1

施工計画

膨張性地山に対するトンネル施工について

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　宮崎　修一○　Shuichi Miyazaki
現場代理人　朝木　大　Hiroshi Asaki

1．はじめに

楠根トンネルは調査・設計段階から蛇紋岩の存在が確認されている。その特徴として、乾燥と吸水を繰り返すことで細かくばらばらに崩壊するスレーキング現象により、地山を膨張させるため、トンネルの施工にあたっては、安全かつ確実に施工するための対策が課題であった。

蛇紋岩区間では、先進調査ボーリングを行い、その結果から、位置、区間及び特性を把握し、段階ごとの対策工を検討して施工を行った。

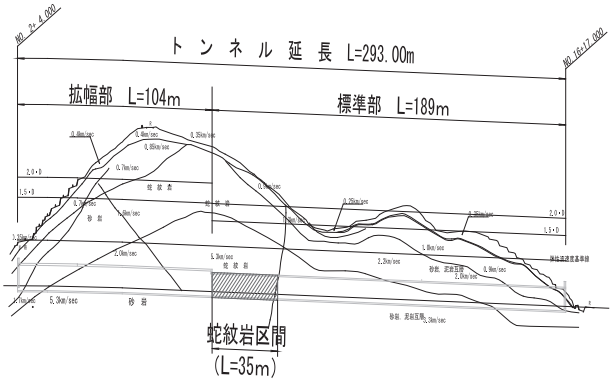
本稿では、この蛇紋岩区間の掘削及び覆工コンクリートの施工について報告する。

工事概要

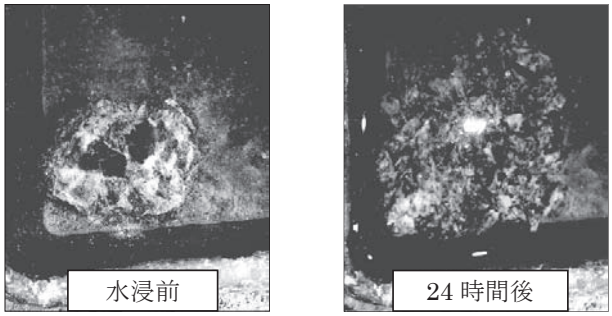
⑴　工事名
　掘削工事：緊急地方道路整備工事
　　（楠根トンネル）
　覆工工事：H20阿土阿南小松島線阿南・楠根トンネル工事⑴
⑵　発注者：徳島県
⑶　工事場所：徳島県阿南市楠根町七浦～美濃谷
⑷　工　　期：平成19年12月15日～
　　平成22年３月10日
⑸　工事内容：道路トンネル　全長Ｌ＝293m
　　拡幅部　Ｌ＝104m
　　掘削断面積 Ａ＝118～120㎡
　　標準部　Ｌ＝189m
　　掘削断面積 Ａ＝81～84㎡
　　縦断勾配　2.73％
⑹　掘削工法：NATM（爆破掘削によるショートベンチカット工法）

2．現場における課題

蛇紋岩区間の位置関係の把握とその特性を調べることを目的として先進調査ボーリングを行った。蛇紋岩が分布している区間は、当初設計の60m（拡幅部25m＋標準部35m）に対して、標準部35m（図−1）のみであり、性状は「片状、粘土状」である。片状蛇紋岩は、剥離性が顕著で、スレーキング試験で葉片状に細片化（図−２）した。また、粘土状蛇紋岩は、コア採取とともに吸水による膨張変形が生じ、指圧でつぶせる程度に軟質化した。



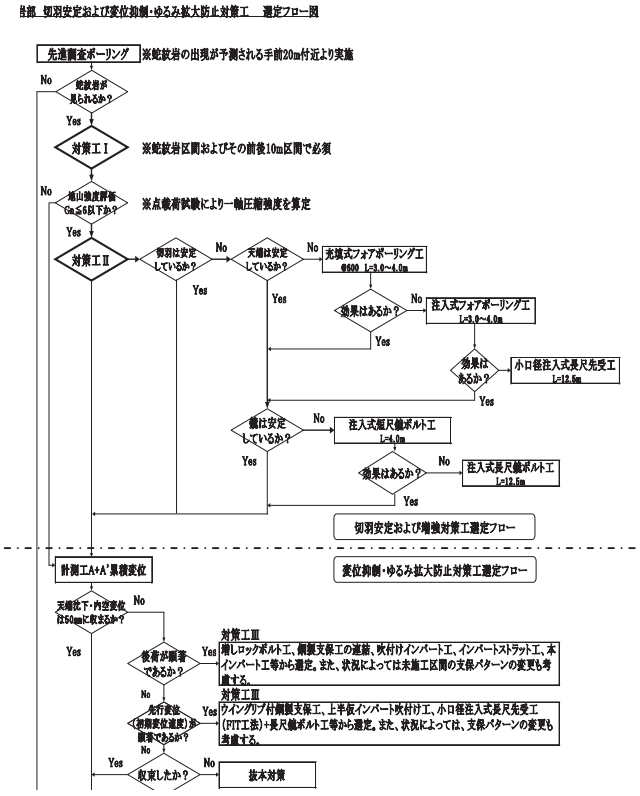
図−1　蛇紋岩区間位置図



図−２　片状蛇紋岩スレーキング試験

⑴　掘削工事

以下に蛇紋岩区間における対策工の選定フロー（図−３）を示す。



図−３　蛇紋岩区間対策工フローチャート

対策工Ⅰ：［蛇紋岩区間及び前後10m区間は必須］

鏡吹付けコンクリート工（t＝５㎝）、繊維補強吹付けコンクリート工、上半の変形余裕幅10㎝を確保する。

対策工Ⅱ：［地山強度評価 Gn≦６の場合］

鏡ボルト、上半仮インバート吹付け、増しロックボルト、鋼製支保工の連結、以上の中から選定して単独または複数組み合わせて実施する。

対策工Ⅲ：［天端沈下･内空変位50㎜を越える場合］

増しロックボルト工、鋼製支保工の連結、ウイングリブ付鋼製支保工、上半仮インバート、以上の中から選定して単独または複数組み合わせて実施する。

⑵　覆工工事

覆工コンクリートはセントルの配管内を圧送された後、打設する。セントルに設置された打設窓から打設作業を行うことになるため、締め固め状況や充填性の確認が難しい。とくに、クラウン部は十分な締固めが難しいことから、コンクリートの流動性が重要となる。

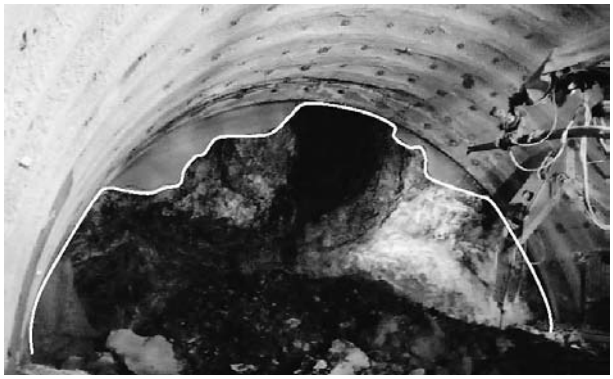
３．対応策と適用結果

⑴　掘削工事

蛇紋岩区間手前10mから、対策工のフローチャートに従い「対策工Ⅰ」を行ったが、脆弱な蛇紋岩が切羽に出現するとともに、鏡面の崩落が頻発した。蛇紋岩区間に入った当初は、切羽の安定のために鏡面に吹付けコンクリートを施工したが、拡幅断面から標準断面に変る位置あたりで、鏡面の約１／３が崩落した（図−４）。このため、更なる対策工が必要となったため、鏡面の崩落の状況と蛇紋岩の性状から対策工Ⅱである鏡ボルト工を選定した。発生した崩落は、初期段階であったこ

表−１　注入式短尺鏡ボルト工法諸元

ボ ル ト 材	中空型ロックボルト
ボ ル ト 長	4.0 m
打設範囲及び間隔	切羽鏡面 1.5 m×1.5 m 2 基ごと
打 設 本 数	16.0 本/断面
注　入　材	シリカレジン
注　入　量	40 kg/本(10 kg/m)



図−４　鏡面崩落状況



図−５　注入式短尺鏡ボルト施工状況

とから切羽前方地山を補強・改良することを目的として、注入式短尺鏡ボルト工（図−５）を行った。この結果、切羽の自立性が向上し、鏡面の押出し及び塑性領域の拡大を防止できた。

最初に発生した崩落以降に行った対策工により切羽が安定したため、４シフト（L＝10.0m）行った後、通常の「対策工Ⅰ」である鏡吹付けのみとしたが、崩落などの発生もなく蛇紋岩区間を無事に抜けることができた。

掘削後は蛇紋岩の性質である膨張性により天端沈下や内空変位が大きくなることが懸念されたが、計測工Ａにおいて、５m 間隔（１断面あたり７箇所）で毎日変位計測を行った結果、内空変位は最大で7.2㎜、脚部沈下は6.8㎜で収束していることを確認した。計測工Ｂでは、蛇紋岩区間の１断面に地中変位・ロックボルト軸力・吹付コンクリート応力・鋼アーチ支保工応力について計測し、計測値が収束するまで計測を行った。支保工設置後、60日で計測値の収束が確認できた。計測結果は、全てが許容範囲内であり、支保構造が適切であることが分かり、「対策工Ⅲ」を行うまでには至らなかった。

⑵　覆工工事

蛇紋岩区間で打設する覆工コンクリートについては、材齢初期でのひび割れと経年による剥離・剥落を抑制するために、打設するコンクリートに繊維補強材を添加することになった。採用した繊維補強材は、バルチップJK（繊維長48㎜、混入率は0.3%）で、コンクリートに添加することで、コンクリートの粘性が増加し、ジャンカや空洞等が懸念された。このため、ポンプ筒先でのスランプが15.0㎝となるように、運搬ロス・ポンプロス・繊維補強材の投入によるスランプロスを見込み、練り上がり時のスランプを21.0㎝と定め、基準配合（表−２）を決定した。決定した配合により試験練りを行った結果、性状が良好と判断した。

表−２　繊維添加コンクリート基準配合

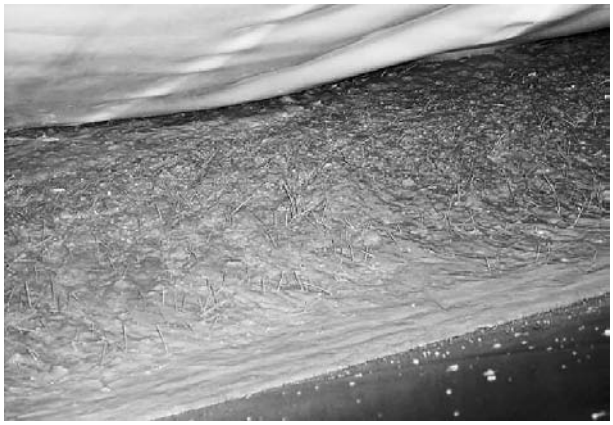
圧縮強度 (N/mm^2)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)
21	21.0	5.0	51.0	57.0

単位量(kg/m^3)						
セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	混和材 AD	混和剤 Ad	繊維補強材
340	175	918	754	59	4.42	2.73

繊維補強材（バルチップJK）は専用の投入機によりミキサー車に投入（投入時間＋攪拌時間＝180秒）し、均一になるよう攪拌した（図−６、７）。



図−６　覆工コンクリート繊維添加状況



図−7　繊維添加コンクリート

試験練によりスランプロスを６㎝見込んでいたが、運搬・圧送後のコンクリートスランプは、予定しているスランプよりも２cm 大きく17㎝となったため、打設作業ではコンクリートの材料分離やセントルの沈下や変位に注意して、締め固めを行った。スランプが大きいことによるコンクリートの硬化の遅れなどの問題が懸念された。このため、次打設においては、スランプロスを見直し、練り上がり時のスランプが19㎝となるよう流動化剤の添加量を調整した結果、セントルの沈下などの悪影響も無くコンクリートを打設することができた。しかし、練り上がり時のスランプが19cmでは、セントル天端の吹上口からの打設作業では、流動性の低下が見られ、ジャンカ等の発生が懸念されたので、吹き上げ口からの打設では、流動化剤の添加量を試験練りで決定した600mℓ/㎥とした。その結果、クラウン部・天端部のコンクリートは問題なく打設することができた。

４．おわりに

楠根トンネルは計画段階から蛇紋岩の存在が確認されており、その脆弱性及び膨張性に対して評価し、対策工およびその効果について検討した。

掘削工事が始まり、想定通り蛇紋岩が確認されたので、蛇紋岩対策フローによる「対策工Ⅰ」を行ったが、拡幅断面から標準断面へ移行するあたりの蛇紋岩区間で、切羽鏡の崩落が発生し、「対策工Ⅱ」を行うことになった。崩落が生じた原因として、蛇紋岩区間での地山自体の脆弱性もがあるが、拡幅断面から標準断面へ移った箇所の切羽鏡面の崩落は、最初に拡幅断面部を先行して掘削を行ったことで周辺地山に緩みを生じさせた状態で標準断面の施工へシフトした結果、切羽前方の地山が不安定となり、鏡面の崩落が生じたと考えられたことから、「対策工Ⅱ」の中から標準断面部では短尺鏡ボルト工を行った。しかし、拡幅断面の最終切羽には、長尺鏡ボルト工（９．５ｍ）を施工した方が、より効果的で確実に崩落を抑制ができていたと思われる。

蛇紋岩は、水の影響で膨張するが、掘削による湧水がほとんどなかったため、膨張による変位は見られなかった。

覆工工事は、試験練りを行い、生コンの性状を確かめて施工に臨んだが、気温の変化や、打設箇所での環境の違い等により、生コンの品質が安定しなかったため、現場添加型流動化剤を投入することで、筒先でのスランプを安定化させるなどの対処を行い、ジャンカやクラックもなく、きれいな覆工面のコンクリートが打設できたと思う（図−８）。

今回の工事では標準部・拡幅部の２断面であるため、セントルを２基使用した。このため、組立・解体による他作業の中断等も生じたが、坑門工を含めスムーズに覆工コンクリートが施工できた。



図−８　トンネル坑内完成

2

施工計画

リフトアップ架設における形状管理について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　横河住金ブリッジ
現場代理人
村　山　秋　弘
Akihiro Murayama

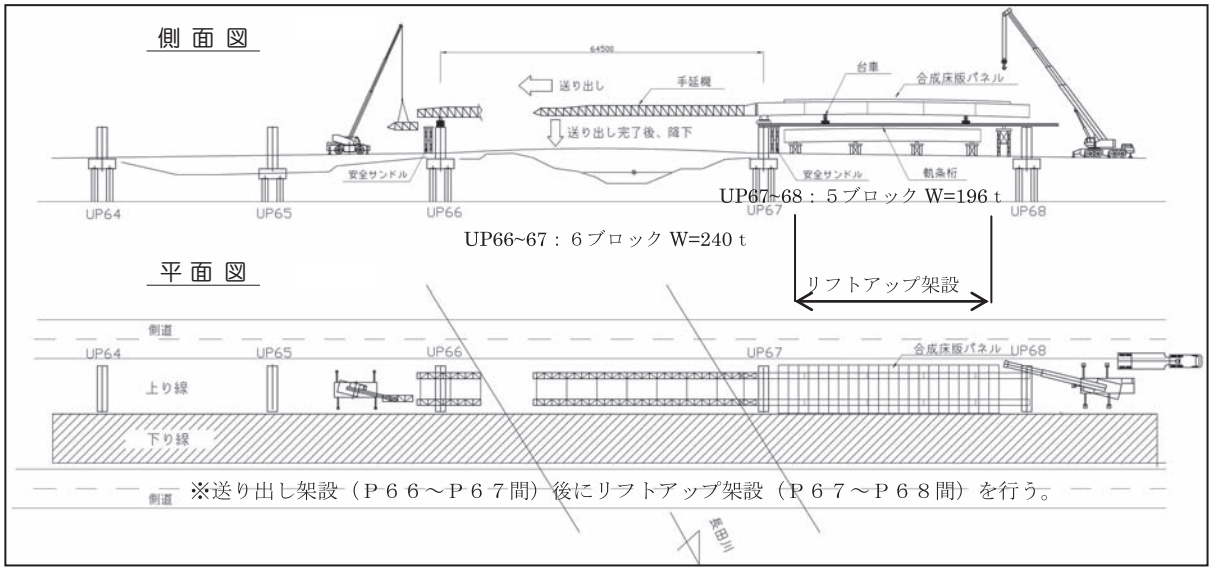
1．はじめに

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から福釜町まで
⑷　工　　期：平成21年３月17日～
　　平成23年３月15日

当工事は、長田川（２級河川）に架かる国道23号知立 BP 上り線の高架橋である。形式・規模は、橋長184.5m（４径間連続非合成狭小２主箱桁橋)、鋼重529t である。架設工法はトラッククレーン・ベント工法であったが側道交通への影響低減のため送出し工法を採用した。その送り出し架設の作業ヤードに鋼箱桁を地組して使用し、それをリフトアップ工法により架設することでさらに側道交通への影響を低減することを目的とした。

本工事の架設工法の特徴は、リフトアップのジャッキにて桁を上揚して、先に送り出し工法で先行架設した鋼桁と連結することである。送り出し作業ヤードとして作業構台を設置したが、その作業構台は、送り出し架設後リフトアップ架設によ



図−１　P66～P67間、桁の送り出し・降下計画概要図

り桁架設できるよう鋼箱桁を地組して使用した。その地組桁を送り出し架台として使用した後にリフトアップ架設により桁架設することが特徴である。その使用する昇降機械（品名ユニットジャッキ：最大昇降能力150t／１台）は送り出し架設完了後、自走式大型台車（最大積載荷重150t／１台）に載せて架設桁の下に設置することにした。

２．現場における問題点

（架設後の形状管理における課題）

送り出し架設後のリフトアップ架設は、大ブロック（６ブロック＋５ブロック）の添接なので、ベントを使用した通常の形状管理ができない。すでにたわみが発生しており、桁架設時にそのたわみを考慮した架設により形状管理を行い連続箱桁の所定精度を確保することが課題であった。以下にその課題を挙げる。

⑴　連続桁を単純桁として架設することにより送り出し架設後の桁（UP66～67径間の６ブロック）キャンバーが194mm あり、そのまま桁を添接しても所定の施工精度（規格値：±33 mm）の確保ができないこと。（設計値のキャンバーは28mm であり、166mm たわみすぎている。）

⑵　リフトアップする桁（５ブロック）は、橋脚に設置するための最終ブロックをトラッククレーンで架設して添接する必要があり、そのヤードが必要であること。ヤードの敷地面積が狭く、供用中の側道沿いでもあり全ブロックを地組することは不可能であった。

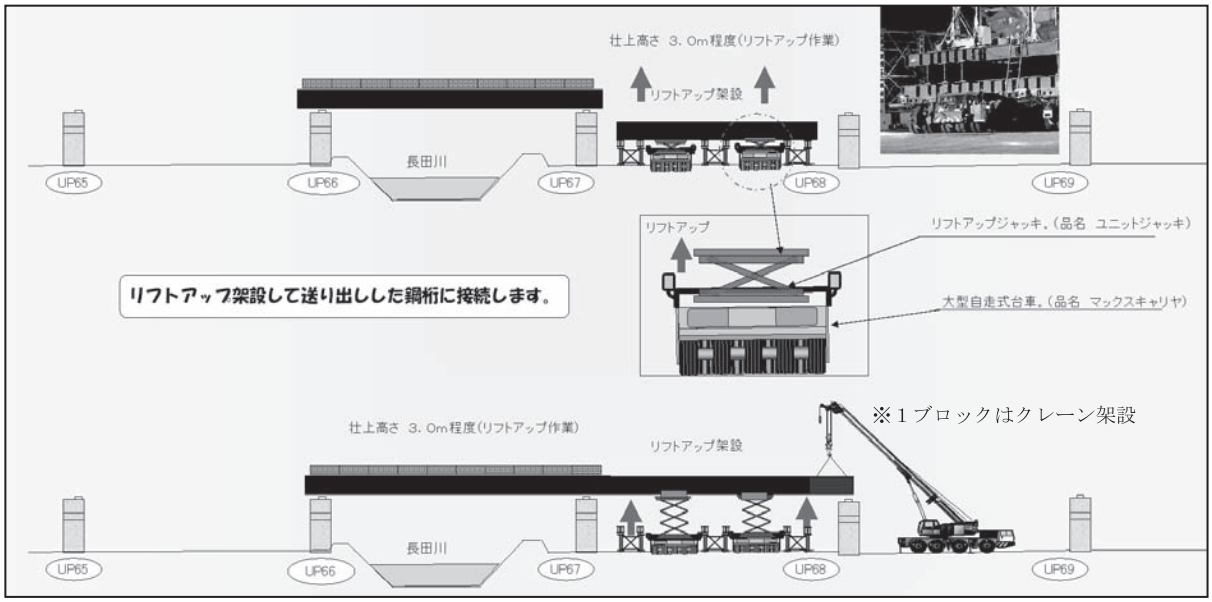
⑶　大型自走式移動台車の設置のために地盤の平坦性確保及び所要の地耐力が必要であること。鉛直に昇降するためには地盤を水平にすることが求められ、不等沈下をなくしリフトアップ架設時の安全性を確保することが求められる。

３．対応策と適用結果

⑴　対応

２で示した課題を解決するためにリフトアップ架設時には以下の点を考慮した。

リフトアップ架設前の送り出し完了時には６ブロックのキャンバーは－201㎜あった。そのため、２-⑴の対応については、所定の施工精度を確保するために架設時の平面骨組解析を行い各ステップにおける桁のキャンバー（たわみ）を求めた。その結果、送り出し架設完了時は194mm の桁たわみが発生し、設計形状より166mm 多くたわみが発生することが判明した。そこで、所定のたわ



図－２　P67～P68間、リフトアップ架設概要図

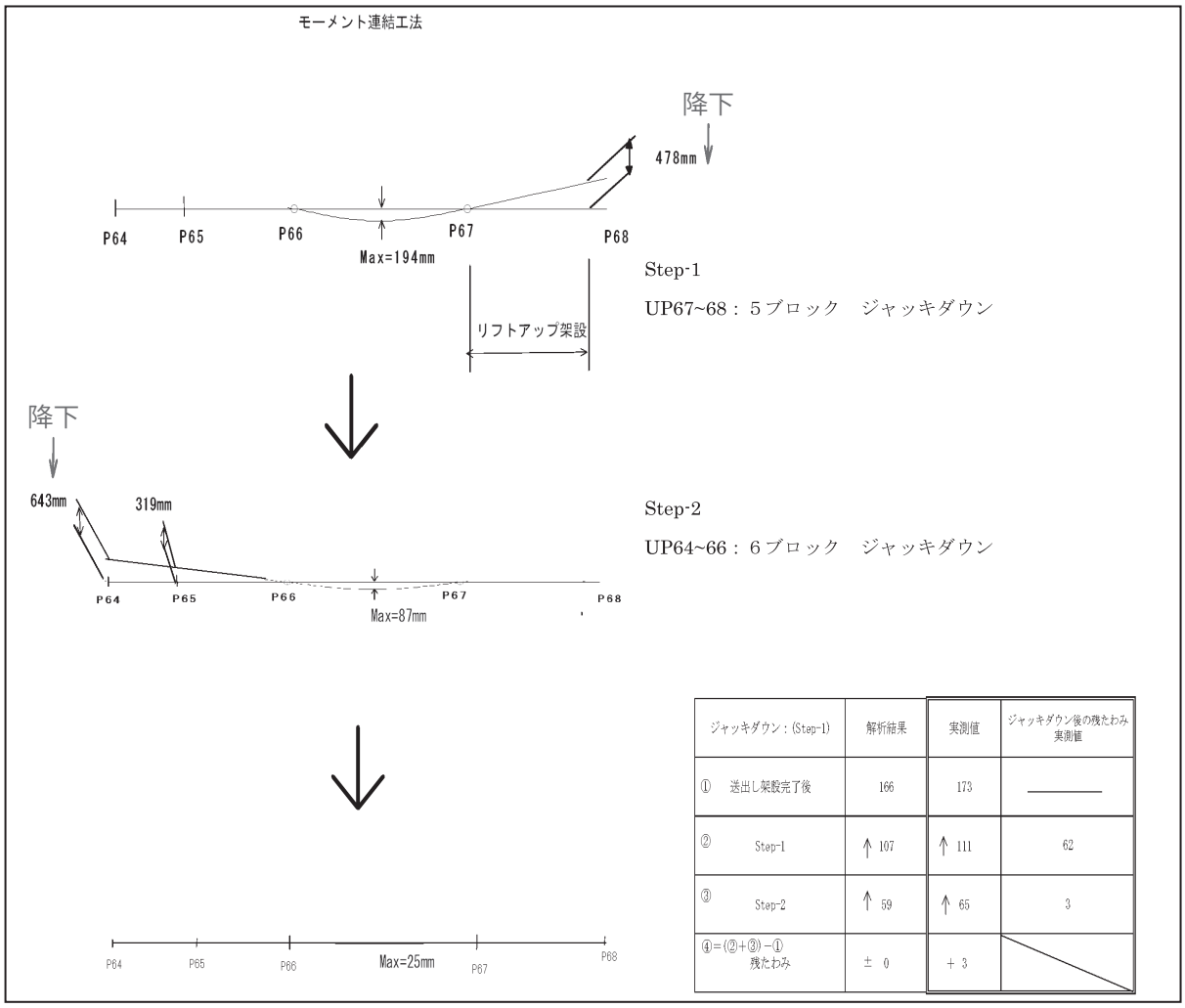
みに回復するためには応力開放が必要になると考え、モーメント連結工法を採用した。図−３は解析結果を示す。P68側の桁の仕口を P67側より478 mm 高く設置して組立し、その後、ジャッキダウンすればたわみが107mm 回復することが骨組解析にて判明した。

２−⑵の対応には作業ヤードの背面にトラッククレーンを設置してリフトアップ架設後に添設して対応した。これにより５ブロックのリフトアップ架設が可能となった。

同様に P64〜P66を架設し（トラッククレーン・ベント工法で架設した。）P64側を643mm ジャッキダウンすれば59mm 回復することがわかった。以下にその結果を示す。

実施結果は以下の通りで、送り出し完了時にはキャンバーが201㎜（実測値）であった。（設計たわみが28㎜とすると173㎜たわみすぎている。）１回目のジャッキダウンで111㎜回復し、２回目ジャッキダウンで65㎜回復した。ジャッキダウン１回目は501mm（実測値）であり、２回目は670mm（実測値）であった。架設完了後キャンバーの出来形精度は平均＋３mm であった。

リフトアップ架設の桁の上揚作業においては、ジャッキアップ高さの差が478mm になるように、ジャッキアップ量をミリ単位で管理した。上昇高さが設計高さになるようモニターに職員を配置して上昇量を確認した。所定高さから揚げすぎないように注意した。桁の変形抑制や不均等荷重による作用力低減（バランスがくずれ荷重の偏りをな



ジャッキダウン：(Step-1)	解析結果	実測値	ジャッキダウン後の残たわみ実測値
①　送出し架設完了後	166	173	―――
②　Step-1	↑ 107	↑ 111	62
③　Step-2	↑ 59	↑ 65	3
④=(②+③)−① 残たわみ	± 0	＋ 3	

図−３　モーメント連結工法による形状管理

くすこと)のため２台のリフトアップジャッキ(以下 RJ と記す。）の揚程差を100mm 以内とした。桁の通りやキャンバーの確認は橋脚上よりレベル・トランシットで計測して精度管理した。

⑵　リフトアップ架設による添接作業

（モーメント連結工法）

P67側の RJ は2. 260m の高さまで揚げ、P68側の RJ は UP67より50cm 程度高い位置に設置して2. 740m とした。上揚作業時に既設の鋼桁の仕口に接触しないよう50mm セットバックした位置で架設を開始し、100mm／１分間の速さで上揚した。所定の添接位置まで約20分で到達し計画通り既設桁仕口より50mm（実測41mm）離れた位置にて上揚作業を終了した。その後大型移動台車のジャッキで微調整を行い、仕口を添接できる所定の位置に向かわせた。この間約30分間であった。添接用の部分足場を設置して添接部の高力ボルト締め付け作業を行い、既設桁と連結した。レベル・トランシットで出来形計測し所定の精度であることを確認した。その後、応力開放のため478mm（実測501mm）のジャッキダウンを RJ で行った。降下速度は100mm／１分間の速さで降下した。降下後、最終桁ブロックを添接して所定の位置に架設した。同様に、UP64～65, UP65～66径間を架設し応力開放のため643mm（実測650mm）の位置で添接して100t の油圧ジャッキで（通常の方法）ジャッキダウンを行った。

架設終了後精度確認のためキャンバーを計測した結果、計画に対して実測＋３mm であった。モーメント連結工法とリフトアップ架設を組み合わせることで所定の出来形精度を確保できた。架設時間もリフトアップから降下作業まで４時間程度で終了し、通常の降下作業より作業時間が短縮できた。

４．おわりに

本工事では、側道沿いであり作業ヤードが狭い場所での架設方法として桁下空間を作業ヤードとして使用出来るリフトアップ架設の有効性を実証できたと考える。大型移動台車や RJ という特殊作業機械を使用する架設ではあるが、側道の交通を阻害することなく安全に架設できた。今後の課題としては、トラッククレーン・ベント工法よりコストがかかることであり、その低減が課題であるが汎用性が増すに従いコストは低減できると考える。

これからは、交通を阻害することなく安全に架設することが求められる。リフトアップ架設は、交通規制等の現場条件に制約がある場合の架設工法の１つであり、これから有効に活用されるものと考える。

3

施工計画

海水浴場の安全かつ快適な利用のために

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
現場代理人

土木部　岸　悦久○　Yoshihisa Kishi
土木部　井上良司　Ryouji Inoue
土木部　秋山享介　Kyousuke Akiyama

1．はじめに

愛媛県新居浜市の北東部にある新居浜東港に整備された海浜リゾート公園である「マリンパーク新居浜」内に作られた人工海浜は、平成17年３月に完成した。形状は、半径89.5m、円周300mの海水浴場で、砂浜に沿うようにヤシの木が、175本植えられていることから、「ヤシの木ビーチ」という愛称で多くの人に利用されている（図－１）。しかしながら、１年を通していうと半円という形状のため、左右の砂が波によって中心部に集まって堆積するようになるため、すり鉢状になっている人工海浜の形状とは全く違った形状になってしまう。そこで、安全かつ快適に利用してもらうために、盛砂の整形を行う工事である。



図-１　マリンパーク全体図（人工海浜配置図）

工事概要

⑴　工 事 名：人工海浜盛砂整形工事
⑵　発 注 者：新居浜市港務局
⑶　工事場所：新居浜市垣生３丁目
⑷　工　　期：平成20年５月27日～
　　平成20年６月30日
⑸　工事数量：盛砂整形工2,650m^3

2．現場における問題点

公園内の施設であるため、海水浴シーズンではないにしろ公園を利用される人の出入りが多く工事中の第三者への注意及び安全対策が重要である。また、潮の干満による作業時間の制約、並びに休園日における作業及び安全対策等、公園管理者と事前に打合せすることが多く、協議書を作成し打合せを行った。以下に協議内容を示す。

協議事項１作業工程・作業時間について
・翌週の予定を毎週金曜日に提出する。
・原則としては、AM８：00～PM５：00とするが、潮位によりPM５：00以降の作業が発生すると思われる。その場合においても日没をもって作業終了とする。（概ねPM７：30前後）

協議事項２休園日の作業について
・潮位による作業時間の制約が発生しうるため、休園日においても作業を行いたい。

協議事項３来園者への工事中の周知徹底
・事前に告知看板を掲示し、来園者への周知を図りたい。
協議事項４工事期間中の安全対策について
・作業箇所の明示を行い、単管バリケード、カラーコーン及びトラロープ等にて第三者の立入禁止措置を行う。
協議事項５使用機械の搬入・出について
・大型機械の搬入・出は、園内の所定の場所から搬入出し、既設構造物を傷めないように養生を行う。
また、発注者との協議では、横断方向の正確な位置出しの方法及び、潮の干満に左右される出来形管理について協議を行った。

３．対応策と適用結果

前項にて協議した内容の回答及び創意工夫したところを以下に述べる。
協議事項１の回答（公園管理者側）
・作業時間については、時期的に海水浴場への来場者も少ないと思われるのでOKであるが、安全確保のため、当日の人員及び作業の開始・終了を報告する事。また、週間工程表には、予定人員を書き込んで提出の事。
・作業開始及び終了時に、報告を行った。また、時間超過になる場合は、事前に報告し作業を行った。
協議事項２の回答（公園管理者側）
・休園日の作業は、OKであるが作業終了をPM６：30にする事。（宿直者が、帰宅する為）
・時間超過になる場合は、事前に報告し作業を行った。
協議事項３の回答（公園管理者側）
・工事看板の隣に告知板を配置し、周知を図ってもらいたい。
・対応策として協議終了後、速やかに告知板設置し、第三者への周知を図った（図－２）。
協議事項４の回答（公園管理者側）
・工事期間中、海水浴場全体を立入禁止措置をするのは無理があると思われるので、当日の作業箇所をバリケード及びトラロープ等で囲うようにする。また、作業終了時は、掘削箇所の穴等が無いように平に均して終了する事。夜間においては、点滅灯にて重機及びバリケードの所在がわかるようにする事。



図−２　第三者への告知板

（図－３）のように作業開始時、施工範囲に立ち入らないように、バリケードとトラロープにて当日の施工範囲を明示した。また、作業終了時は、施工範囲内の陥没箇所が無いように、整地し重機を所定の位置に集結させてカラーコーン及び点滅灯にて重機の所在がわかるようにした。

夜間においては、重機の施錠はもとより、パトロールを実施し、防犯並びに危険箇所の有無を確認した。


図−３　作業箇所への立入禁止措置



図−４　夜間時の明示



図−６　重機搬入・出時の養生状況

協議事項５の回答（公園管理者側）

・使用機械の搬入・出は、前年に入口を設けた所より搬入・出をする事。また、追加で機械の搬入が有る場合は、事前に週間工程表に明記し届け出る事。

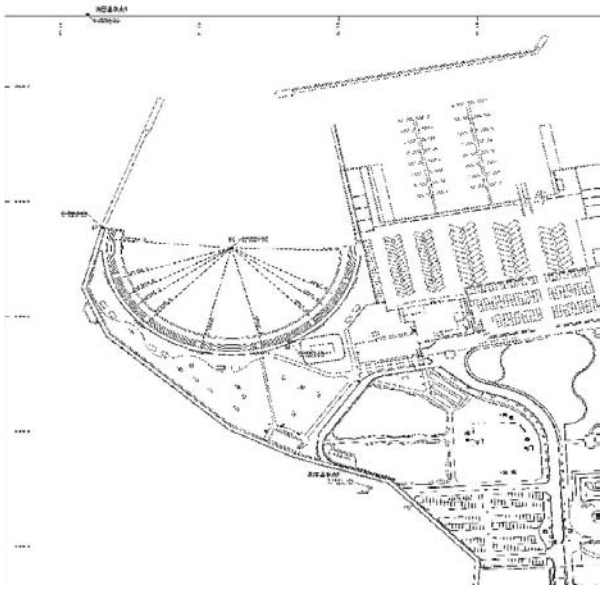
重機搬入時は、前もって公園管理者に連絡を取り、搬入時間、機械の種類及び台数の報告を行った。また、図－５の箇所からの搬入になるため、左右の安全確認並びに確実な誘導をし搬入を行った。

しかし、上段の犬走りから砂浜までは、30％の勾配があるため、図－６の左に見えるスロープからでは、重機が滑落するため、あえて階段部分を利用して搬入した。その際、段差の部分には、バタ角等の角材を入れて、階段の角を損傷しないようにした。



図−５　重機搬入・出口

発注者との協議では、横断方向の正確な位置出しの方法及び、潮の干満に左右される出来形管理について協議を行った。その結果、施工に先立ち現況の地盤高を把握するため、及び出来形管理を行うにあたり現地踏査を行い、前述したように半円をした形状であるため横断方向を確実に出すには、座標による管理を行う方が良いと思い、発注者に基準点を確認した。座標柱は園内に２箇所あることがわかった。それを用いて施工箇所の任意の場所に引照点を設け、各横断方向に控えのポイント設置した。さらに、引照点から各横断の丁張位置に座標値を設け測量を行った。以下にその位



図−７　基準点及び引照点位置図



図−８　丁張設置状況



図−９　浮遊物の処理

置図を示す（図－７）。

次に、潮の干満において日々出来形が変化することへの対応策としては、図－７に示す各横断方向に５ｍピッチで丁張を設けて（図－８）基準高の管理を行い、規格値としては±50ｍｍで管理した。さらに、半円の形状に沿って5.0ｍの犬走りを設置する。円周の形状を見栄えよく出す為にＬ＝300ｍの円周上に５ｍピッチで丁張を設置し、法面バケットにて跡が残らないように、人力併用にて施工を行った。また、潮位表を元に発注者と連絡を密に取りながら出来形の計測を行う様にした。さらに、潮流の関係で、浮遊物（いわゆるゴミ）が打ち寄せられその処理が結構大変であったが、公園管理者の方の協力もあり工事の完成を迎えることができた。

４．おわりに

今回の工事が無事に終了出来たのは、公園管理者の方の協力は言うまでもないが、発注者を交えての事前協議を十分に行えた結果だと思う。また、工事前の告知板の設置により第三者への周知も出来、工事期間中は、第三者の侵入も未然に防げたことも大きな要因である。それから出来形管理においては、座標を用いることで位置出しがスムーズに行え、波によって丁張が無くなっても容易に復旧が出来た。さらに、潮位の干満により作業時間を制約される中で、早朝や夜間に測量を余儀なくされる場合でも各横断方向に控えのポイントを残すことで、作業員自らが横断方向の確認ができた。こうしたことで作業に支障をきたすようなことが無かったのも工事が無事に終わった要因と考えられる。ちなみに、現在もこの座標値は、この人工海浜の維持工事で採用されている。

最後に、どんな工事においても、まず現地踏査を十分に行い、事前の協議（問題点）の把握が十分に出来れば、自ずとそこからアイデアが浮かび尚且つ、諸先輩方からの意見等を伺いながら施工することで、いい物を安く、早くできるのではないだろうか。

4

施工計画

長距離＆複合曲線推進工事の施工

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
監理技術者
平　野　敏　弘○
Toshihiro Hirano

監理技術者
木　村　啓　二
Keiji Kimura

監理技術者
秋　月　源　弘
Motohiro Akizuki

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：川西汚水幹線築造工事（第26工区）
⑵　発 注 者：新居浜市環境部下水道建設課
⑶　工事場所：新居浜市萩生
⑷　工　　期：平成22年５月24日～11月30日

主要工事概要

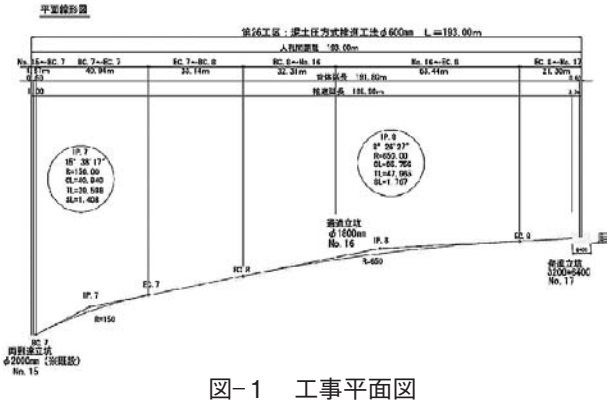
管推進工（HPφ600泥土圧圧送排土方式）
L＝188.8m
土質：礫質土　N 値＝20～28程度
線形：【平面】R＝650mと R＝150mの複合推進
　　：【縦断】−2.1‰ 土被り10.56m～6.20m

当工事は、新居浜バイパス工事と並行して新設歩道部に下水道管を推進工法で埋設後、マンホールを築造する工事である。

今回の推進工事の特長を下記に述べる。

①200m近い長距離推進である。
②土質が礫質土であり、礫他広範囲の土質への対応が望まれる。
③複合曲線推進である。
④土被りが最大10m 以上と深い。

上記特長を活かした工法として「高耐荷力方式・泥土圧方式（圧送排土方式）」エースモールDL 工法で８m を超える大土被りの曲線推進に適応する高精度曲線位置計測システム『プリズム』



図−１　工事平面図



図−２　施工現場状況（No.15到達立坑から）

で施工をおこなった。

工事平面図を図－１に示す。

⑸　エースモール工法の機能・概要

本工法は、マシンの前面から注入した添加材を掘削土と攪拌して止水性と流動性を持った泥土に変換後、マシン外周の泥土通路を通してマシン後

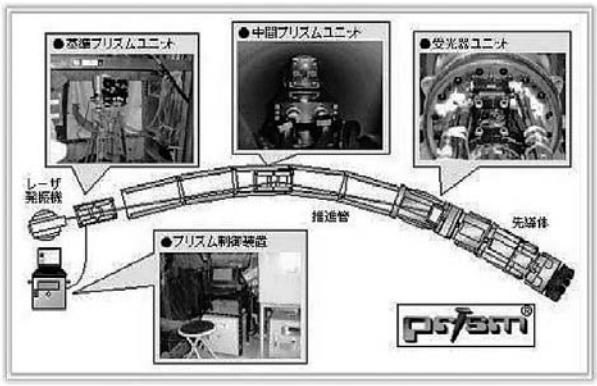
部の取込口まで移送する。泥土を移送するため、マシン断面が円形の欠損部をもつ形状になっている。この形状により、マシン後方の管渠外周の掘削ボイドに泥土を充填する効果や充満スラリにより推進管周囲の滑材効果等を有する。

位置姿勢の検知機能として直線区間としては、マシン内にレーザー受光装置を搭載している。電磁法は、レーザーターゲットが視準できない曲線推進の水平位置を電磁誘導法の原理により、マシン内に搭載された誘導磁界検出装置により発生された磁力線の強度分布で先導体水平位置を検知する。しかし、適用土被りは最大８m 程度までである。

液圧差法は、曲線推進の垂直位置検出用として使用する。これは、マシン内部の圧力センサーと発進立坑内の基準液圧測定装置とをホースで連結して両装置間の圧力差で垂直位置を検知する。

今回採用された prism（プリズム）は、推進土被りが深い所等での曲線推進の位置検知用として使用され推進管内に一定間隔に配置したプリズム装置によってレーザー光を屈曲させることにより、屈曲角と区間距離からマシンの位置を検知する。

次に prism(プリズム)の計測原理について示す。



図−３　prism（プリズム）計測原理

２．現場における問題点

⑴　発進立坑は、H＝11. ５mと深く、推進残土の圧送排土が順調に行なえるか、また安全面においては、作業員の墜落事故の防止対策および工法の概要で述べたように、マシン断面が円形でないため、初期推進で発進坑口通過時に泥土圧を維持できない可能性があった。

⑵　両到達立坑（円形ケーシング立坑）には、既に前回工事の到達した管が出てきており、問題となったのは、前回は他工法での施工であったため、φ2, 000の立坑が築造されているが、今回施工のエースモール工法でのマシンの分割回収には、両到達時φ2, 400の立坑が必要となっており、何らかの処置を施さなければ、マシンの回収は出来ない状況であった。

⑶　prism（プリズム）での施工は、ちょうど施工時期が８月中旬からと残暑のきびしい最中であったので推進管内の温度が高くなり陽炎が立ち、レーザーの精度が悪くなった。

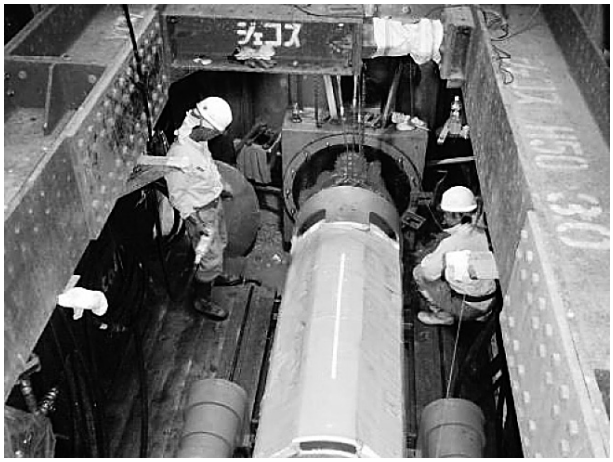
３．対応策と適用結果

⑴　マシンが円形でない対策として、マシン吊り降し据付後、へこんだ泥土通路にウレタンをはめ込んで布テープで巻き込み、通常の他工法と同じく円形の断面を形成して坑口通過時にも泥土逸泥防止を図ることができた。それとともに安定した排土及び泥土圧を保持することができた。

上記処置を行ない初期推進を開始したが、推進直後より、想定土質より粘土シルト分が多く、閉塞気味での推進を繰り返していた。このような状態では、到底長距離の推進はスムーズに行なえないと判断し、シルト質粘性土のフロー値の大きな

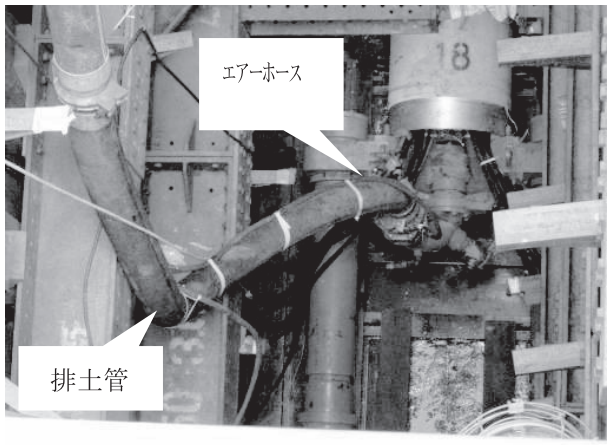


図−４　マシン据付状況



図−５　泥土通路を閉塞したマシン

排土においても立坑上までスムーズな排土が可能となる様、コンプレッサーでエアーを推進排土管内に送りエアーリフト併用とすることにより、圧送排土をスムーズに行なえる様に改良した。



図−６　エアーリフト併用の圧送排土

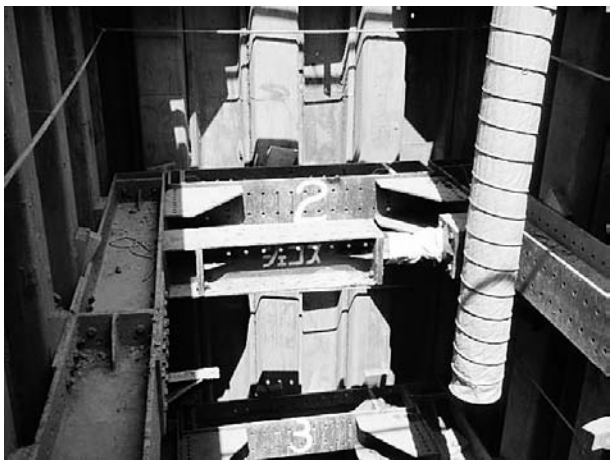
また、排土量の管理を行なうため、今回排土タンク（20m³）に推進管１本当りの排土量目安をマーキングで表記し、推進管毎の排土量の管理を行なった。

立坑からの墜落防止処置として今回、発進立坑は、５段の支保工を設置しましたが、各段に親綱を設置して、安全帯フックを常時掛けられる環境を整え、立坑昇降の際はセイフティーブロック使用厳守の指導を徹底した。また立坑の目に留まりやすい箇所に安全標識を設置して安全啓発を心掛け、死亡災害につながる危険の芽を摘み取り無事故・無災害で工事を完成することができた。

⑵　今回のマシンの回収必要寸法1,880mm を確保するため



図−７　排土量管理



図−８　支保工各段に親綱の設置



図−９　安全標識による安全啓発

①既設管の止水ワイヤーを移動して切管できる箇所で切管を実施。

②現地で今回到達する位置等を割り出し、①の作業により融通した長さを考慮しても未だ400mm の寸法が必要であることが判明し、今回取り付ける到達坑口を埋込坑口にして分割回収に必要な寸法を確保することした。

埋込坑口を埋め込むために400mm 掘り込む際も幸い薬液注入の効果が充分であったので、土砂崩壊の恐れもなく坑口を取付けることができた。

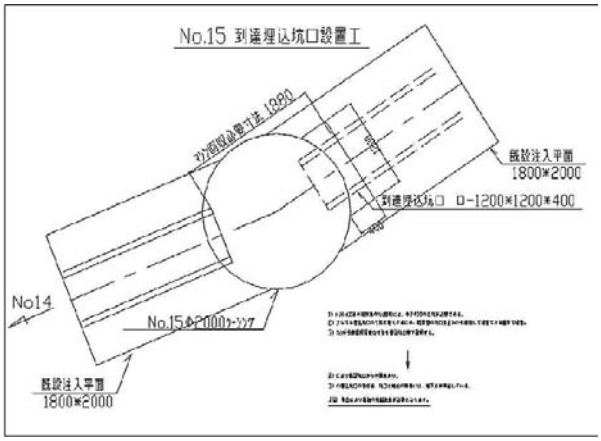


図-10　埋込坑口図面

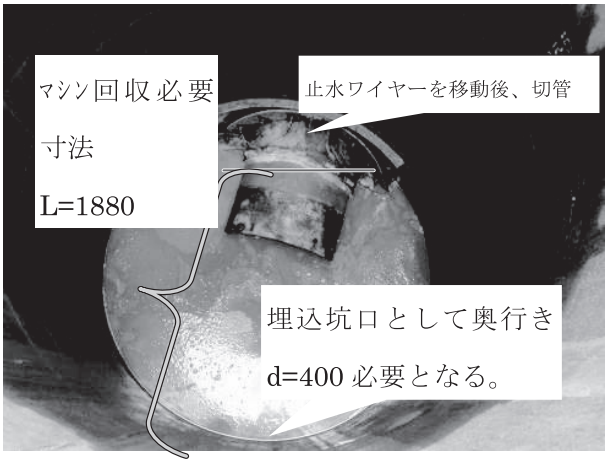


図-11　既設管現況



図-12　埋込坑口掘削状況



図-13　埋込坑口取付

また埋込坑口の掘削取付により、坑口金物前面に空隙と地下水の滞留を確認したので、発注者と協議を行ない補足注入の処置後、現場打人孔を築造した。

マシン分割回収は、ぎりぎりの寸法であったが計算通りといった感じで無事分割回収を終了することができた。

⑶　当初より、レーザー装置の精度を維持するには、推進管内外の温度差を少なくする事が必要であったので油温冷却装置（オイルクーラー）を水タンク（10m^3）内に設置してカッターホースに接続した。油圧ユニット自体も扉を開けて多少なりとも油温を下げる様にしたが、油温が65℃にも上がった時もあった。また排土管自体も管挿入前に散水するなど熱を下げる努力は行なったが、いかんせん猛暑のおり、特に改善はされなかった。





図-14　マシン分割回収状況　図-15　マシン分割回収状況

中間立坑通過以降は、現地の土被りが浅くなったので電磁法による位置検測も併用してマシンの位置を確認した。その結果、到達立坑へ良い精度で到達することができた。

4．おわりに

prism（プリズム）工法は、電磁法と比べて土被りの制限や埋設物等に影響されることもなく、また電磁法で必要であった路上計測作業も不要になるなど数多くの特長を有しているが、夏場の施工では、管内の温度を下げる工夫がまだ必要であったと実感した。たとえば、管内に送風管を接続して換気により温度を下げる等の取り組みを今度施工する機会があればしてみたいと思う。

本工事は、大きなトラブルもなく推進工事を終



図-16　オイルクーラー設置前



図-17　基準プリズム設置



図-18　中間プリズム設置



図-19　電磁波による位置確認

了し、マンホール築造も予定通りに進捗して工期内検査を受けて無事終了することができた。これは、会社の上司・同僚並びに発注者・施工管理コンサルタントの皆様の御指導・助言、協力会社の皆様の努力・御協力のおかげであると紙面を借りて感謝の意を表したい。

推進工事・下水道工事に携わって25年以上になりましたが、技術の発達は、めざましいものがあり、また推進工法等についても知らない工法ばかりになってきましたが、今後も小口径の推進工事においても今回施工した、長距離推進や複合曲線推進等が増えていくものと思われる。今回の工事を良い経験、肥やしとして、今後も日々精進を重ねていきたいと思います。

5

施工計画

北海道における骨材露出工法の施工について

㈳北海道土木施工管理技士会
大成ロテック株式会社

現場代理人	課長代理	課長代理
木　下　晃　嗣○	金　　智　明	千　葉　一　幸
Kouji Kinoshita	Tomoaki Kon	Kazuyuki Chiba

1．はじめに

本工事は、北海道北見市の市街地を通る国道39号線を迂回する全長10.5㎞の北見道路（高規格幹線道路）の一部の舗装工事である。

北見道路は、北海道横断自動車道網走線の一部を担い、足寄～北見間の高速交通ネットワークの形成により安全で確実な走行が可能となり、地域間の交流がいっそう強化されると期待されている道路である。

本工事では、工区の一部にトンネル内のコンクリート舗装の施工があり、北海道開発局発注の工事では初めての試みとなる骨材露出工法による表面仕上げを施工した。

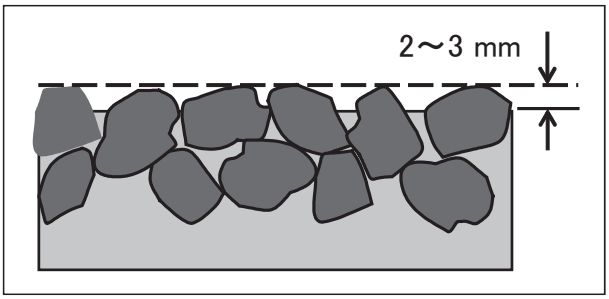
本文では、骨材露出工法の施工にあたっての問題点と対策、さらに北海道における骨材露出工法の技術動向について紹介する。

工事概要

⑴　工 事 名：一般国道39号北見市川東舗装工事
⑵　発 注 者：北海道開発局網走建設開発部
　　北見道路事務所
⑶　工事場所：北見市川東
⑷　工　　期：自）平成21年３月17日
　　至）平成21年11月30日

2．骨材露出工法とは

骨材露出工法は、コンクリート舗装の表面仕上げ方法の一つで、コンクリート版を打設し粗面（ホウキ目）仕上げを行った後、表面に凝結遅延剤を散布して表面モルタル部の硬化を遅延させ、６～20時間後にブラシにより表面モルタル部を深さ２～３mm 程度削り取り、粗骨材の頭部を露出させる工法である。当工法は、摩耗粉塵の低減、すべり抵抗の確保、騒音低減効果、ライフサイクルコストの縮減を期待するもので、粗骨材をできるだけ多く、均一に表面に露出させることが望ましい。



図−１　骨材露出工法の概念

3．施工上の問題点

本工事における骨材露出工法の施工に関しての問題点を列挙すると以下のとおりである。

⑴　骨材露出工法による所要の品質、出来形（表面テクスチャや骨材露出度）を確保するためのコンクリートの配合検討

⑵　周辺環境に配慮した制約条件下での施工における、所要の品質、出来形を得るための施工条件の検討

４．対応策と適用結果

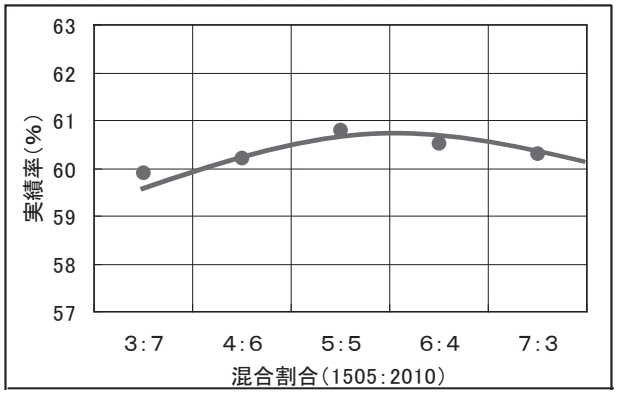
⑴　コンクリートの配合

本工事で使用する生コン工場では、粗骨材として２種類、1505（粒径15～５mm）と2010（粒径20～10mm）を混合していた。

粗骨材の実績率を大きくすると、コンクリート中の単位粗骨材量が大きくなり、表面に露出する粗骨材が多くなる。

そこで、２種類の粗骨材の混合割合を変えて実績率試験を行い、最も実績率が大きくなる混合割合を求めた。混合割合と実績率を図－２に示す。

図－２より、実績率が最大となる混合割合として、1505：2010＝５：５を選定した。



図−２　混合割合と実績率

コンクリートの配合は通常の舗装用コンクリートと比較して粗骨材量を多くした。コンクリートの示方配合を表－１に示す。

表−１　コンクリートの示方配合

水セメント比	細骨材率	単位量(Kg/m3)						
W/C	s/a	水	セメント	細骨材S		粗骨材G		減水剤
%	%	W	C	陸砂	砕砂	1505	2010	C×1%
41.5	33	137	330	426	200	681	681	1.0

⑵　凝結遅延剤の散布量および希釈率

骨材露出工法における表面モルタル部の削り取り作業は、通常、凝結遅延剤散布後15～24時間程度で実施する。しかし、本工事では、騒音に対する現場周辺の住民への配慮として、夜間作業は実施できない。

そこで、骨材の露出作業は、コンクリート打設翌日の昼間で、概ね24時間程度で行う必要がある。したがって、打設後24時間で削り出し作業が可能となるような、凝結遅延剤の散布量および希釈率を決定するために試験施工を実施した。

①散布量

散布量を決定するため、散布量を変化させて流出状況を確認した。その結果、横断勾配２％、縦断勾配0.4％では、300cc/㎡以上散布すると横断方向へ流れ出した。このことから、散布量は200cc/㎡に決定した。

②希釈率

凝結遅延剤には実績のある「ディスパライトCR」を用い、希釈率を数水準変化させて散布し、24時間後の削り出し状態を確認した。

その結果、３倍希釈（原液：水＝１：２）で表面のモルタル部が２～３mm 程度の削り出しが可能であったことから、これを最適な凝結遅延剤の希釈率と判断した。

⑶　施工上の工夫

①コンクリートの性状

コンクリートのスランプは、骨材露出の品質、出来形および施工性を勘案し、舗装用コンクリートのスランプの規格2.5cm±１cm の範囲内で３～3.5cm を目標に管理した。

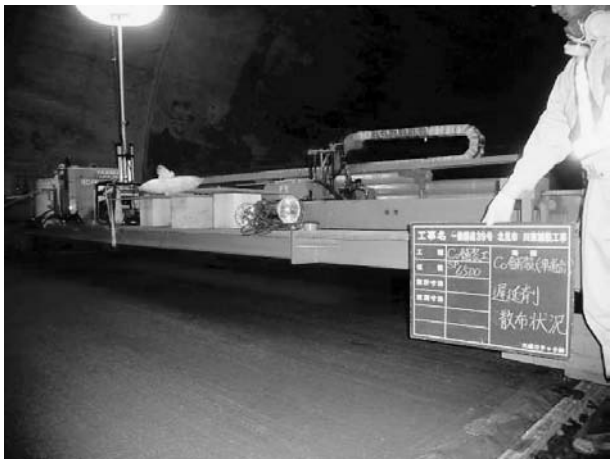
②敷均しおよび締固め

敷均しはブレードスプレッダで行い、削り出しによる厚さ減を考慮して、一般的な施工より敷均しの余盛りを若干多くした。コンクリートの締固めは、コンクリートフィニッシャにて通常通り行い、その後、レベラによって表面の平坦仕上げを行った。

平坦仕上げ後、凝結遅延剤がコンクリート表面で保持されることを目的に、直ちに粗面仕上げ(ホウキ目仕上げ）を実施した。

③凝結遅延剤散布

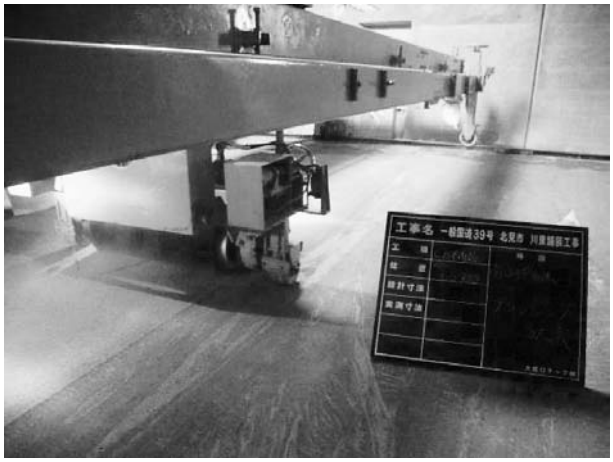
粗面仕上げ後、表面の水光りが消える頃に遅延剤を散布し、急激な乾燥を防ぐためビニルシートにより直ちに養生した。ビニルシート敷設の際は、できるだけ空気が入らないように風向きを考慮して行った。特に、坑口付近は強風のため、養生マットをビニルシートの上に掛けてめくれ防止対策を行った。



図−３　凝結遅延剤散布状況

④骨材露出

骨材露出時には、表面の急激な乾燥による表面モルタルの硬化を防ぐため、敷設したビニルシートは１枚ずつ撤去しながら削り出しを行った。また、削り出しのタイミングは、表面モルタルの硬度がゴム硬度計で30～50としていたが、実施工では24時間後で概ね50以上となった。硬度50以上でも削り出しは可能であったが、ブラッシングマシンのドラム型金属製ブラシの損耗が激しく、約3,000㎡ごとの交換が必要となった。



図−４　削り出し状況

５．管理試験結果

品質、出来形管理試験結果を表－２に示す。骨材露出工法特有のテクスチャ深さ、骨材露出度について規格を満足し、満足できる表面性状が得られた。

表−２　管理試験結果

項目	規格値	測定値	合否
平均テクスチャ深さ	1.5±0.2mm	1.47mm	合格
骨材露出度	25 以上	26.32	合格
平たん性σ	2.4mm 以下	1.45mm	合格

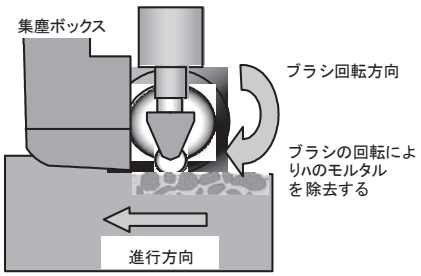
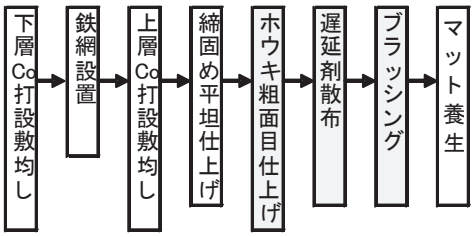
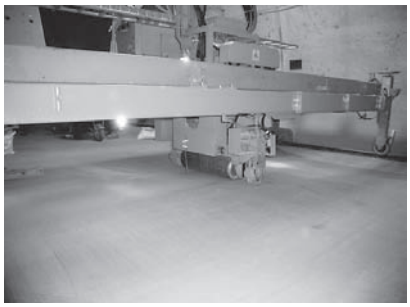
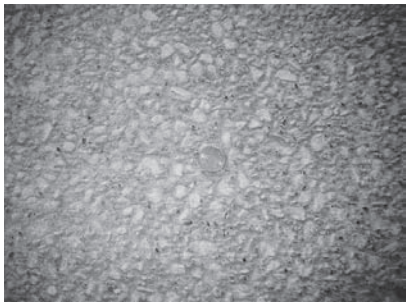
６．骨材露出工法の技術動向

本工事と同時期に、北海道開発局ではショットブラストによる骨材露出工法を行っている。この工法は、表面骨材がブラストにより角欠けして、若干丸くなるという特徴はあるものの、ホウキ目仕上げと遅延剤散布の工程を省くことができ、また投射密度の調整により均一な表面性状が得られ易いなど、削り出し工法と比較して利点も多い。

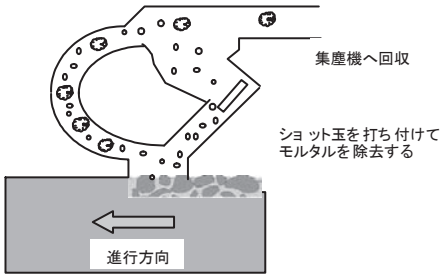
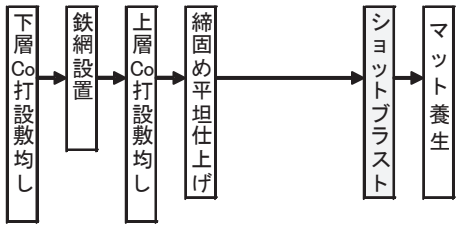
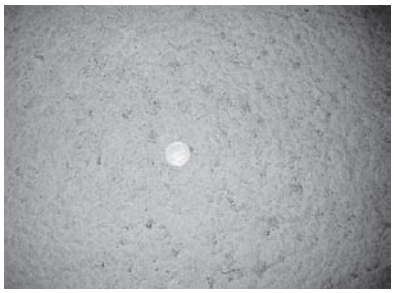
次ページ図－５、図－６に当社が実施した削り出し工法とショットブラスト工法の概要を示す。

７．おわりに

本工事では、骨材露出工法において考えられる課題を事前に抽出し、適切に対応することで良好な仕上りを得ることができた。今後、北海道開発

骨材露出工法	削り出し工法
概要	
施工手順	
工法及び特徴	コンクリート打設後に凝結遅延剤を散布して表面のモルタル硬化を遅らせ、ブラシによって除去し骨材を露出させる。
施工状況	
路面状態	・骨材の角がきれいに残った状態で露出する ・骨材の表面はなめらか 

図−5　削り出し工法の概要

骨材露出工法	ショットブラスト工法
概要	
工手順	
工法及び特徴	遅延剤を用いずに、表面のモルタルが硬化する前にショットブラストによって表面のモルタルを除去し、骨材を露出させる。
施工状況	
路面状態	・骨材の角がブラストにより多少削られ丸くなる傾向 

図−6　ショットブラスト工法の概要

局発注工事において、トンネル内のコンクリート舗装に骨材露出工法が積極的に採用される可能性が高い。削り出し工法には20年近い歴史があるが、ショットブラスト工法という新しい手法が提案されており、骨材露出工法に関する新たな検討が始まっている。今後、当社としても両工法の利点を勘案し検討していきたいと考えている。

本工事の実施に当たっては、北海道開発局　網走建設部　北見道路事務所や、独立行政法人　寒地土木研究所の皆様に様々なご援助やご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

6

施工計画

中小型水門の扉体の吊込・据付方法

㈳高知県土木施工管理技士会
西田鉄工株式会社

一　山　綾　郎○　　吉　住　益　美　　杉　浦　　斉
Ayao Ichiyama　　Masumi Yoshizumi　　Tsuyoshi Sugiura

1．はじめに

河川用水門としてポピュラーなものにローラゲート及びスライドゲートの２種類のゲートがある。

これらのゲートは条件に応じて大小様々な大きさがあるが、一般的に幅・高さ共に３m前後の中小型水門が多く施工されている。

これらの水門の扉体の据付には、クレーンを用いて吊込・据付を行うが、現場の施工環境、使用機器材、扉体の重量等により様々な吊込手法があり、施工計画を行なうにあたっては、これに発生する費用、工程、安全性、周辺環境への配慮等を踏まえて、現場に即した吊込方法の検討をおこなう事が必要になる。

2．準備・確認及びクレーンの選定

⑴　事前の確認及び準備

施工方法の検討を行う前に、施工現場、車両の進入路及び周辺状況を確認する必要がある。

制限等を受ける事項等〔道路交通法に準拠した内容(車両の幅・高さ、重量等)の他に、交差点・カーブに伴なう車両の回転半径、路盤の堅牢さ、路肩の状況、架空線、周辺環境・建物、通行時間帯制限等〕が無いかどうかを確認すると共に、必要により車両の離合・旋回場所、待機場所等の調査・検討を行っておく。確認を行った結果で、必要と判断される場合には、道路の通行許可・使用許可、保護・養生、撤去・復旧、地元説明等を行うが、数ヶ月前からの準備・交渉が必要な場合もある。

また、周辺でイベント、工事等が行われると制限が変更になる場合もあり、工事の進行にあわせて要所での確認が必要である。

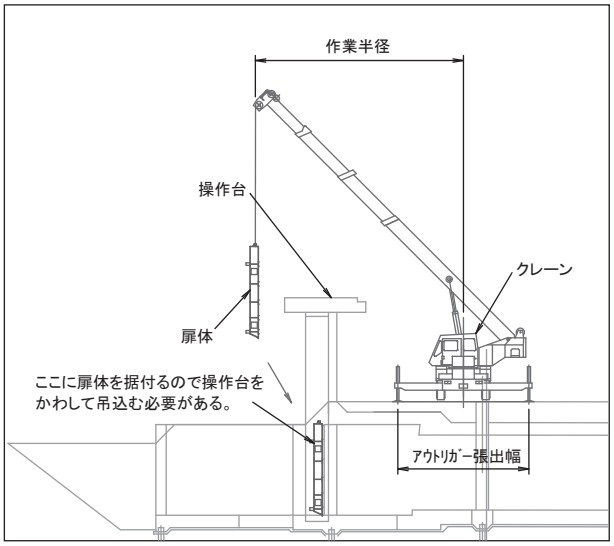
⑵　クレーンの選定

吊り荷の自重及び、吊込距離等を元に能力に余裕のあるクレーンを選定する。この時、設置ヤードに伴なうアウトリガーの張出し広さ、揚程、荷卸し場所、使用する玉掛け用具・治具材の重量、吊込手法等も併せて考慮する必要がある。

3．吊込方法の検討

扉体の吊込作業は、土木構造物の建設が完了した段階で施工する事が殆どであり､据付が完了している戸当り金物から取外戸当りを外して吊込を行う。しかし、吊込場所（戸溝内）の上部には、操作台（場合によっては、操作室）があり、通常の吊込方法（扉体の頭金具を上にした状態）では吊り込む事が難しい構造になっている。(図－１　扉体の吊込位置)

そこで操作台をかわしながら扉体を戸溝内に吊



図−１　扉体の吊込位置

り込む方法が必要となり、現場の施工条件に応じた手法を検討する必要がある。ここで、いくつかの吊込方法を特徴、条件及び簡単な吊込手順、注意点と併せて紹介する。

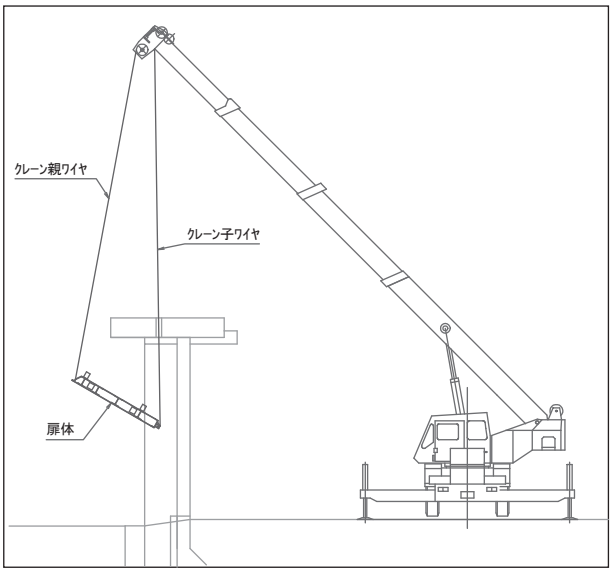
⑴　クレーンの親子フックを用いた吊込方法

特徴）

最も一般的な吊込方法であり、準備等も殆ど要らないが、ラック棒２本吊りの開閉装置であれば、その吊芯間距離に応じた治具材が必要である。

条件）

クレーンをほぼ正面の位置にセットする必要があり、併せて吊込を行う扉体の自重及び吊込治具材の自重がクレーンの子のフックの許容を超えない事が条件である。



図−２　クレーンの親子フックを用いた吊込方法



図−３　クレーンの親子フックを用いた吊込方法

手順）

①クレーンを正面にセット後にクレーンの親フックに長めのワイヤをセットし、扉体を逆さ吊り又は水平に吊り込む。

②ラック棒の抜き穴より子フックにセットした別のワイヤを通し、扉体の頭金具に連結する。

③親フック側のワイヤを送りながら子フックを巻き取る事で扉体を縦に180°回転させ戸溝の内に吊り込む。

注意）

①長めのワイヤを子フック側にセットする必要がある。

②ワイヤで操作台のコンクリートにキズを付ける恐れがある。

③重心位置・吊込角度等の調整が必要な場合には、チェーンブロック等を仕込んで調整を行う。

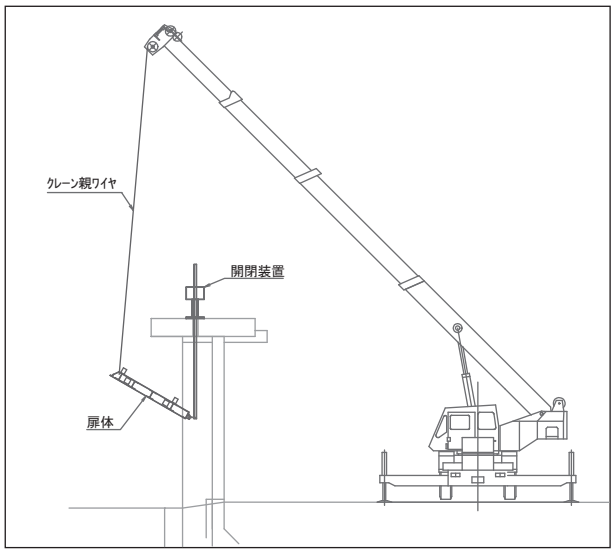
⑵　開閉装置を用いた吊込方法

特徴）

⑴の手法を元にクレーンの子フックの代わりに開閉装置を用いる手法であり、クレーンは特に正面にセットする必要はなく、扉体重量の制限もない。

条件）

既に開閉装置の据付が完了している事が条件であり、ラック棒先端に扉体を連結する際にはジョイント用の金具等が必要となる。



図−４　開閉装置を用いた吊込方法



図−５　開閉装置を用いた吊込方法

手順）

①扉体を逆さ又は、水平に吊り樋門正面に吊り込む。

②開閉装置のラック棒を降ろし、ラック棒と扉体の頭金具とラック棒とを連結する。

③クレーンのワイヤを送りながら開閉装置を運転して巻き上げ扉体を180°回転させ戸溝の中に吊り込む。

注意）

①クレーンの操作及び開閉装置の操作の呼吸が合わないと危険である。

②開閉装置・ラック棒に横方向の力が加わるので事前に強度確認が必要である。

③重心位置・吊込角度等の調整が必要な場合には、チェーンブロック等を仕込んで調整を行う。

④ラック棒と扉体の頭金具迄の距離がある場合には、間に調整用の治具材を入れる。

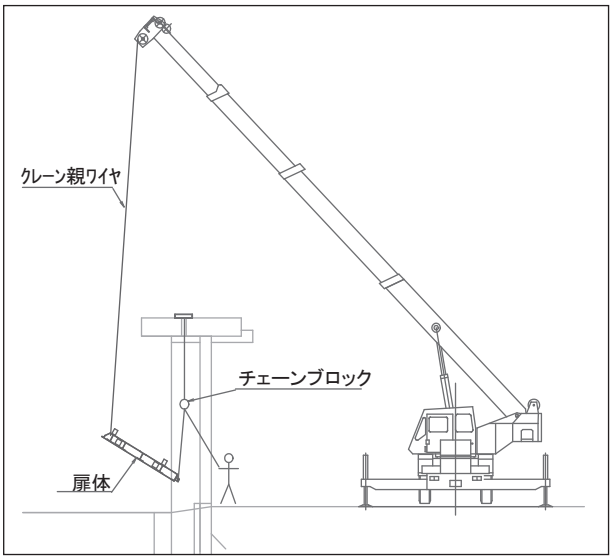
⑶チェーンブロックを用いた吊込方法

特徴）

⑵の手法を元に開閉装置の代わりにチェーンブロックを用いる手法であり、条件によりチェーンブロックを操作室内にセットする場合と操作室下にセットする場合の二通りがある。

条件）

長揚程のチェーンブロックが必要であり、場合によっては、チェーンブロックをセットするために吊りフック、治具材等が別途必要になる場合がある。



図−６　チェーンブロックを用いた吊込方法



図−7　チェーンブロックを用いた吊込方法

手順）

①扉体を逆さ又は、水平に吊り樋門正面に吊り込む。

②セットしたチェーンブロックと頭金具を連結する。

③クレーンのワイヤを送りながらチェーンブロックを巻き上げ扉体を180°回転させ戸溝の中に吊り込む。

注意）

①クレーンの操作及びチェーンブロックの操作の呼吸が合わないと危険である。

②チェーンブロックの揚程により段取り替えが必要になる場合がある。

③チェーンブロックのチェーンにより扉体・構造物にキズ等が入るので事前に養生が必要である。

⑷　操作台の下からの吊込方法

特徴）

最も簡単な吊込方法であるが、非常に条件が限られる。

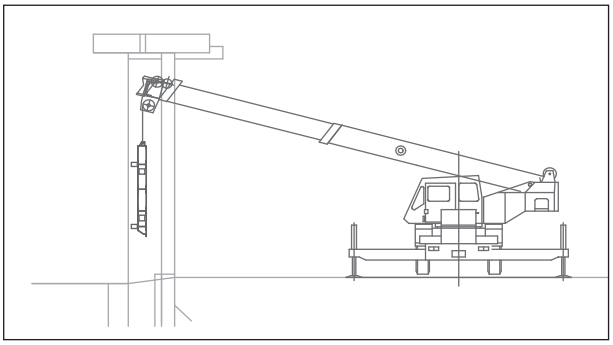
条件）

クレーンの頭が扉体を吊った状態で操作台の下に入れることが可能な場合に限り吊込可能である。

手順）

①クレーンをほぼ正面の位置にセットし、扉体の頭金具にワイヤをセットする。

②扉体を操作台の下を潜らせて戸溝内に吊込む。



図−8　操作台の下からの吊込方法



図−9　操作台の下からの吊込方法

注意）

①クレーンのアームの頭を操作台と門柱の限られた範囲内に入れる必要がありアームの角度もかなり、低くなるためよほど恵まれた条件でないと吊込むことは不可能である。

4．まとめ

ここに紹介した吊込方法は一般的方法であり、現場状況に即して応用することが必要となる。

扉体の吊込に要する時間は、長くても２時間／１門程度のため、後工程の吊込計画も併せて行なっておくとクレーンの活用が行える。

また、⑴〜⑶の手法では、扉体を縦に180°回転させて吊込を行う関係上、操作台のラック棒抜き穴〜操作台端部迄の距離が極端に長い場合には、難しくなるため別途手法を検討する必要がある。

これら手法を基本知識として現場施工計画に活用していただけると幸いである。

7

施工計画

４径間連続非合成ラーメン鋼箱桁の架設について

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

監理技術者	計画主任	工事主任
本　郷　大　輔○	塚　本　章　二	廣　瀬　克　身
Daisuke Hongou	Syouji Tukamoto	Katumi Hirose

１．はじめに

本工事は名古屋高速道路整備計画路線のうち、名古屋高速５号線（名古屋新宝線）の事業の一部で、平成24年度開通をめざす工事延長324m の工事のうち、東海料金所（仮称）IC につながる支間176m の４径間連続非合成ラーメン橋（鋼箱桁）である（図－１、２）。本橋の架設は後述する様々な諸条件により精度管理、街路規制による安全確保を行った。

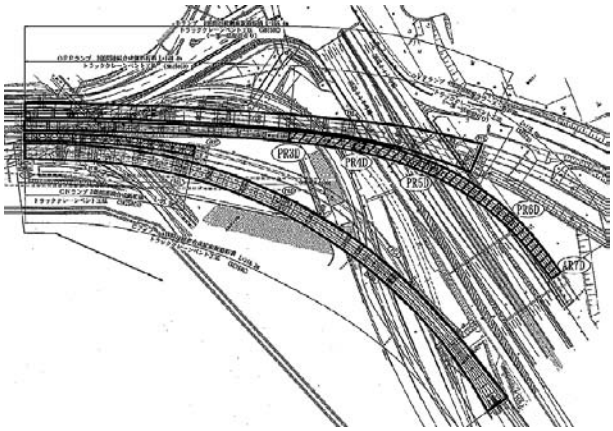


図-１　工事施工範囲図
斜線部：４径間連続非合成ラーメン橋（SR３CD 橋）

(1)　工 事 名：県道高速名古屋新宝線東海IC(北)工区上部工事及び一般国道247号橋梁整備工事（上部工その１）
(2)　発 注 者：名古屋高速道路公社
(3)　工事場所：愛知県東海市新宝町地内
(4)　工　　期：平成18年10月20日～平成22年３月15日



図-２　架線状況

本報告は、都市部の重要道路（国道247号）を全面通行止めや迂回路を設定し、工夫した点について記述するものである。

施工概要

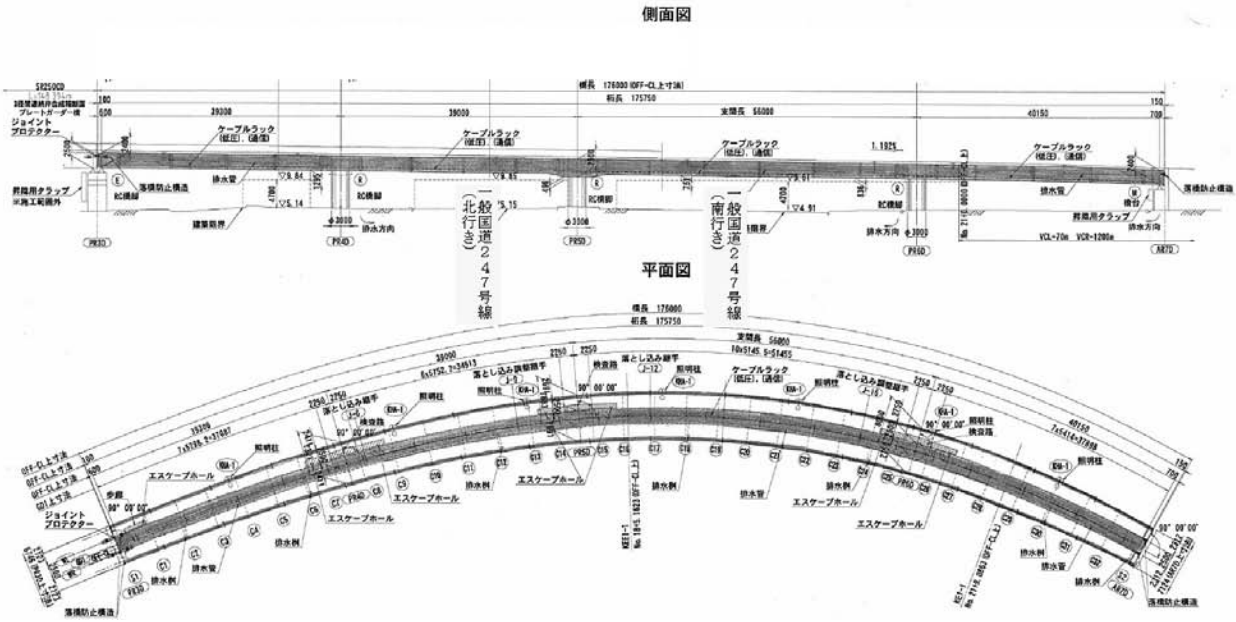
４径間連続非合成ラーメン橋（ランプ橋 PR３D~AR７D…SR３CD 橋）は、複合剛結構造となっていることから以下の手順で施工した。

①PR４D、PR５D、PR６D 橋脚を160t 吊油圧クレーンを使用しての架設。

②中詰めコンクリートとして高流動コンクリートの打設。

③コンクリートの所定強度確認後、落し込み部の測量を行い、スパン調整ブロックの製作。

④一般国道247号線北行き上（PR４D~PR５D 間）、南行き上（PR５D~PR６D 間）を２夜間全面通行止めし、一括架設。北行き上は３ブロック地組立を行い、360t 吊油圧クレーンにて落し込みブロックを一括架設。南行き上は地組立ヤードにて地組立後、道路上まで運搬台車（図－４）にて移動後、360t 吊油圧クレーンにて落し込みブロック一括架設（図－５）を行った。



図－３　SR３CD 橋構造一般図



図－４　運搬台車



図－５　360t 桁架設状況

２．現場における課題

SR３CD 橋 PR４D~PR６D 間は、大半が自動車専用道路（一般国道247号線北行き・南行き）上に架設されるので、第３者の安全対策に留意して施工する必要があった。そこで、現道への交通確保と安全上の配慮から以下の制約条件が示されたため、検討を行う必要があった。

制約条件

１）最少日数で行うこと。

２）自動車専用道路上で桁架設を行う事を考慮し、第３者の安全確保が最優先であることから、全面通行止め規制にて桁架設を行うこと。

次にこの制約条件を解決するために以下の４点の問題について対策を検討した。

①複合剛結部間の落し込みブロックの地組立精度の確保。

②落し込みブロックと複合剛結部との架設時のジョイント仕口角度の確保。

③上記①②をふまえ現地測量方法の精度確保。

④一般国道247号線北行き・南行き全面通行止め時の迂回路の設定、及び通行止め時（図－６）の渋滞対策。



図-６　247号南行き全面通行止め状況

３．対応策と適用結果

２．①で示した問題点を解決する方法として、地組立時の通り精度とキャンバー値を設計値の±５mm 以内として落し込み調整継手の製作精度を１／２管理することで目的の精度を確保した。

②については、落し込みブロック上にセッティングビーム（図－７）を設置し、桁荷重をあずけることで仕口角度を調整出来る構造とした。また、吊荷両端の垂れ下がり防止処置として落し込みブロックを６点吊（図－８）とすることで、微調整を可能にすることが出来た。



図-７　セッティングビーム設置状況

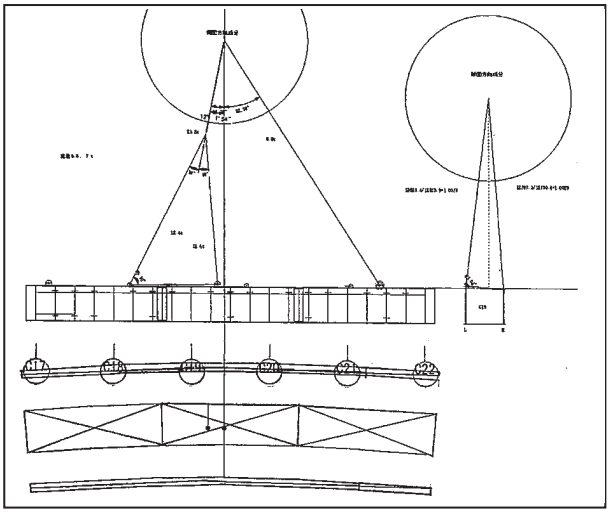
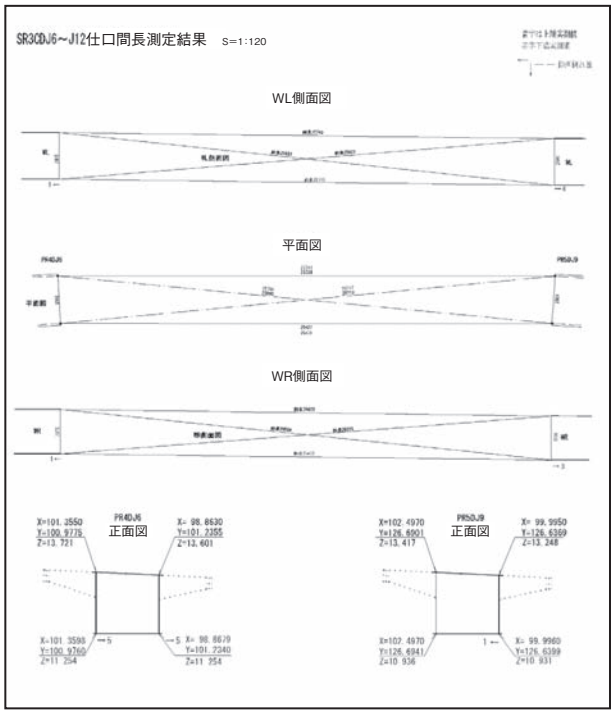


図-８　玉掛けワイヤーの検討

③については、地組立部材及び複合剛結部間の出来形を上下座標管理（図－９）することにより通常管理の１／２の精度で、調整ブロック製作時に反映させ、架設時に仕口を鉛直に調整することが出来た。

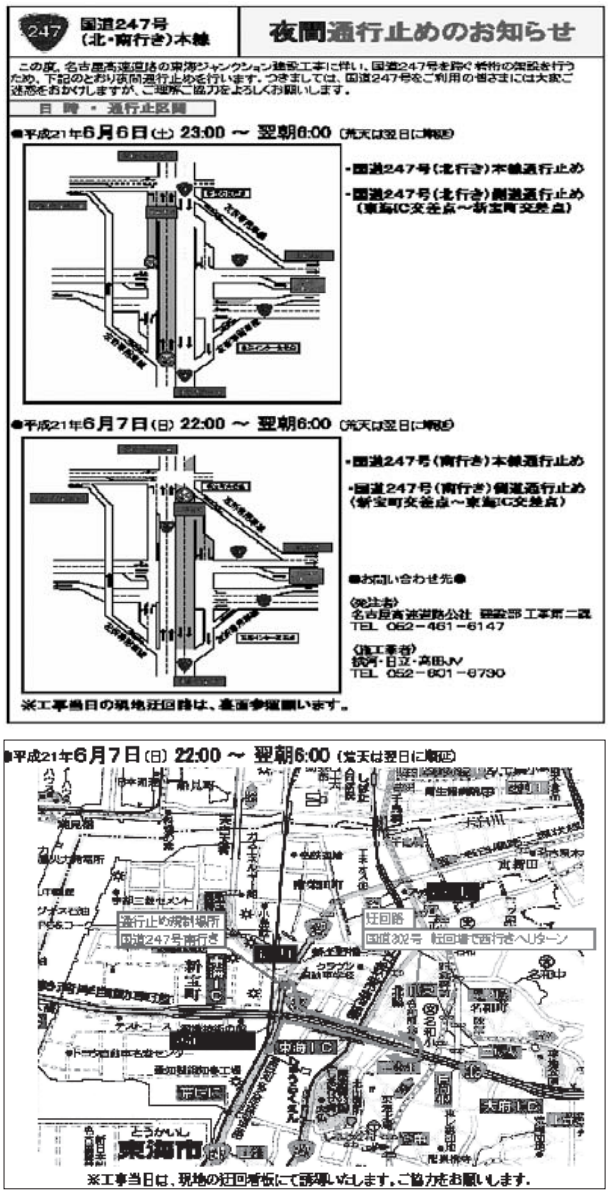


図−９　測量データ

④で示した全面通行止めした第３者対策については、現場隣接地域が工場地帯であることから通常時間帯は乗用車が多いが、現場施工の予定作業時間帯の深夜では大型車の交通量が非常に多い（交通量調査より）ことが調査で解った。この結果から大型車の迂回路計画中心に立案することとし、所轄警察署や地元自治体の協力のもと解り易い迂回路のビラ（図−10）を作成し、近隣地域の企業に配布することでスムーズな誘導をすることが出来、トラブルなく架設完了することが出来た。

４．おわりに

本橋の橋梁部分は複合構造であるため落し込み架設が必要なことから精度管理、出来形管理には工場製作～現場架設まで試行錯誤する中で最善の方法を、みなさんの協力で実行することが出来た。結果としてPR４D~PR６D 間の大半が自動車専



図−10　配布用ビラ

用道上であったことから大ブロックによる一括架設を行ったにも係わらず出来形として－10～＋15 mm の範囲で最終キャンバーを仕上げることが出来た。また地元住民からの苦情等もなく協議から桁架設完了するまで予定した手順通り進め、完成することが出来た。今回の手法・手順が同様な工事のさらなる合理的な施工に役立つことになれば幸いである。

8

施工計画

スライド装置を採用した鋼桁の旋回横取りについて

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　横河ブリッジ

工事主任	監理技術者	計画主任
福　持　陽　光○	宗　宮　直　人	森　　邦　彦
Hiromitsu Fukumochi	Naoto Soumiya	Kunihiko Mori

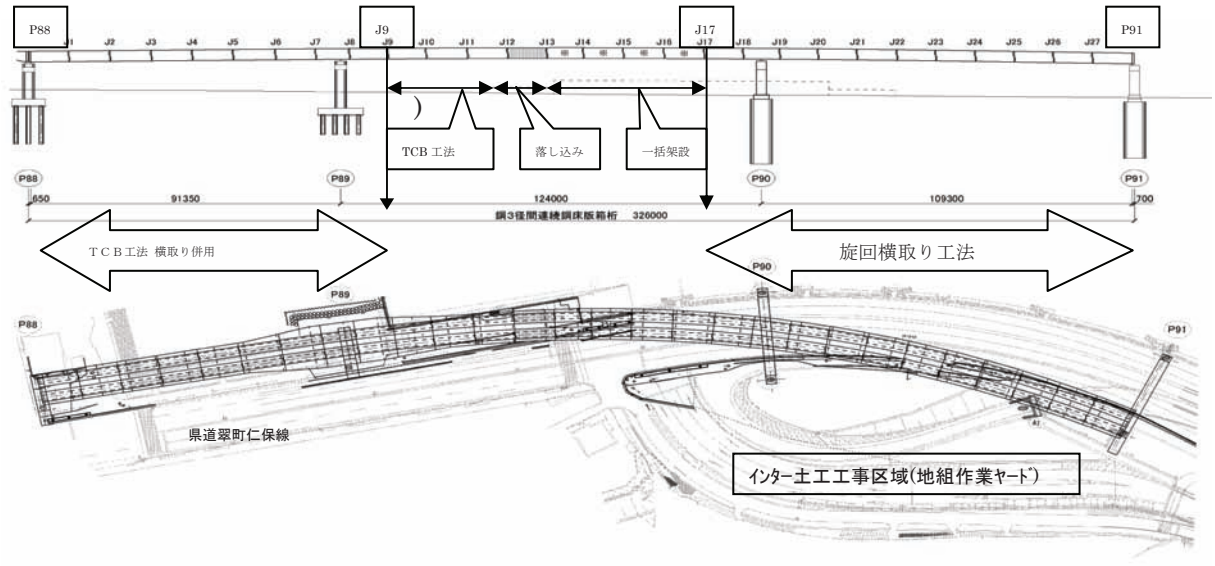
1．はじめに

本工事は、広島高速道路整備計画路線　広島高速２号線（府中仁保道路）「温品 JCT－仁保 JCT」（全線31.1km 平成22年春開通予定）の事業における一部の工事のうち、鋼３径間連続鋼床版箱桁橋（支間326m）（図－１）において様々な諸条件を考慮するために架設方法（旋回芯とスライド装置を併用した旋回横取り）を採用した。

本報告は都市部の主要幹線上を横断する橋梁工事に関し、その特徴や工夫した点について記述する。

工事概要

(1)　工 事 名：高速２号線鋼上下部工事
　　（仁保 IC 工区その１）
(2)　発 注 者：広島高速道路公社
(3)　工事場所：広島県広島市南区仁保４丁目外
(4)　工　　期：平成18年12月14日～
　　平成21年12月22日



図－１　P88–P91　鋼３径間連続床版箱桁橋　一般図

工事施工範囲（図－２）内容のうち、鋼３径間連続鋼床版箱桁橋は、200t 吊油圧クレーンを使用して、終点側（P91）から J17まで「１径間＋１ブロック」をトラッククレーンベント架設し、その後この範囲の桁の旋回横取りを行った。同時に、起点側（P88）から J９まで「１径間＋１ブロック」を200t 吊油圧クレーンを使用し、トラッククレーンベント横取り併用架設を行った。
中央径間については、「J９から J12まで」をトラッククレーンベント架設。「J13から J17まで」は地組立し、道路上まで多軸式運搬台車（ドーリー）にて正規荷取り位置まで移動後、550t 吊油圧クレーンにて一括架設。「J12から J13まで」の最終ブロックは落込み架設を行い、架設完了となった。

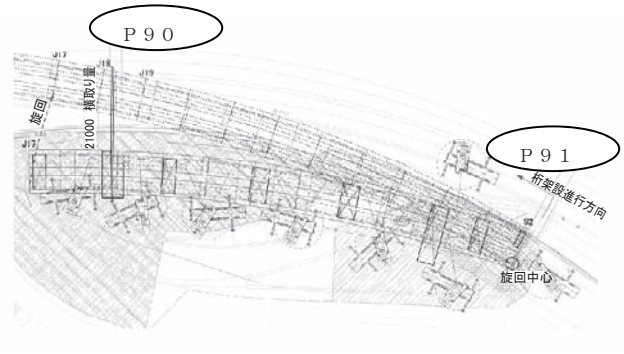


図−２　工事施工範囲航空写真全景

２．現場における課題

以下に示す制約条件があったため、架設工法を検討した。
条件
⑴　本線 P89～P91は、大半が現道（県道翠町仁保線）上に架橋されるので、交通の確保と安全対策が必要であった。
⑵　現道への交通確保と安全上の配慮から最小（日数・占用範囲）の交通規制で対応する必要があり、所定の位置ではない場所で組立てる方法を考える必要があった。

検討の結果、本工事では P90（J17）から P91をインター土工工事区域内で組立てる方法（図－３）を採用することとした。この計画を実施することで、大半の作業をヤード内で行い、第三者への影響も最小限に留めることが可能となり、また規制に縛られることも無く作業効率も向上すると判断した。



図−３　作業ヤード内桁組立要領図

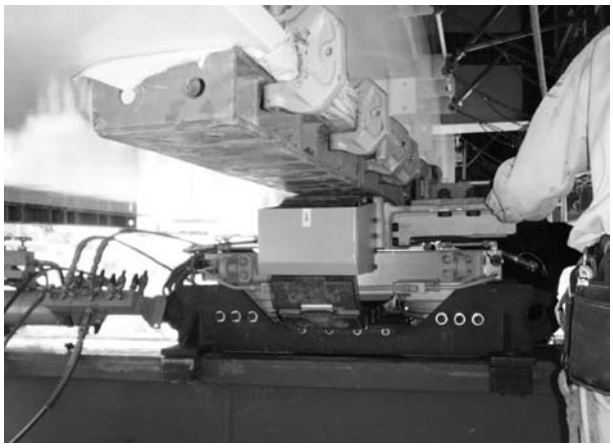
次にこの架設工法を実施するため、以下の４点を検討した。

①旋回横取り＝本体受点位置を、横取りさせながら橋軸方向へ移動させる必要がある。
②旋回中心位置を検討し、旋回前状態（桁組立位置）が P91を境界とする隣接工区（同時期施工）の桁との干渉を回避させる必要がある。
③旋回横取りを実施する桁は、ほぼ R＝350m の曲線桁のため、支点反力のアンバランスが生じる。
④「上記②③をふまえたジャッキ能力の選定」及び「本体・設備等の耐力照査および補強検討」の実施。

３．対応策と適用結果

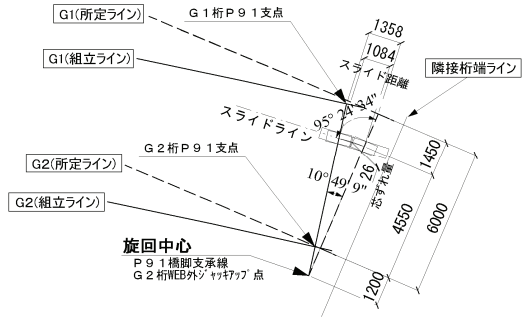
２．①については、旋回横取りの実績がある２軸スライドジャッキ（マジックスライド）図－４を採用することで、対応した。（これは、スライドジャッキ上に、橋軸方向への摺動機能としてシンクロさせたジャッキによりクローラ機能を取り入れ、一体型とした２軸スライドに対応した装置

である。また上部「＝クローラ部」の受部の摩擦力により、上部と下部はある範囲で回転可能となっている)。ただし、詳細検討として保有の機材能力で対応可能なのか、また旋回芯とスライド装置を併用させた旋回横取りの実績がないことから詳細に対応を詰める必要があった。



図−４　マジックスライドジャッキ

２．②については、隣接工区の端支点が横梁箱桁構造で背面に余裕が無いことから、部材を遊間以上突出させることは出来ない。そこで、Ｇ２桁側のＲ側のジャッキアップ補強点を旋回中心にすることで対応した。(図－５参照)

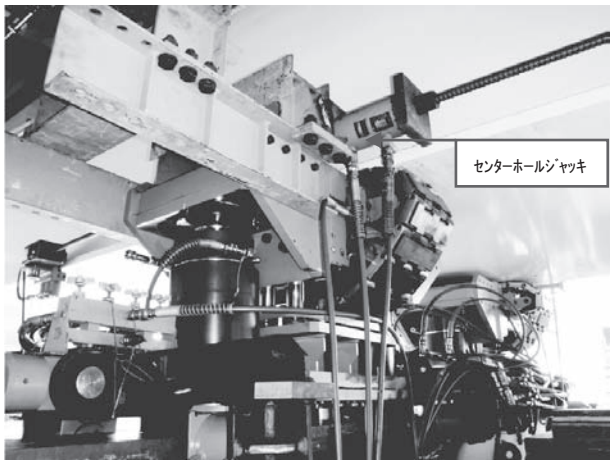


図−５　旋回中心部詳細図

２．③については、解析を行い受点となる４支点の反力を算出し、照査・選定を行った。
その結果、

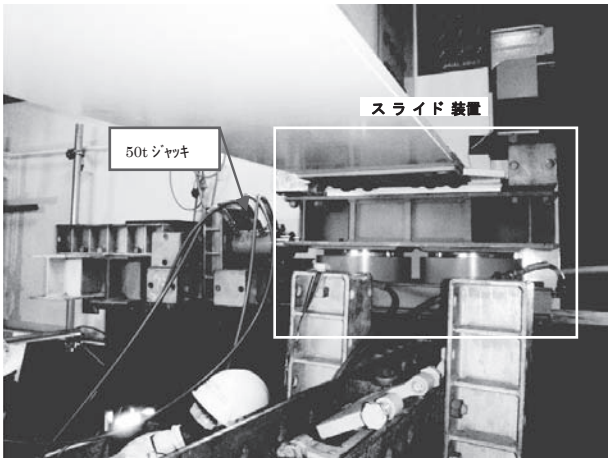
・P91横断重心位置がスライド装置配置箇所とほぼ同一場所となり、反力が大きくなること。
・旋回中心は中心にも係わらず30t 程度の反力であり、位置拘束の確保が必要になることが懸念された。

そこで機材能力の対応策として、P90Ｇ１桁側の反力結果より、保有機材では対応出来ないことから、本工事対応型のマジックスライドジャッキを製作することで対応した。(図－６参照)



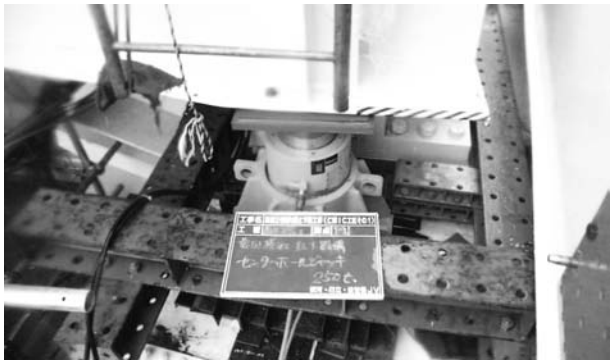
図−６　製作250t マジックスライドジャッキ

また、旋回芯と反力バランスについては静摩擦力（初動縁切水平力）をいかに分散させるかを計画し、P90側にはセンホールジャッキを、P91側の反力が大きいスライド装置には50t ジャッキを配置し、各々の水平力軽減補助とした。



図−７　P91スライド部300t×２スライド装置

さらに（図－８）に示す旋回芯関係については、補強プレートに凹凸式のプレートを製作固定し、せん断水平力に抵抗させ、反力増幅の補助として20t 程度のカウンターウエイトを桁上に載荷、サルカン付10t チェーンブロックによりアップリフトの拘束を補助し対応策とした。



図−８　P91旋回芯250t センターホールジャッキ

当初計画していた１夜間での旋回横取りは、盛替対応に時間が掛かり達成出来なかったが、図−９・図−10のように無事故で所定位置まで旋回横取りを施工完了させることができた。



図−９　旋回横取り施工前



図−10　旋回横取り施工完了

今後の検討課題として

a）旋回芯配置位置の設定について

施工管理をシンプルに行い設備を容易にするためにも、旋回芯の鉛直反力を大きく（摩擦力を大きく）取れる位置に支点配置する必要があると思われる。

b）詳細反力ステップについて

特に曲線桁の場合、旋回横取りに伴い支間長が変化することで荷重バランスがステップ毎に変化する。従って、送出し工法のように詳細なステップ毎の反力を事前に算出検討しておくことが必要である。

c）緊急盛替対応について

２軸スライドジャッキは部材とクローラ接触面の摩擦力確保により、スムーズな旋回横取り工法となるが、不測の負荷が掛かる場合は橋軸受点ラインのずれを修正する必要がある。今回は軌条梁として７ｍの極厚Ｈ鋼を転用しながら実施したが、桁下空間での軌条転用は時間が掛かることから、まず負荷が掛からない施工に留意することはもちろん、緊急時の盛替方法にも具体的に計画を詰める必要がある。

４．おわりに

旋回横取りの実績は他の工事にもあるが、本工事P91側のような回転軸側に旋回芯とスライド装置を併用した旋回横取りは例が少ないと思われる。今後の検討課題に留意すれば、２軸スライドジャッキの効果をいかんなく発揮させ、かつ安全性の高い施工が実施可能だと今回の施工で経験できた。また、旋回横取り工法を行うことにより、現道への交通確保と安全上の配慮は達成できたといえる。

よって、旋回横取り自体には様々な配慮・検討が必要だが、本工事での第三者への安全確保については最良の策であったと確信している。

今回の工事を通じて、工事の規模にかかわらず「設計照査→実施計画→実施施工＋安全対策の一連サイクル」が如何に重要であるのかを改めて痛感させられた工事でもあった。

9

施工計画

横取り工法を用いた鉄道桁の一括架替えについて

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
主任技術者　中　園　　誠　Makoto Nakazono

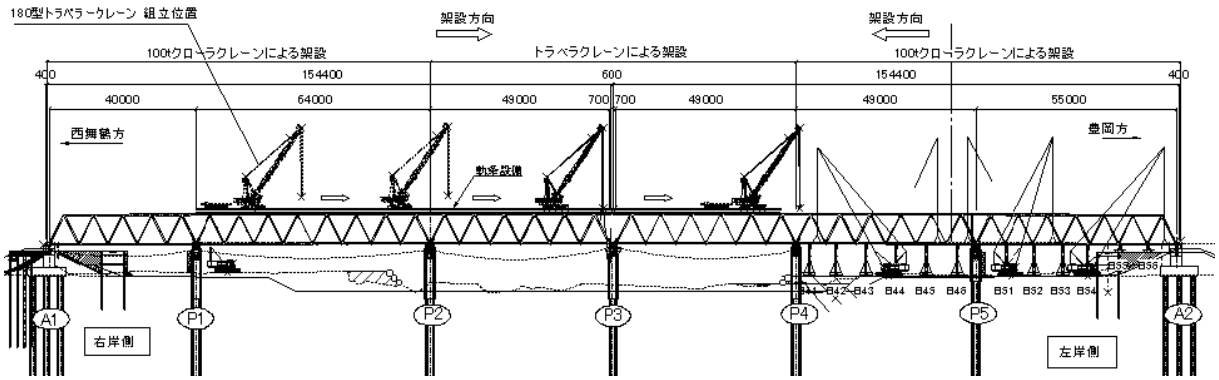
1．はじめに

平成16年の台風23号による豪雨により円山川流域は、甚大な被害を被った。本工事は、「円山川河川激甚災害対策特別緊急事業（激特事業）」の一環で、洪水の流れを阻害するKTR（北近畿タンゴ鉄道）橋梁の架替えを行うものである。新橋梁は、橋脚数を現状の半分の５橋脚とし、桁下高さを現状より３m高くする。また、架替えによる営業線の運休日数を最小限（運休３日間）とするため、旧トラス橋、新トラス橋共に一括で短時間施工が可能な横取り工法が採用されている。工事の特徴としては、架け替え作業が下部工、上部工の連携作業となること、また、新トラスの組立てでは仮受けブラケット、新橋脚の施工では仮受け架台といった下部工と上部工との合理化、工程（架替え時間）短縮を図った構造が採用されている点が挙げられる。

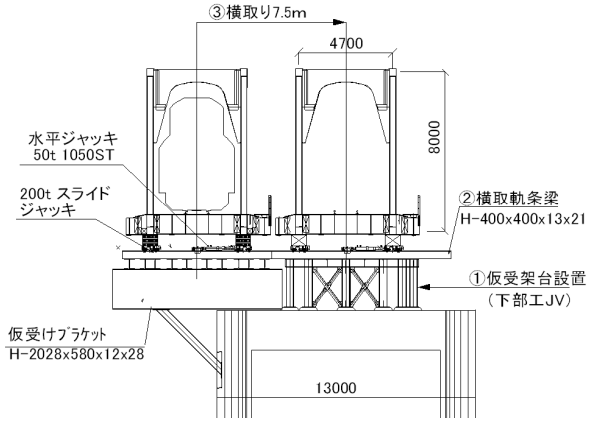
それら特徴を中心に工事の内容を述べる。

工事概要

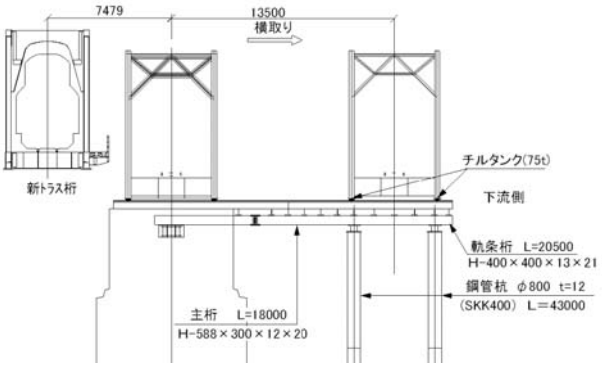
工 事 名：宮津線円山川橋りょう架替
　　その５工事（上部工他）
発 注 者：北近畿タンゴ鉄道株式会社
工事場所：兵庫県豊岡市船町地先外
工　　期：平成20年７月31日～
　　平成22年６月30日



図−１　新トラス架設要領図



図−２　新トラス桁横取り要領



図−３　旧トラス桁横取り要領図

２．施工概要

渇水期施工（10月20日～）と、架替え日程が４月上旬との条件により、通常の架設工程より１ヶ月以上、短縮する必要があった。そのため、トラベラークレーンによる架設範囲を当初計画の４径間（P２～A２）から２径間（流水部のみ、P２～P４）と縮減し、高水敷部の２径間（P４～A２）をクローラクレーン・ベント工方に変更し、それぞれ同時期施工を行うことで工程短縮を図った（図－４）。

架替え作業での横取りは新トラス桁(約850ｔ）を８支点のジャッキ設備（200ｔスライドジャッキ２台+50ｔ水平ジャッキ１台）を推進装置とし、それぞれを連動させ、移動量、ジャッキ反力を集中制御し、7.5m（横取角度85°41′44″）の横取りを行った。その後、降下設備に組替えし、0.65mをサンドル降下により降下、沓据付作業を行い、架設を完了させた。

旧トラス桁については、旧トラス桁２連（108t×２連）を４支点に設けた75ｔチルタンク２台+３ｔチルホールを推進装置とし、13.5mの横取りを行った。新トラス桁、旧トラス桁共に、旧橋部にかかる部分の横取り設備は、すべて旧桁撤去後の組立作業となり、また、新トラス桁については下部工JVの施工による仮受け架台設置終了後、横取り設備組立てとなるため、下部工JVとの各作業ステップ、タイムスケジュール等入念な調整、架替え当日の連携体制が必要であった。

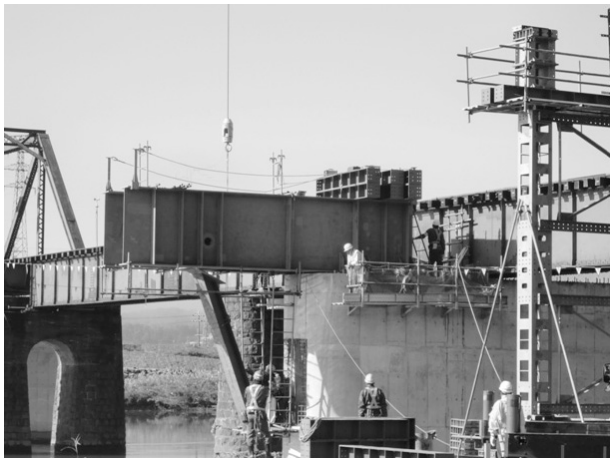


図−４　新トラス桁架設状況（奥が旧橋）

３．現場における課題と対応策

①張り出し架設時荷重の仮受けブラケットへの伝達方法

仮受けブラケットの構造は２主Ｉ桁で構成され、２主桁均等に荷重を載荷させることで受け持つ設計となっている（図－５）。しかし、実際は枕梁、サンドル材等を介して桁からの荷重を受け持つ構造であるため、張り出し架設が進むにつれて生じる桁たわみの影響による支点部の回転により、通常のサンドル材や鉄板ライナー等による受け方の場合、架設方向側の仮受けブラケット１主桁のみに荷重が集中してしまうため、耐力的に問題であった。



図−５　Ｐ２仮受けブラケット配置状況

この問題に対応するため、本来であれば仮受けブラケット本体を補強することが考えられるが、今回は工期的に不利であり、検討の結果、横取りに用いるスライドジャッキを沓代わりに使用することを考案した。スライドジャッキの構造は、箱構造（530×1,000mm、仮沓にはCap300ｔを使用）の内部に油圧ジャッキ２台が内蔵されており、箱内、２台連動することで受け幅1,000mmで最大50mmの回転に対応できる。これにより桁たわみによる支点部の回転（Ｐ２橋脚で14mm）を完全に吸収することが可能となり、スムーズな荷重伝達（２主桁均等）を図ることができ、仮受けブラケットの構造的な問題を回避した。



図−６　Ｐ３スライドジャッキ配置状況

Ｐ３橋脚上では２連トラス桁端支点部となるため、架設用連結構、架設用ピンシューで分断された受け点を別個のスライドジャッキで受け、橋軸方向側で連動させる事により荷重を同調させ、仮受けブラケット２主桁に均等載荷ができた（図－６）。また、油圧ポンプユニットを設置するため、桁が張り出すにつれ増加する荷重を常に監視でき張り出し架設を安全に施工することにも寄与した。

②仮受け架台と沓位置（アンカーホール位置）の施工誤差　吸収方法

仮受け架台（図－７、８）と沓はアンカーボルトで直接連結する構造となっており、上部、下部、それぞれの許容施工誤差を設定し、その吸収方法を検討、協議する必要があった。架替え当日の施工誤差としては以下が考えられた。

１）仮受架台位置（固定用アンカーボルト）の測量誤差
２）仮受け架台本体の製作誤差
３）架替え当日の仮受け架台の設置誤差
４）架替え当日の仮受け架台位置確認の測量誤差
５）上部工架設位置の測量誤差
６）新トラス桁の当日の温度変化による影響

当初設計では、仮受け架台、沓アンカー孔共に、アンカーボルト径プラス約10mmの孔径となっており、上記誤差はまったく考慮されていない。通常、施工誤差として、ある程度の許容値設定は必要であるため、拡大孔の採用を提案したが、検討、協議の結果、上記誤差すべてにそれぞれの許容値を設定することは設計上観点から、困難であるとの結論に至った。

その結果、すべての誤差吸収が最終の沓設置時に可能となる施工方法の検討が必要となり、現場構造物として施工誤差ゼロは考えにくく、以下の対応策を取ることとした。



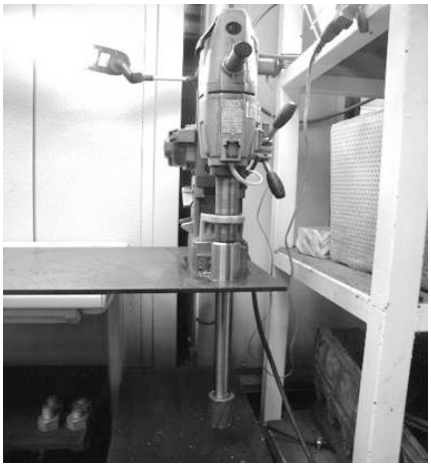
図−7　Ｐ５仮受け架台



図−８　旧桁撤去後、○位置に仮受け架台を設置する

・平面位置に対する対応

架替え当日、仮受け架台の測量は上部工側にて行い、±20mm の範囲となる様、仮受け架台設置を下部工 JV に依頼した。

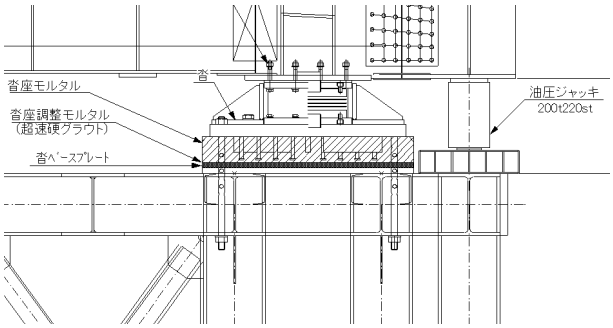


図−９　削孔機械試験状況

新トラス桁の横取り、降下後、仮受け架台上に沓を設置するが、アンカー孔は後削孔とした。また、アンカー孔削孔は仮受け架台の上梁構造である400H を上下フランジ共、削孔する必要があったため、天端側から上下フランジを削孔する方法を取った。この方法は前例が無く工場で試験を行い、削孔機械の性能を確認した（図－９）。

・高さに対する対応

仮受け架台の高さは事前に下部工側で高さ調整可能であり、沓下側の調整方法として事前に施工を行い沓本体と一体化しておき、沓座グラウトの下端部30mm を打ち残すこととし、誤差等の調整シロにする形にした（図−10）。当日はジャッキで最終の桁高さ（沓高さ）を調整した後、30mm ±α で超速硬グラウトを打設し、高さ規格値（±５mm）内で沓据付けを完了した。



図−10　沓高さ調整要領

４．横取り作業について

架替えは３昼夜連続作業で行い、旧トラス桁、新トラス桁共に横取り作業そのものは、大きなトラブル無く、当初予定作業時間で完了した。

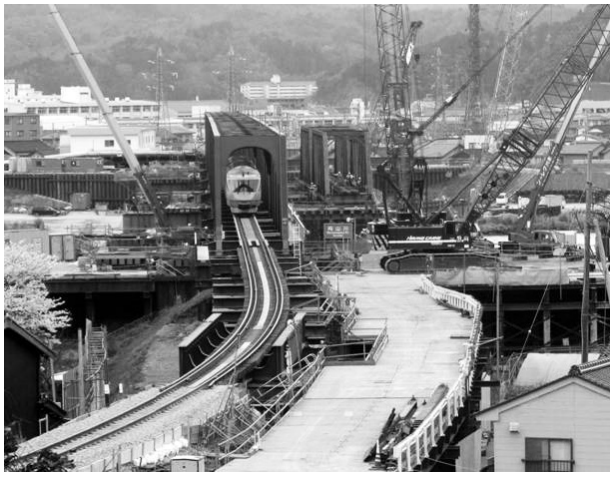
しかし、新トラス横取り後、平面位置の微調整で予想以上に難航し、計画時間を若干越えてしまい、後の作業時間に影響が及んだ。

５．今後の課題

今回の架替え作業でもう１つ予定作業時間を越えたのは、沓アンカー孔の削孔作業である。この原因は工場にて試験を行ったのは400H と同材の

SS400材であったが、仮受け架台の構造は溶接構造であるため、削孔する箇所は、熱影響により非常に硬くなっていた。その結果、１孔当り、当初予定では15分としていたものが、３倍近く時間を要した。これを見越せなかったことは今回の大きな反省点の１つである。全体的な時間工程では、余裕（調整）時間を考慮していたが、結果的にこの時間をすべて使う形となった。

今回、施工精度にかかる部分をアンカー孔の後削孔で対応したが時間的制約の大きい作業では、拡大孔の適用などで当日の現場作業をできる限り削減し、リスク軽減を図った対策を設計段階で考慮することが望ましいと考える。



図–11　架替え直後の状況
（アプロー部は工事桁により嵩上げ）

６．おわりに

桁の組立て作業から、架替え作業まで極めて厳しい作業工程と、豊岡市特有の厳しい気象条件にもかかわらず、無事故、無災害で工事が完成できたのは当現場従事者全員による尽力の結果であり、協力会社の関係各位に感謝致します。そして、今回の掛替え工事が円山川流域の防災に大きく寄与するものとして、祈念致します。

10

施工計画

市街地交差点上での架設における通行止め日数の短縮

日本橋梁建設土木施工管理技士会
三井造船株式会社　建設工事部
現場代理人
笹　本　英　樹○　　染　宮　　敦　　若　林　泰　光
Hideki Sasamoto　　Atsushi Somemiya　　Yasumitsu Wakabayashi

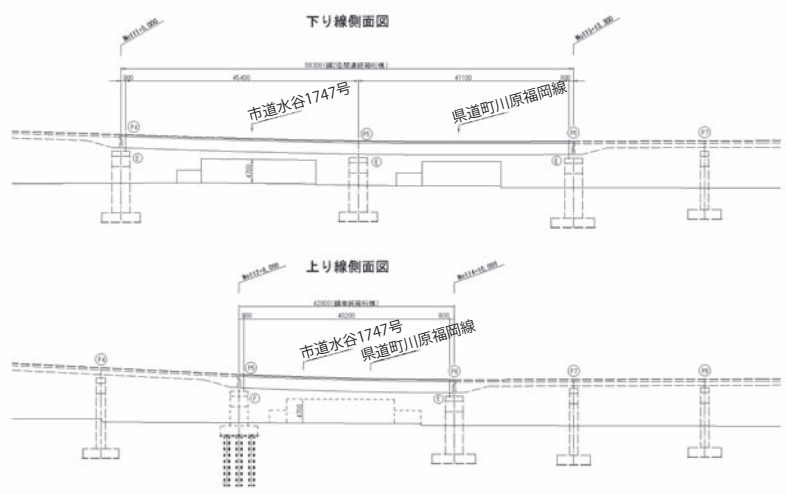
1．はじめに

本工事は、建設が進む一般国道３号博多バイパスの１区間であり、福岡市東区水谷の交差点上に、上下線並列の鋼桁を新設する工事であった（図−１参照）。

本稿では、市街地の交差点上作業という立地条件の中、安全性を確保したうえで、夜間通行止日数を短縮すべく実施した施工内容について記述する。

工事概要

⑴　工 事 名：福岡３号博多 BP 水谷高架橋上部工事
⑵　発 注 者：国土交通省　九州地方整備局
⑶　工事場所：福岡県福岡市東区水谷
⑷　工　　期：自）平成20年９月６日
　　至）平成21年12月25日
⑸　橋梁形式：（上り線）鋼単純非合成箱桁橋
　　（下り線）鋼２径間連続非合成箱桁橋
⑹　橋　　長：（上り線）42.0m、（下り線）88.3m
⑺　支 間 長：（上り線）40.2m
　　（下り線）45.4m＋41.1m



図−１　橋梁一般図

２．現場における問題点

本橋梁は、交差点上に架かる高架橋であり、交差点内へのベントの設置および架設重機の進入が不可能であることから、上下線とも送出し工法で計画されていた。

送出し架設においては、安全上、送り作業中の桁下への立入りが禁止されている。そのため桁下道路は通行止め規制を行うが、本架橋地点で交差する県道町川原福岡線と市道水谷1747号線は、地域生活における重要路線であり、また、十分な迂回路を近接箇所に設置するのが地形上困難な状況であった。

そのため、架設方法の工夫による全面通行止日数の短縮が求められた。また、路線バスが深夜24時まで運行していることから、規制時間内での作業のスピードアップも必要とされた。

３．対応策と適用結果

前述の課題に対し、本工事で採用した施工方法を以下に示す。

⑴　下り線の縦取り・横取り工法

本橋の架設は、上り線→下り線の順に行った。下り線も上り線同様、県道ならびに市道上に架かる高架橋であり、標準案は送出し工法で計画されていたが、上下線は橋梁の線形・幅員がほぼ等しく、上り線で使用した軌条設備をそのまま流用できることもあり、安全性が高く移動速度も速い縦取り工法を採用した。

a）軌条設備

上り線の鋼桁上に軌条設備を39m 延長した。P５側の PC 桁上は、上り線送出し時に使用したエンドレス滑り装置を残置することにより軌条設備を省略した。上り線鋼桁上の軌条設備を図−２に示す。

b）台車設備

下り線は橋長が長く、一度に地組みすることが出来ないことから、２回に分けて縦取りを実施した。台車設備として、縦取り１回目は、前方台車２基、後方台車２基とし、前方台車を牽引した。縦取り２回目は、前方台車２基、中間台車２基、後方台車２基とし、中間台車を牽引した。

台車の駆動は、ダブルツインジャッキを２基設置して行った。



図−２　縦取り軌条設備

c）横取り設備

下り線支承ラインに上り線から下り線にかけてベントを組立て、横取り梁を設置した。橋脚上のベントは、基礎梁をケミカルアンカーで固定した。横取り梁はステンレス板付きの H400を使用した。推進設備として、各支点に水平ジャッキ＋H 鋼クランプジャッキを設置（計３セット）した。また、各 WEB 直下にスライディングジャッキを設置（４基／支点）した。道路上での工事であり、横取り設備の位置に制限があったことから、水平ジャッキをＧ１、Ｇ２の桁間に配置した。横取り設備を図−３に示す。



図−３　横取り設備

⑵　門型降下装置の採用

送出し、横取り後の降下作業を、標準案のサンドル降下から門型降下装置の採用に変更した。

降下設備は、各橋脚前面に降下梁としてH900を２本配置したベントを設置し、１降下設備に対してジャッキングホイスト２基で降下する構造とした。また緊急時の仮受架台として、サンドル（150×150×1,000）も各支点に設置した。

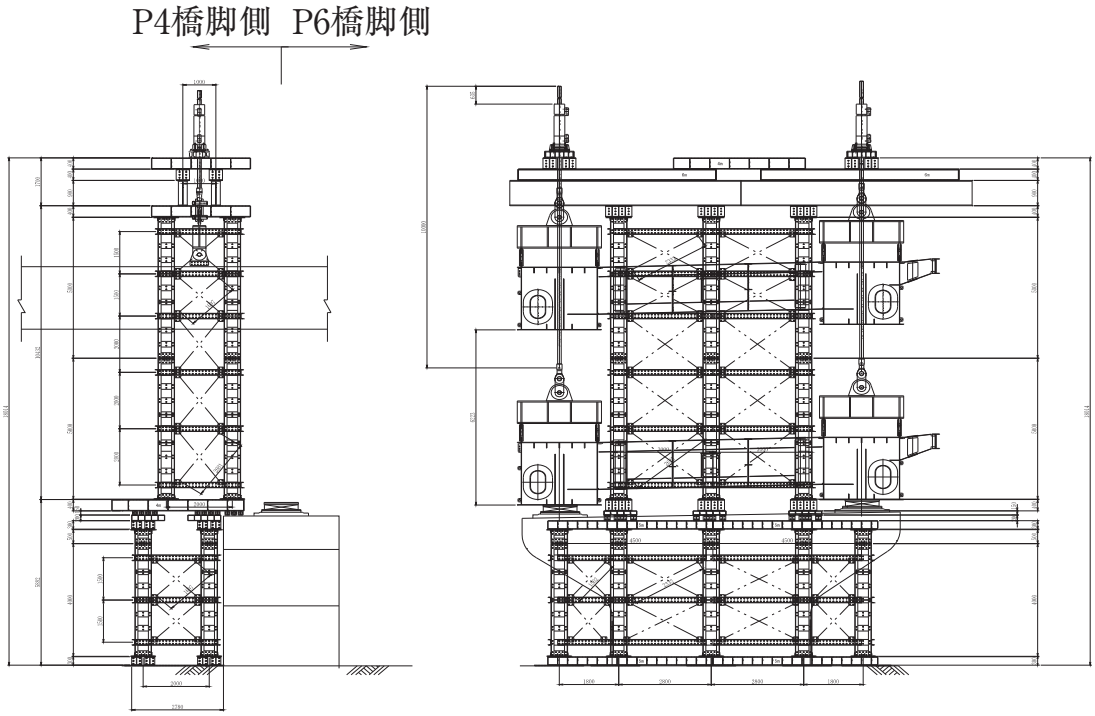
ジャッキングホイストは、全ネジロッドを通したセンターホールジャッキの頭部と底部に油圧回転ナットを装着している。このナットが非常時にはロックすることによって負荷を保持し、作業時の安全性を確保している。図−４にジャッキングホイストを、図−５に降下設備（全景）、図−６に降下設備図を示す。



図−４　ジャッキングホイスト



図−５　降下設備（全景）



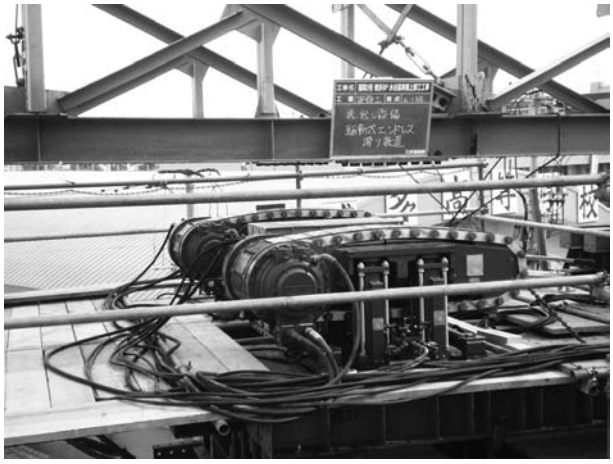
図−６　降下設備図（下り線Ｐ５）

⑶　駆動式エンドレス滑り装置の使用

上り線架設時の送出し装置は、P６橋脚上に駆動式エンドレス滑り装置を４基、P５のPC桁上にエンドレス滑り装置を４基配置した。図−７に駆動式エンドレス滑り装置を示す。

駆動式エンドレス滑り装置は、通常のエンドレス滑り装置と違い、油圧モータによる駆動装置を備えており、自ら推進力を有している。今回この駆動式エンドレス滑り装置は仮設備の簡素化を目的として採用したのだが、送出し作業の高速化も実現でき、結果的に夜間交通規制日数短縮に繋がった。

上り線の送出しでは、23時に送出しを開始し、水平ジャッキによる最初の24m を約２時間半で送り出した。以降、駆動式エンドレス滑り装置で46m を送り出し、４時過ぎに終了し、一晩で送出し作業を完了した。



図−７　駆動式エンドレス滑り装置

〔適用結果〕

これらの対応策を適用することにより得られた効果を、当初計画（標準案）との比較として以下に記す。

⑴　下り線架設方法の変更

標準案：送出し架設（夜間通行止日数６日）

実施工：縦取・横取架設(夜間通行止日数４日)

夜間通行止短縮日数：６日－４日＝２日

⑵　門型降下装置の採用

標準案：サンドル降下（夜間通行止日数10日）

実施工：門型降下装置（夜間通行止日数２日）

夜間通行止短縮日数：10日－２日＝８日

⑶　駆動式エンドレス滑り装置の使用

標準案：送り装置（夜間通行止日数３日）

実施工：駆動式装置（夜間通行止日数１日）

夜間通行止短縮日数：３日－１日＝２日

以上より全面通行止日数は標準案に対し、12日間短縮することが出来た。

４．おわりに

本工事では、夜間通行止日数の削減という課題をクリアーすることと引き換えに、作業のバリエーションが増え、現場の最前線では苦難の連続でもあった。それでも、最後まで無事故無災害で工事を終えることができたのは、現場の安全管理体制が機能していたからに他ならない。

工程短縮、急速施工となると危険度は増加する傾向にあるが、施工計画の精度を高めること、作業手順の周知を徹底することで、安全性の確保に努めた。また万一の事態に備えたフェイルセーフとして、降下時のサンドル併用や落橋防止治具の設置によって、作業自体に精神的なゆとりを持たせることができたことも大きいと思う。

本工事の架設にあたっては、協力会社各位の協力なくして成し得なかった。ここに記して感謝する。そして、工事全般にわたり最後までご指導戴いた九州地方整備局福岡国道事務所の皆様に感謝申し上げる。

11

施工計画

つづら川第３橋の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
現場代理人　濱　田　哲　郎○　Tetsuo Hamada
監理技術者　藤　井　康　一　Kouichi　Fujii

１．はじめに

国道33号は、高知と松山とを結ぶ主要道路です。この道路は山間部を横断しているためにカーブが多く、前方の見通しが良くない箇所が多数あります。また、冬場は凍結により通行規制となることも多くあります。

こうした問題を解決するために、標高720m の三坂峠を迂回して、標高390m～610m を通行する自動車専用道路整備事業「呼称：三坂道路」（総延長7. 6km）が計画されました。

本橋は、三坂道路の急峻な山岳地帯のつづら川地区に架かる橋長106m の橋梁であり、耐震性能にも優れた３径間連続πラーメン橋を採用しました。



図−１　完成写真

工事概要

⑴　工 事 名：平成21−22年度
　　つづら川第３橋上部工事
⑵　発 注 者：国土交通省　四国地方整備局
⑶　工事場所：愛媛県松山市久谷町つづら川地先
⑷　工　　期：平成21年７月14日～
　　平成22年10月30日
⑸　架設工法：ケーブルエレクション斜吊工法

２．現場における課題

本橋は、「三坂道路」の早期供用開始のため、当初の事業計画よりも早く発注されました。当初の計画では、第４橋の工事完成後に第４橋を工事用道路として使用し、第３橋を施工するものでした。

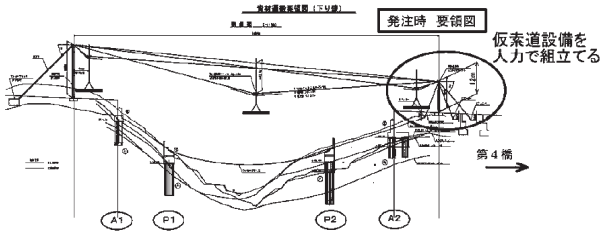
発注時の計画では、Ａ２側への重機の進入が不可能であるため、資機材運搬を人力によって仮索道設備（鉄塔＋ケーブルクレーン）にて組立てた後、ケーブルエレクション設備を組立てる計画でした。（図－２、３参照）

しかし「人力で仮索道を組立てる」工法は下記理由により困難でありました。

・仮索道の組立・盛替えを数回行わなければケーブルエレクション設備の資機材を運搬することも、組立てることも出来ない。
・ケーブルエレクション設備の組立・解体に多



図−２　現場位置図（第３・４橋）



図−３　資機材運搬図（発注図）



図−４　着工前（Ａ２背面より）

大な日数を要し、工程的に非常に厳しい。

従って別の資機材運搬方法を選定し、ケーブルエレクション設備を組立てる必要がありました。

工法選定にあたっては隣接工区との同時施工であることから、隣接工区に与える影響を少なくする必要がありました。

３．対応策と適用結果

実際の施工として、ケーブルエレクション設備の組立には重機が必要です。Ａ２側に重機を進入させる方法として、下記の案を検討しました（表−１）。

①タワークレーン設置案

Ａ２背面側にタワークレーンを設置する方法

②大型クレーン常駐案

第４橋側の市道に大型重機を常駐させる方法

③仮桟橋設置案

架設箇所の上り線側に仮桟橋を設置する方法

表−１　Ａ２資機材搬入代替案　比較表

比較案 / 項目	代替案−１ タワークレーン（杭基礎）案	代替案−２ 大型クレーン常駐案
概要図		
施工性（特徴）	・タワークレーン設置時は、第４橋工区ヤードを占有するがタワークレーン設置後は、資材搬入時の一時的な占有にする事が可能であり、工程調整を最小限に抑える事ができる。 ・タワークレーンの設置は大型クレーンを用いて行う。	・第４橋工区を占有する期間が長く、工程調整が困難である。 ・吊り部材重量は8.3tと最も大きい。 ・第３橋A2ヤードに直接資材を投入することが可能である。
施工工期	タワークレーン設置　約14日（基礎設置＋タワークレーン組立） タワークレーン撤去　約10日（タワークレーン解体＋基礎撤去） タワークレーン供用日数　約190日（休止期間約100日） 市道規制　設置時14日、撤去時10日　合計24日	220tクレーン設置　約３日（搬入＋組立）＊２回（A2設備組立解体） 220tクレーン解体　約３日（解体＋搬出）＊２回（A2設備組立解体） 220tクレーン供用日数　約100日 220tクレーン供用日数　約100日 市道規制　約100日
綜合評価	○ ・第２案より不経済であるが第４橋の工程に与える影響は少ない。 ・市道の通行規制が少なく、地元および林業者の合意が可能（２週間程度の規制は理解あり）	△ ・第１案より経済的であるが第４橋の工程に与える影響が大きい ・市道の通行規制が多く、地元及び林業者の合意が不可能

最初に③仮桟橋設置案は、施工日数・発生費用共に多大となるために不採用としました。

次に②大型重機常駐案は、作業性・経済性には問題は無いが、大型重機を常駐させるために、隣接工区の作業に影響を与え、工程調整が困難となります。また、地元住民の生活道路である市道を通行止めにする期間が長期に及び、地元住民の合意を得ることが困難となるため、不採用としました。

最後に①タワークレーン設置案は、経済性は②大型重機常駐案よりも悪くなりますが、地元住民及び隣接工区への影響を最小限に抑えることが可能となるため、①タワークレーン設置案を採用することとしました。

