

I. 技術論文

1

施工計画

橋梁上部工補修工事の施工について

東日本コンクリート株式会社
監理技術者

目 黒 仁[○] 鈴木 雄 一 畠 山 慎 吾
Hitoshi Meguro Yuuiti Suzuki Shingo Hatakeyama

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年尾形橋耐震補強工事
- (2) 発 注 者：宮城県大河原土木事務所
- (3) 工事場所：宮城県柴田郡大河原町大字大谷地内
- (4) 工 期：平成25年8月27日～
平成26年3月25日

橋長 158.1m 全巾員15.8m

型式 ポストテンション方式5径間PC単純桁

施工範囲

構造物撤去工（地覆、歩道、舗装版）
高欄撤去・取り換え、縁石工（撤去後新設）
伸縮装置取換 車道 N = 1箇所、歩道 N = 6箇所
舗装工（歩道、車道） 地覆工（新設）

この工事は、JR東北本線大河原駅と国道4号線を結ぶ白石川に架かる尾形橋の耐震補強工事でした。この橋梁は昭和54年完成ですので、既に完成から35年が経過しており、伸縮装置や舗装の老朽化が進行しておりました。付近には大河原商業高校、柴田農林高校もあり朝晩の交通量は非常に多い現場でした。

また、車道舗装の打ち換え工事と歩道の改修工事もありましたので、交通規制を伴った工事でした。



図-1 施工前全景（起点方より）

2. 現場における課題・問題点

補修工事の場合、新設工事と違ってまず現場の確認が必要となります。

35年前に完成した現場ですので発注図が正確かどうかの確認作業が必要となります。私は以前に補修工事を担当した時図面と現場の状況が合致せず苦勞した経験がありました。

そこで現地の状況を確認するために最初に取り組んだのが、今回撤去する構造物に添加物が配置されているかどうかということでした。

桁下に東北電力、町の水道管は添加してあるのが目視で確認できましたので、東北電力と大河原町を訪ね確認し施工には問題なしとなりました。残るはNTTです。桁下にはケーブルが添加されていないので目視による確認は不可能でした。

直接NTTの支店に行き添加の有無を確認しま

した。

発注の図面には、添加物の記載はなかったのですが、NTT に行くくと下流方の歩道(W = 3.0m)に21条の光ケーブルが埋設されているとのことでした。

また、照明灯が橋脚ごとに設置されていますので地覆の中にケーブルが埋設されているだろうと予測しました。

次に検討しなければならなかったのが、地覆コンクリート撤去するために足場を組まなければなりませんでしたが、橋長が158.1mあり、桁下から高所作業車で施工可能なのはわずか1径間だけで、残りの4径間は河川部になりますので橋上から施工しなければなりませんでした。

付近には高校が2校あり、両側歩道とはいえ片側を作業中だけ全面通行止めにするかという問題でした。

地覆が完了すれば、車道の舗装を施工しなければなりません。県道のほかに堤防沿いの生活道路があり、この道路の交通量も多く交通規制する際の課題として浮かび上がりました。

歩道を規制して地覆の改築工事を施工するので夜間の歩行者への安全対策も重要な課題の一つでした。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

最初に光ケーブルの件ですが、調査もせず施工し光ケーブル切断となれば、社会的な影響が大きくその責任は非常に重いものとなります。

現場でNTTの方に埋設してあるケーブルの図面をもらい、立ち会いを求めて試掘を行いました。

恐る恐る試掘を行いました。所定の深さまで掘ったにも関わらずケーブルらしきものはなかなか発見できませんでした。結局図面より50mmも深いところに光ケーブルを確認することができました。ここが補修工事の難しいところです。

当時の設計図面と施工誤差がかなり大きい場合があります。この結果を発注者に報告し協議を重ねた結果、NTTの光ケーブルを移設しない限り



図-2 下流方歩道試掘状況

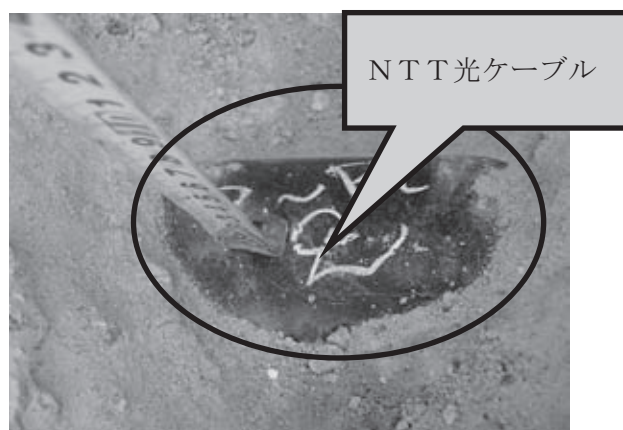


図-3 光ケーブル確認

下流側の歩道の改修工事は不可能との結論に至り、今回の工事からは抜くことになりました。

また、上流側の主桁上フランジには、大河原町で設置した光ケーブルが添加してありました。これも足場作業に支障が出るかと思い大河原町役場に出向き協議を重ねました。

このケーブルは大河原町の小中学校と役場を結んでいる光ケーブルでした。

これは調査段階で分かったのですが、NTTの光ケーブルの場合少しの振動でも【瞬断】という通信が一瞬途切れる現象が出るそうです。

私は不安になり役場と協議をしましたが、このケーブルは学校が休日の場合の利用はないので、「休日の作業なら支障はありません。」との回答を得ましたので、学校が休日の土曜日を利用して作業することとしました。

次に照明灯のケーブルの件ですが、調査の結果、

桁下から地覆の底版に電線の入ったエフレックス管が挿入されているのが確認できました。

このケーブルについては、発注者と協議し本工事で仮移設して、地覆コンクリート打設時に型枠内に配管して復旧するという方法で施工しました。

幸い照明灯は夜間しか利用しないので、昼間のうちに、作業可能な時間内でケーブルの切り替え作業を行いましたので、夜間に照明灯が消えることはありませんでした。

地覆コンクリートを撤去するために足場を組み立てるのには当初橋梁点検車を使用する予定でした。

ただ橋梁点検車を使用すると、アウトリガーを完全張り出しで使用するために、歩道幅3mを完全に塞いでしまい通勤、通学の歩行者が通行できなくなります。そこで簡易ゴンドラを使用して足場を組み立てることにしました。簡易ゴンドラ使用にすると占有幅が1.8mで済むので誘導員を配置して歩行者が通行できました。両側に3mの歩道があり橋の前後に横断歩道があるとはいえ、毎日通い慣れた歩道が通行止めになることはないほうが良いとの判断でした。ゴンドラを使用して歩行者を通行可能な状況で施工できたため、施工中の苦情は1件もありませんでした。

歩道の施工は、簡易ゴンドラを使用することで歩行者が通行しながら施工できましたが、次は車道の舗装版撤去、防水工施工、舗装施工時の交通規制ですが、白石川の堤防沿いに交差道路があり

1本は沿岸部の亘理町から国道4号線に抜ける道路として地元の方々が利用している道路でした。

残りの道路も生活道路として利用されていました。県道および堤防道路沿いに工事の予告看板を設置して、工事のお知らせを付近の住民の方に配布しました。歩道工事開始のお知らせを兼ねて

付近の小学校、中学校各1校、高校2校にも挨拶を行いました。近隣対策は終了し所轄の警察署とも道路使用許可の打ち合わせを済ませました。

当初の予定では、交通誘導員2 + 1名で片側交互通行を行う予定でした。1名は昼食時の交代要員と考えていました。

ところが、考えていた以上に堤防沿いの道路から侵入する車両が多く片側1名の交通誘導員では円滑に誘導するのは困難でした。

この時東日本大震災の発生から3年近くが経過していましたが、復興工事の増加に伴い作業員以上に交通誘導員の不足は深刻でした。警備会社も急な増員要請に答えられる状況ではありませんでした。方々を当たりましたが色良い返事は得られませんでした。そこでやむなく自社の工事現場と工程調整をして交通誘導員の人数を調整し無事竣工まで施工することができました。

夜間の歩行者対策としては、規制部分にネットフェンスを張り、ネオソーラーを等間隔に配置し注意喚起に努めました。車道巾員が9mあり車道と歩道の間には1mの自転車通行帯があったことが

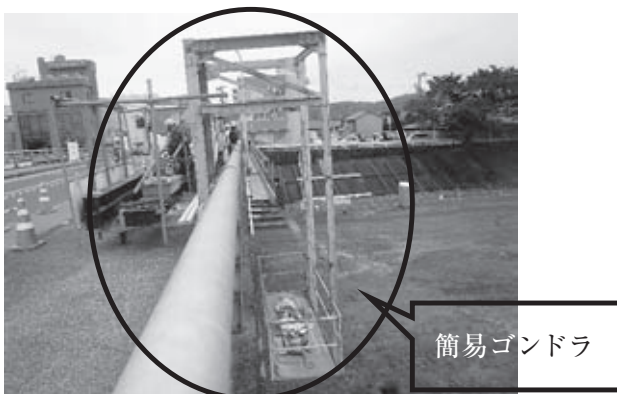


図-4 簡易ゴンドラ



図-5 交通規制状況



図-6 夜間歩道の安全対策



図-7 完成（起点方より）

事故防止には大きく役立ちました。

4. おわりに

初めの調査で歩道に光ケーブルが埋設されていると知ったときは、正直現場の完成など想像もできませんでした。調査のみで終わってしまうのではないかと思いました。発注者、NTTと何回も打ち合わせしていく中で、ケーブルの移設には検討しなければならない事項が多く1年近くの時間が必要であることが判明しました。工期は3月末です。そこで今回の工事では下流側の歩道の施工はしないという判断に至りました。ケーブルの移転が完了して歩道の改築工事が終了するまで上下流の歩道の形状が違ったままなのが気になりましたが、強行して光ケーブル切断してしまっは、社会的影響が大きくなります。

補修工事においては、現在のようにデータ化された図面が存在しないので、発注図が現場と一致しない場合があります。

施工前に十分な現地調査と測量を行わなければ



図-8 完成（上流方より）

なりません。その結果をもとに改築工事の施工管理を行いました。震災以降慢性的な労働力不足のなか無事竣工できたことは大いなる喜びでした。

これからも橋梁の老朽化対策として補修工事が発注されることと思います。

今回の貴重な経験を糧にして更により良い施工管理をしていきたいと思っています。

PC 上部工の施工について

東日本コンクリート株式会社
監理技術者

堀江 延 幸[○]
Nobuyuki Horie

星野 仁 志
Hitoshi Hoshino

森屋 翔太郎
Syoutarou Moriya

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成26年度道路改築事業（地債）
主要地方道路天童大江線
倉津川橋梁上部工工事
- (2) 発 注 者：山形県村山総合支庁
- (3) 工事場所：山形県天童市大字蔵増地内
- (4) 工 期：平成26年6月26日～
平成26年12月26日

橋長 34.500m 全巾員14.000m

車道 9.500m、歩道 3.300m

型式 ポストテンション方式 PC 単純コンボ桁
(セグメント工法)

施工範囲

主桁架設 L=34.393m、W=97.4t、N=4本
支承工、床版横組工、地覆壁高欄工、落橋防止工、
伸縮継手工、排水装置工、橋台躯体工、踏掛版工

本工事は、東北中央自動車道天童インターチェンジに近い倉津川に架かる県道23号線の改築工事です。東北中央自動車道の工事が進捗し、天童インターチェンジと接続する県道が交通量の増大に伴い手狭になることが予想されたために、歩道の整備と併せて今回の改築工事を施工することになりました。



図-1 施工前状況

PC 桁は、セグメント工法ですので当社の亘理 PC 工場で分割製作し現地まで運搬しました。

コンボ橋ですので従来の T 桁とは異なり間に PC 版を架けますので主桁間隔が3.8m（橋軸直角方向）と広く、その分主桁本数が減らせる工法でした。

2. 現場における課題・問題点

通常の T 桁橋の場合、桁間隔が狭くガーダーの設置位置をどこにするか頭を悩ますことが多いのですが、今回はコンボ橋でしたので、T 桁の場合に比べてガーダーをセットするスペースがたくさんありますので、この点においては頭を悩ますことはありませんでした。

施工計画段階で、課題として考えられたのは以

下の通りです。

- ① 主桁製作後の現場乗り込みとなるため、今年12月26日の工期に間に合わせることが可能か。
- ② 主桁架設に際して、門構を組み立てますが、河川部に護岸のブロックがあり門構脚を設置可能かどうか。また、橋台上に門構脚の置いた場合主桁と干渉しないかどうか。
- ③ 通常コンポ桁には、足場を組まないで施工しますが、工程が厳しいため効率よく作業するために、足場を施工したほうが良いのではないかと。
- ④ 主桁の取り下ろしは、通常ですと100tクラスのトラッククレーンになりますが、クレーンの設置は可能か。
- ⑤ 主桁架設時に、ガーダーと軌道レールの接続方法をどんなふうにするか。門構架設の場合ガーダーと軌道の接続方法がうまくいかず、不具合の事例が報告されていたので、このことも検討事項として挙げました。
- ⑥ セグメントを現場搬入した後、前方に引出した後微調整をして工場製作時のようにつないで1本の桁としますが、毎回セグメントの目地調整で苦勞していました。このことも現場に乗り込むまでの課題でした。
- ⑦ 主桁の転倒防止についてですが、従来ミドルサポートで行っていましたが、横組工の鉄筋、型枠を施工する際に一時的に外すことが多くありました。近年地震が多発しておりサポートを外して入り時に地震が発生したらと考えるとこのことも課題のひとつでした。

3. 対応策・工夫・改善点

3-1 山形県は日本海側に面していて、私の住んでいる宮城県とは気候が全く違います。

特に11月以降はなかなか晴れ間がなく、時雨れる日が続きそれがあつた日突然雪に変わります。

工期が12月26日と年内の竣工が求められていました。まず工場でセグメント桁を製作しなければなりません、型枠の製作に約1か月、製作準備に2週間、主桁製作に1か月かかることが工場と



図-2 門構組立全景

の打ち合わせによりわかりました。当社の巨理PC工場は先の東日本大震災以降復興工事の需要が多く工程の短縮は非常に厳しいことがわかりました。

とすると、現場で工期の短縮を図らなくてはなりません。そこで工期短縮には地元の気象条件を熟知した山形県の協力業者に施工をお願いしました。地元ですと作業員の増員にも柔軟に対応できるというメリットがありました。

3-2 次に門構脚の組立についてですが、現場を確認したところ、幸い護岸のブロックが橋台天端までなかったため何とか脚を組立てることができ、無事門構の組立を終えることができました。

また、主桁との取り合いですが、施工計画中の架設計画図を作成したところ護岸があるため橋台上に脚を立てるためには、主桁の上フランジが干渉することが判明しました。

そこで工場と打ち合わせて上フランジを切り欠くこととしました。鉄筋の継手は機械継手を使用しました。

3-3 通常PCコンポ桁の施工は、足場を組立ないで行ってきました。しかし今回は主桁ができるまでの時間があることや床版横組工の施工性を考えてワイヤーブリッジを張り作業用の足場としました。

A1橋台からA2橋台まで行くのに作業通路があつたために作業効率が格段に向上しました。



図-3 ワイヤーブリッジ組立



図-5 ガーダーとレールの接続部



図-4 取りおろし門構装置



図-6 横方向調整金具

3-4 主桁取りおろしには、大型のトラッククレーンがまず考えられます。施工ヤードはクレーンを設置するのに十分な広さがありました。

しかし、現場のすぐ隣に天童市立蔵増小学校がありました。クレーン作業による騒音や万が一の転倒なども頭の中をよぎりました。

そこで自社の取りおろし門構装置を設置することにしました。この装置を使用することで、騒音、安全性を確保しながら施工することができました。

3-5 ガーダーと引出軌道の接続についてですが、橋台上では合板によるパッキン材を使用していました。

従来方法ですとどうしてもガーダーと軌道のレールが一体化されず主桁引出作業の中で不安要素となっていました。

そこで接続金具を製作しレールを乗せてから、専用の鋼板をボルトで固定する方法にしました。

この金具を使用して無事4本の主桁架設を完了することができました。

3-6 セグメントの横方向調整ですが、従来はコンパクトなジャッキを使用して行っていました。

ジャッキを使用するとどうしても転倒の危険が伴います。

そこでセグメントの下にスライド可能な装置を敷いておきました。こうすることで横方向の調整は容易にできました。

高さに関しては事前に重量台車を配置して測量によりあらかじめ高さを調整押しておきました。

3-7 主桁の転倒防止についてですが、ミドルサポートを外しても転倒防止の役目を果たす対傾構を橋台から数メートル離れたところに設置しました。

これを設置したことでサポートを外しても安心して横組工を施工することができました。

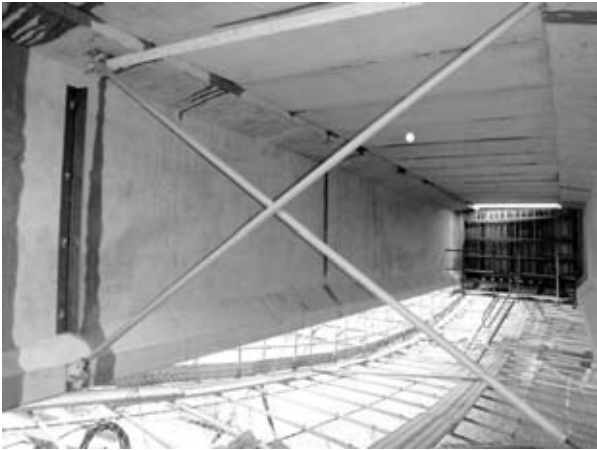


図-7 対傾構の設置



図-8 床版養生状況

4. おわりに

本工事は冬の山形県で年末に工期末を迎える非常に厳しい時期での施工でした。山形県の協力業者に施工を依頼したことである程度完成までのイメージが出来上がりました。

とは言っても息の抜けない毎日が続きました。詳細な工程表を作成し日々の打ち合わせを通して施工を続けていきました。

現場において一番心配なのは墜落事故でした。高所作業が続きましたので親綱、安全帯の使用を朝礼時から訴え続けました。毎日の現場巡回時には安全帯の使用状況を確認し、日々の打ち合わせの中で安全管理を行いました。そのおかげで無事故にて施工することができました。

今回施工して改めて感じたことですが、橋梁工事においては、施工計画段階の現地調査が重要であると痛感しました。計画段階で干渉する物や支障物を把握し現場乗り込み前に対応しておけば、乗り込んでからあわてることはありません。

それと併せて朝礼時に安全指示事項を協力業者に伝達することだけではなく、現場巡回時に一人一人に声をかけ安全帯の使用について注意喚起して歩くことです。工期が厳しく忙しいとつい安全帯の使用が頭から離れてしまいがちになります。

『忙しい現場だからこそ、基本に忠実に！』

をモットーに現場を進めました。

これからこの現場で得た教訓を胸により早く、より安全に、より良い現場を目指していきたいと思えます。

鉄道上の PC 上部工施工について

東日本コンクリート株式会社

現場主任

宮澤 寿[○]
Hisashi Miyazawa

斉藤 鉄雄
Saitou Tetsuo

谷津 一浩
Kazuhiro Yatsu

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：中野栄・多賀城間中野こ線橋新設工事
- (2) 発注者：東日本旅客鉄道株式会社
仙台土木技術センター
- (3) 工事場所：宮城県多賀城市八幡地内
- (4) 工期：平成25年10月23日～
平成27年2月23日

橋長 26.500m 全巾員10.66m

型式 ポストテンション方式 PC 単純桁

施工範囲

主桁架設 L=26.3m、W=54.6t、N=6本
支承工、横組工、地覆壁高欄工、橋梁足場工

この工事は、JR 東日本の仙石線中野栄駅と多賀城駅の間に架かる三陸自動車道の4車線化工事に伴う工事です。JR 仙石線の上に架かる橋梁工事ですので、主要な工事（ガーダー架設、主桁架設、足場の設置、撤去）は線路閉鎖をして軌電停止による夜間作業が作業条件でした。

作業方法は、最初にガーダーをP7方線路脇で地組して350tクローラークレーンにて所定の位置に架設しました。

次に主桁の接合は、国土交通省発注工事でP7

方桁下のヤードで完了しており、軌電停止確認後350tクローラークレーンにて床版上に吊り上げました。

床版上に軌道を敷設し、台車に載せてウインチを使用して径間内に引き出しました。

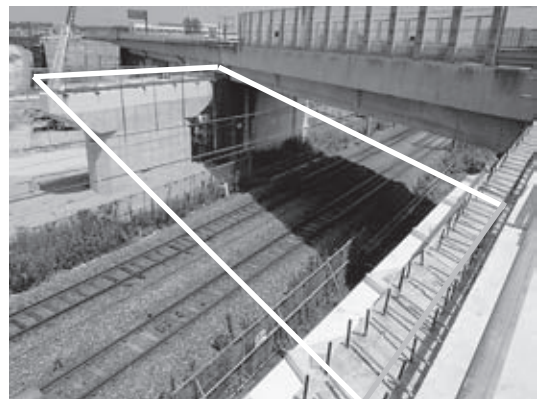


図-1 施工前状況（現場）



図-2 主桁仮置状況

主桁の設置には、P7方の350tクレーンとP8方の160tクレーン2台にて相吊により行いました。主桁6本の架設完了後、側部足場および防護工を組立てた後、横組工以降の施工を行いました。

2. 現場における課題・問題点

この現場は、JR仙石線（複線電化区間）に架かる橋梁工事であるために線路上に全面作業足場を設けることはできません。耳桁外側にだけ作業足場を設けなければなりません。しかし横桁の緊張、グラウト注入作業に必要な足場は、通常の張り出し足場では作業できないので、足場の施工方法に工夫が必要でした。

主桁の架設は、最終列車が通過した後に、線路閉鎖および軌電停止確認後限られた時間（午前1時20分～3時30分）での作業ですので、作業サイクルの確認と作業内容の精査が必要でした。

また、現在片側1車線で供用している1期線のすぐ脇で作業するので、クレーンが1期線側に旋回しないように何らかの対策が必要でした。

万が一、主桁架設地にクレーンのブームが誤って1期線側に旋回したら走行している車両が危険を感じて交通事故を起こす可能性があります。列車は線路閉鎖してからの作業ですが、三陸自動車道は通行規制しての作業ではありませんでした。

また、全面に足場組立が不可能な状態ですので、横組型枠の組立、解体は通常の合板と単管パイプを使用することはできませんでした。さらに線路上でのコンクリート打設となりますので、トコ漏れ防止対策も考慮しなければなりませんでした。

また、鉄道の上での作業となりますので、横組、地覆コンクリート打設後の養生、特に飛散防止対策も課題として浮かび上がりました。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

作業足場は腕木と足場板を架設作業前にあらかじめ組み立てておきました。更に横桁の緊張、グラウト作業用の足場には、あらかじめ主桁にインサートを埋め込んでおき、それを利用してアング



図-3 緊張、グラウト用足場組立

ルを取り付け角材、合板を用いて防護しました。主桁の架設が9月初旬でこれから台風シーズンの到来という時期だったため、合板の止め方も釘止めではなくビス止めとし、栈木により補強を行い、堅固な構造としました。

ガーダー架設、主桁架設には軌電停止確認後の作業となるため時間の制約がありました。

幸い人力による作業よりクレーン作業が多かったためさほど時間を気にしなくて済みました。

しかし、施工計画段階では、2時間余りの作業時間で当日の作業を終えるのは困難と思えました。

そのため施工サイクルタイムを作成し、作業前に作業員、クレーンオペレーター全員参加で施工周知会を開催し、

- 1) 作業内容、人員配置の確認
- 2) クレーン、照明器具を含めた機械工具類の点検を確実にを行うこと。



図-4 作業周知会状況

3) クレーンアウトリガー周りの養生は確実に
行うこと

4) 作業に必要な資材、工具はチェックリストを
作成し明るうちに確認しておくこと。
などを確認しました。

また、主桁の架設前には親綱を桁上に張り安全
帯を使用できるようにしました。

ガーダー、主桁とも架設前には上面の点検、清
掃を行い線路上に落下物がないように作業を進め
ました。

1期線側にクレーンが必要以上に旋回しないた
めにセンサーを配置しました。これは、今回施工
する箇所と1期線側の間にセンサーを配置し障害
物が（例えばクレーンのブーム）接近すると警報
音と回転等が点灯する装置でした。



図-5 主桁架設状況

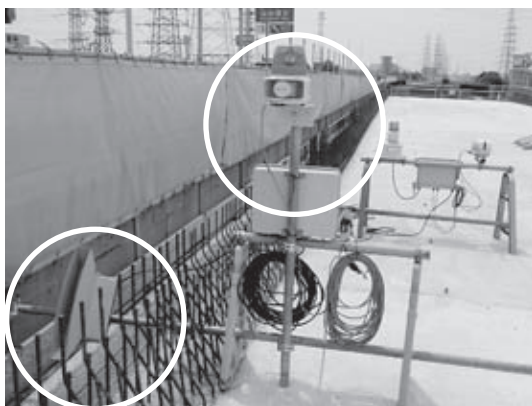


図-6 センサー設置状況

横組工の型枠には、 $t = 12\text{mm}$ の塩ビ板を使用
しました。埋設型枠として脱枠しないタイプの型
枠です。塩ビ板を主桁架設前にあらかじめ取り付

けておき、架設完了後上からさらに塩ビ板を重ね
て型枠としました。

また塩ビ板の継ぎ目はすべてシールしてコンク
リート打設時にトロ漏れが生じないようにしまし
た。また塩ビ板設置時には列車による風圧で塩ビ
板が飛散や、脱落しないようにシースから切梁を
細かくとって対応しました。



図-7 塩ビ板型枠組立状況

横組コンクリート打設後、コンクリートの養生
は通常ですと、夏季の場合養生マットを敷いて散
水するだけですが、鉄道上の工事ですので養生マ
ット敷設後、上に足場板を敷き更に親綱を張り飛
散防止としました。営業上での作業でしたので、
何としても養生マットの飛散は防止しなければな
りませんでした。

4. おわりに

東日本大震災から早いもので3年半が過ぎまし
た。宮城県内はかなりの復興が進んでいます。

この三陸自動車道も復興道路としての位置づけ
から仙台周辺から岩手県の沿岸まで急ピッチで整
備が進んでいます。私の担当した多賀城市周辺も
現在4車線化に向けて工事が最盛期を迎えています。

主桁の架設から足場（防護工）の組立、横組工
の施工も順調に施工が行えましたが、鉄道上での
工事で一番重要なことは、やはり列車の運行に支
障があってはならないということです。

それには、線路閉鎖工事による施工ですので時



図-8 線路上の防護工



図-9 現場完成

間的な制約があったり、防護工設置や、資材の飛散防止対策だったり、道路橋の施工にないものが求められ、気の抜けない日々の連続でした。

当社でも、鉄道上の工事経験は豊富にあります。いずれも夜間作業を伴ったものでした。しかし路線によって、作業可能な時間は違います。鉄道工事の難しいところは、やはり時間的な制約が大きいということなのです。限られた時間内に当日の作業を完了しなければならないので、事前の準備を怠ることなく進めなくてはなりません。

また、仙石線の場合、大勢の乗客をのせて朝夕は10分に1本運行していますので、列車運行の妨げになる行為は絶対に避けなければなりません。

朝のミーティングは時間をかけて当日の作業の危険箇所をピックアップして現場の目の前で指差呼称を行いました。人間は間違いを起こす生き物、作業員は近道行為をする生き物だと最近痛切に思うようになりました。ヒューマンエラーが事故につながる事例が多々報告されています。そうした事例を基に安全教育を徹底したことで無事無事故にて竣工することができました。

ここで経験した、工程管理や安全管理は一般の工事においても必ず活かせると確信しています。

「より良いものを早く、美しく、安全に！」という思いを持ってこれからの現場運営を行っていきたいと思います。

鋼橋の PC 床版架設の施工

東日本コンクリート株式会社
現場代理人

伊藤 寛彦[○]
Hirohiko Itou

保科 和利
Kazutoshi Hoshina

栗原 悠
Yuu Kurihara

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：上小松床版工事
- (2) 発注者：国土交通省仙台河川事務所
- (3) 工事場所：宮城県東松島市上小松地内
- (4) 工期：平成25年10月23日～
平成27年1月31日

橋長 137.98m、全巾員10.67m

3径間連続鋼桁橋

施工範囲

プレキャスト床版製作	56枚
運搬	56枚
床版架設	56枚
壁高欄工	276m

この工事は、現在片側1車線で供用している三陸自動車道の4車線化に向けての工事です。

現場は、鳴瀬奥松島ICと矢本ICの間にある矢本PAのそばに位置しています。

2. 現場における課題・問題点

現在供用している1期線のすぐ脇で床版の架設作業を行うため、通行車両に対しての安全対策がまず課題として浮かびました。

また、プレキャスト床版は大型クレーンを使用して架設する設計のため、クレーンを設置する



図-1 施工前全景

ヤードの確保が必要でした。

しかし、桁下付近には民家が点在し、かつ生活道路があり、クレーンを設置するのに十分なスペースを確保するのが困難に思えました。

床版運搬に際しても、供用線から侵入するために待機場所の選定が重要でした。1日に5台ずつトレーラーで床版を搬入するわけですから、待機場所の選定は、作業効率を考慮すると重要な課題でした。

ヤードが狭いという点では、壁高欄、プレキャスト部材の間詰めコンクリートの打設に際してポンプ車の設置場所の問題もありました。

床版工事においては、時として打設延長、高さ、施工時の気温などにより圧送負荷を考慮して施工範囲を決定しなければなりません。

また夏場に向けての作業でしたので、熱中症の対策も必要でした。

3. 対応策・工夫・改善点・適応効果

まず、1期線に対しての安全対策ですが、既設足場に飛散防止用のネットを貼りました。

プレキャスト床版架設時には、1期線側に旋回しすぎて通行車両に不安を与えないように配慮し足場の内側にレーザースキャナーを起点側と終点側に各1台設置しました。

床版が鋼桁より1期線側に旋回すると回転灯が周り、警報音になる仕組みです。

この機械を設置したおかげで、作業員全員が旋回範囲を認識でき、1期線に対して接近できないという共通の認識を持ったため、レーザースキャナーが作動することはありませんでした。

まさにこれぞ、備えあれば憂いなしだなと実感した次第です。



図-2 レーザースキャナー設置状況

次に、架設用のクレーンの設置場所ですが、時間をかけて架設業者と現地調査を行いました。桁下には大型クレーンを設置するのに十分なスペースはありませんでした。そこでA1方より架設を開始し、架設が完了した部分にH鋼と覆工板を使用して補強して架設していく方法を採用しました。

一日5枚の床版を設置完了後、桁上の補強を行い、段取り替えをしてクレーンを前に進めました。

この作業を毎日繰り返し、20日で床版の架設を

無事終わることができました。

事前の検討で、プレキャスト部材にクレーンを乗せても応力的に大丈夫という結果が出ましたので、この施工方法を採用しました。

限られた時間で、日々の作業量が多く大変でしたが、協力業者と打ち合わせを綿密に行いなんとか順調に予定を消化することができました。

現場は3径間あり、中央部が道路上でしたので2径間目の架設時は、交通誘導員を配置し無線で連絡を取り合い、プレキャスト部材架設時は、一時的に通行車両に待ってもらいました。



図-3 床版上補強状況(1)



図-4 床版上補強状況(2)

プレキャスト部材運搬のトレーラーの待機場所ですが、幸い現場が矢本パークのすぐそばだったので、作業開始までパークで待機し、パークから現場までは鉄板を敷いて搬入路を確保しました。

またパークから一般車両が侵入しないよう

に簡易ゲートを設置し施錠して管理しました。



図-5 プレキャスト部材架設状況

自社の工場から現場まで1時間あまりでしたのでトレーラーの運行も順調でした。



図-6 トレーラー搬入路

コンクリート打設時のポンプ車設置場所ですが、A1方の橋台背面と桁下からの打設を行いました。

現地盤から床版上まで約10mほどでしたので、大型のポンプ車を休憩所脇のスペースに設置し、配管をして打設を完了することができました。

地盤から床版までの高さが低かったため、ポンプ車にかかる圧送負荷はさほどありませんでした。

圧送負荷の算出には下記の計算式を用いました。

$$P = \{K(L + 3b + 2T + 2F) + 0.1 \times WH\} \times 9.8 \times 1000$$

ここに

P：コンクリートポンプに加わる圧送負荷(Pa/cm²)

K：水平管の管内圧力損失 (Pa/cm²)

L：直管の長さ (m)

B：ベント管の長さ (m)

T：テーパー管の長さ (m)

F：フレキシブルホースの長さ (m)

W：フレッシュコンクリートの単位容積あたりの重量 (tf/cm³)

H：圧送高さ (m)

(注) ①ベント管の長さは、実長とする。

②テーパー管では、径の小さいほうの管とみなす。

コンクリートのスランプは、発注は8cmでしたが、発注者と協議した後試験練を行い15cmとして施工しました。

最後に熱中症の対策ですが、桁下に置いた休憩所にはエアコンを設置し、現場には風通しの良い休憩所を設置し日陰を設けて扇風機を設置しました。また朝礼時には作業員全員に休憩と水分をこまめにとるよう指導をしました。



図-7 休憩所設置

鋼橋上での作業でしたので、気温以上に照り返しによる暑さで作業員が疲労していました。

また熱中症に一度なった人は、翌年もなりやすいと聞いていたので、新規入場の際には本人から聞き取りを行い、作業中はこまめに声かけを行い各自の体調の確認を行いました。

結果、当現場では猛暑にも関わらず熱中症の症状を訴えた作業員はいませんでした。

4. おわりに

受注後、現場を確認したところ供用線のすぐ脇でプレキャスト床版を架設しなければならないこ

とやクレーンヤードの問題など、問題が山積して
いて大変な現場に来てしまった！というのが正直
な感想でした。

鋼橋架設業者から引き継いだ足場の点検も大変
でした。計画段階でも強風や大雪時には、足場の
点検に現場まで行きました。今年の冬は特に雪が
多く、40cmほどの降雪が2度もありました。

幸いなことに異常はありませんでした。

わが社はPC 専業者ですので、主桁架設前にワ
イヤ足場を組みますが、鋼橋の場合は勝手が違
います。

自社で施工していないので施工方法の違いもあ
りました。組立方法や足場板の緊結状態、安全ネ
ットの状態などまず施工前に確認することが必要
でした。幸い足場の構造には問題はありませんで
した。

架設方法では、限りあるヤードでの施工でした
ので架設完了した部材に補強をしてクレーンを走
行させて架設作業を進めていきました。

一人の考えでは及ばないことは度々ありまし
たが、社内検討会や協力業者との打ち合わせを重
ね一つずつ課題をクリアーすることができました。

この現場で得た教訓は、『何事においてもあら



図-8 壁高欄施工完了（起点方より）

ゆる可能性を探る』ということです。

場所がなければ場所を作る。可能性のあるもの
は検討を加える。無駄になるかもしれませんが、
計画段階ではとても重要なことだと思いました。

これは、今回工事に限らずあらゆる現場に適用
できることだと痛感しています。

現在は床版架設、間詰コンクリートの打設、更
に壁高欄のコンクリート打設まで完了しています。

現場も一段落ですが、足場の解体まで気を引き
締めて無事故で竣工できるよう日々努力してい
きたいと思っています。

施工計画

小松天満宮近接施工における地盤改良について

石川県土木施工管理技士会
真柄建設株式会社
土木工事部
池田 秀弘
Hidehiro Ikeda

1. はじめに

梯川流域において、川幅の狭さから洪水時の水位上昇が早く、加えて沿川が低平地であることから浸水被害が慢性化しています。

今回の工事は、梯川の流化能力不足解消を目的とした改修事業の一環であり、国指定重要文化財の小松天満宮を現位置に保存したまま分水路・排水樋管を構築する工事を行うものである。

工事概要

- (1) 工事名：梯川天神排水樋管及び分水路工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局金沢河川国道事務所
- (3) 工事場所：石川県小松市天神町
- (4) 工期：平成26年2月27日～
平成26年12月24日
- (5) 工事内容（図-1）

河川土工 掘削工1,700m³
地盤改良工 締固砂杭 Φ 630貫入長12.9m～
14.1m 改良長9.1m N=171本
柱状改良工（深層混合処理）
セメント系固化材 打設長
4.6m～6.7m N=155本
法覆護岸工 大型ブロック積266m² 魚巢
ブロック積207m² 平張ブロック積440m²
管理用通路工 一式

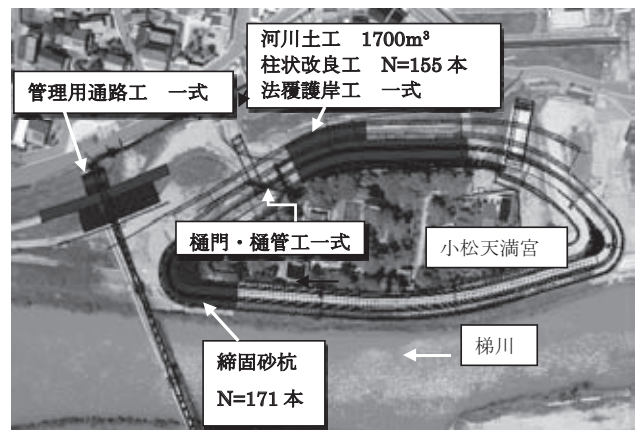


図-1 施工平面図

樋門・樋管工 樋管延長L = 13.6m
有効断面 Φ 600mm

今回工事である法覆護岸工、樋門・樋管工を構築するにあたって、基礎地盤が弱く軟弱地盤対策が必要となった。

前回工事で、構造物を構築する地盤を柱状改良（CDM工法）で施工済みであるが、格子状で改良してあり未改良部分が存在した（図-2）。そのため支持力不足、柱状改良と未改良部分との間に不等沈下が懸念された。

2. 現場における問題点

- ① 近接して小松天満宮が存在しており、騒音・振動の低い工法を選定しなければならなかった。

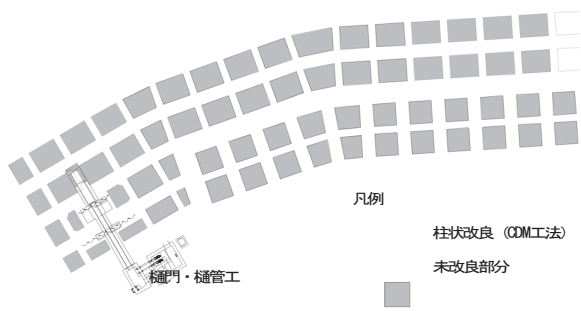


図-2 地盤改良工平面図

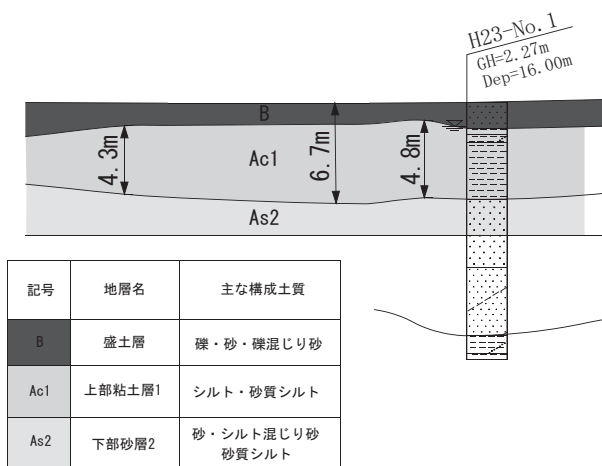


図-3 土質縦断面図

- ②四方に囲まれた既設改良体内を改良しなければならず、既設改良体への悪影響が懸念された。
- ③軟弱地盤層（Ac1層）が現地盤より最大深さで6.7m堆積しており、この深さまで地盤改良しなければならなかった（図-3）。

3. 対応策と適用結果

(1) 対応策

低騒音・低振動の機械選定、施工性、経済性、安全性を考慮して以下の4案について工法比較検討した。

第1案

中層混合処理工法（パワーブレンダー工法）

固化材を先端から噴射するトレンチャー攪拌装置により、軟弱地盤と固化材を垂直連続攪拌して、所定強度のソイルセメントを造成する工法。

第2案

深層混合処理工法（CI-CMC工法：超小型施

工機）

エアを用いてスラリーを霧状に吐出する「エジェクター吐出」機構の開発により、高品質な改良体の造成、周辺変位の大幅な低減および硬質地盤での施工を可能とした深層混合処理工法。

第3案

二重管式高圧噴射攪拌工法（JSG工法）

改良深度まで二重管ロッドを貫入後、圧縮空気を添わせた改良体スラリーを吐出して回転引上げし、余分なスライムを排出して円柱状の改良体を造成する工法。

第4案

敷設工法（ジオテキスタイル）

盛土等の本工事の前の仮設工事として主にサンドマットの下に補強材を敷設し、敷設する材料の引張力を利用して施工機械のトラフィカビリティを確保するとともに、地盤の局所的な沈下を低減する工法。

表-1に軟弱地盤対策工法比較表を示す。

(2) 適応結果

工法選定の結果、経済性は第1案 中層混合処理より劣るが、施工方法上、四方に囲まれた既設改良体との離隔を確保でき、施工性も劣る事は無いため、【第2案深層混合処理工法CI-CMC工法】を採用した。

近接して小松天満宮が存在していたため、エジェクター吐出方式により施工を行った。

エジェクター吐出方式とは、圧縮エアと改良材（スラリー）を特殊形状の吐出口より、霧状に噴出する吐出方法である。従来のスラリーを吐出口から流すだけの方式に比べ、改良体全体に固化材を散布することが可能であり大径であっても高い攪拌能力を発揮した。さらに、地盤内で移動が容易となった土粒子は、地盤内の水と一体となり泥土状となって、スラリーと分離したエアとともに地上への排出が容易となることから、施工時の周辺地盤への影響が少なくなった（図-4）。

施工方法については、改良杭造成過程を図-5

表-1 軟弱地盤対策工法比較表



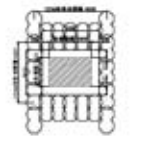
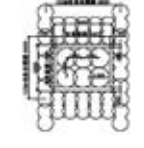
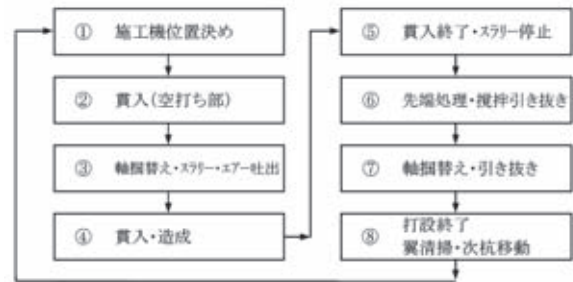
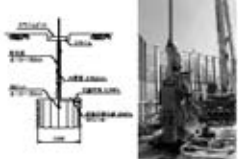
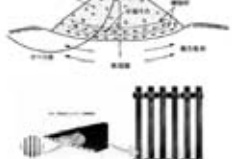
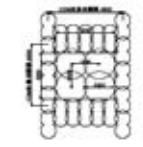
工法	第1案 中層混合処理工法 パワーブレンダー工法	第2案 深層混合処理工法 CI-CMC工法：超小型施工機
模式図		
施工機械	1.4m2バックホウタイプ（総重量：37トン程度）	超小型ローラータイプ（総重量：15トン程度）
改良仕様	全面改良（100%改良）	良径：φ1.30m×単軸（断面積：1.33m2）
平面図		
施工性 安全性	トレンチャー式攪拌装置を地盤中で前後に移動させるため、四方を既設改良体に囲まれた条件下では施工性、安全性確保のためには慎重な施工を要する。 △	改良体位置に施工機をセットした後、攪拌翼を鉛直に貫入するのみであるため、精度良い施工機セットをすれば施工性に支障はない。 ○
経済性	◎	○
総合評価	経済性は最も優れる。しかし、施工方法上、既設改良体との距離が大きく、設計要求を満足できない。 △	経済性は左記工法より劣るが、当該地における最適工法と判断される。 ○



図-4 吐出状況



工法	第3案 二重管式高圧噴射攪拌工法 JSG工法	第4案 敷設工法 ジオテキスタイル
模式図		
施工機械	ボーリングマシンタイプ（総重量：5トン程度）	人力による敷設
改良仕様	改良径：φ2.00m×単軸（断面積：3.14m2）	敷設材料
平面図		-
施工性 安全性	ロッド先端からセメントスラリーを高圧噴射させるため、特に既設改良体へ近接する事なく施工が可能である。 ○	地盤の局所的な沈下を低減できるが、支持力増強の効果は無い。 ×
経済性	×	△
総合評価	設計要求を満足でき、設計要求を満足できるが、経済性に最も劣る。 △	支持力確保の効果は期待できない。 ×

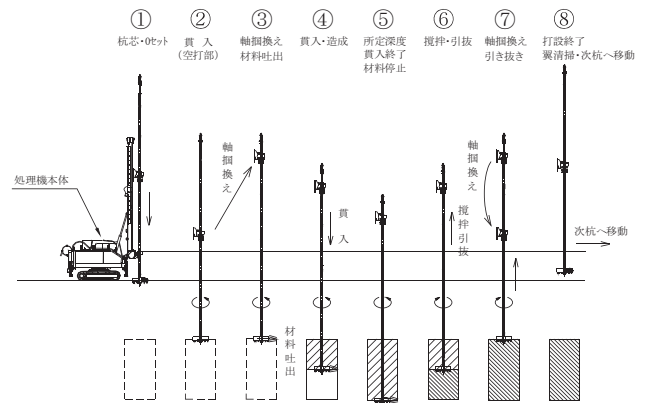


図-5 打設サイクル模式図

今回、深層混合処理工法 CI-CMC 工法を採用したことにより、小松天満宮・周辺地盤への影響もなかった。また、既設改良体への悪影響が心配だったが、攪拌軸を貫入する際にセメントスラリーを吐出し、エアリフトアップ効果によりエアと供に投入量相当の排泥が生じるため、既設改良体への悪影響（変位）は見られなかった。

品質においては、スラリーを霧状に吐出するため、バラツキの少ない高品質な改良体の造りができた（図-7）。

工程においては、既設の格子状改良を当該工法で施工しているため、新たに室内配合試験を実施する必要が無く、1カ月以上工程を短縮すること

に示す。

施工精度を上げるため全本数の既設改良体の測量を行った。次に改良体位置に施工機をセットした後、攪拌翼を鉛直に貫入するのみであるため、水平器とトランシットで精度の高いセットを行った（図-6）。

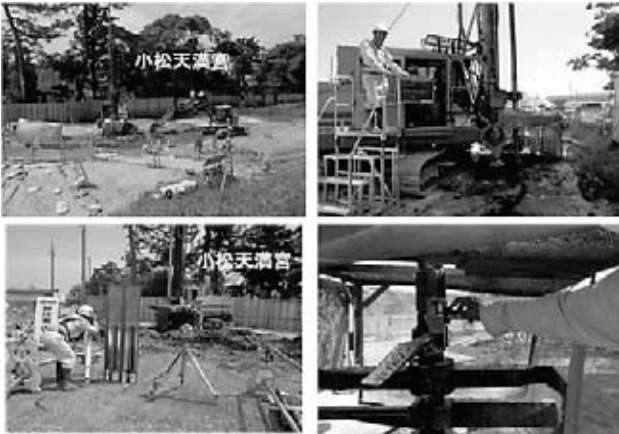


図-6 施工状況

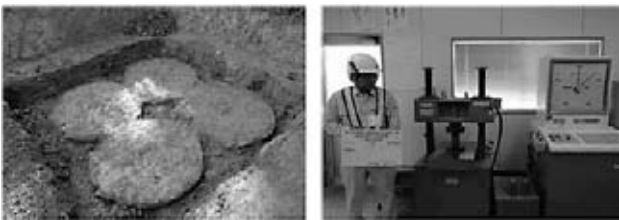


図-7 出来形確認と強度試験状況

ができた。

地域住民に対しては、小松天満宮参拝者等の安全通路を確保して、飛散防止に努めた。その結果、苦情もなく無事工事を完了することができた（図-8）。



図-8 飛散防止対策状況

4. おわりに

今回採用しなかった中層混合処理工法（パワーブレンダー工法）に補助工法として敷設工法（ジオテキスタイル）を併用すれば、工程は伸びるものの工事費を5%程度縮減できたと考える。

今回工事においては、制約条件が厳しく、新しいテーマに対しても適切な創意工夫をこらした施工計画を立て、施工・品質管理を行うことが重要である。最後に、今回の河川改修工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者である北陸地方整備局金沢河川国道事務所の方々をはじめ、各関係機関の皆様、そして、工事期間中、多大なご迷惑をおかけする中、ご理解とご協力をいただいた住民の皆様に対して、無事工事を完了できたことに感謝申し上げます。

施工計画

岸壁基礎杭の再利用に伴う杭頭部コンクリートの撤去について

東京土木施工管理技士会

あおみ建設株式会社

現場代理人

山本 明[○]

Akira Yamamoto

監理技術者

表口 勝彦

Katsuhiko Omoteguchi

1. はじめに

本工事は、昭和48年～昭和53年にかけて建設された、衣浦港中央ふ頭西地区岸壁の施設機能および施設の延命化を目的とした改良工事を行うものである。

本岸壁は、利用状況から周辺施設で代替することは難しいだけでなく、施設の利用形態から考えて、供用を長期間停止するような工事の実施を避けなければならない。

また、本岸壁は、予防保全的に維持することになっており、栈橋本体を高い水準の損傷劣化対策を行い、供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らない範囲に損傷劣化を留める必要があった。

本稿では、岸壁基礎杭の再利用に伴う杭頭部コンクリートの撤去に関する課題とその対応について記述する。

工事概要

- (1) 工事名：平成25年度 衣浦港中央ふ頭西地区岸壁（-12m）改良工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：愛知県半田市11号地地先
- (4) 工期：平成25年8月30日
～平成26年3月20日

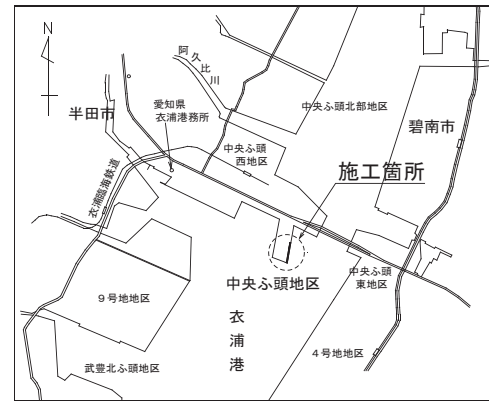


図-1 位置図

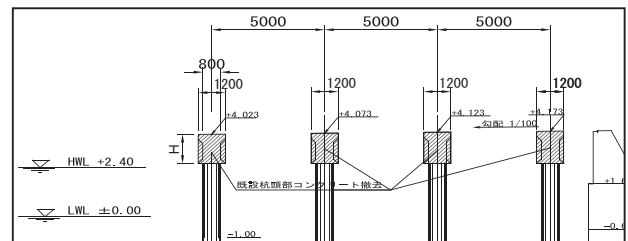


図-2 既設杭頭部コンクリート断面図



図-3 着手前

(5) 撤去工の工事内容：

既設栈橋上部工撤去（3ブロック）

既設杭頭部コンクリート撤去 48箇所

既設鋼管杭切断 48本

2. 杭頭部コンクリート撤去の課題点

鋼管杭を再利用するため、杭頭部コンクリート撤去時に損傷等が生じないように品質を確保しなければならないことが課題であった。

①鋼管杭内側撤去時

鋼管杭内側のコンクリート撤去は、鋼管内での取り壊し機械の刃先位置の微調整が困難であり、下部方向へ取壊しを進めていくに従って刃先の自由度が制約され、鋼管内壁の打撃損傷や鋼管変形が生じる可能性がある。

②鋼管杭外側撤去時

鋼管杭外側のコンクリート撤去時は、取り壊し機械の刃先の鋼管への接触、また、コンクリート内の鉄筋及び鋼材との接触で刃先方向が変わり、刃先が鋼管と接触し損傷や鋼管変形が生じる可能性がある。

また、コンクリート殻の落下により、杭頭部コンクリート直下の被覆防食に損傷を与える可能性がある。

3. 対応策と適用結果

実施した杭頭部コンクリートの撤去フローを図-4に示す。

①杭頭上部切断撤去

杭頭上部を直接、大型ブレーカで破碎する前にワイヤーソーイングで水平切断撤去することにより、鋼管杭への破碎時の衝撃を約4割低減（撤去容積比）でき、外力による損傷や変形を与えることなくコンクリートを撤去できる。

また、鋼管杭の位置を明確にできることにより、鋼管杭内側の応力解放孔を確実に施工できる。（図-5、図-6）

§ 1箇所当りの撤去数量

$$1.2\text{m} \times 1.15\text{m} \times 1.40\text{m} = 1.932\text{m}^3$$

§ 水平切断撤去数量

$$1.2\text{m} \times 1.15\text{m} \times 0.55\text{m} = 0.759\text{m}^3$$

$$\therefore \text{衝撃低減率} = 0.759\text{m}^3 \div 1.932 \times 100 = 39.3\%$$

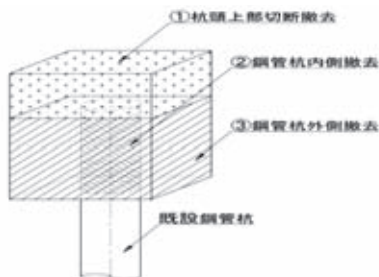
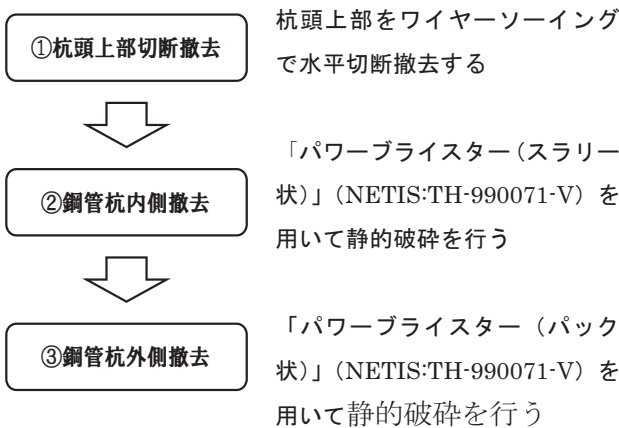


図-4 杭頭部コンクリート撤去フロー

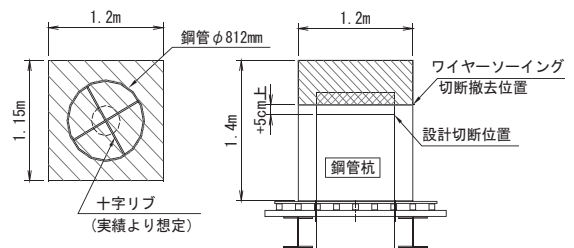


図-5 杭頭上部切断要領図



図-6 杭頭上部切断撤去状況

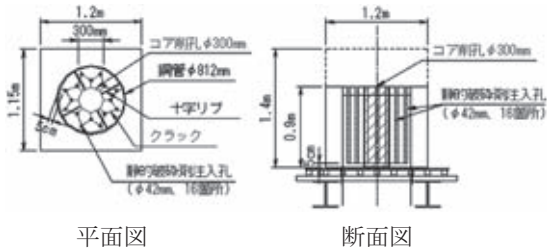


図-7 鋼管内側撤去要領図

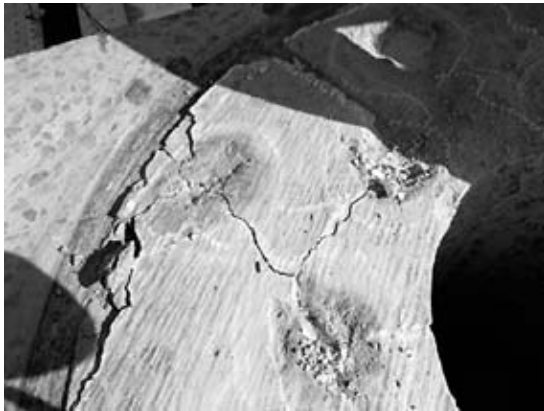


図-8 鋼管内側静的破碎状況

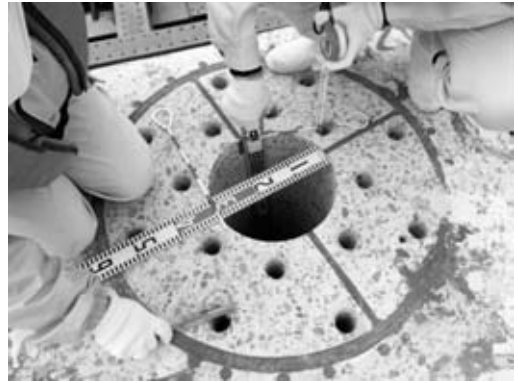


図-9 鋼管内側応力解放孔

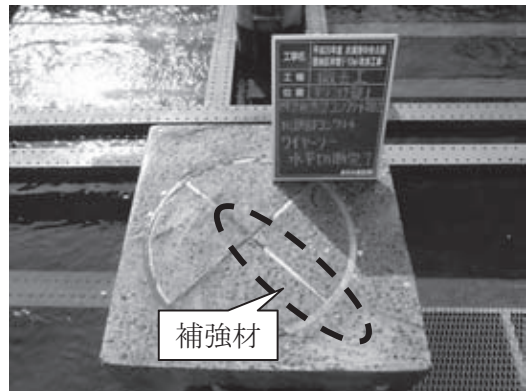


図-10 鋼管杭補強材

②鋼管杭内側撤去

鋼管杭内側の撤去は、鋼管で囲まれていることで大型ブレイカ刃先位置の微調整が難しく、取壊しを進めていくに従って、刃先の自由度が小さくなり鋼管杭の内側を打撃損傷する可能性がある。

そこで「パワーブライスター（スラリー状）」（NETIS:TH-990071-V）を用いて事前に静的破碎を行うことで、鋼管内壁の打撃損傷及び変形を防止した。（図-7、図-8）

また、破碎剤の膨張力が鋼管杭に影響を与えない様に、鋼管内中央部に応力開放孔を設計より約9倍の大きさ（φ300mm）で確保することで、静的破碎が可能となり、鋼管杭に損傷を与えることなくコンクリートを撤去できた（図-9）。

さらに、鋼管杭の外側部分に先行して内側を撤去することで、外側のコンクリートが内側破碎時の反力を受け持ち、鋼管杭の変位抑止効果があった。

静的破碎後、鋼管に付着したコンクリートは「高速空気タガネ」で鋼管面から削ぎ取るように撤去することで、鋼管杭への損傷を防止した。

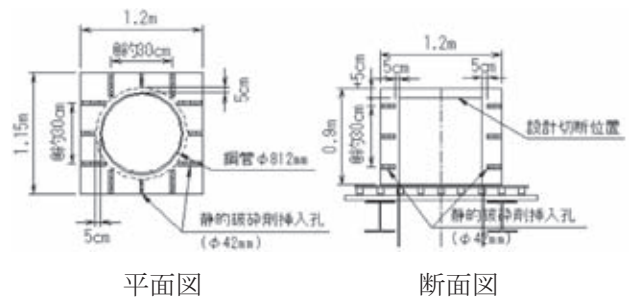


図-11 鋼管外側撤去要領図

実施結果は、鋼管杭の杭頭補強材があったため、破碎剤の膨張効果が半減し、想定した破碎効果が少なかった（図-10）。

③鋼管杭外側撤去

鋼管外側のコンクリートの取壊しは、内側と同様に「パワーブライスター（パック状）」（NETIS:TH-990071-V）を用い静的破碎を行うことで鋼管の損傷を防止した。（図-11、図-12）

破碎剤挿入孔を水平方向に約30cmの間隔で設けて破碎剤の膨張力を上下方向に作用させて破碎し、鋼管杭への外力伝播を抑えるとともに、ハン

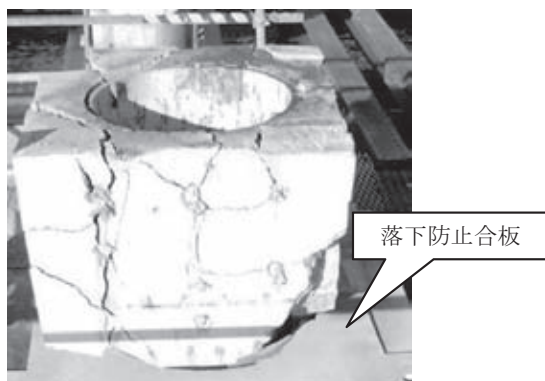


図-12 鋼管外側静的破碎状況



図-14 撤去完了



図-13 鋼管外側ケレン
(高速空気タガネ使用)

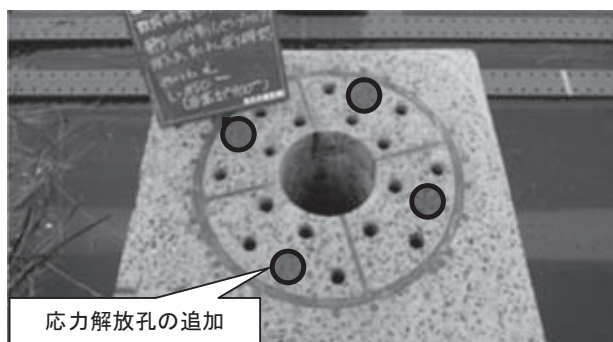


図-15 応力解放断面の追加

ドブリーカによるコンクリート撤去作業が容易になり、鋼管杭への損傷が防止できた。

また、破碎撤去後の鋼管に付着したコンクリートは、鋼管内側と同様に「高速空気タガネ」でケレン撤去することで鋼管杭の損傷を防止した（図-13）。

コンクリート殻の落下防止対策として、撤去用足場と鋼管杭の隙間を合板で塞ぎ、被覆防食の損傷を防止した。（図-12）

以上の今回実施した鋼管杭に配慮した撤去方法としては、鋼管杭への損傷を確実に防止できる有効な方法であった。

4. おわりに

国土交通省が所管する公共施設の老朽化は、着

実に増加の一途である。そして、厳しい財政状況の下、維持管理工事において品質をいかに確保し効率的に実施していくかが課題である。

本工事では短時間での確実な破碎により、破碎サイクルの向上、品質の確保、工期の短縮が図れたことは企業にとっても大きな利益につながった。

今回の工事を踏まえ、杭頭部に補強部材が設置されている場合は、応力解放断面を杭頭補強材の間に設けることで、破碎剤の膨張効果が得られ、更なる破碎サイクルの向上につながると思われた。

（図-15）

最後に、今回の岸壁改良工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者である国土交通省中部地方整備局三河港湾事務所の方々をはじめ、各関係機関の皆様に対して無事工事を完了できたことを感謝申し上げます。

施工計画

都市部幹線道路上における曲線桁の 短時間送出し架設計画と管理

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

工事担当

西村 匡介[○]

Masayuki Nishimura

監理技術者

根本 有吾

Yugo Nemoto

工事所長

西畠 儀行

Noriyuki Nishihata

1. はじめに

本工事は、大阪中心部と京都方面間のアクセス向上等を目的とする事業として、阪神高速12号守口線と近畿自動車道とを結ぶジャンクション（A、B、及びCランプ建設）工事である。なかでもBランプ-3橋（以下、Bランプ橋と略する）の直下には、地上部には大阪中央環状線、高架橋として国道1号（寝屋川バイパス：交通量約8万台/日）、左手には大阪モノレール、右手には近畿自動車道（交通量約8万台/日）に挟まれた施工条件であった。本書は、Bランプ橋において実施した曲線桁の短時間送出し計画と管理について報告するものである。

2. 工事概要

- (1) 工事名：守口ジャンクション鋼桁及び
鋼製橋脚その他工事
- (2) 発注者：阪神高速道路株式会社
- (3) 工事場所：大阪府守口市大庭町1丁目から
同市大日町4丁目付近
- (4) 工期：平成21年9月25日～
平成26年9月30日



図-1 守口JCT事業俯瞰図

表-1 工事概要

●工場製作：3,641t			
●鋼桁工事			
Aランプ°	鋼単純合成鈹桁工	3連	
Bランプ°	鋼単純合成鈹桁工	3連	
	鋼2径間連続合成箱桁工	1連	
	鋼5径間連続非合成箱桁	1連	
Cランプ°	鋼4径間連続非合成箱桁	1連	
●鋼製橋脚工事			
Aランプ°	鋼製単柱橋脚工	1基	
Bランプ°	鋼製門型橋脚工	2基	
	鋼製梁工	2基	
Cランプ°	鋼製単柱橋脚工	2基	
●床版工事・遮音壁工事ほか			

3. Bランプ橋送出し概要

Bランプ橋 BP11～BP12間の寝屋川バイパス上を跨ぐ桁（J19～J24）は、大阪中央環状線の直上を並行に、近畿自動車道の上空を交差して阪神高

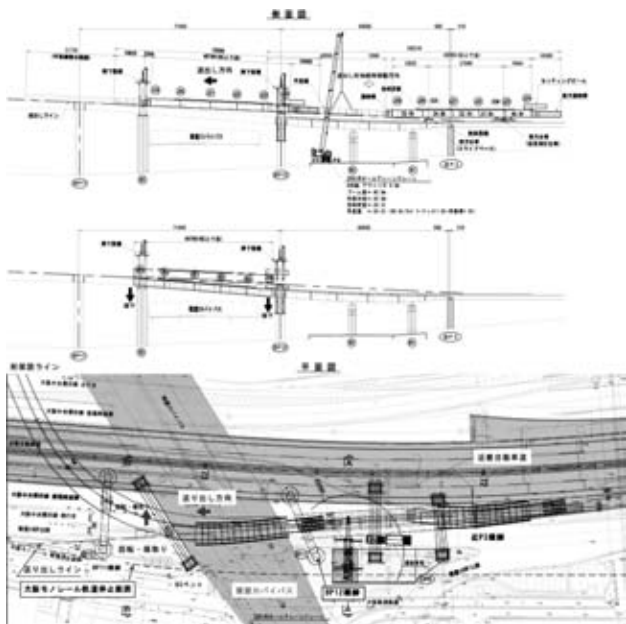


図-2 送り出し架設全体一般図

速守口線へと接続するランプ橋である。このうち、BP11～BP12橋脚間はBランプ橋と直交する形で直下に寝屋川バイパス高架橋が位置している。

このように左右・下・前後の三方を囲まれ、立体交差した狭い空間では大型重機や移動多軸台車を用いた大ブロッカー一括架設は採用できない。

よって、架設工法は、BP12～近P3橋脚間をトラッククレーンで架設後、寝屋川バイパス脇にB3ベントを設置しBP12～近P3橋脚間の桁と近畿自動車道の拡幅部の桁上を使用してBP12橋脚からBP11橋脚（B3ベント）へ向かって地上22.5mの高さでの送り出し工法（手延べ長42.55m+連結構2.5m+主桁49.769m+後方連結構10.5m）を採用する方針とした。

4. 送り出し工法採用における課題点

Bランプ橋の架設作業は大規模幹線道路及び大阪モノレールに影響するため、作業時間に制約を受ける。特に送り出し作業では、寝屋川バイパスと大阪中央環状線南行きを全面通行止めするため、協議の結果、作業時間は0時30分から翌朝4時までの計3.5時間となった。

また、送り出し桁の線形は $R=1500\text{m}$ 、先端部が

$R=60\text{m}$ の曲線桁であり、送り出し桁の桁後尾と先端との偏心量は3300mmである。

送り出し長92.9mに対し作業時間は3.5時間しかないため、必要送り出し速度21m/hを担保できる駆動シンクロジャッキを用い、また曲線桁は直線に送出すシステムを構築することとした。

送り出しは、①不均等支点反力の調整②送り出し方向の調整③添接部（ボルトスプライス部）の乗り越え作業、といった作業で送り出しを一旦止め、仮受ジャッキで受け替えて調整作業を行なう。

これらの作業で発生するタイムロスは過去工事の実績より1分送り出し、1分30秒盛り替え、調整作業2分30秒の5分/回程度必要であり、調整作業のロスタイムは、全体送り出し時間の50%を占める。

曲線桁である本桁で試算した結果、3.5時間以内に送り出し作業が終わらないことが予想された。よって、調整作業の回数を低減させる必要があった。

5. 課題に対する解決策

調整作業低減のため、以下の対策を行なった。

①不均等反力対策（負反力対策）

支点反力の詳細を確認するため、足場荷重を含め、主桁・合成床版など全ての仮設備を搭載したモデルにて解析を行なった。結果、前方台車開放直後、全体の反力バランスが大きく崩れ、後方台車側ではL側が鉛直反力0.0kNに対しR側は鉛直反力875.8kNとなることが判明した。

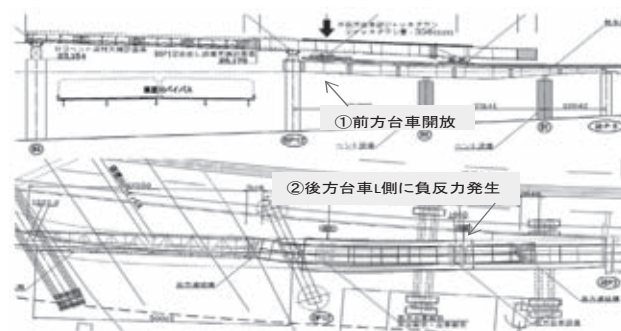


図-3 前方台車開放ステップ

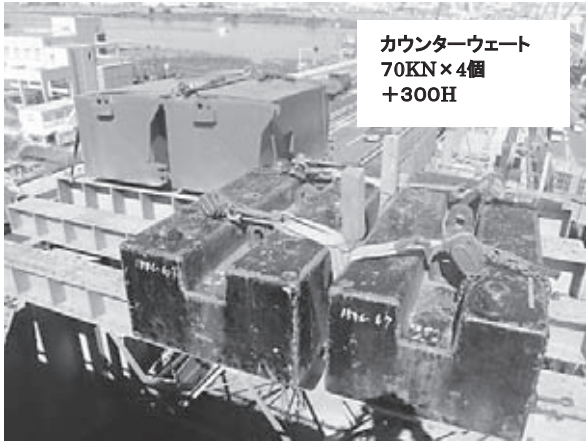


図-4 カウンターウエイト

このことから前方台車解放後の送出し作業全般において支点高さの調整を最小限とするため、前方台車開放直前の作業ステップで後方台車直上に300kNのカウンターウエイトを搭載することにより、後方連結構L側に発生する負反力に対抗する反力を入れる方針とした。

②送出し方向の調整

送出し桁の動きを3次元計測でリアルタイムに行いその情報に基づいて送り出し作業を止めることなく調整する方法を模索した。

- a) B3ベント及び、BP12橋脚上にジャスコロ設備を配置し、駆動シンクロジャッキ本体が橋軸直角方向に横移動できる設備(図-5)
- b) ジャスコロ設備上に回転設備を設置し、シンクロジャッキ本体を回転させ、曲線桁形状に追従できる設備(図-6；a部)
- c) 回転設備上に駆動シンクロジャッキを設置し、シンクロジャッキ本体の鉛直油圧シリンダー設備にて、高さ方向の調整を行った。(Z軸方向)



図-5 ジャスコロ

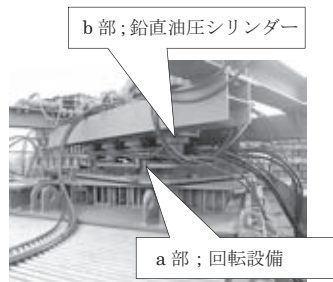


図-6 回転設備

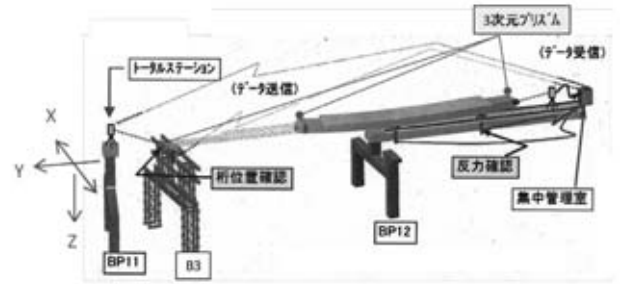


図-7 送出し位置・反力管理システム概要図

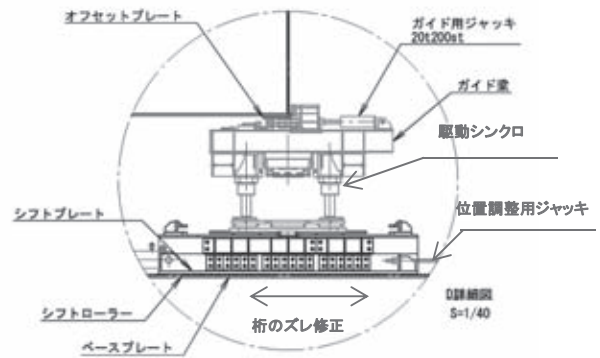


図-8 オフセットプレート配置図

(図-6；b部)

なお、BP11橋脚上にトータルステーションを設置し、桁先端と後方端部の桁位置をリアルタイムで計測できるシステムを構築した。計測データは集中管理室に随時送信され、予めシミュレーションした値と比較しながら送出し作業を行ないつつ、送出し量に合わせ方向修正した。(図-7)

③送り出し桁調整作業回数の低減

駆動シンクロジャッキのクローラー方向は直線であるのに対し曲線桁は送り出すうちに桁のWebとクローラーの芯がずれてしまう。送出し時間に制約がなければ盛り替えして方向修正するが、今回はその時間がない。シンクロジャッキの受け替え回数を減らすため、3次元追従可能なジャッキ設備に加え駆動シンクロジャッキのキャタピラと桁下フランジ間にX方向にオフセット可能な特殊プレート(オフセットプレート)を挿入することにより、反力を支持した状態で駆動シンクロジャッキのクローラーの共ずれを強制的に止め、駆動シンクロ全体の方向修正を可能としたた

め、盛替え回数の低減に繋がった。

4. おわりに

従来の曲線桁の送出しでは頻繁に「盛替え作業」を行い反力バランスや桁位置、設備の方向修正を行っていたが、短時間で送出しを行なうには大きく発想を転換させなければならなかった。すなわち「送出し作業を止めない」＝「盛替えなしで送出し続ける」にはどのようなシステムを構築しなければならないか、ということである。

計画段階から議論を重ね、試作機で実証実験を

繰り返すことで1つ1つの課題をクリアしシステムを構築していった手順は、高難易度の特殊工法工事には不可欠であった。

本工事の難易度の高い送出し桁架設が達成できたのは、計画から現場施工に至るまで、施主・現場・店社・協力業者が密接に連携し出せた結果と確信している。

今回の報告が同種工事に活用され、諸所の問題解決に役立つこととなれば幸いである。

本工事の御発注者（阪神高速道路株）をはじめ、携わって頂いた関係各位には深く感謝致します。

施工計画

鋼箱桁橋の河川上の送り出し架設計画の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 瀧上工業株式会社

監理技術者

日置末男[○]

Sueo Hioki

現場代理人

伊藤竜也

Tatsuy Itoh

担当技術者

日下部和弘

Kazuhiro Kusakabe

1. はじめに

本工事は、近畿自動車道紀勢線赤羽川橋の新設工事である。鋼上部工の架設は送り出し工法（河川上）とトラッククレーンベント工法（陸上）による施工を行うものであり、限られた期間内に河川内の送り出し架設を完了させなければならない制約条件があった。本稿では、この点を踏まえた送り出し架設の施工計画の工夫について述べる。

工事概要

(1) 工事名：紀勢線赤羽川橋鋼上部工事

(2) 発注者：中部地方整備局

(3) 工事場所：三重県北牟婁郡紀北町紀伊長島区

(4) 工期：平成24年3月～平成25年8月

2. 現場における問題点

送り出し架設はA2左岸側に工事桁による架設ヤードを設け、トラッククレーンにて地組み立てを行った後に順次送り出す工法を用いた。

当初計画では、左岸側の堤内地61.4mを送り出しヤードとして利用し、左岸側から右岸側へ送り出し架設する予定であった。しかし、全体工程を

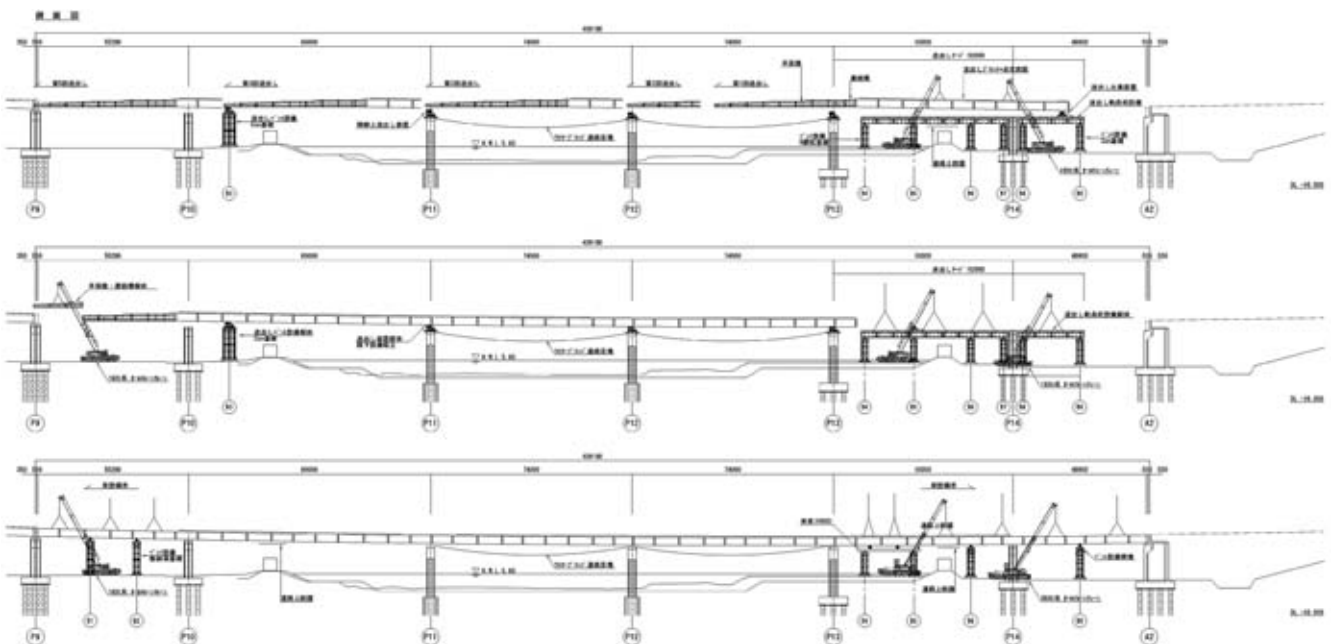


図-1 実施架設計画図

踏まえると、予定期間内で架設することが困難な状況であることが課題となった。これに加えて、送り出し工法を採用しても河川内橋脚上の送り出し設備設置・撤去時及び支承設置は、短期間ではあるが河川内から施工する必要がある。これら施工期間の制約に配慮することが課題であった。

3. 対応策と適用結果

上記の課題に対して、対応する施工計画を立案することとした。

(1) 架設実施計画の見直し

送り出しヤード長を堤外地の範囲を含む約90mに延長し、送り出し回数を11回から5回に削減(図-1)し、河川の流下に影響なく施工が行えるように工夫をした。具体的には、まず主桁をP13-P14橋脚間の送り出しヤードで地組立する。その後、現場添接部の作業完了後、合成床版、検査路などの付属物を取付けてP9橋脚方向に向けて送り出しの作業を繰り返し、鋼桁を所定の位置まで移動させる実施計画を立案した。

さらに、本橋はクロソイド曲線と斜角を有するため、送り出しラインはヤードの地形条件により、P10とP14橋脚のG1主桁と中心を結んだ $R=2180m$ の単曲線とし、これをトレースする形状ラインで送り出し作業を行うこととした。また、送り出し到達時点で桁が横移動し、ラインより外れてしまうことに配慮し、予め上流側にシフトした状態で作業をスタートする工夫をした。なお、送り出し後の側径間の架設はトラッククレーンベント工法により行った。

(2) ベントのユニット化による設置・撤去

本工事で使用するベントの高さは20m以上あり、高所でのベント部材組立は作業性が悪い。このため、ベント設備をユニット化し組立・解体する工夫を実施した。これに加え、地組ヤード下で足場付きの主桁ブロックをあらかじめ組んでから地組架設(図-2)を行うことで、作業の効率性を向上させた。

(3) 送り出し軌条桁を利用しベントを一部省略

当初計画ではSS400相当の軌条桁を使用しているため、12mに1ヶ所の割合でベントでの支持が必要であった。実施計画では強度を上げたSM490Y相当の軌条桁を使用することで、ベント支持間隔を大きくし、ベント設置基数を削減することにした。すなわち、ベント支持間隔を大きくする(図-2)ことで、ベント設置基数が9基から6基に削減され、作業の効率化を図ることができた。

(4) 送り出しヤード延長による送り出し回数の削減

A2橋台完成後、桁製作の完了後の平成24年10月下旬を予定していたため、上部工へのヤード引き渡し時期が変更される可能性が示唆された。このため、送り出しヤードをP13-P14橋脚間に加え、25m付加し約90mに拡大することで、上部工と下部工の施工を並行作業で行う実施計画に見直した。すなわち、送り出しヤードを拡大することで、送り出し回数を11回から5回に削減できる。



図-2 設置したベントと足場付主桁ブロック



図-3 ベント支持間隔と送り出しヤード

これらの対策で A2 橋台の引き渡しを待たずに上部工の施工を並行して行うことができた。

(5) 工事桁および手延機のユニット設置

当初計画では、使用する手延機は I 断面構成の 4 主桁桁に対傾構と横構の単材架設し、構台上で組み合わせる架設をすることで効率低下が懸念された。このため、手延機の 2 主桁長さ 12m の対傾構と横構について、図-4 に示すような箱形（ユニット）状に地組立し、架設・解体する実施計画を立案した。

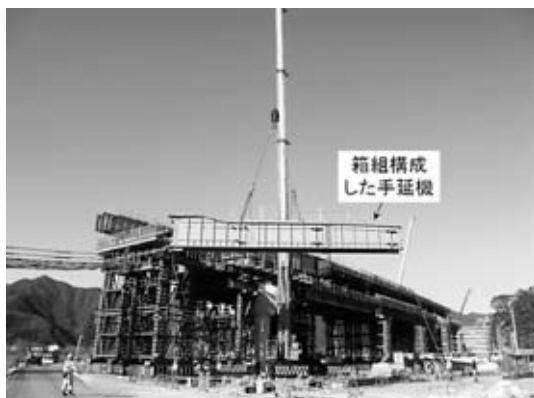


図-4 手延機の組立

(6) 底鋼板への巻立てコンクリート打設作業孔による合成床版パネルの先行設置

制約期間内に施工するためには、合成床版底鋼板パネルを設置した後に送り出し架設をする必要があった。このため、巻立てコンクリートの打設を先に行うことがクリティカル作業になってしまうリスクが生じた。この点を踏まえ、実施計画では鋼・コンクリート合成床版の鋼板パネルに打設作業用孔（図-5）をあらかじめ設け、送り出し架設の後に打設を行う工夫をした。これにより、クリティカル作業を回避し、巻立てコンクリートの打設（図-6）を効率的に実施することができた。

品質の工夫として、鉄筋組立においては、巻立てコンクリート用の型枠用セパレータは横桁のスタッドボルトではなく、止め金具「KS ガッツ」（NETIS:KK-050125-V）に溶接する（図-7）ことで、横桁への付加応力の発生を防いだ。

(7) 実施計画を反映した現場の施工状況



図-5 巻立てコンクリート用打設孔



図-6 巻立てコンクリート打設状況



図-7 型枠セパレータと止め金具への接合

送り出し架設は図-8 による「送り装置」を駆動させて行った。1 ストローク約 1m の送り出しが可能である。

送り出し架設前に合成床版パネルを桁上に架設（図-9）してから送り出し架設を行った。

P11 付近に到達した第 4 回目の送り出し状況を図-10 に示す。1 回あたり約 75m 程度の送り出し作業を行っている。

(8) その他の工夫

送り出し回数を削減したことで、箱桁内の補強



図-8 「送り装置」の組立て状況



図-9 合成床版パネルの架設状況



図-10 送り出し架設状況

構造の見直しを行った。具体的には支持点の応力集中部およびウェブパネル座屈対策の垂直および水平補剛材の配置見直しにより施工を行っている。

架設時には、P10-P13間の主桁が支点支持状態となっているためモーメント連結を行う必要があり、P9-P10、P13-A2間の桁架設においては両端支点部を計算により上げ越して架設を行う工夫をした。また、送り出しブロックの地組立てに先立ち、所定の位置に送だしヤード設備を組立て、トレーラで搬入された主桁部材をクレーンで荷卸しした。その後、主桁および横桁のパイロットホール(φ24.5)にドリフトピンを打ち込み、添接板の目違い及び桁の通り・キャンバー等の形状寸法に注意し地組した。

さらに、クレーン作業における周辺への騒音対策として、防音シートでエンジン部を囲い、添接部のボルト締付時は、電動インパクトレンチを使用せずに、油圧式レンチを使用する工夫をした。

これらの実施計画および現場の工夫により、制約条件下での施工を安全かつ効率的に実施できた。

4. おわりに

制約された河川ヤード内での送り出し架設の実施計画の工夫について述べた。

送り出し架設においては、作業ヤードの領域の大きさを十分に確保できれば架設計画の自由度が増し、資機材の有効活用につながる。本工事では実施計画において、架設時に必要な補強を設計照査の中で速やかに本体構造に反映し、工場製作と現場施工の情報共有を密にすることを心掛けた。これらの工夫が同種工事の参考になれば幸いである。また、地域を始め関係者とのコミュニケーションを充分図ることで対応できた。

最後に、工事に携わった関係各位に謝意を表します。

河川上の鋼橋上下線連続架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
横河工事株式会社

計画担当技術者

村 部 剛 史[○]

Tsuyoshi Murabe

現場代理人

中 村 善 之

Yoshiyuki Nakamura

監理技術者

水 木 力

Tikara Mizuki

1. はじめに

橋梁の送出し架設工法は、主に河川や鉄道上など路下の制約条件を持つ場合に適用される。しかし一般的なトラッククレーンベント架設工法と比較した場合、総施工日数が長く、桁地組立ての施工ヤードが必要になるといった課題がある。

本工事は、西名阪自動車道の大和郡山ジャンクションの構築に伴う、一級河川の佐保川を跨ぐ鋼橋架設工事（図-1）である。平成25年12月初旬の本線切替え工事に向けて、下部工完成から約6ヶ月後に上下線2連の送出し架設を行い、橋面を引渡しする必要があった。

本稿では、限られた施工ヤードの条件のもと、

架設計画を工夫して上下線を連続架設することで工期短縮を行った架設工事について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：西名阪自動車道
佐保川橋他2橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：西日本高速道路株式会社 関西支社
- (3) 工事場所：奈良県大和郡山市馬司町～八条町
- (4) 工 期：平成24年4月17日～
平成26年7月15日
- (5) 橋梁形式：鋼2径間連続非合成RC床版鈹桁橋
上り線：支間長 38.4m + 39.0m
下り線：支間長 38.6m + 39.3m
床 版：1518㎡（上下線合計）

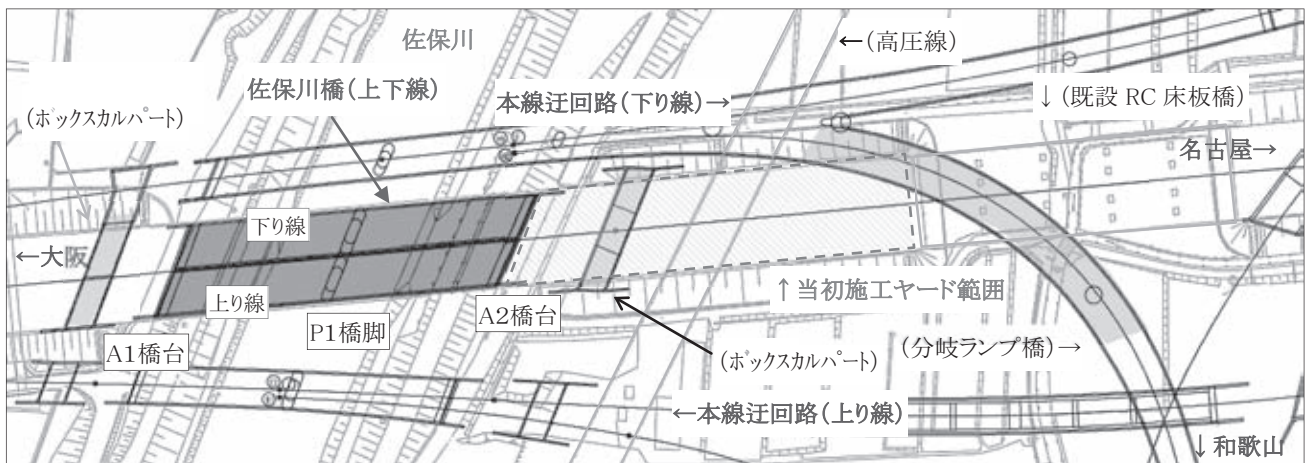


図-1 施工位置図

2. 現場における問題点

本工事の架設を行う際に、以下に示す問題点があった。

(1) 施工ヤード条件

当初は、A2橋台背面の施工ヤードにて、上下線2連を並行に桁地組立てできる軌条設備を設置して上り線、下り線の順番で送出し架設する計画であった。しかし施工ヤードには以下の1)から3)の問題点(図-1)があり桁地組立て用のクレーン配置も困難な状況にあった。

- 1) A1・A2橋台背面のボックスカルバート構築と桁架設の時期が重複したため、送出し・降下設備を解体するための重機進入や、桁地組立ての軌条設備も設置することが不可能であった。
- 2) 施工ヤードの上空には、高圧電線と分岐ランプ橋が横断しているため上空を占有していた。
- 3) 施工ヤード後方の既設RC床版橋は、重機据付けや桁地組立ての台車反力など架設時荷重によって床板が損傷することが懸念された。

(2) 施工期間の短縮

前述の当初計画から検討した橋面工引渡し時期は、図-2に示すように下部工完成から10ヵ月後の平成26年3月下旬となった。契約条件の平成25年12月初旬橋面工引渡しのためには、桁架設と橋面工の両者を効率良く施工できる計画を立案して4ヶ月の工程短縮が必要であった。

(3) 橋脚上設備の解体

本工事のように中間橋脚が河川内にある場合、クレーンが近接できないため、桁降下の方法は油

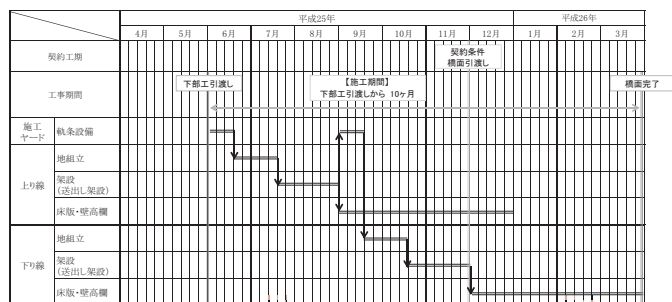


図-2 当初計画での施工期間

圧ジャッキとサンドル設備によって盛替えて降下させるサンドル降下が一般的である。

しかしサンドル降下は、主に人力による作業のため時間がかかり、また不要となった設備を効率よく搬出しなければ作業スペースが奪われ安全に作業が行えない問題がある。本工事でも迅速に安全な設備解体方法が必要であった。

3. 対応策と適用結果

前述した施工ヤードと工期短縮の2つの問題を解決するために、下部工完成前に桁地組立てを完了させて上下線を連続架設する計画に変更することとした。下記にその対応策について記述する。

(1) 施工ヤードの確保

桁地組立て用クレーンは、下り線側の高圧線と分岐ランプ橋に挟まれた区間に据え置き、上り線側に縦列に上下線全量の桁地組立てが行える施工ヤードを確保することとした。施工ヤードの拡幅方法については以下である。

- ① A2橋台背面のボックスカルバート上面には、架設桁を使用した軌条設備と作業構台を設置した。この結果、軌条設備の延長と橋台背面への重機進入を可能とした。
- ② 既設RC床版橋の範囲は、桁地組立ての台車数を増やして反力の低減を行い、断面耐力を満足させた。また架設による微細な損傷有無を確認するために、路下からのデジタルカメラ計測によってひび割れ調査(図-3)を架設前後で行った。計測の結果、架設による損傷は確認されなかった。

