本橋の架設は完了した（図−９）。

最後に、本報告が将来の類似工事の一助になれば幸いである。

主要幹線道路を跨ぐ鉄道桁の架設について

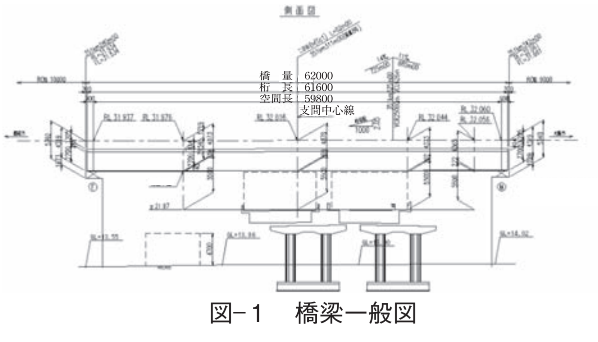
日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社横河ブリッジ

現場代理人 藍 水 智 一○ Tomokazu Ransui
監理技術者 岡 雅 行 Masayuki Oka
計画担当 鎌 谷 正 人 Masato Kamatani

１．はじめに

本橋は、金沢・白山車両基地間で国道８号を跨ぐ支間59.8mの北陸新幹線の橋梁である。橋梁形式は単径間鋼合成箱桁、床版はRC床版である。橋梁が国道８号を跨ぐことから、鋼部材の塗装仕様は耐久性のある防食性能が求められ、亜鉛・アルミ常温溶射＋ポリウレタン塗装仕様が採用されている。

⑴ 工 事 名：北陸新幹線二日市橋りょう
⑵ 発 注 者：鉄道建設・運輸施設整備支援機構
　　　　　　鉄道建設本部　大阪支社
⑶ 工事場所：石川県野々市市御経塚
⑷ 工　　期：平成22年３月９日～
　　　　　　平成24年７月31日
⑸ 橋梁形式：単径間鋼合成箱桁橋
⑹ 橋　　長：62.0m
⑺ 支 間 長：59.8m
⑻ 箱 断 面：１箱桁（幅6.3m×高さ2.7m）



図−１　橋梁一般図

２．現場における問題点

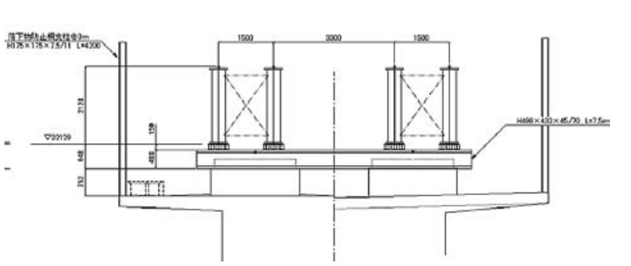
施工箇所が国道８号上に位置するため、国道の全面通行止めの期間を最小とする必要があった。そのため、全面通行止めは、送出しに２日間、降下に１日間、合計３日間にて行なった。その他については、片側交互通行で対応した。

また、JR線、幹線道路、住宅地に隣接することから安全性の確保が重要となった。特に床版の施工については、国道８号上の作業となり、落下飛散物を絶対に出せない状況であった。この点についてはＳＫパネルにて対応した。

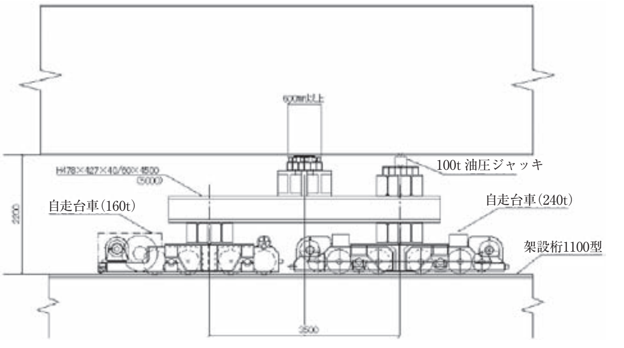
３．対応策と適用効果

３－１　軌条桁組立・台車組立

起点側ＲＣ桁上の軌条設備、自走台車設備図を図−２、３に示す。ＲＣ桁の上に軌条桁を設け、軌条桁の受点は橋脚上とし、送出し時の最大反力（5033kN）がＲＣ桁スパン中央に作用しない構



図−２　軌条設備断面図



図−３　自走台車設備図

造とした。また、送出し作業に要する時間を短縮するため、自走台車を使用することとした。

軌条設備は延長が124mあり、狭隘なクレーン作業ヤードからではクレーン作業半径が足りず、起点側の26.4mはRC桁上を縦送りし、組立した。また、軌条桁上面は、そのまま作業床となるため、全面板張り足場とした。ＪＲ線側の手摺は資機材の落下防止として高さ２ｍとし、墜落防止網＋メッシュシートの２重構造とした。軌条桁は、RC桁とアンカーボルトで連結し、地震（設計水平震度の１／２)、や強風に対し安全性を持たせた。

自送台車は、160t台車と240t台車の組み合わせであったため、受け持つ荷重が台車能力に対し均等となるよう送り出し桁の受け点をずらし、走行能力の差が出ないようにバランスを取った。また、自送台車の電力系統を夜間の照明設備等と別系統とすることで電気系統のリスク低減を図った。

３－２　桁組立、現場溶接、現場塗装

桁は、工場からトレーラーにより陸上輸送を行い、現場に搬入した。

現場継手部の添接板は、摩擦面の品質の配慮により別梱包で搬入した。搬入した桁は必要な足場等を地上で取り付けた後、200t吊油圧式クレーンにより組立した（図−４)。クレーン設置場所は、以前は民地、県道であったことから、埋設物の有無を確認し、地耐力試験を実施した。クレーン設置場所の不陸調整は砕石で行い、鉄板にてヤード全体を養生した。

現場溶接・現場塗装は、品質および工程確保のため､桁全体を風防設備で覆った中で行なった(図

図−４　桁組立状況

図−５　亜鉛・アルミ常温溶射

−５)。シート張りとしたが強風でのシート破損、飛散を防止するため、外側全面にコンパネ＋ネットを設置し、堅固な設備とした。

また、溶接による鉄粉、金属溶射による金属粉飛散を防止するため、集塵機をそれぞれの作業場所に配備した。

３－３　手延機組立

桁組立に引き続き、手延機を組み立てた。手延機の長さは50mとし、桁と手延機を繋ぐ連結構を５ｍとした。図−６に断面図を示す。

３－４　桁送出し

送出し作業は、国道８号、野々市市道（御経塚踏切）を夜間全面通行止め（０～６時）し、平成23年11月13、14日の２日間で実施した。送出しの推進力は160t＋240t積を２台組み合わせた自走台車とし、到達側の設備は、手延機を受け持つだけのローラ設備とした。時間短縮を図るため、手延機先端にたわみ処理用の100t200ストロークジャッキを逆さまにしたかっこうで、専用の固定金具

で固定した。これにより、1.3mの先端たわみを取り、ローラーに受け変える作業をより早く、安全に施工することができた。

送り出し側の盛替え設備は当初計画では、300t油圧ジャッキ、２台で桁をジャッキアップする計画であったが、桁両端（ウェブ位置）に200tジャッキ、中央に100tジャッキ２台を配置する形に変更し、１箇所当りのジャッキ反力を低減することで桁の塗装面（金属溶射＋エポキシ樹脂塗料）のジャッキアップによる損傷を低減した。またジャッキが小さくなったことで、人力によるジャッキ高さの盛替え作業など当夜作業の安全性、作業性向上にも繋がった。反省点としては、台車走行による軌条桁のたわみ高さ変化の把握不足（自送台車と後方台車の高さ変化）があり、当夜作業で、盛替え設備に桁下に連結した変位制限装置が干渉しそうになったため、急遽ジャッキで台車高さを調整することとなったことが挙げられる。予定時間に対し更なる時間短縮を各作業ステップで考えていたことで突発的な作業ロスを吸収することが出来た。

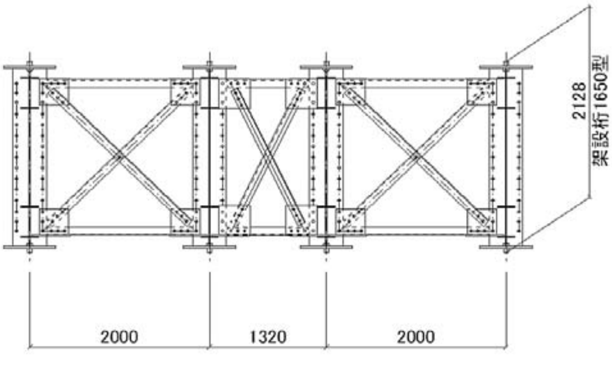


図-6　手延機断面図

図-7　送出し２日目完了

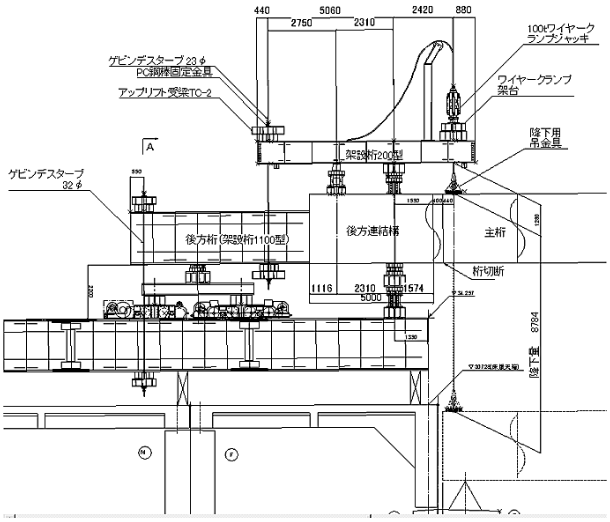


図-８　降下設備側面図

図-９　桁降下完了

３－５　桁降下

本工事では、反力が1685kN（１橋脚当り）、降下量が約8.8mあり、１夜間で降下完了させる必要があるため、一般的なサンドルやセンターホールジャッキでなく、ワイヤクランプジャッキを使用した降下装置を採用した。降下は８台あるジャッキ反力をモニタで監視しながら行い、時間内に安全に作業することができた（図-８・９）。

連結構と桁の切断は桁降下間際の昼間に行い、箱桁内の既設のリブプレートを切断後もボルトで仮連結させワイヤーで吊った状態の桁の安定性を保った。

３－６　吊足場組立

桁架設完了後、吊足場組立を行なった。作業は国道８号を車線規制し、夜間（22～６時）にて実施した。足場は全面板張りとし、作業性の良いＳＫパネルを採用した（図-10）。

組立作業は、すべて高所作業車にて行なった。

図-10　吊足場組立完了

国道８号の直下にはJR線があるため、片側２車線ある両端部の車線上での作業は営業線近接作業とし、保安体制を強化して実施した。

ＳＫ足場ジョイント部や、チェーン吊り点部からの細かな落下物を防止するため、足場内面は全面シート張りとした。さらに床版コンクリート打設時には、万一に備え中段足場上にもブルーシートを設置して２重の防護とし、落下物による第三者災害防止を徹底した。

３－７　床版コンクリートの施工

コンクリートの打設は、図-11に示す①床版コンクリート、②制振コンクリート、③地覆コンクリート、④路盤コンクリート、⑤突起コンクリートの順とした。また、桁たわみの大きい床版、制振、路盤コンクリートはスパン中央から打設した（図-12～14）。

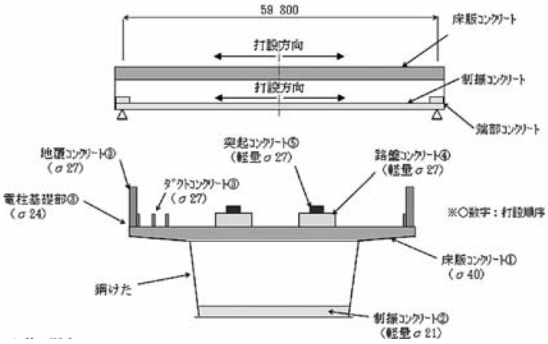


図-11　コンクリート打設順序図

図-12　床版コンクリート打設状況

図-13　制振コンクリート打設状況

図-14　路盤コンクリート完了

図-15　完成写真

４．おわりに

第三者災害に細心の注意をはらう厳しい施工環境の中、桁架設から床版コンクリート作業まで無事故・無災害で工事が完了できたのは当現場従事者全員による努力の結果であり、関係各位の皆様に感謝申し上げます。また、当工事が北陸地方の更なる発展に寄与ことを祈念致します。

14

工程管理

地元要望に応える工期短縮を目指す施工方法について

島根県土木施工管理技士会
河野建設株式会社
工務課課長
原　田　晴　美
Harumi Harada

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：市道井川線道路改良工事
⑵　発 注 者：島根県浜田市役所
⑶　工事場所：島根県浜田市三隅町井川地内
⑷　工　　期：平成24年８月11日～
　　　　　　　平成25年１月31日

主たる工事内容

工事延長　75m　掘削工　4,100m³
残土処理工　4,100m³
法面工　植生基材吹付1,637m²
伐採工　伐採1,590m²　木根等処分費841空 m³

当改良工事を受注し、現場踏査してみると今回の工事区間は近隣住民の生活道路でありながら道路幅員がかなり狭く、工事区間内は特に地山法面が迫り出し、立木も市道上に覆い被さり、乗用車同士の離合もままならない箇所もあり（図−１、図−２）工事の主たる目的である拡幅工事を施工するために、終日全面通行止めを実施する際の住民の皆様に対する安全対策や残土処理運搬にあたり、国道９号運行時の一般車両への交通管理上の課題が浮き彫りとなりました。

更に踏査を進め、１日の通行量を調査して見ると、それほど多くはないが市道井川線の工事区間は、地元住民の生活に密着した利便性が高い必要

図−１　着手前　市道井川線

図−２　着手前　市道井川線幅員

不可欠の市道であり、地域の皆様に対して出来るだけ早く、全面通行止めの解除及び早期竣工を目指して、現場作業員一丸となって取り組むことを決意致しました。

2．現場における問題点

現場踏査および発注者との打ち合わせの結果、第一に全面通行止め区間の地域住民の皆様への周知方法、並びに早期完成を目指しての施工方法の工夫、残土処理運搬時の大型ダンプ運行中の無事故、無災害を遂行するために必要な課題や重要な問題をクローズアップしてみました。

1．地域の皆様への工事内容の周知方法及び全面通行止め時のその範囲とその方法。

当初の発注者との打ち合わせに於いてこの現場条件下では、終日通行止めでの施工は回避できないため、自治会長さんを通じて地域の皆様に了承して頂き、工事の内容について周知してもらうために毎月工事だよりを発行することとしました。

2．施工方法の工夫については、当工事は道路土工が主な工種であり天候不順による工程の遅れや工事終末期の積雪による現場作業の中止の可能性が多大にあり、又、残土受入地との工程組入れ等の作業内容の変更についてや現場担当の班長及び予定作業員との施工打ち合わせを密に実施し、問題点を色々な角度から話し合いました。

3．残土処理運搬時の国道９号線利用での離合・合流部分の運行上での安全対策。

他管轄の工事に伴う残土処理の残土搬入が同時期・同場所で競合する為、その稼働ダンプ台数を合わせると１日10台の難渋を極める運行で国道９号線での運行を含め、離合・合流部分での安全対策そして国道９号線の道路の汚濁防止対策について【降雨降雪時は特に】検討致しました。

3．対応策と適用結果

1．の対応策として工事着手前にまず、関係地区の住民の皆様に工事内容の紹介、そして工事趣旨の把握理解をして頂くため、又、全面通行止めのお願いの工事だよりを作成し地元自治会の会長さんを通じて各戸別に配布して頂きました。（図-３）

この時に、自治会長さんより全面通行止めに関し迂回路として、工事現場に隣接する井川川の河川管理道の利用は出来ないだろうかとの要望があり、発注者と相談協議の結果、現在は荒廃、繁草が多く見られる管理道を整備し、バイク・自転車・歩行者の生活の足として確保することにしました。

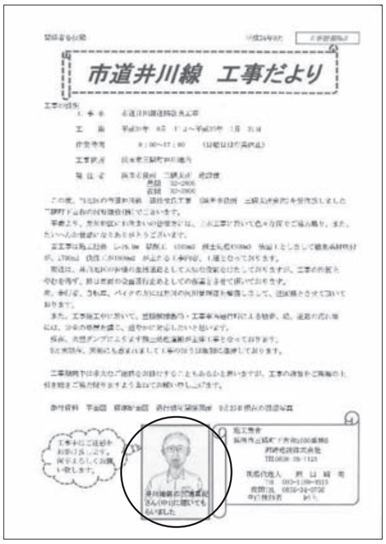


図-３　工事だより

また、施工場所のある井川地区在住の生徒さん（中学１年生の女子生徒）に現場代理人の似顔絵を数枚描いてもらい、少しでも地域住民の皆様と親近感が持てるように考え、毎月発行する予定の工事だより中への挿絵にしようと発案しました。

そしてこの似顔絵を全面通行止めの看板にも貼り出し、土木工事へのイメージ改革と地域の皆様の気持ちを少しでも和らげられるようにイメージアップとして利用させてもらいました。（図-４）

図-４　現場代理人の似顔絵

図−５　迂回路設置完了

全面通行止めの迂回路については、地域の皆さんの要望に答えるべく、かなりの草に覆われていた管理道の草刈り、表面の土砂のすき取りをして再生砕石 RC−40を敷き均して、バイク、自転車、歩行者の生活の足として確保しました。

この工事の着手時と同時期に当現場の位置する黒沢地区にあるカッパランドという村おこしイベントが開催されることを会長さんより聞き、現場に携わる現場代理人と班長が参加したいと申し出たところ、心良く賛同下さり、その席にお邪魔させて頂いて、工事概要の説明を分かり易くお話し、地域の皆様方へ切にご協力を仰ぎました。

その席で、アトラクションを披露させて頂き、地域の皆様とのコミュニケーションを図りました。

地域の皆さんより「楽しかったですヨ。」「催しの中でこのような演出も珍しく楽しませてもらいました。」と大好評でした。（図−６、７）

図−６　マジックショー

図−７　マジックショー

２．の対応策としては、掘削土が民地側に落ちるのを防ぐために巾900*高さ900*長さ1200の方塊ブロックを製作し工事区間の75m 間の路肩に据付けました。（図−８）

狭い法切り時の重機足場の確保も視野に入れ、積込場所の25m 間は２段積みとして重機作業の足場確保に努め、残土処理作業がスムーズに流れるように工夫しました。

３．の対応策としては、残土受入地の他業者とは発注者を交えて事前に打ち合わせを行い、受入れ可能日の確認、国道９号線より進入する際の大型ダンプの優先順位等の作業の確認、悪天候での運搬作業時には、他管轄に於いて設置済のタイヤ洗浄機の使用のお願いをして、国道９号線の汚れを出さないことを周知徹底しました。

交通法規上の過積載によるブレーキの制動、スリップによる交通事故防止、そしてまた、国道９

図−８　方塊ブロックの設置

図－９　掲示板道路安全マップ

図－10　掲示板道路安全マップ

号線より残土受入地に進入する際には、200m手前よりハザードランプの点滅をすることで後続車への一般車両に早めの意志表示をし、追突事故防止としました。

大型ダンプの運転者には運行ルートの中で危険と思われる箇所、交差点部での写真、そしてその箇所での注意事項を明記した道路安全マップを手作りで作成して、掲示板にも貼り出し、月一回の安全教育の一環でも周知すべく紹介、説明し一般通行車両に対する交通安全管理としました。（図－９、図－10）

４．おわりに

私達、土木施工業者は、受注した工事現場を無事故、無災害で工期内に確実に完成させるためには、地域住民の方々の御協力・御理解なしでは遂行できないと思っております。

ひとつに、地元住民の皆様へ工事だよりを配布する際に工事概要や工事の進捗等に併せて現場の状況写真を掲載し紹介したことにより、一般の方からの関心や注目度がより一層高まり、現場へ反映することが出来る。地元からの要望が私の耳に直接届き、発注者へ伝わり、迂回路は発注当初は予定されておらず協議・検討を繰り返し、了承に至って設置の運びとなりました。ここへ来るまでのプロセスは大変でしたが、このことで全面通行止を実施したにも係わらず、苦情等なく地元の方からご理解を得ることが出来ました。

又、ひとつに残土処理運搬の運転者に道路安全マップを活用して交通ルールの厳守、運搬経路上での重要危険箇所の意識付けをすることで、大型機械による重大事故や、最も懸念されていた一般県道・国道９号線での残土運搬時の大型ダンプと一般車両との事故やそのことによる手戻りもなく特殊工法もない小規模な工事ではありましたが、こうした地元対応の工夫、現場内での綿密な打合せ、安全対策の意識付けによって、当工事の工事期間を約２か月半（発注者による竣工検査平成24年11月19日）も短縮することが出来ました。

工事完了時には、地元自治会会長さんから早期完成に伴う全面通行止めの解除や供用開始に対してお礼の言葉を頂き、地域の繁栄と共に育む地域密着を目指す土木建設業者としまして、この上ない喜びとなりました。竣工検査時には、発注者の検査監より工期短縮に触れられ、その努力に対してお褒めの言葉を頂きました。我々、土木建設業界を取り巻く環境はまだまだ厳しく、工事発注、受注量の減少も顕著で前途多難ではありますが、今後も地域に育てられる企業として共にしっかりと前を向いて歩んで行きたいと思います。

15

工程管理

指定仮設の再検討による工期の短縮

長野県土木施工管理技士会
株式会社　塩川組
主任技術者
清　水　成　喜
Seiki Shimizu

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成23年度　県単道路改築工事
⑵　発 注 者：長野県北信建設事務所
⑶　工事場所：(－)三水中野線　中野市上今井～栗林
⑷　工　　期　平成24年３月７日～平成24年12月20日

本事業は、現在生活道路として、供用している（－）三水中野線は千曲川と堆水地とを横切る為千曲川の増水により幾度となく灌水し、通行止めとなるため、堆水地へ水が流れていくようにボックスカルバート（2000×2000）の８列を２箇所、既設の水路の入れ替えとしてアーチカルバート（2000×2000）を設置し道路の嵩上げを行う事業です。

本工事は、アーチカルバート（2000×2000）L＝40.5mを18.0m（一次施工）22.5m（二次施工）として分割して施工を行う工事です。

一次施工は、施工の際、土留めは不要で二次施工では、既設道路横断の為、土留めとして、鋼矢板による締め切りと、切張り２段の仮設が指定仮設で設計計上してありました。

2．現場における問題点

事前調査を行った結果、既設道路の地中に中野市土地改良区の農業用水管（畑かん）φ200と中野市上水道管φ150が埋設されていることがわかった。

また、二次施工の行うに当り道路沿線の架空線の移設が必要であり、架空線の所有者が４者（中部電力、NTT、中野市有線放送、千曲川河川事務所）で移設撤去までに約２ヶ月間必要といわれました。

そして、前工事が増工により５月中旬に引渡しとなるため、５月から12月までの約６ヶ月間で現場の施工を仕上げなくてはなりませんでした。

工程表を見直すと

一次施工は、５月中旬～６月上旬
既設道路の切り替え　６月上旬～９月上旬
（埋設物、架空線の移設を含む）
二次施工　９月上旬～12月上旬　３ヶ月間

という工程で進めなければなりません。二次施工の内容は、仮締め切り、掘削、切り張りの設置、既設水路取壊し、地盤安定処理、カルバート布設、埋め戻し、仮締め切りの撤去、とあり、工程を追っていくと

仮締め切り：SP4型 L＝12m N＝150枚 25枚/日
9日(重機組立解体　３日＋施工６日)
掘削　　　：V＝420m^3　２日
切張設置　：２段　　　４日

既設水路取壊し：ブロック積 A＝160m^2
スラブ V＝100m^2　　5日
地盤安定処理　：V＝330m^3
8日（改良機等組立解体4日＋4日）
28日（改良強度の確認養生）
カルバート布設：N＝15本　　10日
埋戻し　　　　：4日（切張撤去含む）
仮締め切り撤去：8日(重機組立解体　3日+施工5日)

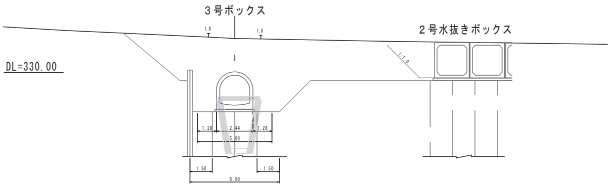
実働で78日　休日等を考慮すると78日÷25日＝3.13ヶ月となり、約3ヶ月以上かかる工程になってしまいます。もし、天候や、段取りミスがあると工程は間に合いません。クリティカルパスをフローにすると下記のようになります。

仮締め切り　N=150 枚	9 日
↓	
掘削　V=420 m^3	2 日
↓	
切張り設置（2 段）	4 日
↓	
既設水路取壊し	5 日
↓	
地盤安定処理 V=330m^3	8 日
↓	
地盤改良養生	28 日
↓	
カルバート布設　N=15 本	10 日
↓	
埋め戻し・切張り撤去	4 日
↓	
仮締め切り撤去	8 日
実施工日　合計	78 日

図−1　当初工程フロー（二次施工分）

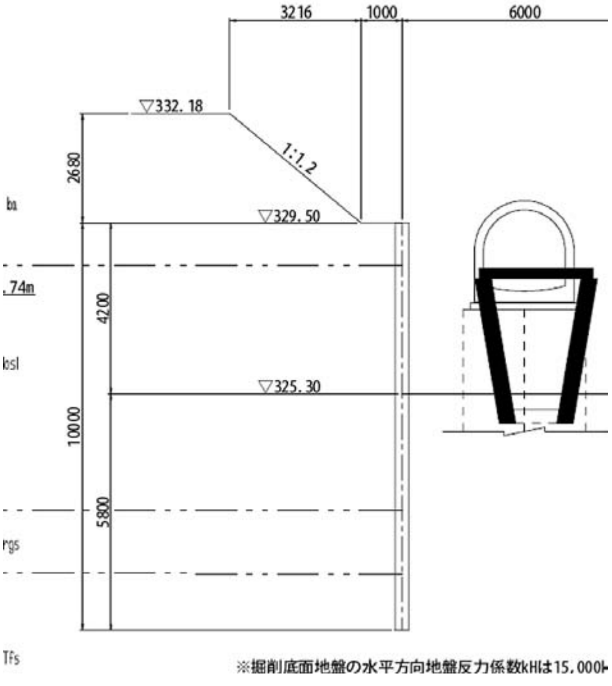
3．対応策と適用結果

二次施工の工程のクリティカルパスをいかに短縮できるか検討をすると、どうしても切張りが2段あると邪魔になり、各工種のサイクルタイムが大きくなり、時間の短縮にならない。ならばこの切張りを何とかなくす方法を考えたら工期の短縮につながるという結論に達し、仮締め切りを再検討した結果、図－2のような断面で施工ができれば、工程をもっと短縮できるし、経済的にも安くできるということになった。まず始めに、発注者と指定仮設の変更協議、堤防管理者との協議を行い、仮締め切りの条件として何があるか打合せをし、その結果“堤防断面を侵さない”という条件が提示されました。



図−2　変更施工断面

この条件をクリヤーできるか現場を測量し、堤防断面を各測点の横断図に落し、堤防断面を侵すか検討をしました。その結果、切土法面を1：1.2にすると堤防断面は侵されない。堤防護岸の土台に一番近くて、50cmまで近くによることがわかりました。この結果を発注者に報告し、検討を進めてよいか協議をしてから次ぎの段階に進みました。



図−3

次の検討課題は、仮締め切りの自立についてです。仮締め切りの検討として基準を道路土工仮設構造物工指針(平成11年度３月(社)日本道路協会)を参考に検討を行いました。

土質は、地盤安定処理時の調査ボーリングデータを採用し検討を行いました。

鋼矢板の照査結果は下記のようになりました。

2章 慣用法による照査結果一覧

2.1 左右方向

■根入れ長に対する照査結果

右壁

全長＝10.000m (G.L.−10.000m)

検討ケース	掘削底面 G.L.(m)	最小根入れ長 (m)	必要根入れ長 (m)	決定根入れ長 (m)	決定根入れ長の安全率	判定
自立時	−4.200	3.000	5.325	5.800	――	○
ボイリング	−4.200	――	2.420	5.800	――	○

■最大値（曲げ、せん断、変位）一覧

右壁

検討ケース	掘削底面 G.L.(m)	最大値		
		モーメント (kN.m/m)	せん断力 (kN/m)	変位量 (mm)
自立時	−4.200	205.49 GL. −4.855	125.74 GL. −4.200	(○) 92.81 GL. 0.000

注）下段は、発生位置を標高で示したものである。

注）○は許容変位以内。×は許容変位オーバー。△は許容変位無しのため判定せず。

■壁体断面照査結果一覧

右壁

壁体断面

断面番号	曲げ応力度 N/mm²	許容応力度 N/mm²	判定	せん断応力度 N/mm²	許容応力度 N/mm²	判定	使用鋼材
1	150.9	270.0	○	5.2	150.0	○	IV型

3章 支持力、底面安定照査結果一覧

3.1 左右方向

■土留め壁の底面安定に対する結果一覧

●ボイリングに対する照査結果

検討方法　：仮設指針（平成11年）、首都高速（平成15年）の方法（土留め形状：矩形）

掘削底面　：G.L. −4.200(m)

右壁

必要根入れ長：　2.420(G.L. −6.620)m

決定壁体全長：　10.000(G.L.−10.000)m

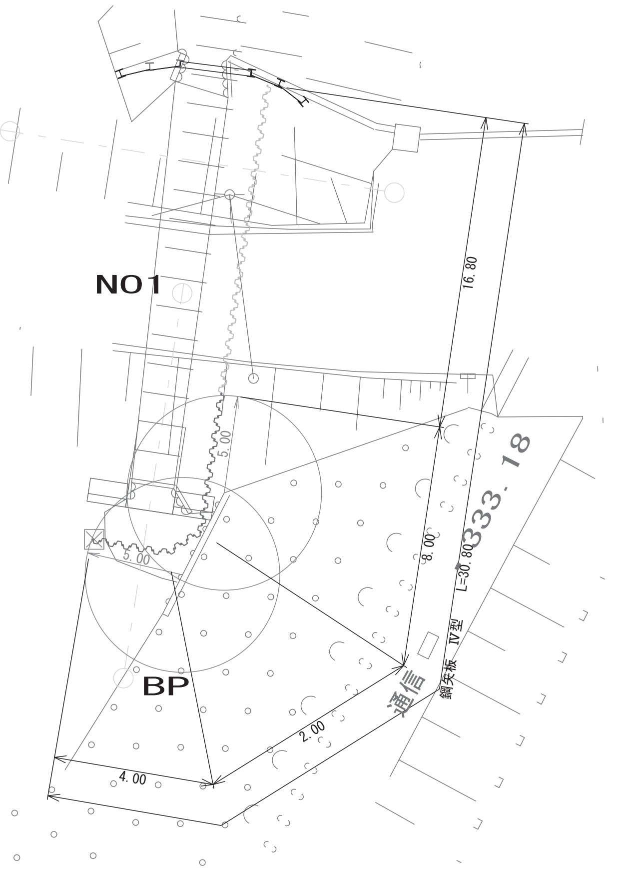
安全率 Fs	必要安全率 Fsa	判定
2.72	1.20	○

上記の照査結果を参考に下記の現場での条件を加えました。

1）作業中、法面から鋼矢板を乗り越えて作業場所に土砂や雨水が入らないよう鋼矢板を地山から50cm出し、鋼矢板の長さをＬ＝10.0mからＬ＝10.5mへと長さの変更をする。

2）築堤から５m 以内に打ちこんだ鋼矢板は、引き抜きの際、地盤が緩むと漏水の原因になるためそのまま引き抜かず埋める。且つ、地山より出る鋼矢板は地山より50cm 下で切断をする。

3）25t ラフテレーンクレーンで作業ができるよう作業ヤードを作成する。



図−４　仮設平面図

発注者からの条件と、鋼矢板の自立での照査結果、現場の条件等から下記の変更工程を作成し、発注者と最終協議を行いました。

休日等を考慮すると　58日÷25日＝2.32ヶ月となります。協議の結果、実施の許可が出たので実施に移りました。

実施の結果は、下記の実施工程フローの日数で現場は上がりました。鋼矢板の打ち込みが計画よりかかりましたが他の工種で挽回できた為、概ね変更計画に沿ってできました。また、仮締め切りの見直しによる利点は次ぎの通りでした。

1）仮設材（鋼矢板、切張り）の使用数量を減らした為、鋼矢板の運搬費、打込み、引抜による金額が約600万程度減らすことができました。

2）仮設材の数量が減った為作業日数が当初より短縮された。

3）各工種では、切り張り等の支障物がなくなり、作業性が上がった。

仮締め切り　N=（150枚）77枚	（9日）4日
↓	
掘削　V=（420 m^3）1800m^3	（2日）6日
↓	
切張り設置（2段）	（4日）0日
↓	
既設水路取壊し	（5日）2日
↓	
地盤安定処理 V=330m^3	（8日）6日
↓	
地盤改良養生	28日
↓	
カルバート布設　N=15本	（10日）7日
↓	
埋め戻し・切張り撤去	（４日）３日
↓	
仮締め切り撤去	（8日）2日
実施工日　合計	（78日）58日

※（　）内は当初計画日数

図−５　変更工程フロー（二次施工分）

４）掘削の深さが半分以下になった為、作業員は安全に作業ができるようになった。（昇降施設からの転落、切張設置撤去時のはさまれ事故等）

また、欠点としては、下記の２点です。

１）発注者との協議をする為の資料作成に時間がかかった。

２）工事全体の工事費が減ってしまった（減工）

今回の工事では、工程を短縮する為にクリティカルパスを明確にし、各工種のサイクルタイムの問題点を洗い出すことで現場が安全且つ、工期内で完了いたしました。12月に入ると降雪があり、最後の土工事に支障が出ることが心配でしたが無

仮締め切り　N=（150枚）77枚	（4日）6日
↓	
掘削　V=（420 m^3）1800m^3	（6日）5日
↓	
切張り設置（2段）	（0日）0日
↓	
既設水路取壊し	（2日）1日
↓	
地盤安定処理 V=330m^3	（6日）6日
↓	
地盤改良養生	28日
↓	
カルバート布設　N=15本	（7日）6日
↓	
埋め戻し・切張り撤去	（3日）2日
↓	
仮締め切り撤去	（2日）3日
実施工日　合計	（58日）57日

※（　）内は変更計画の日数

図−６　実施工程フロー（二次施工分）

事に終わりました。

４．おわりに

今回の工事で学んだことは、仮設により現場の工程、安全、品質、原価が決まってしまう事です。任意仮設はもちろんのこと、指定仮設もよく内容を検討し、現場にあった仮設計画をすることで現場の良い悪いが決まってくると感じました。

どんな現場でも仮設は必ず必要であります。これからの現場も現場にあった仮設計画を立て、安全に、工程厳守を目標に現場を進めて行きたいと思います。

16

工程管理

選択取水設備（塔上ガーダ）据付の工期短縮について

高知県土木施工管理技士会
西田鉄工株式会社
主任技術者
齊　田　和　久○　　鋤　崎　英一郎　　上　野　洋　志
Kazuhisa Saita　　Eiichirou Sukizaki　　Hiroshi Ueno

1．はじめに

工事概要

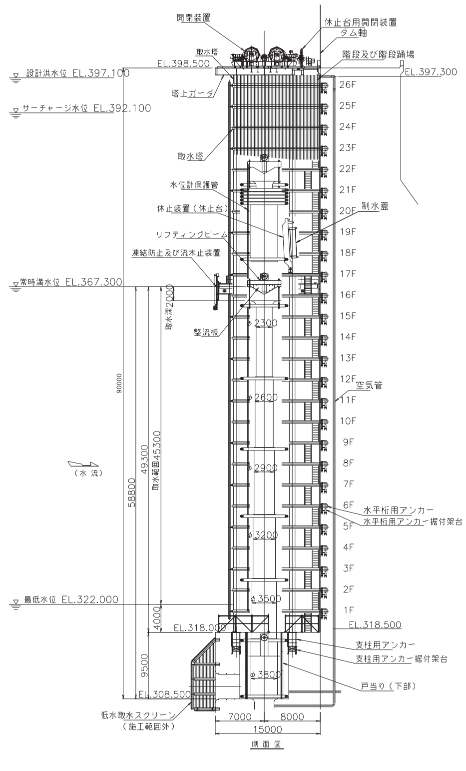
⑴　工 事 名：長井ダム取水設備新設工事
⑵　発 注 者：国土交通省　東北地方整備局長
⑶　工事場所：山形県長井市寺泉地内
⑷　工　　期：平成16年２月４日～
　　　　　　平成20年３月25日

長井ダムは、国土交通省が山形県長井市に建設した堤高125.5m、堤頂長381m、堤体積1,200千m^3の重力式コンクリートダムであり、１級河川最上川の支川置賜野川および最上川沿岸流域の洪水調節をはじめ、かんがい用水や水道用水の供給および発電を行う多目的ダムである。

選択取水設備全景および全体図を図−１、２に示す。

図−１　選択取水設備全景

本設備は、長井ダムの水位低下、流水機能の維持、かんがいおよび水道用水確保を目的とした選択取水（ゲート）設備であり、冷水対策が必要となるかんがい期には、温水取水を目的として表層取水を行い、洪水時は洪水後すみやかに濁水を放流して、濁水長期化を軽減するための選択取水を行う。さらに水質対策として高濃度の栄養塩および濁水を放流するため、底層あるいは任意層から



図−２　選択取水設備全体図

選択取水を行う。取水範囲は常時満水位（EL 367.300）から最低水位（EL322.000）まで選択でき、最低水位（EL322.000）において、計画最大で20.0m^3/sec を取水できる能力を有している。

設置方式は堤体設置形であり、ダム堤体に埋設したアンカーを介し荷重を支持させるものである。

ゲート形式は円形多段式であり、直径の異なる円筒形の扉体を伸縮させて取水するもので、最上段扉呑口部はベルマウス状となっており、扉体外周には鋼製の取水塔が設けられ扉体昇降用のガイドレールやスクリーンが取付けられている。

設備構成は、ステンレス鋼製取水塔、取水ゲート（扉体、整流装置、開閉装置)、取水塔（取水ゲート戸当りガイドレール含む)、スクリーン(取水ゲート用＝取水塔および堤体の全面固定式)、休止装置、操作制御設備（機側操作盤、自動操作盤、水位計盤)、制水蓋、鋼製付属設備（凍結防止装置、流木止装置、EL318.500以上の空気管、水位計保護管、クレーン装置、点検設備、据付架台）である。

2．現場における問題点

本工事の工期は、平成20年３月25日であったが、東北地方においても有数の豪雪地帯である山形県長井市において、12月～３月の厳冬期に常時高所作業となる据付作業の施工は不可能であると考えたため、実質的に平成19年11月末に工事を完了しなければならず、完成検査受検準備を含めて約３ヶ月間の工期短縮が必要であった。

しかし、本工事は関連工事（本体建設工事）の工程や作業エリアと密接に関係し、特に堤体コンクリート打設完了後の平成19年度工事工程においては、堤体天端における本体工事の各作業（テルハ解体、天端橋梁架設、高欄設置、ケーブルクレーンの解体、天端道路舗装）と致命的に錯綜することが予想された。

取水設備工事においても主に堤体天端に移動式クレーンを設置した作業が必要であったため、関連工事との工程および作業エリアの調整に苦慮していた。

特に取水塔の据付が完了した後に施工予定の塔上ガーダ据付は、当初堤体天端道路に移動式クレーンを設置して、工場製作時に輸送制限により分割された６ブロック分の部材を取水塔直上で順次架設し組立を行うベント工法で計画していた。

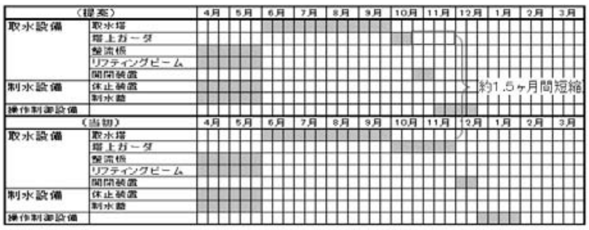
この場合、地上90m での高所作業で取水塔上にベント組立や安全確保のためのＨ形鋼架台の設置や張出足場設置が必要であったため、工程短縮を目的とした効率的な作業量確保や作業員数を増大した並行作業による短縮は困難であり2.0ヶ月間要することを想定していた。

また、移動式クレーンの規格・能力は分割１ブロック分の最大質量で計画し必要最小限の機種（160t 級オールテレンクレーン）を選定していたため、作業半径に余裕がなく、現地に１ブロックずつ搬入する必要があり塔上ガーダの搬入計画にも影響を及ぼした。

塔上ガーダの据付が完了しなければ、本工事の後工程（取水ゲート開閉装置の据付、電気工事、試運転調整）に多大に影響するため、関連工事との工程調整や施工方法の検討が大きな課題であった。

平成19年度工事工程表を表−１に示す。

表−１　平成19年度　取水設備工事工程表



3．対応策と適用結果

平成16年度は、堤体コンクリート打設にあわせ、断続的に取水塔のアンカーの据付を行い、平成17年度は、取水ゲート扉体の現地組立、溶接、据付および取水塔の１Ｆ～６Ｆまで、平成18年度は、取水塔７Ｆ～20F の据付を堤体コンクリート打設と調整しながら施工し順調に進捗した。

平成19年度の工事工程については、関連工事業者（本体工事）に事業者を交えた３者で平成16年度終盤より長期にわたり綿密な打合せを重ねて、すべての工事が工期内に完了できるよう調整を行ってきた。

密な打合せによるコミュニケーションをとる中で、一時的に堤体天端を開放できる期間（約１ヶ月間）があることが判明し、関連工事作業員の安全通路確保（塔上ガーダ全幅が堤体天端道路幅と同一のため、概ね作業員の身長分の有効高さを確保すること。頭上注意の表示を行うこと。塔上ガーダ作業エリアと通路の区分を行うこと。）を条件としたダム堤体天端一部分の作業エリア占有が可能となった。

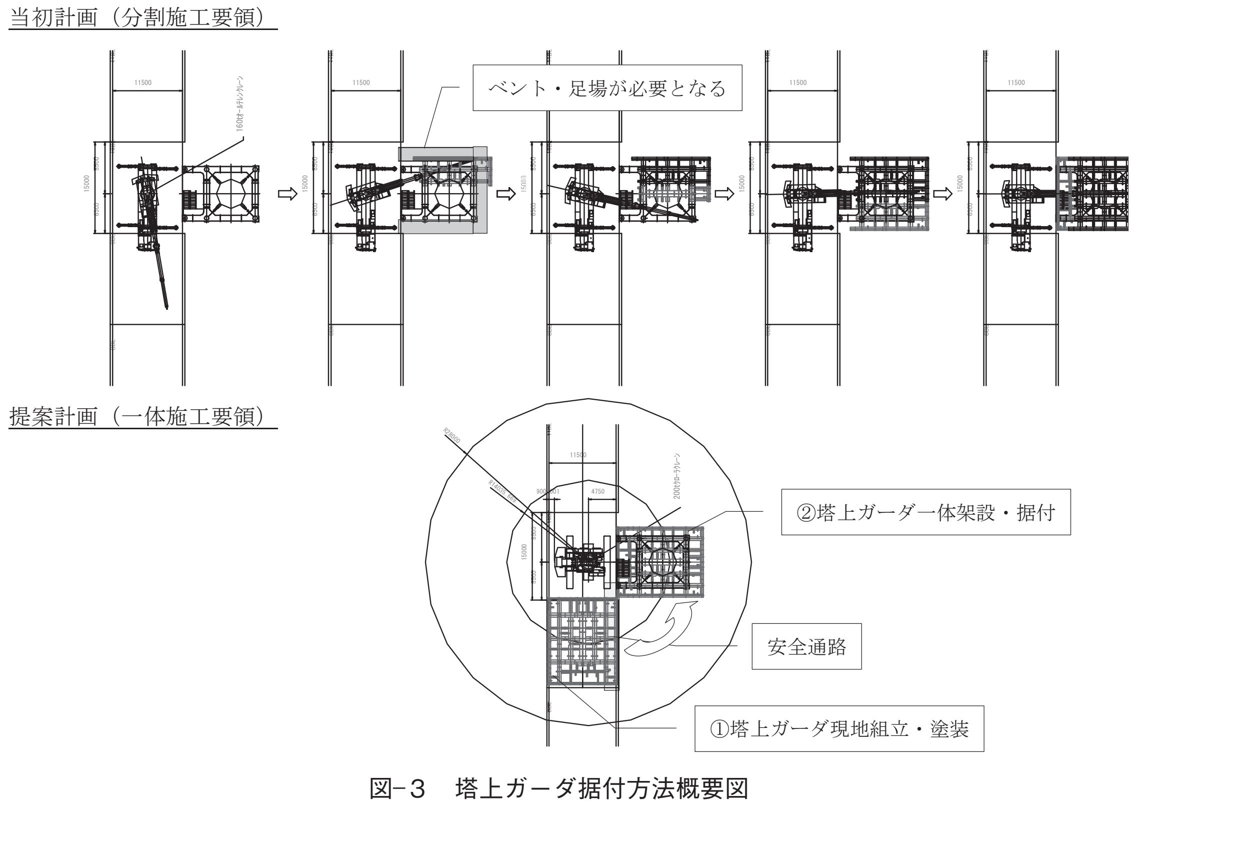
その期間中での塔上ガーダの据付完了について施工方法の検討を行った結果、塔上ガーダを天端道路上で一体組立（高力ボルト接合、接合箇所の塗装、安全設備設置含む）し、大型（200t）のクローラクレーンを使用することで取水塔上に一体架設・据付可能なことが確認できたため、詳細計画を立案し事業者と関連工事業者に提案を行った。

その施工方法の提案については、事業者と関連工事業者（本体工事）の了承を得ることができた。

塔上ガーダの一体架設・据付に際しては、200tクローラクレーンの移動式クレーン作業計画を慎重に立案した。塔上ガーダ本体質量（約76t）に加え、溶接ビードの質量、塗装における塗料の質量、高力ボルトの質量まですべて算出し、定格総荷重内での作業が可能であることを確認し安全を確保した。塔上ガーダ据付方法概要を図−３に示す。

その結果、当初計画で2.0ヶ月間必要と考えていた塔上ガーダの据付期間を約３週間（本体組立−１週間、塗装２週間、架設・据付−１日間）で完了できた。

このことで、全体工期のなかで短縮が必要であった約３ヶ月間のうち、塔上ガーダ据付で約1.5月間の短縮が実現できた。残る1.5ヶ月は、取水塔据付用の外面足場構造を全面足場設置から21F以上をブラケット構造に変更したことで平成18年度に20F 以下の足場解体を前倒しできたことで約1.0ヶ月間を短縮、取水塔内面総足場の構造をス



図−３　塔上ガーダ据付方法概要図

テージリフトアップ方式に変更して0.5ヶ月の解体期間を短縮できた。

さらに高所での仮設工事や組立作業を回避でき安全性の大幅な向上や組立精度および継手部塗装の品質確保が実現できた。

提案計画の施工状況を図-4～7に示す。

図-4　塔上ガーダ組立状況

図-5　安全通路設置状況

図-6　塔上ガーダ一体架設・据付状況

図-7　塔上ガーダ据付完了

4．おわりに

長井ダムに建設された本取水設備は、円形多段式取水ゲートとして大規模の部類であり、高所作業も多く難易度の高い工事であったが、事業者および関連工事業者の多大な協力のもと、平成19年12月に3年半という長期間にわたる工事を無事完了することができた。

重力式コンクリートダム建設工事における本体工事と機械設備（ゲート）工事との工程調整を行うには、事業の目的や各々に提示された施工条件、その条件に対する施工業者の姿勢、それぞれのリスク管理を行う中で、互いの作業内容をよく把握していくことがとても重要であることをあらためて認識できた。

今後施工する工事においても積極的にコミュニケーションをはかり、事業全体が無事に完了しエンドユーザーに喜ばれるものづくりを行っていきたい。

取水設備に関連する工事工程短縮の合理化施工についての他工事への適用条件として、堤体設置形取水塔を有した取水ゲート設備においては、塔上ガーダの高力ボルト接合と一体架設・据付施工方法について今後の合理化施工案として寄与できるものと考えている。コンクリート製取水塔に関していえば取水塔スラブのプレキャスト化（プレストレストコンクリート床版）が適用されるものと考える。

17

工程管理

長期工事におけるライフラインの確保と工程管理と苦情対策

北海道土木施工管理技士会
株式会社藤岡建設
工事主任
星　野　克　彦
Katsuhiko Hoshino

1．はじめに

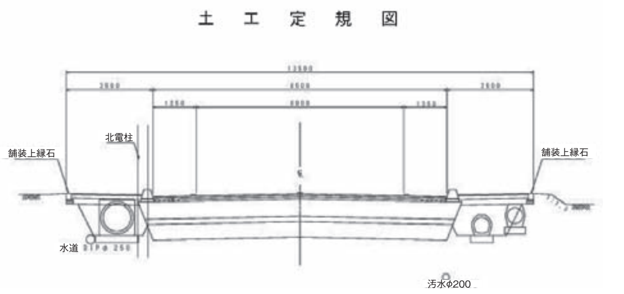
工事概要

⑴　工 事 名：砂川奈井江美唄線総合交付金604
　　　　　　地方道工事
⑵　発 注 者：北海道空知総合振興局
⑶　工事場所：北海道美唄市
⑷　工　　期：平成23年９月26日～
　　　　　　平成24年11月30日

私が担当したこの工事は、道道砂川奈井江美唄線の道路拡幅工事の中で最終工区になる住宅街の中での工事であった。目的としては道路を拡幅し歩道整備し住民や道路利用者の快適性を図る事であった。

その中でも工事区間は、市街地で住宅街もありバス路線も通っていて非常に交通量が多い。更に道道美唄富良野線と接続されていて高速道路インターチェンジが近く国道12号線も近いため、地方からの車の通行も多い。その中でいかに利用者に迷惑のかからない、そして初めて利用する人にも工事状況がわかり工事区間をスムーズに通行できる道路工事を行うかと言う課題の中での施工となった。

当現場は北海道空知総合振興局発注で道路路盤改良拡幅、歩道設置工事がメインで施工延長約358m、平均道路幅13.5mで道路歩道端部が民地境界となっている。その中に大型縦断排水、農業用用水、農業用排水を埋設するが、さらにライフラインである水道、下水道、ガス、そして電線とNTT 通信線と言ったものがすべて道路用地内に収まる設計となっていた。



図−１　土工定規図

図−１にある道路用地内に電柱を建柱し水道・下水道管も設置するため、それら全てにぶつからないように排水関係を布設しなければならない。その施工順序が当工時の工程管理に大きく影響するため、作業範囲の確保もスムーズな施工に欠かせない要素であった。

2．現場における問題点

現道が非常に狭いため施工しながらの一般片側交互通行及びバス路線確保が非常に難しく、そしてライフライン移設工事との同時作業が出来ない状況であった。

現場敷地内に埋設及び設置建柱する全ての物を

図－２　片側交互通行作業状況

図－３　協議会状況

再検討し、全てにおいて支障のない位置と高さを設定し施工優先順位を検討し施工する。その事が現場の工程管理上でロス無く最短で工事を行える事項と判断をし、ライフライン協議会を設置した。

当初の布設・埋設箇所を確認し、接触しない位置を確認する事と施工する順序や施工箇所が緩衝しない状況を確認し施工順序を検討したが、数点の問題点が確認され、解決策の検討を余儀なくされた。その中で気になる項目が数点あった。

1．それぞれの布設・埋設物が車道に埋設できないため、歩道部内に集中する。その中で掘削作業を幾度も行うと掘削部の崩壊を招くと思われる。

2．工事区間内全線に電線・通信線が設置されているため、移設作業と本設置作業時は他の作業が全てできない。

3．当初の工期（平成23年９月26日～平成24年３月30日）では移設作業を含めた本工事を完了させることができず、他のライフライン移設の発注元が年度を跨ぎ発注することが出来るのか。

4．現道幅が狭く片側交互通行で全ての作業が行われるため、全ての作業で通常の施工時よりもロスが出る。そのため工期的に時間を要するのではないか。

5．現場は住宅街の中にあり、全ての掘削作業時に冬期間であると土砂及び路盤が凍上しており、振動騒音などの苦情無く施工することは困難である。

協議会での以上の検討事項を問題点として出し対応策を検討する事とした。

３．対応策と適用結果

問題点に応じた対応策は

1．歩道端部が民地境界であり、オープン掘削を繰り返し行うと崩壊を誘発させる恐れがある。できるだけ掘削回数を減らすために水道と大型排水、ガス管と下水道と言うように２セットの同じ施工パーティーを作ることで、民地及び民家に影響を与えない。また軽量パネルや軽量矢板での土留め作業も行い養生する。

2．電柱移設に伴う電線・通信線の移設・本設置作業は建柱車を道路端部に設置し、200m 程の施工延長となり、かつ期間としてそれぞれ１ヶ月ほどかかると言う事である。そのため移設作業時は現場を休止し、移設に専念してもらう。

3．全てのライフライン工事期間と当工事期間を計算すると、やはり年度内での完成は無理であった。そのため各ライフライン移設の発注機関に確認を行ったところ、年度を跨いでの工期設定は出来ず、分割せざるを得ないとのことであった。そのため年度内で施工できる分と新年度での施工とで発注を分割し施工する事とした。

4．全てのライフライン工事と当工事を片側交互通行時での施工期間で算出し、本工事での工期延長を発注者に報告し許可をもらった。

図−４　縦断管と水道管

５．地域住民説明会で施工方法の説明を行ったところ、やはり振動騒音を軽減して欲しいとの要望があり、発注者との検討により凍上が避けられない期間の施工をしないことで確認を行った。またそれに伴い、工期の設定も考慮して頂いた。

５つの対応策に基づき、

１．に対して、電柱の移設を用地外にしてもらい、オープン掘削とパネル掘削を施工しやすくした。そして予定通り２セットで施工を行い地山をなるべくいじめないように施工を行った。そして崩土を防ぐことができた。

２．に対して、電柱移設・本設置作業に専念して施工してもらうと、当然のことながら本工事が止まってしまう。そのため移設作業の日程をピンポイントで設定し、休工期間を最小限に抑えるため協議会を綿密に開催し、協議会に係わる業者に極力参加してもらった。意見交換などを行い、設定した日程で移設作業を行ってもらった。

図−５　油圧式解体機

３．に対して、年度内で出来るギリギリの施工箇所を設定し、ロス無く施工できるようにした。また新年度での発注をスムーズに行ってもらう為、発注機関との打ち合わせも綿密に行い、住民からの要望などを伝え早期発注に努めてもらった。

４．に対して、全ての工事施工期間を算出し、施工時期を想定した過去の気象データなどから天候不順日を割り出し工程に反映させた。そして工事期間と天候予備日、そして他のライフライン工事での予備日などを設定し工期を決定した。

工期は予想以上に伸び次年度の冬前となってしまうため、想定外のことなどが起こると、また冬期間に入り施工できなくなってしまう。そのため各ライフライン工事と本工事の工程会議を定期的に行い工程に反映させた。

５．に対して、冬期間の凍上時は施工を行わず、休工して騒音振動対策を行った。また、地域住民への聞き取りや訪問などを定期的に行い、冬期間外も振動騒音などの対策を常に検討事項に盛り込んだ。そして苦情の出ないスムーズな施工を出来るようにするため施工機械の変更や施工方法の変更などを行い、常に苦情に対応した施工を行った。

特に５番の項目に関して、さらに検討を行い施工機械の変更・設定や施工方法の改良など創意工夫し苦情対策を行った。騒音の出そうな機械や振動を与える恐れのある機械の使用をやめ、機械の再検討とより良い施工方法の検討を行った。またその都度に振動騒音調査や地域住民への確認を行い支障のない施工を行う事とした。

コンクリートの解体作業時では通常ブレーカーでの解体となっていたが、油圧式解体機による解体作業に切り替えた。

また解体作業をスムーズに行うため、コンク

図－６　ワイヤーソーによる切断

図－７　試験転圧密度試験

リート切断を行いブロック割りで解体作業を行った。切断時は騒音を押さえるためワイヤーソーにて切断作業を行い苦情対策に努めた。

振動対策では、転圧機械による転圧を振動無しで行う事とし品質をクリアーする転圧回数を試験にて設定し機械からの振動を抑え苦情対策を行った。

以上の対策を行い、苦情対策に努めスムーズな施工ができ品質も確保できた。

４．おわりに

今回の工事では、施工工期も非常に長く、現場での工程管理も非常に難しかった。特に住宅街の中の道道改良工事と言う事で、現場が工程のロスや住民の工期長期化によるストレスを軽減する事と苦情を極力無くすことを念頭に施工を行った。

施工中は目立った苦情もなく、そして工期内に現場を終了させることが出来た。１年２ヶ月に及ぶ長期にも係わらず、地域住民からは労いの言葉をもらえたのが本当にうれしい限りであった。

現場も品質を確保でき見栄えも含め満足のいく現場に仕上がったと思う。

施工方法がほぼ片側交互通行での施工とあり、一般車両との接触や歩行者の安全確保など事故などの安全管理も気を抜けない状況であったが無事故で終わらせることができ良かったと思う。

地域住民説明会では当初工期から大幅に遅れることを想定した説明を行い、なかなか理解してもらうのにも苦労した。しかし回覧の配布や住民への説明などのコミュニケーションを怠らずに努めたことが、問題なく現場が終了した要因だった。でも何より住民の理解と応援無しにはこの工事も完了できなかった。そして臨機応変に対応してくれた発注者に感謝するところである。

今後も品質の良い現場と安全作業の両立、そして地域から喜ばれる現場作りを常に意識し、施工に従事していきたいと考えます。

18

工程管理

既設橋梁の歩道部拡幅工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック
監理技術者　　　　　　　　設計担当
藤　堂　隆　之○　　長谷川　哲　也
Takayuki Todo　　　Tetsuya Hasegawa

1．はじめに

網干大橋は、昭和35年に建設された国道250号に架かる橋長183.33mの鋼３径間連続合成桁橋＋鋼単純ランガー橋＋鋼単純合成桁橋である。

車両交通量は多く、路肩を行き交う歩行者や自転車のすぐ脇を自動車が通る危険な様子は、初めの現場踏査により感じ取れた。このような状況を改善するため、本工事は既設上部工にアルミ製の橋側歩道橋（以下、アルミ床版）を設置することにより、歩行者や自転車利用者の安全性と利便性向上を目的とした工事である(図-１)。また､アルミ床版の設置による上部工重量の増加および既設本線のＢ活荷重への設計の見直しにより、既設桁の補強､支承の取り替え､落橋防止や変位制限装置の追加等を行う工事である。さらに、今後発生する維持管理費を削減することを目的として、橋梁全体の耐久性を向上させることに重点を置いた。

工事概要

⑴　工 事 名：網干大橋橋側歩道橋工事
⑵　発 注 者：兵庫県　中播磨県民局
⑶　工事場所：兵庫県姫路市網干区余子浜地内
⑷　工　　期：平成22年10月22日～
　　　　　　　平成23年12月15日

当現場では、多くの工種がある中で、出水期施工が出来ないこと。また、歩行者等の安全確保の観点から早期供用が必要と考え、2.5ヶ月の現場施工期間短縮を提案していた。

本稿では、このような条件の中で生じた問題に対し、安全性を確保しつつ、工程厳守のために工夫した内容を中心に報告する。

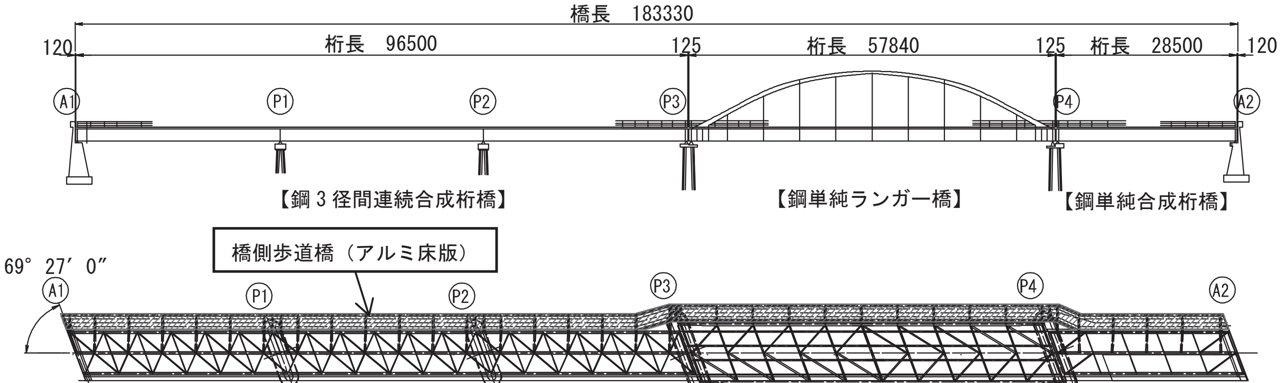


図-１　一般図

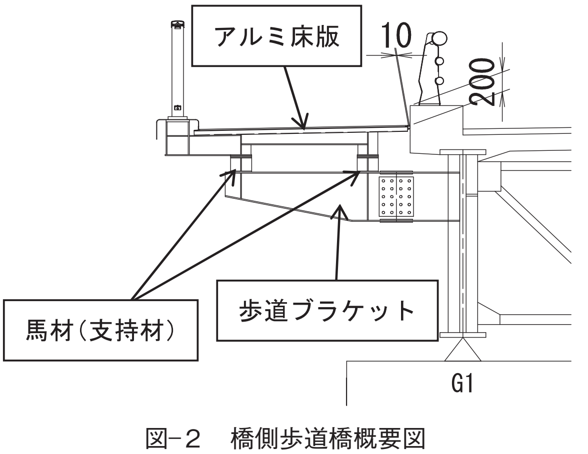
2．現場における問題点

本工事の計画段階および現場施工時における主な問題点として、以下を示す。

⑴　アルミ床版の出来形確保

橋側歩道橋の設置方法は、既設橋主桁の垂直補剛材位置に鋼製ブラケット（以下、歩道ブラケット）を一定間隔で設置して、歩道ブラケット上に馬材を二箇所設け、その上にアルミ床版を設置する計画である。構造的にはシンプルであるが、アルミ床版は既設桁に対し10mm 程度の隙間で隣り合い、地覆天端との計画高差も規定されているため、設置において高い精度が要求された（図−２）。

しかし、既設本線の建設が古いことから当時の詳細な図面が残っておらず、設計書の精査や現地踏査の結果、不明な点や設計と異なる点があることが確認された。従って事前の綿密な現場実測と調整可能な構造の採用が必要であると判断した。

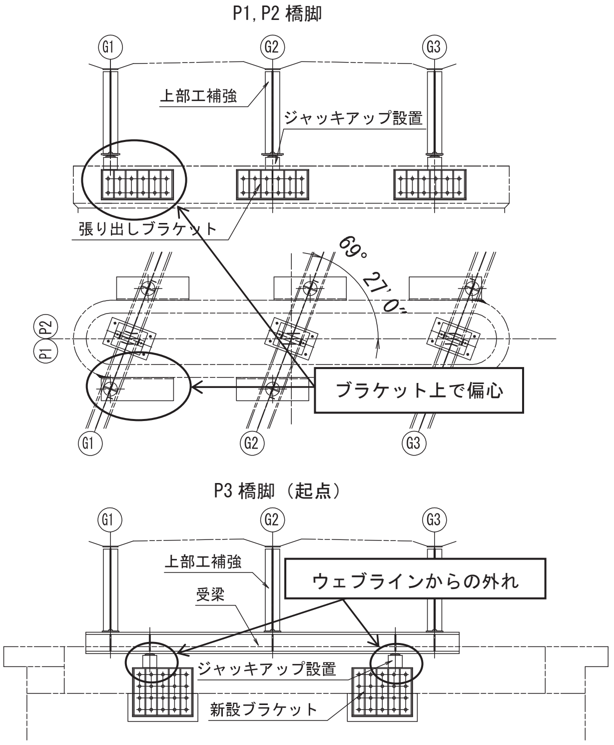


図−２　橋側歩道橋概要図

⑵　支承取り替え時の安全性

既設の支承は高さが低く桁下空間が小さいことより、支承取り替え時のジャッキアップは下部工に鋼製ブラケットを設置し、その上で行う計画であった。しかし、桁の配置や下部工形状等の制約により、ジャッキ据え付け位置が主桁ウェブラインから外れている箇所や、ブラケット中心から偏心した位置に設けられている箇所があった（図−３）。

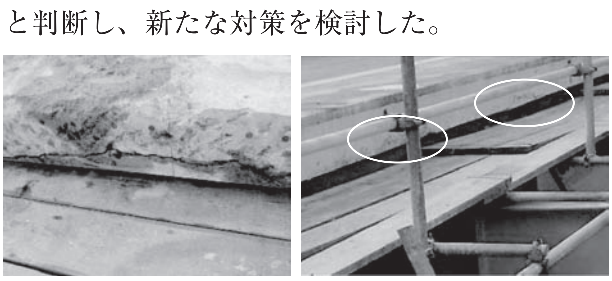
当初計画による工法では、ブラケット上の偏荷重等、構造上の問題に加え、ブラケットの設置・撤去に多くの日数が掛ることが懸念された。従って、主桁ウェブラインでジャッキアップを行う方法に見直すことにより、安全性を高め、また工期の短縮を図る必要があると考えた。



図−３　当初計画のジャッキアップ方法

⑶　既設構造物の損傷

アルミ床版の設置に伴う地覆改良工において、既設床版の切断が必要であった。過年度の補修工事にて床版下面には炭素繊維補強シートが被覆されていた。そのため、外観では分からなかったが、床版を切断したところ切断面に多くのひび割れが発見された（図−４）。このままでは耐久性が悪いと判断し、新たな対策を検討した。



図−４　既設床版の切断面

3．対応策と適用結果

前述の問題を解決するために、以下の対策を実施した。

⑴　綿密な現場実測と調整可能な構造検討

アルミ床版を所定の位置に設置するために、以下の現場実測や対策を行うことで出来形を確保した。

①橋軸直角方向への対策：既設橋主桁の通りを実測して、歩道ブラケットの製作に反映した。歩道ブラケット上に設置する馬材の位置に対し、桁の出入り量を反映することで馬材やアルミ床版を直線に配置することができた。

②橋軸方向への対策：歩道ブラケット間隔の実測を行い、アルミ床版の製作に反映した。具体的には、馬材と取り合うアルミ床版のボルト孔位置を実測値に合わせて削孔した。

③高さ方向への対応：既設橋の車道路面高の実測を行い、誤差の小さい近似放物線を設定し馬材の製作に反映した。

④誤差吸収への対応：長孔の採用や調整プレートを使用することにより、製作や架設における誤差を吸収可能な構造とした。

これらを実施した結果、全てのアルミ床版において追加の削孔や部材の再製作等の手戻りが生じることもなく、現場工程に影響を及ぼすことなく収めることができた（図−５）。

図−５　アルミ床版設置後

⑵　ジャッキアップ施工方法の変更

ジャッキアップを主桁ウェブライン上で行う方法として以下の２案を検討した。

案１）鋼製ブラケットをウェブライン上に移動

案２）下部工上でのジャッキアップ

まず、案１）について、橋脚は平面方向に楕円形状で、さらに桁は70°程度の斜角を有しているため、片側の外桁ウェブラインがちょうど曲線部と交わる。従って、ウェブライン上でジャッキアップを行うためにはブラケットの設置面を平面に変更することやアンカーボルトの縁端を充分に確保するために、コンクリートの増し打ちが必要であった。しかし、支承取り替え後のブラケット撤去時にこれらの増し打ちコンクリートも合わせて撤去する必要があるため、工程的に問題があると考えられた。何より、渇水期施工という条件により案１）の採用は困難であると判断した。

次に、案２）について、下部工上でジャッキアップを行うことができれば、それが現場施工的に最良の方法であると考えたが、それを行うためには次の課題が生じた。

①桁下空間が小さい

最小のジャッキでも据え付けることができない箇所があった。

②下部工の耐力不足

ジャッキアップによる支圧応力および、押し抜きせん断応力を計算したところ、橋座部が欠け落ちると判断された。

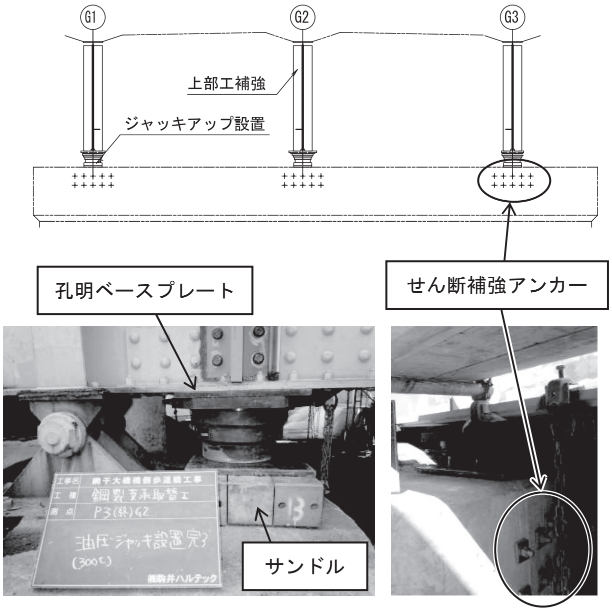
③上部工ジャッキ受け部の部材干渉

上部工側には過年度の補修工事により、下フランジに当て板補強がされているところがあり、ボルト頭部が障害となり、ジャッキを受けることができない状態であった。

これらの課題に対し、以下の対策を行うことにより、案２）の採用が可能となった（図−６）。

①ジャッキ据え付け位置のコンクリートをはつることにより、ジャッキアップに必要な高さを確保した。コンクリートの埋め戻しは沓座モルタルの施工に合わせて実施した。

②下部工の耐久性向上として、支圧応力に対してはサンドルおよび敷鉄板を使用することで必要な支圧面積を確保した。また、押し抜きせん断応力に対しては、コンクリートで負担する耐力を低減するために、必要本数の補強アンカーを



図−６　ジャッキアップ状況

施工した。なお、補強アンカーは外観上それほど目立つものではないため、将来の補修に備え存置とした。

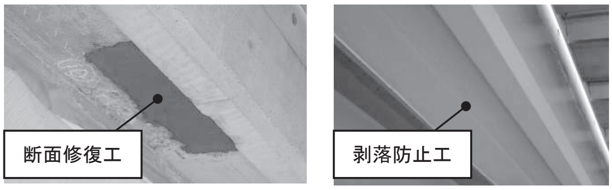
③ジャッキ受け部に点在するボルト頭部については、下フランジとジャッキの間に設けるベースプレートに対し、ボルト頭部が来る位置に孔を明けることで対応した。

なお、案２）を採用したことで安全性を確保した施工だけでなく、仮設材設置・撤去の省略により、ジャッキアップ（支承取替工）だけで約１ヶ月の工程を短縮することができた。

⑶　床版の耐久性向上および剥落防止対応

切断面のひび割れ状況把握のため、全体調査をすみやかに実施した。既設の炭素繊維補強シートを撤去後に叩き検査を全面で行い、ひび割れ部のコンクリートを取り除いた。そして、それら損傷箇所の長さや幅、厚さについて計測を行った。

修復方法については、床版の断面修復および剥落防止の両方を行うことが可能な新技術のコンクリート保護工で、当社が開発に関与した「アロンブルコート Z−X（NETIS：CB−120013−A）」を採用した（図−７）。これにより、長期供用における床版の耐久性向上を図った。修復は他の工種と同時進行で行うことにより、工程に影響を及ぼすこと無く施工することができた。



図−７　床版の修復

４．おわりに

今回、事前の検討や現場実測を入念に行ったことや、既設構造物の思わぬ損傷に対し早期対応したことで、工程短縮を図ることができた。

さらに、取り替え前の可動支承が機能していなかったことにより生じた橋脚のひび割れ修復や、沓座周りの滞水防止のため排水経路を変更したこと、ランガー橋アーチリブのハンドホールに鳥害防止対策を実施したこと等、様々な改善提案を積極的に行い耐久性の向上に努めた。

今後、橋梁長寿命化のための補修・改良工事はますます増加することが想定される。この種類の工事では、最初に気付かなかったことや現場施工中に生じる問題が数多く潜んでいると思われる。しかし、工夫次第でより良いものを施工できることを本工事で学ぶことができた。

図−８　完成写真

19

品質管理

合成床版充填性確認の「見える化」

日本橋梁建設土木施工管理技士会
㈱横河住金ブリッジ

現場代理人	監理技術者	工事主任
村 山 秋 弘○	荻 野 彰 彦	陳　俊 銘
Akihiro Murayama	Akihiko Ogino	Syunmei Tin

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成20年度
　　　　　　23号知立 BP 尾山高架橋上り線鋼
　　　　　　上部工事

⑵　発 注 者：国土交通省　中部地方整備局

⑶　工事場所：愛知県安城市榎前町～福釜町

⑷　工　　期：平成21年３月17日～
　　　　　　平成23年３月15日

当工事は、国道23号上り線側道沿いに架かる橋長184.5m＋335.0m＋353.5m（非合成連続鋼２主桁橋）３橋の橋梁上部工事である。（図−１、２参照）橋梁の特色は鋼・コンクリートの合成床版（以下合成床版と記す。）を採用しており、その充填性に起因する品質向上対策が求められている。

本工事では、使用コンクリートに対して行った工夫、コンクリート打設方法の工夫及び施工の確認方法について行った工夫について述べる。これによって、実橋における床版コンクリートの充填性を検証した。