タワークレーンの設置位置は、第４橋の施工に影響の少ない、第４橋Ａ１橋台（上り線側前面）に設置することとしました。

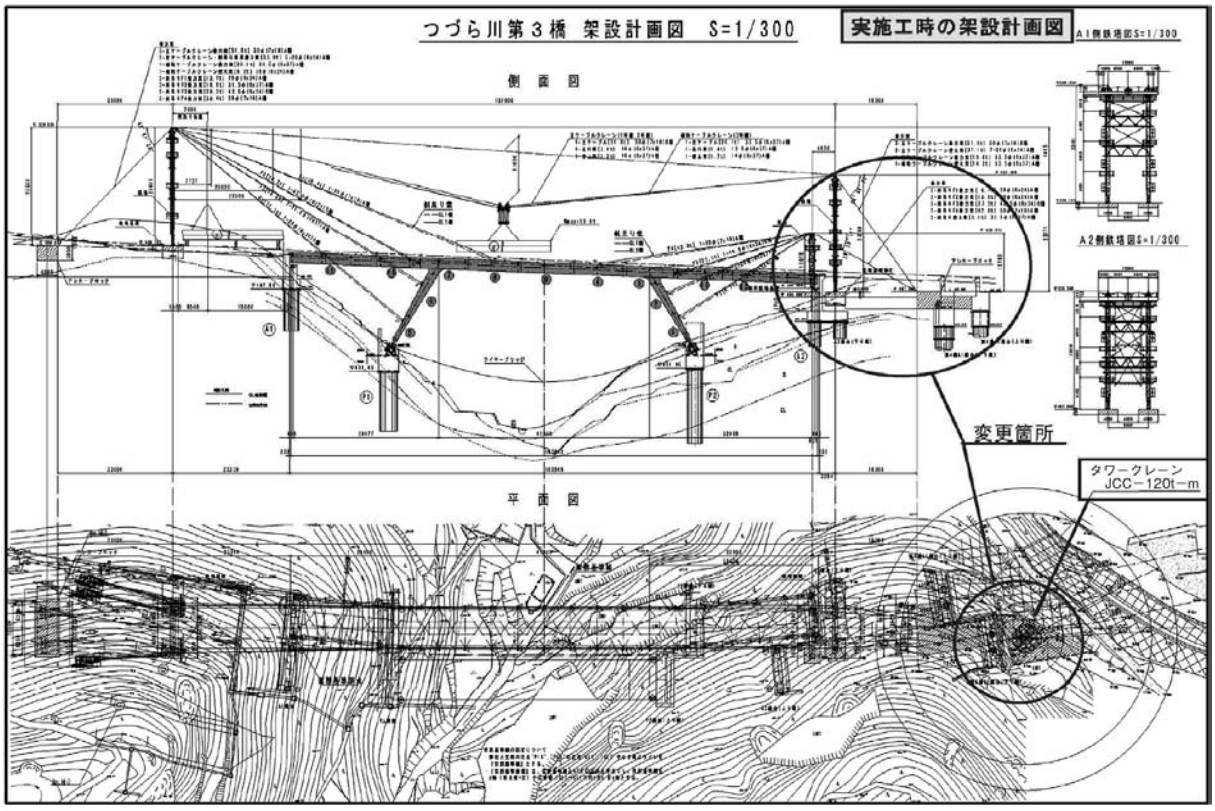
また、タワークレーン基礎を杭基礎（ダウンザホールハンマー工法）とし、クレーン本体の組立は220t オールテレーンクレーンを使用しました。

今回、タワークレーン工法を採用したことにより、Ａ２側の資機材の運搬を円滑に行えただけで無く、ケーブルエレクション設備の組立・解体に有効に利用でき、作業を完了させることが出来ました。

また、タワークレーン組立・解体時は、生活道路である市道の通行規制を行いましたが、あらかじめチラシ等を配布していたこともあり、地元の



図−５　タワークレーン（JCC−120）



図−６　架設計画図



図−7　規制状況（通行帯確保）



図−8　鉄塔設備組立状況



図−9　ケーブルエレクション架設状況

ご理解とご協力を得られ、苦情等の問題もありませんでした。

4．おわりに

本橋はケーブルエレクション斜吊工法であり、クレーンベント工法に比べると検討事項や注意すべき点が多いことは認識していましたが、資機材の運搬方法に苦労しました。

普段から大型重機を使用することが多いため、すぐに②大型重機常駐案を採用しがちです。しかし今回は、「優先すべきものは何か？」を多方面から検討することで、良い選択が出来たと思います。

その結果、地元からの苦情も無く、工程及び作業性も問題なく完了しました。

（優先すべき事項）

・地元の合意が得られなければ、工事が進められない。
・隣接工区との工程調整（同時進行）が不可欠。

（施工時に注意した事項）

・市道の通行止めは時間帯規制としたが、地元車両は原則として通行出来るように通行帯を確保しました（図－７参照）。

　地元住民に対する説明案内を規制期間中、毎日実施してご理解とご協力を得られるよう努力しました。

・騒音対策として、防音シート養生及び作業時間の制限等を行いました。

今回の経験を生かして、施工条件・検討事項を十分理解し、かつ柔軟な発想を持って今後の現場も進めていきたいと思います。

橋梁工事の現場では、移動式クレーンでの架設が主流となるなかで、タワークレーンを設置することは多くはありません。しかし今回のように条件によりよっては移動式クレーンより有利となることがありますので、参考となれば幸いです。

12

施工計画

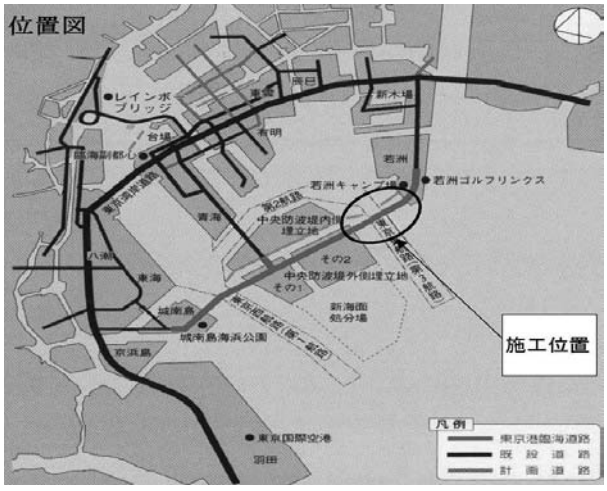
大型起重機船３隻相吊りによる大ブロック架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
橋梁事業部
江野本　学○　亀田　宏　盛伸作
Manabu Enomoto　Hiroshi Kameda　Shinsaku Mori

１．はじめに

東京ゲートブリッジは中央防波堤外側埋立地（以下、中防側と称す）から東京都江東区若洲（以下、若洲側と称す）を結ぶ東京港臨海道路Ⅱ期事業で計画されている、東京東航路を跨ぐ橋梁である（図－１）。本事業の整備により、東京港で増加するコンテナ貨物を円滑処理するとともに、国道357号線および東京湾岸道路の混雑解消が見込まれている。

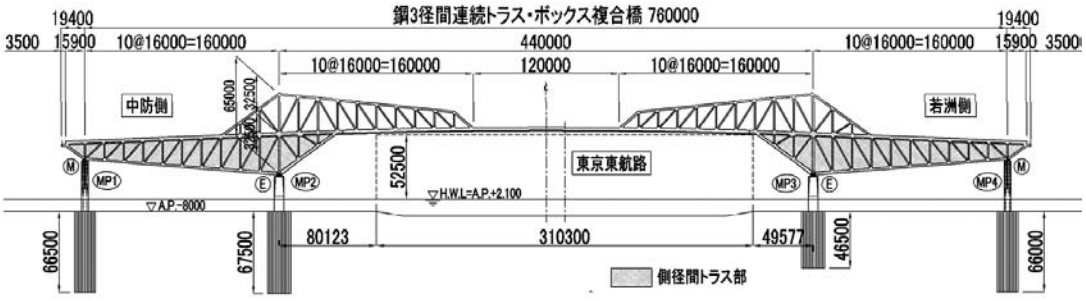
東京ゲートブリッジの架設地点は、羽田空港の空域制限下のエリアであるため、高い主塔が必要な吊橋・斜張橋ではなく、トラス構造が採用されている（図－２）。その内、側径間トラス桁の架設は、架設ブロック重量が約6,800t（仮設材を含む吊り上げ重量：約7,400t）にもなるため、日本最大級の起重機船（以下、FC と称す）３隻相吊りによる大ブロック架設工法を採用した。大型



図−１　位置図

FC３隻相吊りによる大ブロック架設は国内で過去３例しかなく、今回が16年ぶりという歴史的な大規模工事となった。

本稿では、制約の厳しい現場条件下において、安全かつ確実に大ブロック架設を行うために構築したITを活用した「大型FC３隻相吊り作業管



図−２　一般図

理システム」について報告する。

橋梁概要

工 事 名：東京港南部地区臨海道路
　　橋梁上部築造工事
発 注 者：国土交通省関東地方整備局
工事場所：東京都江東区青海地先
工　　期：平成18年11月20日から
　　平成22年３月25日
橋梁形式：鋼３径間連続トラス・ボックス複合橋
橋　　長：792.0m
支 間 長：160.0＋440.0＋160.0m
総 幅 員：21.0m（弦材中心＝22.3m）
有効幅員：18.5m（車道15.5m 歩道3.0m）

２．現場における課題

側径間トラス桁を大型 FC３隻相吊りにて大ブロック架設をするにあたり、羽田空港の空域制限下における高度制限や東京東航路による航路制限など現場条件への対策が必要になった（図－３、４）。また、大ブロック架設時の安全性を確保するため、仕様・能力が異なる大型 FC３隻の同調管理が必要となった。

⑴　現場条件

高度制限・航路制限に対する課題は、

①高度制限を厳守するため、大型 FC ジブトップの施工時高さをリアルタイムに把握し管理する必要がある。（高度管理）

②東京東航路を一部閉鎖し大型船舶の航行を確保しながら大型 FC３隻相吊りによる大ブロック架設を行うため、各 FC が工事区域から逸脱しないようリアルタイムに船体位置を把握し管理する必要がある。（FC 平面位置管理）

上記２点を克服することが、現場条件に対する重要な課題であった。

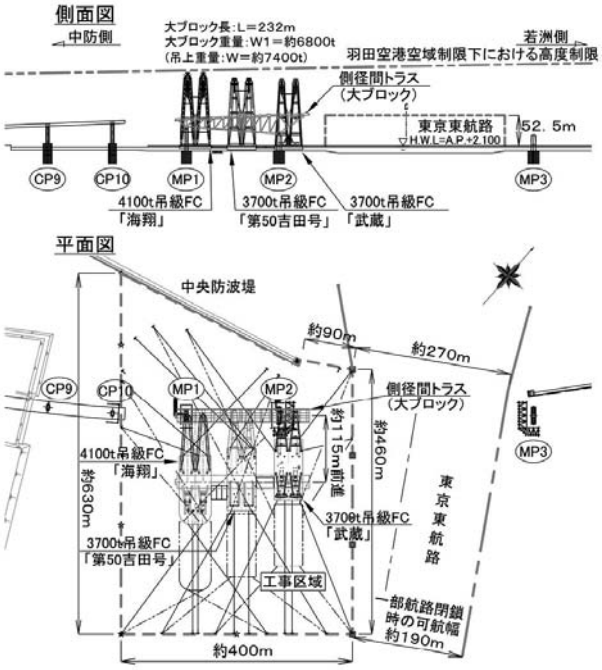
⑵　大型 FC３隻の同調管理

大型 FC３隻を同調させるための課題は、

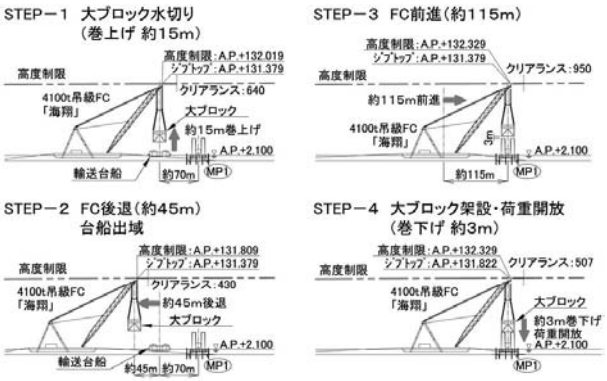
①各 FC の巻上げ・巻下げ速度差により生じる不均等な吊り状況を避けるため、リアルタイムに吊荷重を把握し管理する必要がある。（吊荷重管理）

②各 FC の移動速度差による平面の相対位置状況をリアルタイムに把握し管理する必要がある。（FC 前後相対差管理）

上記２点を克服することが、大型 FC３隻の同調管理に対する重要な課題であった。



図−３　架設計画図



図−４　架設ステップ図

３．対応策と適用結果

高度制限・航路制限を厳守するとともに、ＦＣ相互の連携を確実に行い、側径間トラスを安全に架設するため、IT を活用した「大型 FC３隻相吊

り作業管理システム」を構築した。以下にそのシステム内容と適用結果について記述する。

⑴　IT を用いた大型 FC３隻相吊り作業管理

大型 FC３隻相吊りの大ブロック架設に対して、下記の項目について管理することとした。

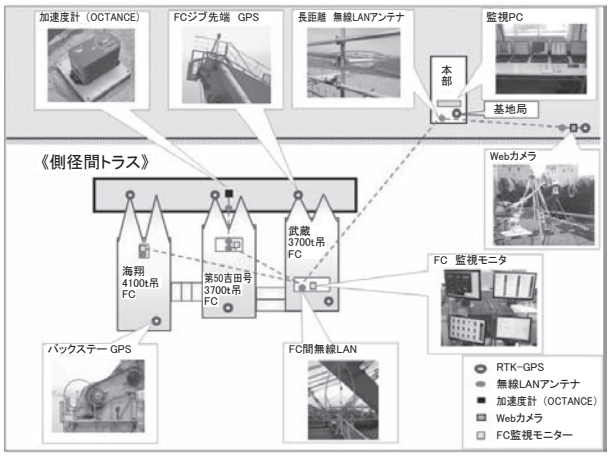
①吊荷重管理

②高度管理

③ FC 位置管理

④側径間トラス姿勢管理

下記の図－５にて相吊り作業管理システムの概要を示す。各 FC に設置した２台の GPS とトラス桁上に設置した加速度計からの情報を、無線 LAN にて送信する。この情報を各 FC 及び本部へモニター表示させリアルタイムに監視する。



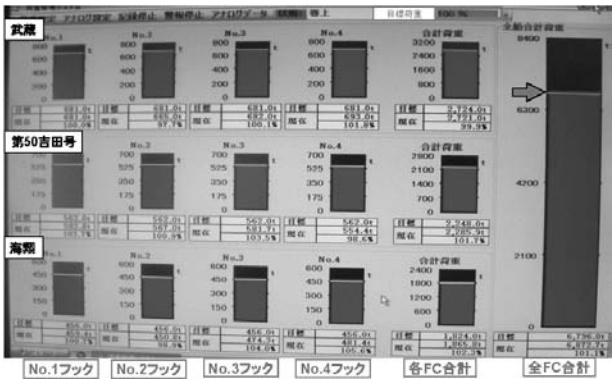
図−５　相吊り作業管理システム概要図

①吊荷重管理

各 FC の吊荷重を、各フック・各 FC 合計・全 FC 合計の項目ごとにモニター表示させ、一元管理を行った。設計吊荷重に対して±10％の範囲で管理を行い、管理値を外れた場合は、全 FC の作業をストップさせ、全 FC の吊荷重を管理値内に再調整したあと作業を再開する方法で進めた（図－６、７）。

②高度管理

各 FC ジブ先端に設置した GPS（RTK−GPS）でジブトップの高さと平面座標位置をリアルタイムに計測し、高度制限を超えないようクリアランス値を表示する。平面座標位置に対応した高度制限地図データをソフトウェアに組込み、各 FC の



図−６　吊荷重管理モニター監視状況



図−７　１FC あたり２点の集中吊状況

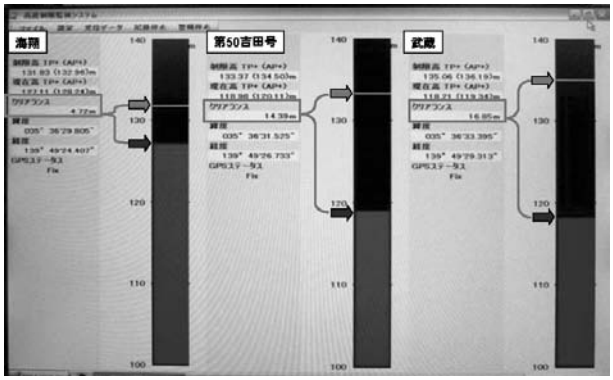
位置情報に基づき制限値を自動計算させた。また、制限値に近づくとモニター上の棒グラフを青色から黄色に変化させて、注意喚起を促す視覚機能を付加して高度管理を行った（図－８、９）。

③ FC 位置管理

各 FC の前後２箇所に設置した GPS でリアルタイムに計測した平面位置情報をモニター表示させ、FC の位置確認を行った。FC３隻の後退前進作業や水切り・架設時の位置決めにおいて、不均等な吊荷重を生じさせないよう各 FC の位置と FC３隻の相対平面位置を管理した。各 FC の前後相対差は、吊荷重の変化に連動するため、管理値から外れた場合は、全 FC の作業をストップさせ全 FC の相対位置調整を行った（図－10）。

④側径間トラス姿勢管理

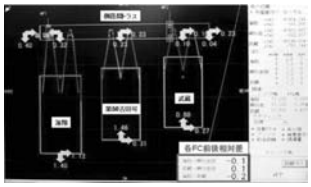
トラス桁上に設置した加速度計で計測された側径間トラスの姿勢をモニター表示させ、傾き等の確認を行った。不均等な吊荷重を生じさせないよう橋軸方向・橋軸直角方向・断面方向の傾きを確



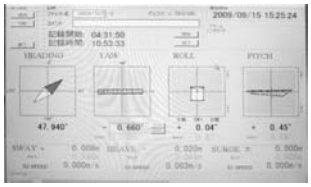
図−８　高度管理モニター監視状況



図−９　架設地点高度制限高さ



図−10　FC 位置管理モニター監視状況



図−11　側径間トラス姿勢モニター確認状況



図−12　側径間トラス架設完了

認して作業を進めた（図−11）。

⑵　現場条件に対する適用結果

①　本システムで高度管理を行うことによって、最小クリアランス約0.5m という厳しい条件下においても、高度制限を侵すことなく大型 FC による大ブロック架設作業を行うことができた。

②　本システムで大型 FC３隻の平面位置管理を行うことによって、工事区域内からの逸脱・航行船舶や工事用船舶に支障を与えることなく安全に作業を行うことができた。

⑶　大型 FC３隻の同調管理に対する適用結果

①　本システムで吊荷重管理・側径間トラスの姿勢管理を行うことによって、全体吊荷重のバランスを維持しながら大型 FC３隻相吊りによる大ブロック架設を行うことができた。

②　本システムで各 FC の位置管理を行うことによって、FC３隻の相対位置バランスを保ちながら安定した吊荷重で架設を行うことができた。

４．おわりに

大型 FC３隻相吊りによる大ブロック架設は、16年ぶりということもあり、世代交代も進み、当時各 FC を指揮した船長の引退や、経験者も数少なくなり、今後の架橋工事に対する技術の伝承への対応も含めて、どのように架設すれば良いのか皆で検討した結果、今回 IT を活用した作業管理システムを構築した。架設前には本システムの検証を兼ねて FC３隻での同調試験（巻上げ・巻下げ、前進・後退）を実施し、万全の体制で臨んだ。その結果、平成21年８月末から約１ヶ月半の期間で、無事に中防側・若洲側と連続して２つの大ブロックを架設することができた（図−12）。

平成22年度末には、最後の架設となる中央径間箱桁の閉合が予定されており、早期の開通が期待されている。

最後に、本工事の施工にあたり多大なご指導を賜りました、国土交通省関東地方整備局東京港湾事務所ならびに各方面でご尽力いただきました関係各位に紙面を借りて厚くお礼を申し上げます。

13

施工計画

水中型枠作業の改善工夫

東京土木施工管理技士会
飛島建設株式会社
作業所長　兼　平　富　夫○　Tomio Kanehira
副所長　阿　部　康　毅　Koki Abe

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：富丘農業水利事業
　　恩沙留川排水路河口施設建設工事
⑵　発 注 者：北海道開発局網走開発建設部
⑶　工事場所：北海道紋別郡興部町字富丘地先
⑷　工　　期：平成21年８月11日～
　　平成23年３月11日

本工事は、国営造成土地改良施設整備事業計画に基づき、恩沙留川排水路河口施設を建設するものである。

工事は鋼矢板が著しく浸食された既設導流堤を撤去し、防食処理を施した同規模の導流堤を新設するもので、腹起し・タイロッド材を用いた二重式の鋼矢板工法による構造物である。

構造物は上部コンクリート及び防食処理としてコンクリート被覆がある。

なお、導流堤の構造物の背後（外海側）には、消波工として、消波ブロック（二次製品、濃縮アミノ酸配合、実質量５.156ｔ）の据付けがある。

主要工事数量を以下に示す。

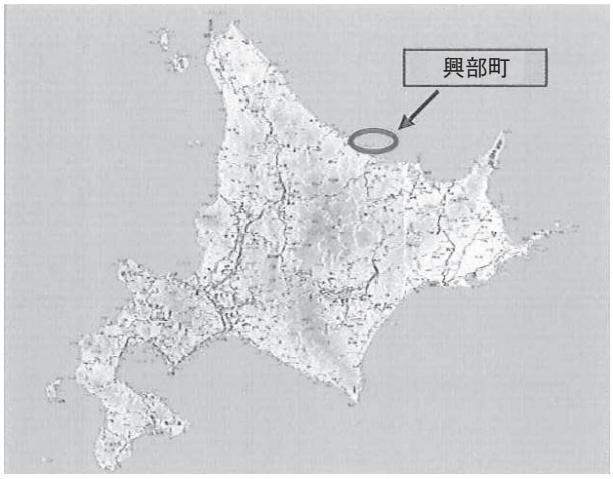
導流堤（撤去、新設）　Ｌ＝146m
消波工（消波ブロック）　447個（当初）

⑸　施工条件と気象・海象条件：

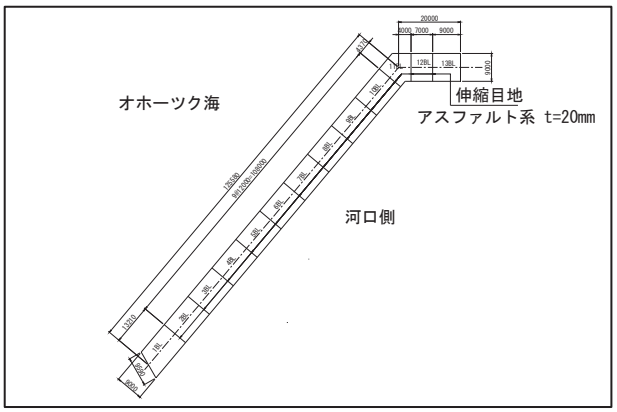
①　本工事施工箇所はオホーツク海に面し、普通河川：恩沙留川河口流域に位置する。恩沙留川は河川流量も小さく河床勾配も緩やかなことから小さな波浪でも容易に河口閉塞を起こす特徴を有する。従って工事開始前には、漂砂現象発生のメカニズム等を把握し、河口閉塞に伴う工事中断や遅れの発生しない対策の立案と工程管理が必要となる。

②　当該地域は、年間を通じて風向は南西、平均風速は２m/sec 程度と比較的穏やかな地域であるが、静穏期は夏期に、また、荒天期は冬期に集中している。本工事はサケ・マスその他の漁期の制約を受けているため、荒天の集中する冬期に施工する必要がある。冬期の最大瞬間風速は20m/sec 近くに達し、導流堤上の狭小作業床における、クレーン災害や墜落・転落災害等に留意して施工時の安全を確保する必要がある。また、１月～２月にかけて接岸が予想される流氷に対して留意する必要がある。

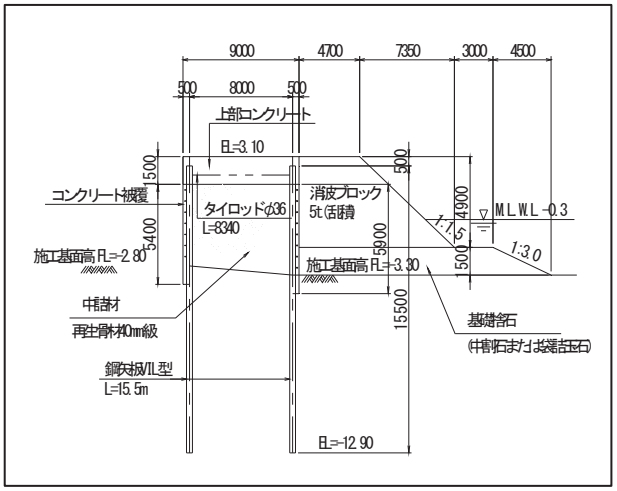
これらの施工条件より、潜水夫による水中作業の削減による稼働率の向上と、施工中の不安定な状態をできる限り短縮し、荒天の影響を最小限に抑える必要がある。



図−１　施工個所位置図



図−２　平面図



図−３　標準断面図

２．現場における問題点

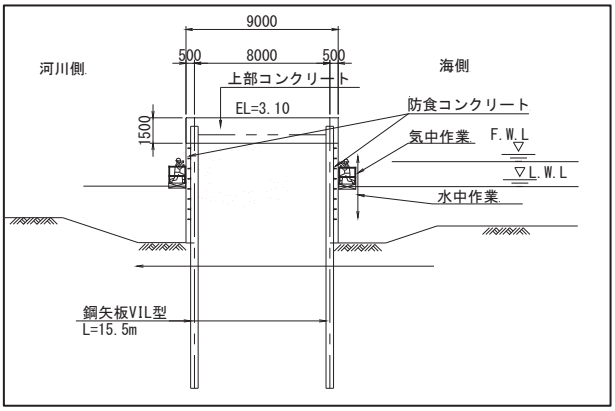
当初は、防食コンクリートの基面を掘削後、砂基礎に漏洩防止シートを敷設して、型枠を載せ、全セパ溶接で計画されていたが、実施工にあたり、以下の問題があった。

⑴　砂基礎基面の維持

潮流等の影響による砂基礎の流出が懸念されたため、計画施工基面より過掘りを行い、中割石での置換を計画し試験施工を実施したが、潜水夫による人力作業となり、基面整形に時間を要した。また、整形した施工基面が潮流により５～６時間程度しか維持できず、後工程が施工不能となるため、抜本的な対策を講じる必要があった。

⑵　水中溶接作業の施工性・安全性の確保

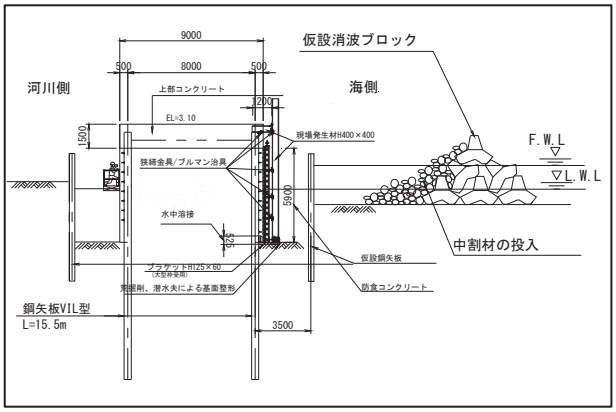
潮流が速く、狭所での水中溶接作業は、作業性が悪いことに加えて、潜水夫の送気ホース等が部材に絡む危険性も懸念され、作業性及び安全性を確保する対策を講じる必要があった。



図−４　当初作業状況図

３．対応策と適用結果

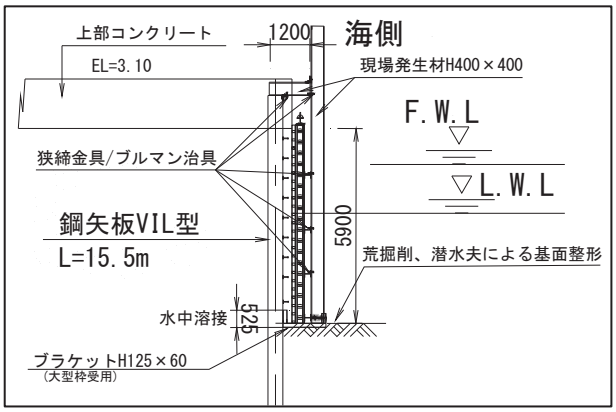
⑴　砂基礎の基面を維持するために、既設構造物に使用されていた鋼矢板を使用した仮締切により、潮流を遮る方法を採用した。また、施工個所の外周に消波ブロックと中割石による潮流対策を併用し、施工条件の改善を行った。潮流対策概要図を図―５に示す。



図−５　潮流対策概要図

⑵　水中溶接作業の軽減対策は、鋼矢板の施工基面下端にブラケットを溶接し、その上に水中型枠を載せ、建端太方式で上下を固定して一体化を図った。この施工方法を採用することにより、水中溶接作業をなくすことはできなかったが、溶接個所を大幅に削減することが可能となった。水中型枠部の詳細を図－４に、施工状況写真を図－６～図－12に示す。

これらの対策を実施することにより、潜水作業の稼働率を改善することができた。また、型枠設置に要する時間が１日に短縮され、大幅な工程短縮が可能となった。



図−６　水中型枠部詳細図



図−７　ブラケット側面



図−８　ブラケット正面



図−９　鋼材による固定状況



図-10　大枠設置状況（側面）



図-11　大枠設置状況



図-12　組立完了

4．おわりに

今回の工事では、漁期との関係で作業性が良好な夏場の静穏期の施工が制限されており、冬場の荒天期に荒天と荒天の合間を縫っての施工が必要となる工事であった。このため、施工サイクルの各フローを短期間で施工する必要があった。また、気象状況が良くても、潮流やうねりの影響を受ける潜水作業が多く、稼働率の低下が懸念されていたため、潜水作業の軽減にも着目して対策を立案した。

この結果、「潜水作業における安全の確保と稼働率の向上」と「工程短縮」という２つの目標を達成することができた。コストについては、既設構造物から撤去した鋼矢板等の現場発生品を転用したため、特に材料費を最小限に抑えることができた。潮流の影響を受けやすい箇所での施工に限らず、ダム堤体内の改修工事等、水中作業全般へも展開してはどうかと考える。

14

工程管理

ケーブルエレクションアンカー設備の経済性と安全性の両立について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　ＩＨＩインフラシステム

監理技術者　大　谷　恵　治○　Keizi Ootani
現場代理人　辻　本　章　光　Akimitsu Tsujimoto
川　端　　諭　Satoshi Kawabata

１．はじめに

工事概要

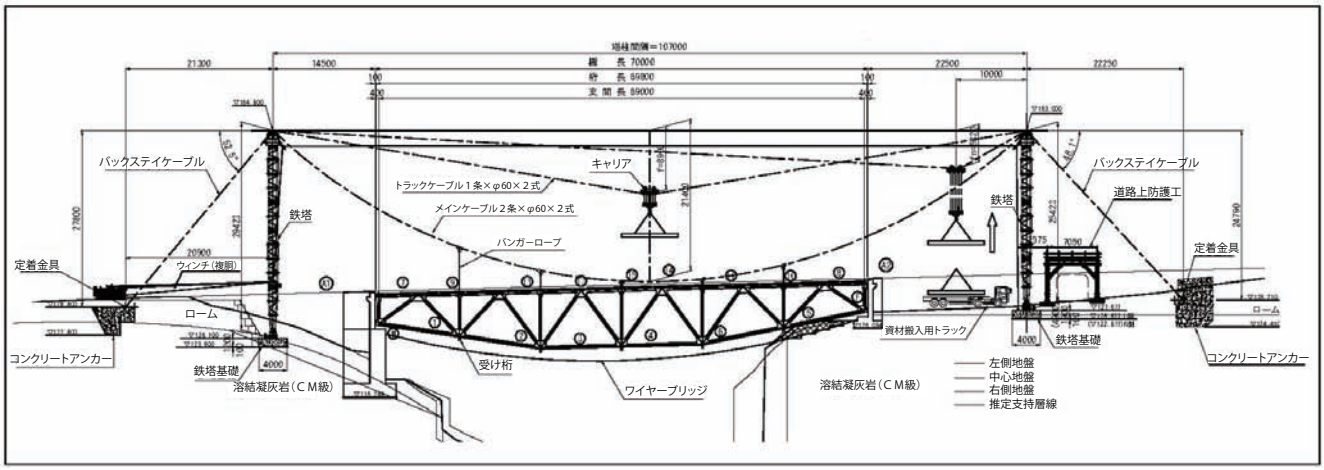
⑴　工 事 名：長野谷橋上部工工事
⑵　発 注 者：国土交通省　九州地方整備局
　　大分川ダム工事事務所
⑶　工事場所：大分県大分市大字竹矢地内
⑷　工　　期：平成21年７月１日～
　　平成22年12月20日

本工事は、ケーブルエレクション直吊り工法で架設を行った。谷部の現場で縦横断に傾斜を有した場所における Ａ２側のアンカー設備計画に工夫を要した。ここでは、アンカー設備の計画方法について報告する。

２．現場における問題点

Ａ２側アンカーブロックの計画における問題点を以下に挙げる。

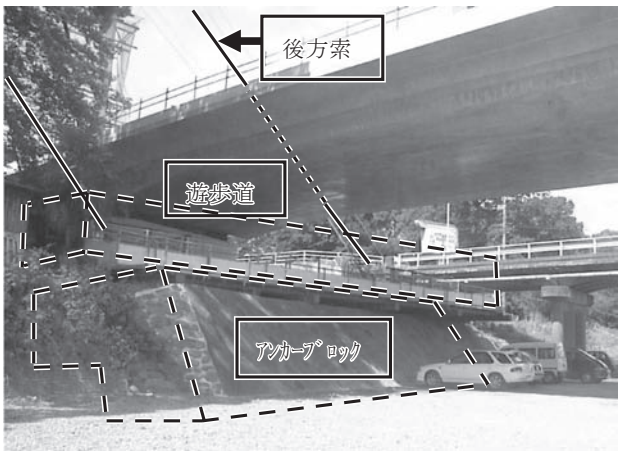
①　12.5％の下り勾配を有する工事用道路の上側にアンカーブロックを設置する必要がある。
②　横断方向にも30～40％の傾斜があり、斜面下側の掘削深さが大きくなる。
③　粘土を含む、黒色の砂質土のため、多少の土質改良では十分な前面土圧を期待できない。
④　民地境界が近接し、堆積土厚約９ｍをオープン掘削すると、十分な底面幅を確保できない。



図−１　架設計画図



図−2　A2側アンカーブロック着工前



図−3　アンカー設備全景

⑤　橋軸方向に構造を拡大しても、アンカー設備の安全率の向上は小さい。

⑥　工事用道路の線形を変更できないため、施工するアンカーブロック上を通路とする必要がある。

⑦　掘削深が大きくなり、アンカー定着部が土中に位置するため、土留壁が必要になる。

以上のことから、細幅背高のアンカーブロックになる上、必要な安全率を確保するとコンクリート体積が非常に大きくなる。

3．これまでの工事における問題点とその解決策

ケーブルエレクション工法における鉄塔基礎やアンカー設備は、エレクション設備全体の要であるので、細心の注意を要する構造物である。

発注者も現況で把握できる設計条件から架設計画を行っているが、架設条件、現地状況の変化などにより、構造が大幅に変更となる工事がある。

ここでは現地条件から、アンカー設備構造を大幅に変更した事例を以下に挙げる。

【事例①】前面土圧確保を目的とした堤防と歩道との一体化

問題点：アンカー設備を既設橋脚と堤防との狭隘部に設置する必要があった。

解決策：アンカー設備の体積確保を目的に、橋梁下全面をコンクリートブロックとし堤防と一体化させることで、重量と前面土圧を確保した。堤防上の遊歩道はアンカー設備上に設置して供用した。堤防と一体化させた全景と施工状況を図−３、４に示す。



図−4　堤防と一体化したコンクリートブロック

【事例②】アンカーブロックの分割施工

問題点：斜面に設置された幅員の狭い取付道路のため、所要のアンカー金物を埋め込むにはアンカーブロックの橋軸方向寸法が大きくなった。

解決策：アンカー設備を分割し、前方のアンカーブロックにクレーン索を、後方のグラウンドアンカーに直吊り索を配置して、前面土圧への作用力を低減した。アンカー設備の施工完了状況を図−５に示す。

【事例③】底面摩擦を主にする滑動への抵抗

問題点：現状地盤上にアンカーブロックを設置後に盛土するので、十分な前面土圧を期待できない。



図−5　アンカー設備の分割施工

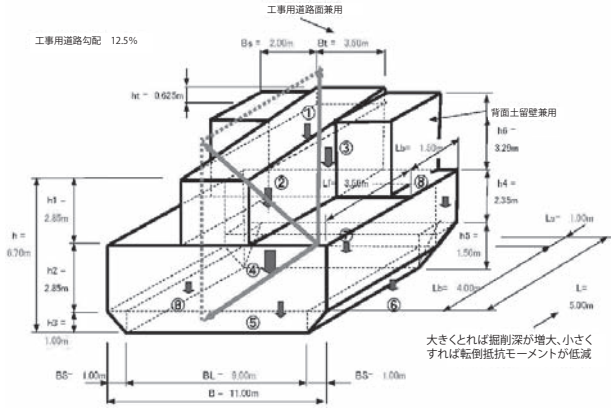
解決策：前面土圧を考慮せず、底面摩擦を主としてアンカー形状を決定した。

本工事では、アンカーブロックを設置するA２橋台側の堆積土の地盤状態が非常に悪かったので、事例③を基本にしてその他の現地課題を解決した。

４．対応策と適用結果

アンカーブロックに要求する抵抗項目は、滑動、浮上り及び転倒の３つである。本工事で施工したアンカーブロックの全体形状と完成状況を図－６、７に示す。

滑動には、抵抗力の大半を負担する前面土圧を期待できないので、底面摩擦を主にして設計することにした。底面摩擦力は、ブロック自重に比例しブロック重量に応じた底面積を確保しようとすると、現地状況から制約を受けた。よって、底面



図−６　アンカーブロック全体形状

摩擦力の不足分を前面土圧で負担させることにし、表－１に示す内部摩擦角15°を確保できるよう、コンクリートブロックの前面土を石灰で改良して転圧埋め戻しすることにした。アンカーブロックの前面の埋め戻し状況を図－８に示す。

なお、アンカーブロック上側の前面土圧を期待する土質改良は高価になったため、下側のみを考慮した設計とした。

浮上りは、滑動に対して計算するコンクリート体積で抵抗可能であった。

底面摩擦を主として滑動に抵抗するためコンクリート体積を大きくする必要があったので、工事



図−７　アンカーブロック完成側面

表−１　土の内部摩擦角（NEXCO 要領）

表 11−3−16　土の内部摩擦角及び粘着力

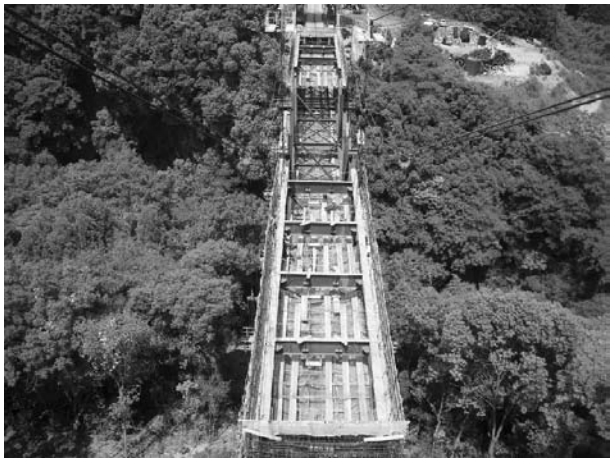
	種類	状態		内部摩擦角（度）	粘着力（kN/m²）
盛土	砂利および砂利混り砂	締固めたもの		40	0
	砂	締固めたもの	粒度の良いもの	35	0
			粒度の悪いもの	30	0
	砂質土	締固めたもの		25	30 以下
	粘性土	締固めたもの		15	50 以下
自然地盤	砂利	密実なものまたは粒度の良いもの		40	0
		密実でないものまたは粒度の悪いもの		35	0
	砂利まじり砂	密事なもの		40	0
		密実でないもの		35	0
	砂	密実なものまたは粒度の良いもの		35	0
		密実でないものまたは粒度の悪いもの		30	0
	砂質土	密実なもの		30	30 以下
		密実でないもの		25	0
	粘性土	固いもの（指で強く押し多少凹むN=8～15）		25	50
		やや軟いもの（指の中程度の力で貫入するN=4～8）		20	30
		軟いもの（指が容易に貫入するN=2～4）		15	15
	粘度およびシルト	固いもの（指で強く押し多少凹むN=8～15）		20	50
		やや軟いもの（指の中程度の力で貫入するN=4～8）		15	30
		軟いもの（指が容易に貫入するN=2～4）		10	15



図−８　Ａ２側アンカーブロック前面埋戻し



図−９　アンカー金物



図−10　架設状況写真



図−11　架設状況写真

用道路とその土留め壁のコンクリートをアンカーブロックと一体化した構造とした。アンカーブロックの重心とアンカー金物との偏心量が大きくなると安定性が悪くなり転倒しやすくなる。そのため、コンクリートブロックの重心位置を算出し、偏心量が小さくなる下側にアンカー金物を設置した。アンカー金物の設置状況を図－９に示す。

５．おわりに

本工事では、現地状況に即したアンカー構造に見直すことにより、所要の安全率を確保した。実施工においては、鉄塔の倒れ、ケーブル張力を光で表示して目視管理することも追加して、無事に架設を完了することができた。架設状況を図－10、11に示す。

ケーブルエレクション工法は、山間部の作業スペースを十分に確保できない場所に適用されることが多いので、実施工において現状にあった構造見直しが必要である。また、ケーブルエレクション工法等を熟知した職人や技術者が減少している現状においては、若年者への技術継承と我が国のインフラを次世代へ引き継ぐため、今回のような特異な現場状況の施工方法のデータ集積とその整理が重要になると考える。

本工事が、今後の工事の参考になれば幸いである。

15

施工計画

東京国際空港内における　新設誘導路橋の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　宮地鐵工所

現場代理人	現場担当	現場担当
高　橋　昌　彦○	内　川　尊　行	加　藤　　徹
Masahiko　Takahashi	Takayuki　Uchikawa	Toru　Katoh

1．はじめに

東京国際空港では、国内の航空需要に応えるため、再拡張事業としてＤ滑走路の建設が行われた。この再拡張事業や新国際線ターミナルの開業で、航空機の発着数が増加することにより、航空機の円滑な地上走行と定時発着を確保するため、Ａ滑走路西側平行誘導路を複線化する誘導路が現在建設中である。

この新設誘導路は一部「空港アクセス道路」と交差する箇所があり、ここを橋梁構造としている。

工事概要

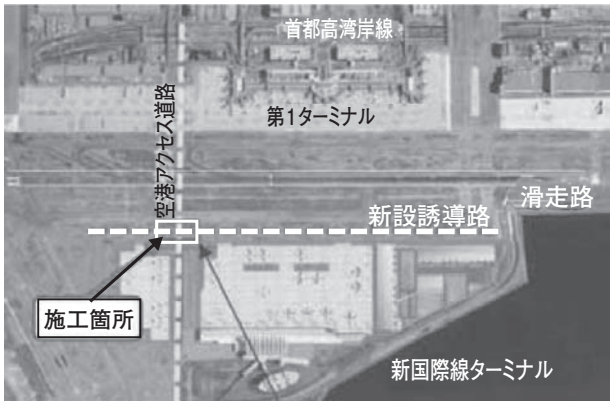
⑴　工 事 名：東京国際空港Ａ滑走路
　　平行誘導路橋梁築造工事
⑵　発 注 者：国土交通省　関東地方整備局
⑶　工事場所：東京都大田区羽田空港地内
⑷　工　　期：平成21年７月13日～
　　平成22年３月30日
⑸　橋の種類：誘導路橋（航空機の誘導路）
⑹　橋の形式：単純中空合成床版橋
⑺　架設工法：大型クローラークレーンによる
　　一括架設（技術提案）
⑻　作業条件：滑走路の近接・道路上での施工



図−１　施工箇所

2．現場における課題・問題点

本工事の施工箇所は、空港内（制限区域内）であり、Ａ滑走路に近接した場所での施工である。また架設箇所には空港アクセス道路という環状８号線と国内線ターミナルを結ぶ道路が存在する。



図−２　施工箇所（詳細）

【受注時の課題・検討】

滑走路に近接し、道路と交差した箇所での施工であるため、受注前の計画では以下のような項目を問題点として検討した。

①夜間架設となるため、夜間作業の簡素化

②道路上での作業工種・時間の最小化

③重機作業日数・手間の削減

上記を踏まえ本工事では大きく２項目を技術提案と計画を進めた。

【技術提案：１】

『大型クレーンを用いての一括架設工法』

本工事の架設の標準案は、トラッククレーンベント工法であり、ベントは空港アクセス道路の中央分離帯に設置する必要があった。

１）空港アクセス道路は空港利用者の重要な道路であり、頻繁な交通規制は利用者にとっては迷惑となる。

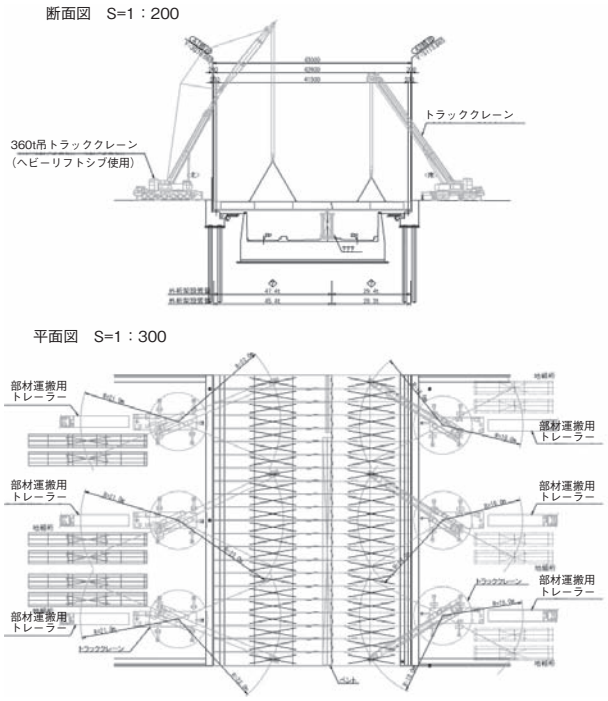
２）道路上での作業は、車輌との接触事故等の要因となるため、事故発生率が増える。

３）ベント設置に伴い、中央分離帯位置の撤去・改造・復旧が発生するため、関係各署との協議等が発生し工程にも悪影響を及ぼす可能性がある。

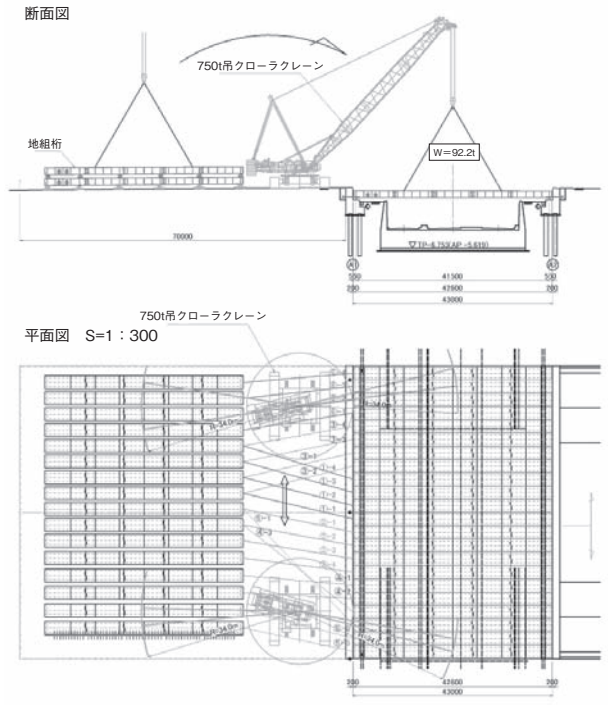
【技術提案：２】

『床版コンクリートの一括打設』

床版打設は、通常１パーティ200～300㎡程度の打設で計画をする。本工事床版は約800㎡あるため普通３回に分けて打設を行う。本橋梁は航空機用の橋梁であるため幅員が63m あり、打継ぎを設けるだけでも多大な労務が発生する。また、打継ぎ目は新旧コンクリートの一体化は100％期待できない。当工事では、床版の打継ぎ目を最小とするため、１日での床版打設（打設量：800㎥施工面積：2650㎡）を提案した。



図−３　ベント工法（標準案）



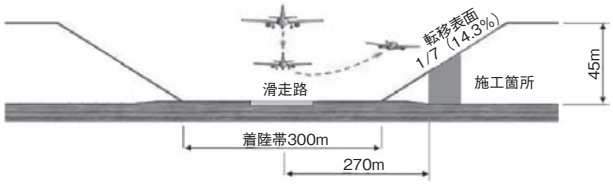
図−４　一括架設工法（技術提案）

【現場施工時の課題・検討】

上記２項目の技術提案にて本工事を受注したが、現場に乗り込み詳細計画を進める中で新たな問題が発生した。

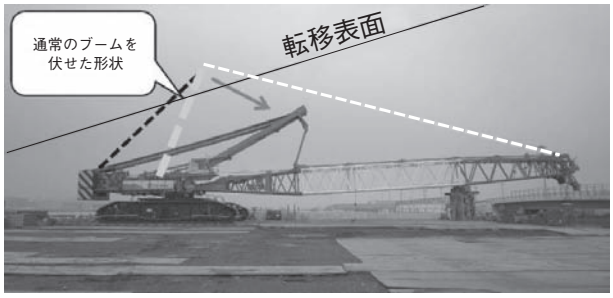
a）上空制限（転移表面）

現場は、A 滑走路の中心より約270m の位置での施工であり、航空機の運航に支障が出ることのないよう施工計画する必要があった。施工位置上空には「転移表面」という航空機が進入をやり直す場合等の側面方向への安全を確保する表面が存在し、本工事はこの表面の下での施工である。



図−５　転移表面と施工位置

橋梁の架設はクレーンを使用するが、全ての作業で高さを最小限に設定して施工を行った。



図−６　750tCC 待機姿勢

上の写真であるが、クレーンのブームを伏せて昼間は待機する予定であったが、転移表面に抵触しているため更にマストを下げて転移表面から６m 確保した。このことによりブームを起こすのとブームを伏せる作業だけで約１時間近くロスが発生した。（夜間は23：00開始→４：30までにクレーンをこの状態にして終了。実際にはクレーン実働時間は23：30〜翌朝4：00までの４時間半の作業時間であった。）

b）ヤードの使用方法と750tCC の組立箇所

この工法での一番の難点は、

１）地組桁を全て組み上げる。

２）クレーンの組立位置の確保

３）時間内での施工（ロスを最小限にする）

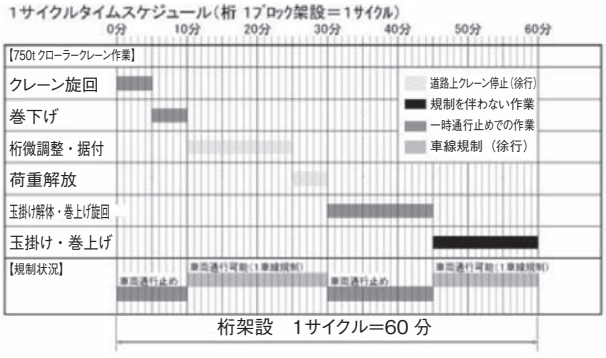
の３点が大きなポイントであり、桁の幅分のヤードでいかにロスを少なく施工するのかが問題であった。

c）夜間作業時間と道路規制

当初、夜間の架設を１日約６時間実働で４ブロック架設する計画で進んでいた。１スパン分を地組しての架設であるが、航空機用の橋梁であるため幅員が63m あり地組の主桁を22ブロック架設する必要があった。当初、23：00〜翌朝5：00までの６時間での作業時間を基にタイムスケジュールを組んで１日４本架設する予定でいたが、上記のように空港内での規制のため、クレーンの実働時間が、１時間半減ってしまった。

また、道路の方は、最終バスの通過が23：50であり架設をするための「通行止め」は、これ以降となり架設に要する時間は、更に減り23：50〜翌朝4：00までの４時間10分であった。

道路使用の協議でも４時間の完全通行止めは、迂回路が４倍以上になり道路の使用者が多いため、架設でクレーンが桁を吊った状態で旋回・降下している時、また玉掛けを解体〜旋回する時間以外は車両を通す「一時通行止め」で検討するように指示された。



図−７　架設時タイムスケジュール

３．対応策と適用結果

『大型クレーンを用いての一括架設工法』

１）桁地組

使用出来るヤードの幅が幅員分しかないため、桁の地組は１段ではなく２段積みで地組し、更に地組桁同士の隙間を550mm にすることで全ての桁を組むことが出来、750tCC を組むための場所も確保が出来た。



図−８　22ブロック地組完了

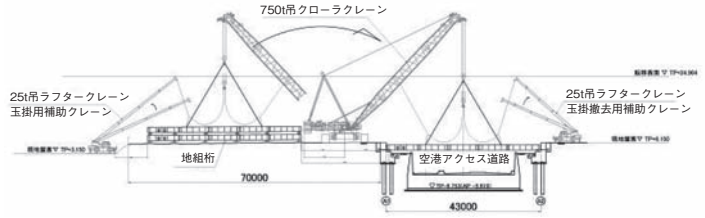
この事により、地組から架設までの工程にロスがなく予定より工程が短縮出来た。

２）桁架設

桁架設に対する、時間短縮に関しては以下のような事項について検討し、実行した。

a）玉掛け方法の検討

玉掛け・玉掛け解体については、１日４回短時間で行わなくてはいけない。事前に行った桁移動時に手順の検討等を行い、安全かつ迅速に行えるように周知した。



図−９　玉掛け要領図

b）支承を桁にセットし架設（剪断キーに桁を納める時間の短縮）

結果、架設は工程通り６日間の夜間で22本架設

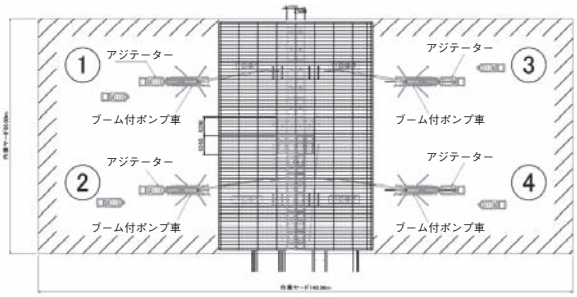


図−10　桁架設状況

が完了し、通行止めを伴う作業と、夜間作業滑走路閉鎖後の作業が無事完了し、技術提案での一括架設は完了した。

『床版コンクリートの一括打設』

打設の方法としては、下図の通り橋梁を４等分にし桁中央から橋軸直角方向約２．５ｍの幅で外側へ打設するようにした。このことにより、１時間で各パーティーが端部まで打設が完了するようになり、再びポンプ車を中央に戻し繰り返し行い打ち継ぎの時間を１時間以内にして、各班同じペースで打つことができ、コールドジョイントも無く無事10時間で完了した。



図−11　床版打設計画図

４．おわりに

航空機用の橋梁で幅があり、単純桁であったため、この工法で架設・床版打設ができたと思う。下に道路がなければまた違う方法も考えられたが、架設時期が国際線のオープン前でありこの方法が最適であったと思う。

16

施工計画

東京ゲートブリッジ　海上アプローチ橋の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　宮地鐵工所

現場担当	工事計画担当	現場代理人（工場担当）
小　林　智　則○	武　田　裕　司	矢　部　泰　彦
Tomonori Kobayashi	Yuuji　Takeda	Yasuhiko　Yabe

1．はじめに

東京港臨海大橋（東京ゲートブリッジ）は、東京港臨海道路のⅡ期事業であり、中央防波堤外側埋立地から若洲までの約4.6kmの臨港道路の内、海域（海上）1.6kmの橋梁となっている。また、現状の道路混雑を緩和するとともに新ターミナルで取り扱われる新たな物流需要への対応等、物流の円滑化を目的として計画されており、主橋梁、海上アプローチ橋梁、陸上アプローチ橋梁から構成されている。

本橋の特徴は、上部工と中間橋脚が剛結するラーメン構造であり、剛結部は景観上の配慮から上部工と橋脚を同一断面にしている。

本橋は、隣接工区や中間橋脚との取合精度を確保するために大ブロックや全体の形状管理が重要であり、大ブロックの３次元計測を実施し、その結果を用いて橋梁全体の形状管理を行った。

本稿では、架設工事について報告する。

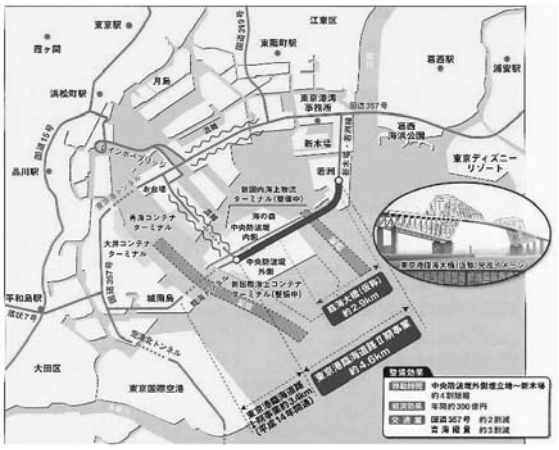
工事概要

本工事は、海上アプローチ橋梁上部の工場製作工、地組立工、架設工、支承工、橋脚（剛結工）工および仮設工を行うものである。

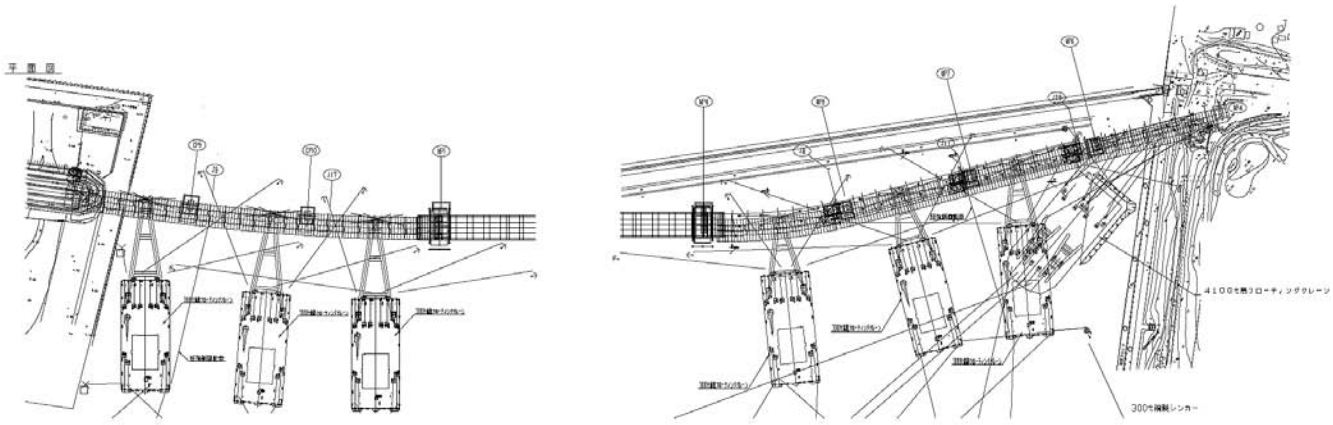
工場にて製作・地組された大ブロック（７ブロック）を3,000t吊級の起重機船（F.C）で浜出しし、12,000t積級台船にて海上輸送した後、3,000t吊級F.Cおよび4,100t吊級F.Cにて一括架設を行なった。

工事概要は以下の通りである。

発 注 者：国土交通省関東地方整備局
施工場所：東京都江東区青海地先、若洲地先
橋梁形式：
　鋼３径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋（５工区）
　鋼４径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋（７工区）
橋　　長：352.000m（５工区）、506.000m（７工区）
支 間 長：110.800m＋112.000m＋109.150m（５工区）
　119.650m＋２@122.500m＋120.600m（７工区）
総 幅 員：21.000m
有効幅員：歩道3.500m、車道２@7.750m
総 重 量：8,800t



図−１　施工位置図



図−２　施工位置図

２．現場における課題・問題点

①隣接工区や中間橋脚との取合い精度を確保するための形状管理方法
②高度制限を考慮した架設計画
③架設時の支口形状の調整方法
④陸上側架設時起重機船の係留・操船方法

特に上記の項目について十分な検討を行い、架設計画を立案した。

３．問題点に関する対策

⑴　起重機船（F.C）の選定

架設に先立ち、作業船舶進入部の深浅測量を実施し、水深の確認を行なった。起重機船の喫水を確保できない場合は、進入路および作業箇所の浚渫等が必要であった（別工事）。また、架設地点が東京国際空港Ｂ滑走路の延長進入表面下に位置しているため高度制限を考慮したうえで、起重機船のシアーストップ高及びアウトリーチより、選定した結果、７工区 WP４～WP６の１径間（ブロック）を4,100t 吊級 F.C で、前記以外のブロックすべてを3,000t 吊級 F.C で架設することとした。

⑵　モーメント連結

本橋の大ブロック継手は、架設時のたわみ等を設計・製作に反映しないモーメント連結であり、仕口形状の調整は、支点部に高さ調整設備（嵩上げ量を予め算出）を設けて行なった。但し、７工区最終ブロック（WP４～J８）は、高さ調整設備が設置できないため、F.C にてブロックを保持した状態で仕口形状の調整を行った。



図−３　セッティングビーム

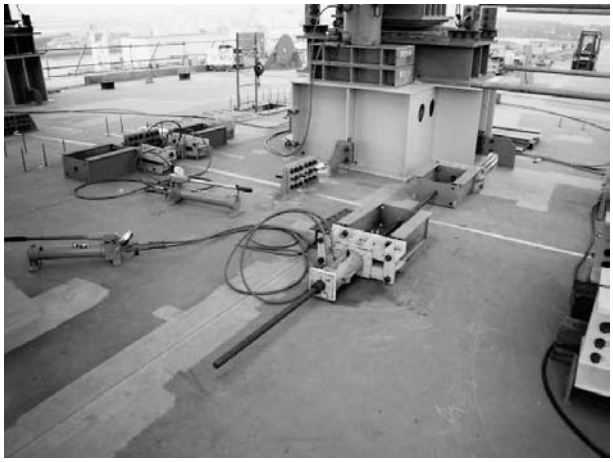
⑶　架設時仮設備

鋼床版の継手が現場溶接であるため、架設時に継手部へ応力を与えず連結作業を行うために、荷重をセッティングビームで支持する構造とした（図－３）。



図−４　高さ調整設備

また、架設桁の端支点部の調整高さ（嵩上げ）が600～1,400mm 程度と架設桁の仕口形状によりそれぞれ異なるため､各々の脚に高さ調整設備(仮支承部、図－４）を設置した。また、仕口の微調整を行うため引寄せ設備を桁内（L.Flg 上）とDECK 上に設けた（図－５）。



図−５　支口調整設備（DECK 上）

５工区および７工区とも陸上側の架設位置が護岸や岸壁に近いため、ストックレスアンカーでは起重機船を係留・操船できない状態であった。そこで300t の鋼製シンカーや陸上部に設置した重力式アンカー（重量160t 場所打ちコンクリート製）にて係留・操船を行なった。

重力式アンカーを設置する護岸には、自然に配慮した被覆石があったため、係留索により被覆石を崩したり、係留索が破断する恐れが考えられることからワイヤー防護設備（図－６）を設けた。また、係留索がサイクリングロードを横断するため架設日の前後は、一般者の通行止めを行なった。



図−６　ワイヤー防護設備

⑷　架設

各ブロックの架設時は、波や風によるF.C の動揺がほとんど無く、F.C の操船により架設位置の調整を行うことができた。７工区の最終ブロックは、トラス橋との取り合い（あご掛け）部に高さ調整設備（約1,500mm）を設けるスペースがなかったため吊切での添接作業(ボルト約5,000本）を行った。セッティングビーム等での仮受けができず、吊切架設での仕口調整およびボルト締付作業であったため、F.C の拘束時間が長くなり潮位の変化に伴うフックの荷重バランスも同時管理しなければならなかった（図－７）。



図−７　工区最終ブロック架設状況

F.Cの操船管理および架設作業時に迅速かつ安全・確実にF.Cの誘導ができる様、架設桁および起重機にGPS計測器を取り付けコンピュター制御により、各数値計測と計算処理を行い、操船者・作業指揮者にモニターで視覚的に情報を提供した。

曳航時および架設地点において航空局・空港事務所等と協議を行い高度制限の制約を厳守した状態での架設となった。

【計測内容】

1．位置誘導システム

起重機を設定された位置まで誘導するシステム
吊芯位置・船首方向・ジブ角・船体傾斜角・吃水等

2．高度制限監視システム（図－8）

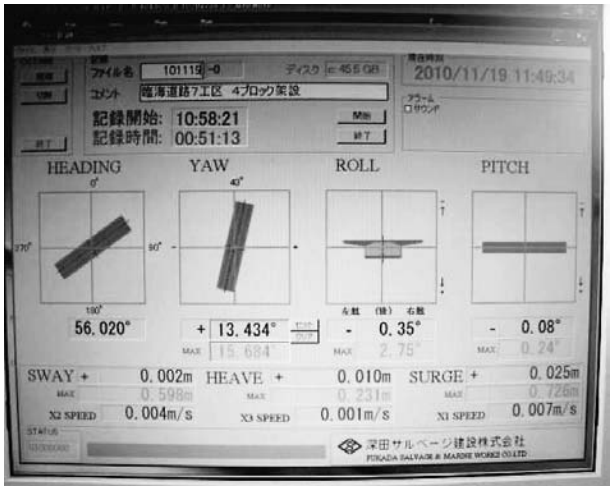
起重機船の最高点となる箇所の高度管理
ジブ・バックステーの高度・当該位置における高度制限クリアランス表記



図−8　高度制限監視システム

3．架設桁姿勢監視システム（図－9）

架設桁の橋軸方向方位と傾斜角を計測



図−9　架設桁姿勢監視システム

4．おわりに

本橋はRC中空橋脚と鋼床版箱桁を剛結する構造であり、全径間の架設が完了した後に剛結コンクリートで固定する設計となっている。そのため平成23年1月現在、剛結部コンクリート工の施工の最中である。

難易度の高い工事であり、大型のFCを使用し大ブロック一括架設を行った特殊な工事において計7回の架設を完了できた背景には、各担当者が施工計画以前の段階での各種検討や現場準備段階において問題点の抽出を行い立案した施工計画に基づき、施工を行った成果であると思います。

17

施工計画

単径間補剛吊り橋の上部工撤去

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 工事２課 係長　三　浦　智　一○　Tomokazu Miura
橋梁工事計画部 架設計画課 課長　岡　田　　崇　Takashi Okada

１．はじめに

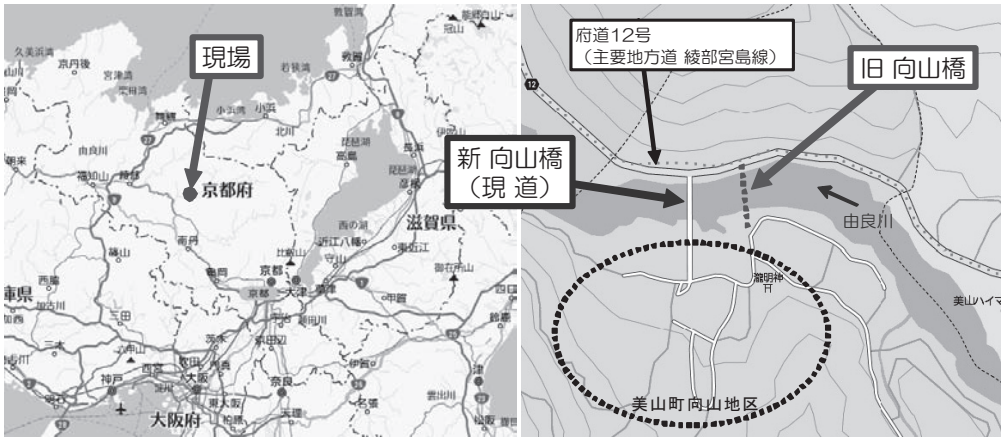
工事概要

⑴　工　事　名：南丹市道小渕向山線
　　地方道路交付金（府代行）工事
　（南丹21地道交（府代行）第956号の１の１）
⑵　発　注　者：京都府
⑶　担当事務所：南丹土木事務所　美山出張所
⑷　工 事 場 所：南丹市美山町向山地内
⑸　工　　期：平成21年10月23日～
　　平成22年３月25日
⑹　撤 去 数 量：鋼材（ケーブル含む）153t
　　コンクリート101㎥
⑺　使 用 重 機：55t 吊りクローラクレーン付き
　　台船（吊り橋部）

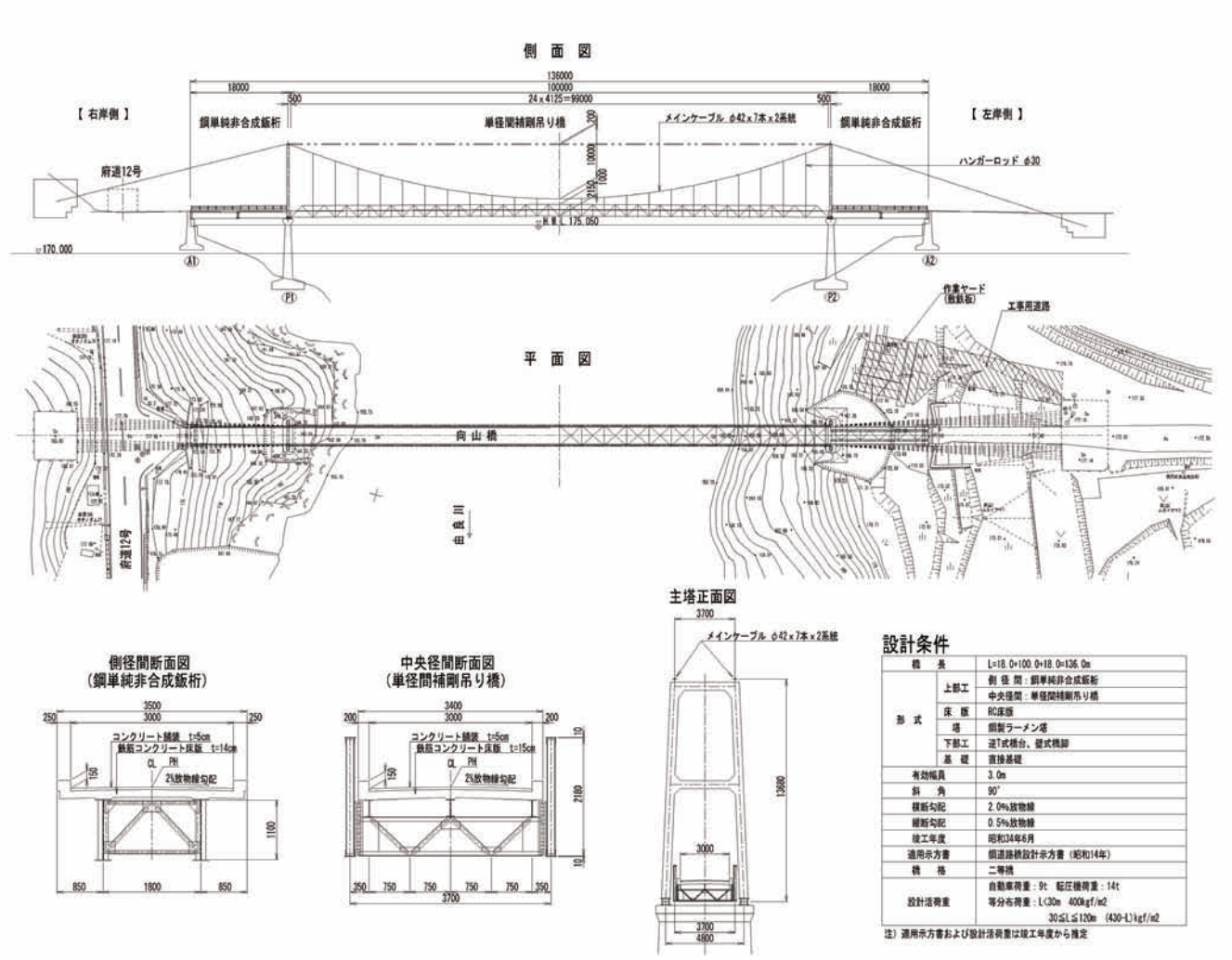
図−１に現場位置図、図−２に一般図を示す。

京都府のほぼ中央部に位置し由良川上に架かる旧向山橋は、橋長100m の単径間補剛吊り橋１連と橋長18m の鈑桁２連で構成され、左岸側・美山町向山地区に通ずる唯一の道路として昭和34年の建造以来、長きにわたって地域住民の生活を支えてきた。しかしながら、制限荷重９t、有効幅員３m の橋梁ということで路線バス・一般貨物車両が進入できず、また、普通自動車と歩行者の離合も困難であるなど、日常生活において支障を来すこともあった。

この状況を改善するために本橋の架け替えが検討され、平成20年３月に新しい向山橋が完成した。これを受け平成21年度に旧向山橋の上部工撤去工事が発注され、当社が受注し施工することとなった。本文では、単径間補剛吊り橋の撤去を中心に旧向山橋の上部工撤去について報告する。



図−１　現場位置図



図−2　一般図

2．施工上の留意点

吊り橋の撤去は、現地の制約条件等からメインケーブルにて吊り下げた状態で行わなければならなかった。したがって、撤去順序・方法の決定にあたっては、構造特性を十分に考慮しておく必要があった。

以下に、施工上の留意点を示す。

1）床版コンクリートの撤去に伴って補剛桁に作用する曲げモーメントへの対処

2）撤去床版ブロック長の設定

3）補剛桁の撤去過程において主塔に作用する不測の外力への対処

4）メインケーブル撤去時におけるケーブル張力への対処

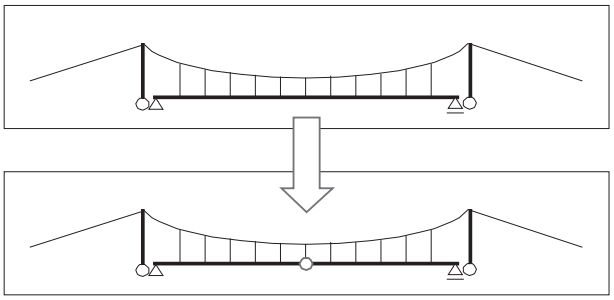
3．留意点への対応策

吊り橋の撤去は原則として、架設順序と逆の手順とした。なお、撤去作業において、一度に大きな荷重を除去すると補剛桁の跳ね上がり量が大きくなり、足場上での作業に危険を及ぼすおそれがある。よって、床版・補剛桁の同時撤去は行わず、P1−P2径間上の床版撤去が完了した後に補剛桁を撤去する方法をとった。

上記を踏まえ、前項の留意点に対しての対応策を施工計画に盛り込み、現場施工を行った。

1）補剛桁曲げモーメントへの対処

床版撤去による荷重の除去に伴って、補剛桁が跳ね上がることとなる。この際に生じる曲げモーメントへの対応（曲げモーメントの除去措置）として、支間中央付近の補剛桁・上弦材の現場継手部を切断し、橋体の３ヒンジ化を行った（図−３）。



図−３　橋体の３ヒンジ化モデル

2）床版ブロック長の設定

床版コンクリートは、コアドリルにて吊り孔(φ50㎜）を削孔し、道路カッターにて切断しながら撤去を行った。なお、撤去ブロック長は、吊り上げ時における配力筋への発生応力度等を考慮し3.0m 程度以下とした。

図−４に、床版ブロックの撤去状況を示す。

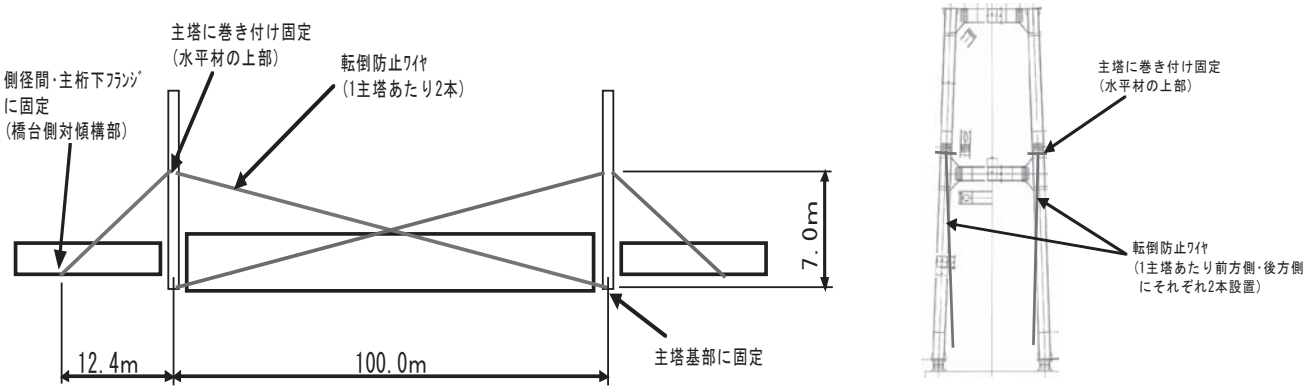


図−４　床版ブロック撤去状況

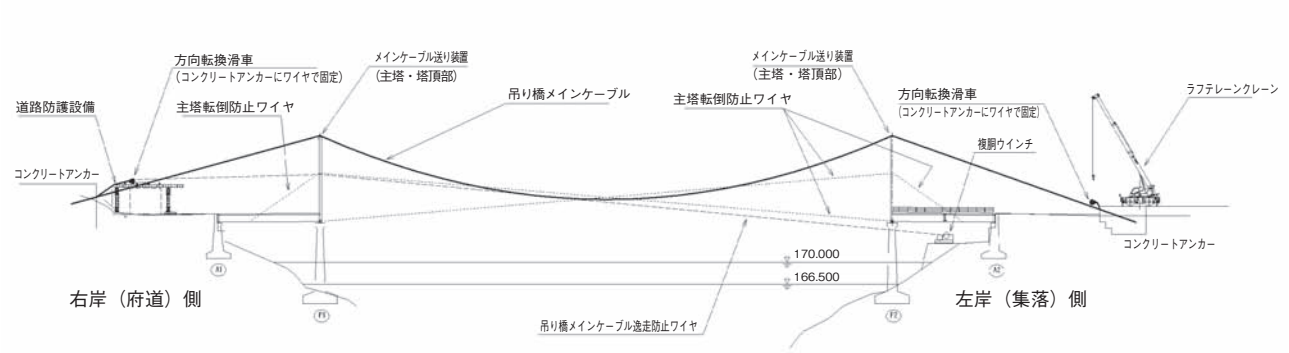
3）不測の外力への対処

補剛桁の撤去に伴ってメインケーブルが緩むと、主塔の塔頂部に水平変位が生じる。また、主塔基部はピン支承を有するヒンジ構造であるため、不測の外力によって主塔が転倒しないよう、補剛桁の撤去に先立ち、ワイヤロープにて転倒防止設備を設置した（図−５）。

ワイヤロープには、不測の外力（１基当たりの主塔反力の５％と想定＝約50kN）に対して、安全率を見込みφ16㎜（JIS　G3525・６×37A 種）のものを主塔１基に対して前方・後方それぞれに２本使用した。



図−５　主塔転倒防止設備・概要図



図−6　メインケーブル撤去時・設備配置図

4）ケーブル自重による張力への対処

メインケーブルの撤去に先立ち、図−6に示す各種設備の配置を行った。

以下に、設備配置の概要を示す。

①右岸側には、府道12号上にリブ付きH形鋼等を用いた道路防護設備を設置した（図−7）。

②左岸側には、メインケーブル巻き上げ用のラフテレーンクレーン、メインケーブル逸走防止ワイヤ用ウインチを設置した。

③主塔の塔頂部には、メインケーブルをスムーズに送り出せるよう溝形鋼による架台・ピン・シーブを組み合わせたケーブル送り装置を設置した。



図−7　府道上・道路防護設備

①〜③に示す設備を用い、ケーブル自重による張力の仮受け措置を講じながら、メインケーブルを1本ずつ右岸から左岸に送り出して切断・撤去を行った。



図−8　メインケーブル撤去完了（右岸より）

4．おわりに

本工事は、メインケーブルにて吊り下げた状態での吊り橋の撤去作業ということで、非常に難易度の高いものであった。しかしながら、吊り橋の構造特性を考慮した撤去順序・方法等を適切に立案し、その施工計画に基づいた現場施工を実施したことで、大きな問題が発生することなく無事に工事を完了することができた。

我が国の高度成長期において整備された社会資本が老朽化を迎える昨今、『旧橋の撤去工事』が今後、増えていくことが予測される中、今回の報告が少しでも役に立つことができれば幸いである。

最後に、本工事の施工に際し、多くのご指導をいただきました南丹土木事務所　美山出張所の方々をはじめ、工事に携わっていただいた多くの方々にお礼申し上げます。

18

施工計画

鋼桁大ブロック一括架設時のワイヤリング方法の工夫

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
現場代理人兼監理技術者
沢　田　一　郎
Ichiro Sawada

1．はじめに

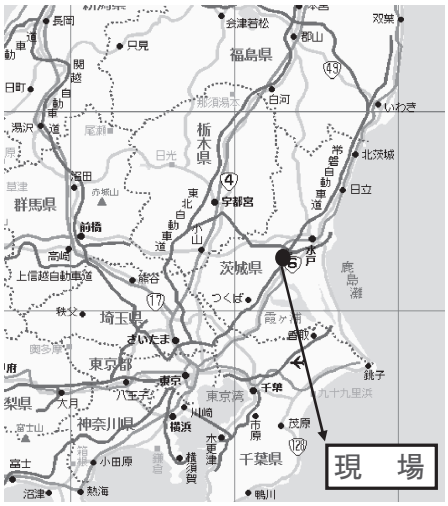
工事概要

⑴　工 事 名：東関東自動車道茨城 JCT 橋
　　（鋼上部工）工事
⑵　発 注 者：東日本高速道路　株式会社
⑶　工事場所：茨城県茨城町大字小鶴、
　　茨城県茨城町大字鳥羽田
⑷　工　　期：平成20年５月22日～
　　平成22年３月12日
⑸　橋名：C ランプ橋
　　形式：鋼単純合成箱桁
　　橋長：54.0m
　　架設工法：大ブロック一括架設工法
　　吊り上げ質量：約318TON
⑹　橋名：D ランプ橋
　　形式：鋼単純箱桁
　　橋長：47.0m
　　架設工法：大ブロック一括架設工法
　　吊り上げ質量：約253TON
⑺　橋名：鳥羽田橋
　　形式：鋼３径間連続複合ラーメン２主鈑桁
　　橋長：116.68m（28.850＋54.930＋31.100m）
　　側径間架設工法：トラッククレーンベント工法
　　中央径間架設工法：大ブロック一括架設工法
　　鋼重：240TON

茨城ジャンクション橋（鋼上部工）工事のランプ橋は東関東自動車道の鉾田～茨城町ジャンクション間18.2km にわたる計画路線のうち今春供用した8.8km 区間の終点部に位置する。

本工事は、施工区間内での唯一の鋼橋工事であり、北関東自動車道を横断する C、D ランプ橋と県道茨城鹿島線上を斜横断する鳥羽田橋の計３連の施工を行った。

本文では C、D ランプ橋の大ブロック一括架設時に実施した平衡滑車および両端クレビスジャッキを用いたワイヤリング方法について報告する。



図−１　現場位置図

ランプ橋架設概要

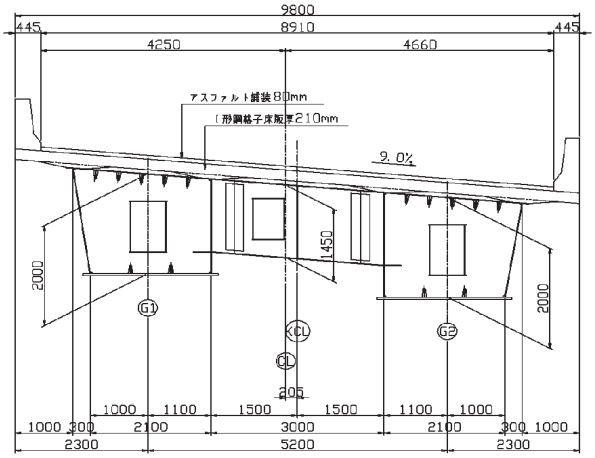
⑴　架設地点：北関東自動車道本線上

⑵　交通規制：本線通行止規制23：00～翌05：00

⑶　使用重機：800TON 吊クローラークレーン

⑷　架設概要：ＣおよびＤランプ橋は北関東自動車道脇の工事ヤード内で予め鋼桁の組立てを行い、グレーチング床版、鋼製高欄を上架した状態で800TON 吊クローラークレーンを使用して高速道路本線上へ架設する工事である。

架設作業は北関東自動車道本線の通行止め時間内（６時間）を２夜間連続で実施するため時間的制約が厳しく、特にワイヤリングの調整、盛り替えを如何に短時間に効率良く実施出来るかが重要であった。

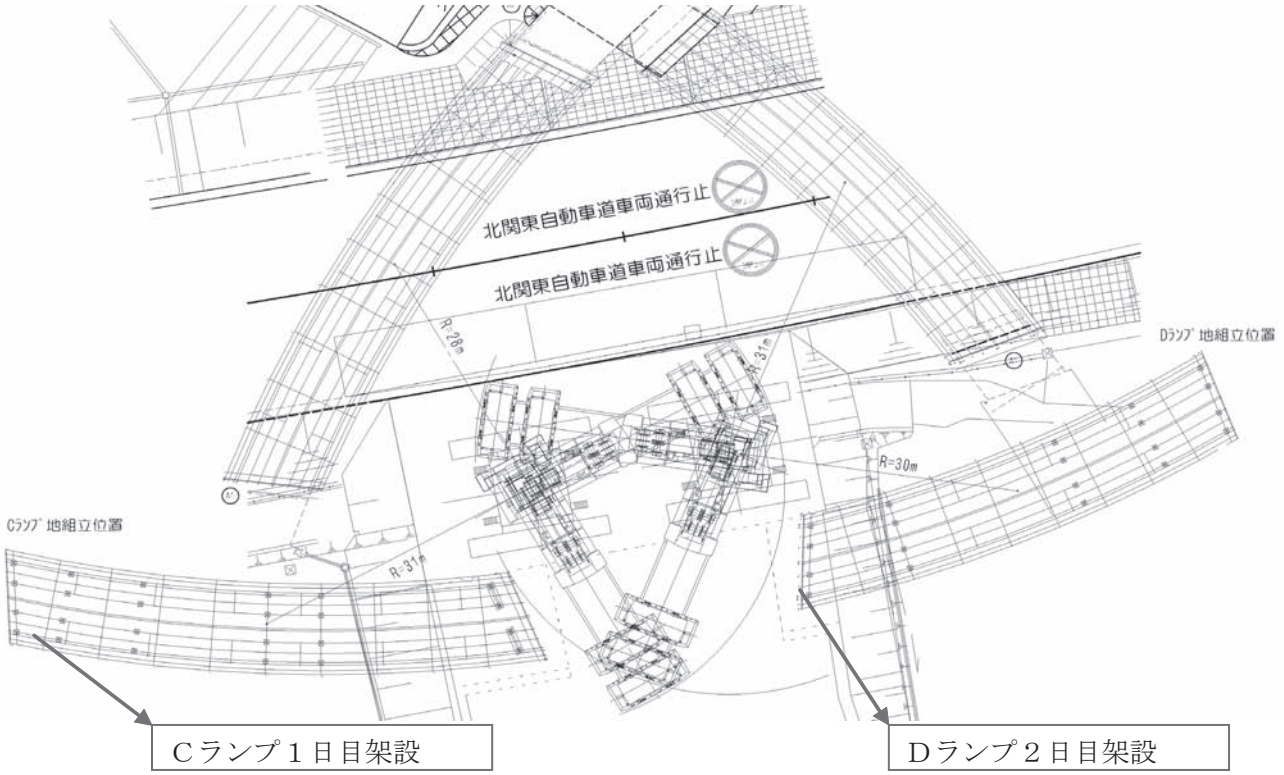


図−２　Ｃランプ断面図

２．吊り上げ基本計画への反映事項と実施

⑴　桁の吊り上げ方法について

大ブロック一括架設などの超大型重機を用いた工法では、架設時の桁の揺動や水平力を緩和させ、より安定させた状態を保持するために、吊天秤やアイバーなどの吊り上げ治具を製作して吊り上げ



図−３　架設要領図

る方法が一般的である。しかし、今回の架設作業は２夜間連続作業となり、２日目の準備作業に充てる時間が極めて短く、架設工程がきわめて厳しい状況であった。

施工計画に反映した基本方針を以下に示す。

１）吊り具の軽量化とコストダウンを図るため、吊天秤を使用しない方法とする。

２）橋梁間で共通して使用できる資機材を用いた方法とする。

⑵　実施計画

実施した施工方法を以下に示す。

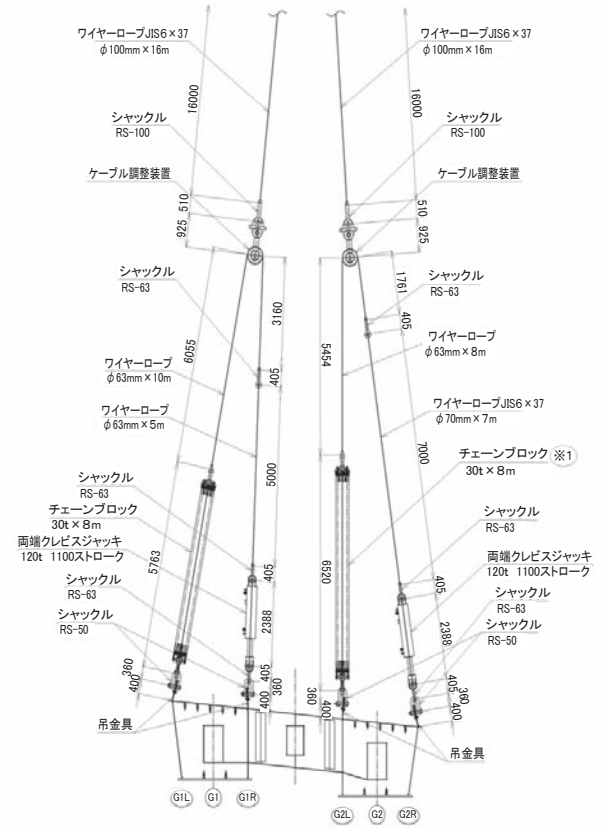
１）天秤を使用せず16箇所の桁付きピースにより吊り上げる計画とし、設計部との連携で入念に吊り芯位置を精査した。

２）16本の主ワイヤーをクレーンフックに直接セット出来ないため、イコライズさせることによりさらに軽量化を図った。

３）イコライズ方法として当初から使用を予定していた平衡滑車では口径が合わないことが判明したため、ケーブルエレクション工事で使用する調整装置のシーブを用いることとした。

４）最大５％の縦断勾配と最大10％の横断勾配への調整に対応し、既存ワイヤーの延長不足を補うため、３ｍから８ｍまでのチェーンブロックを繰り込むこととした。

５）８箇所に設けたチェーンブロックを用いて精度良く微調整を行うには膨大な時間を要することが予想されたため、チェーンブロックの下端に両端クレビスジャッキをセットし、ポンプユニットによる張力バランスの集中管理を行うこととした（図－４、５参照）。



図−４　吊り上げ装置断面図



図−５　吊り上げ装置

⑶　施工時における留意点

１）シーブとワイヤーの端末処理との接触について、ワイヤーによる端部処理方法は長さや形による統一性が無い。勿論カタログにもその位置や径は掲載されておらず現物を確認する以外に確認方法が無い。このためワイヤー端部がシーブに接近しすぎない位置での計画が必要であった。



図−6　架設前全景

2）両端クレビスジャッキの使用による吊り上げ方法については弊社技報 VOL. 4「美濃関ジャンクション」について報告させていただき、ジャッキシリンダーの回転抑制方法として単管パイプなどによる抑制が必要であった。しかしながらジャッキ本体を上側、シリンダー伸縮側を下側に向けてセットすることによりワイヤーのより戻しによる回転にも対応出来ることを確認した。

3．問題点

一番の課題は、C ランプ架設後の800TON クレーンの移動、全ての吊り具盛り替え、吊り具の微調整に要する時間の不足であった。さらに同一作業員による２昼夜継続作業が不可能であり、交代の応援部隊による作業での効率の低下や事故の防止に細心の注意を払う必要があった。

4．対応策と適応結果

当日の実施吊り上げ時間をより短くするために試験吊り、試験移動を本番と逆の順序で実施し、時間計測することにした。実施事項を以下に示す。

1）後に架設する D ランプ桁の架設位置に、800 TON クレーンをセット。
2）D ランプワイヤリングおよび微調整。
3）D ランプ桁地切り。
4）全資機材の配置位置や長さをマーキング。
5）C ランプ作業位置までクレーンの実移動。

結果、この作業を行ったことで、旋回時間と桁を所定位置におさめる時間を決定することで当日の実際に即したタイムテーブルを作成した。

これにより２日目の不慣れな作業員でもとまどうことなくワイヤリングができ、さらにはクローラー周辺地盤の安全確認も行うことができた。

5．おわりに

今回、チェーンブロックとケーブル調整装置、両端クレビスジャッキを併用したワイヤリングによる吊り上げが効率良く施工でき、高勾配や曲率の大きな桁の吊り上げにも十分に適応が可能であることを確認し、特に新規製作材を最小限にとどめることが出来た。今後、益々適応範囲が拡大されていけば幸いである。

昨今の鋼橋工事では大ブロック一括架設工法や自走多軸台車を用いた一括架設工法など、言わば一発勝負的架設が頻繁に実施されており、架設規模が大型化されている。交通規制時間の短縮など社会のニーズに対応することが重要ではあるが、著しく調達が難しい機械や、資機材を用いなければ施工出来ない工事が重複してしまう危険性もはらんでいる。今回、当工事では日常的に需要が有る機材を用いて、工夫次第で安全かつ効率の良い施工が可能であることが確認できた。

おわりに、本工事の施工に際しまして多大なるご指導を賜りました東日本高速道路株式会社　関東支社　水戸工事事務所各位をはじめ、関係各位に深くお礼申し上げます。



図−7　夜間一括架設状況

19

施工計画

供用路線近接桁の送出し架設およびＰＲＣ床版現場施工

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　堀　口　耕　平○　Kohei Horiguchi
工事主任　嘉　村　昌　弘　Masahiro Kamura

１．はじめに

工事概要

⑴　工事名：岡山自動車道　岨谷橋
　　（鋼上部工）工事

⑵　発注者：西日本高速道路株式会社
　　中国支社津山工事事務所

⑶　工事場所：岡山県加賀郡吉備中央町岨谷

⑷　工　　期：平成19年10月５日～
　　平成21年12月22日

⑸　構造形式：３径間連続PRC床版鋼狭小箱桁橋

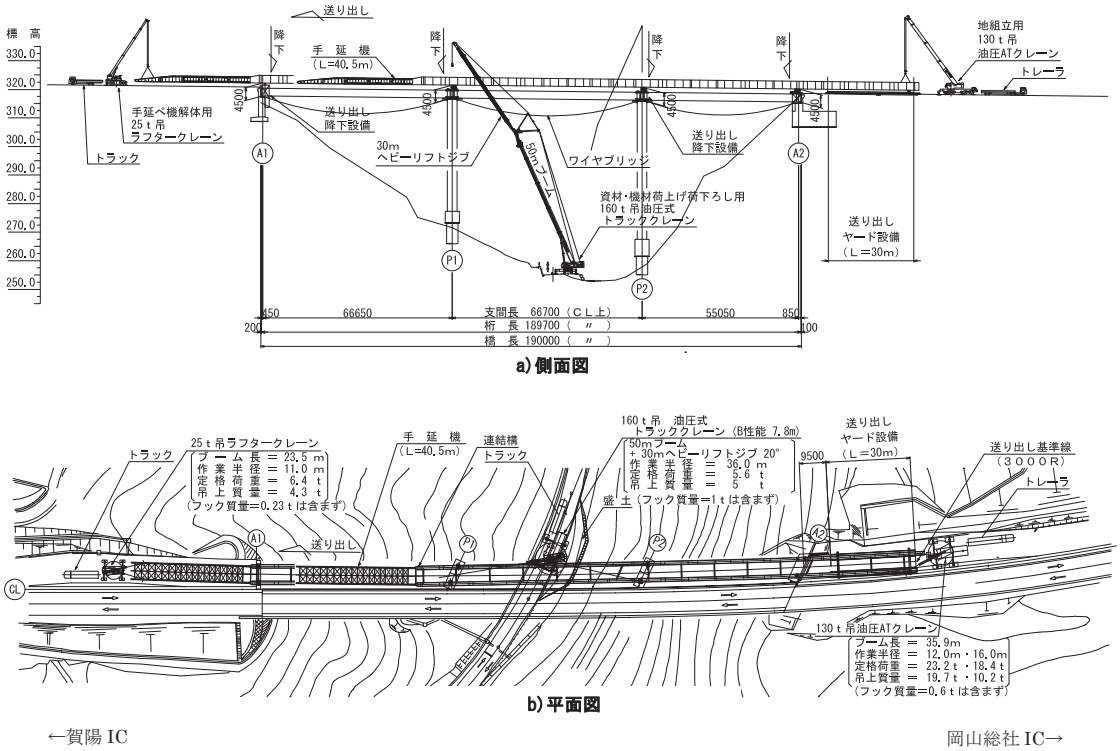
⑹　橋　　長：190m

⑺　鋼材重量：629t

⑻　平面線形：R＝∞～R＝800m

⑼　縦断勾配：1.105％

⑽　架設工法：送り出し架設



図−１　架設要領図

岨谷橋は、岡山自動車道の岡山総社 IC～賀陽 IC 間に位置する橋長190m の３径間連続 PRC 床版鋼狭小箱桁橋である。現地は、桁下約60m の V 字渓谷で、狭隘な谷部には一級河川槇谷川、主要地方道総社賀陽線が位置している。現在、２車線対面通行にて供用中の路線を４車線化するための工事であり、供用中の橋梁が近接した架設条件での施工概要について報告する。

本工事の上部工架設は、すでに供用されているⅠ期線（下り線）に影響を与えない架設工法が要求された。施工場所の地形は、側径間部の傾斜がきつい V 字の渓谷であり、中央径間は桁下高60m 以上となるため、ベント設置及び自走式クレーン使用が困難であった。ただし、起点側終点側とも取付道路が使用可能であったので、手延べ機による２主桁同時の送り出し架設工法を採用した（図−１、図−２）。

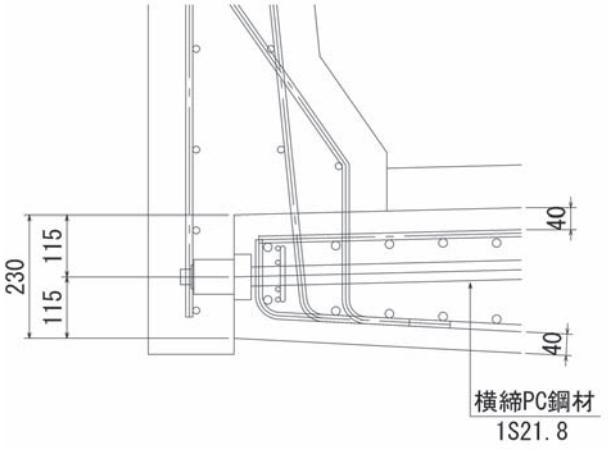


図−２　送り出し架設状況

２．現場における留意点

架設工では、送り出し桁が供用路線に近接していること、曲線桁であること、地組立てヤードは橋桁に比べ更に曲率半径の小さいヤード線形であること、曲率を持った送り出し線形であること等があり、厳しい条件下での作業であった。そのため、近接する供用路線への安全対策を留意する必要があった。

床版工では、かぶりの確保に重点を置き施工に努めた。そこで着目したのは、組立用鉄筋であった。床版下面側に一般的に使用される組立用鉄筋を配置することで、鉄筋純かぶりの確保が難しくなる。また、本工事の PRC 床版は、桁の軽量化を図り最小の床版厚の230mm を採用したことで、PC 鋼材および鉄筋の配置が密になったので、コンクリートの充填性確保に留意した（図−３）。



図−３　床版断面図

３．留意点の対応策

１）架設工

曲率を持った送り出し線形で施工計画をしたが、施工時の供用路線と手延べ機の間隔は、最小1.5m と非常に接近した計画となった。そこで、桁架設（送り出し架設）時の対応策として、送り出し桁と供用路線の間にレーザーバリアセンサーを設置し、供用路線への接近・接触を防止するよう、施工管理を行った。警報装置は、作業指揮者及び送り出し用ジャッキ操作者へ伝わるように配置し、緊急時は直ちに送り出し操作を停止できるようにした。レーザーバリアセンサーとは、供用路線側に設置した壁のようなレーザーセンサーに対し、送り出し桁側に設置した反射ボールが接近すると、警報装置が作動するものである（図−４、図−５）。



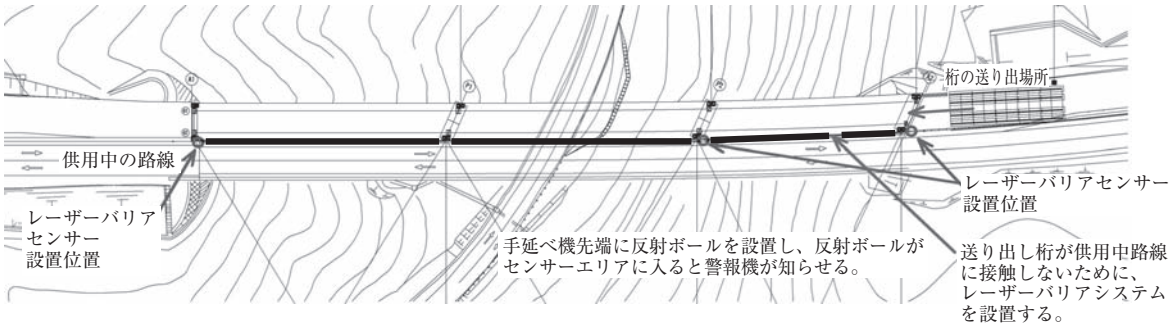
図−4　レーザーバリアセンサー

2）床版工

床版の純かぶり40mm 内に設置する組立用鉄筋の防錆対策として、エポキシ被覆鉄筋を使用したとしても、10φの組立用鉄筋を使用した場合、純かぶりが30mm となってしまう。また、設計床版厚内でかぶりを確保した状態で、組立用鉄筋を配置することは、組立用鉄筋径分だけ上下の主筋間隔を確保できなくなる。これは、設計計算上不利な構造となるため選択肢から除外した。そこで考えた対応策としては、床版下面側組立用鉄筋を使用しない方法とスペーサーを多用した施工を行うことで、組立用鉄筋の代用とした（図−6）。

これにより、鉄筋の支持点が減少するため、鉄筋のたわみが懸念されたが、本工事の PRC 床版は、主筋より配力筋の径が大きかったことで、鉄筋のたわみも少なく対応出来たことで床版下面側かぶりを確保した。床版上面側かぶり確保は、上筋用組立鉄筋台座の使用材料を工夫した。これまで鉄筋を加工した物を使用し、調整時には再加工して時間と材料を費やしていたが、高さ微調整可能な金具を使用することで、上筋位置およびかぶり精度の向上と、調整時の施工性を向上させることができた（図−7）。

コンクリートの充填性を確保するため、バイブレータによる締め固め作業に注目した。コンクリート打設中に、我々が作業員の動きを管理するため、作業員の作業分担が一目でわかるように、ヘルメットの色分けをした。特にバイブレータ作業では、締め固め漏れを無くし、締め固め時間の確認をするため、筒先と後追いの分担作業を判別し易くした。また、左官作業員の作業ペースが速くなり、ポンプ車の筒先バイブレータと後追いバイブレータの作業ペースを乱さないように管理した。このような方法でコンクリートの充填性確保に努めた（図−8）。



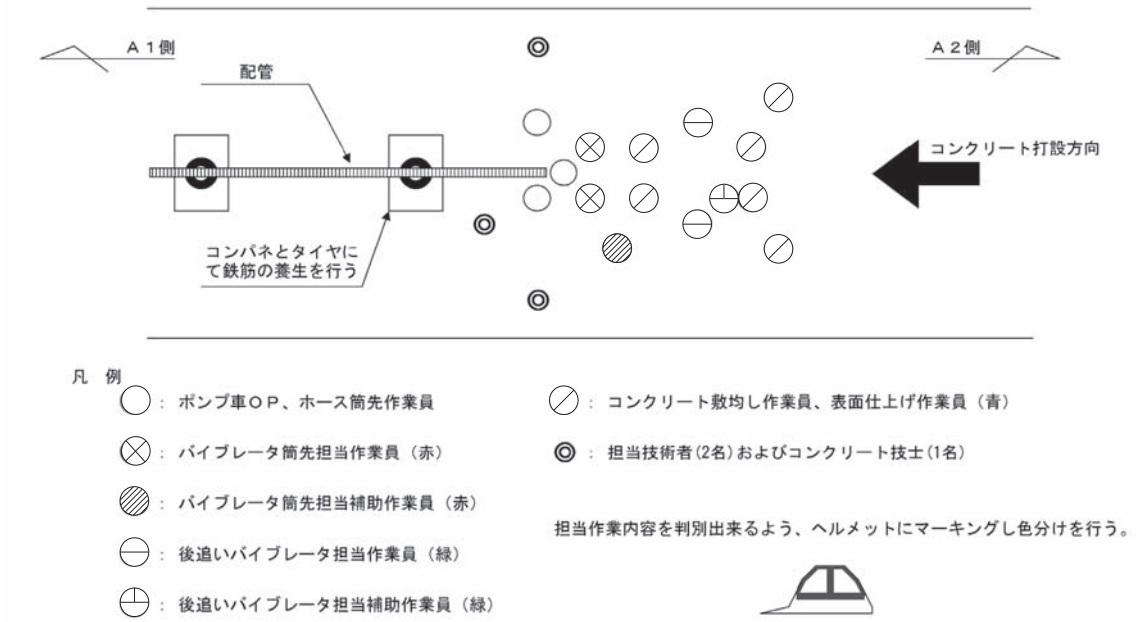
図−5　レーザーバリアセンサー配置図



図−６　床版配筋状況（下側組立鉄筋使用なし）



図−７　高さ微調整金具



図−８　作業員配置要領図

４．おわりに

本報告で述べました内容が、今後の工事に少しでも役にて立てば幸いです。

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西日本高速道路株式会社中国支社津山工事事務所の関係各位を初め、工事に携わっていただいた多くの方々に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

20

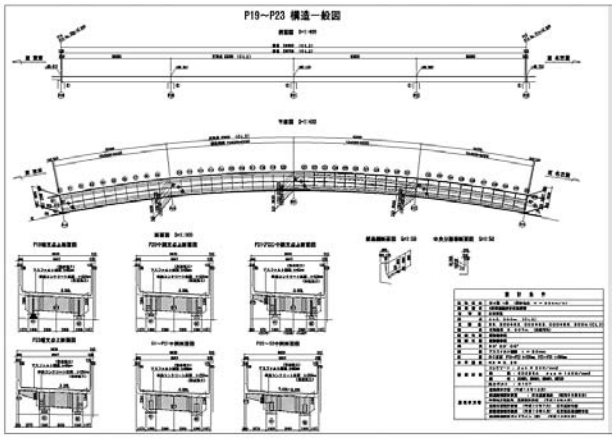
施工計画

夜間交通規制を伴う狭隘な道路上における架設工事

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
現場代理人　杉　田　謙　一○　Kenichi Sugita
監理技術者　神　野　勝　樹　Katuki Jinno

1．はじめに

本工事は国道静清バイパスの交通渋滞および交通安全、環境保全対策を目的とした美川高架橋Ⅱ期線工事である。工事箇所は静岡市葵区平和二丁目～新伝馬一丁目に位置し、地域住民からは早期の４車線化が期待されている。



図−１　構造一般図

工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度１号静清美川高架橋鋼上部工事
⑵　発 注 者：中部地方整備局　静岡国道事務所
⑶　工　　期：平成21年９月10日～平成23年３月10日
（工事完成　平成22年12月21日）
⑷　構造形式：４径間連続非合成箱桁橋
橋　　長：240.0m
支 間 割：56.3m＋63.0m＋63.0m＋56.3m
有効幅員：8.907m
総鋼質量：839.5t

現地架設工事は以下のような課題があった。

⑴　側道・交差点・バイパスランプと狭隘な道路上で夜間交通規制による桁架設
⑵　早期４車線化・隣接関連工事の工程調整による工程の短縮の要望
⑶　Ⅰ期線の荷重を受けた鋼製橋脚への架設桁の出来形・品質確保

この課題について施工上での問題点・対策について以下に述べる。

2．現場における問題点

⑴　作業時間の制約

架設箇所は国道１号バイパスの側道、県道との交差点、バイパスへのONランプに位置し、一部ベント設置部を除き規制帯を設置することは不可能であった。これにより吊足場設置までの架設作業はすべて交通規制を伴う夜間作業とし資材・重機の搬入・搬出を含めて21：00～翌６：00までに行う必要があった。

⑵　工程短縮の要望

当初 H22. 6～H23. 1の8ヶ月を計画していたが工期短縮の強い要望により H22. 5～H22. 10までの6ヶ月間で架設工程を完了し、隣接関連工事に引き継ぐ必要があった。

⑶　鋼製橋脚たわみの影響

P19、P20、P21橋脚はT型の鋼製橋脚であった。T型片側の張出し部にはⅠ期線が架設されており、橋脚の梁部分は変状（たわみ）している。またⅡ期線の施工でも架設ステップに伴い鋼製橋脚は変状する（図－2参照）。

各ステップでの鋼製橋脚と鋼上部工のたわみを重ね合わせて出来形・品質管理を行う必要があった。

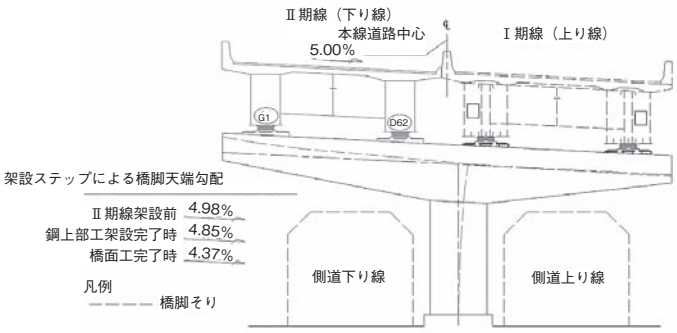


図-2　鋼製脚たわみ概略図

3．対応策と適用結果

⑴　タイムスケジュールの検討と使用機械の選定

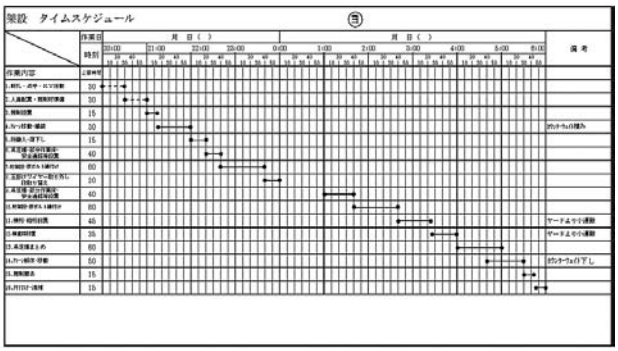
各作業の必要時間を算定しタイムスケジュールと詳細架設要領図を作成し検討を行った（表－1、図－3参照）。

これよりクレーンの据付位置付近の道路施設物、街路燈・信号架空線を事前に移設し、作業性・安全性を確保した。

またクレーン及び搬入車輌はタイムスケジュールに従い搬入順・配置を決定し、狭隘な作業場所での作業効率と安全性を確保した。地組桁は約1. 3km 離れたヤードにて組立てたが、その運搬は内輪差の少ない舵取り式トレーラ（図－4参照）を採用しスムーズな搬入が行えるようにした。

この結果交通規制時間を厳守し、無事故・無災害で架設作業を完了することができた。

表-1　タイムスケジュール



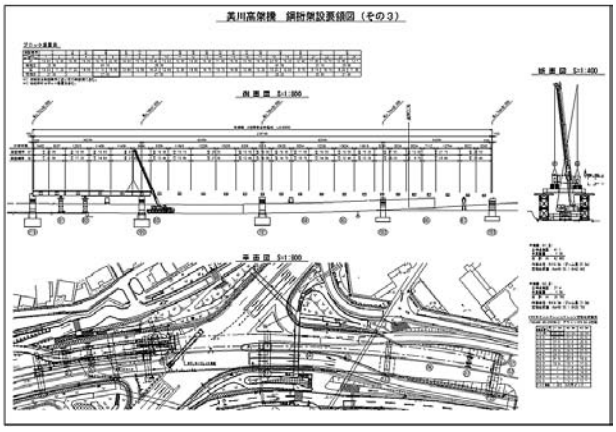


図-3　架設要領図



図-4　舵取り式ポールトレーラ

⑵　工程短縮

工程の短縮を行うため架設設備、作業工程の見直しを行った。

a）ベント設備の改善

荷姿がコンパクトで作業床が一体化したマルチベント（図−５参照）を採用した。これにより直接設置箇所に荷下し組み立てができ、組立部材数が少なく作業性の向上を図ることができた。（在来ベント数量187t→マルチベント数量152t）これにより組立日数で10日間、解体で５日間　計15日間の工程短縮を図ることができた。



図−５　マルチベント

b）吊足場組立・ボルト本締め作業

当現場は供用道路上に位置し桁下空間が低い。このためベント設備解体時に吊足場が支障するため吊足場の設置が煩雑になる。また、桁架設後が夏季の抑制期間になり吊足場の設置まで工事中止となる恐れがあった。そこで添接足場の落下防止設備を充実させ、ボルトの本締め作業まで使用し、桁下空間に余裕のある状態でベントの解体を行った（図−６参照）。

ボルト締付作業は規制を伴わない昼間作業とし規制日数の短縮に努めた。これにより吊足場設置作業において煩雑となるベント周りの吊足場接続・解体後の復旧を簡略化することができ足場工全体で10日間の工程短縮を図ることができた。



図−６　ボルト本締め足場

このほか、地組桁組立・現場塗装工の並行作業を行うことにより工程を短縮し、目標日までに関連工事に引き継ぐことができた。

⑶　鋼製橋脚たわみを考慮した架設ステップの検討

鋼製橋脚へ桁荷重、主桁の張り出し架設により各部材に大きなたわみが発生する。

また鋼製橋脚は橋面工完了時まで変状するため、適切な架設出来形管理値を設定する必要があった。

これより架設ステップごとに応力・形状解析を行なったところ以下のような問題点があった。

・張り出し架設時のたわみにより、次ブロック架設時に桁が支点・ベントに干渉する。
・鋼製脚たわみによりＧ１、Ｇ２相対高さにズレが発生し、横桁の組立が困難になる。
・鋼製脚たわみによる平面方向のズレが発生する。

これらの問題を以下のように対策した。

a）上越による干渉の回避

検討結果より架設時に各支点及びベントを25〜118mm 上越し調整を行った。これにより主桁の

架設たわみ分を上越し、かつＧ１、Ｇ２の相対高さを仮組時と同様に再現させた。

b）平面方向の調整

鋼製橋脚変位により発生する平面方向のズレは６～19mm 程度であった。

これより全桁架設完了後、所定の応力による強制変位をあたえ支点上の所定位置へ移動し固定した（図−７参照）。

上記対策により桁架設において各部の干渉を防ぎ橋脚や桁に過大な応力を与えることなく架設を完了することができた。

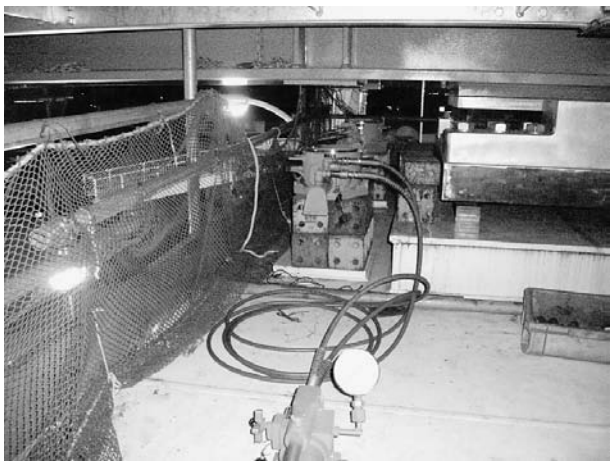
４．おわりに

本工事は、住宅地に近接した狭隘な道路上で様々な制約のある鋼橋架設工事であった。

上記対策により工程の短縮・品質出来形の確保し、無事故・無災害で鋼上部工事を完了することができた。

今後都市部での工事割合はますます増え、厳しい現場条件で複雑な施工が増えることが予想される。それぞれの現場において、安全、品質に細心の注意を払い施工を行っていると思われるが、この報告が他工事の参考になれば幸いである。

最後に施工に際し指導・協力いただいた工事関係者各位に深く感謝の意を表します。



図−７　桁調整状況

21

施工計画

複雑な線形を有する曲線箱桁橋の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
高田機工株式会社　工事本部　橋梁工事部
監理技術者
加　藤　泰　嗣
Yasushi Kato

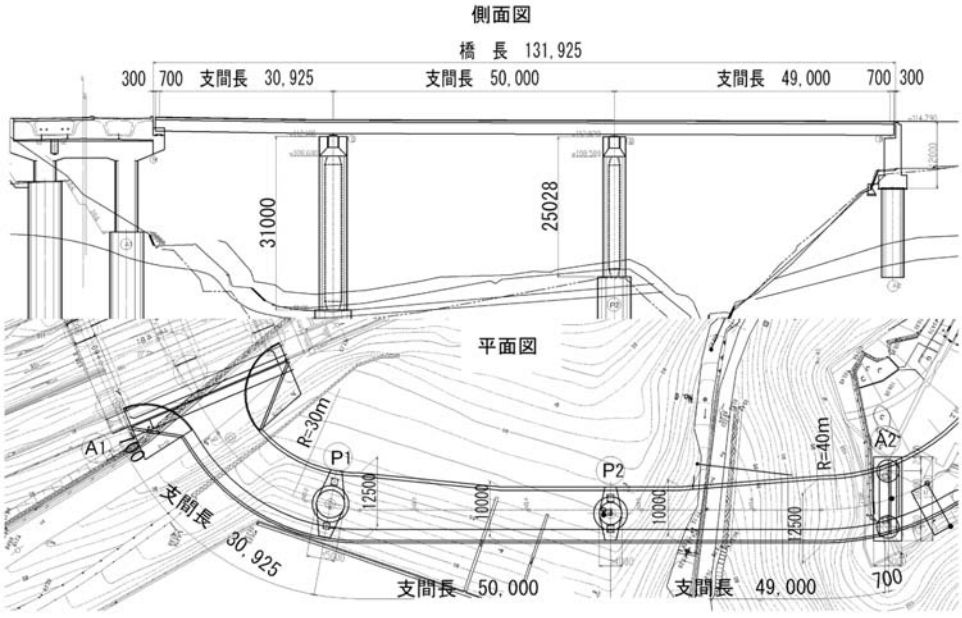
1．はじめに

本橋は、安威川ダム建設工事に伴い水没する、県道43号茨木亀岡線の付替道路から、紅葉の名所である神峰山大門寺への進入路となる市道に位置している。

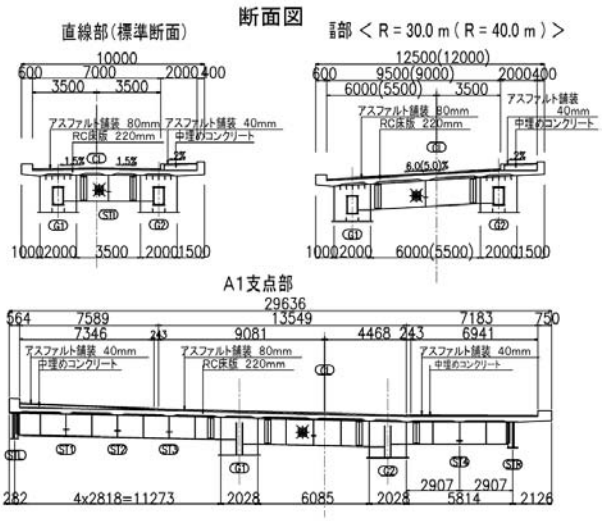
橋梁形式は３径間連続鋼箱桁橋で、平面線形はＡ１橋台近傍がR30m、Ａ２橋台近傍がR40mの曲線で、曲線に伴う拡幅と、Ａ１橋台側にアプローチとしての拡幅部を有している。図−１、２に一般図を示す。

工事概要

(1)　工 事 名：主要地方道茨木亀岡線付替道路
　　橋梁上部工事(大門寺工区その２)
(2)　発 注 者：大阪府　安威川ダム建設事務所
(3)　鋼　　重：415.7t
(4)　橋　　長：131.925m
(5)　幅　　員：車道：7.0m～9.5m　歩道：2.0m
(6)　工事場所：大阪府茨木市大字大門寺地内
(7)　工　　期：平成21年１月29日～
　　平成22年10月29日



図−１　一般図(1)

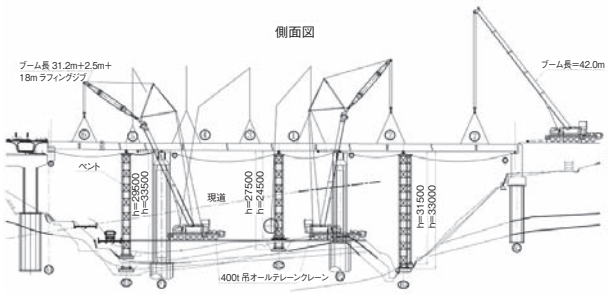


図−２　一般図⑵

２．現場における問題点

⑴　架設工法

架設工法は、当初400t クレーンを使用し、地組立ヤードで地組を行い、Ａ１橋台からＰ２−Ａ２間のベント（Ｂ３）までを架設後、クレーンをＡ２背面に移動後Ａ２までを架設する計画であった。図−３に当初計画を示す。



図−３　当初架設計画図（Ａ２橋台背面使用）

しかし、Ａ２背面への進入路は桟橋による付替市道のため、大型クレーンの通行には補強が必要で、幅員も狭小であるうえ、大門寺の参拝客やゴルフ場への車両が通行するため、安全上クレーンの通行は不可能であった。

また、事業自体も開通時期を９月中旬に決定し、公開していたため、２月下旬の架設開始時期から想定すると、短期間での施工を余儀なくされる状況であった。近接にはグランドがあり、架設時期が春休みと重なる関係で、少年野球の週３回程度の練習日には、クレーン作業を中止してほしいとの要望も寄せられ、工程的な制約も発生していた。

以上のことから、工程の短縮と施工の安全確保および近隣との調整が必要となり、架設工法を変更した。

⑵　床版打設

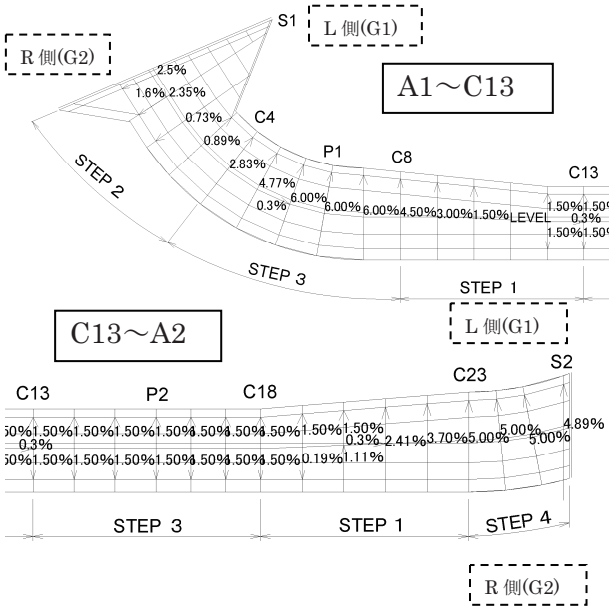
床版の施工は、Ａ１橋台背面は近接工区が施工中であり、Ａ２橋台背面はヤードが狭小であるため、ポンプ車にトラックミキサー車を１台しか配置できず、近隣住民との協議事項で施工時間帯の制限もあるため、分割打設を行う必要があった。

打設方法の検討には次の２項目を考慮した。

①Ｒ30m 部分とＲ40m 部分およびＡ１拡幅部の急な平面線形。

②横断勾配がＡ１からＡ２に向けて、片勾配区間→片勾配区間→レベル区間→山形区間→片勾配区間と変化している。

図−４に橋面上の縦横断を示す。



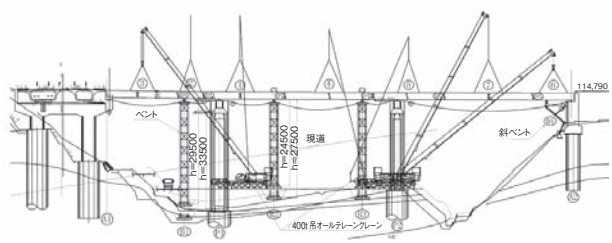
図−４　橋面上縦横断図

3．対応策と適用結果

⑴　架設工法の変更

架設工法は当初工法（図−3）から、（図−5）に示す工法に変更した。この工法は、クレーンの能力を上げることと、A2橋台に斜ベントを設置することによって、橋梁下の地組立ヤードからの作業半径を確保し、A2橋台背面からのクレーン作業を行わない工法である。

工法変更により、クレーンの中間移動を行う必要がなくなり、安全性の向上と10日程度の工程短縮が可能となった。また、近隣への影響も最小限に抑えることが出来た。



図−5　変更架設計画図（A2橋台背面不使用）

主桁の架設は、架設地点とクレーンの位置が近接し、クレーンのブームと架設した桁との干渉の恐れがあったため、外側の桁を先行架設した後、手前側の桁を架設した。



図−6　R30m 部分架設（A1〜P1）

また、主桁の架設に合わせて横桁部材を連結することが出来なかったため、G1桁とG2桁のそれぞれの挙動に注意を払う必要があり、拡幅部や曲線部の形状が変化する箇所においてはG1桁とG2桁の変位計測を密に行うことで対応した。



図−7　R40m 部分架設（P2〜A2）

特に、A1〜P1近傍のR30m部分は曲がりが大きく、外側のG2桁の回転変形に留意する必要があり、ベント上と橋脚上の受点の上げ越し量を内側よりも外側で10㎜程度高めに設定して架設を行った。

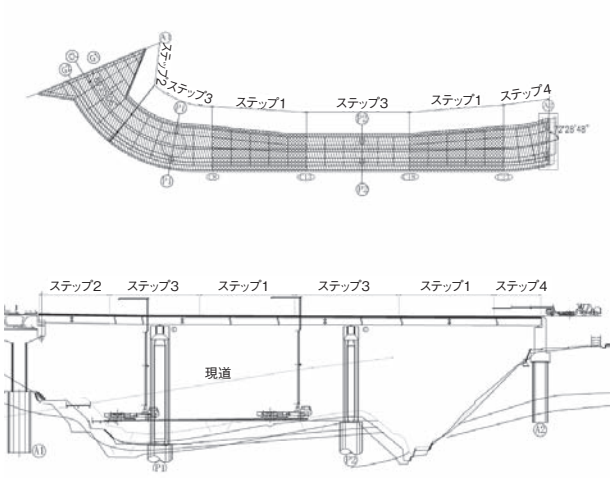
図−6〜8に架設状況を示す。



図−8　斜ベント併用架設（A2近傍）

⑵　床版分割打設

床版打設については、地元との協議のなかで、朝８時～夕方５時までの作業時間の制限があり、全体打設量を考えると１日で全ての打設を行うことができなかったため、全体を４ステップに分けて打設を行った。図−９に打設計画を示す。



図−９　床版打設計画図

ステップ１では、たわみ量が大きいＰ２～Ａ２間、Ｐ１～Ｐ２間の支間中央部を先行して打設することとした。

ステップ２については、R30m の曲線部と拡幅した端支点部分を含む範囲であるが、端支点上を分割打設すると、幅員が大きいうえに補強鉄筋が密になっている箇所であるため、せき板の型枠の施工に多大な手間を生じる。よって端支点上と同時打設とした。

その後ステップ３において中間支点上の打設を行い、小型のポンプ車しか進入出来ないステップ４の端支点上を最終打設とした。

各ステップの打設箇所のうち、R30m 部分および R40m 部分の打設に際しては桁が外側に回転し、変形が残留してしまう恐れがあったため、特に生コンクリートの幅員方向打設順序に留意する必要があった。

具体的には、幅員方向に、主桁間→内側主桁上→内側張出部→外側主桁上→外側張出部の順序で打設を行い、桁の外側への回転を抑制した。

ポンプ車はステップ４以外については桁の地組ヤードと同じ場所に設置した。ブームは、吊足場の朝顔と干渉しないように地上30m 以上は必要であり、大型のポンプ車を使用しても４段ブームのうち先端の１段しか水平に折ることが出来ない状態であった。そのため、上記の生コンクリートの載荷順序を順守するためには、縦断勾配の高いほうから配管を行い、先端にサクションホースを取付けて、人力による筒先の振り回しが必要となった。

打設回数については、多ければ多いほど、打継目箇所が増えて弱点となりやすいため、少なく抑えたかったが、ポンプ車の移動時間や人力作業による打設速度、夕方までの打設箇所の仕上げ作業の完了などを考慮すると、４回打設とせざるを得なかった。

４．おわりに

本橋は、線形が R30m および R40m と曲線半径の小さい箇所があるため、架設・床版の作業時に桁の自重や生コンクリートの重量で桁が外側に傾こうとする力が生じる（俗にこがえり）。

そのため架設時に多点支持状態の受点の高さを曲線外側の桁で高めの上げ越し量にし、床版打設時には生コンクリートの載荷順序を、曲線内側から載荷するよう工夫するなど、施工上の細かな配慮が必要とされた。

また、横断勾配についても片勾配が途中で入替り、次に山形勾配から水平区間を挟んで最後にまた片勾配に戻るという非常に変化に富んだ線形となっている。よって打設時のコンクリート天端の目安としている検測棒も密に設置して管理する必要があり、水平部を有することから、水溜まりを防止するために仕上げの精度も要求された。

本工事では、平面線形や横断勾配に配慮して施工することで、良好な出来形を確保することができた。今後の同様な橋梁への糧となることが望まれる。

22

施工計画

FRP 合成床版の施工について　～はりまや工区～

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　宮地鐵工所
現場代理人（工事担当）　山　野　利　彦○　Tosihiko Yamano
現場代理人(製作担当)　木　村　光　宏　Mituhiro Kimura

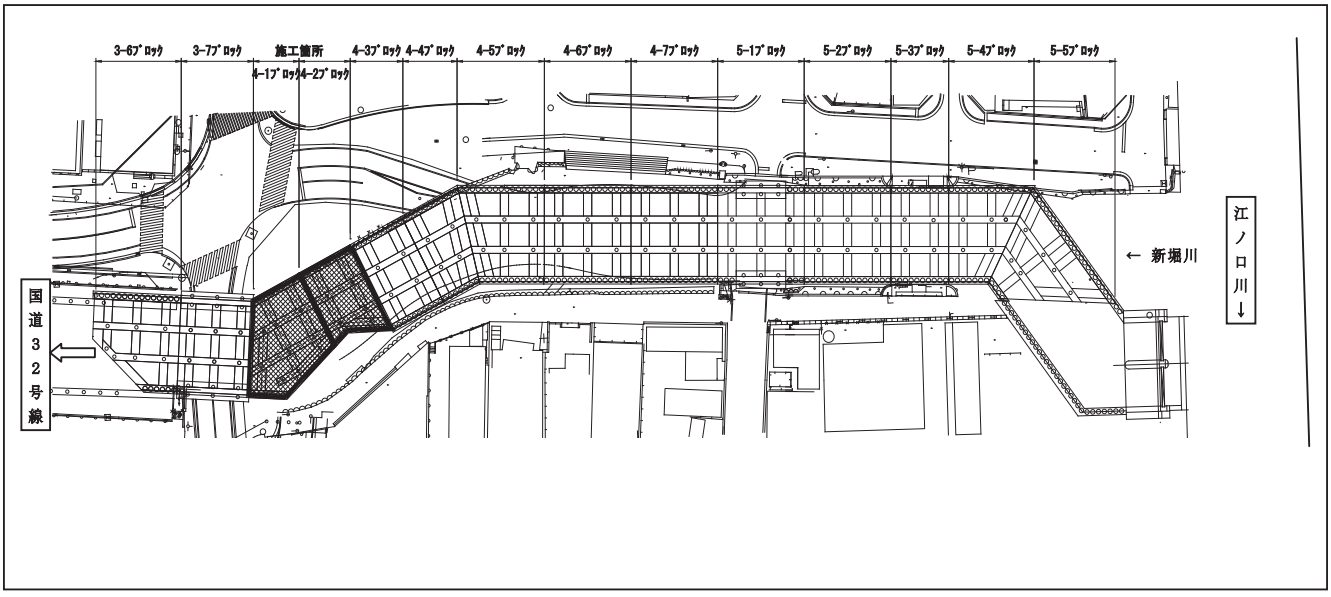
1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：住促街１－３号
　　都市計画道路はりまや町一宮線
　　住宅宅地関連公共施設整備工事
⑵　発 注 者：高知県高知土木事務所
⑶　工事場所：高知県高知市
　　はりまや町～桜井町
⑷　工　　期：平成22年１月15日～
　　平成22年10月11日

はりまや町一宮線は、国道32号線と産業道路を結ぶ延長1,765m の一般道であり、はりまや橋交差点に集中する交通を緩和するための幹線道路である。

本工事の施工区間は、図－１に示すように国道32号線から江ノ口川間の新堀川上４－１ブロック、４－２ブロックである。架設地点は大潮の干満の影響を受ける河川であり、また希少種生物の生息する河川であることから、河床部の全面コンクリート化を避けた桟橋形式の FRP 合成床版橋が採用された。なお３－６、３－７、４－３～５－５ブロックについては前年度工事で完成している。



図−１　施工位置図

2．現場における問題点

本工事では、同種工事で国内で初めてFRP合成床版橋が採用された潮新町線橋梁（高知市役所建設下水道部道路建設課：平成19年８月竣工、当社施工）で施工的課題となった下記①～④について、重点的に設計段階、施工計画段階から改良を行なった。

① 下部構造（鋼管杭）の施工誤差による合成床版の出来形

② 主桁FRPパネル内の鉄筋組立時における現場での鉄筋孔拡大作業

③ 足場兼支保工部材の解体時期

④ 床版コンクリートのひび割れ防止

3．対応策と適用結果

本工事での合成床版構造は、従来のFRP合成床版とは異なる構造であったため、施工フローチャートを図－２に示す。

なお施工量は、４－１、４－２ブロックのみであるため、２ブロック同時作業とした。

ブロック延長　　L＝24.8m

FRP合成床版　　A＝361㎡

コンクリート量　V＝195㎥

⑴ 足場設置工

杭頭処理工～主桁コンクリート打設工までの作業用の足場として、鋼管杭に直接取り付けるブラケット形状の部材を製作し、45t吊ラフタークレーンにより取り付けた。支間部は通路用として鋼製足場板を設置した。

また主桁片持ち部（端部）は、主桁コンクリート打設直後は自重によるタワミが発生するため、ブラケット材でパネル下面を支保できる支保梁を設置し、足場兼支保工部材とした（図－３）。

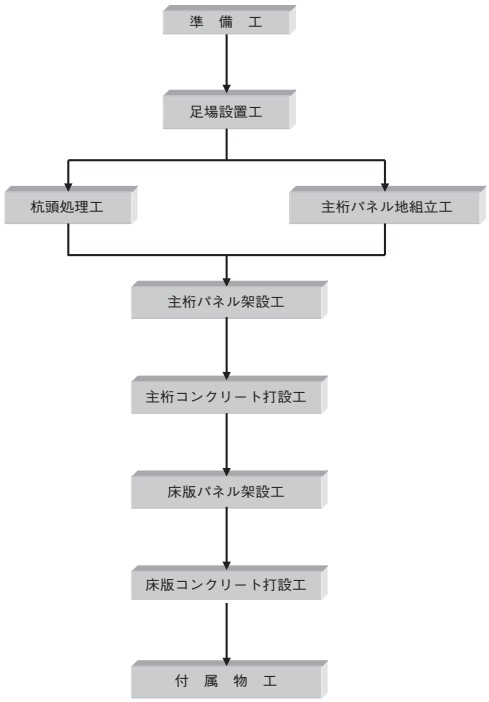


図-２　施工フローチャート

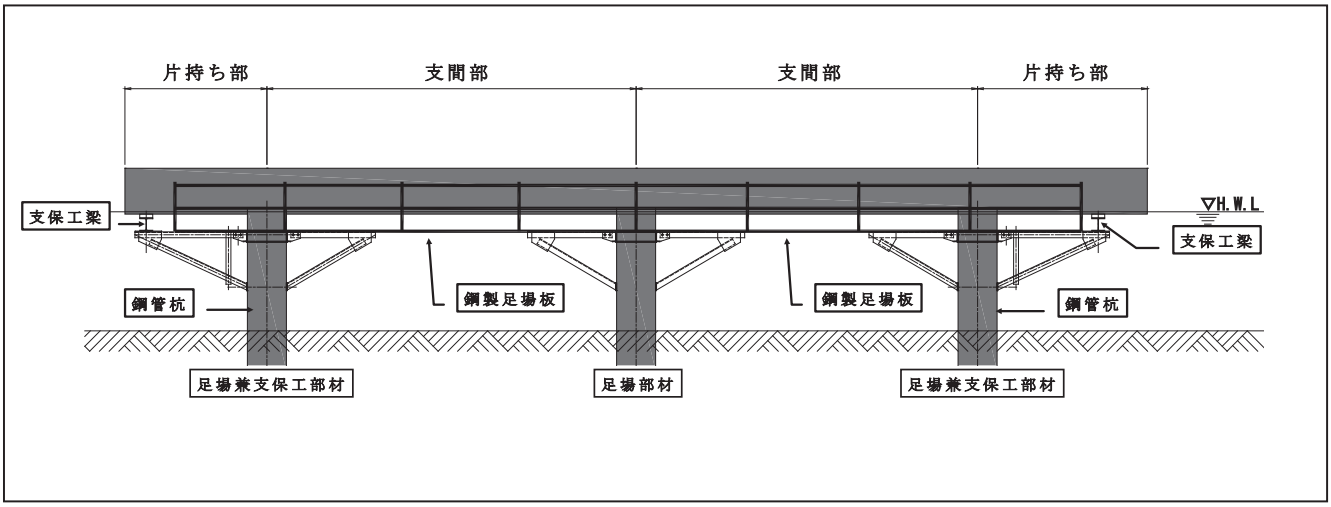


図-３　足場兼支保工部材設置要領図

⑵　杭頭処理工

鋼管杭を計画高となるようガス切断し、受梁架台を溶接により鋼管杭に取り付けた（図－４）。

受梁架台と受梁の連結については、鋼管杭平面位置の施工誤差を吸収できるようボルト連結から溶接連結へと変更することで（図－５）、主桁パネル架設位置の出来形を確保した（①の対策）。

