

I. 技術論文

1

施工計画

パイプクーリングにおけるコンクリート温度管理について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社
監理技術者
松江 敏彦[○]
Toshihiko Matsue

担当技術者
春木 幸二
Kouji Haruki

大阪支店土木部部长
柳川 恭広
Yasuhiro Yanagawa

1. はじめに

本工事は和歌山下津港海岸（海南地区）に整備される津波対策水門築造工事のうち、水門の底版を施工するものである。施工場所は和歌山市の南部に位置し、海南市との市境になる（図-1参照）。



図-1 施工位置図

工事概要

- (1) 工事名：和歌山下津港海岸（海南地区）水門本体築造工事（第1工区）
- (2) 発注者：国土交通省 近畿地方整備局
- (3) 工事場所：和歌山県和歌山市毛見地先
- (4) 工期：平成25年5月23日～平成27年2月27日

(5) 工事内容

本体工：底版コンクリート 約1,600m³
(約530m³/ブロック)

本工事の底版の施工範囲は、底版①～⑨の9ブ

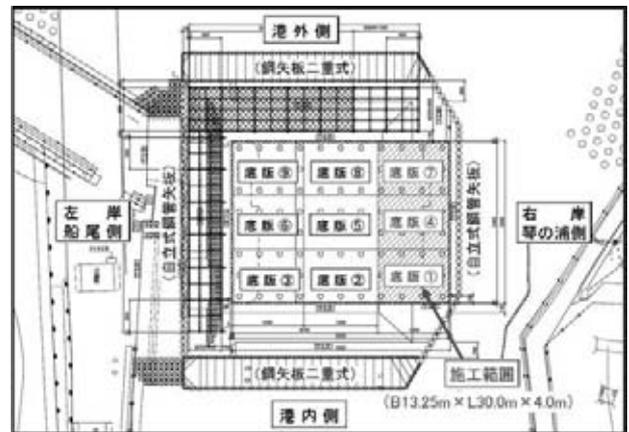


図-2 施工位置平面図

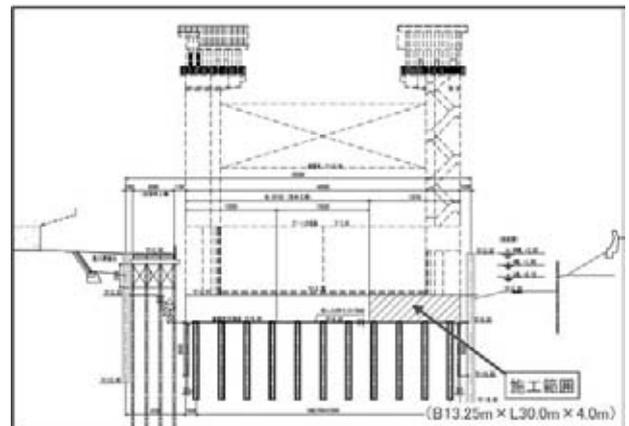


図-3 施工位置断面図

ロックうち底版①、④、⑦の3ブロックである（図-2、3参照）。

2. 現場における課題・問題点

本水門の底版形状は、幅30m×長さ40m×厚さ

4m(日本最大級クラス)でマスコンクリートとなるため、温度応力によるひび割れ(以下、温度ひび割れと略す)対策が施工上大きな課題であった。

(1) 当初計画の温度ひび割れ対策仕様

当初計画の温度ひび割れ抑制対策は、低熱セメント+膨張材+パイプクーリングであり、温度ひび割れ抑制対策として考えられる対策がすべて講じられていた。

【温度ひび割れ抑制対策仕様】

- ・低熱セメント 圧縮強度： $\sigma_{56} = 33\text{N/mm}^2$
セメント量： 370kg/m^3
- ・膨張材 添加量： 20kg/m^3
- ・パイプクーリング (表-1、図-4 参照)

表-1 パイプクーリングの条件

項目	内容
パイプ外径	$\phi 34\text{mm}$ 以上
通水温度	10°C
流水速度	20cm/秒
通水期間	各ブロック打設日より14日間

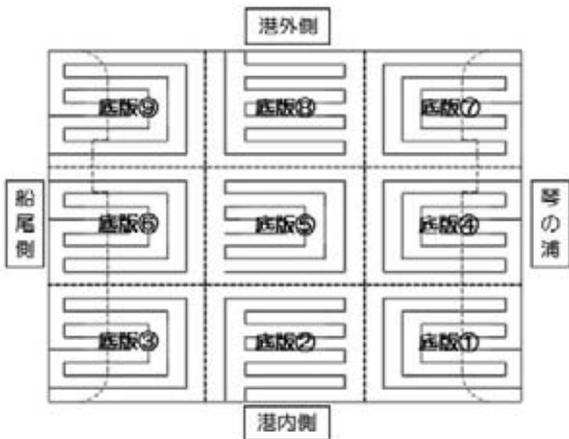


図-4 当初計画の温度ひび割れ抑制対策 (パイプクーリングの配置間隔1.1m 1段)

【要求性能】

『ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制御する』こととし、温度ひび割れ指数を1.0以上とすること。

また、ひび割れ幅は、「マスコンクリートのひび割れ制御指針2008」を参考に算出し、算出した温度ひび割れ幅 w_c が許容ひび割れ幅 w_a を超えないようにすること。

(2) 実施工程での温度ひび割れ解析結果

実施工程にあわせコンクリートの温度ひび割れ

表-2 計画変更工程の温度ひび割れ解析照査結果

ブロック	最高温度 ($^\circ\text{C}$)	ひび割れ指数照査		ひび割れ幅照査			
		最小ひび割れ指数	判定	温度ひび割れ w_c 幅(mm)	許容ひび割れ w_a 幅(mm)	判定	
底版①	59.2	0.93	NG	0.20	<	0.4	OK
底版④	51.7	0.70	NG	0.24	<	0.4	OK
底版⑦	59.4	0.86	NG	0.21	<	0.4	OK

解析を行ったところ、表-2に示すようにすべてのブロック(底版①、④、⑦)において最小ひび割れ指数が1.0未満となり、要求性能を満足しなかった。

3. 対応策

温度ひび割れ抑制対策の見直しは、パイプクーリングのパイプの配置変更による内部温度の上昇低減とコンクリート温度のリアルタイム計測による養生管理で対応することにした。

(1) パイプクーリングの配置変更

パイプクーリングの配置を水平方向は0.55m間隔、鉛直方向は2段配管(底版を約3等分)として温度ひび割れ解析を行った結果、表-3に示すように、すべてのブロックで要求性能を満足した。なお、パイプクーリング配置は、生コンの打込み作業に支障がないように最小配置間隔を0.5m以上となるように配慮した。

本工事で採用したパイプクーリング配置を図-5、6に示す。

表-3 温度ひび割れ解析結果

ブロック	最高温度 ($^\circ\text{C}$)	ひび割れ指数照査		ひび割れ幅照査			
		最小ひび割れ指数	判定	温度ひび割れ w_c 幅(mm)	許容ひび割れ w_a 幅(mm)	判定	
底版①	43.1	1.14	OK	0.16	<	0.4	OK
底版④	36.2	1.04	OK	0.18	<	0.4	OK
底版⑦	44.9	1.06	OK	0.17	<	0.4	OK

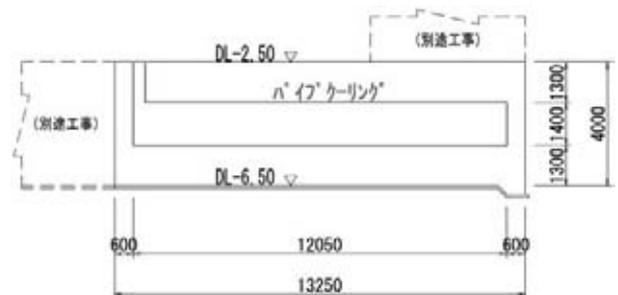


図-5 パイプクーリング断面配置図(2段)

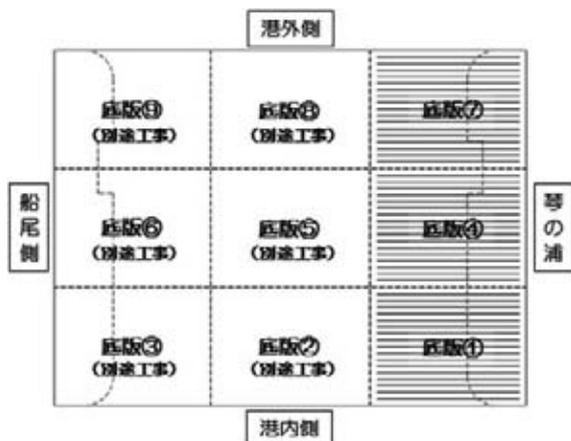


図-6 パイプクーリング平面配置図
(配置間隔0.55m)

