

I. 技術論文

1

施工計画

PC 栈橋上部工のはさみ込み施工について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

所長

氷川 勝之[○]

Katsuyuki Hikawa

監理技術者

藤田 智行

Tomoyuki Fujita

1. はじめに

急増するアジア諸国との交易に対応するために東京港国際海上コンテナターミナル整備事業が進められている。

本工事は、東京都港湾局が建設する「-11m 岸壁（延長200m）」の栈橋新設工事である。既設栈橋（②・⑥ブロック）の間に挟まれた場所 L=75m に PC 栈橋上部工 3 ブロック（③④⑤）を建設するものである（図-1、図-2、図-3 参照）。

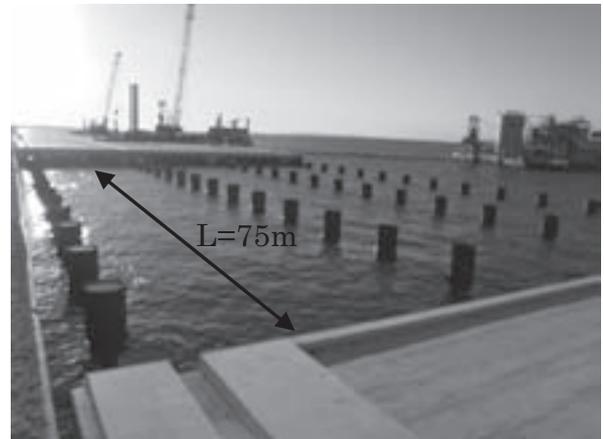


図-3 着工前写真

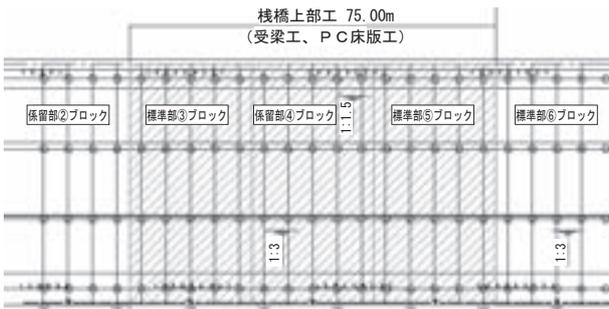


図-1 栈橋平面図



図-2 標準断面図

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度中央防波堤外側外貿コンテナふ頭岸壁（-11m）栈橋整備工事
- (2) 発注者：東京都港湾局
- (3) 工事場所：東京都江東区中央防波堤外側埋立地
- (4) 工期：平成24年11月12日～平成25年3月14日
- (5) 工事内容
施工延長75m（25m×3ブロック）
岸壁天端高 AP+4.00m
栈橋式支保工組外し900m²
受梁工（コンクリート1,950m³）
PC 桁製作・据付297本（L=13m）
PC ケーブル組立、緊張216本

施工手順は、大まかに以下の4段階である。

- ①既設鋼管杭に栈橋式支保工を設置し現場打ちにより受梁下部コンクリートを打設する。
- ②プレキャスト PC 桁を陸上クレーン及び海上クレーンにて受梁上に架設する。
- ③ PC 桁の桁間に、間詰めコンクリートを打設し、ジャッキにて PC 鋼線を横締め及びグラウト注入する。
- ④全ての PC 桁横締め完了後、受梁上部コンクリートを打設し栈橋を一体化する。

また、平面的な施工展開は、端部から順次、ブロック単位で仕上げて行くのが通常であるが、工期短縮のため、両端のブロックを同時施工し、最後に真ん中のブロックを施工することとした。

2. 現場における問題点

施工にあたり3つの課題があった。

①受梁施工時の課題

中間の受梁は断面的に左右対称、また陸側の受梁は鋼管杭が被覆石で固定されているため、受梁コンクリート打設後の変位は生じない。しかし、海側受梁は、海側へ張り出した構造であるため、杭に対する偏荷重により前面に傾く変位が生じる断面形状である。変位量が大きいと岸壁法線のズレが生じるだけでなく、PC 桁の所定のスパン長が確保できなくなる可能性がある。

② PC 桁架設時の課題

前述の①の課題に関連して、PC 桁架設時は、PC 桁が受梁に設置されたままの状態では固定されていない。このため、受梁上部コンクリートで栈

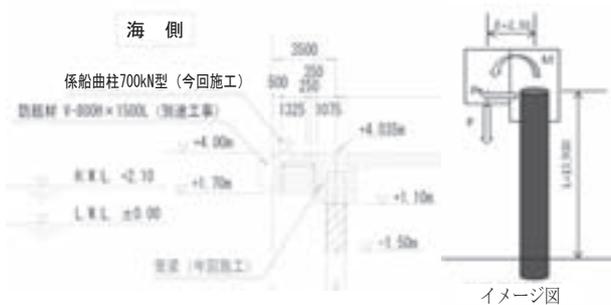


図-4 海側受梁断面図

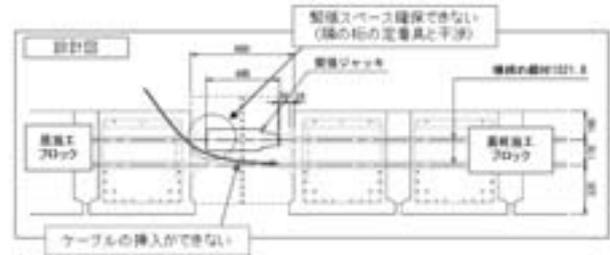


図-5 最終緊張箇所断面図

橋が一体化されるまでの間の変位が懸念される。

③ PC 桁緊張時の課題

通常の PC 栈橋は PC ケーブルの横締め作業に配慮し、PC ケーブルの挿入・緊張作業に必要な作業スペースを確保できるように、栈橋の片側から施工する。今回の施工範囲では両側を既設栈橋に挟まれているため、最終施工ブロック (④ブロック) は、隣ブロックの端桁があり緊張スペースが680mmしか確保できず、通常の施工方法では緊張作業が出来ない。また、PC ケーブルの挿入も不可能であり、その両方の問題を解決する必要がある。(図-5参照)

3. 工夫・改善点と適用結果

①受梁施工時の課題は、栈橋前面法線に対して大きく影響するため、以下に示す対策を検討した。

鋼管杭は単杭であり軟弱な海底地盤から13mも突出しているため、図-6に示すように鋼管杭頭部に垂直材 (H 形鋼) を設置し、前面鋼管杭と中間、背面鋼管杭を水平材 (H 形鋼) にて連結し、法線直角方向の基礎杭4列を一体化した。①各受梁を支保工の段階で連結した後にコンクリートを打設することで、②受梁コンクリート打設時の偏芯抑制を図った。

② PC 桁架設時の課題は、前述①の各受梁を連結した状態で PC 桁を架設することで解決するが、

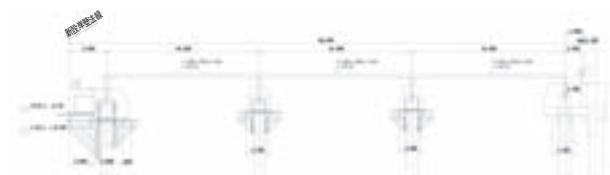


図-6 支保工連結材断面図

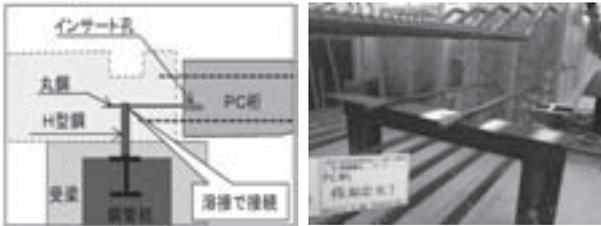


図-7 インサート筋詳細図

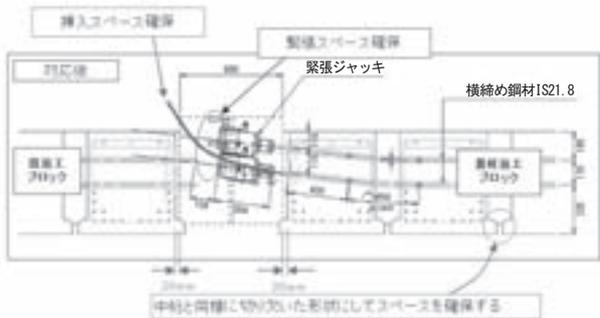


図-8 対応断面図

支保工連結材がある付近はPC桁が架設できない。よって、予め工場製作の段階でPC桁にインサート筋を設置し、架設時にインサート筋と受梁を固定する。固定完了後、支保工連結材を取り外し、残りのPC桁を架設することとした。

上記①、②の対策により、施工手順や安全対策を事前に構築し対応したことで、岸壁法線は、所定の許容値を十分満足することができた。

③ PC桁緊張時の課題は、やはり作業スペースの確保が大前提であり、PC桁の構造及び緊張機の縮小化を念頭に、以下に示す3つの対策を早急に検討し実施した。(図-8参照)

a. 端桁に中桁と同様の切欠き部を設置

切欠きは、間詰部のPCケーブル挿入部にシーすを取り付けるためのものであり通常、中桁には設けるが、端部の桁には設けない。少しでも緊張スペースを確保するため、中桁同様に切欠き部を30mm設けた。

これに伴い、30mmの切欠きによるグリッド筋(定着金具補強筋)のかぶり確保についての検討を行った。

PCケーブル挿入部のグリッド筋がスターラップの外側になってしまうのでかぶりが不足する。

そこでPC桁製作に使用するコンクリートの設

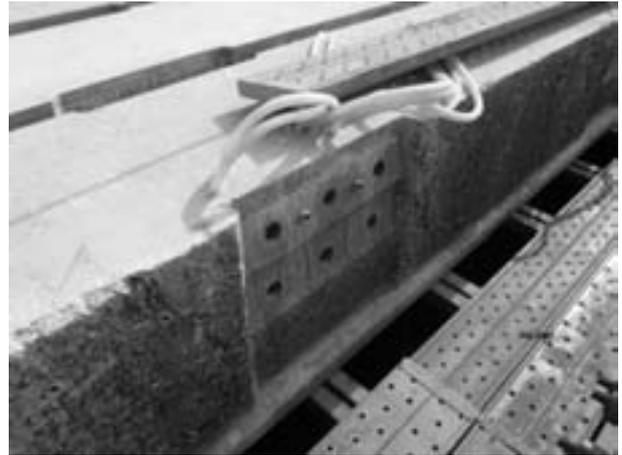


図-9 切欠き部形状

計強度が $50\text{N}/\text{mm}^2$ であることを考慮し、グリッド筋のサイズを変更することとした。

これによりグリッド筋のサイズを $\square 160\text{mm}$ から $\square 120\text{mm}$ に小さくすることが可能となり、所定のかぶりを確保できることを確認した。

b. PCケーブル挿入部の位置を変更

PCケーブルの挿入スペースを確保するため、構造細目で許容される最大の曲げ半径 $R=3800$ で、定着金具の位置を上方に変更した。

これに伴い、PCケーブルを曲げ上げることによるシーすとの摩擦検討を行った。

シーすとの摩擦により、PCケーブルに導入したプレストレスは区間長に比例して徐々に減少する。(図-10参照)

曲げ上げ区間(②~③)は通常の区間よりも摩擦が大きく、導入したプレストレスの減少率も、通常の0.5%に比べ10.6%と大きくなる。(表-1参照)

その他の項目についても詳細に検討した結果、最終有効プレストレスを確保するために必要な初期引張応力度は $1,282\text{N}/\text{mm}^2$ となった。

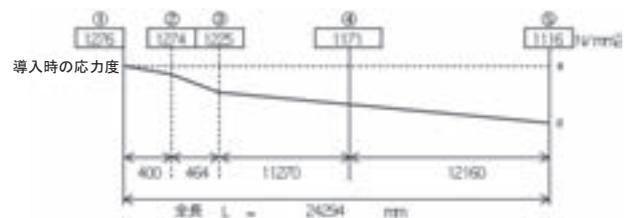


図-10 プレストレス導入モデル図

表-1 プレストレス減少量

区間	区間長 (mm)	減少量 (N/mm ²)	減少率 (%)
①～②	400	2	0.5
②～③	464	49	10.6
③～⑤	23,430	109	0.5

通常条件であれば1,240N/mm²であったため、結果3.4%増となった。この値はPC鋼材の許容応力度以下であり、品質は十分に確保されることを確認した。

(図-10の①1,276N/mm²は、定着具の摩擦損失-6N/mm²を初期引張応力度1,282N/mm²から控除している)

c. ストロークの小さな特殊ジャッキを採用

緊張スペースを確保するため、通常よりも短いジャッキを使用する。

ジャッキ長を485mm→364mm (▲121mm) に短縮した。

これは全国に2台しか保有されていない(当社



図-13 緊張状況



図-14 完成全景

調べ) 特殊ジャッキであり、早期に確保した。

上記③の対応により端部の緊張作業をスムーズに行うことができ、所定の品質を確保することができた。

4. おわりに

当工事は、①工期が短い中でPC桁の製作を遅滞なく開始すること、②製作が完了してきたPC桁を所定の品質・出来形を満足させるための受梁の施工をすること、③挟み込まれた場所でのPC桁横締め施工という複数の課題が絡み合う複雑な工事であった。

事前に発注図と現場条件の精査を行い、標準的な施工ではできないことを的確に把握し、早急に構造検討を行い発注者の了解を得たことで、複雑な断面的な施工手順にも、また、挟み込まれた平面的な場所での施工も、どちらも解決し工期を満足し安全に終えることができた。

同様の案件は多々あると思われるが、早急な設計・図面の照査及び現場条件の把握を早期にかつ緻密に実施することがこれほど重要であると痛感した現場は初めての経験であった。



図-11 PCケーブル挿入状況

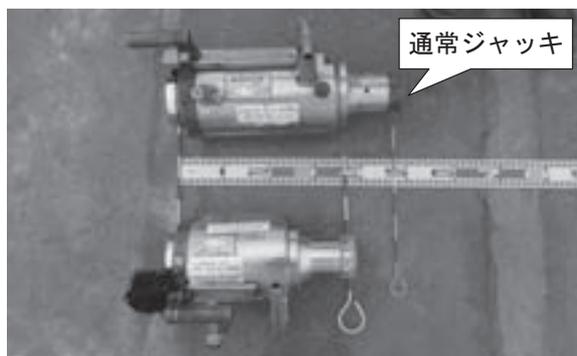


図-12 使用ジャッキ

施工計画

三陸縦貫自動車道の4車線化に伴う 橋梁建設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

監理技術者

西 憲一郎[○]

Kenichiro Nishi

現場代理人

丹伊田 良 治

Ryoji Niita

工事主任

五十嵐 勉

Tutomu Igarashi

1. はじめに

矢本大橋は宮城県石巻地域の三陸縦貫自動車道矢本IC～石巻港IC間に位置し、二級河川定川に架かる鋼道路橋である。本工事では、4車線化に伴う橋梁の建設工事として、橋梁設計の見直し、鋼桁の送出し架設、I形鋼格子床版および壁高欄の施工を行った。

工事概要

- (1) 工 事 名：矢本大橋上部工工事
- (2) 発 注 者：東北地方整備局仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県東松島市赤井地内
- (4) 工 期：平成24年3月13日～
平成25年10月31日
- (5) 橋梁形式：鋼2径間連続非合成箱桁
(I形鋼格子床版)
- (6) 橋 長：126.8m

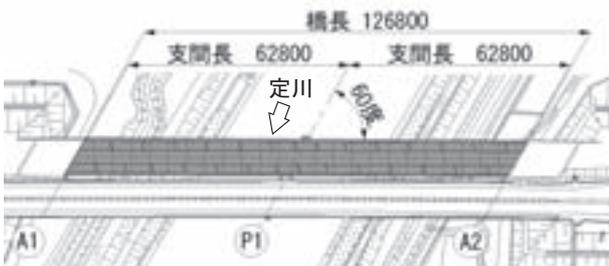


図-1 平面図



図-2 鋼桁の送出し状況

(7) 支 間 長：62.8m + 62.8m

(8) 架設工法：送出し工法

本稿では、本工事で生じた種々の問題点の内、主に鋼桁の送出し架設について、工夫した内容を報告する。

2. 現場における問題点

本工事は、架設計画段階において以下のような問題があった。

1) 三陸道との近接作業

供用中の既設橋と本橋との間隔は壁高欄の外側で1.2mと狭く、また、A1橋台側の盛土部の送しヤード上でも道路と送し軌条上に架設した鋼桁との間隔が2mと、かなり近接した状態での施工であった。さらに、桁架設を行う冬季には、常に10m/s近い北風が既設橋側に吹き抜けるため、飛散物等による第三者災害も想定された。

2) 斜角60度の送し作業

斜角を有する桁の送出し作業では、構造的な特性により送出し装置上の主桁反力のバランスが崩れやすいことが知られている。このため、作業中に想定以上の反力が生じ、鋼桁が損傷することを防ぐ必要があった。

3) 交通規制の低減

本工事では、度々、三陸道を夜間全面通行止めし、作業を行う必要があった。特に、P1橋脚上の送出し設備設置・撤去では、既設橋上にクレーンを据えて作業を行った。交通量が比較的少ない夜間とはいえ、主要国道の通行止めが地域に与える影響を考慮すると、規制日数、規制時間ともに低減することが求められた。

3. 対応策と適用結果

前述の問題を解決するために、次の対策を実施した。

1) 近接作業上の工夫

桁架設のメインヤードとなる A1 橋台側の盛土部は幅が12m と狭く、鋼桁を供用中の道路から離れた位置で架設、送出し、降下後に正規の位置に横取りする等の抜本的な対策は取れなかった。このため、以下に示す複数の対策を実施し、総合的な安全確保を行った。

①クレーン分解組立専用装置の利用

鋼桁を送出し軌条上に架設するために、200t 吊オールテレーンクレーンを使用したが、クレーンの分解組立に通常のラフテレーンクレーンを使用した場合、ヤードの幅が足りず、供用中の道路に作業帯を張出す必要があった。そこで、幅6m でも作業が可能となる分解組立専用装置を利用した(図-3)。本装置は、11tトラックで輸送可能で、自力での据付、再積載が可能となっている。

②クレーン作業警報監視システムの利用

送出し軌条上に架設した鋼桁と供用中の道路との間隔が2m と狭く、クレーン作業中に鋼桁ブロックが道路上にはみ出した場合、重大事故の危険が生じる。このため、道路から1m の位置にレーザー距離スキャニングセンサーを使った警報



図-3 クレーン分解組立専用装置



図-4 クレーン作業警報監視システム

監視システムを設置した(図-4)。これは、放射状にレーザー光を照射して長さ80m の光の壁を作ることで進入する物体を検知し、警報を出すシステムである。この他にも、鋼桁ブロックの四隅に介錯ロープを取付け、常に4人で介錯を行う、平均風速が10m/s 以下でも突風の可能性がある日は架設作業を中止するなど、安全確保に努めた。

③飛散物対策

桁架設中は常に10m/s 近い北風が既設橋側に吹き抜けるため、飛散物を防止するための養生には細心の注意を払った。特に、道路側の主桁上の手すりや、主桁ジョイント部の部分作業足場には、落下物防止ネットを先行設置した他、資機材の整理整頓を徹底した。また、塗料の飛散防止にも配慮し、鋼桁外面の現場塗装は、送出し後の桁降下完了を待って、路面より下での作業を行えるように工程を調整した。

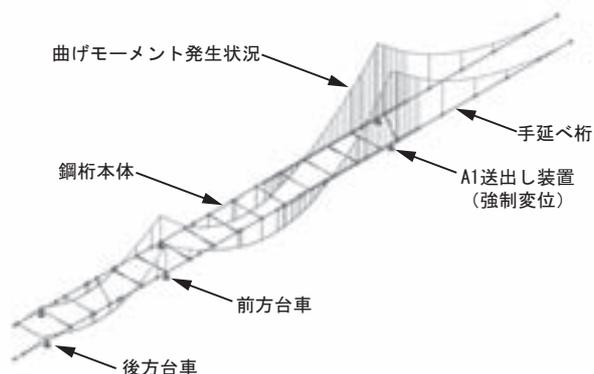


図-5 平面格子解析結果（強制変位あり）

2) 送出し作業上の工夫

本橋は、交差する河川の影響で、A1、P1、A2共に60度の斜角を持つ斜橋である。このため、各橋脚上の送出し設備は、鋼桁に対して60度の角度で斜めに配置される。このような斜角を有する桁の送出し作業では、支点から張出した部分の桁のねじれに伴い、送出し装置上の主桁反力に変動が生じやすい。

事前検討として行った、手延べ桁の先端がP1橋脚に到達する直前の状態での平面格子解析では、G1、G2主桁の反力および曲げモーメントが1.5倍差となる結果となった。ただし、この反力差は、横桁で繋がったG1、G2主桁が一体となって変形しようとするのに対して、斜角なりに前後にずれた支点がその変形を拘束するために生じており、解析上も一体的な変形を阻害しないように支点到強制変位を与えることで、反力のアンバランスは解消された（図-5）。

なお、実施工においては、送出し装置をジャッキアップ・ダウンすることで、解析上の強制変位を再現することができ、その結果、反力調整が行われることとなる。

このような特性を持つ斜橋の送出しを実施するにあたり、本工事では、送出し作業中の各支点の送出し装置上の主桁反力と許容反力をモニター上で比較管理できるシステムを導入し、常に許容反力以下となるよう反力調整を行いながら、送出し作業を行った（図-6）。

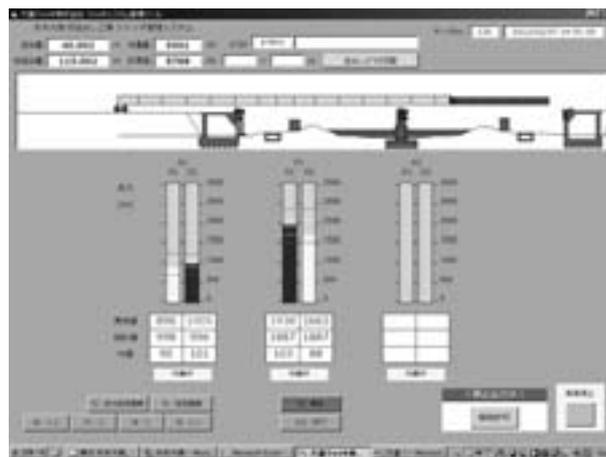


図-6 送出し主桁反力管理システム（計画画面）

許容反力の算出にあたっては、送出し量1m毎に平面格子解析モデルを作成し、強制変位による支点上の反力調整を行った上で送出し装置上の主桁反力の計画値とした。また、この計画値に1.2の不均等係数を乗じた値を許容反力とし、主桁の架設補強もこの値を満足できるように行った。

図-7に実際の送出し作業時に計測した送出し装置上の主桁反力の一部を示す。

これより、平面格子解析モデルで算出した計画値と実測値がほぼ一致しており、かつ、許容反力以下で送出し作業が行われたことがわかる。

3) 交通規制の低減

河川中央に位置するP1橋脚上に送出し設備を設置するためには、供用中の既設橋上に65t吊ラフテレーンクレーンを据付ける必要があるため、夜間全面通行止めし、作業を行った（図-8）。

ただし、主要国道の通行止めが地域に与える影

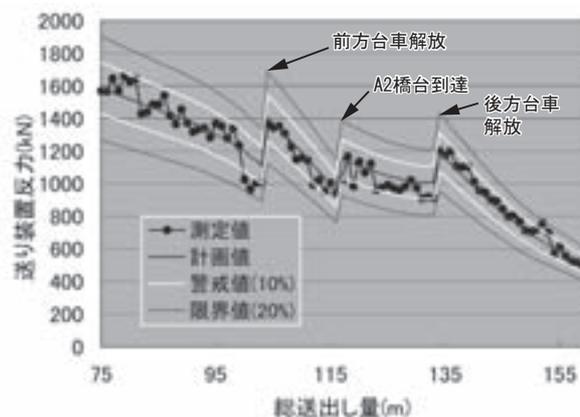


図-7 主桁反力計測結果（A1送出し装置-G1桁）



図-8 三陸道夜間通行止めによる作業



図-10 完成後の全景

響を考慮すると、規制日数、規制時間ともに低減することが求められた。このため、特に作業時間を要する桁降下作業においては、主桁上に吊上げ荷重が3t未満の小型クレーン装置を設置することで、送出し設備から降下設備への組替え、桁降下作業および返送機材の主桁上への集積を交通規制が不要な作業とすることができた（図-9）。返送機材がまとまった時点で、夜間通行止めによる機材の搬出を行うため、規制日数および規制時間の短縮が図れた。実際に桁降下作業を行った13日間の内、夜間通行止めは半分以下の5日間、規制時間も平均4時間半と大幅な低減に繋がった。

この他、救急車等の緊急車両の通行に関しては、15分前に電話連絡を受けることで作業を一時中断し、クレーンのアウトリガーを格納、退避させることで対応した。



図-9 小型クレーン装置（P1支点上）

4. おわりに

本工事では、朝夕の通勤時間帯に慢性的な渋滞が生じている三陸縦貫自動車道の早期4車線化を実現すべく、隣接工事と共に尽力した。三陸道の4車線化工事は今後も続くため、今回と同様な供用中の道路との近接作業、夜間通行止め作業を行う上での参考になれば幸いである。また、斜角を有する桁の送出し作業では、送出し装置をジャッキアップすることで斜橋特有の主桁反力のアンバランスが解消できることが確認できた。

最後に、本工事の施工にあたりご指導いただきました発注者および工事関係者に厚くお礼を申し上げます。

変断面鈹桁橋の送出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 横河ブリッジ

監理技術者

牟田 圭造[○]

Keizou Muta

現場代理人

藍 水 智 一

Tomokazu Ransui

1. はじめに

本工事は、一級河川肱川を横断する鋼橋上部工の架設である。橋長は202.5m、橋梁形式は鋼5径間連続非合成少数鈹桁橋、床版は鋼・コンクリート合成床版である。

以下の理由により送出し工法を選定した。

- ①河川条件により杭基礎ベントおよび栈橋を設置できないためクレーンベント工法が適用不可であった。
- ②下流に既設橋梁があるため起重機船による大ブロック架設が不可能であった。

工事概要

- (1) 工事名：平成23—24年度 大和橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 四国地方整備局
大洲河川国道事務所



図-1 送出し架設全景

- (3) 工事場所：愛媛県大洲市長浜町大和～上老松
- (4) 工期：平成24年1月31日～
平成25年8月31日

架設工法は、A1～P4間を送出し工法、P4～A2間をトラッククレーンベント工法とした。両岸のアプローチが使えず桁全体の地組みスパー

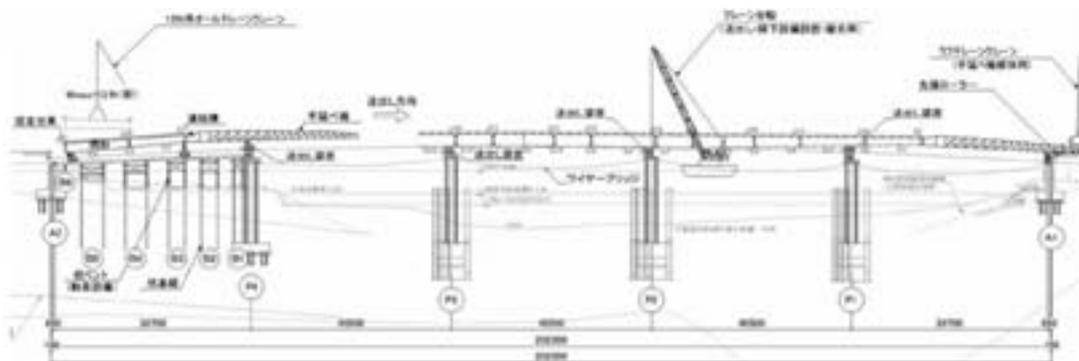


図-2 架設要領図

スが確保できないため、高水敷のP4～A2間に送出し作業ヤードを仮設備により施工し、桁組立および鋼・コンクリート合成床版の設置を120t吊オールテレーンクレーンにより繰り返す送出しのサイクル施工を行った。

送出し設備は、桁先端に手延べ機（L = 32m）を取付け、各橋脚に油圧式送り装置（Cap200t）を用いた。送出し起点をP4橋脚、終点をA1橋台とした。

A1橋台背面の県道を迂回させて、ヤードを8m程度確保し、ラフテレーンクレーンを用いて到達した手延べ機を解体しながら送り出した。送出し後に桁降下を行いA1～P4間の桁架設を完了した。（図-1、2）

2. 現場における課題

(1) 変断面連続桁

桁高は路面縦断勾配によるものと河川のHWLの制限から桁端部では低く、中央に向かい縦断勾配なりに高くなる。設計断面力が小さくなる端支間においては桁高を更に絞り込み、桁端部1,450～2,500mmの変断面である。（図-3）

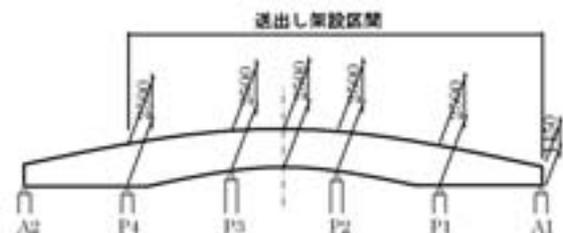


図-3 桁高変化図

変断面連続桁の場合、等支間でかつ変化する断面形状が支間ごとに同じであれば、高さ調整を行うことが可能である。しかし、一部分だけ変断面の場合は、断面が変化していきながら送出しできる設備が必要となる。

(2) 橋脚上の設備設置スペースの不足

断面変化に対応する送出し設備を設置する場合、通常の送出し設備より設置スペースが大きくなる。しかし、中間橋脚上に固定支承を採用し、橋脚基部の塑性化により耐震性能の向上を図るため、支



図-4 クレーン台船使用状況

承寸法が小さく、下部工面積が必要最小限である。断面変化に対応する送出し設備が設置できるかが問題となった。

(3) 橋脚上設備の設置・撤去

送出し設備の組立・解体にはクレーン台船を用いるが、河川条件より使用期間が限られる。送出し架設途中段階でのクレーン台船の使用ができず、橋脚上設備組立・解体でそれぞれ1回の使用とした。（図-4）また、送出しは桁上に鋼・コンクリート床版パネルを設置して行うため、送出し途中段階で桁上に設備の仮置きができず、断面変化に対応する設備はクレーン使わずに組替えが可能なコンパクトなものとしなければならなかった。

3. 対応策と適用結果

(1) 変断面連続桁への対応

変断面部の高さ調整は2通りの方法がある。

- ①送出し装置を高さ調整可能な構造とする方法
- ②変断面区間の桁に高さ調整金具設置する方法

②では、調整用金具設置のため主桁下フランジに削孔する等の処理を変断面区間にする事となり桁本体への影響が大きいため、①の方法を採用した。

送出し桁の変断面区間を除く縦断勾配は曲率半径 $R \approx 12,000\text{m}$ の勾配となり、この曲率なりに送り出すことで高さ調整量が最小となる。（図-5）

手延べ機は、桁との取付け部材（連結構）に角度をつけて、高さ調整量が少なくなるように送出しラインと平行に組み立てた。曲率なりに送出し

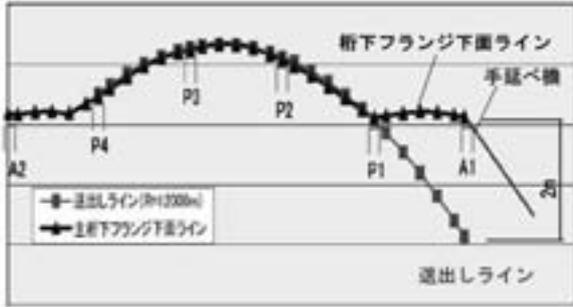


図-5 送出しラインと桁ラインとの関係

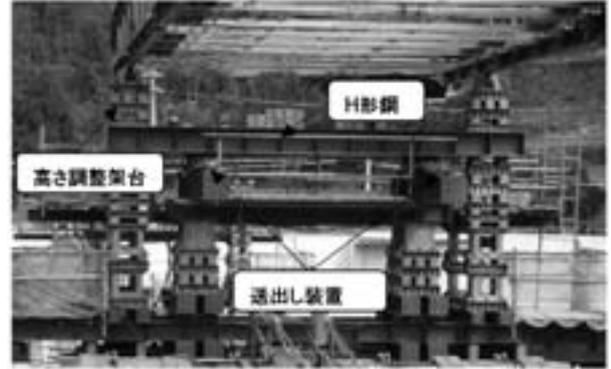


図-6 送出し設備

するため桁組立ヤードも同様の勾配とした。送出しライン (R=12,000m) と変断面区間の桁下フランジ下面ラインとの高低差は、桁端部での約 2 mから中間支点部で 0 mに変化していた。

橋脚上の送出し設備は、最大高さとなる桁端部通過箇所に合わせた高さに設定した。手延べ機は送出しラインと平行に組んであるため高さ調整がいらぬが、橋脚上の送出し設備が桁端部に達した後に高さ調整がある。送出し設備は、2台の送出し装置上に渡したH形鋼に高さ調整架台を設置し、その上に桁を載せる構造とした。高さ調整架台を積み過ぎると不安定となり転倒の危険性があるため、700mm 程度の高さまでとした。(図-6) それ以上の高さ調整はH形鋼および送出し装置を一体として高さ調整を行うこととし、3回に分けて高さ変更した。(図-7、8) この高さ調整は、

降下設備上で桁を支持したのちに一体化した送出し装置とH形鋼を桁からチェンブロック等により吊り下げ、送出し装置下にある部材を解体し、その上に一体化した送出し装置を載せた。

高さ調整は、曲率に合わせて常時調整するのが理想であるが作業性が著しく落ちる。効率を上げるため、高さ調整時に生じる変位を強制変位として考慮して解析を行った。その結果、送出しによる断面力に対し、桁耐力は十分に余裕があり、150 mm の高さ調整を強制変位として考慮しても桁断面は応力上問題無く、各支点のジャッキ反力も最大載荷荷重以下になることを確認した。なお、高さ調整量は、1 m送り出すごとに50mm 程度となる。実際の送出し時には、2つの送出し装置が水平になるように左右のバランスを調整し、各支点

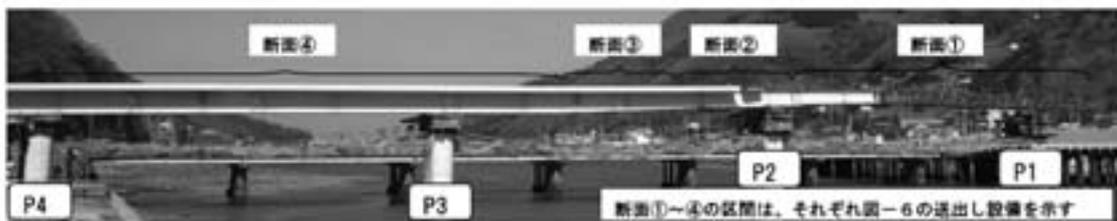


図-7 送出し設備配置

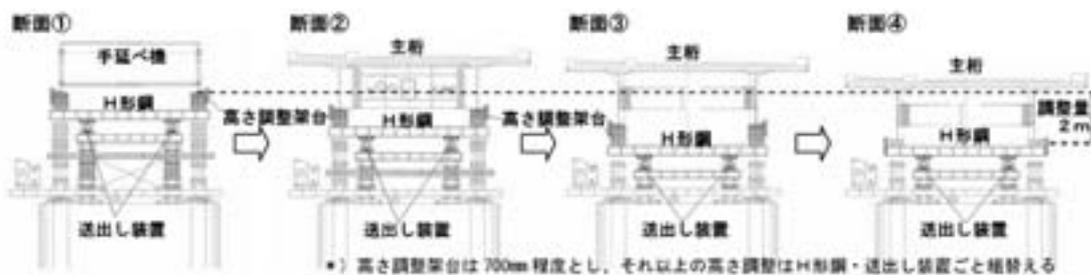


図-8 送出し設備高さ変化

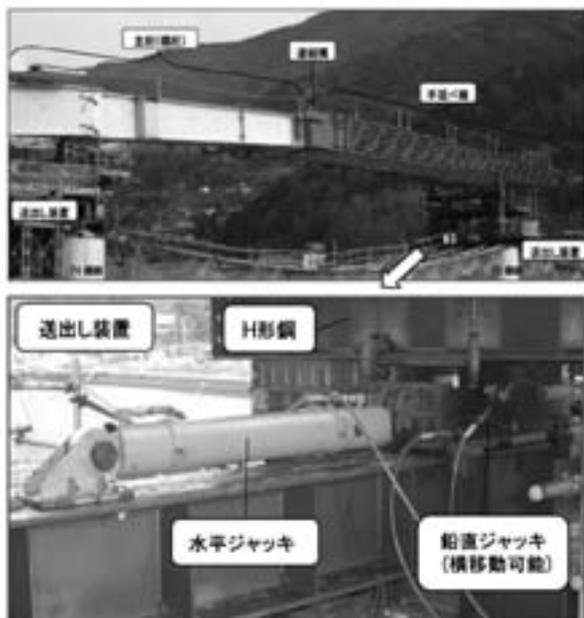


図-9 送出し装置

の反力を確認しながら送出しを行った。

(2) 脚上設置スペース不足および設備撤去

送出し装置の通常構成は、送出し装置部（水平ジャッキ）と鉛直ジャッキ部が一体化している。

設置長が3 m程度であり、今回の橋脚幅では寸法が不足し設置できない。また、H形鋼等で橋脚上に設置スペースを拡幅して従来の送出し装置を設置した場合、撤去時において上面は鋼・コンクリート床版、左右は主桁、下面は橋脚およびワイヤブリッジで囲まれ、橋脚上からの撤去は困難な作業となる。

そのため、狭い橋脚上に設置可能で解体・搬出を考えた構造とするべく、それぞれに独立した鉛直ジャッキと水平ジャッキを組み合わせた送出し装置とした。(図-9) ジャッキ以外の送出し装置の部材は、細かく分割出来るような組み合わせとするため桁受け金具とH形鋼により構成した。脚上の狭いスペース間に仮置きできるようにして、送出し装置の高さ調整時に作業用足場として使えるように部材の配置を行った。

また、従来は桁直下に降下装置と送出し装置は配置するが、橋脚上のスペースが不足するため同一線上に配置することができない。設置スペース確保のため、送出し装置を桁内側に位置をずらし

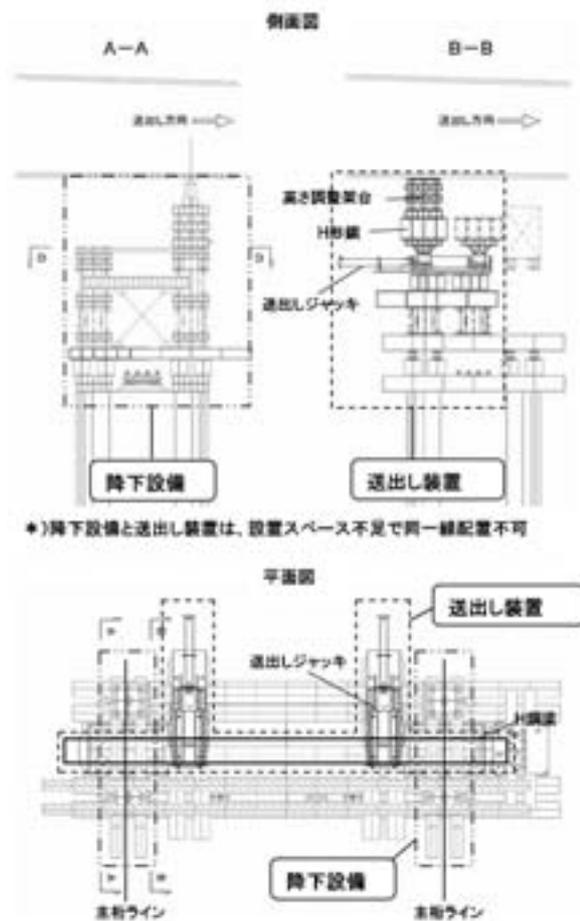


図-10 送出し装置と降下設備

て配置し、その上に張り出したH形鋼上に桁が載る構造とした。この配置により送出し装置と降下設備が干渉せずに作業性を損なうことなく施工可能となった。(図-10)

4. おわりに

本工事は、狭い橋脚上での変断面桁の送出し架設であり、一体化されたジャッキの送出し設備を配置することができないため、従来からの設備の組合せとした。狭いスペースの中で送出し・降下が可能となるように設備は解体・搬出を第一として計画した結果、送出し・降下が作業効率を損なうことなく安全に行うことができた。

送出し架設は高さ調整が無いように計画するのが望ましいが、今回の方法は橋梁本体への影響が少なく有用な施工方法と考える。本報告が同様な工事の施工に役立てば幸いである。

施工計画

大阪中央環状線（新明治橋第四橋）改築工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

高田機工株式会社

現場代理人

現場代理人

戎 昭一郎[○]

大島 辰雄

Shoichiro Ebisu

Tatsuo Ooshima

1. はじめに

阪神高速松原線は大阪都心部と広域的な高速道路（西名阪自動車道、阪和自動車道）を連絡し、都心部へのアクセス性を高める重要な路線であるが現在、近畿自動車道吹田方面と接続されていないことから、一般道路を介しての乗り継ぎとなっている。北西渡り線（Hランプ）は一般道路を通過することなく相互乗り入れを可能にするための道路であるが、接続するスペースを確保するために大阪中央環状線（北行き）の移設工事が必要となる。

（図-1）

本工事はHランプ施工にあたり、大阪中央環状線のなかで大和川を跨ぐ新明治橋第四橋（B0橋、B1橋、B2橋、B3橋）の既設桁を拡幅するのみでなく、撤去、改築および増設を行うものである。（図-2、3）

工事概要

- (1) 工事名：主要地方道大阪中央環状線新明治橋第四橋上部工事（その1）（その2）
- (2) 発注者：大阪府
- (3) 工事場所：大阪府松原市大堀4丁目外
- (4) 工期：平成23年7月12日～
平成25年7月19日
- (5) 型式
（その1）B0橋 鋼単純合成鈹桁

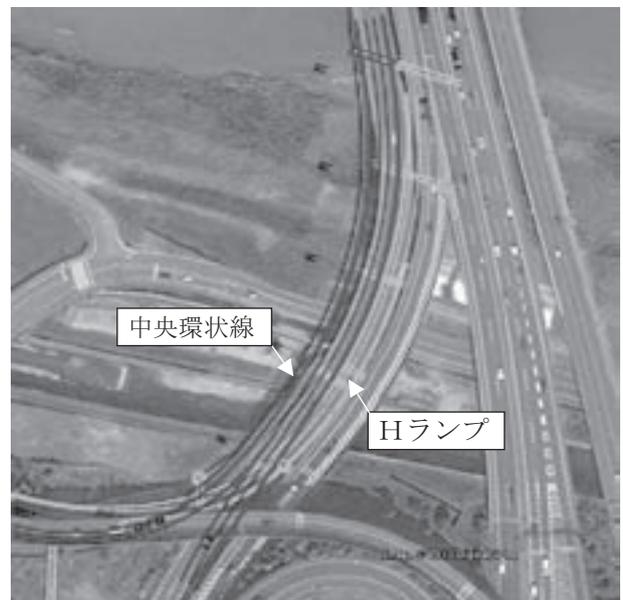


図-1 完成予定図（平面）

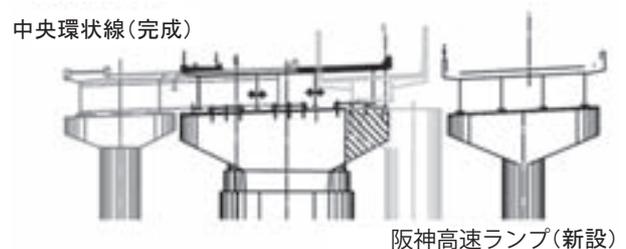


図-2 完成予定図（断面）

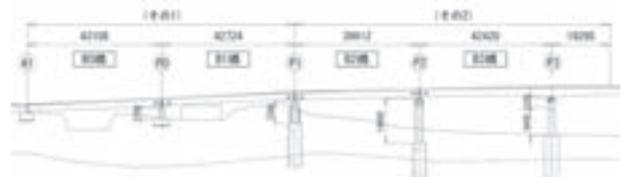


図-3 完成予定図（側面）

（その1）B1橋 鋼単純合成鈹桁

（その2）B2橋 鋼単純合成鈹桁

(その2) B3橋 鋼3径間連続非合成鈹桁

2. 現場における問題点

本橋の架設にあたっては、以下の問題点があった。

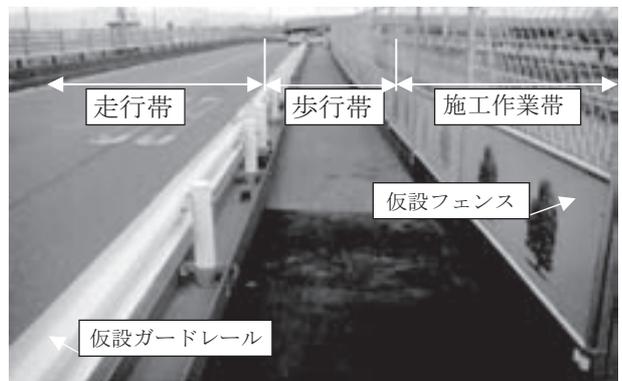
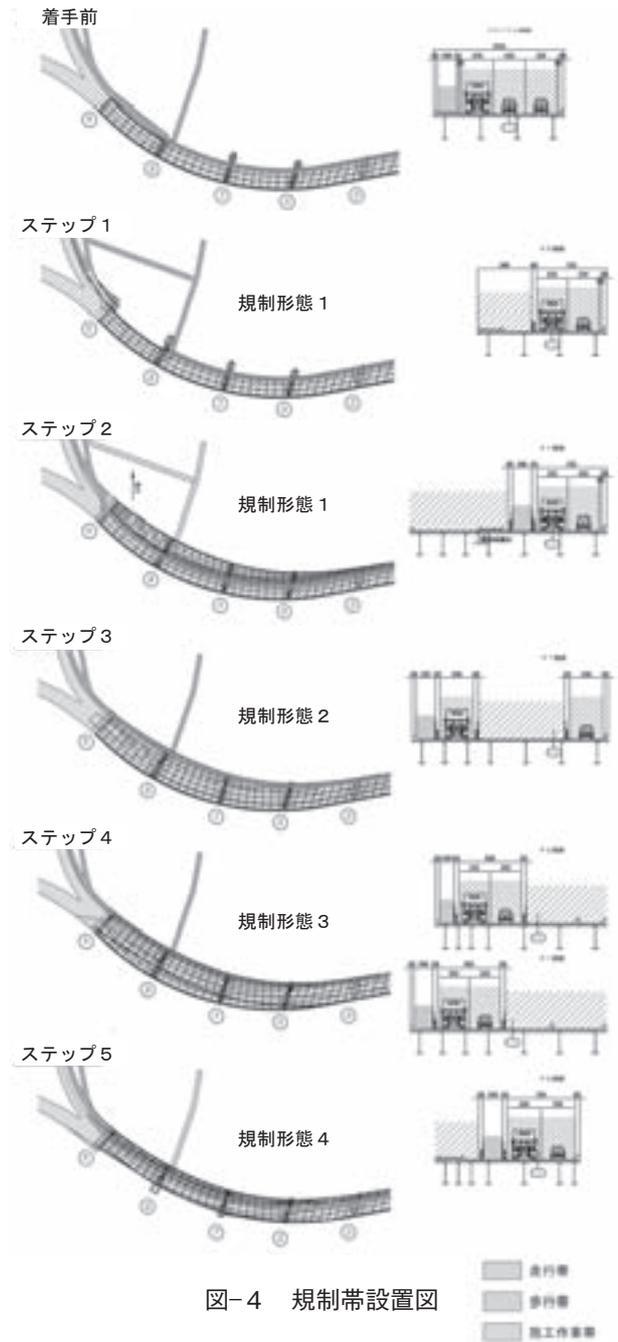
- (1) 大阪中央環状線は、交通量の多い幹線道路であり、通行止めを行うことは困難である。
- (2) 既設橋撤去作業の際、クレーンブームおよび部材が中央環状線供用部上空を通過する（→通行止め規制が生じ、工程に大きく影響する）。
- (3) 施工時の一定期間は、既設桁が曲線2主鈹桁状態で供用される。このためねじり変形が起こる可能性がある（→桁が転倒する恐れがある）。
- (4) 架設ステップ4の床版打設前は、既設桁と新設桁を接続する際、高低差（最大約70mm）を生じるため横桁の連結ができない。
- (5) 既設桁を一部撤去した際、残置する既設部荷重の影響でアップリフトが作用する。
- (6) 二次床版コンクリートの施工において、車両通行時生じる振動の影響によるひび割れが懸念される。

3. 対応策と適用結果

- (1) 大阪中央環状線は平日7万台を超える交通の幹線道路であり、終日通行止めを行うことは困難であることから、交通を遮断することなく供用下で施工することが条件であった。このため施工段階毎に規制帯（仮設ガードレール、仮設フェンス等）を移設しながら施工した（図-4, 5）。
- (2) 作業帯から既設橋（B0橋、B1橋）撤去の際、クレーンブームの旋回および部材移動は中央環状線供用部上空を通過するため以下を実施した。
 - a) 既設桁撤去

クレーンの能力、作業条件を考慮し、主桁1本当たり3ブロックにガス切断しながら500tオールテレーンで吊り上げ、施工ヤード内に撤去した。この際、以下の交通規制を行った。

合流車線…迂回路+夜間全面通行止め



本線 … 1回約2分の一次全面通行止め
(車両台数の減少する23時以降)

一次全面通行止め規制は本線が赤信号になるタイミングで開始し、当該作業および安全確認後速やかに規制解除することで一般車両の通行に支障なく行うことができた。(図-6)

夜間撤去・仮置きした部材は限られたスペースの多くを使用することから作業効率を考え、夜間作業班と昼間作業班の2班体制とした。夜間に部材撤去・仮置き、昼間にコンクリート破砕・切断・部材搬出のサイクルで行い、工程の短縮を図ることができた。



図-6 既設桁撤去(夜間全面通行止め)

b) 既設床版コンクリート撤去

当初大型クレーン使用による撤去計画であったが、夜間規制期間の短縮を考え、既設橋面上に16t ラフタークレーンを設置し、通行帯を確保しながら移動し撤去する計画に変更した。ケミカルアンカーで吊り金具および落下防止金具を取り付け、既設床版を吊り上げながら切断(施工条件に合わせてワイヤソー、道路カッター、ウォルソーを使用)し、適宜ダンプトラックに積み込み搬出した。府道を直下とする箇所のみ片側交互通行規制を伴う夜間作業とすることで、大半を昼間作業として行うことが可能になり規制期間および工程を短縮することができた。(図7)

(3) 架設ステップにおいて、施工時の一定期間に既設桁が2主桁状態で供用される。B0橋およびB1橋は曲線橋であるため、既設桁を撤去することによりねじり変形が起こる可能性があ

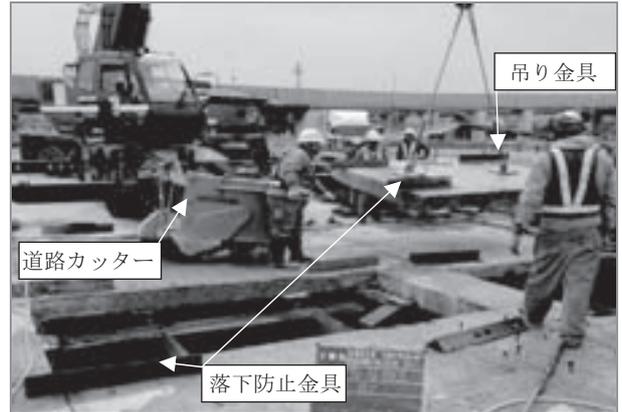


図-7 既設床版コンクリート撤去

った。準箱桁として部材照査の結果、当初断面では応力超過を生じるため、上下横構をガセットが中立軸となるように高力ボルトで補強部材を取付けた。また既設桁撤去後は残置される桁は独立した状態で供用することになるため、万一に備え転倒防止ベントを設置した。よって2主桁状態でも安心して供用することができた。(図-8)



図-8 補強部材取り付け・転倒防止ベントの設置

(4) B3橋拡幅のため、新設桁1本を架設し横桁を既設桁と連結することで安定させる必要があった。架設段階では既設桁と新設桁にキャンバーの違いによる高低差(最大70mm)が生じ

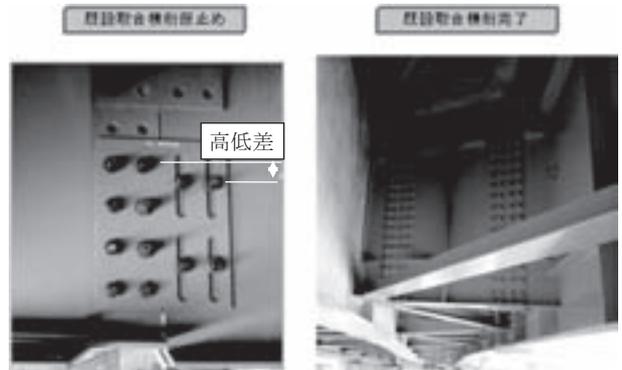


図-9 横桁の連結

るため、鉛直方向に長孔加工した仮連結板を連結した。床版コンクリート打設後たわみの影響を計測し、結果を反映して連結板を製作（高低差が2mm以上残った箇所は上下フランジにフィラープレートを挿入）し、段差および隙間なく新連結板と交換することができた。（図-9）

- (5) B3橋において既設桁と床版を撤去し復旧するまでの間、残置した部材にはアップリフトが生じる。よってこの浮き上がり力を下方に引っ張る力（1200KN）で相殺する必要がある。既設桁ウェブ両面に固定用ブラケット、カウンタウエイトとしてベントを設置し、タイロッドとセンターホールジャッキを用い双方を繋ぐことで床版撤去前に設計荷重の1/2である600KNを載荷（ウエイトには敷鉄板を使用）、床版撤去後に残り600KNを載荷した。各段階で既設桁の挙動をレベルで確認したところ最大2mmの変化であり、ほぼ計算通り浮上りを防止出来た。

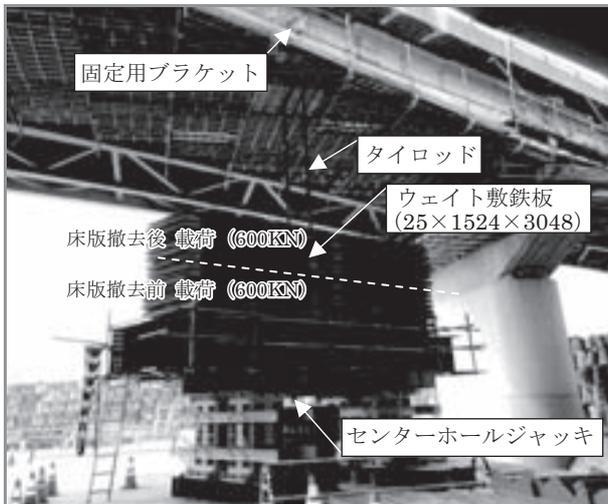


図-10 浮き上がり防止ベント

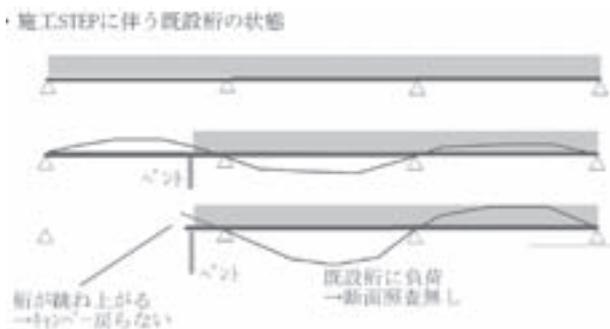


図-11 施工ステップに伴う既設桁の状態

（図-10、11）

- (6) 既設床版と新設床版を接続する床版二次コンクリートの施工は接続部の片側道路が供用下で行うこととなる。このため交通量調査および振動計測を実施し、交通量および振動が減少する夜間22時以降に打設する計画とした。加えてコンクリートの配合を普通コンクリートから膨張材を添加した超速硬コンクリートに変更することで強度発現を早め、道路供用下での影響を最小限にした。打設作業は移動式コンクリートプラント（ジェットコンクリートモビル車）3台で行う計画とし、使用材料とモビル車を作業帯内に配備し、1台（2.5m³）ずつ作業箇所に誘導した。接続部の最大打ち込み量は15m³で、表面は金コテで数回入念に仕上げ、皮膜養生剤を散布、硬化確認後は養生マット+シート敷設と散水で湿潤状態を保持し、結果ひびわれのない良好な仕上がりを得ることができた。（図-12）



図-12 二次床版コンクリート打設

4. おわりに

本工事は、周辺環境や施工方法においても経験したことがない非常に難易度の高いものであった。

阪神高速道路松原ジャンクションのプロジェクトとして関わった隣接業者の方々とは互いに逼迫した工程の中で調整を密に行い、工事を無事完了することができた。また、地域の行事に参加することや工事を通して色々な人と出会い、コミュニケーションの大切さを学ぶことができた。

最後に、この工事に携わったすべての方々に感謝しお礼申し上げます。

施工計画

下路トラス橋における衝突損傷部材の取替え工事

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

神野 勝樹[○] 杉田 謙一

Katuki Jinno Kenichi Sugita

1. はじめに

衣浦大橋は、図-1 に示すように一般国道247号の路線にあり、高浜市と半田市の衣浦港を跨ぐ重交通箇所にある橋梁である。平成23年11月18日に大型トレーラーが横転し、端柱を損傷させる事故が発生した(図-2)。トラス橋では端柱が損傷すると構造的に不安定になるため、その端柱の取替え工事を行った。



図-1 施工位置図

1.1 橋梁諸元

橋梁形式：5径間連続ゲルバー形式ワーレントラス橋

幅員：6.000m (車道)、1.500m (歩道)

橋長：350.720m

支間長：2×67.200m+80.640m
+ 2×67.200m

設計荷重：L-9 (主構)、T-13 (床組)

1.2 歴史

1956年1月27日 有料道路としてI期線開通

1968年4月1日 無料開放

1969年 歩道橋添架

1978年2月 II期線開通

1979年 取付橋改築、床版打換、
床組補強

2000年～2002年 B活荷重対応補強工事



図-2 事故発生状況

1-3 損傷調査と復旧方法

・端柱の変形量

端柱損傷後直ちに変形を計測した結果、図-3に示すように端柱が全体にねじれながら車両進行直角方向に約30mm、車両進行方向に約70mm変形していた。

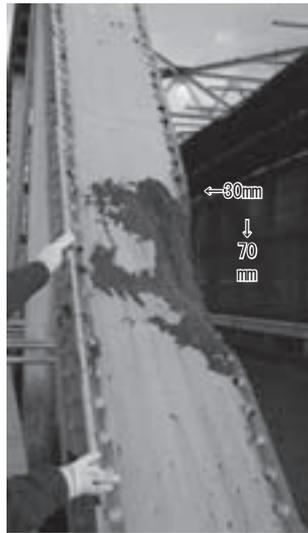


図-3 損傷状況

・応急復旧の実施

衝突により部材の一部が大きく損傷し、部材耐力の低下による橋梁全体の崩壊が懸念された。健全な状態に戻す本復旧を行うためには部材の取替えが必要であるが、そのためには通行止めが必要であった。通行止めを行うには警察等との協議が必要であり時間を要すると考えられたため、緊急対策（応急復旧）として損傷部のみの補強を施すことにした。この方法は、図-4に示すように、部材の上下面にリブ付の補強鋼板をボルト接合で取付けるもので、2車線の内の片側車線のみの規制施工ができ、損傷した部材の耐力を短時間で回復させることができた。



図-4 応急復旧状況

・経過観測

応急復旧で部材の耐力を確保したが、交通止めを必要とする本復旧を完了させるまでには、警察等の協議に1年程度を要すると予想された。その間の安全を確認するために、道路管理者にモニ

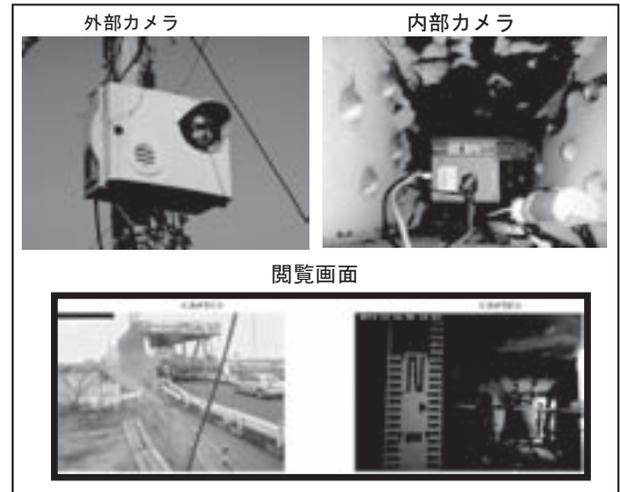


図-5 モニターカメラでの監視状況

ターカメラの設置を提案した。図-5に示すように外部と内部にカメラを設置して、遠景および損傷部材内部の映像を24時間30秒刻みで撮影した。この画像をインターネットにて閲覧可能な状態にし、損傷部材の異常を常時監視できるようにした。

・本復旧の実施

損傷部の詳細調査を実施したところ、支点上ガセット（支点と端柱を接合する部材）が面外方向に約20mm変形していたため、支点直上部分より端柱上部までの約8mの部材を取替える必要があった。

現状復旧するために、部材断面は既設と同じ形状鋼による集成構成とした。接合部は、現在使用されていないリベット接合から高力ボルト接合に変更した。

2. 現場における問題点と対応策

2.1 構造上の問題点と解決策

一般に部材を取替える方法としては、仮の形状保持材を設置する事例が多いが、端柱部材の支点直上部分のスペースがなかったこと、端柱部材が圧縮部材のため座屈を防止する必要があり、形状保持材が大きくなり建築限界内に設置することが困難であったこと、から形状保持材を設置することができない状況であった。

そこで、損傷部材に発生している応力を除去す

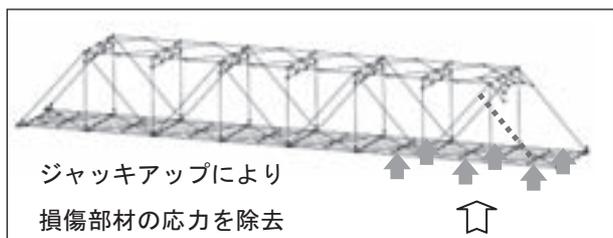


図-6 ジャッキアップ位置図

るために、橋梁を下から支持することにした。本橋はトラス橋であるため、ひとつでも部材が無い状態になると構造的に不安定になり橋梁全体の崩壊に繋がる可能性がある。この方法は、取替え時に一時的に部材が無い状態になるため、部材が無くてもトラス橋全体が不安定にならないように支持する必要がある。図-6に示すように端支点から3格点の6箇所をジャッキアップにより支持した。

応力を除去するためのジャッキアップ反力は図-7に示すモデルで算出した。一般的に直線のトラス橋の設計は、縦桁や床版を考慮しない主構造のみが荷重に対して抵抗すると仮定した平面モデルで行うことが多い。しかし、ジャッキアップ反力を算出するためには、端柱部材に発生している

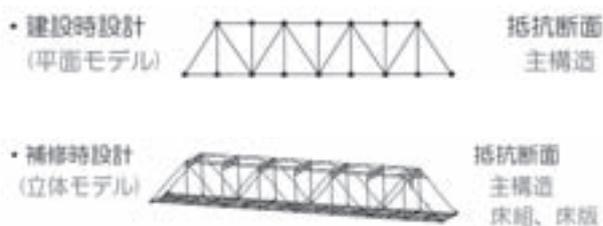


図-7 解析モデル

部材力を正しく評価する必要がある。このため、部材のモデル化にあたっては、縦桁や床版等の剛性の評価を正確に行い、実構造に近いモデルにより解析を行うことが重要になる。今回の反力の算出では、図-7に示す立体モデルにより、縦桁断面に床版剛性を考慮した合成断面としてモデル化した。

図-8に示すようにジャッキアップ位置は海上となるため、海上に築堤した盛土上に架台を設置する必要があった。支持点は多点となるため、盛土の沈下によりその高さが変化すると各支点の反力が変化し、取替え部材の応力が除去することができなくなることが懸念された。

そこで、図-9に示すジャッキアップシステムを構築し、支持点の高さを自動制御させた。支持点の鉛直変位量を自動計測し、沈下量が1mmを超えた場合はジャッキを自動制御し、支持点の高さを元の位置に戻し、トラス橋の形状(高さ)を維持させるようにした。鉛直変位の計測は、6点の高さを同時に計測する必要があったため、図-10に示すようにレーザー計測器を用いて水平方向

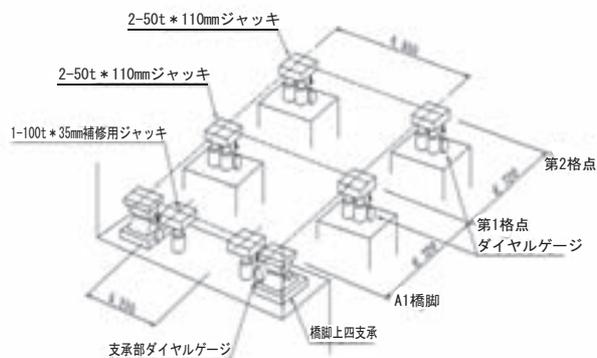


図-9 ジャッキアップシステム図



図-8 ジャッキアップ方法

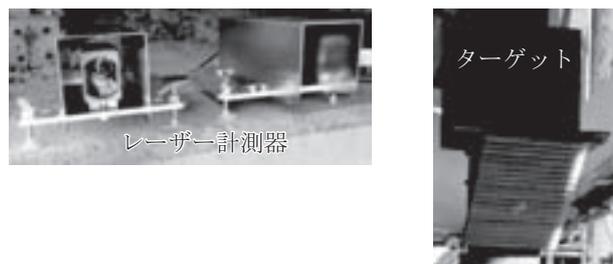


図-10 変位計測システム

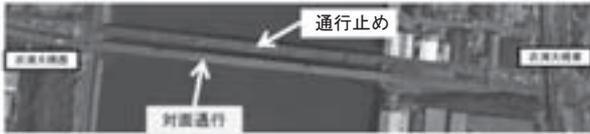


図-11 交通規制要領

から鉛直変位の計測が可能なシステムを採用した。

2.2 現場施工上の問題点と解決策

車両が橋梁上を走行すると、損傷部材を含めた各部材の応力が変動すること、ジャッキアップ支持点の反力が増大し盛土・架台設備が大きくなること、沈下量が大きくなることから、車両を通行止めにして作業する必要がある。そこで、図-11に示すように北側の東行き橋梁を通行止めにして南側の西行き橋梁を対面通行させることにした。

施工現場は交通量が非常に多い箇所であり、現状の片側2車線通行を1車線通行にした場合に、渋滞長や渋滞時間が長くなることが懸念された。この解決策として、1年間の中で比較的交通量の少ない2月の週末に工事を実施することにした。通行止めの規制時間もできる限り短縮し、土曜日の早朝2時から月曜日の早朝2時までの48時間と



図-12 広報位置図

した。また、渋滞発生時には通行者の混乱を招く恐れがあったので、図-12に示す広域な範囲にわたって様々な広報を実施した。

3. 適用結果

本復旧では規制時間内に無事故・無災害にて損傷した端柱の取替えを終えることができた。

想定したように図-13に示すように盛土の沈下量が最大7mm程度生じた。しかし、図-14に示すようにジャッキアップシステムによる制御により、トラス橋の高さを約1mmの範囲で保持する

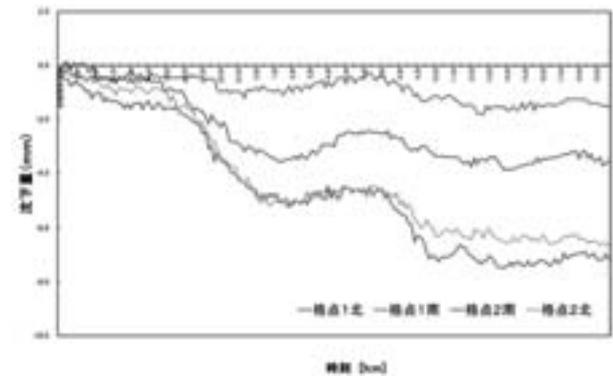


図-13 沈下量の時系列

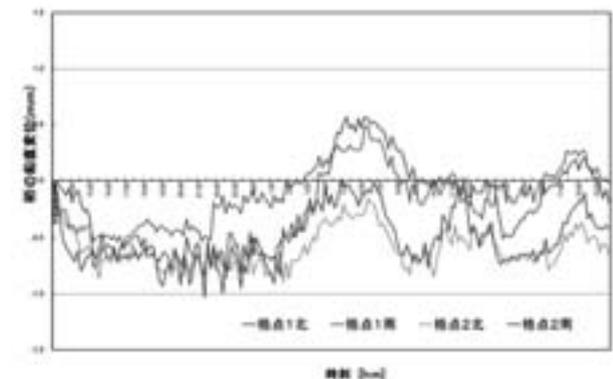


図-14 桁の鉛直変位の時系列変化

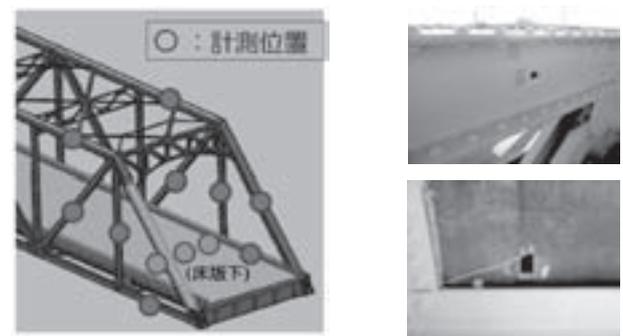


図-15 ひずみ計測位置図及び計測状況

ことができた。

事前の広報により規制による大きな混乱や苦情は無かった。道路管理者の緊急要請に対する活動実績ができた。

図-15示すように路面上のレベル計測およびトラス橋の主構および床版コンクリートのひずみ計測を行い、取替え前後での変化が無いことを確認し、各部材に施工による残留応力が生じていないことを確認した。また、縦桁と床版を考慮した解析のモデル化の妥当性も確認することができた。

4. おわりに

現時点で日本全国にある橋梁の約10%が50年以上経過し、20年後にはその数は半数以上になる。したがって、今後、補修や更新が必要になってくると考えられる。

今後、同様の補修工事施工の際の参考になれば幸いです。

最後に、この無事に施工が完了したのも、道路管理者をはじめ関係各社の協力のおかげであり、ここに厚く御礼申し上げます。

21径間連続少数鉸桁橋の施工

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

芳 崎 一 也[○]

Kazuya Yoshizaki

監理技術者

加 藤 進

Susumu Kato

工事長

村 松 真木也

Makiya Muramatu

1. はじめに

八ッ溝高架橋は、高規格幹線道路「伊豆縦貫自動車道」の一部を構成する東駿河湾環状道路の内、三島市大場～田方郡函南町に位置する鋼21径間連続少数鉸桁橋である。橋梁の連続化は、①耐震設計上の弱点となる掛け違い部の削減、②不静定次数の増大による耐震性の向上、③伸縮装置設置箇所の削減による走行性の向上や騒音・振動の低減、等が図れ、周辺地域の安全性および住環境の向上に寄与すると考えられる。



図-1 位置図

・工事概要

工 事 名：平成23年度伊豆縦貫

八ッ溝高架橋鋼上部工事

工事場所：静岡県田方郡函南町大土肥
～三島市大場発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
沼津河川国道事務所工 期：平成23年 8月18日～
平成25年 8月30日施工範囲：工場製作、輸送、架設、現場塗装
床版（合成床版）、橋梁付属物、付
帯設備

・橋梁諸元

形 式：鋼21径間連続非合成少数主桁橋

橋 長：986.670m

支間長：51.9[m] + 2@54.0[m] + 4@51.3[m]
+ 54.8[m] + 8@42.6[m] + 53.7[m]
+ 3@47.0[m] + 29.07[m]

幅 員：0.498 + 10.254（標準部）～12.754

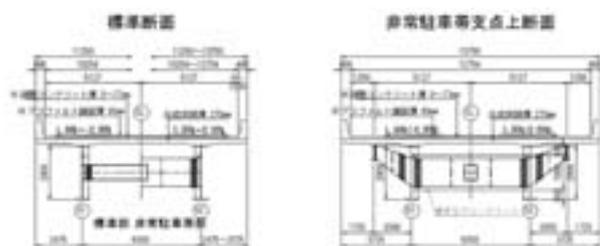


図-2 橋梁断面図

(非常駐車帯部) +0.498 [m]

使用材料：SM570、SM490Y、SM400、SS400、
SD345

架設重量：2440t

2. 本橋の特色及び施工上の課題

本橋は、橋長986mの21径間連続橋であり、過去に例を見ないほど非常に長い橋長であることが特徴である。橋長が長いと、温度変化による桁の伸縮量が大きくなり、支承の固定時期や桁長の精度確保に影響する。また、全体の伸縮量を抑えるために中間橋脚の半数近くを固定支承とした多点固定としていることも特徴であり、温度変化により下部工に大きな力を作用させないように、固定支承を固定する順序やタイミングが重要になる。

本稿では、以上の特徴を踏まえた橋梁の施工例として、架設ステップの設定、下部工に対する検討について紹介する。

3. 架設要領

本橋は、橋長が長く、施工時に受ける温度変化

による影響が無視できない。このため、架設時の一時的な構造系においても、温度変化によって下部構造に作用する荷重がその耐力以内となるような架設計画とする必要がある。

(1) 架設ステップ

架設ステップは、次に示す手順とした。

①ステップ1：ロット毎の鋼桁架設

鋼桁架設時の温度による伸縮量を小さくするため、3ロットに分割し、各ロット毎に架設した。ロット毎の架設では、地震に対して桁を固定する必要があるため、ロット中央付近の1橋脚を固定した(P32、P38、P45)。他は仮可動として、温度変化により下部工に力が作用しないよう配慮した。

②ステップ2：第1回支承固定

落とし込み架設後は、各ロットが一体となって伸縮するため、ステップ1の支承のみの固定では、P32橋脚の耐力を超過するため、図-3に示す支承を固定し桁連結後の温度変化による水平力を分担させるようにした。

③ステップ3：落とし込み架設

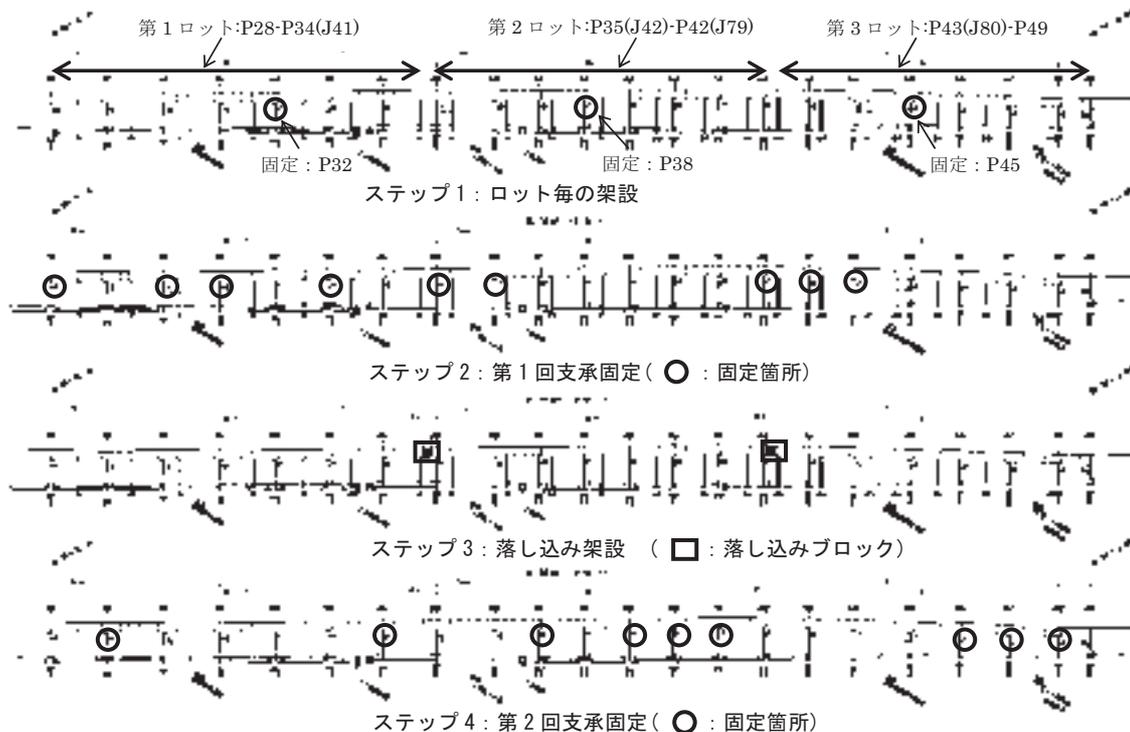


図-3 架設順序

ロット間の落とし込みブロックを架設し、鋼桁全体を結合した。

④ステップ4：第2回支承固定

合成床版施工後、P29、P34、P37、P39～P41の固定支承、P46～P48の分散支承についても固定した。

(2) 支承の固定および落とし込み架設

温度変化を考慮する橋梁では、標準温度(20℃)で、桁長が計画値になる必要がある。そこで、落とし込み部材は標準温度時の落とし込み遊間量を計測し、部材長を決定する。固定支承は標準温度で固定し、下部工に設計値以上の力を作用させないようにする。