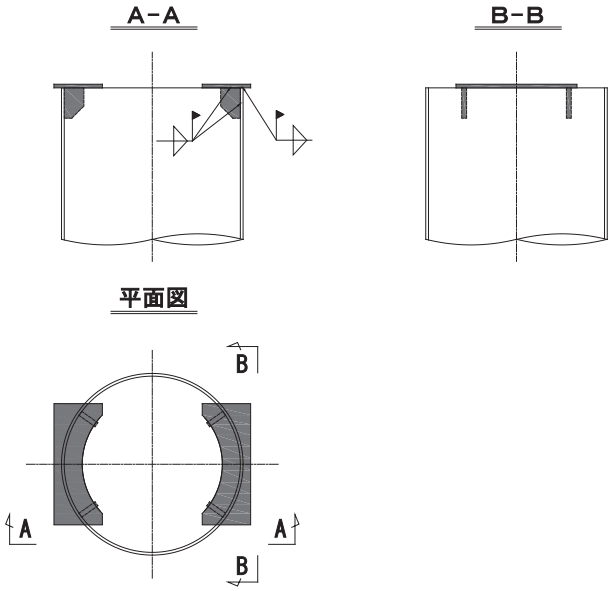


図-４　受梁架台設置要領図

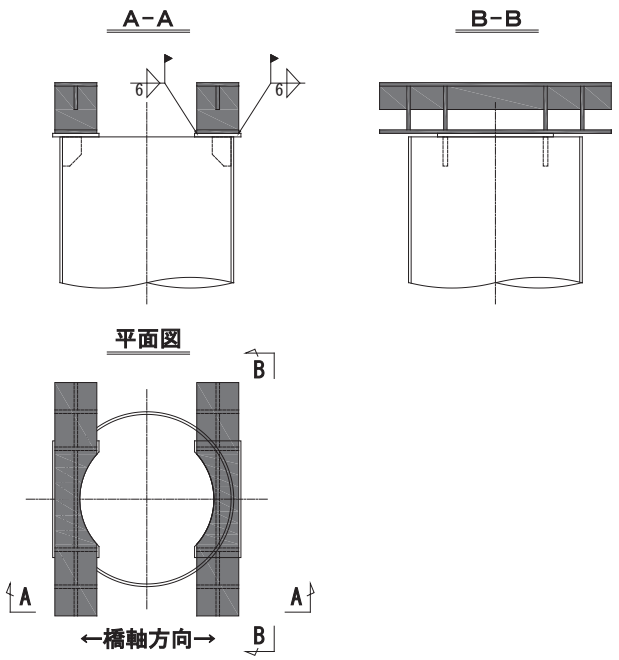


図-５　受梁設置要領図

⑶　主桁パネル地組立工

主桁パネル地組立順序は、底面パネル鉄筋組立→側面パネル取付けの順で行なう。

底面パネルの鉄筋組立作業は複雑であり、また潮新町線橋梁工事では、現場でパネル内部の鉄筋貫通孔拡大作業が発生したため、施工量が増大となった。今工事では設計担当者と協議し、工場製作時に孔径をφ30からφ50～φ70に拡大することで、現場での孔拡大作業を省略し、工程短縮を実現した（②の対策）。

⑷　主桁コンクリート打設工

主桁パネル内の鉄筋は複雑かつ密に配筋されているため、小型バイブレーターにより慎重にコンクリート充填をおこなった。

また足場兼支保工部材は、主桁間の床版パネル設置後ではクレーンによる解体が不可能となるため、河川面より床版下へボートで侵入し、人力解体する予定だったが、多くの時間を費やす恐れがあった。そのため解体時期はコンクリート打設後の主桁パネルへ影響を及ぼさないよう、設計担当者と協議し、コンクリート強度９N/㎟発生後に実施し、工程短縮を実現した（③の対策）。

⑸　床版コンクリート工

本工事は、入札時の技術提案項目の「床版コンクリートのクラック防止に関する工夫」として、以下の項目を提案し、実施した。

なお提案項目は、国土交通省新技術情報提供システム（NETIS）に登録されている製品を使用した（④の対策）。

１）ひび割れ抑制ネットの敷設

床版上面全体に引張剛性の高いネット（ハイパーネット60）を均等に敷設し、コンクリート収縮によるひび割れの発生を抑制した(図－６)。（登録番号：SK080003－A）



図−６　ひび割れ抑制ネット敷設状況

２）撤去跡が残らない床版高検測棒の使用

コンクリート打設後に床版内に高さ確認用鉄筋撤去跡が残らない検測棒（コン天棒）を使用し、抜き孔からの水の浸入を防ぎ、鉄筋の腐食によるクラックを防止した（図－７）。

（登録番号：KK000005－A）



図−７　検測棒設置状況

４．おわりに

FRP 合成床版は防錆度、耐塩害性に優れており河川環境への悪影響もない。また軽量部材のため、小型の施工機械が使用可能となり、安全かつエコロジーな工事が実施できるので、本工事箇所では最適な床版構造であった。

今後は、さらなる工程短縮、品質向上等の施工性向上を目的とした現場従事者の育成、構造変更等が必要と考えます。



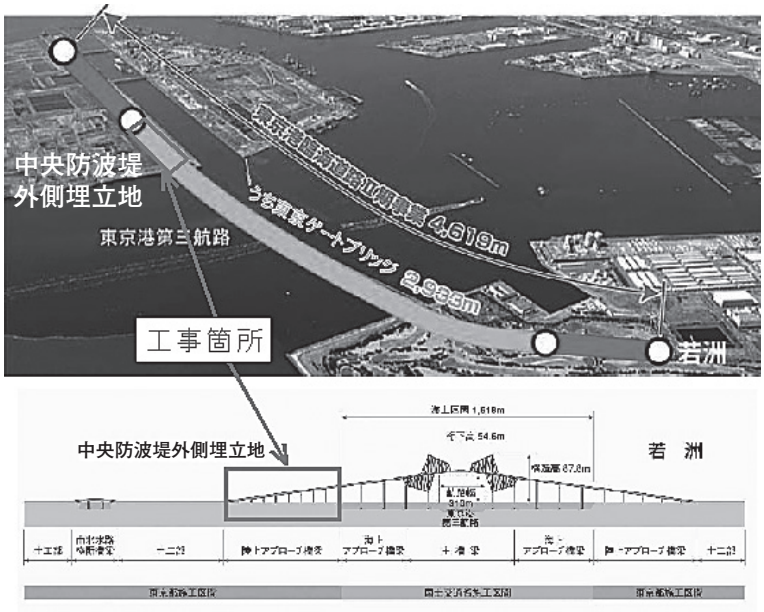
図−８　竣工状況

23

施工計画

剛結構造部材の架設とマスコンクリート打設計画

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
橋梁事業本部　川　口　昭　仁○　Akihiro Kawaguchi
工事部　山　田　隆　司　Ryuji Yamada



図−１　現場位置図

１．はじめに

中防アプローチ橋は、「東京港臨海道路」の第Ⅱ期事業（東京都大田区城南島から中央防波堤外側埋立地を経由して江東区若洲までを結ぶ、約4.6 km の区間）のうち東京港第三航路を横断する東京港臨海大橋（仮称）へのアプローチ橋として、中央防波堤外側埋立地に架かる橋長630m の鋼８径間連続鋼床版箱桁橋である。現場位置図を図−１に、完成写真を図−２に示す。

本橋は、主桁１箱断面を８つに分割した構造で



図−２　完成写真

全断面溶接構造である。さらに、中間支点CP４からCP７はRC橋脚と鋼床版箱桁を剛結した連続複合ラーメン構造であり、支承構造の省略により耐震性を向上させ、維持管理の軽減や経済性も向上させている。

本稿は、この中防アプローチ橋の剛結構造部材の架設とマスコンクリート打設計画について報告する。

工事概要

⑴ 工 事 名：平成19年度　東京港臨海道路（Ⅱ期）

⑵ 発 注 者：東京都　東京港建設事務所　沖合埋立整備課

⑶ 工事場所：東京都江東区青海２丁目地先　中央防波堤外側埋立地

⑷ 工　　期：2007年12月～2010年３月

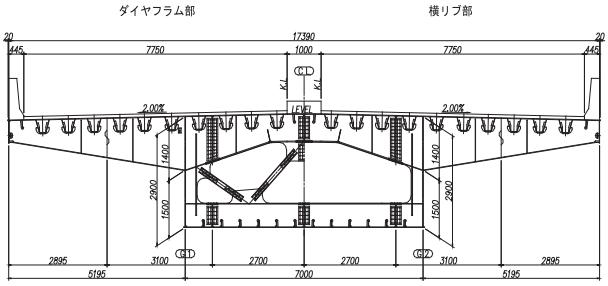
⑸ 橋梁形式：

・鋼８径間連続鋼床版箱桁橋

・橋長：630m　・全幅員：17.390m

・縦断勾配：4.0%・鋼重：4,783t

構造断面図を図−３，側面図を図−４に示す。



図−３　構造断面図

２．現場における課題

本橋の現場における課題は、以下の通りであった。

⑴ CP４からCP７はRC橋脚と鋼桁の剛結構造であり、柱頭部剛結後、支間部の鋼桁架設を行う施工手順であり、橋脚柱頭の鋼桁架設精度が支間部の形状に影響するため、鋼桁架設精度および鋼桁の出来形精度を確保する必要があった。

⑵ 剛結部は、マスコンクリートであり、温度応力に起因するひび割れが懸念されるため、温度応力解析を行い、ひび割れ発生の程度と施工方法を検討する必要があった。

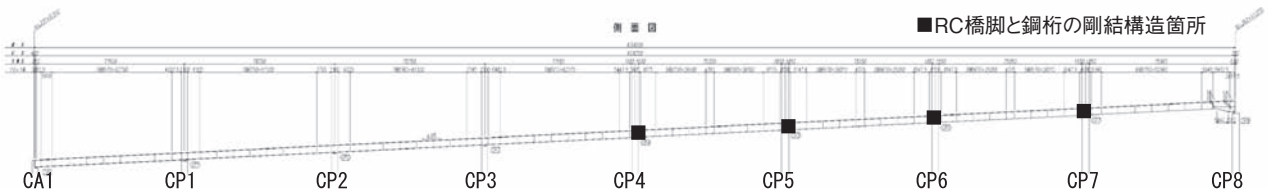
３．対応策と適用結果

（１）鋼桁架設精度と出来形精度を向上させるために、次のことを実施した。

1） 鋼桁下フランジを貫通する既設下部工鉄筋位置を計測し鋼桁製作に反映させた。

2） 既設橋脚上に、鋼桁仮受け架台を設置した。仮受架台は、既設橋脚のスパン及び高さを事前に測量し、その成果を考慮した位置に仮受架台を設置して鋼桁下フランジと高力ボルト接合することで、鋼桁据付精度を管理した（鋼桁仮受け架台を図−５に示す）。

3） 剛結部鋼桁架設（図−６）は、既設橋脚上にレーザーレベル（上下および橋軸方向と橋軸直角方向にレーザーのラインが出る）を設置した。既設橋脚上の測量墨と鋼桁下フランジ下面に罫書いた中心墨を、架設時に合わせ据付管理した。また、橋軸方向と橋軸直角方向をトランシットで据付管理した。（鋼桁仮



図−４　側面図



図−５　鋼桁仮受け架台

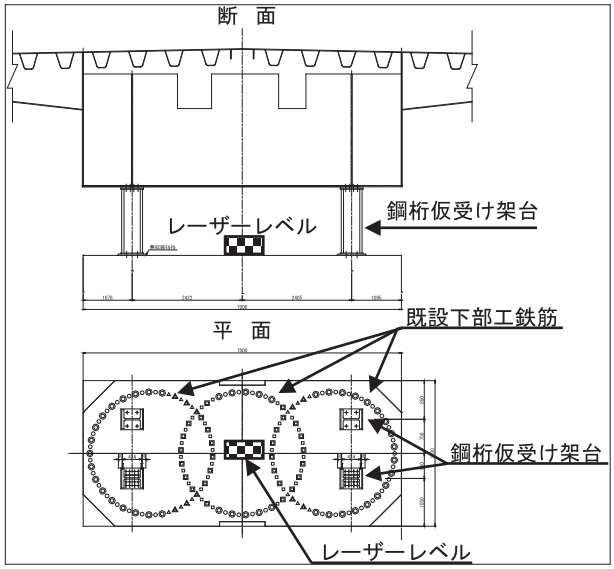


図−６　剛結部鋼桁架設状況

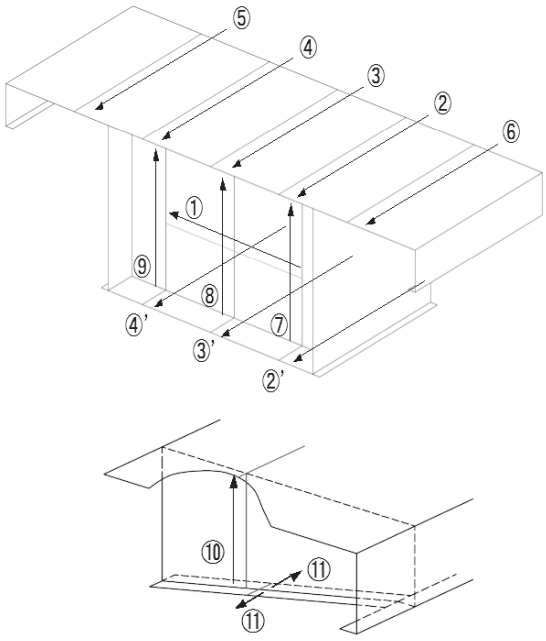
受け架台とレーザーレベル設置図を図−７に示す。）以上の結果、既設下部工鉄筋に干渉することなく、鋼桁据付精度を±10mm 以内の施工誤差に収めた。

4)　溶接変形を低減するために、できるだけ溶接による収縮を拘束しない順序で溶接を実施した。以上の結果、溶接による収縮と変形の影響を受けた剛結部鋼桁の鉛直度、桁長、幅員、対角長、そり、通りそれぞれの項目について規格値内に収めることができた（溶接施工順序図を図−８に示す）。

（２）剛結部マスコンクリートの耐久性確保、ひび割れ制御およびコンクリートの施工性を確保するために、ひび割れ解析を行った。ひび割れ制御目標値は表−１を参考に、ひび割れ指数1.25以上（確率50％相当）、ひび割れ幅0.2以下とした。施工性能は、自己充填性を確保することを目標とした。



図−７　仮受け架台とレーザーレベル設置図図



※溶接順序は、横シーム（橋軸直角方向）を施工した後、縦シーム（橋軸方向）の溶接を基本とした。

図−８　溶接施工順序図

解析手法は、剛結部コンクリートを図−９のようにモデル化し、解析プログラム（JCMAC１Ver.1.17）で解析し、ひび割れ指数1.25以上（確率50％相当）、目標ひび割れ幅0.2㎜以下（表−２）の要求性能を達成するために、以下の対策を行った。

表−１　温度ひび割れの制御水準とひび割れ指数の目安

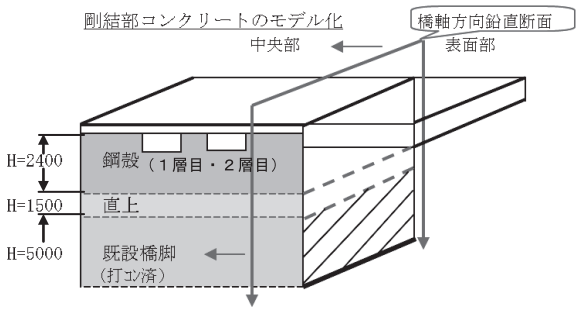
温度ひび割れの制御水準とひび割れ指数の目安　　土木学会[2007 制定]コンクリート標準仕様書[設計編]

温度ひび割れの制御水準	ひび割れ指数	ひび割れ発生確率
ひび割れを防止したい場合	1.75 以上	5%以下
ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	1.45 以上	25%以下
ひび割れの発生を許容するが,ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	1.0 以上	85%以下

ひび割れ幅の限界値　　土木学会[2007 制定]コンクリート標準仕様書[設計編]　鋼材の腐食「一般環境」

表−２　ひび割れ幅の限界値と制御目標ひび割れ幅

部位	形状			鉄筋	本数	鉄筋量	かぶり(mm)	鉄筋比(%)	ひび割れ幅の限界値(mm)	制御目標ひび割れ幅(mm)
	H(cm)	L(cm)	W(cm)							
既設橋脚直上部	153	700	320	2− D16	10	19.86	62.0	0.08	0.31	0.20
				7s12.7B	18	17.77				
鋼殻部	240	700	320	板厚14mm、高さ2500mmが1列	−	336.00	0.0	0.44	0.50	0.20



図−９　剛結部コンクリートのモデル

１）打設リフト割高さは、脚上部1.5m、鋼殻一層目0.5m（下段)、二層目1.9m（上段）とする。

２）脚直上部1.5m、鋼殻一層目（下段）0.5mは配合計画表（表−３）のコンクリートを打設する。

３）鋼殻の分割施工は、打設間隔を下段打設後、３日以上あける。

４）剛結部コンクリートの鋼殻は、鋼殻二層目（上段）1.9m に、膨張試験で決定した15kg／㎥の膨張材を使用した。さらに、要求性能の自己充填性確保のため、高流動コンクリートを選定した。

上記対策により、0.2mm 以下のひび割れは、打設後１ヶ月で数箇所確認されたものの、この箇所については、４ヶ月間のひび割れ幅追跡調査を行い、ひび割れ幅が進行してないことを確認した。

また、ひび割れ幅が0.2mm を超えるものは発生しなかった。

表−３　配合計画表

ｾﾒﾝﾄの種類	W/C (%)	単位ｾﾒﾝﾄ量 (kg/m³)	呼び強度 (N/mm²)	設計材齢 (日)	スランプフロー
低熱ポルトランドセメント	42.70	398	30	28	55cm

４．おわりに

今回の工事では剛結部コンクリートに使用した、低熱ポルトランドセメントの配合実績が、生コン製造工場にあったため、配合計画もそれらの実績に基づき円滑に決定することができた。他工事で適用する場合には、その地域の条件にあった配合に配慮するとともに、過去の実績を重視した計画が重要であると感じた。

最後に、現場施工時にご指導を頂いた東京都東京港建設事務所沖合埋立整備課の皆様に感謝を申し上げます。

24

施工計画

ロングストロークジャッキを併用した変断面桁の送出し架設

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　JR 工事課
神　山　智　弘○　　加　藤　　亮
Tomohiro Kouyama　　Ryo Kato

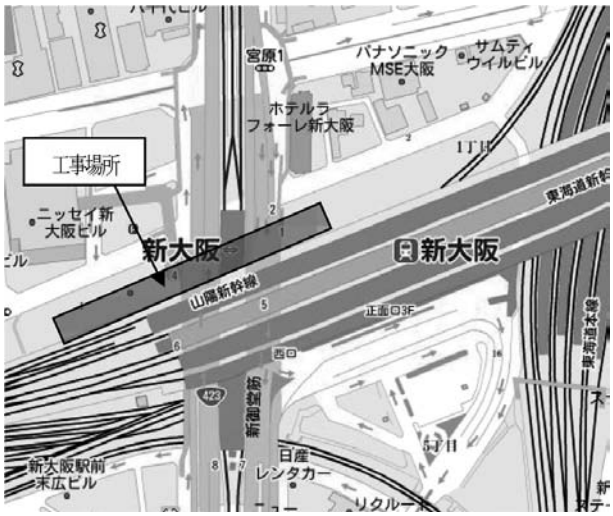
1．はじめに

本工事は、新大阪駅において東海旅客鉄道㈱が、東海道新幹線の輸送の弾力性向上、災害時の対応力強化、並びに更なる旅客サービスの向上を図るための大規模な改良工事である。その工事の内、大阪市内を南北に縦断する主要バイパスである新御堂筋（国道423号）および地下鉄御堂筋線を跨ぐ新幹線ホームの鋼桁架設をロングストロークジャッキを併用した送出し工法で架設を行った。

工事概要

⑴　工 事 名：新大阪駅構内駅工区高架橋新設ほか⑴

⑵　発 注 者：ジェイアール東海建設・大林組・鴻池組共同企業体（元発注：東海旅客鉄道株式会社）



図−1　施工位置図

⑶　工事場所：大阪市淀川区宮原１丁目

⑷　工　　期：平成21年12月10日～平成22年12月31日

⑸　形　　式：上路プレートガーダー（鋼床版桁）

⑹　桁　　長：107.4m

⑺　支 間 長：41.078m＋22.538m＋40.884m

⑻　鋼　　重：523.614t

⑼　桁　　高：中央径間部　1.05m
側径間部　2.03m

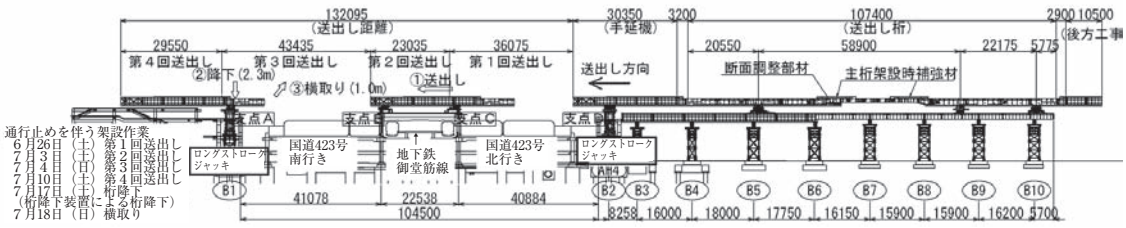
⑽　桁　　幅：3.49m～4.31m

2．現場における課題

本橋の架設は、国道423号の通行止め規制を伴い、架設を行う計画であった。国道423号は、大阪市北区西天満から箕面市白島まで大阪市内を南北に縦断する交通の大動脈であることから、通行止め規制日数を極力少なくすることが必要とされ、送出し架設が採用された。

通常送出し架設においては、桁降下作業を伴う。本橋の架設工事では、通行止め規制を伴う作業日数を減らすべく、ロングストロークジャッキを併用した送出し架設が採用されることとなった。

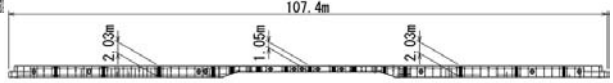
送出しに伴う詳細計画を行うに当たり以下の課題があった。



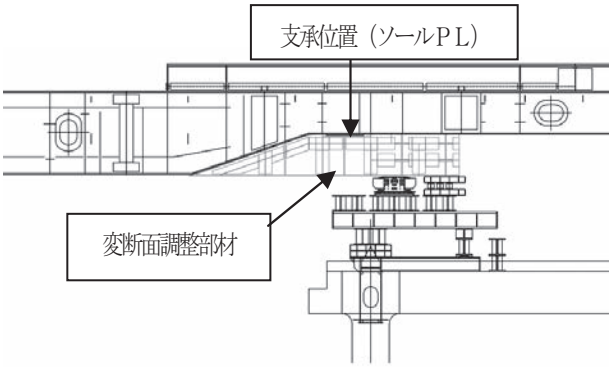
図−２　架設側面図



図−３　送出し前状況



図−４　送出し桁図



図−５　変断面調整部材

【問題点１】

送出し桁は、図－４に示すように桁高さが約１ｍ変化する構造となっており、送出し時の支点として使用するには、変断面調整部材が必要となった（図－５）。

この部材は桁降下時に撤去することになるが、鋼床版下での撤去作業となるため工夫が必要であった。

【問題点２】

完成時に中間支点となる地下鉄御堂筋線上の既設構造物は、昭和44年竣工の構造物で、送出しの最大反力（約540t）に対して補強が必要であった。地下鉄、近接する国道423号への影響から、大規模な補強やベント等仮設の支持構造物を構築することが不可能であった。

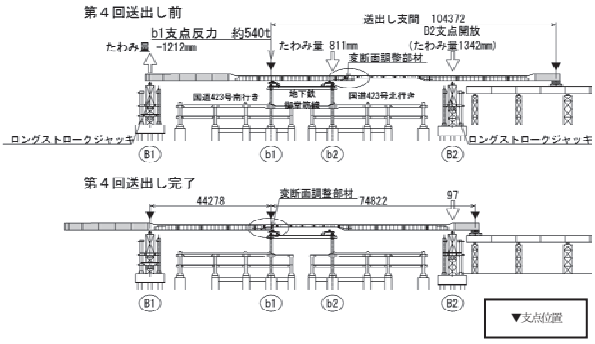
補強工事は地下鉄上であり、国道423号線の夜間車線規制を伴うため、補強方法や補強部材の設計検討にあたっては、現地の施工条件に合わせて修正する必要があった。

【問題点３】

国道423号の通行止め規制は、比較的交通量が少ない土日の夜間に限定された。そして、通行止め規制時間と地下鉄上作業の制限から午前１時～午前４時まで桁移動作業を完了すべく、１回の通行止め規制で可能な施工量を検討し、６回の通行止め規制を行う計画となった。

（送出し：４回、桁降下・横取り：２回）

本橋の送出しは、約132m の送出し距離を４回で送り出すため、１回に送り出す距離は比較的長く、２回目送出し以降の台車盛り替え距離も長い。問題点１、２にも記したように桁本体の構造と送



図−６　第４回送出し側面図

出し支点が限定され、台車盛り替え後、発進側のＢ２支点開放時に送出し支間が約100m と長くなり、桁の最大たわみ量が約1.3m、桁の回転角は約４％程度となった（図－６）。

予定時間内に作業を完了するためには、Ｂ２支点開放作業を短時間で作業を完了し、送出しを開始する必要があった。

３．対応策・工夫・改良点

【問題点１への対応】

「変断面調整部材」（図－５）の取付位置は本設の支承位置となるため、送出し架設後に撤去する必要があった。撤去作業は地下鉄上、国道423号車線規制を伴う作業であったため、比較的容易に撤去出来る構造とし、かつ使用重機である4.9t吊テレスコクレーンの能力範囲内とするため、１部材当たり1.5t 程度にした。また、鋼床版桁下の狭い空間での作業であるため、人力施工が困難であると判断し、横取り作業に使用するスライドジャッキを使用することで安全にかつ迅速に撤去出来た（図－７）。

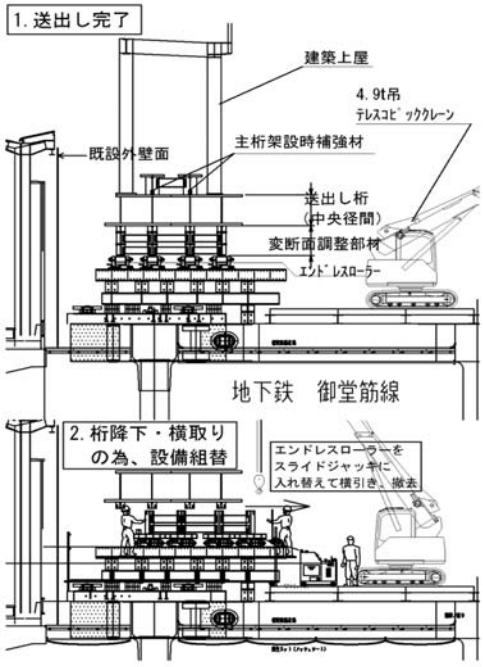
【問題点２への対応】

竣工図などの資料を元に既設構造物に送出し反力を作用させて検討した結果、

①Ｘ梁は鋼断面の補強に加えて梁内にコンクリートを充填した合成桁構造とすること

②架設時の曲げ応力度を抑えるため、反力載荷位置を柱付近にすること

となった。



図−７　変断面調整部材撤去図

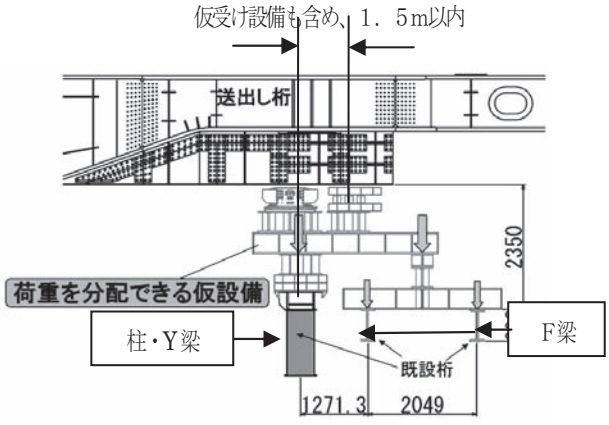
⑴　施工条件を設計に反映した点

補強する梁内部にコンクリート充填するにあたり、合成を高めるため梁内部に現場打ちスタッドを施工する計画であったが、梁内部断面（高さ1,200mm、幅550mm）が狭く施工が困難であるため予めスタッドを打ったプレートを桁内部に溶接する構造とした。

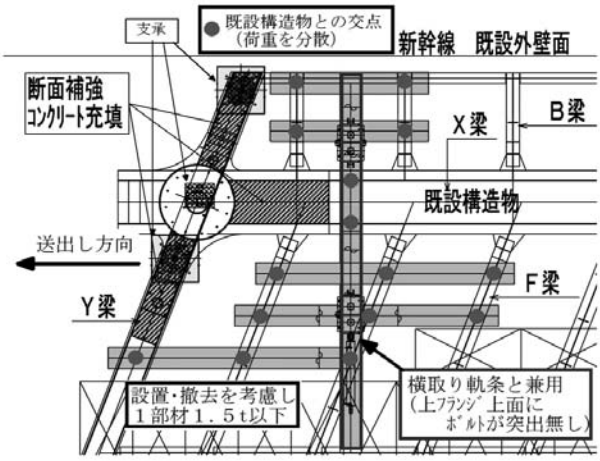
⑵　設備の工夫点

１）Ｘ梁に作用する曲げモーメントを許容値以内とすべく、送出し装置中心(送出し反力作用点)を柱中心から1.5m 以内とした（図－８）。

２）送出し設備とそれを受ける仮設梁を介して既



図−８　地下鉄上送出し設備側面図



図−９　地下鉄上送出し設備　平面図

設構造物の横梁やブラケットに反力が作用するが、集中荷重では許容応力度を越えたため、反力梁としてSM490材のビルトアップＨ鋼を新規製作し、荷重を分散出来る構造とした。また、送出し完了後、桁位置を調整するための横取り軌条を兼用出来るように上フランジ添接構造を見直し、フランジ上面にボルトが突出しない構造とした（図－９）。

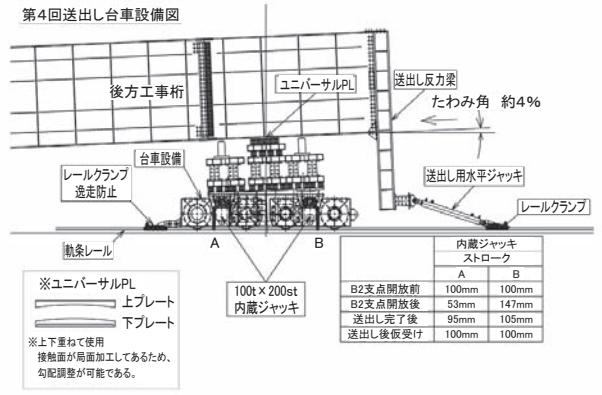
【問題点３への対応】

支点開放の作業は時間を短縮するため、ロングストロークジャッキ（ストローク3.3m、昇降速度　1.1m／10分）を使用した。

支点開放時、送出し支点であるエンドレスローラーは、油圧による勾配同調機能を使用して、桁のたわみ角による桁受け面のズレや局部的な応力が発生しないように作業出来た。

台車設備（図−10）は、桁のたわみ角の動きに対応するため、ユニバーサルプレートにて仮受けを行った。台車本体は送出し反力制御のため、油圧ジャッキを内蔵しており、油圧配管系統を前後同圧として、桁回転による動きに対応出来るようにした。また、支点開放の手順として、1.3mのジャッキダウンは30cm毎に停止して、台車ストローク､仮受け部の確認を行いながら慎重に行った。

支点開放作業を慎重に行った結果、送出し作業の着手時間が予定より若干遅れたが、台車上仮受け状態が良好であったことと台車反力制御用ジャッキの動きも順調で、送出し作業中の調整作業を最小限にすることができ、作業予定時間内に送出しを完了することが出来た。



図−10　支点開放時の台車設備



図−11　送出し架設状況（国道423号通行止規制）

４．おわりに

今回の送出しでは、通常のサンドルと鉛直ジャッキを使用した桁の支点開放作業や桁降下作業をロングストロークジャッキを使用して安全かつ時間短縮、工程短縮をして完了出来た。

一方、今回の送出し・桁降下の設計反力に対して、使用したロングストロークジャッキの能力は、安全が確保できる範囲で上限いっぱいであったことから、ロングストロークジャッキの適用範囲については配慮が必要である。

送出し架設は、大規模で注目度も高く、華やかなイメージがある架設工法である。一方で失敗が許されない故、事前の多岐にわたる計画・準備と現場技術者の努力が必要である。

今回の工事は、関係者の皆様に恵まれ、印象深い工事となりました。この紙面を借りてお礼申し上げます。

25

工程管理

仮設工の設計変更による工程短縮について

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社

工事部　菊　川　貴　生○　Takao Kikugawa
工事部　岡　野　浩　史　Hirofumi Okano
工事部　高　橋　　昭　Akira Takahashi

1．はじめに

工事概要

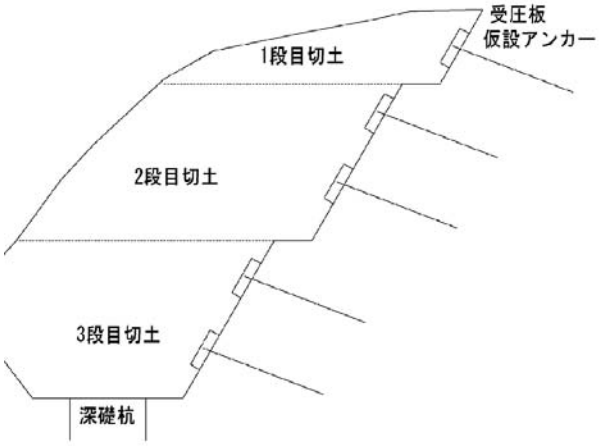
⑴　工 事 名：平成20－21年度　つづら川改良
　　（その２）工事
⑵　発 注 者：国土交通省四国地方整備局
　　松山河川国道事務所
⑶　工事場所：愛媛県松山市久谷町つづら川
⑷　工　　期：平成21年２月４日～
　　平成22年１月29日

当現場は、一般国道33号線三坂道路整備事業（延長7.6km）のうち、55m を整備する工事であり、主な工事内容としては、補強土壁基礎の深礎杭６本（φ4500、L＝16m×３、L＝17m×３）及び仮設工を施工する工事です。

この三坂峠付近は、カーブが多く冬季の積雪・凍結によるスリップ事故が多発している場所です。本事業を整備することにより、冬季におけるチェーン規制の減少や異常気象時の事前通行規制の解消など交通規制が大幅に減少します。また、時間も14分から６分へと大幅に短縮され、交通の円滑化及び緊急車両へのアクセス性も向上します。生活と生命と重要な役割を果たす道路であり、１日も早い開通が望まれている道路であります。

その一部分を担当させてもらっているのですから、「工事を工期内で終わらせる」ではなく、必然的に「工期を１日でも縮める」という気持ちに発注者を含め、全員がなっていたと思います。

さて、今回の当初計画は既設の仮桟橋を進入路として利用し、重機や機材を搬入します。そして、１段目を切土→モルタル吹付け→仮設アンカー工→受圧板設置、この作業を１段、２段、３段と順に施工し、基礎の床付け作業を行った後、深礎杭の構築作業を行うものでした。その後は、補強土壁基礎を施工後、多数アンカー工法で路体部・路床部まで盛土して舗装をする区間です。



図－１　当初計画

施工箇所の土質が風化した崖錐層であり、掘削面の自立が期待できない上、小崩壊の恐れがあるため仮設アンカーでの法面対策を採用していました。アンカーの施工基面まで切土を行った後、すぐにラス網を張り、モルタルを吹付けて表面の崩落を防止する必要があり、施工手順を安易に変えることはできません。仮設アンカーが全体で89本も必要であり、また逆巻き工法での施工となるため、床付け面まで仕上がるのにかなりの工程を見込まなくてはなりませんでした。本体の深礎杭でも、２パーティーでの掘削を予定していましたが、それでどうにか工期内に収めることができる、余裕のあまりない工程になっていました。

２．現場における問題点

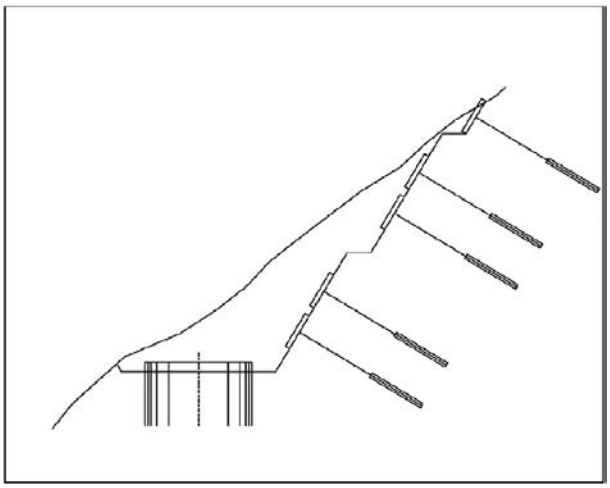
「どうにか工程を短縮できないか？」ということが、頭の中でいっぱいになっていました。施工方法での短縮はいろいろ考えてみました。アンカー掘削がメインで日数がかかるため、２パーティー、３パーティーでの施工班を投入したらどうなる？安全性や経済性でどうしても無理があるな、とか。１段目アンカー施工中に２段目の切土を同時進行できないか？自立しない地質での上下作業は非常に危険で安全対策を徹底的にやらないと施工できない、無理だなあ。結局、１段ずつの施工が限定されているため、どうしても順番どおりの施工が理想となってしまいます。どうしようかと悩んでいるときに、思い切って発注者へ相談に行きました。すると、「１日でも工期を縮める。」という思いが、一致していたためか、親身になって一緒に考えていただけました。図面を広げ、資料を広げ、お互いに案を出し合っている内に、１つの考えに絞られてきました。それは、当初計画である仮設グランドアンカー工法から、親杭土留めアンカー工法へ仮設計画を変更するというものでした。隣工区が親杭土留めアンカー工法であるため、それに接続して、一体として応力検討にかけて合か否かやってみよう、という運びとなりました。安全性、施工性、経済性と肝心の工程的にはどうか？などこれからの検討が必要となりますが、直感的にこれはいける、と思いました。

原案を基に早速、検討に取り掛かりました。親杭の鋼材、材料の選定、設計アンカー力の設定、推定岩線の確認などやるべきことは、たくさんありましたが、これが上手くいけば工程が確実に縮まるんだ、と疑うこともなく進めていきました。

例えば､腹起し材の検討は､水平方向はアンカー間隔を支点間隔とした等分布荷重が作用する梁として検討しました。また、鉛直方向については、下部のブラケット間隔を支点間隔とした集中荷重が作用する梁として検討を行うということを部材毎に繰り返して、最適な部材を選定するという作業です。曲げ応力度がOKでも、せん断応力度でOUTであったり、その逆であったり、また過剰な数値が出たりと、親杭土留めとアンカー工との整合性を合わすのに、苦労しましたが、最適な成果を作成することができました。

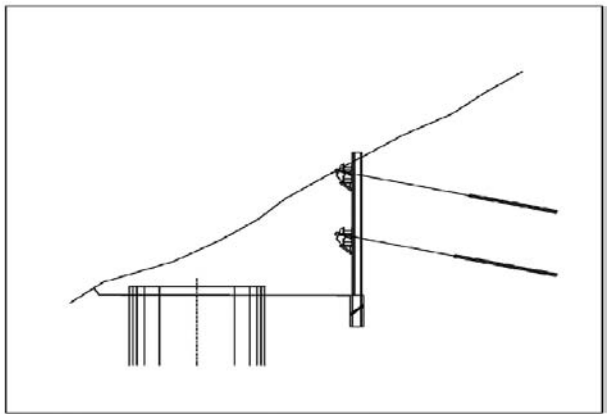
３．対応策と適用結果

上記の成果を元に当初計画と変更計画の比較を行うこととしました。図−２は、当初計画の標準断面を示しており、図−３は今回の成果での標準断面を示しています。下記には、比較検討の一部を記載することとします。



図−２　当初計画

⬇



図−３　変更計画

図−２について、

①施工箇所の上部に仮橋の鋼管杭が設置されており、その支持杭との近接切土となってしまう上、アンカー設置後でないと切土部分が安定しないため、施工中の安全性が確保されにくい。

②アンカーが逆巻き工法であるため、切土部分のすべりに対しては安定している。

③各段毎の掘削が必要であり、施工性が悪い。

④掘削土量が多く、逆巻き工法であるため、工程日数がより必要となる。

⑤アンカー（受圧板）89本、モルタル吹付け860㎡、土量2,300㎥と経済性と工程に不安がある。

図−３については

①仮橋の支持杭とは、十分に離隔がとれて影響がない。

②親杭打設後、掘削しながら土留め工を施工できるため、切土部が安定する。

③掘削土量とアンカー本数が少なくなり、図−２よりも20日程度工程が短縮できる。

④アンカーが29本、土量1,400㎥、土留め工を図−２より安価でできる。

⑤アンカーの定着長を確実に確保するために、テンドン長を現場で加工できる工法を選択した。など……。

上記のような工法比較書と安定計算書を作成して、協議書として提出することができました。計算書に間違いはないか？過度の設計になっていないか？金額、工程、安全性、施工性など発注者に説明して、照査を行った後に受理していただきました。

施工方法としては、まず親杭をダウンザホールハンマ工法で設置していきます。打設完了後に切土をしながら木矢板を設置していきます。１段目のアンカー施工基面まで下がったところで、仮設アンカー工に移ります。その後、腹起し部材設置を設置してアンカーを緊張する。２段目も同じ手順で進めます。あとは床付面まで下げて、深礎杭の施工に着手する、という手順です。

結果として、アンカーを89本から29本へ減らすことができ、掘削土量も約1,000㎥減らすことが出来ました。これによって、工程を20日も短縮することに成功し、山間部であったため、冬場の積雪での休工も工程内の予備日で補えました。また、全体として工期内での竣工を迎えることができ、「１日でも早い開通」へ貢献できたと思っています。

一人の力は本当に小さいものです。今回のことも、発注者を含めた関係者の全員の思いと力が合わさった結果のことと思います。共有する思いと共有する目的物の構築があるからこそ、全員で同じ方向へ向かって行くことが出来るのだ、と信じています。立場や役割はそれぞれ違えども、目指すところは同じです。全員で力を合わせて、構築物を完成させてゆく、それこそが、私自身土木工事に携わるものとして一番の魅力に感じているところです。



図−４　親杭土留めアンカー工　完了



図−５　工事完成

４．おわりに

工程管理は、工事を管理する上で最も重要な事だと私自身思っています。安全、品質、原価管理は、無理のないクリティカルな工程によってこそ実現できるものであるのでは、と今回の工事で実感することができました。ともすれば、工程管理は、工事の目的物を工期内に仕上げるための、帳尻あわせ的なものになりがちとなっていましたが、そうではなくて、今回のような工法変更をも視野に入れた、１つでも多くの予想される事柄を想定し、修正するものでなくてはならないと、感じました。また、それは一人で悩むのではなく、一人でも多くの人と一緒に作り出してゆくものだと思いました。

工程管理は、工事の本当の目的を見失わないための最も大事な仕事と位置づけています。

26

工程管理

クリティカル工程となる鋼桁送り出しとＰＣ床版架設の工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社　橋梁事業部工事部
監理技術者　山　田　俊　行○　Toshiyuki Yamada
現場代理人　大　橋　俊　幸　Toshiyuki Ohashi

１．はじめに

工事概要
⑴　工 事 名：第二東名高速道路
　　鎧田沢橋（鋼上部工）上り線工事
⑵　発 注 者：中日本高速道路株式会社
⑶　工事場所：静岡県富士市南松野
⑷　工　　期：平成18年11月14日～
　　平成22年４月26日

第二東名高速道路　鎧田沢橋（上り線）は、静岡県を流れる富士川の西方に位置し、冬の晴れた日には起点側から富士山が一望できる景色のすばらしい橋梁である（図－１　完成写真）。

橋梁の諸元としては、橋長1265.8m、鋼重5,030t、平面線形Ｒ＝3,000m（Ａ１～Ｐ１はＲ＝4,000m）と、非常に長い橋梁ということが特徴である（鋼22径間連続桁橋）。

主桁の構造形式は少数鈑桁（３主桁）で、主桁継手は全断面溶接構造である。

床版形式は、プレキャストPC床版を採用しており、橋軸直角方向にプレストレス導入することで、床版の長支間化・高耐久性・高耐荷力を実現している。

架橋位置の地形条件は、地上高さが20～40mで、交差条件として、桁下に３市道、１河川及び、

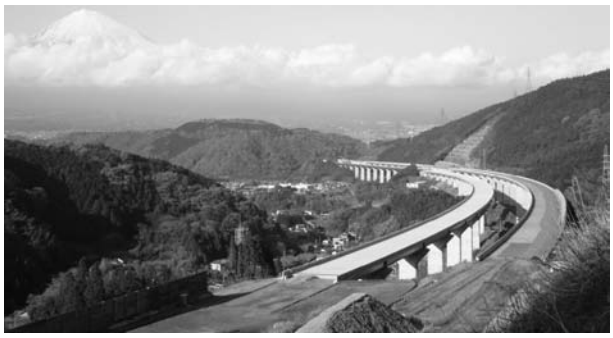
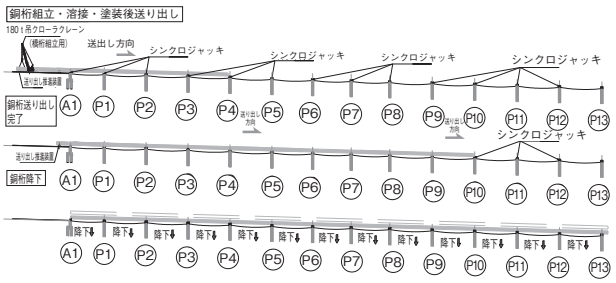


図-１　完成写真

Ｐ６～Ｐ７の上空には、中部電力の高圧線が走っている。

架設工法は、Ａ１からP13までの13径間を「送り出し工法」（図－２）、残りの９径間を「トラッククレーン・ベント工法」にて施工した。プレキャストＰＣ床版の架設については、Ａ１からP13間のクレーン架設が困難な場所は「自走式PC床版架設機と搬送台車による片押し架設」で施工を行った（図－３）。

現場施工期間は、平成20年２月から平成22年４月であり、計画期間を含めると２年半の長いスパンでの工事となった。



図−2　鋼桁送り出し架設



図−3　ＰＣ床版架設機（手前）

２．現場における問題点・課題

現場における私の課題は、２年半という一見、先が見えない全体工期の中で、クリティカルな作業とコントロールポイントとなる工種を押さえ、工程管理を行っていくことでした。

つまり中期の工程計画を立て、「いつまでに、何を開始すべきか」また「完了のリミット」はいつかを考え、工事終盤に慌てることのないよう心掛けました。

クリティカルとなる作業の週間、月間工程（図－４）はできるだけ詳細に考え、協力業者に対しても、可能な努力を働きかけました。

しかし計画段階での当初工程は、現場乗り込み後、地元住民との協議期間による工事開始の遅延（約１ヶ月半）や、現場着手直後の大雨による天候被害（図－５）により、あっさり遅れが生じてしまいました。



図−4　月間工程表の例
（当初工程及び前月からの遅延日数を表示）



図−5　送出しヤードの法面崩壊（軌条設備の蛇行）

そこで、工程の挽回方法と工期短縮を目指し、クリティカルな作業の洗い出しを行いました。その結果、「鋼桁の送り出し」と「架設機による PC 床版の架設」が片押し作業であるため、全体工程に対する占める割合が大きいことが判明しました。

また、基本的な施工の流れは下記（表－１）のようになり、工種間のラップは不可能であるため、この流れもクリティカルパスになります。

表−1　基本的な施工の流れ

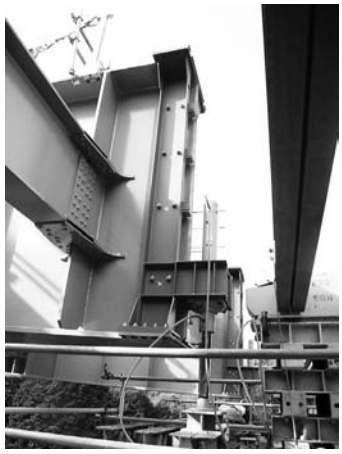
鋼桁送り出し、ベント架設(2パーティー)→桁降下(2〜3パーティー)→閉合部材架設・現場溶接→桁位置調整（P11基準）→支承ポストスライド、固定溶接（2パーティー）→PC 床版架設（架設機、クレーン：2パーティー）→床版下無収縮モルタル注入→PC 床版間詰め部コンクリート施工(2パーティー)→壁高欄コンクリート施工（2パーティー）→端部場所ＰＣ床版、橋台部高欄施工→ワイヤーブリッジ、床版張り出し足場解体

３．対応策と適用結果

前述のとおり、クリティカルな作業を工夫することで工程短縮に繋げられないかを考えました。

⑴　鋼桁送り出しの工夫

イ）送り出し先端たわみの処理方法の省力化

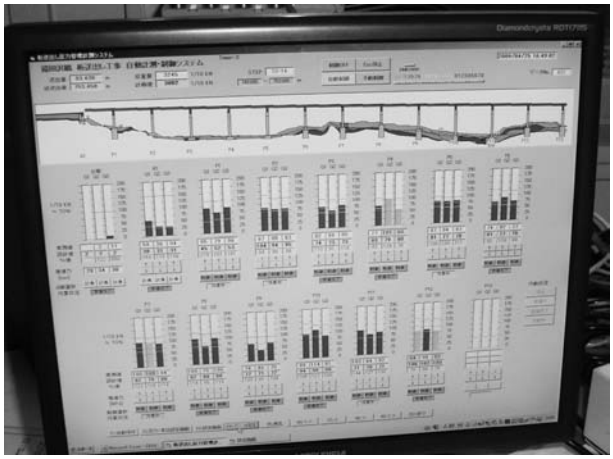


図−6　鋼桁到達時たわみ処理

図－６　説明

鋼桁は橋脚到達時に約1.1m たわむ。橋脚上のシンクロジャッキ(250t)へ荷重を盛替えるため、桁先端には、トラニオンジャッキ(ストローク1,000mm）を取り付け、一気にアップする方法としました。通常のジャッキアップ方法（150mm）より時間が短縮されるため、送り出し全体の作業時間が短縮できた。

ロ）IT 技術を利用した反力管理システム



図−7　パソコンでの集中反力管理

図－７　説明

各橋脚の鉛直反力及び台車反力、送り出し時の推進力や送り出し量をパソコンで集中管理した。一目で全橋脚の反力バランスが確認でき、反力調整はパソコンのクリックで行える。本橋のような他径間の送り出しでは有効である。

ハ）鋼桁送り出しの全体回数の低減

桁を送り出すまでの流れは、下記（表－２）のようになる。各工種同士のラップが出来ないため、送り出しサイクルは１ヶ月に１回となる。すなわち最終のP13橋脚へ到達できるのは、P１到達から単純に12ヶ月（１年）かかる。

表-２　送り出しまでの流れ

桁架設、キャンバー検査（4日）→風防設置（1日）→現場溶接・UT検査（12日）→横桁HTB本締・検査（1日）→風防、横構撤去、送出準備（2日）→送出し

このため、送り出し軌条設備を増設することと、送り出し完了時の張り出し量が長くなることへの安全対策をとることで、１回の送り出し量を１径間（60m）から１径間半（90m）に変更した。

計画では図－８の通り、当初計画より早くP13に到達でき、工程短縮につながると考えた。

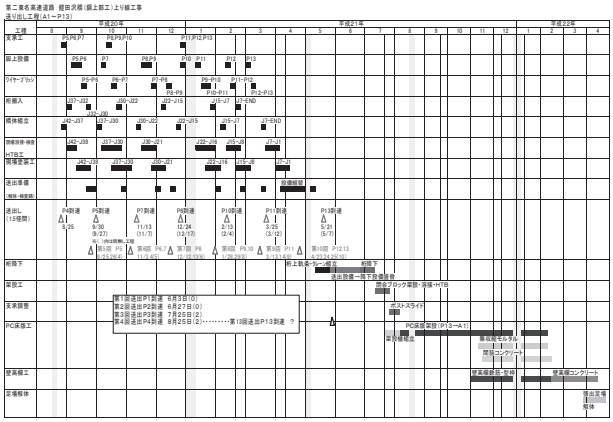


図-８　工程短縮予定と実施

図－８　説明

送り出しを優先した当初計画（現場塗装工程を無視し、1径間地組→1径間送出）よりも、ヤード作業を優先した変更計画（桁架設ブロック・溶接箇所増→1.5径間送出）の方が、結果的にP13まで早く到達できた。

（変更計画4/25完了、当初予定5/末）

⑵　ＰＣ床版架設の工夫

イ）自走式ＰＣ床版架設機

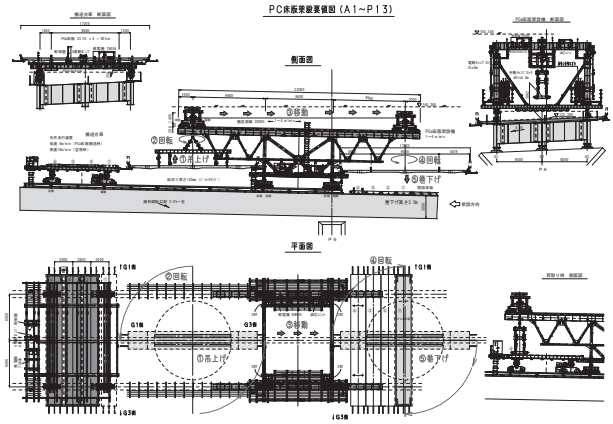


図-９　架設機による床版架設要領

図－９　説明

P13からA1に向かって、走行する床版架設機は、373枚のPC床版を片押しで施工する。その日当たり施工量は平均で1日当たり3.5枚の架設を見込んでいる。このため、架設機自体の移動を減らし、一度停止した位置からの４枚架設が可能になるように機材を計画した。（他社機材では2枚が限界）また床版の巻上げ、吊下げ（架設）は、40t手動チェーンブロックにて行った。

その結果、4ヶ月（8月～12月）で373枚の床版架設を完了させた。

ロ）PC 床版搬送台車



図-10　PC 床版搬送台車

図－10　説明

台車の積載枚数は、一度に多く運べるように、4枚とした。（前回工事は２枚）作業の省力化として、台車自体にジャッキアップ機能（150t×400st）を搭載させ、PC 床版の地切りを機械化した。

４．おわりに

本工事における施工の工夫は、当現場職員、川田グループ会社の関係者、協力業者皆様の知恵の結集です。このような多くの方々に支えられ、工程確保ができたと思います。また、本工事を円滑に進めていく上で、適切な指導、助言等を頂いた中日本高速道路株式会社　富士工事事務所の方々、関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。

27

工程管理

槇木沢橋耐震補強工事における アーチ部全面あて板補強の施工

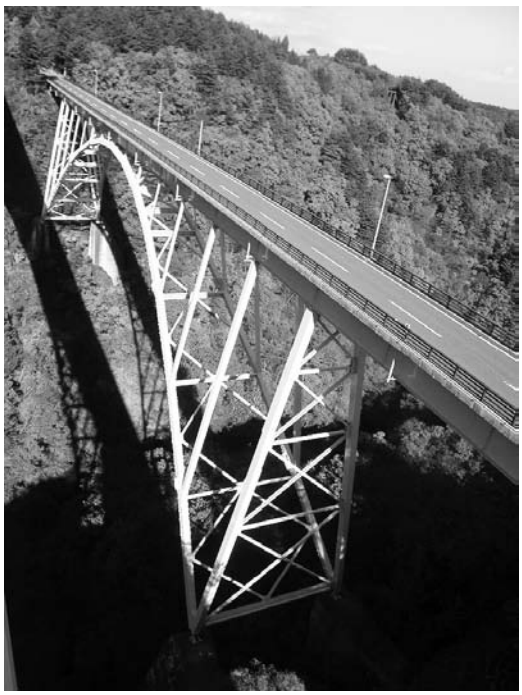
日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社　橋梁事業部工事部
監理技術者
寺　島　太　郎
Taro Terajima

1．はじめに

槇木沢橋は、昭和40年より供用されている橋長240m、鋼製逆ランガー橋であり、逆ランガー形式としては、国内最大アーチ支間140m を有する（図−１）。久慈市と宮古市を結ぶ国道45号の岩手県沿岸北部に位置する田野畑村にあり、東に３km程で太平洋に面している。三陸海岸特有の地形であり、海に向かって谷が深く、橋梁中央付近で谷底までの高さは、100m 以上ある。完成から約45年経過し本工事では、供用中の橋梁を現行の耐震設計基準に適合させる対策の一環として、アーチリブ、垂直材、下横構の補強を行うものであった。主な施工は、アーチ部材長約160m×４面×２主構の全面に、約29,000本のワンサイドボルトを用いて、あて板補強を行う工事である（図−２、３）。東北地方冬期の施工環境であり、高所作業における安全管理の徹底や、施工方法が確立されていないこと、および調査計測結果の図面反映など、厳しい工期の中で、これらを１つ１つ解決し、業務を遂行するには、施工の効率化と精度が求められた。本稿では、施工の効率化を図るために実施した工夫について報告する。

工事概要

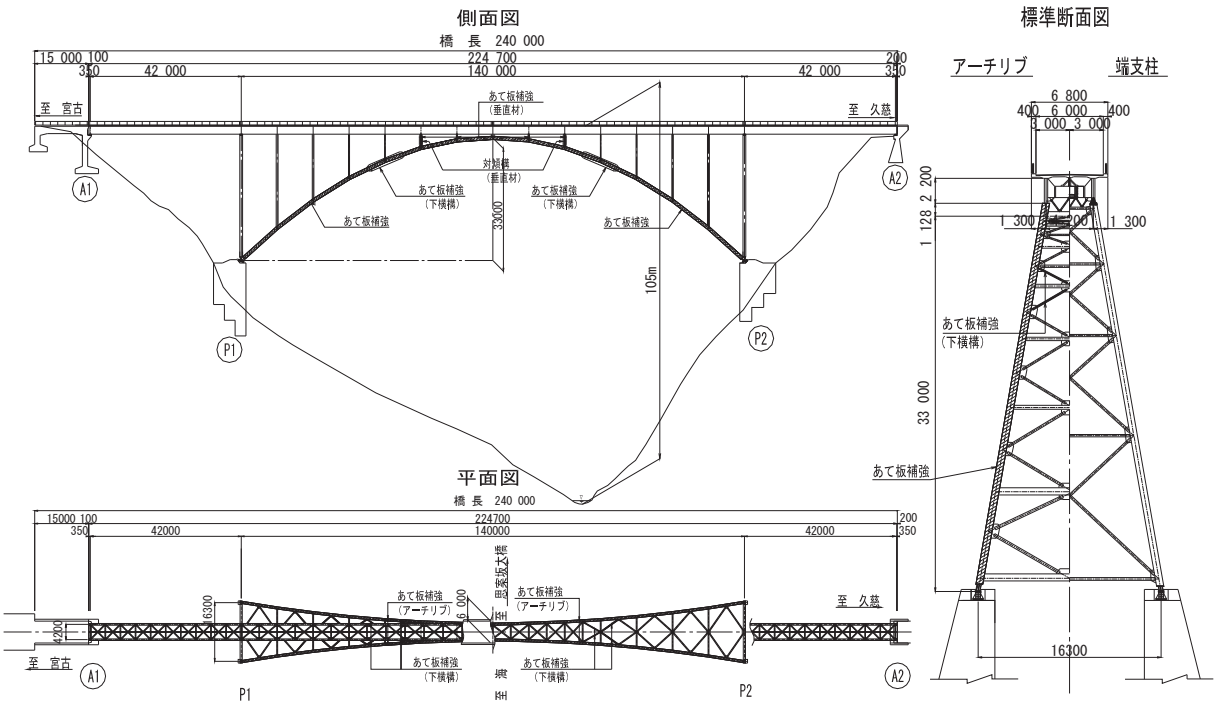
⑴　工 事 名：槇木沢橋補強工事
⑵　発 注 者：国土交通省東北地方整備局



図−１　槇木沢橋全景



図−２　補強完了



図−３　橋梁概要図

三陸国道事務所

⑶　工事場所：岩手県下閉伊郡
　　田野畑村南大芦　地内

⑷　工　　期：平成21年９月～平成22年11月

⑸　補強内容：あて板補強

橋梁諸元

橋　　種：１等橋（TL−20）

橋梁形式：３径間連続鋼補剛逆ランガー橋

橋　　長：240m

支 間 長：42.0m＋140.0m＋42.0m

有効幅員：6.0m

斜　　角：90度

床　　版：RC 床版

（図−３参照）

２．現場における問題点

問題点①：足場盛替作業の必要性

あて板補強箇所のアーチリブ左右ウェブ面には、足場用の吊金具が、約1.5m 間隔で設置されていた。この部分にもあて板補強を行わなければならず、吊金具の切断撤去が必要となった。吊元が無くなることにより、吊足場を保持することができない状態となる。既設吊金具の撤去を行い、足場構造を途中で変更する必要があった。あて板補強の施工手順、吊金具撤去のタイミングと足場盛替作業をどのように行えば、施工の効率化ができるかという問題があった。

問題点②：急傾斜アーチリブの足場構造と作業性の確保

アーチ沓は、１沓１橋脚と独立した構造であり、橋脚の橋軸直角方向は、連続した形状になっていなかった。橋脚上を横断することができない上、橋脚間の躯体が省略されているため、墜落防止用ワイヤーブリッジのアンカー設置が不可能であった。アーチ構造は、バスケットハンドル形状で、基部16.3m から中央クラウン部4.2m まで主構間隔が、徐々に狭く変化する。アーチ基部の勾配は、42°あり、通常施工する足場板に桟木を取付ける方法では、組立時、足場板を設置した後、桟木等の滑り止めを設置しなければならない。解体時は、桟木等を撤去してから足場板の撤去を行うため、滑りやすく、重大災害に直結する危険性があり、足場組立・解体の難易度が非常に高くいかにして

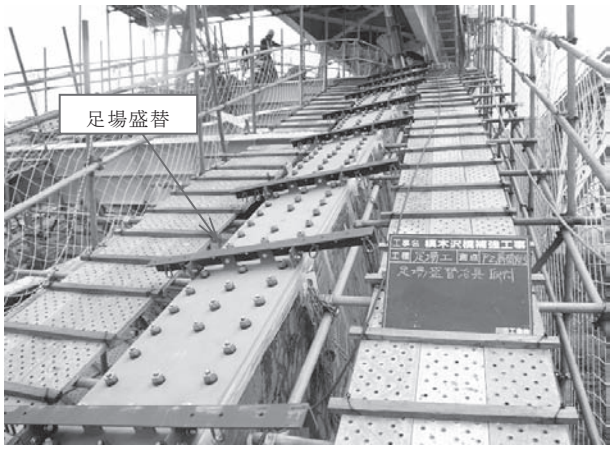
安全を確保するかという問題があった。

問題点③：工程短縮

本工事は、冬期現場塗装工の品質確保、稼働率の低さと足場解体作業の危険回避により、平成22年11月末までの工期となった。計画工程では、調査計測後の設計反映、工場製作、現場施工を考慮すると翌年２月末までの工程となり、３ヶ月超過することが見込まれた。また、隣接工事との迂回路調整が発生したことにより、10月末までの約４ヶ月間を各工種の施工方法と工程の再検討を行い、工程短縮しなければならないことが問題となった。

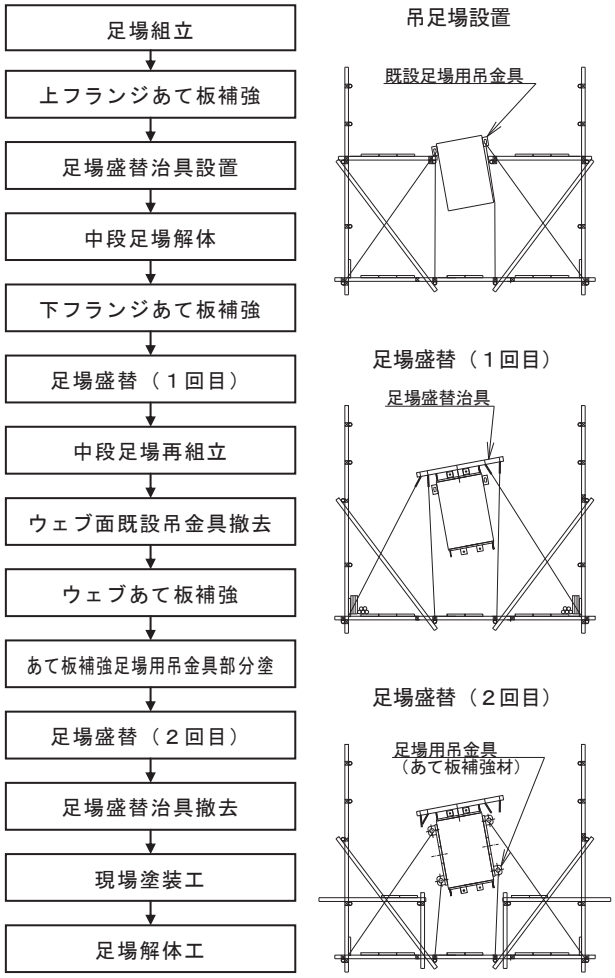
３．対応策と適用結果

問題点①に対しては、ウェブ面に設置されている既設足場用吊金具を撤去するため、足場盛替治具を考案し、仮設材として製作した（図−４、図−５）。足場全体の吊元を盛替えることにより、全面のあて板補強が可能とした。足場盛替治具は、形鋼を使用した単純な構造とし、アーチ勾配の変化に伴い、足場チェーン吊角度が対応できる構造とした。また、盛替えたチェーンがあて板補強材と接触しない構造とし、現場塗装のしやすい工夫を行った結果、アーチリブ全面へのあて板補強を支障なく施工することができた。



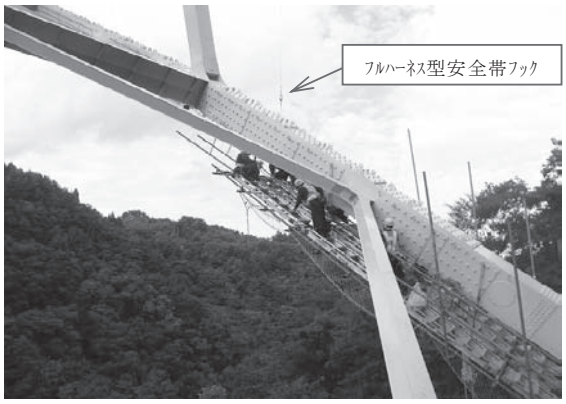
図−４　足場盛替治具設置状況

問題点②に対しては、アーチ基部足場の急勾配部の危険を回避するため、勾配を自由に変化させることが出来る可変型タラップを吊足場本体に採用した。建枠用の階段枠の使用についても検討した。



図−５　施工フローチャート

た。しかし、踏桟の角度が調整できないため、つま先下がりや、つま先上がりの状態が発生し転倒の危険性があった。通路、作業床として適当でないと判断し採用しなかった。また、上フランジおよびウェブの作業を行うため、中段足場を設置した。中段足場については、階段枠を単管にて調整可能な構造とした。これにより、調査計測やあて



図−６　足場解体状況

板作業において、無理な姿勢をすること無く作業を行うことができた。可変式タラップで組立・解体可能な足場構造にしたことにより、昇降時、足場組立・解体作業での転倒、墜落のリスクを小さくすることができた。さらに、足場組立・解体時は、先頭の作業員にフルハーネス型安全帯２丁掛を使用し、墜落災害の防止徹底に努めた（図−６）。これらの取組みにより、無事故にて作業を完了することができた。

問題点③に対して、当初は、夜間交通開放となっていた作業条件を工程短縮する施工方法として、昼夜間通行止を提案し、了解を得た。その結果、準備・片付け省略による１時間、夏期の早出残業の２時間、合計３時間を作業時間として確保した。また、高性能の孔明機械を採用し、日施工量を約３倍増とすることができた。

また、あて板補強工と現場塗装工において、施工範囲を平面的に宮古・久慈側、海・新橋側で４ブロック分割管理することとした。足場解体作業を塗装完了したブロックから行えるようにすることで作業の輻輳を可能とし効率化を図った。

さらに、あて板補強工の桁孔明工において、作業員１人当りの孔明本数と精度が、熟練度によりバラツキが発生するため、不稼動日を含め１パーティー１日当りの総孔明本数を管理した。日毎の班編成の人数を変更し、フォローアップを行った。このことにより、孔明作業は、遅れを生じさせることを無く約１ヶ月の工程短縮をおこなった。

現場塗装工においては、当初Ｃ−５塗装系であったが、Ｆ−11塗装系に変更した。この塗装系の変更により、工場での塗装は、下塗１層となり、現場出荷日数の短縮を行った。現場にて、補強材に設置した足場用吊金具部の先行塗装をすることにより、２回目の足場盛替作業と足場盛替治具の撤去作業を当初より２ヶ月短縮することが可能となった。このことにより、現場塗装作業を１度に全面施工可能とすることが可能となり、約１ヶ月の工程短縮を行った。

塗装完了したブロックから検査を受け、直ちに足場解体を行った結果、約４ヶ月の工程短縮を達成した（表−１）。

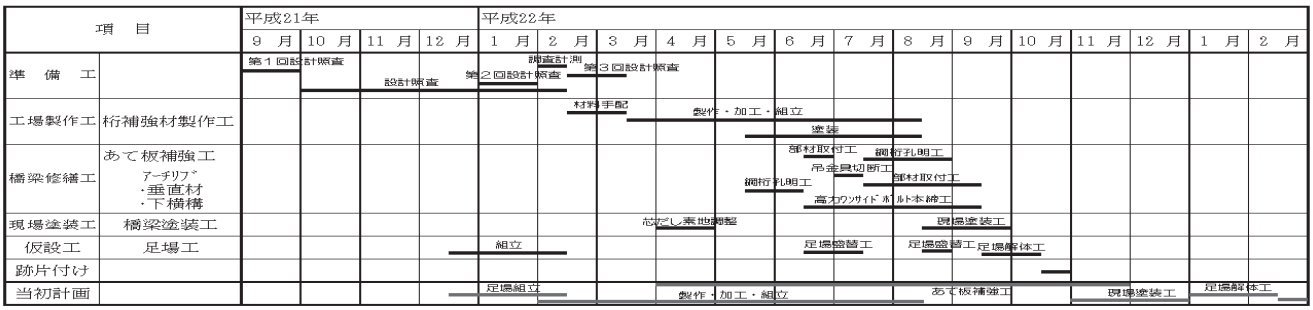
４．おわりに

今回、あて板補強に採用した足場盛替治具は、仮設材を人力により、設置・撤去が可能なものとした。全面あて板補強の工法として、橋梁の形式に対応した治具を考案することにより、施工が可能な工法である。足場盛替治具の構造は、単純で仮設材の製作・設置・撤去費は、低く抑えることができた。工期についても、当初困難と予想された、翌２月から11月までの４ヶ月間の工程短縮を実現できた。

高度経済成長期に整備された橋梁は、補修・補強の必要性が増している。今回行った工夫は、今後の補修工事にも活用できるものと考えられる。

本工事を無事故・無災害で完了できたことは、現場の工事特殊性をよく理解していただき、ご協力をいただいた久慈維持出張所をはじめ、国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所のご指導によるものであり、ここにお礼申し上げます。

表−１　実施工程表



28

品質管理

橋梁下部工におけるひび割れの抑制について

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
吉　川　真　人
Makoto Yoshikawa

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：宮崎218号北方 IC ランプ橋下部工外工事
⑵　発 注 者：国土交通省延岡河川国道事務所
⑶　工事場所：延岡市北方町南久保山地内
⑷　工　　期：平成21年９月10日～
　　平成22年３月30日

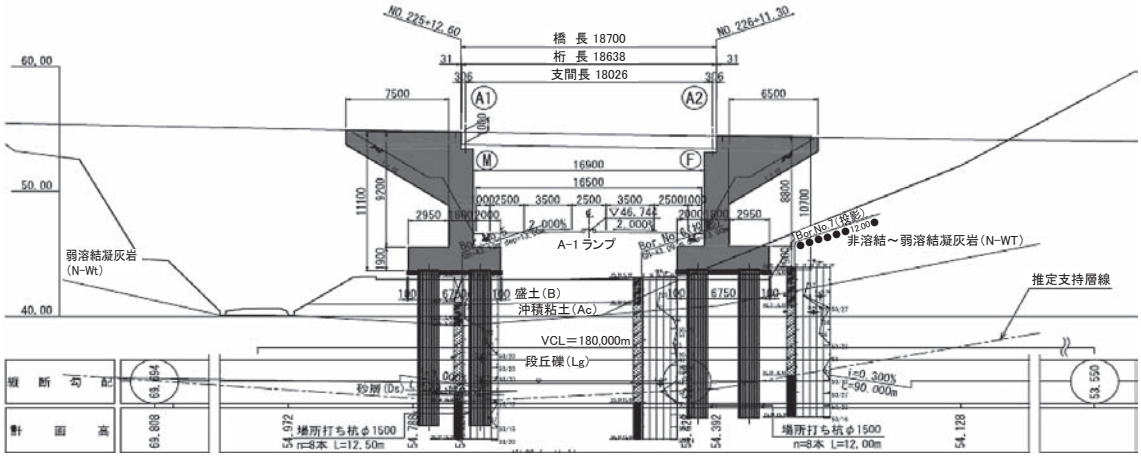
この工事は、高規格幹線道路網の一環として計画された北方延岡道路において、南久保山地区にある北方 IC のランプ橋（下部工）を施工する工事である。

設計条件は　道路規格：第１種、第３級
　　支 間 長：18.040m
　　形　　式：逆Ｔ式橋台
　　（Ａ１橋台・Ａ２橋台）

私たち土木技術者にとって、常々悩まされるのが躯体コンクリートに発生する「ひび割れ」です。

四角い箱物で、拘束され、伸縮目地のない「橋台」においては、発生の確率が高くなり、特に悩まされています。「なぜ、ここに発生するのだろうか？」と頭を悩ませる日々も多々あります。私なりには、大なり小なりに「ひび割れ」は、必ず発生するのだと思いますが…。

原因には、施工場所、気候、温度、鉄筋の配筋形状、生コンの品質・打設方法・養生・脱枠時期など、様々な現場条件が加味してきます。でも負けてはいられません。協力業者（鉄筋工、型枠・



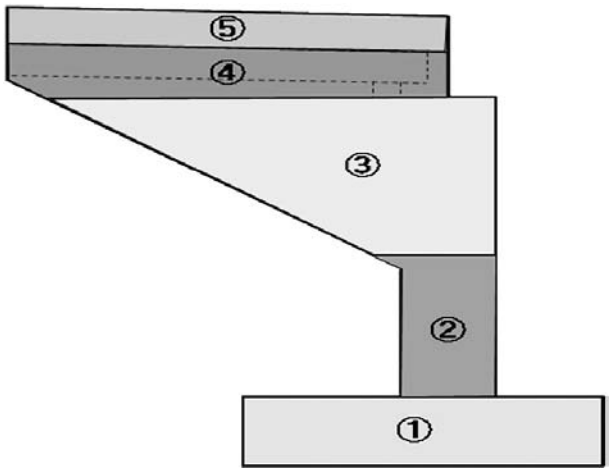
図−１　側面図

打設工)、生コン納入業者に協力を仰ぎ、個別、全体と事前打ち合わせを行いました。各々が「ひび割れ抑制」という、同じ目標を掲げて「より良い物作り」に挑みました。

２．現場における問題点

⑴　ひび割れ発生確率の高さ

まずリフト割を、フーチング、壁高欄を含めて５分割に分け、１リフト当たりの打継ぎ間隔を２週間と設定し、セメントメーカーに依頼して温度応力解析をおこなった。



図−２　リフト割図

②リフトにおいては、ひび割れ発生確率が100％、打継ぎ間隔を半分の１週間で考えても、99％という、非常に高い発生確率結果がでた。

⑵　施工場所の条件

施工時期が１月から３月と寒冷期であり、高千穂からの冷たい西風が吹き抜ける場所であるために、躯体コンクリートの急激な乾燥が考えられる。

⑶　施工による発生要因

・鉄筋かぶり不足による発生
・型枠の早期脱枠による発生
・打設・養生作業の手抜きによる発生
・ブリージングによる分離水の発生　等

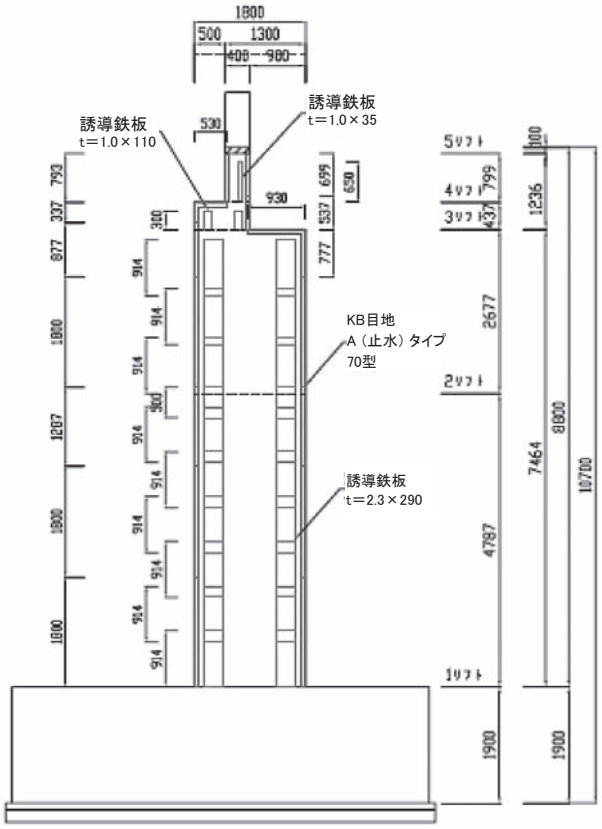
他にも多々要因があると思われるが、少しでもひび割れ要因を減らす必要がある。

３．対応策と適用結果

⑴　ひび割れ発生率の低減策

鉄筋業者、型枠・打設業者との工程調整をおこなう。スパン打継ぎ間隔は、Ａ１橋台、Ａ２橋台と平行作業のため、またスパンによって異なるが、最長10日を目標に工程を組む。

また、橋台中心付近が、ひび割れ発生可能性が高いために、誘発目地を設置する。温度応力解析



図−３　誘発目地設置側面図

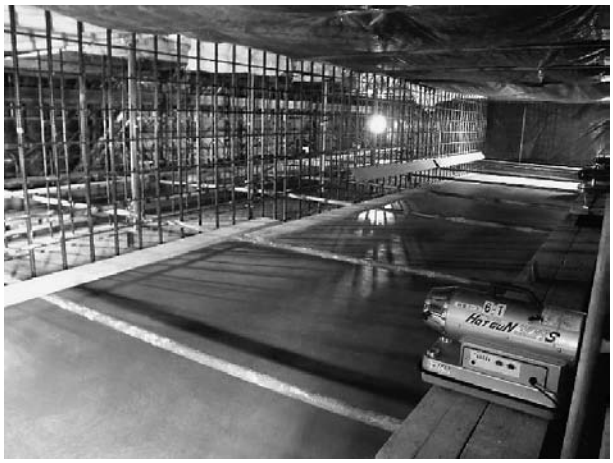


図−４　誘発目地設置状況

の結果、誘発目地を設置した場合、ひび割れ発生率が88％（計算上）に低減する。

⑵　施工場所条件の対応策

・生コン打設完了後、夜間から明け方の冷え込み(氷点下)に対し、外周・上部をブルーシートにて覆い、ポータブルヒーターを６台使用した。ポータブルヒーターは、軽量であるため、足場上での持ち歩きにも対応でき、燃料の使用量も満タン（10L）で約10時間使用することができる。



図−５　養生状況

・足場外周を防風ネットにて囲い、強い西風を防ぐとともに、コンクリートの乾燥防止に努めた。



図−６　外周防風ネット設置状況

・養生時、外気温と養生箇所内部との温度差は３℃近くあり、風の影響を受けることはなかった。また、コンクリートが凍てつくこともなかった。



図−７　養生時外気温（1.9℃）



図−８　養生時内部温度（5.0℃）

・型枠の脱枠は、打設日より最低２週間後とした。脱枠後は、ビニールシートによる被覆養生をおこない、コンクリート面の急激な乾燥を防止した。



図−９　ビニールシート養生

・生コンの打設高さを、１層あたり50cmと設定し、バイブレーターにビニールテープで50cm、60cm、１mとマーキングをおこない、下層部への挿入（10cm）も確認できるように工夫した。



図-10　生コン打設時の工夫

・ブリージング対策で、モアークリートを使用した。写真でも確認できるが、ブリージングよる分離水が殆ど確認されなかった。結果、脱枠時にもブリージングによる分離水の軌跡（特に型枠ジョイント部に多く発生）がなく、アバタの発生もほとんどなく、綺麗なコンクリート表面に仕上げることができた。

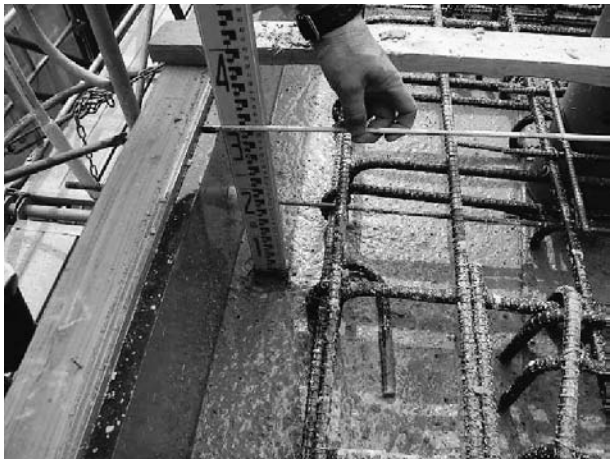


図-11　生コン打設時状況

モアークリートは、基本的に５㎥あたりに１袋、生コン車投入し、高速にて５～６回転攪拌すれば、電離作用により均一化する。（現場負担減）

・鉄筋のかぶりを確保するためには、フーチング鉄筋組立時に、精度の高い組立を行うことが必要である。このため、均しコンに躯体の墨を打ち、それに合わせ鉄筋を組み上げ、下げフリで立ちを確認しながら、鉄筋足場に固定を行う。

単純作業と思われがちだが、かなりの労力、時間を費やすことになったが、結果、躯体の鉄筋かぶり厚を確保することができた。

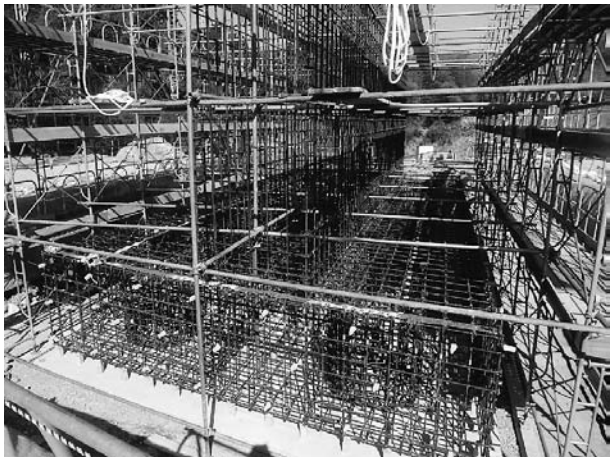


図-12　フーチング鉄筋完了時

４．おわりに

北方ICランプ橋の現場では「よりよい物作り」を目標に、社員、協力業者が全員一丸となって作業を進めてきました。結果、ひび割れの発生を抑制することができ、品質向上につながりました。発注者からも出来映えがよいと喜ばれました。一社でも欠ければ達成することができなかったでしょう。また近年、請負率の低い現場が多くなり、利益率も低い中、会社の理解が得られなかったらできなかった事だと思います。

会社には利益を上げないといけない傍ら、発注者からは、よい点数をもらわないといけない現状があり、反比例している事が、現場担当者の一番の悩みであり、苦悩するところです。

労力、お金をかければ、確かに一歩進んだ品質管理、綺麗な物はできると思いますが、今後、いかにコストを抑えて同等の躯体を作ることができるか、検討を続けていきたいと思います。

29

品質管理

函渠工におけるコンクリートの品質､耐久性の向上について

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　岡　部　光　男○　Mitsuo Okabe
現場代理人　山　本　直　樹　Naoki Yamamoto

1．はじめに

公共工事におけるコンクリート構造物の品質の向上は、長期にわたる公共構造物の耐久性の確保の観点から非常に重要である。また、そのコンクリート構造物の品質や出来栄えは、工事成績で高い評価を得る上で大きな要素となっている。

このことから、今回、当社が行った現場打ちの函渠において、コンクリートの品質及び耐久性の向上に有効であると思われるいくつかの工夫を実施し、その効果、問題点及び課題の確認を行った。

今回は、そのうち、特に有効であった３つの工夫（表−１参照）における、現場での課題・問題点と、その対応策、施工結果及び今後の課題について報告する。

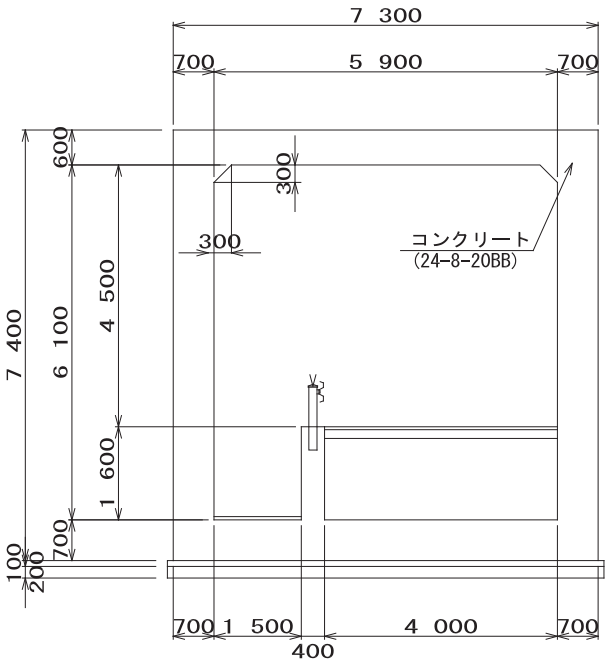
表−１　実施した工夫

番号	実施内容
①	側壁、頂版及び翼壁部へ使用するコンクリートに水和熱抑制型膨張材「太平洋ハイパーエクスパンＭ」を添加する。
②	底版及び頂版の天端の養生は保水性が高い「アクアマットＳタイプ」を使用する。
③	側壁、頂版及び翼壁の型枠・支保の存置期間をコンクリートの内部温度と外気温（日平均気温）の差が10℃となるまで延長する。

工事概要

当工事は、山口県の日本海側に面する長門市から萩市を東西に結ぶ延長15.2kmの萩・三隅道路（国道191号）の１区間590mの新設道路改良工事である。

現在供用している現国道191号は、異常気象（連続雨量150mm）時に通行止めとなり、幹線道路の機能を保つ際の大きな障害となっている。そのため、この萩・三隅道路は、この障害の解消と地域の活性化等を目指して計画された道路である。



図−１　函渠工断面図

⑴　工 事 名：萩・三隅道路蔵本改良その３工事
⑵　発 注 者：中国地方整備局山口河川国道事務所
⑶　工事場所：山口県萩市三見地内
⑷　工　　期：平成21年１月27日～
　　平成21年12月20日（328日間）
⑸　工事内容
　函渠工　１基(内空B5.9m×H6.1m×L25.0m)
　掘削工　138,000㎥、橋台工　１基

２．現場での課題・問題点

⑴工夫①　水和熱抑制型膨張材の添加

水和熱抑制型膨張材は、膨張材の一種で、主にマスコンクリート構造物に利用され、ケミカルプレストレス効果により、乾燥収縮を抑制して、ひび割れの発生を低減する効果がある。また、コンクリート中の微細空隙が緻密になり、水密性が向上する効果もある。

使用する膨張材は､太平洋マテリアル㈱製の「太平洋ハイパーエクスパンM」を使用することとした。

通常の函渠工では､「太平洋ハイパーエクスパン（構造用)」を使用することが一般的だが、今回の函渠工は壁厚が700mmであることから、マスコンクリートとして考え、膨張材を決定した。

問題点として､「太平洋ハイパーエクスパンM」は、夏季配合コンクリートで使用するAE減水剤遅延型と反応し、遅延効果が増大するため、硬化がかなり遅くなり、打設・養生に大きな影響があることがわかった。

また、今回使用するプラントでは､「太平洋ハイパーエクスパンM」の使用実績がないことから、事前の綿密な打ち合わせが必要となるほか、試験練りでしか効果の確認がとれず、実際の効果が未知数であった。

⑵工夫②　アクアマットＳタイプの使用

従来型のスポンジタイプ養生マットと「アクアマットＳタイプ」の違いは、主に水を含む材料が保水効果の高い材料を使用している点と片面が不透水のフィルムになっており蒸発を防ぐ構造となっている点である。重量は330g/㎡とやや重いが、厚さは1.3mmとコンパクトであった。

従来型マットと比べて、散水頻度及び養生効果については不明なため、実際に使用することで効果を確認する必要があった。

⑶工夫③　型枠・支保の存置期間の延長

実施前に三次元温度応力解析を行った結果、実施に対して特に問題はなかったが、躯体内に異物（熱電対）を入れることから、発注者の承諾が必要であった。

３．対応策、施工結果、今後の課題

⑴工夫①（水和熱抑制型膨張材の添加）

夏季配合による遅延効果が増大することについては、発注者にその旨を説明し、本来、夏季配合で打設する時期であったが、標準配合（AE減水剤標準型使用）で打設を行うことで、遅延効果の増大による影響を回避した。

膨張材の投入計画については､当社､コンクリートプラント及びセメントメーカーのあいだで綿密な打ち合わせを行って決定した。

函渠工の躯体コンクリートのベースコンクリート（設計配合24-８-20BB）に水和熱抑制型膨張材「太平洋ハイパーエクスパンM」を20kg/㎥の割合で添加した。

膨張材は、プラントでバッチャープラントミキサー上部の投入口から１バッチ（2.0㎥）に２袋（20kg/袋）の割合で人力によって投入して混合した。

膨張材の性能については、試験練り時に拘束膨張試験（JIS　A6202の参考１）を行い、膨張コンクリートの規格を満足していることを確認した（膨張率規格150×10^{-6}～250×10^{-6}に対し確認値は204×10^{-6}であった)。

打設の結果､「太平洋ハイパーエクスパンM」を添加したことにより、クラックのない側壁、頂版及び翼壁コンクリートを打設することができた。



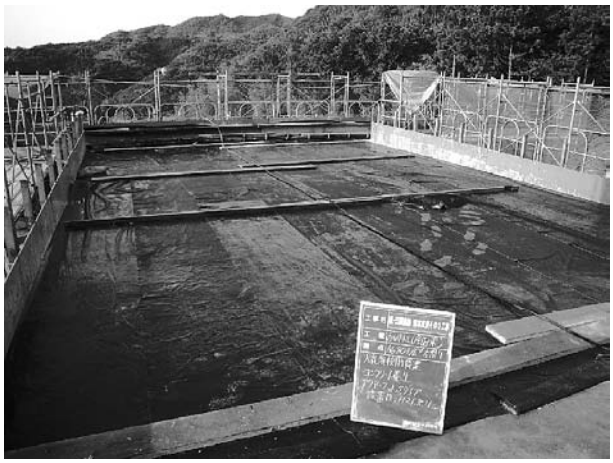
図−２　試験練り状況（手前が拘束膨張試験用供試体）

しかし、膨張材の添加を計画しなかった函渠の水路壁及び橋台工の躯体にはクラックが発生した（最大0.3mm）。水路壁は、幅400mm、目地間隔12mであり、底版コンクリートによる拘束のため、膨張材の添加のみでクラックを防止することは困難であったと考えられる。一方、橋台では乾燥収縮によるクラックが多かったことから、函渠への膨張材の添加は、効果があったと考えられる。

以上のことから、膨張材の添加によるひび割れ防止効果を確認することができた。今後は施工業者としてよりコンクリートの品質・耐久性を向上するため、クラックの発生が予測される重要構造物に関しては、膨張材の添加等の対策を実施することが大切であると思われる。

⑵工夫②（アクアマットＳタイプの使用）

「アクアマットＳタイプ」を使用した結果、非常に高い保水性により、天候にもよるが、２日に１回程度の注水（通常のマットの場合１日に１回以上注水が必要）で、適切な養生を行うことができた。



図−３　アクアマット設置状況

ただし、保水性が高い分マット自体が重くなり撤去時にやや施工性を欠いた。また、フィルムが張ってあることで従来型と比較して柔軟性がなかった。このことから頂版など平坦で広い場所はアクアマット、鉄筋部など狭小部は従来型と使い分けることで、より効果のある養生が可能であると考えられる。

⑶　工夫③（型枠・支保の存置期間の延長）

函渠における温度計測は、躯体内に異物を入れることから事前に発注者に施工計画を提出し、承諾を受けた上で設置を行った。

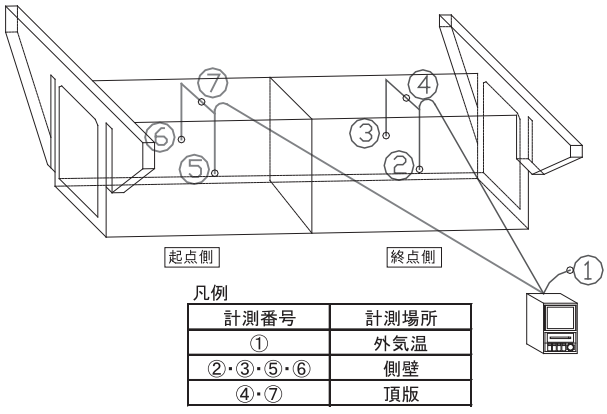
計測機器は、表−２のとおりである。

コンクリートの内部温度は、図−４に示すとおり、各スパンにおいて側壁部及び頂版部で３箇所の計６箇所（２スパン分）を計測した。

８月10日に起点側のスパンを打設した後の温度計測の結果、打設した翌日のコンクリート温度が約60℃まで上昇し、その後徐々に下がっていき、

表−２　計測機器

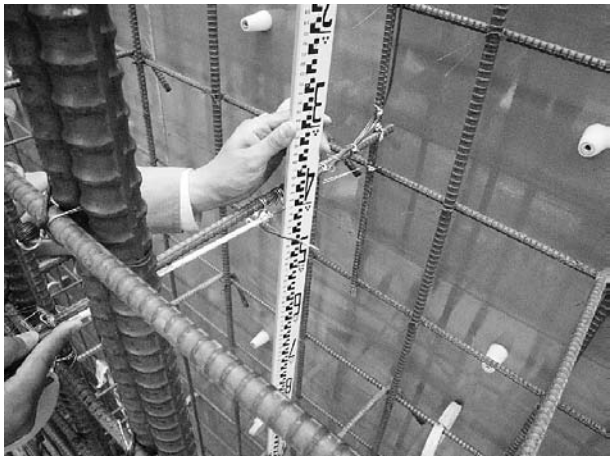
機　　器	用　　途	数　量
熱電対(T 型)	温度計測	7 本
データロガー(MV112)	データ記録	1 台
無停電電源装置	電　　源	1 台



凡例

計測番号	計測場所
①	外気温
②・③・⑤・⑥	側壁
④・⑦	頂版

図−４　温度計測位置図

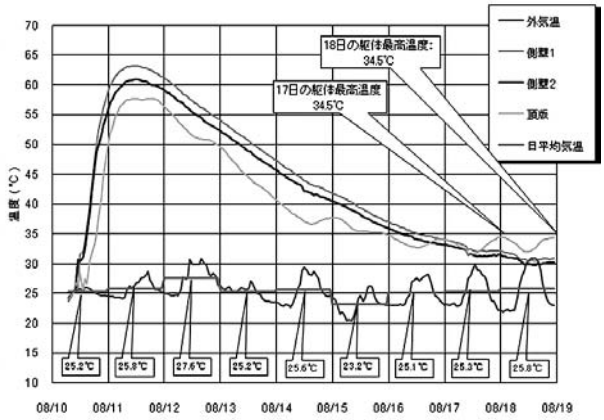


図−５　熱電対（側壁部）

７日目には30～35℃となり、日平均気温との差が10℃を下回ったため、強度確認後の脱型が可能となった(図−６)。その後、強度確認用のテストピースをσ９で確認した結果、必要強度14N/mm²に対し27.3N/㎟が確認できたため、10日目に脱型を行った。

また、計測結果を分析したところ、側壁部では外気温の温度変化の影響をほとんど受けず内部温度の降下速度がほぼ一定なのに対し、頂版部では１日の間で温度変化が生じた。さらに温度が１日の間で最大になるのが夜間という結果となった。

これは、頂版部に太陽光が直射することに加えて、アクアマットの表面が黒いことが、さらに温度の上昇を助長したものと思われる。夜間の温度上昇については、昼間にコンクリート表面が温められ、その温度が頂版内部に設置した熱電対に届くまでに時間を要したためと考えられる。



図−６　温度計測結果

従来、強度のみで脱型の時期を決定していたが、三次元温度応力解析を行うことで、脱型の適切な時期の決定の根拠となった。発注者に対して数字でその根拠が示せることもアピールの一つとなる。

ただし、温度計測の結果分かった頂版部のコンクリートの温度変化はクラックの発生の要因となり、コンクリートの品質面であまり好ましくないと考える。今後、アクアマットを使用した頂版の養生時には、直射光による温度変化を極力減らすことが必要であることから、遮光ネット等で直射光を遮った方がコンクリートの品質、耐久性の向上につながると考えられる。



図−７　脱枠後の状況

４．おわりに

今回実施した工夫を活用することにより、品質・耐久性の高い函渠コンクリートを打設することができた。各工夫の内容については『３.』の中で述べた今後の課題を改善することによりさらに効果が期待できるものと思われる。

コストに関して、膨張材添加は、コンクリート価格の２割強増とややコストがかかるが、アクアマット及び熱電対に関しては、費用対効果はあるものと考える。

最後に土木技術者として、今後はコストとのバランスをよく考慮しながら、さらにいろいろな技術を採用することにより、よりよい品質のコンクリートを打設するよう努力していきたいと思う。

30

品質管理

脱色アスファルト混合物に関する品質管理

神奈川県土木施工管理技士会
大成ロテック株式会社　青海合材工場

係長	係長	課長代理
守　屋　貴　夫○	伊　藤　大　輔	市　嶋　貴　雄
Takao Moriya	Daisuke Itou	Takao Ichijima

1．はじめに

公園の舗装や景観に配慮した外構工事などで、脱色アスファルト舗装が採用されていることがよくある。脱色アスファルト舗装とは、一般的に天然砂利と脱色アスファルトを混合した加熱アスファルト舗装で、骨材の色が舗装面に現れるため自然な風合いのある舗装である。このため、通常の黒いアスファルト舗装と同じように施工することが可能である反面、製造や施工において色合いを損なわないように、通常のアスファルト舗装以上に留意すべき事項がある。

このようなことから、本文は、合材工場の品質管理担当者の観点から、脱色アスファルト舗装について、混合物製造および施工上の問題点とその対策について示す。

脱色アスファルト舗装に使用する混合物（以下脱色アスファルト混合物と称する）は、骨材と脱色アスファルトで構成されている。骨材は一般的に瀬戸砂利や猿投砂利、石灰石など色の鮮やかな骨材を用いる。図－１、２に瀬戸砂利および猿投砂利の例を示す。



図−１　瀬戸砂利



図−２　猿投砂利

また、脱色アスファルトは透明性の高い石油樹脂系結合材で、アスファルトメーカーが重交通対応や軽交通用対応など、適用別にそれぞれ数種類のラインナップを揃えている。

2．現場における問題点

⑴　製造・出荷に関して

当社青海合材工場での脱色アスファルト混合物の配合例を表－１に示す。

表−１　脱色アスファルト混合物の配合例

材料	砂利	砂	石粉	アスファルト
配合率（%）	75.5	19	5.5	4.4
材質	自然石	自然石	石灰岩	脱色アスファルト
産地・製造	豊田市	豊田市	秩父郡	埼玉県

一般的に、合材工場では通常の黒いアスファルト混合物を製造しているため、ミキサ内は黒い汚れが付着している。このような状態で脱色アスファルト混合物を製造すると、黒ずみが生じ本来の色合いを損なってしまう。

また、ベルトコンベア，ドライヤ，スクリーンやホットビンなどのプラント設備にも、通常の骨

材や微粒分が付着していることがあり、これらが黒ずみの原因になることもある。

⑵　施工に関して

通常のアスファルトフィニッシャには、アスファルト（黒い汚れ）が付着している。このような状態で脱色アスファルト混合物の舗設を行うと、図－３に示すように、舗設面に汚れが生じることがある。次に、図－４は、アスファルトフィニッシャに付着していたアスファルト混合物が施工中に加熱され軟化して剥がれ、脱色アスファルト混合物に混入した例である。



図-３　敷均し面センターの汚れ

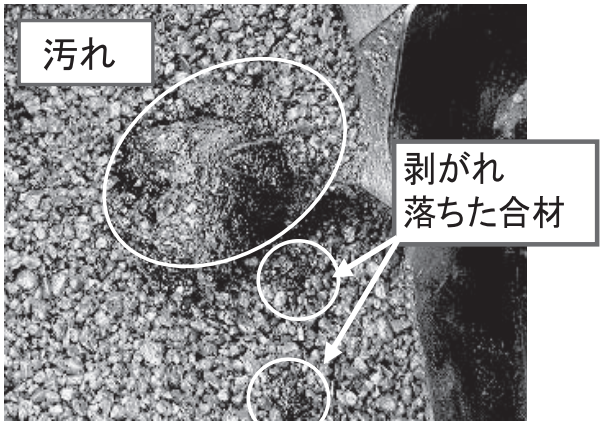


図-４　加熱され剥がれた合材による汚れ

また、舗設時の付着防止剤として、一般的に軽油を使用するが、脱色アスファルト混合物では、舗設表面に軽油が付着すると、部分的に脱色アスファルトが剥離（カットバック）し、色合いを損なう恐れがある。

⑶　色合いの変化

脱色アスファルト混合物は、熱履歴により色むらが生じやすい混合物である。この色むらは、紫外線による劣化や、人や車両の通行により骨材面のアスファルト被膜が剥がれ、骨材面が露出し、自然石本来の色が現れることなどにより、供用後の時間経過とともに軽減する。

しかしながら、施工直後の色むらについて客先から指摘されることが多々ある。このような指摘を回避するためにも客先に対し、事前に脱色アスファルト混合物の供用後の色合いの変化を説明しておくことが重要である。

３．対応策と適用結果

⑴　製造・出荷に関して

脱色アスファルト混合物を出荷する際は、ミキサ，ベルトコンベアやドライヤなど、プラント設備の汚れを取り除くために、使用する天然砂利で捨てバッチを行う。

捨てバッチ毎の混合物の色の変化例を図－５に示す。写真から、捨てバッチを７回以上行うと、混合物の色合いの変化はなくなり、均一な色合いを呈した混合物が出荷できるといえる。



図-５　捨てバッチによる混合物の色の変化

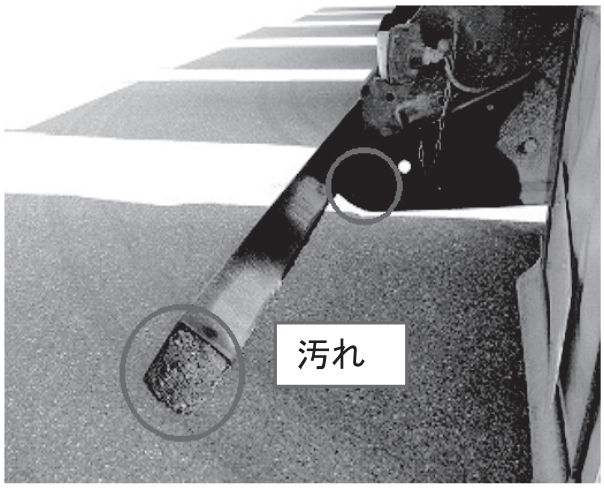
ここで、一日の施工数量、施工速度、施工方法などの施工条件により、脱色アスファルト混合物の出荷サイクルが変わる。出荷サイクル（連続出

荷）を分割すると、そのたびに捨てバッチを行う必要がある。これにより、材料のロスが増加しコストアップにつながることになるので、事前に現場サイドと出荷サイクルに対して入念に打合せを行うことが重要である。

また、運搬用のダンプトラックについても、プント設備と同様、清掃を行う。ダンプトラックの清掃は、荷台だけではなくバンパーフレームの裏や、あおりのキャッチ部分なども念入りに清掃することが重要である。



図−6　ダンプトラック荷台の清掃



図−7　バンパーフレームの汚れ

⑵　施工に関して

アスファルトフィニッシャは、バーフィーダのセンター仕切りとバーフィーダーチェーンの隙間、アジャスタの足場の隙間、スクリュウやアイロン伸縮部分の隠れている部分も、全張り出しして念入りに清掃する。特に、アスファルトは温度が上がることにより取れやすくなるので、加熱しながらの作業が必要である。

また、植物系などの付着防止剤であっても多量に使用すると、骨材表面のアスファルト分がカットバックし、色むらが生じることがあるので、使用量や希釈率などに留意が必要である。

⑶　色合いの変化

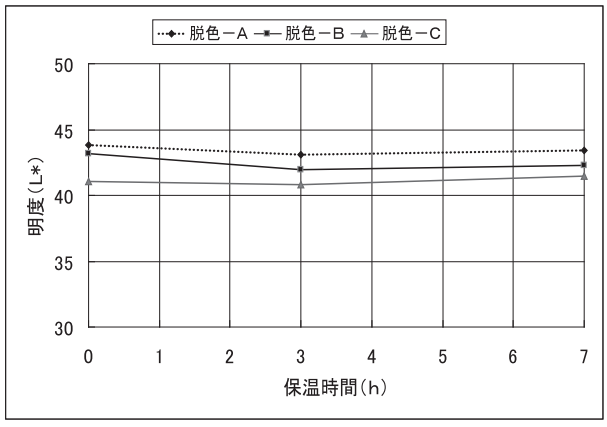
脱色アスファルトの熱による影響と、脱色アスファルト混合物の供用後の色（明るさ）の変化について実験を行い検証した。

①脱色アスファルト単体

脱色アスファルト単体（メーカーの違う３種類）の保温時間による色の変化を検証した。これは、ローリーやアスファルトタンクでの保温貯蔵を想定し、これが色合いに及ぼす影響を確認するためである。色合いの評価は、色彩色差計による明度で行った。

明度の変化を図－８に示す。ここで、明度が小さいほど黒っぽい色合いであることを示している。

図より、脱色アスファルトの種類に関わらず、保温７時間までの明度の変化は±2.5程度であり、７時間程度の保温であれば脱色アスファルト単体に変色は生じないものと判断できる。



図−8　脱色アスファルト単体の保温による明度の変化

②脱色アスファルト混合物

脱色アスファルト混合物においても、混合直後に作成した供試体と最適混合温度で７時間保温し

た供試体について、屋外暴露させた場合の明度の変化を検証した。混合物の保温はサイロ出荷や運搬、現場での待機を想定したものである。

経過日数と明度の関係を図－９（保温なし）および、図－10（７時間保温）に示す。

脱色アスファルト混合物は、経過日数とともに紫外線劣化等により白っぽくなることがわかる。

また、７時間保温した混合物では、保温なしの混合物と比べて、初期の明度が低いことがわかる。このことは、通常出荷（保温なし）とサイロ出荷（保温有り）を併用すると、舗装に色むらが生じる可能性があることを示している。なお、長時間ダンプを待機させることでも色むらを生じさせる原因になると推察される。

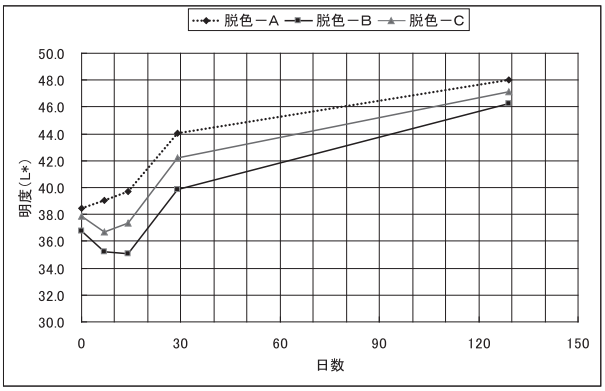


図-９　保温時間なし供試体の明度の変化

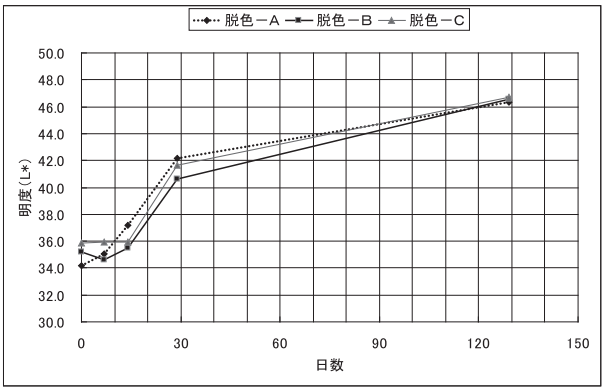


図-10　７時間保温供試体の明度の変化

次に、暴露２年経過後の供試体の状況を図－11に示す。なお、供用に伴う表面の摩耗を想定して、作製直後にデッキブラシで表面を削った供試体についても併せて示している。

図－11から、２年経過した供試体は、舗設直後の供試体に比べて白っぽくなっている。また、表面を削っていないものは、水の影響を受けてさらに白っぽくなっている様子が伺える。

供用後の脱色アスファルト舗装は、人や車両の通行により表面の脱色アスファルト被膜が剥がれ、自然石本来の色合いを呈するようになる。しかし、人や車両の通行がなかったり、部分的に通行しない箇所については白っぽく変色した面が残り、色むらとの指摘の原因となる。このようなことが想定される場合は、事前に客先にこのような現象を説明するとともに、施工直後にデッキブラシなどで表面を擦るなどの対応が必要である。

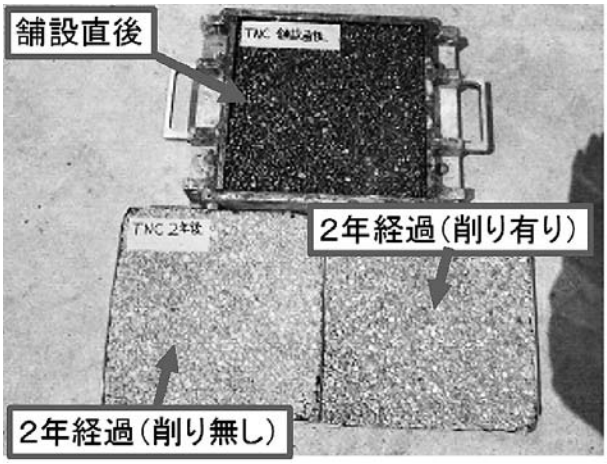


図-11　２年経過後の色の変化

４．おわりに

脱色アスファルト舗装について、景観性を向上させるための混合物製造および施工上の対策を取りまとめると、次の通りである。

①脱色アスファルト舗装は、通常のアスファルト舗装と同様の施工が可能であるが、舗設現場やプラントでの事前準備が重要である。

②脱色アスファルト混合物出荷の際は、ミキサやプラントなどの設備を十分に清掃する。

③脱色アスファルト混合物出荷の際は、事前の打ち合わせを十分に行い、出荷量、出荷サイクルなど、現場と合材工場の連絡を密にする必要がある。なお、製造に伴う色むらを抑制するため

に連続的な出荷が望ましい。
④アスファルトフィニッシャやダンプトラックの清掃を細部まで入念に行う。
⑤発注者には、事前に供用による色の変化を説明し、舗設直後や供用後の表面性状のイメージを共有するようにする。

これら対策を確実に行い、景観舗装として脱色アスファルト舗装（弊社技術名：TNC 自然色舗装）をさらに普及させていきたいと考えている。

31

品質管理

鋼管矢板打設作業における溶接足場の工夫について

東京土木施工管理技士会
りんかい日産建設株式会社
土木部参事
堀　川　重　則○　　新　谷　道　行
Shigenori Horikawa　　Mitiyuki Niya

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度　名古屋港鍋田ふ頭岸壁（－12m）土留工事
⑵　発 注 者：中部地方整備局名古屋港湾事務所
⑶　工事場所：愛知県弥富市富浜４丁目地先
⑷　工　　期：平成21年12月１日～
　　平成22年９月30日

鋼管矢板φ1,700L＝41.7m（二本繋ぎ）n＝123本の打設が主な工事です。

発注者からの要求事項として、「鋼管矢板の上下継手部の現場接合における品質について、各矢板の継手部相互の均質性向上に資する施工方法に関する提案」が求められておりその対策として、以下の取り組みを行いました。

一般的な対策としては、

「降雨、降雪、強風、及び気温５℃以下の低温等の悪条件下で作業を行ってはならない。

溶接時は、導材を利用して足場板を敷設した足場を作製し、足場外周はネットにて養生する」である。この要求事項に対して今回の施工では、杭打作業の期間が２月から４月であり、この時期の名古屋港の地域特性として

１．冬季間は北西風「伊吹オロシ」が卓越する。（図－１参照）
２．施工現場が埋立地であり、風をさえぎるものが何も無く、風速は最大15m/sec を越える。（図－１参照）

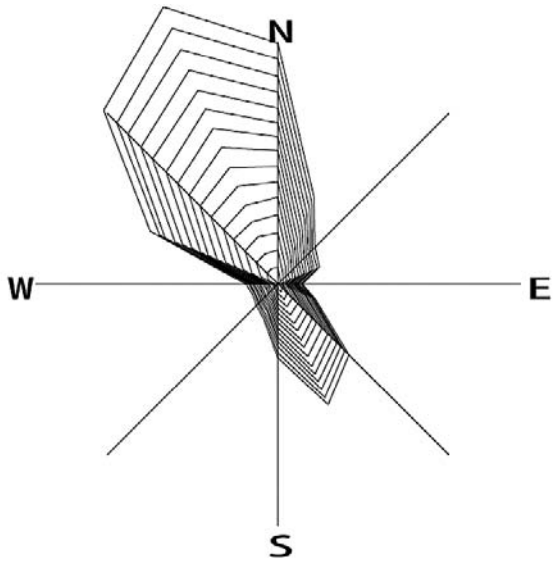


図-１　名古屋地区における過去15年間の風配図

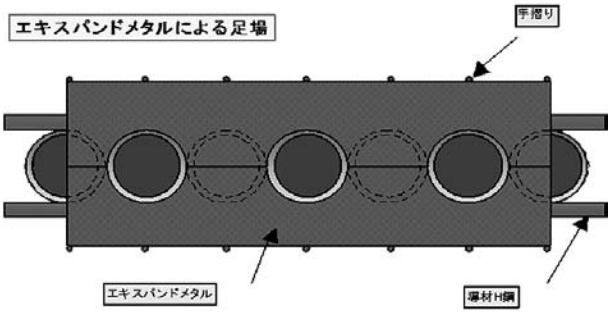
この風から溶接箇所を防護する（溶接箇所の品質を向上させる）ために以下のような提案を行いました。

溶接作業におきましては、
「導材上に平坦な溶接足場を設置し、足場外周には手摺を利用したシート養生を施す。
これにより、常に安定した姿勢での作業条件が確保され、風に対する遮蔽性も向上するため、継手部の均質性が向上できる」とし、これを実施しました。
詳細な施工方法に関する配慮すべき事項として
(a) 足場板で足場を設置した場合、段差や隙間が生じ、つまづきや踏み外しにより溶接時の安定した姿勢が確保しにくい。
(b) 溶接作業が行い易い鋼管矢板の下杭、上杭の施工順序の計画及びそれに見合った足場の構造とする必要がある。
(c) 施工箇所が湾岸部のため、風養生には潮風に対する遮蔽性に優れたシートを採用する必要があるとともに、溶接箇所に風が当たりにくい高さを確保する必要がある。

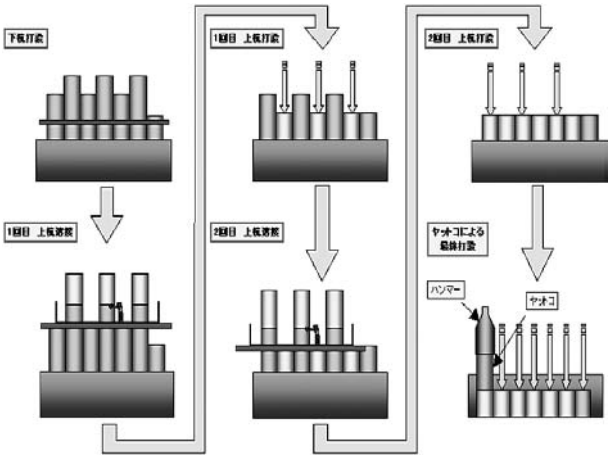
解決策として
(a) 足場材にはエキスパンドメタルを使用し、溶接者が足元を気にすることなく作業が行える様、段差や隙間がなく滑りにくい構造とする。（図－２参照）
(b) 導材の長さ分の下杭を１本おきに高さを変えて打設し、１本おきに順次溶接することで、足場を広く使用でき効率の良い施工を行うことができる。（図－３参照）
(c) 風養生の高さは、溶接者が作業し易い溶接高さである胸高（約1.3m）より高い1.8m とし、シートには遮蔽性に優れた防炎シート同等品を使用する。（図－４参照）

期待される効果と確実性及びその根拠として、

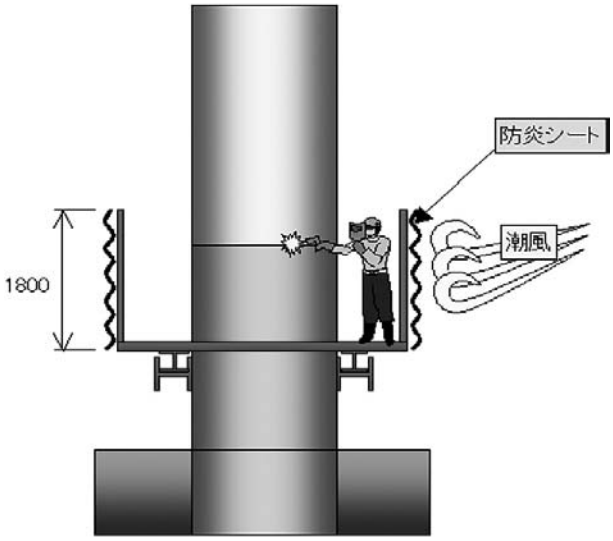
(a) 溶接作業時の足場を平坦で隙間がなく、また溶接者が移動し易い安全なものとすることで、安定した姿勢で溶接することが可能となる。これにより溶接部が不連続や不等厚となる大きな要因を排除することができ、継手部の均質性が向上できる。また、常に溶接足場を確保できる打設順序、溶接順序とすることで、足場設置上の不具合を防止する。
(b) 溶接足場外周の手すりに高さ１.８ｍのシートによる風養生を施すことで、風によるブローホールやスラグの混入及び塩分の付着による錆びの発生等の溶接不良を防止し、継手部の品質が向上できる。



図−２　溶接足場平面図



図−３　鋼管矢板打設順序図



図−４　シートによる風養生

又、鋼管矢板の直径が1,700mm（t＝25mm）と肉厚で大口径であるため、一箇所を一人で行った場合１日あたり１箇所しかできない。この継ぎ手部分の溶接作業時間が杭打ち工程を大きく左右することになる。したがって、溶接時間が杭打作業のクリティカルパスであり、その対策として

１）溶接技能者の確保（８名）

２）風除け対策を施した溶接足場の設置（４セット）

３）杭打機を２パーティ投入し、建て込み作業と打込み作業に区分して効率化を図った。



図−５　実際の取付・使用状況



図−６　実際の溶接状況

２．現場における問題点

風除け対策の効果として、溶接箇所すべてにおいて良好な結果であり、十分な効果が得られたものと考えられる。尚、溶接足場は４基製作し溶接作業員８名（２名／組とし最大４組）が同時に施工できるよう準備したが、杭の建て込み打設及び打ち下げの各工程を調整したところ実際の施工では溶接足場は３組の転用で十分に間に合った。

今回は工程最優先として準備したため、結果的には少々過剰な設備投資となった。又、風除けを含み全体を二分割として鋼管を挟み込む構造としたが、半分でも約１トン弱の重量となり、設置・撤去及び移設作業には大型のクレーンが必要となった。さらに仮置スペース等十分な施工ヤードが必要である。（１／２分割で　L＝6.8m、B＝1.7m、H＝1.8m）

風が想定以上に強く、風養生として周囲に張った防災シートがハトメ部分からちぎれてしまい、施工途中で交換することが度々有った。

３．工夫・改善点　と　適用結果

施工基面（足場の高さ）が地上1.5m あり、昇降設備及び出入り口の構造が現場合わせとなり、特に作業に支障が生じた訳ではないが、足場への乗り降り及び出入りに少々不便な状況が生じ、今後の課題とした。又、強風によるハトメ部分からのちぎれに対しては、その都度新品に交換するよ

りも、防災シート地の事前補強を今後の課題とした。

総合的な判定としては、風対策効果は抜群であり溶接作業にまったく支承は生じなかった。作業足場としてもエキスパンドメタルで全面を覆ったため、段差の無いフラットな溶接足場が確保でき、溶接作業者からも高い評価を受けた。又、発注者からの評価も高く、品質面では高い信頼を得ることができた。

4．おわりに

今回の工事では、施工規模が大きいため大型の機械を使用でき、施工ヤードも広く確保できたことにより、施工性が非常に良い現場となり、施工上の対応において自由度が高く、色々な方法や対策をチャレンジできる現場であった。技術的には採用したくても費用の面で採用をあきらめる工法や対策が多い中、今回は計画したことをすべて実行することが出来、今後の施工に向けて良い実績を作ることができた。

建設業界を取り巻く環境は、日に日に厳しさを増しており、特に今年度に入ってからは受注が激減し、現に私も10月以降は担当する工事が無く生産性の無い業務こなす毎日です。このような時にこそ、安全性・品質・工程・出来形等、より良いものを作ることが、厳しい状況を切り開くために必要な我々土木技術者の使命であると考えます。

32

品質管理

場所打杭の余盛りコンクリートについて

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
工事部　高　橋　秀　典○　Hidenori Takahashi
工事部　佐　薙　泰　久　Yasuhisa Sanagi

1．はじめに

当工事は、JR跨線橋下部工事であり、既設県道のJR下越えの冠水対策事業の一貫である新居浜東港線のバイパス工事である。

発注者・施工者とも、コンクリートに発生するクラックが有害であり、いかになくするかが課題になっている。今日においては、クラック発生後は調査並びにクラック補修が行われているが、原因調査・補修等にかかる費用がかさむようになってきている。施工現場におけるクラック低減対応により、有害クラックの発生を少なくすれば、躯体完成後のクラック補修が少なくなり経済面及びコンクリート構造物の信頼性が高まる。

本工事においては、基礎にクラックが発生すると上部構造物に影響をあたえる恐れがあるため、重要構造物の土台となる、場所打杭のクラック低減に工夫を考えてみた。

工事概要

⑴　工 事 名：交道改第２号の１
　　（－）新居浜東港線
　　地方道路整備工事
⑵　発 注 者：愛媛県東予地方局道路課
⑶　工事場所：愛媛県新居浜市郷
⑷　工　　期：自）平成22年８月26日
　　至）平成23年２月28日
⑸　工事内容：Ａ２橋台　１基
　　場所打杭工　10本

2．問題点

現場での杭頭処理時の杭への振動によりクラックが発生すると思われる。またJR線が近接しているため、現場で全はつりを行えば振動等の問題が予想される。またJR線越えに民家が集中している。現場は谷あいのため、コンクリートはつり時に騒音等が共鳴して影響が予想されるので、コンクリートの余盛部を切り離しクレーンにて撤去し、影響の無い場所へ運搬し、そこで小割を行う事にしたが、杭頭を撤去するときに、鉄筋とコンクリートの付着や鉄筋のずれがあれば、うまくコクリートの切り離しが出来なくなり、杭本体と余盛部撤去時に予期出来ない力がかかり、杭本体への影響が考えられクラック発生の要因の一つと思われる。

また、杭頭処理後の鉄筋にモルタル等付着するので、清掃等が必要になり、人件費がかさむ恐れが生じる。

また、補修することによって工程のズレが生じて工程管理に影響を与える恐れがある。はつり工による全はつりの場合時間等が長くなり、騒音等による地元住民からの苦情がでる恐れがある。

また、全はつりにかかる工数と切り離し後の重



図−1　余盛コンクリート撤去状況



図−2　余盛コンクリート撤去完了



図−3　発泡スチロールカバー設置状況

機によるハツリ等を考えれば、施工日数の違いがあり、工程に多大なる影響を与える恐れがある。

3．原因の推定

杭頭処理時に余盛コンクリート徹去で外側からはつりをかけると、鉄筋まで振動が伝わり鉄筋部からのクラックが発生すると思われる。また、コンクリートの収縮膨張による圧力で溌泡スチロールカバーが変形し、うまく発泡スチロールカバーとコンクリートが剥離せず、切り離し時に異常な圧力がかかり、鉄筋を引っ張る要因となる。

掘削時に鉄筋を引っかけ曲がりにより、切り離し時に異常な圧力がかかり、鉄筋が引っ張られて、クラックが生じると思われる。発泡スチロールカバーの浮きあがり及びコンクリートの打ちすぎによる上部よりのモルタル流入で付着力が大きくなり、杭頭処理時に鉄筋に付着したコンクリートを撤去するために余分な力を加えてクラックが生じると思われる。また、場所打杭コンクリート打設終了後、オールケーシング機の移動によって、孔壁が崩壊して、コンクリート部分に落石等がありクラックが発生する恐れがあると思われる。また、杭基準高さのコンクリートカッターの入れが浅く杭頭処理時のはつり等でクラックが発生すると思われる。

はつり時に直接鉄筋にあたりフープ筋まで振動等が伝わり、クラックが発生すると思われる。また、はつり時にはつり機による過大な力が加わりクラックが発生すると思われる。

コンクリート養生期間が取れていないのに、はつりをおこない振動等を与えクラックが発生すると思われる。ケーシング引き抜き速度が速いためにコンクリートが引きつられて空洞が出来てその場所に圧力が加わりクラックが発生すると思われる。

4．対応策

対応策として発泡スチロールカバーの径を鉄筋径が今回 D32なので､隙間が少ないようにφ40mmのものを使用し、モルタル及びセンメントノロの流入を防ぐとともに、発泡スチロールカバーの浮き上がり防止にも気をつける。

鉄筋組立時、余盛コンクリート部の設計高をチェックし誤差のないようにする。設計より低い場

合は杭頭部に不純物の発泡スチロールカバーが残り撤去に費用等が発生する。また設計より高い場合はその部分にコンクリートに鉄筋が付着して、はつり時に振動を与え余分な費用がかかると思われる。

コンクリート打設後、養生は敷鉄板を置いて、安全対策に努めるとともにコンクリート打設面を保護する。

発泡スチロールカバーの浮き上がり防止対策として、下部で結束線にて堅固に緊結しモルタル流入を防ぐように努める。また、コンクリート打設時は発泡スチロールカバーの浮き上がりをチェックしながら慎重に打設しケーシング引抜後も確認する。

上部においては発泡スチロールカバーがコンクリートに埋まらないように、コンクリート打設高さをたえず管理する。

鉄筋の高さチェックは杭頭部からの測量でおこない鉄筋設置時､コンクリート打設中､コンクリート打設後に確認する。また、掘削時には杭の位置を測量マーキングをして、杭の周囲から施工し、鉄筋を引っかけないように慎重に重機で掘削を行う。

余盛コンクリート部分のカッター刃は鉄筋被り（15cm）なので、10cm 挿入としハツリ時には負荷をかけないように、慎重に施工する。また、JR 線が近接しているので、杭頭処理後の余盛部コンクリートガラを半径１キロメートル内に民家が無い白石建設工業株式会社の管理本部に運搬をして、子割りをして、産業廃棄物処分を行う。

余盛部コンクリートの切り離し時に打ち込むせり矢の位置はカッター面より20センチメートル以上は上部で人力によりコンプレッサーでせり矢を打ち込み切離しの施工をした。カッター面から20センチメートルのはつりはコンプッサー圧を下げて小さくていねいに人力で施工し振動等が少しでも低減するように努める。

杭芯セットは定規を使い、慎重にケーシングの建て込みをする。



図−４　ケーシング引抜状況



図−５　場外運搬

杭径の確保はケーシングの径をあらかじめ確認して、引き抜き時に土圧等で変形しないように速度を調整する。

５．おわりに

今回は十分に注意をして、杭頭処理をおこなったので､クラックは入りませんでした｡今後は様々な要因から、クラックなどの発生が懸念されます。今後は、より高く幅の広い知識と技術の習得に努めることも含め、自己の技術の向上に努力していきたいと思います。また、これからも重点課題であるクラック防止について創意・工夫をしてよりよい構造物を施工するようにしたいと思います。基礎のクラック防止には十分努めたが今から構造物の躯体コンクリート打設時にはバイブレーター等のかけ方・打設順序・養生を十分に検討して最



図−６　コンクリート打設状況



図−７　杭芯セット

善の注意をはらいクラックが発生しないように努めたいと思います。また、外部拘束による温度クラックは脱型後の１～２週間が発生時期だといわれている。

今からなのでよく観察していきたいと思います。長年の課題であるクラック防止対策について次回に技術論文が提出できるように取り組んでいきたいと思います。

今後の建設業界はますますきびしい時代にはいって来ます。顧客に喜ばれることが施工管理に携わるものの使命であると考えます。最後に、工事途中でありますが、地元の皆様、発注者の皆様、協力業者の皆様、関係者の皆様にこの場をおかりして感謝を申しあげます。

33

品質管理

堰堤コンクリートのひび割れ防止及び美観性向上について

徳島県土木施工管理技士会
株式会社　山全
工務部　工事主任
井　上　裕　史
Hirofumi Inoue

1．はじめに

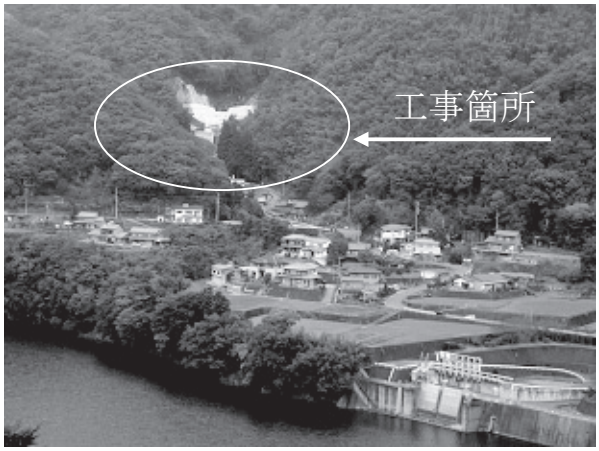
本工事は、四国の清流吉野川の支流サルコ谷川に砂防堰堤を構築するものである。

当渓流は平成16年に上陸した台風16号の影響で土石流が発生し、下流域の家屋に甚大な被害をもたらした。現在でも渓流では大小の崩壊が多数発生しており、集中豪雨や台風等によって土石流の発生する可能性が非常に高い箇所である。そのため、早期の砂防整備が必要とされた。

砂防対策工として本堤工１基（V＝5,000㎥）、副堤工１基（V＝600㎥）、前庭保護工１式、護岸工１式、法枠工A＝700㎡、鉄筋挿入工N＝105本、アンカー工N＝50本が計画され、今回の施工は、本堤工の一部分（V＝1,500㎥）の施工を行うものであった（図―１）。

工事概要は以下の通りである。

⑴　工 事 名：H21三土　猿子谷／三好市池田敷ノ上Ｓ１　砂防堰堤工事
⑵　発 注 者：徳島県　西部総合県民局
⑶　工事場所：徳島県三好市池田町敷ノ上
⑷　工　　期：平成21年10月１日～平成22年７月30日
⑸　工事内容：本堤工 V＝1,500㎥
　　水替工N＝１式、索道工N＝１式



図−１　工事現場の全景

2．現場における問題点

本現場は、平成17年から平成23年の７ヵ年で全体工事を行うものである。今回は、砂防堰堤工２期目の工事で、前回工事の上部（図―２斜線部）、を施工する計画であった。前回工事完成後、当現場は工事不施工時に出水期を迎えるため、水通幅を狭くし、谷川が洗掘されるのを防止する目的で、通常では設けない位置に打継目地の設置を行っていた。そのため、上部（今回施工箇所）にコンクリートを打設した場合、温度変化を拘束することによってひび割れが発生する可能性が懸念された。砂防堰堤では、漏水が発生すると、耐久性だけでなく、堰堤そのものの性能を害する欠陥となる恐

れがあった。

そこで、コンクリートの温度ひび割れ対策として、単位水量を減少させたコンクリートを使用することにした。また、単位水量の低減に伴うデメリットとして、ワーカビリティーの低下によるコンクリート表面の豆板及び気泡痕が問題となり、使用に際して、入念な検討を余儀なくされた。

3．対応策と適用結果

ひび割れ防止対策及美観性向上のため、以下のことについて検討を行った。

①コンクリート打設工法の検討
②配筋によるひび割れ防止対策
③コンクリート配合によるひび割れ防止対策
④コンクリート表面の美観性向上

⑴　コンクリートの打設工法の検討

当初、打設計画として日打設量が最大で150㎥になることからポンプ圧送打設としていた。コンクリート温度ひび割れ対策として、低スランプ5cmのコンクリートを使用することとしたので、圧送工法からバケット工法に変更する必要があった。

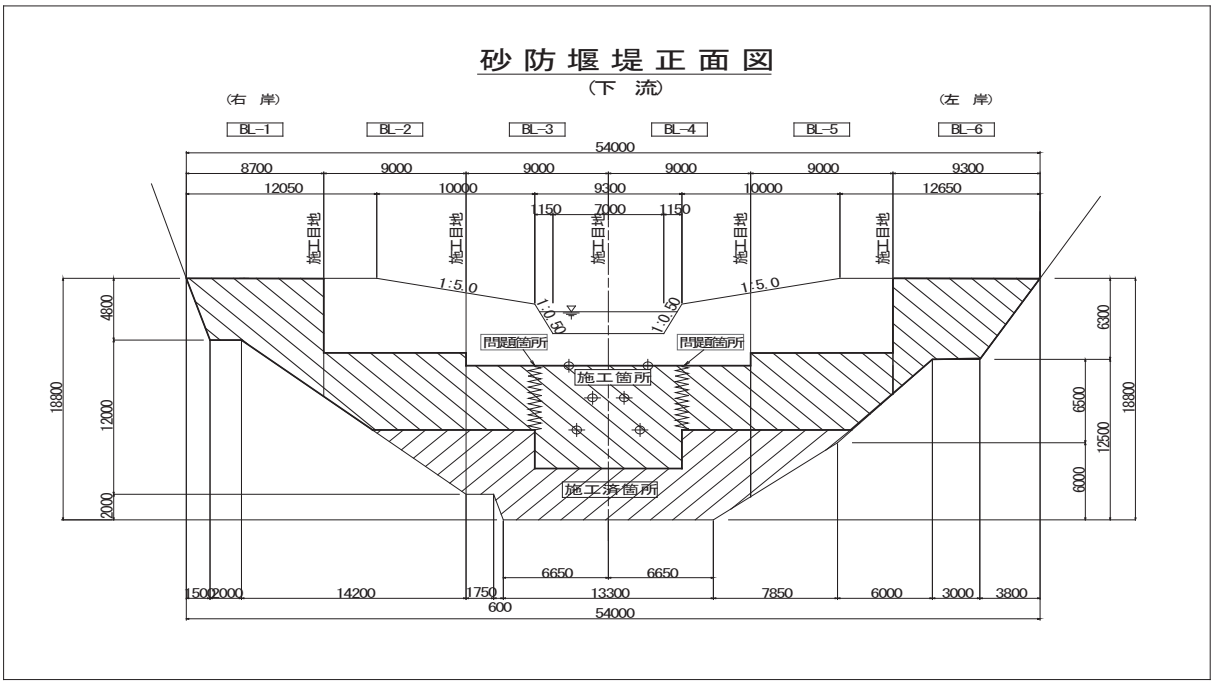


図−3　コンクリート打設状況

そこで、ケーブルクレーンを設置することによりバケット工法を採用した。コンクリートの運搬方法を変更することにより打設時間は大幅に増加したが、圧送打設に比べ、作業時間が延びることによってコンクリートの水和反応が分散され、温度ひび割れ予防に繋がった（図―3）。