(2) 施工期間短縮に向けての検討

桁架設と橋面の施工期間を短縮するために以下の対策を行った。



図-3 デジタルカメラ計測のひび割れ調査

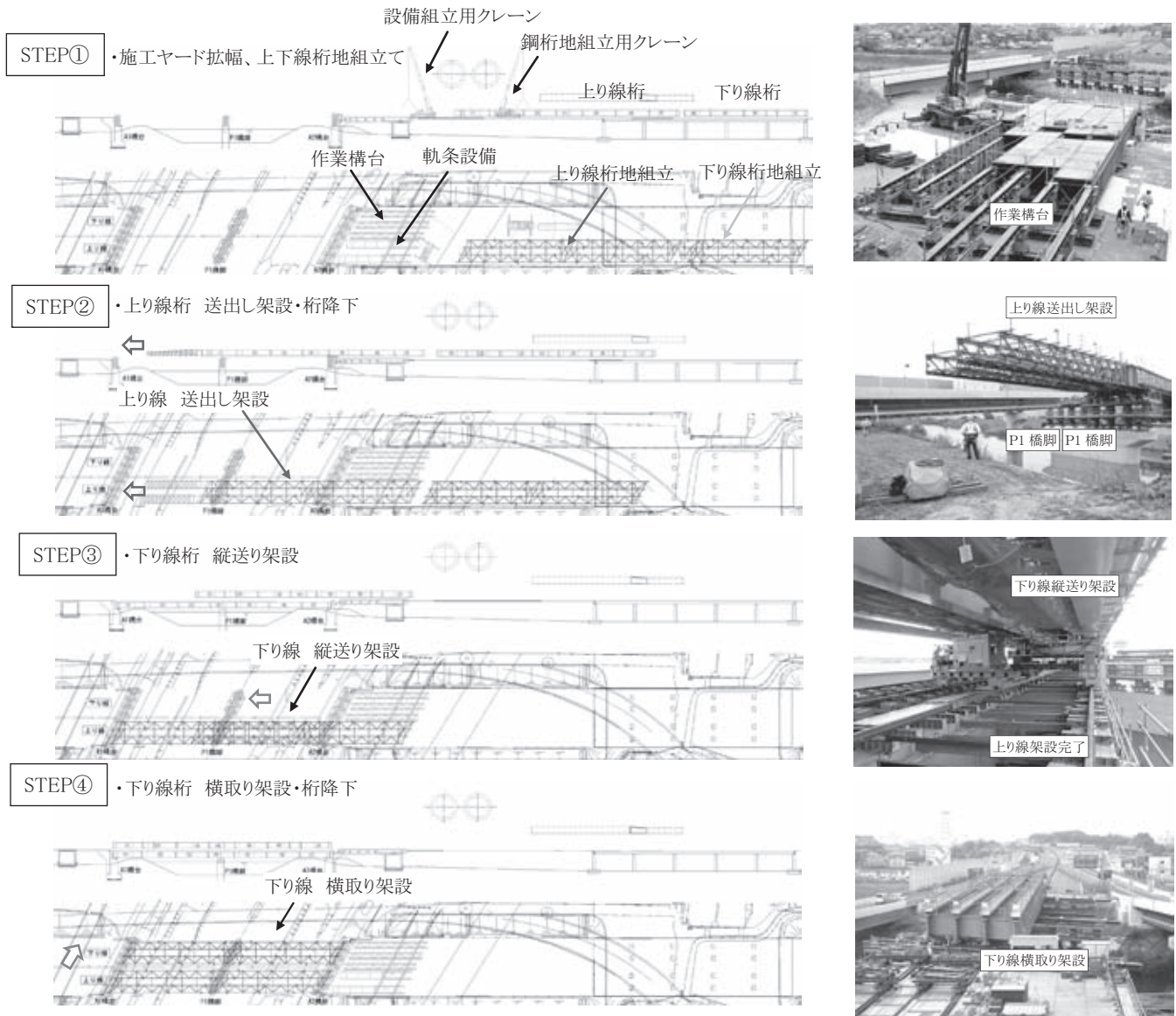


図-4 架設STEP図・施工状況

1) 架設計画の変更

下部工完成と同時に上下線を連続架設する架設計画について、架設STEPの手順を図-4に示す。

STEP ①：施工ヤード拡幅・上下線桁地組立て

前述の作業構台と軌条桁を設置し、上下線全量の桁地組立てを下部工完成前までに行う。次に上り線桁の先端に作業構台から手延機を取付ける。

STEP ②：上り線桁 送出し架設・桁降下

A2橋台とP1橋脚に設置した送り装置を使用して桁地組立て前方の上り線桁を送出し架設する。架設完了後に手延機を撤去してから、サンドル降下で4.3mの桁降下を行う。

STEP ③：下り線桁 縦送り架設

桁地組立ての段階で、上り線桁の上フランジに取付けておいた軌条レールを使用して、下り線桁を自走台車にて縦送り架設する。

STEP ④：下り線桁 横取り架設・桁降下

各橋台と橋脚位置での上り線桁上にH形鋼の横取り梁を配置する。その上を、チルトンクとH形鋼クランプジャッキを使用して下り線桁を所定の位置まで11.9mの横取り架設を行う。横取り架設完了後に上り線と同様にサンドル降下で4.4mの桁降下を行う。

以上の架設計画を進めるために、鋼桁の詳細設

計段階で以下の架設検討を行った。

上り線桁は、送出し架設断面補強検討と下り線縦送り架設による載荷荷重の断面照査を行った。

下り線桁は、縦送り架設による荷重集中点の受点照査と断面補強検討を行った。

2) 橋面施工日数の短縮

一般的にRC床版施工用の吊足場や型枠支保工の組立ては桁架設完了後に行う。しかし床版作業日数を低減するために、本工事では下記の対策を行うこととした。

- ・上下線の床版施工用の吊足場と型枠支保工を桁地組立ての段階で事前に組立ててから、送出し・縦送り架設を行った。この結果、架設後の作業時間短縮と安全性が確保された(図-5)。
- ・床版と壁高欄の施工は、当初計画では桁架設完了毎に着手するとして上り線、下り線の順で考えていた。しかし、上下線連続架設の変更によって上下線の同時施工が可能となり、作業日数を短縮することができた(図-6)。

以上の架設計画の変更と橋面施工日数の低減を行った結果、下部工引渡しから桁架設に2ヶ月、橋面施工に3.5ヶ月の合計5.5ヶ月にて橋面を引き渡すことができた。実施工程を図-7に示す。

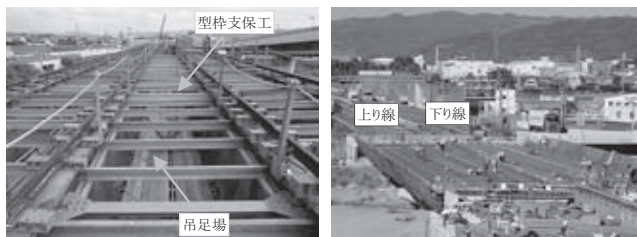


図-5 足場・支保工先行取付け(左)

図-6 床版施工状況(右)

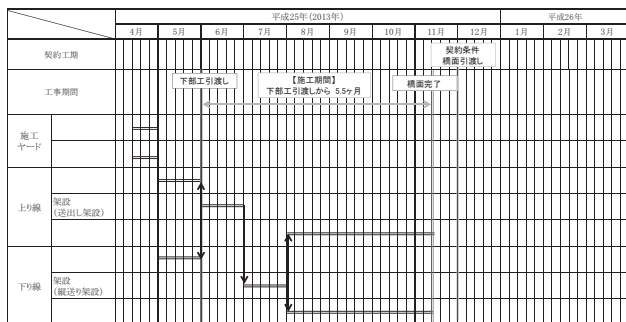


図-7 実施工程

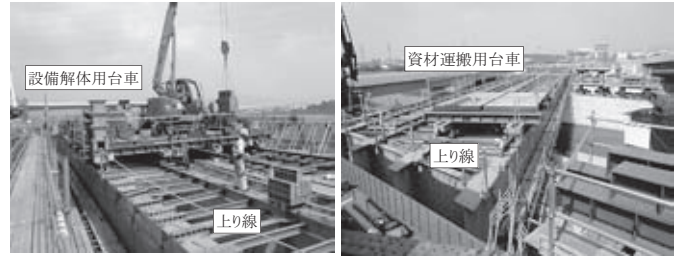


図-8 設備解体用台車

図-9 資材運搬台車

(3) 移動式台車の検討

桁降下量は上下線ともに約4.0mのため、仮受け設備の高さと設備数も多く、降下作業の短縮を図るためには設備を迅速に撤去する必要があった。

この対策として、上り線桁上の軌条レールを使用し、設備解体用と資材運搬用の台車を配置した。

設備解体用台車は、橋台・橋脚上の仮設備を安全に桁上に吊上げるため4.9t吊ミニクローラークレーンを搭載した。台車には、各橋脚を何度も往復できるように自走台車を配置した(図-8)。

資材運搬用台車は、吊上げた設備を大量に積んで対岸まで移動できるように、電動ウィンチを対岸に取付けて牽引して移動させた(図-9)。

これらの台車を使用したことで、橋脚上の狭い場所での桁降下作業であったが、迅速に安全に設備の解体作業を行うことが可能となり工期短縮に繋がった。

4. おわりに

本工事では、送出し架設時の「工期短縮」と「施工ヤード確保」の課題について、現場施工条件に合致した上下線連続架設を採用したことで、桁架設と橋面施工を大幅に短縮して契約工期内に施工を完了させた。施工方法の変更は、多岐にわたる施工条件のもと、常に工事全体の工種と工程を念頭に置いて選択することが重要である。

最後に、本工事の施工に際して多くのご指導をいただいた発注者である西日本高速道路株式会社の阪奈高速道路事務所の方々をはじめ、施工に携わった関係者各位の皆様に、誌上をお借りして厚く御礼申し上げます。

並列した上下線の異種床版（合成床版、P R C床版）の施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

現場代理人

工事主任

田村 茂[○]
Shigeru Tamura

石本 好幸
Yoshiyuki Ishimoto

1. はじめに

現在、既に供用を開始している新東名高速道路の、三ヶ日 I C から豊田 J C T 間に位置する大宮川橋は、上り線に合成床版、下り線に P R C 床版を並列配置した構造を採用した 3 径間連続少数鉸桁橋である（図-1）。これは、大宮川橋施工時、その西側ではパーキング工事、東側では盛土区間が施工中であり、その間に位置する本橋は、新東名高速道路建設工事の工事用道路として一刻も早く供用することが望まれており、橋梁施工（鋼桁

架設、床版施工）工程の短縮のため、P R C 床版に代えて上り線に施工期間の短縮を可能とする合成床版を採用することとなった。なお、下り線については上り線完了後に施工を行うことが可能であったため、当初発注の仕様通り P R C 床版で進めることとなった。本稿では並列した異種床版の施工方法について報告する。

【工事概要】

- (1) 工 事 名：第二東名高速道路大宮川橋
（鋼上部工）工事

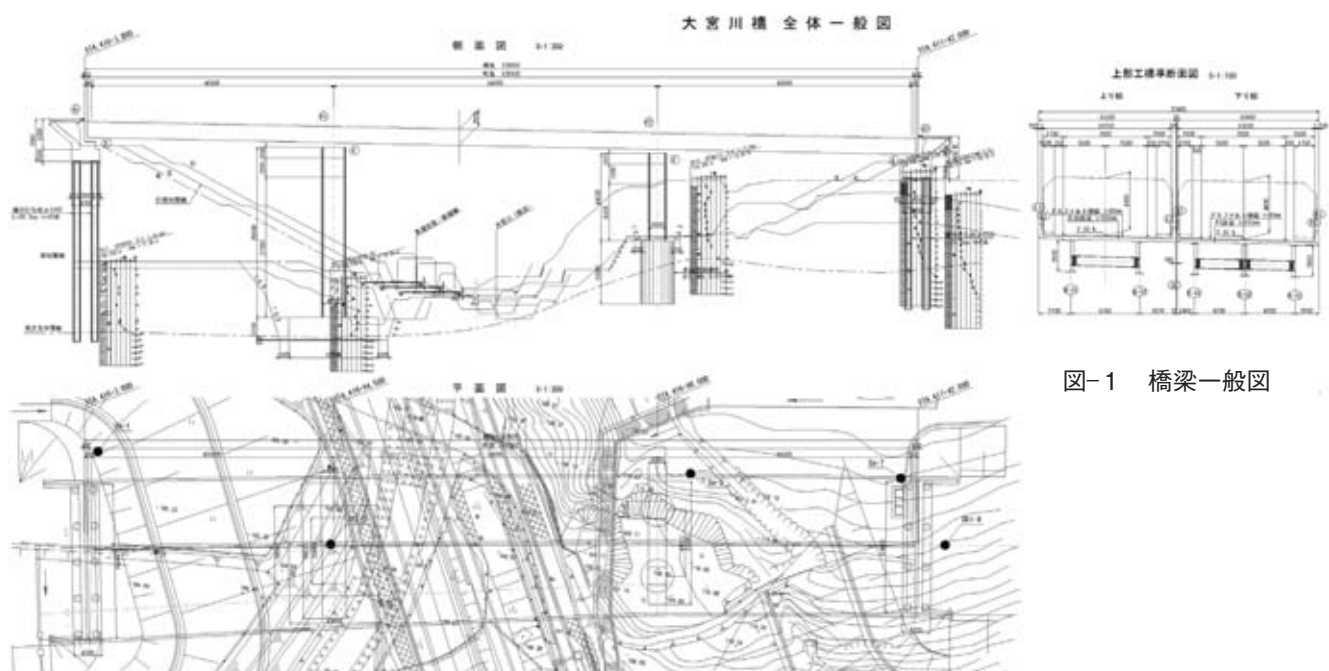


図-1 橋梁一般図

- (2) 発注者：中日本高速道路株式会社
名古屋支社
- (3) 工事場所：愛知県新城市牛倉地先
- (4) 工期：平成23年4月28日～
平成26年8月25日
- (5) 橋梁形式
：鋼3径間連続合成床版鈹桁橋（上り）
：鋼3径間連続PRC床版鈹桁橋（下り）
- (6) 橋長：139m
- (7) 支間長：40.5m + 54.0m + 42.5m
- (8) 架設工法：トラッククレーン＋ベント
工法（下り線横取り併用）

2. 現場における問題点

並列した2つの異種床版の施工に際して、現場では以下の問題点が考えられた。

(1) 下り線PC床版の施工スペース確保

上り線は、工事用道路として供用することが急がれていたが、この場合、上り線合成床版を先行して施工すると、上下線壁高欄間の隙間は20mmしか確保できず（図-2）、下り線PC床版のPCケーブルを緊張するための緊張ジャッキの施工スペースを確保することが困難であった。



図-2 上下線の隙間（左側が合成床版）

(2) 上り線供用時に発生する振動対策

下り線の中央分離帯（上り線側）は、地覆のみの構造（上り線の壁高欄とセットで中央分離帯を形成）であり、地覆コンクリート施工時の外型枠は上下線の隙間20mmの間に設置することになることから、上り線を供用した場合、それを通過する車輦に伴う振動が全て下り線地覆に伝搬するこ

ととなり、この影響を回避するため、上り線の供用までに下り線地覆の外型枠を脱枠する必要があった。

(3) 現場での工程調整について

上下線の橋梁は床版形式が異なることから、各床版形式の構造的・施工的な特徴を踏まえた現場作業工程の調整が必要であり、いかに上り線の供用を先行させつつ、下り線の地覆を早期に完成させるかの工程調整が求められた。型枠の組立・解体業者および鉄筋の組立業者の手配では、現場ヤード内での作業が途切れないような工程調整に苦慮した。

(4) 床版コンクリート養生期間の確保

床版コンクリートの養生期間は、通常の2倍とすることを施工標準としたため、コンクリート打設間の作業調整が求められた。

(5) 床版コンクリートのひび割れ防止

床版コンクリートのひび割れを防止し、耐久性の高い床版コンクリートを構築するため、各種のひび割れ防止対策を講じる必要があった。

3. 対応策と結果・工夫など

(1) PC床版の施工スペースの確保

上り線の合成床版を先行施工することによる下り線PRC床版のPCケーブル緊張作業不可への対応として、PCケーブルにおける上り線側のPC定着部にデッドアンカー構造（図-3）を採用した。その結果、全てのPCケーブルは、下り線路肩側からの緊張作業となり、所定のプレストレスを導入することが可能となった。

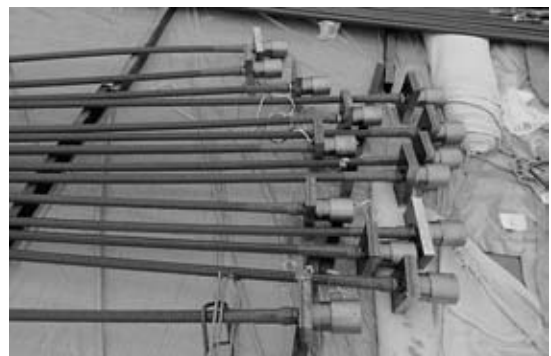


図-3 PCケーブル定着部

(2) 上り線走行車輛による振動対策

下り線の地覆部の脱枠作業を早期に行うためには、上り線側の中央分離帯の施工を可能な限り早期に完了させる必要があった。そこで工程調整を行うことで、下り線の地覆部の型枠組立時までに上り線の中央分離帯の脱枠まで完了させることとし、その結果、上り線供用開始までに下り線地覆部の脱枠まで完了させることを可能とした(図-4)。



図-4 下り線地覆外型枠組立状況
(奥側が上り線・中央分離帯完了)

(3) 工程調整

上り線の合成床版の鉄筋は、上筋を組み立てるだけでコンクリート打設が可能となる構造であったが、下り線のP R C床版はR C床版と同様に、下筋から順次組み立てを行う必要があった。

そこで、上り線の合成床版の床版配筋が完了するまでに、下り線の床版型枠の組立を完了できるように鋼桁の架設工程を調整することで、床版配筋作業を滞りなく完了することを可能とした。また、上り線の壁高欄外型枠の組立・配筋作業も、床版作業に引き続き、無駄なく流れて施工できるように工程調整を行った。

(4) 床版コンクリートの養生期間の確保

前述したように、床版コンクリートの養生期間は、通常期間の2倍に延長したが、そのインターバル間に清掃、養生およびレイタンス処理等の作業に十分な時間を作ることで、工程調整を可能とした。また、伸縮装置部近傍は、コンクリート打ち残し部として後施工としたことから、伸縮装置

据付・固定作業の微調整も時間を掛けて行うことが可能となり、出来形精度を確保した。

(5) 床版コンクリートの耐久性向上

以下の①～④を実施することで、床版コンクリートの耐久性の向上を図った。

①コンクリート表面にQマットを敷設して、コンクリート内部と外部の温度差を8℃以下となるように管理した(図-5)。また、Qマット敷設後にデータロガーを設置して、コンクリート内部と外部の温度差を管理・記録した(図-6)。



図-5 Qマットとデータロガー端子



図-6 データロガーでの測定状況

②コンクリート硬化後の初期ひび割れを防止するため、その表面にクラックセイバーを塗布した(図-7、8)。また、Qマットでの養生完了後にクラックセイバーを塗布することで、コンクリート表面の乾燥収縮の低減を図った。

③下り線のP R C床版コンクリートに膨張材を添加した配合を採用することで、初期硬化時のコンクリート収縮を抑制し、クラックの発生を防止した。また、膨張材を添加することでコンク



図-7 クラックセイバー塗布状況

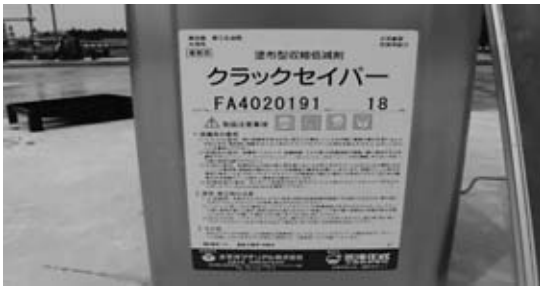


図-8 製品写真（クラックセイバー）

リート硬化初期に発生しやすい微細なクラックを抑制した。なお、コンクリートの膨張性確認のため、実施工に先立ち、膨張材を添加した試験片を用いた膨張率確認試験を行い、所定の膨張率を有することを確認した（図-9）。

- ④排水柵周辺には、ハイパーネットを設置して、コンクリートの乾燥収縮によるクラック発生の抑制対策とした（図-10）。また、ハイパーネットは事前に実物と同じ排水柵および床版厚の試験体を製作して（図-11）、ハイパーネット有無による効果を確認した後に使用した。

4. 終わりに

今回施工を行った並列する異種床版の同時施工の実績は多くないと思われるが、設計時、施工計画時および現場施工時の各検討段階では、多くの問題や課題が判明し、これを克服することで、そ



図-9 膨張材空袋確認

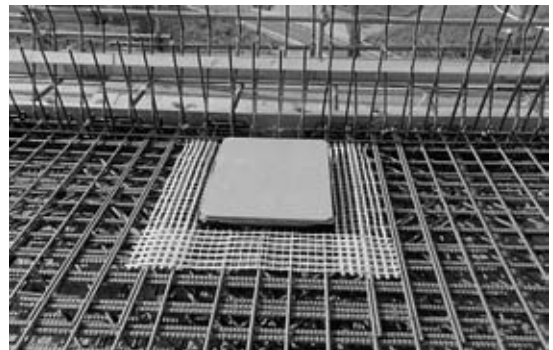


図-10 ハイパーネット設置状況

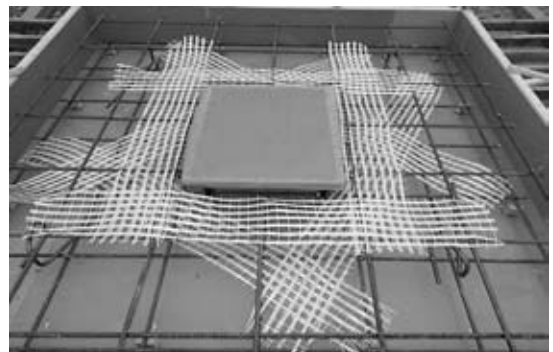


図-11 ハイパーネット試験体

の多くを学ぶことができた。加えて現場での度重なる工程変更も全作業員に周知して、知恵を出し合いながら行うことで、無事故で所定品質の鋼桁と床版を工期内に納めることが出来た。

最後に本報告書が同種工事の参考になれば幸いである。

重交通路線と並行する国道上の桁架設の問題点と対策

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
工事部工事課 主任
原 田 裕 也
Yuuya Harada

1. はじめに

本工事は、東京外かく環状道路（通称：外環）約85kmのうち、埼玉県三郷市から東京都葛飾区に位置し、鋼5径間連続2主混合桁橋、鋼5径間連続2主鈹桁橋等上下線合計10橋からなる複合剛結梁を有する鋼上部工の製作・架設工事である。

東京外かく環状道路は、三環状（中央環状線、外環道、圏央道）のひとつであり、都心部からの放射道路を相互に連絡して、都心に集中する交通を分散する役割を担っており、渋滞緩和や環境改善等が期待されている。

概要を以下に示す。

- (1) 工 事 名：東京外環自動車道高州高架橋（鋼上部工）南工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路株式会社
関東支社
- (3) 工事場所：埼玉県三郷市鷹野3丁目～
東京都葛飾区東金町8丁目
- (4) 工 期：平成24年7月26日～
平成27年11月7日
- (5) 工事内容
高州第五高架橋／鋼5径間連続2主混合桁橋
橋長：251m、鋼重：1668 t
高州第六高架橋／鋼5径間連続2主混合桁橋
橋長：248m、鋼重：1678 t

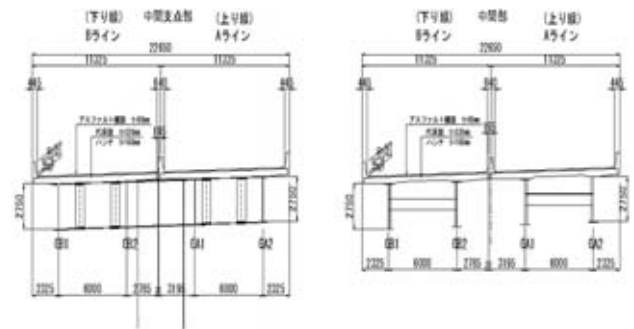


図-1 構造断面図



図-2 現場写真

高州第七高架橋／鋼5径間連続2主鈹桁橋

橋長：234m、鋼重：1331 t

高州第八高架橋／鋼4径間連続2主鈹桁橋

橋長：186m、鋼重：1177 t

高州第九高架橋／鋼5径間連続2主鈹桁橋

橋長：220m、鋼重：1189 t

2. 現場における問題点

本工事の施工箇所は、日平均35,000台の重交通の国道上下線に挟まれた中央分離帯のみに制限された狭小ヤード、毎時14便のバス路線である県道との交差点上空での桁架設などの施工条件であった。夜間規制は21時～翌5時、特に交差点上架設は、バス運行時間の関係により23時40分～翌5時までに制限されたため、以下の課題を解決する必要があった。

- 1) 交差点上は地組桁の一括架設を1回の夜間施工で完了させる必要があること、常設ヤードが確保できないことなどから、規制時間内に地組桁搬入、クレーン据付、桁架設、クレーン搬出までを完了させるための時間短縮の工夫が求められた。
- 2) 時間制限のある夜間架設における柱等剛結ブロックおよび主桁の落込み架設に際し、架設日の気温の影響、部材の干渉などが原因による時間ロスのリスク低減が求められ、落込み架設を円滑に行うための方策の立案が課題であった。
- 3) 国道の交通特性から夜間交通規制の時間帯は渋滞の発生しない21時～翌5時である。翌5時を超えると朝の通勤時間帯と重なり交通

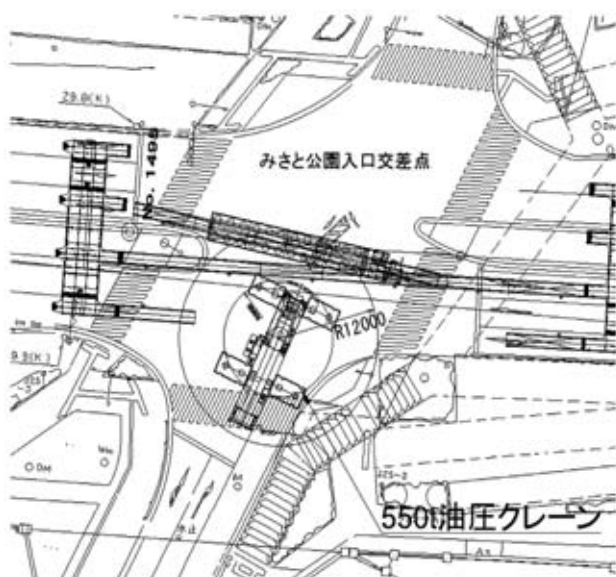


図-3 交差点架設計画図



図-4 夜間対面通行規制図

量が著しく増えるため、日々の夜間作業を規制時間内に確実に終わらせる必要があった。夜間架設作業は、4車線国道の上下線を片側に切替える対面通行規制が必要となる。架設作業時間を大きく確保するため、切替えの完了および作業終了後の規制撤去復旧までの時間短縮の工夫が求められた。また、縦断勾配2.8%区間や道路切替点であるクロスポイント等の見通しの悪い区間における、国道利用者の安全性確保が課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 大型重機の移動・設置の時間短縮の工夫

交差点上の夜間施工において、地組桁運搬は重量物を安定した姿勢で運搬でき、かつ施工実績が多く信頼性の高い多軸台車を用い、地組桁の一括架設は移動式大型クレーンによる方法を計画した。一括架設に使用する大型クレーンは、当初360t吊クレーンのフルウェイト仕様（S性能）としていたが、ウェイトの組立・解体時間を短縮する目的で、550t吊クレーンのウェイト無し仕様（SG性能）の採用を計画、実施した。

この対策により、ウェイト着脱時間を45分削減

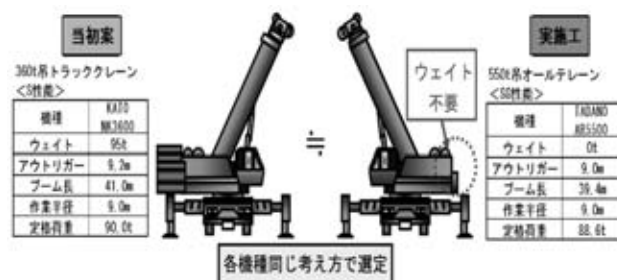


図-5 クレーン仕様選定の比較図

することが可能となり、時間に余裕を持って夜間架設作業を行うことができた。

(2) 落とし込み架設の円滑化対策

落とし込み架設を行う部材は、柱頭剛結ブロックと主桁がある。この2つについて述べる。

【柱頭剛結ブロックの架設】

柱頭剛結ブロックは、下部工から突出している鉄筋 D51 に鋼部材を差し込む構造である。架設の際に、鉄筋と部材に設けられた鉄筋貫通用孔が干渉し、架設時間ロスによる夜間架設の遅延リスクを防止するために、以下の対策を実施した。

- ①下部工鉄筋位置の実測および部材製作への反映、テンプレート設置による鉄筋固定に加え、鉄筋先端部に段違いロケット型ガイドカバーの設置を計画・実施することで、鉄筋と部材孔との干渉を抑制した。これにより、鉄筋先端の断面を細くし高低差をつけることで落とし込み架設時に複数鉄筋が同時干渉することが防止され円滑な落とし込み架設作業ができた。

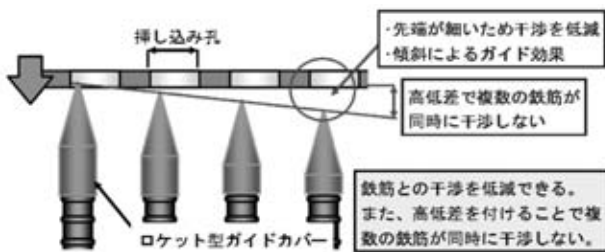


図-6 ロケット型ガイドカバー

②部材位置調整用スライドジャッキの採用

落とし込み架設部材は、架設時に所定の位置に架設される必要があるため、位置調整に多くの時間を費やす場合がある。夜間架設時の位置調整時間を削減するために、仮受ベント上にスライドジャッキ設備を設置し、玉掛け解放後に位置調整する計画とした。スライドジャッキは、部材を支持したまま水平方向と鉛直方向のジャッキ操作により部材位置の微調整が可能な設備である。

上記①②の対応により、柱頭剛結部材の落とし込み架設は、当初架設予定時間25分のところ、15分

で終わることができ、規制時間に余裕を持って作業を完了することができた。

【主桁ブロックの架設】

主桁落とし込み架設の部材搬入前に、架設部仕口寸法の実測を行い、部材寸法に反映する調整ブロックの採用に加え、以下の2点を計画、採用した。

- ①落とし込み架設部の継手の隙間を、通常0mmのところを15mmに設定し、架設時のワーキングスペースを確保した。
- ②落とし込み部材形状を側面から見て、逆台形形状にすることで、落とし込み直前から完了まで30mm以上の遊間を確保した。

上記2点の工夫により計画通りの時間で落とし込み架設を完了することができた。

- ③規制作業の時間短縮と国道利用者の安全確保
本工事区間に併走する国道は、工事範囲に3つの交差点を有する道路であるため、交差点から国道への流入交通の迅速な規制方法が課題であり、規制切替えに際し、各交差点への交差点リーダー配置、高輝度規制看板の使用などの工夫に加え、以下の2点を計画、採用した。

- ①通常の規制は起点から終点到に規制を順に延長して行うが、本工事の場合は、規制延長が長く、交差点を3か所所有するため、規制作業時間がかかる。そこで、各交差点に規制車を配置し、各交差点から同時に規制作業を開始・撤去を行う複数規制班の編成により、当初計画の見込み時間より40分短縮でき、架設時間を確保することができた。

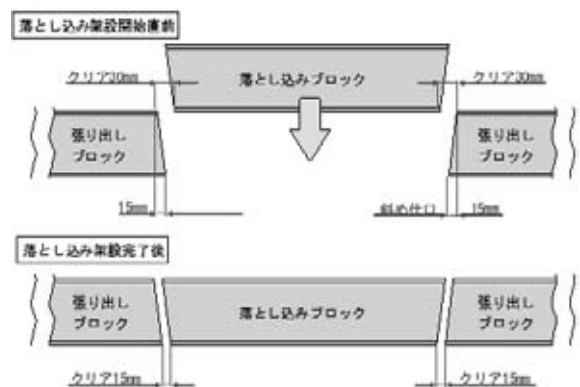


図-7 架設部材形状の工夫

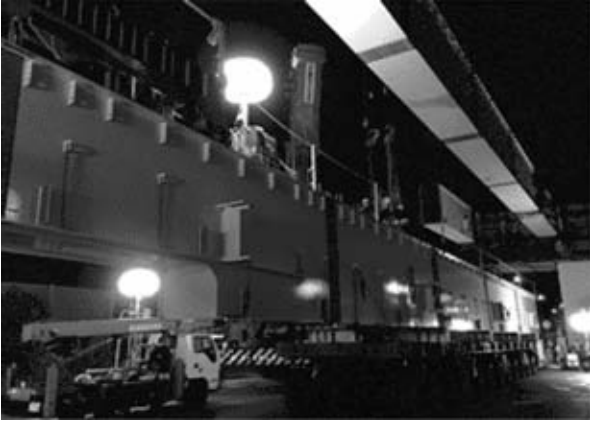


図-8 地組桁大ブロック運搬状況



図-10 国道夜間規制状況



図-9 大ブロック架設状況



図-11 対面通行規制状況

②規制先端には、視認性の高いLED式表示板に加え、ジャンボエアークーン、ジャンボバルーンを設置した。本対策により、通行車両からの規制場所の視認性が向上し、国道利用者の安全性を向上することができた。図-10、11に夜間規制状況写真を示す。

4. おわりに

本稿では、重交通路線内での夜間交通規制を伴う架設の工夫について紹介した。本工事のように重交通路線を交通規制する場合、交通渋滞の緩和

や周辺住民の生活に影響を与えないよう、規制回数や規制時間に制約を受ける場合が多く、今回の対策が効果的であったと考える。

落とし込み架設時の円滑化対策は、交通規制を伴わない現場においてもリスク低減方策として有効であるため、同種構造の施工時には採用を検討していく予定である。

また、今回の交差点上の時間短縮の工夫、落とし込み架設の円滑化の工夫、規制撤去復旧までの時間短縮の工夫や安全対策実施の経験を、今後の同種工事の施工に役立てていく所存である。

東北自動車道上の一夜間送り出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

工事長

山田 俊行[○]

Toshiyuki Yamada

工事長

広田 茂雄

Shigeo Hirota

工事長

加納 晋至

Shinji Kano

1. はじめに

久喜白岡ジャンクションは埼玉県久喜市に位置し、東北自動車道（東北道）と首都圏中央連絡道（圏央道）を接続するジャンクションである。

本工事の中で、本線第2高架橋は、橋長317.0m、支間長49.1+84.0+2@65.0+52.1mの5径間連続細幅箱桁2連（外回り、内回り）で構成され、床版形式は合成床版を採用している。工事箇所には東北道の他、県道、市道、備前堀川などの多くの交差条件があり、中でも東北道は交通量が多く、通行止め規制を最小限にする必要があった。

本稿では、平成22年11月に実施した、2連同時送り出し架設について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：久喜白岡ジャンクション本線第2工事



図-1 久喜白岡 JCT 完成予想図

- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社
関東支社さいたま工事事務所
- (3) 工事場所：埼玉県久喜市
- (4) 工期：平成21年6月16日～
平成26年2月19日

2. 現場における問題点

本工事を施工する上で、下記の問題点があった。

- (1) 東北道の規制日数を、最小限に抑える必要があった。
- (2) 一発勝負の夜間作業において、リスクを低減するため、送り出しステップを単純化する必要があった。
- (3) 東北道の通行止め時間は、21：00～翌5：30までの8.5時間であり、規制帯の設置・撤去を除いた実作業時間は7.5時間である。この限られた時間内に、送り出しを完了させ、東北道の規制を開放する必要があった。
- (4) 桁の架設は、桁長200m以上の曲線桁（ $R=1500$ ）を下り勾配で、内回り70.2m、外回り63.9m送り出す作業となる。各橋脚上では、送り出しに伴い、橋軸直角方向のずれが生じるため、この横ずれを修正する作業が発生する。また手延べ到達時のたわみ量は解析上850mmとなり、これを迅速に処理しなければならない。送り出し以外の作業に要する時間を短縮する必要があ

った。

- (5) 送り出す桁の下面には、添接板、ソールプレート、排水孔のダブリングプレートなどがあり、送り出し装置の上を通過する際、支障となる。送り出しを停止せずに、支障物を乗り越える治具が必要であった。

3. 対応策と適用結果

先の問題点に対して、下記の対策を実施した。

(1) 基本計画の見直し

当初計画では、2P2橋脚から94m送り出す計画であったが、送り出しヤードが県道を跨ぐ等の理由から、送り出し方向を2P3橋脚からに変更した。通行止め日数に関しては、当日の作業員を増員し、2連の桁を同時に送り出すことで、3日から2日に短縮した。規制時間に関しては、手延機の長さを30.5mから10.7mに変更することで、送り出し量を70mに低減し、10時間から8時間30分に短縮した。交差道路の規制に関しては、送り出し後、道路上になる範囲の合成床版を、送り出し前に搭載することで規制日数を低減した。

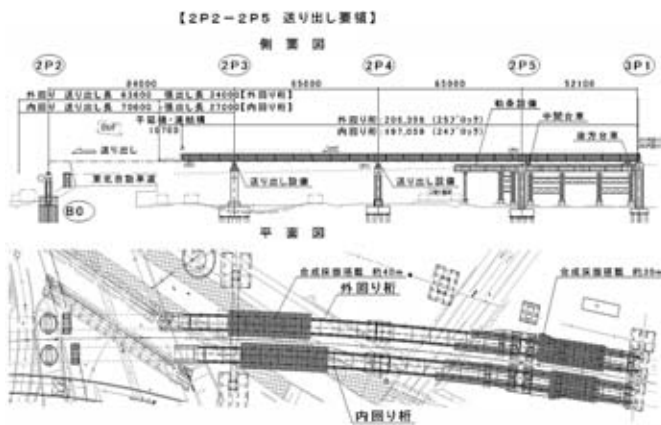


図-2 架設計画図

(2) 送り出しステップの単純化

時間に制限がある送り出し架設において、所定位置まで効率よく、橋桁を送り出すことが重要である。送り出しがストップする台車の盛替作業等を省くことが最適であると考え、送り出しがシンプルなステップになるようにした。以下に変更後の内回りのステップ図を示す。(外回りも同様)

下記のステップで送り出し以外の作業は、中間台車の解放と手延到達時のジャッキアップ作業のみで、それぞれの作業時間は解放が40分、ジャッキアップが50分と想定した。



図-3 送り出しステップ図

(3) 送り出し設備（推進力）の選定

送り出しの推進力となる設備は、様々なものが考えられる。しかし、曲線桁の送り出しで、高速かつ安定した性能を発揮し、非常時（故障等）には取替が可能である点を考慮した結果、下記の設備を主な推進力として採用した。

後方台車設備は、推進用と鉛直荷重支持用に分かれ、前者には、両端クレビスジャッキ（20t×st 1000mm×8台）と、H鋼クランプジャッキ（8台）を組み合わせ、後者には、下面がテフロン板のスライドジャッキ（100t×8台）を使用した。台車の送り出し速度は、1分1m以上（実測では1ストローク37秒程度）と高速であり、押ジャッキ、引ジャッキを交互に使用し、常にどちらかのジャッキで桁を送り出せる設備とした。また送



図-4 後方台車

り出し中は、H鋼クランプジャッキが、送り出しヤードの軌条を締め付けているため、惜しみ設備としても機能し安全である。

軌条設備は、H鋼とスライドジャッキ下面のテフロン板がスムーズに走行できるように、軌条鉄板 (t=12mm) を製作・設置し、全ねじボルトとナットにてH鋼と固定した。また曲線なりの軌条設備になるようにH鋼のジョイント部にはライナー材を間詰した。

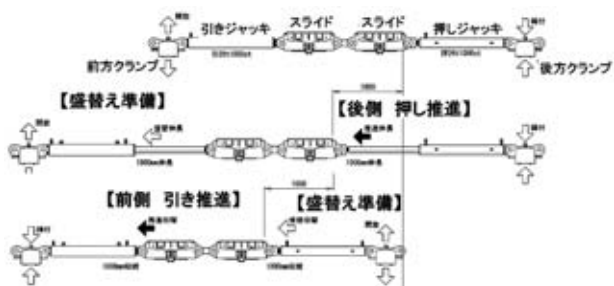


図-5 推進サイクル



図-6 軌条鉄板

2P3 橋脚上には、補助的な駆動装置として、キャタピラタイプの駆動式シンクロジャッキ (600 t) を 4 台配置し、送り出し方向の安定性に努めた。上記の送り出し装置を使用したことにより、下表の通り時間内に架設することができた。結果的には、2連の桁を 6 時間で、70m 送り出したことになる。

表-1 予定時間と実績

作業内容	予定時間		今回実績			
	時刻	所要時間	内回り		外回り	
送出作業開始	21:15		時刻	所要時間	時刻	所要時間
B0到達	4:15	0:36	21:11		21:11	
			3:25	37.3m 送出	3:06	37.3m 送出
B0先端アップ完了	2:20	1:03	0:27	先端約1m ジャッキアップ	0:22	先端約1m ジャッキアップ
			2:30	26.8m 送出	2:32	23.2m 送出
送り出し完了	4:50		3:07		3:11	

(4) 時間短縮のための設備

1) 横方向修正設備

2P2、B0 ベント、2P3、2P4 橋脚上にはそれぞれキャタピラ式の送り出し装置を配置した。送り出しに伴い、発生する橋軸直角方向の桁のずれは、安全上、一度送り出しを止め、修正しなくてはならない。また修正回数や修正量は実際に送り出さなくてはわからない不確定要素でもあった。

今回配置した送り出し装置には、装置自体に±50mm の調整機能がついている。しかし 2P3 は送り出す根元の部分となるため、一方方向にずれ始めたら、同じ傾向が続くのではないかという懸念があった。修正回数が多くなると、時間的に不利になるため、2P3 では、さらに±125mm の修正が行えるようにした。構造は、送り出し装置の下にシフトプレートを設置し、ジャッキで押せる構造にした。この結果、修正量が大幅に改善できるため、修正回数を低減することになる。

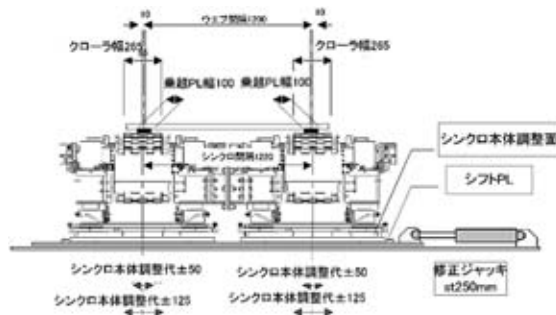


図-7 横方向修正設備

2) 一括ジャッキアップ設備

手延の先端が B0 ベントに到達する直前の張り出し量は、外回りが76.5m、内回りが72.0m である。この時のたわみ量は850mm と大きく、通常の150mm ずつのジャッキアップでは時間的に厳

しい。このためB0ベントの前面に、たわみを処理する設備として、トラニオンジャッキを8台配置し、一括でジャッキアップできる設備とした。1ストローク1mなので、盛替せず所定位置までジャッキアップができる。またジャッキアップ後は、すぐに送り出しを再開できるように、チルトタンクで受け、そのままB0ベントの送り出し装置に盛り替えることとした。

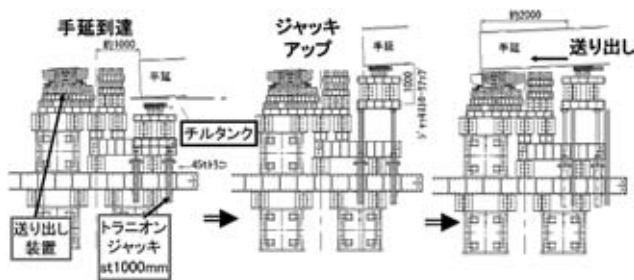
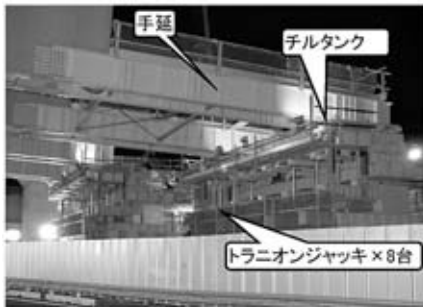


図-8 一括ジャッキアップ設備



図-9 リアルタイム反力管理

3) リアルタイム反力管理システム

送り出し中の各橋脚の鉛直反力や台車反力、推進力、送り出し量をパソコンにて集中管理した。この結果、工事指揮者はこの画面を確認することで、全体が把握できるため、安全に指揮がとれ、また時間的にも無線のやりとりが不要な分、有利となった。

(5) 段差吸収プレート

添接板等の支障物を乗り越える設備として、下記のヒシプレートをあらかじめ下フランジにセッ

トした。プレートは、マグネット式とし、念のためテープにて固定した。また支障物の形状や厚さは様々なこと、施工時の混乱をさけるため、段乗吸収プレートを全数製作し、送り出しを行った。

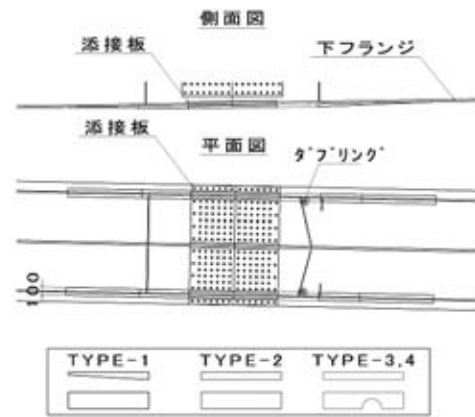


図-10 段差吸収プレート



図-11 送り出し状況と完了風景

4. おわりに

一夜間の送り出し架設では、規制時間内に作業を完了し、安全な状態で交通開放することが求められる。本稿は送り出し架設における作業時間を短縮する設備と、リスクを低減する対策を示した一例である。同形式の送り出し架設の一助になれば幸いである。また、本工事を円滑に進めていく上で、適切な指導、助言等を頂いた東日本高速道路株式会社さいたま工事事務所の方々、関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。

施工計画

端支点を中心に旋回した横取り工法について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

現場代理人

曾 我 由 孝[○]

Yutaka Soga

監理技術者

川 北 清 二

Seiji Kawakita

計画主任

別 所 正 治

Masaharu Bessho

1. はじめに

本工事は国道23号中勢バイパス（鈴鹿市～松阪市）の内、2級河川の相川を渡る2径間連続非合成箱桁2連の架設工事である。（下り線は2径間中1径間のみ施工）

工事概要

- (1) 工 事 名：23号相川高架橋鋼上部南工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中部地方整備局
- (3) 工事場所：三重県津市垂水
- (4) 工 期：平成24年10月13日～
平成26年3月14日

本橋下に河川、上に送電線（77,000V）と、上下を制約された空間に鋼橋を架設する施工条件のため、送出し工法を採用した（図-1）。また、橋台背面の送出しヤード上にも送電線があり、桁の組立中に安全な離隔距離（4m以上）を確保することが優先される課題であった（図-2）。

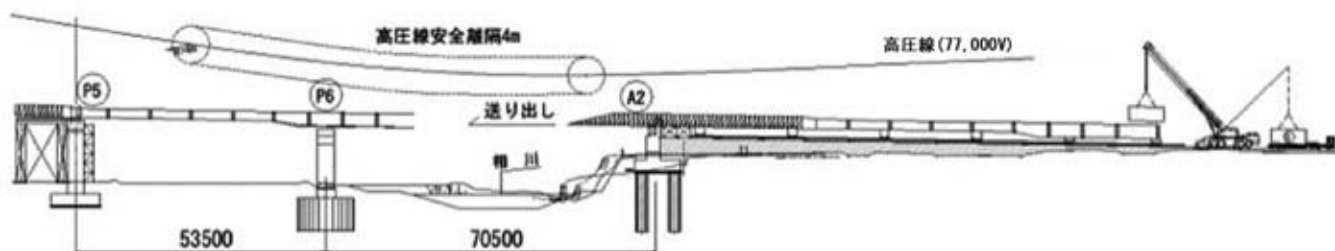


図-1 架設要領図



図-2 送出しヤード全景

ここでは、これらに対し安全を確保するため施工を工夫した内容を報告する。

2. 現場における問題点

本工事には、計画段階で以下のような問題があった。

〔問題1〕断面変化のある主桁の送出し

一般的に、送出し工法が採用される桁は、桁高さが一定で断面変化していることは少ないが、本橋はC7～C8（L=5.2m）間において、桁高が

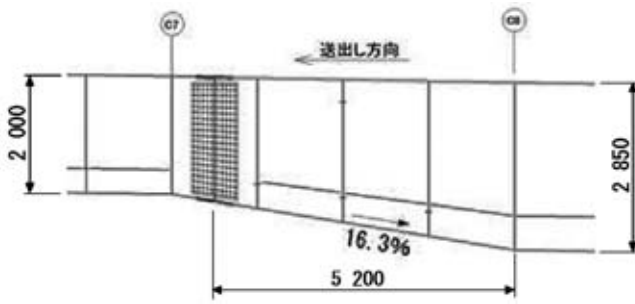


図-3 桁断面変化部側面図

2,000mm～2,850mm に変化していた (図-3)。

この断面変化箇所が送出し装置を通過するにあたり、以下の2点が問題となった。

①16.3%の勾配への対応

送出し装置による送出しの場合、桁下面を水平にジャッキで受ける必要がある。桁下面がテーパー状に断面変化している場合は、16.3%の勾配によりジャッキ受点が斜めになり、受けているジャッキが転倒したり、桁が滑って逸走したりする恐れがあった。

②設備高さへの対応

送出しにおいて、鉛直ジャッキ上面の設備高(H鋼、桁受金具)を高くすると、非常に不安定な設備となる。図-4のように桁高2,850mmに送出しラインを合わせた場合、設備上の高さが1m以上と高くなるため、高さを低くする工夫が必要となった。

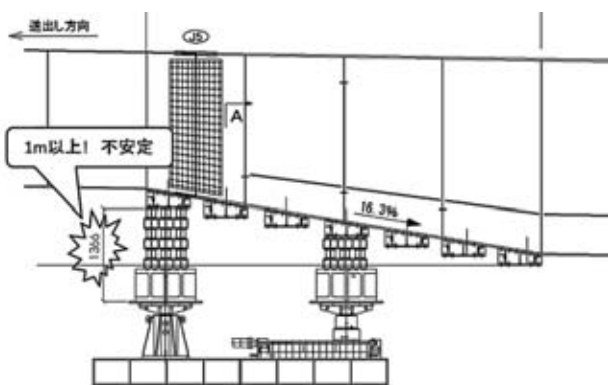


図-4 送出し時設備高さ検討図

[問題2] 送電線下での送出し

送出しヤード上の送電線は、桁組立方向と交差しており、高さも地上10mと低く、平面かつ高さ方向の大部分が必要な離隔4mを侵していた。

したがって、送電線との安全な離隔を確保する検討が必要となった (図-5)。

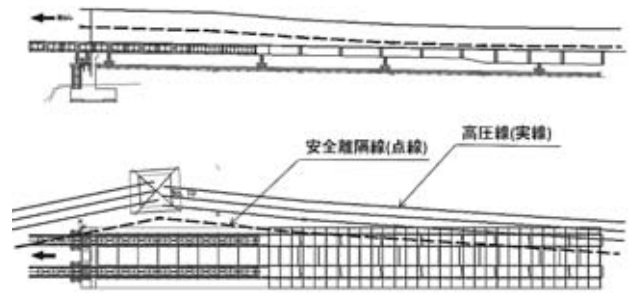


図-5 送出しヤード計画図 (当初)

検討の結果、送出し方向を高圧線と並行に配置し、送出し後に端支点を中心として桁を旋回させる方法 (旋回横取り工法) を採用した。この方法により、送出しヤードにおいて、桁組立時の離隔距離を確保できた。

施工に先立ち、以下の3点を検討した。

- ①確保できるヤード延長およびP6橋脚到達直前の転倒比。
- ②旋回中心の検討⇒旋回軸の設定および、水平方向に変位しないこと。
- ③旋回横取り設備⇒P5、P6橋脚では旋回時に桁を橋軸直角方向に横取りしながら橋軸方向に受点を移動させること。

3. 対応策と適用結果

問題点に対し、下記の対策を実施した。

[問題1への対応]

①送出し装置用テーパ架台の検討

桁製作時に下フランジの外側に追加プレートを送出しピッチ@900mmで溶接しておき、その部分にテーパ架台を設置することで桁を水平に受けるようにした。また、架台は桁下面に設置するため、クレーン等の重機で設置できないので、人力で持ち運べる重さ・大きさになるように工夫した (図-6)。

②設備高さを抑える工夫

作業効率を考えれば、ジャッキ上面の桁受金具をステップ毎に撤去すれば良いが、安全のために設備の安定性を優先させ『ジャッキ上の設備高さ



図-6 テーパー架台設置状況

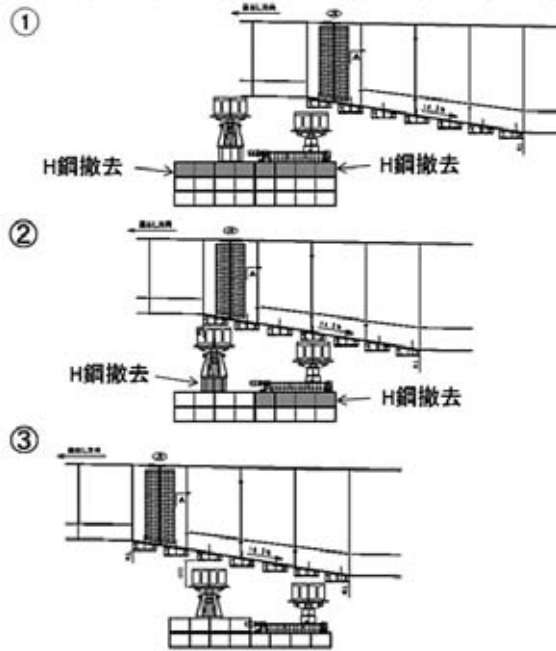


図-7 テーパー部 設備組替手順

は1 m以下』を徹底した。作業者にもジャッキ下のH鋼を抜いていく組替手順を事前の打合せにより周知し、送出し中に設備高さを1 m以下に抑えた(図-7)。

[問題2への対応]

旋回横取り工法採用時の検討項目

①ヤード延長と転倒安全率について

送出し方向を、時計回りに3°回転させることで、軌条設備延長を70m確保できた。また、送出し中P6到達直前の最も危険な状態でも、転倒比率が1.7と必要な安全率1.2以上にできた(図-8)。

②旋回中心について

桁を旋回する際の最重要点は「旋回軸がぶれない」ことである。理想は一番反力の大きいP6橋脚の(251t/箱桁)中間支点にするのが摩擦を大きくできるため望ましいが、桁移動の回数を最小限にするために反力の小さいA2(90t/箱桁)端

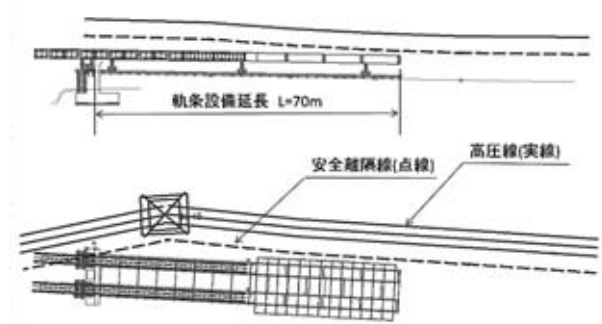


図-8 送出し計画図(変更後)

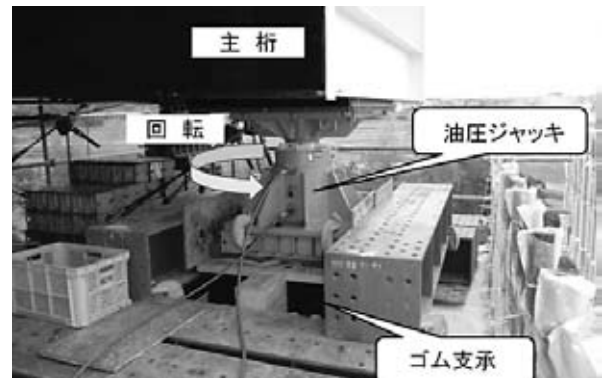


図-9 A2-G1旋回芯(鉛直ジャッキ)

支点に設定した。

旋回軸は、ゴム支承の上に油圧ジャッキを設置し、ストローク部分が回転するシンプルな構造とした。油圧ジャッキ下のゴム支承が回転変位しないよう上沓プレートをH鋼で拘束し、ジャッキのヘッドプレートを桁付ソールプレートにボルトで固定し一体化させた(図-9)。

③旋回横取り設備について

P5、P6橋脚上では桁を橋軸直角方向へ移動させるとともに橋軸方向へも本体受点を移動させる必要があった。今回はCap. 200tの2軸スライドジャッキ(以下、マジックスライド)を採用することで対応した(図-10、11)。

旋回横取り時、各受点で発生する摩擦によりA2旋回軸が水平方向に変位するのを防止する対策とした。

A2-G1を中心として旋回した場合、P5、P6橋脚のマジックスライドにはクローラプレート(水平移動を担当するクローラ部分)が回転し、橋軸方向に移動を開始するまでの間、静摩擦力(初動縁切水平力)により、桁本体が橋軸方向へ引張

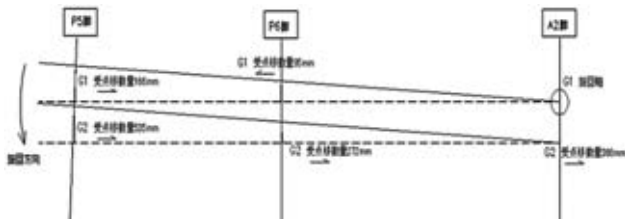


図-10 旋回横取り時の桁受点（橋軸方向）移動量



図-11 Cap. 200tマジックスライド（P6橋脚）

られる力が発生する。この静摩擦力を解放するため、マジックスライドにクレビスジャッキ（水平ジャッキ）を設置し、強制的にクローラプレートが回転するよう桁本体に水平力を与えた（図-12）。



図-12 50tクレビスジャッキ

旋回横取り時、各受点における縦横の移動量を管理し作業したが、すべての箇所です定の移動量を確保できた。また、懸念していたA2-G1の旋回軸もぶれることなく旋回した（図-13、14）A2-G1を旋回軸とし、P5およびP6橋脚の各設備が所定の能力を発揮した結果といえる。

（今後の課題）

1) マジックスライドの課題は、静摩擦力を切るために追加設備（本工事ではクレビスジャッキ）が必要になることである。今後、自力で駆動できる機能を内蔵できれば、さらに活用され



図-13 旋回横取り施工前



図-14 旋回横取り完了

ると考える。

2) 旋回横取り工法は、当社において数例の実績があるが、旋回横取り中に負荷がかかりクローラプレートが、桁の移動方向に沿って向きを変えない事例があった。不測の事態に備えて、横取り設備用とは別に盛替設備の計画を詰めておく必要がある。

4. おわりに

送電線下での断面変化桁の送出しと端支点を軸とした旋回横取りを行った例は少ない。本工法の採用は、感電事故を防止するために最良で安全性の高い策と確信している。

本現場で実施した旋回横取り工法について特筆すべきは「反力の小さい端支点を軸として旋回できた」点にある。都市部道路上等上下空間に制約があり桁架設が直接できない場合に、端支点を旋回軸にするケースは今後も多数出てくると考える。今回の経験が類似工事に役立てば幸いである。

最後に、本工事を施工するにあたり御指導、御協力いただきました発注者および、無事に無事故で完了させた工事関係者の方々に深く感謝の意を表します。

計画工程を維持するために取り組んだ 『床版取替』について

秋田県土木施工管理技士会
伊藤建設工業株式会社
現場代理人
本間 修平
Syuhei Honma

1. はじめに

国道13号にある玉川橋（下り線）は完成から約40年が経過しており、床版部の損傷のため早急な補修工事が必要であった。

本工事は玉川橋（下り線）の床版を新しいものに取替ることにより、利用者の長期にわたる安全な通行確保（橋の長寿命化）を図るものである。

工事概要

- (1) 工事名：平成23年度 玉川橋花館柳町地区
床版補修工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局湯沢河
川国道事務所
- (3) 工事場所：秋田県大仙市花館柳町 地内
- (4) 工期：平成24年3月7日～
平成25年3月29日

2. 現場における課題・問題点

玉川橋（下り線）の橋長は14支間-約700mで形成されており、そのうち1/3にあたる250mを当方で担当することになった（図-1）。

この床版取替工事では古い床版を完全に撤去し、新しい床版へ架替えることが主要となる。工程計画にあたり、この新旧床版の施工方法が重要であり、この内新設については、不稼働率の少ないプレキャスト PC 床版（工場製作）を主とした工法（NETIS 登録工法：SLJ スラブ工法）を採用したものの、旧床版撤去は様々な工法があるため決め兼ねていた。

この旧床版撤去をいかに効率よく進捗させるかがポイントであり、コンクリート切断時に発生する濁水を河川・河川敷に流出させない配慮も必要

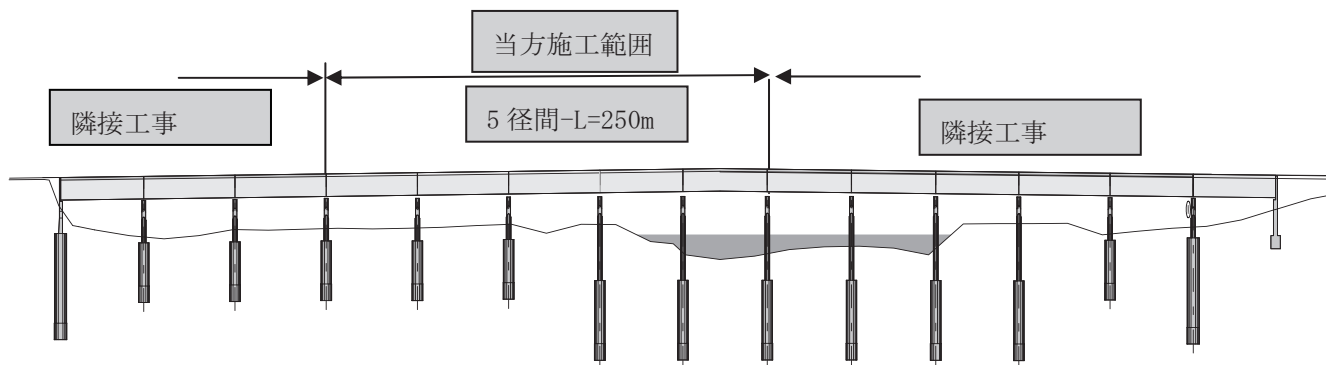


図-1 工事範囲概略図

であるため、工程管理を満足させる床版撤去の工夫が当現場における一番の課題と言えた。

なお、施工中に指示・協議が成立していた事項は下記のとおりである。

- ① 全国大曲花火大会が8月中にあるため、床版撤去はその後に行うものとする。
- ② 玉川橋（下り線）の開通は平成25年3月下旬とする。
- ③ 橋面上の工事用車両は隣接工事により使用不能であるため河川敷からの施工とする。
- ④ 玉川漁協活動期（10月～12月）は作業時間の制約が発動する。（騒音防止のため）

3. 施工方法の工夫に向けた取り組み

施工方法検討会議の実施

まず施工方法を選定するため、社内関係者各位による検討会議を実施することにした（図-2）。

現場担当者みの考え方だけではリスクを伴うと判断したためである。十数人により意見交換を行ったところ、

- ① ブロック撤去工法『設計図書明記』
- ② 大型ブレーカ、人力破碎併用工法
- ③ 油圧ジャッキ圧着工法

などが挙げられた。結論として、②工法は大型機械使用による既設桁破壊の恐れから不採用とし、③工法は油圧力で旧床版と主桁を分離させることが歪みに繋がるものと判断し不採用とした。これによりリスクが小さく進捗が確実なブロック撤去工法を採用することにしたが、この工法に留意しなければならないとする詳細については次の事項



図-2 施工方法検討会議

を挙げた。

- A. コンクリート切断延長は削孔長も含め約3000mもあり、床版を吊上げるまでの切断作業をスムーズに行う方法を考案する必要がある。
 - B. コンクリート切断延長が多大であると同時に濁水も多く発生する。床版切断時の工夫した採取が必要である。
 - C. 発注者及び河川関係者の通達事項である『規定時間内はつり作業禁止（13時以降騒音作業禁止）』を踏まえた時間的工夫作業が必要である。
 - D. 旧床版撤去及び床版設置はどちらも稼働日数を要する工程のため、相互作業のより良い組合せを選出し工事日数の短縮を図る必要がある。
- 以上、4つの項目に留意し現場での具体的対応策を講じるものとした。

現場で実施した具体的対応策

3-1. 旧床版の事前先行切断作業

旧床版を吊上げるためには、吊孔削孔（1ブロックにつき4孔）と橋軸・橋軸直角方向の床版切断が必要である。1日の作業にて順序よく施工した場合、次のスケジュールが想定される。

吊孔削孔(φ50-220mm)-4孔	8:00~9:00
橋軸切断(t270mm-2m)-2面	9:00~10:15
直角切断(t220mm-3m)-2面	10:15~11:30
ブロック吊上げ-1ブロック	11:30~12:00

《午後も同作業により、2ブロック/日の撤去量》
当現場では更に施工量を向上させるため、

- ① 床版ブロック撤去割付の確立（図-3）
- ② 先行吊孔削孔（吊上げ作業と無関係にひたすら継続して行う）（図-4）
- ③ 先行床版1次切断（直角方向の床版・地覆は

○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図-3 床版ブロック撤去割付図



図-4 吊孔削孔（床版・地覆）



図-5 床版1次切断（床版・地覆）



図-6 床版2次切断・吊上げ（床版・地覆）

全厚切断する。また橋軸方向は残厚100mmとなるまで切断し、吊上げ作業と無関係にひたすら継続して行う（図-5）

- ④ 吊上げ時の床版2次切断（クレーンにて吊上げ状態にしておき、橋軸方向床版残厚100mmの切断完了後、吊上げ撤去となる）（図-6）

以上の作業過程にて施工した結果、

吊孔削孔(φ50-220mm)-4孔 事前作業
 直角切断(t220mm-3m)-2面 事前作業
 橋軸切断(t270mm-2m)-2面 8:00~8:45
 ブロック吊上げ- 1ブロック 8:45~9:15

《同作業により午前中は3ブロックの撤去量》
 《午後も同作業により、6ブロック/日の撤去量》

3-2. 濁水の地道な採取と処理水の再利用

床版切断時に発生する濁水の集水手段として、確実な採取方法を選択した。

- ① 吊孔削孔時の採取方法（削孔箇所周りをスポンジで囲み、集積される濁水に直接バキュームを充て吸引する）（図-7）



図-7 濁水採取状況（吊孔削孔）



図-8 濁水採取状況（床版・地覆）



濁水処理機械【浄太郎】



上水 PH 処理

スラッジ採取

図-9 濁水処理状況（上水・スラッジ処理）

床版切断時の採取（切断時の濁水は床版下面へ流下するため、シートで水受台を造り集水部にて容器に採取する）（図-8）

- ② 濁水処理後の上水再利用（濁水処理機械へ集積し凝集中和剤の投与にて分離させ、スラッジは産廃処理・上水はコンクリート切断に使用す

る水として再利用した) (図-9)

- ③ 床版切断時の更なる濁水流出防止措置として、吊足場上(中段・下段)には合板を貼付け養生シートで覆った(図-10)。

3-3. 制約時間内の作業過程

10月~12月には制約時間が掛けられ、その条件とは13時以降の過大騒音が発生する作業を禁止するものであった。当方では桁上はつりと床版吊上げ2次切断が該当されるため、3-1にて記載した作業過程から次の事項へ変更した。

橋軸切断(t270mm-2m)-2面	6:00~6:45
ブロック吊上げ-1ブロック	6:45~7:15
2~6ブロック切断~吊上げ	7:15~13:30
※床版切断作業	13:00終了
※6ブロック吊上げ	13:00~13:30

早出作業が発生してしまうが施工量を遵守し、交代休憩を含め15時には作業終了させた。

3-4. 床版撤去と床版新設の並行作業

床版撤去と床版設置は別業者による施工となることから、撤去箇所と新設箇所を縦断方向にスライドした並行作業を行った。両方ともクレーン架設を伴うが、近接作業であることから、クレーンは1台にて施工を可能とした(図-11)。



図-10 吊足場シート養生状況(中段・下段)



図-11 床版撤去・新設状況

4. 実施状況と結果

計画工程として、既設床版切断を8月1日より

開始し、全国大曲花火大会(8月25日開催)前までにできるだけ先行切断するものとした。花火大会後より床版撤去を開始し、秋田県特有である『大雪』に関連させないように、12月末までに既設床版撤去の完了を目標に定めた。以下、概略工程は下記のとおりである。

8月1日~	既設床版先行切断開始
8月26日~	既設床版ブロック撤去開始
~12月末	既設床版ブロック撤去完了
~翌年1月末	新設床版設置完了
~2月末	新設地覆設置完了
~3月末	その他設備完了 道路開放

唯一、思わぬ事態となったのが既設床版内部の不規則な配筋により切断が難航したことである。切断時の鉄筋干渉をしないよう割付しなおしても、幾度となく干渉し予定以上の労力がかかった。

この状況に早々と遭遇したことが最終的に前進するきっかけとなったことは幸いと言えるだろう。なぜなら切断機取扱者の力量は日々進化し、鉄筋干渉時の切断時間は次第に短縮され、日毎の予定量を上回る成果をあげたのである。これには現場常備器具としてグラインダーやガス溶接を用意し、いかなる状況に対応できるように環境を整えたことも要因といえた。

5. おわりに

『計画・実行』を順調とさせる背景には、一人一人が手を繋いで発揮する『一致団結』であると思う。全てのプロセスを理解し、良いこと悪いこと全てを全従事者で共感しなければ必ず何処かで歯車が食い違い、工程に支障をきたす事態になることは明確である。また作業と隣り合わせである安全管理も同様であり、個人思考による対応では必ず労働災害が起きてしまうものと推測する。

今や『新工法・新技術』が定着している現代。この状況に目を配りつつ、人と人との『輪』を大切にこれからも邁進していきたいと思う。

後世に残る、耐久性の高い永久構造物を 構築するための工夫

広島県土木施工管理技士会

株式会社大歳組

監理技術者

現場代理人

岸 源 己[○]

岩 木 和 裕

Motoki Kishi

Kazuhiro Iwaki

1. はじめに

橋梁下部工は、多くの土木構造物の中でも重要構造物に分類され、この品質の向上は、橋梁全体の耐久性の観点から非常に重要であり、その品質や出来栄への確保は、工事成績のみならず、後世に残すための、長期耐久性を得るうえで肝要である。

このため、今回当現場で構築したP4橋脚、A2橋台において、コンクリートの品質及び耐久性の向上に有効であるとして実施した、いくつかの施工方法のうち特に効果のあった2つの工夫について、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。

①コンクリート打設方法の工夫

②脱型・養生の工夫

工事概要

- (1) 工 事 名：高茂金田2期地区橋梁下部工事
- (2) 発 注 者：広島県北部農林水産事務所
- (3) 工事場所：広島県庄原市高茂町～口和町金田
- (4) 工 期：平成24年7月14日～
平成26年6月27日

本工事は、山間部の水田地帯から一級河川を渡り、対岸の広域農道へ接続する橋梁の下部工事である。

設計条件

道路規格：第3種、第4級

全橋長：146.92m 橋台2基 橋脚4基の内、

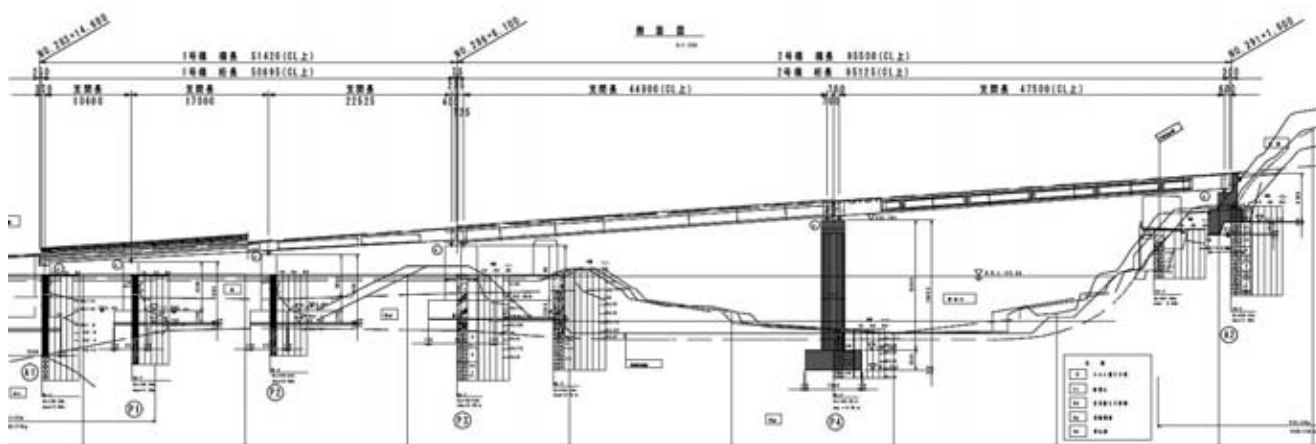


図-1 側面図

A2橋台1基 コンクリート V=123m³

P4橋脚1基 コンクリート V=478m³

設計配合：24N/mm², W/C=55%以下

現場配合：27-8-20BB

2. 現場における問題点

①コンクリート打設方法の工夫

コンクリートの品質は、生コンの充填作業に応じて大きく違ったものになる。生コンを押し込むように、空気を追い出すように、丁寧に作業することで、密度の高い、ひび割れの生じにくいコンクリートになる。逆に、生コン中に多量の空気を巻き込んでしまうと、気泡痕の発生により外観を損なうだけでなく、空隙が増え強度が低下し、コンクリートの耐久性も損なう。

これまで経験した橋梁下部工事の現場では50mmの高周波バイブレーター3台で締固め作業を行い、再振動締固め後に30mm高周波バイブレーターで、せき板付近に集まった気泡を抜き取る作業を行っていた。この方法では、打設ロット下端はコンクリート自重の圧密により気泡痕はほとんど見られないが、上端の打継付近には下方よりゆっくりと上昇してきたエントラップトエアが抜けきれずに気泡痕として残ることが多かった。

当現場では、密実にコンクリートを打設し耐久性の高い気泡痕の無い美しいコンクリート構造物を構築するため、これまでの打設作業に加え、エントラップトエアの強制除去効果の高い締め固め方法を検討した。

②脱型・養生の工夫

コンクリートは、主原料のセメントが時間の経過とともに水和結晶を生成し空隙を埋めていくことで硬化する。この水和反応によるガラス質の量が多いほど、コンクリートは外気の影響を受けにくい耐久性の高いものとなる。またセメントは、構造物の中心部よりも表面付近に多く集まる傾向があるため、コンクリート表面の水分の蒸発を抑制し、湿潤状態に保つことは、コンクリートの耐久性向上に極めて重要である。

これまでは、コンクリート示方書に明記してある所定の強度（表-1）に基づいて、現場空中養生した供試体で、脱型前日に圧縮強度試験結果により、脱型時期を決定していた。また、湿潤養生も同示方書に明示されている期間に散水作業を行うだけで、養生を打ち切る現場が多かった。

表-1 型枠取りはずし時期

部材面	例	コンクリートの強度
厚い部材の鉛直または鉛直に近い面、傾いた上面、小さいアーチの外側面	フーチングの側面	3.5 N/mm ²
薄い部材の鉛直または鉛直に近い面、45°より急な傾きの下面、小さいアーチの内面	柱、壁、はりの側面	5.0 N/mm ²
橋、建物等のスラブおよびはり、45°よりゆるい傾きの下面	スラブ、はりの底面、アーチの内面	14.0 N/mm ²

表-2 湿潤養生期間

日平均気温	普通ボルト	混合セメントB種	早強ボルト
15℃以上	5日	7日	3日
10℃以上	7日	9日	4日
5℃以上	9日	12日	5日

しかし、これらの養生方法では脱型した直後は、表面に光沢のあるガラス質が見られたが、3日程度経過すると光沢が無くなっていた。種々の文献を精査し、良質なガラス質を形成するために、2つの事に重点を置いた。

1. 硬化初期はコンクリートを直に外気に触れさせずに、水分の蒸発を抑制し、湿潤状態を保持すること。
2. 養生コンクリート表面温度は、5℃以上25℃以下のできる限り低温で温度管理し、良質なガラス質が形成される、コンクリート強度10N/mm²以上で脱型すること。

当現場では、上記2項目より、コンクリート中の水分の蒸発を抑制し、硬化初期の10N/mm²以上に達するまで十分な湿潤養生と温度管理を行い、表面に良質なガラス質を形成させるための養生方法を検討した。

3. 対応策と適用結果

本工事のP4橋脚、A2橋台において打設時の側圧計算、鉄筋組立図、打設時期（寒中）、養生

計画を総合的に検討し、コンクリート打設ロットを、図-2、図-3のように計画した。

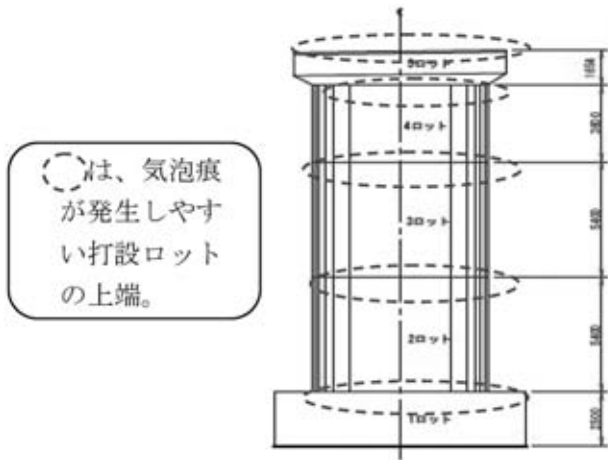


図-2 P4橋脚 打設ロット図

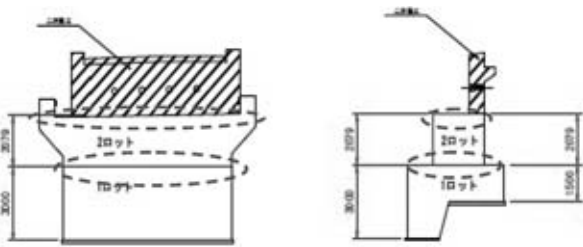


図-3 A2橋台 打設ロット図

①コンクリート打設方法の工夫

コンクリート中の空気は振動を与えた箇所集まる性質があるため、型枠最上部から振動を与えることで、天端面から気泡を逃がすことができると考えた。この考えを基に、エントラップトエアーを強制的に除去し、気泡痕のないコンクリート構造物を構築する打設方法として、従来の打設方法に加え、次の打設方法により施工した。

型枠組立時に作業員と打ち合わせし、予め型枠上端の外側に栈木を取り付けるように依頼した。そして、打設時には、この栈木にアイロン型振動機を押し当て、打設開始から完了まで、型枠に振動を与え続けた(図-4)。

施工中、作業員は半信半疑であったが、打設開始直後から、効果を目の当たりにすることとなった。型枠の上端に押し当てて振動させていることで、型枠全体が振動し、下層の打設時でも、せき板に面したコンクリートからは、プツプツと音を立てて空気が抜けてきたのだ。(図-5)

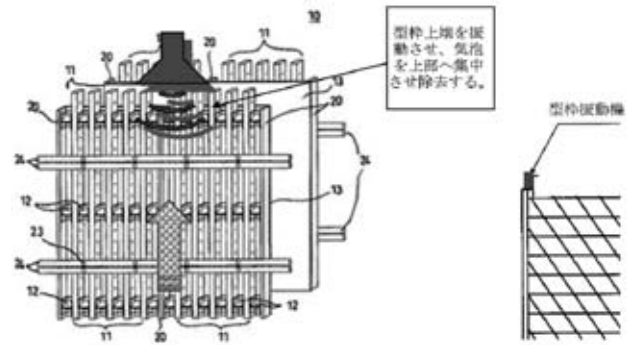


図-4 打設方法の概略図

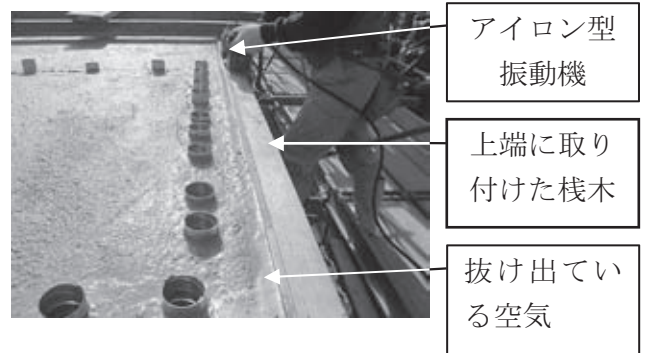


図-5 気泡除去状況

この打設方法の効果は、予想以上であった。初期養生期間が過ぎて、脱枠後に現れたコンクリート表面は、気泡痕が無く光沢のある密実で美しい出来栄となった。(図-6)



図-6 脱型後のコンクリート

②脱型・養生の工夫

良質なガラス質を形成させるための2項目について、次のように現場で実施した。

1. 型枠の転用はせずに、できる限り存置した。また、型枠とコンクリートに隙間ができ、乾燥が進む恐れがあったため、型枠上端より、毎朝

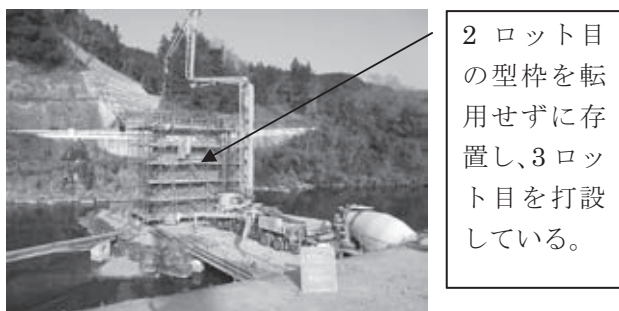


図-7 P4橋脚3ロット目打設状況

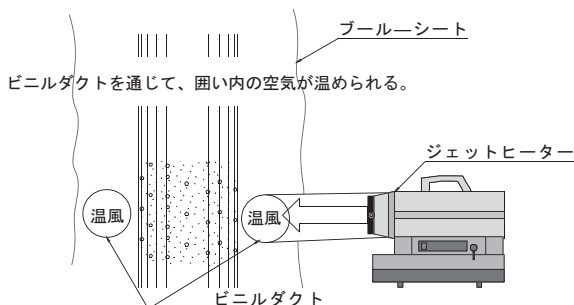


図-8 給熱養生概略図

散水を行った（図-7）。

2. 養生温度管理は、2時間毎にコンクリート表面温度と囲い温度が記録できる2局デジタル温度計を使用し、打設ロット毎に記録した。

当現場のA2橋台、P4橋脚ともに日平均気温4℃以下の寒中コンクリートであったため、ジェットヒーターによる給熱養生を実施した。

ジェットヒーターの温風を直接放出した場合型枠が乾燥し、コンクリートの水分が蒸発する恐れや、直接温風が当たるところのコンクリート温度が25℃以上の高温になる恐れがあったため、専用のビニルダクトを使用し、高温・乾燥を防いだ。（図-8、図-9）

また、5℃以上25℃以下のできる限り低温で管理し、強度推定には、生コン工場の7日強度下限値14.8N/mm²と標準養生による積算温度基準σ7×(20℃+10℃)=210℃を基に、養生温度管理記録より推定し、コンクリート強度10N/mm²以上で脱型した。

現れたコンクリート表面は、これまでになく、鏡面のような光沢を放っていた。（図-10）



図-9 ジェットヒーターによる給熱養生



図-10 ガラス質が形成されたコンクリート表面

また、脱型後シュミットハンマーによる強度推定試験を実施したところ、最若材齢σ17で30.6N/mm²と強度も十分満足させることができた。

4. おわりに

今回の橋梁下部工では、これらの工夫により、良い成果を上げることができた。

今後は、ボックスカルバートや、重力式やもたれ式のコンクリート擁壁といった別の構造物でも、同じ成果が得られるか挑戦し、土木技術者として、後世に残るコンクリート構造物を構築する、責任と誇りを持ち、日々勉強し、いろいろな技術を学び、良品質のコンクリートを打設できるように努力していきたい。

長尺中掘鋼管杭の被圧水対策について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

現場代理人

竹本 聡 一〇

Souichi Takemoto

監理技術者

古市 敏 晶

Toshiaki Furuichi

担当技術者

川上 哲 広

Tetsuhiro Kawakami

1. はじめに

和歌山県の海南市沿岸部において、東南海・南海地震等が発生した場合の津波対策事業の一環として整備を進めている大型津波水門は、海南地区の津波対策における防護ラインの一翼を担う施設であり、その基礎杭は中掘施工では日本最大級の長尺鋼管杭を陸上により打設する工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：和歌山下津港海岸（海南地区）
水門基礎工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 近畿地方整備局
- (3) 工事場所：和歌山市毛見地先
- (4) 工 期：平成24年10月9日～
平成26年2月20日

本施設はマリーナシティ港内側の船尾護岸及び琴の浦側護岸の間にある水域に位置し、仮締切によりドライ施工で工事を進めていく計画であった。また、現場の船尾側は関西電力の海南火力発電所があり、上空には火力発電所からの高圧送電線（275,000V）が架空しており、施工にあたっては揺れ幅を考慮した保安距離の確保が必要とされた。さらに、周辺には病院や福祉センターが立地しており、工事中の騒音及び振動に配慮する必要があった（図-1、図-2、図-3）。

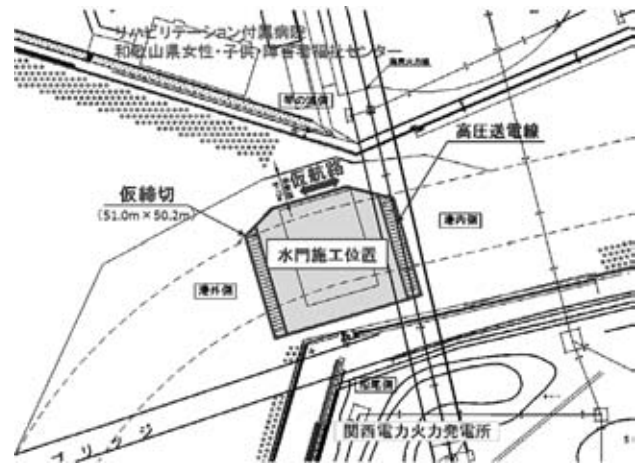


図-1 施工位置

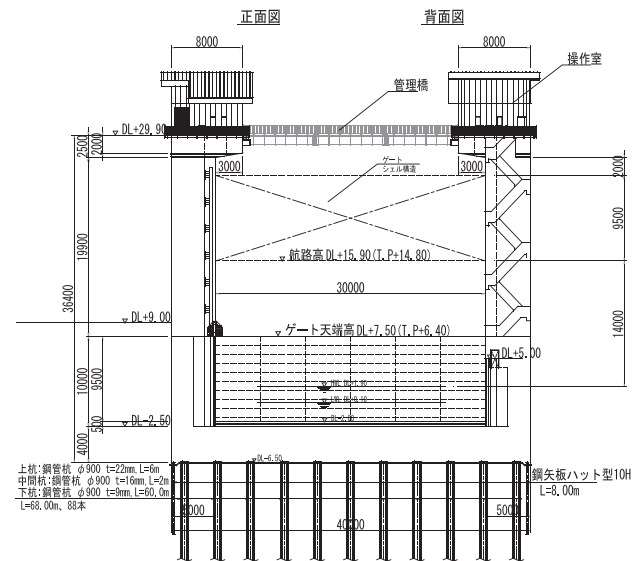


図-2 水門一般構造

中掘工法はクローラークレーンで鋼管杭内にスパイラルオーガを挿入し吊込み、杭打機のオーガ駆

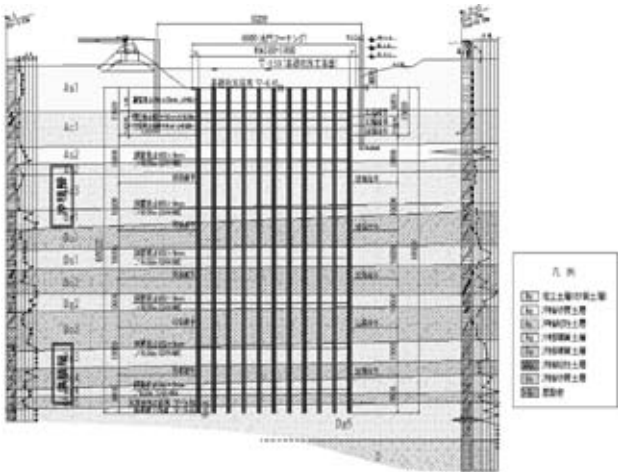


図-3 基礎杭土層

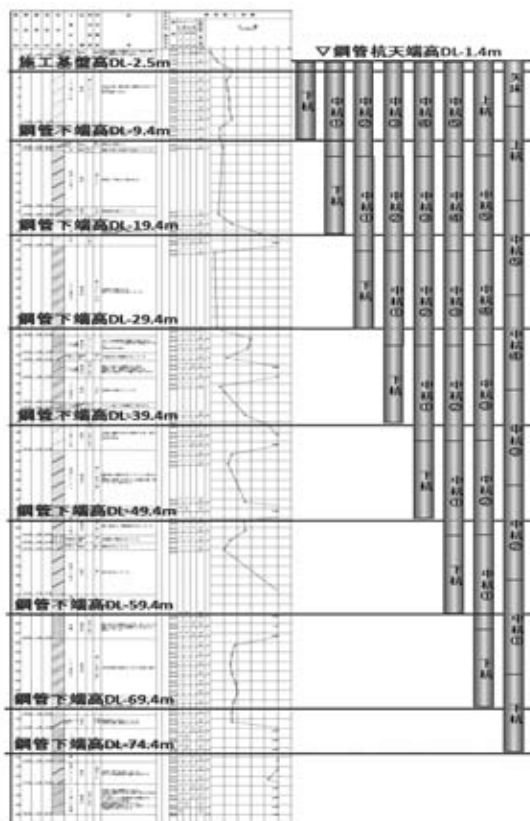


図-4 鋼管杭配置



図-5 鋼管杭中掘施工状況

動装置に接続する。掘削沈設は鋼管杭内に挿入されたスパイラルオーガを回転させ杭先端部を掘削排土しながら杭を沈設する。

1本の杭が完了後、次の杭を吊込みスパイラルオーガに接続後、鋼管杭の継手部を溶接する。溶接完了後、掘削排土しながら沈設をする。これを本工事では下杭→中杭①～⑤→上杭の計7回繰り返す(図-4、図-5)。

2. 現場における問題点

中掘工法の繰り返し作業の中で、主に中杭④～中杭⑤及び上杭を打設している際に大量の泥水が噴き出す現象が生じた(図-6)。



図-6 被圧地下水噴出状況

これは互層状態となる砂礫層から被圧された地下水が杭中空部に流入し、排土作業と共に噴き出してきたものとする。被圧水量は鋼管杭1本あたりで最大100m³噴出した。

- 1) 被圧地下水の噴出により泥水・泥土が鋼管杭周辺一帯に広がってしまうため、杭打機等の重機足場が軟弱状態になることから、その都度再整備(表層改良)が必要となった(図-7)。
- 2) 中杭④～⑤及び上杭の継ぎ杭溶接時において、



図-7 泥水拡散状況

管内中空部より被圧地下水が上昇して杭頭部より溢れてくる状況となるため継ぎ杭溶接が不可能となった(図-8)。



図-8 被圧地下水溢れ出し状況

3) 鋼管杭打設天端は、施工基面より深いため、矢床使用による施工となり、打設完了後の引抜き孔は通常掘削残土で埋め戻すが、被圧地下水により孔内水位が高い状況では密実に埋め戻すことが困難で、湧水の影響で陥没が発生した(図-9)。



図-9 施工基盤陥没状況

4) 被圧帯水層である砂礫層へ鋼管杭を圧入する際に、被圧水が杭内部に流入することでボイリング現象が発生し、先端補強バンド(フリクションカット)により形成された間隙が水みちとなり、シルト質粘土を鋼管杭側に引き寄せることで杭周面摩擦を増大させ、沈設不能となった(図-10、図-11)。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 土堤および仮設排水処理施設の設置

被圧水の噴出による泥水・泥土の拡散防止および早期処理のため、セメント安定処理した杭掘削残土を土堤として構築し、巨大な泥水ピットを設置した。鋼管杭施工中に発生する大量の泥水は、土堤で囲んだ泥水ピット内に一旦溜め、排水処理については仮締切内に設置する場所がないことか

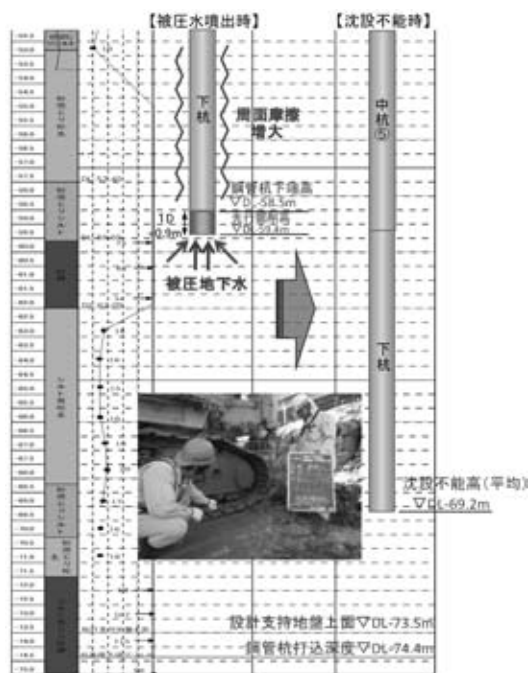


図-10 沈設深度図

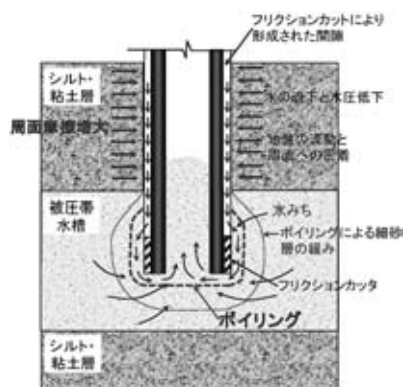


図-11 杭先端ボイリング状況図

ら、船尾側の既設護岸と仮締切間に仮設の排水処理施設を別途設け、サンドポンプで徐々に送水した。泥水は、シルト分が沈降した上澄み水のみを海上排水し、沈降シルトはベッセル車で搬出した。なお、排水箇所には汚濁防止膜を設置、水質監視(濁度・pH)を実施した。

結果、鋼管杭88本全てにおいて被圧水が発生したが、土堤および仮設排水処理施設の設置により迅速かつ適切に泥水を処理することで、施工基盤上のドライワークを確保し、施工効率の低下を防ぐことができた(図-12、図-13)。

2) 被圧地下水上昇時間内に継ぎ溶接を実施

継ぎ杭溶接時における被圧水上昇を抑えるため、被圧水の発生が予想される砂礫層で管内の泥土・

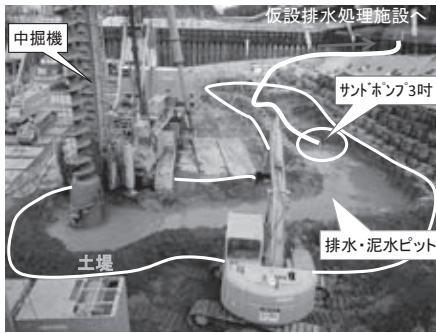


図-12 泥水ピット設置状況

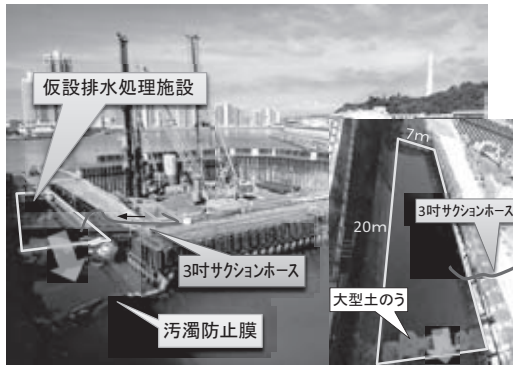


図-13 仮設排水施設状況



図-14 継ぎ溶接作業状況

泥水をすべて排出させ、上昇時間内に継ぎ溶接をする方法をとった（図-14）。鋼管杭内を空洞にした状態で、被圧地下水が杭中空部に流入し上昇するまで約40分掛かることを把握していたため、溶接時間を20分以内で行うことにより、被圧地下水が継ぎ杭位置から溢れ出ることはなくなった。