上記の施工条件から、現地の気象統計(三島測候所)より各施工時期を次の通り設定し、これを基に工程の管理を行った。

第1回支承固定：H24年10月中旬

落とし込み架設：H24年10月末

第2回支承固定：H25年5月下旬～6月上旬

落とし込み架設は気温の低い早朝に行い、片側を仮添接した後、日の出後の気温上昇を待ち、桁長が標準温度に達した時にボルト孔が一致することを確認して、添接作業を実施した。

4. 下部工に対する検討

本橋は、中間橋脚に固定支承を採用しているため、温度変化による鋼桁の伸縮が下部工を変形させ水平力を生じさせる。このため、温度解析により各施工ステップにおける下部工の変位と水平力を事前に算出し、施工時に過度な力を下部工に作



図-4 落とし込み架設状況

用させないようにした。また、施工時の実際の温度による挙動を計測し、計画の妥当性を検証した。

(1) 温度変化を考慮した解析の実施

各架設ステップ毎のモデルに温度変化を考慮した解析を実施して、各施工段階において下部工の水平変位が許容変位を超過しないことを確認した。

各橋脚の許容変位は、完成時ひび割れを許容する橋脚は鉄筋が許容値に達する時を許容変位とし、それ以外の橋脚はひび割れが生じる時を許容変位とする。ステップ3(落とし込み架設実施後)の結果を図-5に示す。施工時の温度変化範囲は、架橋付近の気象庁の統計より標準温度20℃±25℃とした。

(2) 実挙動の計測の実施

解析の妥当性を確認するために、実挙動計測を実施した。計測項目は、中間支点変位、中間支点水平反力、主桁温度とした。

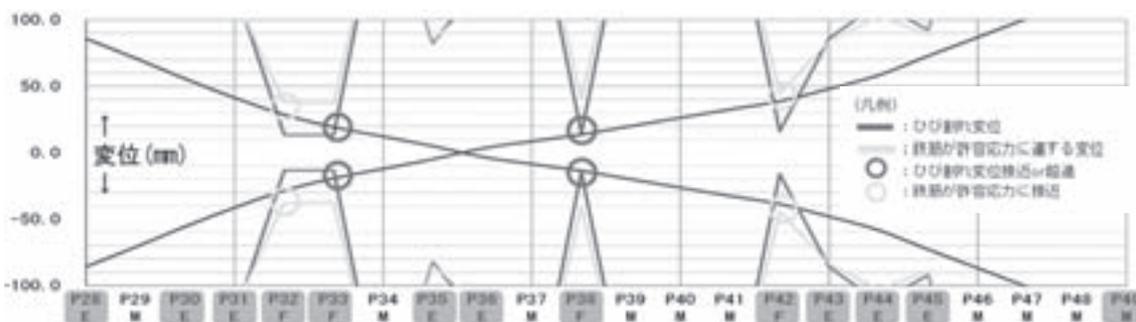


図-5 ステップ3：桁閉合後(20℃±25℃)

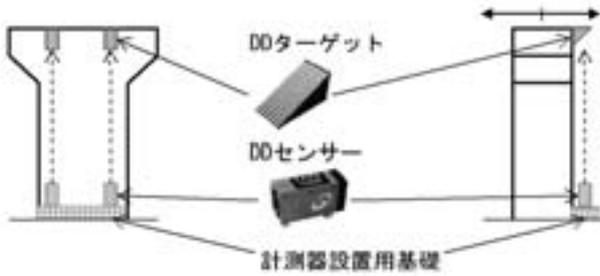


図-6 変位計測要領

①中間支点変位

温度解析結果によると、施工時に P32、P33、P38、P42の各橋脚はひび割れ変位に達し、許容値に対する余裕がないことが確認されたため、特に据付精度の確認が必要であると考え、これらの脚の実挙動計測を行った。

本橋の支承設置余裕量は、もっとも厳しい橋脚で4mmであることから計測精度が0.5mm程度必要であると考えられた。このため、計測精度を考慮して、NETIS登録技術である、DDシステム(KK-080035-A)を採用した(図-6)。

②中間支点水平反力

中間支点反力については、最大温度変化時に鉄筋応力が許容応力に接近する P32、P42橋脚にて実測した。

③主桁温度

本橋は橋長が長いため、橋梁の起終点で気温が異なる可能性があり、より正確な気温を把握するために、住宅地である起点側の P32と田園部である終点側の P42で気温及び桁温の測定を行った。

(3) 計測結果

計測結果の内、P42の温度-変位関係を図-5～6に示す。

図-7は、落とし込み架設後のステップ3を示している。落とし込み直後のH24年11月の気温とP42の変位を基に、標準温度20℃での変位を算出すると1.3mmとなり、設計値0mmとの誤差は僅かであり、支承固定および落とし込み架設の精度が確認できた。グラフ中に散布データの各月毎の近似線を記入しているが、いずれも勾配は設計値を表

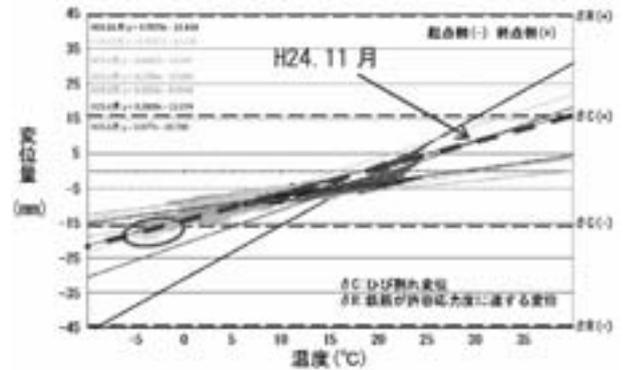


図-7 計測結果 (P42ステップ3～桁併合後)

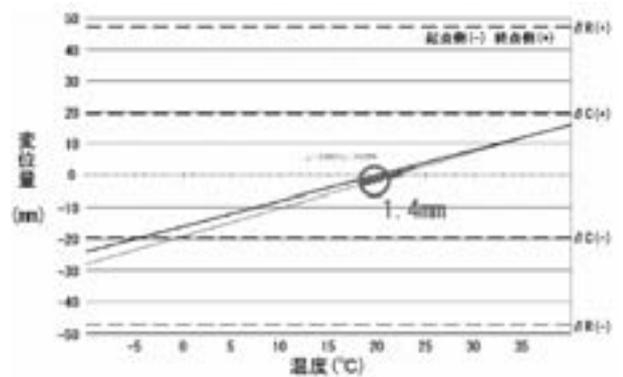


図-8 計測結果 (P42ステップ4～完成系)

す線(黒色)よりも緩やかで、安全側の挙動を示していると言える。

図-8は、第2回支承固定後のステップ4を示しているが、20℃での変位は1.4mmとなり、設計値との誤差は僅かで、床版打設及び第2回支承固定後も良好な挙動を示しており、一連の架設作業の妥当性が確認できた。

5. おわりに

本工事は、前例の少ない中間固定を有する超多径間橋梁の架設工事であり、桁の温度伸縮管理が肝要となったが、架設計画の詳細な照査と、桁挙動計測の計画、実施により、良好な施工精度を確保することが出来た。

最後になりましたが、本工事の施工にあたりご指導を頂いた発注者の方々をはじめ、関係各位の皆様、誌上をお借りして厚くお礼を申し上げます。

白石地区橋梁補修工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

山崎 義実

Yoshimi Yamazaki

工事主任

真嶋 敬太[○]

Keita Majima

工事主任

田村 有治

Yuji Tamura

1. はじめに

本工事は、宮城県白石市福岡地内から斎川地内（延長約11km）における、国道4号線に架かる5つの橋梁と跨道橋2橋の橋梁補修工事である。補修内容は、支承取替え、橋脚巻き立て、伸縮装置取替え、舗装打替え、剥落防止対策工など多岐にわたっており、工事範囲の広さと併せて現場管理は非常に困難なものであった。

本稿では、「新白石大橋（上り線）」の支承取替えおよび橋脚巻き立てを中心とした本工事内容について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：平成24年白石地区橋梁補修工事
- (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) 担当出張所：岩沼国道維持出張所
- (4) 工事場所：自) 宮城県白石市斎川字館山～
至) 同上 福岡深谷字三本松
- (5) 工期：平成24年8月31日～
平成25年6月28日
- (6) 対象橋梁・工種（起点：南から）
 - ① 斎川大橋…沓座補修
 - ② 新白石大橋…支承取替え、橋脚巻き立て、伸縮装置取替え、鋼桁補強
 - ③ 山根跨道橋…剥落防止対策、落防柵取替え
 - ④ 狐沢跨道橋…剥落防止対策、落防柵取替え、支承防錆、伸縮装置取替え
 - ⑤ 白鳥橋…伸縮装置取替え、検査路補修
 - ⑥ 大太郎川橋（上り線）…舗装打替え、



図-1 現場位置図

伸縮装置取替え

⑦大太郎川橋（下り線）…伸縮装置取替え

なお、本工事は調査・設計から発注までに道路橋示方書の改訂（平成24年3月）時期をまたいでおり、落橋防止装置や変位制限装置については、新基準に従って取付け不要と判断した。

2. 橋脚巻き立て工

本工事の主な工種である新白石大橋の橋脚巻き立て工について述べる。

①工種概要

橋梁名称 新白石大橋

形式 鋼3径間連続非合成鉄桁2連

対象橋脚 P3、P4、P5（吹付け工法）

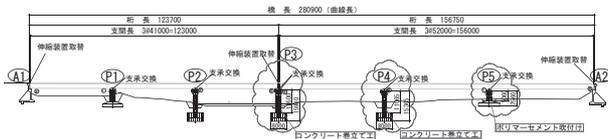


図-2 新白石大橋 橋脚巻き立て配置図

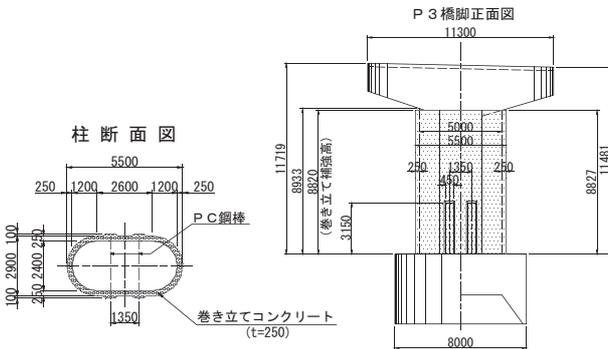


図-3 P3橋脚巻き立て構造図

②橋脚基部の掘削

橋脚巻き立ては、白石川の河川阻害率の関係により、厚さ250mmのコンクリート巻き立て（P3、P4）とポリマーセメント吹付け工法（P5）による2種類の施工を行った。

巻き立て範囲は、梁部下面からフーチング上面までの設計で、P3・P4で約5m、P5で約1m地盤を掘削して、フーチングを露出させる必要があった。

掘削はバックホーによるオープン掘削で施工し、P3脚では周囲を大型土のうを用いて仮締切した。掘削中は常に地下水が噴出し（毎分0.3m³程度）、

掘削から巻き立て完了までは常時排水ポンプを稼働させる必要があった。

③ P3、P4橋脚の巻き立て

本工事における全体的な課題として、寒冷な地域における施工管理であった。

橋脚巻き立ての施工にあたって検討すべき課題は、以下の点であった。

- 1) PC鋼棒を含む鉄筋の組立て
- 2) 型枠の組立て
- 3) コンクリートの配合と打設方法
- 4) 寒中コンクリートの養生

1) PC鋼棒の設置と鉄筋組立

橋脚の柱部には、柱断面拘束用のPC鋼棒10本が2列配置する必要があった。コア穿孔前に鉄筋探査を行ったが、柱の裏表は既設主鉄筋が異なる誤差を有しており、再穿孔作業が生じることによって、予測していた以上に時間を要した。

鉄筋の組立ては、橋軸方向の起点側・終点側で主鉄筋の50%をフーチングにアンカー施工し、これを基準として主鉄筋を配置した。帯鉄筋の継手はフレアー溶接継手とし、全ての鉄筋継手は千鳥配置とした。

2) 型枠の組立て

本橋の橋脚柱は小判形であり、曲線部の型枠形状および固定方法については工夫を要した。

型枠形状は、既設の柱寸法と巻き立て鉄筋の出来形、および設計上の要求寸法から決定した。

型枠の固定は、既設橋脚にセパレータをアンカー施工し、特に曲線部の型枠固定には、専用の帯型治具を製作して施工した。

3) コンクリートの打ち込み

P3、P4橋脚の巻き立ては施工高さが約8mで、厚さが250mmのため、設計書に示されるコンクリート（普通24-8-20BB、W/C≤55%）の一括打ち込みは困難であった。

通常、施工性および品質の面から、1回の打ち込み高さは2m程度とし、単位水量を極力低く抑えることが望ましいとされているが、本工事では

全体工程と、施工場所に大型ポンプ車が近接できない等の要因から、1回の施工高さを4m（高さ1.5mと3mの位置に打ち込み用、兼パイプレータ用窓を設置）とし、コンクリートの配合は、普通24-12-20B B、W/C=54.2%、AE減水剤添加とした。

施工結果としては、規格に収まる強度と出来形精度を確保できた。しかし、施工中には打ち込み窓、セパレータの破損が生じ、その対応に追われた。以後同様な施工時にはコンクリートの配合および型枠構造について、再検討の余地があると反省させられた。

4) 寒中コンクリートの養生方法

巻き立てコンクリートの打ち込みは2月～3月であり、夜間には外気温が5℃以下となる時期であったため、寒中コンクリートとしての養生方法をとることとした。

養生は、橋脚周りに組んだ昇降設備にブルーシートを取り付け、その中にジェットヒーターを4台設置して（図-4）、シート内の温度が15℃程度となるよう調節した。また、コンクリートが急激に乾燥しないように留意しつつ、打設コンクリートの頂上部、基部付近および外部に温度計を設置して温度管理を行った。

型枠の解体および2節目の施工は、高炉セメントの性質上、7日間の養生期間を確保し、圧縮強度を確認後に実施した。



図-4 巻き立てコンクリートの養生

3. 支承取替え工

本工事において、もう一つの主要工種である新白石大橋の支承取替え工について述べる。

①工種概要

対象橋脚 P1、P2、P3（起終点）、P4、P5【4主桁×6支承線=24基】

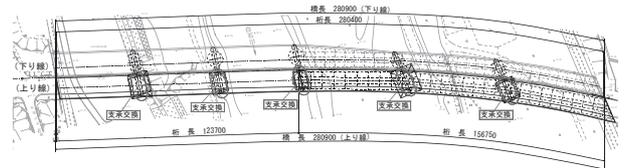


図-5 新白石大橋 支承取替え配置図

既設の新白石大橋の支承条件は、A1～P3橋梁、P3～A2橋梁の、それぞれP1とP5を1点固定とした可動固定の支承条件であった。今回の取替え工事では、これらすべてを“水平反力分散ゴム支承”に交換した。

橋梁全体の耐震性能は、非線形動的解析により水平反力の分担率を定め、それぞれの支承を決定している。

②支承取替え要領

本工事における、支承取替え工（ジャッキアップ～ジャッキダウン）のフローチャートを示す（図-6）。

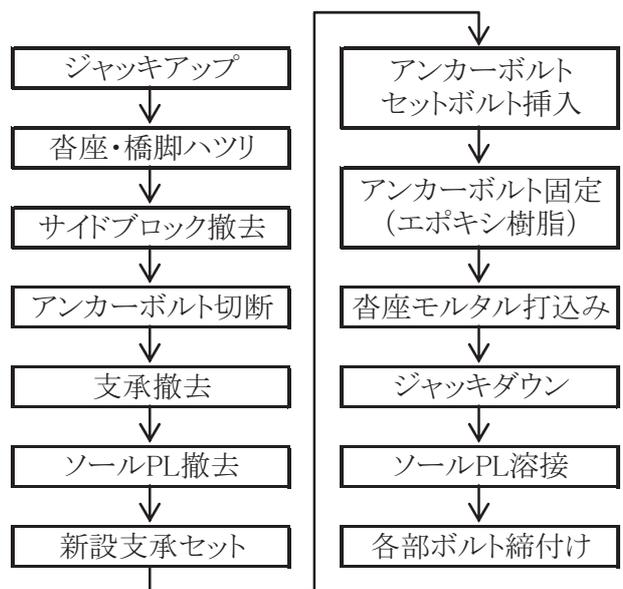


図-6 支承取替えフロー

1) 仮設備計画

補修工事では、既設橋梁下における重量物の撤去・運搬・設置等について、狭隘な空間と多くの障害物によって非常に困難となる。そこで、本工事においては、軽量支保工材により吊上げステージを作り、H形鋼等を組み合わせた軌条レール設備を既設橋梁から吊り下げ、施工場所の足場設備と合わせて、独自の仮設備により支承等の運搬を行った（図-7）。

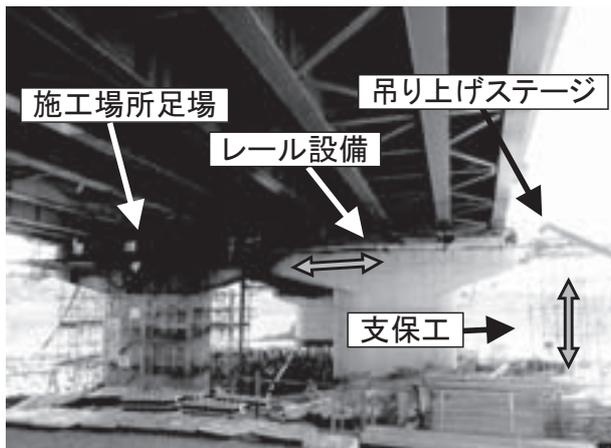


図-7 支承取替え用仮設備

2) ジャッキアップおよび既設支承の撤去

今回の取替用新設支承を設置するにあたり、既設橋脚幅が不足していたため、上部工のジャッキアップに際しては、全橋脚の側面にジャッキアップ用の鋼製ブラケットを設置する必要があった。

ジャッキアップ中は水平方向の耐力が望めないため、隣接する桁・橋脚を同時にジャッキアップせず、隣接の支承に水平耐力を期待した（図-8）。

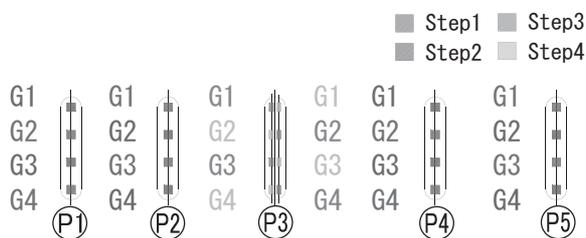


図-8 支承取替えステップ図

ジャッキアップ量は、路面が供用中であることから3mm以下とし、1橋脚上、主桁ごとの相対

差についても3mm以下となるように管理した。

3) 新設支承の設置

新設支承が反力分散ゴム支承となったことで、鋼製支承に比較して構造高が高くなり、ベースプレート下面が橋脚上面以下となる箇所が生じた。対策として、ゴム沓とベースプレートを分離構造とし、現地での施工性を向上させた。

沓座モルタルについても冬季の施工となるため、早強タイプの無収縮モルタルを採用した。早期に強度発現することにより、交通振動の影響を受ける時間が短縮され、完成時の微細なひび割れも抑制することができた。

4) 支承取替え工程

下記の対策により支承取替え工程を短縮した。

- ①ベースプレートを分離構造とし、アンカー孔出来形の影響なしにゴム沓本体を製作。
- ②沓座モルタルを2層打ちとし、型枠工程を短縮してジャッキダウン。

現場施工は、4人×2パーティで施工し、ジャッキアップからジャッキダウンまでを計画どおり約50日で施工することができた。

橋脚巻き立て工程、河川協議および伸縮装置取替え工程に挟まれた期間で、遅延なしに実施できたことは、施工チーム全員の団結と協力の結果であった。

4. おわりに

本工事は、東日本大震災の傷跡が癒えない宮城県にて行われたが、今後、全国的に橋梁の老朽化が進む中、今回のような大規模な補修補強工事が予定されていると思われる。

その中で、補修補強工事の施工技術が大きく進歩し、先人達の残した遺産が永く守られていくことを願いたい。

最後になりましたが、本工事の施工にあたりご指導頂きました岩沼国道維持出張所をはじめとする関係各位に厚く御礼申し上げます。

施工計画

道路拡幅を踏まえた床版増厚補強工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

監理技術者

東京設計課

塚 狭 研 治[○]

佐 藤 悠 樹

Kenji Tsukasa

Yuki Sato

1. はじめに

国道18号は長野県北部と新潟県上越地方相互を結び、国道19号は愛知県名古屋市と長野県長野市相互を結ぶ共に重要な幹線道路である。

本工事は、これらの国道に架かる7橋梁を対象に耐久性の向上および耐震補強、B活荷重への対応を目的とした上下部工の補修および補強工事である。(図-1)

本文で論述する「滝沢橋」は国道19号の滝沢川を跨ぐ橋梁であり、3種3級道路規格(路肩0.5m、車道3.0m)を満足する拡幅とB活荷重に対しての床版上面増厚を実施した。(図-2)

工事概要

- (1) 工 事 名：H23稲里西高架橋橋梁補修他工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 関東地方整備局
長野国道事務所
- (3) 工事場所：
 - ①稲里西高架橋(長野市川中島町上水鉋地先)
 - ②奈津女栈道橋(長野市信州新町上条地先)
 - ③安庭栈道橋(長野市信更町安庭地先)
 - ④滝沢橋(長野市塩甲生地先)
 - ⑤大安寺橋(長野市七二会地先)
 - ⑥古間跨線橋(長野県上水内郡信濃町地先)
 - ⑦新寿橋(長野県上水内郡信濃町地先)
- (4) 工 期：平成24年4月3日～
平成25年2月28日

滝沢橋は昭和24年に建設されたのち、現在に至るまで様々な改築が行われ形状が変化している。
本稿では、現地条件に即した施工計画を立案し、工夫した内容を報告する。



図-1 位置図

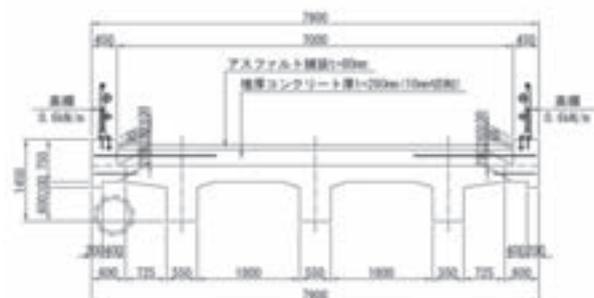


図-2 断面図

2. 現場における問題点

本工事は、計画段階において下記のような問題があった。

1) 本橋に要求される性能と計画時点の相違

発注時は上面増厚と断面修復により橋梁の耐久性を向上させる計画であった。現地踏査により発注時の橋梁断面と異なることが判明したため、試掘を行い、舗装厚が計画（70mm）と異なる厚さ（350mm）であることを確認した。

計画されている荷重条件と異なるため、発注のまま施工すると要求される橋梁の耐久性・安全性が確保できないという課題が生じた。

2) 施工時の安全性、橋梁の走行性の確保

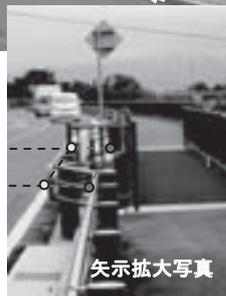
本橋以外の区間は図-3に示すとおり、3種2級道路規格に拡幅されていたが、側道（歩道）の増築工事は完了しており、本橋区間のみ所定の幅員が確保されていない状況であった（現状2.75m+0.25m）。



図-3

本路線は3種2級の確保が困難な範囲は3種3級とした計画であったが、本区間は3種3級の道路規格幅員を満足できない拡幅計画を採用していた。

また供用させながらの改築作業時には、現況道路を分割した施工計画を採用しても、常設作業帯を確保した場合、施工中の作業員、および通行車両の安全性を損なうという課題が生じた。



3) 交通供用下での施工

国道19号は主要幹線道路であり、橋面の施工であっても通行止めを行うことはできない。本橋の施工は、作業ヤードが狭く、常設作業帯を設けての床版増厚補強作業であるため早期の開放が必要であった。

床版増厚コンクリートに使用するコンクリートは鋼繊維入り超速硬コンクリートであり、打設量は11m³であった。そのため、効率的な打設計画が課題となった。

3. 対応策と適用結果

前述の問題を解決するため以下の対応策を実施した。

1) 本橋に要求される性能と計画時点の相違

(1) 既設構造物の再現設計

建設時に近い（昭和14年道示/T-13）荷重、許容値にて再現設計を行い、既設橋梁断面ならびに所有する性能を推定した。

(2) 詳細現況調査

露出している鉄筋径・本数を確認し、(1)の妥当性の確認と、橋面全体にオーバーレイされた舗装はほぼ均一に増厚されていることを確認した。

(3) 施工を考慮した拡幅計画

現場測量を行い、近接構造物との離隔、施工性を考慮した上で、3種3級道路規格幅員（3.0m+0.5m）を確保することが可能と判断し、橋梁の走行性、後述する施工時の安全性を確保することを検討、提案し採用された。

(4) 施工を考慮した設計と施工の実施

- ・有効幅員を6.5m⇒7mとする
- ・B活荷重
- ・床版増厚を100mm⇒270mmとする

上記を考慮した設計により決まる施工ステップ概要を図-4～図-7に示す。

改築方法には鋼材を用いた補強も検討したが、鋼とコンクリートの混合構造となり、維持管理が複雑になることから発注者と協議の上、鋼材によ

る補強は採用しないこととした。

①死荷重の除荷

B活荷重対応ならびに、拡幅による死荷重増加に対応するため、床版増厚後の断面で抵抗させる必要があり（死荷重補強）、改築前に図-8に示すように、ジャッキアップして死荷重の除荷を行った。

ジャッキアップ量は計画した2.9mmとし、導入反力が設計値（約270kN）とほぼ一致することを確認した。

②床版増厚

死活荷重補強における有効断面として床版増厚断面とするため、必要量の配筋を行った。また、拡幅による張出し床版重量の増加、および車両防護柵の衝突荷重を考慮して、既設部に後施工にて鉄筋を追加した。

③ジャッキ撤去

床版増厚施工後、ジャッキを撤去し死荷重を載荷した。補強断面後の径間中央部のたわみ量は設計値（0.9mm）と一致すること、下面のひび割れが生じていないことを確認した。

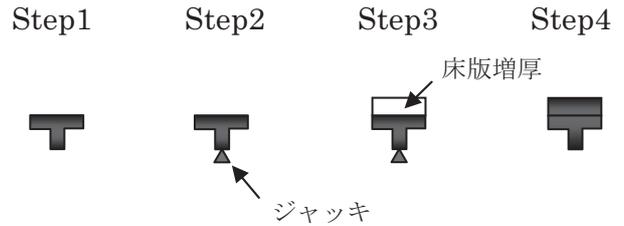


図-6 施工ステップ断面概要（有効断面：青部）

Step1, 4（ジャッキ無）



Step2, 3（ジャッキ有）

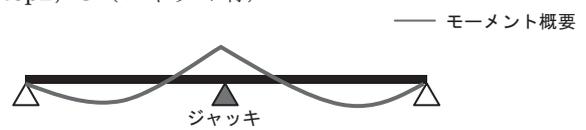


図-7 施工ステップモデル

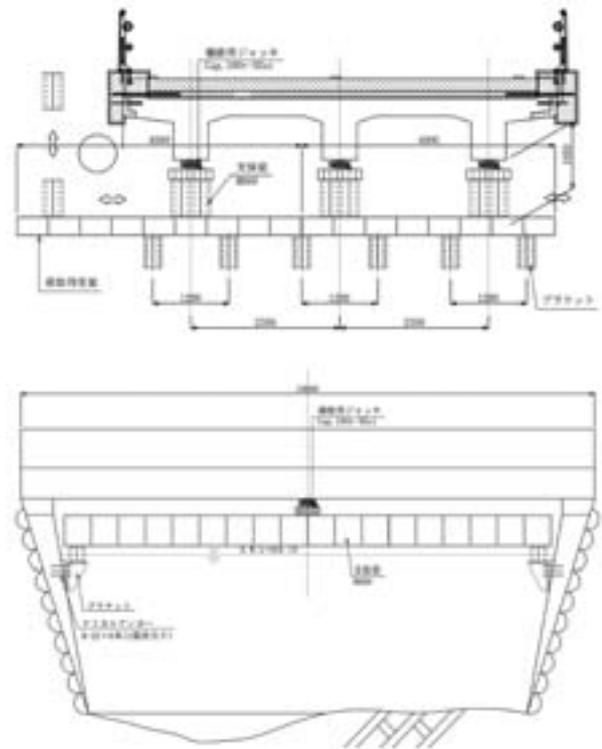


図-8

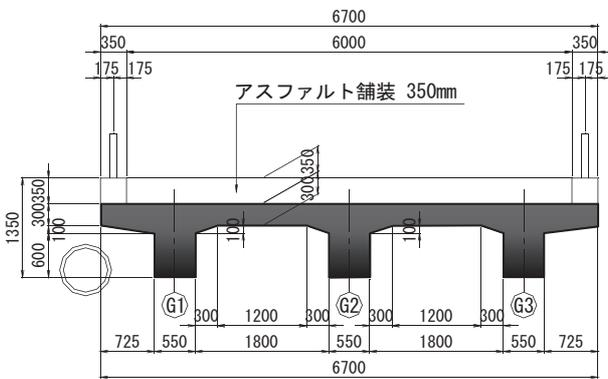


図-4 既設（Step-1、2）

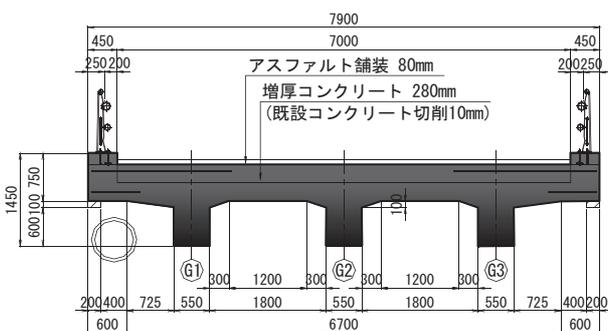


図-5 改築後（Step3、4）

2) 3区画に分割しての施工

当初計画では現況道路を2区画に分割しての施工であったが、3区画に分割施工することにより、全ステップにおいて大型車が安全に走行可能な車道幅員(3.0m)を確保した。(図-9)

3区画に分割すると舗装の打換えも同じ分割となるが、表層はSTEP-3の施工時にSTEP-1の範囲を行うことで継ぎ目を無くした。

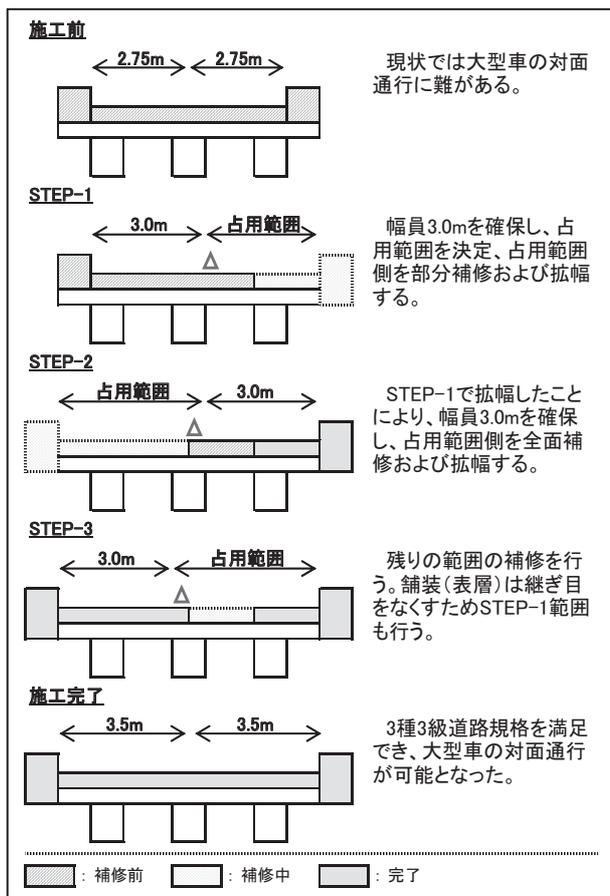


図-9 施工ステップ図

3) 超速硬コンクリートの打設

超速硬コンクリートの打設は、重量計量式の専用ミキサー車を使用して1バッチ0.2m³ごとに行った。

常設作業帯でのコンクリート打設であり、打設

箇所プラント車を横付けすることができないため、打設用に16t吊ラフタークレーンを橋梁背面に据付け、その後方にプラント車を配置し、生コンホッパーを使用して打設を行った。

また、材料取込み用に16t吊ラフタークレーンをプラント車の後方に据付け、さらにその後方に材料運搬車両を配置し、作業スペースの狭い場所での打設作業に対応した。(図-10)



図-10 施工写真

4. おわりに

橋梁の補修・補強工事は、交通供用下での施工を余儀なくされることが多く、発注段階と施工段階では施工条件が異なることもある。そのため、受注後には速やかな事前調査が必要であり、計画段階でいかに問題点や課題を見つけ出せるかが、工事を進めていくうえで重要なポイントとなる。

本工事においても現地条件にあった施工方法を立案できたため、有効かつ効率のよい施工を行うことができた。

最後に本工事において、ご指導およびご協力を賜り、また優良工事表彰に推挙して頂いた国土交通省 関東地方整備局 長野国道事務所ならびに協力業者各位に深謝いたします。

施工計画

野広第1大橋（開断面箱桁橋）の送り出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社
現場代理人・監理技術者（現場）
加藤 徹[○]
Tohru Kato

工事主任
今井 健太郎
Kentarou Imai
現場代理人（工場）
矢部 泰彦
Yasuhiko Yabe

1. はじめに

本工事は、図-1に示す災害時に代替道路がない一般国道9号の鹿足郡津和野町滝元～直地間における道路の防災と安全のさらなる向上を目的として整備された国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所による一般国道9号直地防災事業の一環となる津和野川を渡河する3径間連続合成開断面箱桁橋（床版形式：鋼・コンクリート合成床版）の新設工事である。

架設工法は、本橋の特性と施工条件を勘案して、送り出し架設とトラッククレーン架設の併用工法を採用し、出水期における河川区域のH.W.L.範囲内に仮設構造物を設置することなく施工を行った。本稿では、この3径間連続合成開断面箱桁橋の架設についての報告を行う。



図-1 施工位置図

工事概要

- (1) 工事名：国道9号野広1号橋鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中国地方整備局
浜田河川国道事務所
- (3) 工事場所：島根県鹿足郡津和野町
滝元～直地地内
- (4) 工期：平成23年12月20日～
平成24年10月31日

2. 現場における問題点

- (1) ねじりに伴う開断面箱桁の座屈安定性の低下
本工事は、津和野川のH.W.L.範囲内に仮設構造物が設置できない施工条件であるため、A2橋台背面を送り出しヤードとして、終点から起点方向に送り出し架設を行うことを基本としたが、橋梁全長に渡り送り出しを行う場合には、その平面線形（ $R=300.0m \sim R=\infty$ に変化）の影響による手延べ機取付位置の偏心が生じることとなる。（図-2）

手延べ機の偏心は、主桁にねじりモーメントを作用させることとなり、ねじり剛性が低い開断面箱桁に対する座屈等の発生が懸念された。

- (2) 開断面箱桁のねじり剛性確保

本橋の床版形式は鋼・コンクリート合成床版で

あるが、送り出し架設時の安全性の確保（鋼重低減による主桁の座屈防止）および鋼板パネル製作工程が架設工程のクリティカルになることを回避するため、鋼板パネルを主桁架設後の設置とした。

そのため、送り出し架設時の不測の強制水平外力（風、地震）に備え、左右の主桁上フランジ間を拘束して開断面箱桁のねじり剛性を確保する対策を講じる必要があった。

(3) 主桁断面の形状確保と出来形管理

本工事の主桁は、断面的に3分割された部材を現場で組み立てることになるため、断面の形成が完了するまでの間は、部材単位での変形を防止するとともに、断面形状確保の対策が必要であった。

また、主桁の上フランジ部には6箇所現場溶接継手が適用されており、溶接施工にともなう付加キャンバーが含まれているため、溶接完了後に相殺される付加キャンバーを考慮して、出来形管理を行う必要があった。

3. 対応策と適用結果

(1) 送り出しおよびトラッククレーン架設併用工法の採用

橋梁全長（3径間）に渡り送り出しを行う場合には、平面線形（曲線）による手延べ機取付位置

の偏心が3.875m生じることとなる。（図-2）

そのため、直線区間を主体とするP1橋脚～A2橋台間を送り出し架設範囲（2径間送り出し）に設定し、A1橋台の背面に360t吊オールテレーンクレーンの据付ヤードを造成した上で、曲線区間であるA1橋台～P1橋脚間をクレーン架設で施工する併用工法を採用し、手延べ機取付位置の偏心量を約1/3まで減少させるとともに、主桁に作用するねじりモーメントを低減した。（図-2、3）

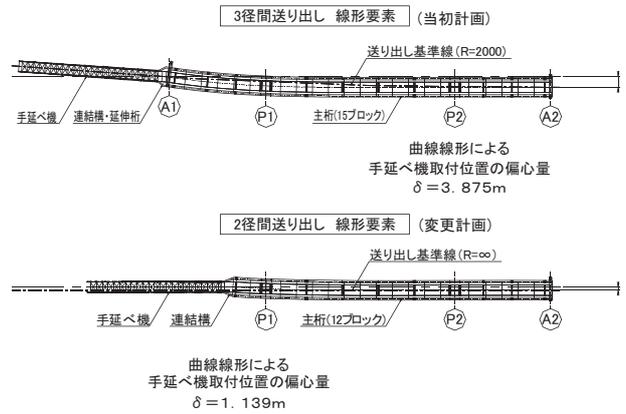


図-2 送り出し線形比較図

(2) 仮設上横構および仮設ストラットの設置

主桁架設時における開断面箱桁のねじり剛性を確保するための対策として、ダイヤフラム取付箇所となる各格点間を結ぶ仮設上横構（L130×130×12）ならびに格点間の中央付近に仮設ストラット

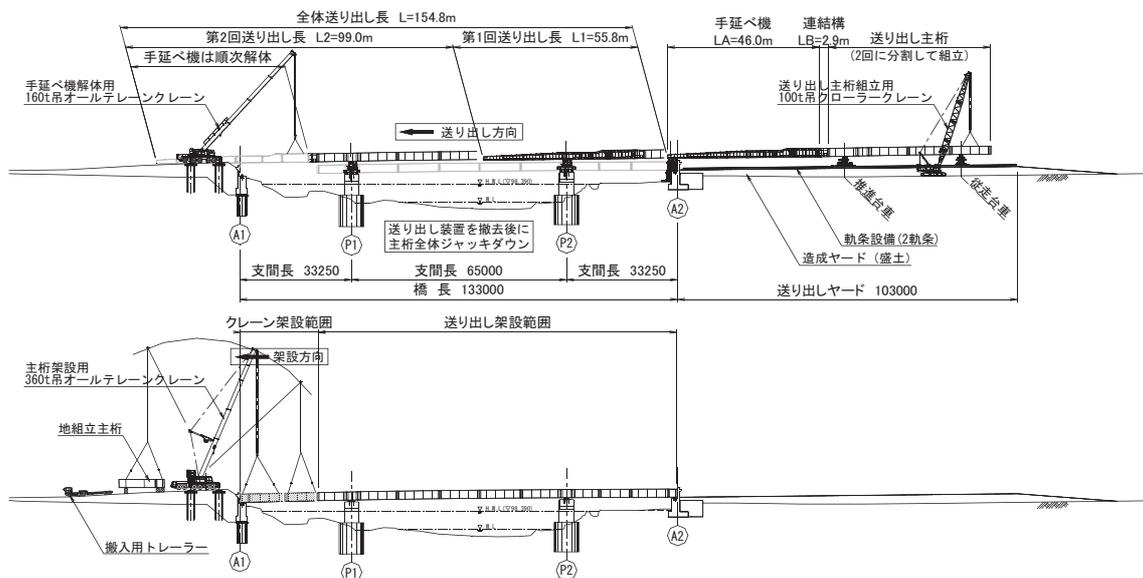


図-3 架設概要図

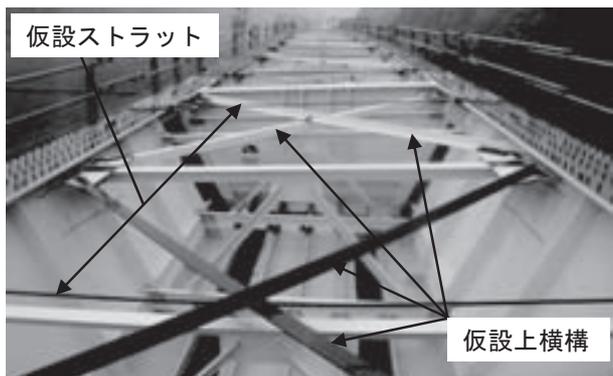


図-4 仮設上横構および仮設ストラット

ト（PC 鋼棒 $\phi 22$ ）を配置した。（図-4）

仮設上横構は、主桁と床版コンクリートが合成する前の開断面箱桁が、有効板厚 1 mm の上フランジを持つ閉断面箱桁と同等のねじれ剛性を有するように、トラス構造換算板厚（小松・西村：薄肉ばり理論によるトラスの立体解析 土木学会論文集 第238号）に基づき、断面を決定した。

仮設ストラットは、格点間隔が最大 5.6m と広がっているため、傾斜している斜めウェブの上縁が送り出し架設時に断面外側へ変形しないように拘束することを目的とし、上フランジ天端のネジ付きスタッドボルトに、仮設のガセットプレートを通して固定する構造とした。

主桁のねじれ剛性向上と断面変形を拘束する仮設材を設置することで、送り出し架設時における座屈や面外方向の変形等によるトラブルを完全に防止できた。

(3) 形状保持材の使用と段階キャンバー値の設定による出来形管理の実施

送り出し架設時には、断面的に 3 分割された部材を台車設備上で組み立てることになるため、台車上に設置した支持架台および強力サポート支保工を使用して、部材の支持ならびに変形を防止する対策を施した。（図-5、6）

ここで、組立の初期段階では部材の変形を防止するための強力サポート支保工が有用であったが、組立が完了した主桁はダイヤフラムおよび仮設上横構により形状が保持されて変形が生じないため、

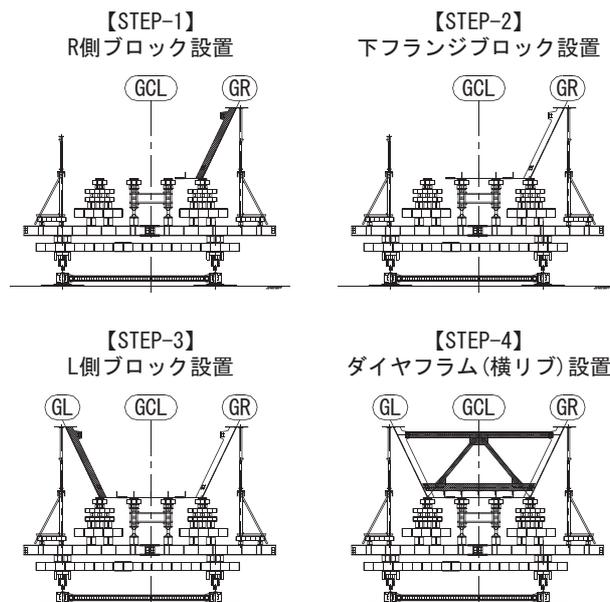


図-5 主桁組立ステップ図

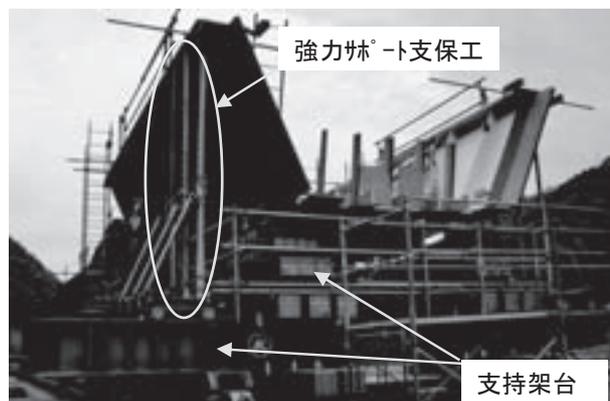


図-6 台車設備上での主桁組立

後方に継ぎ足した部材を拘束する十分な剛度を有していることから、強力サポートは不要となった。

主桁の組立作業は、台車設備を使用した多点支持で行うこととし、台車設備の移動による支持点の受け替えを行いながら作業を進めた。

主桁の支持高さは、縦断勾配を含む製作キャンバーおよび溶接施工にともなう付加キャンバーを考慮して管理を行ったが、6か所の溶接継手の施工は3箇所ずつ2回に分けて実施するため、各段階ごとに溶接完了後の上フランジ継手部の収縮にともなう回転量から相殺される付加キャンバー値を算出し、現場施工の進捗にあわせた段階キャンバー値を設定した。

溶接完了後の支持高さの再調整は、設定した段



図-7 送り出し架設

階キャンバー値を基準にして実施することで、出来形の向上に結び付いた。

送り出し架設時には、最大死荷重キャンバー位置を原点として、主桁縦断勾配の変化等による送り出し装置上での高さ調整の範囲が最小となるように検討を行い、送り出しの起点から終点（A2橋台からA1橋台）方向に上り1.050%に送り出し基準勾配を設定し、この基準勾配に合わせて送り出し時の支持点高さを調整することで、出来形の管理と安全な施工を実現した。（図-7）

なお、送り出し装置は、キャタピラ式送り出し装置（エンドレスローラー）やスライド式送り出し装置が一般的であるが、本工事では主桁縦断勾配の変化（2.0%→0.5%）および製作キャンバーを考慮した送り出し装置上での高さ調整量が約300mmとなり、エンドレスローラーが有する高さ調整量（200mm程度）では対応が困難なことから、後者の送り出し装置（Cap. 3048kN）を採用した。

A1橋台～P1橋脚間のクレーン架設時の形状保持対策として、地組立時には部材の支持ならびに変形を防止するための強力サポート支保工を使

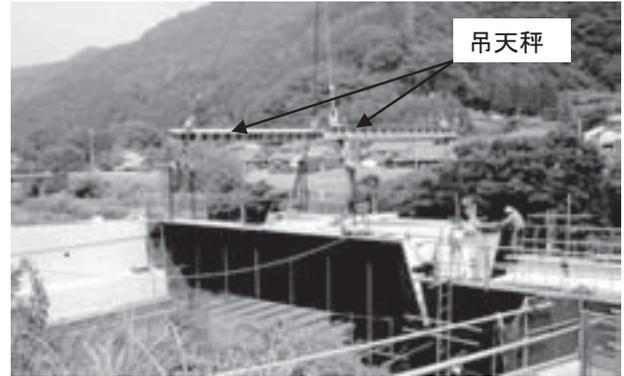


図-8 主桁クレーン架設

用し、架設時には玉掛け設備（ワイヤーの取付角度）から作用する主桁の面外（橋軸直角）方向の水平力に抵抗するための吊天秤（H350×350×12×19）を使用した。（図-8）

4. おわりに

鋼・コンクリート合成床版を有する開断面箱桁橋は、構造の合理化や維持管理費の低減等による建設コスト縮減を目的として、採用実績が増してきている橋梁形式である。

しかしながら、合成断面形成前の架設系では、施工条件を含めた不確定・不安定な要素も多いため、本工事で施した対策に加えて設計・計画・施工の各部門が連携して、詳細な検討を行うことが重要と考えられる。

本工事は、平成24年4月より現場工事に着手し、送り出し架設を主たる工法とする3径間連続合成開断面箱桁橋の架設工事を無災害で終え、平成24年10月31日に竣工を迎えることができた。

この工事を進めるにあたり、国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所および益田国道維持出張所の方々をはじめとする関係各位に深謝する次第である。

透水性コンクリート吹付工の採用による 工程短縮について

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

平成24年6月27日の梅雨前線に伴う時間あたり最大54mm、24時間累計267mmの豪雨により道路山側上方からの沢地形が拡大崩壊した。また、道路路側の構造物が約25m区間で大きく崩壊、道路下部の海岸沿いの斜面も大きくえぐられ崩壊したため、全面通行止めとなっていた。

今回の工事は、国道448号本牧地区の道路決壊箇所を早急に復旧し、国道の道路上部及び道路下部斜面の崩壊対策を実施することで、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：本牧工区道路災害復旧工事
- (2) 発 注 者：宮崎県串間土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県串間市大字市木
- (4) 工 期：平成25年2月5日～
平成25年10月2日
- (5) 工事内容（図-1）

道路上部：現場吹付法枠 F200 $A=810.4\text{m}^2$
（枠内モルタル吹付 $t=8\text{cm}$ ）

現場吹付法枠 F300 $A=187.5\text{m}^2$
（枠内割栗石設置）

落石防護柵 $A=50.0\text{m}^2$

道路下部：現場吹付法枠 F200 $A=1,218.8\text{m}^2$



図-1 施工平面図

（枠内割栗石設置）

植生基材吹付 $t=5\text{cm}$ $A=684.0\text{m}^2$

アンカー工 $N=9$ 本

道路上：排水構造物工1式、舗装工1式

今回の工事は昨年の梅雨の大雨による災害復旧工事であるため、梅雨の季節をむかえる前に道路上部及び道路下部の現場吹付法枠工及び枠内中詰めまで完了させておかなければ、新たな2次災害の危険性があった。

アンカー工の施工を完了させ道路上の安全を確保したうえで現場吹付法枠の施工に着手した。

道路上部を1班体制、道路下部を2班体制とし増員、増班により工期短縮を図った。

そして本工事の工程管理において最も大きな検

討を必要とするのは、災害の誘因でもある斜面からの湧水の処理を目的とした現場吹付法砕工の枠内割栗石設置の施工であり、その工程短縮について、品質管理を含め問題点を提起する。

2. 現場における問題点

枠内割栗石設置施工における問題点

①道路下部（海岸沿い）の法面は、8分以上の勾配が約70%占めており、凹凸が非常に激しいことから、中詰め割栗石の設置が非常に困難である。急峻であることで将来的な地震等の影響により、中詰めされた割栗石の抜け出しも発生しやすく、随時、周囲の割栗石も進行的に抜け出し崩壊する危険性が懸念される。（図-2、図-3）

また、斜面はガリ侵食の進行が非常に激しいこともあり、割栗石の背面地山からの湧水や雨水が浸透及び流下することで、背面地山が容易に浸食され空洞化し、割栗石が沈下する危険性も考えられる。

②割栗石設置には、クレーン（25t）での割栗石搬入が不可欠であり、時間制限等の交通規制が必要となる。

図-4のクレーンの設置位置は一番道幅が広い箇所に据えた場合であるが、それでも大型車両は通行ができない状況である。（図-4）

③実績としての標準的な枠内栗石積み（ $t=20\text{cm}$ ）の施工は、日当たり施工 $4\text{m}^2/\text{人}$ 。

枠内面積 830m^2 を10人体制で行った場合、21日必要となる。

しかし、急勾配での施工難と激しい凹凸により栗石の使用量が大きく食い込むことから、1.5倍の手間がかかると思われる。また、時間規制内での施工とクレーン据付撤去時間を考えると4～5時間/日（56%）となることから、施工日数は実働で56日以上と予想される。

これはあくまで10人体制で施工した場合であり、割栗石をワイヤーモッコで吊った状態でしか施工できない区間では5人での施工となるため、この日数以上かかることが容易に考えられる。



図-2 施工箇所



図-3 施工箇所



図-4 クレーン作業範囲

当初設計の目的や機能、品質を十分に考慮したうえでの工程短縮に対する対策検討を要する。

3. 対応策と適用結果

問題点①では地形的な条件により品質の確保が難しいこと、問題点②ではクレーンによる施工条件から地域住民に影響の大きい時間制限による交通規制が必要なこと、そして問題点③では湧水対策である割栗石設置が梅雨の季節に入るまでに完了できないことがあげられた。

それらの諸問題を解決するため社内にて検討を行った結果、現場吹付法枠の枠内に対して透水性コンクリート吹付工（ザルコン工法）での施工を発注者に提案した。

透水性コンクリート吹付工（ザルコン工法）はNETIS No. KK-990039-A に登録された新技術で、従来のコンクリート吹付工と同等の強度を有しながら、礫相当の透水係数（ $1 \times 10^{-1} \text{cm/S}$ 以上）を兼ね備えたのり面保護工法である。

問題点①に対して透水性コンクリート吹付工は吹付により地山と密着した施工が可能であり、背面地山からの浸透水をザルコンの連続空隙により流下速度を減衰させながら法尻へと排水していくことができる。そのため吹付背面のガリ浸食や空洞化を抑制し、法面保護としての機能を確保する。

問題点②に対しては吹付けによる透水性コンクリートとして、別ヤードの吹付プラントからの長距離圧送で施工できることから、道路を占有する必要がなく、時間制限による交通規制を回避することが可能である。

問題点③に対しては、吹付施工効率が通常のコンクリート吹付とほぼ同等であることから、透水性コンクリート吹付量 83m^3 に対して実働施工日数が11日であり、梅雨時期に入る前に施工を完了

表-1 工程表

	5月	6月	7月
吹付法枠	→		
砕内栗石	→		
ザルコン	→		

梅雨に入る前に完了させたい

表-2 比較表

従来工法：透水コンクリート吹付工（ザルコン）／従来工法：中粒の栗石			
項目	透水性	耐用性	比較の優劣
経済性	向上	同等性	砕内栗石概ね3,062円/m ² 透水コンクリート吹付工概7,600円/m ²
品質	向上	同等性	栗石詰めは施工の熟練度、心身のコンディションにより品質にバラツキ。 透水コンクリートは法枠との一体化、強度も12N/m ² 以上となる。
安全性	向上	同等性	従来のモルタル吹付と変わらないので、クレーン使用時の道路上での危険性や、栗石の落下による災害の危険性を回避できる。
施工性（工期）	向上	同等性	透水コンクリート吹付はモルタル吹付と同等に施工方法であり、施工日数は1日と80%以上の工期短縮となる。
長期にわたる排水性	向上	同等性	割栗石は長期的に背面の土砂流出量が多いので、空列ができ、詰めが発生する。 透水コンクリートは全量排水であるため、長期的に空列率、透水係数の低下はほとんどない。

させることが十分可能となる。

当初設計の中詰め割栗石設置と透水性コンクリート吹付工（ザルコン工法）の比較については表-2の通りとなる。経済性には劣るものの品質、安全性、施工性、排水性について活用効果が向上すると思われるため、承諾により施工を実施した。

施工方法については、計量された各材料（セメント、骨材、ビニロン短繊維）を、ベルトコンベアにてシャフトレスミキサー（強制練りミキサー）内に投入し、3分以上攪拌した。その後、シャフトレスミキサーで攪拌された材料をベルトコンベアにより吹付機内に投入し、規定量に希釈されたザルコンベースと練り混ぜ、コンプレッサーからの圧縮空気により、圧送ホース、先端ノズルを通して吹付を行った。

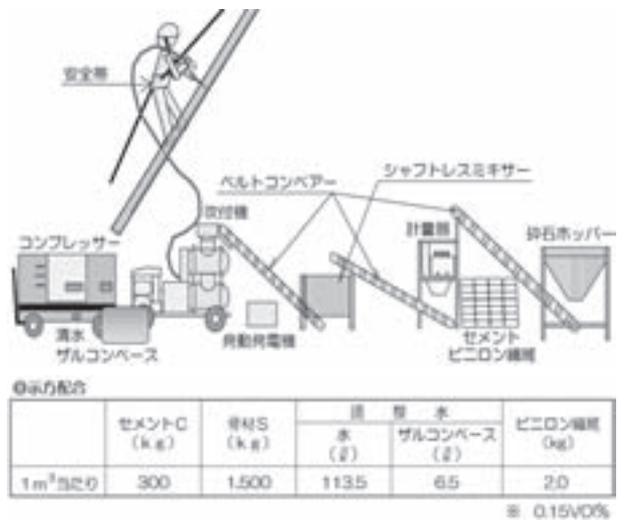


図-5 吹付プラント及び配合表

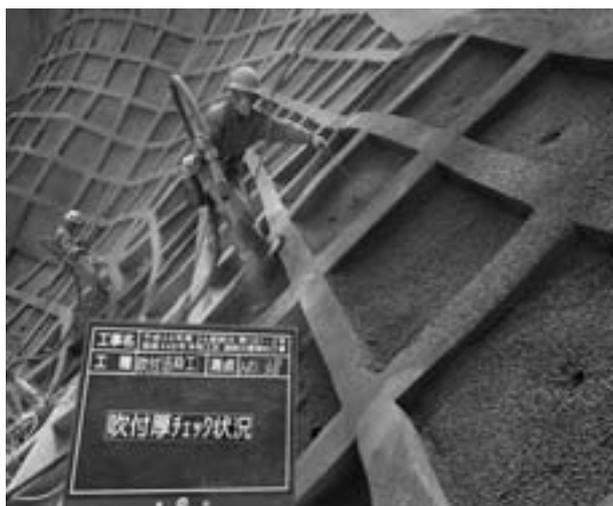


図-6 吹付状況

透水性コンクリート吹付は、7号砕石どうしをセメント及び混和剤により付着させることで、骨材間の微細な隙間から水を排水する構造になっている。

骨材には少なからず、製造過程においてダスト分が付着しており、その付着量も一定していない。そのダスト分を出来るだけ少なくすることが透水性性能を向上させることにつながる。

そのため、搬入した骨材をストックヤードにおいて、タイヤショベルにより攪拌しながら散水車にて骨材洗浄を行い、その後、砕石ホッパーへ搬入するようにした。(図-7) 規定の透水性試験に



図-7 骨材洗浄状況



図-8 透水性コンクリート供試体

加え、図-8のような供試体を作成し、ペットボトルの水が浸透していく様子を目視により確認を行った。

今回の透水性コンクリート吹付工の採用により当初設計での背面地山からの排水機能や品質を十分に確保しつつ、最大の課題だった工程短縮を達成することができたと思う。

この年の宮崎県の梅雨入りが6月4日に対して、5月25日に吹付が完了し、実働として10日程度、当初作業予定日数に対して80%近い工程短縮となり十分な成果があった。全体工期としても1ヶ月以上早く工事を完了することができた。

4. おわりに

宮崎県においても三方よしの取り組みが活発になりつつある中で、工程短縮により早期の一般通行者への安全安心の確保、そして、住民の方々にとって最も負担の大きい交通規制を回避できたことは、住民、発注者、企業にとって大きな利益につながったと思います。

最後に、今回の災害復旧工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者である宮崎県申間土木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。

長大橋梁上部工事における工程短縮の工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人

徳 永 佳 照[○]

Yoshiteru Tokunaga

監理技術者

谷 口 香

Kaoru Taniguchi

工事課長

川 島 知佳夫

Chikao Kawashima

1. はじめに

本工事は、早期の完成を望まれている「国道404号長岡東西道路」のうち信濃川を跨ぐ鋼橋上部の架設・床版工事である。この工事は、架設日数の短縮および床版コンクリートの品質確保であることから、トラベラークレーン張出併用ベント工法における高力ボルト（以下、HTB）の本締め管理方法や床版コンクリート長距離圧送方法等を工夫して全体工程の短縮を図った。

本報文では、桁架設時と床版コンクリート打設時に行った工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：国道404号 信濃川橋梁上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 北陸地方整備局

- (3) 工事場所：新潟県長岡市下山町地先

- (4) 工 期：平成22年8月21日～
平成25年10月30日

- (5) 橋梁形式：鋼11径間連続非合成細幅箱桁橋

- (6) 橋 長：63.7m + 7@87.0m + 2@70.0m +
54.7m = 870.0m

- (7) 鋼 重：4,306.2t

- (8) 主な工種：工場製作工（桁製作工 4,003.6t）
架設工（クレーン架設1,908.5t）
（トラベラークレーン架設2,382.5t）
支承工（大型ゴム支承 24基）
床版工（合成床版 11,528m²）
現場塗装工（外面2,300m²、
内面2,980m²）

この工事は「架設日数の短縮」「床

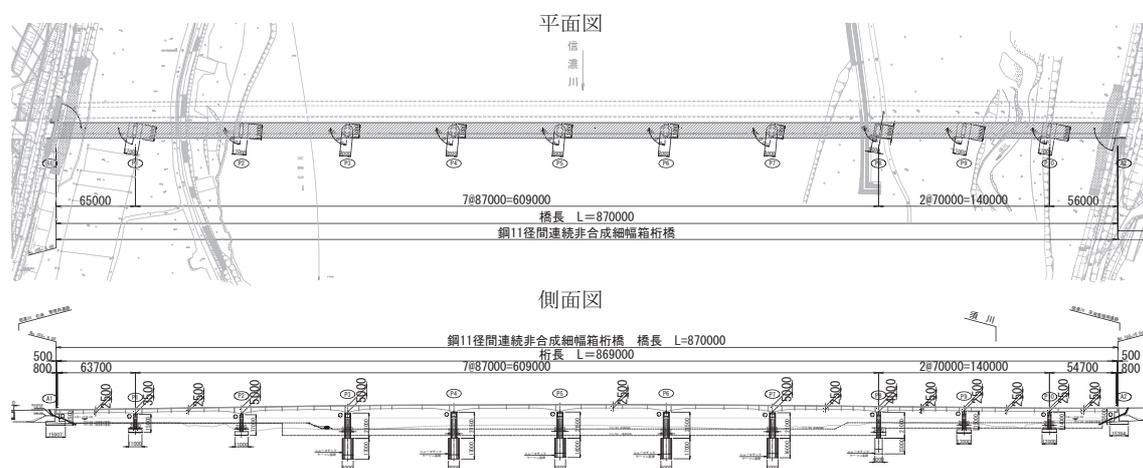


図-1 信濃川橋梁 一般図

●標準工程(標準案)●

	平成23年度			平成24年度			平成25年度													
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月							
架設工	10/1					3/30							11/1		3/2				標準案 303日間	
現場養生など (排水含む)																				
床版工																			3/3	7/31
地覆工など (高欄含む)																				
踏片付け																				
備考	非出水期						出水期						非出水期						出水期	非出水期

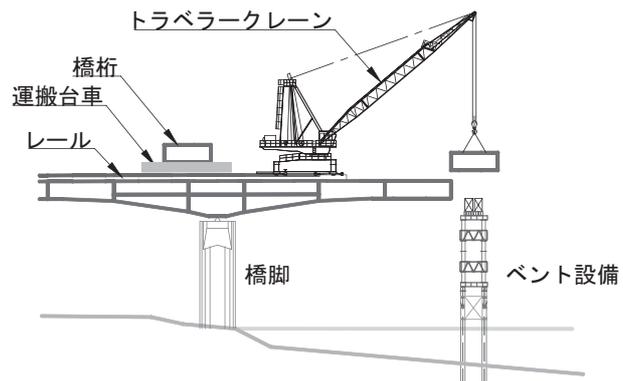


図-3 トラベラークレーン張出併用ベント工法

●計画工程(受注者案)●

	平成23年度			平成24年度			平成25年度													
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月							
架設工																				
現場養生など (排水含む)																				
床版工																				
地覆工など (高欄含む)																				
踏片付け																				
備考	非出水期						出水期						非出水期						出水期	非出水期

図-2 工程表(現地工程)

版コンクリートの品質確保」を満たすためには、現地工程の詳細検討が重要となり、その設定には下記項目を考慮しなくてはならなかった。

- ・12月下旬～3月中旬は降雪が予想される。
- ・河川内の施工は、非出水期である10月～3月
- ・鮭の遡上期間を考慮し、低水敷部は11月～3月
- ・コンクリート工事は、降雪期間を避ける。

そこで、現地工程を図-2のように設定し、各工種を気象的に有利な条件で施工するように計画したが、実現にはいくつかの問題があった。

2. 現場における問題点

1) 低水敷部トラベラークレーン架設

現地工程を守るためには、低水敷部の架設作業においてトラベラークレーンを出来る限り有効に稼働させなくてはならない。しかし、雨天時や気温が0℃未満となるとHTB本締付作業ができないため、HTB本締付けを完了しなければ前進することの出来ないトラベラークレーンは、次の桁架設を行うことが出来ず(図-3)、架設工程が遅延し、コンクリート工事の施工期間に影響が出てしまう。

2) 床版コンクリートの長距離圧送打設

地覆コンクリートを含め、コンクリート工事を降雪前の平成23年11月末までに完了させるために

は、合成床版パネルの架設を平成23年1月～3月で完了させて、床版鉄筋組立やその他準備等を4月～5月に施工し、床版コンクリートを出水期で暑中コンクリートとなる6月～9月に打設しなければならない。出水時に速やかに移動可能な機械による高水敷部での施工は通年可能であるため、打設当日に高水敷部にコンクリートポンプ車を設置し、配管打設を行う計画とした。(図-4)

しかし、コンクリートポンプ車のブームを合成床版パネル上まで上げて、そこから配管打設とした場合、配管の水平換算距離にして430mを越えてしまうため閉塞の危険がある。また、これだけの配管距離で直射日光を浴びてしまうと、筒先のコンクリート温度が異常に高くなり、良質なコンクリートを打設することが難しくなる。なお、高水敷部では打設当日に設置・撤去が可能な設備以外の使用は認められていない。

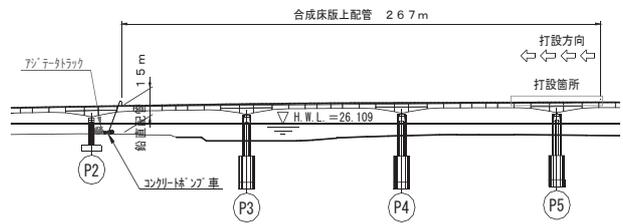


図-4 床版コンクリート打設計画側面図

3. 対応策と適用結果

1) 全天候型添接足場の使用

トラベラークレーン架設作業での問題解決には、雨天時でも本締付が可能となる主桁添接用足場を使用した。主桁添接用足場内に雨水が入らない設



図-5 全天候型添接足場

備とし、本締付期間中に0℃を下回るような外気温であっても、足場内をヒーターで暖めて温度調整を可能とした。この設備により、悪天候時でもHTB本締付作業が可能となった。

全天候型添接足場を使用することによって、HTBの本締付作業を雨天時でも品質を確保しながら、確実に行うことができた。このことにより、桁架設作業は計画工程から遅れることなく、平成23年12月20日までに完了することができ、コンクリート工事が予定通りの時期に施工できるようになった。

2) 鉛直配管ユニットおよび養生設備の使用

配管の水平配管距離を少なくするためには、テーパ管を使用せず、ベント管の数も減らす必要があった。そこで、コンクリートポンプ車のブー

ムは使用せず、ホッパー下の吐出口から直接配管とした。加えて、高水敷部から合成床版上までの鉛直配管は、打設当日に設置・撤去が可能な鉛直配管ユニットを使用した。この設備により水平配管距離を380m程度に短縮することが可能となった。

また、コンクリート温度を低く抑えるために、鉛直配管ユニット部および合成床版上の配管部には、養生マットを巻きつけ散水を行うこととした。打設箇所には、打設範囲全体を覆う養生設備（以下、上屋設備）を設置し、直射日光を遮るようにした。上屋設備は、打設箇所の合成床版パネルをも覆っているため、コンクリート打設前の合成床版パネルの過度な温度上昇を防ぐことも出来た。

床版コンクリート打設では、鉛直配管ユニットおよび養生設備を使用することでコンクリートの筒先温度打設直後の温度を最大でも32℃に抑える



図-7 鉛直配管ユニット



図-6 架設状況



図-8 配管養生状況



図-9 上屋設備 (14m×52m)



図-11 完成写真



図-10 床版コンクリート打設状況

ことができた。

また、床版コンクリート養生期間中は、移動上屋を設置した状態にして、直射日光による異常乾燥を軽減することができた。

さらに、上屋設備は作業箇所が日陰となるため、夏期の炎天下のもと4ヶ月間におよぶ床版コンクリート打設作業において、1人の熱中症患者を出さなかったことにも大きく寄与した。

4. おわりに

桁架設(桁鋼重:約4,000t)を標準案303日間に対して62日間で架設するという急速施工を行い、桁架設完了後から降雪にもかかわらず3月中旬までに合成床版パネルの架設を完了した。この工程短縮により、床版コンクリートのみでなく橋台・巻立・地覆を含むコンクリート工事を気象条件的に有利な4月～11月に施工できたことが品質を確保する上で大きなポイントであったと考察する。

また、本工事での工程短縮は、橋梁工事全体の工程を短縮することになった。標準工程では本橋梁の舗装工事を降雪時期に施工する必要があったが、本工事の工程短縮によって、気象条件的に有利な時期に施工することが可能となり、早期開通への足掛かりとなった。

最後に、本工事においてご指導・ご協力を頂きました北陸地方整備局長岡国道事務所および関係各位に深く感謝いたします。

工程を大幅変更した大型支承取替工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

瀧上建設興業株式会社

現場代理人

畑 中 栄 太[○]

Eita Hatanaka

監理技術者

新 谷 達 也

Tatsuya Shintani

1. はじめに

本工事は、北陸自動車道と関越自動車道の約50 kmに点在する高架橋（全3橋）の橋梁補修・補強を行うものである。主な工事内容は、制振装置の設置、炭素繊維補強、支承取替、橋台固定等であったが、中でも本稿では、笠島橋における支承取替工について記述する。

工事概要

- (1) 工 事 名：北陸自動車道 笠島橋補強工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路株式会社
新潟支社 長岡管理事務所
- (3) 工事場所：新潟県上越市柿崎区川井～
新潟県燕市佐渡
- (4) 工 期：平成23年6月22日～
平成24年10月13日
- (5) 笠 島 橋：主要諸言
構造形式：PC 3径間連続箱桁橋（2連）
橋 長：343.4m
支間割：(50.0m+70.0m+50.0m)×2連
有効幅員：20.0m（上下線）

当初計画では現地の地形状況が、①山間部で起伏が激しい。②橋脚最大高さが約30mあり非常



図-1 笠島橋 橋脚

に高所（図-1参照）となる。③一部桁下に、地域住民が利用する全面芝の運動場がある（図-1参照）ことにより、桁下用地を利用しないで橋脚廻りにブラケット足場を設置し、資機材等の取込みはすべて高速道路規制を伴って橋梁上面から行うという施工方法としていた。

2. 工事における問題点

支承取替にあたり、架設前段階の仮設工及び支承取替作業時において、下記の問題点があった。

(1) 高速道路の規制

工事最盛期が冬季期間となるため、雪氷による高速規制抑制が発生し、工期的に資機材等の取込みができなくなる可能性があった。これは過去の

データから12月～3月まで一般工事による高速規制の実績がほとんどなかったことによる。このため、6月末までに耐震性能を確保しなければならないという特記条件を遵守することが困難であった。

(2) ブラケット足場の施工

当初設計時、ブラケット足場が取扱い困難なH300×5700等の長尺で構成されており、鋼重も全体で約400tあった。施工は、すべて橋梁上面より行う必要があることから、橋梁点検車等を多用する危険な作業が予想され、安全性の確保が困難であった。

(3) 作業スペースの確保

支承の取込みと仮置きについては、橋脚天端に必要なスペースが確保できなかった。また、支承の重量が約10t／基と重く、十分な支持能力を有する必要があった。さらに、既設桁のジャッキアップについては、反力計算の結果5000kNジャッキを6台／支承2基を設置する必要があったが、橋脚天端中に余裕がないため、設置スペースが不足していた。これらのことから、支承重量を支持できる仮置きスペースとジャッキの設置に必要なスペースの確保が課題となった。

(4) 新設支承の施工

今回の既設支承（鋼製）は支承高さが高く、ゴム支承に取り替える本工事では支承の高さ不足に配慮し、既設上沓は残置し下沓部分をゴム支承に取り替える構造となっていた（図-2参照）。このような構造により、上沓部は溶融亜鉛メッキ

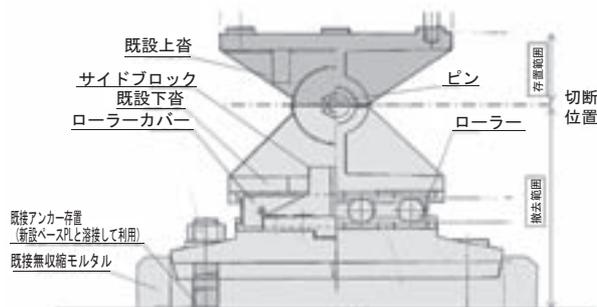


図-2 既設支承側面図

(HDZ35) 処理した型枠内を無収縮モルタルで充填する形状となっていた。これにより、既設中空PC桁に縦横勾配（各箇所異なる）があるため、上面ベースプレート施工後計測を行い、型枠製作をする必要があった。さらにメッキ仕様であるため、工場で作成する必要があり計測から現地搬入まで約2週間かかることが想定され、工程管理を工夫することが課題となった。また、新設支承（ゴム支承）は、死荷重により縮むことが分かっており、そのことに配慮した高さ管理を行う必要があった。

3. 対応策と適応結果

現地の地形条件や工事の問題点を解消するため、次の検討を行った。

(1) 工事用道路増設

橋面からの資機材の取込みが困難となることから、各橋脚に通じる工事用道路を設置した（図-3参照）。これにより、比較的軟弱な桁下用地へ



図-3 工事用道路平面図及びペント設置位置

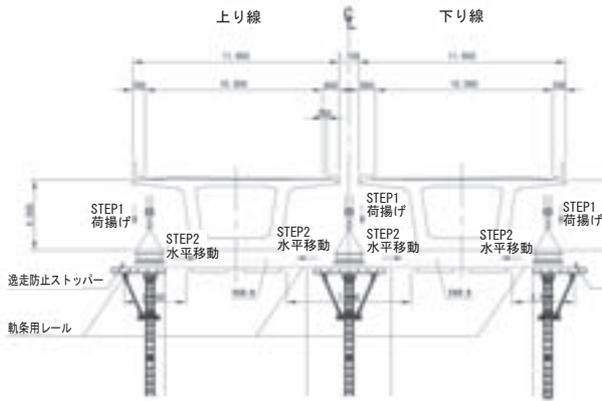


図-4 支承取込み要領図

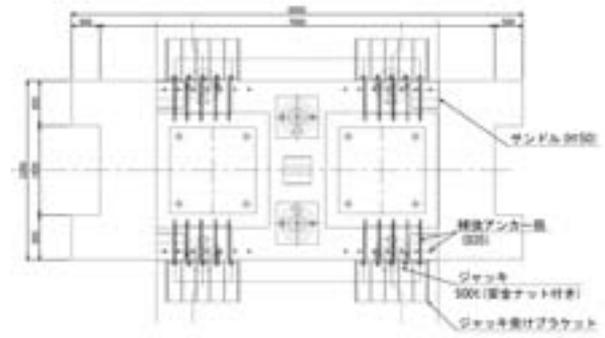


図-6 500 t ジャッキ配置図

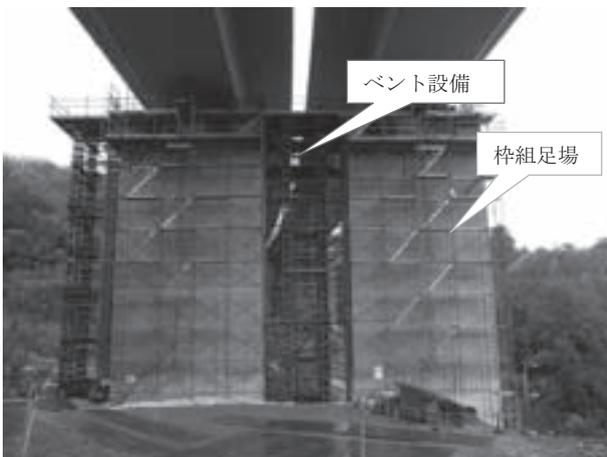


図-5 ベント設備及び枠組足場

の資機材や支承等の輸送が可能となり、材料を橋梁下部から取込めるようになったことから、橋面の交通規制を大幅削減することができた。

(2) ベント設備・枠組足場設置

橋脚側面にベント設備を設置し、資機材用（支承、発電機等）の仮受け架台とし、資機材等の荷揚げは、地上から油圧クレーンで行うものとした（図-4参照）。また、橋脚廻りに枠組足場を設置し、最上部を作業用足場とした（図-5参照）。