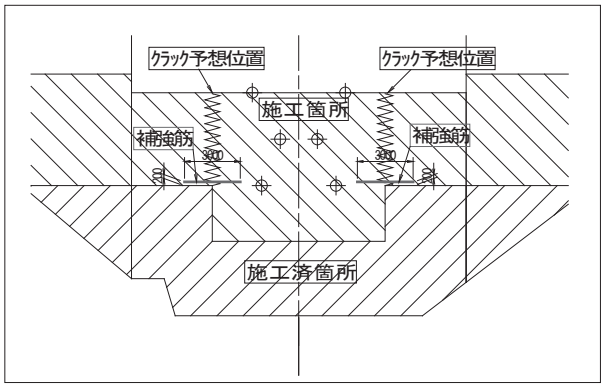
⑵　配筋によるひび割れ防止対策

ひび割れ防止対策として、旧年度と打設高が揃

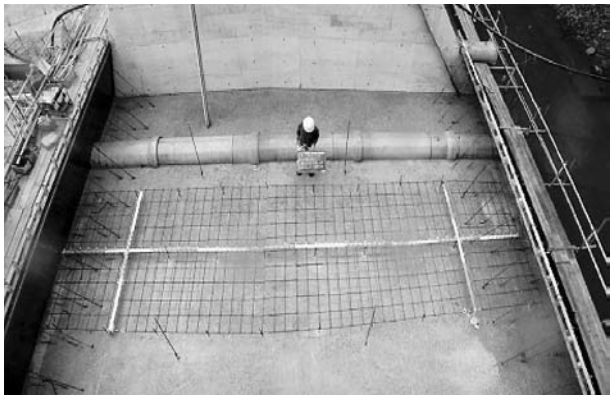


図−2　施工区分図

う位置に補強筋の設置を行った。配筋は、異形鉄筋 D16を縦横250間隔にとし、旧施工面とのかぶり厚は、200mm を確保した（図―４、５）。この工法は通常、砂防ダム等にひび割れが発生した場合の進展防止対策とされることが多く、今回は温度ひび割れ予防対策として行った。この結果、コンクリート打設面（仕上り天端）にはひび割れが発生することがなかった。なお、今回の工事完成後、約２ヶ月経過した後に現場確認を行ったがひび割れの発生は認められなかった。



図−４　補強筋の配置箇所



図−５　ひび割れ抑制筋の配置状況

⑶　コンクリート配合によるひび割れ防止対策

コンクリートの単位水量を減少させ水和熱を抑制する対策を検討した。本現場の設計配合は呼び強度18、スランプ５cm、最大骨材寸法40mm である。本工事は、前回工事より単位水量を10kg/㎥程度低減させることを目指し、試し練りを実施した。前回工事の配合は表―１（A）に示す。

そこで前回より単位水量を減水剤を用いて12kg/㎥減量させて試し練りを実施した。配合は表―１（B）である。試し練りの結果は、非常にパサついた状態であり、施工性が悪いと判断された。

次に、単位水量の減少幅を維持しながら、混和材エコアッシュを用いて施工性の良いコンクリート造りを検討した。試験したコンクリート表―１（C）である。エコアッシュは水和熱がほとんど無く、微粉末に流動化効果があり、ワーカビリティーの改善が期待される。

以上の結果、発注者に表―１（C）の配合の承諾を得た後にこの施工性の良いコンクリートを使用することとした。

表−１　コンクリート配合表

配 合 表　kg/m3

	水	セメント（高炉）	混和材 エコアッシュ	細骨材	粗骨材	混和剤 AE剤	混和剤 AE減水剤
(A)前配合	148	260		758	1096	0.013	2.34
(B)1回目	136	240		778	1124	0.013	3.12
(C)2回目	136	240	60	712	1123	0.026	2.64

⑷　コンクリート表面の美観性向上

コンクリートのスランプを小さくしたため、コンクリート表面に豆板及び気泡痕が多量に発生する可能性があった。そこで、美観性及び耐久性の向上を目的として、気泡抜取器具（ピカコン）使用する計画とした。

使用に際し、ピカコンの使用効果について事前に実験を行った。試験供試体は本堤工同様に勾配を３分、高さを1.0m として行った。試験の結果、ピカコン使用・未使用の外観差は歴然であった（図―６）。

この仕上がりの評価では、コンクリート表面を高さ20cm、幅30cm で写真に撮り、それを二値化処理し、どの程度、気泡痕が減少しているか測定を行った。測定の結果、減少量は約80％程度減少していた（図―７）。これを当該現場に使用することにより、コンクリート美観性だけでなく、気泡痕が少ないことにより、劣化因子の進入が通常より減少させることが期待できた。

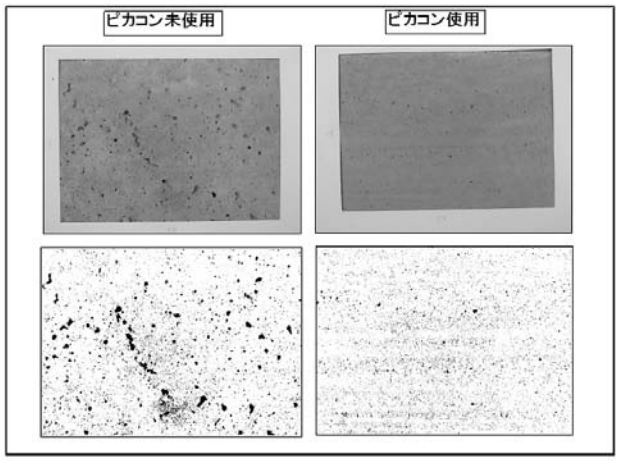
実際の施工では、１時間あたり約20㎥の打設速

度で打設を行ったが、ピカコンは打設間に作業が可能であるため、通常より人員を増加させることなく作業を行えた（図―８）。

また、本堤工上流側は勾配が７分になっていたので、コンクリート表面の美観性が非常に悪いことが当初予想させていたが、ピカコンを使用することにより目立った気泡痕や豆板・コールドジョイント等も発生無く仕上げることができた。



図−６　ピカコン使用供試体



図−７　気泡痕の二値化処理画像

４．おわりに

昨今、建設業は、冬の時代を迎えている。

そのため、私同様に若手技術者は、多くの現場を体験する機会が少なくなり、また、発注者からの要望もあり、書類作成に多くの時間を取られる現状となっているため、現場に専念する時間が減



図−８　ピカコン使用状況

少する傾向となっている。

公共工事というのは、地域を守る重要な、永久構造物の構築であるため、長期にわたってその効力を発揮しなければならない。しかし、時代の流れとともに熟年技術者等が早期退職などをし、その技術と知恵が若手技術者に伝授されにくくなっているのが現状である。工事の減少により、現場を多く経験できないために、昔の工法等は使われにくくなり、コンクリート等は二次製品や工場加工の製品が増えてきている。品質的には向上を図ることができるので問題はないが、実現場で作業する型枠工、コンクリート工や石積工などを行う作業者の技術力・作業力などの、ものづくりの観点における意識においては低下しているように思う。

建設工事に対して何が一番大事か、それは“よいものを造る”ではないだろうか。しかし、現在は価格や安全性の面から工場加工品が増えてきているが、現場自身が自信をもって造ったものでは無い。技術者も含め現場作業員、会社等が一体となって“ものづくり”の考えを持たなければ、現場技術全体の向上には繋がらない。

今後、日本では、工事の減少とともに若手従事者の数が減少し、土木業が衰退産業になると思われる。そうした場合に、異常気象等で災害が発生した場合にも、迅速な対応も出来なくなる。一部では、公共事業自体が税金の無駄であると発言す

る声もあるが、実際に地方では公共事業が地元の基幹産業であり、雇用の場でもある。

そのため、私たち若手技術者は、常に“よいものを造る”ということを現場を通して発信していくことで技術の向上に努めなければならない。

最後に、“よいものを造る”と考えた結果として同一に示す当砂防堰堤が完成したことを付記し、関係者に謝意を示す（図―９）。



図-９　本堤工完成

34

品質管理

路面電車の軌道周辺に適用された車道用自然石ブロック舗装の施工

新潟県土木施工管理技士会
大成ロテック株式会社　中部支社

係長	課長代理	課長代理
福　里　次　康○	米　林　博　己	岩　野　　智
Tsugiyasu Fukusato	Hiroki　Yonebayashi	Satoru　Iwano

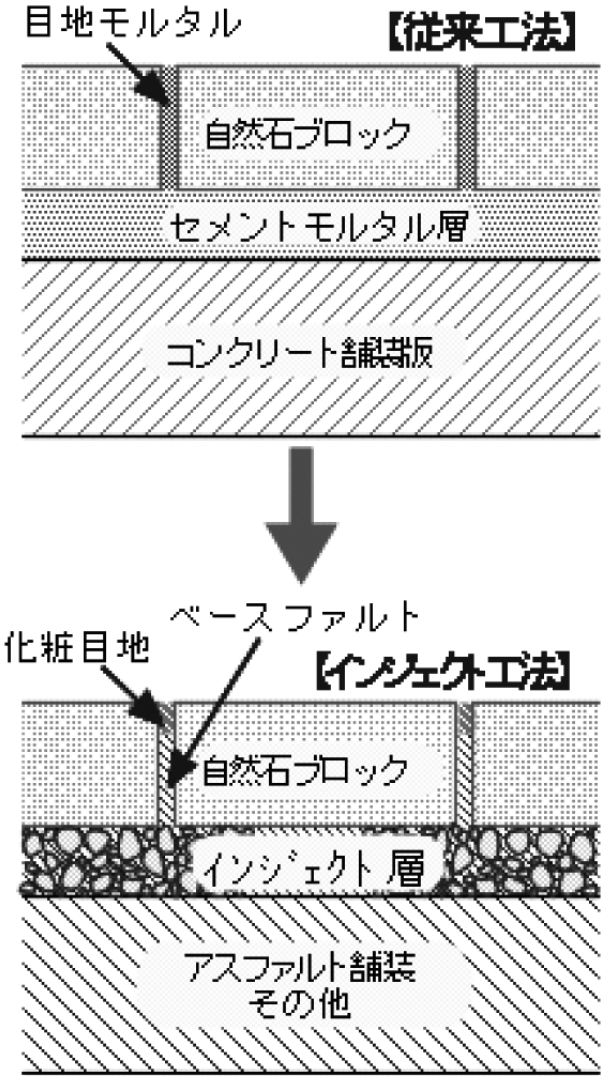
1．はじめに

富山城周辺のまちづくり景観整備事業において、路面電車環状線（セントラム）が37年ぶりに復活し、路面電車の軌道部を含む周辺の車道部表層に自然石ブロック舗装が適用され、当社工法であるCA モルタル充填式の自然石ブロック舗装（以下、インジェクト工法）が採用された。

インジェクト工法とは、自然石ブロック舗装のブロック下層にCA モルタル（以下、ベースファルト）を充填した支持層（以下、インジェクト層）を構築することで、大型車両の走行にも耐えうるブロック舗装を構築する自然石ブロック舗装工法である。

従来のブロック舗装（自然石を含む）は、歩道あるいは軽交通用舗装として適用されてきたが、景観舗装の普及にともない一般車道へ適用する機会が増加している。しかし、歩道の場合と同様に空練りモルタルの上にブロックを並べる従来工法では、車両の繰返し荷重や衝撃荷重に対し耐久性が不十分なため、貨物車両が通行したり、小型でも交通量が多い道路では早期に破壊する事例が顕在化している。従来のブロック舗装工法とインジェクト工法を比較した断面例を図－１に示す。

本文は、路面電車の軌道周辺部におけるインジェクト工法による車道用自然石ブロック舗装の施



図−1　従来工法とインジェクト工法の比較

工に際し、ベースファルトの配合検討による作業性向上など、施工における品質管理結果を報告する。

2．工事概要

・工 事 名：富山都心線軌道路盤設置工事
（その１～その４工事）
・工事場所：富山市大手町地内
・発 注 者：富山市
・工　　期：平成21年８月17日～
平成21年12月22日
（インジェクト工法施工：９月～12月）
・施工面積（インジェクト工法）＝約3,600㎡
・幅員：軌道部＝0.56m、車道部＝4.0m
・横断勾配：軌道部＝０％、車道部＝２％
・縦断勾配：0.5％
・自然石ブロック寸法：18.5cm 角、厚さ６cm
・インジェクト層の厚さ：３cm
着手前の現地状況を図－２に示す。



図-2　着手前の現地状況

3．ベースファルトの配合と施工上の問題点

⑴　ベースファルトのタイプと配合

インジェクト工法に用いるベースファルトには、即日交通開放（材齢３時間程度以上）が可能な速硬タイプと、養生時間（１～３日程度）がとれる場合に適用する普通タイプの２種類がある。

当該工事箇所は、ほとんどの区間が交通規制範囲にあり、養生時間を確保することができるため、交差点部などを除き普通タイプで施工した。よって、普通タイプの施工管理について報告する。

インジェクト工法の強度発現によるタイプ別施工量の内訳を表－１に、普通タイプベースファルトの標準配合を表－２に示す。

表-1　インジェクト舗装工の強度発現タイプ内訳

工　種	強度発現	施工面積(㎡)
石張り舗装(車道･電車軌道)	普通タイプ	3,520
〃　(交差点･乗入れ部)	速硬タイプ	80

表-2　普通タイプベースファルトの配合

配合種別	特殊ｾﾒﾝﾄ	特殊乳剤	添加水	合計
	BF-R	PM-H		
1,000ﾘｯﾄﾙ当たり	802kg	482kg	241kg	1,525kg
現場配合（1ﾊﾞｯﾁ）	30 kg（1袋）	18 kg（1缶）	9 kg	37ﾘｯﾄﾙ

⑵　普通タイプの施工上の問題点

低温環境下の普通タイプベースファルトは、硬化までに丸一日程度かかる。本工事では施工時期が冬季にかかるため、施工性等を確認することを目的に、本施工箇所と同様の試験施工ヤード（横断勾配２％、幅員４m）を作製（図－３参照）して、普通タイプのベースファルトの充填試験を行った。その結果、以下の問題が明らかになった。

①勾配下側からの流出

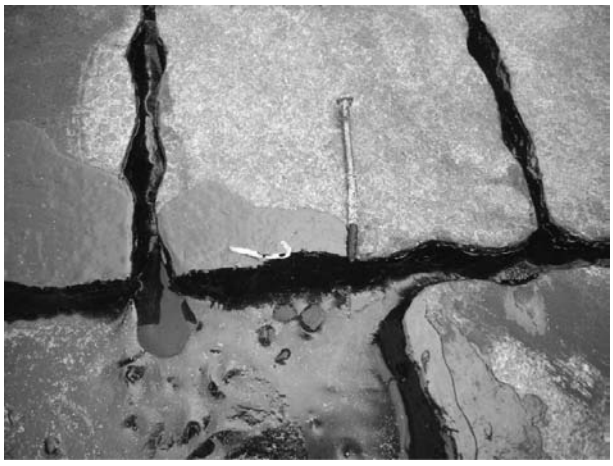
普通タイプのベースファルトは、速硬タイプと比べて粘性が低く、流動性が高いため、勾配下側から溢れ出しやすくなる。

②材料分離

粘度増加（以下、ゲル化）するまでの時間が長いため、勾配下側に分離したアスファルト乳剤が溜まる傾向がある（図－４参照）。



図−３　幅員を分割した試験施工の状況



図−４　勾配下方の材料分離状況

これらの問題の解決策として、幅員４ｍを２分割して充填・仕上げするなど、施工方法からも検討したが、施工効率が大幅に落ちることが予想された。そこで、普通タイプベースファルトの性状を改善し、ゲル化の時間を早めて、速硬タイプと同程度の施工性を確保するため、添加剤の適用など、配合検討が急務となった。

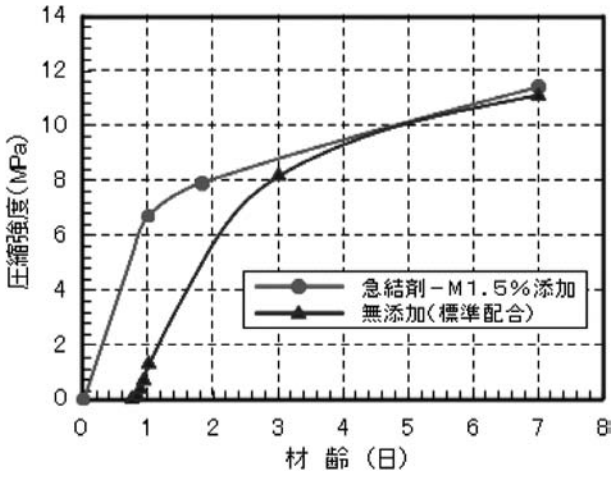
４．ベースファルトの施工性改善

⑴　添加剤による性状改善の検討

普通タイプベースファルトの性状を改善し、充填後のゲル化を促進するため、数種類の添加剤について混合試験を行った結果、市販のセメント急結剤（以下、急結剤−M）を選択した。

ここで、室内試験による急結剤−M をＣ×1.5％添加した配合および無添加（標準配合）の材齢と圧縮強度の関係を図－５に示す。

図より、弱材齢（３日程度まで）において、急結剤−M の有無で強度発現に大きな差が出ていることが分かった。



図−５　ベースファルトの強度試験結果

⑵　添加剤による施工性改善の検討

急結剤−M を添加したベースファルトの配合を表－３に示す。

ここで、添加率2.5％では、添加直後からゲル化が生じ充填不可能となった。これに対し、添加率1.5％では、速硬タイプに近い流動性が得られ、充填性を確保することができた。

そこで、添加率1.5％の配合で２回目の試験施工を行った結果、ゲル化の時間促進により勾配下側からの流出が抑制でき、良好な作業性が得られた。また、硬化時間も早くなり、材料分離の改善が確認された。

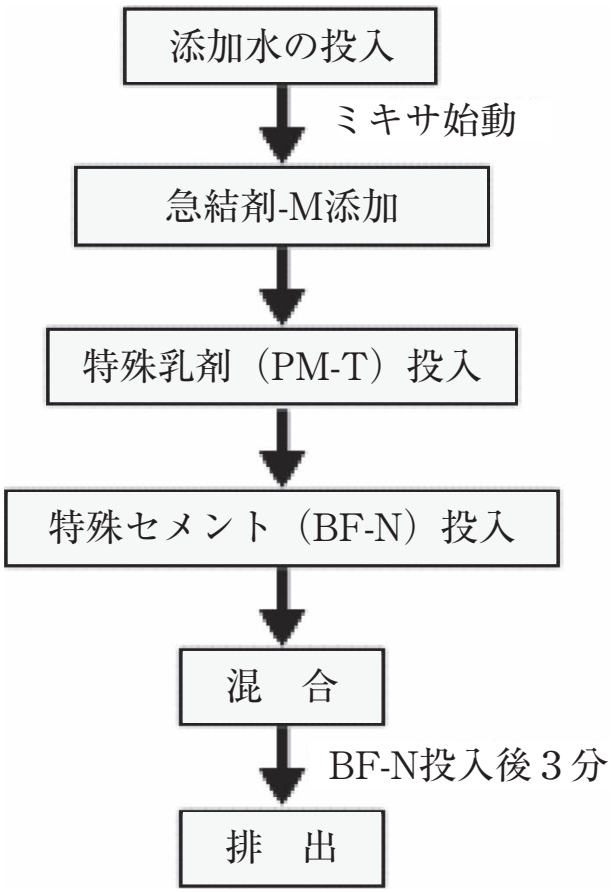
表−３　試験施工でのベースファルト配合

急結剤－Ｍ添加率（Ｃ×％）	2.5	1.5
急結剤－Ｍ添加量　（kg）	0.75	0.45
特殊セメント　BF−N（kg）	30（一袋）	
特殊乳剤　PM−T（kg）	18（一缶）	
添加水　（kg）		
Ｐロートフロー値（秒）	14.8	11.7

⑶　ベースファルトの混合手順

室内における試し練りによる確認試験において、急結剤の添加時期を特殊セメント混合後とすると、混合むらにより過剰なゲル化を生じることが確認されたため、急結剤は添加水に直接混合した後、その他の材料を投入・混合することにした。

ベースファルトの混合手順を図－６に示す。



図−６　ベースファルトの混合手順フロー

以上の結果から、急結剤の添加率は1.5%を基本とし、現場での練り上がり温度や流動性を確認しながら、添加量を微調整していく方向で本施工に臨むことにした。

５．本施工の結果

⑴　急結剤の添加率調整

本施工では、急結剤の添加率1.5%では充填作業中にゲル化が進み、可使時間が不足したため、1.25%に添加率を下げることで可使時間を確保した。このことから、急結剤添加時の留意点として、材料の温度や気候によりゲル化の時間が異なるため、常に注意深く観察を行い、添加量を微調整する必要があることが挙げられる。



図−７　自然石ブロックの据付け（横断舗装部）



図−８　ベースファルト充填状況

⑵　日々の作業工程

北陸地方特有の変わりやすい天候の中での施工となり、特に夕方からの降雨が多く、自然石ブロック据付終了箇所への雨の浸透が懸念された。そのため、ブロック据付作業を終えた箇所はその日のうちにベースファルトを充填し、日々の施工範囲をその日のうちに仕上げることとした。この結果、当該工事における日施工量は、おおよそ60㎡／日となった。

⑶　景観性について

当該工事では、外側線、中央線および横断歩道などが、塗料ではなく、白色の御影石により明示されており、美しい景観が得られている。



図−９　白御影石による路面表示

６．おわりに

普通タイプベースファルトに急結剤を添加することで良好な作業性（充填性と分離の抑制）を確保することができた。また、日々の施工量も幅員４ｍを１度に施工することが可能となり、工期を遵守することができた。

発注者や地元住民からの注目が集まる中での工事であったが、美しい仕上がりが得られ、当社の自然石ブロック舗装の技術を大いにアピールすることができたものと考えている。



図−10　完成（ライトレール試験走行）

35

品質管理

銚子大橋主塔コンクリート打設について

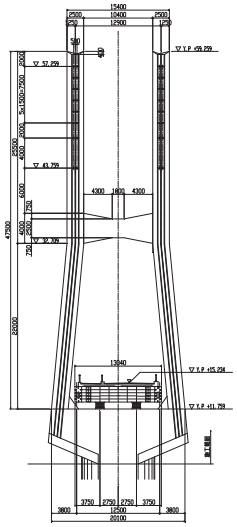
日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　横河ブリッジ
現場主任　西　野　崇　史○　Takafumi Nishino
現場代理人　三　浦　一　浩　Kazuhiro Miura

1．はじめに

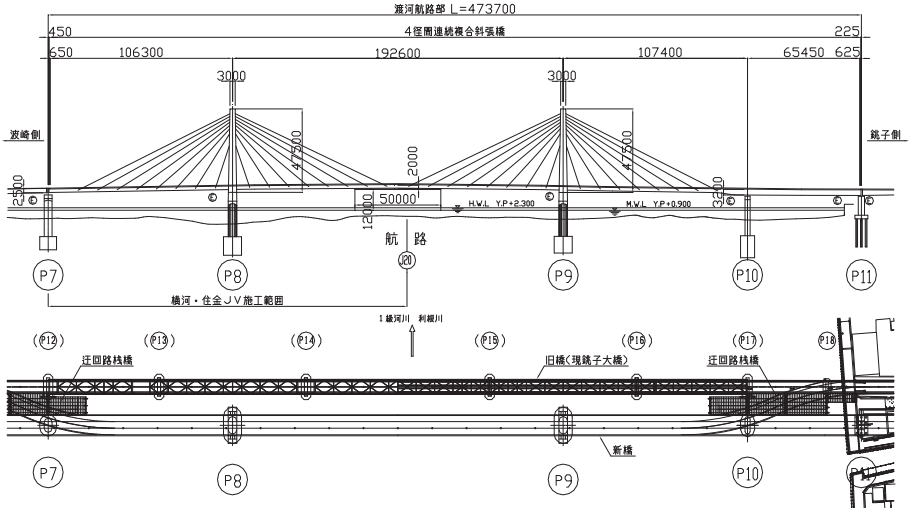
日本最大の流域面積を誇る一級河川の利根川は別名「坂東太郎」とも呼ばれている。本工事は、その利根川の最河口部に架かる現銚子大橋（千葉県～茨城県を結ぶ、国道124号線）の架替え工事である。

現銚子大橋は、昭和37年に完成し（横河橋梁製作所一部施工）地域の主要幹線道路として活躍してきたが、塩害、車両の大型化、交通量の増大による損傷が著しく、新橋の建設が急務であった。

新橋の構造形式は、以下の特徴を有する４径間連続複合斜張橋である。①コンクリート主塔と鋼箱桁の複合斜張橋、②合成床版を使用、③斜材に現場施工型ケーブルを使用した事があげられる。



図−１　主塔断面図（Ｐ８）



図−２　全体一般図（単位；㎜）

現場施工は、平成18年11月よりRC主塔の建設に着手、平成20年２月より上部工架設に着手し、平成20年12月末に完成した。平成21年３月より、現橋のトラス橋部を迂回させるかたちで暫定供用を開始している。

本稿では、この銚子大橋上部工工事について、RC主塔の施工方法を中心に、工事の内容を報告する。

工事概要

⑴　工 事 名：国道道路改築及び道路受託事業合併工事（銚子大橋上部工その２）
⑵　工事場所：千葉県銚子市三軒町外
⑶　工　　期：（自）平成18年10月12日
　　（至）平成20年12月30日
⑷　発 注 者：千葉県
⑸　請 負 者：横河・住金特定建設工事共同企業体
⑹　橋梁形式：４径間連続複合斜張橋（RC主塔）
⑺　橋　　長：473.7m（施工範囲P７～J20）
⑻　支 間 長：106.30m＋192.60m＋107.40m＋65.45m
⑼　有効幅員：車道部7.5m
　　歩道部（片側）3.0m

図－１、２に主塔断面図および全体一般図を示す。

２．現場における問題点と改善対策

⑴　主塔工施工（RC）の問題点と改善対策

脚頂部梁および主塔部の打設リフト割を図－３に示す。打設リフト割は、①打設数量、②型枠支保工に作用する側圧、③温度応力性状、④施工性を検討した結果、脚頂部梁を２リフト、主塔部を10リフトに分割して施工した。

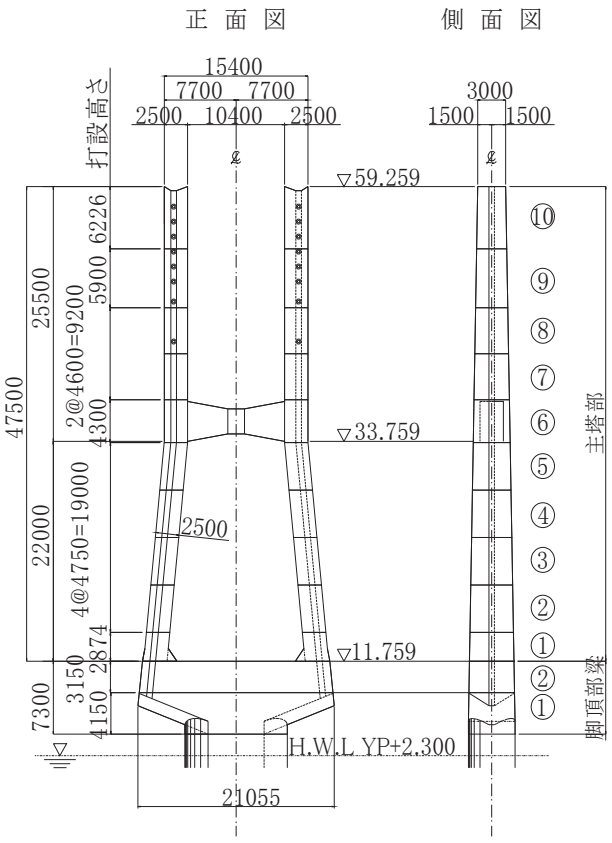


図-３　打設リフト割

本工事では、脚頂部梁の構築後、脚頂部梁および水平梁上に設置したベント設備を軸として２本に分かれた主塔を構築することとした（図－４参照）。ベント設備を設置した目的を以下に示す。

①外周足場の水平支持部材
②水平梁部（W＝2,000kN）の支保工
③コンクリート配管の支持
④ベント設備上のステージング化

外周足場は、主塔主鉄筋に通常長さ（12m）のものを使用した場合、施工済の下部工より突出した主鉄筋端部から12mまで外周足場を組み立てる必要がある。

しかし、本橋は足場に壁繋ぎを支持するものがなく、耐風安定性を確保する観点からも、鉄筋長を短くして足場の自由突出長を短くする必要があった。そこで、中央に設置したベント柱より繋ぎ材を支持する構造を用い、外周足場の耐風安定性を向上させ、長さ12mの鉄筋施工を可能とした。

主鉄筋の吊込みは、鉄筋端部の機械式継手にア

イボルトを取付け、吊り天秤を利用し一度に４～５本吊り上げることとした（図－５参照）。

水平梁部の支保工は、ベント設備と主塔部に設置したブラケットにより支持したＨ鋼（300H）を介して支持した。

また、コンクリート圧送配管は、ベント設備に支持させることで、主塔部に圧送配管をアンカー固定した際の穴埋め処理の省力化と、コンクリート打設時の配管の振動が、配管を支持する足場を経由して型枠へ伝わることを防止し躯体への影響を抑制した。



図-４　ベント設備



図-５　鉄筋組立状況

鉄筋、型枠および資材は、陸上部より積込みした台船にて運搬しタワークレーン（能力：60tm）で荷揚げを行った。

躯体の構築が進捗するにつれてクレーンの揚程が高くなり、巻き上げ高さが増し、作業効率が悪くなった。そこで、ベント設備の高さは、次リフトの天端高さまでとし、設備上に組み立てたステージングに資材の仮置き場所を設けて、施工性を向上させた。

⑵　水平梁施工の問題点と改善対策

本主塔の形状は、主塔基部から水平梁まで断面中心に向かって傾斜する構造のため、施工時に主塔基部に曲げ応力が発生し、残留応力として完成系の応力状態に影響を与えることが懸念された。この残留応力は、検討の結果、レベル２地震時の照査を満足できないことが判明した。そこで、水平梁コンクリート打設前に主塔部を内側から押し広げる方向で残留応力に相当する荷重（P＝364 kN）を載荷し、水平梁コンクリート硬化後に同荷重を除去する施工手順を行い、残留応力を解放した（図－６参照）。水平梁の構築と残留応力の解放が完了した後、水平梁上部の主塔を構築した。

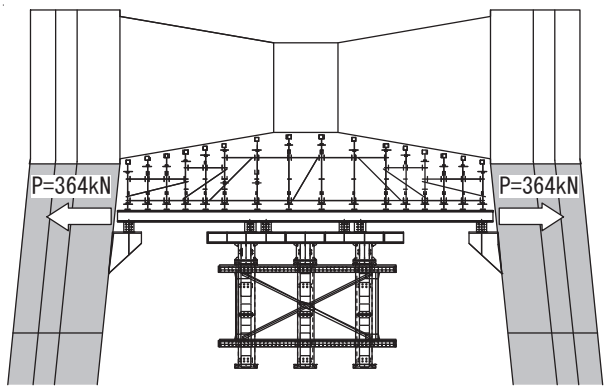


図-６　主塔基部残留応力除去

水平梁上部には、主ケーブルの定着具を取付ける支圧板と主ケーブルのシースが一体化されたケーシングパイプを取付ける。ケーシングパイプの据付は、パイプ中心と鋼桁側の定着部中心が一致するように、高い精度で据え付ける必要があった。そこで、主塔内にアングル材で構成された架台を埋め込み、ケーシングパイプ１本につき２点で支持し、誤差吸収の可能なＵボルトに架台と固定させた（図－７参照）。

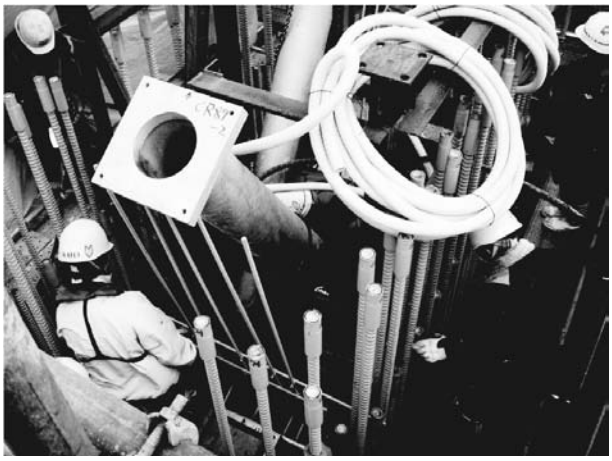


図-7　ケーシングパイプ据付

⑶　塩害防止対策

本橋は、塩害対策としてすべての鉄筋にエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用し、セパレーターはステンレス製のものを使用した。なお、ステンレス製セパレーターの使用範囲は、塩化物イオンの進入に伴う鋼材腐食に対する照査により、本橋の耐久年数である100年後の塩化物イオン濃度が、鋼材腐食発生限界以上となるかぶり量300mm 以内の範囲のみとした。

⑷　温度応力によるひび割れ防止対策

主塔コンクリート施工の際に、①乾燥収縮、②自己収縮、③セメントの水和反応に伴う温度応力によるひびわれの発生が懸念された。とくに、大

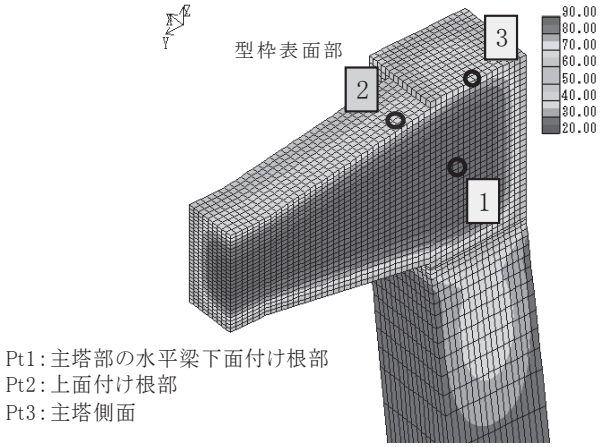


図-8　温度分布（林齢2.5日）

表-1　熱伝達境界条件

養生方法		η (W/m²℃)	養生期間（日）
上面	※	3	7
側面	合板	8	7
外気		14	―

※養生マット（湿潤）＋気泡シート＋ブルーシート

断面コンクリート構造物は発熱量が大きく、内外温度差による内部拘束と打継部からの外部拘束を受けるため、ひびわれが発生する可能性が高い。そこで、有限要素法による温度応力解析を実施し、ひびわれ発生の有無とひびわれ幅について検討を行った。着目した部位は、最大打設断面となる脚頂部梁とラーメン構造として拘束の大きい水平梁部とした。以下に水平梁部について述べる。

解析モデルは、橋軸および橋軸直角方向にそれぞれ２分割した１／４モデルとした。

熱伝達境界条件を表－１に示す。断熱温度上昇特性 Q は施工時期を考慮し、打込み温度を30℃と仮定して算出した。

水平梁打設後2.5日における温度分布を図－８に、温度変化を図－９に示す。

コンクリート内部の最高温度は88℃（Pt１）であり、上面付け根部（Pt２）と比べると材齢５日目において内外温度差が約45℃に達していることがわかる。

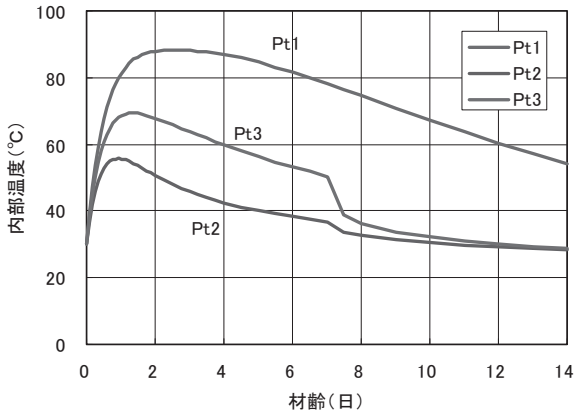


図-9　温度変化

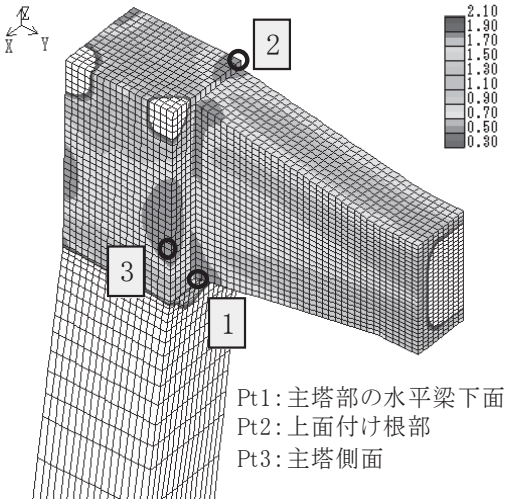


図-10　ひびわれ指数分布（林齢2.5日）

材齢２日目における最大主応力と引張強度から算出されるひびわれ指数 Ic の分布図を図－10に示す。また、図－11には主塔部の水平梁下面付け根部（Pt１）、上面付け根部（Pt２）および主塔側面（Pt３）におけるひびわれ指数の時間的変化を図示している。各位置において、材齢１日から３日の間で最小値となり、Pt１で Icmin＝0. 35となりひびわれ幅は最大0. 28mm で、許容ひびわれ幅0. 35mm（0. 0035c、c＜100）以下となることを確認した。さらに、施工では、内外温度差抑制対策として、型枠の残置期間の延長や側面シート

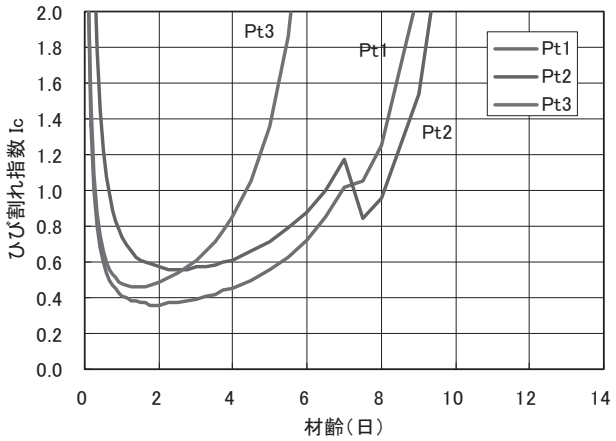


図-11　ひびわれ指数変化

養生を実施した。上記抑制対策の効果、打設時の外気温が20℃で安定していたこと、および⑵にて述べた残留応力解放作業による着目位置への圧縮力導入により、ひびわれの発生は見られなかった。

３．おわりに

本橋の架設に従事したことで、橋架けにおいて最も重要なことは、橋架けというたった一つの目標を達成するべく関係者一同が一丸となり進めて行くチームワークであることを学んだ。今後もチームワークを大事にし、橋架けに従事していきたいと思う。

36

品質管理

水密性の高い水処理施設の構築

新潟県土木施工管理技士会
植木・新潟藤田 JV
主任技術者（新潟藤田組）
長 谷 川　竜　太
Ryuuta Hasegawa

1．はじめに

西川流域下水道は、平成４年度に事業着手した新潟市の西区、西蒲区、南区の一部、燕市の一部を対象区域とする流域下水道であります。

当工事は下水道により集められた西川処理区の排水を処理するための水処理施設第２系列を築造するものです。

工事概要

⑴　工 事 名：西川流域下水（西川処理区）西川処理場水処理施設（土木）２系列工事
⑵　発 注 者：新潟県流域下水道事務所
⑶　工事場所：新潟県新潟市西区笠木地内
⑷　工　　期：平成20年12月19日～平成22年11月26日

当現場は、水処理施設築造工事であることから水槽の水漏れ防止対策を確実に実施し、高い水密性を有する躯体コンクリートを構築することを現場の最重要課題として位置づけました。

水密性を高めるために定めた重要な管理ポイントは下記の通りです。

１．緻密なコンクリートの構築
（コールドジョイント・ジャンカ等の予防）
２．クラックの少ないコンクリートの構築
３．打継ぎの回数を少なくすること
４．強度のバラツキが少ない均一なコンクリートの構築

2．現場における問題点

現場の特徴として施工範囲が広いこと、（140m×35m）躯体構造が非常に複雑であること、側壁については、高さが５m～７m と高く、ハンチ・トラフもあり数回に分けて打設を行わなければならないこと、また、総打設数量が約10,000㎥と非常に多いこと等を踏まえ、コンクリート打設を効果的に行うための打設計画が求められた。

上記の条件を考慮した上で夏場の暑中コンクリート、冬季の寒中コンクリート計画を立案する必要があった。

漏水はクラック及びＰコン、コンクリート打継ぎ目からの発生が予想されたため、クラックの発生防止と漏水に対しての対策が必要であった。

コンクリートを大量に打設する際は、新規入場者を含めて多数の作業員を動員しての作業となることから、立案した打設計画を如何にして作業員全員に周知及び理解させ意思疎通を図るかが、現場を確実に管理するために重要であった。

3．工夫・改善点と適用結果

コンクリート品質担当者の選任は、コンクリー

ト構造物の施工に関して十分な知識及び経験を有する専門技術者と位置づけ、コンクリート技士の資格を有する技術者が中心となり最小の打ち継ぎ回数となる打設リフトを計画・立案すると共に、その実行に対しては、JV所内・コンクリート打設作業員（打設班・圧送業者・左官工・型枠大工・鉄筋工）・生コン工場各社と共に、打設毎に打設時の気候・数量等を考慮し検討を行い実施した。

打設時の予想気温から、許容打ち重ね時間を算出し、その時間内に収まるようコンクリートポンプ車の台数を決定した。その結果、品質を優先するあまりコンクリートポンプ車１台当たりの打設数量が少なくなり、コスト面では当初想定した以上の原価が発生したが、（設計の作業日あたりのコンクリートポンプ車台数42.4台に対して施工実績96台、総打設回数62回、コンクリート現場試験回数116回）採算より品質の確保を最優先に考え計画を立案し施工した。



図−１　生コン打設状況（コンクリートポンプ車５台）

冬期施工時のコンクリート養生方法として、保温養生が一般的であるが、当現場では養生面積が大きいことから、熱効率を上げるため打設箇所全体をブルーシートで覆い、出前温風機、ジェットヒータ（熱交換型）を用いてコンクリート養生温度を確保した。

寒中コンクリート養生については、莫大な費用が掛かることが予想されたため、冬期間のコンクリート打設を中止することも検討したが、鉄筋の腐食が懸念されたため、寒中コンクリートの施工を決断した。

結果的に養生費用として約１千万程度の想定外費用が発生したが、あくまでも品質の確保を最優先に企業努力で取り組んだ。また、コンクリートの温度管理については、現場試験時の測定と併せ、打設時（ポンプ車・型枠内）においてもデジタル温度測定機でコンクリート温度を測定した。

養生温度管理は、連続的にコンクリート温度の自動計測が可能なハンディロガー（CHINO製）MR2041を使用し、施工中から養生期間が終了するまでコンクリート温度を測定し、５℃を下回っていないことを確認した。

その結果、コンクリートが初期凍害を受けることもなく、材齢28日時点での強度をシュミットハンマーで確認した結果、全ての寒中コンクリートにおいて呼び強度24N/㎟を下回ることなく、鉄筋のさびが発生する状態になる前にコンクリートを打ち終え所定の品質を確保することができた。



図−２　ブルーシートによる養生状況

ひび割れ防止対策として、壁基部（打ち継ぎがある場合は、上部リフトの基部も同様）に、配力筋の中間にひび割れ防止の用心鉄筋D13を配置し、壁の鉛直方向に発生しやすい温度ひび割れを抑制した。用心鉄筋の設置範囲は効果の大きい下部コンクリートから１ｍの高さとし、養生方法の工夫として底盤、頂版など水平面には、保湿・保温性に優れた「Ｑマット」を使用した。

通常施工時の壁部コンクリート打設は、打設翌日に型枠をブルーシートで覆い保護養生を行うことで、コンクリート温度降下時の温度低下を緩やかにし、外気との温度差によるひび割れの抑制を

図った。

また、脱型後は、直ちに壁部コンクリート表面に収縮低減剤（商品名：クラックセーバー）を散布した。これにより、通常の場合と比較して、コンクリートの収縮率を80％程度に低減でき、乾燥収縮ひび割れの抑制を図ることが出来た。



図−３　Ｑマット敷設状況

コンクリート打継ぎ面に対する対策としては、水槽部高水位以下の全ての打継ぎ面について、止水板を設置した。また、Ｐコンからの漏水防止については、Ｐコンセパレター部分に水分を吸収すると膨張する「ウルトラリング」を使用して漏水の低減を図った。

また、打設計画を全作業員に周知させるため、コンクリート打設の際は、前日にコンクリート打設作業における各班の職長４～５名を集め計画の説明と現場での確認を行い、打設計画を周知・理解させた上で、さらに、打設日には作業開始前に１時間程度全作業員を対象に、コンクリート打設の概要や打設ルート・間隔等についての説明を実施した。

大量のコンリート打設時は６：00開始という日もあったが、その場合でも５：00から説明会を実施し、打設計画を徹底した。

また、コンクリート打設が大量の場合には、最大で５班体制、作業員が総勢75名という日もあったが、説明会の実施により大きな混乱も起こること無く、計画通りに打設を終了することができた。



図−４　打設説明会実施状況



図−５　完成写真全景

４．おわりに

施工条件の面で、非常に難易度の高い現場であったが、立案した打設計画を確実に実施した結果、心配されたコールドジョイントも発生せず、クラックの発生率も低く抑えることが出来た。

なお、段階確認で水張り試験を行った際、Ｐコン・コンクリート打継ぎ目から漏水が確認されたが、程度・範囲は少規模・少量であり、軽微な止水で終えることが出来た。

現場の最重要課題について、創意工夫による取組みの結果、緻密で高い水密性を有する水処理施設の構築ができ満足している。

また、当現場は、社内検査の評価も良く、完成検査では、高い評価を頂くことが出来ました。

37

品質管理

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
株式会社　駒井ハルテック　橋梁工事部
工事１課係長　桑　原　英　之○　Hideyuki Kuwabara
工事１課係長　宮　澤　利　貴　Toshitaka Miyazawa

１．はじめに

工事概要

⑴　工　事　名：大河津可動堰改築管理橋
　　上部Ｉ期工事
⑵　発　注　者：国土交通省北陸地方整備局
⑶　担当事務所：信濃川河川事務所大河津出張所
⑷　工 事 場 所：新潟県燕市五千石地先
⑸　工　　期：平成20年３月18日～
　　平成23年３月31日
⑹　鋼　　重：1006.7t
⑺　橋 梁 形 式：
　左岸部　鋼３径間連続開断面合成箱桁橋
　　床版：合成床版
　堰柱部　鋼単純非合成箱桁橋（６連）
　　床版：プレキャストＰＣ床版

図－１に現場位置図を示す。

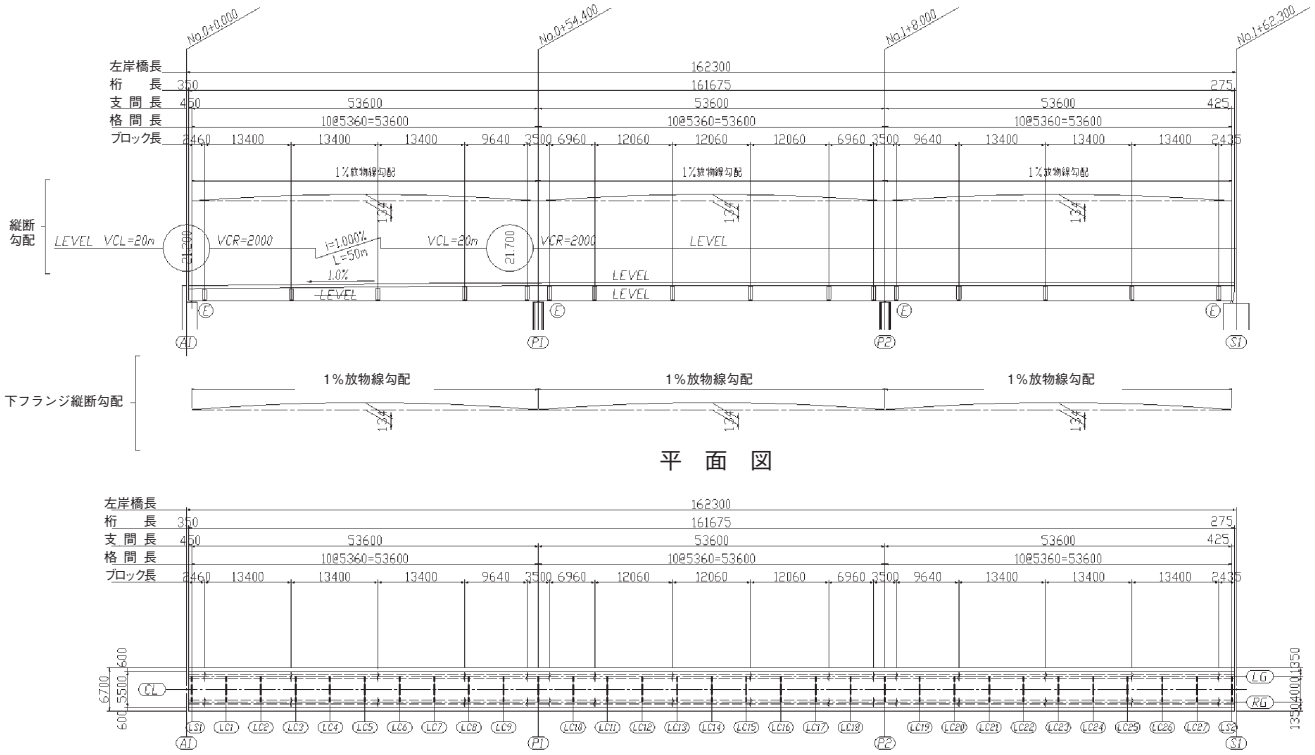
本工事は、大河津可動堰改築事業に伴う新可動堰の管理用施設となる管理橋である。大河津可動堰改築事業とは、信濃川の大河津分水路分派点の分水路側に設置されている可動堰を新設する工事である。現在使用している可動堰は、築70年以上が経過し、施設の老朽化と堰基礎下部の空洞化等により堰の安全性が低下したことにより、平成15年度から可動堰改築事業として着手している。

管理橋は全長695mの橋梁であり、Ｉ期工事では、左岸部及び堰柱部の429mの施工を行った。本工事の施工には床版工事も含まれており、左岸部の床版形式は合成床版であり当社の製品であるパイプスラブを採用し、現場施工を行った。

図－２に左岸部橋梁一般図を示す。



図−１　現場位置図



平　面　図

図−2　平面図

2．現場における問題点

合成床版コンクリートの施工時期は、工程の都合により１月、２月の冬期のコンクリート打設となった。施工箇所も寒冷地であったため床版コンクリートを施工するにあたり、初期凍害の発生を防止するためにコンクリート温度の管理やコンクリート表面の養生等、入念な対策が必要であった。

土木工事共通仕様書にも「養生中のコンクリートの温度を５℃以上に保たなければならない。また、養生期間後さらに２日間はコンクリート温度を０℃以上に保たなければならない」と記載されておりコンクリートの温度管理を行う必要があった。

3．対応策と適用結果

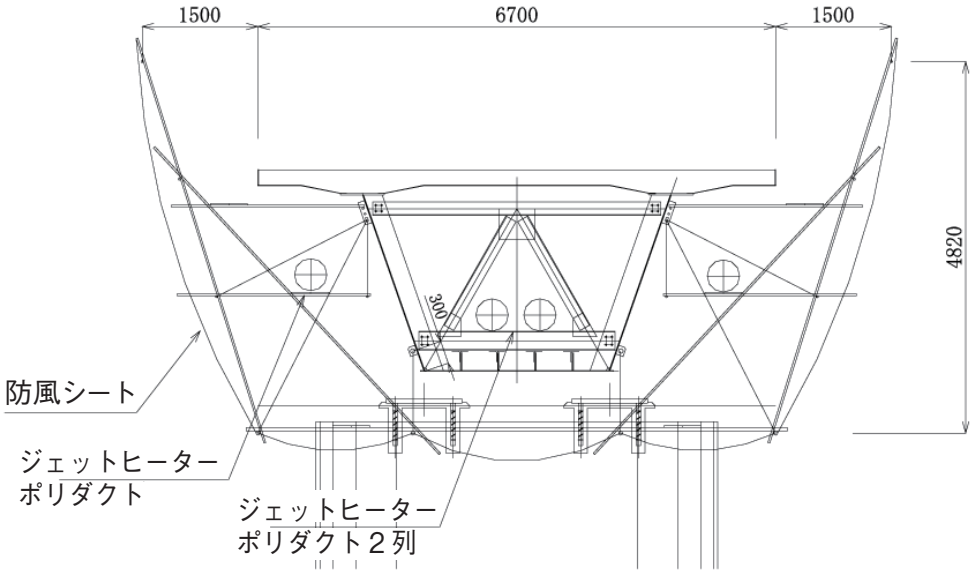
対応策として下記の２点の対策を実施した。

１）ジェットヒーターを使用した給熱養生

２）コンクリート養生期間の温度の管理

１）のジェットヒーターを使用した給熱養生について、床版形式が合成床版であるので底鋼板下面の温度低下が懸念された。その対策として、朝顔足場全面をシートで覆い、床版の張り出し下面及び箱桁内にジェットヒーターを設置した。

橋軸方向のジェットヒーターの設置位置は、張り出し部については各支点上に、箱桁内には端支点に配置した。ただ配置しただけではジェットヒーター付近が局部的に加温されてしまうため、対策としてポリダクト（φ500×100m）をジェットヒーターに取付け全体に温風が行き渡るように配置した。



図−３　養生計画図

図－３に養生計画図、図－４～６に朝顔足場シート養生、張出部ジェットヒーター配置、桁内ポリダクト配置の写真を示す。



図−４　朝顔足場シート養生



図−５　張出部ジェットヒーター配置



図−６　箱桁内ポリダクト配置

２）のコンクリート養生期間の温度については、下記の内容について管理を行った。

・コンクリート打込み後の養生中のコンリート温度が５℃を下回らないよう管理する。
・養生後２日間のコンクリート温度が０℃を下回らないように管理する。

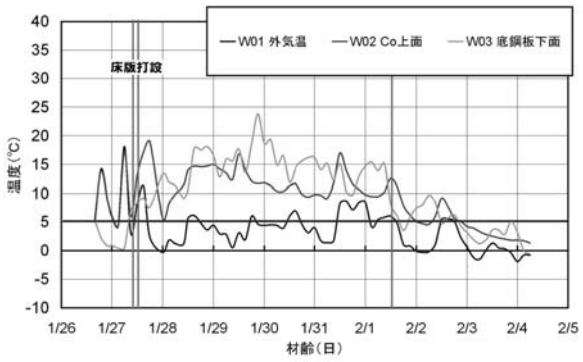
コンクリート温度の測定方法については、コンクリート上面に養生マットを敷設したので、温度計測は養生マット下のコンクリート上面と底鋼板下面とし、さらに外気温度を計測した。測定は温湿度ロガー計を用い温度と湿度を同時に計測し、データ収集を行った。

温度の管理については、24時間で計測値の確認を行った。それにより、ジェットヒーターの故障や燃料切れなどをそれにより確認することができ、緊急時に対応することが可能であった。

さらに、今回は温湿度計を使用することによりコンクリート表面が乾燥状態になっていないかをデータで確認することができ、湿潤状態を保つことが出来た。

計測データについては、１時間間隔でデータを採取し、計測終了後にまとめてパソコンに取り込みグラフを作成してコンクリートの品質管理記録として書類管理を行った（表－１）。

表-１　計測データ



以上の対策を行い、床版コンクリートの養生温度を適正に管理することが出来た。

４．おわりに

本工事では、寒冷地で冬期に床版コンクリートの打設を行うこととなったが、当初の計画工程の段階で寒冷地では冬期の床版コンクリート打設を避けることが出来ないか十分な検討が必要であり、今後の留意事項である。

しかし、今回実施した寒中養生方法及び温度管理のシステムを参考に対策を行えば、冬期の床版コンクリート施工において、より良い品質の施工が可能である。

38

安全管理

土石流危険区域内での安全管理について

長崎県土木施工管理技士会
株式会社　吉川組
土木部
内　田　光　彦
Mitsuhiko Uchida

1．はじめに

当工事は雲仙普賢岳噴火に伴い平成３年６月に火砕流及び土石流により災害が発生し、それらに対する対策として砂防堰堤や導流堤が構築されました。失われた緑の再生を目的として砂防堰堤や導流堤等の周辺に植栽基盤整備を行うものであります。工事を行うにあたり実施した安全管理対策について紹介します。

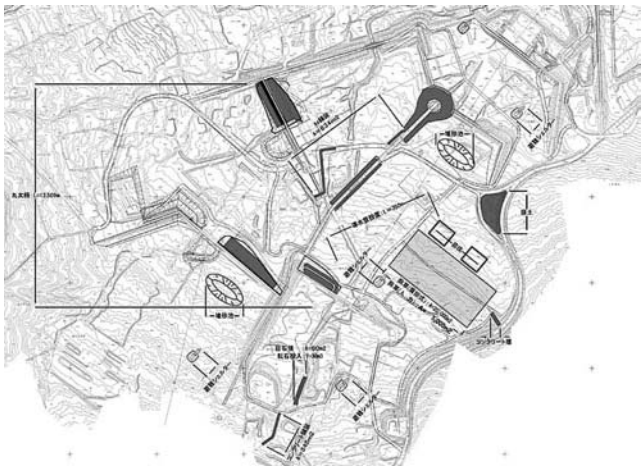
2．工事概要

・工 事 名：千本木地区右岸植栽基盤整備工事
・工事場所：長崎県島原市千本木地先
・工　　期：自）平成22年９月28日
　　至）平成23年３月15日
・発 注 者：国土交通省　九州地方整備局
　　雲仙復興事務所
・工事内容

砂防土工
- 掘削工　30,100㎥
- 盛土工　12,600㎥
- 残土処理　一式

舗装工
- アスファルト
  - 舗装工　834㎡
- コンクリート
  - 舗装工　345㎡

植栽基盤工
- 丸太柵工　13,500m
- 取水工
  - 取水堰　20m
- 流路護岸工　一式
- カルバート工
  - プレキャスト
  - カルバート工　一式
- 除草工　25,000㎡
- 流路付属物工　一式

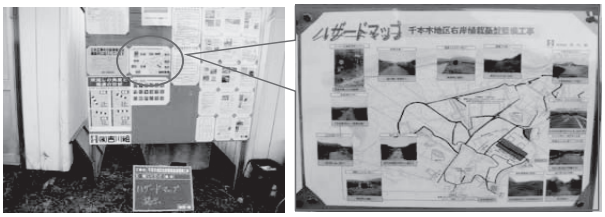


図−１　現場平面図

3．危険区域内での作業に対する安全管理対策について

1）ハザードマップの作成について

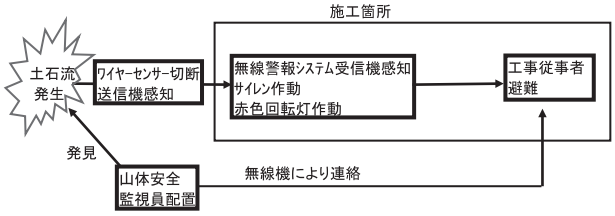
施工箇所において地山段差の大きい箇所や工事用道路等において視界が狭い箇所の調査を実施し危険箇所の洗い出しを行い、ハザードマップ（危険箇所位置図）を作成しました。新規入場者教育時に工事従事者へ安全教育を行うとともに安全掲示板に掲示し危険箇所の周知徹底を行いました。



図−2　ハザードマップ掲示

2）ソーラ−式無線警報システムの活用について

土石流発生の早期情報収集し、施工箇所より指定した避難箇所へ避難する時間を確保することを目的に施工箇所より約1.0km 上流部にワイヤ−センサ−を設置しました。システムとして土石流が発生し設置したワイヤ−センサ−が切断されると送信機が感知し施工箇所に設置したソ−ラ−式無線受信機が感知します。感知するとサイレン及び赤色回転灯が作動し工事従事者に知らせるということです。また山体安全監視員を配置することで山体の異常及び土石流発生情報を施工箇所内の工事従事者へ無線機を利用して常時連絡できる体制を整備しました。



図−3　ソーラー式無線警報システム

3）避難経路の明示

施工箇所が点在しているため、それぞれの施工箇所から避難箇所までの最短経路を調査し「避難経路」として工事用道路分岐点等に明示し、工事従事者へ新規入場者教育時に周知徹底を行いました。



図−4　避難経路明示

4）避難車両の配置について

各施工箇所において工事従事者全員が避難できるよう避難車両を１台又は２台（工事従事者数に応じる）と明示しました。（避難車両以外の車両は放置する。）避難車両は避難方向に向かせ駐車するように工事従事者へ新規入場者教育時等に周知徹底を行いました。

5）避難訓練の実施

毎週月曜日に工事従事者による避難訓練を実施しました。避難時間を測定することで必要な避難時間が確保されているかの確認を行いました。また安全訓練等を利用して集計したデ−タを説明し、毎週避難訓練を行っているほどの危険箇所で工事に従事していることを再認識してもらうように教育を行いました。



図−5　避難車両（避難方向向き駐車）配置



図−６　避難訓練　点呼確認

６）安全気象モバイルの活用について

施工箇所へのゲリラ豪雨、大雪、落雷、突風等による災害を防止することを目的として、安全気象モバイルシステムを導入しました。工事箇所を登録しピンポイントで天候に変化が起きると予報された場合、現場責任者の携帯電話へ気象情報をメール送信する体制を整備しました。

７）災害防止活動について

①災害防止協議会の実施

毎月末に元請職員及び安全衛生責任者による災害防止協議会を開催し、今月の掲げた安全目標に対する反省、来月の安全目標の決定及び作業間の安全・工程調整を議論しました。また当工事箇所は３工事が隣接して工事を行っているため、隣接工事間による千本木・湯江川地区災害防止協議会を開催し各工事間の安全・工程調整を行うとともに情報を共有することで災害防止に努めました。



図−７　災害防止協議会実施

②店社安全パトロールの実施

当社では月例行事として、店社安全衛生推進者及び現場代理人による安全パトロールを実施しました。工事従事者で行っている安全管理を工事部外者による異なった角度から見た危険有害要因を発見し、それを排除・是正することで予想される災害を無くすようにしています。



図−８　店社安全パトロール実施

③安全訓練の実施

当工事では毎月１回４時間以上の安全訓練を実施しています。安全訓練としては、リスクアセスメント、作業手順書、当工事との類似作業事故事例等の安全資料及びビデオ視聴による安全教育を行いました。また当地域で開催される合同安全大会へ参加し、安全意識の高揚を図りました。さらに外部講師を招いての安全講義及び現場においてバックホウの死角について、実際に重機操縦席に座りバックホウ運転手がどこからどこまでが見える、見えないのかということを工事従事者全員で確認しました。

バックホウの死角が240度程度有ることを認識できたことは有意義であったと思います。



図−９　安全訓練実施

④新規入場者教育の実施

当工事に新規入場する場合は新規入場者教育を実施します。教育内容として、

a）当現場での遵守事項
b）作業内容・作業手順の周知徹底
c）保護具の完全装備
d）ハザードマップによる危険箇所の説明を行う。
e）工事箇所に生息する植物一覧表
f）現場組織の説明・緊急時連絡方法

なお教育終了後においても作業に従事した者について安全な行動が定着するまで安全巡視等で確認・指導を実施しています。



図-10　新規入場者教育実施

4．おわりに

本工事は危険箇所内での作業であり、新規入場者教育時や安全訓練時等に工事従事者へ周知認識徹底を図っている。が、時間の経過とともにマンネリ化し工事従事者の危険に対する認識度が小さくなっているのを感じるため、危険箇所で作業を行っているという認識を工事従事者に常に持ってもらうように自然の恐ろしさと安全に対する教育を繰り返し行い、工事完了まで無事故無災害で終えることができるよう努めていこうと思う。

39

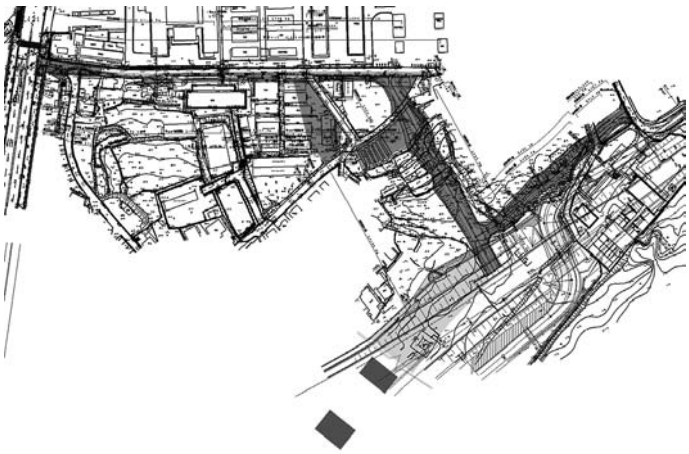
安全管理

長崎251号北川橋下部工外工事における問題点と対策

長崎県土木施工管理技士会
株式会社　吉川組
現場代理人
小　鉢　力　也
Rikiya Kobati

1．はじめに

当工事は島原市に新設される高規格道路である島原中央道路の施工に伴い、橋台・工事用道路・補強土壁工函渠工の工事を行うものである。



図−1　平面図

⑴　施工方法

工事概要

⑴　工 事 名：長崎251号北川橋下部工外工事
⑵　発 注 者：国土交通省九州地方整備局
　　雲仙復興事務所
⑶　工事箇所：長崎県島原市下折橋町
⑷　工　　期：自）平成21年８月13日
　　至）平成23年３月30日
⑸　工事内容：橋台工２基・函渠工１基
　　市道拡幅工事Ｌ＝263m
　　工事用道路−１Ｌ＝153m
　　工事用道路−２Ｌ＝134m
　　補強土壁工 Ａ＝296㎡
　　（追加工事）

①現地照査の結果、橋台・函渠工・市道・工事用道路供に架空線・ガス管・高圧電線・防火水槽等障害物件があり、障害物件の移設・撤去・新設を行ったあと工事に入る。
②障害物が無くなった時点で、他工事と関連しない橋台工の施工と、現況では大型機械が進入できない市道を拡幅する工事を同時進行で行う。
③市道拡幅後、大型機械を搬入し工事用道路の施工を行う。
④工事用道路施工後、函渠工の施工を行う。
⑤追加工事発注後補強土壁の工事を行う。

2．現場における課題・問題点

①橋台工は、施工範囲上空に架空線があるが架空線を移設すると他工種と関連しないため独自に作業を進められるが、他工事はすべて関連性があり同時作業ができないため早急に支障物件を無い状態にして作業をすすめないと橋台以外のすべての作業の工程に影響がでる。
②工事用道路を新設する前に工事用道路に入るための進入路である市道が幅員の狭い箇所で3.1m広い箇所で4.5mしかなく、また市道両側を

高等学校の校舎・実習地に挟まれており学生の往来、一般車の通行も多く現況道路のままで工事を進めると学校生徒の安全確保も難しく、一般車両の交通渋滞の多発も考えられる。

③当初計画では､函渠工のコンクリート量が2,250㎥あり大型の生コン車で563台搬入し生コン打設を行わなければならない。函渠工施工箇所が国有林内で施工箇所まで移動できる道路がないため新しく函渠工施工箇所へ進入する工事用道路を新設しなければならない。

④函渠工施工箇所上空に送電線があり、移設予定はあるが移設後工事に入ると工期内に函渠工工事が終わらないため、送電線影響範囲外の工事を高圧線移設前に施工しなければならない。

⑤当初予定になかったが他現場３業者の現場進入路及び盛土材30,000㎥の搬入路としても使用することとなり、混在作業になると考えられた。

３．対応策・工夫改良点

①今回施工範囲では架空線以外の支障物件として市道進入路に防火水槽があり、市道を拡幅する時、下記の支障があった。

・市道拡幅時に盛土した際、盛土で防火水槽マンホールが埋まってしまう。
・防火水槽の設置箇所は諸用件により決められているため、移設はできない。
・防火水槽の設計荷重がT-14で設計されており大型車の頻繁な通行に耐えれないと考えられる。

上記理由のため現況の防火水槽を取壊し、新しく防火水槽を設置するようにしたが、施工ヤードが狭く、また隣接民家が簡易郵便局でATMが設置されており、極度の振動等で防犯装置が作動するということで、下記対策を取りながら作業を行った。



図-２　マルス工法先行掘削状況



図-３　防火水槽設置状況



図-４　防火水槽設置完了



図-５　市道入口拡幅完了

・土留壁親杭打設前にボーリングを行った結果、石がかなり多いことが分かったのでマルス工法で先行掘削を行い、親杭を打込むことで振動軽減を図るようにした。
・既設防火水槽取り壊し時は、周囲の民家及び高等学校への配慮を行うため振動計、騒音計を設置し特に騒音が規制値を超える作業があったため、防音シートを設置した。また振動も抑えるためコンクリートブレーカーを油圧クラッシャーでの取壊しに変更した。

②工事運搬車両を通行させる市道は当初全面拡幅予定であったが、関係機関との調整の結果全面拡幅はできなかったため、部分的に拡幅できそうな箇所を協議し、部分拡幅を行った。

　また市道に設置してある側溝蓋等も大型車の通行に対応できないものであったため取替えを行った。

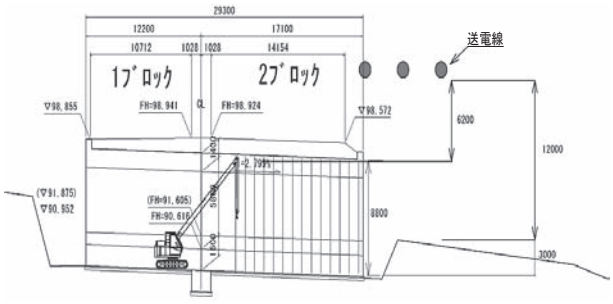
③工事用道路施工の際は道路勾配が12.5%ときつい勾配で砕石舗装になっており、市道から直角に資材運搬車両が進入してきて上れない可能性があった。また市道への土砂流出も考えられた。

　そのため下記対策を行った。

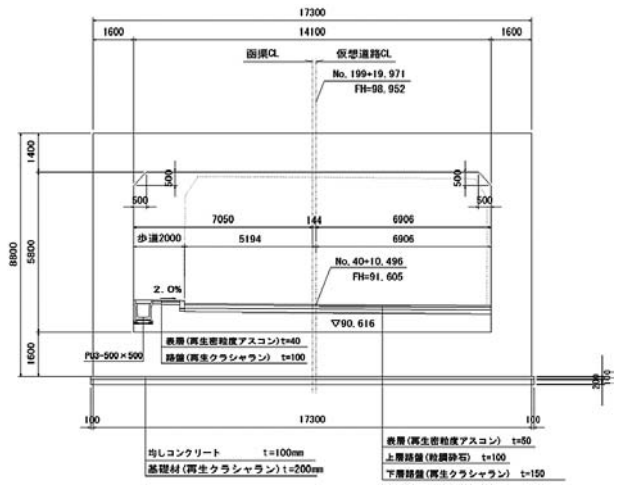
・資材運搬会社及び、その他工事現場等から重量物運搬時で、車両が上れなかった時の道路勾配や補助が必要だった場合の道路勾配を調査し、道路勾配10%以上で助走区間がなかった場合は高確率で上れないという調査結果より道路勾配を10%に変更した。
・工事用道路、入口部が市道と接しており、また直線状の突き当たり部が高等学校校舎敷地であったため土砂の流失防止のため砕石舗装をアスファルト舗装に変更した。また雨が降った場合、工事用道路の雨水が真直ぐ流れると直接高等学校敷地に流れ込む恐れがあったため道路の横断勾配を片勾配として排水構造物側に雨水が流れ込むようにした。

④函渠工の上空に高圧線があったが、高圧線が移設してから作業を行うと工期内に函渠工工事が終わらないため下記対策を行いながら作業を行った。

・電力会社と打ち合わせを行った結果、送電線を流れている電圧は６万ボルトで離隔距離が４m以上必要で送電線に触れなくても感電する場合があるということだった。
・施工上函渠工１ブロックは送電線の影響を受けないため工事をすることができたが、２ブロック側も底版までは施工ができるため、施工順序とクレーンの配置位置のパターンを何通りか考え最適と考えられる施工順序で施工を行うようにした。
・１ブロックから施工を行うと、１ブロック底版打設時点で底版厚1.6mの段差ができ側面に6.2mの立上がり鉄筋があるため１ブロック底版に上がってのクレーン作業ができない。その場合２ブロック側面からの作業、もしくは高圧線の真下からのクレーン作業となるため、正面から高圧線が見える位置で離れた場所から施工を行うようになるため先に２ブロック底版の施



図−６　函渠工縦断・送電線位置図



図−７　函渠工断面図

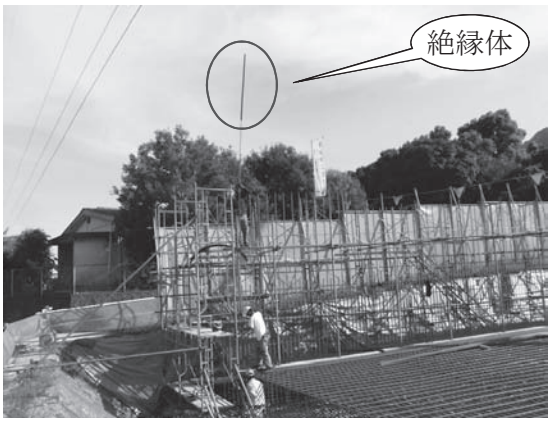
工を行うことにした。

・２ブロック底版の施工でクレーンを使う場合の安全確保として高さ制限の目安ロープの取り付け、横方向に５m 離れた位置に伸ばし制限の目安ロープを張り、昇りをたて注意を促すようにした。

　また、万が一作業に集中し送電線にクレーンが近づく場合も想定して、触ると大きな音がなるスピーカー付きワイヤーセンサーを送電線から横方向５m 離れた位置に設置した。

・底版の施工時に高さ8.8m の立上がり鉄筋があり、施工上送電線から４m ぎりぎりしか離隔距離がとれない箇所があったためその部分は手作業で工事を行い、鉄筋上部に絶縁体を設置して作業を行うようにした。

・上記作業を九州電力送電課と連絡を取り、クレーンを使う際は現場にきてもらい指導を受けながら作業を行った。



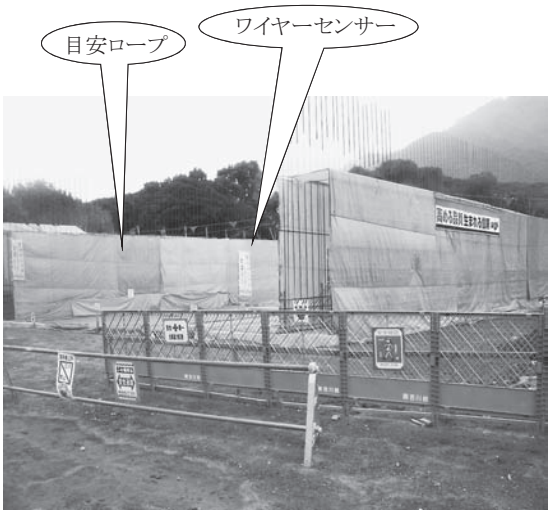
図−８　立上がり鉄筋施工状況



図−９　ワイヤーセンサー設置状況

・また２ブロック底版施工後は送電線が移設するまで期間が開くため立上がり鉄筋の錆付防止のため防錆剤の塗布とシート養生を行った。

⑤自社以外の工事用道路としても今回施工する工事用道路を使用するということで、自社の資材・他社の盛土材運搬経路として市道から工事用道路への進入路だけでは、学生や一般歩行者の安全面や一般車の渋滞等を考慮すると対応できないと思われたため、仮迂回路であった工事用道路−２を大型車が通行できるように道路法線、構造を変更協議し学校敷地の牛舎の一部を借上して別ルートの大型車搬入路を作った。



図−10　立上り鉄筋養生状況

４．おわりに

　今回工事については、非常に支障物件が多く工事をする上で非常に工程でのロスが発生しました。

　工事範囲が広く、工種も多様で工事に着工する際にすべての支障物件を洗い出しすることができていなく、工事に着工してから支障物件を取り除き、工事を行う。そして、次の支障物件を取り除き工事を行う。という様に後手になり、工期が大幅にのび工程管理上はうまくいかなかった。次回に類似現場を担当する機会があれば、先に支障物件の洗い出しを行い、発注者側に提案をあげ支障物件を早期に取り除きスムーズに現場を進めて、より効率的で経済的な現場運営ができるように努力していきたいと思う。

40

安全管理

安全施工に対する取り組み

長野県土木施工管理技士会
大協建設株式会社
現場代理人　堀　内　隆　浩○　Takahiro Horiuchi
現場担当者　古　田　　章　Akira Furuta
水　野　弘　昭　Hiroaki Mizuno

1．はじめに

本工事の施工場所は中央構造線東側の三波川帯に属しているため、全体的な地形は地質構造的な影響を強く反映し、典型的な地すべり地が数多く確認されています。これは本施工場所の対岸に国交省所管の入谷地すべり地区、東側の塩川上流には農林省所管の梨原・沢井地すべり地区、北側に小塩地すべり地区等があることから確認できます。

本工事はこれらの地すべりの影響を受け、すでに劣化・損傷が確認されている「塩川入谷えん堤」(昭和44年竣工) の保護を目的としたアンカー工事です。



図−1　施工前現場状況

2．工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度天竜川水系塩川入谷えん堤補修工事
⑵　工事場所：長野県下伊那郡大鹿村入谷地先
⑶　工　　期：平成21年９月18日～
　　平成23年３月18日
⑷　工事内容：砂防土工１式
　　法面工１式
　　アンカー工125基
　　法面工１式
　　工事用道路工１式
　　仮設工１式

3．安全施工上の問題点を抽出

①安全通路の確保

本工事では地山の片切掘削に始まりアンカー裏込工（ざぶとん枠）の設置、アンカー本体の構築、受圧板の緊張定着まで、法面上での作業が主体になります。これらの作業フローから、法面からの転落災害防止が重要課題になるため、安全且つ設置効率の優れた作業通路の確保が必要であると考えました。

②安全活動等のマンネリ化

本工事の安全活動は、安全施工サイクルに基づき日々取り組んでいますが、同じ作業員で同じ作



図−２　吹付作業時の設置状況

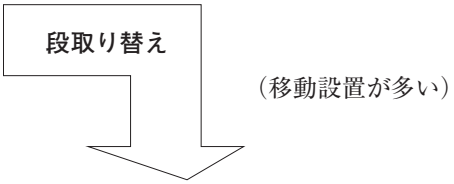
業を繰り返していると、どうしてもＫＹ活動をはじめとした全てのサイクルに於いて、マンネリ化、なれ合いの活動となりがちです。また、毎月４時間以上を割り当て安全教育訓練を実施しますが、今までの傾向から退屈なものになりやすく、教育内容等の工夫が必要であると思います。

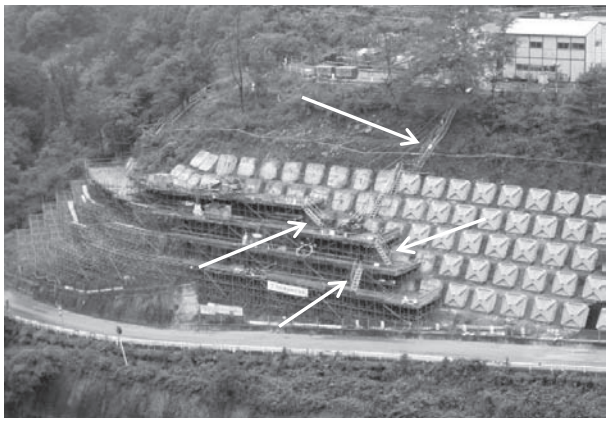
日々の安全活動や安全教育訓練のマンネリ化を防止し、より活性化させることで、現場スタッフ全員の安全に対する意識が向上し、事故防止につながると考えました。

③作業員さんに対するケア

当現場は中山間地に位置しており、現場で実作業を行う作業員さんは日々刻々と変化する厳しい気象条件の中で安全施工に従事しているため、作業環境をより快適に保持するための工夫が必要であると考えました。

また、本工事は一部中止等による諸事情から、約１年半の長期にわたる施工期間であったため、気候の変化や現場条件に合致した取り組みが必要でした。





図−３　アンカー作業時の設置状況

４．問題点克服のための取り組み

⑴　アルミ製ユニット式仮設階段（NETIS 登録製品）の導入

当現場の作業フローを考慮すると、段取り替えによる昇降設備の移動及び移設が複数回に渡ることが予想されたため、設置・移動が容易で安全性に優れたユニット式仮設階段を採用しました。

【結果】

従来施工していた単管パイプスッテプ階段をつける仮設階段では、蹴上げの高さや勾配が不規則になりがちであったが、ユニット式仮設階段の導入によりステップ角度、蹴上げ、手摺り寸法のバラツキが無くなった。

また、今回採用したユニット式仮設階段はアルミ製であるため、軽量で簡単に設置解体できるので昇降時の安全性が大幅に向上した。

⑵　朝礼場所の充実と安全教育の工夫

私たちの現場では全員出席による朝礼・打ち合わせを一日の安全施工サイクルの中で最も重要視しています。しかし、雨の日や冷え込みの厳しい



図−４　朝礼場所全景



図−５　朝礼実施状況



図−６　実施状況写真

冬場の屋外ではその日の作業の要とも言える始業前ミーティングも満足に出来ません。

そこで、朝礼場所である現場事務所周辺スペースの屋根部と周囲をポリカーボネイト製の波形板で囲い、風雨を遮断できる構造にしました。また冬場は地面にチップ材を敷き詰め、大型ストーブを２台設置しました。

また、安全教育訓練の内容充実を図るため、毎月の安全教育実施時に建設業災害防止協会の講師を招へいし、安全教育訓練を実施しました。

【結果】

朝礼場所を風雨や寒風を凌げる構造にしたことにより、ゆっくり時間をかけて始業前ミーティングが出来るようになりました。また始業前の時間には設置したテーブルやストーブを囲んでの雑談もありますが、その際に当日の作業内容や安全事項等を確認する声が聞こえてくるようになったことから、作業員さんたちの安全に対する意識向上に繋がっていると感じました。

安全教育訓練は今まで現場代理人等が主体となって教育・指導を行ってきましたが、建災防の講師による指導の下、教育内容の改善を図ることが出来ました。作業員さん達からも好評でした。

⑶　厳しい作業環境下で働く作業員さんへの対応

当現場は平成21年９月に工事に着手して以来、既に一年余りの時間が経過しました。

この長期間の工事の中で当現場では気候の変化に伴う以下の取り組みを行いました。

ａ）冬期

・日照時間が短く、薄暮時は手元や足下が確認しづらくなるため、ヘルメットに装着式のLEDライトを全作業員に配布しました。（図－７参照）

・寒中対策として携帯用カイロを作業員全員に配布しました。（図－８参照）

ｂ）夏期

・熱中症対策として塩分補給ができるサプリメントを全作業員に配布しました。

また熱中症に対する応急キットを現場に用意しました。（図－９参照）

・蜂ささされ対策として、軟膏薬と殺虫剤を現場に用意しました。（図－10参照）



図-7　ヘルメット装着式 LED ライト



図-8　携帯用カイロ



図-9　熱中症対策



図-10　蜂ささされ対策

【結果】

今年の夏は例年に比べ非常に気温が高かった訳ですが、作業員さんが熱中症に罹かることもなく、無事に乗り切ることができました。また、作業員さん達からは「こんなに素晴らしい現場と代理人さんは初めてだ」……とまではいきませんが、やはり何かを感じてくれたようで、個人レベルでの安全意識の向上（特に若い人達）に繋がったと思います。

5．今後の課題

⑴　アルミ製ユニット式仮設階段の導入について

イ）長期間にわたる場合はリース料金が高価になる。

ロ）単管パイプで組んだ手摺り等へジョイントする場合の工夫が必要。

6．おわりに

連日慌ただしく工事が進捗しております。日々の忙しさに追われ、安全に対する管理がおろそかにならないよう、常に安全を先取りし、現場関係者全員が無事故・無災害で本工事を完成できるよう頑張っていきたいと思います。

41

環境管理

工事用道路の検討と希少植物の保護対策について

佐賀県土木施工管理技士会
株式会社　中野建設
土木部　副主任
大　籠　真　也
Shinya Oogomori

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成20年度佐賀中部農地防災事業
　　幹線排水路(嘉瀬線嘉瀬津工区)工事
⑵　発 注 者：農林水産省　九州農政局
　　佐賀中部農地防災事業所
⑶　工事場所：佐賀県佐賀市嘉瀬町大字中原地内
⑷　工　　期：2008年９月24日～
　　2009年３月12日

今回の現場はＡ路線、Ｂ路線の２路線の水路に分かれて施工するものである。

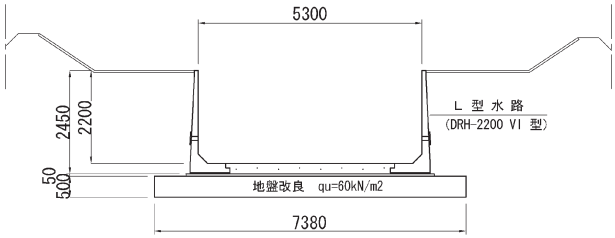
Ａ路線は新設のコンクリートＬ型水路Ｌ＝139ｍ、Ｗ＝5.3m、Ｈ＝2.2m。

Ｂ路線は、護岸工事（石積み）Ｌ＝401ｍ施工。

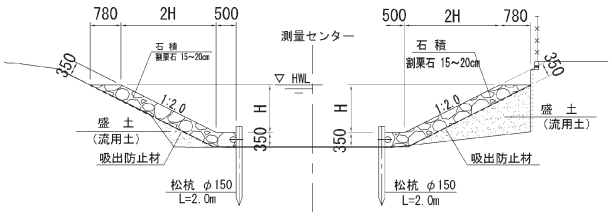
どちらも、佐賀特有の有明粘土層が存在する。

Ａ路線のコンクリートＬ型水路は、当初設計でⅢ・Ⅳ型鋼矢板による遮水後、表層混合処理工法（改良深Ｈ＝0.5m）で基礎を施工する（図−１）。

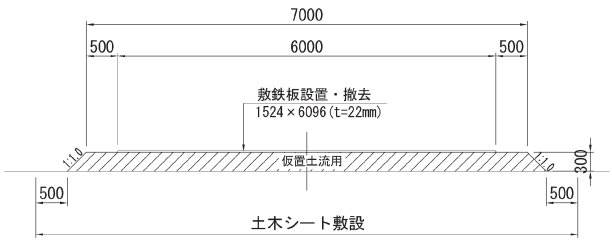
Ｂ路線の護岸工事は、既設護岸が存在し施工箇所は住宅が密集、道路もＷ＝2.2m と狭い。そして、現状水路内にアサザ（多年生浮葉植物）と呼ばれる希少植物が存在する。そのため当初設計は既設水路を締め切り、水替後現況地盤上に土木シート（PP シート＃1212）を敷設。その後、改良土による盛土（Ｈ＝0.3m）を行い、敷鉄板による工事用道路を設置。水路内より護岸工事を施工後、工事用道路を撤去するものである（図−２、３）。



図−１　コンクリート水路標準断面図



図−２　護岸工標準断面図



図−３　工事用道路標準図

２．現場における問題点

今回の施工にあたりＢ路線の護岸工事で特に工事用道路設置について大きく２つの問題点があった。

①水路内に希少植物（アサザ）が存在し、保護しなければならない。そのため、工事期間中は希少植物（アサザ）を移設、工事完了後に再び植生しなければならない（図−４）。



図−４　希少植物（アサザ）

②既設水路内の地盤は区間によっては超軟弱層が厚い区間があり、施工が非常に困難である（図−５）。



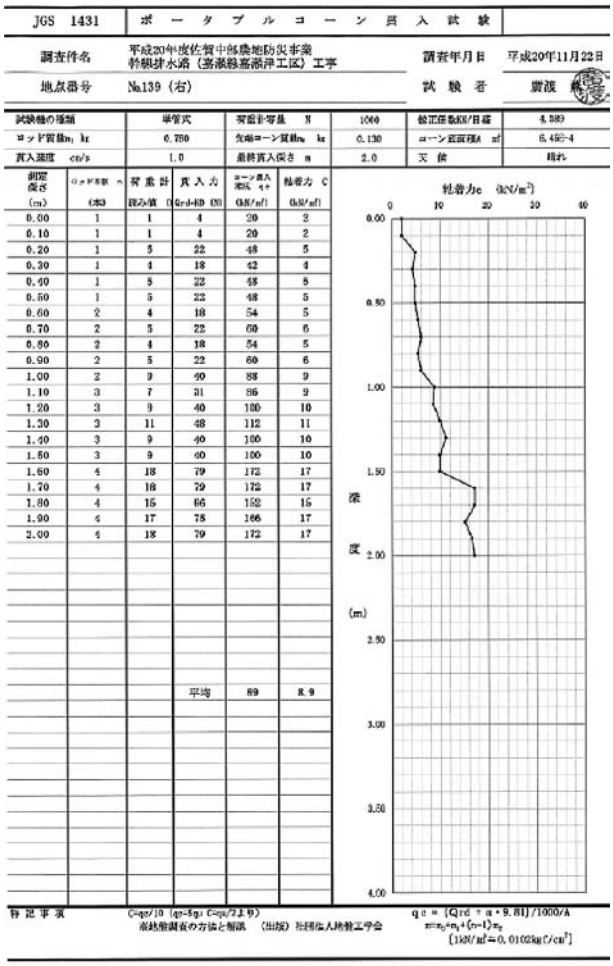
図−５　軟弱地盤の写真

問題点②について、現地盤の地耐力測定のため、ポータブルコーン貫入試験を実施。

その結果より地盤面からＨ＝2.0m の粘着力は平均９kN/㎡の状態であり、当初設計の工事用道路（図−３）で施工するのは困難であり、その他の方法を検討する課題があった（図−６、７）。



図−６　試験状況写真



JGS 1431　ポータブルコーン貫入試験

調査件名	平成20年度佐賀中部農地防災事業 幹線排水路（嘉瀬嘉添津工区）工事	調査年月日	平成20年11月22日
地点番号	No.139（右）	試験者	齋渡

試験機の種類	単管式	荷重計容量 N	1000	換算係数KN/目盛	4.903
ロッド質量m_1 kg	6.750	先端コーン質量m_2 kg	6.130	コーン底面積A ㎡	6.45E-4
貫入速度 cm/s	1.0	最終貫入深さ m	2.0	天候	晴れ

測定深さ (cm)	ロッド本数 n (本)	荷重計 読み値	貫入力 Qd=kD (N)	コーン貫入抵抗 qd (kN/㎡)	粘着力 C (kN/㎡)
0.00	1	1	4	20	2
0.10	1	1	4	20	2
0.20	1	5	22	48	5
0.30	1	4	18	42	4
0.40	1	5	22	48	5
0.50	1	5	22	48	5
0.60	2	4	18	54	5
0.70	2	5	22	60	6
0.80	2	4	18	54	5
0.90	2	5	22	60	6
1.00	2	9	40	88	9
1.10	3	7	31	86	9
1.20	3	9	40	100	10
1.30	3	11	48	112	11
1.40	3	9	40	100	10
1.50	3	9	40	100	10
1.60	4	18	79	172	17
1.70	4	18	79	172	17
1.80	4	15	66	152	15
1.90	4	17	75	166	17
2.00	4	18	79	172	17
			平均	89	8.9

粘着力c (kN/m²)　0　10　20　30　40

深度 (m)　0.00　0.50　1.00　1.50　2.00　2.50　3.00　3.50　4.00

特記事項　C=qd/10 (qd=8q, C=qu/2より)　原位置調査の方法と解説（出版）社団法人地盤工学会

$qu=\{Qrd+(m+9.81)/1000/A$
$m=m_0+m_1+(n-1)m_2$
$[1kN/m^2=0.0102kgf/cm^2]$

図−７　ポータブルコーン貫入試験データ

３．対応策と適用結果

工事用道路施工にあたり対応策として②つの対応策を検討実施した。

①使用材料の検討と試験施工の実施

当初設計	⇨	対策案
土木シート(PP シート#1212)		ジオテキスタイル(T-500)

使用する材料をジオテキスタイル（T-500）に変更して、盛土厚を H＝0.3m で試験施工を実施。以下結果が得られた。

１）バックホウ0.45㎥級の走行は可能。

２）バックホウ走行時の振動が大きい。

３）バックホウの走行時に不等沈下が発生し、１回の走行で４cm 程度の段差が発生した。

４）シート継目箇所より盛土下面の泥土が表面まで浮き上がってきた。

その他に盛土厚を H＝0.5m と設定し試験した結果、多少の不等沈下が発生したが、工事用道路として問題はなかった。だが、区間における地盤の地耐力の違いや降雨時における現場内浸水、それに伴う改良土の含水比の変化等を考慮すると長期におよぶ工事用道路としては不適当であると考えられた（図-８、９）。



図-８　試験施工状況写真



図-９　試験時の沈下状況写真

②セメント系固化材による地盤改良（表層混合処理工法）の検討と覆土による希少植物（アサザ）保護の検討

地盤改良（表層混合処理工法）を実施するにあたり、以下の問題点がある。

１）六価クロム溶出について

土壌環境基準を超えない固化材の組み合わせ及び配合を設定する必要がある。

２）周辺地盤への影響について

既設護岸や民家が密集しており、改良による周辺地盤への影響や改良範囲・改良厚を設定する必要がある。

３）粉塵対策について

表層混合処理工法の場合、固化材の散布・混合の際、発塵による周辺環境への影響がある。

４）希少植物（アサザ）保護について

改良に伴う PH 値（アルカリ値）の上昇と改良土の強度（硬さ）により根の発達促進対策が必要である。

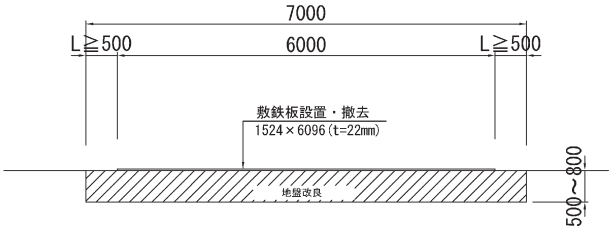
以上４つの問題点の対応策について、施工前に六価クロム溶出試験を実施。工事用道路として必要な強度の検討、室内配合試験による添加量および改良厚を検討した結果、区間によって違うが、改良厚 H＝0.5～0.8m、添加量70kg/㎥が必要となった。また周辺に住宅が存在するため、発塵抑

制型の固化材を使用する。そして希少植物（アサザ）保護に関して、PH 値については、改良土表面は空気中の炭酸ガス（CO_2）の作用により PH 値は低下する。

また土の緩衝作用により、改良土からの浸透水やその表面を流れるアルカリ性の水は未改良土を浸透することで、PH 値が低下し、アルカリ性の拡散はほとんど問題にはならず、中和作用する。

根の発達促進については、希少植物（アサザ）の必要最小土層厚さ確保のため､改良部を H＝0.3m撤去、未改良土で覆土 H＝0.3m入替えする方法で検討した。PH 値、根の発達促進において、土の緩衝作用を利用した覆土は有効的であると考えられる。

結果として、長期的な工事期間に対応できる点、希少植物（アサザ）保護に必要な条件等を考慮すると対応策②のセメント系固化材による地盤改良（表層混合処理工法）の検討と覆土による希少植物（アサザ）保護の検討案で施工した（図−10）。



図−10　工事用道路標準断面図（実施）

4．おわりに

今回の現場の条件として、B 路線の護岸工事で工事用道路設置にあたり、佐賀特有の有明粘土層は超軟弱地盤であり、既設水路内に希少植物（アサザ）を保護する条件があった。工事用道路は地盤改良（表層混合処理工法）を行い、護岸工事（石積み）施工後、工事用道路を撤去しながら、覆土を行う工法で施工を実施した。

結果として工事期間中の工事用道路に問題は無く覆土による方法で、無事に希少植物（アサザ）の根の発達することができた。また、改良に伴う現場周辺にも振動等も含め影響や苦情もなく、A 路線、B 路線共に無事竣工することが出来た（図−11）。



図−11　竣工２年後の B 路線の写真

42

環境管理

施工環境に適応した防塵ネットの設置

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社

土木部
武　田　健　三○
Kenzo Takeda

土木部
西　原　正　二
Syouzi Nishibara

土木部
山　内　慎　也
Shinya Yamauchi

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：四国横断自動車道　大幸工事
⑵　発 注 者：西日本高速道路株式会社
⑶　工事場所：徳島県鳴門市大津
⑷　工　　期：平成20年３月20日～
　　平成22年２月７日

本工事は高松道と徳島道を結ぶ高速道路工事において、工事箇所のほとんどが、粘性土が40m程度堆積した箇所であり、高速道路における横断構造物（C-Box）箇所を事前にプレロードをおこない圧密沈下させ、その後に構造物を施工するための、準備工事であるところの、プレロードを行う工事であった。

プレロード箇所は６か所あり、１か所あたりの平均盛土量は約20,000㎥であった。

軟弱地盤であるため、施工条件として盛土量として10cm／日という条件があった。ただし、１層10cmの盛土は実施工としてほとんど不可能であったため、１層30cmを３日間隔で施工した。

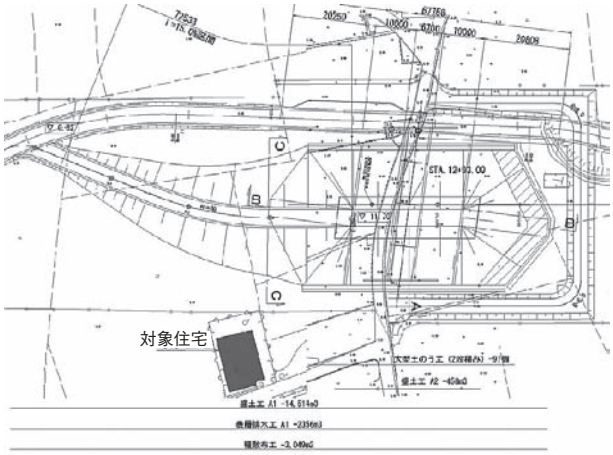


図-１　平面図

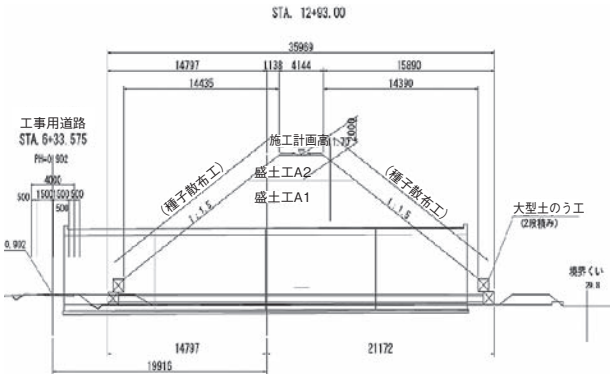


図-２　プレロード断面図



図−３　プレロード



図−４　状況写真

２．現場における問題点

プレロード箇所は６カ所あり、平均盛土高は約10mである。したがって、30cm／３日で盛土していくと、休日・作業不可能日等を除いても約100日間は重機作業が行われることになる。

６施工箇所のうち５箇所は用地境界との隣接地はレンコン畑であるが、１箇所のみ、住宅に接した箇所がある。その住宅には、老夫婦が生活しており、日中もほとんど在宅していた。そして、奥さんの持病もあり、エアコンの風がだめで、自然の風を入れて涼しんでいるとの状況であった。

施工時期が７月からと、ちょうど夏季になり、窓をあける時期でもあった。施工箇所の夏季の風向きがちょうど施工箇所から、その住宅に向かう東から西向きのため、どうしても施工時の粉塵が住宅に飛び、窓を開けれない状態になってしまうことが想定された。

風向きが変わる秋を待って施工を開始する案もあったが、全体工程上それは不可能であったので、対策工を検討し、施工を行う必要があった。

３．対応策と適用結果

対応策

防塵対策として土木現場でよく施工されている

①散水車による散水

②防塵ネット

この２点を実施しようと計画したが①はよいとしても、②の設置位置、構造に工夫が必要であった。

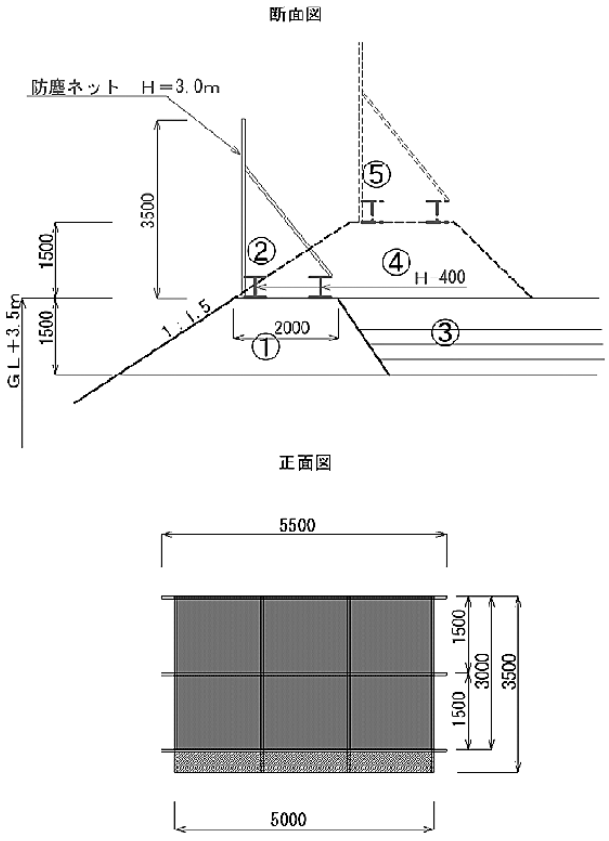
まず、設置位置だが、標準的な場合は境界に沿って、住宅の高さ程度のメッシュシートを設置するが、問題点で記述したように夏季でもエアコンを使わず、自然の風を入れる必要がある。この境界に沿って設置すると、ちょうど東から西に向かう夏季の風を遮断してしまう。この住宅との境界が、ちょうど住宅の敷地のブロック塀のすぐ外側でもあるため、ブロック塀を高くしたようになってしまう。

また、施工中の粉塵の多くは強風等の場合を除き、施工基面から発生する。振動、騒音減少のため、撒き出し、敷き均しはバックホウ（0.45㎥クラス）を使用するが、施工箇所までの10ｔダンプトラックの走行、10ｔ振動ローラによる締め固め作業時に特に発生することが、先行で施工を行った、他のプレロード箇所の実績より想定できた。

したがって、防塵ネットの用途を隣接する住宅の近くで防塵するのではなく、施工箇所で防塵を

行うことがベターと判断した。

施工スピードが30cm／３日であるため、図－５のように、住宅側に先行して土堤をつくりその上に移設可能な防塵ネットを設置して、盛土高が上がってくると、撤去、移設を繰り返す方法を採用した。



図－５　防塵ネット構造図

施工手順としては、

①Ｈ＝1.5m　天端幅２ｍの築堤を行う。

②その上に１ブロック５ｍの防塵ネットを６基設置する。

③Ｈ＝30cmの盛土を５層行う。（３日×５層＝15日）

④防塵ネットを一時撤去し①の築堤を行う。

⑤その築堤上に防塵ネットを再設置する。

表－１　使用材料表

防塵ネット数量表

（1基あたり）

名称	規格・寸法	単位	数量	摘要
H-400	L=5.0m	本	2	
単管	L=3.5m	本	4	縦
単管	L=5.5m	本	3	横
単管	L=4.0	本	2	控え
クランプ	直交	個	8	
クランプ	自在	個	2	
クランプ	H用	個	6	
養生メッシュシート	1.5×5.1	枚	2	



図－６　施工状況

施工体制：クレーン（15ｔ）１台

普通作業員　　２名

標準構成は以上とし、設置・撤去を１～２日で行った。施工上での問題点は、盛土高が上がるほど作業を行う平地（天端幅　完成時約４ｍ）が少なくなってくるため、撤去材の一時仮置き場、築堤の施工およびその部分の転圧が設置・撤去を繰り返すたびに難しくなってきて、その分時間がかかるようになった。



図－７　設置状況

この工法を採用した長所・短所をまとめると以下の様に考察される。

長所
・設置・撤去の時間を短縮できるため、盛土工事を行えない時間帯が短縮できた。
・設置撤去のため高さ３ｍでの高所作業を毎回行わなくて済んだ。(高所作業による危険の回避)

短所
・１基あたりの重量が重くなるのでクレーン作業が設置・撤去毎に発生した。
・仮設材（リース品）が多くなった。

総括すると、今回は特殊な事例でもあり、この工法を採用したことについて、施工上で問題点はあったが、良かったと思う。

４．おわりに

仮設工事として、防塵対策工は土木現場においては、頻繁に行われており、施工前に準備工として設置されると、施工が完了するまでそのままで、メンテナンスのみを行うのが通常だと思われる。

しかし、今回のように防塵対策の対象者（場合によっては物）について、十分に調査をしたうえで、最適な方法を検討、実施していくことが必要だと思う。地域性もあるとは思われるが、確実に日本は高齢化社会になってきており、工事を行う近隣にもどのような状態の方がいるかを十分把握し、その方に対してベストの状態は工事を行うため、むづかしいが、よりベターな状況で施工できる環境を検討していくのも、施工業者の使命だと痛感した。

今回の場合も発注者も含めて、対象者と何度も協議をした上で実施したため、施工中の苦情等は発生しなかった。このことは、完全に防塵ができたとは思われないが、ある程度は我慢でき、施工に協力的になれる状況（環境）になった結果だとおもわれる。

最後に、このような仮設工事が工事の進捗等に大きな影響を与えるため、施工計画の段階から十分な検討が必要だと痛感しました。

43

環境管理

文化財施設内における景観舗装の適用について

宮城県土木施工管理技士会
福田道路株式会社
阿　部　　進○　　棟　方　　功
Susumu Abe　　Isao Munakata

1．はじめに

文化財施設は、その歴史的価値を保存するため、可能な限り手を加えず、現状を維持することが求められる。一方、重要な観光資源である文化財施設は、多くの見学者が訪れるため、参道などの維持管理方法についても工夫が必要である。

今回施工した『経ヶ峰伊達家墓所』㈶瑞鳳殿（仙台市青葉区）参道脇の坂路は、森林に囲まれた境内の参道である石畳階段脇の側道である（図－１、２）。この側道は、階段のように段差がないため、長い階段を登る事が困難なお年寄りなどがよく利用する。

しかし、現場の坂路は、砂利舗装であるため、雨天時に土砂が洗掘され、頻繁に砂利や土砂の補充等のメンテナンスに苦慮している。

工事概要は、以下に示すとおりである。

工事概要

⑴　工 事 名：瑞鳳殿参道坂道舗装補修工事
⑵　発 注 者：㈶瑞鳳殿
⑶　工事場所：仙台市青葉区霊屋下
⑷　工　　期：H22年４月２日～
　　H22年９月24日



図−１　参道下からの石階段の景観



図−２　瑞鳳殿入口の景観

2．現場における問題点

現場における問題点は次に示すとおりである。

①文化財施設内の舗装であることから、周辺の景観と調和する舗装材料（自然な風合いの材料）を選択する必要がある。

②長い石畳の階段を登る事が困難なお年寄りなどがよく利用するため、歩行時において足への負担軽減（衝撃吸収性能）がある材料を選択するのが望ましいと考えられる。

③坂路であることから、雨天時に洗掘されないよう、ある程度安定性があり、維持管理が容易であるものが望ましい。

3．対応策と適用結果

⑴　舗装材料の選択

景観舗装材料の分類と特性の評価例を表－１に示す。現場における問題点であげた３項目の条件を満たす舗装材料の候補は、表－１の参考文献より、景観系の材料から土系舗装および木質系舗装があげられた。

表−1　景観舗装材料の分類と特性の評価例[1)]

景観舗装材料の種類			舗装要素														景観要素			
製造方法	材料分類	舗装名称	施工性	経済性		使用性						付加機能					色彩の多様性	デザイン性	エージング性	テクスチャ
				初期建設費	維持管理費	平たん性	段差	骨風抵抗性	補修の容易性	すべり抵抗性	耐候性	衝撃吸収性	透水・排水性	騒音低減	路面温度低減					
混合物系	アスファルト系	1.普通アスファルト舗装	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	／	／	／	／	／	／	／	／	／
		2.透水性アスファルト舗装	◎	◎	○	○	○	△	○	◎	◎	／	◎	◎	／	／	／	／	／	／
		3.ポーラスアスファルト舗装	◎	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	／	◎	◎	／	／	／	／	／	／
		4.保水性アスファルト舗装	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	／	○	○	◎	／	○	／	／	／
		5.遮熱性アスファルト舗装	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	／	○	○	◎	／	／	／	／	／
		6.弾力性アスファルト舗装	◎	○	△	○	○	△	○	○	◎	◎	／	○	／	／	／	／	／	／
		7.カラーアスファルト舗装	◎	○	△	○	○	○	○	○	○	／	○	○	／	／	◎	◎	／	／
		8.カラー骨材アスファルト舗装	◎	○	△	○	○	○	○	○	◎	／	○	○	／	／	◎	◎	◎	／
		9.半たわみ性舗装	○	○	○	○	○	◎	○	○	◎	／	／	／	／	／	◎	◎	／	／
	コンクリート系	10.普通コンクリート舗装	○	○	◎	○	△	◎	○	○	◎	／	／	／	／	／	／	／	／	／
		11.ポーラスコンクリート舗装	○	○	◎	○	△	○	△	◎	◎	／	◎	◎	／	／	○	○	／	／
		12.カラーコンクリート舗装	○	○	◎	○	△	◎	△	○	○	／	／	／	／	／	○	○	／	／
		13.洗い出しコンクリート舗装	△	△	◎	○	△	◎	△	○	◎	／	／	／	／	／	◎	◎	◎	／
		14.型押しコンクリート舗装	△	△	◎	△	△	◎	△	○	○	／	／	／	／	／	◎	◎	／	／
	樹脂系	15.熱可塑性樹脂舗装	◎	○	△	○	○	○	○	○	○	／	○	○	／	／	◎	◎	◎	◎
		16.樹脂モルタル舗装	△	○	○	○	○	○	○	◎	○	／	／	／	／	／	◎	◎	／	／
		17.天然玉砂利舗装	△	△	○	○	○	○	△	○	○	／	◎	／	／	／	◎	◎	／	◎
		18.ガラスカレット舗装	△	○	○	○	○	○	○	○	○	／	／	／	／	／	○	○	／	／
		19.セラミック舗装	△	○	○	○	○	○	△	○	／	◎	／	／	／	／	◎	◎	／	／
		20.ゴムチップ舗装	△	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	／	／	／	／	◎	◎	／	／
	土系	21.土系舗装	○	○	○	○	△	○	○	△	○	○	／	○	○	／	○	○	／	／
	木質系	22.ウッドチップ舗装	○	○	△	○	○	△	○	○	△	◎	◎	／	○	○	○	○	／	／
塗布系	樹脂系	23.塗布式樹脂舗装	○	△	○	○	○	△	◎	○	△	／	／	／	／	／	◎	◎	／	／
		24.ニート式舗装	○	○	○	◎	○	○	○	◎	△	／	／	／	／	／	◎	◎	／	／
		25.型枠式カラータイル舗装	△	△	△	△	○	△	○	○	△	／	／	／	／	／	◎	◎	／	／
製品系	コンクリート系	26.インターロッキングブロック舗装	△	○	○	△	△	◎	◎	○	◎	／	○	／	○	◎	◎	◎	／	／
		27.コンクリート平板舗装	△	○	○	△	△	◎	△	◎	／	○	／	○	◎	◎	◎	◎	／	／
		28.ブロック系緑化舗装	△	△	○	△	△	○	◎	○	◎	／	◎	／	◎	／	○	／	／	／
		29.プレキャストコンクリート版舗装	○	△	◎	△	△	◎	◎	○	◎	／	／	／	／	◎	◎	／	／	／
	レンガ系	30.レンガ舗装	△	△	○	△	△	○	○	○	◎	／	○	／	／	◎	◎	◎	◎	◎
	タイル系	31.タイル舗装	△	△	△	△	△	△	△	△	◎	／	／	／	／	◎	◎	／	／	◎
	天然石系	32.天然石舗装	△	△	△	△	△	○	△	△	◎	／	／	／	／	◎	◎	◎	◎	◎
	木質系	33.木質系舗装	△	○	○	△	△	○	△	△	○	／	／	○	／	○	／	／	／	／
	その他	34.弾力性ブロック舗装	△	△	○	△	△	△	◎	○	○	◎	○	／	／	○	○	／	／	／

1）土木学会　舗装工学委員会　舗装工学ライブラリー５：街路における景観舗装　P59表３．５

次に土系舗装及び木質系舗装の中で、本現場に、よりふさわしい舗装材料を表－２の通り比較検討した。

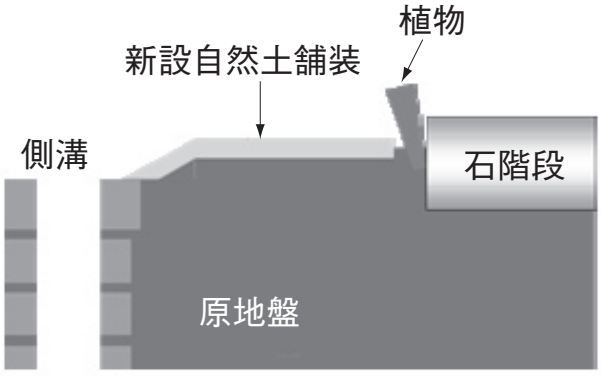
表−2　舗装材料の比較検討結果

	土系舗装（弾性樹脂系）	土系舗装（ｾﾒﾝﾄ系）	木質系舗装
歩行時の衝撃吸収性	○	△	◎
安定性，流出抵抗性	◎	○	○
ひびわれ抵抗性	◎	△	◎
維持管理の容易	◎	○	△
初期費用	○	◎	○
本現場への適否	◎	△	△

表－２の比較表より、階段脇の坂路に使用する材料は、歩行時の衝撃吸収や耐久性・景観との調和を考慮し、弾性樹脂系の土系舗装（砂質土を主骨材とする樹脂系自然土舗装）を選定した。

⑵　舗装構造・使用材料の決定

現地の調査結果から、樹脂系自然土舗装の施工厚さは、t＝3.0～4.0cm（平均施工厚さt＝3.5cm）を標準とし、現地盤を不陸整正した後舗設する。舗装構造は図－３に示すとおりとする。



図−3　舗装断面

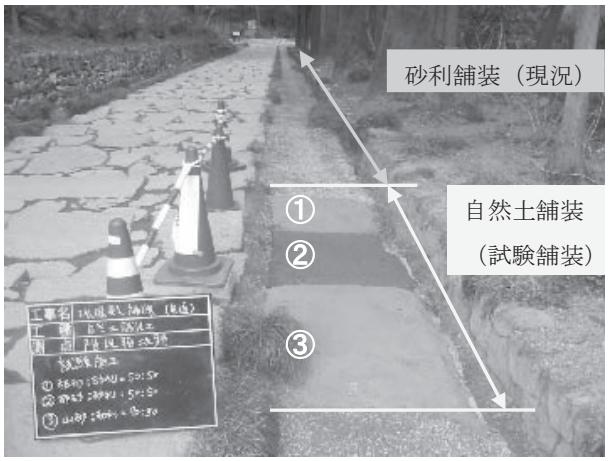
⑶　試験施工

本施工の施工計画を検討するため、図－４、５に示すとおり小規模の試験施工を実施し、以下の３点について検討した。

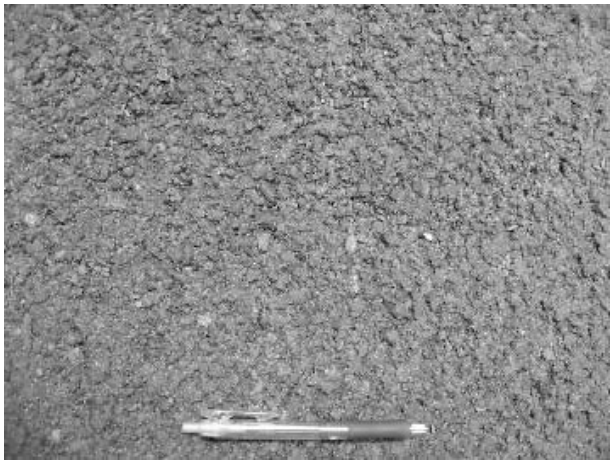
①施工性

②養生期間

③供用状態の確認（安定性）



図−４　試験施工路面状況



図−５　路面の状況

（試験施工結果）

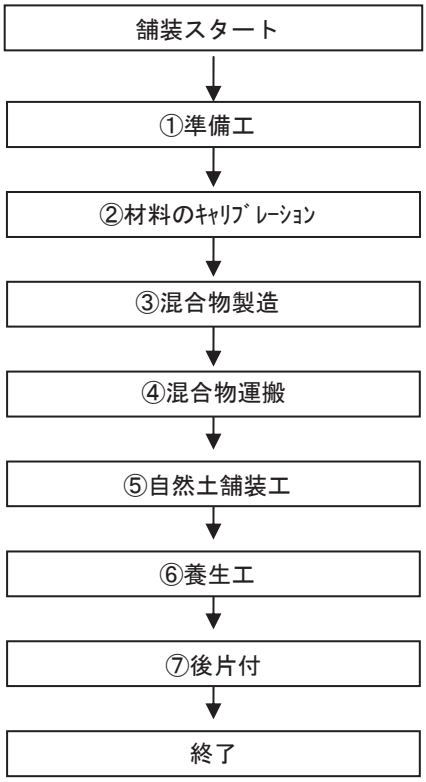
①混合物の製造等人力施工であったが、材料の可使時間等の施工性に問題は無かった。

②養生期間は、温暖期の施工であれば、１日程度で解放可能である。

③歩行による破損・変形や降雨による土砂の流出は無く、安定性及び耐久性に問題は見られなかった。

⑷　施工フロー

試験施工の結果をふまえ、図－６に示すフローで施工を実施した。施工状況は、図－７に示すとおりである。



図−６　施工のフロー



図−７　施工状況

⑸　現場施工

現場施工は、日々の施工範囲を交通規制し実施した。完成写真を図－８、９に示す。

仕上がり状況は良好で、景観と調和し歩行感覚もソフトで歩きやすいと評価されている。



図-８　施工完了（表参道下より）



図-９　施工完了（表参道上より）

４．おわりに

近年の歴史ブームを背景に、参拝者の数が増加傾向にある中での施工であったため、交通規制を伴う日々の養生作業は、多くの労力を要した。

施工完了区間が多くなってくると、私たちの作業内容を理解していただいた参拝者の方々から、感謝の声や労いの言葉など温かい言葉を頂いた。

私たち作業を行っている者にとって、これらの言葉はとても励みになり、施工日数の短縮や作業員の作業に対する意欲向上に繋がり、とてもやりがいのある現場となった。

また、図－10に示すとおり、この近辺は、野生のカモシカの生息域らしく、カモシカも喜んで本施工箇所を通過している。



図-10　カモシカ通過状況

44

新技術・新工法

現地蛇篭石を再利用した護岸工事について

山梨県土木施工管理技士会
小林建設株式会社
土木部　監理技術者
小　尾　直　文
Naofumi Obi

1．はじめに

本工事箇所は山梨県の西端に位置し、富士川の支流早川の最上流部野呂川において、度重なる台風や雪解け水及びゲリラ豪雨などの洪水被害により野呂川橋上流の既設蛇篭護岸工が倒壊されたため、今回修復することになった工事である。

現地にはこれらの蛇篭石が数多く残っており、この蛇篭石を再利用して、渓岸の保護及び崩壊の拡大を抑制するために、新技術であるラウンドストーン工法での石張護岸工約220m を施工するものである。



図−1　工事場所参照

工事概要

⑴　工 事 名：野呂川橋上流護岸工事
⑵　発 注 者：国土交通省　関東地方整備局
　　富士川砂防事務所
⑶　工事場所：山梨県南アルプス市芦安芦倉
⑷　工　　期：自）平成21年７月14日
　　：至）平成22年３月31日
⑸　工事内容：作業土工　6,690㎥
　　基礎コンクリート工　161㎥
　　護岸工（石張）　3,762㎡
　　階段工　232㎡
　　構造物撤去工　4,895㎡
⑹　施工フロー

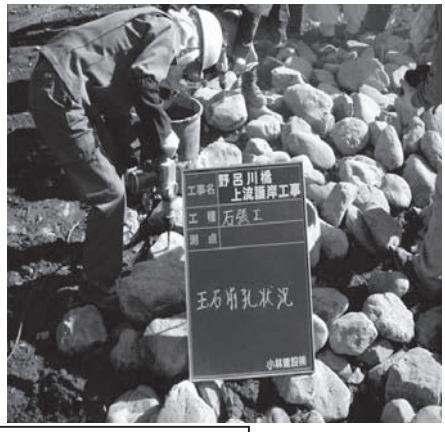
１．型枠組立



２．溶接金網設置



3. 玉石削孔



4. アンカー挿入・石張り



5. コンクリート打設



6. 養　生

次の施工ブロックへ

2．現場における課題

今回のラウンドストーン工法と従来の石張護岸工との違いを以下に示す。

表−1　従来工法と新技術の違い

工法 / 違い	従来工法（練石張工）	新工法（ラウンドストーン工法）
型枠組立範囲	施工継目位置	施工範囲全体
石張り	石径φ25cm～φ50cm 内外	石径φ20cm～φ30cm 内外
	機械積み可	全て人力積み
	玉石をコンクリートへ 1/2 程度埋込	玉石をコンクリートへ 5cm 程度埋込み
	玉石をそのまま使用	玉石にアンカー挿入

上記条件の違いにより、懸念されたのが、型枠組立が全面になったことによる工程遅延の影響・施工効率・作業負担の悪化、また石張工でも玉石一個ずつにアンカー削孔・挿入の手間が増えるため、作業員数と工程に負担が増してしまうことだった。

また、コンクリートの埋込厚が５cm しかないため、アンカー挿入が確実に行われていないと構造的に弱点になってしまうことや、全面型枠で、足場が不安定なため墜落防止対策への課題等が懸念された。

以上のことをふまえ、新技術に伴う工程管理及び施工の工夫が課題となった。

3．対応策と工夫点

⑴　新技術に伴う工程管理

今回採用するラウンドストーン工法は全国で１件、県内では工事実績がないので、施工方法も段取りも未知数である。そのため、まず唯一工事実績がある長野県の工事現場を見学し、その後メーカーの工法説明を受け、下請負工事会社と共に、工法の見聞を広げた。そして、そこで見つかった

問題事項（護岸工と階段工の摺合せの詳細等）を発注者に設計調査で報告し、早急な対応を図った。



図−２　メーカーと元請・下請による工法確認状況

上記メーカーとの打合せの際に、工法の明確化を図り、効率よく現場を進めるために、型枠班・石張班・打設班とに分け、各班の班長に現場着手前に試験施工ヤードによる工法の確認をした結果、型枠組立時に使用するボルトの長さが短く、施工しにくいとの問題点が新たに見つかり、着手前に何とか対応することができた。



図−３　試験施工ヤードによる確認状況

そして、発注者とは机上での打合せを綿密に行った後､現場施工時に細部(施工目地の仕上がり・石の積み方等）を確認し、発注側の施工意図との違いによる手戻りを回避した。

⑵　新技術に対する施工の工夫

①玉石挿入時アンカー付着確認

アンカーの挿入を確実なものとするために、石張工施工前に何本か抽出してアンカー引抜試験を



図−４　発注者と現場での確認状況

行い、アンカーと玉石との付着強度を確認した。また、施工中もアンカーが確実に付着していないものは排除することで、アンカーの施工を確実に行った。



図−５　アンカー引抜試験確認状況

②法面作業時の安全対策

法勾配が緩いため、足場までは必要ないが、全面に型枠があり、作業員の足場が不安定なため、墜落防止措置として安全帯を考えた。

しかし、作業によっては安全帯のロープでは作業できる範囲に限りがあるため、安全帯に２ｍのワイヤーをクリップとフックを付けて延長したものを作成し、２ｍ以上の作業でも使用できるようにし、作業にあった安全帯の配布を行った。その結果、転落防止対策及び作業効率向上に繋がった。

③現場における問題対処

工事が始まると、今までにない問題が浮上した。本工事はR50程度の曲線になっているため、型枠



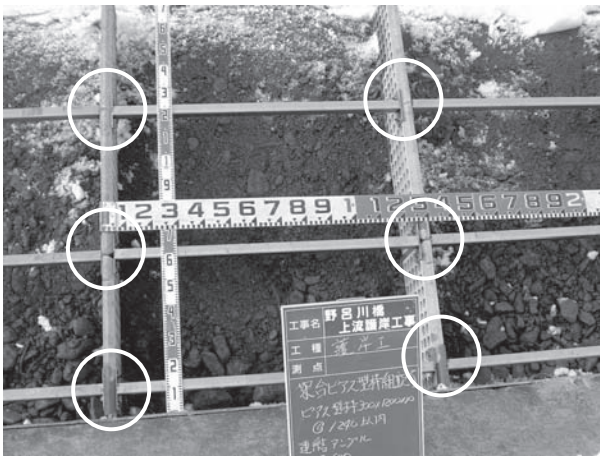
図−６　安全帯の許容〈200kg まで〉荷重試験



図−７　作業中の安全帯使用状況

と型枠とを繋いでいるスライドアングル設置穴に余裕が無く、曲線を合わせるためには、現地で合わせてから設置穴を別に開ける事で対処していた。

しかし、それでは効率が悪いため、メーカーと協力して、穴の位置を自由に変えられるように円柱形に穴を開け、ボルトの位置をスライドできるようなものに改良した結果、型枠組立作業の効率が上がった。



図−８　改善前～固定式の型枠組立状況



図−９　改善後～スライド式の型枠組立状況

４．おわりに

今回既存蛇篭石の再利用という観点から、新技術による施工となったが、その結果、作業員・現場監督・発注者が一体となって、工事を進めていくことができ、近年得られなかったものづくりの原点をよみがえらせて頂いた現場であった。

お互いの立場を守るのではなく、互いの分野から良い意見を出し合って、同じ気持ちで工事を施工する。それこそが先駆者が行ってきた土木工事であり、良いものを創る体制ではないかと思う。

45

新技術・新工法

コスミック工法による長距離急曲線推進工の施工

東京土木施工管理技士会
奥村組土木興業株式会社
川　畑　雅　樹○　　高　木　　久
Masaki Kawahata　　Hisashi Takagi

1．はじめに

当工事は堺浜地区再開発へ供給するための電力ケーブル用の管路（PFP 管 φ150mm15孔）築造を目的とし、外山公園内を発進基地として西側に、なにわ筋中央分離帯内までの723.5m を呼び径1350のヒューム管で推進するものである。

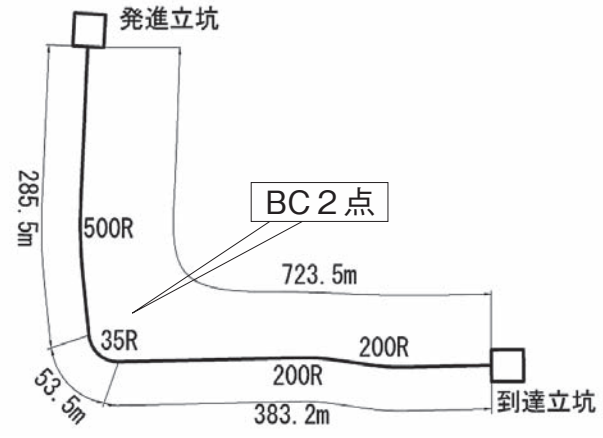
線形は図−１に示すように、発進してほぼ直線（500R）の285．５m を推進し、35R の急曲線をほぼ直角（IA＝88度）に曲がった後、383.2m 推進して到達する。急曲線通過後、長く推進する工事である。

曲線推進では、急曲線通過後に推進できる距離は推進管の耐荷力に制限されて、長く推進できない。また、耐荷力に優れた高強度管の使用を選択した場合は、コストアップになるなどの課題があった。

当工事ではこれらの課題を解決し、推進工法で急曲線後に長い距離を推進するとともに、急曲線通過後の高価な管材費のコストダウンを図った。その課題と対応策、施工結果について報告する。

工事概要

⑴　工 事 名：鉄砲町付近管路新設工事(第2工区)
⑵　発 注 者：関西電力㈱
⑶　工事場所：自）堺市堺区南島町５丁
　　至）堺市堺区三宝６丁
⑷　工　　期：自）平成20年８月26日
　　至）平成22年７月30日
⑸　推進工法：泥水式推進工法
⑹　呼 び 径：1350
⑺　延　　長：723.5m
⑻　平面線形：図−１
⑼　土　　質：砂質土（N 値５～７）、
　　砂混じり粘土（N 値３～５）



図−１　平面線形

２．現場における課題

⑴　短い中押し装置が必要

推進距離を制限する推進管の耐荷力は、側方応力と軸方向力に対応する二種類である。側方応力に対応する推進管種は１種管、２種管であり、軸方向力に対応する推進管種は50N 管と70N 管である。

急曲線である BC２点の許容推進力を算定すると、側方応力に対しては１種管で2, 479kN、２種管で4, 600kN となった。軸方向力では50N 管で3, 590kN、70N 管で5, 250kN となった。これによると、２種70N 管を使用すれば BC２点で4, 600kN まで推進力を作用させることができる。

一方、コスミック工法の推進力算定式で推進力を求めた結果、総推進力（元押し部）は10, 887kN となり、急曲線である BC２点の推進力は約7, 900 kN となった。

BC２点での推進力が推進管の耐荷力を上回っていることから、推進管列の途中に中押し装置を配置して推進力を分担させる必要がある。中押し配置は計算結果から２箇所必要となり、掘進機の132m 後方と、そこより151m 後方に配置した。

中押し装置は中押し管（鋳鉄製の外筒管の内側にコンクリート製の内筒管を挿入している）の外筒管の内側に油圧ジャッキを装着したもので、外筒管と内筒管の端部で挟んでいる。通常は、中押し装置を装着した中押し管の長さは２m 程度である。

一方、曲線を通過する推進管長は曲線半径で決定され、半径が小さくなるほど、短くなる。曲線部では推進管継ぎ手の曲線外側部分が開口するが、開口しても止水性能を確保するために、開口長が制限されている。急曲線ほど開口長が長くなるが、推進管長を短くすることで開口長を制限長さ以内に留め止水性を確保している。そのために、呼び径が1350で35R を通過するには、管長を0. 8m（標準管の1/3の長さ）と短くしなければならない。

中押し装置を装着した状態で、中押し管長が0. 8 m 以内になる特殊な中押し装置の開発が必要である。

⑵　２種70N の推進管が必要

中押し装置を多数配置して推進力を分担すれば通常の耐荷力の推進管で推進できるが、中押し装置数が増加すると施工効率が低下してコストアップとなる。中押し装置の配置箇所を２ヶ所で留めるためには２種70N 管が必要である。

２種70N 管に相当する製品としては高強度の MAX 管（鋼コンクリート合成管）があるが、外圧強度が当現場で必要とする以上の３種管でありオーバースペックとなる。

ヒューム管の２種管は膨張剤を添加することで外圧強度を確保し、通常は50N 管のみ製造している。コンクリート管での２種70N 管は製造ができないうえ、管長が0. 8m と短いことから、新たな管の開発が必要となった。

３．対応策と適用結果

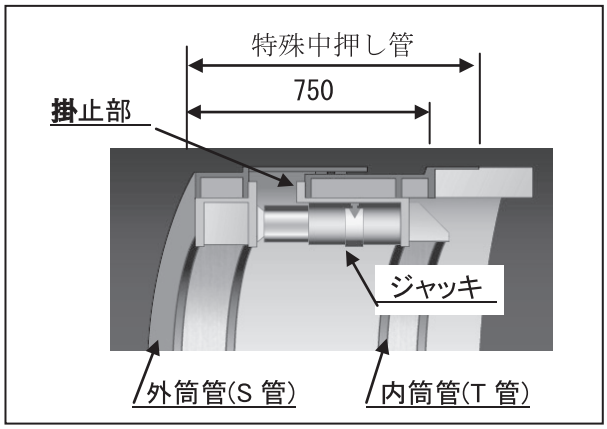
⑴　特殊中押し装置の開発

従来のように、中押し管の外筒と内筒の間に中押し装置を挟んだ状態で管長を0. 8m 以内にするには、油圧ジャッキのストロークが70～80mm 程度と短くなり施工性が著しく低下する。

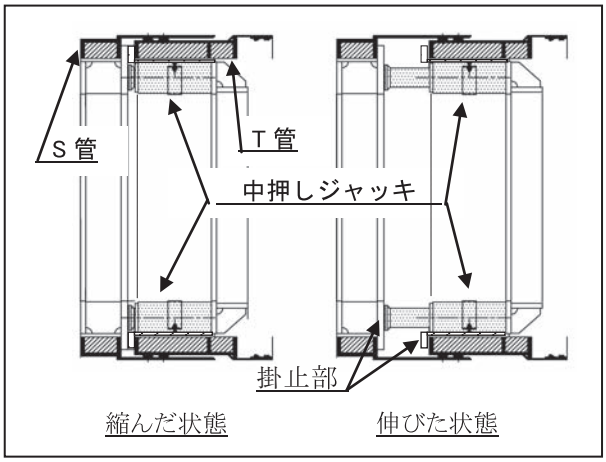
そこで油圧ジャッキを内筒管の内側に沿わせて装着して、中押し管の外筒と内筒の間には図−２に示すようにジャッキストロークにより拡幅する掛止部のみを挟む構造とした。掛止部は32mm の鉄板２枚の厚みのみである。このような構造にすることで、ストロークが従来同様の200mm のジャッキを装着した状態で、中押し管の長さを0. 75 m にすることができた。能力は50kN ジャッキを10本装着して500kN である。中押し装置を装着した中押し管を図−２、図−３及び図−４に示す。

⑵　推進管材の開発

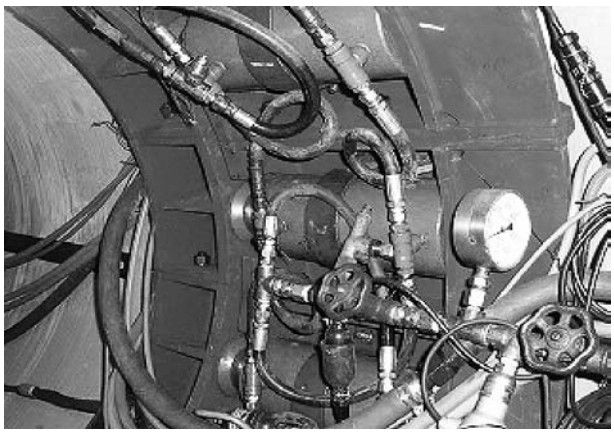
使用する推進管は、管長が0. 8m であることから施工性を考慮して、吊り下ろし手間や接合手間を軽減できる SR 推進管を選択した。SR 推進管は２ヶ所の可撓部で0. 8m のヒューム管を３本接



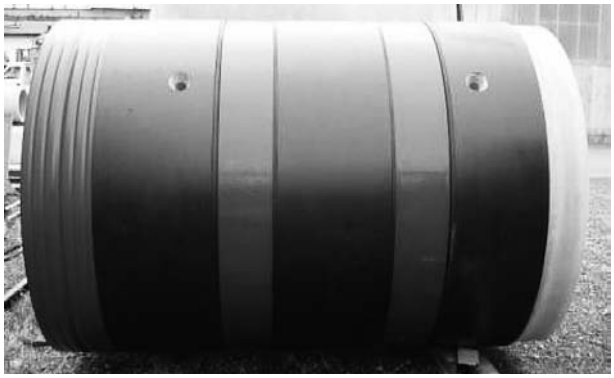
図−２　特殊中押し装置イメージ図



図−３　特殊中押し伸縮状況



図−４　特殊中押し装置



図−５　SR−M 管外観

続したもので、１本の長さが標準管と同様の２.43ｍである。現場接合をしないことから短い管を現場接合する場合と比較して継ぎ手部の止水性も向上する。

推進管は、管周方向のらせん筋を、内側・外側の合計鉄筋比1.0%配筋とし、膨張混和材と高強度混和材を同時に使用するが、1/3管と短尺であることや、BC２点を過ぎてからの推進距離も436.７ｍと長いこと等から、外圧強度を確保するとともに、急曲線部での想定外の圧縮応力にも対応できるように管外周に鋼板を巻くことにした。

これにより、膨張量の拘束をより効果的に得られるとともに、耐久性も確保できる。試作後、各種強度試験を実施して仕様を満たしていることを確認した後、実用する管の製作を行った。開発したSR−M 管を図−５に示す。

⑶　現場導入

施工時の機械配置は、推進力算定計算の条件とした摩擦係数を満足するために、掘進機の後方に曲線造形装置、チェーン回転式摩擦低減装置を接続し、それより200m 後方に１箇所目の中間摩擦低減装置を設置し、更に１箇所目より後方に100ｍ間隔で４箇所の合計５基を設置した。

曲線造形装置は掘進機の進行方向を正確にコントロールし、滑らかな曲線を造形するためのものである。この装置は４節に折れるように各断面の円周上に油圧ジャッキを装備している。曲線部に入る前に曲線内側のジャッキを曲線半径から求めた所定の開口量となるよう縮めておくと、推進力は外側のジャッキのみに働くので、掘進機は側圧に頼らず曲線内側に回転する。その結果、なめらかな曲線を造成できる。これにより、曲線を通過する推進管の摩擦を低減する。