(2) コンクリート温度のリアルタイム計測による養生管理

①温度計測

コンクリートの計測箇所は、コンクリート温度が最も高くなる底版の中心（内部）付近と温度ひび割れの発生が予測される表面（側面および天端）付近とし、同時にパイプクーリング水温（流入・流出）、外気温の計測も行うことにした。

なお、生コン打設時の影響により熱電対や配線の破損等に対応するため、予備を設置した。

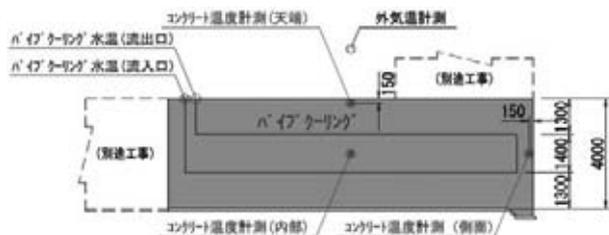


図-7 温度計測位置図

②養生管理方法

コンクリート温度はリアルタイムで監視し、内部温度が養生管理温度（解析値-3℃）を上回りそうな場合は、パイプクーリングの水温を下げ、下回りそうな場合は、パイプクーリングの水温を上げることにより、コンクリート温度管理をすることにした。

また、コンクリートの表面（天端）温度が養生管理温度を上回りそうな場合は、養生マットをはずし、下回りそうな場合は、養生マットを追加し

保温効果を高めることにした。

4. 実施結果

①パイプクーリング仕様と設備構成

パイプクーリング仕様と設備構成は以下のとおりとした。

○パイプクーリング（図-8参照）

- ・パイプ規格：機械構造用炭素鋼鋼管
- ・パイプ径：φ38.1mm×t1.6mm
- ・パイプ本数：17本(約30m/本)×3ブロック



図-8 パイプクーリング配置状況

○パイプクーリング循環設備（図-9参照）

パイプクーリング循環設備は、パイプクーリングを3ブロック同時に通水する期間があるため、その通水に必要な通水量（590ℓ/min）以上確保できる設備（通水能力670ℓ/min）として以下のものを用意した。

- ・原水槽（20m³） 1槽
- ・冷却水槽（16m³） 1槽
- ・チラーユニット 3台（予備1台含む）
- ・発電機（150KVA） 3台（予備1台含む）



図-9 パイプクーリング循環設備

今回のパイプクーリング循環設備に凍結防止の熱源機と故障対応の予備として発電機1台・チ

ラーユニット1台を準備したが、使用しなかった。

②温度計測結果

底版⑦で実施した結果を以下に示す。

底版⑦打設時の外気温は15℃でコンクリート温度は18℃であり、事前の温度ひび割れ解析条件とほぼ同じであった。打設翌日は、外気温が約20℃となり事前の温度ひび割れ解析の条件よりも約6℃高かったため、温度ひび割れ解析を再実施し、養生管理温度の見直しを行った。見直しした養生管理温度と温度計測結果を図-10に示す。

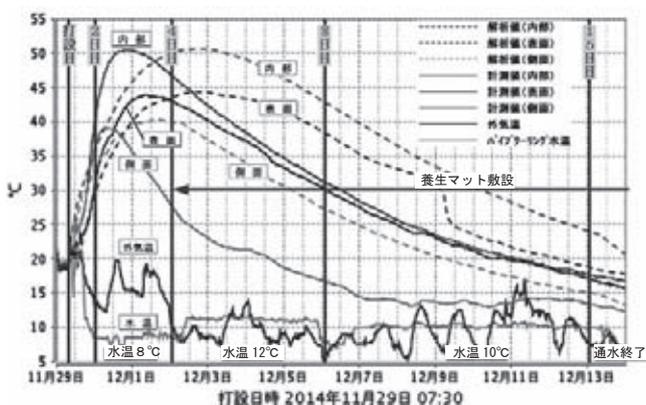


図-10 養生管理温度と温度計測結果 (底版⑦)

コンクリート温度と養生管理温度を比較すると、コンクリート最高温度発現時期は計測結果の方が1日程度早く差異があったが、最高温度はほぼ同じ値となった。

また、温度降下開始時期は計測結果の方が2～3日早く差異があったが、温度降下勾配はほぼ同じ程度であった。

③養生結果

パイプクーリングの通水は打設の翌日から開始した。通水初期はコンクリートの温度上昇が大きく、流出口付近の通水温度が解析条件より高くなることが予測されたこと。さらに、コンクリート温度が養生管理温度より高くなったことから、打設の翌日から2日間 (11月30日～12月1日) は、

通水温度を解析条件の10℃より2℃下げ、8℃に設定した。また、天端部は保温養生マットを敷設せずに湛水養生のみとし放熱を促進させた。

打設4日目から5日間 (12月2日～6日) は、コンクリートの内部温度が急激に下がり始めたため、通水温度を解析条件の10℃より2℃上げ、12℃に設定した。また、天端部は保温養生マットを敷設し保温養生を行った。

打設8日目 (12月7日) 以降はコンクリート温度の急激な変化はなく、解析結果とほぼ同じ勾配で温度が降下し安定してきたため、通水温度を解析条件と同じ10℃に設定し、計画通りに通水期間14日間 (12月13日まで) 通水した (図-8参照)。

なお、保温養生マットは土留め支保工の解体等で表面を傷めないように表面保護のため、2ヶ月程度敷設したままにした。

底版①、④についても同様に実施した。

コンクリートの養生管理は、コンクリート温度をリアルタイム計測した温度状況と解析結果を比較しながらパイプクーリングの水温調整や養生マットの設置、撤去等を行うことにより管理した。

これらの対策を実施することで、底版コンクリートは非常に密実性が高く、品質の良いコンクリートができたと思う。

5. おわりに

パイプクーリングの実施に際して、組立完了後に通水試験を実施し漏水がないことを確認した。

また、パイプクーリング付近の生コン打設時のバイブレータによる締固めおよび通水開始時の送水圧については細心の注意を払った。

本工事での計測結果および養生結果等を踏まえ、パイプクーリングを行う際の温度ひび割れ抑制対策の参考にしたい。

施工計画

地すべり防止区域における宅地造成工事の施工について

東京土木施工管理技士会

日本国土開発株式会社

近江 伸明[○]

坂本 秀行

Nobuaki Omi

Hideyuki Sakamoto

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：妙法寺駅東地区宅地造成工事
- (2) 発 注 者：商業土地開発株式会社
- (3) 工事場所：神戸市須磨区妙法寺字乗越他
- (4) 工 期：平成24年5月1日～
平成27年8月31日
- (5) 工事概要：

宅地造成工事	開発面積	15.8ha
戸建住宅区画	425区画	
集合住宅用地	283戸	
高齢者住宅	70戸	

当造成地は、神戸市の山間に東西に延びる六甲山系のほぼ西端部の山の一つ高取山北西側山麓で、標高65～125mの丘陵地で、大きく分けて3つの尾根とその間に挟まれた2つの谷から構成され、計画区域の東側には2級河川妙法寺川の支流準用河川横谷川が流れており、川に沿って急勾配の傾斜地で接している。

地質は、新生代第三紀中新世の神戸層群（れき岩、泥岩、凝灰岩）によって構成されており、谷筋では神戸層群を起源とする崖錐堆積層が神戸層群を覆うかたちで分布している。また、神戸層群強風化岩、崖錐堆積層が分布する斜面部分は大小

凡 例		
名 称	記 号	地すべり対象範囲
開発区域線	---	
隣地開発区域線	---	
地すべり防止区域線	---	
指定 計画地盤高 敷地面積	○	
TMH	○	
禁止	□	
禁止	□	
地すべり防止区域	□	
造成工事による 買収する地すべり	●	S6-S7・S8-S10 S20-S21・D-2-9
全面買収による 買収する地すべり	●	S12-S17
上部土砂崩壊による 買収する地すべり	●	S4



図-1 地すべりブロック位置図

の地すべりが見受けられ、事業区域内の一部地域は、地すべり防止指定区域に指定されている。

以降では宅地造成工事における地すべり防止対策の検討及び施工に関する実績を中心に報告するものである。

2. 現場における問題点

当初調査において、平成22年7月の『防災計画書（案）に対する意見書（追加）』[建設工学研究所] 調査結果によると、当初計画で推定された地すべりブロックのほとんどは造成による切盛土により平坦地に改変される。概観的には高いところを切土し低いところを埋め立てるため、一般的には発生する斜面は安定化する方向にある。しかし、すべりを引き起こす泥岩層の位置や傾斜等によっては必ずしも安定するとは限らない場合もある。

地すべりブロックとして全部で12箇所を抽出し、それぞれについて検討を行っている（図-1）。

それらの検討結果の大半は、切土における土塊の除去、並びに押え盛土によって安定化が図られる計画であったが、①敷地南西の最大地すべりブロック（S4-S4断面）、②敷地南の地すべりブロック（S12-S12断面）、③敷地東の地すべりブロック（S17-S17断面）の3箇所は造成後も不安定な状態で残ると判断された箇所である。