以下に本橋梁の合成床版における形式規模等を示す。

合成床版の形式・規模等

①道路規格：第３種第１級

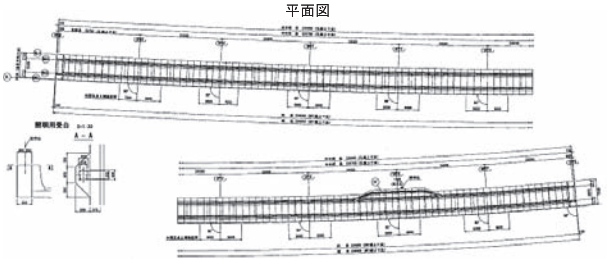
②床版形式：トラス鉄筋タイプの合成床版

③総幅員：9.53m（有効幅員：8.812m）

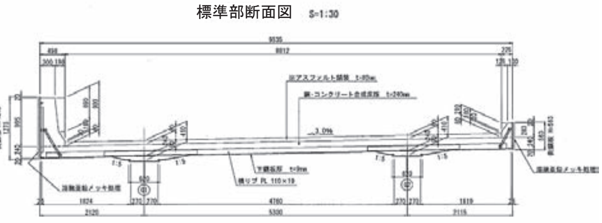
④床版厚：24.0cm（内鋼底板6mm 含む。主要鋼材 SMA400W）

⑤使用材料：コンクリート（σ30−８−20（膨））、鉄筋（SD345）

⑥床版スパン長：4.1m～5.3m



図−１　尾山高架橋平面図他２橋



図−２　標準部断面図

2．工事における問題点

合成床版はコンクリートが底鋼板や鉄筋に隙間なく充填されて性能補償されるので、その充填確認が品質向上にとって重要である。しかし、コンクリート打設中に注意して入念にバイブレータで締め固めても、本当にコンクリートが十分充填さ

れているかの十分な確認ができない。施工中や完了後におけるコンクリートの充填確認が課題となっている。（当工事の合成床版の特徴は底鋼板にトラス鉄筋を溶接で固定しているタイプである。）一般的に、床版支点部やハンチ付近及び壁高欄との接続部において、鉄筋が密に配置されるのでコンクリートの充填性が問題となっている。このため、使用するコンクリート材料及びコンクリート打設の施工において充填性に配慮した。

合成床版に使用するレディーミクストコンクリートは、膨張コンクリートに高性能 AE 減水剤を添加し作業時の流動性を確保することで充填性向上できる。密実なコンクリートとするためには単位水量を抑えスランプを８cm とするが、トラス鉄筋等内部や鉄筋密度が高い箇所は空隙が発生することが予想されることから、この部分の充填性確認が重要と考えた。

実橋における合成床版の充填性を確認するために以下の項目に着目した。

⑴　レディーミクストコンクリートに対しての工夫（施工前）
- コンクリートのスランプ範囲は８±2.5cm。高性能 AE 減水剤を添加することで下限ねらいの10cm とした。これによりワーカビリティを確保した。

⑵　実物大の合成床版供試体で確認
- バイブレータ（ϕ30mm）の挿入時間の確認を行う。小型（50cm×50cm　t＝25cm）の同構造の合成床版供試体作成しコンクリート充填検知システム（製品名：ジューテンダー。以下検知システムと記す。）を使用して充填性を確認する。
- 実際に使用するバイブレータ（ϕ30mm、ϕ50mm）の挿入時間を確認する。実物大の同構造の合成床版供試体を製作してコンクリートの充填性の確認を行う。このときにバイブレータ挿入時間・挿入間隔確認を行う。また、打設中は検知システムを使用して充填性を検証する。打設後充填性確認するために供試体を切断して目視で確認する。

⑶　実橋における打設方法の工夫（施工中）
- コンクリート打設時は床版下面よりたたき検査で充填性確認する。また、打設中は充填検知システムを使用して充填性を検証する。

⑷　実橋における打設後の充填性の確認方法（施工後）
- コンクリート硬化後床版下面よりサーモビューアーで充填性を確認する。

この４項目により充填性確認した。

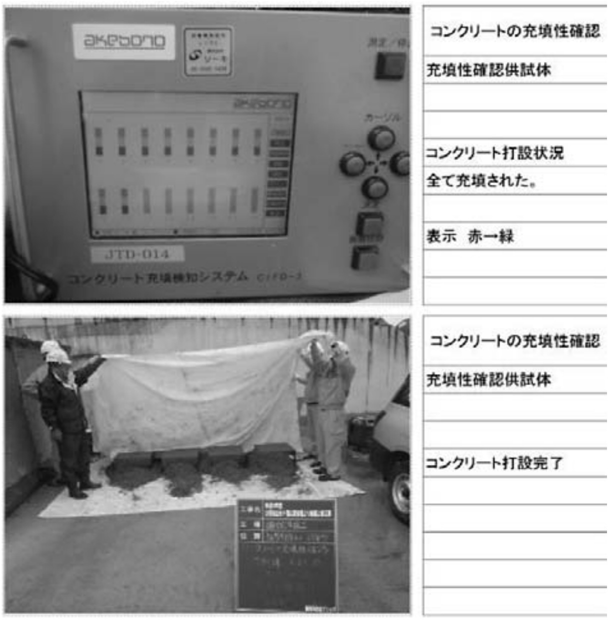
３．対応策と適用結果

実橋における床版コンクリートの充填性検証について（充填性確認の「見える化」工夫とその対策）以下の対応を行った。

⑴　小型供試体による充填性確認

試験練り時にバイブレータの挿入時間を確認した。

合成床版と同構造の小型供試体を製作しバイブレータの挿入時間を確認した。ϕ30mm の高周波バイブレータにて締固時間を変えて（３秒, ５秒, 10秒, 15秒）充填性を確認した。確認は検知システムを使用して確認した。全ての供試体で充填が確認された。（図−３参照）



図−３　小型供試体による充填性確認

(2)　実物大供試体による充填性の確認

小型供試体による充填性確認の結果をもって実物大供試体による充填性確認では、実際の施工を想定してバイブレータの挿入時間を５秒及び10秒として実験を行った。結果は、バイブレータの挿入時間５秒, 10秒共に充填された。（打設中は検知システムで確認。図−４参照）

図−４　実物大供試体にて充填性確認

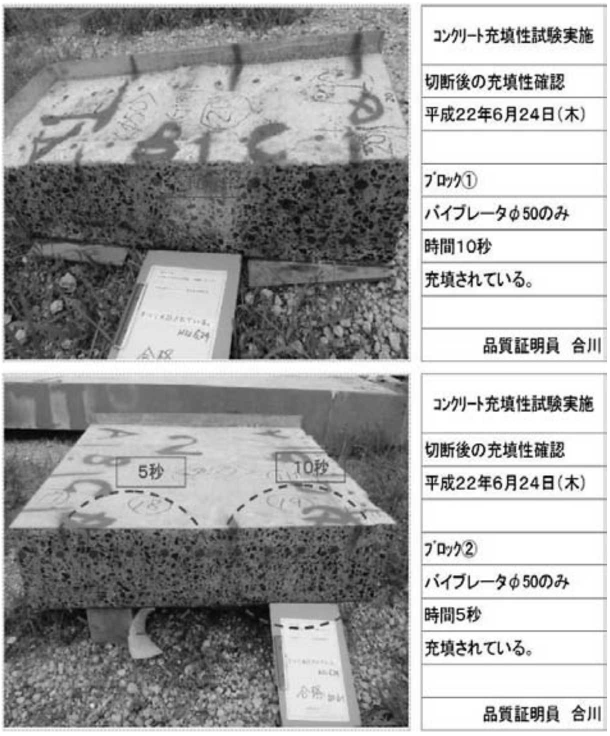
また、コンクリート硬化後、実際に充填されているか目視で確認するために実物大供試体を切断し充填性確認を確認した。結果は空隙無く全て充填されていた。（図−５参照）

この結果により、バイブレータの締め固め時間（挿入時間）を５秒として施工することにした。

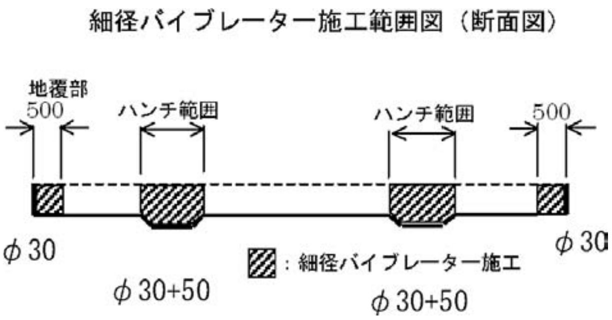
床版はバイブレータ φ50mm を使用し、壁高欄や地覆部及びハンチ部等の配筋が重なり合い鉄筋間隔が狭い箇所は φ30mm を併用して施工するものとした。

(3)　実橋におけるコンクリート充填性の検証（「品質向上の見える化」運用による効果）

実験結果によりバイブレータの使用範囲区分を決めて施工した。締固時間は５秒とした。（図−６参照）φ50mm、φ30mm のバイブレータで締め固めた結果は、すべて良好に充填された。（実橋施工にて検知システム使用し充填性を確認した。）



図−５　実物大供試体切断による充填性確認



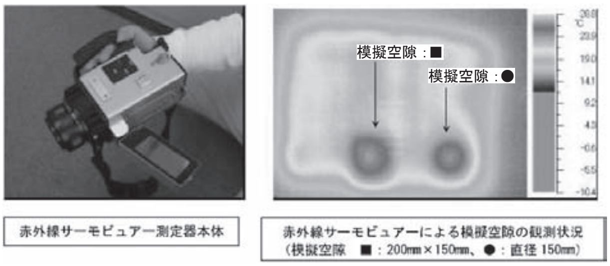
図−６　バイブレータの使用箇所

施工途中には、未充填が起こりやすい床版ハンチ部や壁高欄部を作業員に危険区域として特定し重点的にチェックした。

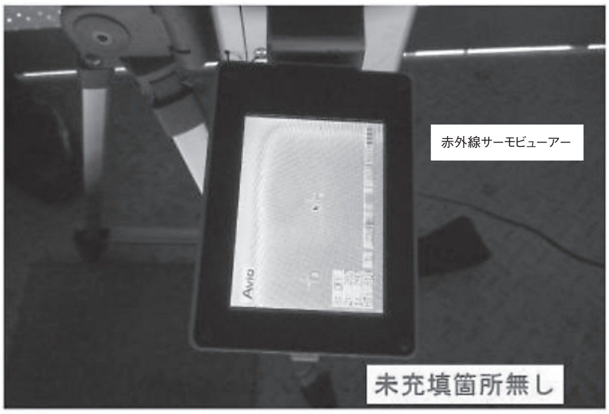
コンクリート充填性の検証として、作業中は検知システムで確認できたが、硬化後の充填性確認は破壊による確認（例えば切断やコアさっ孔）ができないので、赤外線サーモビューアーで行った。

全ての橋梁で床版下面より確認した。その結果全て充填されていることが確認できた。

特に未充填が起きやすいハンチ部や鉄筋の過密な支点中央部でも未充填箇所はなく結果はすべて充填されていた。（図−８参照）



図−７　（未充填箇所：赤色）確認状況



図−８　赤外線サーモビュアーによる充填性確認

４．おわりに

コンクリートの充填性は合成床版の製品性能において十分証明されている。この度の取り組みで、さらに、現場作業における合成床版の充填性確認が出来たと考える。取り組みとして、バイブレーター挿入間隔・挿入時間を再検証し、コンクリート充填検知システムを導入して施工中の合成床版の充填性を「見える化」した。これにより、合成床版の品質証明ができた。これらの「見える化」は、コンクリートの未充填を防止する上で有効な手段であり、検知システムで充填性を可視化することで、コンクリート打設時の適切な締め固めが確認できた。また作業中のコンクリート未充填による品質低下のリスクを軽減できたものと考える。

今後の取り組みとしては、より品質向上意識を高めるため「品質の見える化」の実施を推進してゆき、品質向上の感度を高めて行いくことが大切と考える。そして、高耐久性の構造物によりライフサイクルコスト低減につなげて行くことが大切である。

20

品質管理

耐寒剤を使用したスラブコンクリートのひび割れ防止対策について

北海道土木施工管理技士会
勇建設株式会社
監理技術者兼現場代理人　林　茂樹○　Shigeki Hayashi
現場技術員　古林一馬　Kazuma Furubayashi

1．はじめに

当工事は、PC工法による衛生管理型漁港施設の構築工事で、既に施工済みである連続地中梁を基礎とした上に、PC工法により工場で製作した柱・梁・床版を架設して、衛生管理型漁港の２階部を構築するものである。（図−１、２参照）

当社は、このうち工場製作によるPC柱・梁・床版部材を架設して、床版部材の上にスラブコンクリートを打設する工事を実施した。

工事概要

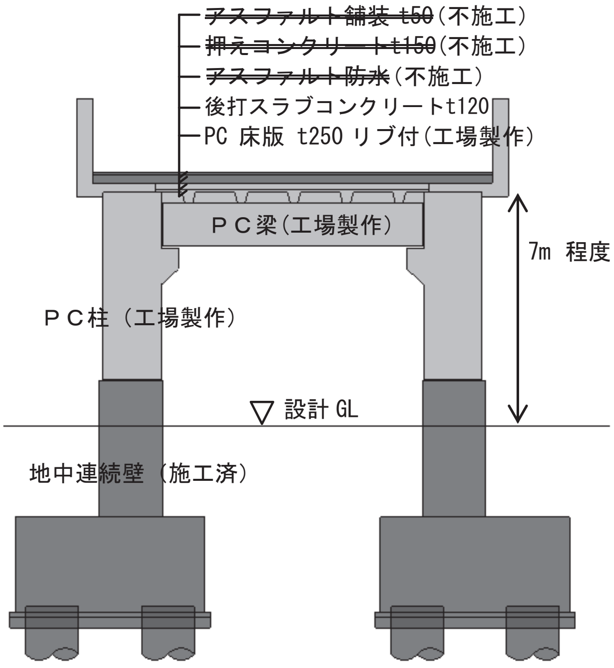
⑴　工事名：ウトロ漁港人工地盤建設外一連工事

⑵　発注者：北海道開発局網走開発建設部網走港湾事務所

⑶　工事場所：北海道斜里郡斜里町ウトロ

⑷　工　期：平成22年７月１日〜平成23年３月18日

発注時期の影響で、床版部材の上に打設するスラブコンクリートの施工時期が12月以降となる計画となり、寒中コンクリートの品質管理が大きな課題であった。そこでクラック防止対策としてコンクリート表面へメッシュシートを埋設、また新技術を用いた湿潤シート及び保温マットでの養生を強化することでクラックの発生を防ぐことができた。以下にその実施した内容について詳述する。



図−１　標準断面図

図−２　現場全景

２．現場における問題点

本業務を進める上で以下の問題点が発生した。

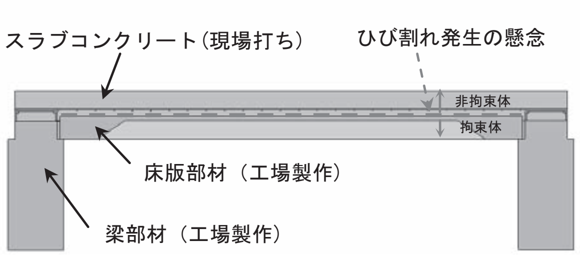
１）厳しい気象条件での寒中施工

計画工程ではスラブコンクリートの打設時期が12月以降になり、この地域では寒中コンクリートによる施工となる。そのために、仮設構造物として防寒養生囲いを施工することが必要となるが、施工箇所は２階部で地上より７m 程度高い位置にあることに加え、この時期の現地特性として非常に風が強く、時折秒速30m 以上の突風も吹く地域となっており、通常の防寒養生囲いを設置した場合、強風の影響で倒壊してしまう懸念があった。そこでコンクリートの防寒養生対策および風対策が課題となった。

２）乾燥収縮や外部拘束によるひび割れの発生

スラブコンクリートは厚さ12cm、延長45m、最大幅約38m と薄く広い断面になっているが、スラブコンクリートの性質上、伸縮目地やひび割れ誘発目地を設置することができない。それに加え、施工後橋面防水が施工するまでの長期間において、直射日光にさらされることになる。そのためコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ対策が重要な課題となった。

また、コンクリートは工場で製作されたＰＣ床版コンクリート部材の上に打設するものであり、床版部材が拘束体となり、外部拘束によるひび割れの発生が懸念された。（図−３）



図−３　コンクリート断面図

３．対応策と適用結果

寒中コンクリートの施工について、以下の提案を行った。

１）耐寒剤を使用したコンクリートの採用

当工事のスラブコンクリートは、薄くて面積が広いコンクリートであり、施工場所が高いこともあるため、防寒養生囲いを行う場合には、地域特性である強風による安全性に問題が生じる。そこで、防寒囲いを行う場合と耐寒剤を使用した場合の比較検討を行った。（表−１）

表−１　防寒養生囲いと耐寒剤使用の比較表

	防寒養生囲い		耐寒剤使用	
概要	スラブコンクリート全域を足場材と断熱シートなどを使用して全て囲い、ジェットヒーター等で給熱養生を行う。		コンクリートの凍結温度を下げ、初期強度を促進させる機能を有する混和剤（耐寒剤）を使用する。	
品質面	コンクリート温度をジェットヒーター等による給熱で調節することができる。	○	コンクリート温度は外気温に左右されるとともに、強度発現が早いためクラック発生のリスクは高まる。	×
経済面	養生囲い費＋給熱養生費で、約53千円/m3	×	耐寒剤費＋シート養生費で、約9千円/m3	○
施工面	大がかりな防寒囲い施設の施工が必要となる。	△	普通コンクリートと同様の施工が可能だが、スランプロスが大きく施工速度が問題となる。	△
安全面	大がかりな養生囲いは、地域特性である強風時に危険を伴う。	×	コンクリート打設後の養生がコンクリート表面のシート養生のみで強風に対する危険性が少ない	○
評価	△		○	

この結果をもとに発注者と協議を重ね、耐寒剤を使用したコンクリートにより施工することになった。

ここで問題となるのは、次頁表−２より『耐寒剤を用いたコンクリート工事の特徴』の短所より

品質確保：コンクリート内部温度が高くなると、クラックの発生が心配される。

作業効率：コンクリートのねばりが強くなり、圧送しにくくなったり、表面処理に手間がかかったりしやすい。

などが挙げられる。

よって品質確保のクラック防止対策と、作業効率においてワーカビリティについての問題が重要となる。

表−２　耐寒剤を用いたコンクリート工事の特徴
≪耐寒剤マニュアル（案）抜粋≫

項目		特徴	備考
長所	工程短縮	簡易な養生で可能	仮囲いおよび給熱養生が不要となることから、養生は簡易なシート養生のみで、工程の短縮が図られる。
	作業性	狭隘な場所	仮囲いおよび給熱養生の施設スペースが不要となり、狭隘な場所での施工がしやすい。
	安全性	火気管理のできない箇所	火気の使用がないため安全。また、仮囲いの設置・撤去作業もなく安全。
	品質確保	面積の広い箇所、薄い部材での品質確保	面積の広い構造物や薄い部材でも初期凍害防止や強度確保が容易で、品質確保に効果がある。
短所	品質確保	気温予測が難しい、クラック発生に注意	耐寒剤の使用量はコンクリートの硬化までの最低気温によって決定するが、気温の予測が難しい。温度管理でコンクリート内部温度が高くなると、クラックの発生が心配される。
	作業効率	ねばりが出る	コンクリートのねばりが強くなり、圧送しにくくなったり、表面処理に手間がかかったりしやすい。
	経済性	価格が高い	他の混和剤に比べその使用量が多く、比較的高価な混和剤であるため、コンクリートの単価増となる。

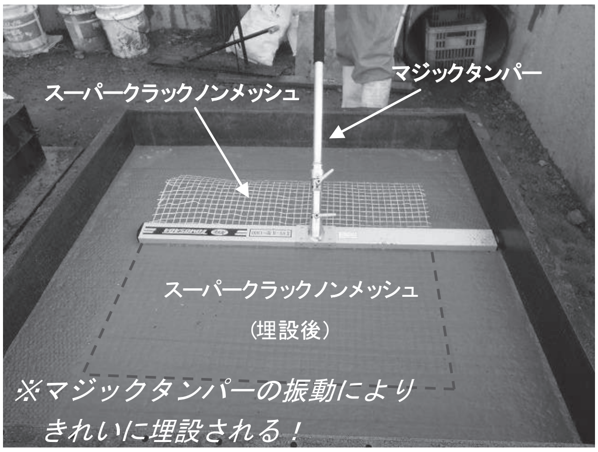
作業効率の問題については、生コン工場で待機時間別にスランプ試験を実施する試験施工を行った。その結果スランプロスが著しく、待機時間によってはポンプ圧送や仕上げ作業が困難であることが分かった。この結果をもとに発注者と協議し、スランプ値を当初の８cm から12cm に変更することで圧送と表面処理の問題について対応した。品質面のクラック防止対策については以下に記述する。

２）クラック防止対策

スラブコンクリートは後施工として、橋面防水やアスファルト舗装が予定されている。そのため最終的にコンクリート表面はそれらにより保護されることになる。ただし、橋面防水の施工予定が２～３年後を予定しているため、その間に発生する表面クラックによる鉄筋の腐食を防止することが最も重要と考えた。

そこで、表面に発生するクラック対策を重点に検討した結果、コンクリート表面から５mm 程度の深さに引張強度が高い耐アルカリガラス繊維性の格子状のメッシュシート（スーパークラックノンメッシュ）をコンクリート打設中に埋設することにした。

その施工性を確認するため、前述の試験施工の際にメッシュシートを準備して埋設方法を試したが、一般的に行うタンピングやコテによる作業では、粘性が強く比較的固いコンクリートであるため、端部が跳ね上がるなど所々でメッシュが表面から浮き出て埋設具合にムラが生じた。そこで、バイブレーター機能を有したタンピング用左官機器（マジックタンパー）を使用することで、きれいにムラなく埋設することが可能となった。（図−４、５）



図−４　試験施工状況

図−５　コンクリート打設状況

養生では、保湿効果と保温効果を有した新技術『Ｑマット』を使用して、コンクリート打設後の温度低下を抑えた。

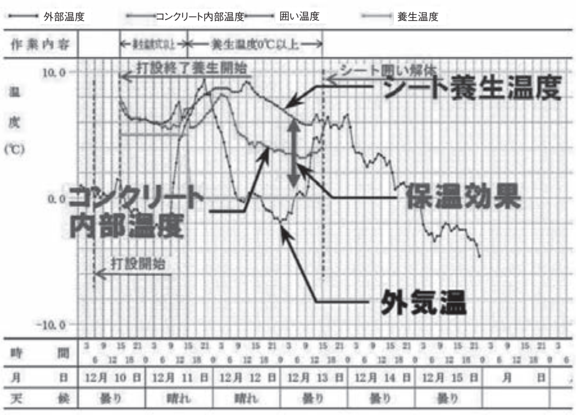
Ｑマットとは、コンクリート施工における湿潤養生と保温養生を同時に行い、高品質のコンクリート構造物を構築することを目的としたマットで、湿潤養生シートと保温養生マットの２層で構成される。湿潤養生シートは、従来のスポンジタ

イプ養生マットに比べて、10倍以上の初期保水量と、５倍以上の保水時間を有しており、構造物表面の湿潤性を長く保つことができる。保温養生マットはグラスウールを特殊なフィルムで密閉したマットで、外気温変動の影響を軽減して構造物を保温することができる。また、熱伝達率が従来のコンクリート養生マットの２分の１以下で、構造物全体が最高温度から安定温度に降下する際の温度勾配が緩やかにできる特徴を有する技術である。

コンクリート打設後、Ｑマットを出来るだけ早く敷設できるタイミングを把握するため、同じく試験施工の際に打設後のコンクリート硬化状況を観察し、かんじき等を使用すれば施工後３～４時間程度でコンクリート上でのマット敷設作業が可能であることを確認した。これを参考にコンクリート打設の日作業計画を立案し、日打設量の上限を決めて分割施工し、コンクリート打設当日中のできるだけ早い時間帯で無理なく養生を実施することができた。

これらの対策を実施した結果、延長45m、最大幅約38mという広い断面に伸縮目地の施工がな

図−６　養生状況



図−７　温度測定

いという条件にも係わらず、目立ったクラックが発生することなく、一定の効果を挙げることができた。

また、当工事のように寒中コンクリートを給熱による養生に頼らず、問題を解消しながら耐寒剤を使用したコンクリートによる施工を採用することは、近年問題となっている温室効果ガス削減にも効果があるといえる。

４．おわりに

今後コンクリート構造物の長寿命化を図ることがますます求められる。本工事のように有害なひび割れの発生を防止することは、構造物の長寿命化を図る有効な手段の一つである。常にコスト意識を持ちながら新技術・新材料を採用し完成後の観察を行うことが重要である。

これからも技術の習得および知識の吸収に積極的に取り組み、優れた品質の構造物を提供できるよう努めていきたい。

21

品質管理

Ｐ＆ＰＣ工法急曲線部の中流動コンクリート施工実績

東京土木施工管理技士会
日本国土開発㈱
現場代理人 野村佳範○ Yoshinori Nomura
監理技術者 炭谷高明 Takaaki Sumitani
機電主任 斉藤敏 Satoshi Saito

１．はじめに

工事概要

⑴ 工 事 名：芝川第10−３処理分区下水道工事（北建−22−１）

⑵ 発 注 者：さいたま市

⑶ 施 工 者：日本国土開発㈱・㈱ケイワールド日清・永島建設工業㈱特定共同企業体

⑷ 工事場所：さいたま市浦和区大原５丁目地内

⑸ 工　　期：H22年９月３日〜H24年10月31日

工　　法：泥土圧シールド工法（中折れ式）

仕上り内径：2,400㎜，路線延長：652.9m

直線区間（P&PC 二次覆工省略型）：568.4m

曲線区間（R40二次覆工施工）：84.5m

土 被 り：9.2〜11.6m，地下水位：GL−1.5m

土　　質：互層土質（砂質土，粘性土）

貯 留 水：合流式（雨水，汚水）

近年、都市型洪水への対応策として、地下貯留管・雨水幹線などのトンネル計画が積極的に進められている。本工事は、建設コスト縮減対策として、二次覆工を省略し工費・工期の削減のみならず、掘削外径の縮小によるコスト縮減（シールド機製作費・発生残土処分費・発生土処理設備費）、および環境への負担低減のメリットが期待できるＰ＆ＰＣ工法が採用された。但し、本工法の適用最小曲線半径はＲ≧100であり、曲線区間は、内面被覆を伴う従来工法である二次覆工施工の設計であった。

本稿では、Ｐ＆ＰＣ工法急曲線部二次覆工に関する品質管理留意点と施工方法について紹介する。

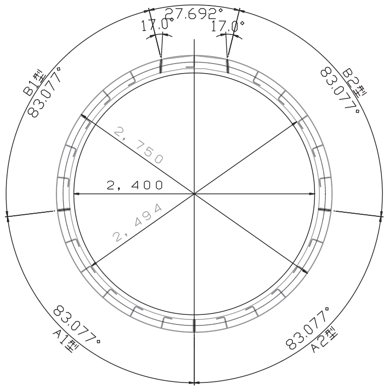
２．現場における問題点

二次覆工箇所は、セグメント厚（175㎜）のＰ＆ＰＣ工法に挟まれる位置で、最小かぶり厚50㎜となる。そのため、コンクリート充填性やひび割れ，耐久性において以下の問題点が懸念された。

・トンネルセンターと型枠センターのずれ寸法（以下ライズ）を考慮した最小かぶり厚43㎜。

・かぶり厚小に伴い、棒状バイブレータによる締め固め不可に起因する空隙の発生。

・設計基準強度24N/㎟の高炉セメントポンプ圧送時の材料分離，すりへり抵抗の低下。



図−１　スチールセグメント標準断面図

【ライズ計算式】：SB型円形スチールフォームのライズについて

ライズ　$V = R - \sqrt{[R^2 - (L/2)^2]}$

$A = C - V$

V:ライズ，R:カーブ曲率半径，L:打設スパン

セントル長3,000mm（L=1,500＋1,500　中折れ式）

ライズ　$V = R - \sqrt{[R^2 - (L/2)^2]}$

$= 40{,}000 - \sqrt{[40{,}000^2 - (1{,}500/2)^2]}$

$= 7.03$ mm

３．対応策と適用結果

3.1　材料種別における品質管理

狭隘な空間での立坑上からの圧送距離がL=240mとなるため、使用材料は流動性と共に、材料分離抵抗性が求められた。そのため高流動コンクリート等の使用も検討したが、ポンプ圧送性に問題があり、一般的なポンプでの施工は困難である。そこで、流動性や材料分離抵抗性を有すると共に、ポンプ圧送が通常の施工機械で可能な中流動コンクリートを採用した。

中流動コンクリートに要求される性能は以下の通りである。

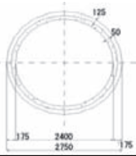
①最小かぶり厚43㎜に対しても充填性に優れる。

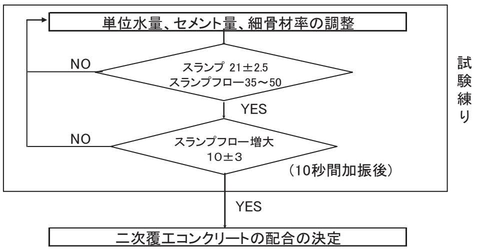
②240m以上の圧送距離に対してポンプ圧送時の材料分離及びすり減り損失が少なく、圧送性に優れる。

③打設完了後17時間の脱枠に必要な強度2.0N/mm² を満足する。

④ σ28が32.5N/mm² で、設計強度24N/mm² を満足する。

表−１　材料比較表（高流動コン−中流動コン）

種　別	高流動コンクリート		中流動コンクリート	
二次覆工既要図				外　経　2,750㎜ 内　径　2,400㎜ 覆工厚　175㎜ スチールセグメント桁高　125㎜ 1回当たり打設長　3.0m 1回当たり打設量　4.24m³
材　料	呼び強度　24N/㎜² 最大粗骨材寸法　20㎜ 高性能 AE 減水剤 増粘剤 混練り後性状　ｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰ　50㎝以上		呼び強度　24N/㎜² 最大粗骨材寸法　20㎜ 特殊増粘成分混入高性能 AE 減水剤 「Glenium®（グレニウム)6000シリーズ」 混練り後性状　ｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰ　35㎝～50㎝	
配　合	×	複　雑 粉末状の増粘剤をコンクリートに微少量添加する作業員が必要。（増粘剤系の場合）	○	普通ｺﾝｸﾘｰﾄの配合に、特殊増粘剤を加えた高性能AE減水剤を添加するのみ。
すりへり抵抗	○	普通	○	普通
充 填 性	◎	流動性が良く、自己充填性があるため、充填性は良い。	○	普通ｺﾝｸﾘｰﾄよりも流動性が高いため、型枠ﾊﾞｲﾌﾞﾚｰﾀによる外部振動のみで充填することが出来る。
施工、品質等の 問題点	△	粘性が高いためポンプ圧送性が悪い。	○	粘性が高いため、ポンプ圧送性はやや悪い。（高流動コンクリートに比べて小さい。）
仮　設	△	ｾﾒﾝﾄとは別のサイロが必要（粉体系の場合）	○	通常ﾌﾟﾗﾝﾄにて対応可能
経済性（材料）	×	¥18,600−/m³（参考）	◎	¥15,000−/m³（参考）
総合評価	○	経済性に劣るが施工性、品質に優れる。	◎	経済性、施工性が中位で、かつ品質が優れるため、総合的に最も優位。

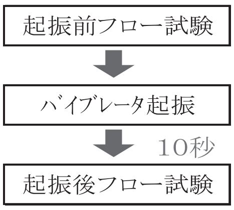


図−２　試験練りフローチャート

表−２　中流動コンクリート示方配合

W／C（%）	s／a（%）	C（kg）	W（kg）	S（kg）	G（kg）	膨張材（kg）	SL（cm）	TEMP（℃）
56	51	311	175	924	883	20	21	19

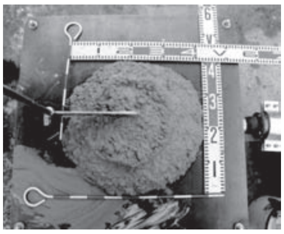
配合は、特殊増粘成分混入高性能AE減水剤「Glenium &reg（グレニウム）6000」を混和材と使用し、混練り後性状のスランプフロー；起振前35㎝～50㎝，起振後増大10.0±3.0㎝の品質性状を満たす配合とした。



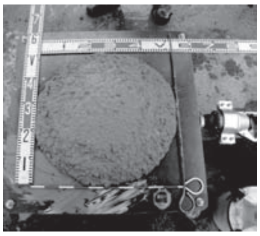
図−３　フロー試験方法

図−２に試験練りフロー、表−２に示方配合を示す。

又、図−３に現場品質管理におけるフロー試験方法を示す。図−４，５は、起振前と起振後のフロー試験状況である。



図−４　起振前
F＝41.5×40.0㎝



図−５　起振後
F＝51.5×50.0㎝

3.2　施工種別における品質管理

棒状バイブレータ挿入不可の狭隘な箇所における充填性の向上策として、中流動コンクリートを型枠バイブレータにより締め固めることにより、緻密化し確実に充填することでコンクリートの耐久性を向上させた。また、施工時には作業員の技量に左右されない安定した品質確保するために以下の創意工夫を行った。

①スマートセンサを使用した充填性並びに脱枠強度をリアルタイムで管理。

②締め固めに固定式の型枠バイブレータを使用し、起振時間を制限管理した品質管理システム。

③セントルスキンプレート型枠表面のブラストショット処理（粗面加工）による、内面被覆の接着性を増加。

以下に各管理方法について詳細に述べる。

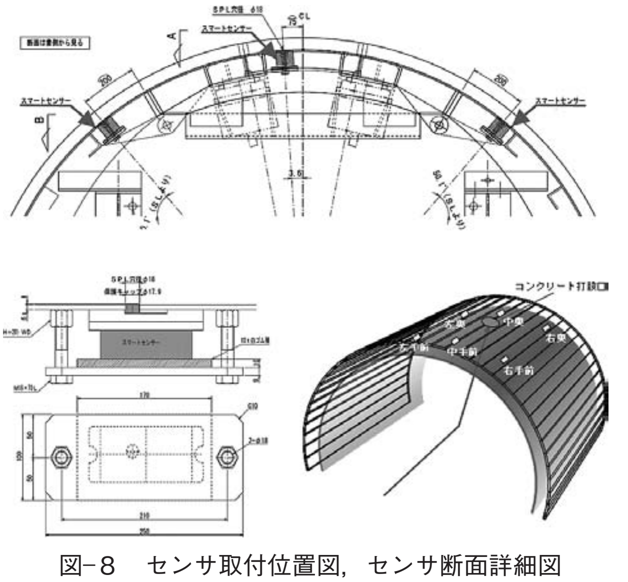
①スマートセンサ型枠システムの導入

【NETIS 登録番号 QS-110040-A】

従来はテストピース圧縮強度試験により推定強度確認を行なっていた。本技術は型枠に各機能のセンサを一括搭載したもので、強度発現をタイムリーに推定する事ができる。なお、各機能センサは、コンクリート構造体の強度発現を推定する温度センサ，型枠の部位と存置期間を把握する姿勢センサ，またコンクリートの接触を感知し温度データ等を記録する静電容量センサの３種類である。

図−６　センサ取付状況

図−７　データリーダー



図−８　センサ取付位置図，センサ断面詳細図

○強度推定式

●有効材齢

$$t_e = \sum_{i=1}^{n} \Delta t_i \exp\left[13.65 - \frac{4000}{273 + T(\Delta t_i)/T_0}\right]$$

t_e:有効材齢(日)
Δt_i:温度Tが継続する期間(日)
$T(\Delta t_i)$: Δt_i の期間のコンクリート温度(℃)
T_0 :1(℃)

●強度推定式

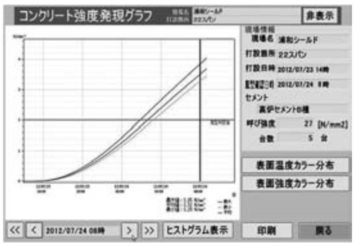
$$f_c(t_e) = \exp\left\{s\left[1 - \left[\frac{28}{(t_e - s_f)/t_0}\right]^{1/2}\right]\right\} f_{c28}$$

$f_c(t_e)$:コンクリートの圧縮強度(N/mm²)
t_e:コンクリートの有効材齢(日)
t_0:1(日)
f_{c28}:コンクリートの28日圧縮強度(N/mm²)
s:セメント種類に関わる定数
s_f:硬化原点のための補正項(日)

セメントの種類	Sの値	S_fの値
普通ポルトランドセメント	0.31	0.5
早強ポルトランドセメント	0.21	0
中庸熱ポルトランドセメント	0.60	0
低熱ポルトランドセメント	1.06	0
高炉セメントB種	0.54	0

表−３　計測比較一覧

打設開始時刻		14時				
養生環境		セントル内 : 26.0℃				
計測方法		−	テストピース	スマートセンサ		
		時間	平均	最大	平均	最小
圧縮強度(N/mm²)	σ15h	5時	−	2.30	2.10	2.00
	σ16h	6時	−	2.50	2.30	2.20
	σ17h	7時	−	2.80	2.60	2.50
	σ18h	8時	3.18	3.10	2.80	2.70
	σ19h	9時	3.10	3.30	3.10	2.90
	σ20h	10時	3.47	−	−	−
	σ7	−	23.20	−		
	σ28	−	35.20	−		

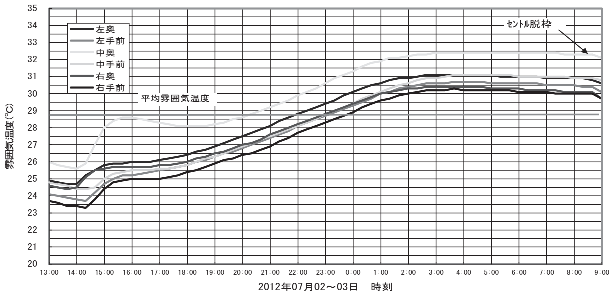


図−９　強度発現グラフ

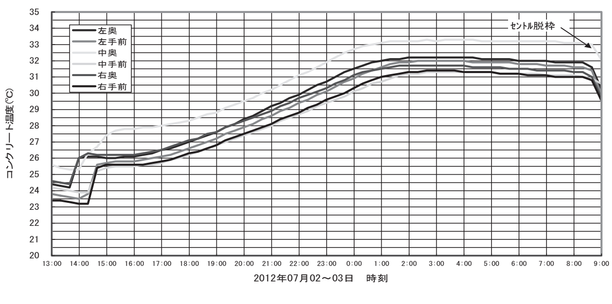
移動式セントル型枠６箇所にスマートセンサ型枠システムを導入し、コンクリート表面温度から強度推定式により脱枠強度を算出した。図−８にセンサ取付位置を示す。

弱材齢時期であるセントルダウンの脱枠強度を2.0N/mm²以上と定めた。表−３に示す現場供試体との比較より、スマートセンサ計測最小値は安全側に算出される。データリーダー（図−７）に表示される強度発現グラフ（図−９）より、リアルタイムの脱枠時強度管理を確立させた。

又、図−10，11よりコンクリート圧送充填時の継続的な温度上昇が確認できる。狭隘な箇所の充填性向上策として、スマートセンサにより計測されるコンクリートの雰囲気温度からの上昇を2.0℃と定め、充填感知を確実なものとした。



図−10　雰囲気温度管理図：スマートセンサ

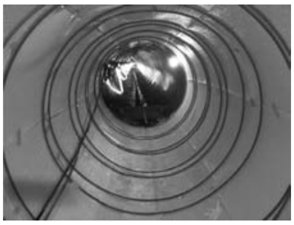


図−11　コンクリート温度管理図：スマートセンサ

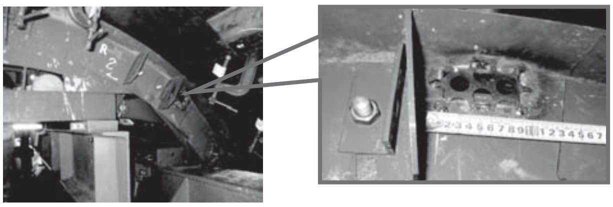
②スライドセントルに関する工夫

打設時の品質管理システムは、コンクリート圧送を１スパン当り４回に分け、圧送後に８台連動した型枠バイブレータを15秒間起振させ締め固め充填を行った。妻型枠にはメッシュ型枠（４箇所□94mm×54mm，φ20mm）を使用することで、滞水するブリーディング水やノロが自動的に型枠外に排出し、妻部の弱層部の発生を防止した。打設後はLHTシート【NETIS登録番号QS-090031-A】（18.0m：3.0m×６スパン）による養生システムを採用することで、初期養生期間内のコンクリート表面の湿潤状態を保持（養生１週間）し、ひび割れを抑制させた。

図−12　取付状況



図−13　養生状況（LHTシート）



図−14　メッシュ妻型枠

③内面被覆の品質管理

二次覆工後の防食条件として、Ｄ種の内面被覆を施す設計であり、内面被覆の耐久性向上策として仕上がり面の接着性を良くするために以下の工夫を行った。

・表−４より壁打バイブレータにより締め固めた中流動コンクリートの表面は粗面仕上りとなる。
・セントルスキンプレート型枠表面にブラストショット処理を施しコンクリート仕上り面を粗にすることで接着性を高めた。

また、スキンプレートの防錆を高める効果もある。表−４に接着性比較検討表、図−15にスキンプレートの表面仕上げサンプル比較写真を示す。

表−４　コンクリート種別接着性比較表

項目 ＼ 生コン種類	中流動コンクリート	高炉ＢＢコンクリート
表面状況		
表　　面	粗	平滑
締固方法	壁打バイブレータ	棒状バイブレータ
接着性（ライニング）	最適 ◎	普通 △

図−15　セントル表面仕上（左）無垢（右）ブラストショット

表−５に内面被覆（ジックライトＤ工法：ＪＥシート）の引張試験強度一覧を示す。規格値1.5N/㎟以上に対して3.4N/㎟の値が得られており、被覆接着性の向上していることが確認された。

表−５　内面被覆引張試験結果一覧

No.	測点	引張試験（N/mm2）				
		No.1	No.2	No.3	平均値	範囲Rs
①	測点10+6.0m	3.35	4.18	3.19	3.57	
②	測点9+35.0m	4.14	3.02	4.14	3.77	0.2
③	測点9+4.0m	1.82	2.6	4.72	3.05	0.7
④	測点8+37.0m	3.41	3.15	3.29	3.28	0.2
					3.42	

図−16　試験状況

図−17　供試体破壊断面

４．おわりに

汚染物質も含む可能性のある下水供用中のコンクリートの剥落は、地下水汚染へつながり社会に与える影響も大きく、コンクリートの耐久性が問題視されてきている。一方で、工事の制約上の環境悪化や交通障害への影響上、やむ終えなく急曲線、長距離圧送、最低被り厚の二次覆工を伴うシールド工事が多くなると思われる。そんな中、耐久性向上は、施工中の品質向上が基本となるが、熟練工の高齢化、減少により技術の伝達も困難となりつつある。対策として品質管理のシステム化を含めた技術開発を進めることが必要と考える。

最後に、本工事の施工にあたり、多大なご協力を頂いた「さいたま市建設局北部建設事務所下水道建設２課」、並びに「児玉㈱、東京大学建築材料研究室」、協力業者の方々に、この場をおかりして感謝とお礼を申し上げます。

22

品質管理

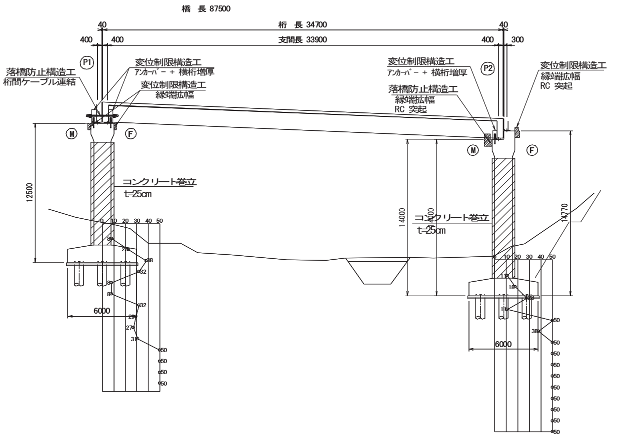
課題に素直に向き合い配慮する

長崎県土木施工管理技士会
松本建設株式会社
現場代理人
荒　木　幸　夫
Yukio Araki

1．はじめに

災害発生時の緊急避難道に指定された経路に存在する深底橋は、橋長87.5mの３径間 PC ポステンＴ桁橋である。

緊急避難道に指定された事で、本橋が災害により倒壊し避難困難な状況を招かない様に、Ｐ１橋脚・Ｐ２橋脚２本の耐震補強を目的とした工事です。（図－１）



図－１　側面図

工事概要

⑴　工 事 名：雲仙グリーンロード２期地区
　　　　　　　橋梁耐震補強工事
⑵　発 注 者：長崎県島原振興局
⑶　工事場所：長崎県島原市有明町
⑷　工　　期：平成23年９月13日～
　　　　　　　平成24年１月20日

工事対象となる２本の橋脚の鉄筋探査を実施。表面処理清掃後、付着力試験を行い所定の付着力を確認。引き続き、あと施工アンカー基準試験で本工事に使用する定着アンカー材（エポキシ樹脂）が、十分な接着性能を発揮し、使用用途に適合している事を確認後、あと施工アンカー用の削孔をＰ1橋脚 φ39、Ｐ2橋脚 φ32で穿孔し、既設橋脚周りに鉄筋を組立、鉄筋ガス圧接部の超音波探傷検査と外観検査で検査合格を確認後、コンクリート巻立（施工厚25㎝）を施工する橋梁耐震補強工事で、課題に向き合い対処した内容を発表します。

2．問題点

①橋脚耐震補強（コンクリート巻立）の施工厚さは25㎝と薄い、それに加え橋梁の通行止めは行えないことから、ひび割れの発生が懸念されました。ひび割れを抑制する対策を計画・実施する必要があった。

②既設のＰ１・Ｐ２橋脚部にはＡ１橋台・Ａ２橋台からの排水路が通っています。コンクリート巻立施工に先立ち撤去した際の排水路の行方を考慮しなければならなかった。

③Ｐ２橋脚側土工（床掘）時、Ｐ１橋脚とＰ２橋脚の間を流れる河川底より床堀面が低くなる事で、湧水による地盤の緩みを確認。床掘面には枠組み足場の設置を行うため、不安定地盤のままでの足場組立は行えなかった。

④Ｐ１橋脚・Ｐ２橋脚のあと施工アンカー施工に先立ち、鉄筋探査により既設橋脚の配筋状況を確認しましたが、Ｐ２橋脚のフーチング部既設配筋が影響をおよぼすのが確認され、削孔位置の変更を余儀なくされた。

⑤Ｐ１橋脚とＰ２橋脚の間に河川があります。埋戻し後の法面土羽部から土砂が流出し水質の汚濁を招かない様に、自然環境保全に努める必要があった。

３．工夫・対策点・改良点

本工事は雲仙グリーンロード橋梁耐震に関連する工事で、橋梁上部は常時車両通行しながらの工事施工であります。よって、第三者への災害防止には万全を期するよう心がけ、現場内外の安全管理対策についても日々努力しました。

また、工事開始後、速やかかつ安全に工事を完成することが、全体の災害防止対策であると意識づけ、施工上の問題点をいち早く見つけ出し検討し計画を練り、対策を講じて早期の解決に努めました。

２－①に対して、まず、工事施工箇所の着手前の事前調査を実施しました。今回の工事は橋梁下部の橋脚工事であり、橋脚上部は通常交通のままでの施工を余儀なくされ振動によるコンクリート構造物への影響が心配された。加えて、橋脚耐震補強（コンクリート巻立）の施工厚25㎝と薄くひび割れ発生抑制対策として、まず打ち込むコンクリートの品質の状態を把握しました。生コンクリートは単位水量が大きくなると材料分離抵抗性が低下します。何より、乾燥収縮が増加しひび割れの要因となります。当日打ち込む生コンクリートの単位水量を測定し基準（175kg/m^3以下）を確認して合格した材料のみを使用する事で、ひび割れ発生の抑制に繋げました。(図−２）

次に、コンクリート打設時の材料分離によるひび割れ発生の抑制として、NETIS 新技術情報提供システムに登録されている、コンクリート分離低減剤を打ち込む生コンクリートが現場に到着後、

図−２　単位水量測定

アジテータ車内部に直接投入（0.8/m^3）し、ブリージング（分離）を低減して不遊水やエアー、レイタンスなどの上昇根幹を抑え、ひび割れの発生を低減しました。また、非常に短い時間で生コンクリートを均一な材料にするため、水和熱を抑制し収縮ひずみを均等に小さくすることで、さらなる、ひび割れ発生の低減・抑制を実施しました。（図−３）

今度は、コンクリート打継面の処理に着目し、NETIS 新技術情報提供システムに登録されている、ブリード・ボンド工法の優れたレイタンス処理剤を使用する事で、打設したコンクリートの表面に特殊合成樹脂エマルジョンを散布（図−４）し、ブリージング水と共にコンクリート中に引き込ませ表層部にポリマーコンクリート層を形成させ、打設したコンクリート表面の急激な水分の乾

図−３　コンクリート分離低減剤投入
（※コンクリート分離低減剤入りの生コンクリートは試験練りによる、基準の確認後に使用しました。）

図−４　レイタンス処理剤散布

図−６　振動調査

燥を防ぎ、乾燥収縮によるひび割れの抑制に効果を上げた。この他、コンクリート打継面の洗い出し処理は必要無いので、現場内を流れている河川の水質汚濁が発生せず地球環境保全に努める事が出来ました。

そして、コンクリートが構造材料として所定の機能を発揮するには、打設後十分に硬化するまでの一定期間、適切な温度と湿度のもと養生される事が理想です。この養生期間中にはセメントの水和反応が十分に進行して、緻密な組織が形成される様、コンクリートの乾燥を抑えるため、NETIS新技術情報提供システムに登録されている、コンクリート保水養生テープ（図−５）を使用する事で、コンクリート表面を保水テープで覆い大気中への水分拡散や早期表面乾燥を防止し、ひび割れ発生の抑制を行いました。

ひび割れ抑制対策がその効力を発揮している中、橋梁上部の常時通行による振動の影響が耐震補強後のＰ１橋脚・Ｐ２橋脚に有るのか、振動レベル計測器を設置し振動調査（図−６）を実施。

結果、最大で震度２の揺れが橋脚に伝わる事が判明しましたが、施工後ひび割れの観測を続けておりますが、ひび割れ発生は少なく構造上問題となるひび割れは存在しません。

２−②に対しては、Ｐ１橋脚・Ｐ２橋脚部の既設排水路を撤去すると床掘部に排水が直接流れ込み、枠組み足場設置後の地盤を不安定にする事から、撤去後の排水を暗渠管φ300の発注者側支給品使用承諾を受けて、排水路を接続し山林側へ迂回誘導させ、床堀部への流れ込みを防ぎ災害防止に努めました。（図−７）

２−③に対して、Ｐ２橋脚の土工(床掘完了高)がＰ１橋脚とＰ２橋脚の間を流れる河川底より低くなり、湧水が発生しポンプによる排水を行った

図−５　コンクリート保水養生テープ

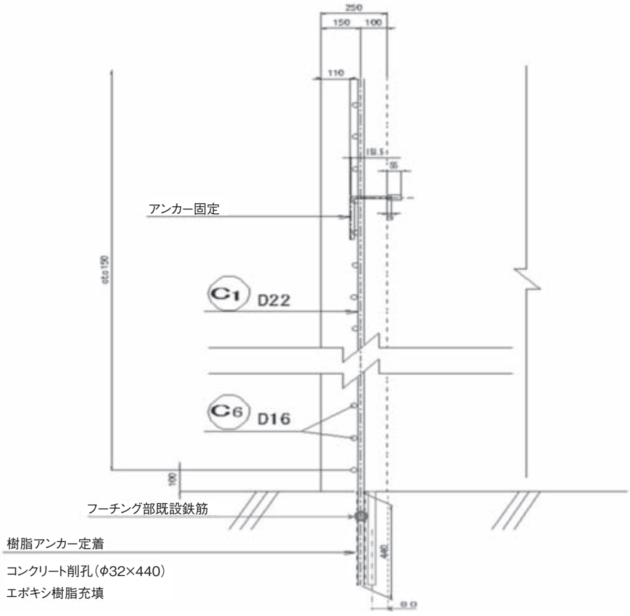
図−７　仮設排水誘導管

図−８　軟弱地盤層栗石置換工

ものの、水の作用による軟弱地盤の改善は図れないので、床掘面の脆弱地盤層を取り除き、枠組み足場設置に備え栗石による置換工（図−８）にする事により、強固な地盤へと改良を行い、工事期間中は安定した作業環境の提供が出来、枠組み足場設置後の足場部材の変形などの異常は確認されず、工事は安全に進捗して行きました。

２－④に対して、超音波鉄筋探査事前調査で、Ｐ２橋脚側の既設フーチングに配筋されている鉄筋が耐震補強のあと施工アンカーの設計位置と重なる事実が判明しました。

Ｐ２橋脚の外側の被り厚を確保する事で、発注者からの承諾を受け、既存するフーチング配筋を傷つける事のない既設Ｐ２橋脚から80㎜の位置に、



図−９　あと施工アンカー削孔位置

図−10　土砂流出防止石積群

あと施工アンカーを削孔し問題をいち早く解決しました。（図−９）

２－⑤に対して、橋脚耐震補強（コンクリート巻立）完了後、土工（埋戻し）にて法面部を土羽の整形のみで行った場合、少量の雨水でも土砂がＰ１橋脚・Ｐ２橋脚の間を流れている河川へ流出し水質汚濁を招きますので、石積群を橋脚の周囲に積み土砂の流出を抑える事で、地域自然環境保全、更に言えば私達が住むこの緑豊かな地球の自然を守る一歩に繋げる事が出来ました。（図−10）

４．結　果

今回の工事は、災害発生時の緊急避難道に指定された経路が倒壊し運用が出来なくなる事を防ぐ為の橋梁耐震補強工事でありました。いざと言う時、避難される方々が問題無く避難経路上の橋梁を通過出来る様に、より良い品質・出来形確保に努めました。

また、自然環境面からの工事の周辺地域との調和を図り、現場で働く作業員に起こりうる災害の防止対策に力を注いだ結果、無事故無災害で本工事が完成しました。

完成した工事も一定の評価を受ける事が出来ました。皆様に感謝します。

工事現場は一人では造る事は出来ません。【一人ひとりが主役です。】チームを大事に周りの全ての人とのコミュニケーション図り、安全第一で現場管理を行い明るい建設業の発展に貢献して参ります。

23

品質管理

夏期における合成床版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
川田工業株式会社

監理技術者	現場代理人	工事主任
迫田昌孝○	有村章平	馬場容子
Masataka Sakoda	Shohei Arimura	Yoko Baba

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：和田山八鹿道路大屋川高架橋上部工事

⑵　発 注 者：国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所

⑶　工事場所：兵庫県養父市浅野地先～兵庫県養父市十二所地先

⑷　工　　期：平成22年７月21日～平成23年10月30日

⑸　鋼　　重：348.5ｔ

⑹　橋梁形式：鋼５径間連続合成少数鈑桁（床版）合成床版

⑺　橋　　長：194.0m

⑻　幅　　員：11.50m

図−１に現場位置図を示す。

本工事は、北近畿豊岡自動車道和田山八鹿道路の高規格幹線道路の一部である。

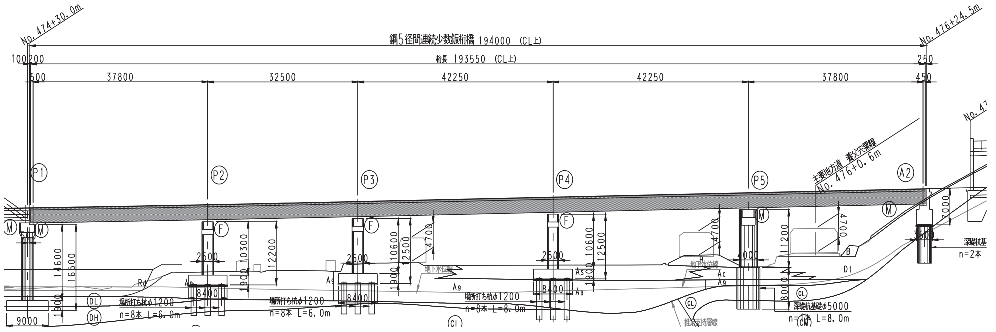
北近畿豊岡自動車道は、兵庫県丹波市の舞鶴若狭自動車道春日IC/JCTを起点とし、兵庫県朝来市の和田山IC/JCTで播但連絡道路と結ばれ、兵庫県豊岡市に至る延長約70kmの自動車専用道路である。

和田山八鹿道路は、和田山IC/JCT－八鹿氷ノ山IC間の延長13.7kmで、暫定２車線で整備された。

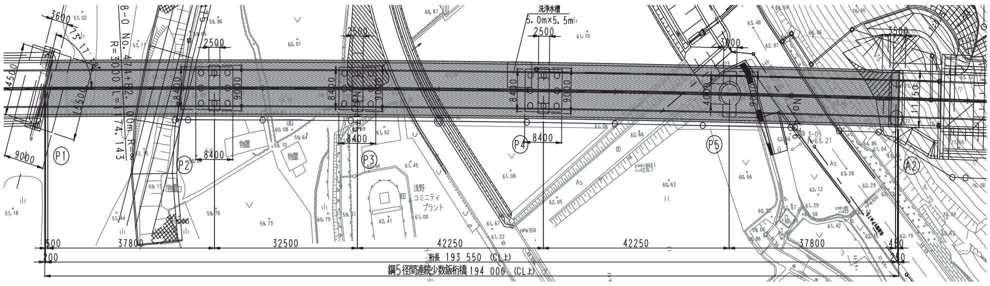
本工事は大屋川を跨ぐ全長319mのうち194mの橋梁の施工であり、床版形式は合成床版であった。

図−２に側面図、図−３に平面図を示す。

図−１　現場位置図



図−2　側面図



図−3　平面図

2．現場における問題点

本橋は、不等径間の連続桁であること。また現地は盆地であるため、夏期は高温となる地域であること。以上を踏まえ、床版コンクリートの打設計画において以下の問題点があった。

1）床版コンクリートの打設順序

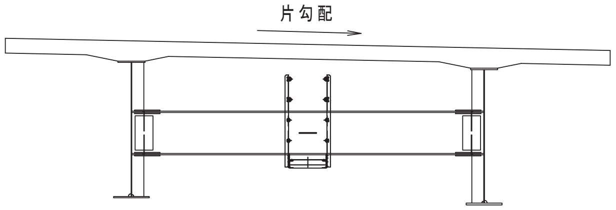
本橋の床版延長は約200mで、コンクリートの打設は複数回に分けて行う必要があった。本橋は不等径間の連続合成桁であったため、床版コンクリートにひび割れを発生させない実施に合ったブロック割を検討する必要があった。

2）夏期におけるコンクリートの運搬方法

合成床版コンクリートの施工時期は、工程上、7、8月の夏期であった。高温時においては、運搬時間が長くなることによりスランプや空気量が低下し、コンクリート圧送管の閉塞が懸念された。

3）床版の養生方法

打設時期が7、8月であったため、気温の上昇によりコンクリート表面が乾燥しひび割れが生ずることが懸念された。また、縦横断が2％の片勾配でもあったため、更にコンクリート表面の乾燥によるひび割れの発生が懸念され養生水保水管理をすることが必要であった。（図−4）



図−4　断面図

3．対応策と適用結果

問題点を解決するために次の対応を実施した。

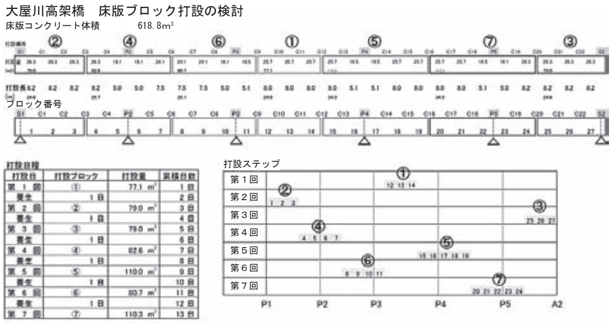
1）床版打設検討計算の実施

連続桁において床版を打設する場合、先行して打設したコンクリートに、隣接支間に打設されたコンクリート重量によって、負の曲げモーメントが作用する。この負の曲げモーメントにより、床版コンクリートにひび割れが発生する。通常多径間連続桁の場合、死荷重による曲げモーメントが大きい支間中央から打設するのが一般的である。しかし、本橋のように不等多径間である場合、前述のような打設順序だとコンクリートに大きな引張応力が作用することがあり、床版にひび割れを発生させる原因となる。したがって、今回打設ブロックを細分化し、床版に作用する引張応力が許

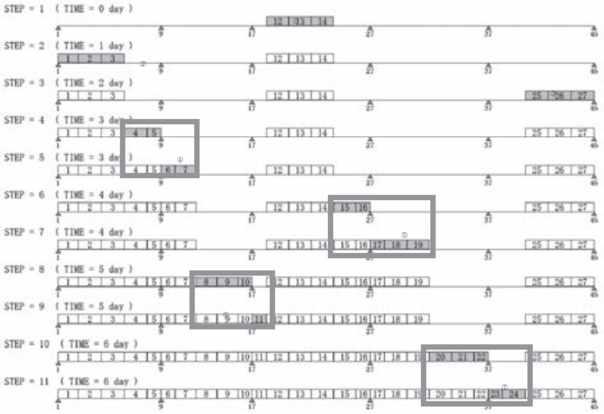
容値になるよう繰り返し検討を行い、最適な打設順序を決定した。（図−５，６）

検討した打設順序にて施工し、たわみ量を計測した結果、計画値と差は２mm 未満であったので床版に発生した引張応力は検討した結果どおりであると想定される。（図−７）

よって、打設前に床版厚及びかぶりを厳密に管



図−５　打設ブロック、順序の検討



引張応力度によるひび割れ照査

引張応力度の照査 ＼ ブロック名		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
最大発生応力度のSTEP		10	10	10	10	10	9	11
材令　※		6	5	4	3	2	0	0
σc	発生応力度	0.386	0.181	0.679	0.530	0.484	0.000	0.000
fctm	許容応力度	0.932	0.874	0.795	0.712	0.568	0.000	0.000
σc/fctm		0.414	0.207	0.854	0.744	0.852	0.000	0.000
判定（σc/fctm＜1:OK,≧1:O		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

※　表内の材令は解析上の経過日数を表すが、実際の施工に際しては、解析上得た材令日数を確保するため、各打設ス
1日以上の養生期間を設けるものとする。 そのため、解析上の材令よりも、施工時の材令の方が長くなる。

図−６　ひび割れ照査

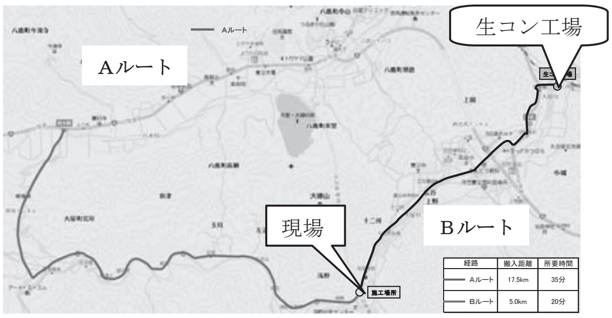
桁	径間	P1～P2	P2～P3	P3～P4	P4～P5	P5～A2
	各点	C2	C7	C11	C16	C21
G1	計画値	−1.2	3.7	−5.6	6.5	−4.6
	実測値	−1	4	−7	8	−5
	誤差	±0	±0	−1	+2	±0
G2	計画値	−1.2	3.3	−5.3	6.6	−4.6
	実測値	−1	4	−5	7	−6
	誤差	±0	+1	±0	±0	−1
備考	計画値は床版打設検討書より抜粋					

図−７　打設後のたわみ計測結果

理することで計画とおりのたわみを得ることができ、ひび割れの無い良質な床版コンクリートの施工ができた。

２）運搬時間の短縮

運搬経路は、当初図−８に示すＡルートを指定されていた。Ａルートは、生コン工場から現場まで約18km の距離があり、最速でも35分程度の時間を要した。しかし、床版施工時に新たなバイパスが開通したため、新しいバイパスを通過するＢルート（約５km）への運行経路を検討した。周辺には民家が多いことから騒音測定で確認しトラックアジテータ車が走行しても問題のないということで自治会の了承を得た。Ｂルートは、生コン工場から現場まで約20分程度で到着することができ、15分程度短縮することができた。また輸送時の配慮として、トラックアジテータ車のドラム部分に遮熱効果のある養生カバーを取り付けた。さらに待機場所として桁下空間を利用しドラム部分が直射日光にさらされないように配慮した。その結果、コンクリート温度を33℃以下に管理することができ、良質なフレッシュコンクリートを打設することができた。



図−８　搬入経路図

３）養生方法の工夫

夏期高温時のコンクリート表面の乾燥によるひび割れの発生を防止するために、養生マットに保水性の優れたＱマット（NETIS 登録番号：KT−980368）を使用した。Ｑマットは湿潤養生シートと保温養生マットの２層構造であり、湿潤養生シートは吸水力が強く、さらに保温養生マットにより一度吸水した水をなかなか蒸発させない効果

図−９　Ｑマット（湿潤養生シート）

図−10　Ｑマット（保温養生マット）

があった。結果、通常の養生マットであれば、１日２～３回の散水作業が２日に１回程度まで軽減でき、湿潤状態を均一に保持することができた。（図−９，10）

４．おわりに

本橋のように不等多径間連続桁であり夏期に床版コンクリートを打設する必要がある場合、事前に打設検討及び養生対策を十分に行うことが重要である。検討した事項を確実に実行することにより品質の良い施工が可能である。

最後に、本工事の施工に当たりご指導いただきました国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所をはじめとする関係各位に厚くお礼を申し上げます。

24

品質管理

東日本大震災により損傷した鋼橋（石巻大橋）の応急復旧

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社
現場代理人　　　　　　　工事担当
阿　部　幸　夫　　原　口　文　彰○
Yukio Abe　　　　　Fumiaki Haraguchi

１．はじめに

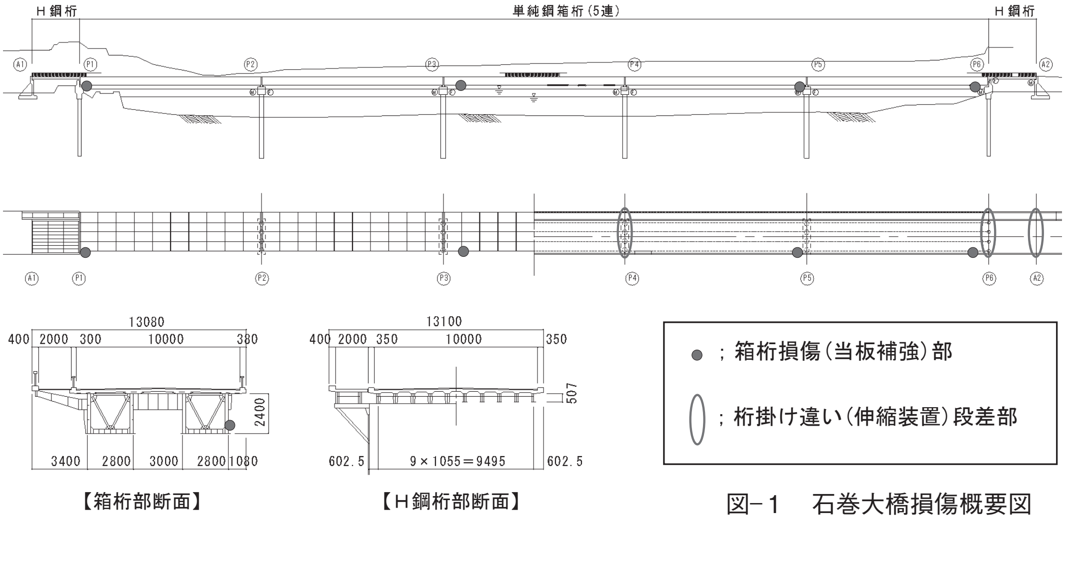
宮城県石巻市を流れる一級河川旧北上川の下流部に位置する石巻大橋は、日和大橋や内海橋（東内海橋、西内海橋）と並ぶ石巻市民の生活に欠かせない主要な路線であったが、東日本大震災により甚大な被害を受けた。その結果、日和大橋には災害復旧の資材運搬用トラック等が多く通行し、内海橋では、損傷による通行制限がなされたことから、本橋は、より多くの市民が必要とする重要生活路線となっていた。

本橋の損傷は、津波により流された船舶の衝突による主桁およびRC床版の損傷や地盤変位に伴う桁掛け違い部での段差等（図−１）であり、市民の生活道路としての復旧が至上命令であった。

本工事では、損傷した主桁（図−２）を部分的に撤去し、新設の主桁を設置した。

本稿では、本工事の応急復旧工事の概要について報告する。

⑴　工 事 名：石巻大橋災害応急復旧工事
⑵　発 注 者：石巻市役所
⑶　工事場所：宮城県石巻市大橋二丁目ほか２字地内
⑷　工　　期：平成23年９月15日～
　　　　　　　平成24年11月30日
⑸　橋梁形式：鋼単純箱桁、鋼単純Ｈ鋼桁
⑹　橋　　長：306.540m
⑺　支 間 長：54.720m（箱桁）、14.0m（Ｈ桁）
⑻　架設工法：クレーン付きトラック架設



図−１　石巻大橋損傷概要図

図-2　主桁損傷の調査状況

2．現場における問題点

主要な生活路線である本橋の応急復旧工事に際して、以下の問題があった。

⑴　桁掛け違い部に発生した段差による通行障害

震災直後、本橋の桁掛け違い部（伸縮装置部）の数カ所において、地盤変位による橋梁相互の段差が発生しており、一般交通の通行を可能とするための緊急仮復旧の対応が必要であった。

⑵　吊足場用吊金具（既設）の広い設置間隔

本橋の主桁付きの維持管理用吊金具は、一般的な設置間隔(2m 以内)とは異なり、横桁位置となる約６mという広い間隔で設置されており、その位置での吊チェーンによる吊足場の支持は、耐力上、非常に難しいものであったことから、この広い支持間隔に適用した吊足場構造を検討する必要があった。加えて、後述する箱桁損傷部の部分撤去と取替部材設置時の作業スペースを確保するための吊設備の吊点位置を反映する必要もあった。

⑶　主桁部分取替え時の主桁断面剛性の確保

箱桁（主桁）損傷部の部分撤去作業では、その部分を新設の補強部材に置き換えるまでの期間、部材剛性が著しく低減し、有害な変位や場合により橋桁の崩壊等の発生する危険性があった。また、部材欠損に伴い箱桁断面の形状保持が崩れる懸念もあり、何らかの対策を講じる必要があった。

⑷　主桁取替部材と既設部材の取合精度の確保

箱桁損傷部の撤去部分と新たに設置する工場製作部材との接合は、施工性が良く、工程上有利な高力ボルト接合としたが、既設部材における撤去位置、形状およびボルト孔位置をいかに新設部材の製作へ反映し、かつ両者の取合精度を確保するかが課題となった。

3．対応策と適用結果

⑴　鉄板の敷設および仮舗装による交通確保

本橋の桁掛け違い部（伸縮装置部）に発生した橋梁相互の段差は、厚さ22mmの仮設鉄板をクレーン付きトラックで敷設するとともに、その上面に仮設アスファルト舗装を施工し、仮復旧した。仮舗装の施工長は橋軸方向に約10mとし、滑らかな縦断勾配となるようにすりつけることで、一般車両の通行性と車両通過時の損傷橋体への衝撃の低減に配慮した。

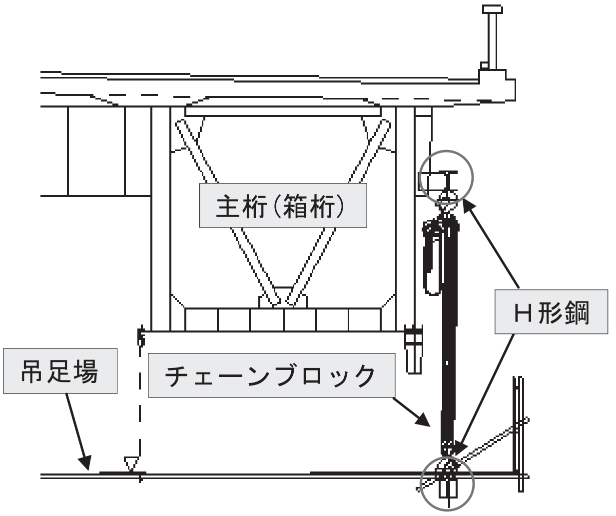
箱桁損傷部の補修作業完了後、一般交通の片側交互通行規制下において、仮舗装と仮設鉄板をカッターとクレーン付きトラックで撤去し、既設伸縮装置の撤去、新設伸縮装置の据付けを実施した。

⑵　H形鋼および吊り機械による吊足場の採用

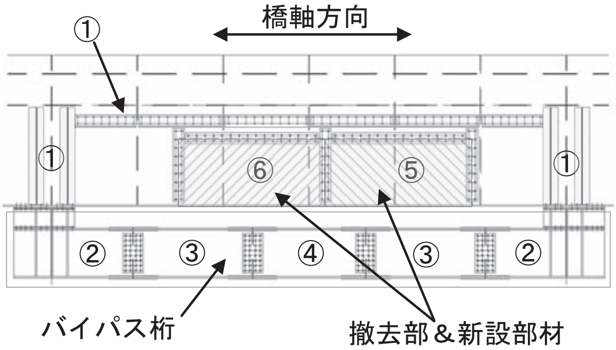
吊足場の吊チェーン間隔を一般的な吊足場と同等の２m以内にするため、約６m間隔の既設維持管理用吊金具に加えて、新設金具を追加設置する案も考えられたが、損傷した箱桁部材に極力、手を入れないことと、工程短縮が至上命令であったことを踏まえ、本工事では、箱桁ウェブ外側の将来施工用ブラケット仕口部にH形鋼（H300）を高力ボルトで固定し、そこから吊チェーンに代えてチェーンブロックを用いて足場支持梁(H300)を吊足場のおやごとして支持した（図-３、４）。これにより、安全性の高い吊足場の構築が可能になるとともに、後述する任意位置にある主桁損傷部の部分撤去と取替部材設置時の作業スペースを確保することが可能となった（H形鋼を利用した任意位置での吊設備の設置が可能となった)。