これらの変更により、ブラケット足場（任意仮設）に伴う新規工場製作工・設置・撤去工（約400 t）及びアンカーボルト削孔・定着工（φ22×1560本）の工事費を削減するとともに、アンカーボルト工に伴う既設橋脚への損傷も低減することができた。また、ブラケット足場の施工に伴う危険作業を回避できたため、安全性も確保できた。

(3) 仮受設備設置によるジャッキアップ

ジャッキの配置スペースを確保するため、図-6に示すように橋脚側面にジャッキアップブラケット（1300×25×1830）を設置した。ジャッキアップブラケットは橋脚せん断破壊防止のため、補強アンカー筋を橋脚天端に鉛直方向アンカー（D35×680：28本）、橋脚側面に水平方向アンカー（D35×680：20本）をエポキシ樹脂で装填した。ジャッキアップ中の突発的な地震に備えて、支承取替に影響のないスペースを利用してサンドル（H150）架台を設置し、既設桁を500t ジャッキと同時に支持することで、施工の安定性を向上させた。

また、支承等の取込み・仮置きについては、支承重量10 t / 1基に考慮した支持性能を有するベント設備の採用（3. (2)で示す）により、スペースを確保できた。

(4) 新設支承施工時の工夫

新設支承の施工にあたり、課題であった上沓部の溶融亜鉛メッキ処理した型枠の製作工程を短縮するため、上沓下部に現場溶接した上面ベースプレート設置直後に鋼製型枠寸法を計測した。その後、型枠の工場製作期間中に補強リブ溶接、新設支承設置・溶接を施工した（図-7、図-8参照）。上沓部のモルタル充填については、図-9の概略図に示す。

また、下部モルタル打設（図-9参照）後、強度試験で所定の強度を確認した後ジャッキダウンした。ジャッキダウン時の死荷重による免震ゴムの縮み量は、支承製品工場検査で平均3 mmと計測された。これらを考慮して高さ調整を行った結

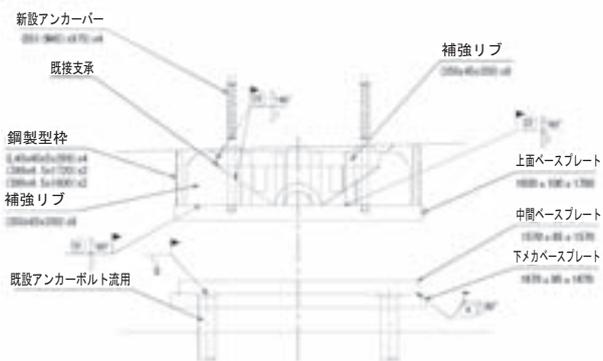


図-7 ベースプレート設置図

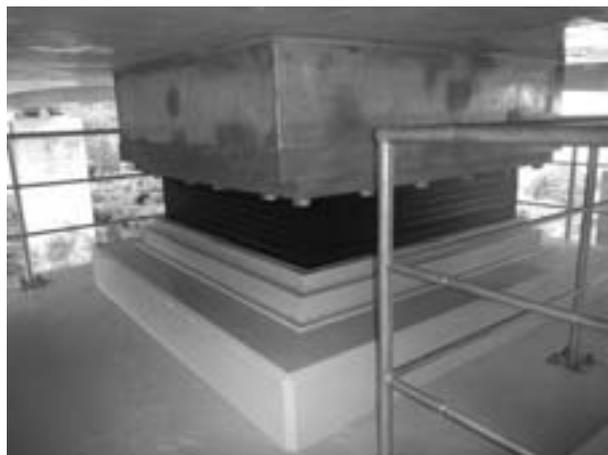


図-10 支承取替完了

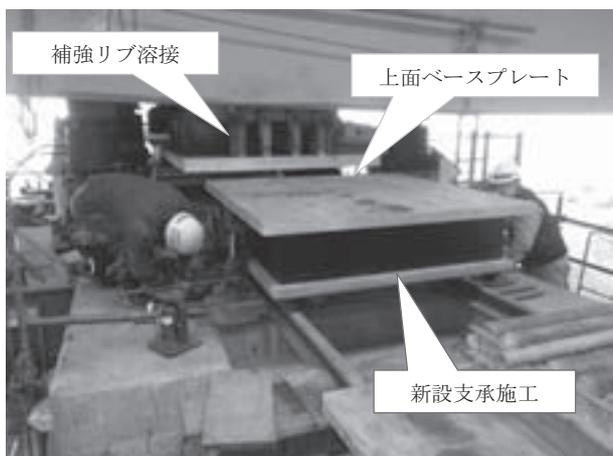


図-8 鋼製型枠計測後の作業

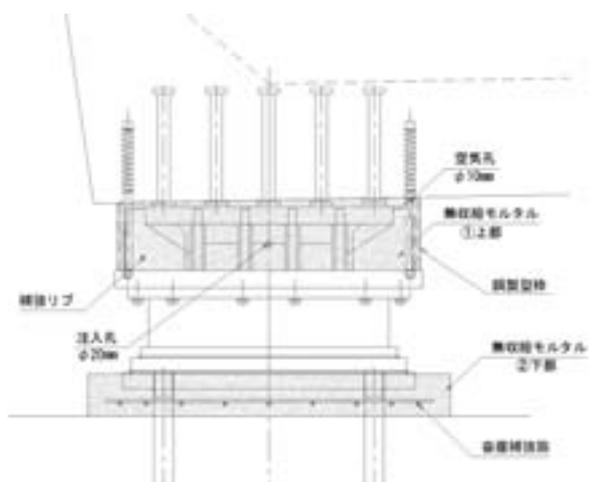


図-9 モルタル注入の概略図

果、ジャッキアップ・ダウン前後のストローク管理による高低差は、 $\pm 2\text{mm}$ 以内の精度を得ることができた。最終的な支承取替完了状況を図-10に示す。

4. おわりに

笠島橋においては施工時に記録的な豪雪に見舞われたが、ブラケット足場からベント設備と枠組足場併用工法に変更したことで、無事工期内に工事を完成することができた。また、高速道路の規制回数を大幅に抑制することによって安全性も向上したといえる。さらに、桁から橋脚天端までの寸法が高かったことから、上沓を残置する方法が採用されていたことにより発生した問題点や新たな工種の施工、その他にも補修工事ゆえに発生した課題が数多くあったが、安全第一を心がけ克服することができた。これもひとえに東日本高速道路(株)新潟支社様の御指導、そして関係各位の皆様様の御協力の賜物であり、厚くお礼を申し上げます。

震災直後における補修補強工事の現場施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

監理技術者

田村 有 治[○]

三 山 誠 志

Yuji Tamura

Satoshi Miyama

1. はじめに

本工事は、東北自動車道(国見 IC～白石 IC 間)の宮城白石川橋(図-1)において損傷劣化した鋼製支承をゴム支承に取替え、あわせて落橋防止システムを設置するものである。本橋は供用開始後38年が経過、重交通及び冬季に散布される凍結防止剤の影響により、特に支承部の損傷が激しく過去にも支承の取替えが行われていた。

今回対象となるのは、鋼3径間連続合成鈹桁2連橋長L=276.9m支承取替え数64基であり、上部工を供用した状態で安全に施工することが条件であった。

工事概要

- (1) 工 事 名：東北自動車道
宮城白石川橋支承更新工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路(株)東北支社
- (3) 担当事務所：福島管理事務所
- (4) 工 事 場 所：自) 福島県伊達郡国見町大字小坂(国見 IC)
至) 宮城県白石市福岡深谷(白石 IC)
- (5) 工 期：平成22年9月30日～
平成24年7月20日

平成22年12月より上下部工の損傷具合の判定のため点検調査を開始し、調査結果をもとに支承取替えに影響する箇所損傷程度の判定、損傷による影響箇所の補修方法を検討していた。

当初の補修方法を決定し、施工ステップを確定

した直後、平成23年東北地方太平洋沖地震が発生した。

ただちに地震による上下部工の損傷程度の点検調査を行い、震災に伴う工事一時中止期間を経て現場施工が再開された。施工再開にあたり、直後の強い地震・余震を想定した施工方法への見直し、検討を実施し、今後の課題をピックアップした。以下にその要点を示す。

- ① 支承取替えステップの見直し
- ② 仮設備計画の見直し
- ③ 部材製作工程の短縮

ここに、東北自動車道が必要な震災後のライフラインとしての機能を果たしている事を踏まえ、本工事が車の通行に支障をきたすことなく、安全にかつ効率的に現場施工を実施した内容について



図-1 現場位置図

報告する。

2. 現場における課題

現場施工を再開するにあたっての課題を示す。

① 支承取替えステップの見直し

既設支承撤去から新設支承への取替え時、一時的に上部工水平力を下部工に伝達していた旧アンカーの撤去作業が発生する。

当初一支承線上の全支承を同時にジャッキアップしての支承取替えを計画していたが、作業中に強い地震・余震が発生した場合、水平力に抵抗する部材が不在となるため、作業中における地震による水平力に抵抗するための対策が重要であった。

(図-2)

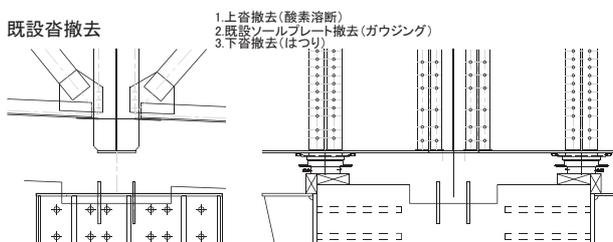


図-2 既設支承撤去図

② 仮設備計画の見直し

白石川の中洲にP4橋脚が位置しており、脚上へは出水期・非出水期に関わらず部材・設備等の取込および在置できない状況であった。当初計画は、上下線主桁フランジ面に横梁を敷設し、軸方向に軌条レールを配置して部材・設備等の設置撤去を行う計画であった。ところが震災後の強い地震・余震が発生する中、高所での設置・撤去作業及び設備の点検作業を安全に行うため、より安全性の高い仮設備を設置する必要がある。

③ 部材製作工程の短縮

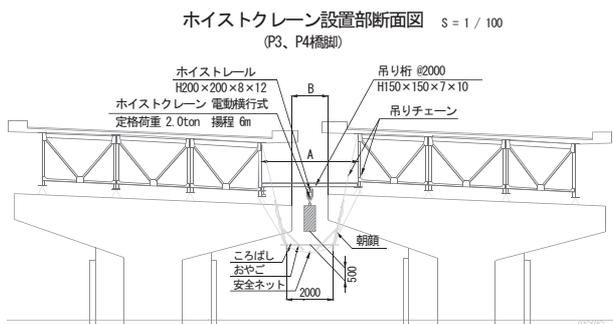


図-3 仮設備計画図 (当初)

現場施工の大部分が白石川河川内であり、工期末は7月であったが、非出水期の平成24年5月末までに施工を終える必要があった。

支承取替え工の現場施工期間は約7ヶ月であったが、64箇所 of 支承取替と同時に、落橋防止ブラケット、変位制限装置の設計、製作、取り付け作業を考慮すると、非常に厳しい工程の中での作業が予想された。

そのため、より効率的な設計、製作、取り付けを行うべく、現地での計測データをミスなく設計・製作工場へ伝達していくことがなにより重要な事項であった。

ここに、関連部署と検討協議を重ね、現地での効率的な調査・計測を工夫することで、設計、製作の工程短縮への対策を行った。

表-1 支承取替え工程

作業内容	期間	平成23年								平成24年								備考欄		
		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		6月			7月	
		10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20		10/20	
宮城白石川橋	主桁補強工	ジャッキアップ補剛材→支点上補剛材の敷設																出水期	契約工期 H24.7/20	
	断面修復工																			
	落橋防止構造 (ブラケット工)	コア剛孔→ジャッキアップブラケット敷設																落橋防止装置敷設		
	支承取替工	支点上ジャッキアップ→支承取替え																		
	変位制限構造																	変位制限構造施工		
	伸縮装置止水工	既設伸縮装置撤去工(止水部)→新設伸縮装置止水工施工																		
その他	検査格敷置																排水管設置・定場工(解体)			

3. 対応策と適用結果

前述の課題を解決するため、以下にその対策を実施した。

① 千鳥箇所施工による支承取替え

1) 支承取替え作業時に頻繁に発生する地震・余震による水平力への対応について

- 河川内施工によりベント等の大規模設備の設置ができない状況であった。

- 下部工は既に耐震補強設計が実施済みであり、再度、耐震補強を行う事が不可能であった

以上の条件の中、次頁(図-4)にあるように支承取替を千鳥配置で取り替える施工ステップに変更した。

2) 施工時に留意した点として

- 施工時の設計水平力は、安全性と施工性とを

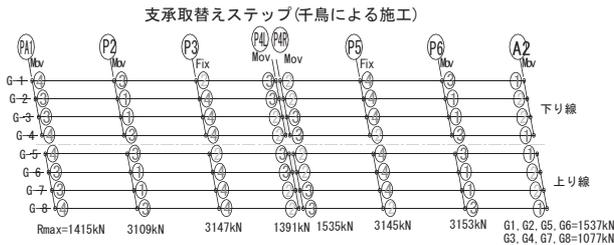


図-4 支取替えステップ

考慮して、協議の上、震度5程度の地震・余震に対応させることとした。

- ・震度5に対して一支承線上で許容される基数を算定し支取替え作業を交互に行った。
- ・一支承線上を同時に全て取替える作業と比較して、煩雑さが増したが、日常の管理体制を確実に言う事、作業者全員の意思疎通がスムーズに行われた事により、計画工程内に現場施工を完了させる事ができた。
- ・施工中に発生した地震・余震時にも構造物への影響はなく安全に施工する事が出来た。(図-5・6)



図-5 油圧ロックジャッキ設置



図-6 支承設置

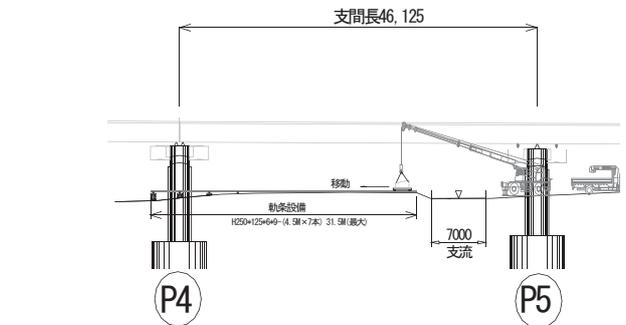
②日毎設置撤去を伴う軌条設備の採用

今回現場施工条件による仮設備計画の見直しを行った時の留意点を下記に示す。

- 1) 強い地震・余震が発生する中で、高所における重量物の組立て解体作業の工程短縮
- 2) 強い地震・余震発生の中に行う点検作業時の安全な足場設備の工夫
- 3) 河川内での施工条件により、出水期・非出水期に関わらず部材・設備等が在置不可能な状況下での現場施工

上記要件より、

- ・河川内のP4橋脚で施工がある日に限り白石川河川敷に軌条設備の設置は可能であった。(図-7・8) そのため、軌条設備にI型鋼を使用し、油圧式クレーンと人力で日毎組立て解体を行った。
- ・設備を日毎撤去、組立を行うため、その作業人員の確保と、安定した軌条設備を維持していくため、日毎の軌条ラインの選定と測量作業に神経を費やした。
- ・この軌条設備の有効利用によって、部材・設備



25tR.C ーム長16.4m-作業半径10m-cap7.5t
最大重量物は鋼製ブラケット(約1.5t)

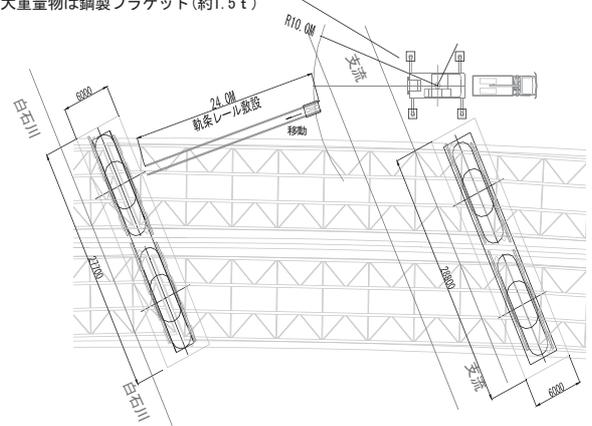


図-7 軌条設備図



図-8 軌条設備を使った運搬

等の荷上げ・荷下し作業がスムーズになり、高所作業の工程短縮、およびより安全な点検業務を行う事が可能となった。

③ 3次元計測の採用とシミュレーション実施

上述のように、非出水期の期間内での施工完了が必須の中、支承取替え工のほかに橋脚ブラケット設置・主桁補強作業を同時施工していく必要があった。

日毎の工程調整中で、設計、製品・仮設部材の不具合や誤作が発生すると、非出水期の期間内での完了が困難となる。それらを極力防止するため、関連部署間で協議を行い、ミスが発生する大きな要因である下記に着目した。

- ・ 現地計測時でのミス、および記入ミス
 - ・ 現場→設計→製作へデータ受け渡し時におけるデータ変換時のミス
 - ・ 部材設置箇所での干渉物確認漏れによるミス
- これらの人為的ミスを防止するため、現場では以下の対策を行った。

- ・ 現場で撮影したデジタルカメラの写真データから3次元計測システムを採用することで、3次元座標の抽出を行った。(図-9)
- ・ 抽出した元データのまま、現場→設計→製作へと受け渡しを行い、計測ミス、記入ミスを防ぐことが可能となった。結果、誤作は発生せず計画工程どおりの施工ができた。
- ・ 部材製作前に原寸大の型枠を作成し、事前に現地設置時のシミュレーションを行うことで(図-10)現地での設置方法、および干渉物の有無を

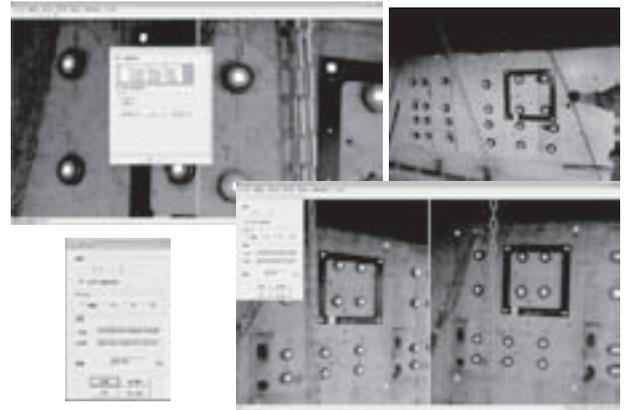


図-9 3次元計測の実施



図-10 曲線ブラケットの設置確認

確認できた。結果として、部材は干渉することなく設置完了し、現場工程への影響はなかった。

4. おわりに

今後、本工事と同様な条件下での補修補強工事が増加するものと思われます。損傷・老朽化した構造物を扱う場合、完成時の図面・計算書には表されておらず、現場でしか判断出来ない事例も多くあります。

今回現地施工前段階から調査・点検項目のフォーマット化を行い、かつ人為的なミスは必ず発生するという前提で計測方法を関係部署で検討したことで、補修補強工事においても、データを有効活用して情報化による施工を行うことが可能という事が分かりました。

最後に、本工事の施工にあたりご指導頂きました東日本高速道路株式会社をはじめとする関係各位に厚くお礼申し上げます。

RI-CPT を用いた載荷盛土の圧密度調査について

東京土木施工管理技士会

東亜建設工業株式会社

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。原地盤に $N > 0$ の軟弱な地盤があり、将来の沈下が構造物に与える影響が懸念されるため、載荷盛土を採用して圧密促進とした。

2. 現場における課題、問題点

軟弱地盤上に直接基礎構造物を建設する場合、圧密による沈下や残留沈下による長期的な変形が避けられない。この課題を解決するために各種の対策工法がとられるが、この中で載荷盛土工法が

実績もあり安価であるため採用される事が多い。載荷盛土工法は、軟弱地盤上に盛土を行いその荷重により圧密を促進させて、将来の有害な沈下を防ぐ事を目的としている。圧密度の管理は、動態観測による沈下量、間隙水圧計をあらかじめ設置して過剰間隙水圧を計測するなど動態観測により行う。工程管理や品質管理には、載荷盛土の撤去時期や残留沈下量などの指標が必要である。しかし、これらの指標の評価には長期的な動態観測が必要である事や、計測計器を設置した箇所での管理ができないなど、施工において制約条件となる事がある。理想としては、その都度、あるいは任意の箇所で地盤調査を行い載荷履歴と合わせて地盤情報を把握することが施工の効率化、高品質化につながる。しかしながら、従来のサンプリングによる地盤調査ではコスト、工程の関係から圧密管理に用いる事が少なく評価方法も汎用化されているとは言いがたい状況にある。また、地盤の性能評価を行う場合も地盤情報の把握は必須になりつつあるが、施工上の制約条件（コスト、工程）から、地盤調査が活用される事は少ない。本文は、軟弱地盤上の直接基礎構造物の載荷盛土による圧密の評価に、従来の動態観測（沈下量計測）に加えてサウンディングによる地盤調査を行い、地盤の間隙比、先端抵抗など複数の地盤情報を取得し、載荷盛土の影響について評価した手法）、事例に

ついて述べるものである。サウンディングは、RI-CPT（ラジオアイソトープ併用電気式三成分コーン試験 JGS1435）を使用し、圧密対象層の全層を 2 cm 毎の間隙比 e 、先端抵抗 q_t を計測している。また、圧密対象層の中間で間隙水圧を計測し、過剰間隙水圧も検証している。RI-CPT による計測の長所は、①従来の地盤調査と比較してコストが低い②調査期間が短い③間隙比、先端抵抗、間隙水圧、地盤内の温度が 1～2 cm 毎に計測できるために精度の高い地盤情報が取得できる。④原位置での計測であるため、計測結果が拘束圧など試験条件に左右されない。⑤任意の箇所、任意の時間で計測ができるなどがあげられる。短所としては、①先端抵抗がコーン係数など指標でしかないため、精度を上げるためサンプリングが必要である。②硬質の地盤には適用できないなど軟弱な地盤に特化した調査法であることがあげられる。本文の適用例では、事前に調査箇所で RI-CPT とサンプリングを行い、載荷後に RI-CPT による調査で載荷による効果を評価している事前のサンプリングで採取した試料は、室内試験を行い（標準圧密試験及び一面せん断試験）圧密係数 C_c 及び強度増加率 C_u/P を求めた。これらの複数の地盤情報を組み合わせて、原位置での有効応力や間隙比を求めて評価を行った。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

3-1. 調査方法

地盤調査には、以下の項目について行った。

① 載荷前の調査

- ・サンプリング (T. P. -18m 及び T. P. -21m)
- ・RI-CPT (T. P. -13m~T. P. -22m)
- ・標準圧密試験 (JIS A1217)²⁾
- ・土の圧密定体積一面せん断試験 (JGS0560)
- ・物理試験 (ρ_s など)

② 載荷後の調査

- ・RI-CPT (T. P. -13m~T. P. -22m)

サウンディングに用いた RI-CPT について概要を示す。RI-CPT は図-1 に示すように、電気

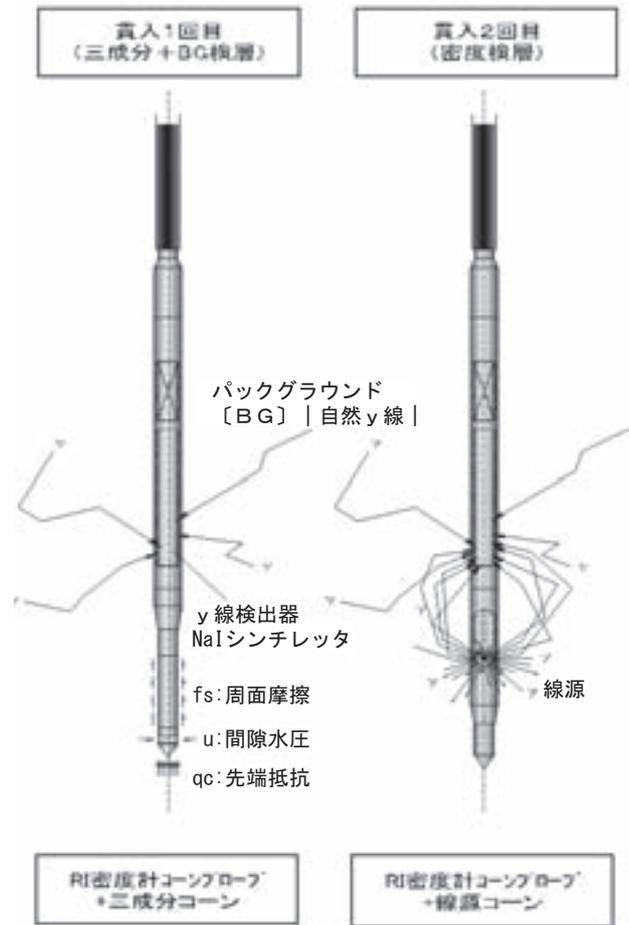


図-1 RI-CPT の概要図

式三成分コーン (JGS1435) にガンマ線による湿潤密度計測機能を有したサウンディング試験である。計測項目は、コーン指数 q_t 、間隙水圧 u 、周面摩擦 f_s 、温度、湿潤密度 ρ_w である。土粒子密度 ρ_s が既知の場合、水位下で飽和度 $S_r = 100\%$ の場合間隙比 e を求めることができる。計測は、1～2 cm 毎にできる事から地盤構成や強度、砂や粘土などの性状を正確に把握することが可能である。貫入は 2 回行い、1 回目は三成分コーンと BG 計を貫入し、原位置での q_t 、 f_s 、 u 及び自然状態の放射線量を計測する。2 回目に、ガンマ線密度計を貫入し ρ_w を計測する (図-1)。

3-2. 対象地盤

対象地盤は、図-2 に示すように、上から埋立層 (A)、砂層 (B)、粘性土層 (C)、礫層 (D) の 4 層からなり、圧密対象層は、C 層である。この地盤に 3 m の載荷盛土を行い、約 2 ヶ月程度

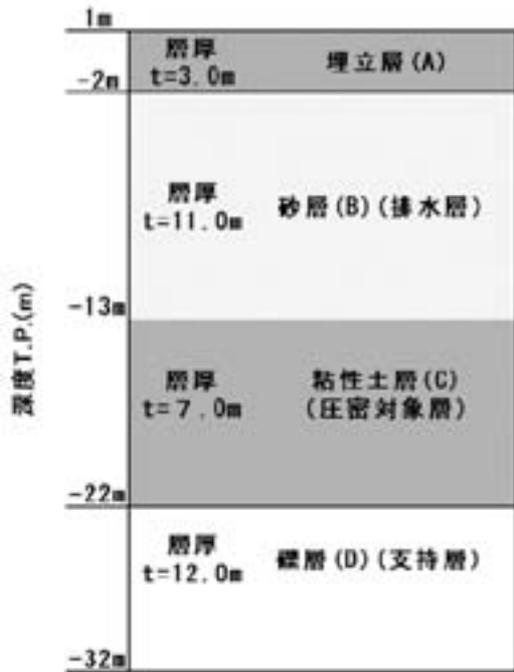


図-2 調査地盤の概要

放置し、圧密促進を行う。放置期間は通常3ヶ月以上と比較すると短い。当初の計算ではC層で

概ね40cm程度の圧密沈下が予想されていた。載荷後の実測沈下量は $S=25\text{cm}$ だった。C層はRI-CPTの計測結果を見ると上 (T.P-13m~-16.5m) と下 (T.P-16.5m~-22m) に分けられ、上層は砂層を細かく挟む比較的硬質な地盤である。下層は均一な粘性土が堆積する層となっている。上層の代表値は、 $IP=25.7$ 、 $e_0=1.130$ である。下層は $IP=28.7$ 、 $e_0=1.563$ である。事前調査では、T.P-18mとT.P-21mの2箇所からサンプリングを行い、 C_c 及び C_u を求めている。圧密試験で求めた C_c は0.69、0.66であった。

3-3. 評価方法

- ①原位置の拘束圧による試験 (コーン係数 N_{kt} を求める。)
- ②正規圧密状態によるせん断試験 (強度増加率 C_u/P を求める。)

事前に調査で得られた間隙比から、圧密度 $U=100\%$ の場合の間隙比を求め、載荷後の計測値と

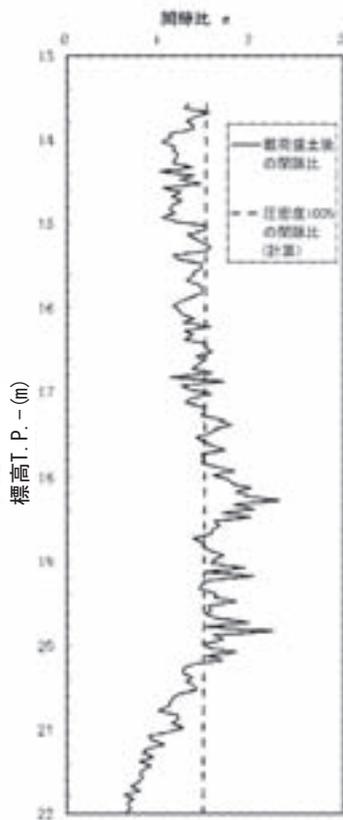


図-3 間隙比の深度分布

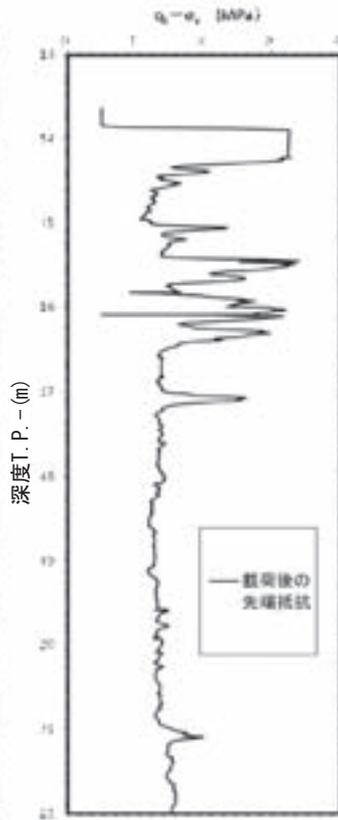


図-4 先端抵抗

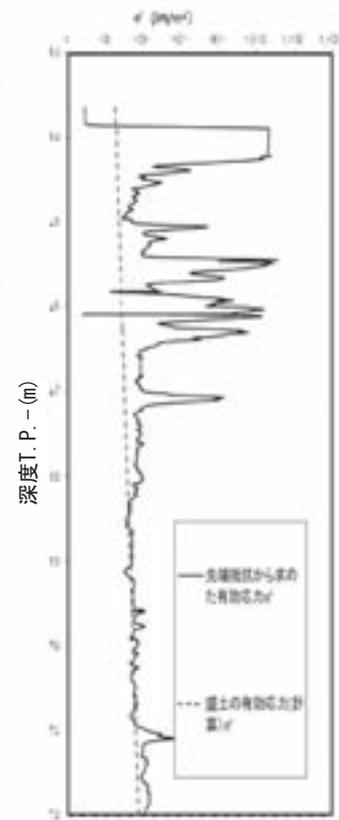


図-5 有効応力の深度分布

比較し圧密の評価を行う。また、 N_{kr} 及び Cu/P を使って式(1)により載荷後の有効応力を求める。

$$P=Cuf/(Cu/P) = \frac{q_t - \sigma_v}{N_{kr} Cu/p} \quad (1)$$

P ：地盤中の有効応力 (kN/m²)

Cuf ：原位置のせん断応力 (kN/m²)

Cu/p ：強度増加率

$q_t - \sigma_v$ ：コーン指数 - 全応力 (kN/m²)

N_{kr} ：コーン係数 (事前の試験結果より)

(1)式は、コーン先端抵抗 ($q_t - \sigma_v$) からせん断応力を求め、そして圧密中の有効応力を求める形となっている。事前の試験結果は、 $Cu/P=0.249$ 、 $N_{kr}=11.2$ となった。載荷後の調査結果のうち間隙比の深度分布を図-3に示す。図中の点線は、A層による増加荷重を考慮した間隙比の深度分布である。この点線上あるいは下回る場合、十分に載荷盛土の効果が現れたと考えられる。図-3を見ると T. P. -13m~T. P. -18.0m、T. P. -18.6m~T. P. -22m までこの点線を下回り十分な効果があった事がわかる。T. P. -18.0m~T. P. 18.6m まではこれを上回り残留沈下として残った部分である。この部分の沈下量は計算では $S=0.9\text{cm}$ であった。構造物の許容される残留沈下量が $S=1.5\text{cm}$ であったためこれを下回るものであった。図-4は、コーン先端抵抗の深度分布である。圧密中は、載荷された応力が間隙水圧と有効応力によ

って分担され、圧密の進行に伴い間隙水圧が有効応力に転嫁されていく。そのため、圧密に伴い転嫁された有効応力により地盤のせん断力が増加していくと考えられる。このせん断力から逆に有効応力を推定してみた。粘性土の強度増加率は、概ね $Cu/p=0.25\sim0.3$ 程度のばらつきである。この事例でも、 $Cu/p=0.249$ とこの範囲であると考えられる。図-5は、原地盤のせん断力から強度増加率を使って求めた有効応力である。図中の点線は、A層を埋立した後の地中の応力である。この結果を見ると埋立後の地中応力上に連なっており、所定の応力を満たしている。載荷盛土による応力が小さい部分は先に述べた間隙比から考えて将来の悪影響は少ないと評価した。

4. おわりに

圧密過程の評価に RI-CPT を使用して圧密過程を評価した事例について述べてきたが、今までサウンディングを用いる事により地盤の性能評価が簡便にできる事を示すことができたものと考えている。ただし、実際の施工では、この手法を更に簡便にしていく事が重要であろう。例えば、室内試験を伴うなど部分や適用地盤などの性能を向上させ汎用性を高める必要がある。今後は、原位置でのデータと統計手法を組み合わせることで簡易で精度のよい手法を考えてみたい。

橋梁下部工（橋台）のひび割れについて

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
現場代理人
末次 優太
Yuuta Suetsugu

1. はじめに

県道宮本大川線（県道710号線）は、福岡県久留米市から大川市に至る一般県道である。久留米市三潞町と大川市に一部幅員が狭く離合が困難な場所が存在する。本工事は、大川市酒見地区に離合困難で見通しも悪く、老朽化した酒見橋（花宗川を横断する）の下流右岸側にA1橋台を施工するものである。

図-1に位置図を示す。

工事概要

- (1) 工事名：県道宮本大川線
酒見橋橋梁下部工工事（A1橋台）
- (2) 発注者：福岡県南筑後県土整備事務所
- (3) 工事場所：福岡県大川市大字酒見



図-1 位置図

- (4) 工期：平成24年8月11日～
平成25年5月31日

(5) 工事内容

- ・場所打杭工 $\phi 2.0$ N = 12本
- ・橋台躯体工 = 1基
(コンクリート打設 417m³)
- ・高水護岸
矢板工 II W型 L = 8.5, N = 86枚
コンクリートブロック張 = 208m²
- ・低水護岸
矢板工 II W型 L = 5.5m, N = 86枚
コンクリートブロック張 = 257m²
- ・張コンクリート工 t = 350 A = 260m²

2. 現場の問題点

A1橋台は、延長約27.0m・幅壁部2.30m・高さ壁・胸壁部2.70mであり、冬季の施工で延長が長い為、セメント水和熱によるコンクリートのひび割れが懸念された。

今迄の経験から、単位セメント量が少ない生コンクリートがひび割れ発生しにくい傾向なので、配合報告書による生コンクリートの単位セメント量と単位水量は、下記のとおりとなり、

24-8-20B. B

292Kg/m³, W/C = 54.5%

24-8-20B. B (高性能 AE 減水剤)

270Kg/m³, W/C = 57.0%

27-8-20B. B (高性能 AE 減水剤)

284Kg/m³, W/C = 53.5%

検討の結果、単位セメント量は、24-8-20B. B (高性能 AE 減水剤) が少ないが、水セメント比が55.0%を超えるので、27-8-20B. B (高性能 AE 減水剤) を使用することと。

コンクリートのひび割れ原因と対策

①打設管理

生コンクリート工場での練混ぜから打ち終わるまでの時間は品質（材料の分離及び損失）に影響を与える恐れがある為、生コンクリート工場を現場から運搬時間20分程度の工場に選定した。

現場では運行管理者を配置して待機車両が出ないように運行管理を行った。

また、コンクリートの充填を確実にする為、充填管理システム（ジューテンダー）を設置し充填状況を管理した。

図-2に、ジューテンダー計測状況写真を示す。

②養生

冬季12月～2月の寒中コンクリート打設になり、外気温は5℃以下まで下り夜間は凍結の恐れがあった。

養生は、シートで全体を覆い冷気に晒されない様にし、シート内はヒーターを焚き外部と内部の温度差を少なくした。

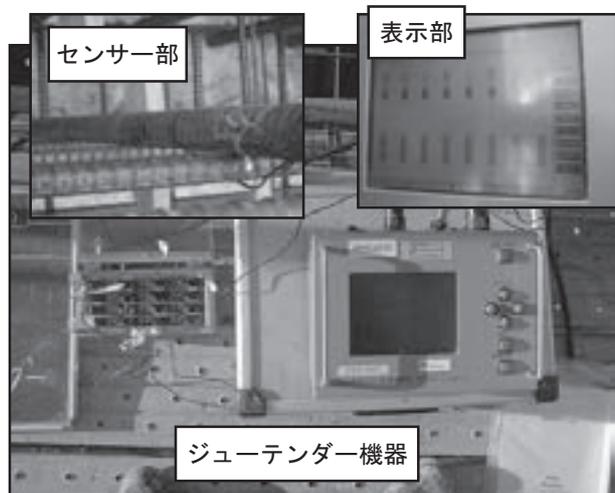


図-2 ジューテンダー計測状況



図-3 おんどロイド管理状況

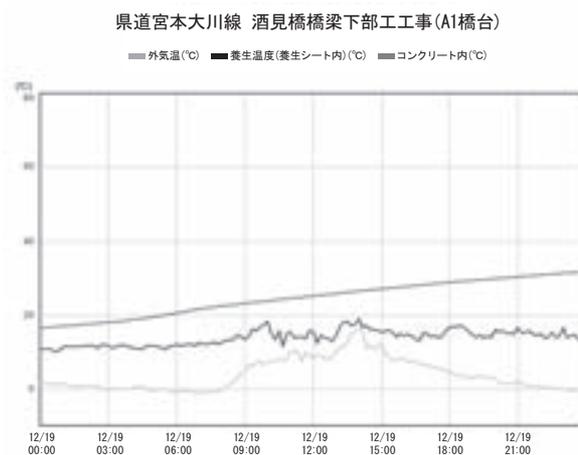


図-4 おんどロイド管理図

また、外気温・養生内温度・コンクリート内部温度を常に管理する為、インターネットを經由した温度管理システム【おんどロイド】を導入・実施した。図-4におんどロイド管理図を示す。

図-3に、おんどロイド管理状況写真。

上記、図-4からシート内でヒーターを焚き養生する事で、養生内温度は外気温と同じ温度まで下回る事なく、また、6℃以下に下がる事はなかった。

③型枠の脱枠時期

脱枠は、コンクリート圧縮試験の結果から所定の強度（コンクリート標準示方書 堅壁：14N/mm²）を満足した事を確認した後、脱枠を行う。コンクリート内温度の低下・乾燥収縮を防止する為、打設後3週間後に（堅壁）脱枠を行った。

④コンクリートの品質

コンクリートの配合は、27-8-20（高性能AE減水剤）であり、水セメント比の上限値は55.0%に対し53.5%で配合設定されており、単位水量の影響によるひび割れ発生は低いと考えられた。

表-1 豎壁部コンクリート品質試験結果

試験の種類	スランブ (m)	空気量 (%)	単位水量 (kg)	21日強度 (N/mm ²)	コンクリート温度 (°C)	外気温 (°C)
試験値	8.3	4.2	194.2	34.1	6	5

豎壁部のコンクリート品質試験結果を表-1に示す。

⑤塗布型高性能収縮低減剤の塗布

型枠脱枠後に、コンクリートの乾燥収縮によるひび割れを防止する為に、高性能収縮低減剤（クラックセイバー）を速やかに塗布した。

上記、ひび割れ対策を行ったがコンクリート打設後、3日目に豎壁部にひび割れが確認された。

ひび割れは、豎壁部にフーチングから鉛直方向に正面側・背面側にそれぞれ2本ずつ発生しており、ひび割れの幅は0.30~0.80mm、長さ2.60~3.40m（天端含む）の範囲で、比較的ひび割れの大きい特徴を有していた。

また、胸壁部でもひび割れを確認できたが0.20mm以下であった。

ひび割れの発生箇所を図-5に示す。

表-2に、ひび割れ発生数量を示す。

図-6に、ひび割れ状況写真を示す。

今回のひび割れの発生原因は、表-3のような原因が推測される。（調査資料より該当しないと

表-2 ひび割れ発生数量

位置	番号	幅 (mm)	長さ (m)	備考	
217)	正面	①	0.80	3.40	天端1.2m含む
		②	0.40	3.40	天端1.2m含む
	背面	①	0.80	2.60	
		②	0.30	2.60	
合計			12.0		

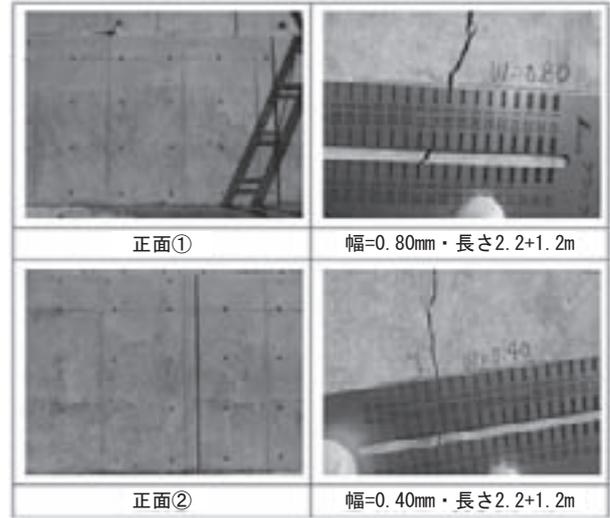


図-6 ひび割れ状況（正面側）

表-3 ひび割れ原因

原因	対象から除外した理由	判定
セメントの水和熱	該当する	○
コンクリートの自己収縮	本セメント比などから可能性は低い	×
型枠の早期除去	空置間隔の短縮により該当しない	×
支保工の沈下	フーチング部に打設されていることから該当しない	×
断面・鋼材量不足	確認が行われていないことから該当しない	×

判断される原因は除外)

現地調査と補修・補強指針をもとに、今回のひび割れの主な発生原因を推定すると【セメントの水和熱による】が原因と考えられた。

セメントの水和熱によるひび割れには、内部拘束と外部拘束があり、内部拘束は、比較的早い時期に発生し、ひび割れの幅が大きく表層のひび割れが多い傾向にある。また、外部拘束によるひび割れは、内部の温度が低下するとき収縮が外部のコンクリート、岩盤などに拘束されると発生するひび割れで一般的に貫通していることが多いことで知られている。

3. ひび割れ部の対応策

ひび割れが本構造物の要求性能低下に直接影響

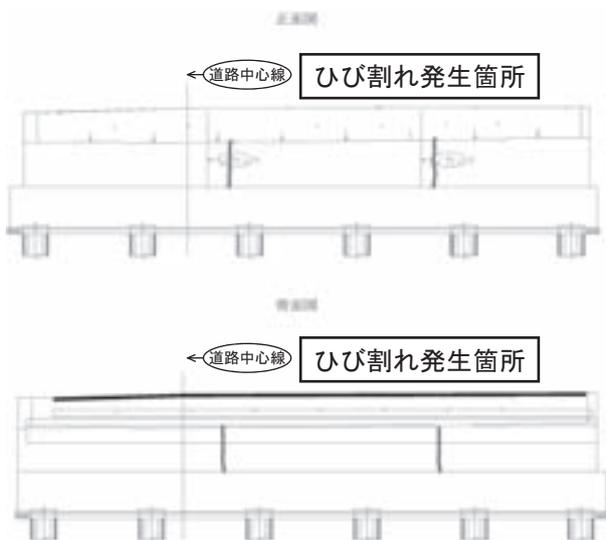
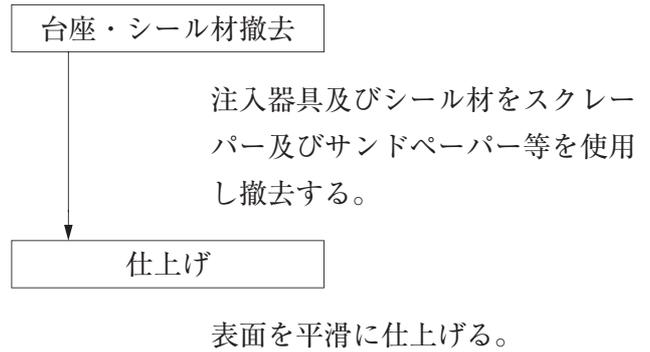
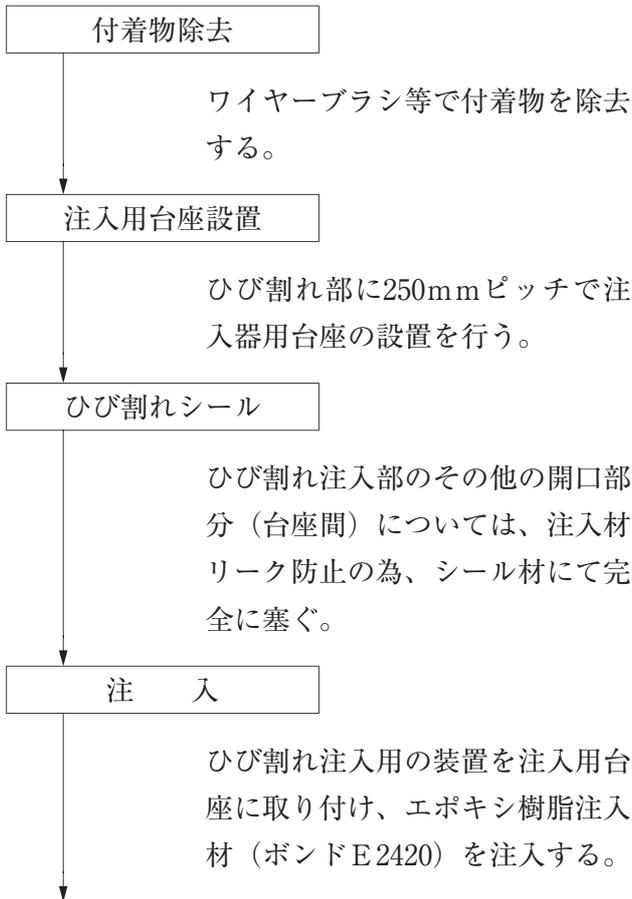


図-5 ひび割れ発生箇所図

を与えるものではないと考えるが、ひび割れからの劣化因子は、鉄筋の腐食など構造物の耐久性低下の原因となることから因子の侵入防止の為、処置を講じた方が良いと考えた。よって、追従性のある材料によるエポキシ樹脂注入工法を行った。
作業フロー



4. おわりに

今回のひび割れは、構造物がマスコンクリートであり、打設後の水和熱による内部温度と外部温度の差が大きい事により降下時にフーチングに収縮が拘束されて、ひび割れと確認できたもので中心部のひび割れは細いものと考えますが、両面に連続するように発生していることから貫通していると考えられた。また、構造物の延長が長い事も1つの原因と思われる。ひび割れの抑制方法に誘発目地などの設置を行うが、打設高さに対する延長の比が2程度で効果があるとされている為、今回のひび割れの発生に延長が関係している事は否定できない。設計上堅壁部には、誘発目地が設置してあったが、目地で誘発はしなかった。しかし、躯体に対し均等にひび割れが入った事から、誘発目地は必要であり設置位置については、鉄筋の配筋・躯体の延長等を考慮し設置する必要がある。

地盤改良工事における問題点について

宮城県土木施工管理技士会
 監理技術者
 株式会社只野組
 佐々木 誠 司
 Seiji Sasaki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：新南明戸地区道路改良工事
- (2) 発注者：東北地方整備局仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県気仙沼市本吉町新南明戸
地内
- (4) 工期：平成24年10月5日～
平成25年11月29日
- (5) 工事概要

路体盛土工一式 地盤改良工一式
 側道工一式 道路付属施設工一式
 地盤改良工 固結工 スラリー攪拌（CI-
 CMC 工法）

設計基準強度 $qu_{ck} = 500 \text{ kN/m}^2$
 改良体長 $L = 15.5 \sim 9.0 \text{ m}$
 改良体径 $\phi = 1000 \text{ mm} \times 2 \text{ 軸（接円）}$
 固化材添加量 227 kg/m^3
 改良数量 1,404組

「命の道」三陸沿岸道路

【事業名】一般国道45号線歌津本吉道改築事業

この工事は、上記地内において道路改良工事（軟弱地盤処理）を行い将来施工される盛土工事（直高25m）の土圧から発生する地盤変位、円弧すべり図-1に対する地耐力を高める工事です。

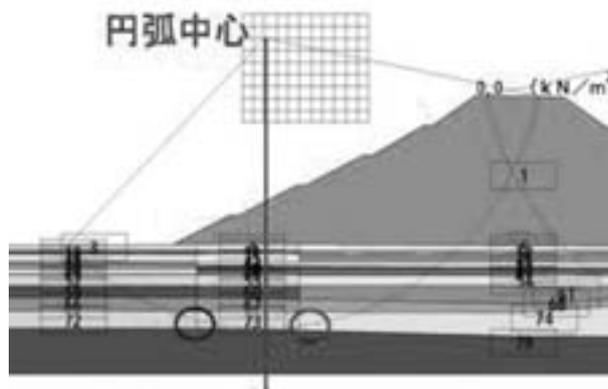


図-1 標準断面左側拡大図
 記号Ac5（沖積有機質土混じり粘性土）改良層
 Ag2（沖積砂礫）良質層

設計の経緯として考えられた事は改良深度約4.0～9.0mで一部N値4～50まで上昇する良質層の存在と現地盤から約0.5m下がりが地下水位の高さと言う事がボーリング柱状図より確認できました、円弧すべりが想定される地層境は深度15m付近に存在する為に中間良質層を改良（貫通）できる貫入能力が高く水中施工が可能なCI-CMC工法が発注者指定工法として採用された事が解りました。

2. 現場における課題・問題点

事前調査ボーリング（シンウォールサンプル）による資料採取を行い上層と下層の粘性土で室内

配合試験を実施、室内目標強度 σ_{28} 目標1500 kN/m² (安全率3) で設定し高炉セメント B 種・一般軟弱土用・特殊土用の三種類で発現強度、六価クロムの溶出、経済比較を検討した結果、高炉セメント B 種を採用する事で発注者側と協議し地盤改良の設計基準強度500kN/m²へのセメント添加量227kg/m³を確定しました。

本施工に先立ち試験施工を実施、室内配合試験データを基に σ_7 強度より σ_{28} 強度を推定し設計基準強度を満足している事が確認できてから本施工を行う予定で現場を進めました。

室内配合試験では $\sigma_7 \sim 28$ の一軸圧縮試験データで約1.8倍の強度促進が確認できていたので試験施工の σ_7 で約280kN/m²以上の強度が確認出来れば良いと判断ができました。

試験施工で σ_7 強度を確認する為に事後調査ボーリングを実施し試験資料の採取を行いました。改良土に強度発現が確認できなく(柔い、脆い)、中間良質層(砂礫層)では資料の採取もできない状態(砂礫がバラバラ)で改良後の強度確認が全くできない状態でした。



図-3 発注者、コンサルタント立会試験掘状況

粒径の大きい礫の存在も予想された為に施工前に試験掘を実施し地下地層の状態を確認しました。

掘削深度約6m付近で砂礫層が確認でき、掘削途中の粘性土層では湧水は無く掘削できましたが砂礫層を目視で確認できた途端に吹き上がる様に湧水が発生し見る見るうちに地盤から約1.0mまで水位が上昇する事が確認できました、この時点ではコンサルタント立会者は「この程度の地下水は問題ない」と判断されましたが、試験施工の結果から地下水が地盤改良で攪拌混合する際に悪影響をあたえている事、また地下水に流れがありセメントが逸走した可能性等が考えられました。

原因2 改良土の有機質分の含有

高炉セメント B 種の特徴として、以下に示す様に有機質土に対して敏感であり、強度発現性が急激に失われた可能性が考えられました。

セメント系固化材の強度発現に影響を及ぼす有機物としては、フミン酸、ピチン酸、フルボ酸等の腐植物質があげられる。普通セメントや高炉セメントを使用した場合、土中の腐植物含有量が概ね10%を超えると改良効果が大幅に低下する。フミン酸の中でも、とくに強酸性メタノールに溶解するものは固相強度に影響を及ぼすとされている¹⁰⁾。このフミン酸によるセメントの水和阻害は、抽出したCa²⁺がフミン酸と反応し、そのカルシウム塩が水和セメント粒子表面に沈着する、あるいはキレート化合物(錯体)を形成するため、凝固中のCa²⁺濃度が低下し、その後の水和反応が著しく遅延されるためと考えられている。

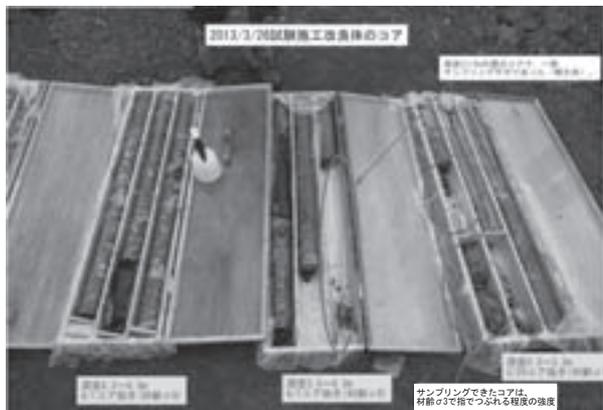


図-2 試験施工の改良体コア

上記の事から改良体の強度発現が問題となり確認できるまで試験施工を実施、原因の調査を行いました。

原因1 地下水の存在

事前調査ボーリングを実施した際に高い位置まで水位が上昇してきた事が確認できました、又、

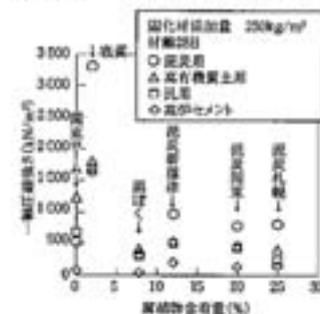


図-4 「セメント系固化材による地盤改良マニュアル」(財)セメント協会より

このことから、有機質の含有量が配合試験のばらつき想定範囲（室内配合強度比=3）より多く入っている箇所が平面・縦断的に一部存在しており未固結部分が発生しこの部分をボーリングにより採取した事も考えられました。

原因3 礫層の若材令における採取不良

今回の事後調査ボーリングで採取不能となった砂礫層について考えられた事は、礫層をボーリングによって採取する際、礫と礫の間隙部の改良土（粗砂）の強度が十分発現していない状態で削孔時の応力によって、改良土が破壊された事で σ_7 の一軸圧縮試験用の資料採取が不能となったと考えられました。

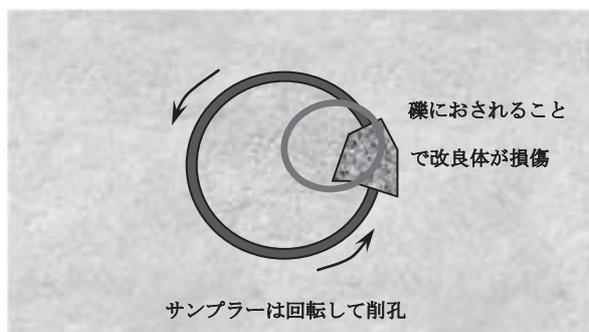


図-5 若材令による採取不良

上記の事から高炉セメントの特性である初期強度の発現が小さい事も原因の一つとしてこの時点では考えられました。

3. 対応策・工夫・改善点

対応策として一番未固結に影響されたと考えられた地下水の調査1～3を実施し問題への関係性を確認しました。

調査1. 水質測定

近接する河川を横断する方向で上流、中間（本線センター）、下流、最下流部の計4箇所の川水を採取し水素イオン濃度（PH）の測定を調査機関へ委託しました。測定結果はPH7.3～7.6と排水基準値以内の数値となり、上流と最下流の数値についても大きな変化は見られませんでした。



図-6 川水採取状況

調査2. 流向流速測定

調査方法として他社の工区を含めたエリア5箇所に観測井戸を施工、計測センサーを使用して帯水層である砂礫層を対象に行いました。5箇所の測定結果から地下水の流向には明瞭な関係性が認められず、流速についても0.011～0.513 cm/min と流速は無いに等しいと判断できる結果となりました。

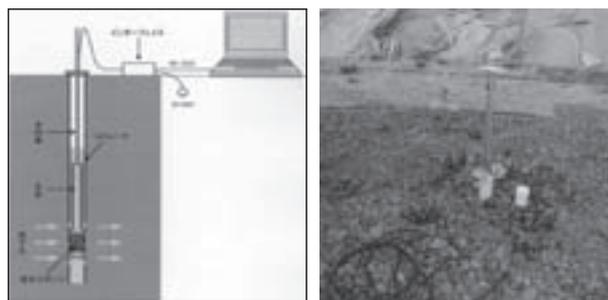


図-7 測定センサー構造図、測定状況



図-8 流向流速測定結果平面図

調査3. 水位測定

地下水の流れに潮の干満の影響も考えられた事から観測井戸の水位測定を実施しました。測定方法は大潮の日に干満1サイクル（約12時

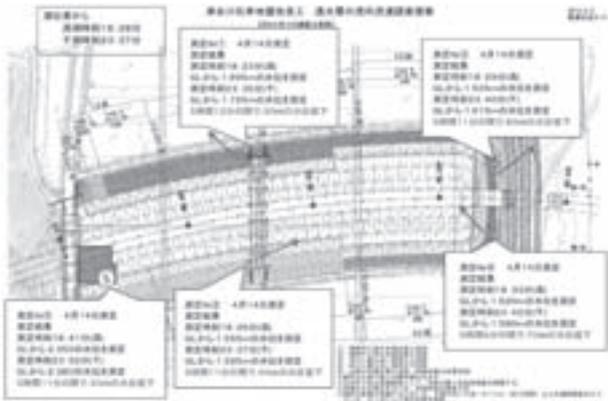


図-9 水位測定結果平面図

間)を測定しましたが測定結果は-3~-8cmと潮の干満の影響が無い事も確認できました。

以上の調査結果からセメントが逸走している事は考えにくいことからコンクリートの初期強度の発現が遅れている事が主とした原因と考えられ事後調査を行いながら計6箇所の試験杭で強度の発現を観察しました。

σ7強度 改良体に強度の発現が低い為に事後調査ボーリングより資料採取がまばらで一軸圧縮試験による確認ができない状態。

σ9強度 上部で274kN/m²と強度不足、中間部では963kN/m²、下部で1169kN/m²と若材令で設計基準強度(500kN/m²)を満足した結果となる。

σ12強度 事後調査ボーリングで下部のみ採取、試験可能で730kN/m²、上部・中間部については、採取はできるが一軸圧縮試験による強度確認ができない状態、試験杭の場所によって強度発現にバラツキがある事が解る。砂礫層は若材令による採取不良。

σ14強度 今回セメント添加量を決定した上層部で694kN/m²と設計基準強度を満足した結果になる。これまで一軸圧縮試

できなかった中間砂礫層で1315kN/m²と設計基準強度を満足した強度が確認できた。

σ17強度 試験杭の場所の違いで強度発現の違いが確認できるが若材令で728~1054kN/m²と設計基準強度を満足した結果となる。

σ18強度 改良体の強度発現に関しては1129~1292kN/m²と問題は無く上・中・下で同じような強度が出ている事が確認できました。

調査を行いながら徐々に強度が発現し、σ14以降で急激に強度が上昇している事から高炉セメントの特性が主とした原因と解る結果となり強度の発現に関して問題が無い事が明らかとなりました。最終結果として地盤改良の全数量2,808本に計12回の一軸圧縮試験を実施し室内目標強度1500kN/m²に対して平均1879kN/m²と約1.25倍の強度を得る事ができました。

4. おわりに

今後の地盤改良の品質管理について

今回の問題から今後、高炉セメントを使用し地盤改良を行う際の注意点として考えられる事は試験施工期間を長めに設定し強度の発現時期を見極めてから本施工に入る事、今回有機質が含まれる地層があった事で強度発現性の低下に何らかの影響があった事が考えられる為、事前調査ボーリングデータを良く把握、事前に試掘を行う事で室内配合試験に最も適した地層を選定する事、また観測井戸の施工も周辺環境への配慮として必要な事だと思いました。

今回の問題で各関係機関、下請業者の協力の基、原因を早期に判明する事ができました。現場を進める上で色々な面でロスはしましたが今回の経験から得た物は今後の施工管理を行う上で役立つと思います。

合流ポンプ棟建設工事における漏水防止対策について

愛知県土木施工管理技士会

株式会社近藤組

現場代理人

監理技術者

福家 武一〇

小島 忠

Takeichi Fuke

Tadasi Kozima

1. はじめに

境川浄化センターは、平成元年4月に供用開始し、現在、7市2町の汚水を処理しています。

今回の工事は、平成16年度の「刈谷市合流式下水道改善計画」の一貫として境川浄化センター内に合流ポンプ棟（処理能力最大366,900m³/日）を建設する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：境川流域下水道事業
ポンプ棟築造工事（その2）
- (2) 発注者：愛知県
- (3) 工事場所：刈谷市衣崎町
- (4) 工期：平成23年12月17日～
平成25年12月16日

工事の概要は、ポンプ棟のRC躯体築造に先立つ仮設工事として、地中連続壁を、縦44m、横15mの長方形に打込み、7段の土留支保工を設置しながら深さ22mまで掘削します。

次に、地下3階から順にポンプ棟を構築しながら、土留支保工を下段より撤去し、1階のフロアまで築造する工事である。

現場は、河川に近接していることから、水位は、GL-1.5mで、掘削地盤は、川の運搬堆積物であ

る砂とシルト、粘土層で構成され、粒径の大きい礫質土は、ほとんど見られず、N値は地下20m付近までは20以下であった。（図-1、図-2）

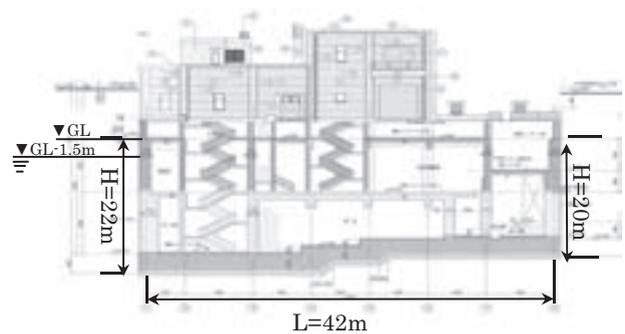


図-1 合流ポンプ棟 断面図

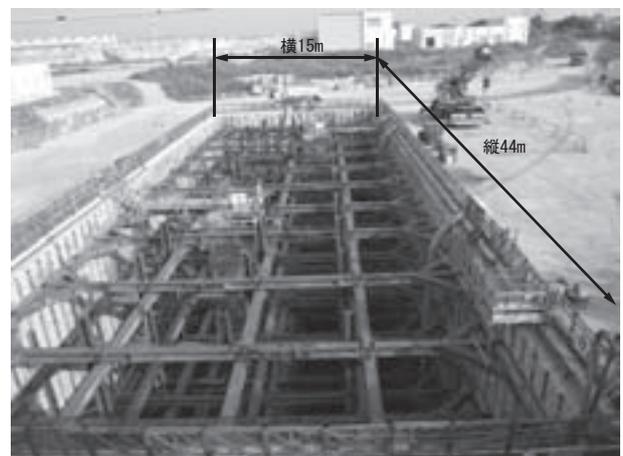


図-2 立坑完了写真

2. 現場における課題

本工事は、特に水密性が要求される鉄筋コンクリート構造物である為、地下3階（GL-12m～22m）のコンクリート壁は、外部からの漏水を防水することが最重要であった。

この為、以下の点が課題となり、対策を講じる必要があった。

2-1) 中間杭（H型鋼300×300）からのパイピング

土留支保工の切梁の中間支持で、中間杭（H型鋼300×300）を30本施工した。当初設計の中間杭の長さは、L=27m～33mであり、図-3のように、地下30mから40mの帯水層に中間杭の先端が入っている為、地下水が中間杭と杭周辺の隙間を伝って床付け地盤面に噴出するパイピング現象が懸念された。

2-2) 地中連続壁からの大量の漏水

立坑周りは地中連続壁で囲まれており、この仮設壁がそのまま地下構造物の外壁の型枠（埋殺：

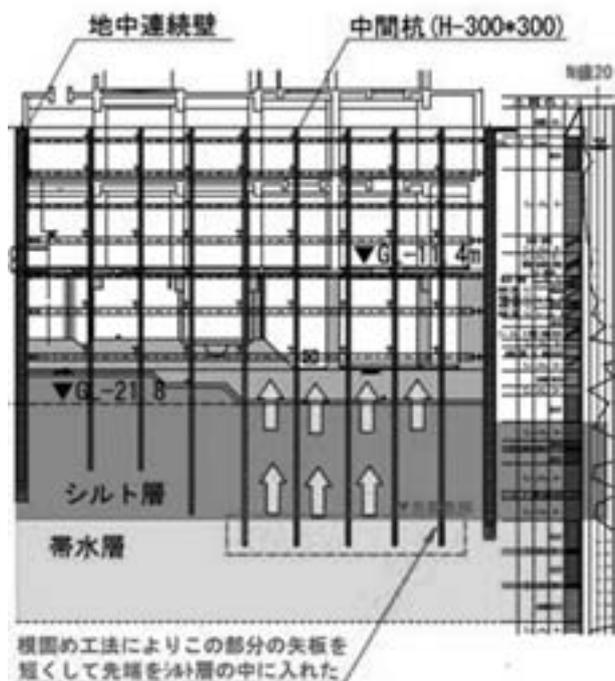


図-3 中間杭断面図

型枠兼用) となる構造である。

現場は、地下水位が高いことから、予想以上に、地中連続壁のソイルセメントからの漏水があり、特にコーナー部からの漏水が顕著であった。

コンクリート打設時に大量の漏水が発生すると、コンクリートの打ち継ぎ部が、水みちとなり、コンクリート構造物の水密性を確保できず、コンクリートの品質低下の悪影響が懸念された。

3. 対応策と適用結果

前述の問題を解決する為に現場では、次の対策を実施した。

3-1) 中間杭からのパイピング防止対策の立案

パイピング防止対策として、2つの対策を実施した。まず、中間杭の打設方法を当初設計のプレボーリング打撃工法から、プレボーリング根固工法に変更することを立案した。根固め工法は、中間杭先端にセメントミルクを噴出攪拌して先端を支持層に定着させる工法なので、図-4のように土工指針「仮設構造物工指針」では、中間杭先端地盤の極限支持力度および最大周面摩擦力度は、地中連続壁の設計に準じてよいとされている。この為、再度極限支持力を算定した結果、中間杭の長さを33mから30.5mに変更することができた。これにより図-3のように中間杭先端部をシルト層に定着することができ、帯水層からの地下水が上昇するリスクを回避した。

更に、地下3階の底版コンクリート中に埋殺される中間杭全本数に対して、反応接着型止水板(ス

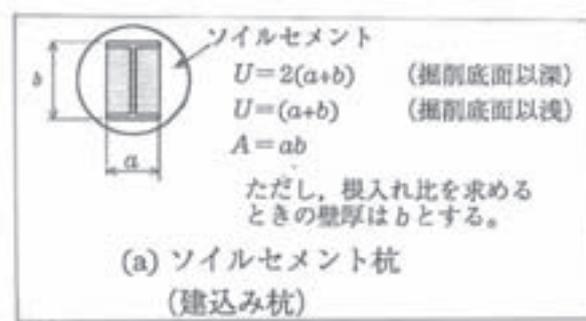


図-4 極限支持力算定時の先端面積中間杭断面図



図-5 中間杭スパンシール設置完了

パンシール)を設置した。スパンシールは、底版コンクリートと水和反応してH鋼杭周辺と密着、一体化することで中間杭と底版コンクリートとの空隙を無くし、パイピングを抑止する効果がある。

図-5のように底版鉄筋組立前にスパンシールをセットし、底版コンクリートを打設したが、この2種類の対策により、パイピングを防止することができた。

3-(2) 地中連続壁の漏水防止対策（減圧井戸の設置）

立坑掘削完了時、地下20m以深で地中連続壁のソイルセメントの数箇所から漏水が発生していた。

地中連続壁の芯材（H-600×300）のまわり（φ1800）は設計強度0.5N/m²のソイルセメントで覆われているが、そのソイルセメントからの漏水の水量は、最大で約30m³/hあり、水の勢いもあることから、地下20m以深のソイルセメントには、かなりの間隙水圧が作用していると考えられた。

7段目の土留支保工に設置してある切梁（軸力管理の為）の土圧計の値は、漏水量が最大値30m³/hの時は、170tの値を示しており、設計軸力(450t)の37%であった。漏水を薬液注入工（溶液型瞬結タイプ）で止水して漏水量を3m³/h以下にすると、土圧計の値が210t（設計軸力の47%）まで上昇して、再びソイルセメントの別の場所から漏水し、その水量が30m³/hに達すると、土圧計の値が170t付近まで低下するという「もぐら叩き」ような現象を繰り返した。（図-6）

これらのことから、土圧計の値の差（210t-



図-6 立坑内地下21m付近 コーナー部漏水状況

170t)の約40tが水圧によるもので、これがソイルセメントの崩壊を起こしている最大の要因であると考えられた。

ソイルセメントに作用する水圧は、地下20m付近の砂層中を流れる地下水（浸透水）によって生じる圧力である為、その水圧を下げる為には、その層の地下水を汲み上げ、水位を下げるのが有効であると考えた。ダルシーの法則においても、水圧に影響する地下水の流速を下げる為には、立坑内外の水位差（Δh）を小さくすること、すなわち動水勾配を下げるのが有効であるとされる。

この為、ソイルセメント外側（立坑外）の地下水位を下げる手段で工法を検討した。

地下水の処理工法としては、ウエルポイント工法やディープウエル（DW）工法がある。DW工法は、通常500～100mmの深井戸を設置してポンプで揚水する工法であるが、今回は、ローターリーパーカッション掘削機（図-7）により、地中連続壁のすぐ際に、φ100の井戸を計画した。その井戸の中に深井戸用水中ポンプ（50A×3.7kw×200V）（図-8）を入れて揚程25m下の地下水を汲み上げた。

深井戸用水中ポンプ1台の揚水能力は、18m³/hであり、計算上必要な2台、その他安全率や故障時の予備を含め、合計4台の減圧井戸を各コーナー部に設置した。

減圧井戸設置工事は、1週間で完了し、2台のポンプによって図-9のように、床付け付近の帯水層の地下水36m³/hを汲み上げた。汲み上げ開



図-7 ロータリーパーカッション掘削機

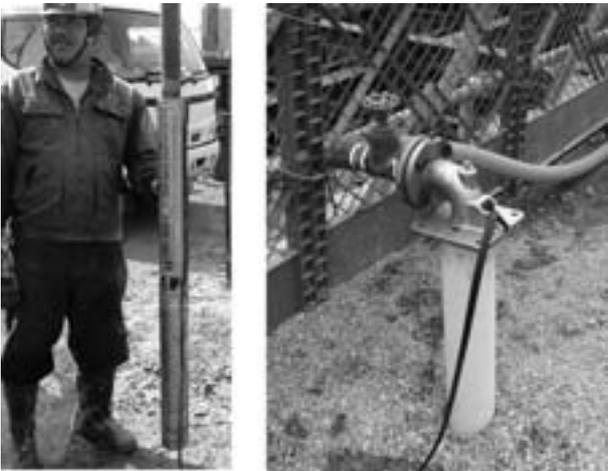


図-8 深井戸用水中ポンプ（左）、減圧井戸完了（右）

始から2日後には、立坑付近に設置した観測井戸の水位が1.7m下がり、立坑内からの漏水も止まった。

切梁の土圧計の値も約40 t 減圧できたことから、地下水位の低下対策によりソイルセメントに作用する水圧を低下させる目的を達成することができた。

この効果により、ドライな状態でコンクリートを打設できたので、コンクリート工としての強度、水密性、耐久性と云った一連の品質を確保することができた。

4. おわりに

今後の課題として、同類工事を施工する時は、

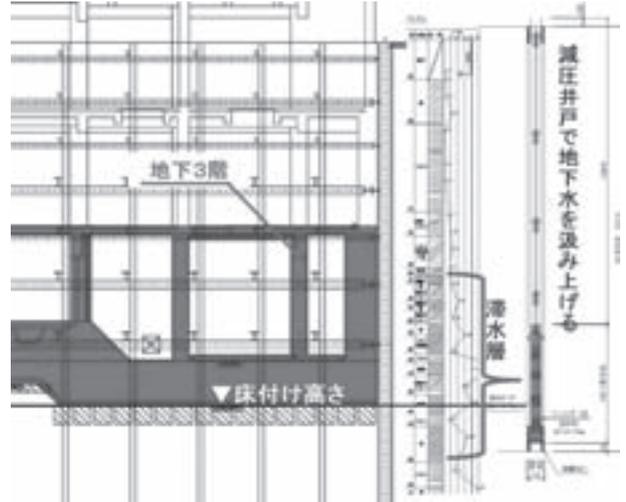


図-9 深井戸用水中ポンプ先端と減圧井戸 他

土留支保工に掛る側圧の計算と同時に、ソイルセメントへの側圧の照査も慎重に行うこと、その為には、事前調査として、床付け付近の土質の透水係数の調査や地下水位を観測することで、ダルシーの法則 $v=k \cdot i$ (k : 透水係数) により、ソイルセメントに作用する水圧の値を求めて、それに対してソイルセメントの強度が妥当かどうかを検討し、事前に地下水位低下工を計画することが重要である。

立坑を掘削する工事では、盤膨れ、ヒービング、ボイリングなど、さまざまな災害が発生する要因がある。

今回それらの災害要因に対して、慎重に設計照査を行い、中間杭からのパイピングのように、多くの事前対策を立て、実行した結果、災害も無く無事工事を完了することができた。

今後も、悪条件下での工事では、現場の自然条件をより慎重に検討した上で、事前の対応策を計画し、施工中の観察、計測を強化して工事の安全、品質を確保していきたいと思えます。

最後に、本工事の施工に当り、ご指導頂きました、愛知県知立建設事務所の監督員をはじめとする関係各位に厚くお礼を申し上げます。

木杭基礎の打設方法の改善

新潟県土木施工管理技士会
株式会社室岡林業
現場代理人
中 村 一 明
Kazuaki Nakamura

1. はじめに

近年、住宅等の比較的小規模な構造物の基礎補強材として、木材を利用することが見直されている。また木材利用ポイント（林野庁）をはじめ国内における国産材や地域産材をできるだけ消費しようとする風潮が高まっている。

本工事は、6棟が連なる福祉施設の木造平屋建て建築工事で、粘性土主体の軟弱地盤のため基礎補強工法が設計された。当社は、居住棟の基礎補強材（木杭）の打設工事を実施した。（図-1）

工事概要

- (1) 工 事 名：だいにちスローライフビレッジ建設工事

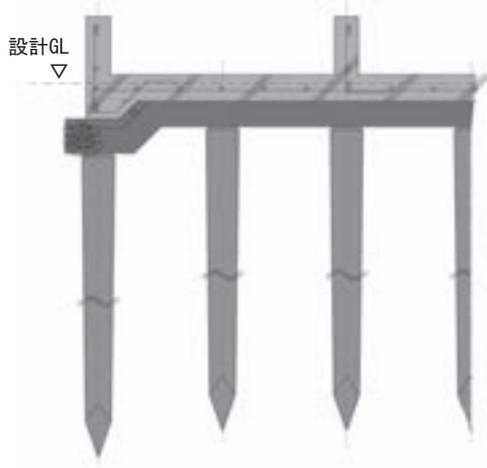


図-1 基礎補強材の設計断面図

- (2) 発注者：株式会社リボーン
(3) 工事場所：新潟県上越市大字大日地内
(4) 工 期：平成25年8月8日～
平成26年3月15日
(5) 基礎補強：地域産杉杭18cm×4m 2,027本