この対策により良好な溶接環境を維持することができ、継ぎ溶接部の品質低下を防いだ。

3) 表層改良の実施

引抜き前に水中ポンプで孔内水を強制排水し、水位を低下させた後に、セメント改良した掘削残土を速やかに先行投入し、周辺地盤も含めた表層改良を適宜行った。表層改良を行うことで被圧水の上昇を抑えた。この対策を行うことで、埋戻し



図-15 表層改良状況

後の吸い出しや陥没の発生を防止することができた（図-15）。

4) 補助工法（油圧ハンマ）の使用

沈設不能により作業を中断することになった杭について、早急な対応をとらなければ周面摩擦が更に回復してしまうため、中掘工法の圧入作業を補助する工法として油圧ハンマによる打設を併用した。油圧ハンマの使用は特定建設作業になることに加え、当該地域が特に騒音・振動に配慮すべき地域であり、周辺環境に及ぼす影響が懸念されたことから、油圧ハンマ打撃による騒音・振動の軽減策として以下の対策を実施した。

- ①仮締切上に防音壁を設置
- ②ヤットコ内部に吸音フロートを装着
- ③油圧ハンマに防音シートを装着

また、中掘工法で沈設不能となった約40%の杭について、油圧ハンマを併用した。

4. おわりに

狭隘な施工ヤード内における長尺鋼管杭の施工という厳しい現場条件下において、流出する被圧水を工夫して処理し、大きなトラブルに発展することなく全数無事に施工を完了できたことは、臨機の対応として非常に効果の高い対策であったと思慮している。

一般に事前の地盤のボーリング調査は海上にやぐらを組んで実施するため、被圧水の被圧状態が水面以上でないと被圧水の予測は困難と思われる。このことから、不透水層の下層の砂礫地盤を中掘り式で打ち抜く杭打ち工事では、ボーリング柱状図では表現されない被圧水の可能性を事前に考慮しておくことが重要であることを考えさせられた。

表面保護工の性能確認試験について

岐阜県土木施工管理技士会
株式会社松野組
工務部課長
牧村佳幸
Yoshiyuki Makimura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度東海環状福井高架橋南下部工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局岐阜国道事務所
- (3) 工事場所：岐阜県安八郡神戸町福井地内
- (4) 工期：平成25年3月29日～平成26年9月29日
- (5) 工事内容
 - 橋梁下部：橋台工4基（場所打杭φ1000N＝16本）
RC橋脚工3基
（場所打杭φ1200N＝26本）
仮設工1式
 - 道路改良：1式
 - 舗装：1式
 - コンクリート橋上部：1式

本工事は、東海環状自動車道の橋梁下部新設工事である。重要構造物である橋脚などコンクリート構造物は、新設時に高耐久を追及して様々な方法が試行されている。その方法の1つとして、コンクリート表面を保護する「表面保護工」がある。このコンクリート表面保護工は、水分浸透の抑制、

塩害及び中性化等によるコンクリート構造物の劣化進行を抑制し、耐久性を向上させることを目的に、表面含浸材をコンクリート表面に塗布するものである。

当現場においては、冬季に散布される凍結防止剤による塩害の影響が懸念される、桁のジョイント部にあたる橋脚に表面保護工が設計されていた。現在、市場にはシラン系やケイ酸塩系など様々な表面保護材がある。その中で当現場では、反応型のケイ酸塩系表面含浸材を選択し表面保護工を行った。この反応型のケイ酸塩系表面含浸材を選択したのは、発注者の要求性能を満足することは勿論、コンクリート中の水酸化カルシウムと反応して、セメント水和物に近い組成のカルシウムシリケート水和物（C-S-Hゲル）を形成し、表面の緻密さが増すことと、反応を繰り返すことによって長期的に空隙を充填することを期待できるからである。

2. 現場における問題点

表面保護工の要求性能として、塩化物イオンの進入抑制や凍結融解抵抗性、防水性など様々なものが、これまでそれらは材料の室内試験による品質試験結果として証明されてきた。

表面保護工による効果の確認には、土木学会のコンクリートライブラリー137『けい酸塩系表面

含浸工法の設計施工指針（案）』P69に「…設計時に設定した性能が確保されていることを試験によって直接確認することを原則とする。」とある。

しかし現場においては、設計された塗布量を管理するのみで、実際に性能を確保されていることを確認する方法が確立されていなかった。

そこで含浸された実構造物でいかに改質効果を証明するか、性能確認試験方法と判定基準の決定が今後の課題であると考えられた。

3. 対応策と適用結果

当現場では、今後の事後試験方法の確立の礎につながると考え、表面の緻密さの評価と硬度について確認試験を行なった。緻密さの確認試験には透水試験があるが、定期時間観測による水の浸透を計測するため、数日から1週間程度時間を要することになる。事後試験の際は、構造物には足場がなく高所作業車を使用しての計測となるため、1個所当り40分程度で測定できる「透気試験」（パーマツール（トレント法））を採用した。この透気試験は、セル内の空気を真空ポンプにて吸い上げた状態の圧力をゼロとして、その圧力が一

パーマツール(トレント法)の仕組み

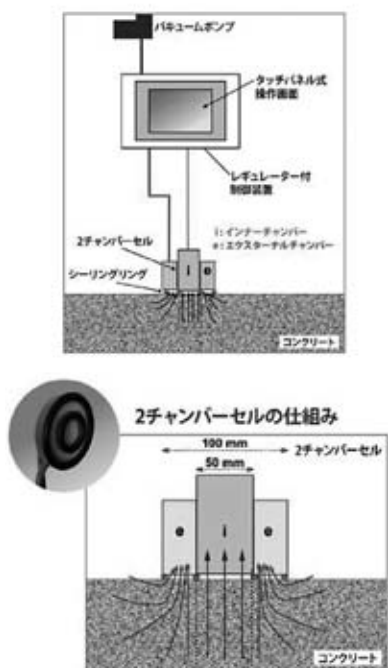


図-1 パーマツール（トレント法）

Class	KT(10 ⁻¹⁶ m ²)	Permeability
PK1	<0.01	Very Low
PK2	0.01-0.1	Low
PK3	0.1-1.0	Moderate
PK4	1.0-10	High
PK5	10-100	Very High
PK6	>100	Ultra High

緻密
↑
↓
疎

図-2 透気係数の値

定時間でどれだけ上昇するかを測定し、空気を通しにくさを表す透気係数 kT 値を求める試験方法である（図-1）。

透気係数 kT 値は (10⁻¹⁶m²) で表され、値が低ければ低いほど測定したコンクリートの表層部がより緻密であることを示す（図-2）。

なお、含浸前と含浸後に試験を行ったが、コンクリートの材齢進行による各種試験値の向上も考えられたため、無含浸部でも試験を実施し測定結果を事前事後で比較した（図-3, 4, 5）。（設計含浸箇所：橋脚梁天端より1mまで）

また現場での工程の詳細は以下の通りである。

- ① 梁部コンクリート打設日：
平成26年1月22日
- ② 含浸前試験
平成26年2月11日（材齢20日）
- ③ 表面保護工施工日：
平成26年2月12日（材齢21日）

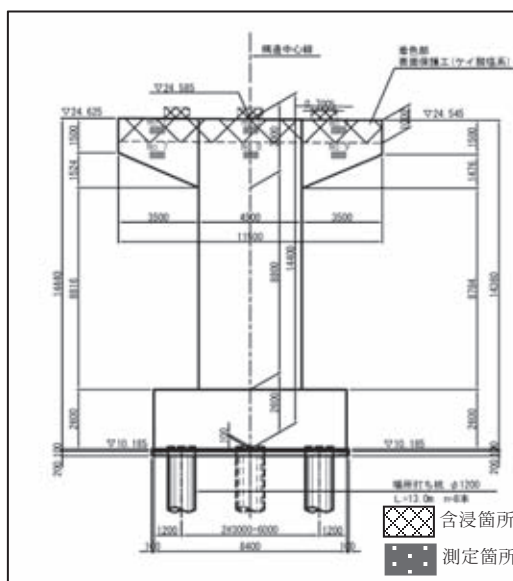


図-3 設計図面

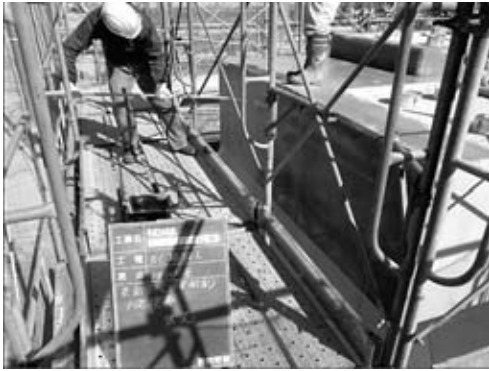


図-4 表面保護工施工状況



図-5 事後試験状況

- ④ 含浸後試験日：
 平成26年4月5日（材齢73日）
 （含浸日より52日後）
 透気試験結果を表-1、図-6に示す。

表-1 透気試験結果

(6測点の平均値)	無含浸部	含浸部
含浸前($\sigma 20$)	0.0268	0.0322
含浸後($\sigma 73$)	0.0226	0.0117
係数改善率	15.6%	63.7%

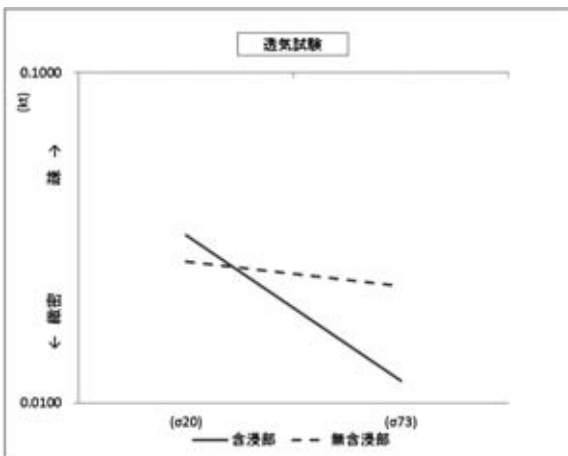


図-6 透気試験結果

これらの結果から、表面含浸させることで透気係数が減少しており、コンクリート表層部の緻密さが向上したといえる。

なお、無含浸部で同様の試験を行った結果から、通常のコンクリートの水和反応による改善よりも、含浸させたほうが透気係数の改善率が高いことも確認できた。

次に表面反発度による硬度試験結果を表-2、図-7に示す。

表-2 硬度試験結果

(6測点の平均値)	無含浸部	含浸部
含浸前($\sigma 20$)	24.1	23.4
含浸後($\sigma 73$)	30.2	30.5
反発度向上率	25.3%	30.4%

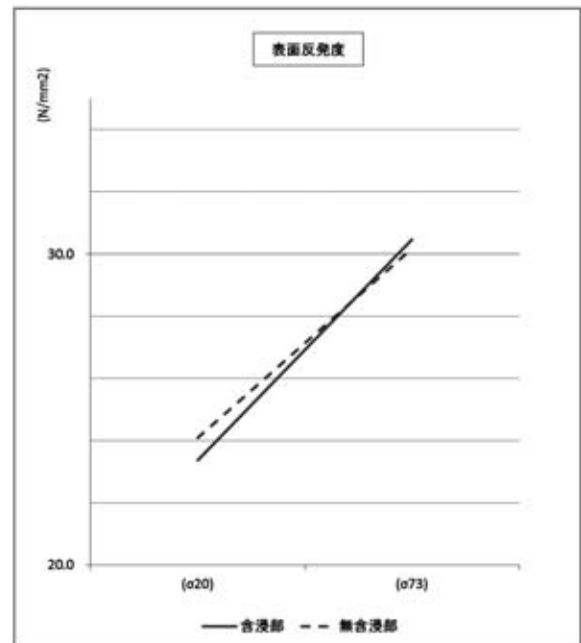


図-7 硬度試験結果

シュミットハンマーにより表面反発度を測定し含浸前と含浸後で強度の比較を行なった。

結果はすべての箇所において表面反発度が向上していた。これは、コンクリートの材齢が経過することでの水和反応の進展により強度が増したものであると考えられる。しかし、無含浸部と比較し含浸部のほうがわずかではあるが、表面反発度の向上率が高い結果となった。

よって含浸させることで、表面の緻密さが増し、表面硬度の向上にもつながることが期待できるこ

とが分かった。

また、同箇所において振動の伝搬速度から強度を推定する超音波法も併せて行った。その結果が図-8である。(事後試験のみ実施)

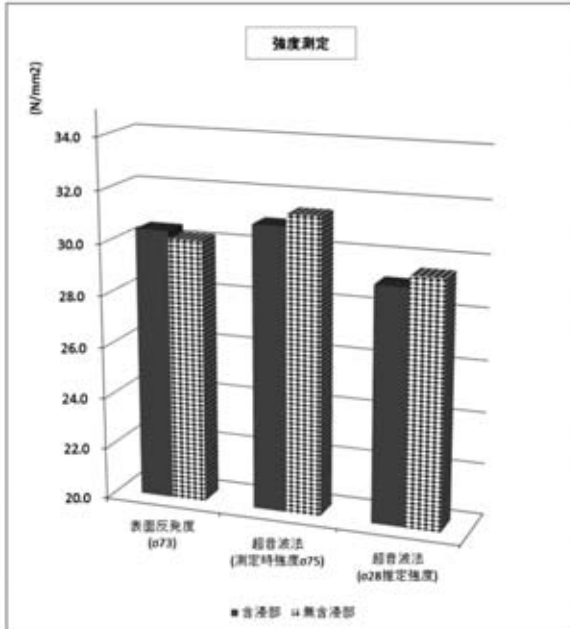


図-8 超音波法による強度推定

超音波法による強度の推定調査は、超音波の伝搬速度が一定となる深さでの音速（コンクリート表層から50mm前後）により評価する。

含浸による表面の改質効果は一般的に表層から数ミリ程度である。そのため表面反発度の測定による強度と比較し、超音波による推定強度は向上の影響が見られない結果になったと考えられる。

4. おわりに

今回、表面保護工の性能確認試験を透気試験及

び表面反発度により実施した。含浸部と無含浸部を測定することにより、コンクリートの水和反応の材齢経過による進展と比較することができた。

いずれの試験結果も表面保護工を施すことで、表面の緻密さや硬度が向上したといえる結果であった。

しかし、透気係数の個々の値を見ると最大で0.1、最小で0.0068を示しており、かなりばらつきが大きい結果であった。それは表面の含水率や状態(気泡等)により、測定値がばらついたと考えられる。よって表面保護工の性能確認試験として、例えば「表面保護工施工後の透気係数が0.05以下になれば合格」というような絶対的な数値の決定にはならないと思われた。ただ、同一箇所ですべて事前事後を計測することで、改質効果を検証するには有効であると感じられた。

しかし、表面状態を透気試験等で数値的に定量化することは、コンクリートとしての出来栄(緻密さ)の評価にはつながらずと思われる。

以上のことから、今回の試験は表面保護工の性能確認試験方法と判定基準の確立につながるものとは言えなかったが、ケイ酸塩系表面含浸材がもたらす効果の一つの検証になったと考えられる。

表面保護工の要求性能を設計時に定量化し、設定した性能を確保しているかを直接確認する試験方法の確立には、更に試験方法を模索し、データの蓄積が必要であると考え、今後担当する現場でも機会があればさまざまな方法で検証していきたい。

三成分コーンを用いた SCP 工法による 地盤改良効果確認について

東京土木施工管理技士会
東亜建設工業株式会社

榊 沢 健一郎[○]
Kenichirou Kabasawa

現場代理人
堺 谷 常 廣
Tsunehiro Sakaiya

1. はじめに

- (1) 工 事 名：岩国飛行場(H22)遊水池整備工事
- (2) 発 注 者：防衛省中国四国防衛局
- (3) 工事場所：山口県岩国市
- (4) 工 期：平成23年3月22日～
平成25年1月25日

本工事は、岩国飛行場の沖合への拡張に伴うターミナル地区の整備のうち、当該区域の池（ダイヤモンドレイク）を埋立て、代替となる遊水池（代替遊水池）の造成を行うものである。ダイヤモンドレイクは、埋立と共に、圧密・液状化対策として地盤改良工（SCPφ700+SDφ400）を施工する。

また、ターミナル地区のアンダーパスの地盤改良及び土留壁、圧密沈下対策のための応力遮断壁として深層混合処理工（φ1600×2連）を施工する。

代替遊水池は、既存の池（ペニーレイク）を掘削し拡張した。地盤改良工は液状化対策と圧密促進工を兼ねており、レベル1の地震に対して設計されている。

2. 現場における課題、問題点

原地盤は、GL-13mまで緩く砂層が堆積し、その下に軟弱な粘土層が堆積した地盤である。図-

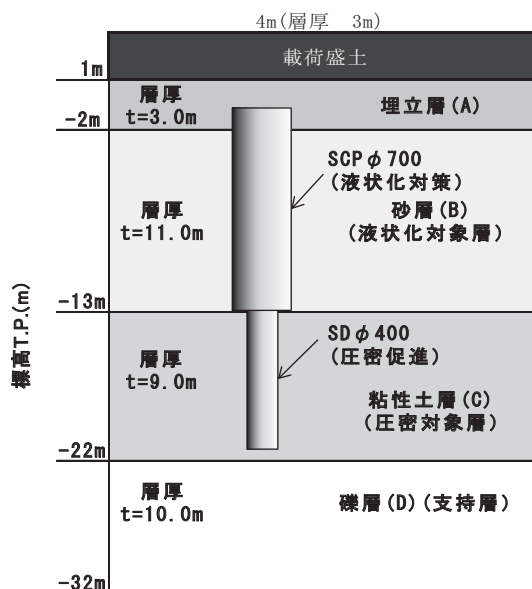


図-1 原地盤と地盤改良の概要

1は、改良前の地盤構成である。GL-13mまでN値=3～11の緩い砂層が堆積し、下層（GL-13m～22m）まで粘土層が堆積している。その下には砂礫がある。砂層の粒度は概ね75μm以下粒径（シルト分・粘土分）が35%以下である。50%粒径（D50）は0.01～0.5mmに分布している。砂層を液状化対策工としてφ700でサンドコンパクションパイル（SCP、@2.5mの矩形で打設）、粘性土層を圧密促進工法としてφ400のサンドドレーン（SD、@2.5mの矩形で打設）の複合杭で改良している。図-1中に改良工の概要を記している。改良工を行った後、プレロード（t=3m）を行う。

本工事では、砂層が粘性土層の上に堆積しているため、砂層内に粘性土が薄く挟まっている。そのため、粘性土ではN値が小さくなり、SCPによる地盤改良効果を確認できない事がある。粘性土は、地震による過剰間隙水圧の発生がないため液状化の可能性が低いのでN値が小さい場合でも、地盤が変状することはない。また、標準貫入試験（以下SPT）では、計測ピッチが1mと粗いため、N値が小さい場合、粘性土なのか、地盤改良効果がないのか明確に判定できない短所がある。そのため、このような地盤ではSPTだけでなく、他の試験法を組み合わせることでSCPの改良効果を判定することとした。

このような、短所を克服するために最近では電気式CPT(JGS1435)が注目されている。電気式CPTは計測の面で精度、情報量、計測の簡易性、オペレーターの熟練度によらないなどの点で標準より優れており、CPTの液状化判定の判定を基準化したものに建築基礎構造設計指針などがある。

このように、計測精度などでSPTの短所を克服しているCPTであるが実際の計測ではボーリングマシンに他鋼材を使ってカウンターウエイト

を必要とするなどの制約がある。静的に押し込む為にカウンターウエイトが50~100kN程度が必要であるため、CPTの簡便性が損なわれているのが現状である。この点を克服するために、動的に貫入できるようにCPTを改造し試験を行った。ここでは、改良したCPTをH-CPTと呼んでみる。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

3-1. 改良したCPTの概要

H-CPTは、国際地盤工学会によって標準化された電気式CPTと同様に断面積10cm²の円錐型である。コーンプローブ内にロードセル、間隙水圧計、加速度計を備えている。H-CPTの特徴は動的に貫入するため、一般的なCPTがロードセルの定格荷重を10kNに対して、その4倍の40kNとしている。

また、動的な衝撃に耐えるため従来のCPTと比較して大きな衝撃荷重に耐えるよう設計している。動的貫入は、SPTと同様にドーナツ型ハンマーを落下させる方法をもちいる。

ただし、現場での計測の簡易性を高める為に、貫入機にラムサウンディングを用いて現場での取

表-1 現位置試験の比較表

調査方法	標準貫入試験 (SPT)	電気式コーン (CPT)	高レンジ三成分コーン (H-CPT)
調査基準	JIS1219 レイモンドサンプラー	JGS1435 電気式コーン	断面積10cm ² (JGS1435に準拠)
貫入方法	動的貫入	静的貫入	動的貫入
貫入試機械	ボーリング	ボーリング+カウンター	ボーリング及び ラムサウンディング
測定物理値	N値	先端抵抗 q_c 間隙水圧 u 周面摩擦 f_s	先端抵抗 q_c 間隙水圧 u 加速度 α
細粒分含有率	必要	不要	不要
土質判定	サンプリングにより 目視判定	測定物理値の組合せで判定	先端抵抗及び間隙水圧より 判定
計測ピッチ	50cm,100cm	1~2cm	2~10cm
判定基準	・港湾の施設の技術上の基準・同解説	・建築基礎構造設計指針	・建築基礎構造設計指針

り扱いを簡便にできるようにした。H-CPT の計測項目は、先端抵抗、間隙水圧、加速度であり、先端抵抗の組み合わせにより土質分類が可能である。表-1 に比較表を載せる。

3-2. H-CPT の計測結果

図-2 は、SPT の調査結果、図-3 は H-CPT の調査結果であるが、図-2 の SPT の調査結果には、H-CPT から求めたコーン先端抵抗 (q_c) から推定換算した N 値を併記している。推定 N 値 = $1 / (800 \sim 1,300 \cdot q_c)$ で計算している。今回の調査では、工程の関係から 1 回の計測ピッチを 10 cm としているが CPT のように 1~2cm とする事も可能である。それでも SCP の計測ピッチが 50 cm から 100cm であることを考えると 5~10 倍の

情報量である。図-2 を見るとほぼ SPT、H-CPT とともに同様の傾向を示しており、地盤表面から下層の粘土層に向かい N 値が漸減している。大きく違うのが地表面の強度の計測と砂層内の強度分布の違いである。

SPT は、地表面で拘束圧が小さいため地表面付近 (~GL-3 m 図中点線で囲った部分) で N 値が小さくなる傾向があるが、H-CPT では克服されている。また、H-CPT の結果を見ると砂層内で強度分布の違いがあり、3 層の砂層 (図中 GL 0~-7m、-7~-12m、-12m~-14m) に分けられる事が確認出来る。これは計測ピッチが SPT より細かい事によるものである。

図-3 は、先端抵抗 q_c (a)、図-4 は間隙水圧 u (b) の深度分布である、計測は SCP 改良下端 (GL-

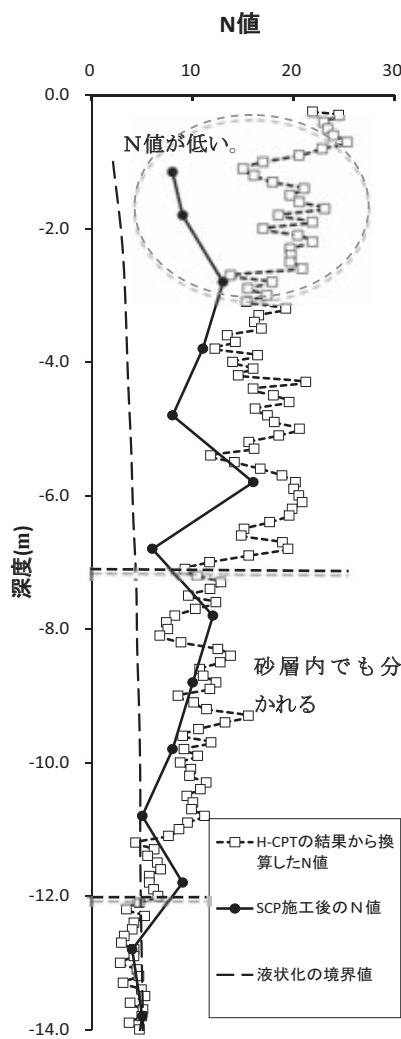


図-2 SCP 施工後の SPT の結果

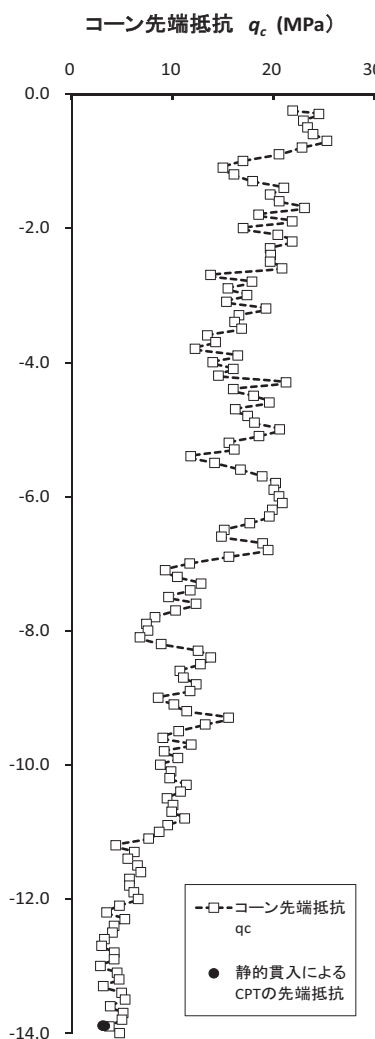


図-3 H-CPT の先端抵抗

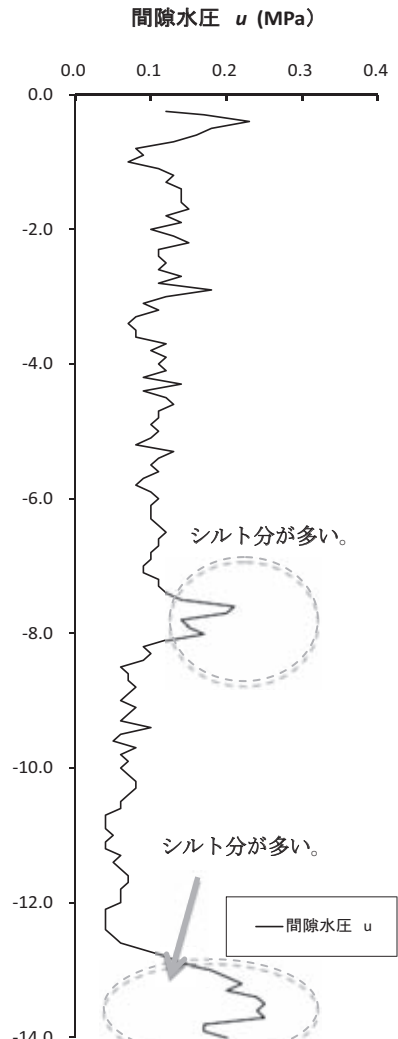


図-4 H-CPT の間隙水圧

14m) まで行っている。 q_c は概ね20MP から4MP である。GL-12m から q_c が小さくなっているが、図-1 の土層構成から推測すると GL-13m 付近から粘性土層との境界となっているため、シルト分の混入が多くなっているためと考えられる。間隙水圧の分布を見ると、GL-13m 付近より貫入時の間隙水圧が大きく、これはシルト分が多くなる事により貫入時の間隙水圧 ($\Delta u=0.2\sim 0.24\text{MPa}$) の消散が遅れ過剰間隙水圧が発生したものと考えられる。

液状化は砂のような地盤で起きやすく、このような層は本来地震時に液状化しにくい性質をもつ。しかし従来の SPT では計測ピッチが粗い事と間隙水圧の計測が出来ないため判別出来ないが、H-CPT では明確に計測結果に現れる。図-3 中の● (GL-14m 付近) は、下層の粘土層の改良後の圧密調査に行った CPT の結果である。圧密層から 2m 程度上層から試験と行っており、この層が H-CPT と CPT が共に同じ層を計測した結果として比較ができる。

CPT は GL-14m まで一度削孔を行い、砂層を除いて計測を行っている。二つの結果を比較すると、動的な貫入と静的な貫入であっても対象地盤が砂あるいはシルト層であれば強度に大きな違いがないことが分かる。

3-3. 液状化判定

CPT による液状化判定は、液状化を生じさせる応力比 (τ/σ'_z) と基準化したコーン先端抵抗 q_{c1} (拘束圧 98kN/m^2 で補正) をプロットし、過去の液状化後の液状化調査データから境界を設定する方法が主であり、今回もこの方法により液状化判定を行った。判定には建築基礎構造設計指針を用いている。図中のプロットは次の手法により求めた。判定結果は N 値による判定と同様、液状化しない判定となっている (図-5)。

4 おわりに

H-CPT の開発の目的は、現場での計測の簡易

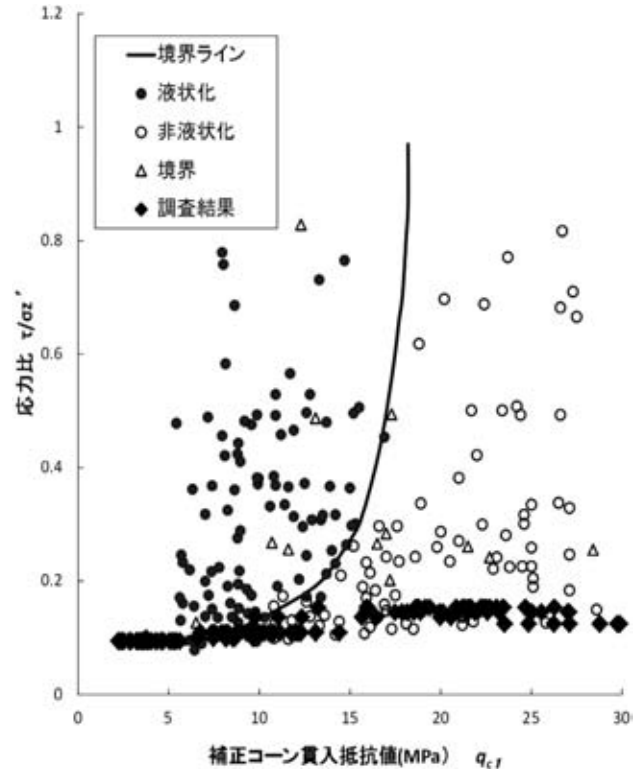


図-5 H-CPT による液状化判定

性と計測精度の向上という背反するものであった。従来は、動的な試験は非排水条件、静的な試験は排水条件と強度に違いがでるため分けられており、それぞれに特化している。H-CPT は、砂地盤を対象として動的に CPT を使ってみた。結果は予想を超えて有用な情報の取得ができたと考えている。

H-CPT は、比較的硬い地盤に対して適用するために開発されているのでその対象は広く、例えば盛土などにも対応が可能である。地震により谷部を埋めた盛土など今後も適用範囲が広がるものと考えている。まだ、適用事例を増やす必要があるがポテンシャルの高い計測方法であると考えている。

CPT による液状化判定は、建築基礎構造設計指針では記載があるが、一般的でないのが現状である。それは、CPT が硬い地盤に対してなかなか適用できなかったのが原因であるが、今回のように計器を改良することで計測範囲が広がる事がわかった。性能設計が主流になって来ている中で適用性が高い計測方法であると考えている。

グラウンドアンカー工法の品質管理について

宮崎県土木施工管理技士会
旭建設株式会社
工事部技術部長
木下 哲治
Tetsuji Kishita

1. はじめに

本工事は、国道327号竹の八重地区の地すべり対策工事である。この地区の地すべり対策事業のうち、すでに前年度、抑制工となる横ボーリングによる水抜きが完了しており、今回の工事より抑止工としてアンカー工の施工が開始される。

地すべり斜面の上部には数件民家があり、斜面下は国道が通っておりこの地区の住民の方々の生命と財産、そして一般通行者の方々の安全を確保するものである。

工事概要

- (1) 工 事 名：竹の八重地区道路防災工事
- (2) 発 注 者：宮崎県日向土木事務所椎葉駐在所
- (3) 工事場所：宮崎県東臼杵郡椎葉村大字松尾
- (4) 工 期：平成26年1月23日～
平成26年11月13日
- (5) 工事内容（図-1）
 - ・抑止アンカー工：N=46本
（削孔長軟岩334.7m 礫質土630.5m）
 - ・鋼製受圧板：46基
 - ・ざぶとんわく裏込工：16基
 - ・モルタル吹付工（ $t=10\text{cm}$ ）：169 m^2

現場は過去に地すべり対策工事が施工された箇所であり、現場吹付法枠工500×500及び法枠交点

にアンカー工が施工されているが、更に深層部からの地すべりのため既設アンカーの破断や抜け出しも見られる。

今回の工事では更に深層部の地すべりに対して既設法枠内に抑止アンカー工を施工し、地盤反力として鋼製受圧板を設置する。その際、法枠内は起伏が非常に激しいため鋼製受圧板の設置する箇

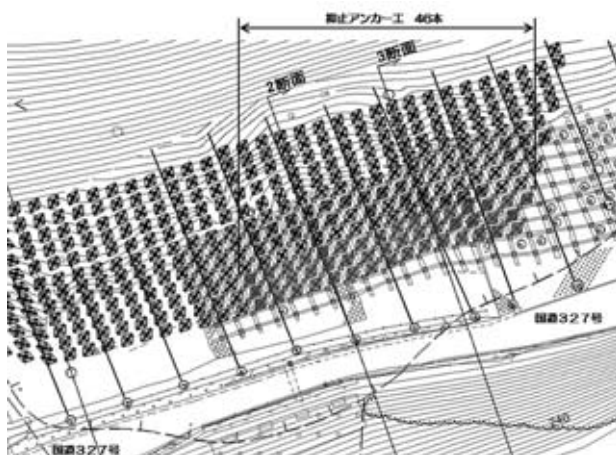


図-1 施工平面図

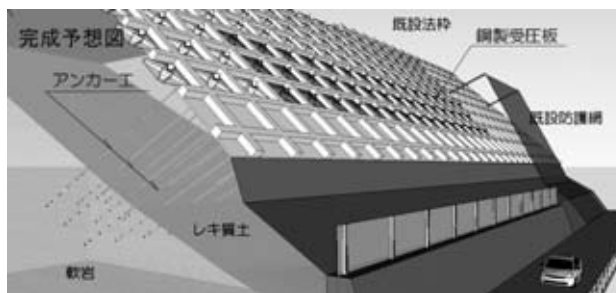


図-2 完成予想図

所を平滑にする必要があり、対策としてざぶとんわく裏込工（モルタル吹付）が計画されている。

アンカー工法には「KTB引張型SCアンカー」鋼製受圧板には「スーパーメタルフレーム」が採用されている。

2. 品質に関する現場での課題

アンカー工の品質管理については設計施工指針やマニュアルにより施工管理基準に則って実施しているが、今回の現場条件やアンカー工法において特に課題として挙げた点について述べる。

(1) 推定岩盤線の精度向上

施工延長48mに対して、地すべり解析断面2と断面3の2箇所調査ボーリングが実施されており、その地質結果をもとに横断方向、平面方向の地すべり線が推定されている。しかし現場の法面形状は起伏が非常に激しく各アンカーの平面的な推定岩盤線は大きく異なることが想定される。

(2) アンカー鋼材挿入時の保護対策

KTBアンカーの特徴は定着長部がエポキシ樹脂全塗装されたPC鋼より線であり、自由長部はさらにグリース層とポリエチレン被覆を施している。鋼材長は長いもので30mを超えるため、かなりの重量があり、アンカー鋼材挿入時にはケーシングの孔口（角）との大きな摩擦発生のためPC鋼より線を傷つけたり、自由長部のポリシースを破損させ防食機能を低下させるなどの危険性があり、その保護対策が必要となる。

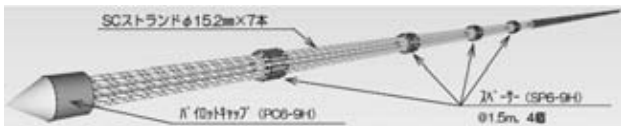


図-3 KTB SC アンカー

(3) グラウト材の品質確保

アンカー体長部ではPC鋼より線7本をスペーサーにより均等に配列されており、その鋼線どうしの間隙及び鋼材とケーシングとのクリアランスの隅々にまでグラウトが確実に充填されることが求められる。そのため、グラウトの注入作業は一定したコンシステンシーを保ちながら、安定した

品質を確保する必要があり、規定の配合で練り混ぜたグラウトのコンシステンシーをいかに一定に保つかを検討する。

(4) 孔口間詰めモルタルの品質確保

アンカーグラウト注入後の孔口空隙部に充填する間詰めモルタルについては、明確な記載があまりなく、固練りのモルタルという表現が使われることがあり、明確な品質確保が求められる。

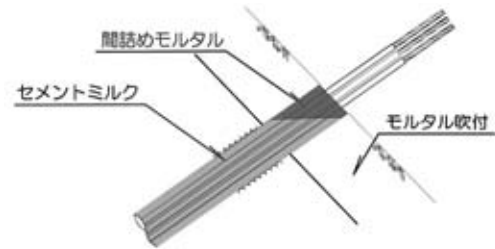


図-4 間詰めモルタル

(5) 鋼製受圧板の品質確認

鋼製受圧板（スーパーメタルフレーム）は工場製作での鋼製耐候性フレームであるため、現場での品質確認ができない。

(6) 鋼製受圧板の設置面の空隙処理

鋼製受圧板が緊張によって地盤から受ける反力を均等に受ける役目を確実に果たすためには、鋼製受圧板の背面と設置基面（裏込工）を密着させる必要がある。

しかし、鋼製受圧板の背面の盤面は少なからず歪みを持っている。また、裏込工の吹付面も人力によるコテ仕上げであることから、いくら精度を上げて空隙が残留することは避けられない。空隙が大きくなると、将来的なクリープの発生によりアンカーの緊張力が低下する恐れがある。

(7) 鋼線切断時の熱、火花対策

アンカー緊張定着完了後、余長部に当たるPC鋼より線を切断する際に発生する熱や火花によりPC鋼より線本体、定着部材、鋼製受圧板の品質低下をまねく恐れがある。

以上、課題7項目について、その問題点を含めて列挙した。

3. 対応策と適用結果

(1) 推定岩盤線の精度向上

アンカー2段目及び3段目の各4箇所（計8箇所）において試掘調査を行った。試掘は実際のアンカーの位置、削孔角度により実施。先に実施した引き抜き試験で周面摩擦抵抗 τ 値 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ が確認できたものと同様な砂岩質のスライムが確認できる地盤まで行った。なおアンカー体を造設させる位置が推定岩盤線より根入れ 1m 以上からであることから、試掘調査での定着地盤の土質確認は 1m とした。



図-5 試掘調査状況

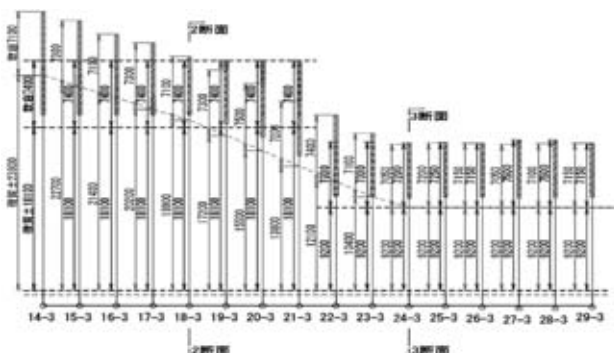


図-6 試掘調査結果

試掘調査の結果、推定岩盤線の平面的な変化は予想以上に大きく、材料発注、現場加工、削孔段取り等のスムーズな対応に大きな効果があった。

また、推定岩盤線を平面的に明確にすることで、定着地盤の精度向上を図ることができた。

(2) アンカー鋼材挿入時の保護対策

アンカー鋼材挿入直前に、ケーシング孔口をゴムシート（ $t=5\text{mm}$ ）により巻き付け、挿入時の保護養生を行った。（図-7）

ケーシングの孔口（角）がゴムシートで保護されていることで、引っ掛かったり鋼材を傷めることなく、スムーズな挿入ができたことで、アンカー

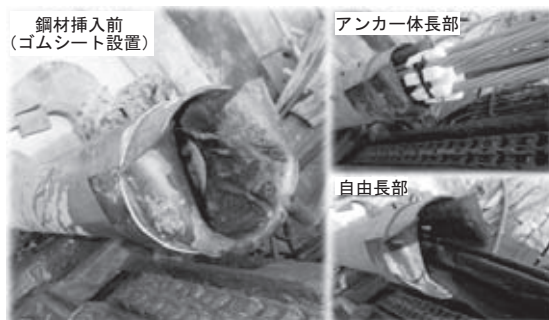


図-7 アンカー鋼材挿入時の保護対策

鋼材の品質確保に十分効果があった。

(3) グラウト材の品質確保

グラウトの安定した品質と一定した流動性を確保するためグラウトとなるセメントミルクの練り混ぜ時間の管理を行った。

通常、練り混ぜ時間は2分以上としていたが、プラントマンによりばらつきがあったり、ヒューマンエラーによる練り混ぜ時間不足などが発生する恐れがある。

その対策として、規定の配合及び投入順序（水→混和剤→セメント）により材料投入後の練り混ぜ時間を3分以上とし、その計測をタイマーにより行うことで、見える化を図った。（図-8）



図-8 練り混ぜ時間管理

練り混ぜ時間管理をすることによって、練り混ぜ時のセメントミルクのフロー値のばらつきが少なく、強度も $\sigma 7$ 日で設計基準強度に達していることから一定の品質の確保に寄与できたと思われる。また、それ以上にプラントマンの品質管理に対する意識向上につながったと思う。

(4) 孔口間詰めモルタルの品質確保

孔口となる裏込工はモルタル吹付であるため、



図-9 間詰めモルタル配合管理



図-10 鋼製受圧板工場検査

吹付に使用した同じ材料、配合により品質管理を行った。圧縮強度についても裏込工の設計基準強度に達しており、品質確保ができた。(図-9)

(5) 鋼製受圧板の品質確認

アンカー工の反力となる鋼製受圧板【スーパーメタルフレーム】の品質性能を確認するため、鋼材の溶接工程及び溶射・塗装工程について、それぞれの工場により検査を実施した。

検査では鋼材の溶接工程の状況や溶接部外観検査等を行ったところ、ビート表面の異常もなく、脚長の寸法も規格を満足しており、溶接時の電流、電圧の管理も電子制御でされており良好であった。また、ガルバリウム溶射、トップコート塗装の膜厚も規格以上の厚みがあり良好と認めることができた。製造工程や工程内検査を自分の目で直接見て確認し、計測を行うことが鋼製受圧板への品質確認ができた。

(6) 鋼製受圧板の設置面の空隙処理

鋼製受圧板設置後、受圧板の周囲の隙間をモル

タルで間詰めを行い、角度調整台座等の定着部材の隙間からセメントミルクが漏れないようコーキングを実施する。その後、鋼製受圧板の上部隙間からセメントミルクを充填することで空隙を解消し鋼製受圧板と裏込工の一体化を図った。



図-11 設置面の空隙処理

(7) 鋼線切断時の熱、火花対策

鋼線切断前に、氷水に浸した濡れウエスによりPC鋼より線及びクサビ、アンカーヘッド等の定着部材の保護を行った。また、鋼製受圧板については火花がかからないよう防護板によるカバーを設置するなどの熱による品質低下対策を行った。



図-12 鋼線切断時の熱、火花対策

4. おわりに

グラウンドアンカー工法は出来上がってしまえばほとんどが不可視部分であり、いかに品質良くできているかということが検証しづらい。だからこそ、技術者として使命感を持って品質向上を常に考え行動する姿が品質保証であることを忘れて

はいけない。

高度成長期に集中して造られた社会インフラが高齢化し維持管理コストが大幅に増大している問題を抱える中で、これからは構造物の長寿命化が求められる。

細かいところまで品質に気を配り、いかに経年劣化が少なく長寿命なものづくりに使命感を持って取り組んでいきたい。

最後に、今回の道路防災工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者である宮崎県日向土木事務所、椎葉駐在所の方々をはじめ、各関係機関の皆様、そして、工事期間中、多大なご迷惑をおかけする中、ご理解とご協力をいただいた住民の皆様に対して、無事工事を完了できたことに感謝申し上げます。

基礎杭施工時における地下埋設物（シールド管）の 探査方法

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社
現場代理人・監理技術者
飯 伏 信 也[○]
Shinya Ibushi

担当技術者
角 田 憲 明
Noriaki Tsunoda
担当技術者
大 野 敬 志
Takashi Ohno

1. はじめに

本工事は、東京都港湾局の管理する新日の出橋において増し杭、増しフーチングおよび落橋防止装置取付などによって耐震補強をするものである。増し杭工では、元設計で地下埋設物（シールド管）の位置を確認し、地下埋設物（シールド管）を損傷することが無いように施工することが要求されていた。

本稿では、増し杭施工に際して行ったシールド管の探査方法について記述する。

2. 工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度
新日の出橋耐震補強工事
- (2) 発 注 者：東京都 港湾局
- (3) 工事場所：東京都港区海岸2丁目地先から
同区海岸3丁目地先
- (4) 工 期：平成25年7月2日～
平成26年3月28日
- (5) 増し杭工の概要

増し杭は、橋台フーチングに沿って（橋軸直角方向）打設する。（ $\phi 1200\text{mm}$ 、 $L = 17.5\text{m} \sim 26.0\text{m}$ A1, A2 14本）

杭の施工方法は、周辺建物への振動を考慮してオールケーシング工法である。

打設位置付近には、 $\phi 6600\text{mm}$ の公共下水道管（シールド管）が埋設されており（管天端 GL より -24.0m ）、設計図書では、杭とシールド管の離隔は 600mm である。

元設計では、シールド管の位置を探査ボーリングで探査し、杭の施工を行う事となっていた。（A1、A2 4か所）（図-1、図-2参照）

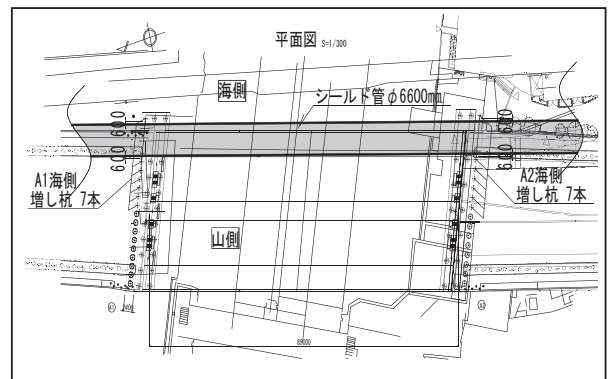


図-1 平面図

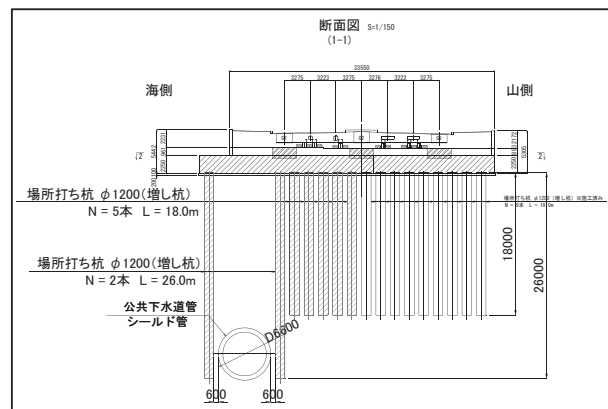


図-2 断面図

3. 地下埋設物の探査方法の課題

探査ボーリングで地下埋設物の位置を精度よく確認するには、以下の課題をクリアする必要がある。

- (1) シールド管付近に砂礫 N 値50以上の層が存在するため、プラスチックビットを用いて直接シールド管を探査することが不可能である。
- (2) シールド管からの隔離600mmの位置で探査ボーリング（硬質用ビット）を行い、その位置にシールド管がないことを確認したとしても、ボーリングの鉛直性の精度が不確実であることから、地中のシールド管の正確な位置を確定することができない。
- (3) 地中埋設物が地下20m程度の位置であり、探査ボーリングでは、鉛直に施工出来ない可能性があるため探査ボーリング中にシールド管を損傷する可能性がある。

4. 対応策

4-1. 工法決定

上述の課題をクリアするために探査方法を下記に示す工法で実施した。

工法：磁気探査+孔曲がり測定併用のボーリング探査

工法決定理由：磁気探査と孔曲がりの確認を行う事によりシールド管から安全な隔離を取ってボーリングの施工ができ、シールド管を高精度で特定できる。

4-2. 実施方法

4-2-1. 探査ボーリング位置

探査ボーリングは、図-3、図-4に示す位置とした。磁気探査機は、およそ2.0m程度の範囲の鉄に反応するため、シールド管から1.8m 隔離した位置とし、シールド管を確実に損傷しないような距離を確保した。

また、既設杭に反応しないように、既設杭から4.0m 隔離した。探査ボーリングの数はA1側2

か所、A2側2か所 計4か所とした。

4-2-2. 探査ボーリング

ボーリングは、バイブロ式ドリル低騒音型を使用した。ボーリング削孔径は、 $\phi 86\text{mm}$ で、深度は杭の深度と同じ深さまで削孔。削孔完了後に、VP65を挿入した。

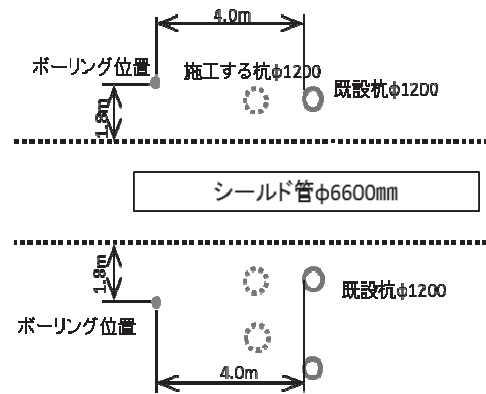


図-3 探査ボーリング位置図 (A1側)

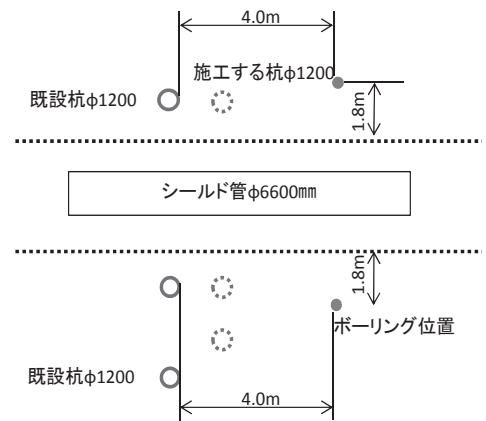


図-4 探査ボーリング位置図 (A2側)



図-5 ボーリング施工状況

4-2-3. 孔曲がり測定

ジャイロセンサーを搭載した管路計測装置を用

いて孔曲がり測定を行った。

回転子（こま）を高速回転することによって生ずるその状態を維持する特性（慣性）を利用した方法である。

- ①計測器本体に測定ケーブル及び治具（ロット取付治具）を取り付ける。配線関係の結線をする。
- ②インターフェイスの電源を入れる（予熱、キャリブレーションを20分程度行う）
- ③パソコン上での計測準備をおこなう。（現場名、計測孔名の設定をする。）
- ④計測準備がOKであれば、本体計測機器（プローブ）をウインチ等によりプーリー（深度計）を介して深度を確認しながら送る。
- ⑤計測器が所定深度に到達したら、そこで測定器のアライメント（安定・確認）を行う。（約5分）
- ⑥約5分間のアライメント後計測開始、パソコンの計測開始ボタンをクリックし、ウインチを使い計測器を引き上げる。
- ⑦計測器が孔口まできたら、巻き込みをストップしパソコン上の計測終了ボタンをクリックする。

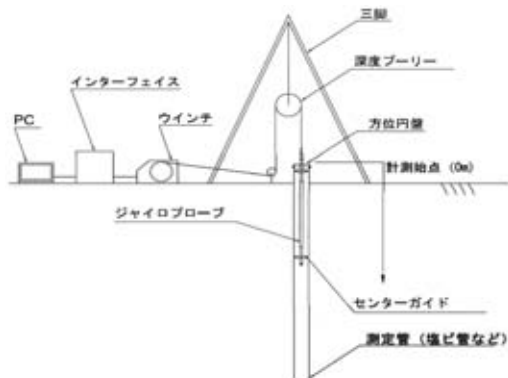


図-6 孔曲がり測定概要図

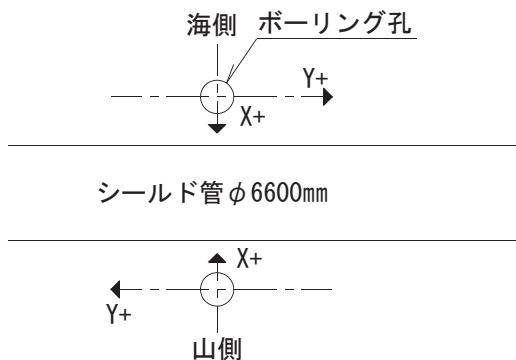


図-7 孔曲がり測定 計測軸の概略図

- ⑧計測終了後データは、自動的にパソコンに格納される。（自動演算計算）
- ⑨自動計算終了後データ一覧表、グラフ等で計測データを確認する。

4-2-4. 磁気探査

両コイル型磁気傾度計センサーを探査孔内に挿入し、孔口から孔底の間を移動させて孔内の磁気傾度を連続的に測定する。



図-8 センサー挿入 図-9 孔曲がり測定

今回は、シールド管のある天端高より1m高い深さから測定し、徐々に下げていき管底深さまで測定した。



図-10 磁気探査測定状況

- ①現場に計測機材を搬入する。
- ②増幅器（アンプ）、レコーダー、磁気傾度計の配線を行う。
- ③全ての機器の電源をONにする。
- ④孔口を基点として時期傾度計（センサー）を一定速度にて孔底まで降ろす。孔底まで着いたら、

センサーを同様に一定速度で動かし、管口まで巻上げる。波形はペンレコーダーおよびレコーダーに出力される。その波形から確認する。

- ⑤波形データを確認して、計測が終了したら機材の電源を切り、機材を片づける。

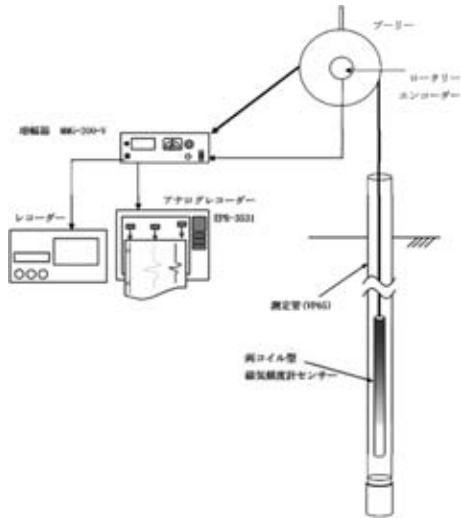


図-11 磁気探査測定概要図

5. 実施結果

孔曲り測定と磁気探査の結果を表-1に示す。

表-1 実施結果

		A1山側	A1海側	A2山側	A2海側
磁気探査 測定結果	下水管中心部の深度(m)	-27.0	-26.0	-27.8	-25.6
	下水管中心部の深度 (AP、-m表記)	AP-21.227	AP-21.481	AP-21.462	AP-21.169
	ボーリング孔からシールド管の最短 距離(m)	2.2	1.9	1.9	1.9
孔曲がり 測定結果	X座標値(mm) (下水管中心部の深度)	-327	-40	-114	-152

※1：施工目標値数値1.8。数値が大きいかほどシールド管から離れる。

※2：施工目標値±0。+ならシールド管方向へ曲がっている。-ならシールド管に離れて曲がっている。

5-1. A1側

A1山側では、シールド管から離れる方向に0.327m 孔曲がりがあり起きているため、離隔が大きくなっており、離隔が2.2m と解析された磁気探査と孔曲がり測定結果が一致した。

A1海側についてもシールド管から離れる方向に0.040m の孔曲がりがあり起きているため、離隔1.9m と解析された磁気探査と孔曲がり測定結果がほぼ一致した。

また、誤差についても両孔共に0.1m 程度の範囲で収まっている結果となった。

5-2. A2側

A2山側では、シールド管から離れる方向に0.114m 孔曲がりがあり起きているため、離隔が大きくなっており、離隔1.9m と解析された磁気探査と孔曲がり測定結果が一致した。

A2海側についてもシールド管から離れる方向に0.152m の孔曲がりがあり起きているため、離隔1.9m と解析された磁気探査と孔曲がり測定結果がほぼ一致した。

また、誤差についても両孔共に0.1m 程度の範囲で収まっている結果となった。

6. おわりに

探査ボーリングは、地下埋設物損傷の可能性があるとということで、発注者も気になるポイントであった。

孔曲がり測定と磁気探査を併用することでシールド管の位置を高精度で特定ができた。

測定結果より、シールド管は設計図書とほぼ同一の位置に存在していることを確認した。シールド管は、施工杭との離隔が600mmであったため、ケーシングの傾斜を1/200（通常は、1/100）以内で管理した。その結果、シールド管を損傷することなく施工できた。



図-12 ケーシング鉛直度確認

作業従事者を育てる安全管理対策

宮城県土木施工管理技士会
株式会社只野組
工事部工務課主任
大友 昭 芳
Akiyoshi Ootomo

1. はじめに

本工事は東日本大震災で多大な被害を受けた河川堤防の復旧にあたり、当時の土木工事発注が増大し資機材不足、作業従事者の人材不足が懸念されるなか、現場での安全管理を重視し事故災害防止について留意しました。

工事概要

- (1) 工 事 名：北上川下流南釜谷崎その4地区築堤工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
北上川下流河川事務所
- (3) 工事場所：宮城県石巻市北上町橋浦地先
- (4) 工 期：平成24年9月20日～
平成26年3月31日
- (5) 工事内容：河川土工（掘削工 $V=380\text{m}^3$ 、盛土工 $V=20,500\text{m}^3$ 、法面整形工 $A=8,300\text{m}^3$ ）
護岸基礎工：法留基礎（ $H=1000$, $L=761\text{m}$ ）
矢板護岸工：笠コンクリート（ $L=716\text{m}$ ）
矢板工（ハット型鋼矢板 $N=798$ 枚）
法覆護岸工：コンクリートブロック張
（ $A=8,663\text{m}^3$ ）、植生工（ $A=7,390\text{m}^2$ ）
付帯道路工：US1-B300（ $L=232\text{m}$ ）
構造物撤去工：一式
仮設工：仮廻し道路（ $L=293\text{m}$ ）
AS舗装工（ $A=1,650\text{m}^2$ ）

2. 現場における問題点

今回の工事場所は東日本大震災で津波被害が発生した地域で堤防復旧の早期完成を目標にして進行していた。



図-1 完成

現場環境は施工条件や天候などに大きく左右され、建設機械が錯綜し、作業員が混在して作業を行うため重大事故発生の危険性が高く、人材不足から地元業者以外に遠隔地の工事協力業者への発注や土木工事経験が浅い作業従事者が多い中で工事安全作業に対する意識向上を即時に認識してもらう安全管理を実施するにはどのような内容の安全訓練、現場教育指導をすれば無事故・無災害で完工できるか、作業従事者個人の安全意識向上を図れるかが重点対策となった。

安全管理を遂行するうえで元請職員や職長の指示する側、作業従事者の指示を受ける側の双方が理解・協力をしなければならないと考えた。

3. 対応策と適用結果

①自然災害（津波）想定での安全訓練

地震後に津波警報が発令した想定避難訓練



図-2 現場人員確認



図-3 訓練後

実地訓練で通常作業中に地震・津波が発生した想定で訓練を行った。災害発生時から現場人員確認（図-2）をし、避難場所へ移動、実際の避難経路を確認しながら避難時間を計測した。

訓練後（図-3）、作業員から「防災訓練（火災、地震等）の経験はあるが津波避難訓練は初めてだった」という声、「意外と避難所まで距離あるな」といった声上がり実体験することで避難方法、避難経路の道のりを確認した。

②工事着手前作業内容確認及び安全対策

主要作業ごと工事着手前に「事前検討会」と称して作業時における安全対策、危険個所の確認を実施した。



図-4 事前検討会



図-5 安全意識を向上

事前検討会を実施（図-4）して現場の立地条件や作業時の安全対策、危険個所の把握を行うことで作業従事者の安全意識を向上させた（図-5）。

③重機作業範囲、機械死角範囲の確認

重機と作業員の混在作業で重機オペレータから見える視線で死角が発生することを作業員が実際に重機に乗り体験させた。

作業に集中すれば周囲の確認が疎かになる傾向が事故の要因になり、作業員は同位置に固定されず常に移動しているので重機オペレータの死角に入りやすいこと、オペレータは常に作業員を確認していないことを認識させた。

バックホー作業ではオペレータ位置からどの範囲まで確認できるか死角について認識させ（図-



図-6 死角について認識



図-8 AED 体験（その1）



図-7 死角に入ることを体験



図-9 AED 体験（その2）

5)、タイヤローラ転圧作業では遠方ほど配置状況が確認できるが近接前方、近接後方では死角に入ることを体験させた（図-6）。

作業員の中には重機オペレータは常に自分を認識していると思い込んでいる人もおり、オペレータは重機優先作業であると思い込んでいる人もいた。さまざまな立場から安全を優先させるためには作業機械の特性、性能を把握し、作業員は死角に立ち入らない、オペレータは周囲に作業員がいると前提にした気配りが大切であり、自分の行動を相手に確認させる体験をして「意外に見えない」を再認識した。

④ 緊急時の対応、応急処置訓練

現場で体験したくはないが人命に係わる事故が発生した場合の対応・処置に実際は戸惑うと予想される。近年は各現場に AED を配備するようになったが「実際使用方法がわからない」との声が

あり体験することにした。

現場で外部機関の救急救命士さんの指導を受け皆さん真剣に取り組んでいた。最初はおどおどしていたが要領をつかんでからはスムーズに対応できるようになった。作業員からは「AED ってこう使うのか」、「仕事以外でも役立つな」などの成果を得た。人命は初期対応の大切さを学んだ。

実際のところ現場で利用したくないのが本音である。今回の現場では作業員皆さんの安全に取り組む姿勢が利用せずに済んだ。

⑤ 外部機関による現場パトロール実施

日常の安全管理が有効に機能しているか、作業員の安全意識は向上しているか、第三者の視点から確認してもらい指導を受けた。現場の作業状況を視察しながら作業員、重機等の配置、作業計画を確認した。通常作業の中、外部機関である建設災害防止協会の安全指導員による現場視察（図-



図-10 建設災害防止協会安全指導員現場視察



図-12 作業調整



図-11 建設災害防止協会安全指導員安全講話

10) 及び安全講話（図-11）を実施し、元請職員、作業従事者が日頃進めている安全管理、安全意識についての向上を確認した。

安全指導員の講話で現場全体の安全管理を一人で行うのは絶対無理があるので全員で管理して頂きたいと指導を受け、事故・災害につながる指摘事項はなかった。

4. おわりに

安全管理とは、作業従事者の安全意識向上を図りヒューマンエラーを減少させ、一人ひとりが周囲の行動を意識すること。危険に対する感受性を養い、安全に対する取り組みを理解する姿勢を持ってもらう。

それは、熟年者だろうが若年者だろうが工事に携わる者として「事故を起こさない」と自覚する意識を身に着けて頂いたと思う。

安全管理は事故・災害を未然に防止するだけでなく、工事の円滑な進捗、各業種間の連携、作業調整（図-12）に大きな役割を果たしていると実感した。

現場は日々変化して行く中、会社、現場作業所、協力業者、作業員が一丸となり安全管理に対する意識を向上させることが工事早期完成、無事故・無災害の達成に繋がり、工事が完成した時の充実感を全員で体験できるように今後も試行錯誤していきたい。

光ファイバセンシングを活用した コンクリートの冬期養生管理

広島県土木施工管理技士会

極東興和株式会社

技術企画部

技術部工事課

中森 武郎[○]

阪本 誠

Takeo Nakamori

Makoto Sakamoto

1. はじめに

近年、コンピュータの高性能化やインターネットインフラの普及にともない、土木インフラの施工管理や品質管理にICT（Information and Communication Technology）技術が導入され始めており、橋梁施工においても身近な存在になりつつある。これらのICT技術の多くは、広範囲で複数の管理を効率化させるとともに、管理状況の「見える化」が可能で、リアルタイムに管理対象の変状を把握することで管理の確実性を向上させることが期待されている。

本稿では、ICT技術の一手法である「光ファイバセンシング（以下、光ファイバ）」の技術を活用したコンクリートの養生管理について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：小月バイパス王喜6号橋
PC 上部工事
- (2) 発注者：国土交通省中国地方整備局
山口河川国道事務所
- (3) 工事場所：山口県下関市小月地区
- (4) 工期：平成25年7月11日～
平成26年3月31日
- (5) 工事内容（図-1）

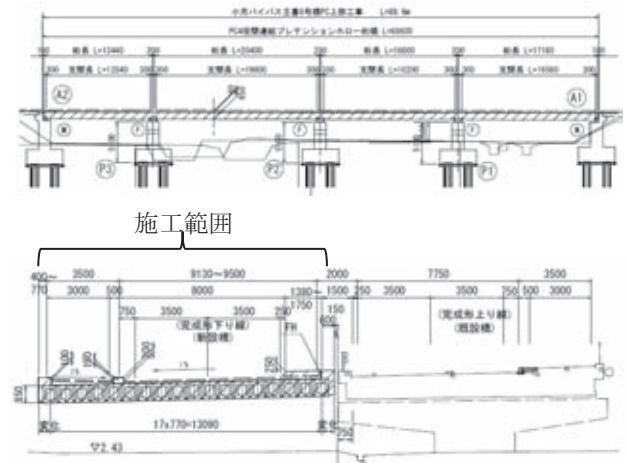


図-1 橋梁一般図

構造形式：プレテンション方式

4径間連結中空床版橋

橋長：L=68.600m

幅員：B=11.500～14.250m

光ファイバの概要

光ファイバは、石英ガラスを主成分とした光を通す細径のケーブルで、一般的には高速・大容量通信技術に利用されることが多いが、これに近赤外線光領域のパルス光を入射し、反射波形を分析することで、光ファイバ自体を温度検知媒体とすることができ、光ファイバの長さ方向に沿った温度分布測定が可能となる。

一般的に利用される熱起電力を利用した熱電対

に比べて、光ファイバは多点・分布温度測定において威力を発揮するとともに、軽量、細径、電磁ノイズの影響を受けない・発生させない等の特徴が活かせる用途に有効とされている。

(1) 光ファイバ温度測定機の概要

今回使用した光ファイバ温度測定機は、データロガー「DTSX200」にφ0.25mmの光ファイバ測定ケーブル（以下、OFC）を接続した構成であり（図-2）、以下の特性を有している。

- ・測定範囲はOFCの長さに依存するが、1m～6kmと広範囲に設定でき、10cmから1mの分解能で温度分布を測定できる。
- ・温度測定の許容範囲はOFCの溶融温度等に依存し、汎用的なOFCを用いた場合-20℃～100℃となる。一方、データロガーの性能としては-200～800℃までの温度測定が可能であり、高耐久なOFCを使用することで温度測定範囲を広げることが可能である。
- ・測定器が判別できる最小値である温度分解能は、1km以下で0.07℃、6km以下で0.5℃となる。

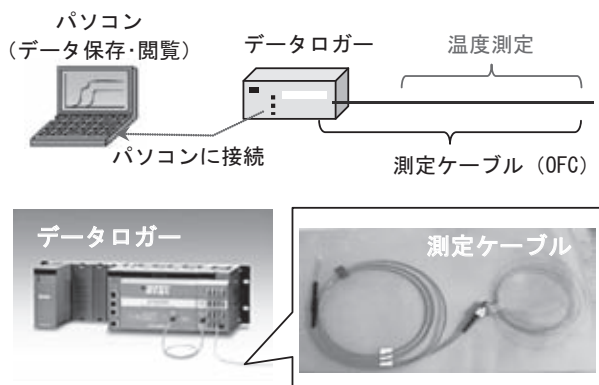
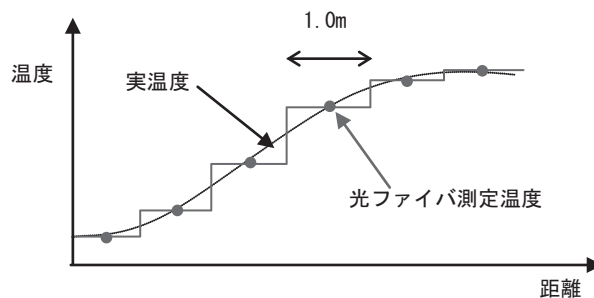


図-2 測定機材構成

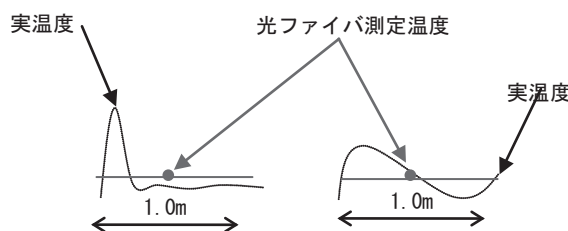
(2) 光ファイバによる温度分布測定の特性

今回使用した光ファイバによる多点・温度分布測定は、熱電対等で測定する接点温度を多数測定する技術ではなく、温度分布を多数区間測定する技術である。

この温度分布とは、測定位置を中心としたOFC上の1m区間における温度を平均して測定・表示するものであり、1mの測定区間以下の範囲における温度の偏りや局所的な温度変化を詳細に



a) 1m間隔の温度分布測定イメージ



実温度の温度分布状況を光ファイバでは把握できない（同様の平均温度で検知）。

b) 実温度と1m平均温度

図-3 温度分布イメージ

捉えることは困難である（図-3）。

そのため光ファイバ技術は、対象物の全体的な温度変化や温度分布を把握するのに適した技術である。

2. 現場における問題点

本工事は、工場製品のプレキャスト桁を現地に搬入、架設した後に橋面施工を行う施工手順を要し、全体工程の後半に橋面施工（地覆コンクリート打設）を行うこととなる。そのため、工期内に上部工施工を完了するために地覆コンクリートを冬期である2月初旬に打設する必要があった。小月地区における2月の日平均気温は4.6℃（最低1.2℃）であり、確実な保温養生が重要となる。

保温養生は、地覆全面をブルーシートで覆う放熱対策と外気温の低下が著しい夜間にジェットハーネスを用いた追加給熱を実施することとした（図-4）。しかし、バイパス拡幅工事である本橋の脇には供用中の道路が併走しており（図-5）、一般車が高速で走行する際の風圧によって保温用ブルーシートのめくれが懸念され、養生範囲全域（延長68m）で確実な保温養生が継続実施されて



図-4 保温養生状況

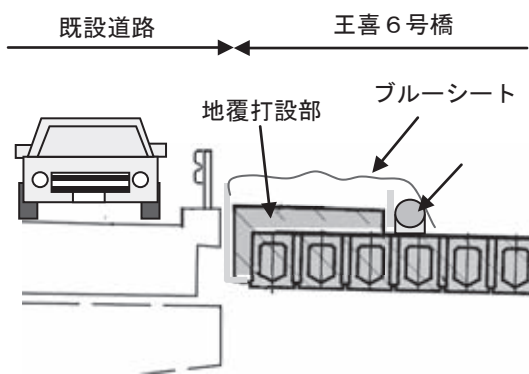


図-5 養生位置図

いるか監視・管理する必要があった。

3. 対応策と適用結果

養生中、コンクリートの凍結や強度発現の不良を防止するため、本現場での保温養生対策により、養生期間中、地覆全域(延長69m)で養生温度5℃以上を確実に確保していることを監視することとし、養生温度の監視に光ファイバ技術を活用することとした。なお、OFCは図-6に示すように、地覆天端付近の型枠側面に設置してブルーシート内の養生温度を計測した。

これにより、地覆全域の温度変化が把握でき、保温養生対策の効果や養生対策に不備(ブルーシートの損傷や給熱温度の不足)がある箇所を容易に確認することができる。

(1) 養生温度測定結果

養生温度の監視(計測)は、コンクリート打設後の養生開始時(19:00)から材齢5日まで行い、ジェットハーネスによる追加給熱は、現場作業終

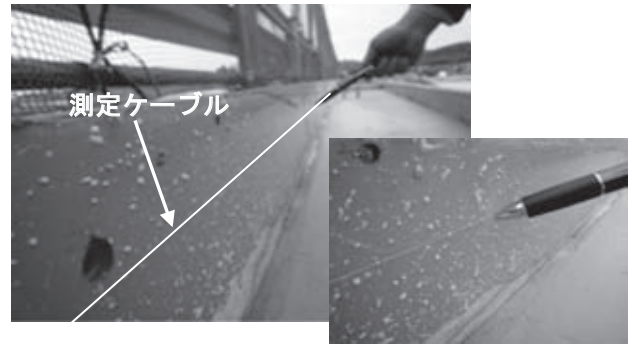


図-6 OFC 設置状況

了(19:00)から翌日の早朝(9:00)程度までの外気温が低下する夜間に毎日実施した。

OFCによる養生温度の測定履歴は、測定範囲と時間、温度を3次元グラフで表現することができ(図-7)、全体の温度分布(温度履歴)をみることで、ジェットハーネスによる給熱をA2側から実施していることを把握することが可能であった。

また、養生温度が5℃以下となる青色の分布がグラフ内に存在しないことから、一目で保温養生対策が十分であったことを把握できた。

今回実施したOFCによる温度測定は、単に温度を測定する行為のほかに温度分布の「見える化」により保温養生の確実性と給熱対策(温度上昇部)の履行確認にも有効であったと思われる。

(2) OFCの設置について

養生温度を測定するため、コンクリート打設直後に型枠側面にOFCを粘着テープで貼り付けたが、石英ガラスで構成されたOFCは衝撃に脆く、特に低温環境で顕著となるため、ケーブル設置作業時の衝撃により断線が発生し、設置に多くの時間を要した。

今後は、OFCを事前に暖めることや、衝撃を

表-1 養生温度の抜粋

項目	養生温度(℃)	日時
最低温度	5.3	材齢3日 AM6:00
最高温度	25.2	材齢3日 AM10:00
平均温度	12.2	

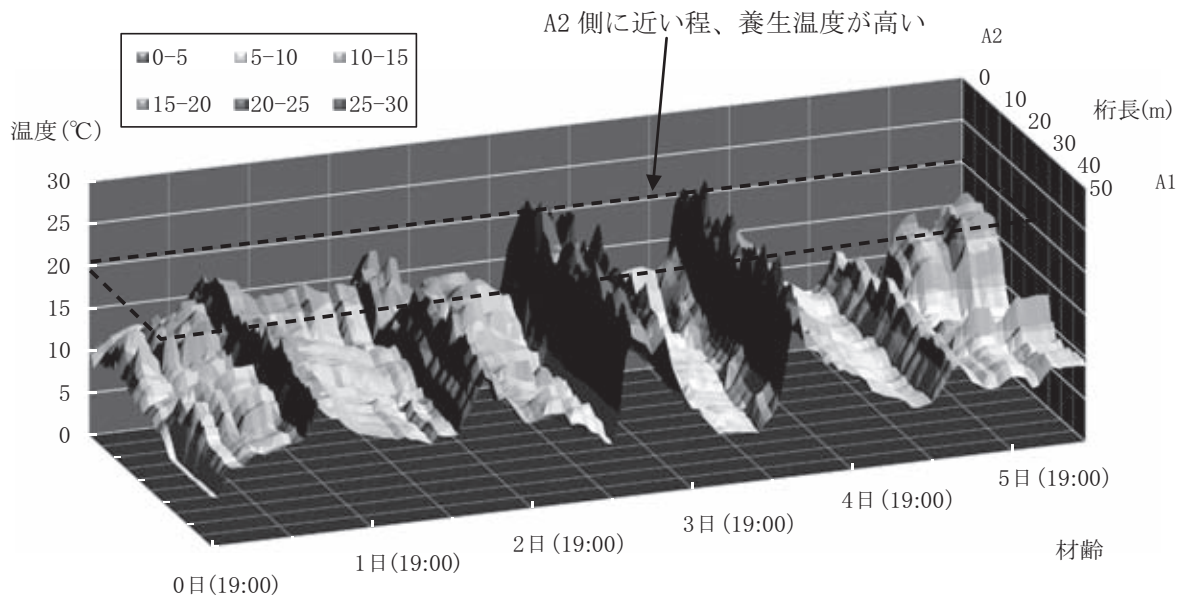


図-7 養生温度管理結果

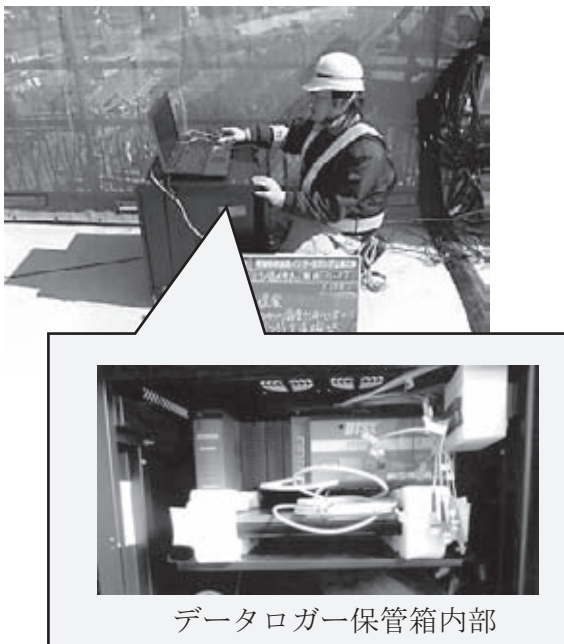


図-8 光ファイバ現場計測例

受けやすい現場での OFC 設置・接続作業を部分的でも削減できるように、施工手順を検討する必

要があると感じた。

また、精密なデータロガーを使用するため、設置場所（粉塵、防雨対策など）や電源供給に留意が必要で、使用にあたっては綿密な計画が必要である（図-8）。

4. おわりに

今回実施した、冬期養生管理は光ファイバの特性を活用した施工管理の一例と考えており、この特性を活かした用途拡大を現在模索しているところである。

今後も、光ファイバ技術をはじめ、その他 ICT 技術を活用し、施工における品質向上や省力化に継続して取り組んでいきたいと考えている。

このような取り組みを通じて、関係各位には多大なご支援・ご協力を賜っており、ここに記して感謝の意を表すとともに、本報告がコンクリート構造物の品質向上の一助になれば幸いである。

サーモグラフィーを活用した As 混合物の温度管理について

(一社) 北海道土木施工管理技士会

株式会社玉川組

建設部工事長

工務部長

石川 俊 哉[○]

小林 房 昭

Toshiya Ishikawa

Fusaaki Kobayashi

1. はじめに

本文は、アスファルト舗装の品質確保のため、サーモグラフィーを活用して混合物の温度管理を行った事例を紹介する。

サーモグラフィーを活用してアスファルト混合物の温度管理を行う試みは、弊社において本年度3現場にて実施したが本報告では特に、現場が標高の高い山間地に位置し、舗装施工を10月中旬から11月初旬までの寒冷期に行ったシューパロダム管理用道路舗装工事の事例を主体に、活用に当たって行った工夫と成果を述べる。

工事概要

- (1) 工 事 名：夕張シューパロダム管理用道路
舗装工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局札幌開発建設部担当
事務所／夕張シューパロダム総合
建設事業所
- (3) 工事場所：北海道夕張市
- (4) 工 期：平成26年7月1日～
平成27年1月20日
- (5) 工事内容

工事延長	L = 1, 481m
アスファルト舗装工	
表層工	A = 14, 121㎡
基層工	A = 10, 100㎡
上層路盤工	A = 10, 790㎡

他 路床盛土、下層路盤工、排水構造物工、
縁石工、防護柵工、区画線工

2. 現場における問題点

夕張シューパロ地区は北海道のうちでも寒冷で降雪量も多く過去30年のデータから10月中旬で日平均気温6℃、最低気温で2℃、11月初旬では日平均気温4℃、最低気温-0.5℃まで低下し、降雪も10月下旬に初雪、12月初旬では20cm前後に達する。以上の気象はアスファルト舗装の品質を確保するうえで極めて厳しい条件と言える。

近年、アスファルト混合物の製造はコンピューターで管理されたアスファルトプラントにおいて行われ、混合物温度にも変動は少なく寒冷期といえども均一な品質で出荷されるため品質への懸念は生じない。しかし、施工現場では混合物を薄く引き広げて（本工事では3cm～5cm）舗設するため、上記気象条件下の施工において混合物温度は急速に低下する、敷き均した混合物の温度を的確に把握し、最適な施工温度の範囲内で作業を完結させる品質管理の迅速さと正確さが求められる。

アスファルト混合物の温度は主に挿入型温度計や放射温度計を用いて測定されているが、挿入型温度計は挿入した点の範囲の測定に限られ、挿入してから測定値が確定するまで1分以上の時間を要する、そのため測定中に混合物の温度が低下し

てしまい、何度も別の場所に挿入し直して測定を繰り返して行わなければならない。放射温度計もハンディタイプやGPS使用のローラ搭載型があるがいずれも形態は点の測定に限られ、1日に広い範囲を施工するアスファルト混合物の温度を短時間で正確に把握するには多くの人員を必要とし管理が煩雑になる。

以上のことから、寒冷期に施工するアスファルト舗装の温度管理に欠かせない「スピードと正確さ」を兼ね備えたツール（機器あるいは方法）を入手する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

広い範囲の混合物温度を早く、正確に測定できる事を条件に種々の機器やその使用方法について検討を行ったが、挿入式温度計や放射温度計の中からは上記条件を満たすに十分な機器と方法は見つからなかった、しかし、FLUKE社の「現場用サーモグラフィー」の存在を知り、アスファルト舗装の温度管理に適用できるか、用途外ではないかと疑問だったがカタログを入手して機能の詳細を調べた。

「現場用サーモグラフィー」の主な機能

- ①デジタルカメラと同じ撮影操作で、熱画像を撮影し記録する。
- ②ビデオカメラと同じ撮影操作で、熱画像を動画で撮影し記録する。
- ③熱画像の撮影と同時に可視画像も撮影・記録される。
- ④測定対象のもつ表面放射率に合わせ、放射率補正が可能。
- ⑤-20℃～+250℃の温度範囲の測定が可能。
- ⑥専用の解析用ソフトウェア（SmartView®）を用いパソコンで温度解析やレポート作成が可能。

上記機能は前述の条件を満たすに充分で、現場においてアスファルト舗装の温度管理に適用可能と判断したため、採用を決めた。

測定は舗装品質の重要項目の締固め度と平坦性に最も影響を与える初期締固め前温度（アスファルトフィニッシャーで敷均したのちマカダムローラで転圧する直前の混合物温度）の管理を目的に、おおむね施工延長10mごとに行った。

測定結果は温度測定値と熱画像の温度分布がディスプレイに一度に表示されるので面的な温度情報を視覚で得られ、最適温度の範囲内で転圧が行われているか瞬時に把握でき、転圧の優先順位やタイミングをローラオペレーターにその都度、的確に指示することが可能となった。

ディスプレイに表示する熱画像を図-1に示す。



図-1 熱画像

- ①ディスプレイに表示されている範囲の最大、最小温度を表示。
- ②任意の大きさに設定できる「中心ボックス」の枠内の最大、平均、最少温度を表示。
- ③熱画像の温度表示に対応したカラーレンジを表示。
- ④中心ポインターの位置の温度を表示。

- ⑤測定年月日時分秒を表示。
- ⑥τ 画像の透過率を表示。
- ⑦ε 設定放射率を表示。

測定データは、データ容量を考慮して片側施工延長80m ごとのデータを本体内蔵のSD カードに画像データ・ファイルとして取込み、日毎の作業終了後1日分のデータを取りまとめて現場事務所のパソコンに保存した。

保存したデータは品質記録として整理するため、専用の解析用ソフトウェアを用いて熱画像と可視画像とで取出し、図-2に示すレポート形式に並べて表示して、温度情報と作業状況の情報、さらには位置情報が明確になるよう作成した。

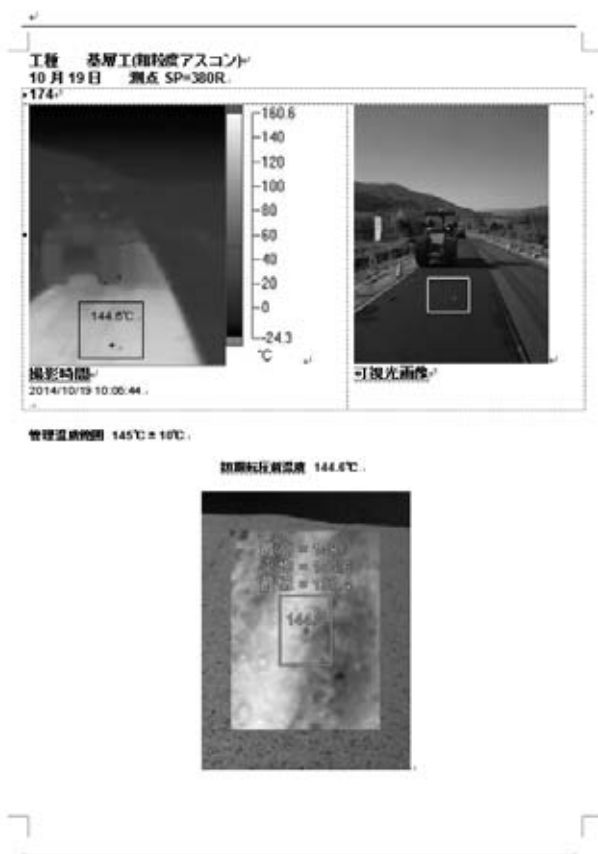


図-2 表示画面

舗装施工期間の気温は、10月中旬で日平均気温8℃前後、最低気温で2℃、11月初旬では日平均気温7℃前後、最低気温-0.7℃と氷点下まで低下してほぼ例年並みであった、降雪は10月下旬に13cm、その後舗装完了まで1cm前後の降雪を3回

観測した。

以上のとおり厳しい条件下で施工を行ったが、サーモグラフィーの活用によりアスファルト混合物の温度測定に要する時間も1回当たり数秒で済み迅速さが確保され、管理に負担を感じる事は無かった。

測定単位を点の測定から面の測定に替えた事により、舗装面全体の正確な温度の把握が可能になった。

共通仕様書の規定に基づき実施した品質試験の結果を以下に示す。

締固め度 上層路盤 $\bar{x}_{60} = 98.38\%$

基 層 $\bar{x}_{40} = 98.36\%$

表 層 $\bar{x}_{33} = 98.99\%$

平坦度 標準偏差 0.94mm

何れも仕様書規格値を満足し、さらに厳しく仕様書規格値の50%以内に設定した社内規格値をも満足した。全線にわたって均質な品質を確保する事が出来た。

他の2現場では、供用中の国道の切削・オーバーレイ工事で、日毎、舗装完了後に交通規制を解除する前に確認する、解放時混合物温度管理(50℃以下に定められている)にサーモグラフィーを活用した。

測定にあたっては管理の信頼度を高めるため、国総研の重回帰分析から得られた回帰式(近似式)を用いて降温時間を求め、求めた時間の経過後に測定を行った。

国総研 回帰式

$$t_{cool} = -213 + 0.96T_i + 3.3T_a + 13A$$

t_{cool} : 降温時間

T_i : オーバーレイ層初期温度(℃)

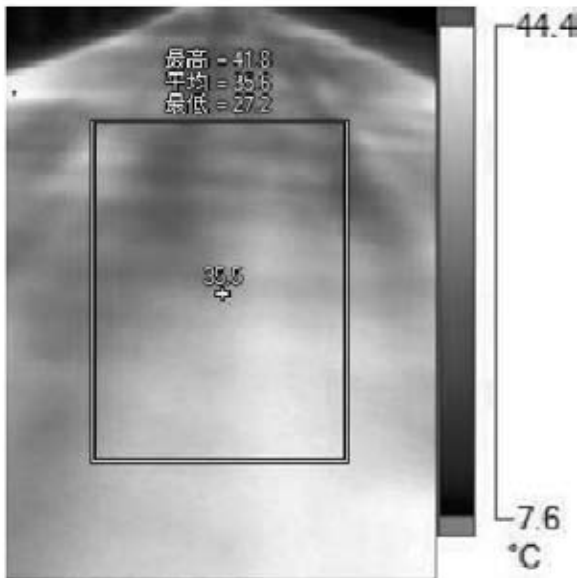
T_a : 気温(℃)

A : 施工厚(cm)

従来行っていた点の測定に比較して、推定された降温時間経過後に舗装全面の温度分布の確認を行ったため、管理の網を潜り抜ける不適格部分を見逃す事が無くなった。

解放時温度測定結果表を図-3に示す。

9月8日~9月9日 KP42400 (L)



KP42400 (L).IS2
2014/09/09 2:20:12

国総研によるアスファルト降温時間推定式

$$1. \quad t_{cool} = -213 + 0.96T_i + 3.3Ta + 13a$$

t_{cool}: 降温時間

T_i : オーバーレイ層初期転圧温度 (°C)

T_a : 気温 (°C)

a : 一層施工厚 (cm)

$$-213 + 0.96 \times 163 + 3.3 \times 15 + 13 \times 4 = 44.98 \text{ 分}$$

2. 敷均し開始時間 1:30

3. 測定時間 2:20

・開放温度測定 最高 41.8°C 最低 27.2°C 平均 35.6°C

図-3 解放時温度測定結果表

赤外線エネルギーを検知する現場用サーモグラフィーは光が無くてもフルカラーで表示されるディスプレイを確認しながら撮影が可能のため、夜間に施工した切削・オーバーレイ工事においても問題なく測定出来た。

4. おわりに

サーモグラフィーをアスファルト舗装の温度管理に取入れる試みは、取組んだ現場それぞれで期待以上の成果を上げる事が出来た。

アスファルト舗装に使用する機械は年々大型化され、メーカーでは競って制御機能の自動化を推し進め、舗設技術の革新を目指してきた、一方、混合物の品質を管理する温度測定の分野では放射温度計による自動化が行われているものの、点の温度を管理するに留まっている。

今回、試みに行ったサーモグラフィーを用いる温度管理は、あらゆる条件の舗装工事にも適用可能で、面的に温度を把握しながら施工管理を行う手法は、将来のアスファルト舗装の品質管理に一石を投げ得たと思う。

現在、弊社ではコンクリートの品質管理にサーモグラフィーを用いる試みも行っている。

新たな管理手法の改革に果敢に取り組むフロンティアスピリッツの継続を誓い、事例の紹介を終わる。

(引用及び参考文献：国総研資料No.653)

ジオシンセティックス製補強材を用いた 補強土壁工の有効性

長野県土木施工管理技士会
中野土建株式会社
工事所長
徳 竹 雅 博
Masahiro Tokutake

1. はじめに

本工事は、補強土壁工法を適用した道路新設工事である。補強土壁工は1972年に日本で初採用されて以来、今日まで日本各所において施工されており、その有効性が認められている。しかしながら、長野県内では過去に土中埋設されている補強材（帯鋼）が壁背面位置で破断し、壁面材が脱落した事例が報告されており、現場の諸条件に応じた配慮を怠ると重大事故に繋がるという教訓を与えている。

本工事では、現場の諸条件に配慮しながら、より良い（長寿命、建設費並びに維持費を含めたライフサイクルコスト低減）構造物であることを大前提としながら、建設リサイクルの課題に対処するために、新技術（ジオシンセティックス製補強材）を使用した補強土壁工を提案、施工した。その結果から得られた、ジオシンセティックス製補強材の有効性について報告する。

以下に本工事の概要を示す

- (1) 工 事 名：平成25年度 防災・安全交付金
（代行）工事
- (2) 発 注 者：長野県北信建設事務所
- (3) 工事場所：（市）4-116号 飯山市小菅
- (4) 工 期：平成25年8月27日～
平成26年12月19日

(5) 工事内容：

道路築造工 L=965.4m W=4.0(6.0)m
補強土壁工 L=97.2m A=529.6m²
その他 吹付法枠工等

2. 現場における課題

本現場における課題として、鋼製補強材の耐久性確保と寒冷地における補強土壁の長期安定性確保について述べる。

2.1 鋼製補強材の耐久性について

補強土壁に用いる盛土材料には、建設リサイクルを目的としてRC-40の適用を検討した。運搬距離、供給量の中から選定した工場では100%コンクリート碎石を生産しており、廃材であるコンクリート殻を100%原料とした碎石を使用することは、リサイクル推進に大いに寄与するが、補強土壁に適用された事例は少ない。

このRC-40について、通常確認項目である単位体積重量、内部摩擦角の他、鋼製補強材（ストリップ）に与える影響を確認するため、pH値と電気比抵抗についても調査した。

これは、通常的环境下（テールアルメの設計施工マニュアルP40ではpH5～12）においては、亜鉛めっき被膜、母材となる鋼材製ストリップは安定していると考えられているが、電気比抵抗が

表-1 RC-40の主な試験値

試験項目	試験値
三軸 粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$	17.26
せん断抵抗角 $\varphi(^{\circ})$	40.28
湿潤重量 $\rho(\text{g/cm}^3)$	1.939
pH	11.7
電気比抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	910

5,000 Ωcm 以上を確保できない場合、電気腐食による腐食の懸念が高まる。厳しい腐食条件にさらされると、最悪の場合破断に至る恐れがあると考えられ、補強材の耐久性確認が重要となる。鋼製補強材では、概ね100年耐久を見込んだ通常仕様として、腐食代1.00mm、めっき量は上下両面合計700 g/m^2 (片側350 g/m^2)にて耐久性の検討が行われる。

土質試験から得られたRC-40の主な試験値は表-1の通りであり、電気比抵抗が基準より大幅に低い値を示していたことから、腐食性環境にあるものと判断した。

1) めっきの耐久性

めっきの耐用年数について、次式並びに表-2 (参考)より求めた。

$$\text{耐用年数} = \text{亜鉛付着量} / \text{腐食速度} \times 0.9^*$$

※JIS-H8641解説より被膜残量10%時点で素地からさびが発生すると仮定

(出典：鋼構造物の溶融亜鉛めっき Q&A P7、P9)

一般に亜鉛めっきが長期的に安定しているのは、

表-2 米国各種土壤中の高純亜鉛の腐食

米国の各種土壤中の高純亜鉛の腐食
(12.7年埋設試験による腐食速度)