チェーン回転式摩擦低減装置は管外周面に設け

た溝の中を複数のビットを装着したローラーチェーンが回転する。同時に管内の注入孔から放出された滑材を管外周にくまなくゆきわたらせる。ローラーチェーンに取り付けた管外周面より10mm突出しているビットがテールボイド（推進管と孔壁の隙間）の土砂と滑材を混合して管外周に土砂滑材混合層を形成する。これによって滑材が逸散しにくくなり、テールボイドを保持して滑材効果を長期にわたり持続することができる。更に中間摩擦低減装置を配置することで摩擦低減効果を維持する。

⑷　適用結果

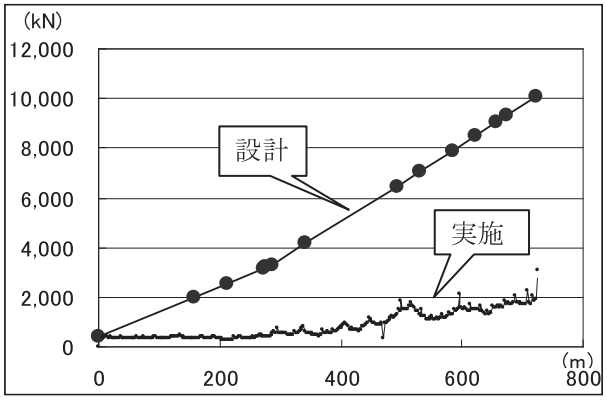
推進力管理はBC２点の推進力を推進管耐荷力の80％以内とすることを目標に元押し推進力を監視した。線形管理は、急曲線部の35R通過時は、常時、推進管内面の開口差（32mm）を管理するとともに、800mm推進する毎に測量を実施した。

これにより、35R部分は20mm程度の管芯誤差で通過できた。急曲線部以外の測量は推進管を１本推進する毎に実施した。その結果、到達時の誤差は水平方向が左30mm、鉛直方向が下30mmであった。

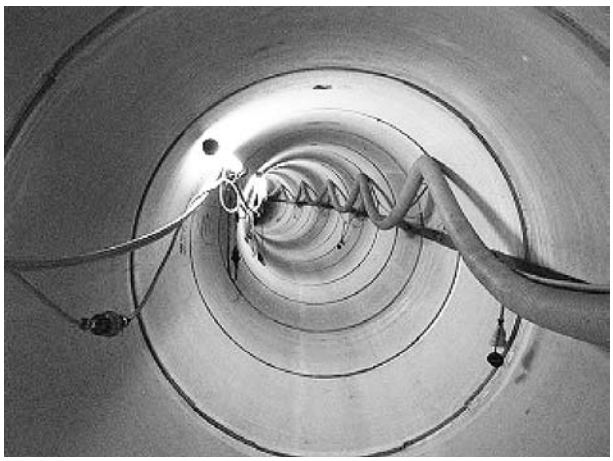
今回の実施推進力は、これまでの推進現場と比べて遙かに少ない。推進力の推移を図−6に示す。

最終到達時の推進力は4,300kNと設計推進力の40％程度と低い値であった。施工は、中押し装置を使用することなく元押設備のみで到達することができたことから、中押し装置の運用性等は確認することができなかった。

これは、土質が計画と異なり、緩いシルト質であったことに加え、チェーン回転式摩擦低減装置がシルトを混合して、滑材土砂混合層がこれまで以上にうまく造成できたこと、SR−M管の外周に巻いた鋼板がコンクリートに比べ、摩擦が少なかったこと等が考えられる。到達後の曲線部の状況を図−７に示す。



図−６　設計推進力と実施推進力



図−７　到達時の曲線状況

４．おわりに

急曲線に対応する要素技術を開発して、急曲線を通過した後、これまでになかった長い距離を推進することができた。この工事は、発注者や元請け業者と綿密な検討の末に実施されたもので、実績のあったシールド・推進併用工法の領域においても、推進工法で安価に施工できることを証明した。

年々、施工条件が厳しくなる長距離急曲線推進の施工において、競争力を高めるには、品質と経済性の向上が必須と考える。そのために、これまで以上に技術の改善や開発に努力する所存である。

46

新技術・新工法

ケーブルクレーンの能率アップ

兵庫県土木施工管理技士会
株式会社　木島組
施工技術者
阪　本　正　紀
Masaki Sakamoto

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：高雄谷川砂防堰堤工事
⑵　発 注 者：兵庫県阪神南県民局
　　西宮土木事務所
⑶　工事場所：兵庫県西宮市塩瀬町生瀬
⑷　工　　期：平成17年９月28日～
　　平成19年３月25日

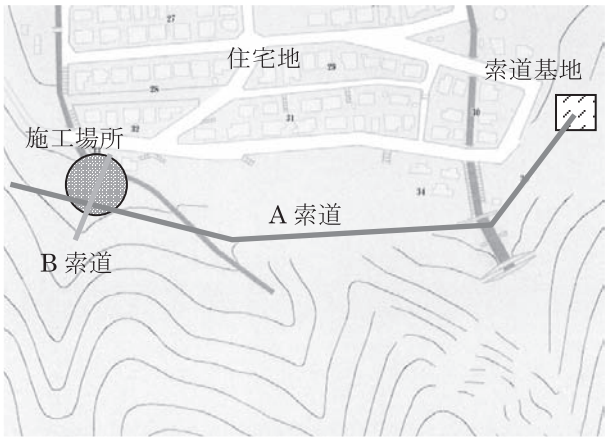


図−１　着工前現場付近

本工事は、西宮市生瀬高台住宅地に隣接し、六甲山特有の地質（風化した花崗岩）の住宅地への土砂流出を防ぐ工事であった。近年は異常気象による豪雨、また阪神・淡路大震災等による山肌の崩落、土石流等の災害が各地で相次いでいる。

しかし、世論の風潮としては自然破壊等の声が高まり、「脱ダム宣言」「公共工事の見直し」等が訴えられている中、住宅地内の生活道路を通行し早期に工事を完成させるには、当初予測していなかった様々な諸問題が発生した。

2．現場における問題点



図−２　施工場所位置図

住宅地裏山には二つの谷があり、一つの谷では阪神・淡路大震災で山肌が崩落、住宅庭先まで土砂が押し寄せたことがあり、その災害の恐怖を経験した一部の住民からは早期完成を要望されていた。当初設計では、住宅地生活道路を通行し工事用道路（所有者は民間）を経て、現場へ直接乗り込む計画であった。しかし工事用道路用地の借地交渉が暗礁に乗り上げ、別ルートの検討に入らざ

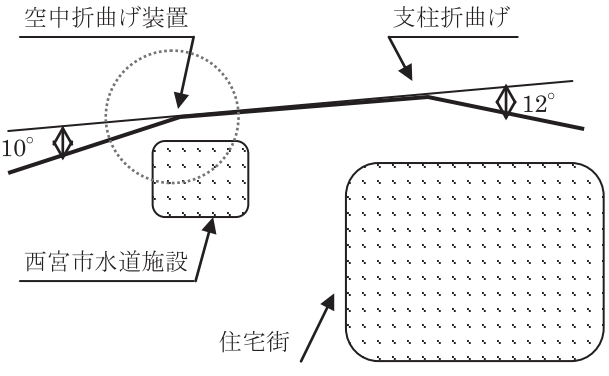
るを得なくなった。考えられる別ルートは地形が急峻で車両での乗り入れは不可能と判断し、最終的にケーブルクレーンによる資機材の搬入となった。しかし索道基地として使用できる用地は限定されており、直線で施工場所までワイヤーを張る場合、高い尾根を越える必要があり、非常に効率が悪い。また現場内施工性をシュミレーションすると、当初設計での工事用仮設道路からの乗り込みであれば移動式クレーンで現場内どこにでも資機材の吊上げ下げが可能であったが、ケーブルクレーンでの施工となれば、資機材の吊上げ下げ作業範囲はケーブル線下のみである。よって作業効率が低下し、工程的にも大幅な遅れが予想される。用地交渉で遅れていたため、これ以上、工期を遅らせることはできない。ケーブルクレーン施工による効率性を検討する必要もあった。

3．工夫・改善点と適用結果

ケーブルクレーンはＡ索道、Ｂ索道の２本構成である。搬入資機材は鋼製複合ダムであるため、生コンクリート約3,000t、鋼製枠約200t、重機他資機材約800t である。

⑴　Ａ索道

Ａ索道は尾根を一つ越える必要があった。住宅地に面しているため直線でワイヤーを張る場合、高い尾根を越えることになり、資機材約4,000t を搬入するには非常に効率が悪い。そこでケーブル主索を空中で折り曲げることはできないかと社内で検討した。

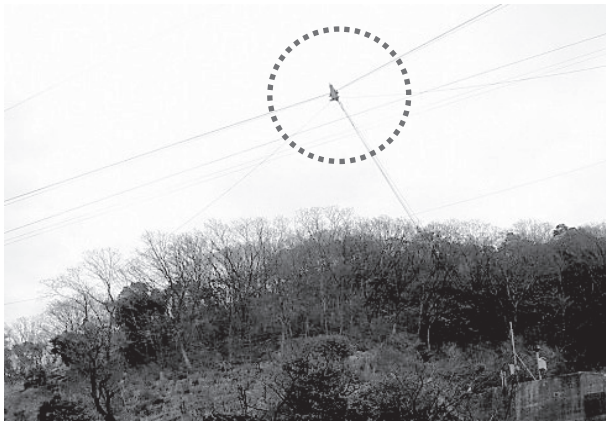


図−３　空中折曲げ装置図

ケーブル主索を横引きすることにより、狭角側（水道施設・住宅地）に弓を射った状態になり低い尾根を通過することは可能となる。しかしその装置では、ケーブル主索が外れた場合、重大な事故を招く虞があった。そこで単管とワイヤーを工夫し、外れた場合でも事故を招かない安全装置を考案した。

これらの装置により空中での折り曲げ角10°を実現させ、住宅地を迂回することができた。

その結果、直線であれば高い尾根を越えるには登索角26°が必要であったが、登索角15°に抑えることができ、尾根の低い箇所を通過させることができた。



図−４　空中折曲げ装置付ケーブルクレーン



図−５　空中折曲げ装置付ケーブルクレーン

ケーブルクレーン運行は、空中折り曲げ装置通過時は徐行とし、主索等の揺れを最小限に抑え運行した。また、この装置の構造はウィンチ・支柱・ワイヤーで構成されているため、日常点検、

月次点検を徹底し事故防止に努めた。結果、スピードアップにも繋がり、同時に燃料費及びワイヤー摩耗等のコストの削減にもなった。

⑵　B索道

B索道は、A索道にて資機材を送込み、B索道に積替え、その資機材を指定の場所付近へ荷降ろしする索道である。固定式の支柱では線下にしか資材を荷降しすることが出来ず、横持ち等の労力コストも必要となる。そこで安全性、効率性を考慮し「起伏装置付ケーブルクレーン」を考案した。支柱を高くし起伏させることにより荷降ろし範囲が広がる効果が見込まれる。ウィンチのドラムを２分し、ワイヤーの出入りを反対にすることにより支柱が左右に起伏する。支柱高22.0m、起伏角左右30°に設定した場合、荷降ろし範囲が左右に22.0m広がる。この構造によるケーブルクレーン設置にあたり、安全装置等の検討も行なう必要があった。

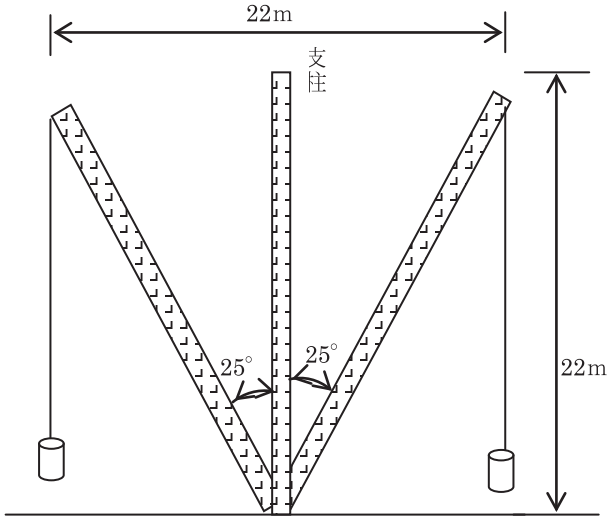
◇検討課題◇

1.吊り荷重2.9t、支柱高22.0mによる支柱の屈折破損防止の検討。

2.支柱下のヒンジの滑り止めの検討。

3.支柱の起伏限界による転倒災害防止の検討。

以上、３点を問題解決する必要があった。



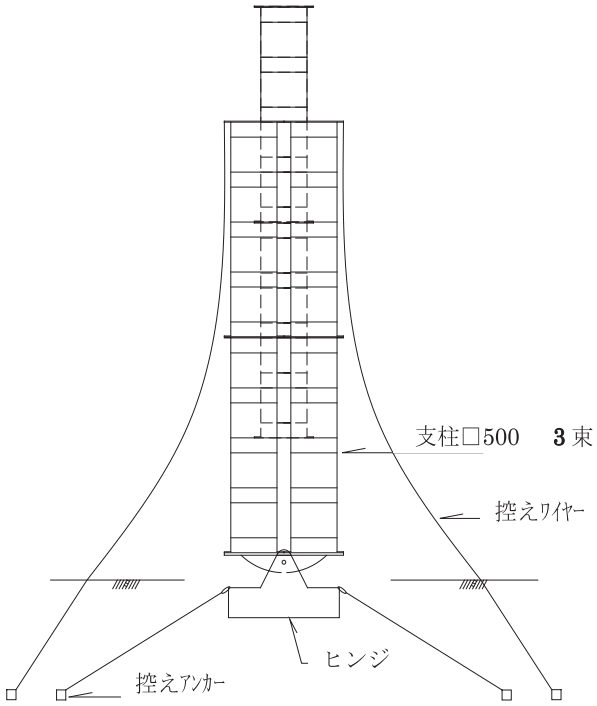
図−６　起伏装置図

◇解決策◇

1.支柱（□500鋼製）を３本束にし、起伏時に支柱にかかる横揺れ等による支柱屈折破損を回避する。

2.ヒンジ基礎部を設置後、左右にアンカーを取り、滑りを防止した。

3.ウィンチの過巻き防止装置及び控えワイヤーを設置し、支柱の転倒を防止した。



図−７　起伏装置構造図

以上の安全装置を設置することによって、起伏装置付きケーブルクレーンが完成した。

生コンクリート打設は型枠内に、鋼製枠材は本堤中央部へと荷降ろしが可能となった。また資機材の搬入も容易となり場内での小運搬は殆どなくなり、荷降ろし可能範囲が広がり、コストの削減並びに工期短縮を実現することができた。



図−８　起伏装置付きケーブルクレーン



図−10　現場見学会

４．おわりに

大切な命と財産を守るための工事であったが、用地交渉が難航し、当初計画されていた工事用道路が通行できず、工期内完成が危ぶまれた。しかしケーブルクレーン（A 索道－折り曲げ装置・B 索道－起伏装置）等の工夫を凝らし、何とか工期内に無事、完成に至った。

生活道路通行にあたっては、日々の道路清掃は勿論のこと、隣接している公園の清掃や、住民では除草に危険が伴う高石垣の除草も作業員が安全帯を使用して行ない、地域住民とのコミュニケーションも確立できた。

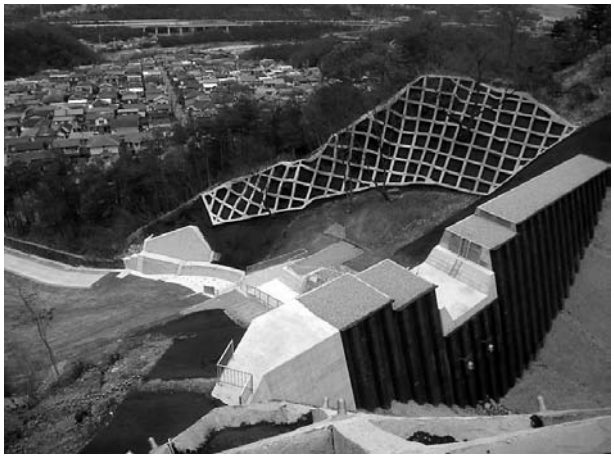
また工事期間中、地元自治会から要望のあった地域住民を対象にした現場見学会も開催し、砂防堰堤工事の概略等の説明、公共工事の重要性についてもご理解を頂きました。

工事を完成させるには、地域住民の協力の下で現場員の知恵を絞り、様々な局面を乗り越えてこそ完成に繋がるものであると思います。 また「建設業のイメージアップ」の一助となればとも思います。

最後に兵庫県より「さわやか県土賞」を受賞したことも申し添えておきます。



図−９　現場付近清掃



図−11　完成写真

47

新技術・新工法

土系舗装材料の製造・施工方法に関する工夫

福岡県土木施工管理技士会
大成ロテック株式会社
福岡営業所
係長　橋　本　篤　史○　Atsushi Hashimoto
主任　松　浦　弘　樹　Hiroki Matsuura

1．はじめに

吉野ヶ里歴史公園は、我が国最大級の遺跡で、弥生時代における「クニ」の中心的な集落の全貌や、弥生時代600年間の移り変わりを知ることができる貴重な公園である。

国営吉野ヶ里歴史公園事務所では、弥生時代の遺跡にふさわしい舗装としてマサ土を利用した土系舗装を行うことになった。ここでは、マサ土を用いた土系混合物の製造方法と施工方法について紹介する。



図−1　吉野ヶ里遺跡の景観

工事概要

⑴　工 事 名：倉と市園路広場その他改修工事
⑵　発 注 者：国営吉野ヶ里歴史公園事務所
⑶　工事場所：国営吉野ヶ里歴史公園内
⑷　工　　期：平成21年１月19日～
　　平成21年２月28日

本工事で用いた土系混合物の配合を表−１に示す。なお、固化材の配合割合については、事前の室内配合試験により決定した。

表−１　土系混合物の配合

項　目	マサ土	石灰系固化材	水	添加剤
重量配合比	90	10	10	0.3
一軸圧縮強度	3MPa以上（舗装試験法便覧 2-4-3準拠）			

注）マサ土は乾燥重量

2．現場における問題点

土系舗装の施工面積は、6,000㎡（舗装厚５cm）あり、通常の小型ミキサーを用いた土系混合物の製造方法では工期的に非常に厳しい状況であった。また、発注者からは、「自然な風合いの路面で、ひび割れがないこと」など、吉野ヶ里遺跡にマッチした土系舗装が要求された。小型ミキサーを用いた通常の混合物製造状況を図－２に示す。

以下に、土系混合物の製造能力向上対策および、施工方法の工夫について述べる。



図−２　通常の土系混合物製造方法

３．対応策と適用結果

⑴　土系混合物の製造能力向上

本工事では、工期的に厳しいため１日の施工面積を600㎡以上に設定しないと工期に間に合わない状況であった。ここで、当初は通常の小型ミキサーに換えて、混合性の良いパグミルミキサーによる製造を検討していたが、１台当たりの日施工量は300㎡程度が限界であった。このため、600㎡施工しようとした場合、混合能力の面からパグミルミキサーが２台必要となり、機械運搬費、ミキサー設置・解体費の面からも適当でないと考えられた。そこで、土系混合物をより多く製造することを目的に、生コン運搬車（以下、アジテータ）による現地混合方法を考案した。

具体的には以下のように実施した。

①搬入したマサ土の含水比を測定し、固化材500 kg に対する湿潤マサ土を計量（図－３）。

②計量した湿潤マサ土の１／２と固化材全量をアジテータに投入（図－４）。

③残りのマサ土を投入後、３分間撹拌。

④含水比調整水と添加剤の水溶液を作製し、水中ポンプによりアジテータに投入（図－５）。

⑤５分間撹拌を行い排出。

決定した混合物製造手順を図－６に示す。



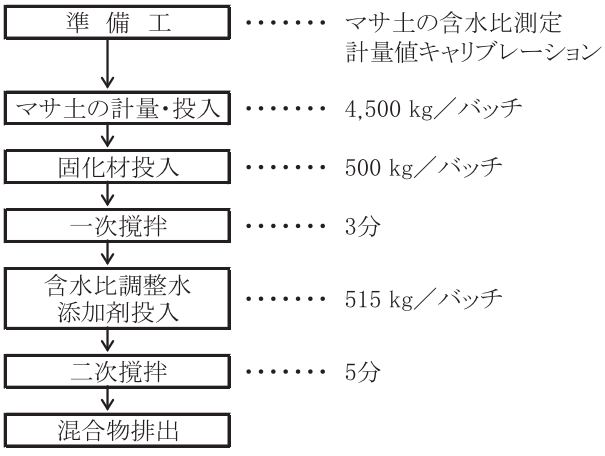
図−３　コンクリートホッパによるマサ土の計量



図−４　アジテータへの材料投入



図−５　添加剤水溶液の投入



図−６　土系混合物の製造手順

このような混合物の製造手順により、１日の製造量は約90t に増加し、１日に約600～900㎡の施工が可能となった。また、アジテータにより製造した土系混合物の品質を一軸圧縮試験により確認した結果、一軸圧縮強度は3.0～3.5MPa であり、室内配合試験値（３MPa 以上）を満足していた。

⑵　ひび割れの抑制

①敷均し方法の工夫

固化材を添加した土系舗装の場合、施工ジョイントは硬化収縮や乾燥収縮により開きやすく、構造上の弱点となる。そこで、土系混合物の製造能力が大幅に向上した利点をフルに活用するため、土系混合物の敷均しにおいては、アスファルトフィニッシャによる連続施工を心がけ、出来る限り施工ジョイントを少なくした。その結果、施工ジョイントを大幅に減らすことができた。

土系混合物の敷均し状況を図－７に示す。



図-７　土系混合物の敷均し状況

②転圧方法の工夫

一般的に、土系舗装では硬化収縮や乾燥収縮によるひび割れを防ぐことが困難なため、ひび割れの発生を出来るだけ抑え、発生したとしても目立たないような工夫を行い施工した。

具体的には、敷均した混合物の一次転圧には、３t コンバインドローラおよびハンドガイドローラを用いて締め固めた。さらに、仕上げ転圧前の土系舗装材の表面に、固化材を混ぜていないマサ土を、舗装面全体に１cm 程度の厚さで覆土として散布し、３t タイヤローラにて仕上げ転圧を行った。

その結果、散布したマサ土の粒子が一次転圧面にめり込んで、ローラマーク、施工ジョイント、ひび割れ等が目立たない自然な風合いの土の面が得られた。

また、舗装表面に覆土をそのまま残して供用することにより、周囲のマサ土地盤と同じような景観と歩行感覚が得られ、しかも、覆土の下にはしっかりと固化した舗装があるので天候に左右されない供用性が確保されている。

さらに、施工１年後の現場を視察した結果では、覆土が表面排水とともに流れて偏りが見られるものの、土系舗装路面は洗掘されていないことが確認できた。

仕上げ転圧前のマサ土散布状況を図－８に、施工後１年が経過した路面の状況を図－９に示す。

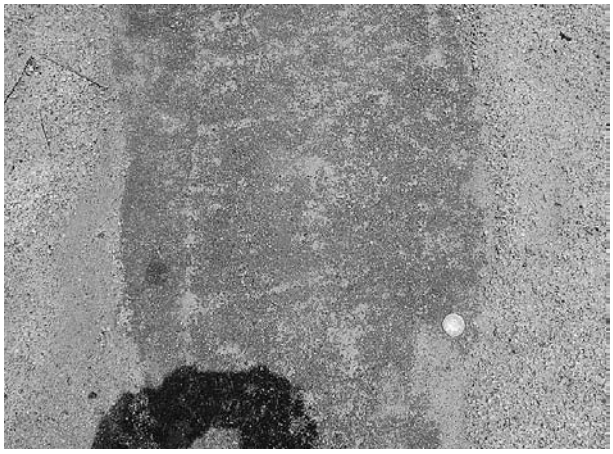
⑶　副次的効果

今回は、敷均した土系混合物の表面を厚さ１cm のマサ土で覆ったため、舗設後の乾燥や凍結を防止することができた。

この覆土が舗装表面の養生の役割を果たし、標準工法では必要なシート養生を省くことができたのでコストダウン、品質の確保につながった。



図-８　仕上げ転圧前のマサ土散布



図−９　１年経過後の路面状況

４．おわりに

今回実施した、大規模面積を対象にした土系舗装の「施工方法」は、アジテータによる混合・製造方法を適用することで、アスファルト舗装並みの効率的な施工が可能となった。

また、発注者からの要求であった「自然な風合いの路面の確保」や「ひび割れの抑制」については舗装表面にマサ土を散布、転圧することで、満足な結果が得られた。

今後は、同様の工事に今回の経験を生かしていきたいと考えている。

48

新技術・新工法

羽田空港国際線エプロンの大規模コンクリート舗装の施工

千葉県土木施工管理技士会
大成ロテック株式会社

監理技術者	課長代理	担当技術者
柳　下　　剛○	谷　垣　　徹	野　田　喬　宏
Go　Yagishita	Tooru Tanigaki	Takahiro Noda

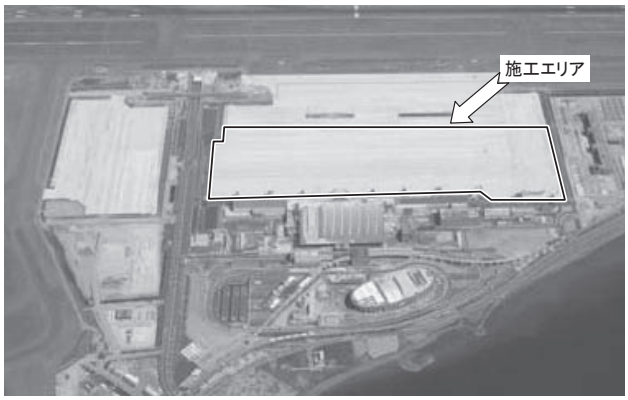
1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業
⑵　発 注 者：関東地方整備局
⑶　事 業 者：羽田空港国際線エプロンPFI株式会社
⑷　設計施工企業：大成・鹿島・五洋・東亜・鹿島道路・大成ロテック異工種建設共同企業体
⑸　工事場所：東京都大田区羽田空港２丁目
⑹　工　　期：2007年３月～2010年７月

東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業は、発着能力が増強された羽田空港の国際線航空需要への対応を目的とし、国際線エプロンを中心とする基本施設、航空保安施設、および構内道路等の整備・維持管理を行うもので、わが国初の大型土木PFI事業として実施された。この事業の中で最も重要な施設の１つである航空機の駐機エリアのエプロン舗装は，総面積35万㎡、厚さ47cm（一部46cm）の無筋コンクリート舗装（以下、NC舗装と呼ぶ）を採用した。

本文は、南側エプロンの約半分に、我が国において初めての本格的な施工となる型枠とスリップフォームペーバを併用したNC舗装について取りまとめたものである。国際線エプロン地区の全景と、当該工法の施工エリアを図−１に示す。



図−１　国際線地区全景と施工エリア

2．工法の選定

本工事のNC舗装は、施工面積17.5万㎡（t＝47cm、コンクリート打設量83,000㎥）の範囲を９ヶ月の短期間で完成させるもので、事前に施工方法の検討を行った。

NC舗装の施工方法は、鋼製型枠上のレールを走行する「セットフォーム工法」と、鋼製型枠を使用せずノンレールで施工可能な「スリップフォーム工法」（以下、SF工法と呼ぶ）に大別できる。また、SF工法は通常型枠を用いない工法であるが、フレッシュコンクリートの性状が多少変化すると舗装端部に肩ダレが発生することがある。

これを防止することを目的として型枠を設置し、スリップフォームペーバを用いて施工する工法（以下、型枠式SF工法と呼ぶ）もある。これらの３工法について比較検討を行った。表−１に当該工事における各施工方法での施工日数と特徴について比較した結果を示す。

表−１　各施工方法の比較

総打設量83,000m³あたりの試算		セットフォーム工法	SF工法	型枠式SF工法
機械施工の日打設量	m³/日	550	1200	720
同施工日数	日	149	65	110
稼働率55%時の施工暦日	日	289(9ヶ月)○	209(7ヶ月)◎	273(9ヶ月)○
仮設プラント供給能力	m³/h以上	90(○)	200(△)	120(○)
端部仕上げ精度の確実性		○	△	○
施工の安全性		○	◎	◎
総合判定		○	△	◎

セットフォーム工法は、約９ヶ月の施工日数となり、工期内に施工を完了することが可能と判断された。

次に、SF工法の施工日数は、約７ヶ月と試算されたが、必要なプラント能力が大きくなりすぎ、施工効率の面から、十分なパフォーマンスを発揮できないと判断された。

一方、型枠式SF工法は、本来のSF工法と比べ、型枠設置・撤去が発生するため、施工期間が長くなるものの、９ヶ月の工期は守ることができる。また、型枠式SF工法は、安全面でもワンパスで施工が可能であり、セットフォーム工法で懸念されるレールと施工機械との挟まれ事故等の労働災害のリスクが小さくなると判断された。

以上の結果と、「端部仕上げの確実性」および「安全性向上」の観点から型枠を設置して施工を行う型枠式SF工法を採用することとした。

３．施工における課題

型枠式SF工法を現場で実施するにあたって、次のような点が課題となった。

⑴　コンクリート

コンクリート舗装の施工においてはコンクリートの安定供給が重要である。さらに、型枠式SF工法では連続打設が必須であり、１日当たり720㎥（６時間の打設）の出荷量を満足するには、120㎥／hの施工能力を満たす大型生コンクリート工場の確保が必要であった。また、コンクリートの品質確保のためには、運搬距離を短くして運搬時間を短縮することも必要であった。さらには、粗骨材および細骨材の安定した納入についても配慮が必要であった。

⑵　施工機械の組合せ

当該施工範囲は、新設旅客ターミナルビルに隣接する駐機スポットにあたるため、燃料ピットや雨水桝をNC舗装内に構築する計画がされていた。そのため、機械走路や材料供給に必要なスペースの確保、ならびにコンクリートの仕上げに必要なスペースの確保が重要であり、機械の組合せ（役割・能力・サイズ）が課題となった。

⑶　縦方向目地

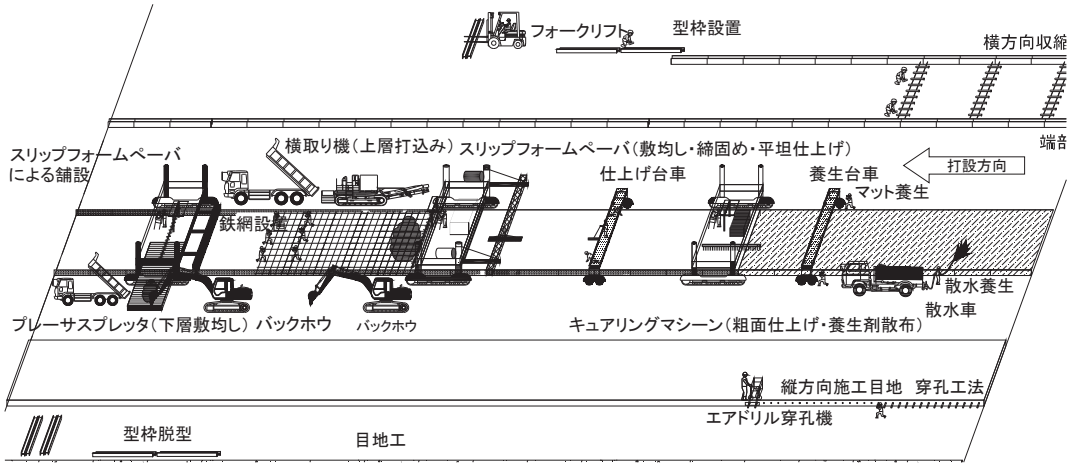
型枠式SF工法は、レール方式と異なり打設中に縦方向目地に負荷がかかるため、スリップバーを所定の位置に維持するのが難しい。このため縦方向目地は、穿孔方式にする必要があり、空港エプロンでの施工実績が少なく、詳細な施工方法が課題となった。

⑷　型枠の構造

一般的な道路で用いられるコンクリート舗装版の厚さは最大30cm程度であり、コンクリート版厚47cmの鋼製型枠は特注品となる。このため、施工性が良好でコンクリート端部の鉛直性が確保できる鋼製型枠を作製する必要があった。



図−２　仮設プラント全景



図−３　施工機械の組み合わせと施工の流れ

４．対応策と適用結果

⑴　コンクリート

コンクリートの連続打設、大量出荷、運搬時間の短縮のために事業範囲内に大型仮設プラントを建設することとした。このプラントは、隣接工区にも同時出荷することを可能とするために、３㎥／バッチのミキサを２連有する機種を選定した。ミキサ１基当たりの公称能力は120㎥／hで、１日の計画打設量720㎥を満足するものである。仮設プラントの全景を図−２に示す。

⑵　施工機械の組合せ

施工機械の組み合わせは、現地の状況、各機械の特性や供給能力等を考慮し、可能な限り機械編成を短くするように設定した。図−３に機械の組み合わせと施工の流れを示す。

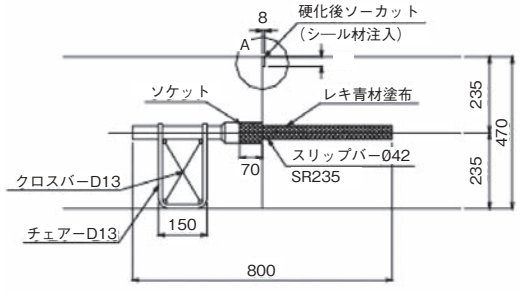
メッシュカートや上層コンクリートの供給にプレーサスプレッダの使用も検討したが、機械編成が長くなり、障害物の回避や仕上げの遅れが懸念されることから使用を断念し、上層コンクリートの敷均しは横取り機とスリップフォームペーバ（GHP2800）のみで行った。

このような施工機械の編成の結果、ライフライン等のピットの障害を回避してNC舗装を効率的に施工することができた。ただし、スリップフォームペーバへの負担が大きく、機械故障等の危険因子が増える傾向にあった。

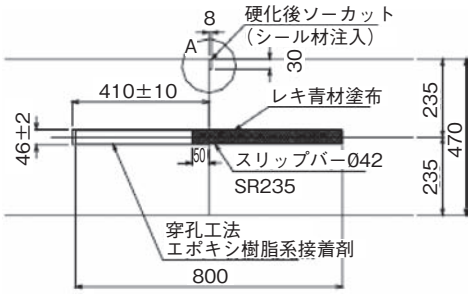
今後、同様な工事において（幅員が7.5m以上と広く、舗装厚が厚い場合）は、上層コンクリートの敷均しにもプレーサスプレッダを使用するほうが、より効率的な施工が可能となると考えている。

⑶　縦方向目地

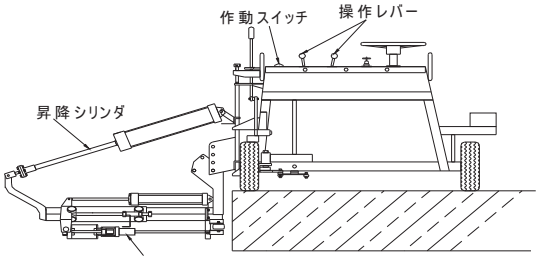
通常の縦方向目地は，オス・メスのネジ式突合せ方式（図−４）となっている。型枠式SF工法では、縦方向目地の金物が移動することが懸念されるため、コンクリート硬化後のコンクリート版側面を穿孔し、バーを挿入固定する方法(図−５）を採用することとした。この方法を採用することで縦方向目地のチェアーも不要となった。使用するスリップバーは、φ42×L800（mm）と太く、人力による穿孔では施工精度・施工能力が満足しないため、米国Minnichi社製の２穴型穿孔機（A−２C）を導入した。２穴型穿孔機の概略図を図−６に示す。



図−４　従来型ねじ式突合わせ方式



図−５　穿孔挿入固定方式



図−６　２穴型穿孔機（A−２C）

穿孔挿入固定方式による施工方法は、コンクリート曲げ強度が2.5N/㎟以上（本工事では２日後）に達した時点で、穴の水平方向位置と深さをセットし、ピッチに合せてコンクリート版上を移動しながら穴をあけていく。その後、穿孔穴を清掃し、スリップバーを挿入しエポキシ系樹脂ボンドで固定する。

今回採用した２穴型穿孔機は、１回の設置で２本同時に穿孔を行うことができる機種である。穿孔機のサイクルタイムは３分程度で、１日当たり240本の穿孔能力を発揮できた。

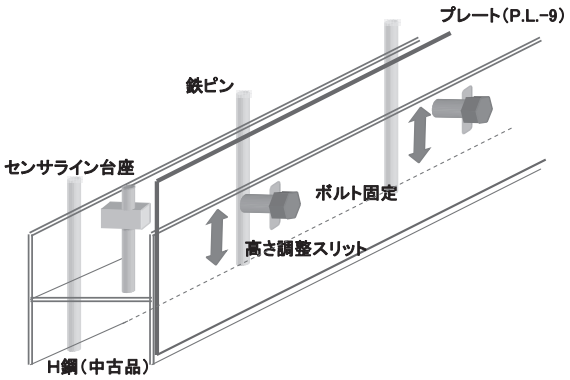
⑷　型枠の構造

鋼製型枠は、H 鋼（H300×300）を母材として、鋼製プレート（P. L−９mm）を高さ調整ボルトで固定できる構造とした。これらは、一般的な鋼材であり調達が容易である。また、この鋼製型枠は、転用が可能で、さらに不具合が生じた場合も速やかな対応が容易であった。

型枠の固定は、鉄ピン（φ22−25mm、L＝600 mm）を1.0m 間隔で実施した。

鋼製型枠の参考図を図−７に示す。

なお、施工機械の制御は、型枠に設置したセンサラインと超音波センサにより行った。型枠の設置状況と超音波センサの運用状況を図−８に示す。



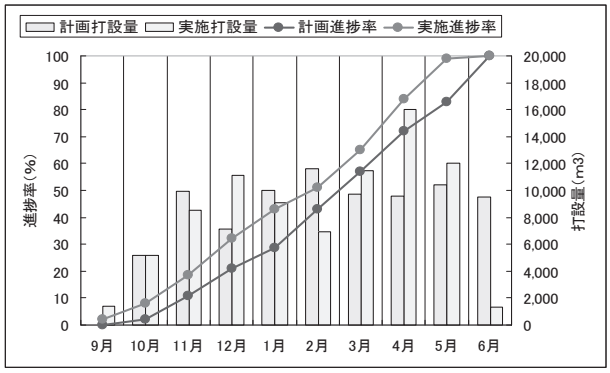
図−７　鋼製型枠の参考図



図−８　型枠設置とセンサ運用状況

⑸　施工結果

NC 舗装のコンクリート打設は、平成20年９月24日～平成21年６月３日（暦日253日間）で完了することができた。実施進捗率を図−９に示す。



図−９　コンクリート実施打設量と進捗状況図

型枠式 SF 工法による日当たりの平均打設量は約770㎥、最大打設量は約１,200㎥、実働施工日数は99日、暦日に対する稼働率は約57％という結果であった。

５．あとがき

型枠式 SF 工法の選定理由である「端部仕上げの確実性」については、肩ダレもなく良好な結果が得られ、「安全性向上」についても同期間を無事故で完了することが出来た。また、全工程を約８ヶ月（暦日253日）で無事に施工完了し、当初計画の９ヶ月という舗設期間に対して約１ヶ月工程を短縮することが出来た。

施工計画の段階で、現場条件を十分把握し、型枠とスリップフォームペーバを併用する工法を採用したことにより、効率的、且つ、安全に NC 舗装を施工することが出来た。目的物の構築に際し、工事・機械・技術各担当者の一丸となった連携と工夫が重要であると実感させられた工事であった。

最後に、当該工事に協力していただいた関係諸兄に感謝すると共に、本文が同種の工事の参考になれば幸いである。

49

新技術・新工法

大規模箱桁の一渇水期送出し施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社

監理技術者	現場代理人	担当技術者
石　田　盛　樹○	安　本　寿　弘	佐　藤　　直
Shigeki Ishida	Toshihiro Yasumoto	Sunao Sato

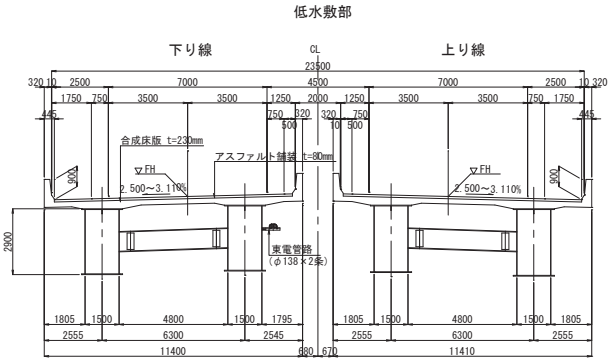
1．はじめに

荒川渡河橋は圏央道が一級河川荒川を跨ぐ位置に計画された４径間連続鋼箱桁橋（上下線２連）である。本工事は河川内作業であり、河川条件より渇水期内施工となるうえ、下部工及び施工ヤードの引渡し条件により膨大な施工量を短期間で完了させる必要があった。

工事概要

⑴　工 事 名：圏央道荒川渡河橋上部その２工事
⑵　発 注 者：国土交通省　関東地方整備局 大宮国道事務所
⑶　工事場所：（自）埼玉県比企郡川島町
　　（至）埼玉県桶川市川田谷
⑷　工　　期：（自）平成20年６月19日
　　（至）平成21年11月30日

鋼桁架設重量は合成床版を含め3,200tであり、これを下部工及びヤード引渡しの平成21年３月20日から渇水期河川条件である同年６月10日までの約2.5ヶ月で架設作業を完了させ河川内から仮設備等を撤収する必要があった。本工事の架設工法は送り出し工法であるが、上下線を並行作業とした場合においても、一般的な作業工程では少なくとも4.0ヶ月程度を見込む必要がある。このため、この差を短縮するための細部にわたる対策の立案が必要であった。



図−１　橋梁一般図

2．現場における課題・問題点

目標工程作成時の条件としては、全て昼間作業とし、５日／月程度の休工を確保するものとした。これにより実作業日数は65日以下にて目標設定を行なう必要があった。工程短縮検討にあたり、当初計画工程のクリティカルパスを抽出し、各作業の課題・改善案の洗い出しを行った。

⑴　綿密な作業工程管理による工程遅延防止

①作業人員の確保

並行作業を必要とするため、複数パーティを構成し且つ、十分な作業人員・重機を確保する必要があった。

②管理者の配置

複数パーティによる各所での品質・安全等のトラブルは、全体工程に大きく影響する。このため施工管理体制を充実させ作業工程遅延を回避する必要があった。

③検査時間の低減

合成床版等の現地受入れ検査に時間を要し、合成床版の日当り施工量が低下することが懸念されたため、受入れ検査の迅速化が必要であった。

⑵　急速施工に適した送出し機材選定

①送出し装置の選定

送出し延長が長く、送り出し支点が最大で６点となるため、水平ジャッキによる従来の送出しでは盛替え作業に時間を要し、日当り送出し量は20m／日程度となる。急速施工に対応しうる送出し装置を選定し、送出し架設日数の短縮を図る必要があった。

⑶　使用機材・設備改善による作業工程短縮

①軌条設備計画の改善

送出しヤードの軌条設備組立作業は、桁地組立に先行して行う必要があるクリティカル作業となる。当初計画では１web 当り１軌条（計４条）としており、設備改善による作業工程の短縮を検討する必要があった。

②手延べ機構造の改善

送出し架設に使用する手延べ機は60m であり、当初計画では１web 当り１主構造（計４主構）としていた。クリティカル作業となる手延べ機の架設及び送出し完了後の解体・撤去作業量の低減を行い、工程短縮を図る必要があった。

③吊足場の設置

基本計画では渇水期内にワイヤーブリッジを設置し、転用足場とする計画であったが、下部工引渡し時期が送出し架設直前であったため、ワイヤーブリッジ設置作業がクリティカルパスとなっていた。このため、足場構造を見直し、設置作業がクリティカルパスとならない工夫が必要であった。

④施工に伴う器具の工夫

現場継手は高力ボルト継手であり、その本数は合計で200,000本と膨大な施工量となる。使用する仮ボルトは約64,000本使用することとなり、継手作業期間の短縮方法を検討し、地組立工程の短縮を図る必要があった。

⑷　渇水期内施工量の削減

①河川内設置設備の削減

万一のトラブル等、工程遅延を想定した場合、河川内作業における最終工程となる河川内ベント撤去作業が、渇水期を超過することが懸念された。そのため当該設備の構造を見直し、河川内作業を削減する必要があった。

３．対応策・工夫・改良点

工程短縮のための具体的な対策を立案し工程管理を行った。以下に目標短縮日数及び各対策の実施内容について示す。

⑴　綿密な作業工程管理による工程遅延防止

①作業人員の確保

上下線を並行作業とし、複数パーティによる作業及び、クレーンを常時６～10台使用し、綿密な工

表−１　工程短縮目標

	項　目	内　容	当初計画	改善計画	短縮日数	備　考
(1)	綿密な作業工程管理による工程遅延防止	①作業人員の確保	−	−	0	工程遅延を防止のための対策
		②管理者の配置	−	−	0	〃
		③検査時間の低減	−	−	0	〃
(2)	急速施工に適した送出し機材選定	①送出し装置の選定	16	8	−8	20m/ 日→40m/ 日
(3)	使用機材・設備の改善による作業工程短縮	①軌条設備計画の改善	15	8	−7	組立日数のみ
		②手延べ機構造の改善	10	6	−4	架設及び切断・撤去作業のみ
		③先行吊足場の設置	16	0	−16	クリティカル作業回避による
		④施工に伴う器具の工夫	7	3	−4	作業時間低減による
(4)	渇水期内施工量の削減	①河川内設置設備の削減	3	0	−3	解体日数のみ
	短縮日数　計				−42	



図−2　複数パーティによる作業状況

程管理・作業配置計画を実施した。

②管理者の配置

４つの管理体制（上下線で８つ）に分割し、各体制毎に担当職員が統括して施工管理を行い工程・品質・安全管理を確実に遂行することとし、トラブル等発生時の対応が迅速に行える体制とした。

③検査時間の低減

合成床版を工場出荷前に全数検査を行い、現場受入れ検査は工場検査時チェックシートを活用することにより迅速化を図った。これにより、オントラックより直接架設が可能となり施工効率が向上した。

⑵　急速施工に適した送出し機材選定

・連続した送出し作業の実施

配置する送り出し設備は上下線合わせて18支点となるため、ジャッキ業者を２社確保し最適な配置計画を行った。送り出し時の推進力は、ワイヤーロープ等を引き込む方式とし、各送り出し支点にはエンドレスローラを採用した。これにより、連続した送出しが実現し、日当り送出し量平均40m／日以上と大幅に改善された。

・送出し架設時の集中管理実施

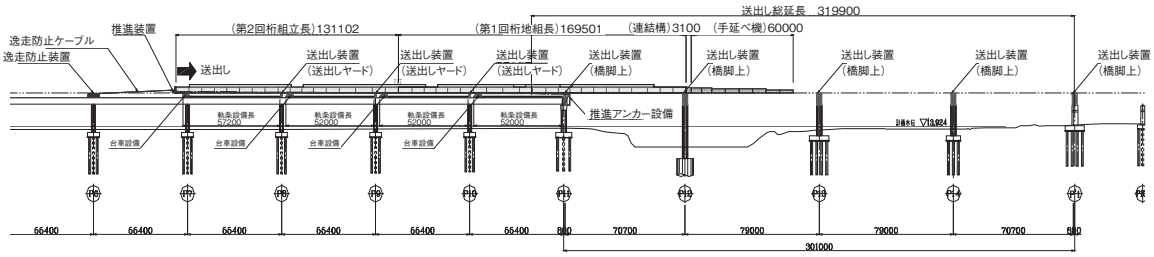
本橋の送出し架設は集中管理システムを採用し、送出し架設時に変化する支点反力及び移動量を集中管理室にて一括管理した。支点反力及び移動量がリアルタイムに管理 PC のディスプレイ上に表示され、桁応力状態を把握し、ジャッキの自動制御により、反力を設定した管理値内へ敏速に自動修正を行うことが可能となり、各支点での調整時間の短縮及び安全性が向上した。



図−3　複数パーティによる作業状況



図−4　エンドレスローラ



図−5　送出し架設配置図

⑶　使用機材・設備の改善による作業工程短縮

①軌条設備計画の改善

台車上桁受梁の剛性を高め、断面方向の支点数を削減することで、軌条設備を４条から２条に削減し大幅な工程短縮を図った。

②手延べ機構造の改善

手延機に剛性の高い工事桁を用いることで、手延機を１主桁当たり１主構とし、組立・解体日数を大幅に削減した。



図−６　手延べ機

③吊足場の設置

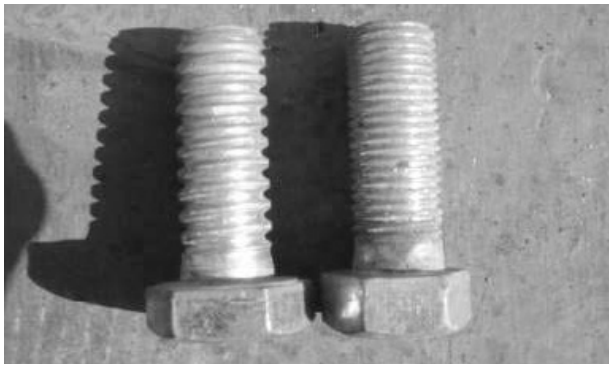
吊り足場の設置高さを送出し作業の支障とならない下フランジ面より高い位置に変更し、足場の設置作業を桁地組立と並行化することによりクリティカルパスを解消した。尚、鋼桁下フランジ部の塗装については地組ヤードにて送出し架設に先行して行うよう工程調整を行った。

④施工に伴う器具の工夫



図−７　送出し架設状況（先行吊り足場）

地組立に使用する仮ボルトは「RB ボルト」を採用した。従来の仮ボルトの締付所要時間は平均2.2秒に対し「RB ボルト」の1.0秒と締付総時間にして、21.3時間の短縮になった。



図−８　RB ボルト（写真左側）

⑷　渇水期内施工量の削減

①河川内設置設備の削減

送出し設備支持用のベント設備を橋脚付きブラケット構造に変更し、HWL 以上の高さへ設置した。これにより、出水期における送出し設備の残置が可能となり、渇水期内作業量の削減を図ることができた。



図−９　橋脚ブラケット設備

４．おわりに

前述した対策実施により、目標工程を上回る工程にて、渇水期内の予定作業を完了することができた。

①一般作業日数　104日　4.0ヶ月（標準）

②目標作業日数　62日　①より42日短縮

③実績作業日数　61日　①より43日短縮

50

イメージアップ

自然と共生する砂防工事

兵庫県土木施工管理技士会
株式会社　木島組
現場代理人
木　嶋　一　二
Itsuji Kishima

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：石楠花谷堰堤補強工事
⑵　発 注 者：近畿地方整備局　六甲砂防事務所
⑶　工事場所：神戸市北区山田町字上谷上
⑷　工　　期：平成20年１月24日～
　　平成21年３月31日



図−１　石楠花谷堰堤（着工前）

石楠花谷は裏六甲山（神戸市北区）に位置し、瀬戸内海国立公園内で、神戸市の風致地区に指定されている。

今回工事は昭和49年11月に竣工した石楠花谷堰堤（L＝62.0m、H＝13.0m、貯 砂 量 V＝18,700㎥）の上流側に腹付けコンクリート（W＝1.0m）を打設し補強を行い、また堰堤中心部をワイヤーソーイング工法で既設コンクリートを切断し、新たに流木止（鋼製）を設置する工事である。前回工事は住宅地及び阪神高速道路北神戸線もなく、石楠花谷堰堤まで工事用道路を設置し、施工されたが現在その工事用道路跡はヒノキやヤマモモが植栽されている。

2．現場における問題点

山間地の土砂流出防止に最も大きな役割を果たしているのは、森林である。森林はその木や草の根で山腹や谷の土壌や岩を固定し、また雨水を蓄えて土砂崩れや洪水を防いでいる。砂防工事の目的は土砂発生の防止であり、その工事において土砂発生を防止している森林に損傷を与えることは、出来る限り避けなければならない。

表−１　７箇条

＜自然環境保全７箇条＞
① 動植物へ配慮する
② 改変は最小限にする
③ 施工区域外に影響を及ぼさない
④ 環境の復元を図る
⑤ 環境資源を有効に利用する
⑥ 景観へ配慮する
⑦ 自然環境への意識を高める

このような考えに基づき、六甲山系の砂防工事

においては前頁の７箇条を踏まえて、工事現場及びその周辺の自然環境に与える影響を最小限にとどめるように、施工範囲、施工期間等を考えた計画をたてる必要がある。

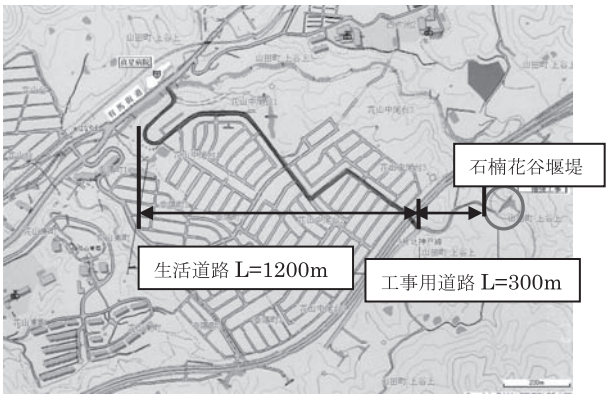
六甲山系の主要な部分は瀬戸内海国立公園に含まれている。自然公園法（昭和32年制定）で、国立公園区域は「特別保護地区」「特別地域」「普通地域」に区分され、施工場所は「特別地区」に指定されていた。「釜滝」など六甲山系の中でも有数の景勝地で、ブログにも幾度となく紹介され、沢登り愛好家には人気のあるスポットでもあった。また、阪神高速道路北神戸線を挟んで北側に花山中尾台住宅地が広がっていた。

１）自然環境への配慮

設計では上流にある「釜滝」から谷沿いに約120m、仮排水管（コルゲート管内径2500㎜）を設置するよう設計されていた。設計通りに施工すると運搬用通路も含め約480㎡の範囲で伐採をすることになり、施工区域外への影響及び地形の改変も予想される。



図−２　堰堤上流にある「名勝釜滝」



図−３　現場付近地図

２）地域との共生

一般道から現場への搬入は花山中尾台住宅地の生活道路を通行するルートしかなく、このルートは通学路としても利用されており、生コンクリート等資機材搬入搬出時も含め地域住民や学校関係者の理解と協力なくして工事の完成は不可能である。

３）ハイカーの理解と協力

近年の健康ブームで山歩きや沢登りを楽しむ方々が土、日曜日を問わず施工箇所付近を通行される。その方々には砂防工事のため、迂回をお願いしなくてはならない。自然を大切にし、自然に親しんでいる方には突然、緑の中に巨大なコンクリート構造物が大きな顔して行く手を阻んでいる。「また、こんなところで工事をしている」「自然破壊だ」と腹立たしく思われるのも当然かもしれません。

３．工夫・改善点　と　適用結果

１）自然環境への配慮

過去10年間の六甲山系の雨量から河川水量等検討した結果、単管足場による木樋（□800×800）により自然排水を行い、降雨による増水時については、水中ポンプ６インチ３台を設置し強制排水を行える体制を執った。また、伐採は計画の１／４程度の必要最小限に留め、伐採木は製材し木樋の材料として再利用した。工事期間中、豪雨により上流から流された小枝が木樋の呑み口を塞ぎ、１、２回オーバーフローしたが、大きな被害ではなかった。

植栽されていたヒノキ（52本）やヤマモモ（15本）は現場内に仮移植ヤードを設け、工事完了時まで仮植えを行い、工事完了後に再度移植した。枯れは３本程度であった。



図−４　伐採木の製材所への搬出



図−５　伐採木を再利用した仮水路



図−６　仮移植ヤード

２）地域との共生

工事を進める上で地域住民の理解と協力は大切な必須条件である。地元説明会及びチラシの配布は勿論のことであるが、現場入り口及び休憩所に掲示板を設置し、毎月「シャクナゲ通信」を発行（工事中12回発行）し、掲示した。内容は土砂災害に関すること（緊急時の避難場所や避難方法等を記載）、六甲山に関すること（六甲山の生い立ち、六甲山の構造等を記載）、工事進捗状況（現在の進捗状況及び来月の施工予定等を記載）。



図−７　シャクナゲ通信

また、砂防工事の必要性と建設業のイメージアップを目指し、地域団体と共催で「シャクナゲ探検隊」を開催しました。花山中尾台地域の子供たち総勢80名を現場に招待し、土石流災害模型（六甲砂防事務所提供）やイラストによる工事内容説明、そして子供たちが最も興味を示してくれた重機の展示や試乗等を行い、楽しい半日を過ごしていただきました。子供たちや付き添いのご父兄に土石流の恐ろしさ、砂防ダムの必要性等を理解もしてもらえたのではないでしょうか。また、この子供たちの中から一人でも建設業に携わってもらえたらと思います。



図−８　「シャクナゲ探検隊」スナップ

4）ハイカーの理解

ハイカーの方々は六甲山の数少ない景勝地を歩き、自然を満悦されています。その自然の中にコンクリートの巨大構造物が行く手を阻み、常日頃から砂防工事に対し、良い印象は持っていらっしゃいません。



図−9　シャクナゲ休憩所

山歩きで疲れた足腰を休めていただくために、現場で発生した伐採木を利用して手作りのベンチ、イスそしてテーブルを作り、「シャクナゲ休憩所」と名付けて休憩所を設置しました。休憩所には着工から完成までをイラストで紹介し掲示しました。一休みされているハイカーを見かけては、話しかけ世間話や砂防ダムの話をし、ハイカーの砂防工事に対する理解等にも努めました。また作業のない日に休憩された方々の工事に対する要望等をお聞きするため、「ご意見箱」も設置しました。



図−10　ご意見箱

4．おわりに



図−11　生まれ変わった石楠花谷堰堤

平成21年３月、石楠花谷堰堤補強工事は事故、トラブル等もなく、無事終了いたしました。

工事期間中に設置しました「ご意見箱」には沢山のご意見をいただきました。中には、厳しいご意見もいただきましたが、「建設業に対するイメージが変わった」というううれしいご意見もいただきました。

51

維持管理

路上表層再生工法による薄層路面補修について

宮城県土木施工管理技士会
福田道路株式会社　東北支店
田　中　敦　雄○　　野　原　茂　生　　柴　田　忠　則
Atsuo Tanaka　　Shigeo Nohara　　Tadanori Shibata

１．はじめに

本工事は、ひび割れとわだち掘れで傷んだ路面を路上表層再生工法により現位置で補修する工事である。

本工法により、ひび割れとわだち掘れで傷んだ路面は、縦断及び横断形状が平坦に改善され、ひび割れやパッチング跡も路面の加熱とかきほぐしによる工程で路面上から無くなる。

路上表層再生工法は、既設舗装を現位置で加熱、かきほぐして再生するため、現場からアスファルト廃材がほとんど発生することがなく、運搬、処分に関わる費用が低減されることからコスト縮減となる。

図－１に施工手順を示す。

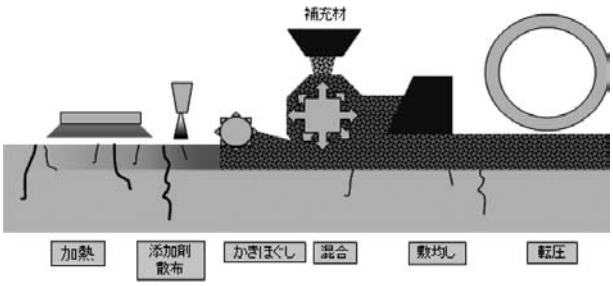


図-１　路上表層再生工法の手順（リミックス）

工事概要

⑴　工 事 名：温湯舗装補修工事

⑵　発 注 者：宮城県北部土木事務所栗原地域事務所

⑶　工事場所：宮城県栗原市花山地内外

⑷　工　　期：H22年７月20日～H22年９月10日

２．路上表層再生工法の特長

本工事は、路上表層再生工法を処理厚 t＝３cm と薄層で適用した事例である。施工断面は、図－２に示すとおりである。

（施工前）



（施工後）

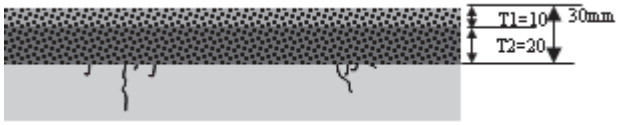


図-２　施工断面

（従来の補修工法との比較）

路上表層再生工法は、近年適用例が少ないことから、従来の路面補修で適用例が多い切削オーバーレイ工法と比較検討を行う。

①施工手順

切削オーバーレイ工の施工は、切削工及びオーバーレイ工の２工程の編成になるのに対し、路上表層再生工法は、かきほぐしから転圧まで１工程となる。

②施工期間の一時交通解放

路上表層再生工法は、即日復旧となることから、路面の段差がない状態で日々の交通解放が可能である。切削オーバーレイ工の即日復旧と同様の状態で交通解放できるため、安全管理上有効である。

③施工コスト

本工事は、処理厚 t＝３cm のうち新規合材を t＝１cm 分と最小限に抑えた設計になっている。切削オーバーレイ工と比べ、材料費を大幅に低減することが可能となる。また、アスファルト殻等の運搬・処分に関わる費用もほとんど無く施工コストを低減することができる。

④リフレクションクラックの抑制効果

路面加熱とかきほぐしによる、ひび割れ補修効果は、かきほぐした厚さ分だけでなく、それ以下の下層まで伝わった熱によるひび割れ閉塞効果で、かきほぐし面以下のひび割れも補修される。

ひび割れの補修効果は、従来のシール注入等と同様にひび割れ箇所の止水効果とリフレクションクラックの抑制効果が期待できる。

３．工夫・改善点と適用結果

３−１　工夫・改善点

本工事は、加熱した既設舗装路面に散布する再生添加剤として、エマルジョン系の特殊添加剤を使用した。この再生添加剤は、旧アスファルトの針入度回復効果に加え、アスファルト分の補充や混合物の締固め性状を向上させる効果がある。

３−２　施工状況

施工編成及び施工状況は、図３～５に示すとおりである。

施工機械編成は、一般の舗装における機械編成と大きな相違はないが、路面加熱のためのヒーター車の台数分、機械延長が長くなる。



図−３　路面加熱状況



図−４　路上表層再生機による施工状況



図−５　転圧状況

路上表層再生機による施工は、図－１及び図－４に示すとおり、再生添加剤の散布から路面のかくほぐし、混合、敷均しまでを１台の機械で行う。

転圧機械は、一般の舗装で使うマカダムローラとタイヤローラを使用した。

3－3　施工結果

施工前と施工後の路面状況を図－６～８に示す。ひび割れのある路面は、路上表層再生工法により、横断形状、ひび割れ、平坦性が改善され、走行性が新設路面と同程度に回復した。



図-６　路面状況（施工前）



図-７　路面状況（施工後）

４．適用条件と留意点

本工事は、気温・路面温度とも高い９月上旬という施工条件に恵まれた時期であったこともあり、良好な仕上がりとなった。

本工法は、現位置による路面の加熱工程を伴うため、気候条件が施工の難易度を左右する。

以下に本工法の適用条件と留意点を示す。

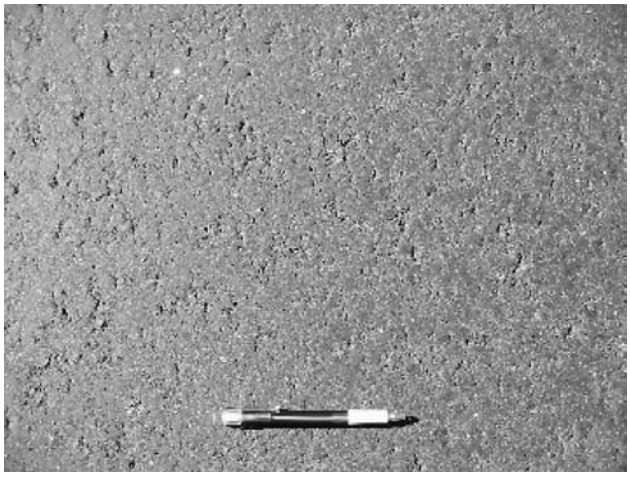


図-８　路面状況（施工後、接写）

・ヒーター車の分だけ施工延長が長くなるため、一定規模以上の工事で適用可能である。
・急カーブや幅員の変化が大きい箇所は、路上表層再生機の機械的理由で適用できない場合がある。
・既設路面を加熱・かきほぐして作業を行うために、秋冬期間（路面温度の低い時期）の施工は不向きである。

５．おわりに

路上表層再生工法は、現位置における舗装再生技術で過去に多くの実績がある。しかし施工時期が寒冷期であると、加熱工程に多くのエネルギーを要し、コストも多くかかることから、現在あまり実施されていないのが現状である。

本現場の供用状況を定期的に観察し、舗装の耐久性等を確認する予定である。

52

その他

早期発見・早期対応・早期解決

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．工事概要

工 事 名：一般県道雲仙千々石線道路改良工事
（法面工）
発 注 者：長崎県島原振興局道路都市計画課
工事場所：長崎県雲仙市小浜町雲仙
工　　期：平成21年９月14日～
平成22年９月30日まで

道路土工(片切掘削)3,060㎥、(オープン掘削)120㎥、(残土処理)3,270㎥、(法面整形)1,640㎡、(植生基材吹付５cm)849㎡、(ラス張り)1,530㎡、(吹付枠200×200)2,689m、(連続繊維補強土工)100㎡、(鉄筋挿入工)1,055本、(落蓋式側溝500×500)153m、(暗渠排水管500)15m、(切取防護柵)112m、(小段排水工)28m、(小段張コンクリート)221㎡、(埋戻コンクリート)70㎡、(小口止コンクリート)１箇所を施工する法面道路改良工事です。

2．問題点

①工事箇所は県道に隣接している。当初設計に切取防護柵設置は無く、事前調査の結果、掘削面が道路に対し切り立っていることから、仮設防護柵設置の計画を余儀なくされた。

②県道隣接により工事用施工スペースに限りが有り、片切掘削を上段より施工するにつれ安全作業通路の確保が困難となった。

③鉄筋挿入工（アンカー工）に用いる削孔二重管に合わせるため、鉄筋のかぶり厚を確保しつつ、法枠型枠の構造変更をおこなう必要があった。

④工事施工箇所は山間部であることから、冬期の自然環境に対応するため、使用する吹付モルタルの凍害防止対策が必要とされた。

⑤既設物取壊し後の斜面現場形状が設計条件と一致せず、設計条件に限りなく近づける工法を選択しなければならなかった。

3．工夫・対策点・改良点

本工事は雲仙千々石線道路改良に関連する工事で現場に隣接する現道を常時車両通行させ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工夫・対策・改良し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。今回掘削する面は隣接する県道の既設落石防止柵のすぐ側まで迫って切りたった部分や危険と思われる場所であるのに、落石防止柵が存在しない所があって安全策を講じ

なければ、常時、現道を車両通行させながらの工事は難しいと判断しました。第三者会議で問題として取り上げ当初、設計にはなかったものの現地地山形状を確認し、長崎県切取防護柵標準設計を基に計画を作成し発注者の承諾を得て設置をおこないました。また、自社で危険と判断した場所にも標準設計に従い切取防止柵を設置し、より安全に第三者の通行が営まれるよう努め、工事の円滑な進捗を図りました。

２－②に対しては、片切掘削を上段より下段へと進める際、下段部で隣接する県道の常時通行を確保するべく設置した切取防護柵が支障となり工事用施工スペースが狭くなり、建設機械の作業スペースしか取れず作業員の安全通路がなくなってしまいます。一方は掘削した高斜面、もう一方は高い防護柵となり限られた作業スペースなので、昇降場所を数多く設けられませんでした。どうしても、稼働している建設機械を一旦停止させ作業員は通行しなければなりませんが、なにぶん狭いスペースで作業をしていてオペレーターが作業員の声の合図に気づかない事が想定されましたので、指定玉掛け等合図者以外にも、警笛を常に携帯させ重機作業範囲内の通行の際に使用させたところ効力を発揮し労働災害防止に一役買いました。

２－③に対して、鉄筋挿入工（アンカー工）に用いる材料の削孔は二重管径が90mm です。通常使用する200×200法枠用ユニット式フリーフォームのフープタイの真ん中の寸法は86mm で二重管の取り付けが出来ませんので、管の肉厚も考慮しまして真ん中の間隔を100mm にしました。また、今回施工します法枠の配筋についても一般的な仕様とは異なっていて D16mm が設計されており、通常200×200法枠配筋は D13mm でありますから大きくなった分鉄筋のかぶり厚さが確保出来ません。よって、法枠工の設計・施工指針に基づき鉄筋の最小かぶり厚を計算上はじき出し36mm 以上になる様に法枠寸法幅を210に変更、200×210法枠に構造変更し発注者の承諾を得て品質を確保しつつ施工をおこないました。

２－④に対して、冬期の山間部での工事で直接影響を受ける工種がモルタル吹付工でありました。この時期の気温はコンクリートを打設出来る気温に達する時間は短く、作業の中止・延期が予想されていたので、吹付モルタルの凍害を防止し、尚且つ低温時でも施工出来るモルタル防凍剤を使用しました。防凍剤の効果として施工初期の凍結を防止し、早期に強度を確保します。防凍剤を混合する事により施工後水分の凍結温度を下げ凍害を防ぎ水和反応を促進し、硬化が早くなります。防凍剤は完全無塩化のものを使用し法面に使用するラス金網やアンカーピン、吹付機械等に錆が出ない。この様に、冬期でも高い品質を保てる防凍剤を使用したことによって品質の低下を防ぐことが出来た。

しかし、使用方法を間違えると逆に品質の低下となる。例えば、防凍剤を水に溶かしての使用はしない。打設後のヒーター等による熱風養生は亀裂の原因になるので避ける。優れた品を使用する際はその品について十分理解した上での使用をお勧めします。

２－⑤に対して、既設物取壊し後の斜面形状が設計条件と一致しなかったため、設計条件に限りなく近づける工法として NETIS 新技術情報提供システムに登録されている連続繊維土工工法を提案し発注者に承諾を得て施工をおこないました。連続繊維補強土工は砂質土（砂）に連続したポリエステル繊維を均質に混合し、砂粒子と連続繊維との摩擦によって擬似的な粘着力を付与した補強土で柔軟性と耐浸食性に優れたものである。機能と特徴として、連続繊維補強土工＋植生工で法面表面の保護や環境保全機能を有する。築造形状は重度が高く凹凸や既存木のある地形でも築造可能である。連続繊維補強土中には草・木等植物の根が奥深く伸長でき、耐浸食性に優れた緑化基礎工である。連続繊維補強土は柔軟性に富んでいることから凍害を受ける様な寒冷地でも機能を維持出来る。リサイクル材料を多く用いて循環型社会の形成に適合している。以上の様な性能を備えもつ

工法で設計条件に限りなく近づけた施工をおこなうことが出来ました。



図−１　切取防護柵設置



図−２　警笛の効力発揮



図−３　防凍剤混合状況



図−４　連続繊維補強土工

４．結　果

今回の工事は、安全な道を作る道路改良工事でありました。第三者の安全を確保し、雲仙・天草国立公園内において自然環境面で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ぎ、より良い工事の品質管理・出来形管理に努めた結果、無事故無災害で本工事の完成を迎え完成した工事も一定の評価を受けることが出来ました。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を図り、安全第一で現場管理をおこない明るい建設業の発展に貢献して参ります。

1

施工計画

法面湧水による崩落箇所の処理方法

長野県土木施工管理技士会
藤森土木建設株式会社
現場代理人　　監理技術者
杉　田　茂　喜○　　荒　井　庫　野　一
Shigeki Sugita　　Konoiti Arai

1．はじめに

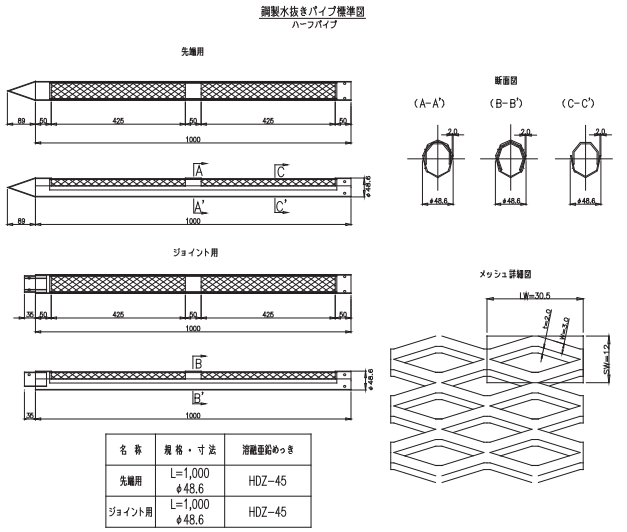
災害関連緊急砂防えん堤築造工事と伴に迂回用取付道路築造工事を行う。

その中で、砂防取付け道路部は風化岩へ堆積腐食土被覆された状態で、地下水位が高いため、切土表層部分に湧水があり、滑りやすい部分及び、せんくつ法面がある。

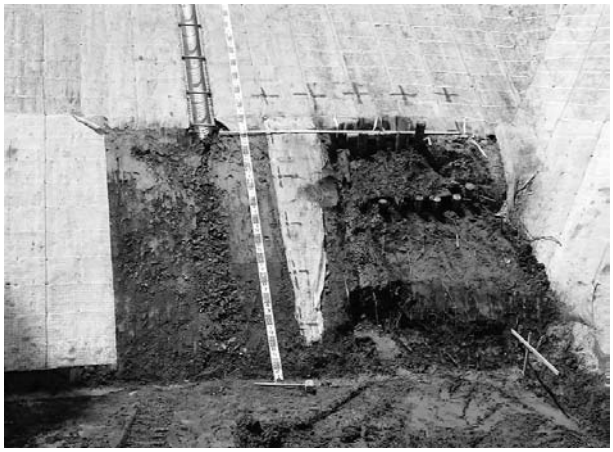
工事概要：災害関連緊急砂防えん堤築造工事に伴う付替え取付け道路築造工事

2．現場における問題点

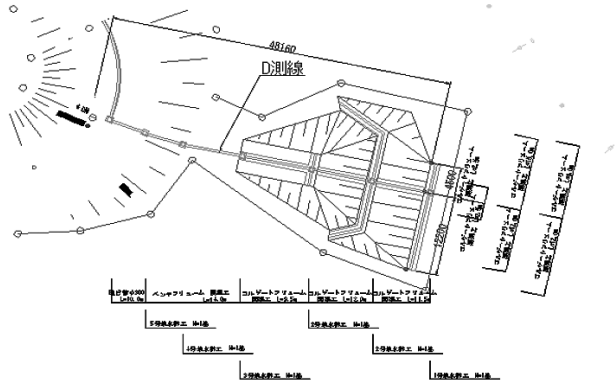
取付け道路築造にあたり、コンクリート壁上部の一部地山浸食と堆積腐食土を切取り法面植生シート養生張りを行う予定であったが、その部分に於いて、湧水により堆積腐食土が滑り出し、植生ネットでは崩壊してしまうため、湧水を出しな



図−2　外面ひし形孔中央取水鋼管としてのハーフパイプ



図−1　湧水の出水と滑り出した腐食有機質土状況



図−3　切土面整形展開図と湧水箇所図



図−4　2BH0.45m³アタッチメント削岩機削孔状況



図−5　ハーフパイプ等間隔挿入状況

がら法留になる工法を検討実施することとした。

3．工夫・改善点と適用結果

切土法面の腐食土は、湧水の集中するラインであることを確認すると共に安定勾配まで切取ると、法が地山勾配と平行しており表土切り出し位置が一山全部となるため、円弧すべりの無い部分までを取水出来る鋼管挿入型取水用ハーフパイプを採用し、急勾配での切土法面であるため、地山の線形を大きく変更すること無く山止め効果と、等間隔に打ち込み強制的に集水することで、湧水処理としての取水地山安定をはかった。

打撃では、切土面の湧水と腐食土法面崩落が起きるため、BH0.45㎥にアタッチメントとして特注のジャクハンマー削岩機を溶接して法面削孔を



図−6　ハーフパイプからのふとん篭へ分散と法面抑止



図−7　ハーフパイプからのふとん篭へ分散と法面抑止状況全景

均等間隔に行い、ハーフパイプを人力挿入工法にて湧水を確実に取る。

又、軟弱な腐食切土面より湧水をハーフパイプに等分布に分散しながら法面をせんくつ防護できるフトン籠積み上げ法面を土留工法に採用し費用を抑え、植生ネット面とのサイド法面調整が出来た。

4．おわりに

付替え道路施工にあたり施工場所は急傾斜地で直ぐ下流域には、民家が在る等の限られた範囲と又、その上部にライフラインの上水道配水地がある中での施工のため、緑化を考えての最小切土法面長さを抑えて、湧水処理と法面保護を行った。

短時間にて処理したことで通行障害も無く住民への影響出ず、法面の緑化植生マットとの崩落も無く安定した状態で芽吹きし、緑化されている。

2

施工計画

防波堤本体補修時の波止め工の計画と施工

東京土木施工管理技士会
東亜建設工業株式会社
東京支店
現場代理人兼監理技術者
川　又　義　徳
Yoshinori Kawamata

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成22年度鹿島港南防波堤付帯工事
⑵　発 注 者：国土交通省関東地方整備局
　　鹿島港湾・空港整備事務所
⑶　工事場所：茨城県鹿島港
⑷　工　　期：平成22年４月30日～
　　平成22年10月15日

本工事は、鹿島港南防波堤（直立ケーソン式混成堤）の一部について、ケーソン本体と上部工の現場補修を行うものである。

施工場所は鹿島港の東側に位置した太平洋に面する南北に伸びた防波堤であり、防波堤の港内側には外港航路が位置し、日々多数の大型船舶が航行している。鹿島港の主要港湾別供用係数ランクは最大の９であり、供用係数は3.70と非常に高いことから、海象の影響を大きく受ける環境下にある。

2．現場における課題・問題点

外海に面した防波堤の大規模な現場での補修は事例が少なく、当該現場における課題・問題点は、いかに波浪の影響を低減して、円滑に補修工事を進めるかという点であった。



図-１　防波堤補修前

今回補修する防波堤は、損傷したケーソンに上部コンクリートが残っており、ケーソン内を含めた補修範囲の充分な調査が必要であった(図－１)。しかし、現場は急縮部で波が港内外を通過し、その流れが非常に速く、現状においては潜水士の作業が困難であるため、この対策が課題となった。

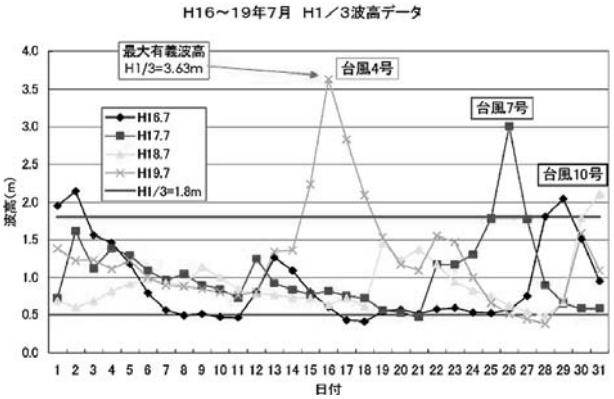
3．対策・工夫・改善点・適用効果

当社で検討を行った結果、鋼矢板構造による波止め工（仮設）を設置する対策を計画し、発注者と協議のうえ施工に至った。以下に対策の過程を記す。

⑴　設計

過去３年の７月波高データより、最大有義波高は $H_{1/3}$＝3.63m であったが、比較的平穏な夏場の施工時期であることを勘案し、設計波高 H＝

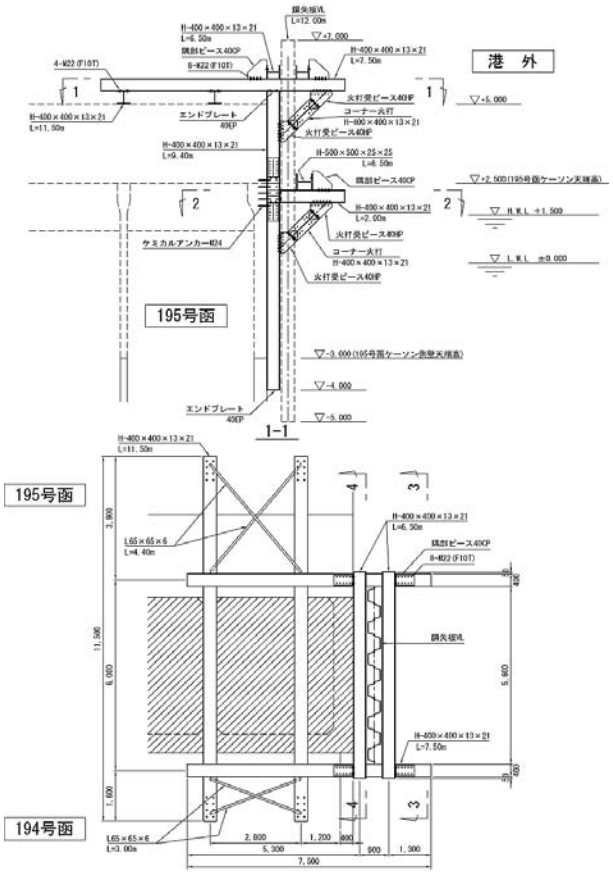
3.24m（有義波高 $H_{1/3}$＝1.8m）設計波周期 T＝10s として、現場で施工可能な波止め工の設計を実施した（図－２）。



図−２　過去３年の７月波高データ

⑵　構造の決定

調達の容易な山留材を用いた構造とし、波止めを設ける水中部に位置する消波工の形状に、柔軟に対応可能な“鋼矢板式”を採用した（図－３）。



図−３　波止め工　施工図面

⑶　施工及び効果

①波止め導材設置

損傷のない既設防波堤を利用して、港外側に波止め鋼矢板導材（２段式）を設置した（図－４）。



図−４　波止め導材設置完了

②波止め鋼矢板設置

導材に鋼矢板（SP−Ⅴ L）をバイブロハンマにて　消波工の天端まで建て込みを行った(図－５)。



図−５　波止め鋼矢板設置状況

③波止め工完成

波止め工の完成により、施工場所の静穏度が高まり、円滑に補修工事を進める事が可能となった（図－６、７）。



図−６　波止め工完成



図−７　波止め工完成（港外側より）



図−８　本体工　補修完了全景

４．おわりに

今回、当社として初めて外海の防波堤補修工事で波止め鋼矢板を用いた結果、波止めの設置前と設置後では明らかに静穏度が向上した。本工事は潜水士によるケーソン調査、撤去及び補修作業が大部分を占めているため、施工性の改善に伴う稼働率向上により、目標としていた８月前半（台風時期前）にケーソン補修を終えることが出来た（図－８）。

本工事は、施工時期と気象海象条件が良好であり、適切な仮設工と本作業の実施により、卓越した北からの風浪や、台風・低気圧の通過に伴う時化の影響を殆ど受けることなく工事を終えることが出来た。

ただし、施工時期や気象海象条件によっては低気圧や台風の影響で、H1/3＝６ｍ以上の波高も観測されており、当該工法の類似工事への採用については充分な検討と慎重な判断が必要であると考える。特に波止め工の設置、撤去作業時には、安全で無理のない施工計画を立案することが肝要である。

3

施工計画

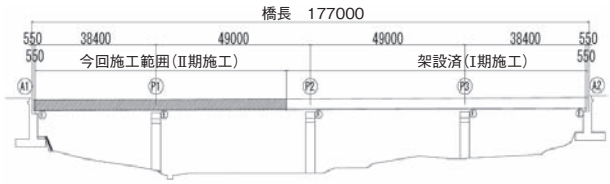
連続桁の分割施工による既設桁とのモーメント連結

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社 横河住金ブリッジ
現場代理人
中　村　和　明
Kazuaki Nakamura

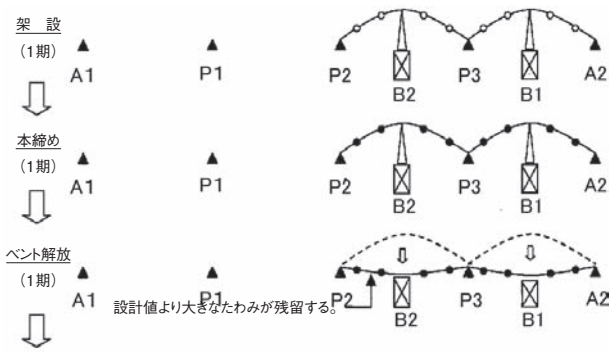
1．はじめに

本橋は、千葉県成田市と山武市を結ぶ主要地方道松尾成田線で、成田空港の直近に位置する鋼４径間連続合成鈑桁橋である。

⑴　工 事 名：地方道道路改築工事（菱田橋上部工その２）
⑵　発 注 者：千葉県　印旛地域整備センター　成田整備事務所
⑶　工事場所：千葉県山武郡芝山町菱田地先
⑷　工　　期：平成21年12月２日～　平成22年10月27日



図−１　全体一般図



図−２　既設桁（Ｉ期施工）の架設概要

2．現場における課題・問題点

鋼４径間連続合成鈑桁橋のうち、当社の施工所掌は２径間の上部工架設工事（Ⅱ期施工）で、残りの２径間は架設完了（Ｉ期施工）しており支点上の支承及び横桁巻立コンクリートまで施工済であった。そのため、既設桁に死荷重によるたわみが残留し、掛違い部の境界仕口は通常より上を向いた状態であり、完成系のそり形状ではなく架設系のそり形状となっていた。

3．工夫・改善点と適用結果

架設系でのそり形状を再現するための対策は以下の通り。

①既架設部分の現地計測を行い、計測結果と管理値を照合し、工場製作へ反映。
　現地計測項目は
　ａ）連結部の桁断面寸法（ウェブの鉛直度・フランジの直角度含）。
　ｂ）連結部のＨＴＢ孔位置。
　ｃ）Ｐ２橋脚支点の桁天端高さと張り出し長。
　ｄ）連結部とＰ２橋脚支点上の主桁間隔、主桁の通り。
②仮組立はシミュレーション仮組立を使用し、全長・支間長、桁のそり、継ぎ手間の隙間を調整し、最終形状による添接板の加工。

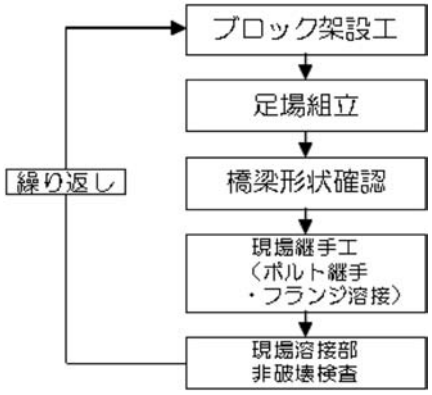
③サンドイッチ型複合床版（別途施工）を採用するため、主桁上フランジのみ現場溶接継ぎ手となる。（ウェブ及び下フランジは高力ボルト継ぎ手）その溶接縮みによる影響を経験上１継ぎ手２ｍｍと設定し考慮。

④既設桁（Ⅰ期施工）との境界仕口は通常より上をむいているので、今回施工範囲（Ⅱ期施工）の各支点上及びベント上高さを、境界仕口に合わせる様上げ越し量を設定した。支点上での上げ越し量の最大は、Ａ１橋台上で115ｍｍ。

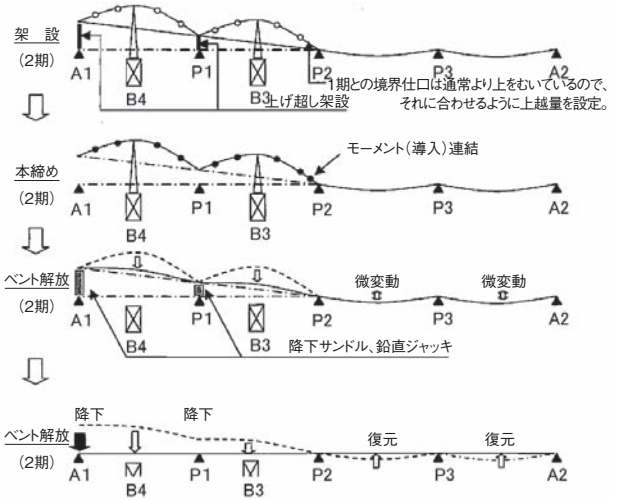
⑤架設時は、各ブロック架設完了毎にそりの管理を行い、その都度そりを調整。

⑥既設桁（Ⅰ期施工）との境界仕口の連結は桁架設完了後最後に行う。

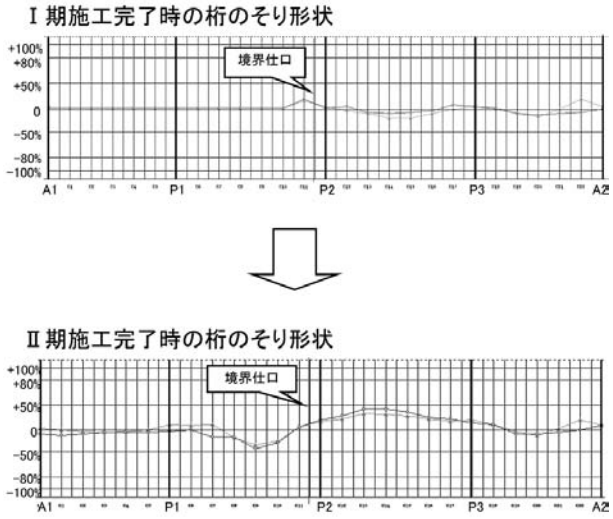
⑦上げ越し量の降下は、ベント上から先に行い次に支点上を行った。また、降下はＰ２橋脚上横桁巻立コンクリートのひび割れに配慮し、各桁同時に降下。



図−３　架設フローチャート



図−４　今回架設（Ⅱ期施工）の架設概要



図−５　桁のそり出来形図
（Ⅰ期施工完了時とⅡ期施工完了時の対比）



図−６　架設状況

以上の対策を事前に講じることで、図−５に示す通りのそり形状となった。境界仕口付近のそりがⅡ期施工完了後に落ちると伴にＰ２−Ｐ３間のそりが跳ね上がった形状となっているが、規格値の50％以内を確保し、よい精度でのモーメント連結を行うことが出来た。

４．おわりに

今回工事で行った連続桁の分割施工によるモーメント連結施工は、施主の予算上年度を跨いでの分割発注となったためであるが、他現場でもヤード条件や工程に制約を受ける場合には考えられる施工方法である。この様な場合、設計〜工場製作〜現地工事を通しての計画が必要であり、現地工事の施工段階においても桁・支承・巻立コンクリート等の既設構造物への影響を考慮しながら日々の追跡調査を行うことが重要である。

4

施工計画

根固めブロック製作のコンクリート打設方法の工夫

長野県土木施工管理技士会
株式会社 傳刀組
土木部副部長
勝　野　　忠
Tadashi Katsuno

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：木戸護岸災害復旧工事
⑵　発 注 者：北陸地方整備局千曲川河川事務所
⑶　工事場所：長野県安曇野市明科木戸地先
⑷　工　　期：平成18年12月27日～
　　平成19年６月30日

平成18年７月の出水災害復旧で、法覆護岸工と根固め工並びに水制工を設置する工事であった。

根固め工と水制工に於いて、根固めブロックのジュゴンブロック（５t）を569個の製作を行って、法覆護岸を保護するものであった。

2．現場における問題点

ブロック製作ヤードが現場内で確保出来ないため、現場から4.6km 上流の河川敷内で製作することとなった。根固めブロックの製作に於いて、コンクリート打設時にはジュゴンブロック（５t）の形状（図－１）が生コン車から直接打設出来ないため、クレーン打設用のスペースを確保する必要があり、完成したブロックの仮置場が足りなくなると思われた。

また、河川敷内であるので常設のコンクリート打設用施設（足場等）を設置する事が困難であり、充分なスペースが確保出来なかった。



図-１　ジュゴンブロック

3．工夫・改善点と適用結果

先ず、コンクリート打設をクレーン車で行わず、0.7㎥バックホウに専用の0.5㎥バケット付のアタッチメントを装着（図－２）して、行うことにした。これにより、打設スペースを狭めて完成ブロックの仮置場を確保した。

尚、ベースマシーンには、油圧配管を施したバックホウを用いてアタッチメントバケット開閉を、オペが行うことにより、打設時に作業員がバックホウの作業半径内に立入ることの無いようにした。

また、バケットのゲート開閉は、ストップ・再開閉可能のため､打設における数量管理がしやすく、あふれたコンクリート清掃の無駄等が省略された。



図−2　コンクリートバケット

打設施設（足場）にて、コンクリート打設を行うと、その都度設置・解体・移動作業を行う必要があるため、移動用足場としての高所作業車を使用することとした（図－３）。



図−3　高所作業車

バックホウと高所作業車を型枠の両側に配置して打設することにより、互いの作業半径を侵すことなく安全作業を行うことが出来た（図－４）。



図−4　コンクリート打設状況

また、建設機械作業効率の向上を行うため、ブロック型枠を一列に配置した。これにより、養生作業に於いても、養生期間の管理の向上が図れた。

尚、コンクリート養生は、ブロック製作期間が１月～３月であり、日平均気温が４℃以下となったため冬期養生で行った。冬期養生は、練炭コンロ使用し、10℃以上を保つこととした。

ブロックの型枠が一列に配置してあるため、打設日毎に全体を連続してシートで覆い、養生を行った。養生作業に於いても高所作業車が、移動用足場として活躍し、安全作業を行うことが出来た。

４．おわりに

今回は、ブロック製作ヤードが河川敷で敷地が細長いことにより、連続して作業を行う必要があり、型枠の形状も縦方向に高いため、このような施設・機械の選定が有効と考えられた。

しかしながら、充分なスペースが確保出来る場合は、ブロックの移動や積込みにクレーン車が必要となるため、バックホウのアタッチメントを装着してコンクリートを打設する必要性はないと考えられる。

移動用足場としての高所作業車を使用することについては、高所作業車であるので高さ調節が自在であり、連続して移動作業を行う場合には適している。また、足場の常設が不可能である場合には、最適であると考えられる。

5

施工計画

洪水調整池のシミュレーション

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
工事部　杉　雄　司○　Yuuji Sugi
工事部　永　井　秀　雄　Hideo Nagai

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：（仮称）新居浜東田造成工事
⑵　発 注 者：民間工事
⑶　工事場所：愛媛県新居浜市
⑷　工　　期：平成18年11月30日～
　　平成23年10月31日

本工事は、新居浜市東部の丘陵部を造成し、宅地・事業用地等に分譲する工事であります。

開発面積　約28ha
洪水調整池　５ヶ所
宅地区画　約200戸
事業用地　５区画

2．現場における問題点

近年、異常気象の関係でゲリラ豪雨等による災害が頻繁に発生している。今回の造成地である愛媛県新居浜市においては、平成16年に台風による大雨のため市内各地で大きな被害が発生しました。今回のような、広い造成地においては、まずこの洪水に対する調整池が重要な役割を持ちます。洪水時において、降水量のピーク時に造成地から外部への流出量を減らし、ピークが過ぎてから流出する機能を持たせます。今回の調整池の設計において、平成16年21号台風に対する洪水のシミュレーションを行いましたので、報告いたします。

3．工夫・改善点と適用結果

洪水調整池の設計に当たり、従来の貯水池型では、次の問題点があります。

１．供用後、開口部からの転落
２．土地の利用ができない
３．洪水時の堰堤の決壊

等の点に留意し、今回の造成工事においては、地下型の調整池を計画しました。地下型の利点として、次の点が考えられます。

１．開口部がないため転落の恐れがない。
２．調整池上の利用が可能（駐車場・緑地等）
３．堰堤等の決壊の恐れがない。
４．施工期間が短い。　等々

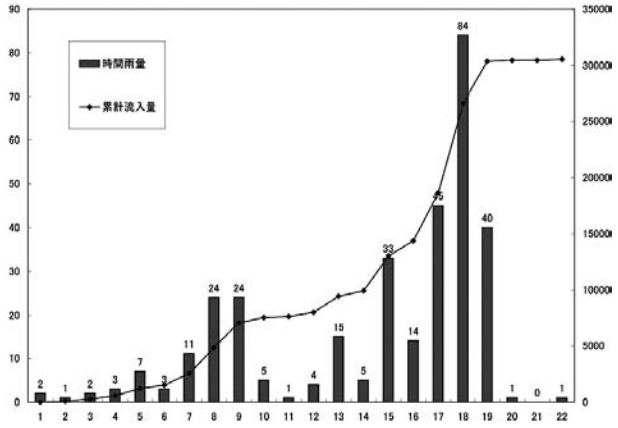
設計時点においては、コストは割高になりますが、それを差し引いても上記の利点が重要と判断されましたので、地下型を採用いたしました。

図－１にこのときの雨量強度のプロット図を示します。

今回の造成地において洪水調整池は５ヶ所ありますが、そのうちの最大の流域面積を持つ調整池についてシミュレーションを行いました。

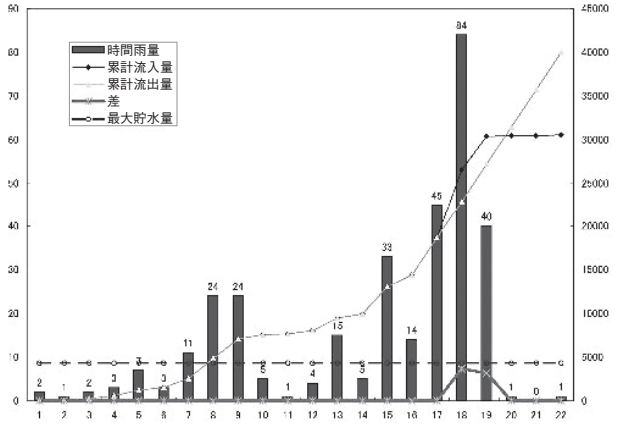
（条件）平成16年21号台風
　　時間最大雨量　84mm/hr
　　洪水調整量　約4, 300㎥

平成21年８月29日未明から降り始め、同日18時には１時間84mm の豪雨となりました。この時点



図−１　時間−降雨プロット１

で、新居浜市市内いたるところで、河川があふれ、住宅浸水等の被害が発生いたしました。道路も浸水し通行不可能となり、重要なライフラインが寸断されました。この台風に対して、洪水調整量をグラフに重ねた結果が、図－２です。



図−２　時間−降雨プロット２

最大貯水量を破線で表し、流域からの流入量から調整後の流出量を引いた差（調整池の貯水量）を太実線で表しています。最大貯水量のラインを貯水量のラインが超えてないことより、この調整池は21号台風に対しては、十分に安全に洪水を調整していることがわかります。また、最大貯水量の約85％の貯水量となることより、前後の降雨状況により差が出ますが、100mm/hr の時間雨量までは調整可能であることがわかります。

最近の全国でのゲリラ豪雨においては､時間100 mm/hr を超えるときが頻繁に発生しています。幸いにも新居浜においては発生していませんが、異常気象に対しての設計条件の見直しが必要ではないかと考えます。

４．おわりに

今後異常気象がいつまで続くかわかりませんが、このようなシミュレーションを行い、実際にどうだったかを検証することも大切であると考えます。

また、新居浜市全体を考えてみると、それぞれの造成地からの洪水流量を減らすことも大事ですが、周囲の河川が10年確率の降雨強度で設計されている以上、洪水は起こると考えられます。新居浜市全体としての、洪水への取り組みを期待しています。参考に施工状況の写真を添付します。



図−３　地下調整池ブロック組立状況



図−４　地下調整池ブロック組立完了

掘削完了からブロック組立完了まで約３週間の短期で完了しました。

今後、都市部においては土地の有効利用を考え、コスト面で問題はありますが、グランド、駐車場などにおいて、この工法は非常に有効であると思います。

6

施工計画

狭隘な山間部での架設工法について

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
現場代理人
田　川　和　広○
Kazuhiro Tagawa

監理技術者
片　山　博　司
Hiroshi Katayama

担当技術者
内　田　謙　一
Kenichi Uchida

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：６号橋上部工事
⑵　発 注 者：国土交通省　関東地方整備局
　　湯西川ダム工事事務所
⑶　工事場所：栃木県日光市湯西川地先
⑷　工　　期：平成21年４月25日～
　　平成22年10月29日

本工事は、橋長75m、支間長73.6m、有効幅員8.0mの鋼単純非合成箱桁橋の上部工架設工事である。架設工法は、覆工板を用いた張出し架設によるベント工法で、架設クレーンは200ｔ吊りクローラクレーンを使用した。

現場は急峻な谷間上に立地し、Ａ１側はPC橋が施工済みで、Ａ２側は隣接工事が同時施工中と、狭隘な作業ヤードでの施工であった。

架設概要図を図－１に示す。

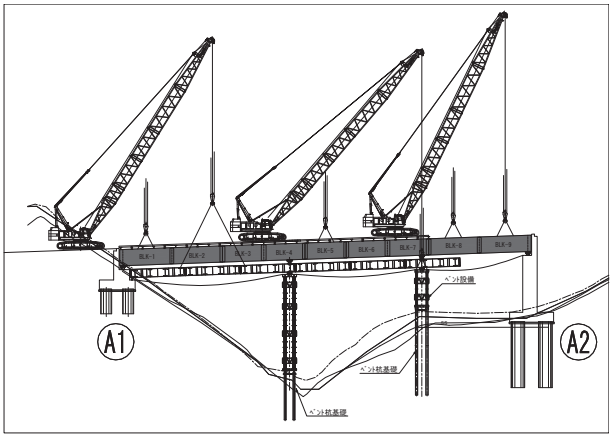
2．現場における課題・問題点

当初架設計画では、急峻な法面にベントを設置する必要があり、施工が困難であった。また、後工程（床版・舗装工事等）が控えており、当工事の工程を短縮する必要があった。

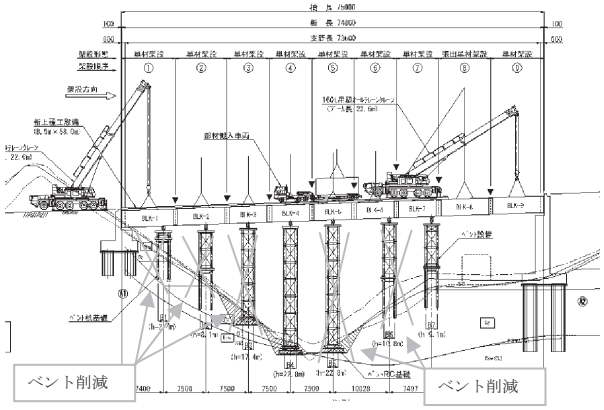
3．工夫・改善点と適用結果

架設桁を使用することで、急峻な法面部のベント設備を削減した（図－２、３、４）。

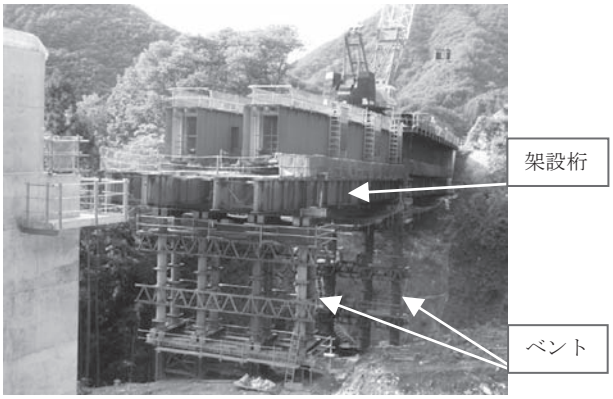
しかし、ベント設備を削減すると、クレーンが桁上に乗れなくなるため、前進できなくなり作業半径が不足する。桁本体の強度上、これ以上のクレーン能力アップは不可能であった。そこで、架設桁上に軌条設備及び移動台車を設置し、その上



図−１　架設概要図



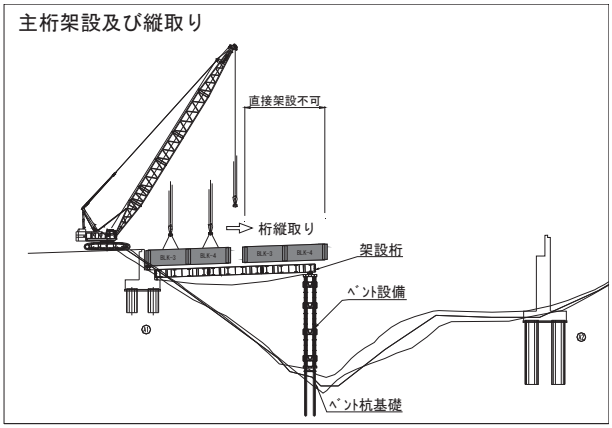
図−２　当初架設計画



図−３　ベント及び架設桁の設置状況



図−４　架設桁



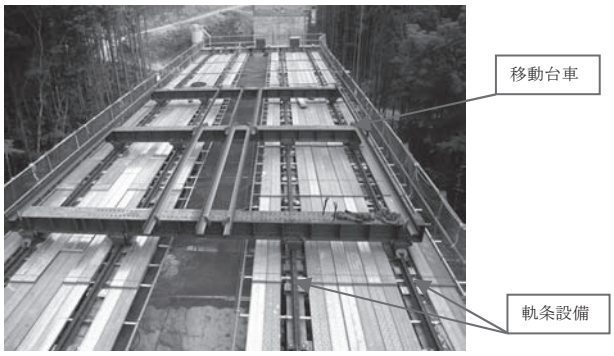
図−５　桁縦取り要領図

に桁本体を搭載して、ワイヤーで縦取りすることで、所定の位置へ架設する事が可能となった（図−５、６、７）。

その結果、施工時の安全性確保と工程短縮（約１ヶ月間）することができた。



図−６　桁縦取り状況



図−７　軌条設備及び移動台車



図−８　完成写真

４．おわりに

今回の施工では、形状管理が容易なベント工法と、ベントの設置が困難な箇所（水上や急斜面など）の架設に有利な架設桁工法を組み合わせることにより、安全性の向上および工程とコストを圧縮することが出来た。

施工ヤードが狭隘で、送り出し工法やケーブルエレクション工法が採用できない渓谷や山間部の架設に有効な工法だと考えられる。

7

施工計画

競技用小径自転車コースにおける急勾配斜面舗装の施工

広島県土木施工管理技士会
大成ロテック株式会社
白　坂　正　展○　　西　田　昭　生　　三　浦　隼　人
Masanobu Shirasaka　Akio Nishida　Hayato Miura

1．はじめに

小径自転車（以下ＢＭＸ）レースは、様々な形状のジャンプ台やコーナーを含む400m程度のダートコースを、最大８人のレーサーが一斉に走り、着順を争う競技である。ＢＭＸレースは他の自転車競技と比べて、幼い子供でも参加できるため、自転車競技の出発点となることもあり、自転車競技レーサーにはＢＭＸレースの経験者が多く含まれている。また、2008年の北京オリンピックで正式競技に採用されたことから、今後の競技人口の増加が見込まれている。



図−１　ＢＭＸレースコーナーバンク走行

本文は、広島県安芸高田市八千代町の国土交通省所管の土師ダム公園内にある、１周450ｍのＢＭＸコース内のコーナーバンク（最大斜度　約25°）に施工したアスファルト舗装について報告する。

工事概要

⑴　工 事 名：土師公園施設整備工事
⑵　発 注 者：広島県安芸高田市政策企画課
⑶　工事場所：安芸高田市八千代町土師地内
⑷　工　　期：自）平成21年６月17日
　　至）平成21年９月30日



図−２　コース全景

2．現場における問題点

⑴　先行工事でコースの基盤工事が完了しているため、ダンプトラックで混合物を舗設箇所に直接供給することが困難であり、混合物の積換え・小運搬が必要となる。そのため、施工時の混合物温度の確保が重要となる。
⑵　アスファルト舗装への要求性能は、競技用自

転車のコーナリング性向上であり、舗装表面の平滑さや均一性が求められた。しかし、設計時点で、砕石マスチック混合物（TOP13㎜）が採用されており、混合物の特性上、人力舗装による表面仕上げ作業の困難が予想された。

⑶ 一般的な転圧機械は斜面の登坂能力が不足しているため、斜面に対し横方向に転圧することになるが、機械重心が偏心することで混合物の締固め作業の困難が予想された。

3．問題点の改善策

3．1 混合物および施工上の工夫

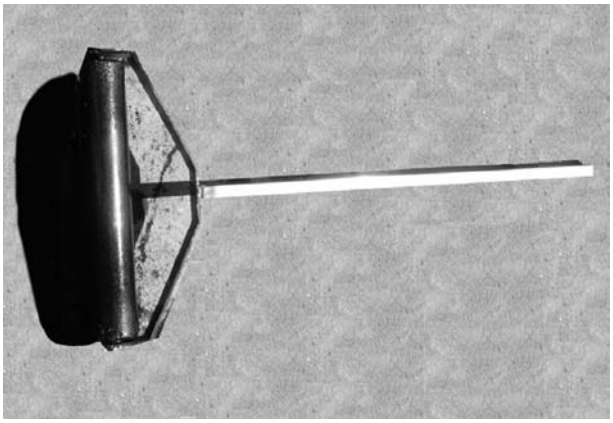
⑴ 小運搬による混合物の温度低下に対しては、当社の中温化材「ビスコレート」を添加し、混合物温度が低下しても施工性が確保でき、所定の締固め密度が得られるように配慮した。

⑵ 自動車並の制動に必要な耐すべり抵抗性能および耐磨耗性能は必要でないため、発注者と協議して、粒径の細かい混合物（TOP５㎜）を採用し、平滑な走路面の構築に努めた。

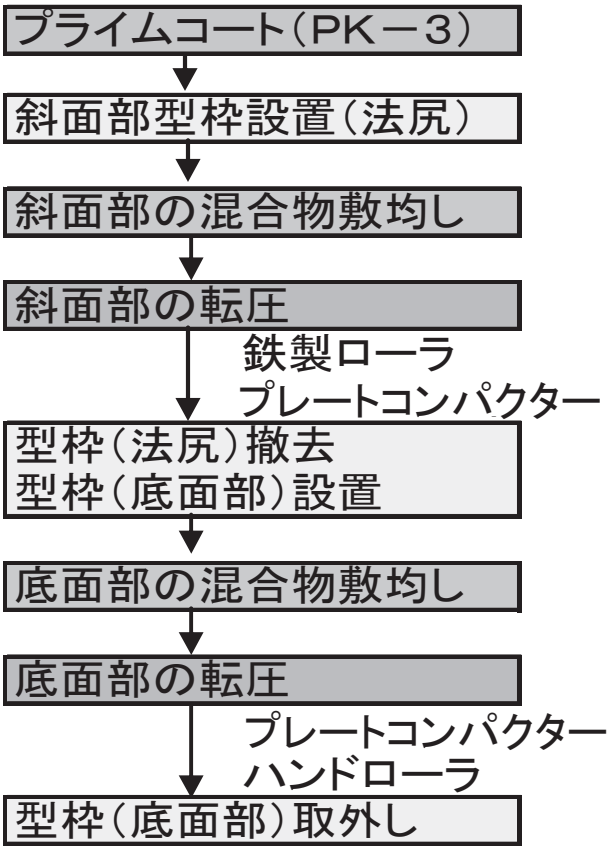
表−1 斜面アスファルト混合物の配合

配 合 比 （%）				
7号砕石	SC	砂	石粉	AS
59.0	7.4	15.7	10.2	7.7

⑶ 混合物の初期転圧には、ゴムチップ系舗装で使用する柄の長い鉄製ローラを使用した。二次転圧以降は､牽引ロープを装着した転圧機械(プレートコンパクター）により、斜面下方から上方へ向けて引き上げながら転圧を行った。



図−3 鉄製ローラ



図−4 施工フロー

3．2 コーナーバンク施工の工夫

⑴ 法長が短いコーナーバンクの施工

①法尻に型枠を設置して、天端から法尻までの間を一気に仕上げた。

②法面は、初期転圧を鉄製ローラで、二次転圧をプレートコンパクターで行った。また、バンク天端や法面角からの雨水浸入を防ぐため、横コールドジョイントが出来ないように、混合物敷均し後、斜面とバンク天端を一体にして速やかに転圧を行った。

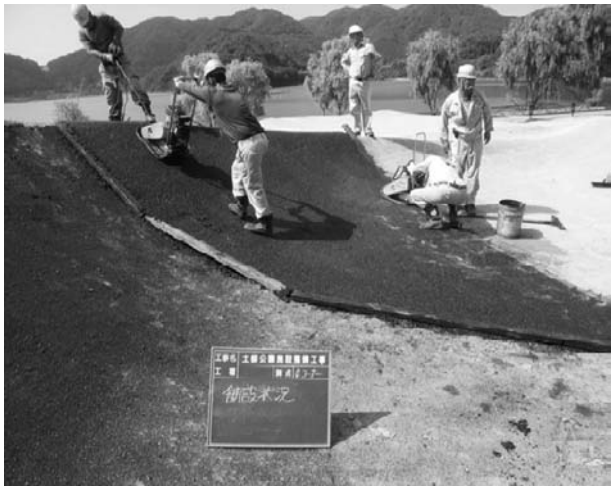
③法面舗装の施工完了後に底面を舗設した。

④底面は、プレートコンパクターで初期転圧を行ってから、ハンドローラで二次転圧を行った。

⑵ 法長が長いコーナーバンクの施工

①法長が長い場合、混合物が斜面を滑り落ちないようにするため、下段の比較的勾配のゆるい法面から混合物の舗設を行った。

②下段の法面の施工後、小型バックホウで法面天端から混合物を斜面下方へ向けて敷き均し、堰を作るように徐々に上方へ向けて混合物を敷き



図−５　法長が短い場合の施工



図−６　法長が長い場合の施工

均した。

③転圧作業方法は、短い法面の施工方法同様に行った。

４．おわりに

初体験であったＢＭＸコースの急勾配斜面舗装を、諸先輩及び工事関係者全員の経験や知識をもとに、各種問題点を解決し、無事完了できた。

今後、同様工事に本現場の施工上の工夫を生かしていきたいと考えている。

8

施工計画

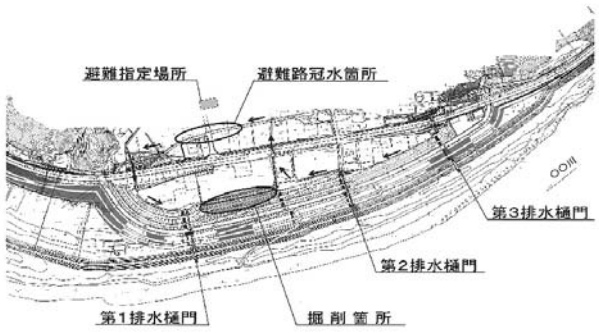
洪水時の被害低減を目指した堤防周辺整備

(社)現場技術土木施工管理技士会
日本振興株式会社
松　田　信　幸
Nobuyuki Matsuda

1．はじめに

本報告は、洪水時における堤防内水被害の低減を目指した堤防周辺整備についての技術報告である。

「○○川」は、△山地の▲山に源を発し上流部の□□市で３つの支川が合流し、狭隘な△山地を蛇行を繰り返しながら流下し、○市で日本海に注ぐ延長約200km の一級河川である。蛇行する河川の水裏部のわずかな平地に住居、耕作地、道路等の生活基盤が点在している。右岸を河口から約30km 遡った所が本工事の施工箇所である。



図−１　現地平面図

当該地は一方が山に面し約45,000㎡の土地を延長約650m の堤防で囲まれた細長い地形で、小さな谷川及び沢が数カ所ある。これらの流末として下流側から第１排水樋門（B1,250×H1,500)、第２排水樋門（B1,250×H1,250)、第３排水樋門（B1,000×H1,250）が設置されている。

ここで工事概要は以下のとおりである。

⑴　工 事 名：○○川維持工事
⑵　発 注 者：○○工事事務所
⑶　工事場所：△県内（○○出張所管内）
⑷　工事概要：河川土工、護岸工、除草工ほか

2．現場における問題点

第１排水樋門以外の２箇所においては樋門ゲート閉鎖後内水の許容貯水量が少ないため、家屋浸水の危険性が高く、溢れた水は第３排水樋門から第２排水樋門まで堤脚水路で排水していた。第２排水樋門からは農地の低い部分を流れ、道路下のボックスカルバートを通って山側の低地部分を経て再び道路下のボックスカルバートを通り、第１



図−２　内水流下状況

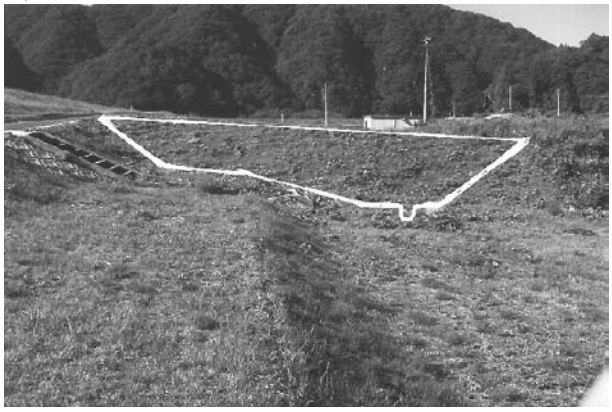
排水樋門付近に流れるようになっていた。ここは採草地で比較的広く遊水池としていた。

問題点は山側の低地部分である。この付近に当該地区の避難指定場所があり、避難路が第２・第３排水樋門から溢れた内水の流路となって冠水し、避難救援活動に支障をきたしていた。

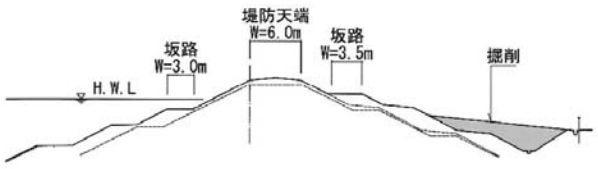
３．工夫・改善点

現地の堤防横断面は第１排水樋門と第２排水樋門のうち約80m の区間が、隣接地と連続して地盤が高く、この区間の上・下流部に比べ凸型形状となっており、用地境界はかなり余裕があった。また、この区間は坂路が設置されており計画堤防断面にたいしても余裕があった。

そこで、この区間を用地範囲内で掘削し水路を設置することにより、避難路となっている道路山側を流下していた、第２・第３排水樋門から溢れた内水を直接遊水池に流す計画とした（図－１参照)。



図−３　掘削前状況（上流側から）



図−４　堤防横断図



図−５　掘削後状況（下流側から）

４．おわりに

⑴　適応結果の考察

①本工事施工後は洪水による樋門ゲート閉鎖という事態が起こっておらず、効果は不明であるが有用な施工であったと考えている。

②各樋門に排水ポンプを配置することが不可能な場合、余裕がある所に導水する経路を確保することは有用だと考えている。

⑵　今後の課題

①当該地区は第１排水樋門箇所に遊水池として内水を溜める余裕があったが、排水作業を行わないと洪水時に降雨が継続すれば、最終的には内水被害が発生する。

②他地区において同様の施工を行う場合、溢れた内水をほかの樋門に導水することについて地区内の同意が必要と思われる。

9

施工計画

河川敷の水替工と土質の変化における対策について

長野県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社　土木部
現場代理人
熊　岡　正　明
Masaaki Kumaoka

１．はじめに

国道418号は、県南端を横断する幹線道路であり、阿南町、天龍村を通り、飯田市(旧南信濃村)で国道152号と連絡している。天龍村と旧南信濃村を結ぶ道路としては唯一の路線である。

当該区間の現道は、遠山川右岸の急峻な山腹を切る形で、河川とほぼ平行に走っている。斜面が河川まで迫っている地形のため、幅員の狭いところは４ｍ程度と狭小で、普通乗用車のすれ違いがやっとである。また、縦断線形も変化が著しく、走行性はかなり悪い路線である。近年、この路線の道路改良が進んでおり、当該区間の早期改良が望まれている。

今回施工の新清水橋（Ａ１橋台）は、改良中の十方峡バイパスの一区間であり、遠山川を渡る橋長118ｍの左岸に位置する逆Ｔ式橋台である。

本報告書では、河川敷内での水替工と施工時の土質変化に対する対応について紹介する。

工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度　国補道路改築工事
⑵　発 注 者：長野県飯田建設事務所
⑶　工事場所：長野県下伊那郡天龍村十方峡バイパス（新清水橋（Ａ１橋台））
⑷　工　　期：平成21年10月１日～
　　平成22年11月10日
⑸　工事概要：土工1.0式、橋台工1.0式、護岸工1.0式、仮設工1.0式

２．現場における問題点

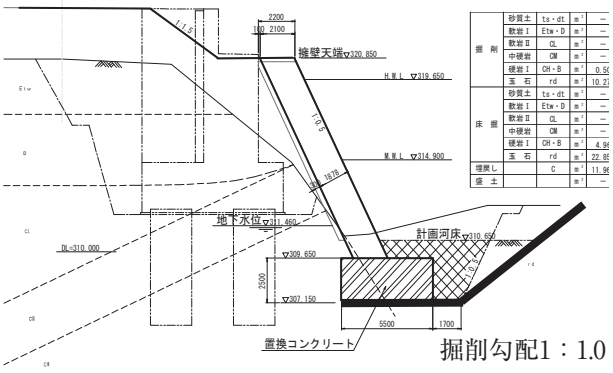
⑴　湧水量の多さ

橋台前面部の護岸工の床掘りは、当初設計では、掘削勾配は１：0.5で計画されていた。しかし、現地の土質がゆるい河川堆積物であったため、掘削勾配を１：1.0に変更し施工を行った（図－１）。

掘削が進むにつれ、遠山川からの差し水が日ごとに多くなっていく状況であった（図－２）。

⑵　土質の部分的、急激な変化

橋台床付けの掘削を開始したところ、急激な地層の変化が認められ、床面の下流側で岩盤が垂直に近い状態でなくなっている状況が確認された。床付け面まで掘削したところ、深礎工４本のうち下流側２本で、杭径の約半分の部分において、当



図−１　掘削断面図



図−２　湧水状況

初想定されていた岩盤が無く、土砂であった。構造計算では土質が軟岩相当で計算されていたため、構造的に問題が生じる恐れがあった(図－３、４)。



図−３　正面より



図−４　上面より

３．工夫・改善点と適用結果

⑴　水替工について

施工性や工事金額等から鋼矢板による止水は難しいと判断し、水中ポンプによる排水のみで対応することとした。図－５のように10インチを３台、



図−５　水中ポンプの設置状況

８インチを４台使用し、釜場には、簡易土留と、その中に鉄製の篭をゴミ取り目的で設置した。配管は築堤箇所でサヤ管を使用し、最小の揚程高さで安定した排水ができるようにした。

⑵　土質の変化について

想定外の地層に対する対応としては、新たに調査ボーリングを行い、その結果を反映させて構造計算を再度行うこととした。計算の結果より、杭長を6.5m から10.0m、9.5m に変更し施工を行った。また、ライナープレートや鉄筋の変更に速やかに対応できるように手配をし、工程の遅延を防止した。

４．おわりに

河川敷での施工は、河川体積物の状況により、今回のようにポンプのみの排水では排水しきれない場合もあるため、河川水位と床付け面との高低差、土質状況を事前によく検討しておき、様々な選択肢に対応できる準備をしておくことが、手戻りや工程の遅れを防ぐ上で重要であると思う。また、土質については、構造計算書の入力条件などから、計算に用いられている土質（土質定数）などを、設計照査の段階でよく確認しておき、現地と相違がないか確認しながら施工を進めることが、良い物を作ることへ繋がるものと考えている。

今回は、発注者側監督員と現地確認や対策、施工方法等の打合せ、協議を密に行って施工したことで、現場に見合った最善の方法により工事が完了できたと思う。

10

施工計画

合成床版を搭載した曲線２主鈑桁の送出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　横河ブリッジ
監理技術者　　現場代理人
今　　和　也○　　星　　紀　光
Kazuya Kon　　Norimitsu Hoshi

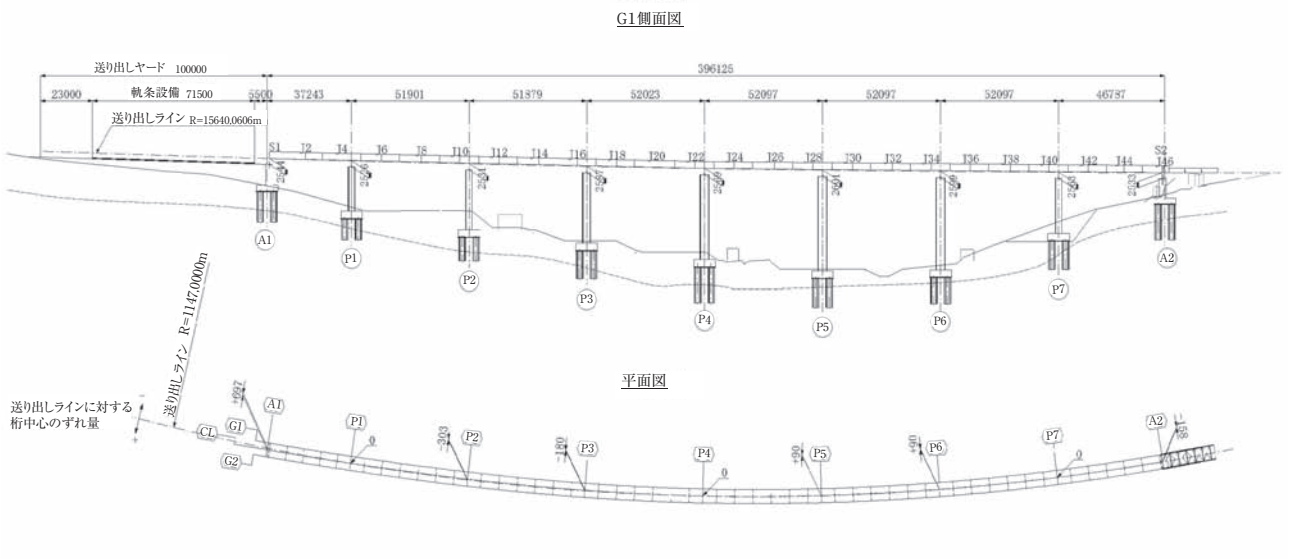
１．はじめに

東北横断自動車道釜石秋田線田瀬橋（図－１）は、岩手県花巻市東和町田瀬地内において、県道江刺東和線を跨ぐ橋梁であり、合成床版を搭載した状態の曲線２主鈑桁橋を送出し工法で架設した。

当工事では、後述する課題により、送出し工法にともなう送出しラインの設定や合成床版パネルの座屈防止および冬季コンクリート養生に配慮が求められた。



図−１　完成写真



図−２　基本線形図

工事概要

⑴　工 事 名：東北横断自動車道　田瀬橋上部工工事

⑵　発 注 者：国土交通省　東北地方整備局

⑶　工事場所：岩手県花巻市東和町田瀬地内

⑷　工　　期：自）平成20年３月４日
　　至）平成22年２月10日

⑸　諸　　元
　　形　　式：合成床版８径間連続２主鈑桁橋
　　橋　　長：396.000m
　　有効幅員：9.260m

２．現場における課題

⑴　２曲線問題

平面線形および縦断線形が共に曲線（縦断は下側に凸）であり、作業の安全性および設備の最適性に配慮した送出しラインの設定が重要であること。

⑵　合成床版パネルの座屈問題

高力ボルト締めされた合成床版パネルを搭載したまま送り出すため、送出し中の内力により、合成床版パネルが座屈する可能性があること。

⑶　冬季コンクリート打設の養生

橋台のコンクリート打設が12月となり、寒中コンクリート対策が必要であること。

３．対応策と適用効果

⑴　２曲線問題に対して

送出しラインとして、平面および縦断ともに、各下部工位置でのオフセット量が最小となる円曲線に設定した。具体的には、平面上では、Ｐ１、Ｐ４、Ｐ７のCL上を通る半径1147mのラインとし、縦断上では、Ｓ１、Ｐ４、Ｓ２の下フランジ下面を通る半径15640.0606mのラインとした（図－２）。

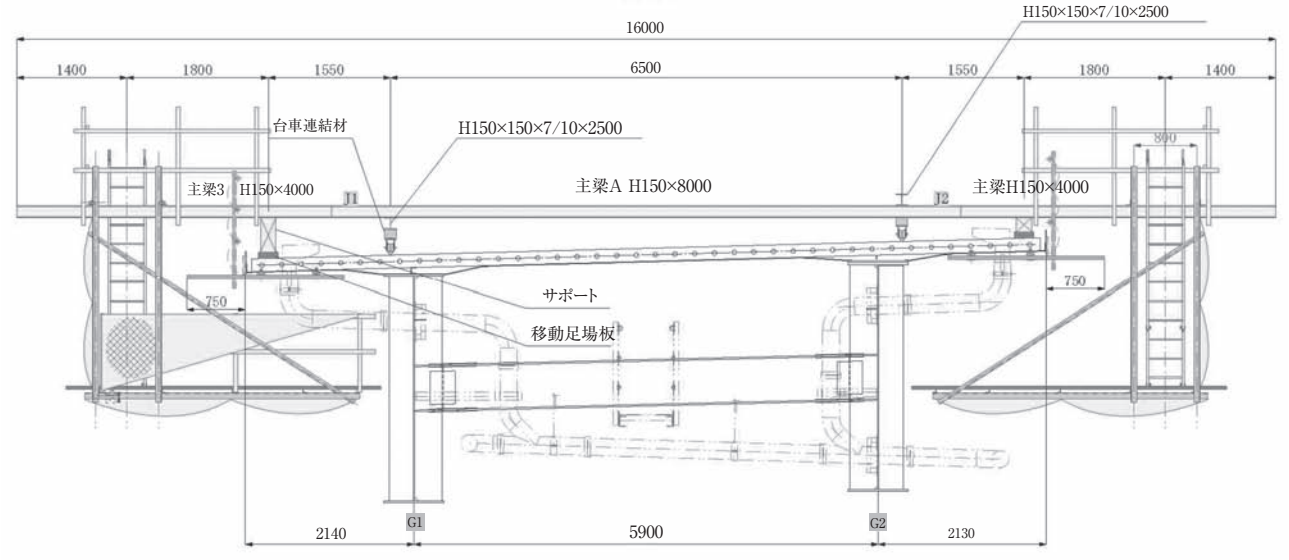
上記の対応により、各下部工位置での送出し設備高を低く抑えつつ、橋軸直角方向への横移動を最小にし、無事に送出し架設を完了することができた。

⑵　合成床版パネルの座屈問題に対して

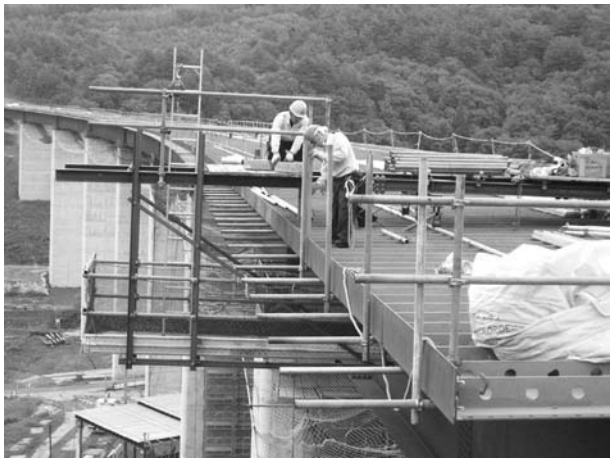
合成床版の高力ボルト締め箇所を４パネル毎に残しておき、送出し完了後（桁降下完了後）に後締めした。

具体的には、合成床版上に軌条レールとなる単管を敷設して、簡易移動足場を構築し、標高の高いＡ１側からこれを惜しみながら移動させ、当該箇所に到達した時点で後締めを行った（図－３、４）。

計画上は、主桁の外側にある排水管に干渉させないこと、バランスの良いボルト継手構造で極力



図−３　簡易移動足場



図−４　簡易移動足場

全体重量を軽くすることに配慮した。

⑶　橋台の冬季コンクリート養生に対して

　橋台全体をブルーシートで囲い、ジェットヒーターを完備した。ブルーシート内には外気に対する自記温度計を、またコンクリート打設部にはコンクリート温度に対する自動記録センサーを取りつけ､打設後のコンクリート温度を管理した（５℃以上で５日間、その後０℃以上で２日間）。

４．おわりに

　今回、合成床版の座屈問題に対して、後締め対策を施したが、そのために要した時間と費用は大きく、本来は回避したい対応である。合成床版が座屈する可能性があるというリスクがあるものの、送出し架設では、桁降下（送出し設備撤去）作業があり、一時撤去・復旧の作業性から、脚上付近３～４パネルは高力ボルト締めされていないケースが多い（本橋も同様）。したがって、その影響だけでも十分なパネル座屈抑制効果が発揮されていると考えられる。

　また、上記の対応に時間を費やした結果、床版打設や橋台打設の遅れを招き、橋台打設が冬季となったことにより寒中対策が必要となった経緯があるため、大きな反省点である。

11

施工計画

曲線トンネル内の狭小ヤードからの箱桁送出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社
現場代理人兼監理技術者
西　畠　儀　行○
Noriyuki Nishihata

担当技術者
中　田　茂　樹
Shigeki Nakata

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：主要地方道本郷大和線橋梁整備工事
　　広島空港大橋左岸側側径間
　　上部工工事
⑵　発 注 者：広島県西部建設事務所
⑶　工事場所：広島県三原市本郷町船木
⑷　工　　期：平成19年７月３日～
　　平成21年10月31日

広島空港大橋は広島臨空都市圏の大動脈として、山陽自動車道・広島空港と中国横断道尾道松江線を結ぶ広島中央フライトロードの起点側に位置する沼田川渓谷を跨ぐ、全長800m の鋼橋である。

左岸側側径間部は橋長162m（支間長53.5m＋54.0m＋53.1m）、幅員9.6m の鋼３径間連続非合成曲線箱桁橋である。

このうち終点側の１径間（Ｐ６～Ａ２間：支間53.1m）は急峻な地形条件から搬入路や施工ヤードの確保が困難であり、Ａ２橋台とトンネル出口間にスペースがないため、トンネル内から箱桁を送出しする手延式送出し架設工法を採用した。

2．現場における問題点

手延式送出し架設において、手延べ機と鋼桁の地組立ヤードの確保は必須条件であるが、当現地の場合は、Ａ２橋台の後方６ｍにはトンネル（長さ96m）があり、橋台後方での地組立が不可能である。そのため、トンネルを抜けた後方で手延べ機および鋼桁を地組立て後、トンネル内を送出しする必要があった（図－１）。

しかし、通常の軌条と送出し台車設備ではトンネル内壁との干渉が予想され、２主桁での送出しは非常に困難であることが判明した。そこで、１主桁による送出しを検討したが、曲線桁（R＝459.98m）のため送出し中に支持点部にアップリフトが発生し多大な転倒防止策が必要となることが判明した。さらに、送出し完了後も常時転倒の危険性を伴ったままでの横引き・降下作業となり、安全性の更なる確保が要求された。そこで、これらのリスク回避を目的として、２主桁同時送出しによる架設計画を立案した。



図-１　Ｐ６～Ａ２架設地点（手前がＰ６橋脚）

３．工夫・改善点と適用結果

まず、２主桁の送出し装置の構造高さを可能な限り抑える必要があったため、軌条レス送り装置（図－２）を使用することにした。

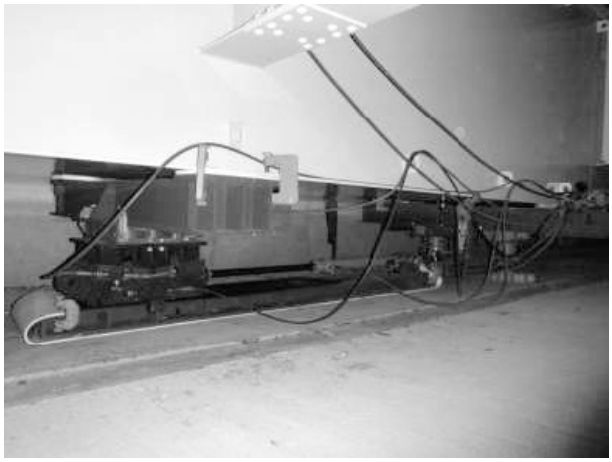


図-２　軌条レス送り装置

さらに、通常は直線構造の手延べ機を使用するが、今回の送り出し架設においては直線構造の手延べ機ではトンネル内壁と干渉する。そのため、添接板を新規製作し、手述べ機を角折れ形状とすることによりトンネルの線形に対処した。

次に送出し桁とトンネル内壁との余裕がほとんど無く、送出し時の接触事故防止対策として桁とトンネルの最小間隔部（排水管取付け部）に接触センサーを取付けた。この接触センサーは送出しの駆動装置である油圧ジャッキユニットの緊急停止ボタンの端子に接続し、センサーが感知すると全ユニットが緊急停止するようにした（図－３）。



図-３　接触センサー取付状況（○部）

また、トンネル内はコンクリート舗装が施工済のため、コンクリート舗装に対する反力管理も合わせて行った。反力管理はコンクリート舗装の強度より管理値を設定し、送出しステップ毎の各支持点（最大８支点）反力と比較し、管理値を超える場合には油圧ジャッキで支持点高さを変えることによって反力を調整した。

以上により、無事に送出し作業を終えることができた（図－４）。



図-４　送出し状況（トンネル内より望む）

４．おわりに

今回の送出し架設が可能であった要因は、送出し装置と桁の断面形状がトンネル内の内空断面内に収まったことと、送出しの桁とトンネルが同一線形であったことが挙げられる。

今後も条件さえ整えば同様な施工は十分可能と判断できるが、今回のような好条件の現地は非常に少ないと思われる。また、鋼桁や手延べ機さらには送出し架台等の設備については、ねじれに対する検討とリスクアセスメントを確実に実施する必要があると考える。