神戸層群の泥岩の中にはスレーキングを起こすものがあることから、掘削中の降雨による泥化によって地盤を緩める危険があり、泥岩の斜面においては、表面がスレーキングを起こし崩壊する場合がある。特に泥岩の掘削斜面においては、掘削当初はかなりの強度が期待できるが、空気に触れると時間と共に強度が低下し、崩壊につながる場合がある。神戸層群の層理面、特に泥岩の上に砂岩がある箇所では、その地層境界に地下水が存在する場合があります、その際、すべりは大規模なものになる可能性があるとして指摘されている。

以上の内容を踏まえ、施工計画を立案し安全に現場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

今回報告する敷地南の地すべりブロック（S12-S12断面）は、全体工程に大きく影響し、時間、費用、施工面で大きな問題となる箇所であった。当断面部は幅30m～40m、長さ80m、深さ2m～4mの表層の地すべり形状を示している。当初の地すべり対策では、地すべり土塊を全て排土置換する計画となっていたが、すべてを置換するには、残土搬出量のさらなる増加に加え沢筋部で高低差が大きいことから土砂搬出が非常に困難であった。また、良質土の置換となると、土の搬出、移動の自由度が極端に制限され工程も膨大な日数を要することから、現実的に現場での良質土置換は不可能であった。又、防災上の雨水処理対策も流末が作業工程上整備できない等の問題点もあったので、排土しないで盛土を施工するものとし、崖錐層の地盤改良を検討した。

現地 SWS 試験、土質資料採取による試験の検討結果から、図-7に示す範囲において地盤改良を実施した。

地盤改良は中層混合処理工法 WILL 工法を選定した。他の改良工法として、深層混合処理工法であるエコドラム工法とも比較検討したが、後者においては、基本的に50tラフタークレーンにオーガーを装着し施工する工法となる。しかしながら、施工場所の沢筋部は高低差が大きく、かつ斜面の勾配が急峻で平地がほとんど無い現況であったため、50tラフタークレーンを搬入するだけの進入走路を設置するのが非常に困難であった。又、進入走路を設置すると、沢筋部の改良範囲も進入路の盛土で埋まってしまう、削孔長が2倍以上となり、また進入路の撤去も必要となることからコスト、工程共にデメリットが多い。そのような観点から、斜面でも機動性に優れた WILL 工法を選定した。WILL 工法とはバックホータイプベースマシンの先端に特殊な攪拌翼よりスラリール状の改良材を注入しながら、固化材と原位置土を強制的に攪拌混合し、安定した改良体を形成する



図-2 ベースマシン1.4m³バックホー



図-3 地盤改良施工状況

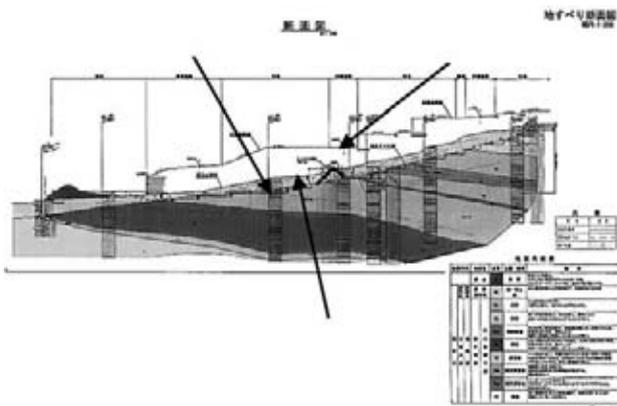


図-4 当初調査断面図 (S12-S12)

工法である。軟弱な粘性土地盤はもとより、N値30を超える締まった砂質土地盤・砂礫地盤にも対応可能であり、改良深さ10m程度までの中層改良に対応できる。

なお、S4断面は公園を配置する土地利用計画とし、上部土砂を排土することで安定化を計った。S17断面は追加サウンディング調査を実施検討した結果、当初調査より地すべり土塊の層厚は薄く問題なしと判断した。

S12-S12断面の地すべり対策は、以下のフローにより盛土の安定検討を行った。また地盤改良の仕様は以下のように設定した。

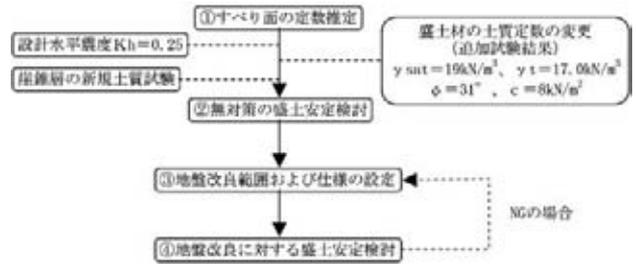


図-5 検討フロー図

a) 盛土1次施工改良部

改良率 $\alpha = 50\%$

設計基準強度 $quck = 500kN/m^2$

粘着力 $c1 = \alpha1 \times (quck/2) = 125kN/m^2$

b) 盛土2次施工改良部

盛土2次施工部の改良率 $\alpha2$ は、6.0m間隔に1.0mのスリッドを設けることから以下の値とする。

$$\alpha2 = (6.00 - 1.00) / 6.00 = 83.3\% \rightarrow 80\%$$

設計基準強度 $quck = 500kN/m^2$

粘着力 $c2 = \alpha2 \times (quck/2) = 200kN/m^2$

設計強度500.0kN/m² 室内目標強度1000.0kN/m²

表-1 検討結果

		安全率	必要安全率	判定
地震時	すべり1	1.035	1.000	○
	すべり2	1.253		○
	すべり3	1.451		○
	すべり4	1.075		○
	すべり5	1.125		○
	すべり6	1.211		○

表-1の検討結果により、設定した改良範囲および仕様で必要安全率を満たす。

上記計算結果より改良範囲の施工を実施するに

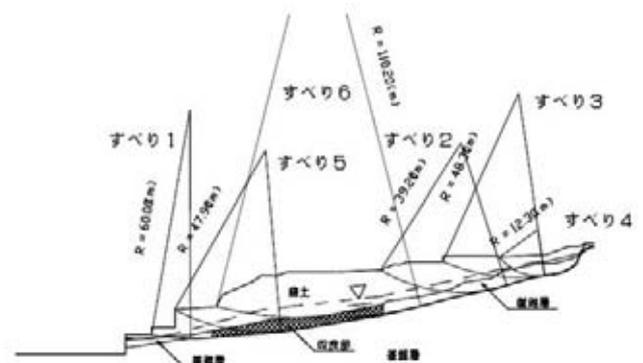


図-6 地盤改良に対する安定検討

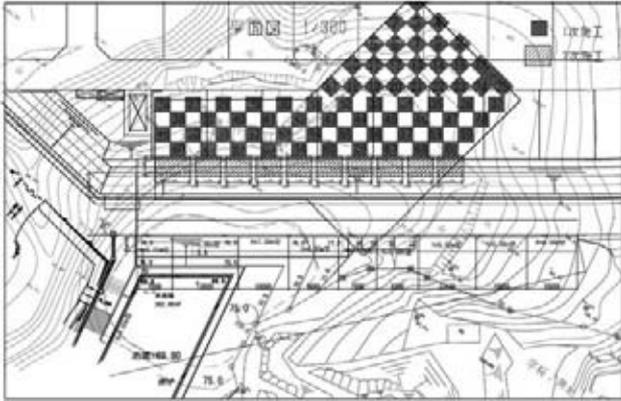


図-7 検討後の地盤改良計画平面図

あたり、1次施工箇所を3m四方のメッシュで区切り、全体の改良面積が50%となるように均等に配置した。又、2次施工部においては、全体の改良率が80%となるように均等に配置しかつ、改良土で地下水が遮断されないように、改良体と改良体の間にスリッドを設け、地下水が上昇しないよう配置した(図-7)。

室内目標強度の設定は、WILL工法技術・積算資料(平成23年7月WILL工法協会)より、これまでの施工実績において現場で得られる一軸圧縮強度が室内配合試験時の一軸圧縮強度のおおよそ1/1.5以上の強度発現が認められていることから改良土のバラツキを考慮し2倍と設定した。

固化材は高有機質土や高含水泥土の土質に適した麻生セメント(株)ソリッドエース#200を使用した。

表-2 セメント改良配合表

界地谷	添加材料	界地谷	W/C
ソリッドエース	268 kg/m ³		70%
比重	3.04	配合	
		固化材	972 kg
		水	680 ℓ
注入量	276 L/m ³		1000 ℓ
		比重	1.652