土 壌 の 種 類	$\text{g/m}^2/\text{年}$
無機質酸化性酸性土壌	粘土ローム 52 ローム 29 粘土 39
無機質酸化性アルカリ性土壌	沈泥ローム 43 砂利質ローム 130
無機質還元性酸性土壌	粘土 46
無機質還元性アルカリ性土壌	粘土 46 粘土 210
有機質還元性酸性土壌	堆肥 110 沼池 96 堆肥 180

pH6~12.5の範囲とされているが、腐食性環境にあることから表-2を参考に、年間腐食率を100 g/m^2 (アルカリ性土壌の最小値程度)と仮定、代入し計算すると、350 $\text{g/m}^2 \div 100\text{g/m}^2/\text{年} \times 0.9 = 3.15$ 年と短い耐久性しか見込めない。

2) 腐食代による耐久性

テールアルメの設計・施工マニュアル P288に記載されている図-1の腐食率推定図表に pH=11.7、比抵抗910 $\Omega \cdot \text{cm}$ をプロットし、腐食率0.017 $\text{mm}/\text{年}$ とした。そこから耐用年数を確認すると、58.8年 (=1.0 $\text{mm}/0.017\text{mm}/\text{年}$)となる。



図-1 腐食率推定図表

3) 本現場で推定される耐用年数

鋼製補強材の耐用年数は、めっきと腐食代による耐用年数の合計であるから、

$$1) 3.15\text{年} + 2) 58.8\text{年} = 62\text{年}$$

となり、本現場で盛土材として使用予定としたRC-40では、鋼製補強材を使用する工法では100年の耐久性確保の面で問題がある。仮にめっき厚増加で対応しても、先の計算ではめっき保持期間が大幅に延長される状況にならない。したがって、100年寿命構造物を満足する為には補強材又は盛土材を変更することとなるが、リサイクル促進、工期内の施工を条件とすると盛土材の変更は難しい状況であった。

2.2 補強土壁の安定性について

長野県内での脱落事例では、鋼製補強材の破断は凍上圧によるものと推察され、以降、壁背面フィルター層 (碎石等の耐凍上性の高い材料) によ

る凍上対策が実施されている。

また、現在では H24. 7 月版の擁壁工指針により、壁背面フィルター層に雨水等浸入しないよう排水対策を施す事となっている。

これは、浸入水により単位体積重量の増加、強度低下による土圧の増加の他、補強材の引抜き抵抗力や支圧抵抗力の減少を招くなど、安定性に及ぼす影響が大きいことからの追加対策である。

当地は豪雪地域に当たり、積雪および融雪水の浸透が考えられることから、補強土壁の安定性について検討した。積雪による荷重として、気象庁近傍観測所過去10年最大積雪深（3.43m）を用いて安定照査を行い、各種安全率を満足することを確認した。

ただし、融雪水の浸透による安定性低下の懸念に対しては、計算上の反映が困難であり、排水対策についてどの様な配慮を行うかが課題となった。

3. 対応策と適用結果

3.1 鋼製補強材の耐久性について

RC-40を使用するにあたり、鋼材の腐食に関する問題を解決する必要があった。

NETISにて腐食対策をキーワードとして調査し、有用と思われる技術として、『GSシステム』No. CG-130014-A（2011.11）を提案した。この技術では通常環境と高腐食環境対応製品があり、本現場の条件に適合するものとして、図-2の内④ HAEタイプで検討をすすめた。

GSとはジオシンセティックス・ストラップの

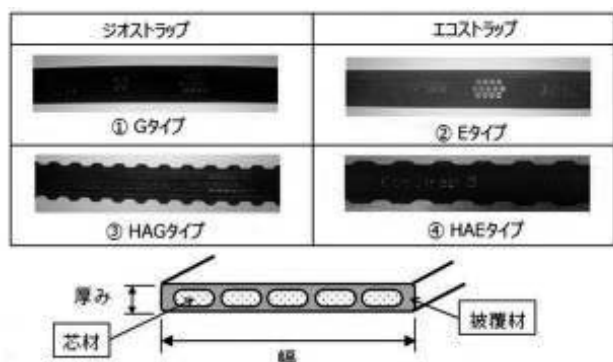


図-2 GS システムストラップの種類

略であり、高分子材料製補強材の事で、有名な物でジオテキスタイルがあり、ジオシンセティックスはそれらの総称である。

ジオテキスタイルが過去施工されている事例から耐候性、耐薬品性に優れていることは周知の事実であり、使用検討したGSシステムも pH 値12以上の強アルカリ環境下、塩分濃度の高い土砂でも使用可能な種類を有しているため、環境、規模に応じた施工が可能となっている。

これによって本現場で使用する RC-40（pH 値 11.7、電気比抵抗910Ωcm）の腐食問題を解決する事ができた。

尚、本製品使用時点で従来品に比べ経済性に劣ったものの、品質を落とすことなく、施工性改善ができ、RC-40の適用に際して問題ない事から、承諾により採用した。

3.2 浸透水対策について

次に雨水、融雪水の浸入を防止する為に、上載盛土内に排水シート（不織布 t= 3 mm）を図-3のように計画し、施工した。

排水シート施工範囲を補強材直上のみとしたのは、盛土材と地山境界部に、約10m 毎透水マット（幅30cm×厚さ3cm）を設置している事から、背面からの浸入水はそれにより処理できると判断したからである。

この排水対策による効果は、より確実な浸入水防止対策により、盛土部の飽和状態形成を防止する他、盛土材として使用する RC-40からのアルカリ成分溶出対策、周辺環境（水、植物等）保全にも寄与する。一般的に10cm～30cm 程度の表土

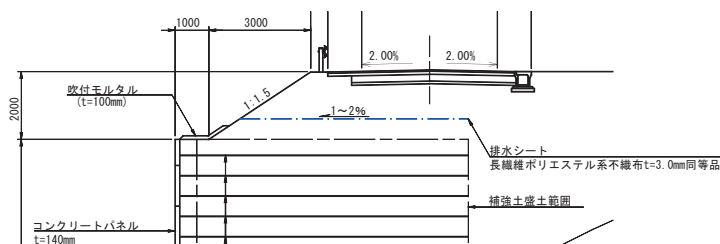


図-3 盛土内排水シート

(覆土)を通すことによりほぼ中性になると言われているが、溶出させないことが一番である。

又、RC-40はコンクリート塊を破碎し生産していることから、骨材周りに付着したモルタル分が多量に存在する。この付着モルタル分が、浸入水による乾燥・湿潤の繰り返しにより細粒化(スレーキング)し、性状変化による強度特性の低下、細粒分の増により目詰まりを起こし、透水性低下、耐凍上性低下につながってしまうことから、水を入れない構造について最大限考慮することは補強土壁の安定性確保の面で最も重要なことである。

なお、今回補強材をジオシンセティックス製に変更することにより、腐食の可能性を排除しているが、鋼材製補強材使用時並びに積雪(融雪水)が無くても排水シート施工は行うべきであると考ええる。なぜなら過去の変状のほとんどが水を原因とするものだからである。

3.3 施工における課題対応

今回、RC-40の使用により、施工手順や地下排水構造の簡略化の他、補強材の軽量化による施工性向上など、二次的効果を生み出し、工程短縮にもつながった。

しかし、RC-40を使用する上での対応策として提案した新技術であるGSシステムは、国内施工実績が少なく、施工方法も試行錯誤しながら対応していく状況であった。そのため、着手初期の段階では歩掛が低下したが、標準的な施工要領(メーカー製)よりも管理項目・頻度を多く取り、現場条件に応じた施工方法としたことで、施工能率の向上が図られ、品質・出来形を確保しながら早期に完成する事ができた。歩掛向上には鋼製補強材に比べて、取り扱いし易い特徴によるところが大きいと感じた。

また、新技術を採用したことに対して安心・安全を保証するべく、経過観察(動態観測)を提案、

実行している。壁高最大断面(H=約10m)にてひずみ計による張力計測、壁面垂直度を写真測量による画像解析、これらを進捗の各段階に随時実施し、データをまとめた。

現場完成時計測結果を(図-4張力)、(図-5垂直度)に示すが、張力は設計値内に余裕を持って入っており、破断する兆候は見受けられない。壁面垂直度も組立完成直後の位置(施工高の1%程度傾斜)をほぼ維持していることから所定の摩擦力確保ができている事を確認した。尚、安心・安全保証から計測は工事完了後も継続している。

『ジオシンセティックス製』補強材は、課題であった腐食性環境下での耐久性面だけでなく、今後増えるであろう既存構造物から発生するリサイクル材の利用促進にも有効なものとなると考える。

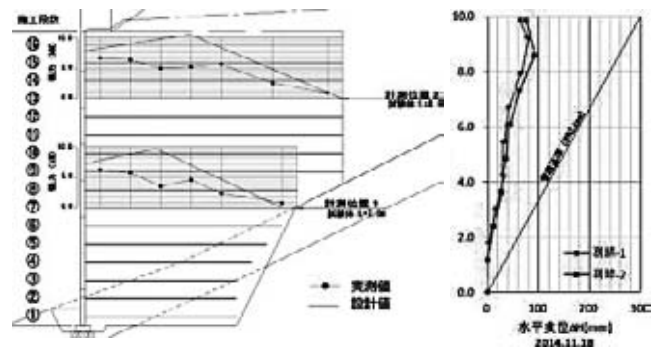


図-4 張力測定結果

図-5 垂直度測定結果

4. おわりに

今回、より良いものを造ろうとした事は、本来の地域貢献の一助であると自負するが、これに慢心する事無く努力を続けたい。

鋼材製に比べジオシンセティックス製は伸びる性質を持つ事から、施工時のたるみ除去を確実にすることが、今後の課題と考えるが、管理手法が確立できれば、垂直度0%も可能と考える。

最後に、本提案を承諾していただいた発注者、および施工に協力いただいた工事関係者に厚くお礼を申し上げます。

軟弱地盤の情報化施工における盛土管理

山形県土木施工管理技士会
株式会社平尾工務店
土木工事部課長
岡部 正洋
Masahiro Okabe

1. はじめに

本工事は地域高規格道路新庄酒田道路の一部であり、山形県東田川郡庄内町から同県酒田市東町を結ぶ総延長12.7kmの道路のうち、一般国道47号余目酒田道路改築事業の一環として酒田市大町地内の延長L=280m区間の本線に路体・路床・載荷盛土を主に行う道路改良工事です。

本工事場所は庄内平野に位置し、最上川の堆積作用により埋め立てられた低湿な平野で、土質は泥炭を主とした軟弱地盤であり、盛土による沈下や掘削時の変形が問題視され、各種の対策工事が実施されている地域での工事であった。

工事概要

- (1) 工事名：村南地区道路改良工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局
酒田工事事務所
- (3) 工事場所：山形県酒田市大町地内
- (4) 工期：平成25年9月13日～
平成26年3月25日
- (5) 工事内容：(図-1)
道路土工
路体 V=54,200m³
路床 V=7,000m³
載荷 V=14,400m³

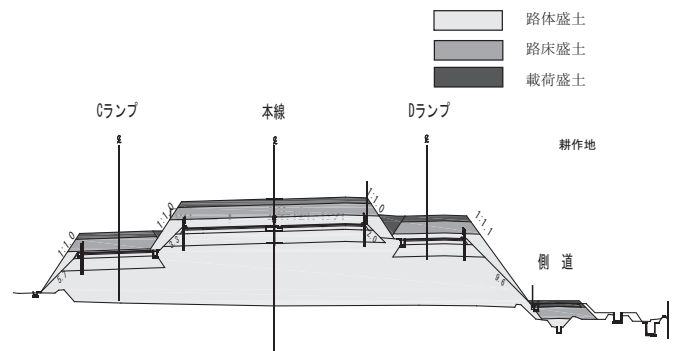


図-1 横断面

本工事区間の土層構成ですが表層2m程度まで粘性土と砂礫混じり土が入り交じって分布し、それ以深は有機質土を挟みながらシルトと砂質が分布し、N値の大半が10以下となる軟弱地盤地帯です。本工事は最大幅員W=50m、最大盛土高H=9.8mの緩速盛土10cm/dayで施工を行うものです。

2. 現場における問題点

本工事は軟弱地盤上にサーチャージ盛土を行う事が主工事であるが、サーチャージ盛土と併用して、圧密促進工法のカードボードドレーンと、ドレーン上部の排水層や建設機械のトラフィカビリティ確保のための工法として、サンドマットが先行して施工がなされていた。

施工順序は路体盛土→路床盛土→載荷盛土の順とし、路体盛土・載荷盛土を30cm毎巻出し、

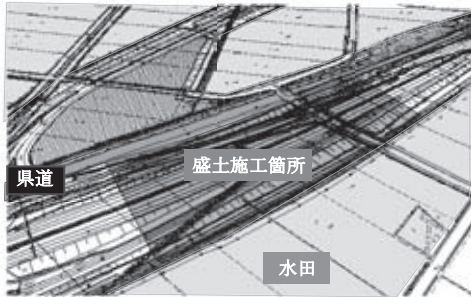


図-2 施工平面図

路床盛土は20cm 毎巻出しを計画し、現場の問題点を洗い出した。

問題点-①

最大盛土高が9.8m にもおよぶ高盛土のため、隣接する県道・田んぼ等周囲に及ぼす影響が懸念されます。隣接する県道(図-2)は町から酒田市へと繋ぐ主要なアクセス道路となります。この道路が利用不能になった場合の住民に及ぼす影響は大きな物になります。

また、この地域は米所として知られ周辺が田んぼに囲まれた稲作地域になります。地盤の変動により春からの作付けが出来なくなれば農家に及ぼす影響は多大な物になります。よって、地盤の変形・変動を予測・管理することが工事を進めていく上での重要なポイントとなります。

問題点-②

作業人員不足による工事の遅れの解消が必要。

年末年度末になると作業人員の確保が難しく、作業量はそのままに作業人員を減らして今まで通りの品質を確保しながら、安全に作業を進めることができないかを検討した。また、春の作付けに合わせた工期設定となっているため、工事に遅延が生じるとなると作付けが出来ない状態になるため農家にも影響が出てしまう。緩速盛土のため、盛土スピードが限られており、遅れを取り戻すためのスピードアップを図ることは困難な状況でした。

そのため計画的に効率よく工事を進めていく必要があり、生産性向上のための効率的な施工管理が工事の遅延解消の鍵となった。

問題点-③

高齢化による熟練技術者不足により、盛土の敷ならしはブルドーザーとしたが、数名確保することが難しく、解消策の検討が重要視された。品質の確保を図る上でも重要な事でもあり、大きな課題となった。

3. 対応策と適用結果

i. 情報化施工(3次元マシンコントロールシステム)の導入

情報化施工には【施工管理において活用する技術】TS出来形管理技術・TS/GNSSによる締固め管理技術と【施工において活用する技術】マシンコントロール技術・マシンガイダンス技術)があり、今回当現場で採用したのは後者のマシンコントロール技術です。

3次元マシンコントロールシステム(NETIS登録)は、GNSS(汎地球測位航法衛星システム)を搭載したブルドーザーに測量(設計)データから作成した3次元設計データ(図-3)をブルドーザーに読み込ませブレードの自動制御を行い、設計どおりの施工を行なうものです。

3次元マシンコントロールシステム(図-4)

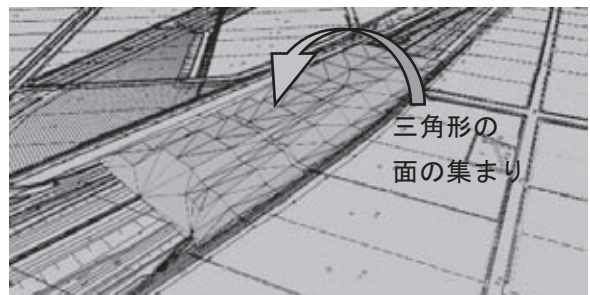


図-3 三次元データ



図-4 3D-MC 施工状況

はGNSSよりブルドーザーの位置情報を得ることで、ブレードの勾配と傾きがリアルタイムで自動制御される仕組みで、自動制御により、均一かつ高精度な仕上がりが可能となります。

施工時には重機の位置および設計データと、現在のブレードの高さ、設計値までの高低差、ブレードの勾配などが表示されます。また、画面上の矢印を直接タッチすることで、オペレータがその場で簡単に設定することが出来ます。従来は丁張りを見ながらオペレータが排土板を制御していたため、オペレータの熟練度に影響されていましたが、このシステムを導入する事でオペレータは建設機械を前進させるだけで、均一な巻き出し厚さに整形することが出来ました。

夕暮れの作業では、サーチライト等を使用して照度を確保し作業をしていましたが、精度の低下は避けられませんでした。本システムでは照度に影響しない仕上げができて品質の向上も図れているとおもいます。

ii. 軟弱地盤動態観測システムと地中動態観測の導入

従来の観測手法では観測者、観測補助の計2名必要でした。また盛土延長が長い工区では数回にわたりレベルのTPが発生し、多大な工数を必要としていました。

軟弱地盤動態観測システム（NETIS登録）は、図-5のように自動追尾・自動視準機能を搭載したトータルステーションによるワンマン観測システムです。



図-5 自動追尾・視準観測状況

プリズムを自動追尾・視準した状態で観測者が沈下板・変位杭に移動し、遠隔操作により座標を取得します。放射状に観測を行うため、沈下板および変位杭はトータルステーションの設置位置を変えることなく一度に観測が可能となり大幅な時間短縮を図ることが出来ました。

取得した座標は観測完了後に、専用ソフトに取込み、管理図（グラフ）を自動計算により出力します。

専用ソフトに取込むことで、データ処理の効率化や手入力によるミスの軽減が可能となりました。

観測データ取りこみにおいて効率化を図ることが可能となり、速やかな盛土の挙動把握が出来、現場での素早い対応が出来るようになりました。

また、軟弱地盤動態観測と併用して地中動態観測を補助工法として行ないました。

図-6のようにボーリング孔に埋設した測定管（以下ガイド管）に測定作業ごとに計器（以下プローブ）を挿入してガイド管の変形を測定するものであり、初期値（最初に埋設した際のガイド管の形状）とその後の計測結果の差から変位量を求めることが出来ました。



図-6 観測状況

冬期観測のため、観測孔を簡易の小屋で囲み、天候に左右されないように保護し、毎日の観測を行いました。観測データからの変位量1mm以下、50cm区間で17mm以下の範囲で監視する事が出来ました。

4. おわりに

軟弱地盤盛土のブルドーザーによる情報化施工を実施しましたが、設計入力データ作成がTS出来形とほぼ同じ作業を行いません。今回TS出来形はやっておりませんが、併用して行えばより良い施工・品質管理が行えると考えます。

施工当時はまだ台数も少なく、規模の大きな工事でないと経済的に検討が必要でしたが、これか

らの普及に期待したいと思います。

また、施工及び管理は作業人員を抑えて工事を進めることが出来ましたが、不慣れなところもあり、当初は戸惑いながらの作業となりました。

日々、作業を繰り返すことにより、段々慣れてきて効率よく管理することが出来ました。

これからますますIT化、機械化が広まると思いますが、さらに挑戦していきたいと思います。

CIMへの試み

新潟県土木施工管理技士会

猪又建設株式会社

工事長

川上 康弘

Yasuhiro Kawakami

1. はじめに

CIM モデルを作成し現場施工を行った。図-1 は雪崩防護柵の完成写真と CIM モデル。部材名、数量等の属性を付加した。鋼製の防護柵を40°前後の急斜面に24基配置する。2期の工事で測量から簡易な設計さらに施工管理まで一連で実施。3次元（以下、3D）測量データを利用して取組んだ。

設計では現況地盤と構造物の摺付けを可視化し整合性を図る。3D モデルから2次元(以下2D) 情報や属性を入出力して活用。さらに施工管理では3Dで情報化施工も実施、施工の効率化を検証。

2件工事、2年間で検討そして試行したCIM。実施の過程を中心に紹介しさらに活用事例等も報告する。

工事概要 土木工事 2件工事

- (1) 工事名：妙高山地区(燕)地域防災対策
総合治山工事(H24ゼロ国) 1件目工事
妙高山地区(燕)地域防災対策
総合治山工事(H25ゼロ国) 2件目工事
- (2) 発注者：上越森林管理署
- (3) 工事場所：新潟県妙高市大字妙高山国有林
- (4) 工期：平成25年3月27日～
平成25年11月30日
(H24ゼロ国)…1件目工事

平成26年3月20日～

平成26年11月28日

(H25ゼロ国)…2件目工事



図-1 完成写真と CIM モデル

2. 現場における問題点

現場の範囲は横断、縦断方向それぞれ約100m。

現況測量、3Dモデリングおよび施工管理。3つの行程で問題と課題があった。

- ①地形に沿った構造物の配置計画と測量方法。
- ②現況地形図と3D図の作図方法。
- ③CIMモデルを活用した現場管理の効果。

図-2に業務毎の問題点と課題を示す。

業務内容	条件・行程	問題点・課題
① 調査・測量	イ) 急斜面での作業。 ロ) 1アール以上の面積。	1. 他工法の比較はどうか。 2. 測量の方法はどうするか。 3. 3Dデータを残せるか。
② モデリング 3D化	ハ) 属性を持った地形モデルの作成。 ニ) 鋼材や躯体を詳細に3D化する。 ホ) 属性付加の程度。	1 現地盤の3D図、作成方法はどうするか。 2 鋼材の2Dデータの提供がない。 3 3Dモデルにどこまで情報を付加するか。
③ 施工管理	ヘ) 3Dデータの活用。 ト) 3Dモデルと施工管理システムとの連携。	1 どの行程でどのように使うか。 2 丁張や位置出し、出来形管理にも使えるか。

図-2 業務内容～課題～問題点

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1-1. 調査・測量 他工法の検討

①他工法の比較…「3Dレーザースキャナで現況地盤を取得したい」当社に設備がないため測量会社に相談して現地確認した。以下の理由で現場には適さないとのことで断念した。

- ア) 急峻な斜面に凸凹。植生も密であり不可視部が発生する。
- イ) 安全で不動な基準点が設置出来ない。
- ウ) 当社にデータを動かすソフトがないので高額になる(100万円以上)。

3-1-2. 測量方法 3Dデータ取得方法

①測量方法…ノンプリズム光波を使用した「3D放射観測」で観測点のX、YおよびZ座標を取得した。まず施工に支障のない場所に基準点、2点測設。機械点を開放トラバースで増設し、同時に現況を放射観測。後方交会法も併用。急峻な岩盤斜面等はノンプリズムで測定した。図-3に測量状況を示す。10,000㎡の調査範囲を網目状に観測、地形の変化点も詳細に測量した。約700点の現況観測。所要工程は3人工、6日間であった。



図-3 測量状況

3-2-1. 現況地盤3D化

使用したIT機器であるソフト、ハード類を図-4に示す。3DCAD、スマートフォン以外、当社が所有する設備でCIMに取り組んだ。

I. 座標データ取込…測量時に機器②、③で取得したsimaデータ。この3D測量結果を施工管理システムに取込むことから作業を始めた。図-5に作業内容、手順および時間を示す。

番号	名称	用途	仕様
①	トータルステーション (TS)	測量 測設 計測	ノンプリズム測距
②	データコレクタ	測量 TSと無線通信 XYZデータ取得(sima)	USBメモリー対応 雨天使用可能
③	3次元計測ツール	測量 TSと無線通信 XYZデータ取得(sima)	PDA 情報化施工 TS出来形対応
④	スマートフォン	3次元図受信 3次元図配布	Android4.4
⑤	施工管理システム	測量データ処理	建設システム デキスパート
⑥	3次元CAD	2次元図読込 3次元図作成	グレーダスケッチ アップ



図-4 使用IT機器

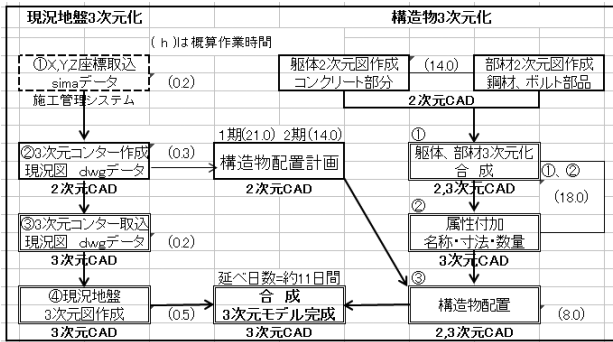


図-5 現況地盤、構造物3D化作業手順

II. 3Dコンター作成…2DCADで等高線を座標データから作図する「コンター自動発生」を利用。20分程度で1m間隔の等高線を作成。機器⑤の施工管理システムには付属しない機能であるため、他ソフトで作図した(図-6)。

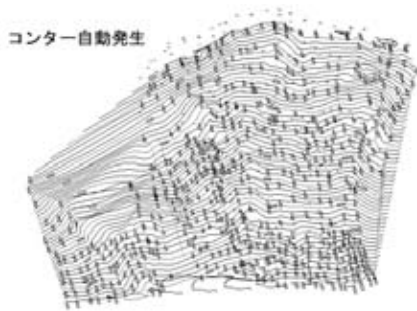


図-6 コンター作成

III. 3Dコンター取込…IIのDWGデータを3DCADに取込む。自動で立体化される(図-7)。X, Y, Z情報を持ったDWGデータ。3DCADで読込むと立体表示される。数分の作業。

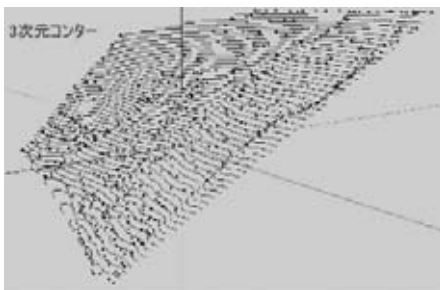


図-7 3Dコンター

IV. 現況地盤3D図作成…地盤作成ツールで1mピッチの等高線をつなぐ。起伏を明確にするため色を付ける。30分程度の作業である。現況地盤3次元化完了。2DCADでは判断できない斜面の

凹凸等を可視化出来た(図-8)。

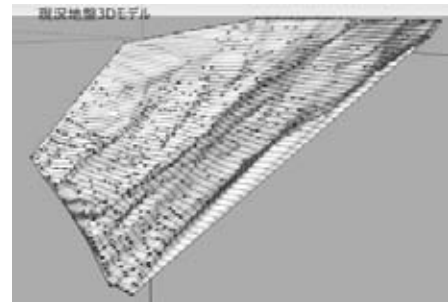


図-8 現況地盤3D

3-2-2. 構造物3D化

I. 躯体と部材の3D化…「2D図を書いてから3Dモデルを作成する。」現状では構造物は2D図を基準にして3D化している。鋼材や部材の詳細寸法が必要となった。メーカーに部材のCAD図を求めた。CIMがまだ理解されていないのが理由か提供はなかった。現物の寸法を測り2D図を作成、3D化した(図-9)。



図-9 ハイテンションボルトの作図状況と配置

II. 属性付加…構造物を①山側基礎②谷側基礎③鋼材と大きく3つのブロックに分けてグループ化した。それぞれに名称、寸法、数量情報および施工後にはコンクリート打設日等の情報を付加。鋼材は種類毎に重量も追加。マウスでポイントするだけで情報が表示される(図-10)。

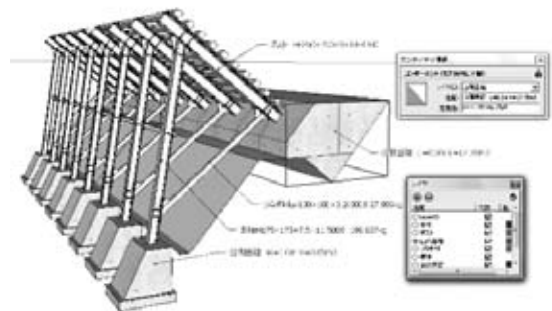


図-10 属性付加状況

Ⅲ. 構造物配置計画…現況地盤3D化のⅡで作成した2D現況図に構造物を配置していく(図-11)。上段、中段、下段それぞれ等高線上に構造物24基を配置。



図-11 構造物配置

Ⅳ. 合成、3Dモデル完成…現況地盤3D化のⅣで作図した図に構造物を合成。位置合わせはⅢの2D図を基準とする。地山の起伏に見合った配置を施工前に判明出来た(図-12)。

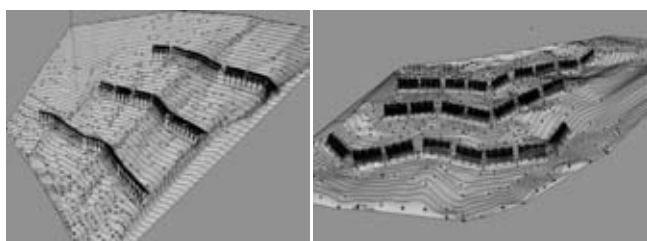


図-12 側面図と上面図

3-3-1. 施工管理 3Dデータの活用

①任意断面の取得…横断図や構造物の断面図が必要な場合に適用。任意位置で3D図をカットしてDWGで出力。2DCADで編集等可能(図-13)。

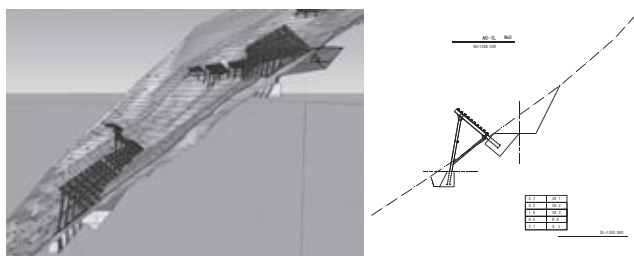


図-13 任意断面の抽出

②書類作成と合意形成…協議書類や数量計算書での添付図は全て3D図を使用。図-14は鋼材組立足場の必要性を監督職員に説明。



図-14 発注者協議状況 スマートフォンも利用

3-3-2. 施工管理 3Dモデルと出来形管理

法面植生工の面積…植生マット工施工箇所。巻尺測定(以下、①)とTS測定(以下、②)による3D観測の2方法で検証した。計測状況を図-15に示す。①と同じポイントを3D放射観測で測量。3DCADで座標を読み込み立体化。面積を算出する。

①、②の展開図を図-16に示す。さらに2方法の測定結果比較を表-1に示し両者を比較する。



図-15 計測状況

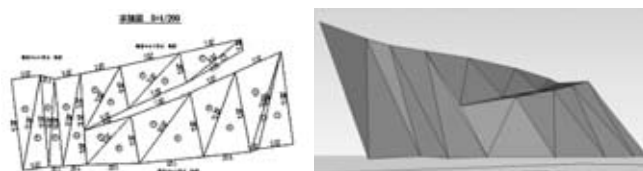


図-16 法面測定展開

表-1 測定比較

方法	項目	作業人数	測定時間	作図時間	測定面積
①	巻尺測定	3人	35分	40分	376.1m ²
②	TS測定	2人	15分	25分	374.3m ²

面積では①が1.8m²多くなった。点間を直線とみなし自動算出を行う②。①は測定面の凹凸に沿って計測されたため差異が発生したと判断される。測定時間やデータ処理は②が①に比べ約1/2で作業可能な結果。3D情報化施工の効率化が確認できた。

4. 終わりに

「地形に沿って構造物が配置されて、美観も優れている」検査官の講評を得た。地形と構造物の不整合箇所を調整。面積の自動集計による効率化、3D図から2D図へ自動作図、さらに発注者協議の円滑化等にも CIM モデルが活用出来た。

一方ではまだ CIM 認知度の低さを痛感。測量やモデリングでは試行錯誤し労力を費やした等、課題も見えた「CIM への試み」であった。

これから建設業界で主流になる CIM。2D から 3D へ乗遅れのないように勉強しなければならない。そして土木施工管理技士として CIM を普及、啓発させていきたい。

デジタルカメラによる3次元アンカーボルト位置計測について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

竹内 彰[○]

Akira Takeuchi

筒井 隆文

Takafumi Tsutsui

吉嶺 建史

Kenshi Yoshimine

1. はじめに

東海旅客鉄道（株）では、開業50年を迎えた東海道新幹線の土木構造物の延命化を図るため、平成25年度より土木構造物の大規模改修工事を行っている。その内容は、トラス橋、開床式下路プレートガーダー橋の床組接合部対策や、支承部取替補強などがあり、全線の工事を10年間で完了させる計画である。

支承部取替補強では、ブラケットで主桁を仮受けし、その間に支承を取り換える。ブラケットの取り付けフローを図-1に示す。ブラケットは、下部工に定着したアンカーボルトで支持されるが、アンカーボルトは、下部工の鉄筋を避けた位置に配置せざるを得ないため、アンカーボルト位置計測後にブラケットを製作する必要がある。また、計測精度によっては、ブラケットが取り付けられず、手戻りが発生してしまうため、位置計測は非常に重要な作業である。これらの課題を解決するため、デジタルカメラによる3次元アンカーボルト位置計測を行った。本稿では、この計測技術について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：静岡地区新富士保線所ほか3保線所管内土木構造物大規模改修その他工事（鋼橋その2）

- (2) 発注者：東海旅客鉄道株式会社

- (3) 工事場所：静岡県富士市～浜松市

- (4) 工期：平成24年5月～平成27年3月

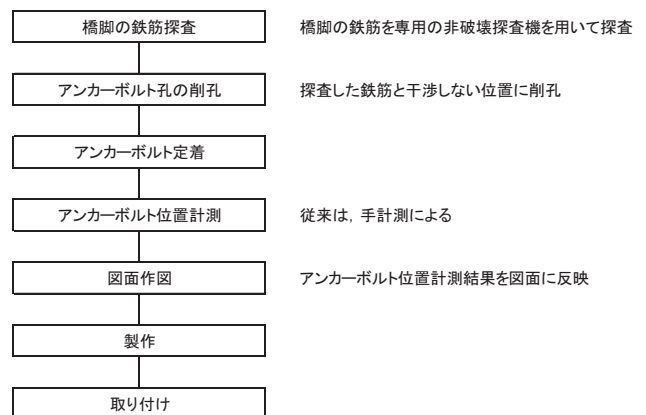


図-1 ブラケット取り付けフロー

2. 現場における問題点

本工事の施工に当たって、下記の問題点があった。

- (1) 平成26年度に施工する支承部取替補強に用いるアンカーボルト総数は、約700本と非常に多い。また、次年度以降も同程度の本数のアンカーボルトを施工する必要がある。
- (2) 従来は、アンカーボルト位置計測を差金や巻尺を用いた手計測で行っていたが、ブラケット1基（アンカーボルト18本の場合）の計測で約2時間かかっており、計測時間を短縮する必要がある。

- (3) 手計測による計測では、計測者の技量により精度にバラつきが生じることや、施工本数が非常に多いため、ヒューマンエラーが発生する可能性がある。
- (4) アンカーボルトは、下部工前面に対して直角に施工することが前提であるが、削孔、定着の精度により、下部工前面に対して、傾いてしまう場合がある。

3. 対応策と適用結果

先の課題に対し、橋梁製作時の部材計測に用いられているデジタルカメラ計測システムを適用することとした。

(1) デジタルカメラ計測システム

使用したデジタルカメラ計測システムの概要を表-1に、ターゲットの設置状況を図-2に示す。

表-1 デジタルカメラ計測システムの仕様

システム名	VFORM(株式会社横河技術情報)
計測精度	1/20000
使用機材	デジタル一眼レフカメラ 専用ターゲット 解析用パソコン

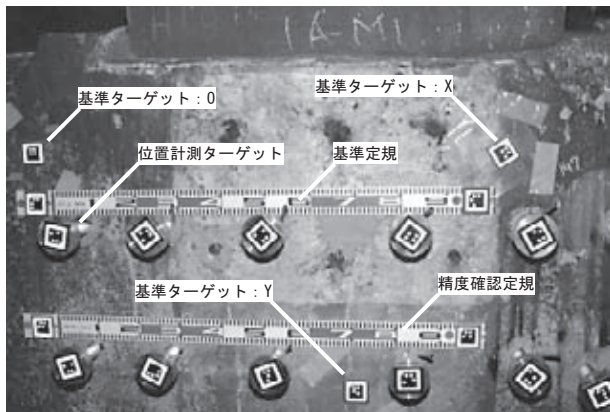


図-2 ターゲット設置状況

位置計測ターゲットは、橋脚より突出したアンカーボルトの先端に設置する。また、基準長さを定義するためのターゲット（基準定規）と、基準平面を定義するためのターゲットをそれぞれ橋脚前面に設置する。設置したターゲット（基準ターゲット：OXY）から1～2m程度離れた位置から複数枚写真を撮影し、画像処理を行うと、ター

ゲットを設置したアンカーボルト先端位置が、図-3のように解析される。



図-3 画像解析結果例

この解析結果は、図-4に示すように、アンカーボルト先端位置を基準平面（橋脚前面）に投影したCADデータとして出力されるため、ブラケット作図に利用することが可能である。

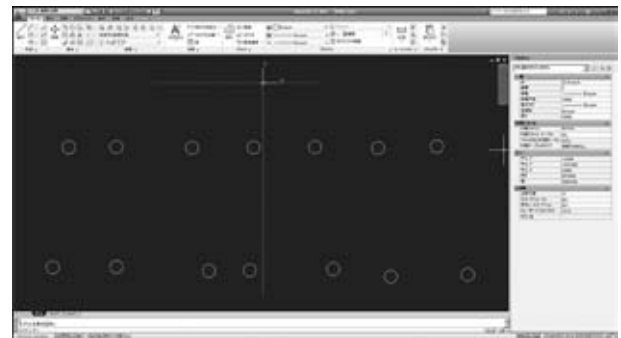


図-4 CAD出力

(2) 計測時の工夫

使用したデジタルカメラ計測システムは、市販のものであるが、計測作業の効率化と計測精度向上を図るため、独自の工夫を行った。

①ターゲット設置治具の開発

デジタルカメラ計測システムでは、ターゲットを計測位置にマグネットで設置する方法が一般的であるが、この方法では、作業者の技量によらずにアンカーボルト先端に精度よくターゲットを設置することが難しい。また、設置作業に時間を要することや、強風などでターゲットが落下してしまうなどの問題点がある。そこで、図-5に示すターゲットを設置するための治具を開発した。

アンカーボルト先端には図-5に示すようにねじ切り加工が施されているため、そこにねじ込め

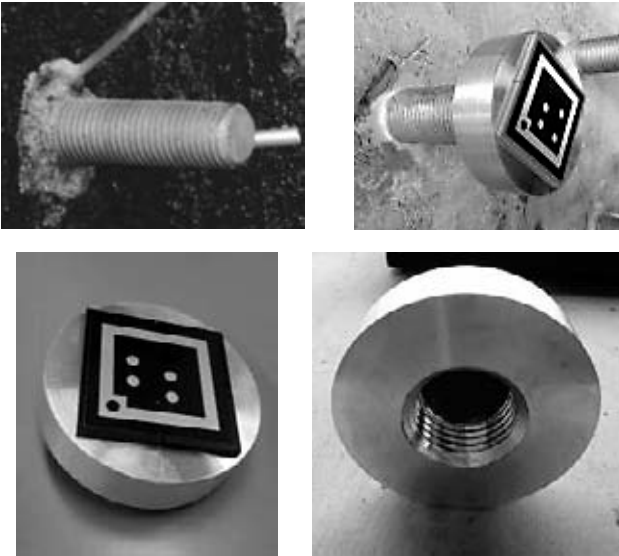


図-5 計測治具及び設置状況

る同径のねじ切り加工を施したアルミ製の治具を製作した。治具中央にあらかじめターゲットを貼付し、治具をアンカーボルトの先端にねじ込むだけでターゲットをアンカーボルト中心に設置することを可能とした。また、治具のねじ切りは、貫通しておらず、一定の深さまでねじ込むと止まるようになっており、ねじ込み過ぎによるターゲットの損傷を防止している。この治具の工夫により、ターゲット設置時間を削減できると共に、作業者による設置誤差を無くすことができた。

②斜めに設置されたアンカーボルトへの対応



図-6 傾斜アンカーの例

アンカーボルトは、種々の理由から図-6に示すように必ずしも橋脚に対して垂直に設置することができない場合がある。アンカーボルトが橋脚に対して斜めに設置された場合（以下、傾斜アン

カー）、アンカーボルトの先端位置と、ブラケットを固定する橋脚前面における位置とでは、ずれが生じるため、アンカーボルトの先端位置をアンカーボルト位置として計測しただけでは、ブラケットを現地で取り付けられない可能性がある。従来は、製作工程の段階でブラケットの原寸大フィルムを作成し、そのフィルムを現地のアンカーボルトに重ねることで、ブラケットが取り付けられるかを確認していた。しかし、この方法では、傾斜アンカーを発見した時点で、ある程度、製作が進んでいるため、手戻りが発生してしまう。そこで、アンカーボルトの先端位置だけでなく、橋脚前面における位置もデジタルカメラ計測で取得できるシステムを構築した。

図-7に示すように、アンカーボルトの先端位置は、先に述べたように、ターゲットから基準平面（橋脚前面）におろした垂線と基準平面（橋脚前面）との交点（a点）として算出される。一方、アンカーボルトの橋脚前面における位置は、ターゲット面から法線方向、すなわち、アンカーボルトの軸方向におろした線と基準平面（橋脚前面）との交点（b点）として算出される。

これらa点とb点のずれ量eを算出すること

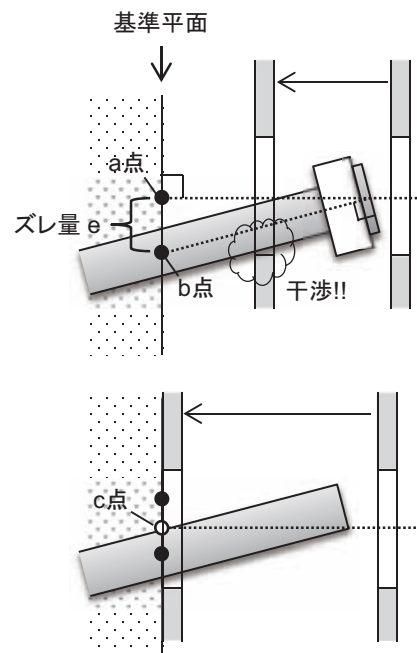


図-7 傾斜アンカー計測の概念図

で、傾斜アンカーのずれ量を計測することが可能となる。このずれ量 e が、任意に設定した閾値を超えた場合、アンカーボルトの先端位置と橋脚前面における位置の計測結果を CAD データに出力することとした。

このようなシステムを構築することで、デジタルカメラ計測時に傾斜アンカーの存在を把握することが可能となった。平成26年上期では、計測した700本中3本が傾斜アンカーであったが、a点とb点の midpoint c にブラケットのアンカーボルト孔を配置することで、すべてのブラケットで手戻りなく設置することができた。

(3) 成果

アンカーボルト位置計測時間の従来方法との比較を表-2に示す。デジタルカメラ計測を利用することで、計測時間は1箇所あたり1.5時間短縮することが可能であった。図-8にブラケットの設置状況を示す。ヒューマンエラーは発生せず、すべてのブラケットで手戻りなく、予定していた工程を遵守することができた。

今回は、アンカーボルト位置計測にデジタルカメラ計測を用いたが、本技術は、作業の効率化や施工精度が求められる補修工事の様々な場面での

活用が期待できる。



図-8 ブラケット設置状況

4. おわりに

本工事は、東海道新幹線の徐行、運休をすることなく施工している。大規模改修が始まり、約2年となるが、その間、様々な問題に直面し、その都度、発注者である東海旅客鉄道（株）殿と施工業者で協議しながら工事を進めてきた。今後も、安全を第一に大規模改修を進めていく所存である。

最後になりますが、本工事の施工に当りご指導いただいた発注者の方々及び工事関係各位に厚くお礼を申し上げます。

表-2 アンカーボルト位置計測時間の比較

手計測		デジタルカメラ計測	
作業内容	所要時間(分)	作業内容	所要時間(分)
準備工	10	ターゲット設置	10
計測(確認含む)	75	写真撮影	5
片づけ	5	データ解析(CAD出力含む)	10
データ整理(CAD出力)	30	片づけ	5
合計	120	合計	30

供用中の既設橋梁を活用した拡幅工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
日本車輛製造株式会社

現場代理人

遠藤 謙介[○]
Kensuke Endo

計画担当者

村松 真木也
Makiya Muramatsu

工事担当者

勝野 貴文
Takafumi Katsuno

1. はじめに

本工事は、一般国道2号加古川バイパスと東播磨道を繋ぐ、立体交差流出入口部を新設する拡幅工事である。建設後45年経過した既設橋と新設橋を一体化し車線幅員を拡幅する。既設橋はTL-20で設計されているため、工事に伴い活荷重条件を見直すと補強が必要になるが、支承や下部工へ与える負担を軽減するためには補強量を少なくしたい。そのため既設橋の活荷重を新設橋に負担させる応力調整を実施した。さらに施工中に既設橋の老朽化による品質低下が見つかり、最適な工法を検証しながら補修工事も併せて実施した。既設ストックを活用した技術は効率的、経済的であるた

め将来このような施設整備が多くなると推察する。本稿では将来の同種工事に活かすため、施工事例について紹介する。

工事概要

- (1) 工事名：加古川中央JCTランプ橋他上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 近畿地方整備局
- (3) 工事場所：兵庫県加古川市野口町
- (4) 工期：2012年2月～2014年3月

2. 現場における問題点

建設後45年経過した既設橋において施工中に問題点を2点発見した。



図-1 Bランプ橋（竣工時）

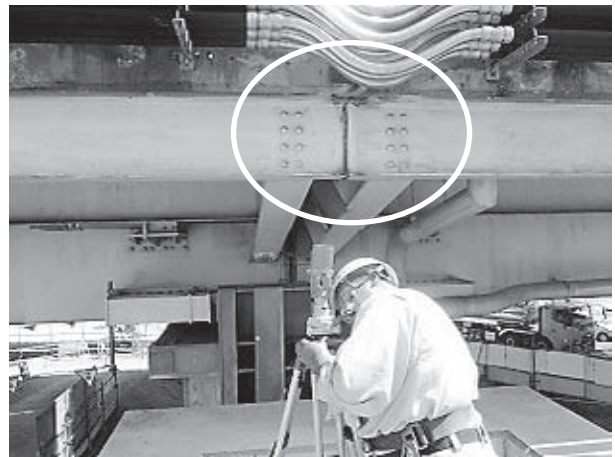


図-2 桁遊間異常

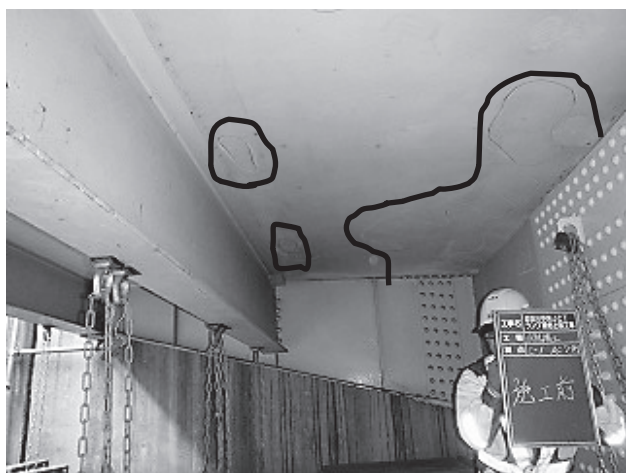


図-3 床版下面補強モルタル異音範囲（黒枠内）

(1) 桁の遊間異常

桁温度30℃の場合、設計遊間が90mmであるが、実測値は0mmであり接触していた。一体化拡幅工事であるため、既設橋が健全な挙動を示さなければ、新設橋にストレスが発生し、床版や支承を損傷させる恐れがあった。

(2) 床版下面補強モルタルの老朽化による剥離

既設橋の床版下面補強には吹付けモルタル工法が施工されていたが、打音ハンマーによる検査の結果、モルタルに浮きが多く見られた。新設橋と剛結する時には床版下面補強モルタルをコンクリートカッターで切断する必要があり、将来、切断面が品質低下の弱点になると予想された。

<既設橋（北野跨道橋）施工・点検履歴>

- 2003年 増桁補強、床版下面補強
- 2008年 橋梁点検B判定（状況に応じて補修を行う必要がある）
- 2013年 橋梁点検S判定（詳細調査が必要な損傷）品質低下は進行性であると判定された。

3. 対応策と適用結果

施工中に発見した問題点の解決方針を図-4に示す。桁遊間異常は緊急性があると判定した。床版下面補強モルタルの老朽化による剥離は緊急性が低いと判定し補修方法を立案した。

(1) 桁の遊間異常の対応策と適用結果

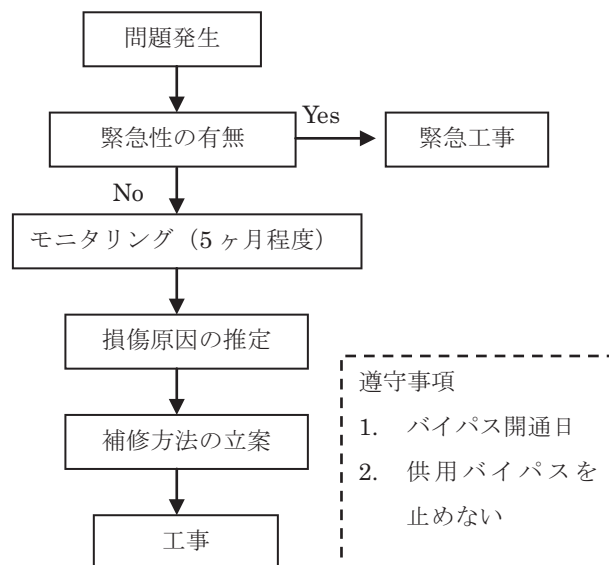


図-4 課題解決方針

主桁を温度変化に追従させるため桁端部をガス切断し、必要遊間を確保した。既設の伸縮装置を撤去し上フランジ部を切断する必要があったため、加古川バイパスを36時間連続規制して工事を行った。

また、遊間確保実施前後に支承及び下部工を4月～9月までの5ヶ月間モニタリングし既設橋における挙動の健全性を確認した。モニタリング手法は光波測器による自動計測とした。モニタリングの結果、固定支承及び可動支承の動きは健全であり、遊間確保の効果を確認できた。

(2) 床版下面補強モルタルの老朽化による剥離の対策と適用結果

供用中バイパスにおいて、単純に既設の床版下面補強モルタルを撤去すると強度が不足するため、供用交通の安全性確保が課題であった。そこで設計コンサル、舗装業者を交えて施工方法を検討した結果、床版下面補強モルタルを撤去する前に上面増厚を実施し、その後、既設床版モルタルを撤去する計画とした。床版補強前後のモデルを図-5に示す。

床版下面補強モルタル撤去工事は前例が無く本施工に先立ち試験施工を行った。東播磨道開通日まで工期が短いため、短工期かつ高品質で施工可能な工法を調査した。また、橋梁の交差物件には

県道と河川があり、撤去作業中に発生するコンクリート汚泥の落下対策など安全性にも配慮した。

その結果、手斫りとウォータージェット（アクアセルローター）併用工法を採用した。（表-1）

床版下面補強工の選定には炭素繊維工法と鋼板接着工法の2案を検討し、以下の理由で鋼板接着工法を採用した。

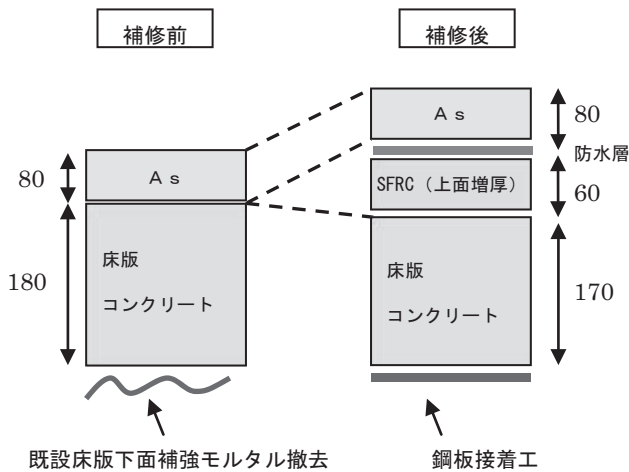


図-5 床版補強モデル

表-1 床版下面補強モルタル撤去工法比較表

工 法	結 果
① 手斫り+サンダー工法	施工速度が遅い。
② WJ（ロータリーガン）	施工不可能である。
③ 手斫り+WJ（アクアセルローター）併用	施工速度、品質、安全面で最も優れているため採用した。

※WJ → ウォータージェットの略

<鋼板接着工法を採用した理由>

- ①過去の床版下面補強モルタル施工時に既設床版面をブラスト処理し、施工面に凹凸がある可能性が高かった。炭素繊維工法の場合、施工面をより平滑にする必要があり、断面修復に時間を多く費やすと予想された。
- ②建設後45年経過しているため、既設床版に疲労クラックがある可能性が高かった。鋼板接着工法の場合、0.2mm以上のクラックであれば付加的に樹脂注入ができる。
- ③鋼板接着工法の場合、施工後に既設床版の点検が不可能になることが弱点であるが、モニタリング孔を設けることにより点検可能な構造にできる。



図-6 床版下面補強モルタル撤去工



図-7 鋼板接着工法



図-8 既設床版鉄筋の発錆状況

床版下面補強モルタルを全て撤去した後、既設床版下面を打音ハンマーにより検査を行った。その結果、一部に浮きと思われる異音があった。そこで異音部のコンクリートを斫り出した結果、既設床版鉄筋に発錆が見られた（図-8）。

上面増厚施工時でも漏水跡が見られたことから、この発錆は橋面からの漏水が原因であると考えられた。対策として床版上面増厚の上面に防水層を設けた。さらに発錆箇所は錆の除去後に断面修復を実施した。

4. おわりに

本工事では既設橋を補強しながらも、あまり前例のない一体化拡幅工法を確立できた。一体化拡幅工法の利点は、新旧橋の境界に目地が無いことため走行安全性、快適性が良いことである。反面、先に述べたように新旧橋は同じ挙動を持つ必要があり、ここに建設後45年経過した橋と繋ぐ難しさがある。

また、一般に橋梁の定期点検は近接目視が基本であるが、桁遊間や可動支承の健全性は桁温度と密接に関係しているため、定期点検項目に触手による点検も追加してはどうかと提案したい。

交通渋滞緩和を目的とした車線拡幅工事は一般的に施工延長が長く、その中には橋梁区間がある可能性が高い。このような場合に本工法が活用できると考える。

今後の課題としては以下の2点を挙げる。

- ①桁が遊間異常に至る原因について、様々な推論があるものの明確な答えが出せなかった。その原因の一つに建設当時の品質記録、出来形記録など情報量が少なかったことが挙げられる。
- ②本工法を実施するにあたり、従来の橋梁定期点検項目の照査だけでは情報量が不足していた。そのため老朽化を発見した時期が「施工中」になり対応に追われた。限られた工期の中で極端に工事量が増えると、施工管理面や関係機関協議などが手薄となり、ミス誘発の原因になりかねない。

今回得られた知見をもとに、「供用中の既設橋梁を活用した拡幅工事」における施工フローを図-

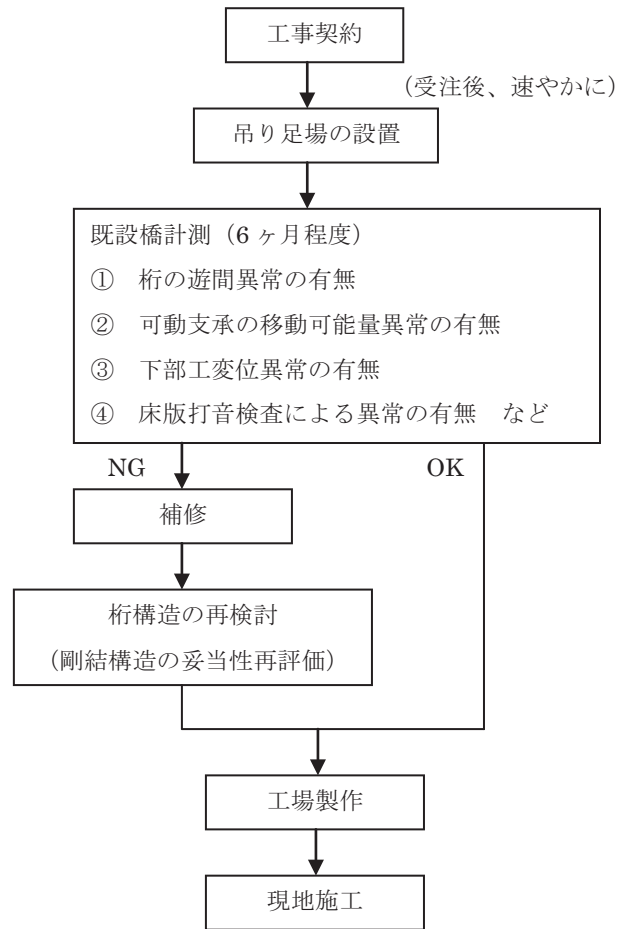


図-9 今後の施工フロー案

9で提案したい。同様な事例を発生させないためには受注後速やかに吊り足場を組み、触手による点検や計測、さらに挙動観測までしておき、早い段階から総工事量を把握し、施工計画を立案しておくことが大切と考える。

最後に、近畿地方整備局姫路河川国道事務所ならびに関係者の皆様から多大なご指導、ご助言を賜り、無事竣功を迎えることができました。ここに記して感謝申し上げます。

都心部重要幹線道路における歩道橋架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

現場代理人兼監理技術者

和田 昌 浩[○]

Masahiro Wada

工事担当

松 永 誠

Makoto Matsunaga

工事担当

伊 藤 昌 記

Masaki Ito

1. はじめに

蓬莱橋横断歩道橋は都市計画の一部を担うものとして、昭和通りの蓬莱橋交差点に計画された歩道橋である。周辺はかつての汐留貨物駅跡地を利用して報道や広告関係の高層ビルが建ち、新橋からはゆりかもめ駅を経由して地上に下りずに各ビルへ行けるような通路が今も延伸されていて、蓬莱歩道橋はその一部として銀座地区への延伸機能が期待されている。昭和通りの交通量は昼夜を通じて絶えることなく、地下には地下鉄2路線のほかに都道や暗渠が設置されていて、歩道橋架設位置は首都高速八重洲線と東京高速道路入口が隣接する狭隘な場所である。今回の架設工事ではそれらの都市機能を確保したままで架設することが求められた。以下に架設状況を報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：蓬莱橋横断歩道橋桁製作及び架設工事（24汐留-5）
- (2) 発 注 者：東京都知事
- (3) 工事場所：東京都港区東新橋1丁目
および新橋1丁目地内
- (4) 工 期：平成25年1月29日～
平成26年3月14日
- (5) 施工内容：橋脚基礎3基
製作および架設約160t

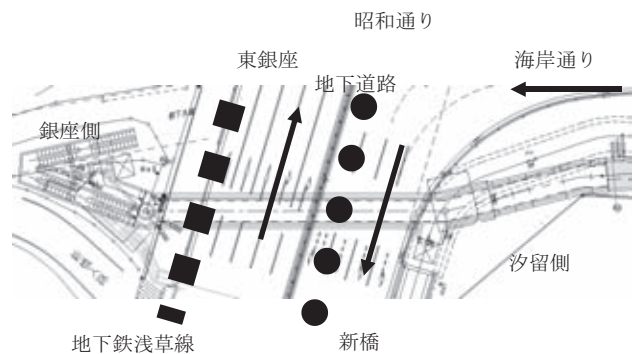


図-1 平面図

2. 現場における問題点

蓬莱橋交差点は昭和通りと海岸通り、御門通りとが交わり、一方通行路がある形状である。また銀座側には24時間営業の店舗がある。関係諸機関との協議により架設条件が決まった。

- ・ 2車線以上の規制を伴う作業は夜間とすること。
- ・ 規制時でも各方向のレーンを確保すること。



図-2 金曜夜の交通渋滞

- ・金曜夜間は慢性的な交通渋滞のため規制を伴う作業をしてはならない。
- ・歩行者通路および店舗の営業を確保すること。よって現場では1車線規制を伴う作業を昼間とし、汐留側には左1車およびベント用の右1車常設規制帯を設けて昼夜の作業とすることにした。

3. 対応策と適用結果

基礎から桁までの一連の作業において、上記条件を満足しながらの主な作業について報告する。

(1) 汐留側架設作業

歩道橋のエレベーターピット構築のためのスペースが残されているので、橋脚基礎などの作業はヤード内および左1車常設規制帯内での施工が可能であるが、クレーン作業では2車線を必要とするので夜間作業とした。

クレーン本体組立では海岸通りのみの2車規制で対応するべくリフターを使用した。

桁架設においてはクレーン入場後のカウンターウエイト設置撤去および桁搬入のため新橋駅方向左1車線の規制帯とした。交通渋滞が懸念されたが、汐留側には大手企業の高層ビルが並んでいるために銀座側と比較すると客待ちタクシーが少ないのと、夜間の通行量減少により目立った渋滞が起こらなかったため、架設作業は特に問題なく進んだ。

昭和通り上の桁架設においては、クレーン作業中の通行止め時間をいかに短縮するかが課題であ



図-3 リフターによるクレーン組立状況

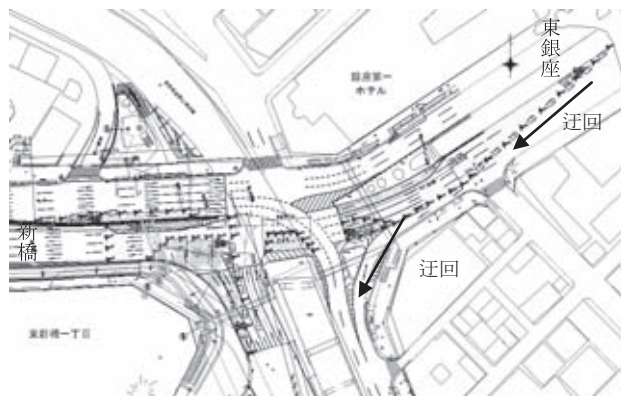


図-4 汐留側規制図2



図-5 昭和通り通行止め1

り、所轄警察署からも通行止め時間を極最短とするよう求められ、地切り後に桁をベントに預けるまでを30分以内とし、実際には25分で作業を行った。東銀座側から海岸通りを迂回させることになったが特に大きなトラブルはなかった。

(2) 銀座側架設作業

銀座側では24時間店舗前での橋脚基礎掘削工事から始まり、狭いヤードに必要機材を配置して基本的には歩行者を通しながら作業を行った。

店舗前の人通りは深夜でも絶えることがないため、歩行者には車道側を迂回してもらうことにし、またヤードに隣接して東京高速の新橋入口も確保する必要があった。

規制作業を開始する21時頃には客待ちタクシーが2車線を占める形で渋滞してしまい、その中に店舗ご利用のお客様の路上駐車があるなど、規制作業がたいへん困難な場合が多くあった。

銀座側では規制帯の早期安定確保が日々の課題



図-6 銀座側橋脚基礎施工状況

であった。

昭和通り上の桁架設においては橋脚架設後の店舗前ヤードにて地組を行い、その際には大型クレーンを汐留側にて組立ててから交差点を一時全止めして横断させた。

道路上の桁架設は汐留側の桁を架設した翌日に行うことで、大規模規制による作業日を連続させて歩行者や通行車両への影響を少なくし、ベントもなるべく早く撤去して昭和通り上の常設規制帯をなくし、走行車両の安全を確保することを心掛けた。

通行止め作業は、所轄警察署との調整で歩行者も車両も最も通行量の少ない深夜2時から行うこととした。

通行止め作業にあたっては、その時間帯で外堀通りや銀座中央通り、第一京浜などの大通りや付近の小さな道路も含む広範囲から車両進入を一時的に遮断する必要があった。通常の交通規制は新



図-7 銀座側桁地組状況

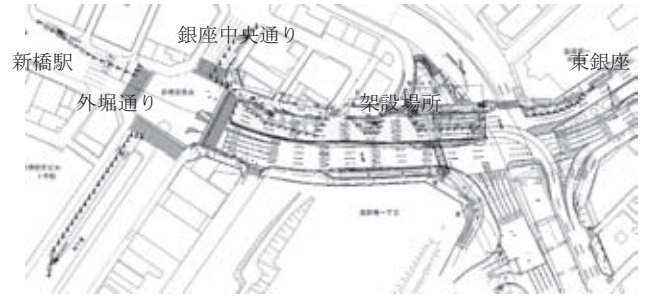


図-8 銀座側規制図（通行止め時）

橋交差点から行っていたが、この場合においては新橋駅より車線規制を必要とした。

また店舗前の歩行者通路も一時通行止めとなるため、店舗の協力を得て店内通路に迂回してもらうことや、さらに広範囲から迂回してもらうなどの誘導を行った。

銀座方面から新橋駅への歩行者にはかなりのご不便をおかけすることになり、店舗前の蓬莱歩道橋橋交差点ではそのつど作業に対するご理解とご協力を得て迂回していただくこととした。

作業前の規制看板の設置や関係諸機関への周知および交通管制による放送などの通行止め予告と汐留側同様に通行止め時間を極最短とする事前準備を行い、交通誘導員を要所要所で配置して誘導を行った。

結果として通行止め時間は汐留側よりも短縮できて15分で解除できたが、新橋交差点では誘導にもかかわらず昭和通りに進入しようとする車両が出てくるなど、スムーズな誘導に対しては課題が残ったといえる。

都心における一日中絶えることのない車両と歩行者への誘導については、ありとあらゆる場合を想定してのシミュレーションとその準備作業を入念に行っておくことが重要であることを改めて認識できたと思っている。

この架設により昭和通り上を横断する桁が架かったことで、大型クレーンは桁と首都高速の20m程度の区間で残された形となり、通行止め前の大規模な規制帯もそのままの形態で残したことから、架設場所にてリフターを使わずに通常の方法にて解体搬出した。



図-9 昭和通り通行止め2



図-10 大型クレーン解体状況

本線上の桁がつながった後では、銀座側の残る店舗前の階段桁の架設作業を大規模な規制帯を取りながら行い、汐留側では既設歩道橋との連結桁の架設作業を夜間作業にて引き続きともに行い、平成26年2月には本歩道橋の全桁をつなぐことができた。これで新橋駅から銀座側店舗までの桁がつながったことになった。

4. おわりに

歩道橋は通常の道路橋よりも重量的には軽くなるのでヤードが確保できたら大きな問題はなく架設作業を行うことはできる。

今回は銀座と新橋を結ぶ都心部重要幹線道路の交差点で、地下鉄や地下道路、高速道路、暗渠やその他重要インフラ構造物や歴史的構造物にごく近接し、しかも昼夜を通じて人通りも車両の通行も決して絶えることのない場所で、それらの都市

機能を確保したままの作業であった。

作業を進めるにあたってはそれら構造物への影響検討はもちろん、多岐におよぶ関係諸機関との協議と事前周知を行い、何よりも周辺環境の維持と歩行者の安全確保に努めた工程管理を行った。

クレーン作業のたびに歩行者の安全確保が課題となり、歩行者を最優先としての車両誘導を心掛けたことで、第三者事故を防ぐことができたと思っている。

この歩道橋架設作業中に2020東京オリンピック開催が決まり、一工事担当者として地域の長年の懸案だった歩道橋事業と東京都心のインフラ整備に関わることができたことを喜ぶとともに、地域の方々に末永く利用していただくことを願うばかりである。

加熱プレス矯正を用いた既設橋の主桁フランジ変形部の補修

日本橋梁建設土木施工管理技士会
瀧上工業株式会社

現場代理人

松原 年 紀[○]

Toshiki Matsubara

監理技術者

亀山 誠 司

Seiji Kameyama

担当技術者

松村 寿 男

Toshio Matsumura

1. はじめに

通行車両の衝突などにより鋼道路橋や鋼歩道橋の部材に変状が発生する事象が見られている。

現場における加熱（熱間）加工とプレスを用いた矯正（以降、加熱プレス矯正と称す）は、兵庫県南部地震の復旧工事において鋼製橋脚の補強を対象に行われた事例がある。しかし、鋼材の機械的な性質と橋梁全体系の耐荷力への影響が不明確であるため、過去の実績を踏まえた施工法が定められているに過ぎない。本稿では、国道248号の葵大橋（下り線）（昭和49年施工）の補修工事の中で、衝突物が原因と推定されるフランジ部の変形について、現地にて加熱プレス矯正を行った事例について述べる。

工事概要

- (1) 工 事 名：橋梁補修工事（葵大橋（下り線））
- (2) 発 注 者：愛知県 西三河建設事務所
- (3) 工事場所：愛知県 岡崎市細川町
- (4) 工 期：平成25年9月～平成26年3月

2. 現場における問題点

上流側の外桁に、車両などの衝突が原因と推測される下フランジの変形（P6～P7間の外桁（G4）桁）が、長さ10mの範囲で生じていた（図-1）。最大変形量は、フランジ幅550mmに対し上下方向に上流側で50mm、下流側で40mmであった。

変形した外桁下フランジの内側面では、主桁下フランジと垂直補剛材との隙間（交番部のため密

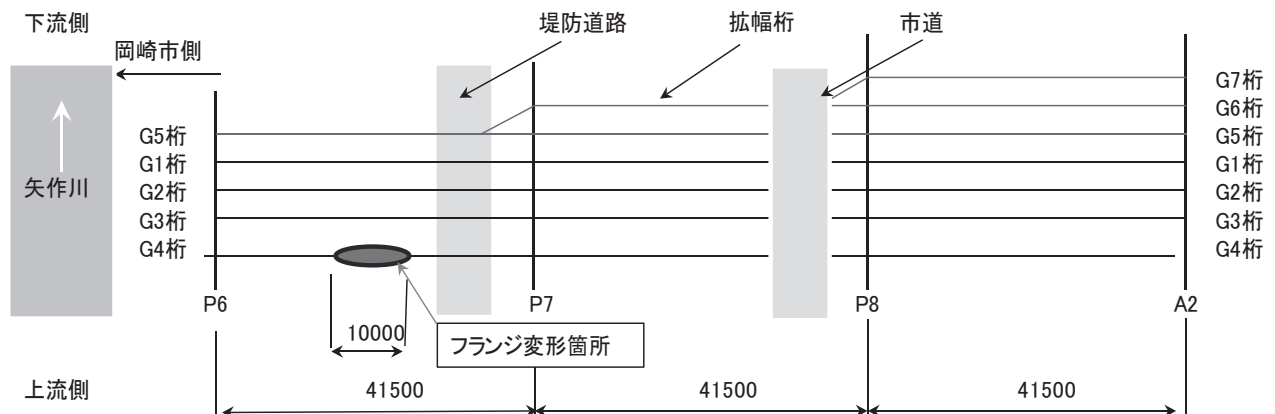


図-1 フランジ変形箇所の位置図

着構造)が大きくなっていた。損傷部の下フランジは格点部横構ガセット部と交差する箇所であり、格点部を固定点とした主桁ウェブの面外変形が発生(図-2)し、外桁ウェブの内側面の垂直補剛材には局部変形(図-3)が生じていた。外桁下フランジの変状を見る限り、重交通による繰り返し荷重が載荷された場合には、主桁下フランジとウェブの首振り現象により、溶接部の疲労耐久性が低下することが示唆された。

このため、放置しておくことと溶接部に亀裂が発生し主桁ウェブへ進展することが予見されたため、橋体に重大な損傷を招く原因になる可能性がある。

損傷した主桁の一部取り替えは重交通路線の規模の大きな規制を伴うため、社会的損失を少なくする別の現実的な補修方法を立案することが課題であった。



図-2 桁下フランジの変形



図-3 垂直補剛材の変形

3. 対応策と適用結果

補修方法の選定の課題に対し、加熱プレス矯正を立案し計画することとした。しかし、最大50mmもの変形に対応した事例は当社実績になかった。このため加熱矯正の基準を定めている既往の事例を参考に補修計画を立案した。

補修計画には、1) 加熱矯正変位の目標管理値の設定、2) 加熱矯正治具兼補強材の設計、3) 加熱矯正と油圧ジャッキの矯正の併用および施工手順、に留意する必要がある。

(1) 加熱矯正変位の目標管理値の設定

道路橋示方書の製作時のフランジ直角度 δ (mm)に準拠すると、フランジ幅は550mmであるので $\delta=550/200=2.75\text{mm}$ すなわち3mm以内となる。下フランジの損傷変形量が最大で50mmあることから、供用中の困難な施工条件下で3mm以内の精度を確保するのは現実的ではないと判断した。

疲労耐久性に影響がない程度に損傷部の変形を矯正できれば、補修箇所は、ア) 支間中央部のため下フランジは引張応力領域であり、座屈強度低下とは無関係であること。イ) 垂直補剛材間に新たに補剛材設けることで、ウェブのパネル座屈に配慮した構造となること。などの構造特性があり、現実的な施工精度を見据えた平坦度の管理値の設定が可能になる。

既往の研究文献でフランジの直角度が耐荷力に与える影響が小さいことが分かっていることや、上記の構造特性を踏まえ、本工事では主構の高さ誤差 $\pm 5\text{mm}$ に加熱プレス矯正の実績による施工誤差3mmを見込んで、 $\pm 8\text{mm}$ を目標値として設定することにした。

(2) 加熱矯正治具兼補強材の設計

加熱矯正のみで変形を元に戻す作業は、施工による反力をどの部材で抵抗させるかが重要となる。本施工では当て材を考案し、矯正反力を抵抗させる治具および既設フランジの補強部材を併用する加熱プレス矯正を実施することにした。

すなわち、母材断面 $t=28\text{mm}$ に対し、 15mm の当て板と L 形鋼 (L 150×150×12) の当て材を補強部材として使用することとした。また、当て板は実際の施工では材料の入手を優先し、板厚 16mm を採用した。また、計画設計では有効断面に対し 10% の控除を見込んでいたが、施工範囲が広くなることなど現場の施工条件を鑑み安全側になる 20% の控除で検討した。その結果、断面耐力は補強による孔引き照査後でも既設の状態より 3 割増となることが分かった。これにより、加熱プレス矯正において、実施工の自由度を上げた施工計画の立案が可能となった。

(3) 加熱矯正の施工手順

加熱プレス矯正は、損傷の最大変形点から変形が小さくなる方向に実施することとした。施工は図-4に示す要領の通り実施することにした。

ステップ①、②：拘束治具の固定と損傷下フランジの孔明け

損傷部の主桁ウェブに当て材 (L 形鋼) をボルトにて固定する。損傷下フランジに拡大孔 ($\phi 26.5$) を孔明けし、当て材とフランジを高力ボルトで仮締めした。

ステップ③：加熱プレス矯正

加熱はガスバーナーを用いて主桁下フランジ下

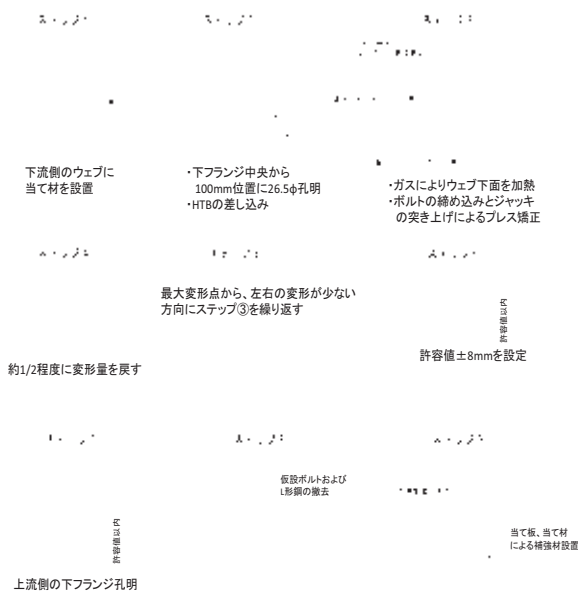


図-4 加熱プレス矯正の施工要領

側の中心 (ウェブライン) および溶接ビードを避けた主桁ウェブの下端に行った。加えて、最も湾曲している部分に上フランジとパイプサポートで固定した油圧ジャッキ (50t) を据え付け (図-5)、徐々に加圧しながら矯正を行なった。

損傷変形の下がり側の下フランジにも地盤から反力を確保した油圧ジャッキを固定する。これにより、加熱矯正と同時にジャッキによるプレス矯正が可能になる。

変形により勾配を有するフランジとジャッキの密着度を確保するため仮設フィラープレート (テーパープレート) を用いた (図-5)。当て材からの高力ボルトの締め上げ (図-6) により、プレス矯正を確実にできる工夫をした。

加熱は主桁下フランジ ($t=28\text{mm}$) の中心付近と主桁ウェブ ($t=9\text{mm}$) 下端の両方を狙うことにした。具体的には、主桁ウェブ (図-7) および下フランジ (図-8) をガスバーナーで加

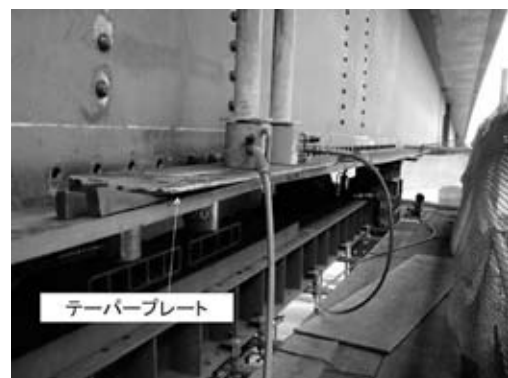


図-5 パイプサポートと油圧ジャッキ (50t) による固定と仮設用テーパープレート



図-6 高力ボルト締め上げによるプレス矯正



図-7 主桁ウェブ下端の加熱矯正



図-8 主桁下フランジ下面からの加熱矯正

熱後、主桁下フランジの温度計測を行い、加熱温度が590℃以下になるように注意し施工した。油圧ジャッキにて下フランジ下面から上揚力を載荷した状態で加熱を行い、その後、下フランジ拘束治具の高力ボルトを締めこむ手順で、徐々に変形量を少なくすることができた。

加熱温度を590℃以下に設定したが、プレスによる加圧の併用で、実際には300℃で矯正変形が可能であった。ガスバーナー近傍での温度チェック計測ができなかったため、温度管理はデジタル表面温度計により行った。加熱後にボルト締めする前に温度計測をした。

ステップ④、⑤：初期および繰り返し矯正

補修後の全体出来形を良好にするには、除々に変形させる必要があるため、施工初期では矯正量の半分を目標に作業を行うこととした。すなわち、ステップ③を再度損傷変形最大点から、変形が小さくなる橋軸前後方向に繰り返す作業を行った。

ステップ⑥：矯正変形目標値の判断

矯正量を確認しながら、変形量が元の位置になるまで加熱とジャッキにより矯正した。注意しなければならないのは、ジャッキによる矯正は少なからず弾性変形を伴うため、固定治具を取替える際に変形が戻ることであった。本ステップが終了するのに施工開始から5日間を要した。

ステップ⑦、ステップ⑧：治具の撤去

損傷変形の跳ね上がり側の下フランジに当て材用のボルト孔明けをし、仮設用の当て材(L形鋼)を撤去した。

ステップ⑨：新規補強部材の設置

断面補強材としての当て材(L形鋼)および当て板を高力ボルトで接合した。

4. おわりに

本工事の施工条件として、河川敷内でベントや主桁上下フランジに油圧ジャッキを設置するなど仮設部材の空間の自由度が大きかったことが安全対策を含め施工上有利になったと思われる。

その他の補強において、熱影響部のリベットは主桁下フランジ部、ウェブ添接部下側のモーメントプレートを高力ボルトで再度設計し、取り替えた。しかし、古い施工時期の案件では設計図のないケースもあり、設計思想の移り変わりを踏まえ判断しなければならないケースも生じるであろう。

また、本工事のように下フランジの変形量が大い場合には、シャルピー値(衝撃値)を確認する必要性も考えられる。一般的に衝突時の変形が大い歩道橋部材の薄板フランジなどの損傷にも参考になるとと思われる。溶接部の健全性を事前に確認できていたことから課題とならなかったが、必要に応じて実施工に留意した方がよいと思われる。

最後に、経験の少ない施工に関する協力を頂いた関係各位に感謝いたします。

4 径間連続鋼上路トラス橋の支承取替工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 横河工事株式会社

監理技術者
 江野澤 正義[○]
 Masayoshi Enosawa

設計担当
 佐々木 猛
 Takeshi Sasaki

計画担当
 木村 剛
 Tsuyoshi Kimura

1. はじめに

本工事は、昭和40年代に供用を開始した中央自動車道底沢大橋（下り線）4径間連続鋼上路ワーレントラス橋の補修工事である。

工事内容は、①劣化した塗装の塗替②既設ピン支承から固定ゴム支承への取替③高力ボルトの遅れ破壊が懸念される F11T ボルトから S10T ボルトへの取替④床版・壁高欄のはく落防止対策（炭素繊維シート貼付）⑤検査路設置である。

本稿では、支承反力が約10,000kN である大型支承取替工の施工方法を中心に報告する。

工事概要

- (1) 工事名：中央自動車道底沢大橋構造物補修工事（平成24年度）
- (2) 発注者：中日本高速道路株式会社八王子支社
- (3) 工事場所：神奈川県相模原市
- (4) 工期：平成25年5月9日～平成26年6月12日
- (5) 工事内容：
 - 塗替塗装工 P2～P3間
 - 支承取替工 6基（P1、P2、P3各2基）
 - 高力ボルト取替工 3,524本
 - はく落防止対策工 967㎡
 - 検査路設置工 6.63t

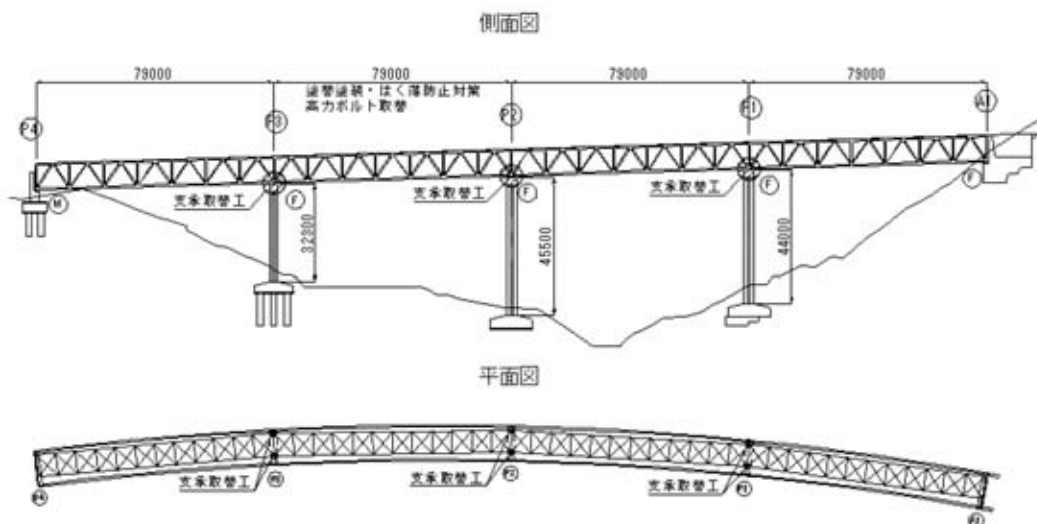


図-1 一般図

図-1、2に一般図および支承取替部概要図を示す。

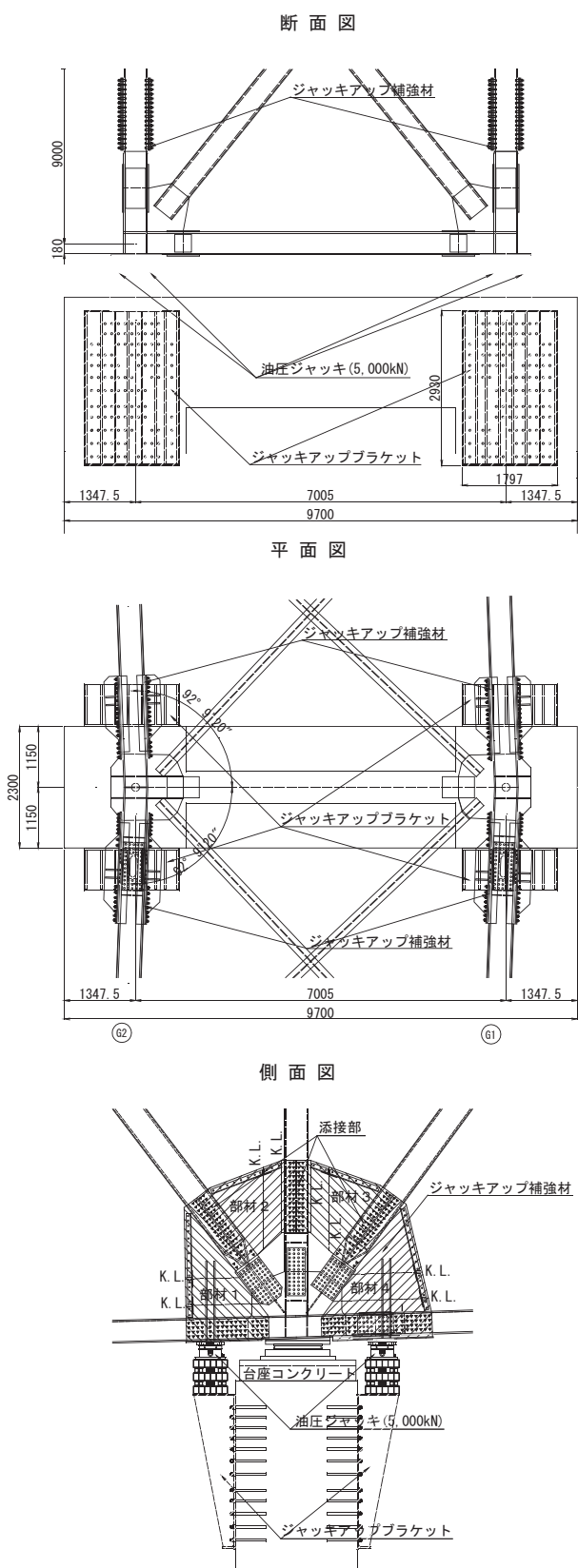


図-2 支承取替部概要図

2. 現場における問題点

支承取替工施工上の問題点として以下の4点が挙げられた。

(1) 大型ブラケットの取付精度

ジャッキアップブラケットは非常に大型で、多数のアンカーボルト（116本）で取付ける構造のため、その取付け精度の確保方法（アンカーボルトの取付け精度～位置計測～製作反映）が重要と考えられた。

(2) ジャッキアップ補強構造

補強材は支点上ガセットを避けた位置にワンサイドボルトを使用して既設弦材に取付ける構造である。補強材は下弦材および斜材の平面折れ角が考慮されていなく、一枚の補強材を取付ける構造であったため、製作、取付けが困難と想定された。

(3) ジャッキアップ中の安全管理

支承反力は約10,000kN（約1,000t）と非常に大きく、ジャッキアップ中の安全管理方法について事前に検討が必要と考えられた。

(4) 台座コンクリートの施工方法

規制時間、作業時間、コンクリート打設時間および周辺環境（橋脚高さ、車両の進入路等）の施工条件から橋梁上部（本線）、または橋梁下部からポンプ車を用いた台座コンクリートの施工が困難なため、台座コンクリートの施工方法の検討が必要と考えられた。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 大型ブラケットの取付精度について

コンクリート橋脚側面に取付けるジャッキアップブラケットは、幅1,800mm、高さ2,900mm、重量約4.2tと大きいものであり、そこには、D38アンカーボルトが116本配置される構造であった。アンカー削孔後、アンカーボルト定着時に最も注意した点は、アンカーボルトの突出角度である。1本でも突出角度が曲がっていると、ブラケット取付け時にブラケットの定着孔と干渉する恐れがあるので、全アンカーボルトの水平度と曲がり

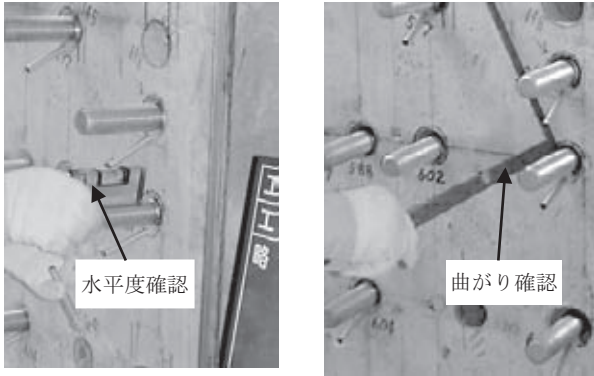


図-3 アンカーボルト定着状況

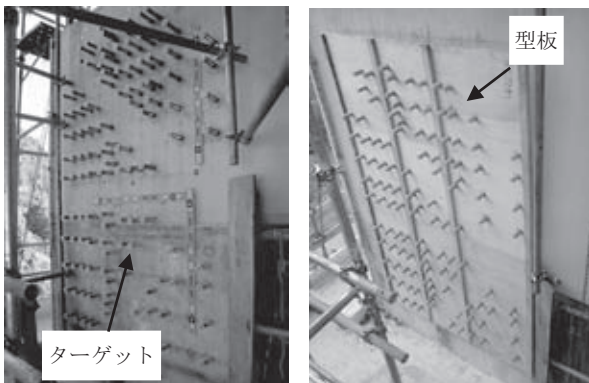


図-4 写真計測状況

図-5 型板確認状況

ないことを管理して定着させた（図-3）。

アンカーボルト位置は、計測用ターゲットを全てのアンカーボルトの頭に貼り付け、高精度の計測が可能であるデジタル写真計測にて実測した（図-4）。また、その実測データを基に木製の型板を製作し、現場にて型枠をはめ込むことでアンカーボルトとブラケット孔が干渉しないことを確認した（図-5）。

実測・現場確認というダブルチェックを行ったことで、大型ブラケットの取付け作業をスムーズに行うことができた。

(2) ジャッキアップ補強構造について

ジャッキアップ補強材は3,450mm×4,680mm（約4.0t）の大型部材となるため弦材の角折れや垂直材・斜材・下弦材とのずれ、製作製および施工性を考慮して補強材は4分割し、斜材・垂直材に添接板を設け、さらに既設部材（箱断面密閉構造）にはワンサイドボルトを使用して取付ける構造とした。

実測は以下の項目に重点をおいて行った。

- 1) 斜材、垂直材の角度
- 2) 弦材の断面形状
- 3) 下弦材添接部の位置と形状
- 4) 平面折れ角

1)～3)はコンベックスを使用して計測し、4)は水系をはり、部材との隙間を計測した。

また、各部材の倒れを同時に計測して、三次元的形状の把握を行った。

実測の結果、垂直材と斜材、斜材と下弦材の中心がずれていたため、Fill PLによる調整と補強材の折曲げ加工により、弦材のずれやワンサイドボルトの最大締付け厚（100mm）に対処した。

実測誤差や製作誤差の影響を考慮し、補強材のボルト孔は拡大孔や現場孔あけを採用することで補強材の調整ができるようにした。また、補強材は調整が可能な締付け順序を検討し、取付けを行った。

補強材を4分割した結果、最大2,100mm×2,800mm程度（1部材約0.4t）の大きさとなり、各部材を別個に折曲げ加工することにより、実測結果を反映した精度良い製作が可能となった。

また、補強材の取付け回数は増えるが、軽量で小さくすることで施工が容易となり、精度良く取付けることができた（図-6）。

(3) ジャッキアップ中の安全管理について

支取替工は下部工側のジャッキアップブラケット取付工、上部工側のジャッキアップ補強材取付工の施工後にジャッキアップを行った。

最大設計支反力は、約10,000kNと大きい

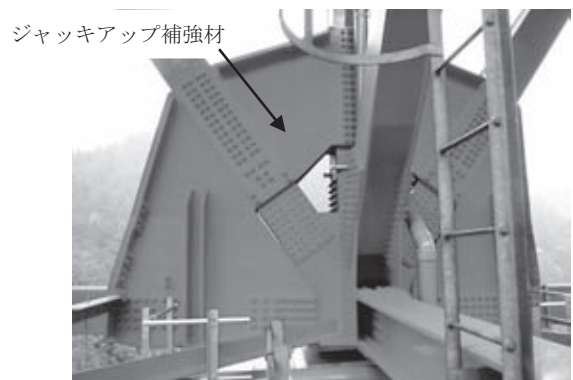


図-6 支点上ガセット構造（補強材取付完了）

め、5,000kNの安全ロックナット付きジャッキを1支承あたり4台（起・終点側各2台）使用した。

供用中での施工のため、一般車両の通行の妨げとならないように、ジャッキアップ量を管理した。

ジャッキアップ量の管理方法は、上部工側からコンベックスを下ろして、下部工との距離を計測できる方法とした（図-7）。常時そのコンベックスの距離を確認することで、施工時の異常の有無を確認した。

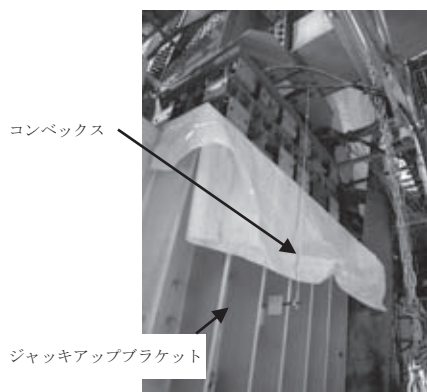


図-7 ジャッキアップ状況

また、施工時の地震対策としては、片方の支承で地震時の水平力に抵抗させるため、1支承線（2支承）で片側ずつ取替えた。

上記の対策を行うことで施工時の安全性を十分確保することできた。

(4) 台座コンクリートの施工方法について

台座コンクリートにレディーミクストコンクリートの施工を考えた場合、ポンプ車を用いることができないことから、現場練りが可能な材料を選定することとした。

一般的に、コンクリートに代わる現場練り可能な材料としては無収縮モルタルを使用するが、本工事における台座寸法は、幅2,300mm、長さ2,500mm、高さ350mmと非常に大きな断面であった。無収縮モルタルを大きな断面に適用した場合、セメントの水和熱による温度応力によるひび割れの

発生が懸念される。よって、本工事ではひび割れの発生を抑えるために水和熱抑制型無収縮モルタルを採用した。さらに豆砂利（4～6mm）を混合することによって、温度上昇量を抑制しひび割れ発生の可能性を低減した。また、豆砂利を混合したことにより、上部に後打設される沓座モルタルとの付着性を高める効果も期待できた。

施工にあたっては、事前の施工試験により圧縮強度が確保できることを確認した。

台座コンクリートは、足場上にグラウトミキサーを設置し施工を行った。施工時にはモルタルと豆砂利の混合割合とグラウトミキサーでの攪拌時間を管理して行った結果、仕上がりの良い台座を施工することができた。