⑶　バイパス桁や箱桁内形状保持による剛性確保

箱桁（主桁）損傷部の部分撤去作業において、その部分を補強部材に置き換えるまでの間の主桁

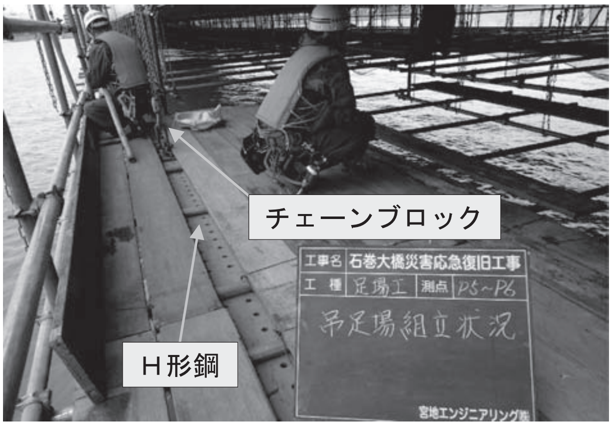


図−３　H形鋼を利用した吊足場構造

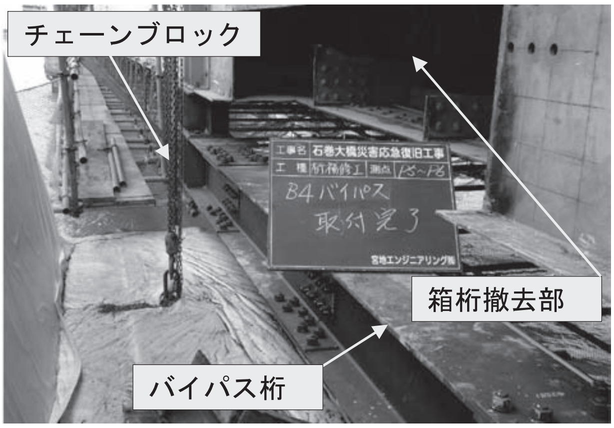


⑴　垂直・水平補剛材（部材①）の設置
⑵　バイパス桁（部材②、③、④）の設置
⑶　損傷部の撤去および新設部材設置（部材⑤）
⑷　損傷部の撤去および新設部材設置（部材⑥）
⑸　バイパス桁の撤去（部材②、③、④）

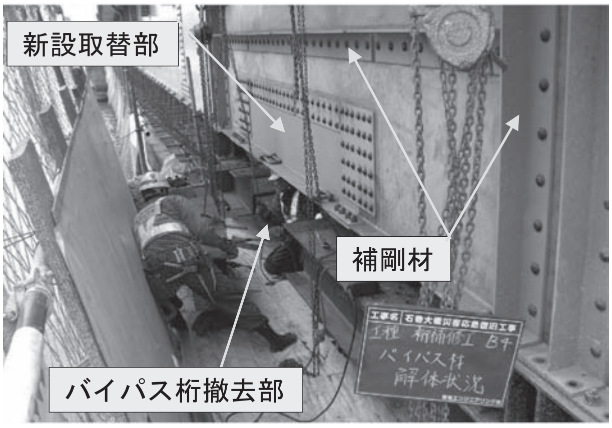
図−５　損傷部施工とバイパス桁の施工手順



図−４　H形鋼を利用した吊足場設置状況



図−６　バイパス桁設置と損傷部撤去状況

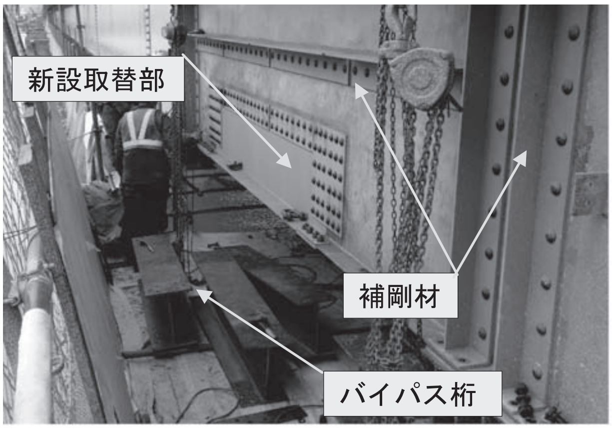


図−７　バイパス桁撤去状況①

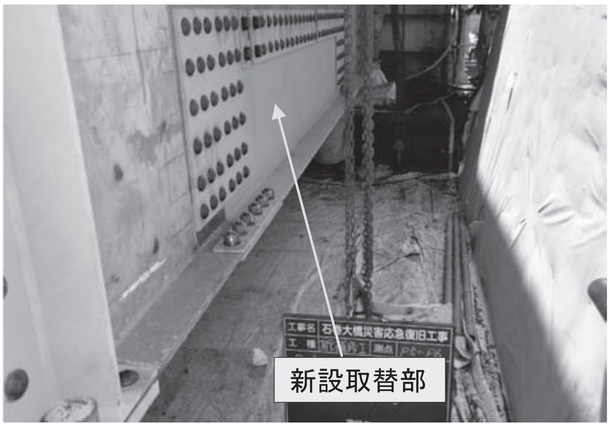
部材剛性を確保するため、部分取替範囲の箱桁下フランジ下面に鋼製のバイパス桁を撤去作業に先立ち、橋面に据え付けたクレーンにより分割架設した（図−５、６、７、８）。バイパス桁は高力ボルトを用いて既設桁に固定した。その際、撤去範囲の広い損傷箇所については、バイパス桁を先行設置するとはいえ、一度にすべての範囲を一括撤去することは、既設桁に大きなダメージを与え、机上の計算では予見できない箱桁の新たな損傷を招くことが懸念されたため、既設部材の部分撤去と新設部材の設置を交互に繰り返すサイクル施工を実施した（図−５）。また、部材撤去時の箱桁断面の形状保持を目的に、箱桁内に形状保持材を設置した。これは撤去せず残置した。

⑷　原寸シートによる罫書きと現場当てモミ孔明け

設計段階において、箱桁損傷部の現場実測結果を反映した撤去範囲の決定と既設部材への孔明け位置を含めた新設部材の構造寸法を検討し、設計図を作成した。



図−８　バイパス桁撤去状況②



図−９　損傷部への新設部材設置完了

製作工場では、設計図を基に原寸作業で作成した既設部材孔明けデータと新設部材構造寸法データを反映した部材原寸シートを作成し、これを現場へ送付し、これを既設部材に当て、切断線や孔明け位置の罫書きを実施した。加えて、既設箱桁部材へのボルト孔明け作業では、規定サイズより小さい孔で先行孔明けを行い、その後新設添接板を既設箱桁に当て、これを定規とした現場当てモミによる孔明け施工を行うことで、既設箱桁と新設補強部材との取り合い精度を確保した（図−９）。

４．おわりに

近隣住民の生活確保のため、一時たりとも寸断が許されないという至上命令のもと、本橋の応急復旧工事は進められた。

本工事では、他の補修・補強工事でも起こりうる様々な不確定要素が渦巻く中、現場に従事した総ての人間が、共通認識の下、知恵を出し、工事を遂行したおかげで、様々な課題を抱えながらも、交通を通しながら、事故無く無事完了し、早期開通を迎える事ができた。

本工事で採用した箱桁損傷部のバイパス桁を利用した部分撤去と新設部材の設置やＨ形構を支持梁として利用した吊足場構造は、今後の震災等でダメージを受けた鋼桁の補修・補強工事に十分活かせるものと確信する。

最後に本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

25

安全管理

道路改良工事における問題点と対策

広島県土木施工管理技士会
山陽建設株式会社
土木統括部
重　谷　有　治
Yuji Shigetani

1．はじめに

当工事は、中国横断自動車道尾道松江線の内、STA. 205＋20からSTA. 211＋40の道路土工の掘削工（土砂運搬は赤屋第８改良工事に運搬）を主体とする道路改良工事です。工事を施工していくうえで、掘削土砂の運搬を一般道経由で他工区へ運ぶため、関係住民とのトラブル又、工事に伴う交通事故等を絶対に起こさない事が絶対条件であったため、当現場で行なった安全対策を述べたいと思います。

工事概要

⑴　工 事 名：中国自動車横断道路　尾道・松江自動車道　赤屋第11改良工事

⑵　発 注 者：国土交通省　福山河川国道事務所

⑶　工事場所：広島県世羅郡世羅町赤屋地内

⑷　工　　期：平成22年３月５日～平成23年１月31日

⑸　工事内容：掘削工 V＝71, 460m^3（土砂 V＝27, 000m^3、軟　岩 V＝12, 000m^{3}中硬岩 V＝32, 460m^3）
法面整形工 A＝9, 240m^2
石ブロック（張）工 A＝771m^2
排水構造物工　１式

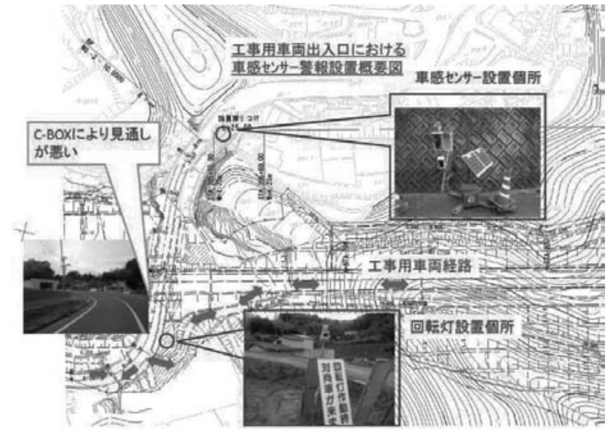
2．現場における問題点

工事施工区間内（土砂運搬経路内）には、幼稚園の送迎、小学校の通学路があり又、自動車修理店前の通行をしなければならないうえ、さらに、その付近を他工区の工事規制で車線減少区間が設けられていたため、関係住民と他工区との連絡調整や協力が必要となった。そこで、紙面と口頭との双方で協力をお願いしました。

3．対応策と適用結果

⑴　工事着手前に各種看板（工事看板、工事車両出入口看板、徐行看板、一旦停止看板、工事関係車両の速度厳守看板）を設置した。また、関係各所には工事説明とお知らせ文章を配布するとともに、運搬経路に隣接する関係住民には１軒１軒に工事内容、工事期間、運搬経路図、作業時間帯等を書いたお知らせを配布して周り、協力をお願いしました。

⑵　当工事の工事関係車両出入口は、ボックスカルバートの脇にありカーブ途中と見通しが悪く、また近隣住民の民家出入口と近く追突接触事故等の恐れがあるため、交通誘導員を配置するとともに往来する一般車両に工事用車両の出発を事前に知らせる車感センサー警報装置を設置した。出入口にはセンサーと連動した音声付き回転灯を設置



図－１　車感センサー警報　設置概要図

することで、一般車両に早めの注意喚起をすることができ、地元車両最優先で事故を防止する事ができました。(図－１)

⑶　土砂の運搬にあたり、過積載によりブレーキの効きが悪くなる事や、荷台から土砂がこぼれる事が事故に繋がる要因の一つであるため、バックホウによるダンプへの積込み作業を管理しました。

積込み機械（バックホウ1.2m^3）のバケツ１杯当たりの重量を土質毎に計量し、積込み回数を決定しました。入場教育時にバックホウオペレーターに積込み量及び積込み回数等の説明を行い、積込み作業に従事させました。さらに、積込み時には作業指揮者を配置し積込み回数の確認を行ない、積込み量の荷姿を目視による確認を行ない、荷こぼれ等がないか管理し運搬を行ないました。（図－２）

図－２　積込み回数　作業指揮状況

【土砂・軟岩】の場合

バケツ１杯当たりの重量　ｔ＝2.4ｔ

2.4ｔ×４回＝9.6ｔ

積込み回数　N＝４回

【中硬岩】の場合

バケツ１杯当たりの重量　ｔ＝2.39ｔ

2.39×４回＝9.56ｔ

積込み回数　N＝４回

⑷　過積載の防止における対策として、月に１・２回抜き打ちで積込み重量の計量を簡易型計測機（トラックスケール）で測定を行ないました。計測結果がその場で印字印刷が出来るため、最大積載量を超えた土砂運搬車両は、搬出を止め、積み直しを行ないました。また、バックホウオペレーターには計測結果と荷姿写真を資料に再度積込み回数やバケツ１杯あたりの積込み量の教育を行ないました。計測結果として、この現場では積込み

図－３　トラックスケールによる積載重量測定状況

図－４　トラックスケールによる積載重量測定状況

回数は厳守していましたが、微量な過積載が数台ありました。原因は、岩塊の大きさによって重量に差が出る事でした。よって、積込み回数は基本的に変更せず、1杯当たりの積込み量を減らすよう指導しました。（図−3・図−4）

⑸　小学校の校長先生への聞き取り調査により、当現場の運搬経路途中の小学校通学路付近では、下校する小学生は時間帯がばらばらで、その途中の道端で遊びながら下校している生徒が多くいると聞きました。よって、ダンプ運転手には新規入場教育時に登下校中の小学生を見かけると特に注意し、徐行することを厳守させました。そして、朝の通学とダンプトラックの通勤時間が重なるため、通勤時間をずらして現場へ入場させました。また事前に対象となる小学校へ訪問し、現場説明を行い、工事期間、運搬経路図、作業時間帯等を記したお知らせを保護者の方々へ配布していただき、保護者へも協力と理解を得ました。

⑹　自動車修理店前の通行については、ダンプ運転手の新規入場教育時に運搬経路、退避場所、危険箇所を含め、特に自動車修理店前の徐行を周知徹底するように教育を行ないました。また、他工区の工事による車線規制区間では、必ず工事信号や誘導員の指示に従うようにも教育を行ないました。また、日々他工区の工事関係者との連絡や打合せを密にとり、作業内容や時間帯・変更等については、なるべく早めに作業員全員に周知できるよう調整を行ないました。

運搬期間中は、日々数回の巡回パトロールを行ない速度の厳守状況や、土砂・石等の落下が無いかを確認し、道路を汚してしまった場所については、直ちに清掃を行ないました。月に数回、自動車修理店にお邪魔して運搬状況の印象を聞き、修理店の前では、特に徐行を行なっているか確認しました。また、頻繁に運搬予定等の説明を行ない、要望や苦情が無いか常にコミュニケーションをとり、トラブルや事故が無いよう工事を円滑に進めました。

⑺　当現場に入場している作業員の安全意識を向上してもらう目的で、毎月1回実施している安全教育訓練に外部団体から講師を招いて講習を行ないました。

図−5　建設従事者の実体験訓練状況

図−6　普通救命講習Ⅰ　実施状況

建災防から講師を招いて建設工事に従事する労働者に対する安全衛生教育を行ない、当現場で、重機や大型車両を使用した掘削・積込み作業を行なっているので、バックホウとの合図、立ち入り禁止、旋回範囲、死角による危険場所について実技体験訓練を行ないました。（図−5）

建設機械のオペレーターや大型車両の運転手はもちろん、それ以外の作業に従事している作業員や監督職員が一緒に実技体験を行なうことで、危険箇所や死角等の再認識をすることができ、一方からの思い込みによる事故や不用意に死角に入ってしまうような行動が減少していく事を目的として実施しました。

また、近年AEDの普及に伴い、現場でも設置する事を目的として、他現場合同による普通救命講習Ⅰ（心肺蘇生法・AEDの実施訓練）を消防局救命士の方を講師として招いて講習を行ないました。実際に一人一人が心肺蘇生法やAEDの操作と救命活動時の対応方法を体験し、さらに救命士の体験談などのお話しが聞くことができ、有意義な講習となりました。（図−6）

⑻　工事期間中、運搬経路内の一般道沿線の草刈りを行ないました。草刈りを行なった場所はカーブが多く見通しが悪い上、草木が道路までせり出しているため道路幅員が狭く感じ、大型車両が白線を越え事故に繋がる恐れのある場所を定期的に行ないました。事前に関係機関や近隣住民にお知らせや確認等の打合わせを行ない、作業に入りました。草刈り作業中は車線の規制もありましたが、近隣住民のご理解とご協力によりスムーズに作業を行なうことができ、また大変喜んでいただきました。大型車両の運搬に伴う通行も順調に行う事ができ、追突・接触事故等も無く作業を無事終えることが出来ました。（図−7）

図−7　運搬経路内の一般道草刈状況

4．おわりに

それぞれの施工現場では、工事の特性や地域性に配慮して、安全面や環境面にいろいろ工夫されていると思いますが、工種によっては日々同じ作業による単調化で慣れや過信が事故に繋がる恐れがあると思います。時には、違った視点から作業員全員が興味を持つ取り組みを行ない、日々新鮮な気持ちで作業を進めて行ければ事故なく工事を終える事ができると思いました。

また、地域住民の方のご理解ご協力、工事関係者の協力により無事故無災害で工事を完成させることができました。これからも地域優先、安全優先で現場を管理していきたいと思います。

安全管理

超高所でのトラッククレーンベント架設に伴う安全管理

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）
監理技術者 平 松 秀 信○ Hidenobu Hiramatsu
現場代理人 鎌 迫 伸 一 Shinichi Kamasako
工事主任 坂 戸 宣 彦 Norihiko Sakato

1．はじめに

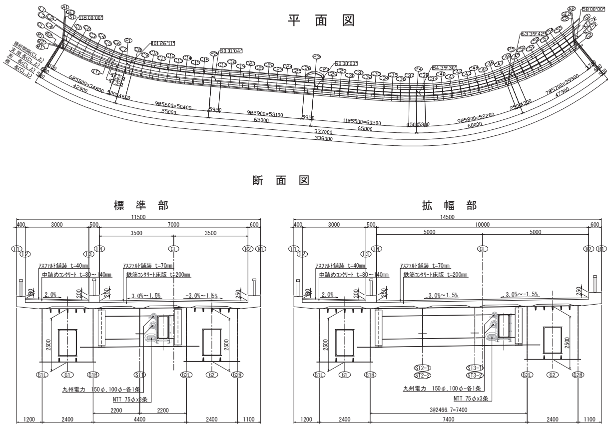
付替国道385号４号橋（仮称佐賀大橋）は、五ヶ山ダム事業において国道385号を貯水水位より上部に移設する事業である。

完成後ダム上に位置することから、塗装の塗替えなどの維持管理を低減するために、鋼材には耐候性鋼材を使用している。

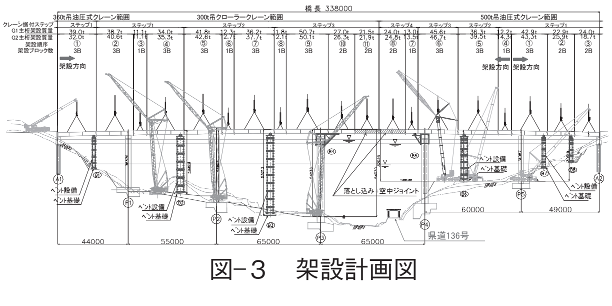
図－１　落し込み架設状況

工事概要

⑴　工 事 名：付替国道385号４号橋
　　　　　　　橋梁上部工工事
⑵　発 注 者：福岡県五ヶ山ダム建設事務所
⑶　工事場所：福岡県筑紫郡那珂川町五ヶ山
⑷　工　　期：平成20年12月18日～
　　　　　　　平成23年12月21日
⑸　橋梁緒元



図－２　平面図と断面図



図－３　架設計画図

橋梁形式：鋼６径間連続非合成箱桁橋
橋　　長：338.0m（CL 上）
支 間 長：42.9m＋55.0m＋65.0m＋65.0m
　　　　　＋60.0m＋47.9m（CL 上）
有効幅員：車道7.0～10.0m、歩道3.0m
設計荷重：B 活荷重
床　　版：RC 床版
主要鋼材：耐候性鋼材裸仕様（SMA400W、
　　　　　SMA490W、S10TW）
　　　　：普通鋼材（SM400、SM490Y、S10T）

⑹　架設工法：トラッククレーンベント工法

本橋では、橋脚高最大60m と超高所における施工を迅速かつ安全に行うために工夫した施工方法及びＰ３～Ｐ４間においては、県道136号上での架設となるため、規制時間の短縮に向けて工夫した内容を報告する。

２．現場における課題点

本工事は最大橋脚高60m の超高所での作業であり、さらにＰ3-Ｐ４間（閉合箇所）には、県道が横断しているため、下記の⑴～⑷が重要な課題であった。

１）ベント設備の安全性の確保

今回用いたベント設備は最大高さ50m（Ｂ３ベント）のため、組立解体作業の安全確保及びベントの転倒に対する対策が必要であった。

また、ベントの昇降においても通常は支柱のタラップを使用するが、この高さでタラップを使用しての昇降には安全対策を講じる必要があった。

２）斜ベントの構造及び地組み方法について

発注の段階で、Ｐ３及びＰ４の脚において、接着系のあと施工アンカーボルトを各橋脚の天端に32本、背面に130本埋め込む計画であった。これだけの本数のアンカーボルトを埋め込むことは、極めて高い施工精度が要求され、かつ高所作業車の届かない場所での作業となるため、アンカー打ち込み時の安全な施工方法を考慮する必要があった。

３）高所作業での主桁架設について

前述のとおり、超高所での架設作業のため、墜落・飛来落下が即重大災害につながる。したがって、架設工における安全性向上のため、いかに高所作業を低減するか、すなわち架設回数を減らせるかという課題に取り組んだ。

４）県道上作業時の安全対策

Ｐ3-Ｐ４間（県道136号線上）の空中ジョイント（落し込み）による架設では、昼間において、一時通行止め規制を伴い施工する計画であったため、通行車に対し安全性を考慮するとともに、県道の円滑な通行を確保するため規制時間を極力少なくすることに取り組んだ。

３．工夫・改善点と適用結果

１）ベント設備の安全性の確保

第一段階として、ベント設備の安全性の確保が上げられる。そのため、ベント設備基部の固定には山形鋼を埋め込み、溝形鋼でベント基部の固定を行い、ベント基部鋼材とコンクリート基部の間には無収縮モルタルを充填することで基部の安定化を図った。

図-４　ベント基部の安定化

次に、ベント設備組立解体における安全性については、以下の３ステップで組立解体をすることで高所での作業を極力減らす工夫をとった。

STEP１：枠組足場組立設置

ベントにおける昇降設備は、通常、垂直梯子を設ける構造を取っているが、今回は枠組足場をベント内に設置する構造とした。そして、継手足場においては通常、手摺と足場板（２枚敷き）を設ける構造が標準であるが、全面敷きとし、開口部を完全になくす構造とした。そうすることで、作業員は枠組足場を使用して移動が出来、枠組足場から継手足場へと移動後、継手部足場内において組立解体作業が出来るため、安全性が向上した。

STEP２：ベント組立解体における一体化

ベント設備は地上において予め箱組みし一体化させ、そこに継手足場も予め設置しておくことで、高所作業を低減し、ベントの連結作業も継手足場内での作業となり安全性が向上した。

STEP３：転倒防止ワイヤ設置

各ベントには転倒防止ワイヤを設置することで

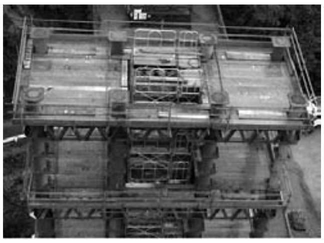


図-５　枠組足場設置状況　　図-６　ベント組立状況

ベントの安定性を向上させた。

２）斜ベントの構造及び地組み方法について

斜ベント設置に伴い、脚背面にアンカーボルトを埋め込むことは大変困難であった。そのため、構造を橋脚に抱きかかえさせる構造とすることで、ボルト埋め込み箇所を脚天端に計64本のみと減少させ、施工効率を向上させた。また、脚背面に埋め込むボルトをなくすことで、高所作業を低減させ、安全性を向上させた。

また、斜ベントを地組みする際、地上において桁受け水平材と斜材を一緒に地組みし、斜ベント上の足場も一緒に設置後、架設を行うことで、高所作業を減らし、安全かつ作業効率が向上した。

３）高所作業での主桁架設について

まず、架設計画の段階で、300tCC（機種7300）のクレーン能力を300tCC（機種7300-２及び500tAC）と能力をアップすることにより主桁地組ブロック長を２ブロックから３ブロックに変更し、

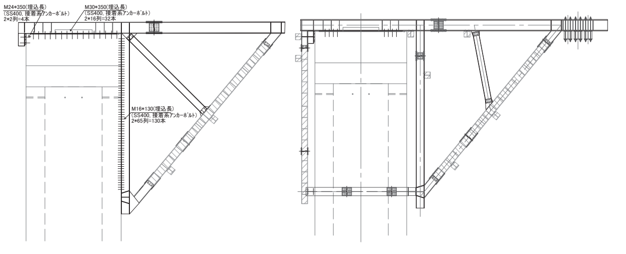


図-７　斜ベントの構造（左：発注図、右：計画図）

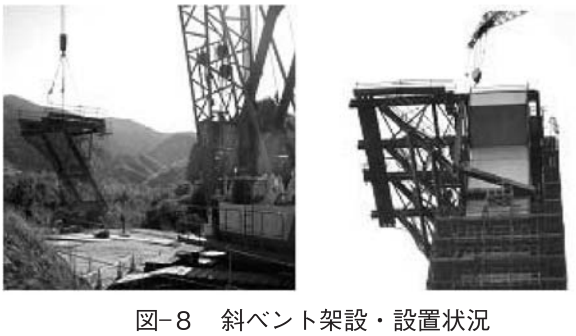


図-８　斜ベント架設・設置状況

高所での主桁架設回数を低減した。

表-１　クレーン能力の標準案と提案

		標準案			提案					
形式		300tCc			300tCc			500tAc		
機種名		7300			7300-2			AC500-1		
能力	作業半径	20.0m	32.0m	43.5m	20.0m	32.0m	43.5m	20.0m	32.0m	43.5m
	定格荷重	42.0t	27.0t	17.0t	61.7t	36.7t	21.6t	65.5t	36.0t	17.8t

主桁添接箇所

（当初）48箇所　（変更）38箇所

しかし本現場は、Ｐ３-Ｐ４間に県道136号線が位置し、これと並行に河川が分布した地形となっており、河川付近の地盤は透水性の良い軟弱な砂質土地盤である可能性があるため、クレーンの能力をアップすることにより、

・地盤の耐力不足

・作業ヤード造成に伴う斜面の安定性

が懸念された。

地盤の耐力においては、原位置においてスウェーデン式サウンディング試験を行い試験結果から換算したＮ値を参考に検討し、地耐力の不足した軟質層の緩い砂質土地盤においては、下記の２方法を行うことにより、安全にクレーンを設置することが出来た。

①敷鉄板により荷重を分散させる方法

②地盤改良（浅層混合処理）の実施

また、650tAC据付箇所の作業ヤードにおける斜面の安定性はFellenius法を用いた有効応力解析により検討した結果、敷鉄板での養生を行うことにより必要な耐力を得ることが出来た。

図-９　地盤改良状況　　図-10　検討斜面

次に、足場の組立てについて、計画では主桁架設後に朝顔の設置を行う計画であったが、桁地組立て時に予め桁に設置する計画に変更した。これにより高所での作業が低減し安全性が向上しただけでなく、朝顔設置に計画では58日必要であった

図-11　主桁架設状況

が、実際は39日で施工することができ、19日間短縮することが出来た。

４）県道上作業時の安全対策

Ｐ３～Ｐ４間（県道上）の空中ジョイント（落し込み）においては、両側から300tと650tの地組ブロック型の大型クレーン２台を使用し、架設を行う計画であった。そのため、Ｐ３～Ｐ４間は先行防護ネット設置に加え、Ｈ鋼を組み合わせた強固な構造の防護工(板張防護)を県道に設置することで一般車両に対する二重の安全対策を行った。

また落し込み作業に際しては、終点側の架設済桁を予めセットバックさせ、落し込み桁のワーキングスペースを確保して架設し、桁をセットフォアし添接しなければならない。万が一セットフォア設備の不具合や想定外の荷重によりセットフォア出来ない場合は、県道の交通開放が出来なくなるため、セットフォア設備の能力には余裕を持たせ確実にセットフォアを行うことに注力した。

※セットフォア設備諸元

計画縦押し力（１主桁あたり）：35. 5 ton

設備配置計画：

Ｐ４橋脚：100t 送り台(推進ジャッキ10ｔ)２set

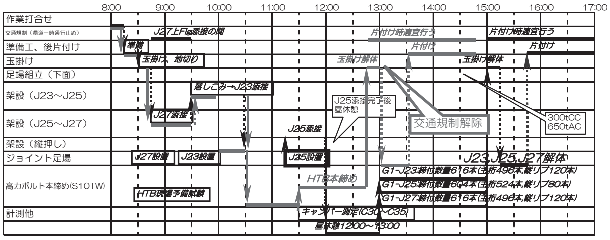
Ｐ５橋脚：100t 送り台(推進ジャッキ10ｔ)２set

Ａ２橋台：50t 油圧ジャッキ２台

設備推進力合計（１主桁あたり）：140t

その結果、落し込み作業を円滑に行うことができ、15：00に開放予定であった県道の交通規制を13：00には完全に開放することが出来た（表-２参照　黒線━━は予定、赤線━━は実施を示す）。

表-２　閉合当日のタイムスケジュール



４．おわりに

今回の工事では、紹介した架設工の他に、床版工、地覆工、舗装工、踏掛版工、付属物工（伸縮装置工、高欄及び防護柵工、落橋防止装置工）等、多工種にわたる工事があった。また、標高約500ｍということもあり、冬には最大20～30cm もの雪が積もることがあった。そのため、安全かつ工期内竣工を行うためには、架設工で出来る限り工期短縮に勤めることが必要であった。

架設工の中で、今回紹介した工夫を行うことで、安全かつ工期内に竣工を行うことが出来た。

最後になりましたが、本工事において協力くださった地域住民の方々、また、ご指導頂いた福岡県五ヶ山ダム建設事務所の方々には、ここにお礼を申し上げます。

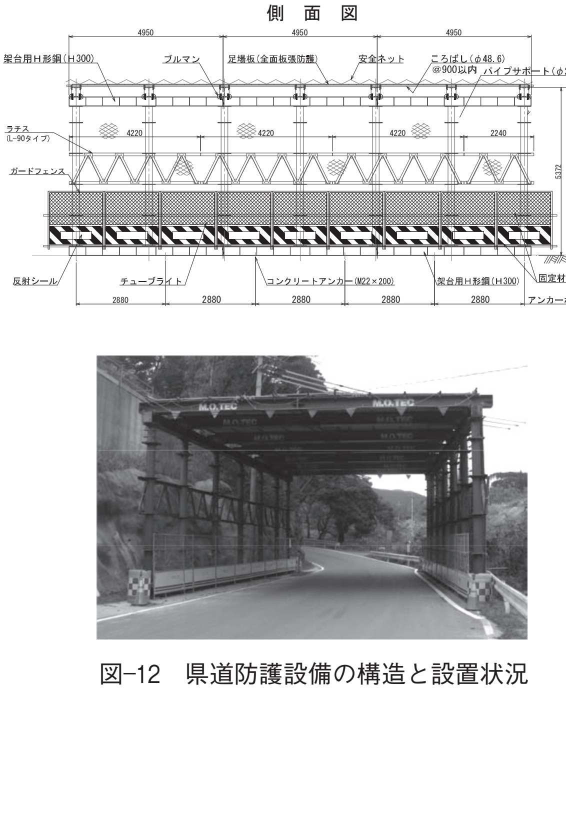


図-12　県道防護設備の構造と設置状況

27

環境管理

トンネル発破掘削における防音対策

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　谷　本　宜　久○　Yoshihisa Tanimoto
工務主任　小石川　　淳　Jun Koishikawa

1．はじめに

トンネル工事の掘削方法は、地山の硬さに応じて発破掘削、機械掘削および人力掘削がある。掘削方法の選定では、作業能率に加えて経済性も併せて選定されることになる。このため、一般的に発破掘削と機械掘削が主体となる。当工事のトンネル地山は大半が花崗閃緑斑岩（堅岩）で、弾性波速度が3.5～5.1（km/sec）であることから、発破掘削（補助ベンチ付全断面工法）が工程・効率の面から最適であると判断されていた。トンネル坑口付近には民家が点在しており、発破・その他の作業で生じる騒音を予測し、影響を最小限にするために対策工を選定し、実施する必要があった。

2．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のうち日向IC～都農IC間に位置する延長約4,000m（土工区間約3,100mトンネル区間約900m）の暫定二車線のトンネル工事である。

表−1　工事概要

工事名	東九州自動車道　本村トンネル工事
発注者	西日本高速道路株式会社　九州支社
受注者	奥村組土木興業株式会社
工事場所	自）宮崎県日向市大字財光寺 至）宮崎県日向市大字平岩
工　期	自）平成22年　7月　1日 至）平成25年12月11日（1,260日）
工　種	施工総延長 3,989m トンネル延長 901m 土工延長：3.088m トンネル掘削工法　NATM 発破工法

図−1　坑口付近

3．現場における問題点

トンネル坑口付近には民家が２軒あり、坑口から民家までの平面距離は約120mと約200mであった。このため、発破による周辺地域への影響を予測しておく必要があった。

発生する騒音は、以下のとおりである。

①掘削時の発破音

②ズリ運搬時の重ダンプトラックの走行音

③覆工コンクリート・吹付コンクリートのトラミキの走行音
④バッチャープラント発生音
⑤ズリ仮置場の作業音
⑥坑口機械掘削音

これらの騒音の特徴を整理して、以下に示す。

①、⑥については、騒音自体は最も大きくなると想定されるが、連続的には発生しない。また、掘削の進行に伴い小さくなると予測される。

②～④については、騒音自体は小さいものであると思われるが、連続的に発生し、かつ発生箇所が移動する。

⑤については、重機作業となるため、騒音自体は大きくないと思われるが、高い音が不規則に生じる。

4．対策工の選定

先に述べた騒音について、事前に予測し、対策工を選定することにした。対策の選定においては、騒音の特徴に留意した。

⑴　トンネル付近民家位置

トンネル坑口に近接する民家は２軒あり、坑口との位置関係を以下に示す。

民家Ａ：平面距離約200m 高低差約25m

民家Ｂ：平面距離約120m 高低差約30m

民家Ａについては、発破時にトンネル坑口から発せられる直達音と坑口付近での作業時に発生する反射音の影響が、民家Ｂについては、発破および作業による反射・反響音の影響が大きいと想定した。

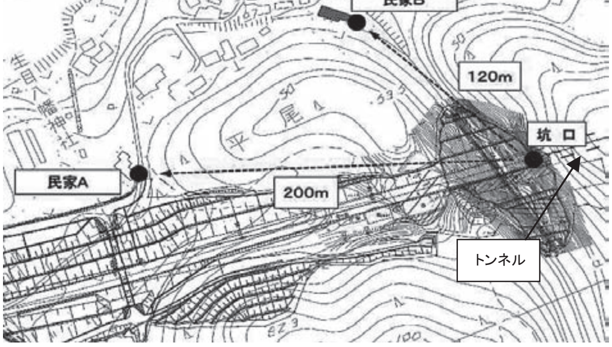


図-２　トンネル付近民家位置図

⑵　騒音管理基準値の決定

騒音に対する管理基準値としては様々な文献で述べられているが、各自治体においては環境条例で定めた規制値を用いている。設計段階における防音対策の選定においては、日向市（第３種区域）昼間で65dB、夜間で50dB を採用している。

表-２　管理基準値

	騒音に対する規制値		備考
	昼間	夜間	日向市：第３種
設計段階	65dB	50dB	
施工時	50dB		

防音対策の運用においては、昼夜作業となること、昼夜で作業内容に大きく変わりがないことなどから、防音対策工の選定においては、昼夜間を区別せずに「50dB」を基準とした。

⑶　検討

１）現地条件

先に挙げた６種類の騒音発生箇所は、平面位置は民家から最短で約120m となっている。しかし、トンネル坑口は民家から約30m 高い位置での作業であり、実際の離隔距離は最短で175m 程度となる。工事車両の走行路は、民家位置から約25m 高い位置にあり、工事車両の走行路を挟んで民家と反対側はのり面となっており、走行音などの反響・増幅に留意する必要があった。また、トンネル坑口の西側に長大のり面があったため、発破によって生じる直達音の影響よりも反射音に留意する必要があった。

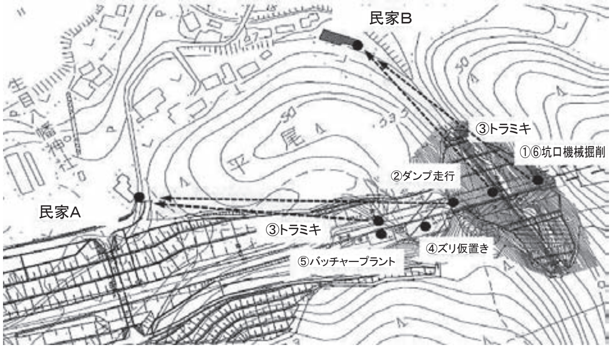
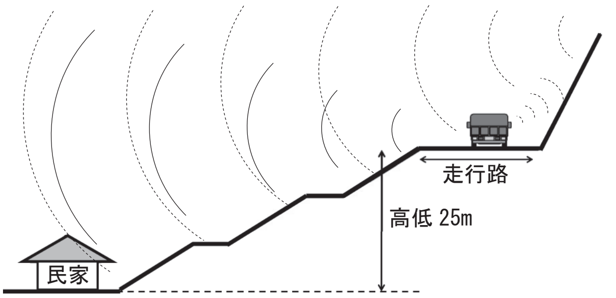


図-３　民家と騒音発生箇所平面図



図−４　民家と騒音発生箇所断面図

２）検討条件

騒音が最も大きいと思われる「①発破音」については、設計段階においてグラスウール製の防音扉を１枚設置する計画であったため、坑口から28m・40m・60mの位置に設置した場合について検討することにした。また、「②～⑥」については、騒音そのものが小さいため、距離減衰のみを期待し、無対策で検討することにした。

⑷　検討結果

検討の結果、当初想定した発生源の騒音に対しては距離減衰により大きく低減できたが、民家A、Bに対して、騒音の管理目標値としている「50dB」を下回ったのは、「④バッチャープラント発生音」のみであった。

表−３　検討結果−１

民家	検討項目	騒音(dB)		管理目標値
		発生源位置	予測値	
A 坑口から200m	①-28m	135	64	50dB
	①-40m	133	62	
	①-60m	130	59	
	②	110	53	
	③	117	59	
	④	103	46	
	⑤	113	53	
	⑥	118	57	

表−４　検討結果−２

民家	検討項目	騒音(dB)		管理目標値
		発生源位置	予測値	
B 坑口から120m	①-28m	135	66	50dB
	①-40m	133	64	
	①-60m	130	61	
	②	110	61	
	③	117	63	
	④	103	38	
	⑤	113	58	
	⑥	118	59	

⑸　対策の検討項目

発破時の騒音については、発生するエネルギーが大きいため、坑口位置での大きさを小さくし、さらに反射を軽減する必要があった。防音扉の設置位置（坑口からの距離）、種類および組み合わせを変更した。坑口からの距離は28m、40mおよび60mの３パターンとした。

また、工事車両の走行音についても大きく軽減する必要があったため、防音型万能塀を設置する計画とした。

１）発破音の対策

発破音については、音の特性などを考慮し、音の吸収・拡散をさらに期待するために、防音扉の対策として以下の５つについて検討した。

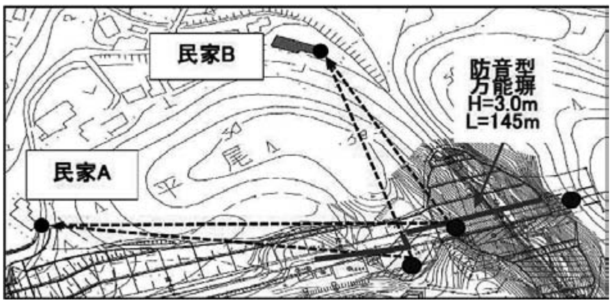
表−５　検討する防音扉の対策と目的

	対策	目的
①	GW 製２枚	透過音を軽減する。
②	GW１枚 +CON 吹付１枚	密度の違う扉を設置し、音の拡散・分散を期待する。
③	CON 吹付２枚	密度の大きい扉を設置し、透過音を軽減する。
④	水充填１枚	
⑤	GM１枚+水充填１枚	密度の違う扉を設置し、音の拡散・分散を期待する。

GW：グラスウール　　CON：コンクリート

２）走行音等の対策

発破以外の騒音については、発生箇所が移動することもあり、防音型万能塀を設置する計画とした。また、発破によって生じた騒音が坑口から拡散し、民家へ影響することに対する抑制効果も期待し、万能塀の高さを3.0mとした。



図−５　防音型万能塀設置位置図

⑹対策の検討結果

対策工について検討した結果、以下のようになった。

表－6　対策検討結果

(単位：dB)

民家A	坑口から28m		坑口から40m		坑口から60m	
	防音扉のみ	防音型万能塀	防音扉のみ	防音型万能塀	防音扉のみ	防音型万能塀
①	55	54	53	52	50	49
②	53	52	51	50	48	47
③	52	51	50	49	47	46
④	59	58	57	56	54	53
⑤	41	40	39	38	36	35

※管理目標値：50dB

(単位：dB)

民家B	坑口から28m		坑口から40m		坑口から60m	
	防音扉のみ	防音型万能塀	防音扉のみ	防音型万能塀	防音扉のみ	防音型万能塀
①	57	56	55	54	52	51
②	55	54	53	52	50	49
③	54	53	52	51	49	48
④	61	60	59	58	56	55
⑤	43	42	41	40	38	37

※管理目標値：50dB

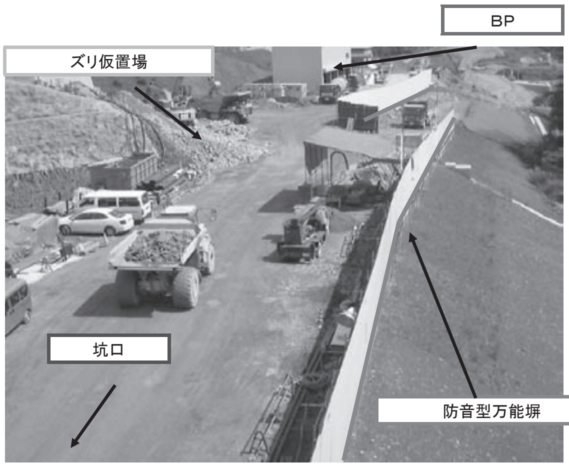
なお、検討結果には、防音型万能塀(H＝3.0m)の騒音低減効果として、1dBの低減を見込んだ。

検討の結果、対策⑤が最も効果がある方法であることがわかった。

5．対策の選定

管理基準値を満足する対策は「対策⑤」の防音扉（水充填型）＋防音扉（GW）となるが、水充填型は施工費が高いことから、防音扉の設置位置は坑口から40mとなり、設置時期が遅くなるが、発注者との協議の結果、「対策③」の防音扉(CON吹付）２枚と防音型万能塀（H＝3.0m）を併用して対策することとなった。

図－6　防音扉設置状況



図－7　防音型万能塀設置状況

6．騒音測定結果

防音対策後、発破音についての騒音を測定し、以下の結果が得られた。

防音扉を設置するまでの期間は、防爆シートおよび防音シートで対策し、測定を行った。

表－7　騒音測定結果

測定期間	H24.2.6～2.9	H24.2.9～2.16	H24.2.21～2.22	H24.2.24～3.2	H24.3.22～3.28	H24.5.16
TN掘進長	16～20m	20～29m	29～34m	34～48m	50～68m	222m
対策	防爆シート	防爆シート 防音シート2枚	防音扉 (GW)1枚	防音扉 (CON)1枚	防音扉 (CON)2枚	防音扉 (CON)2枚
民家A(200m)	76.2	79.8	64.2	66.0	53.8	39.4
民家B(120m)	87.2	82.2	73.9	69.4	56.8	52.7

※測定値は平均値 単位:dB

当初設計の防音扉（GW１枚）での測定結果は、民家Aでは、ほぼ検討結果と同じ数値となったが、民家Bでは８dB程度大きくなった。

防音扉（CON２枚）を設置した時点では、騒音をかなり抑えることができたが、管理値の50dB以下にはならなかった。トンネルの掘削延長が200m以上になって、ようやく管理値付近の測定値になった。

このことから机上の計算通りの結果にならなかった原因として、天候・風向き等による自然環境の影響が考えられる。また、住民の方には、50dBの騒音は夜中の蛙の鳴き声と同じぐらいということを説明し、納得していただいた。

28

環境管理

天竜川函渠工に於ける多自然型河床工の検討と施工報告

山形県土木施工管理技士会
林建設工業株式会社
監理技術者
佐　藤　義　光
Yoshimitsu Satou

１．はじめに

「大岩川地区道路改良工事」は、日本海沿岸東北自動車道（現在は日本海東北自動車道と改称）事業の一部として、岩魚やカジカ等が生息する自然豊かな場所において河川函渠を築造する工事である。施工にあたって、地元からは岩魚等が生息可能な環境の函渠にしてほしいという要望があり、発注者及び設計を行うコンサルタントにおいても河川部分の構造を含めて検討し、それを反映した設計となっていた。本文は、その方策である多自然型河床工の施工について報告するものである。

工事概要
⑴　工 事 名：大岩川地区道路改良工事
⑵　発 注 者：国土交通省東北地方整備局
⑶　工事場所：山形県鶴岡市大岩川～五十川地内
⑷　工　　期：平成21年２月27日～
　　　　　　　平成22年２月26日

２．現場における問題点

工事着手前の状況を図−１、２に示す。函渠施工現場となる河川は、幅が２m 程度、水深は20cm 足らずであり、急峻な勾配となる流れの中に大小の石からなるステップ部とプール部が交互に存在している。人の手が加えられていない自然のままの状態で、魚類や水棲生物の生息に非常に適した環境となっている。函渠工に際して事前に河川の切替えを行う必要があったが、その際には、岩魚

図−１　着手前状況（上流から下流を望む）

図−２　着手前状況（下流から上流を望む）

図－３　岩魚（体長15cm）

図－４　カジカ

及びカジカ（図−３、４）を確認することができた。

函渠の河床工の当初設計では、掘削に伴って発生する30cm 程度の石を半割りとし、流路部と河川敷部とで高さを変えながら直線的に植石してコンクリートに埋め込む計画となっていた。しかし、実施工にあたっては発注者側でもさらに優れた施工案を模索しており、当社にも代替案を検討してほしい旨の指示があった。当社ではこの様な多自然型河床工の施工実績は無かったため、取引のある地元石材業者の意見やインターネットを参考に検討を行ったが、最終的には協議により雑誌記事の施工事例を参考にして施工を行うことになった。

３．対応策と適用結果

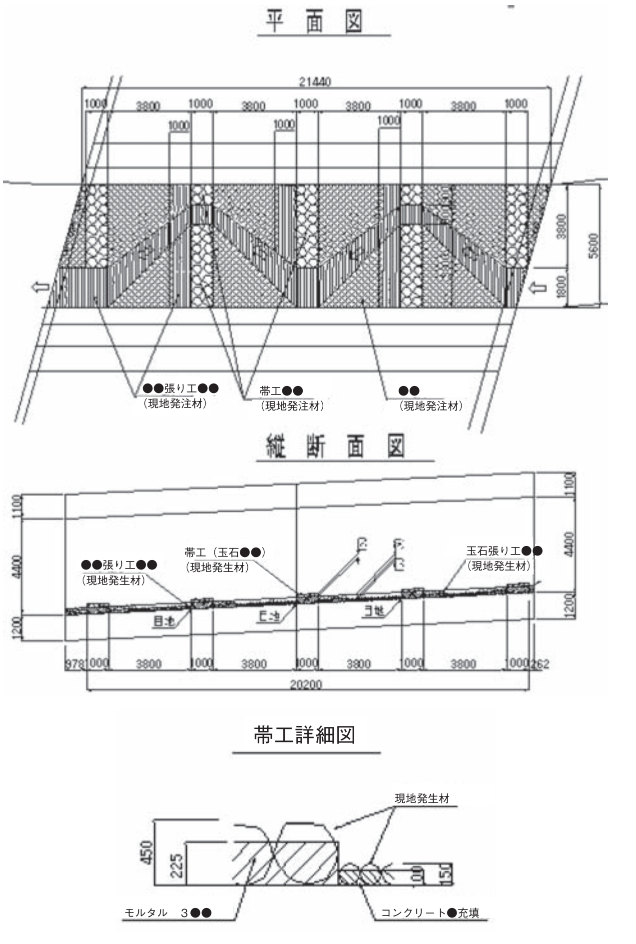
１）設計の検討

参考とした記事は日経コンストラクション2009.8.14号“札幌市真駒内川における帯工と水制工でよみがえる魚のすみか”である。河床部に製作する帯工によって河川の流路部を蛇行させ、その帯工の背後となる静水部に流水によって土砂等が堆積することで露出した岩盤面が減少し、魚や水棲生物が生息しやすい環境に変化したという報告であった。

当該記事だけでは不明な点も多かったため、施工を担当した“リバーフロント整備センター“に直接問合せた結果、帯工には共和コンクリート工業（株）の“すずかけ“を使用したことが判明し、設計図を入手することもできた。“すずかけ“は、大・中・小粒径の自然石または擬石をワイヤーとチェーンによって相互に連結したブドウの房状石群であり、流水の作用や河床変動に追従することが可能となる構造である。

当社の提案では、真駒内川の実績を基に、発生材を使用した連結玉石で函渠の河床部に帯工を形成し、帯工部以外の底版には溝を設け大小の石を放置する。帯工の連結玉石の流出防止対策としては、両端部を底版コンクリートに固定する。平常時の流水では溝に入った石は互いの噛み合わせによって安定しているが、大雨による増水時では固定していない石が移動することが予想される。その場合でも、上流部からの石の流入も予想されるので、増水時には自然に安定する形態に委ねることにした。

このような当社の提案を基にさらに協議を進めた結果、最終的には帯工は設置するものの、連結玉石は使用しないで底版全面に石をコンクリートで埋め込む工法（図−５）とすることで決定した。



図－５　最終計画図

尚、使用する石は函渠工による現地発生材とし、石自体の加工は行わずに用いる事とした。
２）施工方法
図−６は河床工の着手前である。河床工は、函渠工の躯体及び河床部左右に追加で打設する護岸コンクリート完了後に於ける最終作業となる。図−７が河床工完了時の全景となる。以下、施工手順に沿って説明する。

図－６　着手前

図－７　完成状況

⑴　石の選別
石材は発注者の指定により現地発生材を使用するため、函渠工の掘削土砂仮置場においてスケルトンバケットを装着したバックホウで石と土砂の分別を行う（図−８）。
河床に使用する石は、帯工部・河床部・流路部で異なる大きさを使用することとし、それぞれ約45cm・約30cm・約15cmの３種類の規格に合わせ小分けを行う。尚、分別した石には泥が付着し

図－８　選別作業

ているため、河床工現場への搬出前に水槽を使用して洗浄を行っているが、期待したように綺麗には洗浄されなかったので、据付後にあらためて高圧洗浄機で洗浄を行っている。
⑵　帯工の施工
帯工、河床、流路でそれぞれ使用する石の大きさ及び根留めコンクリートの厚さが異なり、それに合わせた型枠が必要となる。施工の順序は根留めコンクリートの厚さごととし、厚い部分から順番に施工することとした。
帯工に設置する石は重量が大きいため運搬は機械で行ったが、最終的な据付は図−９のように人力で調整した。

図－９　帯工据付状況

帯工となる石の据付完了後に型枠を設置し、根留めコンクリートを打設して石を固定した。
⑶　河床部及び流路部の施工

帯工完了後に、河床部（約30cm）、流路部（約15cm）の石と根留めコンクリートを順に施工した。河床部は石を据付完了後、帯工同様に型枠を設置してコンクリートを打設したが、流路部は小さい石で数が多く型枠も必要ないため、敷き均したコンクリートに石を埋め込んだ。（図−10）

図−10　流路部施工状況

⑷　表面処理

コンクリート打設完了後に高圧洗浄機で表面のモルタルを洗出し（図−11）、粗骨材を表して周囲の石に馴染ませた。また、水槽による洗浄で落としきれなかった泥や、コンクリート打設時に付着したモルタルもこの時に洗浄を行った。

図−11　流路部洗出し状況

４．おわりに

多自然型工法という言葉は知っていたが、その施工に携わるのは個人的にも、また会社としても今回が初めてであった。本工事では、函渠河床に手を加えなければ図−６のようなコンクリートの三面張りの仕上がりに成っていたわけであり、函渠部はもちろんだが、函渠によって上流部と下流部が分断されることによっても、魚類や水棲生物の生息には厳しい環境となることが予想された。

今回、実際に多自然型河床工の施工を経験し、河川函渠のような構造物を築造後に、再び在来生物が生息できる環境に戻す事は、工法の検討や、施工時の工程やコストの面からも、なかなか難しい事だと実感させられた。今回の河床工では、工法の検討を別にすると、やはり手作業による施工が増えたことによる負担増が大きかった。

環境保護の意識が高まる中、公共事業においては従来から周辺環境に配慮した施工方法は重要視されてきたが、今後は施工方法だけではなく、多自然型河床工のように成果物そのものが環境配慮型であることが要求されてくる。それは、一般的に工事の効率・コストとは相反する要素となるが、土木技術者として社会の要求に応えていくために今後とも情報収集に努め、対応力を向上させたい。

本工事は完成したが、引き続き別工事として函渠周辺における工事が継続するため、本工事の完成段階では函渠内に通水していない。今回施工した河床工の結果が判断できず残念であるが、周辺における工事が完了し、通水した後に以前と同様に岩魚やカジカ、その他の水棲生物が生息している姿を見ることができることを楽しみにしている。

最後に、今回の多自然型河床工の形状の検討に協力していただいたメーカー担当者、及び、協力会社の皆様と当社従業員に感謝し報告を終わる。

新技術・新工法

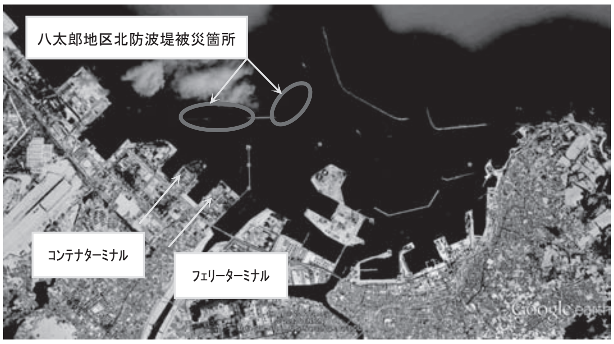
東日本大震災により被災した防波堤ケーソンの破砕・撤去工法について

東京土木施工管理技士会
五洋建設株式会社
技術部課長 中 山 晋 一○ Shinichi Nakayama
現場代理人 下川床 徹 Tooru Shimokawatoko
監理技術者（その５工事） 石 山 善 郎 Yoshirou Ishiyama

１．はじめに

2011年３月11日に発生した東日本大震災により、八戸港では地震と津波による被害を受け、港の北側外郭に位置する八太郎地区北防波堤では、総延長3,500mのうち1,428m（ケーソン102函分）が倒壊するなど甚大な被害が発生した（図−１、２）。当防波堤は港内八太郎地区の港湾荷役施設の前面に位置することから、岸壁前面の静穏度が著しく低下し、特に、コンテナターミナルやフェリー埠頭などの稼働率が悪化した。このため、高波浪時にはフェリーが着岸できないなどの荷役障害が発生する事態となり、震災直後から防波堤の早期復旧が求められた（図−３）。

本稿では、東北地方整備局八戸港湾・空港整備事務所の防波堤災害復旧工事の先駆けとして実施された八太郎地区北防波堤工事の復旧工事に関連し、前例の少ない防波堤撤去工事の実施状況と、効率的で安全なケーソンの破砕・撤去方法の確立に向けた取り組みについて紹介する。



図−１　八戸港平面図

工事概要

⑴　工 事 名：八戸港八太郎地区防波堤（北）（災

図−２　防波堤被災状況（提供：八戸港湾・空港整備事務所）

図−３　高波浪時の港湾施設（フェリーターミナル）

害復旧）ケーソン撤去外工事

⑵　発 注 者：国土交通省東北地方整備局　八戸港湾・空港整備事務所

⑶　工事場所：青森県八戸市八戸港内

⑷　工　　期：平成23年９月30日～平成24年12月20日

２．現場における問題点

本工事は、津波により倒壊したケーソンを破砕・撤去し、再度、基礎マウンドを構築した後に、ケーソンを据付け、防波堤を復旧することを主な内容とする。

１）ケーソン撤去工事の概要

震災の直後においては、被災したケーソンの撤去の前例が少なく、これらに関する標準工法が無かった。このため、工法の適用性に関する検討が行われ、平成17年度に函館港島防波堤災害復旧工事において実施された“グラブ浚渫船の砕岩棒で没水したケーソンを破砕し、破砕後のコンクリート塊をグラブで撤去する方法”が適用されることとなった。上記結果を受け、本工事では、グラブ浚渫船２船団での施工が実施された（図−４、５）。

図−４　グラブ浚渫船（砕岩棒）によるケーソン破砕状況

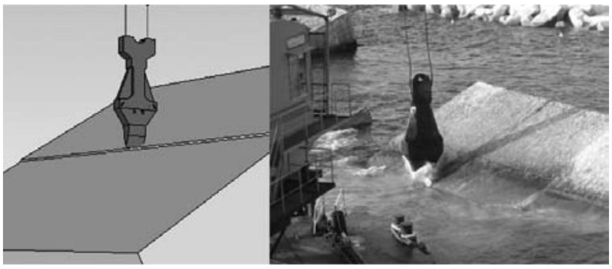
図−５　グラブ浚渫船によるケーソン撤去状況

２）砕岩棒でケーソンを破砕する際の課題

砕岩棒でケーソンを破砕する場合は、始めにクレーンにて棒を一定の高さまで吊上げ、次にその位置から棒を落とし、落下の衝撃により対象物を破砕する作業を繰り返す。なお、棒を自由落下させると、棒を支持するウインチドラムが慣性力によって回転を続け、過剰にワイヤーが繰り出されるので、衝突直後にブレーキをかけてワイヤーの動きを止める必要がある。しかし、被災によってケーソンが傾いている場合には、砕岩棒の刃が上部工に食い込まず、斜面に沿って滑落することがある。砕岩棒は最大で50tもの重量があり、一旦斜面上を滑り始めると動きを止めることが困難なことから、ワイヤーやクレーンブームに過大な負荷が作用し、最悪の場合、ワイヤーが破断して作業船に衝突する危険がある。（図−６）

上述のような砕岩棒を用いたケーソン破砕作業における問題に対し、現場では表−１に示すよう

⑴砕岩棒が滑った状態（砕岩棒の刃先が傾斜に平行）



⑵砕岩棒が突き立った状態（砕岩棒の刃先が傾斜に直角）

図−６　斜面に衝突した砕岩棒の挙動の概念

表−１　傾斜したケーソンを砕岩棒で破砕する際の工夫

項目	対応方法
①破砕エネルギーの制御	砕岩棒の落下高さを低くする。
	重量の小さい砕岩棒で破砕する（50t ⇒ 25t）。
②砕岩棒打撃方向の制御	クレーン操作で砕岩棒の向きを制御しながら破砕する。
	作業船の係留位置で砕岩棒の向きを制御しながら破砕する。
③補助工法の適用	グラブバケットで上部工の一部を撤去した後に砕岩棒で破砕する。

な施工上の工夫によって、危険を回避しながらの作業が進められた。

３）砕岩棒による上部工の破砕効率

上記工事のケーソン破砕の施工実績に関連し、特に、各ケーソンの上部工を完全に破壊するまでに必要となるエネルギーならびに延べ時間について、図−７、８に取りまとめた。なお、１函分のケーソン上部工（長さ10.5m×幅16.0m×厚さ2.5m）を破砕するに当たって必要となるエネルギーは、以下の式により算定することができる。

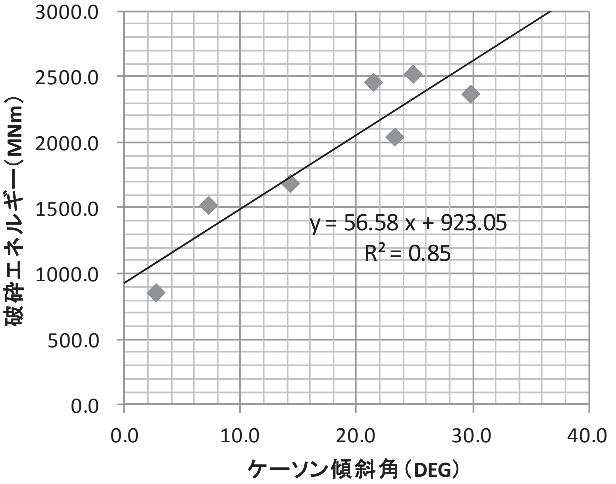
$$E = W \times 9.81 \times H \times N$$

E：破砕エネルギー（MNm）

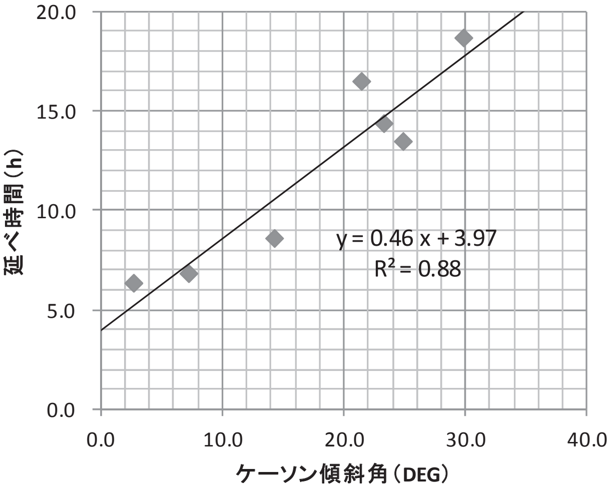
W：砕岩棒質量（ton）

H：打撃高さ（m）

N：打撃回数



図−７　ケーソン上部工の傾斜角と破砕に要するエネルギーの関係



図−８　ケーソン上部工の傾斜角と破砕に要する時間の関係

図より、ケーソン上部工の傾斜角と破砕に要するエネルギーならびに時間との間には高い相関があることが明らかとなった。傾きが大きくなるにつれ破砕に必要なエネルギーならびに時間は増大し、特に、傾きが20°を超えると、水平状態に比べてエネルギーで２倍、延べ時間は３倍以上と著しく効率が悪くなる結果となっている。

３．対応策と適用結果

ケーソン破砕の標準工法である砕岩棒を用いた施工方法に対し、本工事では表−１に示されるような工夫に基づく施工が実施されている。しかし、これらの方法は、あくまでも作業船の能力やクレーンオペレータのスキルなど現場の施工条件に依存するものなので、施工の確実性ならびに他条件下への適用など汎用性に欠ける。よって、傾斜したケーソンをより確実かつ安全に破砕する方法として、既存技術の適用ならびに砕岩棒の落下方法の改善に関する検討を行った。

１）バックホウ台船による方法

ケーソン上部工を破砕するための工法として、バックホウ台船のブレーカで上部工を破砕した場合の試験施工を行った。試験では、破砕対象ケーソン（傾き17.5°）の港内側にバックホウ台船を係留し（図−９）、ブレーカでケーソン１函分の上部工を破砕する際に要する時間を計測し、比較した。

図−10にバックホウ台船による上部工破砕時間とケーソン傾きの関係を示す。ケーソンの傾きが20°程度の場合、バックホウ台船による破砕能力は10時間/函（40m³/h）であり、砕岩棒の破砕能力と同程度である。しかし、この値は対象の傾きに依存せずほぼ一定と考えられるので、バックホウ台船による施工は、20°を超えるような、特に傾きの大きいケーソンを破砕する場合に有効と言える。また、上記結果は、台船のスパットを用いない係留状態で得られたものであり、施工条件が整えば、より安定した状態でのブレーカ作業が可能となるので、さらに高い破砕能力が期待できる。

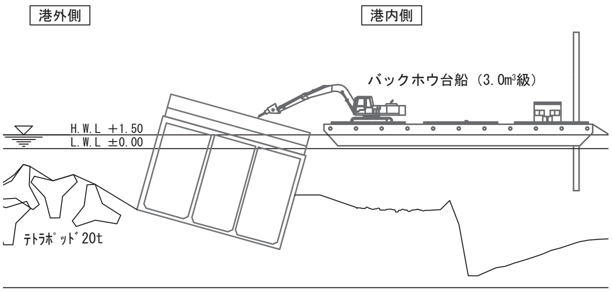


図-９　バックホウ台船の係留要領図

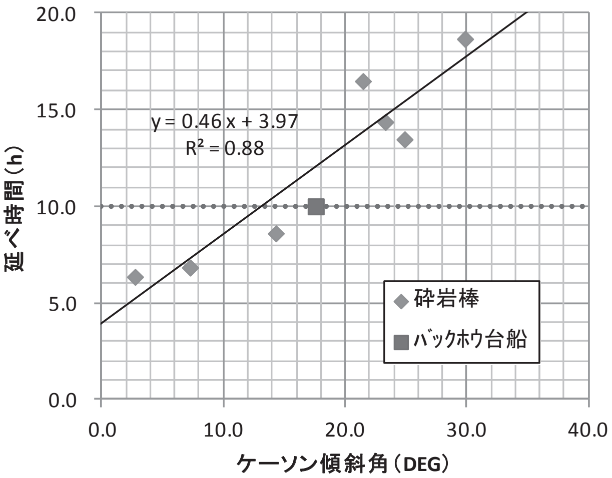


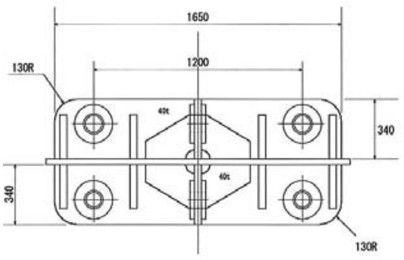
図-10　ケーソン上部工破砕能力の比較

2）砕岩棒打撃制御工法の検討

砕岩棒を用いて傾いたケーソンを破砕する際には、砕岩棒を上部工の傾斜に対して平行方向で打撃すると、棒が斜面上を滑り、その挙動を制御できなくなる場合がある。このため、上部工の破砕作業を効率良く行う方法として、砕岩棒の刃先向きを調節するための連結方法に関する検討を行い、以下に示す砕岩棒刃先制御冶具※1を考案した。

砕岩棒刃先制御冶具は、砕岩棒とクレーンブーム間に取り付け、砕岩棒を支持する２本の吊ワイヤーの向きを変化させることで、棒の向きを90°変える構造となっている（図-11）。同冶具を用いた場合、作業船やクレーンの位置によらず、刃先を常に傾斜に対して直角方向に向けられるので、棒を滑らせることなく衝撃荷重を刃先に集中して作用させ、確実に対象を破砕することができる。

同冶具は本工事に続いて実施された八戸港八太郎地区防波堤（北）（災害復旧）ケーソン撤去外工事（その５）のケーソン撤去作業において、既設函と隣接した被災ケーソンの上部工を破砕する際にも適用され、傾斜に対して砕岩棒の向きを制御しながら、安全かつ効率的にケーソンを破砕可能であることを確認することができた（図-12）。



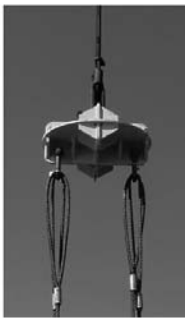


図-11　砕岩棒刃先制御冶具の構造図と使用状況

図-12　砕岩棒刃先制御冶具を用いたケーソン破砕状況

４．おわりに

砕岩棒によるケーソン破砕作業の安全性ならびに効率性を向上させるための検討を行った結果、特に、傾きの大きいケーソンに対して、バックホウ台船の適用が有効であることが明らかとなった。また、砕岩棒による破砕作業についても、刃先制御冶具を用いるなどの工夫により、確実性が向上することを確認することができた。

今後、最盛期を迎えると思われる東北各港湾の復旧工事に上記技術を適用し、さらなる施工の効率化、安全性の確保に寄与したい。

参考文献

※１：破砕用具吊り索体の連結具及びそれを使用した構造体破砕方法（特許出願中：2012-013986号）

30

新技術・新工法

「阿波しらさぎ大橋」における ケーブル架設方法について

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
現場代理人 縦野雅哉○ Masaya Momino
監理技術者 松原薫 Kaoru Matsubara
現場技術者 白谷浩一 Kouichi Shiratani

1．はじめに

現在、徳島県では徳島市内の交通渋滞緩和のため、外環状道路の建設が進められている。この環状道路が吉野川を跨ぐ「阿波しらさぎ大橋」は橋長1,291m に及ぶ大規模な橋梁であり、河川に架かる道路橋としては国内有数の長さを誇る。

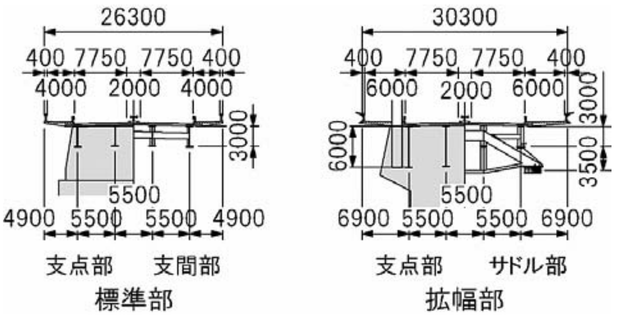
本橋の架橋地点には希少生物が生息する広大な干潟が存在しており、そこに飛来する鳥類の飛行の障害とならない配慮から、橋梁形式には主塔高さが低く、ケーブル段数が少ない、世界でも類を見ない「ケーブルイグレット形式」が採用された。

この形式は、斜張橋とケーブルトラスト橋を組み合わせた新しい形式であるため、施工事例も無く、ケーブルの架設方法について様々な課題があった。

<工事概要>

⑴ 工事名：東環状大橋（仮称）上部工（第6分割）

⑵ 発注者：徳島県県土整備部

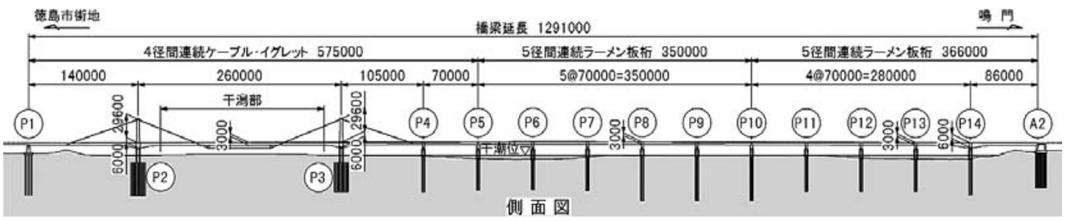


図−2 主桁断面図

⑶ 工事場所：徳島市住吉6丁目〜川内町鶴島

⑷ 工 期：平成20年3月〜平成24年3月

ケーブルイグレット形式は、「斜張橋形式」と「ケーブルトラスト橋形式」を組合わせた形式であり、桁下に水平ケーブルを配置し、ケーブルトラス構造により桁を引き上げつつ、斜ケーブルの定着点を下げることにより、ケーブルに角度を持たせて鉛直分力を大きくして斜張橋に比べ主塔の高さを低く抑えることができる特徴がある。ケーブルイグレット部の中央径間長は260m、高さ29.6 m の鋼製主塔を有し、中間支点のコンクリート橋脚と鋼桁は剛結構造であり、少主鈑桁、サンドイッチ型複合床版を採用した合成桁である。

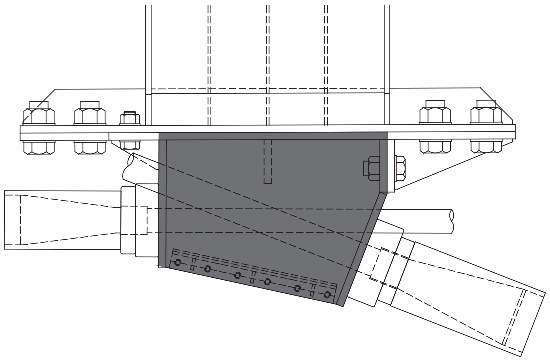


図−1 橋梁一般図

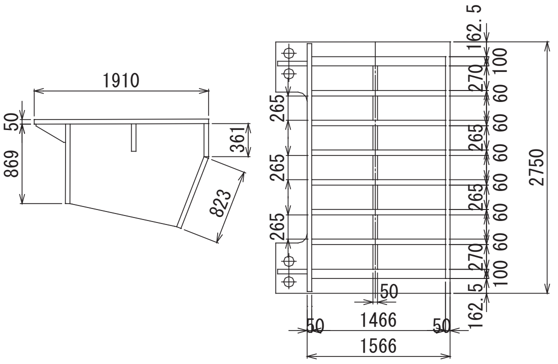
2．現場における問題点

＜問題点①＞ケーブルを定着させる下サドル部は、斜ケーブル（３本）と水平ケーブル（４本）が交差してソケットに定着される構造である（図−３）。このため、ソケット反力を受けるためのウェブが多数配置された狭隘な構造となっており、通常の斜張橋のように最終のケーブルラインでソケットを引き込み、そのまま定着するスペースが確保されていなかった。図−４に下サドル寸法図、図−５に下サドルパース図を、そして図−６に設置状況を示す。