12

施工計画

無軌条台車を使用した送出し工法について

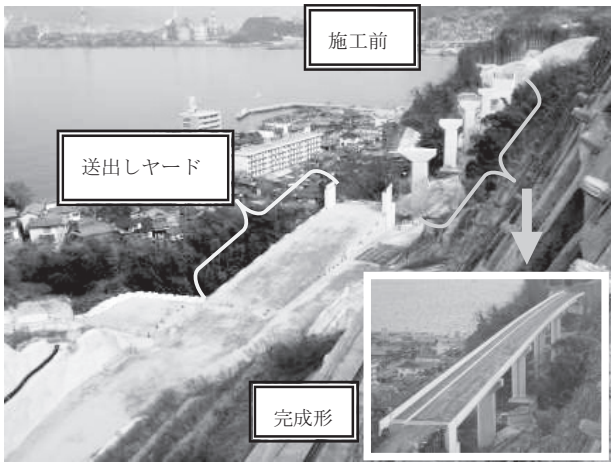
日本橋梁建設土木施工管理技士会
三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社
現場代理人兼監理技術者
豊　島　秀　明
Hideaki Toyoshima

1．はじめに

工事概要

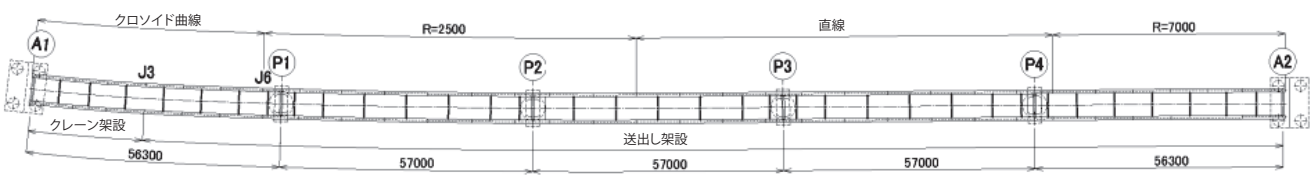
⑴　工 事 名：一般国道487号（警固屋音戸バイパス）橋梁整備工事（仮称）坪井大橋上部工
⑵　発 注 者：広島県西部建設事務所呉支所
⑶　工事場所：広島県呉市音戸町坪井
⑷　工　　期：平成20年３月10日～
　　平成22年３月15日

警固屋音戸バイパスは、江能倉橋半島地域と呉市を結ぶ音戸大橋の慢性的渋滞解消を目的に建設が進められており、一般国道487号（延長2.9㎞）と主要地方道音戸倉橋線（延長1.0㎞）を接続した合計延長3.9㎞の道路となる。現在、呉市側で警固屋高架橋・警固屋トンネル・棚田橋、海峡部で第２音戸大橋（仮称）、音戸町側で坪井大橋・音戸トンネル等が着手されている。そのうち坪井大橋は鋼５径間プレキャストPC床版連続非合成２主桁橋〔橋長284.5m（支間長56.3m＋３@57.0m＋56.3m）、鋼重854.7t, 主桁間隔6.0m〕であり、桁の架設を手延べ式送出し工法（Ｊ３～Ａ２）とクレーンベント工法（Ａ１～Ｊ３）により行った。



図−２　現地全景

主桁は31ブロックからなり、平面線形的には送出し先端側であるＡ１からクロソイド曲線、Ｒ＝2500を含み、橋長のほぼ１／２点以降は直線に近い線形となる（図－１、２）。



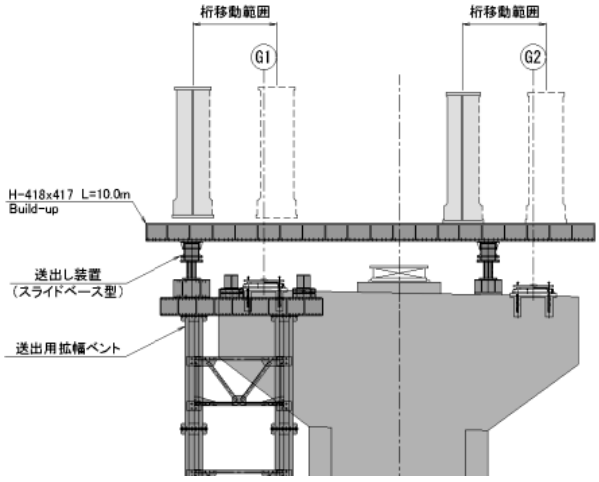
図−１　平面線形と架設工法概要

２．現場における問題点

送出し作業としては、主桁をＡ２橋台背面の送出しヤードで地組立し、添接作業完了後、Ａ１橋台に向け送出しを行った。この作業を計５回繰り返し、桁を所定位置まで移動した。送出しラインとしては、送出しヤードの地形条件よりＡ２（Ｓ２）の橋梁中心を結んだ直線とし、これをトレースする形で送出しを行った。一方、送出し桁に一部Ｒ＝2,500とクロソイド曲線を含むことから、送出し時に桁が横移動し橋脚より送出しラインが外れること、および送出しヤード内では各送出しステップ毎に台車位置を調整する必要が生じる等の問題が発生した。

３．工夫・改善点と適用結果

橋脚部の送出し装置として、送り用のスライドベースと仮受用のジャッキを使用した荷重分散式を選定した。また、桁の横移動追従を目的として、橋脚脇の山側にベント設備を追加設置することにより橋脚天端を拡幅し、かつ剛性の高い梁を送り装置上に跨がせ、今回の横移動範囲内ではどの位置でも桁を受けることが出来る構造とした。

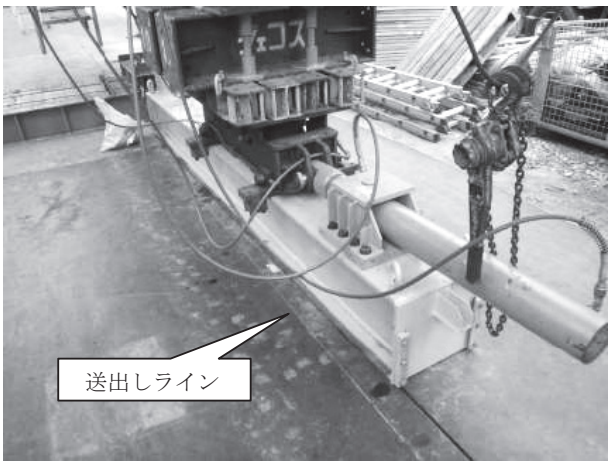


図−３　脚上設備・拡幅ベント

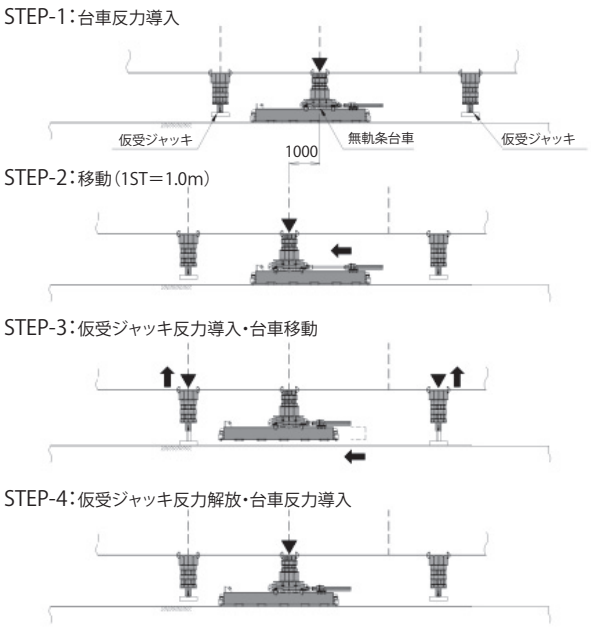
送出しヤード上の台車設備としては、無軌条台車を選定した。各送り出しステップ毎の施工前に所定の受点位置へ一度設置すれば、その送出しステップでは終始そのままのラインをキープするため、正確なラインをヤード鉄板上に出すことにより、簡便かつ確実な送出しが可能である。また、これによりライン取りが自由となり、かつ設置時に正確さを要求される大規模な軌条設備も簡略化できたことにより、工程・コストの面でも大幅な改善に繋がった。

４．おわりに

今回の無軌条台車の適用条件としては、橋脚・橋台の天端スペースが極端に狭小であったり、夜間一括送出しなど時間を拘束される場合などを除けば、柔軟な適用が可能と考える。今後、施工計画に際して当該設備関係の採用を念頭に内容の改善や更なる充実を図りたいと思います。



図−４　送出しヤード無軌条台車設備



図−５　無軌条台車送出し要領

13

施工計画

住宅地域における大規模橋梁架設工事の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
水　本　泰　章○　　杉　田　俊　介
Yasuaki Mizumoto　　Shunsuke Sugita

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：高速２号線鋼上下部工事
（温品（ぬくしな） JCT）

⑵　発 注 者：広島高速道路公社

⑶　工事場所：広島県広島市東区温品

⑷　工　　期：平成18年３月31日～
平成22年４月15日

本工事は、既に供用中の広島都市高速道路１号線（安芸府中道路）と新設２号線（府中仁保道路）を接続し、将来的には５号線（東部線）にも接続予定のジャンクション（JCT）橋の架設工事である。

工事内容は、鋼製橋梁８連の架設及び床版工事、鋼製橋脚２基の架設工事、架設鋼重は約5,800tに及ぶ大規模工事であった。

尚、橋梁形式は、表－１に記すとおり、架設工法は、すべての工区においてトラッククレーンベント工法を採用した。

表-１　工区別橋梁形式

橋　　名	形　　式	橋長(m)
Ａランプ１工区	３径間連続非合成鈑桁	105.0
Ａランプ２工区	６径間連続非合成鈑桁	222.0
Ａランプ４工区	３径間連続鋼床版箱桁	207.0
Ｂランプ１工区	５径間連続非合成鈑桁	194.3
Ｂランプ２工区	３径間連続鋼床版箱桁	223.6
東部線１工区	２径間連続非合成鈑桁	85.0
東部線２工区	３径間連続非合成鈑桁	100.0
東部線３工区	３径間連続非合成箱桁	205.0
東Ｐ９橋脚	ラーメン型鋼製橋脚	---
ＰＡ１４橋脚	ラーメン型鋼製橋脚	---

2．現場における問題点

工事場所である広島市東区温品は、広島駅より５km程北東に位置し、古くから住宅地として開発された地域である。故に図－１・２からも分かる様に現場（橋梁）を包囲するように住宅地域が存在している。

また橋梁は、供用中の幹線道路（都市高速１号線及び主要地方道）と交差、近接する形で配置さ

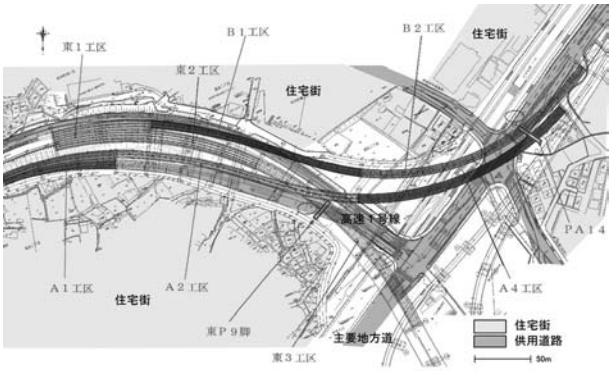


図-１　現場周辺平面図



図-２　現場全景写真（完成時）

れているため、架設工事を行う上で、大規模な夜間交通規制が必須条件となった。

前記の条件下で工事を進めるにあたり、配慮すべき事項のひとつとして、工事期間中、近隣住民のストレスを如何に低減するかということが挙げられるが、その具体的手法が問題となった。

3．工夫・改善点・適用効果

1）騒音低減

①重機、車両等の騒音対策

民家と最も近接する作業ヤードは、幅員４ｍ程度の細い街路を隔てるのみで、そこに大型油圧式クレーン（最大400t 吊）を据付けての作業となる。

そこで、クレーン旋回体のエンジン部分に防音シートを取付けエンジン音の低減を図った。

また、細い街路を使用して橋桁等の部材を搬入する際は、その時間を昼間に限定し、夜間に大型車の通行がないよう、工程の調整や作業ヤードの使用計画を行った。



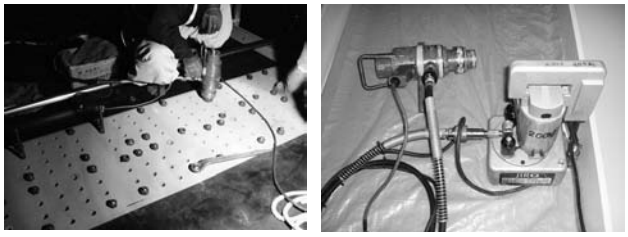
図−３　橋桁架設状況（左：昼間・右：夜間）

②架設作業の騒音対策

一般的に橋桁の添接（接合）作業には、ドリフトピンを使用するが、鉄製のピンを大ハンマーで打撃することから非常に大きな騒音を発する。故に当現場ではこれに換えて油圧式のピン圧入機械を使用して添接作業を行った。

③吊足場構造の工夫

橋桁架設後の床版、塗装工事等で発生する騒音を低減するため、足場朝顔部分に防音シートを設置した。



図−４　油圧式ピン圧入機（左：使用状況・右：機械）



図−５　吊足場朝顔

前述の様な対策に加えて作業員への教育を徹底する。近隣住民への工事説明会実施、回覧板による作業予定の広報等、ソフト面の対策の充実を図った結果、２年以上と長い工事期間中に騒音による苦情件数は少なく、近隣住民の方々のストレスを低減することが出来たと考えられる。

2）遮蔽（視覚的配慮）

橋桁架設中、橋桁上に安全通路を確保し、人、資材の移動に用いた。しかし、住民視点では、その通路から住居内を覗かれるといった不安を覚えるため、橋桁架設後から朝顔設置までの期間、図－６のように通路横に遮蔽シートを設置し、近隣住民の不安を取り除くよう配慮した。



図−６　遮蔽シート（左：通路内側・右：通路外側）

4．おわりに

今回の工事においては、近隣住民に対する配慮、対策を重点項目として行いました。しかし、苦情件数がゼロという結果ではなく、その対策に要した費用も当然、ゼロではありません。「三方よし」で工事を完結することの難しさを痛感すると共に今後の工事にこの経験を生かしたいと考えます。

14

施工計画

第二東名高速道路　西富士道路上夜間送り出し架設計画

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
工事部　工事長　　工事部　次長
木　下　晴　英○　　木　村　清　治
Haruhide Kinoshita　　Kiyoharu Kimura

1．はじめに

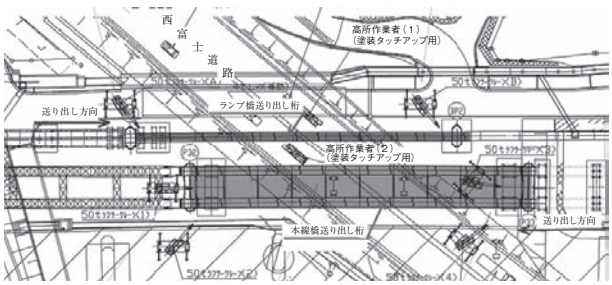
工事概要

⑴　工 事 名：富士高架橋
　　（鋼上部工）東上り線工事
⑵　発 注 者：中日本高速道路株式会社
⑶　工事場所：富士市久沢地内
⑷　工　　期：平成18年10月24日～
　　平成23年３月１日

第二東名高速道路が西富士有料道路を跨ぐ区間の橋桁架設を送り出し架設工法によって施工する。施工は５夜間で施工し、本線橋は、1012.9ｔの２主箱桁橋、ランプ橋は、477.6ｔの１主箱桁橋である。共に、約149mを送り出し、橋脚上に設置するまでの工事計画である。

2．現場における問題点

図－１のように並行し隣り合う位置関係にある２橋を送り出し架設を行う。



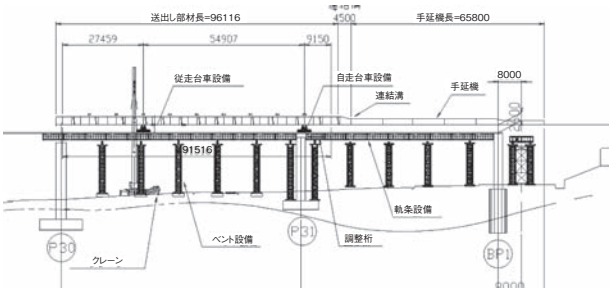
図−１　位置図

架設する橋梁は、斜めに横断する西富士有料道路を跨ぐため、夜間全面通行止め時に架設を行い、昼間は有料道路を一般車両が安全に通行できる状態まで施工し、期間内に全の予定作業を実施する施工計画を行なった。

3．工夫・改善点と適用結果

今回の送り出し工法では、可能な限りスピーディー且つ安全に、送り出しを行うことを重点とした。

桁の送り出しには、桁の地組み立て位置から、手延べ到達までの間は、２支点の静定系で送り出すこととした。又、駆動装置に自走台車を用いることでスピードアップを計ることとした。



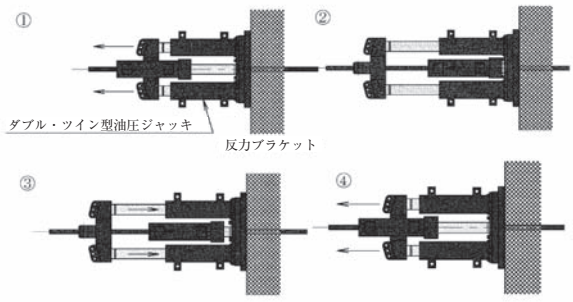
図−２　縦断図

静定系で送り出すことの利点は、桁を受けた台車が工事桁上を移動するとき、送り出し桁の荷重により工事桁にたわみが発生する。工事桁のたわみは、通常不均等荷重となって桁へ伝わるが、静定系で送り出しをしていることで、桁に対する反

力の変動を無くすことができ、反力調整が不要となる。

よって、桁への不均等荷重が発生せず、安全に送り出しを行なうことができ且つ、反力調整を行う必要がないためスピーディーに桁を送り出すことができる。

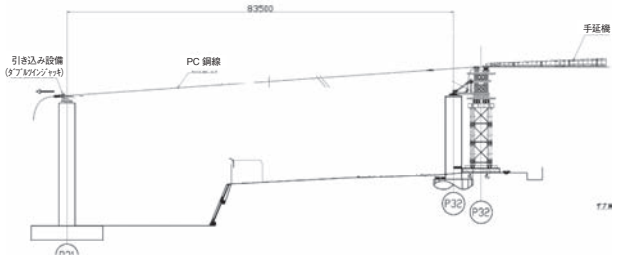
また、手延べ先端が送り出し位置到達後は、前方の駆動装置を兼ねる、自走台車を撤去するため新たな、駆動装置としてダブルツインジャッキを使用することで、送り出し速度を保ったまま送り出すこととした。



図−3　詳細図

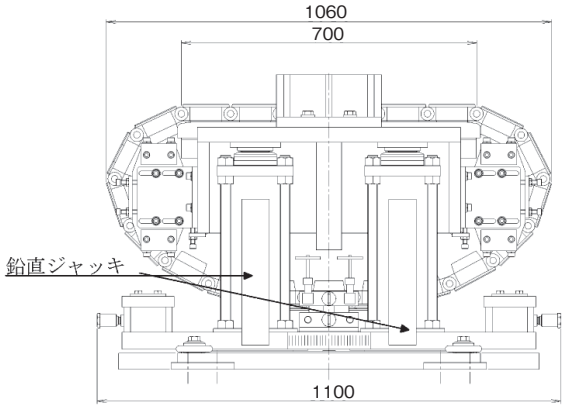
ダブルツインジャッキは図－３のように外側のジャッキと内側のジャッキが、①～④のように、交互に動きＰＣ鋼線を引っ張り込むため、絶えず桁を動かすことが可能となり桁の送り出しを連続して行なえる利点がある。

ダブルツインジャッキは図－４の様に配置した。



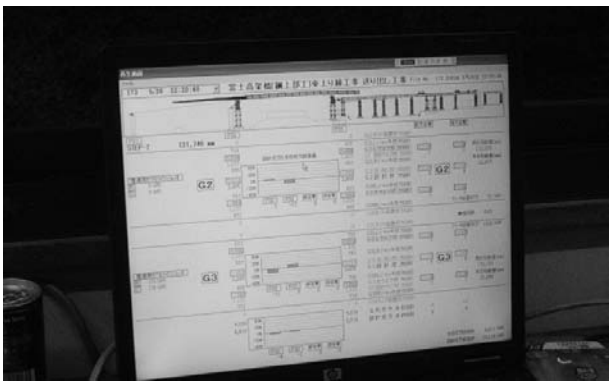
図−4　ダブルツインジャッキによる引き込み

また桁を支えるため、到達側と、送り出し側の台車の変わりにエンドレス送り装置を使用した（図－５）。エンドレス送り装置には鉛直ジャッキが内臓されており、不静定構造状態の反力の変動に対しては、それ自身の高さを変化させることが可能である。



図−5　横断面図

反力管理はコンピューターの集中管理で行いその変動は図－６のようにパソコンのディスプレイ上で管理を行なう。



図−6　管理状況

４．おわりに

今回の送り出し架設は、大きなトラブルも無く通行止め期間内に架設完了することができた。

しかし静定系で送り出すことは、送り出しのみに着目すれば安全であり、管理方法も単純になり桁への影響を最小限にすることが可能となるため連続して送り出しが可能となる。しかし、反面送り出しの支点反力が大きくなり、その分仮設備も大型化し強固なものが必要となる、送り出しの条件により、反力など考慮し使い分けを行なえばよいと考える。

15

施工計画

特殊架設工法による門真ジャンクションの施工

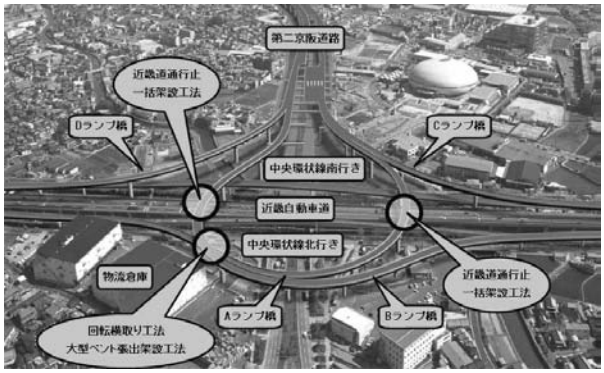
日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
塩　田　恵　市○　　川　崎　嘉　則　　藤　井　康　一
Keiichi Shiota　　Yoshinori Kawasaki　　Kouichi Fujii

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：近畿自動車道
　　門真ジャンクション（鋼上部工）
　　工事
⑵　発 注 者：西日本高速道路（株）関西支社
⑶　工事場所：大阪府門真市大字稗島～
　　大阪市鶴見区茨田大宮
⑷　工　　期：平成18年11月３日～
　　平成21年11月16日

本工事は近畿自動車道と第二京阪道路を結ぶジャンクション工事である。大阪都市圏・京都都市圏間を相互に連絡し、国道１号の慢性的な渋滞と周辺道路の交通混雑を緩和するとともに、名神高速道路・京滋バイパス・国道１号と一体となって近畿圏における幹線道路網を形成するための重要な役割を果たす道路である。

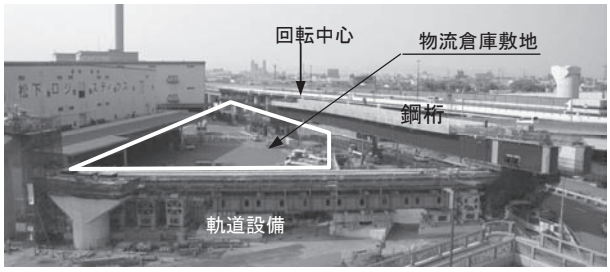


図−１　現場状況

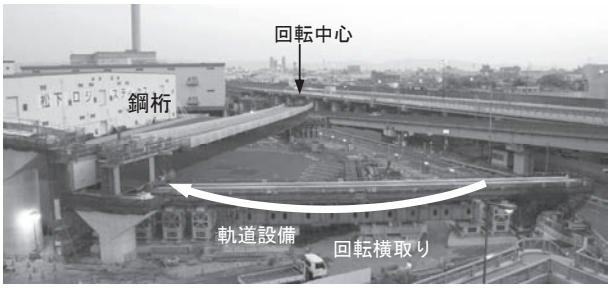
2．現場における問題点

本工事は、総延長約2,000mにおよぶ合成床版を有する鋼連続非合成細幅箱桁（A・B・C・Dランプ）４橋と鋼・コンクリート複合構造を含む鋼製橋脚６基の施工である。架設位置は図−１に示すように近畿自動車道ならびに大阪府道中央環状線、花博道路といった主要幹線を跨ぐ市街地のジャンクション工事であり、特に大阪府道中央環状線は本線と副道の合計４車線の内、最低２車線

【回転横取り前】



【回転横取り後】



図−２　回転横取り架設

の交通確保する条件下で交通規制形態を計画する必要があった。また、物流倉庫上空の架設においては、敷地内にベントを設置できなかったため、架設工法を検討する必要があった。

3．工夫・改善点

⑴　大ブロックの回転横取り架設

Aランプ橋のAP７～AP８間は図−２に示すように物流倉庫上空を横断する計画である。物流倉庫の営業を妨がないために、敷地内にはベントを設置できなかった。大阪府道中央環状線の歩道の一部を占用して鋼桁の地組立と合成床版の架設を行い、この大ブロックを回転させて所定位置まで移動させる回転横取り工法を採用した。軌条設備を直線軌条としたため、主桁回転に伴う角度変化（約30°）と支間長変化（約3.8m）を生じるが、２軸スライド装置（マジックスライド）の追随機能で対処し、１夜間で回転横取りを完了した。

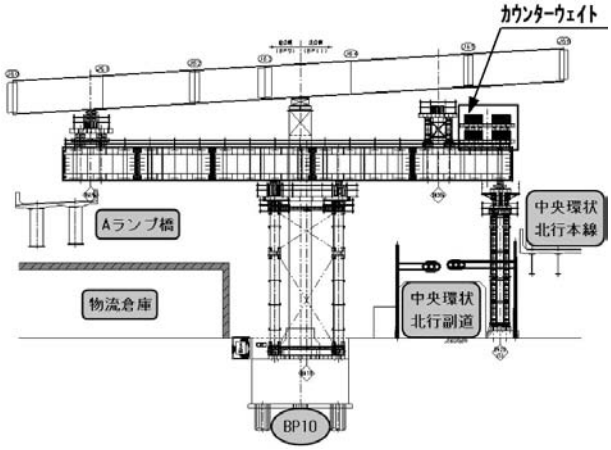
⑵　近畿自動車道通行止めによる一括架設

Aランプ橋のAP３～AP４間及びBランプ橋のBP10～BP11間は近畿自動車道上の架設となるが、高速道路の通行止め日数を最小限とするため、Aランプ・Bランプとも550t吊油圧クレーンにて、２橋同時に大ブロック架設を行うこととした。

大ブロックの架設後に横桁の架設と高力ボルトの締付、検査路及び合成床版パネルの設置を３夜間で完了させた（図−３、図−４）。

⑶　大型ベントを使用した張り出し架設

Bランプ橋のBP９～BP10間は物流倉庫の上空および前述した回転横取りのAランプ橋上となる。図−５・６に示すBP10ベントは大阪府道中央環



図−５　ＢＰ10ベント構造図



図−６　ＢＰ10ベント



図−３　近畿自動車道上の架設（Aランプ橋）



図−４　近畿自動車道上の架設（Bランプ橋）



図−７　大型ベントの運搬車両

状線の副道を跨ぎ、本線と近接することから、門形形式の張り出し構造とした。張り出し状態の工事桁には安定性を確保するために後部に157tのカウンターウェイトを載荷した。

ベント組立・解体作業においては予め作業ヤードでブロック化したベントを図−7に示す特殊車両で運搬し、組立・解体することで道路上での作業日数を最小限とし、一般交通の確保に努めた。

4．おわりに

本工事は、市街地工事であり、40種類を越える規制タイプを組合せて延べ200日以上の交通規制を実施し、平成21年11月16日に無事工事を竣功することができました。

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ご指導、ご協力を頂きました。ここに深く感謝いたします。

16

施工計画

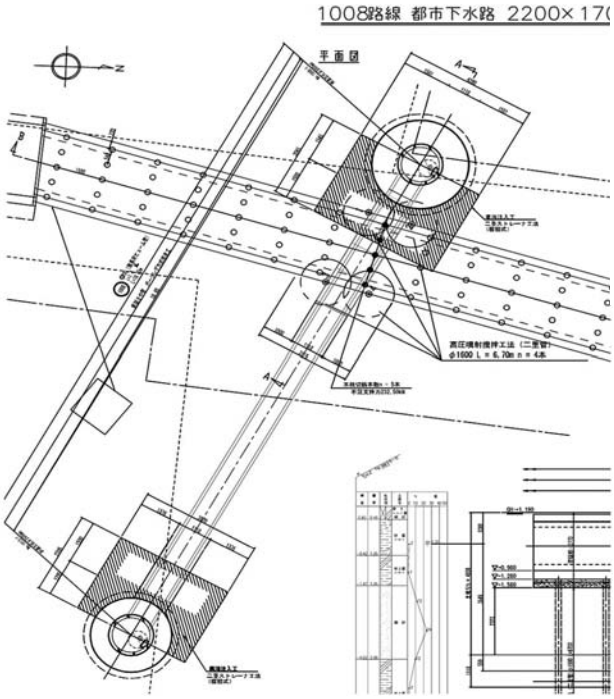
管推進工における障害物対応

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
長 谷 川　　猛
Takeshi Hasegawa

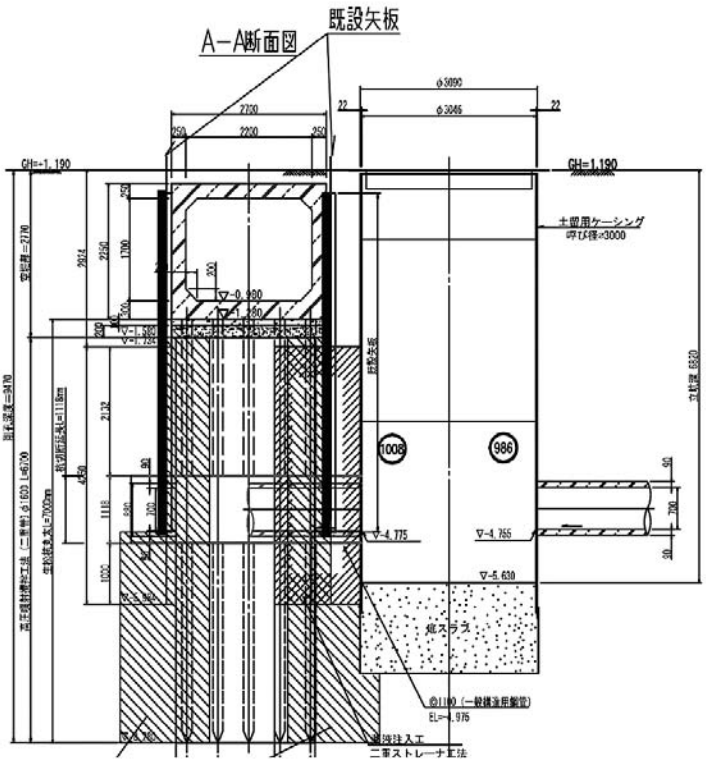
1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：白根第１処理分区
　　西１号幹線下水道工事
⑵　発 注 者：新潟市役所
⑶　工事場所：新潟県新潟市南区白根
⑷　工　　期：平成21年３月27日～
　　平成21年11月30日



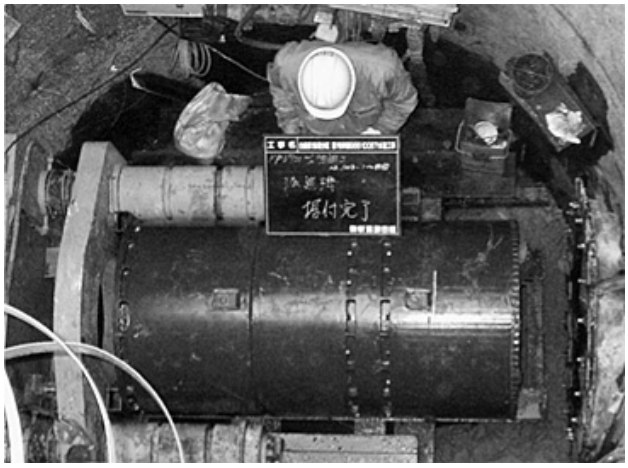
図−１　平面図



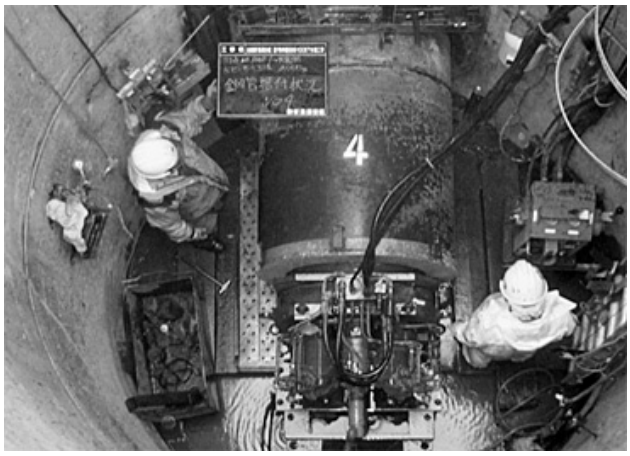
図−２　縦断面図

本工事は、φ700mm、Ｌ＝86.65m（２スパン）を推進工で施工した工事で、その内１スパンは、ボックスカルバートと平面交差し下越しとなる路線であった（図−１平面図）。

ボックスカルバート横断箇所には、施工時の仮締切り土留鋼矢板が存置してあり、当初計画において、支障物撤去も兼ねた鋼製さや管推進の計画であった（図−２縦断面図）。



図−３　泥水式推進機



図−４　鋼製さや管推進機

２．現場における課題

１）補助工法について

鋼製さや管工法は切羽が開放されているため、地下水のある土質では、推進区間の路線薬液注入工が必要となった。

２）路線薬液注入工

薬液注入工の事前準備として、ガス管・水道管の移設による工程損失、薬液注入工事費増加が懸念された。

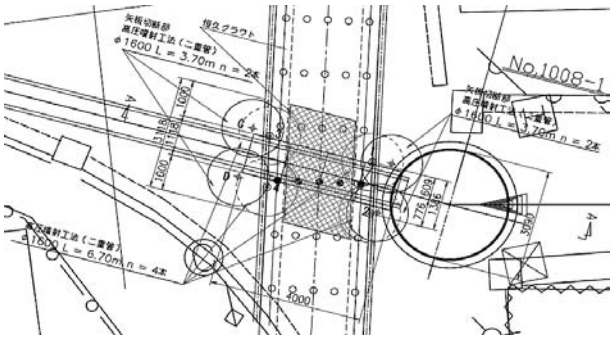
３．対応策・工夫

１）泥水式推進工法の採用

帯水層にて、実績・汎用性のある工法として泥水式推進工法を検討した（図−３）。

２）鋼矢板部の貫通について

泥水式推進工法では、鋼矢板を切削できない



図−５　路線薬液注入計画図

ため、鋼製さや管推進との併用を検討した。（図−４）

３）鋼製さや管推進にあたっての路線薬液注入

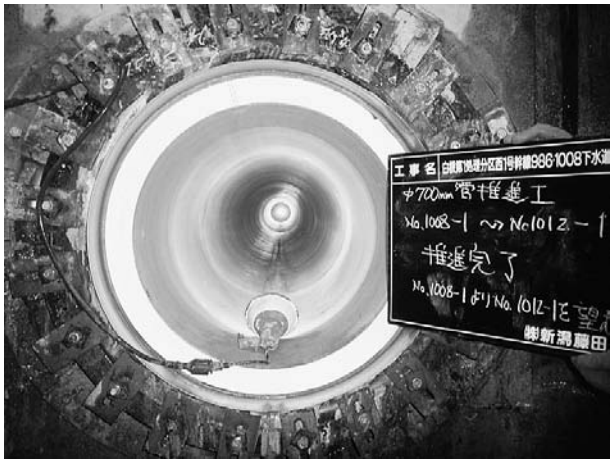
①ボックスカルバート基礎杭切削の補強として、JSG◎1,600mm を４本施工した。これには、ボックスカルバートに JSG 工の削孔を行うと修繕には多大な工費（排水迂回等）が掛かるために、鋼矢板の平面凹凸に合わせてボックスカルバート



図−６　鋼矢板切取撤去完了



図−７　CB 注入完了
（外側：鋼製さや管坑口　内側：泥水推進坑口）



図−8　管渠完成

背面（鋼矢板内側）へ造成を行った。

②鋼矢板外面には、発進・到達注入を兼ねて鋼矢板固定のために4本のJSGを行った。これは、ベビーモールの削孔時において、鋼矢板の凹凸部に回転部が引っかかり鋼矢板の変位によるボックスカルバートへの影響を回避するためのものである。

③ボックスカルバート直下部は、発進立坑内より水平注入工にて、恒久グラウト注入を施工した。

4）推進計画と実施成果

鋼製さや管推進にて、鋼矢板部を貫通する（L＝4m）。その後、鋼製さや管を立坑内から蓋をし、鋼製さや管内に地山と同等な強度を有するCB注入（セメントとベントナイト配合の注入材）を施し、CB硬化後に再度、そのCB硬化後の中を泥水推進工法にて推進工を施工したもので、推進中はトラブルも無く、又、高精度にて貫通できた。

4．おわりに

事前の照査及び現地調査から入念な計画にもとづき施工を実施したことで、高精度な施工ができた。これには、発注者監督員の指導並びに施工計画・提案に携わって頂いた協力業者の方々、全員の気持ちが一体となった成果で有り感謝いたしております。

最近の傾向として、推進区間内に既設構造物が存在するケースが増えています。今回の経験をもとに更なる工夫を重ね、類似工事におけるトラブル防止はもとより、品質・出来形の向上に努める所存であります。

17

施工計画

小口径推進工法と土質の変化について

宮城県土木施工管理技士会
佐藤工業株式会社
工事部
矢　本　　崇
Takashi Yamoto

1．はじめに

下水道施設は、社会資本の中でも国民生活に最も密着したもののひとつであり、生活環境改善のための基礎的な施設としての役割のみならず、河川、湖沼等の公共用水域の水質保全等その役割は重要である。

本工事は、女川町の下水道整備事業であり女川町石浜地区の管渠工事として発注された。施工箇所は海岸線に近接した約50年前の埋立地であり、周囲は水産加工場が多く、また国道398号線上と昼間の大型車の交通量の多い路線である。

本論ではこの現場の施工条件を抽出しこれらの条件に対応してきた経緯を述べるものとする。

2．工事概要

本工事の工事概要を以下に示す(図-1位置図)。

⑴　工 事 名：平成21年度女川町流域関連公共下水道　石浜枝線(１－１－249ほか)管渠工事
⑵　発 注 者：女川町
⑶　施工場所：宮城県牡鹿郡女川町石浜地内
⑷　工事内容：施工延長　L＝101.4m
　　推進工法　L＝101.4m
　　管布設工　L＝97.0m(φ200)
　　１号人孔設置工　１基
　　汚水桝設置工　７箇所　付帯工　１式



図-１　位置図

3．施工条件

施工条件として以下の項目が挙げられる。

⑴　地下水位

施工場所が海に近接し、地下水位が海の潮位の変動の影響を受ける。

⑵　地下埋設物

施工場所にはNTT管、配水管（φ150)、給水管（φ40、φ13）が埋設されている。

⑶　往来交通

施工地周辺は水産加工場が多く、大型トラック、コンテナトレーラー、フォークリフトが頻繁に通行し、かつ迂回路がなく道路幅員が狭小である。

⑷　土質の変化

施工箇所は埋立地であり巨礫が存在する。また、汀線であり、付近には硬岩が表出している。推進

部分では、硬岩、風化軟岩、埋立土、シルト層の出現が予想される。

以上の条件について、対応した過程を述べるとともに推進工における土質変化への対応について詳述する。

4．対応策と適用結果

⑴　地下水位（潮位）

施工場所は海岸に近接しているため地下水位は潮位と同じである。地下水位は推進工では障害とならないが立坑築造時に障害となった。当初計画では鋼製ケーシングによる立坑の構築であったが、国道の通行止めが不可能であり、かつ硬岩の出現が予想されたためライナープレートによる立坑築造に変更した。立坑築造時は薬液注入で止水を行った。立坑下端が一部硬岩部に接するため、埋立土部と硬岩部の境界から出水があったが、補足注入により止水した（図−2　注入状況）。



図−2　注入状況

⑵　地下埋設物

①　NTT 管

立坑部で NTT 管が障害となった。立坑築造位置は国道部であるが幅員が５ｍと狭く、立坑位置を変更することは不能であった。推進作業に支障の無い位置で立坑内に NTT 管を取り込み防護した。

②　配水管（φ150ｍｍ）

事前に試験掘削を行い平面位置、深さを確認し立坑築造、推進工、注入工に支障の無いことを確認した。

③　給水管（φ50, 13ｍｍ）

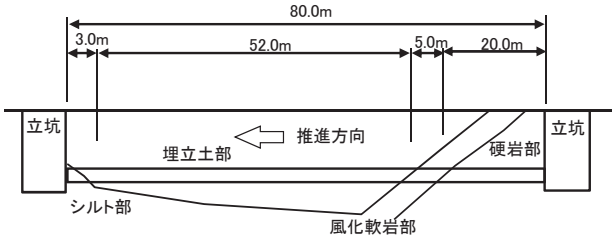
取付管布設時、各所で切り回しを行い対応した。

⑶　往来交通

施工箇所は道路幅員が約５ｍと狭小であり、立坑築造後は、交通誘導員を配置し片側交互通行で対応した。道路幅員を確保するため、路肩は凹凸をなくし敷砂利を施した。

⑷　土質の変化

本工事では、小口径推進区間が３区間あり１区間は推進距離が約80ｍと長い。土質はシルト部、埋立土部、風化軟岩部、硬岩部と１区間で多様に変化する。また、リアス式海岸の汀線上であることから硬岩線は複雑であった。この最長区間の推進工が本工事において、工程上最も影響を与えるものである（図−３）。



図−３　土質想定図

①　推進機種の変更

当初計画の推進機材では、変化する土質に対応困難と判断し、長距離推進及び硬岩推進で実績のある鋼製さや管方式のロックマンエース工法を発注者に提案した。

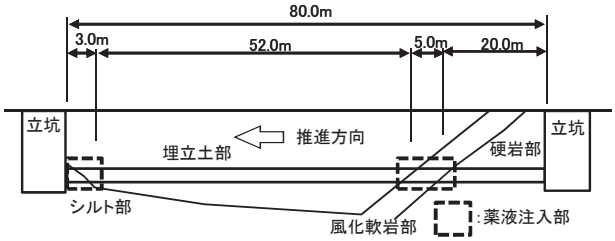
②　発進立坑の変更

当初計画ではシルト部側からの発進であったが、硬岩の岩線の傾斜が推進方向に対し、上向きであり硬岩部到達時、推進機が上方に逸れる懸念があったため、発進を硬岩部側からとした。

③　土質変化部への薬液注入（図−４）

一般に推進機が硬い土質から柔らかい土質に移行した場合、推進機が下方移動する傾向があると言われている。そのため、土質変化部には薬液注入を行い、推進区間を固結安定させた。また、風化軟岩部通過後は地下水位（潮位）の影響を受け

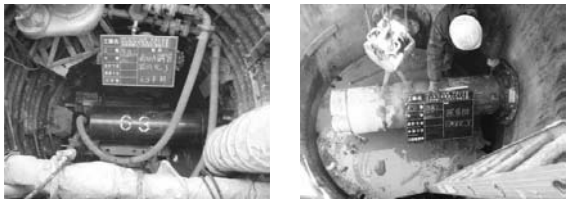
ると考え上下方向の推進機の挙動には細心の注意を払った。



図−４　薬液注入図

以上の３つの対応策を発注者に提案した。推進工は硬岩部、風化軟岩部を順調に通過し許容精度内で到達立坑に到達した。

残り10m程度で推進機が上昇傾向を示したが、これは土質が緩くなってきたことや大潮時期であり、浮力の影響を受けたことが一因と思われる。



図−５　推進状況

４．あとがき

小口径推進工事では、推進部の土質の状態を把握することが重要である。また、補助工法を有効に用いることで確実で精度のある施工ができる。今後も高品質の社会資本を整備することが使命と考えている。

18

施工計画

舗装道路の排水溝養生の工夫

東京土木施工管理技士会
飛島建設株式会社　中日本土木支社　名古屋土木事業部

工事主任	監理技術者	
金　井　大　輔○	林　　尚　孝	山　本　孝　男
Daisuke Kanai	Naotaka Hayashi	Takao Yamamoto

1．はじめに

工事概要

本工事は国道302号線の整備に伴い共同溝を建設するものである。

工事は発進立坑（外径18.0m、躯体高44.5m 円形）をニューマチックケーソン工法で沈設する。次に密閉型泥土圧式シールド工法（外径6.1m）により926m 掘進し、到達側より内部構築（中壁インバート）を施工するものである。

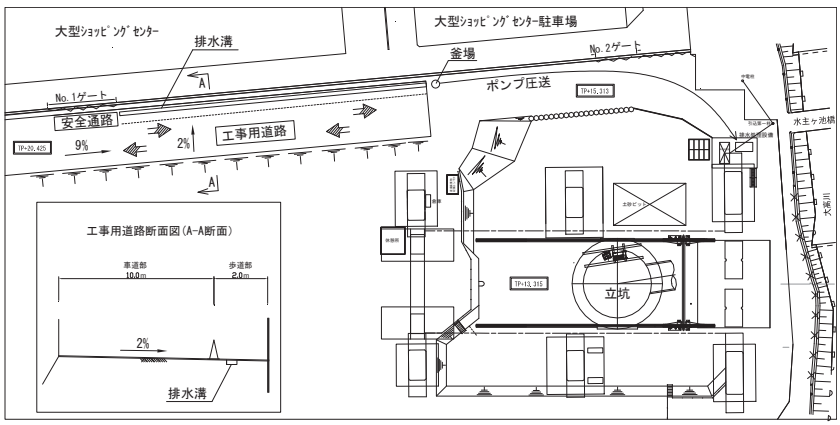
⑴　工 事 名：平成20年度 302号緑地共同溝工事
⑵　発 注 者：国土交通省　中部地方整備局
⑶　工事場所：愛知県　名古屋市緑区大高町
⑷　工　　期：H21年３月３日～H24年３月16日

発進立坑は桁下で周辺の地盤よりも低く、くぼんだ場所に位置するため、降雨時には路面表面水が集まり易い環境にある。従って、立坑を安全に使用する上で、周辺雨水を出来る限り立坑まで導かないことが重要となる。また、工事は昼夜を通して実施される。

2．現場における問題点

工事用道路は大型車両による多量の資材の搬出入を伴うのに加えて、大型ショッピングセンターが近接していることから、防塵対策も兼ねて舗装整備する必要があった。

工事用道路では路面排水を考慮して２％の横断勾配を計画し、舗設段階で道路端部の安全通路の境に台木を利用し、幅200㎜×高さ50mm×延長



図−１　吸出防止材設置位置平面図

50m の雨水排水溝を作り、流末に釜場を設けた。舗装完成後に安全通路を安全に歩行するためには雨水排水溝の段差を養生する必要があった。

養生方法の選定には安全性や排水機能（品質)、施工性、経済性、環境性を満足することが求められた。

①安全性：排水溝は歩行荷重に耐えるもので平坦に整備出来ること。

②排水機能：排水溝としての流入機能、流下機能を損なうことがなく、釜場のポンプ機能を低下させる異物を流下させないこと。

③施工性：設置や設置後の排水溝の掃除等に掛かる手間が小さいこと。

④経済性：３年工期の仮設材として耐久性があり安価であること。

⑤環境性：騒音、振動のないもの、美観をそこなわないもの。

３．工夫・改善点と適用結果

工夫

排水溝の養生方法として、次の３方法を比較検討した。

⑴　縞鋼板と山形鋼を利用した溝蓋（現場加工）

①安全性：段差、強度に関しては問題ない。

②排水機能：排水溝を覆うため流入機能が劣る。

③施工性：加工、設置の手間は普通。

④経済性：数量が多いため比較的高価となる。

⑤環境性：ガタツキによる夜間歩行時の騒音や、錆による美観低下が懸念される。

⑵　グレーチング（二次製品）

①安全性：段差、強度に関して問題はない。

②排水機能：ペアリングバーが排水溝断面内に位置するため流下断面が減少する。

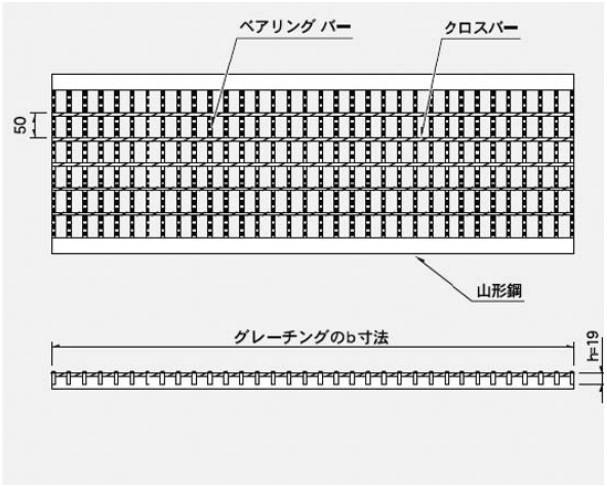
③施工性：加工手間は不要。設置手間は普通。

④経済性：二次製品であるため高価。

⑤環境性：ガタツキによる夜間歩行時の騒音が懸念される。

⑶　吸出防止材（二次製品）

①安全性：段差を解消できる。輪荷重は支持できないが、歩行荷重は多少のたわみを伴うものの十分支持できる。



図−２　グレーチング平面・断面図

②排水機能：流入機能、流下機能に問題はない。

③施工性：軽量であり設置手間は最も小さい。

④経済性：比較する３案の中で最も安価で耐久性もある。

⑤環境性：排水溝にぴったりとはまるため、歩行時に騒音は生じない。

比較の結果、吸出防止材を用いる方法が最も適切と判断されたため、排水溝に適合する断面サイズ（□−50×200）のものを使用して養生を行った。

適用結果

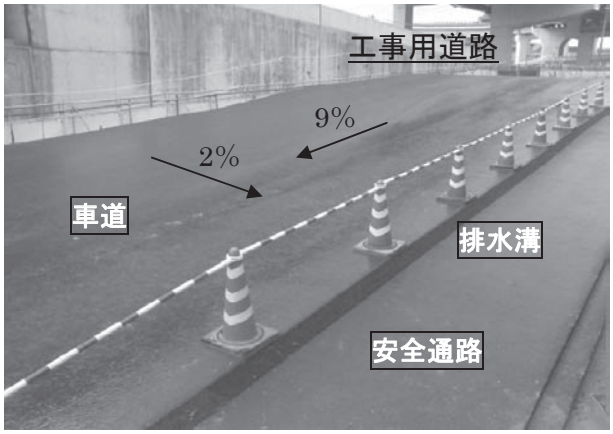
・養生箇所は歩行に支障がない。

・降雨時の排水機能に問題はない。

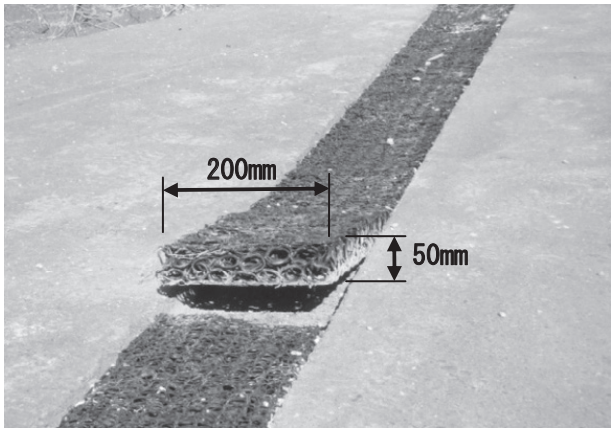
・樹脂製で軽量であり一人で容易に設置できる。

・溝底に溜まる砂や泥は吸出防止材をめくることなく高圧洗浄水で適時除去できる。

・フィルタ効果により異物(石やゴミ、落葉など)を排除でき、流末の釜場管理が容易になる。



図−３　吸出防止材設置状況



図−４　吸出防止材の断面状況

４．おわりに

今回は吸出防止材を製品本来の使用目的とは異なる排水溝養生材として効果的に利用できた。

今後は養生材を着色し、歩行荷重によるたわみの注意喚起を施す等の、さらなる工夫が必要と思われる。

19

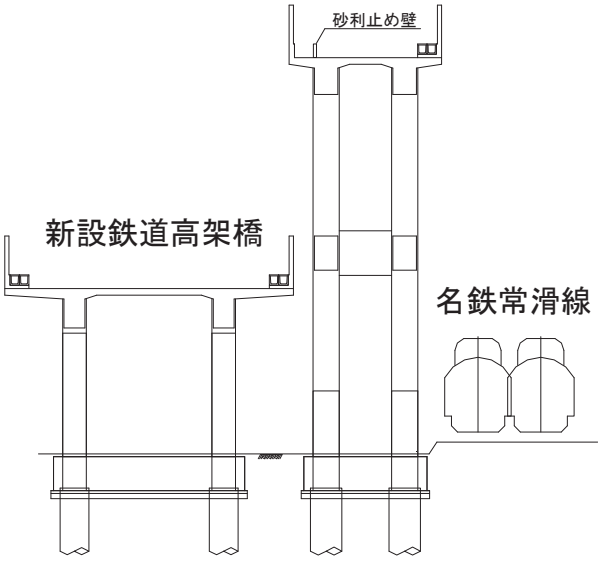
施工計画

砂利止め壁コンクリートのひび割れ低減

東京土木施工管理技士会
飛島建設株式会社　中日本土木支社
主任　新　井　太　禎　雄○　Tateo Arai
現場代理人　御　幡　誠　治　Seiji Mihata
豊　田　雅　博　Masahiro Toyoda

1．はじめに

本工事は、名鉄太田川駅周辺の鉄道高架化を行うものである。当該路線（名鉄常滑線）は、名古屋市と中部国際空港や知多半島を結ぶ重要路線であり、上下線とも短時間間隔で運行されている。高架化されても地上路線同様に、スムーズな運行を長期間継続する必要があり、そのためには、コンクリート構造物の品質が、非常に重要な部分を占めている（図−１構造図参照）。



図−１　構造図

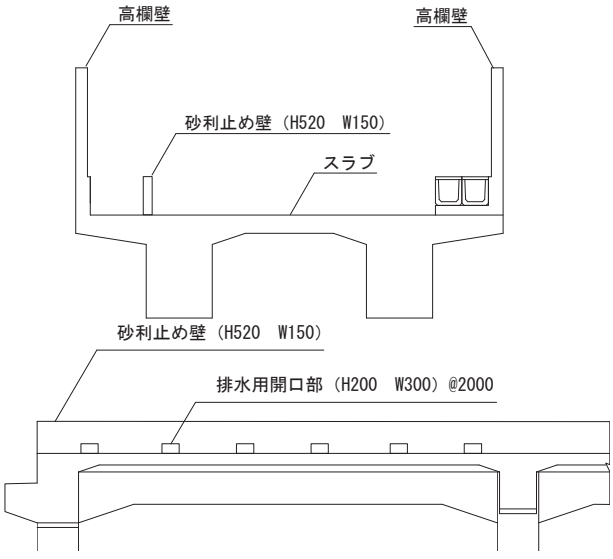
工事概要

⑴　工 事 名：太田川駅付近連続立体交差事業に伴う本線土木（その４）工事
⑵　発 注 者：名古屋鉄道㈱
⑶　工事場所：愛知県東海市大田町地内
⑷　工　　期：平成20年12月17日～平成24年３月15日

2．現場における課題

高架橋の砂利止め壁は、軌道レールの基礎となる道床砂利を堰き止め、両脇に電気設備用幹線と、排水用の空間を、確保するために作られる。

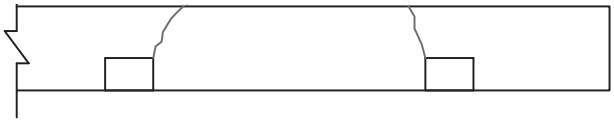
直接電車荷重を受ける部分ではないため、高さ520mm、幅150mmの壁に、排水用の開口200mm×300mmが@２mで入る、簡易な構造となっている（図−２砂利止め壁構造図参照）。



図−２　砂利止め壁構造図

部材厚が薄く開口が多いため、最初の砂利止め壁施工時には、クラックを防止対策として、開口部補強鉄筋を設置し、コンクリート打設を行った。しかし、開口隅部から上部方向へ向かってのクラックが72箇所中44箇所（61％）に入る結果となった（図−３砂利止め壁クラック発生位置図参照）。

シングル配筋であり、部材厚も薄いため、クラックからの浸水は、砂利止め壁の耐久性と強度に悪影響を及ぼす恐れがある。対策の遅れは、工程の遅延になるが、将来の電車運行に支障をきたす可能性があるため、早急に解決すべき課題となった。



図−３　砂利止め壁クラック発生位置図

３．工夫・改善点と適用結果

まず、初めに行った開口部補強筋対策は、クラックの発生を抑制できない結果となった。補強筋が足りないのかもしれないが、かぶりの確保を考えると多重配筋は、品質を落とす結果になる。

そこで、図−４のように、クラックの入る方向を覆うように金網（ステンレス φ1.1mm−3.2mm メッシュ）を入れる方法を考案した。以下に設置方法や注意事項を示す。

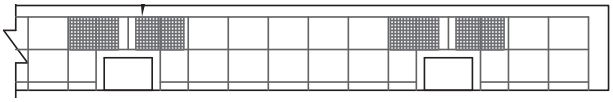
注意事項及び設置方法

①クラックの発生位置を把握する。
（クラックはどちらの面が大きく発生しているか、どの位置に発生しているか、を把握。）

②配筋確認を行う。
（かぶりが大きすぎる配筋をしてないか。かぶりが大きすぎる場合は、補強筋を入れる。）

③金網を200mm×300mm の大きさに切っておき、砂利止めコンクリート打設直後、①で確認した位置にできる限り表面に近くかつ、かぶりを確保できる位置に金網を差し込む（図−４金網（ステンレス）設置位置図参照）。

④ ③で設置した位置や周辺の型枠を、木槌等で叩き、金網とコンクリートを定着させる。（この時かぶり内に入る可能性があるのでステンレスを使用。）



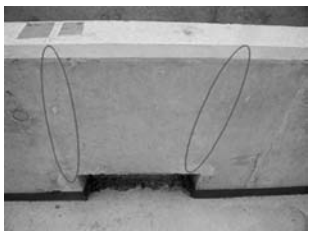
図−４　金網（ステンレス）設置位置図

適用条件

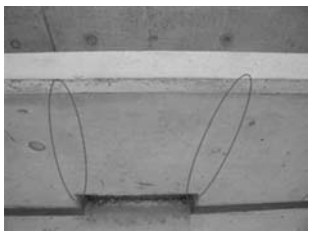
・断面の薄いコンクリート構造物の開口隅角部

適用結果

ステンレスメッシュを設置した開口部においては、25箇所中３箇所（12％）のひび割れ発生となり、未施工箇所より49％低減することができた。（図－５、図－６）



図−５　ステンレスメッシュ未施工開口部（クラックあり）



図−６　ステンレスメッシュ施工開口部（クラックなし）

４．おわりに

今回、かぶりを確保するため、温度変化の大きい内面側に金網を設置したが、断面が大きな場合は、両面設置が可能なため、より一層効果が期待できると思われる。開口隅角部の初期クラックを抑制することで、簡単にコンクリートの品質向上が図れるので今後、他の構造物施工時にも採用したいと思う。

20

施工計画

愛鷹ロームによる土質安定処理配合試験報告

東京土木施工管理技士会
りんかい日産建設株式会社
名古屋支店 土木部主事
田 村 泰 宏
Yasuhiro Tamura

1．はじめに

工事概要

⑴ 工 事 名：第二東名高速道路長泉東工事
⑵ 発 注 者：中日本高速道路株式会社
⑶ 工事場所：自）静岡県 沼津市 荒久
　　至）静岡県 駿東郡 長泉町 東野
⑷ 工　　期：自）平成19年２月２日
　　至）平成23年８月26日

本工事は第二東名高速道路、沼津工区、長泉工区の高速道路本線10,729m（沼津サービスエリア、長泉沼津インターチェンジを含む）区間の工事である。

切盛土が主体の工事であり、橋梁下部工、調整池工、C-Bx工も含まれる。施工箇所は主に２箇所に分かれ、長泉沼津インターチェンジ東側（長泉町）で道路掘削（約87万㎥）を行い、約10㎞西側の沼津サービスエリアに運搬、盛土（約165万㎥）を行なうものである。

2．現場における問題点

切土部には「愛鷹ローム」と呼ばれる火山灰質粘性土が広く分布し掘削土の大半が当該土質である。

良質ロームであり路体として施工を行う限り問題はないが火山灰質粘性土のため路床材、裏込め材として不適用となっており、以下の問題点が発生していた。

⑴ 切盛土工の土工バランスの問題
⑵ 購入材の費用の問題
⑶ 購入材の供給量不足

これらの点から路床材、裏込め材として本来は適さない火山灰質粘性土を適用するための生石灰による安定処理配合検討を行った。

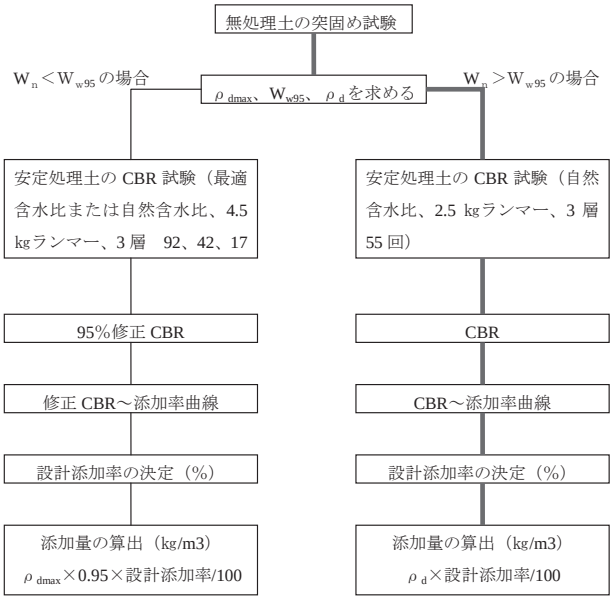
3．工夫・改善点と適用結果

⑴ 下部路床安定処理

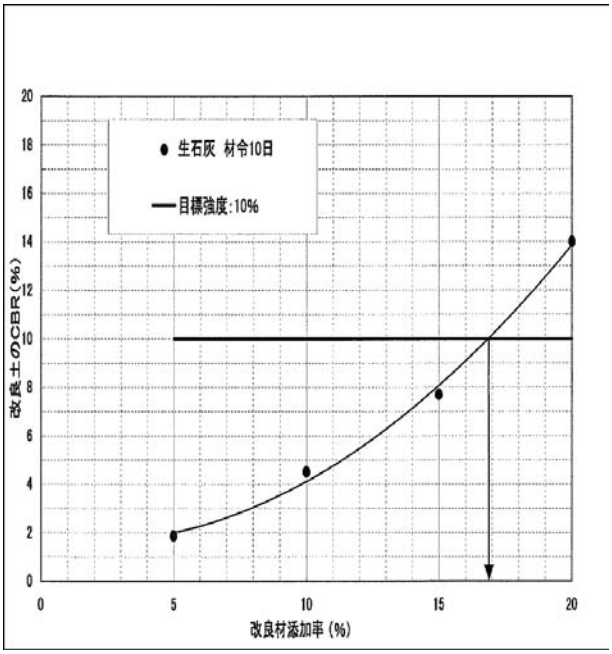
下部路床の安定処理の配合設計は、まずJIS A 1210、E法により無処理土の95%実順側含水比W_{w95}を求め、自然含水比W_nがW_{w95}以下の場合はJIS A 1211CBR試験方法により作成した供試体の95%修正CBRを、自然含水比W_nがW_{w95}以上の場合はJIS A 1210、B法締固めにより作成した供試体のCBRを各添加率ごとに求めて、目標CBR（10%）を満足する添加率を求めた（図-１）。

⑵ 構造物裏込め安定処理

構造物裏込部の安定処理配合は、10年後の許容沈下量から算定される許容クリープひずみεcaと目標一軸圧縮強さq_{u28}の関係から目標一軸圧縮強さを決定し、JGS T811 F-2法により作成した供試体の一軸圧縮強さを各添加率ごとに求めて、目

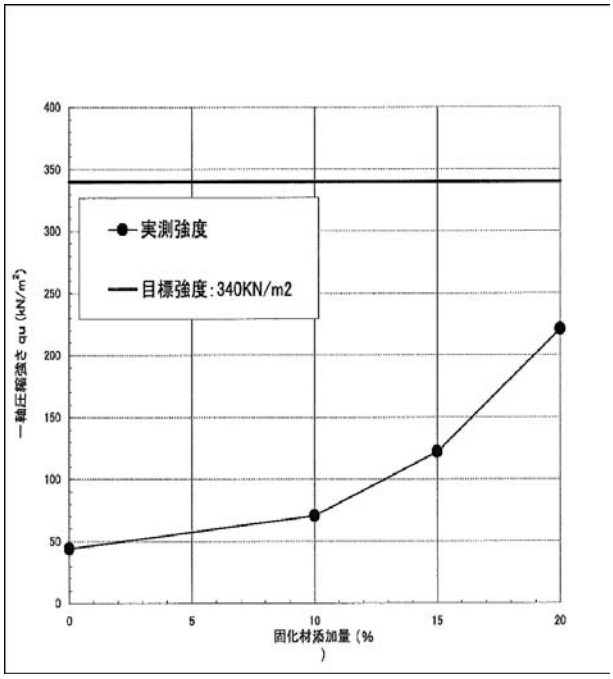


図−１　配合設計の流れ



上記グラフより改良材添加率が17%で目標 CBR10%を超えている。
よって、目標 CBR を満たす添加量(kg/㎥)は以下の式より
必要添加量＝0.547×17×10
＝93(kg/㎥)

図−２　改良土の CBR と添加率の関係



図−３　一軸圧縮強さと固化材添加量の関係

標一軸圧縮強さ340KN/㎡を満足する添加率を求めた。

⑶　下部路床安定処理

$W_n > W_{w95}$となる材料であるためＢ法で検討した（図−１）。改良材添加率が17%にて目標 CBR 値10%を超える結果となっている。

よって、添加量は以下の式により

必要添加量＝0.547×17×10＝93kg/㎥となった。

⑷　構造物裏込め（裏込め B）安定処理

一軸圧縮強度の目標値340kN/㎡を添加率５％～20%の間では満足できる結果が得られなかった。

４．おわりに

愛鷹ロームは下部路床相当材としては適用できる。ただし、生石灰が高価であり撹拌施工費が必要であることや施工及び養生期間の工程が余分に必要であることなどを留意しなければならない。

21

施工計画

鋼桁上からのトラッククレーンによる主桁架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　IHI インフラシステム
現場代理人　小　澤　輝　純○　Teruyoshi Ozawa
監理技術者　菅　井　昭　博　Akihiro Sugai
石　割　大　貴　Hirotaka Ishiwari

1．はじめに

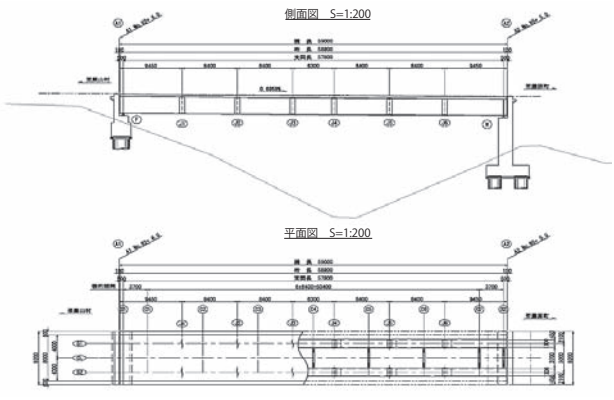
工事概要

⑴　工 事 名：付替県道７号橋上部工事
⑵　発 注 者：関東地方整備局
⑶　工事場所：栃木県日光市
⑷　工　　期：平成20年9月19日～
　　平成21年12月28日

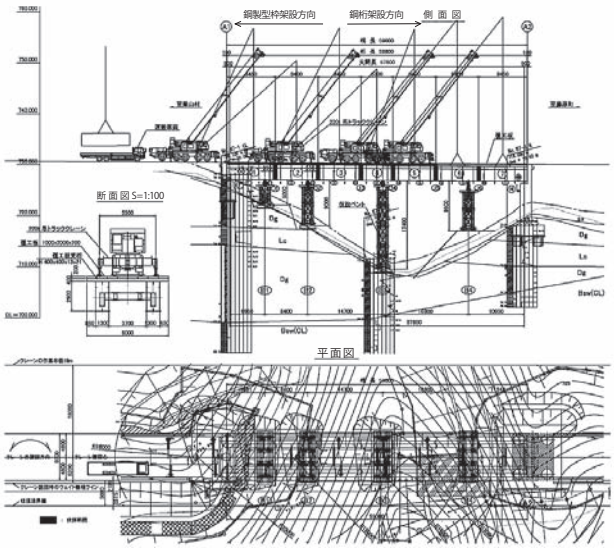
本工区は、湯西川ダムの建設にともなう建設工事の一環として、ダム湖に水没する県道の付替工事の１区間である。工事内容は、鋼橋上部工の工場製作工、架設工、合成床版工、舗装工および付属物工の７工種であった。

桁の架設には、鋼桁上に覆工設備を設置し、桁上から張り出し架設するトラッククレーン・ベント工法を採用した。合成床版は、鋼桁架設後に鋼桁架設の逆手順で、覆工設備を撤去しながら架設を行った。

橋梁一般図、架設計画図、架設状況をそれぞれ図−１、２および図−３に示す。



図−１　橋梁一般図



図−２　架設計画図



図−３　桁架設

２．現場における問題点

本工事における問題点を以下に挙げる。

①鋼桁上の作業スペース確保

床版形式が合成床版のため、トラッククレーンを桁上に設置し、部材輸送車両を桁上走行させるには、鋼桁上に覆工設備が必要であった。

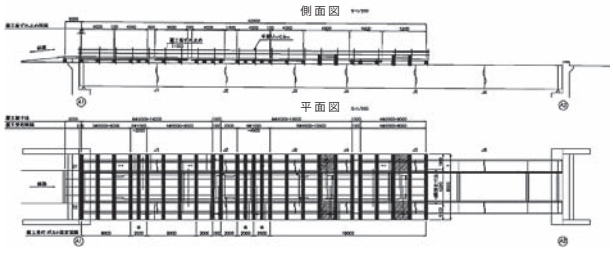
②覆工設備とスタッドジベルとの取り合い

鋼桁の上フランジには合成床版用のねじ付きスタッドジベルが配置されているので、覆工設備の支障になることが懸念された。

３．工夫・改善点と適用結果

①鋼桁上の作業スペース確保

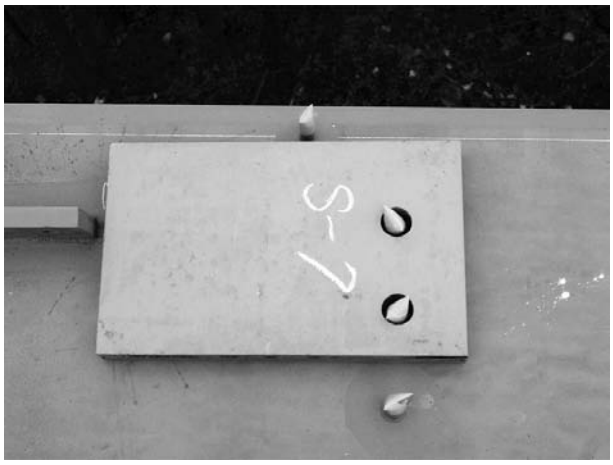
鋼桁上にＨ形鋼を配置し、その上に覆工板を敷設して作業スペースを確保した。クレーンアウトリガー位置には、H300の形鋼を２本要したので、クレーン設置位置を決定して受梁の配置を行った。受梁の配置計画を図−４に示す。



図−４　受梁の配置計画

②覆工設備とスタッドジベルとの取り合い

鋼桁上のねじ付きスタッドジベルと受梁H300との干渉を避けるため、ねじ部より厚い穴あきプレートを製作し、主桁腹板上に配置した。このプレートは、覆工設備から鋼桁へ荷重を確実に伝達させることを目的に、荷重の大きなクレーンアウトリガー部を鋼製、その他を木製とし、作用荷重に応じて材質を変えた。穴あきプレートと受梁設置状況を図−５、６に示す。



図−５　穴あきプレート



図−６　受梁の設置状況

４．おわりに

覆工設備構造や鋼桁補強の架設計画は、トラッククレーンの機種選定が大きく影響を及ぼした。クレーンの機種により、その自重やアウトリガーの配置とその反力が変化することになった。そのため、架設業者の選定を先行させ、使用クレーンを決定した。そのため、鋼桁上の覆工設備や桟橋上に大型のトラッククレーンを設置する場合には、使用クレーンの選定が重要になる。

22

施工計画

大型搬送車による鋼橋の一括架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社　IHI インフラシステム

監理技術者	工事主任	工事主任
坪　田　慎　一○	井　上　圭　史	藤　田　　学
Shinichi Tsubota	Keishi Inoue	Manabu Fujita

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：東名高速道路
　　高嶺橋他１橋（鋼上部工）工事

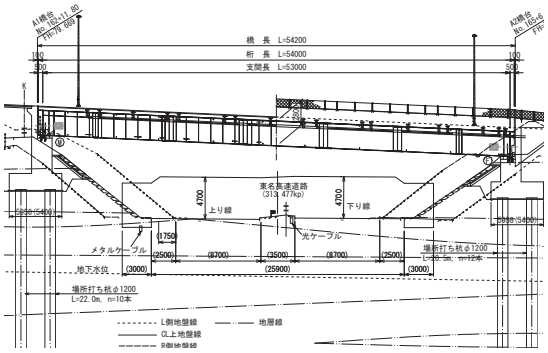
⑵　発 注 者：中日本高速道路株式会社

⑶　工事場所：愛知県みよし市

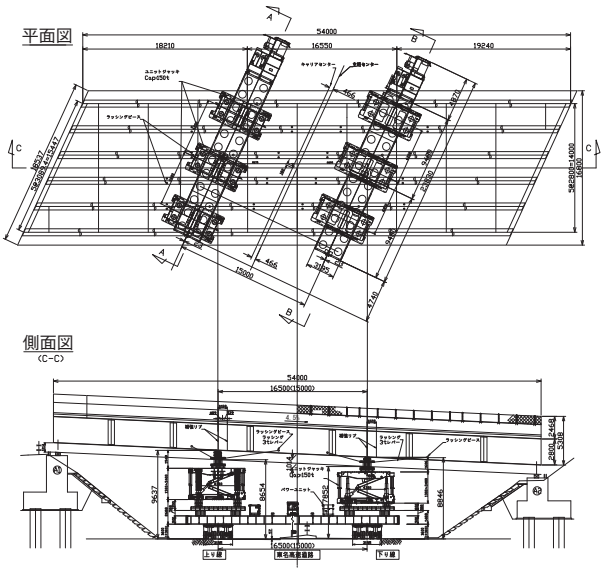
⑷　工　　期：H20. 11. 28～H22. 2. 20

本工事は、都市計画道路三好ヶ丘駒場線の内、東名高速道路を跨ぐ鋼橋の工場製作とその架設であった。鋼橋の防錆処理はライフサイクルコスト低減を目的に溶融亜鉛めっき仕様であった。また東名高速道路通行規制を最小限にするため、床版形式にグレーチング床版、架設方法に大型搬送車による一括架設工法を採用した。

橋梁一般図、架設一般図とその状況写真を図－１～３に示す。



図－１　橋梁一般図



図－２　架設一般図



図－３　架設状況

２．現場における問題点

大型搬送車による一括架設の計画立案上で問題となった事項を以下に挙げる。

①既設橋梁の許容耐力不足

大型搬送車が走行する本線にある小坂橋の許容耐力が不足していた。架設工法変更および別搬送ルート選定が困難であったため、小坂橋の永久的あるいは一時的な補強が必要になった。

②大型搬送車の配置形状と走行システム

大型搬送車の配置は、斜橋のため平行四辺形となった。そのため、既存システムでは走行に支障をきたす恐れがあったので新規システムの構築が必要となった。

③走行軌跡と走行システム

大型搬送車が中央分離帯を横断する箇所の横断勾配は7.5～8.0％であった。②と同様に既存システムでは中央分離帯の乗越し時に大型搬送車のレベル制御ができなくなり、転倒の危険性があったため、そのレベルを自動制御できるシステムの構築が必要となった。

３．工夫・改善点と適用結果

現場を何回も踏査し、専門業者との検討を行い、現場に即した施工方法を決定した。

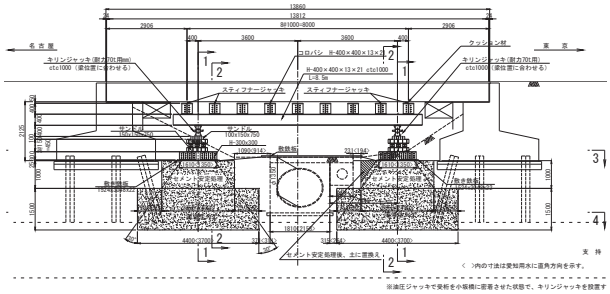
①既設橋梁の許容耐力不足

永久的な補強として、鋼板接着工法とプレストレス導入工法を検討したが、許容耐力に収まらないため支保工による補強を採用した。支保工設置部分の地盤は、深層に薬液注入、浅層にセメント改良を施し地耐力の向上を図った（図－４）。支保工と橋梁とに生じる隙間はキリンジャッキを使用してゼロにした。

架設当夜は、小坂橋の変位計測を行い、挙動管理を追加して安全性を確保した。

②大型搬送車の配置形状と走行システム

走行管理システムを単純化する目的で、図－５の走行軌跡とし、走行半径に応じたタイヤ方向角を設定できる旋回プログラムの構築を行った。



図−４　地盤改良



図−５　走行軌跡

③走行経路と走行システム

平行四辺形の大型搬送車配置における重心管理プログラムを構築した。これにより、中央分離帯乗り越え時にサスペンションによる自動調整ができ、重心バランスを常に安定状態で走行できる環境を実現した。架設当夜は、運搬距離が近かったので一定間隔毎に走行を停止して安定性を確認しながら行った。

４．おわりに

走行軌跡の見直しと管理システムの新規構築により、安全かつ予定より短時間で一括架設を完了することができた。

なお、横断勾配が大きくなる場合には、管理システムと大型搬送車の作動時間のズレを小さくできるよう、走行速度を抑える等の工夫が必要である。

23

施工計画

軟弱地盤下におけるベント支持力の確保

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　IHI インフラシステム
現場代理人　杉　山　久　晴○　Hisaharu Sugiyama
工事主任　高　村　幸　二　Koji Takamura
吉　田　大　介　Daisuke Yoshida

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：県道36号線橋梁整備工事
（H21−６：ローゼ桁橋架設）
⑵　発 注 者：沖縄県
⑶　工事場所：沖縄県うるま市塩屋地内
⑷　工　　期：平成21年10月23日～
平成23年２月25日

本工事は５径間連続上路式ローゼ桁の架設工事である。架設工法は、クレーン＋ベント工法であるが、Ａ１～Ｐ１間は急峻な地形により、地上にクレーンの据付ができない。このため、架設進捗に合わせて桁上に覆工設備を設置し、その上にクローラクレーンを据付けて行う計画であった。またベント基礎は地盤整形の上、全て鉄板基礎で計画されていた。

2．現場における問題点

架設地点一帯は沖縄本島中南部に見られるような琉球石灰岩の基盤である島尻層群が、琉球石灰岩が削剥されたことによって露出した後、なだらかな小起伏丘陵となった低島の丘陵を形成している。ベント設置予定箇所の土質調査を行った結果（図－１）、Ａ１～Ｐ１間において、表層粘土とＮ値20以上の支持層との境界が明確に区別できる結果となった（表－１）。



図−１　ベント設置箇所現況

表−１　土質調査結果（スウェーデン式サウンディング試験）

B1ベント（下部工埋戻箇所）

地表面からの深度（m）	土質名	N値
0.03	粘性土	0
0.05	〃	0
0.10	〃	1
0.18	〃	2
0.25	〃	2
0.30	〃	3
0.50	〃	4
0.75	〃	4
1.00	〃	3
3.25	〃	3
3.50	〃	4
3.75	〃	4
4.00	〃	4
4.25	〃	4
4.50	〃	4
4.75	〃	4
4.85	〃	33

B2ベント（地山箇所）

地表面からの深度（m）	土質名	N値
0.02	粘性土	0
0.06	〃	0
0.09	〃	1
0.12	〃	2
0.15	〃	2
0.25	〃	3
0.50	〃	3
0.75	〃	4
1.00	〃	4
1.25	〃	4
1.50	〃	4
1.75	〃	3
2.00	〃	4
2.25	〃	20

この地盤条件で鉄板基礎とした場合、桁反力を支持することができず、桁上クレーンと共に崩落する恐れがあった。

３．工夫・改善点　と　適用結果

土質試験の結果より、N 値20以上の支持層が比較的浅いところにあるＢ２～Ｂ４ベントと支持層が深いＢ１、Ｂ５ベントに分けて対策を検討した。

まず、支持層が比較的浅いＢ２～Ｂ４ベントは、支持層まで床掘して鉄板基礎を敷設する直接基礎とした（図－２）。利点としては桁架設前に先行して施工できるため工程上のクリティカルパスを構成せず、他の地盤改良と比較しても最も経済的であることが挙げられる。



図-２　Ｂ２ベント（床掘＋鉄板基礎）

支持層の深いＢ１、Ｂ５ベントはＨ鋼杭基礎とした（図－３）。杭基礎は荷重を確実に支持層まで伝達でき、さらに客先支給材の使用が可能、撤去が不要、桁架設用クローラクレーンで杭打ちが可能なことから採用した。

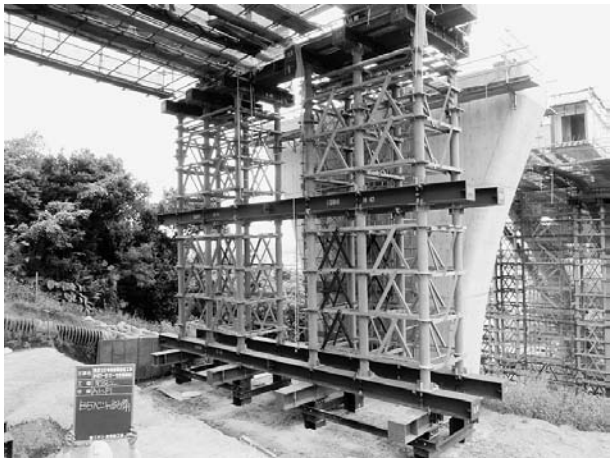


図-３　Ｂ５ベント（杭基礎）

これらベント基礎の見直しにより、架設時の不等沈下を生じることもなく、最終的な架設精度を規格値の30％以内に収めることができた。

４．おわりに

本工事は PDCA サイクルがしっかりと機能したと言える。まず現地調査の際に地元土木業者から様々な情報を収集し、さらに現場を歩き実際に自分の足で地盤の違和感を覚えることから始まった。

土質調査は専門業者に依頼したわけであるが、施工者の立場から施工性や安全性等を考慮した意見を述べ、変更案を取り纏め、発注者との協議を経て実現に漕ぎ着けた。

ベント基礎は特に鉄板基礎の場合、詳細な検討が実施されていない場合が多く、ひとつ間違えば構造物の倒壊といった大惨事につながりかねない。また下部工事等の別途工事で地形の改変や地盤の置換えが行われることもある。これらリスク要因を踏まえ、現場においてはまずは簡易的な方法にて調査を行い、必要に応じて更なる追加調査を実施する必要があると感じている。

今回、軟弱地盤部はスウェーデン式サウンディング調査、一般部はキャスポル（簡易支持力測定器）による調査（図－４）を行い、全ての箇所で支持力を確認した。これらはいずれもコスト的に大きな負担とならないため、今後も活用していきたい。



図-４　キャスポルによる調査

24

施工計画

多軸式移動台車を用いた鋼桁の一括架設

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
橋梁事業本部　工事部
鈴　木　雅　博
Masahiro Suzuki

1．はじめに

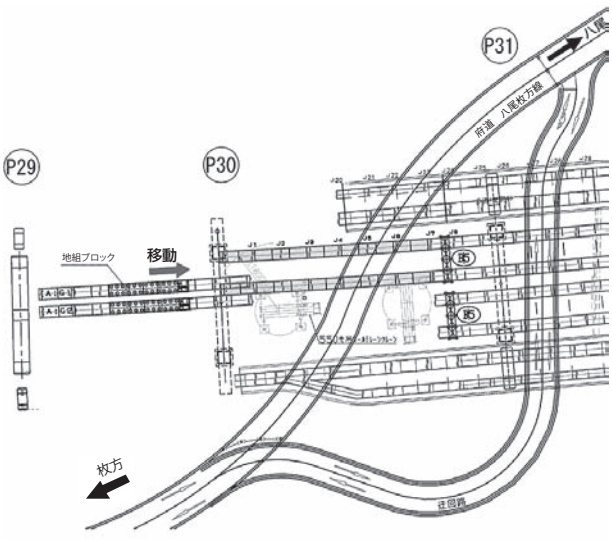
第二京阪道路は京都と大阪を結ぶ延長28.3kmの道路であり、一般国道１号の慢性的な渋滞の解消を目的とした６車線の自動車専用道路と、２～４車線の一般道路からなる一般国道１号のバイパスである。本計画路線は大阪府門真市北巣本で府道21号八尾枚方線を跨いでいる。八尾枚方線の交通機能の確保及び架設期間の短縮を考慮して、迂回路を用いて夜間通行止めを実施し、多軸式移動台車による引き出しを行った後、大型クレーン２台による相吊一括架設ならびに大型伸縮ジャッキによる一括架設を採用した。本稿はその架設概要について報告するものである。

工事概要

⑴　工 事 名：第二京阪道路　讃良地区鋼上部工事
⑵　発 注 者：国土交通省　近畿地方整備局
⑶　工事場所：自）大阪府四條畷市砂
　　至）大阪府門真市北巣本
⑷　工　　期：自）平成19年12月５日
　　至）平成21年10月30日
⑸　架設工法：
　①本線橋550t 吊クレーンによる相吊一括架設
　②ランプ橋大型伸縮ジャッキによる一括架設

2．現場における問題点とその対策

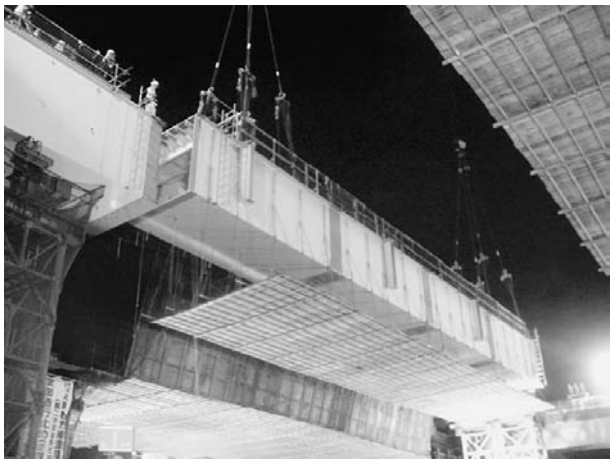
本稿の架設は国道１号への幹線道路である府道八尾枚方線上の作業となり、交通規制を必要とするため、一般交通への影響を最小限とした一括架設工法を選定した。しかし、一括架設工法に大型クレーンを使用する場合、作業半径内に地組ヤードを確保する必要があり、狭いスペースで八尾枚方線と迂回道路が交錯する架橋直下のヤードでは地組スペースの確保が不可能であった。一方、多軸式移動台車を使用すると、作業半径内に桁を引き出すことが可能であり、走行路も敷鉄板で対応が可能であることから、多軸式移動台車を使用す



図−１　本線橋架設要領図



図−２　本線橋搬送写真



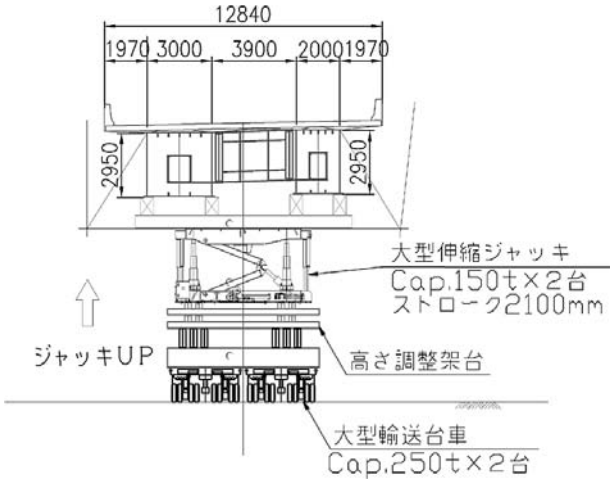
図−３　本線橋架設写真

る一括架設工法を採用した。

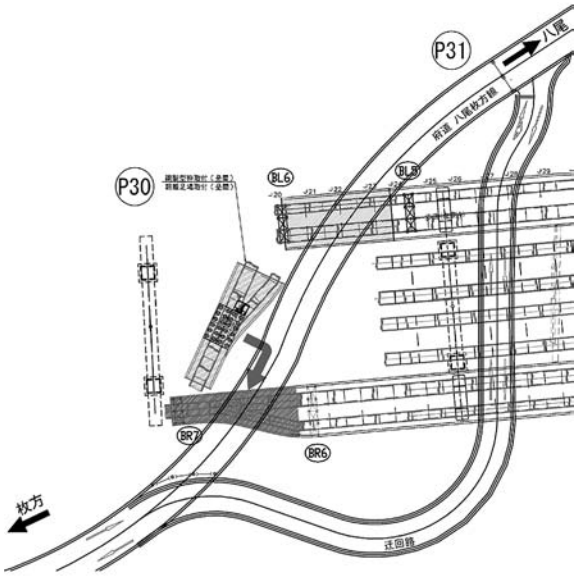
３．施工要領

①本線橋の架設

本線橋の架設は地組長56m、重量155ton の主



図−４　ランプ橋台車設備図



図−５　ランプ橋架設要領図



図−６　ランプ橋架設写真

桁を２台縦列に連結した移動台車に積載し、架設地点まで搬送した後、550t 吊トラッククレーン２台で相吊架設を行った。架設要領図を図−１に、架設状況写真を図−２、図−３に示す。

②ランプ橋の架設

ランプ橋は２台並列に連結した移動台車上に大型伸縮ジャッキを設置し（図−４）、その上に総重量210ton の主桁と鋼製型枠を積載して架設地点まで搬送した後、大型伸縮ジャッキで架設を行った（図−５、図−６）。大型伸縮ジャッキは、ランプ橋の地組桁が変則的な形状であり、下から重心位置を確実に支持することで、安定性の向上を図るために採用した。

４．おわりに

今回、多軸式移動台車を用いた一括架設を行い、架設作業における規制日数の短縮を可能とした。（当初予定：延べ22日⇒実施：述べ６日）

多軸式移動台車は各々の車輪が独立懸架であるため、その走行は細かい位置調整により路面勾配、段差等の影響を受けにくく、スムーズな動きにより規制期間の短縮と安全な施工に繋がると考えられる。

最後に、本工事の施工にあたりご指導いただきました「国土交通省　近畿地方整備局　浪速国道事務所」及び関係各位に感謝の意を表します。

25

施工計画

ベント併用張出し架設工法について

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
担当技術者　島　宗　直　之○　Naoyuki Shimamune
監理技術者　山　田　光　一　Kouichi Yamada

1．はじめに

工事概要

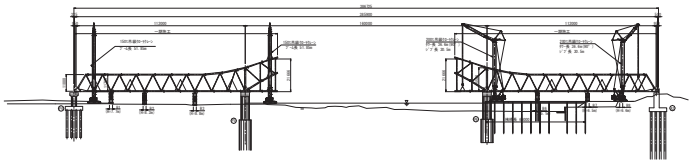
⑴　工 事 名：平成19年度工国国道改２−３−A02号
　　丸森大橋上部工（Ｐ４～Ａ２）工事
⑵　発 注 者：宮城県大河原土木事務所
⑶　工事場所：伊具郡丸森町舘矢間館山地内
⑷　工　　期：平成19年10月13日～
　　平成22年３月25日

丸森大橋は、阿武隈川に新設される３径間連続鋼ブレースドリブタイドアーチを主体とした橋長386.725m のアーチ橋である（図－１）。

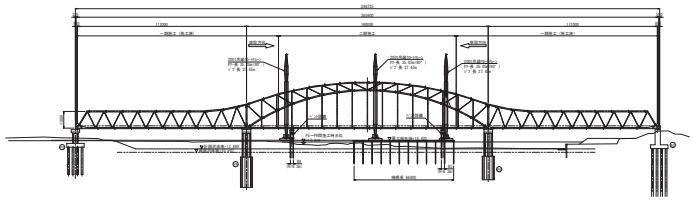


図−１　完成全景

架設は、両側径間及び中央径間の併合と２回の渇水期を利用して行った。ここでは、第１渇水期におけるベント併用張出し架設工法について、施工時の問題点と対応策を報告する。第１渇水期の架設図（図－２）および第２渇水期の架設図（図－３）を下記に示す。



図−２　第１渇水期架設図

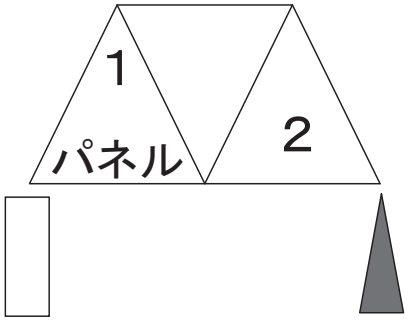


図−３　第２渇水期架設図

2．現場における問題点

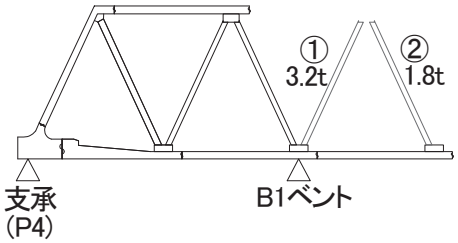
⑴　必要ベント基数の検討

当初設定では、２パネルをトラス構造に組立て架設を行う必要があった（図－４）。しかし現地状況を加味するとクレーンの能力に不足が生じた。



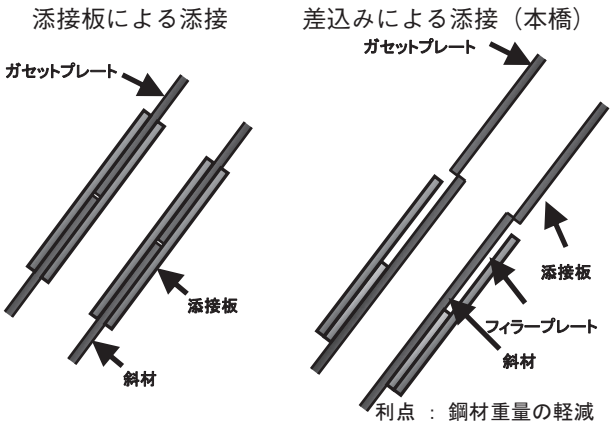
図−４　ベント受点

⑵　下弦材が弱いため、張出し上の斜材が自立しない（図－５）。



図−５　架設順序

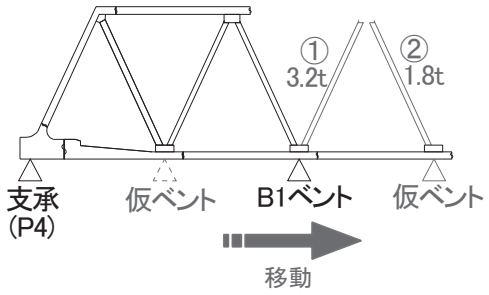
⑶　斜材が後から架設できない（図－６）。



図−６　斜材添接図

３．対応策・工夫・改善点と適用結果

⑴　２パネル目は、荷重分配の関係から張出し架設が出来ないため、仮ベント（図－７）を追加した。



図−７　仮ベントの設置追加と転用移動

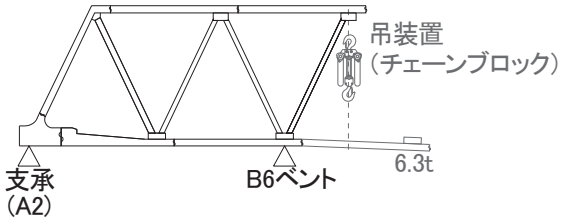
左岸側は基本ベント数３基を施工した後に仮ベント１基を移動しながら、格点での支持により架設を行った。各点支持を行いながら架設したことでキャンバーの精度管理において有効となった。

⑵　右岸側は基本ベント数３基を施工した後に、張り出しながら左岸側とは部材の架設順序を変更（下弦材仮架設→斜材架設→下弦材吊上げ）して架設を行った（図－８・９・10）。

⑶　下弦材を仮設置（吊り下げ）状態とし、斜材を架設後引き上げる。

STEP１　下弦材仮架設

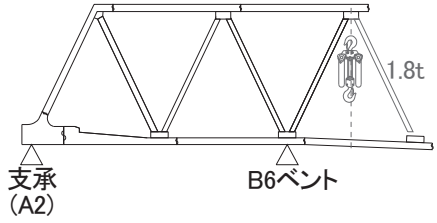
斜材が入る分だけ下げて架設する。このとき、下フランジのみボルトで締付ける。



図−８　下弦材仮架設

STEP２　斜材架設

斜材を架設する。上弦材のガセットプレートに差し込み添接する。



図−９　斜材架設

STEP３　下弦材吊り上げ

下弦材をチェーンブロックにより吊り上げ、下フランジのガセットに斜材を添接する。

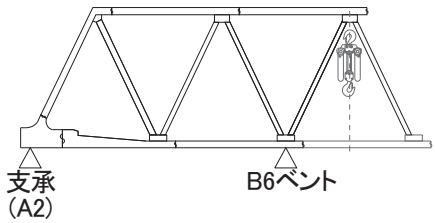


図-10　下弦材吊上げ

キャンバーの精度は、最終的には左岸右岸とも規格値の２／３に全て収まったが、各点支持を行いながら架設した左岸側が若干高い精度が得られた。

４．おわりに

丸森大橋（Ｐ４～Ａ２）は、バランスドリブタイドアーチ橋として、日本国内に４例しか施工実績のない橋で、その形状はトラス橋でありながらアーチ橋でもある特殊な形状である。

架設方法は非常に難解（架設完了部材の下に他の部材を架設する等）で困難を極めたが、工期内に無事故無災害で且つ、出来形を規格値の２／３以下の精度で施工することができた。

26

施工計画

ケーブルエレクション直吊り工法での工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　IHI インフラシステム

現場代理人	主査	主査
村　岡　和　郎○	小 松 原　和　也	下 久 保　真　祐
Kazurou Muraoka	Kazuya Komatsubara	Shinsuke Sitakubo

1．はじめに

工事概要

⑴　橋梁形式：単純下路式トラスドランガー桁橋
⑵　橋　　長：110.8m
⑶　支 間 長：109.4m
⑷　鋼　　重：644t

本工事は河川上に位置するトラスドランガー橋の架設工事である。桁の架設は、河川に影響しないよう、ケーブルエレクション直吊り工法を採用して行った。A２橋台側は、供用中の一般国道に近接してアンカー設備を施工する必要があった。

2．現場における問題点

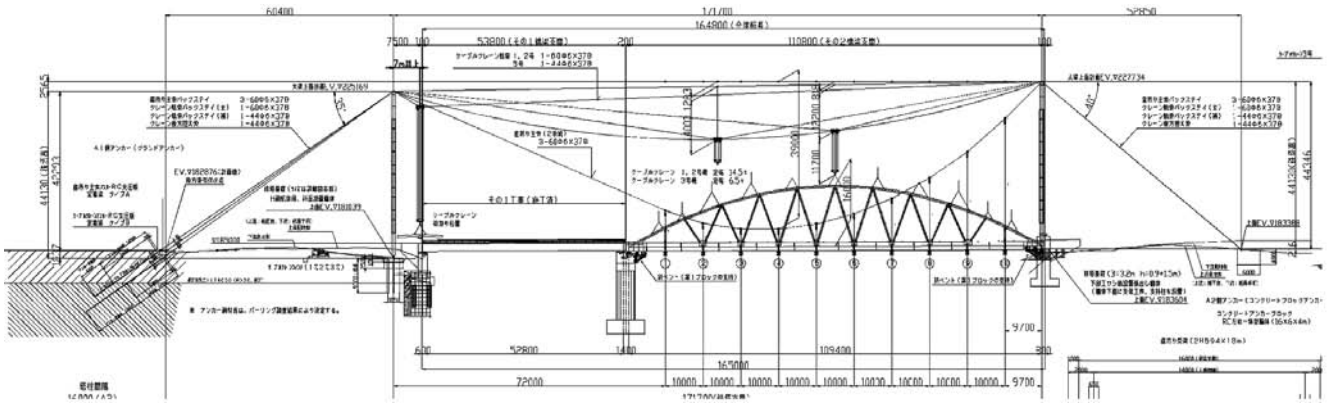
架設計画における問題点を以下に挙げる。

①国道通行車両の安全確保

A２橋台側のアンカー設備を国道166号沿いに設置する。アンカー設備のコンクリートブロックは、道路下に埋め殺すことになったので、掘削深さが約6.5m になった。そのため、アンカー設備施工中に掘削時の道路崩壊およびその掘削部への車両墜落の恐れがある。

②架設ブロックの安定性

ケーブルエレクション工法は、架設の進行にともないメインケーブル形状変化とそのたわみが生じるので、架設段階毎の形状管理が重要になる。重量が大きく、部材長の小さい支点上ブロックを最初に架設する場合には、メインケーブルの形状変化が特に大きくなるので、架設済みブロックの安定性が重要である。



図−1　架設計画図

３．工夫・改善点　と　適用結果

①国道通行車両の安全確保

道路崩壊の防止対策は、国道脇にＨ形鋼を打設し、約２ｍ下に腹起しを設置してグラウンドアンカーで固定を行った（図－２）。

掘削部への墜落防止対策は、Ｈ鋼杭と既設ガードレールとの間にコンクリートブロックの置き式ガードレールを設置して、二重の安全対策とした（図－３）。

②架設ブロックの安定性

Ｐ１橋脚、Ａ２橋台上の端ブロックの架設は、橋脚と橋台にブラケット設備を設置して支持することで、架設途上のメインケーブルの変状を小さく抑えた（図－４）。架設途上の吊り索の調整は、架設段階毎の調整量を事前に解析し、チェーンブロックで行う計画とした。しかし、調整量がチェーンブロックの調整能力を超えるステップについては、架設前に吊り索の盛替えを行った。

４．おわりに

架設は、補剛桁、斜材、上弦材の順で行った。補剛桁を端部から径間中央へ架設し、メインケーブル形状が安定するまでは、直吊りの受梁の上下変位が大きくなった。事前に架設段階毎の管理目標値を作成し管理を行ったので、良好なキャンバーを保ち閉合することができた（図－５）。

本工事では、鉄塔間の右側（Ａ２）に橋梁が偏っていたこともあったので、補剛桁の架設が大半終わるまで、メインケーブル形状が安定しなかった。そのため、メインケーブル形状を早期に決める目的で、カウンターの配置計画や、架設順序を工夫する必要があったと思われる。



図-２　掘削面の土留め



図-４　掘削部分の二重の転落防止



図-３　桁端ブロックの架設完了状況



図-５　架設風景

27

工程管理

コンクリート底版部に入る仮設足場支柱の箱抜き型枠の工夫

(社)北海道土木施工管理技士会
伊藤組土建株式会社
監理技術者
橋　本　　一
Hajime Hashimoto

1．はじめに

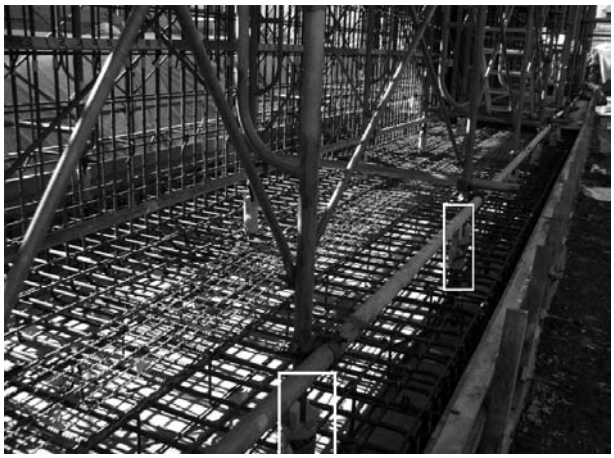
工事概要

⑴　工 事 名：Ｌ型擁壁新設工事
⑵　発 注 者：北海道帯広土木現業所
⑶　工事場所：北海道音更町
⑷　工　　期：H21年７月１日～H22年３月30日

Ｌ型擁壁高さ3.7m−7.0m 延長140ｍの逆Ｔ型及びＬ型擁壁の施工を行った。施工場所は、急傾斜地地帯にも指定され住宅と幹線道路に挟まれた場所でもあり工期にも余裕がないという条件である。

2．現場における問題点

Ｌ型擁壁背面部に作業足場を設置するにあたり、コンクリート底版部に作業足場の支柱が埋め込まれるため箱抜きの型枠を必要とした。



図−１　ボイドによる箱抜き



図−２　拡大写真

他の現場で採用されていた方法を元に当初は、下記の写真（図－１）の方法で施工を行った。

鉄筋のかぶりを確保するため、箱抜き型枠にボイド（厚紙の円形型枠）を使用して足場解体後に無収縮モルタルを箱抜き部分に打設する方法で施工を行った。

施工後に問題点として検討を必要とした点は、第１に、厚さ50cm のコンクリート底版で、設置及び撤去に要した労務は10m あたり７人掛かる。

第２に、ボイド内にコンクリートが流入して撤去に時間を要すること。第３に、今後施工する高さが６ｍをこえる擁壁では、厚さ90cm のコンクリート底版となるため、設置及び撤去の施工日数の短縮と労務の低減が必要とされ対策を行った。

３．工夫・改善点と適用結果

箱抜き型枠に材料費が安価（２m×50m で3,000円程度）で加工がしやすく吸水性が無い部材エアキャップ（通称プチプチ）を足場支柱に設置する方法を採用した。設置概要は、図－３設置概要図である。

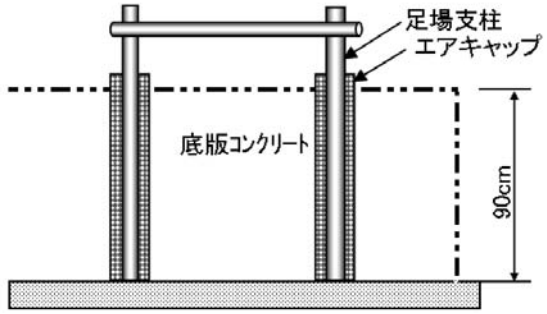


図-３　設置概要図

施工方法（図－４設置状況）は、①足場支柱にエアキャップを二重に巻き付けて打設中のコンクリートが入らないように端部をテープで留める。



図-４　設置状況



図-５　足場支柱撤去完了

②コンクリートの養生完了後に足場支柱を撤去する（図－５足場支柱撤去完了）。

③撤去器具は、鉄筋の先端を曲げて、取残しを防止するためコンクリート厚さに合わせた位置に赤テープで目印を付けてエアキャップを撤去する。

撤去器具の概略図（図－６撤去器具図）と施工状況は下記の通りです（図－７撤去状況）。

結果として、厚さ90cm のコンクリート底版でも設置及び撤去に要した労務は10m で１人であった。熟練した人でなくても簡単に設置・撤去の作業が出来て、穴にエアキャップの破片が残っている場合は、カサカサと音がして完全に撤去されたことが確認できます。（感想…きれいにとれます。）

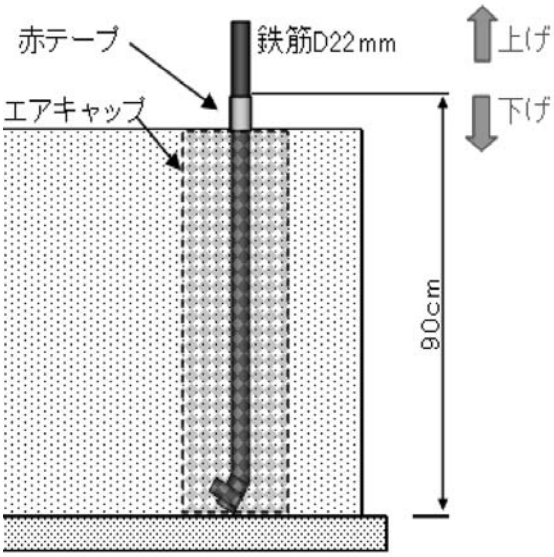


図-６撤去器具図



図-７撤去状況

４．おわりに

今回の施工では、工期に余裕が無く転用は出来ず使用回数は１回でした。現場内の再利用として、構造物の角部分の養生、敷鉄板の音発生防止などに使用できる場合は効率的で良いと思います。

エアキャップの処理は、プラスチックに該当するため産業廃棄物処理料金が高いところでは事前に処理施設・費用などの検討が必要です。

28

工程管理

二次製品を使用した工程の短縮

東京土木施工管理技士会
みらい建設工業株式会社
西日本本店　中部支店
杉　浦　章　夫
Akio Sugiura

1．はじめに

東京国際空港Ｄ滑走路建設外工事は現空港の沖合に新たに４本目の滑走路（Ｄ滑走路）と滑走路へ航空機等が行き来するための連絡誘導路等を整備する工事である。

本報告書は東京国際空港Ｄ滑走路建設外工事のうち護岸・埋立（Ⅱ）工区施工グループ（担当会社：東洋・みらい・清水）が担当する範囲の工事の内、消防水利施設の貯水槽の設置に関するものである。

工事概要

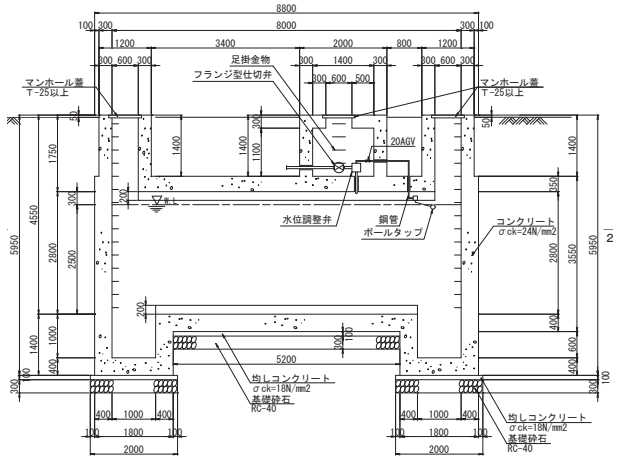
⑴　工 事 名：東京国際空港Ｄ滑走路建設外工事
⑵　発 注 者：国土交通省　関東地方整備局
⑶　工事場所：東京都大田区羽田空港地先
⑷　工　　期：自）平成17年３月29日
　　至）平成22年８月30日

2．現場における問題点

今回の工事では、当工区内に消防水利施設として貯水槽（容量約60㎥）を２基設置する計画であった（図－１参照)。当初計画では、貯水槽を現場打ちの鉄筋コンクリート製として計画していた。この貯水槽を築造するためには、鋼矢板の打設とＨ形鋼を使用した山留め工の仮設工が必要であり、仮設工を含めた本体工の築造にはかなりの日数を要する計画であった。

また､貯水槽の築造を行う場所は､リクレーマー船を使用した揚土と、重ダンプトラックによる土砂運搬作業および振動ローラーによる締固め作業が日々２万㎥を越える規模でおこなわれる非常に輻輳した作業環境であった。

そこで、現場施工日数の短縮と現場作業量を軽減することを目的に、二次製品の貯水槽を購入する計画とした。



図−１　貯水槽断面図

3．工夫・改善点と適用結果

１）通常施工順序

通常の貯水槽築造の施工順序は、山留め工の施工後に貯水槽本体を築造して、埋め戻し作業を行

い、山留め材を撤去する手順である。

この場合、貯水槽本体の築造では、基礎砕石などの敷き均し後に、均しコンクリートを打設し、貯水槽各部の鉄筋や型枠を組立て、コンクリート打設と養生を行う作業となる。これら一連の作業では、多くの仮設材や作業員が多数必要であり、輻輳した作業環境下で施工期間も約３ヶ月を要する計画であった（図－２参照）。

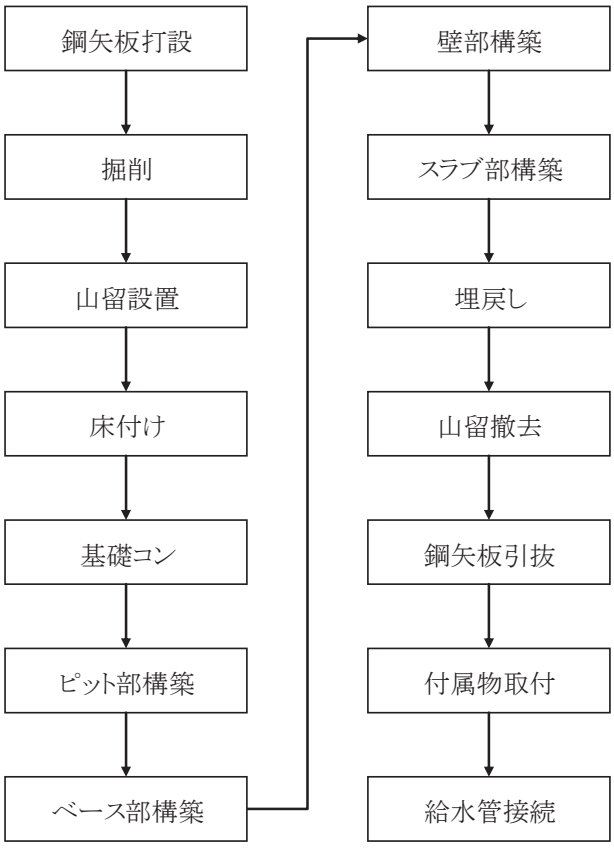


図-２　通常施工フロー

２）二次製品の選定

二次製品の貯水槽を選定する際は、製品の運搬が一般車両で可能なこと、据付で使用する重機が大型にならないことを留意点とした。

選定の結果、貯水槽はＦＲＰ製の二次製品を使用することにした。このＦＲＰ製の貯水槽は工場にて一体化で製造され、全長約11m、重量約４．９ｔの製品であることから、大型トレーラーによる運搬とクレーン車（45t 吊級）を使用した据付が可能な規模であった。

３）施工方法の変更

ＦＲＰ製貯水槽の据付が半日程度で施工可能であること、また、貯水槽据付のための必要な掘削深さが、当初計画より浅くてよいことが判明したため、施工方法の見直しを行った。

見直しの結果、掘削方法は鋼矢板を用いた山留め方式から、法切り方式とした（図－３参照）。

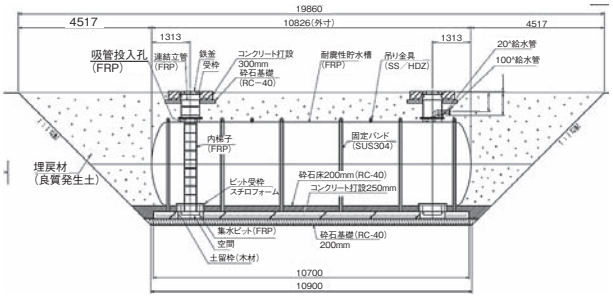


図-３　据付断面図

二次製品の貯水槽を使用することで、施工手順が大幅に簡略化され、掘削開始から貯水槽の据付および埋め戻しの作業日数が10日で完了した。また、給水管の接続を含めた施工期間も約１ヶ月で完了した（図－４参照）。

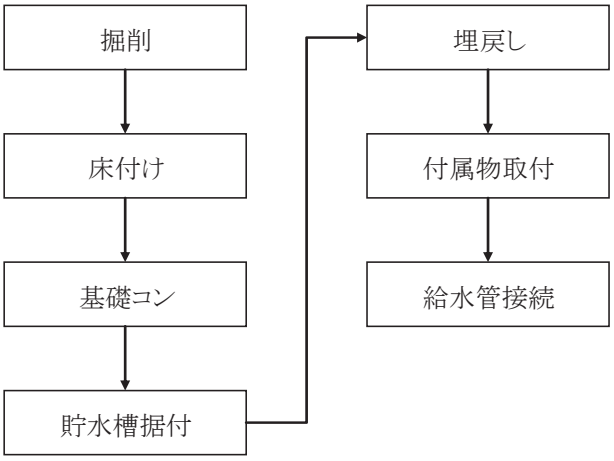


図-４　施工フロー

４．おわりに

今回の工事では、非常に輻輳する現場であったことから、貯水槽設置の施工期間を短縮して、主要工事の施工性を低下させないことが重要であった。

二次製品を使用する場合、施工金額が高くなる場合が多いため、経済性、施工性、安全性など総合的に判断して購入の是非を検討すべきである。

29

工程管理

隧道補修工事における工期短縮の工夫

(社)北海道土木施工管理技士会
小川組土建株式会社
工事部主任
沼　田　裕　司
Yuuji Numata

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：基幹農道　滝の上　第31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22年５月24日～
　　平成22年12月10日

本工事は、ひび割れにより通行止めにされているボックスカルバート型隧道の補修・補強を行う工事である。

工事の詳細は、隧道内部のひび割れ調査を行い、W＝0.35mm 以上のひび割れに対しエポキシ樹脂注入による補修を行い、隧道内壁にｔ＝300mmの増し厚コンクリートを打設し透水性断熱材、防護板を設置する工事である。

延長：L＝160m
ひび割れ補修延長：L＝578m
増し厚コンクリートｔ＝300mm：402.5㎡
透水性断熱材、防護板：1,200㎡

2．現場における問題点

発注者側も過去前例が無い工事内容であった。施工協力業者との打合せにより実施工程表を作成した。結果隧道内の施工であるため、足場の架設による施工効率の低下、車両の通行制限、頂板、側壁が障害になる事による施工効率の低化、以上の問題により工期に余裕の無いことが明らかになった。

⑴　隧道内に枠組足場を組立てると足場の間が1.7m未満になり車両の通行が出来なくなる（図－１）。結果すべての作業が効率的に行えないため足場の架設方法を課題とした。

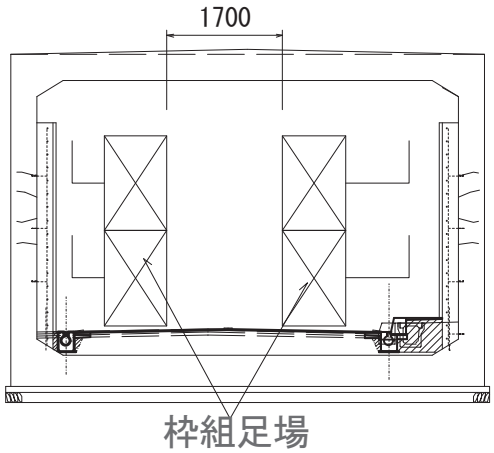


図-１　足場配置図

⑵　延長Ｌ＝160mの隧道が８スパンに区切られている（図－２）。増し厚コンクリート完了時の中間検査を予定していたので施工順序によっては、効率的に施工が行えず工程が縮まらない。工程短縮、施工効率の向上のため施工順序が重要と考えた。

３．工夫・改善点と適用結果

⑴　組立作業の効率を考えると枠組足場を利用することが最適と考えた。枠組足場にキャスターを取り付けて移動式足場（図－３）とすることで必要な箇所に足場を移動して作業することにした。結果として移動式にすることにより隧道内全てに足場を組立てる必要が無くなり組立に要する日数が14日が２日になり大幅に短縮された。また隧道内の足場が減ったことにより大型車両が通行出来るようになり作業が効率的に行えた（図－４）。以上の工夫により足場の架設、車両の通行についての問題は、解決された。

⑵　増し厚コンクリートの中間検査後の施工を進めるために、８スパンを１～４、５～８の２ブロックの工区に分け施工し検査回数を２回にすることにした（図－５）。

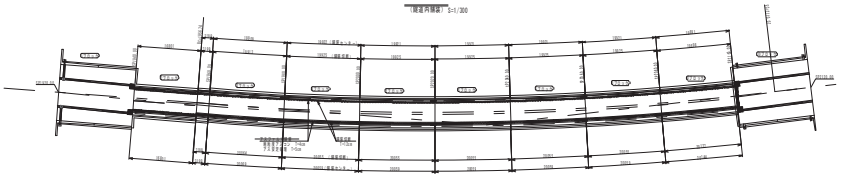


図-２　平面図

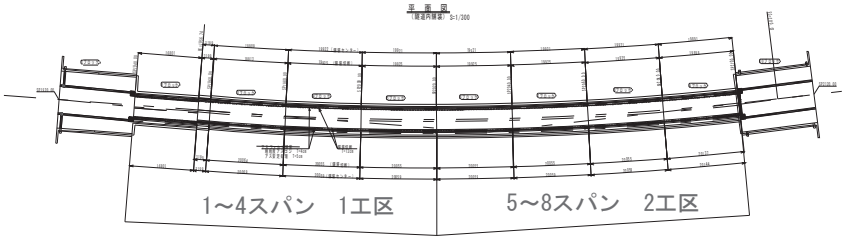


図-５　平面図

結果として工区を分けることにより１工区の中間検査完了後に透水性断熱材、防護板の施工を開始できた（図－６）。



図-６　手前は、増し厚コン完了済み　奥は、施工中

工種を複合して施工する事で工程を39日縮めることができた。以上の工夫により工期に余裕を持つことができた。



図-３　足場の移動状況



図-４　大型車での作業状況

４．おわりに

⑴　隧道内の縦断勾配が６％であったので移動式足場の現場利用について検討を行った。現場利用には､足場の固定についての検討が必要である。

⑵　本工事のような多様な工種が施工される工事では、最適な工程を組み上げるために工種毎に詳細な工程日数の算出が必要になる。

30

工程管理

制約条件が多く、限られた工程の工事における工程短縮の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
監理技術者
池　田　拡　文○
Hirofumi Ikeda

現場代理人
関　　保
Tamotsu Seki

現場主任
迫　田　昌　孝
Masataka Sakoda

1．はじめに

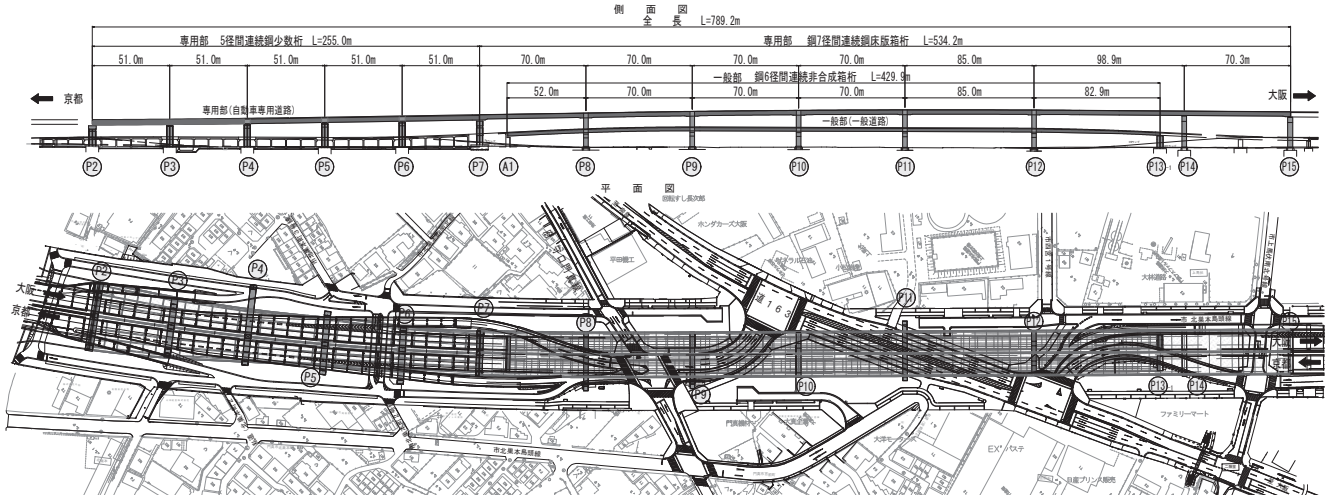
工事概要

⑴　工 事 名：第二京阪道路宮前地区鋼上部工事
⑵　発 注 者：近畿地方整備局浪速国道事務所
⑶　工事場所：大阪府門真市北巣本～上馬伏地先
⑷　工　　期：平成19年12月11日～
　　平成21年12月25日

本工事は、平成22年３月20日に開通を控えた京都と大阪を結ぶ延長28.3kmの第二京阪道路の自動車専用道路（橋長：789.2m）、一般道路（橋長：429.9m）の鋼重約14,000tの橋梁上部工の製作・架設工事である。現場工程は、平成21年１月より開始し、約１年で架設工～床版・壁高欄工までを行った。架橋現場は、図－１に示すように、国道163号や府道を横過しており、周辺は民家が密集した住宅街である。早期開通を目指す、第二京阪道路の工事であるため、重複・近接する他工事（函渠工事、高圧電線移設工事、遮音壁・裏面吸音板工事、舗装工事等）と同時進行で現場作業を行う必要があり、関連工区との綿密な工程調整が必要であった。

2．現場における課題・問題点

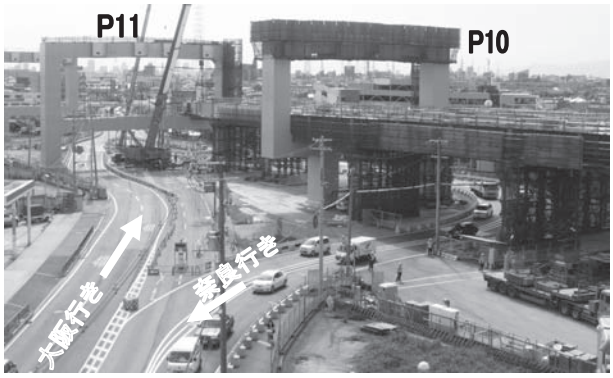
現場工程が約１年という短期間であるため，工程短縮・効率的な施工を行うことが最大の課題であった。特に、国道163号の交通機能を確保（昼間：４車線、夜間：２車線）するために、迂回路



図－１　全体一般図（完成時）



迂回路施工前



迂回路施工後

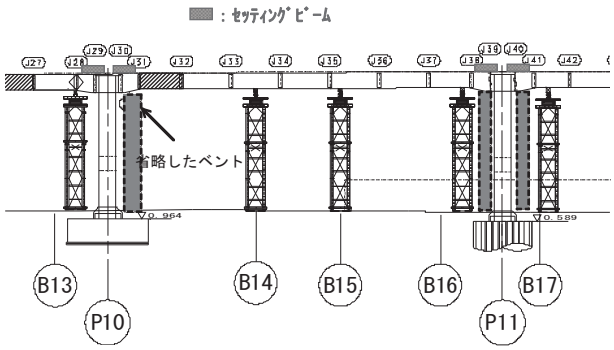
図−２　迂回路の形態

を施工し、上下に重複する専用部と一般部の夜間架設を行う必要があった、国道163号横過部の工程短縮が課題であった。また、現場工程の後半には、床版・壁高欄コンクリートの打設（約5,800㎥）を行う必要があり、効率的なコンクリート打設の工程が課題であった。

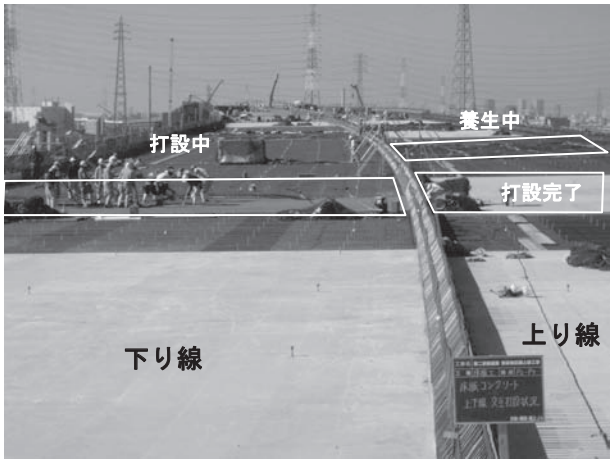
３．工夫・改善点と適用結果

発注時の国道163号の迂回路の形態は、専用部施工時と一般部施工時でおのおの別の形態であったため、迂回路の切り替え工事が必要であった。そこで、専用部と一般部の迂回路の形態を同じにし、切り替え工事なく現場作業ができるよう迂回路形態を変更した。図－２に迂回路施工前後の写真を示す。迂回路形態の変更にあわせ、ベントの配置に配慮した。

図－３に示すように、国道163号横過部においては、専用部の剛結部直近ベントを３基省略し、セッティングビームで鋼桁を支持して架設を行った。これにより、ベントの組立解体に伴う夜間施



図−３　専用部 P10−P11ベント配置



図−４　床版の交互打設の様子

工日数を短縮した。迂回路形態の変更とベントを３基省略したことにより、国道163号の夜間規制日数を約40日短縮することができた。

図－４に示すように、専用部Ｐ２－Ｐ７の上り線と下り線の床版コンクリートを交互に打設した。打設済みのコンクリートの強度発現に必要な養生期間を効率よく確保するような打設検討を行い、実施した。これにより、約9,000㎡の合成床版のコンクリート打設を約１ヶ月で実施した。また、国道163号横過部については、交通機能を阻害せずにコンクリート打設を行うために、約70m の水平配管を行い実施した。

４．おわりに

本工事は制約条件が多い中で、工程短縮の工夫、効率的な施工に取り組んだことにより、無事工期内竣工を迎えることができた。最後に本工事を進めるにあたり、ご協力をいただいた関係者、地元関係者の方々に感謝の意を表します。

31

品質管理

仮設土留材（H 形鋼）引抜き後の対処方法について

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
工事主任
中　根　直　人
Naohito Nakane

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：宮崎218号北方 IC ランプ橋下部工外工事（岡元改良工区）
⑵　発 注 者：国土交通省　延岡河川国道事務所
⑶　工事場所：延岡市岡元町地内
⑷　工　　期：平成22年３月30日～
　　平成22年６月30日

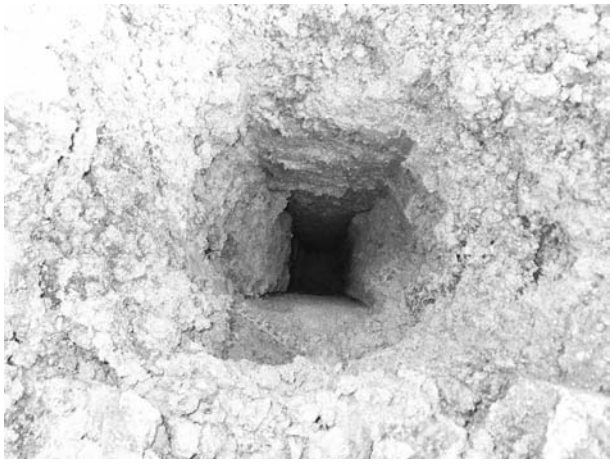
この工事は、高規格幹線道路網の一環として、計画された北方延岡道路（岡元地区）で、用地買収時の問題で、仮設土留めを設置し、道路線形を迂回し、法定速度60Km の区間を、暫定で法定速度50Km に制限し通行していた。今回、その用地問題も解決し、正規の道路線形に復旧する工事である。

2．現場における問題点

今回、仮設土留め材として、全長10mの H 形鋼（H250）が22本、全長８mの H 形鋼が３本、合計25本打ち込んであり、根入長は25本全て６mであった。H 形鋼の設置位置が、道路線形の変更により車道部へ位置することになり、当初より、CBR 試験結果から、路床面から80cm を再生クラッシャーランにて置き換える設計になっていたが、引き抜き部の埋戻し状態によっては、供用開始後の不当沈下が考えられた。



図−１　仮設土留材撤去前・後



図−２　H 形鋼撤去後現況

H 形鋼打込み箇所の土質が粘性土であったため、引抜き時に、粘性土が H 形鋼に付着して一緒に上がってくることが多かった。ただ、全ての粘性土が付着して上がるわけでなく、途中で残ってしまう場合もあるために、目視にて残土が上部から、１m～2.5mの間で確認できる状態で、内部状況を確実に把握することができなかった。

３．工夫・改善点と適用結果

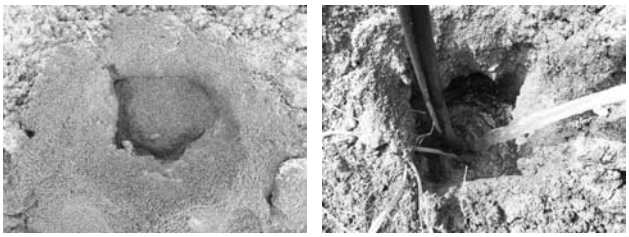
現状段階で、置き換えの掘削をおこなったら、H 形鋼引き抜き上部が塞がり、内部に空洞を残したまま、置換工、舗装工を施工していくことになる。このため、砂と水を併用し、高周波バイブレーターを使用しての埋め戻しをおこなってみた。

使用機械：散水車

高周波バイブレーター（φ50・５m）



図−３　埋戻状況(1)



図−４　埋戻状況(2)



図−５　埋戻状況(3)



図−６　埋戻完了（掘削完了時）

１回目の施工で２m近く沈下がみられたところもあった。置換工の掘削のために、無駄になった部分（舗装構成を含めて1.2m）もあるが、約４㎥の砂を使用した。

掘削完了時（路床面）では、十分な締め固め状態で施工出来、供用開始した今でも、不当沈下の傾向は見られない。

４．おわりに

今回の現場は、粘性土のおかげで、引き抜きの状態のまま空洞が残ったので、砂による埋め戻しが可能であった。土質によっては埋め戻し材・方法の検討が必要であると思う。事前の協議段階で、埋め戻し材の数量を把握することが出来ずに、数量変更の対象には成らなかった。(施工承諾扱い)

施工の内容からしてみても、一番重要な部分でありながら、設計に計上されていない矛盾点もある。

材料、労力もチョットした事の積み重ねで、かなりのコストが掛かってしまうので、今後の発注者との交渉において、確実に設計変更の対象に成る交渉を行っていきたい。

32

品質管理

高架橋工事におけるコンクリートの品質管理

奈良県土木施工管理技士会
村本建設株式会社
監理技術者
木　幡　幸　司
Kouji Kobata

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：長崎497号　中里１号橋
　　（Ｐ２～Ｐ８）工事
⑵　発 注 者：国土交通省　九州地方整備局
⑶　工事場所：長崎県佐世保市竹辺町地内
⑷　工　　期：自）平成18年３月19日
　　：至）平成20年２月28日

直接基礎の高架橋工事で、工事内容は以下のとおりである。

PC 単純中空床版橋　　L＝32.5m
RC５径間連続ラーメン橋　　L＝101.0m



図−１　工事区間全景

2．現場における問題点

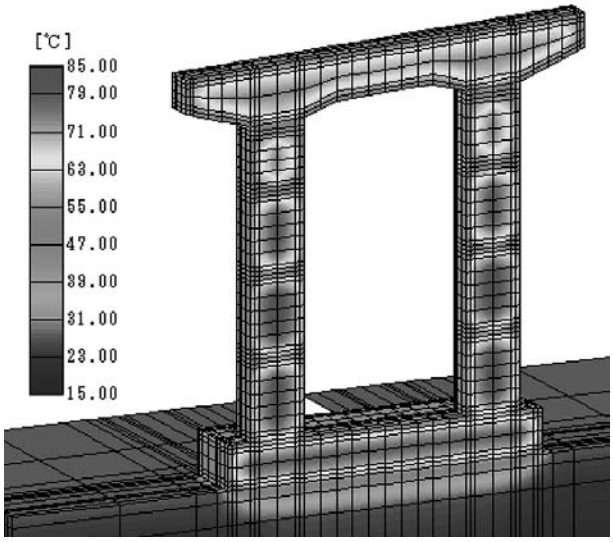
当工事における品質目標として、耐久性の高い、ひび割れの少ないコンクリート構造物の築造を目標としていたが、上部工は高さ15m 程度であったため、高所へのポンプ圧送及び配管等によるスランプロスの発生が考えられる。そのため、適切なワーカビリティーを確保しながら、良質な配合を実現したレディーミクストコンクリートを配合計画する必要があった。また、コンクリート打設時期が、夏季から冬季にわたっており、暑中・寒中コンクリート養生についても考慮する必要があった。

3．工夫・改善点と適用結果

材料の工夫としては、スランプロスを少なくし、単位水量を軽減させるため、高性能 AE 材の添加を採用した。また、コンクリートの乾燥収縮によるひび割れの防止のために混和材として石灰系膨



図−２　単位水量測定状況（エアメータ法）



図−３　下部工温度応力解析

張材を添加した。特に部材が薄く、ひび割れが多く発生する、上部工高欄部には、コンクリート用ひび割れ抑制ファイバー（ポリプロピレン製）を混入した。

生コン現場試験ではエアメーター法による、単位水量を測定し、目標となる W/C を53%とし管理した。

コンクリートの養生に関しては、打設リフト高や養生方法・養生期間・型わく脱型時期についての妥当性を確認するため、温度応力解析を実施した。

温度応力解析の結果、特に寒中・暑中コンクリート対策を重点的に行う必要があった。

寒中コンクリートの養生方法としては、コンクリート打設後の初期に凍結しないように、足場を利用し躯体全体をシートで覆い、風を防ぎ、内部



図−４　躯体全体養生状況（冬季）



図−５　遮光シート設置状況（夏季）

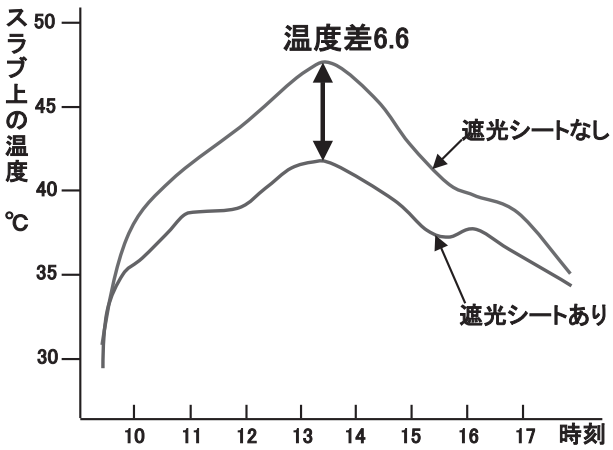
をジェットヒータにて温度管理した。そのとき、躯体の一部分だけが熱せられないよう、直接温風が当たらないように注意した。