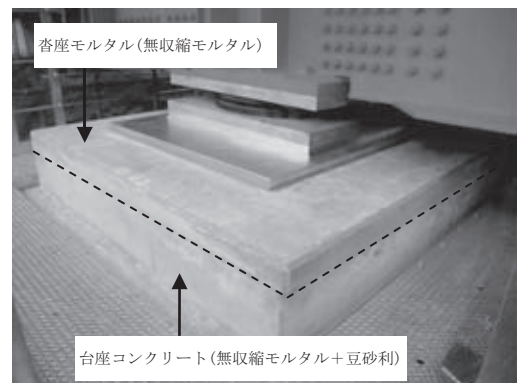


図-8 支承取替完了

4. おわりに

本工事での支承取替は、取付ける部材が大きく品質を確保することが難しいと考えられたが、実測・検討を十分に行うことで満足のできる品質を確保することができた。

トラス橋の支承取替は実績が少ないため本報告が今後の類似工事の参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり多くのご指導、ご協力を頂きました中日本高速道路(株)八王子支社八王子保全サービスセンターをはじめとする関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

II. 技術報告

1 施工計画

泥水式推進工法の急曲線施工（R=17m：2箇所）

大阪府土木施工管理技士会
青木あすなろ建設株式会社
作業所長
西濱 慎 吾
Shingo Nishihama

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：港北処理区菅田雨水幹線下水道工事（その4）
- (2) 発注者：横浜市環境創造局
- (3) 工事場所：横浜市神奈川区菅田町1603番地先～2408番地先
- (4) 工期：平成24年3月30日～平成26年7月31日

本工事は、横浜市神奈川区菅田町の周辺における水路（開水路）の能力不足等が原因で、浸水被害が発生していることから、被害の軽減を図るため、雨水幹線を整備するものである。雨水幹線を築造する泥水式推進工は、延長L=139.6mのうちR=17mの急曲線が2か所あり、コの字形の線形となっている。また、対象土質は、N=100前後の泥岩及びN=70前後の細砂であり、土被は約7mである。

本工事がコの字形の線形になった経緯として、当初設計において、推進工の到達立坑は図-1に示すT字路の交差点に位置しているため、立坑・人孔築造及び推進機撤去時に、交差点を通行止めにしなければならなかった。しかし、近隣住民の生活道路として交通量も多く、地元住民の反対もあり、到達立坑位置の再検討を行った。



図-1 設計平面図

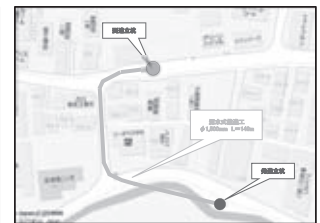


図-2 変更平面図

検討の結果、到達立坑の位置を約30m延長し、図-2に示す道路の直線部に設置することを提案した。提案位置に変更することにより、推進機撤去時は通行止めが必要だが、立坑・人孔築造時は片側交互通行による施工が可能となる。施主、近隣住民、関係各所との協議の結果、急曲線（R=17m）が増えるが、提案した到達立坑位置で施工することとなった。

2. 現場における問題点・検討

泥水式推進工の推力計算及び伝達材の検討を行った結果、急曲線（R=17m）において、対策が必要となり、下記に示す3つの項目を検討した。

検討事項

- ①滑材注入②特殊中押管③目地開口調整装置

3. 工夫・改善点

①滑材注入

推進工法において、推力を低減するためには滑材注入が重要となる。そこで、本工事ではアルテ

イミット工法の『アルティミット滑材充填システム』を採用した。

このシステムは、先頭管より一次注入を行い、後方の注入孔より順次、二次注入を行うものである。また、滑材は、高粘性で減摩効果の高い『アルティ-K』を使用した。

②特殊中押管

急曲線 (R=17m) においては、合成鋼管 (φ1500mm:L=400mm) を使用するため、通常の中押管 (φ1500mm:L=1200mm) ではなく、前後に特殊継手を使用する中押管 (φ1500mm:L=800mm) を採用した。

③目地開口調整装置

急曲線通過時の推進管の目地開口を均等にし、

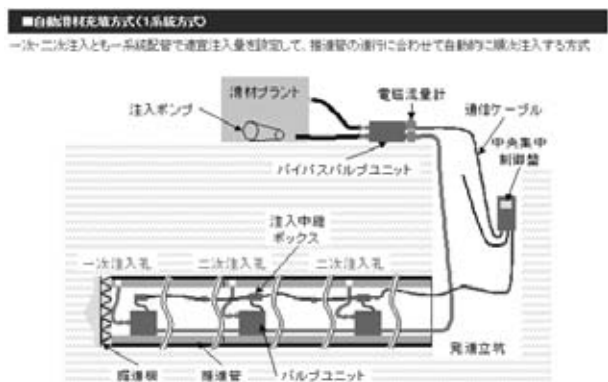


図-3 アルティミット滑材充填システム

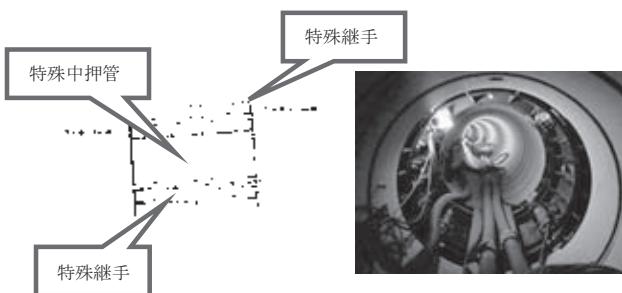


図-4 特殊中押管

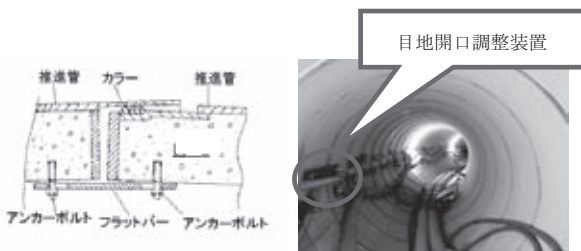


図-5 目地開口調整装置

推力低減を目的として目地開口調整装置を採用した。

4. おわりに

本工事の推進工は、平成25年3月22日に発進し、N=100前後の泥岩部においては、予定進捗より時間を要したものの、平成25年5月7日に無事到達した。また、施工推力は、計画推力以下で施工することができた。下記に本工事における泥水式推進工の推力表を示す。

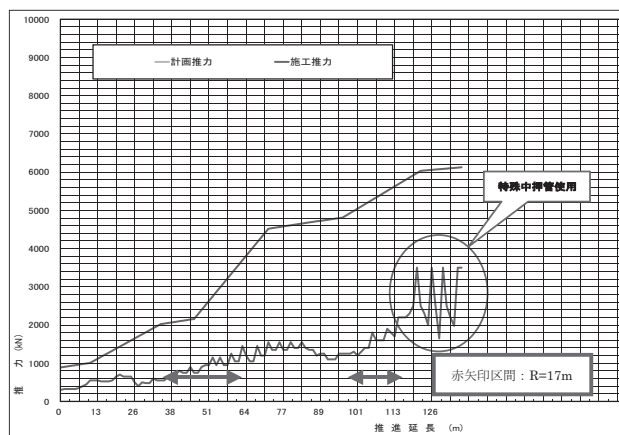


図-6 泥水式推進工推力表

検討事項で採用した3項目については

①滑材注入

到達手前20m付近までは、計画推力の50%以下で掘進したため、『アルティミット滑材充填システム』の効果は絶大であった。

②特殊中押管

急曲線区間を通過する際、急激な推力上昇もなく掘進への悪影響はなかった。しかし、到達手前20m付近より推力が上昇傾向となったため、特殊中押管を使用し、推力低減に効果的であった。

③目地開口調整装置

自動測量にて測量時間の短縮及び頻度を増加したため、推進管の精度が良好であったこともあり、急曲線区間においても推進管の目地開口はほぼ均等であった。

以上より、検討事項により採用した3項目は、今後の急曲線推進工においても推力低減の効果が得られると考える。

プレキャストL型擁壁の基礎工検討

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

当工事は、熊本県初となるETC専用のインターチェンジで本線直結型のスマートインターチェンジとなっています。

工事概要

(1) 工事名：九州自動車道

小川スマートインターチェンジ工事

(2) 発注者：西日本高速道路株式会社九州支社

(3) 工事場所：熊本県八代郡氷川町大字高塚

(4) 工期：平成24年7月18日～

平成26年5月8日

インターチェンジにはバスストップが併設されており、料金所下の人道ボックスを通行してバス停に向かう途中で階段があり、この階段通路の段差を解消するためにプレキャストL型擁壁が設計されていました。

2. 現場における問題点

設計ではL型擁壁の基礎は碎石、基礎コンクリートのみであったが、近隣のボーリングデータより基盤面は軟弱土であることが予想されたため、調査ボーリングを行うことにしました。調査の結果次の事が判明しました。①支持層となる風化花崗岩は基面より3.5m下で出現しました。②対象となる基面の土質は礫混り砂で透水層であ

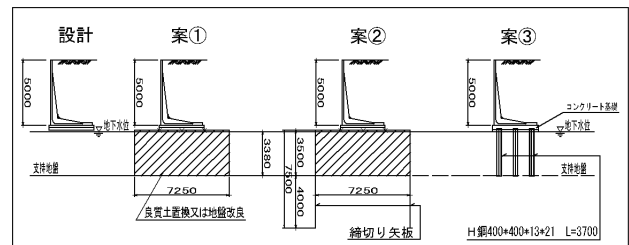


図-1 工法比較

り、基面とほぼ同じ高さに地下水がありました。③礫混り砂の強度はN値≒10とやや緩い。擁壁のように偏土圧が作用する構造体では、荷重傾斜の影響で支持力機構（係数）が減少し、得られる支持力は極めて小さくなります。前記の事を考慮に入れて、設計図書を参考に土質定数を定めて支持力照査を行った結果、現状の地盤では支持力が確保されない事が判明しました。よって、プレキャストL型擁壁の基礎工について、施工方法を含めて工法の選定を行う事にしました。

案①支持地盤の軟弱土を良質土または改良土で置き換える。案②置換工で掘削を施工するために地下水の流入を防止するために締切り矢板を設置する。案③支持地盤まで基礎杭を打設する。

3. 工夫・改善点と適用結果

案①土中内における荷重分散角 30° を考慮した置換幅を採用しています。しかし、置換え時の掘削法面は透水性が高い中粒砂～粗粒砂を主体とし

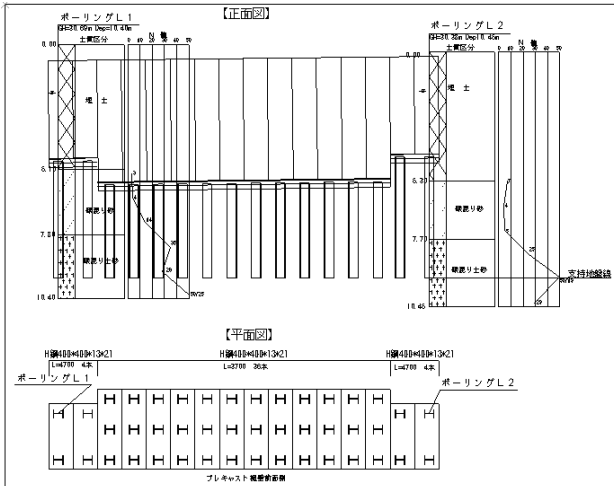


図-2 H鋼基礎計画図

た礫混り砂であるため、地下水位以下では多量の湧水が発生し、掘削法面の土砂流出に伴う崩壊が想定されます。案②前記の改善案として、安定した掘削面を確保するために鋼矢板Ⅲ型の締切り矢板を採用しています。ただし、N値50以上の風化花崗岩に根入れする必要があります。削孔工法を伴った鋼矢板打設を行う必要があります。L型擁壁施工範囲を締切る形状となるため、施工性、経済性ともに劣る施工方法となります。案③掘削段階におけるリスク回避のために、地下水位の上位から施工可能なH鋼基礎杭を採用しました。

H鋼基礎の特徴として、①掘削土量が減少し、置換及び転圧作業が不要になります。②置換床面まで掘削する必要がなく、安定した掘削断面を確保できます。③H鋼打込み時にリバウンド測定を行うことで、支持力の算定及び確認を行う事がで

きます。④杭全数において打止直前に貫入量を測定することにより、打止高さを確認することができます。以上のことから、経済性、施工性より判断し「H鋼基礎杭工法」を採用することにしました。

施工前に行った調査ボーリングはL型施工範囲の両端で行い、中間部の支持地盤高を推定し計画をしたのですが、実際の支持地盤は起伏が激しく、H鋼の打止め高さが各々違う結果となりました。用意したH鋼杭の長さは設計3.7mに対し、鋼材定尺の4mを打設したため、かろうじて支持力不足になる杭は無く、無事に基礎工を完了することが出来ました。

4. おわりに

今回のように、起伏が激しい支持層での基礎工を選定するために、詳細な支持層調査を行う必要があります。しかし、工期や予算にしばられて、実際には十分な調査ができないのが現状です。そのために、支持杭を計算結果より、余裕がある長さを用意したことは、妥当であったと思います。

最後に、地盤調査や基礎部の改良が設計図書に記載して無い場合は、通常そのまま設計のとおり施工することが多く見受けられます。私の経験では、掘削床面が明らかに堅固であると確認できる場合は良いのですが、少しでも地盤に疑問が生じた場合は、サウンディング等の簡易な調査が良いので実施される事をお勧めします。



図-3 H鋼打設状況



図-4 L型据付完了

施工計画

急勾配 PIP 工法での矩形型鋼管の搬送方法について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

監理技術者
大橋 秀樹[○]
Hideki Ohhashi

現場代理人
岸 邦雄
Kunio Kishi

担当技術者
西嶋 実
Minoru Nishijima

1. はじめに

本工事は、豊川用水大規模地震対策事業のうち、東部幹線水路のサイホン及び暗渠水路の区間（計6箇所、総延長L=472m）を矩形型鋼管にて耐震補強する工事である。

本報文では、急勾配 PIP 工法で施工した際の矩形型鋼管の搬送方法の工夫について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：大規模地震対策 東部幹線水路岩崎サイホン外改築工事
- (2) 発注者：独立行政法人 水資源機構
- (3) 工事場所：愛知県豊橋市岩崎町地内ほか
- (4) 工期：平成24年3月13日～平成25年5月26日
- (5) 工事内容
 - ・岩崎サイホン：3300B×3300H×20t L=89m
 - ・雲谷サイホン：2500B×2500H×16t L=56m
 - ・小島サイホン：3050B×3050H×18t L=20m
 - ・小松原サイホン：3050B×3050H×21t L=62m
 - ・伊古部暗渠：2800B×2800H×28t L=49m

2. 現場における課題

通常の丸型鋼管の場合は、鋼管本体にキャスターを設置して直接ウインチで牽引し、既設水路内へ搬送するが、矩形型鋼管の場合は、専用の台

車に矩形型鋼管を設置してウインチで台車を牽引し、搬送する方法をとるため、施工方法に大きな違いがある。

課題①

搬送場所は最大縦断勾配45.55%、 $\theta = 24^{\circ} 29' 21''$ であり、今回の矩形型鋼管の最大長は、インバート材がL=5m、搬送台車長は6mとなる。サイホン内への搬送時は、台車の下に抱え込む形とな

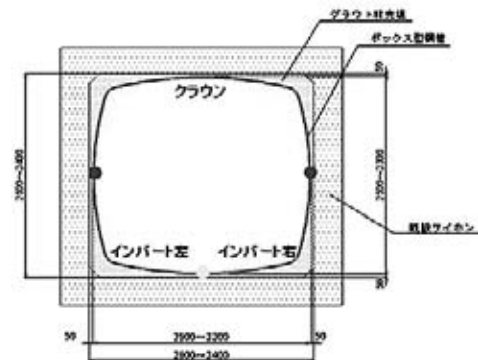


図-1 矩形型鋼管挿入断面

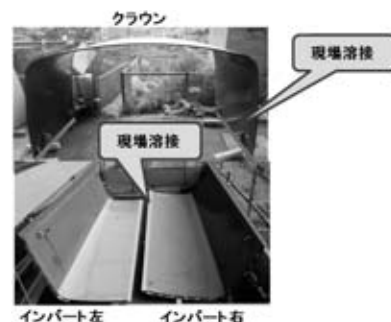


図-2 矩形型鋼管の形状（3分割）

るため、オープン水路からサイホンへの勾配変わりで既設水路の底盤にインバート材が当たらないようにしなければならない。

課題②

既設水路と新設鋼管との水平方向の離隔は最小で50mmしかないため、安全に矩形型鋼管を搬送するための台車の構造も課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

課題①に対する工夫

搬送台車を製作する前に搬送軌跡図を作成し、軌跡図に基づき、搬送台車の下桁から走路面までの高さを660mm以上とし、既設底盤とのクリアランスを確保できる構造とした(図-3、図-4)。

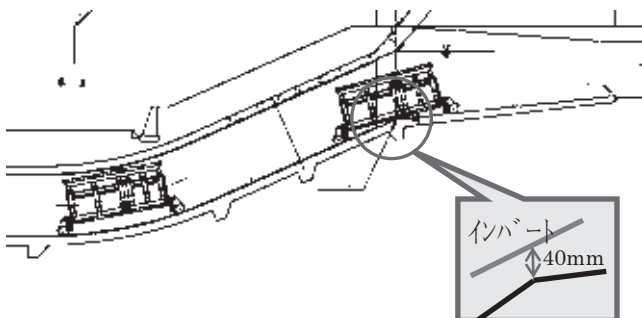


図-3 インバート材搬送状況

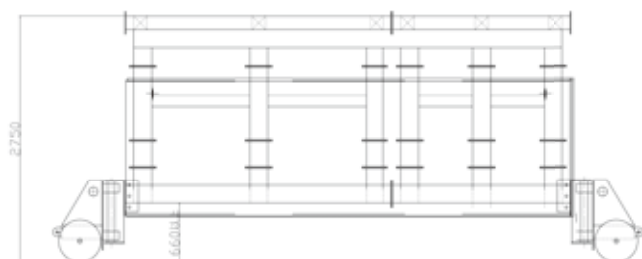


図-4 搬送台車(小松原サイホン)構造

課題②に対する工夫

既設水路との水平方向の離隔を確保しながらの搬送とするため、台車の左右にサイドローラーを設置するとともに、矩形型鋼管の両端部にもローラーを取付けて既設水路と矩形型鋼管との接触を防止した。

台車の走行は、ウインチの牽引によることから、走行方向の調整が難しい。サイホン内は、台車のサイドローラーである程度の方向性を確保できるが、オープン水路での走行は、ウインチの牽引方

向で台車の向きが決まる。そのため、台車の前輪にハンドルを設け、操舵できる構造とし、このハンドルで走行方向を調整しながら既設水路内へ搬送した(図-5)。

また、矩形型鋼管搬入時の安全対策として、ウインチとチルホールによる逸走防止対策を実施した(図-6)。



図-5 インバート材搬送状況

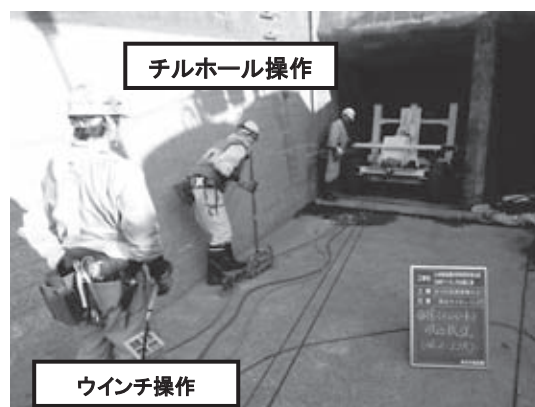


図-6 搬送時の安全対策

4. おわりに

矩形型鋼管のPIP(パイプインパイプ)は、全国的に施工事例が少なく、丸型の鋼管と違い、施工方法に大きな違いがある。

本工事では、急勾配での矩形型鋼管の搬送を台車の構造を工夫するとともに安全対策を施すことで、急勾配での搬送作業が実施できた。

今回の記述の他には、鋼管の製作精度を確保するため、事前に試作品を製作したことによる出来形精度の向上対策も実施している。

今後はこの経験を生かし、狭所な作業となるPIP工法の安全性や出来形の確保に寄与したいと考える。

地盤改良工事における創意工夫について

福岡県土木施工管理技士会

株式会社廣瀬組

監理技術者

野田 義弘

Yoshihiro Noda

1. はじめに

本工事は、三池港、佐賀空港などの広域交通拠点及び大牟田市、柳川市、大川市、佐賀市鹿島市など有明海沿岸の都市郡を連携することにより、地域間の連携、交通促進を図るとともに一般国道208号等の混雑緩和と交通安全の確保を目的として計画された有明海沿岸道路延長約55kmの地域高規格道路の一部で、高田大和バイパスL=8.9kmの一環としてみやま市高田町昭和開地区にて地盤改良を行う工事です。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号黒崎開地区改良外工事
- (2) 発注者：九州地方整備局福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県みやま市高田町昭和開地内
- (4) 工期：平成25年5月1日～
平成25年10月31日
- (5) 工事内容

掘削工 2,800m³ 盛土工 2,000m³
 固結工 (φ1200mm L=13.3m~16.2m) 358本
 浅層改良工 1,919m³ 法面工 1式
 構造物撤去工 1式 仮設工 1式

2. 現場における問題点

地盤改良の施工条件として、有明海海苔養殖開始前の8月中施工完了が発注条件であった。地盤

改良施工部は支障物（転石）が大量に投入されており除去後の地盤改良施工を余儀なくされ除去後も支障物による改良杭位置のズレが予想された。

(位置D / 4 = 300mm 以内 D = φ1200mm)

沿岸道路供用路面排水すべてが施工箇所に排水されておりドライワーク施工が懸念された。

3. 工夫・改善点について

これらの問題に対して改善策を検討した結果、下記の対策を講じた。

- ①スケルトンバケットによる支障物除去
- ②改良機を2台同時施工
- ③改良施工中の杭位置ズレ確認測量
- ④浅層改良掘削時の排水方法

①支障物除去について発注者と打合せした結果30cm以上大きい転石については除去・処分、30cm以下は盛土流用となった。支障物（転石）を早期に除去し地盤改良を開始するためスケルトンバケット（隙間30cm×30cm）を用い転石のみを速やかに除去し、除去完了区域から地盤改良を着手した。

(除去面積 $A = 1919\text{m}^2 \times H = 4.0\text{m} \times 2$ 回施工 = 15,352m³ 除去作業50日)

支障物量 $V = 842\text{m}^3$

②計画工程表作成に当たり改良機1台当たり施工



図-1 支障物除去状況

量は80m程度/日台が予測された。1台施工では述べ70日間要するため、工期短縮が必要となった。地盤改良時の仮設ヤード確保を再計画し、改良機2台と2プラント設備を配置し、実施工30日間で固結工施工を終えることが出来た。

- ③支障物除去は完了したものの、依然30cm以下の転石は地中内に多く点在し、改良杭位置や間隔のズレが予想された。施工前に試掘を行い改良機ロッドが支障物により変位が見られた。

改良機にはターゲットシール設置し自動追尾光波計を用い、改良杭位置を確認測量を行いながら施工を行った。結果、位置D/4=300mm以内に対して実測値100mm~150mm内の精度で施工し品質向上に繋がった。

- ④浅層改良掘削時の現地盤より-1.0m掘削する。雨天時には大量の雨水が流入することから、掘削後速やかに仮設橋上に波状管を設置し、排水を掘削箇所に流入させることなくドライワーク



図-2 改良杭施工中の位置確認測量状況



図-3 供用道路排水状況（仮設橋と波状管）

施工に努め、浅層改良の品質向上に努めました。

4. おわりに

今回の工事は、供用区間を複線化するために施工箇所が狭所であり、土中内には支障物が大量混入しており施工条件（8月末）完了とさまざまな施工条件があったが、創意工夫と協力業者が一体となり安全に無事故で竣工することができた。

施工計画

下水道工事の人孔マンホール設置における 作業要領について

池上建設有限会社

工事主任

池上 正彦

Masahiko Ikegami

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：多久市公共下水道事業砂原地区管渠工事（その2）
- (2) 発注者：多久市役所
- (3) 工事場所：多久市北多久町小侍
- (4) 工期：平成26年9月1日～平成26年12月15日

多久市の推進する公共下水道事業に於いて人孔（1号マンホール）の設置作業に従事する際、道路を占有し片側通行とする事で、道路解放時刻（PM5：00）までに完全に工事を終了させなくては出来なかった為、作業を円滑に且つスピーディーに無駄なく進めなくては出来なかった。

2. 現場における問題点

マンホール設置部の地質は道路路盤から0.5m以下は軟弱地盤であり掘削中の地盤の崩壊等や床版設置時における作業性の難易度が懸念され、作業の効率性と安全性を考慮した作業が求められる。

マンホール設置作業においては、床版の着座精度が最も重要であり、最終的な仕上がりにも影響するものであるため、床版設置は迅速且つ丁寧に作業しなければならない。

3. 工夫・改善点と適用結果

矢板が収まるよう2m幅に四隅まで掘削し軟弱地盤層が出るまで掘削する。掘削床が軟弱地盤層になったことを確認後、矢板をバックホーにて差し込み四面とも矢板を建て腹起こしを設置する。

この場合、腹起こしはチェーンにて釣り下げておき、腹起こしやジャッキ等の部材が倒壊しないようにしておく。矢板の圧入は0.5mを1層として挿し込み、掘削完了する毎に矢板を1層（0.5m）挿しこんでいく（図-1）。最初の挿し込み1層目深度は0.7mとし、0.2mは各層掘削完了時には地盤に挿しておくものとする。

矢板差し込み時に石等の障害物が出た場合は人力にて随時撤去していく。

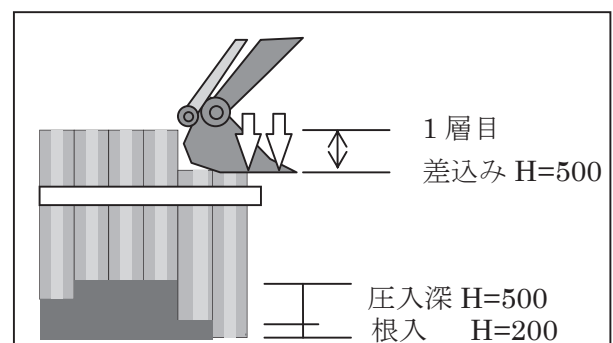


図-1 矢板圧入

掘削完了後、過掘があった場合は碎石、洗砂等で掘削床を均し湧水があれば端に溝をきり角等の床版設置の障害とならない場所にポンプを設置し湧水処理をする。

掘削完了高の確認後、まず4面を杭と丁張にて

囲み精密に計画高に合わせ、あらかじめ控えておいたマンホール芯の控えピンを使用し丁張4面に糸にて交差させて復元する。

次に基礎碎石を敷き均した後、転圧を行い規定の厚みに仕上げる。次にマンホール芯を復元した水糸を利用し、水糸からの下げ高を精密に仕上げる為にプラスチック製の板(10mm)を床版設置箇所の碎石上に置き(図-2)、ハンマー等で叩きスケールで精密に測りながらプラスチック敷板を設置する。設置したプラスチック敷板2枚に水平器を置き、水平になっている事を確認する(図-3)。

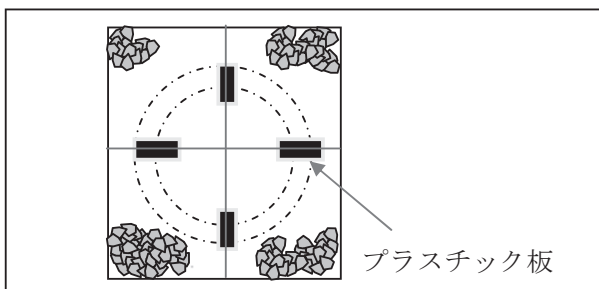


図-2 プラスチック板を置く

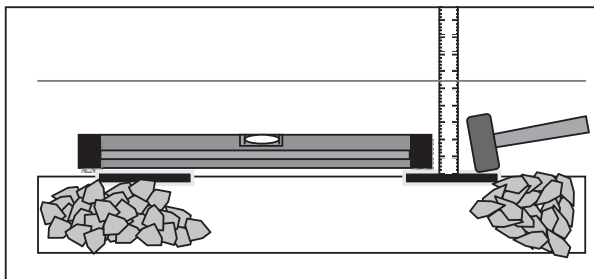


図-3 水平確認

床版をクレーンにてゆっくり降ろし、水糸を基に下げ振りや水平器を使用しマンホールの芯と方向を決め正確に着座させる。

方向を決める際、最も重要なのは床版を完全に降ろしてしまわずクレーンにて吊った状態で床版の重量を半減させておくこと。(着座はしているが荷重を抜いている状態)(図-4)

これを怠るとバール等での床版修正時に床版の設置精度が著しく低下(床版が一方等方向等に片寄り水平が保てない等)していく要因となる為、設置については完全な荷降ろし後に修正が少ないよう心掛けなければならない。

床版設置完了後、水糸からの下がり高を確認し、水平も再確認しておく。床版と管路取付壁との設

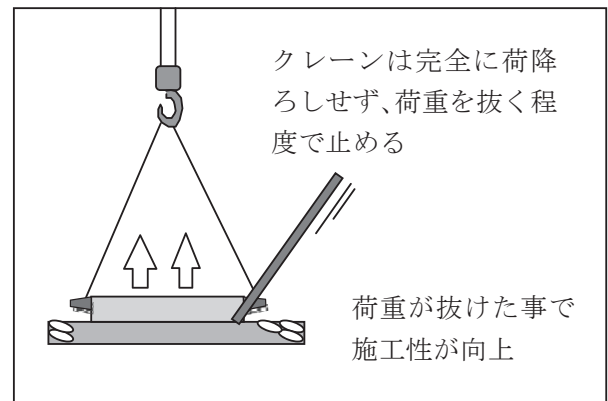


図-4 据付

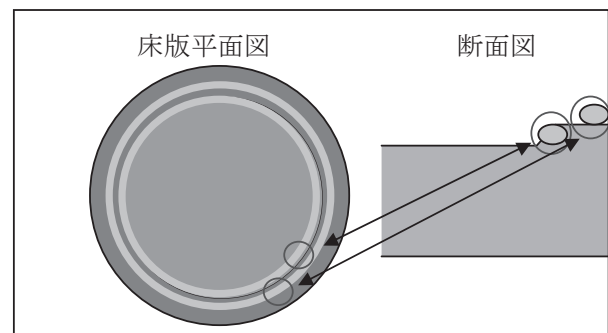


図-5 コーキング材

置部を清掃しコーキング材を塗布する。この時、コーキング材は2箇所隙間なく1周すること(図-5)。隙間があれば継ぎ足し、完全な円にしておく。隙間からの漏水防止の為である。

矢板先行工法により地山の崩壊による現場災害が防止され、結果的に作業が効率よく進み、床版設置においてはプラスチック板設置の1工程が増えたものの、床版の着座精度が上がり、その後の作業も円滑に進み結果的に全体の作業時間の短縮に繋がった。

4. おわりに

下水道工事においては道路占有や地域住民への配慮などの関係上作業開始時間がAM9:00以降と遅く作業終了時間も決められており、掘削時における湧水や巨石、水道、ガス管等の構造物の対処にも作業の進捗が左右される、様々な制限内で迅速且つ的確な作業が求められるシビアな工事です。

このようなシビアな作業環境で得られた様々な技術や安全策を他工事での作業によりよく活かせるように日々邁進していきたいと思っております。

施工計画

海上バース築造工事のうち、連絡橋脚施設構築における 施工改善

東京都土木施工管理技士会
東亜建設工業株式会社
川 又 義 徳
Yoshinori Kawamata

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：海上バース築造工事（仮称）
- (2) 工事場所：茨城県内太平洋側
- (3) 工 期：平成26年6月1日～
平成27年7月31日

本工事は、海上バースを築造するものである。

施工場所は、太平洋に面した外海であり、一年を通して北東からの風向と波向が卓越し、厳しい海象環境下にある。この環境下において、鋼管杭構造の現場打ち上部コンクリート（RC造）を構築するものである。

2. 現場における問題点

当現場での課題の一つとして、最も小規模な海上構造物である「施設間連絡橋脚の構築方法」の問題点を以下に示す。

- (1) 鋼管杭φ700斜杭2本構造のため、一般の支保工を構築するのに不安定である。
- (2) 構造物下端高がD.L. +5.5と水面から高く、足場の架設に際しては作業が海象に左右されるため、海象の影響が低い工法を採用する必要がある。

問題点を3点に整理し、対応を検討した。

①足場の架設、撤去方法

外海の海象を考慮して、大組鋼製足場をクレー

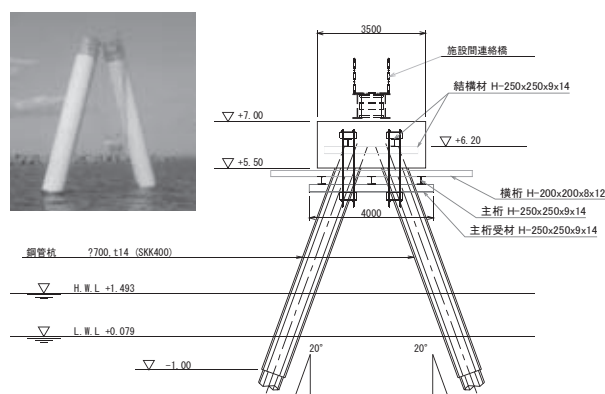


図-1 支保工構造図（通常工法）



図-2 現場海域の日常

ンで吊上げ、杭に支持させる「ブラケット足場構造」

②支保工の架設、撤去方法

形鋼など重量物取扱いは困難なため、人力にて扱える角鋼管（□100×50）を上限とした。

③部分プレキャストとした場合の結合検討

支保工を省略するためには、下部RC構造をプ

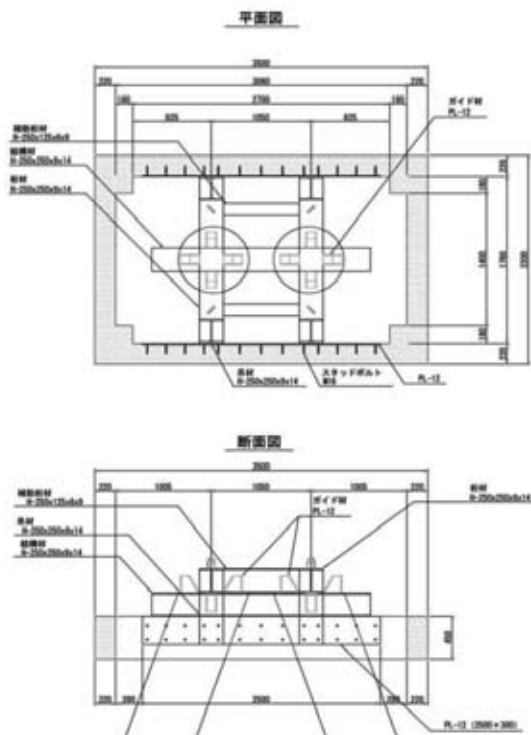


図-3 施設間橋脚ハーフプレキャスト構造図



図-4 ハーフプレキャスト架設状況

レキャスト化する必要があった。

諸条件としては

- ・ 本体を軽量化するため、ハーフプレキャスト構造 ($h=0.45m$ $W=約5t$) とし、プレキャストの架設は自航旋回起重機船(200t 吊)で行った。
- ・ 架設時に杭頭部と一体化を図るため、プレキャスト製作時にスタッドボルト一体型プレートを躯体に巻き込み、吊部材を溶接固定した。
- ・ 鉄筋の継手は機械継手とし、PC架設時の杭への干渉を防いだ。
- ・ コンクリートは2回打ちとし、1回目(プレキャスト底板部)の強度発現後、支保機能を有した

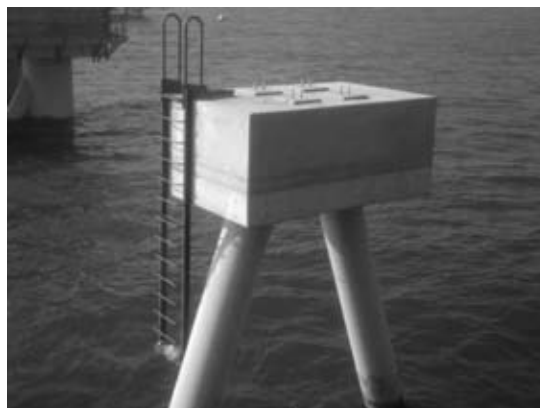


図-5 施設間橋脚完成

のち2回目(本体部)の打設を行った。

3. 対応策と適用結果

プレキャスト架設は当初、SEP 台船にて施工予定であったが、施工時期が5月～6月と最も海象が良いことから、有義波高0.5m以下、周期6秒以下の風日に自航旋回起重機船にて無事、全3基の架設を終えることが出来た。これはプレキャストを小型化 ($h=0.4m$) することで、鋼管杭とガイド部材をオペレータが視認できたことによる結果であった。

プレキャスト架設後は、足場、支保工の組立から底板、本体コンクリート打設作業を円滑かつ安全に実施できた。特に、品質上最も弱点となりうるコンクリート鉛直打継面については、入念に目粗しチップングを施しコンクリートの一体化を管理した。

ただし吊足場解体については、狭隘な上部工天端に作業員が配置されており、安全性を考慮してSEP(自己昇降式)台船を用いた。

4. おわりに

今回、本提案が採用された背景には、発注者の柔軟かつ安全への積極的な姿勢なくして実現し得なかった。今後の同種構造物への水平展開については充分可能性があるが、最後の吊足場撤去に際しては、海上クレーンによる動揺が安全性を損ねると判断し、SEP台船を採用した。仮設足場作業の安全性については、より一層の改善と検討を要すると考える。

施工計画

急斜面での切土量を最小限にした支保工架設工法について

岐阜県土木施工管理技士会

株式会社安部日鋼工業

現場代理人

瀬川 睦 夫[○]

Mutsuo Segawa

監理技術者

松村 憲 作

Kensaku Matsumura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：近畿自動車道紀勢線
袋川橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省近畿地方整備局
- (3) 工事場所：和歌山県西牟婁郡白浜町富田地先
- (4) 工 期：平成25年8月1日～
平成26年12月20日

本工事は近畿自動車道紀勢線に架かるPC3径間箱桁橋の袋川橋の新設工事である。

橋長は107.5mで各径間の支間長はA1側より46.9m+27.5m+30.9mとなる。有効幅員は9.26mで上下1車線の構成である。

立地条件は起終点両側にトンネルがあり、最大



図-1 終点側より起点側を望む

傾斜55度の急斜面を有し、橋脚高さは20mを超える谷間となっている（図-1）。

施工範囲の地山地層は、ボーリング調査結果および現地踏査結果において下層は風化が進行した砂岩層で上層は砂質土であった。このことから安定勾配は1：0.8～1.0であると判断できた。

2. 現場における問題点

A1～P1径間は支柱式支保工でトラスを架設する計画となっていた。しかし、橋梁左側の支保工が地山と干渉するためトラスの架設が不可能であった（図-2）。

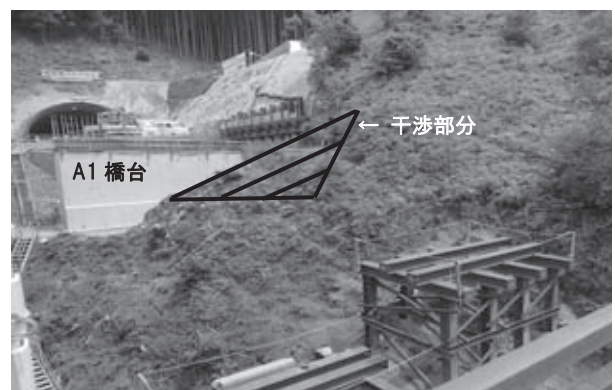


図-2 終点側から見た干渉する斜面

トラスを架設するためには切土勾配1：0.5で施工せざるを得ない。地山の状況を勘察すると土留め工が必要となる。土留め工の方法としては次の2案が考えられた。

- (1) 鉄筋挿入による土留め
- (2) アースアンカー併用の親杭による土留め

しかし、1案は用地境界外に鉄筋を挿入しなければならない上に、そのもの自体が永久構造物として残ってしまう。また2案はA1橋台が施工完了しており土留め施工箇所までの作業半径を考えると大型の施工機械が必要で不経済となり、両案ともに問題点があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

そこで、切土を少なく施工する方法として、桁高約2.2mのトラス（図-3）から桁高約1.0mのガーダーへ変更することとした（図-4）（図-5）。

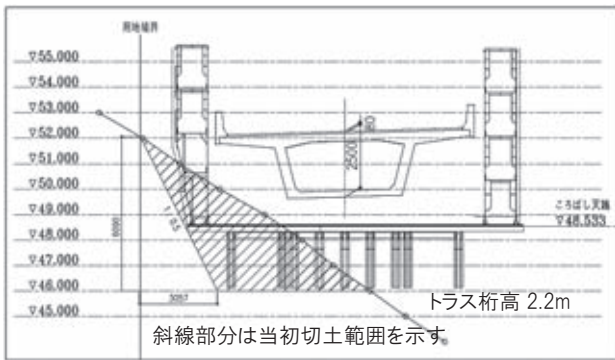


図-3 トラス桁断面図

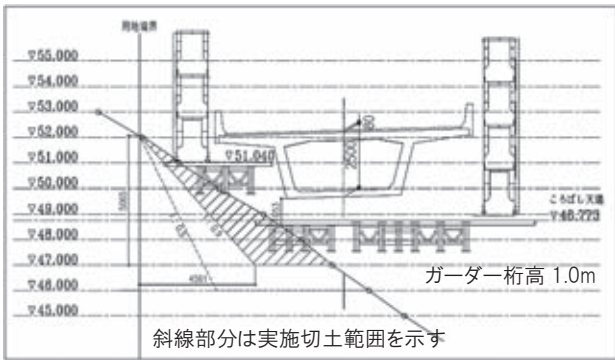


図-4 ガーダー桁断面図

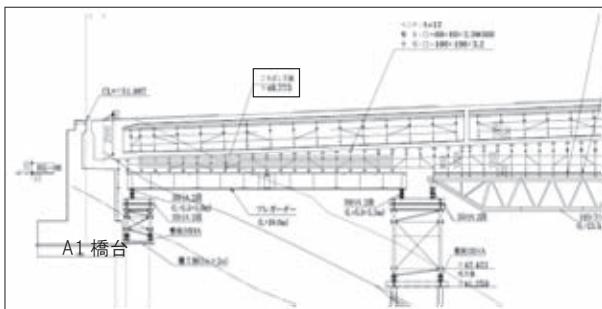


図-5 ガーダー桁側面図

さらに、橋梁の断面形状を利用して張出床版部分のガーダー位置を底版部分より2.2m高くする（図-6）ことで最終的には安定勾配である1：0.9まで緩和し施工することが可能となった。

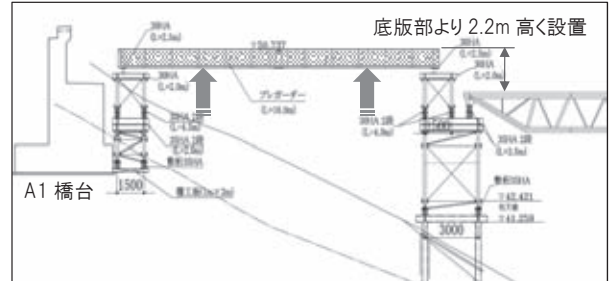


図-6 張出床版部分側面図

この方法により、安定勾配で施工することは可能となったが、支保工組立時の高さ管理には通常よりも綿密な管理が必要となった。

通常の支保工では梁上端から躯体下端までは2m～3mの作業空間高さを設ける。これは解体作業のためと、型枠高さを調整するためである。

型枠高さの決定手法は底版型枠設置後に型枠上において平面位置を測量する。その位置での高さを作業空間内に入った作業員が天端ジャッキの調整により決定するのが一般的である。

しかし、最小空間高さ0.9mとしたことにより、作業空間に作業員が入れず、天端ジャッキ調整ができないことが予想できた。

対策として支保工組立時から頻繁に平面位置を測量し、たわみ量の変動を観測しながら高さ管理にフィードバックした。このように常に3次元測量を実施し、型枠支保工組立をしたことで計画値に対して5mm以内に収めることができた。

4. おわりに

今回の架設工法を採用したことは当現場においては最善の施工方法であったと言える。

まず、切土斜面の勾配を緩和できたことで、片面崩壊が発生せず安全に施工することができた。

さらに、切土量の削減だけでなく土留め工を必要としなかったことで、通常より短期間で施工することを可能としたからである。

施工計画

長支間を有する2径間連結バイプレI桁橋の施工

広島県土木施工管理技士会

極東興和株式会社

現場代理人

野口 裕 介[○]

Yusuke Noguchi

監理技術者

田原 宗

Takashi Tahara

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：県営基幹農道整備事業高茂金田2期地区 橋梁上部工事
- (2) 発 注 者：広島県北部農林水産事務所
- (3) 工事場所：広島県庄原市高茂町、口和町金田
- (4) 工 期：平成25年7月11日～平成27年2月13日

本工事は、広島県の県営基幹農道のうち、庄原市高茂町から口和町金田間の西城川上に架かる橋梁上部工事（1号橋：場所打ち中空床版橋、2号橋：バイプレストレスリング方式2径間連結I桁橋）である（図-1、2）。このうち、2号橋の施工は、桁長48.8m、重量136t（いずれも最大値）の桁を上路式ガーダー・門構併用架設工法により、7%の急勾配で引き出して架設するものである。

本報告では、主桁組立・架設において、品質・安全確保の観点で工夫した点について述べる。

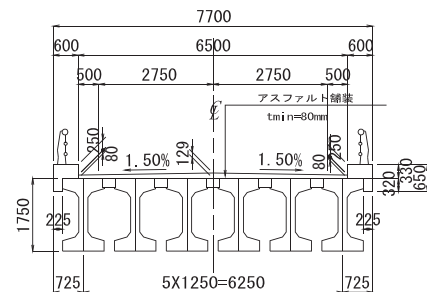


図-2 2号橋主桁断面図

2. 現場における問題点

(1) プレキャストセグメント組立

本構造においては、プレストレス導入時における横たわみの発生が懸念される。一般的な対策として、本緊張前に主桁の左右両側へ仮設鋼材を配置し緊張（弓を張る）することで、横たわみを抑制する方法がある。しかし、本橋においては、同種構造の中でも桁長が最大規模であり、緊張作業中の横たわみが過大となることが懸念されたため、確実な横たわみの制御方法が必要であった。

(2) 主桁架設

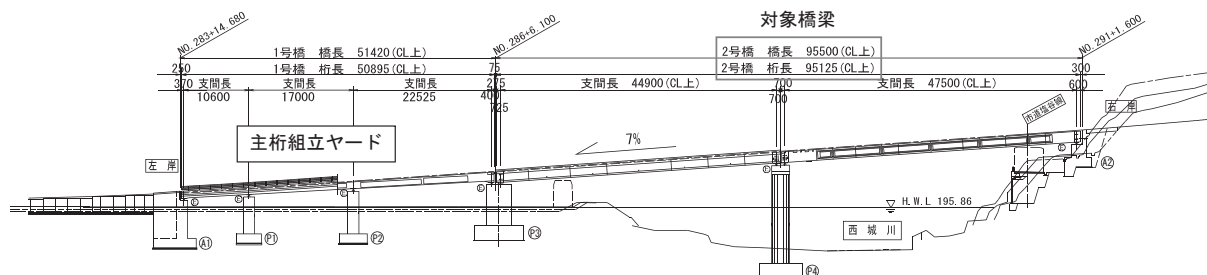


図-1 側面図

縦断勾配7%の急勾配での主桁引き出しは、既往の施工事例も少なく、安全性への配慮が重要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) プレキャストセグメント組立

緊張装置を2組使用し、左右対称にプレストレスを導入することで、施工中に生じる横方向の偏心曲げを抑制した。具体的には、C1ケーブルの緊張後、左右に配置される緊張材（C2, C3ケーブル、C4, C5ケーブル）を同時に緊張した（図-3、4）。その結果、横たわみを10mm以下に抑制した。

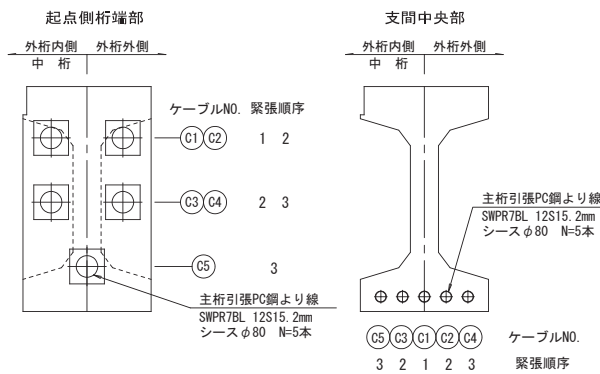


図-3 主桁ケーブル番号および緊張順序



図-4 緊張装置2組による緊張状況

(2) 主桁架設

主桁の縦移動には、接合ヤードの左右に各2台配置した単胴ウインチを使用した。引出しワイヤーは各5本掛とし、桁側には、2個の滑車を設置した（図-5）。前方滑車については、手延べ桁の根元部分に仮設鋼棒φ32mm2本で緊結したチャンネル材に9tの滑車（3車）を2個設置した（図-6）。この場合、主桁の牽引力Tは、後述

の（式1）より6.0tとなる。使用するウインチの巻上げ能力は7tであり、さらに2台使用して2倍以上の安全率を確保した状態とすることで、安全に主桁を引き出すことができた。

$$T = \{(1 + \alpha) \times (W \times \mu + W \times \tan\theta) \times R\} / S \text{ (式1)}$$

ここに、 α ：おしめ抵抗（上り勾配=0.2）

W：PC桁+重量台車（138t）

μ ：台車摩擦抵抗（0.05）

$\tan\theta$ ：勾配抵抗係数（上り勾配7%）

R：出発抵抗（1.50）

S：ワイヤー折り返し数(5)



図-5 主桁引き出し状況



図-6 前方滑車設置状況

4. おわりに

計画段階で過去事例を参考とした検討を密に行い、施工中にも、作業手順の確認・改善を行うことで、主桁組立、架設ともに大きな問題はなく無事故で施工完了できた。横たわみについて、架設後横組施工までの期間に数本の桁で若干の増加が確認されたため、横組施工までの期間が長期となる場合は、横たわみの増加抑制検討が必要である。

施工計画

外洋の影響を受けるニューマチックケーソンの施工

岡山県土木施工管理技士会
株式会社大本組

監理技術者

阿部 貴之[○]

Takayuki Abe

沖縄県土木施工管理技士会
牧港建設株式会社

担当技術者

上野 晃史

Koji Ueno

主任技術者

玉城 隼人

Hayato Tamashiro

1. はじめに

沖縄県の主要幹線道路国道58号線の慢性的な交通渋滞を解決すべく、海側に沖縄西海岸道路が計画されており、本工事はその一部となる港川高架橋の下部工橋脚をニューマチックケーソン工法によって築造するものである。今回の工事は、沖縄本島におけるニューマチックケーソン工事としては2例目であり、外洋に面した場所での施工は経験のないものであった。

特に当該施工場所は、北側に向けて湾口が開かれており、環礁も無く外洋からの波浪の影響を直接受ける場所であった（図-1）。

工事概要

- (1) 工事名：港川高架橋下部工下り P2, P3 築造工事
- (2) 発注者：内閣府沖縄総合事務局
- (3) 工事場所：沖縄県浦添市港川地内

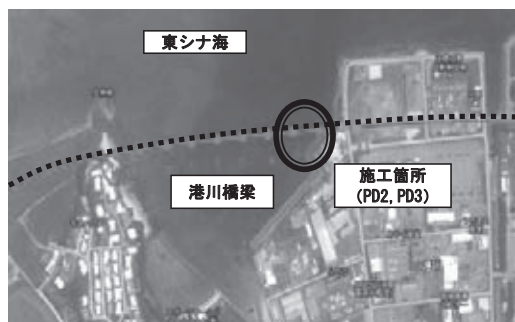


図-1 施工位置

- (4) 工期：（最終）平成24年7月26日～平成26年11月7日

2. 現場における問題点

当初設計では、鋼殻を吊降し工法（図-2）により海底に据え付け、汚濁防止膜で周辺を囲みニューマチックケーソン工法により橋脚を築造することとなっていた。

現地では、春先の低気圧（ニンガチカジマヤー）が台風並みの規模で襲来し、夏～秋の台風は接近時の気圧が低くかつ

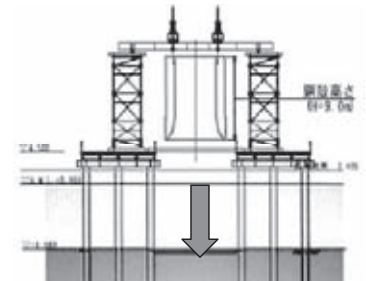


図-2 鋼殻吊降し工法（当初）
速度が遅いため影響

期間が長い。また12月から2月までの間は北寄りの季節風が連日風速10m以上で吹き、波高は常時2～3m以上となる。

このような環境下で当初の施工方法では、

- (1) 鋼殻吊降し後から、吊降し設備撤去・鋼殻内コンクリート打設・鋼殻着底・掘削沈下までの間、鋼殻が不安定な状態で波浪にさらされ揺動することにより、鋼殻及び仮設備に被害を受ける恐れがあった。また正確な位置への着底も困難であった。
- (2) 施工時の海洋汚染防止のために設置する汚濁防止膜は、有義波高1mを超えるとフロート

が損傷する恐れがあり、また水深5m以下のPD2橋脚では海底の岩礁等に下端が拘束されカーテンが損傷する懸念があった。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

前述の問題点を解決するために、PD2橋脚については鋼矢板による築島工法として刃口を据え付ける工法に変更し(図-3)、PD3橋脚は大型起重機船が接近可能なことから、施工個所に波浪低減鋼矢板を打設し囲い込んだ状態で、陸上で製作した鋼殻を起重機船で吊込む工法(図-4)に変更した。これにより以下の効果が得られた。

(1) PD2橋脚

- ・品質：安定した築島上に刃口を据え施工を開始することにより、ケーソン据付時の誤差がゼロとなり施工精度が向上した。
- ・安全性：波浪による影響を皆無にでき、施工時の安全性が大幅に改善された。
- ・施工性：気象・海象の影響が低減され稼働日数が増え、先行した栈橋工事が施工不能であった冬季においても通常施工が可能となった。
- ・経済性：築島に費用は要するが、鋼殻が刃口金物のみとなり鋼殻製作費が縮減された。また汚濁防止膜設置期間が築島設置時と撤去時のみと大幅に短縮された。

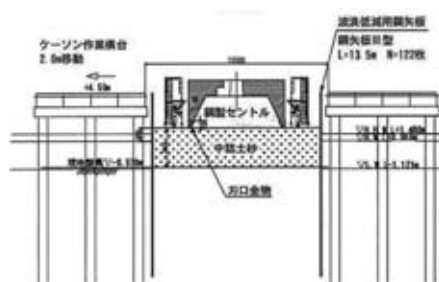


図-3 PD2橋脚 築島工法(変更)

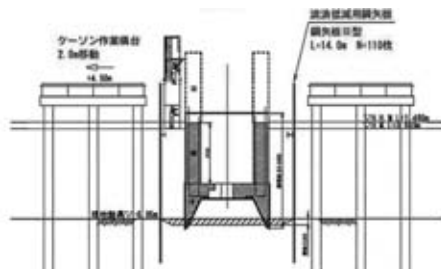


図-4 PD3橋脚起重機による鋼殻吊下げ(変更)

(2) PD3橋脚

- ・品質：鋼殻を安定した陸上で製作することにより製作精度が向上した。また、鋼殻吊り込みと同時にコンクリートを打設し着底させ、着底後も波浪低減鋼矢板により波浪による移動が防止できたため、鋼殻着底時の精度が向上した。
- ・安全性：波浪による影響を低減でき施工時の安全性が大幅に改善された。
- ・施工性：築島工法に比べて波浪低減性能は劣るが、気象・海象の影響が低減され稼働日数が増え、通常施工が可能となった。
- ・経済性：吊降し設備が不用になり、汚濁防止膜の設置期間が短縮されることにより、起重機船備船料、波浪低減鋼矢板費用が相殺された。また他の仮設作業と並行して鋼殻の製作ができるため、工期が短縮され経費面で有利となった。

4. おわりに

本工事施工開始後に港川高架橋と隣接する牧港高架橋の二高架橋で合計14基の橋脚がニューマチックケーソン・吊降し工法で発注されたが、すべての橋脚において本工事に倣い築島工法もしくは波浪低減鋼矢板設置・鋼殻一括吊り込み工法に変更し施工されている。

今回は、通常の工法区分にとらわれ水深5mを基準に築島工法と鋼殻一括吊り込み工法を使い分けたが、水深7mのPD3橋脚においても築島工法を採用し、より安定した状態で施工すべきであったように思う。

最後に今回の施工にあたり、工法変更においてご尽力いただいた沖縄総合事務局南部国道事務所様ならびに関係各機関の皆様へ感謝いたします。

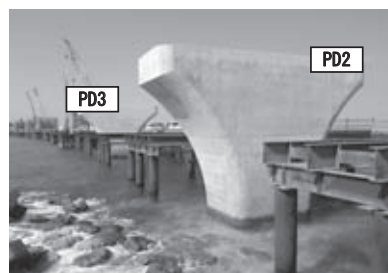


図-5 施工完了全景

スリップフォーム工法における側溝形状の検討

新潟県土木施工管理技士会
 福田道路株式会社
 監理技術者
 大野 雅彦
 Masahiko Ono

1. はじめに

当該工事の路線は、国道289号（八十里越）の一環として、新潟県と福島県の県境をまたぐ9号トンネル及びスノーシェット（アーチカルバート）内のコンクリート舗装・排水構造物を設置する工事であった。越後三山只見国定公園、奥早出・粟・守門県立自然公園内を通過しており、豊かな自然環境に位置しているため、周囲の環境や稀少動植物に配慮して施工を行った。

工事概要

- (1) 工事名：国道289号9号トンネル舗装その2工事
- (2) 工事場所：福島県西会津郡只見町叶津地内
- (3) 工期：平成26年3月12日～平成26年12月19日
- (4) 発注者：北陸地方整備局長岡国道事務所

2. 現場における問題点

スリップフォーム工法（以下SP）によるコンクリート舗装を施工するに当たり、大型施工機械が側溝上を走行することによる以下のような問題（課題）を解消する必要があった。

- ① SPの荷重による側溝の破損
- ② 側溝の沈下及び転倒

このような状況を回避するため、施工に際し側



図-1 SPによる側溝の破損例



図-2 側溝の沈下及び転倒例

溝の形状選定や強度の検討・確認が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 側溝形状の検討

側溝のタイプには大きく分けて、U型・ラーメン型・管渠型の3タイプある。ラーメン型（自由勾配側溝）は製品高さがアーチカルバート底版コンクリートに干渉するため検討対象外とした。

3-2 検討手順

1) 側溝の強度計算

同条件の下、側溝本体の強度の検討を行った。

表-1 強度計算結果

	衝撃係数 (i)	SP 一軸荷重	割増	結果	備考
U型側溝	0.1	81.3kN	1.5	NG	その他の設計条件も同じで検討
管渠型側溝	0.1	81.3kN	1.5	OK	〃

また、セットフォーム工法での検討を行ったが同様の結果が得られた。

2) 基礎構造の検討

基礎コンクリート有無の影響について行った検討結果の内、管渠型側溝の検討結果を下に示す。

表-2 側溝の沈下量試算結果 (mm)

位置	基礎構造	
	基礎碎石	基礎コンクリート
左	-0.21	-0.15
中	-0.20	-0.15
右	-0.21	-0.15

※位置は側溝の両端と中心を示す。

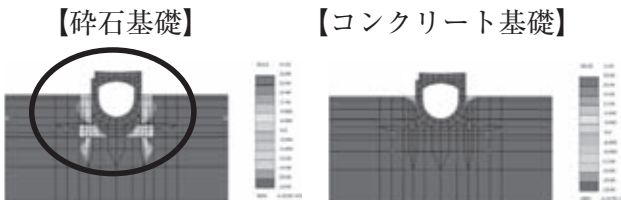


図-3 安定性の比較
※コンクリート基礎のほうが安定している。

SPによる側溝への影響はあるものの、沈下量から基礎コンクリートの有無により大きく左右されないことがわかる。現場では、施工性や僅かではあるが沈下量が優位であることや、施工時に予想される側溝の角欠けや縦横断のズレなどを防止するため基礎コンクリートの施工を行った。また、コンクリート打設時は荷重の分散と側溝保護のための台木（ベニヤ板）を使用した。

SPでの施工は、連続的になるようコンクリートの供給量から施工速度を決定し、また、直線的に走行するように機械のセット調整及び機械オペレータとの打ち合わせを行った。

【側溝据付】



【側溝養生】



図-4 側溝施工状況及び養生状況



図-5 SPでの施工状況



図-6 施工完了

4. おわりに

事前に検討及び対策を講じた結果、懸念された側溝の沈下や破損など発生することなく施工を完了することが出来た。品質の確保及び向上に着目し施工を行った結果、平坦性も平均1.15mmと良好な仕上がりが確保できた。

コンクリート舗装は、耐久性や長期の維持管理に要する費用等の観点から、今後、ニーズが増加すると考えられる。また、当該路線の八十里越に関しては、施工中のトンネルなど数多くあるため、今後も同様な施工機会が増えると思われる。

本現場のように問題点の抽出、検討と検証、対策、施工提案を行うことは現場で施工するに当り非常に重要且つ必要な事項と考える。これからも現場施工の際は積極的に問題提起を行い、品質の向上に繋げて行きたい。

施工計画

ウエルポイント増設による推進（スピーダー工法）の 施工管理について

京都府土木施工管理技士会

株式会社辻建設

現場代理人

辻村 雅彦[○]

川下 匠

Masahiko Tsujimura

Takumi Kawashimo

1. はじめに

今回の下水工事箇所は海沿いで、ボーリング調査の結果、粗粒シルトで自然水位 GL-1.15m である。以前の工事で(図-1)の既設No.1から南側開削での施工の際、GLより-2.5m砂質層で-3.5m粘土層の中で計画管底高-3.3mの開削施工を行っていた所、粘土層によりウエルポイント工法での水替えに難航し、掘削中ボーリングにより近隣の民家に影響が出て問題になった。工事説明会の時、近隣の住民から、「くれぐれも怖い事が起こらないよう工事を行って下さい」と意見があった。

今回は、問題の箇所の北側の既設No.1から西側と東側の下水道工事で、以前の工事を教訓に検討され、当初計画（開削）を粘土層が予想される区間を推進工法が採用された。

工事概要

- (1) 工事名：網野地区管渠布設工事その2
- (2) 発注者：京丹後市下水道整備課
- (3) 工事場所：京丹後市網野町網野地内
- (4) 工期：平成25年12月11日～
平成26年7月10日

本工事は下水管を設置する工事である。

管渠工（開削）	リブ付管 φ150	398m
管渠工（開削）	リブ付管 φ200	143m
管渠工（推進）	塩ビ管 φ200	86m



図-1 推進工平面図

開削箇所：地下水位低下工 ウエルポイント
254本、マンホール設置工 1号マンホール15基、
汚水ます・取付管設置工 53箇所

推進箇所：圧入二径小口径推進工(アンクルモ
ールV工法) 泥水式小口径推進工(スピーダー工法)

2. 現場における課題

推進施工に関し、下請業者と打合せをしたところ、以前問題の箇所を施工した業者であった。

①前の工事経験を生かしウエルポイント業者、推進業者と検討したところ、既設No.1～No.146（アンクルモールV工法）は施工可能であるが、既設No.1～No.2（スピーダー工法）は塩ビ管に直接推進力をかけずに施工を行う低耐荷力二工程工法でN値0程度から30程度の硬質地盤まで対応でき、さらに礫混り土、滞水砂層等の施工が可能であったが、当現場の透水係数が $K = 1.86 \times 10^{-4} \text{m}$

/secである為、スピーダー工法では適合しない土質と判明した。

②事前調査により推進到達人孔には開削用取り付けブーツが設置されていた為、推進到達用止水板の設置が困難で、到達時、マンホールに土砂・水の流出が予想された。

③推進本管が粘土層の真上に位置しており、GL-2.4mに設置した試験孔により水が停滞しており、取り付け管設置が難航することが予想された。

3. 対応策・工夫

①対応策：推進（スピーダー工法）と本管（推進）からの取り付け管の施工可能になるよう、スピーダー施工区間と既設No.1からNo.146へ30m間にウエルポイント増設した。ウエルポイントは、建て込簡易土留工法により管を布設するにあたり、土留矢板背面の地盤の安定、床付け面基礎地盤の安定性の確保、床付け面でのドライ施工を目的とする為、透水係数 $1.86 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ の土質の中、粘土層により揚水量の低下を防ぐ為、打設間隔を1mとし、打ち込み長を粘土層の上と下に交互に打設をした。

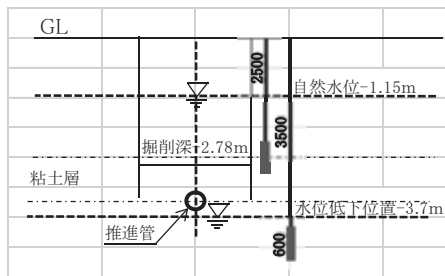


図-2 既設No.1～No.2地下水低下計画図

②対応策：①によりスピーダー工法の施工は可能になり、当初到達高さを10cm下げ、既設ブーツ芯に到達するよう方線を決めた。

到達時、ブーツ撤去の際、土砂、水の流出を防ぐ為、薬液注入工法により地盤を固めブーツ撤去後、到達し、止水板を取付け、止水モルタルを注入した。

③工夫策：推進工完了後、取付管の掘削をしたところ、予想通りウエルポイント反対面からの水が多く、床面から50cm間の土砂がボイリング状態



図-3 既設No.1到達状況

であった。

仮設矢板を打ち込む際、粘土層まで打ち込み、水際まで掘削した。その際矢板の隙間から土砂の流出があったので、矢板内側に矢板先端にゴム版、幅1mを設置し床面下30cmまで打ち込み、矢板間には碎石を投入し、土砂の流出を防いだ。

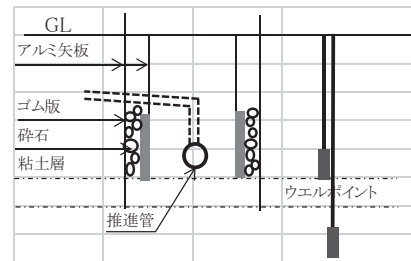


図-4 土留め施工図

4. おわりに

推進（スピーダー工法）ではウエルポイント水替えにより施工可能となり、到達位置、管勾配も許容範囲内に施工管理出来た。

到達マンホールでは、薬液注入により土砂、水を遮断しブーツ撤去を可能にし、止水板を設置することが出来たが、止水板撤去後一部から漏水があった為、Vカット止水で完全に止水した。

その他の開削箇所90%がウエルポイント工法の水替えが必要で、店先、民家入り口では、ウエルポイントを地中に埋め込み、敷き鉄板により車、歩行者の出入りを可能にした。

以上の対策、施工の工夫により工事は工期内に完了することができたが、推進箇所での夜間ウエルポイント運転による騒音対策でポンプを防音シートで覆い、かつ最小限の運転としたが苦情が発生した。事情を説明し理解を得ることができたが、今後の課題となった。

大型解体専用機による旧橋取壊し

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

塩崎 和弘[○]

Kazuhiro Shiozaki

土木部

岡野 浩史

Hirofumi Okano

土木部

岸 悦久

Yoshihisa Kishi

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：防交橋第200号の4他
(主)新居浜別子山線
橋りょう補修工事
- (2) 発注者：愛媛県東予地方局
- (3) 工事場所：愛媛県新居浜市中筋町～
角野新田町
- (4) 工期：平成25年9月18日～
平成26年3月20日

本工事は、新田橋の老朽化に伴う架け替え工事の内、図-1に示す旧橋撤去工事です。

新田橋旧橋撤去 橋長 L=97.06m
上部工撤去 N=1橋
橋脚撤去 N=11基

2. 現場における問題点

本工事における最大のキーポイントは、舗装殻75m³、コンクリート殻1,395m³、鋼材34tをいかに効率よく運搬するかが全体工程に影響すると考え施工計画を検討しました。しかしながら、現地踏査を行った結果、以下の様な問題点があることがわかりました。

- 1) 隣接家屋まで約12m、小学校まで約200m、

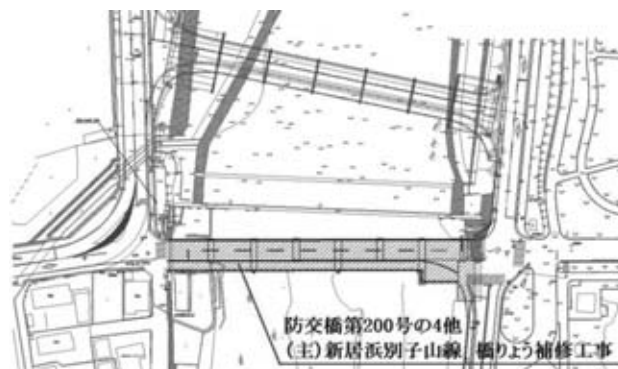


図-1 平面図

保育園まで約200m、東隣にある山根公園入口まで約25mと騒音及び振動に考慮する必要がある。

- 2) 通勤及び通学による交通量が多く、運搬車両を道路沿いに停車させることができない。
- 3) 近隣には住宅も多く、解体作業時に発生する粉塵を抑える必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

まず、1)の問題点については、発注者と協議を行い、160tクレーンで吊下ろし後、大型ブレイカーを用いての解体から、図-2に示す大割機を用いた油圧による静的破碎へ変更しました。橋脚の最大幅3.0mに対応できるよう最大開口幅3.0mの大割機を使用しましたが、騒音規制85dbに対し実測73.5db、振動規制75dbに対し実測44.1dbと静的な解体ができました。また、解体専用



図-2 大割機



図-3 散水状況

機を河川内より近付ける様にする事で安全かつスムーズな解体が出来ました。

次に、2)の問題点については、交通災害防止のため運搬車両通行経路を指定し、通勤及び通学時間を外す為、入退場可能時間を8時30分から16時30分までと定めた結果、通勤及び通学への影響もなく、交通災害や近隣からのクレームもありませんでした。

運搬可能時間が短縮され、10tダンプトラックでは24日間の予定でしたが、河川敷への進入路の勾配を10%まで盛土で緩め、河川内に幅7mの工事用道路を設けることで、28tトレーラーダンプでの搬出が可能となり、搬出期間も10日間まで短縮出来ました。

最後に、3)の問題点については、河川の水を使用し消防ホースで解体箇所を湿らせた後に、散水を行いながら解体作業を行うことで粉塵の発生を最小限に抑えることが出来ました。大割機を用いての解体時には散水は必須作業ですが、河川内であり水は豊富にあることや近隣への影響がないことからポンプを2台設置し散水を行いました。しかし、建物解体とは違い足場がないことから散

水位置が課題となりました。解体殻が落下することで予想外の飛散が予想されることから、散水車は近づくことができず、遠くからの散水ではポンプの容量を大きくする必要があり費用が掛かりすぎることから、バックホウのバケットに消防ホースを固定し、解体機の作業に影響のない位置からの散水を行いました。

4. おわりに

適用条件、採用時の留意点、

この工法は、騒音及び振動が規制される場所や工期が厳しい工事には適していると思いますが、回送するルートや組立ヤードを確保できるかがポイントとなります。本工事では県道沿いに大型回送車が通れる幅で河川敷への進入路があったこと、旧橋上流側に幅約20mの作業ヤードを確保する事が出来たことで、200t級の解体専用機を導入することが出来ました。

この工法を採用する際の留意点としては、解体専用機は分解され搬入されますので、300m²程度の組立ヤードが必要となります。解体時には粉塵防止の散水で多量の水を必要とします。

自走式門型クレーンを用いた PCT 桁の架設

広島県土木施工管理技士会

極東興和株式会社

現場代理人

高木 透[○]

Toru Takagi

監理技術者

茶木 悟

Satoru Chaki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：下関北バイパス 綾羅木高架橋
PC 第4上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中国地方整備局
- (3) 工事場所：山口県下関市綾羅木町
- (4) 工期：平成25年7月11日～
平成26年11月28日
- (5) 構造形式：プレテンション方式
PC 7径間連結 T 桁橋
- (6) 主桁本数：119本（1本当たり 31t）

本工事は、下関北バイパスの橋長168.0mの橋梁新設工事である。工事箇所は、片側に綾羅木海水浴場が隣接し（塩害対策区分Ⅰ）、反対側は住宅密集地域である（図-1）。

本稿は、海からの強風対策と騒音を抑えた架設方法について述べる。

2. 現場における問題点

本現場は、設計段階では200t吊りトラッククレーンで計画されていた。200t吊りトラッククレーンを使用した場合の問題点として、冬期における海からの強風の影響が大きく、PC桁架設時に桁が回転（荷振れ）することが懸念される。ま



図-1 着工前現場状況

た、住宅密集地に隣接しているため、トラッククレーン使用に対する騒音対策が必要となる。さらに、本橋脇の工事用道路上にトラッククレーンを配置する計画であり、架設中は工事用道路を塞ぐ必要があるため、急ピッチで進む隣接工事と作業調整が必要になる。

以上の施工条件を踏まえ、PC桁架設時の安全対策、騒音抑制対策、工程調整に対する配慮が重要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

施工ヤード内は、大きな道路及び河川等の障害物が無く平坦で、ヤード内の縦断勾配が1.5%程度であった。

施工ヤードの条件と、現場における問題点を考

慮した結果、以降に示すメリットが多い自走式門型クレーンを使用したPC桁の架設へ変更した。

- ・障害物が無く、縦断勾配が小さいため、自走式門型クレーンの軌条設置が容易である。

【地理的条件】

- ・門型クレーン2基による相吊りのため、冬期の強風による影響による荷振れが少なくなり、桁は回転しない。

【安全・気象条件】

- ・トラッククレーン架設に比べ、超低騒音の発電機のみで走行・荷揚げを行うため、騒音が抑えられる。

【騒音抑制対策】

- ・トラッククレーンで工事用道路を塞がないため、隣接工事との作業調整が容易に行える（図-2）。

【工程調整】

- ・トラッククレーン架設と比べて架設時期の自由度が高いため、次工程との日程調整が容易であり、架設と次工程を並行し進めることで工程短縮が図れる。

【工期短縮】

- ・主桁架設以外の資材の荷揚げに使用でき、資材荷揚げ用のトラッククレーンの使用頻度を低減できる。

【経費削減】

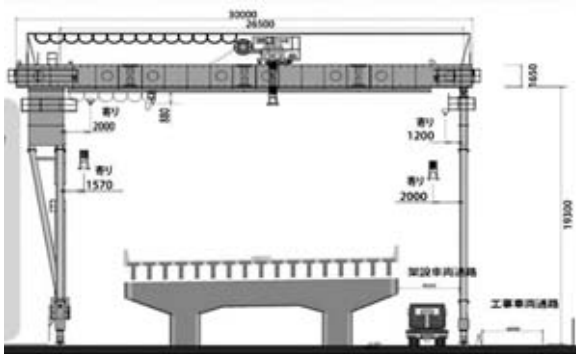


図-2 自走式門型クレーン断面図

表-1 自走式クレーンの仕様

スパン	26.5m
クレーンガーターの長さ	30m
全高	24.518m
全重量	90.2t
揚程	主 17.8m/補 18.607m
定格荷重	主 66t/補 2.8t



図-3 住宅密集地域での架設

4. おわりに

本工事のPC桁架設において、自走式門型クレーンを使用した結果、無事故で地域住民からの騒音に対する苦情もなかった。また、架設作業と次工程を並行して行えたことから、工期を2ヶ月短縮し、完成検査を終えた。

本工事においては、地理的条件、安全・気象条件、騒音問題対策、隣接工事への影響(工程調整)、工期短縮、経済性等、多岐に亘る優位性があったことから、自走式門型クレーンを採用した。採用に際しての留意点として、施工ヤードの条件を踏まえた適用性や採算性等の検討およびメリット・デメリットのバランスを踏まえた総合的な判断が重要と考える。



図-4 架設状況

内川第1橋施工の問題点と対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

監理技術者

杉田 俊介[○]

Shunsuke Sugita

現場代理人

山崎 康弘

Yasuhiro Yamasaki

1. はじめに

内川第1橋は、愛媛県の県庁所在地である松山市の南西部に位置し、一般国道33号松山外環状道路インター線の一環として建設された鋼橋である。

松山外環状道路とは、慢性的に渋滞する現在の松山環状線の外側に建設中の環状道路であり、松山IC・松山空港・松山港等の広域交通拠点のアクセス性向上と市街地へ流入する交通の分散を目的とした高規格道路である。

工事概要

- (1) 工事名：平成23～25年度
内川第1橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 四国地方整備局
松山河川国道事務所
- (3) 工事場所：愛媛県松山市北井門町地内
- (4) 工期：平成24年1月5日～
平成25年7月31日

本橋は、橋長173.2mの3径間連続鋼開断面箱桁橋であり、建設工事における主要工種は、鋼桁の製作および架設、合成床版、壁高欄、橋梁付属物等である。本稿では、鋼桁架設における問題点と対策について報告する。

2. 現場における問題点

本工事の施工計画を進めていく中で、以下の問



図-1 内川第1橋

題点が明確になった。

P1～P2橋脚間において、地上約22m上を高圧送電線（66,000V）が横断していた。当初、高圧送電線直下においても鋼桁架設は、トラッククレーンベント架設工法にて計画されていた。しかし、現地を詳細に調査した結果、架設クレーンブームと高圧送電線の離隔距離は、電力会社が推奨する安全離隔距離4m以上、更に労働基準局通達による最小離隔距離2.4m以上を確保出来ないことが明らかとなった。

3. 対応策と適用結果

当初の架設計画に対して、クレーンブームと高圧送電線の離隔距離を確保して施工する2とおりの架設計画を立案した。

1つ目は、クレーンブーム高さが制限される範囲に位置するP1からJ3までの部材を高圧送電線の影響を受けない本工事の路線の南側（側道及び民間地）範囲にて組立て、その後、所定位置まで橋軸直角方向に移動させる横取り工法である。

2つ目は、図-2に示すようにクレーンブーム高さが制限される範囲に位置するP1からJ3までの部材を、終点側（J4からP2までの区間）で組立て、その後所定の位置まで橋軸方向に移動させる縦送り工法である。

横取り工法及び縦送り工法を比較検討した結果、使用する仮設機材数量は、ほぼ同等であり、作業日数（所要日数）、工費等の大きな差は生じなかった。横取り工法においては、地上の作業スペースを大きく使用することができるというメリットがあった。しかし、その設備の一部を工事用地外の供用中側道部、及び民間地に設置しなければならないことから、現場周辺の環境に与える影響を考慮し、すべての設備が工事用地内に収まる縦送り工法を採用することとした。



図-3 縦送り前



図-4 縦送り後（2回目）

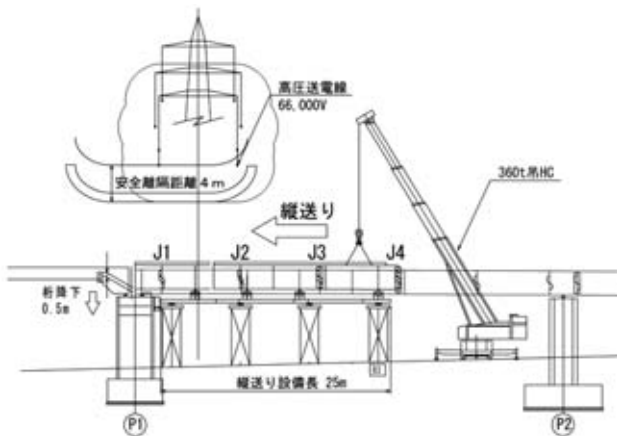


図-2 縦送り工法計画図

縦送り架設とするのは、図-2に示すようにP1からJ4までの区間であり、橋軸方向の長さは約25m、縦送り時の最大部材重量は約160tである。

P1からJ4間に縦送り用の構台を組立て、長さ25mの軌条を4条設置した。軌条上に設置した台車に、G1、G2主桁、横桁、及び合成床版鋼板パネルを架設した後に、縦送りする。この一連の作業を図-3及び図-4に示すようにクレーン

ブーム高さの制限を受けない範囲で、主桁ブロック毎に繰り返す。これにより安全に橋桁を架設することが可能となった。

台車には推進力20t、ストローク1,000mmのクレビスジャッキを4軌条それぞれに配置し、これらを同油圧系統で制御することで、推進量を同調させ、安定した縦送りを可能とした。また、クレビスジャッキを使用することで、縦送り台車（鋼桁）の逸走防止にも有効となり、簡便な設備で高い安全性を得ることが出来た。

4. おわりに

本工事においては、上述の問題を事前に解決したことにより、架設工事の安全性向上が図られた。

最後に本工事の施工に当たりご指導いただきました四国地方整備局松山河川国道事務所をはじめとする関係各位に厚くお礼を申し上げます。

施工計画

国道1号静岡バイパス(鳥坂高架橋)架設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

喜多村 実[○]

Minoru Kitamura

監理技術者

宗村 基弘

Motohiro Munemura

設計担当

石川 誠

Makoto Ishikawa

1. はじめに

国道1号静岡バイパスは、地域高規格道路「静岡東西道路」の一部を構成し、静岡市の環状道路の一部として、交通混雑の緩和、交通安全の確保等を目的とした幹線道路であり、現在全線暫定2車線にて供用をしており、平成30年に4車線供用に向け工事が進められています(図-1)。

本工事は、鳥坂IC～千代田上土IC間の鳥坂東地区の高架橋の架設工事を行うものである。

本稿では、工事概要及現場施工における工夫について報告します。

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度 静岡鳥坂高架橋東地区橋梁上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局 静岡国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県清水市清水区鳥坂地内
- (4) 工期：平成25年2月20日～平成26年3月28日
- (5) 橋梁形式：10径間連続非合成鋼板桁橋
- (6) 橋長：347.0m
- (7) 支間長：37.3m+2@38.0m+4@33.5m+2@33.0m+32.3m
- (8) 鋼重：689.7t



図-1 橋梁架設位置図

2. 現場における問題点

本工事は施工にあたり、以下の課題が考えられた。

- (1) 架橋位置が1号静岡バイパス(I期線)とOFFランプ・側道に非常に接近している為、夜間OFFランプ・側道の通行止めを行うことによる交通渋滞が最小となる様な作業日数の短縮が必要であった。
- (2) I期線へのクレーン近接が少なくなるような架設計画が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

課題を解決するにあたり、以下の内容について検討・施工を行った。

① 支承の設置

I期線へのクレーン近接作業を少なくする為に既設壁高欄より低い位置で横移動ができる設備を橋脚上に設け、支承設置を行う事とした(図-2)。



図-2 支承の移動設備

軌条梁は主桁横取り時に兼用できる様に主桁補強材位置に来るように確認を行い、作業ヤードからI期線への離隔を確保しながらクレーンにて設置を行った。結果的には通常より支承設置に時間を費やしたもののI期線への安全に対して十分なものであった。

②横取り架設

夜間作業によりG1-G2のベント組立てを行い160t吊りクレーン2台を配置させ、G3-G4桁を両端部(P122、P132側)から中央に向かって同時に架設を行い、落とし込みにより閉合させた後、キャンバー調整、HTB本締め後、橋体をチルトタンクにて支持させ、I期線側に横取りする方法とした(図-3)。



図-3 主桁の横取り要領領

横引き装置としては、当初橋脚に軌条を配置して、チルトホールにて引っ張る予定であったが、移動速度にばらつきが生じ易く、10径間にもおよぶ連続桁を各橋脚間での移動速度・移動量を連動させる事が困難である事と横移動する距離が僅か(≒6.0m)であり、拘束される制約時間に比較的余裕があった為、油圧ジャッキ式横取り装置等は使用せず。センターホールジャッキ(200mmST)とPC鋼棒をつなぎ電動ポンプユニットを使用してストローク管理により連動させる構造(図-4)とした。但し、端支点は横引き力が小さいためチルトホールにて横取りを行った。また主

桁はI期線への近接作業が少なくなる様に吊足場・防護工を設置した後、夜間作業にて横取りを行い約4時間で完了した。桁降下作業は橋軸・直角方向の微調整をすべり装置付ジャッキで行いながら架設を完了させた。

③桁間の部材の設置

クレーン作業を少なくする為に、桁間の部材取付には架設桁上に簡易的な軌条レール及び巻上げ設備を設けて施工を行った。また、一部市道上では桁下ヤードで部材を荷揚げ、ウインチにより横行させ架設を行った(図-5)。結果として、クレーン架設及びI期線への近接作業が無くなり安全に架設を完了させる事ができました。

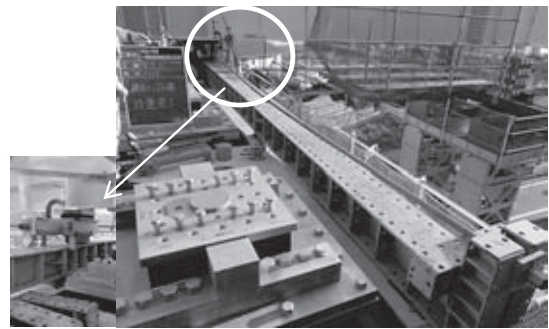


図-4 横取り設備



図-5 桁間吊り設備

おわりに

本工事は、平成27年3月の清静バイパスの4車線化を目指して、安全と品質の確保に留意して施工を行い、無事に完成する事ができました。

最後に、この工事を進めるにあたって、中部地方整備局静岡国道事務所及び静岡維持出張所の方々にご指導を賜り、関係各所の方々にご協力を頂きました。ここに深く感謝します。

狭隘な施工空間における単純上路トラス橋の トラッククレーンとケーブルクレーン併用架設による工夫

日本橋梁土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

現場代理人

所 泰 行[○]

Yasuyuki Tokoro

監理技術者

秋 澤 秀 政

Hidemasa Akizawa

1. はじめに

本橋は一級河川大分川の支流である七瀬川左岸斜面に位置し、大分県大分市を起点に熊本県阿蘇市経由し福岡県大川市に至る国道442号の道路改良事業の一部である。未改良区間の現道の幅員が狭く曲線区間が連続(図-1)し、急峻な斜面を有する(図-2)狭隘な施工空間が制約条件となった。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成24年度
交付国改大13号橋梁整備工事
- (2) 発 注 者：大分県大分土木事務所
- (3) 工事場所：大分県大分市上詰226
- (4) 工 期：平成19年12月11日～
平成26年1月31日
- (5) 形 式：単純上路トラス橋

2. 現場における課題



図-2 急峻な斜面を有する現場状況

本現場の施工空間における次の1)および2)の制約条件により、従来のケーブルクレーン架設での施工は困難であることが課題となった。

1) 鉄塔位置の制約条件

橋台背面は傾斜地であり、さらにA1側は現道が橋台と平行に近接し、橋台背面の施工空間が十分に確保できなかった。このため、鉄塔基礎を構築する位置が課題となった。

2) ケーブルクレーンの稼動領域の制約条件

鉄塔位置を工夫した場合においても、ケーブル

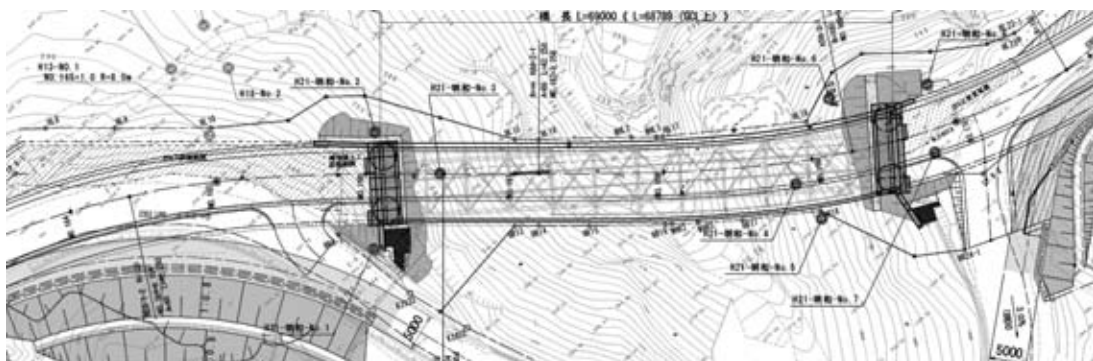


図-1 曲線区間が連続した現地の平面図

クレーンの稼働領域は鉄塔間になるため狭隘な施工空間になる。このことから、ケーブルクレーン架設を行う際、部材の仮置き設備が課題となった。

3. 対応策と適用結果

課題点を克服すべく以下の対策を実施した。

(1) トラッククレーン工法による作業構台構築

橋台背面に現道が近く、作業ヤードとしては狭隘な施工空間を克服するため、作業用構台を橋台前面に設置する工夫で対応することとした。具体的には、橋台近くに鉄塔基礎を構築し、ケーブルクレーンが使用できるよう端部のトラス部材を部分的にトラッククレーン工法により架設した後、その上を作業構台として利用し、ケーブルクレーンに移行する実施計画（図-3）を立案した。しかしこれにより、ベントの設置が必要となった。傾斜地の特性上、杭基礎が必要であったが、施工箇所の地質条件が良好ではないため、ダウンザーホールハンマー工法を採用し基礎杭の安定性を確保することで対応した。

施工開始時は予測以上に時間を要するなど苦慮したが、実施計画通りに杭基礎が設置でき、トラッククレーン架設（図-4）へ移行できた。

(2) 作業構台における部材搬入車両の工程管理

トラッククレーンにより架設した作業構台の領域の制約もあり、搬入車両の駐車と部材の仮置き場所は概ね15tトラック1台分のスペースであった。このため、ケーブルクレーン工法（図-5）に移行するにあたり、搬入部材の荷下ろし後、速やかに架設し、作業構台のスペースを空ける工程管理を実施した。具体的には、時間差で搬入できるようにトラックの台数を確保し、工程遅延が生じないように関係機関と調整した。なお、トラックの待機場所も同様な工夫で対応した。

(3) ケーブルクレーン工法における施工管理

ケーブルクレーン直吊架設を採用する際に、架設系と完成形では橋体の重量が変わることに注意する必要がある。すなわち、架設ステップ毎に変化する荷重に合わせてケーブルの伸びが生じ、直

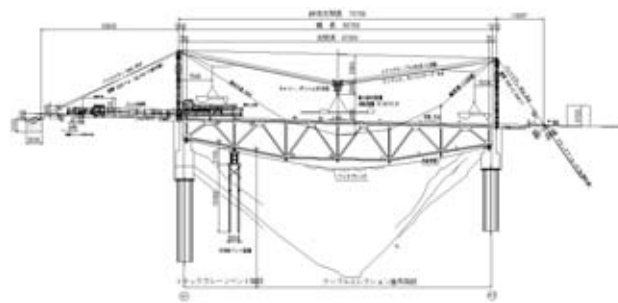


図-3 架設計画図



図-4 トラッククレーン架設



図-5 ケーブルクレーン架設

吊ワイヤー長が変わるため、チェンブロックにて微調整を実施する工夫をした。

以上の対策による結果、完成後のそりの出来形について $-8 \sim +10\text{mm}$ の高い精度で施工ができた。

4. おわりに

本橋は架設場所のケーブルクレーン工法での狭隘な作業空間での施工を可能にするために、その弱点をトラッククレーンベント工法の併用で補うことで対応することができた。このような工夫を同種条件での施工現場の参考になれば幸いである。最後に、大分県大分土木事務所ならびに関係者の皆様に深く感謝いたします。

ケーブルクレーン斜吊工法による ニールセンローゼ桁橋の架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日立造船株式会社

監理技術者

川島 芳浩

Yoshihiro Kawashima

1. はじめに

比丘尼谷（びくにたに）橋（仮称）は、阿蘇入口部の交通混雑の緩和と交通安全の確保を目的とした国道57号立野拡幅事業に伴い、県道瀬田竜田線上の阿蘇口大橋に隣接する形で建設される橋梁である。既設の阿蘇口大橋は国道57号の2車線部分に充てられ、比丘尼谷橋は付け替えた県道瀬田竜田線の橋梁として利用される計画である。

架橋場所が白川の比丘尼谷峡谷に位置していることから、地形や建設コスト、施工性の検討により、主橋梁部の構造形式はバスケットハンドル型のニールセンローゼ桁橋が採用され、ケーブルクレーン斜吊工法による架設が計画された。この鋼桁の架設は平成25年11月に完了し、平成26年度中の供用を目指して床版工と橋面工が施工中である。なお、完成後にはその特徴的な景観から、阿蘇の玄関のシンボリック存在として期待されている橋梁である。本稿は架設工事の概要について報告する。



図-1 比丘尼谷橋全景（工事完成時）

工事概要

- (1) 工事名：県道207号付替比丘尼谷橋上部工（P2～A2）工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局
- (3) 工事場所：熊本県阿蘇郡南阿蘇村大字立野～菊池郡大津町大字瀬田地内
- (4) 工期：平成24年8月28日～平成25年11月29日
- (5) 橋梁形式：鋼単純下路式ニールセンローゼ桁橋
- (6) 橋長：125.0m
- (7) 支間長：123.0m

2. 現場施工における課題

- (1) バスケットハンドル型のニールセンローゼ桁橋はアーチ系構造特有の製作上の課題に加え、斜材にケーブルを使用しているために形状管理に対しても注意を要する構造である。
- (2) 本橋の架橋地点は白川の比丘尼谷峡谷と県道瀬田竜田線に挟まれた厳しい架設条件となっているため、限られた施工ヤードの中での仮設備



図-2 現地状況

の計画に加えて、安全面により一層の配慮が求められた。

3. 課題に対する施工上の工夫

(1) 斜吊設備の工夫

斜吊は3段の斜吊りケーブルを使用し、うち2段を盛替えながら行った。上弦材の架設精度が下弦材の架設精度にも大きく影響を及ぼすため、全ての斜吊ケーブルにロードセルを設置して張力を常時監視した。さらに3次元トータルステーション機器等により、橋体の形状、橋体の温度、鉄塔の倒れを含めて架設ステップごとに解析値との比較を行いながら一元管理できる「斜吊管理システム」(図-4)を構築した。また、無線LANによりP2側とA2側の双方で監視が行えるようにし、常に全体の状況を把握することで品質、安全の確保に努めた。