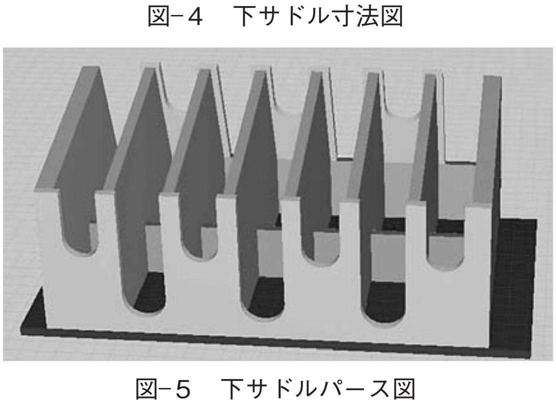
＜問題点②＞下サドル横桁の構造は、完成時には



図−３　下サドル概要図



図−４　下サドル寸法図



図−５　下サドルパース図

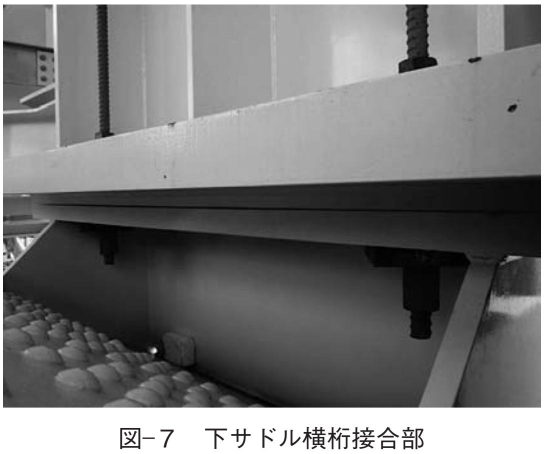
水平ケーブルと斜ケーブル張力の水平成分がほぼ釣り合うため曲げが発生しないが、ケーブル架設時には、各ケーブルの引込み力に差が生じるため、下サドル横桁にアンバランスな水平力による曲げモーメントが発生する。しかし、この部分の取合いが普通ボルトによる接合構造であり、耐力不足の問題があった。

図−６　下サドルケーブル設置状況

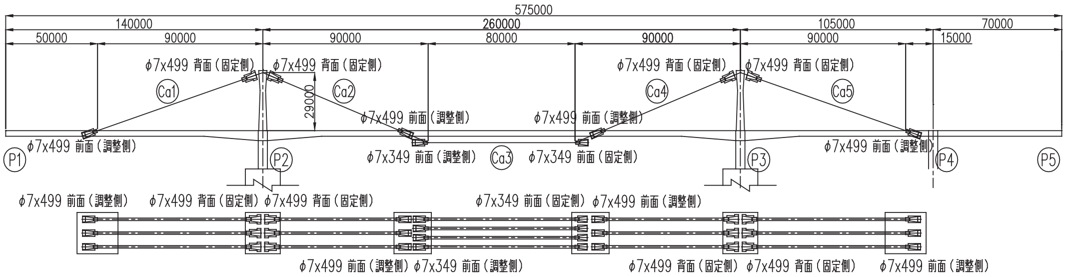
3．対応策と適用結果

先ず問題点②の対策として、ケーブル架設時における下サドル横桁のアンバランス分の水平力を処理するため、ケーブル架設完了時まではボルト貫通部にPC鋼棒を設置し、偏心曲げによるモーメントに抵抗させることにした。これによりアンバランス水平力は500kNまで許容できた。

次にケーブルの架設順序の検討を行った。PC鋼棒の使用により、下サドル横桁取付部を補強したが、ケーブルを１本ずつ最終定着まで引き込むとケーブル張力が過大となる。そのため架設ステ



図−７　下サドル横桁接合部



図−８　ケーブル詳細図

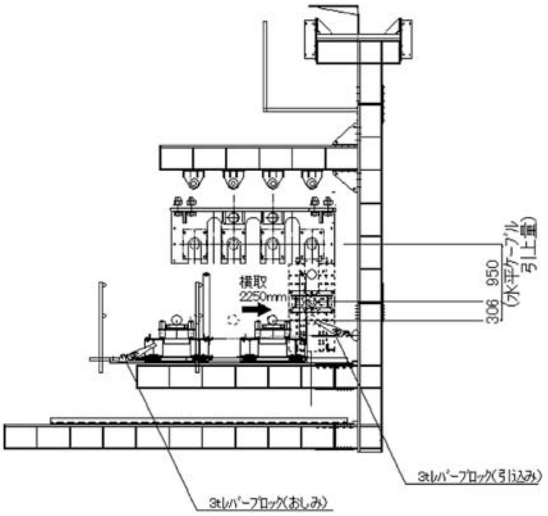
ップとして、ケーブルソケットを定着部に引込むまでを１次定着、支圧板を挿入するまでを２次定着、シムプレートを挿入するまでを最終定着として３段階に分け、それぞれのケーブルの引込み順と架設ステップの検討を行い、アンバランスを極力発生させない手順とした。

ケーブル構成	φ7 x 349	φ7 x 499
断面図	ポリエチレン被覆 亜鉛めっき鋼線 フィラメントテープ 10 φ142 10 φ162	ポリエチレン被覆 亜鉛めっき鋼線 フィラメントテープ 12 φ168 12 φ192
ケーブルNo。	Ca3	Ca1,Ca2,Ca4,Ca5
標準重量	109.7 kg/m	156.8 kg/m
切断荷重	23,770 kN	33,990 kN
弾性係数	19,600 N/mm²	19,600 N/mm²

図−９　ケーブル諸元

水平ケーブルの架設は、下サドルが主桁下３．５ｍの位置にあり、ケーブルをクレーンで吊ったまま架設するのは困難なため、ケーブル仮置用および架設時の足場として展開設備を主桁下に設置した（図−10）。橋面上で展開したケーブルを桁下の展開設備上に仮置きし、ケーブルラインまで横

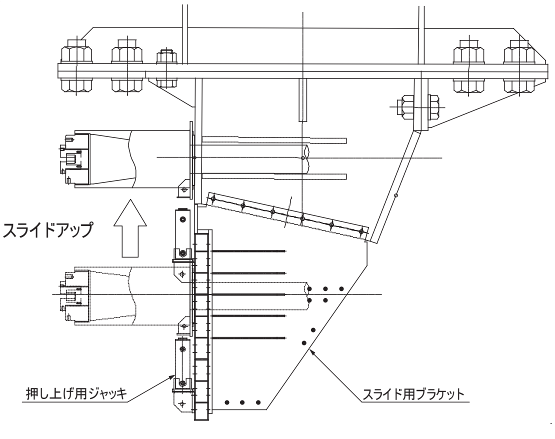
図−10　ケーブル展開設備



図−11　水平ケーブル架設要領

取り後、固定側、調整側の順にソケットを定着する手順とした。この作業を水平ケーブル本数分の８回繰り返した（図−11）。

問題点①の対策として、下サドルへのソケット固定は、一度、調整側下サドル下端に１次引込み用ブラケットを取付け、ソケット前面が定着位置に来るまで引込んだ後、押し上げ用ジャッキを用いて正規位置までスライドアップさせて定着を行った（図−12、図−13）。



図−12　水平ケーブルスライドアップ要領

図-13　水平ケーブルスライドアップ状況

中央側斜ケーブルは、主塔側サドルと主桁側下サドルに定着させた。下サドル側は、水平ケーブル同様に１次引込み用ブラケットを取付け、調整側ソケットをスライドアップして定着させた（図-14、15）。

水平ケーブル、斜ケーブルともに32本のケーブルを１次引込み完了後、各々のケーブルに２次・３次引込み用ラムチェアを設置し、ケーブルの本

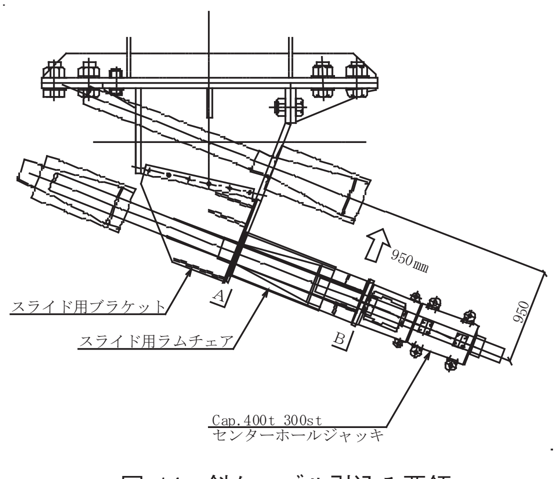


図-14　斜ケーブル引込み要領

図-15　斜ケーブル引込み状況

引き込みを行った。ラムチェアは４本引き、３本引きが可能なように一体型とした。これは各ケーブルが群で作用するため、１群のケーブル内での張力誤差を小さくする目的のためである。

ケーブルの調整は、本来であればサンドイッチ型複合床版などの後死荷重の占める割合が比較的大きい場合、床版コンクリート打設後に調整することが望ましいが、本橋ではケーブル定着部が歩道部鋼床版下に位置しており、床版架設後の引込み設備の解体が困難なことからケーブル架設完了時点を最終調整とした。

図-16　本ケーブル架設完了

４．おわりに

本橋は世界に類を見ない「ケーブルイグレット形式」を採用した橋梁であり、仮設ケーブルで主桁を閉合した後、本設のケーブルに張り替えるという過去に例のない工法により施工したが、無事に平成24年３月末に工事が完了した。

ケーブル定着部において、水平および斜ケーブルが交差してソケットが定着される狭隘な構造であったが、スライドアップにより上手くケーブルの引込みが出来た。これは１次引込み力が1000ｋN程度であったため可能であったが、これより大きな引込み力が必要な場合は、ブラケットとサドル本体の取合い構造に工夫が必要と思われる。

今後、同種の橋梁形式が採用される場合に本報告が一助となれば幸いである。

31

ITマネジメント

VBAを利用した品質（写真データ）管理の工夫

高知県土木施工管理技士会
西田鉄工株式会社
現場代理人　安 尾 直 樹○　Naoki Yasuo
製作担当　片 桐 義 史　Yoshifumi Katagiri
設計担当　原 口 裕 史　Hirofumi Haraguchi

1．はじめに

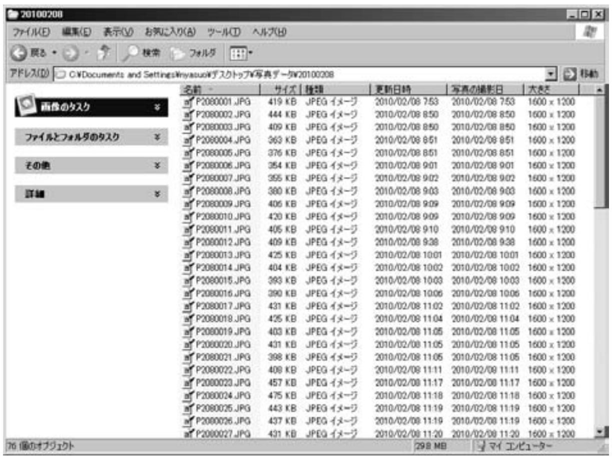
工事概要
⑴　工 事 名：五社下陸閘ゲート設備新設工事
⑵　発 注 者：国土交通省　九州地方整備局
　　　　　　　川内川河川事務所
⑶　工事場所：鹿児島県薩摩川内市東郷町地先
⑷　工　　期：平成21年８月１日～
　　　　　　　平成22年３月19日

現在では、電子納品が一般化され、デジカメ写真データの管理に神経を使うようになってきた。ちょっとした不注意により写真データに加工が施されてしまうと、電子納品チェックシステムでは改ざんと認識されてしまう。例えば、画像ファイルを閲覧した際に、回転させて上書きしただけでも改ざんと認識されてしまう。

国や県によってエラーチェックの条件が多少違ったりもするが、その他のエラーとして、ファイルサイズや画素数の制限などがある。

また、電子納品チェックシステムでは認識されないが、明らかに工期外の誤った日付を設定されている場合もある。写真の信頼性を徹底する意味では、写真データそのものの管理も品質管理の一部であると考えられる。

しかしながら、市販のソフトおよび国や県から提供されている電子納品チェックシステムでは、



図−１　JPEGファイル情報参考例

一旦成果品を作成しないとエラーチェックができないのが現状であり、現場でそれらをこまめに行うのは大変である。写真データ（画像ファイル）を一つ一つチェックするにも、かなりの労力を必要とする（図−１）。よって、ほとんどの場合、現場施工期間の途中で写真データのエラーチェックを行うことはなく、結局最終段階（電子納品成果品作成時）でエラーが発覚し、写真の取り直し等どうにもできなくなってしまうことがある。

そこで、ExcelのVisual Basic for Applications（プログラミング言語の一つで、以下VBAと呼ぶ）を利用して、フォルダ毎一括でJPEGファイルのExif情報を取得するソフトを作成することにした。

Exif とは Exchangeable Image File Format の略で、デジタルカメラ用の画像ファイルの規格のことである。Exif には、画像についての情報や撮影日時などの付加情報および縮小画像（サムネイル）が記録されている。

ソフトの開発には多少の時間を要するが、JPEG ファイルを一つ一つチェックする作業や一旦成果品を作成する手間を考えれば、かなりの労力削減効果が期待できる。更に自動でエラーチェック機能を付与することも可能で、人的なチェックミスの可能性もなくなる。現場では、毎日何十枚という写真をとることもあり、上記のような簡易的なソフトがあれば、日々のチェックも容易で、写真データの品質管理能力も向上することになる。

2．現場における問題点

現場では複数台のデジカメを使用することもあり、撮影する人間も様々だったりする。時には、下請け業者のデジカメを使用することもあり、カメラの設定（画素数や日付）には神経を使う。

また、設定は問題なくても実際にパソコン上に取り込んでみるとサイズが大きすぎたり、日付の間違いに気がつく場合もある。毎日何十枚も撮影する現場では、画像に問題がないかデジカメ設定に問題がないか都度チェックをして、エラーの早期発見をする必要がある。エラーが早期に発見できれば写真の撮り直しも可能な場合があり、品質管理（写真管理）の質も向上する。

ここで、電子納品のエラーチェックシステムでは、画像データの Exif 情報をチェックしていることが知られている。例えば、ファイルサイズや撮影日時等がこれにあたり、改ざんデータの検出には、Exif バージョンの有無がチェックされる（改ざんされたファイルでは Exif バージョンが削除される）。

市販もしくは無料のソフトでも、画像を確認しながら Exif 情報を表示できるものはあるが、表示された大量のデータを人の目でチェックしていくのは大変な作業であり、チェック漏れの可能性

図−2　フリーのソフトによる Exif 情報表示例

も大きくなる。フリーソフトの Exif 情報表示例を図−2に示す。

Excel では、条件付き書式等の自動着色機能を活用することにより、エラーを発見しやすくカスタマイズできるという利点があるため採用することにした。

3．対応策と適用結果

デジカメよりパソコン上に取り込んだデータを、画像も確認しながら、電子納品エラーチェックも一括してできるソフトがあれば日々のチェック作業も大幅に軽減されると考え、ソフト開発を進めた。先ず Excel の VBA を利用し、JPEG ファイルの Exif 情報を取得するプログラムを作成した。Exif 情報は電子納品のチェックに必要なファイルサイズ・Exif バージョン・画素数に加え、更新日付・撮影日付を取得して、施工期間中の整合性チェックも行うことにした。全体的な動作としては、一つのフォルダに格納された複数の JPEG ファイルについて、Exif 情報を Excel シート上に一括で自動出力する。

今回作成したソフトの入力画面を図−3に示す。ここで、画像のファイル名のみ表示されても写真の内容まで判断できないため、サムネイル画像を表示させることにした。さらに、人の目でチェックするのは限界があるので、自動着色やエラー赤文字表示を採用して、チェック作業の簡易化を考慮した。

図−３　開発したソフトの入力画面

図−４　ソフトの動作状況１（データ読込操作）

操作方法としては、画素数の条件を確認（修正）し、施工期間を入力後『チェック開始』ボタンを押して、目的のフォルダを選択するだけのシンプルなもので、誰でも簡単に操作できるように工夫した。操作手順の状況を図−４、図−５に示す。本現場では、多い日で70～80枚程度写真を撮っていたが、自作の電子納品エラーチェックシステムを活用することで、チェック作業は１日につき30秒程で済ませることができた。

図−５　ソフトの動作状況２（情報出力完了）

実際に検出されたエラーとしては、画素数エラー（デジカメの設定ミス）や撮影日の未設定等があった。また、下請け業者よりメールで受け取ったファイルにて、改ざんエラー（Exif バージョンなし）が検出されたこともあったが、調査したところ、不注意による上書き保存であることが判った。今回、それらのエラーについては発見が早かったこともあり、撮り直しによる対応が可能

図−６　ソフトの動作状況３（エラー表示の参考例）

であったため事なきを得た。エラー表示の参考例を図–６に示す。

本現場での最終成果品（アルバム）の電子納品エラーチェックでは、写真データのエラーは一つもないという結果であった。(注意：今回作成したシステムによるチェックは、あくまでも写真データそのもののチェックであって、アルバムのチェックを行うことはできない)

４．おわりに

現場では、様々な管理に追われ、事務処理作業にも多大な時間を要する。そのような環境においてチェック漏れの可能性は大きくなり、書類等の不備も発生する。

今回作成したシステムのように、プログラムやアプリケーションの利用により、事務処理作業を自動化することで作業時間は大幅に削減され、チェックミスも軽減される。それらは品質向上へと繋がり、最終的にはコストの削減、更には現場管理としての質を向上させることができる。

また、今回作成したシステムは、他の現場でも利用でき、更には工場製作時の製作写真にも利用することができるので、波及効果も大きい。

今回はExcelのVBAを利用したが、このようなプログラミングの利用により、WordやAccessデータ、その他のアプリケーションも自動操作可能となる。例えば、インターネットエクスプローラを利用してネット上のデータ収集を自動化させたり、CADと連携させて現場測量データを自動作図させることも可能である。実際に、他の工事ではあるが、VBAでインターネット上の天気情報をExcelシート上に出力させるシステムを作成し、情報収集の事務処理時間を削減した例もある。

現場での事務処理には、削減させるべきムダな作業がまだまだたくさん存在しているのではないだろうか。ちょっとしたことだが、このようなムダを見つけて改善していくことが、仕事の質を向上させていくものと信じている。

32

IT マネジメント

3次元スキャニングデータを活用した橋脚耐震補強施工について

(一社)北海道土木施工管理技士会
株式会社玉川組
工務課長　竹 樋 満 寛○　Mituhiro Takehi
工事第1課主任　谷 口 武 俊　Taketosi Taniguti

1．はじめに

本工事は、空知管内の中核都市滝川市と砂川市との市界を流れる石狩川の支流で空知川に架かる一般国道12号、新空知大橋の橋脚耐震補強を行う工事である。新空知大橋は、道央空知の要所にあり、橋長677m、幅26.5m、PC箱桁橋10径間、PCπラーメン橋1径間で構成されている。本工事では、橋脚10基のうち4基を鋼板巻立工法で補強するもので、施工にあたり、既設橋脚の情報をより早く、正確に得るため、3次元スキャニングデータを活用して行った施工管理について報告する。

工事概要

⑴　工 事 名：一般国道12号　砂川市　新空知大橋耐震補強工事
⑵　発 注 者：北海道開発局　札幌開発建設部
担当事務所　滝川道路事務所
⑶　工事場所：北海道砂川市、滝川市
⑷　工　　期：平成24年2月28日～
平成25年1月30日
⑸　工事内容
橋脚補強工　N＝4基
RC 橋脚巻立鋼板製作工　A＝1964㎡
中間貫通 PC 鋼棒　N＝450組
変位制限装置設置工　N＝30基

2．現場における問題点

主な問題点を以下に示す。

①工事箇所は北海道のなかでも寒冷で降雪量も多く、受注当初には1mを越す積雪があるうえ、4月初旬まで降雪が続くなど、早期着手は困難な状況にあった。

②工程の鍵となる巻立鋼板は、既設橋脚の規模により1基毎80枚から100枚に分割し、合計で360枚を工場で製作する。鋼材の発注から、納品まで約80日を要し、その後製作におよそ40枚を30日で作成するサイクルで行う。

③製作前に現地測量で既設橋脚から情報を取得し割り付け図面を作成する。中間貫通 PC 鋼棒は、

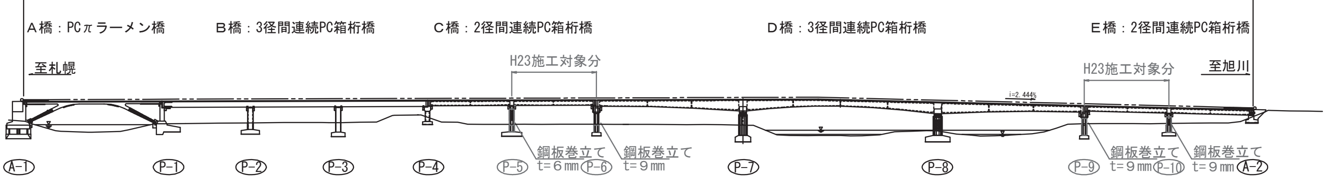


図-1　橋梁側面図

１基につき81本から135本使用され、４基合計で450本であり、橋脚毎に断面厚を測定し随時発注するが、およそ30日程度の製作日数を要するため、５月中旬までに発注する必要があった。特にPC鋼棒は工程の初期段階に使用される材料であり、掘削後での発注では、工程に30日程度の遅延を生じさせる。

以上のことから既設橋脚の情報を早期に把握して、資材発注を済ませ工程を短縮できないかの検討を行った。

検討した問題点を以下に列記する。

従来の測定方法だと、掘削前に足場を仮設するか、高所作業車を使用する、点の測量である。

そこで以下の問題が考えられた。

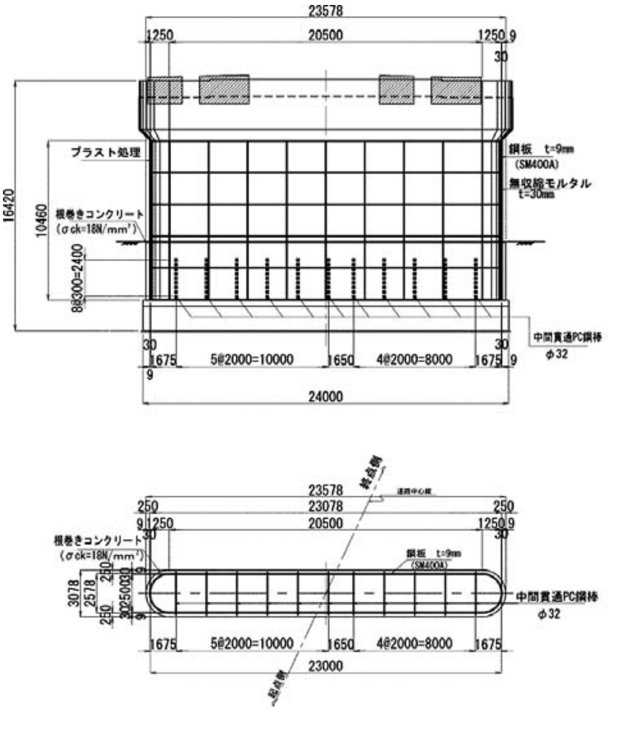
・地上部に足場を仮設しての測量は、工程と経済的負担がある。

・高所作業車での測量は、融雪期だと地盤のトラフィカビリティ面で車両搬入が厳しい。

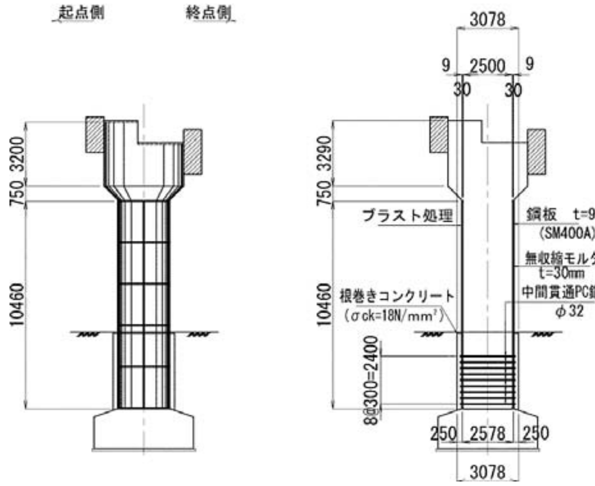
・上記２点の共通項目とし、河川管理者、滝川市等の行政手続きが必要となり早急な許可は難しい。

・測量機材と人手だけで橋脚形状情報を計測できないか。

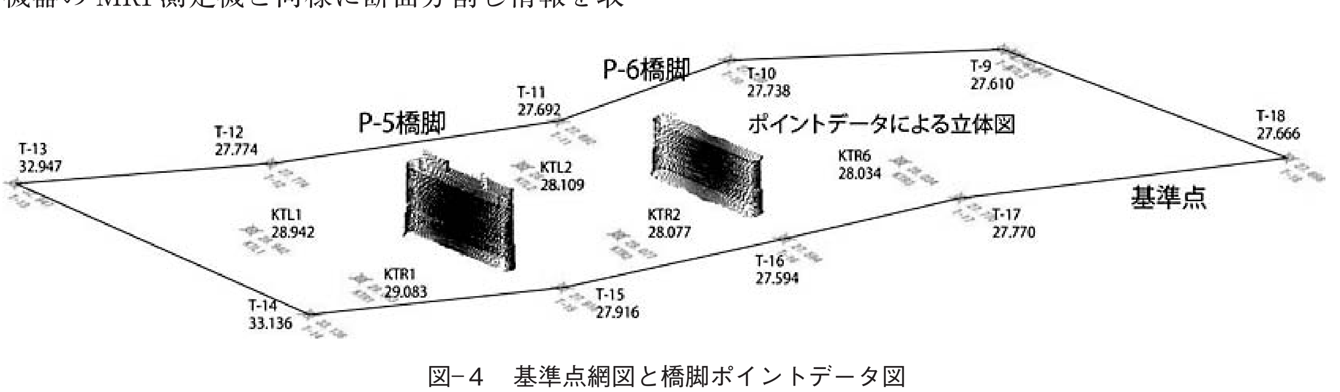
以上の観点から、足場仮設・高所作業車等を使用しないで橋脚を面の形状で計測するノンプリズムによるスキャニング測量で情報を３次元データとして取得して解析し、耐震補強前後の測定データから、橋脚の幅（軸方向、軸直角方向）を医療機器のMRI測定機と同様に断面分割し情報を取得し、鋼板補強の原寸及び無収縮モルタル平均厚の妥当性と橋脚の維持管理情報取得しようとする



図−２　橋脚補強図−１



図−３　橋脚補強図−２



図−４　基準点網図と橋脚ポイントデータ図

ものである。

3．工夫・改善点と適用結果

トータルステーションのスキャニング機能を使用して３次元データを取得し３次元点群データから３次元モデルを作成し、既設橋脚出来形確認の方法について検討した。

①計測した３次元データを合体させる目的と橋梁の経年観測データを得る目的で基準点を橋脚周囲に網図として設置する。

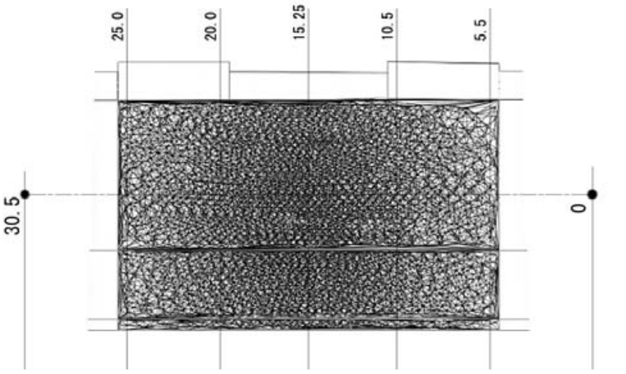
②観測したデータからサーフェスを作成し、形状情報を得る。

③サーフェスは平面形状を解析するが高さ方向にある橋脚断面は解析できるのか。

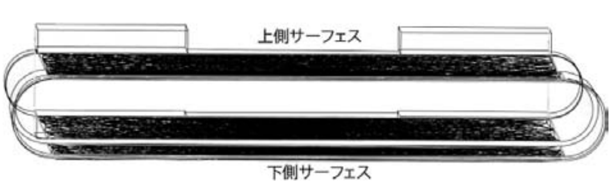
現地における計測作業は、地上に出ている部分を先に計測し、鋼板巻立後に再度計測した。

スキャニングは0.1m 間隔で計測し、起点・終点側等２～４方向から行い、データを専用ソフトで一度合成させてからCSV 出力し、別の３次元ソフトで読み込んで解析を実施した。

読み込み時に点群データは、ポイントファイルとして処理を行った。点群データ処理した場合、CAD 上にポイントデータ（x･y･z）が残らず経年変化に対応できないためである。また、サーフェスは、平面形状を解析することに優れているが、高さをもつ橋脚の様な形状では、TIN からサーフェスを作成する際に起点側と終点側にサーフェスがつながり解析が不可能となった。



図−５　橋脚サーフェス



図−６　２層サーフェス

そこで断面厚解析のため、橋脚ポイントデータは、Z 軸を X 軸方向に90°回転させた。平面上に橋脚を寝かせた状態にし、サーフェスを上面、下面の両方別々に作成し、断面厚を解析した。

断面厚は仮の線形を作成し、横断ラインを作成したあと任意の測点で橋梁断面を自動作成できるようにした。

測定結果から補強前と補強後を比較。

P−６橋脚解析結果

補強前断面平均厚2,509㎜図面との差＋9㎜

補強後断面平均厚2,587㎜図面との差＋9㎜

注入厚の平均値32.6㎜設計値の差＋2.6㎜

研掃厚の計算

2,587−2×(32.6＋9)＝2,504㎜

2,509−2,504＝5㎜

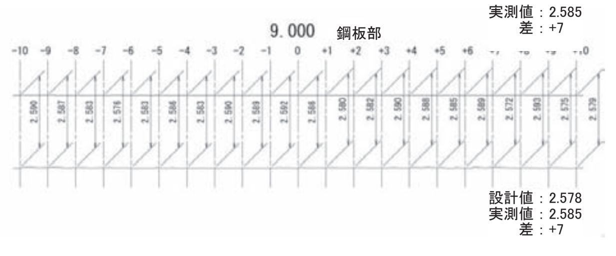
表面処理による研掃厚

5㎜÷2＝2.5㎜(両面の為)

なお、注入厚は鋼板の注入孔545箇所で実測した数値の平均値である。

以上から一般的に研掃厚は１㎜程度とされているが、コンクリート表面の状態により研掃厚は、大きくなる事が経験的に判断され、実測データからも仮に研掃厚を１㎜と修正しても＋1.5㎜となり、データとしての信頼度は高く、実用範囲内と判断される。

補強後の橋脚幅は、表面処理による研掃厚を考慮しても当初橋脚幅に設計上の厚さが確保できて



図−７　断面幅解析結果

図−８　自動計測状況

図−９　P−５橋脚耐震補強完了

いると判断された。

自動計測には、橋脚片面当りに２時間の測定時間を要するが、測定者が必要なく、他の作業をすることが可能となった。又、10㎝間隔で通常の測量をすると、１橋脚１週間程度必要となり、全体で４週間の測量時間が必要（測量人員＝２人×28日＝56人）とされるが、その人員を削減し、他の仕事に回すことが可能となった。

PC 鋼棒は、掘削前にスキャニング測量データから発注し、工程を30日短縮できた。

４．おわりに

現地は、埋め戻しもほぼ完了し床掘り時に撤去した護岸ブロックの復旧を残すのみとなり12月下旬までに外業はすべて終わる予定である。

本工事で初めて３次元データ解析処理を実施したが、汎用３次元 CAD による TIN サーフェス利用には、試行錯誤的な面もあった。しかし点の測量から面の測量による情報データが、今後の維持管理に役立つ事を期待している。また、今後は平面形状測量の応用として、一般道路等の３次元データ情報を交通規制なしに測量ができるので、地滑り災害の現場で、２次災害の危険が伴う箇所では、今回採用したノンプリズムによるスキャニング測量が活用できると期待している。

３次元スキャニングは、測定データの３次元処理に、当社においては全ての技術者が対応できていないのが実情であり、今後の課題である。また他現場で使用する場合は、トラバー点を後方交開法での測量を念頭に点数を多く設置すると測定精度が向上し、測定時間の短縮も可能である。

３次元スキャニング採用に当り、ご理解と数々のご助言を頂いた北海道開発局　札幌開発建設部滝川道路事務所の皆様に感謝申し上げ、ここに謝意を表します。

33

IT マネジメント

ETC による車両事故防止＆運行管理システムについて

東京土木施工管理技士会
五洋建設株式会社
土木部担当課長 安藤 満○ Mitsuru Ando
監理技術者 熊﨑 温 Atsushi Kumazaki
現場代理人 川端浩二 Kouji Kawabata

1 はじめに

千葉市市街地および湾岸地域へ集中する交通により、著しい渋滞が発生している登戸・千葉市役所前交差点を含む約1km 区間において、国土交通省は、連続し通過できる地下立体施設の整備を進めている。

当該工事箇所の国道357号は、日交通量が約57,000台と多く、夜間施工もあり、施工時の交通処理および安全管理等の体制が課題であった。

工事概要

⑴ 工 事 名：357号湾岸千葉地区改良その５工事
⑵ 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
⑶ 工事場所：千葉県千葉市中央区千葉港地先
⑷ 工 期：平成21年３月６日～平成24年３月23日

2．現場における課題・問題点

当工事現場においては、工事の進捗に伴い車線切替を複数回実施し、工事車両の入場ゲートもそれに伴い位置が変更される。

このように、随時状況が変わる現場において一般車両の工事車両への追突事故防止、および、工事車両の搬出台数等の運行管理を効率的に行うため、下記課題に対して技術開発を実施した。

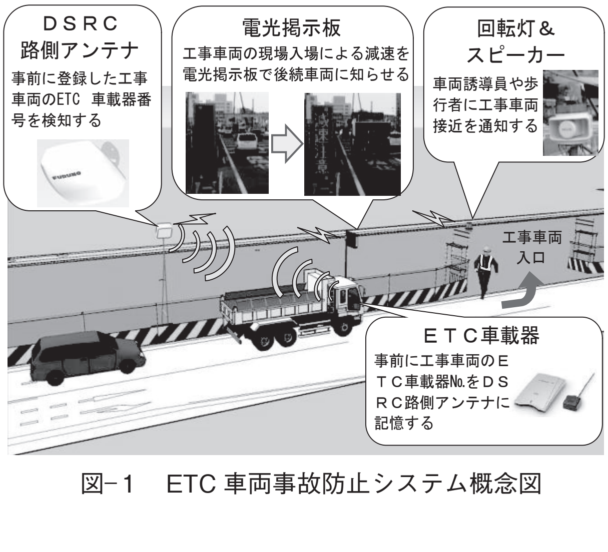
①一般通行車両の工事車両への追突防止
②交通誘導員による安全な工事車両誘導
③工事車両の効率的な運行管理

3．対応策・工夫・改善点と適用結果

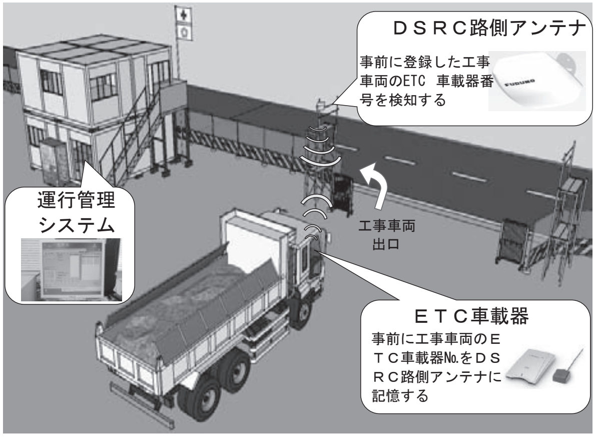
⑴ 対応策・工夫・改善点

課題①②に対する対応策として、「ETC 車両事故防止システム（NETIS No. HR-110026-A）」（図−１）を開発して対応した。

当システムは、ETC 車載器（ETC カードの挿入の必要無し）を搭載した工事車両等が工事現場・工場等へ接近したときに、後続の一般車両や歩行者に対して、「工事車両減速注意」「工事車両接近注意」等の注意喚起をするとともに、現場出



図−１ ETC 車両事故防止システム概念図



図－２　ETC 車両運行管理システム概念図

入口の交通誘導員に回転灯・スピーカーで工事車両の接近を通知し、夜間や雨天時等の視認性低下時でも、安全に工事車両を誘導するシステムである。

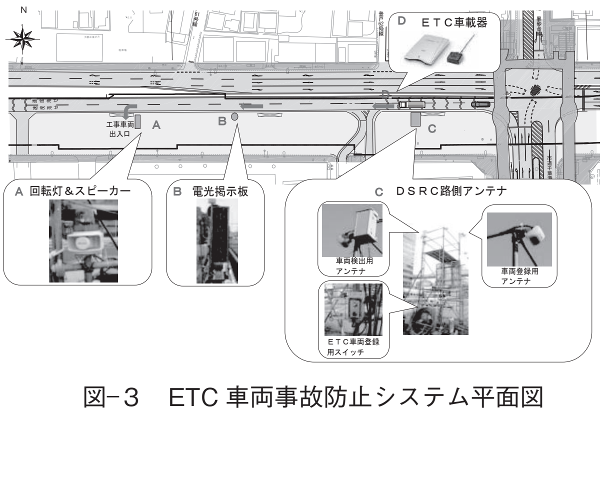
また課題③に対しては、「ETC 車両運行管理システム（NETIS No. HR-110027-A）」（図－２）を開発して対応した。

当システムは、ETC 車載器を搭載した工事車両等が現場を入退場するときに、時刻や車両№を自動的に記録するシステムである。

⑵　適用結果

①一般通行車両の工事車両への追突防止

今回開発した「ETC 車両事故防止システム」を適用し(図－３)、固定式の「工事用車両出入口」等の立看板を、工事車両が接近したときだけ点滅する電光掲示板に変えたため、後続の一般車両は工事車両の挙動に注意し、事故防止を図ることができた（図－４）。



図－３　ETC 車両事故防止システム平面図

図－４　電光掲示板による一般車両への注意喚起状況

②交通誘導員による安全な工事車両誘導

交通誘導員への車両接近の合図を、スピーカーや回転灯で自動通知したため、早期かつ確実に工事車両の接近を知ることができ、安全に車両を誘導することができた（図－５）。

図－５　交通誘導員への回転灯・スピーカーによる車両接近通知状況

③工事車両の効率的な運行管理

図－６　ETC 車両運行管理システムモニター

今回開発した「ETC 車両運行管理システム」を適用することで、工事車両の退場時刻・車両№を自動的に記録することができ、人的コストを削減できた。また、集計時の入力ミスを無くすことで管理の精度をあげることができた（図−６）。

④コスト削減効果

「ETC 車両事故防止システム」のコストの比較対象となる既存技術は、工事車両運搬経路上に配置した交通誘導員が工事車両の接近を確認し、工事車両出入口の交通誘導員へ車両の接近を無線で通知するシステムである。

交通誘導員による工事車両の接近通知方法をETC に変えたことにより、新たに工事車両に通信機器を設置する必要がなく、簡素なシステムとなるため、従来技術と比較して約20％コストダウンが可能となった（表−１）。ここでの比較条件は、12ヶ月間、ダンプ20台運用した場合である。

表−１　新旧技術コスト比較表

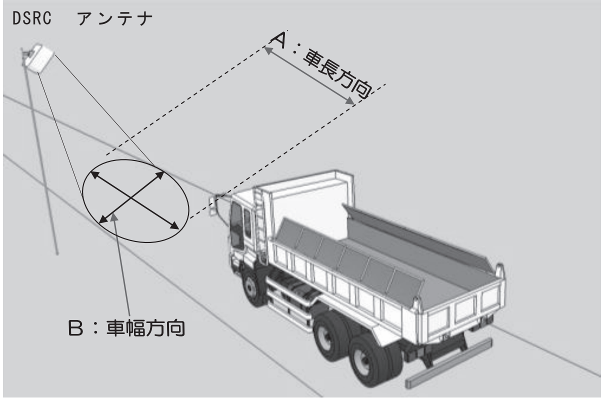
新技術の内訳						
項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘　要
ＥＴＣ車載器	セットアップ、取付費含む	20	台	14,480	289,600	使用台数に制限なし
車両位置確認、情報通信装置	ＤＳＲＣ路側アンテナ、接続費、基地局免許申請等	1	式	2,585,000	2,585,000	寒冷地向のヒーター設備は対応可能であり、標準仕様には含まない
注意喚起装置	電光掲示板、回転灯、スピーカー	1	年	1,000,000	1,000,000	電光掲示板はレンタル、その他は購入
特許使用料	システム構成費の６％程度	1	式	200,000	200,000	現場によって随時設定
電波利用料	総務省への申請	1	年	7,300	7,300	総務省ホームページ 電波利用料額表
合　計					*4,081,900*	*約20%のコスト削減*
従来技術の内訳						
項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘　要
人　件　費	交通誘導員Ｂ	528	人日	8,900	4,699,200	東京都 2011年度、交通誘導員Ｂ:2人(出入口除く)×22日/月×12ヶ月
注意喚起装置	電光掲示板	1	年	165,000	165,000	レンタル
トランシーバー	特定省電力	3	台	40,700	122,100	免許・資格不要、車両接近確認・電光掲示板・車両誘導の３名が使用
合　計					*4,986,300*	

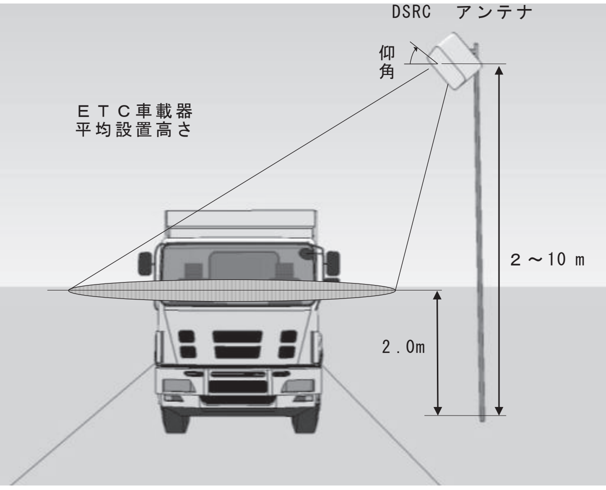
表−１記載の、DSRC（Dedicated Short Range Communication の略）とは、無線通信方式の一種で、高度道路交通システム（ITS）で採用されている双方向無線通信技術である。DSRC は、通信距離が数十メートルと短く、限られた範囲内での双方向通信を目的としており、主に有料道路での自動料金収受システムとして利用されている。

ETC による車両事故防止＆運行管理システムにおけるＤＳＲＣ路側アンテナの通信エリア設定表（表−２）と設置状況図（図−７）を示す。

表−２　通信エリア設定表
【RF : Radio Frequency（高周波）＝＋７dBm】

仰角(°)	H=5.0m, A(m)	H=5.0m, B(m)	H=10.0m, A(m)	H=10.0m, B(m)
10	6.8	7.0	12.8	12.9
20	7.5	7.1	13.1	13.0
25	7.8	7.4	13.5	13.1
30	8.0	7.6	14.0	13.4
40	9.3	8.0	14.7	13.5





図−７　DSRC 路側アンテナ設置図

⑶　適用範囲

①自然条件

DSRC 路側アンテナ部の設置条件は、周囲温度として−20℃～＋60℃、相対湿度として20～90％で、結露が無いことである。

②現場条件

高速道路出入り口の料金収集所などで、既にDSRC 路側アンテナが設置されている場所は電波が干渉するため、適用は困難である。

③技術提供可能地域

技術提供可能地域については、制限は無い。

④関係法令等

・電波法第６条（免許の申請）

※無線局の免許を受けようとする者は、申請書に、次に掲げる事項（目的等）を記載した書類を添えて、総務大臣に提出しなければならない。

・電波法第38条（その他の技術指針）

※無線設備（放送の受信のみを目的とするものを除く。）は、この章（第二章無線局の免許等）に定めるものの外、総務省令で定める技術基準に適合するものでなければならない。

⑤社会に果たす役割

ETC 技術の活用として、高速道路以外にも駐車場、フェリー乗船などの自動料金決済システムがすでに構築されている。当該技術は ETC 技術を工事の安全管理という新たな分野で適用し、ETC 技術の更なる発展に貢献できた。

4．おわりに

当技術は工事車両の一般交通車両への注意喚起を促すシステムの適用として、今回は「工事現場」における「工事車両」を対象とした。これ以外にも「病院や消防署」における「救急車」、「車庫」における「バス」、「配送センター」における「宅配車両」等が適用可能である。

さらに、上記の一般交通車両に対しての注意喚起システム以外にも下記使用用途が可能である。

⑴　歩行者安全対策

357号湾岸千葉地区改良その５工事では、工事車両入口が車道に面しているため、一般車両を対象とした技術となっているが、歩道を横切って工事範囲に入場する場合は、工事車両の接近を歩行者に対しても注意喚起を与えることが可能である。

⑵　許可車両入門管理

自衛隊基地・港湾工事（外貿エリア）・民間工場・大学等に関して、事前に入門を許可された車両であれば、電光掲示板等に「許可車両ナンバー●●　■■建設」のように表示し、入門管理がスムーズになる。

さらに、パソコン等のサーバーとの連動により入出門履歴を残す等の車両管理が可能である。

⑶　運転手への行先誘導

大規模な工事で入場ゲートがたくさんある工事現場において、専用の ETC 車載器を利用すれば、工事現場付近の DSRC 路側アンテナを通過すると、「№●ゲートから入場して下さい」というように ETC 車載器で運転手へ行先を音声により指示することができる。

⑷　工事車両の運行経路監視

車両運行経路の要所に DSRC 路側アンテナを設置することで、大型車通行禁止・時間帯通行禁止、事前協議した小学校近辺の道路の通行禁止など、工事車両の運搬経路の監視に利用することができる。

⑸　工事車両の適正台数管理

工事現場・工場などの入出場ゲート、運行経路上に DSRC 路側アンテナを設置することで、工事車両の運搬状況を把握することができ、工事車両を必要以上に使用していないかなど、適切な車両台数管理が可能である。

⑹　産業廃棄物の適切処理

産業廃棄物処理地に DSRC 路側アンテナを設置することで、適切に産業廃棄物を処理しているかを管理することができる。

⑺　生コン等品質管理

生コンプラントおよび工事現場に DSRC 路側アンテナを設置することで、生コンの運搬時間を監視することができる。

⑻　工事材料トレーサビリティ管理

工事材料について、材料製作管理№、工場の出荷時刻、運搬車両№、現場到着時刻、材料設置場所等の情報に関して、専用の ETC 車載器を利用すれば、統合して管理することができる。

Ⅱ. 技　術　報　告

1

施工計画

鉄筋配筋図の落とし穴

神奈川土木施工管理技士会
馬淵建設株式会社
現場係員 柳川和也○ Kazuya Yanagawa
現場代理人 清水敏行 Toshiyuki Shimizu
現場主任 小林克弥 Katuya Kobayashi

1．はじめに

工事概要

⑴ 工事名：首都圏中央連絡自動車道東金ジャンクション（下部工）工事

⑵ 発注者：東日本高速道路株式会社

⑶ 工事場所：千葉県東金市丹尾（STA−１＋00〜千葉県東金市小野(STA1＋20)

⑷ 工　期：平成19年１月５日〜平成21年４月23日

道路橋梁下部工事における RC 橋脚築造の実際の鉄筋配筋においては､「現場で施工がしづらい」「配筋が不可能」及び「鉄筋間隔が狭くなり、コンクリート中の粗骨材は詰まり行き渡らない」といった落とし穴がある。私共が行った工事では配筋における各部位の照合を十分に行い、各々の落とし穴を前もって洗い出し、それぞれに対応・対策を検討・実施することで、スムーズな施工に繋げることが出来た。

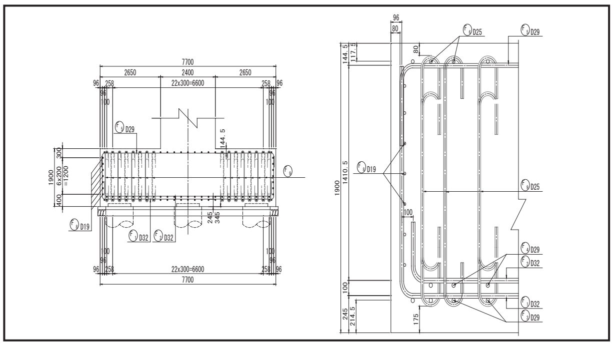
鉄筋の配筋図は、杭部、フーチング部、柱部、梁部と分けて描かれている場合があり、杭筋とフーチング筋の取り合い、柱筋と梁筋の取り合いが図面上では判断しにくい場合がある。又、両フックの一本物の鉄筋を使用する場合、左右前後のやりとりがきかない為、施工しづらい場合がある。これを計画段階で予期・理解し、前もって施工承諾等による変更をかけておかないと、施工時に大変な苦労をしかねない。そこで、一般的な例ではあるが本工事において実施した事例を紹介する。

2．現場における問題点

ａ．Ｃランプ橋フーチングの下筋と上筋を拘束する鉄筋が両フックの一本物であり、施工しづらいと考えた。(下筋を配筋した後に片方のフックを引っかけ、上筋を配筋する際は何らかの方法でもう片方のフックを吊っておかなければならない)
フーチング配筋図と杭頭鉄筋図を照合したところ、設計の位置通りに杭頭鉄筋を配置してしまうとフーチングの配筋がピッチ通り配筋出来ない。

ｂ．フーチング配筋図と杭頭鉄筋図を照合したところ、設計の位置通りに杭頭鉄筋を配置してしまうとフーチングの配筋がピッチ通り配筋出来ない。

ｃ．梁配筋図と柱配筋図を照合したところ、柱筋の間を縫って入ってくる鉄筋に、両フックの一本物があり施工が極めて困難であると考えた。(梁筋を拘束する両フックの一本物鉄筋は、円形に密に配筋された柱筋の間を縫って配筋しなければならず、地上より20m の足場上で作業しなければならない。）又、上部工施工アンカーの箱抜き位置に柱筋が干渉してしまい、設計通りの位置にスパイラル管を入れることが不可能であった。(鉄筋を切断することは絶対にしてはいけない)



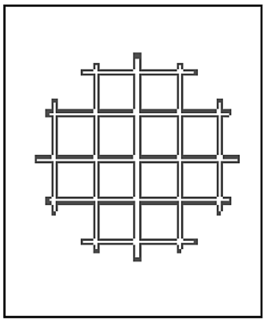
図−1　拘束筋分割図

3．工夫・改善点と適用結果

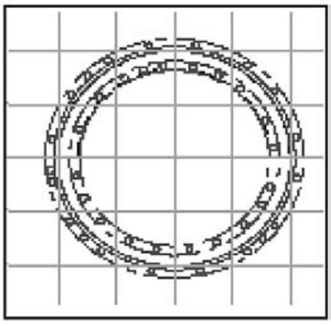
a'．施工承諾により承認を得て、拘束筋をラップ長を満足し分割することとした。これによりフーチング下筋配筋後に下部フック筋を、フーチング上筋配筋後に上部フック筋を配筋することが出来、施工性が上がりスムーズに施工できた。

b'．定規（コンパネ製）を原寸大で作成し、墨出し後定規を合わせフーチング下筋をかわす位置を鋼管杭にマーキングし、そこに杭筋を溶接した。これにより、杭筋溶接後のフーチング筋配筋は設計通りの位置でスムーズに施工出来た。杭筋の位置をずらすことは施工承諾により承認を願い、空き（コンクリートの粗骨材寸法以上）を確保することで承認された。

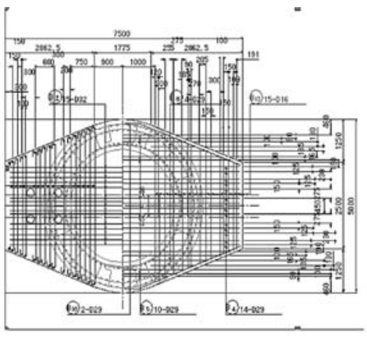
c'．a'と同様にフック筋をラップ長を満足し分割することを施工承諾により承認を得た。分割することで柱筋の間を通すことも容易になり、かつ安全に施工することが出来た。又、発注者側より梁鉄筋をフック筋で巻き込んで欲しいとの要望があり、分割していなければ対応出来なかった。上部工施工アンカーの箱抜き位置に関しては、アンカー径他の確認を行い、上部工施工の支障にならない程度（今回は5cm）ずらして設置することで承認を得た。



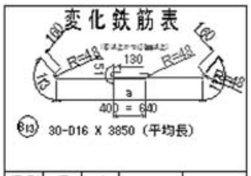
図−2　定規図



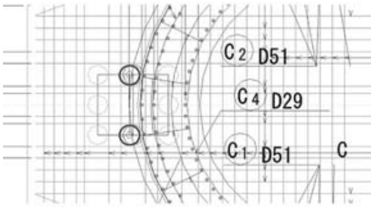
図−3　配筋図



図−4　拘束筋分割図



種別	径	本数	ℓ	L
B13-1	D16	2	2382	2930
-2	D16	2	2465	3020
-3	D16	2	2594	3140
-4	D16	2	2693	3240
-5	D16	2	2769	3320
-6	D16	2	2997	3550
-7	D16	2	3111	3660
-8	D16	2	3263	3810
-9	D16	4	2056	2610
-10	D16	4	2090	2644
-11	D16	4	2160	2714
-12	D16	4	2265	2819
-13	D16	4	2362	2916
-14	D16	4	2438	2992
-15	D16	4	2483	3037
平均長		30		3850



図−5　箱抜位置変更

4．おわりに

上記の他に、鉄筋継手においてカプラー（機械式継手）を使用する際も注意が必要である。図面上では線で描かれているが、製品は鉄筋径よりもかなり太いので、そこに配力筋等を配筋すると設計かぶりを満足出来ない。カプラー（機械式継手）を使用する際は、各部位の最小かぶりの確認をおこない、あらかじめ発注者側に合意を得ることが必要である。

計画段階で予期と理解を実現し、前もって気づくことが大切である。そのために、各部位の取り合いには十分な注意が必要であり、又、早い段階での協力業者との打合せと十分な合意の下に作業ができることも実施工では重要である。早期に対策が具体化出来ることは、施工性・安全性又、品質向上にも繋がる。知ってると知らないとでは相当の差が生じると考え今回の技術報告に至った。分割等は鉄筋量が増となり、発注者側との承諾交渉等が必要である。又、施工承諾で承認を得るにも、変更にするにも、施主側とのコミュニケーションが重要です。元請・下請共に施工しやすくなる信頼関係を築くことが全ての工事に共通することである。

2

施工計画

低振動破砕薬剤（ガンサイザー）による深礎杭掘削

佐賀県土木施工管理技士会
増田建設株式会社

監理技術者	現場代理人	担当技術者
山　口　健　治○	上　滝　常　昭	今　泉　良　輔
Kenji Yamaguchi	Tuneaki Jyoutaki	Ryousuke Imaizumi

1．はじめに

工事概要

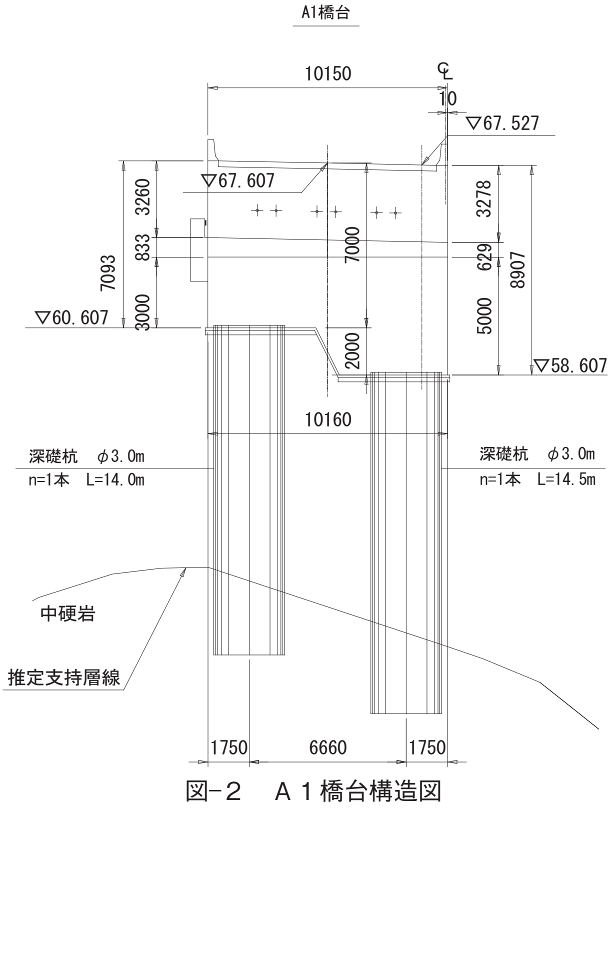
⑴　工 事 名：佐賀497号高瀬橋下部工
　　　　　　（Ｐ１、Ａ２）外工事
⑵　発 注 者：国土交通省　九州地方整備局
　　　　　　佐賀国道事務所
⑶　工事場所：佐賀県伊万里市南波多町
　　　　　　高瀬地先
⑷　工　　期：平成21年９月11日～
　　　　　　平成23年12月22日

本工事は、国土交通省佐賀国道事務所発注の国道497号西九州自動車道のうち、唐津市と伊万里市を結ぶ全長18.1kmの唐津伊万里道路の工事で、伊万里市南波多町高瀬地先において工事用道路、橋梁下部工、補強土壁工を施工するものである。

2．現場における課題・問題点

施工箇所が急峻な山頂にあり直下に民家が隣接（図−１）しているため、橋梁下部工（橋脚　１基・橋台　２基）の内、Ａ１橋台（図−２）の深礎杭φ3000　L＝14.0m　１本・14.5m　１本の中硬岩層（支持層）の掘削に使用する発破の使用許可が下りなかった。このため、中硬岩層の掘削をどう進めていくのかが大きな課題となった。これに加え、振動による急斜面の土砂崩壊や、民家への落石・低騒音対策が必要であった。

図−１　施工箇所写真



図−２　Ａ１橋台構造図

３．対応策・工夫・改善点と適用結果

①深礎杭岩盤掘削に発破の使用が出来なかった為、低振動破砕薬剤工法、静的破砕薬剤工法、ダルダロック工法など、いくつかの工法について比較検討を行った。その中で工期、工事費、振動、騒音等を考慮した結果、発破の代替として新技術である低振動破砕薬剤（ガンサイザー）（図−３）での施工を決定した。薬剤量については、まず試験発破にて振動騒音調査（図−４）を実施し、その結果をもとに決定する事にした。

②試験発破は計３回、測定箇所２箇所（法面46m、民家56m）で実施した。試験条件は次の通り。ガンサイザー：28−12型（φ28mm×120ｇ）、振動レベル規制値：65dB、騒音レベル規制値：85dB

図−３　低振動破砕薬剤（ガンサイザー）

図−４　振動騒音調査

１回目測定結果

測定箇所：民家（距離56m）薬剤使用量：12本（1.44kg）振動レベル42dB、騒音レベル51dB

２回目測定結果

測定箇所：法面（距離46m）薬剤使用量：24本（2.88kg）振動レベル52dB、騒音レベル51dB

３回目測定結果

測定箇所：法面（距離46m）薬剤使用量：32本（3.84kg）振動レベル57dB、騒音レベル65dB

上記の結果、騒音・振動規制値をクリアする最大薬量は３回目【薬剤使用量：16孔×２本／孔＝32本（3.84kg)】であった。よって、推定換算式を使用して振動・振動規制値をクリアするガンサイザー最大使用可能量を算出すると、振動レベルが65dBとなる薬量は215本（25.8kg)、騒音レベル85dBとなる薬量は12,670本（1,520.5kg）となった。

③試験発破の結果から、最大使用可能薬は215本（25.8kg）であるため、ガンサイザー破砕計画を１ロッド４回（芯抜破砕から最終破砕まで）で計画した。

【１回目：12本（1.44kg）２回目：24本（2.88kg）３回目：32本（3.84kg）４回目：36本（4.32kg)】しかしより安全を考慮して３、４回目の破砕を薬量半分で施工し（最大薬剤使用量24本2.88kg)、計６回で１ロッドを完了するよう計画を変更し実施した。

④掘削時の落石防止対策として、民地側法面に簡易丸太柵を設置し民家への落石対策を図った。

⑤防音対策として、毎回発破前に抗口（φ3000）に防爆シートと厚手の布（ｔ＝30mm）及び鉄板を敷き詰め、より防音効果を高めた。

４．おわりに

発破に比べ、低振動破砕薬剤ガンサイザーの施工能力は半分以下ではあったが、工期内に無事故で完工出来た。

施工計画

河川内での盛土施工について

佐賀土木施工管理技士会
富士建設株式会社
監理技術者　　　　　　　　現場代理人
松　江　　　司○　　　　大　原　健士朗
Tsukasa Matsue　　　　Kenshiro Oohara

1．はじめに

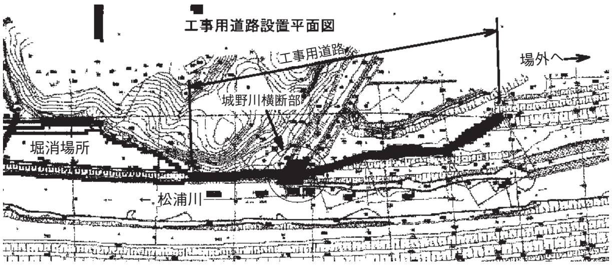
工事概要

⑴　工 事 名：構・立川地区河道掘削工事
⑵　発 注 者：九州地方整備局武雄河川事務所
⑶　工事場所：佐賀県伊万里市大川町
⑷　工　　期：平成23年９月27日～
　　　　　　　平成24年３月30日

本工事は、松浦川水系松浦川上流部の治水安全度向上を図るための河道掘削工事だった。

掘削土量は10,300m^{3}で、ほとんどが場外搬出であった。

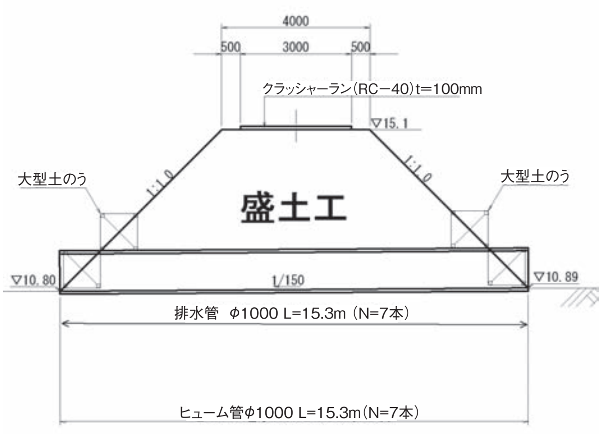
掘削場所への通路は、大型車が規制されている踏切を通る経路しかなく、重機や土砂を運搬するためには、佐賀県が管理する城野川を横断して工事用道路を造成する必要があった。



図－１　平面図

2．現場における問題点

今回、課題にしたのは工事用道路の河川横断部の仮設盛土施工についてである。



図－２　当初計画断面図

当初の計画では、河川に降雨時の必要流量に対応できる排水管を設置し、法尻に大型土嚢を設置し、他工区からの発生土により盛土するものであった。（図－２）

河川には当然水が流れており、排水管・大型土嚢の設置は出来るとしても、盛土及び撤去の際は、水替工が必要になってくる。

幅10m程度の河川内に、水替え施設を設置するとなれば、工期的・経済的にも大きなリスクを負うことも考えられた。

3．工夫・改善点と適用結果

河川横断道の構造については、発注者はもちろん河川管理者である佐賀県にも納得のいく施工を

する必要があり、我々施工者も含めた三者による検討を重ねた。

代替え案を検討する際に課題にしたことが次の３点。

・水替えをしないで施工できる方法。
・施工時の河川濁水を出来るだけ抑えること。
・工事用道路としての供用期間中に、十分強度が保てること。

水替えをしないで施工できる方法として、仮設栈橋を設置することも考えてみたが、材料の手配やアバット部分の検討・施工・撤去が必要になるため、もっと簡単にできそうな方法を考えた。

結果、盛土材料の選択により対処することにした。

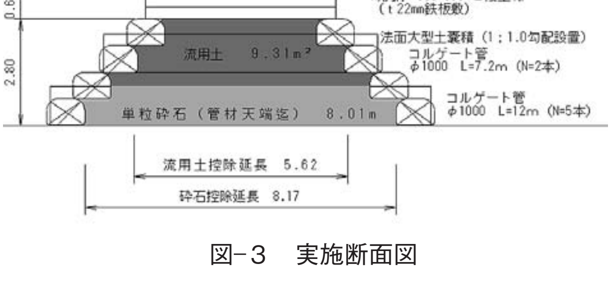
当然、水替えなしでは、流用土での盛土はできないので、含水量が増しても盛土できそうな材料を考えると、どうしても砕石類を選定することになった。

砕石類の施工で検討した材料は、岩砕・クラッシャーラン・単粒砕石・栗石の４種類。

そのなかで、粒度が適度の大きさで盛土時の仮設管への影響が少なく且つ、粒子に透水性がある単粒砕石を採用することにした。（図−４）

単粒砕石と、流用土盛土の境には、砕石部分への土砂の吸出しを防止する目的で、任意にポリエチレン製のシートで仕切りをした。

施工は、河川で水替え工を施すことなく、その



図−３　実施断面図

図−４　工事用道路（河川横断）設置

図−５　砕石盛土完了

まま砕石を投入し、水を汚すことなく作業ができた。また、工事期間中も10ｔダンプにより約１万m^3の土砂運搬を行ったが、問題なく作業することができた。

４．おわりに

今回の施工は、使用期間約４ヶ月という仮設物であったが、長期的又は本設施工として考えるのであれば、砕石・止め材として使用した大型土嚢の耐久性の検討等が必要になってくる。

ただ、本工事での利用については十分に耐えられたため、水替えが困難な場所においての、単粒砕石盛土は効果があったと思う。

施工計画

民家近接箇所での地中連続壁（SMW）芯材H鋼杭引抜について

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
松　井　　聡○　　松　下　和　弘
Satoshi Matsui　　Kazuhiro Matsushita

1．はじめに

大阪府八尾市太田地域では、浸水被害対策として増補幹線整備を進めている。本工事は、その一環として泥土圧シールド工法（仕上内径φ2600㎜）で、延長2.1㎞の下水道管と特殊人孔1箇所を築造する工事であった。

発進立坑の一部は民地を借地して築造されており、掘削・均しコンクリートまで施工完了した状態で前工区施工業者より引き継ぎ、当工事では、シールド工、特殊人孔築造および立坑埋戻し完了後に民地部に造成されていたSMW土留め杭（46本）を撤去する必要があった。

⑴　工 事 名：寝屋川流域下水道飛行場南増補幹線（第４工区）下水管渠築造工事

⑵　発 注 者：大阪府東部流域下水道事務所

⑶　工事場所：大阪府八尾市太田３丁目地内

⑷　工　　期：平成19年12月18日～平成24年３月23日

⑸　主要工事内容

・シールド工：泥土圧仕上内径φ2600㎜　L＝2130m

・立　坑　工：２箇所（発進・到達部）

・特殊人孔築造工：１箇所（発進部）他

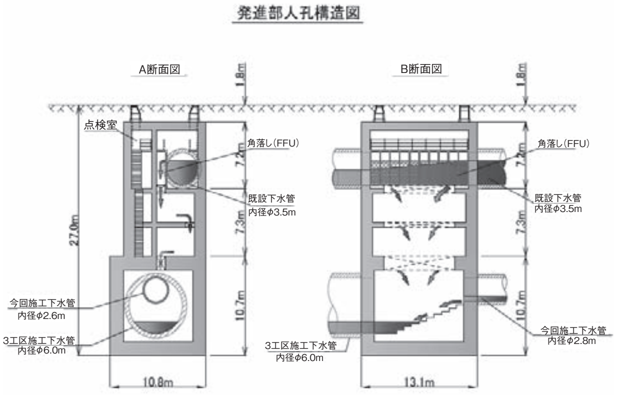
⑹　適用工種

・発進立坑工

地中連続壁山留応力材（H鋼杭）撤去工

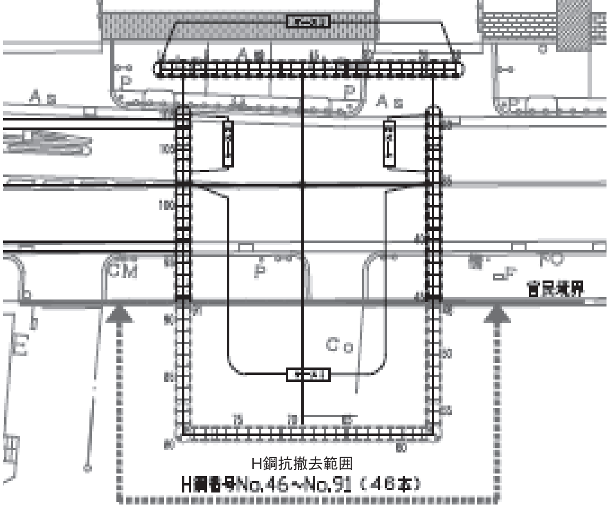
１）撤去本数　46本（H-700×300×13×24）

２）先行削孔　47本（φ350㎜）



図－１　特殊人孔構造図

土留め応力材（H鋼杭）撤去範囲図



図－２　芯材（H鋼杭）撤去範囲図

３）後行削孔　46本（φ1000㎜）
４）埋戻し（セメントミルク）　178.7m^3

２．現場に於ける問題点

⑴　施工（撤去）方法の選定

過去に今回のようにＬ＝30ｍの長尺なＨ鋼杭の引抜、撤去を施工した実績が無い上に、既存の芯材Ｈ鋼杭の施工精度が悪く、鉛直精度が出ていなかったため、隣接する芯材が近接・干渉している所が８箇所（16本）もあり、施工方法の選定が重要であった。

⑵　施工箇所が民家に近接

芯材撤去範囲の西側に民家が近接（水平距離で８ｍ）しており、土留壁撤去に伴い沈下等、家屋への影響が出る可能性があった。施工方法の選定では周辺地盤への影響を考慮した計画が必要であった。

⑶　工期の厳守

今回施工した下水管の供用開始時期が決まっていたため、Ｈ鋼杭の引抜きを2.5ヵ月で完了する必要があった。そのためには、１日１本以上の出来高が必要であった。

３．対応策と適用結果

⑴　施工方法の検討

芯材Ｈ鋼の引抜き方法を検討した結果、以下の手順で施工を実施した。

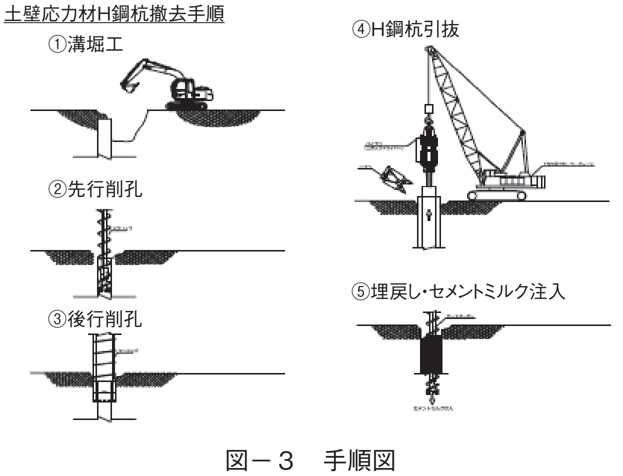
１）短軸スクリュー（φ350㎜）で芯材Ｈ鋼杭間を全長（Ｌ＝30ｍ）削孔し、隣接する杭の土圧を軽減する「先行削孔」を行う。
２）ケーシング（φ1000㎜）で芯材Ｈ鋼杭を覆う形で全長（Ｌ＝30ｍ）削孔し、土留壁と周辺地盤との縁を切る「後行削孔」を行う。
３）大型（150ｔ吊）クローラークレーンを用いて、芯材Ｈ鋼杭を引抜く。
４）クレーンの引上げ力だけで引抜けなかった場合に、杭底部および周辺地盤との縁切りのために電動ストローク可変式バイブロハンマを使用する。
５）Ｈ鋼杭引抜き完了後、貧配合のセメントミルクで抜き跡の充填を行う。

⑵　近接民家への対策

近接民家への影響低減については、先行・後行削孔共にベントナイト泥水を孔内に満たした状態で削孔を行い、Ｈ鋼杭引抜き完了後もセメントミルク埋戻しまでの間は、ベントナイト泥水を満たした状態で養生し、孔壁を保護した。

また、周辺地盤への影響を監視するために立坑周辺に変位監視ポイントを設けて、通りとレベルを監視した。実施工に先立ち、近隣住民の方へ工法の説明を行い施工を開始した。また、バイブロを使用する場合は、近接住居を訪問し、現地においてバイブロ使用に伴う実際の振動レベルを確認して、バイブロ操作者と携帯電話で連絡を取りながらストローク調整を行った。