その他、施工において神戸層群の特に泥岩についての取り扱い是非常に厄介で、あらゆる場面で工事に支障を与えた。構造物掘削面に存在した場

合などは、降雨による泥化によつての法面崩壊に至る場合があり、掘削勾配を緩くすることや、法面養生に仮設のモルタル吹付などの実施が有効であった。

工事用道路上に存在した場合は、泥岩が泥化すると、2%程度の勾配の道路でも車両は走行ができなく、重機においても横すべりを起こし、移動が困難になり、人の歩行ですら危険な状態となる。降雨後の工事用道路対策としては、毎回、泥化した部分を重機の排土板等で削り、フレッシュな地盤面を出すことや、地盤改良材による走路整備を行うことが有効であった。又、一旦、車両のタイヤに付着すると湿式のタイヤ洗浄機を使用するだけではタイヤの泥を落とすことができず、ハイウォッシャーを別途3台程度用意しタイヤ洗浄専属の作業員を2人~3人と併用することでようやくタイヤの泥が落ちるという状況であり非常に苦労した。

4. おわりに

当初の調査結果及び問題点を踏まえた上で、現場施工に先立ち、必要な地盤情報を得るために追加調査・試験を実施することは、最適な対策工法を決める上で極めて重要である。

今回S12-S12断面において地すべり対策工として原位置での地盤改良に変更したことは工程、費用的において非常に有効であった。選定機械のベースマシンがバックホーであることから施工性が良く、改良品質も十分に確保することができた。

また神戸層群の地すべりに起因する泥岩の取り扱いにおいては、工事用道路の確保も重要な要因の一つであり、それに費やす時間、費用については今後現場を進めて行く上で重要である。このことから、事前調査を基に、詳細調査を実施し現場と照らし合せ施工検討することにより安全かつ経済的に工事を進めていく必要があると考える。

施工計画

大規模太陽光発電所建設工事における 合理的なパネル配置計画と実績

日本国土開発株式会社

監理技術者

安達 聡[○]

Satoshi Andachi

工事主任

福島 崇

Takashi Fukusima

1. はじめに

本工事は、ゴルフ場跡地（敷地面積136haの内、約30ha）に大規模太陽光発電所（発電規模5.8MW、年間発電量26,194MWh）を建設するものである。

限られた敷地の中で必要枚数の太陽電池モジュール（以下、パネル）を配置し、所要の発電量を確保することが要求されていたため、土工計画・排水計画と並行して、日影調査・発電量計算をもとにアレイ形状検討を含めたパネル配置計画を行う必要があった。

本報告は、ゴルフ場コース18ホールと管理棟及びクラブハウス敷地に最小限の造成の工夫により所要のパネルを設置した施工実績について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：サンシャインエネルギー湧水発電所
建設工事
- (2) 発注者：積水ハウス(株) 大阪特建支店
- (3) 工事場所：鹿児島県始良郡湧水町川西地内
- (4) 工期：平成25年8月1日～
平成27年2月28日
- (5) 工事内容（図-1）
造成工（切盛土工）：72,252㎡
道路工：3,400㎡
アレイ基礎・架台工：4,784基



図-1 パネル配置図

太陽電池モジュール取付工：86,112枚

モジュール～接続箱間配線工：1式

中間変電所基礎工：16箇所

1.1 造成計画の基本方針

本サイトは、ゴルフ場として整備された敷地であるため、コース上はある程度平坦性を有しているが、コース間や計画地外周は起伏に富んだ山岳地形であることから、コース上や平坦部分を中心に切盛り土量をバランスさせた造成計画を立て、施工を行った。計画の基本方針を以下に示す。

- ①平均切盛高さ2.0m、平均盛土高さ1.0m以内で地山なりとする。
- ②既設排水管本管はそのまま使用し、基本的な排

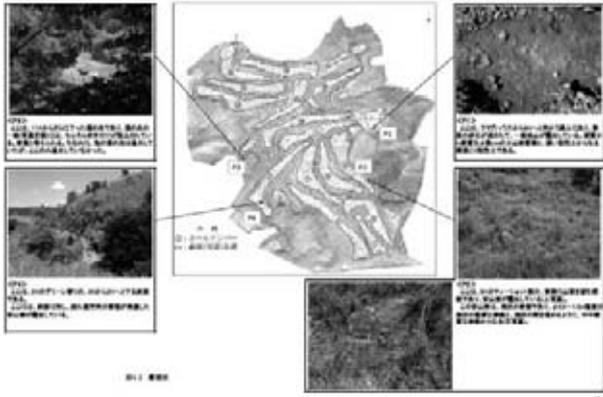


図-2 岩盤露頭図



図-3 切盛判定図

水勾配は変えない。

③各コース内で切盛り土量を調整する。

1.2 地盤調査

土工作業の軽減化を考慮した造成計画とパネル台基礎形式の選定作業を行うためには地盤調査が必要である。パネル配置を計画している場所（ゴルフ場コース及び平坦性のあるコース間、管理棟、クラブハウス計画地）について以下の調査を行った。

- ①簡易動的コーン貫入試験による地盤強度の確認。
- ②試掘による地盤状況（土質、礫の大きさ等）踏査によるゴルフ場造成前地形の把握（岩盤の露頭状況、切盛境界の調査等）（図-2）（図-3）

1.3 アレイ形状の決定

敷地に少しでも多くのアレイを配置することを目的として、本発電所で使用されるパワーコンディショナー（PCS：（株）日立製 HIVERTER-NP

213i、出力630kW）とパネル（インリーグリーン エナジー製：出力300W）の関係より1ストリングス当たり18直列のパネル数とし、アレイ形状を2段9列と3段6列の2種類となるよう配慮した。

また、アレイ架台の構造設計において様々な構造形式を検討し、鋼材重量を軽量化することで、コストの低減を図った。

1.4 パネル架台基礎（基礎杭）の選定

パネル架台の基礎は、地盤状況、土質状況により、コンクリート基礎あるいは杭基礎とも施工可能であると判断されたが、施工性と経済性から杭基礎を選定した。次に杭基礎の種類を検討し、比較的硬い地山（N値＝4～8）となる切土部では回転貫入で施工するGTスパイラル杭を、比較的緩い地山（N値＝2～4）となる盛土部ではパーカッション貫入で施工するH型PCパイル杭を採用した。施工状況を以下に示す。



図-4 GTスパイラル杭



図-5 H型PCパイル杭

2. 現場における問題点

パネル設置における現地での問題点を以下に示す。

- ①山岳地形の影響で、パネルに日影ができ所要発電量を確保できない。
- ②地形なりの造成後、パネル配置すると当初予定アレイ架台数を確保出来ない。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 日影調査と配置検討

パネル配置計画においては、所要の発電量を確保するために日影となるエリアには配置しないことが肝要である。地形図（測量図）から地形的要因で日影と想定される場所について日影調査を実施した。その方法を以下に示す。

- ①調査期間：年間で一番太陽の低い冬至の12月20日 日前後2日間
- ②調査時間：午前8：00～11：00、午後13：00～16：00
- ③調査方法：上記時間ごとにコース内の日影の位置を表示
- ④調査結果：時間ごとの日影位置を測量し図面化（図-6）

日影調査の結果、当初予定していたパネル配置箇所のいくつかで、日影による発電量低下が大きくなると判断されたため、以下の対策を施すこと

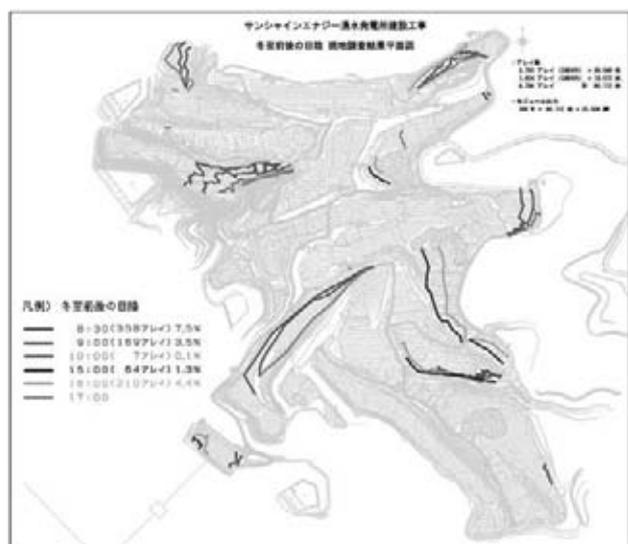


図-6 日影現地調査結果

となった。

- ①樹木の影響が大きい場合は、伐採可能な場所で伐採を行った。
- ②造成で日影を緩和できる箇所は、造成高さを見直した。
- ③アレイ間の影、アレイ東西方向を変更しない配置を行うと、当初計画より設置枚数に不足が生じたため、コース間の追加造成あるいは当初配置計画の再検討を行った。