図-3 上弦材架設状況

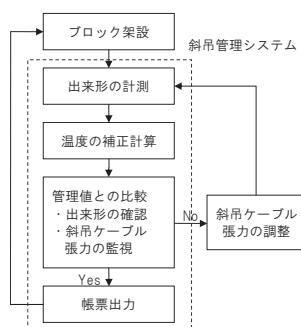


図-4 斜吊管理システムによる作業フロー

(2) 床組み部材架設の工夫

上弦材のアーチ形状がバスケットハンドル型で先行して上弦材の架設を行っている場合には、床組み部材を直吊で架設しようとする上弦材と干渉して所定の位置まで降下することができない。

さらにケーブルクレーンの構造の特性上、吊った部材の往復移動、巻上げ巻下げの動きはかなり遅く、部材数が多い場合には時間がかかり高所での危険な作業が多くなるため、安全面での懸念があった。このため、本橋では横桁、縦桁、下横構および対傾構をA2側端部の床組み部材の架設後にその桁上で地組立により一体化し、ケーブルクレーンで吊り上げ、上弦材と下弦材の間を低空移動させて架設を行った。床組み部材の移動時には、上弦材の上支材が障害となるが、主クレーンと補助クレーンで玉掛け材の盛替えを行いながら移動させた。これにより、クレーンの移動回数を減らすことが可能となり、作業時間の短縮と架設回数の低減による作業員の危険な作業を軽減することができた。



図-5 上弦材架設完了状況



図-6 床組み部材架設状況

4. おわりに

本橋のようにバスケットハンドル型のアーチ形状を有している桁の厳しい条件の中でのケーブルクレーン斜吊工法架設は、特に施工上の安全面で注意を要する。本報告で紹介した工事内容が、今後の同種の橋梁の施工において参考になれば幸いである。

FRP 合成床板パネルの施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

現場代理人

主任技術者

高橋 昌彦[○]

山下 修平

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：H24・25圏央道桶川インター
Cランプ橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
大宮国道事務所
- (3) 工事場所：埼玉県桶川市加納地先
- (4) 工期：平成25年2月5日～
平成26年1月20日

2. 現場における問題点

圏央道桶川インターCランプ橋は、曲率半径が50mの単純曲線箱桁橋であり、その横断勾配は最大で9%となっている（図-1）。

本橋の床版は、非腐食性材料のFRPパネルとコンクリートから成る耐久性に優れたFRP合成

床版を採用しており、以下に示す懸念事項に対して、対策を講じる必要があった。

- ①床版は、その底面および側面がFRPパネルで覆われていることから、コンクリート打込み時の目視によるコンクリート充填確認が困難である。
- ②FRP合成床版パネルは、パネル同士の継手に重ね継手を採用しているため、主桁上にパネルを架設した後のパネルの位置調整が困難であることから、1パネル毎に位置調整を行い、精度良く架設する必要がある。
- ③FRPパネルの重ね継手部分は、現場でその接触面にボンドを塗布した後、ブラインドリベットにより添接（圧着）するため、添接作業時、確実に密着しないとパネル内に打ち込まれたコンクリートが継手部から漏れる可能性がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

①目視によるコンクリートの充填確認

コンクリート打込み時のFRPパネルにおける横断勾配の高い側の側板内面と排水柵下面の充填状況をコンクリート充填・締固め検知システム『ジューテングーⅡ』（図-2）でリアルタイムに確認しながら充填作業を実施することで、コンクリートのFRPパネル内への充填を確実なものとした。

②パネルの架設精度の向上

本橋は、前述したように曲率の大きい単純曲線

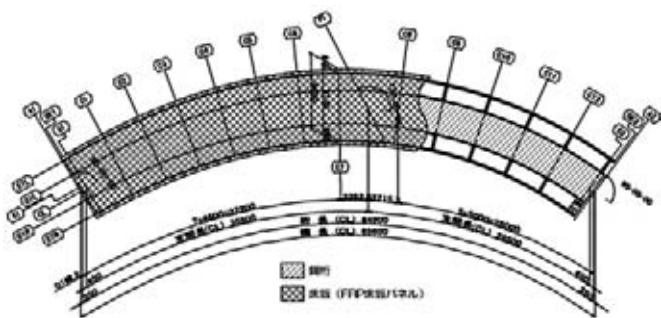


図-1 橋梁平面図

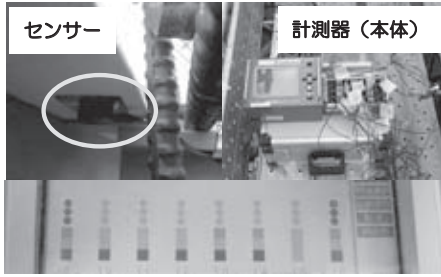


図-2 ジューテンダー

箱桁橋であることから、パネル架設時には個々のパネルを所定位置に確実に据え付けるため、トータルステーションを用いた3次元計測を行うとともに、据付精度を確保しながら1パネル毎設置を行った(図-3、4)。

③現場接合部の完全密着

FRP合成床版パネル同士の添接作業は通常、重ね継手接触面にボンドを塗布後、パネルを置いて調整、削孔および密着のステップを踏んでからブラインドリベットを用いて添接(圧着)する。

しかしながら、本橋は曲率の大きい曲線箱桁であり、調整に時間がかかることが懸念され、加えて施工が暑い時期であったことから、ボンドの硬化が早く、FRPパネルを置いてしまっからの調整が困難と判断した。また、ボンドだけで貼りついたパネルは隙間が生じ、硬化後、リベットを打っても隙間が出来たままになる危険性が高かった。以上より、FRPパネルを一度仮置きして計測後、パイロットホールを削孔するとともに、一度撤去

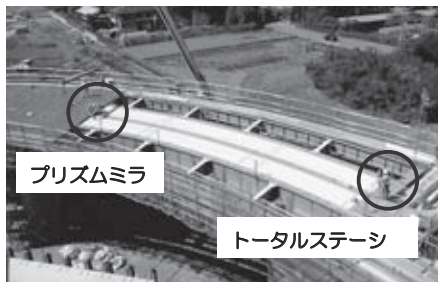


図-3 FRPパネル設置状況



図-4 計測機器パソコン出力画面

してボンドを塗布後、パイロットホールを基に復旧リベットを打込む方法を採用した(図-5)。

上記の3つの対策を実行することにより、コンクリートの充填性を確保した。

また、FRP床版パネルの設置精度も確認しながら行ったため、きれいな曲線に仕上げることが出来た。加えて、懸念していたコンクリート等の漏れもなく、良質で耐久性の高い床版コンクリートが構築できた(図-6)。



図-5 FRPパネル設置状況



図-6 施工完了

4. おわりに

FRP合成床版は、耐水性、耐食性に優れた非腐食性のFRP(ガラス繊維強化プラスチック)材を支保工兼用の永久型枠として用い、コンクリート硬化後はFRPも強度部材として外力に抵抗する合成床版である。本橋は完成後、圏央道の本線上のランプ橋となるため、特に維持管理の低減に大きな成果がある。現在、多くの現場で計画・施工されている鋼・コンクリート合成床板に比べて施工実績は少ないが、塩害地域や道路・鉄道を跨ぐ橋梁に特に効果があると考えられる。

槇木沢橋(連続補剛桁逆ランガー橋)の補強工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

監理技術者

小林 智 則[○]

Tomonori Kobayashi

現場代理人

宇佐美 隆 宣

Takanori Usami

1. はじめに

岩手県下閉伊郡田野畑村に位置する鋼製逆ランガー橋の槇木沢橋(図-1)は、久慈市と宮古市を結ぶ一般国道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。本位置は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、供用下において支取替、コンクリートにより受け台を設置し変位制限装置、浮上防止装置の設置、地震時のエネルギー吸収量の多い座屈拘束ブレースによる対傾構補強、床版の断面補修、伸縮装置の取替を行った。

本稿では、アーチ・端支柱基部部の変位制限装置等の製作・現場施工について報告する。



図-1 槇木沢橋全景(補修前)

工事概要

- (1) 工 事 名：槇木沢橋補強工事
- (2) 発 注 者：国土交通省東北地方整備局
三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県下閉伊郡田野畑村
南大芦地内
- (4) 工 期：平成25年2月23日～
平成26年9月10日
- (5) 橋梁形式：3径間連続鋼補剛逆ランガー橋
- (6) 橋 長：240m
- (7) 支 間 長：42.0m + 140.0m + 42.0m

2. 現場施工における課題

本工事の施工では、以下の2点の課題があった。

- (1) アーチ基部の補強に関して、既設のアーチ下面(補強材取付部)にねじれや折れ点(ナックル部)があり、当時の竣工図からはそれらが判断できず、製作(補強)材を三次元にて考慮する必要があった。且つ他の補強材との取り合いもあり、精度の高い現場孔明け、調整等が必要となった。
- (2) 変位制限装置・ダンパー工・浮上防止装置等ほとんどの補強材について、後施工アンカーとの取り合いがあり、現場削孔孔位置、アンカーボルト位置を製作材に反映する必要があり、部材取り付け位置に影響を与えるため精度が要求された。

3. 課題に対する工夫・改善点と適用結果

(1) 実物大の模型による確認、原寸フィルムの使用
施工に際して、まず既設部が複雑な形状のため座標(三次元測量)にて現地実測を行い製作図に反映させた。それを3Dデータ化し、パソコン上で形状、寸法を確認、さらに製作材の現物大の模型を作り現地にて既設構造物に合わせ(図-2)、部材形状、取り合い等予期せぬ問題等の洗出し確認を行い、誤差等の相違を未然に防止する策を講じた。

また、部材の取付けの基準となる孔明け位置について、原寸フィルム(図-3)を貼り付け、孔明けを行った結果、製作材との孔位置誤差、既設との取り付け精度を許容値以内に収めることができた。

(2) 後施工アンカーの位置確認、製作反映

支柱基部部の補強でほとんどの部材が後施工アンカーとの取り合いが部材の取り付け精度に影響してくるため、削孔前に基準の位置出し測量、鉄筋探査を行い、その結果をもとに孔明け位置を想定し、実施したのち計算書と照らし合わせ製作図を作成し原寸フィルムとの相互確認(図-4)を行った。



図-2 原寸大模型による確認



図-3 原寸フィルムの使用



図-4 原寸フィルムによる確認



図-5 補強材(プレート)設置完了



図-6 支柱等基部補強完了

アンカーボルトの本数が多かったが、施工の途中で何度も確認を行ったため、製作材との誤差を許容でき、補強部材の設置をスムーズに行うことができた(図-5、6)。

4. おわりに

建設後約50年以上供用している橋梁は国内に多数存在しており、今回の補強工事を含め今後補修・補強工事が行われていく中で参考になれば幸いである。

現場の工事特殊性、施工条件等をよく理解していただいた国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所の関係各位に適切な助言・ご協力をいただき、本工事を無事故・無災害で完了することができました。ここに深く感謝の意を表します。

供用下橋梁の横取り架設工事について (山手橋横取り架設工事)

日本橋梁建設土木施工管理技士会
三井造船鉄構エンジニアリング株式会社
工事主任
宮 下 剛
Takeshi Miyashita

1. はじめに

本橋は、福山市内を流れる1級河川芦田川を跨ぐ橋梁である。郊外から市内にアクセスする主要市道上に位置し、1日の交通量は13,000台である。旧橋は幅員の狭い2車線道路として機能していたが右折車が多く渋滞が慢性化していた。

本稿では渋滞解消の為の、橋梁の架け替え工事であり、縦に2分割して架けられた新設橋梁の片側を横取り工法で移動後、接続する極めて稀な工事について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：山手橋横取り架設工事
(都市計画道路3.5.614号津之郷奈良津線)
施工前状況を示す(図-1)。



図-1 施工前

- (2) 発注者：福山市建設局土木部道路整備課
(3) 工事場所：福山市山手町5丁目-北本庄3丁目
(4) 工 期：平成24年6月21日～
平成25年3月29日
(5) 橋梁形式：鋼7径間連続非合成箱桁橋
(6) 橋 長：312.0m
(7) 横取り重量、移動量 4000 t 4.5m

2. 現場における課題点

本工事の施工にあたり、以下の課題が考えられた。

- (1) 横取り軌条上のスライドジャッキは橋脚梁端部となるためジャッキを支える支保工として、鋼製ブラケットによる施工が当初計画されていた(図-2)。

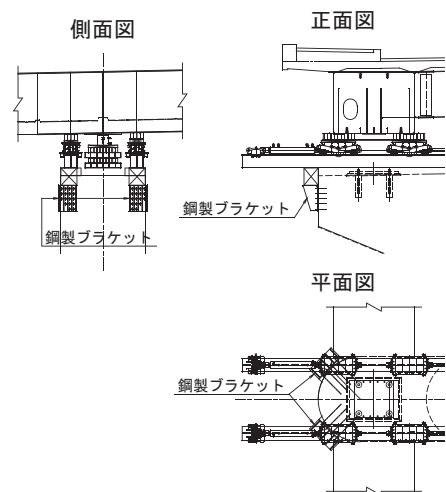


図-2 当初計画

しかし、鋼製ブラケットを取り付けるためにはアンカーを定着させる必要があり、既設の鉄筋をかわしながらアンカー削孔を施工することは現実的ではない上、橋脚のR2500mmの側面において鉄筋探査をするにも探査機がコンクリート表面に密着しないことが現場での実験で判明し、代替案を出す必要があった。

- (2) 橋梁を横取りする際、ある支点が先行して移動した場合、床版に面外曲げが生じひび割れをおこすのではないかという懸念があり、横取り時の相対変位量の対策を講じる必要性があった。

3. 課題に対する対策

(1) 鋼桁外補強案の実施

WLにあったスライドジャッキ芯を橋脚の中心側へ800mm移動させ、鋼桁の荷重(RL、RR)をビルドHに負担させる構造とした(図-3)。

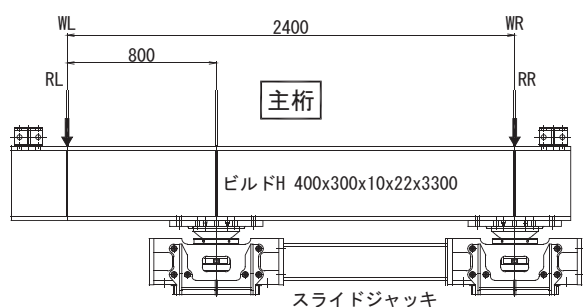


図-3 変更構造

鋼製ブラケットの場合、アンカー削孔後に製作しなければならなかったが、鋼桁外補強においては予め製作を実施することが可能であり、また何よりも橋脚にアンカー削孔を必要としないため、工期短縮にもつながる長所があった。

(2) 横取り時の相対変位量対策

電算ソフトによりひび割れ曲率を算出し、それにより限界相対変位量を算出した。

計算結果としては、最小で10mmの相対変位で床版に悪影響を及ぼすことが判明したため、現場での対策としては8支点のジャッキを集中制御により移動量を管理することにした。

施工は相対変位の最小値(10mm)の80%(8mm)を超えた支点の移動を自動で停止させ、全

ての支点が相対変位8mm以内で移動するシステムで横取りを実施した。

結果としては、最大相対変位は2mmで横取りは実施でき、床版にも有害なクラック等は発生しなかった。集中制御システムを(図-4)に示す。



図-4 集中制御システム

4. おわりに

本工事は供用後の橋を横取りする非常に稀な工事ということもあり、地元新聞等にも掲載され注目度の高い工事であった。また、地元住民向けの見学会や見学ルーム等を設置し、工事の理解を深める工夫も実施した。横取りは見学会を実施したために移動量は1時間当たり740mmと非常にスローな速度で横取りを実施した。なお、横取り自体は集中制御等の対策が一定の効果を挙げた。

しかし、横取り工以外の施工においては想定外の事象が発生し、新たな課題があった。特に2分割して架けられた橋梁は別業者の施工となっており、接合部の相対的な位置(XYZ方向)の誤差や桁降下時には支承を設置するために与変形を実施しなければならなかったが、支承自体にそのような治具等は設置されておらず、その誤差をどのようにキャンセルするのか、発注者にコンサルを交え打合わせをし、早急かつ最良の方法を見出すべく頻繁に協議し方向性を模索した。

施工実績の稀な工事を行う場合は、各段階ごとに新たな課題と直面するが、それらの課題を一つ一つ解決していかなければならないため、忍耐強い作業が求められる。本工事に携わったことでそれらの課題は必ず解決できるという信念が重要だと感じた。

九州自動車道上の橋梁架設工事報告（小川 SIC）

日本橋梁建設土木施工管理技士会

三井造船鉄構エンジニアリング株式会社

現場代理人

笹本 英樹

Hideki Sasamoto

監理技術者

宮崎 靖悟[○]

Seigo Miyazaki

担当技術者

太田 富之

Tomiyuki Ohta

1. はじめに

本工事は九州自動車道の松橋 IC と八代 IC の中間に位置する宇城氷川スマートインターチェンジのランプ橋（E ランプ橋）及びアクセス橋（稲川高塚橋）の製作・架設工事である。

発注者は西日本高速道路株式会社であるが、アクセス橋である稲川高塚橋は地元自治体である宇城市からの委託工事となっていた。

特徴としては、九州自動車道の通行止め規制を伴う架設工事だったこと、橋梁形式がポータルラーメン橋だったことが挙げられる。

本稿では、上記の工事概要について報告する。
工事概要

(1) 工事名：九州自動車道

小川スマートインターチェンジ



図-1 着工前全景

E ランプ橋他 1 橋（鋼上部工）工事
着工前全景を図-1 に示す。

(2) 発注者：西日本高速道路株式会社 九州支社
熊本高速道路事務所

(3) 工事場所：熊本県八代郡氷川町大字高塚

(4) 工期：平成24年8月9日～
平成25年11月1日

(5) E ランプ橋諸元

形式：鋼ポータルラーメン橋

橋長：35.0m

鋼重：75.3t

床版形式：FRP 合成床版

(6) 稲川高塚橋諸元

形式：鋼2径間連続合成鈹桁橋

橋長：89.0m

支間長：43.85m + 43.85m

鋼重：120.1t

床版形式：鋼合成床版（MESLAB）

2. 現場における問題点

本工事は施工にあたり、以下のような課題が考えられた。

(1) 九州自動車道の通行止め規制日程が現場乗り込み前の時点でほぼ確定され、規制可能日数も2日間のみとなっていた為、綿密な施工計画と工程調整が要求された。また、高速道路上で架

設後の作業（床版・橋面工事）を行うための固定足場を設置できなかった為、嚴重な落下防止措置が要求された。

- (2) ポータルラーメン橋の剛結部コンクリートは、コンクリート硬化時の温度ひび割れが懸念された。

3. 対応策と適用結果

- (1) 2橋の通行止め規制日数が各1日となっていたため、2橋ともに合成床版を搭載し、塗装まで全て完了した状態で架設を行った。Eランプ橋は軽量のFRP合成床版を採用し、架設重量の低減を図った上で750t吊りクローラクレーンによる一括架設を行った。稲川高塚橋はペントを搭載した多軸台車を使用し、送り出し架設を行った。（降下作業はEランプ橋架設と同時）以上により2日間の夜間通行止め規制で2橋の架設を完了できた。

送り出し架設状況を図-2に示す。



図-2 多軸台車による送り出し架設

また、架設後の高速道路上作業においては、特にコンクリートが高速道路上へ落下・飛散する事を防止するため、合成床版のシール及びシール後の散水による水漏れ確認実施や、壁高欄外側パネルのサイズアップ、コンクリート打設時の養生パネル使用等を実施し、結果として一切のコンクリート洩れ等の災害は発生しなかった。

- (2) 施工前に温度応力解析にて検討を行った。その際の養生条件としては、型枠は合板（側面）および養生マット（天端面）とし、コンクリート

打ち込み後5日間養生を行う設定とした。なお、打設時期は8月中旬とし、外気温は25℃とした。

解析結果として、内部ひびわれ指数が、ひび割れが懸念される数値となっていたため、配筋にハイパーネットの使用、コンクリートに膨張剤添加、Qマット使用による散水養生等の対策を行い、結果として有害なひび割れの発生を防ぐ事ができた。図-3に解析モデル、図-4にネット設置状況を示す。

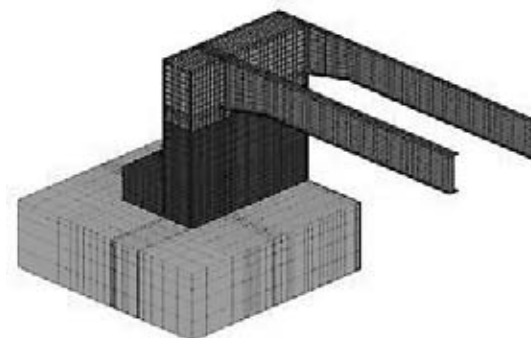


図-3 温度応力解析モデル



図-4 ハイパーネット設置状況（剛結部側面）

4. おわりに

車が走行している高速道路上での施工は、何重もの安全対策が不可欠である。今回紹介した対策の他、地道な安全点検と安全活動の重要性を改めて実感した。

また、ポータルラーメン橋の施工においては、ひび割れの抑制対策が重要となるため、事前の解析、施工上の工夫、打設手順の検討等様々な対策が必要となる。

本稿が今後同種の工事の参考になれば幸いである。

剛結横梁を有する井尻川橋の架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社東京鐵骨橋梁

主任

升本 和 喜[○]

Kazuki Masumoto

課長

平野 宏 文

Hiroyuki Hirano

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東九州自動車道
小波瀬川橋（鋼上部工）工事
- (2) 橋 梁 名：井尻川橋
- (3) 発 注 者：西日本高速道路(株)九州支社
- (4) 工事場所：福岡県行橋市大字宝山
- (5) 工 期：平成22年7月27日～
平成26年3月27日

東九州自動車道は、北九州市を起点に、東九州の主要都市を経由し鹿児島市に至る、延長436kmの高規格幹線道路である。本工事の井尻川橋は、東九州自動車道の行橋IC～みやこ豊津IC間に位置する、鋼2径間連続合成2主桁桁橋である。上下線2橋の計画のうち、暫定系である下り線の施工で

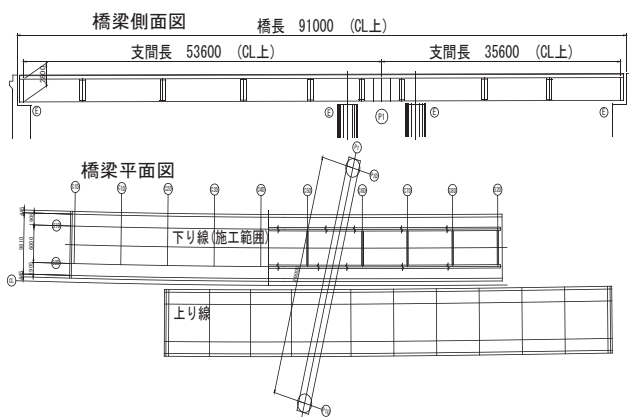


図-1 構造一般図

あり、中間支点は鋼製横梁形式が採用されている。

本稿では井尻川橋の現場架設における、施工条件変更に対する対応策の工夫について述べる。

2. 現場における問題点

本橋は井尻川上空に架設する橋梁である。当初の横梁架設計画は、非出水期に河川内ベントを設置する予定であったが、全体工程変更に伴い出水期に横梁架設を行うよう施工条件が変更となったため、河川内ベントが設置不可となった。また、隣接工区の工程条件の変更により、右岸架設ヤードの早期引き渡しが求められた。

以下に、検討課題を示す。

- ・横梁架設時の河川内ベントの代替案計画
- ・右岸ヤードの早期引き渡しを実現する架設計画

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 横梁架設時の河川内ベントの代替案計画

当初計画の河川内ベントに代えて、河川流水部に影響せず横梁を支持することが可能となる大梁を用いた工事桁を河川上空に架け渡す計画を立案、実施した。この際、工事桁撤去時の施工性・安全性を考慮し、横梁幅よりも広い工事桁間隔の配置となるよう配慮した。

施工時は、工事桁および横梁の死荷重による工事桁のたわみの影響をあらかじめ考慮して出来形

管理を実施し、所定の出来形を確保した。

横梁架設完了後の工事桁撤去の際には、工事桁を横梁WEBよりも外側に配置する工夫の効果により、直接クレーンによる玉掛けが可能となり、問題なく一括撤去することができた。

当初計画図を図-2、代替案計画図を図-3、横梁架設完了を図-4に示す。

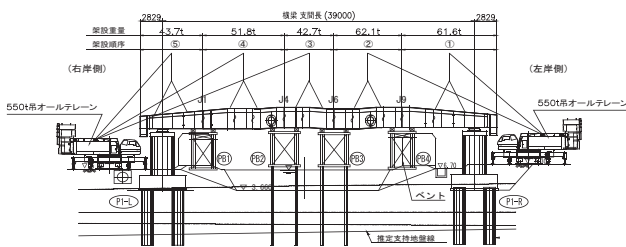


図-2 当初計画図

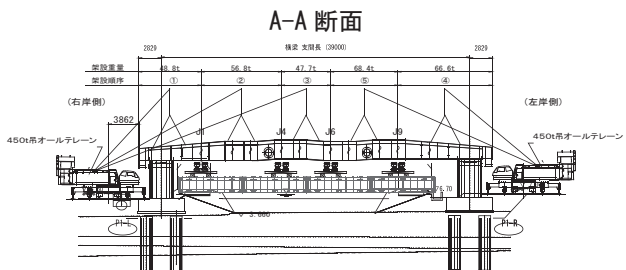


図-3 代替案計画図



図-4 横梁架設完了

(2) 右岸ヤードの早期引き渡しを実現する架設面

当初の横梁架設および主桁架設の順序は、①横梁架設(550t吊 AC 右岸→左岸)②主桁架設(300t吊 AC 右岸→左岸)であり、右岸ヤードの占用期間が長い。また、横梁添接部は現場溶接継手構造であるため、溶接工実作業日数に加えて雨天等による不稼働日数を考慮しておく必要があり、安易に短縮はできない。そこで架設工での右岸ヤード使用完了時期の前倒しに着目し、以下の架設順序で計画・実施した。

①右岸ヤード架設(横梁→主桁) 450t吊 AC

②左岸ヤード架設(横梁→主桁) 450t吊 AC

上記の計画の主眼は、早期引き渡しが必要な右岸ヤードを使用する作業を先行施工することにある。その結果、現場溶接作業が悪天候により予定日数を超過したものの、架設順序の変更やクレーン機種の一統による回送日数の削減効果により工程短縮(10日間)が実現し、右岸ヤードを要求通り引き渡すことができた。

架設計画概略図を図-5に示す。

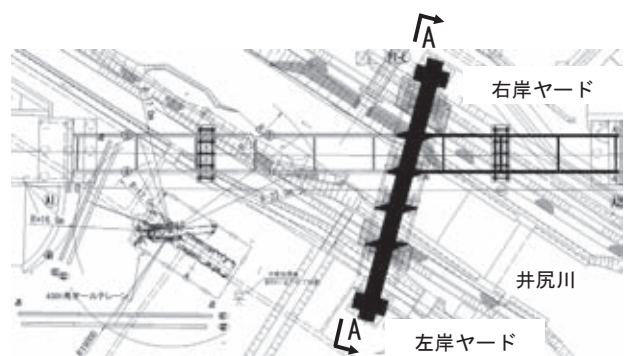


図-5 架設計画概略図

4. おわりに

本稿では、井尻川橋の架設条件変更に対する対応策を紹介した。施工条件変更への対応策は様々な考えられるが、本橋では保有機材を有効活用でき、かつ橋梁の出来形を確保することができる今回の対応策が効果的であった。

本橋は75度の斜角を有する横梁に剛結する主桁構造であるため、横梁のたわみや斜角の影響が、直接主桁キャンバー形状に影響するため、現場での施工管理に苦労が多かった。

今後、完成系の上り線施工時は、下り線供用下での施工が想定されるため、横梁の挙動や活荷重による振動、狭小ヤードでの施工など課題が多く、十分な事前検討が必要であり、本橋の工夫例が参考になると考える。



起点側より全景

図-6 工事完了

国道24号終日迂回による少数主桁橋の架設報告

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

工事部

田中 健史

Kenji Tanaka

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：大和御所道路中町高架橋（上り）
工事
- (2) 発注者：国土交通省近畿地方整備局
- (3) 工事場所：奈良県天理市南六条町地先～
大和郡山市八条町地先
- (4) 工期：平成25年1月25日～
平成26年3月20日

中町高架橋は、京奈和自動車道約120kmのうち、大和御所道路（27.2km）の一区間に位置し、近畿大都市圏の広域ネットワークを新たに形成し都市圏での時間短縮を図るとともに、京都～奈良～和歌山の拠点都市の連携強化を図るための高規格幹線道路である。

現場の特徴として、国道24号は日交通量35,000台の主要幹線道路であり、ピーク時には1,200台/

hが通過するため、朝夕は渋滞が発生し、橿原方面からの京奈和道無料区間まで渋滞が続き、追突事故が多数発生しており、施工区間の早期開通が望まれている。

本稿では、当該高架橋の終日迂回路設置による現場架設について述べる。

2. 現場における問題点

本工事の当初計画では桁架設が全て夜間架設であったが、地元要望により昼間架設採用による夜間架設日数の短縮が求められ、迂回路の計画・設置及び架設方法の再検討が必要となった。また、架設ヤードとなる国道24号上で220t吊油圧式クレーンが移動・架設が可能となるベント構造の工夫が必要となった。

（検討内容）

- ・夜間作業日数を削減する架設方法の立案
- ・ベント構造の検討

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 夜間作業日数を削減する架設方法の立案

夜間架設を昼間架設にするためには、事業用地内の国道迂回路設置およびヤードの確保が不可欠であった。本橋の昼間架設に伴う迂回路工事の設計・計画の再検討のため、交通量調査を行い、警察協議を経て南行き車線（橿原方面行き）を終

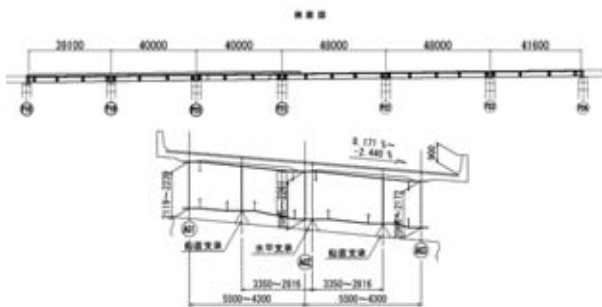


図-1 構造一般図

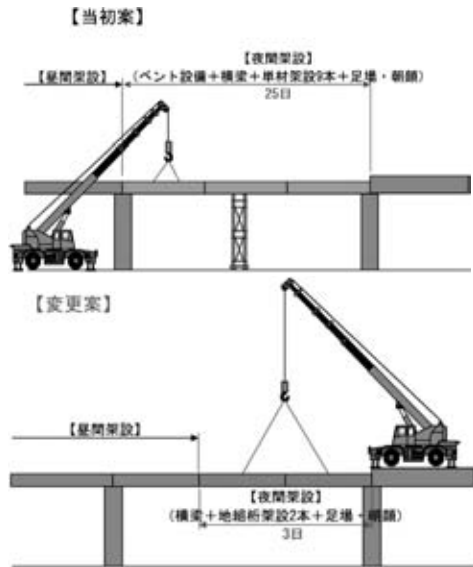


図-2 夜間架設方法の検討

日二車線から一車線供用とし、P22-23間に位置する中町西交差点を閉鎖することにより、架設に必要な作業ヤードの確保と事業用地内での迂回路設置を実現した。

一方、終日迂回路の設置が困難な P23-P24間については夜間架設とした。当初計画では架設順序の関係から国道に門型ベント設備を設置して地上から夜間作業で架設する計画であった。この場合、ベント設備の組立解体や桁の地組立・架設は25日間となる。そこで、地元要望である夜間作業日数を最小限とする架設方法を実現するために架設順序を見直し、既存する京奈和自動車道上で地組・架設を行い、当該区間を最終架設とするよう計画・実施することにより、P23-P24間に設置する門型ベント設備をなくすことができ、夜間作業日数を25日間から3日間に削減することができた。なお、ベント設備のない P23-P24間は桁架設時に高力ボルトの本締めを行うモーメント連結により設計応力を導入し、所定の出来形形状を確保した。夜間架設方法の検討を図-2 に示す。

(2) ベント構造の検討

本橋の架設ヤードは、終日迂回路による国道の切回しにより、国道24号の北行き車線を作業ヤードとして確保した中での施工とした。その際、中央分離帯に橋脚が配置されており、工事車両の出入り・通過ができなため、工事車両の通行ルー

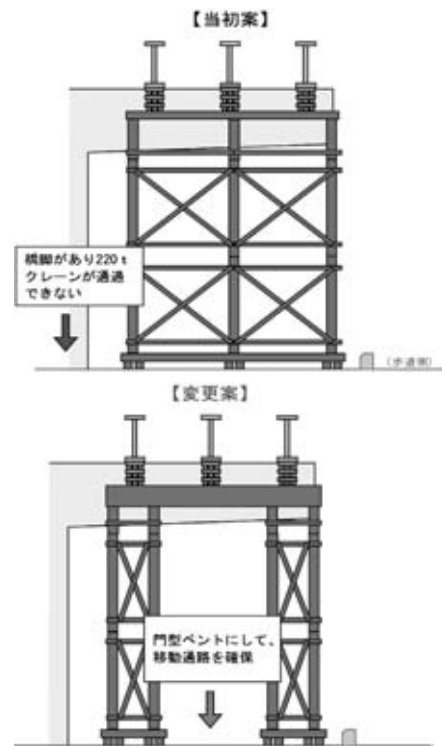


図-3 ベント構造図

トを確保するための対策が必要であった。このため、北行き車線に設置するベント設備の構造を通常用いる面型ベント設備から門型ベント設備に変更することを計画・実施した。この対策により、搬入車両や架設クレーンの移動通路を確保することが可能となり、狭小ヤード内での昼間架設を実現できた。ベント構造を図-3 に示す。

4. おわりに

本稿では、国道を終日迂回させ架設方法を工夫することで夜間架設作業を大幅に短縮し、ベント構造の工夫により狭隘な作業ヤードでのクレーン等の移動通路の確保を行った架設工事について紹介した。市街地や国道等隣接作業における狭隘な作業ヤードでの施工は、クレーン等の移動通路確保は非常に重要であり、ベント設備等の仮設物の構造を決定する要因となる。

また、本工事で終日迂回路の設置を実現するために、地元協議、警察協議、発注者との協力が不可欠であり、すべての現場で実現可能とは限らないことも事実である。今回の経験を同種工事の施工に役立ててく所存である。

施工計画

手のべ送り出し工法によるシンクロジャッキの活用について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日立造船株式会社

現場代理人

岡 元 隆[○]

Takashi Okamoto

監理技術者

西 口 泰 司

Yasushi Nisiguchi

1. はじめに

近畿自動車道紀勢線 富田川橋は、和歌山県西牟婁郡白浜町平～十九渕に位置し、富田川及び国道42号線上に架橋される鋼2径間連続鋼床版箱桁橋である。

本工事は、富田川流水部上及び国道42号線と交差しているため、手延べ送り出し工法にて架設を行った。本稿では、架設工事に関わる施工について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：近畿自動車道紀勢線
富田川橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 近畿地方整備局
- (3) 工事場所：和歌山県西牟婁郡白浜町平～和歌



図-1 施工位置



図-2 送り出し全景

山県西牟婁郡白浜町十九渕

- (4) 工 期：平成25年6月6日～
平成27年2月28日
- (5) 橋梁形式：鋼2径間連続鋼床版箱桁橋
- (6) 橋 長：172.0m(支間長:89.2m+80.6m)

2. 現場施工における課題

本工事は、以下の課題が考えられた。

- (1) 国道42号線が富田川と平行に位置し、その上を送り出し架設するので、道路横に送り出し設備(Bb3)が必要となる。その送り出し設備に、過大な反力(1800KN)がかかると、道路が法面崩壊する可能性がある。
- (2) 国道42号線上を送り出し架設することから、5分間の通行止めと15分間の解放の夜間一時通行止めでの作業となった。よって、短時間での反力、水平位置の調整が必要である。
- (3) A2橋台背面は埋め戻しが完了しており、A

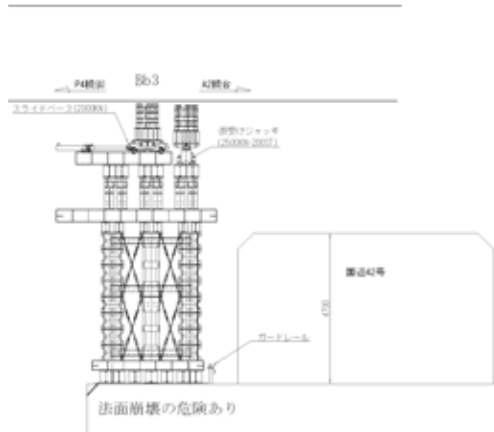


図-3 Bb3送り出し設備

2橋台の送り出し設備が地表下になると、降水時の地盤耐力の減少及び作業性の低下に問題がある。

3. 課題に対する施工上の工夫

3つの課題に対して、シンクロジャッキを用いることで対応した。シンクロジャッキとは、回転するクローラが上面にあり、そのクローラが連続的に桁を受けることで、送り出しを可能にする設備である。

(1) シンクロジャッキによる反力調整

シンクロジャッキは、送り装置に鉛直ジャッキが装備されていて、ジャッキ操作により反力調整が可能である。多数の鉛直ジャッキが同期してクローラを押し上げるので、常に全面接触にて桁を受けることができ、桁の断面変化、キャンパー変化等による反力変動にも追従できる。よって、送り出し設備 (Bb3) に桁反力1800KN以上かか



図-4 シンクロジャッキ設備

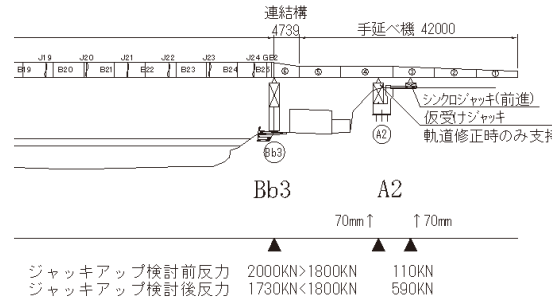


図-5 送り出し反力検討

らないように、A2橋台にシンクロジャッキを用いた送り出し設備を設置し、ジャッキを70mm上げて反力調整を行った。

(2) 短時間での反力、水平位置の調整

シンクロジャッキは、送り出しを行いながら鉛直ジャッキ (鉛直ストローク最大230mm) を操作できるので、短時間での反力調整を行うことができた。またシンクロジャッキには、橋軸直角方向への調整機能があり、送り出し時の水平方向のずれに対しても、水平ジャッキ (最大100mm) にて、水平位置調整を短時間で行うことができた。

(3) シンクロジャッキの送り出し設備

A2橋台背面は埋め戻しが完了しており、従来の送り出し設備 (スライドジャッキ 機高約2000mm) を使用すると地表下に設置しなければならない。地表下になると、滞水し地盤耐力が減少して、送り出し設備が降下し、反力調整できなくなる。今回は、シンクロジャッキを使用することで、機高が約1000mmにおさえることができ、地表下での作業は無くなった。

4. おわりに

本工事の架設は、時間と場所の制約があった中で無事に完了することができた。手延べ送り出し架設は、河川上、道路上、鉄道上など制約の多い条件での施工が多く、施工中のトラブルは、甚大な被害を及ぼす可能性が高い。今後の送り出し架設工事の参考になれば幸いである。

本工事の施工にあたり、指導、助言等を頂いた近畿地方整備局 紀南河川国道事務所の方々、工事に携わった関係者皆様に感謝致します。

工期末に行う緊急災害復旧工事の工程管理

(一社)現場技術土木施工管理技士会

松田技研

松田 信 幸[○]

Nobuyuki Matsuda

島根県土木施工管理技士会

高橋建設株式会社 課長代理

波田 泰 輔

Taisuke Hada

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：津和野保守工事
- (2) 発 注 者：国土交通省浜田河川国道事務所
- (3) 工事場所：益田国道維持出張所管内
- (4) 工 期：平成24年4月1日～
平成25年3月31日
- (5) 経 緯：平成25年2月20日に富田洞門付近で法面崩落があり国道9号が通行止めとなった。現場は当該洞門の出口に接し、下り車線側は河川で対岸集落の通学・生活道路の交差点部である。崩落した上り車線側の法面は高さ約20mで、急峻な岩盤面が風化し表面がモルタル吹付とロックネット張りで覆われその上部は樹木が茂っていた。同国道の維持管理を行う本工事で、応急処理と



図-1 被災箇所

して崩土撤去後押さえ盛土用土嚢と方塊ブロック(□1m×1m)115個及び工事用信号機を設置し、交通誘導員を配置して終日片側交互通行規制で交通解放した。

その後、本工事にて3月29日までに緊急災害復旧工事を行うことになった。内容は①先に設置した土嚢及び方塊ブロックを撤去し、②仮設防護柵(H-200×200×L12m)を設置し、③既設ロックネット・モルタル吹付撤去、④人力法面掘削、⑤モルタル吹付、⑥ロックネット設置、⑦仮設防護柵撤去、⑧舗装復旧で、現地は終日片側交互規制のままで行うものである。

2. 現場における課題と問題点

工期的には通常の平日・昼間作業では4月10日

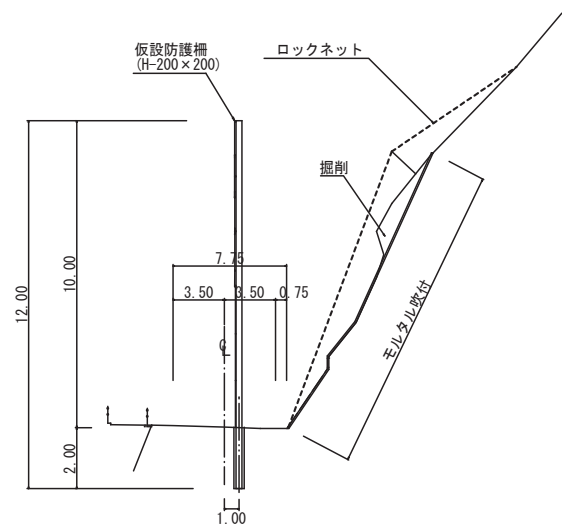


図-2 標準断面図



図-3 防護柵設置後伐採状況



図-4 施工完了全景

までかかるところ、時間外及び休日作業を行うことで3月29日まで日程短縮は可能である。

しかし、本工事は前述のとおり工期末期であり維持・修繕作業の実績により工事内容の契約変更を行う必要がある。

一般的に契約変更は、変更資料（図面及び数量計算書を含む数量総括表）を現場技術員が取りまとめて、発注担当部署→積算部署→発注担当部署→（予定価格の算出）→予定価格承認→契約変更現場説明→契約変更見積→契約変更→完成検査となる。この間に諸打ち合わせ等で40日～50日かかる。

一方本件の施工指示図面ではモルタル吹付・ロックネットの数量は概数であり、さらに交通誘導員の配置等現地状況により不確定の要素がある。契約変更するにはこれらが確定し、図面及び数量総括表に反映された設計図書が必要となる。

今回の件について事務所の発注担当部署に確認したところ、事情を考慮し図面等変更資料の提出最終期限は26日朝までとの回答を得た。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事の現場代理人、監理技術者、現場技術員が各々の立場で協力してこの期限内に数量を確定させることで意思統一し、その方策を以下の通りまとめ実行した。

- 1) 車両・歩行者等第三者の通行を確保すると共に、安全第一に作業を進める、
- 2) 更なる日程短縮を図る、
- 3) 施工確認・立会等は現場施工を優先し特に

ロープ足場作業等に支障とならないよう考慮する、

- 4) 作業の進捗状況を相互に連絡し変更資料を遅滞なく作成する、

具体的には、今は路上工事抑制期間中であり交通誘導員の確保は容易であるため、安全上必要な人員を確実に配置する、②日程の短縮を図るため並行作業が出来る場合は実施する、③そのため資機材の仮置き・搬出入で洞門内を利用できる場合はヤードとして利用する、④モルタル吹付とロックネットの施工面積確認はロープ足場がある時に行う事とし、その時期は現場状況を見てタイムリーに行う、⑤実施に際し休日・時間外等を厭わない、等である。

以上により25日夕方には現地の施工数量が確定し、その夜現場技術員が変更資料を取りまとめて作成し、ダブルチェックした後26日朝に提出した。この結果契約変更手続が滞る事なく行われ、当初掲げた目標を達成することが出来た。

そして現地では結果的に26日まで日程を短縮することが出来た。同日15時頃に無事作業を終え、その後監督職員の施工完了確認を受けた。夕方には国道の片側交互通行規制を解除し、期日より3日早く施工を完了した。

4. おわりに

本件では関係各機関の理解とご協力を得て、受注者側と現場技術員という立場の違いを超えた協力が功を奏した。これは様々なケースでも視点を変えてみると応用出来ると思われる。

橋梁震災復旧工事の工程管理

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

須藤 大人[○]

Hirohito Sudou

監理技術者

中村 義明

Yoshiaki Nakamura

保全工事室長

湯本 大祐

Daisuke Yumoto

1. はじめに

本工事は、平成23年3月11日に発生した、東北地方太平洋沖地震に伴う震災復旧工事で、常盤自動車道および北関東自動車道の一部、東関東自動車道および東水戸道路の全長約130kmに及ぶ範囲における32橋梁（23工種）が対象となった。

本稿は、震災復旧工事の特徴である「広範囲・多工種」な施工条件に対し、発注者の工期的要求事項に答えた工程管理について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：常盤自動車道 水戸管内橋梁災害復旧工事
- (2) 発注者：東日本高速道路(株)関東支社
- (3) 工事場所：
 - 常盤自動車道
 - 自) 茨城県笠間市押辺
 - 至) 福島県いわき市三沢町
 - 北関東自動車道
 - 自) 茨城県桜川市長方



図-1 施工範囲図

至) 茨城県水戸市元石川町
東関東自動車道

自) 茨城県東茨木郡茨城町鳥羽田

至) 茨城県東茨城郡茨城町子鶴

東水戸道路

自) 茨城県水戸市元石川町

至) 茨城県ひたちなか市部田野

(4) 工期：平成23年10月6日～
平成25年3月28日

2. 現場における問題点

現場における問題点としては下記の通り。

- (1) 受注時の復旧橋梁数9橋に対し、受注後に23橋追加になり、合計32橋(23工種)を約2ヶ月の工期延伸の中で完了させることが発注者からの要求事項であった。
- (2) 施工範囲内の路線延長合計が約130kmと広かったため、「移動時間の増加→稼働率低下→工程延伸」が顕在化した。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述の問題点に対し、下記の工夫・改善を実施した。

(1) 工法変更による工程短縮

全23工種の中で、全体工程に影響のある工種で特に「支承取替工」「変位制限コンクリート工」「断面修復工」については「工法変更」により工程短縮を図った。

「支承取替工」は鋼斜張橋における大型ゴム支承の取替で、橋台と主塔合わせて6基が対象であった。通常、同一支承線上における支承取替は、全支承鉛直支持した上で千鳥施工により取替中の耐震性を不完全ながらも担保する。しかしながら、本橋の主塔が上部工を囲った形式であることより、落橋に対する耐震性は担保されていると判断、鉛直支持した上で2支承同時施工を実施し、約2週間の工程短縮を図った。

「変位制限コンクリート工」「断面修復工」については、コンクリート橋の狭隘な損傷部位の補

修で、コンクリート除去にあたっては、ウォータージェット工法、手研り工法が現場状況にかかわらず決められていた。しかしながら、現場状況により施工困難な箇所が多く、途方もない時間が必要になることが予想された。そこで、発注者と協議し、部分的施工を工法変更を伴った拡大施工に変更して作業工程の短縮を図った。

また、極めて狭隘な部位へのコンクリート断面修復に際しては、吹付工法を適用したこと等で工程短縮を図った。

(2) 施工旅団の結成

全23工種の中で、最も全体工程に影響のある「桁補修工」については、「施工旅団」を結成し、工程延長防止を図った。

「桁補修工」は、コンクリート橋の上柵を路面上から取替るもので、連続7日間1車線規制で13箇所予定されていた。橋台前面をベントで支え、コンクリート上部工を橋面上からウォータージェットで研るもので、既設の配筋状況次第では、新たな配筋措置を取るなど工程延長要素を加味しなければならなかった。そこで、当社職員、協力会社作業員は施工橋梁近くに宿泊し、移動距離を低減し稼働率を確保することで不測の事態に対する工程延長を防止した。その結果、全13箇所において計画通り施工することが出来た。

4. おわりに

本工事は供用下で実施する震災復旧工事で、緊急を要する応急復旧ではなかったが、橋梁機能が低下している中、1日でも早い完成が望ましいことは言うまでもない。今後の有事に、これらの工夫を提案し工程管理を実施できれば幸いである。

最後に、東日本高速道路(株)関東支社水戸管理事務所の関係各位にご指導・ご協力を賜り、ここに深く感謝の意を表します。また、優秀工事表彰を頂けたことは、本工事に携わった多数の当社職員、協力会社の方々の誇りとなったことは言うまでもありません。

航路上における昇降式可動橋の施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社横河ブリッジ

現場代理人・監理技術者

中 川 和 紀[○]

Kazunori Nakagawa

工事担当

大 林 茂

Sigeru Ohbayashi

工事担当

中 園 誠

Makoto Nakazono

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：緊急地方道路整備工事(加賀須野橋)
- (2) 発 注 者：徳島県東部県土整備局
- (3) 施 工 者：(株)横河ブリッジ・神例造船(株)JV
- (4) 工事場所：徳島市川内町加賀須野
～板野郡松茂町広島
- (5) 工 期：平成24年10月13日～
平成26年11月30日

本工事は、重要路線である国道11号線を補完する県道川内大代線が、今切川を横断する現橋の架替工事で、橋長 $L=45.6\text{m}$ の可動橋部(P4-P5)を、航路幅が狭く老朽化した現橋と平行する形で施工した。新橋は、2主桁の鋼床版箱桁からなる昇開式で、両側径間は高強度PCT桁で構成されている(図-1)。

2. 現場における問題点

架橋地点は、工事期間中も常に商用運搬船を主とする一般船舶の航行があり、可動橋の架設は航路閉鎖3日間(昼間施工)を条件に、図-1に示す要領にて行った。その後、特殊ジャッキにより桁を上昇させた状態で仮設から本設備への盛替え作業を行い、桁の昇降が可能となってから橋面工事(舗装等)を行う予定であった。

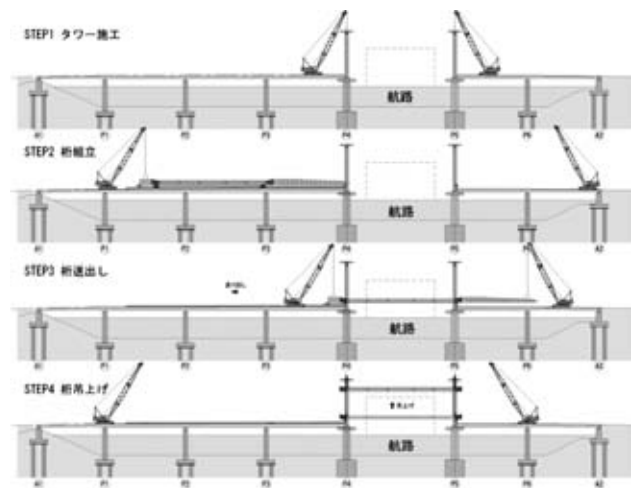


図-1 可動橋架設ステップ

しかし、船舶の航行は午前6時から午後7時の間の定刻で連絡が入れば優先させなければならず、定刻での最大の空きでも2時間しか無かった。

このため問題となったのは、橋を昇降させるワイヤロープのターンバックルによる長さ調整(構造特性上、橋を下げた状態でしか行えない)が断続的な短時間では不可能なことだった。また、この作業の他、橋面グース舗装も同様に時間の制約では施工できなかった。

先の3日間航路閉鎖による架設は、工事のメイン作業であり、発注者を含む各関係者との協議を長い期間を通じて行った結果、実現しており、上記の2作業のための航路閉鎖は取れなかった。

ひとつの方法として、船舶航行定刻でも航行予

定が無ければ次の定刻まで時間の増加も期待できなかったことや、各船舶会社から航行予定を事前に聞き取り、全く航行が無い日で施工する方法があったが、相談した船舶会社から「車両と違い船は天候等に大きく左右されるので確実な予定が立たない。」ということで、断念せざるを得なかった。

3. 工夫・改善点と適用結果

船舶の運航に左右されないで長時間橋桁を着床させた状態で作業を行うために、船舶航行定刻時間外の夜間に対応することとした。作業時間は、最終の定刻が午後7時のため、作業開始を午後8時とし、終了は始発の定刻が午前6時10分のため最長で午前6時と変則的になった。

夜間にて対応した作業は、前述の橋体とカウンターウェイトを「つるべ式」に仕込んでいるワイヤロープ（ターンバックル）の長さ調整と、可動橋の橋面舗装（グース+表層）である。

ただし、夜間作業を見込んでいなかったことや、現橋は、生活路線として活躍しており兩岸に住宅や店舗が密集しているので近隣住民の理解と協力が必要であった。

夜間作業の約1カ月前を目途に、ビラを作成し町内会での回覧や、直接ポストへの投函、また現場の最近隣のお宅には発注者のご協力により直接訪問という形で周知を行い、理解をいただけた。

夜間施工時には、対策として最近隣の住宅へ向けた防音シートの設置と、万が一に備えて騒音・振動測定を行った。この他にも夜間作業用の照明灯の光が直接近隣住宅に差さないように留意するなど、関係者全員が意識した結果、夜間作業における苦情が1件も無く、船舶の運航に支障することなく作業を完了できた（図-2、3、4）。

4. おわりに

本工事は、昇降式可動橋という特殊性と通行の多い航路上での作業という条件が重なり夜間作業を行ったが、昼間作業と比較すると安全面や品質面でのリスクが高くなることや、地元住民への影



図-2 防音シート設置状況写真



図-3 騒音振動測定状況写真



図-4 可動橋部（P4-P5）完成写真

響を考えると一概に、良かったとは言えない。

主要航路のため航路閉鎖の期間を少なくする必要があったが、桁架設時の航路閉鎖（3日間）と合わせて、事前に2段階目の航路閉鎖の協議をしていれば、夜間作業が回避できたと思われる。

したがって、現代の車社会の生活環境では夜間作業を余儀なくされる可能性が高いが、夜間作業のリスク回避と生活住民への配慮から減らしていく方針が望まれる。

最後に協力いただいた近隣住民の方々およびご指導くださった発注者の方々、また、無事故で終了した関係者の皆さんおよびJVメイトの神例造船（株）尾崎勝南主任技術者に感謝申し上げます。

鋼矢板を曲線形状に打設する際の施工管理について

東京土木施工管理技士会

あおみ建設株式会社

担当技術者

伊川 広 貴[○]

Hiroki Ikawa

現場代理人

迎 和 広

Kazuhiro Mukae

1. はじめに

本工事は、東北地方太平洋沖地震津波に伴う、河川等災害復旧事業として、宮城県石巻市魚町～川口町地内において、旧北上川左岸側河口部の災害復旧工事（治水対策）を施工するものである。

本稿では矢板工の全長260.4mのうち、法線が曲線となる下流側22.2mで実施した鋼矢板打設時の施工管理について述べる。

矢板工（曲線部）	Ⅲ w 型 L=5.0m	4 枚
	Ⅳ w 型 L=10.5m	33枚

2. 現場における問題点

法線曲線部分を含む下流側22.2mは、既設導流堤基礎部への鋼矢板圧入となっており、既設導流堤は基礎法面が被覆コンクリートや基礎捨石により成形されていた。そのため、既設基礎に極力影響を与えずに鋼矢板を打設する必要があり、硬質地盤クリア工法（パイロオーガで先行削孔しながらパイラーにより鋼矢板を圧入する方法）が選定された（図-1、図-2参照）。

しかしながら、鋼矢板打設に必要な導杭を打設できないため、削孔・圧入時にガイドがない状態での施工となる。

このため、曲線部の矢板法線の許容範囲内（±10cm）に収める施工管理方法が課題となった。

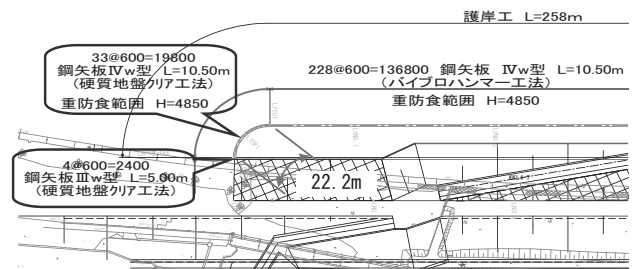


図-1 矢板工平面図（下流部）

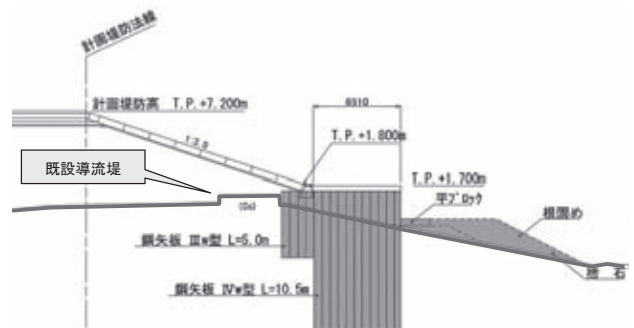


図-2 矢板工断面図（曲線部）

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 工夫・改善

① 鋼矢板打設方法（鋼矢板の誘導方法）

鋼矢板打設時のガイドがないため、レーザートランシットを使用して、鋼矢板1枚ごとに進行側のセクションを誘導した。レーザートランシットを据え付ける誘導点は座標計算により算出し下流側に伸びる導流堤の天端に設置した（図-3、図-4参照）。

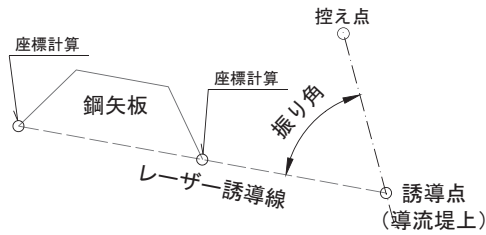


図-3 誘導概要図

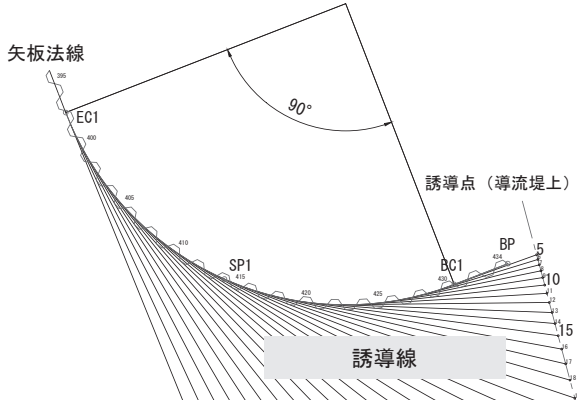


図-4 誘導計画平面図



図-5 伸びによる誘導点の修正

②施工時の出来形管理方法

鋼矢板施工の進捗に伴い、延長方向に伸びが発生するため、次第に誘導法線と計画法線にズレが生じる。その対策として、1回/5枚の頻度で圧入した鋼矢板を実測し、誘導点及び誘導角度を再計算して修正した(図-5参照)。修正にあたっては、メーカーによる鋼矢板の許容角度(±6度)以下となるように留意した。

(2) 適用効果

①鋼矢板打設(鋼矢板の誘導)

導流堤基礎部が3m程度と薄く、削孔時の挙動が少なかったこともあったが、レーザーランシットで1枚ごとに誘導したことにより、削孔・圧入時のパイルオーガの挙動に対してパイラーオペレーターが即座に対応して修正することができた。

②施工時の出来形管理

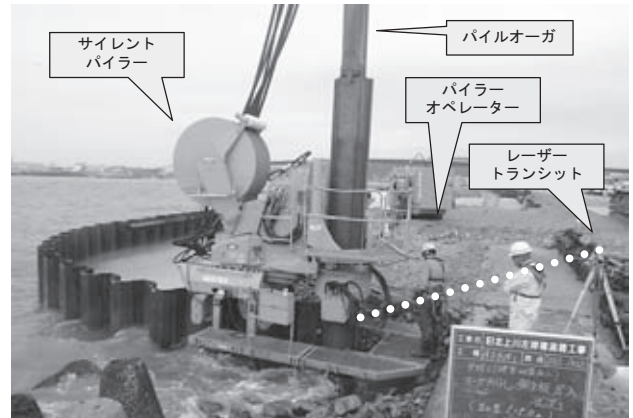


図-6 施工状況

全矢板において許容範囲内(最大50mm)に納めることができた。また、曲線部の見映えもよく、導材による施工と同等な精度で施工できた。

4. おわりに

今回の曲線部の鋼矢板圧入では通常の鋼矢板圧入と同様に延長方向に伸びが発生した。伸び量は約25cmであった。

今回のように半径の小さい曲線部の矢板打設においては、伸びによって誘導点と誘導角度が大きく変化し、誘導法線が大きくずれる場合があるので注意して施工する必要がある。また、本工事においても実施したが、伸びのチェックをこまめに行う、伸びと誘導点・誘導角度の関係を事前に把握するなどの対応や準備が必要となる。

通常の鋼矢板圧入においては、導材を設置するために導材の材料費や施工費、施工延長に比例した施工日数を要するが、レーザーランシットにより施工管理を実施することによって、それらを削減することが可能となる。また、本工事と同様に法線の一部が曲線となる場合や、曲線部が複雑となる場合、地盤条件によって導材の設置が難しい場合においても、導材を設置せずに施工ができるため、レーザーランシットにより施工を行うメリットは大きいと考える。

鋼矢板圧入において、今回の鉛直度管理は水平器で行ったが、レーザーランシットを2台使用して鋼矢板の垂直度も誘導することによって、さらに施工精度の高い圧入が行えると考えられる。

狭小箇所での地盤支持力測定工夫について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

現場代理人
津 金 憲 司[○]
Kenji Tsugane

担当技術者
川 上 隆 史
Takashi Kawakami

担当技術者
奥 村 翔 吾
Syougo Okumura

1. はじめに

本工事は、追直漁港整備の一環としてホタテ、ウニ、クロソイなどの増養殖支援基盤となる人工島内の道路構造物や排水施設等の施工を行うものである（図-1）。

工事概要

- (1) 工 事 名：追直漁港人工島建設工事
- (2) 発 注 者：国土交通省
北海道開発局 室蘭開発建設部
- (3) 工事場所：室蘭市舟見町地先（追直漁港内）
- (4) 工 期：平成24年7月28日～
平成25年3月22日

2. 現場における課題・問題点

施工場所は、人工島内の主なコンクリート構造物（柱や天井床版）が完了し、上下左右の作業空間が非常に限られた狭小な箇所であった（図-2）。

このような施工条件下で、道路土工の品質管理項目である地盤反力を容易にかつ確実に測定し、道路構造物としての品質を確保するとともに工程への影響がないようにすることが課題となった。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

通常実施される平板載荷試験による測定方法では、測定できない箇所もあり、また、大掛かりな



図-1 追直漁港完成予想図



図-2 人工島1階部分 着手前（狭小な状況）

準備が必要となり、効率的ではない。そこで「キャスポル」（簡易式支持力測定器）を使用した（図-3）。

キャスポルは、ランマー（重錘）を、地盤上に自由落下させた時の衝撃加速度を高精度で測定し CBR、粘着力（c）、内部摩擦角（ ϕ ）、コーン指数（qc）、道路の平板載荷試験から得られる地盤反力係数（K30）等を推定するものである。

当現場では「キャスポル」を利用して品質管理



図-3 試験施工（キャスポルによる測定）



図-4 試験施工（平板载荷試験状況）

を実施するに当たり、相関関係を導き出すためにキャスポルと平板载荷試験を同位置で実施した（図-4）。

実施したキャスポルによる衝撃加速度係数（ Ia ）と原位置平板载荷試験の地盤反力係数（ $K30$ ）を表-1に示す。

表-1 試験結果（データ）

転圧機械	転圧回数	測点	キャスポル Ia	平板载荷 $K30$
ハンドガイドローラ	2	①	17.550	94
		②	19.975	119
		③	19.025	141
		④	18.400	99
	4	①	25.400	216
		②	26.975	295
		③	26.475	285
		④	27.725	278
	6	①	27.550	339
		②	28.500	305
		③	27.725	331
		④	27.875	328
振動ローラ	2	①	17.875	174
		②	19.925	170
		③	15.925	141
		④	16.975	140
	4	①	26.300	251
		②	25.775	248
		③	27.575	226
		④	26.250	270
	6	①	29.950	320
		②	27.850	314
		③	28.050	336
		④	28.525	294
規格値			22.050	200.0

Ia と $K30$ の関係性は図-5のグラフ（散布図と線形近似）に示すように、相関係数 R が 0.925 となり相関関係が高いことが判明した。

この結果を基に最小自乗法により以下の回帰式を求めた。

$$y(K30) = 16.625x(Ia) - 166.56$$

この関係式より地盤反力係数 ($K30$) が 200 以上を確保するのに必要な衝撃加速度 (Ia) は 22.05 以上という結果になり、この試験結果を基に本工事では地盤支持力を管理した。

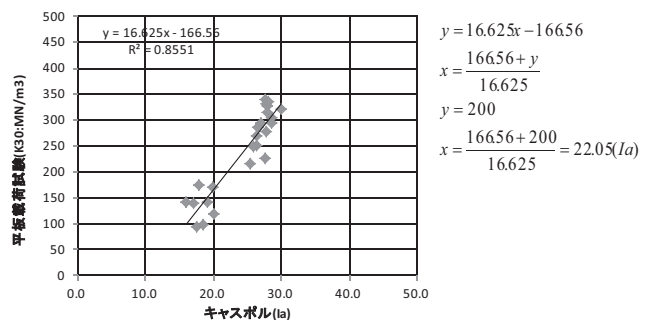


図-5 試験結果（散布図と線形近似）

4. おわりに

平板载荷試験時には、反力としての大型機械（バックホウ $0.7m^3$ ）を測定位置に移動するのに監視員を 5～6 名配置し、既設構造物の損傷防止に多大な時間と労力を要した。しかし、キャスポルを使用することにより、狭小箇所においても測定が迅速に行うことができ、工期短縮にも大きく貢献した。

平板载荷試験（原位置試験）は、実際の場所で行うため直接現地盤の支持力を確認できるが、その反面コストや汎用性に乏しいという弱点がある。構造物等に近接した狭隘な場所であっても、品質を確保することは施工者にとって非常に重要なことであり、今回のキャスポルによる一連の試験は非常に有効であったと考える。また、このキャスポルのキャリブレーションが、従来方法の平板载荷試験ではなく簡易な試験であれば、さらに有効な品質管理手段（器具）として活用できると考える。

コンクリート耐久性等の品質確保について

山形県土木施工管理技士会
株式会社平尾工務店
土木工事部 技術係長
村上 清隆
Kiyotaka Murakami

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：日向川橋穂積地区下部工工事
- (2) 発注者：東北地方整備局酒田河川国道事務所
- (3) 工事場所：山形県酒田市穂積～遊佐町藤崎
- (4) 工期：平成25年9月18日～
平成26年9月30日

本工事は、日本海沿岸東北自動車道の日向川(二級河川)にかかる橋梁下部工工事で橋脚の新設工事である。橋脚高さは17.4m 幅員が12m で柱部上部は景観重視のため1:0.2のハンチがつき円形の小判型の形状であるため施工の難易度が高い。

本報文は、コンクリート構造物の耐久性の向上を図り品質確保を重点目標に掲げて施工を行った点について述べる。

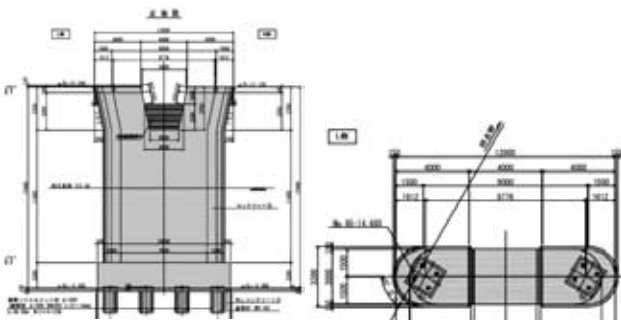


図-1 正面図・平面図

2. 現場における問題点

施工場所は、海から約1kmの場所にあり近いことで塩害による構造物の品質の低下が懸念された。海からの非常に強い暴風が吹く場所であり、また冬期間の厳しい気象条件により、劣化作用を受けやすい構造物である。

橋脚柱下部にてフーチングからの拘束による表面ひび割れの発生が懸念される。

そこで、気象条件の悪い時期また施工条件の悪い場所で当初設計の目的や機能、品質を十分に考慮した上で、いかにコンクリート構造物の耐久性等の品質を確保できるかが課題である。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 フィルターシートの使用



図-2 施工状況

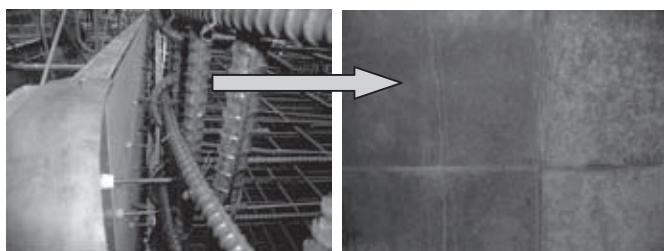


図-3 FS フォーム工法



図-4 RC ガーデックス塗布

フィルターシートFSフォーム工法（NETIS_KT-980126-V）を使用する事で、コンクリート表面の気泡あばたの発生の減少またコンクリート構造物から進む中性化速度を遅延させ、塩分浸透深さの抑制や凍結融解抵抗性が向上しコンクリート構造物の耐久性を向上させた。

3-2 無機質浸透性コンクリート改質材の使用

無機質浸透性コンクリート改質材-RC ガーデックス防水型（NETIS_KT-060075-V）を使用する事により、コンクリート内部の毛管空隙を充填し、内部外部を問わず防水効果を発揮させた。また、無機質ポリマーが、コンクリート内の空隙間をつなぐ役割をする事で、硬いコンクリートに柔軟性を与え、振動やたわみに強い性能を発現させた。これらの性能向上により、ひび割れの発生が大幅に抑えられコンクリート構造物の耐久性を向上させた。

3-3 エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用

杓座部鉄筋のかぶりが21mmと薄いため塩分による鉄筋コンクリートの早期劣化を防ぐためエポキシ樹脂塗装鉄筋「JSCE-E104-2003」を使用し塩害防止対策を行い、コンクリート構造物の耐久性



図-5 エポキシ樹脂鉄筋



図-6 ハイパーネット60

を向上させた。

3-4 耐アルカリ性ガラス繊維ネットの使用

耐アルカリ性ガラス繊維ネット：ハイパーネット60（NETIS_SK-080003-V）を使用する事により、ひび割れ幅を低減し、耐久性に有害な影響を及ぼすひび割れを抑制し、コンクリート構造物の耐久性を向上させた。

4. おわりに

現場条件の悪い中での施工となりとても苦勞しましたが、作業所員全員の最大限の努力によりとてもよい作品が完成したと思います。今回の工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者、各関係機関の皆様、そして工事期間中多大なご迷惑をお掛けしました地元の皆様に対して、無事工事を完了できた事に感謝申し上げます。

PC 床版製作について

東日本コンクリート株式会社

吉川 武志[○]

Takeshi Yoshikawa

我妻 二三男

Fumio Wagatsuma

八 鍬 勝 智

Katsutoshi Yakuwa

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：上小松床版工工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県東松島市上小松地内
- (4) 工 期：平成25年10月23日～
平成27年1月31日

橋長 137.98m、全巾員10.67m

型式 3径間連続鋼桁橋

施工範囲

プレキャスト床版製作 56枚

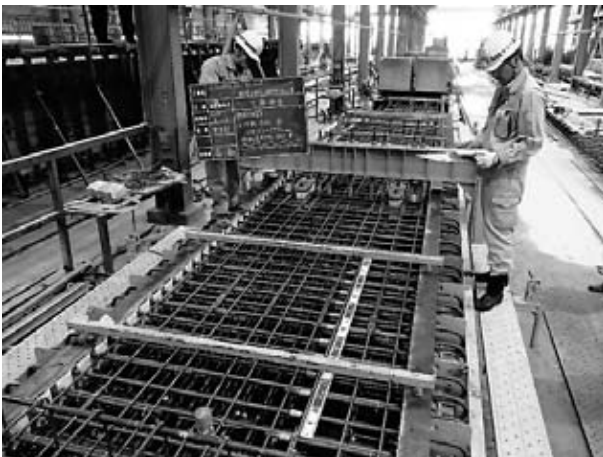


図-1 鉄筋、型枠組立状況

この工事は、現在片側1車線で供用している三陸自動車道の4車線化に向けての工事です。

本工事において、私どもが担当したのは自社の亘理PC工場でのPC床版の製作でした。

2. 現場における課題・問題点

通常のプレキャスト床版の製作は、平面線形がない場合は同じタイプを製作するので、作業性もよいのですが、上小松床版の場合平面線形があり、1径間目がタイプ1、2径間目をタイプ2とタイプ3、3径間目がタイプ4と大別しました。

しかし全56枚において版の長さがすべて違い、主桁の間隔もすべて変化しているので、実際は56種類の床版を製作することになりました。

それに伴って、金物の取り付け位置もすべて違ってきますので段取りが大変で現場から求められている製作工程が守れるかが課題でした。

PC鋼材の配置がありますので、緊張導入の際は背面の立ち入り禁止措置を徹底することが必要でした。

3. 対応策・工夫・改善点・適応効果

まず床版の長さは、毎回型枠組立時検査、調整を行い対応しました。主桁間隔が変化するので、ジベル孔の位置、高さ調整ボルトの位置がすべての版で変化するために、底版に調整枠を設け毎回



図-2 緊張時の立ち入り禁止措置

調整し対応しました。

毎回取り付け金具の位置が、異なったために型枠に墨だしするときに、今回使用する箇所にマーキングをして作業員の判断間違いによるミスを防止しました。

また組立完了後、墨だした人と別の人による点検をチェックリストにより実施しました。

施工時には、部材取り付け孔が多数ありチェックにより誤りを確認しコンクリート打設前には是正した時も度々ありました。

しかし、現場の求める工程に影響の出ることはありませんでした。

朝礼時に当日の作業の確認をまず行いましたが、午後の作業開始前にも再確認の意味を含めて作業の進捗率や内容を作業班の中で確認作業を毎日行いました。

次に緊張時の背面の立ち入り禁止措置ですが、工場が広く、床版の製作の他にPC桁、鉄道のPC枕木なども製作しているため多くの作業員が稼働しています。単純に立ち入り禁止の標識設置では不十分と思い、緊張開始前に警報による合図と回転灯による合図を併用しました。

また確実に人払いできているか目視による確認も行いました。



図-3 PC床版の出荷状況

工場内で考えられる重大災害は、重量物の落下による事故とPC鋼材の抜けだしや破断による事故です。

日々の啓発活動と地道な確認作業を繰り返した結果無事無事故でPC床版56枚を出荷することができました。

4. おわりに

PC床版の製作を担当するのは、今回が2回目でした。以前の現場は比較的同じタイプが多く施工もスムーズに行えた印象がありました。

今回の床版は、56枚でしたが1枚1枚の構造が異なりかつ取り付け部材の位置も異なったために事前の段取りが煩雑になり、その結果作業員の間違いを誘発しそうになりました。

しかし、日々の打ち合わせと確認作業を重ねることで乗り越えることができました。これは工場のみならず現場でもいえることでしょうか、確認と打ち合わせにやりすぎはない！と確信しました。

わが社の工場では11月中旬現在で無事故記録が3,700日を迎えています。この記録を5,000日まで伸ばすべく日々努力しています。

これからも今回の事例を教訓として、より良い製品を無事故で製作するつもりです。

コンクリート打設時における創意工夫

東京土木施工管理技士会

極東興和株式会社

工事主任

浅田 宏史[○]

Hiroshi Asada

現場代理人

林 陸浩

Yoshihiro Hayashi

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：近畿自動車道紀勢線日置川橋
P24-P26上部工事
- (2) 発注者：国土交通省近畿地方整備局
紀南河川国道事務所
- (3) 工事場所：和歌山県西牟婁郡白浜町安宅地先
- (4) 工期：平成26年5月20日～
平成27年2月28日
- (5) 構造形式：2径間連結プレテンションT桁橋
本工事は近畿自動車道紀勢線の日置川橋（橋長
888.000mのうち46.000m）の上部工を構築する
新設工事である。

2. 現場における課題

高品質なコンクリート構造物を構築するためには、コンクリート打設作業において、コンクリートの締め固め不足や、コールドジョイントが無いように施工を行うことが肝要であると考えます。しかし、コンクリート打設作業を行うのは、作業員であり、個々の技量に頼るところも大きい。そこで、コンクリート作業において、いかに作業員へコンクリート打設における留意点を周知し、実行させるか思案しました。

3. 対策と工夫

- 3-1. コンクリート打設前に周知会を開催
コンクリート打設前（打設作業前日）に実際に使用する機械を用いて、現地で作業手順を実演により周知した。
- 3-2. コンクリート打設時における注意喚起



図-1 実演による周知会の開催

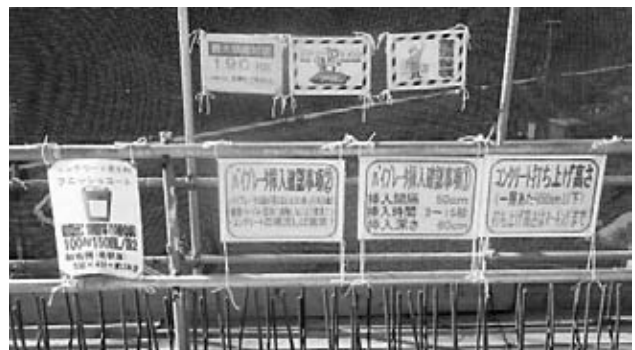


図-2 注意喚起 掲示



図-3 打ち重ね時間 掲示



図-4 打ち上げ高さの管理

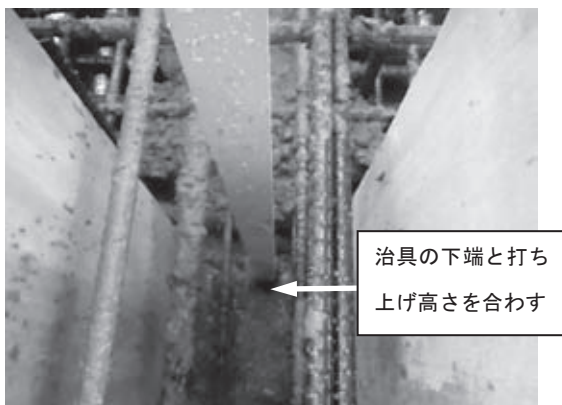


図-5 打ち上げ高さの管理

目に付く所に、コンクリート打設時の留意点を掲示し注意喚起を行った。

3-3. コールドジョイントの防止対策

打ち重ね部に打ち重ね可能時間を掲示し、打ち重ね時間の超過を防止した。

3-4. 1層の打ち上げ高さの管理

1層につき50cmを超えないように専用の定規



図-6 バイブレーター挿入深さマーキング

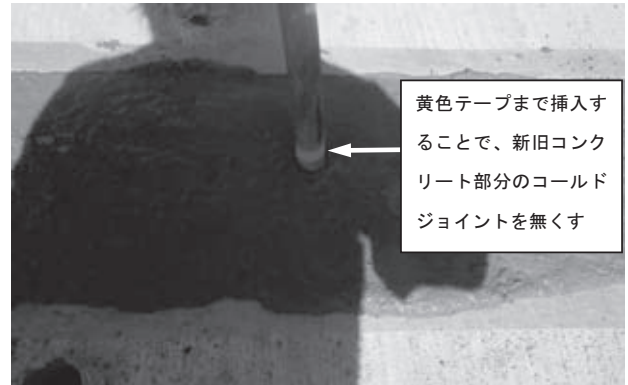


図-7 バイブレーター挿入深さ確認

を作り、作業員が分かり易いように管理を行った。

3-5. 締め固め不足による不具合の防止対策

コンクリート打ち重ね部の締め固めを確実にを行うために、バイブレーターにビニールテープでマーキングし、挿入深さの目安とした。

4. おわりに

以上の対策により、コンクリート打設時における作業員の品質向上に対する意識を高揚することができ、施工不具合も無く、高品質なコンクリート構造物を構築することが出来たと考える。また、コンクリート打設作業の履行状況も明確に写真に記録することが出来た。

橋梁下及び箱桁内のひび割れ注入・表面保護管理

長野県土木施工管理技士会

村松建設株式会社

主任技術者

加藤 智 康

Tomoyasu katou

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度 防災・安全交付金
（修繕）橋梁補修工事
- (2) 発 注 者：長野県長野建設事務所
- (3) 工事場所：（主）信州信濃新線 上水内郡
信濃町 梅木2号橋
- (4) 工 期：平成25年11月25日～
平成26年3月30日

本工事は、（主）信州信濃線梅木2号橋の橋梁下及び箱桁内部をエポキシ樹脂系注入材を使用したひび割れ注入工と浸透性吸水防止材を使用した表面保護工による橋梁修繕工事である。

使用材料は、ひび割れ注入材：E205（コニシ

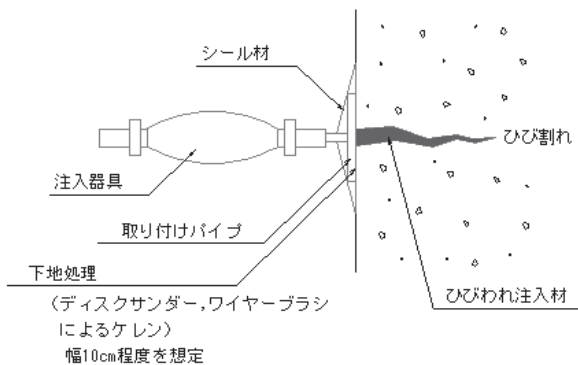


図-1 ひび割れ注入工法

株式会社）と浸透性吸水防止材：アクアシール1400（大同塗料株式会社）を使用しました。

2. 現場における問題点

- ①ひび割れ注入工を行う施工時期が冬季（1月～2月）であり、注入材の硬化が通常製品では5℃以上必要である為、硬化時間が大幅にかかり工期内竣工が難しくなる問題が発生しました。（5℃以下になっても5℃以上になれば硬化は、始まります。）
- ②長野県仕様書内にひび割れ注入工、表面保護工に関する評価方法がなく、本工事に対する評価をしてもらう為に独自の出来形・品質管理を考案する必要が発生した。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ①使用材料選定時に各メーカーから資料を取り寄せ低温（0℃以上）で硬化する製品を選定しました。ただし、製品カタログ上では5℃以上となっていたので発注者側からは、提出資料（0℃以上で硬化する試験資料）を受諾してもらえなかったため現地で試験を行い監督員の立会を行いました。
- ②その結果、0℃以下でも硬化する事が確認できました。独自出来形管理としてひび割れ注入工で使用する注入材量を施工箇所毎にブロック分

けし、ブロック毎に使用残量で計量し管理しました。



図-2 試験試料



図-3 確認状況

その結果、ひび割れ注入量の多い箇所がわかり橋梁のひび割れ量、深さ等が確認できる資料が作成できました。



図-4 検量状況

独自品質管理として表面保護工の効果確認として表面保護（浸透性吸水防止材塗布）後、浸透試

験を行いました。

その結果、浸透率0%という最適な試験結果を確認する事ができ、使用材料及び施工方法に問題なかった事が確認出来ました。



図-5 表面浸透試験

4. おわりに

今回の工事では、問題点として掲げた内容を工夫、改善点を考慮する事により大きく評価を受ける事となりました。

特に使用する材料は、カタログや材料承認に記述されている数字が必ずしも正解ではなく、使用する前や完了後に自分でも試験する事により、資材の性質、性能、効果を確認することが出来る事がよく解りました。

そして、その結果が工事全体の効果を生み、工事の工程管理、出来形管理、品質管理と大きく影響する事がわかりました。

また、問題点として考えていた発注者からの評価が他の工事同等以上の評価を受ける事となりました。今後も本工事のように問題点が発生した時は、問題点＝評価材料として工事施工に臨みたいと思います。

路上再生路盤工における攪拌厚さ管理、 舗装工平坦性確保の工夫

長野県土木施工管理技士会
村松建設株式会社

現場代理人

長 崎 将 康

Masayasu Nagasaki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成24年度 県単道路橋梁維持
(舗装修繕) 工事 (ゼロ県債)
- (2) 発 注 者：長野県長野建設事務所
- (3) 工事場所：(主) 長野荒瀬原線
上水内郡 飯綱町 平出
- (4) 工 期：平成25年 3 月 2 日～
平成25年 7 月 2 日

本工事は、山間地の主要県道における舗装修繕工事である。

事前に舗装切削 ($t = 5\text{cm}$ 、 1200m^2) を行い、片側ずつ路上再生路盤工 ($t = 14\text{cm}$ 、 1000m^2) を施工後に表層工 ($t = 5\text{cm}$) を行った。

4.1.6～1.7

切削層厚 5cm
路上再生路盤工 14cm

図-1 路上再生路盤工 横断面図

本報文では、表層工の平坦性確保、また路上再生路盤工の攪拌厚さの確保についての管理方法や工夫した点について述べる。

2. 現場における問題点

施工箇所の計画縦断勾配 (センター) は図-2のように -0.8% ～ 7% へと変化するバーチカルとなっており、急勾配での表層工の平坦性の確保が課題であった。



図-2 計画縦断図

また、路上再生路盤工は、固化材としてセメントを路面上に散布し、スタビライザーにて再生乳剤を添加しながら既設舗装版、路盤材と攪拌後、転圧・整正する (図-3)。

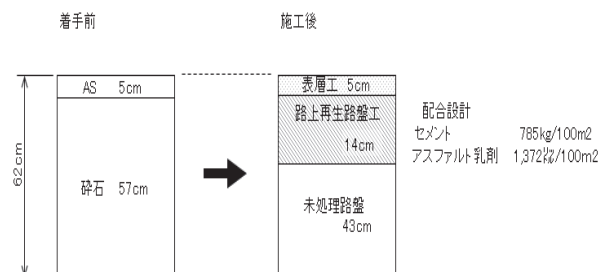


図-3 舗装断面図

整正時に、混合した路盤材が余り、産業廃棄物として処分する必要がある。路上再生された路盤

材を搬出してしまおうと添加量が不足となる恐れがあり、転圧後の攪拌厚さが出来形不足となる恐れが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 表層工平坦性確保の工夫

通常は管理測点を20mピッチにて管理を行う所を10mピッチにて計画高を管理した。

事前切削においてセンターの計画高を確保する事で、路上再生路盤工の整正作業時の仕上げの目安にもなり、作業効率をあげた(図-4)。



図-4 計画高管理

路上再生路盤工整正完了後、交通解放をする為に、タックコートを行い、路盤面を保護しました。

この時、乳剤がタイヤに付着しないよう養生砂を散布するが、急勾配箇所は表層工転圧時のヘアクラックの原因となり易い為、路面清掃車を使用して除去しました。



図-5 フィニッシャー

また、舗装時は、初期締固めが強く、路盤面の凹凸が表層面に出難いドイツ製アスファルトフィ

ニッシャーを使用した(図-5)。

3-2 攪拌厚さ確保の工夫

事前に施工箇所の試掘を実施し、既設路盤材の試料を採取した際、粒調碎石の細粒分が多い事が特徴であった。埋戻時に一度ほぐした材料を転圧した場合に路盤材が約1cm分あまった。全体に1cm路盤材が余ると約20tと、セメント混合分12tの計32tが搬出される事になってしまう。この場合切削面から設計攪拌厚さ14cmで攪拌後整正し、1cm搬出してしまおうと13cmの攪拌厚になってしまう。対策として以下の項目について実施した。

- ①センター側以外の切削厚さを事前に1cm深く切削する事により、攪拌後の整正で1cm盛り上がり14.5~15.0cmの攪拌厚さが確保できた。
- ②通常のスタビライザーには、「ゲンコツビット」を使用するが細粒分の多い路盤材と確実に攪拌する為、切削機に使用されるビットを装着した。
- ③攪拌後の転圧は8t水平振動ローラーを使用し、転圧不足をなくし、路盤材の搬出を抑えた。



図-6 攪拌状況



図-7 攪拌後転圧

4. おわりに

路上再生路盤工は、既設の舗装厚さや路盤材の粒度によって最適配合計画が大きく変わってくる。また、攪拌厚さによってその後の道路の耐用年数に大きな影響を与える。

工法の特徴である、アスファルト産業廃棄物の抑制を達成する為には事前の調査、使用機械によって異なると考える。

管推進精度向上の工夫改善について

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

鈴木 忠行

Tadayuki Suzuki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：曾野木排水区
枝線468～幹線483下水道工事
- (2) 発注者：新潟市東部地域下水道事務所
- (3) 工事場所：新潟市江南区祖父興野地内
- (4) 工期：平成25年8月5日～
平成26年7月31日
- (5) 工事内容：φ200mm 管推進工 L=487.0m

補助地盤改良工	N=24箇所
立坑築造工	N=12箇所
マンホール工	N=14箇所
仮復旧工	1式
本復旧工	1式
付帯工	1式

本工事は、平成17年の広域合併で市域の拡大に伴い、急速に進んだ都市化と豪雨による度重なる浸水被害に対応するため、本格的な下水道(雨水)事業に着手しましたが、度重なる集中豪雨により甚大な浸水被害を受けたため、市内全域を8つの処理区に大別し、下水道整備を進めている新潟市東区で施工した工事での推進精度確保に関して実施した施工方法と結果について報告いたします。

2. 現場における問題点

当現場は、高水位地盤でありN値が低く、砂質土・粘性土等様々な土質が1推進区間で互層になっているため、推進作業における精度の確保が課題であった。

作業所目標として掲げた「管推進精度の向上」(基準高±15mm以内、中心線の偏移25mm以内)の目標達成のため、推進並びに地盤改良スタッフを交え、施工方法の検討を行い、推進精度向上に効果のある方法について検討した。

3. 工夫・改善点と適用結果

検討の結果、互層となっている土質に対応し安定した推進が出来る方法として、マシンの選定と路線補足薬液注入を準備した推進の施工を行うことで、互層により不安定となるマシンを安定させ、推進精度の向上を確保した内容について報告します。

今回の小口径推進工事においては、トラブルを生じることなく基準精度内で完了するため、推進区間の土質性状や近接する既設構造物の状況、地下埋設物の有無等を事前調査した結果、今回の工法は泥土圧方式のため、砂質土・粘性土・硬質土・礫質土・高水位地盤まで施工が可能であり、オーガヘッドの回転速度が無断変速で制御可能で、

地盤にあわせて効率よく推進作業を行うことができる先導体の機能・排土方式を備えた塩ビライナー工法を選定した。

推進作業は順調に精度よく進んでいたが、発進から23m地点で、先導体の方向修正が効かないトラブルが発生した。土質調査を行った結果、トラブル発生地点の土質は軟弱粘性土N値0付近と判明、この地層で推進可能な条件は、推進時の方向修正が可能で、推進管が沈下しないことが要求されることから、対策として推進路線に薬液注入を行い、地山の安定処理を図ることとした(図-1)。



図-1 路線補足薬液注入状況

実施前に、発注者・道路管理者・地下埋設管理者等への協議・了承を得て路線補足薬液注入を開始した。

路線補足薬液注入は、道路及び近接地下埋設物の隆起に注意が必要なことから、レベルで道路高・埋設管に設置した沈下棒を確認しながら慎重に注入を行った結果、道路・地下埋設物の隆起もなく、地山の支持力を得ることができ、無事に再発進し精度よく到達することができた(図-2、3)。

4. おわりに

今回のトラブルは、軟弱粘性土を物理的な力(先導体)で乱すと支持力が極端に低下する現象によるものと考えられます。

トラブル以降は、余堀量を少なくし地山の乱れを少なくすることにより、残り11スパンはトラブルもなく路線補足薬液注入スパンとあわせ全12ス

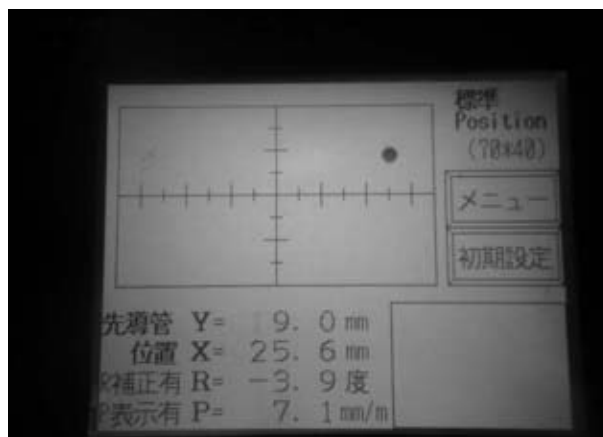


図-2 路線補足薬液注入前
(上9mm、右25.6mm)

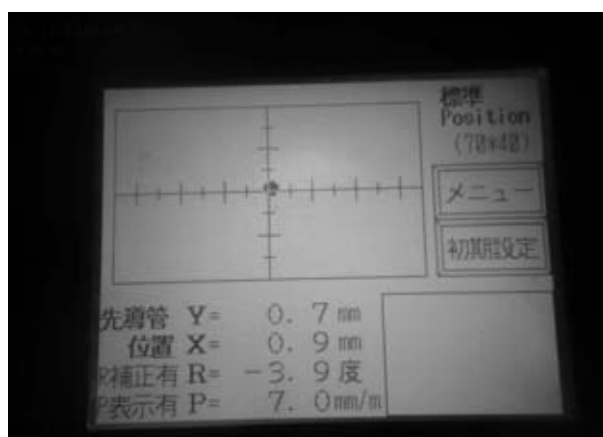


図-3 路線補足薬液注入後
(上0.7mm、右0.9mm)

パンL=487.0mを精度よく推進を完了することができました。

また、今回は、予想できなかった構造物・流木・木杭等の不慮のトラブルには遭遇しなかったが、推進工法選択も含め改めて事前調査の重要性を認識した工事でした。

下水道事業は、地元住民の関心も深く、一日も早く整備され下水道が使用できることを望んでいます。

今後は更に、狭隘な場所、交通への支障が大きい路線並びにガス・水道・NTT等ライフライン施設の輻輳している中での工事が増えると予想されることから、しっかりした事前調査により、推進時のトラブルを未然に防ぐことで、工事を早期に完了させ地元住民の皆様に喜んで頂きたいと考えております。

アスファルト舗装へのリフレクションクラック対策について

東京土木施工管理技士会
 福田道路株式会社
 工事所長
 橋本 晃一
 Koichi Hashimoto

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：上泉地区他舗装工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局
高崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：群馬県前橋市上泉町地先
～五代町地先
- (4) 工期：平成23年2月5日～
平成24年3月28日