この結果、周辺地盤に影響を与えることなく全数引抜き、撤去することが出来た。

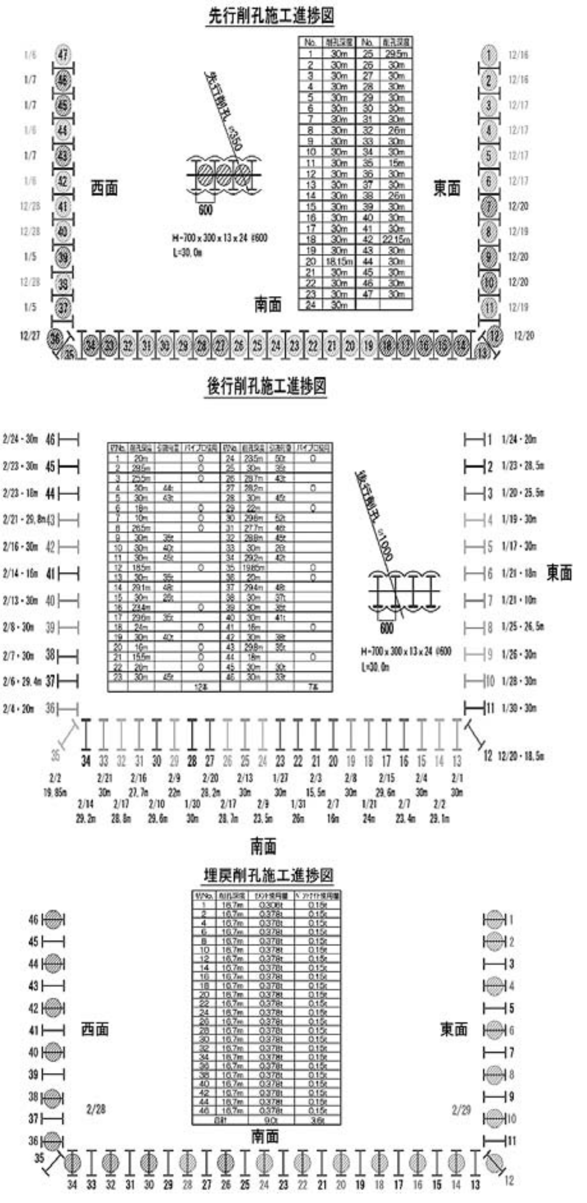


図－３　手順図

図－４　施工状況

⑶　Ｈ鋼杭引抜き進捗について

Ｈ鋼杭引抜き進捗は、「先行削孔」：14日（3.3本/日）99ｍ/日、「後行削孔・引抜」：32日（1.44本/日）43.2ｍ/日、「埋戻し」：２日となり、工期



図－５　施工進捗図

内に完工した。

クローラクレーンの吊上げ能力のみで引抜けた杭は46本中27本であり、引抜荷重としては、（作業半径の差があるため一概に言えないが、実績として）26～52ｔ（平均39.9ｔ）であった。

電動可変式バイブロハンマの使用は、46本中19本（使用率41％）となり、１回の使用時間は平均３分程度だった。バイブロハンマ使用箇所は、概ね芯材の鉛直精度が悪く、後行削孔がケーシング途中で芯材と干渉し全長（L＝30m）削孔ができていない箇所であった。使用時のストローク量と周辺振動レベルの関係については、杭によって様々であり、一定ではなかったが、H鋼杭が動きだすと極端に周辺地盤へ伝わる振動レベルが低下した。

４．おわりに

１）バイブロハンマを使用した初日に、振動に対して近隣からクレームを受けたため、それ以降はバイブロハンマを使用する時には、近隣住民に知らせた。民家等が近接した場所でバイブロハンマ等の振動工法を採用する場合は、近隣住民と密なコミュニケーションを図り、工事への多大な理解が必要であることを実感した。

２）今後同様の工事を施工する場合は、事前に芯材の施工精度（鉛直度・隣接杭の離隔）を確認し、精度の悪い箇所については事前に検討（バイブロハンマの使用が可能な現場条件か）が必要となる。

5

施工計画

急傾斜部等における誇座型モノレール施設の解体

東京土木施工管理技士会
大成建設株式会社
工事課長代理
室　賀　大二郎
Daijirou Muroga

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：大船～ドリームランド間誇座型モノレール施設解体工事（2・5工区）

⑵　発 注 者：ドリーム開発株式会社

⑶　工事場所：神奈川県横浜市

⑷　工　　期：平成15年6月1日～平成17年9月30日

本工事は、JR 大船駅と横浜ドリームランド間を結ぶ誇座型モノレール施設（全線5.3km）を解体する工事である。

昭和39年頃に建設され開業半年後休止中となり約40年間休業のまま、今回の解体工事に至るながれとなった。

2．現場における問題点

解体の基本計画について、軌道桁（PC 桁）については基本1スパン20mで約33t あり、橋脚（RC 造）については高さ1m～12m くらいとさまざまであり、解体の基本は環境を配慮し、住宅のない山間部の一部以外については粉塵を抑制し、騒音の少ないワイヤーソーにより切断を行い、大型クレーン（50t～550t ラフタークレーン）で撤去を行うことを基本計画としていた。しかし、長期休業中であったモノレール施設沿線は、解体時には住宅の増加、山林、急傾斜地等さまざまに地形の変化、環境の変化が進んでおり、特に住宅街、急傾斜地においては重機、クレーンも進入できない区間があり、解体計画、施工に難を要した。

3．工夫・改善点と適用結果

⑴　大型クレーンによる解体

大型クレーンにて撤去する区間については PC 桁を吊るにあたり、ワイヤーにより吊角度を伴うと、PC 桁に極度な曲げがかかり危険と判断し、そこで吊天秤を使用、または2台で合吊を行い、PC 桁に曲げがかからないように揚重し、軌道桁の撤去、解体を実施した。

また、橋脚については当初コアマシンにより橋脚にコアを削孔し、そこに鋼棒を通し吊上げる予定であったが、コア削孔は時間がかかるため、あと施工アンカーを打設に変更し、そこに吊ピースをボルトにて設置し、クレーンで吊れる大きさでワイヤーソーにより切断し、分割して撤去を行った。そのときあと施工アンカーについては橋脚が

図-1　大型クレーンによる合吊解体状況

施工されてから40年ほど経過しているため、コンクリートの表面が劣化し、あと施工アンカーの引き抜き強度不足になることを懸念し、コンクリート表面約３cm は期待できないと判断し、深めの削孔と、１ランク大きい径のアンカーボルトを使用した。それに伴いコア削孔に比べ約１か月工程短縮をはかれた。

⑵　住宅街、急傾斜地などクレーン等進入できない箇所の解体

今回、問題となっている、クレーン等進入できない、住宅街、急傾斜地においては、まず人力でも運べる材料で、作業通路、作業ステージを作成することを考えた。そこには既製の型枠支保工材を使用し、作業通路、作業ステージを作成することにした。そのために事前に支保工の脚の位置は人力にて平らに足元を整地し、人力で運べる軽量覆工板にて支保工足元の地盤補強を行った。さらに、作業ステージ上には15kg/m レールをラフタークレーンの設置できる場所まで敷き、平台車にて材料の運搬を行い、施工の効率化をはかることができ、工程も半月短縮することができた。そして軌道桁、橋脚の撤去については同じく既製の型枠支保工材にてベント架台を組み、その上に小型ホイストを設置し、鋼材（最大 H-200）を揚重、組立を行い、鋼材上にはセンターホールジャッキを設置し、吊桁にて軌道桁を吊り、両端部をワイヤーソーにて切断したのち、軌道桁を作業ステージ上にジャッキダウンを行い、ワイヤーソーにて軌道桁上で小割切断し、資材運搬で使用していた15kg/m レール軌道にて、クレーンの届く箇所まで横移動運搬、搬出を行った。

図-２　着工前の状況

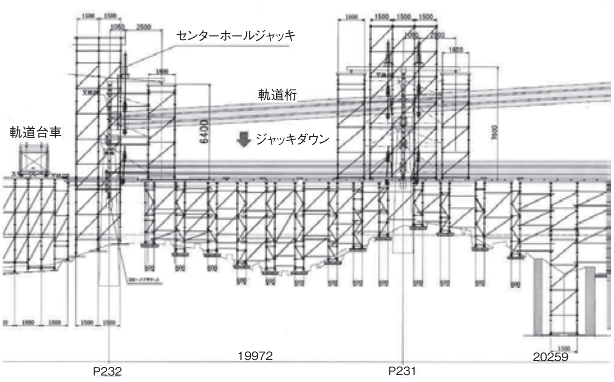


図-３　軌道桁吊降し計画図

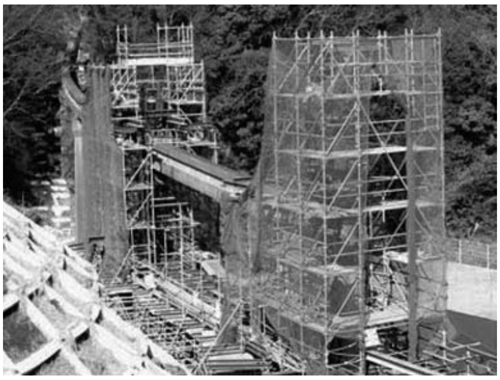


図-４　急傾斜地により軌道桁の吊降し

橋脚についても軌道桁を吊り下ろした支保工ベントを一部組み換え、ワイヤーソーにて切断した橋脚を電動チェーンブロックにて同じく作業ステージ上に吊降ろし、15kg/m レール軌道にて運搬、搬出を行い、撤去完了とした。

４．おわりに

今回の施工では、振動、騒音等環境面にも配慮し、無事故・無災害で工事を終えることができた。

モノレール施設を撤去することにより周辺の環境も変わり、発注者、近隣からも大変よろこばれました。

今後、同様な工事が発生したときにも今回実施した施工実績が活かし、さらなる安全管理に努めたいと思う。

6

施工計画

重要文化財に近接した盛土施工時の現地盤挙動測定について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

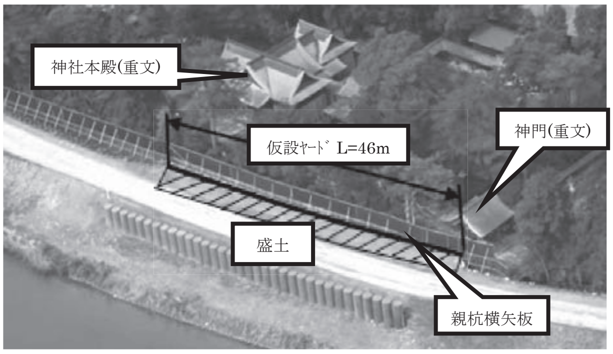
監理技術者	現場代理人	担当技術者
筒　井　義　則○	田　尻　久　則	小　東　信　一
Yoshinori Tsutsui	Hisanori Tajiri	Shiniti Kohigashi

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：梯川天神低水護岸工事
⑵　発 注 者：国土交通省　北陸地方整備局
　　　　　　　金沢国道河川事務所
⑶　工事場所：石川県小松市天神町地先
⑷　工　　期：平成23年７月21日～
　　　　　　　平成24年３月25日

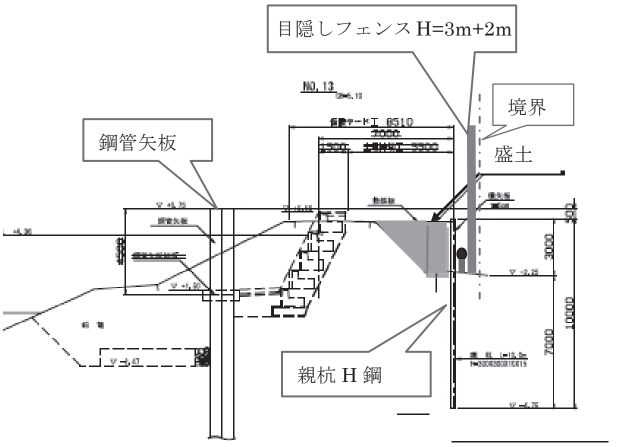
小松天満宮横を流れる梯川の洪水対策として、当工事は梯川の川幅を拡張する事業として発注された低水護岸工事であり、その基礎となる鋼管矢板を打設するものである。



図－1

2．現場における問題点

現地の土質は、現地盤からＮ値10未満のシルト混り砂質土が30m程度あり全体的に軟弱地盤を形成している。



図－２　断面図

当工事では、重要文化財に隣接した仮設ヤード（鋼管矢板を圧入するためのクレーン100ｔ吊り用の作業ヤード）の施工上の工夫が要求され、親杭横矢板施工後の盛土においては、現地盤の挙動を観測しながら行う必要があった。

現場は、図－２のとおり横矢板と目隠しフェンス（借地境界）との隙間が0.6ｍ～0.8ｍと狭隘でまた、直線でないために自動追尾型動態観測システムをどのように配置するかが問題であった。

3．工夫と適用結果

今回マトリックス演算機能を持つ HyPos コントローラーと自動追尾型のトータルステーションを接続して、多測点の三次元変位量を高精度で自

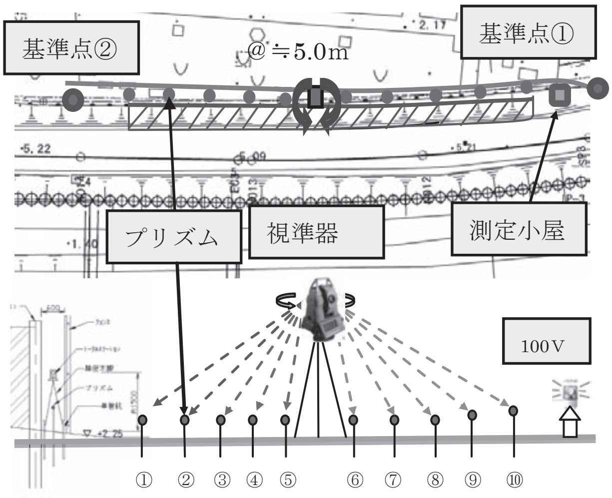
動測定できるシステム機器を使用した。

曲線の中幅0.6mでは一か所から見通しできないため、中間に視準器を１台セットし、左右に自動回転させて視準できるよう工夫した。

また、変位量管理位置（測定用プリズム）は中間に単管杭を打ち込み固定することとした。

これにより、盛土時の現地盤挙動が把握可能となり、測定位置の高低についても場所に応じた変更が可能となった。（図−３）

マトリックス演算とは、同一平面上にない基準点によって測定座標系の絶対性を確保するもので、トータルステーションの据付架台の傾斜や、気象条件の変化による影響を、標準装備された気圧、温度、湿度のセンサーにより得られたデーターを演算処理するもの。



図−３　自動計測システム配置図

測定は10分間隔とし、変位量が一次管理値５mm に達した場合は、観測小屋で警報ランプが点滅し、異常を知らせ、監視を強化（測定間隔：５分間隔）する。また、二次管理値10mm に達した場合には作業を一時中断し、原因を究明した上で対策を講ずるものとした。なお異常時は現場職員の携帯にリアルタイムで報知されるシステムとした。

盛土は騒音振動に留意するために、４ｔダンプにて搬入し、超低騒音のショベルを使用して、30cm 毎に盛土転圧を慎重に行った。

その施工中に計測した変位の結果は表−１の通りで、最大が沈下−3.6mm, 水平−3.6mm（背面側）であり、ほとんどが±3.0mm 以内で推移していた。

表−１　計測結果一覧表

（盛土開始 2011/11/21～計測終了 2011/11/29）

測点／測定値		測定値11/21～11/29			管理値			判定
		最大値（絶対値）	盛土完了 11/27	計測終了 11/29	１次（mm）	２次（mm）	最大値/１次(%)	
測点　No. 1	X	−1.0mm	0.0mm	−0.5mm	5.0	10.0	20%	OK
	Y	1.9mm	1.0mm	−1.5mm	5.0	10.0	38%	OK
	Z	−2.5mm	−1.7mm	−1.9mm	5.0	10.0	50%	OK
測点　No. 2	X	−1.5mm	−0.9mm	−1.3mm	5.0	10.0	30%	OK
	Y	−2.7mm	−2.4mm	−2.0mm	5.0	10.0	54%	OK
	Z	−3.1mm	−2.0mm	−2.0mm	5.0	10.0	62%	OK
測点　No. 3	X	−1.7mm	−1.1mm	−0.9mm	5.0	10.0	34%	OK
	Y	−1.4mm	−0.8mm	−0.7mm	5.0	10.0	28%	OK
	Z	−2.7mm	−1.9mm	−1.7mm	5.0	10.0	54%	OK
測点　No. 4	X	−2.5mm	−1.6mm	−2.0mm	5.0	10.0	50%	OK
	Y	1.1mm	−0.2mm	0.1mm	5.0	10.0	22%	OK
	Z	−3.6mm	−3.1mm	−3.1mm	5.0	10.0	72%	OK
測点　No. 5	X	1.4mm	−0.3mm	−0.7mm	5.0	10.0	28%	OK
	Y	2.1mm	−1.2mm	1.4mm	5.0	10.0	42%	OK
	Z	−2.6mm	−2.0mm	−1.9mm	5.0	10.0	52%	OK
測点　No. 6	X	1.6mm	0.6mm	0.3mm	5.0	10.0	32%	OK
	Y	−1.3mm	−0.5mm	−0.2mm	5.0	10.0	26%	OK
	Z	−2.5mm	−1.6mm	−1.5mm	5.0	10.0	50%	OK
測点　No. 7	X	0.9mm	−0.1mm	−0.4mm	5.0	10.0	18%	OK
	Y	−2.3mm	−1.9mm	−1.7mm	5.0	10.0	46%	OK
	Z	−2.3mm	−1.5mm	−1.4mm	5.0	10.0	46%	OK
測点　No. 8	X	−1.6mm	−0.9mm	−1.3mm	5.0	10.0	32%	OK
	Y	−3.6mm	−3.3mm	−3.3mm	5.0	10.0	72%	OK
	Z	−3.1mm	−2.0mm	−1.9mm	5.0	10.0	62%	OK
測点　No. 9	X	−1.3mm	0.0mm	−0.4mm	5.0	10.0	26%	OK
	Y	−3.3mm	−2.8mm	−2.9mm	5.0	10.0	66%	OK
	Z	−2.7mm	−1.9mm	−1.8mm	5.0	10.0	54%	OK
測点　No.10	X	−2.4mm	−1.7mm	−2.1mm	5.0	10.0	48%	OK
	Y	−2.6mm	−2.3mm	−2.3mm	5.0	10.0	52%	OK
	Z	−2.5mm	−1.1mm	−1.2mm	5.0	10.0	50%	OK

判定　OK：１次管理値【5.0mm】以下

このように、背面の重要文化財に影響を与えることなく盛土施工を完了させた。

４．おわりに

今回は、重要文化財の真横での盛土であり、軟弱な現地盤でもあったため慎重な施工を行った。計測変位量の一次管理値は５mm と厳しい設定であり、管理値超過による携帯への異常報知が入ると覚悟はしていた。

結果は、背面の盛土幅が狭かったこともあり、最高で3.6mm の挙動となった。

慎重な上に慎重に施工した結果だと考える。また、境界に面して大木が多くあり、大きな根が張り巡っていたことも挙動が抑えられた一因だと考える。

今回はこの工事が初めての重要文化財近接施工となり、今後も順次発注されるが、今回の盛土施工における現地盤の挙動測定の結果が次回の施工に参考になれば幸いである。

7

施工計画

鋼管内掘削の工法見直しによる施工能力改善について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

監理技術者	現場代理人	担当技術者
高　橋　義　典○	舟　引　浩一郎	武　田　和　周
Yoshinori Takahashi	Kouichirou Funabiki	Kazuhiro Takeda

1．はじめに

工事概要

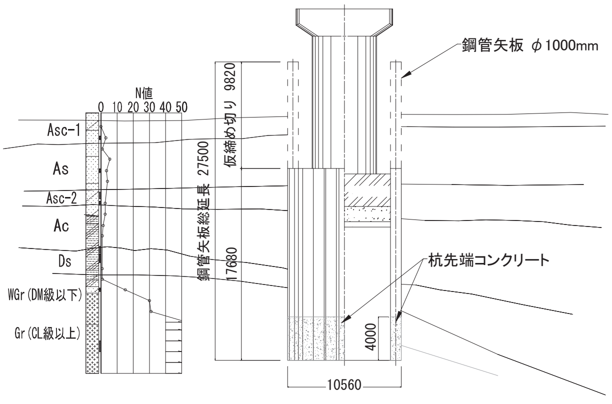
⑴　工 事 名：広島南道路本川橋下部第２工事
⑵　発 注 者：国土交通省　中国地方整備局
⑶　工事場所：広島県広島市中区光南～
　　　　　　　中区江波東地内
⑷　工　　期：平成22年６月29日～
　　　　　　　平成23年６月30日
⑸　主な工事内容は以下のとおりである。
　鋼管矢板井筒基礎（径：10.560m）
　・鋼管矢板 ϕ1000　L＝27.5m n＝24本

なお、工程上の制約条件として、河川内での施工は、10月26日～６月10日の非出水期間で行わなければならず、非常に厳しい工期設定となっており、鋼管矢板井筒基礎工の完了時期が工程に大きく影響するものであった。

2．現場における問題点

鋼管矢板の打設は、全周回転掘削機による砂置換のあと、中堀杭打設工法により行った。また、先端処理工法は、コンクリートを鋼管内の先端に４Ｄ以上打設するコンクリート打設方式であった。施工順序は①先行掘削・砂置換、②鋼管矢板中堀打設、③鋼管内掘削、④杭先端コンクリート打設である。

杭先端コンクリート打設を行うためには、鋼管内の置換砂を撤去する必要があり、当初、③鋼管内掘削をアースドリル工法により行っていたが、①先行掘削・砂置換により置き換えた砂の粘性が無かったため、アースドリルバケット引抜き中に



図－１　断面図

図－２　アースドリル施工状況

ほとんど抜け落ちてしまい、掘削効率が低下して掘削量は15m^3／日程度であった。積算基準の25m^3／日と比べると半分程度の施工能力であり工期を切迫させ、工法の見直しも含めた改善策が課題となった。

3．工夫と適用結果

アースドリル工法以外の鋼管内掘削方法について、表−1に示す内容にて検討を行った。

表−1　工法比較表

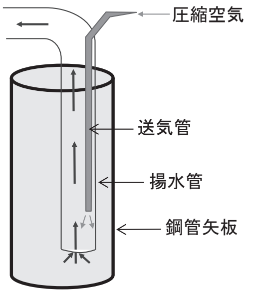
項目	エアーリフト工法	ウォータージェット掘削工法	ハンマーグラブ	ベントナイト・沈降剤
概要	圧縮空気を送り込み撹拌した水と一緒に土砂を排出する方法	ウォータージェットにより撹乱された管内土砂を、サンドポンプにて排出する方法	ハンマーグラブにより掘削を行う	薬剤の添加により土質性状の改良及び細砂の浮遊を抑える。
現場での適応性	排出口径は10吋であり、作業効率が良い	鋼管内の断面が大きい為、管内全体を撹乱しにくい。また、撹乱水をサンドポンプにて排出するのは効率が悪い。	確実ではあるが、工程的に厳しい	薬剤の効果が不確実であり、劇的な工期短縮も望めない。
	○	△	×	×
経済性	ラフタークレーン+コンプレッサー	ラフタークレーン+ウォータージェット	クローラ・クレーンによる施工	泥水の処理が必要。
	○	○	×	×
工程	工期短縮が望める	不確実な部分がある	ハンマーグラブの容量は小さく、アースドリルより能力は劣る	従来のアースドリルの効率が上がる程度
	○	△	×	△

検討の結果、施工性・経済性・工程を考慮し、エアーリフトによる工法を併用する事とした。

その設備は、揚水管と送気管から成る極めて簡単な構造であり、揚水管（φ200mm）の中に送気管（φ25mm）を配管し、揚水管の先端部で空気を流出させると、管内に流出された空気が上昇し、それに伴って上向きの水流が発生する。これが継続的に繰り返されることにより鋼管内の水と共に土砂が排出される原理である。

エアーリフトの施工には、鋼管内が水で満たされている必要があり、水中ポンプ（８吋）で常時注水を行いながらの施工となる。又、排土量は注水量以上と大量になる為、井筒内に排土を行い汚濁防止に努めた。

また、杭先端地盤の乱れ、洗掘防止及びバキューム現象によるボイリング防止の為、エアーリフト



図−３　エアーリフト原理図

図−４　エアーリフト施工状況

による排土は鋼管矢板下端２～３m上までとし、それ以深はアースドリルによる掘削・スライム処理により施工を行った。

その結果、エアーリフトによる排土量は約１m^3／分であり、鋼管矢板１本（約15m^3）排土するのに15分程度しか要せず、全24本を２日間で完了させる事ができた。

4．おわりに

エアーリフト工法を併用する事により、アースドリル工法では28日要する［420m^3(17.5m^3×24本)/15m^3］施工を、４日間で終えることができ、24日間（積算基準では13日間）の短縮を図ることができた。

これにより、次工種に続く工程管理もスムーズに行うことができ、河川内の施工は非出水期間で行わなければいけないという工程上の制約条件をクリア出来た。

工期のない現場においては各工種の工程遅延が致命傷となる為、トラブル時の早急な対応を常に心がけていくことが大切だということを実感した。

8

施工計画

海上地盤改良後の傾斜地でのチェックボーリングについて

長崎県土木施工管理技士会
竹下建設工業株式会社
工事部
光　武　靖　幸
Yasuyuki Mitsutake

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：瀬川港海岸保全工事
⑵　発 注 者：長崎県県北振興局
⑶　工事場所：長崎県西海市西海町川内
⑷　工　　期：平成21年８月５日～
　　　　　　　平成22年３月10日

当工事は海上における深層混合処置φ1220㎜×２軸×平均杭長５m×325本が主である。

これはセメントスラリーを吐出撹拌混合方式でセメント硬化反応を利用して軟弱地盤を硬化させ改良体を造成する改良工事である。（図－１）

着底支持層は砂礫層で、トルク値による着底管理と改良体の確認はオシログラフ・撹拌翼の残尺確認であった。

図－１　深層混合処理船による海上地盤改良

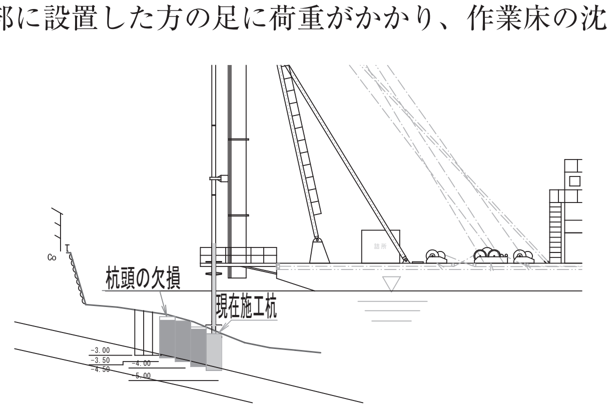
2．現場における問題点

当該現場流域には真珠とイワシの養殖イカダがあり、セメントスラリーによる海上地盤改良工事の施工期間が限られていた。また、当現場は湾内の潮流の緩い場所に位置し、地盤改良地点の浅瀬かけ上がりにはＮ値０の軟弱土が２m～５mの厚さで堆積していた。

通常の海上地盤改良においては、砂等を散布し海底の沈降を待ち、改良工事となるが限定された工程の中で当工法をとることができず、そのまま地盤改良を行う事となった。

その結果、浅瀬のかけ上がり部分で改良杭頭が、図－２の様に次施工杭の影響で最大で40㎝欠損する現象が発生した。

杭の強度を確認すため、通常海上でのボーリング作業で使用するスパット台船によるチェックボーリング（図－３）を行いたいが、確認箇所が浅瀬で軟弱地盤のかけ上がりと固い地盤改良との境である為、４本の足をジャッキベースとして海底に設置するスパット台船では引潮時に軟弱地盤部に設置した方の足に荷重がかかり、作業床の沈



図－２　かけ上がり部の杭頭の欠損

図−３　スパット台船によるチェックボーリング

下、スパット台船の転倒を引き起こす恐れが出た為、設置することができなかった。

３．工夫・改善点と適用結果

海上におけるボーリング作業を実施するに当たっては、ボーリングマシンと作業員の重量合わせて約500Kg以上の重量に耐え得る作業床を有し、軟弱地盤に耐え得る強度を確保する必要があった。

さらにかけ上がり部分の傾斜に設置でするためには、海上に足場を設置するしか方法がなかった。

まず、できる限り固い地盤改良部に足場ベースが設置できるように陸上からの測量を行った。これは、潜水士による強固な地盤のさぐり作業だけでは、施工時のスラリーの流れ出しによる海底表面だけ固化している場所に足場ベースを設置し、載荷によって沈下する懸念がある為であった。

軟弱地盤部の足場ベース設置は、単管をある程度の支持層まで打込み、固い地盤改良部の足場ベースより根がらみを設け、さらに強固な部分から斜め方向にやらずを取ることにより対応を行った。

足場設置位置はかけ上がり部につき、陸上で丘組みする事が出来ず、全て潜水士による足場組立作業を行った。ボーリングマシンの設置は隣接道路を規制する事が出来ずクレーン付台船により海上より運搬設置を行い、安全にチェックボーリングを行うことができた。(図−４)

この結果、かけ上がり部分の杭頭が欠損している部分の杭の強度を確認することができ、改良体も支持層に着底していることが分かった。(図−５)

図−４　足場設置によるチェックボーリング

図−５　改良体確認状況

４．おわりに

海上における地盤改良工事は、目に見えない部分が多いため（軟弱層の改良が多いため、海中での視界も悪い）事前にやるべき作業はやらないといけない事を痛感した。

品質向上を目指すため、私たちは常に品質の証明を求められる。これは、今までに確認を要求されなかった場所を確認する、確認回数を増やす、等様々だが、問題が発生する場合はそれ以上の根拠を模索する必要が発生する。

問題部分の品質を確認する作業は、リスクを伴うが、私たちの求める“国民の生活を守るための構造物の構築”という真髄には大いにあてはまるものと考えられる。

9

施工計画

長大法面におけるアンカーの施工

愛知県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社
監理技術者
洞田　和幸
Kazuyuki Horata

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成20年度紀勢線始神地区道路建設工事

⑵　発 注 者：国土交通省　中部地方整備局

⑶　工事場所：三重県北牟婁郡紀北町海山区馬瀬

⑷　工　　期：平成21年２月26日～平成23年９月20日

本工事は、紀勢自動車道始神地区の道路新設工事で、延長540m、土工１式（掘削約74,000m^3、盛土約36,000m^3）、法面工１式（植生工約10,000m^2、グラウンドアンカー約130本）、補強土壁工１式（約1,200m^2）、カルバート工１式（W4.4m×H4.9L＝30.８m）、付替え水路工１式（プレキャストアーチカルバート W4.2m×H5.3m L＝128m）を行う工事であった。

2．現場における問題点

本工事におけるアンカー施工箇所は、３段の長大法面であり、切土勾配が１：1.0であったことから、法面の安定性を考慮する必要があった。その中でも、切土法面のゆるみにより供用後の切土法面の安定性の低下が懸念されたため、掘削からアンカー工完了までの切土法面の変状を抑制することが重要な課題としてあげられた。

図－１　完成写真

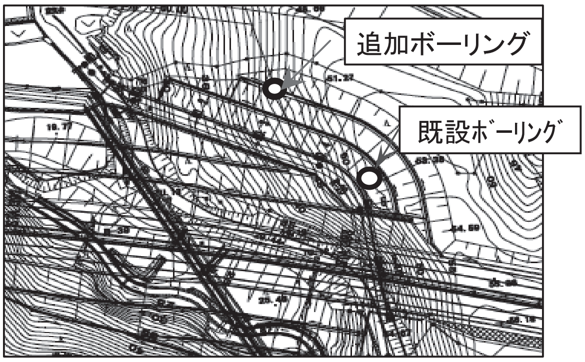
3．工夫・改善点と適用結果

当現場では、前述の切土法面施工時の変状抑制による安定性向上について、「事前調査・確認」、「掘削工及びアンカー工の施工方法」及び「切土法面の変状の確認」の３つの観点で対策を考え施工した。

①事前調査・確認

既設ボーリングデータでは、アンカー定着部は馬瀬湖成層で、粘土混じり砂礫～礫混じり粘土からなっていた。この層はＮ値にバラツキがあり、N＝10以下（アンカー定着部として不適当）の層がアンカー定着部に存在する可能性があった。また、発注段階の計画書では長大法面に対しボーリングデータが１箇所と少なかったため、追加ボーリングを１箇所（L＝20m程度）実施し、アンカー定着部のＮ値を確認した。（図－２）

追加ボーリングの結果、地層の想定に大きなずれはなく、当初設計の通りで安定計算上問題ない



図−２　ボーリング位置図

ことが確かめられたため、計画通りの定着長、配置で施工を行った。

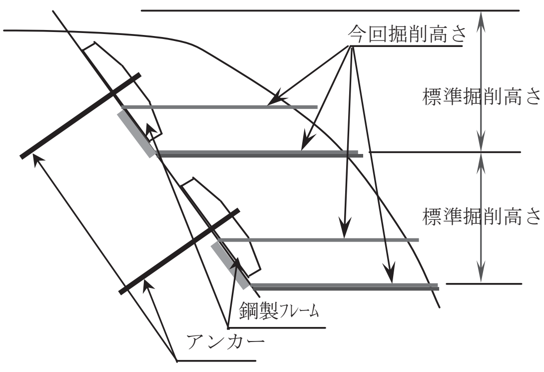
②掘削工及びアンカー工の施工方法

逆巻き施工の掘削作業において、各掘削高さを必要最小限にすることで、切土法面に法面抑止工が設置されていない部分の露出期間の短縮を図り、法面の安定性を向上させた。図−３に今回掘削の断面図を示す。工程的にはクリティカルパスがアンカー設置〜鋼製フレームの設置であったことから、掘削機械の稼働率は若干低下したものの、全体工程に与える影響はほとんどなく施工ができたと考える。

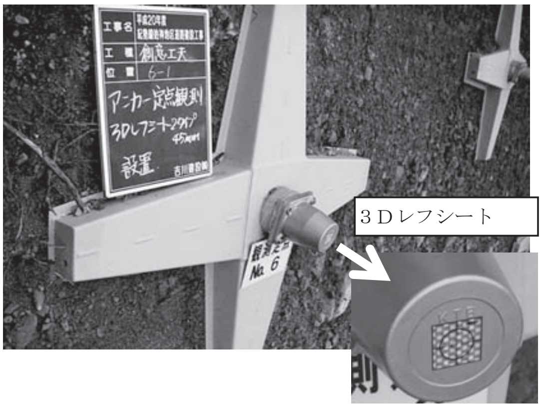
③切土法面の変状の確認

切土前に切土法面上部の地山部分に５点の定点杭及びアンカー工完了後のアンカー頭部に定点（各段２箇所）を設置し（図−４）、光波測距儀で週２回変位を計測することにより、法面変状の状況を把握しながら施工を行った。

アンカー工の定点観測は、測定毎の誤差を減らしかつ斜面での測量となるため、安全にも配慮し、アンカーヘッドに３Ｄレフシート（光波測距儀



図−３　掘削断面図



図−４　アンカー頭部の観測点

図−５　荷重計の設置

ターゲット）を貼付け、測定を実施した。（図−４）

また、アンカーの緊張定着時に荷重計を各段２箇所の全６箇所設置して工事期間中監視し、緊張力の増減を計測することによって地山の変状を予測した。（図−５）

計測の結果、定点杭とアンカー頭部の変位は測量誤差と思われる程度であったが、降雨後に荷重計に若干の変化が見られた。これは、降雨後に地山が崩壊方向に動こうとしていたものを、アンカーが有効に働いて崩壊を防止できていたのではないかと考えられた。

４．おわりに

本工事のアンカー施工箇所は、長大法面であったため、施工中の法面の安定性に重点をおいて施工管理を行った。法面の工事にあたっては、地質、地層をよく把握して施工を行うこが重要であり、特に湧水には注意が必要である。今回の工事では、事前調査、施工、観測と３つの視点から管理を行ったが、特に荷重計の設置では、目視では確認できない地山の動こうとする力を観測でき、安全にまた、興味深く施工ができた。

河川内上部における床版の施工

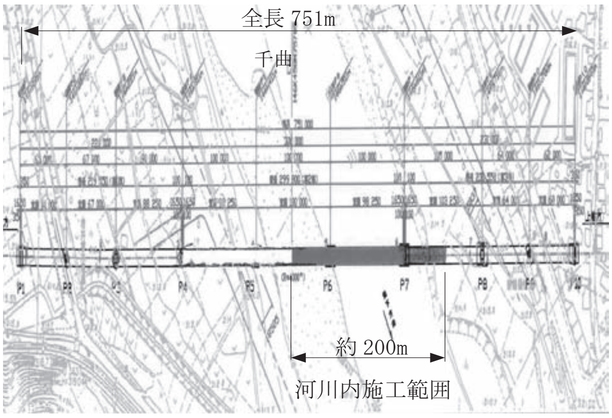
吉川建設株式会社
土木部
細　萱　広　明
Hiroaki Hosogaya

１．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：北陸新幹線第５千曲川橋梁工事
⑵　発 注 者：鉄道運輸機構
⑶　工事場所：長野県中野市～長野県飯山市
⑷　工　　期：平成23年４月11日～
　　　　　　　平成23年12月15日

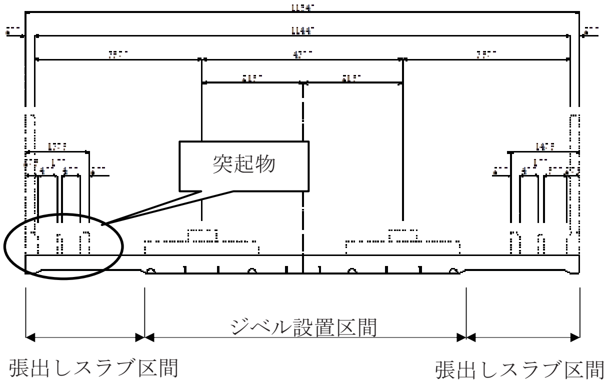
本工事は、橋長751mの支間長220m＋300m＋231m、桁幅11.700～11.840mの３系間連続合成桁スラブ軌道直結式の上部工架設工事に伴う床版工事である。施工位置図を図－１に示す。



図－１　施工位置図

２．現場における問題点

本工事は全長の約25％（200m）が千曲川河川上にあり、その区間ではクレーンによる荷揚げが



図－２　床版断面図

不可能なため、両岸から主桁上を横移動によって資材を搬入するしかなかった。しかも、図－２に示すように主桁上にはジベル、張出しスラブ区間には突起物があり、運搬車両の使用が難しいことから、資材の搬入／運搬を効率良く行う方法を検討する必要があった。

３．工夫・改善点と適用結果

横移動による資材の運搬方法を下記の３案について検討した。①モノレールよる運搬方法、②ユニック車による運搬方法、③フォークリフトによる運搬方法。

①：車両による運搬路の確保が困難な場所での運搬手段として用いられるモノレールによる工法は、急傾斜地や山岳地帯での地域に使用するのに適しており、地盤等にアンカーを打込んで主柱を

固定し、レールの安定性を確保している。しかし今回の桁上での設置では、支柱の固定金具を打込む箇所が無く、溶接による固定も困難である。しかし、モノレールの安定性（安全性）が確保できれば、資材の運搬が可能と判断した。

②：ユニック車による運搬方法は、一度の運搬で多くの資材を運ぶ事が可能であるが、両端の張出しスラブを除いた桁間での車両の転回が不可能であり、前進及び後進のみの走行となる為、安全面において不安要素が多く施工方法としては、適切ではなく、ジベル上の走行も困難である。

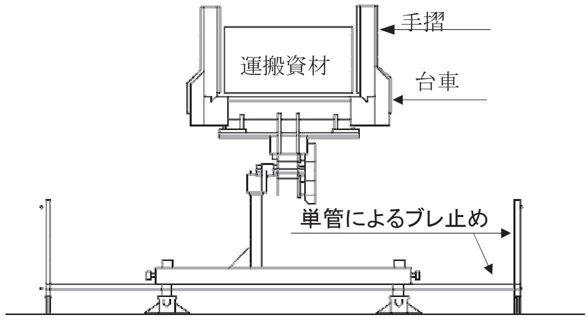
③：フォークリフトによる運搬方法は、機械性能として小回りがきき、施工箇所近くまで運搬が可能であることから、型枠資材の運搬には適しているが、利点である小回りにもジベルが邪魔である。

以上の検討により①のモノレールによる運搬方法を採用し、下記の点に留意し設置計画を作成した。

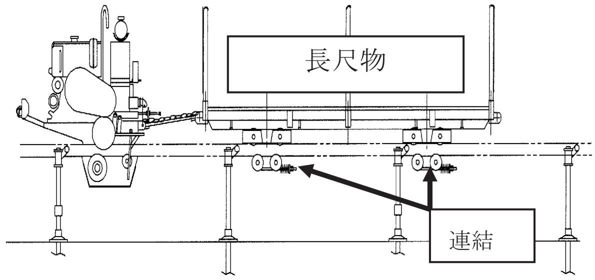
①：レールの設置位置（運搬位置）として、安全通路の確保という点や作業スペースの確保の点から左右どちらかの桁端部に、レールを設置する計画を考えたが、張出しスラブには約５m間隔でハンチ枠が配置されること、支柱の固定方法に手間を要しコスト及び工程の面において、適切ではないと判断されたことなどから、最終的に設置位置をセンターに決定した。（図−３）

②：レールの固定方法は、桁上のジベル（φ29mm、h＝190mm　橋軸方向に約1.5mピッチで配置）を利用して単管（φ50mm）を取付け、支柱を設置した。また、横ブレ防止のため、主柱を

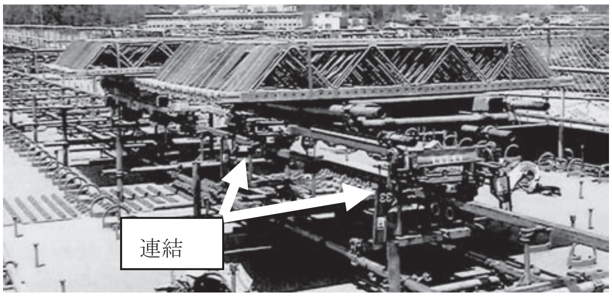
図−３　レール設置状況



図−４　単管によるブレ止め



図−５　荷台の連結



図−６　資材運搬状況

横つなぎの単管にH鋼クランプを用いて固定し安定性の向上を図った。（図−４）

③：鉄筋等の長尺物等の運搬には、台車を連結し運搬を行った。（図−５、図−６）台車には手摺りを設け、運搬中の資材の荷崩れ防止対策とした。

４．おわりに

本工事では、前述した施工条件の中でモノレールによる運搬方法を選択したが、工程や原価を考えると最適な運搬方法であったと思う。

しかし、台車を連結させる事で鉄筋等の長尺物の運搬を行った際、１本のレールで荷台を支えることから、左右のぶれに対する安定性にかける面があり、重量物運搬の際には手摺りに荷がかかり転倒する危険性もあった。今後においては、安全性（安定性）に対する検討は必要であると思われた。

11

施工計画

現道脇での擁壁工の施工について

（業務名：仙台河川国道事務所岩沼地区工事監督支援業務）

現場技術土木施工管理技士会
株式会社　東建工営
仙台東国道維持出張所担当
角　田　弘　樹
Kouki Tunoda

1．はじめに

本業務は、仙台河川国道事務所管内における道路維持修繕工事、交通対策工事等の工事監督支援業務を行っている。

報告する工事は、現道（国道45号）の歩道未整備区間の歩道設置を実施するものである。歩道設置箇所は、国道本線盛土下に人家が連担し、現在は盛土法面の階段を利用して生活している地域である。新たな歩道は、盛土法面に土留め擁壁を設置し、歩道幅を確保するものである。さらには、先般の東日本大震災で津波の浸水被害も受けた地域であり、避難路としても有効に機能する歩道である。（図－１，２）

図－１　施工前

図－２　施工後

2．現場における課題・問題点

本工事は、盛土法面に土留め擁壁として親杭横矢板工を実施するもので、施工内容としては大規模な工事ではないが、設計段階での課題として、現道脇の法面で狭小スペースという条件で、如何にして施工を実施するかが課題であった。

また、施工中に発生した問題として、場所打杭工削孔時での、土質変化に伴う削孔の難航が課題となった。

問題点①：本施工箇所は交通量が多いにもかかわらず、片側１車線の幅員の狭い国道であるため、工事に伴う道路規制は期間・時間共に短くし、規制による交通渋滞を回避しなければいけないこと。

また、近接して民家が並ぶ周辺環境を踏まえて、

騒音・振動対策の検討が必須条件であること。
問題点②：場所打杭工削孔時に、地質調査では無かった礫層があり孔壁の崩壊や、掘削水の漏水により削孔が困難な状態になったこと。また、軟岩層の削孔が難航したこと。これら、杭１本１本が同一の地質でないために、地質の変化のたびに対応がせまられた。

３．対応策と適用結果

対応策①：道路規制の時間短縮及び騒音・振動の対策として、場所打杭の施工を大口径ボーリング工法にて施工することにより、問題を解消することができた。

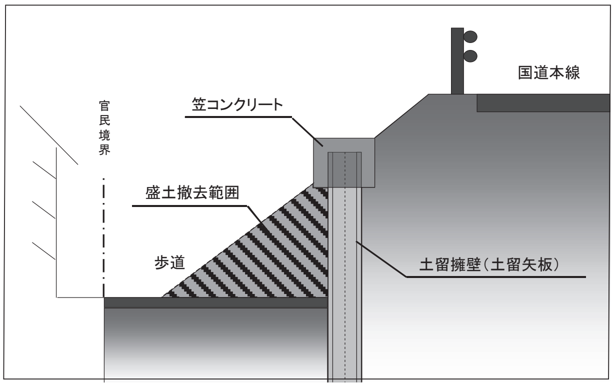
ボーリングマシンを使用し先端ビットを回転させ掘削する工法のため、施工時の騒音・振動が低レベルである。

近接した民家への騒音・振動の影響が軽減されたことと、少スペースで施工が可能となった。

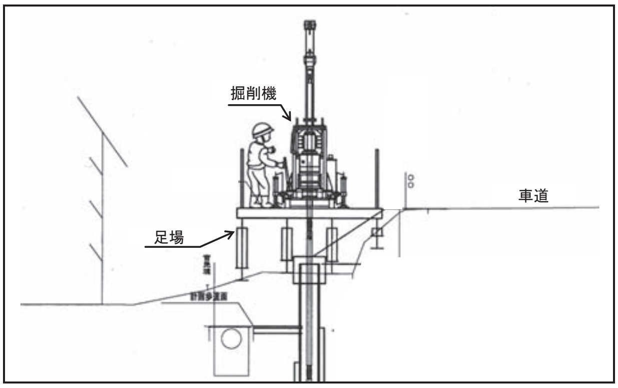
対応策②：場所打杭工削孔時の問題については、地質の変化のたびに対応策を検討しながら問題を解決した。

当初想定しない礫層による削孔中の孔壁の崩壊及び掘削水の漏水については、孔壁保護のためケーシングを設置しながら削孔した。また、漏水対策として、逸泥防止材を掘削水に混合して礫層の空隙を閉塞しながら削孔した。

軟岩層の削孔はボーリング先端ビットを、標準ビットから軟岩ビットへ変更して軟岩層の削孔へ対応した。



図−３　標準横断図



図−４　施工図

図−５　施工状況

４．おわりに

本来であれば地質調査結果と異なる地層が発生しないような事前調査が必要だったと思うが、今回の場合は設計段階での地質調査データが少なかったことや、既存の盛土材の性状を把握していなかったために発生した事象であり、現地調査の段階で地質調査を追加実施した上で最終的な検討が必要だったと思う。

今後の反省として、事前調査・検討を十分に行っていればスムーズな対応ができ、さらに工期短縮が可能だったと思う。

今回の工事は、地域の協力によって無事完成し、現在は皆様に非常に喜ばれている。

最後に、工事監督支援業務の担当技術者としての今後の課題・目標として、工法選定や工事における問題点の事前想定について、提案や助言できる知識・経験を少しでも増やす事が必要だと思う。

12

施工計画

道路改築工事（泊野道路22−２工区）機能分離支承の構造検討

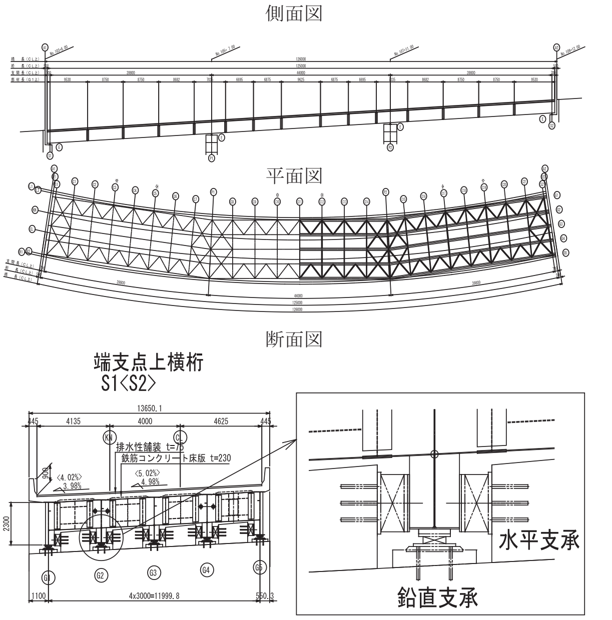
日本橋梁建設技士会
株式会社 IHI インフラシステム
設計担当　鶴　田　小百合○　Sayuri Tsuruta
設計担当　杉　村　　誠　Makoto Sugimura

１．はじめに

本橋梁は、自動車専用道路として長大トンネルを含む延長約９km の一般国道504号の改築工事として計画された橋梁である。工事概要を下記に、上部工構造一般図を図−１に示す。

工事概要

⑴　工 事 名：道路改築工事（泊野道路22-2工区）
⑵　発 注 者：鹿児島県北薩地域振興局建設部
⑶　工事場所：国道504号薩摩郡さつま町泊野地内
⑷　工　　期：平成23年３月26日～
　　　　　　　平成24年５月18日
⑸　橋梁形式：鋼3径間非合成5主鈑桁橋（RC床版）



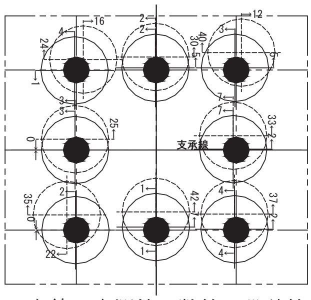
図−１　上部工構造一般図

２．現場における問題点

支承は、Ｂタイプの地震時水平力分散構造の機能分離ゴム支承であり、鉛直力を支持する支承と水平力を支持する支承がそれぞれ別々に設置されている。使用した基数は、鉛直支承は20基、水平支承は32基であった。本橋に機能分離支承を適用するに当たり、鉛直支承、水平支承においてそれぞれ以下のような問題があった。

１）鉛直支承

アンカーボルト箱抜き孔測量結果より、アンカーボルト位置に一部ズレがあることが解った。図−２には始点側橋台の一番ズレが大きい箇所の設計値と実測値の違いを示す。図−２のように支承アンカーボルトは設計値のままでは干渉する箇所があるため、鉛直支承の構造変更が必要となった。

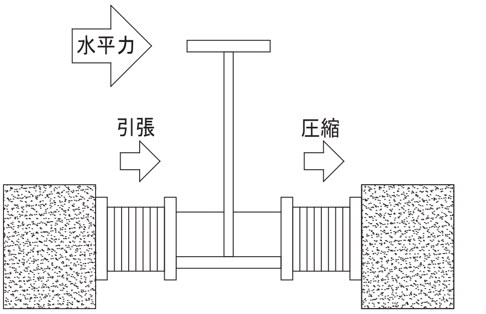


（実線：設計値、点線：実測値、数値：設計値と実測値の差）

図−２　アンカーボルト箱抜き孔図

２）水平支承

図−３のように桁に水平力が働くと、水平支承には引張力と圧縮力が同時に作用する。道路橋支



図−3　水平力作用時の力の働き方

承便覧（H16.4）では、ゴム支承に常時において引張力を受持たせることは認めていない。また、地震時についても通常は死荷重の30％程度の設計荷重で照査されているが、この構造を用いると設計荷重を上回る引張力が生じることになる。そのため、水平支承の構造変更が必要となった。

3．工夫・改善点と適用結果

1）鉛直支承

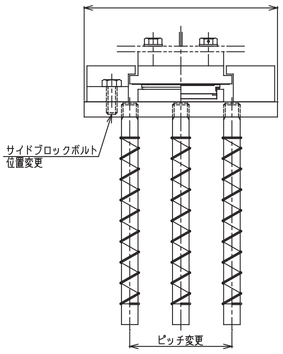
鉛直支承は、サイドブロックとねじ込み式アンカーボルトがベースプレートに固定される構造となっている。

アンカーボルトと箱抜き孔の最小離隔を15mmとし、干渉回避方法は下記のとおりとした。

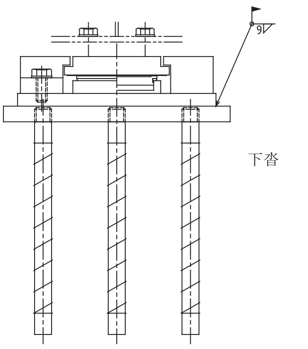
①アンカーボルトピッチを変更する。アンカーボルトの縁端確保ができない場合は、ベースプレートサイズを変更する。（図−４）

②①によりサイドブロックボルトとアンカーボルトが干渉する場合は、サイドブロックボルト位置を変更する。（図−４）

③①②を適用しても干渉する場合は、ベースプレートを追加する。下沓と追加ベースプレートは、現場溶接とする。（図−５）



図−４　干渉回避方法①②
ベースプレートサイズ変更
及びサイドブロックボルト位置変更



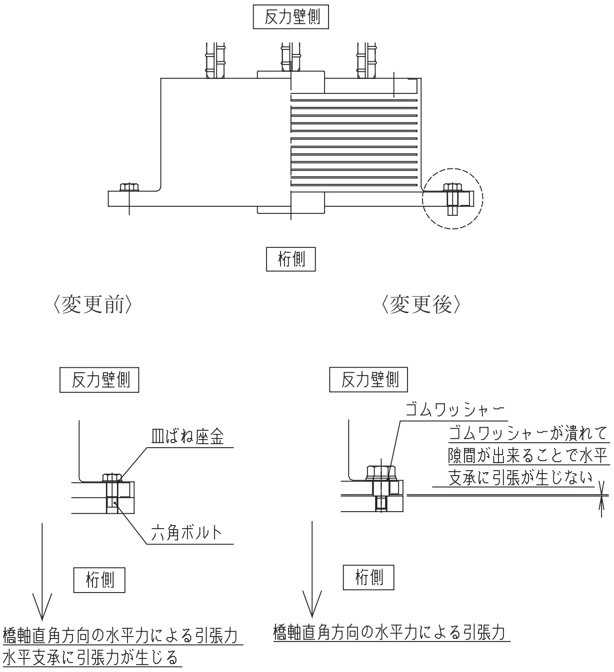
図−５　干渉回避方法③
ベースプレート追加

図−６　ベースプレートを追加した鉛直支承（完成時）

中間支点橋脚10基に①を適用し、始点側橋台５基については、②とした。また、終点側橋台の５基は設計値と実測値の差が大きいため、③を適用した。図−６に③の完成時を示す。

２）水平支承

図−７のとおり、桁取り付けボルトを段付きとし、ゴム座金を挟む構造に変更した。橋軸直角方向に水平力が生じた際に、ゴム座金が潰れて引張方向の移動を吸収することで水平支承に引張力が生じないようにしている。段付き構造は、ボルトの過剰ねじ込み、設置時のゴム座金潰れ防止を担っている。



図−７　段付きボルト構造図

4．おわりに

現場状況・想定される力に充分配慮し、今回の機能分離支承の構造変更を行い、架設も無事完了することができた。

機能分離支承を採用する際は、本橋のように支承の据付には現場状況を反映させ、支承構造の検討を充分に行う必要がある。

13

施工計画

大粒径合材を用いた舗装修繕工事について

現場技術土木施工管理技士会　島根県土木施工管理技士会
日本振興株式会社　今井産業株式会社
松　田　信　幸○　仲　津　章　信　坂　根　　潮
Nobuyuki Matsuda　Akinobu Nakatsu　Ushio Sakane

1．はじめに

本工事は国道○号における□□地区構造物補修工事である。

工事概要

⑴　工 事 名：□□地区構造物外補修工事
⑵　発 注 者：◎◎工事事務所
⑶　工事場所：□□市東●町～西●町
⑷　工　　期：平成24年３月22日～
　　　　　　　平成24年10月31日
⑸　主な施工内容及び数量

道路土工	N＝一式
舗層打換	A＝　380m^2
切削オーバーレイ	A＝1,220m^2
区画線	L＝　740m
モルタル吹付	A＝　670m^2
鉄筋挿入	A＝　220m
橋梁補修	N＝一式

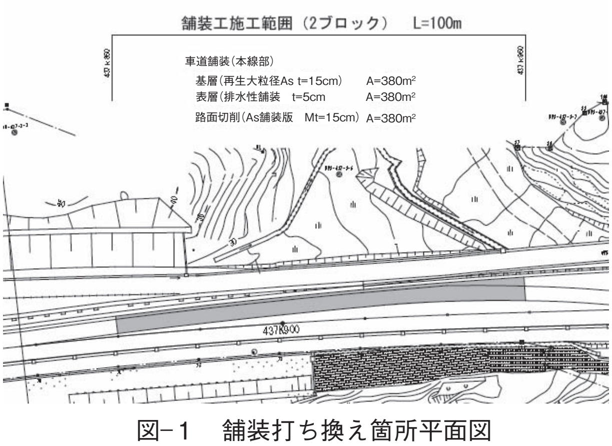


図-１　舗装打ち換え箇所平面図

この内から□□バイパス下り線437k860～437k960の延長100m 区間で、夜間施工により大粒径合材を用いた舗装打ち換え施工についてまとめたものである。（施工箇所は図-１参照）

2．現場における問題点

２-１）施工に先立ち437k870、437k895、437k920で各々２箇所ずつ舗装版のコア採取を行い、これを基に既設舗装体の残存等値換算厚さ（TAO）について検討した。結果は表-１のとおりである。

なお、TAO の計算に用いた換算係数は「舗装設計施工指針」を参考に検討している。

２-２）ここで、目標とする TA は

　　C 交通　設計 CBR 4　TA＝32

　　修正目標 TA＝目標とする TA×0.8

　　　　　　＝32×0.8＝25.6cm　となる。

以上のことから路盤の一部を含む舗装全層切削打ち換えを行う方法で舗装構成について検討した。結果は表-２のとおりである。

２-３）本工事の舗装打ち換え施工予定箇所は夜間施工を基本としている。しかし、表-２の工法では１回の施工で As 安定処理と基層とで舗設回数が合計３回ある。既設舗装版撤去及び路盤工の施工を含めると施工時間が長くなり、日当たり施工延長は約20m となる。このため施工期間が５日間掛かることになる。

さらに、この長さでは施工箇所の起終点ですりつけ舗装を行うと走行性を損なうため、表層まで

表−１　既設舗装体等値換算厚さ

既設舗装断面	厚さ	換算係数	TAO
表層	5cm	0.5	5×0.50=　2.50cm
基層	5cm	0.5	5×0.50=　2.50cm
As安定処理	5cm	0.4	5×0.40=　2.00cm
上層路盤	15cm	0.27	15×0.27=　4.05cm
下層路盤	15cm	0.2	15×0.20=　3.00cm
合計	45cm		14.05cm
路床(設計CBR=8)			

表−２　従来工法舗装断面表

新設舗装断面（従来工法）	厚さ	換算係数	TA
表層	5cm	1.0	5×1.00= 5.00cm
基層	5cm	1.0	5×1.00= 5.00cm
As安定処理	15cm	0.8	5×0.80= 12.00cm
上層路盤	5cm	0.27	5×0.27= 1.35cm
下層路盤	15cm	0.2	15×0.20= 3.00cm
合計	45cm		TA= 26.35cm
路床(設計CBR=4)	**TA=26.35cm＞修正目標TA=25.6cm**		

表−３　大粒径工法舗装断面表

新設舗装断面（大粒径工法）	厚さ	換算係数	TA
表層	5cm	1.0	5×1.00= 5.00cm
基層	15cm	1.0	15×1.00= 15.00cm
上層路盤	10cm	0.27	10×0.27= 2.70cm
下層路盤	15cm	0.2	15×0.20= 3.00cm
合計	45cm		TA= 25.70cm
路床(設計CBR=4)	**TA=25.70cm＞修正目標TA=25.6cm**		

仕上げることが必要となる。

結局１回の夜間施工で交通解放まで行うと舗設回数が増加するため、施工延長は15m程度まで短くなって施工期間が増大することになる。

道路沿線の騒音対策と交通規制の影響を考慮し、工期短縮を図る対応策が必要であった。

３．工夫・改善点と適用結果

３−１）対応策として、舗装１層当たりの厚さを増大する事により舗設回数の低減と早期交通解放を実現する、大粒径工法を応用できないかと考え、検討を行った。

大粒径工法の特徴として主に、

①１回の敷均し厚さを厚くして舗設することから、通常の工法に比べ施工時間が短縮される、

②大粒径アスファルト合材は、耐流動性が高く変形が少ないことから、従来の工法に比べ早期に交通解放できる、

③敷均しは従来の工法に比べ施工速度が速く仕上げることが出来る。また、締固めは通常のアスファルト舗装と同様の手順で施工できる。

④１回の施工延長が増大することから、施工時間あるいは施工期間の短縮が可能であり、工事期間の短縮が必要な舗装工事などに応用できる、等がある。

なお、大粒径工法については、“建設の施工企画 ’07.7「QRP工法」”を参考にしている。

３−２）大粒径工法の舗装構成について、路盤を含む舗装厚は、従来工法と同じ45cmで検討した結果は表−３のとおりである。

ここで施工時間について考察した結果、日当たり施工延長は約20mで従来工法とほぼ同じであることが判り、更なる工期短縮をはかる必要があった。

３−３）工期短縮の方法として、既設舗装版撤去について着目し、一般的な方法であるバックホウによる取壊し・掘削・積込の代わりに路面切削機での施工について検討を行った。

既設のアスファルト層は表層・基層・As安定処理層で合計15cmである。その下は上層路盤となっていたが、路面切削機でこの部分も含めて同時切削が可能なことを確認した。また、切削屑廃材の受け入れ側にAs殻と路盤材が混合する事について事前に打ち合わせて了解を得た。

３−４）以上の検討結果をとりまとめて発注者と施工協議を行い、承認を得て施工した。

１日目に路面切削機による舗装撤去と基層（大粒径合材）を行い、２日目に表層と区画線を施工した結果、計画どおり２日間で無事完了し当初の目的は達成できた。

４．おわりに

大粒径工法は、切削オーバーレイ等短期間に舗装修繕を行うことを目的として開発された。しかし、本工事では２日間掛けて施工しており、本来の開発目的である急送舗装修繕と異なっているが、現場状況により多面的に検討すれば応用範囲は広がると考えられる。

14

施工計画

安西橋（安倍川）渇水期施工中の安全対策について

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
監理技術者 松山喜幸○ Yoshiyuki Matsuyama
現場代理人 澤田尚久 Naohisa Sawada

１．はじめに

安西橋の１日当りの交通量は、国道１号バイパスに匹敵しており、市街・郊外への交通の要所となっているにも関わらず、交通渋滞が慢性化している。４車線化することで、交通渋滞を緩和し、沿道環境の改善等が期待される。

本工事は現安西橋の上流側に上部工を新設する工事である。（橋長550m、総幅員13mの９径間連続非合成狭小箱桁橋）（図−１、２）

工事概要

⑴ 工事名：葵国道債第１号
（国）362号（羽鳥・安西工区）
道路改良工事（安西橋上部工）

⑵ 発注者：静岡市

⑶ 工事場所：静岡市葵区安西五丁目地先

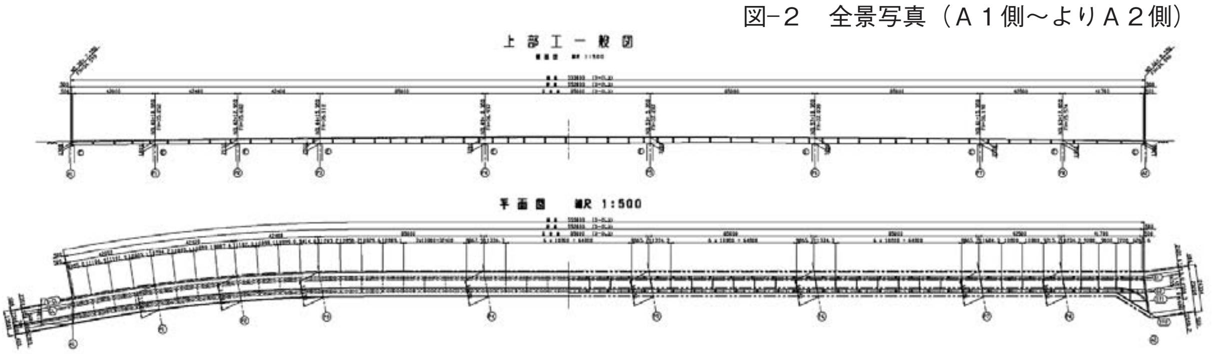
⑷ 工期：平成21年３月13日～
平成24年３月14日

２．現場における問題点

P３～P７橋脚間を安倍川の本流が流れているため、工事は渇水期（10月～翌年５月）に築堤を設置し瀬替えを行いながら２期に分けて施工を行う。

架設はトラッククレーンベント工法（図−３、４、５）にて、河川敷を作業ヤードとして施工を行うが、近年はゲリラ豪雨などの異常気象により渇水期間中についても河川の氾濫等が発生することを想定し、資機材の流失、クレーンの転倒など

図−２　全景写真（Ａ１側～よりＡ２側）



図−１　全景写真（Ａ１側～よりＡ２側）

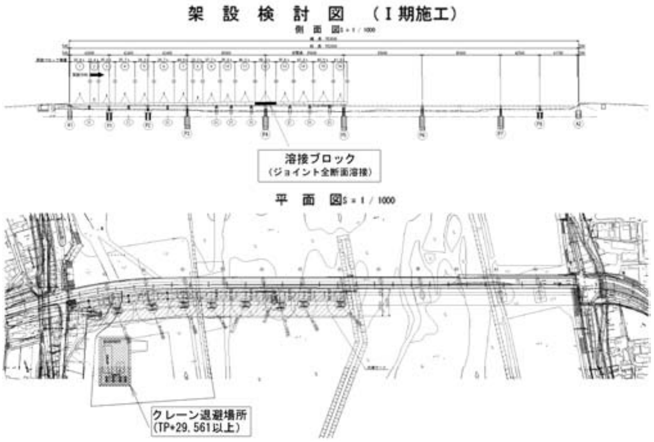


図-３　架設計画図（１期工事）

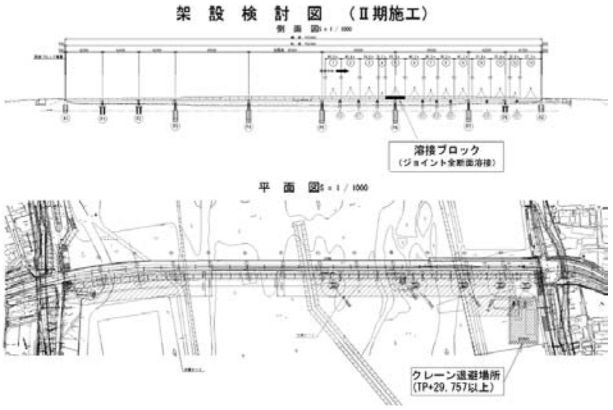


図-４　架設計画図（２期工事）

図-５　主桁架設状況

による事故を未然に防ぐことが重要となる。

また、本橋の多くは高力ボルトによる添接だが、P4付近(J20～J23)、P6付近(J38～J41)は設計上全断面溶接による添接となっていた。溶接による地組立作業は、架設を行うまでに２週間以上かかることから、架設位置付近で地組立を行った場合、洪水時などは即時に移動ができなくなってしまい、河川が氾濫した場合、流失等の危険性があった。

３．工夫・改善点と適用結果

河川敷内にクレーン退避場所を設置し、悪天候による河川の氾濫等が予想された場合でも、即時に河川敷内から搬出できない大型の重機などを避難させる事ができる場所を河川敷内に設置した。

また、地組立に時間がかかる溶接ブロックについても、この場所で地組立を行い、特殊トレーラーを使用し、架設位置まで運搬した後架設を行う計画とした。（図-６）

また、日常の安全管理として、即時搬出が可能なもの、または数日中に使用するもの以外は河川敷内には仮置きをせず、主桁の搬入も１日で地組立・架設までの作業を完了できる部材のみ搬入する工程を設定し、架設用の200tクローラークレーンも作業終了時には退避場所まで移動し作業を終了することとした。

図-６　クレーン退避場所

４．おわりに

渇水期の安倍川は水量の少ない河川であるが、一旦大雨が降ると短時間に水位が上昇する。（図-７）工事期間中も渇水期とはいえ季節外れの台風などで水位が上昇し、築堤の一部が崩れるなど、ヒヤリとする時もあった。自然の力の恐ろしさを理解・想定し、緊急時の備えをしておくことは重要であるということを改めて認識することができた。

（通常時）　　　　（増水時）

図-７　安倍川状況写真

15

施工計画

ケーブルエレクション直吊り工法における曲線桁の架設

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　現場代理人
渡　邉　康　之○
Yasuyuki Watanabe

監理技術者
石　川　尚　毅
Naoki Ishikawa

北日本機械株式会社　担当技術者
伊　藤　弘　之
Hiroyuki Itou

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成22年度債務負担行為工事
　　　　　　　道路改築事業（交付金・地方道）
　　　　　　　一般県道鶴岡村上線
　　　　　　　大針１号橋桁製作架設工事

⑵　発 注 者：山形県

⑶　工事場所：山形県鶴岡市大針地内

⑷　工　　期：平成22年10月９日～
　　　　　　　平成23年12月16日

本工事は、同地区内を流れる大鳥川を跨ぐ橋梁である。

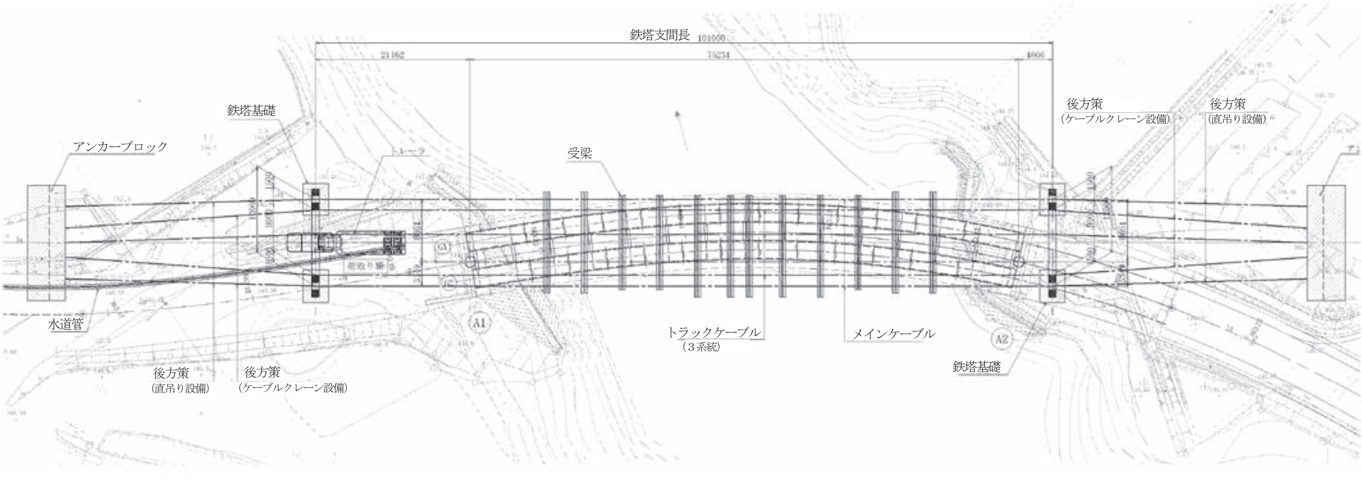
・橋梁形式：単純非合成箱桁橋
・橋長：75.800m
・支間長：74.100m
・有効幅員：8.500m
・鋼重：450 t
・平面線形：R＝160m

架設工法：ケーブルエレクション直吊り工法

本報告は、曲線桁のケーブルエレクション直吊り工法による架設の特徴や工夫した点にについて記述する。

2．現場における問題点

主桁ブロックの架設順番は支間中央より振り分けでの架設としたが問題点は、以下の通りであった。



図－1

図−２　無負荷状態での主桁受け梁

図−３　油圧調整装置

①支間中央部では下流よりに荷重が偏心し、支点部付近では上流側に荷重が偏心するため、架設初段階では、架設ブロックが下流側へ移動する。（図−１）
②同上の理由から完成形で設定した直吊りメインケーブルのサグに高低差が出て無負荷の状態は主桁受け梁に傾斜がついてしまい、そのままの状態では架設が出来ない。（図−２）
③ケーブルクレーンの走行ラインと主桁架設位置の軸線が大きくずれるところがあり、主桁を受け梁の定位置に架設するのが一般のケーブルクレーン架設に比べて困難である。

３．工夫・改善点・適用結果

①主桁の下流側への偏心は最終的には定位置に戻るので無理な矯正は行わず、架設完了時での受梁と主桁を治具にて固定し一体化して架設作業を行ったことにより架設途上での桁の安定度が高まり、安全に作業することができた。
②計画の段階から架設ステップの検証を行い架設初期段階ではメインケーブルおよびハンガー索に掛かる張力が低いので受け梁傾斜を水平に調整して架設を行い、架設ステップが進むに連れて増える張力を油圧調整装置を用いて、張力管理・高さ管理（ハンガー索の長さ）をしながら架設を行った。常にデジタル表示で各点の荷重が表示されるので確実に変化に対応することができた。（図−３）
③ケーブルクレーンの構成を両サイド35ｔ吊り、センターを25ｔ吊りとし、センターのクレーンでも主桁ブロックの吊り上げが可能な構成とした事によって荷重の偏心に柔軟に対応することができた。

結果、桁の出来形（桁のそり）において規格値の30％以内に収めることができた。

４．おわりに

適用条件、採用時の留意点

ハンガー油圧調整装置について、今回採用したPC鋼棒を使用したハンガー設備の長さが最大で約15m程度あり、立て起こし、取付の際に曲がる可能性があるので注意が必要である。