打設作業延べ日数は38日間で、木杭（スギ杭）を汎用重機による直接打撃方式により打設した。

（表-1、図-2）

本稿では、打撃エネルギーの損失の少ない効率

表-1 木杭の打設作業の体制

A	大型ブレーカを装着したバックホウ 0.5 m ³ 型
B	杭を掴み打設位置へ据付けるグラップル機
C	指揮者

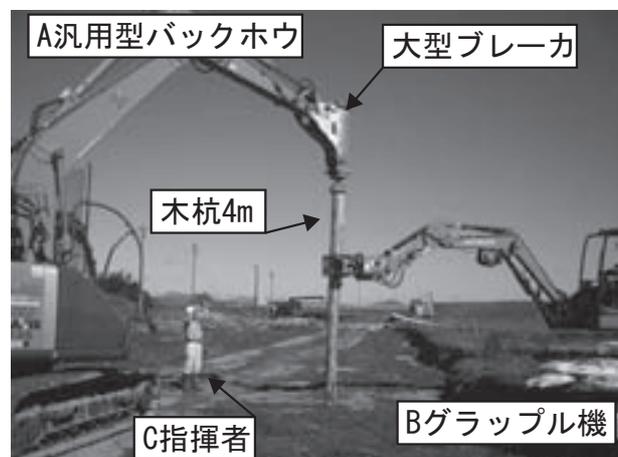


図-2 木杭の打設状況

的な打設方法の改善を報告する。

2. 工事における問題点

本工事の進捗に伴い、以下が問題となった。

1) 打設工期の短縮

当社の打設工事は工事全体の工程の初期にあたる。したがって、速やかに次工程へ移行できるように関係業者から要請された。

基礎補強杭の重要性は非常に高いため、施工品質を低下させないように施工計画をしていたが、日打設本数（60本/日）を増やすための改善をする必要性があった。

2) 施工品質のバラつき

本工事では、自社重機オペレータを加えた3名でバックホウによる木杭打設を行った。そのため、木杭打設に携わるオペレータの経験や熟練度によって、日打設本数や施工品質にバラつきがあった。

3) 木杭とブレーカの鉛直性

木杭杭頭へのブレーカセットによる鉛直性の確認（図-3）では、X-X方向は重機オペレータ側で視認できるが、X-Xと直角のY-Y方向は、指揮者が常に補正指示を行う。また、打設作業の途中も補正する。そのため、1本の打設を完了するまでの1サイクルあたりの所要時間が長く、効率的とはいえない。加えて、上述のオペレータの技量の違いや癖、指揮者との意思疎通なども関連する。

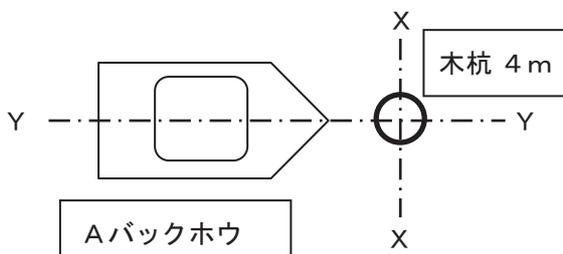


図-3 鉛直補正の模式図



図-4 木杭とブレーカの鉛直性が確保された状態



図-5 鉛直性が確保されていない状態

3. 対応策と適用結果

本工法のように、支える荷重が重力方向で、地耐力の小さい地盤上に基礎補強材（木杭など）で補う方法では、杭の鉛直性をできるかぎり保った状態で、地中へ打設することが最も望ましい。また設計思想としても素直であると筆者は考えている。

前項の問題を解決するため、次のような対応策を実施した。

1) 鉛直性と沈下量の検証

本工法は、ブレーカの打撃によって木杭を地中へ打込んでいる（直接打撃方式）。したがって、打

表-2 沈下量の変化

	鉛直時	傾斜時
ブレーカ角度	0度	12度
平均沈下量	5.2 cm	4.6 cm

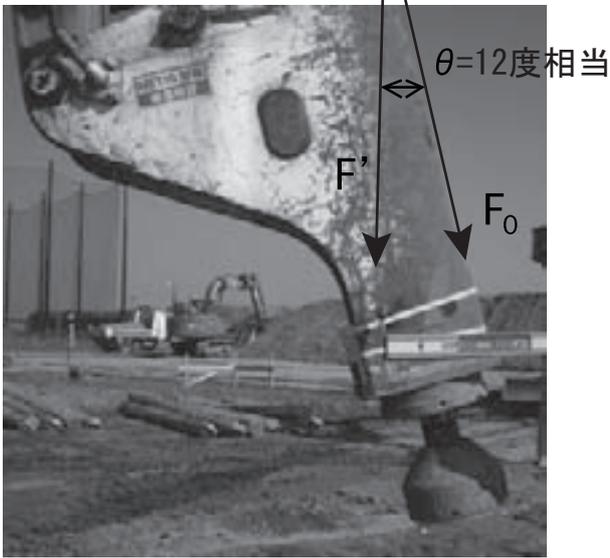


図-6 ブレーカ角度（非鉛直時）

撃エネルギーは沈下量に比例すると推定されるため、ブレーカとの鉛直性の違いによる木杭の沈下量を計測した。（表-2）

このことから、鉛直性を損なうとエネルギーロスとなっていることは明確で、ブレーカの傾斜によって木杭の沈下量が減少していることを定量的に把握できた。

鉛直性を維持できない打設は、ロス（時間やエネルギー）が大きくなるばかりでなく、日打設本数の伸び悩みにつながる。したがって、鉛直性を重視することは、最もエネルギーロスの少ない打設であることが判断できる。

2) 鉛直具（簡易レベライザ）の取付け

鉛直性を保持する重要性は前述のとおりで、重機オペの熟練度などに左右されないで、如何にしてブレーカの鉛直性を視認できるかを、補助具を用いて検討した。原理的には、液体が入ったグラスを傾けると、水面の水平は静止状態で保たれている。これを応用してオペから見えるブレーカの内側位置に鉛直具（以下：簡易レベライザ）を取り付けた。ブレーカを手前に傾けると、ビー玉と

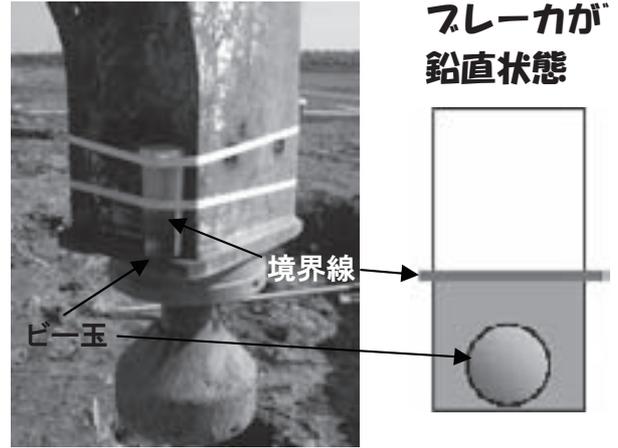


図-7 簡易レベライザの取付状況

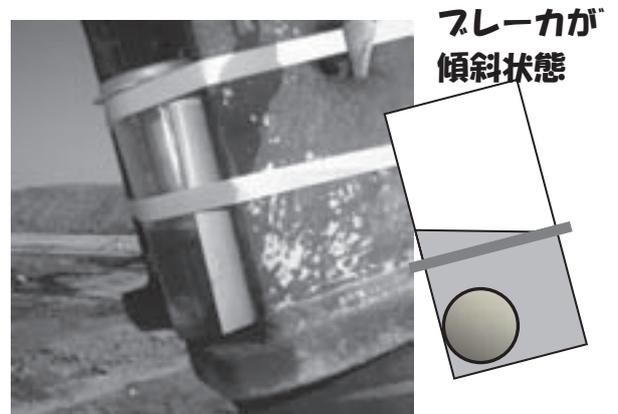


図-8 ブレーカを傾斜させた状態

液体は水平（レベル）を維持しようと挙動する。（図-7、8）

簡易レベライザを取付け、オペレータに視認性を確認し、いままでの経験に頼っていた鉛直性の感覚補正などを行ったのち、簡易レベライザを目安にした打設作業を再開した。

簡易レベライザ装着による日打設本数を比較すると、装着前に比べて21%向上させることができた。（表-3）重機オペなどへのヒアリングでは、特定のオペや技能に左右されず視認できることから、木杭頭部へのヘッドセットの時間と調整が短時間でかつスムーズに打撃作業へ入れることなどを聴取できた。

このことから、簡易レベライザの装着効果は、非常に大きいと判断できる。

3) オペレータと指揮者との指示合図のみえる化



図-9 簡易レベライザ装着後の鉛直補正

表-3 簡易レベライザ装着による日打設本数（平均）

装着前	●●●●●●●●	71本
装着後	●●●●●●●●	86本

施工品質のバラつきを抑えるために、あいまいであった指示合図の改善とオペを含めた作業員への周知を行った。指示合図は主に、木杭の鉛直補正や木杭頭部の打ち止め管理などを指示する。(表-4) また、品質目的のほかにも安全も補っている。

指示合図を統一したことで、スムーズに打設作業を進めることができるとともに、立会検査後の是正本数（木杭の再打設）についても減少が見られ、改善効果が大いだと判断できる。(表-5) 副次的には、今の作業状況を周辺の作業員にも認識してもらったので、安全性の向上も図れたと考えられる。

4. おわりに

本打設工事における鉛直性の重要度を再確認す

表-4 手信号による指示合図（代表例）

a. 全停止	b. 打撃工程の調整指示		
動作停止	ゆっくりと連続打撃	1回打撃	プレーカ回転補正
	打設継続	杭頭管理	鉛直補正

表-5 是正本数／打設本数

	合図統一前	合図統一後
是正本数	●●●● 4本	● 1本
打設本数	929本	1098本

ることができた。簡易レベライザの装着効果によって日打設本数が伸び、打設工期を短縮できたことで、要請に答えることができた。加えて、指示合図を一定水準で統一できたことは、是正本数の減少からも、施工品質の向上につながった成果は大きい。

今後は、簡易レベライザのさらなる改良を進めるとともに、本打設工法における打込み後の支持力の検証を目指している。本工事と類似する現場や応用が可能な範囲は広いと思われるので、是非参考にしてほしい。

ここ最近、本工法のような地域産の木杭を用いた「木材の地中化」は脚光をあびるようになり、私たちはこれを“地中の森”の一事業として森林環境と地域活性に日々努力を重ねている。

最後に、本調査にあたりご配慮いただいた発注者のみなさまと、快く調査に協力して下さった関係業者の方々に深く感謝し、報告とします。

鋼・コンクリート複合柱における 施工時温度ひび割れ抑制の工夫

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

森 啓 行[○]

Takayuki Mori

現場代理人

松 原 年 紀

Toshiki Matsubara

担当技術者

菱 川 孝 博

Takahiro Hishikawa

1. はじめに

本橋は東九州自動車道の一部であり、鋼6径間連続合成ラーメン2主桁橋（都農川橋）と鋼2径間連続合成ラーメン2主桁橋（心見川橋）から成る。

連続合成桁形式を採用し、鋼桁（上部工）と中間支点のコンクリート橋脚（RC下部工）を剛結することで、中間支点部の支承を省略でき、初期コストおよび維持管理コストの低減を図ると共に、耐震性を向上させる思想で設計されている。

工事概要

- (1) 工 事 名：東九州自動車道都農川橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：西日本高速道株式会社 九州支社
延岡高速道路事務所
- (3) 工事場所：宮崎県児湯郡都農町大字川北
- (4) 工 期：平成23年4月23日～
平成25年7月10日

鋼上部工とRC下部工の剛結部の施工においては、マスコンクリートの打設方法、鋼桁と下部工鉄筋に囲まれた狭隘部での施工などが重要となることが分かっている。

剛結部のマスコンクリートとしての水和熱によ

る温度ひび割れを抑制するために、施工方法（架設、配合、施工時の温度管理、養生）の工夫と温度計測による設計検討との比較を報告する。

2. 現場における問題点

本工事の鋼・コンクリート複合柱の施工にあたっては、下記の問題点が挙げられた。

- (1) 下部工柱頭部を主桁と横桁で覆う被覆タイプの剛結構造であったため、中間支点上の剛結部鋼桁の架設精度を確保する必要があった。
- (2) コンクリート打設が春季～夏季にかけて実施するため、急激な温度変化が生じる可能性があった。
- (3) 施工時の温度ひび割れの発生を抑制するための配合を設定する必要があった。
- (4) 剛結部は主桁と横桁で囲まれ、下部工から立ち上がっている鉄筋が密である狭隘空間でのコンクリートの打ち込みが必要であった。
- (5) コンクリート施工後の養生と脱枠のタイミングを現地で管理する手法の確立が必要であった。

3. 対応策と適用結果

先の問題点に対して、各々下記に示す対策を実施した。

- (1) ブラケットベントによる剛結部ブロック架設剛結部ブロック（主桁・横桁）は、図-1に示



図-1 剛結部のブロック化による架設



図-3 養生材を貼り付けた型枠組立



図-2 ブラケットベントによる仮固定

すように、あらかじめヤードにて地組立と高力ボルトの締め付けを行い、360t吊りオールテレーンクレーンにて一括架設とした。架設に大型クレーンを使用することとなったが、一括架設を採用することで、主桁および横桁部材毎の架設に比べて、組立作業と形状管理を地上で精度よく行うことができ、高所作業を低減することで安全性を向上させることができた。

剛結部ブロックのコンクリート充填完了までの期間は、橋脚に先行設置した図-2に示すブラケットベントにて仮受けした。ブラケットベントの橋脚との仮固定はインサートアンカーを使用した。これらの工夫により、剛結部の桁架設精度を確保できた。

(2) 施工時温度変化に配慮した型枠組立

剛結部ブロックを架設した後、柱頭部型枠を堅

固に組み立てた。このとき型枠表面および鋼板部には、コンクリート硬化時の急激な温度低下に伴うひび割れを抑制するため、図-3に示す養生材（ウレタンフォーム）を貼り付けた。

(3) 施工時の温度ひび割れの発生を抑制する配合
コンクリートの材齢28日における圧縮強度は30 N/mm²とし、セメントは高炉セメントB種を使用した。また、単位水量の低減とフレッシュコンクリートの良好なスランプ保持を目的として高性能AE減水剤を添加した。さらに、乾燥収縮によって鋼板とコンクリートが剥離しないよう膨張材（混和材）を添加した。表-1に剛結部コンクリートの示方配合表を示す。

なお、コンクリートの打込み作業に先立ち、型枠内を高圧エアや掃除機で入念に清掃した。また、コンクリート打込み直前には、橋脚頂部のコンクリート打継面、型枠および鋼板部材を高圧洗浄水にて湿潤状態とした。

さらに、コンクリートの品質管理は、コンクリー

表-1 剛結部コンクリートの示方配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	荷卸時の 目標スラ ンプ (cm)	水結合 材比 W/(C+F) (%)	荷卸し 時の目 標空気 量 (%)	細骨 材率 S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
					水 W	セメ ント C	混和 材 F	細骨 材 S	粗骨 材 G	混和 剤 A
20	12	50.0	4.5	43.9	163	306	20	777	1006	2.249

トの荷卸し地点においてスランプ、空気量および塩化物含有量等の試験を実施した。なお、圧縮強度測定用の供試体は標準養生供試体6体(σ_7 、 σ_{28})に加え、ブラケットベント解体時の強度確認用の現場養生供試体3体(σ_{14})を採取した。

(4) 狭隘空間でのコンクリート打設の工夫

剛結部コンクリートは、コンクリートポンプ車を使用し、図-4の①～⑧に示すように8層に分け、まず柱頭部（打継面から主桁下フランジ下面まで）を先行して打込んだ。

柱頭部の打込みが完了したら、柱頭部天端からのフレッシュコンクリートの溢出を防ぐために、コンクリートの流動性が落ち着くまで時間を置き、引き続き鋼殻部充填コンクリートの打込みを行った。なお、コンクリート打込みの1層当たりの高さは50cm程度以下とし、打込み時の温度が25℃～30℃であったため打ち重ね時間は2時間を超えないよう管理した。

打設開始9：00から打込み完了13：30までに1橋脚あたり概ね63m³を施工した。コンクリートの打ち込み状況を図-5に示す。

なお、主桁下フランジ下面はスタッドジベルと鉄筋が密に配置されており、締固め不足による充填不良を防止するために図-6に示す狭隘部でも挿入可能な小型の専用バイブレータ（ヘラ型）を使用して締固めを行った。また、図-7に示すように充填状況は下フランジの空気孔で確認した。

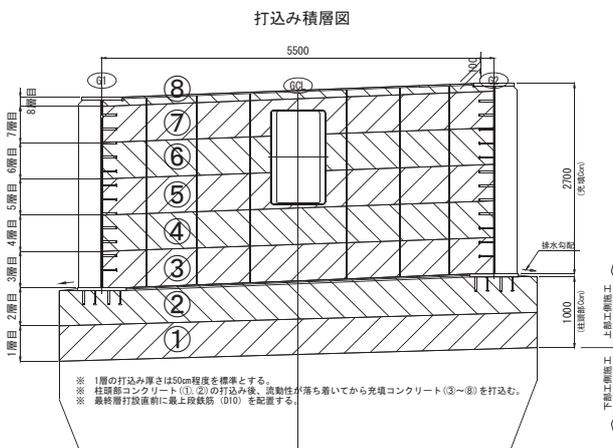


図-4 8層に分けたコンクリート打込み

(5) 保湿保水に配慮したコンクリート養生と温度計測による脱枠時期決定の工夫

コンクリートの打込み終了後、木ごてによる荒仕上げを行った後、金ごてにより表面仕上げを行った。表面仕上げ時にはコンクリートの初期材令



図-5 剛結部コンクリートの打ち込み状況



図-6 小型の専用バイブレータ



図-7 空気孔による充填状況の確認



図-8 散水養生の状況

における保湿保水効果を高め、セメントの水和反応を最適の環境下で進行させるとともに、仕上げ作業効率を高めるために被膜養生剤を使用した。

コンクリート表面のブリージング水が乾いた後、表面硬化状態を確認してから養生を実施した。養生は「養生マット+エアマット+ウレタンフォーム+ブルーシート」とし、14日間散水により湿潤状態を保持した。散水養生の状況を図-8に示す。

剛結部のマスコンクリートとしての発生温度を設計段階において三次元FEM解析にて検証していたため、これを現地の脱枠時期の管理に応用することとした。実配合および養生条件に基づいた発生温度解析値を用いて、脱枠時期の参考にした。

小型の自動温度記録計を使用し、ア)柱養生面、イ)主桁腹板表面、ウ)主桁腹板養生材外側、エ)柱型枠側面、オ)柱型枠側面養生材外側の測点にて1時間毎の温度を計測した。

ここでは、図-9にア)柱養生面、図-10にエ)柱型枠側面の発生温度解析値(実線)と計測値(破線)の比較グラフを示す。

現地での温度計測値により、ア)柱養生面(図-9)およびエ)柱型枠側面(図-10)は解析値を概ね再現できたことが分かった。ただし、解析上想定できない通風環境などが生じ、鋼桁温度に解析と計測値に誤差が生じたことも否めないため、解析条件の精度向上は今後の課題といえよう。

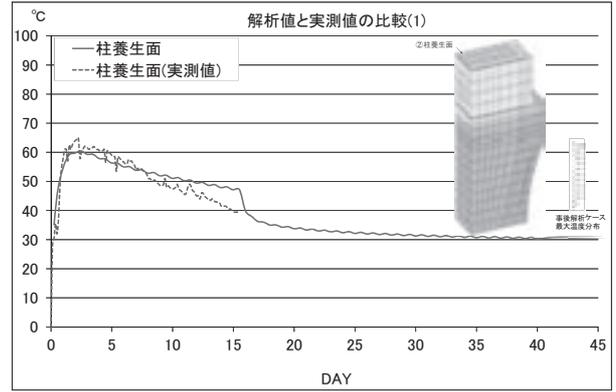


図-9 柱養生面温度の比較

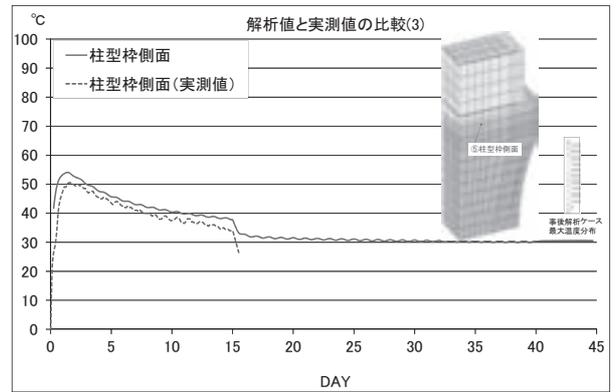


図-10 柱型枠側面温度の比較

4. おわりに

剛結部のマスコンクリートとしての温度ひび割れを抑制するために、桁架設からコンクリート施工までの問題点を抽出し、配合や施工時の温度、養生方法などを検討した。その検討結果を反映させるための現場施工の工夫を記述した。

これらの対策を通じて、現場での施工によるひび割れは見られなかったため、対策が有効であることが確認できた。

本報告において、工事の設計・施工に関するご指導を頂きました西日本高速道路株式会社九州支社構造技術課および延岡高速道路事務所の関係各位に厚く御礼申し上げます。

また、本工事は無事故・無災害で竣工したため、西日本高速道路株式会社九州支社管内安全協議会より表彰を得ることができました。ここに、工事に携わった関係各位に謝意を表します。

混和剤・混和材によるコンクリートの ひずみ量抑制について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

監理技術者

仲 谷 洋

Hiroshi Nakatani

1. はじめに

新川橋は和歌山県田辺市の南東に位置し近畿自動車道紀勢線の一環として建設された鋼橋である。

近畿自動車道紀勢線は京阪神と紀南を結び輸送時間の短縮、一般道の混雑緩和を目的とした高速自動車国道である。

概要を以下に示す。

工事概要

- (1) 工 事 名：近畿自動車道紀勢線
新川橋上部工事
- (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
上富田町朝来地先
- (4) 工 期：平成24年2月14日～
平成26年3月10日

*工程短縮により平成25年8月完成

本橋は橋長145mの5径間連続少数鉸桁橋である。本橋の床版形式は合成床版であり、使用するコンクリート強度は $30\text{N}/\text{mm}^2$ であった。コンクリート強度が $30\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の場合、収縮ひずみ量の規定があったことから収縮ひずみ試験を行った。

本稿では収縮ひずみ試験の問題点と対策について報告する。



図-1 新川橋

2. 工事における問題点

国土交通省近畿地方整備局においてはコンクリートの最終乾燥収縮ひずみは、 8×10^{-4} 以上の場合、そのレディーミクストコンクリートの使用を原則として認められていない。設計基準強度 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 以上のコンクリートを対象として「モルタル及びコンクリート長さ変化試験 (JIS A 1129)」を行うことが規定されており、使用するコンクリートは試験結果において26週の測定値で $850\mu\text{m}$ 以下の収縮ひずみ量であることが求められる。この規定を満足するためには、実際に使用する6ヶ月前にコンクリートの試し練りを行うか、もしくは4週の結果に基づき早期判定を行うことが必要となる。

規定値が26週の測定値で決められているため、試し練りを行ったコンクリートの収縮ひずみ量を

確認するためには、6ヶ月間必要である。4週の結果に基づく推定式による判別もできるが、26週の結果と差が大きくなる可能性があり、また推定式も何種類かあるため、正確な収縮ひずみ量を推定するには判断に迷うところである。

4週の結果からの推定式による判定で良という結果が出て、26週の結果で規定値以上となると、そのコンクリートは使用できない。工程が逼迫する工事についてはやむを得ないが、万が一長さ変化率試験の26週の結果が、不適となった場合、そこから再度試し練りを行い、26週の結果を待つとなると、工期遅延となりかねない。本工事の様に鋼橋上部工の工事の場合は、工場製作期間があるため、推定式による判定は採用せず、26週の結果において判定することとした。

また、収縮ひずみ量を小さくすることはクラックの発生を抑制することに有効である。よって、コンクリートの収縮ひずみ量を小さくする対策を講じて試し練りを行うことが必要と考えた。

3. 対応策と適用結果

本工事において、コンクリートの収縮ひずみ量を規定値以下に抑える対策として、混和剤及び混和材の添加により、収縮ひずみ量を小さくする方法を採用した。対応策の有効性を確認するために、以下の4種類のそれぞれ異なったコンクリートについて試し練りを行い、長さ変化率試験を行った結果を比較し、その有効性を確認した。

(試し練り日) H24. 8. 3

(試し練り配合) 30-8-25N

①混和剤としてA E減水剤を使用

・ポゾリス15S

②混和剤として高性能A E減水剤を使用

・チューポールHP-11

③混和剤として収縮低減型高性能A E減水剤を使用

・チューポールSR

④混和剤として収縮低減型高性能A E減水剤合わせて膨張材を使用



図-2 試し練り状況



図-3 長さ変化率試験実施状況

・チューポールSR+太平洋ハイパーエクспан以上の4種類について、試し練りを行い、長さ変化率試験を実施した。

本工事の長さ変化率試験は公的機関（和歌山県生コンクリート工業組合和歌山試験場）にて行い1週、2週、3週、4週、8週、13週、26週について、それぞれの収縮ひずみ量を計測した。

それぞれの種類の変化率試験において以下のような結果が得られた。

長さ変化率試験結果からコンクリートの収縮ひずみ量は、A E減水剤のみを使用したコンクリートより、高性能A E減水剤を使用した方が、小さくなることが判った。

また、収縮低減型高性能A E減水剤を用いると、より有効であることも判断できる。

さらに、膨張材を添加することで収縮ひずみが

表-1 収縮ひずみ量測定結果一覧

	①	②	③	④
1週	-203	-204	-168	-161
2週	-293	-288	-242	-228
3週	-367	-363	-309	-287
4週	-429	-423	-368	-334
8週	-543	-539	-485	-443
13週	-614	-591	-545	-503
26週	-683	-656	-619	-568

*① A E 減水剤、②高性能 A E 減水剤、③収縮低減型高性能 A E 減水剤、④収縮低減型高性能 A E 減水剤 + 膨張材

*単位は μm

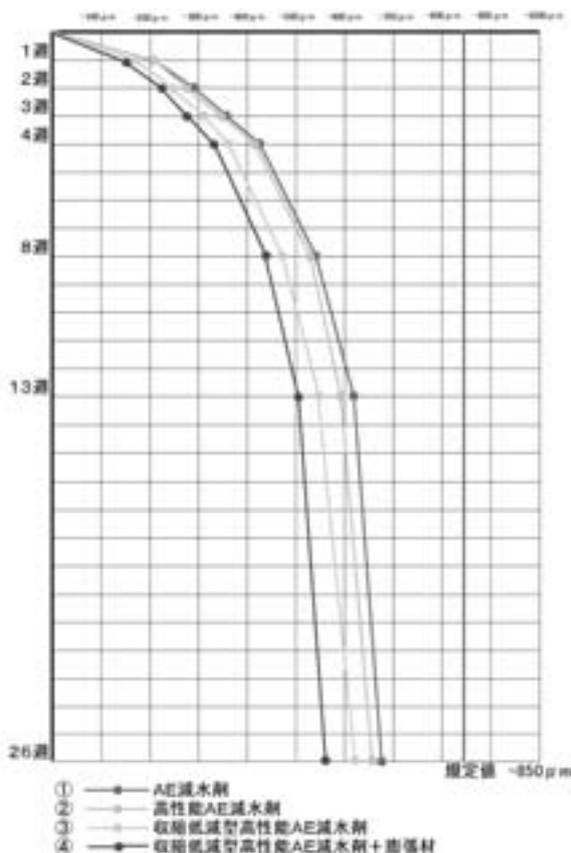


図-4 長さ変化率試験測定結果

抑制できることも判った。

上記より、コンクリートの収縮ひずみ量を規定値以下に抑えるためには、何らかの対策を講じる



図-5 完成した床版

必要があり、その方法として収縮低減型高性能 A E 減水剤や膨張材の添加が有効であると判明した。

本工事における床版コンクリートについては、試験結果より④の収縮低減型高性能 A E 減水剤 + 膨張材を採用し、よりひび割れの防止を図り、将来的な耐久性を向上させるコンクリートを目指した。施工の結果、床版コンクリート打設完了から完成までの間、床版コンクリートには、有害なクラックは発生せず、微小なヘアクラックも発生しなかった。これは、より収縮ひずみ量の小さいコンクリートを使用したことによる効果が現れたものと思われる。

4. おわりに

収縮ひずみ量を小さくするためには、収縮低減型高性能 A E 減水剤の使用や、膨張材を使用することが有効であることが証明された。

今回様々な組み合わせで試験を行ったが、今後良質なコンクリートとするために今回の試験結果が一案となれば幸いです。

最後に、今回の試験に協力いただいた、和歌山県生コンクリート協同組合、南部生コン工業(株)その他混和剤、混和材メーカーの関係各位に厚くお礼を申し上げます。

トンネル補修工事における片側交互通行規制時の安全管理等

宮崎県土木施工管理技士会
旭建設株式会社
補修保全部門 次長
北崎 賢二
Kenji Kitazaki

1. はじめに

当工事は、一般国道10号 唐崎トンネル及び同220号、日南富士トンネル、日南トンネル、高松トンネルの経年劣化に伴う補修を行う工事です。

本工事の施工にあたり、現場における安全管理等について紹介します。

- (1) 工事名：唐崎トンネル外補修工事
- (2) 発注者：九州地方整備局宮崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎市高岡町、日南市富士町・西町、串間市高松町
- (4) 工期：平成25年10月3日～平成26年3月28日

2. 現場における問題点

工事内容

本工事は、道路トンネルの補修工事で、片側交互通行規制を行うに当たり、最近の自動車交通の激増に伴い、道路工事施工現場における交通処理に対して、相当の苦心を払う必要があると判断した。また、各所において、通行規制を伴う現道工事が実施されており、道路利用者の立場に立てば、施工の短縮化、待ち時間の短縮、走路の明示、明確な交互誘導が必要であると考えた。さらに、4トンネルの中でも日南トンネルにおいては、トンネルの出口が大きくカーブした下りの道路であり、



図-1 日南トンネル



図-2 上り線規制状況

大型のトラックが規制内を通過中にカーブを曲がりきれず横転し、図-3の下り線規制において、規制帯に激突する恐れがあった。さらに、トンネ



図-3 下り線規制状況

ル坑内では、図-10の大型車両通過にともない、高所作業車と接触し、重大事故になりかねない事が予測された。以上のことを勘案し、対策を講じることが安全管理の最重要課題と認識した。

3. 対応策と適応結果

1) 安全管理の基本計画

本工事において、無事故無災害での竣工を目指すと共に、通行車両の安全確保を最優先する。さらに、工事従事者の安全を確保するため、毎日の安全施工サイクルを忠実に実行した。



図-4 安全施工サイクル

2) KY活動

全員参加によるKY活動の実施。各職長を中心に、作業員及び誘導員一人ひとりに危険の『重大性』と『可能性』の見積の評点（リスク評価）を指揮させ、さらにリスク低減の対応策を発表して



図-5 KY活動

もらう。結果として、それぞれが、安全意識の向上に努めるようになる。

3) 規制打合せ

毎日、朝礼終了後に全員参加の規制打合せを行った。ホワイトボード上の規制図に配置者の名前を各職長が記入することにした。

最初は、規制の手順や注意事項を聞くだけの状況であったが、日を追うごとに連帯感や責任感が生まれた。また、元請責任者の私が、ホワイトボード上の配置者の名前を見ながら、一人ひとりに、その日の注意事項を指示した結果、それぞれが安全に対する意識の重要さを認識し、任務の重大さと責任を重く受け止める考えになり、工事開始から2週間が経過した頃には、全ての人が指示待ちではなく、元請責任者の私に、分からないことや調整してほしいことを直に言うようになった。特に、今回問題となった、図-3(下り線規制状況)の写真をA3サイズでプリントアウトし、誘導員全員に、背後から車が来ることを想定し、トラックの横転等の危険を感じた際、直ちに歩道内に逃げ込むよう周知した。それに加え、誘導行為のマナー化を防止する観点から、誘導員の交代をこまめに行い、メリハリのある誘導を行うよう配慮した。

交通誘導中に体調が悪くなった者は、直ちにその旨を職長に伝え、元請責任者の私に連絡を入れるよう指示した。連絡後は、すぐさま、現場に向かい、従事する誘導員全員に声掛けを行い、体調



図-6 規制打合せ



図-8 新規入場者教育



図-7 始業前点検

確認とコミュニケーションをとり、無理な誘導になっていないかを判断した。さらに、トンネル坑内の作業員全員と誘導員に図-10（大型車現場通過）を、上記同様、A3サイズでプリントアウトし、コンテナ車等が離合するときに高所作業車に接触しないように、誘導員が、大型車進入を無線で知らせ、坑内の誘導員が警笛で高所作業車のオペレーターに注意を促すよう指示した。上記を毎日実行すると共に、新規入場者に対して、前日までの打ち合わせを図-8（新規入場者教育）を各職長が新規入場者教育にて周知し、元請責任者の私が、その内容を確認した。

4) 新規入場者教育

当現場に新規入場される作業員及び誘導員について、職長主導で入場者教育を行う。作業に入る前に、工事概要、施工内容、車両の運搬経路、現場安全目標、作業所遵守事項を説明し、作業員名

簿による本人確認資格証の確認、健康状態をチェックした後、新規入場者教育誓約書に署名する。

5) 社内安全パトロール

毎月1回、施工計画書記載の社内安全パトロール員が現場の点検、安全書類のチェックを行い、不備があれば、直ちに是正すると共に、是正後の写真をパトロール員に提出する。

6) 安全教育

毎月1回現場従事者全員に対し、施工に当たり、作業の安全を確保する為、災害防止に対する意識の向上を図る。また、作業従事者一人ひとりとのコミュニケーションを強化することで更なる安全意識の向上を図る。

7) その他 誘導員の視認性確保

停止位置の誘導員については、ドライバーからの視認性を良くするため、赤のキャップをかぶり、



図-9 誘導員の視認性確保



図-10 大型車現場通過

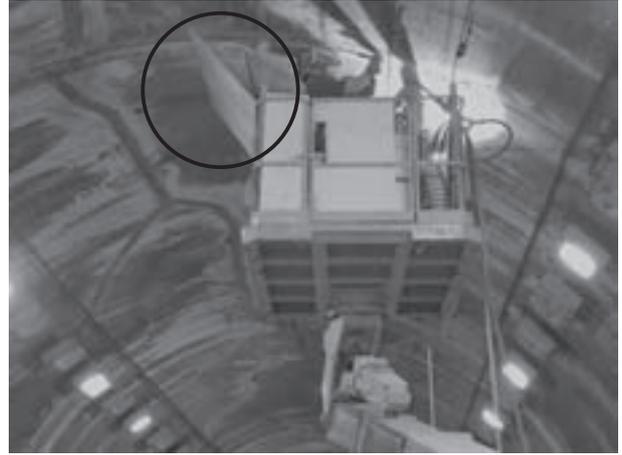


図-13 はつり殻飛散防止板

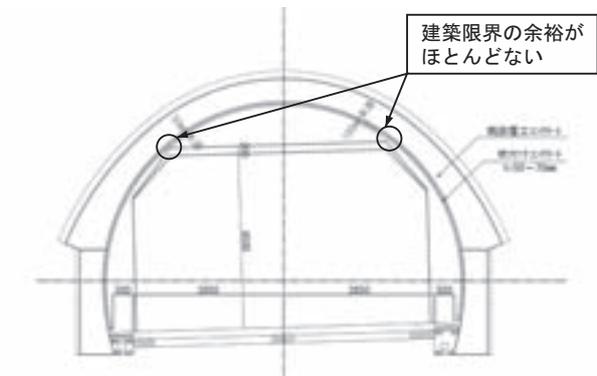


図-11 建築限界

更に木製台の上で誘導合図を行う。

8) 高所作業車と大型トラックの接触防止対策

毎朝の規制打合せで、大型車現場通過時の写真を作業従事者全員に見せることで、接触事故の恐れが高いことを意識付ける。また、図-11の建築限界がほとんどなく、接触の恐れがさらに高いことを周知した。



図-12 工事灯同時

9) 工事灯の視認性向上

工事灯のGPS機能による同時点滅により、トンネル坑内のカラーコーンの視認性が良くなり、一般ドライバーがトンネル坑内を走行中に、一般車立入禁止の規制帯に進入することを防ぎ、また、トンネル中心部の暗い状況下でも、走行車線の視認性を確保できるように配慮した。

10) はつり殻飛散防止板

高所作業車で剥落防止対策工の施工を行う時に、覆工コンクリートのはつり殻が、走行車線に飛散し、一般車に直撃しないようにコンパネ板を手すり枠に固定（可動式）した。

また、コンパネの角度を変えながら、作業車上でののはつり作業を行うことで、100%飛散を防止した。

11) 高所作業車上の作業員挟まれ防止

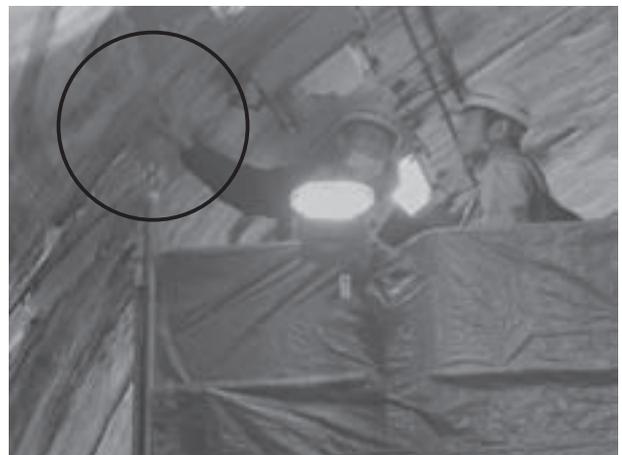


図-14 挟まれ防止策

高所作業車上の作業員が、高所作業車の操作中に誤って覆工コンクリートと作業車手すりの間に挟まれて、圧迫死する危険性を回避するため、高所作業車の手すり枠（H=1000mm）にH=1300mmの単管を固定し、操作中の挟まれ防止とした。

また、単管は、1000mmと300mmに単管ジョイントにて連結してあり、落下防止用のピンを抜けば取り外し可能な構造とした。

さらに、単管頭部には、工事点滅灯を取付、ドライバーから一目で、高所作業車の手すり枠の位置が確認できるものとした。

4. おわりに

本工事は、3トンネルが完了し、今後は、唐崎

トンネルの施工を施すのみとなりました。交通量も多く接触事故の恐れを鑑み、これから更なる気の引き締めを持ち、無事故無災害を現場従事者が一丸となって進行する必要があります。全従事者、そして、その家族も含め、この現場に関わる全ての人が笑顔で完工を迎えられるよう、元請である私が安全管理の先頭を切り、隅々まで不測の無い事を日々確認しながら無事故、無災害を肝に銘じ、終わりの言葉とさせていただきます。

最後に、本工事の施工に当たり助言、指導を賜りました発注者：九州地方整備局宮崎河川国道事務所道路管理第二課及び都城・日南国道維持出張所の皆様に感謝の意を表します。

鉄道線と近接する現場ヤードでの送出し架設について

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

監理技術者

武田 弘 嗣

Hiroshi Takeda

1. はじめに

本橋梁は、成田空港と東京を結ぶ成田スカイアクセス線に平行して隣接する橋長70.6m、2主桁からなる単純合成細幅箱桁橋で、千葉県北西部の市川市から千葉ニュータウンを経て成田市を結ぶ幹線道路である一般国道464号北千葉道路における成田市側の起点に位置する。

工事概要

- (1) 工 事 名：社会資本総合交付金工事
(仮称2号橋上部工)
- (2) 発 注 者：千葉県
- (3) 工事場所：千葉県印西市松虫地先
- (4) 工 期：平成24年1月12日～
平成25年4月25日

施工範囲は主桁・合成床版の架設床版工事を施工した。架設においては、橋台間の桁下のヤードが産業廃棄物の埋立地となっており、一切荷重を付加できないことから、主桁に手延べ機・後方桁を連結した送出し工法による架設を行った後、降下設備により所定の位置に据付けをした。

本現場におけるヤード条件として特筆する点については、作業ヤードの真横に鉄道営業線（成田スカイアクセス線）が通っていること。また、そ



図-1 現場位置図



図-2 平面図

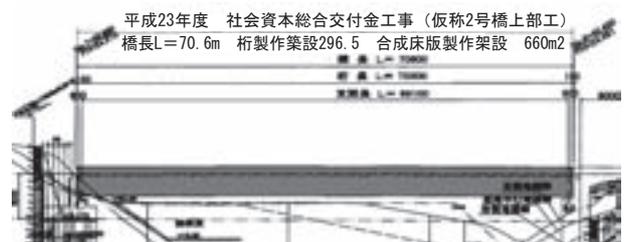


図-3 側面図

平成23年度 社会資本総合交付金工事（仮称2号橋上部工）
橋長L=70.6m 桁製作架設296.5 合成床版製作架設 660m²

の反対側の周辺には民家と隣接していることが挙げられる。

本稿においては、施工に際しての安全及び工夫した内容について報告する。

2. 現場における問題点

本工事の施工においては、下記のような問題があった。

【問題点1】

施工ヤードの真横に、鉄道営業線（成田スカイアクセス線）が通っているため、支承据付け、送出し軌条設備、手延べ機組立・解体、主桁地組、主桁上への合成床版架設、送出し設備組立・解体、降下設備組立・解体作業時のクレーン作業および巻立てコンクリート工、床版工のコンクリート打設作業時には、当然のことながら鉄道の運行に支障が出ないように施工が求められた。

また、鉄道線と反対側には住宅地があるため架設作業時における安全や騒音に留意する必要があった。

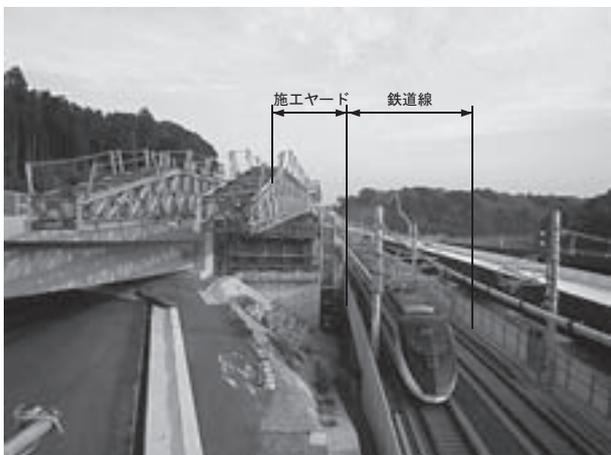


図-4 現場ヤード状況（A1側より望む）

【問題点2】

現場ヤードが先述の通り、鉄道営業線と住宅地に挟まれた立地で、さらにヤード幅も18m程度と軌条設備、クレーン配置をするに当たり最低限の幅しかなかった。

また、本施工では、A2橋台からA1橋台に向かって送出しをするに先立って、手延べ機・主桁・後方桁を地組していくが、A1橋台及びA2

橋台の主桁構造物中心線の延長上を送出しラインとして地組をした場合、主桁構造物中心線のラインと作業ヤードラインが平行ではないため、途中で鉄道線上と干渉してしまう。

3. 対応策と適用結果

上記の問題を解決するために、次の対応を実施した。

【問題点1への対応策】

1) 送出し架設総合管理システムの導入

送出し架設を行うに際して、弊社開発の「送出し架設総合管理システム」（特許取得）を導入した。この台車反力自動制御機能により、万が一軌条設備の不陸などがあった場合においても、本システム機能が台車に内蔵された油圧ジャッキを自動制御し、台車反力を維持して送出しを行うことができるため反力超過を防止し、送出し架設を安全に行うことができた。

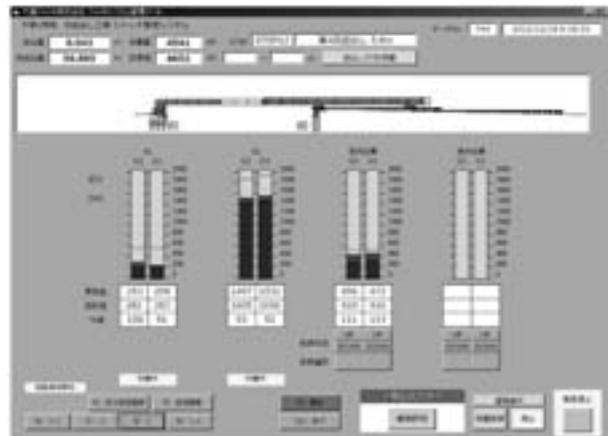


図-5 送出し架設総合管理システム画面

2) 鉄道側の合成床版継手構造の変更

先述の通り、施工ヤードと鉄道線が近接しているために、主桁上に設置する鉄道線側合成床版の縁端継手部が最も営業線の近接となる。このため、合成床版の継手を通常の高力ボルトによる継手構造にした場合、総延長70mにも及ぶ作業用足場の組立、継手部のボルト本締め、現場塗装、作業足場の解体作業期間中、営業線への資機材の落下や作業員および鉄道線の安全確保に対する懸念があったため、設計段階から下図の記す床版上で作

業ができる継手構造（ジベル継手）に変更し一連の作業を無くした。

このスタッドジベル構造の採用により、通常は合成床版上の外側で作業しなければならなかったが、合成床版上から作業することができるために足場組立・解体作業工程を短縮するだけでなく、現場継手作業においても安全性を向上させることができた。（図-7、図-8 参照）

3) 桁の降下作業時は惜しみサンドルを設置する

降下設備による桁の吊り上げ前に、惜しみ用のサンドル設備を設置し、桁荷重を降下設備とサン

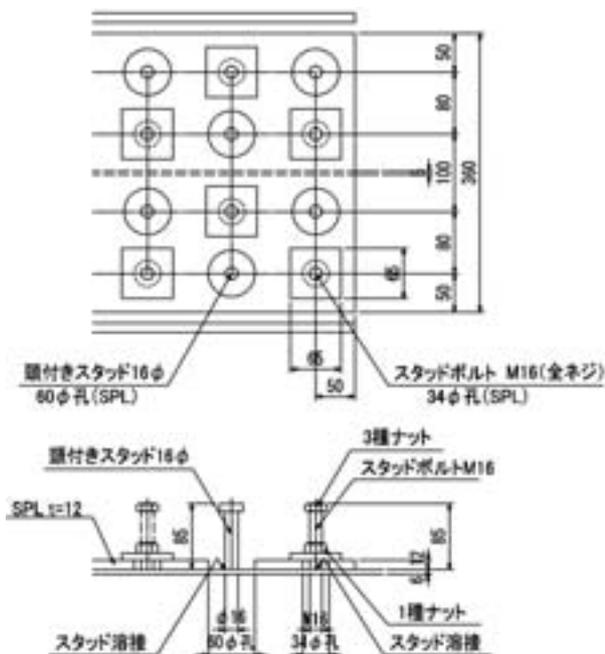


図-7 スタッドジベル構造詳細図



図-8 スタッドジベル施工状況

ドル設備と交互に支持するようにした。

降下作業時は、主桁と惜しみサンドルの隙間が300mm以上にならないように、桁の降下に先立ち、惜しみサンドルを1段ずつ解体することにより、想定外の状況が発生して桁が落下した場合でも、300mm以下の落下高に抑制できるため、安全性の向上に努めた。

4) 列車見張り員の設置

先述のクレーン作業時およびコンクリート打設作業時において、作業自体が鉄道の列車運行に危険と判断されると思われるものについては、事前に成田高速鉄道殿と協議を行ったうえで、列車運行に支障がきたさないようにクレーン作業時およびコンクリート打設作業時にはA1橋台、A2橋台の両側に列車見張り員を配置し、列車通過前から通過確認の合図があるまで作業を中断することとした。



図-8 鉄道線近接作業区分図

5) 騒音低減に対する取組み

ヤード直近に民家が隣接していることから、作業時に発生する騒音及び排ガスを低減させるため、低騒音・排出ガス対策型の重機、発電機および専用工具を使用するだけでなくヤード境界部に騒音を低減するために防音壁を設置した。

このことにより、約10か月に及ぶ工期中において本工事に対するクレームが一切なく完了することができた。

【問題点2への対応策】

1) 送出しラインをシフトさせる

現状では、主桁構造物中心線ラインと作業ヤードラインが交差して地組ができないため、送出しラインを発信側の A2 橋台においては主桁構造物中心線から500mm 鉄道線と反対側に、到達側の A1 橋台においては逆に500mm 鉄道線側にそれぞれシフトさせたラインを送出しラインとして地組を行った。(図-6 参照)

また、送出しラインをシフトさせることで発進側の桁地組が可能となったが、到達側において手延べ機及び主桁が鉄道線に干渉したり、送出し途中において設計以上に鉄道線に偏心することによ

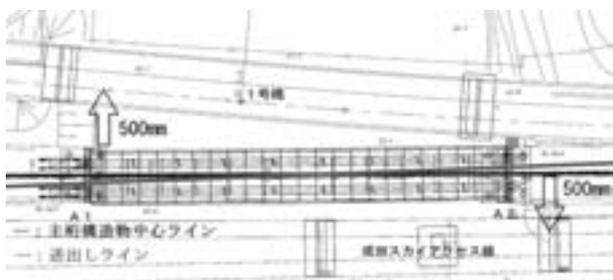


図-6 送出しラインのシフト

って干渉する恐れがあったため、手延べ機到達後約10m 毎に手延べ機をクレーンにて解体しながら送出しを行ったり、橋軸直角方向の位置修正が可能な送り装置を設置することにより上記の対策を行った。また、シフトさせることで主桁到達後も所定の位置からそれぞれ500mm ずつ設計位置よりもずれていることになるが、横取り設備を組み立て所定の位置まで移動させることにより対応した。

4. おわりに

本現場のように、鉄道営業線だけでなく、住宅地や主要道路と隣接した条件での架設は多々あると思われるが、鉄道営業に支障がきたさないように、また極力騒音を出さないように現場作業員全員で努力した結果無事故・無災害で完了することができた。

最後に、北千葉道路建設事務所長、監督員をはじめ施工においてご協力いただきました方々にこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

遠隔地での現場練りコンクリート工について

山梨県土木施工管理技士会
 小林建設株式会社
 土木部
 小尾直文
 Naofumi Obi

1. はじめに

本工事箇所は山梨県の西端に位置し、富士川の支流早川の最上流部野呂川において、度重なる台風や雪解け水及びゲリラ豪雨などの洪水被害により野呂川橋上流の既設蛇籠護岸工が倒壊されたため、今回修復することになった工事である。

現地にはこれらの蛇籠石が数多く残っており、これらを再利用して、溪岸の保護及び崩壊の拡大を抑制するために、新技術であるラウンドストーン工法及び移動式フレッシュコンクリート製造・圧送システムでの石張護岸工約220mを施工するものである。



図-1 工事場所参照

工事概要

- (1) 工事名：野呂川橋上流護岸工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局
富士川砂防事務所
- (3) 工事場所：山梨県南アルプス市芦安芦倉
- (4) 工期：平成21年7月14日～
平成22年3月31日
- (5) 工事内容：作業土工 6,690m³
基礎コンクリート工 161m³
護岸工（石張） 3,762m²
階段工 232m²
構造物撤去工 4,895m²

2. 現場における問題点

現場は標高1,500mを越す山間部であり、施工場所は、ふもとの民家より約30km離れているので、安定したコンクリート品質を確保するため、新技術である移動式フレッシュコンクリート製造・圧送システム（現場練りコンクリート）でのコンクリート打設を選択した。

新技術であるフレッシュコンクリート製造・圧送システムとは、コンクリート構造物に使用するフレッシュコンクリートを、工事現場において製造と圧送を同時に一貫して行うことを目的として開発された工法である。

その施工方法は、あらかじめ表面水率を調整し



図-2 材料が入ったフレコンバッグ外観

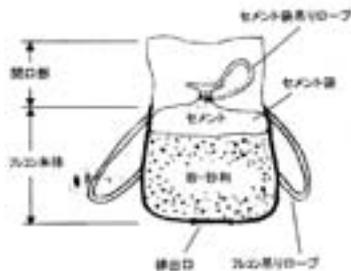


図-3 DM製品詳細

た細骨材・粗骨材およびセメントを、所定の配合でDM工場（茨城県にあるDRY-MIX製品を計量・袋詰めする工場のこと）にて、それぞれ計量し、フレキシブルコンテナバッグ（以下フレコンバッグと呼称 図-2参照）に骨材および内袋入りセメントの順で入れ、口元を閉じる（以下DM製品と呼称 図-3参照）。その後、DM製品を工事現場へ運搬し、水・混和剤タンク及び計量器とコンクリートミキサ・コンクリートポンプを搭

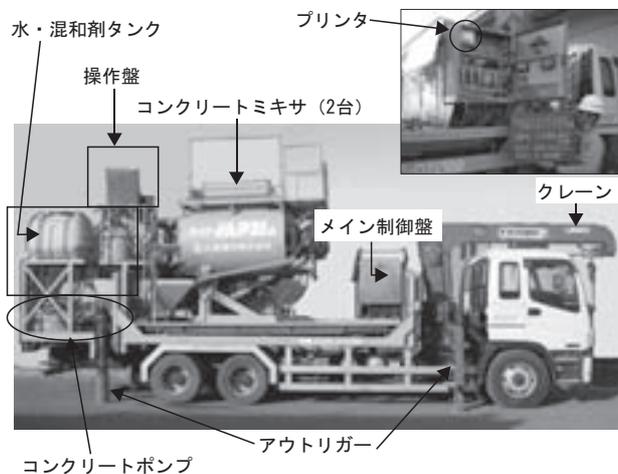


図-4 MP車概略



図-5 MP車概略

載した車両（以下MP車と呼称 図-4、5参照）へ、MP車付属のクレーンによりDM製品をミキサへ投入し、コンクリートが製造され、練られたコンクリートが配管を通過して、コンクリートポンプにより最大40mまで圧送する工法である。

上記新技術は、第1にDM工場から現場までが遠すぎるためDM製品の材料品質が安定せず、また品質確保が難しいこと、第2に土木工事や国土交通省発注工事の施工実績がないため、施工や品質管理の面で不安要素が多いことが懸念された。

以上のことをふまえ、新技術に伴う施工方法改善及び品質管理の工夫が課題となった。

3. 対応策と適用結果

3.1 新技術に伴う施工方法改善

本施工箇所は山梨県南アルプス市の標高1,500mを越す山間部であり、DM工場のある茨城県は遠く、品質確保が難しく、またDM製品の運賃もかかるので、山梨県の本工事現場のふもと地域（現場より約30km）にH鋼と鉄板等で作成した仮設DM工場を建設した。（図-6参照）

DM工場建設後、近隣JISコンクリート工場より、細骨材・粗骨材・セメントなどの資材を納入し、その試験資料・配合報告書(19.5-5-40BB)をもとに、試験練りを行った。その結果、粗骨材の40mmは実績がなく、MP車の練混ぜ性能ではコンクリート1m³の練混ぜがスムーズに行えなかった。そこで、配合を0.8m³単位に変更し、試



図-6 仮設DM工場

験練りを行ったところ、所定の品質を確保できた。

また、今回の施工では、スランプが5 cm などで圧送ポンプの使用は難しいので、圧送ポンプを外し、コンクリートバクタンへ流れるホッパーを取り付けた。(図-7参照)

施工を行う上で、この新技術は、ユニックの吊り上げ性能により、約3m～4mの範囲しか、DM製品のストックヤードを設けられないので、アウトリガーを完全に張り出すと、10tユニック車の片側に2列2段位(約20m³分)、ヤードが広く、機械や車の交差ができる場合で、両脇に2列2段位(約40m³分)を1カ所で打設できると思われたが、本工事は、作業ヤードが狭く、打設範囲が広がるので、DM製品をMP車で吊り上げ、投入するには、MP車の移動が余儀なくされ、一度に100m間を施工しようとする20m間隔位の頻度で移動しなければならない。その結果、コンクリート打設における作業効率が悪くなるので、



図-7 コンクリートホッパー改良



図-8 クレーン2台による施工状況

クレーンを2台に増やし、両サイドのクレーンにより、打設と投入を交代することで、打設範囲を拡大し、打設効率を上げた。(図-8参照)

3.2 新技術に対する品質管理の工夫

DM工場でのDM製品製作は、ストック期間が長くないよう、打設まで1週間以内を目安に計画的に作成を行った。また、表面水の変化が大きくなりたくないよう、パレット等の上に置くことで地上から離し、ブルーシートで囲い、DM製品の養生を行った。(図-9、10参照)また、DM製品運搬時や打設までのストック時も同様にブルーシートで覆い、養生を行った。

その後、コンクリート打設前にDM製品の表面水を再度測定した結果、制作時からの表面水の大きな変化は見られなかった。

本工事は、10月から基礎コンクリートを打設し、12月末には護岸石張りで使用するコンクリート打



図-9 DM 製品製作状況



図-11 練混ぜ水加温設備



図-10 DM 製品養生状況



図-12 DM 製品の養生施設

設が終了する工程だったので、当初より冬期施工を考慮して、練混ぜ水の加温設備や、DM 製品ストックヤード時の養生施設を計画し、12月より実行した。(図-11、12、13参照)

4. おわりに

今回山間部の現場練りコンクリート打設という観点から、新技術による施工を選択したが、この新技術の良い点は、プラント建設箇所が広範囲で選定できる。骨材等の材料管理が山間地などの厳しい自然条件下で行う必要がないため容易である。現地で練るため運搬する必要がなく、新鮮なコンクリートが打設できる。打設調整が容易なため、残コンが発生しにくい。反対に悪い点は、DM 製品をストックする場所が必要になるため、施工ヤードに制限が生じる。機械の移動が必要な現場や、クレーンが2台設置することが困難な場所で



図-13 DM 製品養生施設内状況

は打設効率が極端に悪くなる等であった。

この新技術は本工事のような山間部や震災などで生コン工場が近くにない環境で、施工場所に合わせた施工方法や品質管理を今後改善していくことで、大いに可能性のある工法であると感じた。

TB（テンポラリーバイパス）工法による斜張橋の主桁補修について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社 IHI インフラシステム
現場代理人

川 端 諭[○]
Satoshi Kawabata

皆 福 慎 二
Shinji Kaifuku

牧 靖 彦
Yasuhiko Maki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：The Binh Bridge Repair and Rehabilitation Project
- (2) 発 注 者：ベトナム社会主義共和国
ハイフォン人民委員会
- (3) 工事場所：ベトナム社会主義共和国
ハイフォン市
- (4) 工 期：平成24年5月1日～
平成24年12月31日

2010年7月17日、ビン橋（図-1）に3隻の貨物船が衝突し、損傷を与えるという事故が発生した。本橋は2005年に、ベトナム第三の都市ハイフォン市に建設された斜張橋である。衝突したこれらの貨物船はハイフォン港近くの造船所に、修理の為に係留されていたもので、この日ベトナムを襲った台風1号の影響で、約1km上流に流され本橋に衝突した（図-2）。デッキより上部（艦橋等）と橋桁が衝突し、主桁とケーブルが大きく損傷した。図-3に損傷箇所を示す。幸いにも床版、横桁、ケーブル定着部の損傷は軽微であったため、落橋するような大事故にまでは至らなかった。本橋はコンクリート床版を有する鋼-コンクリート合成桁として設計された斜張橋で、主桁の応力性状が施工ステップに影響される逐次合成桁となっ



図-1 ビン橋全景



図-2 衝突状況

ている。そのため、施工ステップを再現した解析モデルを作成し、主桁の損傷部については、詳細に施工段階を反映した解析を行い、安全性を確かめながら施工することによって、無事に主桁とケーブルの取替えを行うことが出来た。合成桁斜張橋の主桁とケーブルを取替える工事は、世界的

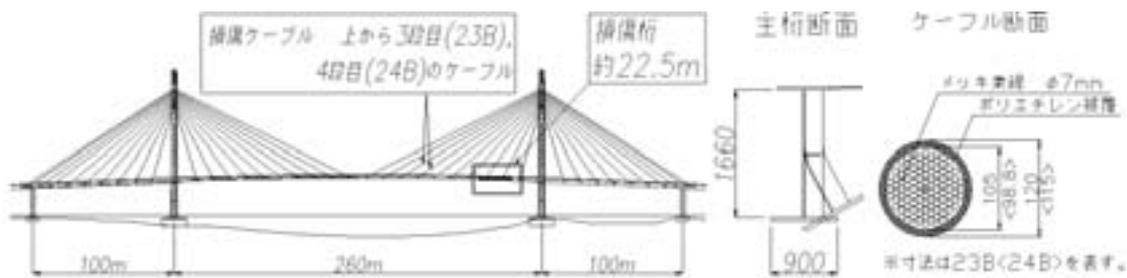


図-3 損傷箇所



図-4 主桁損傷状況



図-5 腹板のき裂

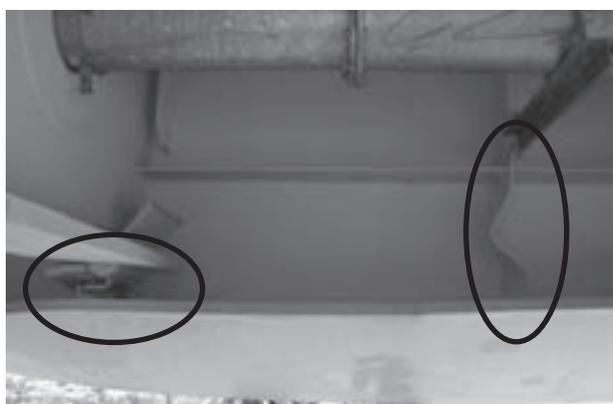


図-6 補剛材の座屈

にも事例が少ない貴重な工事と考えられる。本稿では主桁の取替え工事に焦点をあて報告する。

2. 現場における課題・問題点

主桁の下フランジは、船舶が衝突したことにより大きくたわみ、残留変形が残っている状態であった。図-4に主桁損傷状況を示す。腹板は下フランジに引っ張られた形で面外変形した状態であった。ケーブル定着部近傍の腹板は部分的にき裂が生じ、板厚(20mm)程度の板面外へのズレが確認できた(図-5)。主桁内側の補剛材も下フランジに押し上げられた形で座屈していた(図-6)。

主桁取替にあたって、下記の項目が課題として挙げられる。

i) 補修範囲の決定

損傷し湾曲した主桁は広範囲であり、かつ、それらには斜張橋ケーブルの定着部が含まれるため、慎重に取替え範囲を決定する必要がある。

ii) 補強部材の計画

損傷を受けた主桁は耐荷力が低下していると考えられるため、主桁取替に先立ち補強部材を追加する必要がある。

iii) 応力状態の推定

本橋は鋼-コンクリート合成桁として設計された斜張橋で、主桁の応力性状が施工ステップに影響される逐次合成桁である。そこに船舶が衝突したことにより、主桁は非常に複雑な応力状態となっていると考えられるため、補修にあたっては慎重に応力状態を推定する必要がある。

3. 対応策と適用結果

i) 補修範囲の決定

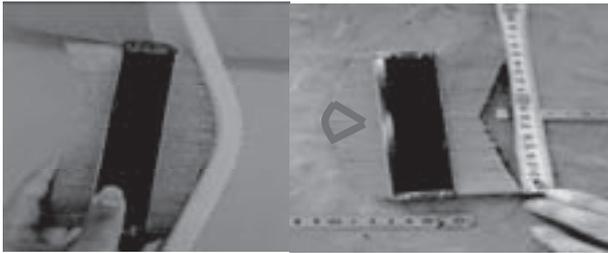


図-7 表面曲率計測の様子

$$\varepsilon = t / (2R) \dots \dots \dots (1)$$

t : 板厚、R : 内側表面での曲率半径

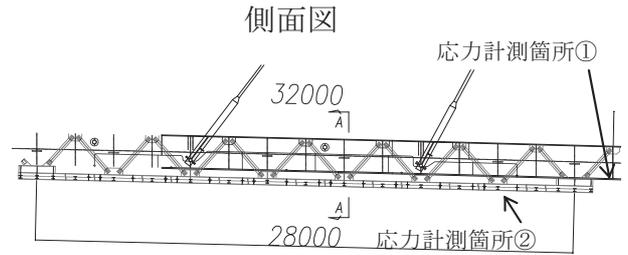


補修範囲の決定にあたって、鋼板のじん性を確保することを目標とした。シャルピー吸収エネルギーが鋼材の要求性能以上であれば問題ないといえる。道路橋示方書Ⅱ鋼橋編1.6にある冷間曲げ半径5 t (ε=10%) を目安とし、腹板表面の曲率を計測し、上記の(1)式によって、板のひずみに換算して評価した補修範囲を決めた(図-7)。最終的に、橋軸方向に約22.5m、桁高の約半分強、下から1050mmの範囲を取替えることとした。

ii) 補強部材の計画

主桁損傷部を部分的に取替えるに当たり、本橋施工時の逐次合成を考慮した解析による断面力を調べ、現状の損傷状態の応力を把握するところから検討を始めた。事故前の応力状態を推定することは可能だが、事故後に損傷部位がどの程度剛性低下しどのような応力再配分がおきているのかを推定するのは困難で、事故後の正確な応力状態の把握は出来なかった。そこで、補強方針としては桁を部分切断してもその部分の断面力を受け持ち、且つ、変動荷重にも対応できるよう健全時の主桁断面剛性以上の断面性能を確保したバイパスとしての補強を追加し、その状態で損傷部分を切断、取替えることとした。

バイパス補強の設計方針としては、損傷を受けた桁の下フランジと腹板が事故後も健全時の応力を負担していたと仮定した時に、損傷部を切断することで開放される応力がバイパス補強材と既設桁の残置部分に再配分されると仮定した。



A-A 断面図

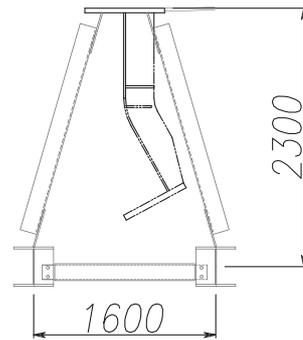


図-8 TBトラス概要(単位:mm)

バイパス補強材は桁下の損傷部分に設置しなければならないため、部材を小さく軽くする必要があった。そこで、H鋼を組み合わせた三角形断面のトラス構造(テンポラリーバイパストラス、以下TBトラス)で補強することとした。図-8にTBトラスの概要を示す。

また、下フランジおよび腹板を切断すると、残置された腹板下側が自由端となり、局部座屈が生じることが懸念された。そのため、損傷部材の切断前に、腹板の自由端になる付近に、水平補剛材を追加し補強した。

主桁取替手順としては、まず足場、次にTBトラスを設置する。その後、基準ラインと桁切断ラインを主桁にマーキングし、主桁の切断を行った。足場やTBトラスには、部材を所定の位置まで引き込めるよう、溝形鋼にローラーを付けたレールを配置した(図-9)。また、撤去時の取回しを考慮し、部材は2m程度に分割した(図-10)。その後、切断形状を正確に計測し、新設の主桁部材製作へ反映した。製作は現場近くにあるIHIの工場にて行い(図-11)、現地へ搬入、開先調整後に溶接を行った(図-12)。

iii) 応力状態の推定



図-9 TB トラス設置状況



図-10 桁切断状況

応力状態の推定にあたっては、まず、3次元立体骨組みモデルによる全体ステップ解析を行った。しかし、上記の解析では、桁の切断形状などの局所的な応力状態を把握できないため、有限要素モデルを作成し、全体ステップ解析で得られた断面力を作用させたFEMを行った。

工事中に実際に発生している応力について、設計計算値との対比が出来るように、主桁上下フランジとTBトラスに一軸ひずみゲージを貼付して、施工段階毎に応力計測を行い、安全を確認した。応力計測は、以下の4ステップで行った。

Step 1 : TB トラス設置時

Step 2 : 損傷桁切断時

Step 3 : 新設桁溶接時

Step 4 : TB トラス撤去時

計測箇所①は主桁下フランジ（切断位置近傍）、計測箇所②はTBトラスの下弦材である（図-8を参照）。

計測結果を図-13に示す。縦軸に作用力、横軸にStepをとり、縦棒は各Stepにおける下フラ



図-11 新設部材工場製作状況



図-12 新設部材の取付け・溶接状況

ンジ、TBトラスの力の変動を示し、折れ線はその累積値を表している。Step 1においてTBトラスは無応力状態であるが、主桁には常時による圧縮力が作用していると考えられる。Step 2、3において、損傷桁切断による応力解放と、新設部材溶接による縮みにより、TBトラスには圧縮、主桁には引張力が作用している。新設された下フランジに最終的に分配された作用力は、溶接による残留応力も含めて約1000kN（応力度として約22N/mm²（下フランジ断面900mm×50mm）であったが、許容応力度内であり問題なかった。以上により、TBトラスが主桁に作用していた圧縮力を受け持ち、十分に機能していたことが確認できる。

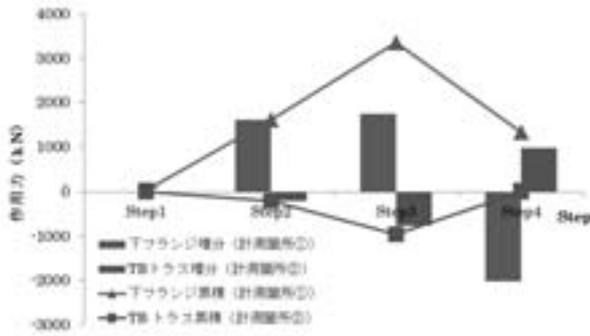


図-13 施工ステップ毎の部材作用力

4. おわりに

今回の補修工事は、TBトラス工法を採用し、桁の切断、取付け、溶接を安全に施工することができた。本工事はODAの緊急援助対象として行われたもので、ベトナム政府やハイフォン市人民委員会、経済産業省やJICAなど、日越政府機関の協力により補修工事が行えたことは、両国の信頼関係維持にも大いに役立ったと考えている。最後に、ベトナム当局、工事関係者、特に、海外での資機材調達の難しさや厳しい暑さの中、現場を安全に遂行された現地工事スタッフの皆様にお礼を申し上げたい。

CCD カメラ付きトータルステーションによる 海上斜杭の施工について

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

竹本 聡 一〇

Souichi Takemoto

監理技術者

古市 敏 晶

Toshiaki Furuichi

担当技術者

山本 恭

Takashi Yamamoto

1. はじめに

和歌山下津港海岸海南地区は、紀伊水道に面したりアス式海岸の湾奥に位置し、その地形的特性からこれまで昭和南海地震やチリ地震などによる津波浸水被害にたびたび見舞われている。

また、今後、東南海・南海地震等に代表される大規模地震の発生が切迫した状態であり、現状の防潮堤高さを遙かに超える津波が襲来することが予想されている。

当海岸の津波浸水予測地域には、住居地区に加え、行政・防災機関や主要交通網があることから、人的被害はもとより、発災後の危機管理体制や緊

急輸送ネットワークの確保に大きな影響を及ぼすとともに、復興の長期化が懸念されている。

加えて沿岸部には鉄鋼、電力等の多様な産業集積が形成され、わが国のみならず世界経済への影響も懸念されている。

本工事は世界初の可動式の直立浮上式津波防波堤に隣接する控え斜杭式鋼管矢板構造の防波堤を築造するものである。現場位置図を図-1に示す。

工事内容は、海上地盤改良工（床掘工、先行掘削置換工）、土捨工、本体工（鋼管杭、鋼管矢板、杭頭連結）、付属工（電気防食、被覆防食）である。

工事概要

- (1) 工 事 名：和歌山下津港海岸（海南地区）
船尾側津波防波堤築造工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 近畿地方整備局
和歌山港湾事務所
- (3) 工事場所：和歌山県海南市船尾地先
- (4) 工 期：平成24年3月14日～
平成24年10月15日

なお、先行掘削置換工は当該工事の鋼管杭・鋼管矢板打設の障害物等の撤去を目的としたものではなく、次工事の作業に関連したものである。

本体工鋼管杭は最大 $\phi 2300L = 54.9\text{m}$ 重量80t



図-1 現場位置図

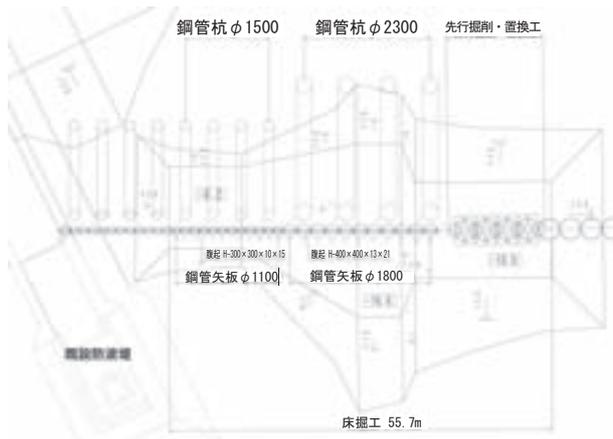


図-2 施工平面図

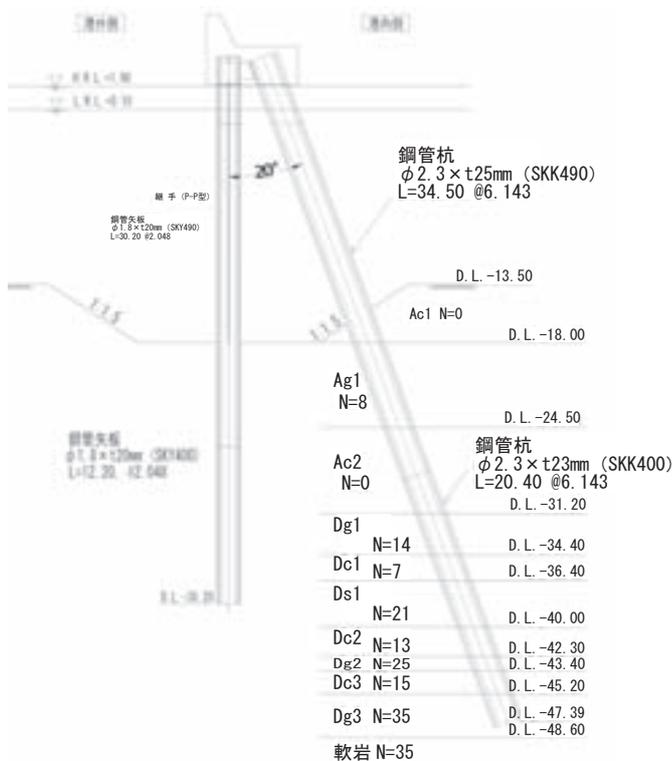


図-3 標準断面図

と大きく、大型の杭打船（1800 t 吊級）と油圧ハンマー（最大打撃エネルギー500KNm）を使用し打設を行った。施工平面図を図-2に、標準断面図を図-3に示す

2. 現場における問題点

① 工事区域内の制約条件が厳しい

工事区域が港口に位置し大型の一般船舶が行き交う航路にも隣接しているため、鋼管杭打設時は、監視船を2隻配置することで航路内での作業は可

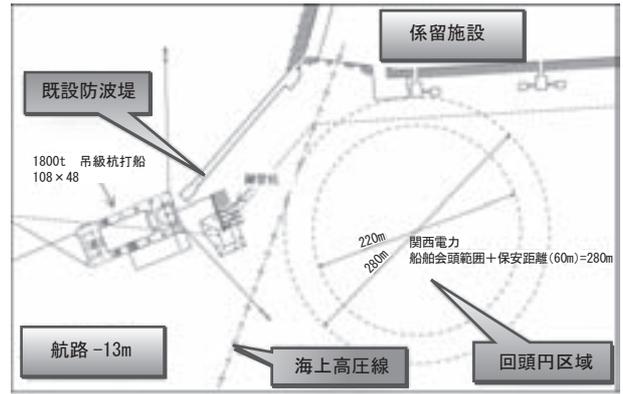


図-4 杭打船の配置図

能となり、作業終了後は航路外に退避しなければならない。さらに、作業中に全長115m以上135m未満の一般船舶が入出港の時は、工事を中断しアンカーワイヤーを完全に緩め、135m以上の一般船舶が入出港の時は、工事を一時中断し航路外に退避する必要がある。このため、「海南地区連絡会」で海南外港航路の入出港船情報、工事工程、工事作業船の配置等の情報提供、行会い調整が日々行われている。

また、港内側近傍には発電所バース入出港船舶の回頭円区域（直径280m）、発電所から伸びる海上高圧線（77,000V DL+46.8m）があり、杭打船の最大高さが98.8mのため、作業区域を制限された。杭の傾斜方向は電力会社および製鉄工場の係留施設があり、連日大型船舶が荷役作業を行っている。（図-4）

以上のことから、杭打船の配置位置が限定され斜杭を鋼管矢板の打設前に施工する必要がある。

② 導材を使用すると現地作業時間が長くなる

斜杭を安定して打設する方法として導材を使用する方法が一般的であるが、ここの地盤上層部には沖積粘土層や沖積礫質土層が分布し、それぞれN値が低く軟弱である。このような上層地盤が厚い軟弱地盤で導杭・導材を設置すると大掛かりになり、導杭長は30m以上が4本/セットと次サイクル用2本の計6本必要となり、1本打設に約1時間（建込・位置決め20分、パイプロセット10分、打設15分、玉外し15分）、引抜きに約30分（玉掛け10分、引抜き10分、吊下し10分）、導材セッ