本工事は、国道17号上武道路8工区の改築事業区間において、本線・歩道部等のアスファルト舗装工事を行うものであった。

当現場内の市道との平面交差点付近では、大正用水（第3号隧道）が横断している状況であった。

大正用水は、昭和19年～昭和27年に建設された幹線水路（農業用水）である。

今回、上武道路整備に伴う舗装工事において、大正用水付近の舗装構造等の諸問題を検討し、得られた結果を報告します。

2. 現場における問題点

市道07-090号線との平面交差点の直下を横断する地下構造物（大正用水第3号隧道）に対する上載過重軽減対策として軽量盛土（ESP工法）が別途工事により施工されていた。また、現地諸条



図-1 現況写真

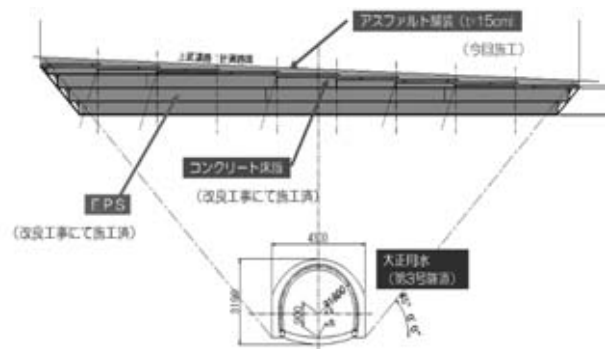


図-2 断面図

件により EPS 工法のコンクリート床版直上にアスファルト舗装を施工する条件であったため、コンクリート版の目地やひび割れが原因となり、リフレクションクラックの発生が懸念される状況であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

ESP工法コンクリート床版直上のアスファルト

ト舗装厚さは15cmであったため、以下の提案を行い工事目的物の品質確保に努めた。

- ①対象範囲全面にクラック抑制シートを設置。
(コンクリート床版の目地対策、EPS工法への雨水浸透防止、リフレクションクラック対策)



図-3 クラック抑制シート施工状況

- ②基層 (t=10cm) に SMA (碎石マスティックアスファルト13mm) 舗装を選定。

SMA 舗装は粗骨材が多く (70%~80%)、細骨材に対するフィラー量が多い (8~13%程度) 不連続粒度の加熱アスファルト混合物であり、粗骨材の噛み合わせ効果から耐流動性や耐摩耗性、さらには骨材間に充填されるアスファルトモルタル分によってたわみ追従性や防水性にも優れており、クラック発生までの時間が他のアスファルト混合物と比べて長く、かつ貫通までの時間も長い粘りのある混合物である。

剛性の異なるコンクリート版から直接、荷重伝達を受けるため、粘りのある混合物が必要であること。また現在使用されている混合物の中で、近似した使用実績 (橋梁での実績、コンクリート舗

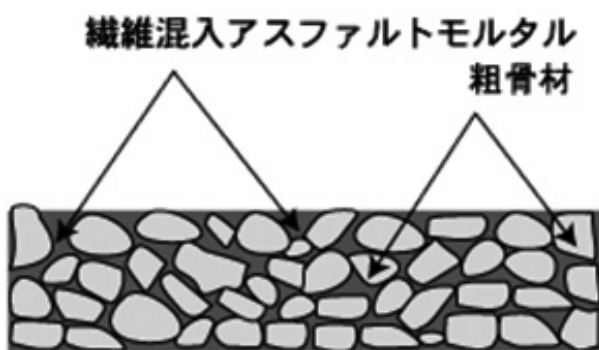


図-4 SMA 舗装の概念図

装版上の施工やリフレクション対策) をもとに SMA 舗装を選定した。

- ③表層には一般部との連続性・将来の維持管理を考慮し、一般部と同様の表層混合物であり耐流動性の高い改質Ⅱ型密粒度アスファルト混合物(20)を使用した。

上記対策を行った結果、供用開始から約3年が経過するがリフレクションクラック等は発生していない状況である。



図-5 SMA 舗装施工状況



図-6 SMA の舗装表面

4. おわりに

今回採用した SMA 舗装の製造及び施工方法は一般の加熱アスファルト混合物と同様であるが、混合物の温度管理と締固めに留意する必要があります。

リフレクションクラック抑制工法には様々な工法があり、現地状況・条件をよく把握する必要があるが、今回の施工方法においては今後の経過も観察する必要はあるものの良好な結果が得られていると考えています。

ソイルセメント堰堤の品質管理

長野県土木施工管理技士会

吉川建設株式会社

監理技術者

菅 沼 浩 和

Hirokazu Suganuma

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成23年度国補通常砂防工事
(砂) 堂の入川
- (2) 発 注 者：長野県飯田建設事務所
- (3) 工事場所：長野県下伊那郡根羽村堂の入
- (4) 工 期：平成24年2月21日～
平成25年5月31日

本工事は、工事箇所の下流にある既設砂防堰堤の堆積土を利用したソイルセメント工法により、堰堤（延長=64m, 高さ=13.5m）を構築する工事であった（図-1）。

2. 現場における問題点

堰堤内部の材料としてソイルセメントを使用するが、今回使用するその母材である現地発生材は、堆積している場所や層により土質が変化し、強度



図-1 完成写真

の発現に影響がでることが懸念された。そこで、配合試験を、現地発生材を数種類採取してそれぞれについて行い、設計強度以上を得られる添加量（100Kg/1.0m³）を求め、施工することとした。

しかし、実際に施工を始めると、強度のバラつきが大きく、また、徐々に強度が低下する傾向が認められるようになった。

そこで、バラつきを抑制し、安定した強度を得る施工管理を行うことが必要になった。

3. 工夫・改善点と適用結果

バラつきを抑え、安定した強度を得るためには、現地発生材である堆積土の品質を安定させることが最も重要であると考えられた。そこで、強度に最も影響を与える粒度分布と含水比を再度見直すことにした。

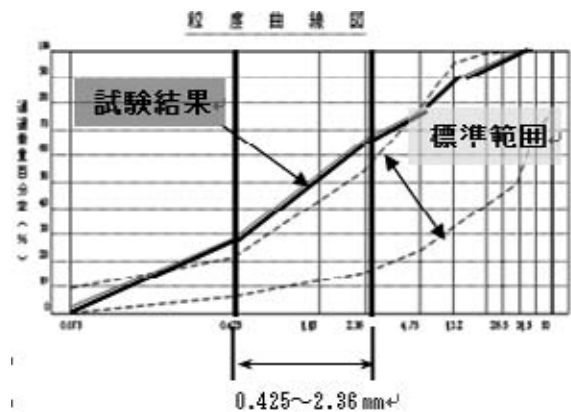


図-2 粒度曲線図



図-3 母材の選別状況

(1) 粒度

ソイルセメント協会の資料を確認したところ、粒径が0.425～2.36mmの含有率が大きい粒度分布の場合、強度が低下する傾向となることが示されている。

現場でふるい分け試験を行った結果、当現場では、0.425～2.36mmの分布が標準を超えた範囲にあることが判明した(図-2)。そこで、この粒度が多くなるないように、日々ふるい分け試験を行い、ストックヤードで母材の選別を行って粒度の調整をした(図-3)。

(2) 含水比

目標強度が得られるように、含水比によって毎回セメント量を変えて配合することは、施工管理上困難であるため、母材を最適含水比付近～乾燥側でストックし、乾燥しすぎている場合は、加水して混合する事にした。採取した現地土砂(砂防ダムの背面堆積土)の乾燥は、ストックヤードで曝気して行い、乾燥後は雨水の侵入を防止するためシートで被って保管した。

また、締固め試験から得られた含水比の範囲を現場で試験施工を行うことによっても確認し、施工に反映させた。実際の施工にあたっては、施工前に母材の含水比を測定し、シートに入力すると5m³当たりの最適含水比にするための加水量が計算される表計算を作り(図-4)、加水量を決定した。

混合材加水量	下限含水	中央含水	上限含水
設計含水比水量	0.488ton	0.665ton	0.843ton
加水量	0.004ton	0.182ton	0.359ton
	4リットル	182リットル	359リットル

図-4 加水量計算表

堤体築造後は、RI試験機により含水比と締固度をタイムリーに計測し、密度、強度の発現が確実なものとなるように管理を行った(図-5)。対策前後の圧縮強度を図-6に示す。



図-5 転圧及びRI試験

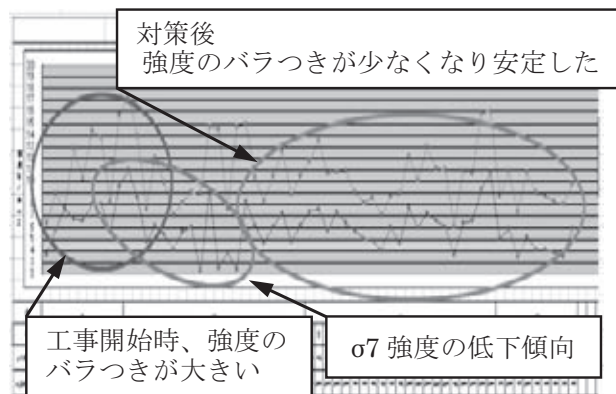


図-6 圧縮強度グラフ

上記グラフのように、施工当初圧縮強度に大きなバラつきがあったが、ふるい分け試験、含水比測定を日々行い、母材の均一化を図った結果、圧縮強度が安定し、品質が向上した。

4. おわりに

ソイルセメントを作製する上で、セメント混合時に含水比が高すぎた場合は、材料の作製自体が無理になってしまうのだが、逆に材料が乾燥しすぎている場合、最適含水比にするため加水が必要となる。加水して混合する手順は、母材とセメントを空練りしてから加水し、その後、本練となるため混合時間が倍となる。加水しないで混合する事が可能であれば混合時間が短縮でき日施工量が多くなる。したがって、材料は、乾燥側にストックすることが絶対条件であるが、最適含水比で保管することが重要になってくると感じた。

護岸工における型枠の設置と コンクリート打設及びエア抜きについて

愛媛県土木施工管理技士会

白石建設工業株式会社

主任技術者

戸ノ崎 悟 郎[○]

Goro Tonozaki

土木部

秋 月 和 也

Kazuya Akizuki

土木部

木 村 啓 二

Keiji Kimura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：中川地区護岸改良工事
- (2) 発 注 者：名古屋港管理組合
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市港区中川本町地先
- (4) 工 期：平成22年10月～平成23年2月

本工事は、中川（右岸）の護岸（L=110m）を構築している下部工の鋼管杭（φ900）が構築上、水中に構築されており、経年劣化に伴う腐食等が進み、測定の結果、鋼管杭の肉厚が薄くなっているため、コンクリートにて一体化させることにより、鋼管杭の劣化及び、腐食等を防止するとともに下部工の補強を行って、護岸を改良するものであります。

2. 現場における問題点

1) 型枠の固定について

図-1、2のとおり、背面側に鋼矢板が構築されており型枠を固定するセパレータを溶接するために利用できないか肉厚測定を行いました、結果不可となりました。

また、正面側からの押さえも考えにくい状況のため、コンクリートの打設時に伴う、型枠材に対する圧力を考慮した場合、どうしても堅固な型枠

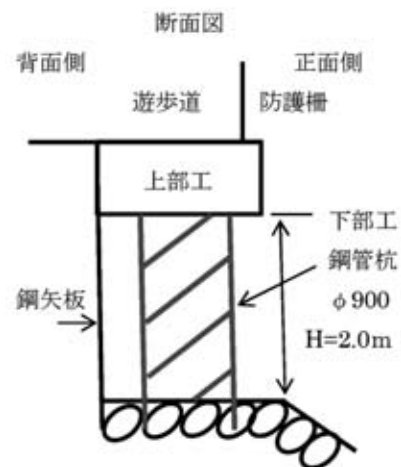


図-1 断面図



図-2 平面図

を設置することが必須となりました。

2) コンクリート打設及び、エア抜きについて
通常何ら支障のない現場であれば、陸上から上部工にコンクリート打設用のコアを必要箇所抜いて、コンクリート打設を行えば問題はないのですが施工する陸上部分が公園内の遊歩道となっているため、この施設を利用されている近

隣住民の皆様方に極力ご迷惑をお掛けすることなく、コンクリートを打設して工事を円滑に進めていくことを考えました。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 型枠の固定について

図-3、4のとおり、鋼管杭を利用して異形鉄筋 D16をU字形に加工したものを型枠のセパレータ（全鋼管杭3段）の代用としてナット固定を行いました。尚、施工延長L=110mのうち1回の打設延長は25~30mとして5スパンに分割し、型枠材は鋼板 t=16mmを採用しました。

また、上記施工内容については発注者と協議の上、承諾を戴きました。

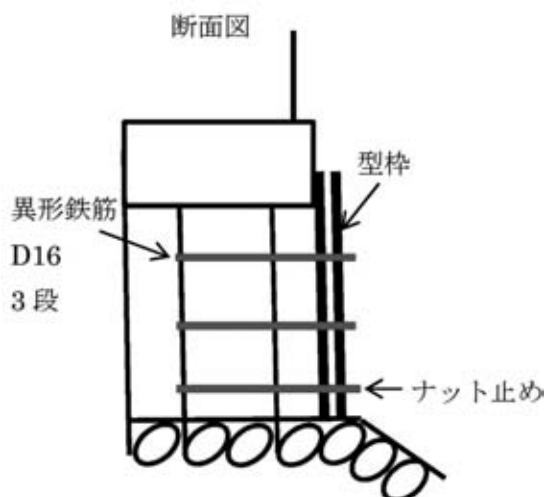


図-3 断面図

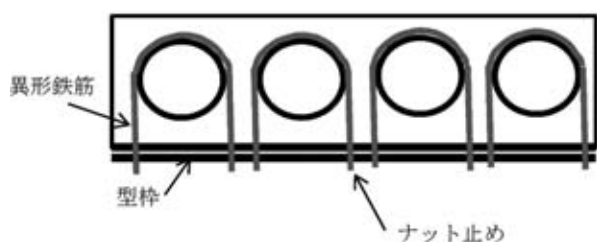


図-4 平面図

2) コンクリート打設及び、エア抜きについて

図-5のとおり、打設時における打ち上げの方法としては、縦方向に上中・下段の3箇所横方向に2箇所を設けて、下段から上段まで打ち上げて行くことにより、施工効率の向上と同時に打継時におけるレイタンスの問題を解消することができ

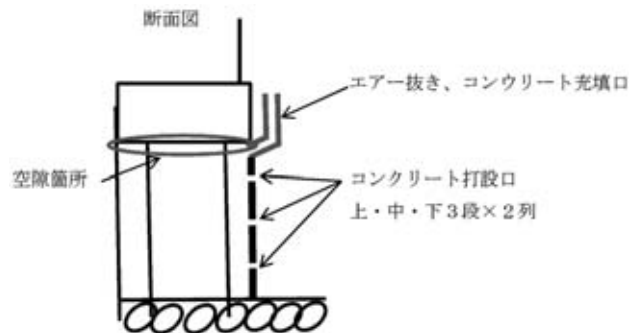


図-5 断面図

ました。

コンクリート打設時のエア抜きに関しましては、型枠の最上部に煙突状のエア抜きを5mスパンにて複数箇所設置したことにより、問題なく打ち上げることができました。

また、最上部における空隙箇所へのコンクリートの充填方法は煙突状のエア抜きを利用しました。エア抜き上部まで投入し目視により観察を行ってコンクリートがこれ以上、下がることを確認して打設完了としました。

尚、今回の使用する生コンクリートは、水中不分離性（24-50-25）を採用することが当初より盛り込まれており流動性に関しては、なんら問題ないということを試験練りの時点にて確認いたしました。

4. おわりに

今回の施工区間は、延長L=110mあり且つ、鋼管杭、鋼矢板のケレン及び床付け面の不陸整正、清掃、鉄筋組立、型枠組立、溶接、コンクリート打設等々のほとんどの作業が水中でのダイバー作業となるため、水深は浅くとも限られた人員の中で工事を安全に事故なく進めて行く上で潜水士への負担軽減を考慮して施工箇所の分割を行いました。型枠材は転用を踏まえ、鋼板 t=16（防錆処理済）を使用しました。

また、工事期間中は大部分が海上からの作業となったため、遊歩道を利用される近隣住民の皆様方々にお掛けするご迷惑は必要最小限に留めることができ無事無災害にて工事が完了いたしました。

吸出し現象が顕著な海岸構造物における 地盤改良効果の向上について

東京土木施工管理技士会

五洋建設株式会社

現場代理人

阿部 雅 弘[○]

Masahiro Abe

担当技術者

小林 信 博

Nobuhiro Kobayashi

担当技術者

若 杉 洋 一

Youichi Wakasugi

1. はじめに

本工事は、日本海特有の冬期風浪による浸食が進行している福井港の海岸において、既設護岸の構造物の撤去・復旧、護岸背面土砂の止水工および地盤改良工を行う工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：福井港海岸（福井地区）護岸（改良）地盤改良工事（その2）
- (2) 発 注 者：国土交通省 北陸地方整備局
- (3) 工事場所：福井県福井市白方町地先
- (4) 工 期：2014年2月28日～
2014年12月26日

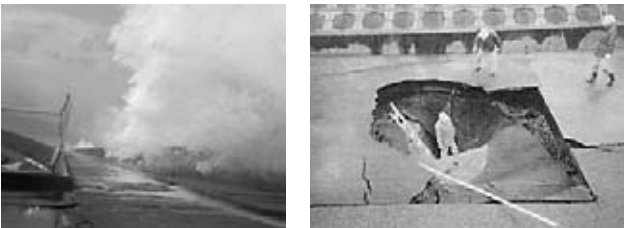


図-1 福井港海岸の海岸浸食による越波及び吸出し

2. 現場における問題点

2-1 既設護岸目地部の鋼矢板打設

冬期風浪の繰り返し作用により、ケーソン式の既設護岸の目地部で裏込め土砂の吸出しが発生している。吸出し現象を防止するため、既設ケー

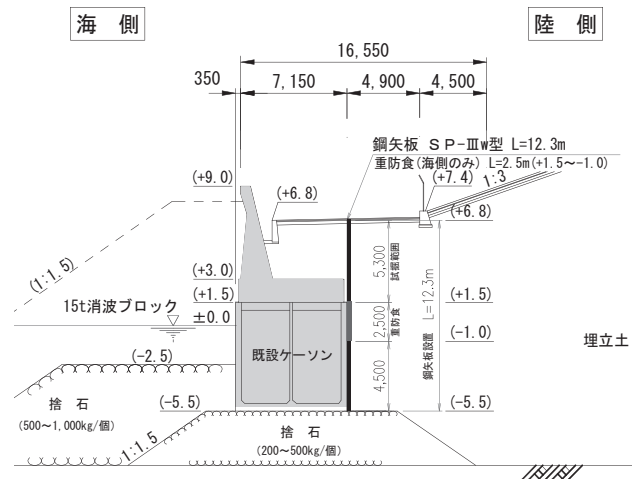


図-2 鋼矢板打設位置断面図

ンの目地部に沿わせるように鋼矢板を精度良く打設する必要がある。

既設ケーソン天端はGL-5.3mに位置するため、正確な位置出しを行うには試掘が必要であるが、施工場所は近接構造物により狭隘な場所であるため、大規模な開削による試掘は困難である。

2-2 地盤改良における削孔誤差の把握

地盤改良工における薬液の注入用外管を設置するため、ロータリーパーカッションを使用して約3,100本の削孔を行う。このうち約20%は隣接構造物との干渉回避のため、斜め削孔（削孔角度：63.4°～66.9°）で施工する。

当該地盤は緩い砂層であるため、斜め削孔時、削孔角度の変動による誤差で、注入用外管が計画



図-3 地盤改良工 斜め削孔状況

位置に設置できないことが懸念された。地盤改良範囲全域にわたり、改良効果を得るには削孔精度の確保が重要である。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 既設護岸目地部の鋼矢板打設

既設護岸ケーソンの目地部を正確に確認するため、アースオーガ併用圧入杭打ち機を使用して試掘を行った。φ1,000mmの鋼管ケーシングにφ800mmのスクリーを搭載したアースオーガで地盤にケーシングを貫入し、φ1,000の立杭を掘削することで既設ケーソンの天端を露出させた。

本工法による試掘の結果、既設ケーソン目地部の正確な測量を行うことができ、ケーソン背面に沿わせ、鋼矢板を精度良く打設することができた。

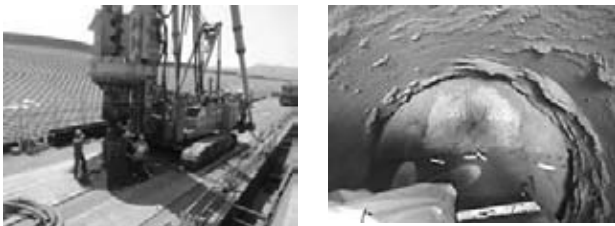


図-4 杭打ち機を使用した試掘状況

3-2 地盤改良における削孔誤差の把握

斜め削孔時の削孔誤差を把握するため、挿入式ジャイロを用いた試験削孔を実施した。試験削孔では、削孔完了時にケーシング内に挿入式ジャイロを挿入し、計画通りの削孔軌跡であるか3次元計測を行った。

試験削孔の結果、削孔誤差は水平偏位3cm、角度偏位0.3°であることを把握できた。試験削孔による施工誤差を実施に反映して施工することで計画位置に削孔を行うことができた。

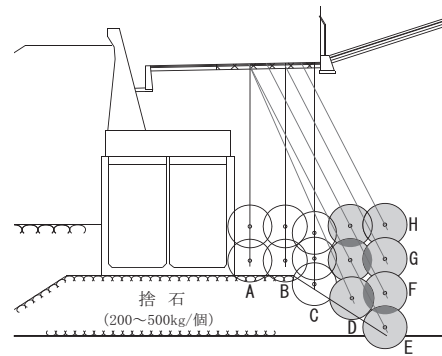


図-5 斜め削孔位置断面図

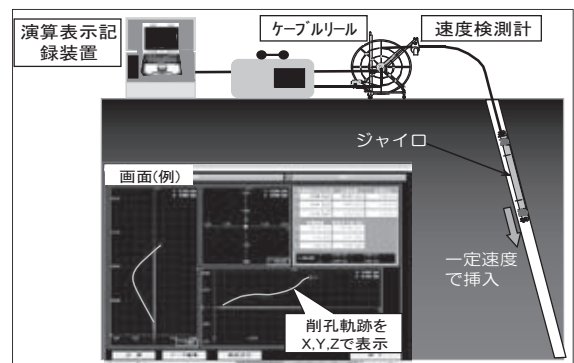


図-6 挿入式ジャイロ概念図

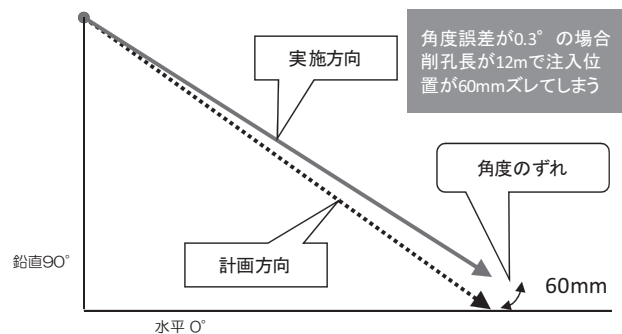


図-7 試験削孔結果概略図

4. おわりに

吸出し現象が顕著な当該海岸において、地盤改良効果を向上させるため、上述の対策を立案し、施工を行うことで、設計強度 $q_u = 50 \text{ kN/m}^2$ に対して、約2倍となる 93 kN/m^2 (全体平均) の結果を得ることができた。

本工事範囲の背後地には、石油備蓄基地を有しており、良質な社会資本を整備することで国民の安全・安心を守ることにも貢献できたと考える。

PC 6 径間連続箱桁橋のひび割れ抑制対策

広島県土木施工管理技士会

(株)ビーアールホールディングス 極東興和株式会社

現場代理人

監理技術者

工事主任

清岡 隆 二〇

吉盛 一生

守谷 勝利

Ryuji Kiyooka

Issei Yoshimori

Katutoshi Moriya

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：浜田・三隅道路内田高架橋
PC 上部工事
- (2) 発注者：中国地方整備局浜田河川国道事務所
- (3) 工事場所：島根県浜田市内田町
- (4) 工期：平成25年6月21日～
平成26年7月30日

浜田・三隅道路は、朝夕の交通渋滞の解消、高い交通事故致率の解消、救急搬送時間の短縮、代替路の確保の役割を担った全長14.5kmの自動車専用道路整備事業の一部である。本稿は内田高架橋PC 上部工事におけるコンクリートの品質・耐久性の向上対策として実施した取り組みについて報告するものである。

2. 現場における問題点

本橋は、箱桁断面特有の主桁ウェブと上床版の水平打継目(図-1)や1径間毎の分割施工に伴う鉛直打継目(図-2)を有することから、新旧材令差等に起因するひび割れの発生が懸念される。また、架橋箇所は日本海沿岸の地域に位置するため、長期供用中の凍結防止剤散布や塩分飛来等による塩化物の供給が見込まれる。

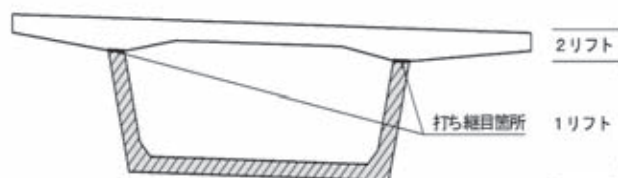


図-1 水平打継目箇所

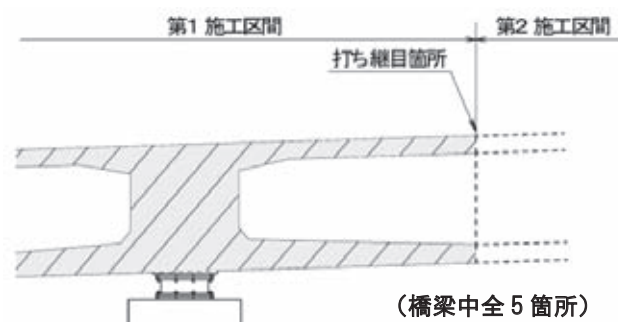


図-2 鉛直打継目箇所

これらのことから、構造物の長期耐久性を確保する上で、ひび割れを抑制し、コンクリート中への鋼材腐食因子の浸入を抑制することが重要と考えた。

3. 工夫・改善点と適用結果

ひび割れ抑制対策として、主桁コンクリートに収縮低減タイプの高性能 AE 減水剤を添加し、さらに上床版コンクリートには膨張剤を併用して、コンクリートの収縮低減を図った。

(1) 高性能 AE 減水剤（収縮低減タイプ）

収縮低減タイプの高性能 AE 減水剤は、従来の高性能 AE 減水剤による乾燥収縮の抑制効果（単位水量の低減）に加え、乾燥収縮および自己収縮を低減する成分が添加されたハイブリッドな混和剤であり、大幅な収縮低減効果が期待できる。

(2) 「長さ変化試験」の実施

混和剤（材）をパラメータとした3種類の配合について試験練りを行い、各供試体を用いた「長さ変化試験」を実施することで収縮低減効果の確認を行った。

- ①高性能 AE 減水剤（標準タイプ）
- ②高性能 AE 減水剤（収縮低減タイプ）
- ③高性能 AE 減水剤（収縮低減タイプ）+ 膨張剤

表-1 長さ変化試験結果

供試体タイプ	①標準	②収縮低減	③収縮低減+膨張材	②/①	③/①
長さ変化率 (26週)	-688×10^{-6}	-568×10^{-6}	-480×10^{-6}	0.83	0.7

長さ変化試験の結果より、①標準タイプの収縮量と比較して、②収縮低減タイプは17%の減、③収縮低減タイプ+膨張剤は30%の減となることを確認した（表-1）。本橋におけるひび割れ低減対策として、収縮低減を図ったコンクリートを使用することを基本とし、収縮低減効果とコストバランスを考慮して、図-3に示す2種類の配合を使い分けて施工を行った。

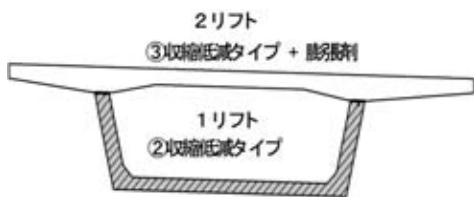


図-3 打設区分



図-4 連続 RI 水分計による計測

(3) コンクリートの品質管理

コンクリートの基本配合については、乾燥収縮やブリーディングを抑制するため、単位水量を168 kg/m³に低減し、また塩分浸透抵抗性を高め中性化の進行を抑制するため、水セメント比を45.5%とした。コンクリート打設に際し、生コン車全台数を対象として、連続 RI コンクリート水分計を用いた単位水量測定を実施し、厳格な品質管理を行った（図-4）。

(4) コンクリート養生

コンクリートの養生について、湿潤状態を長期間維持して水和反応を促進させるため、保水性の高いアクアマット Sタイプを使用した。ウェブ内側については、脱枠後、保水養生テープを用いた追加養生を行い、水分逸散を抑制した。下床版の養生期間は、上床版の養生期間終了までとし、上床版は水和反応が進行し強度発現が設計基準強度相当になる10日間以上養生を継続した。さらに、追加給水設備として穴あき散水管を配置し、湿潤養生を維持した。（図-5、6）。その結果、床版部にひびわれは発生しなかった。

【ウェブ内側脱枠後】

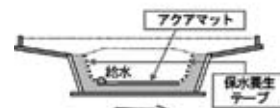


図-5 1リフト養生

【上床版打設後（10日間以上継続）】

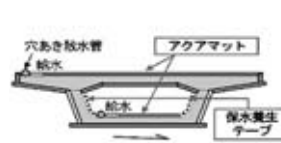


図-6 2リフト養生

4. おわりに

収縮低減効果を有するコンクリート混和剤の使用や長期養生の実施により、ひび割れ発生を抑制できたことから、PC 上部工の品質・耐久性の向上、コンクリートの長寿命化対策としての役割は十分に果たせたと考える。

場所打ち函渠コンクリート打設時の打設方法について

京都府土木施工管理技士会
株式会社辻建設

主任技術者

大道 洋[○]

Hiroshi Daidou

作業主任者

安井 満 政

Mitumasa Yasui

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：鳥取豊岡宮津自動車道（野田川大宮道路）道路新設工事（補助）与謝天橋立 IC 築造（その2）工事
- (2) 発 注 者：京都府道路公社
- (3) 工事場所：京都府宮津市須津
- (4) 工 期：平成26年4月4日～平成27年3月10日

本工事は、与謝天橋立 IC の道路新設工事である。場所打ち函渠554m²の打設に当たり壁部高さ5.5mの打設高さの管理及び脱枠後の外観について

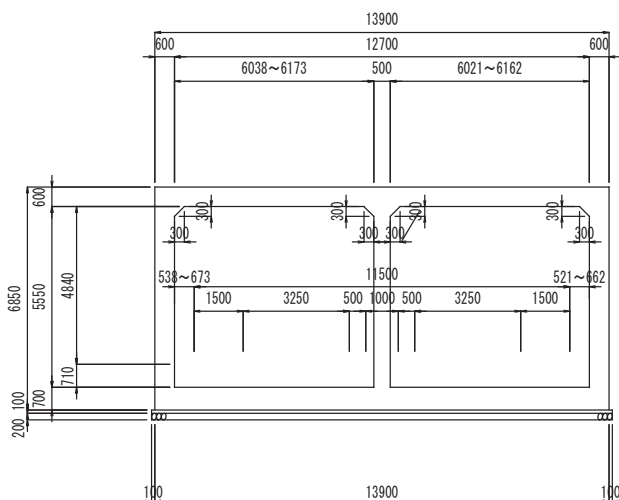


図-1 ボックスカルバート断面図

て管理方法や工夫した点について述べたいと思う。

2. 現場における課題

打設計画時に問題発生のおそれのある事項を社内でも検討した結果、下記の項目が挙げられたので、その打設計画を行った。

- ①打設速度を速くしすぎると沈下ひび割れが発生し品質が悪くなる。
- ②締固めを均一に行わないとジャンカ等が発生しやすくなり欠陥製品となる。
- ③1層打設完了時の高さを出来るだけ水平にしないと脱枠後に打継ぎ目が凹凸になり外観が悪くなる。

これらの問題点を避け、できるだけコストのかからない方法を考えた。

3. 対応策と工夫・適用結果

- ①打設速度については、コンクリート工場と密に連絡を取合い、ミキサー車1台（4.0m³）を約15分で打設するように調整した。
- ②締固めについては、高周波バイブレータを6本準備し横流し等基本的なことを監視しながら行った。又、打設人員を多くして外側から木槌・型枠振動機を用いて十分に締固めた（図-2、図-3）。



図-2 型枠振動機



図-3 高周波バイブレータ

③ 1層の打設高さを50cmとし、その管理方法として図-4のように丁張材料を利用し50cm間隔で赤白の色を付けた検測棒を15本準備し各壁部に5本ずつ配置した。

これらを実施した結果、①についてはミキサー車が長く待機することがなかったため、生コンクリートの品質が低下することなくスムーズに施工できた。

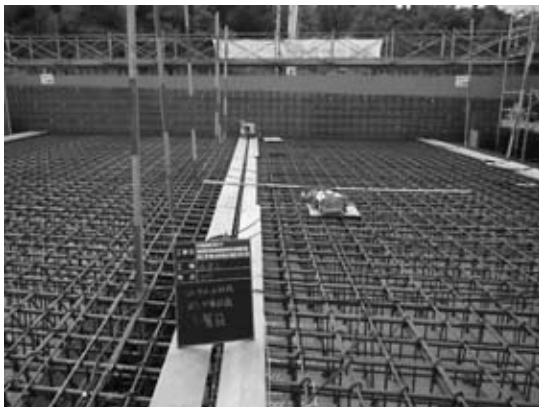


図-4 検測棒

②については、事前の打設計画で人員に余裕を

持たせていたので高周波バイブレータ、型枠振動機、木槌をすべてフル活用し、締固め忘れなくジャンカもなくきれいな仕上がりとなった。又、高周波バイブレータにも50cm間隔で色つきテープを貼付けて下層への挿入位置の確認を行った。

ポンプ車の配管ホースも同様に色つきテープで印を付け打込み高さを1.5m以内で打設できるようにポンプ車オペレーターにもわかるようにした。又、人員に余裕を持たせたため各作業員が気持ち的にも体力的にも余裕があったと思う。

③については、1つの壁に5本配置しておいたため1本を移動する手間が省けたのでスムーズに打設できた。

この尺の使用により1層ごとの打継ぎ面が脱枠後非常に美しく仕上がっており、監督職員にも褒めていただいた。又、壁部の生コンクリートの数量が188m³であり、ポンプ車を2台配置し、ボックスカルバート左右に配置し、打設班を2班体制にして両班で打設速度を調整しながら施工した。作業員の疲労も最小限に抑えられ予定打設時間内に完了することができた。

4. おわりに

今回の施工で以上の事を行った結果、沈下ひび割れもなく脱枠後の打継ぎ目も凹凸なくきれいに仕上がっており、品質的にも非常に良い出来であったと思う。

打設前の計画、作業員との打設打合せ、施工機械の準備等を入念に行い、発電機高周波バイブレータの打設前点検も確実にを行った事が製品の出来栄えや作業の効率、品質に重大な影響を与えることが非常に理解できたと思う。

今後の課題として一つ気になった点が泡が少し残った箇所があった点である。この問題点は以前からの課題でもあったが高周波バイブレータの過度の使用等考慮したが一部残ってしまった。今回の経験と反省点を忘れることなく今後の施工に十分活用してより一層いい製品が作れるように今後も努力をしていきたいと思う。

コンクリートの養生における労務負担の低減対策

(一社)北海道土木施工管理技士会
伊藤組土建株式会社

土木部

橋 本 一

Hajime Hashimoto

1. はじめに

工事概要：

- (1) 工 事 名：公園施設拡張新設工事
- (2) 発 注 者：札幌市建設局土木部
- (3) 工事場所：札幌市中央区大通公園内
- (4) 工 期：平成25年9月30日～
平成27年3月23日

利用者が多い市街地の公園内において、地上と地下をつなぐ施設を新設する工事で、このコンクリート構造物を構築する位置が、地下埋設物の下や仮設覆工板の下となることから、コンクリート天端との空間は1.0mで、必要とされるコンクリートの養生面積は1,700m²です。

2. 現場における問題点

コンクリートの打設後に、コンクリート強度の早期発現及び表面ひび割れ防止などの品質を確保するため、養生マット+散水・堪水（表面に水を張る）などにより養生を行う場合が多い（図-1）。

今回の対策では、①高齢の作業員でも作業が可能な方法、②覆工板下など狭い場所での作業、③使用する材料の低減より現場から発生する産廃を減らすことを考慮して、前記の条件を満足できる方法で作業を行いたい。養生に使用する水は水道水を使用し、コンクリート養生開始から完了まで



図-1 コンクリート養生状況（例）

の作業性と養生マットの飛散防止などの安全の確保ができる方法で施工することを課題としました。

3. 工夫・改善点と適用結果

最近までは、養生マットの材質として厚さがあり・保水性のあるものを使用していたが、労務費のかからない物を使用していましたが、建設作業員の高齢化に伴い、水を吸水した養生マットは作業員1人で狭い場所での移動および撤去が困難であった。現状から、下記の作業方法の検証を行ないました。

①覆工板の下を移動する場合を想定するため、吸水したマット重量を1本25kg以下にする。

②養生の散水ホース（通常は径25mm）の移動

③安全の確保 マット等の飛散防止対策

これらの条件を考慮するに当たり、1人で作業出来る重量は25kg（セメント1袋）を基本としま



図-2 散水ホース先端状態



図-3 ハイウォッシャー（車の洗車機）



図-4 散水状況

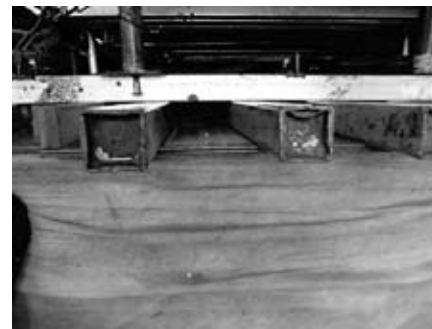


図-5 側面型枠の散水

した。

養生マットの選定はサンプルを比較して、給水性・保水性や重量を検討した結果化学繊維の材質で厚さ5mm程度の物を使用することとしました。

①覆工板の下を移動する場合があります、マットの長さを25m/本で切断して重量を25kg以下とする。散水作業については使用する機械にハイウォッシャー（車の洗車機）を活用し養生を行った（図-2、3）。

これは当初、散水用のホース延長50m（水を含めた重量が25kg以下）を基準として散水作業を行いました。ホース用ドラム等を併用していましたが、移動に伴うホースのよれや破損により想定以上に労務がかかることから、リース機械であるハイウォッシャーの機械を使用しました。

②ホースの1本の長さが20m/本で、作業状態により延長ができる（5本100mまで可能）（図-4）

③養生の確実性と安全性の確保のため、養生マットが風により飛散しないようにする必要があります。

この方法を採用したことで、①高齢の作業員による安全作業・負担の低減を図ることができた。

②散水ホースはリースの為、産廃の発生抑制が

できた。③風速10m程度でマットが乾いた状態となり飛散するため、鉄筋組立時に使用するマットをおもりとして使用した。その他に、側面型枠への散水養生に使用できる（図-5）。改善点は、養生マットの厚さが5mmと薄いため炎天下では水分の蒸発が早く、日によっては2倍の散水の労力を要する場合があった。全体的に厚さのあるマットでも時間経過とともに低い場所へ養生水がたまるため乾燥する部分と湛水部分が発生する事がある。作業員の目で確認しながらの作業の為、水道水の節約につながったと考えられます。

4. おわりに

今回行った養生方法は、特殊な機械や資材を使用せず、リース機械から養生マットなど一般流通品で施工を実施しました。すべての養生方法についてこの方法が当てはまることはありませんが、資材の移動や狭い箇所での養生など類似の条件では有効な方法の一つとして検討していただければと考えられます。

アスファルト舗装における寒冷期施工対策について

京都府土木施工管理技士会
福田道路株式会社

現場代理人
戸塚 智也[○]
Tomoya Totsuka

監理技術者
阿部 進 宮 武 晃
Susumu Abe Akira Miyatake

1. はじめに

当工事は、仙台市と宮古市を結ぶ延長220kmの「三陸縦貫道路」の一部であり、陸前高田市竹駒町から大船渡市大船渡町を結ぶ7.5kmの自動車専用道路である。

震災復興における陸前高田市内の混雑解消、狭い道幅の解消はもとより、高規格幹線道路として地域間交流の拡大、地域経済の発展・活性化、安全確実な交通の確保等の効果が期待されます。

工事概要

- (1) 工 事 名：高田道路舗装工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
南三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県陸前高田市米崎町字野沢～
米崎町字佐野 地内
- (4) 工 期：平成25年3月6日～
平成26年3月31日

2. 現場における問題点

アスファルト舗装（表層：排水性舗装）の施工時期は、工期変更により12月中旬から1月上旬の冬期のアスファルト舗設作業に変更になり寒冷期対策が必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

アスファルト舗装の寒冷期施工は、混合物の温度低下により締固め不足となることが懸念される。よって温度低下防止と締固め性向上を目的に対策を実施した。

(1) アスファルト混合物の運搬時の対策

①運搬車荷台の保温対策

アスファルト混合物の運搬時の温度低下を抑制するため、ダンプトラックの荷台は二重の保温シート（麻布＋断熱シート）で覆い、風や外気温による温度低下の抑制を行った（図-1）。



図-1 保温シート（麻布＋断熱シート）

②試し運搬の実施による温度の設定の確認

荷台の保温対策に加え、本施工の直近（1週間前）に試し運搬を実施し、混合物の温度低下を確認した。運搬時間の温度低下は、5℃程度（運搬時間58分、気温6℃）であることが確認され、それに基づく施工時の管理目標温度を設定した。

(2) 施工時の対応

①タックコートにタイヤ付着抑制型 As 乳剤使用
寒冷期は外気温低下により、散布したアスファルト乳剤の分解が遅延し、養生時間の確保が課題となることから、排水性舗装のタックコートはタイヤ付着抑制型アスファルト乳剤を使用した(図-2)。



図-2 タイヤ付着抑制 As 乳剤使用

②アスファルトフィニッシャの保温対策
舗装施工時及び待機中の合材温度低下を防止する為、アスファルトフィニッシャのホッパー側面に断熱素材のカバーを装着した(図-3)。



図-3 アスファルトフィニッシャの保温対策

③ジョイントヒータの使用

寒冷期の施工は、温度低下により施工継ぎ目部分の付着性や仕上がりの悪化(粗面化)が懸念される。アスファルトフィニッシャスクリードの端部に「ジョイントヒータ」を設置し、既設舗装面を加熱しながら敷均すことにより、施工継ぎ目部分の品質を確保した(図-4)。

④振動タイヤローラによる転圧

締固め効果を向上させるため、タイヤローラに振動機構を有する、振動タイヤローラを使用し、所定の締固め密度を確保した。

⑤車載型放射温度計の活用

所要の締固め度を確保し骨材飛散等を予防すべ



図-4 ジョイントヒータの使用

く、最適な温度範囲で転圧を行う為、ローラに車載型放射温度計を設置した。

オペレータは、運転席から転圧温度を確認しながら締固め作業を行う。当該温度計は、最適締固め温度範囲を設定し、赤・青ランプの視覚表示による転圧作業が可能である。

⑥電磁波密度測定器を用いた非破壊検査を導入

アスファルト混合物の締固め度の確認は、抜取供試体による検査に加え、電磁波による密度測定器を用いた非破壊検査を導入した。

非破壊検査による管理は、測定頻度を多くできることから、面的に管理することが可能で端部等の品質確保にも有効であった。また、測定時にリアルタイムに締固め度の確認が出来るので、締固め度不足発生の予防となる。

(対策の結果)

- ・混合物温度は、概ね目標温度を確保できたことが確認され、保温対策及び出荷目標温度の設定が適切だったと言える。
- ・締固め度は、コア採取による測定(42箇所)で98.9%、非破壊試験による測定(439箇所)で98.5%と目標値を満足した。
- ・平坦性は、(σ) 0.66mm~0.83mm で、良好な品質と出来形が確保された。

4. おわりに

アスファルト舗装施工時の寒冷期対策を確実にを行うことで、所定の品質を確保することが可能であり、通年施工に向けた対策として有意であったと考えられる。コスト面は今後の課題である。

橋軸方向に2分割された連続鋼床版箱桁橋 ((仮称) 妙典橋) の工場地組立

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

主任技術者

熊倉正徳[○]

Masanori Kumakura

監理技術者

内川尊行

Takayuki Uchikawa

1. はじめに

(仮称) 妙典橋は、東京外かく環状道路の整備に関連して、一級河川江戸川を横河し、市川市高谷地区と妙典地区を結ぶ鋼6径間連続鋼床版箱桁橋であり、市川市内の交通混雑の緩和と災害時の緊急輸送路としての役割を担う重要な路線となる。また、橋梁地点の江戸川にはトビハゼ等の貴重種の生息が確認されていることから、河川内への仮設物の設置を不要とする架設工法(台船一括架設等)が採用されている。

本稿では、本橋6径間(P3~A2)の内の1径間(P6~P7)の鋼桁の工場地組立工事について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：社会資本整備総合交付金工事
((仮称) 妙典橋上部工その1)
- (2) 発注者：千葉県
- (3) 工事場所：千葉縣市川市高谷
- (4) 工期：平成25年7月3日~平成27年1月31日
- (5) 橋長：539.000m(本工事施工長:101.750m)
- (6) 支間割：98.650m+4@88.000m+86.500m

2. 現場における問題点

本橋の主桁(箱桁)は、製作時および地組立時の荷扱いに配慮し、中央部に橋軸方向の現場溶接

継手を有する2分割構造(コの字形断面)とし、部材製作後、両者を地組立で一体化するが、コの字形の先端部は溶接等による変形に対する拘束度が低く、地組立時における部材の取合精度を確保する必要があった(図-1)。

また、将来の維持管理に備え、塗膜劣化部位となり易い現場継手部を極力減らすため、主桁ブロックを最大で約20mの長尺物としていることから、地組立作業(クレーン吊上時)における本部材の変形を抑制し、鋼桁品質を確保する必要があった。

また、地組立用吊金具は、本橋の鋼桁断面がコの字形を有していることから、鋼桁のウェブ方向ではなく、その直交方向に配置された横リブまたはダイヤフラム上に設置することとなり(図-1)、その場合、鋼桁ブロック吊上時に地組立用吊金具への板曲げ作用による損傷が懸念された。

本橋の現場溶接継手施工後においては、箱桁内での高力ボルトの締付作業や塗装作業が控えており、その施工時期は夏期となる。その際、地組立ブロックの総延長は約102mと長く、途中にマンホール等の大きな開口部もないことから、炎天下での鋼

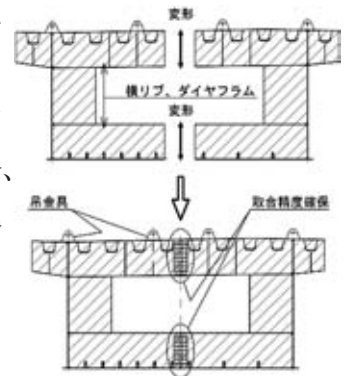


図-1 鋼桁断面

桁内の温度上昇に伴う作業員の熱中症の発生が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

鋼桁ブロックのコの字形断面先端部の工場溶接作業および地組立作業に伴う自由変形を拘束するとともに、不測の強制外力から鋼桁形状を保持する目的から、コの字形断面の上下部材を連結仮固定するための仮設形状保持材を横リブおよびダイヤフラム位置に仮ボルトで固定した。その際、製作時の部材変形等により、形状保持材へ圧縮力が作用し、地組立後の撤去が困難になることが予想されたため、本材の下端部に鋼板を挿入し、これを先行して取り外すことで、形状保持材を容易に撤去できるよう配慮した(図-2)。また、鋼床版デッキ上面の地組立用吊金具取付部の箱桁内にも形状保持材を設置することで、部材吊上時の変形を防止した。

形状保持材(山形鋼)の断面は、道路橋示方書で規定される部材の細長比(1次部材の圧縮材： $l/r \leq 120$)を満足させた剛性の高いものを採用するとともに、その部材重心位置とベースプレートのそれを一致させることで、軸力作用時の付加曲げの発生を防止した。なお、ベースプレートをボルト固定するため、横リブおよびダイヤフラムのフランジに明けた孔には、形状保持材撤去後、高力ボルトを挿入・本締めした。

コの字形断面長尺部材吊上時の過大な変形による出来形品質の低下を防止するため、本工事では図-3、4に示す特殊天秤を製作・使用した。本天秤においては、通常、橋軸方向に2本使用する天秤部材を1本に集約するとともに、ブロックごとに異なる橋軸方向の吊点間隔に対応した吊点部

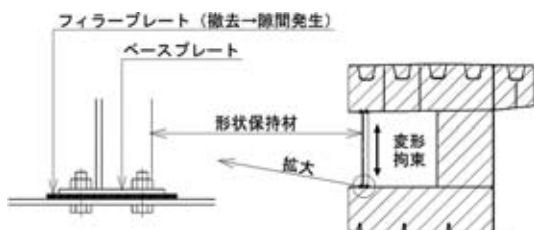


図-2 形状保持材



図-3 特殊天秤による鋼桁の架設(橋軸方向)



図-4 特殊天秤による鋼桁の架設(橋軸直角方向)

を複数設けることで、吊ワイヤー数および吊ワイヤーの付け替え数(吊具の盛替え作業)を低減し、施工性を向上させた(図-4)。

夏期の炎天下での箱桁内の高力ボルト本締め作業および塗装作業においては、箱桁内での温度上昇を抑制し、作業環境を改善するため、作業開始に先立ち、鋼床版デッキ上面に設置した散水設備より冷水を連続して散水するとともに、箱桁内に大型扇風機を設置した。

4. おわりに

本橋は、架橋位置の環境保全(生息する希少動物保護)の観点から、台船による地組立大ブロック一括架設工法が採用され、その前段作業としてコの字形断面長尺部材の工場地組立を実施した。その際、クレーンによる部材吊上げ時では、その断面保持性能が劣ることから、山形鋼による仮設の形状保持材を設置するとともに、地組立用吊金具を含めた部材本体に無理な外力が作用しないように特殊天秤を採用することで、断面保持による変形を抑制することが出来た。

近年、将来の維持管理に備え、現場継手の最小化等による部材の大型化が進んでいる。本工事での経験が活かされれば幸いである。

運搬が2時間を超える合成床版コンクリートの打設について

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

監理技術者

荻野 悟[○]

Satoshi Ogino

計画担当

松尾 隆 弘

Takahiro Matsuo

株式会社榑崎製作所

現場代理人

目黒 利 久

Toshihisa Meguro

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：北海道横断自動車道
釧路市 衆音別川橋上部工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局 釧路開発建設部
- (3) 施 工 者：(株)横河ブリッジ・(株)榑崎製作所 JV
- (4) 工事場所：北海道釧路市音別町
- (5) 工 期：平成24年9月7日～
平成26年1月29日

本工事は、北海道横断自動車道本別IC～白糠IC間(図-1)の山間部に架かる衆音別川橋の施工である。

本橋の橋梁形式は4径間連続鋼2主鈑桁橋(支間割49.5+50.0+50.0+49.5m)である。この路線の完成により、道東地区の拠点釧路市、隣接す

る帯広市や中心都市札幌が高速道路で繋がり、産業の発展や物流のスピードアップが期待される。

また、釧路空港とのアクセスにより、道東観光(釧路湿原、阿寒湖、知床)も大いに期待されている。

本報告は、合成床版コンクリートの品質確保について留意した点を述べる。

2. 現場における問題点

施工場所は、釧路市内より約60km離れた山間部に位置し、約22kmが未舗装の林道を通行する計画であった。そのため架設(400t油圧)クレーンや桁運搬に大変苦勞した。

林道は見通しの悪い急カーブが多く、待避場はあるが約50分を要した。また、携帯電話は圏外のため、現地にパラボラアンテナ付衛星通信システム(電話・ネット)を採用し各機関と連絡調整を行った。但し、最大の問題点は、生コンの運搬で



図-1 路線と施工場所

あった。工場から現場まで約50km離れており、運搬時間は2時間程を必要とした。

コンクリート標準仕様書では、打設完了まで2時間以内としており、運搬だけで規定をオーバーする。さらに、中間支点上は床版上面に負曲げが生じ引張力が発生する。対策として短繊維コンクリートを使用するため、打設直前に短繊維を生コン車に投入し攪拌する必要がある、遅れる要因となった。また、当社規定により耐凍害性の観点から空気量を6%以上と規定しており、品質が確保できるか不確定であった。

これらの要因により、床版コンクリート打設に関する品質確保が大きな懸念事項となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①工場出荷から打設完了まで2時間を超す可能性があり発注者と協議のうえ、実車運搬による試験練りを実施し品質確認後、施工することとした。

②生コン工場と綿密な打合せを行い、施工約2か月前より、実車試験練りを開始した。

1回目は、スランプ設計8cmから12cmに変更し、空気量6%以上を確保できる配合とし試験を実施した結果、空気量6.2%を確保したがスランプが6cmと規格値を下回った。

原因は、運搬時スランプロスを考慮し高性能AE減水剤量を決定したが、工場との気温差が9℃と大きかったことが、規格スランプを下回らせた原因と考えられた(表-1)。

2回目は、気温差によるスランプロスを考慮し高性能AE減水剤量を決定した。結果は、到着時スランプ、空気量ともに規格値を上回った。

表-1 1回目の配合と試験練り結果

【暫定】高性能AE減水剤(遅延形) ナマゾーV1R											
記号	配合 (%)	w/w (%)	w/w (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					備考
						W	C	S	G25	量材	
No1	41.3	42.3	12.0	6.07±2	138	314	767	1061	20	1.029%	

第1回目試験練りの結果一覧表						
項目	1車積降直	現場着	流動化後	繊維投入後	再流動化後	備考
時間	9時00分	10時45分				
累計時間	0時00分	1時45分				
スランプ cm	19.0	6.0	12.5	10.0	14.5	規格値12.0±2.5cm
空気量 %	8.4	6.2	6.6	7.2		規格値6.0±1.5%
ヒヤヒヤ温度 °C	16.0	21.0	23.0			35℃以下
外気温度 °C	16.0	25.0	26.0	27.0	27.0	
圧縮強度 N/cm ²		44.8	43.8	43.5		設計30N/cm ²

表-2 2回目の試験練り結果

第2回目試験練りの結果一覧表						
項目	1車積降直	現場着	到着30分後	繊維投入後	流動化後	備考
時間	8時45分	10時45分	11時15分		12時13分	
累計時間	0時00分	2時00分	2時30分		3時28分	
スランプ cm	22.0	18.0	14.0	8.0	9.5	規格値12.0±2.5cm
空気量 %	9.8	8.0	7.4		6.6	規格値6.0±1.5%
ヒヤヒヤ温度 °C	18.0	24.0	25.0		27.0	35℃以下
外気温度 °C	17.0	29.0	29.0		32.0	
圧縮強度 N/cm ²			43.0		43.4	設計30N/cm ²

表-3 3回目の試験練り結果

第3回目試験練りの結果一覧表						
項目	1車積降直	現場着	到着30分後	流動化後	繊維投入後	備考
時間	8時50分	10時50分	11時20分	11時35分	11時47分	
累計時間	0時00分	2時00分	2時30分	2時45分	2時57分	
スランプ cm	21.0	13.5	12.0	16.0	10.0	規格値12.0±2.5cm
空気量 %	8.0	6.7	6.3		6.1	規格値6.0±1.5%
単位量 kg/m ³		8.0			8.0	
ヒヤヒヤ温度 °C	19.0	20.0	20.0		21.0	35℃以下
外気温度 °C	17.0	20.0	20.0		20.0	
圧縮強度 N/cm ²		44.3				設計30N/cm ²

原因は、高性能 AE 減水剤量を調整し、スランプロスを補正したが、空気量6.0%以上を確保するため、AE 剤をそのまま使用した。よって、運搬中、到着時の高速攪拌で空気を巻き込み過ぎ、空気量の減少を抑えたことが原因と考えられた。但し、実施工は2時間を超す可能性があり、到着後30分のデータも確認した(表-2)。

2回の試験により、高性能 AE 減水剤量は把握できた。但し、到着後空気量を規格範囲まで低減できなかった原因が AE 剤使用量であることが考えられた。

3回目は AE 剤量を調整し試験を実施した結果、到着後、到着後30分ともに全ての規格値を満足することができた(表-3)。

4. おわりに

今回のような2時間を超える施工環境においては、必ず実車試験練りを行い、性状確認を実施することが必要である。また、早期に問題点を見つ



図-2 床版完成写真

け原因究明することで、床版コンクリートの品質確保を可能とした。なお、試験後「床版コンクリート品質管理フロー図」を作成し、現場、工場の品質管理手順の周知徹底を図り、無事打設を終了した。

今回のような施工環境は自身も経験がなく、品質確保のためいかに問題点を早期に洗い出し、実

験を重ね分析し、より良い方向に導く重要性、さらに実践するための準備や現場体制の大切さを改めて認識できた。

最後に、ご指導いただいた発注者の方々および無事に無事故で完了した関係各位に感謝の意を表します。

主桁製作工事の安全対策

東日本コンクリート株式会社

横山 純也[○]

Junya Yokoyama

伊藤 克己

Katsumi Itou

三浦 位名典

Inanori Miura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：倉津川橋梁上部工工事
- (2) 発注者：山形県村山総合支庁建設部
- (3) 工事場所：山形県天童市大字蔵増地内
- (4) 工期：平成26年6月26日～
平成26年12月26日

桁長 34.5m、全巾員14.0m

PC 単純コンポ橋

施工範囲

PC 桁製作 L=34.393m、桁高2.5m

製作本数 N=4本、5ブロックに分割

PC 版製作 N=95枚、2800×1000×100t

主桁運搬工、架設工、支承工、横組工、床版工

地覆工、伸縮継手工、排水工、橋梁防護柵工

橋面防水工

この工事は、東北中央道天童 IC 近くの主要地方道天童大江線の改築工事です。東北中央自動車道の整備が進み交通量の増加に伴って県道を整備する工事でした。

主桁を5分割し、トレーラーで運搬できる長さ、重量に分割して製作して運搬し現地でPC鋼材を挿入し緊張して1本の主桁とするプレキャストセグメント工法を採用しています。

今回担当したのは、亘理 PC 工場での主桁製作でした。

2. 現場における課題・問題点

まずセグメント製作開始する前に、現場までの運搬ルートを選定しなければなりませんでした。

せっかく製作しても運搬できなければ何にもなりません。幸い PC 工場から現場までは国道6号～4号～48号～13号を経て約70kmと近く容易に調査することができました。

次に発注図を見て桁高が2.5mを越す桁なので2m以上の高所作業になるため転落防止対策の設備を設けることと、安全帯の使用が不可欠と思いました。

工場では、鉄筋の組立は、製作ベースとは別のところで組み立てて門型クレーンにて運搬するので高さ2.5mもある鉄筋の運搬には何らかの転倒防止対策が必要でした。

また、製作から出荷まで工場主桁を仮置きしなければならぬので、主桁の転倒防止対策も必要でした。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

主桁の搬入路は、運送業者と一緒に現地に出向き調査しましたが、通行不可能な橋や狭い道路、桁が2.5mあるために高さ制限のあるガードなど



図-1 親綱、手すり設置状況



図-2 主桁仮置き状況



図-3 主桁出荷状況

はありませんでした。高所作業時の転落防止対策としては、まず型枠組立後型枠内に親綱を張った後に安全帯を使用して手すりを組み立てました。

鉄筋の組立時の転倒防止対策として、サポートを両側に設置して鉄筋を支持し、チェーンとターンバックルで鉄筋を引っ張り、押し引きの構造としました。仮置き時の転倒防止対策としてはミドルサポートを使用しましたが、下には枕木を敷き上フランジにはずれ止めとして主桁に埋め込んであるインサートを利用してボルトで固定しました。合わせてボルトの緩みなどないかどうか、定期的に点検をしました。

4. おわりに

桁高が2.5mを越す物件は、当工場でも年に数

件しかなく、今回の倉津川橋梁の製作工事では鉄筋、主桁の転倒防止と作業員の転落事故防止に主眼を置きました。

先の東日本大震災から3年半が過ぎています、まだまだ地震がいつ起こるかと思うとT桁の転倒防止、特に桁高が高い場合には気を使います。

安定している断面のホロー桁は、転倒の心配はありませんが、重心の高いT桁には不安が付きまといまいます。転倒防止のミドルサポートは定期的な点検は勿論のこと、震度1クラスの地震後でも随時点検を実施しました。

先日、労働基準監督署の方の講演を聞く機会がありました。以前は1～2m位の墜落、転落事故が多かったそうです。ところが最近では3～5mの事故が多発しているそうです。

まさに今回の製作工事は、これに当てはまると思えました。

朝礼時のミーティング、KY活動だけにとどまらず、作業中の声掛けなども随時実行して作業員の不安全行動、近道行為をしないように互いに協力し合って

これから年度末にかけて、様々な桁を作ることになります。今回の経験を生かして桁高の低い桁でも高い安全意識を持って無事故で施工したいと思えます。

階上解体工事における安全対策

奈良県土木施工管理技士会

村本建設株式会社

現場代理人

木幡 幸司[○]

Kouji Kobata

監理技術者

菊池 健一

Kenichi Kikuchi

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：大手門市街地住宅基盤整備工事
- (2) 発注者：独立行政法人都市再生機構
九州支社
- (3) 工事場所：福岡県福岡市中央区大手門1-4
- (4) 工期：平成24年12月20日～
平成26年2月28日

(5) 工事内容

①整地工事

- ・敷地整地 約1,400㎡
- ・埋戻し 約4,600m³
- ・素掘側溝 約60m
- ・囲障 約85m

②除却工事

- ・高層住宅（RC造・地上9階、地下2階・
1棟・延床面積約7,300㎡）
用途：住宅（91戸）
施設（事務所1・2階）
- ・既設杭撤去 現場打ちφ430 286本
先端 GL-15.0m

2. 現場における課題

解体対象の建物は、敷地いっぱいに建物が立ち並ぶ都心部によくある高層ビル群であったため、



図-1 階上解体状況

重機をビルの屋上に揚重し、屋上から順番に解体しながら下階に下りてくる工法である、階上解体工法が設計で採用されていた。

しかし、階上解体は一度の事故で大きな被害を引き起こす恐れのある工法のひとつであるが、油圧ショベルをスラブ上に設置する場合、スラブ単層では耐力が不足することがある。そのため、スラブ間に強力サポートや四角支柱を設置し、複数層で支持することが一般的である。しかし、重機足場支保工の配置に関する計測データ、躯体にかかる荷重の計算事例は少なく、解体業者の経験のみで補強計画を立案し、重機足場支保工を設置しているのが現状である。

また、解体対象の建物は50年前の古い建物であり、当時の明確な設計図面もない状態であったことから、階上解体工法を安全に施工することが課

題となっていた。

安全に工事を進めるためには、建物の強度を把握し、階上で重機を作業させるため、補強するサポート等を適正に配置するための、解体時における、重機足場支保工の検討を正確に実施する必要性があった。

3. 対応策・工夫・改善点・適用効果

3-1 電磁波レーダーによる鉄筋探査

実際に配筋されている鉄筋のピッチを把握する

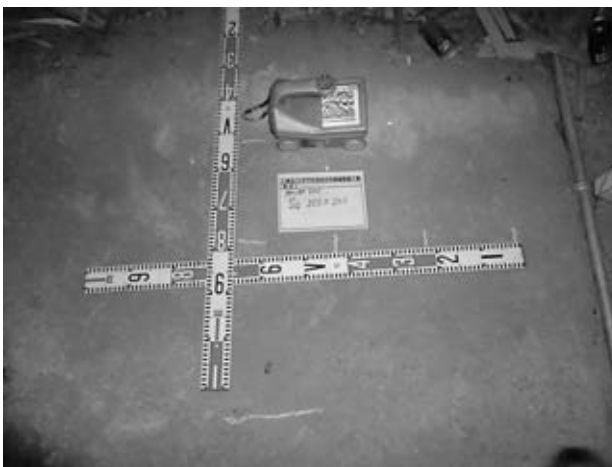


図-2 電磁波レーダー法による鉄筋ピッチ確認

ため、電磁波レーダー法による鉄筋探査を各階実施し、鉄筋の配置を確認することとした。

確認した鉄筋ピッチのデータを元に、躯体の補強に使用する強力サポートの配置等の計算条件として採用し、図面からだけではなく、実際に現場に配筋されている鉄筋ピッチにより計算することが可能となった。

3-2 ひずみ計による計測

計算是理論上のものであるため、実際に建物のスラブが施工中に、どの程度ひずむか分からないことが課題であった。

そこで、防水型箔ひずみゲージを設置しスラブのひずみ量を計測し、想定以上の躯体のひずみが無いことを確認しながら安全に施工することが可能となった。

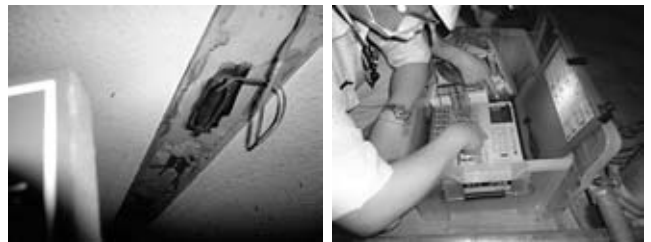


図-4 防水型箔ひずみゲージ及び計測状況

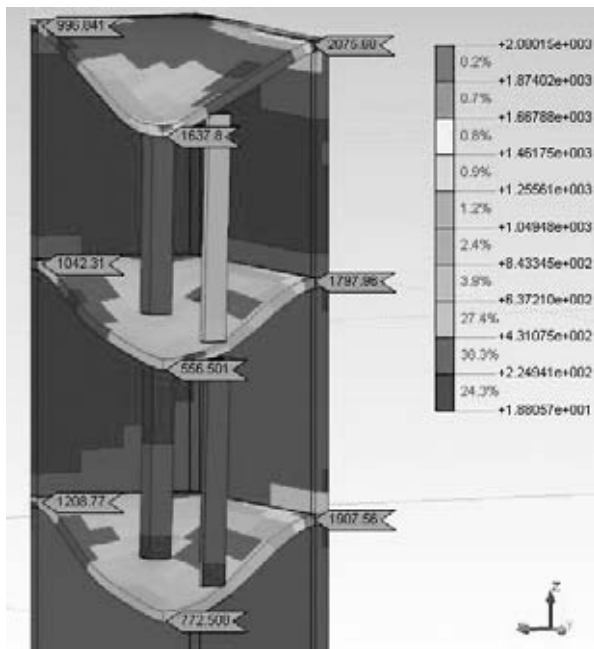


図-3 FEM 解析による補強サポート計算

4. おわりに

解体現場では、対象の建物の構造、立地条件、高さ、建設時の年代により、様々な工法を検討する必要性がある。

様々な工法に対して、その都度、いろいろな角度からの安全対策を実施しなければならない。

今回の対策は、不確定要素を少なくするために、事前の対策をとるとともに、施工中の観測の重要性を認識した。

手間のかかる方法であるが、重大事故の可能性を少なくする手法としては、適正な安全管理であると考えられる。

夜間主桁架設工事の施工

東日本コンクリート株式会社

現場代理人

佐藤 康 栄[○]

Kouei Satou

門間 博 通

Hiromiti Monnma

目黒 透

Tooru Meguro

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：仙台松島（Ⅶ）橋梁上部（左坂橋）
工 事
- (2) 発 注 者：宮城県道路公社
- (3) 工事場所：宮城県宮城郡松島町手樽地内
- (4) 工 期：平成25年10月31日～
平成26年9月30日

施工範囲

ポストテンション方式単純ホロー桁

橋長 26.1m 幅員 11.58m

主桁製作工 L=26.0m N=10本

主桁運搬、架設工、横組工、地覆工、壁高欄工

本工事は、さきの東日本大震災の復興道路と位置付けされる三陸自動車道の4車線化に向けての



図-1 施工前全景

工事でした。

2. 現場における問題点

現場は、三陸自動車道松島北ICと鳴瀬奥松島ICの中間に位置し国道45号線上に架かる橋梁の工事でした。国道45号線は仙台と石巻を結ぶ幹線道路であり、交通量の非常に多い路線です。

主桁は、当社の亘理PC工場にてセグメント3ブロックに分割して製作しトレーラーにて現場まで運搬しました。搬入、接合は後方のヤードで施工するため日中の作業で施工できました。

しかし、主桁の架設作業は国道45号線を全面通行止めして夜間作業で行わなければなりません。受注後、施工計画の作成と並行して迂回路などの現地調査を行いました。

通常通行止めの規制は、起点方と終点方の2か所に交通誘導員を配置すればよいのですが、今回の場合は鋼橋業者と一緒に規制だったために規制延長が2kmあまりになり、案内標識や交通誘導員を多数配置する必要がありました。

また、橋台背面のヤードが盛土してあり大型クレーンで主桁架設するのに十分な地耐力があるかどうか検討が必要でした。

3. 対応策・工夫・改善策

迂回路は、現地調査の結果大型車が通行可能な道路を選定することができました。工事施工に際



図-2 施工前周知会（交通誘導員）



図-3 施工前周知会（作業員）

しては、交通誘導員の確保が一番大変でした。

東日本大震災の発生以降、復興工事の増加に伴い各現場でも交通誘導員を確保するのに四苦八苦していました。地元の数十社に依頼を出しましたが、なかなかよい返事をもらうことはできませんでした。地元業者だけでなく関東の業者にも声をかけて、なんとか架設作業前に30人を確保することができました。とはいえ、総勢50人近くで作業をするわけですので作業当日は、作業員、交通誘導員と個別に作業内容の周知会を開催して作業手順や規制の内容について共通の認識を持つことにしました。その結果安全に架設作業を終えることができました。

支持地盤の確認には、簡易的に支持地盤の確認が可能なキャスポルを用いました。

また作業開始前の明るいうちに、実際にクレーンで主桁を吊り込みアウトリガーの沈下が生じないか確認しました。



図-4 規制状況

夜間工事であるために、通行止めの予告看板設置には、気を配りました。

高輝度の看板を100mごとに配置し、規制開始地点には遠くからでも見えるように、規制車を配置しました。

4. おわりに

夜間通行止めによる主桁架設は、午後9時から翌朝6時までの限られた時間での作業でした。

夜間苦い思い出がありました。ある材料を準備してなくて本作業開始してから材料探しをして時間をロスした経験がありました。今回はこのようなことのないように、チェックリストを作成し作業に備えました。周知会にて丁寧に説明したおかげか、規制も架設作業も順調に進み午前5時30分には規制を解除することができました。

今現場を終えて思うことは、準備がいかに大事かということです。更なるその準備を施工に反映させるための施工内容の周知会がいかに重要であるかを再認識しました。

50人もの人に、工事内容を周知徹底することには大変な時間と労力を費やしましたが、本当に開催してよかったと思います。

現場は9月中旬に竣工検査が完了しました。

国道上での架設工事は初めてでしたが、無事故で竣工を迎えることができほっとしています。

次の現場でも、無事故で円滑に工事を進めることができるよう努力していきたいと思っています。

用水路（河川横断工）の検討

（一社）北海道土木施工管理技士会

小川組土建株式会社

現場代理人

高橋 幹 夫[○]

沼田 裕 司

Mikio Takahashi

Yuuji Numata

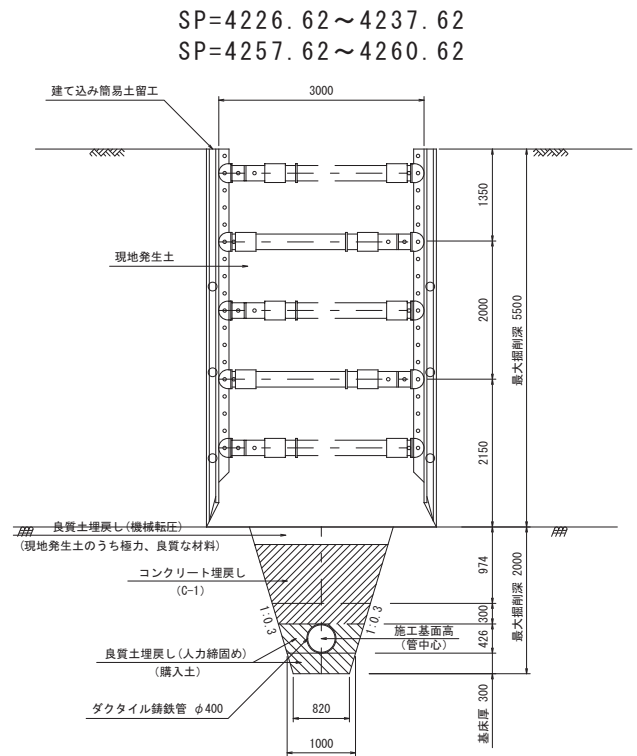
1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：経営体 沼西地区 65工区
- (2) 発注者：北海道空知総合振興局
- (3) 工事場所：北海道雨竜郡沼田町
- (4) 工期：平成26年4月15日～
平成26年12月19日

この工事の施工箇所の沼田町恵比島地区は北空知の中央に位置する農業が主体の地区となっています。工事概要は、区画整理 A=29.40ha、暗渠排水工 A=14.50ha、生産基盤-幌新支線用水路工（河川横断工）L=173.00mの施工を行う、ほ場整備の工事となっています。工事により効率的な農作業及び品質・収量の向上を目的とした工事でありました。区画整理、暗渠排水工を施工するほ場は、作付け前の春季施工、休耕での夏季施工、水田（稲作）、転作田（蕎麦）収穫後の施工となっていました。

工事の工程は作付け前の施工が4月下旬から5月下旬までの施工（全体の約5%）、休耕中の夏季施工が6月から8月までに施工（全体の40%）、蕎麦、稲作の収穫後の施工が9月から11月に施工（全体の約55%）となっています。生産基盤-幌新支線用水路工（河川横断工）については用水路



の断水後9月からの施工予定となっていました。

2. 現場における問題点

生産基盤-幌新支線用水路工（河川横断工）L=173.00mの施工は簡易土留工法による掘削（約5.5m）となっており、土留の先端から2.5mは土留なしの開削となっていました。

土質については土留を使用して掘削する部分は

N値5前後の粘性土、開削する部分は泥岩となっていました。

施工計画書検討、作成時に簡易土留の先端より下の部分を開削しても問題はないか、泥岩についても亀裂があり風化によりもろくなっていることはないか、という疑問がありました。

3. 現場での検討

発注当初は残雪が1 m近くあり、河川横断部分の地質、状態の確認ができるような状態ではありませんでした。融雪が進み、近隣の山からの雪解け水が治まり、河川水位が下がった時期に河川横断部分の地質を調査することにしました。

岩盤の調査（ロックシュミットハンマー、及びスレーキング試験）を行い工法の検討を実施しました。

試験の結果、強度はであるが、泥岩は亀裂が多数入り岩盤は土砂化しやすい岩盤であり、簡易土留工法により掘削中に含水比（地下水が出た場合に土砂化し、崩壊の危険）があると判断され、土留工法について再検討する必要があると判断さ



図-2 ロックシュミットハンマー試験

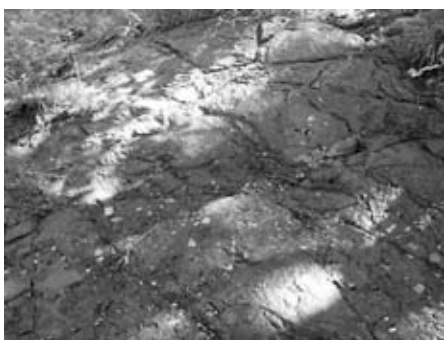


図-3 亀裂が入り土砂化しやすい泥岩



図-4 剥離落下した岩盤

れ今回の工事では施工中止となりました。

調査をした付近には泥岩の岩盤と泥が互層になっていることがはっきり確認できました。一部の岩盤は河川の水が泥の部分进行し、岩の部分だけ剥離し落ちているのが確認できました。

4. おわりに

今回の工事では、用水路工事（河川横断工）の工事が中止となり工事費は5,000万程度減額となりました。受注者としては大変な損失となりました。ただ、施工計画書作成時に岩盤の状態によっては仮設の工法の検討が必要になると考えられ融雪後に試験、調査を行い、設計変更をしてでも工事の施工はする予定でした。ただ、再検討、再設計、河川協議で時間がかかり来年度以降の工事として別に発注するとの発注者からの意見で今回は施工しない事に決定しました。

今回の工事のように8 m近く掘削しなければならない場合や、想定のと違う現場では、土質の確認、周辺の確認を実施してから着手することが必要だと実感しました。

また、この調査を怠ると、重大労働災害につながる事が予想されました。今後このような現場を担当することがあれば今回の経験を生かし、安全第一で作業できるようにしたいと思います。

検討費用は20万程度かかりましたが、事故を起こす思いをしたら決して高い費用とは思えません。

ケーソン製作工事における安全衛生管理

沖縄県土木施工管理技士会

座波建設株式会社

工事部主任

内間 康 義[○]

Yoshiyasu Utima

工事部主任

宜保 博 之

Hiroyuki Gibo

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：那覇港（浦添ふ頭地区）防波堤
（浦添第一）ケーソン工事
- (2) 発注者：沖縄総合事務局
- (3) 工事場所：沖縄県浦添市伊奈武地先
- (4) 工期：平成26年6月28日～
平成26年11月10日

本工事は、摩擦抵抗増大マット付のケーソン(L=20.0m×B=18.0m×H=16.0m、2,668 t/函)1函製作、ケーソン進水・仮置（1函）工事である。

2. 現場における課題

本工事のケーソン製作は、FD 船上での製作となり、製作ヤードが狭隘かつ高所作業（足場最上段高16.0m以上）となる事から、安全対策が最も重要となる事から、徹底した安全対策を行った。

3. 対応策・工夫・改善点・適用効果

① 足場組立解体の安全対策

ケーソン製作においては、高所作業が主体となり、もっとも重要な足場は、枠組足場手摺先行工法とし、施工に先立ち機械等設置届（設置計画図・リスクアセスメント型安全作業手順等）を作成、労働基準監督署に提出、現場にては資材搬入時及

び組立・解体時の安全点検の徹底、安全作業手順の遵守、作業中の不安全行動防止・監視の徹底を図った。又、足場材は枠組み足場 H=190cm を使用、手摺先行には、NETIS 登録の KT-010074-V アルミスカイガードを使用し、作業性の向上、転落のリスクの少ない先行用手摺を使用した。さらに、鉄筋組立作業時に側壁・隔壁間移動用昇降タラップを製作・使用した。尚、足場の点検も足場作業主任者はもとより仮設安全監理資格者を配置して二重に点検を行った。

上記内容に加え徹底して安全通路を確保した結果、足場上での転落墜落災害の防止、周辺での飛来落下災害の防止を徹底出来た。

② クレーン作業の安全対策

ケーソン製作作業の様な狭隘な箇所でのクレーン作業では、ケーソン本体の後ろ側や、型枠の反対側など、運転席から玉掛者が見えない状態での作業が頻繁に行われる、そこで運転席から吊フック真下を確認する事ができる、「クレーン作業用カメラ」を FD 船上クレーン 2 機と陸上クレーン 2 機に設置した。さらに玉掛警報器を使用し、視覚と音声にて吊作業を確認出来る様、対策を行った結果、飛来落下防止、挟まれ災害防止に努めた。

③ 作業環境（作業中止基準明確化等）による安全対策

当現場では、作業環境の整備として型枠ヤード

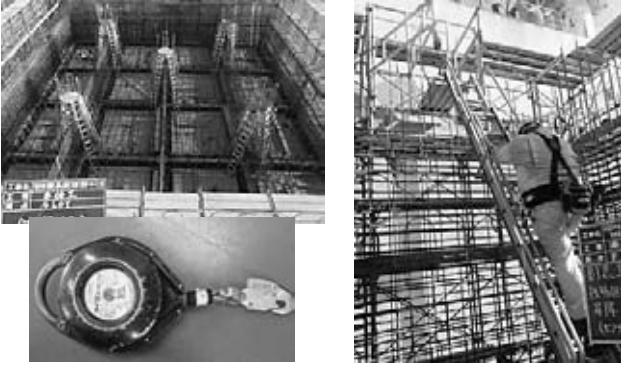


図-1 タラップ



図-2 安全通路の徹底確保

と鉄筋ヤード上にてクレーンが錯綜しない様、FD西側に借地を行い鉄筋ヤード（75m×15m）の増設を行った、又、狭隘で高所作業となる製作現場での作業中止判断基準を明確にするためリアルタイムに風速を測定し、中止基準の強風が吹いた時、音声とパトライト表示による警報にて、速やかに

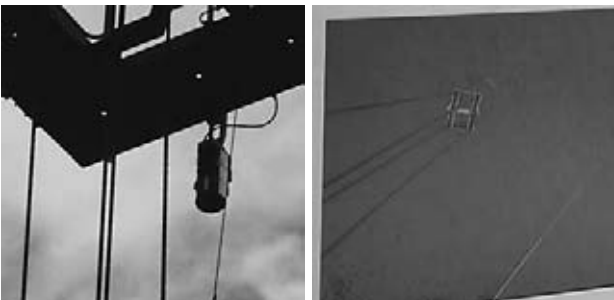


図-3 クレーン用カメラ（FD船上）



図-4 クレーン用カメラ（陸上）



図-5 玉掛警報器

作業中止を作業員へ周知する風速計をFD船上に設置した。

3. おわりに

上記に記した以外にも、安全訓練の工夫、熱中症防止、海上転落防止、船舶事故防止と対策を重ねた結果、当現場では無事故・無災害で工事を完了する事が出来ましたが、安全で最も重要な事は作業員の安全意識の向上であると思われ、これからも、より一層の安全管理に努めて行く所存です。

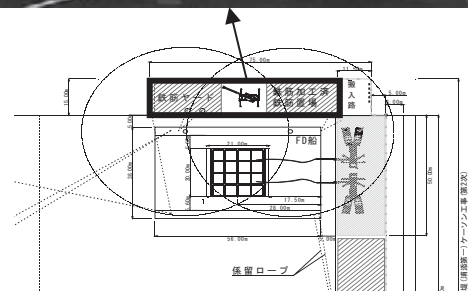


図-6 鉄筋ヤード増設（借地）



図-7 風速計設置

床掘り箇所での土砂崩壊防止対策

福岡県土木施工管理技士会
株式会社廣瀬組
監理技術者
後藤 貴保
Takayasu Goto

1. はじめに

本工事は、三池港、佐賀空港などの広域交通拠点及び大牟田市、柳川市、大川市、佐賀市鹿島市など有明海沿岸の都市郡を連携することにより、地域間の連携、交通促進を図るとともに一般国道208号等の混雑緩和と交通安全の確保を目的として計画された有明海沿岸道路延長約55kmの地域高規格道路の一部で、大川バイパスL=10.0kmの一環として柳川市三橋町柳河地区に、沖端高架橋の下部工（P18～P20）を建設する工事です。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号 沖端高架橋下部工（P18～P20）工事
- (2) 発注者：九州地方整備局福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市三橋町柳河地先
- (4) 工期：平成24年8月31日～平成25年3月25日
- (5) 工事内容：橋梁下部 3基（P18～P20）
 - P18橋脚工…場所打ち杭工φ1200mm
L=34.5m N=4本、コンクリート153m³、鉄筋11.18t
 - P19橋脚工…場所打ち杭工φ1200mm
L=33.0m N=4本、コンクリート160m³、鉄筋16.47t
 - P20橋脚工…場所打ち杭工φ1200mm



図-1 完成写真

L=32.0m N=5本、コンクリート154m³、鉄筋15.23t

付替え水路工1式、その他附帯工1式

2. 現場における問題点

橋脚躯体工の基礎部を施工する為に、床掘り作業を行わなければならないが、当初の設計計画では現地盤より高さ3m、勾配63度のオープン掘削となっていたが、本工事箇所一帯は粘土層で軟弱地盤地帯でありそのまま施工すると土砂崩壊が生じる恐れがあった（図-2）。

本工事箇所が実際に軟弱地盤であるかの有無を調べるために、床掘りの前工程である場所打ち杭施工時に床付面の土砂を採取して土質の確認を行った。その結果、含水比が非常に高く、N値が低

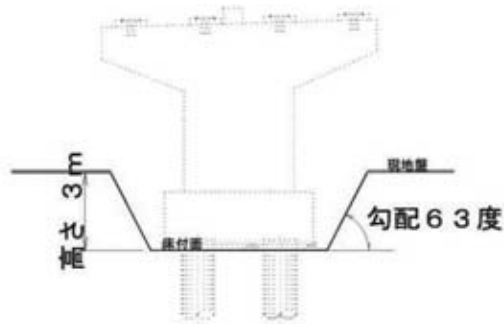


図-2 計画床掘り施工図

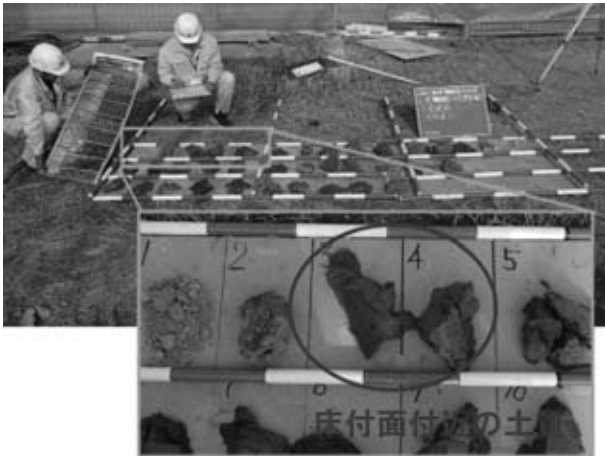


図-3 土質確認状況写真

い粘性土だった(図-3)。

そこで問題となったのが、床掘りから埋戻しまで1.5ヶ月の期間があり、特に杭頭処理施工時には、ラフタークレーン65tで約5tの杭頭を引き抜く作業があり、地盤に高い荷重がかかる為、この軟弱地盤で勾配63度のオープン掘削では、土砂崩壊が生じる問題が発生した。

3. 工夫・改善点と適用結果

これらの問題に対して改善策を検討した所、下記の3つの対策案が考えられた。

- (1) 鋼矢板、切梁・腹起しを用いた土留・仮締切工法
- (2) 掘削勾配を45度としたオープン掘削工法
- (3) 矢板と敷鉄板を用いた簡易土留・仮締切工法

(1)の「鋼矢板、切梁・腹起しを用いた土留・仮締切工法」は多額の鋼材運賃や賃料がかかり非常にコストが高く、(2)の「掘削勾配を45度としたオープン掘削工法」は多量の土砂発生と広いヤード面

積が必要となりヤードの確保が困難な為に断念した。そこで、(3)の「矢板と敷鉄板を用いた簡易土留・仮締切工法」を採用した(図-4)。

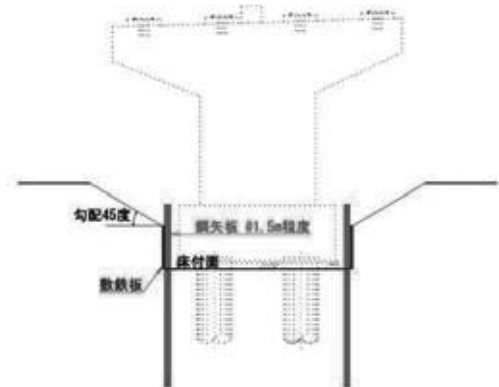


図-4 矢板と敷鉄板を用いた簡易土留・仮締切工法

この工法で使った鋼矢板や敷鉄板は自社所有を利用することで、コストの削減を行った。

床掘り箇所の天端に枕土のうを設置し、法面にビニールシートを敷設して雨水による法面の浸食・崩壊防止を行った(図-5)。



図-5 法面の浸食・崩壊防止対策写真

「矢板と敷鉄板を用いた簡易土留・仮締切工法」を設置して床掘りから埋戻しまでの期間、鋼矢板・敷鉄板の変位や掘削法面の亀裂発生状況などの日常点検を毎日実施したが、ほとんどの変位は見られず、土砂崩壊は発生しなかった。

4. おわりに

今回の基礎部床掘り箇所の土砂崩壊防止対策は、これまでの実績から、早期に問題を抽出して対策を施すことで、スムーズに安全に施工が行い、無事故で工事を終えることが出来た。

土砂運搬における安全運行管理について

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

小池 崇人

Takahito Koike

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：西野取水樋門下流築堤その1工事
- (2) 発注者：国土交通省信濃川下流河川事務所
- (3) 工事場所：燕市笈ヶ島地先
- (4) 工期：平成25年10月4日～
平成26年7月25日
- (5) 工事内容：

築堤盛土	L=248.49m	V=9,400m ³
土質改良工	V=9,000m ³	
法面整形工・堤防天端工	A=5,360m ²	
法覆護岸工（野芝種子吹付）	A=2,290m ²	
堤脚水路工	L=241m	
構造物撤去工	1式	
工事用道路	1式	
雑工	1式	
堤脚水路流末処理	1式	
仮設工	1式	
防塵対策工	1式	

当工事は、信濃川支川刈谷田川合流点より上流の信濃川下流本川で、無堤・弱小堤区間の堤防の整備を行っているもので、平成24年度に完成した大河津地区（燕市大川津）に続く、西野地区（燕市熊森）で施工した築堤工事です。

この区間では、平成23年7月の新潟・福島豪雨の際に、支川刈谷田川からの排水の影響によりはん濫が発生しました。

今回は、本工事の中でも主要工種となる大型ダンプによる、『土砂の運搬・運行管理』において、現場における問題点から、より良い安全対策・管理方法がないか検討し、実施した工夫・改善点とその結果について報告します。

2. 現場における問題点

土砂運搬は、2種類の土砂ヤードからの搬出入に加え、他工区の運搬車両も通行することから、日当たり通行する大型ダンプの台数は5～60台と多く、工事区間内における仮設運搬路の渋滞と運搬経路途中における公衆災害や第三者災害が懸念されました。

これまでの同種工事での運行管理の実績を踏まえ、本社での安全課を交えた施工検討会で安全でより良い方法・対策がないか検討し、下記3項目を重点にした安全管理を実施いたしました。

- 1) 公衆災害・第三者災害対策
- 2) 大型ダンプ運転手の運行経路の周知
- 3) 構内入場時の運行改善策

3. 工夫・改善点と適用結果

- 1) 公衆災害・第三者災害対策

同一工区内で5現場からなっている安全協議会で、週毎の当番を決め安全巡視員による運行経路のパトロールを実施いたしました。当現場では、このパトロールに加え、本社安全課による追走パトロールを定期的の実施し、日々の運行状況及び運搬路の確認を行い公衆・第三者災害の防止に努めました（図-1）。



図-1 運行状況確認及び安全課追跡パトロール状況

2) 大型ダンプ運転手の運行経路の周知

大型ダンプ運転手の安全運転向上を目的として、運行開始前にハザードマップを作成し、運行前周知会及び安全協議会による合同安全教育で危険箇所の抽出と対策並びに情報を共有することで、各運転手に運搬時におけるルールを周知し、安全への意識高揚を図り、運転中の事故防止に努めました（図-2）。



図-2 運行前の周知会及び合同安全教育状況

3) 構内入場時の運行改善策

早朝における大型ダンプ現場入場時の混乱を防ぐため、各車両の行先が、誰が見てもわかるようにプレート掲示による識別を行い、誘導員による円滑な誘導により混乱の防止に努めた。

また、見通しが悪い場所では、無線機による交通整理を実施し、進入車両の調整をおこないました（図-3）。

上記3項目の安全管理・対策を実施したことにより、大型ダンプ運転手の安全意識も高まり、安



図-3 ダンププレートの設置及び構内誘導状況

全な土砂運搬が実施されたことから、第三者災害・公衆災害の発生もなく運搬が完了した。

また、進入車両調整による誘導で、受け入れ箇所での重機作業の平準化も図られ、作業効率の向上にもつながりました。

土砂運搬に関する日程等の連絡のため、地元関係者を訪問した際に、「最近、大型ダンプの運転マナーが良くなっている」とのお褒めの言葉も頂くことができ、土砂運搬に関する運転手への安全教育や指導並びにパトロール等に努めた結果と感じております。

4. おわりに

今回の運行管理では、本社安全課及び応援スタッフにより管理を分担し実施出来ましたが、次回、同様な工事を担当した場合、今回のようなスタッフの配置がなくても行える工夫が費用対効果の検証と併せて考える必要があると思っています。

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、重大事故の防止に繋がると考えており、現場で作業する人達の意識改革・安全意識の高揚が重要です。

今回の工事では、公衆災害や第三者災害に繋がる大型ダンプ運行における管理を重点に実施した結果、無事故無災害で工事を完了することができ、作業効率の改善にも繋がり喜んでおります。

夜間工事の安全への取組について

東京土木施工管理技士会
 福田道路株式会社
 現場代理人
 大内 暢 昭
 Nobuaki Oouchi

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：原宿電線共同溝他工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 関東地方整備局
横浜国道事務所
- (3) 工事場所：神奈川県横浜市戸塚区原宿地先
- (4) 工 期：平成24年12月22日～
平成26年9月3日

私にとって現場を施工するうえで、最も留意することは「安全管理」であります。

現道上での掘削を伴う工事での架空線・地下埋設物損傷事故防止と夜間交通規制時の保安施設の設置に対しては特に留意します。

架空線・地下埋設物損傷事故防止は国土交通省の重点的安全対策でもあります。特に地下埋設物は施工前に視認することが出来ないため、事前の調査が重要であります。

交通規制の保安施設は国土交通省が定める「保安設置基準」及び「追加保安設置基準（案）」に基づき検討します。

ただし、この2つの基準は交通規制の基本的なパターンであるため「安全」な交通規制を設置するためには、現地の道路線形や一般車両・歩行者の通行状況等を調査し、一般車両等の立場にたって現地の条件に合うよう検討する必要があります。

2. 現場における問題点

当該現場は、一般国道1号の原宿交差点の側道及び立体交差の出口側本線部でありました。

側道部は、一般車両の通行帯を確保しながらの交通規制であり、現況歩道幅員が1.5m以下であるため狭い規制帯での作業となりました。本線部は、立体交差の出口側であり側道からの合流部も含まれていました。

また、交差点部であるため信号施設の架空線等も多く、住宅地であるため地下埋設物もライフラインに関わるものが多く埋設されていて、電線共同溝設置のために移設できない埋設物もあり、支障物を迂回しながらの施工となりました。