荷重のデジタル表示、油圧配管について、今回の油圧系統は全部で24系統あるので配管時には行き先表示等を明確にして誤配管、誤操作をしないように注意が必要である

Ｒ＝160mの曲線箱桁橋のケーブルエレクション直吊り工法による架設であり問題点は多々あったが、計画段階で数ケースの架設ステップの検証を行なったことにより、架設時の調整等を少なくすることができ、安全かつ効率的に架設作業をすることができた。

16

施工計画

東日本大震災により被災した鋼橋（川口橋）の復旧

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社
現場代理人　小池　明○　Akira Koike
監理技術者　佐藤浩幸　Hiroyuki Satoh

1．はじめに

岩手県大船渡市を流れる二級河川盛川の最下流に位置する川口橋は、大型車の通行量が比較的多い大船渡市街と市内赤崎地区を結ぶ主要な道路であったが、東日本大震災により甚大な被害を受けた。津波による主桁の変形および高欄等の流失に加え、引き波時に発生した火災により、主桁および鋼コンクリート合成床版に大きな損傷を受け、とても安全に通行できる状態ではなかった（図-１）。

本工事では、その被害を修復するため、被災した合成床版を部分的に撤去し、主桁の変形等を修復した後、新設の合成床版を設置した。

本稿では、本工事の概要について報告する。

⑴　工事名：23災1006号橋梁災害復旧工事
⑵　発注者：大船渡市
⑶　工事場所：岩手県大船渡市大船渡町字欠ノ下向地内外

図-１　被災後の全景

⑷　工　　期：平成24年２月29日～平成24年12月24日
⑸　橋梁形式：鋼３径間連続非合成鈑桁（鋼コンクリート合成床版）
⑹　橋　　長：156.9m
⑺　支間長：51.6m＋52.3m＋51.6m
⑻　架設工法：トラッククレーン＋架設用台車

2．現場における問題点

本工事の施工にあたっては、下記の問題があった。

⑴　鋼コンクリ－ト合成床版は比較的新しい構造であることから、車両通行に伴う損傷や経年劣化に起因する老朽化等による撤去工事の実績がない。従って、撤去時および取替え時の作業性等の諸条件が不明なため、工程調整に苦慮した。

⑵　座屈した中間支点上補剛材の矯正に当たり、前後に配置された垂直補剛材も変形しており、３本同時の矯正に工夫が必要であった。また、新しい支承の据付時に、変形したソールプレートの平坦性を確保する必要があった。

⑶　合成床版パネル設置に当たり、海上からの架設では気象条件に大きく左右され、かつ９月から始まる鮭の遡上までの施工完了が不確実であったため、陸上からの施工を検討する必要があった。

図−２　ワイヤーソーによる合成床版切断作業

３．工夫・改善点と適用結果

⑴　ワイヤーソーによる合成床版の切断

RC床版では、断面に含まれる鉄筋の面積比は約1.2%と言われているが、本橋の合成床版では、それが約6.2%と５倍強であるため、コンクリートカッターによる切断では作業性が悪くなり、工程確保が困難と判断し、ワイヤーソーを採用した（図−２）。結果的には、ほぼ想定通りの工程で施工を終えることができた。また張出部の切断作業では、機械を張出部から外側へ乗り出させることなく、安全性を確保できた。

⑵　支点上補剛材下端部の切断による拘束開放

座屈した垂直補剛材により主桁の倒れや下フランジの変形が拘束されていたため（図−３）、補剛材の下フランジ取付部を切断することで、下フランジの変形を解放し、ソールプレートの平坦性を確保するとともに、密に設置された３本の補剛材を隣接する補剛材に拘束されることなくそれぞれ矯正することが出来た。

⑶　架設用台車設備による合成床版の架設

図−３　支点上補剛材の変形状況

図−４　台車設備による合成床版の設置状況

合成床版鋼板パネルの設置を陸上から行う場合、橋上の開口部が67.5m（27パネル分）のため、大型のクレーンが必要となる。その場合、クレーンの組立、解体および回送による工程上の問題から、設備本体も軽量にできる合成床版架設用台車設備を開発した（図−４）。

人力に依る面が大きかったが、確実、安全な施工が実現した。

４．おわりに

本工事では、地域住民の切実な要望である道路の早期開通を一番に目指して奮闘した。また、他の補修補強工事でも起こりうる様々な不確定要素が渦巻く中、現場に従事した総ての人間が、共通認識の下、知恵を出し、工事を遂行したおかげで事故無く早期開通を迎える事ができた（図−５）。発注者および工事関係者へ深謝する次第である。

最後に、本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

図−５　完成外観

17

施工計画

東日本大震災により被災した首都高速・大黒ＪＣＴの復旧工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

現場代理人	監理技術者	工場担当
赤 池 武 幸○	林 光 博	亀 子 学
Takeyuki Akaike	Mitsuhiro Hayashi	Manabu Kameko

1．はじめに

神奈川県横浜市鶴見区大黒ふ頭にある首都高速道路の湾岸線と神奈川５号大黒線を結ぶジャンクションである大黒 JCT は、平成23年３月11日に発生した東日本大震災に伴い、横湾90橋脚部と大 P206橋脚部に損傷を受けた（図‒１～３）。

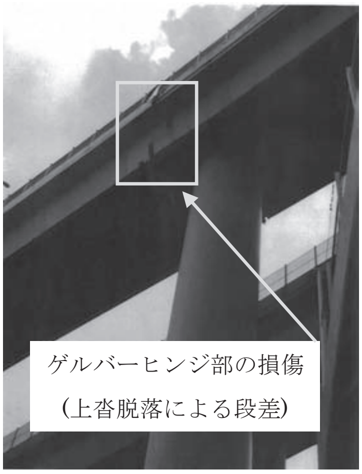
上記損傷橋脚の内、横湾90橋脚部の被害は軽微であり、仮復旧工事の際に復旧を速やかに完了した。しかしながら、大 P206橋脚部の被害は甚大で、仮復旧工事ではベント構築による路線の仮支持までを行い、本復旧工事において被災した鋼桁ブロックの取替えを行うとともに、床版および壁高欄を施工し、復旧工事を完了した。

大 P206橋脚部復旧工事は「仮復旧」と「本復旧」の二段階で行われ、震災から16日後の平成23年３月27日の早朝には仮復旧を、102日後の平成23年６月21日には本復旧を完了した。

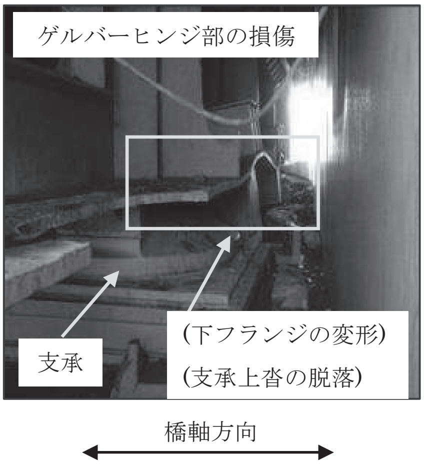
本工事では、その被害を修復するため、被災した鋼桁、支承、床版および壁高欄を部分的に撤去し、旧部材の再利用に加え、新設部材を設置した。

本稿では、本工事の概要について報告する。

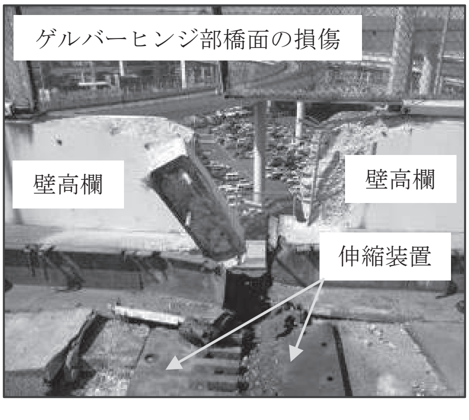
⑴　工 事 名：震災応急復旧工事（その１）
⑵　発 注 者：首都高速道路株式会社
⑶　工事場所：横浜市鶴見区大黒ふ頭
⑷　工　　期：平成23年３月11日～
　　　　　　　平成23年９月30日
⑸　橋梁形式：鋼３径間連続ラーメン箱桁
⑹　橋　　長：167.9m
⑺　支 間 長：62.9m＋50.0m＋55.0m
⑻　架設工法：トラッククレーンベント工法



図‒１　大 P206橋脚被災状況



図‒２　大 P206支点部被災状況



図‒３　大 P206橋面上被災状況

２．現場における問題点

⑴　復旧工事に向けて、まず地震直後の大 P206位置桁下部の現場調査を行う必要があったが、対象箇所は、地上から約40mの高所にあり、一般の高所作業車では対応が不可能であった。

⑵　余震が続く中での損傷した鋼桁等の部分取り替えでは、支点ジャッキアップ案とベント支持案の２案を比較検討したが、支承線上ダイヤフラムは局部座屈しており、ゲルバーヒンジ部にジャッキアップ補強材の設置が不可能と判断されたため、大 P206橋脚近傍の鋼桁健全部をベント支持する案を採用した。しかしながら、ベント支持地盤には地震による液状化の影響が至る所に出ており、ベント設置部の地耐力の確保が急務であった。

⑶　大 P206橋脚ゲルバーヒンジ部の支承は、地震による損傷を受け、上沓が脱落しており、これに伴い損傷した鋼桁の異常変位や変形により路面に大きな段差（図−１～３）が発生していた。

安定性の確保を含めた原形復旧のためには、支承の取り替えが必至であったが、支承の新規製作には時間がかかるため、１日も早い交通解放を可能とする対策を講じる必要があった。

３．工夫・改善点と適用結果

⑴　作業構台付きクレーンによる現場調査

地上から40mの高所での地震直後の桁下現場調査を可能とするため、広い作業構台をクレーンブーム先端に固定した最大70mの高さまで対応可能な当社所有の機械設備（Ｍステージ）を採用した（図−４）。

本設備は、震災当初の現場調査から足場の解体まで多用した。

⑵　大 P206橋脚フーチング上部へのベント設置

軟弱地盤の影響を回避するため、ベント基礎は既設橋脚フーチング面を掘り出し、その上にコンクリートを打設することで、600 t 反力に耐え得る構造とした（図−５）。

ベント支柱は高強度で極厚のパイプベントを採用し、クレーン後方で地組立を行うとともに、ブロック単位で大 P206橋脚の前面に架設することで、早期の交通解放を実現した。

⑶　損傷支承部への仮上沓の設置

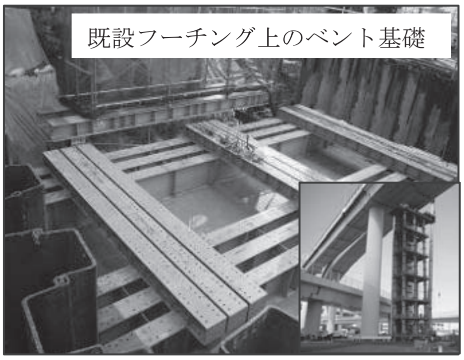
１日も早い交通解放を実現するため、仮受けベント頂部に設置した油圧ジャッキで、損傷した鋼桁をジャッキアップ後、仮上沓据付遊間を確保し、仮上沓を設置した（図−６）。なお、余震に配慮し、仮上沓は死荷重の50％載荷状態にして現場溶接にて固定した。

４．おわりに

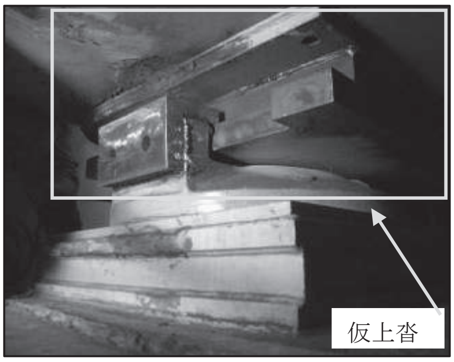
本工事では、１日も早い交通解放を最優先とし、路面段差の解消による仮復旧と最終の原形復旧を目的とした本復旧の２段階施工を実施した。

現時点では、余震と時間との闘いの中で採用した各種対策には多少の改善の余地があるものと思われるものの、今後の同種工事において十分活きるものと考える。

図−４　Ｍステージによる調査



図−５　既設フーチング部ベント基礎



図−６　仮上沓設置状況

施工計画

県道高速名古屋新宝線　東海通工区上部架設工事における合成床版を有する５径間連続２主桁の横取り作業の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック
監理技術者　小原康宜○　Yasunobu Ohara
架設計画課　課長　岡田崇　Takashi Okada

１．はじめに

工事概要

本工事は、名古屋市内を南北に縦断する主要幹線道路である名古屋市道江川線上に鋼桁を架設する工事である。本稿では、昼間車線規制，桁架設及び横取り架設について示す。

⑴　工事名：県道高速名古屋新宝線東海通工区上部架設工事
⑵　発注者：名古屋高速道路公社
⑶　工事場所：名古屋市港区七番町５丁目～港区港明１丁目
⑷　工　　期：平成22年２月23日～平成24年１月16日

２．現場における問題点

市道江川線は、片側２車線の道路であり、施工場所は中央分離帯部分となることから、定位置架設ができない。このため、上下線とも昼間１車線規制を実施し、鋼桁の架設および合成床版の架設を行う条件のもと横取り・降下作業を行う必要があった（図−１、２）。

さらに、横取り・降下作業は、桁下の交通量および沿道住民への騒音対策を考慮し、一時通行止めを行い短時間かつ安全に施工できるよう横取り装置を使用し作業を行う必要があった。

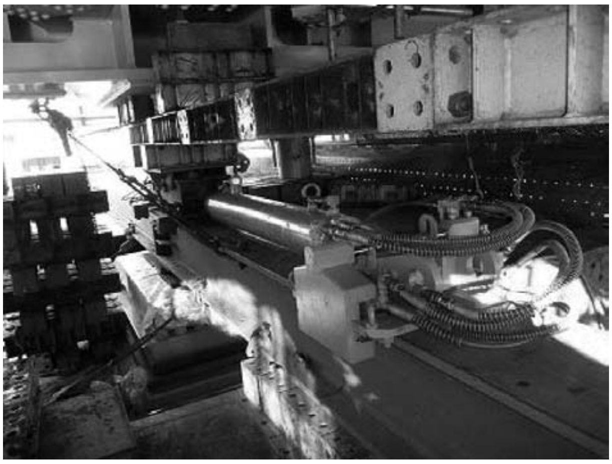
３．工夫・改善点と適用結果

名古屋市内を南北に走る江川線は、東西に走る東海通りと交差し、国道１号及び23号との主要連絡道路であるため、交通規制を伴う架設作業は交通渋滞を緩和するため規制エリアの最小化を考慮した架設ステップ毎の交通規制計画により、一般車両に配慮した架設作業を行うこととした。

また、沿道住民や地元中学校の生活環境にも配慮し、架設工具は低騒音型の工具を使用した施工を行うことにより苦情などのトラブルもなく施工することができた。なお、鋼桁の吊り足場は、解体時の規制回数を低減するため一括吊り下げできるパネル足場を採用した。

合成床版の架設は、足場組立作業終了後に、実

図−１　鋼桁架設状況



図－２　スライドジャッキ設置状況

図－３　横取り専用支保工設置

施し、続けて横取り作業の準備に入った。

横取り作業を実施する際は、支点反力の計算が必要になる。構造上は２主桁で鋼桁そのものが曲線桁となっている。反力の算出には、主桁および縦桁等の重量と合成床版分の重量とパネル足場分の重量および付帯荷重として検査路等の重量を総合計したものを採用した。反力算出には、これらの荷重を横桁で分配する骨組み解析を実施した。

反力の算出結果は、端支点で420kN、中間支点で1350kNであった。これらの反力に相当する横取り作業専用のスライドジャッキを採用した。(図－２)

スライドジャッキ直上に架設用サンドルを設置し、主桁フランジに反力が伝達できる構造とした。

また、主桁Ｇ１とＧ２の横取り反力の不均等を軽減する目的として『主桁間スライドジャッキ拘束梁』を設置した。拘束梁の計画荷重としてＨ鋼の摩擦係数と横取り作業開始時の初動割増しを考慮した荷重に耐える構造とした。

スライドジャッキ直下の横取り軌条梁は、各橋脚の横取り反力に不均等割増しを考慮した荷重に耐える構造とした。この軌条梁は横取り作業の支障にならないように軌条梁補強材は予め、梁の内側に設置する構造とした。軌条梁の支点間隔は桁移動時のたわみ等を考慮して計算結果が2.9mとなったが、施工上は安全を目的として1.5mとした。

橋脚構造は、中間支点で逆π型構造となっており鋼製橋脚の梁部に横取り専用支保工の設置の必要があった。(図－３）横取り作業時には、この支保工に荷重が載荷する状態となるが、桁の移動時には常に荷重が支保工上で変化する。このため、計画時には主桁架設時に採用するベント構造とした。このベントから荷重が載荷される脚内部の荷重分配は、補強の必要性が無いダイヤフラム位置とした。ベント構造の頂部には、高さ700mmのＩ型鋼を採用し、桁架設位置から脚梁部の所定の位置まで横取り作業が施工できるように工夫した。（図－３）

横取り作業の最終実施の前に試験横取りを行った。軌条設備、スライドジャッキ、主桁間拘束梁、横取り専用支保工等の設置やジャッキ操作および作業スペースに問題の無いことを確認した。試験横取り量は、桁下の交通量に支障にならない程度とし、特に問題はなく終えることができた。

横取り作業の最終実施については、交通規制および交差点信号等を考慮した一時通行止めを実施しながら行った。桁移動量の約６ｍを作業開始から終了まで約２時間で問題なく終了することができた。

桁移動後の桁降下量は、危険が伴うため最小限かつ作業時の安全を確保するため1.5mとした。

桁降下作業のジャッキ受け点は主桁WEB直下および支点上横桁の補剛材部とし、鋼重分の反力に基づきジャッキを選定し桁降下作業を実施した。その後、最終の桁降下作業を実施し、所定位置に

桁を据付することができた。

４．おわりに

施工計画書作成時から現場の諸条件、交通規制パターン、横取り設備等の計画に時間をかけ、客先と協議を重ねた結果、大きなトラブルも無く無事故で施工を完了することができた。特に、幹線道路上での架設作業では、交通規制回数を極力減らし、騒音・振動軽減対策を実施することで沿道住民の方々に配慮しながら施工することが肝要と考える。

19

施工計画

既設歩道橋を再利用した側道橋の製作・架設

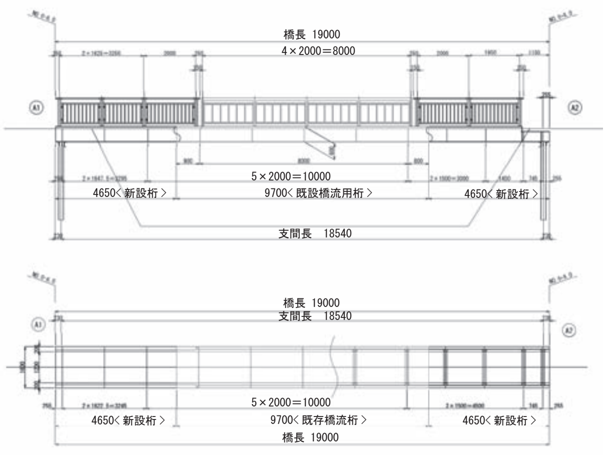
日本橋梁建設土木施工管理技士会
高田機工　株式会社
橋梁工事部工事課主任　　生産管理部生産管理課係長
玉　野　法　廉○　　中　根　　誠
Noriyasu Tamano　　Makoto Nakane

1．はじめに

本橋は一般国道170号の大阪府和泉市下宮町にかかる側道橋である。現在、供用中の神田橋には歩道が無く、地元より通学児童の安全確保が要望され設置されることになった。

本橋は、現橋の神田橋の上流側に暫定的な一般通行用仮橋として、既設歩道橋を再利用して製作、架設を行った（図－1）。本稿では、その製作、架設の概要を報告する。

工 事 名：一般国道170号神田橋側道橋架設工事
発 注 者：大阪府
工　　期：平成22年11月29日～平成23年６月20日
橋梁形式：単純プレートガーダー橋（中路式）
橋　　長：19.000m
有効幅員：1.200m
活 荷 重：群集荷重
鋼　　重：新設桁7.5t 既設歩道桁5.4t



図－1　一般図

既設部材の断面形状を確認し、差異が大きい場合には製作部材に反映させる必要があった。

桁架設には以下の問題があった。
①施工ヤードが狭い。
②雨が降ると槙尾川が増水する。
③右岸の堤防道路は行き止まりのため、迂回路を設けることができない。

2．現場における課題・問題点

既設歩道橋を再利用するために、以下の項目を確認する必要があった。
①鋼材の腐食状況
全体の腐食状況が激しい場合には、歩道橋の再利用を検討する必要があった。
②部材形状

3．対応策と適用結果

既設歩道橋には旧塗膜が残っていたため、腐食により再利用できない状況ではなかった。一部の塗膜を剥離して、孔食等局部的な腐食の有無を確認したが問題なかった。

既設歩道橋の形状を主桁間隔、主桁高さ、通りについて計測した。局部的な変形箇所を除いて、

図−2　仮組立状況

道路橋示方書の仮組立の精度に対する許容誤差を満たしており、問題ないことを確認した。局部的な変形は矯正を行った。

既設歩道橋と取合となる継手部は、既設桁の実測値を反映し、新設桁の製作を行ったため、出来形精度の規格値内に収まった（図−２）。

架設の問題点は、以下に示す対応を行った。

施工ヤードは、クレーン組立、地組立のためのスペースが確保できなかったため、ベントを２基とし、60ｔラフテレーンクレーンを用いた単材架設とした。

槇尾川上流にて降雨があると、河川の水位が２m程度上がり、流速も早くなる。増水によりベントの流失の恐れがあるため、ベントを左岸にて地組しておき、桁架設作業日にベント設置、桁架設、高力ボルト本締、ベント撤去を行い、河川内にベントを設置する期間を１日とした。

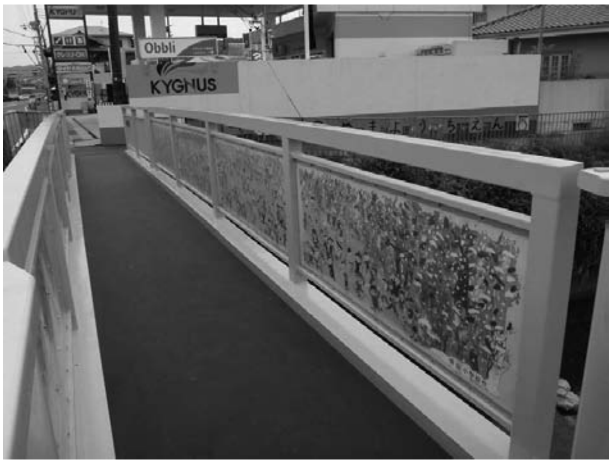
堤防道路の規制は、下部工の施工時に必要となるが、堤防道路の幅員が狭く車両の片側交互通行ができない。民家が近いため、夜間工事も避ける必要がある。しかし、昼間は道路の先に民家、幼稚園、畑、製布工場などがあり、車両の出入りがある。そこで、幼稚園の父母による送り迎えの時間帯や、製布工場の出荷の時間帯には通行止めを一時解放するなどの配慮をし、車両の通行がない曜日・時間帯のみ昼間通行止めを行った。また、規制区間外に駐車場を設け、不測の事態に備えた。

４．おわりに

本橋は小学校の児童の安全を願う地元の方々の要望で設置された。その理念に賛同し、発注者および近隣の小学校、幼稚園と共に記憶に残る橋とすべく、いくつかの企画を提案した。

本橋の塗装色は和泉市立横山幼稚園の園児によって決められた。園児たちが選択した色は目の覚めるようなピンク色であった。結果的に、国道を走行中のドライバーから側道橋の視認性が高く、歩行者がいる可能性を推測させる要因となった。

再利用した歩道橋の高欄には目隠し板が設置できる構造となっていた。８枚の目隠し板のうち６枚を横山小学校の児童全員、１枚を横山幼稚園のみなさんが描いた絵画を設置し（図−３）、残る１枚には本橋が歩道橋から再利用され、製作、架設までの工程写真を設置した。



図−３　完成した側道橋

住民の安全を重んじ、この橋の設置に尽力された方々の思いが、ピンク色の橋の記憶とともに子供たちに残っていてくれることを願う。

20

施工計画

高力ワンサイドボルトを使用した鋼床版箱桁Uリブ補修・補強

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
工事担当者　山　田　秀　美○　Hidemi Yamada
工事担当者　寺　島　太　郎　Tarou Terashima

1．はじめに

新吉野川大橋は16径間連続鋼床版箱桁橋であり、国道11号線が吉野川を横断する所に位置する。本橋は共用開始後40年経過しており、平成23年度定期点検を行った結果、鋼床版箱桁Uリブ突合せ溶接部に疲労き裂が発見された。

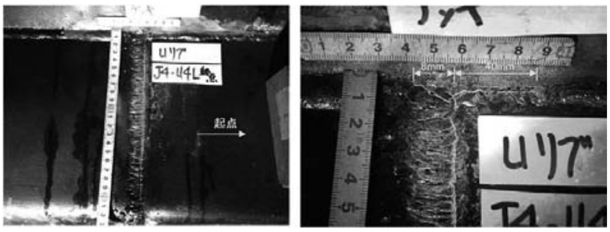
国道11号線は主要幹線道路であるため、緊急対応の必要が有りと判定され、平成24年１月25日に補修設計業務と応急復旧の追加指示を受けた。

本報告は、平成23年度定期点検により発見された疲労き裂の応急復旧工事を行ったものであり、高力ワンサイドボルトを使用して当て板補強を行った事例を報告するものである。

工事概要

⑴　工 事 名：平成23～24年度園瀬川新橋上部工事（吉野川工区）

図−1　新吉野川大橋（下り）



図−2　Uリブき裂 MT 検査

⑵　発 注 者：四国地方整備局

⑶　工事場所：徳島県徳島市東吉野２丁目地先

⑷　工　　期：平成24年１月25日～平成24年３月30日

2．現場における問題点

新吉野川大橋は交通量が非常に多いところであり早期に復旧する必要があった。また、現地を調査した結果、以下のような問題点があった。

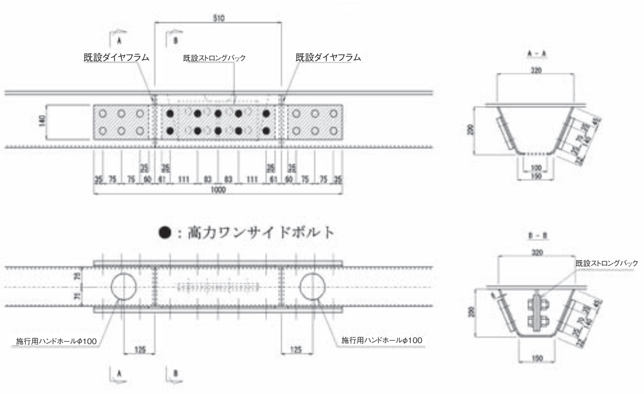
⑴　Uリブ内部にストロングバックと高力ボルトがあり、ハンドホールを追加施工してもUリブ内部からのボルト挿入ができないため、トルシア型高力ボルトによる当て板補強が困難であった。

⑵　補強作業には、塗装剥離、グラインダー作業、ガス切断作業、孔明け作業等を伴うが、箱桁内部での施工であるため、桁内部作業環境に配慮する必要があった。

３．工夫・改善点と適用結果

復旧工事は16径間の内、特に損傷の著しい４径間を実施したが、緊急性と品質・作業環境を考慮し、以下の対策を行った。

⑴　Ｕリブ内のストロングバックと干渉する場所は、高力ワンサイドボルトを採用した。高力ワンサイドボルトはＵリブ外側より挿入し、外側で締め付けが可能なボルトである。よって、ストロングバックがＵリブ内にあってもボルト作業が可能であった。



図−３　当て板補強工（標準部）

図−４　当て板補強工（標準部）

⑵　塗装剥離工や溶接ビード仕上げ・ガス切断作業を同じ径間内で行った場合、粉塵・ガス等の影響で桁内環境が悪化するため、同一径間内で施工しない工程とした。

また塗装剥離では集塵機付きグラインダーを使用して、剥離片の飛散を防止した。

溶接ビード仕上げ・ガス切断作業では、煙・粉塵等の発生が避けられないため、各径間毎に送換気設備を設置し、工事期間中稼働させ、桁内環境の清浄化を図った。

図−５　集塵機付きグラインダー

図−６　送換気設備

以上に示す、工夫・改善を行った結果、４月中旬完了見込みを短縮し、３月末には完工し早期に規制を解除することができた。

４．おわりに

本工事では、高力ワンサイドボルトを適用したが、Ｕリブの疲労き裂補強として有効であると思われる。

今後の高力ワンサイドボルトの適用については、施工箇所・作業空間など十分に検討して、品質確保できるよう改善していくべきと考えます。

21

施工計画

第504工区（福重～石丸）高架橋上下部工（鋼橋）における夜間一括架設計画

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
監理技術者　水　本　泰　章○　Yasuaki Mizumoto
現場代理人　関　　保　Tamotu Seki

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：福岡高速５号線
第504工区(福重～石丸)高架橋上下部工(鋼橋)(鋼上部工)工事

⑵　発 注 者：福岡北九州高速道路公社

⑶　工事場所：福岡市西区福重２丁目～石丸４丁目

⑷　工　　期：平成21年２月４日～平成24年４月30日

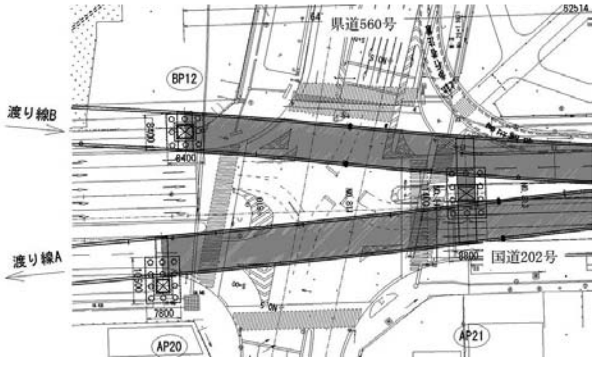
本橋の架設工法は、福岡高速１号線と５号線を結ぶ国道交差点上の鋼桁（架設部材長43m 鋼重70t の鋼床版箱桁）を360t クレーン２台の相吊りにより一括架設する工法である。

2．現場における問題点

①図−１に示すように架設地点は国道202号と県道560号の交差点で夜間通行車両も非常に多く適当な迂回路も確保できないため当初より交差点の全面通行止めを行わない交通規制方法を求められた。

②交通規制により狭くなった交差点内のクレーン据え付け位置には地下埋設(共同溝)があり、この位置を避けての地組桁多軸式運搬台車と２台のクレーンアウトリーガーの配置が困難だった。

③22時～０時はまだ交通量が多いので規制開始時間を遅らせるように警察より指導があった。

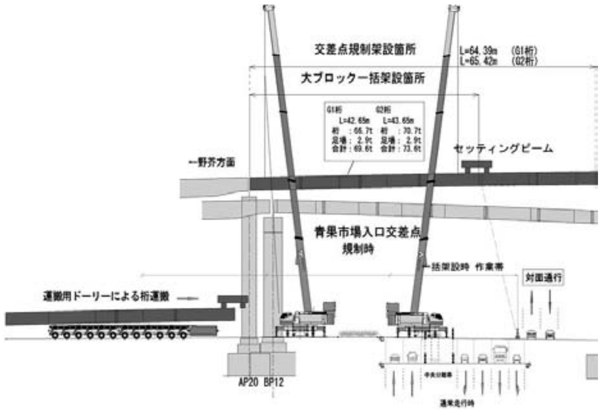


図−１　交差点平面図

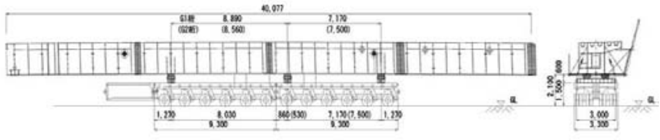
3．工夫・改善点と適用結果

今回の架設工法においては、夜間交通規制時間内に確実に架設完了することを重点に計画を行った。

一括架設に用いる工法は、図−２のような多軸



図−２　架設図



図−3　多軸式運搬台車積み込み図

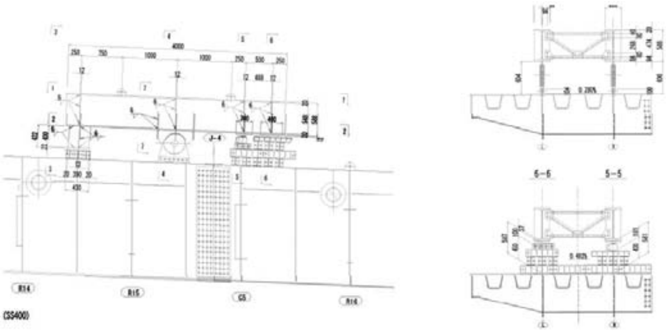
図−4　多軸式運搬台車運搬状況

式運搬台車により地組ヤードから架設地点まで桁を運搬し360t 吊りクレーン２台による相吊り架設とした。

桁積み込み時はクレーンを使用せず多軸式運搬台車が地組桁下に入り、本体の油圧ジャッキにより積み込んだ。図−３・４のように桁下高さを地盤面より2.1m とし、足場を組み立て設置後架設した。運搬台車に桁を積み込む作業は昼間作業にて行い、台車をヤード内に待機させることにより夜間作業時間の短縮を図った。

架設時の規制方法としては、東西、南北の各車線を１車線に絞り対面通行とし交差点の全面通行止めを行わず作業エリアを確保した。埋設物上からクレーンアウトリーガーを避けてクレーン配置を計画したが、アウトリーガー荷重が埋設物に影響する箇所については厚さ50mm の敷き鉄板と覆鋼板との併用で埋設物に作用する荷重を低減させることにより対応した。架設完了後、埋設物に損傷のないことを確認した。

夜間規制については事前広報をラジオ放送・公社ホームページ・横断幕・工事看板等にて周知を行い、当夜の交通量の減少を図った。



図−５　セッテングビーム図

図−６　セッテングビーム設置状況

また、１夜間にて架設を完了し、翌朝６時からの交通開放を確実に行うため、桁添接部にセッテングビームを設置し、仕口の添接を時間内に完了させた。

４．おわりに

今回の一括架設は、交通規制時間内に無事に架設完了する事ができた。大型クレーン２台および多軸式運搬台車を狭い交差点内に配置する必要があったため、交通規制の切り替えに非常に苦慮した。

交差点上の大ブロック架設では、交通規制計画が主な作業となるため規制協議の開始は余裕を持って開始する必要がある。

実作業においては各作業時間の把握、時間短縮の工夫、各作業ごとに発生する問題を予想し対処方法を事前準備することが必要である。

施工計画

1 Box 鋼床版箱桁の100m送出し架設

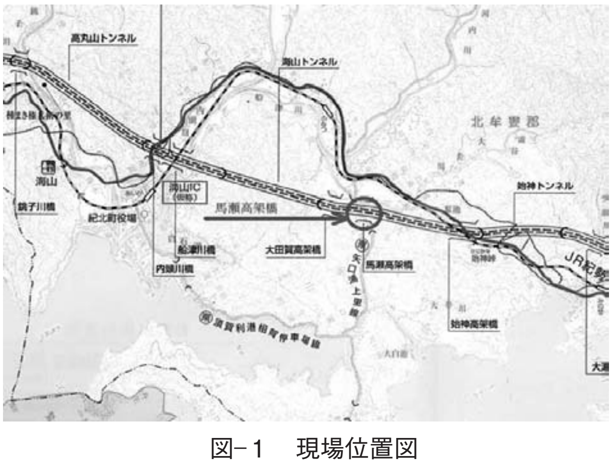
日本橋梁建設土木施工管理技士会
日本車輌製造株式会社　輸機・インフラ本部工事部
監理技術者　現場主任
伊　藤　昌　記○　日　比　智　雄
Masaki Ito　Tomoo Hibi

1．はじめに

本橋の架橋場所である三重県南部の紀北町は海側を熊野灘、背後は山林に挟まれたリアス式海岸を有しており、唯一の道路交通である国道42号は、台風・大雨により度々通行規制となり、その都度陸の孤島となる地域である。近畿自動車道紀勢線は、国道42号に併行する高規格幹線道路であり、広域ネットワークの構築、災害に強い道路機能の確保、地域活性化の支援、緊急医療活動の支援等を目的として計画されているもので、馬瀬高架橋は海山 IC 西部の内陸部に架かるものである。

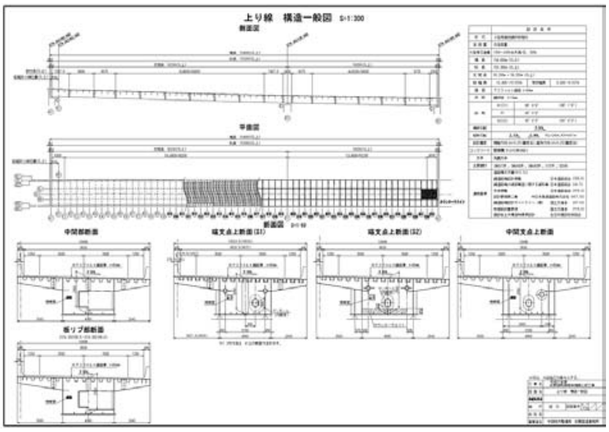
工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度　紀勢線馬瀬高架橋鋼上部工事



図−1　現場位置図

⑵　発 注 者：国土交通省　中部地方整備局
⑶　工事場所：三重県北牟婁郡紀北町海山区馬瀬
⑷　工　　期：平成21年９月10日～平成24年５月31日
⑸　形　　式：２径間連続鋼床版箱桁
⑹　橋　　長：154.000m（CL 上）
⑺　支 間 長：93.200m＋59.200m（CL 上）
⑻　有効幅員：9.500m
⑼　製作重量：758t



図−2　構造一般図

2．本工事における課題

架橋場所の状況は、Ａ１～Ｐ１間の高架橋下は“コムラサキ”等の希少植物が自生する“馬瀬湿原”であり、Ｐ１～Ａ２間には、海沿いの知浦集落と国道42号を結ぶ県道734号があるため、本橋の受注時における架設工法は、２径間を送り出す

工法であった。しかし、受注時から下記の大幅な構造変更があり、再設計をすることとなり、工程が約１年遅れることとなった。

①鋼床版の板厚が最小板厚12mmから16mmに変更。

②鋼床版部の接合が高力ボルトから現場溶接に変更。

③有効幅員が8.75m から9.5m に変更。

また、架設時期が１年遅れたことにより、高架橋側道部の市道が先に完成し、P１～A２間の県道の迂回が可能になった。これらの条件を踏まえ、客先より架設工程の短縮を強く要望された。

３．対応策と適用結果

〔対応策〕

客先と協議の結果、高架橋側道を迂回路とし、P１～A２間の高架橋下の県道を通行止め可能なことから、P１～A２間をトラッククレーンベント工法で架設し、その先行架設したP１～A２間の桁上を送出す工法を採用した。(図−３参照)

〔適用結果〕

架設工法を変更することにより、県道交通を阻害することなく、A１～P１及びP１～A２間のラップ可能な工程を極力同時施工とし、当初の架設工法に較べ工程を約２ヶ月短縮した。さらに工費についても約10%削減することが出来た。また、先行して架設したP１～A２間と送出し架設したA１～P１間をJ11においてモーメント連結した。

【施工フロー】

STEP1
P1～A2 間　桁架設
P1～A2 間　高力ボルト本締

↓

STEP2
A1～P1 間　送出し桁組立

↓

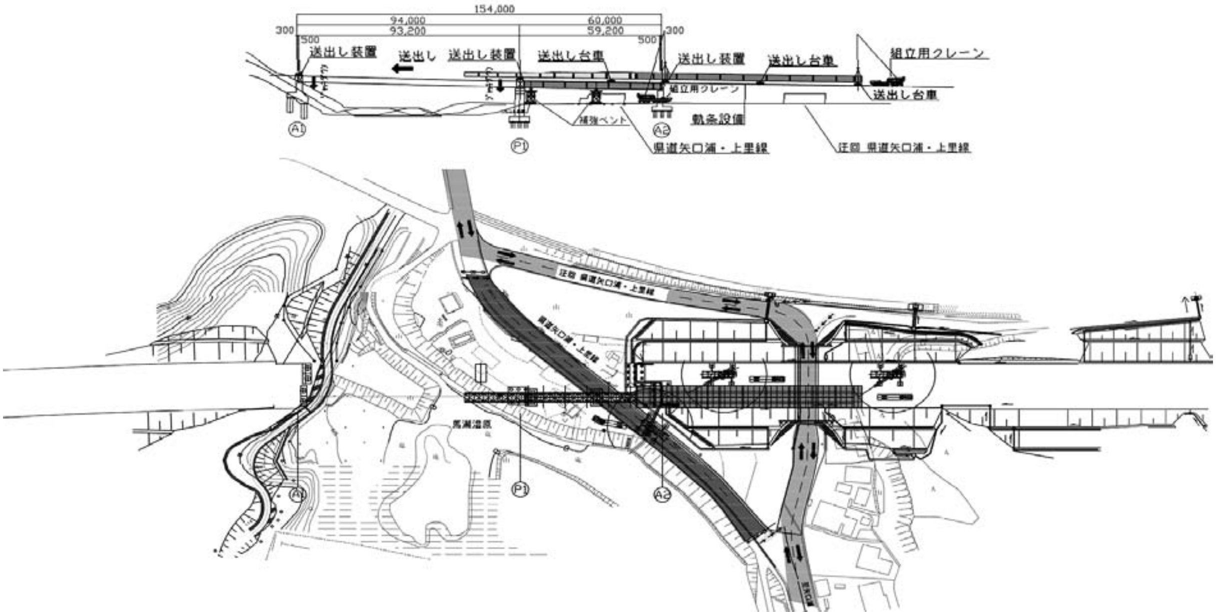
STEP3
手延べ機・連結構組立

↓

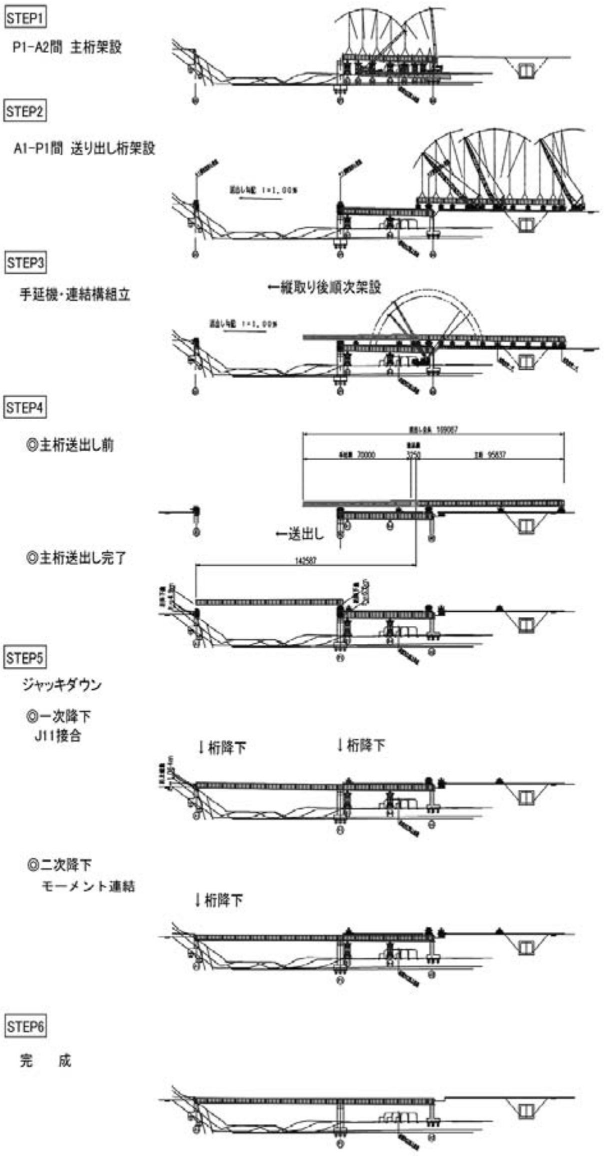
STEP4
A1～P1 間　送出し
手延べ機・連結構解体

↓

STEP5
A1～P1 間　一次桁降下・J11 接合
A1～A2 間　二次桁降下



図−３



図−４

この際、桁形状の調整（支点高さ、たわみ角）を行った結果、架設キャンバー誤差を最大13mm（規格値の20％）に抑えることが出来た。

図−５　送出し架設状況

図−６　施工完了状況

４．おわりに

今回の工事において、様々な受注時からの条件変更に対し、客先と協議を繰り返し行った結果、工期及び工費を削減し、送出し支間94mの大型鋼床版箱桁の送出しを安全に施工することが出来た。これは、施工に際しご協力頂きました関係者各位のお蔭であり、紙面をお借りしてお礼を申し上げます。

現場の状態に対する材料の選定と他工事との工程管理への対応について

静岡県土木施工管理技士会
株式会社　遠興　建設部
原　田　真　樹
Masaki Harada

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成23年度　経営体育成基盤整備大渕地区用水路４工事

⑵　発 注 者：静岡県中遠農林事務所

⑶　工事場所：静岡県掛川市大渕

⑷　工　　期：平成23年９月６日～平成24年２月24日

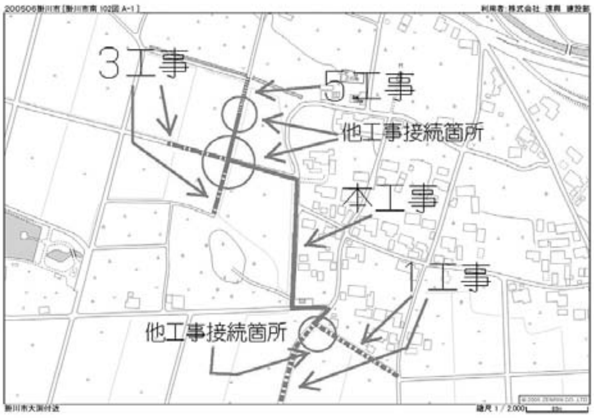
管体工　硬質塩化ビニル管 VUφ600を土被り H＝1200に路線延長　L＝311.6m埋設する工事であった。

工事名で４工事となっているが、周辺に別工事が１～３、５工事と点在しており、本工事はパイプライン工事の幹線に位置しており、本工事に対して１工事、３工事、５工事が接続するような設計になっていた。

2．現場における問題点

「1.はじめに」でもふれたが、本工事は幹線を形成しており、本工事の施工に対して１工事、３工事、５工事が接続し、また１工事に２工事が接続するという設計になっており、工事同士が隣接していた。

本工事区間は、隣接する他工事との調整を行うとともに、早急な着工、完成を行わなければならなかった。



図−１　大渕工区　位置図

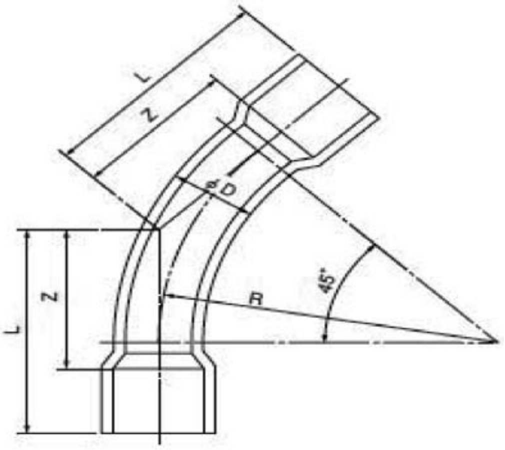
しかし工事着工するための資材が、塩ビ管 VUφ600直管、および曲管、鋳鉄製の異形管など特殊部品が多く、部材によっては製作に最短２ヶ月ほどかかることが判明し、その間は施工が出来ないことが判明した。

また施工道路が３ｍと狭く、取り寄せた製品の寸法図面では、現地で施工できない可能性があり、早急な現地測量と材料の選定をする必要があった。

3．工夫・改善点と適用結果

最初に各工事担当に、こちらの製品の納期とその理由を説明し、最短着工日を伝達し了承を得た。

図−２を見てもらえるとわかるが、製品の寸法

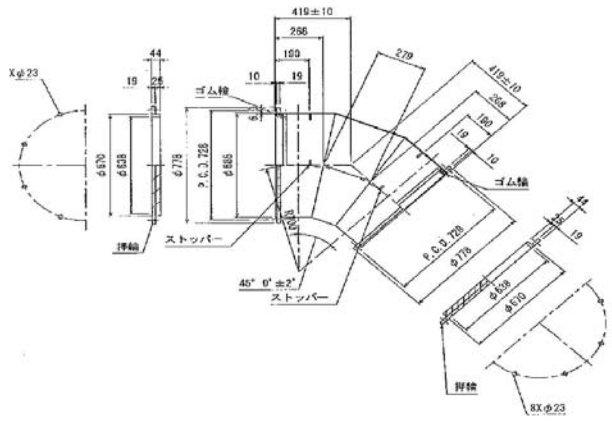


単位：mm

呼び径	D	L	Z		R
	参考寸法	参考寸法	基本寸法	許容差	参考寸法
200	216.0	600	400	±20	700
250	267.0	750	500	±25	1000
300	318.0	900	600	±30	1200
350	370.0	1050	700	±35	1400
400	420.0	1200	800	±40	1700
450	470.0	1350	900	±45	1900
500	520.0	1500	1000	±50	2100

注）1．Dの許容差は±９%とする。
　　2．使用原管は、JIS K 6741 の VU 管を使用する。

図−２　塩ビ曲管　承認図



図−３　鋳鉄製曲管　承認図

が３mを超えることが判明し、現地で製品が施工できるかどうか確認を行った。

複数個の製品を同じ場所で使用する箇所が複数あり、また１箇所につき施工範囲が10mほどになるという結論から本工事では使用できないという結論に至った。

その時点ですでに２週間が経過しており、製品の納入が当初の計画に間に合わないと判断し、図−２と同等品以上で、なおかつ納期が短縮できる製品を模索した。

その結果、納期が約１ヶ月に短縮でき、なおかつ図−２の製品と同等以上の製品として図−３のものを使用する案があがった。

早速現地測量を行なったが、製品がコンパクトになったため、問題なく施工できるという結論に至り、また納期も当初の予定よりも２週間ほど短縮できるということで採用にいたった。

この結果、着手予定が11月の15〜20日前後だったものが、11月７日に着工でき、１工事着工11月10日、３工事着工12月１日、５工事着工12月12日とすることが出来た。

なお、本工事は12月11日に現場完成、１工事は１月13日、３工事は１月18日、５工事は12月25日にそれぞれ現場完成を迎えている。

４．おわりに

当初設計で計上されていた製品を使用すると現地で施工できない場合、また近接工事との調整、早急な着工、完成が必要になった場合、設計にこだわらず、同等品以上の製品をすぐさま使用することを提案し、施工できたことがよかった。

また今回の工事では近接工事施工業者が、地元業者ということもあり連絡を密にでき、また打ち合わせ等も遠方に行くこともなく行えたため、時間のロスも少なく工程に支障が出るようなトラブルもなかったことが非常に大きなウエイトをしめていた。

地元業者が施工することにより、地質や現場条件、地元との折衝など多岐にわたりスムーズに行えたことが今報告に表れていると思う。

24

工程管理

津軽ダム送水管取水塔埋設部据付工程短縮における施工方法の検討と対策

社団法人高知県土木施工管理技士会
西田鉄工株式会社
主任技術者
佐　藤　祐　一○　　富　澤　直　樹　　高　山　直　樹
Yuichi Sato　　Naoki Tomisawa　　Naoki Takayama

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：津軽ダム本体建設（第１期）工事
⑵　発 注 者：国土交通省東北地方整備局長
⑶　工事場所：青森県中津軽郡西目屋村藤川地内
⑷　工　　期：平成20年10月６日～
　　　　　　　平成25年３月19日

工事内容

本工事は、１級河川岩木川の目屋ダムの60m下流（ダム軸間）に津軽ダムを建設するものである。目屋ダムは昭和35年の完成から半世紀の間にダムの計画を超える洪水が21回発生し、２年に１回の割合で水不足が生じていることから再開発が必要となった。津軽ダム完成後、総貯水量は目屋ダムの3.6倍、ダム高さは97.2mとなる。今回施工した、上澄取水設備である清水バイパス送水管（φ1800m/m・管延長　約50m）は、ダム下流への低温・濁水放流を軽減し、湖内表層のきれいな水を下流へ放流し、かんがい用水を確保するための重要な設備である。

図－１　完成写真

2．現場における問題点

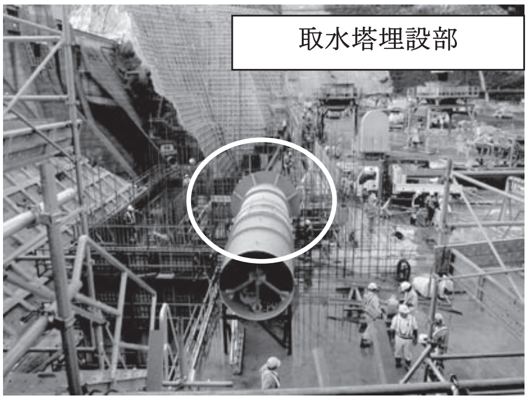
RCD 工法による堤体コンクリート打設が約１週間のサイクル（打設→グリーンカット→鉄筋組立→型枠組立→打設前清掃→打設前検査→打設）の中で取水塔側壁に埋設される送水管の据付工程の短縮を図るのが最大の問題であった。

また、送水管据付は、取水塔の側壁厚さが3500mm という狭隘部での作業であり本体工事の上記サイクルのなかで混在作業であった。

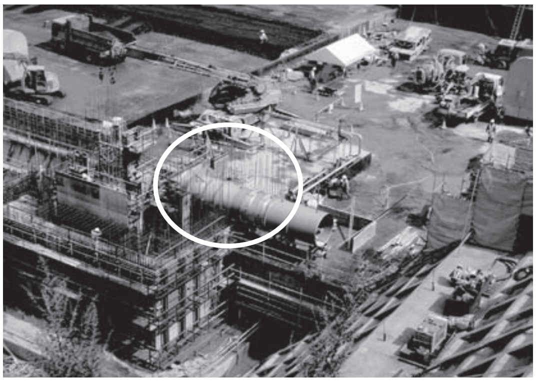
据付工程は、当初（送水管３本分)、約12日間（基準点位置出し→基準点立会確認→送水管据付→管肌合せ２箇所→溶接前段階確認→継手溶接２箇所→放射線透過検査→溶接後段階確認）必要と考えていたが、コンクリート打設サイクルを考慮すると約５日間での据付完了が必要であり、７日間の短縮が必要となった。

3．工夫・改善点と適用結果

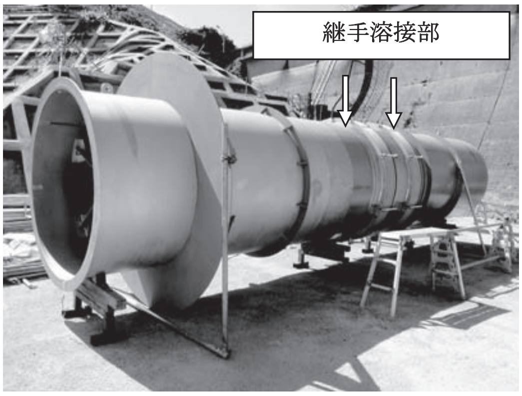
据付施工においてもっとも時間を要する作業は、継手現地溶接であった。その工程短縮を図るため、一部の継手を工場溶接することを検討し、その結果以下の項目が課題となった。



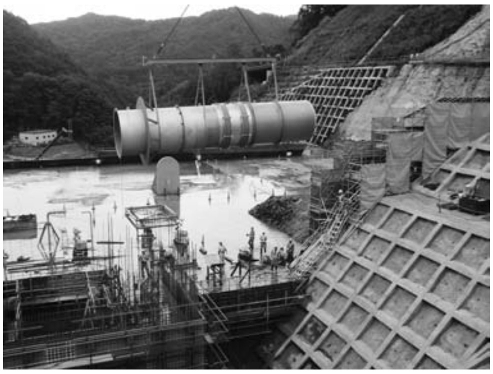
図−２　埋設部写真



図−３　埋設部写真



図−４　一体化した送水管



図−５　吊込作業（天秤使用）

⑴　接合した管の輸送は可能か。
⑵　現場据付時の吊込方法（クレーン能力）に問題はないか。
⑶　吊込時の管継手部の座屈・変形に対して安全か。

上記の課題に関して、下記の対策を行った。

⑴′輸送方法については３本接合しての輸送が可能であることを確認した。
⑵′当初計画では220t オールテレンクレーンを予定していたが、作業半径の能力が不足していた。送水管の据付方法について、ケーブルクレーンにて堤体に搬入し、25t ホイールクレーンによる据付の検討も行ったが、堤体コンクリート打設が最優先でケーブルクレーンの調整が困難であったため400t オールテレンクレーンを採用することとした。
⑶′継手溶接部の座屈・変形防止のため吊込用治具材（天秤）を使用することとした。

上記により継手部の工場溶接を行い現場に３本を一体化して搬入し据付を行った。

⑴′〜⑶′を実施することにより（基準点位置出し→基準点立会確認→送水管据付→据付後立会確認)、12日間要する据付工程が５日間となり７日間の工程短縮ができた。

また、工場で溶接することにより溶接品質が向上した。

４．おわりに

当初計画は220t オールテレンクレーンで据付を行う計画であったが、施工条件が不明確であり、工場製作時に分割方法の検討ができなかった。

よって分割搬入が可能な管形状にて工場製作を行っていたことで、据付工程短縮を図ることができたことが最大の成果ではないかと考える反面、反省としては、工場製作時における現場の施工条件をもう少し具体化できていれば、コスト削減にも繋がったのではないかと考える。

今回の課題および対策は、今後の工事でも活かすことのできる内容であるので、事前検討を確実に行い、積極的に採用していきたい。

25

工程管理

現場における工程管理の工夫について

香川県土木施工管理技士会
株式会社大下組
工務主任
角　谷　雅　臣
Masami Kakutani

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：（地域自主戦略交付金）高松港
港湾海岸老朽化対策工事
（弦打地区）（護岸工）

⑵　発 注 者：香川県高松土木事務所都市港湾課

⑶　工事場所：香川県高松市郷東町

⑷　工　　期：平成24年３月28日～
平成24年９月28日

2．現場における問題点

工事現場は、瀬戸内海に面し、本津川（２級河川）の河口であり、老朽化した護岸を改修する目的の工事であった。問題点として、現場周辺は漁業及び養殖が盛んな地域であり、現場地域に適した工程内での施工（５月～８月）が必要である。

しかし、本工事を工程内に施工するには、工程短縮の必要があった為、下記の順で施工を行った。なお、※１基礎捨石※２上部工で工夫を行い工程短縮を行った。

施工順及び日数（実際の日数）

①磁器探査　　　約３日
②床堀・石撤去　約７日
③基礎捨石　　　約20日　※１
④ブロック据付　約30日
⑤構造物取壊　　約10日
⑥上部工　　　　約50日　※２

４ヶ月で施工完了した。

3．工夫・改善点と適用結果

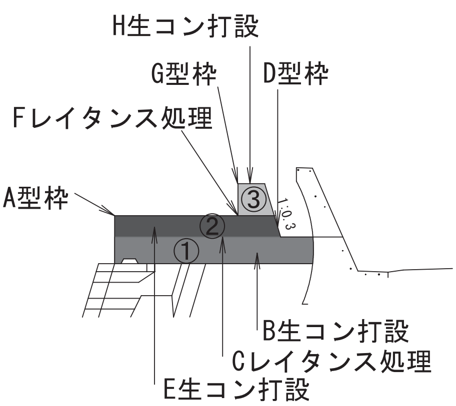
工程は※１基礎捨石※２上部工で大きく短縮する必要があり、下記の様に施工を行いました。

※１基礎捨石

施工工程①～③は、すべて完了しなくては次工程に進めないクリティカルになっていた。その中でも基礎捨石の日数が多くかつ基礎捨て石均し作業が、１船団（潜水士船）40日程度かかると予想されたので２船団（潜水士船）で作業を行い、施工量が２倍になり施工日数を約半分に工程短縮を図った。

※２　上部工施工

当初施工順の施工順及び施工日数の検証を行った。



図－１　当初施工断面図

A　型枠組立（1.5日約20m）②のコンクリートまでの組立てを行います。
B　生コン打設（1.0日）②コンクリートの面には、打継ぎ目処置を行いその外側は仕上げ施工を行う。
C　①コンクリート面のレイタンス処理(1.0日)
D　②コンクリートの型枠組立て1：0.3の法面型枠のため施工が容易ではない。(2.5日)
E　②生コン打設（1.0日）③コンクリートの面には、打継ぎ目処置を行いそれ以外は仕上げ施工を行う。
F　①コンクリート面のレイタンス処理(1.0日)
G　③コンクリート型枠組立て（1.0日）
H　③生コン打設（1.0日）
I　脱枠清掃（1.5日）

上記の工程では20m当り10日かかりL＝160mでは施工日数が80日なる。上部工の施工に工期の半分以上かかれば工期超過の恐れがあった。

このことから上部工は重力式構造の為コンクリート打ち継ぎ目を変更し、工期短縮の施工順を変更した。

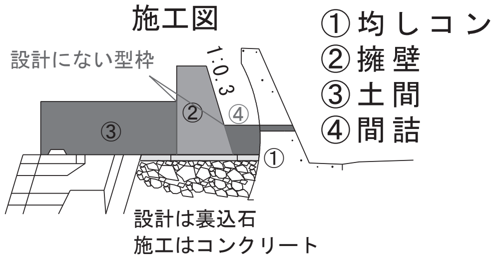


図-2　施工図

A　均しコンクリート施工（0.5日）
B　③②型枠組立（2.0日）
C　②生コン打設（0.75日）
D　③型枠組立（0.5日）
E　②脱枠海側（0.5日）
F　③生コン打設（1.0日）
G　②脱枠陸側（0.5日）
H　④型枠生コン打設（0.5日）
I　③脱枠清掃（0.5日）

全延長L＝160m　20m当り6.75日　計54日
と工期短縮が図れる。

結果
※1では施工量が2倍になり施工日数を約半分に工程短縮を図った。
※2上部工施工順の工夫の利点は、①レイタンス処理による水質汚濁がない。②型枠施工が容易なため工程が短い。③コンクリートの養生が容易で養生期間の養生が出来た。④コンクリートの打継ぎ目が鉛直の為打ち継ぎ目がきれいに施工できた。⑤コンクリートの養生も分割してでき容易であった。問題点としては、①当初設計にない均しコンクリートの施工で経費がかかった。②当初設計に無い型枠施工が必要になり(②擁壁型枠）経費がかかった。

図-3　施工状況

図-4　工事完成写真

4．おわりに

今回の工事においては、工期・周辺環境等に配慮して工事をする必要があったが、安全に予定工期内での工事完成に至りました。工事全体を見れば、工程短縮に経費がかかり経済性で厳しかった事が、今後の課題になった。

26

工程管理

既設橋の拡幅工事における工程短縮について

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
監理技術者・現場代理人　星　紀　光○　Norimitsu Hoshi
工事主任　岡　川　秀　明　Hideaki Okagawa

１．はじめに

船穂橋は、岡山県倉敷市船穂町船穂地先において高梁川を跨ぐ橋梁であり、本工事は、県道倉敷笠岡線（県道60号線）と県道下原船穂線（県道279号線）が交差するＡ２橋台部分の橋梁巻き込み部の拡幅工事を行うものである。

工事概要

⑴　工 事 名：公共　道路工事（橋梁拡幅）
⑵　発 注 者：岡山県備中県民局
⑶　工事場所：岡山県倉敷市船穂町船穂地先
⑷　工　　期：平成23年12月16日～
　　　　　　　平成24年３月30日
⑸　橋梁諸元：
　形　　式：３径間連続非合成箱桁橋
　橋　　長：552.000m（CL 上）
　桁　　長：183.700m×３連
　支 間 長：３@61.000m×３連
　有効幅員：9.750m～13.792m
⑹　工事内容：

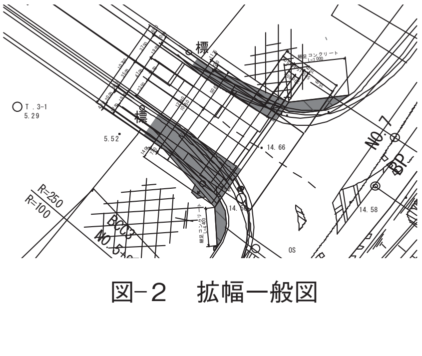
枝桁交換	１式	高欄交換	21.7m
支　　承	２基	伸縮装置	7.2m
排水装置	１式	床版拡幅	１式
桁現場塗装	１式	As 舗装	43㎡
照明設備	１式		

船穂橋横の交差点は、平日においては、朝晩の通勤時のラッシュによる渋滞と、休日においては倉敷市内への買い物客により、慢性的な渋滞に悩

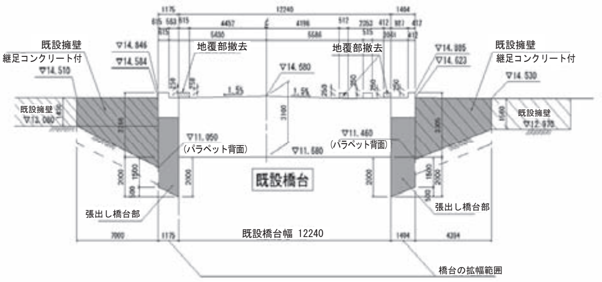
図−１　着手前

まされていた。そのため、交差点前の船穂橋の端部を拡幅し、渋滞を緩和させる工事である。

施工要領は、拡幅部分の既設のアスファルト舗装および鉄筋コンクリート床版を撤去し、枝桁を追加する。枝桁の追加のために、橋台の改造を事前に行う。枝桁追加後、拡幅した床版を施工するために、型枠を設置し、既設の鉄筋と新規の鉄筋をつなぎ合わせ、コンクリートの打設を行う。高欄は、床版撤去前に部分撤去し、床版施工後に新規部分の設置を行う。伸縮装置も部分撤去後、床版施工時に新規部分の設置を行う。排水装置、照明装置を施工し、橋面のアスファルト舗装を行う。河川内においては、橋台施工のために、盛土を行い、施工後に撤去を行う。施工は、片側１車線規



図−２　拡幅一般図



図−３　拡幅部断面図

制を予定していたが、渋滞の発生時間帯を避けての施工となり、工程的にも厳しいものとなる。

２．現場における問題点

⑴　交通規制時の車線確保問題

片側１車線規制による施工を予定していたが、平日は、朝夕の通勤車により橋上一杯で交通渋滞が発生し、また、休日には倉敷市内への買い物客の交通量が終日多いため、車線を規制しての施工は断念せざるを得なかった。

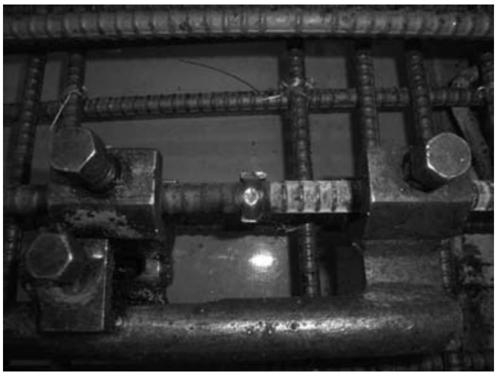
⑵　工程の短縮

工事着手前に、交通規制協議および作業ヤード近隣の地元企業施設に対する協議等が行われ、早期の渋滞解消を図るため、実質約60日に短縮した工程での施工を余儀なくされた。

３．工夫・改善点と適用結果

⑴　交通規制時の車線確保に対して

車線規制を行うことが出来ないため路肩規制での施工を実現する必要があった。そのため、床版のはつり幅を最小とするために、床版鉄筋の継手方法を当初設計の重ね継手から変更し、新NT工法を採用した。新NT工法は、継手スリーブ



図−４　新NT工法による鉄筋継手

図−５　交通規制

を使用した半自動炭酸ガスアーク溶接による鉄筋の突き合わせ溶接継手工法であり、従来の重ね継手で必要としたラップ長320mmを省略できた。

これにより床版コンクリートのはつり断面を最小とすることができ、路肩規制のみにより工事を行うことで、片側１車線を確保することができた。

⑵　工程の短縮

前述した新NT工法の採用により、路肩規制のみで両車線を確保し、上下線同時に施工を行なうことができた。また、橋梁上部工・下部工ともにコンクリート配合を早強コンクリートに変更し、養生期間の短縮を図り工期を短縮した。

図−６　完　　成

４．おわりに

厳しい工程の中、関係各機関・協力会社各社の協力により、当初工程をさらに10日間短縮して工期内に無事に完了することができた。今回の施工を今後の補修、改修工事の現場管理に活かしていきたいと考えている。

27

品質管理

ブリーディング発生を抑制したモルタル打設

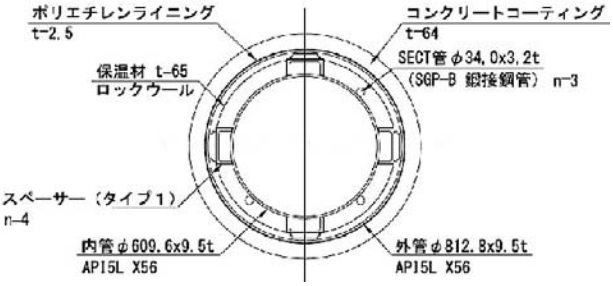
東京土木施工管理技士会
大成建設株式会社
工事課長
吉　川　幸　夫
Yukio　Yoshikawa

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：小名浜海底配管増設工事
⑵　発 注 者：小名浜石油株式会社
⑶　工事場所：福島県いわき市
⑷　工　　期：平成21年９月１日～
　　　　　　　平成25年12月25日

小名浜海底配管増設工事では、800Ａの海底配管を延長Ｌ＝約1.6km 敷設する。海底配管は、陸上架台から海底に向かいワイヤーで曳きだすが、この時に、配管の内側は空洞であるため、そのままでは浮き上がってしまう。そこで、浮上り防止用のモルタルコーティング（コンクリートコーティング、厚みｔ＝64mm）を実施した。



図−１　コーティングの断面

2．現場における問題点

過去にも同様な工事があるが、コンクリートコーティングが行われていた。しかし、今回の施工では、次の条件が求められた。

・ブリーディングによる空隙防止
　ブリーディング率1.0％以下
・浮き上り防止のための単位容積重量の安定
　$\gamma c = 2.18 \sim 2.22\ t/m^3$
・円形の型枠狭小部への充填性
　ｔ＝64ｍｍへの打設

上記、条件の背景は、海底配管に巻きたてられるモルタルが分離し水が出る場合、そこが空隙となりクラックの原因となるからである。

また、単位容積重量がバラツキ、軽ければ浮き上りのリスクが高まり、重ければ曳航するときのウインチ能力のアップとコストの問題が生じる。そして、夏場の狭小部への充填は、短時間に連続打設しなければ、コールドジョイントなど不具合の原因となる。

3．工夫・改善点と適用結果

一般にブリーディング防止の目的であれば、高流動モルタルやノンブリーディングモルタルが商品開発されている。しかし、コストを抑えブリーディングを抑制する効果を得るため、混和材として石灰石微粉末の混入を検討してみた。数種のコンクリート配合も含め、通常の１：３モルタルに、石灰石微粉末を配合した材料について試験練りし

た結果、表−１の配合に決まった。

石灰石微粉末（ブレーン値7550cm^2/ｇ）の混入で保水性を向上させ、ブリーディング率の低減、モルタルの砂と水の分離防止（流動性の確保）、そして単位容積重量の安定性を図ることができる。

表−１　配合表

モルタル配合表（kg/m^3）				
セメント	混和材	水	細骨材	混和剤
480	80	290	1360	4.8

結果、全打期間においてブリーディング率（図−２参照、ポリエチレン袋法　JSCE-F　522-2007により）を0.5％以下とすることができた。型枠内にブリーディングによる水たまり空隙が生じた場合、そこが弱点となり陥没するリスクがある。

今回は、ブリーディングを抑制することができ、陥没によるクラックは認められなかった。

モルタルの単位容積重量は、非常に安定していて、γc ＝2.20〜2.21ｔ/m^{3}でその差は0.5％以下であった。今回の打設はスクイーズ式ポンプ車での打設であったが石灰石微粉末の混入で、材料分離することなく、良好な流動性も確保でき打設時間も所定時間内に完了することができた。

図−２　品質管理試験

打設は、円形鋼製型枠（図−３参照）の上部に30cmの開口部を設け、上部にコンクリートホースを配置し連続打設を行った。追いかけ、左官仕上げを２回行うが、どちらにおいても著しい表面水は確認されておらず（図−４参照）、ブリーディ

図−３　打設状況

図−４　流動性と仕上げ表面

ング水が少ない状況が実打設にて確認できた。

４．おわりに

今回の施工では、仕上げ面にブリーディング水が溜まることがなく、内部の陥没も発生させずに海底配管のコンクリートコーディングを完了することができた。配管の単位容積重量も浮き上りに対して安全が確保され、曳航作業では、浮き上がることなく無事完了できた。

モルタルは、品質管理の試験方法が一般化されておらず、実施工ではモルタルの硬さにより、打設時間と充填性に苦労した。モルタルの品質管理基準とワーカビリティーの関係は存在しないが、コーンスランプ（φ80㎜、H＝80mm）を指標とし、SL＝40〜50ｍｍの時の施工状態が良かった。

上記については、考察の範囲であるため、実施に当たっては、個々の条件を再度検討する必要がある。今後、多量のモルタルを打設する機会があれば、上記対策についても試験施工を行いより良い品質管理に寄与したい。