ト・撤去に約30分ずつ要する。導杭・導材が航路内に入るため作業終了ごとに撤去しなければならないことで作業時間が設置（導杭4本+導材）で約4時間30分、撤去（導杭2本+導材）で1時間30分の合計6時間を要する。

導杭・導材を設置と打設準備・片付けに6時間を要するため、本作業時間が制限されることが懸念される。

③長尺、大口径の斜杭での精度管理が要求される

鋼管杭が長尺、大口径であり、大型のハンマーを使用するため、周辺地盤の拘束力が小さい場所では、鋼管杭の平面位置や傾斜の精度が一旦ズレ始めると修正が厳しくなる。

前述の現場条件で傾斜方向の測量器による最適な位置での鋼管杭の誘導・確認ができず、点で捉えた映像となり、誘導精度が悪く時間も掛かる。

また、測量者一人での誘導では、ヒューマンエラーによる測量ミスの可能性がある。

3. 対応策と適用結果

このような課題の対応策として大型杭打船を打

設位置まで正確に誘導し、斜杭の打設精度を高くするために杭打船搭載の杭打船位置管理システムに加え CCD カメラによる打設管理システムを併用して打設管理を行うこととした。施工状況を図-5に示す。

①杭打船の打設位置管理システムの使用

杭打船搭載の杭打船位置管理システムは GPS 装置によって求められた船体の基準位置をもとに、リーダー傾斜、キャッチホークストローク、クレーン傾斜角（前後・左右）、クレーン旋回角、船体喫水、潮位を測定するセンサーにより斜杭の位置を管理するシステムである。この管理システムの精度は平面位置 $\pm 30\text{mm}$ と管理基準値を十分満足するものである。システムは杭打船が完全に固定された場合、平面的な位置・打設角度・方向角の精度を確保できる。

しかし、実施工では波による動揺や斜杭自体によるたわみなどによって杭先端位置のズレが想定されるため、これらの管理システムの整合性とズレ修正とを確認する上でも陸上からの測量も必要とした。

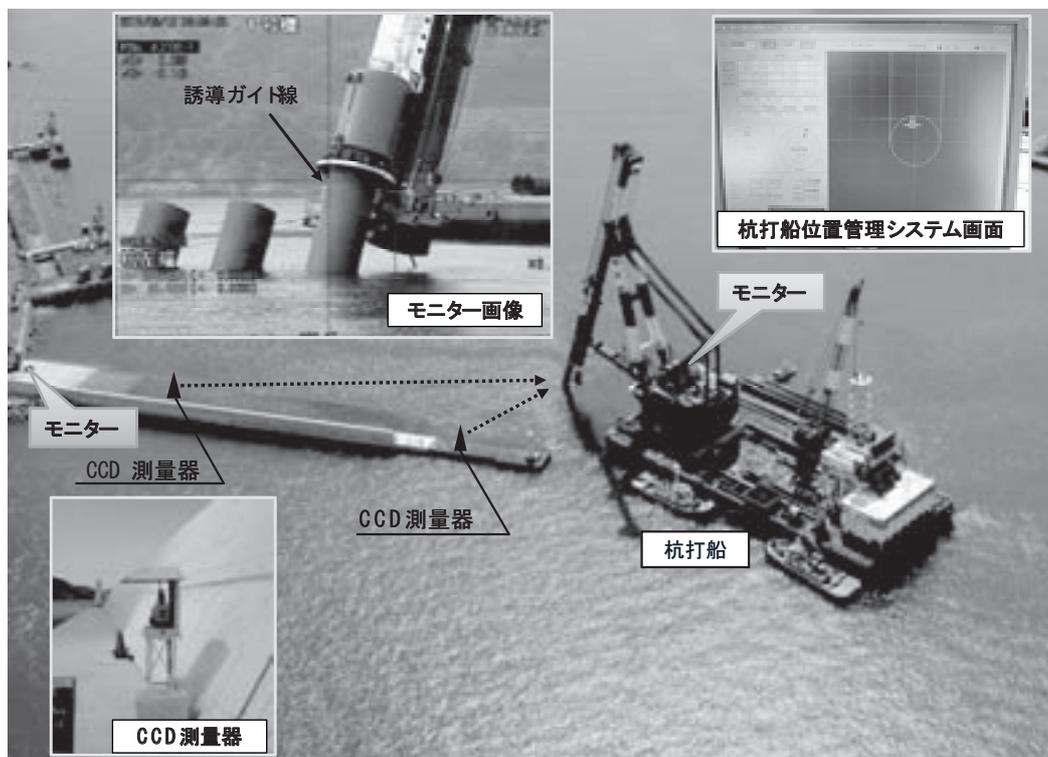


図-5 施工状況

② CCD カメラによる打設管理システムの使用

映像による打設管理システムは、任意の測量位置からの見え方が計画位置に誘導ガイド線がモニター上に映し出されるシステムである。

高感度 CCD カメラ付きトータルステーションを防波堤上に2台設置し、映像は杭打船オペレーター室、及び陸上にモニターを設置して施工を行うことで、リアルタイム映像で確認でき、杭打設情報の一元管理を可能とした。

また、本システムはズーム機能で映像を拡大・縮小でき、点および線で捉えた映像で誘導するため、杭全体の挙動をモニターで確認でき、高精度な位置決めが可能である。

打止め高さ管理は、管理システムだけでは要求された精度が確保できないため、陸上からレベル測量により行った。

測量方法としては、所定の杭長に対してあらかじめ鋼管杭に打止め位置をマーキングし陸上から杭頭高さをレベル測量により求めた。レベルは、鋼管杭方位角に対し直角となる位置にセットし、曲率を考慮した打止め高さに合わせて視準した。

その結果、天端高は許容±5 cm 以内に対して±4 cm 以内で施工することができた。(表-1)

杭の傾斜方向及び直角方向からの視準誘導と同等の精度で誘導・確認が可能となった。また、陸上に映像モニターを設置したことで、誘導員以外の者がリアルタイムで打設中の鋼管杭の位置、傾斜等の状況を確認することが可能となった。

その結果、偏芯量は許容100mm 以下に対して80mm 以下(表-2)、傾斜角度は許容±3°以内

表-1 天端高一覧表(許容±0.05m 以内)

杭番号	設計(m)	実測(m)	差(m)
φ 2300-1	4.200	4.192	-0.008
φ 2300-2	4.200	4.191	-0.009
φ 2300-3	4.200	4.162	-0.038
φ 2300-4	4.200	4.196	-0.004
φ 1500-1	3.500	3.523	+0.023
φ 1500-2	3.500	3.503	+0.003
φ 1500-3	3.500	3.488	-0.012
φ 1500-4	3.500	3.481	-0.019

表-2 斜杭偏芯量一覧表(許容100mm 以下)

杭番号	偏芯量(mm)	平均(mm)
φ 2300-1	30	56.6
φ 2300-2	70	
φ 2300-3	65	
φ 2300-4	80	
φ 1500-1	64	
φ 1500-2	42	
φ 1500-3	51	
φ 1500-4	51	

表-3 傾斜角度一覧表(許容±3°以内)

杭番号	設計(°)	傾斜(°)	差(°)
φ 2300-1	20	20.3	0.3
φ 2300-2	20	19.8	0.2
φ 2300-3	20	19.7	0.3
φ 2300-4	20	19.1	0.9
φ 1500-1	20	19.3	0.7
φ 1500-2	20	19.7	0.3
φ 1500-3	20	20.1	0.1
φ 1500-4	20	20.3	0.3

に対して±1°以内(表-3)で施工することができた。

4. おわりに

今回、CCD カメラ付きトータルステーションによる誘導方法を使用することにより導材などの定規を設置することなく、要求される施工精度を確保することができた。杭打船が大型船であったため、航跡波等の影響が少なかったことも施工精度の管理に有利な要因であったと思われる。

また、陸上からの視準測量確認によるチェック体制を設けたことにより、建込作業・位置決めを平均40分とスムーズに行うことができ、作業サイクルを順調に進めることができた。

ケーソン自動注排水システムの活用事例について

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

奥 濱 真 一[○]

Shinichi Okuhama

現場代理人

本 田 剛

Tsuyoshi Honda

担当技術者

黒 澤 寛

Hiroshi Kurosawa

1. はじめに

酒田港は、山形県の北部、日本海に注ぐ最上川の河口部に発展した港で、古くから日本海沿岸や内陸河川交通の要衝として発展してきた。国際または国内における海上輸送網の拠点となる港として重要港湾の指定を受けたことから、現在の本港地区において開発及び整備が計画的に進んでいる。

本工事は、酒田港及び酒田港に入出港する船舶の航行安全等のための防波堤築造を目的とする工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：酒田港本港地区防波堤（南）築造工事

- (2) 発 注 者：東北地方整備局 酒田港湾事務所

- (3) 工事場所：酒田市酒田港港内

- (4) 工 期：平成24年3月27日～
平成24年10月31日

- (5) 工事内容：

基礎捨石 11,925m³

（捨石本均し325m²、捨石荒均し1,928m²）

ケーソン据付 1 函（浮上～曳航～据付）

被覆ブロック12t型（製作128個・据付438個）

上部工 392m³

消波ブロック50t型（据付102個）

構造物撤去（根固ブロック41.7t 18個）

2. 現場における問題点

本工事のケーソン仮置場所（袖岡地区）およびケーソン曳航ルートである袖岡航路は計画水深が-7.5mであり、ケーソン吃水（7.22m）に対して余裕がない。航路の土砂堆積の状況によっては、海底地盤とケーソンの接触が懸念される。

また、ケーソン据付時の最上川からの流れ、潮流や外海からの波浪に対して、ケーソンの安定性（バランス）を確保することが重要であった。

ケーソン（H型）諸元

ケーソン形状寸法

13.0m (L) × 15.5m (B) × 13.0m (H)

ケーソン総重量 1,498.42t

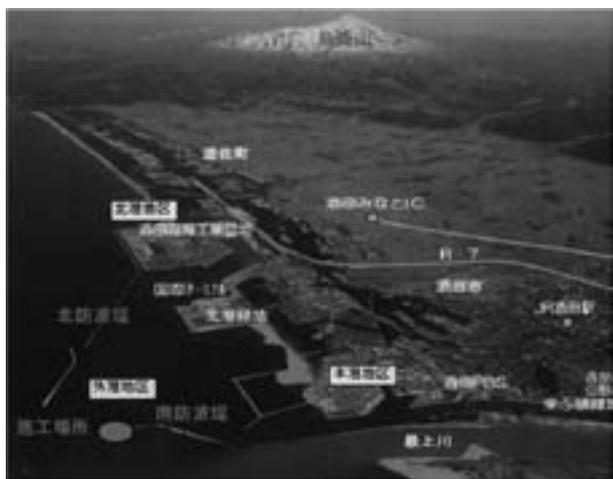


図-1 施工位置

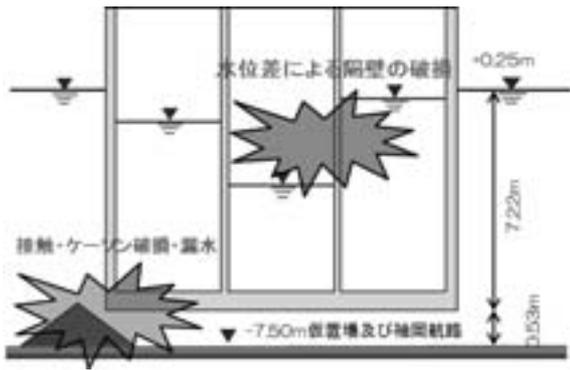


図-2 仮置場及び袖岡航標準断面図（浮上・曳航時）

吃水 7.22m

浮心 3.61m

重心 5.20m

カウンターバラスト 10.0m³

浮遊時の安定（バラスト後）

$$0.05D < MG, 0.361 < 0.366$$

ケーソン浮上および据付におけるケーソン桝内の注排水時の残水計測は、ケーソンの各桝内の水位を、作業員がレッドにより計測を行いながら、水中ポンプを個別に手動で ON/OFF し、ケーソン注排水管理を行うのが従来の作業方法である。

このため、計測やポンプ操作でのヒューマンエラーにより、隣接するケーソン桝に水頭差が生じて隔壁に損傷をあたえる可能性がある。

また、ケーソン桝内の水位差によるケーソン傾斜で、仮置マウンド、袖岡航路及びケーソン底部に損傷を与える可能性がある。

3. 対応策と適用結果

(1) 対応策

ケーソンの排水浮上および注水据付にあたっては、各隔室間の水位差を1m以内として、浮上および据付を行う必要がある。

さらに、ケーソン着底時での偏荷重を防ぐとともに据付精度を向上させるため、水平を保って据付を行うことが重要である。

そこで、ケーソン浮上および据付に当社開発のケーソン自動注水制御システム（NETIS 登録番号：KTK-120002-A）を使用した。

ケーソン自動注排水制御システムは、主に前述のヒューマンエラーを排除することを目的に開発されたものである。

(2) ケーソン自動注排水制御システムの概要

ケーソン桝内に設置した深度センサーにより桝内の水位を自動計測し、リアルタイムで注排水量を制御用 PC（パソコン）で制御するものである。

- ・隣接する桝間の水位差が規定値以上にならないように、自動的にポンプを制御する。
- ・ケーソンの傾斜を監視し、ある規定値以上傾斜しないように、自動的にポンプを制御する。
- ・各桝内の水位を深度センサーで自動計測し管理画面上で確認できる。
- ・ケーソンの傾斜を傾斜計で自動計測し、管理画面上で確認できる。
- ・制御用 PC は、他船舶上に設置した PC から遠隔操作することができる。

自動注排水制御システム使用機材は下記通りである。（図-3、図-4 参照）

- ・水中ポンプ（高揚程 8 インチ） 4 台
- ・水中ポンプ制御盤（最大制御 8 台）
- ・水圧式水位センサー 9 台
測定精度：± 5 cm、最大水深：20m
- ・高精度傾斜計 1 台
仕様：2 軸傾斜センサー



図-3 管理システム使用機器一覧



図-4 管理システム使用機器一覧

測定範囲：±30度、測定精度：0.03度

- ・ Wi-Fi AP アンテナ 1台
- ・ ポータブル発電機 1台（制御 PC 用）

(3) システムの活用

○システムの配置

ケーソン浮上（排水）、据付（注水）前に自動注排水制御システムを配置し、ケーソンの全柵内に深度センサーを設置した。

なお、本システムは1つのユニットを人力で組立可能な大きさに分割しているため、現地での組立作業、解体作業は簡便であった。

○ケーソン浮上（排水時）

本ケーソンは流水孔が全ての柵に配置されているため、4台の排水ポンプと排水用ホースを四辺の中央柵に設置した。配置図と使用状況を図-5、図-6に示す。

○ケーソン据付（注水）時

ケーソン据付は、既設防波堤に接続させるため、ケーソン浮上時でのポンプおよびホース位置から変更した。

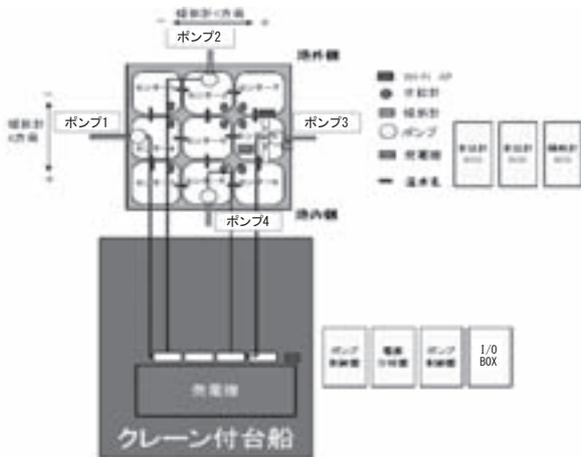


図-5 ケーソン排水時システム配置図



図-6 排水状況及びシステム使用状況

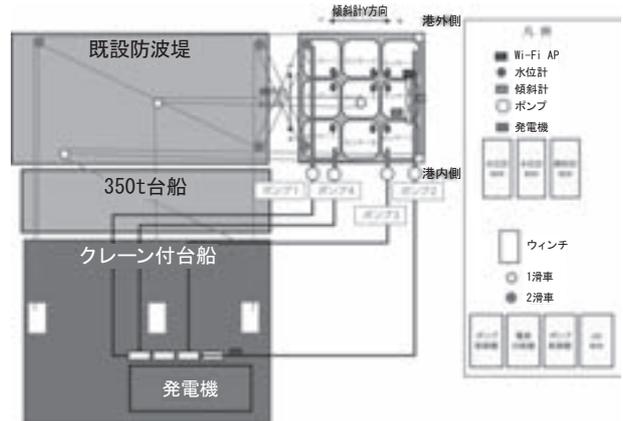


図-7 ケーソン注水時システム配置図



図-8 注水状況及びシステム使用状況

注水ポンプはケーソンがバランスよく沈設できるよう4隅に設置（図-7）し注水据付を行った。

ケーソン天端上に設置した傾斜計によりケーソンの傾斜を制御用 PC 画面でリアルタイムに注排水量を表示確認しながらケーソン据付（排水・注水）を行った。

(4) 適用結果

○自動注水制御システムの PC 表示

図-9の PC 表示は、ケーソン排水時の制御状況を示すもので、ポンプの作動状況、各柵の水位、平均水位、残水位が表示されている。

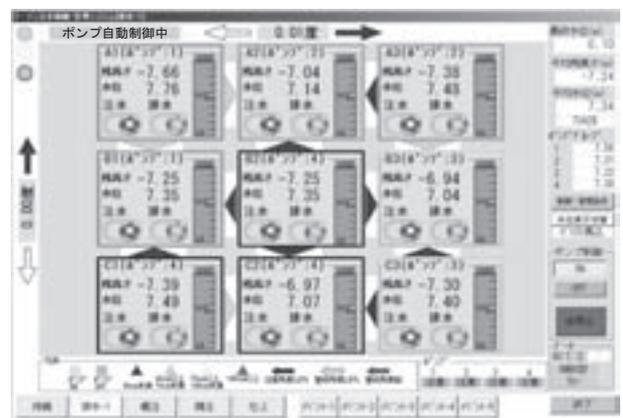


図-9 自動注水制御システム PC表示

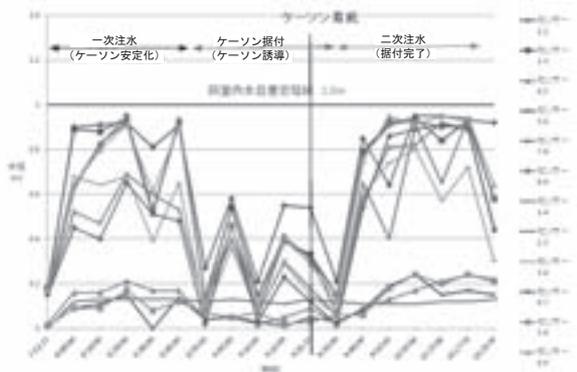


図-10 水頭差グラフ

○各桝の水頭差の表示

図-10の水頭差グラフは、ケーソン据付時のもので、隣接する桝の水頭差（水位差）を時刻歴で表示するものである。（縦軸が水位、横軸が時刻）

一次注水時（着底まで1.0m程度まで）と二次注水（据付完了まで）に水位差が大きくなり、ケーソン誘導据付時（ポンプ停止時）は水位差が小さくなっていることを示している。

本システムを使用したことにより各隔室間の最大水位差は95cmでケーソンの浮上および据付を行うことができた。

○ケーソン傾斜角の表示

着底時のケーソンの傾斜とケーソン据付完了後のケーソンの傾斜の差は、図-11ケーソン傾斜グラフに示すとおり、傾斜計Y方向で0.01度、傾斜計X方向で0.07度と水平（バランス）を保ってケーソンを据付することができた。

なお、初期に傾斜角が大きく、据付直前は傾斜角が小さい理由は、初期（一次注水時）はケーソン各隔室が空でありケーソン重量が軽く注水によって傾斜角が大きく、着底直前には注水によりケーソン重量が増しケーソンが安定しているため傾斜角が小さい。

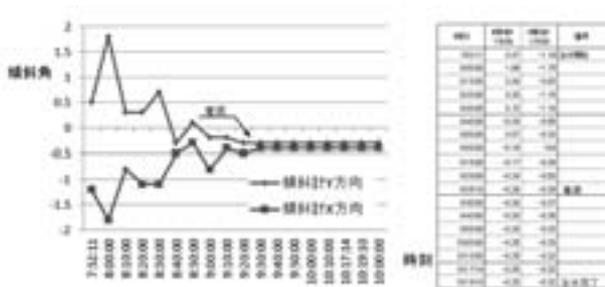


図-11 ケーソン傾斜グラフおよび傾斜表

○ケーソン自動注排水制御システムの効果

①迅速な水位計測と水位管理

- ・水位計で各桝内の水位をリアルタイムに測定でき、起重機船上の制御用PCでリアルタイムに確認できた。
- ・水位計のデータと、実際に浮き型のレッドを用いて桝内の水位を計測したデータを比較し、水位計データの信頼性を確認した。（レッドの測定精度は10cm単位）。

②安全性の確認

- ・各桝の水位確認のために、作業員がケーソン上を移動することがなくなり、転落災害・ワイヤーでのねられ、巻込れ災害も防止できた。

(5) 本システム使用の課題・要望点

- ・傾斜角で管理するのではなく、ケーソンの4隅の高低差（最低部0cm表示し他箇所をプラス表示等）を表示した方が、視覚的に確認しやすい。
- ・機材の費用・設置撤去作業のコストダウン。
- ・安全面において、ケーソンワイヤリング時、緩衝材入れ替え時および法線修正時（ワイヤーによる引き寄せ確認と緩衝材調整）にケーソン上での作業が発生するため、ケーソン上を無人化できない。

4. おわりに

今回、注排水管理に配慮したケーソン据付においてヒューマンエラーの防止を課題としてケーソン自動注排水制御システムによる施工を行った。

ケーソン排水管理にて残水を平均3cmにおさえることで安定したケーソン曳航ができた。

ケーソン据付時には他船舶の航跡波および潮流等に配慮しながら、1次注水、2次注水を注水管理システムにて水位差および傾斜を確認しながら据付作業を行った。

その結果、据付精度が向上し、上部コンクリートの施工性も向上するとともに、見栄えの良い防波堤築造工事ができた。

保全工事におけるデジタルカメラ 3次元計測技術の適用について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 横河工事株式会社

設計担当主任技術者
 中村 智昭[○]
 Tomoaki Nakamura

現場代理人
 廣井 宏治
 Kouji Hiroi

監理技術者
 森本 賢一郎
 Kenichiro Morimoto

1. はじめに

近年、橋梁をはじめとする土木構造物の老朽化に伴い補修・補強を含めた保全工事による長寿命化対策が進められている。保全工事では新設工事と違い、部材を既設構造物に合わせて製作・架設するため、事前に建設時図面等の資料から設計値を確認した上で、調査用足場を設置して詳細な現場実測を行い、製作図面に反映させる必要がある。

現場実測は桁下など狭隘な空間での作業が多く、通常コンベックスや差し金などを使用したいわゆる「手計測」により実施される。そのため、計測精度は計測技術者の技量に大きく左右される。

一方、近年のデジタルカメラの高解像度化やコンピューターの発達により市販のデジタルカメラを用いた写真計測技術が発達し様々な分野でその適用が試みられているが、撮影環境が変化し易い橋梁架設現場において実施されている例は少ない。

本報告では、「デジタルカメラ3次元計測」の橋梁保全工事現場実測への適用を目的として実工事において実施した検証事例を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：阪和自動車道
 湯屋谷橋（上り線）耐震補強工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
 関西支社

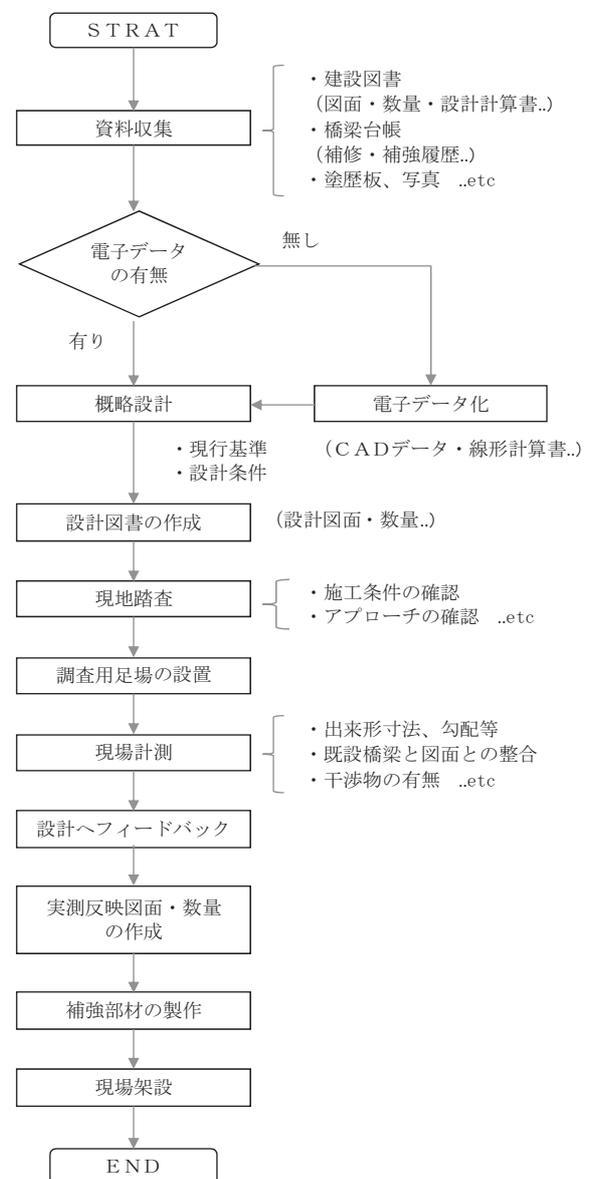


図-1 保全工事における工事全体の流れ

(3) 工事場所：和歌山県和歌山市湯屋谷～上黒谷

(4) 工 期：平成21年 8月19日～

平成25年 2月28日

概算施工数量

雄の山第一橋補強重量：149 t

湯屋谷橋補強重量：344 t

西池橋施工重量：218 t

下部工補強：RC巻立補強、縁端拡幅補強、
鋼板巻立補強、炭素繊維巻立補強実施

※その他 制震デバイスの施工、支承取替、
塗装、コンクリート塗装等



図-3 計測に必要な道具

デジタルカメラ3次元計測の概要

デジタルカメラ3次元計測とは、デジタルカメラで撮影した2枚以上の画像データをもとに被写体が各画像に写る画像座標およびカメラの位置・姿勢からその点の3次元位置座標 (X, Y, Z) を算出することができるシステムである。カメラを使った3次元座標特定のイメージを図-2に示す。

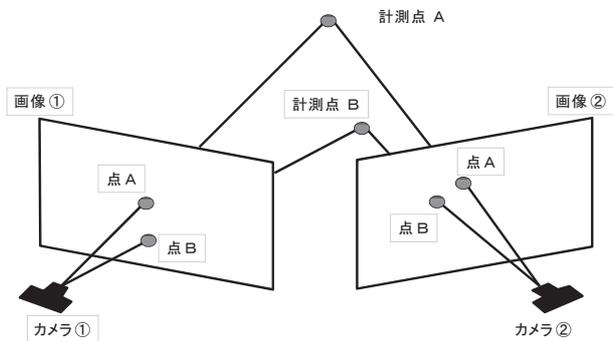


図-2 カメラを使った3次元座標特定のイメージ

デジタルカメラ計測では最低限以下に示す3つの道具があれば計測可能である。

- ・デジタルカメラ
- ・基準となる尺度を定義するための基準スケール
- ・計測点ターゲット

また、計測点ターゲットは計測位置をより明確に特定するために補助的に必要なものであり、ターゲットが無い部分でも塗装の劣化部など特徴を捉える事ができれば計測点として追加することも可能である。図-4、5にシステムの操作フローと現場での計測状況写真を示す。



図-4 カメラ計測システム操作フロー

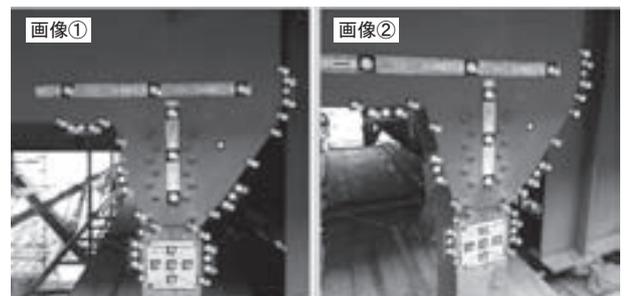


図-5 現場カメラ計測状況例 (既設ガセット形状)

2. 現場における問題点

本工事では、以下に示す4つの事例に対して現場でのデジタルカメラ計測の適用性を検討した。

1) 2次元計測【事例1】既設ガセット形状

- ①施工内容：斜材追加に伴う既設ガセットの拡幅現場溶接
- ②計測内容：既設ガセット及び周辺部材の外形状計測
(撮影距離：約1m、撮影範囲：1×2m)
- ③問題点：現場溶接により既設ガセット及び上弦材と取合う構造であるため、既設部材の外形状を正確に図面に反映する必要があった。

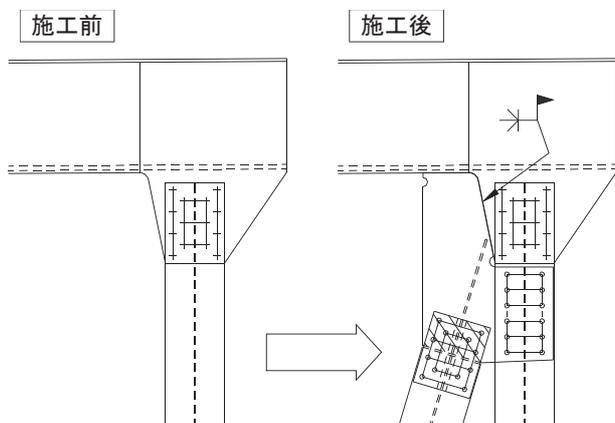


図-6 既設ガセット拡幅イメージ

2) 2次元計測【事例2】アンカーボルト配置

- ①施工内容：下部工ブラケットの取付け
- ②計測内容：アンカーボルト配置座標計測
(撮影距離：約3m、撮影範囲：2×3m)
- ③問題点：レベル2地震に対する耐震補強用の制震ダンパー下部工ブラケットなどは反力が大きいので、下部工に定着するアンカーボルト本数が多い(本事例では28本使用)。そのため、座標計測に手間がかかり計測誤差も生じやすい。

3) 3次元計測【事例1】方杖基部補強

- ①施工内容：レベル2地震に対する方杖基部のアップリフト対策補強
- ②計測内容：左右の方杖脚柱の相対関係
(撮影距離：約10m、撮影範囲：15×15m)
- ③問題点：本補強構造は左右の脚柱間に補強水

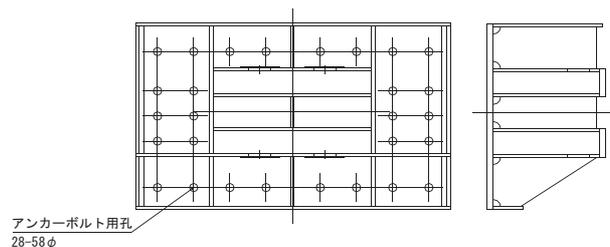


図-7 下部工ブラケット図



図-8 現場カメラ計測状況(方杖基部)



図-9 部材据付状況(方杖基部)

平梁を渡し、上下フランジ面の添接板で取合う構造である。既設脚柱は隅角部から基部にかけて間隔がハの字に広がると共に、箱断面の寸法が小さくなっている。これらの3次元的变化を考慮した上で計測を行う必要があった。

4) 3次元計測【事例2】鋼板巻立て補強

- ①施工内容：RC橋脚の鋼板巻立て補強
- ②計測内容：既設橋脚の断面寸法、倒れ、表面の不陸等
(撮影距離：約15~20m、撮影範囲：5×30m)
- ③問題点：鋼板巻立ては現場溶接の開先精度確

保のため、補強部材を鉛直に施工する必要がある。既設橋脚の倒れ・不陸等を考慮した上で、補強部材の断面サイズを最小にしてどの断面でも既設と補強部材の隙間を確保する必要があった。

3. 対応策と適用結果

前述した問題を踏まえ、デジタルカメラによる3次元計測を行った結果を以下に示す。

1) 2次元計測【事例1】既設ガセット形状

カメラ計測結果を図面に反映し部材を製作した結果、ルート間隔1mmで問題なく施工することができた。

2) 2次元計測【事例2】アンカーボルト配置

カメラ計測により全てのアンカーボルトを所定の孔位置に納めることができた。また、解析結果をそのまま図面データ化できるため図面反映作業

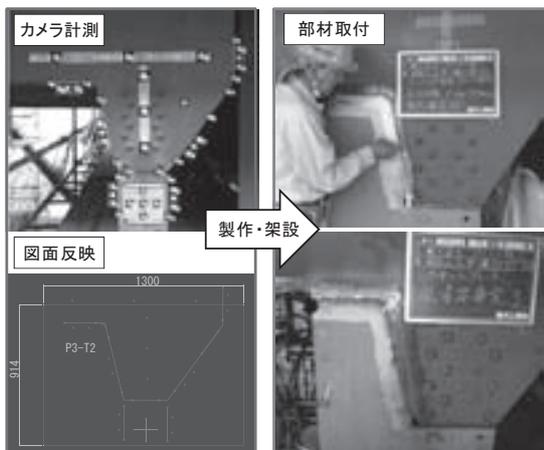


図-10 カメラ計測結果（既設ガセット形状）

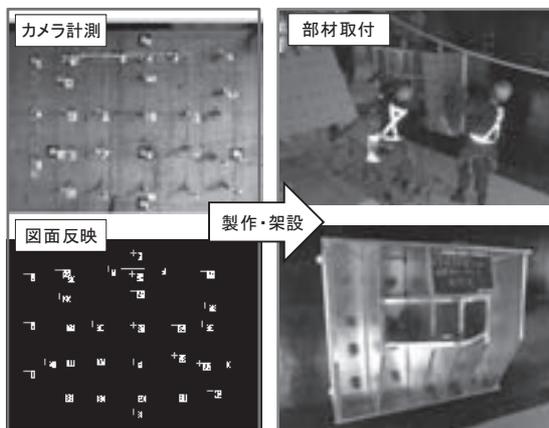


図-11 カメラ計測結果（アンカーボルト配置）

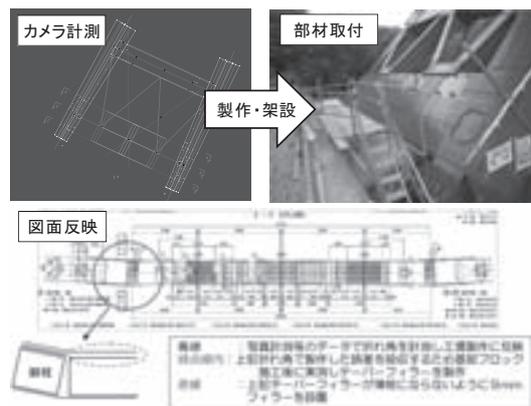


図-12 カメラ計測結果（方杖基部）

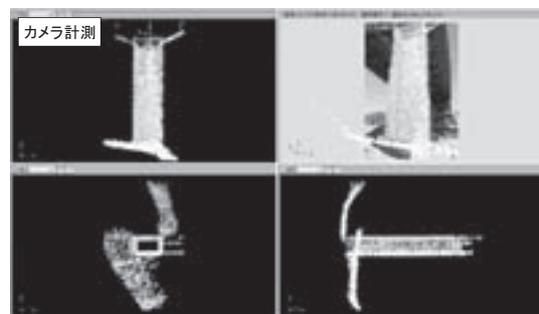


図-13 カメラ計測結果（RC橋脚）

は従来よりも容易であった。

3) 3次元計測【事例1】方杖基部補強

カメラ計測の結果、左右の脚柱が脚柱中心軸に対して3度回転していることが判明した。その結果を既設と取合う添接板の折れ角に反映した。

4) 3次元計測【事例2】鋼板巻立て補強

カメラ計測により足場設置前に既設橋脚の形状を再現できたが、足場設置後に下げ振り等により再計測した結果との比較からカメラ計測結果を採用することはできなかった。

4. おわりに

本工事において「デジタルカメラ3次元計測」の橋梁保全工事現場実測への適用性を検討した結果、撮影距離が3m程度と近接できるものについては十分な計測精度を確認することができた。今後、さらに現場での検証を重ね撮影可能距離を延ばすと共に他工種への適用を検討していきたい。

最後に、本工事の設計・施工に当りご指導いただきました皆様方に厚くお礼申し上げます。

主ケーブル一部破断に伴う鋼吊橋の補強対策工と 長期監視

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

監理技術者

亀山 誠 司[○]

平松 貴 彦

Seiji Kameyama

Takahiko Hiramatsu

1. はじめに

原田橋は主ケーブルの一部破断に伴い、全面通行止めを実施した。近くの河川内に迂回用仮設道路が施工されたが、渇水期が終了し閉鎖されるため、早期開通が望まれていた。ケーブルの安全性を確保するため、プロジェクトチームを立上げ検討の結果、暫定供用時の活荷重への主ケーブルへの負担を減らすために補助ケーブルの追加対策工を実施した。本稿では平成24年5月に実施したこの応急復旧対策と動態監視について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：原田橋補修工事
- (2) 発 注 者：浜松市 土木部 道路課
- (3) 工事場所：静岡県浜松市天竜区佐久間町川合、



図-1 原田橋（補修前）

中部地内

- (4) 工 期：平成24年5月23日～
平成24年6月30日

2. 現場における問題点

本工事にあたっては、下記の問題点があった。

- (1) 当該吊橋を交通解放するためには主ケーブルの安全率(3.0)を確保する設計条件を満たす必要があった。
- (2) 新橋への架替え計画があることが分かったため、施工性および経済性を重視した応急復旧案が対策として望まれていた。
- (3) 大雨により河川内仮設道路が全面通行止めとなった場合、山道を迂回路とした場合、1時間20分(24km)かかり、日常生活に支障をきたす状態であった。このため、工程の大幅短縮が必要であった。
- (4) 橋の重要度から長期監視が必要であった。

3. 対応策と適用結果

先の問題点に対し、下記に示す対策を実施した。

- (1) 立体解析による通行荷重の検討
別途現地調査で実施したレーザースキャナによる塔の倒れや床組沈下量の立体座標の把握およびケーブルの腐食状態を断面欠損にてモデル化した3次元骨組立体解析により、補強方法の検討を実

表-1 立体解析結果による安全率の検討

補強条件	下流側のみ補強				上下流補強			
	CASE-5 【橋脚】	CASE-6 【応急対策線】	CASE-8 【応急対策線】	CASE-9 【応急対策線】	CASE-5 【橋脚】	CASE-6 【応急対策線】	CASE-8 【応急対策線】	CASE-9 【応急対策線】
荷重条件	(黒モデル) 通行規制(4t車通行)	(黒モデル) 通行規制(4t車通行)	(黒モデル) 緊急車線走行時 8t車単独走行	CASE-6の上流側 追加ケーブル 通行規制(4t車通行)	(黒モデル) 通行規制(4t車通行)	(黒モデル) 通行規制(4t車通行)	(黒モデル) 通行規制(4t車通行)	(黒モデル) 通行規制(4t車通行)
	10台(4m)連行荷重 (7車重)	—	大型車(1台)8t車 (7車重)	10台(4m)連行荷重 (7車重)	10台(4m)連行荷重 (7車重)	10台(4m)連行荷重 (7車重)	10台(4m)連行荷重 (7車重)	10台(4m)連行荷重 (7車重)
検討断面(下流)	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
検討断面(上流)	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●
安全率 (切断荷重/張力)	△	○	○	○	○	○	○	○

△…安全を確保できない(3.0未満)
○…安全率を確保できる(3.0以上)

施した。表-1に立体解析の検証結果を示す。(解析ケースは抜粋している。)表中、大丸印は有効断面(公称径3%断面欠損を仮定)、白抜き丸印は無効断面(ケーブル無効で計算)、小丸印は補強ケーブル(セーフティーケーブル)追加箇所を示す。解析CASE5, 6, 8は上流側が健全と仮定した場合、CASE9は上流側の素線破断部の断面欠損を想定している。ケーブルの安全率3を確保できるのはCASE6, 8, 9であり、4t車両の連行荷重、8t車両の単独荷重のみ走行可能と判断した。現地では損傷がない上流側を片側交互通行とし、普通乗用車は連行で通行可能、4t~8t車は1台限定で規制して通行可能であると想定している。

(2) セーフティーケーブル工法の提案

他の迂回路の確保が困難なこと、河川内に設けた仮設道路が平成24年6月末までしか使用できないことから、早急な補修工法の選定が必要であった。このような制約条件下で安全性を確保できる、補強(セーフティー)ケーブルの追加設置を提案した。本工法は、近い将来の本橋架替の計画に配慮し、①維持管理投資を少なくでき、②腐食したケーブルの活荷重を図-2に示す力を分散させる補助的な役割を果たす特徴を有する。すなわち、暫定供用かつケーブルを簡易的に追加することで現道交通の安全を確保する補強思想である。

セーフティーケーブルは、死荷重に対応する現状の主ケーブルに追加し、活荷重無載荷状態で微少のケーブル張力を導入することで、活荷重のみに抵抗する部材とした。解析結果より、規制する活荷重(4t車の連行、8t車の単独走行)に対し、

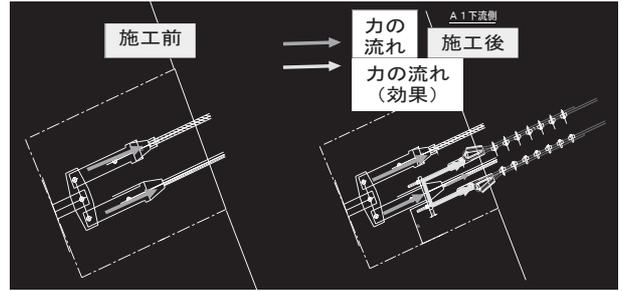


図-2 セーフティーケーブルの設計思想

腐食ケーブルのバイパス効果を發揮できる荷重耐力を想定し、1本あたり負荷張力80kNと設定した。ケーブルは片側2本とし、上下ケーブルが引張合う構造で不均等荷重係数1.5を加え(80/2×1.5=)60kNとなるよう設計した。具体的には、図-3に示すように、市場性のあるストランドロープ(φ30、7×7)を使用し、既設吊索部の幅62mmを通る最大径としてφ30×2本を配置した。

主塔の上の追加サドルは、図-4に示すように既設のサドル上に被せた構造とし、現地の3次元計測で得られた構造寸法で形状を決定した。原寸から製作まで1週間で現場搬入した。既設サドル

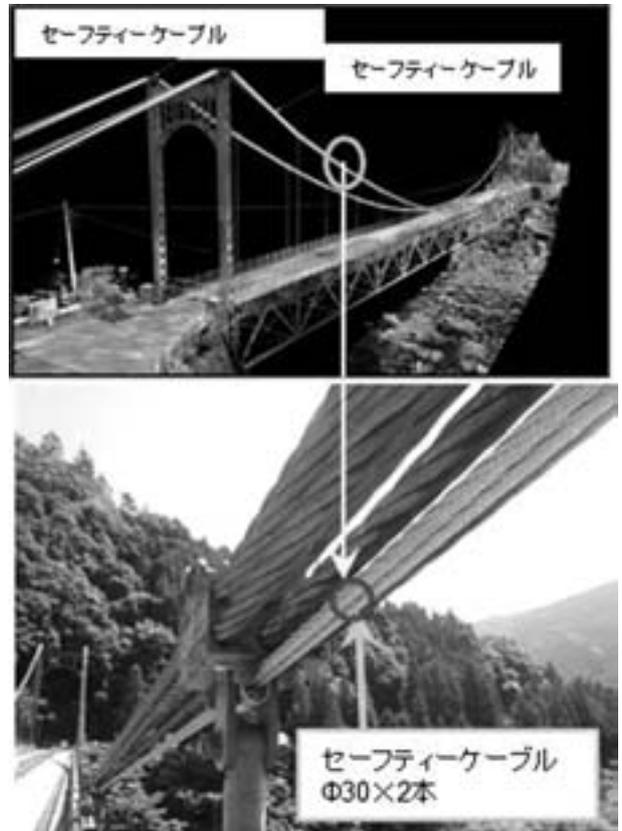


図-3 セーフティーケーブルによる追加対策



図-4 塔頂部の追加サドル



図-5 ロッド定着構造

との設置は、4点固定ボルトとクサビによる打込み構造を併用した。既設サドルが鋳物であり、溶接施工性の低下が懸念されること、主ケーブルの鉛直分力による摩擦抵抗力が十分であることを考慮し提案した。

セーフティーケーブルのハンガーロッド定着部は、図-5に示すように、既存のケーブルソケット鋳物の裏側孔を利用した構造とした。具体的には、曲線の支圧部の加工精度を上げるため、φ170の丸鋼より削り出して製作した。

(3) 作業人員増による工程の短縮

現地施工はケーブルの引込み作業などを行い、平成24年6月14日～25日の11日間で完了した。当初の完成予定は6月末であったが、6月19日の大雨により佐久間ダムが放流され河川内の迂回用仮設道路が流された。街は孤立した状態となり、JR線での移動や車で1時間以上の迂回が必要になっ

た。そのため、作業員の増員、昼夜間作業、材料搬入の前倒し、重機や機材の増強で対応し、6月25日正午に片側交互通行規制で開通することができた。

(4) モニタリング技術を駆使した24時間監視

橋の老朽化を踏まえると、大型車両による重交通は鋼橋の疲労および腐食の複合劣化のさらなる進行の恐れがあるため、大型車8t以上を禁止し、救急車や消防車など緊急車両である中型車(4t以上8t未満)は1台ずつの橋面上の通行としている。

本橋の重要性から、交通誘導員、パトランプ、ウェブカメラ、風速計設置、ひずみゲージモニタリング技術を駆使した24時間の安全監視を続けながら供用することになった。ここでは、長期観測について述べる。

長期監視は、主ケーブル(ソケット)およびハンガーロッドにひずみゲージを貼付し計測を実施した。平成24年6月末から平成25年2月末まで約8ヶ月間の観測ひずみの挙動を考察する。

観測ゲージは図-6に示す主ケーブル基部のソケット定着部(24箇所)およびハンガーロッド(12箇所)および補助(セーフティー)ケーブル(4箇所)に2軸のひずみゲージ(東京測器研究所製FCA-3-11)を貼付している。外気温は、日照の影響を避けるため、A1側の桁下空間に熱電対を設置し測定している。観測ひずみは、10分毎にデータを採取している。ここでは主ケーブルの観測途中結果について示す。

車両通行による一時的なひずみ増加の影響を排

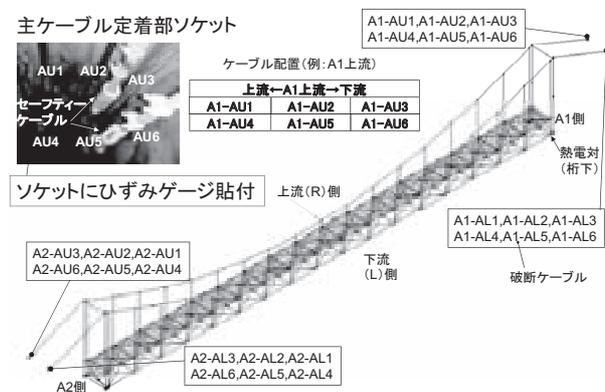


図-6 主ケーブル定着部ひずみゲージ設置箇所

除するため、交通量調査において1日の中でほとんど車両載荷のない午前2～3時の計測データの最小値を算出し、経年変化の影響を考察する。

A1上流側ケーブルソケット定着部のひずみ履歴を図-7に示す。最大ひずみが生じているA1-AU3（上段下流側）ケーブルにおいて、観測開始（H24.6月末）から約2ヶ月（H24.8月末）にかけてひずみの増加が顕著に生じた。

約4ヶ月（H24.10月末）経過後からの増分は少なく、約半年（H24.12月末）のピーク値（57 μ ）からひずみの減少がみられる。

ケーブルソケット定着部のケーブルのひずみ履歴の平均値を図-8に示す。全てのケーブルソケット定着部において、観測開始から約3ヶ月（H24.9月末）までは増加傾向にあるが、その後ひずみは概ね一定値（最大24 μ ：A1-AU部）を示している。すなわち観測開始から約3ヶ月以後は、ケーブル全体のバランスが保たれており、劣化は進行していないことが推察される。H24.9月末以後のケーブルソケット定着部ひずみと外気温

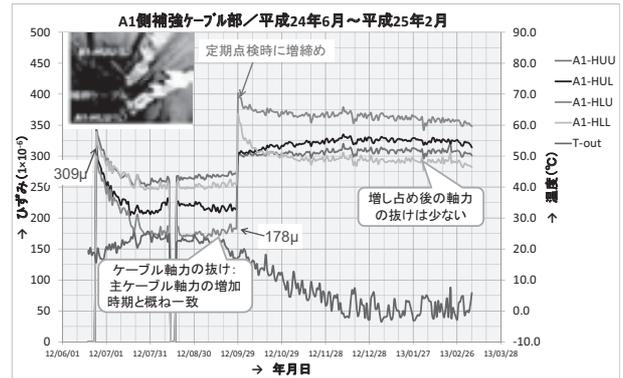


図-9 セーフティーケーブル部ひずみ挙動

（図中 T-out）の相関はみられない。

図-9に対策工で設置した補助ケーブルのひずみ履歴を示す。A1-HLUにおいて観測開始（309 μ ）から約3ヶ月（H24.9月末：178 μ ）までひずみの減少が観察された。この結果、追加ケーブルの張力の抜けと判断し、定期点検（9月末）において、増し締めを実施した。増し締め後の張力の抜けは微量であるが、約8ヶ月（H25.2月末）時点では概ね抜けは落ち着いている状態と推察される。

本橋が危険になった状態に警報を発動する管理値について、当初は観測データも少なく、本橋の劣化状態が正確には把握できていなかった。

現在では観測ひずみの蓄積ならびに劣化に関する考察などを踏まえ、ケーブルの耐力低下や部材の安全率などを勘案し、注意ひずみと警報ひずみの2段階での管理値を提案している。詳細については、今後の別発表に委ねる。

4. おわりに

建設後50年以上供用している中規模吊橋は国内に多数存在していることは容易に想像できるが、長期計測を続けている事例は珍しく、本稿が同形式の橋梁の維持管理の一助となれば幸いである。

最後に、浜松市道路課、天竜土木整備事務所および対策プロジェクトチームの中部地方整備局、浜松河川国道事務所、（独）土木研究所、国土技術政策総合研究所の関係各位に適切な助言、協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

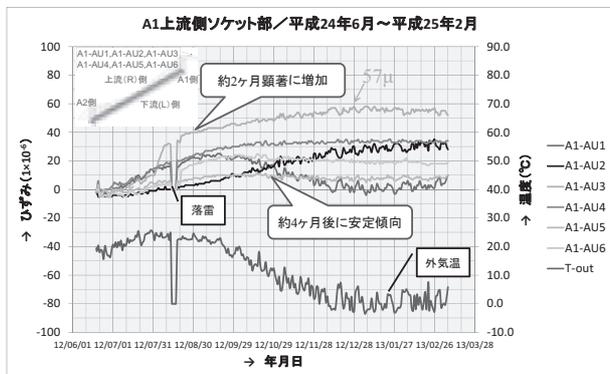


図-7 A1上流側ケーブルソケット定着部ひずみ挙動

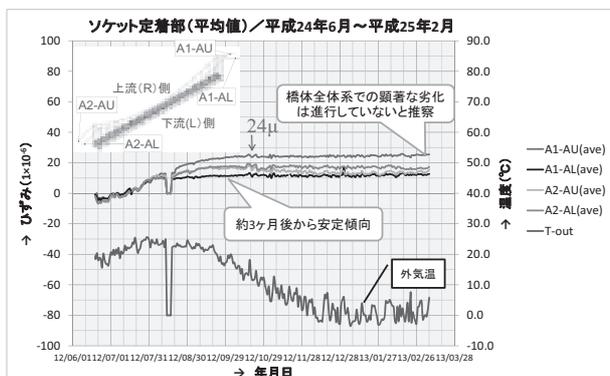


図-8 ケーブルソケット定着部平均ひずみ挙動

既設橋梁の嵩上げ工事の施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

(株)東京鐵骨橋梁 生産本部 工事部

工事課長

工事係員

金松博文[○]

向山裕紀

Hirohumi Kanematsu

Yuki Mukaiyama

1. はじめに

本工事は、一般県道石岡田伏土浦線の整備工事のうち、恋瀬川に架橋する鋼単純合成鈹桁橋4連で、河川改修に伴う既設の3連（昭和52年3月竣工、経年約35年）の嵩上げ工事で橋台部の用地の関係で仮橋で供用していた左岸側の1径間（P3～A2）の新設橋製作架設及び護岸工事である。平面図と側面図を図-1、図-2に示す。

今回の既設橋梁の嵩上げ工事は、A1、P1支点の高さは現状のまま、P2橋脚で460mm、P3橋脚で1,130mmの嵩上げを行い、縦断線形を再設定した。

扛上量が大きいP3橋脚は橋脚上部梁を取り壊し、新しい上部梁を構築して嵩上げを行い、扛上量が小さいP2橋脚は支承を撤去して鋼製台座を設置し、支承取替を行った。

また、P1橋脚上のP1～P2径間側は、桁の縦断勾配が変化すること、斜角を有することから、ソールプレートの取替を同時に行った。図-3に全体フローチャートを示す。

工事概要

(1) 工事名：県単新市づくり道改

第23-03-659-0-001号

橋梁上部工事（愛郷橋）

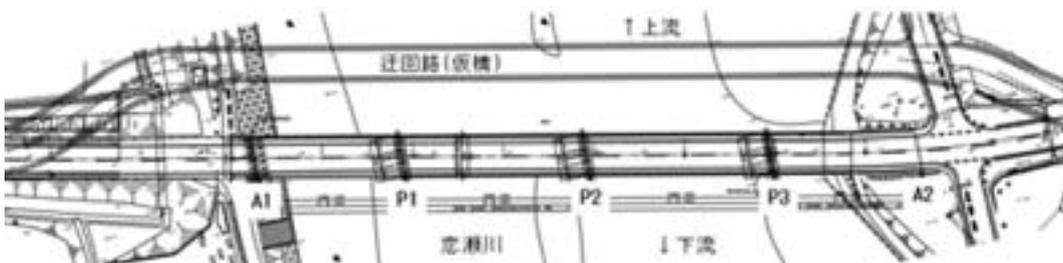


図-1 平面図

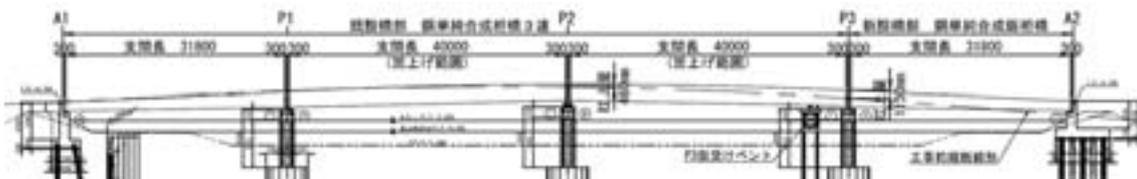


図-2 側面図

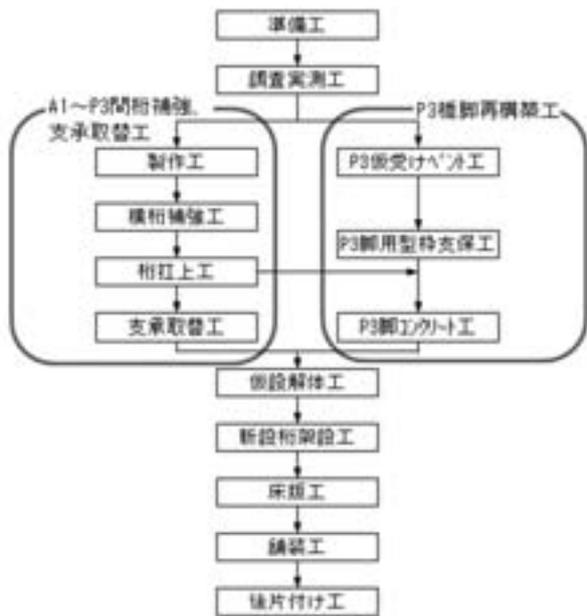


図-3 全体フローチャート

- (2) 発注者：茨城県
- (3) 工事場所：茨城県石岡市高浜地内
- (4) 支間長：31.8+40.0+40.0+31.8m
- (5) 工期：平成24年1月17日～平成24年12月20日

2. 現場における問題点

- 1) 本工事では既設桁を扛上するため、床版荷重も考慮した、既設桁の改造を最小限にするジャッキ受け点、仮受け点位置の選定と受け点の補強方法の検討。
- 2) P3橋脚再構築に伴い、脚に替るP3仮受けベントを河川内に設ける必要があるため、その構造と設置方法の検討。
- 3) 縦断線形の再設定に伴うソールプレートの取替えについて、既設ソールプレート撤去の際に主桁本体に損傷を与える懸念があるため、本体構造物を傷つけない撤去工法の検討。
- 4) 桁扛上時、扛上量のばらつきにより床版に不均等な力が導入されることで、コンクリートにひび割れが発生する懸念があるため、床版に悪影響を与えない扛上方法の検討。

3. 対応策と適用結果

1) P1～P2の扛上では桁扛上後、支承の取替え、支承台座の設置、ソールプレートの交換等の作業スペース（高さ約90cm）確保のため、端横桁にジャッキ受け点、仮受け点を設けた。

また、図-4、図-5に示すように横桁腹板の補剛材を極力利用し、補強が無い箇所はアングル材（L90×90）を高力ボルトで取付け、全死荷重反力に対する端横桁の補強を行った。この時、補強材と下フランジとのタッチは、あらかじめ用意した数種類の板厚のライナープレートを石頭ハンマーで叩き込んで設置することで隙間をなくした。補強に使用したアングル材は残置して、ライナープレートは撤去した。

2) 桁下は河川であったのでP3仮受けベントは杭ベントを採用し、橋梁の上流、下流にH350（L=21m）を4本ずつ打込み基礎杭とした。その頂部に受け架台を組んだ。コスト縮減のため既製品の仮橋を利用した大梁（H-380×1,400×16,000）を受け架台上の桁下に3本渡して主

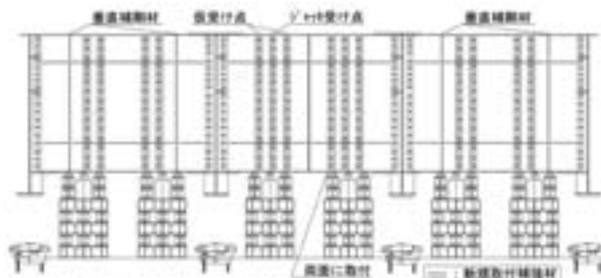


図-4 P2ジャッキアップ図

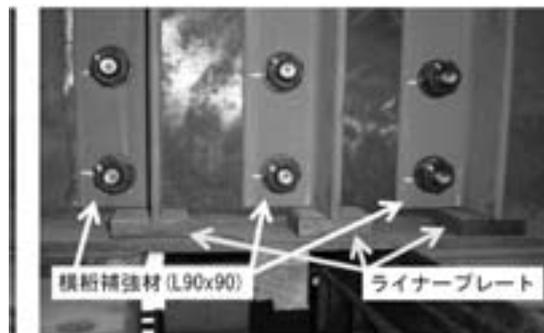


図-5 横桁補強とライナープレート設置状況

桁を受け、桁扛上と仮受けに使用した。

大梁は、1部材あたり4tの重さがあり、これを桁下へ4m横移動させて中央でジョイントする設置手順とした。大梁の横移動は、移動式クレーンの他に既設桁にチェンブロックを吊るし、これを一方の吊元として3回の盛り替えを行いながら所定位置にセットした。(図-6、図-7)

3) 主桁ソールプレートの撤去作業はガウジング、

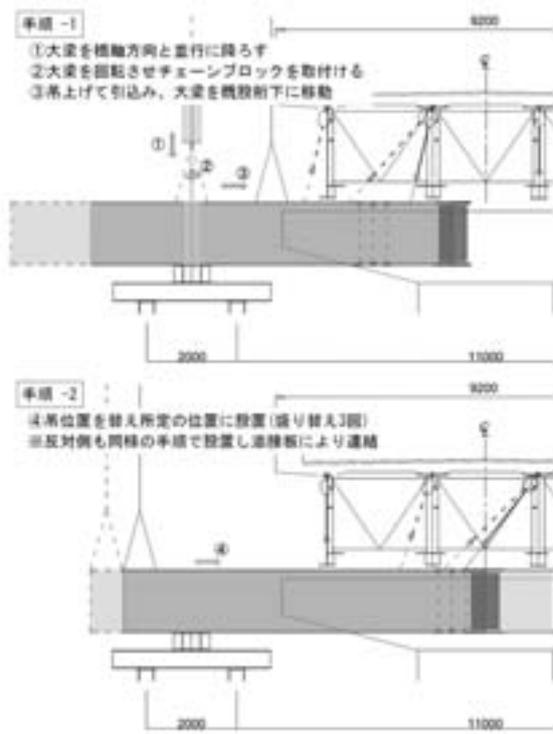


図-6 大梁架設手順図



図-7 P3仮受けベント



図-8 ソールプレート撤去状況

ガス切断等があるが、今回は主桁下フランジ本体に損傷を与えないようにグラインダーによる撤去方法を採用し、すみ肉溶接ビードだけを削り、ソールプレートを撤去した。図-8に示すように狭い作業スペースの中であったが、作業は1人1日4箇所、2人で計16箇所を2日で完了することができた。

4) 桁扛上は、1支承線上にジャッキ(100t、200mmストローク)を6台使用し、ジャッキ1台に作用する荷重を当初計画(4台使用)の50tから34tに減らした。

1回のジャッキアップ量は150mmとし、サンドル材(H150×150)を1段ずつ積み上げて桁を扛上した。

大梁の支間長は13mとなり最大で6mm程度たわむため、初回扛上時は、扛上する桁をレベル管理しながら扛上した。

その後は、床版コンクリートに悪影響が及ぶことを防ぐために既設の支承とソールプレートまでの距離を計測しながら、相対差を10mm以内で管理して均一な扛上量となるように注意した。

橋脚間の扛上の順序は、まずP2橋脚のP1側を所定の460mm扛上し、次にP3側を扛上した。(図-9、図-10)

扛上中の横ずれを防止するためP2扛上時は、P1とP3を既設の支承で固定したままで行った。



図-9 桁扛上前 (P3 橋脚)



図-10 桁扛上後 (P3 橋脚)

最後に P3 を所定の 1,130mm まで扛上する際は、P2 脚と桁をレバーブロックで橋軸方向にもラッシングして固定した。

これらの配慮により、桁の位置ずれも無く、ジャッキ・仮受け点の桁の変形、床版コンクリートのひび割れも無く施工することができた。(図-11)

4. おわりに

今回、橋梁の嵩上げ工事を行ったが、仮受けに使用した河川内ベントは杭 8 本を橋梁脇に設置した簡易な構造で施工でき、軽量の鋼橋の特性を肌で感じた。また、供用後 35 年経過した本橋の健全度を見る限り、適切な維持管理がなされることを前提に、寿命はまだまだ伸ばせると感じた。

今後、既設橋の再利用や・補修・補強工事が増

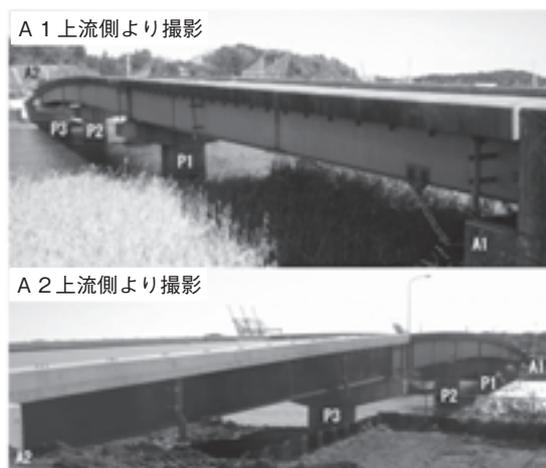


図-11 完成写真

加することが予想される。以下に示すような今回の知見を今後の工事施工に役立てて行きたいと思う。

- 1) 今回 P1、P2 橋脚では、横桁を利用しジャッキアップを行ったが、橋脚にブラケットを取付けてジャッキアップ設備を設置すれば、橋脚上をさらに広く使えるため、支承取替え等の作業が安全に、より効率的にできたのではないかと思います。
- 2) P3 において、大梁を桁下に設置する際、既存の応急橋で H-380×1,400×8,000 の梁があり、それを活用することで、コスト低減が図れた。事業費が限られる中、既存の機材を有効活用する工夫は、重要なことだと思います。
- 3) ソールプレートの取替え作業において、既設のソールプレートを撤去せずに、支承とソールプレート間にテーパライナーを設置し、勾配を修正する方法もあったのではないかと思います。
- 4) 今回は 100 t ジャッキを受点毎に使用して、桁扛上作業を行ったが、桁下に梁を渡し、その梁をジャッキアップする方法で行えば、各主桁の相対高さが変わる事無く桁の扛上作業ができる。床版に付加応力を導入させないためには有効な手法ではないかと思います。

II. 技術報告

1 施工計画

陸上地盤改良工事における人工島への資機材の 運搬方法について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

現場代理人
中村 光 敏[○]
Mitsutoshi Nakamura

担当技術者
細井 晶 弘
Akihiro Hosoi

担当技術者
金城 裕 治
Yuuji Kinjyou

1. はじめに

小名浜港東港地区臨港道路（橋梁）は、小名浜港内の3号ふ頭と東港の人工島を結び、小名浜港内および内陸部の物流の利便性向上に寄与する道路として計画されている。

今回施工した陸上地盤改良工は、大型機材が多く、大量の地盤改良材や燃料等を必要とし、現地まで海上輸送しなければならなかった。

工事概要

- (1) 工 事 名：小名浜港東港地区臨港道路東港部
地盤改良工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
小名浜港湾事務所
- (3) 工事場所：いわき市小名浜港港内
- (4) 工 期：平成24年3月7日～
平成25年3月22日
(陸上地盤改良施工時期6月中旬～8月末)
- (5) 工事内容
構造物撤去工 529m³
陸上地盤改良工 サンドコンパクションパイ
ルφ700
改良率 6.2% 1,085本
改良率 15.0% 1,103本
仮設工 1式

捨石工築堤マット(5 t型)製作・据付 760個

2. 現場における問題点

当初計画では、ランプウェイ台船によりすべての機材を海上運搬することとなっていた。

工事着手に向けて、以下の問題を解決する必要があった。

- (1) ランプウェイ台船による積み込み作業が可能な岸壁を確保する必要があった。
 - ① 予定していた岸壁は、荷役業者優先でランプウェイ台船を付ける岸壁の確保が必要であった。
 - ② 当地区の岸壁高さ+3.0mであり、満潮時+1.4m、干潮時+0.0mに対応できるランプウェイを有する必要がある。
 - ③ 車止め等の付属施設が乗り込みに支障がないようにする必要がある。
- (2) 陸上地盤改良を工期内に施工を完了するには、陸上地盤改良材の砂および再生砕石をそれぞれ400m³/日 海上運搬する必要があった。
- (3) 陸上地盤改良機等の燃料を2kℓ/日 海上運搬する必要があった。
なお、人工島の岸壁は、重力式（ケーソン）岸壁（天端高+4.5m）の上部コンクリート（高さ1.5m、幅11.8m、延長30m）の取り壊しを行い、ランプウェイ台船を使用できるようにを確保した。

3. 工夫と適用結果

問題点(1)の対応策

- ①福島県建設事務所施設課との調整で災害復旧予定の岸壁が8月中旬まで一次的に係留可能な場所として確保することができた。

また、車止めが一部破損していたこともありランプウェイ台船を接岸するのに段差が無く都合のいい場所であった。

- ②特殊なランプウェイ台船（ランプウェイ中央部が上下することにより傾斜をある程度一定に保つことができるタイプ）（図-1、図-2）を使用することで潮の干満に左右されず車両の積込が可能とすることができた。



図-1 ランプウェイ台船断面図



図-2 ランプウェイ台船による資機材搬入状況

問題点(2)の対応策

- ①陸上地盤改良材をダンプトラックで400m³/日海上運搬することができなかつたため、砂の積込場所を久ノ浜港に変更し、ガット船にて現場に搬入することで対応した。
- ②再生碎石については、リサイクル業者で400m³/日確保できる業者がいなかつたため、ストックする場所を確保しなければならなかつた。

そこで、地元施工業者と調整した結果、ヤードに余裕がある割石のストックヤードを再生碎石のストックヤードに充てることができた。

問題点(3)の対応策

- ①燃料（軽油）は、スペックで引火点が63℃以下であり、危険物運搬となる。

通常、危険物の海上運搬は、専用運搬船で行うため、ランプウェイ台船にタンクローリーを乗せて海上輸送するという実績は殆どない。

そこで、運輸局および海上保安部の指導のもと、タンクローリーの固定方法の改善（図-3）や危険物取扱者の配置を実施することによってランプウェイ台船による危険物運搬許可が下りた。

これにより、燃料を海上輸送することができ、工期内に完了することができた。



図-3 タンクローリーの固定状況

4. おわりに

今回の工事は小名浜港で震災復旧工事が進むなか、使用できる岸壁は荷役業者が優先と言う特殊な場合で荷役業者が使用できない岸壁（係船できない）を使用して資機材を積込むしか常時岸壁を確保できなかった。そのため、あらゆる条件に対応できるランプウェイ台船が必要であった。

もしこのような工事があればまず使用できる岸壁確保が先決である。

施工計画

既設構造物撤去工における事前調査の重要性について

東京土木施工管理技士会

あおみ建設株式会社

主任技術者

安田 博之[○]

Hiroyuki Yasuta

現場代理人

坂口 信昭

Nobuaki Sakaguchi

1. はじめに

本工事は、東京都中央区晴海地区において護岸拡幅事業および防潮護岸工事として、既設ハイブリッドケーソンの裏込工、裏埋工及び既設栈橋撤去及び仮設排水路（鋼矢板打設）等を施工するものである。

工事概要

- (1) 工事名：平成23年度晴海四丁目
防潮護岸建設工事（その2）
- (2) 発注者：東京都港湾局東京港建設事務所
- (3) 工事場所：東京都中央区晴海4丁目地先
- (4) 工期：平成24年3月23日～
平成24年12月26日
- (5) 工事内容

裏込工20,068m³、裏埋工46,258m³

既設栈橋撤去工127.3m、仮設排水路工201.6m

本稿では上記工事内容のうち、既設栈橋撤去工における撤去計画の検討ならびに施工方法について述べる。

2. 栈橋撤去における問題点

本工事で撤去する設計図面の栈橋形状は、TYPE-A 及び TYPE-B の2種類に分かれており、それぞれの床版を撤去し、受梁は残置する計画となっていた。床版の撤去は吊ワイヤー用の削孔を

行い、200 t吊クローラクレーンで床版を揚陸した後、ワイヤーソーで分割し破砕ヤードに運搬し破砕・処分を行う計画であった。

しかし、栈橋の詳細な現況調査を行った結果、設計図面と相違している箇所が判明した。TYPE-A においては床版と受梁がアンカーで連結されていることがわかった。また、TYPE-B においても半数以上が床版と受梁のコンクリート一体構造となっていることがわかった。

また、既設栈橋は倉庫会社に隣接しており、騒音対策や粉塵飛散対策も必要であった。

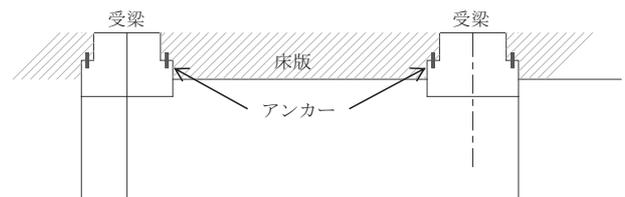


図-1 栈橋正面図 (TYPE-A)

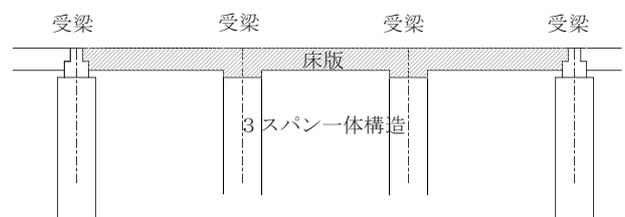


図-2 栈橋正面図 (TYPE-B)

3. 施工時の工夫と適用結果

前述の問題点について TYPE-A 及び TYPE-B についてそれぞれ対策案の検討を行った。

【TYPE-A 対策案】

- ①アンカーの内側をワイヤーソー切断にて縁切りし床版を撤去する
- ②アンカーの位置をピンポイントでコア削孔して縁切りし床版を撤去する

①案はワイヤーソー切断中に常時クレーンで床版を吊った状態となり、コストと時間を費やすため、②案を採用した。

②案では受梁で荷重を受けているため先行して削孔作業を行うことができ、クレーンの拘束時間を短縮することができる。幸い TYPE-A の栈橋は過去の工事で撤去した箇所があり、アンカーの位置もおおむね把握することができたため余分な削孔はほぼ無く、床版と受梁の縁切りをすることができた。

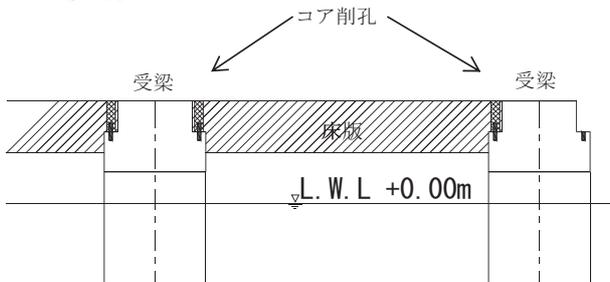


図-3 床版コア削孔施工図

【TYPE-B 対策案】

- ①受梁と床版をワイヤーソー切断にて縁切りし床版を撤去する
- ②床版を大型ブレイカーで取壊し、海中に落ちたコンクリート塊を撤去する

②案は近隣への振動・騒音の影響が発生するため、①案のワイヤーソー切断を採用した。TYPE-B の床版は1カ所当り約60 tの重量があり、200 tクローラクレーンで吊った状態で切断するため、垂直に切断するとトラブル発生時に床版が海中に落下する恐れやクローラクレーンの身動きが取れなくなる事態になり得る。

そのため、ワイヤーソーで斜めに切断して受梁に床版の荷重を掛けることで落下の危険性を回避し安全に施工することができた。

この他にも床版には図面に記載されていない縦梁が存在しており、追加でコア削孔及びワイヤー

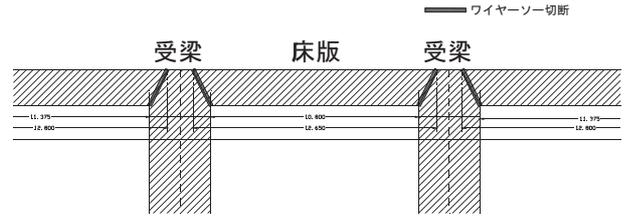


図-4 ワイヤーソー切断施工図

ソー切断が必要となったが、事前の調査結果を発注者側へ提出し協議することで、設計変更を獲得することができた。

栈橋撤去は事前に隣接する倉庫会社や地元自治会へ発注者と同行して工事説明を行い、理解を得たうえで着工し、施工時においても騒音の発生する時期や、粉塵の発生しやすい作業を工程表に詳細に記載して協力をお願いした。

結果として倉庫会社や地元自治会からの苦情もなく円滑に工事を進めることができた。



図-5 床版撤去状況

4. おわりに

高度成長期に建設された構造物の撤去工事では、図面が残されていない場合があり、現地での詳細な調査が必要となってくる。

本工事では事前の詳細な現地調査を行うことで問題点を早期に発見し、計画を見直すことで、無事故で期限内に完成することができた。これは作業所が一丸となって意見を出し合い、安全でコストのかからない方法を模索した結果である。

また、発注者に対しても問題点を早めに相談し、その対策案を提示することで発注者側の意見を反映した最善の施工方法を見出すことができたと考える。

軟弱地盤への覆砂工品質確保について

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

筒井 義 則[○]

Yoshinori Tsutsui

担当技術者

永松 信 秀

Nobuhide Nagamatsu

1. はじめに

本工事は、徳山下松港の浚渫工事により発生する浚渫土砂を有効利用し、アサリの成育場として継続的に活用できる人工干潟を造成することを目的として2005年度から行われている事業である。