現場の問題点として以下のものがありません。

- ①通行帯幅員が狭い



図-1 施工箇所

- ②規制設置時導流帯設置時の視認性が悪い
- ③架空線が多数ある
- ④地下埋設物が多数ある

3. 工夫・改善点と適用結果

前述した問題点を改善するために、以下のような対策を講じました。

①の問題点に対する対策として、幅員の狭い箇所ではカラーコーンの代用としてポストコーンを使用することにより警察協議による通行帯の幅員を確保しました。



図-2 ポストコーン

②の問題点に対する対策として、一般車両に対して早期に視認性を確保するためカラーコーン設置前に LED 発円灯を使用し導流帯の仮テーパを設置しました。



図-3 LED 発円灯

③の問題点に対する対策として、掘削時に使用するバックホウに高さ制限センサーを取付け、バックホウのアームの動きを制限（アームが一定の高さまで上がると警報音と LED ランプが点滅）することにより架空線との接触を防止しました。

④の問題点に対する対策として、事前調査とし

て地下埋設物探査機（埋設物の位置をモニターで確認出来る）の使用及び試掘を実施しました。

以上の対策を講じた結果、当該工事においては夜間交通規制時の事故及び架空線・地下埋設物損傷事故を発生させる事なく工事を完成することが出来ました。



図-4 高さ制限センサー



図-5 地下埋設物探査機

4. おわりに

現道上における交通規制は、現場によって施工条件が異なるため、事前の調査及び検討が大切であります。

保安資機材は日々新しい物が開発されているので交通規制を行う際の保安資機材の選定においても十分な調査と検討が必要であると思います。

架空線・地下埋設物損傷事故防止対策としては事前調査が大切であり、その中でも占有企業に対しての調査が最も重要であると思います。

特に地下埋設物は施工前に視認することが出来ないため占有企業より埋設図を入手し、現地での埋設位置のマーキング及び立会を行い、掘削時には占有企業に立会依頼をすることが最も有効であると思います。

供用中の国道直下を低土被りで貫く 山岳トンネルの施工管理

岡山県土木施工管理技士会

株式会社大本組

現場代理人

小西 秀治[○]

Syuji Konishi

監理技術者

西坂 卓也

Takuya Nishizaka

担当技術者

江川 太郎

Taro Egawa

1. はじめに

駒馳山トンネルは、国道9号のバイパスとして計画された山岳トンネルであり、特に両坑口部は、交通量の多い国道直下を低土被りでトンネルを構築するものであった。

本稿では、掘削中に路面下の空洞を発見し路面沈下が発生した終点側坑口部における施工管理方法、緊急時の対応策及びその結果について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：駒馳山バイパス駒馳山トンネル工事
- (2) 発注者：国土交通省中国地方整備局
- (3) 工事場所：鳥取県岩美郡岩美町
- (4) 工期：平成23年6月～平成25年6月
- (5) 工事内容：工事延長 L=1170.8m
 - ・トンネル延長 L=950.0m (掘削断面積73m²)
 - ・掘削方式：機械掘削及び発破掘削
- (6) 終点側坑口部の概要

終点側坑口部は供用中の国道178号直下を土被り9mで直交する(図-1)。

トンネル掘削部の泥岩が長期的な湧水により泥濘化しており、掘削時に大きな変位が発生すると予想されたため、各種補助工法を採用した支保パターンを採用した(図-2)。

また、国道盛土部に緩みが発生しており、国道178号への沈下影響が懸念された。

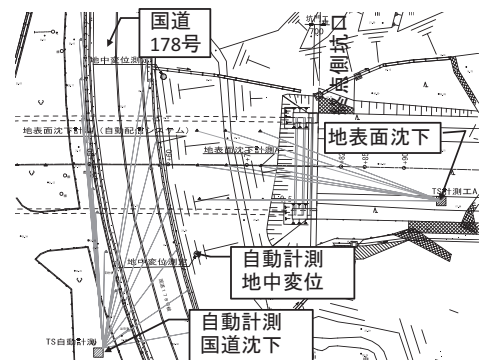


図-1 終点側坑口平面図

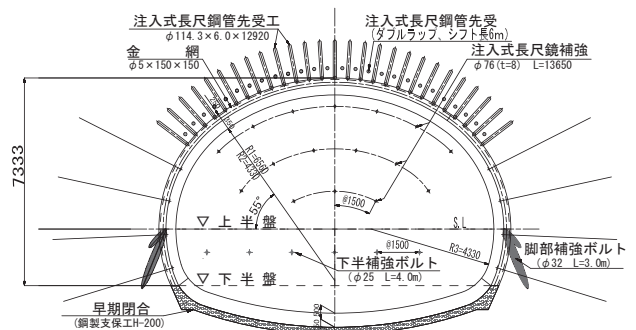


図-2 支保パターン図

表-1 国道178号管理基準

管理体制	管理基準	施工体制
平常体制	15mm以下	
第1次警戒	22mm以下	計測報告(2回/週)
第2次警戒	30mm以下	計測報告(1回/掘削日) 監視カメラ
第3次警戒	40mm以下	計測報告(2回/掘削日) 国道見回り、監視カメラ
第4次警戒	路面段差10mm以下 路面補修実施	計測報告(4回/掘削日) 常時路面状況測定
通行止準備体制	路面段差50mm未満 路面補修実施	計測報告(2時間毎) 常時路面状況測定 通行止め準備
通行止の実施	路面段差50mm以上 かつ一般車に支障を来たす	通行止 計測報告(1時間毎)

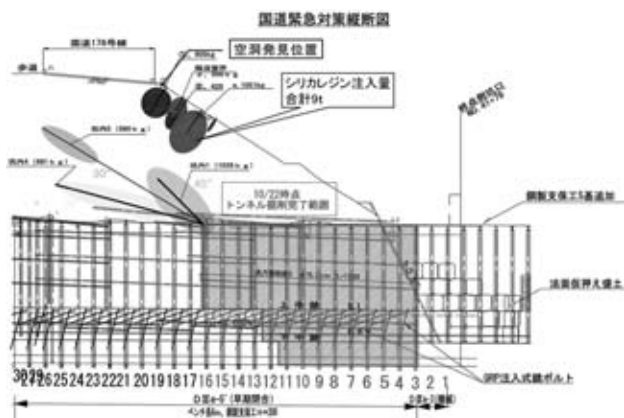


図-3 国道空洞位置と対策工

国道の計測工は、無線 LAN システムを用いて自動連続計測とした。道路管理者である鳥取県と各種協議を行い、表-1 に示す管理基準及び施工体制を定めた。通行止めの管理基準には、「路面段差50mm」を採用した。

2. 現場における問題点

トンネル掘削16m地点において法面点検中、国道178号盛土部に大きな空洞（約3.5m³）があることが判明し掘削を中止した。空洞の原因は大雨による土砂流出及びそれに起因する空隙と掘削による地山の緩みと考えられた（図-3）。

3. 工夫・改善点と適用結果

【空洞処理の対応策】

路面上からの地盤改良も考えられたが、緊急性を重視し、汎用機械で迅速に対応可能なシリカレジンの注入を選択した。

注入は坑外法面に注入ボルトを人力で29本打設するとともに坑内から油圧ジャンボで小口径鋼管を7本打設し、シリカレジンを約9 t 注入した。発泡倍率2倍とすると約18m³の空隙が国道直下



図-4 空洞処理状況

の盛土層に存在していたことになる（図-4）。

対策工施工後、路面探査を実施し、顕著な空洞が無いことを確認し掘削を再開した。

【適用結果】

国道178号地表面沈下の測定結果を図-5 に示す。トンネル内空変位（天端沈下）については、インバート閉合後に収束しており、最大沈下量は28.6 mm（当初予測28mm）であった。よって、今回実施した沈下対策工は妥当であったと考える。一方、国道地表面沈下量は最大105mm（当初予測30mm）であった。これは、盛土内の空隙や想定外の出水などが原因であると考えられる。

沈下量が40mm を超えたため、第4次警戒体制となったが、路面に発生したクラックを補修する程度で路面の段差は発生せず、通行止めとすることなく、施工を終えることができた。

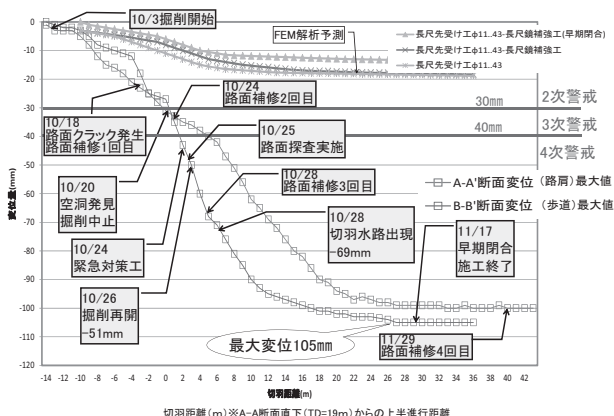


図-5 国道178号地表面沈下計測結果

4. おわりに

今回採用した空洞処理方法は、緊急性を要していたため、迅速に対応できる施工方法を採用した。トンネル施工中は、供用中の一般交通の安全確保を第一に管理体制等を定め、調査・点検を適切に実施した結果、早期に空洞を発見することができ、迅速な対策工を行うことが出来た。

今回の工事では、トンネル本体の対策は十分に配慮した計画であったが、路面下の事前調査を十分に行う必要性を痛感した。

本稿の内容が今後の類似工事の設計・施工の一助となれば幸いである。

一般車両と坑内プロテクターとの接触防止対策

長野県土木施工管理技士会

吉川建設株式会社

現場代理人

鈴木 功 治

Koji Suzuki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度
19号鳥居トンネル修繕工事
- (2) 発 注 者：中部地方整備局 飯田国道事務所
- (3) 工事場所：長野県木曽郡木祖村藪原～
塩尻市奈良井
- (4) 工 期：平成26年2月27日～
平成26年10月20日

本工事は、国道19号の鳥居トンネルの天井板撤去工事である。国道19号は、18,033台/日の交通量があり、特に大型車両の通行が多い。迂回路が無いいため24時間片側交互通行に規制し、トンネル全線（延長1,738m）を撤去した。

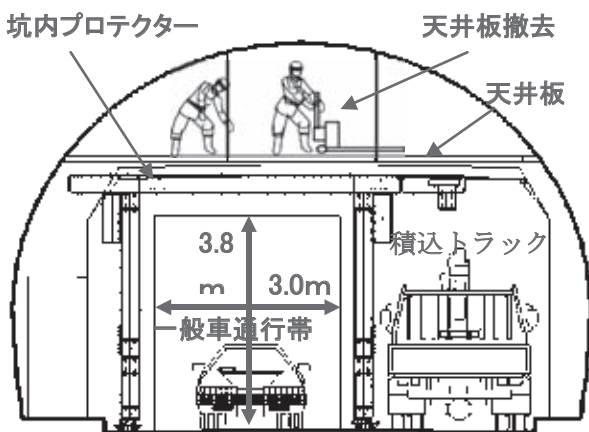


図-1 坑内プロテクター配置断面図

2. 現場における問題点

天井板の撤去は、坑内プロテクター（一般車両防護作業車）を設置し、その上部で人力によって天井板を撤去し、トラックに積み込み搬出するという方法で行った（図-1）。その際、一般車両が坑内プロテクターに接触すると、撤去作業を行っている多くの作業員や第三者を巻き込んだ大災害になることが懸念された。

3. 対応策と適用結果

3-1 視認性向上による接触防止

坑内プロテクター材のリース材はサビ色（赤色）であり、トンネル内では視認性が悪い。そこで、すべての部材をライトグリーンに塗装し、視認性を向上させた。また、入り口にはチューブライトと反射テープ、プロテクター内はLEDライ



図-2 坑内プロテクターの視認性向上状況

トと山形反射テープを取り付けさらに視認性を高めた（図-2）。

3-2 高さ管理による接触防止

坑内に進入できる車両の高さ制限は3.8m以内となるため、①看板及び横断幕による注意喚起、②高さセンサーによる回転灯警告、③高さセンサーと誘導員による監視、④高さ制限バーによる強制停止の4段階の対策を行った（図-3）。これらの対策中で特に③の誘導員による制限を超える車両の通行禁止を重要視した。ここでは高さセンサーに反応した車両や、路肩に設置した高さの目安バーを誘導員が目視で確認して、怪しいと思われる車両を停止させて再度測定し、制限を超える車両についてはすべて通行禁止とした（図-4）。

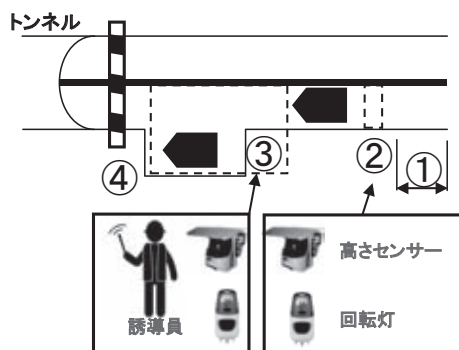


図-3 高さ制限のための接触防止対策図



図-4 対策③ 誘導員による高さ確認

3-3 幅の管理による接触防止

坑内に進入できる車両の制限幅を3.0m以内としたが、坑内プロテクターの内部を通行する際は、道路のセンターラインをまたいで通行することになるため、ラインを意識して通行する車両が接触する危険があった。また、大型車両により前方が見えない場合や、前方不注意による接触も考えられたため、次の対策を講じた。①看板及び横断幕

による注意喚起、②誘導員による監視、③坑内看板による注意喚起、④坑内プロテクター手前のバーによる通行車両の幅の規制（図-5）。撤去作業に伴い坑内プロテクターを日々移動していくため、③④はその移動に伴い設置し直すが、パトロール車両から見え方を何度も確認し、最適位置に設置した。

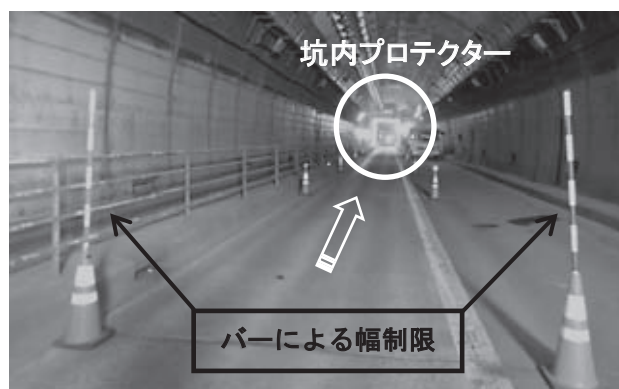


図-5 対策④ バーによる幅の規制

4. おわりに

5月12日～7月31日まで24時間片側交互通行で行った天井板撤去工事は、一般車両が坑内プロテクターに接触して災害になることは一度もなく、予定工程内で作業を終了することができた。ただ、大型車両が多く通行する道路であり、かつ、夜間の通行は大型車両が主であるため、高さや幅の制限一杯での通過となる場合が多く、幾度となくヒヤリとした場面があった。

安全対策として、看板や表示による注意喚起を実施したが、最終的には人間による監視体制が事故を未然に防止する最も重要な対策となったと考える。

今回の施工前にトンネル内で起こりうる事態を可能な限り考え、対策を一つ一つシミュレーションの中で、対策を講じるには大勢の誘導員、作業員の配置が必要となる結論を得た。経費は増大したが、その配置を実践することにより無理のない作業体制が整えられたこと、作業を常に監視できる多くの社員を配置できたことがより良い安全管理につながったと考える。

トラス橋支承取替工事の安全対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 瀧上工業株式会社

監理技術者
 三浦茂則[○]
 Shigenori Miura

現場代理人
 藤井一也
 Kazuya Fujii

担当
 畠山智行
 Tomoyuki Hatakeyama

1. はじめに

本工事は、国道311号線に架かる巡礼橋の耐震性能向上を図るため、落橋防止システム工および支承取替を実施するものであった。

主な工事内容は、既設ピンローラー支承2基を免震支承に取替、落橋防止システム工として端対傾構を座屈拘束ブレースに取替、耐震ダンパー4基、PCケーブル14組を設置するものである。

本稿では、上記の内、支承取替えについて施工中の安全確保の課題と対策について述べる。

工事概要は以下のとおりで、図-1に全体一般図を示す。

- (1) 工事名：国道311号（巡礼橋）交付金道路保全工事
- (2) 発注者：和歌山県
- (3) 工事場所：和歌山県田辺市本宮町
- (4) 工期：平成24年12月20日～平成26年1月13日

構造形式：単純上路式トラス橋＋単純合成鈹桁橋
 橋長：106m（75.88m＋28.00m）

建設年次：1990年（平成2年）

2. 現場における課題・問題点

トラス橋の支承取替え工法は、片側ずつ施工ができ、ジャッキアップ時のアンバランスが少なく、水平力の対応も容易で安全性に優れる「部材追加方式」を採用した。

この方式では、ジャッキアップ点とする下弦材と上弦材の桁端格点の間に追加垂直材を設置し、それを利用してジャッキアップする。仮受用ジャッキを支承前面に配置するため、下部工の拡幅が必要となる。

交通を供用した状態で工事を行うため、通行車両による影響を考慮した安全対策を図り、迅速かつ安全な施工を行ううえで以下の課題があった。

- ・課題1：追加垂直材の軸力により下弦材に曲げ作用力が発生する懸念があり、施工中の座屈に



図-1 全体一般図

対する安全性を確保する必要があった。

- ・課題2：施工中に安定した形状を保持するシステムを構築する必要があった。

3. 対応策と適用結果

課題に対して、以下の対応策を講じた。

- ・対応策1：下弦材の発生応力を解析により事前に算出して管理限界値を定め、ひずみゲージを設置し、安全監視システムを構築するものとした。一軸、三軸ゲージを追加垂直材、既設部材の合計16箇所に設置し、応力をパソコンで監視するもので、異常時にはパトランプの点灯により作業を中止するシステムとなる（図-2）。
- ・対応策2：発生応力が管理限界値を超えないための施工管理方法として、ジャッキアップ高さを2mm以内と定め、上記の応力計測システムと連動するものとした。ジャッキアップ高さをダイヤルゲージで計測するとともに、カンチレバー型変位計（図-3）を地覆部に設置し、ジャッキアップ高さを常時計測できるようにした。

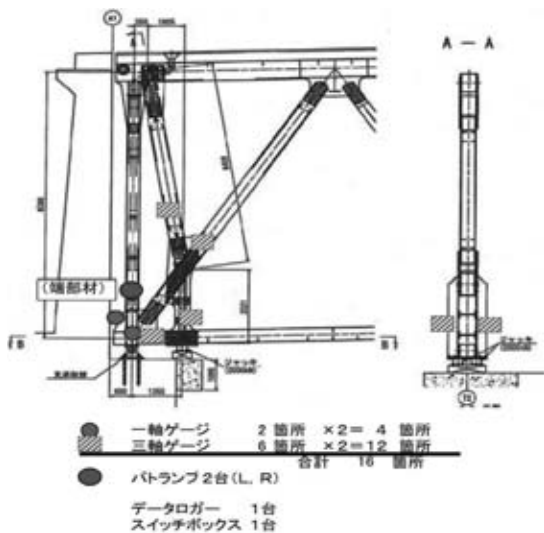


図-2 安全監視（応力計測）システム図



図-3 カンチレバー測定器

- ・適用結果1：ひずみ計測結果は、管理限界値とする許容ひずみ量 $\pm 1000\mu\epsilon$ に対して、支承取替作業時は最大 $\pm 200\mu\epsilon$ であり、2mm以内のジャッキアップ量であれば主構造に対して影響ないことが確認できた。
- ・適用結果2：支承取替期間中の桁高さは、温度変化の影響と推定される $\pm 1\text{mm}$ 程度の高さの変化がある程度で、大きな変化はなかった。

以上により、トラス橋の支承取替施工中の安全性確保に対し、数値的に検証できる有効な安全システムを構築できたと考える。図-4に施工前後の状況を示す。

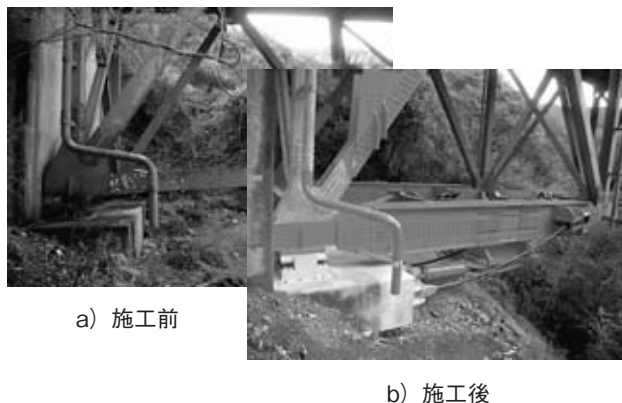


図-4 支承取替施工前・後

4. おわりに

トラス橋の支承取替えに着目し、ジャッキアップ方法として部材追加方式を採用した場合について安全性確保の観点から報告した。

補修・補強工事では施工途中の構造物の応力性状を含めた挙動把握とそれに対する形状管理が重要である。近年、点検・診断用に様々なセンサーが開発されているが、それらを形状管理に適用する事例も増えていることに注目すべきであろう。

今後、トラス橋の他、アーチ橋などの大型橋梁の補修・補強が多くあると想定されるが、複雑な構造物で大反力の支承取替え工事について、本工事で構築した安全監視システムは、それらに十分応用できるものとする。最後に、本工事の施工にあたり和歌山県西牟婁振興局をはじめとする関係各位に厚くお礼を申し上げます。

河川敷工事における防塵対策について

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
吉川 真人
Makoto Yoshikawa

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：高洲地区特殊堤耐震補強
(6工区) 工事
- (2) 発注者：国土交通省 宮崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎市鶴島地先
- (4) 工期：平成23年9月28日～
平成24年3月28日

この工事は、大淀川下流左岸側の特殊堤耐震補強工事の一貫であり、6工区は、宮崎市役所に隣接した現場であった。

2. 現場における問題点

現場の一部が、宮崎市役所の来客者駐車場内であり、市民緑地内であった。また、河川敷は、ジ



図-1 現場位置図

ョキング、散歩コースであった。

この時期特有の強風が、現場から駐車場側（上流から下流）に吹き抜ける状態であった。

このために、仮置き残土、作業時に発生する埃などが駐車場に飛散し、一般者に迷惑を掛けることが予想された。このため、「一般者とのトラブル0件」を現場目標に掲げ、作業を進めた。

特記される問題点

1. 仮置き残土の飛散
2. 擁壁護岸工の既設特殊堤との接合面チッピング作業時の粉塵

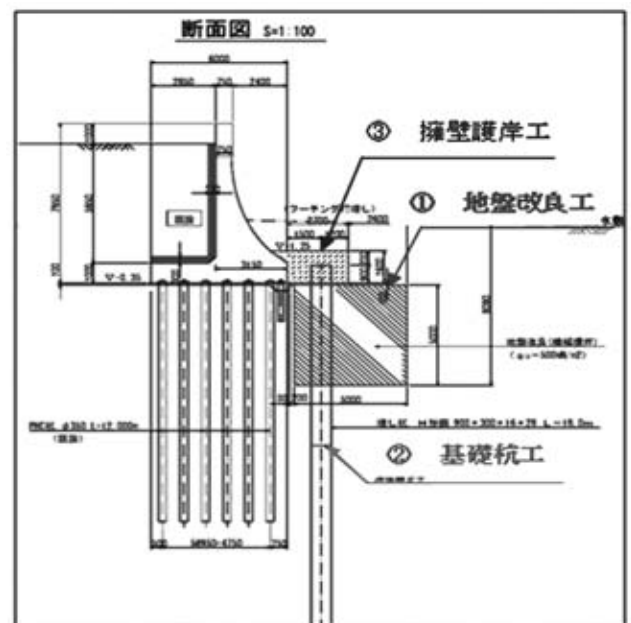


図-2 施工断面図



図-3 パワーブレンダー工法 (左)
ロックスカット工法 (右)

*地盤改良工においては、パワーブレンダー工法（スラリー噴射方法）、基礎杭工においては、ロックスカット工法（削孔内噴射）のため、セメント系の飛散影響は皆無であった。《発注者指定》

3. 工夫・改善点と適用結果

1. 仮置き土の飛散対策

仮置き残土の飛砂防止として、クリコート C-720グリーンを、150 g/m²施工した。

また、現場と駐車場の境に、5 mの飛砂防止ネットを設置した。

ネットの設置にあたっては、強風に耐えられる様に、コンクリートウエイトによる控え、打込み単管杭を使用した控えなど、コスト面では出費が高んだが、飛砂防止には効力を発揮できた。

2. 既設特殊堤接合面チッピング時の粉塵対策

従来のチッピング工法に代えて、サーブラスト工法を採用した。



図-4 飛砂防止対策状況



図-5 サーブラスト工法

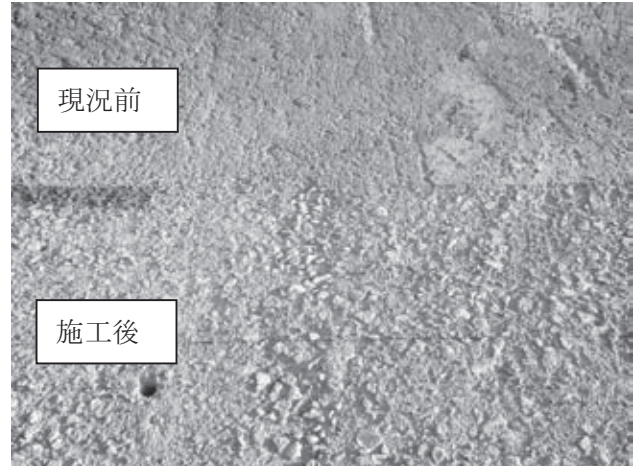


図-6 サーブラスト施工面

サーブラスト工法は、集塵式の工法であるため、作業粉塵の発生は見られなかった。

また、はつり殻を集める作業が、短縮されるために、作業員への負担軽減に繋がった。

4. おわりに

実施内容を振り返れば、原価管理の面で、かなりの負担増になってしまった。しかし、入れ替わりの激しい市役所来客用駐車場での、一般者とのトラブルが1件も発生する事無く、完成できたことは、「一般者とのトラブル0件」を目標に現場を進めてきた私たちにとって、満足いく結果の表れで有ったと思う。

(追記)

サーブラスト工法の長所

- ・ はつり殻数量も1/10程度に減らすことが出来る。
- ・ 研磨剤（アルミナ）は回収され、再利用出来る。
- ・ 騒音も必要最小限に抑えられる。
- ・ 施工に伴う2次クラックが発生しない。

サーブラスト工法の短所

- ・ コスト面で割高で有る。
- ・ 雨天時、ウエット状態では作業できない。
- ・ 現況面を、高圧洗浄機を使用し清掃を行い、サーブラスト工法を施工した面は、どこまでが施工完了面か目視では確認しづらい事がある。

《あくまでも個人的見解である》

市街地夜間工事における騒音・振動低減

山梨県土木施工管理技士会

株式会社早野組

監理技術者

齊藤 英男

Hideo Saitou

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：笛吹・甲府電線共同溝路面復旧工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
甲府河川国道事務所
- (3) 工事場所：山梨県笛吹市石和町四日市場地内
～甲府市上阿原地内
- (4) 工期：平成23年10月7日～
平成24年10月26日

電線共同溝1式、アスファルト舗装工1式

表だった工種は電線共同溝となっておりますが
管路部として道路横断部5箇所だけであり、全長



図-1 全景

約1.8kmにわたる舗装修繕（路面復旧）がメインの工事でありました。

2. 現場における問題点

当該工事は県内主要幹線である国道20号地内の繁華街地内での施工であり、安全管理としては近隣住民への騒音・振動低減が最重要課題でありました。当然のごとく、工事施工の際による騒音・振動をまったく無くしゼロにすることは不可能ですが、どのような対策が有効であるか様々な角度から検討を重ね、音源の基となる一つの建設機械に狙いを絞り込み事前対応を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果

①既設舗装版はコンクリート舗装+アスファルト舗装と厚い構成であり、切断作業は長時間に渡ると予測した為、切断時の埃と処理水の飛散防止を兼ねた「防音パネル」を移動設置した。その際に作業員から周囲が見やすいように透明アクリル板を選択し使用した。この時に比較騒音値は計測していないが震源音は上空に向かい拡散される為、騒音は40%程度削減できたと実感した。



図-2 防音パネル

②埋戻し・路盤施工の転圧時（舗装修繕時も含む）に「防音ランマ」を使用した。こちらも比較騒音値は計測していないが、機械の操作時は作業員への振動による負担が少なく、通常ランマと比べると騒音は約40～50%削減できたと実感した。



図-3 防音ランマ

③埋戻し・路盤・舗装工における端部転圧は既存構造物等に接触した際に甲高い音が発生して響いてしまう場合がある。

そこで転圧板が特殊な「低騒音プレート」を使用した。こちらも比較騒音値は計測していないが、通常プレートより本体の重量が若干重くなるだけで、通常プレートと比べると騒音は約50%削減できたと感じた。使用している際に最も特徴的であ

ったのが、震源となる転圧音が遠くに響かない為、閑静な場所で夜間時の施工に最も有効ではないかと実感しました。



図-4 低騒音プレート

4. おわりに

検討に当たり多種多様な意見の中から、新技術 NETIS のホームページを活用し、様々なものを閲覧させていただきました。

前述の通り今回使用した3つの道具・機械は全て NETIS 登録技術です。いずれも活用効果が上がって行く毎に市街地を中心に使用頻度が増えて行くものと予想しています。

その上で、機械の性質上いた仕方のない事かもしれませんが施工時の周囲に対する振動低減を図れる物はどの方面から検証しても一様になかなか無く、これらが今後における私たち施工業者含めた業界で試行錯誤しながら解決していかなければならない重要分野であると痛感いたしました。

今後も知恵を絞り、創意・工夫のもとに現場管理を行い、建設業の存在価値を高める為にも努力していく所存ではありますが、大変恐縮ながらこの報告が少しでも関係各者の方々の参考になり、明日からの建設現場に生かさせていただけたならば、筆者として幸いであります。

塩釜漁港魚市場棧橋災害復旧工事の施工

東日本コンクリート株式会社

現場代理人

三島 一彦[○]

Kazuhiko Mishima

岡本 直人

Naoto Okamoto

鈴木 尚

Takashi Suzuki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：塩釜魚市場棧橋外災害復旧工事
- (2) 発注者：宮城県農林水産部水産基盤整備課
- (3) 工事場所：宮城県塩釜市新浜町1丁目地先
- (4) 工期：平成24年9月13日～
平成27年3月27日

施工範囲

撤去工、鞘管設置、充填工、上部工、鋼管杭、
受梁工、PC 棧橋上部工、RC 棧橋工、
撤去・グラウンドアンカー・上部・舗装工
本体・上部・付属・裏埋・舗装工

本工事は、東日本大震災により被害を受けた塩釜漁港魚市場の棧橋の復旧工事です。



図-1 施工前全景

まず津波により被害を受けた棧橋を撤去し新たに棧橋を設置するために杭を施工し、支保工を設置し棧橋部分のコンクリート打設を行うのが主な作業の流れです。

2. 現場における課題・問題点

受注後まず現場を調査するために出かけました。PC工事を手がけていますので、河川上や海上の架設作業は経験ありましたが、さすがに海上工作物の解体、設置の経験はありませんでした。

地盤上に支保工を組みコンクリート打設をする場所打ちとは勝手が違います。支持地盤のない場所でどうやって支保工を組むかが、まず頭に浮かんだ懸案事項でした。

次に、海洋汚染のことが頭に浮かびました。何せ海上での解体やコンクリート打設作業です。海を汚すことだけは絶対に避けなければと思いました。

また、潜水士による海中での作業が連続するために、通常の陸での作業と勝手が違うのではないかと心配しました。

また東日本大震災で大きな被害を受けた岸壁での工事であることで、避難路などの安全確保も課題として浮かびました。

3. 対応策・工夫・改善点



図-2 吊り支保工組立

まず支保工の組立は、何回も検討会や協力業者と打ち合わせを行い、吊り支保とすることとしました。吊り鋼棒を使用しH鋼を挟み込むことで吊り支保工を組み、無事コンクリート打設を完了することができました。

支保工の解体は、鋼棒を緩めて隙間を作りウインチ、クレーンを併用しました。

枕梁の解体は、1 tまで耐力のあるフローターを用いて700kgのH鋼を引き出しました。

海洋汚染対策としては、まず作業員教育に力を入れ「絶対汚染はしない」との教育を新規入場時、毎月の安全訓練時と徹底しました。さらに現場においては、オイルフェンスを張り油脂流失に備えました。万が一の油流失に備えて、中和剤を準備しました。

コンクリート打設時のモルタル流失対策は、型枠継ぎ目からの流失防止のため、継ぎ目には隙間テープを使用して対策としました。



図-3 枕梁解体状況

潜水作業については、潜水士を含めて作業手順、施工方法の周知会を重ねることで作業内容の理解を深めることで解決できました。

現地調査の結果、避難路の確保はすぐ裏手の山へ避難することとしました。

安全掲示板に避難路を明示し、安全訓練の際には実際に避難をしてみました。

実際今まで避難したことはありませんが、非常時の持ち出し袋を用意して災害に備えています。

4. おわりに

初めての海上での解体、コンクリート打設作業でしたが、「習うより、慣れる」ではありませんが、打ち合わせを重ねることで、我々と協力業者間で互の作業への理解度が深まり事故なく、海を汚染することなく施工が進行しています。

我々上部工施工業者にとって、潜水作業は未知の分野でしたので対応が難しい部分がありました。

既設構造物の撤去、新規製作が主な作業でしたのでクレーン、バックホウなどの大型の重機を使用しての作業が多くありました。

災害の中でも重機災害は3大災害の一つに挙げられています。日々の打ち合わせを行い、現場巡回の頻度を増やし作業員との会話を通じて日々の工程管理、各人の体調管理、確認に努めました。

工期も残り半年を切りました。ここまで無事故で施工できた誇りを持って、竣工まで無事故で施工していきたいと思えます。



図-4 現在の現場状況

土砂落下防止板による海洋汚濁防止対策

愛媛県土木施工管理技士会

五洋建設株式会社

現場代理人

田口 孝 貴[○]

Kouki Taguchi

監理技術者

長瀬 光 一

Kouichi Nagase

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：備讃瀬戸北航路(-19m)浚渫工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 四国地方整備局
- (3) 工事場所：香川県丸亀市広島町沖合(浚渫工)
高松市朝日新町地先(土捨工)
- (4) 工 期：平成26年4月30日～
平成26年10月31日
(指定部分 平成26年8月19日)

本工事は、備讃瀬戸北航路(-19m)の浚渫工、土捨工を施工し安全管理を実施するものである。備讃瀬戸北航路は国際航路であり、東から西へ向かう船舶の航路となっている(図-1参照)。浚渫箇所を灯浮標で囲い、航泊禁止とし、ポンプ浚渫船で73,744m²を-21.0m以深に浚渫する。浚渫した土砂は、2,100~2,700m³積の土運船に積み込み、

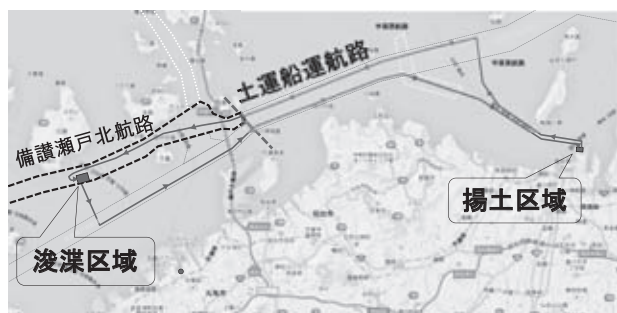


図-1 施工場所位置図

高松市土捨場まで海上運搬し、起重機船により揚土を行う。

本報告文では、揚土時の浚渫土砂落下による汚濁防止対策について述べる。

2. 現場における問題点

揚土場所は、高松港内にあり、フェリーや高速艇等の船舶が多く往来する場所であった。

起重機船がバケットで土砂をつかみ、揚土する際に、バケットから土砂がこぼれて、起重機船と土運船及び起重機船と護岸の隙間から海へ落ちる



図-2 起重機船揚土状況

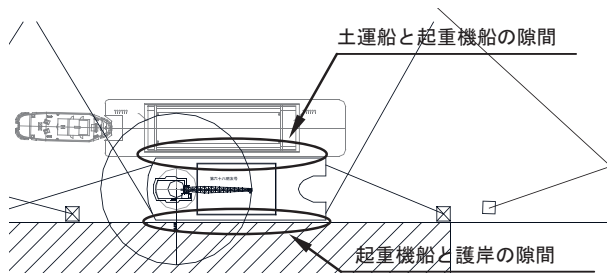


図-3 起重機船配置図

可能性があるため、何らかの対策が必要であった（図-2、3参照）。

3. 工夫・改善点と適用結果

隙間に土砂が落下しないよう、土砂落下防止設備の設置を検討した。

従来は、ブルーシートや土木シート等の展張により土砂の落下防止を行っていたが、シートでは土砂が堆積した際にその重みで垂れて海面に接触し濁りを発生させたり、堆積量が多い場合には破れる可能性が高いため、シートではなく、土砂落下防止板の設置を検討した。

土砂落下防止板を計画する上での荷重条件として、風速については作業中止基準の風速10m/sと台風時期の施工を考慮して少し大きめの20m/s、土砂の重量については、浚渫土が均一な砂質土であったため、大きな土塊の落下はないものと考え、土のう1袋程度の土砂が堆積した状態を想定し、等分布荷重を0.5kN/m²程度が作用すると考えた。以上の条件により設計した土砂防止落下板を、起重機船の船倉内から張り出すように設置した。

図-4に土砂落下防止板設置断面図を示す。

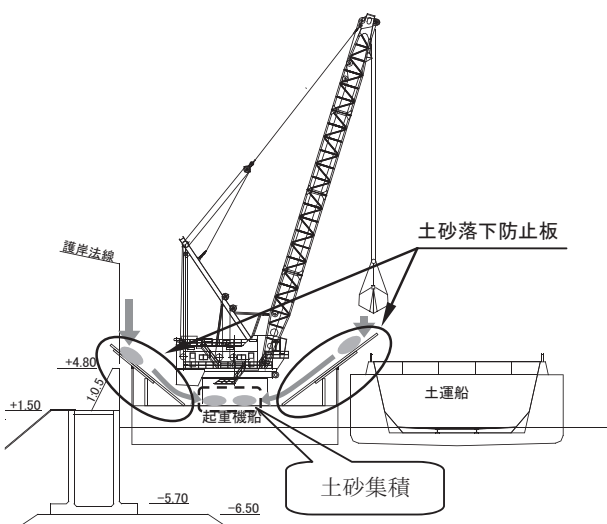


図-4 土砂落下防止板設置断面図

また、土砂落下防止板の部材として、骨組みは、軽量溝型鋼を使用し、合板を貼り付ける構造としたため軽量で(29kg/m²)、素早く組立解体することができた。施工中、台風の接近が1度あったが、



図-5 使用状況（土運船一起重機船間）

設備の損傷はなく、工程が影響を受けることもなかった。その結果、土砂が海中に落下し、汚濁が拡散することなく、揚土作業を行うことができた。

4. おわりに

土砂落下防止板は、シートによる土砂落下防止対策に比べると計画・設置に手間がかかるが、バケットからこぼれた土砂を確実に受け止めて、土砂の海中落下を防止することができた。

本工事のように揚土量が多い場合には、バケットからこぼれる土砂の量も多くなり、土砂が海中落下する確率も増加すると考えられるが、土砂落下防止板を損傷することなく使用することができた。また、2ヶ月以上使用したが、構造的な劣化もほとんどなく、大きな補修もなく最後までその効果を発揮した。

さらに、土砂落下防止板に堆積した土砂は起重機船船倉に集積されるため、清掃も水で効果的に洗浄できるという副次的な効果もあった。

これらの結果より、本工事における土砂落下防止板の計画及び設置は、概ね正しかったと考えている。ただし、本工事に特有の条件（土質、使用期間、揚土方法等）における結果であり、再び効果が得られるかは不明である。今後とも、土質の違いや、施工方法等の違いによる傾向をつかみ、現場条件に適した計画を立てられるよう、データ収集を行いたいと考えている。

場所打ち杭施工時の周辺環境への配慮

福岡県土木施工管理技士会
株式会社廣瀬組
監理技術者
下 條 敬
Takashi Shimojyo

1. はじめに

本工事は、三池港、佐賀空港などの広域交通拠点及び大牟田市、柳川市、大川市、佐賀市鹿島市など有明海沿岸の都市群を連携することにより、地域間の連携、交通促進を図るとともに一般国道208号等の混雑緩和と交通安全の確保を目的として計画された有明海沿岸道路延長約55kmの地域高規格道路の一部で、柳川市三橋町の徳益連続高架橋L=2.6kmに関連する下部工P58橋脚・A2橋台の工事です。

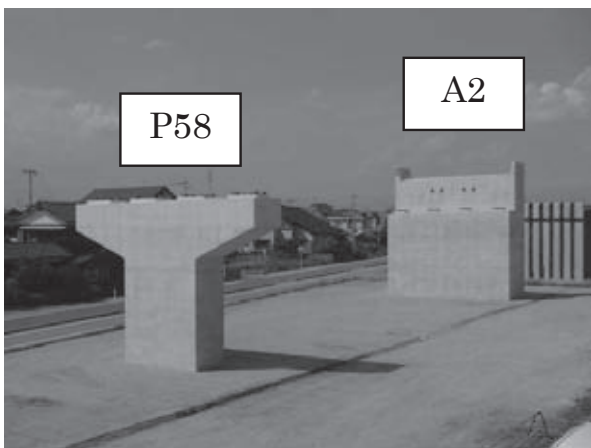


図-1 完成写真

工事概要

- (1) 工 事 名：福岡208号 徳益高架橋下部工 (P58-A2) 工事
- (2) 発 注 者：九州地方整備局福岡国道事務所

- (3) 工事場所：福岡県柳川市三橋町蒲船津地内
- (4) 工 期：平成25年2月19日～
平成25年9月10日

2. 現場における問題点

当該工事は国道443号との交差点の北側200mに位置し、通勤時間帯の車の流れが悪く、信号待ちの車が多いこと、近隣には民家が密集していることから、以下の3点について場所打ち杭施工時の課題となった。

- ①場所打ち杭の杭芯から道路境界までの離隔が7m程度となり、掘削施工時にハンマーグラブからの掘削土及び泥水の飛散による通行車両、歩行者への汚損が課題となった。
- ②掘削土を場内に仮置きするスペースが無く、早期の土砂搬出が求められたが、掘削土は含水比が高いため、ダンプトラック荷台からの泥水のこぼれによる側道の汚損が課題となった。
- ③現場周辺には民家が密集しており、ハンマーグラブの開閉時の接触による甲高い金属音の影響が予測され騒音低減対策が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

場所打ち杭施工時に、以下の対策を実施した。

- ①掘削土砂、泥水の飛散防止対策
側道を通行する車両への掘削土の飛散防止対策



図-2 設置状況

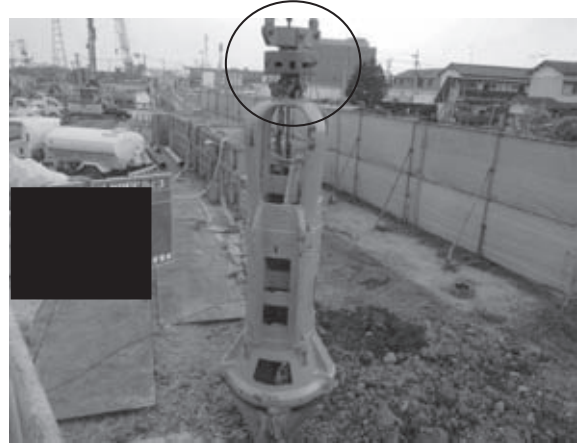


図-4 消音型クラウン



図-3 掘削土の石灰改良

として、道路との境界線上に飛散防止ネット（メッシュシートH=3.0m）を工事区間全線に設置し、通行車両及び歩行者に影響の無いように対策を講じた。

②掘削土の含水比低下対策

掘削時に被圧地下水などによるボイリング、軟弱土層でのヒービング防止として、孔外水位以上の孔内水位を確保して掘削する為、掘削土砂は高含水比となる。

掘削土砂をバックホウにて石灰改良し、含水比を低下させ、土砂の施工性を早期に改善することで、運搬時の荷台からの泥水の流出防止ができ、道路の汚損は発生しなかった。

③騒音対策

掘削作業時に刃先を開閉させるハンマークラウンとハンマーグラブの接触により大きな金属音が発生するが、緩衝材を使用した消音型クラウンを使用し、甲高い金属接触音の抑制及び打撃音が消

えるまでの時間を短縮することで、騒音発生の低減に努めた。

対策の効果確認として、現場職員による日常巡回の他に、会社内に渉外担当者を配置し、毎週1回の定期巡回を行い、現場及び周辺住宅、資材搬入路等の管理・監視を実施した。

周辺住民とのコミュニケーションを図るとともに、工事に起因する騒音・振動及び埃の飛散等について情報収集を行った。本工事においては、苦情の発生もなく完了することができた。

また、飛散防止ネットを設置したことで、現場全体の目隠しとなり、建設機械による圧迫感を低減することができた。

4. おわりに

石灰改良の留意点としては、強風による改良材の飛散防止を図る必要があり、本工事では、飛散防止ネットを設置していたことで現場周辺への影響もなく施工することができた。

施工計画時に各段階における騒音・振動・発塵等の発生源の把握・検討を行い、その対策を実施することとなるが、日常点検だけでは対策を実施したという自己満足となることが多い。

工事期間中の定期的なチラシ配布や渉外担当者による聞き取り調査を実施し、地域住民とのコミュニケーションの場を設け、対策の効果確認及び改善を行うことが重要である。

建物近くでのボーリング工事の騒音対策と工程管理

長野県土木施工管理技士会

村松建設株式会社

工事主任

宮 島 喜久男

Kikuo Miyajima

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：地すべり対策工事
- (2) 発 注 者：長野県
- (3) 工事場所：長野市芋井桜
- (4) 工 期：平成26年9月17日～
平成26年12月25日

本工事は、地すべり対策としての水抜きボーリング工事で、 $\phi 90\text{mm}$ で $L=21\text{m} \times 5$ 本が一群、 $L=25\text{m} \times 5$ 本が一群の計230mで両群共にブロック積みからの削孔であった。施工場所が地元公民館とブロック積みの間と言うことで、騒音対策と工程管理について工夫した事について報告します。

2. 現場における問題点

ブロック積みと公民館の間の距離が3.8mと狭く、削孔作業音が反響し騒音に対する苦情が寄せられる可能性があります。また、土質が岩塊層と想定されており、ロータリーパーカッションドリルでの施工が望ましいが、打撃音がさらに響くので、機械の選定に時間を要しました。

公民館は常駐の館長がおり、週に3回ほど大正琴サークルの活動や漬物講座などの講座が開催されており、騒音の程度によってはその都度工事を休止するよう要望が挙がっていました。

公民館駐車場をお借りして仮設資材を配置しましたが、12月6日に行事の為駐車場を開放するよう事前に指示を受けていました。



図-1 工事場所着手前

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. ロータリーボーリングマシンを併用して削孔
図-1の反響が心配される箇所の削孔は、ロータリーボーリングマシンを使用しました。岩塊は一度で削孔出来ない為、コアチューブにてコアを取りアウターロードで再度削孔して作業を進めました。図-2施工位置図右側の、建物とブロック積みに直接挟まれていない箇所はロータリーパーカッションドリルにて削孔を行いました。加えて防音シートにて作業箇所を囲う事で騒音を軽減し作業効率向上に努めました。

3-2. 2台同時進行による工期短縮

ロータリーボーリングマシンを使用する事で騒音は軽減できますが、進捗率が低下します。

そこで先行してロータリーボーリングマシンの準備をし、削孔を開始。その後、手前側ではロータリーパーカッションドリルの準備・削孔。ロータリーパーカッションドリルの方が先に作業を完了し、撤去は手前より行いました。

4. おわりに

騒音に対する効果としては、削孔機械の工夫と



図-2 施工位置図



図-3 作業箇所全景



図-4 ロータリーボーリングマシン

防音シートの設置により、騒音による苦情はありませんでした。公民館の行事等でも騒音のための作業休止はありませんでした。騒音測定器により測定した所、削孔機械の違いで約10Dbの軽減、防音シートの設置により約10Dbの軽減効果が確認されました。



図-5 騒音測定

工程管理としては、削孔機械を2台稼働させることで駐車場開放日までに完了出来ました。通常岩塊層では使用しないロータリーボーリングマシンの作業量は、1～3m/hとばらつきがあり遅いものでした。



図-6 資機材設置状況

ここまで建物に近接した水抜きボーリング工事は経験がありませんでした。山中での工事では資機材や重量の制限、搬入路や作業スペース等の制限により、今回のような配置での作業は困難な場合があると考えられます。また、2台分の運搬費と足場材が必要となり経済的とは言えませんでした。

ロータリーパーカッションドリルは、作業用水を大量に使用します。岩塊層に浸透する事を考慮し、今回の工事では5m³の水槽を3基設置しました。作業用水は循環させ使用しましたが、水槽の設置スペースと水槽への水の供給方法も考慮しての機械の選定が必要です。

排水路桜並木への影響に配慮した施工方法について

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
Toshiaki Asakura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：亀田郷第2（1期）地区大渕排水路第3次工事
- (2) 発注者：新潟県新潟地域振興局 農村整備部
- (3) 工事場所：新潟県新潟市江南区西野地内
- (4) 工期：平成24年7月30日～
平成26年2月28日（579日間）

本工事は、桜並木内にある老朽化した矢板護岸を改修するため、既設護岸外側に防蝕した鋼矢板を打設し、軽量Ⅲ型+切梁構造の新設護岸を設置する工事で、護岸施工時に支障となる桜並木に与える影響の低減と保存を考慮した施工方法について報告します。

2. 現場における問題点

この工事では、工事施工の上で支障となる桜並木（47本）への影響（支障となる枝の切断や木の移植）を最小限にする工夫と保存を考慮した施工方法で工事を進めることが重要な課題でした。

3. 対応策と適用結果

施工は、桜の木のダメージを最小限にかんがえ休眠期に入る迄剪定を避けるため、桜並木の無い上流左岸部から先に施工し、桜並木区間は落葉し



図-1 小旋回型テレスコクレーン

た後に施工する工程とし、桜のダメージ軽減を図った。

クレーン作業については、機械の設置範囲が小さい小旋回型テレスコクレーン（図-1）を使用し、桜に接触する範囲の軽減を図った。また、重機の接触に注意が必要な幹や枝木は、予め目印を付け束ね保護し全作業員に周知確認を行った。

サクラの花芽は、前年の夏に形成されることから休眠に入る落葉後に作業範囲の剪定を最小限に行い、さらに剪定箇所露出部（切口）には、腐食を防止するため樹皮代わりとなるデンドロサンを塗布し傷口の保護を行った（図-2）。

既設護岸の外側に新設の護岸矢板を打設し、腹起・切梁を設置するため、支障となる既設腹起・切梁を撤去し、新設の腹起・切梁を設置しなければならないが、それには仮設腹起・切梁行う必要



図-2 傷口の保護

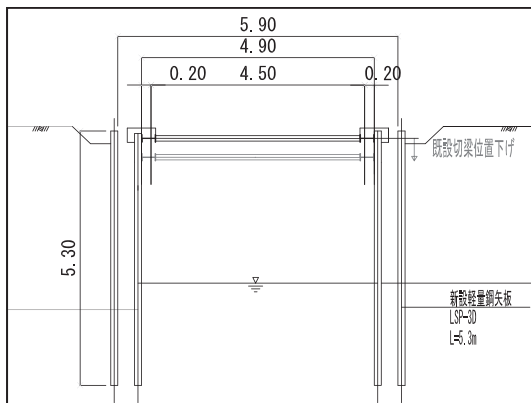


図-3 既設腹起しの位置を下げる

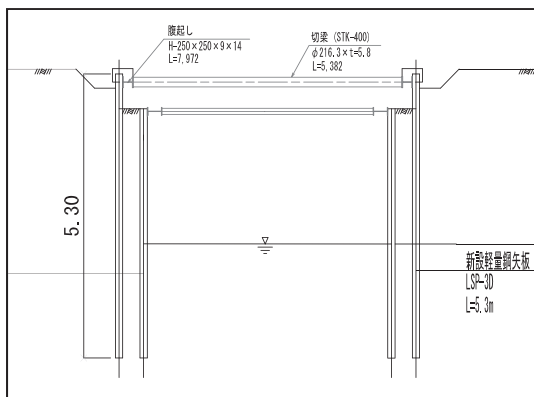


図-4 新規腹起しを設置し既設撤去

があった。しかし桜並木内での仮設置作業は作業半径が狭いうえに工程の遅れも懸念された。

そこで、既設と新設の腹起・切梁を干渉させないよう、既設の腹起・切梁を図-3・4のように50cm程度下げる事で干渉をさけ、仮設置の切梁・腹起の設置をせずに施工が可能となり、仮設置の施工工程を減らすことで、支障となる桜の木剪定による損傷を軽減した。桜並木区間の旧護岸矢板の撤去については、引抜時に施工機械が枝や幹にあたり樹木に損害を与えてしまう恐れがあるた

め、護岸施工完了後の流量が少ない秋に排水路を締め切り、河床で切断撤去した。

桜並木内のコンクリート打設は桜並木の間隙からポンプ車を移動しながら打設し、枝木に接触しないよう作業を行った。

また、護岸工の施工後には、掘削した根の部分の土砂を集積しておき、植樹されてから今まで一緒に育ってきた土で埋戻を行うと共に、根を埋戻した箇所の土砂流失防止と根の乾燥を防ぐため、植生土嚢（図-5）を設置し、箇所毎に根の保護を図った。

桜の木への損傷を最低限に抑えるこれらの対策で工事施工後の平成26年春に桜の調査を行った際には、切口に施した保護材の効果も見られ、切り口付近から新しい枝が出ており、開花の確認もでき春には見事な桜が咲き誇りました（図-6）。



図-5 植生土嚢で根の保護

図-6 開花

4. おわりに

今回、工事の支障となる桜並木内での排水路工事で様々な制約の中、工事を思うように進める事が出来ない時期もありましたが、桜並木の保存に関しては、この様々な工夫した施工方法が非常に有効であったと思います。

施工手順についても、社内での施工検討会を重ねたことで、問題発生への対処が迅速に図れ、工程を確保した施工により無事故・無災害で工事を竣工することができました。

最後に桜並木を育ててきた地元の方々とのコミュニケーションが図れ、多大な御理解と御協力を頂きながら施工を行えることができたことに感謝申し上げます。

遊歩道における景観に配慮した施工

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
野田 良 将[○]
Ryouhei Noda

土木部
横井 博 隆
Hirotaka Yokoi

土木部
井上 良 司
Ryouji Inoue

1. はじめに

本工事は、愛媛県新居浜市における遊歩道機能修繕工事で、施工場所までは車で進入する事が不可能であった為、資材等の運搬は全て人力であり、非常に施工の困難な立地条件での工事であった。

工事概要

- (1) 工 事 名：遠登志遊歩道機能修繕工事
- (2) 発 注 者：新居浜市
- (3) 工事場所：愛媛県新居浜市
- (4) 工 期：平成26年3月3日～
平成26年3月31日
主な工種：石積工 1式

当現場は休日になると多くの人が遊歩道を利用している為、工事に当たっては周辺景観に配慮した修繕の実施が求められた。



図-1 着工前

2. 現場における問題点

発注者の意向である「周辺景観へ配慮した修繕」に対しては、監督職員との密な打ち合わせ、協議を要し、現場の施工にあたる事が課題とされた。

3. 工夫・改善点と適用結果

修繕した箇所は、過去にも雨水での崩壊が発生していたので、今回の修繕では、崩壊している箇所の撤去と合わせて今後修繕が必要無くなる様に石積みを練り石積みに変更し施工を行った。

図-1でも分かる様に、現状では非常に施工の難しい崩れ方をしていたので、施工を容易に行う為、崩れない石積みに施工する為に、一度石積みを崩壊部分より広く撤去する必要がある。

当現場は、遊歩道である為、車両・重機の乗り



図-2 撤去後



図-3 石積み状況

入れが不可能であった。その為作業全てを人力で行う事が必須事項であった。撤去作業・石積み作業の材料をロープで昇降しての作業が発生する為先ずは作業用の親綱を張ることが、当現場での重要なポイントとなった。

石積みの撤去作業では、撤去作業を行いながら石を大きさに選定し、後の石積み作業をスムーズに行える様に撤去・選定作業を行った。

練り石積みの施工は、周囲の石積みと極端な変化が無い様に、石の形状等を考慮して行った。

施工の際の目地材は石材の色に合わせる為に着色したモルタルを使用し、周囲に違和感を与えない様に施工を行った。また裏込め材は、過去の崩壊からも考えられる様に、雨水がストレス無く外に出て行けるように、現地での発生土砂を使用せずに単粒碎石を使用しての裏込めを行った。

石積みの天端付近では、多くの樹木が生えており、それらの根が、石積みを外へ押し出す様な形になっていたため当初発注者側からは、伐採してもよいとの事だったが、伐採してしまうと、周囲の景観を台無しにしてしまう事になるので協議し、樹木を1メートル程後ろに植え替えする事となった。周囲の石積みもあり非常に困難な作業であったが、植え替えが完了した際には、監督職員も植え替えを選んで良かったと、違和感のない施工が出来た。

また、撤去作業中に落石による歩道部の床版の破損が発覚し、石積み完了後に復旧を行った。同じ製品を使用したがる、やはり、復旧した床版が目立つ様な形になり、監督職員との協議により、復



図-4 石積み完了



図-5 完成

旧した床版の表面をウォーターブラストで表面を加工し、元の様な天然玉砂利の風合いを生かした柔らかな景観舗装を創出できた。

4. おわりに

当現場の様な、遊歩道や観光地等での工事は、周辺環境に配慮した計画がよりいっそう求められ、また、利用する人や地域住民の方々に対してのコミュニケーションの取り組みが非常に重要になってくる。今回の修繕工事は小規模な石積みの崩壊で収まり、人的被害等もなく、一般的な修繕工事だったが、今後予想される南海トラフ大地震等の大型災害時には、同じ修繕・補修工事でも、地域住民の方々の対応・要望も大きく変わり、間違いの無い迅速な施工が必要とされる。

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

現場で働く人を主役とした土木広報で 三方よしの活動を展開

宮崎県土木施工管理技士会
旭建設株式会社
労働安全衛生部次長
河野 義博
Yoshihiro Kawano

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成25年度防安水防第7-2号
大淀川面早流地区輪中堤工事
- (2) 発注者：宮崎県高岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県宮崎市高岡町大字面早流
- (4) 工期：平成25年9月9日～
平成26年8月31日

主たる工事内容

掘削工 $V=1,058\text{m}^3$ 、盛土工 $V=3,485\text{m}^3$
 低水護岸ブロック張工 $A=997\text{m}^2$
 護岸ブロック積工 $A=517\text{m}^2$
 樋門工1基、遮水矢板工(鋼矢板Ⅱ型w) $N=45$ 枚
 根固ブロック工 $N=383$ 個
 パラペット工(特殊堤) $V=230\text{m}^3$
 排水工1式、工事用道路工1式

2. 現場における課題・問題点

本工事は、平成17年の台風14号による浸水被害を受けた地域を河川の氾濫から守るため、被災地域を囲むように輪中堤を施工する工事である。

このため、地元住民の工事への興味は非常に高く、地元に対しこの工事の進み具合などを情報発信していく事が大事であると考えた。ただし、単なる工事進捗をお知らせするのみではなく、どん

な人達が、どんな表情でこの工事をしているのか、また、土木ってどんな機械や技術を使って進められているのかについて広報する事で、単に土を移動させたり、生コンを打設するだけではないという事を理解してもらう事も大事だと考えた。

3. 工夫・改善点と適用結果

現場周辺で工事そのものの内容等に関する広報と、広く社会に向けて土木の魅力そのものを伝える広報の両輪で広報活動の展開を図った。

これにより、現場で働く人の意欲や連帯感の醸成に繋げていきたいとも考えた。

- ①現場周辺への小規模対象広報として以下を実施。
 - 地元説明会を工事開始前と中間で計2回開催。
 - 地元自治会あての広報誌を合計3回配布。
 - 掲示板を一般道の沿線に設置し地元住民向けに工事の様子を広報した。
- ②広く社会に向け土木の魅力そのものを伝える広



図-1 フェイスブックページ【土木のミリョク】



図-2 投稿記事の一例

報として、宮崎県庁職員と民間建設業数社の社員が連携して結成した自主研究グループ『土木のミリョク研究会』（会長：宮崎県庁職員・副会長：河野義博・会員：他5名）によって運営中のフェイスブックページ【土木のミリョク】にて、現場の様子を情報発信する事とし、前項①の掲示板とリンクさせ広報を行った。

土木広報に関して、これまでも様々な取り組みがなされてきたが、これまでのように現場で働く人が黒子のように隠れてしまう広報では土木の真の魅力は伝わらないと考え、以下のような情報発信は避ける事とした。

- 行政が発信しがちな工事現場の所在地や事業目的に関する情報。
- 企業が発信しがちな企業名や施工実績などの情報や工事の進み具合などの情報。
- 現場が力を入れがちな子供などを中心としたイベントに関する情報。

若者が魅力を感じられない建設産業の現状は少子高齢化等を背景に衰退する地方の姿と重なるものがある。そこで、地域の歴史や文化を地域固有の魅力として発信し活性化に繋げていく地域プロモーション活動を参考に、これまで十分にアピールされてこなかった「建設現場で働く人々がイキイキと働いている様子」や「土木特有の技術」を発信していくことで、建設産業のイメージアップを図る事とした。

また、建設現場の『ありのままの姿』を多くの



図-3 掲示板を見ている地元住民

人に見てもらい、賞賛を受けることで、現場で働く人のやりがいに繋がりたいという思いもあった。真のターゲットは現場で働く人たちである。

4. おわりに

このように、地元住民や不特定多数の人たちに現場で働く人が主役の広報活動で工事を理解してもらう活動を行ってきた。

今回の活動をとおして感じたことは、地元住民に向けた掲示板を地元の人たちが見てくれていた事で、地元の方にお会いした際の話題として大いに役立ち、コミュニケーションが取りやすかった。また、工事への苦情はゼロであった。(地元よし)

【土木のミリョク】については、県内のみならず、県外、海外まで広く関心を集め、現在2250以上の土木ファンが集まるページへと成長し、土木学会のフェイスブックページで投稿記事が度々紹介されるようになった。また、宮崎日日新聞紙上でもこの活動が紹介された。このように積極的に情報発信をしてきたことで工事への苦情はゼロ。また、見られているという感覚が品質向上や出来栄への向上に繋がった。(発注者よし)

工事関係者、特に協力業者や直営作業員(職人)は投稿記事を毎回楽しみにしてくれ、笑顔の絶えない現場であった。元請と協力業者間の人の和が本当に良くなり、一致団結し工事に取り組むことができ無事完成する事ができた。

また、発注者と連携した事で広報に関するアドバイスを貰うなど、コミュニケーションが取れ仕事がやりやすかった。(受注者よし)

笑顔の三方よし！今後も続けていきたい。

急カーブの道路側溝の施工について

長野県土木施工管理技士会
株式会社塩川組
現場代理人
戸谷 有辰
Arinobu Toya

1. はじめに

今回施工した工事は、長野県北部地震の影響で破損した道路修繕と道路拡幅の復興工事であった。工事概要

- (1) 工事名：平成25年度 東日本大震災復興交付金基金工事
- (2) 発注者：長野県 北信建設事務所
- (3) 工事場所：(一)長瀬横倉(停)線
栄村 長瀬～貝廻坂(2)

- (4) 工期：平成25年5月27日～
平成25年12月27日
- (5) 工事内容：道路築造工 L=137.4m
道路幅員 W=4.0(6.0)m
逆台形擁壁工 L=17m H=1.0～3.0m
ブロック積工 L=94.25m A=515.2m²
側溝工 L=154.3m

2. 現場における問題点

本工事における最も注意すべき点は、一般車両の安全通行の確保であった。

当初、車両通行止で作業を検討したが、う回路として使える道路は事実上なく、片側交互通行での施工をせざるを得なかった。施工中は幅員3.0mを確保するのがやっとで、カーブ区間はスクールバスなどの大型車は最徐行にて通行してもらっていた。現場は生活道路なので、工期の短縮をすることが危険リスクを軽減し、住民の負担軽減、安全確保にもつながると考え施工計画を進めていた際、側溝工について問題があった。

施工する現場の道路はカーブが最少 R=6.75m であり当初設計通り施工をすると、側溝接続部に隙間ができ、現場打ちで対応する部分が必要となった。現場打部分は強度が弱くなるので、補強鉄筋をいれ、補強コンクリート(図-2)を打設する必要があり、工程も大幅に延びてしまう問題があった。

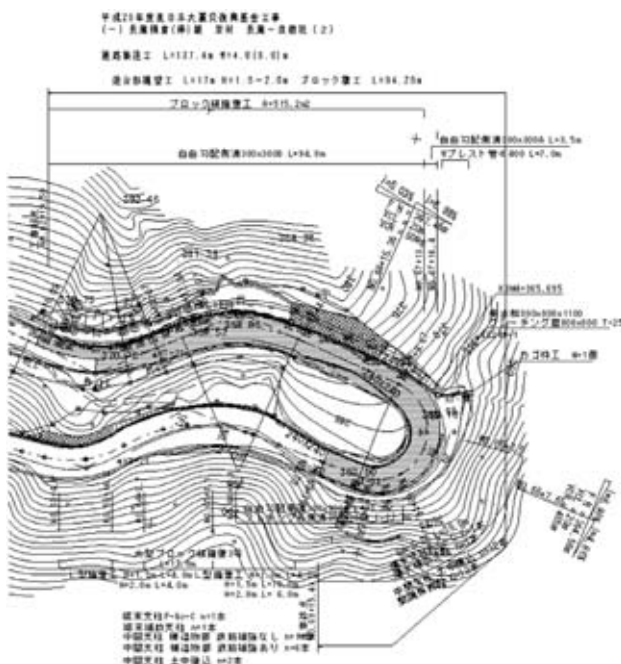


図-1 平面図

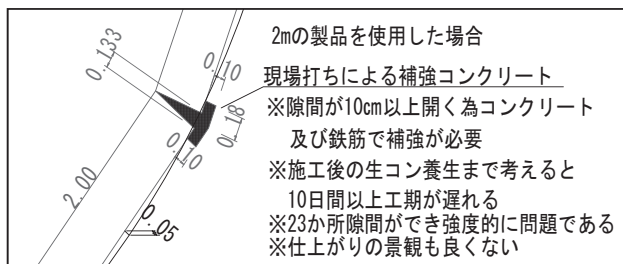


図-2 補強コンクリート図

3. 検討事項と適用結果

そこで、道路線形に柔軟に対応できる二次製品のフレキシブル側溝（NETIS登録 OG10002-A）を検討提案し施工した。

製品の接続面が円形になっているためスライドすることで、道路線形に対し柔軟に対応できることが最大の特徴である。（図-3、4、5）

結果としては、施工は通常の直線部でVS側溝を施工するのとはほぼ変わらないと思われ、補強コンクリートの施工分の約10日間程度工程短縮が図れた。また側溝の切断時の粉塵による周辺河川や田畑の汚損や切断後のコン殻、補強コンクリート施工時の型枠のゴミなどの産業廃棄物の軽減ができ、環境に配慮した施工ができた。二次製品であ

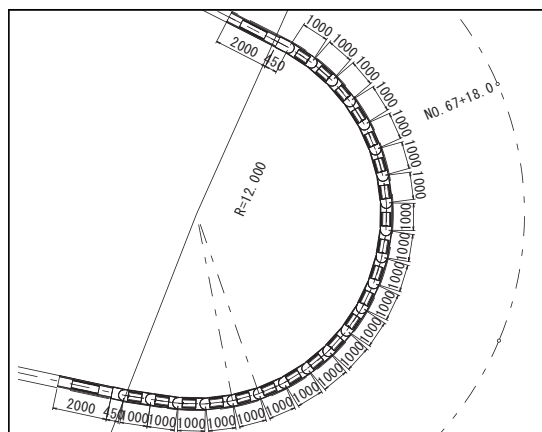


図-3 フレキシブル側溝配置図

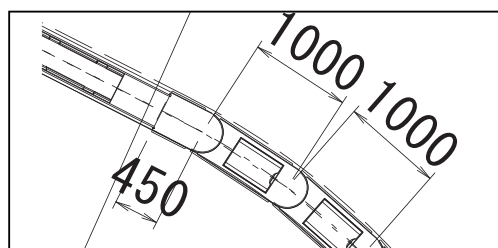


図-4 接続部拡大図



図-5 現場施工状況写真



図-6 現場完成写真

るため、側溝接続部の強度の問題、ひび割れ、剥離破損の心配はほぼ無い。接続部の破損による段差で歩行者や二輪車の転倒事故防止にもつながり維持管理面を考えてもよい構造物になった。

4. おわりに

この側溝を使用する場合、現地測量後割付してから製作になるため施工規模が大きいと納品に時間がかかる問題がある。また材料は高価になり、施工の際の検討は慎重にまた早期に決断し、材料納入待ちによる工程の遅れが発生しないようにする注意点はあるが、本現場のようにカーブがきつくと側溝の接続部に隙間が数多く発生してしまう現場では、材料コスト上昇に見合う分の工期短縮等のメリットがあったといえる。またこのメリットは施工者のみでなく地域住民の片側交互通行による通行時の負担や危険もかなり軽減できる結果につながったといえる。

二次製品で対応することで間違いのない強度を確保された側溝ができ、側溝の接続部毎に補強コンクリートを施工しなかったため、景観も大変よい道路となった。（図-6）

現場でより良いものをつくる意識を持って情報収集し問題点を改善でき、結果的により良い構造物にできたことはとてもよかったと思う。

新技術・新工法

高品質フライアッシュ〈CfFA〉コンクリートの品質報告

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

山本 純 一〇

Junichi Yamamoto

土木部

秋山 享 介

Kyousuke Akiyama

土木部

片岡 浩 之

Hiroyuki Kataoka

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：別子山地区飲料水供給施設整備工事（その8）
- (2) 発 注 者：新居浜市役所
- (3) 工事場所：新居浜市別子山
- (4) 工 期：平成25年9月10日
平成26年12月25日

本工事は、愛媛県新居浜市別子山地区飲料水供給施設整備工事で、普通沈殿池、緩速ろ過池、配水池と3段階に分かれた水槽を作り、飲料水を供給する工事である。各池は高品質フライアッシュ〈CfFA〉（混和材）を使用したコンクリートにより築造されている。

高品質フライアッシュ〈CfFA〉の概要

- ① CfFA（Carbon-free Fly Ash）は、石炭火力発電所から排出される産業副産物である。
- ② コンクリートに使用することで、コンクリートの組織を緻密化し、コンクリートの長期強度発現性や耐久性を向上させることができる材料として知られている。
- ③ 今回使用したフライアッシュ（混和材）は、大分大学と大分大学発ベンチャー企業(株)ゼロテク

ノにより、フライアッシュ中に含まれる未燃分を除去する技術が開発され、安定した品質を有したフライアッシュ（混和材）である。



図-1 配水池完成写真

2. フライアッシュ〈CfFA〉使用における課題・問題点

- (1) フライアッシュ〈CfFA〉を用いた試験練り結果報告書では、18-8-40BBでは程よい粘り状態良好であるが、24-12-20BBでは粘り過ぎの感があり鉄筋構造物での使用では、打設困難や仕上げ押さえに支障がでる恐れがある。
- (2) フライアッシュ〈CfFA〉の使用実績が少ない為、実環境における長期的なデータが不足している。

3. 高品質フライアッシュ〈CfFA〉使用結果

今回の打設箇所、普通沈殿池築造工躯体部分での、(24-12-20BB) コンクリート打設結果として、打設中、流動性が良く扱いやすいコンクリートであった。

全体に粘りが強く、粗骨材の沈下が今までのコンクリートよりも遅いため、打設時の粗骨材の分離が少なかった。

打設後はブリーディング水（硬化作用除水）の発生がなかった。

完成後（コンクリート打設3ヵ月後）、槽内に水を溜めたところセパ部分より微量の漏水があったが、防水処理施工前、漏水確認後7日で漏水が止まっていた。（フライアッシュの、ポラゾン反応による自己修復効果が発揮されたと思われる）

表-1 仕上げ時の状況

平成 25 年 5 月 19 日 気温 20℃ 普通沈殿池躯体

時間	内容	状態
9:30	打設開始	圧送車打設
13:30	打設終了	38.5m ³ 打設
14:00	第1回天端仕上げ	ブリーディング無し
16:00	第2回天端仕上げ	ブリーディング無し
16:50	暖気養生開始	ブリーディング無し
17:30	第3回天端仕上げ	ブリーディング無し

よって、課題・問題点とされていた2-(1)での打設困難、仕上げの支障なく施工でき、また、施工実績についてはコンクリート打設後7ヶ月、溜め水後4ヶ月が経過しているが問題は発生していない。

また、他の施工箇所からも問題は発生していないことから、実績不足による課題・問題はクリアされていると思われる。

4. おわりに

本工事におけるコンクリート配合は、24-12-20BB コンクリートにおける、細骨材細粒分の約40%、コンクリート全体容積比の2%を高品質フライアッシュに置き換えレディーミクストコンクリートを作成打設した。よってセメント量、単位水量、粗骨材料はJIS配合量と同じ、細骨材料はJIS配合量の90%である。

打設に関しては、性状も良く、ワーカビリティも良いコンクリートであるが、3%を超える配合であれば、粘性が急激に上がり、粗骨材の間に混練り水を長い間保持するようである。（ブリーディング水の発生の遅れ）

土木工事の主体な無筋構造物の配合は、18N-8-40であり、JIS配合の内最もセメント量の少ない配合であるため、フライアッシュの影響は顕著に現れないが、高セメント配合24N、スランプ12cm以上のコンクリートには著しい効果が期待できると思われる。

また、今回打設の状況を見ると、通常コンクリートよりもブリーディング水の発生が遅いと思われるので、コンクリート内に保持する水分が急激に排出しない特徴を持つと考えられる。よって冬季のコンクリートよりも、夏季における高温時の使用に適していると推測する。

尚、強度については特段の変化は見られず、プラントの過去実績強度と同程度である。

情報化施工（試験施工）の現場に応じた活用について

宮崎県土木施工管理技士会

日新興業株式会社

監理技術者

佐藤 豊明

Toyoaki Sato

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：東九州道大藤地区改良（その1）
工事
- (2) 発注者：宮崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県日南市北郷町大藤甲
- (4) 工期：平成26年2月26日～
平成27年3月15日

本工事は、東九州道（北郷～日南間）における道路改良工事である。主体工事として、掘削49,000 m³、路体盛土49,000m³、法面整形6,000m²、現場吹付法枠工3,000m²、鉄筋挿入3,600mである。

施工条件として、土工において情報化施工技術の活用効果（施工効率・施工品質）の検討および情報化施工に対応した監督・検査の検証を目的とした試験施工の対象工事である。

実施する情報化施工技術として、「TSを用いた出来形管理」「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理」「ブルドーザマシンコントロール技術」「ブルドーザマシンガイダンス技術」「バックホウマシンガイダンス技術」の5項目であった。

2. 現場における問題点

その後の施工打合せにおいて、今回情報化施工

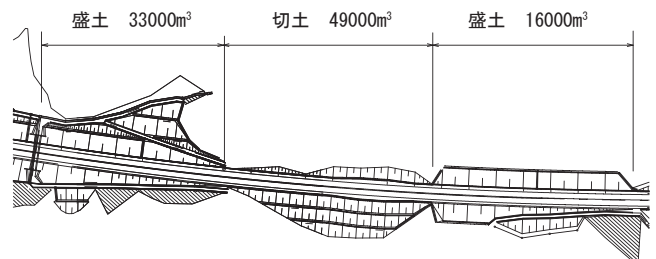


図-1 平面図

技術の試験施工対象工事は複数あり、各社が実施したい技術を選べることとなり、自社においては、「TSを用いた出来形管理」「GNSSを用いた盛土の締固め管理」「ブルドーザマシンコントロール技術」の3項目を実施する予定とした。選定理由としては、「TSを用いた出来形管理」は、標準化されており自社にも器材は完備されている。「GNSSを用いた盛土の締固め管理」は、現場で転圧回数・密度を測定する手間と時間を考慮すると、使用価値があると判断した。「ブルドーザマシンコントロール技術」については路体盛土の敷均しに活用効果があると判断した。

以上を予定し準備工を進めて行く中で、情報化施工の一つの目的である、施工現場での測量などの計測作業の合理化、丁張なしの施工による施工効率の向上を考えると、単純に工種主体の活用計画ではなく、施工位置・施工時期・規模・数量等を考慮した選定が必要ではないかと考えた。

3. 対応策と適用結果

工期前半の施工は切土と盛土16,000m³で、後半が切土と盛土33,000m³となる。

前半の盛土16,000m³の施工部においては、幅員もさほどなく盛土段数1段であり、施工量も少ない。利便性を考えると、当初選定しなかった「バックホウマシンガイダンス技術」の方が、「ブルドーザマシンコントロール技術」より効果があると考え、発注者と協議し変更を行った。利便性とは、「ブルドーザマシンコントロール技術」は、平面的な敷均し・仕上げにしか活用できないが、「バックホウマシンガイダンス技術」は、勾配を必要とする掘削・法面整形にも活用できるからである。

盛土16,000m³の施工部においては、盛土法面整形と、バックホウにて1層毎の敷均し基準高を点々と作成し、その後を通常のブルドーザで敷均す施工に活用し、空いた時間には土砂部の掘削・法面整形も行った。結果として掘削丁張り・盛土法面丁張り等の設置手間が削減でき、オペレータの待ち時間のロスのない効果があった。



図-2 バックホウマシンガイダンス

9月からの、後半の盛土33,000m³の施工部においては、盛土量も多く幅員も広くなることから、「バックホウマシンガイダンス技術」から「ブルドーザマシンコントロール技術」に切り替え、施工を進めている。広範囲の盛土の場合は1層1層の敷均しを示す丁張りの設置もいらず、設定した



図-3 GNSS 締め固め



図-4 ブルドーザマシンコントロール

高さで敷均しが行え、「GNSSを用いた盛土の締め固め管理」と併用することで、施工性のアップが目に見えて感じられる。

4. おわりに

現在も、現場は3月完成に向けて鋭意努力中である。本来であれば、全種類を工期全体で活用できれば理想であるが、今回は試験施工という事もあり、発注者にも予算の問題がある。そんな中で現場に応じた効果の高い技術を綿密に検討する必要があると感じた。

今までは企業努力（創意工夫）として投資し、幾つかの技術を活用することはあったが、いざ今回のように設計として組み込まれると、金額を見てもらえるという安心感が先立ち、選定段階で安易に考えた面もあったと反省をしている。

マシンガイダンスシステムによる 地盤改良工事の品質向上

岡山県土木施工管理技士会

株式会社大本組

橋 伸 一[○]

Shinichi Tachibana

稲 吉 進

Susumu Inayoshi

1. はじめに

本工事は、東北太平洋沖地震により被災した江合川新中島地区の海岸堤防の復旧を行うものである。渇水期に仮締切を行い、既存の堤防を取り除き、地盤改良した後、盛土し堤防を築造するものである。盛土の基礎地盤の安定性（支持力増加や沈下抑制）を確保するための地盤改良において、連続した均質な地盤改良体を造成することを目的に「自動追尾式トータルステーション（以下、自動追尾式 TS）による地盤改良機ガイダンスシステム」を開発したので報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：江合川新中島乙下流地区築造工事
- (2) 発 注 者：国土交通省東北地方整備局
- (3) 工事場所：宮城県遠田郡涌谷町新中島乙
- (4) 工 期：平成24年3月14日～
平成25年1月11日

2. 現場における問題点

通常、改良機誘導は区割毎に測量しトレンチャー幅毎にポール、白線（測量）ライン等を設置し（図-1 参照）、オペレータは、誘導員の合図とポール・白線ラインを見通すことによりトレンチャーを誘導する。また、改良深度はオートレベルにて測定する。

しかし、①事前に区割測量が必要、②施工中の



図-1 通常施工

盛り上がり土による白線ラインの消失や蛇行等により、未改良区域が発生する可能性があった。連続した均質な地盤改良体を造成するためには、これらの可能性を低減させる必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 工夫と改善点

堤体基礎の品質向上（安定性向上）には、施工精度の向上が重要であるため、オペレータが、改良位置と既改良エリアとのラップ状態および必要改良深度を一元管理できる「自動追尾式 TS によるマシンガイダンスシステム」を開発した。

本システムは、改良機本体の平面位置と機械高さを誘導画面でオペレータに指示するシステムであり、自動追尾式 TS・管理モニター・全反射プリズム・無線機等で構成される（図-2）。自動追尾式 TS を用いて、地盤改良機の位置・掘削深さ

を測量して、運転席のモニターに表示する。オペレータはそのモニターを確認しながら施工する。予め施工範囲を管理ブロック（区割）に分割し、その区割に改良機の位置座標をあてはめ、改良機が区割内で設定深度まで改良したと判定した場合は黄色、未改良区間の場合は赤色と色分表示する（図-3参照）。

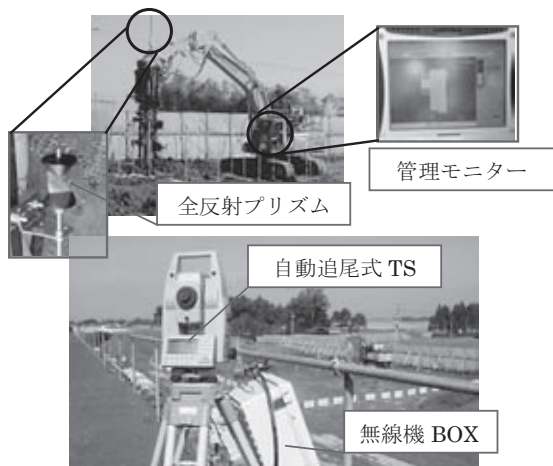


図-2 システム構成

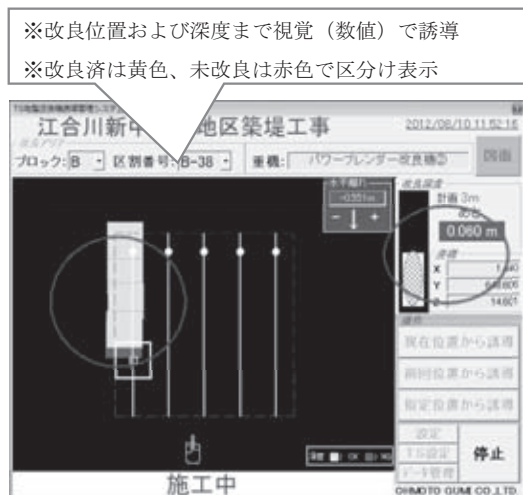


図-3 管理モニター

(2) 適用結果

1) 施工性

人力によるポール・白線ラインの設置および区割測量等の事前準備を省略でき、施工性の向上が図られるとともに経済性が向上する。

（区割測量およびポールの設置等で約30分）

また、施工中はリアルタイムにトレンチャーの軌跡を視認でき、蛇行等による未改良範囲が発生した場合でも再改良等の対応が即座に可能となる。

2) 施工精度

マシンガイダンスにより効率的かつ精度よく所定位置へ誘導でき、水平精度 $\pm 3\text{ mm}$ 、高さ精度 $\pm 3\text{ mm}$ 以内を確保できる。

3) オペレータの負荷低減

視覚的に誘導できるため、オペレータの負荷が低減できる。また、オペレータの技量によらない均一な施工が可能となる。

4) 安全性

改良機付近に作業員や誘導員等が必要なく、接触事故が回避されるため安全性が向上する。

5) 出来形管理帳票

トレンチャー中心座標・深度を管理し、10秒毎に施工データを取得する。区割毎に軌跡・平面位置（偏差）・深度データを集約しグラフ化し、作業日報として帳票を作成する（図-4参照）。

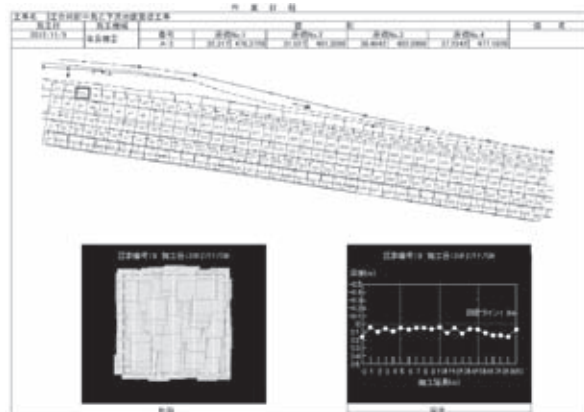


図-4 作業日報

4. おわりに

今回開発したマシンガイダンスシステムにより、地盤改良機を効率よく目標位置へ誘導でき、高精度な施工が可能であることを確認した。

本システムは、地盤改良機および杭打機等による施工に適用可能である。但し、下記においては適用範囲外となる。

- 1) 自動追尾式 TS と全反射プリズム間に障害物があり視認できない場合
- 2) 自動追尾式 TS と全反射プリズム間距離が500 m 以上となる場合

トンネルにおける補修工の施工について

長野県土木施工管理技士会

吉川建設株式会社

現場代理人

金田 義幸

Yoshiyuki Kanada

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成25年度鳥居トンネル補修工事
- (2) 発注者：中部地方整備局 飯田国道事務所
- (3) 工事場所：長野県塩尻市～木祖村
- (4) 工期：平成25年11月29日～
平成26年9月30日

(5) 工事内容

裏込め注入工：1120m³、面導水板撤去工：10,463m²、
剥落対策工：680m²、ひび割れ注入工：184m

鳥居トンネルは、国道19号の、長野県塩尻市と木祖村の境に位置し、昭和53年度に開通した延長1,738mのトンネルである。笹子トンネルと同様な天井板のある構造である。本工事は天井板撤去に向けた準備工事として発注されたものである。

2. 現場における問題点

- (1) 工事を受注した段階で既に天井板撤去を5月着手、8月完了とする発表がされており、施工できる期間は約5カ月間の予定であったが、着工前に行った工事連絡会において、覆工部を覆っている面導水板撤去後に再調査を行い、詳細設計をする旨が知らされた。この再調査（空洞調査、打音、目視確認）にかかる期間を考慮すると、補修にかけられる期間は2カ月程度しか

ないこととなった。

- (2) 覆工部の85%を面導水板が覆っていることから、撤去作業・削孔作業時の湧水処理を検討しておく必要があった。
- (3) 湧水量や空洞の状態によって空洞充填工の施工方法を検討しておかなければならない。（当初計画は可塑性モルタル充填であった。）
- (4) 再調査結果によって補修内容を検討するため、資材・労務の手配の時間不足が懸念された。上記を検討課題とし面導水板撤去を進める事とした。

3. 対応策と適用結果

- (1) 面導水板撤去から再調査、詳細設計にかかる時間を短縮するため、在来工法で空洞のできやすい箇所が天頂部に集中することから、頂部の面導水板3枚を先行して撤去し、電磁波探査を行った。その後、両側面を撤去し、電磁波探査する順番とすることで日数の短縮を図った。
- (2) 湧水はあったものの、そのほとんどが水滴・滲みであったため、大掛かりな湧水処理は不要であった。しかし、撤去が1月末から2月中旬にかけての作業となったことから、抗内気温が-10℃以下になることが多々あり、水滴が大きな氷柱（図-1）となってしまう、解氷に手間取る事態が生じた。そこで、仮設として線導水

を設置し氷柱とならないよう対応した（図-2）。
 (3) 湧水はわずかであったが、空洞は、天頂部の電磁波探査の結果、当初10か所程度の想定であったが、96箇所確認された（図-3、図-4）。

工法は、覆工背面に湧水があり、流失の可能性があること、必要な細粒分の砂が手に入らない地域であったことから、発砲ウレタン工法へ変更した。（ウレタンは疎水性であるが、水と反応し発砲する為、滲みのあるような場所でも対応でき用途が広い）また、空洞箇所が多く、詳細調査の時間が無いため、ファイバースコープで調査しながら



図-1 漏水の凍結状況



図-2 線導水設置状況

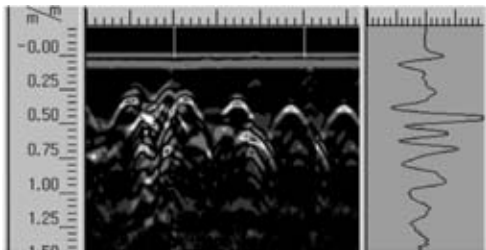


図-3 電磁波探査出力図

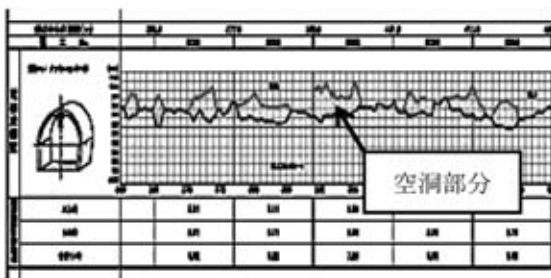


図-4 電磁波探査縦断面図



図-5 ファイバースコープ確認画像

ら充填を行った（図-5）。電磁波データを現場にプロットし、中央部へ調査削孔を行って確認し、空洞範囲が広い場合は、発砲ウレタンの膨張率（概ね1.5m）を考慮し、放射状に1.5mピッチに追加して削孔を行い確認した。

(4) 再調査時に現場サイドでも打音・目視調査を平行して行いながら不良箇所を確認し、施工方法等の協議を発注者・設計コンサルとタイムリーに行うことで、資材調達までの時間を短縮するようにした。

4. おわりに

当工事は天井板撤去に先駆けた準備工事であり、天井板撤去工事の日程が公表されていたため、工程的に限られた中で対応する必要があった。しかし、施工は天井板を施工ヤードとして使用することができ、広範囲を一度に施工することが可能であったこと、また、撤去する天井板上での作業のため、現道工事につきものの規制による時間の制約を受けなかったことは、様々な対策を行う上で有効な条件であった。

また、空洞充填のようなトンネル補修工事を行う場合、注入材のリークの位置を特定する事が難しいため、車道を共用しながら施工する場合は、注入材が通過車両にかからないようにする検討が必要となるが、本施工では天井版がその役目を果たしてくれた。

このように、施工環境上は、様々な対策を行いやすい状況にはあったが、協議をタイムリーに行い、事前に様々な対策を考えておくことで、工程の遅滞を防ぐことができたと考えている。

新幹線 鋼鉄道橋（大場川 B） 支承取替工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会
横河工事株式会社

現場代理人

坂井 渉[○]

Wataru Sakai

工事担当

滑川 行広

Yukihiro Namekawa

設計担当

高田 基樹

Motoki Takada

1. はじめに

東海道新幹線の土木構造物は、日々の入念な検査・補修・補強により健全性は十分に維持されている。一方、将来のいずれかの時点において、経年劣化による大幅な設備の更新に備える必要がある。本鉄道では、新幹線運行に支障を伴う橋梁架け替えなどの設備更新ではなく、予防保全の観点から新幹線の通常運行を維持しながら既存設備の長寿命化を図る工法を採用し、大規模改修工事を開始した。

本工事は、この東海道新幹線大規模改修工事の一部であり、三島市に位置する5連の鉄けたからなる鋼鉄道橋（図-1 大場川 B）の支承部の取替および補強工事である。

本稿では、工事の概要について報告する。



図-1 大場川 B

工事概要

- (1) 工事名：静岡地区三島保線所管内土木構造物大規模改修その他工事（鋼橋その1）
- (2) 発注者：東海旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：静岡県三島市加茂川町
- (4) 工期：平成25年5月～平成28年3月
- (5) 上部工：鋼単純桁橋（I桁4連+箱桁1連）
- (6) 下部工：コンクリート橋脚

2. 現場における問題点

本工事における留意点を以下に示す。

- (1) 新幹線の通常運転を維持しながら工事を行う必要があるため、支承取替の施工中は、新幹線の衝撃を含む列車荷重を支えることができる仮受設備が必要である。
- (2) 主桁のジャッキアップ、ダウンや補強部材設置のための孔明は、安全な作業かつ品質確保のため、新幹線通過による衝撃を避ける必要がある。
- (3) 既設支承の支承台座は、樹脂系のモルタルが使用されていた。樹脂系のモルタルは粘性を有しているため、ブレーカを用いたハツリ作業ができない。
- (4) 橋脚前面には、鋼桁ジャッキアップのため、アンカーボルトで固定した鋼製ブラケットを設

置する必要があるが、このブラケットを固定するためのアンカーボルト位置を正確に計測し、工場製作に反映させる必要がある。

3. 問題点への対応策

前述の問題点に対し、以下の対策を実施した。

- (1) 仮受期間中は、橋脚前面の鋼製ブラケット上に設けた本支承と同等の機能を有する仮設支承を設置し、これにより新幹線の通常運行を確保した。さらに、仮支承は、支承取替の施工完了後も高さ方向に隙間を設けた状態で残置し、地震時における横移動制限装置としての機能を持たせた。(図-4 施工完了)
- (2) 新幹線通過による衝撃を避ける必要がある作業は、夜間の旅客列車が通行しない線路閉鎖の時間帯で行った。線路閉鎖での作業は、新幹線の運行に支障がでないよう開放時間を厳守する必要があり、事前に試験施工を行うなど、入念に計画したタイムスケジュールにより行った。
- (3) 既設支承の支承台座のハツリ作業は、大径のダイヤモンドコア削孔機(図-2)を使用した。この工法を採用することにより、粘性を有する樹脂系モルタルの除去を実施することができた。
- (4) アンカーボルト設置のためのコア削孔は、RCレーダー探査により橋脚内の既設鉄筋の位置を確認し、既設鉄筋を切断しないよう十分に配慮して作業を行った。不規則な配置となったアンカーボルトの位置計測は、ターゲットを用いた写真計測(図-3)を採用した。写真計測を利



図-2 支承台座ハツリ作業(コア削孔)



図-3 アンカーボルト写真計測



図-4 施工完了

用することで、従来のフィルム型を使用する手計測に比べ作業効率が向上し、高い精度で行うことができた。

4. おわりに

現在は、大場川Bの一部の支承取替を完了し、同じく三島保線所管内に位置する柳沢Bの支承取替工事を行っている。今後も、これまでと同様に安全には十分に配慮し、新幹線の安全な運行の支障とならないよう取り組んで行く所存である。

本工事の施工に際して、様々なご指導を頂きました東海旅客鉄道株式会社新幹線鉄道事業本部施設部工事課ならびに三島保線所の方々に深謝する次第である。

最後に、本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。