28

品質管理

埋設情報管路の品質確保

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社

梅　田　誠　二
Seiji Umeda

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：宮崎10号北川第一トンネル
　　　　　　監査路設置外工事

⑵　発 注 者：九州地方整備局延岡河川国道事務所

⑶　工事場所：宮崎県延岡市北川町長井地内

⑷　工　　期：平成23年12月14日～
　　　　　　平成24年６月29日

高規格幹線道路網の一環として計画された宮崎10号において、トンネル３本（L＝630m, L＝479m, L＝245m）の路床盛土・監査路・情報管路及び、各トンネル間明かり部（L＝108m, L＝463m, L＝85m）の情報管路の設置工事であり、情報管路がメインの工事だった。

2．現場における問題点

地中埋設式の情報管路と、橋梁部の剛性防護柵（壁高欄）とのすりつけ部において、当初はプルボックスにて接続の計画だったが、供用開始後の車両の接触事故等による破損が考えられたため、発注者よりコンクリートで保護するよう指示があり、計画図よりのスタートとなった。

3．工夫・改善点と適用結果

剛性防護柵内の縦４条（φ50）の情報管路を横

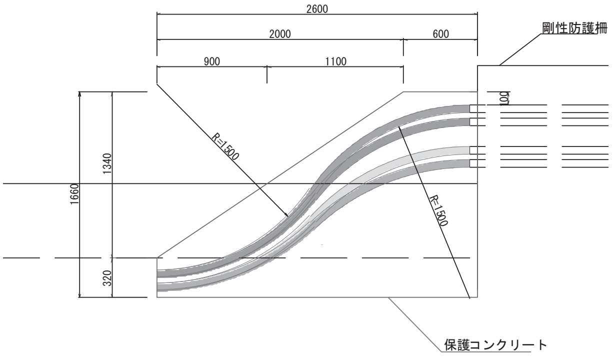


図１－１　側面図

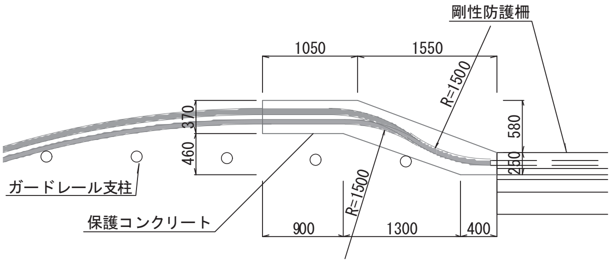


図１－２　平面図

４条に保護コンクリート内で並べ換えを行うもので、ガードレールの設置も考慮し平面的にも曲げる必要があった。

管路の曲げ寸法をR＝10mに設定し、計画図面で発注者と打ち合わせを行ったが、保護コンクリートの延長が７mほどになり、強度的に不安があるため、延長を縮めての再検討となった。

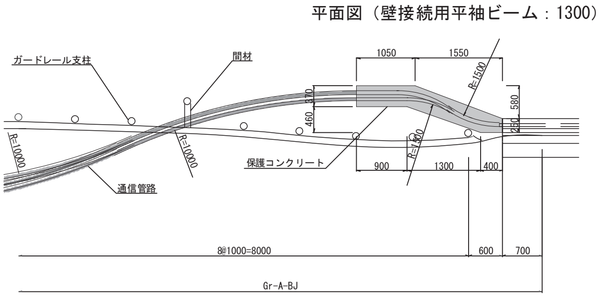
管路曲げ半径R＝１m・1.5m・２mでマンドレル通過試験を行った結果、通過する最小半径が1.5mであり、それで計画した場合保護コンク

図－２

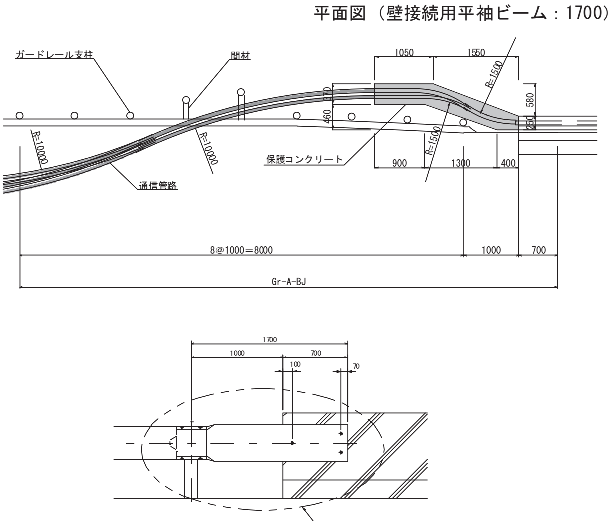
図－３　完了

リートの延長が2.6mとなり、打ち合わせの結果R＝1.5mで施工することになった。（図１－１、１－２）

当初は剛性防護柵内の縦４条を保護コンクリート内で横４条１段にする予定だったが、延長が長くなり半径1.5mが確保できず、先端部の幅が広くなりガードレールの施工に支障となる可能性があったため、保護コンクリート先端部で横２条の２段とし、土中にて横４条の１段に変化させるようにした。また保護コンクリート内の管路はVE管にて検討したが、１本１本の曲げ角度・形状が違い８本（左右各４本）を加工すると費用が掛かるため、FEP管で施工を行った。その際コンクリート打設時に伴う振動での離隔不足と、管の浮きによる変動を防止するため、型枠組み立て時鉄筋で棚を作り各管を挟み込み、番線・結束線にて固定し変動防止とした。（図－２・３）



図－４　1300タイプ



図－５　1700タイプ

偶然ではあるが、後に同工区の防護柵設置工事を受注し担当者として従事することができ、ガードレールの設置を行った。

曲げ半径確保の観点より、保護コンクリートの平面的な曲げを大きく曲げることができなかったため、剛性防護柵に設置する平袖を1300タイプ（図－４）にすると道路センター寄りに膨らみ、ガードレールが突出して見えるので、協議により1700タイプ（図－５）を使用して設置した。

４．おわりに

些細な構造物ではあるが、情報管路保護の観点からみれば重要な構造物であるため、管の離隔・端部のかぶり及び、曲げ半径Ｒ＝1.5の確保には注意を払って施工した。また他の管路についても、合板で櫛状に幅木を作り約1.0m間隔に設置して離隔を確保し、保護砂の施工に合わせて順繰りに移動して埋設を行った結果、通線不可箇所はなかった。

29

品質管理

寒冷地でのアスファルト合材温度管理の工夫

長野県土木施工管理技士会
株式会社　塩川組
現場代理人
上野　和宏
Kazuhiro Ueno

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：市街地整備舗装補修工事
⑵　発 注 者：長野県北信建設事務所
⑶　工事場所：（国）292号
　　山ノ内町　上林～蓮池
⑷　工　　期：平成23年９月13日～
　　平成23年12月21日

当工事は国道292号線の舗装切削オーバーレイ延長Ｌ＝885m　面積Ａ＝7,400m^2　表層工改質Ⅱ型密粒度 AS(20)　厚さｔ＝５cm　の工事でした。

2．現場における問題点

今回舗装切削オーバーレイ工事をするにあたり、下記の点が問題となりアスファルト合材の温度低下をさせる要因と考えられた。工事受注時期が９月中旬なので、受注してから直ぐに起工測量や、下請業者との打ち合わせなど準備工などで期間がとられること、また９月中旬より10月中旬までは紅葉シーズンとなることから地元観光協会より道路規制を行ってはいけないとことで、施工期間が10月下旬以降にしなければならないと予想された。施工現場の標高は1,600m付近で、過去の気象データによると10月下旬より降雪が記録され日中最低気温が５度以下になることがあるため合材運搬及び施工時の温度低下が問題点となった。

図−１　施工場所11月中旬の状況

3．工夫・改善点と適用結果

前述のとおり、アスファルト合材の温度低下が問題であることから、本工事では下記の項目についてアスファルト合材温度低下防止、施工時アスファルト合材温度確認の工夫を行った。また事前に発注者へ、外気温度５度以下での舗装工事を下記の対策を行いアスファルト合材の品質を確保したうえで施工を行うと事前に協議をし、５度以下での施工を承諾してもらいました。

①アスファルト合材運搬時の保温方法

合材プラントから現場まで大型ダンプに積込んでから片道45分かかり、運搬時の温度低下を防ぐため全車にアスファルト合材保温シートを２枚重

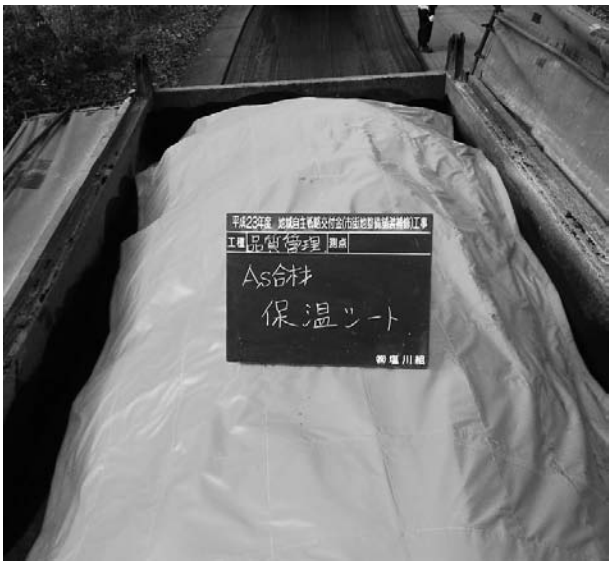


図-2　シリコン塗布耐熱シート

ねにして、温度低下を防止した。また使用した保温シートは、通常使われているPVCターボリンシートではなくシリコン塗布耐熱シートを使用した。外気温度５度の場合、通常のシートでは、運搬時間が30分でダンプ荷台の合材表面温度が10度以上の温度損失があった。しかし今回使用したシリコン塗布耐熱シート（１枚）では、運搬時間45分で表面温度の損失を８度以下に抑えることができた。また山間地に伴い急激な温度低下があるためシートを２枚重ねにして保温効果を高め、合材の温度低下を防いだ。

②施工時の合材温度確認の方法

はじめにアスファルト合材の施工温度を、作業

施工温度一覧表	
	改質Ⅱ型密粒度AS(20)
出荷温度	178℃±15℃
到着温度	178℃±10℃
敷均し温度	166℃以上
初期転圧	160℃～166℃
二次転圧	120℃±10℃
仕上げ転圧	90℃±10℃
道路開放	50℃以下

図-３　施工温度一覧表

図-４　デジタルサーモメーター

員全員に周知できるように施工温度一覧表（図-３）を施工機械に掲示した。合材の温度管理については、品質管理者だけが温度確認を行い作業員に合材温度状況を伝えるだけではなく、温度確認の頻度を増やすため、また瞬時に温度管理の判断ができるようにアスファルトフィニッシャー、マカダムローラー、タイヤローラーのオペレーターにデジタルサーモメーター（図-４）を配布し施工温度の確認を各自で各測点毎に行わせ、品質管理者と併用し施工温度の確認を行い温度管理の頻度を高めた。

また、合材プラントと通常作業以上に密に連絡を取り合うことや、フィニッシャー施工スピードに気を配り合材待ちが無いように連続して施工が行えるようにした。前述のことより施工温度一覧表にある温度内でアスファルト合材の施工温度管理を行うことができた。その結果、外気温度５度以下でも締め固め基準密度を十分満たしたアスファルト舗装を行うことができた。

４．おわりに

適用条件、採用時の留意点、

今回行った合材保温方法は、冬季舗装工事での合材保温、施工温度の確認は夏場での過転圧による舗装表面のフラッシュバック発生防止や、道路解放時の解放温度確認（50度以下）など様々な舗装工事の場面で使用できると思われる。また安易で、低コストで行えるため今後の舗装工事でも多用していきたい。

30

品質管理

コンクリート構造物のひび割れ防止対策

長野県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社
現場代理人
飯　野　広　志
Hiroshi Iino

１．はじめに

本工事は、飯田市の下水道処理施設である松尾浄化管理センター水処理施設躯体（鉄筋構造物）の増設工事である。

工事概要

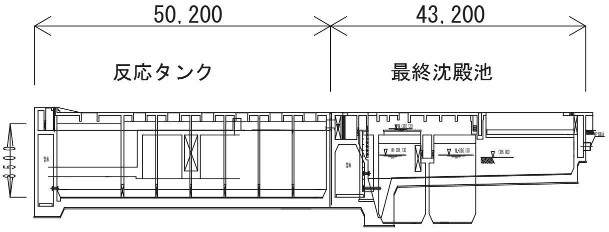
⑴　工 事 名：飯田市松尾浄化管理センター
　　　　　　建設工事その９
⑵　発 注 者：日本下水道事団
⑶　工事場所：長野県飯田市松尾地内
⑷　工　　期：平成22年11月９日～
　　　　　　平成24年３月23日

２．現場における問題点

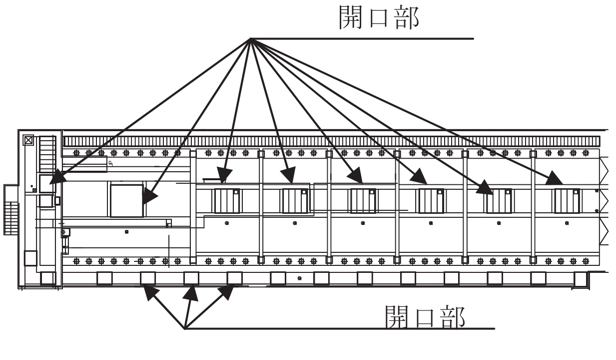
本工事の下水道処理施設の躯体は以下のような構造上の特性があり、コンクリートの躯体に温度ひび割れや、収縮ひび割れが発生しやすい構造であると考えられた。また、コンクリートの打設時期が夏場に集中することからもひび割れの発生が懸念された。

⑴　躯体延長が長く（H＝8.5m、L＝93.4m）縦横比が小さいため、外部拘束が卓越した温度応力ひび割れが発生しやすい。（図－１）

⑵　スラブに開口部が多い構造となっているため、開口部付近に収縮ひび割れが発生しやすい。（図－２）



図－１　断面図



図－２　開口部位置図（平面図）

３．工夫・改善点と適用結果

一般的なコンクリート構造物の温度応力、収縮によるひび割れを防止するための対策として下記事項が考えられる。①材料のプレクーリング、②パイプクーリング、③膨張剤の使用、④誘発目地の設置、⑤打設割の検討、⑥直射日光の遮断、⑦補強鉄筋の配筋、⑧ひび割れ防止シートの使用、⑨温度応力解析による脱型時期の特定。

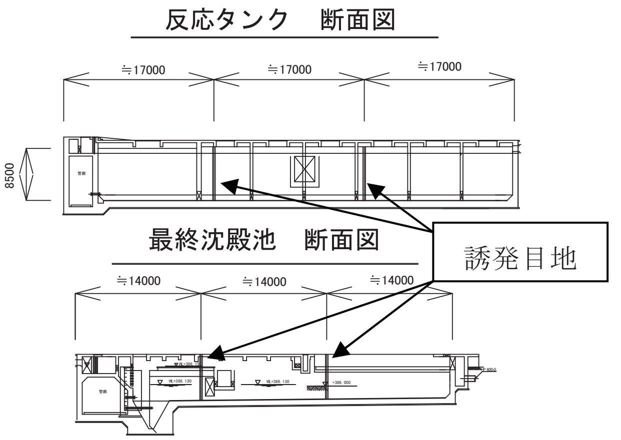
これらの対策の中から、前述した本工事の構造

物の特性（水密性が要求される）、工程、経済性等を考慮し、今回の工事では、誘発目地の設置、ひび割れ防止シートの使用、温度応力解析による脱型時期の特定の３つの対策を行うこととした。

⑴　誘発目地の設置

外部拘束が卓越した温度応力ひび割れの発生が予測されることから、温度応力解析により最適な設置間隔を特定し、誘発目地を設置した。

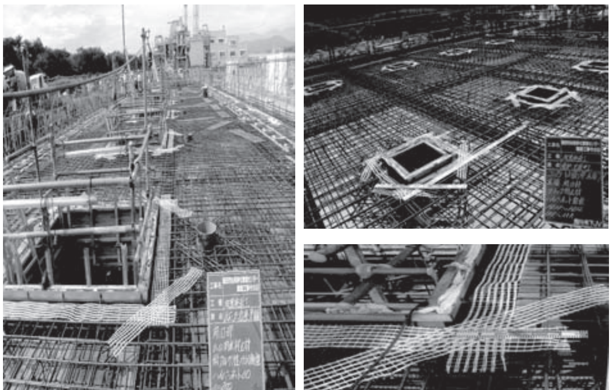
温度応力解析は、発注者の仕様で決められている二次元の温度応力解析で行った。解析の結果、誘発目地はスパンを狭くして設置すればひび割れ指数が向上するものではなく、最適な間隔で設置する必要がある結果となり、本工事では14～17m間隔で設置した。（図−３）



図−３　ひび割れ誘発目地設置図

⑵　ひび割れ防止シートの使用

スラブ開口部周囲にコンクリートの補強材として、ガラス繊維ネットを設置した。（図−４）



図−４　ガラス繊維ネット設置状況

開口部には、ひび割れ防止として補強鉄筋が配筋されているが、本工事ではさらにガラス繊維ネットを設置し、引張抵抗体の間隔を狭める効果を期待した。

⑶　温度応力解析による脱型時期の特定

コンクリート養生について、温度応力解析により養生日数を決定し、常に湿潤状態が保てる工夫（湧水を利用して穴を開けたサニーホースにより散水）を実施した。（図−５）

図−５　コンクリート湿潤養生状況

これらのコンクリートひび割れ防止対策を行い施工した結果、既存施設と今回築造したコンクリート構造物に露見しているひび割れを比較することで判断すると、ひび割れの発生を低減する事が出来た。

また、有害なひび割れとされる0.2㎜を超えるひび割れの発生を抑えることができた。

４．おわりに

コンクリートのひび割れ発生の原因としては、コンクリート材料に起因するもの、躯体の構造、形状等に起因するもの、現場施工方法に起因するもの、現場の施工条件（気象条件、養生方法）に起因するもの等、様々な要因が考えられる。

これらの要因を全て除去し、コンクリートのひび割れを完全に発生させないようにすることは非常に困難であると考えられる。しかし、耐久性のある良い構造物を作るため、有害なひび割れを抑える取組みを今後も続けていきたい。

31

品質管理

火山灰質砂質土を使用した大規模路床工事（19km）の施工管理業務

現場技術土木施工管理技士会
株式会社　東建工営
後　藤　康　司
Yasushi Goto

１．はじめに

本業務は、北海道縦貫自動車道のうち森ＩＣ～落部ＩＣ間（図-１）において、現地条件により打切りしゅん功した部分を含めた土工延長約19 km を一括発注した工事の施工管理業務である。本橋は担当した土工工事の問題点（火山灰質砂質土の盛土品質管理）をまとめたものである。工事概要は下記のとおり。

⑴　工 事 名：北海道縦貫自動車道森工事
⑵　発 注 者：東日本高速道路㈱北海道支社
⑶　工事場所：北海道茅部郡森町
⑷　工　　期：平成19年12月～平成23年９月

残土工（約94万m³）及び全線にわたる路床等の仕上げ工事である。路床材料の大部分が現地発生火山灰質砂質土で計画されていることから、経済性を考慮した品質管理が重要である。

２．現場における問題点

現地発生材の火山灰質砂質土で路床の試験施工を行なったところ、測定結果がＲＩ測定器による締固め管理基準値を満足しない結果となった。(図－２)

約10千m³の現地発生材を見込んだ工程と土配計画及び予算管理を行っていたことから、その火山灰質砂質土の取扱いが課題となった。

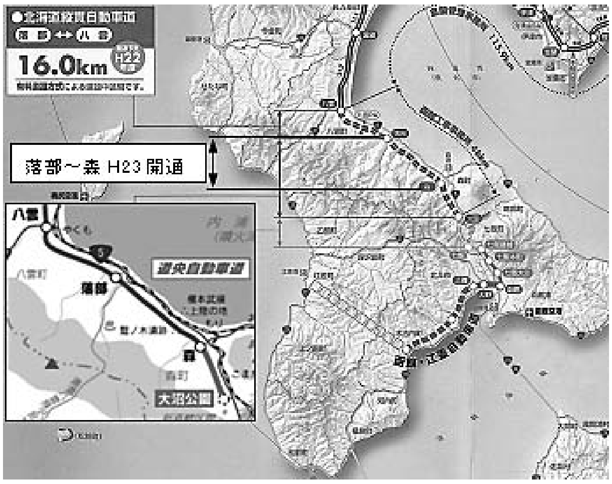


図-１　位置図

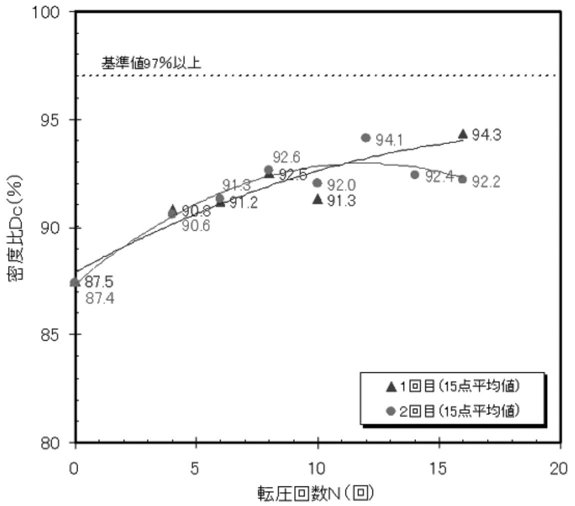


図-２　試験施工の結果

3．工夫・改善点と適用結果

試験施工の結果を踏まえて購入材料へ変更した場合、大幅なコストアップになることから経済性の観点において疑問があった。下記の検討を実施し従来の品質管理方法を見直し火山灰質砂質土の品質管理方法の確立と路床の品質証明（路床強度）を確認することで現地発生材料を採用する根拠とした。

①再材料試験により、搬入材料と材料情報に差異がないことを確認

②再試験施工により、施工機械、施工手順、施工含水比等の妥当性を確認

③たわみ試験による路床強度確認

④品質管理方法及び路床工程の検討

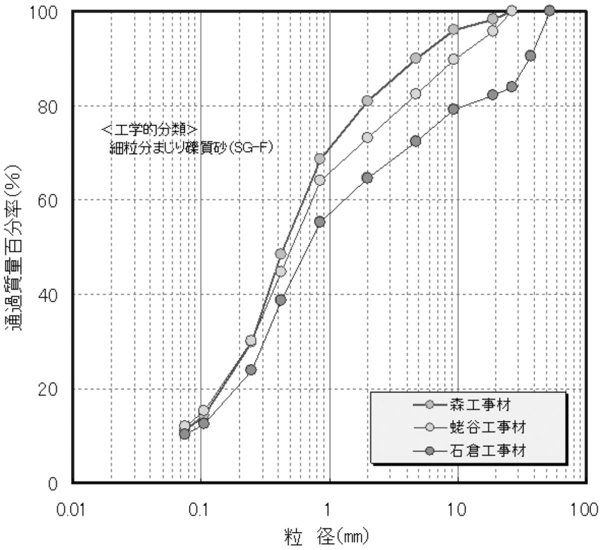
⑤現地発生材使用不可能と判断された場合の代替工法（購入材、セメント改良）の検討

NEXCO 総研土工研究室の資料によると、「しらすなど一部の盛土材料では室内試験で求めたρdmax を基準にした所定の密度が、モデル施工などでどうしても得られない場合がある。これは、粒土が単粒で締りにくい性状を有する材料において生じる問題である」と記述されている。

再材料試験により、最大乾燥密度ρdmax、土粒子の密度ρs、強熱減量補正係数α値は、当初実施した試験結果と殆ど変わらず、差異は見られないことから、搬入材料と材料情報に相違がないことが判明した。（表−１）

表−１　土質試験結果一覧表

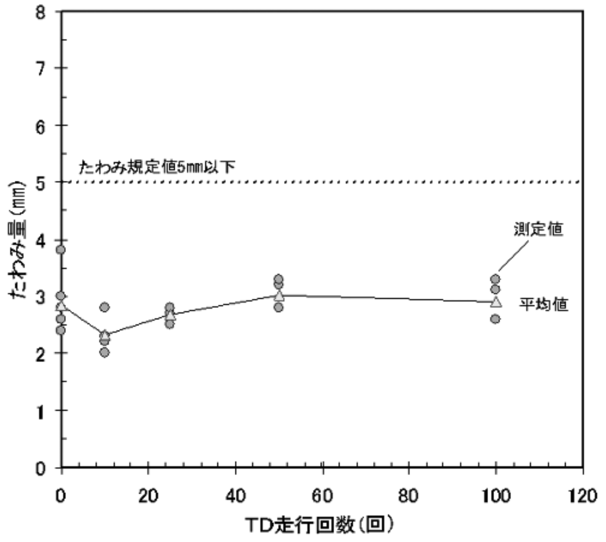
工事名			森工事	森工事	（蛯谷工事）	（石倉工事）
施工時期			H21.11	H21.11	H17.7	H17.8
区分			上部路床材（1回目）	上部路床材（2回目）	上部路床材	上部路床材
俗称			石倉層火山灰	石倉層火山灰	石倉層火山灰	石倉層火山灰
日本統一土質分類			細粒分まじり礫質砂SG−F	細粒分まじり礫質砂SG−F	細粒分まじり礫質砂SG−F	細粒分まじり礫質砂SG−F
自然含水比 ωn		(%)	17.1	16.0	16.4	12.8
土粒子の密度 ρs		(g/cm³)	2.688	2.710	2.663	2.653
強熱減量 Li		(%)			1.7	0.09
粒度試験（通過質量百分率）	53mm	(%)	−	−	−	100.0
	37.5mm	(%)	−	−	−	90.5
	26.5mm	(%)	100.0	−	100.0	83.8
	19.0mm	(%)	98.2	−	95.7	82.1
	9.5mm	(%)	95.9	−	89.6	79.1
	4.75mm	(%)	90.0	−	82.5	72.3
	2.0mm	(%)	80.9	−	73.0	64.5
	0.85mm	(%)	68.7	−	64.1	55.3
	0.425mm	(%)	48.4	−	44.7	38.8
	0.250mm	(%)	30.0	−	30.2	23.9
	0.105mm	(%)	14.3	−	15.3	12.6
	0.075mm	(%)	11.3	−	12.1	10.4
最大乾燥密度 ρdmax		(g/cm³)	1.613	1.623	1.577	1.479
最適含水比 ωopt		(%)	17.5	18.1	19.4	15.5
修正CBR(90%)		(%)	16.2	−	13.6	12.0
修正CBR(95%)		(%)	30.0	−	29.1	15.7
(強熱減量補正係数α値		(%)	0.7	0.7	0.003	0.064



図−３　各材料の粒径加積曲線

本工事（森工事）で発生する材料は、過年度工事（蛯谷工事、石倉工事）の材料と比較すると流径加積曲線が急勾配となり、粒土分布が単粒であることから、締りにくい性状を示す材料であると推測される。（図−３）

路床の品質証明として、路床強度（支持力）を確認するために、たわみ量測定及びダンプトラックによる走行試験を行なった。測定結果は図−4



図−4　走行回数とたわみ量

のとおり規定値をクリアした。

この結果により、路床材料の強度（支持力）及び長期安定性については、試験施工の施工条件において、所定の強度規定を十分に満足する路床が構築できるものと推定される。

従って、今回使用する現地発生材の火山灰質砂質土は、室内試験結果を現場管理に反映しづらい材料であり、最善の方法で施工しても締固め管理基準値を満足することが困難な材料であると判断された。

以上により、試験施工時の最大乾燥密度を基準とした、RI測定器による「特別規定値管理」を提案・採用し上部路床の品質管理を行い、現地発生材を有効利用し舗装工事への引渡し工程を厳守できた。

４．おわりに

最善の施工方法の採用と品質管理基準クリアの確認を実施し現地発生材を採用した。その結果、現在舗装の沈下等も無く品質的に問題ない。今後、同類土質の参考事例としても活用できる。路床工程の検討により工程遅延もなく、現地発生材を有効利用したことにより、コスト縮減の観点からも高く評価できる。

施工管理員という立場ではあるが、建設コンサルタントの役割であるインフラ整備のコスト縮減、品質確保、工程厳守を実行できたと実感できている。この経験を今後の業務に生かし、発注者、受注者双方から相談される技術者を目指し努力していきたいと考える。

32

品質管理

裏込注入工（硬質発泡ウレタン）における充填確認方法の改良

山形県土木施工管理技士会
林建設工業株式会社
現場代理人
菊　池　秀　昭
Hideaki Kikuchi

1．はじめに

硬質発泡ウレタンによる裏込注入工の充填確認方法は、一般的に注入時の圧力管理と注入後のコアボーリングによるコアの抜き取り及び目視による方法がとられる。しかし、裏込注入を施工するトンネルによっては、覆工内部の鉄筋等の障害により、コアボーリングの実施に支障をきたす場合がある。

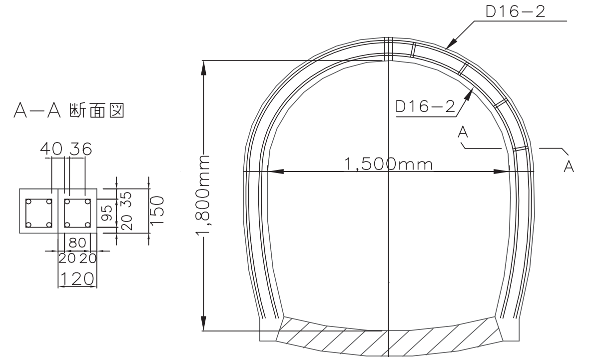
本報告は、裏込注入工の充填確認方法について検討し、改良を行った結果を報告するものである。

工事概要

⑴　工 事 名：八幡平発電所　隧道改良工事
⑵　発 注 者：秋田県産業労働部
⑶　工事場所：秋田県鹿角市八幡平地内
⑷　工　　期：平成20年７月22日～
　　　　　　　平成20年10月31日

2．現場における問題点

本工事の当初設計では、外径66mm のコアボーリングによるコアの抜き取り及び目視による充填確認方法となっていた。しかし、本工事のトンネル覆工は、１基当りのトンネル延長方向幅が12cm となる RC プレキャスト造の組立枠により築造されており、既存資料では内部鉄筋の配置間隔は最大で40mm となっている。（図－１）そのため、施工時の誤差も考慮すると、ビット外径を36mm 以下としないと、鉄筋を切断又は破損する可能性がある。



図−１　トンネル断面図

一方、ウレタン充填確認のためのコア抜き取りは、メーカーの指導によるとコア外径40mm 以下ではコアを綺麗に抜き取ることが不可能という見解であり、充填確認の方法を模索する必要がある。

3．対応策と適用結果

１）充填確認方法の選定

本工事の特記仕様書では、充填確認の方法として外径66mm のコアボーリングを３m 間隔で削孔して充填状況の確認を行い、その記録を保存しなければならない。また、確認した結果、未充填箇所や連続性のない空洞等が合った場合には二次注入を行う必要があった。

コア抜き取りによる充填確認に代わる方法として、注入孔削孔時に使用するハンマードリルを使用して外径32mm で削孔を行い、その内部を内視鏡によって確認が出来ないかの検討を行った。採

表−１　工業用内視鏡仕様

メーカー・機種	オークス電子(株) MITOOL MS-1
スコープ先端部	φ6mm
先端長さ	25mm
映像端子	11 万画素　CCD
照明	高輝度白色LED 3 個
スコープ長さ	1m
使用環境	−10℃〜50℃
防水性	スコープ　　:防油・防水 コントローラ部:防滴
表示部	2 インチ　TFTカラー液晶
画像記録機能	静止画キャプチャー
記録メディア	SDメモリーカード
記録方式	JPEG方式
電源	単 3 型乾電池 4 本又はDC 入力
サイズ	87(W)×222(H)×38(D)
重量	350g

用の条件として下記のとおりとした。

⑴　暗い孔内でも鮮明に内部状況が確認できること。

⑵　孔内の充填状況の写真撮影が可能なこと。

⑶　取扱が簡便で軽量であること。

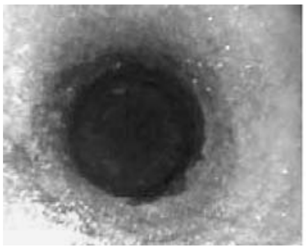
以上を考慮した結果、表−１に挙げた工業用内視鏡を選定し、発注者に充填確認方法の変更承諾を提出した結果、採用となった。

２）内視鏡による充填確認方法

本工事の裏込材充填及び確認方法は、注入孔をトンネルセンターから千鳥配置に1.5m 間隔で設置して注入を行い、その1.5m の中間より３m 間隔で充填確認用チェック孔を削孔した。チェック孔の削孔は、注入孔の削孔にも使用した外径32mm のハンマードリルを用い（図−２）、充填されたウレタンを突き抜いて地山に到達するまで削孔した。地山に到達するまで削孔するのは、空洞にウレタンが完全充填されている事を確認するためである。

削孔したチェック孔に内視鏡を挿入して充填状況の確認を行い（図−３）、地山とウレタンの境界付近に空洞のない事を確認し、最後にチェック孔

図−２　注入孔削孔状況　図−３　内視鏡による充填確認



図−４　ウレタン充填確認状況　図−５　未充填（空洞有り）

内の撮影を行い充填確認記録とした。（図−４）

内視鏡により充填確認を行った結果として、連続性のない空洞や障害物により充填できなかったチェック孔（図−５）も容易に判明し、未充填箇所はチェック孔より二次注入を行い、完全充填を行った。

４．おわりに

本工事において、工業用内視鏡を使用してトンネル覆工背面の裏込注入における充填確認を行った事は、新技術を活用した現場管理として発注者からも高い評価を得る事ができた。また、孔内の状況を直視できるため未充填箇所・空洞等を即座に発見でき、速やかに二次注入を行う事ができたことからも、品質管理における効果は大きかった。また、当初設計であるコアボーリングによる充填確認と比較すると、確認資料の省力化とコスト削減の効果もあった。

今回施工した八幡平発電所隧道改良工事の裏込注入工は、トンネルの延長及び形状寸法から硬質発泡ウレタンによる注入工法「セットフォーム工法」が最適工法として、設計採用されたものと思われる。戦後の高度成長期に構築された在来工法のトンネルはそのほとんどが補修・補強の時期に至っている。維持補修工事では、工法・材料とも日々新しい技術が開発されてきており、それらを有効に活用することが重要と考える。今後も新技術等の動向に注目しながら、日々の施工に活用する工夫を心がけたい。

最後に、本工事の施工にあたり助言や指導をいただいた発注者および元請の奥山ボーリング（株）の皆様に感謝し、報告を終わる。

33

品質管理

ペーパードレーン打込み品質の確保

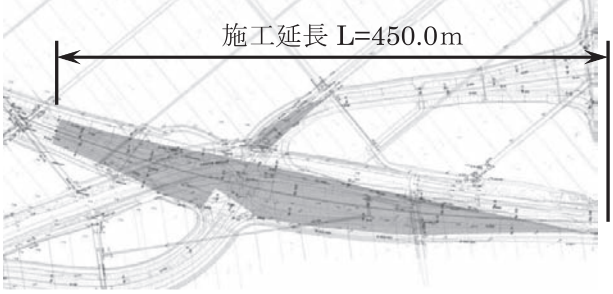
山形県土木施工管理技士会
小松組
工事部
富　樫　久　作
Kyusaku Togashi

１．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：大町地区道路改良工事
⑵　発 注 者：国土交通省　東北地方整備局
　　　　　　　酒田河川国道事務所
⑶　工事場所：山形県酒田市大町地内
⑷　工　　期：平成24年３月17日
　　　　　　　平成24年12月10日

軟弱地盤層である工事箇所の地下水の排出を促進するために、@＝□1.5m、打込み深度7.1m～12.2mのカードボードドレーンを図−１に示す範囲に15,679本、延長にして約143,000m打込む工事です。



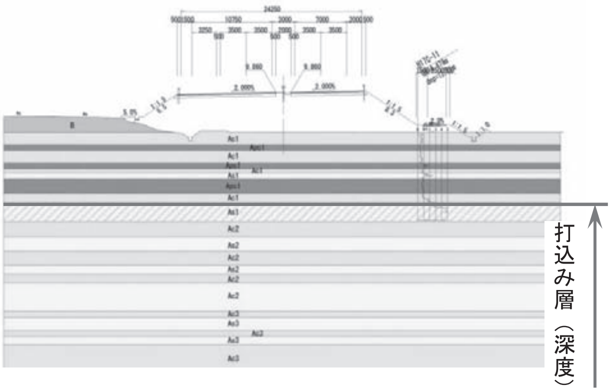
図−１　現場平面図

２．現場における課題と問題点

①打ち止めの位置は、地表面からの打込みの深度ではなく、図−２に示した砂質層に到達させ打止まりとすることが求められた。

②図−２に示されるとおり、Ac１（粘性土）層とApc１（有機質粘土）と、到達目標層のAs１（砂質土）層が互層になっており、目標層に到達したことを判断する、深度管理＋土質判定が必要であった。

③ペーパードレーン施工においては、目標深度まで打込んだ後にケーシングを引き抜くとき、ドレーン材が共上がりしてしまう恐れがある。この共上がりを確実に判断し、対応出来ないと、期待した軟弱地盤中の排水効果が得られないことになる。

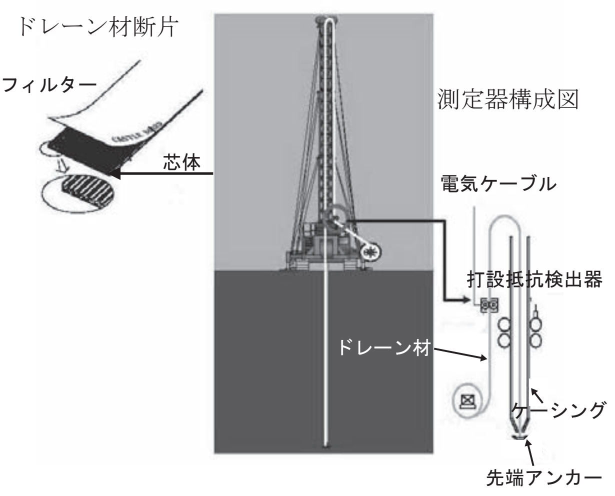


図−２　土質横断図

３．対応策と適用結果

当初採用する予定だった従来型ドレーン工法を図−３に示す。

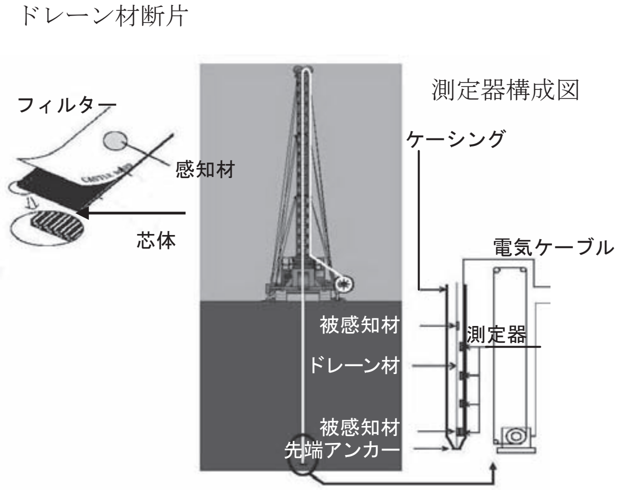
工法の特徴



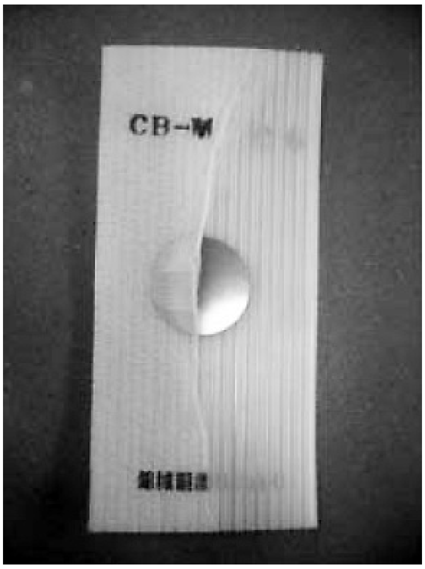
図−３　従来型ドレーン工法

・ドレーン材の打込み深度は、ドレーン材の送り出し量で判断される。
・ドレーン材の共上がり量は、地上部の測定器が逆転することで判断される
・正測定器が地上部にある為、測定器からドレーン材先端までの距離が改良深度×３倍程度になる。よって、改良深度が深くなるにつれて、測定機に正確な情報が伝わらなくなる可能性が有る。
・原因として、人為的ミス、測定器の空回り、天候（強風）が考えられる。
・残置ドレーンの状態（変形、破断等）は、確認できない。

今回採用した検知材付ドレーン工法を図−４に示す。

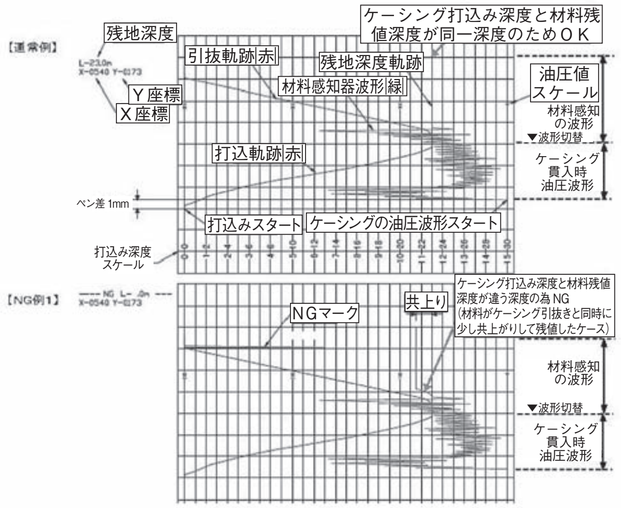


図−４　被感知材付ドレーン工法



図−５　被感知材付ドレーン材

工法の特徴
・ドレーン材の打込み深度はケーシングの打込み深度を計測することで行う。
・ドレーン材の共上がり量は、ケーシング引抜時にケーシング先端に内蔵された測定器により、地中にあるドレーン材の状態を直接感知することで行う。
・これにより、測定誤差の無い共上がり量、残置深度を把握することが可能となる。
・従来工法では不明であった残置ドレーンの状態（変形、破断等）も判断でき、より正確な施工管理ができ、設計条件への適否が技術的に証明



図−６　モデルオシロチャート（ペーパードレーン）

できる

地質の判定については、砂質土層に到達すると油圧抵抗値として油圧計に反応が表れ、粘性土とは違うことが判別でき、ある程度の厚さを持つ砂質土層であれば、確実に到達がデータに残り、確認できる。

また、共上がり、破断による施工不良も計器が感知し下図のようにNGを出すため確実な品質の確保という観点から大変有効な施工方法と実感しました。

4．おわりに

現在、チャート紙を用いて全本数の管理をアナロググラフ標記で行うため、今回の16,000本弱という規模のそう大きくない工事でも、記録用紙が大量になり、保管が大変に感じられます。デジタル化を開発中ということですので一日も早い実用化を望みます。

34

品質管理

降雨時期の区画整理における滞水処理の工夫

(一社)北海道土木施工管理技士会
小川組土建株式会社
現場代理人
高　橋　幹　夫
Mikio Takahashi

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：経営体　東山　第32工区
⑵　発 注 者：北海道空知総合振興局
⑶　工事場所：北海道雨竜郡秩父別町
⑷　工　　期：平成24年７月24日～
　　　　　　　平成25年１月30日

この工事の施工箇所の秩父別町東山地区は北空知の中央に位置する農業が主体の地区となっています。工事概要は、区画整理（整地工・暗渠排水工）A＝20.2ha、暗渠排水工A＝3.3ha、用水路工L＝2471mの施工を行う、ほ場整備の工事となっています。工事により効率的な農作業及び品質・収量の向上を目的とした工事でありました。区画整理、暗渠排水工を施工するほ場は、水田(稲作)、転作田（蕎麦）収穫後の施工となっていました。工事の工程は蕎麦収穫後（９月上旬）に区画整理、暗渠排水工事を着手し、稲作収穫後（10月中旬）に水田部分の区画整理、暗渠排水工事に着手する事になりました。

2．現場における問題点

９月上旬着手予定の蕎麦収穫後の区画整理工、暗渠排水工の準備をしている中、８月中旬から異常な降雨で蕎麦の収穫が進みませんでした。作付者にお願いしてなんとか早期に収穫してもらい１個所でも早く着手できるようにしましたが、収穫後のほ場は、コンバイン（収穫機械）のキャタがはまりそうになるような水分を含んだ状態になっ

図−１　降雨の後のほ場

図−２　ほ場水切りとポンプ排水

ていました。９月になっても異常な降雨は続き、工事着手は何時できるかわからない状態でした。

ほ場の土質は粘性土となっていて水はけが悪く既設の暗渠は水甲をあけても機能しないため、ほ場の滞水部の水はいつまで経ってもなくなる事はありませんでした。ほ場を痛めないように人力で排水作業（水切り）を行いましたが、流末の排水路の高さが低くない為、ポンプ排水を行いました。

３．工夫・改善点と適用結果

水田の水位が減り始めたのを確認して、機械による水切り作業を実施し早期に着手できるようにしました。

これで工事は順調に進むだろうと思い、区画整理工（整地工）に着手しましたが、異常な降雨は尚現場に容赦なく襲いかかる毎日でした。

整地完了後に排水路を掘削する予定だった為、

図−３　機械による水切り作業

図−４　急激な降雨による作業中の水田

図−５　ポンプ排水状況

工事中の水田は水がたまり継続の作業をすることは出来なくなりました。

ポンプ排水を行い仮排水路を掘削して滞水を排水し工事は１週間程度で再開する事が出来ました。

４．おわりに

今回の工事では、工事期間中に異常な降雨に左右されましたが、毎日の天候を予測し降雨の恐れがある場合は、機械による水切り作業を行い滞水なく早期に排水出来るようにしなければ工事は中断してしまう事を切実に感じました。

その手間、費用は尋常ではありませんが、工事が中断する費用の方が何倍もかかる事がわかりました。近隣工区ではその努力を惜しんだため、工事中止となり完成できない現場も多数あると聞いています。今後もこのような区画整理の現場を担当することになった場合、日々の水切り作業など天候に左右されないように準備する事の大切さを知った経験を、今後の農業土木工事の施工に生かして受益者に良いものが出来たと感謝される仕事をしたいと思います。

図−６　区画整理工事完成

35

品質管理

補強土壁施工の品質管理

新潟県土木施工管理技士会
株式会社　新潟藤田組
土木工務部　課　長
長　谷　川　猛
Takeshi Hasegawa

１．はじめに

本工事は、落石や土砂崩壊の危険から連続雨量が150mm に達した場合、通行止め規制となる新潟市と福島県いわき市を結ぶ一般国道49号線の新潟県東蒲原郡阿賀町清川～同町谷花谷区間のバイパスを新設しているもので、本報告は、揚川地区で施工した補強土壁工における品質管理と工夫について実施したものです。

工事概要
⑴　工 事 名：揚川改良津川地区改良その４他工事
⑵　発 注 者：北陸地方整備局　新潟国道事務所
⑶　工事場所：新潟県東蒲原郡阿賀町小花地地先
⑷　工　　期：平成23年３月23日～
　　　　　　　平成24年１月23日

道路土工	路体盛土（発生土）	47,550㎥
擁壁工	補強土壁工	367㎡
	プレキャスト擁壁	23m
カルバート工	場所打函渠工	87.5m
土質改良工		15,300㎥

排水構造物工　側溝工 306m　集水桝 20箇所
防草コンクリート273㎡　仮設工　1.0式
準備費　伐採・集積　1.0式

２．現場における問題点

図－１　補強土壁背面盛土施工状況

１）本工事の補強土壁に使用する盛土材は、同種工事を施工する他の４工事から搬入するため、盛土材の土質や品質が均一でないことから、補強土壁に使用出来るか否かの判断と、設計土質定数の決定ができなかった。
２）補強土壁を施工する取り付部の橋台は、化粧型枠で施工してあり凹凸の模様があるため、取り付部からの吸出しが懸念された。
３）法面ユニット据付精度確保のための測量・遣り方の精度向上と時間短縮が課題であった。

３．工夫・改善点と適用結果

１）各工事からの土砂受入れでは、工事毎に土質性状が違い、補強土壁盛土材の設計土質定数が決

定できなかったことから、土量が多く、安定した量が搬入出来る工事の土砂をESR工法（NETIS「HR-060002」）により土質改良したものを盛土材として施工することとしました。

土質改良を行った土砂による施工により、盛土材の品質を高め、且つ、均一にすることが出来たことで、補強土壁補強材の長さを短くすることができ、材料費のコストダウンにも繋がりました。

また、土質性状試験結果をもとに、４機種の転圧機械による試験盛土施工を実施し、各機種による現場締固め密度を測定した上で，捲出し厚20cm及び転圧回数５回を決定し施工したことで、締固め密度93％以上を確保することが出来ました。

２）橋台取り付部からの吸出しを防止するため、鉄板（亜鉛メッキ仕様）を加工したアングルを取り付部に設置し、内側より吸出し防止シートを貼付けアングルと橋台の取り付部をモルタルで充填することで、取り付面からの吸出しを防止しました。（図－２）

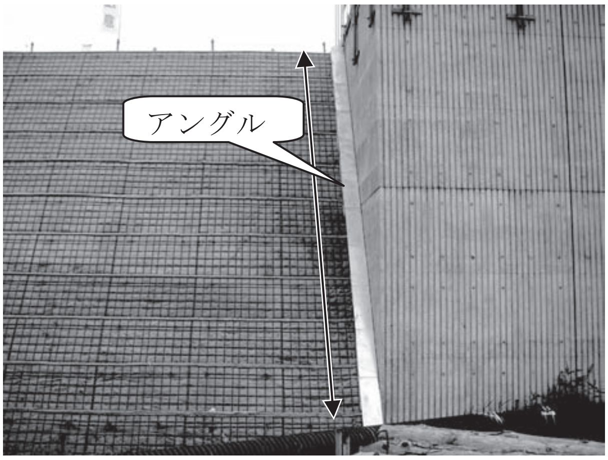


図-２　橋台取り付部のアングル

３）補強土壁法面ユニット据付の遣方は、今迄、丁張り間に水糸を張り施工していたため、中間で水糸の中だるみ等があった。そこで、広範囲に据付高さを精度良く測定管理できるレーザレベルを使用し、遣方の精度向上と作業時間の短縮を図りました。

図-３　レーザレベルによる測量

補強土壁盛土に現場で土質改良した改良土を使用したことで、補強土壁の安定と材料のコストダウンが図られ、また広範囲が測定管理できるレーザレベルを使用し遣方設置時間の短縮と精度向上が図られ、作業効率の向上と施工時間の短縮を図ることができました。

４．おわりに

建設発生土の有効利用から他工事からの土砂を利用する工事が増えていますが、その土質性状は様々です。

このさまざまな土質性状の流用土を均一な品質の盛土材として利用できるESR工法（NETIS「HR-060002」）による土質改良は、補強土壁の盛土材として、土質定数を安定させ、補強土壁工盛土の品質確保と各部材のコストダウンにも有効な方法であったと共にレーザレベルの使用と橋台取り付部のアングル施工により、一層の出来形と品質の向上を図ることができました。

品質管理

コンクリートブロック用心鉄筋の施工方法

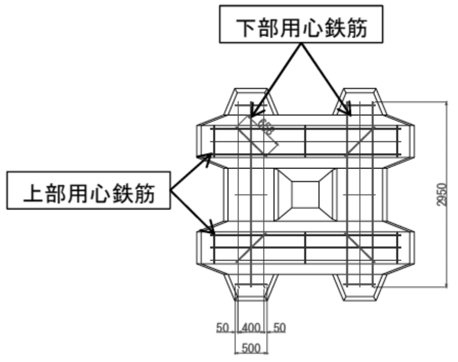
新潟県土木施工管理技士会
株式会社　新潟藤田組
現場員
渡　辺　俊　治
Tosiharu Watanabe

１．はじめに

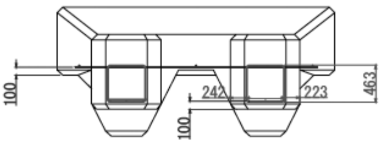
工事概要

⑴　工 事 名：金衛町工区第２号人工リーフ等工事
⑵　発 注 者：国土交通省北陸地方整備局
　　　　　　　信濃川下流河川事務所
⑶　工事場所：新潟市中央区関屋地先
⑷　工　　期：平成22年３月13日～
　　　　　　　平成24年３月５日

当工事は、新潟海岸の浸食を防止するための人工リーフ工事であり、工事概要はガット船により捨石でマウンドを造成後､16ｔ･20ｔのブロックを起重機船により被覆材として据え付ける工事です。



図－１　20t 型ブロック配筋平面図



図－２　20t 型ブロック配筋断面図

２．現場における問題点

被覆ブロックは、16ｔ型・20ｔ型の形状が異なる２種類の異形ブロックを使用。ブロックはＤ13～Ｄ29㎜の用心鉄筋構造で、20ｔ型ブロックの鉄筋は上段部と下段部に別れ、鉄筋で連結する形状となっています。

これら用心鉄筋の施工は、ブロックのコンクリート打設中に用心鉄筋を配置する方法となっていましたが、コンクリート打設中に鉄筋を計画位置に配置する事は施工上難しいことから、型枠組立後、用心鉄筋を計画位置に設置しコンクリートを打設する方法を採用した。

通常、コンクリート構造物の鉄筋被りの確保にはスペンサーブロックを使用するが、今回の異形ブロックは、底盤部100mm・130mm、側面部100mm～224mm と鉄筋被りが一定でない製品のため、ブロックメーカーへ施工方法について問い合わせを行ったが、ブロックメーカーは方法を確立しておらず、施工する会社それぞれで検討してもらっているとの返答から、用心鉄筋被りを確実に確保する施工方法の検討が必要となった。

３．工夫・改善点と適用結果

既製品のスペンサーブロックを調べた結果、16

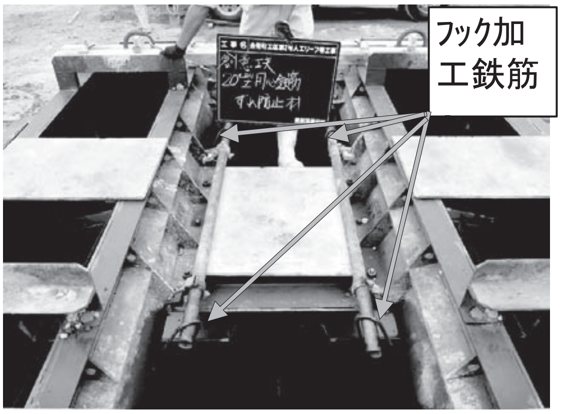
ｔ型ブロックの底盤部・側面部の鉄筋被りを確保する製品は見つかったが、20ｔ型ブロック用に該当するスペンサーブロックは底盤部しかなく、側面部の鉄筋被りを確保するスペンサーブロックが無かったことから、メーカーに施工事例等について問い合わせを行ったが、当工事での施工が国内で２例目であるため、具体的な回答を得ることが出来なかった。

現場スタッフ及び協力業者の職長・作業員を含めてコンクリート打設時における用心鉄筋側面部の被り確保についての施工方法を検討しました。

用心鉄筋の側面被りを確保する手段として考えたのが、コンクリート打設時に発生する鉄筋のずれを防止し、確実に鉄筋カブリを防止できる方法として、鋼製型枠上部にキャッチクランプで単管パイプを固定し、単管パイプからフック型に加工した鉄筋を用い、４方向から用心鉄筋を固定する方法です。

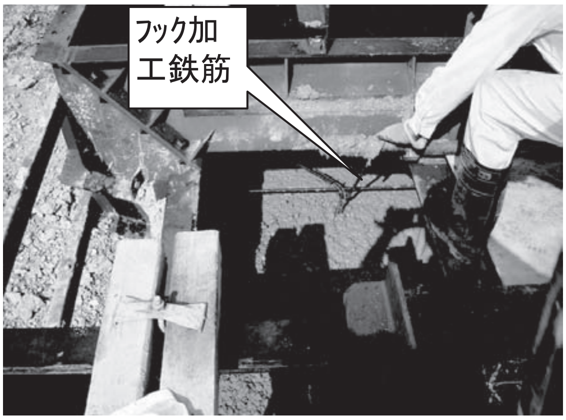
上部・下部鉄筋は、２重結束で堅固に緊結することで一体化を図りました。

また、コンクリート打設時における移動による鉄筋被りの過不足を防止するため、コンクリートの投入は、型枠開口部の４箇所から交互に行い、１層目打設高さを下部用心鉄筋（H＝340）までとした。１層目のコンクリート打設後、鉄筋の移動が無いか確認し、鉄筋被りを確認した後、上部用心鉄筋（H＝420）まで打設、同様に鉄筋移動の確認を行った。その後ブロック天端までコンクリートを打設する施工方法で製作を行ない、所定の鉄筋被りを確保したブロックの製作により品質の確保を行った。



図−３　型枠上部の単管パイプ及び加工鉄筋

図−４　単管パイプ及び加工鉄筋取付状況



図−５　加工鉄筋取付時のコンクリート打設

４．おわりに

今回は、既製品のコンクリートスペンサーブロックが無いため、創意工夫を重ねフック型に加工した鉄筋を用いた施工で、鉄筋の移動防止を行う被りの確保対策を実施した結果、所定の鉄筋被りを確保したブロックを製作する事が出来ました。

しかしながら、コンクリートの打設足場付近に鉄筋固定用の単管及びフック加工鉄筋があるため、施工時の打設足場が狭くなる欠点があり、今後の改善が必要と考えています。

37

品質管理

橋脚巻き立て工事のひびわれ抑制

宮城県土木施工管理技士会
東日本コンクリート株式会社
技術部次長
目　黒　　　仁
Hitoshi Meguro

１．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：澱橋外１橋橋梁耐震補強および補強工事

⑵　発 注 者：仙台市

⑶　工事場所：仙台市青葉区広瀬町地内

⑷　工　　期：平成23年11月24日～平成24年７月31日

澱橋外１橋（牛越橋）

橋脚巻き立て　Ｐ２，Ｐ４

コンクリート（σｃｋ24N／mm^2）70m^3

鉄筋　　ＳＤ345　Ｄ22　　5.3ｔ

本工事は、広瀬川にかかる昭和29年完成の牛越橋（５径間鋼橋）の橋脚２基（Ｐ２，Ｐ４）の巻き立て工事です。

図－１　施工前状況

河川の中での施工ですので、渇水期（11月～３月）での施工が要求されました。

２．現場における問題点

まず昭和29年完成という非常に古い橋脚の巻立工事なので、外観観察しただけで相当損傷が激しい事がわかりました。

当社において、以前施工した橋脚巻き立て工事において型枠脱枠後に、ひびわれが発生したことがありました。これは、旧コンクリートが劣化している場合新しく打設したコンクリートの水分が吸収されたり、日照などの気象条件によって発生したものと考えられました。

また施工面においては、養生期間、型枠の脱枠までの期間などに問題があるのではないかと思いました。橋脚巻き立ては、補強を目的としているためひびわれの発生は、好ましくないことです。

そこで、品質、施工管理の面からひびわれ防止の対策を施すこととしました。

３．工夫・改善点と適用結果

ひびわれ防止と聞いてまず頭に浮かんだのがコンクリートに添加する膨張材です。

我が社でも橋梁の地覆等に以前から使用し、かなりの効果を得ています。しかし、費用負担が大

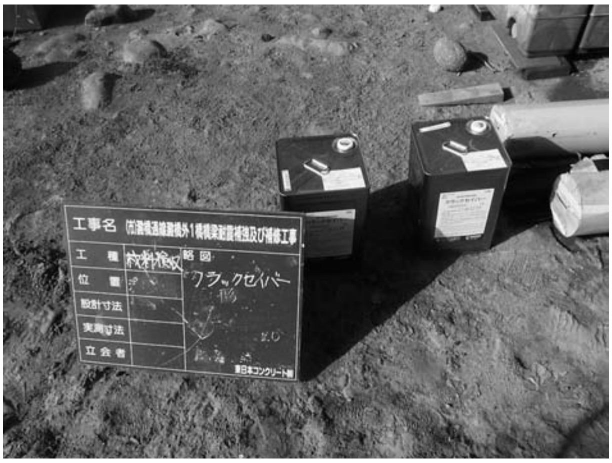
きく、物に頼らず技術力でカバーしようとの方針から、使用しませんでした。

以前実施した工事のひびわれの発生箇所を施工検討会で検討したところ南側の日当たりの良い所に集中していました。このことにより、コンクリート養生中はブルーシートではなく、より遮光性の

図－２　養生シート設置

図－３　エフェクトＡ（材料）

図－４　エフェクトＡ塗布状況



図－５　クラックセイバー（材料）

高い防炎シートで覆うこととしました。（図－２）

しかしこれだけでは不十分と思い、旧コンクリート（はつり面）に打設前に吸水防止剤エフェクトＡを塗布しました。（図－３）

冬季の施工でもありましたので、コンクリートの養生期間は７日間とりまして養生期間終了後に脱枠しました。脱枠完了後も防炎シートによる覆いはそのままにしておき、コンクリート面に直射日光が当たらないようにしました。

さらに、脱枠後の表面の急激な乾燥を防止する目的でクラックセイバーを脱枠後直ちに塗布しました。以上により今回の巻き立て工事におきましてクラックの発生はありませんでした。

４．おわりに

適用条件、採用時の留意点

今回は、膨張材を使用せずクラックを防止することが出来ました。ポイントとなるのが、新旧コンクリートの打ち継ぎ目に使用した吸水防止剤エフェクトＡの塗布だと思います。

型枠組立前に塗ればムラなく均一に塗れます。しかし、型枠組立からコンクリート打設までの期間が長いと効果が薄れると思います。

この現場では、コンクリート打設前に（前日）再度コンクリート表面に塗布しました。１週間ほど効果は持続するようですが、念のために２回塗りをすれば良いと思います。

それと、コンクリートは生き物ですので脱枠後

も直射日光を遮ることが肝心だと思います。現場で出来ることを確実に行うことの重要性を再認識した現場でした。

また古い橋脚の補強工事では、コンクリートを撤去してからでないとわからない事柄が多々あり、その場その場で対策を練ったのでは、時間だけがすぎていくということを痛感させられました。

これも経験を積めば解決できることかもしれませんが、通常現場で行ってる危険予知活動を安全だけでなく、施工の面にも適用してリスク管理をすべきだと思いました。

38

品質管理

鋼橋の床版及び壁高欄の寒中コンクリート養生について

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
現場代理人 窪 育美 Ikumi Kubo
監理技術者 北野和久 Kazuhisa Kitano
計画担当 末峰弘樹 Hiroki Suemine

1．はじめに

本橋梁は、京都から奈良を通り和歌山をつなぐ京奈和道の一部であり、和歌山県和歌山市と橋本市のほぼ中間に位置し、山間部の谷間に架かるものである。

工事概要

⑴ 工 事 名：紀北東道路宮ノ谷川橋鋼上部工事
⑵ 発 注 者：国土交通省近畿地方整備局
　　　　　　和歌山河川国道事務所
⑶ 工事場所：和歌山県紀の川市平野地先
　　　　　　～名手下地先
⑷ 工　　期：平成23年３月15日～
　　　　　　平成24年３月31日

本工事は、橋長97.0m、幅員10.73mの鋼２径間連続合成床版桁橋の架設床版工事である。

桁の工場製作期間の関係より、桁搬入開始が９月中旬となるため、９月上旬よりベント設備およびワイヤーブリッジを設置し、その後、桁架設を既設の桟橋より120t 吊オールテレーンクレーンにて９月末まで行い、足場の設置、添接部の高力ボルトの締め付けを10月に完了させ、11月に横桁部の巻き立てコンクリートの施工後、合成床版の敷設、鉄筋の組立を行うと、床版及び壁高欄のコンクリートの施工時期が12月～２月と冬季の施工となった。また現場施工場所が標高100m 以上と山間部であるため、気温が低い地域での施工となった。

図－1　現場全景

2．現場における問題点

床版および壁高欄のコンクリートの施工時期における

現場外気温は、去年の統計によると最低気温－３℃～４℃、最高気温も10℃以下の日がほとんどであった。そのため、日平均の気温が４℃を下回る可能性があり、コンクリート打設時に凍結防止のために寒中養生を行う必要があった。また、現場が風の吹き抜ける谷間という立地条件であったため、どのようにして寒中養生を行うかが課題であった。

3．工夫・改善点と適用結果

寒中養生の対策として、コンクリート打設時のコンクリート温度の管理と、コンクリート打設後の初期温度に対する養生方法を検討し対策を行った。

かつらぎ 2011年12月（日ごとの値）主			
日	気温(℃)		
	平均	最高	最低
1	10.2	13.7	7.3
2	8.1	10.4	5.7
3	12.7	17.4	9
4	10.1	14.3	6.1
5	7.7	14.4	3.7
6	6.8	12	2.6
7	8.7	14.5	4.5
8	8.1	9.3	6.8
9	4.4	7.7	-0.4
10	4.3	10.1	-1.7
11	5.4	10.5	1.8
12	6	13.1	0.5
13	6.6	13.5	2.4
14	6.9	14.1	1.7
15	8.2	13.7	3.2
16	5.3	9.7	3
17	4.2	8.4	2
18	4.9	9.2	1.3
19	5.7	10.2	2.7
20	4.8	9.8	1.2
21	5.6	11.4	1.5
22	5.6	10.2	2.7
23	3	7.2	-1.6
24	1.3	6.8	-2.2
25	2.4	4.9	0.5
26	2.6	6	0
27	2.2	7.3	-1.2
28	1.8	8.5	-2.4
29	4.1	11.1	-2
30	3.7	7.9	-1.5
31	1.9	9.2	-3.2

かつらぎ 2012年1月（日ごとの値）主			
日	気温(℃)		
	平均	最高	最低
1	4.2	12	-1.6
2	4.2	6.3	1.7
3	3.9	9.2	-0.2
4	2.9	5.4	1.3
5	2.2	6.9	0
6	3.5	9.4	-0.7
7	3.5	7.4	-0.9
8	1.5	8.5	-3.2
9	4.2	11.6	-0.5
10	4	11.6	-1.2
11	4.2	9.1	0.7
12	1.4	7.6	-3.1
13	3.6	8.4	-1
14	5	8.3	2.9
15	3.7	7.5	0.2
16	3.2	4.8	0.1
17	2.1	7.9	-1.5
18	2.9	11.3	-3.3
19	4	6.8	1
20	5.7	8.2	3.3
21	6.2	8.3	5.2
22	5.7	11.2	2.9
23	5.2	9.1	2
24	1.2	3.1	-0.4
25	1.2	6.3	-2.3
26	0.3	4.5	-1.8
27	1.8	7.5	-2.3
28	2.7	7.1	-0.7
29	1.5	6.1	-2.4
30	1.1	7.3	-2.5
31	1.8	7	-2.7

かつらぎ 2012年2月（日ごとの値）主			
日	気温(℃)		
	平均	最高	最低
1	0.9	5.8	-4
2	-0.5	1.5	-3.5
3	-1.2	5	-5.1
4	1.2	7	-3.2
5	2.8	9.1	-3.1
6	6.2	10.7	2.4
7	6.9	8.3	3.5
8	1.7	5.8	-1.9
9	0.3	4.3	-3
10	1.4	7.4	-3.7
11	2.6	8.1	-2
12	2.3	8.5	-2.2
13	2.7	6.1	-1.4
14	4.2	5.5	3.1
15	4.3	7	0.8
16	2.3	8.2	-1.2
17	2.6	7.2	0.1
18	-0.5	3.4	-3.8
19	0	7.8	-5.6
20	1.9	10.4	-3.4
21	3.9	9.1	-2.2
22	6.5	10.9	2.9
23	9.4	13.1	6.8
24	7.5	12.1	4
25	5.2	6.8	3.9
26	3	5.4	-1.8
27	0.1	6	-3.7
28	2.7	8.5	-4.4
29	4.5	10.5	0

図−2　現場近辺の12月～２月気温

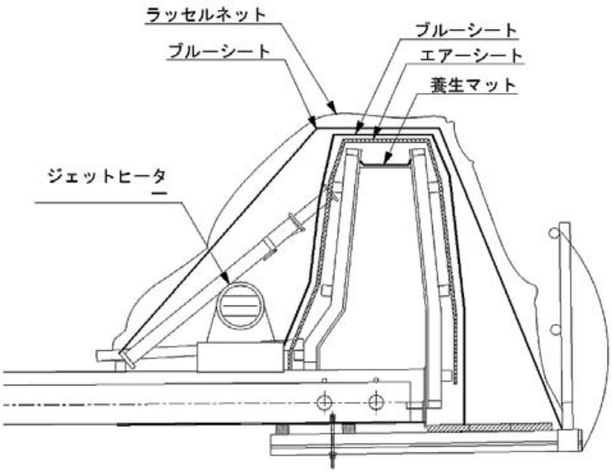
図−３　床版養生状況

コンクリート打設時のコンクリート温度は、練り混ぜ時の水温の確認を行った。生コンプラントで使用する練り混ぜ水は、地下水のため冬期でも10℃前後あった。そのため、練り混ぜ後のコンクリート温度も10℃以上が確保出来た。

コンクリート打設後の初期温度に対して、床版コンクリートについては、幅が広く気中に触れる面積が広いため、保温が出来てかつ乾燥を防ぐ事を目的とした。

養生方法として、コンクリート表面部に保温と保湿を目的とした特殊養生マットを敷設し、その上に保温・乾燥防止用のシートを敷設した。さらに、マットの上には床版全面にラッセルネットを設置し、風によるマット等の飛散養生とした。また、朝顔足場にシートを張り、風を遮断した上で、床版裏面の足場上においてジェットヒーターを燃焼させ保温に努めた。

壁高欄の養生方法として、養生マットの上に壁高欄全体をエアーマットとブルーシートで覆い、外側足場と床版側型枠サポート上にシートを張り、シート内でジェットヒーターを燃焼させ保温に努



図−４　壁高欄養生イメージ図

図−５　壁高欄養生状況

図−６　コンクリート温度計測状況

めた。また、床版同様、ラッセルネットにて飛散養生を行った。

養生中は、床版・壁高欄とも養生時のコンクリート温度を測定し、５℃以上であることを確認

した。

４．おわりに

今回の施工では、打設時のコンクリート温度も10℃以上あり、打設後のコンクリート温度も特殊養生マット等の採用により５℃以上に保つ事ができ寒中コンクリートの養生としては十分な施工が出来たと思う。

近年、合成床版において足場を設置しない場合があるので、この場合の養生方法としては、今回の様な足場上でのジェットヒーターは採用出来ないので検討する必要がある。

39

品質管理

県道さいたま栗橋線備前堀橋架替工事における既設桁との連結について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

監理技術者	現場代理人（工場）	埼玉県杉戸県土整備事務所
角　岡　　清○	矢　部　泰　彦	天　野　圭　太（総括監督員）
Kiyoshi Kadooka	Yasuhiko Yabe	Keita Amano

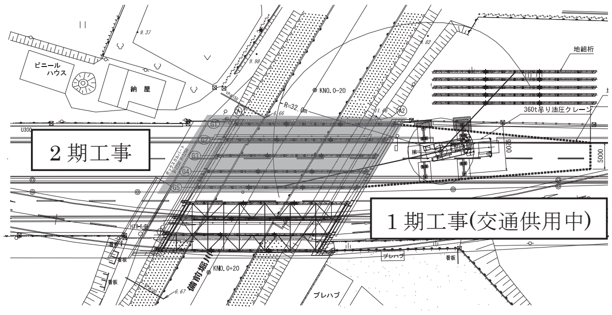
1．はじめに

本工事は、埼玉県主要地方道さいたま栗橋線における備前堀橋上部工の架替え工事である。架替えは、１期工事と２期工事に分かれており、本工事は、そのうちの２期工事である（図−１）。

１期工事においては、備前堀橋の上り線側の架替えを終え、交通が供用されており、２期工事では、１期工事との連結部を除いて床版コンクリートの打設までの作業を完了させてから、両者を繋ぐ横桁連結ボルトを本締めするとともに、その上部のRC床版（間詰めコンクリート）を施工して２つの橋梁を一体化した。

本稿では、桁架設およびRC床版の施工、特に１期施工橋梁との連結部の施工について報告する。

⑴　工 事 名：総合交付金（改築）工事（備前堀橋架替上部工その２）
⑵　発 注 者：埼玉県　杉戸県土整備事務所
⑶　工事場所：埼玉県久喜市下早見地内
⑷　工　　期：平成23年８月10日～平成24年７月31日
⑸　橋梁形式：単純鋼Ｉ桁
⑹　橋　　長：31.0m
⑺　支 間 長：29.8m
⑻　斜　　角：59°15′00″
⑼　架設工法：クレーン一括工法



図−１　橋梁配置図

2．現場における問題点

本工事は、既に供用されている１期工事上部工との鋼桁およびRC床版の連結施工であり、以下の問題点について検討した。

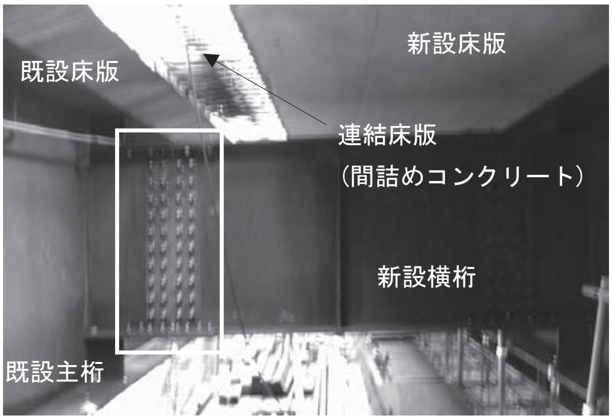
⑴　既設桁との連結

既設桁（１期施工）には、舗装路盤が載荷され既に交通供用されているため、舗装死荷重のキャンバー分だけ路面高さが異なる。そのため既設桁と新設桁（２期施工）を繋ぐ新設横桁連結部（高力ボルト添接部）での両者の高さをあわせる方策が必要であった。