工事概要

- (1) 工 事 名：徳山下松港覆砂工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中国地方整備局
宇部港湾・空港整備事務所
- (3) 工事場所：山口県周南市大島地先
- (4) 工 期：平成24年8月6日～
平成24年12月25日
- (5) 工事内容：

当工事は徳山下松港大島土捨場に、海砂による覆砂を散布台船により施工するものである。

撒きだし厚は陸上部分（C. D. L. ±0.0m 以上）が層厚0.5m、水中部分は層厚0.3m と薄層である。

覆砂工：覆砂撒きだし層厚：0.5m84,003m²

覆砂撒きだし層厚：0.3m26,862m²

材 料：海砂、平均粒径(D50)0.1mm～1.0mm、
細粒含有率10%以下

使用船舶：バージアンローダ船及び散布台船

2. 現場における課題・問題点

現地盤は軟弱な浚渫土砂を投入して約半年が経過しているが、その表面は浮泥層で形成されている。また、事前の電気式コーン貫入試験結果は、以下のとおりであり、施工に際しての主な課題、問題点を示す。

水中部代表箇所（Cu：せん断強度）

$$Cu = 0.77 \sim 2.88 \text{ kN/m}^2$$

陸上部代表箇所（Cu：せん断強度）

$$Cu = 0.02 \sim 0.35 \text{ kN/m}^2$$

①覆砂の荷重による現地盤のすべり破壊

覆砂撒きだし箇所は図-1に示すように軟弱な浚渫土砂上であるため、層厚0.5mを1層で撒きだすと覆砂の荷重によって現地盤のすべり破壊が生じるとの事前検討結果である。

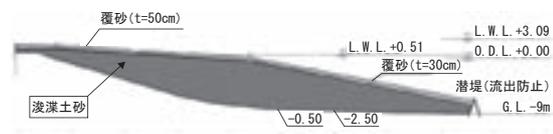


図-1 覆砂縦断面図

②浚渫土砂の混合や巻き上がり

覆砂撒きだし時に覆砂と浚渫土砂の混合や覆砂表面への浚渫土砂の撒き上がりの可能性がある。

③覆砂厚の砂量管理

以上のことを踏まえ、過大な覆砂厚にならないように砂量管理を行う必要がある。

3. 対応策・工夫・改善点・適用結果

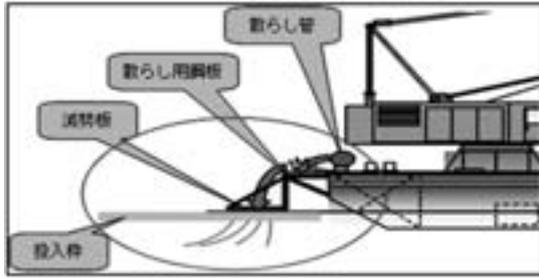


図-2 減勢設備概要図



図-3 散布台船による施工状況

一般にバージアンローダによる砂撒きは、適度に加水した砂をポンプ吸入し、排砂管を移動させながら撒布する。

今回は、特に薄層撒きだしになることから、図-2、図-3による減勢設備を設置した。

散布部の構造は、作業台船の先端部に散らし管(φ650mm、長さ8m、吐出口26個)、散らし用銅板(厚さ4.5mm、長さ10m、幅1.2m)及び下端に減勢板(エキスパンドメタル XG11、長さ10m、幅1.2m)を設置した構造である。

また、投入枠により、汚濁拡散を防止している。

①覆砂の荷重による現地盤のすべり破壊対策

施工時の撒きだし厚を層厚0.5mの箇所は3層、層厚0.3mの箇所は2層に分けて薄層で施工することで、覆砂の荷重分散を図り現地盤のすべり破壊を起こさないようにした。

複層による薄層施工イメージを図-4に示す。



図-4 薄層施工イメージ図

②浚渫土砂の混合や巻き上がり対策

散布台船に減勢設備を設置することにより、覆

砂と浚渫土砂の混合や覆砂表面への浚渫土砂の撒き上がりを抑制した。

③覆砂厚の砂量管理方法

散布台船による撒きだしの際、砂量を排砂管に取付けた流量計・密度計により施工区域毎に管理し、出来形層厚をその都度確認することにより、撒きだす砂量を適正に管理した。

その際、施工区域を1ブロック150m²(10m×15m)に細かく分けることにより、散布台船の移動による砂量のバラツキを軽減させた。

図-5に覆砂施工箇所の平面図を示す。

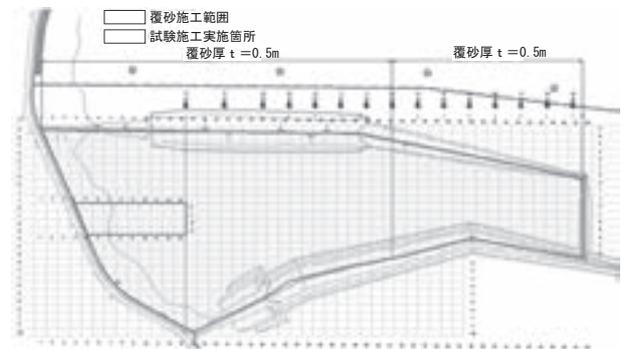


図-5 覆砂平面図

撒きだす砂量を管理することにより表-1に示すとおり層厚を最大で26cmに抑えることができイメージ図に沿った薄層施工ができた。

表-1 撒きだし厚一覧表

層厚区分	層毎撒きだし厚平均値	累計撒きだし厚平均値	
t=0.5m	1層目	0.13m	
	2層目	0.16m	0.29m
	3層目	0.26m	0.55m
t=0.3m	1層目	0.13m	-
	2層目	0.20m	0.33m

4. おわりに

今回は、軟弱な地盤への覆砂撒きだしであったため薄層施工を行った。本施工前には試験施工を実施し、3層、2層撒きだし施工・減勢設備の使用の妥当性を確認したことが、良好な施工結果を得られた一因だと考える。

施工量は、薄層施工による散布台船の移動が増えるため、日当たり1割程度減少した。

今後、同様な施工条件での覆砂施工の際には、本工事の実績が参考になれば幸いである。

近隣住民に配慮した既設床版撤去作業

愛知県土木施工管理技士会
吉川建設株式会社
現場代理人
三輪 芳久
Yoshihisa Miwa

1. はじめに

工事概要既設床版の撤去工事

- (1) 工事名：平成22年度 1号一色大橋整備
- (2) 発注者：国土交通省 名古屋国道事務所
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市中川区一色町内
- (4) 工期：平成22年10月2日～
平成23年6月30日

本工事は、市街地にある仮設迂回路橋(L=450m, W=19.0m)を撤去する工事である。(図-1) 受注時に想定されていた施工方法は、コンクリート床を大型ブレイカーで大割(ブロック状)し、指定場所(DID区間外)まで運搬し、小割する方法であった。尚、橋脚部分(H鋼)の撤去は、台船を使用しての水上作業が想定されていた。



図-1 着工前

2. 現場における問題点

(1) 一色大橋関連工事は長年続いており、近隣住民の方に対する配慮として、特に騒音、振動を

低減する必要があった。

(2) 河川内の作業は、濁水期中に施工するという条件があったため、1カ月程度工程を短縮する必要があった。

(3) 橋梁下を一般船舶(カヌー等)が往来するため、第三者への水上での安全対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 前記2.(1)と(2)の対策について

コンクリート床版の撤去において、工期の面から考えると、大型ブレイカーを複数台使用する必要があったが、騒音振動の関係上困難であり、また、施工時間帯も限られることから、大型ブレイカーに替わる方法を検討した。検討の結果、振動・騒音の低減と工程短縮を図るため、大型ブレイカーでの大割作業をロードカッターによる大割作業に変更して施工することとした。(図-2)



図-2 ロードカッターによる大割り作業



図-3-1 大型クローラクレーンによる撤去



図-3-2 大型クローラクレーンによる撤去

さらに、大割したコンクリートブロックを指定場所で小割りするのではなく、産業廃棄物処理場まで運搬してから小割りすることにした。適用の結果は、以下の通りである。

1) 大型ブレーカーをロードカッターに変更することで、振動・騒音を低減でき、また、作業時の立ち入り禁止範囲を狭くできたことから、施工人数の増員が可能となり工程の短縮に繋がった。

2) 大型クローラクレーン (65 t) を使用し、主桁上のコンクリートも同時に撤去する事で、高所作業が減少し、作業効率が上がったことも、工程短縮の要因となった。(図-3-1、3-2)

3) 検討した産業廃棄物処理場は、大型コンクリート塊 (2.0m×4.0m×0.25m) を受入れ可能で、コンクリート取壊し作業を圧破碎で行う施設である必要があったため、当初計画の産業廃棄物処理場より3km程遠方になったが、大割りしたコンクリートを産業廃棄物処理場まで運搬して小割りする事で、積替えの作業が無くなり、さらに振動・騒音の影響を低減することに繋がると共に経済性の向上へも繋がった。



図-4 工事説明会



図-5 航路の明示

(2) 前記2.(3)の対策について

施工前に施工場所を航行する一般船舶を調査し、その方々への工事説明会を実施した。(図-4)

その中で、工事中に航行する航路を決めて頂き、工事箇所にも明示することにした。(図-5)

対策の結果、工事への理解と第三者災害の危険性についての理解に繋がりと、苦情もなく無事故で工事を完了することができた。

4. おわりに

本工事を施工してみて、市街地での撤去作業は、事前の地元説明及び、機械選定・施工方法の選定が大変重要だと感じました。ただ、大型ブレーカーでの施工は、騒音・振動の心配の無い広い場所では、破碎機械の追加使用が可能となり、工程及び経済性で、ロードカッターより優れているので、施工条件の把握が重要ではないかと思えます。

仮設道路計画についての検討工夫

長野県土木施工管理技士会
株式会社 塩川組
現場代理人
戸谷 有辰
Arinobu Toya

1. はじめに

今回施工した工事は、長野県北部地震の影響で破損した護岸の災害復旧工事であった。

工事概要

- (1) 工事名：平成23年度23災公共土木施設災害復旧工事
- (2) 発注者：長野県北信建設事務所
- (3) 工事場所：(一)千曲川 栄村 平滝
- (4) 工期：平成23年11月28日～平成24年11月20日

工事内容

復旧延長 L=130.0m

コンクリートブロック張工

L=80.6m SL=13.43m A=1117.2m²

張コンクリート

L=50.0m SL=5.40~5.81m V=320.89m³

根固めブロック (2t) 撤去据付

標準ブロック40個 半ブロック10個



図-1 代表断面図

2. 現場における問題点

本工事における最大の問題点は、現場への進入路がない事であった。

現場へ行くには、当然仮設道路が必要であったが、河川内へ下りるためには高低差が約15m以上あり、(図-1参照)大規模な仮設坂路を造成しなければならなかった。

また、発注段階で計画された仮設道路計画図があったが、現場を精査し、安全面やコストなど考慮し検討する必要がある。

3. 検討事項と適用結果

まずは、当初発注計画からある仮設計画図を基に現地測量を行い、最短距離であるA案を検討した。あと現場から300m程離れた場所であるが、



図-2 仮設道路A案図

高低差が約8mと最も少ない場所から仮設道路を造成するB案を検討した。

A, B両案とも一長一短があったが、以下の3点を重点に考慮し検討した。

・安全面について

A案は最短距離(L=190m)であるが、最大斜路勾配15%であり、道路は蛇行するようになる。また、道幅は4m以上確保できないためすれ違いは出来ない。また待機所を設けることは大変困難である。最後に千曲川に流れこむ二俣川を横断するようになる。平時は水量も少なく仮設で横断するのは問題ないが、二俣川は土石流危険渓流に指定されている河川であり、大雨の際は仮設道路が壊れる危険が大きい。

B案は運行距離が330mと長くなるが、最大斜路勾配は9%程度に収めることができる。また出入口以外カーブはない。本工事では生コン約700m³、生コン車約175台、間知ブロック1万個、ユニック車約60台、砕石類で大型ダンプが300台など大型車両での材料搬入があり、A案はリスクが大きい。よってB案がよい。

・施工面について

A案は地権者が多く、地形も複雑で、休耕田だが田畑として利用しているため、撤去後の石の混入などの問題もあり、復旧が困難である。

B案は地権者が1人で資材置場となっている所を借地すれば、残りは河川内を盛土していくため楽であるが、仮設道路造成に必要な盛土土量は、詳細測量の結果A案は2100m³、B案は3300m³となった。B案はA案の約1.5倍の土量となり最後残土処分の問題があるが、施工面はB案がよい。

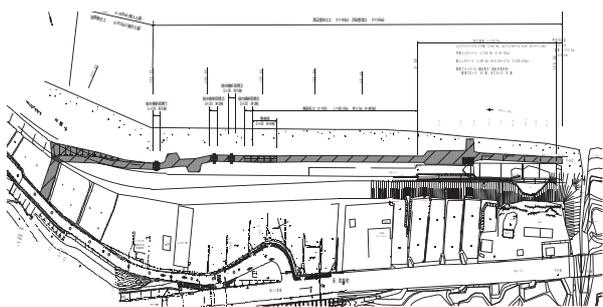


図-3 仮設道路B案図



図-4 仮設道路状況写真



図-5 現場完成写真

・コスト面について

A案は土工事量も少なく済むのでコスト面ではA案の方が断然よい。

以上総合的に判断をした結果、安全面、施工性を重視し、B案を採用し施工した。(図-4参照) その後も検討協議を重ね、近隣工事の良質残土を盛土材として使用することができたため、盛土材のコストは軽減できた。

残土処分の問題も近隣工事で仮設盛土に使用してもらったため、残土処分費用が軽減できた。

仮設道路造成にあたり要所に待機所を設置し、材料搬入をスムーズに行えるように配慮した。天候にも恵まれ、河川増水による目立った被害もなく、無事故・無災害で工期内に竣工出来た。(図-5参照)

4. おわりに

今回の工事を通じ、仮設計画の重要性を再認識した。仮設がよければ、トラブルも少なくなり工事の効率が上がり結果、工事原価の削減につながると実感できた。また自分の現場だけでなく近隣工事情報や地元住民の意見を総合的に検討することで、自分に不利な状況も改善できた。工事着手前は、現場精査し情報収集を行い、広い視野を持った現場管理がとても重要であると思った。

施工計画

内航船の多い中での海上海底配管工事の計画・施工

東京土木施工管理技士会
大成建設株式会社
工事課長
室賀 大二郎
Daijirou Muroga

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：OL-22小名浜海底配管増設工事
- (2) 発注者：小名浜石油株式会社
- (3) 工事場所：福島県いわき市
- (4) 工期：平成22年9月～平成25年12月

本工事は小名浜石油株式会社殿の陸上原油備蓄基地とシーバース間の原油受け払いを行う海底配管・海底ケーブルの老朽化に伴い、既存の海底配管を活かしつつも、新たに海底配管、海底ケーブルの増設（約1700m）を行う工事である。

2. 現場における問題点

東日本大震災に伴い、震災復旧に急がれ本工事の着手が当初の約半年遅れで工事が開始した。しかし、原子力発電の事故により火力発電の需要が高まるなか原重油の必要性が更に高まり、本工事の工事完了は当初のままの工期で工事を完了させなくてはならなかった。

更に小名浜港内での作業のため日々原重油を運ぶ大型タンカーがシーバースに入港、また一般の内航船が多く入船し、そのなかで工事を進めなくてはならない厳しい環境にあった。

このような条件のなか日々の工程管理、また工期短縮をはかることが必須の条件となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 海底配管敷設（曳航）

本工事は図-1にあるように作業構台を設け、構台上で海底配管の製作を行い、製作した海底配管を斜路架台よりシーバース沖にウインチ台船を配船し、日々浚渫した掘り溝のなかを曳航し、シー

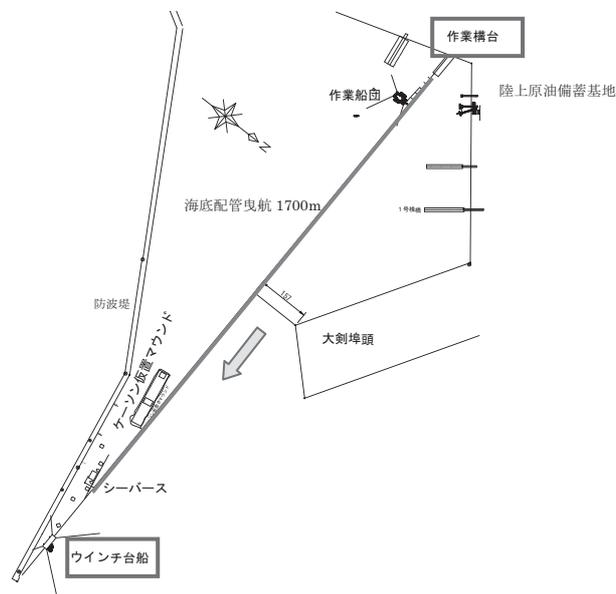


図-1 海底配管敷設概要図

構台上に設置したウレタンローラー上に海底配管を乗せ、ウインチ台船にて曳航する。

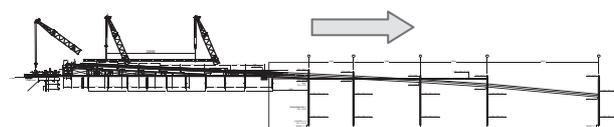


図-2 作業構台付近海底配管曳航断面図

バスまで海底配管の延長を行った。

工程を遅らさないためには、サイクルタイムが重要であり、昼夜施工により1日あたり48m曳航するサイクルを確立した。作業構台においては16mの海底配管を3本つなぎ48mに接続する作業を昼夜で行った。そのつないだ海底配管を内航船のいない日の出時間に合わせ作業を開始し、内航船が入船する前に海底配管の曳航を完了させるサイクルで日々施工を行い、工期を間に合わせる事ができた。

(2) ライザー工

ライザー工とは曳航した海底配管の立上り配管を接続し、陸上及びシーバース上の配管と接続させる作業である。海底配管は溶接接続のため水中では所定の品質を満足できない。そのため仮設の吊架台(図-3参照)により海底配管先端を引き上げ、立上り配管と溶接接続を行い、その後再度海底に着底させる。当初設計においては現場にて吊架台を架設する計画であったが、内航船、海象に左右されるため工程短縮をはかることができない。そこで吊架台を工場にてジャケット方式により製作を行い、海上輸送にて現地まで運搬し、現場では設置するのみにすることにより、ライザー工の工程を約3か月短縮をはかることができました。

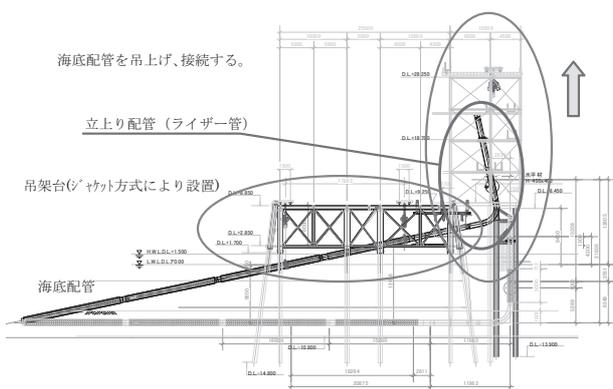


図-3 ライザー工 (図は陸上側)

(3) 配管橋工

ライザー工が完了後、陸上、シーバース上の配管と接続するための配管橋の架設を行う。この作業については予め陸上にて配管橋上の配管を設置

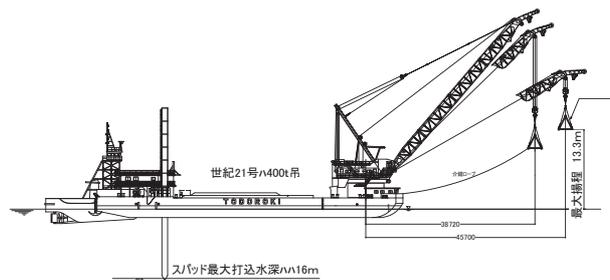


図-4 配管橋架設図

海上クレーン台船での揚重作業は海上のうねりにより揺らぐため安全性、作業効率の低減する。そのため陸上クレーンで予め配管等を設置しておき、海上クレーンを必要最小限の揚重作業に抑える。

しておき、クレーン台船にて仮設を行い、ライザー管と接続を行うことにより、工程短縮を。海上での作業を減らすことにより安全性を向上させることができた。

この作業についても他作業同様、内航船の入船状況、また海象の状況をよく確認しなくてはならない作業のため、他作業との工程バランスを十分考慮して工程管理を行った。

4. おわりに

海上工事は気象、海象に工程が非常に左右されやすく、危険要素も非常に高い工事である。安全性、作業性に対するリスクも非常に高いため、事前段取り、情報の収集、またこれらの状況の周知が非常に重要である。

今回の海底配管工事においては海上工事でも特殊な工事であり、技術伝承が望まれた工事でもある。インフラの老朽化が進むなか非常に貴重な工事経験を積むことができたと思っております。

また工事工程を守ることができ、発注者からも非常に喜ばれ、引き渡し7月であったため、夏場の電力需要の高まるまえに工事を完了させたことは周辺地域への貢献にもつながったとおもっております。

同様な工事が今後も見込まれるため、この経験を活かし建設業界の更なる発展に貢献していきたいと思っております。

施工計画

自動車専用道インターチェンジ部における 連続鉄筋コンクリート舗装の施工報告

新潟県土木施工管理技士会

福田道路株式会社 中部支店

現場代理人

監理技術者

遠藤 祐亮[○]

清水 一秋

Yuusuke Endo

Kazuaki Shimizu

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度伊豆縦貫
三島玉沢 IC ランプ舗装工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局
沼津河川国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県三島市玉沢地内
- (4) 工期：平成25年3月9日～
平成26年2月28日

伊豆縦貫自動車道は、東名、新東名高速道路から伊豆半島へ伸びる自動車専用道であり、観光資源に恵まれた伊豆地方の発展に大きな役割を果たすと期待されている。

継続的な維持管理費の低減としてコンクリート

舗装が設計提言され、本工事において具体的な施工箇所の検討を行った。

2. 現場における課題

コンクリート舗装は、走行時の段差がなく施工性の良い連続鉄筋コンクリート舗装で施工機械による工法で設計検討されている。

現場において以下の検討を行った。

①施工場所（4ランプ）の選定

現場は、本線へ乗り降りする4本のランプ（A～Dランプ）と県道に接続するEランプから構成されている。5本のランプから連続鉄筋コンクリート舗装の施工可能な場所の選定する必要があった。

②施工機械の検討

施工は、走行性、耐久性を考慮して機械による施工が必要となった。施工機械は、簡易フィニッシャ、セットフォーム工法、スリップフォーム工法の適用が考えられた。施工能力やコンクリートの供給能力などから最適の機械の組合せを検討する必要があった。

③施工方法の検討

機械の組合せが決定した段階で、詳細の施工方法を決定しなければならない。鉄筋の配筋、コンクリートの荷卸し、コンクリートの締固め、仕上げ方法、人員計画、養生方法、養生の水の供給方

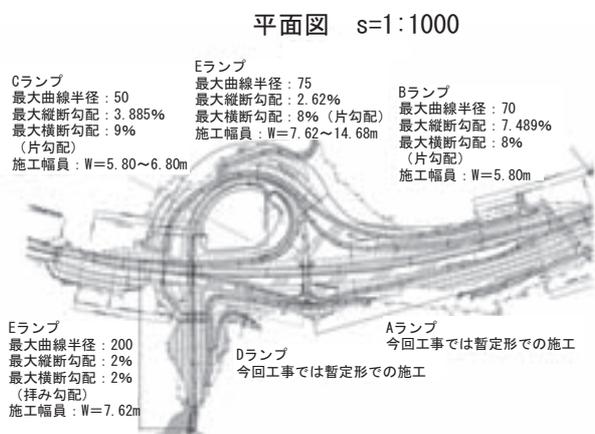


図-1 施工位置の検討箇所

法など細かな施工計画を検討する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

①施工場所（4ランプ）の選定

施工場所は、各ランプの縦横断勾配、施工幅員の変化の有無、地下埋設物の有無などを設計図書、現地踏査した結果、県道に接続するEランプが条件としては最もいいと考えられた。B、Cランプは、縦断勾配が最大8%と施工上の課題を持ち、A、Dランプは暫定設計箇所のため選定を見合わせた。

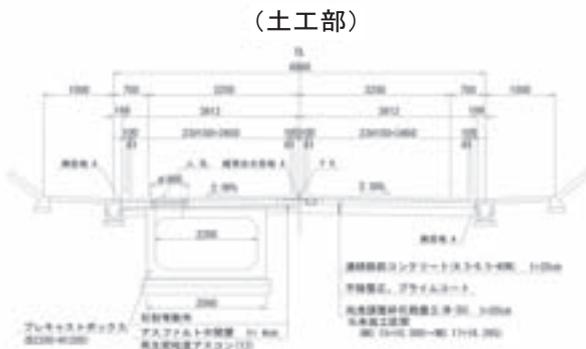


図-2 コンクリート舗装箇所の舗装構成図

②施工機械の検討

Eランプでの施工を行った場合、セットフォーム工法、スリップフォーム工法においては版端からの余裕幅が民地境界に入り込む、現場内のカルバートボックス内には余裕幅がないなど、連続した施工が出来ないなどの理由から簡易フィニッシャーによる施工とした。また、拌み勾配での施工が前提となることから車線毎の施工を行い、片側車線でコンクリートの供給帯を確保することとした。また、均一な材料が供給できるようコンクリート縦取機を使用して供給することとした。

全延長340m幅員7.62mを4分割として施工は4日で計画した。

③施工方法の検討

施工方法は、予め車線毎に鉄筋を組立てて行い、施工日はコンクリート打設のみの工程とした。コンクリート供給後、人力にて締固めを行い簡易フィニッシャーで荒仕上げ、平坦仕上げを行った。



図-3 コンクリート舗装の施工状況



図-4 コンクリート舗装の完成写真

粗面上げは、従来の横断方向から縦断方向への縦ほうき目仕上げとした。これは、自動車の走行時、路面から発生する走行音の低減が図れることで中部地整管内、特に名古屋市のコンクリート舗装に行われているものを参考に行った。

4. おわりに

当初のアスファルト舗装の設計からコンクリート舗装への変更は、材料、舗装構成、施工方法、施工機械など、検討が必要なものが膨大にあったが一つ一つの問題を解決しながら施工に望むことができた。

自動車専用道路のICランプでのコンクリート舗装は維持管理の面においても将来的にコスト縮減が計れることが期待され、今回初めて施工を体験した。長期的に維持管理費の低減が継続されることで効果の確認ができると考えられる。

ここに、今回の工事に関係した社内、協力業者ならびに国土交通省沼津河川国道事務所の職員の皆様に深く感謝致します。

橋梁補修工事における改善提案

東日本コンクリート株式会社

現場代理人

目 黒 仁

Hitoshi Meguro

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成24年度県橋梁地震01001-A
03号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字大谷地内
- (4) 工 期：平成25年8月27日～
平成26年3月20日

橋長 158.1m、全巾員15.8m

車道9m、歩道3m*2 5径間PC単純桁橋

施工範囲 車道AS舗装撤去、防水、舗装
歩道コンクリート撤去、防水、舗装
伸縮装置交換 車道1箇所、
歩道12箇所 地覆、高欄撤去、地覆、



図-1 施工前全景

高欄設置

この工事は、昭和54年頃竣工した尾形橋の橋面の舗装、地覆、高欄、歩道を新しくする工事です。

2. 現場における課題・問題点

多径間の橋の特徴でもありますが、この橋梁も中央部の径間の縦断勾配が事前測量の結果水平であることが判明しました。

降雨後現場を確認すると、水たまりができていました。横断勾配はほぼ2%ありましたが車道センター付近に水が溜まることはありませんでした。

水たまりが出来ると歩道付近を通行する自転車が通りにくそうでした。水たまりを避けるために、車道にはみ出し車両との接触事故につながりかねないと思いました。また、冬季に凍結した場合は転倒などの事故が予想されましたので改善すべきと判断しました。

3. 対応策・工夫・改善点・適応効果

古い橋梁であるために、設計ではマウントアップしてある歩道の舗装厚を薄くすることで荷重の低減を図り橋桁への負担を軽減しています。中央径間にバーチカルカーブを入れてスパン中央をあげて縦断勾配をきつくする方法をまず検討しました。



図-2 車道舗装計画高

設計で減らした分の荷重から考えると、スパン中央で80mmあげることが出来ました。しかし縦断図を作成したところ、80mmあげてしまうと隣の径間とのすり付けがうまくいかず、中央だけが高くなってしまいました。

そこで他の径間との兼ね合いを考えました。そうすると、50mm程度ならならかにすりつく事がわかりました。しかし、50mm程度では十分な廃止勾配が確保出来るとは思えませんでした。

尾形橋の排水ますは1径間に片側2箇所設置してありますが、いずれも支点部付近にあり排水ますの間隔は30m近くあります。

現在では20m程に設置するのが望ましいとの文言も記載されている文献もあります。

そこで、今回考えたのが簡易型の排水です。今回の施工では、桁下に作業足場がないために既設の排水ますと同等の物を設置することは不可能でした。そこで考えたのがスラブドレーンと同様の方法で施工できる簡易排水ますです。

鉄筋探査を行い、床版にφ50のコアを削孔しパッキンを組立後、樹脂を充填する形で施工します。これなら足場無しでも施工が可能です。

更に歩道の舗装高さが下がるために、縁石付近に水がたまる恐れがあるので、縁石に排水出来る

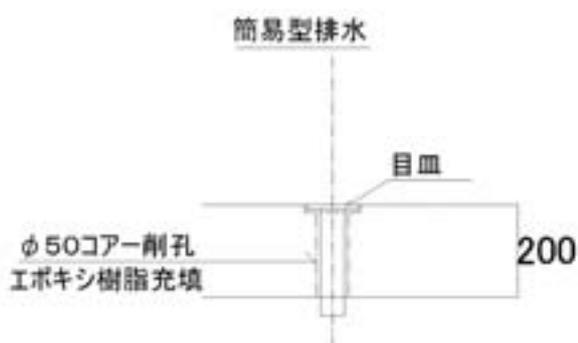


図-3 簡易型排水ます



図-4 施工完了

ように切り欠きを全スパンに5～6m置きに設けることとしました。

また現在の設計では、歩道と車道の舗装高さが同じなため、歩道の計画高さを10mm上げて確実に歩道側の水を車道側に導くことにしました。

その結果、舗装面に水たまりはなくなり自転車や歩行者の利便性が向上しました。

4. おわりに

私は補修、補強工事に携わってまだ2年目ですが、施工計画の段階であらかじめ考えておかななくてはならないことが山ほどあります。補修工事においては毎日がハプニングの連続です。

新設工事と違って、施工を開始してから初めてわかることがたくさんあります。施工の自由度が少なく拘束が多い中でのより良い施工が求められます。

近年橋梁補修工事は、橋梁の長寿命化に向けて避けては通れないプロセスです。現在の状況を踏まえて将来に向けて耐久性向上を目的として、あらゆる可能性を探り地域住民の方々にとって利便性の良い橋梁に成るように、これからも発注者により良い提案をして行きたいと思っております。

資材不足を技術力で補う

宮城県土木施工管理技士会
東日本コンクリート株式会社
監理技術者
伊藤 晴彦
Haruhiko Ito

1. はじめに

小手萩橋は町道小手萩線を横断する竹生川に橋長32.5mの単純バルブT桁を架橋する工事である。

この橋は、田園地帯にあり地元農家の運搬路として不可欠な橋であるが、竹生川の氾濫により通行止めが幾度かあったため、秋田県が竹生川の流域防災事業で流域面積の拡大を決定した。

それに伴い橋長を長くする必要になり、小手萩橋を新しく架橋する。

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度 総合流域防災工事
二級河川 竹生川 24-K B55-10
- (2) 発注者：秋田県山本地域振興局
- (3) 工事場所：山本郡八峰町峰浜小手萩 地内
- (4) 工期：平成24年8月9日～
平成25年3月25日

小手萩橋は、プレキャストセグメント工法で工場で作成したセグメント桁3ブロックを架設桁上で1本に接合（緊張）し、各橋台に組立てた主桁横移動門構の吊り装置を使用し架設する。

本稿では、日本海側の秋田県に於いても東日本大震災の復興に伴う建設資材が太平洋側への流出により過不足が生じたことを解消するためにどのような方法で乗り切ったかを述べる。

2. 現場における問題点

1) 当初架設計画との相違

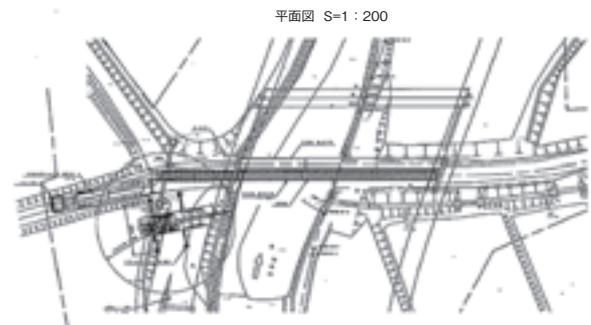


図-1 当初架設計画

当初の主桁架設計画では、町道が各橋台への資材搬入路として計画されていた。その道路はまだ未舗装であり設計図書では砕石敷設による使用であった。

資材搬入路は必要のため、道路管理者である八峰町に道路使用許可願いの申請を行った。しかし、使用したい町道には上水道管が埋設してあるため、大型重機械（25～100 t油圧クレーン）や大型トラックが進出した際に切断の恐れがある。鉄板等で養生できるなら許可しますとの返事を受けた。

2) 敷鉄板調達難航

搬入路使用の許可を得る為に、リース会社に連絡し大至急必要枚数の確保を依頼したが、秋田県の鉄板も太平洋側の復興支援で貸出しており在庫があまり無いとの返事。

しかし、搬入路が無ければセグメント桁搬入はおろか架設機材も現場に届かない。

そこで、リース会社には当初計画の半分の枚数だけでもなんとか探して欲しいとお願いした。

半月経過して、半分ならなんとか用意できると連絡を受ける。

3. 対応策と結果

1) 資機材搬入路と取降ろし方法の変更

敷鉄板の枚数不足補うため、搬入路を各橋台背面乗り入れをあきらめA2橋台側のみの搬入を決定した。

現場搬入されたセグメント桁の取降ろしは、図-1のように120tの大型クレーンで軌道上に降ろす計画であったが、120tクレーンの組立分解を行うスペースの確保が困難なことから小スペースで取降ろしできる門構を組立てた。(図-2、3)

2) 主桁横移動門構の縦移動

架設桁上でセグメント桁はP C鋼線の緊張作業により一本の桁となるが、その主桁を橋台に降ろすためには各橋台に吊り上げ、横移動、荷降ろしができる横取り門構が必要である。(図-2)

多径間の橋梁で、門構の組立解体クレーンが各橋脚に搬入できない場合は、門構を天秤「やじろ

セグメント桁取降し門構 及び 主桁横取り門構設置 計画図

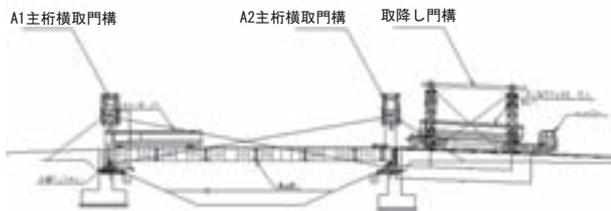


図-2 架設計画の変更



図-3 セグメント取降ろし門構



図-4 主桁横移動門構の縦移動

べえ」のように架設桁上を専用のジャッキアップ装置を備えた台車でバランスをとり前方の橋脚へ送り出す方法がある。

今回の架設は、多径間ではないが資機材の搬入路がA2側しか搬入路が作れない状況だったため、A1橋台で門構の組立ができない。そこで門構の縦移動方式を採用した。(図-4)

4. おわりに

今回の施工は、単純と思われた主桁の架設方法が現場の条件や資材不足により、急遽計画の変更を検討余儀なくされ既存資材で対応できたこと。また、白神山地の麓で主桁の架設を降雪の緩い12月初旬までに完了できたことは幸運であった。主桁横移動門構は組立てた時とは逆にA2橋台まで戻し解体、搬出した。

今後もなお、東日本大震災の復興事業に伴う資材や労務者の不足は数年続くと思われる。しかし、資材不足を技術で補う力をつけ、今後も同種の工事を施工する機会があれば、今回の経験を生かしたいと思う。



管渠更生工における【SPR 工法】の採用

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
坂井 剛
Takeshi Sakai

1. はじめに

国道49号亀田バイパスと新潟市道嘉瀬蔵岡線が交差する姥ヶ山ICは、近年、大型商業施設、スポーツ施設、病院など多様な施設が立地され交通量も多く、また、市道の交差点が近接しているため、慢性的な交通渋滞が発生している。

当工事では、姥ヶ山IC付近の国道49号亀田バイパスの横断排水路の改修において、SPR工法を採用し、交通等周辺への影響を最小限に抑えて工事を行った。

工事概要

- (1) 工事名：国道49号姥ヶ山IC改良その2工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局 新潟国道事務所
- (3) 工事場所：新潟市中央区姥ヶ山地先
- (4) 工期：平成24年10月2日～
平成25年3月29日

地盤改良工	中層混合処理工法	7250㎡
管渠改修工	製管工法（SPR工法）	39m
排水構造物工	側溝工	63m
構造物撤去工		1式
仮設工		1式

2. 現場における問題点

- (1) 国道49号亀田バイパス下り線の排水管横断上部で空洞化が発生した。原因として、排水管の継手部が開き、土砂が吸出しを受けており、舗



図-1 国道49号バイパス下り線

装路盤（路床、路体）に空洞化が発生し陥没の恐れがあることから、早期の排水管改修の必要性が求められた。

- (2) 国道49号亀田バイパスは交通量が非常に多く、規制をしての工事を避け、現況交通に極力影響のない工法を選定する必要性が生じた。
- (3) 本線脇の側道部は開削工法によって既設管を改修するが、全面通行止めでの作業になり、近



図-2 国道49号亀田バイパス側道

隣住民及び商業施設への案内周知を必要とした。

3. 工夫・改善点と適用結果

◎SPR 工法の施工

- (1) 損傷した排水管については、改修を行い健全な状態にする必要があった。また、国道49号亀田バイパスを横断しており、施工については交通への影響を低減する必要があった。
- (2) 上記の点を考慮し、国道49号亀田バイパス横断管の改修において、布設替工法では工期・費用・交通への影響が多いため、国道49号亀田バイパスの交通に影響がなく、排水を流しながら施工が可能な製管工法【SPR工法】を採用した。
- (3) 非開削で既設管渠を改修する工法のため、既設開口部を利用した施工により、交通規制等が低減でき、大幅な工期短縮、管渠の長期性能に



図-3 【SPR工法】製管状況



図-4 【SPR工法】製管状況



図-5 通行止め予告案内看板

優れ、耐震性にも付与できた。

◎通行止め工事に伴う案内看板の設置

- (1) 排水管の改修工事を行うため、側道を一時全面通行止めにして作業する必要が生じた。
- (2) 工事説明書を作成して地元自治会、周辺店舗等と調整し、工事現場周辺に通行止め予告看板を設置して道路利用者へ工事の周知徹底を図った。
- (3) 地元自治会、周辺店舗及び道路利用者からの苦情もなく無事工事を完了することができた。

4. おわりに

今回の工事は、国道49号亀田バイパス盛土部の空洞化を改善防止する目的で、排水管改修工事を行った。バイパス下横断排水管の改修を【SPR工法】を採用したことにより、工期・工事費共、開削工法と比較して大幅に削減できた。また、掘削しないので交通規制等の社会活動への影響も少なく費用対効果でもみても有効であった。

また、側道開削工事の通行止めに伴い、警察及び関係機関等と協議調整を行って施工した結果、無事故で竣工できた。

施工計画

支間長100m の送出し架設における施工について

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

大林 茂[○]

Shigeru Ohbayashi

監理技術者

長田 修

Osamu Nagata

計画担当

別所 正治

Masaharu Bessho

1. はじめに

本工事は、国道56号（土佐市バイパス）における日本有数の清流である仁淀川上に架かる、鋼4径間連続鋼床版箱桁橋の架設工事である。

工事概要

- (1) 工事名：平成23-25年度
新仁淀川大橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 四国地方整備局
高知河川国道事務所
- (3) 工事場所：高知県高知市春野町弘岡上～
土佐市中島
- (4) 工期：平成24年1月31日～
平成25年9月30日

始点部から1径間は、先行工事で架設済みであり、残りの3径間を送出し工法（2径間）とトラッククレーンベント工法（1径間）の併用で架設を行った。（図-1）

本報告では、送出し支間長100mの送出し作業における施工方法ならびに作業の手順についての問題点と工夫・改善点を記述する。

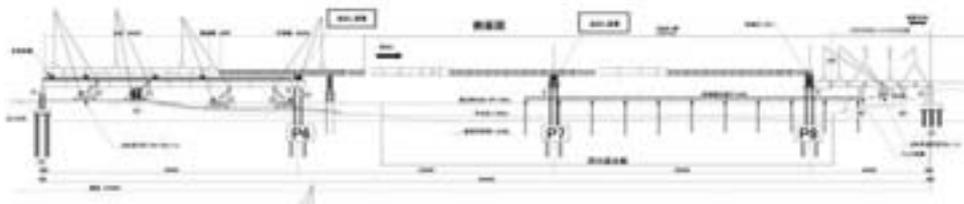


図-1 架設計画図

2. 現場における問題点

①送出し支間長が100mの送出し作業

清流の仁淀川上にて施工するにあたり、河川流水部には、栈橋設備以外のベントや支保工などの仮設構造物を設置することが不可であった。

そのため、最大送出し支間長が100mとなり、送出し架設の作業時に、受け点反力や作用モーメントが非常に大きく作用する中で、いかに安全かつ効率よく施工を進めるかが大きな課題であった。

②手延べ機のたわみ処理

今回は、手延べ機を用いた送出し工法による架設工法であった。その手延べ機延長が約60mにもなり、送出し時の先端到達前には最大たわみが約4mにもなる。河川内の橋脚上作業スペースが限られる中で、いかに安全で効率良くたわみを処理するかが重要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①事前照査と油圧機構の送り装置の採用

今回の送出し架設に使用した送出し設備は、油圧機構の送り装置を採用した。

送出し支間が2径間となるので、P6、P7の2ヶ所に設置する必要があった。送出し架設は完成形と異なる場所を受け点とし送出しを進めていくため、計画時に

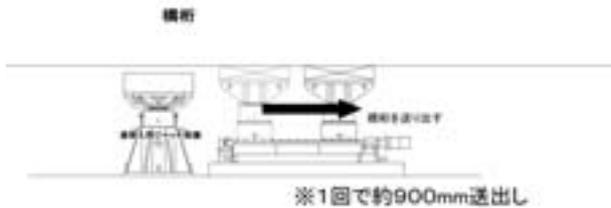


図-2 送出し概略図

において送出し時の受け点反力および作用モーメントを電算にて算出した。それにより主桁の腹板座屈や全体曲げ座屈等の照査を実施し、必要に応じて主桁の補強（補剛材追加や板厚の増）を行った。

また送出し架設作業で重要なことは、計画時に電算で算出した受け点の反力と、実際の施工時の反力に大きな差を出さないように管理することである。

今回の油圧機構の送り装置は、送出し作業時で常時受け点反力を油圧ゲージにて確認が可能であり反力管理が容易である。さらに、全ての送り装置を同調させて、常に一定の速度で送出しすることが可能であるため、安全かつ効率的に作業を進めることができた。（図-2）

②たわみ取り設備の工夫

手延べ機のだわみ（約4m）を狭い場所で効率良く処理するため、設備面で工夫を行った。

従来は、あらかじめ到達箇所にジャッキを設置し仮受け設備と併用で処理してきた。

しかし、それではジャッキ設備を1ストローク（通常約200mm）ごとに持ち上げていく必要があり、重量物であるジャッキおよびサンドル材の取扱回数が増えて危険な作業が多くなり、作業時間も長くなる。

そこで、ジャッキ設備を手延べ機の先端に設置することで、たわみ取り装置として重量物（ジャ



図-3 たわみ取り装置



図-4 たわみの処理前（上）と処理後（下）

ッキおよびサンドル材）の取扱と時間短縮を図った。手延べ機の先端には、高揚程のジャッキ（約1m）を設置することで、1回あたりの処理量を増加させることが可能になった。（図-3）また、ジャッキを持ち上げる必要がなくなり、危険な作業も大幅に減少できた。（図-4）

以上により、油圧機構の送り装置ならびに手延べ機先端への高揚程ジャッキ設置で、送出し作業を安全かつ効率良く進め、トラブル無く送出し架設を完了させることができた。（図-5）

4. おわりに

今回の送出し架設工事は、油圧ジャッキによる装置により安全にかつ迅速に施工を進めることができた。

油圧ジャッキの技術は日々進歩し、現在はさらに効率および安全施工性が向上された設備が研究、開発されている。

今後も市街地や道路上、鉄道線路上などで橋梁建設工事が増えてくると考えられる。

そこで、施工の効率化や安全施工性の向上においては、油圧ジャッキを用いた施工方法、設備検討が重要になると考える。

最後に、発注者様ならびに関係各所様、協力会社の皆様に感謝申し上げます。



図-5 架設完了全景（始点側より）

施工計画

架設桁及び桁上ジブクレーンを使用した トラス橋撤去工事について

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
木庭 慎也
Shinya Koba

現場代理人
高橋 大輔
Daisuke Takahashi

計画担当
竹内 聖治[○]
Seiji Takeuchi

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：旧橋撤去工事（鬼怒川大橋）
- (2) 発注者：茨城県土木部道路建設課
- (3) 工事場所：茨城県結城市山王
- (4) 工期：平成24年10月～
平成25年9月
- (5) 橋長：4 @55m = 220m
- (6) 撤去重量：622t

本工事は、茨城県西部に位置する筑西市と古河市を結ぶ県道筑西三和線鬼怒川大橋の新設橋梁供用開始に伴い不要となった旧橋（トラス橋上部工4径間P9～P13間）の撤去である。

出水期および非出水期に関係なく施工を行うため、架設桁及び桁上ジブクレーンを使用した撤去方法を採用した。河川占用については上空占用（足

場）のみ協議し、許可を得た。施工要領を（図-1）に示す。

2. 施工方法の概要

- ①トラス橋に隣接したRC橋上で架設桁を組立て、撤去するトラス橋上に縦取りする。縦取りした架設桁は橋脚で支持する。
- ②架設桁に吊下げ設備を設置し、トラス1連あたり6格点を吊下げる。トラスは架設桁によって格点支持された状態となる。
- ③トラスを単部材ごとにガス切断し、ジブクレーンで運搬台車に積載し搬出する。
- ④次の径間のトラスに架設桁を縦取りし、繰返し作業を行う（図-2）。

3. 施工における課題

〔課題1〕

トラス内部の架設桁、ジブクレーンに干渉せず、



図-1 施工一般図



図-2 運搬台車上足場設備

また部材切断撤去手順に対応した足場安全設備の計画が重要であること。

[課題2]

1 径間分のトラス撤去後の架設桁縦取り時、脚上に残った架設桁支持設備を、高水敷にクレーンを設置せず撤去する必要があること。

[課題3]

1 径間撤去ごとに計5回繰り返す架設桁の縦取りを効率よく行うための牽引設備の計画が必要であること。

4. 対応策と効果

[課題1への対応]

上弦材、斜材および上横構等の撤去作業用には、切断したトラス部材を運搬するための台車にトラス形状に合わせた足場安全設備を組み込み、移動式足場とした(図-3)。この足場を使用する事により格点ごとに足場を組払いする必要がなくなり、工期短縮につながるとともに安全性・施工性が向上した。

また下弦材および下横構等の撤去作業に対してはトラス下面の先行ネット設置後に吊足場を構築したが、吊足場設置時にトラスに取付けた吊りチェーンを下弦材の撤去進捗に合わせて架設桁に盛替える計画とした。この盛替え作業により撤去部材直下も吊足場があるため、安全性が向上した。

[課題2への対応]

1 径間分のトラス部材撤去後、架設桁の後端に簡易なユニッククレーン搭載台車を設置し、高水敷を利用せず脚上に残った設備を撤去した。



図-3 運搬台車上足場設備

[課題3への対応]

牽引設備の盛替え作業を最小限にするために、架設桁の先端に単動ウインチ(直引29.4kN)を2台配置した。多用される電動チルホールと比較して巻取り速度が速く、また牽引時の衝撃も少ないため、作業時間の短縮および安全性が向上した(図-4)。



図-4 架設桁先端牽引設備

5. おわりに

本工事は平成25年9月に無事故で竣工を迎える事が出来た。最後に、工事の施工にあたってご指導ご協力いただきました発注者ならびに関係者の皆様に感謝いたします。

厳冬期のトラベラークレーン架設等の改善 (道道岩見沢月形線 月形大橋架設工事)

日本橋梁建設土木施工管理技士会

横河工事株式会社

真島 彰 将

Akimasa Majima

1. はじめに

本工事は、一級河川石狩川に架かる道道岩見沢月形線月形大橋の架換工事です。

現在供用している旧橋は、1955年完成の5径間ワーレントラス+10径間合成箱桁です。この旧橋は、幅員が狭い上に歩道が無く、大型車両の通行や歩行者の安全に支障をきたしており、完成から50年以上経過して老朽化が進んでいることもあって札幌建設管理部では、架換事業を2004年から開始し、2013年度の開通を目指しています。

工事概要

- (1) 工事名：岩見沢月形線全国防災1改築（上部工）工事外
- (2) 発注者：北海道空知総合振興局札幌建設管理部
- (3) 工事場所：北海道樺戸郡月形町
- (4) 工期：平成24年6月11日～平成25年2月26日
- (5) 橋梁形式：8径間連続鋼床版箱桁
- (6) 橋長：821.0m
- (7) 支間長：91.0+2@89.0+103.0+2@124.0+109.0+88.0
- (8) 架設工法：トラッククレーンベント工法+トラベラー工法

上部架設工は3ヶ年に渡って分割発注され、架設工法は、1工区（22年度・A1～P3）および



図-1 トラベラークレーン架設

2工区（23年度・P6～A2）をトラッククレーンベント工法、3工区と4工区（24年度・P3～P6）はトラッククレーンベント工法+トラベラー工法が採用されています。

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたっては、下記の問題がありました。

- (1) 本橋の最大桁高は5.5mと大きく、箱桁が上下に分割されており、腹板は溶接継ぎ手となっています。この添接作業を含む地組工程は全体工程を大きく左右します。
- (2) クレーンヤードはN値5以下のシルト層が25m以上続く極端な軟弱地盤で、地盤補強しなければ大型クレーンの作業ができません。
- (3) 北海道での厳冬期のトラベラー架設の前例は



図-2 クレーンヤード杭基礎

少なく、 -10°C 以下になる気温や豪雪による障害を事前に想定して解決しなければなりません。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 全体工程を左右する地組時の腹板溶接は、強風や雨天・降雪でも施工可能とするため、1ブロック毎に風防設備を設置して施工効率のアップを図りました。
- (2) クレーンヤードは極端な軟弱地盤のため、クレーン設置箇所には長さ38mのH鋼基礎杭を20本設置し、杭の上に敷鉄板・採石を敷いて地盤補強を行いました。
- (3) トラベラクレーン架設では、施工時期が1月中旬の厳冬期まで及ぶことから、トラベラクレーンが冬季でも稼働できるように、駆動オイルを寒冷地仕様に変更し、オイルポンプを温める設備を別途設置して、厳冬期でもクレーンが使用できる工夫を実施しました。また、閉合作業は冬季になるため、雪荷重や温度変化による



図-3 架設状況



図-4 閉合状況

部材長の伸縮など、さまざまな条件を想定して閉合計画を作成しました。高力ボルトについては、ボルトメーカーによる -10°C での試験結果と、現場予備試験による締付け軸力の安定を確認し施工しました。

昨冬の北海道は、記録的な積雪や暴風雪が続き、閉合を予定していた数日前からも天候が悪化し、作業の遅れが懸念されましたが、予定していた12月21日に無事閉合することができました。

4. おわりに

地域住民の悲願だった月形大橋の架換事業は、月形町・岩見沢市・美瑛市など近隣からの注目度もとても高く、地元の商店などで「いつ完成するの？」など、よく聞かれました。自分自身にとっても、そのような事業に従事でき、やりがいを感じることができました。最後に、本工事の施工にあたり、ご指導いただいた札幌建設管理部や元請JVの皆様、本工事関係各位に厚く御礼申し上げます。



図-5 新月形大橋（左）、旧月形大橋（右）

供用中の橋梁における鋼床版上面の補修について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

横河工事株式会社

現場代理人

市原 徹也[○]

Tetsuya Ichihara

監理技術者

北田 竹雅

Takemasa Kitada

1. はじめに

市川大橋は一般国道357号の江戸川を渡河する鋼床版箱桁橋である。

本橋は昭和55年の供用開始後、大型車両の増加ともなう鋼床版箱桁各部の疲労損傷のため応急補修処置が数度にわたり実施されている。今回は、千葉行きP1～P6（橋長405.8m）の第三走行車線のき裂補修工事を実施した。本稿は、施工事例の少ない「(現道の交通規制をともなう)鋼床版上面の当て板補修」の現場施工の際に得られた成果、工夫を紹介する。

工事概要

- (1) 路線名：一般国道357号
- (2) 工事名：市川大橋（山側）上部補修
その1工事
- (3) 発注者：国土交通省関東地方整備局
千葉国道事務所
- (4) 工事場所：千葉縣市川市上妙典地先
- (5) 工期：平成24年3月9日～
平成25年3月29日

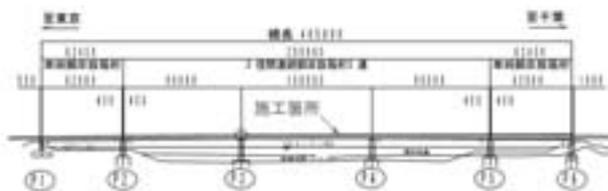


図-1 側面図

- (6) 橋梁形式：3径間連続鋼床版箱桁3連+単純鋼床版箱桁2連

- (7) 橋梁竣工年：1977年（昭和52年）

2. 現場における問題点

本工事は、実施計画段階において以下の問題点があった。

1) 現道規制に伴う夜間施工日数

基本計画時には、当て板補修の日当たり施工量を、4枚/日と想定していたが、実施時点では夏季休暇・年末年始の工事抑制期間や、天候不良による不稼働日を考慮すると日当たり施工量を更に向上させ、夜間施工日数を短縮する必要があった。

2) 当て板設置部の干渉物

当て板設置部の鋼床版上面には板継溶接部が存在するため、当て板と溶接部の余盛りビードの干渉に対する対策が工程促進上、必要となった（図

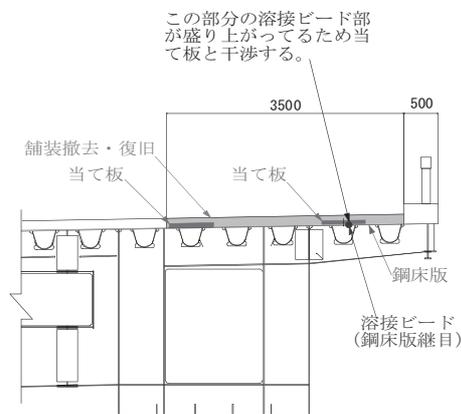


図-2 鋼床版上面の溶接ビード

-2)。

3) 夜間交通規制

施工場所手前3km区間は信号がなく、手前1kmに首都高速湾岸線東行き千鳥町出口がある。さらに規制先端手前500mは緩い右カーブであるため、夜間になると一般車両の走行速度が上がり、道路右側にある照明柱の死角になり規制帯直前まで来ないと視認しづらいという状況であった。交通事故を未然に防ぐため一般車両に対して規制帯の視認性を向上させる必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 試験施工による夜間施工日数の短縮

当て板設置箇所の鋼床版上面に架設吊金具残存部の有無を確認し、確実な時間工程を把握した。また、バックホウの爪を加工することで鋼床版上面の損傷を防止し、かつアスファルト・防水層を一体で剥離することが可能となった。2回の試験施工により、時間工程の把握や問題点抽出ができ、その後の施工量が6枚/日に向上した。

2) 当て板の加工

狭隘スペースで作業効率を上げるため、当て板を人力作業可能なサイズにした。また、鋼床版の溶接ビード(横)と当て板との干渉部は当て板を分割し、溶接ビード(縦)との干渉部は凹加工を施した(図-3)。これにより、溶接余盛り部を平滑に仕上げする作業が不要となり施工性が改善した。

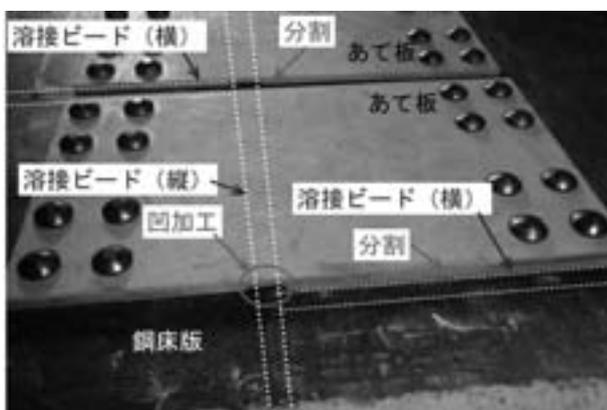


図-3 当て板の分割と凹加工

3) 規制予告看板の工夫

一般車両に規制帯の存在を認識させるために以下の工夫を行い、第三者災害のリスクを極力低減することに徹底した。

a) 予告規制看板の視認性向上

すべての予告規制看板上面に赤色式LED照明を取付け、規制中は点滅にして規制中であることを周知した。また予告規制看板を反射する蛍光白色ベースの赤文字にすることにより運転者に気付かせる工夫をした(図-4左)。

b) LED 矢印板とLED 案内表示板

LED 矢印板を500m手前から予告看板の間にドライバーの目線の高さに8個設置して、赤色点滅することで一般車両に対して規制帯の存在を周知した(図-5)。またLED 案内表示板(フラッシュタイプ)も設置して注意を促した(図-4右、図-5)。

LED 矢印板設置後は、一般車の車線変更が明らかにそれ以前と比較して早くなるなど明確な差



図-4 予告規制看板・LED 案内表示板



図-5 LED 矢印板・案内表示板の設置状況

が表れた。第三者災害防止にはかなりの効果があったと思われる。

4. おわりに

今後、老朽化、交通量の増加・大型化により供用中の橋梁に対する鋼床版上面補修の必要性は、ますます増加すると思われる。今回の施工で実施した「2回の施工試験」と「施工性を考慮した当

板の加工」および「交通規制における工夫」は品質を落とさず時間内に、かつ安全に施工するために非常に役に立った。今後同様の、き裂補修工事・夜間規制にたずさわる方に少しでも参考にしていただければ幸いです。

最後に、本工事の施工にあたり、ご指導いただきました千葉国道事務所様をはじめ関係各位に厚くお礼を申し上げます。

施工計画

リフレッシュ工事期間内における鋼床版鈎桁の 連結化について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社 橋梁事業本部 技術部 保全グループ

監理技術者

工事担当

計画担当

川村 誠 司[○]

藤井 辰 徳

田邊 進 一

Seiji Kawamura

Tatsunori Fujii

Shinichi Tanabe

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：鋼桁改良工事（23-東）
- (2) 発 注 者：阪神高速道路(株)
- (3) 工事場所：大阪府中央区法円坂1丁目付近
- (4) 工 期：平成23年11月12日～
平成25年7月31日

阪神高速13号東大阪線のうち1978年3月に供用が開始された法円坂付近は、歴史的に重要な文化財である難波宮史跡上に立地している（図-1）。このため建設当時は、史跡保全の観点から橋梁全体の重量低減のため、上部工には支間長の短い単純鋼床版I桁を多数並べた特殊な構造が採用されている。当該橋梁はこれまで主桁や支承周りの溶接部に複数のき裂損傷が確認されていた。そこで損傷発生リスクを大幅に低減することを目的として、1支承線化による部材取替連続化工法（図-

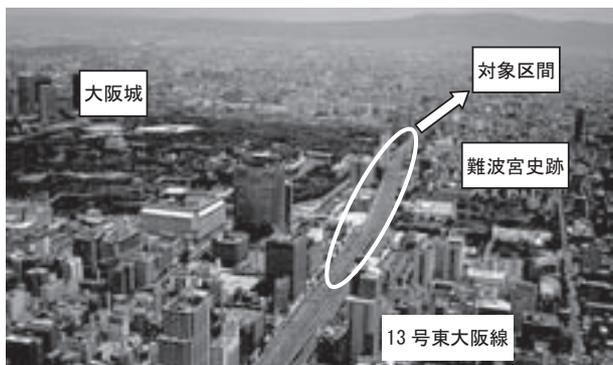


図-1 施工位置

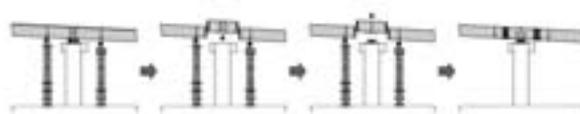


図-2 1支承線化による連続化工法

2) という抜本的な構造改良を、8日間という短期の昼夜連続完全通行止め期間内に実施することとし、2012年11月末～12月初に工事を行った。

2. 現場における問題点

本工区付近は、大規模医療機関や官庁施設が集積している地域であることから、工事実施にあたっては周辺道路交通への影響を最小限に抑える必要があった。さらにリフレッシュ工事での作業を極限まで少なくするために、本工事は以下の4つのステップにより作業を進めた。

- (1) 既設桁計測（事前調査）
- (2) 事前工事（支承取替工、鋼I桁事前切断工等）
- (3) リフレッシュ工事（桁連続化）
- (4) 事後工事（支承反力調整）

特に8昼夜間で実施されるリフレッシュ工事は、当該鋼桁連結工事以外に複数の工事が輻輳するために、それぞれの工程管理が肝要となる。当該区間では初日に舗装の撤去を行い、2日目から桁撤去作業を開始しさらに連結化自体も2日間で終了させ、後に続く舗装や伸縮継手に引き継がなくてはリフレッシュ工事が完了しない厳しい工程であった。そのため、鋼桁の連結化を与えられた時間

内に完了させるため、想定される現地でのリスク、作業時間、施工方法を把握し、タイムスケジュールに合った管理をする必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 伸縮装置撤去方法の変更

通常、伸縮装置撤去時はフェースプレートと鋼床版を止めている高力ボルトを1本ずつ緩めて撤去を行うが、本工事では、ボルトの本数が多く、錆や腐食による固着によるタイムロスが懸念された。そこで伸縮装置本体を切断し、鋼桁と共に撤去する方法を検討した。既設伸縮装置は、調整プレートを合わせると総板厚が90mmと厚く、さらに中間にステンレス板が挟み込まれた異鋼種のサンドイッチ構造であることから、切断方法について事前に検証実験を行ったうえでシャープランス(図-3参照)による切断方法を採用した。この切断方法を使用することにより、作業時間を把握することができ、時間内での伸縮装置撤去を完了した。

(2) 既設鋼桁撤去時の管理

撤去方法は、鋼床版桁および伸縮装置の切断後、25t ラフタークレーンを使用した。鋼床版の切断は新設桁との接続精度を高めるために特に注意を払った。鋼床版切断は、舗装撤去後に上面から行うが新設桁製作のための基本測量や切断位置決めはすべて桁下で行ってきた。桁下から上面計測マーキングを写す際の精度向上のため、事前に鋼床版下面からパイロットホール明けて切断位置を明確にする方法を用いた。



図-3 シャープランス切断状況



図-4 既設桁撤去状況

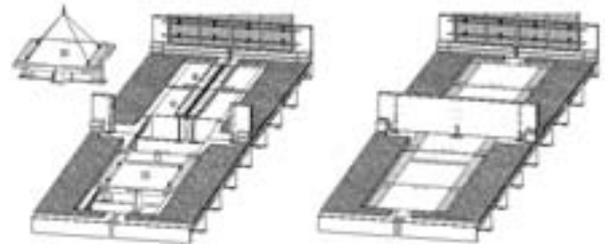


図-5 新設桁架設図

鋼床版の切断には、均一な切断面が得られる自動ガス切断機を使用することにより、品質の向上とグラインダーによる平滑に仕上げに要する時間短縮を行った。(図-4参照)

(3) 新設桁の架設時の管理

新設桁は、現地での確実な施工のために主桁毎にブロック割とし、橋軸方向に7ブロック割り(7本主桁)とした。ボルト添接部については、添接板の方向、締付け順序やボルト長さの違いを工場仮組み時に、現地担当者が出向き事前検証を行ったうえ、手順を作業員末端まで周知した。また橋面上の作業員と桁下の作業員の連携により、非常にタイトなタイムスケジュールに従って、無事2日間での全箇所連結化に成功した。(図-5)

4. おわりに

本工事では、リフレッシュ工事における抜本的な構造改良の内容を説明するとともに、工事の施工状況とその実施結果をとりまとめた。本報告での工法は、狭隘部における点検困難部位や、支承や伸縮装置の機能低下に伴う損傷が多い等、維持管理上の多くの課題を抱えた部位への健全化を図ることができる工法である。鋼橋においては、現在同様の課題を抱えているケースは少なくなく、長寿命化に対して有効な手段と考えられる。今後の参考事例となれば幸いである。

施工計画

鋼上路式固定アーチ橋の耐震対策工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
JFE エンジニアリング株式会社

工事担当

吉田 基次[○]

Mototsugu Yoshida

工事担当

猪村 康弘

Yasuhiro Imura

監理技術者

竹内 竜一

Ryuichi Takeuchi

橋梁耐震対策工事

1. はじめに

三重県志摩市に位置する矢湾大橋（図-1）は、鳥羽市から志摩市までを結ぶ三重県志摩建設事務所管理の一般県道（パールロード）にあるアーチ橋である。この地区では南海トラフ地震の災害時に備え、人員や物資輸送の確保が非常に重要である。当橋梁は地震時においても通行を確保できるよう塑性耐震対策工事が進められている。

本工事は、既設アーチリブ・支柱・補剛桁への当て板・補強管・L型部材設置による断面補強、および支柱斜材については地震エネルギーの吸収機能を持つ座屈拘束プレスへの取り替えを行っている。

本稿では、工事概要について報告する。

工事概要

(1) 工事名：一般県道鳥羽阿児線（的矢湾大橋）



図-1 的矢湾大橋全景（工事着手前）

- (2) 発注者：三重県
- (3) 工事場所：志摩市磯部町の矢～志摩市磯部町三ヶ所地内
- (4) 工期：平成23年12月20日～平成26年8月25日
- (5) 橋梁形式：鋼上路式固定アーチ橋
- (6) 橋長：237.6m
- (7) 支間長：30.0m + 176.4m + 30.0m

2. 現場施工における課題

本工事は施工にあたり、以下の課題が考えられた。

- (1) 補強部材はボルト取り合いが多く、現場孔明の精度確保が施工のポイントとなる。特にアーチリブの当て板においては、既設橋の添接部を跨いで補強を連続させる連結板や、横桁の当て板と構造的に連続させる補強構造などの、複数の当て板との取り合いもあり、より精度の高い現場孔明が要求される。
- (2) 支柱の補強に関して、補強管の構造は既設の支柱にワンサイドボルトで取り付けられたT字断面の部材を介して、半割の補強管を取り付ける2重管構造（図-2）となっており、施工の前例がほとんどない。特に、補強管は、軸方向・軸直角方向ともに現場溶接継手であり、特に溶接による収縮が補強管の変形に与える影響を考慮した架設および溶接順序とする必要がある。



図-2 支柱補強管構造

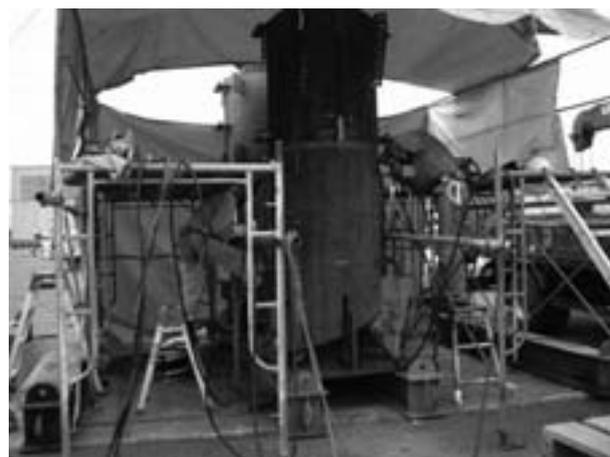


図-4 支柱補強管溶接試験施工

3. 課題に対する施工上の工夫

(1) 原寸フィルムによる孔明位置確認

現場開始時点で、既設橋の寸法を計測した結果、当時の製作誤差や原寸展開上の寸法の相異が確認できた。そのため、全部材の寸法や箱内のリブ間隔等を計測し、干渉が生じないように一品一様の製作図を作成した上で部材の製作を行った。部材取付の基準とする孔位置の決定に際しては、各部材の原寸フィルムを使用して、事前に箱外面に転記しておいたリブ位置等を確認し、改めて干渉のないことを確認した上で、基準孔中心にポンチを打ち、孔位置を決定した(図-3)。さらに、複数の補強部材と取り合う部材については、先行で取り付けた部材に原寸フィルムを貼り付け、ボルト孔位置を計測し、部材寸法に反映した。結果的には、すべての部材を予定どおり取り付けることができている。



図-3 原寸フィルムの使用

(2) 支柱補強管溶接の試験施工

既設支柱への補強管取付・溶接作業において、溶接による補強管の変形を把握するため工場にて事前に試験施工(図-4)を実施した。実物大の既設管および補強管を模した試験体を2体製作し実施工を想定した溶接施工を行い、補強管の溶接前および溶接後に管の溶接部の縮み量計測と面形状の3D計測を行った。なお、補強管とT字部材との溶接(シーム溶接)を先行すると、補強管同士の突合せ溶接(バット溶接)時に既設管に溶接収縮による圧縮力が導入されるため、バット溶接を先行する計画とした。実施工においては、試験施工時のバット溶接による軸方向の収縮量を補強管の製作寸法に見込み、さらに、落とし込みとなる最終架設ブロックを、現地計測寸法を反映する調整ブロックとすることで誤差を最小化した。また、先行するバット溶接による補強管の変形を抑える目的で、シーム溶接線側にエレクトロニクスを増設した。これにより、架設時の精度確保を容易にし、開先精度を許容値内に収め溶接品質を確保した。

4. おわりに

推定される地震に対して、落橋等の甚大な被害を防止するため、橋梁の耐震工事は今後も増加していくと考えられる。本工事は途中段階であるが、今後の耐震工事および改築工事の参考になれば幸いである。

施工計画

ケーブルエレクション直吊り工法での工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人

田中 広 樹[○]

Hiroki Tanaka

監理技術者

吉良 浩 二

Kouji Kira

工事主任

菅野 亮 一

Ryouichi Kanno

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：町道土倉・西部線
西部橋災害復旧上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 北陸地方整備局
阿賀川河川事務所
- (3) 工事場所：福島県大沼郡金山町大塩～
横田地先
- (4) 工 期：平成24年8月2日～
平成25年12月20日

本橋は、平成23年7月の新潟・福島豪雨で流失した橋梁の復旧工事である。不便を強いられている住民の方々のために早期開通が望まれ、年内(平成25年)開通を目標に工事を実施した。形式は、橋長104.0mの単純鋼下路式トラスランガー桁で只見川内に橋脚を設けない構造となっている。架設工法は、橋の形状からケーブルエレクション直吊り工法が採用されている。

2. 現場における課題・問題点

ケーブルエレクション直吊り工法は、橋台の後方に設置した鉄塔に主索を張り渡し、主索から懸垂させた吊り索に受梁を設け、ここで橋体ブロックを支持しながらケーブルクレーンを使用して組み立てていく工法である。ケーブルの特性により架設中の桁の位置及び鉄塔の形状が常に変動するため、予めステップ解析を行った。架設順序は大きく分けて下弦材→斜材→上弦材の順であるが、特に下弦材の架設初期段階(架設順序③と④)で変動が大きく、解析の結果、架設した桁が最大で鉛直方向に約1.7m動き、不安定な状態となることがわかった。

次に、早期開通のため工程短縮を考慮しなければならなかった。そのため、形状調整を含めた架設日数を減らす必要があった。

更に、本工法は、高度な技術を必要とする特殊工法であるため、より安全に工事を進めていく施

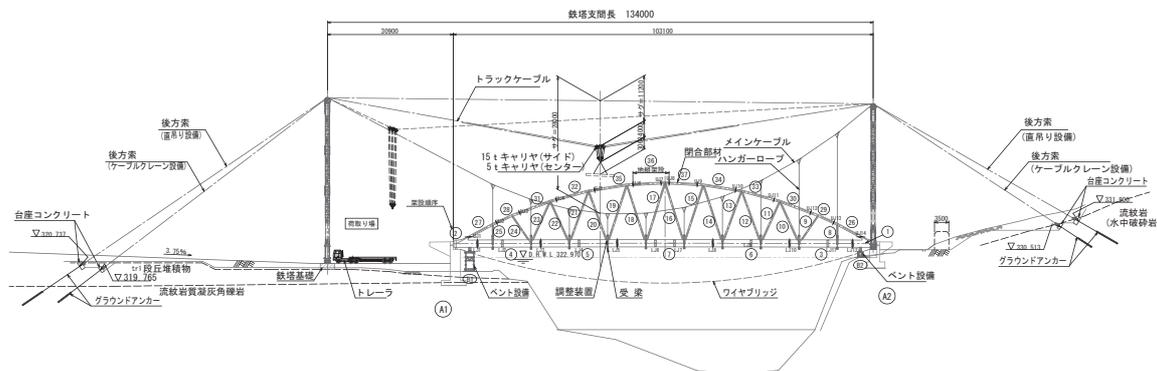


図-1 架設計画図

工計画の立案が必要であった。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

解析の結果より桁の挙動を出来る限り減らし安全で効率よく架設作業を進めていくため、カウンターウエイトの設置を計画した。受梁や足場の重量まで詳細に分析し、挙動を出来るだけ少なくするための必要重量を算定した。カウンターウエイトは工程短縮を考慮し、後工程（架設順序⑥）で架設する桁を使用することとした。これは、H鋼等を使うと余計な作業日数がかかるためである。これをケーブルの変動が大きい支間中央に仮置きすることで桁の変動を約1.7mから1.0mへ約0.7m改善することができた。さらに架設順序③架設後、桁先端の下がりを鉄塔頭頂部から斜吊りにより補助することで次工程（架設順序④）の桁変動を約0.4mまで小さくすることができた。

架設中に実施した形状計測は、解析値と同様の結果を示し、最終的には2箇所のハンガー索の調整1回のみでアーチの閉合作業を完了した。架設計画の技術的問題を特殊機材の使用や高度な構造



図-4 上弦材地組架設状況

解析に頼らず、主索の変形に着目した簡易的な解析で解決する事ができた為、コストも抑えることができた。

工程面での工夫としては、二分割された斜材を地組立で行う事とした。箱桁形状の内面塗装まで完了して架設することにより添接用足場の設置作業を省くことができた。また、ケーブルクレーンと斜材・アーチ部材が同一のライン上にない事から発生する部材を内側に引き寄せる作業を、吊り天秤を使用する事により省いた。更に、アーチ部材は出来る限り地組立を行い、架設回数（当初26回→15回）を減らした。添接用足場を地上で組み上げる事により高所作業を減らしたため、安全性の向上も図る事ができた。

4. おわりに

架設工法は各々の現場で、与条件を綿密に調査し、それに適した計画・検討を行わなければならないため、全てを網羅したマニュアル化は難しい。その中で、今回着目した課題と対策は、一定の成果をあげることができ、今後の同種工法の架設計画の一助になると考える。

本工事は、難易度の高く工期も厳しかったが、安全で効率の良い施工ができ、年内開通を迎える事ができた。工事に携わった関係者の皆様にお礼申し上げるとともに、この経験を次に活かし、今後も橋梁技術の発展に貢献していきたい。

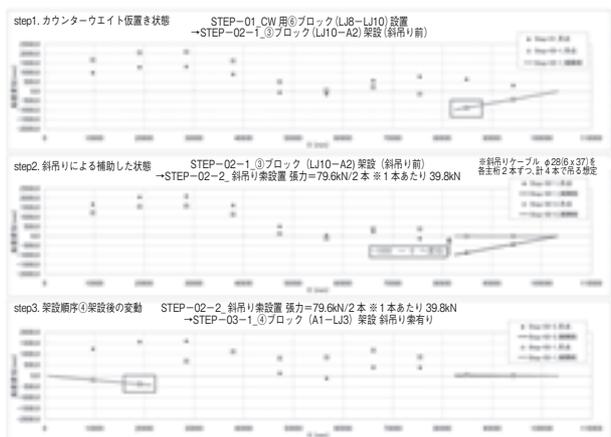


図-2 最終解析結果

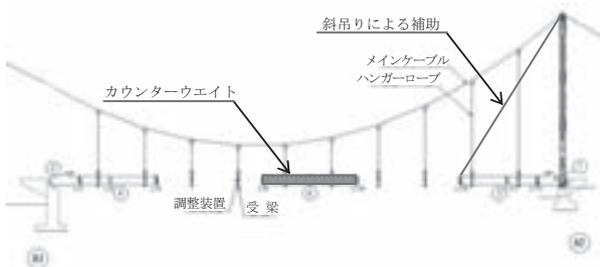


図-3 架設順序④架設時

ヤード地形を考慮した送出し架設（串良川橋）の管理

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（現場）

奥原 正 大[○]