3.2 パネル設置方向の検討

パネルの再配置計画においては、パネル設置方向角を真南向きから東西に回転させることで設置枚数を増加させることとした。その利点を以下に示す。

- ①パネル設置方向角を変えることでコース方向に応じた効率的な配置が可能となる。
- ②地面勾配に合わせた方向に配置でき、隣接アレ



図-7 アレイ間隔あり
勾配方向に逆らった配置



図-8 アレイ間隔無しコース
方向、勾配方向に逆らわない配置

表-1 パネル方向角と年間推定発電量の関係

方向角 (度)	パネル上下角 10		パネル上下角 20		パネル上下角 30		パネル上下角 40	
	年間推定 発電量 MWh/年	真南向き との比率 (%)	年間推定 発電量 MWh/年	真南向き との比率 (%)	年間推定 発電量 MWh/年	真南向き との比率 (%)	年間推定 発電量 MWh/年	真南向き との比率 (%)
-60	27,616	97.43	27,276	95.08	26,407	93.01	25,277	91.16
-50	27,824	98.17	27,672	96.46	26,965	94.97	25,945	93.57
-40	28,003	98.80	28,017	97.66	27,450	96.68	26,526	95.67
-30	28,148	99.31	28,301	98.65	27,844	98.07	27,038	97.82
-20	28,256	99.69	28,512	99.39	28,138	99.10	27,409	98.85
-10	28,322	99.92	28,643	99.85	28,329	99.77	27,638	99.68
0	28,344	100.00	28,687	100.00	28,393	100.00	27,727	100.00
10	28,323	99.93	28,643	99.85	28,330	99.78	27,658	99.75
20	28,258	99.70	28,514	99.40	28,150	99.14	27,426	98.91
30	28,151	99.32	28,306	98.67	27,847	98.06	27,044	97.54
40	28,005	98.80	28,023	97.69	27,432	96.62	26,555	95.77
50	27,826	98.17	27,673	96.47	26,933	94.86	25,938	93.55
60	27,618	97.44	27,267	95.05	26,364	92.85	25,223	90.97

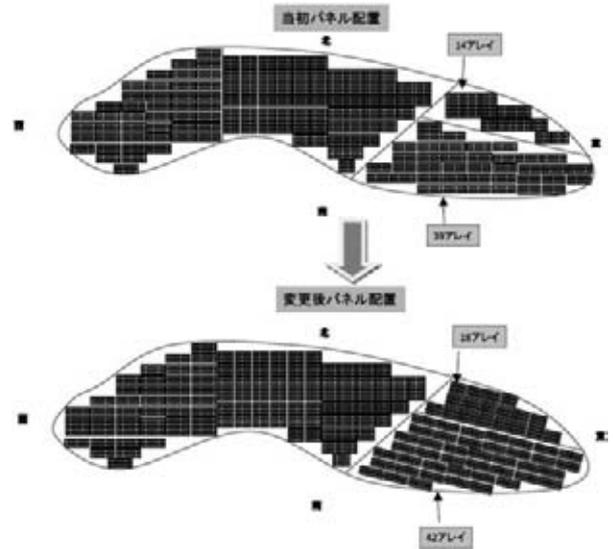


図-11 パネル配置比較図

の発電量の低下は、方向角が東西に30度以内であれば1%以下である(表-1)。

上記の検討結果を考慮して、パネル方向角0度～±20度の条件を付加したパネル再配置計画を行った。当初計画と変更計画の比較図の一部を(図-11)に示す。

パネル配置計画見直し時点では、全体アレイ数4,784基に対し100アレイが配置できない状況であったが、パネル方向角を変更したことで、当初予定のアレイ数をすべて配置することが可能となった。

4. おわりに

今回の工事は、一般的な平坦な敷地における施工ではなく、起伏のあるゴルフ場跡地に太陽光パネルを設置する工事であることから、経済性に配慮した造成計画、配置計画を行わなければならないなど、大変工夫を要する工事であった。年間発電量(=売電収入)と造成工事費及びアレイ基礎工事費を勘案しながら、事業採算性を低下させないための適切な検討を行った実績として、今後、様々なメガソーラー工事に今回の経験が活かされれば幸いである。

最後に、当社のこのような対応が発注者から高く評価され、深い信頼を得ることができ、関係者各位に感謝申し上げます。

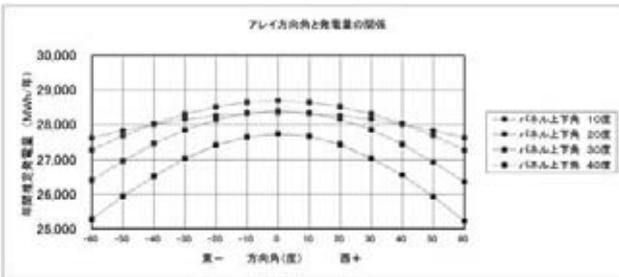


図-9 方向角と発電量の関係

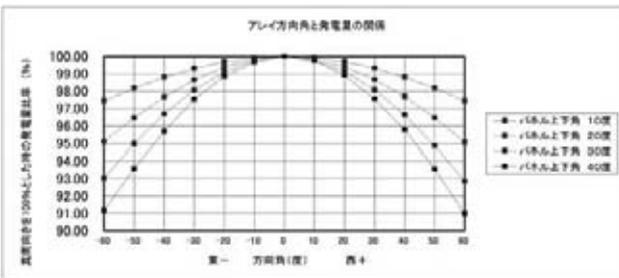


図-10 方向角と発電量比率の関係

イ間の段差が小さくなることから南北方向・東西方向ともにアレイ間隔を短くできる(図-7、図-8)。

3.3 再配置計画の発電量計算による検証

パネル再配置計画にあたっては所要の発電量が確保されることが前提となる。そのため、パネル設置方向角を変化させた年間発電量計算を行い、発電量が低下しない角度範囲の検証を行った。その結果を、表-1、図-9、図-10に示す。

発電量計算による検証結果を以下に示す。

- ①パネル上下角については、パネル方向角0度(真南向き)の場合、20度が最も発電量が大きくなり、10度と比べ1.23%の増加となる(図-9)。
- ②パネル方向角について、パネル上下角が大きくなるほど方向角が大きくなった場合の発電量低下が大きい。
- ③パネル方向角0度(真南向き)と比較したとき

施工計画

地元企業活動に配慮しながら工程短縮を図る ラケット型鋼製橋脚工事の工事計画と施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

エム・エムブリッジ株式会社

建設部工事管理 G

立石 篤 志[○]

Atsushi Tateishi

建設部工事 1 G 上席技師

宮 永 満

Mitsuru Miyanaga

建設部工事 2 G 上席技師

岩 寄 健 治

Kenji Iwasaki

1. はじめに

横浜港臨港道路南本牧ふ頭本牧線整備工事は、産業立地環境の向上と物流コストの低減および首都圏をはじめとする産業の国際競争力の強化戦略の一環となる南本牧ふ頭の大規模コンテナターミナルの整備に伴い、横浜港と背後圏との間や港内を流動する物流関連車両の交通円滑化を目的とした工事である。

本工事は、東亜・三菱・宮地の3社異工種JVで受注した高架橋の下部工事で、深礎工事から鋼製橋脚の製作架設までを含めており、当社は鋼製橋脚製作架設工事（2脚）を担当した。

この工事の課題は、市道52号線に近接した場所での架設工事となったため、近隣企業のヤードからの出入口の確保および工程短縮であった。本稿では、この課題に対して実施した内容について記す。

工事概要

- (1) 工 事 名：横浜港臨港道路南本牧ふ頭本牧線（IV工区）高架橋上部工事
- (2) 発 注 者：関東地方整備局 京浜港湾事務所
- (3) 工事場所：横浜市中区錦町およびかもめ町地内
- (4) 工 期：平成26年6月5日～平成27年2月10日



図-1 完成写真

2. 現地における制約条件

本工事の現地条件を以下に示す。

- ①工事施工ヤードは、市道52号と三菱重工業(株)横浜製作所本牧工場に挟まれており、ヤード幅は約8mである。
- ②市道52号沿いには物流関連企業の車庫がありトレーラーの出入口を確保するために、バントなどのヤード内設備配置を検討する必要がある。
- ③道路協議の結果、道路規制を伴う架設作業の時間帯は、22：00～翌5：00の夜間作業となった。また、近隣企業からは企業活動への影響低減の理由から規制回数を減らす条件が付加された。
- ④引継ぎ工事である上部工事の着手時期が決まっており、大幅な工程短縮が必要である。

これらの制約条件から、①発注時の架設計画のベント構造では、近隣企業のトレーラーの出入りを確保できないためベント構造変更、②制約された時間内に工事を完了させる施工方法を立案、③交通規制を最小化するための工夫、④狭隘ヤード内の効率的な施工法などを検討する必要がある。

3. 各課題に対する対策

(1) ベント構造の検討

発注時に計画されたベント構造は、施工ヤード内と供用中の道路を横断した歩道部に柱を設置する門型ベントであった。この計画では、歩道部の使用が全く出来なくなることに加え、施工する橋脚の配置の関係で市道に面した近隣企業の車庫からトレーラー等の車両が出入りできないことが判明した。そのため、道路側のベント構造を下記の通り変更した。