⑵　車両振動による間詰めコンクリートへの影響

既設桁（１期施工）と新設桁（２期施工）の間のRC床版連結部への間詰めコンクリートの打設は、発注時の計画では現行２車線道路の内、１車線を規制するものであった。１車線規制の状況下では、交通量は減るものの、車両通行による橋体

図−２　カウンターウェイト載荷状況



図−３　連結部横桁（写真上部は床版連結部）

の振動が完全に消失する訳ではなく、振動下でのコンクリート養生時の床版の品質の低下が懸念された。

３．工夫・改善点と適用結果

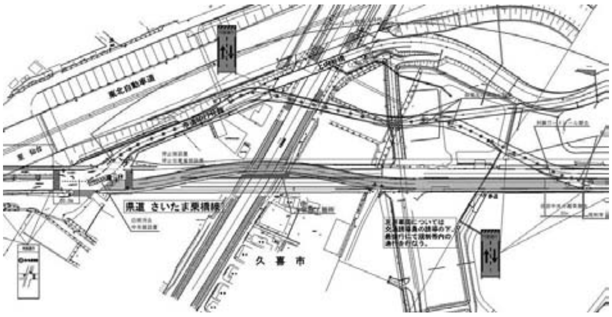
前述の問題を解決するため次の対策を実施した。

⑴　カウンターウェイトによる高さ調整

間詰めコンクリートの施工に先立ち、舗装路盤死荷重相当のカウンターウェイトを新設桁のRC床版上（主桁上）に載荷し、既設桁との新設横桁連結部での仕口高さをおおまかに合わせた後、カウンター重量の微調整により、最終の仕口高さを合わせ、高力ボルトの本締めを行った（図−２、３）。

載荷重量については、施工計画の段階で平面骨組解析による試算を行い、載荷位置および載荷重量を決定した。カウンターウエイトには調整し易い架設機材（H形鋼；300）を採用した（図−２）。

⑵　特殊コンクリートの使用と供用路線通行止め



図−４　県道通行止め規制図

図−５　超速硬コンクリートの打設

間詰めコンクリート養生時の供用交通による橋体振動の影響を回避し、コンクリートの品質の低下を防止するため、打設後３時間で圧縮強度24N/mm^{2}を発現する超速硬コンクリートを使用するとともに、隣接する供用路線（１期施工）である県道と平行する市道での対面通行規制に切り替えることで、間詰めコンクリートへの交通振動の影響を回避することが可能となった（図−４、５）。

超速硬コンクリート打設後、現場にて圧縮強度試験（材齢３時間）を行い、所定の強度を確認した上で交通規制の解除を行った。

４．おわりに

交通量の多い幹線道路における橋梁の架替え工事においては、代替迂回路を確保することは難しく、今後も同種の工法が増えることが予想される。

連結部の構造等、更なる改善が必要であろうし、制限の多い作業条件の中で最大限の品質を確保するための工夫が、ますます求められるものと思われる。

40

品質管理

供用後の隣接桁の振動に対する床版のひび割れ対策について

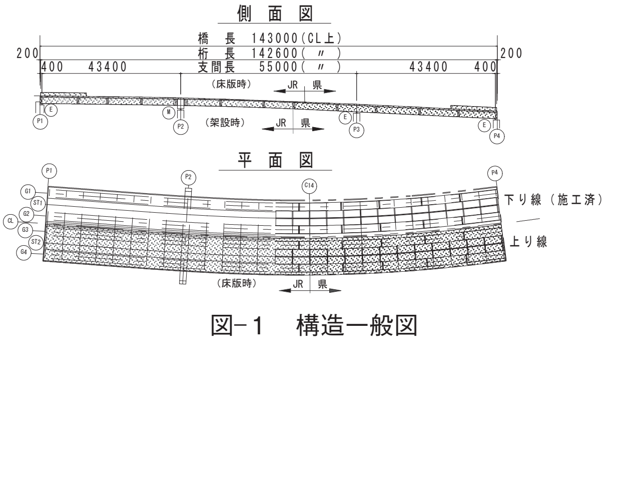
日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
工事管理者
松　本　卓　夫
Takuo Matsumoto

1．はじめに

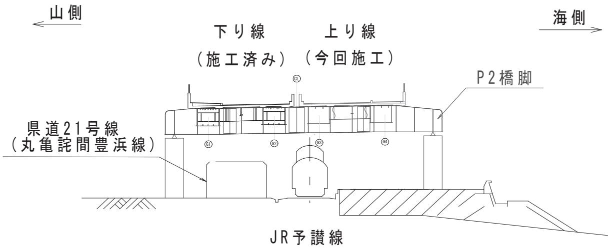
工事概要

⑴　工 事 名：（社会資本整備総合交付金）県道丸亀詫間豊浜線(三野・詫間工区)道路整備工事(津島大橋上部工)
⑵　発 注 者：香川県
⑶　工事場所：香川県三豊市三野町
⑷　工　　期：平成22年12月28日～平成23年10月31日

⑴　工 事 名：予讃線海岸寺・詫間間津島こ線橋（上り）新設工事
⑵　発 注 者：四国旅客鉄道株式会社
⑶　工事場所：香川県三豊市三野町
⑷　工　　期：平成22年12月27日～平成23年10月20日



図−１　構造一般図



図−２　断面図

図−３　側面図（写真）

津島こ線橋はJR予讃線を跨ぐ３径間非合成箱桁である。P２橋脚は鋼製横梁で主桁と横梁と剛結する構造である。また、上下線が同一構造であり「下り線」「下部工」は平成14年度に香川県発注で施工が完了している。本工事は「上り線」となり、発注者は香川県およびJRであった。

P２橋脚で上下線が一体となっているため、床版施工においては下り線の振動の影響によりコンクリートに悪影響を及ぼすことが考えられた。

本報告書は床版コンクリートのひび割れを低減

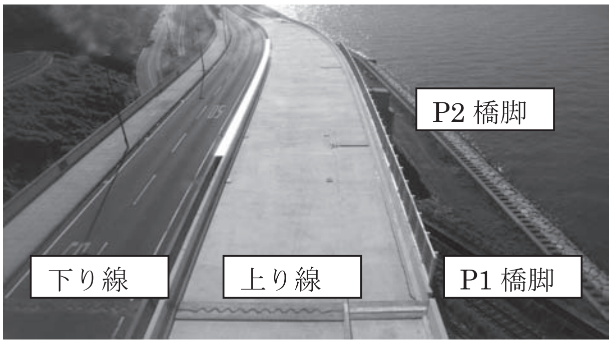


図-4　平面図（写真）

する方法の有用性について報告するものである。

２．現場における問題点

主桁架設完了後、「下り線」に車が走行した際「下り線」の振動が「上り線」に伝わり同じように振動することがわかった。この揺れは上下線剛結となっているＰ２橋脚により「下り線」→「上り線」へ伝達するものであった。よって「上り線」の床版・壁高欄コンクリート打設後、硬化途中において「下り線」の振動による有害なひび割れが発生する可能性が懸念された。

３．対応策と適用結果

現場では対策として以下を提案した。

１）振動を低減する方法

２）振動の伝達を緩和する方法

１）供用している下り線の交通規制を行い車両の走行を制限する方法とした。付近に迂回路がなかったため全面通行止めはできなかったが片側交互通行規制を行った。規制中、先導車で誘導することにより車両速度を30km/ｈ以下とした。

２）「上り線」はＰ２鋼製横梁上面と床版の隙間が埋設型枠で一体化されているため、下り線の振動がより顕著に伝達される。このため、埋設型枠の材料を緩衝ゴムにすることで振動の伝達緩和を図った。緩衝ゴムはMSRゴムを使用した。これは、ニトリルゴムとクロロプレンゴムの特性を兼ね備えた合成ゴムで、耐油性、耐熱性、耐候性に優れている。

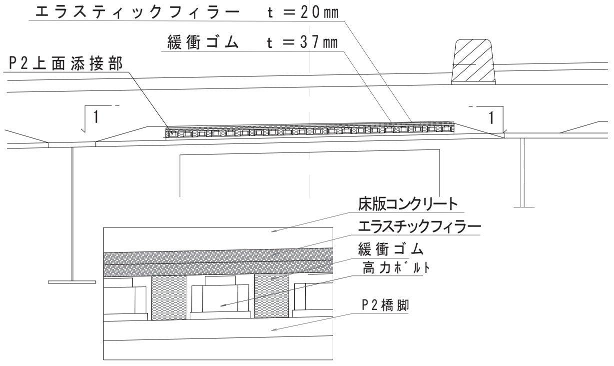


図-５　Ｐ２橋脚上緩衝ゴム取付詳細図

１）２）の対策を行ったところ床版コンクリートに有害なひび割れは見られなかった。

４．おわりに

ひび割れの発生要因は多種多様に存在し、設計・材料・施工に関係するものがある。側道橋、拡幅橋など供用下における橋脚を使用する場合は、橋脚を介して常時微振動の影響を受けひび割れ発生の原因となる。今回の施工では供用中の交通規制や振動伝達部位へ緩衝ゴムを設置するなど対策を講じた。振動の影響を受けた場合のひび割れのパターンには規則性があり網状になるが、今回、床版にはそのようなひび割れは見られなかった。このことから以上の対策は有効であったと考えられる。今回の対策は比較的簡単で経済的な方法であるため、今後も振動を低減する方法として利用できると考える。

41

安全管理

河川工事における安全管理の創意工夫

長野県土木施工管理技士会
株式会社　塩川組
現場代理人
戸　谷　有　辰
Arinobu Toya

1．はじめに

河川工事で増水時の対応について、過去に失敗した事とそれを教訓とし現場の安全管理について創意工夫したことを報告したいと思う。

工事概要

⑴　工 事 名：平成23年度23災公共土木施設災害復旧工事
⑵　発 注 者：長野県北信建設事務所
⑶　工事場所：（一）千曲川　栄村　平滝
⑷　工　　期：23年11月28日～24年11月20日

工事内容　復旧延長　L＝130.0m
コンクリートブロック張工
L＝80.6m SL＝13.43m
A＝1117.2m²
張コンクリート
L＝50.0m SL＝5.40～5.81m V＝320.89m³

2．現場における問題点

現場の作業場所は河床付近であり、河川増水時の安全管理を行う際に以下の問題があった。

・自宅や会社からは車で約１時間の距離があり、休日や夜間の現場状況の把握がすぐにはできない。
・現場は山間地であった為、自宅や会社のある場所と気象条件が大きく違い、天候の把握が難しい。
・現場のすぐ上流にダムがあり、ダムの放流量のしだいで現場水位が大幅に上昇する。

3．工夫・改善点と適用結果

以前にほぼ同様の現場状況で行った現場では、上流のダム管理事務所から放流量が増加する際に連絡をもらうように打合せを行い施工したが、休工時や夜間にダム管理事務所からの連絡はもらわず、必要ならばこちらから連絡し情報を得るようにしていた。施工を始めてから天候の悪い日でもダムからの放流量も多い時で30t/s 程度であり、

図－１　現場増水時状況写真
（増水で実線まで水位上昇した。翌朝撮影）

仮設道路は水没した時もあったが、仮設瀬追工や８インチ水中ポンプによる水替工にはあまり影響がなく問題なかった。今思うとその時点で油断があった。６月末の土曜日の深夜に現場周辺で局地的に時間75mm の降雨がありダムの放流量が大幅に増加した。(100t/s 程度) 現場では水位が HWL 付近まで一気に上昇した。瀬追工を乗越え一部破損し、現場内の高台に置いてあった110kVA 発電機と８インチ水中ポンプ２台などの資機材を水没させてしまった。

翌朝の日曜日現場が大雨であったことに気付き、現場の増水状況を確認し、発注者に連絡指示を仰ぎ、発電機からの軽油流出の恐れもあったので下流域の関係機関に連絡した。後日発電機を引上げ確認したが、燃料タンクからの軽油流出は、ほとんど認められなかった。

現場の増水は自然相手なのでどうしようもなく、瀬追工の手直しや掘削部分の埋没は仕方ない面があったが、週末の資機材の配置などの配慮に欠け、現場管理ミスであった。そのため増水による被災を最小限に防げなかった。幸いにも油流出による環境面の影響が少なかったのが救いだが、発注者や各関係機関などに多大な迷惑をかけてしまった。現場も余計な手戻りがあり資機材も破損させてしまった。

この過去の工事の反省を生かし、創意工夫して以下の対策をとり施工を進めた。

・明確な数値を定めた連絡体制の構築

着手前にダム管理者と打合せ、緊急連絡をする放流量の数値を定め、それ以上の放流量になる際に24時間体制でいつでも連絡をもらえるように依頼した。悪天候時は当方からも頻繁に連絡を取り現場状況の把握に努めた。

・インターネットを活用した河川情報の収集

現場から５km 程の下流には、「国土交通省リアルタイム川の防災情報」http://www.river.go.jp/の観測所があり、その地点での雨量，水位（標高）が、10分単位で正確に把握できた。

準備工の段階で水位観測を行い、ダム放流量と現場水位の関係と現場水位と観測所での水位の関係を調査し、現場と観測所の水位標高差が29.2m ある事やダム放流量が１t 増す毎に7.8mm 現場水位上昇する事など一定の比例関係にあること調査した。また、施工場所の標高や仮設道路や退避所、重機置き場予定地等の要所の標高を測量し、夜間や休日時インターネットで観測所水位を知る事で、どこまで現場の水位が上昇しているか現場を見なくても把握できるようにした。

また、過去の水位も調べることができたので、２年前に大雨の影響で HWL まで河川水位が上昇していた事や、昨年は施工箇所まで水位上昇しているのが６月に３回と９月に４回あった事が確認できた。この情報は安全面だけでなく、生コンを使用する張コンクリート工の作業工程を決めるにあたり参考にし、７～８月に集中して作業を行った。

・安全訓練教育時に増水時の避難訓練を実施

月例の安全教育訓練時に、河川増水をしたと想定し避難訓練を行った。その際重機の置き場所を明確にし、その場所は放流量がどの程度で水没するのか具体的に数値で表し、わかりやすいようにした。作業員も天候の悪くなりそうな時に資機材がそこで安全か判断できるようにした。

・現場へ簡易雨量計の設置

現場事務所や現場の見やすいところに簡易雨量計を設置し、作業員全員に雨量の情報を目視でき

図－２　簡易雨量計設置
（作業中止基準雨量を明記）

るようにして、安全意識の向上に努めた。また安全掲示板には緊急時連絡系統図とは別にダム放流時連絡系統図を作成掲示した。

施工期間中、台風などで河川が増水した時もあったが、現場の体制を整える時間もあり資機材の片付や重機の移動など速やかに安全に対応できた。

４．おわりに

自分たちが携わっている土木工事は、工事毎に場所や条件がまったく違うので、現場状況をよく把握して管理をしなければいけない難しい仕事だと思う。今後も、現場踏査を十分に行った施工計画の立案，問題発生時の速やかな対応，過去の経験や反省に基づいた改善ができるように工事を進め、無事故無災害で施工管理ができるようにしていきたい。

42

安全管理

国道近接施工の安全対策

佐賀土木施工管理技士会
松尾建設株式会社
工事作業所長
真　海　一　昭
Kazuaki Shinkai

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：道整交金　第1111207-012号
　　　　　　　国道207号道路整備交付金工事

⑵　発 注 者：佐賀県武雄土木事務所

⑶　工事場所：佐賀県杵島郡白石町坂田

⑷　工　　期：平成23年３月16日～
　　　　　　　平成24年２月８日

国道とJRが交差し、渋滞解消のためJRの上部に跨線橋を設置するための事業の一環として、国道の上下線を左右に分離し、その間に跨線橋への取付け道路を設置する工事である。

2．現場における問題点

国道207号線は佐賀県から長崎県に通じる交通量が多い道路で、その道路に近接して工事を行うために、安全対策を万全にすることが必要とされた。国道の上下線を工事範囲の始点で左右に分離し、施工ヤードを確保した後で国道に挟まれた箇所で作業を行った。国道までのクリアランスはガードレール１枚のみである。ガードレールの支柱は置き式タイプで、支柱に防護フェンスを直接取り付けると強度不足となり、これらを考慮して安全対策の要点を３つに分けた。

①国道分離箇所の安全対策：車線形状が湾曲しているため、通行車両への注意を促す必要があり、特に夜間の車線変更への対策を行った。

②作業時のはみ出し防止：クレーン等の重機作業において、吊荷、アーム等が国道へはみ出し一般車への影響が無いようにする必要がある。

③夜間、休日時の安全対策：強風時、気象異常時に資材の飛散など、国道への影響を定時的に確認する必要がある。

3．工夫・改善点と適用結果

①国道分離箇所の安全対策：上下線をガードレールで分離しているため、車線変更を早期に認識してもらうために次の設備を設置した。ｉ)ガードレールに反射式矢印板を設置し走行ラインの視認性を高めた。ⅱ）LED式矢印板を設置し遠方から車線変更箇所が認識できるようにした。ⅲ）LED式表示板を設置し、文字で車線の変更を促した。その他、反射式のテープ、矢印板（小）を

図−１　国道分離箇所

設置し分離箇所の危険表示を行ったため、工事期間中の１年間における車両事故はゼロであった。

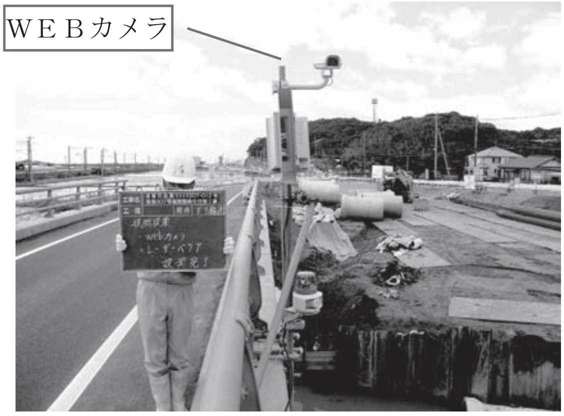
②作業時のはみ出し防止：クレーン、バックホウ等の重機械が国道へ近接したときに、オペレーターに危険を知らせるためにレーザーバリアを国道上下線の境界に設置した。交通誘導員では、ヒューマンエラーによるミスがあるが、レーザーバリアは感知範囲に入ると警告音と黄色灯によって、音と視覚により警報を発するため、オペレーターへ危険な作業を効果的に減らすことが出来た。

図−２　レーザーバリア

作業の進行に伴い、レーザーバリアに換わりメッシュシートを設置し、飛散防止、はみ出し防止の安全対策を行った。

図−３　メッシュシート

③夜間、休日時の安全対策：休工時において、強風などの自然現象、人的な行為により第三者災害が発生するかを確認するために、常時監視人を配置することはできない。そこで、上下線に各１台 WEB カメラを設置し、いつでも何処にいてもスマートフォン（図−５）で現場を確認できるようにした。WEB カメラはナイトビジョンタイプであるため夜間には現場内を投光器で照らし、24 時間現場内を確認できるようにした。ただし、現場内を見るためには暗証番号が必要である。よって、本社安全部、工事作業所のパソコンでのみ見れるようにした。これにより、異常時に社内にいても現場状況が即時に把握できるため、迅速なバックアップ体制を構築することができる。



図−４　WEB カメラ

図−５　スマートフォン

４．おわりに

これらの対策を行った結果、約１年間の工事期間中は無災害で完工した。しかし、設備だけでは安全作業を継続することはできない。毎朝のミーティング時に当日の安全重点事項の伝達、現場巡回による不安全箇所の改善、不安全行動の監視、リスクアセスメントの計画的な実施などを併用して行った事が結果として無災害につながったと思う。

43

安全管理

供用している道路沿いでの工事の交通安全対策について

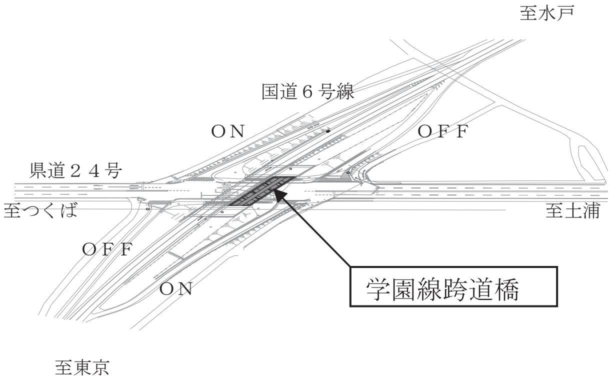
日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　駒井ハルテック
現場代理人・監理技術者
阪　本　薫　夫
Shigeo Sakamoto

１．はじめに

工事概要

本工事は、国道６号土浦バイパスの拡幅工事に伴い、終日交通量の多い県道24号と立体交差する交差点上の桁架設および床版工事である。

⑴　工 事 名：国道６号土浦 BP 学園線跨道橋
　　　　　　　上部工事
⑵　発 注 者：関東地方整備局常陸河川国道事務所
⑶　工事場所：茨城県土浦市佐野子地先
⑷　工　　期：平成23年３月４日～
　　　　　　　平成23年12月28日
⑸　構造形式：単純非合成鋼箱桁橋
⑹　橋　　長：38.9m
⑺　幅　　員：8.5m
⑻　鋼　　重：111t



図－１　現場位置図

２．現場における問題点

交差点上の桁架設では交通規制が伴うことから、通行車両および歩行者への周知を確実に行い安全確保の充実に努める必要があった。県道24号は土浦とつくばを結ぶ重要な幹線道路であり、交通量は一日を通して多く、交差点を中心として朝夕渋滞が発生している。また、直線で見通しの良いことからスピードが出やすく交通事故等による交通渋滞が懸念された。

このような交通事情から、交通事故防止および渋滞緩和対策を講じ、より安全な施工と規制情報のアピール方法を検討した。

３．工夫・改善点と適用結果

工夫１：視認性の向上

施工時に県道に設置する工事看板（○○m先等）は、高輝度看板に加えて、ソーラー式LED

図－２　LED サインライトの設置

サインライトを上下線で４箇所設置した、これにより県道通行車両に対して、遠方から工事箇所に対する視認性を向上することができた（図−２）。

工夫２：工事内容、規制情報のアピール

交通規制（工事内容）予告は、LEDサインライトにテロップを流し、規制日・時間・規制形態・工事内容などの情報を終日通行車輌へアピールすることで、交通規制当日の通行車輌の迂回の促進と通行車輌の削減が行え、交通事故防止および渋滞緩和につながった。

また、ソーラー式サインライトを使用することでCO２排出の削減や発電機による騒音抑制など、周辺環境にも配慮した（図−２）。

工夫３：県道の歩道利用者へのアピール

工事内容・交通規制情報の周知を図るため、交差点の横断歩道部の４箇所に情報看板と音声案内機を設置した。このことにより、歩行者に対して視覚と音声で工事内容・規制情報のアピールを行なった（図−３）。

工夫４：交通機関へのアピール

交通規制作業は、桁架設および足場の組立・解体作業において全て夜間の交通規制が伴うため、事前に夜間も営業するタクシー・代行運送業者などに対して、工事内容、交通規制内容などを示したリーフレットを配布し理解と協力を得た。

交通規制当日は、JR土浦駅で待機するタクシーに対してリーフレットを配布し、交通規制箇所の迂回および利用客への説明などの理解と協力をお願いした（図−４）。

図−３　情報看板・音声案内機設置

図−４　リーフレット配布

図−５　ベント設備のライトアップ

工夫５：歩道部ベントの夜間アピール

桁架設時に使用するベント設備を、県道の車道に隣接した歩道部に設置するため、歩行者および通行車輌の接触、衝突事故防止対策としてライトアップ（視認性向上）を行った（図−５）。

４．おわりに

交通規制による問題点や課題について検討会を行い多くの意見をもとに効果のある工夫と対策を実施することができた。交通規制に関しては大きな苦情もなく、渋滞も発生せず、交通事故もなく、スムーズな交通規制と現場施工が実施できた。

工事内容と規制情報の事前の周知がいかに大切であるかを改めて再認識した現場であった。

安全管理

鉄道営業線近接工事に於ける事故防止対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
瀧上工業株式会社
現場代理人兼監理技術者　工事主任
森　啓　行○　櫻　井　勇　太
Takayuki Mori　Yuta Sakurai

1．はじめに

本橋は、千葉県北西部の市川市から千葉ニュータウン経由で成田市を結ぶ、一般国道464号北千葉道路に建設される鋼４径間連続合成二主鈑桁橋である。

北千葉道路は、大都市圏の国際競争力を高め、国際交流・物流機能を確保し、日本経済の牽引役となるべく整備が進められている新たな道路である。首都圏北部や千葉県西地域と成田国際空港のアクセス時間を大幅に短縮し、国際競争力を強化するとともに、沿線地域の相互交流・連携の促進など地域の活性化を目的として、北総鉄道北総線・成田スカイアクセス線に沿って建設されている。

工事概要

⑴　工 事 名：国道道路改築工事
（仮称９号橋上部工その１）
⑵　発 注 者：千葉県　北千葉道路建設事務所
⑶　工事場所：千葉県印西市松虫
⑷　工　　期：平成23年３月16日～
平成24年３月25日

2．現場における課題

北千葉道路は成田スカイアクセス線の沿線に位置するため、本工事は鉄道営業線近接工事である（図−１）。

鋼桁と鉄道営業線の離隔は、最も近接している

図−１　鉄道営業線との近接

主桁部材においておよそ4.7mであった。このため、鋼桁架設の際に作業禁止区域内に部材が侵入する危険性があり、作業禁止区域外であっても吊部材の動きによっては運転手が危険を察知して列車を緊急停止させる恐れがある。

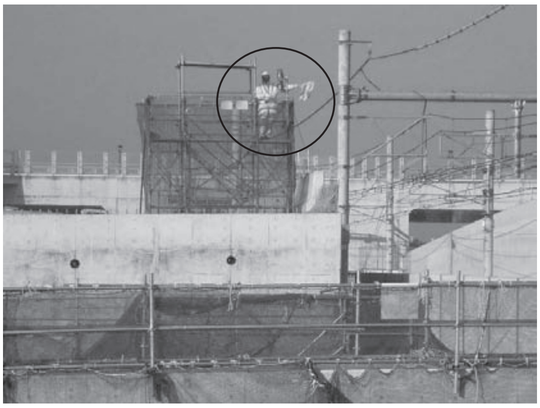
また、施工場所周辺にビル等の大きな建造物がなく、風が強い地域のため、突風による吊部材の鉄道構造物への接触の危険性があった。

3．工夫・改善点と適用結果

鉄道営業線近接施工に起因する列車緊急停止、鉄道構造物との接触・破損を防止するため以下のような対策を行った。

・列車接近時の合図の工夫

発注者から示された施工条件として列車見張員



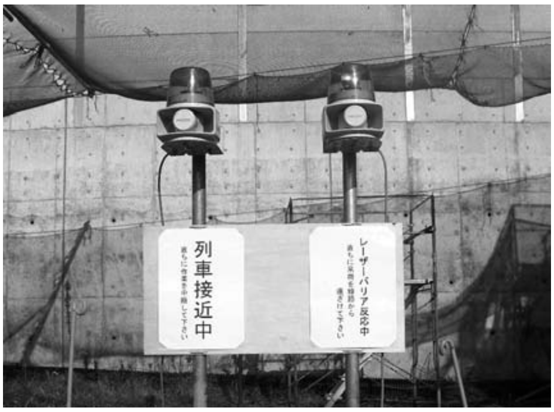
図−２　列車見張員配置状況

（図−２）の配置が定められており、列車通過時にはクレーン作業および桁上での作業を一時中断しなければならない。列車接近・通過の情報は列車見張員が呼笛により作業員に伝達することを基本としたが、これに加え以下の対策を行った。

①作業に集中していると列車の接近に気づくことが難しく、列車見張員から離れていると呼笛が聞こえにくい可能性がある。これらを踏まえ、作業ヤードから見やすい位置（クレーンオペレーターから直視できる位置）に警報装置付パトライト（図−３左）を設置した。列車見張員は、パトライトをリモコンで遠隔操作し、列車接近から通過までの間、警報音とパトライトにより、全作業員に列車接近の注意喚起をした。

・鉄道構造物への接触事故防止対策

①鉄道構造物から２ｍの位置にレーザーバリア（図−４）を設置した。上記と同様にレーザーバリアに警報装置付パトライト（図−３右）を接続し、バリア（不可視レーザー光）に部材が接触すると警報音とパトライトで部材が鉄道構造物に近づいていることを警告する接触防止対策を行った。



図−３　警報装置付パトライト設置状況

図−４　レーザーバリア設置状況

図−５　吊りフックの接地・クレーンブームの退避

②作業休憩時および現場休工時は、クレーンの吊りフックを地上に接地させ、突風による鉄道構造物への接触を防止すると同時に、鉄道運転手の視界を阻害しないようクレーンブームを鉄道側から後方に退避させた（図−５）。

４．おわりに

本工事では、関係者全員が高い安全意識の下で、無災害で施工することができた。

本工事のような高所作業が大半を占める橋梁架設工事では、特に墜落防止に対して注意を払う必要がある。そのような作業の中で常に全員が列車に意識を向けるのは難しいと思われるが、今回使用した警報装置付パトライトのように、列車接近を間接的に視覚や聴覚で認識することのできる対策は鉄道営業線近接工事に効果があったと考える。

45

安全管理

県道上および送電線直下での鋼橋のブロック架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社東京鐵骨橋梁
現場代理人
瀬　尾　一　史
Kazufumi Seo

1．はじめに

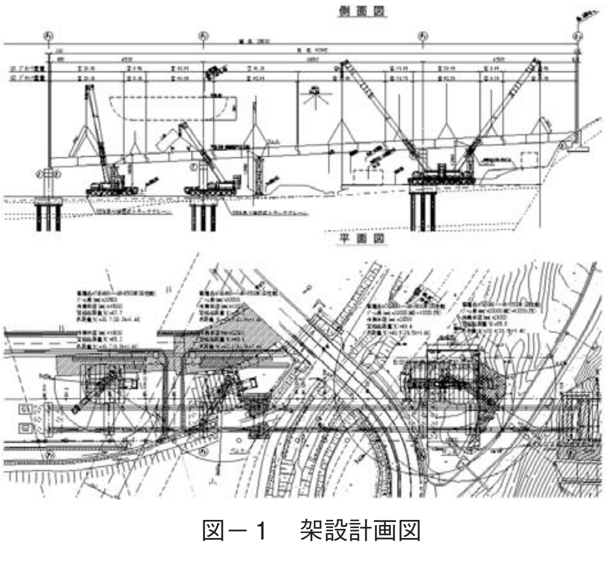
工事概要

⑴　工 事 名：橋梁上部工事((仮称)手這坂高架橋)
⑵　発 注 者：茨城県
⑶　工事場所：東茨城郡城里町石塚～下圷
⑷　工　　期：平成23年３月８日～
　　　　　　　平成24年１月24日

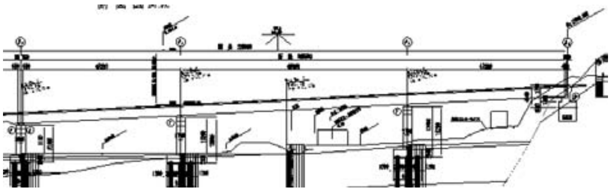
本工事は一般国道123号から分岐する県道61号線(日立・笠間線)上を跨ぐ鋼橋の工場製作とその架設工事であった。橋梁形式は鋼３径間連続非合成細幅２主箱桁であり、防錆仕様はライフサイクルコスト低減を目的とした耐候性裸仕様であった。

架設方法は、550t吊オールテレーンクレーンを使用したブロック架設工法とした。

橋梁一般図、架設計画図及び架設状況写真を図－１～３に示す。



図－１　架設計画図



図－２　橋梁一般図

図－３　架設状況

2．現場における問題点

本橋の架設計画を行うにあたり、二つの問題点が考えられた。

①高圧送電線下の架設

P３橋脚上には、27万ボルトの送電線が流れており、東日本大震災以降の関東一帯の電力を供給する主要幹線であった。送電線とクレーンブームとの接触災害を防止するため、制限高さ24m以内での施工を行う必要があった。

②県道上のブロック架設

P３～４間では県道上の架設となり、この県道は日立市と笠間市を結ぶ主要地方道のため5,000～10,000台／日の交通量があり、昼間での交通規制は困難であり、規制回数も限られていた。また、当該架設ブロックの地組ヤードは軟弱地盤であっ

たため対策を講じる必要があった。

３．工夫・改善点と適用結果

現地の測量確認、東京電力などの関係各社との検討を行い、現場に即した以下の対策を講じた。

①高圧送電線下の架設

当該架設ブロックは橋脚上の桁であったため、橋脚天端（地上10m）から制限高さ24m の範囲内での架設が可能となるように、桁下空間、吊ワイヤーの角度と形状、ブーム長、吊金具などについて検討を行った。その結果、吊り時のワイヤー角度が一般的な角度である60°以上となり、吊金具の溶接部が構造計算上 OUT となったため、ワイヤー径をより太い物に変更し、吊金具の溶接は完全溶け込溶接とした。

また、クレーンブーム先端が送電線の安全離隔距離内に侵入しないよう A2橋台背面の丘にレベルと監視員を配置し、クレーンオペレーターとの無線連絡を行うことで接触災害を防止した(図-4)。

上空にある送電線の位置および安全離隔距離（送電線から半径約７m の範囲）はオペレーターからは一目での判断が困難であったため、ヤード床面に送電線安全離隔距離を投影し、その境界線上にトラテープを貼り付けた。これによりオペレーターから安全離隔距離が簡易に判断ができるようになり、オペレーターが交代した場合においても同様の効果が得られた（図-５）。

②県道上のブロック架設

交通規制は架設箇所付近に迂回路が確保できたため全面通行止め（22：00～5：00）を実施し、夜間架設を行った（図-６）。

県道の規制は回数が限られており、吊足場を設置するための規制を行うことができなかった。そのため、先行足場の設置を行う必要があった。吊荷重量が約50t となり発注時よりも増加したので、550t クレーン の性能をＢとしていたが、カウンターウェイトを追加することでＡ性能に変更し、施工を可能とした。

また、クレーン設置箇所は軟弱地盤であることが事前に判明していたため、アウトリガー位置での平板載荷試験を行い、得られた地耐力と吊り時のアウトリガー反力に応じて、セメント固化材混合処理による地盤改良を行い、上記架設が可能となるように施工した。

図－４　クレーンブームの監視状況

図－５　送電線の安全離隔距離の明確化

図－６　県道上のブロック架設状況

４．おわりに

地盤、上空、規制回数などの限られた条件の中で、事前に吊り方法、クレーン設置位置などを検討したことにより、安全かつ予定通りに施工を完了することができた。

今回は、現場地形の関係から送電線の高さを丘上から確認することができたが、周辺に確認できる地形が無い場合は、地面若しくはクレーン先端から高さを計測できる機器の取付や、センサーなどによりブームと送電線などが接近しないような対策を講じる必要がある。

46

環境管理

現場における周辺環境への配慮について

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
監理技術者
佐　藤　豊　明
Toyoaki Sato

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：東九州道（県境～北川）家田地区改良工事

⑵　発 注 者：国土交通省　延岡河川国道事務所

⑶　工事場所：宮崎県延岡市北川町家田地内

⑷　工　　期：平成23年10月４日～平成24年８月25日

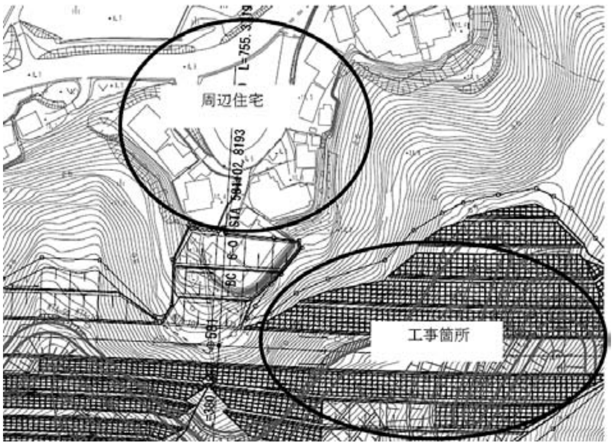
昨今の建設工事においては、周辺環境に配慮することが大きな要素を占めている。

私にとって、まず現場に着手する前に重要視するのは、周辺地域状況の把握である。区長さんをはじめとする地元関係者への挨拶、回覧及び説明会を利用しての工事の周知と協力依頼、一軒一軒足を運んでの工事現場周辺住民への説明、それを通じて顔を覚えてもらい、同時に情報を入手していくことに努めている。

今回工事においても、工事箇所近辺に住宅が点在し、また工事箇所より下部の谷間に住宅が位置し、騒音が響きやすい場所と認識した。

2．現場における問題点

今回、現場周辺住民の皆さんに挨拶と工事説明を進めていく中で、特に現場の真下にあたる区域にお住いの方々から、前回工事の騒音についての意見等が数多く寄せられ、日常生活を送るうえで



図−１　平面図

多少なりのストレスを感じている状況であった。今回自社工事においても建設機械を主とする土工事が主体であるので、近隣住民のストレス軽減のために何がしかの対策を講じる必要があった。

3．対応策と適用結果

まず使用する建設機械として、騒音の緩和を目的とした、AIS 機能・INDR 搭載の極低騒音型バックホゥを２台、超低騒音型バックホゥを３台選定し、特に民家上部の工事においては極低騒音型バックホゥを中心とした配置計画として作業を行った。また民家上部の工事においては、通常ブルドーザーを使用する作業においても極低騒音型バックホゥにて代替え作業とし、騒音の低減に努めた。次に建設機械の騒音については、安易な考えによる不必要な操作や過度な操作によって発生す

図－２　極低騒音型バックホゥ

図－３　騒音調査実施

る騒音もあり、オペレーターの運転マナーによるところも大きい割合をしめる。

今回、官民境界にて騒音調査を実施し基準値以内である確認は行ったが、さらに建設機械作業別に現場作業者を立ち会わせて騒音調査を実施した。この調査においては、官民境界ではなく50m程度の距離で測定し、実際の音感と数字で確認してもらうための目的で行った。

騒音調査の測定結果を機種・作業別に取りまとめ結果を分析した。分析の結果、瞬間的な騒音等の細かな情報も入手できた。一部をあげると、バックホゥのバケット空打ち88dB、ダンプトラック荷台鋼板の空打ち74dB、大型ダンプトラック通行時72dB、ブルドーザー掘削時77dBとの結果である。比較対照として通常の特定建設作業においては、官民境界線においての規制値85dBとなっており、今回は近距離であるが88dBの値も瞬間的に記録している。

図－４　安全教育

この結果を踏まえ、作業員全員に対して作業別測定結果の報告と注意すべき事項の確認、特定建設作業における規制等の安全教育を実施し、作業を行う各々が自覚を持って周辺住民等に配慮する姿勢を持つことを促した。

４．おわりに

今回、普段作業に従事する者として現場内の環境に慣れきってしまい、音感に鈍感になっている部分もあり、数字として細かくあげてみた場合に新鮮に感じる部分もあったようである。教育後の声として、「バックホゥのバケットに泥がこびりついて取れない時は、多少の罪悪感を感じつつも、なるべく音を立てないようにとバケットを空打ちして落そうとしていたが、スコップ等で落とせば済むことでした。そこには重機から降りるのが面倒とか、体力と時間を使うとかの思いがありました。」との意見があった。

今回このような意見を得ただけでも多少の成果はあったと考える。またバケットのガタによる騒音等、常日頃の点検整備によって抑えられる騒音も多々ある。工事現場がうるさいのは当たり前との当事者意識を中心とした考えから、第三者の目にたった意識が浸透するように、見ないふりをせず、見過ごさない事を目標として現場を進めていきたい。

47

新技術・新工法

自在型推進工法による既設シールド到達への軌跡

京都府土木施工管理技士会
株式会社　今井組
工事部主任
今　井　雄　三
Yuuzo Imai

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：大手筋北幹線（その1）公共下水道工事
⑵　発 注 者：京都市公営企業管理者上下水道局長
⑶　工事場所：京都市伏見区聚楽町他地内
⑷　工　　期：平成23年３月18日～
　　　　　　　平成25年３月29日

管きょ工	HPϕ1800泥濃式推進		350.0m
	HPϕ1100泥濃式推進		278.5m
	VPϕ1100製管工法		60.0m
	VPϕ400　低耐荷力推進		8.6m
人孔築造工		組立人孔	１箇所
		特殊人孔	２箇所
立坑工			２箇所

＊特殊事項＊

既設ϕ3000シールド管は本工事施工のϕ1800シールド管への到達を考慮して、掘進機で直接切削可能なFFUセグメントが到達口に設けられている。

2．現場における課題・問題点

本工事は、呼び径1800の下水道管きょを既設ϕ3000シールド管に接続する工事である。本工事の最大の課題は、到達側の既設シールド管きょに組み込まれている※FFUセグメントを切削掘進し接合する際に、既設シールド管きょに損傷を与えないことである。

（※FFUとは、硬質ウレタン樹脂をガラス繊維で強化したものである）

3．対応策・工夫・改善点・適用結果

工法の選定

①砂礫層を長距離推進後にFFUセグメントの切削が可能であること
②急曲線施工に対応可能な工法
③機内からの薬液注入が可能であること
④FFUセグメント切削時の押付力の管理、および掘進速度の管理ができること
⑤曲線推進後の到達坑口への到達誤差のない工法

以上のことから、経済的な推進工法と推進力の作用が掘進機に限りなく近いシールド工法の利点を生かし、シールド掘進に切り替えることでFFUセグメントへの押付力管理がしやすく、ミリ単位での掘進速度の調整が可能である推進・シールド併用タイプを採用した。

課題に対する対応策

①掘進に伴う既設シールド管きょの損傷防止対策
１）既設シールド坑内到達部に歪みセンサーを取付け、掘進圧力等によるFFUセグメントの変形や歪みを常時監視する。（図−１）

図−１　歪みセンサー設置

２）既設シールド坑内到達部から掘進機オペレーターまでの有線通話、無線通話、坑内用電話による連絡体制の整備。

３）掘進機の位置を正確に測量するために、自動測量システムによるピンポイント管理を行うとともに、定期的にトラバース測量にジャイロ測量を併用して行う。(図−２)

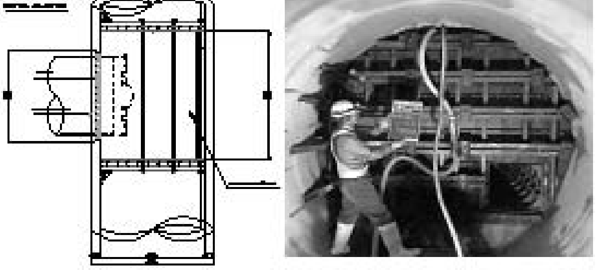
図−２　自動測量システム

４）既設シールド管きょ到達前の掘進速度をミリ単位で微速度制御できるシールドジャッキを用い､常時監視を行いながら速度調整を行う｡(図−３)

図−３　自動制御システム

②既設FFUセグメント切削時の損傷防止対策

１）FFUセグメントを掘進機ビットで切削する際に、破損や変位を起さないように、予め既設シールド管きょ坑内到達部に※隔壁を設けセグメントの防護を行う。※隔壁は、既設シールド管きょ坑内到達部の両端（L＝3.6m）に鋼製型枠で仕切りを入れエアーモルタルを充填したものである。(図−４)



図−４　エアーモルタル注入

２）掘進速度は、１～1.5mm/minの範囲でカッタートルクを一定に保ち、土圧および排出物位置まで掘進する。また既設シールド管きょ坑内では、セグメント歪み計測によって監視し、異常があった場合は、速やかに地上発進部と連絡を取りオペレーターに掘進停止を指示する。

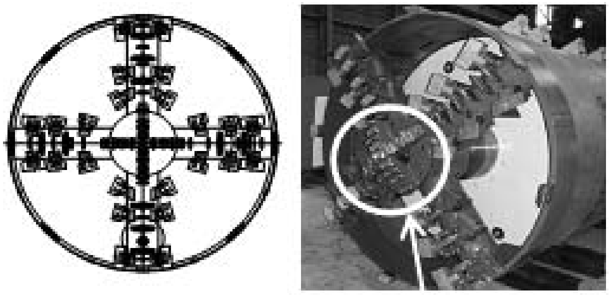
③その他の対策

既設シールド管きょ到達部でFFUセグメント切削部と掘進機外殻との隙間からの流入水および土砂流出防止対策として、掘進機本体よりシールド用裏込注入が行えるように、グラウト孔を全周に配列設置しておく。また、同時に薬液注入もできるように自在式プリベンダ付きの注入孔を全周および面盤部に設置しておく。

④ビット形状の選定について

FFUセグメントを確実に切削するためには、カッタビットの形状と適正配置がポイントであった。FFUという性状を考慮し、図−５のような形状とした。

FFUセグメントを最初に切削する※フィッシュテールには、切断効果の高いビットを配置し、等間隔にビットを配置させることで確実に切削が行えるようにした。



図−５　フィッシュテール

４．おわりに

今回の工法は、推進工法とシールド工法の利点と欠点を補い合うことで、これらの難題を克服し、無事に到達することが出来ました。まだ上流側φ1100推進工等が残っていますが、このまま無事故、無災害で工事を完成させるように努めます。

新技術・新工法

コンパクト沓の施工方法と管理方法

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
現場代理人 鈴木信幸○ Nobuyuki Suzuki
監理技術者 福持陽光 Hiromitsu Fukumochi
設計担当 岩村和哉 Kazuya Iwamura

1．はじめに

本橋は、一般国道２号広島南道路（広島県安芸郡海田町日の出町から廿日市市地御前に至る延長約23.3km）のうち広島市中区光南地区を通過する桁長192m の鋼５径間連続箱桁橋である。

本橋の支承には、新しい技術の活用を図る「公共工事等の新技術活用システム（NETIS)」による「発注者指定型」の固定ゴム支承装置（FxSB）（NETIS 登録番号 KK-040051-V）が中間橋脚Ｐ１～Ｐ４橋脚に採用されている。

工事概要

⑴　工 事 名：広島南道路光南高架橋鋼上部工事
⑵　発 注 者：中国地方整備局　広島国道事務所
⑶　工事場所：広島県広島市中区光南地内
⑷　工　　期：平成23年３月２日～平成24年５月31日

本報告は、この固定ゴム支承装置（以下、コンパクト沓）の施工方法と管理方法について、その特徴や工夫した点を報告するものである。

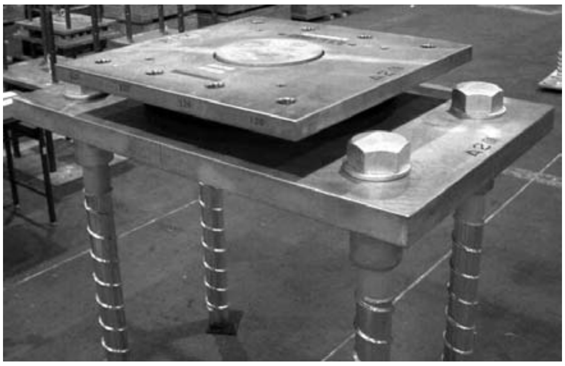


図-２　固定ゴム支承装置（FxSB）

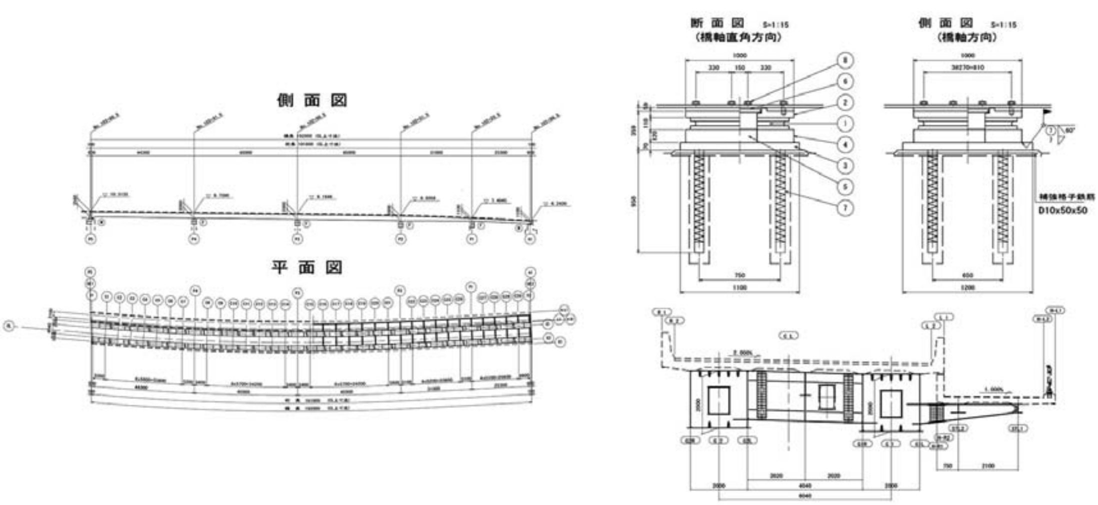


図-１　構造一般および支承図

２．現場における問題点

支承の施工に際し、設計図書等にコンパクト沓の固定可能温度範囲等、固定に関する条件が明確に示されていなかった。

そこで、下部工設計用温度水平力を基に下部工耐力の余裕量（余裕率）から許容温度変化量を推定した。Ｐ１～Ｐ３橋脚の支承固定可能温度範囲は比較的広く、最も厳しいＰ１橋脚で７．７℃～32.3℃であった。一方、Ｐ４橋脚の支承固定可能温度は16.3℃～23.7℃とたいへん厳しい範囲での固定時期となった。

したがって、通常の大型ゴム支承の施工と異なるコンパクト沓について特化した「施工方法と管理方法」を検討する必要があった。

３．施工方法と管理方法

ポイントとして、環境温度による鋼桁への影響と、桁温20℃にいかに近い時期に施工が可能か検討した。要点となる支承固定可能温度管理には、接触表面温度計を使用した。

＜施工ステップ1＞架設完了後(架設時期1～3月)

ジャッキアップにより下沓とベースプレートの縁切りを行うことで､残留応力を開放し､かつベースプレートの水平度を再確認後、支承アンカーボルト部のみにモルタルを注入し、σ3強度を確認後にジャッキを解放、不動点に近いＰ３脚支承のみベースプレートと下沓を溶接にて仮固定した。その他の支承については、固定可能時期まで外力的拘束は行わず仮受け状態とした。

＜施工ステップ2＞P1～P3支承溶接(4月下旬)

支承固定可能温度時期の早朝または深夜（桁温が一様に近い状態）に下沓とベースプレート間の摩擦から生じる残留応力をジャッキアップにより解放し、その後ジャッキを開放した。また、同時にその時間帯で支承固定可能温度（7.7℃～32.3℃)、その他の出来形を計測し、規格値内であることを確認した後に下沓とベースプレートを溶接により固定した。Ｐ１～Ｐ３支承固定時の桁温は13.5℃（規格値：7.7℃～32.3℃）であった。

図−３　Ｐ４支承固定時桁温計測状況

図−４　Ｐ４支承固定状況

＜施工ステップ３＞Ｐ４支承溶接（５月中旬）

施工ステップ２と同様の方法にて、支承固定可能温度を計測した。Ｐ４支承固定時の桁温は17.5℃であった。規格値（16.3℃～23.7℃）内であることを確認し、下沓とベースプレートを溶接により固定した。

４．おわりに

コンパクト沓は桁下空間が狭く、支承の位置調整、現場溶接、モルタルの施工等全ての作業において作業員への負担が大きかった。また、今回の設計思想では、いかに残留応力を開放して固定するかがポイントとなり、架設完了から計３回のジャッキアップダウンが必要となる施工となってしまい、今後、改善が望まれる。

桁下空間の確保と据付方法を考慮した構造設計が今後の課題であると考えられ、今回の報告が同様の工事の参考になれば幸いである。

49

新技術・新工法

耐震補強工事における規格化された落橋防止装置の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック
橋梁工事部
現場代理人
山　中　晶　裕○
Akihiro Yamanaka
橋梁設計部
設計担当
狩　野　哲　也
Tetsuya Kano

1．はじめに

旭大橋は、一般県道大野瀬小渡線の奥矢作湖を跨ぐ202.4mのランガーガーダー桁及び合成鈑桁にて構成された橋梁である。

本橋は供用開始後約40年を経過しており、耐震補強工事としてランガーガーダー桁310t型（4基）、合成版桁100t型（6基）の落橋防止装置の設置を行った（図-1）。

本工事では、弊社で開発した「規格化された落橋防止装置『らくらくブラケット』」を採用した。（NETIS登録番号 CB-100048-A）

工事概要

⑴　工 事 名：橋梁補修工事
　　　　　　　一般県道大野瀬小渡線（旭大橋）
⑵　発 注 者：愛知県豊田加茂建設事務所
⑶　工事場所：愛知県豊田市小滝野町地内
⑷　工　　期：平成23年10月21日～
　　　　　　　平成24年3月27日

2．現場における問題点

本橋は地域住民の生活道路の一部であり、有効幅員が6.0mと狭く、移動式クレーンを使用しての部材設置が出来ないため、片側交互規制を行う制約と早期に施工を完了させる必要があった。

また、当初設計の下部工ブラケット設置時のアンカーボルト本数が多いことから、既設の下部工コンクリートの品質を損なうことが懸念された。

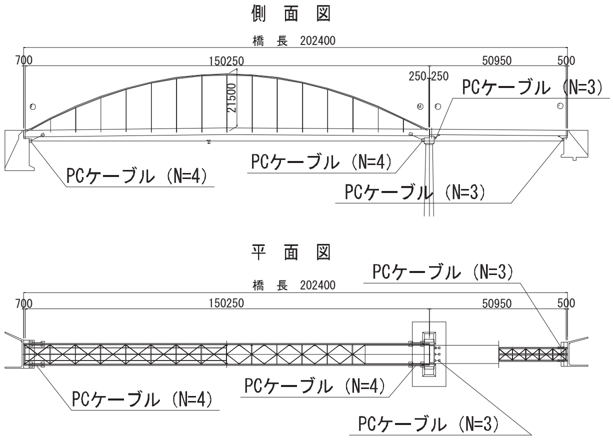


図-1　一般図

3．工夫・改善点と適用結果

検討の結果、落橋防止装置は『らくらくブラケット』を採用することとした。

上部・下部の鋼製ブラケットは、ヒンジ形のピン構造が採用されており、分割構造であるため、設置重量が大幅に減少した。従って部材の設置は、片側交互規制にて小型移動式クレーンを使用して行うことができた。またPCケーブル設置時の取付角度に自由度があり、比較的制約を受けることなく設置できた（図-2，3）。

また、PCケーブルの設計荷重別に規格化された落橋防止装置であるため、設計照査業務・工場

製作における原寸作業の合理化を行うことができ、製作ならびに現場施工日数を大幅に短縮できた。

下部構造は、ケーブルが鉛直方向に傾いた場合でも、ピンで回転に対して追随できるため、基部に引張力以外の外力が発生しない。よって、アンカーボルトは鉛直方向の曲げに抵抗する必要が無く、発注構造に比べ、本数を減らすことができた。

下部工ブラケットのアンカーボルト用の孔は、従来工法ではアンカーボルト定着後、現場にて先端位置を実測して製作に反映するが、位置ずれに

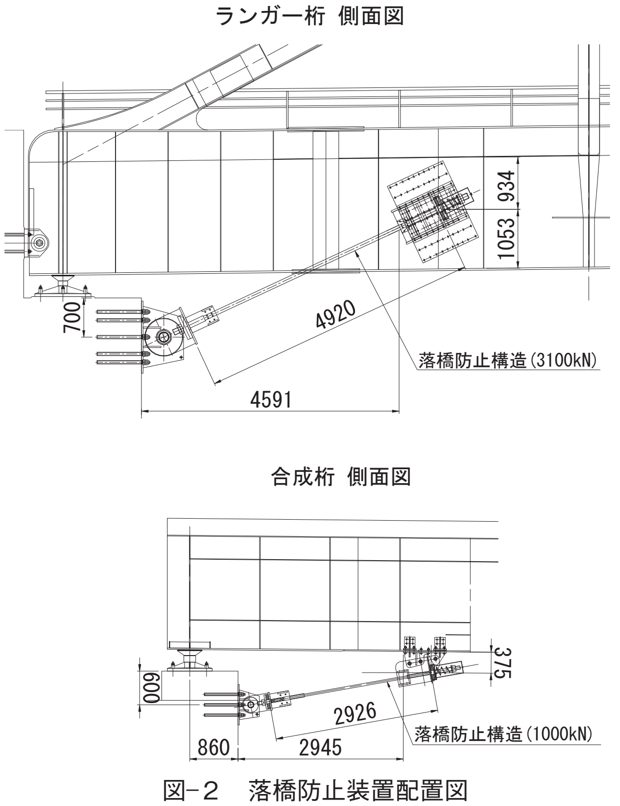


図-2　落橋防止装置配置図

図-3　落橋防止装置設置状況

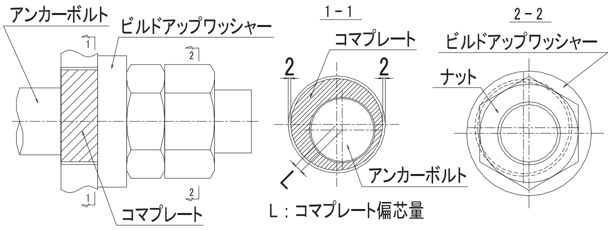


図-4　コマプレート詳細図

より現場施工不可となり再製作となることがある。

『らくらくブラケット』は、現場実測と製作時の誤差を吸収するためアンカーボルト径に対して＋20mm 程度の拡大孔を採用している。施工方法としては、パイロットホールを用いてベースプレートの位置決めを行い、「コマプレート」と呼ばれる拡大孔とアンカーボルトの隙間を埋めるワッシャー状のコマを挿入し、拡大ワッシャーとナットにより締め付ける手順である（図-4）。「コマプレート」は、正規の位置に孔をあけたものと、アンカーボルトの偏芯量により２，４，６mm などあらかじめ偏芯させて孔をあけたものを用意し隙間を埋める構造である。拡大孔の採用により、容易にかつ安全にブラケットを設置することができた。

４．おわりに

本工事では、耐震補強工事において、規格化された落橋防止装置『らくらくブラケット』を採用することにより、工期短縮、交通規制の軽減、また安全な施工を実現することができた。

分割構造であるため設置重量が減少することや、拡大孔およびコマプレートの適用による設置手間の軽減により、大幅に工期を短縮する事ができた。

また、下部工ブラケットは、アンカーボルト本数を減らすことができ、下部工のコンクリート品質に対する懸念も解消できた。

最後に、本工事の施工に当たりご指導いただきました愛知県豊田加茂建設事務所をはじめとする関係各位に厚く御礼申し上げます。

50

IT マネジメント

不可視部分施工時の確実な出来形確保と作業の手戻りを防止対策

長野県土木施工管理技士会
株式会社塩川組
上原　康樹
Yasuki Uehara

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：H23地すべり防止事業第６号工事
⑵　発 注 者：長野県北安曇地方事務所
⑶　工事場所：北安曇郡小谷村千国字小土山
⑷　工　　期：平成23年６月７日～
　　　　　　　平成24年１月31日

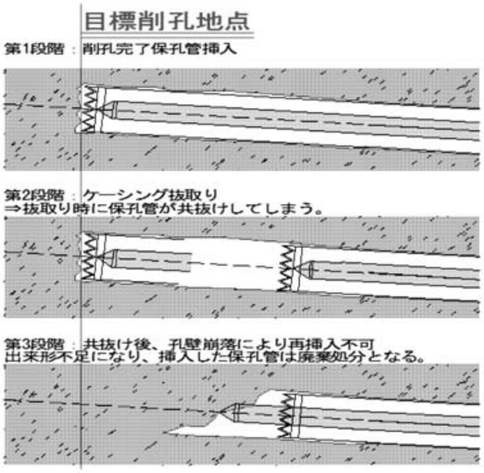
地すべりの原因になる地下水排除の目的で、集水井（鋼製φ3.5m）H＝24.5mを施工し、集水ボーリング工φ40mmVP管をL＝50m×９本×２段（ΣL＝900m）を施工した。事前のチェックボーリング結果より、集水ボーリングを施工する地層は、N値50程度の「強風化凝灰角礫岩」であると想定していた。

2．現場における問題点

【１つめの問題点】

今回の現場地質である「強風化凝灰角礫岩」は、ボーリング削孔後（仰角５度）の孔壁自立が期待できない為、従来型の保孔管先端キャップでは削孔ケーシング抜取り時に保孔管が共抜けしてしまい出来形が確保できない恐れがあった。（図−１）

また、孔壁が崩落してしまうと保孔管を再挿入しようとしても入らない為、既に挿入している保孔管は接着接続済みなので再利用はできず廃棄処分となり、再度施工することになり非常に不経済



図−１　従来型の先端キャップ

であると共に、必要以上に作業員を集水井内へ立ち入らせることになり、安全面からしてもよくないという側面もありました。

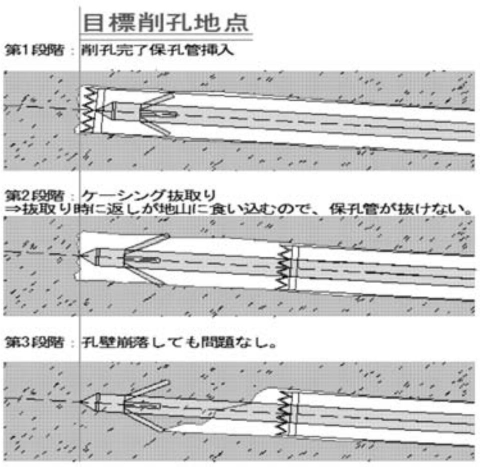
【２つめの問題点】

当該現場は地すべり地帯であるため、降雨量観測は土砂災害発生を予測するための非常に重要な安全管理項目であったが、現場と自宅の距離が片道２時間と遠く離れていた為、公共の気象情報のみでは緊急時の対応に支障がでる恐れがあった。

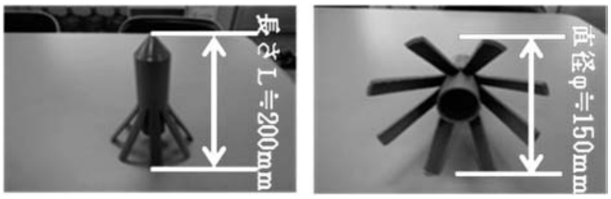
3．工夫・改善点と適用結果

【１つめの問題点に対する工夫・改善】

集水ボーリング保孔管の先端に「抜け防止加工」を施したキャップ（図−２、図−３）を使用することで、保孔管の配管後ケーシング抜取り時に、保孔管とケーシングが一緒に抜けてこない為、今



図−２　抜け防止先端キャップ



図−３　抜け防止機能付き先端 CP 外観

回の現場地質である「強風化凝灰角礫岩」のように、削孔後の孔壁自立が期待できない場合に、確実な出来形の確保と施工の手戻りを防止することが出来ます。従来であれば、保孔管がケーシングと共抜けしてしまい出来形が確保できなければ保孔管を廃棄処分し再施工が必要であったり、保孔管を塩ビ管から鋼管に変更し崩落部への挿入を可能にしたりと、時間や費用を必要以上に費やさなければならない可能性がありましたが、当現場では抜け防止キャップを使用することによって、25本の集水ボーリング全てにおいてケーシング抜取り時の保孔管の抜けは１本もなく、安定した出来形と計画工程を確保することが出来ました。

【２つめの問題点に対する工夫・改善】

降雨量把握に関する問題を改善する為の工夫として、パソコンと接続し正確な雨量データ集計を行えるデータロガー型雨量計（図−４）を設置しました。また、雨量計に市販のライブカメラを設置し、（図−５）雨量計の画像を現場で開設したホームページにライブ配信することによって、工事に関係するすべての方が、帰宅後や休日夜間を問わず容易に現場のリアルタイム雨量を確認出来るようにすることによって、（図−６）異常気象による災害発生の恐れがある場合の迅速な避難及び、災害対策本部の設置に役立つと考えました。今回は通常のインターネット回線と市販の WEB カメラ及び無料サーバーを使用することによって費用をかけずに雨量計設備を設置出来ました。また、雨量計の観測データと今回施工した暗渠ボーリングからの湧水量の関係を調査したところ、降雨のあと２～３日後に湧水量が増え始め、その後１～２日程度は湧水量が多くなる傾向にあることが分りました。このことから、降雨後１週間程度は土砂災害が発生しやすい状況であることを現場関係者へ周知することができました。

図−４　データロガー外観

図−５　WEB カメラ設置

図−６　携帯電話から確認

４．おわりに

今回採用した「抜け防止機能付き先端 CP」は確実に出来形を確保でき、手戻りの防止も兼ねています。通常の現場と比べて危険度の高い集水井内での作業時には、非常に有効な施工方法であったと思います。雨量観測についても、費用を掛けずに工夫できたところは非常に有効であったと思います。今後も、いろいろな側面から現場を観察することによって、さらなる作業環境の工夫と改善に取り組んできたいと思います。

51

その他

離島現場での社会貢献活動について

沖縄県土木施工管理技士
株式会社國場組
現場代理人
金　城　兵　七
Heishichi Kinjo

1．工事内容

今回の工事は、農業用貯水池を整備する目的で農業用ダム【盛土39,400㎥、鉄筋コンクリート1,081㎥、基礎処理工828m等】を施工する工事である。

工事概要

⑴　工 事 名：伊平屋北部１期地区貯水池工事（３工区）

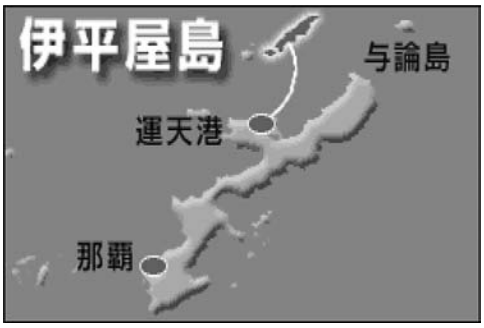
⑵　発 注 者：沖縄県知事　仲井眞　弘多

⑶　工事場所：伊平屋村伊平屋北部１期地区

⑷　工　　期：平成23年３月17日～平成24年３月30日

2．現場における問題点

当該現場は、沖縄県の最北端で、東シナ海洋上に浮かぶ離島にあり、那覇市から北に117km、フェリー発着の沖縄本島今帰仁村運天港より41km（所要時間90分）の距離にある。（図−１参照）



図−１　伊平屋島位置図

人口は約1,300人であるため、土木専門作業員の確保が困難であった。そのため、重機オペレーターや、鉄筋工、大工等、ほとんどの作業員が、島外からの単身赴任で従事することになっていた。

地元島民からすれば工事関係者は、よそ者であるため、ほんの些細なことから誤解を招き工事進行の妨げになるトラブルが起こることは、絶対に避ける必要があった。

3．当現場で実施した活動内容

そこで現場では、積極的に地域の行事や地元行政行事に参加し、コミュニケーションを図ることで、工事に対する理解と協力を得ることにした。

以下に実施した主な項目を述べる。

⑴　地区主催の草刈り作業への参加

現場事務所がある伊平屋村田名地区主催の草刈り作業に参加した。草刈りの日程等は、日頃、弁当や飲み物を購入している田名共同売店で情報を聞き出し、自主的に参加を申し出た。

図−２　清掃状況（6/19）

図−３　清掃状況（10/8）

⑵　飲酒運転根絶村民大会への参加

伊平屋村では、飲酒運転による交通事故が多発

しており平成18年に起こった悲惨な飲酒運転による交通死亡事故を、今一度真剣に考え、村民の交通安全意識の高揚を図る目的で行われた飲酒運転根絶村民大会へ参加した。そのあと、パレードに参加したときの、のぼり旗を譲り受け現場入口付近に設置して、作業員全員の交通安全意識の高揚に役立てた。

図-４　大会参加状況

図-５　パレード状況

⑶　豊年祈願祭への参加

平成23年９月９日に行われた田名区豊年祈願祭に、三味線弾き手として本社から１人、捧術に現場代理人が参加した。また、現場作業員も芸を観覧した。

特に棒術は、10年ぶりに復活する伝統行事ということで地元長老の指導を受け夕方５日間も練習を行った。

図-６　棒術【現場代理人】

図-７　集合写真

⑷　ムーンライトマラソンのボランテイア活動

平成23年10月15日に行われた、伊平屋村最大のスポーツイベントであるムーンライトマラソンで地元田名区の一員としてボランテイア活動を行った。

図-８　ボランティア活動状況

図-９　集合写真

⑸　ソフトボール大会への参加

平成23年11月27日に行われた伊平屋村体育協会主催のソフトボール大会に地元田名平松チームとして参加した。

参加する１週間前から、地元田名公民館前運動場で練習試合や夜間練習に参加し、親睦を図ることで地元に馴染んでいくことができました。

大会は、残念ながら１回戦で敗退したが、その後地元田名区の子供会と親善試合を行い有意義な時間を過ごしました。

図-10　試合状況

図-11　集合写真

⑹　イルミネーションの設置

クリスマスにあわせて田名共同売店に、イルミネーションを設置した。クリスマス後は、イルミネーション機材を地元子供会に寄贈した。

図-12　設置状況

図-13　点灯状況

４．活動結果

以上述べた活動以外にも、伊平屋まつり・幼小中合同運動会・地域フォーラム等に積極的に参加した結果、地域住民とのコミュニケーションが円滑に図られ、工事に対する苦情や地域住民とのトラブルが皆無であった。

そのため、工事評価点での項目別評価点で、地域への貢献等は、満点を得ました。さらに、発注者である沖縄県農林水産部から、2011年度優良建設業者として表彰を受けました。

公共工事は、構造物の高い品質確保と安全施工が要求されるが、地元に対する社会貢献活動も重要であると改めて認識しました。

52

その他

河川愛護月間における体験学習について

山形県土木施工管理技士会
株式会社　小松組
工事部
本　間　慎　吾
Shingo Honma

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：最上川下流酒田管内維持工事
⑵　発 注 者：東北地方整備局
　　　　　　　酒田河川国道事務所
⑶　工事場所：山形県酒田市〜庄内町地内
⑷　工　　期：平成24年４月１日〜
　　　　　　　平成25年３月31日

地元の小学生に川や堤防、それに伴う維持管理について興味を持ってもらいたいと考え、７月の愛護月間でかつ夏休みを利用して体験学習会を東北地方整備局　酒田河川国道事務所の酒田出張所と共同で開催した。

体験学習の内容としては、船上巡視体験および維持管理のための遠隔除草機械操縦体験とした。

特に学習内容としては専門的な内容以前にいかに興味を持ってもらえるかが最重要であると考え、楽しく体験できることが必須と考えられた。

2．現場における問題点

小学生の確保が最大の問題となった。また私自身はもちろん、弊社職員の中にも最上川近隣の小学生の父兄にあたる人物がいなかったため、学校およびその父兄への説明が問題となった。

人数はもとより、船上巡視や機械操作の関係上、説明を理解し安全に実施するための学年の選定についても問題となった。

それに伴い、班編成や時間配分についても考える必要があった。

3．工夫・改善点と適用結果

最上川河口周辺に２校あるが弊社職員および知り合いに父兄がいなかったため、父兄への説明のみでの生徒の確保は事実上不可能であった。

また、企画の立案が６月下旬、具体的な内容についての決定が７月上旬であったため、学校や父兄に説明する時間そのものが不足していると考えられた。

そこで最上川からは若干離れてしまうが、小学生の子を持つ弊社職員より父兄への説明と生徒達のとりまとめを行ってもらい、同じ町内の小学４年生〜６年生の11人に決定した。

期日については７月中かつ夏休み中と決めていたので、学校行事や自治体の活動が無く、また送迎を買って出ていただいた父兄の都合に合わせ、開催日を７月31日に決定した。

ここで新たな問題となったのが班編成となった。

船上巡視に使用しようと考えていたボートの乗車定員が８人ではあったのだが、ハンドル装置（図－１）の関係で最大でも７人が限度と考えられた。

乗員として運転手とサポートを除くと最大で５人の生徒となり、11人の生徒では３班体制とする必要性があった。

その生徒11人の内訳が、男子６人、女子５人であったため、１班当たり最大４人と考えていたの

図−１　ハンドル装置

だが変則的ながら男子３＋３人、女子５人の３班体制とし、全ての班で上述の最大７人に収めることができた。

体験時間としては合計２時間程度と決定したため、１班当たりの船上巡視は30分程度と決定し、それに伴い残りの１時間程度を遠隔除草機械操縦体験とした。

ところがここでも新たな問題が発生した。遠隔除草機械は弊社への貸与が１台であるため、最大で８人での使用となると１人当たりの体験時間が減り、飽きてしまう生徒がいるのではないかという懸念があった。３班体制の特性上、１班と３班は連続１時間以上の操縦体験となってしまう点についても問題視された。

そこで隣の工区で使用している機械が空いているということで２台体制とし、１班に１台を提供することができた。（図−２）

これにより、ただ見ている時間が減らせたため、

図−２　遠隔除草機械

図−３　体験学習状況

連続１時間以上の遠隔除草操縦体験でも飽きる様子も見受けられなかった。（図−３）

アタッチメントの違いによる作業の特性についても説明でき、より理解しやすかったのではないかと感じた。

４．おわりに

初の試みであったため手さぐりでの企画および開催となったが、生徒全員がまた参加したいと言って帰路に就いたのはとても印象深かった。特に船上巡視や大型機械のラジコン操作などは一般にはなかなかできない貴重な体験となったようだ。

後日アンケートもお願いしたが、７人より回答をいただき全員が『面白かった』『また参加したい』、うち６人が『川や堤防に興味を持った』と回答を頂戴した。

当初の目標でもあった『楽しく体験』についてはアンケートの回答からも達成できたと考える。次回開催時にはもっと早く着手し、最上川河口周辺の小学校で実施したい。