Masahiro Okuhara

現場代理人（工場）

山下 修 平

Shuhei Yamashita

施工計画担当

永井 大 策

Daisaku Nagai

1. はじめに

東九州自動車道は、北九州を起点に大分県、宮崎県を経て鹿児島市に至る延長436kmの高速自動車道である。

串良川橋は、上記路線において、志布志市に建設予定の志布志IC（仮称）から曾於市の末吉財部ICまでの区間48kmの内、鹿屋市を流れる串良川を渡河する鋼8径間連続非合成I桁橋（5主桁）であり、現場地形条件より、8径間の内の3径間に送出し架設を採用した。

本稿では、この送出し架設について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：東九州道（鹿屋～曾於）串良川橋
上部工工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 九州地方整備局
- (3) 工事場所：鹿児島県鹿屋市串良町細山田地内
- (4) 工 期：平成23年3月13日～
平成25年12月28日

2. 現場における課題・問題点

本工事は、鋼8径間連続非合成I桁橋の架設（図-1）であり、A1～P3間の送出し架設工法、P3～A2間のクローラクレーンベント架設工法の2工法同時並行施工による架設を行った。送出し架設側については施工条件が4%の下り勾配且



図-1 串良川橋全景（架設完了後）

つ平面線形が曲線（ $R=1500\text{m}$ ）であることから、架設時の安全管理を重視した施工計画の立案が必要であった。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

送出し架設において、架設時の勾配は水平を基本としている。施工条件として下り勾配4%での送出しは桁の逸走等のリスクが高く、架設設備の機能面に頼るだけでは負担できない部分が多かった。また、勾配軽減策として送出しヤードの造成工事での対応を検討したが、橋台パラペットは施工済みであり、仮に送出しヤードを水平で造成した場合、橋脚上の送出し設備が高くなることから、架設作業中における設備の転倒や桁降下時の作業員への負担増、加えて工程にも大きな影響が懸念された。送出し作業すべての項目毎に検討した結果、下り勾配2.3%で作業を進めることとした（図-2）。

送出し勾配は軽減されたものの、桁逸走のリスクは残っていたが、この課題については、軌条設



図-2 送しヤード

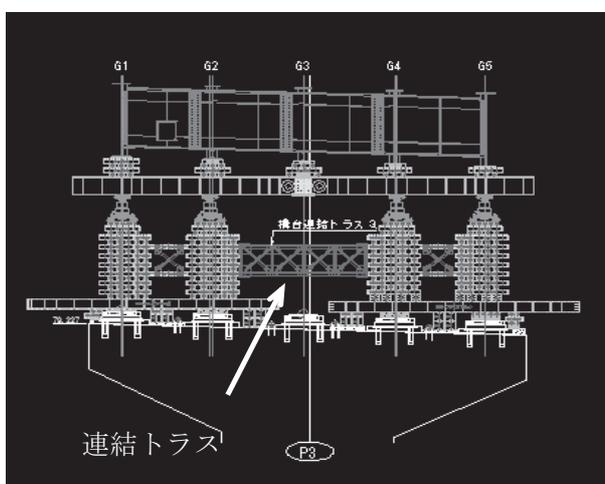


図-3 P3橋脚上の送し設備図

備上の各台車にクランプジャッキをセットすることで、下り勾配による逸走と、軌条レールと車輪間の摩擦抵抗の低下（降雨時）に対応することができた。最大で構造高が5mになった橋脚上の送し設備には、隣接する設備同士をつなぐ連結トラス（仮設材）を設置することで、作業中の転倒リスクを大幅に低減した（図-3）。

送し桁の平面線形が曲線（ $R=1500\text{m}$ ）による送し作業への対応として、軌条設備組立時に軌条梁とつなぎ材の間に木材で加工したテーパ材を挿入（図-4）し、軌条梁を平面折れ線配置とすることで、軌条設備を疑似円弧形状（ $R\approx 1500\text{m}$ ）に近づけた。また、図面上でも正確な軌跡で送し作業ができていないか確かめるため、通常の架設ステップ図よりステップ数を増やした架設図を作成し、それに基づき作業手順の確認を行った。

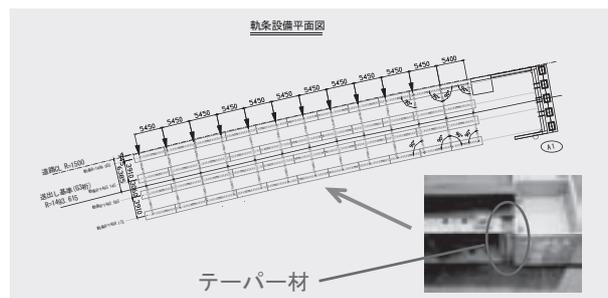


図-4 疑似円弧形状の軌条設備



図-5 送し架設完了（起点側より）

架設作業中、送し桁が軌道から外れることなく、正規の平面軌道上に沿って水平移動していることを確認するための測量管理を実施した。ヤード造成後にできた法肩に任意点を設置して、基準点と手延べ機先端の点を決められた夾角にて管理したが、大きな軌道修正もなく、所定の位置まで送り出すことができた。送し方向の微調整については、送り装置に搭載された方向修正ジャッキを使用し、こまめに調整を行うことで、計画工程通りに作業は進み（送し距離は1日平均で約12m）、送し総日数は約12日で目標位置まで到達した（図-5）。作業中は大きな天候の崩れもなく、台風時期前に完了できたことも順調に進められた要因の1つであった。

4. おわりに

今回使用した送り装置は、最大で1000mmの移動が可能であったが、送し架設時の桁の重心や受け点での最大反力を考慮して1サイクル800

mm で作業を進めた。200mm の差だけで主桁継手部で受ける回数が多くなり、設備の盛替えに労力を費やした。最終の出来形は、架設手順の確認や受け台高さおよび反力管理の検討、たわみ処理の検討、地組立時のキャンバー管理を確実にこなった結果、最終形状に近い出来形となった。安全作業に対してひとつの妥協も許さず、計画・管理することで、無事故で竣工を迎えられたことに

感謝したい。

本橋の送出し架設は、橋台パラペットを後施工とする計画となっていれば、桁の逸走リスクや橋脚上設備の転倒リスクおよび送出し後の桁降下量の軽減に繋がるとともに、工期の短縮が実現したものである。

本稿が、今後の同種工事に役立てば幸いである。

厳しい自然環境におけるニールセンローゼ橋の急速施工

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

監理技術者

小林 誠[○]

Makoto Kobayashi

主任技術者（工場）

山越 信也

Nobuya Yamakoshi

1. はじめに

本橋は、北海道の豪雪地帯に位置する橋梁で、豊富な水量を誇る石狩川の主たる流水部を一跨ぎにする、支間長200mのニールセンローゼ橋の製作架設工事である。雪解けの4月から翌年3月までの12か月間で鋼重1900tの鋼桁架設、コンクリート体積600m³近いRC床板施工、舗装を含む橋面工までの施工を行った。（図-1）

本稿では、本工事の概要について報告する。

- (1) 工事名：道道美唄浦臼線 美浦大橋新設
（上部工場製作工・架設工）工事

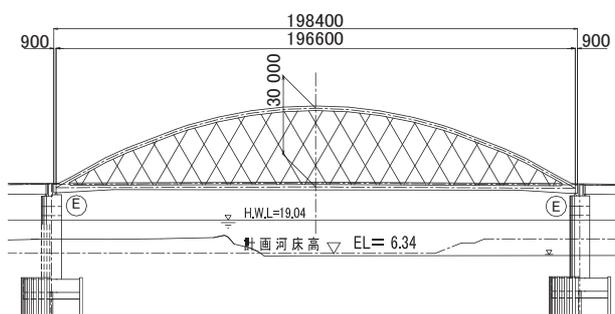


図-1 橋梁一般図



図-2 着手前全景



図-3 完成全景

- (2) 発注者：北海道 札幌土木現業所
(3) 工事場所：北海道雨竜郡雨竜町
(4) 工期：H20.10.8～H23.3.21
(5) 橋長鋼重：L=198.4m W=1900t

2. 現場における問題点

本工事の施工時には、下記の問題があった。

- (1) 夏場の出水期での鋼桁架設となり、H. W. Lは通常水位時より10mも水位が上昇するため、洪水災害リスクを下げる必要があった。
- (2) 本格的降雪・積雪始まる前に、主床板コンクリート打設まで施工完了させる事が絶対条件であり、鋼桁架設をベント撤去含めて6か月の超短期間で施工を完了する必要があった。
- (3) 高次の不静定構造物であるニールセン橋を急速施工するにあたり、正確に早くケーブル施工を行う事が課題となる。本橋は76本もケーブルがありより効率を上げる必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 洪水リスクとベント計画および安全対策

洪水リスクを下げるため、ベント基数を減じ隣接する栈橋基礎と同じ位置（流水方向に対し）にベントを設置した。結果ベント間隔が26mになるため、補剛桁架設の一部は3ブロックを地組立し350t吊クローラクレーン2台での相吊り架設と

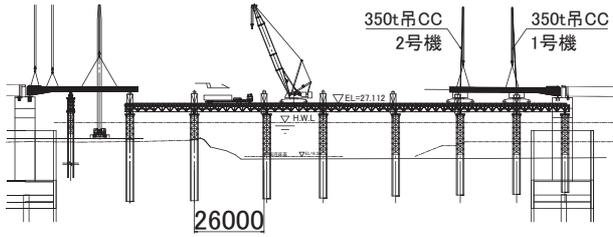


図-4 補剛桁架設計画図



図-5 ベント完成



図-6 補剛桁相吊架設

した。(図-4) 河床から25mの高ベントとなるが、H. W. Lまでは、H400の杭を延長し幅を狭くし、河積阻害率10%以内を実現した。(図-5、6) これにより、安全・品質を損なわず架設工事を推進することができた。

(2) 鋼桁架設の工程短縮

流水部ベントは、繋ぎ材取付などが高所作業となるが、枠組み足場を栈橋上で組み立てて一括設置することで効率よく安全作業床を確保した。(図-7) 杭撤去はバイブロハンマ工法により行った。栈橋上の350t吊クローラクレーンで行ったが、手前のアーチが支障するため、クレーンブームを100mの長尺ブームに組替え、アーチ山越して撤去した。あまり例のない100m級のブームでのバイブロハンマ工法撤去により安全かつ効率的に施工できた。(図-9)

(3) ケーブル施工の効率化

ニールセン橋の出来形精度・品質確保は、ケーブル施工精度によるところが大きい。76本ものケーブル施工を迅速正確に行うため、2つの施策を実施した。

一つ目は、最適シム決定手法である。最適シム決定のため、鋼重や剛度を精算し、架設時荷重を反映した立体解析モデルにより、管理値・影響値を算出した。現地で計測した値と管理値との差が最小となるように最小二乗法を用いて最適シム調



図-7 ベント足場

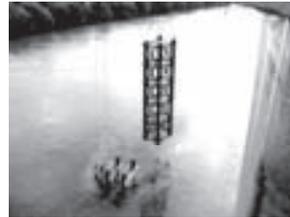


図-8 ベント杭一括撤去

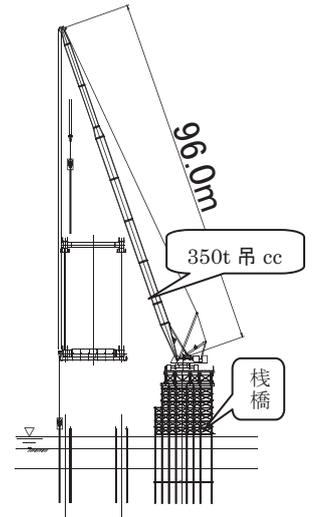


図-9 ベント杭引き抜き

整量を決定し、その値で管理した。

二つ目は、決定された最適シムに対して現地でケーブル定着ナットを回して、シム量調整を行うわけだが、1夜間で計測調整を行うため迅速に正確に行うことが必要である。このため、ナットの回転角度によりシム調整量を把握し正確に再現する必要がある。このため、ねじピッチが6mmであることから、角度定規を作成し正確に回転角度を管理することでシム調整量を確保した。(図-11) これにより迅速・正確に施工ができた。キャンバー値などは、規定値の30%以内の誤差で施工できた。本橋はRC床板橋であるため、ケーブル調整後の後死荷重が多く、より高い調整精度が要求された。床板打設後に再度ケーブル張力を計測したが、高い精度で張力調整されていることが確認できた。



図-10 ケーブル定着部

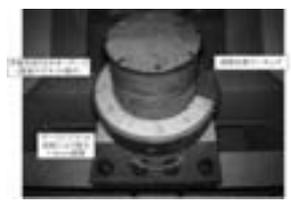


図-11 シム調整用角度定規

4. おわりに

本工事では、厳寒地での河川上のニールセンローゼ橋の急速施工ということで、工法選択肢も

少ない中で、種々の工夫により工期内に終わることができた。しかし、川の流が速く工事開始時には、ベント杭の施工も水流におされて杭がうまく施工できない場面もあり、本工事以上に河川の流が速い場所では、事前の策が必要と感じた。

また、本橋より補剛桁やアーチリブ断面の小さ

な橋梁の場合、ケーブル引き込みやシム調整が桁外面から行わなければならないケースが想定され、その場合、事前に桁フランジに開口部をあけておくなどの対策が必要となる。本稿が、今後の同種工事の参考となれば幸いである。

隣接構造物を考慮した仮設構造物の計画と施工

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

高橋 昌彦[○]

Masahiko Takahashi

施工計画担当

越 中 信 雄

Nobuo Etchu

1. はじめに

東京湾岸道路は、神奈川県・東京都・千葉県の東京湾に接する各都市、港湾、埋立地に立地する都市機能を連絡する延長約160kmの主要幹線道路国道357号東京湾岸道路であり、整備事業が進んでいる。

本工事は、この整備事業の内、横浜市磯子区新磯子町付近の高架橋工事であり、現在供用している首都高速湾岸線高架橋下での施工（図-1）であるとともに、隣接構造物や埋設物、ヤード内を横断する河川や市道に対して十分な注意が必要とされ、入念な計画の立案と施工が求められた。

工事概要

- (1) 工 事 名：湾岸道路磯子高架橋(その3)工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 関東地方整備局
- (3) 工事場所：横浜市磯子区磯子1丁目
～磯子区新磯子町
- (4) 工 期：平成23年2月25日～
平成25年7月31日



図-1 架設位置（施工前）

- (5) 橋梁形式：鋼4径間連続鋼床版箱桁橋
- (6) 橋 長：265.920m

2. 現場における問題点

工事範囲のうち、図-1のP42-P43間には市道と平行して「禅馬川」という河川があった。道路と隣接している河川であり、道路にはベントが設置できないため、河川上にベントを設置する必要があった（図-2）。当初は護岸に梁を渡してベントを設置する計画であったが、河川の護岸はブロック積みであり図面も無い状態であり、荷重に対する照査も出来なかった。

河川上にベントを設置するにあたり、以下の項目を問題点として検討、計画した。

- ①護岸に荷重など悪影響のない構造とする。
- ②歩道の確保（安全に通行可能）
- ③市道の建築限界の確保（常設規制不可）



図-2 ベント設置位置と市道・禅馬川（施工前）

3. 工夫・改善点と適用結果

【検討－1】荷重載荷

護岸形状が不明であったため、禪馬川を測量して断面を把握（想定）し、護岸底面より45°ライン内に荷重（外力）を掛けないようにした（図-3）。



図-3 禪馬川断面図

【検討－2】杭基礎の構造検討

歩道と市道の境界部は杭を設置し、先端支持にすることで影響範囲には荷重が掛からないようにした。杭は、オーガーで先行掘削するプレボーリング杭としてH鋼を建て込み、貧配合モルタルで固定し、杭はモンケン打撃により先端を支持地盤まで確実に到達させ、周辺摩擦は考慮しない先端支持のみで支える構造とした。杭は面組構造とし、幅を極力狭くすることで歩道を確保した。その分、橋軸方向の水平力は弱くなるのでヤード側のベント基礎をアンカーと考える構造とした（図-4）。

【検討－3】コンクリート基礎の検討

ヤード内に設置するベント基礎は、コンクリー

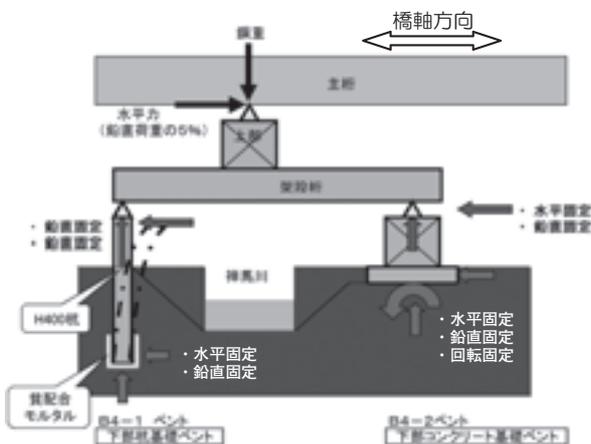


図-4 禪馬川上ベント構造モデル

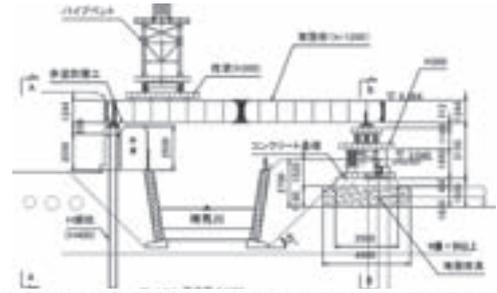


図-5 ベント計画図と施工完了写真

ト基礎とし、水平力を受け止める構造とした。ボーリングの結果、地表から下は軟弱地盤であり期待できる地盤では無かった。よって、想定地盤まで切り下げ砕石による置き換えを行う事とした。また、当初考えていた基礎面積では、地盤反力が許容値内に入らず、面積を大きくしたことで、前述した荷重非載荷範囲への荷重載荷を回避するためには、切り下げ量を大きくする（約3m）必要があった。

検討の結果、最終的に図-5に示す構造となり、禪馬川へ影響なく施工が出来た。道路使用者からの苦情も無く設置、架設、撤去を行えた。杭基礎とコンクリート基礎については荷重載荷後動態観測を行ったが、変位は無かった。

4. おわりに

本稿でとりあげたベント基礎の検討は、現場での試掘調査と並行した構造計画の繰り返し作業であり、試掘のたびに発生する問題や課題への対応が一番苦勞した点であった。市街地での施工にあたり、調査は施工前に確実に終わらせ、計画は基本方針と様々な障害に対する対策の検討が大変重要な事だと改めて考えさせられた工事であった。

最後に本工事の施工にあたりご指導いただきました国土交通省 関東地方整備局 横浜国道事務所の方々に深く感謝し、紙上を借りてお礼申し上げます。

施工計画

床版、橋面施工時における現場での工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 駒井ハルテック

現場代理人、監理技術者

澤 田 裕

Yutaka Sawada

1. はじめに

本工事は、農業の振興を図る地域において、農地と集落間の農道を整備し、付近通行の距離・時間を短縮することを目的とした農道整備事業の一環として、榛名川上に新橋を架設したものである。

図-1に構造一般図（完成写真貼付）を示す。

工事概要

- (1) 工事名：ふるさと農道緊急整備事業
榛名川橋梁（仮称）上部工製作架設工事
- (2) 発注者：群馬県西部県民局高崎土木事務所
- (3) 工事場所：群馬県高崎市上室田町地先～
高崎市倉渕三ノ倉地先

- (4) 工期：平成24年3月26日～
平成25年1月31日

- (5) 工事概要：

総鋼重：約129.4t

構造形式：鋼3径間連続合成2主桁桁

橋長：104.50m

支間長：(31.60+39.50+31.60) m

施工範囲は、鋼橋上部の製作輸送工、鋼橋架設工（クレーンベント架設）、合成床版工、附属物工である。

2. 現場における問題点と工夫改善点

①供用中道路の通行止め架設作業

本橋におけるA2～P2径間は、直下に市道があり、鋼桁架設工、足場工、合成床版設置工において計4回の通行止め規制が必要である。しかし、現場付近には迂回路がないため、通行止め時は周辺道路が広範囲に渡って誘導規制となる。そのため、通行者には1ヶ月前より予告看板にて事前周知広報を行い、規制当日は各所に誘導案内員を配置し、迂回説明を行うことが重要であった。

図-2にその予告看板および配布案内書を記す。

②冬期間前のコンクリート工事の完了

現場は榛名山の麓に位置し、12月中旬頃より平均気温が5℃を下回り、最低気温が氷点下となる日が多くなる。そのため、特に高欄コンクリート

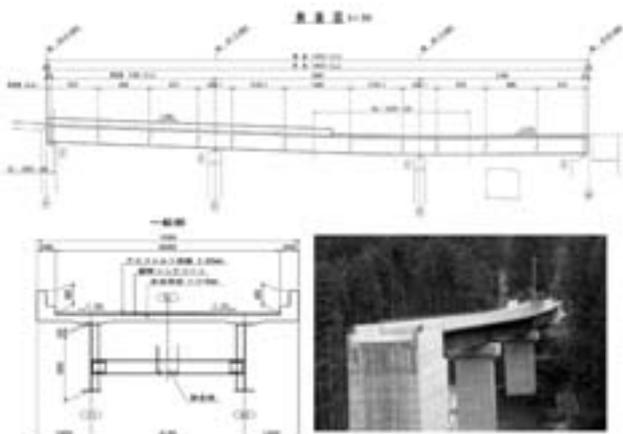


図-1 榛名1号橋 上部工構造一般図



図-2

は品質および耐久性の良い密実な構造物にするために、寒暖差がまだある12月上旬までに打設を完了し、十分な養生を行う必要があった。下記に今回の寒暖対策を示す。

- 1) コンクリートの収縮膨張、凍結融解による構造物の劣化ひびわれ抑制と、空気連行による耐凍害性を向上するため、標準配合混和材を高性能 AE 減水剤に変更した。その結果、当初単位水量 $165\text{kg}/\text{m}^3$ を $159\text{kg}/\text{m}^3$ 、細骨材率48.1%を49.7%と配合修正し、より密実なコンクリートとするための品質改善ができた。さらに、プラントからの運搬時間40分におけるスランプロス経時変化において、目標とするコンシステンシーが得られる範囲内で良好なワーカビリティを保持することもできた。
- 2) 低温環境でセメントの水和反応が遅延し、コンクリートの凝結硬化が遅れないように、可能な限り早い時期に保温保湿養生を開始し、急激な温度低下による水和進行の妨げ、表面乾燥によるひび割れを防止した。また、コンクリート表面の温度降下速度が速くなり、コンクリート内外温度差による応力発生割れ低減のため、温



図-3

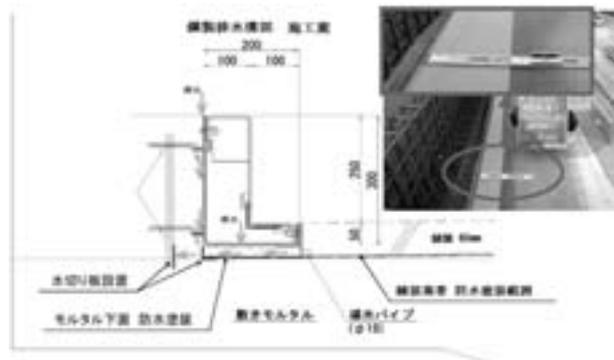


図-4

度差を解消する対策を取った。具体的対策には図-3に示すとおり、高欄コンクリート打設後、表面に防風シートとマットを用いて養生し、打設後36時間、温風ジェットヒーターを使用して、山冷風による夜間の急激な温度低下を防止した。その間養生温度の管理を徹底した。

③鋼製排水溝下部の床版防水対策

雨水による床版コンクリートの劣化防止のため、上部工施工完了後には、舗装業者にて床版面を防水塗装し舗装する予定であった。ただし今回鋼製排水溝が上部工施工に含まれており、鋼製排水溝の下面は防水施工ができない状況であった。発注時には、鋼製排水溝の基部舗装側面を舗装前に防水対策を行うように計画されていた。これでは将来的に床版に滞水した雨水が打継面から浸透し、床版端部下端へ流出して漏水する可能性があるため、鋼製排水溝の継手部や地覆境界部からの雨水浸入を防止するため、近傍の防水対策を図-4のように提案し、施工を行った。

3. 適用結果

- ①現場付近を通行する運転手に理解しやすいように迂回地図を配布説明した。また近隣地元住民には交通誘導員によって安全明確に迂回誘導を行い、苦情や交通事故もなく通行止め作業を完了した。
- ②混和材変更による単位水量の減少効果、初期養生の長時間保温保湿養生により、打設後の構造物点検においてひび割れのないコンクリート床

版高欄を構築できた。今回各品質向上対策効果によって、コンクリートの収縮量低減、ならびに組織緻密度が増し、コンクリートの品質向上が図れたものと判断している。

- ③防水塗料材には、金属やコンクリートに対して優れた接着性を有するポリマーセメント系塗膜防水材を採用した。また鋼製排水構下の敷きモルタルには、水止めアングルプレートを設置し、さらに地覆境界にはシール目地を施工して二重防水対策とした。これにより打継箇所への雨水

滲出対策が徹底され、高耐久性を有する構造となった。

4. おわりに

本工事の施工においてご指導およびご協力を賜り、また群馬県知事表彰、優秀技術者表彰に推挙していただいた高崎土木事務所の皆様、ならびに日常の安全MS活動を良く理解し、無災害で早期竣工した協力業者各位に深く感謝いたします。

大規模橋梁工事における短期間現場施工の実施

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック

監理技術者

三浦 智一〇

Tomokazu Miura

現場代理人

堀口 耕平

Kouhei Horiguchi

1. はじめに

本工事は、鋼連続少数钣桁6橋、鋼重約3300tの製作・架設・床版（合成床版）・壁高欄・付属物の施工を行うものである。契約工期から工場製作期間を考慮すると、約10ヶ月間で現場施工を完了させる必要があった。また、架橋位置は河川3箇所、主な道路2箇所と交差しており、さらに一部、民家と近接していたことから、道路交通ならびに周辺地域への影響を軽減させるために効率的、かつ、短期間で施工を完了させる必要があった。

本稿では、上記要件を満足させるために実施した工夫や改善点について報告する。

以下に、工区全体平面図（図-1）、工事概要および着手前現場状況写真（図-2）を示す。

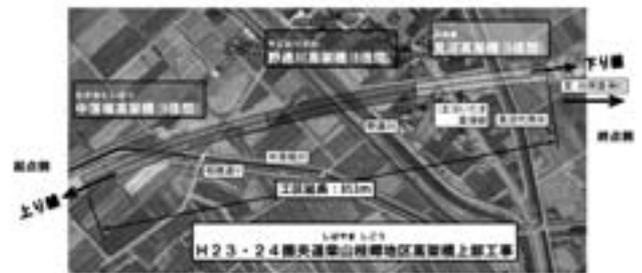


図-1 工区全体平面図



図-2 着手前現場状況写真（起点側より）

【工事概要】

- (1) 工 事 名：H23・24圏央道柴山枝郷地区
高架橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 担当事務所：大宮国道事務所
- (4) 工 事 場 所：埼玉県久喜市菖蒲町柴山枝郷～
埼玉県白岡市（旧南埼玉郡白岡町）柴山
- (5) 契 約 工 期：平成23年12月1日～
平成25年3月25日（481日間）

2. 現場における問題点

現場施工においては、以下の問題があった。

- (1) 主な数量は架設：約3300t、床版：約5700m³、壁高欄延長：約3400m（約1100m³）であった。工区延長は853m、橋梁配置は上下線並列で起点側から9・6・6径間となっていた。計画の上では1橋ずつの施工とした場合、10ヶ月間での施工完了は不可能である。よって効率的な施工順序・方法を検討しなければならなかった。
- (2) 本橋と交差する主な道路は（主）さいたま菖

蒲線（県道5号）と稲穂通り（広域農道）であり、いずれも比較的交通量の多い路線であった。よって道路交通への影響を軽減するための施工方法を策定する必要があった。

- (3) 工区のほぼ中央部を流れる野通川から終点側の区間においては、一部、民家と近接している箇所があるので施工時の騒音対策に留意しなければならなかった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 多数量・短納期への対応

架橋位置が河川・道路と交差していることで施工ヤードは分断されていたが、これにより各ヤードではそれぞれ独立した状況での施工が可能であった。よって桁架設においては最大5班体制にて施工することとした。また、床版・壁高欄については3橋を同時施工とした。これにより最盛期では100人を超える作業員を配置せざるを得なかったが、安全に十分配慮しながら現場施工を行った。

その結果、架設工事は5.5ヶ月（うち1ヶ月が合成床版パネル架設、1ヶ月が足場解体）、床版・壁高欄工事は4.5ヶ月の期間、また塗装工事は他工種との重複作業としたことで、短期間に施工を完了させることができた。

- (2) 道路交通への配慮

道路上の架設工事において日数を要する作業は足場の組立である。本工事では道路上に架設する桁本体に、朝顔を含めた足場を吊下げたことで、朝顔を別施工とした場合と比較し、交通規制を要する道路上での施工期間を約10日間短縮させることができた。

以下に、その架設状況写真（図-3）を示す。

- (3) 周辺地域への配慮

民家との近接区間では、施工に際して低騒音機械を使用するとともに、高さ5.4mの防音設備を設置した（図-4）。なお、防音設備は近隣民家への日当たり・風通しに配慮して、開閉可能な構造



図-3 桁架設状況（足場・朝顔付）



図-4 防音設備

とした。

これらの対策を施すことにより、近隣民家からの苦情、クレームもなく、無事に工事を完了させることができた。

4. おわりに

現場施工着手前の計画段階から周到な準備を進め、かつ現場での適切な実施によって、この大規模な橋梁工事を、短期間のうちに無事に完了させることができました。（図-5、6）。



図-5 完成写真（橋面上）



図-6 完成写真（桁下）

これも本工事に従事したすべての方々が共通認識の下、知恵を出し合い、時には叱咤激励し、さらに高い意識を持って取り組んだ結果の賜物です。ここに、発注者ならびにすべての関係者に深く感謝申し上げます。

最後に、本稿が今後の橋梁工事における現場施工の参考になれば幸いです。

施工計画

鋼コンクリート複合ラーメン橋のコンクリート施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック

現場代理人・監理技術者

冬木 邦彦

Kunihiko Fuyuki

1. はじめに

本工事は、鋼コンクリート複合ラーメン橋（耐候性鋼材裸仕様）、橋長43.6m、支間長40.4m、幅員8.3mの製作・架設・床版（RC床版）・壁高欄・付属物と本橋梁に隣接する工区の道路改良工事の施工である。ポータルラーメン橋は、支承がなく端部で橋梁と、下部工コンクリートと一体化しており、施工時には精度管理が重要であった。また、施工場所が陶磁器の信楽焼で知られる信楽町付近で、近畿地方でも特に寒冷な地域である。もし工程が遅延すれば、冬期にコンクリート施工となる可能性もあり、工程管理にも注意が必要であった。

本稿では、これらの要件を満足させるために実施した工夫や改善点について報告する。

以下に、工事概要および着手前現場状況写真(図-1)を示す。

工事概要

- (1) 工 事 名：大津信楽線28号橋上部工事
発 注 者：国土交通省近畿地方整備局



図-1 一般図

- (2) 担当事務所：大戸川ダム工事事務所
(3) 工 事 場 所：滋賀県大津市上田上大鳥居町地
～滋賀県栗東市荒張地先
(4) 契 約 工 期：平成24年2月9日～
平成25年1月31日（357日間）

2. 現場における問題点

現場施工においては、以下の問題があった。

- (1) 図-2の写真のようにA1からA2が見通せない程、雑木が生い茂っており、岩山が橋桁に干渉していた。またA1、A2橋台とも崖の地形であり、重機が近接不可能な状況であった。
(2) 本橋梁はポータルラーメン橋で橋脚がマスコンクリートとなる。コンクリートの内部と表面部の温度差によるひび割れや既設コンクリートまたは端横桁等の外部拘束によるひび割れが懸念される。また、橋脚と橋桁の隅角部のひび割れにも注意が必要である。



図-2 着手前現場状況写真（起点側より）



図-3 桁干渉部岩山掘削況

3. 対応策と適用結果

(1) 当初現場状況への対応

前項(1)の状況から、橋桁の架設を行うため、A1橋台から谷に重機を降ろす必要があった。そこで工事用仮設道路（スロープ）を設置し、雑木を伐採しながら干渉部の岩山を掘削した（図-3）。現場付近の地盤は軟岩質であり、掘削作業は困難の連続であった。

(2) マスコンクリートの品質確保

前項(2)のひび割れ対策として、3次元FEM解析による温度解析を行い、温度差によって発生する温度応力と、発現強度を求めて、コンクリートの打継ぎ箇所を決定した。（図-4、5）。

当初案では、コンクリート橋脚の一次施工部（図-5の①箇所）を打設後、床版を隅角部まで打ち、最後に残りの橋脚部を天端まで打設する計画であった。しかし、橋脚と床版の打ち継ぎ目が隅角部にあるのは構造上の弱点となるため、打継ぎ位置を橋脚と床版の隅角部から床版支間中央側へ移動させ、また、橋脚については打継ぎを増やして打設高さを低く抑えた（図-5）。この変更を行うことで、打設回数と施工手間は増加するが、構造上の弱点をなくすることができた。また、マスコンクリート打設時において、あらかじめ内部に温度計を設置し、打設後のコンクリート内部温度管理を確実に行った。施工は10月下旬頃ではあったが、夜間での低温も予想されたため、その対策としてジェットヒーターの準備を行った。その結果、施

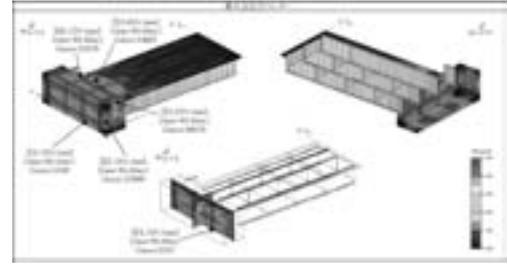


図-4 温度解析

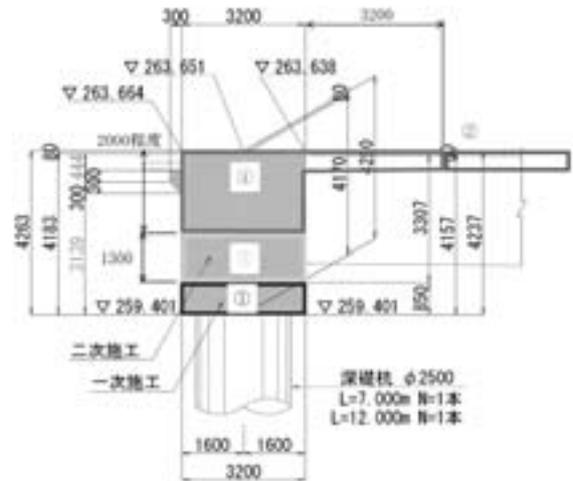


図-5 温度解析に基づく打設ステップの検討



図-6 完成写真

工後もひび割れのないコンクリートが施工できた。

4. おわりに

本工事は橋梁工事であったが、橋脚コンクリート施工や、土木工事のウエイトが大きく、その他の多工種に渡っていたため、様々な検討が必要であった。しかし工事に従事したすべての方々の協力のおかげで無事に完了させることができました。（図-6）。最後に本工事において、ご指導およびご協力を賜りました発注者および協力業者各位他、すべての関係者に深く感謝申し上げます。

交通量が多い市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

川田工業株式会社

工事長

森 下 光

Hikaru Morishita

1. はじめに

広島高速3号線は、広島市内中心部の交通渋滞解消のため広島高速2号線仁保JCTから広島市西区の観音出入口まで計画された自動車専用道路である。本橋は広島市中区江波西二丁目付近に建設される7径間連続非合成2主鈹桁橋と3径間連続非合成2主鈹桁橋の工事である。

概要を以下に示す。

工事概要

- (1) 工 事 名：高速3号線Ⅲ期 鋼上部工事（江波西工区）
- (2) 発 注 者：広島高速道路公社
- (3) 工事場所：広島市中区江波西二丁目外
- (4) 工 期：平成23年3月10日～平成25年6月28日



図-1 江波西（7径間）



図-2 江波西（3径間）

2. 架設における問題点

本橋の施工箇所は、市道が4箇所で交差しており作業ヤードが5箇所に分割され、ヤードの南北は住宅地である。市道の気象館通り及びバス通りは交通量が多く、1時間に13便のバスが通行する経路となっている。

この状況から、気象館通りとバス通り上の施工は、交通への影響を軽減する（交通規制回数を短縮する）ことと周辺住民の安全・利便性を確保することが求められ、市道上の桁架設はそれぞれ1夜間の通行止め規制でバス運行時間外の23:00～6:00での制約された条件で施工する必要があった。

次項で気象館通り上の架設について記述する。

3. 工夫・改善点と適用結果

・気象館通り上の架設

P141-P142間は、南北に気象館通りが横断しているところでの架設であった。広い通り上を1夜間の通行止めで桁架設を完了させる必要があったため、図-3に示すように合成床版パネルを含めた送り出し工法を採用した。

1夜間で送り出しから桁降下までを行うため、送り出しの効率化と降下量の最小化が重要であった。

通常は送り出し装置により1m程度送り出して盛り替え作業を行い送り出す方法があるが時間がかかるため、推進装置に図-4に示すダブルツイングジャッキを使用し後方から押し出す方法とした。

また、B2、B3ベント上に図-3に示すエンドレスローラーを配置し送り出しを行った。この方法により送り装置の盛り替え作業をなくすことで作業時間の短縮を図った。降下量は、降下時の盛り替え作業を少なくするため、P141で支承と干渉しない高さ250mmとした。B2ベントを最初開放し、降下作業はB3ベント上とP141橋脚上で行った。この方法によりB2ベント上での降下作業をなくすことができ時間短縮することができた。結果、25.4mの送り出しを約1時間で終わらせ、降下も含めて、1夜間で桁架設を行うことが出来た。

4. おわりに

気象官通り並びにバス通り上の架設は一夜間の通行止め規制で無事施工を完了することができ、本工事は平成25年6月26日に無事竣工した。

最近では現道上の架設においては、現道を数回にわたって交通規制を行うと交通渋滞や迂回といった周辺住民の生活に多大な影響を及ぼすことから規制をできるだけ短縮することが求められることが多くなっている。また、合成床版においては足場は現道上に設置しない方向で進めると施工面でも有利である。

今後、同種工事の施工に本工事の施工方法が参考となれば幸いです。

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



図-4 ダブルツイングジャッキ

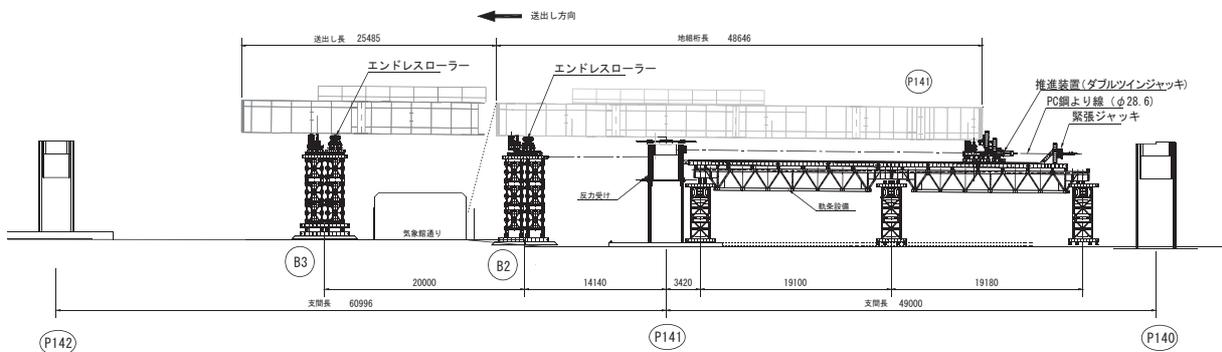


図-3 送り出し架設要領図

火薬併用硬岩掘削における工期短縮への取り組み

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

松村 幸佳

Yukiyoshi Matsumura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：42号賀田地区道路建設工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：三重県尾鷲市賀田町
- (4) 工期：平成24年8月31日～
平成25年9月30日

本工事は、平成25年9月29日に供用開始した自動車専用道路「熊野尾鷲道路」の賀田地区の道路建設工事である。

当賀田地区は、紀勢国道事務所管内の「熊野尾鷲道路」事業の中で、供用開始に向けて最も着手が遅い地区である。中でも本現場は地元採石事業者3社が石材運搬に使用する林道の合流交差点部分に当たり、通行止めが不可能な林道の切り回しを数回伴うことや、発破併用の岩掘削による施工の為、一番の難工事とされていた。

主な工種は掘削工で、総掘削土量は約130,000



図-1 着工前写真

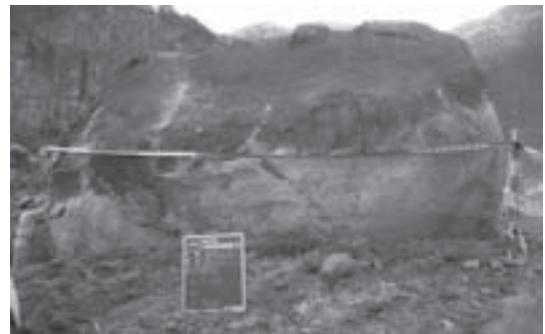


図-2 転石状況

m³、そのうち約50,000m³が中硬岩以上の岩である。現場は以前採石場であったことから分かるように（図-1）、上質な硬い岩盤（花崗斑岩主体の熊野酸性岩類）が多く存在し、土砂部分でも巨大な転石を多く含む地質であった。（図-2）

2. 現場における問題点

当地区の工事は受注後に供用開始の方針が決定され、約2ヶ月の工程短縮が必要となった。

また、掘削横断も変更となったために当初80,000m³の予定であった掘削量が130,000m³に変更となり、大きな工法変更、施工体制の変更及び工程の見直しが必要になった。

工程計画を再考するにあたり、掘削土の運搬については、掘削のピーク時に、月当たり30,000m³の掘削土運搬を行う方法、発破による岩掘削については、1日当たり1,000～1,500m³の大量の破砕を可能とする手法などの検討と共に、小割・積み込み・運搬の所定量を、いかに日々確実に進捗さ

せる事が出来るかが最大の課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当初計画ではH=3.0mのベンチ発破の計画であったが、発破回数を増やす対策では、発破を行う度に、地元採石業者3社のダンプ走行の安全を確保し、現場周辺の施工業者4社に退避してもらう必要があること、また、飛石の防止対策に費やす時間的ロスが増すこともあり、現実的に困難であることから不採用とした。代案としてH=7.0m~H=9.0mの盤起こし(盤下げ)発破で、1回の破砕量を多くし、且つ深い位置で破砕する事で飛石を抑制する方法を採用した。発破方法の変更に当たっては、振動を抑制した発破とするため試験発破を行った。試験では、300m離れた位置の振動を測定して現場K値(振動係数)を把握し、装薬量を決定した。深層の盤起こし(盤下げ)発破(図-3)は、飛石のリスクは低減出来るが、破砕後の岩塊が巨大になってしまうため、小割作業が常に伴い、そのための新たな対策も必要となった。

そこで、対策として、当初計画の1.2m³~1.8m³級大型ブレイカー数台に加え、油圧割岩機(図-4)及び黒色鉱山火薬による破砕(図-5)を併

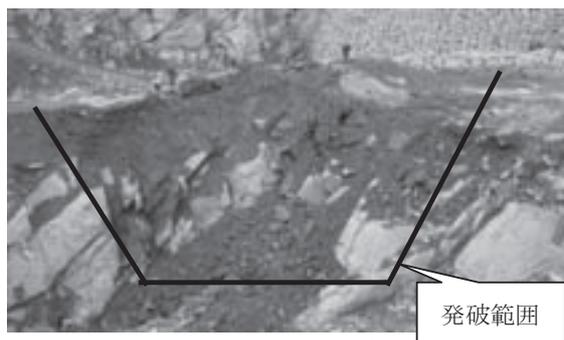


図-3 盤下げ発破



図-4
油圧割岩機による小割り



図-5
黒色火薬による小割り



図-6 完成写真(舗装以外)

用して作業効率の向上を図った。

発破作業における1日当たりの最大装薬量は約500kg、近隣と調整の上、概ね昼間1回、16時50分を目安に発破を行い、残業時間及び翌日作業で、岩塊の起こし、小割、積込み、運搬作業をおこなった。発破作業が不可能な時間帯で小割~運搬までの大量の掘削岩の処理を実施することで、次回発破作業に影響を及ぼすことなく、工程通りに掘削を完了する事が出来た。最終的に、2ヶ月の工期短縮となり、舗装工業者への引き渡しも計画通り行うことができた。その後予定通り、供用が開始された。(図-6)

4. おわりに

本現場条件が、発破作業に関して重要な保安物件は無く、また採石場の近くであったため、発破作業に対しては理解を得やすかったこと、夜間作業においても、付近に人家はなく、騒音問題が発生しない環境下での施工であったことなどから、実現可能となった工程短縮工法であった。発破作業においては、火薬総使用量が約9,000kg、設計では中硬岩以上が50,000m³あり、岩1m³当たり爆薬0.18kgと、明かり掘削においては概ね妥当な使用量となったが、小割と法面整形に費やした労力と時間が大きく、もう少しの改善が望ましかった。また、工期短縮が目標であり止む得ない状況であったが、残業及び休日作業による工程短縮は突貫作業によるものであり、本来の意味からすると、改善が必要であった。

築堤護岸工事での創意工夫について

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、熊本・大分・福岡・佐賀の4県を流れる九州最大の一級河川『筑後川』左岸河口での築堤護岸工事である。筑後川は昨年の九州北部豪雨災害の爪痕残る中での工事着手となった。

工事概要

- (1) 工事名：筑後川七ツ家地区上流築堤護岸及び地盤改良工事
- (2) 発注者：九州地方整備局筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市七ツ家地内



図-1 施工場所

- (4) 工期：平成24年8月1日～平成25年3月29日

2. 工法の概要と問題点

今回の工事は、工事延長が $L=435\text{m}$ と長く、施工数量が多く多工種に渡っており、施工時期が有明海での海苔養殖時期と重なるので、工期短縮と海苔養殖への影響が懸念される工事であった。また現場に隣接して漁港が点在し、漁業者の進入路確保が必要となった。

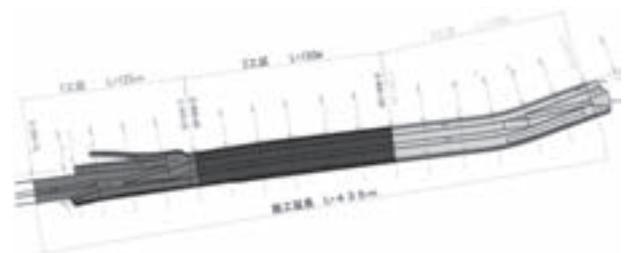


図-2 3工区区分平面図

3. 対応策・工夫・改良点

1) 工程管理について

工程表を作成するにあたり工期・施工量を配慮し、現場を3工区に区分して(図-2)、3社による同時施工を計画した。全体工程表をもとに、工区ごとの工程表を作成し、資材搬入や工区間の調整を日々行い進捗向上に努めました。護岸工基礎コンクリート $L=960\text{m}$ を現場打コンクリートか



図-3 基礎ブロック据付状況 L=960m



図-5 近接漁港内に『工事予告板』設置



図-4 パラペット先行施工状況 L=380m



図-6 漁港内進入路塵芥撤去状況

ら基礎型ブロックへ変更し（図-3）コンクリート養生期間を無くしたことで、基礎工施工を20日短縮することができました。

2) 海苔期について

施工時期は海苔生産期にあたり海苔への影響と隣接する漁港への進入経路について、漁業者とのトラブルが懸念された。海苔への影響を考え川表側のパラペット先行施工を行った。（図-4）川表側を先行施工することで、現場と河川を遮断し、現場からの排水が河川へ流出しないように配慮した。川裏部で集水した排水はPH処理機による排水処理を行い放流しました。

堤防道路を全面通行止するために漁港への進入路として川表側に仮設道路を設置し漁業者の生活道路を確保した。道路の切替前にチラシを配布し漁港内には『工事予告板』（図-5）を設け、週間工程表や漁港への進入路案内など積極的に工事情報発信し、漁協や漁業者とコミュニケーションを

図りトラブル防止に努めた。

3) 地域貢献について

筑後川下流域は干潮区域であり潮位差が大きく、九州北部豪雨や台風16号後は漁港内に大量の塵芥が堆積し、漁港内への立ち入りが不能であったために、漁業者からの要請により速やかに撤去作業を行った。（図-6）漁協施設整備に協力し大変喜ばれ、のちに感謝状を頂くことができました。

4. おわりに

当工事は、七ツ家地区着工初年度工事であり、現場に隣接して漁港があり漁業者が頻繁に往来し、工事延長が非常に長い工事であった。

特に、日々の工程管理と3業者による同時施工には非常に苦労しました。工事着手前は、工事完了出来ないのではないかと心配していましたが、無事故・無災害で、漁業関係者からの苦情もなく工事を終えることができました。

地下鉄仙台駅構内のコンクリート打設

宮城県土木施工管理技士会
東日本コンクリート株式会社
宮澤 寿
Hisashi Miyazawa

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：地下鉄南北線仙台駅改良土木工事
- (2) 発注者：仙台市交通局施設課
- (3) 工事場所：仙台市青葉区中央1丁目10-10
- (4) 工期：平成24年3月22日～
平成25年6月28日

この工事は、地下鉄東西線仙台駅の建設に併せて行う地下鉄南北線仙台駅の改良土木工事です。EV改良用の床版開口閉鎖・EV壁設置（地下B1～B3）、EPS設置（地下B1～B3）、階段新設用の床版開口・階段設置（地下B2～B3）（図-1）、フロアー新設用の二重床版設置（B2）、エスカレーター増設用の階段取壊し（B1～B3）など、全てが地下での工事です。日中は地下鉄南北線が運行されているため、作業時間は原則として地下鉄南北線仙台駅終電出発後～5時00までの（深夜から早朝）夜間工事でした。

2. 現場における課題・問題点

これまで、鉄道上に橋梁を夜間施工するなどの工事経験はありましたが、営業中の地下鉄駅構内に構造物を造ることは初めてで特にコンクリートの打設方法について検討が必要となりました。日中は地下鉄南北線が営業しており、0時25分から



図-1 階段新設（地下B2-B3）完成

作業を開始し早朝5時00までには片付け清掃を終了しなければなりませんでした。

また、駅構内の設備等は日中に継続使用されるため、工事によって階段フロアーや自動改札等に損傷をあたえると翌日の地下鉄運行に影響がでるので、施工方法に細心の注意を払う必要がありました。

3. 対応策・工夫・改善点・適用効果

- 検討の結果、①生コン車とポンプ車を地上バスプールに配置する。②地上入口の下り階段より地下へ向かって配管を120m人力運搬・配置・接続。③ポンプ車にて生コンを地下へ圧送し打設。（図-2）④打設完了後に配管と保護材を撤去・搬出。

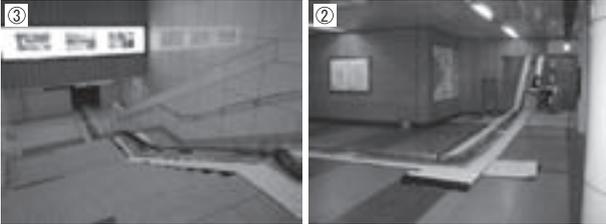


図-2 コンクリート打設中（1時30分～3時00）



図-3 片付け清掃（3時30分～4時30分）

⑤作業エリアの片付け清掃（図-3）

階段新設部のコンクリート打設量は約60m³で構造上何回かに分けて施工を行う必要がありました。そのため、コンクリート打設時のタイムスケジュールを計画し、コンクリートの打設量や打継ぎ目位置等を発注者と協議。1回の打設量は5～10m³、打設回数は施工実績を重ねていかなければ予想がつかない所もあり5～8回と幅を設けて計画を行いました。しかし、どうしても1回の打設量を確実にこなすためにはもう少し時間的な余裕がほしく作業時間帯の前倒しを協議した結果、コンクリート打設作業日にかぎり地下への階段入り口から自動改札手前までの区間を23時より0時まで歩行者の通行規制をかけての配管準備を行うことが許されました。（図-4）〔自動改札ゲートは地下鉄運行上、常時の解放ができない〕

階段やフロア等の配管部にはゴムマット+養生マット+ベニヤ板（一部古タイヤ使用）にて保護を行い設備の損傷を防ぐことが出来ました。



図-4 配管準備中（23時00～0時00）

コンクリート打設毎に発生する残コンは終了後人力で地上へ搬出しなければならないため、配管用の先行モルタルは誘導材を使用し通常のコンクリート廃棄物を約1/5に減らす工夫を行いました。

コンクリート打設が地上から地下へとなるためポンプ車オペが打設箇所にいると操作リモコン電波が地上のポンプ車に届かないという問題はありませんでしたが、ポンプ車オペは地上付近に待機させ、その他2名のオペレーターの無線連絡で指示を出すことで対応しました。

23時からの打設準備をできたこともあり工事は順調に進み無事完了。階段新設部の施工実績は1回のコンクリート打設量4～13m³、打設回数は8回という結果になりました。

4. おわりに

今回の施工は、ほとんどの作業が夜間に行われ人力に頼る作業が多く体力的にもかなり過酷なものでした。しかし、全工事が無事故無災害で終わったことが何よりも良かったと思います。

さまざまな地下という弊害のある現場でしたが、唯一地下での作業における利点もありました。地下は気温が安定しているということです。冬場の寒い時でも12度以上はありコンクリートの温度管理はとても容易でした。

排水性アスファルト舗装の品質向上について

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

宮澤 竜也

Tatsuya Miyazawa

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：H18.三遠南信山本連絡道路舗装工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局飯田国道
- (3) 工事場所：長野県飯田市山本
- (4) 工期：平成19年3月10日
～平成20年3月29日

本工事は三遠南信自動車道のインターチェンジと国道を結ぶバイパスの舗装工事であった。施工場所は長野県に位置し、積雪寒冷地域とされる区域である。本工事は施工にあたり技術提案として下記の2項目を提案しての受注であった。

- 1) 表層に使用するアスファルト混合物のバインダーを舗設場所によって使い分ける。
- 2) 打ち継ぎ目地の骨材飛散防止対策として樹脂コーティングを幅30cm程度施工する。

技術提案の1)は、詳しくは“当初の設計では排水性舗装のバインダーはポリマー改質アスファルトH型であったが、これを寒冷地用のポリマー改質アスファルトH-F型とし、さらに主要交差点(1箇所)は車両が右左折することによる骨材の飛散が懸念されることから、交差点部はねじれ抵抗性のあるバインダーを使用する(図-2)”と

いうものである。本報告書では、この技術提案項目の1)を実施した際の問題点、それに対する対策・工夫について記述する。

2. 現場における問題点

本工事は、三月末開通を控えた三月上旬～中旬にかけての施工であったため、最低気温が氷点下といった冬期施工であった。交差点部に使用するねじれ抵抗性バインダーは、150℃前後が最適締固め温度であり、140℃以下の低い温度で施工すると他のバインダーと比べ施工性が著しく悪化し、密度不足といった不具合が発生する。したがって、転圧時の温度管理を入念に行う必要があった。(図-1)

3. 工夫・改善点と適用結果

夏期に比べ冬期はアスファルト混合部の温度低



図-1 温度管理状況

下が早いため、対策として出荷温度を高めを設定した。(図-3)に示す通り、出荷温度(混合温度)は155℃～185℃とされており、180℃前後で出荷するようプラントへ指示した。その際、到着温度をチェックし、逆に温度が上がりすぎてバインダーの接着剤としての機能が低下しないよう配慮した。

二つ目の対策は運搬時の温度低下の防止である。運搬時に通常1枚かけの保温シートを2枚掛けにし、アスファルト混合物の温度低下を防止した。

三つ目の対策は、アスファルト混合物運搬車両の配車である。運搬車両が多すぎると現場での待機時間が長くなるため温度が低下してしまう。逆に少なすぎると、アスファルトフィニッシャーが材料待ちで止まってしまう、機械周りが転圧できないうちに温度が下がり、密度不足や平坦性不良となる。これを防止するために、練り落とし時間、運搬時間、施工時間を正確に割出し、タイムスケジュールを作成し、これに基づき配車台数および出荷時間を決定した。

これらの対策を実施して、最適締固め温度付近で施工した(図-1)ことで、平坦性はもとより、密度試験においても規格値を満足する結果が得られた。



図-2 完成写真

※写真中央の交差点にねじれ抵抗の高いバインダーを使用した。

4. おわりに

三月末開通といった工期に追われる中、苦勞し

て施工した記憶がある。今では、中温化技術が発達しており、これを組み合わせればさらに確実な施工ができる。

中温化技術とは、従来のバインダーと比べ使用可能な温度領域が広く、30度程度低い温度でも、アスファルト混合物を製造・施工できる技術のことで、これにより出荷温度を下げる(図-3)や、燃料消費量の削減、CO2の排出量削減ができる。また、夏期施工においては低温で施工できるため、交通開放温度まで下がる時間が短縮できる。

この技術は冬期にも活用でき、出荷温度は従来通り高い温度で出荷し、運搬・施工時に温度低下があっても110℃まで施工可能となる。繰り返しとなるが、冬期施工時の対策と組み合わせればさらに確実な施工ができる技術である。

一般名	ポリマー改質アスファルトⅠ型		ポリマー改質アスファルトⅡ型		ポリマー改質アスファルトⅢ型	
	従来品	中温化	従来品	中温化	従来品	中温化
使用可能混合温度	160～185℃	130～185℃	165～185℃	135～185℃	155～185℃	135～185℃
敷均し温度	160℃以上	120℃以上	165℃以上	120℃以上	150℃以上	120℃以上
書記転圧温度	140℃以上	110℃以上	150℃以上	110℃以上	140℃以上	110℃以上
二次転圧温度	110℃以上	90℃以上	110℃以上	90℃以上	70℃程度	70～90℃以上

図-3 従来品と中温化品との推奨温度の比較

最後に、現地の交通条件で使用するバインダーを使い分けた技術提案についてであるが、一般部と交差点とを区別し、流動や骨材飛散が懸念される交差点部にはねじれ抵抗性のポリマー改質アスファルトⅢ型を使用することは理想である。しかしながら、今回技術提案で企業努力の中で施工したが、通常タイプとねじれ抵抗性タイプでは2倍近く材料単価が違うため、とても企業努力の範疇では施工できないと痛感した。

中温化技術も含め優れた技術も活用しなければ錆びつき進歩しない。当然必要性、経済性も考慮しながら、受発注者双方で同じ方向性を持って新技術の有効活用を推進していく必要があると思う。

柱列杭打設工における偏心量精度の確保

広島県土木施工管理技士会
株式会社岡本組
工事部
垣原正法
Masanori Kakihara

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：(仮称)豊島大橋 豊島側下部工事
- (2) 発注者：広島県道路公社
- (3) 工事場所：広島県呉市豊浜町豊島
- (4) 工期：平成14年12月17日～
平成17年3月22日

工事内容：4A アンカレイジ(重力式) 1基
A2 橋台 1基 P3 橋脚 1基
P4 橋脚 1基 P5 橋脚 1基

4A アンカレイジの躯体が地中に埋まる部分の土留壁として、外径φ1,500mmのコンクリート杭を連続して構築した。杭の長さは、掘削深さごとに、L=12.0m46本 L=14.0m12本 L=16.5m20本の3段階に分けて構築した。杭の芯材は、杭の長さにより H-800*300 (L=16.5m)、H-500*300 (L=12.0m)、H-500*300 (L=12.0m) 合計78本の柱列杭の施工を行った。

2. 現場における課題・問題点

杭打設場所の地形が山中腹の沢部に位置し、ボーリング調査により堆積土砂及び転石が多いことが想定され、実際に4A アンカレイジ準備掘削工において数多くの転石が発見された。(図-



図-1 転石状況

1) 柱列杭 (φ1,500mm) の杭打設間隔は1,350mmであり、隣接する杭のラップ長は150mmとなる為、特に杭軸方向の打設精度の確保が重要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

転石が多い事が想定出来た為、全周回転掘削機と掘削機 (65t クローラークレーン+ハンマークラブ) を併用する SUPER-TOP 工法を採用することとした。今回の施工では作業地盤の表土は、粘性土が非常に強く、雨が降ると緩んで重機・ダンプの運転できない状況であった為、セメント系固化材を使用して地盤を補強し、クローラークレーンが作業を行う範囲に敷き鉄板を敷き詰め、(図-2) さらに各鉄板を溶接して固定し、敷き鉄板に杭位置をマーキングして位置出しを行った。



図-2 敷き鉄板養生状況



図-5 柱列杭完成全景

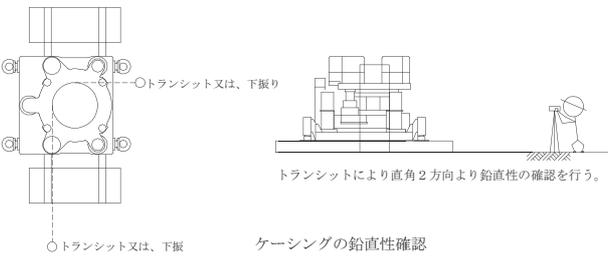


図-3 トランシットによる鉛直度確認

杭の鉛直度を高めるため、2方向からトランシットで建てりを確認しながら施工を行いました。(図-4)

また杭掘削位置に転石(φ2.0m以上)が多く出てきたため、ケーシングカッターにより切削し、チゼルを使用して転石を破碎した。(図-4)

以上の方法で柱列杭の偏心量精度の確保ができ、この工種の工期内に収める事が出来た。(図-5)



図-4 チゼルによる転石破碎状況

4. おわりに

柱列杭の偏心量精度に悪影響を与えた転石は掘削が進み、ある程度根入れがあった為、偏心量精度を確保する事が出来たが、浅い場所から出現した場合、更に確保する事は困難である事が安易に予想される。

地中の転石に遊びがあり、ケーシングカッターが転石をうまく捉える事が出来ず、ケーシング内に転石を取り込む事も出来なかった。最終的には、ケーシングのビットが破損してしまい、ケーシングを引き抜いてビットを交換せざるを得ない状況も2回生じてしまった。その内の2回目のケーシング引き抜き時に4Aアンカレイジ躯体側の地山が少し崩落してしまい、躯体施工時にはみ出したコンクリート杭をブレイカーで斫らなくてはならないという余分な作業が発生してしまいました。

その対策としては、全周回転掘削機のカウンターウェイトを重たくする・全周回転掘削機のストロークを短くする・コスト的には高くなってしまいが、ケーシングのビットをダイヤモンドビットに変更する等現時点で自分が考えられる事はこの3点であるが、杭打施工業者と協力し、浅い場所で転石が出現する場合、どう対処すべきか？

次回の工事までにその対策を練りたいと思います。

張コンクリート型枠における偏心精度の確保

広島県土木施工管理技士会
株式会社 岡本組
工事部
渡 辺 修
Osamu Watanabe

1. はじめに

この工事は、海岸保全工事で鋼管杭基礎の上に棚ブロック（鉄筋コンクリート構造）、波返工を施工するものである。棚ブロックは1ブロック当たり、幅4.40m、長さ12.0m、高さ1.50m（構造下端+2.00、上端+3.50）、型枠工は約30m²で、コンクリート打設量は約80m³で潮待ちでの施工となる。

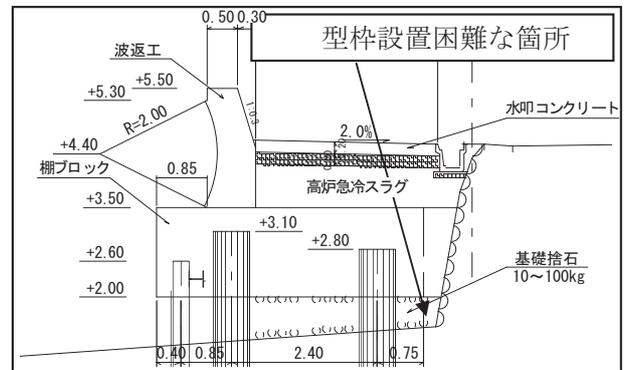


図-1 標準断面図

工事概要

- (1) 工事名：地方港湾竹原港港湾海岸保全工事
- (2) 発注者：広島県西部建設事務所
- (3) 工事場所：広島県竹原市吉名町沖辺地区
- (4) 工期：平成22年10月5日～平成23年5月31日

- ・工事延長 L=81m
- ・鋼管杭打設 N=4本
- ・鋼矢板打設 N=39枚
- ・棚ブロック N=3基
- ・波返工L=68.9m

2. 現場における問題点

発注図面の標準断面及び測点断面では棚ブロックの背面側に型枠を設置するための施工スペースはあったが、多くの箇所（全体の6割程度）では施工スペースはおろか型枠材すら入らない状況だった。（図-1）

通常、施工スペースは型枠材（丸パイプ含む）として15cm、作業員の作業スペースとして35cmの合計50cm程度は必要となるので、どういった方法で施工スペースを確保するか問題となった。

まず、既設護岸を取り壊すことを検討した。護岸を取り壊すことにより背面の陸上部分が2m程度狭くなり、資材置き場やクレーン、コンクリートポンプ車などの施工ヤードとして使用するにあたり問題となった。取壊し後、仮設矢板を打ち込むことも検討したが、できるだけ費用のかからない方法で検討する必要があったため別の方法で検討した。

背面の型枠を設けずに施工できるかを検討した。棚ブロックの背面はコンクリート打設後に脱型し、コンクリートで埋戻しをするようになっていた。発注者に確認したところ、型枠を設けずに本



図-2 前面型枠組立状況

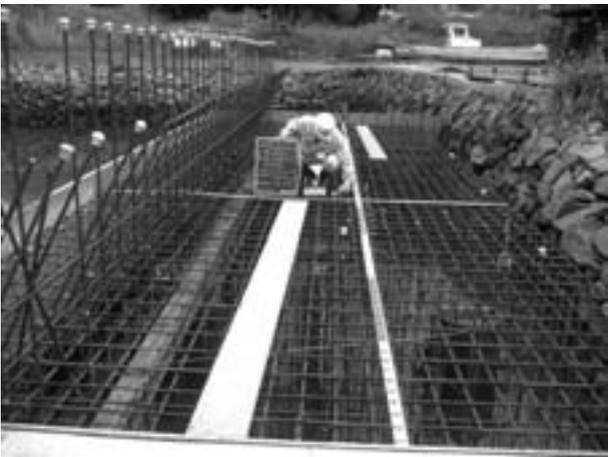


図-3 H形鋼設置状況

体コンクリートと埋戻しコンクリートを一体で打設することに問題はないとのことだった。

通常、型枠を設置する場合は、セパレーターなどを使用して所定の寸法を確保し、周辺の頑丈な場所からパイプサポートで支保し固定する。よって型枠が前面だけとなる張コンを施工する場合、所定の位置に精度よく頑丈に設置するための方法に工夫が必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

前面は海中のためパイプサポートで支えることは不可能と考えられた。(図-2)

その為セパレーターを溶接で固定することにした。

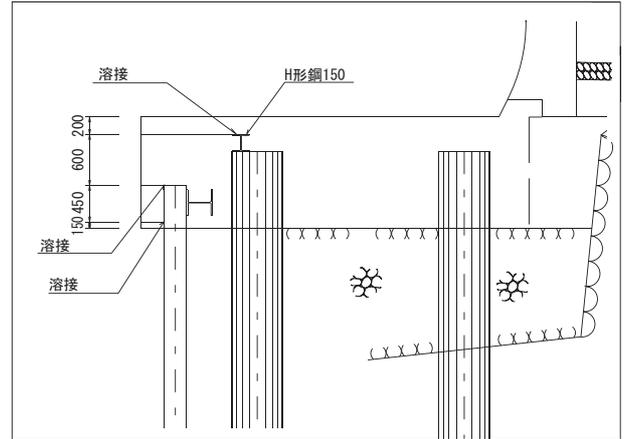


図-4 セパ取り付け図

最上段のセパレーターは、鋼管杭（6.0m 間隔で2本）の上に H 形鋼150を固定し、その H 形鋼に溶接をして取り付けた。(図-3)

下の2段は鋼矢板に溶接をした。鋼矢板は延長方向に連続しているため、そのまま溶接した。

セパレーターの間隔は、高さは45cm、60cm で、延長方向は50cm 間隔とした。(図-4)

所定の位置に水糸を張り、型枠の通りができるように、また、鉛直度に注意し偏心がないよう十分に確認を行いながら溶接して固定した。溶接箇所は全数ハンマーによる打撃確認を行った。生コンクリートの打設は1層の打ち込みを50cm 以下とし、打設中は常時型枠の偏心の有無を監視した。

このようにして型枠を設置し、生コンクリートを打設したところ、型枠の偏心もなく精度の良いコンクリート構造物が築造できた。

4. おわりに

溶接などは施工にあたり発注者の承諾が必要となる。また、海岸構造物のため塩害対策として対策用のPコンの使用が望ましいと思われる。

また、セパレーターの溶接固定は溶接技術が非常に重要となるので、溶接は有資格者であることは当然として、信頼のある取引業者のなかから選定することが必要と思われる。また、溶接個所の全数打撃検確認は必須と思われる。

伊豆縦貫道におけるスリップフォーム工法の平坦性向上のための対策

福田道路株式会社 中部支店

現場代理人

宮下 知治[○]

Tomoji Miyashita

監理技術者

石田 真登

Masato Ishida

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度伊豆縦貫三島玉沢IC
舗装工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局
沼津河川国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県三島市玉沢地内
- (4) 工期：平成25年3月9日～
平成26年2月28日

東駿河湾環状道路の一端を担う伊豆縦貫自動車道は、沼津三島地域の慢性的な渋滞を解消するため、伊豆半島へのアクセス道として地域から全線開通を期待されている。

本工事においては、継続的な維持管理費の削減のため、発注者よりアスファルト舗装からコンクリート舗装への変更を提起され、連続鉄筋コンク

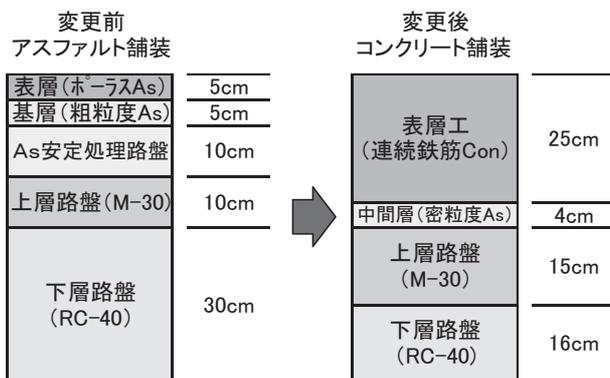


図-1 舗装構成(変更前と変更後)

リート舗装にスリップフォーム工法を適用した。
施工は延長300mの上下2車線(暫定2車線での供用)、面積約2550㎡の規模であった。

2. 現場における課題

コンクリート舗装は、アスファルト舗装に比べて平坦性の低下が懸念されるが、当路線は自動車専用道であるのでより高い平坦性が必要となる。

現場施工において以下の二項目に着目した。

①路盤工における平坦性確保

舗装構成図を図-1に示す。現場は、路床改良から路盤、コンクリート舗装までの工事であるので、路盤工から平坦性に着目した施工方法を採用することができる。

②連続鉄筋コンクリート舗装での平坦性確保

コンクリート舗装は、施工速度がアスファルト舗装に比べ遅く、一層の舗装厚が厚いため平坦性の確保が難しい工種である。できるだけ材料の抱え込み量を一定にできるような施工計画の立案が平坦性確保ために重要となる。

3. 工夫・改善点と適用結果

①路盤工における平坦性確保対策

1) 下層路盤工における情報化施工

下層路盤工においてTS(トータルステーション)を用いたマシンコントロール技術にて施工を



図-2 TSの設置状況（下層路盤工）

行った。これは、モーターグレーダーに情報化技術を搭載しブレードを自動制御することで仕上げ面の出来形向上を図るものである。高さの管理を行うことと敷ならし回数を減らすことで仕上げ面の平坦性向上を図った。

2) 上層路盤工のベースペーパーによる施工

上層路盤工の施工は、アスファルトフィニッシャーを用いて材料（粒調碎石）の敷ならしを行った。この機械は高い締固め能力をもつダブルタンパ式のフィニッシャーである。さらにTSによるマシンコントロールを併用することで、敷きならし高さ制御の確実性と材料分離抑制を増し平坦性の確保を図った。

②連続鉄筋コンクリート舗装での平坦性確保

連続鉄筋コンクリート舗装の施工には、スリップフォームペーパーを用いた。コンクリートの供給

量が時間あたり約30m³なので、連続的な施工速度を設定した場合、2車線全幅での施工は難しいことから、車線毎の施工で計画した。

また、スランプの変動（コンクリートの硬さ）が材料の抱え込み量を変化させ、機械の締固め性や平坦性に影響を与えるため、スランプの測定頻度を増やすとともに機械オペレータとスランプ管理者との連絡を密にして施工を行った。

上下2日、合計4日の施工を平成25年11月に行い、平坦性は上下車線とも1.4mmとなり、目標とした「平坦性1.5mm以下」を満足することができた。

4. おわりに

自動車専用道路本線上のコンクリート舗装は新東名高速道路などにおいても施工されているが、ポラスアスファルト舗装を表層としたコンポジット構造で平坦性を確保している。本工事においては、コンクリート舗装が表層として使われることから、路盤から平坦性に着目した施工を行った。

コンクリート舗装は、耐久性や長期の維持管理のコスト縮減の観点から、これからも施工の機会が増えていくと考えられる。今回得られた経験を生かして対応していきたい。

最後に、今回の工事にご指導、ご協力頂きました国土交通省沼津河川国道事務所の職員の皆様に改めて謝意を表します。



図-3 ベースペーパーによる施工状況（上層路盤工）



図-4 スリップフォームペーパーによる施工状況



図-5 コンクリート舗装の完成路面

宇連ダム表面取水ゲート作動確認方法の工夫について

公益社団法人高知県土木施工管理技士会

西田鉄工株式会社

品質証明員

古賀 清隆[○]

Kiyotaka Koga

監理技術者

石原 寿憲

Hisanori Isihara

現場代理人

上野 洋志

Hiroshi Ueno

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：大規模地震対策
宇連ダム取水設備整備工事
- (2) 発注者：独立行政法人水資源機構
豊川用水総合事業部
- (3) 工事場所：愛知県新城市川合字大嶋地先
- (4) 工期：平成23年3月19日～
平成25年3月25日

工事内容

昭和33年から昭和35年度に完成した宇連ダム取水設備は、豊川用水の重要な水源施設として利用されている設備である。本工事は、大規模地震対策の一環として宇連ダム取水設備の整備を行うものである。

2. 現場の課題

表面取水ゲートは6段扉で構成される直線多段式ローラゲートで開閉機構は上下段連動の1M2D電動ワイヤロープウィンチ式である。

既設の開閉機構は、6段扉の各段扉にロープシーブを配置して全ての扉体にワイヤリングを行い、扉体は下段に行くに従って重くすることで、巻上げる場合は上段から、巻下げる時には下段から下がるような、全段扉ワイヤリング方式が採用されている。

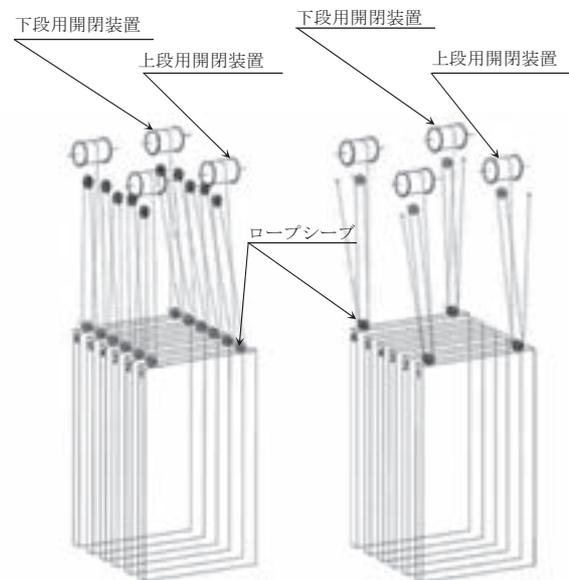


図-1 全段扉(左)・上下扉(右)ワイヤリング

しかしながら、既設取水設備は、ローラの抵抗増加、水平桁上部の空気溜まり、扉体重量と浮力の関係等により、開閉操作時に不安定な動作が生じることがある。

そこで、扉体の主ローラ装置等は全て取替、開閉装置は上段扉および下段扉を各々単独で開閉する上下段扉ワイヤリング方式とし、各段扉の上・下部にはフック金物を設置して各段扉を引っ掛けて開閉する機構とする整備工事を行うこととなった。