表-1 ベント構造の変更

橋脚名	発注時の構造	変更（実施）構造
ⅢP7	門型ベント	門型ベント (折りたたみ式ベント)
ⅢP8	〃	斜ベント
ⅣP1	〃	斜ベント
ⅣP2	〃	道路側ベントの削除
ⅣP3	〃	〃
ⅣP4	〃	〃
ⅣP5	〃	〃

※折りたたみ式ベントは、当社保有の機材

ⅣP2～ⅣP5橋脚のベントは、道路側ベントを削除し変形防止として形状調整装置を設置した。

また、工程短縮を図るためⅢP8橋脚とⅣP1橋脚以外は当社保有の折りたたみ式ベント（コンパクトベント）を採用し、組立解体の安全性向上と作業時間の短縮を図った。

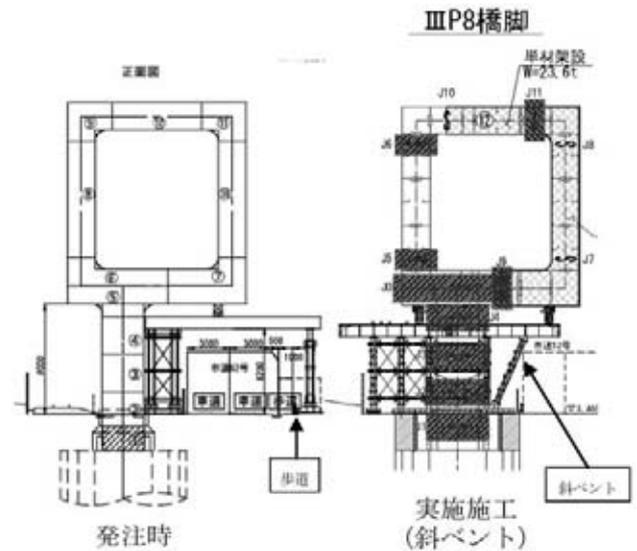


図-2 ベント構造

(2) 中ブロック施工法の採用

発注時の計画では、全て単部材での架設であったが、安全性向上や工程短縮のために、市道上空の数ブロックをヤード内で地組立により一体化し、中ブロックとすることで架設回数を減らし夜間規制の時間短縮を図った。また、鋼製橋脚の現場継手は溶接のため、中ブロック架設に伴い下梁と上柱の継手部エレクションピース（図中○）は中ブロックが自立できる構造とした。エレクションピースの設計は、現場条件（地震多発地域）および施工時期（6月～11月）を考慮した架設系の解析を行い、地震及び台風の影響を考慮した。

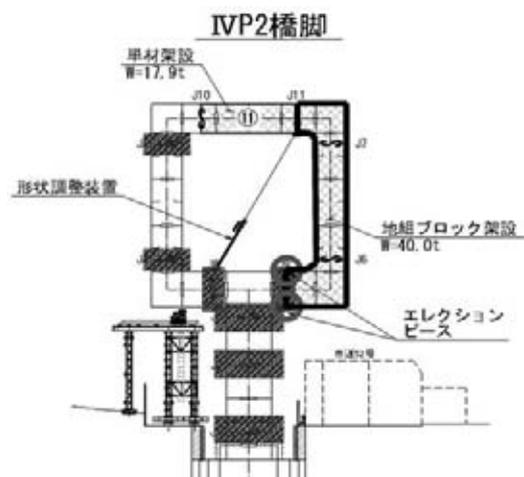


図-3 中ブロック架設

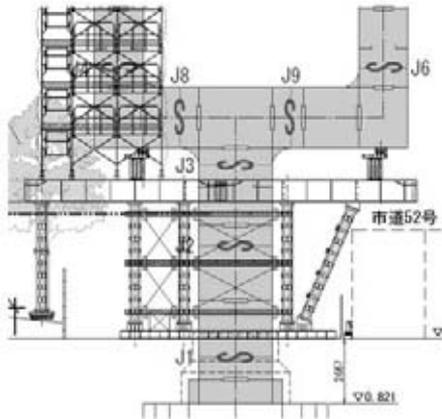


図-7 足場構造

4. 取り組みの結果と今後の課題

対策を行った結果、規制時間内に施工が完了するとともに、近隣企業からの苦情等も無く施工を完了することが出来た。またベントを削減したものの、架設時に耐えうるエレクションピースの採用で出来形への影響が出ることも無かった。

今回の課題に対する計画作業から、今後類似条件の鋼製橋脚を施工する際には、特に下記の項目についてよく検討を行う必要があると考える。

- ・狭隘部施工や道路占有からクレーンの選定が必要な条件の場合、隣接道路の片側交互通行の検討やクレーンの仕様変更による費用対効果を検討する。
- ・塗装仕様が金属溶射など現地での塗装が難しい塗装仕様の場合は、吊り金具・コネクションピース等を最小限とする配慮を行う。本体照査が必要であるが、切断撤去仕上げ手間やコスト

を抑制するために、既存継手を使用した吊り金具の採用を検討する。

- ・工程短縮を求められる工事で近場にヤードの確保が可能であれば、クリティカル作業である現場溶接や現場塗装を地組みに合わせて行うことを検討する。
- ・溶接部の縦リブを「後はめ構造」にすることで、桁内面からの溶接を可能とし風防設備等の足場構造を簡略化する検討を行う。
- ・夜間工事は規制時間に制約があり作業時間に余裕の無い場合が多い。建て起し作業で、玉掛け索の調整量が多い場合は手動チェーンブロックから電動チェーンブロックやクレビスジャッキを用いた方法に変更することも検討しておく。

5. おわりに

鋼製橋脚の施工は都市部の狭隘ヤードでの施工となるため、溶接・塗装に伴う風防設備等が大掛かりになるとともにクレーンが大型化するなど、コストアップが懸念される。本工事も同様と言える。受注後、すぐに発注条件と現地条件を比較し、コスト悪化が懸念される項目については、施主への早期協議と協議後の作業着手時に手戻りの無い検討計画が必要と考える。また、当初の検討計画から施工業者を参画させることでコスト改善への良案が期待できると考える。

最後に、本工事の計画および現地施工において御協力頂きました関係者の皆様方に感謝の意を表します。

施工計画

特別高圧送電線による上空制限下での急速施工法の検討 (移動式ベントによる縦取り架設工法の適用)

日本橋梁建設土木施工管理技士会

エム・エムブリッジ株式会社

建設部工事管理 G 主任

寺本 剛 士[○]

Tsuyoshi Teramoto

建設部工事 2G 主事

弓田 清 美

Kiyomi Yumita

建設部工事 1G 主任

紺野 敏 幸

Toshiyuki Konno

1. はじめに

慶作前地区高架橋は首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の久喜白岡 JCT と幸手 IC 間に位置し、災害時の代替路としての機能や首都圏の道路交通の円滑化などの役割を担う環状道路を構成する橋梁である。

本橋の架設は、架橋部上空に66,000Vの特別高圧送電線が横断し、クレーン作業区域が制限される限られた作業ヤード内で架設することを要求されることから、移動式ベントによる縦取り架設工法を採用した。ここに工法検討経緯と施工状況について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：圏央道慶作前地区高架橋上部
その1工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 関東地方整備局
北首都国道事務所
- (3) 工事場所：埼玉県幸手市上高野地先

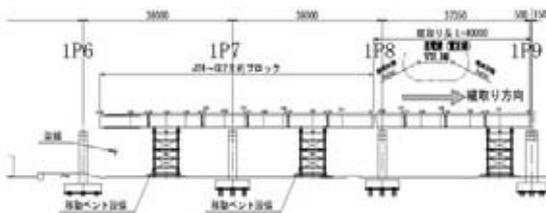


図-1 縦取り架設計画図



図-2 完成写真

- (4) 工 期：平成25年7月31日～
平成26年9月30日

2. 施工工法の検討

2.1 現場条件と課題

縦取り架設の対象となる1P6橋脚～1P9橋脚間の現地条件を以下に示す。

- ①ヤード全体がほぼ水平で、凹凸のない状態に整地可能である。
- ②地耐力は、ほぼ全域で600KN/m²程度を確保できる。
- ③特別高圧送電線（66,000V）が桁上約10mの高さを横断しており、作業空間隔離距離を4m確保する必要がある。

- ④ 1P8橋脚付近に市道589号（農道）が横断しているが、通行止め及び迂回路設置可能である。
- ⑤ 隣接橋梁との掛け違い橋脚である1P9橋脚には、既に隣接工区桁が架設完了している。
- ⑥ 作業時間帯の制約は無いが、全体工期が非常に短い。

上記条件から、ヤード地表面での制約条件は少ないが、上空に特別高圧送電線が横断していることから、クレーン直接架設による感電のリスクや、隣接工区の桁架設完了による手延べ機を使用した架設工法を選定できないことなどが課題となる。これより、工期を延伸させず架設コストへの影響を最小限とする効率の良い施工方法の選定が必要となった。