暑中コンクリートの養生方法としては、上部工スラブ打設後の養生時に、コンクリートの表面を乾燥から保護するため、散水装置を使用し、スラブ上面に養生シートを被せ、その上にブルーシートを覆い湿潤状態を保った。また、直射日光による温度上昇を避けるため、農業用遮光シートにてスラブ上部全体を覆った。

４．おわりに

以上の結果、竣工時のひび割れ調査時においては、有害なひび割れの発生が無く、耐久性の高いコンクリート構造物の築造を実現することが出来た。

他現場の応用としては、コンクリートの養生によって、ひび割れの低減がかなり実現できることがわかり、基本的な養生の大切さを改めて実感した。



図−６　スラブ上の表面温度変化（８月下旬）

33

品質管理

フーチング上筋のたわみ防止対策と活用について

佐賀県土木施工管理技士会
株式会社　中野建設
監理技術者
井　上　和　久
Kazuhisa Inoue

1．はじめに

本工事は、西九州自動車道伊万里松浦道路〔延長17.2㎞（内佐賀県側10.1㎞）〕を整備するなか、佐代川橋梁下部工（Ａ１橋台）１基並びに路体盛土を施工し、今回はコンクリート構造物の品質確保に取組んだ内容をご紹介致します。

工事概要

⑴　工 事 名：佐賀497号佐代川橋下部工工事
⑵　発 注 者：九州地方整備局　佐賀国道事務所
⑶　工事場所：佐賀県伊万里市山代町立岩地先
⑷　工　　期：自）平成21年２月24日
　　至）平成21年７月14日

2．現場における問題点

コンクリート構造物のフーチング鉄筋組立時、作業中の活加重及び鉄筋自重によって発生する上筋のたわみ・結束部の沈下が考えられた。また、生コンクリート打設時、鉄筋に変位・移動が生じ、かぶりが確保できない恐れがある。ついては、内空断面を維持できる対策を下記の要領で実施した。

3．工夫・改善点と適用結果

改善①として…

対策として、Ｌアングル（L50）を用いて鉄筋の骨組みとして架台を設置した（図－１、２）。



図-１　鉄筋架台組立て状況



図-２　鉄筋架台組立て完了

設置箇所は竪壁の前後（引張・圧縮側）に架台を組立て直接上部に鉄筋を置ける高さとした。設置したことによって、スピーディーに鉄筋の配り

付けができ、後に結束が可能となる。共に水平性が確保されることとなる。従って、施工時間の短縮及び作業人員の削減などが期待できる。
改善②として…

フーチングは断面が大きいため、１層毎の打込み高さが分かり難い。そのため、架台に用いたアングルを活用し、コンクリート打設層ごとに色表示を行った（図－３）。効果として、一目で各層の確認ができることにより、高さ基準を順守できる。また、コンクリート打継ぎ面の水平性を保たれるので打継ぎ面の見映えが良好となった。



図-３　生コン打設割マーキング

４．おわりに

架台の設置は下筋完了後、その上面に組立てるためＬアングルの加工寸法などに留意し、鉄筋組立時の高さに不具合が生じないよう計画する。尚、組立時は横ぶれなどが生じない構造とする必要が考えられます。

現在の幅止め筋はスターラップ方式が多く採用されているため、上面からの加重によって変位を防止する対策が必要だと思います。ついては、段取り筋を追加し施工されているのが現状だと思われます。従いまして、断面が大きい箇所ではアングルによる架台（骨組み）の設置が有効と考えられ、今後も生かしていきたいと思います。

34

品質管理

整地工（標準切盛工法）における基盤泥濘化の防止

富岡産業株式会社
現場代理人　藤　原　　豊○　Yutaka Fujiwara
技術員　遠　藤　栄　一　Eiichi Endou
技術員　中　瀬　裕　一　Yuuichi Nakase

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：経営体　妹背牛南　第33工区
⑵　発 注 者：北海道空知総合振興局
⑶　工事場所：北海道雨竜郡妹背牛町
⑷　工　　期：平成22年７月20日～
　　平成22年12月10日

整地工11.63haで、１枚当たりの圃場面積を平均で２haにするべく標準切盛工法で工事を行った。現地土質条件は、秋捲き小麦収穫後の圃場であり、基盤土は粘性土であった。

小麦収穫後の圃場は、雨の少ない夏季施工で、低含水比のため泥濘化しにくく、比較的施工に適した条件である。

2．現場における問題点

整地工を８月５日に開始し表土剥ぎ、基盤切盛りと作業を進めていったが、翌日の基盤切盛り作業時に湧水（図－１）が確認された。

試験掘削時に湧水は認められなかった。そのため、再度湧水箇所を掘削したところ、試験掘削底の粘土層と砂質シルト層の変り目から湧水が確認された（図－２）。原因を解明するため、他の圃場も再度試験掘削を行ったが、湧水は確認できなかった。

この結果により、原因は表土堆積（高さ最大５m（図－３））による圧密沈下の影響で小規模なボイリングが発生。また、走行するブルドーザー（17t）の振動が伝達したことも考えられ、このような事象に至ったと推測された。



図-１　基盤に浮上った湧水

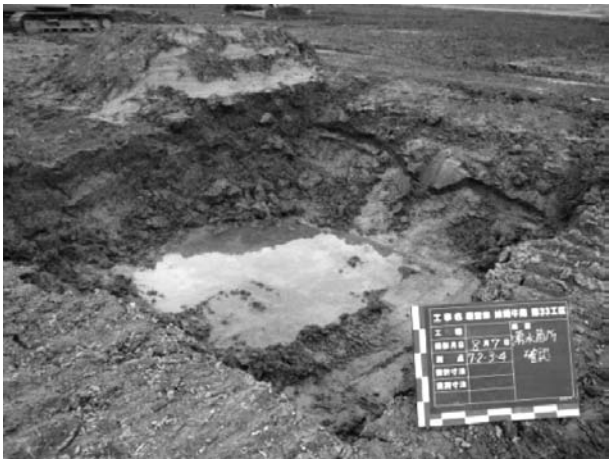


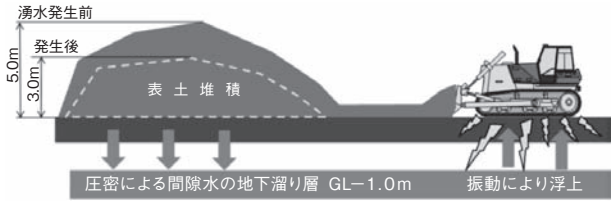
図-２　湧水発生後試験掘削

3．対応策・工夫・改善点・適用結果

第一の原因（図－４）と推測した、表土堆積に



図−３　表土堆積状況



図−４　表土堆積高さ変更と、ブルドーザーからの振動伝達状況

よる圧密沈下防止対策として、荷重低減を図り表土堆積高さを低く設定するため、ブルドーザーの運土距離を考慮した計画の見直しを図った。その結果、表土堆積個所を経済的運土距離60m以内には施工規模的に困難であるため、ブルドーザー稼働台数を1.5倍に増やした運土計画に変更した。これにより、施工サイクルとしては計画工程に影響を及ぼすことなく、最大３mに表土高さを設定することができ、圧密沈下による間隙水の発生を抑制することができた。

また、濡れぬ先の傘とも言うように、万一発生した間隙水をキャッチするため、古い暗渠排水吐口の土砂撤去及び、管内の清掃をし、最大限機能するように工夫した。

第二の原因として推測した、ブルドーザー走行時に発生する振動の低減を図る措置として、接地圧が低く振動を低減できる超湿地ブルドーザー（図－５）を主力として使用することとした。

また、基盤仕上げ時には、ブルドーザーの走行回数が最大となり振動の発生を抑制する必要がある。この対策として、レーザーを搭載するフルオートブルドーザー（超湿地）を使用し、仕上げ時間の短縮による走行回数の低減を図った。仕上げ時間の短縮は、運転手の力量にもよるが今回の施工では、通常施工時間の80％で完了できた。

上記の結果、その後の施工では湧水の発生は確認されなかった。

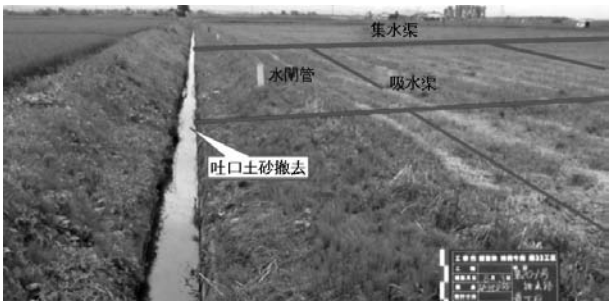


図−５　超湿地ブルドーザーによる作業状況

４．おわりに

今回の工事では、基盤の土質が粘性土であり、夏季施工で含水比が低く対応策が功を奏したが、他の土質で雨の多い秋施工の場合には、施工前の含水比低下を工夫しなければ表土堆積高さをいくら低くしても、間隙水の発生は避けられないと考えられる。

対策としては、事前調査で古い暗渠排水の位置を把握し、早めに暗渠排水吐口の排水効果を向上させ、施工中も暗渠排水の排水能力を利用する。そのためには、水閘管の撤去は表土整地完了後まで残しておく必要がある。しかし、排水能力を失った暗渠排水は、整備しても効果が期待できないため見極めが必要となる（図－６）。



図−６　古い暗渠排水の配線

また、表面水の低下を促進するため真土破砕も行うが、粘性土の場合には逆に地下水を溜めることとなるため行わないほうがいいと思われる。上記については、今まで体験してきた中での事例を集約したものであり、今後の工事で是非実施してみたいと思う。

35

品質管理

街路構造物の不等沈下防止と信州リサイクル品の積極的活用

長野県土木施工管理技士会
藤森土木建設株式会社
土木部係長
藤　森　正　俊
Masatosi Fujimori

1．はじめに

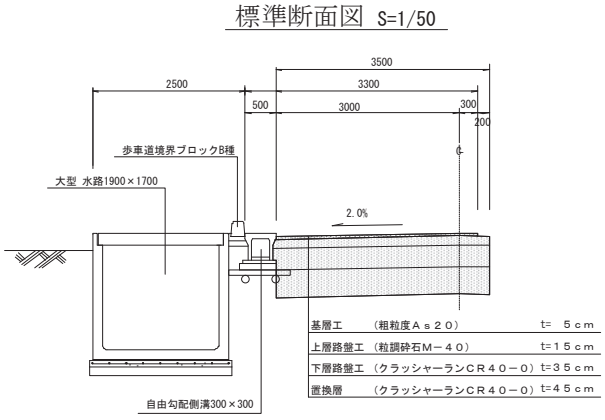
一方通行路からの対面通行への拡幅工事であり、また、水路付替えによる工区分けされた街路工整備事業です。

その中で、先に整備されている工区の構造物について、不等沈下や各戸への出入り口構造物目地段差が部分的に有り構築物の整備に当り施工検討し実施する事とした。

工事概要：県道拡幅街路整備工事に伴う水路付替え工事

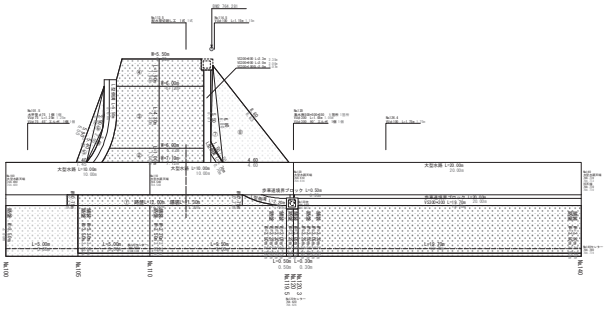
2．現場における問題点

現地地盤が表層部分礫質土であるが、下層全体に有機質シルト層を含む軟弱地盤層があり、先に整備した工区において、構造物表面は目地が浮き上がり段差が出ている、また、流路面は一部流れている雨水が段差亀裂箇所よりしみ込んでいる等の問題があり、基礎部分を入替え及び基礎杭等を検討しないと、不等沈下によるクラック及び段差が出る事が予想された。しかし、費用対効果で、基礎工事に鋼矢板及び地盤改良等の採用もできず、また、交通規制期間も出来るだけ短縮する様地元関係機関からの要請もあり、地元への環境リサイクルに配慮したプレキャスト製品を積極的に採用していく旨を地元説明会にて打ち合わせた。



大型水路基礎検討と側溝街路の基礎検討及び、信州リサイクル品の縁石採用断面箇所

図−１　道路片側の水路と街路工事施工断面図



大型水路基礎検討と側溝街路の基礎検討及び、信州リサイクル品の縁石採用平面箇所

図−２　道路片側の水路と街路工事施工平面図

３．工夫・改善点と適用結果

大型水路基礎には、地盤の悪い箇所施工に不等沈下を抑制するため、引っ張り強度 HG-100の強いアラミド繊維のメッシュ製品ジオグリッドを床付面に敷設して、基礎砕石を転圧しても不陸、亀裂が出来ない状態で、ベースコンを打設し大型水路を布設することが出来た。



図-３　大型水路床付け面ジオグリット敷設状況



図-４　自由勾配側溝梯子胴木連結敷設状況

側溝街路には埋め戻し土の沈下を考慮して、また、地下水位が高い事を考え、自由勾配側溝の、不等沈下の無い様に丸太梯子胴木を連結し基礎砕石内に埋め込む形で、沈下防止を図った。



図-５　規定高さに布設され甲蓋敷された大型水路状況

環境リサイクルに配慮した信州リサイクル品として、歩車道境界ブロックをガラス瓶に再生できないものを粉砕し、エッジを除去したガラスカレットを細骨材の一部として配合（10%）されたコンクリートにより製造された二次製品使用して、環境保全に努めている現場のアピールを図った。



図-６　ガラスカレット骨材使用したリサイクル二次製品

４．おわりに

開放後、一般車両通行及び各戸よりの出入りでも段差は無く、目地の割れも不等沈下によるものは確認されなかったことと、環境に配慮した工事であるアピールも出来た。

36

品質管理

深礎杭における偏心量精度の確保

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
現場代理人　土木部　秋　月　和　也○　Kazuya Akizuki
監理技術者　土木部　片　岡　浩　之　Hiroyuki Kataoka

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成19－20年度つづら川改良（その３）工事
⑵　発 注 者：国土交通省四国地方整備局 松山河川国道事務所
⑶　工事場所：愛媛県松山市久谷町つづら川
⑷　工　　期：平成20年２月５日～ 平成21年２月27日

補強土壁基礎工の基礎杭、杭径φ4,500　杭長17.0m～23.0m　N＝６本の深礎工で行った。

深礎杭の施工を行うにあたって、切土から施工を行ったが当初オープン掘削であった切土法面の土質が崖錐層であったため、法面保護でモルタル吹付とアンカー工の施工を行ってから深礎杭の施工であった。

2．現場における問題点

深礎工の土砂部については切土法面の掘削結果・ボーリングデータにより崖錐層であると判断されます。崩壊し易い土質であるため、杭頭部のガイドコンクリートにより杭口は固定されるが、掘削初期段階（杭頭より５m程度）においてライナープレートが極度に偏心・変形することが考えられる。また、外的な偏圧、過大な余堀なども精度に著しく影響するため、杭の偏心量精度を確保することを課題とした。

3．工夫・改善点と適用結果

１段目のライナープレートの位置が精度に著しく影響するために、正確に杭位置を出す必要があるので、１段目ライナー設置箇所を平坦にレベリングし、ライナー内側の平面位置を掘削箇所にマーキングを行った（図－１）。



図-１　ライナー設置箇所のレベリング・マーキング

ライナープレートを設置した後、ライナー天端高をレベリングし４方向の高さを管理する。杭本体の偏心に影響するため±２mm 以内とした。２段目以降のライナーの組立については1.0m 毎に鉛直度・水平度を確認記録し、精度に問題ないかを確認した。鉛直度については、掘削深度が深いため光波での杭芯の測距が困難であるため、ライナー天端の４方向から下げ振りにより鉛直度の確

認を行った（図－２）。

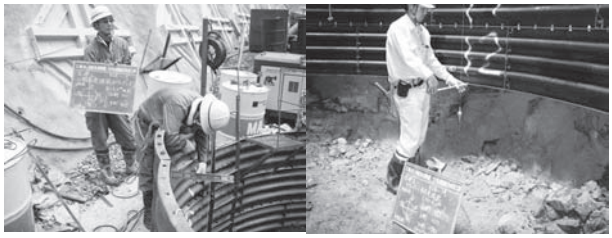


図-２　鉛直度の確認

水平度については、ライナー天端をレベリングしライナー天端からテープでライナー設置下部までを４方向測定し水平であるかの確認を行った。

今回の施工では土砂部は崖錐層と判断されるので掘削初期段階で杭の偏心量の精度をよくするために、掘削高1.0m毎でライナーの外側の土質を確認しながら施工をしていたところ、約3.5m程度掘削した時点で地山の崩壊の恐れが出てきた。そこで、一旦掘削を中断しライナーを一旦50cm程度埋戻しをしてガイドコンクリートの裏込注入箇所からモルタルを注入し（図－３）これまでの掘削箇所を充填し、ライナーを安定させた。

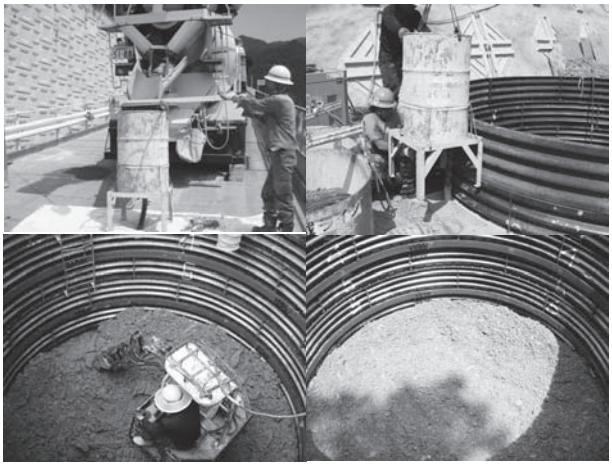


図-３　ライナーを50cm 程度埋戻し裏込モルタル注入

今回、ライナーを安定させることと1.0m毎でライナーの鉛直度・水平度を確認することによって杭上部の偏心量だけではなく、杭下部（支持層）での偏心量も最大48mm に抑えることができた。また偏心量の確認において現地に合わせたアクリル板に杭心を照合し、一目で出来形がわかるような工夫をした（図－４）。

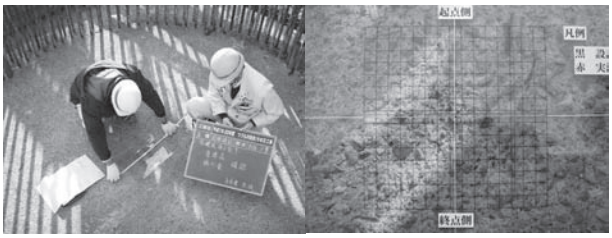


図-４　アクリル板を使用して偏心量の確認

４．おわりに

今回の施工において杭長23.0mでの偏心量精度の確保、崩壊し易い土質での地山崩壊がなく安全に精度よく施工できた。杭長が長くなれば、鉛直度・水平度のばらつきが大きくなることがわかった。また杭径が大きくなっても同じことだと思います。今回実施した工夫により鉛直度・水平度のばらつきが少なくなり、偏心量精度の確保に効果が出たと思います。今後深礎杭の施工を行う機会があればぜひ継続してみたいと思う。

37

品質管理

メタルロード工法における鋼管杭の施工工夫及び偏芯量管理

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
工事部　好　永　安　範○　Yasunori Yoshinaga
工事部　藤　田　公　明　Kimiaki Fujita

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成20－21年度　西谷改良工事
⑵　発 注 者：国土交通省　四国地方整備局
　　松山河川国道事務所
⑶　工事場所：愛媛県久万高原町西谷
⑷　工　　期：平成20年10月24日～
　　平成21年６月30日

本工事区間は、現道幅が狭く地形は河川沿いで急斜面であり、工事に際しては現道交通の確保が必要なため、現道拡幅による道路改良が困難となっていた。そこで、現道交通への影響が少なく、急斜面の条件でも施工が可能で施工性に優れる「メタルロード工法」を採用し施工を行った。メタルロード工法は、急斜面や河川沿いにおける幅員の狭い道路を拡幅、または、新設できる杭式の道路拡幅技術であり、構造は鋼管杭、格点桁（横桁＋格点部）、主桁及び床版で構成され、格点部で杭、横桁及び主桁を剛結し道路方向及び道路直角方向ともに立体ラーメン構造にしたものである。

2．現場における課題・問題点

鋼管杭を打ち込む箇所は急峻で地質の多くは岩盤であるため、ダウンザホールハンマによる施工の際、現地盤が崩れる恐れのある箇所が多く、杭の偏芯等の精度に影響が生じる可能性があった。さらに、この工法は自ら設置した杭・桁の上を前進して施工する工法のため、鋼管杭の偏芯量精度については主桁の設置後には確認することができない。このため、施工時にいかに精度よく杭を施工する事が出来るか。そして、どのように管理するか。記録をいかに分かりやすくデータとして残すか。



図－１　構造

以上の事から本工事における課題として
・施工方法の工夫による精度の確保及び向上
・管理・記録方法の検討
　また、新工法のため、施工の知識が乏しい。
・施工知識の向上及び改善点の拾い出し
　以上の３点を課題として施工に取り組んだ。

3．工夫・改善点と適用結果

まず、施工方法の工夫に関しては施工班から直接意見を聞いて、実際に現場で実施可能な方法を採用する事にした。鋼管杭の精度を向上させるには、まず掘削の精度をいかに向上させるか、どのようにすれば掘削位置をズラすことなく施工出来るかを検討してみた。

通常、杭の掘削では現地盤上に測量したポイントにダウンザホールハンマをセットし、鉛直を確認しながら掘削を行うのだが、本工事のような急斜面の地形では現地盤自体が崩れてハンマ先端の位置の保持が難しい。そこで、ハンマ先端のズレを少なくする対策として、導杭（H 形鋼）を打ち込み、導杭に H 形鋼を井桁に設置し定規とした。機械位置との高低差が大きい場合や急斜面上で地盤の崩れる恐れのある箇所では定規を２段にして掘削をおこなった。こうすることで、先端のブレが少なくなった。また、鉛直を２方向から確認することにより掘削の精度を向上させることが出来た。



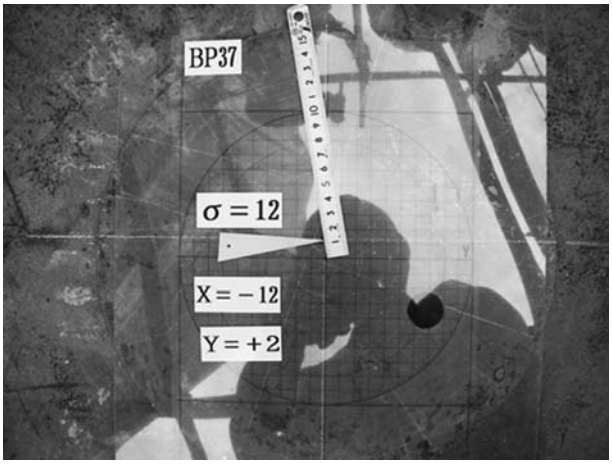
図−２　杭芯確認



図−３　導杭・定規設置

次に、管理面については鋼管杭のセット後、コンクリートの打設前に杭芯を測量し調整を行い、杭頭処理の完了後に再度測量を行うことで精度の向上を計った。

この時点での座標管理が杭の出来形となるため、この結果を通常の偏芯管理であればスケールを当てた写真を撮影し、データを書面で整理するのだが、今回の管理は杭頭にマーキングした設計および実測の座標ポイントをアクリル板で作成したシートにトレースすることにより写真上でも分かりやすく、資料としても残せるため、より信頼度の高い出来形管理を行う事が出来た。



図−４　偏芯量管理
（アクリル板に方眼紙を印刷して使用）

そして新工法に対しての知識向上や改善点の拾い出しについては作業班との事前打合せだけでは不十分と考え、施工状況をビデオ撮影し、作業班とビデオを見て問題点や改善案を話し合う事により、私だけでなく経験のある作業員も客観的に状況を分析する事ができ、本工事はもちろん次の施工機会に活かせる検討会であった。

4．おわりに

これらの課題への取組みは、類似した工事には有効な対策ではないかと考える。例えば定規の設置による杭の打設は急傾斜の現場はもちろん平坦な地形においも精度向上に繋がると思うし、アクリル板を使った偏芯管理においては偏芯管理全般に有効であり、実際に場所打ち杭の偏芯管理にも採用している。ビデオ撮影についても机上や施工中では気付かない改善点を発見するにには有効であったと思う。

今回のように、不可視部分の精度や管理が重要になる工事において、いかに現場で施工方法や管理を工夫できるか、今回の対応策についても応用・改良することでさらに良くなると思う。現状で満足することなく向上心をもって今後も取組んでいきたい。

38

品質管理

コンクリート構造物の止水

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
工事部　幡　吉　圭　祐○　Keisuke Hatayoshi
工事部　横　井　博　隆　Hirotaka Yokoi

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：伊方町九町浄化センター建設工事その２
⑵　発 注 者：日本下水道事業団
⑶　工事場所：愛媛県西宇和郡伊方町九町地内
⑷　工　　期：自）平成22年６月22日
　　至）平成23年２月28日

浄化センター施設のうち、汚泥ポンプ室、塩素接触水路、原水マンホール、返流水ピットの施工と、場内道路、場内配管、水路、門塀、フェンス、植栽、屋外灯などの外構を施工する工事である。

2．現場における問題点

塩素接触水路（縦：5.40m　横：12.7m　高さ：2.4m～3.0m）の施工にあたり、底版コンクリートと側壁コンクリートの打ち継ぎ部の止水性が求められるが、当初設計には止水板等の止水対策の明示が無かったため、元請業者として止水対策の検討をおこなう必要があった。

3．工夫・改善点と適用結果

まず、底版コンクリートと側壁コンクリートの打ち継ぎ部のチッピングを入念におこない、十分に清掃をおこなう（図－１、２）。



図-１　チッピング状況



図-２　清掃完了

壁厚が300mm あるので、芯となる150mm の位置に、改質ベントナイトの詰まった直径17mm のポリ乳酸繊維の袋を設置し、コンクリート釘とボンドにて固定する（図－３、４）。



図−３　設置状況



図−４　設置状況

ポリ乳酸繊維の包袋は、とうもろこし等のデンプンから得られる乳酸が原料であるため、環境に優しい。そして、雨水や水道水などには溶解せず、強アルカリ水にのみ反応し溶解するため、設置後から打設までのあいだに降雨や流水があっても、影響を受けない。

改質ベントナイトは、水と反応してゲル化することにより、水みちを塞ぎ止水する。また、無機質で材齢による劣化が無いため、コンクリートと共に性能を持続することができる。

上記のように打ち継ぎ部に止水措置をとったうえで側壁コンクリートの打設をおこなったが、後日、水張り試験を実施した結果、漏水は認められなかった。

今回の施工において、止水対策を施した箇所は３点あり、１点目はこれまでに述べた打ち継ぎ部の止水措置で、２点目は止水セパレーターを使用したことで、３点目はＰコン処理を無収縮モルタルにておこなったことである。

４．おわりに

３点の止水対策をおこなってはみたが、実際に水張り試験の結果がでるまでは不安であった。そのようなときに思い出したのが、過去に上司や経験豊富な作業員からいただいた言葉である。

「土木で一番こわいものは水だ。」

当時の私は大雨のことを言っているのだと思っていたが、それだけでは無いように思う。天候の影響を直接受ける業種ではあるが、大雨対策のほかに、排水計画や今回とりあげた止水対策も含まれると思う。

今工事にて大型水槽構造物の施工をおこなったことは、自身の経験としては初めてであり、止水性について少しでも学ぶことができたことは、今後の工事に非常に有効であると考える。

止水対策といっても、材質や種類、方法、適用条件などさまざまで、今回施した対策がベストだとは決して言い切れない。今後の工事で同様に止水性を求められる機会があれば、今回の結果を参考にしつつも、検討を重ねてより良い品質の構造物を造りたいと思う。

やはり、土木で一番こわいものは水だ。

39

品質管理

谷田高架橋における形状管理方法

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
担当技術者
今　井　聡　一　郎○
Soichiro Imai

監理技術者
島　田　智　之
Tomoyuki Shimada

担当技術者
森　　智　広
Tomohiro Mori

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成19年度伊豆縦貫谷田高架橋鋼上部工事
⑵　発 注 者：国土交通省　中部地方整備局沼津河川国道事務所
⑶　工事場所：静岡県三島市谷田
⑷　工　　期：平成20年２月27日～平成22年８月30日

本橋は橋長234m、支間割73. 9m＋88m＋69. 6mの３径間連続鋼床版箱桁橋である。新幹線上に架設するため、施工範囲を当社と JR 東海建設・奥村組 JV（以下 JR と称す）で区分している。当社がＡ１側より２径間、JR がＡ２側より１径間を担当し、いずれも手延送り出し工法を用いて架設を行った。

Ａ１橋台背面に位置する当社の送り出し施工ヤード長は約110m であり、当社施工範囲の主桁を全量（約159m）一度に地組立することができない。そのため、地組立および送り出し架設をそれぞれ２回に分けて行った。

閉合作業は当社が行い、JR が送り出し降下後、JR 側の桁端部の仕口に合わせ、当社側の桁を連結した。連結後、Ａ１及びＰ１支点部を正規支承位置まで降下した。

なお、本橋は、鋼床版継手部を現場溶接にて接合し、他の継手部は高力ボルトにて添接する構造になっている。死荷重キャンバーと溶接キャンバーを合成した製作キャンバーが予め付加されている。

架設概要図を図－１に示す。

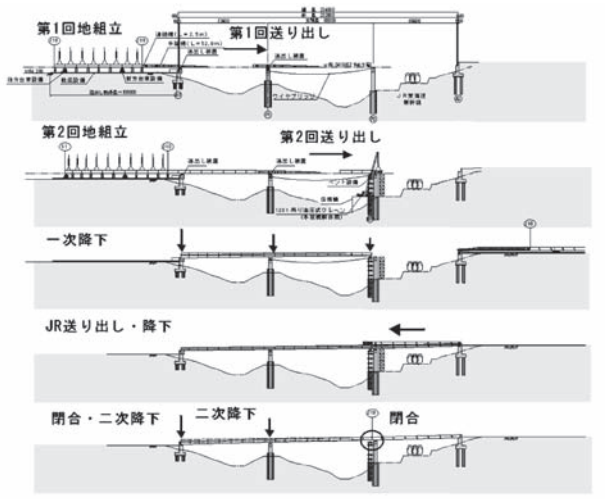


図-1　架設概要図

2．現場における問題点

本工事では、架設進捗に応じて桁の連結が必要となる。以下に、主たる段階における桁連結の概要および問題点を述べる。

第２回目の地組立では、既に送り出しが完了している１径間目の桁形状を考慮し、桁端部の仕口を基準として２径間目の地組立支持高さを決めな

ければならない。特に、本橋では鋼床版を現場溶接にて接合するため、溶接収縮による影響も考慮した形状管理値が必要となる。

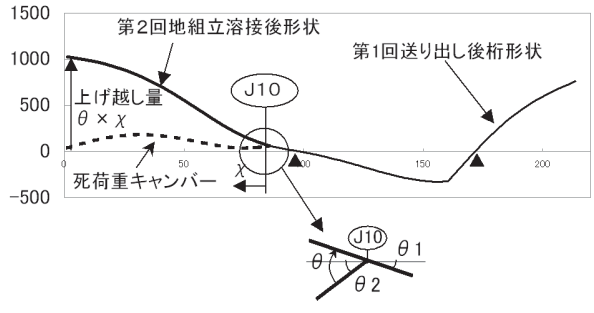
閉合は正規支承位置に据え付けたJR側桁端部の仕口を基準にして行った。当社側の主桁は第２回送り出しが完了した後、JR側主桁の端部の仕口角度に合うように適切な高さまで降下する必要がある（一次降下）。閉合力を導入することにより閉合部の仕口を合わせるだけでは完成時に折れ角が発生する恐れがあるため、橋梁全体として形状を決定する必要がある。その上、閉合部での鋼床版の溶接収縮も考慮し、一次降下量を決めなければならない。

３．工夫・改善点と適用結果

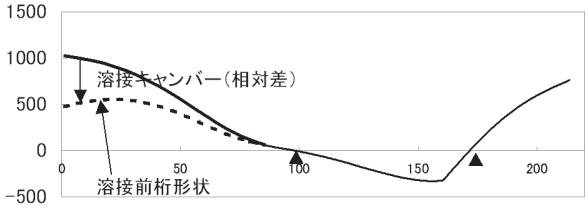
上述した２つのケースでは、いずれも、桁を連結する際、一方の桁の仕口に合わせてもう一方の桁の支持高さを決める必要がある。以下に、第２回地組立時の桁支持高さ算出方法を述べる。

第１回送り出し後の桁形状は図－２の第１回送りだし後桁形状のようになり、桁端部J10の仕口角度はθ_1＝−4.13mradとなる。一方、第２回地組立範囲の死荷重キャンバー図（溶接後の無載荷状態桁形状に相当）から、桁端部J10の仕口角度はθ_2＝7.48mradとなる。これら２つの仕口角度が一致するようにθ_1−θ_2（＝θ）だけ回転させることにより、溶接後の地組立桁形状が求められる（図－２太線）。この桁形状図を基に、各添接部の地組立支持高さを決定した。

また、溶接前の桁形状は、桁端部J10を基準に



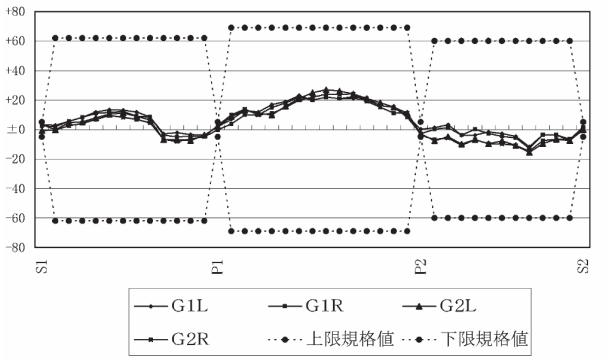
図−２　溶接後の地組立桁形状



図−３　溶接前の地組立桁形状

した溶接キャンバーの相対差を溶接後の地組立桁形状から下げ越すことで算出した（図－３）。

本手法によって求めた計画値に従い、桁架設時の形状管理を行った。図－４の完成時キャンバーの出来形管理図に示すように、規格値の約50％以内の精度に納めることができた。完成写真を図－５に示す。



図−４　完成時キャンバー（設計値との差）



図−５　完成写真

４．おわりに

骨組解析により算出される桁変形量と桁の無応力形状（製作キャンバー）とを足し合わせたものが送出し時の桁形状である。全現場溶接が未施工の製作キャンバー形状と、部分的に現場溶接された状態での製作キャンバー形状とは異なってくるが、本橋の場合、架設段階毎の溶接残キャンバーに対する事前検討が十分であったとは言いがたい。今回の反省点として、次工事に生かしたいと思う。

40

品質管理

法枠内排水性コンクリート

広島県土木施工管理技士会
株式会社　岡本組
工事部
児　玉　孝　則
Takanori Kodama

１．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：一般県道竹原吉名線道路改良工事
⑵　発 注 者：広島県
⑶　工事場所：広島県竹原市吉名町
⑷　工　　期：平成19年７月31日～
　　平成21年２月28日

施工は、現道改修道路改良で道路縦断を下げる工事である。

拡張のため、法面掘削を行い法面保護は現場吹付法枠工で枠内は植生工で最下段部は張石工を計画されていた。

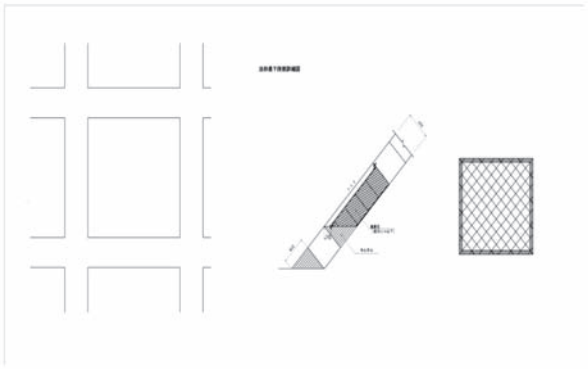
２．現場における問題点

掘削法面には、地山内からの湧水層が数か所出ており、雨水期には地山内部で保水を行う現象が見られる。

一日の雨では、法面に湧水の現象が出ないが、２～３日雨が続くと法面土砂が溶けていくように、法面全体から出ているかのように湧水が見られる。

土砂流出を抑えるため、現場吹付法枠を施工後、張石工は、下段部の枠内に自然石をカットして張る計画（図―１）だが法枠フレームはモルタル圧送機で吹付けコテ仕上げをするため、型枠を組んでコンクリートを打設したように側面が真直ぐにならなく微妙にデコボコしているため、規格内での寸法誤差が起こる。

中詰石は、現地発生石利用で集積・加工になっており、大変な労力と時間が必要となるため、計画を見直し工法を検討することになる。



図−１　計画図

３．工夫・改善点と適用結果

張石が組み重なったように崩れにくく、石ほどの強度も必要で、排水性に優れた施工にしなくてはならないので排水性を重視しながら強度的な構造検討を行った結果、透水性コンクリートを採用することにした。

最初に透水性コンクリートの強度及び排水性を確認するために、試験練りを監督員立会のもとで

行い、テストピースを作り検査（図―２）を行った。

透水コンクリートの強度は、検査の結果σ−7で法枠と同等の強度（設計強度24N/㎟）が、推定確認され、σ28での確保できる強度確認が出来た。また透水試験も、メーカーが規定している透水タイム範囲に入っており、スムーズに流出する事が確認されたので使用が承諾された。



図−２　透水コンクリート強度試験

透水コンクリートの現場施工は、通常の生コン打設同様でコンクリート投入・バイブレーター締め固め表面仕上げ・標準シート養生施工を行う。

仕上げは、コテ仕上げが出来るため、美観的にも良質の施工になり、水抜きパイプの設置もなく早期の施工になった。湧水の排水性は、枠内全面での排水性を持っており長雨が続いても全面を抑えているため、土砂の流出もなくなったため、製品の信頼性が保証された。



図−３　完成写真



図−４　完成写真

４．おわりに

法面からの湧水排水に適している。ただし、常時流水している所は直に打込むと、コンクリート成分も硬化前に流出してしまうので、状態に応じて水抜きパイプを入れての、施工が望ましい。

コンクリート骨材間に透水用の空隙があるため、表面加重が掛らない、張りコンクリート部及び法面の場所が適正と思われる。車両等の通行で表面の隙間がつぶれる所は不向きである。

コンクリート硬化前に混和材で排水用の気泡を作るため、表面仕上げは硬化直前までで、硬化抑制時気泡を作る水分が抜けるため、確認をしながら仕上げを行うこと。

41

品質管理

U 型擁壁におけるひび割れ防止

佐賀県土木施工管理技士会
松尾建設株式会社
監理技術者
真　海　一　昭
Kazuaki Shinkai

1．はじめに

昨今、コンクリート構造物の長期耐用のため多種多様な新技術が取り沙汰されているが、地方道路の構造物は従来の設計により発注されているのが現状である。本工事も同様に、従来設計での発注内容である。

本構造物は佐賀県内の国道207号線で、JR 長崎本線を上越しする橋梁の取付擁壁であり、一般車の通行が始まると、耐用年数が過ぎて作り直すには困難な場所になる。この構造物が少しでも長持ちするための検討を行った。

工事概要

⑴　工 事 名：国道207号地域創造交付金工事
⑵　発 注 者：佐賀県武雄土木事務所長
⑶　工事場所：佐賀県杵島郡白石町坂田地内
⑷　工　　期：H21年10月７日～H22年３月26日



図−１　施工箇所

2．現場における問題点

今回、国道207号線において橋梁取付け部の擁壁工事を施工するにあたり、U型擁壁の側壁は、部材下端が底版に拘束されるため、温度変化および乾燥等に伴う収縮時のひび割れ発生が懸念される。セメント水和熱に起因する温度応力、および乾燥収縮に事前照査を行った。

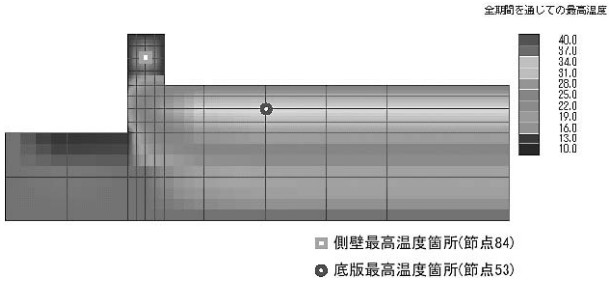
3．工夫・改善点と適用結果

⑴　温度ひび割れについて

コンクリートは、打設後硬化が始まると同時に水和熱を生じる。このため、温度上昇時もしくは下降時において、部材の自由変形が拘束を受けひび割れが発生する。内部拘束によるひび割れは部材表面部に生じるのに対し、外部拘束によるひび割れは部材を貫通する可能性が極めて高い。U型擁壁では先行打設された底版の拘束を受ける側壁



図−２　解析モデル



図−３　最高温度分布図

で外部拘束ひび割れの発生が懸念される。

コンクリートの打ち込み時期は、打設予定時期の日平均外気温を考慮し①１月中旬８℃、②２月上旬６℃と設定した。コンクリートには膨張材を添加することとした。

温度応力の解析結果は、ひび割れ指数「ひび割れを防止したい場合1.75」以上の値となった。膨張材の混和により、ひび割れ抵抗性が改善されるためと考えられる。

底版の拘束を受け、外部拘束ひび割れの恐れがある壁部材に着目した温度応力解析結果を下記に示す。

表−１　温度解析結果

構造物	部材	部材厚	延長	最小ひび割れ指数	材齢
UW1	左側壁	0.6	12.3m	2.98	13
	右側壁	0.4	12.3m	6.30	12
UW2	左側壁	0.6	20.0m	2.56	13
	右側壁	0.4	20.0m	5.40	12
UW3	左側壁	0.6	20.0m	2.01	13
	右側壁	0.4	20.0m	5.38	12

⑵　乾燥収縮ひび割れに対する照査

乾燥収縮に起因するひび割れは、周辺環境（湿度）の影響を受け、比較的長期間に渡って生じるため、膨張材の効果が十分に得られないことも考えられる。乾燥収縮による収縮ひずみは「コンクリート標準示方書」に示される推定式を用いて算出する。

$$\varepsilon'_{sh} = -50 + 78[1 - \exp(R_H/100)] + 38\ln W - 5[\ln(V/S)/10]^2$$

ε'_{sh}：収縮ひずみ最終値（$\times 10^{-5}$）
R_H：相対湿度（%）（45%≦RH≦80%）
W：単位水量（kg/m^3）
V：体積（mm^3）
S：外気に接する表面積（mm^2）
V/S：体積表面積比（mm）（100mm≦V/S≦300mm）

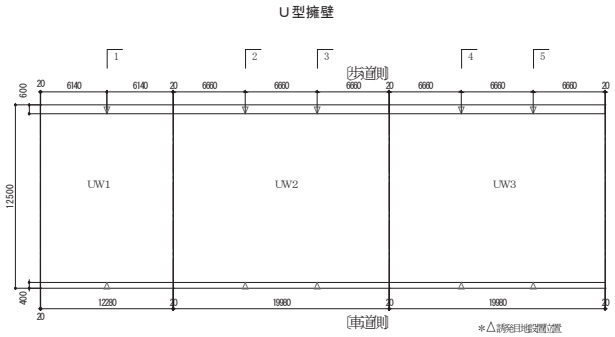
当Ｕ型擁壁の壁部材には、400～500μ 程度の乾燥ひずみが生じる可能性がある。内部の鉄筋と一体となって挙動することを考慮すると、コンクリートが受け持つひずみは10μ 程度生じるものと予測される。

ひずみが拘束される壁部下端に集中するものと考えるとコンクリートブロック当り（20m）の収縮量⊿Ｓは0.4ｍｍ程度生じると予測される。

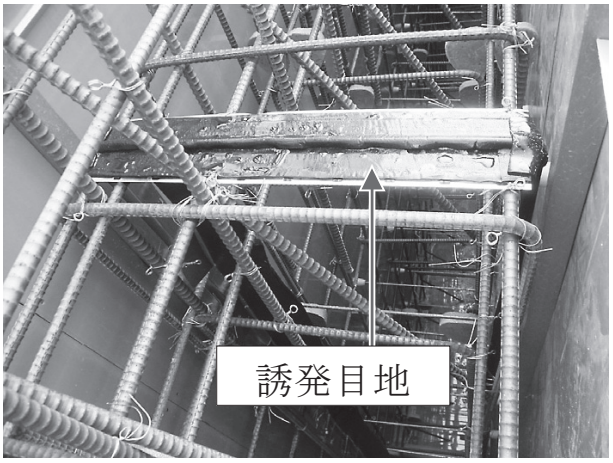
⊿Ｓ＝２×10μ×20,000ｍｍ＝0.4ｍｍ

※２倍は、下端部でのひずみ集中を考慮

従って発生するひび割れ幅を少なくとも0.2ｍｍ以下にするために１ブロックあたり２本の誘発目地を設置することとした。



図−４　誘発目地設置位置図



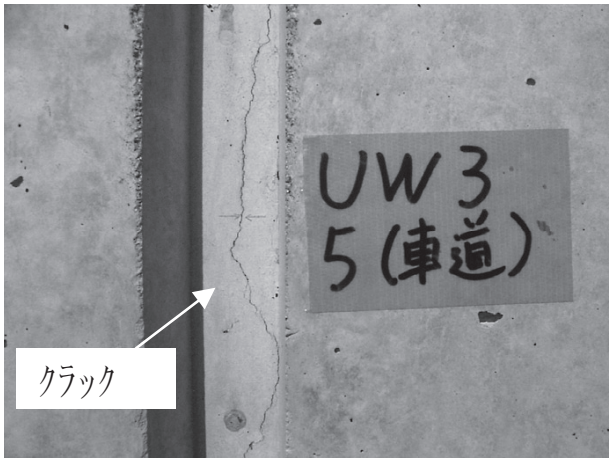
図−５　誘発目地

誘発目地を設置したことにより、誘発目地以外の箇所でひび割れは発生せず、良質なコンクリート構造物の築造が出来た。

４．おわりに

Ｕ型擁壁の壁部において、膨張材の混和と誘発目地の設置による複合的な効果によって、ひび割れの無いコンクリート構造物が出来ることを実現した。

ひび割れの要因である内部拘束および外部拘束



図−6　誘発目地効果

のいずれも発生する原因に対して、最適な対処方法を用いれば、ひび割れゼロの可能性がある。ただし、構造物の形状、打設時期の温度、材料等の条件により、ひび割れに対する手法は多岐に渡るため、今後、設計段階からのひび割れ防止対策の適用を切に望むものである。

42

品質管理

暗渠排水工事での掘削土砂（礫質土）に対する対策

(社)北海道土木施工管理技士会
小川組土建株式会社
工事部課長補佐
荒　井　　進
Susumu Arai

1．はじめに

この工事は北海道空知総合振興局発注の暗渠排水工事及び用水路工事です。現場である新十津川町は、山と豊かな河川に恵まれた中空知を代表する稲作地帯です。

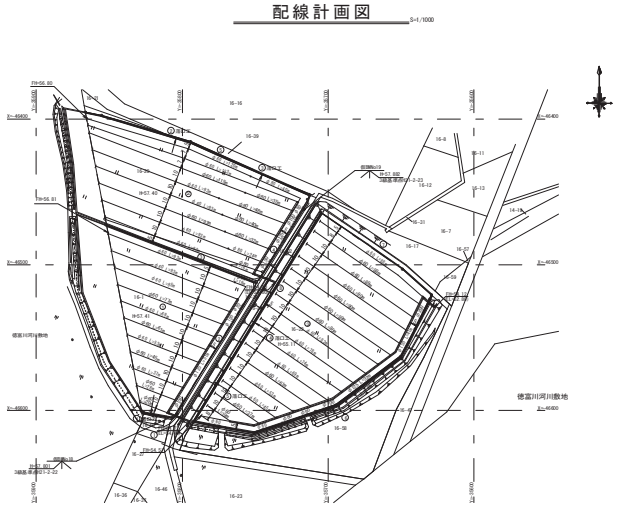
暗渠排水工事は、水田内に透水管を布設し、余剰水を排出し冷湿害の影響を軽減させる事によって作物の育成を安定化させる、生産性の高い条件に整備する工事です。農作業の効率向上および品質・収穫量の向上が目指せ、又将来の後継者の働きやすい環境づくりに繋がると思います。

工事概要

⑴　工 事 名：農地防災　吉野外１　第１工区
⑵　発 注 者：北海道空知総合振興局
⑶　工事場所：樺戸郡新十津川町
⑷　工　　期：自）平成22年09月22日
　　至）平成22年12月20日
⑸　施 工 者：小川組土建株式会社
⑹　工事内容：暗渠排水工 A＝3.0ha
　　用水路工 L＝255m

2．現場における課題・問題点

今回の暗渠排水工事の、最大の問題は「礫」でした。小径な粒径（50mm 以下）であれば問題ありませんが、表土以外の大部分に100～150mm 粒径の礫が存在する状態でした。



図−１　暗渠排水計画平面図

通常の場合、掘削土は暗渠排水工事施工後、水田に均等に敷均しを行い完了となりますが、今回の場合、それを行うと営農作業に多大な悪影響を及ぼす恐れがあり出来ません。

3．対応策・工夫・改良点

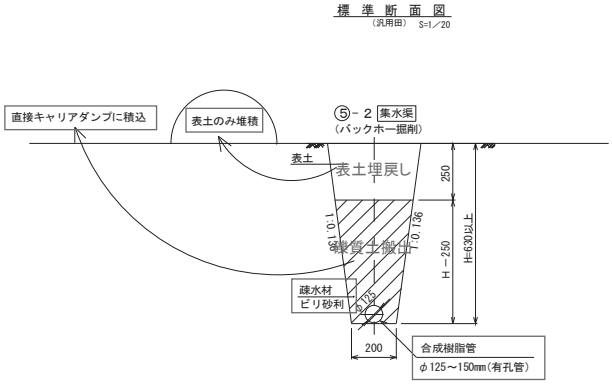
水田内に礫質土砂を散乱させることの無いように施工するため図－３の通り施工しました。

礫の無い表土部土砂（田面より25cm 下がり）については、暗渠排水掘削溝に沿って仮堆積を行います。次に問題となる礫質土についてですが、ほとんどが礫であり埋戻しに使用する事が出来ないため、関係受益者も含め検討した結果、掘削時



図−２　現況水田掘削礫状況

に直接キャリアダンプに積込みを行い（図－４）、運搬搬出し関係受益者所有の民有地土場に堆積することとしました（堆積量450㎥）。その後、暗渠排水管を布設し、疎水材（ビリ砂利５～20mm）投入敷均しを行い、最後に仮堆積しておいた表土をブルドーザにより埋戻しを行い水田が平坦になるように仕上げ完了させました。



図−３　掘削断面図及び施工方法



図−４　掘削土砂積込状況

４．おわりに

予想を超える礫によって、掘削・床均しの作業時間が予定以上に掛かり、又礫質土砂を搬出するという予定外の作業も増えたため、当初予算以上の機械費・人件費が掛かってしまいました。しかし努力の甲斐があり、水田内に礫をほとんど残す事無く、来春の営農作業に支障の無い状態で施工を終えることができました。

関係受益者にも大変喜んで頂くことができ、施工者一同嬉しく思っております。



図−５　暗渠排水工事完了

43

品質管理

冬季における山陰地方での現場塗装について

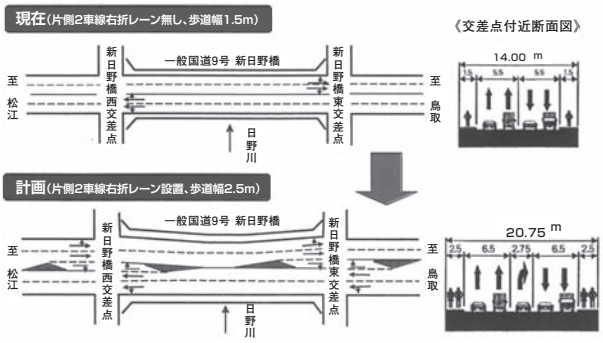
日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社 横河ブリッジ
監理技術者　　計画主任
中　川　和　紀○　　長　田　　修
Kazunori Nakagawa　　Osamu Nagata

1．はじめに

工事概要

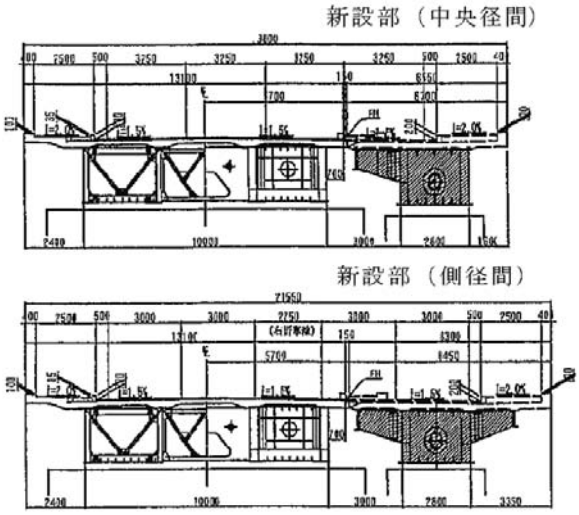
⑴　工 事 名：国道９号新日野橋鋼上部工事
⑵　発 注 者：国土交通省中国地方整備局
　　倉吉河川国道事務所
⑶　工事場所：鳥取県米子市吉岡～車尾７丁目
⑷　工　　期：自）平成21年１月28日
　　至）平成22年３月31日

本工事は国道９号線である現橋新日野橋の拡幅事業（図－１）の一環として現橋を終日車線規制をかけながら施工を行った工事延長388m の鋼連続非合成箱桁橋である。工事は、日野川河川敷地内での工事となることから渇水期（冬季：11月～３月）施工となり山陰地域の冬の厳しい環境下での施工となった。



図－１　拡幅計画図

本報告では冬季の塗装作業について後述する様な問題があり、品質確保のために工夫した点について記述する。



図－２　横断面図

2．現場における問題点

現地は渇水期の平成21年11月から作業ヤード造成に着手したが３連の橋梁架設を４ヶ月半程度でおさめるのは工程面で非常に厳しく多種にわたり平行作業の必要性が生じた。その中で最も懸念されたのが気象条件で左右される添接部の現場塗装であった。

塗装作業の可否を判断する気象条件要素としては天候、気温、湿度、風力などあるが特に山陰地方のこの時期は気温が上がりにくく何か工夫をしなければ工程に遅れを生じる可能性があった。本施工に使用した塗料における気温及び湿度の作業中止基準は表－１の通りである。

表−１　作業中止基準

塗料の種類	気温(℃)	湿度(RH%)
変性エポキシ樹脂塗料下塗	10以下	85以上
超厚膜形エポキシ樹脂塗料	5以下	85以上
ふっ素樹脂塗料用中塗	5以下	85以上
ふっ素樹脂塗料用上塗	0以下	85以上

３．工夫・改善点と適用結果

本橋梁は箱形式（図－２）ということもあり塗装作業の基本的な作業の進め方は降雨雪の恐れが無い日は外面を主に、降雨雪の恐れが有る場合は内面という具合で少しでも不稼動日を減らすことを考え実行した。

降雨雪の日は、気温が上がりにくいので直接雨雪が降りかからない箱桁内であっても結局作業不可になる可能性が高いのでこの気温に対しての対策を施した。

まず表－１にあるように変性エポキシ樹脂塗料下塗が10℃以下では作業できないことがこの時期として非常に厳しいので特別に低温用を使用することで他の塗料と同じ５℃以下まで条件を引き下げることを行った。

また強制的に外気温を５℃以上にあげる手段としてジェットヒーターを活用することとした（図－３、４）。ジェットヒーターが排出する暖風を箱桁のマンホールから箱桁内へ送り込むことにより冬季であるにもかかわらず箱桁内温度８℃と安定した塗装条件を維持することが出来た(図－５)。

この結果、外面塗装においては比較的天候に恵まれたことから不稼動日を最小限にでき、計画工程通りに作業を進めることができ、無事工期内に現場を終えることが出来た。



図−３　ジェットヒーターによる暖風送り込み状況



図−４　箱桁内へ暖風送り込み状況



図−５　箱桁内面の温湿度確認状況

今回の提案からジェットヒーター１台で箱桁内の温度を改善できる範囲（距離）は桁の断面積の大小により変化があることから事前に構造の確認が必要で、本橋では桁高が2.2m で桁幅が3.2m で効果のある距離は20m～30m 程度であることを確認した。ジェットヒーターを焚く時間を長くすれば効果距離は延ばせると考えるが、かえって効率が悪く設置位置からの効果のある範囲が完了したら盛り替えるのが良い。今後の工事においては２～３台と複数設置が効率が良いと思われる。

４．おわりに

今後もこのような地域で渇水期施工を行う場合工事規模にもよるが、塗装など雪や雨、気温が品質管理面で影響の出る作業が予想されることから事前に対策を練る必要性があると感じた。

また今回の方法は箱桁内面という特性から可能となったが外面においては天候の悪化に配慮し一般的には部分養生し完全にシートで覆うなどの設備が必要と考える。

44

品質管理

巻立てコンクリートの充填性向上対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　釧路製作所
工事グループ　現場代理人
坂　上　鋭　一
Eiichi Sakagami

1．はじめに

本橋梁は、平成16年度から着工開始している北海道横断自動車道（本別～釧路間）の白糠町庶路に位置している。同区間開通後は道央圏から道東圏を高速道路で結ばれ、地域の経済や生活等に大きな変化が期待される路線である。平成15年に同区間は新直轄方式に整備計画が変更され、国及び沿線自治体が建設費を負担し完成後、無料区間となる予定である。工事概要は下記に示す通りである。また、一般図を下記に示す（図－１）。

型　　式：鋼３径間連続合成鈑桁橋
橋　　長：123.0m
支 間 長：40.3m＋40.4m＋40.3m
幅　　員：11.2m
活 荷 重：B 活荷重
主な工種：鋼橋架設・橋梁付属物
※巻立てコンクリート工（41㎥）・仮設工等

2．現場における問題点

本橋の横桁部材に覆われる巻立てコンクリートの打設条件は、下記のようなものがある。

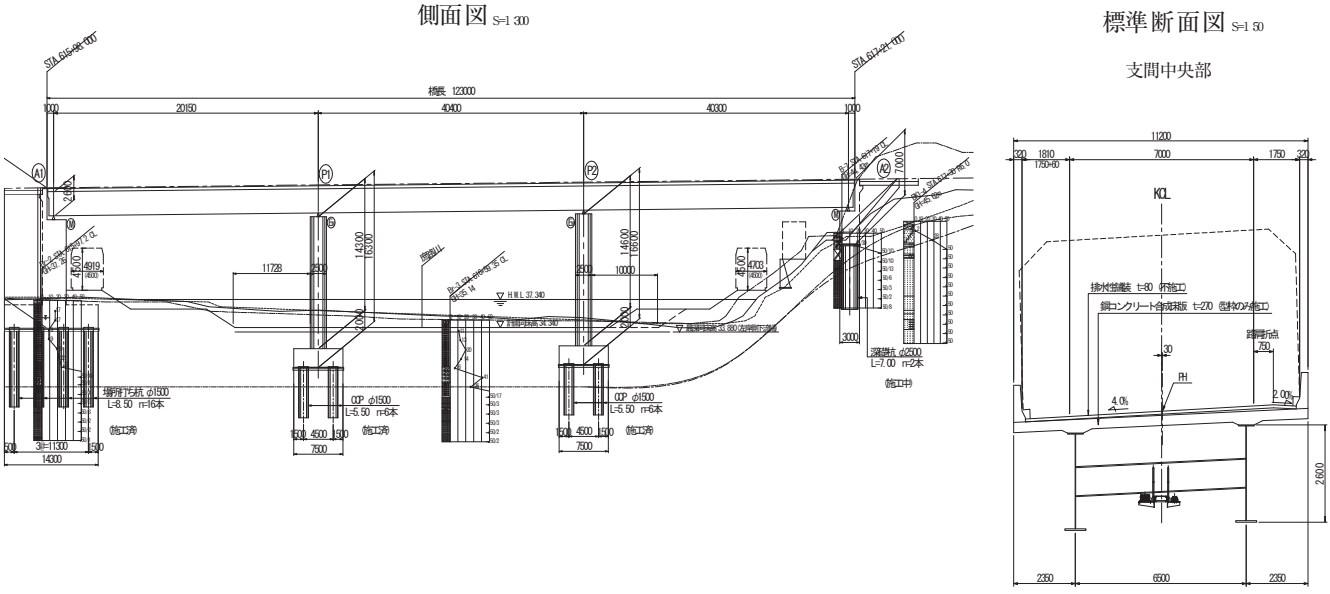
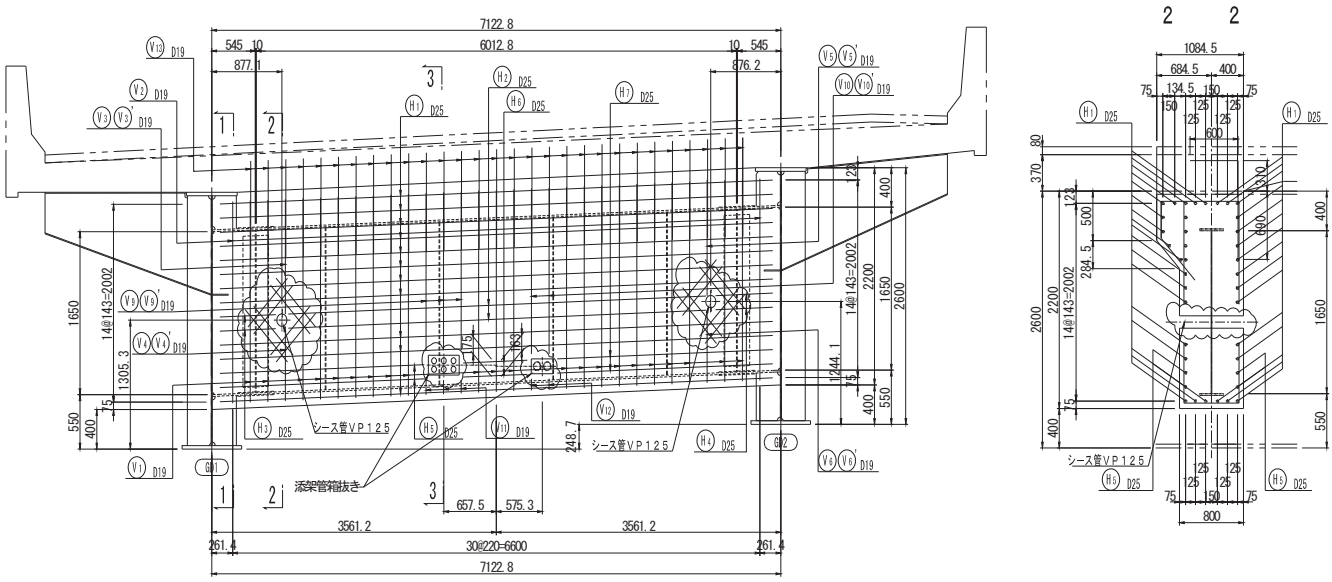


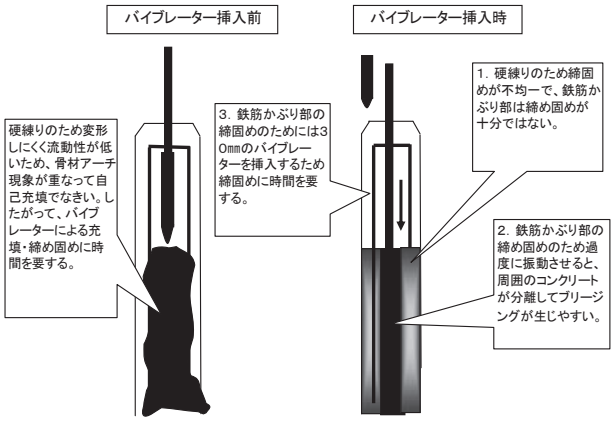
図-１　一般図



図−２　巻立て詳細図

①落橋防止装置や添架管の孔を補強する鉄筋が密集している（図－２）。

②Ｄ25の太径鉄筋が配置され、鉄筋間隔が狭い。そのため、普通のコンクリート（スランプ８ｃｍ）を打設すると、コンクリートの充填性に問題があり、充填不足によるジャンカの発生やバイブレーターのかけ過ぎによる材料分離、さらには充填性の難しさから起こる打設時間遅延によるポンプ配管の閉塞等が生じる恐れがあった（図－３）。



図−３　コンクリート打設詳細図

３．工夫・改善点と適用結果

前述のとおり、コンクリートの充填性に問題があるため、ワーカビリティーの改善を検討する上で下記に留意した結果、高機能ＡＥ減水剤（以下、高機能ＡＥ減水剤という。）を使用することにした。

１）道東地方の骨材事情は良質な骨材が確保できるため、高性能ＡＥ減水剤ほどの減水率の高い混和剤は必要ではない。（高性能ＡＥ減水剤の減水率22%、高機能ＡＥ減水剤の減水率17%）

２）ポンプ配管の閉塞を少なくするため、高機能ＡＥ減水剤により低粘性のコンクリートを打設する必要があった。

これを使用した結果は、次のとおりとなった。

①スランプを８ｃｍから12ｃｍに変更することができるため、コンクリートの充填性が改善され、充填不足によるジャンカの発生はなかった。

②スムーズにコンクリートを打設することができ、バイブレーターのかけ過ぎによる材料分離はなかった。

③コンクリート打設中のポンプ配管の閉塞はなかった。さらに、冬期施工のため防寒養生を行った結果、コンクリート強度は設計基準強度を満足し、良いコンクリートを打設することができた（図－４）。



図−4　巻立てコンクリート完了

4．おわりに

今回は、巻立てコンクリートの充填性を高めるため、高機能ＡＥ減水剤を使用して、良いコンクリートを打設することができた。しかし、今後はその地域の骨材事情により、高性能ＡＥ減水剤の方が有効な場合もあるので、生コン製造会社や施工業者及び発注者と協議して対策を講ずる必要があると再認識した。

今後は、この経験を生かし、さらなる技術力の向上を目指し、社会に貢献したいと思う。

45

品質管理

壁高欄コンクリートの品質向上対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　釧路製作所
工事グループ
大　野　　大
Hajime Oono

1．はじめに

本工事は、国道122号の交通渋滞解消と首都圏中央連絡自動車道（圏央道）開通に先駆け、菖蒲白岡ＩＣ（仮称）へスムーズにアクセスさせることを目的とした騎西菖蒲バイパスの橋梁工事で、その工事概要は下記のとおりである。また、標準断面を下記に示す（図―１）。

橋梁形式：鋼単純鋼床版箱桁橋
橋　　長：41.0m
支 間 長：38.6m
総 幅 員：26.0m
鋼　　重：515ｔ
活 荷 重：Ｂ活荷重
主な工種：工場製作工・輸送工・架設工・塗装工
　　足場工・地覆工・高欄工
※地覆・壁高欄コンクリート数量：58.16㎥

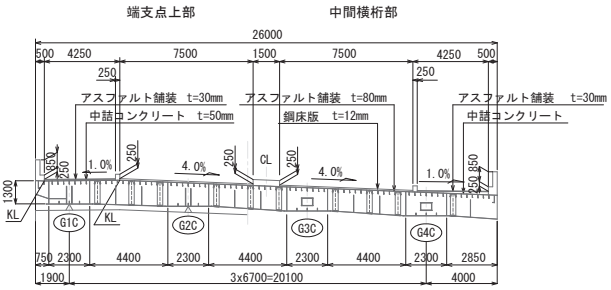


図-１　標準断面図（直角方向）

2．現場における問題点

本橋は、桁架設後に地覆・壁高欄コンクリートを鋼床版上に施工するため、コンクリートの乾燥収縮によりコンクリートに引張り応力が発生し、それが熱伝導率の異なる鋼板に拘束されるため、壁高欄コンクリートにひび割れ発生が懸念された（図－２）。



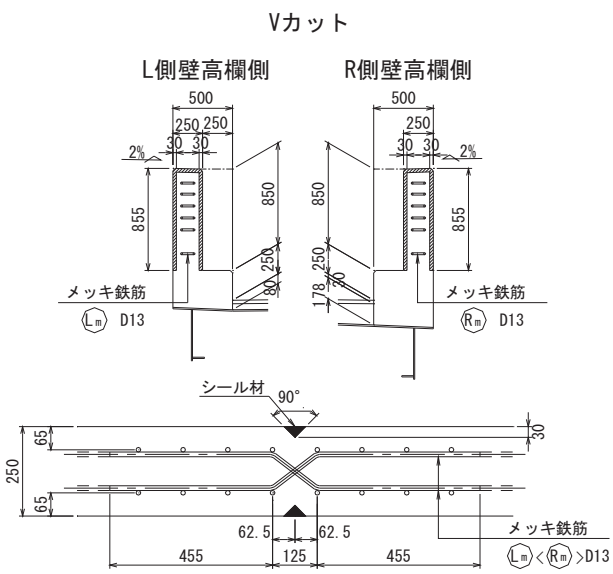
図-２　同伴による拘束

また、壁高欄コンクリートのように打ち込み箇所が狭く、鉄筋かぶりが小さい（最小45mm）場合に、設計スランプ８cmのコンクリートを打設するとコンクリートの充填不足やバイブレーターのかけ過ぎから起こる（材料分離による）ジャンカの発生、さらには充填性の難しさから起こる打設時間遅延によるポンプ配管の閉塞等の恐れがあった。

3．対応策・工夫・改善点・適用効果

前述の課題に対して検討した結果、下記事項を行った。

①コンクリートに高性能ＡＥ減水剤を使用して、スランプを８ｃｍから12ｃｍに変更し、ワーカ



図−３　誘発目地詳細図

ビリティーの改善と高性能ＡＥ減水材の特徴である高い減水作用により、単位水量を減らすとともに、ひび割れの抑制を図った。

②膨張材を使用して、ひび割れの抑制を図った。

③温度ひび割れを制御する対策として、誘発目地の追加を検討し、設計目地間隔10ｍに対して、約５ｍに変更した。

④軸方向の鉄筋が誘発目地部で縁切りとなるため、クロス鉄筋の追加を行った（図－３）。

⑤予定箇所にひび割れを確実に入れるため誘発目地の断面欠損率20％以上とした。

⑥クロス鉄筋は防錆処理されたメッキ鉄筋を使用した。

⑦打設前にコンクリートの試し練りを行い、所要の品質を確認した。

その結果、ワーカビリティーが改善され、コンクリート打設中のポンプ配管の閉塞はなくスムーズにコンクリートを打設することができた。

また、コンクリート打設後に調査を行った結果、コンクリートの充填不足や過剰締固めによる（材料分離による）ジャンカの発生や砂すじはなく、良いコンクリートを施工することができた（図－４）。



図−４　完成全景

４．おわりに

今回の施工では、壁高欄コンクリートの充填性を図るため、高性能 AE 減水剤の使用、さらには誘発目地を追加する等により、良いコンクリートを施工することができた。

今後においてもこれらの経験をもとに、コンクリートのひび割れ発生の原因究明と抑制対策を事前に検討し、社会から要求される高品質なインフラ整備に貢献していきたいと思う。

46

品質管理

排水性舗装における排水帯部分の表層の施工について

埼玉県土木施工管理技士会
三ツ和総合建設業協同組合
土木部
現場代理人
中村　誠
Makoto Nakamura

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：道路修繕工事（一般国道463号）
⑵　発 注 者：さいたま市南部建設事務所
⑶　工事場所：埼玉県さいたま市中央区鈴谷地内
⑷　工　　期：平成21年11月27日～
　　平成22年３月９日

冬期の夜間工事にて一般国道463号の排水性舗装の切削オーバーレイによる道路修繕工事を行った。

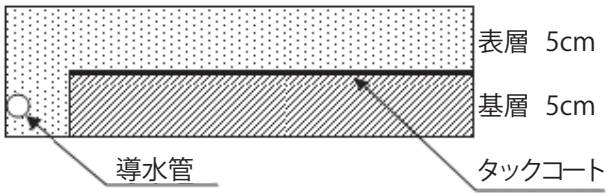
工事延長　L＝576m
幅　　員　W＝10m（片側１車線）
切 削 厚　t ＝10cm
舗装構成　表層　ポーラス As ⑬ t＝５cm
　　基層　粗粒度 As 改質Ⅱ型 t＝５cm
排水帯延長　L＝1,152m

2．現場における問題点

切削オーバーレイの施工手順は、施工区間を８分割にて行い、各区間切削 t ＝10cm を行い、基層及び排水帯を施工後、交通開放しました。８日間基層及び排水帯を施工後、ポーラス As による表層を３日間行いました。

前述の施工手順の理由は、１日で表層まで施工すると、表層での施工継ぎ目が、多数出来てしまい平坦性に影響を及ぼすため、今回の工事では、基層・排水帯完了後に表層の施工としました。

以上の理由により、基層と表層を別の日に施工することにより生じた問題点は、表層施工時、基層施工部分にはタックコート PK−4 ゴム入りを散布して施工することにより基層と表層のなじみは良くなりますが、排水帯と表層には排水機能確保のため、タックコートを散布出来ないので、排水帯と表層のなじみを良くすることが課題となった（図－１）。



図−１　排水帯部詳細図

3．工夫・改善点と適用結果

排水帯と表層のなじみを良くするために、排水帯部分のポーラス As を表層施工前に温めることとしました。冬期の夜間工事であり、表層施工直前に温めなければ、排水帯はすぐに温度が低下してしまうため、図－２の排水帯加熱機を作製しアスファルトフィニッシャーに先行して、表層施工



図−２　排水帯加熱機



図−３　排水帯加熱状況

直前に排水帯を温めました（図－３）。

表層直前に排水帯を温めたことにより、排水帯と表層をなじませることができ、表層施工完了後の現場透水試験でも排水帯の排水機能の低下はみられませんでした。

４．おわりに

今回の工事のように、現道での排水性舗装での道路修繕工事で、切削・基層・排水帯・表層を１日で行うことが困難な場合、排水帯と表層のなじみを良くすることが不可欠であり、今回の施工で排水帯を温めることは有効であり満足する道路修繕工事が出来たと思います（図－４）。

ただ、今回の排水帯加熱機は人力によるところが多々あり、温め過ぎてしまう懸念もあるので、次回同工事では排水帯加熱機を改良して、使用します。



図−４　完成全景

47

品質管理

縦断勾配大なるアーチ橋での合成床版の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社
現場代理人兼監理技術者
梅　林　栄　治
Eiji Umebayashi

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：林道郷原野呂山線（３号橋工区）
　　橋梁上部工事
⑵　発 注 者：広島県西部農林水産事務所
　　呉農林事業所
⑶　工事場所：広島県呉市郷原町野呂山麓
⑷　工　　期：平成20年10月１日～
　　平成21年11月30日

林道郷原野呂山線は、広島県の南部「戦艦大和のふるさと」として近年注目を集めている呉市の郷原町を起点とし、安浦町を経由して瀬戸内海国立公園の川尻町野呂山を終点とする、総延長7.7kmの２車線林道である。

３号橋（もみじ橋）は、深さ約90mの渓谷部に施工される橋長Ｌ＝214m（26.55m＋153.4m＋32.55m／アーチ支間長Ｌ＝143m）、幅員7.7m、縦断勾配6.0％の路線最大橋梁であり、橋梁形式は、渓谷部で経済性を発揮する「鋼上路式逆ローゼ桁橋」が採用されている（図－１）。

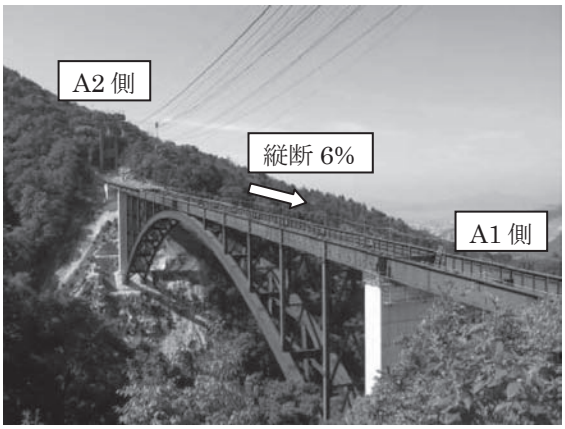


図-１　野呂山３号橋全景

鋼材は、ライフサイクルコストに配慮し桁・合成床版ともに耐候性鋼材を採用、橋梁の架設工法は、ケーブルクレーン斜吊り工法である。

2．現場における問題点

今回採用した合成床版は、型枠兼用の底鋼板とコンクリートをスタッドジベルで合成した床版で、幅7.7m奥行き2.4m重さ約５tのパネルを89枚設置しパネル同士の連結は高力ボルトを締付連結した。

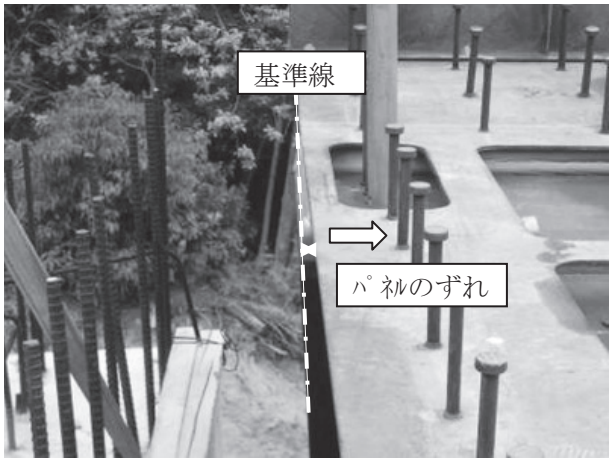
合成床版パネル架設計画は、荷取り場からみて奥側に位置するＡ２側より開始しケーブルクレーンを使用して順次Ａ１に向けて架設を行う計画とした。合成床版パネルの架設を開始してまもなく、前日架設した合成床版据付位置が10mm程度縦断勾配下流側に変位している現象が発覚した（図－２）。

3．工夫・改善点と適用結果

架設直後の合成床版パネルは、高さ調整ボルト４本で桁上面に搭載された状態であり、位置決め

を行った後、次パネルの架設を行った。桁から溶接・ボルト等により直接固定されていないことから、昼夜の気温差・日射による鋼桁変形等の要素に縦断勾配6.0%の据付条件から合成床版パネルが勾配下側にずれたものと推測された。

又、アーチ橋の特性として桁温の変化による鋼桁の伸縮動向が通常の桁橋と違い上下方向にも挙動し、アーチ中央部で設計温度（20℃）に対し±10℃の温度差で±27mmの変位があることも発生の要因と考えられた。

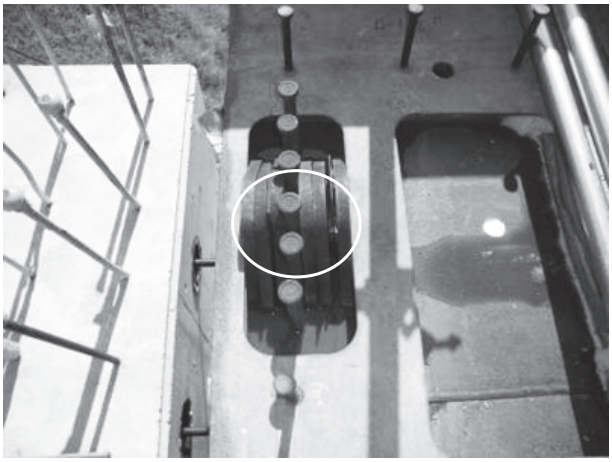


図−2　合成床版パネルずれ発生

変位した合成床版パネルはジャッキを使用し正規の位置に復元させたが、今後現場打ちコンクリートを打設し、桁と合成床版の一体化が図られるまでパネル変位の発生が予想されたことから、対策が必要となった。

直接鋼桁に拘束金具を溶接し堅固に床版パネルと桁を拘束すると、桁とパネルの温度伸縮量のわずかな相違から部材の破損・変形が考えられることから、既設スタッドジベルに鋼材を挟み込み遊びを持たせた拘束箇所を支点部とスパン中央部に設ける事で対処した（図－３）。

拘束鋼材は、異物のため床版内に残置出来ないことから、鋼材が設置されない区画の床版コンクリート打設後、拘束の必要が無くなった箇所から、順次撤去した。



図−３　合成床版パネル拘束鋼材配置状況（○部）



図−４　工事完了

４．おわりに

今回の事例は、あまり実績のないアーチ橋＋合成床版の組合せ、縦断勾配大等の諸条件が重なり事前検証にて要因を消しきれていないために発生したものである。

今後同様な事例が発生すると思われる縦断勾配大のランプ橋、曲率の大きい曲桁橋、アーチ橋については今回の事例を先例として入念に拘束設備を計画する必要があると思われる。

48

品質管理

極小曲線桁橋における支承据付精度の確保

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
中　尾　祐　一　郎○　　荒　井　正　俊　　愛　敬　浩　明
Yuichiro Nakao　　Masatoshi Arai　　Hiroaki Aikei

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：東名高速道路（改築）
　　海老名北ジャンクション
　　Ｅランプ橋他１橋(鋼上部工)工事
⑵　発 注 者：中日本高速道路株式会社 東京支社
　　厚木工事事務所
⑶　工事場所：神奈川県海老名市社家地内
⑷　工　　期：平成20年７月８日～
　　平成23年３月24日

海老名北ジャンクションにおけるＥランプ橋およびＡランプ橋の橋梁上部工事（工場製作、輸送、架設、床版および橋面）を施工するものであり、主構造は鋼重の削減に貢献できる開断面合成箱桁（図－１）の溶接継手構造である。

・Ｅランプ橋（鋼５径間連続開断面合成箱桁橋）
・Ａランプ橋（鋼５径間連続開断面合成箱桁橋）

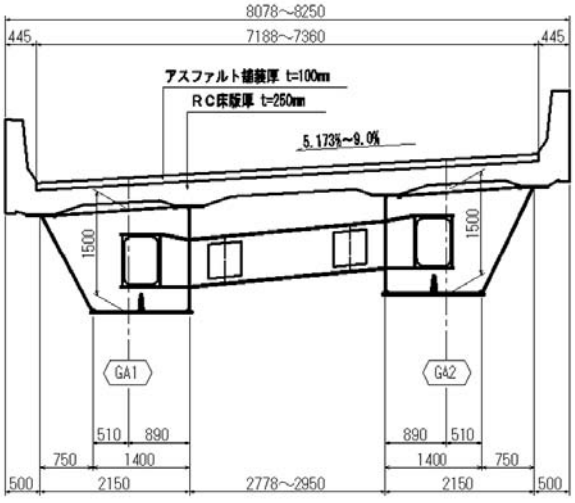


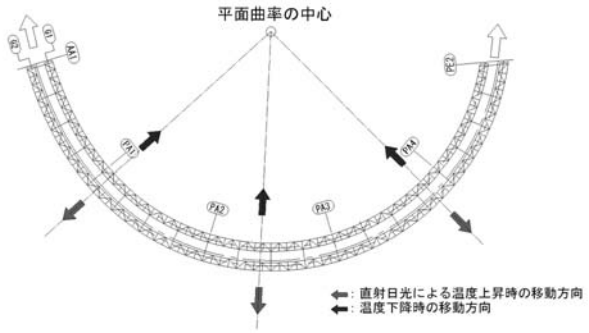
図-１　主構造断面図（Ａランプ橋）

2．現場における問題点

架設完了後の支承位置（無収縮モルタル打設前）は、極小曲線桁（最小値Ｒ＝60m）により日照や気温の影響で橋軸方向だけではなく橋軸直角方向へも変位する。特に橋軸直角方向への変位が大きく、支承据付位置の変位や無収縮モルタルの品質に影響を与えるおそれがあるため、支承の据付精度を確保することを課題とした(図－２、３)。



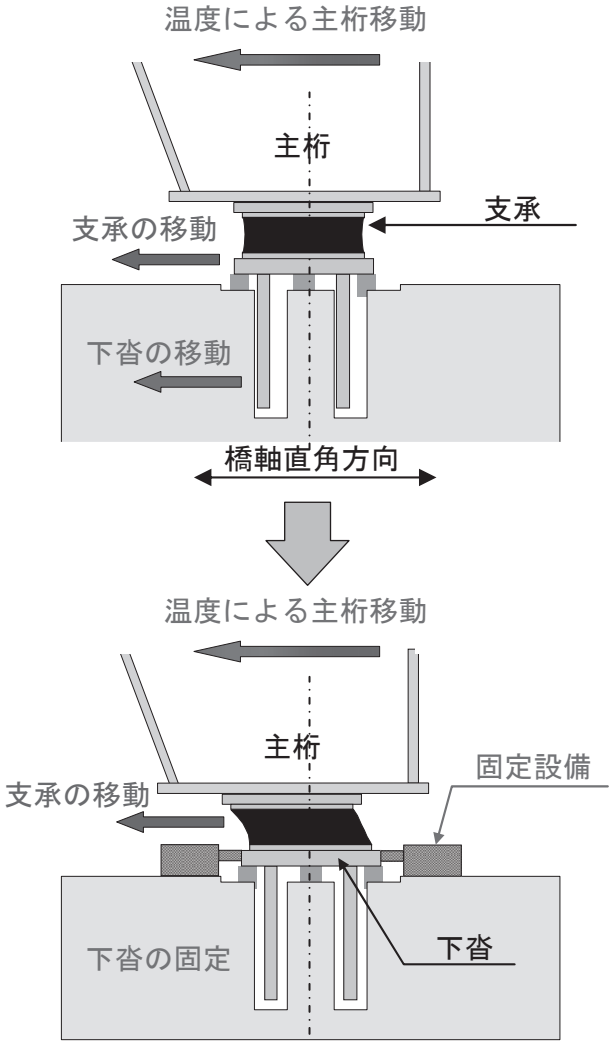
図-２　全景



図−３　温度による主桁移動方向

３．工夫・改善点と適用結果

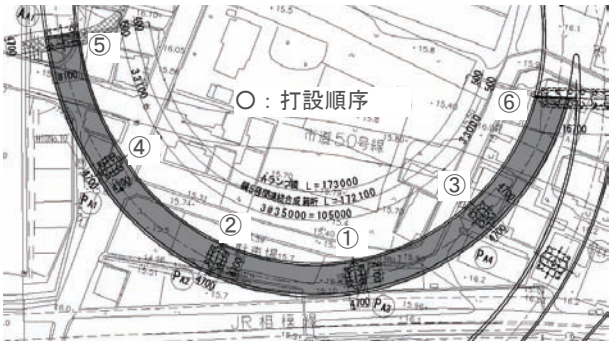
極小な曲線半径の桁は、日照や気温により面外方向に移動するため、橋軸直角方向への移動を防止する固定設備を下沓に固定（図－４）することで、気温の上下に関係なく支承据付精度を確保し、主構造の平面位置のズレを防止することとした。



図−４　固定設備による支承の固定

また、無収縮モルタル打設順序を橋脚中央部から外側とする（図－５）ことで、架設精度に影響のないよう支承の据付を行った。

以上のような支承据付を工夫することで、極小曲線桁の温度変化による支承位置の変位を防ぐことができた。



図−５　無収縮モルタルの打設順序

４．おわりに

今回の施工では、極小曲線半径による面外方向への桁の温度伸縮に着目し、支承の仮固定による据付精度の確保対策を行った。これにより、無収縮モルタルの品質も確保されたため、精度良く支承を据え付けることができた。

また、ランプ橋等極小曲線となりやすい鋼上部工の支承の据付は、橋軸方向だけの桁の伸縮だけではなく、橋軸直角方向の移動も考慮する必要があり、その対策をあらかじめ行うことで、狭隘な支承据付箇所での施工性や品質が向上できると思われる。

49

品質管理

海岸鉄筋構造物の鉄筋防錆対策

広島県土木施工管理技士会
株式会社　岡本組
監理技術者
渡　辺　　修
Osamu Watanabe

1．はじめに

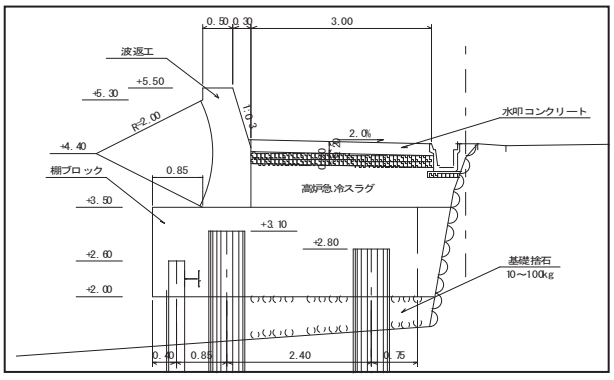
この工事は、海岸保全工事で鋼管杭基礎の上に棚ブロック（鉄筋コンクリート構造)、波返工を施工するものである。

棚ブロックは１ブロック当たり、幅4.40m、長さ12.0m、高さ1.50m（構造下端＋2.00、上端＋3.50)、鉄筋量はD13～D16約２ｔで、潮待ちでの施工となる（図−１　標準断面図)。

工事概要

⑴　工 事 名：地方港湾竹原港港湾海岸保全工事
⑵　発 注 者：広島県西部建設事務所
⑶　工事場所：広島県竹原市吉名町沖辺地区
⑷　工　　期：平成22年10月５日から
　　平成23年３月11日

・工事延長　L＝81m

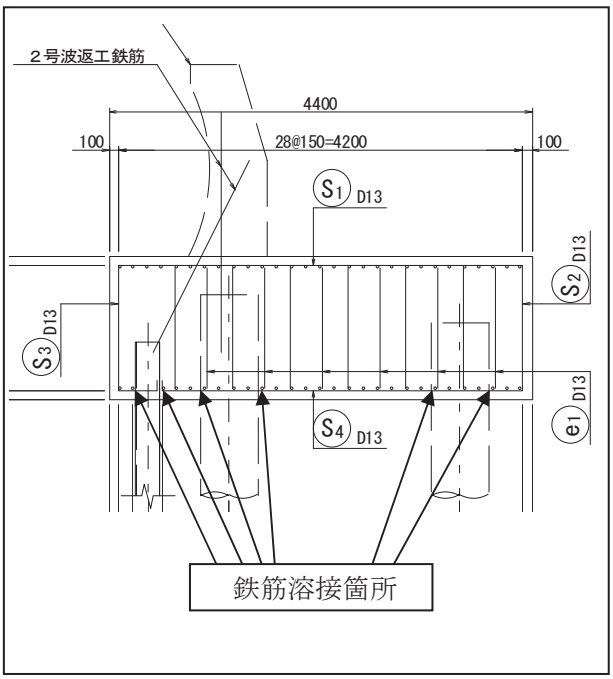


図−１　標準断面図

・鋼管杭打設 N＝４本　・鋼矢板打設 N＝39枚
・棚ブロック　N＝３基　・波返工L＝68.9m

2．現場における問題点

鉄筋組立の開始から生コン打設までの間に、鉄筋が海水に浸かることとなり、１日にして真っ赤に錆びてしまうことが想定された。１回の潮待ちで鉄筋組立を終え、更に生コン打設まで完了することができれば施工段階での錆の発生は防げる。しかし、鉄筋組立の大部分が鋼管杭、鋼矢板に溶



図−２　配筋図

接固定する仕様となっていて大変手間がかかるため、どうしても海水に浸かってしまう（図−２　配筋図）。また、作業員を増員しても狭い区間なので作業効率は上がらない。

エポキシ鉄筋の使用を検討したが、鉄筋組立を開始してから生コン打設までの２、３日の養生のためだけに使用するのは経済的に得策ではないと考えた。施工性、経済性、効果の確認方法など総合的に判断し、鉄筋養生する方法を検討する必要があった。

３．工夫・改善点と適用結果

入手が容易で誰でも塗布できる、コンクリートの付着を阻害しない鉄筋防錆剤を使用した（図−３　防錆材料）。



図−３　防錆材料

現場で使用する鉄筋への防錆剤塗布に先立ち、防錆効果を試験した。防錆剤を刷毛で均一に塗布し自然乾燥させた鉄筋と、何も施していない鉄筋を用意し、潮の干満が繰り返されるところに、３日間放置した。防錆剤を塗布した鉄筋に錆は発生しなかったが、何も施していない鉄筋は全体が赤く錆びていた。

試験結果から防錆効果が確認できたので、実際に使用する鉄筋に塗布することにした。まずは切断加工を行い、直部材の状態で、全ての鉄筋を刷毛で丁寧に塗布した（図−４　塗布状況）。その後、曲げ部材を加工し、曲がり部分を更に塗布した。実際の施工では、鉄筋組立を開始し生コン打設を完了するまでに、潮の干満を６回受けたが、生コン打設直前において、錆の発生は見受けられなかった。



図−４　塗布状況

４．おわりに

今回の工事では、棚ブロックの総鉄筋量は７t程度であるが、細径でかつ溶接箇所が多いことから、施工に時間がかかることが問題であった。可能であれば、組立後、直ちに生コン打設を行いたいところだが、配筋検査等の関係からも難しいことが多い。今回の現場で効果については確実に確認できたので、今後も海岸工事では使用しようと思う。

16リットル缶２缶と塗り手間で約120,000円かかったが、後から真っ赤に錆びた鉄筋を見て慌てるよりはよかったと思う。塗布方法については、噴霧器の使用も考えたが、材料ロスの発生や、塗りムラを考慮し、数量も少ないことから刷毛塗りとした。また、海岸工事以外でも曲げ加工した部分だけでも塗布しておくと、かなりの効果があると思われる。

50

品質管理

複合ラーメン橋工事方法の工夫

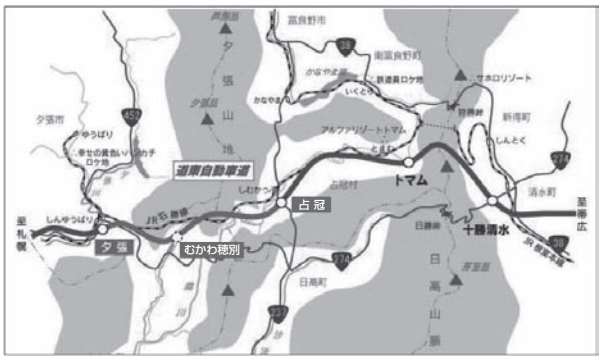
日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　横河住金ブリッジ

飴　谷　　聡○　　石　丸　星　人
Satoru Ametani　　Hoshito Ishimaru

1．工事概要

⑴　工 事 名：北海道横断自動車道
　　鵡川橋（鋼上部工）工事
⑵　発 注 者：東日本高速道路株式会社
　　北海道支社
⑶　工事場所：北海道勇払郡むかわ町長和地先～
　　占冠村ニニウ
⑷　工　　期：平成19年９月21日～
　　平成22年11月３日

札幌と帯広を結ぶ北海道横断自動車道（道東道）の建設事業の一環であり、当社工事範囲はむかわ穂別～占冠間の橋梁工事である。



図−１　位置図

2．現場の特色

本工事区間は、道内でも自然環境の豊かな山岳ルートとして知られ、現場までのアクセス面では非常に不利な条件であった。このため資機材の調達、人員輸送等の面で大変苦慮することとなった。

鵡川橋については、８径間の連続ラーメン橋であり、桁下空間が30m、橋梁へのアプローチは全て桁下ヤードとなる。

3．本工事の特徴

主桁をＲＣ橋脚に直接支持させる既往の構造と異なり、柱頭部横梁にて張り出し支持される構造であるため、剛結部においては、天板を要する閉断面構造が採用された。

また、架設方法については、経済的な施工を考慮し、張り出し架設方法を選択した。

⑴　剛結部に関する工事方法の特徴としては、次の通り。

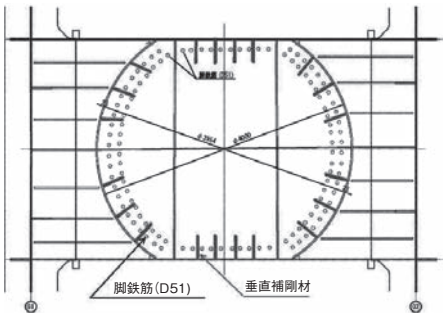
①閉断面構造であることから、剛結内部へのコンクリート充填には、締め固め不良や空隙を防ぐため高流動コンクリートを使用した。また、分離抵抗を図るために増粘材を添加することとした。

②充填性を確認するため、剛結部天板に空気抜き孔（Φ14）を設置し充填状況を視認出来るように配慮した。

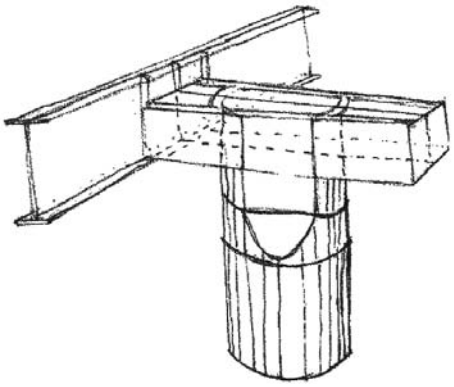
③事前に橋脚鉄筋の平面位置計測を行い、垂直補剛材と干渉しない様に製作する事で、現場の施工性を確保した。

表−１　高流動コンクリート配合

材例28日における圧縮強度（N/mm²）		30
粗骨材の最大寸法	（mm）	25
スランプフローの範囲	（cm）	65±10
空気量の範囲	（%）	5.0±0.5
水結合材比	（%）	42.5
細骨材率	（%）	55.0
単位量（kg/m³）	セメント	380
	水	170
	細骨材	977
	粗骨材	817
	高性能AE減水	9.2
	膨張剤	20



図−２　剛結部平面図



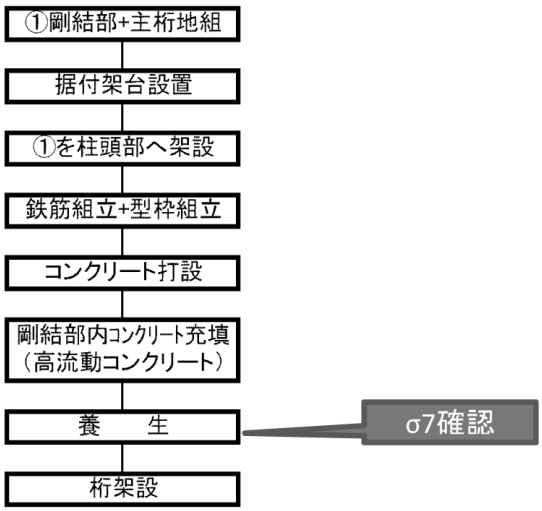
図−３　剛結構造イメージ図（G１桁のみ表示）

④孔明き鋼板ジベルを採用し、主桁より横梁を介して、剛結部に入った断面力を、RC 橋脚へ円滑に伝達する構造とした。

⑵架設方法としての特徴は、次の通り。

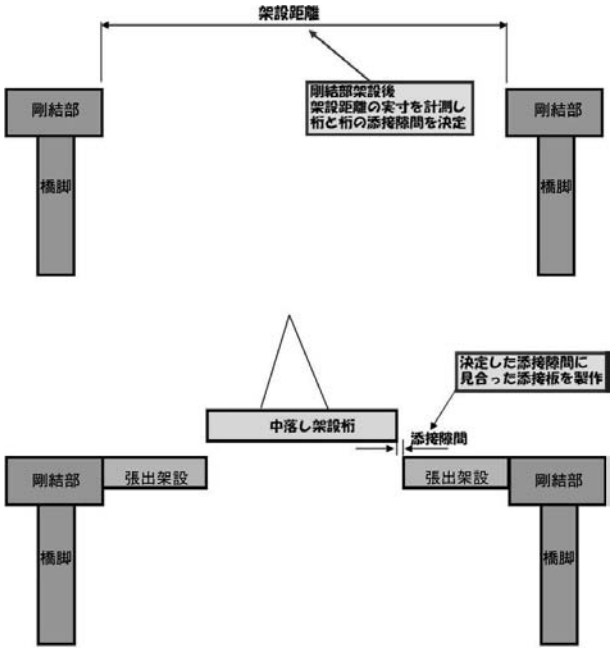
架設方法については、桁下ヤードが使用できることと、工程短縮等の条件より、全径間クレーンベント工法を採用した。その順序については、橋脚柱頭の剛結部を先行架設した後コンクリートを充填し、中央径間における架設を行った。

①充填したコンクリートが若材齢時に、桁の温度変化による伸縮影響を受けないように、コンクリートを十分養生し、所定の強度が発現したことを確認後、架設を行うこととした。
以下に、施工手順のフローチャートを示す。



図−４　施工手順

②桁架設については、剛結部より桁を張り出し架設した後、中央部の桁を落とし込み架設した。スパンの調整として剛結部施工後の支間実測結果より主桁継ぎ手部の添接隙間を決定し、工場製作に反映させた。



図−５　架設要領図

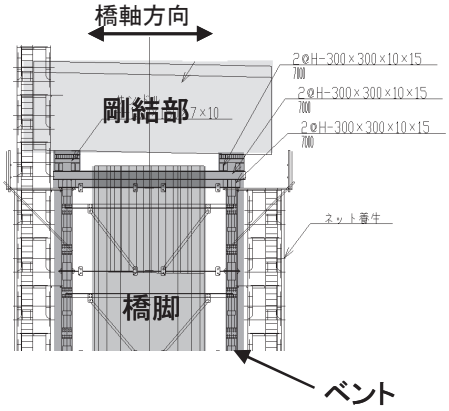


図−6　中央径間架設状況



図−8　剛結部据付状況

③施工途上の剛結部の安定及び据付精度の向上を目的に、橋脚柱頭部に設置した据付架台に加え、各橋脚を挟み込む様にベントを作成し、剛結部を四点支持することとした。



図−7　橋脚剛結部側面図

4．結果・総評

・橋脚鉄筋の事前計測及び剛結部を先行施工することで、下部橋脚との施工誤差（ズレ）が解消出来た。
・高流動コンクリートについては、自己充填の観点から、施工性に優れ、作業人員を減少させることが出来た。
・中落し架設桁長の調整を、添接板で行ったことにより、調整桁が不要となり、工程短縮・輸送及び重機費用の削減を図ることが出来た。

51

安全管理

今まで経験のなかった工事の安全対策について

㈳北海道土木施工管理技士会
株式会社 高木組
現場代理人
三　好　秀　明
Hideaki Miyoshi

1．工事概要

既存鋼管矢板岸壁の防食対策として電気防食（AL 合金陽極）205個の取付、ペトロラタムライニングによる被覆1,077㎡施工を潜水作業を主として行うものである。

当現場のように主たる作業が、水中部分のみというような工事は今まで経験がなく、『潜水士の健康管理及び作業の安全性確保、効率アップがどこまで出来るだろうか？』ということを念頭に現場の運営を行った。

2．現場における問題点

①重要港湾内の既存施設維持補修工事であるため、大型貨物船、フェリー、自衛艦、レジャーボート等が頻繁に往来している。

②施工箇所が一般開放された公園施設を有する岸壁であるため、第三者災害発生の可能性がある。

③潜水士による作業が主となるため、彼らの日々の健康状態の把握が肝要である。

④地震、津波等、自然災害時への対応が最重要課題となる。

3．対策

①工事施工前及び、施工中に定期的な工程打合せを行い作成した短期工程表を各関係機関に提出し、工事作業状況の周知を行った。

尚、貨物船・フェリーは、入出港予定表を入手して作業打合せ・朝礼時に周知を行い接触等の事故防止に努めた。

又、近くに船舶ドックがあり、不定期で自衛艦のソナー検査を行っていたため、ソナーによる潜水士への影響を考慮し、船舶ドックの担当と工事施工時間及び、ソナー検査実施時間の調整を行い、ソナー検査中の潜水作業は中止するようにした。

レジャーボート等の個人所有船については、入出港の時間が把握できないため、工事施工箇所に、ボンデンによる施工範囲の明示と、『潜水中』（図−1）の看板を設置し注意喚起を図った。



図−1　潜水作業中明示看板

②当日及び、翌日の工事施工箇所を明示した案内看板（図−2）を起終点に設置し、公園利用者



図−２　工事施工箇所明示看板

への注意喚起、協力を仰ぐようにした。

③潜水士の健康管理及び作業予定の確認を兼ねて個人ＫＹ活動表を始業前に記入してもらうようにした。

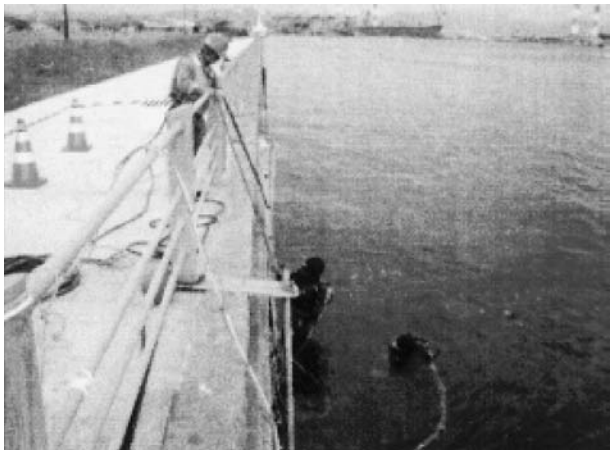
毎月の安全教育訓練等を利用し、インターネットの『健康チェックリスト』等も使用、一人一人の健康状態の把握を簡易的に行い、個人個人が食生活・睡眠時間・運動などの健康状態を意識できるような体制を作り、その推進を実践した。

④緊急時の災害対策として、災害発生時の連絡系統図を使用した避難訓練（図−３、図−４）を実施することにより、連絡体制、避難経路（市指定避難所)、避難所要時間の確認を行うと共に、その結果を踏まえた避難計画書を、安全掲示板に掲示し、災害時への対処に備えた。

４．結果

①大型貨物船、フェリー、自衛艦、レジャーボート等に関わる苦情や事故は発生しなかった。

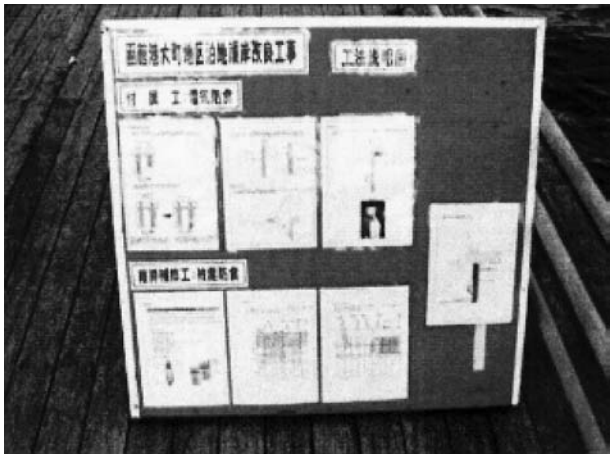
②施工は潜水士により行われる水中での工事で



図−３　避難訓練時避難状況



図−４　避難訓練時避難完了状況



図−５　工法説明看板

あったため、一般の方から「何の工事をしているのですか？」というようなことをよく訊かれたこともあり、工法説明看板（図−５）を設置したところ、大変興味を持って頂き好評であったことも、公園利用者への注意喚起に少なからず役立ったのではないのかと思っている。

③潜水士の当日の作業内容の把握と当日の健康状態の確認を行い、適正な作業配置を行うことにより、作業の効率化や潜水士の安全意識の向上が見られた。

④避難訓練開始時は、各人潜水服での避難等に抵抗があったようだが、訓練終盤の反省会実施時には、訓練の意義・重要性を十分理解してもらえたようで、避難方法の改善点から普段の現場内整理の重要性に至るまで、多様な意見が出されたことを考えると、十分な成果が得られたものと考えている。

5．おわりに

大過なく工事を完成させることが出来ましたが、どのような工事でも、第三者との関係、作業者の安全衛生管理、関係機関との打合せが重要な要素なのだなと改めて感じました。

今後も各外部機関等による講習等を活用しながら、もっともっと有意義な安全衛生管理活動を実行しつつ、自分を含めた現場に携わる者の更なるスキルアップを図っていきたいと思います。

52

安全管理

線路近接工事における列車防護

佐賀県土木施工管理技士会
株式会社 中野建設
現場代理人
古　賀　　了
Satoru Koga

1．はじめに

当現場は、国道207号線と国道444号線が重複する区間（杵島郡白石町と鹿島市との市郡境）に位置します。１日の交通量が２万５千台以上と多く、佐賀県と長崎県を結ぶ重要な国道であります。

今回の工事はその国道を長崎本線（単線）が横断している踏切を切除し、一旦停止による交通渋滞の解消と踏切での事故をなくすことを目的とした工事であります。図－１に位置図を示す。



図−１　位置図

工事概要

⑴　工 事 名：工所担20−81406
　　肥前竜王・肥前鹿島間原田
　　Bo 下部工新設他
⑵　発 注 者：九州旅客鉄道株式会社
⑶　工事場所：杵島郡白石町坂田地内
⑷　工　　期：平成21年２月２日～
　　平成21年10月１日
⑸　工事概要：
　　鉄筋コンクリート橋脚　２基（Ｐ３，Ｐ４）

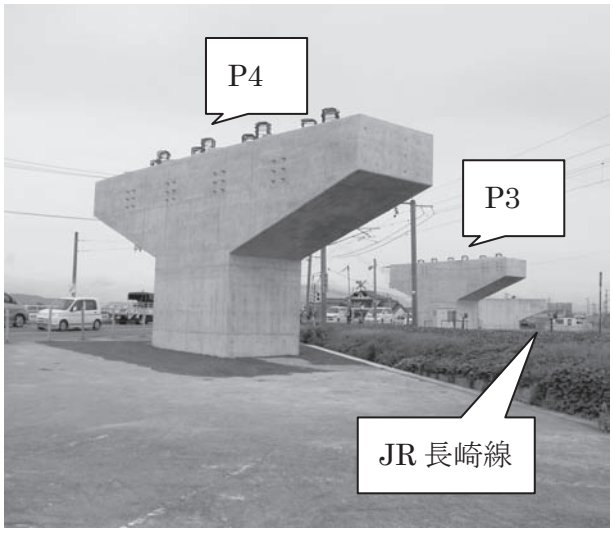
（内訳）

Ｐ３橋脚

仮締切工
（鋼矢板Ⅲ型Ｌ＝6.0m～7.5m）　100枚
地盤改良工
（高圧噴射撹拌工 φ2.0mL＝1.5m）　35本
場所打杭工
（オールケーシング φ1.0mL＝41.0m）　11本

Ｐ４橋脚

仮締切工
（鋼矢板Ⅲ型Ｌ＝7.5m）　100枚
地盤改良工
（高圧噴射撹拌工 φ2.0mL＝1.5m）　35本
場所打杭工
（オールケーシング φ1.0mL＝43.0m）　11本



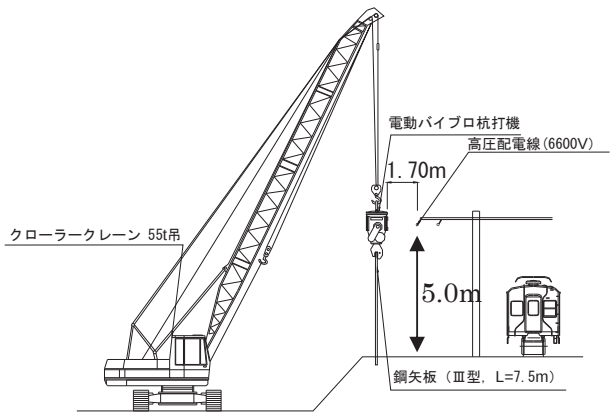
図−2　JR 線近接状況

2．現場における課題・問題点

当現場は、長崎本線の線路に近接しての工事であり、常に列車の往来があり、列車運転に支障をきたさない様施工しなくてはならなかった。そのため現地の照査を行い計画を立てた。

①Ｐ３橋脚の鋼矢板施工時において高圧配電線（6, 600V）が上空にあり、バイブロハンマーで施工した際、JR 規定の2.0m の離隔が取れない（図－３）。

②有明海に近いこともあり軟弱地盤であるため、当初設計の電動式バイブロハンマー（60KW）では起動時、停止時には地盤の共同振動が発生するため、軌道への影響が考えられる。

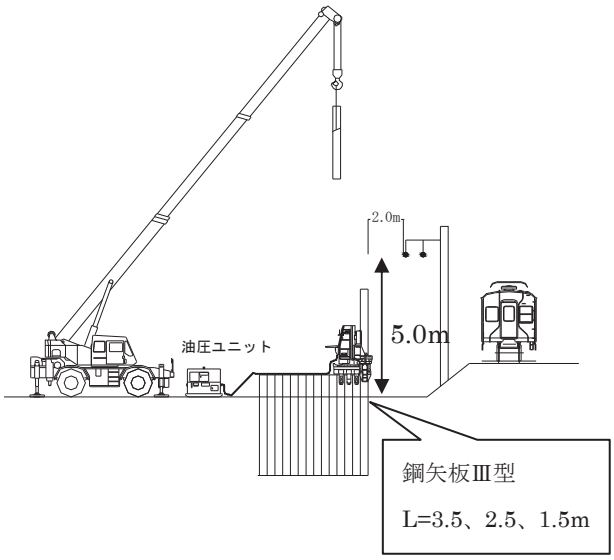


図−3　鋼矢板打設図（バイブロハンマー）

3．対策・工夫

①夜間の起電停止時に作業を行なう検討をしたが、起電停止の予約がとれず夜間作業での計画を断念し、昼間の作業で行なう方向で検討を行なった。

まず鋼矢板の長さの検討を行なった結果、地上から高圧配電線までが5.0m であり、L＝7.5m の矢板では、吊込みの際、鋼矢板が倒れる可能性があり、その場合高圧配電線に掛かる恐れがあるため、３分割の継矢板に変更をした（L＝7.5m＝3.5m＋2.5m＋1.5m）（図－４）。



図−4　鋼矢板打設図（サイレントパイラー）

また、触れた場合のことを想定して、高圧配電線に防護管の設置を行なってもらった（図－５）。

②無騒音、無振動の超高周波バイブロ工法（パルソニック工法）で検討したが、２.①の離隔をクリアできないので、油圧式杭圧入引抜機（サイレントパイーラー）に機種の変更を行なうことにした（図－６）。

軌道の変位管理については、レール計測専用の計測器具が必要であり、また、レールの計測結果が列車に重要な影響を与えるため、専門業者に依頼し計測作業を行なった（鋼矢板、地盤改良、杭基礎、根掘時）。



図−５　高圧線防護



図−６　鋼矢板打設状況

４．おわりに

列車に近接しての施工であったが、列車を止めることもなく、無事故無災害で竣工でき良かったと思います。当初心配していた施工中の軌道の変位は、許容範囲内（11mm 以内）に抑えることが出来ました。

今後も、他工事においても今回の経験を生かし、活用していきたいと思います。

53

安全管理

プレテンション T 桁における転倒防止対策

東京土木施工管理技士会
株式会社　日本ピーエス
現場代理人　米　倉　宣　行○　Nobuyuki Yonekura
設計担当　日　比　野　弘　樹　Hiroki Hibino

1．はじめに

本工事は、１号静清バイパスの４車線化を進めるための２期線工事である。すでに供用中の１号静清バイパス（１期線）と、民家との間に挟まれた現場であり、主桁架設時の安全対策が求められた。クレーンの転倒防止や、架設中の資材の落下物防止など対策が施されたが、本報告はその中の１つとして、主桁の転倒防止対策についてまとめたものである。

工事概要

⑴　工 事 名：１号静清千代第２高架橋PC上部工工事

⑵　発 注 者：国土交通省中部地方整備局

⑶　形　　式：プレテンション方式 PC3･8･8･4 径間連結 T 桁橋

⑷　橋　　長：423.5m



図−１　完成写真

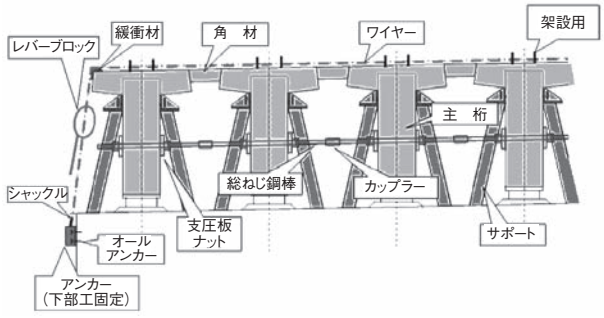
2．主桁の転倒防止対策

⑴　鋼棒を使用した桁連結による転倒防止対策

各径間２本目の架設以後、端支点横桁部の横締め孔に総ネジ鋼棒（φ26）を通し、桁相互を連結させる方法である。この方法により、桁相互間の剛性が強くなり、振動によるずれなどの外力に対する抵抗が高まることで、主桁の転倒を防止することができる。

またこの対策以外にも、「パイプサポート」による支持、「ワイヤー」による固定を併用することで、より安全に施工をすすめることができた。

図－２に概要を示す。



図−２　鋼棒を使用した転倒防止対策

⑵　ワイヤークリップを併用した転倒防止対策

主桁の床版側面（間詰め部）に埋設した鉄筋をワイヤークリップにて固定し、桁相互の連結を図ることで、横組施工時における転倒防止策においても安全性の向上を確保することができる。

固定箇所は、１径間１間詰め部あたり両支点・中央部の３箇所とした。また角材を両支点の間詰め部に設置することで、間詰め遊間の確保に努めた。図－３に施工状況を示す。

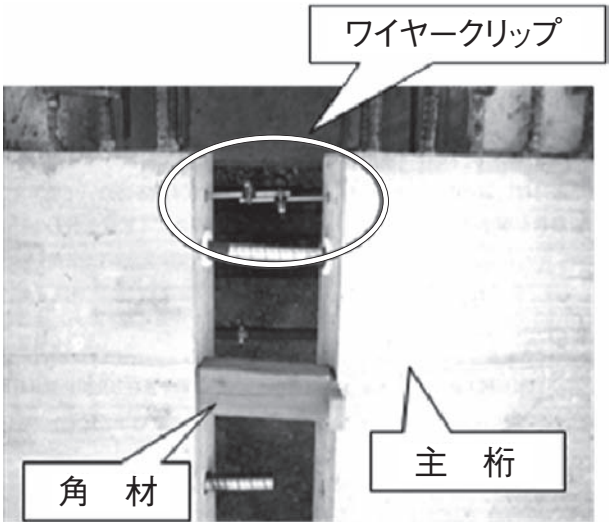


図-３　ワイヤークリップを併用した転倒防止対策

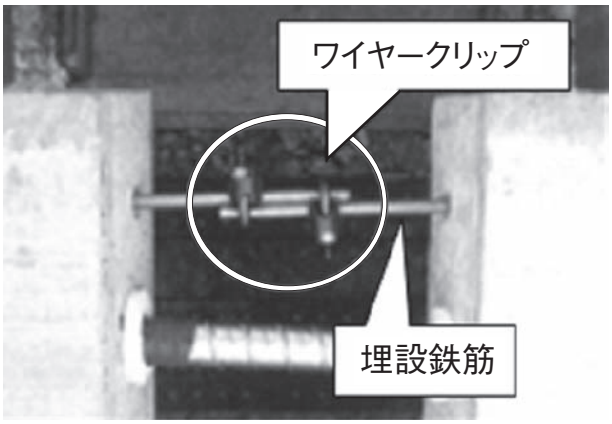


図-４　詳細部分写真

⑶　橋軸方向の桁遊間の確保

図－５に示すように、橋軸方向の桁遊間に木製のキャンバー材を打ち込み、所定の遊間を確保するものである。本現場においてスライド沓を使用していたことから、振動や温度変化による主桁の移動量が大きくなると予想されたため、この方法は、主桁の橋軸方向の動きを制御するのに有効であった。

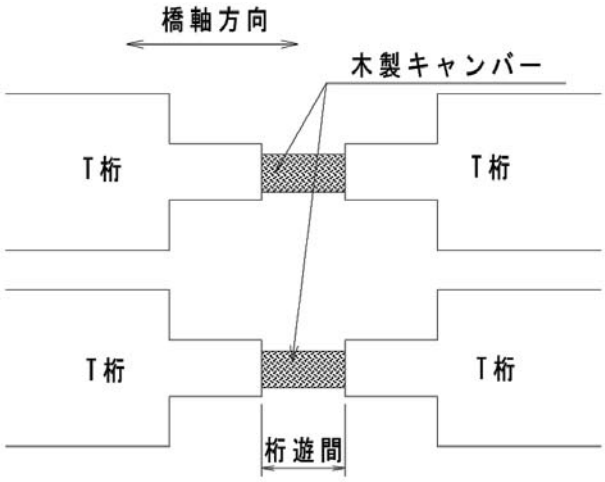


図-５　木製キャンバー材による桁遊間確保

３．転倒防止対策の問題点

端支点横桁および連結部施工時は、型枠・鉄筋組立をおこなうに際し、鋼棒連結とパイプサポートによる転倒防止装置を撤去する必要がある。パイプサポートについては再設置も可能であるが鋼棒についてはこの段階で順次取り外していく。今回の対策で、鋼棒による転倒防止策への依存度が大きいと認識されたことから、この状況は大きな不安要素の１つとなった。

４．現場での対応策

この状況を解決すべく現場においては、鋼棒連結に代わるものとして次の対策を実施した。横桁組立用として埋設されているインサートに全ネジボルトを取り付け、桁相互を鉄筋およびワイヤークリップにて連結させるものである。この方法により、鋼棒連結撤去後の主桁移動などもなく、安

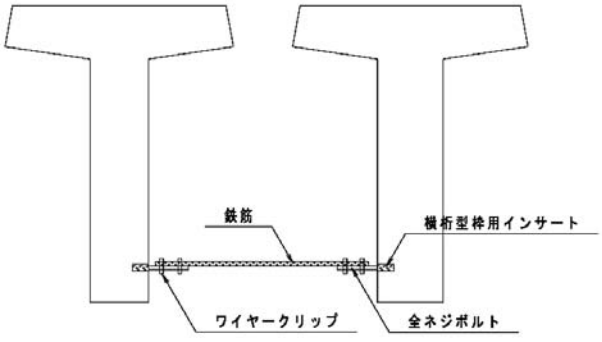


図-６　現場での対応策

全に施工をすすめることができた。

5．おわりに

主桁架設直後の平成21年８月11日午前５時07分、当現場の所在する静岡市内で M5. 0の静岡沖地震が発生した。架設直後の PC 桁が、水平方向への変位やストッパーとの干渉による破損が発生したが、主桁の転倒は発生しなかったことから、上記の転倒防止対策が有効に機能したと考える。

そして各々の防止策が、「フェイルセーフ」としての役割を担うことで施工をより安全にすすめることができた。

54

安全管理

鋼桁架設時のベントの転倒に対する安全対策

(社)北海道土木施工管理技士会
株式会社 釧路製作所
現場代理人
伊　藤　英　樹
Hideki Itoh

1．はじめに

本工事はサンルダム建設に伴う現道付替工事の一部をなす鋼橋上部工である。工事概要は以下のとおりである。

工事概要

⑴　工 事 名：道道下川雄武線付替改良７号橋上部工事
⑵　発 注 者：北海道開発局　旭川開発建設部
⑶　工事場所：北海道上川郡下川町珊瑠地内
⑷　工　　期：平成20年10月24日～
　　平成22年11月30日
　　橋梁型式：８径間連続非合成少数鈑桁橋
　　橋　　長：397m　鋼重：1,426ｔ　総幅員：14m

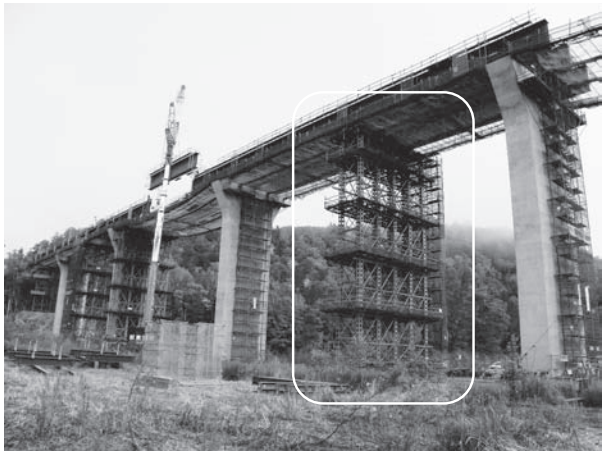
本工事の特色は、架橋位置が山間部に位置し、橋桁の架設は地上高30mの高所で行う架設工事である。

また、架設工法はベント・クレーン工法であり、ベント基礎型式は鋼板基礎である。

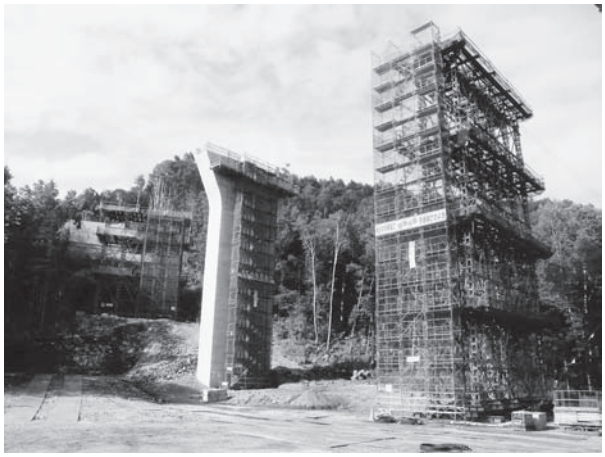
2．現場における問題点

現場条件よりベントの高さが30m近いハイベント構造となる事からベントの転倒に対する検討を十分に行う事が安全管理上重要であった。

ベントの転倒に対する照査はベント設計用の自社プログラムにより行うが、その場合ベントに荷重が載荷する桁架設状態で照査を行うのが通常である。また、この場合ベントの転倒は橋軸直角方向（ベントの側面方向）に対する検討となる（図－１）。



図−１　桁仮設状態のベント

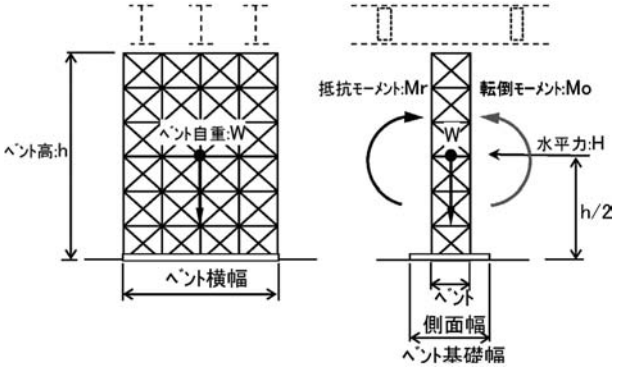


図−２　桁仮設前、自立状態のベント

しかしながら今回のようにベント高が非常に高い場合は、ベント設置から桁架設までのベントが自立状態での検討が必要であった。この場合、橋軸方向への転倒の危険性があり桁架設までの間、かなり不安定な状態となる（図－２）。

３．工夫・改善点と適用結果

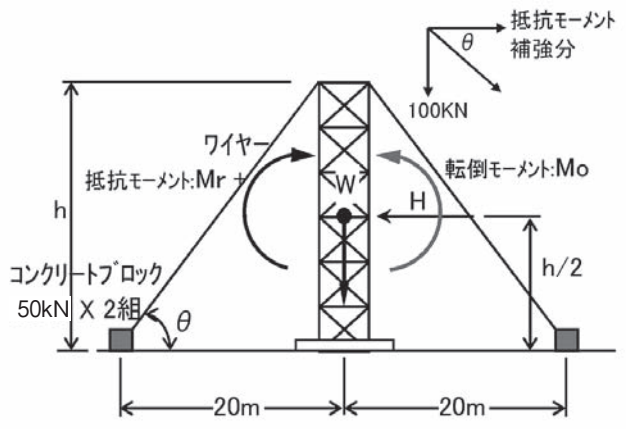
ベントが転倒する要因としては常時の場合、ベント設置箇所の地盤の支持力やベントに作用する水平力（風荷重など）が挙げられる。本現場は地盤に関しては堅固で十分な支持力があったため、水平力について検討をおこなった。風速20m/sにおける風荷重を水平力としてベントの転倒モーメントMo及びベント自重による抵抗モーメントMrを算出し安全率SFについて検討した。その結果、桁架設前のベント自立状態では安全率SF=Mr/Mo＝0.7（＜1.2）となりＮＧであった。よって抵抗モーメントの不足分をどう補うかが問題であった（図−３）。



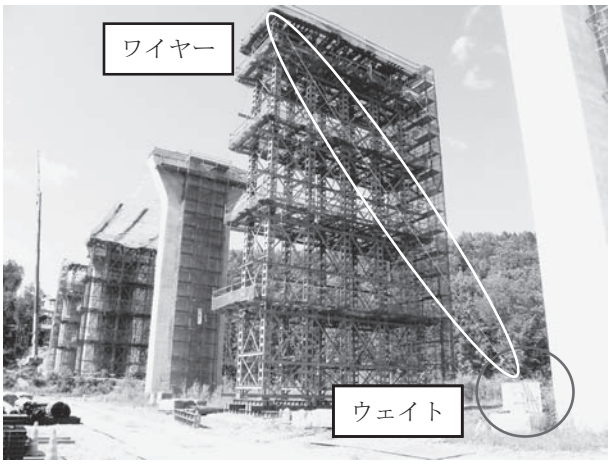
図−３　ベント正面図と側面図

抵抗モーメントを増加させる手段は単にベント自重を重くすれば良いのでベント基礎をコンクリート基礎に置き換えればベント全体の重量が重くなり抵抗モーメントは増加する。しかしコスト面及び撤去時にコンクリート廃材である建設副産物が発生するため省力・省資源化の観点から見て妥当ではないと判断した。それに代わる方法として本現場は桁下空間に余裕がある事からベントの前後20mの位置にウェイトを設置した。ウェイトはコンクリートブロックを利用し、１組の重量は50kNで片側２組、計４組設置した。またベント頂部からそれらウェイトをワイヤーロープで繋いで控え索とし転倒防止処置を行った。

このような方法で抵抗モーメントを補強した結果安全率はSF=Mr+/Mo＝1.3（>1.2）となり転倒に対し安定性を確保する事ができた（図−４）（図−５）。



図−４　ベント補強計画図



図−５　ベント補強状況

４．おわりに

今回は、基礎地盤も良好で桁下の工事ヤードも広かったため、手持ち機材でなおかつ簡単な方法で転倒防止処置を行うことが出来た。しかし軟弱地盤や架橋位置（山間部以外）など条件が異なる場合は杭基礎やコンクリート基礎など基礎形式を含め、また違った方法でベントの転倒防止対策の検討が必要となる。

55

安全管理

複雑に入り組んだ地質構造の中での長大法面掘削

長野県土木施工管理技士会
長豊建設株式会社
西部営業所　副所長
小　原　茂　樹
Shigeki Kohara

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度　国補通常砂防工事
⑵　発 注 者：長野県飯田建設事務所
⑶　工事場所：堂の入川　下伊那郡根羽村堂の入
⑷　工　　期：平成21年11月25日～
　　平成22年10月29日

砂防堰堤建設により、寸断されてしまう、既存の林道を付け替える工事であった。

施工延長 L＝144.8m、W＝3.5m
掘削工（土砂・軟岩）V＝8,100㎥
植生基材吹付工（生チップ工法）A＝1,937㎡
コンクリート吹付工 A＝618㎡

急峻な山間部で、沢と尾根が短い間隔であり、路頭には岩盤も確認され、複雑な地質構造が予想される現場であった。

2．現場における問題点

破砕帯を抱えた小断層、流れ盤の節理面が出現した（図－1）。

断層については活断層ではなく、変異が認められないことから、施工上問題ないと判断した。

節理面については、小段から下へ、さらに6mほど掘削が残り、路床面まで続いていると考えるのが賢明であった。また、節理面の勾配が約1割

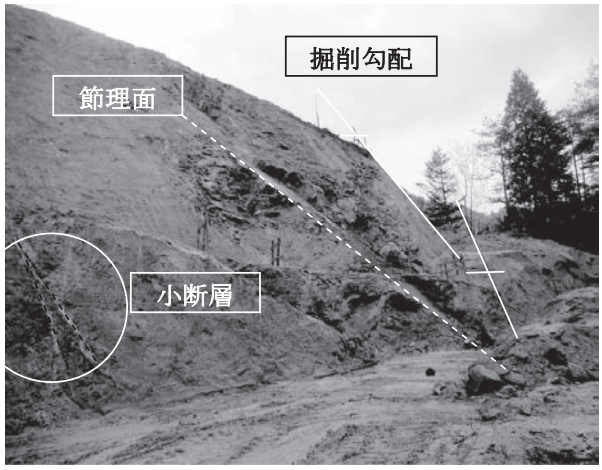


図-1　地質構造

ほどであるのに対し、掘削勾配は小段を境に8分から3分と、急である点。節理面で岩塊が分断されている点。以上を考慮し、安全に掘削を進めるには、対策を講じる必要があると考えた。

3．工夫・改善点と適用結果

コスト面も考慮して、3つの対策を考えた。

1．モルタル仮吹付。
2．小段から上は植生基材吹付工、小段から下はコンクリート吹付工の設計であったが、逆巻きによる全面コンクリート吹付工への変更。
3．線形を変え、節理面を含む脆弱な岩塊部分を除去する方法。

以上の3件の中で、安全、コスト、施工性の3

点を熟考し、３番の線形変更とあわせて、３分の掘削勾配箇所を８分とした（図－２）。

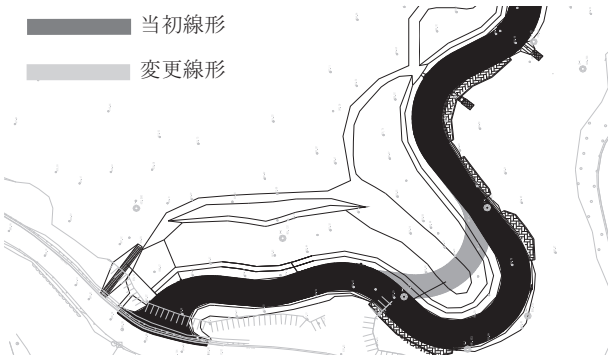


図-２　線形変更

線形を確定し、縦断勾配の決定、横断測量を終え、掘削の再開をしたところ、崩落が発生した。

機転が利かず、掘削し続けていればと思うと、ゾッとする瞬間でした（図－３）。



図-３　崩落

高い位置での節理面の切り直しのため、機械が土砂崩落に巻き込まれ無いよう、慎重に掘削を行い、掘削完了となった（図－４）。



図-４　掘削完了

４．おわりに

今回の線形変更した先には、同じ伊奈川花崗岩でありながらも、風化の進み方によって、まったく違う岩質に見える山が出現しました。この白く見える伊奈川花崗岩は、水を含むと非常に脆弱になるため、雨養生が必要でした。また、先ほどの続きと思われる小断層も確認できました(図－５)。

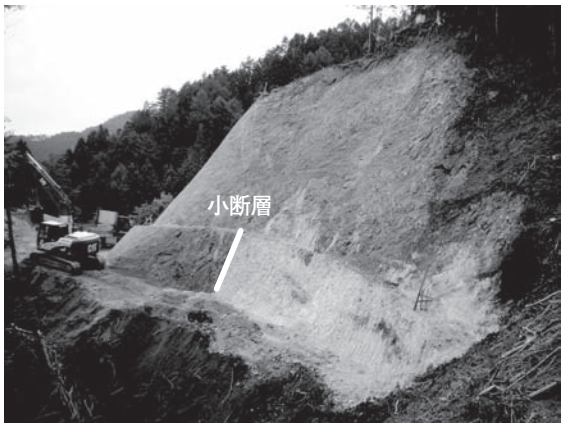


図-５　先山の様子

数メートル進むと、ガラッと地質構造が変わり、また、一部では湧水も確認されました。地質によって、安全管理、施工管理が変わってくるため、素早い対応、判断力が要求されました。

今回の現場では、用地に余裕があり、林道のため、比較的容易に線形変更ができました。土木の世界では、同じ現場は２つとありません。同じような現場、施工方法であっても、施工時期、土質などの様々な要因によって変わってきます。それぞれの現場に合った安全管理、対策が必要であります。また、今後も現場で生きていく者として、さらに素早く、適切な判断力を向上させなければいけないと思わされる現場でありました。

56

安全管理

高欄コンクリート打設時の防護パネルについて

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　　計画主任
深　澤　　誠○　　吉　田　謙　一　郎
Makoto Fukazawa　　Kenichirou Yoshida

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：県道高速名古屋新宝線日比野上部工事
⑵　発 注 者：名古屋高速道路公社
⑶　工事場所：名古屋市熱田区西郊通２丁目～西郊通５丁目
⑷　工　　期：平成20年３月19日～平成22年３月15日

本工事は、名古屋高速４号東海線の内、市内区間の西郊通２丁目～西郊通５丁目までの延長546ｍの区間で、鋼製橋脚、３径間連続鋼床版箱桁の架設と壁高欄を構築する工事である。