しかし、不安定な動作を無くすための整備を行ってはいるが、戸当りは常時水中にあるので既設をそのまま再利用することなどの不安要素もあり、

整備効果が発揮されているかを確認することが重要となった。

特に、現場の作動確認をするための試運転に於いて、開閉中は水中となる中間の扉は開閉機とも直接接続されない構造であるために、確実な作動となっているかをどのように確認するのかが問題となった。

3. 現場の工夫点とその結果

当初から予定されていない確認事項であったため、短期間でかつ経済性に優れる手法を考案する必要があった。そのため監督職員とも協議して中間の扉の位置がダムの天端でも分かるように2～5段扉の天端に長い紐を結びつけて試運転を実施することとなった。その手法を以下に示す。

- ・各扉体に結んだ紐に扉体天端から1 m上の所に印を付ける。(開始時の基準点)
- ・ダム天端の開口部手摺を利用し、水平方向に紐を渡すことで計測の定点を設ける。
- ・扉体の天端が揃う全開位置から閉操作を開始する。
- ・閉操作中にスムーズに紐が繰り出されているか注意深く観察する。(ヒモが絡まないように注意しながら手繰り出す。)
- ・閉操作が完了したら、手摺部の計測点を使用し、各段扉が停止した紐の位置に印を付ける。(停

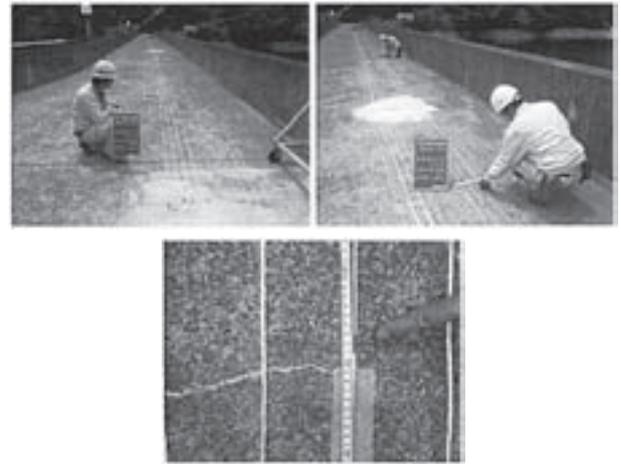


図-3 取付紐の計測状況

止時の計測点)

- ・紐を手繰りながら開操作を行う。
- ・開操作完了後に、紐を取り外して印の位置を計測し、扉体が計画の位置で停止したかを確認する。(陸上での相対位置確認)

扉体の直線多段動作が正常になされているかを確認するために、中間の扉に紐を結びつけた試運転を行った結果、

- ①紐が途中で留まることが無く繰り出されたため、水中で確認出来ない中間扉も安定した動きをしていることが確認できた。
- ②紐が一旦停止したら、再度動き出すことが無かったため、上段扉のフック金物に下段扉が正常に掛かって停止したことが確認できた。
- ③陸上で紐の印を計測した結果、扉間の設計値と近似値であったため、フック金物にて直線多段状態が正常になされていることが確認できた。

4. おわりに

現場での緊急対応で本内容を実施したが、短期間で準備し、低価格で結果を確認できたことは良かったと思う。

ただし、開閉操作が片道で3時間(往復で6時間)と長時間、紐の面倒を見ることにはかなりの耐力を要したことが反省点である。

紐を巻き取るための簡易ドラムを準備するなど工夫の余地が残った。

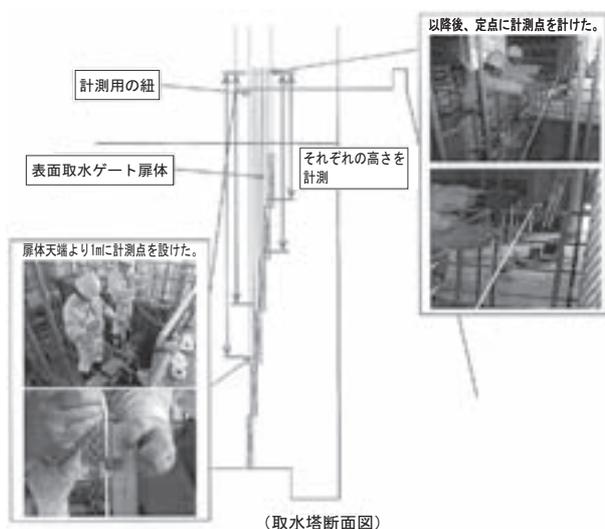


図-2 現地確認状況

圧入パイラーによる小円形鋼矢板土留めの締切り管理

東京土木施工管理技士会
オリエンタル白石株式会社

工事主任
安部 謙[○]
Ken Abe

課長
井上 建次
Kenji Inoue

工事主任
鈴木 康秀
Yasuhide Suzuki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：(負)南本牧ふ頭入口基礎工事
- (2) 発注者：首都高速道路株式会社
- (3) 工事場所：神奈川県横浜市中区錦町15
- (4) 工期：平成23年11月18日～
平成26年12月31日

本工事は、首都高速道路湾岸線のランプ橋橋脚基礎新設工事である。橋脚基礎は、直径6.0～6.5mの円形でスリムケーソン工法により施工する。橋脚基礎の施工は、一般道を規制し半路下で行うため、必要掘削深度は約7mとなる。土留めは直径10.5～11.0mの小円形で、長さ13.5～17.0mの鋼矢板Ⅳ型（以降、鋼矢板と言う）を圧入パイ

ラーで締切る。

本報文は、締切りが難しい圧入パイラーによる鋼矢板の小円形（φ10.5～11.0m）土留め壁について、締切るための圧入精度の管理方法や工夫した点について述べる。

2. 現場における課題

施工場所は、土留めと供用中の一般道までの最少離隔が0.5mであった。不完全な締切りによって地山が崩壊し、路面変状が起こるようなことは絶対に避けなければならなかった。

小円形土留めは、矩形とは違い角が無く円で繋がっているため、コーナー矢板などでの調整ができない。また、矩形と比べ一般的に圧入延長が長いことや、曲線による施工誤差により締切りが困難である。

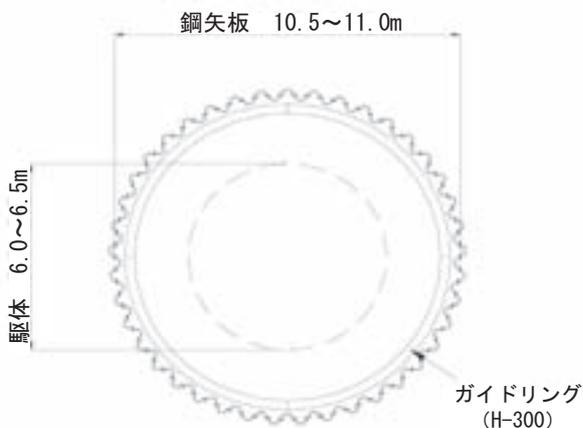


図-1 小円形鋼矢板土留め平面図



図-2 中央分離帯での施工状況

そこで、小円形土留めを締め切るために、鋼矢板の位置や傾きをいかに管理するかが課題であった。

3. 対応策・工夫・改善点・適用効果

3-1 ガイドリングによる平面位置管理

鋼矢板圧入の際は、鋼矢板圧入完了後、腹起しとして使用する4分割のリングを定規（以降ガイドリングと言う）として使用した。鋼矢板平面位置は、ガイドリングと鋼矢板の離隔が300mmとなるよう測定管理した。

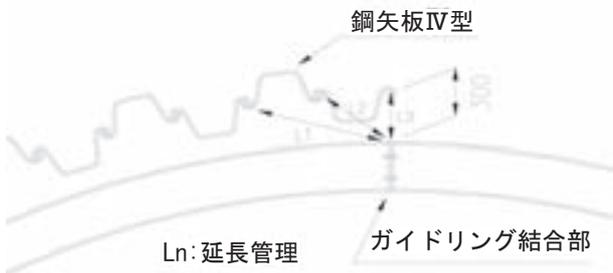


図-3 ガイドリングからの離隔測定

また、鋼矢板による土留めは、セクションの間隔の大小によって土留め延長に誤差が生じる。過度の誤差が生じると、締め切りが不能となることが懸念される。そこで、図-3に示すようにガイドリング結合部からの距離を測定することで精度を管理した。

3-2 鋼矢板の傾斜圧入

圧入パイラーによる鋼矢板土留めは、一般的に進行方向に倒れていく（前倒れ）傾向がある。これは、セクションによる拘束で、ほぼ必然的に発生する。進行方向への傾斜が大きくなれば、図-4に示すように、鋼矢板上端と下端の周長に差が生じる。この差が大きくなり、末広りの「八の字」となると締め切りが困難となる。

そこで、鋼矢板下端の締め切り幅が正規の400mmに近づくよう、あらかじめ鋼矢板を中心方向に傾斜させて圧入した。具体的には、鋼矢板を中心方向に1mあたり2mm ($\theta=0.2^\circ$) 傾けた。これにより、鋼矢板下端の周長では170~215mm 下端の周長が短くなり、前倒れ傾向による「八の字」



図-4 周長の差の概略図

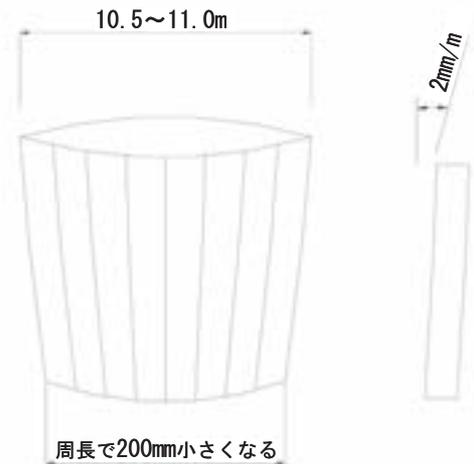


図-5 法線直角方向の傾斜管理

となることを防止することとした。

なお、傾斜管理の方法は下振りを用いて行い、全数測定する事で管理した。

4. おわりに

鋼矢板圧入時に礫層等で圧力が上がり鋼矢板の圧入に長時間を要する箇所があった。その箇所の鋼矢板を開削時に測定すると、天端より傾斜が進行方向に10mm大きくなっていることがわかり、前倒れ傾向がより顕著であることがわかった。過度の圧力を鋼矢板に掛けることで、前倒れの傾向が増加する結果となった。

今回の施工では、現場条件によりウォータージェットの併用は出来なかったが、今後は小円形や土質条件により締め切りが困難と予想される場合には、ウォータージェットなどの補助工法を用いることによって、より高い精度で鋼矢板を圧入し、締め切りを行うことができると考える。

合成床版工の長距離圧送におけるコンクリート品質管理

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

宮 永 克 弘[○]

Katsuhiko Miyanaga

現場代理人

柏 木 正 彦

Masahiko Kashiwagi

1. はじめに

一般国道464号北千葉道路は、市川市から千葉ニュータウンを経て、成田市を結ぶ全長約45kmの道路である。このうち、印西市（旧印旛村）から成田市までの区間は成田新高速鉄道の新線建設区間と並行して、平成17年度から事業化され、千葉ニュータウン内など一部区間の供用を開始している。

本工事は北千葉道路が印旛沼を横断する仮称印旛沼渡河橋（鋼6径間連続細幅箱桁、全長450m、図-1）上の約半分のP1～P4・P5間の254.7mの合成床版工である。合成床版パネルには（株）横河ブリッジの「パワースラブ」を採用している。

工事概要

(1) 工 事 名：社会資本総合交付金工事（仮称印



図-1 着工前全景（桁は架設済み）

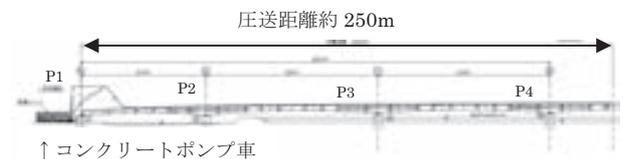


図-2 コンクリート打設要領図

旛沼渡河橋合成床版工その1)

(2) 発注者：千葉県北千葉道路建設事務所

(3) 工事場所：千葉県印西市吉高干拓

(4) 工 期：平成23年12月28日～

平成25年6月19日

2. 現場における問題点

架橋地点が印旛沼上であるため、図-2に示すようにP1橋脚前面にポンプ車を設置し、床版パネル上に配管してコンクリートを圧送して打設する。圧送距離が250mに及び、筒先でのワーカビリティ確保が品質面での重要な課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 配合上の工夫

合成床版コンクリートのスランプ値は設計図書では8cmだが、パワースラブは施工性を考慮して12cmを標準としている。しかし、本工事は圧送計算上スランプ値が12cmでは安全率が約1.0と閉塞する可能性が高いこと、圧送によるスランプロスを考慮してスランプ値は18cmとした。ま

表-1 試験練り時のモアークリート有無による比較

試験種	モアークリート	単位重量		モアークリート添加時		モアークリート未添加時	
		19cm+19cm	19cm	19cm	19cm		
試験種	モアークリート	19cm+19cm	19cm	19cm	19cm		
	空気量	4.9%±1.0%	5.0%	4.8%	5.0%		
4層強度試験	①	29.17Nf以上	43.0 Nf	43.7 Nf	43.7 Nf		
	②	1日別の試験結果は同じ強度の	43.4 Nf	43.4 Nf	43.2 Nf		
	③	49%以上	43.3 Nf	42.7 Nf	43.2 Nf		
	平均	53.2Nf	43.3 Nf	43.2 Nf	43.2 Nf		
		(平均値は同じ強度以上)					

※現場運搬までのスランプロスを見込み、スランプ値は18cm+1cmの19cmを目標値とする



図-3 モアークリート投入状況

た、単位水量増を抑えるために高性能 AE 減水剤を配合した。

(2) 施工上の工夫

長距離圧送によるワーカビリティの低下を防ぐため、コンクリート分離低減剤（製品名：モアークリート）（NETIS CB-080013-V）を使用した。試験練り時に、モアークリート添加と未添加のコンクリートをそれぞれ作成して比較し、コンクリートの品質に問題がないことを確認した上で施工した。（表-1）

(3) 管理上の工夫

コンクリート打設時、スランプ値はアジテータ車全車で測定を実施するため管理が比較的容易である。しかし、単位水量は通常のエアメータ法などでは測定に手間がかかるため、本工事は連続式 RI コンクリート水分計（製品名：COARA）



図-4 連続式コンクリート水分計（COARA）設置状況



図-5 単位水量リアルタイム測定画面

（NETIS KK-030005-V）を用いて、コンクリートの単位水量を全量リアルタイムで測定して管理した。

また、COARA 測定用パソコン設置箇所（ポンプ車脇）と打設箇所、あるいは試験箇所が離れていることからクラウドサービス COARA.NET を利用し、単位水量の測定結果はタブレット端末と通信機器を用いて、現場内のどこからでも確認できるようにした。さらに、インターネットを介してコンクリート生産工場や店社からも COARA.NET にアクセスすることにより、単位水量の測定値をリアルタイムに確認した。（図-5）

(4) 適用結果

上記(1)~(3)の工夫と対策により、閉塞やワーカビリティの悪化などの問題の発生もなく、床版コンクリートの打設作業ができた。（図-6）

4. おわりに

本工事は、長距離圧送以外にも気象条件などコンクリートの品質管理にかなり神経を使ったが、現場作業に関わる人々の努力により高品質で施工が完了した。本報告が同様な施工条件の工事の一助になれば幸いである。



図-6 施工完了

夏期における連続合成桁の床版コンクリート一括打設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社東京鐵骨橋梁
生産本部工事部工事課 係長
瀬尾 一史
Kazufumi Seo

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：公共つくばエクスプレス沿線整備
工事（道路橋上部工その2）
- (2) 発注者：千葉県（柏区画整理事務所）
- (3) 工事場所：柏市十余二地内
- (4) 工期：平成24年7月11日～
平成25年10月31日

本工事は一般国道16号から流山方面に向かう県道47号線（守谷流山線）上を跨ぐ鋼橋の工場製作とその架設・床版工事であった。橋梁形式は鋼3径間連続合成2主箱桁であり、防錆仕様はふっ素



図-1 橋梁一般図

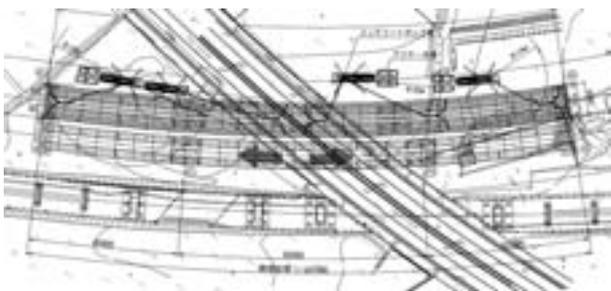


図-2 打設計画図



図-3 コンクリート打設状況

樹脂仕上げの一般外面塗装仕様であった。

床版は合成床版形式が採用されており、打設量約270m³を一括打設する施工計画であった。

橋梁一般図、打設計画図及び打設状況写真を図-1～3に示す。

2. 現場における問題点

本橋の床版打設時期は、工程上8月上旬であったため、施工計画を行うにあたり、以下の三つの問題点を解決する必要があった。

①ひび割れの発生

一括打設予定の270m³の床版は面積に換算すると約1,300m²と仕上げが広範囲になり、コンクリート表面水分の急激な蒸発による乾燥収縮ひび割れの発生が懸念された。また、一括打設に伴い、中間支点上の固まりかけた床版コンクリートに発生する引張力による応力ひび割れが発生することが

考えられた。

②コンクリート温度の上昇

夏期打設に伴い、合成床版の底鋼板やアジテータ車のドラム等が日射により熱せられ、コンクリート温度が上昇し品質が低下することが懸念された。

③施工性の低下

高温環境下での施工による著しいスランプロスと、標準的な床版打設量（約100㎡/日）と比較し打設量が多く、作業が長時間に及ぶことでの作業員の疲労により、施工性の低下が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

打設日が日平均気温25℃を超えることが予想されたので暑中コンクリートとしての事前検討を行い、以下の対策を講じた。

①ひび割れの発生

急速な水分蒸発の対策として、左官作業員を1パーティにつき4人配置し、コンクリートの凝結に合わせた適正時間での仕上げができる様にした。

また、仕上げ時の水分蒸発を防ぎ、プラスチック収縮ひび割れを抑制する効果が確認されていたNETIS登録商品の被膜養生剤を使用した。

表面の湿潤養生には高い保水性を持つ養生マット（NETIS登録商品）（図-4）と水分蒸発防止のための気泡シートを併用し、養生マット→気泡シート→ブルーシート→飛散防止ネットの順で覆い養生を行った。通常、日平均気温が15℃以上であれば湿潤養生期間は5日間であるが、十分に初期養生を行うため7日間に延長した。

また、中間支点部表面のひび割れ対策として、支点部補強筋と同範囲にひび割れ低減材（NETIS登録商品）（図-5）を1m間隔で敷設した。

上記施工の結果、床版表面にひび割れを発生させずに施工を完了することができた。

②コンクリート温度の上昇

打設日前日に散水および遮光シート養生を行っておき、打設直前までの型枠鋼板の温度上昇を抑制した。打設中は徐々にシートを剥がし、表面温

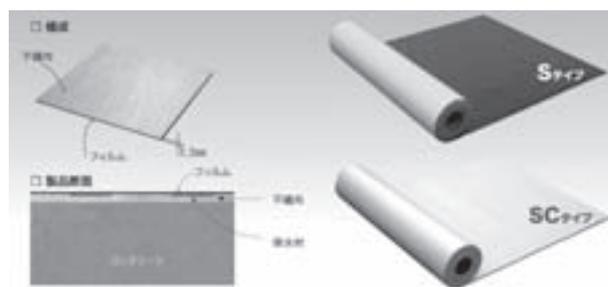


図-4 養生マットの敷設状況および構成



図-5 ひび割れ低減材の敷設状況

度計により鋼板温度の計測を行った。目安として打込み時のコンクリート温度の上限である35℃以内となるように管理し、35℃以上となった場合は、鋼板上面に散水をして冷却を行った。

また、現場付近のプラントを使用することで運搬時間を短縮し、現場待機の場合は橋下の日陰で待機させコンクリート温度の上昇を抑制した。

③施工性の低下

作業時間を短縮し、作業員の負担を軽減するため、ポンプ車2台を用いた2パーティ施工とし、

橋梁中央から両端部へ向かって打設を行った。ポンプ車やバイブレーター等の故障に備えて予備のポンプ車を1台、その他機材についても予備を準備した。

スランプロスの対策としては、高性能 AE 減水剤（遅延形）を添加し、スランプを8 cm から12 cm へ変更することで、品質と施工性を確保することができた。

打設時刻は7時～13時であった。

4. おわりに

コンクリートの施工は気温、プラント、事前準備、施工方法、養生方法などの良し悪しで品質が左右される。本工事の打設日はかなりの猛暑日であったが、上述した施工管理を行うことにより品質を確保し、かつ計画通りの手順と時間で施工を完了することができた。

今回はポンプ車のブーム筒先が打設箇所に届いたが、配管が必要な施工条件の場合、生コンの配合計画や配管の事前設置、養生方法などの対策も加える必要がある。

ダブルデッキ構造を有する開断面箱桁の架設報告

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

生産本部工事部工事課 課長

酒 井 匡[○]

Masashi Sakai

生産本部工事部工事課 主任

原 田 裕 也

Yuya Harada

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：さがみ縦貫一之宮第六高架橋工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 工事場所：神奈川県高座郡寒川町
- (4) 工 期：平成22年7月6日～
平成24年11月30日

さがみ縦貫一之宮第六高架橋は、さがみ縦貫道路の寒川南IC～寒川北IC間に位置し、上下線分離のダブルデッキ構造を有する9径間連続開断面箱桁橋である。

本橋は、相模川沿いに位置し右岸側には、富士山が遠望でき左岸側には、寒川町がある。寒川町は、有名な寒川神社があり歴史ある建造物が建設された、歴史ある町でもある。これにより、本橋は、町並みを害すことのない景観に優れた、上下

部工一体のダブルデッキ構造が採用され、当該地区におけるランドマーク的な構造物となることが期待されている。

本稿では、当核高架橋の現場架設について述べる。構造一般図を図-1に示す。

2. 現場における問題点

本工事の架設場所は、相模川沿いに位置し、県道43号が交差する。架設ヤードは、橋梁の構造形式がダブルデッキ構造であることから用地取得面積が狭小であり、非常に幅の狭い場所での架設作業条件で、特にベント構造の工夫が必要であった。また、橋梁の断面が開断面箱桁橋である特徴をふまえた架設検討が必要であった。

以下に、主な架設検討項目について記載する。

- ・ダブルデッキ構造に適したベント構造
- ・開断面箱桁の構造に留意した架設方法

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) ダブルデッキ構造に適したベント構造

本橋は、P50-P55間にかけて、平面的に上下線が重なり合うダブルデッキ区間となっている。当初の架設計画では、上下線が平面線形上重なるため、上層桁のベント設備を下層桁上に設置する計画であった。この場合、下層桁に対して上層桁から伝達される応力が複雑に作用することで、キャ

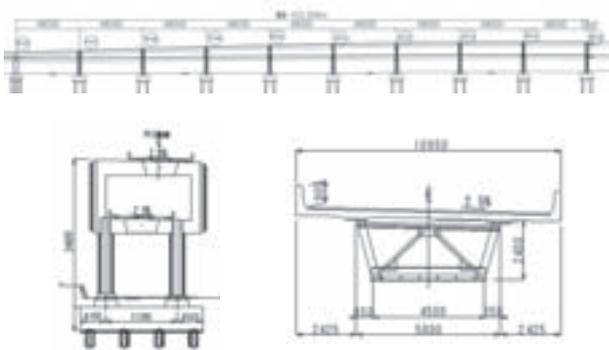


図-1 構造一般図

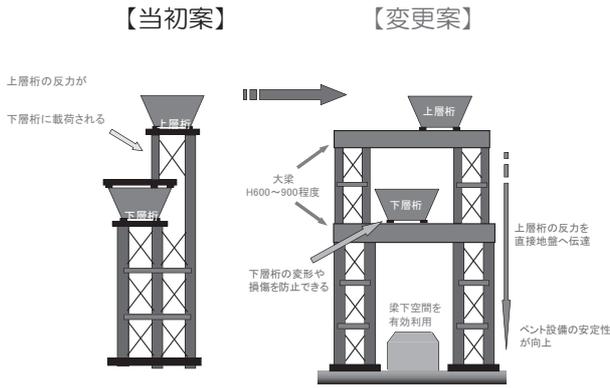


図-2 ベント設備概略図



図-3 ベント設備設置状況

ンバー調整が複雑となることなどが懸念された。そこで、ベント設備の上段および下段に大梁を渡してそれぞれの桁を支持することを検討し、上層桁から下層桁に伝達される応力を解消し、キャンバー管理等の品質の確保を図ることを検討、実施した。

以下に、ベント設備概略図を図-2にベント設置状況を図-3に示す。

(2) 開断面箱桁の構造に留意した架設方法

本橋は、近年の合理化設計にならない、主桁に開断面箱桁を採用し、床版は、合成床版を採用している。

当初案では、開断面箱桁橋の架設は、ワイヤーで直接吊り上げる計画であった。しかし、この方法では、自重により水平力が発生し、断面材の変形等が懸念された。そこで、専用の吊り天秤を用いて主桁を架設する計画とし、主桁に発生する力

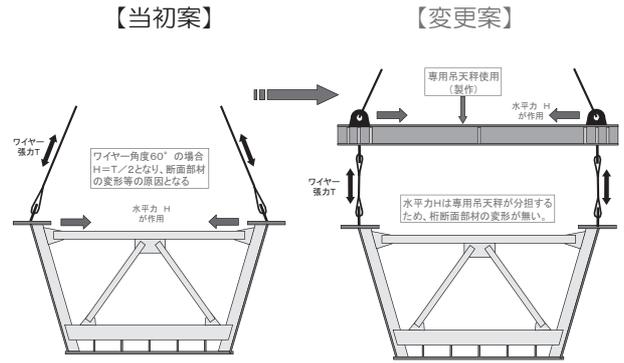


図-4 吊り天秤の概略図



図-5 吊り天秤の使用状況

を軽減した。また、吊り天秤の使用により、主桁の面外変形やねじれ変形の防止にも寄与することができた。

吊り天秤の概要図を図-4に、使用状況を図-5に示す。

4. おわりに

本稿では、上下線を分離したダブルデッキ構造における架設工事の工夫について紹介した。ダブルデッキ構造は、占有用地面積が少なく経済的であるが、事業用地が狭い場所での施工となるため、仮設備の構造や架設クレーンの配置等で、さまざまな課題が発生する。また、合理化設計による開断面箱桁では、橋梁形式の特徴を踏まえた架設計画にも注意が必要である。

今回の経験を、今後の同種工事の施工に役立てていく所存である。

床版工の施工品質確保について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

現場代理人

秋澤 秀 政[○]

Hidemasa Akizawa

監理技術者

酒 井 泰 司

Yasusi Sakai

平成25年 3月25日

1. はじめに

伊豆縦貫自動車道は、静岡県沼津市を起点として下田市に至る延長約60kmの一般国道の自動車専用道路で、全国的な高速交通体系である高規格幹線道路網に位置づけられた路線である。(図-1)



図-1 路線図

本橋は、上記路線の三島市大場地区「大場・函南 I C」に位置する 6 径間非合成少数鉸桁橋で桁架設および床版を施工した。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成23年度
伊豆縦貫大場高架橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
沼津河川国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県三島市大場 地先
- (4) 工 期：平成23年 8月11日～

2. 現場における問題点

本工事の床版工施工にあたっては、下記の問題があった。

- (1) 床版工コンクリート打設時期は冬季となり、寒中コンクリート対策を要する厳冬期に入る前に打設を完了できるよう適切な打設工程の計画を立てる必要があった。
- (2) 施工ヤード条件から橋面までの高さが最大約 31m、橋面上の輸送も必要であり、コンクリート圧送の水平換算長は最大285mになる。コンクリートの発注時仕様は30-8-25 (N) で、圧送によるスランプロスが大きく打設位置における適切なスランプを確保するため、スランプ等配合の見直しが必要であった。
- (3) 本工事で使用する合成床版は、その構造的 특성から充填性の確保が課題として求められている。従ってその点を含め構造物としての床版の耐久性に大きく影響するコンクリート品質の向上に対し施策を講じる必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述の問題点に対して以下の対策を立て施工を実施した。

- (1) 最適打設工程の検討
まず全体を11ブロックに分割しそれぞれの体積を判断材料に1回の打設範囲を2ブロックとした。

次に、それを基に計6回の打設に伴いコンクリートに発生する引張り応力がその時の材齢での許容応力度以下となっているかを計算により確認した。その結果連続して打設が可能である結果を得た。

実際の打設工程は、打設のための準備及び打設済みブロックの打ち継ぎ目処理に作業時間が必要なため打設日と打設日の間隔は中1日以上作業日を設けた。また、天候等の影響を考慮し予備日を3日設け、作業中止が生じた場合は打設予定日に沿って順延することにした。その結果1度作業中止が発生したが予備日を1日使用し初日から最終日までを17日間で完了することが出来た。

(2) 配合見直しによる打設条件への対応

合成床版は補強リブを有する複雑な構造になっており確実な充填が求められるため、示方書に基づき打設位置における最小スランプを8cmとした。また、コンクリートプラントにて水平換算長を基準に現場と同じ条件でスランプ変化の検証を行った結果、スランプロスが2cmであった。

以上より荷下ろし時の目標スランプは8.0cm(最小スランプ)+2.0cm(圧送スランプロス)+2.5cm(許容差)=12.5cmとなり、最適スランプ値として12cmを選定した。配合を見直した結果、ポンプ圧送において輸送管の閉塞によるトラブルは一度も発生せず、筒先から排出されるコンクリートの性状もワーカブルであり、締め固め作業を順調に行うことが出来た。

(3) 合成床版のコンクリート品質対策

コンクリートの配合において水セメント比が耐久性に大きく関与しているが、本工事ではセメン

ト量小→単位水量小→耐久性の向上を図った。水セメント比50.5%、単位水量159kg/m³とし、上限とされている単位水量175kg/m³に対して16kg/m³の低減となった。また、試験練りを行いワーカビリティに支障がないことを確認した。

その結果、工事終了時点においてひび割れ等の品質不良は発生しておらず、各STEP別の標準養生供試体圧縮強度およびテストハンマーによる強度推定値は設計強度 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ に対し37.1~44.6N/mm²と十分な強度を確認できた。

合成床版の充填性の確保として、初回打設時に充填性が悪いと思われる箇所に空隙を感知するセンサーを予め設置し、内部振動機の適正な加振時間(7~10秒)の管理を行ない、充填性の確認を行った。その結果、設置したセンサーはいずれの箇所もコンクリートが充填された結果を示し有効性が確認出来た。また、全ブロック打設完了1~2週間後に部分的に床版裏面のたたき点検を自主的に実施したが異常と思われる箇所はなかった。

4. おわりに

本工事の現場運営において、作業員の不足、特に鉄筋工、型枠大工等の手配がつかない時期があり、工程管理上の障害となった。単に作業員の技能面の品質低下だけでなく作業員不足が気象条件で不利な時期の施工を招き、品質低下の要因になり得ると感じた。

最後に、本報告においてご指導を賜りました中部地方整備局 沼津河川国道事務所 沼津国道出張所の方々に御礼を申し上げます。



図-2 ポンプ車配置状況



図-3 完成外観

場所打杭工における安全対策

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣 瀬 組
川 島 智 伸
Tomonobu Kawashima

1. はじめに

当該事業は、福岡県の南西部で地域高規格道路有明海沿岸道路の建設を進めており、福岡県大牟田市～佐賀県鹿島市に至る延長約55kmの路線で、三池港、佐賀空港などの広域交通拠点と大牟田市、柳川市、大川市、鹿島市などの有明海沿岸の都市群を連携し、地域間の交流促進と国道208号の交通混雑緩和・交通安全確保を目的としている。

当該工事は、上記有明海沿岸道路整備事業の内、福岡県柳川市矢加部地内において、橋梁下部工のT型橋脚3基を施工する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号 柳川高架橋下部（P7-P9）工事



図-1 完成

- (2) 発注者：国土交通省 福岡国道事務所 有明海沿岸道路出張所
(3) 工事場所：福岡県柳川市矢加部地内
(4) 工期：平成25年2月27日～平成25年10月31日
(5) 工事概要：T型橋脚3基、場所打杭工 16本（杭径1200mm 4本、杭径1000mm 12本）、作業土工 床堀 埋戻し一式、コンクリート 501m³

2. 現場における課題

本工事は、県道が施工構造物（橋脚）より約1mの位置に面しており、場所打杭掘削時の掘削土、飛石、水、埃等が飛散することによって、一般車に接触すること。また近隣住民への騒音問題として、ハンマーグラブによる掘削時の独特な金属音による騒音問題が懸念された。

上記課題について検討を行い、①～③の項目に対する対応策を講ずる事とした。

- ①場所打杭掘削時、掘削土の飛散防止の為、県道側にメッシュシート（高さ3m）の設置。
②県道側掘削時、全周回掘削機に掘削土の飛散防止ネットを設置、また監視員の配置。
③近隣住民への騒音対策として、ハンマーグラブによる掘削時、緩衝材を使用した消音型クラウンの採用による騒音の低減。



図-2 メッシュシート設置完了（南側）

3. 現場での対応策

①場所打杭掘削時、掘削土の飛散防止の為、県道際にメッシュシート（高さ3m）の設置。

図-2のように北側、南側の県道に面して、高さ3m、延長160m（北側80m、南側80m）のメッシュシートを設置し、掘削土の飛散防止対策、防塵対策を行った。風の状況により飛散の状況も変わってくるので、毎日の朝礼、危険予知活動時に指導、指示を行い、作業員全体に周知徹底を行った。

②県道側掘削時、全周回掘削機に掘削土の飛散防



図-3 全周回掘削機 飛散防止ネット設置



図-4 監視員の配置



図-5 ハンマーグラブによる掘削状況

止ネットを設置、また監視員の配置。

県道側掘削時は図-3、4のように、一部メッシュシートを取り外さないと施工出来ない為、全周回掘削機に一時的に、掘削土の飛散防止ネットを設置し対応した。

また、県道に最も近い為、ハンマーグラブでの掘削の際は、通行中の一般車に掘削土がこぼれ落ちることが懸念されるので、図-4のように監視員をクレーンオペレーターの見える位置に配置し、監視員は一般車通行時、クレーンオペレーターに合図を送り、掘削作業を一時停止させることで事故防止対策とした。

③近隣住民への騒音対策として、ハンマーグラブによる掘削時、緩衝材を使用した消音型クラウンの採用による騒音の低減。

掘削作業中に、刃先を開閉させる時にハンマークラウンとハンマーグラブ本体が接触して大きい金属音が発生する為、緩衝材を使用した消音型クラウンを使用することにより、周囲に発生させる甲高い金属接触音を低減できた。

4. おわりに

今回の工事では、前述のような安全対策、近隣住民対策を講じ、災害防止に努め、発注者、全作業員、関係機関協力のもと、工期内無事故・無災害にて完成出来たことを大変嬉しく思う。今後も無事故・無災害に向けて、関係機関・全作業員とコミュニケーションを大事にし、また近隣住民の方々への配慮を怠ることなく、全員で一致団結し現場完成を目指して行きたい。

高圧送電線下での安全対策について

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

1. はじめに

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

施工延長	L = 386.40m、
護岸延長	左岸 L = 363.50m 右岸 L = 363.50m
水路幅（天端）	B = 20.0m
水路幅（水路底）	B = 4.0m
水路高（直高）	H = 4.0m

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度起工第1号クリーク防災機能保全対策事業 水路工事（西部5号）
- (2) 発注者：筑後川水系農地開発事務所
- (3) 工事場所：福岡県三潞郡大木町大字横溝
- (4) 工期：平成24年9月19日～平成25年3月19日
- (5) 工事概要

土工	土砂掘削	4,557m ³
	流用土盛土	1,890m ³
地盤改良工	添加量65kg/m ³	2,120m ³

	添加量55kg/m ³	1,440m ³
法面工	ブロックマット	4,400m ²
植生工	ヒメイワダレソウ	1,100m ²
水路付帯工	管理階段	1箇所

2. 現場における問題点

本工事では、九州電力の高圧送電線（11万V）が最低地上高さ8.0mの位置で水路を横断していた為、重機作業等で送電線に接触や接近することで発生する感電事故・線に関わる一帯の停電が懸念されたので、送電線との離隔距離4.0mを確保しながら施工する必要があった。

3. 対応策と適用結果

- ①高圧送電線下での作業における全作業員への安全教育の実施

安全教育は、1) 入場前 2) 入場時 3) 作業中の三段階で行った。

 - 1) 入場前

当作業所に新規入場する下請業者や資機材搬入業者などの作業員には、当社が事前に作成・配布した資料を基に、責任者を通じて現場の概要や高圧送電線に関する注意点などを教育し入場してもらうようにしていた。
 - 2) 入場時

新規入場した作業員には、新規入場者教育を通

じて高圧送電線の位置・高さ・離隔距離及び危険度等の教育を行った。又、専門分野である九電ハイテック：大牟田支所に協力して頂き、定期的に安全教育を開催し、送電線に関する質疑応答に対応して頂き正確な情報を共有する事ができた。

3) 作業中

毎日の朝礼を通じて高圧送電線の認識確認や接触・接近防止に向けての安全意識の高揚を図り、安全巡視点検において作業状況の確認をしながら作業員とのコミュニケーションを図る事で、高圧送電線に対して意識を持ち続けるようにした。毎月行事での安全訓練では、高圧送電線に関する情報を再度認識させる目的で、位置・高さ・離隔距離及び危険度等の教育を行った。又、社内安全パトロールを通じて当社の安全担当者より、作業員の安全教育を行うことで安全意識の高揚を図った。

安全活動を繰り返すことで、全作業員の意識を常に高圧送電線に向かわせ接触・接近防止に繋がるようにした。

②高圧送電線との離隔距離を確保する為の安全設備の実施

着手前に、九電ハイテック：大牟田支所と安全対策について打合せをし、下記の安全設備を設け離隔距離の確保に努めた。

- 1) 離隔高さ（送電線から4m以上の位置）が確認できる見張足場を3箇所設け、その内で見通しの良い1箇所に監視員を配置し無線機を用いオペレーターと連絡を取り合い、離隔内にブームなどが近づかないように注意喚起を行った。

（図-1、2）

- 2) 高圧送電線付近は、30m 間隔でのぼり旗を設置し上空にある高圧送電線の注意喚起を行った。

上記2項目の安全対策を行ったことで、接触・接近による事故もなく、無事工事を完成すること

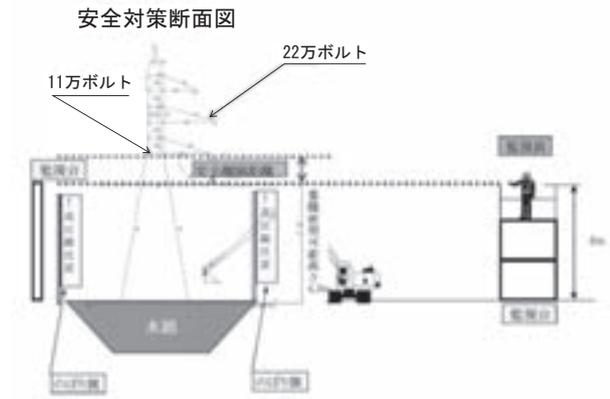


図-1 離隔距離の確保図（断面図）



図-2 離隔距離の確保

ができた。

4. おわりに

安全管理において、設備での対策も必要だが、人的要因を抑制する為にも、全作業員が絶対に事故を起こさないと強い気持ちで取り組むようにする事が重要です。その為にも、日々のコミュニケーションを十分に図り、意見が飛び交う作業環境を整備していきたいと思う。又、的確な対策を講じる為にも、発注者・関係機関との連携を保っていききたい。

夜間舗装工事に伴う交通規制について

静岡県土木施工管理技士会

株式会社 グロージオ

土木部

岩崎 保美

Yasuyoshi Iwazaki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成24年度
富士維持管内橋梁補修工事
- (2) 発注者：静岡国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県富士市依田橋地内
- (4) 工期：平成25年1月22日～
平成26年3月10日

夜間バイパス本線上を車線規制及びランプ閉鎖を伴いながら切削オーバーレイを行った。バイパス本線は、もともとは対面通行であった場所で、幅員3.5mの2車線、路肩を含み全幅員8.0m、地覆は左右0.5m、左壁高欄には落下物防止網が設置ある高架橋で3.0km 続いている。(図-1)

2. 現場における問題点

以前工事で、本線上で規制材の撤去作業中に一



図-1

般車両の追突事故で死亡災害が発生した事例が極身近であった。この事故は、一般車両が車線変更せずに（居眠り運転）そのまま規制帯に侵入し、規制材や標識車に衝突しながら2名の作業員の命を奪ったという事例である。(図-2参照)また他にもいくつかの問題点があった。路肩、地覆が狭すぎて規制看板を道路に固定すると建築限界を侵してしまうため、設置が出来なく建築限界を考慮すると落下物防止網があるため、規制看板と本線道路が平行になりドライバーから規制看板の視認性が悪くなる。規制看板を固定式でなく、日々設置撤去する方法がありますが交通量が多い本線上で数十枚の規制看板設置撤去作業は、以前の事故を起こす危険性があると私たちは考えた。2度と悲惨な事故を起こさないことが最優先の課題である。

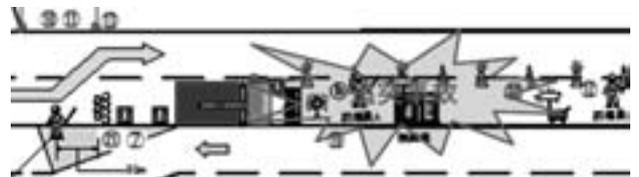


図-2

3. 工夫・改善点と適用結果

高架部には規制看板を固定する箇所がないため、高架部を除いた箇所のガードレールの内側、路肩の広い箇所、歩行者の通行の支障とならない箇所に規制看板を固定する方法として、規制延長3.0

kmを提案した。この提案については、初めての試みであったので発注者側も以前の業者は規制看板設置撤去を本線上で日々行って問題なかった、こんなに長い規制を行ったことがないなどと、不安な要素が多くあった。しかし私たちは、不安な要素を取り除くため、また安全に誰もが納得できるように施工したく、規制延長3.0kmの実施に当たり、発注者を含めもう一度問題点の洗い出し、対応策を検討した。

問題点

- 1) 渋滞が予想される。
- 2) 作業していない個所が延々と長くなり、途中で一般車両が規制帯に進入する。
- 3) 規制設置に時間が掛り、本作業時間が短くなり規制日数が多くなる。

対応策

- 1) 車線変更部は交差点付近で設置せず、交差点より離れた位置に設置する。規制を知らせる看板は2km先より設置し、後尾警戒車を設置し注意を促す。(図-3) また規制途中には交差点、合流部、信号機等がないため、一般車両の進行には問題なしと考え渋滞は発生しにくい。



図-3 後尾警戒車

- 2) 作業していない規制箇所、一般車両の誤進入を防ぐためカラーコーンの間隔を5mと狭くし、500m毎に連続規制中の看板とブルーライトを設置する。(図-4)



図-4 連続規制中看板 コーン間隔5m

- 3) 規制延長が長いため、規制設置完了した個所より工事車両を進入させ作業を開始し、規制設置完了と同時にすべての作業が出来るよう、ロスタイムをなくす。また、規制延長が長いため複数の作業班を導入し、規制日数の短縮を図る。以上の対策を行い交通規制延長3.0kmを実施した。結果、懸念されていた事項はすべて解消され、当初予定していた18日間の規制日数を12日間に短縮でき、夜間舗装工事に伴う交通規制は無事終了した。

4. おわりに

今回のようなあまり実績のない規制延長3.0kmの交通規制でも一つ一つの問題点を解決して行えば、安全に規制材の設置撤去が出来、本線上で本作業を行うに十分すぎるほどの作業スペースが確保できるということで複数の作業班による同時施工も可能になるというメリットがあることが判った。そして反省点もいくつかあります。道路利用者のドライバーに長い規制区間を知らせるため、「あと、2.0kmで規制区間終了」「あと、1.0kmで規制区間終了」等の看板を設置することでドライバーに対する配慮が出来たのではないかとと思われる。新たな方法による施工などでは、工事の反省会を行い、後の施工に役立てたい。今後も、類似の事故例、今まで行った工事での反省点を参考にあらゆる角度からの問題点の洗い出し及び検討と対策を実施し、そして誰もが納得のいく現場にあった作業計画を行い安全作業に取り組みたいと思う。

地元住民と一体となった護岸工事の取り組み

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23年度社交水防第5-1号
耳川立縫地区護岸工事
- (2) 発注者：宮崎県日向土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県日向市美々津町立縫地内
- (4) 工期：平成23年12月26日～
平成24年9月30日

主たる工事内容

掘削工 $V=730\text{m}^3$ 、既設擁壁取壊し $V=220\text{m}^3$
遮水矢板工（鋼矢板Ⅱ型w） $N=267$ 枚
特殊堤護岸工 $V=667\text{m}^3$
フラップゲート設置工 $N=4$ 基
排水工1式、接続柵2基

2. 現場における課題・問題点

本工事は、工事設計段階で地元住民や有識者で組織する耳川河口部景観フォローアップ会議（以下MKF会議）という組織があった。

このMKF会議は、耳川河口部の特殊堤景観デザインを地元ワークショップにより決定するために設置された組織であり、決定事項として、日向市または入郷地区の杉間伐材を使用した型枠を用い、特殊堤護岸表面に杉板模様を表現させるというものであった。このため、地元住民との円滑な関係を築いて行くとともに地元・MKF会議の有



図-1 耳川河口部フォローアップ会議の様子

識者・発注者・施工者が一体となって工事を進めていく必要性があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ①現場の状況を報告する機会を多くするため、地元自治会に区民として加えてもらった。この事で、地元住民の方から気さくに声をかけて頂け



図-2 立縫区定例自治会での工事状況説明



図-3 立縫スケッチ大会の様子

るようになった。

毎月1回の定例自治区会で工事状況を説明し、地元住民の協力が得やすい環境ができ、立入禁止箇所の周知が容易にできるようになった。

- ②春休み期間中の地元の子供たちを現場に招き、工事現場の機械や工事関係者との触れ合いにより、成人し他県に行ったとしても、地元への愛着を持ってもらう事を目的に、現場スケッチ大会を開催した。この時の様子は、日経コンストラクションにも取り上げられ、地元でも大きな反響があった。
- ③環境美化と地域住民との交流を目的に工事期間中、毎月1回合計7回にわたり、地元・発注者・施工者の3者で現場に隣接した美々津漁港や美々津海岸の清掃ボランティアを実施した。
- ④②で紹介したスケッチ大会の時に子供たちが集めた美々津海岸の石を使用し地元・発注者・施工者一体となりマイストーンイベントと題して



図-4 美々津海岸清掃ボランティア活動



図-5 マイストーンイベント・現場完成お披露目

特殊堤護岸工足元のコンクリート張り工に自然石を使用したデザイン試験施工を実施した。

このデザインは、美々津（みみつ）3・3・2を自然石で表現したデザインである。このイベントは現場完成お披露目を兼ねており、イベントの最後に、サプライズで地元自治会及び保育園児から感謝状を頂いた。

4. おわりに

今回の工事は、地元住民の方々にとっては、自分たちが設計に参加した護岸堤防がどのように出来上がっていくのかという注目度が非常に高い工事であった。施工の段階で地元住民が参画することで、うまく交流が図れ、苦情はゼロであった。地元からの要望についても現場で生の声を聞き、その都度解決していくため、工程が遅れることもなくスムーズに工事完成することができた。また、地域の子供たちを現場内に毎月のように招き入れる事で、立入禁止場所を覚えてくれ安全面で非常に有効であった。これらの取組みは、すべて施工者側からの提案・主催で実施したものであるが、参加者全員の協力により実現したものである。

関係者各位に感謝申し上げます。

市街地工事における仮囲い施設の安全確保

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で、地上と地下をつなぐ施設を新設する工事で、撤去工事に先立ち高さ1.8m・延長約200mの仮囲いを設置した。既設歩道（コンクリート舗装）上や覆工版の上に仮囲いを設置するため、H型鋼300×300を基礎材として設置する計画を立てた。

2. 現場における問題点

工事着手前に施工範囲の外周に仮囲いを設置して、第三者への安全確保及び周辺環境への影響を



図-1 仮囲い（高さH=3.0m）例

低減するために、高さ3.0mの鋼製構造の固定されたタイプを設置するが多い。（図-1）

今回の工事では、①既設の施設撤去、②埋設物の試掘及び③地盤改良工事の順で作業を行い、日々の作業時に仮囲いの撤去→本作業→仮囲い復旧作業を約8時間で行わなければならない。工事範囲外周に固定した方法で設置することが出来ないため、基礎の重量・形状等で安定性を確保する必要があった。仮囲いの横では第三者の通行が多いため、安全性の確保及び撤去から復旧までの作業性を確保できる構造とすることを課題とした。

3. 工夫・改善点と適用結果

仮囲いの設置場所は、高さ15m以上のビルに囲まれており、ビルの間から吹き込む風速が強くなることが考えられるため、仮囲いの控えタイプ別に風速の検討を行った。市街地での基準風速は18.0m/sであり、この風速以上を目標とした。

①単管パイプ打込みによる控え（参考として計算）

②H鋼内にコンクリート打設し重量を増加させる

③H鋼を2列並行に並べる方法（図-2）

上記の3例について高さ1.8mのネットフェンス（全面パネルと想定した充実率を採用…数値を）設置に対する最大風速を算出した。

①単管パイプ控え構造は風速9.0m/sで転倒（不可）。

②H鋼内にコンクリートを打設する構造は風速13.0m/sで転倒（不採用）。

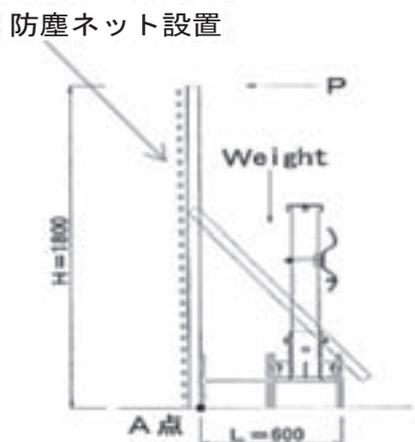


図-2 H鋼2列並行構造基礎

③ H鋼2列並行は風速23.0m/sで転倒（採用）。

算出には、風圧力・重量・形状などの条件から転倒を引張力に換算して算出した。

（基礎設置の写真は、図-3に添付）

H型鋼は、クレーン仕様のバックホウ（最大吊上げ荷重900kg）で設置及び撤去作業が出来る構造とするため、H型鋼300×300で長さは6.00mの長さの部材を使用した。

また、撤去時に発生する埃を防止するため、囲いの外周に網目1.5mmで防塵ネットをフェンス



図-3 仮囲い設置（H300×300基礎 2列）



図-4 仮囲い設置（防塵ネット設置）



図-5 防塵ネット状況

前に設置した。風に対しての抵抗性を少なくし、上記計算により算した風速以上の突風に対しての対策を行った。連結箇所の結束紐は、第三者に支障しない様に隙間に押し込み平滑に設置を行った。

ネット型フェンスのみでは、風により埃が第三者へ飛散する場合があります、網目1.5mmのネットを設置することで事前の防止対策を行うことが出来た。（図-4 仮囲い設置）

H鋼の2列設置の基礎としたことで、①作業エリアを広く使用できる、②仮囲い部材がすべてリース品で対応できるため設置・撤去において産廃物が発生しない、③構造計算より比較検討ができるなどの利点がある。図-5の様に、仮囲い内での作業状況がかすかに視認することが出来、第三者への“見せる現場”によって工事に対する情報提供にもつながると考えられます。

4. おわりに

今回行った構造は、最近の仮設資材不足に対して特殊資材を使用せず、基礎からネットにいたるまで一般流通品で設置を実施しました。複雑な構造計算を個々に行わないでも、上記の構造に対する最大風速を知ること、事前に対策を行えたと考えます。

秋の台風時期には、落ち葉がネットに付着した場合には、風に対する抵抗値が計算通りとなり、瞬間的な強風で仮囲いが転倒することが考えられます。仮囲い周辺の現況確認や落葉の清掃・控え単管の補助的設置などの作業についても実施する必要があると考えられます。

高圧電線監視システム等の改善

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社

現場代理人／監理技術者

棚 橋 信 介[○]

Shinsuke Tanahashi

工事主任

鍋 正 常

Masatsune Nabe

工事主任

得 永 孝 樹

Takaki Tokunaga

1. はじめに

庄川渡河部の渋滞緩和を目的とした、富山県西部の中心都市である高岡市と射水市を結ぶ一般県道姫野能町線牧野大橋上部工工事において、現場の施工で工夫した事例を紹介します。

工事概要

- (1) 工 事 名：一般県道姫野能町線道路改築
牧野大橋（仮称）上部工工事
- (2) 発 注 者：富山県
- (3) 工事場所：富山県高岡市下牧野地内
- (4) 工 期：平成21年12月24日～
平成25年3月8日
- (5) 橋梁形式：7径間連続非合成箱桁橋
- (6) 橋梁規模：橋長405m、鋼重1600t
- (7) 施工内容：工場製品輸送工、鋼橋架設工、床版工、現場塗装工、他

2. 現場における課題・問題点

1) 高圧電線監視

架設箇所直上には15万 kw の高圧電線があり、架設重機の使用可能高さが24～41m に制限されました。そのため、クレーン設置位置やブーム角度、ブーム長さには十分注意する必要がありました。

2) 安全看板

日頃、現場に掲示する安全看板について、現場作業員に安全に対する意識向上及び作業に対して責任と自覚をもってもらふ必要がある。

3) 毎日の作業打ち合わせ

通常、毎日の作業安全打合せ内容等は、元請けが内容事項を記録します。しかし、各作業責任者にも全体の作業内容、調整、各種検査を十分理解してもらふ必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 高圧電線監視システム

地上からの目視確認だけでは電線の離隔距離を正確に把握することが困難だったため、当現場では風速計、監視カメラを取り付けた監視専用クレーンを準備しました。監視専用クレーンは、地上から高圧線離隔距離までの距離を算出してブーム角度、ブーム長さを決定し、据付位置を固定しました。

上空の風による高圧線の揺れと架設用クレーンとの離隔を常時モニター画面で監視することで、架設作業を上空の風による高圧線の揺れと架設用クレーンとの離隔を常時モニター画面で監視することで、架設作業を無事完了しました。

2) 安全看板の工夫

安全に関して工夫した点について紹介します。

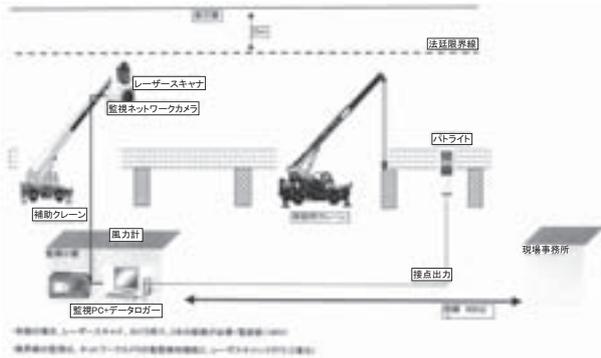


図-1 高圧電線監視システム



図-2 架設状況写真



図-4 作業打合せ状況

自覚と安全意識の向上に役立ちました。

3) 毎日の作業打ち合わせの取組み

毎日の作業安全打合せ内容等は、当現場では各作業責任者に作業内容、調整、各種検査を十分理解してもらうため、作業内容を直接書き込んでもらいました。

その結果、作業責任者が積極的に打合せに参加する事になるため、毎日の作業打合せで、作業責任者自身が今まで気づかなかった危険ポイントを見つけ出すことができたり、作業内容に潜んだ危険因子を再確認できたり、大変充実した打合せをすることができました。

4. おわりに

現場は長期間に渡っての工事で、二カ年の冬季期間に桁架設工事作業を行い、夏季期間に床版工事作業を行い、作業環境は厳しいものでしたが、現場状況や施工条件に対応した創意工夫を凝らした結果、計画工程通り無事故無災害で工事竣工することができました。

最後に、本工事の施工にあたり、多大なるご協力とご指導を賜った富山県の関係者各位、工事に携わって頂いた協力会社に深く感謝し、厚くお礼申し上げます。



図-3 安全看板「作業主任者の職務」

「作業に必要な資格等」の安全看板に顔写真、会社名、担当者名を記載しました。新規現場に入場した作業員でも、この安全看板を見て作業責任者は誰か認識することができ、作業主任者の責務の

自然環境に配慮した河川改良工事

広島県土木施工管理技士会

株式会社大歳組

常務取締役

黒谷 武 晴[○]

Takeharu Kurodani

工務部

監理技術者

京本 憲 幸

Noriyuki Kyomoto

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：一般県道川北七塚線道路改良工事
(公共)
- (2) 発 注 者：広島県北部建設事務所
- (3) 工事場所：広島県庄原市濁川町川西
- (4) 工 期：平成24年10月2日～
平成26年1月31日

本工事は県道改良工事に伴い、江の川水系比和川の付替を行い道路拡幅および河川改修を目的した工事である。道路改良で土留めとして河川右岸に環境保全型ブロック750タイプを施工し、道路拡幅により河川有効断面が、小さくなるので左岸を掘削し、環境保全型ブロック500タイプを施工する。両岸岩盤切付けでの床掘りを行い施工する。河川部は、左岸平均法長4.0m右岸平均法長5.60mで（図-1）の左側が河川の上流側になり施工

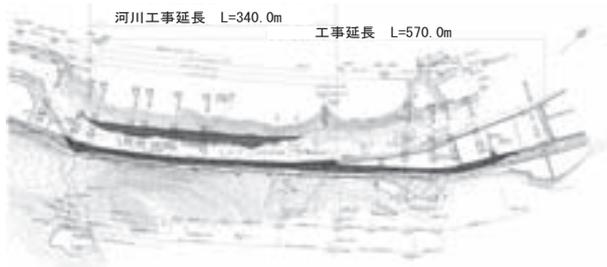


図-1 平面図

延長が340mである。

2. 現場における問題点

自然豊かな環境の場所で、河川には、天然記念物の山椒魚が生息地している。

毎年5月の初旬には、鮎の稚魚が放流され7月には、鮎漁が解禁され友釣りが盛んな場所での工事現場である。

河川改修後の河川内の環境等について漁業組合から人工的でなく自然に近く施工する様に指示があり重点課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

山椒魚の生息地に関しては、繁殖期は、4月下旬から8月上旬が一般的であるが、10月下旬から12月上旬にも繁殖する為、産卵の確認をすると共に、左岸堆積土のヤズの中に巣穴がある可能性がある為、掘削工施工前に調査終了後、草刈をおこなった。再度、巣穴の有無の確認を行い、沈砂池を設置し、濁水対策を行い上流より大型土のうを配置し掘削を開始した。日々の管理として、作業開始前に土のう設置箇所と、ポンプ設置箇所の釜場、最下流部、沈砂池での山椒魚の確認をおこなう。

山椒魚捕獲用タモは糸で編んである網だと怪我をさせるので、弾力性があるラバーネットのタモ（図-2）を使用する事とした。新規入場者教育



図-2 捕獲状況写真

時に天然記念物の山椒魚の生息地である事を、現場作業員に周知徹底を行う。緊急時連絡カードを作成、配布をおこない、速やかに連絡を取れる様にし、連絡があった時は、発注者の指示通りに一時捕獲行い外傷の有無を確認、発注者の担当監督員に連絡し指示を受けた後、上流に放流を行い報告書の提出を行う。

近年夏時期の水位が低下し水温が上昇し鮎の稚魚が死んでしまうので漁業組合より対策を指示され、右岸ブロック前面に左岸堆積土掘削時の玉石等を確保し直径1m以下の材料で幅5mの盛土を行い、河川内の幅を小さくすることで水位を上げ表面積が小さくなる事により水温の上昇が防止。水面側に大きい石を河床面より2/3程度根入を行い噛合せて堆積土で目潰し、固定を行い設置(図-3)する。河川内に草も生えシゲミが成形され、小魚や、山椒魚の生息場所にもなる。豪雨時の土



図-3 右岸盛土写真



図-4 巨石配置写真

砂の流出防止効果もある為、発注者と協議をおこなった。

河川内で流速が早い箇所には、巨石を上流から下流へ個数を増やしながら噛合せ、水の抵抗を出来るだけ少なく配置し(図-4)まとめ、数か所にランダムに配置をおこない河川の流りに変化を付けて、鮎やうなぎなどの隠れ家の設置する事を協議した。

岩盤掘削の際は角のある掘削岩で河川内残り、山椒魚、鮎に傷を負わすことが考えられるので堆積土と岩盤掘削土の分別を徹底し行った。

鮎の稚魚の放流時期があるため河川内にヤードを設ける事が出来ないので仮置を行い岩盤掘削土はブロック背面の盛土に使用した。

4. おわりに

今後の河川改修を行っていくときは、発注者側監督員を交えて事前協議を漁業組合と行う。

今後施工に際して河川有効断面の設定もある事も踏まえ、環境に配慮した施工方法で、魚にやさしい河川改修をしていく必要性が漁業組合からも求められている。

掘削土の分別を徹底し施工することにより流用土盛土の品質管理の向上と、河川内に角のある石が無いことにより鮎・山椒魚、鮎の友釣りの人の怪我もなく、投網の破損等も減少し分別の効果があつた。

新技術・新工法

鋼橋上部工の道路上における壁高欄の アルミ製残存型枠について

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

森 一 功[○]

Kazunori Mori

主任技術者

熱 田 憲 司

Kenji Atsuta

設計担当

岩 村 和 哉

Kazuya Iwamura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：高速3号線Ⅲ期鋼上部工事
(観音西工区)
- (2) 発 注 者：広島高速道路公社
- (3) 工事場所：広島市西区観音新町四丁目
- (4) 工 期：平成23年3月10日～
平成25年6月29日

本工事は、鋼4径間連続非合成少数钣桁橋の施工である。4径間のうち1径間は供用中の道路上のため道路上区間の壁高欄は、外面に残存型枠を適用する構造とした。

鋼橋上部工における壁高欄残存型枠は、鋼製が一般的であるが、本工事では鋼製の代わりにアルミ製を採用した（NETIS登録済の製品）。ここではその採用事例として、現場における改善点と適用結果について報告する。

2. 現場における課題

アルミ製の残存型枠が、一般的な鋼製に対して優れている点を以下に挙げる。

- ①軽量であるため取扱いが容易
- ②アルミ製のため防食性が高い
- ③塗装の塗り替えが発生せずライフサイクルコストを抑えられる
- ④溶接による歪がなく美観に優れる

⑤型枠自体が意匠材でデザインの自由度が広い
一方で、アルミそのものは柔らかく剛性が低いという短所もある。そのため、残存型枠に適用するにあたり以下の課題があった。

- ①型枠としての平面性の確保
- ②構造物としての強度の確保
- ③異種金属接触腐食の防止
- ④輸送時の傷・変形防止
- ⑤現場施工時の対応

3. 工夫・改善点と適用結果

- ①型枠としての平面性の確保

アルミパネルには長手方向にリブを配置するとともに、鋼製の補剛材（L40×40×5）を高さ方向に取付けることにより平面性と強度を確保した。

図-1に、アルミパネルの構造を示す。

- ②構造物としての強度の確保



図-1 アルミパネルの構造



図-2 方杖材配置状況

残存型枠は、合成床版に取付ける。ここで強度確保およびコンクリート打設時の変形防止のために鋼製の方杖材（L40×40×5）を配置した。

コンクリート硬化後はアルミ押し出し成形を活かした独自のリブ形状により強固に一体化されるため、十分な強度が確保されている。

図-2に、配置状況を示す。

③異種金属接触腐食の防止

前述の補剛材とアルミパネルの取付部、および合成床版とアルミパネルの取付部は、鋼材とアルミの異種金属が接触する部位となる。そのため異種金属接触腐食の対策として、当該取付ボルト部の全箇所ゴムワッシャーまたは絶縁ブッシュを挟んで対応した。

④輸送時の傷・変形防止

アルミは柔らかいため、輸送には細心の注意を払って傷と変形の防止に努めた。具体的には製品同士を積み重ねる際に発砲スチロールの緩衝材を挟み、全体をラッピングして輸送した。

その結果、傷や変形をまったく生じさせることなく搬入することができた。

図-3に、現場搬入時の荷姿を示す。

⑤現場施工時の対応

現場施工の手順は、あらかじめ敷設した合成床版にアルミパネル本体を取付け、方杖材で固定し、最後にパネル相互の現場継手を行った。現場継手は、母材に打設したアルミスタッドに、同じアルミの添接板で接合する構造である。この継手はコンクリート打設時の水漏れが懸念されたため、



図-3 現場搬入時の状況

止水テープと止水パッキンを使用して入念に防水処置を施した。

コンクリート打設はポンプ圧送により行った。締固めは通常のバイブレータを使用して問題なく行えた。したがって、従来の鋼製型枠を適用した場合と比較して施工性に差は見られなかった。

打設後の状態を確認すると、パネル本体にコンクリートの側圧による変形などは生じなかった。

ただし、現場継手部の一部に若干の目違いが見られた。現在、目違い対策として現場継ぎ手構造の改良を進めている。改良品については、さらに施工性の良い製品になることを期待している。

4. おわりに

完成時の外観を図-4に示す。アルミ独特の美しい質感が一見できるものとなった。両端のコンクリートとの色の調和も自然である。今後も機会があればぜひ採用していきたいと考えている。

最後に、この工事が無事故で完了出来たことを関係各位に感謝し、報告を終わる。



図-4 完成時の外観

長支間単純桁における施工時支承水平変位について

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

工事部主任

佐藤 智実[○]

Tomomi Sato

上床 隆

Takashi Uwatoko

1. はじめに

本橋梁は、支間長62.6mの鋼単純狭小箱桁である。施工範囲は、鋼桁製作、架設、床版であり、工事概要、構造概要は以下に示すとおりである。

- 工事概要
- (1) 工事名：さがみ縦貫中沢第二橋（上り線）
上部工事
 - (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局 相武
国道事務所
 - (3) 工事場所：神奈川県相模原市緑区中沢地先
 - (4) 工期：平成24年10月25日～
平成25年9月30日
 - (5) 構造概要
橋梁形式：鋼単純狭小箱桁
橋長：64.4m
鋼重：302t

2. 現場における課題

本橋は橋長64.4mの単純桁であるため、死荷重たわみの影響により、図-1に示すように可動支承のベースプレートが桁端の回転で橋軸方向に約35mm (Δl_d) 変位する。このため、以下に示す課題を解決する必要があった。

1) 本橋の支承には積層ゴム支承が採用されていたことから、上沓を強制変位させるために必要な力は約300kNと大きい。通常は、橋台にアンカー固定した治具と油圧ジャッキを用いて強制変

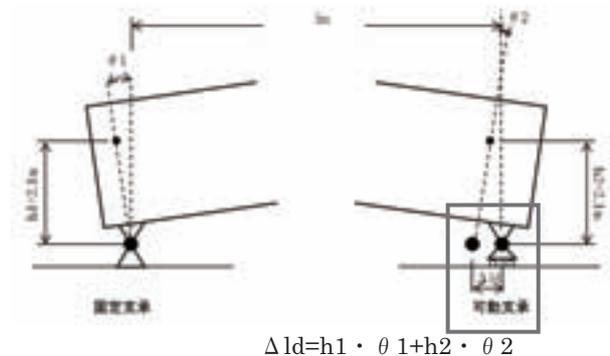


図-1 死荷重による支承の変位

位させるが、本橋では支承前面にこのような設備を設置するスペースがないことが課題であった。

2) 支承を強制変位させた後の可動支承は、仮固定支承となるため、温度変化による桁の伸縮の影響により、初期材齢期間中のモルタルにひび割れが発生する恐れがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

【工夫・改善点】

1) 支承の強制変位は以下のように実施した。強制変位治具は、サイドブロック（固定ブロック）にφ31mmの孔を設け、これにM24の全ネジによるテンションバーを取り付ける構造とすることで、支承前面のスペースを使用せずに上沓に強制変位を与えることを可能にした。支承、テンションバー、及びサイドブロックの構造を図-2、3に、設置状況を図-4に示す。

2) 桁の伸縮の影響による初期材齢期間中のモルタルひび割れ対策は、以下のように実施した。

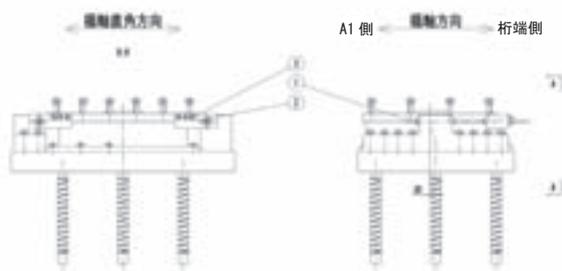


図-2 支承構造図



図-3 サイドブロック・テンションバー構造図



図-4 支承強制変位治具 設置状況

通常は、主桁と支承とをセットボルトで固定した状態でモルタルを打設するが、本工事では、主桁をジャッキアップし、主桁を支承の上で滑らす仮可動構造を用いてモルタルを打設した。施工手順を以下に、ステップを図-5に示す。

- STEP-1 主桁を架設し支承セットボルト仮固定（支承位置調整）
- STEP-2 支承セットボルト撤去後、主桁ジャッキアップ・テフロン板設置
- STEP-3 モルタル打設、モルタル初期養生
- STEP-4 モルタル養生後、主桁をジャッキダウン、セットボルト固定

【適用結果】

支承の許容可能移動量19mm に対し、設計値との水平変位誤差を 4 mm 以下でひび割れを発生させることなく据付けることができた（表-1）。

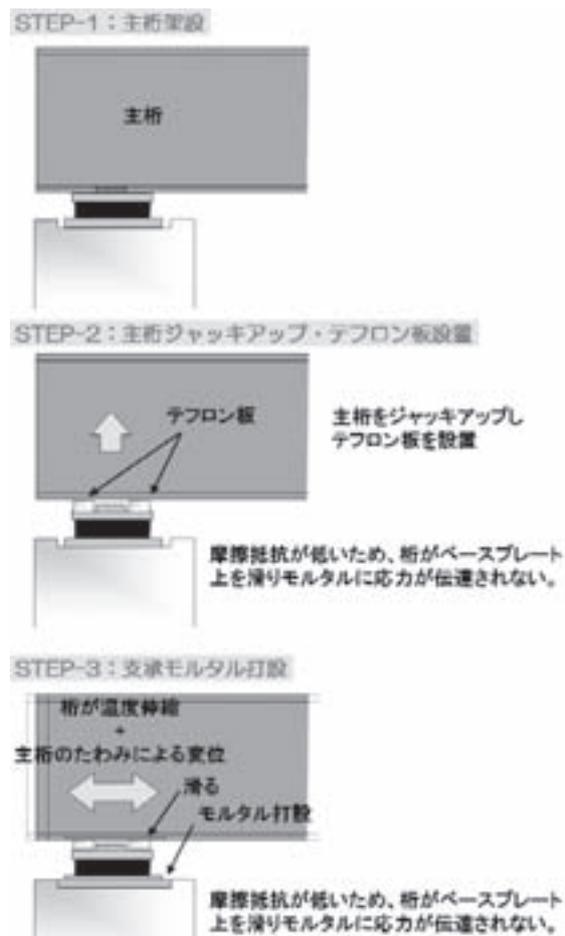


図-5 支承モルタル施工手順

表-1 可動支承の上沓と下沓との水平変位誤差

測点又は区別	設計値 (mm)	温度による 補正值 (mm)	たわみによる 補正值 (mm)	補正設計値 (mm)	実測値 Ln (mm)	誤差 (mm)
S2-G1	325	11	-8	328	324	-4
S2-G2	325	10	-9	326	325	-1

4. おわりに

本橋では、支間長60mを超える単純桁であり、死荷重のたわみに伴う水平変位量が大きいこと、更に設備の設置スペースの問題から本工法を採用したが、橋梁の条件により適切な調整方法を検討することが重要である。

また、支承の数が少ない本橋では、主桁と支承とを分離した状態でモルタルを打設することができたが、多主桁、又は多径間の橋梁では、設備やモルタル打設後の支承と主桁との取り合いに、費用と手間がかかるため、事前検討のうえ採用する必要がある。

地域対策による使用材料の検討

広島県土木施工管理技士会

株式会社 岡本組

工事部

児玉 孝 則

Takanori Kodama

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：長命寺 駐車場新設工事
- (2) 発 注 者：長命寺
- (3) 工事場所：広島県呉市安浦町女子畑
- (4) 工 期：平成24年10月30日
～平成24年12月28日

本工事は、寺の専用駐車場を使用されていない田に、新設する工事である（図-1）。

工事概要は肥土掘削 90m^3 、肥土処分 90m^3 、 $L=21\text{km}$ 、地盤改良（安定処理） 310m^3 、擁壁工 60.5m 、排水工 8m 、舗装工 610m^2 である。



図-1 施工場所

2. 現場における問題点

施工場所が、田んぼという事で肥土を撤去して、補足材による地盤調整を行い、石垣は重力擁壁にして補強し、舗装をする工事であるが肥土の下の地盤が悪いのではと検討時点で考えられた。

施工前に、試掘を行った地盤は表面から50cmまでは、粘性土で、50cmから下は地山のように固い地盤である。表面から50cmの粘性土は含水比がかなりある様なので、採取資料を試験に出すと地盤改良が必要と出た。

（目標値 CBR12 結果値 CBR7）

試掘の結果、肥土を取り除いた表面から50cmまでを、地盤改良をする事に決定した。（図-2）

地盤改良での施工で、注入・安定処理での比較検討を行った結果、安定処理が金額的に経済的と判断した。しかし地盤改良を行う為の、材料検討

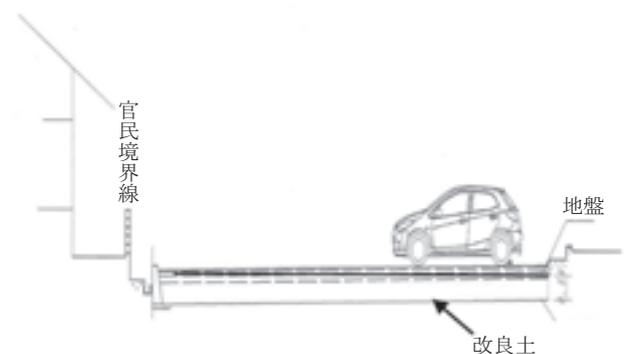


図-2

が問題になる。

発注者が年末・年始の使用を目的にされている為、工期的に早く強度を出さないと納期に間に合わない事から、セメント系は養生が7日～20日とかなり必要と判断し、生石灰での改良は養生が3日～7日と日数が少ないため生石灰での施工を決めた。

だが施工場所は隣接に住宅があり、飛散物の使用には、周囲の住宅を粉塵対策用の防護柵を施工面側に設置し、飛散物を空中散水して対処する事を当初検討した。

3. 工夫・改善点と適用結果

地盤改良（安定処理工）を生石灰で行う為に土の資料採取を行い、混合量試験の結果、目標 CBR 12を求めるには1 m³あたり40kgの生石灰が必要ということになった。

生石灰の材料費と防護柵の施工費及び散水費の金額を算出し検討した結果、予定金額を大幅に超える結果となり、発注者と協議・検討し再検討をする結果となった。

メーカーと検討した結果、飛散対策型の生石灰を使用すれば、粉塵対策用の防護柵が不必要となり、安全のために散水対策だけ考えれば良い結果になった。

使用材料は、スーパーグリーンライムで石灰をテフロンで特殊加工した防塵型石灰系改良材の採用を決めた。(図-3)

再度、混合量試験を行った結果、混合量は1 m³当たり40kgで満足できると報告された。

当初は粉塵対策用の防護柵を設置せず不安であったが、現場での混合施工を行ったら、メーカーがカタログ等で示すように、石灰を地面に散布中



図-3



図-4

及び混合中も飛散する事もなく、散水対策も行わず安全な施工できた。(図-4)

7日目に地盤の強度確認で簡易支持力測定器による試験(キャスポル)を実施した結果、目標 CBR 以上の数値と報告された。

4. おわりに

今回の、粉塵対策用の材料はフレコンしかなく、0.45m³のバックホウが搬入できた為、施工が可能になったと思う。

通常工事で、粉塵対策が必要でない時は通常生石灰を使用しないと、材料対比が2倍近く違うので比較検討が必要と思う。