2.2 架設工法の選定と概要

(1) 架設工法の選定

工期を延伸させないためには急速施工工法が望まれるため、大ブロックや中ブロックによるクレーン架設工法が有効であるが、上空の特別高圧送電線の制約下ではクレーンによる施工ができないため、上空制限がないヤードで地組した桁を水平に移動させて架設する工法を検討した。工法選定では、近年事例が増えている自走式多軸台車を用いる工法、手延べ機を用いない送り出し工法、架設箇所全線に軌条設備を設置し縦取りする工法などについて比較検討を行った。

その結果、自走式多軸台車を用いる工法ではコストインパクトが大きくなること、手延べ機を用いない送り出し工法では張り出し長が大きいため桁補強重量の増加が問題であった。

これより、縦取り工法が最も有効と判断され、当社特許（特許第4418405号（2009.12.04））である移動軌条を応用する移動式ベントを採用することで、架設箇所全線に軌条設備を配置する工程も省略できるため、短工期でコストインパクトが小さく、特別高圧送電線に対する安全性も確保できる移動式ベントによる縦取り工法を選定した。

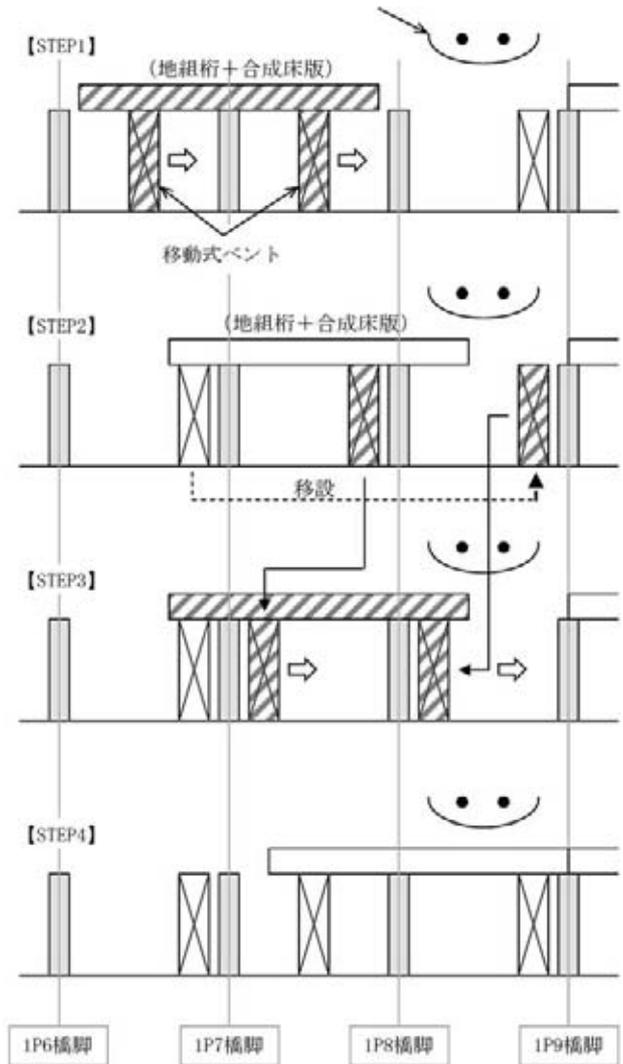


図-3 縦取りステップ図

(2) 移動式ベントによる縦取り架設工法の概要

図-3のステップ図に示すとおり、上空制限のない1P6橋脚～1P8橋脚間に移動式ベントをそれぞれ1基ずつ設置し、ベント上で地組立および合成床版の搭載を行う（STEP1）。移動式ベントにより桁を移動させ桁先端を1P8橋脚から張り出し、後方ベントを上空制限のない1P9橋脚付近に移設する（STEP2）。次に、移設したベントを桁先端付近まで移動すると同時に1P7～1P8橋脚間の移動ベントを後方に移動する（STEP3）。その後、桁を所定の位置まで移動する（STEP4）。

移動式ベントには、基礎梁下部にスライドベースおよび水平ジャッキ、軌条梁を配置し、移動軌条の上を走行する構造とし、基礎梁両端に配置し

た鉛直ジャッキで仮受時に水平ジャッキのストロークを縮めることで、ジャッキの盛替えと同時に架設工具で軌条梁を調整することで方向修正作業も行える構造とした（図-4 移動式ベント構造図，図-5 移動式ベント基礎）。

主桁はR=1000mのゆるやかな曲率線形であるが、縦取りの基準線は直線とし、1主桁当り2点支持とすることで、縦取り中の桁のねじれ緩和及び移動式ベントの反力管理を容易にできるよう工夫した。

縦取り量は上り線40m下り線46mとした。それぞれ途中で3回の盛替え作業（移動式ベントの受け点を変えるため橋脚に桁を仮置きし、移動式ベントを後退させ桁を受け直す作業）が発生し、仮置き時の受け点設備高および縦取り完了時の桁降下量を最小限とするため、縦取り基準高は全支点+500mmとした。

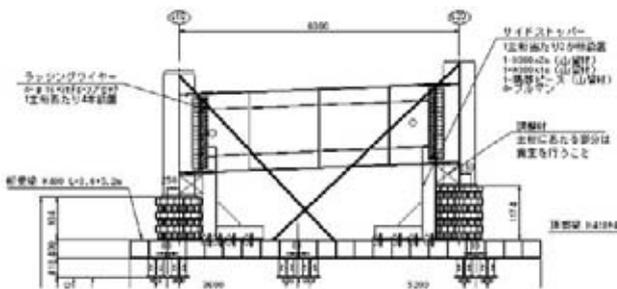


図-4 移動式ベント構造図



図-5 移動式ベント基礎

2.3 縦取り工法の課題

(1) 移動ベントの転倒対策

主桁の上に合成床版を搭載した状態での桁移動となるため重心が高くなり、縦取り時の安定性を確保する必要があった。

(2) 地盤沈下対策

事前に行ったキャスポル（簡易支持力測定器）による調査では、設計荷重196KN/m²に対して約3倍の換算短期支持力度640KN/m²確保できていることを確認したが、橋脚付近の地盤で不等沈下が発生した場合バランスが崩れることが予想された。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 縦取り工法の工夫

(1) 移動ベントの転倒対策

合成床版を搭載したことにより重心が上がり、転倒安全率を低下させるため、ベントの柱間隔を最大限広くすることで安定性を向上させた。ベントの柱間隔を橋軸方向6m橋軸直角方向6.5mとするとともに、移動式ベントの自重(最大反力1031KN)に対しベント重量800KN)を増やすことで重心を下げ、転倒に対する安全率を向上する構造とした。(転倒安全率を4.2≥1.2) 加えて、ベント上の桁を逸走させないため、ベント頂部に桁固定装置として、サイドストッパーと強固なラッシング設備を設置した（図-6 桁固定要領図）。

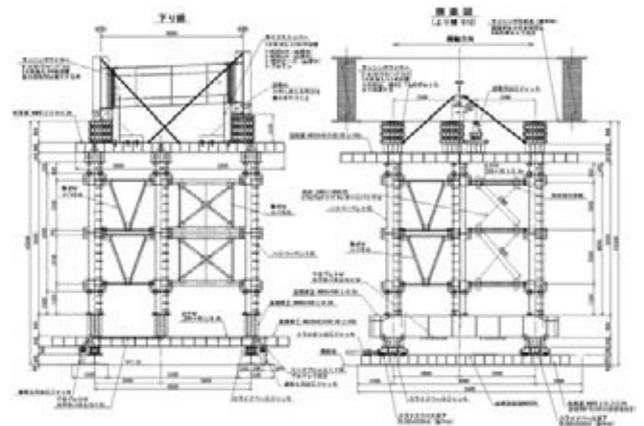


図-6 桁固定要領図



図-7 敷鉄板状況写真

(2) 地盤の不等沈下対策

支持面積を確保するため、敷鉄板 (t=22mm) を交差するように2重に敷設した。(図-7敷鉄板状況写真)

(3) 縦取り作業時の監視対策

縦取り作業施工時には、地盤不等沈下の影響による移動式ベントの倒れ(橋軸方向及び橋軸直角方向)や荷重の偏り、走行不良を監視するため計測結果が現地に設置した管理室で集中管理を行った。

- ①スライドベースの反力管理による荷重の偏りの監視
- ②水平ジャッキの反力管理により推進力のばらつき監視
- ③水平器により移動ベントの倒れの監視

レーザー距離計で主桁の縦取り移動量を計測し、地上の移動量と比較することで桁のすべりの監視を行い、非常停止が行えるようにした。

3.2 現場施工の結果

現場施工については特に大きなトラブルも無く、当初予定通り、縦取り開始から桁降下完了まで3日間の工程で施工できた。これは、上空制約がありクレーンで直接架設できない場合での送り出し工法に比べ、充分優位な結果であると思われる。