鋼製橋脚構築後に、上部工の鋼床版箱桁を架設し、桁を高力ボルトで本締めし、鋼床版の現場溶接を行い、現場塗装を行った。その後、壁高欄の施工を行った。図－１に一般図、図－２に壁高欄断面図を示す。

2．現場における問題点

壁高欄のコンクリート打設作業には、型枠取付のための壁高欄外側足場が必要であるが、主要幹線道路である江川線の直上であり、特に起点側の３径間連続鋼床版箱桁は、変則五叉路である日比野交差点上空を横断しており第三者対策が非常に

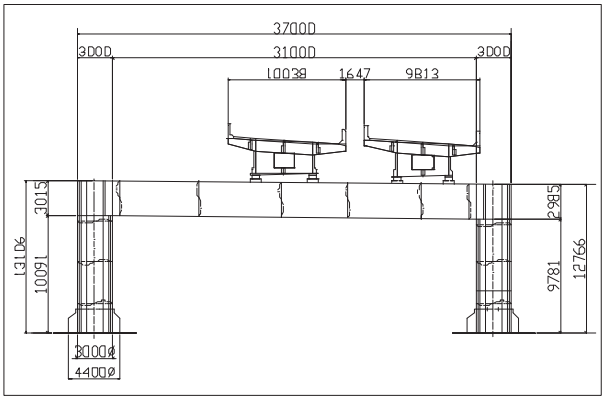


図-１　一般図

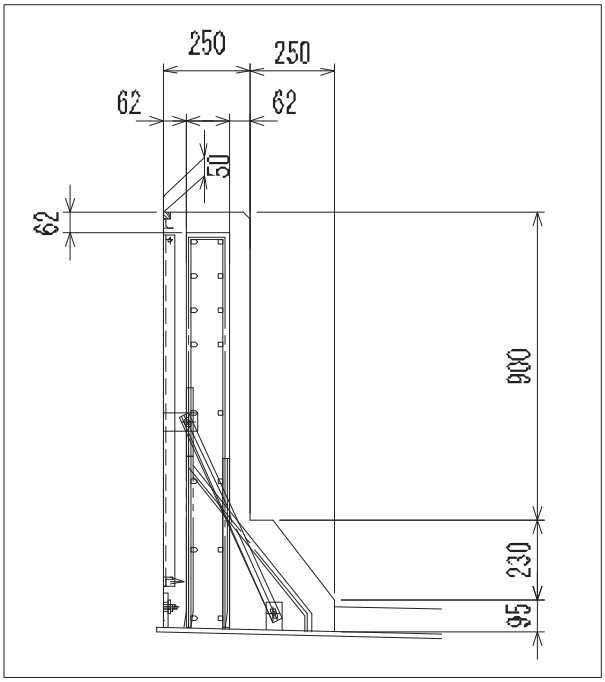


図-２　壁高欄断面図

重要と考えられた。

壁高欄の構造は、外側は鋼製型枠、内側は木製型枠である。鋼製型枠は、壁高欄コンクリートの天端から５cm 突き出した構造となっている。また、壁高欄の天端の幅も25cm と狭隘となっており、壁高欄のコンクリート打設作業時には、打設箇所の幅が非常に狭く、鋼製型枠の天端から型枠外側の足場及び、直下の公道上へのコンクリートの落下が懸念されたので防護対策が必要となった。ただし、大掛かりな防護を型枠に取付けると、施工箇所が地上より20m以上有り、風の影響を受けやすい場所であり、防護設備組立、解体時の機材の直下への落下及び、風散飛散についても対策が必要となった。

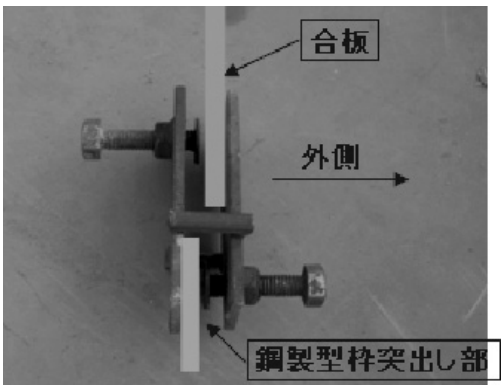
以上から、防護設備を取付けた時の風圧による型枠の変形、破損が考えられるので防護設備が風の影響を受ける期間をなるべく短期間になるように考慮して、設置、撤去が容易な構造となるものを検討した。

３．対応策と適要結果

図－３に示すように壁高欄外面の鋼製型枠のコンクリートからの突出し高さ５cm を利用して、防護設備が取付られる構造を提案した。

取付・取り外しが容易になるようにボルト構造の金具とし、鋼製高欄突出し部に取り付けを行いさらに、上から合板を差し込みボルトで固定出来るものとした（図－４）。

これを、連続して鋼製高欄型枠に取付、合板同



図−３　取付金具



図−４　防護設備取付状況



図−５　コンクリート打設



図−６　左官仕上げ

士の継手部の隙間及び鋼製高欄型枠の天端との隙間は養生テープにてすべて塞ぐこととした。

実作業では、コンクリート打設時にコンクリートが直接掛からないように注意して行い、コンクリート打設時の、コンクリートの散乱及びバイブレータ作業時の、コンクリートの飛跳ねを充分防護するができた（図－５）。また、コンクリート天端の左官仕上げ工程までには防護設備の取り外しを行い、左官仕上げを支障なく行うことができた（図－６）。

壁高欄コンクリート打設作業の期間を通して、コンクリート落下事故等が無く完了することが、でき、防護設備の組立、解体に要する期間の効率化が図れた。

４．終わりに

防護設備の合板取付・取り外し作業は、風に煽られないように注意して行い、落下対策として作業は必ず２人で行うように指示した。今後の工夫として取り付ける合板の上側には持ち易いように切込みを入れるなど、作業員への安全配慮も必要であったと感じている。

57

安全管理

現道交通規制における安全管理について

長野県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社　土木部
監理技術者
村　澤　　俊
Shun Murasawa

1．はじめに

本工事は、国土交通省中部地方整備局飯田国道事務所発注の、飯田維持出張所管内における国道153号線の、老朽化や凍結防止材等により傷んだ橋を補修する工事です。

工事箇所は、長野県下伊那郡平谷村から飯田市までの区間の、萱の橋、一之橋、第１新谷橋、貝立橋、第２三階橋、大野橋の計６橋です。

工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度　153号阿智地区
　　橋梁補修工事
⑵　発 注 者：国土交通省　中部地方整備局
　　飯田国道事務所
⑶　工事場所：長野県下伊那郡平谷村～飯田市
⑷　工　　期：平成22年３月11日～
　　平成22年12月28日

2．現場における問題点

６橋のうち大野橋においては、路面切削・オーバーレイと橋面防水があり、現在供用中の国道での作業となります（図－１）。

国道153号線は幹線道路であり、交通量も多いことから、全面通行止による作業ができないため、片側交互通行による交通規制を行い、一般車両の通行の安全を確保しながら工事を行う必要がありました。また、規制時間が8：30から17：00に定められており、規制解除の時間に間に合わせるため、限られた時間内で作業を終了させる必要がありました。



図−１　大野橋全景

3．工夫・改善点と適用結果

一般車両の通行の安全の確保という課題に対し、以下の対策を行うことにしました。

①工事区間への一般車両の進入を防ぐため、工事区間と通行区間の表示を分かりやすくするため、カラーコーンを多く使用する。また、トンネル内においては、視認性を良くするため、カラーコーンに赤色灯を追加設置する（図－２）。

②一般車両が規制車に突っ込んだ場合に交通誘導員の身を守るため、クッションドラムと合せてデルタガードを設置する（図－３）。



図−２　トンネル内保安施設設置状況



図−３　保安施設設置状況

③工事車両の規制内への出入りの際は交通誘導員の誘導により、安全なタイミングで出入りを行う（図－４）。



図−４　交通誘導員配置状況

④工事標識設置箇所については、一般車両の困惑を避けるため、隣接する工事と調整を行い設置する。

これら四つの事項を、作業前の打合せ時に作業員と必ず確認し合い、作業に入りました。さらに、作業中の午前、午後に看板やカラーコーンの設置状況、交通誘導の状況を巡視し、打合せ通りにできているか確認しました。不備な点は、その場で指導し、即、是正させるとともに、記録に書きとめ、次の朝の打合せ時に全員に是正事項の周知を図りました。

限られた時間内で作業を終了させるための対策として、次の日の作業のタイムスケジュールの作成を、作業終了後、職長を交えて行いました。タイムスケジュールは、10分単位で作成し、朝の打合せ時には、作業員全員への周知を図りました。職長は作業の進捗状況を管理し、20分以上の遅れが生じた場合は、元請へ連絡することにし、作業の範囲を再検討するなどの対応をとる計画としました。

安全に対しては、作業中の不備などを、しつこく周知する事で、作業員の意識が、だんだんと変わってきたように思います。工事最後のほうでは、指摘する不備が無くなり、規制における事故・苦情は無く工事を施工できました。

また、タイムスケジュール通りに作業することに関しては、非常に難しいことが実感させられました。当初は計画に時間的な余裕をあまり見込まなかったため、ほとんど付きっ切りで管理するような状況となってしまいました。何度か繰り返すことで、要領が掴めてきた面があります。次回からの工事に生かしていきたいと思います。

４．おわりに

今回の工事では、作業員自身の安全はもとより、第三者の安全の確保が特に求められる工事でした。対策における設備は一般的なものでしたが、『設備の設置や誘導などを計画通りに行う』ということで、安全意識の向上を図りました。事故を起さないためには、安全意識というものが重要だと思います。

作業を効率よく進めるための段取りや、時間的な目論見は、経験を積むことが大切だと実感させられました。

各自の安全意識の向上に努め、いつも『無事故・無災害』で工事が竣工できるように努力したいと思います。

58

安全管理

クレーンの安全な吊荷作業について

長野県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社　土木部
澁　谷　智　彦
Tomohiko Shibuya

1．はじめに

本工事は、中央アルプス県立自然公園の中を流れる中田切川に設置される４番目の砂防堰堤工事である。中田切川は、その源を中央アルプスの空木（うつぎ）岳と赤梛（あかなぎ）岳に発し、途中、小荒井沢、荒井沢と合流し、合流後ほぼ直線的に東へ流下する流域面積22.5㎢、流路延長14.0kmを有する一級河川である。

工事概要

⑴　工 事 名：天竜川水系中田切第４砂防堰堤工事
⑵　発 注 者：国土交通省中部地方整備局
⑶　工事場所：長野県駒ヶ根市赤穂福岡地先
⑷　工　　期：平成20年１月29日～
　　平成22年３月19日
⑸　重力式コンクリート主堰堤

高さ	22.0m
長さ	60.02m
堤体積	12,584㎥

2．現場における問題点

堰堤上部のコンクリート打設作業では、クレーンオペレーターの目線より打設位置が高くなり（図－１）、打設箇所をクレーンオペレーターから直接確認することができない状態が生じることが予想された。コンクリート打設時にクレーンオペレーターと合図者が、無線で合図を取り合うだけでは、使用するコンクリートバケットが作業員に接触する恐れのあることから、コンクリート打設時のクレーンの安全な吊荷作業が課題となった。

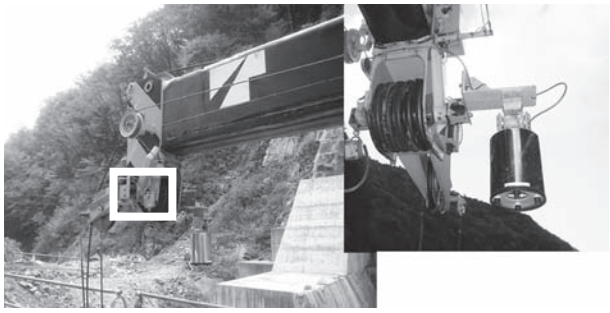


図-１　施工状況

3．工夫・改善点と適用結果

当現場では、以下の３つの工夫・改善を行った。

⑴　クレーンオペレーターが打設箇所を確認できるようクレーンのブーム先端へカメラを設置し、車内へモニターを設置した（図－２、３）。
⑵　無線で合図を取り合っている合図者の位置をモニターでもすぐにわかるよう他の作業員とヘルメットの色を変えると共に、合図者の表示をした（図－４）。



図−2　カメラ設置

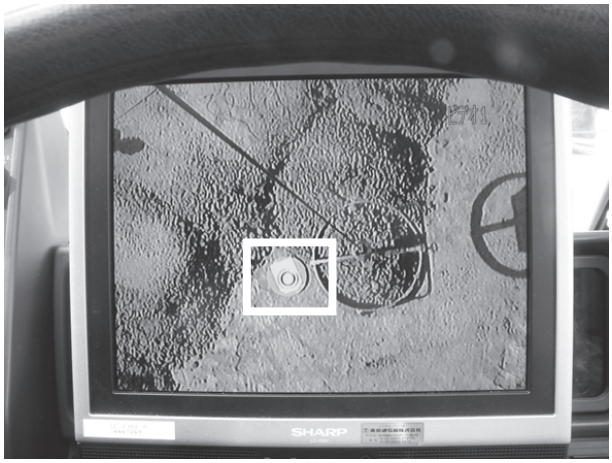


図−3　モニター



図−4　合図者の表示

⑶　コンクリートバケットを目的地へ荷降ろしできるよう目印となるマト（的）を使用してコンクリート打設作業を行った（図－５）。



図−5　マト（的）

以上の３つの工夫・改善を行った結果、次の効果が得られた。

①　オペレーターがモニターで打設箇所の状態を視覚によって確認できたことで、操作の確実性が上がり、安全性を高めることができた。

②　ヘルメットの色を変えること、合図者の表示をすることによって合図を送っている者が明確になり、安全意識を高めることができた。

③　マト（的）を使用することで、オペレーターに対し荷降ろし位置が明確になった。また、作業員は、マト（的）を見てコンクリートバケットが荷降ろしされる位置を確認できるため、荷卸し地点へ不用意に近づくことがなくなり、接触事故の防止につながった。

４．おわりに

打設作業の安全性向上が今回の課題であったが、１つの対策をとるだけでなく複数の対策がとれたこと、また、オペレーターに依存しただけの対策ではなく、作業員全員が協力して取組んだ対策だったからこそ無災害で打設作業を終えることができたのだと感じます。

今後も複数の眼で複数の視点から安全のポイントをとらえ、みなが安心できる作業環境作りに努めたいと思います。

59

安全管理

盛土材搬入に伴う周辺環境と運搬車の過積載防止対策について

長野県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社　土木部
清　水　孝　貴
Yoshiki Shimizu

1．はじめに

工事概要
工 事 名：平成19年度23号豊橋東 BP 細谷東地区道路建設工事（図－１）
発 注 者：国土交通省中部地方整備局
工事場所：愛知県豊橋市細谷町
工　　期：平成20年２月６日～平成21年７月30日



図-１　完成写真

当現場は路体・路床部の盛土工（総計62,500㎥）と、擁壁工・排水構造物工を主体とする道路改良工事とボックスカルバート２基を構築する工事である。盛土材は外部より搬入する計画で、盛土材搬入に伴うダンプ運搬経路は、交通量が多い国道１号線を経由し、地元小中学生の通学路沿いを走行するものであった。また、現場周辺には農地があり、農作物の栽培が行われていた。

2．現場における検討事項

工事の施工に当たり、地元自治会からは安全かつ節度のあるダンプ運搬と、現場周辺に農作物が広く栽培されているため、ダンプ運搬に伴う砂ぼこりによる農作物への影響が無いように、粉じん対策を強く要望された。

安全かつ節度のあるダンプ運搬を継続的に行うことと、周辺農地への粉じんの飛散を防止する対策が当現場の重要な課題となった。そこで、以下の点について検討を進めた。

①地元小中学生の通学時間帯の安全な走行
②ダンプ運搬に伴う周辺環境への配慮
③盛土材搬入時の過積載防止
④バックホウのオペレーターとダンプトラックの運転手が、意識して安全かつ節度のあるダンプ運搬を継続できる教育・指示

である。

3．工夫・改善点と適用結果

各検討項目についての実施事項と結果を以下に示す。

①交通事故防止対策として、現場出入口に交通誘導員を配置し、地元小中学生・第三者の通行を最優先とし、安全第一とした。現場出入口付近

と手前50m・100m 前に注意喚起を促す工事看板を設置した。

②周辺農作物への環境対策として、現場前でのタイヤの高圧洗浄の実施、農地周辺への防塵ネットの設置を行った。また、現場内を走行する際に巻き上がる砂ぼこりを軽減させるため、現場内に砕石敷の運搬路を整備すると共に、工事関係車両の制限速度を10km/h 以下とした。さらに、現場内を午前午後、各１回以上散水した。

③過積載防止対策として、過積載防止チェックリストを作成し、日々入場するダンプトラックに対しチェックを行った。チェック項目は、積荷の状態・目視基準による超過などである。

土砂の積込目安について、積込バックホウのオペレーターとダンプトラックの運転手に対して、現場入場前の送出教育時にダンプボディ平までの積込ということを周知徹底させた。また、不定期に積込箇所と国道沿いでのパトロールを実施し、荷姿、法定速度などが教育時に指示した通りか否か確認した。

さらに、積荷重量を確認するために、定期的にトラックスケールによる積荷重量の確認も実施した（図－２）。運転手には、積込毎に、ダンプに常設されている自重計で積荷重量を確認するように指示をした。

④節度のあるダンプ運搬対策として、新規入場するダンプトラックに対しては、事前に提出を受けた車両検査証明書との不一致がないか、不正改造がないかを確認した。

パトロールの結果をフィードバックし、丁寧な積み込みを工事終了まで維持するなど、上記対策の継続的な実施により、地元小中学生はもとより、地元での交通事故や周辺農家からの苦情はいっさいなく工事を行うことができた。



図-２　トラックスケール測定

４．おわりに

公共事業においては、工事を無災害で竣工し、地域住民からの苦情件数もなくすることが必然的要素である。また、交通管理面ではダンプトラックによる交通事故や過積載車による運搬などを防止することも同様である。

結果として、周辺住民からの苦情もいっさいなく無災害で工事を完成できたことは、当現場で検討し実施した対策が有効であったということではないだろうか。特に、農作物への影響を防止するために設置した防塵ネット（図－３）に関しては、設置位置や高さを決めるため、直接農家の方から収穫時期・季節日柄・風向を聞き取ることで、周辺住民とのコミュニケーションも取ることができた。



図-３　野菜畑への防塵ネット

今後の工事においては、バックホウのオペレーターやダンプ運転手が、積込・運転における“安全”を意識的に継続できるような、教育や日々における指示をより具体的かつわかりやすく伝えられるような工夫・改善の必要性を非常に感じた。

60

安全管理

規制時における安全対策と第三者に対する配慮について

長野県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社　土木部
監理技術者
坂　岩　英　明
Hideaki　Sakaiwa

1．はじめに

本工事は、文化・経済・物流を支える重要な路線である長野県木曽郡の国道19号線の劣化した舗装を修繕する工事であった。

本線を片側交互通行とし、切削・オーバーレイの施工により即日復旧を日々行なっていくことが主たる工事内容である。

本工区の沿線には、コンビニエンスストア・工場・砕石プラントをはじめ一般車両が出入りする店舗が多数存在した。

工事概要

⑴　工 事 名：平成21年度
　　木曽維持管内舗装修繕工事
⑵　発 注 者：中部地方整備局飯田国道事務所
⑶　工事場所：木曽維持出張所管内
⑷　工　　期：平成21年７月14日～
　　平成22年１月15日

2．現場における問題点

木曽郡の国道19号は、別名『木曽高速』と呼ぶ人も多い。とりわけ大型トラックの交通量が非常に多く、スピードも尋常でない。したがって、工事施工前から規制時の交通事故や施工時期が行楽時期にあたり規制における渋滞などが最も懸念された。

当現場では、このような交通事情から片側交互通行規制時における事故防止および、第三者への配慮を重点課題として取り組んだ。

3．工夫・改善点と適用結果

⑴　片側交互通行規制時における事故防止

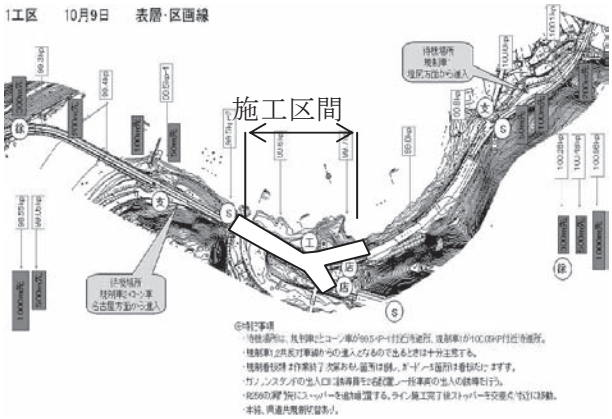
①規制において、最も重要なのは交通誘導員である。日々変化していく規制に対し、朝礼時に規制平面図を利用して各ポジションの役割の明確化を図り、適切な交通誘導を実施した（図－１、２）。



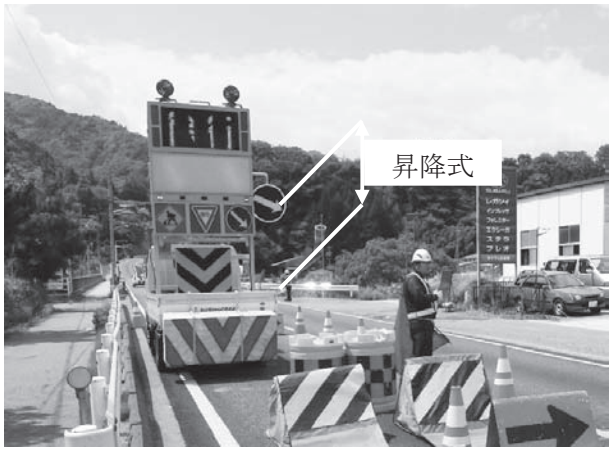
図-１　打合せ状況

②一般ドライバーに対して「この先で規制を行なっている」ということを少しでも遠くから認知してもらえるように、規制車に昇降式の大型電光掲示板を採用した（図－３）。

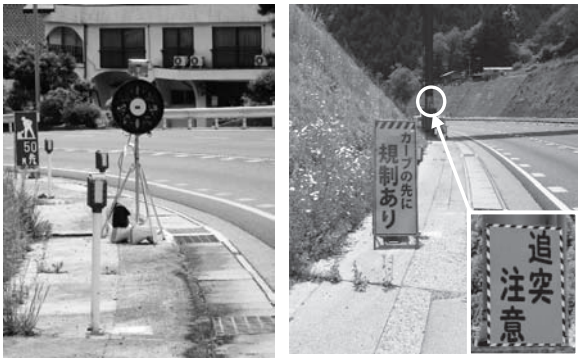
③通常の保安施設に加えコスモサークルの設置による注意喚起、およびドライバーに分かりやす



図−２　規制平面図



図−３　昇降式大型電光掲示板



図−４　コスモサークル・看板設置

い看板を設置することで、規制による渋滞への追突事故防止を図った（図－４）。

⑵　第三者への安全配慮について

工事施工の影響を受ける各店舗へは、着手前にチラシを配り、施工中においてもコミュニケーションを適切にとり、工事への理解が得られるように努力した。また、出入口には誘導員を配置するだけでなく、店舗への車両の出入りがスムーズに行えるように、カラーコーン用の標識を設置するとともに、通行車両に対しては待合時や渋滞時に出入口では車間を開けてもらうよう依頼も実施した（図－５）。



図−５　誘導員、標識設置

さらに、路面切削完了時から舗設完了までの間、既設舗装との段差が一時的に９cm 生じてしまうため、段差解消ステップを設置して車両の出入りの際の衝撃低減を図った（図－６）。



図−６　段差解消ステップ設置

以上により、全施工期間を通じ規制における事故や周辺店舗および第三者からの苦情もなく無事完了することができた。

４．おわりに

今回の工事を終え、現道規制工事の難しさを感じるとともに、事前の現場踏査の必要性・重要性を再認識した。また、店舗等の意見をもとにした規制平面図の作成、自分が一般ドライバーの立場になった保安施設の設置など、今後への課題であり検討事項として社内展開も図っていきたい。

61

安全管理

鋼橋架設工事における足場組立作業時の安全対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　釧路製作所
工事グループ
斉　藤　和　弘
Kazuhiro Saitoh

1．はじめに

本工事は名古屋環状２号線のうち、一般道路の東海橋線を高架橋で跨ぐ鋼桁の架設工事であり、その工事概要は下記に示すとおりである。

橋梁形式：３径間連続鋼少数２主鈑桁橋
橋　　長：163.500m
支 間 割：51.800m＋57.500m＋51.800m
幅　　員：8.785m～8.905m
活 荷 重：Ｂ活荷重
鋼　　重：829t
主な工種：工場製作工、輸送工、架設工、塗装工、足場工

2．現場における問題点

本工事は一部の架設箇所が交通量の多い一般道の東海橋線と交差するため、その道路を夜間交通規制して足場組立作業を行わなければならなかった（図－１）。

夜間での足場組立作業は、作業中に単管パイプやクランプ、足場板等が落下して、道路規制箇所の横を走行する一般交通車両との接触事故を起こす可能性があるので、作業中の資材等落下による飛散防止対策が必要であった。



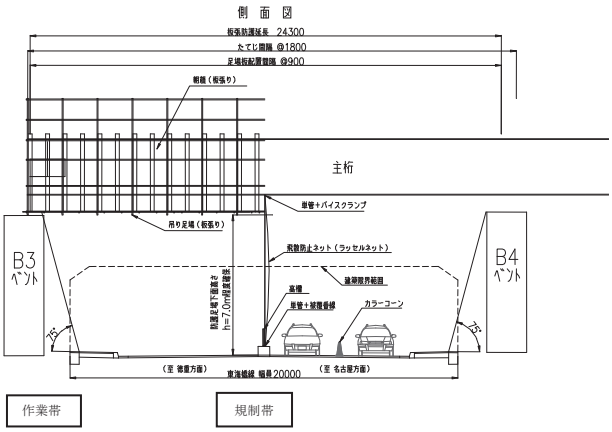
図-１　足場組立状況

3．工夫・改善点と適用結果

前述のとおり、足場組立作業時は一般交通車両との接触事故を防止するため、今回は一般道路側に対して、飛散防止ネット（ラッセルネット）を桁からぶら下げ、それを中央分離帯の高欄に被覆番線と単管により固定して足場組立作業を行った（図－２、３）。

また、足場及び飛散防止ネットを設置する時は、次の事項に留意して作業を行った。

①飛散防止ネットは風により膨らまないように、ネットに緊張を与えた状態で中央分離帯の高欄に固定した。
②足場は飛散防止ネットを規制時間内の早期に撤去を行うため、中央分離帯から路側帯に向かっ



図−２　施工断面図



図−３　飛散防止ネット

て組立を行った。

③吊り足場材はパネル足場を使用して、組立時間の短縮を図った。

④朝顔足場は予め地上で組立てを行い、クレーンにて、吊り足場に連結し、作業時間の短縮を図った。そのため、足場組立作業を短時間で安全に行うことができた。また、一般車両との接触事故等や付近住民からの苦情は一切なく、無事に足場組立作業を完了させることができた。

４．おわりに

今回の足場は、飛散防止ネットを設置して組立作業を行ったが、風が強い日はネットが膨らみやすいので、一般交通車両に対してかえって危険となるため、飛散防止ネットは使用できない。そのため、気象情報を予め詳しく調査し、飛散防止ネットの使用の可否を判断しなければなりません。あるいは、飛散防止ネットが風により膨らまないように、より堅固に固定するなどの処置を講ずる必要がある。

今後も交通量の多い道路上での足場組立作業があると思いますが、第３者事故は絶対を起こさないように今後も工夫をしていきたいと思う。

62

安全管理

KY 活動と真の安全管理

広島県土木施工管理技士会
久保田建設株式会社
横　溝　裕　治
Yuuji Yokomizo

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：災害復旧工事
⑵　発 注 者：神石高原町
⑶　工事場所：広島県神石郡神石高原町福永
⑷　工　　期：平成22年11月４日～
　　平成22年12月24日

「もし､事故を起こすと会社が飛んでしまうぞ」

これは、社長がよく言われることですが、安全管理を誤れば重大な事故につながることである。この工事現場は幅員２ｍという道幅が狭く一方通行のため２ｔトラックの後方侵入による作業現場である。

2．現場における問題点

工事着手前に、作業員全員の参加による安全ミーティングを行い、工事内容を周知徹底し、KYミーティングを行い起こりうる災害を出し合い、現場での災害対策訓練を行った。

トラックの脱輪、転落、トラックと作業員の接触、挟まれなど、危険予知活動で20個にのぼる危険項目を書き出し、作業員一人一人が目的意識を持ち、主体的に行動できる一人KY活動、作業員全員で行う危険予知活動、不安全行動に対する声の掛け合いをすることで、真の安全管理を追及しなければ、無事故無災害は達成出来ない。

そこで、現場作業所が一致団結し、相乗効果を高めながら安全に工事を進めることが出来るよういかにして関係者の意識改革を行うかということが課題であった。

（一人KYとは）

１）自分の作業内容を理解し、復唱する。
２）自分の作業内容で危険なポイント、対策を考える
３）少しの時間で、自問自答を行い、作業を開始する。
４）作業内容が変わったときも、順次行う。

3．工夫・改善点と適用結果

作業者の安全意識の高揚を図りヒューマンエラーをなくす。このことは、全ての現場において当てはまることであり、産業全体の常識と言っても良い。しかし、事故はこの常識的なことが実行されないから起こるのであって、この目標を実現することがいかに難しいかということになる。

そこで、当作業現場では、この目標を実現するための具体的な方策として、作業者一人一人の危険に対する感受性を高め、安全管理に対する主体性向上を目指した。安全に対する取り組み姿勢を浸透させる必要性を強く感じた。

そこで、工事着手前の危険予知・一人KY活動・安全教育を実施し、その後も繰り返し指導教育をして行った。キーワードとして実際に現場で取り組んだ内容について述べる。

⑴　ルールを守ること。
⑵　自分の身は自分で守ること。
⑶　不安全行動をしない。

安全管理は一人では出来ない。作業者一人一人の努力によって達成されるものなのだ。一人でも不安全行動をすると事故につながる。ちょっとした隙から生まれるものだ。近道行為、見切り作業、ウッカリやボーッとしたり、ヒヤリハットなどをなくすために、毎日の安全な作業をするために一人一人の責任感と作業に対する主体性に頼らなければならないのである。そして一人一人の行動によって成しえるものである。しかし、現実には性格や価値観、技量や立場も異なった個人の行動を効果的に管理するような都合の良い手法はないのである。

そこで、毎朝のミーティングの時間に順番で、今日の危険予知項目を発言してもらうことにした。

仲間の発言に対する興味を引き出すことにより、参加意識を高める効果があったと思われる。ヒューマンエラー防止のためには、作業に直接従事する作業員の意識も大切であるが、作業員の行動、意識に対し影響力を与える者の安全意識が重要であるように思う。



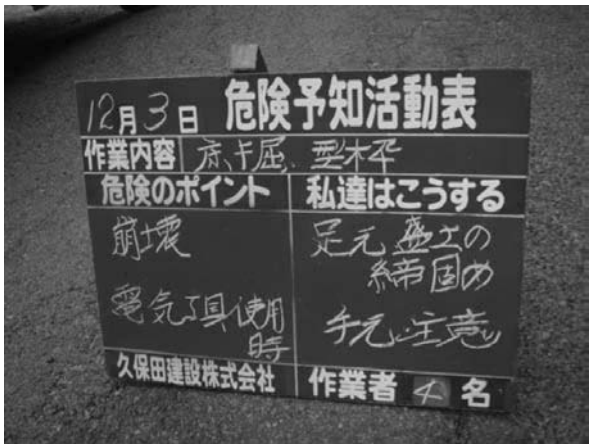
図−１　社内安全会議



図−２　現場安全会議



図−３　危険予知活動



図−４　危険予知活動

４．おわりに

建設現場は、他作業と比べ施工条件や天候などの自然環境による影響も大きい。また、大型の重機が輻輳する中で多くの作業員が混在して作業を行うため、その危険性は非常に高いと言える。

私は、そうした建設現場での安全管理として最も重要なことは、良い現場風土であると考えている。安全管理は、地道にやらないとその効果は期待出来ない。無災害完工とは、工事に関わる全ての人が、自分は事故を絶対に起こさないと言う大きな目標を目指し、一致団結して取り組み、良い現場風土を作り、無事故・無災害に向かって協力することである。

63

安全管理

側溝土工作業の工夫

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　主　任
浅　倉　俊　明
Tosiaki Asakura

1．はじめに

阿賀野バイパスは、一般国道（福島県いわき市～新潟市）として、太平洋側と日本海側を結ぶ重要な主要幹線道路で、阿賀野市街地を通過する交通量に対応する都市機能や、交通渋滞・騒音、交通事故等の生活環境に与える影響を軽減し、当該地域の発展を目的に整備しています。

官民境界に布設する本工事の道路排水は、田の用排水路を兼ねており畦畔仕上げが必要なため、作業環境の悪化する冬期における土工作業の安全性向上を目的に実施した、作業効率の良い作業足場について紹介します。

工事概要

⑴　工 事 名：阿賀野バイパス17工区改良その５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：新潟県阿賀野市飯森杉地先
⑷　工　　期：H22.6.19～H22.12.22

道路土工　路体盛土（発生土）6,980㎥
残土処理工　7,040㎥
地盤改良工　サンドマット工　20,130㎡
カルバート工　プレキャストボックス　20m
排水構造物工側溝工1,060m集水桝10箇所
仮設工　1.0式
（道路排水内訳）

1. BF−Ⅱ400　614m　2. BF−Ⅱ450　83m
3. BF−Ⅱ500　207m
4. 排水フリューム300＊400　78m
5. FU−500　　78m

2．現場における問題点

従来の側溝における土工作業は、側溝内や側溝天端を作業足場として畦畔仕上げを行っており不安定で、且つ、盛土時には側溝内に土砂が入り仕上げに時間がかかっていました（図−１）。



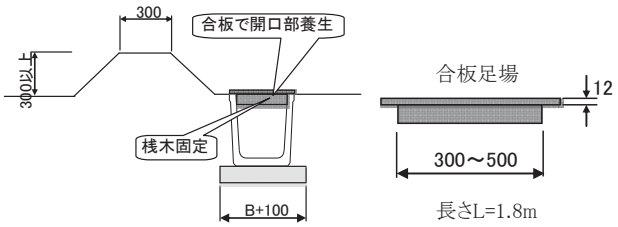
図−１　排水路施工状況

3．工夫・改善点と適用結果

排水路の畦畔仕上げは、足場が悪いうえ、盛土作業に伴い側溝内に土砂が入ることから、側溝の開口部を合板足場で養生し、足場を確保すること

で、転倒防止と畦畔仕上げの作業効率の向上を目的に、簡単に繰り返し移動ができる足場設備を考案設置し、施工することとしました。

足場設備は、各種側溝幅員に合わせ合板で製作した落蓋式の足場で、20m分の足場を繰り返し移動しながら使用し、畦畔仕上げを行う作業工程として考えました。



図−2　足場構造図

足場の構造は、図−2のとおり、水路幅に合わせたズレ止め用の桟木を合板足場底面に取付け、足場板の固定を行ったもので、作業員が人力で繰り返し移動を行うため、重量を1枚6.5kg/L＝1.8mと軽量にしました。



図−3　合板足場板を使用した作業状況（BF−Ⅱ400）

この足場板を設置したことで、作業員の作業足場が確保され、畦畔盛土及び仕上げ作業時の踏外しによる転倒事故等が防止されました。

また、盛土作業時にも側溝内へ土砂が入らないため、仕上げ後の清掃が不要となり作業効率も向上し作業時間短縮と畦畔仕上げの出来映えも良くなりました。



図−4　畦畔仕上げ完了（BF−Ⅱ400）

4．おわりに

側溝の埋戻及び盛土仕上げ作業時に使用するこの足場設備は、排水路を施工する全ての現場に適用可能で盛土作業時に土砂が側溝内に入らないため作業効率の向上と安全な作業足場の確保に有効な方法です。

なお、採用時の留意点として、側溝幅50cmまでは、強度的にも問題なく繰返し移動も簡単ですが、これ以上のサイズになると強度的な問題から重量もかさみ移動が大変となることから作業効率にも影響するため検討が必要です。

64

安全管理

人と機械と安全管理

宮城県土木施工管理技士会
佐藤工業株式会社
工事部
永　沼　　泰
Hiroshi Naganuma

1．はじめに

少子高齢化が進み、建設産業界では熟練技能者の不足が大きな問題となりつつある。熟練労働者不足問題の解決には、施工の機械化、プレハブ化、若手技能者の育成等が挙げられる。その中でも、建設機械の技術革新により施工の機械化が進み、多くの作業に建設機械が用いられている。

ここでは、機械化が進む建設産業界での人の建設機械からの安全について述べるものとする。

2．現場における課題

土木工事の代表的な工種で人力作業に頼らざるを得えない作業には以下のようなものがある（図－1）。

①土工
　丁張作業、床付作業、法面整形補助作業
　狭小部での土工作業
②コンクリート工
　型枠組立作業、鉄筋組立作業、仕上げ作業
③基礎工
　基礎地業作業、溶接作業
④舗装工
　端部の舗装作業、狭小部の舗装作業
⑤法面工
　法面整形工、法枠工、吹付工
⑥上下水道工事
　管布設作業、人孔設置作業
⑦港湾工事
　捨石均し工
⑧　仮設工事
　足場組立作業
⑨共通工
　伐採工、除草工、ブロック積工

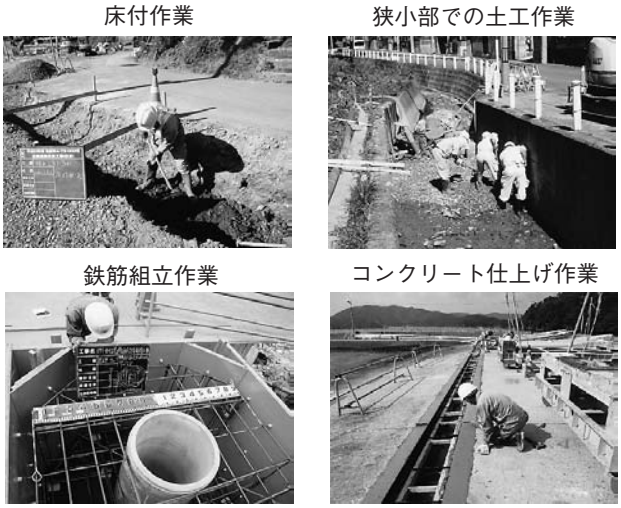
以上のような人力作業を部分的にでも機械化することにより施工の合理化を進める必要がある。

3．課題の分析

人力作業に頼らざるを得ない作業には、以下のような共通点がある。

①繊細な作業
②狭小部での作業
③標準部以外の作業
④機械使用で危険度が増す作業
⑤機械使用で非効率になる作業
⑥機械使用の頻度が少ない作業
⑦連続性の無い作業
⑧工事量の少ない作業

以上の共通点から、人力作業は建設機械の技術革新が進んだとしても減ることがあっても無くなることはない。人が建設機械を安全かつ有効に使用することが、これからの施工の機械化時代によ



図−1　人力作業の例

り求められる。

4．人と建設機械の共存

施工の機械化が進む現在、人は建設機械を安全に有効に利用することが肝要である。以下に土木工事の代表的な作業において、人が建設機械と安全に共存するためのポイントを示す。

⑴　人と小工具

電動丸のこ、電動砥石、電動ピック、電動バイブレーター、電動ドリル等小工具と呼ばれる機械は電気を動力としたものが多い。ここで安全のポイントとなることは保護具の着用、保護カバーの装着、アースの設置等であり、作業の軽視による災害が多く見受けられる。

⑵　人と小建設機械

プレート、タンパー、振動ローラー、コンプレッサー等の建設機械は、軽油、ガソリン、混合油等を燃料とする内燃機関を動力としたものである。ここでの安全のポイントとなることは、揮発油を燃料とすることから火災、エンジン部が高温となることから火傷に注意することが必要である。また、頻繁に現場内、現場間で移動することが多いため、人力による積み降ろし時には腰痛対策や機械の落下による災害に注意する必要がある。ここでも、作業の軽視による災害が多く見受けられる。

⑶　人と小型車両系建設機械

バックホウ（0.1以下）、小型不整地運搬車、コンバインドローラー等の建設機械は、狭小部や大型機械の補助的な作業に用いられる場合が多い。小型建設機械は大型機械が使用される場所に比べ、施工条件の厳しい箇所（狭小、不安定等）で使用されることが多い。そして小型建設機械は、機械の重心位置が高い傾向にあるため転倒事故に注意する必要がある。また、機械の特性上、作業中は働く人との距離が近いため人力作業と機械作業は同時作業としない段取りを心掛ける。

大型機械に慣れた運転者は、小型建設機械を使用するにあたり、小型機械の能力を充分に把握する必要がある。小型建設機械の災害は、機械の転倒、転落で思わぬ大きな災害になる場合がある。

⑷　人と大型車両系建設機械

バックホウ（0.7以上）、大型ブルドーザー、タイヤローラー等の建設機械は、道路改良工事等で使用される。大型機械を使用できる現場は、比較的施工条件の良好な現場であると言える。稼働中の大型機械と人との事故は、はさまれ、まきこまれ、衝突と重大災害に繋がることが多い。

重大事故防止のポイントは、人と大型建設機械の作業エリアの分離にある。また、機械運転時の運転者の死角の把握や運転者以外の人が機械特性（速度、旋回半径、死角等）を把握することも大切である。

①作業エリアの分離

・カラーコーンによる分離

大型建設機械の作業エリアをカラーコーンで明示し立入禁止表示を行う。逐次、移動し作業を行うバックホウ、ブルドーザーについては、簡易で作業場所の移動にも適用しやすいが完全には分離できず、人の安全意識に頼る部分がある。

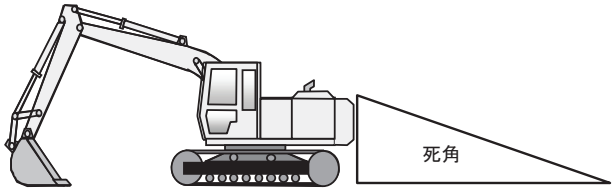
・フェンスによる分離

作業エリアをフェンスで囲い、完全に分離する。ブルドーザーの押土作業等では、エリアが長大となる。また、作業場所の移動には適用しにくい。以上のように人と機械の作業エリアを分離するには、一般的に作業エリアの移動に適応しやすいカラーコーンによる分離が用いられるが、朝礼、危

険予知訓練及び安全協議会等で働く人に作業エリア分離の重要性を認識していただく必要がある。

② 死角の把握（図−２）

機械が大型になるほど死角は大きくなる。工事着手前に運転者はもちろんのこと作業者全員が建設機械の死角を機械毎（バックホウ、ブルドーザー、杭打機）に現場で実際に体験し把握することが必要である。



図−２　バックホウの死角

５．おわりに

団塊世代の引退が進み、建設産業界でも熟練労働者の不足が叫ばれている。建設産業の機械化は熟練労働者不足の対処策のひとつである。今後、益々、工事現場では機械化が進むと思われる。人が機械を安全かつ有効に利用することが大切である。

65

安全管理

潜水士による捨石荒均し作業における創意工夫

新潟県土木施工管理技士会
株式会社 新潟藤田組
監理技術者
浅 野 浩 一
Koichi Asano

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23年３月31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、その作業内容は水中に捨石による大きなマウンドを作成後、陸上にて製作した被覆ブロックを据え付けるといった海上での作業が主工事になります。

そこで私は、海上作業の中でも主要工種となる潜水士による作業、『据付工のブロック据付』・『捨石工の荒均し作業』において何かより良い安全対策・方法はないか協力業者の作業員を含め検討した。

その中で、今回は捨石工の荒均し作業時に水中での安全を確保しつつ、尚且つ、簡単で効果があった方法についての現場における問題点及び工夫・改善点と適応結果について以下に報告します。

2．現場における問題点

一般的に水中での荒均し作業は、図−１のような大型運搬船（ガット船）にて約700㎥前後の捨石を、積み場岸壁より現場施工部へ運搬し潜水士指示の元、高さ及び位置をレッド等の測定器により確認しながら投入を行った後、図−２のように



図−１　ガット船による捨石投入状況



図−２　捨石荒均し状況

潜水士船により潜水士が、捨石をチェーンにて一つずつ基準高さを合わせ、捨石の噛合わせを見ながら設置し平らになるよう作業していく施工方法となっています。

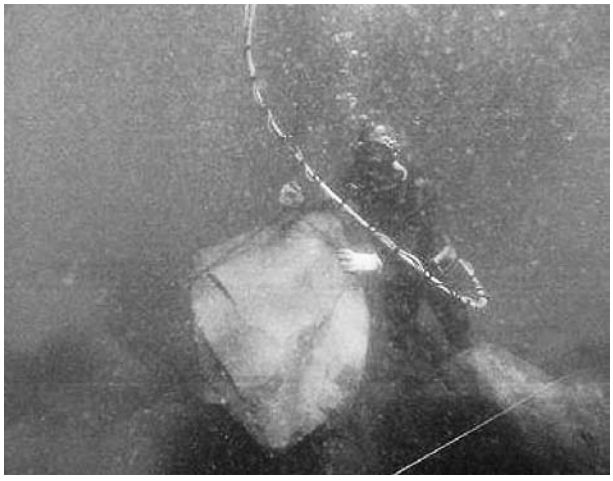
図−２の状況は、水中の透明度が良いため、捨石及びチェーンは見えますが、若干の時化などで作業する際の透明度が落ちる場合はどうかと作業員に問いかけたところ、捨石及びチェーンが見えにくいことから、手元が危険である。また、危険なことに加え作業効率も落ちるとの意見がありました。天候の良い状態でも注意して見ているとの話がありました。

私自身、実際に潜って水中の状況を確認することは出来ないため、潜水作業員の意見やこれまでの水中写真から安全でより良い方法・対策はないか検討しました。

３．工夫・改善点と適用結果

現場における問題点でのとおり透明度が悪かった場合は、捨石及びチェーンがよく見えないため手元が危険であり作業が困難と言う意見からヒントを得て、チェーンを改良してみてはどうかと言う事でチェーンを改良し使用することとした。

図−３では、チェーンが茶褐色で見えづらいものでしたが、図−４では、黄色のペンキを塗ったチェーンを使用した。



図−３　改善前　捨石荒均し状況



図−４　改善後　捨石荒均し状況

この改良後のチェーンを使用したことにより、以前では透明度の状態が悪く作業ロスが多かった日でもスムーズな作業が可能になり、作業の効率アップ・安全対策および施工能率に大きな効果がありました。

実際に作業した潜水士の評判も非常に良いものでした。

４．おわりに

今回の施工では、チェーンの着色に黄色ペンキを使用し効果が得られましたが、次回使用時は、着色に蛍光色を利用し効果の確認を行い、今回のものよりさらにより良いものにしていきたいと考えています。

安全対策は、小さな事まで気を配ることが、ヒューマンエラーによる事故や、重大な事故の防止に繋がると考えています。また、安全は現場で作業する人達の意識改革・安全意識の高揚が重要と考えており、今回は潜水作業員のヒントから小さな事ですが、お金を掛けずに効果的な方法（創意工夫）が実施でき安全や作業効率の改善に繋がり喜んでおります。

66

安全管理

高所での作業足場の改善

東京土木施工管理技士会
飛島建設株式会社　西日本土木支社
監理技術者
関　塚　真　也○
Shinya Sekizuka

課長
佐　野　　宏
Hiroshi Sano

主任
西　川　　学
Manabu Nishikawa

1．はじめに

本工事は、東広島市西条大坪付近の雨水浸水対策として、分流式雨水幹線を築造することで、水害に強いまちづくりを推進し、下水道による浸水の防除を行うものである。

工事概要

⑴　東広島市西条１号雨水幹線建設工事
⑵　日本下水道事業団
⑶　広島県東広島市西条大坪町地内他
⑷　平成21年２月14日～平成23年３月17日

西条１号雨水幹線は、東広島市の主要幹線の路下に、セグメント外径φ4,550mm~φ2,550mmに変化するシールドトンネルを泥土圧シールド工法により施工するものである。

シールドトンネルは、セグメントを組み立てることにより、外殻を構成する。セグメントはシールド機後胴のテール部に、１ピースずつ持込まれた後、エレクターと呼ばれるセグメント組立装置により所定の位置まで旋回されながら移動しボルト結合により組み立てられる。このことよりテール部では、エレクターの旋回及びセグメントの移動に必要な空間を確保する必要がある。

シールド内径が大きい場合は、上部のセグメントを組み立てる際、高所での作業となり足場が必要となる。テール部の空間を確保するうえで足場の工夫・改善が望まれていた。

2．現場における問題点

φ3,000mm~φ4,000mm級のシールド機では、セグメントを組み立てる際の作業台をセグメント組立箇所の上部および後方に設置している。しかし、エレクターの旋回範囲内であることとシールド機排土設備等の設備のためのスペースがなく、テール部へ足場を架設できない。また、２m程度の高所での作業となるため、作業員がシールドジャッキやセグメントボルト穴などに足を掛けセグメントを組み立てるなど、作業手順の軽視や慣れによる墜落災害の危険が伴う作業となる。

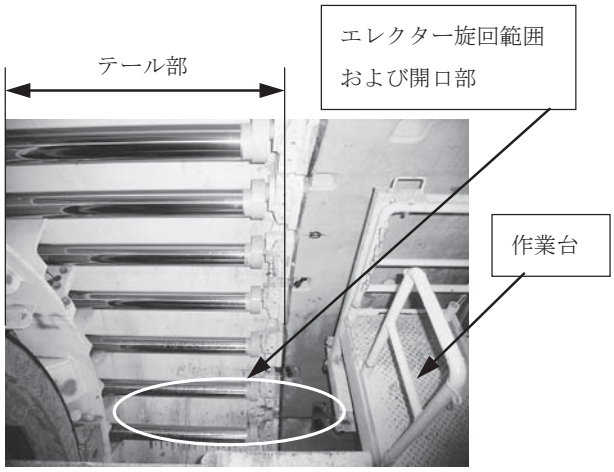
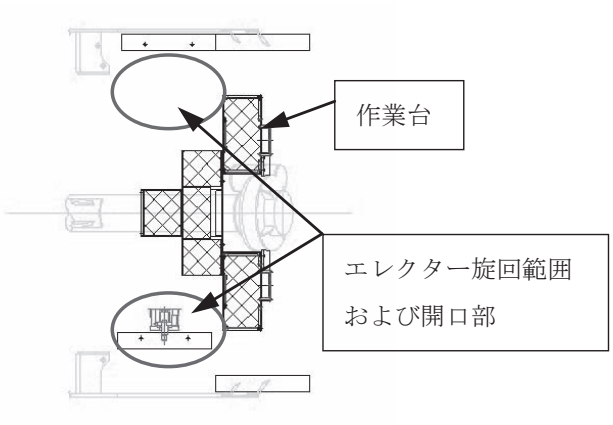


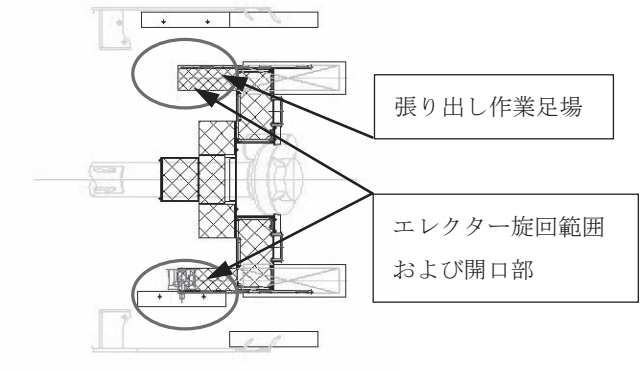
図-1　セグメント組立用作業台



図−2　作業足場平面図（改善前）

3．工夫・改善点と適用結果

テール部後方の作業台に、スライド式に張り出せる作業足場を追加した。これにより、テール部へ安全な作業足場を架設することができた。



図−3　作業足場平面図（改善後）

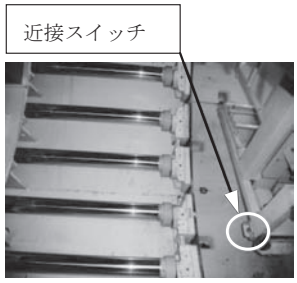
また、張り出し状態にある作業足場と旋回するエレクターとの接触を避けるため、スライド式作業足場の格納部に近接スイッチを取付け、作業足場が張り出しの状態ではエレクターが旋回できない保護装置（インターロック）を設けた。



図−4　スライド式作業足場



図−5　作業足場張り出し時



図−6　作業足場格納時

エレクター旋回後に、作業足場を張り出し、セグメントピース組立後に再び作業足場を格納する簡易な手順であるため、作業性を損なうことなく効率的で安全な作業ができた。

4．おわりに

シールド内径 ϕ3,000mm 未満の場合は、断面が小さいため作業足場の設置空間はないが、高所作業となり難い。シールド内径 ϕ5,000mm を超える場合は、空間的な容量が多く、作業足場の設置空間をとり易い。当現場のように、シールド内径 ϕ3,000mm~ϕ5,000mm での作業空間は、足場設備と機械設備が競合しやすい大きさであるが、当現場では作業足場を張り出し・格納する工夫により、限定された作業空間を有効に使えた。

本稿のようなシールド現場のみならず他工種・他現場においても、限定された作業空間内で足場設備と他の設備が競合するケースは多いと思う。当現場の工夫・改善事項を水平展開し、ぜひ活用して頂きたい。

67

安全管理

安全は一人ひとりの意識改革から

宮城県土木施工管理技士会
福田道路株式会社　東北支店
現場代理人
賀　澤　　貴
Takashi Kazawa

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：笈川地区舗装工事
⑵　発 注 者：国土交通省東北地方整備局
　　郡山国道事務所
⑶　工事場所：福島県河沼郡湯川村大字笈川地内
⑷　工　　期：平成21年３月７日から
　　平成21年11月６日

建設工事の災害事例で、重機と人との接触事故は、最も多く耳にする事故例である。舗装工事においてもその災害は例外ではなく、対策としてローラーに人を感知するセンサーを取り付けて事故防止の対策を行っている例は、一般的に行われている。本工事においても、土工で掘削作業及び法面整形作業があり、0.7㎥級のバックホウを使用することから、後方の死角箇所の確認を行うための後方確認モニターを設置したバックホウを導入した。

本報告は、この後方確認モニター付のバックホウを導入したことを例に、安全管理における重機に設置するセンサーやモニターなどの補助装置の役割ついて考えたものである。

2．現場における課題・問題点

重機に設置する補助装置の役割について考えるため、現場における安全訓練で、今回導入したバックホウの後方確認モニターの役割について検討した。後方確認モニターの設置状況とモニターの映像は、それぞれ図－１及び図－２に示すとおりである。



図-１　後方確認モニター設置状況



図-２　後方確認モニターの映像



図−３　運転席からの視界の確認

バックホウの座席からの見える範囲を、図－３のように確認した。後方確認モニターと運転席からの視界を確認した結果、次の意見が抽出された。

・後方確認のモニターは、バックホウの後方確認に有効で、事故防止に有効である。
・作業中、常時後方モニターを注視することは困難であり、あくまでも補助的な装置である。
・運転席からの視界は、操作席側（左側）の視界は広いが、アーム側（右側）は、アームの位置で死角ができるため見える範囲は狭い。
・モニターがあっても死角は完全に無くなることはなく、事故防止には作業員及びオペレーターの安全確認が必須である。

３．工夫・改善点と適用結果

今回の安全訓練の取り組みから、次に示す対策を実施した。

・作業員が自ら各機械の死角箇所を確認してから作業する。
・死角箇所確認の誘導員を配置する。

今回実施した、「後方確認モニターの役割」を題材にした安全訓練の結果、各機械に取り付けられている安全に係わる各種装置は、あくまでも補助的なものであることを全員で再確認することができた。また、事故発生時によく耳にする「省略行為」も実例を交えて安全教育で実践し、各作業員・オペレーターにも安全に対する意識に大きな変化が見られた。

本現場は、『有効的安全対策も補助的な対策』というスローガンを忘れずに、「あせらない」「あせらせない」「あわてない」「あわてさせない」をモットーに安全優先で施工を行い、無事故で無事工事を完了することができた。

４．おわりに

今回の現場は、安全意識の高揚から無事故で施工を終了できた。しかし、安全作業は一つの現場に留まらず、今後、作業員及びオペレーターが、どこの現場に赴いても安全に対する意識の向上・改革を忘れずに実践できるよう、各事業者が教育していかなければならないと考える。また、協力業者の皆様の安全への取り組みを一つ二つと確実に積み上げていく環境を作り上げていく必要もあると思う。

『安全と施工は二人三脚であると』と以前聞いたことがある。一人ひとりの安全への意識の向上も継続して取り組みたいと考える。

68

安全管理

安全作業のための快適な職場づくりについて

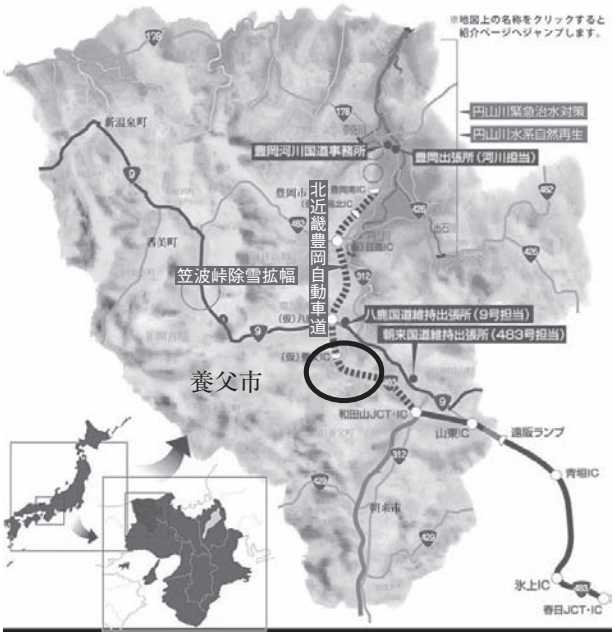
宮城県土木施工管理技士会
福田道路株式会社　東北支店
監理技術者
塚　本　　渉
Wataru Tsukamoto

1．はじめに

本工事は、北近畿豊岡自動車道の和田山ＩＣから八鹿へ延伸する道路の上谷トンネル内にてコンクリート舗装を施工するものであります。

工事概要

⑴　工 事 名：和田山八鹿道路上谷トンネル舗装工事
⑵　発 注 者：近畿地方整備局
⑶　工事場所：兵庫県朝来市和田山
⑷　工　　期：H22．8．7～H23．3．10



図−1　現場位置図

（主要工種）

コンクリート舗装	14,520㎡
円型側溝（スリップフォーム）	2,826m
縁石工	1,474m
監視員通路工	1,473m

2．現場における問題点

私たちは、１日24時間の約３分の１を職場で過ごしていますが、建設現場においては主に現場事務所での内業や現場での作業であります。

現場に従事している方々は、快適な職場作りにいろいろと努力しておられると思いますが、なかなか自分たちの満足のいく快適な職場づくりを実現するのは難しいのが現状と思います。

本工事は、快適な職場環境が安全作業につながると考え、厚生労働大臣が定めた「事業者が講ずべき快適な職場環境の形成のための措置に関する指針」の認定を目指し、より一層努力しようと考えました。

（快適な職場への要望）

今回の現場事務所の設置にあたり、施設への要望や現場を踏査したうえでの改善点を以下に示します。

－現場事務所－

１．冬期間の寒さ対策
２．心と体をリラックスできる休憩施設の確保

3.汗などを洗い流して帰宅したい
4.温かいお湯で手を洗いたい
5.水分補給の充実
6.職場内コミュニケーションの充実
7.快適なトイレ
－現場－
1.工事車両の走行で発生するほこりの低減
2.トンネル内（延長1.5km）の安全対策
3.舗装工事におけるタイヤローラー後退時のオペレーターの緊張の緩和
4.コンクリート舗装の養生マットの湿潤状態確認するための中腰作業低減

3．改善点と適用結果

本現場の事務所は、より快適な環境を目指すため、設備の充実したテナント２階に設置しました。

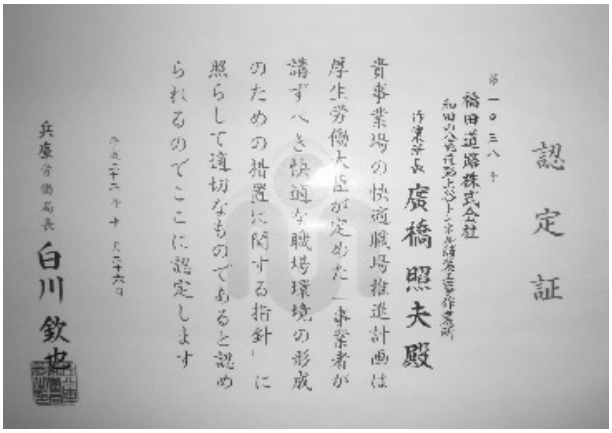
また、工事現場のイメージアップは、営繕関係の現場事務所の快適化を施工計画書に記載し、快適職場づくりによるイメージアップを目指しました。各項目の改善点は、以下に示すとおりであります。

－現場事務所－
1.空調設備の完備
2.パーテーションで仕切った、たたみ敷きの休憩室を設置
3.シャワー室の完備
4.給湯器の完備
5.ミネラルウォーター飲料機の設置
6.談話室を設置
7.男女別の水洗トイレに芳香剤を備え、常に清潔感を維持する
－現場－
1.散水車による散水
2.蛍光灯照明を５m間隔に設置（図－２）
3.後退時の障害物発見のための補助装置として、タイヤローラーに障害物センサーを設置
4.湿潤状態が色の変化でわかるマットを数箇所使用

今回の取り組みの結果、現場事務所は、従来に比べ、より快適な職場環境をつくることができたと考えます。また現場についても、安全で快適な環境が整ったと考えています。



図−２　トンネル内蛍光灯照明を５m 間隔に設置



図−３　快適職場推進計画　認定証

今回の取り組みについて、快適職場推進計画書の申請を行った結果、兵庫労働局の快適職場推進計画の認定(図－３)をいただくことができました。

4．おわりに

快適な職場づくりにおける取り組みは、過去の事例を見ても好例が数多くあります。今後もそれら好例を参考に、自分たちの現場に合うよう創意工夫して常に快適な職場をつくるという気持ちで職場環境の改善に取り組んでいきたいと思います。

今回取り組んだ快適な職場づくりを通して、今まで以上に安全に対する意識の向上について、職場の関係者全員で今後も取り組みたいと考えております。

69

安全管理

超軽量盛土工(EPS 設置工)における安全確保の工夫

宮崎県土木施工管理技士会
湯川建設株式会社
土木部主任　監理技術者　椎　葉　伸　二○　Shinji Shiiba
土木部主任　施工管理　甲　斐　一　弘　Kazuhiro Kai

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：平成20年度交付県安第１-30-２号
　　国道388号折川内工区道路改良工事
⑵　発 注 者：宮崎県延岡土木事務所
⑶　工事場所：延岡市浦城町
⑷　工　　期：平成21年３月31日～
　　平成22年３月25日

適用工種

超軽量盛土工（EPS ブロック）の施工に適用した。現場施工条件が合えば、どんな工種でも適用できる。

施工直高　4.5m　　施工数量　630㎥
施工延長　42m

2．現場における問題点

本工事は、国道388号線の急カーブ及び急な勾配のため交通事故が多発している一帯を交通事故、交通渋滞緩和のために付け替え又は登坂車線を増設する工事である。施工箇所がカーブの途中で工事車両の駐車スペースがなく施工に伴い、資材の搬入などで既存の国道を頻繁に片側交互通行規制する計画であった。国道388号線は、交通量が非常に多く急坂に急なカーブということで、施工中の第三者災害が懸念された。

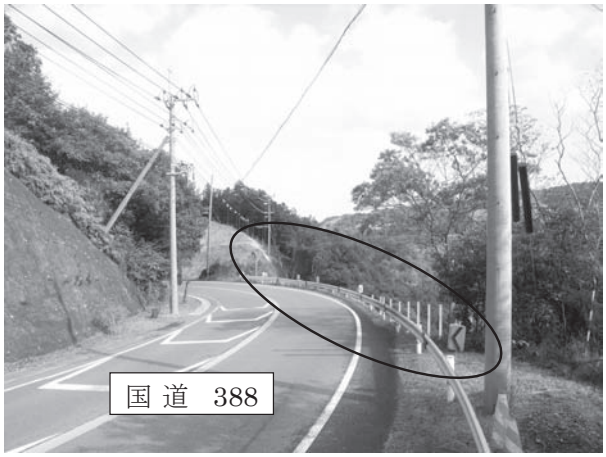


図-１　施工箇所全景写真

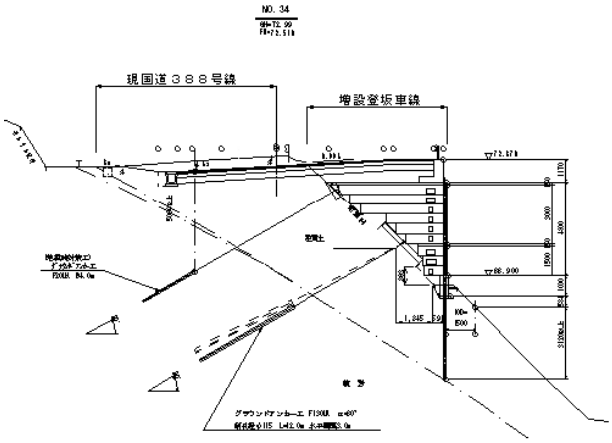


図-２　計画横断図

上記の横断図でも分かるように、現道沿いで資材搬入時は、片側交互通行規制は必然的と思われ

た。EPSブロック工の前段階のアンカー工や支柱設置工においては、単発的に片側交互通行規制をして資機材搬入を行った。カーブと急な坂の関係で規制区間が長くなり、渋滞を招いたが交通誘導員の増員、工事看板などを増やし事故防止に努めた。

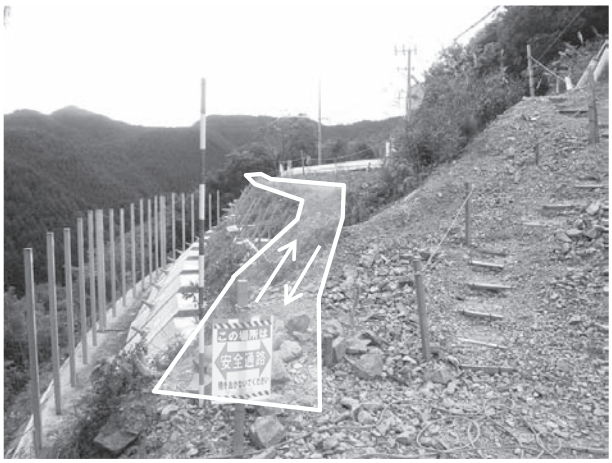


図−3　規制状況写真（アンカー工）

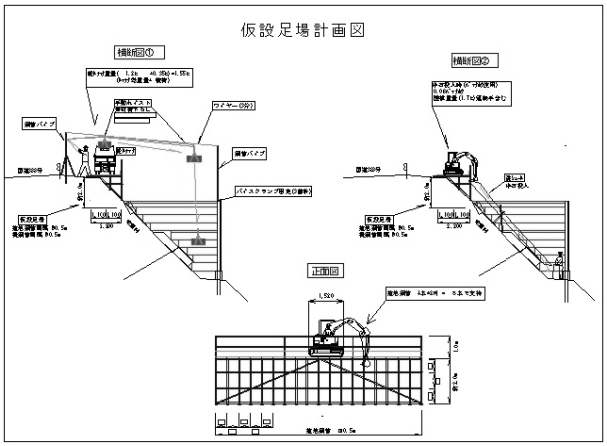
EPSブロック工については、約1.5ヶ月間、毎日規制をして国道に10tクレーン車を設置することとなり、第三者災害の危険性が非常に高くなりリスクを低減することが課題となった。何よりも、規制を行うことにより時間の束縛が生じ、作業員の気の焦りが出てくることも考えられた。

3．工夫・改善点

EPSブロック・壁面材・裏込め砕石の材料は、施工箇所が狭いためストックが出来ず、作業しながら搬入することが通常の施工方法である。社内



図−4　足場計画写真



図−5　計画横断図

検討を重ね、現場条件などを考慮し、材料搬入用の仮設足場の計画を立案した。

足場の強度計算を行い、運搬車の軽トラック及び砕石投入時のバックホウが足場上を移動出来るように斜面に単管にて足場を仮設した。足場から施工箇所への荷卸しは、電動ホイストを設置し、１個ずつ荷卸しを行った。



図−6　荷卸し状況写真

電動ホイスト・玉掛けワイヤーの点検は元より、荷卸し用の支柱にしている鋼管のひずみや緊結クランプの固定状況を常時点検し作業を進めた。



図−7　砕石投入状況写真

砕石投入時は、上下作業にならないよう常に確認を行い、見張り人を配置し飛び石などによるケガが起こらないよう指示確認した。足場をバックホウが走行した場合、相当の振動が起こるため、常時、緊結クランプと建て地鋼管の地盤設置部を点検確認した。



図−8　鉄筋などの荷卸し状況写真

4．結果

EPS ブロック設置工において片側交互通行規制によるクレーン作業を行うことなく完了でき、リスクの低減へと確実につなげられた。また、規制による交通渋滞の緩和にもつながったと思われる。なによりも、作業員や私たち現場監督員が時間の制約や交通規制に気をとらわれること無く、作業に集中でき、確実な施工ができたと思われる。

発注者からは、予算に見込まれていた交通誘導員、クレーン賃料などのコストが低減でき、安全面、コスト面、地域への貢献（交通渋滞の緩和）で創意工夫として認めていただき、高評価をいただいた。



図−9　完成写真（全景）

5．おわりに

現場の立地条件で採用できるかどうか判断できるが、足場の強度計算を確実に行い、振動や地震時に安全が確保できるよう安全係数を考慮することが大切である。また、いずれにしても高所での作業となるため、転落墜落防止には万全な対策を講じることを留意していただきたい。

70

環境管理

周辺環境を配慮したコンクリート打継面施工方法の工夫

㈳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

陸閘ゲート製作据付工事
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

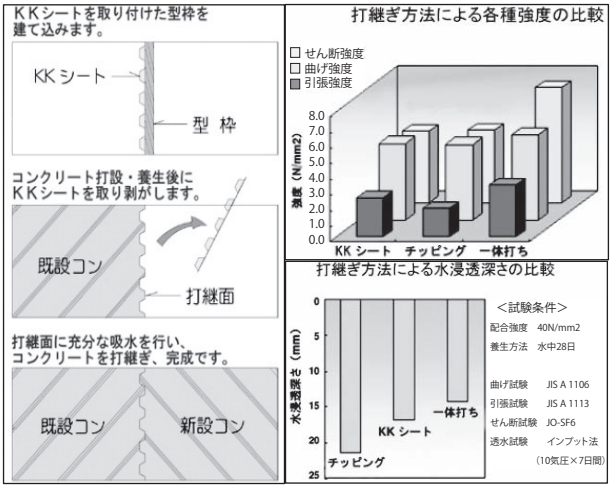
アルミ合金製電動横引きゲート（陸閘門；幅10.5m×高さ4.83m）の据え付けを行うため、本体コンクリート下部（道路部）および側部を箱抜き構造とし、走行レールおよび水密用戸当りを設置後、間詰めコンクリートの施工を行った。

2．現場における問題点

工事現場は、民家およびホテル（宿泊施設）が隣接しているため、騒音・振動および粉塵については特に配慮する必要があった。また、現場のすぐ横には河川があり、汚水の流出についても考慮する必要があった。

3．工夫・改善点と適用結果

間詰めコンクリートの打継面は、一般的なチッピング工法から、『KK シート工法』（NETIS 登録番号；KT－030007－A）に変更した。騒音・振動および粉塵に配慮した工法としては、ウォータージェット工法等もあるが、下部箱抜き部では洗浄汚水の処理が困難で、河川への汚水流出も懸念されたため、KK シート工法（図−１）を採用した。



図−１　KK シート性能

KK シート工法は、チッピング工法に比べ下記の大きな適用効果があった。

①品質・出来形

打継面の凹凸の均一性が向上した。さらに、通常チッピングでは表面出来形を考慮し、表面から50mm 程度はチッピングを行わないが、KK シート工法では、表面ギリギリ（10mm 程度）まで凹凸施工が可能なため、打継面の密着性が向上した。

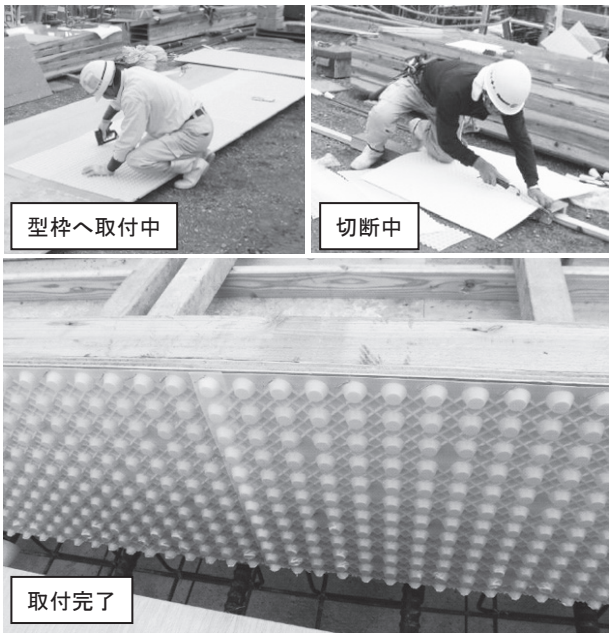
②施工性（安全性）

当工事では、側部の箱抜き打継面をチッピングする場合、高所作業（約５m）が発生するが、KKシート工法では、型枠に貼り付けて通常通り型枠施工を行うだけであり安全性（作業性）が向上した（図−２）。

③周辺環境

ハツリ作業による騒音・振動・粉塵等が削減されるため、周辺環境が向上した。

※シート（ポリプロピレン樹脂）は廃棄物として処理する。



図−２　KK シート施工状況

４．おわりに

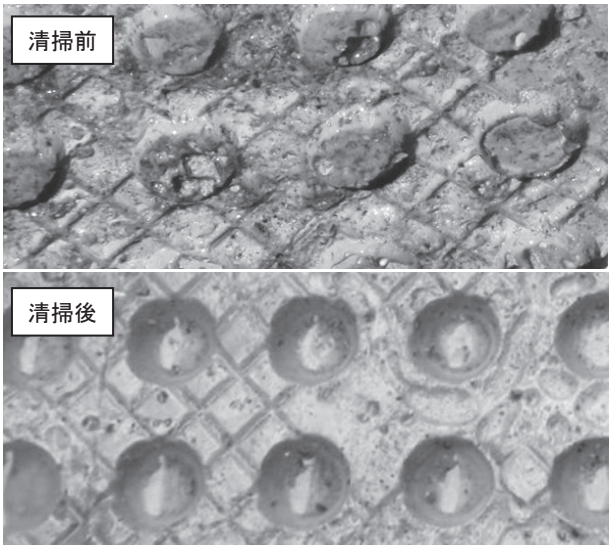
当工事の施工箇所および脱枠後の留意点

①箱抜き部下面にもＫＫシートを採用したが、下面のくぼみ内に土砂（降雨による泥水の流入や作業員の靴裏に付着した土砂による）が流入して堆積してしまい、清掃が困難を極めた。高圧洗浄機による清掃を試みたが、簡単には除去出来なかった。下面については、脱枠後の養生が必要と思われた（図−３）。

② KK シート工法は、チッピング工法に比べ技術を必要としないため、施工性は向上するが、シートの貼り付けにおいては注意が必要である。KKシート貼り付けは、タッカーやホッチキスにより行うことになっているが、強固に貼り付けされていないと、コンクリート打設時のバイブレーター等の振動により、型枠とシートの隙間にコンクリートが流入してしまう（特に端部は要注意）。流入したコンクリートはシートと型枠間のくぼみで固まり、結局コンクリート殻として発生してしまう。また、シートが型枠から剥離してしまうと、コンクリートにより巻き立てられた状態となり、結局チッピングが発生してしまう。KK シート張り合わせ（繋ぎ）部についても、少なくとも凹凸の１山分は重ね合わせて（型枠とシートの隙間に）、コンクリートの流入を防ぐ必要がある。

③ KK シートは、カッターやノコギリにて容易に切断出来るが、切断部には凹凸による隙間が発生する可能性があるので、端部には切断面を使用しない方が良い（切断面は繋ぎ部分に重ね合わせて使用する方が良い）。

タッカーやホッチキス止めによる固定だけでは、バイブレータ使用時の型枠とシートの隙間へのコンクリートの流入は否めないため、今後の採用時の改善提案として、型枠とＫＫシートの密着性を高める目的で、間に両面テープを使用してみてはどうかと思う（KK シート１区画の端周辺部のみで良い）。



図−３　脱枠後の打継面状況（箱抜き下面）

71

環境管理

H鋼杭の引抜きについて

佐賀県土木施工管理技士会
株式会社 中野建設
施工管理者
吉　森　一　倫
Kazutomo Yoshimori

1．はじめに

九州新幹線工事において、下部工・上部工の施工による借地部及び構造物周辺の撤去及び復旧工事である。現場周辺の状況はJR在来線に近接した場所で、また住宅地及びマンションの密集した地域での施工である。

工事概要

⑴　工 事 名：九州新幹線（鹿児島）、32.3ｋ～33.6ｋ間諸設備設置他工事
⑵　発 注 者：独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構鉄道建設本部　九州新幹線建設局
⑶　工事場所：久留米市大字梅満地内
⑷　工　　期：平成20年６月13日～平成22年３月23日
⑸　工事概要　施工延長　L＝1,300m
　工事用道路撤去（盛土撤去2,700㎥、H鋼杭撤去210本）、保守用階段工（H鋼杭打設H-300×300　n＝８本、コンクリート基礎Ｐ１：4.8㎥、Ｐ２：3.2㎥、鋼製階段・支柱１式）、集水桝・マンホール工(浸透井戸９基、土留工１式)、用地侵害防除柵（1,700m）、用地界標建植（340本）

2．現場における課題・問題点

この工事の工事用道路撤去におけるH鋼杭撤去の振動騒音対策及び撤去後の沈下防止対策で工夫した工法を報告します。

H鋼杭の打設箇所が隣接するマンションとの離隔が最も近い箇所で0.55m（図-１）であり、反対側にはJR在来線が通っているため施工ヤード（幅員）が狭かった。しかも上空約８mには高架がかかっており、H鋼杭を吊り上げるための有効高さがなく、油圧式バイブロハンマーでの施工が困難であった。このことから建造物への接触・破損及び沈下やクラックといった影響が懸念された。またH鋼杭の撤去跡が設計では砂による埋戻しとなっているが、根入長が７mから８mとあるため将来的に引抜き箇所の沈下が懸念された。



図-１　構造物との離隔

３．対応策・工夫・改良点

今回、Ｈ鋼杭撤去にあたり周辺環境や現場条件を考慮し検討した結果、鋼矢板を圧入・引抜きするサイレントパイラーと類似した無騒音・無振動であるパイルプラー（図−２）を使用することとした。パイルプラーの最大引抜力が250ｔで本体の大きさも1.7m×1.7m×1.4m（高さ）と小型であることも機械選定理由のひとつである。撤去跡の空隙部は深度が深く砂による埋め戻しでは水締めを行うにも高周波バイブレータでは施工が困難なため、泥にセメントを混合させ汚泥状にした流動化処理土を流入し空隙部を充填することとした。

パイルプラーによる施工方法はクレーンにて本体を吊り込み設置し、直接Ｈ鋼を挟み込んで引抜く。この時に泥が付着してくるため引抜くと共に人力により落とし、また隣接する建造物にはシートで覆い防塵対策を行った（図−２、３）。

流動化処理土はセメントミルクよりも粘性度が高く、また薬液注入と違い底部から注入ではなく上部からの流入のため空隙が狭いと充填に時間を要する。そのため１回目の充填後しばらく時間をあけて沈下を促し、再度充填を行い２回に分けて施工した。硬化してもバックホウで容易に掘削できる２Ｎ程度の強度であり、締め固めの困難な箇所の埋戻し材や深度の深い空隙部の充填材に適している。これを流入することにより不等沈下も発生せずに沈下を抑制できると確信した（図−４）。



図−２　パイルプラー及び引抜き状況



図−３　付着土撤去状況



図−４　流動化処理土流入状況

４．おわりに

無騒音・無振動で周囲建造物への影響や苦情も出ることもなく撤去完了したが、今回の施工で最大200ｔ程度の引抜力がかかり、機械の地盤に対する設置面積を大きくするため敷鉄板による養生が必要となった。このことからパイルプラーを選定する条件として、施工箇所の地耐力及び埋設物の確認が重要である。またパイルプラー自体が現在のところ国内に２台ほどしかなく、機械の手配に難航する上、土質条件にもよるが１日の施工量が油圧式バイブロハンマーと比較すると１／２から２／３程度と劣るため工期にゆとりが必要だと思われる。

72

環境管理

高架橋はく落防止における表面被覆工について

佐賀県土木施工管理技士会
株式会社 中野建設
現場代理人
宮 﨑 安 一
Yasuichi Miyazaki

1．はじめに

九州旅客鉄道㈱佐賀鉄道部が保守・管理されている姪浜高架橋は建設から約30年が経過している高架橋である。これまでにはコンクリート片の落下が数回発生しており、今後第三者災害も考えられるためコンクリート補修に使用する断面修復材により高架補修を行なっている。

しかし経年と共に中性化に進行やアルカリ骨材反応、塩害や接合部からの漏水等により鉄筋露出箇所等の変状を助長し、変状規模が広がっている状態である。

工事概要

⑴ 工 事 名：姪浜・下山門間内浜第２BL 修繕
⑵ 発 注 者：九州旅客鉄道㈱ 佐賀鉄道部
⑶ 工事場所：福岡市西区姪浜五丁目
⑷ 工　　期：平成22年５月17日～
　　平成22年10月16日

足場工	3,963掛㎡
断面修復工	70㎡
表面被覆工	465㎡
再資源化処理	4㎥

2．現場における問題点

高架橋の現状としては、目視にて確認できるほど鉄筋露出（図－１）、浮き等の変状が著しい状態である。高架下については、駐車場等で多く利用されているが、コンクリート片の落下により第三者災害を及ぼす恐れがある。そこで、従来までの断面修復工は継続して施工することとし、高欄の落下防護ネット工（図－２）から、ウレタン・樹脂系の材料による表面被覆工へと施工方法を変え施工を実施してきた。補修材の選定基準は使用実績及び、10年の品質を保証できることを条件とされてきた。しかし、劣化の激しい構造物への施工は実際に施工しなければどのメーカーも品質保証は難しいとのことだったので補修材の選定を行なう必要があった。



図-１　鉄筋露出写真



図−２　落下防護ネット写真

３．工夫・改善点と適用結果

補修材の選定は実際に試験施工を行い、作業性や経済性、仕上がりの外観等を確認することとし、佐賀鉄道事業部との協議により決定することとなった。表面被覆工の基準をクリアできた工法の特徴については表－１に示す。

A…機械吹き付けのため、強風時の飛散対策が必要である。また、機械損料が高価であり、施工プラント（４t車）のヤードが必要であるため、交通量の多い施工場所での確保が大変であった。仕上り状態については、ムラが見られた。

B…温度変化による硬化時間の変化が著しい。

C…施工工程が多いうえ、メッシュの挟み込みにおいては、端部施工に熟練を要し、経験の浅い作業員では多くの時間を要したため、施工効率が悪かった。

D…使用実績はない。（試験施工無し）

E…メッシュの挟み込みにおいては、端部施工に熟練を要し、経験の浅い作業員では多くの時間を要したため、施工効率が悪かった。

F…メッシュの挟み込みにおいては、端部施工に熟練を要するがメッシュ有りの工法の中では施工性が良い。

表−１　比較検討表

	A	B	C
主材	超速硬化ウレタン（機械）	超速硬化ウレタン（人力）	セメント系樹脂＋アクリル系樹脂
メッシュ有無	×	×	○
工程数	3	3	5
施工性	○	△	△
経済性	◎	◎	△
仕上り	△	△	○
評　価	◎	○	△

	D	E	F
主材	アクリル系樹脂	エポキシ系樹脂	ポリマーセメント系樹脂
メッシュ有無	○	○	○
工程数	6	3	3
施工性	○	○	◎
経済性	△	◎	○
仕上り	○	○	○
評　価	○	◎	◎

床版部は、高欄部と違いメッシュを挟み込む工程があるが、このメッシュを挟み込む作業において、端部でメッシュの硬さにより仕上りが左右される。メッシュが硬いと柔軟性に欠けるため、母材との密着性が劣る。また、端部作業は熟練を要するため、経験の浅い作業員では、施工時間に最も影響し、仕上り状態にも影響することが確認できた。

高欄部においては、機械吹き付けと人力施工と対照的な施工方法である。機械吹き付けの方が施工スピードは速いが、人力施工の方が仕上りは優れている。人力施工は経験の差により仕上り状態に若干の差が生じる。また、人力施工は飛散に対する対処をしなくても良いため、機械吹き付けに比べ飛散に対する対策等の苦労は少ない。

４．おわりに

以上により当現場において検討した結果、施工

性を重視し、人力及び機械吹き付けの併用施工にてＦのポリマーセメント系樹脂によるポリマーセメント系剥落防止工法エマネット補修システム（図－３）にて高架補修を行なうこととした。

高架橋補修を進めるにあたり、高架下には駐車場等があり、車両の移動が困難となっている。この問題は、契約者の協力と関係箇所との調整を行い、車両のスムーズな移動を図っていかなければならない。また、足場仮設時等の手続やコンクリートはつり作業での騒音関係も合わせて、関係箇所、地元との意見調整を進めていかなければならない。十分な検討と適切な補修を行っていきたいと思う。

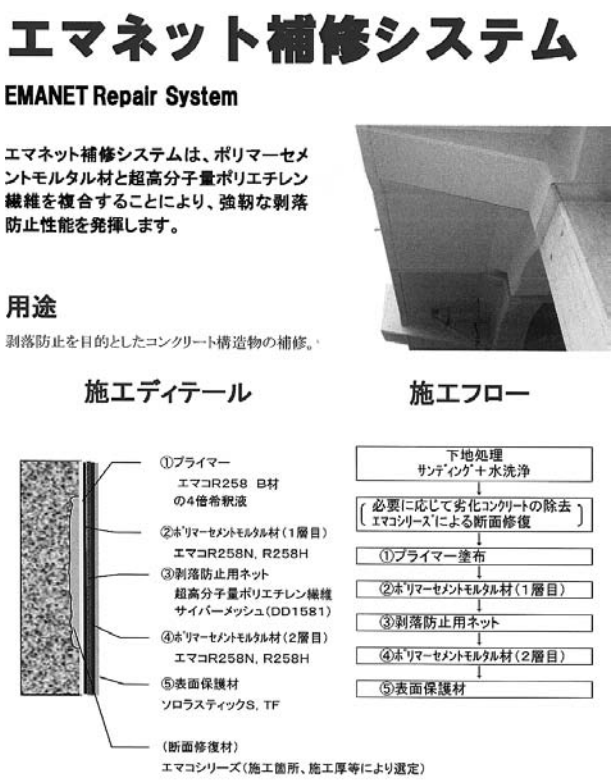


図-３　ポリマーセメント系剥落防止工法

73

環境管理

場所打ち杭施工時における濁水の処理

愛媛県土木施工管理技士会
白石建設工業株式会社
工事部　高　橋　成　治○　Shigeharu Takahashi
工事部　井　上　秀　規　Hideki Inoue

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：四国横断自動車道　大幸工事
⑵　発 注 者：西日本高速道路　四国支社
⑶　工事場所：徳島県鳴門市大津町
⑷　工　　期：平成20年３月20日～
　　平成22年２月７日

本工事は、四国横断自動車道の一部として、徳島県鳴門市の大谷川に架かる橋梁の下部工を行う工事である。

橋梁下部工の工事内容として、橋台工　逆Ｔ式橋台２基、基礎工　場所打ち杭　φ1,200、Ｌ＝660ｍであった。

2．現場における問題点

当現場の周辺には、旧吉野川と広大な水田が広がり、水への環境影響には特に気を遣う必要があった。

橋梁下部工を行う際、現場の水質環境における工事問題点として、以下の事が問題となった。

①旧吉野川には、原則としていかなる水の放流も禁止であったこと。
②水田作物に影響が出る可能性があったため、コンクリートの打設によりアルカリ性分が含まれると思われる、場所打ち杭施工時の濁水は直接の使用が出来ないこと。
③近くには、雨水管や汚水管、灌漑設備も見受けることが出来なかった、悪天候時の水の処理も検討しなければならなかったこと。

以上の項目を踏まえて、今回の工事は、現場から発生する水の影響を考慮して、場所打ち杭施工時の濁水利用と処分を重点課題とした。

3．工夫・改善点と適用結果

場所打ち杭の工事施工により発生する掘削時の地下水を一度ノッチタンクに貯め、水を採取し水質調査を行い、現状の水質を把握した。

大谷川には、水の環境基準がないため、流入先の旧吉野川の環境基準を使用することとした。

まずは、試験施工として、場所打ち杭の施工を行い場所打ち杭施工後に採取した濁水の水質調査を行うことにした。水質調査の前に、浮遊物の沈降促進とＰＨ値調整を行うために硫酸バンドを投入した。

水質調査の結果が出るまでは、場所打ち杭の施工は掘削までとしていた。水質調査の結果は、硫酸バンドを投入して、浮遊物の沈降促進とＰＨ値調整を行った事で、場所打ち杭施工後に採取した濁水と掘削時に採取した地下水との水質に差が無かった。

水質調査の結果を踏まえ、場所打ち杭施工時の

表−１　徳島県公共水域環境基準

徳島県内の公共用水域における環境基準の類型指定状況

告示（指定年月日）	水域の名称	範囲	水域類型	達成期間	基準測定点
官報号外 46.6.3 (46.5.25閣議決定)	吉野川上流	大川橋より上流	河川ＡＡ	直ちに	大川橋
	吉野川下流	大川橋より下流	〃　Ａ	〃	高瀬橋
	旧吉野川上流	吉野川分岐点より潮止堰まで	〃　Ａ	〃	市場橋
	旧吉野川下流	潮止堰より下流	〃　Ｂ	〃	大津橋
	今切川上流	旧吉野川合流点より鯛浜潮止堰	〃　Ｃ	〃	鯛浜堰上流側
	今切川下流	鯛浜潮止堰より下流	〃　Ｂ	〃	加賀須野橋
	撫養川	全　域	〃　Ｂ	〃	大里橋
県告示 62.6.26 (62.6.26)	新町川上流	新町川のうち助任川との合流点から上流	河川Ｃ	直ちに	新町橋
	新町川下流	新町川のうち助任川との合流点から下流	〃　Ｂ	〃	漁連前
県告示 47.4.1 (47.4.1)	富岡港	徳島県阿南市富岡港のうち、岡川樋門上流側壁内面延長線及び岡港に設置された導流堤の突端を結んだ線と陸岸とによって囲まれた水域	海域Ｃ	直ちに	St−1 St−2 St−3
県告示 47.5.30 (47.6.1)	神田瀬川	神田瀬川のうち千歳橋より上流	河川Ｃ	直ちに	神代橋
	小松島港	神田瀬川の千歳橋から小松島港防波堤（通称一文字）まで	海域Ｃ	〃	St−4
		小松島市中田町根井の鼻と岡市和田島町洲端海上自衛隊、小松島航空隊に設置された突堤基部を結んだ線と陸岸によって囲まれた水域（上欄に掲げる水域を除く）	〃　Ｂ	〃	St−1 St−2 St−3
県告示 48.6.1 (48.6.1)	那賀川	川口ダムから上流	河川ＡＡ	直ちに	薦谷橋
		川口ダムから大京原橋まで	〃　Ａ	〃	那賀川橋
		大京原橋から下流	海域Ａ	〃	那賀川鉄橋
	桑野川	明谷橋から下流	河川Ａ	１年	桑野谷橋
		明谷橋から岡川樋門上流側壁内面延長線まで	〃　Ｂ	〃	富岡新橋
	岡川	全　域	〃　Ｂ	〃	文化橋
	勝浦川	上勝町正木（ダム地点）から上流	〃ＡＡ	直ちに	福原大橋
		上勝町正木（ダム地点）から江田潜水橋下流の潮止堰まで	〃　Ａ	〃	飯谷橋
		江田潜水橋下流の潮止堰から下流	海域Ｂ	〃	勝浦浜橋
県告示 49.11.1 (49.11.1)	椿川	全　域	河川Ａ	直ちに	加茂前橋
	福井川	大原堰から上流	〃　Ａ	〃	大西橋
	打樋川	潮止め樋門から上流	〃　Ｃ	〃	天神橋

表−２　生活環境保全に関する基準値

生活環境の保全に関する環境基準及び測定方法

1　河　川

(1) 河　川　（湖沼を除く。）

類型	利用目的の適応性	基準値 水素イオン濃度（pH）	生物化学的酸素要求量（BOD）	浮遊物質量（SS）	溶存酸素量（DO）	大腸菌群数	該当水域
ＡＡ	水道１級自然環境保全及びA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	50MPN /100ml以下	水域類型ごとに指定する水域
Ａ	水道２級水産１級水浴及びB以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN /100ml以下	
Ｂ	水道３級水産２級及びC以下の欄にあげるもの	6.5以上 8.5以下	3mg/L 以下	25mg/L 以下	5mg/L 以上	5,000MPN /100mm以下	
Ｃ	水産３級工業用水１級及びD以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5mg/L 以下	50mg/L 以下	5mg/L 以上	−	
Ｄ	工業用水２級農業用水及びEの欄に掲げるもの	6.0以上 8.5以下	8mg/L 以下	100mg/L 以下	2mg/L 以上	−	
Ｅ	工業用水３級環境保全	6.0以上 8.5以下	10mg/L 以下	ごみ等の浮遊が認められないこと	2mg/L 以上	−	
測定方法		規格12.1	規格21	付表8	規格32	最確数による定量法	

備　考

1　基準値は、日間平均値とする（湖沼、海域もこれに準ずる。）

2　農業用利水点については、水素イオン濃度6.0以上7.5以下、溶存酸素量5mg/L以上とする。（湖沼もこれに準ずる。）

3　水質自動監視測定装置とは、当該項目について自動的に計測することができる装置であって、計測結果を自動的に記録する機能を有するもの又はその機能を有する機器と接続されているものをいう（湖沼、海域もこれに準ずる。）

4　最確数による定量法とは、次のものをいう（湖沼、海域もこれに準ずる。）
試料10ml，1ml，0.1ml，0.01ml……のように連続した４段階（試料量が0.1ml以下の場合は1mlに希釈して用いる。）を５本ずつＢＧＬＢ醗酵管に移植し、35〜37℃、48±3時間培養する。ガス発生を認めたものを大腸菌群陽性管とし、各試料量における陽性管数を求め、これから100ml中の最確数を最確数表を用いて算出する。この際、試料はその最大量を移植したものの全部か又は大多数が大腸菌群陽性となるように、また、最小量を移植したものの全部か又は大多数が大腸菌群陰性となるように適当に希釈して用いる。なお、試料採取後、直ちに試験ができないときは、冷蔵して数時間以内に試験する。

（注）1　自然環境保全：自然探勝等の環境保全
2　水　道　１級：ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
〃　２級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
〃　３級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの



図−１　硫酸バンド投入



図−２　場所打ち杭施工後水質調査

濁水に硫酸バンドを投入して、浮遊物の沈降促進とＰＨ値調整を行いながら、上澄水のみを使用して場所打ち杭の施工を進めていった。

場所打ち杭施工終了時には、施工後の濁水をバキュームにて吸引、汚泥を処理して濁水の処分を行った。



図−３　場所打ち杭施工後汚泥処理

４．おわりに

私達は、現在、下水道の推進工事を行っています。推進工事の施工により発生する泥水を一度ノッチタンクに貯め、水澄まいるを使用して水と沈降物とに分離させている、分離させた水は水中ポンプにより他のノッチタンクに移動させる、移動した水に硫酸バンドを投入しＰＨ値の調整をする。ＰＨ計で水質を測定後、上澄水のみを放流している。

74

環境管理

コンクリート打設における環境対策

広島県土木施工管理技士会
株式会社　岡本組
大　野　裕　次　郎
Yujirou Ohno

1．はじめに

当工事は高潮対策工事として二級河川本川に水門下部工を施工する工事である。

工事概要

⑴　工 事 名：二級河川　本川　高潮対策
　　（水門下部工）工事
⑵　発 注 者：広島県西部建設事務所
⑶　工事場所：広島県竹原市塩町一丁目
⑷　工　　期：平成20年11月１日～
　　平成22年７月30日

工事内容は水門本体工（Ｖ＝540㎥）、流入水路工　（Ｖ＝150㎥）、吐出樋門工（Ｖ＝84㎥）、取付護岸工（Ｖ＝125㎥）、仮設工　１式である。

施工順序として仮締切矢板の施工を行い、締切矢板内を床掘りし水門本体等の構造物築造の施工を行った。

2．現場における問題点

各構造物の施工箇所は河川の中（仮締切矢板内）であり、床掘作業の時から水中ポンプを仮締切矢板内に２箇所設置し、潮の干満の影響で滲入してくる海水をくみ上げて仮締切矢板の外に水替え作業を行っていた。

問題点として水門本体工のコンクリート打設を行った後、旧コンクリートとの打ち継ぎ目処理の際に、レイタンス水が生じる。レイタンス水をそのまま流してしまうと、水中ポンプを通して河川又は海に流れ出てしまう恐れがある。しかし単純に水中ポンプを止めてしまうと、仮締切矢板内が水に浸かってしまい、鉄筋等が錆びて水門本体の品質確保が困難になる。



図−１　コンクリート打設全体写真

3．工夫・改善点と適用結果

水門ゲートの製作・設置作業は、今回の工事とは別の発注工事であった。そのためゲート取り付け部分は、後打ちコンクリートでの施工であった。そのことを利用し以下に示す工夫を行った。

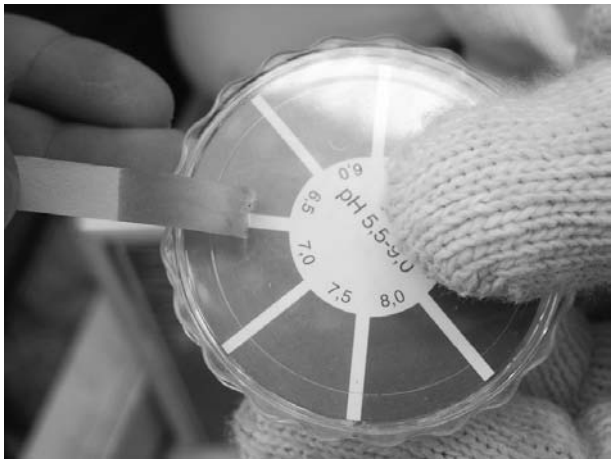
水門本体工のコンクリート打設時期は10月～12月の時期に行った。打ち継ぎ面の処理として、打設時コンクリート表面にコンクリートや鉄筋への



図−２　中和剤セット



図−３　中和剤投入後



図−４　中和剤投入後

悪影響がなく安全性にも優れているディスパライトを散布し水和反応を計画的に遅延させ、レイタンス除去作業の効率化を行った。

レイタンスの処理方法として打設の翌日にタンクに水を溜めてハイプレッシャーを使用し、打ち継ぎ部分のレイタンスを除去した。鉄筋の周辺部分はワイヤブラシを用いて手作業で行った。後打ちコンクリート部分を、型枠施工時に箱抜きして施工したので、その箇所にハイプレッシャーで吹き飛ばしたレイタンス水を寄せ集めた。その凹んだ部分からあらかじめ用意していたドラム缶に水中ポンプでレイタンス水を汲み上げた。

レイタンス水の ph の値を、試験紙を用い測定したところ9.0付近の値であるとわかった。9.0の値は強アルカリ性の反応を示している。そのまま河川・海などに流してしまうと水が汚れてしまい周辺の生き物などに悪影響をあたえてしまうので、アルカリ性の数値を中和させるように固形の中和剤をドラム缶内にあるレイタンス水に投入しよくかき混ぜた。その後 ph 数値7.0（中性）を目標にして試験紙でレイタンス水が中和をしたかどうか確認しながらドラム缶内の上水を適切に処理した。その結果河川・海へ濁りはなく周辺への環境対策がスムーズに行うことができ、順調に施工していくことができた。

４．おわりに

現場内が海へ近い河川下流のため、河川の濁りや今回問題となったレイタンス水等、現場周辺への影響を十分考えなくてはならない必要があった。

工事現場の悪いイメージをよくするため環境への対策は必要不可欠である。工事現場周辺の住民の方とコミュニケーションをとることを心がけ、協力し合い現場を進行していくことが大切だとわかりました。本工事は上記のような問題点を克服し、無事竣工することができた。今後もこの経験を生かし現場管理にいかしたいと思います。

75

環境管理

pH 処理装置を使用した排水処理について

山梨県土木施工管理技士会
小林建設株式会社
土木部
監理技術者
花　輪　清　司
Kiyoshi Hanawa

1．はじめに

当現場の小武川は、鳳凰三山の登山口でもあり豊かな自然を求めシーズンには登山や渓流釣りを楽しむ多くの人々で賑わう所である。

今回行う工事は昭和40年に建設され、昭和57年の大災害の際に損傷を受けた既設砂防堰堤を腹付けコンクリートにより補強する工事である。

工事概要

⑴　工 事 名：小武川第二砂防堰堤工事
⑵　発 注 者：国土交通省　関東地方整備局
　　富士川砂防事務所
⑶　工事場所：山梨県韮崎市清哲町青木地先
⑷　工　　期：平成19年９月６日～
　　平成20年２月29日

2．現場における問題点

通常レイタンス処理は高圧水による洗い出し（グリーンカット）を行うため、洗水にはセメントや骨材の微粒分が多く含まれている。当然、そのまま河川に放流するのではなく沈砂池をもうけ処理した後に放流する。しかし当現場では河川勾配がきつくさらに川幅が狭小なため、沈砂池を下流側にもうけることが地形的に困難であった。

またこの附近には多くの渓流魚が生息しており、

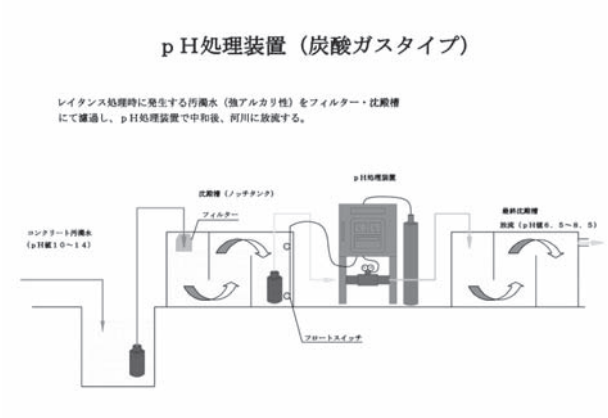


図−１　着工前

産卵期になると遡上を始め堰堤直下に産卵場所を求め集中することが分かった（図－１）。コンクリート打設時期がこの産卵期と重なるためレイタンス処理時に発生する汚濁水（アルカリ性）から渓流魚を守るため、処理方法について検討することにした。

3．工夫・改善点と適用結果

先にも述べたとおり作業ヤードが本副堰堤間に限られることから排水処理施設は濁水と pH 処理が同一箇所で行えるようノッチタンクを２組（pH 処理装置前に１基、後に１基）と pH 処理装置を組み合わせ（図－２）右岸側壁上にセットするこ



図−２　汚濁水・pH 処理装置施設図



図−３　設置状況

とにした（図－３）。

レイタンス処理水の収集方法は基礎面に釜場を設けることにした。釜場からノッチタンクの高低差が大きいため高揚程の水中ポンプを使用しｐH処理装置については取り扱いが簡単で装置自体が軽量な炭酸ガスタイプを選択することにした。

処理方法は以下の手順で行う。

①基礎部型枠前面に土嚢で土手を作りレイタンス処理水を釜場へ集め、第１ノッチタンクへポンプアップする。湧水や浸透水は別の箇所に釜場を設けポンプアップする（図－４）。

②ポンプアップした濁水はホース出口にフィルター（ウエスを巻きさらに土嚢袋で覆う）を付け、ノッチタンクに直接土砂・異物が入らないよう除去する。

③ノッチタンクで上水だけを流しフロートスイッチ付き水中ポンプにより水位の上昇・下降に応じて自動運転を行う。

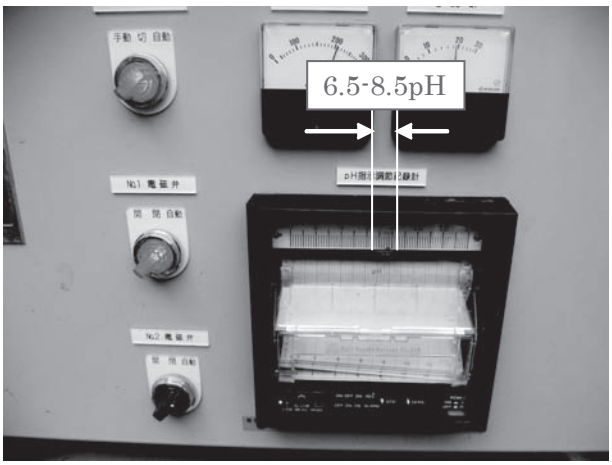


図−４　濁水釜場

④ pH 処理装置は炭酸ガスの放出量を自動調整するタイプであり中和範囲を pH6.5〜8.5に設定する。（濃度の変化により炭酸ガス放出量を自動調整）

⑤中和処理された水をさらに濁りを除去するために次のノッチタンクに排出し上水を河川に放流する。

レイタンス処理水の濃度により炭酸ガスの使用量にかなりの差が出ることが分かった。今回は30ｋボンベ２本立でおこなった。処理能力は計測した結果、基準値内で処理することができ、濁度も２組のノッチタンクにより濁りを除去することに成功した（図－５）。



図−５　pH 記録計

４．おわりに

今回は沈砂池を設置するスペースがとれなかったことや、渓流魚の産卵期と重なったことから試験的に pH 処理装置を導入した結果、良い効果が得られたが、問題もある。冬期における凍結防止処置に手間がかかり今回はこれに一番苦労した。（処理後のホース内、ノッチタンク、pH 処理装置の水抜きや装置・ノッチタンクの保温）施設全体を囲い保温する方法や冬期時には水を使わないレイタンス処理方法の見直しも必要である（表面処理剤等）。また打設規模によりレイタンス処理回数及び打設量が多いと炭酸ガスの消費が激しいことや、施工時期が冬期になる場合の凍害対策を考えると費用負担が重く企業努力だけでは対処できないため、導入には検討が必要である。

76

環境管理

周辺環境を考慮したコンクリートのレイタンス処理

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社　釧路製作所
工事グループ
笠　井　　太
Futoshi Kasai

1．はじめに

本工事は一般道道名寄遠別線のうち、ウエンベツ沢川を跨ぐ橋梁で、山間部に位置する自然豊かな環境の中での架設工事であり（図－１）、その工事概要は下記に示すとおりである。

橋梁形式：単純開断面合成箱桁橋
橋　　長：60.80m
支 間 長：59.00m
幅　　員：8.000m
活 荷 重：Ｂ活荷重
鋼　　重：207t
主な工種：工場製作工、輸送工、架設工、塗装工、足場工、床版工



図−１　現場全景

2．現場における問題点

本橋のコンクリート工事は横桁を覆う巻立てコンクリートや床版コンクリートの施工を行うものである。

その施工には、巻立てコンクリートと床版コンクリート、床版コンクリートと地覆コンクリート等の水平打継部があり、打継部のレイタンス処理を行う必要があった。

一般的には、生コンクリート打設後に高圧洗浄機を使用して、レイタンス除去を行っていたが、この方法では処理後の汚濁水が河川内に流失し、環境を悪化させる可能性があるため、環境に配慮したレイタンス処理の工夫が必要であった。

3．工夫・改善点と適用結果

前述するとおり、環境に配慮したレイタンス処理を行うため、今回はコンクリート打継ぎ処理に「ブリード・ボンド工法」を採用した。

この工法は「トライテックス CB-20」をコンクリート表層部に散布するだけで、レイタンス処理済のコンクリートと同等の効果が期待でき、遅延材を使用した時のように高圧洗浄機による処理後の回収作業などを生じさせない工法である。

そのため、上記の効果を期待し、巻立てコンクリートと床版コンクリート打継ぎ箇所及び床版コ

ンクリートと地覆コンクリート打継ぎ箇所にトライテックス散布して、レイタンス処理を行った(図－2、3、4)。



図-2　コンクリート打設状況



図-3　トライテックス散布



図-4　トライテックス CB-20

その結果、環境負荷の低減を図ることができ、脱型後の目視検査においてジャンカや砂筋等も見られず、良好なコンクリートを施工することができた（図－5）。



図-5　施工完了

その他この工事では、下記事項について工夫を行った。

①巻立てコンクリートは高さが約３ｍで、太径鉄筋が多数配置される狭隘な構造のため、コンクリートの充填性の向上を図る必要があった。そのため、高性能 AE 減水剤を使用してスランプを８cm から12cm とし、発注者立ち会いのもと、試験練りを行い、適切な配合を確認した。

②床版コンクリート及び地覆コンクリートは膨張材を使用した。

③巻立てコンクリートは、運搬路のヒヤリマップを作成し運転手に周知して貰うことで交通事故防止を図った。

④打設時は、型枠の隙間からの漏れ等を点検し、入念な締め固めを行った。

４．おわりに

今回の施工は、「ブリードボンド工法」を採用し、環境に配慮した施工を行うと共に、多少ではあるが作業の簡略化も図ることができた。

今後は将来に渡り、社会から環境に配慮した施工方法がより一層求められることから、現場の状況に合わせた製品の選択や高度技術の導入を行って、適切な施工を行うことが重要であると思う。

77

環境管理

景勝地での施工における景観対策

東京土木施工管理技士会
飛島建設株式会社

副所長
西　浦　和　幸○
Kazuyuki Nishiura

工事長
鹿　田　朋　義
Tomoyoshi Shikada

工事課長
重　田　一　夫
Kazuo Shigeta

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：別当川総合開発事業新内海ダム
　　本体建設工事
⑵　発 注 者：香川県
⑶　工事場所：香川県小豆郡小豆島町神懸通
⑷　工　　期：平成21年12月15日～
　　平成25年３月25日
⑸　主要数量：ダム高；43m
　　堤頂長；423m
　　堤体積；152千㎥

新内海ダムは既設内海ダムの下流に新設する再開発の多目的ダムであり、名勝寒霞渓を流域に持ち、全量購入骨材を使用して築造する重力式コンクリートダムである。

2．現場における問題点

当ダムは名勝寒霞渓を含む瀬戸内海国立公園に隣接し、寒霞渓から瀬戸内海を望む眺望景観の中に位置している。この周辺地域の自然景観と調和のとれたよりよい景観形成を図るための検討を目的として『内海ダム景観検討委員会』が設置され、永久構造物となるダムや周辺施設の計画検討が行われている。しかし、ダム建設には数年におよぶ工事期間を要するため、工事期間中における景観対策も必要であり、当ダムで実施している対策を報告する。

3．工夫・改善点と適用結果

⑴　ダム施工設備の景観配慮色による塗装

ダム建設工事期間中に設置する仮設備（骨材輸送設備、コンクリート製造設備、セメント貯蔵設備及び濁水処理設備）を周辺の自然景観に配慮した無彩色（『内海ダム景観検討委員会』指定色）



図−１　骨材貯蔵・輸送、コンクリート製造設備全景写真



図−２　濁水処理設備全景写真

で塗装した。また、骨材貯蔵設備では、夏季の直射日光により内部の骨材の温度上昇を防止する目的で設置する斜光ネットを無彩色なものとした。

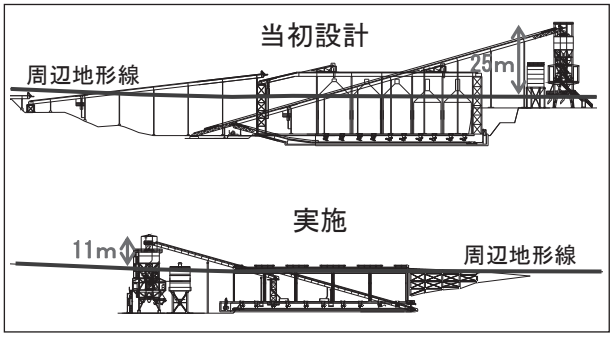
⑵　ダム施工設備の配置検討による威圧感の軽減

設備設置箇所の地形を利用したダム施工設備の配置検討および仕様変更により、周辺地形からの突出を低く抑えた。

高い仮設備であるコンクリート製造設備及びセメント貯蔵設備を低い地形箇所に配置した。また、骨材貯蔵設備への骨材投入方式は高い支柱を用いるベルトコンベヤ方式ではなく、仮設桟橋を利用したダンプトラックによる直接投入方式とし、骨材貯蔵設備のビンの直径を2.5m大きくすることにより､必要な貯蔵量を確保したままで高さを2.4m低くした。これらにより、周辺地形からの突出を25mから11mに抑えた。

表−１　骨材貯蔵設備仕様変更

	当初設計		実施工
骨材投入方式	投入ホッパー＋ベルトコンベヤ	⇨	桟橋による直接投入
骨材ビンの高さ	φ9.5m×13.3m		φ12.0m×10.9m



図−３　ダム用仮設備と周辺地形の関係

⑶　資材養生シートに景観配慮色のシート使用

建設工事において通常使用されるブルーシートは視認性が非常に高く、目立つことにより、周辺の自然景観とは調和しない。このため、工事に使用する資材の養生には、景観を配慮した色のシート（10YR シート）を使用した。10YR シートは日本の景観に違和感なく調和する仮設シートとして開発されたものであり、10YR という色相は、日本の建築物等の外装色の色彩として最も出現頻度が高く、木材や岩石、土砂などとも共通性のある色彩である。



図−４　景観配慮色シート使用状況

⑷　適用結果

大きな仮設備であり、長期間設置することとなるダム用仮設備の塗装色を無彩色にし、周辺地形からの突出を低く抑えた。また、資材養生には景観配慮色シートを使用した。工事に必要不可欠な仮設備や資材を目立たなくするとともに威圧感を抑えることにより、工事中における周辺自然景観との不調和が低減された。



図−５　寒霞渓から現場を望む

４．おわりに

景観への感じ方は主観的なものであり、特に色の選定には周辺の自然環境や風土などの地域特性を考慮する必要がある。当ダムでは有識者や地元住民代表で構成される『内海ダム景観検討委員会』で地域に調和する色が選定されていたが、委員会提案の趣旨に合致した施工が行えていると考える。今後の施工に際しても、早期の裸地対策や段階的な伐採などを実施し、委員会の基準に則した景観保持に努めていきたい。

78

環境管理

ベルトコンベヤ乗継部の騒音対策について

東京土木施工管理技士会
飛島建設株式会社
工務主任
菅　野　　稔○
Minoru Sugano

監理技術者
荻　田　雅　弘
Masahiro Ogita

機電課長
鶴　見　哲　也
Tetsuya Tsurumi

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：東九州自動車道　新津トンネル工事
⑵　発 注 者：西日本高速道路株式会社　九州支社
⑶　工事場所：福岡県京都郡苅田町大字上片島
⑷　工　　期：H20．3．11～H24．6．17

新津トンネル工事のずり出し作業はベルトコンベヤで計画されており、トンネル坑内は延伸ベルトコンベヤ、坑外については地形やずりの仮置き場の位置より、固定式のベルトコンベヤを採用している（図－１）。

坑外ずり仮置き場の側面（L＝235m：A地点）と正面（L＝260m：B地点）に民家が点在しており、ベルトコンベヤの防音対策として、ずり仮置き場に防音壁（H＝5.0m、L＝28.0m）の設置を行った（図－２）。

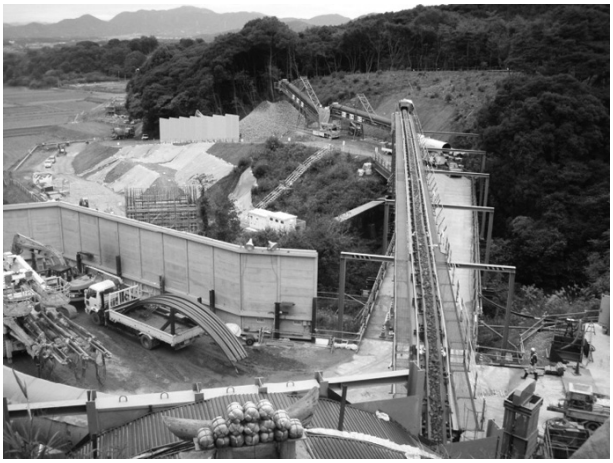


図-１　坑外ベルトコンベヤ設置状況



図-２　ずり仮置き場付近、防音壁設置状況

2．現場における問題点

ベルトコンベヤを設置してずりの搬出作業を行った結果、ベルトコンベヤの騒音が大きく発生することとなり、近隣住民からの苦情が発生した。

原因として、ベルトコンベヤの乗継部において、ずりが落下する時にずり同士のぶつかり合い、乗継箇所のシュート部にずりが当たる音であり、A地点で測定した騒音レベルは、60dBの継続した騒音が計測された。（10／29時点）

またB地点では、ずりの落とし口に落下する音も気になるとの苦情もあった。

３．工夫・改善点と適用結果

ベルトコンベヤ乗継部の騒音対策として、乗継箇所のシュート外部のカバーにゴム板（図－３）を取付け、乗継箇所全体を防音シートで覆う対策（図－４）を実施した。

対策後の測定結果は、Ａ地点において55ｄＢ程度までの減音ができた。



図−３　乗継部カバーのゴム板取付け状況



図−４　乗継部の防音シート設置状況

Ｂ地点については、ずり積込み箇所の正面であり、ずり搬出ダンプの走路となることから、搬出を行わない夜間についての対策として、カーテン式の防音シート（図－５）を設置した結果、50ｄＢ程度まで減音することが出来た。



図−５　ずり仮置き場前の防音シート設置状況

４．おわりに

ベルトコンベヤの設置にあたっては、乗継部やずり落とし口付近からの騒音（90～100ｄＢ）が発生することから、事前の防音対策を実施することが必要である。

騒音対策としては、ベルトコンベヤの乗継箇所を減らす、ずりの落下高さを低くする等の現地条件によるものと、騒音発生箇所を覆う等の減音対策も有効であった。

表−１　騒音測定結果

単位：dB

測定箇所	騒音発生地点		騒音測定地点				防音対策
	No.2乗継	No.3乗継	A地点		B地点		
項目	騒音Lmax	騒音Lmax	騒音Lmax	騒音L5	騒音Lmax	騒音L5	
10月29日			65.3	60.0			
10月30日	98～100	93～98	71.7	65.9			乗継部ゴム板取付
10月31日	92～98	92～96	61.9	59.5			〃
11月3日	92～96	92～95	57.7	55.2			乗継部を防音シートで覆う
11月9日			56.5	53.9	60.0	54.7	〃
11月16日			58.0	54.9	52.6	50.7	ずり仮置き場防音シート設置

79

環境管理

切削オーバーレイ工による舗装工事の夜間騒音対策について

宮城県土木施工管理技士会
福田道路株式会社　東北支店
森　　幸　三
Kouzou Mori

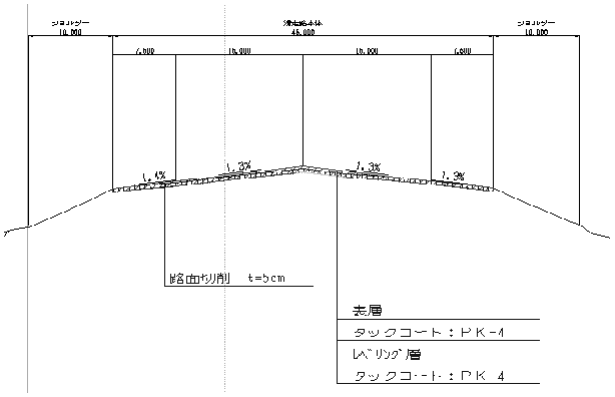
1．はじめに

本工事は、仙台空港内の滑走路改良工事の一環として行われた切削オーバーレイ工による舗装工事であり、仙台空港の供用時間終了後21：30から翌６：30の供用開始時間までの限られた時間内で行われたものである。

工事概要

⑴　工 事 名：仙台空港Ｂ滑走路改良工事
⑵　発 注 者：塩釜港湾・空港整備事務所
⑶　工事場所：宮城県名取市下増田南原
　　仙台空港地内
⑷　工　　期：平成22年９月７日～
　　平成23年３月11日

切削オーバーレイ工の舗装断面は、既設表層切削（50㎜）・一部レベリング・表層の順番に施工となり、表層完了後マーキング（区画線）の施工を行う。舗装完了後60日経過後にグルービング工を施工し完了となる。



図−１　標準断面図

2．現場における問題点

今回の工事は、夜間工事であり、過去に同種工事による騒音が問題となり、工事の進行に支障をきたした事例がある。本現場は、この工事騒音の発生問題に対し、最大限の注意を払い工事を進行する必要があった。

3．対応策と適用結果

⑴　騒音対策の計画

騒音対策の計画は、まず施工計画の段階で、工事に使用する機械の個々の発生する騒音レベルを調査し、工事全体における合成騒音レベルを算出した。騒音対策の目標値は、それぞれの機械の騒音レベルが、10(dB(A))低下するよう計画した。

目標とする騒音レベルは、近隣の住宅地における夜間の暗騒音が、概ね45～50(dB(A))であることから、50(dB(A))以下とした。施工時の合成騒音レベルの予測値は、表−１に示すとおりである。

表−１　施工時の合成騒音レベルの予測値

	ﾊﾟﾜｰﾚﾍﾞﾙ (dB)	対策 (dB)	ﾊﾟﾜｰﾚﾍﾞﾙ (対策後) (dB)	距離 (m)	民家における騒音ﾚﾍﾞﾙ (対策無し) (dB)	(対策後) (dB)
電動ﾋﾟｯｸ	105	−10	95	480	43	33
電動ﾋﾟｯｸ	105	−10	95	480	43	33
ﾛｰﾄﾞｶｯﾀ	100	−10	90	480	38	28
切削機	97	−10	87	480	35	25
切削機	97	−10	87	480	35	25
暗騒音	45		45		45	45
合成騒音ﾚﾍﾞﾙ	109.2		99.2		49.3	45.7

⑵　騒音対策の実施

騒音対策の実施事項は、以下に示すとおりである。

①工事全体の騒音対策

工事区間全体の騒音対策は、図−２に示すとおり、高さ約３m、長さ100m（１日分の施工区間）の範囲で防音シートの設置・撤去を日々行った。設置・撤去の時間短縮及び作業効率の向上のため、使用した防音シートは、一般の塩ビ製シートの５分の１の重さのものを使用した。



図−２　施工区間防音シート設置状況

②発生源の騒音対策

使用する機械の中で特に騒音値の高い機械には、図−３、４に示すとおり、防音シート・防音パネル等での音源近くにおける特別な対策を講じた。



図−３　切削機防音シート設置状況



図−４　電動ピック使用時の防音パネル設置状況

⑶　騒音対策の結果

防音シートの設置時間は、軽量化と事前準備（シートの連結作業等）により、15分〜20分で完了し、工事施工時間に影響のない範囲内にて設置することが出来た。また、騒音レベルは、仙台空港の敷地境界にて施工中測定した結果、当日の暗騒音値とほぼ等しい47(dB(A))となり目標値を満足した。

以上の騒音対策の結果、近隣住民からの騒音による苦情は無く、舗装工事を完了することが出来た。

４．おわりに

今回の騒音対策は、工事箇所全体を覆う騒音対策と、個々の機械の発生源における騒音対策という二重の対策を実施した。

今回のように広い範囲の工事箇所全体を覆う場合、防音施設を短時間で設置撤去するには、設置方法の工夫が必要である。本現場は、設置撤去に移動式クレーン車を使用した結果、有効であった。

今後の課題は、住宅密集地における設置でも可能な方法を検討することである。

80

新技術・新工法

ノンプリズム式光波測距儀による施工管理

新潟県土木施工管理技士会
株式会社 新潟藤田組
現場代理人
小　野　　裕
Yutaka Ono

1．はじめに

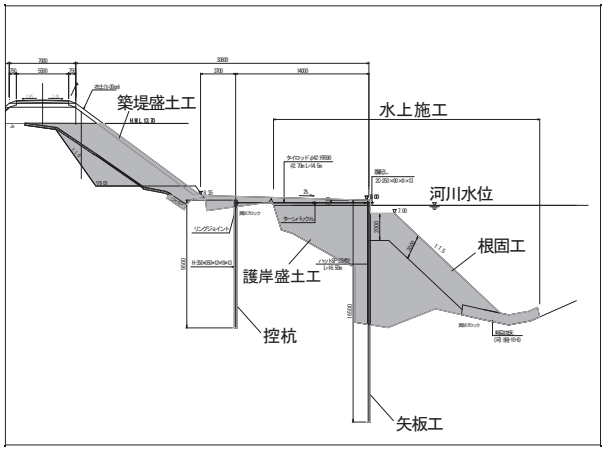
本工事は、信濃川下流本流において、洪水の影響により氾濫の恐れがある無堤部に堤防護岸を整備し、洪水被害を防ぐための工事です。

工事概要

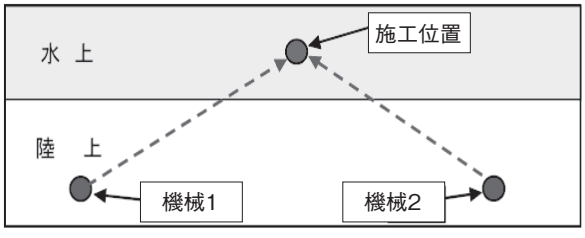
⑴　工 事 名：笈ヶ島築堤護岸工事
⑵　発 注 者：国土交通省北陸地方整備局
　　信濃川下流河川事務所
⑶　工事場所：新潟県燕市笈ヶ島地先
⑷　工　　期：平成21年９月12日～
　　平成22年９月24日
⑸　工事内容：盛土工　Ｖ＝7,050㎥
　　タイロッド式矢板護岸工Ｌ＝110m
　　根固工（根固ブロック）Ｎ＝702個
　　根固工（袋詰玉石）　Ｎ＝838個
　　根固工（粗朶沈床）　Ａ＝896㎡
　　根固工（捨石）Ｖ＝3,128㎥
　　仮設工　１式

2．現場における問題点

当工事の主要工種である、矢板護岸工、根固工は水上での施工となり（図−１標準横断面図)、陸上施工に比べて測量作業が容易ではありませんでした。位置出し測量で一般的に多く使用されているプリズム式の光波測距儀は反射体（ミラー）を視準する事で距離を測定します。又、水上での矢板法線・粗朶沈床等の位置出し測量は、従来陸上から２台の測量機械でそれぞれの方向から視準し所定の位置へ誘導して設定を行います（図−２)。その場合２方向の位置が合うまで、お互い微調整を繰り返しながら所定の位置を出さなければならないため、施工箇所の川の流速が速いこともあり、非常に時間がかかり、施工業者の手待ちロスもある上、２台の測量機械と２人の機械観測者（施工管理者）が必要でありました。



図−１　標準横断面図



図−２　従来の一般的な位置出し測量

３．工夫・改善点　と　適用結果

今回の工事では、このような問題点を解決するため、ノンプリズム式の光波測距儀（以下光波）を使用し位置出し測量を行いました。

ノンプリズム式の光波は目標物からの反射により測定が可能なため、反射体（ミラー）は必要なく、機械観測者（施工管理者）も１名で位置出し等の測量が可能となりました。

初回施工時、従来のプリズム式の光波と新たに使用したノンプリズム式の光波との計測値に差異がないことを確認し、水上での粗朶沈床の沈設ガイド鋼材の位置出し測量（図−３、図−４）や、矢板施工時の位置確認及び施工後のタイロッド設置までの変動調査等をノンプリズム式の光波を使用して管理を行いました。

その結果、ノンプリズム式の光波の使用により



図−３　沈設ガイド鋼材の設置位置出し測量



図−４　距離と方向を光波で確認し無線で指示

１台でスムーズに手待ちロスなく測量が進められ、各種計測・観測作業が１人で実施出来たことにより、工事施工と管理業務の効率化を図ることができ、又出来形管理においてもバラツキなく許容内におさまり、所定の出来形を確保することが出来ました。

４．おわりに

どんな小規模な工事でも施工管理の基本である位置出し、丁張り等の測量作業は、工事を進めていく上でとても重要です。基準となる測量に誤差が生じると出来形にバラツキが発生し、高品質な製品は出来ません。また、最悪の場合、手戻り・手直しの原因となり想定外の原価が掛かり採算面で大きな痛手となります。

測量機械を従来のものから、ランクアップした機能を備えたものを使用することで、業務の効率化を図ることが出来ました。今回は水上施工時での測量作業でしたが、他に崖や土砂崩れ等の災害現場で反射体（ミラー）が対象物に設置できない危険区域や、私有地などの立入禁止区域でも測定が安全かつ効率的に計測を行うことができ、又、下水道工事等の市街地で交通規制が必要な場所でも、ノンプリズム式の光波を使用すればその必要もなくなると思います。

工事の施工を管理するものとして、現状にとらわれず新しい手段・手法を日々模索し、チャレンジしていくことが、高品質・顧客満足・工事評定点の向上につながると思っています。

81

維持管理

区画線消去後の骨材飛散防止対策について

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
現場代理人
志　田　和　弘
Kazuhiro Shida

1．はじめに

工事概要

⑴　工 事 名：宮崎218号北方 IC ランプ橋下部工外工事（岡元改良工区）
⑵　発 注 者：国土交通省　延岡河川国道事務所
⑶　工事場所：延岡市岡元町地内
⑷　工　　期：平成22年３月30日～
　　平成22年６月30日

この工事は、高規格幹線道路網の一環として、計画された北方延岡道路（岡元地区）で、用地買収時の問題で、道路線形を迂回し、法定速度60Kmの区間を、暫定で法定速度50Km に制限し通行していた。

今回、その用地問題も解決し、正規の道路線形に復旧する目的で、施工延長Ｌ＝240m区間の外側線・センターのゼブラ帯を、超高圧水表面処理にて消去し、新しい線形に区画線工を施工する工事である。

2．現場における問題点

超高圧水表面処理工法は、水圧を利用して、区画線を消去する工法であるが、舗装表面のアスファルト分も一緒に除去する欠点もある。

当初は、超高圧水表面処理にて消去するだけの施工であった。外側線消去部は問題なかったのだが、工事車両出入り口として利用した、ゼブラ帯消去箇所から、表面部（排水性舗装）の骨材飛散現象が発生した。

発生箇所はゼブラ帯全面ではなく、特に排水性



図−１　区画線消去状況



図−２　骨材飛散発生部




図−３　補修・トップコート状況



図−４　トップコート完了

舗装の施工縦ジョイント部を中心に症状が現れた。

舗装施工時、転圧不足に成りやすい縦ジョイント部の弱点の現れだと思う。

今回の道路線形変更により、消去部が通行車両のタイヤ位置になるため、交通解放後の表面部の骨材飛散が考えられた。

３．工夫・改善点　と　適用結果

今回、供用開始後飛散する可能性があったため、事前協議にて、舗装表面のアスファルト劣化（主原因）を理由に、飛散防止処理（トップコート）の承諾をもらう。



図−５　トップコート完了（接写）

トップコート施工前に、骨材飛散箇所を、As乳剤塗布後、密粒度 As にて補修をし、平坦性を確保した。（排水能力は多少低下するだろうが、排水性合材では付着しない恐れがあるため）

トップコートを施工することによって、補修部を含めて、供用開始後も飛散は見当たらない。

また、目視上ではあるが雨天日の排水能力低下もおこっていない。

４．おわりに

今回、発注者が事前協議の段階で、現状を視察し、「トップコート」を設計に取り入れたことで解決できた問題である。（支出増のため、かなりの時間を要したが…）

請負業者負担では、補修作業が限界であり、トップコートまで施工できない。発注者の理解がなかったらと考えると、業者の施工責任として、大変な事態になったと思われる。

近年、排水性の舗装面積も増加する一方、超高圧水表面処理による消去作業も増加してくるだろう。ゼブラ帯のような、消去面積が広い箇所については、表面飛散防止処理を併用することを念頭におき、発注者と協議を進めるべきだと思う。

（参考資料）

超高圧水表面処理工法で、施工時発生した産廃材（ライン屑）を、吸引車の状態で直接産廃処分場へ持ち込めば、汚泥扱いになり、処分場も限定され、処分料金が高額になる。そこで一旦、沈砂水槽にて濾過分離作業を行えば、水と固形物が分離され、ダンプトラックでの運搬も可能になり、汚泥に比べ安価に処理できる。




図−６　分離用水槽（５m³級）

82

維持管理

道路陥没復旧工事の施工

㈳現場技術土木施工管理技士会
株式会社 上瀧組
現場代理人
上 瀧 直 樹○ 上 瀧 聡 洋
Naoki Koutaki Akihiro Koutaki

1．はじめに

工事概要
⑴ 工 事 名：漆生・老松線道路陥没復旧工事
⑵ 発 注 者：福岡県嘉麻市役所土木課
⑶ 工事場所：福岡県嘉麻市漆生地内
⑷ 工　　期：平成22年８月25日～
　　平成22年８月31日

嘉麻市の市道、片側１車線の側溝付近に陥没箇所が確認された（図−１）。アスファルト部分が幅30㎝、長さ60㎝と見た目は小さいが深さは2.0m以上、空洞箇所はアスファルトを撤去してみないと確認できない状況であった。この地域は旧炭坑の生活道路をそのまま埋め立てただけの地域であり、泥炭やボタ等が埋戻し土として利用されている。

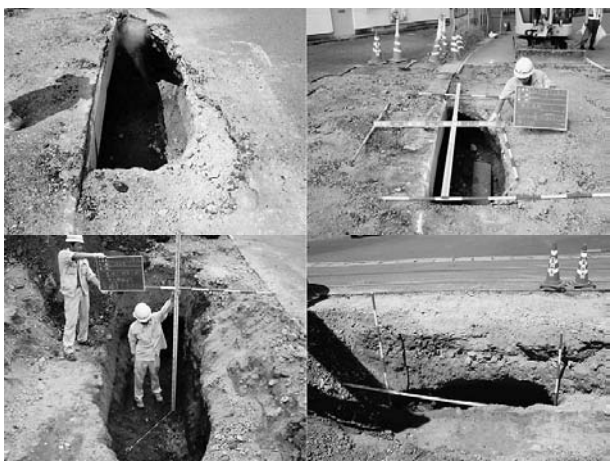
2．現場における問題点

近辺は工業団地で、子供の通学路ということもあり交通規制を敷いて陥没箇所のアスファルトを撤去したところ、横断暗渠側溝の下はえぐられており道路中心方向へも陥没箇所が伸びていることが分かったため中央線付近までカッターを入れ片側１車線、約10m を調査することになった。

調査した結果、10m 以上にわたって陥没が続いていることが分かった。土木課の担当と協議し応急処置として影響する区間を片側１車線分掘削し良質の真砂土で置換える事となった。



図−１　着工前現況



図−２　陥没状況

3．対応策・原因究明

陥没に至る原因はおおよそ以下である。

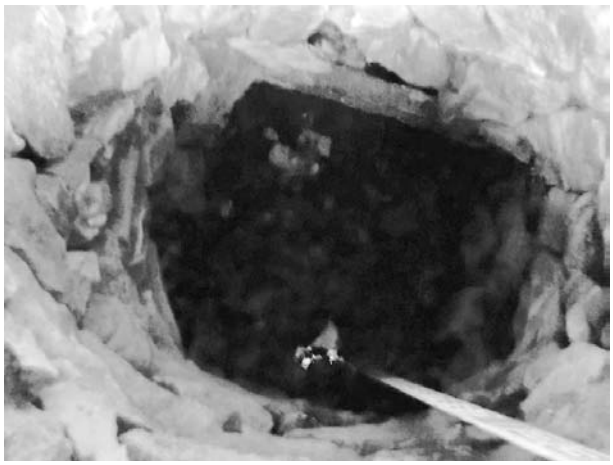
・老朽化した埋設水道管路等の破損・漏水。
・管路敷設工事時の埋戻し不良。
・大型構造物建設時の残置物など。
・河川・護岸擁壁からの吸出し。
・地震や大雨、地下水の影響。

等である。

当現場にも陥没箇所付近に水道の本管が埋設されていることが分かった。昭和45年敷設と40年近く鋳造管が腐食して漏水が原因で空洞が出来たものと考えられた。調査した結果、水道管の周りには空洞箇所が見られたが漏水はしていなかった。調査を進めていくうちにバックホウがある物を掘り当てた。炭坑時代に利用されていた坑道跡である（図−3、4）。



図−3　坑道跡



図−4　坑道内部

この坑道に雨水が長年流入し土を吸出して空洞が拡大・陥没が出来たものだと思われる。対策としては、セメントミルク注入などして坑道自体を埋めてしまう方法があるが、調査に時間がかかるのと予算の関係上困難であるため。間知ブロックを積みコンクリートで閉塞後（図−5）真砂土で埋戻しを行い陥没箇所の復旧を終えた（図−6）。



図−5　閉塞状況



図−6　閉塞復旧状況

4．おわりに

今回の工事は陥没箇所が小規模であったため、短期間で復旧を終えることが出来た。旧産炭地でもある筑豊では、このような坑道が人知れずそのまま埋められており、ある日突然道路が陥没するような事態がいつ起こってもおかしくない状況にあると思われる。こういった地域の道路の異常は、自治体の道路課だけの点検だけではとうてい発見できない。自治体（県・市町村）の広報には道路に異常があった場合の連絡先を記しているが一般には浸透していないと思われる。こういった道路の異常を早期に発見し事故を未然に防げるよう、各自治体に対応を訴えていこうと思う。