移動式ベントの作業状況については、移動式ベントの倒れは2%以内と安定していたため、安定感のある縦取り作業となった。

施工コストについては、移動式ベントに関わる機材重量が3基分で約180tとなったため、同規



図-8 橋脚付近地盤沈下状況

模の送り出し工法の際の機材重量に比べると1.5倍多くなる傾向となり、設備損料や輸送費などがコスト高となった。一方、縦取り工法を採用し、連結構などの製作材及び高力ボルトなどの購入品が少なくなったことで、本工事においては同規模の送り出し工法とコスト差異はなかった。

現場施工時の唯一のトラブルと言えるのは、移動式ベントが橋脚付近まで接近したことで、一般部と比べ締め固めが充分でない橋脚周りでの多少の地盤沈下が発生したことである(図-8橋脚付近地盤沈下状況)。

今後同じ工法で施工する際には、移動式ベントの移動範囲から橋脚周りを外した計画にするか、必要に応じ橋脚周りの地耐力の確認と地盤支持力の確保が必要であると思われる。

4. おわりに

本工事において、移動式ベントによる縦取り架設工法は、桁下条件が整ったことから有効な架設工法であった。ただし、桁下高さ(移動式ベント高さ)、地盤条件(地耐力、不陸状況等)、桁下ヤードの確保などの諸条件により施工コスト、安全性(設備の安定性)が大きく変わる可能性があるため、工法を選定する上で他工法の併用も考慮した選択が必要になることは言うまでもない。

最後に、本工事の施工にあたってご協力いただきました関係者の皆様に感謝の意を表します。

施工計画

あやらぎがわ

綾羅木川橋（鋼5径間連続非合成少数鈹桁橋） 送出し架設工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

計画課長代理

監理技術者

川 端 一 徳[○]

楠 章 生

Kazunori Kawabata

Akio Kusunoki

1. はじめに

本工事は、一般国道191号下関北バイパス工事のうち、綾羅木川を跨ぐ位置に架かる綾羅木川橋の上部工事である。下関北バイパスは、朝夕の渋滞解消や交通安全の確保、広域交通ネットワーク形成による観光地へのアクセス性の向上等を目的とした延長約6.8kmバイパスで、平成2年に事業化され、平成27年3月に全面開通した。

綾羅木川橋は、綾羅木川の河口に位置し、路下にはレジャーボートなどの小型船舶が80隻以上係留されるマリナーが整備されている。この様な地形条件から、ベントが設置できない渡河部およびマリナー直上部の3径間は送出し工法により架設し、停泊・航行船舶への影響に最大限配慮し工事を行った。



図-1 綾羅木川橋送出し状況

ここでは、少数鈹桁橋、地形条件、構造条件など、本工事の諸条件に対応した送出し架設工事について報告する。

【工事概要】

- (1) 工 事 名：下関北バイパス綾羅木川橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中国地方整備局
山口河川国道事務所
- (3) 工事場所：山口県下関市綾羅木本町7丁目～
綾羅木新町2丁目地内
- (4) 工 期：平成25年6月5日～
平成27年2月27日
- (5) 橋梁形式：鋼5径間連続非合成少数鈹桁橋
- (6) 橋 長：225.0m（道路中心線上）
- (7) 支 間 長：33.3m + 50.0m + 54.3m +
50.0m + 35.8m



図-2 拡幅部の仮組立状況

2. 現場における問題点

本工事の問題点を下記に示す。

(1) 曲線と拡幅桁への対応

平面線形はR2800mの緩い曲線で、終点側に向けてアプローチ道への接続から、渡河部より徐々に拡幅する線形であった。主桁はこの拡幅に伴い、渡河部の2径間で3主桁から4主桁へ変化する。主桁間隔は少数主桁橋であることから、7.5m~9.3mと広く変化する配置であった。したがって、送出し時の受け点変化に追従する送出し設備の立案が課題であった。

(2) マリーナ湾内横梁構造橋脚への対応

マリーナ湾内に位置する橋脚は、航路限界より桁高の確保ができないため、桁と横梁が一体となる構造であった。当初の計画では、マリーナ湾内へベントを設置し桁を支持するものであったが、マリーナ内の航行制限が多く発生し、利用者への影響が長期にわたること、水中でベントを組み立てなければならないことなどの問題があり、これ



図-3 マリーナ湾内の橋脚



図-4 綾羅木川と渡河部の橋脚

を解消する基礎設備の立案が課題であった。

(3) 橋脚の狭隘幅と斜角への対応

少数主桁やハイブリッド支承の採用およびジャッキアップ補強点の省略など省力化の意識が高い橋梁構造であり、橋脚の幅が2.4mと一般的な橋脚幅より狭く、送出し設備の設置スペースの確保と、河川流水方向への斜角に対する対策が課題であった。

(4) 狭隘橋脚上の降下工の対応

マリーナ湾内の橋脚へ設置する降下設備は、横梁幅1.2mへの設置となるため、狭隘な設置スペースに対応する設備の立案が課題であった。

3. 対応策と適用結果

(1) 曲線と拡幅桁への対応策

桁が拡幅することから曲線で送出すことが難しく、曲率の小さな曲線であったため、送出し時の平面線形（送出し方向）は、曲線の桁を直線で送出す計画とした（図-5）。この時、曲線による桁の偏芯量は最大で $\delta 1 = 785\text{mm}$ である。また、渡河部の2径間は3主桁から4主桁へ桁が1本多くなり、両縁の桁間隔は15.0m~21.4mへ変化し、偏芯量は $\delta 2 = 6,378\text{mm}$ となる。この偏芯量に対応する送出し設備の計画を以下のように行った。

①送出し装置の選定

曲線で送り出した場合は、偏芯が発生しないのでローラー式の送出し装置が適用できるが、曲線桁を直線で送出す場合は、受け点の偏芯による横移動が発生するため、横移動に対応した送出し装置の選定となる。送出し装置は各支点で、推進機構と鉛直調整機構を有する油圧ジャッキによるものであり、この送出し装置を選定した場合、横移動に対応する方法としては、送出し装置を横移動



図-5 送出し平面線形設定図

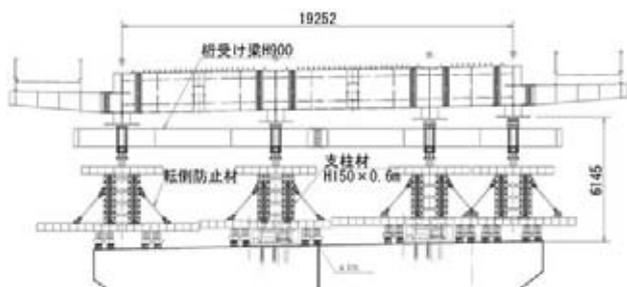


図-6 送出し設備一般図（正面図）



図-7 送出し装置（SD100×2台）

させる方法、送出し装置を固定し受け点幅を広くする方法、が考えられる。

本工事では、曲線による偏芯に加え拡幅による偏芯もあり、横移動量が大きく一定でないため、盛り替え作業が多く発生し非効率であることと、送出し管理が煩雑となるため、送出し装置を固定し受け点を広くする方法を採用した。

偏芯に対応する送出し設備の検討では、主桁間隔への対応が課題であった。主桁間隔は最大9.3 mと大きく当初は、1主桁に2基の送出し装置を設置しその上に梁を渡す計画で進めたが、送出し装置の基数が多く設置スペースの確保ができなかった。そこで、断面力の大きい梁材で全主桁を受ける構造とし、1主桁に1基の送出し装置を設置する計画とした。

(2) マリーナ湾内横梁構造橋脚への対応策

マリーナへの影響が最小限となる方法は、占有しないことであり、占有を必要としない送出し設備の構造が求められていた。そこで、横梁に着目し、桁下を占有しない送出し設備基礎の計画を行った。

横梁の橋軸方向の幅は1.2mであり、送出し設備を設置するスペースが確保できないため、横梁の橋軸方向の幅を拡幅する計画とした。拡幅の方

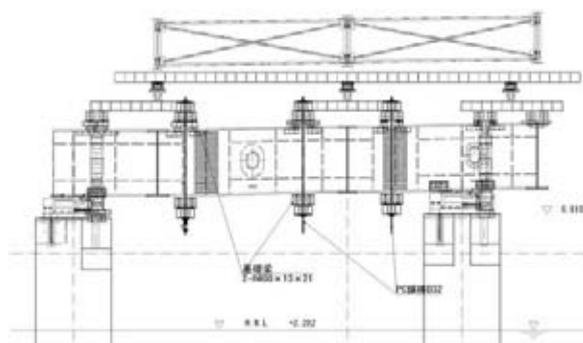


図-8 横梁を利用した基礎構造（正面図）



図-9 横梁を利用した基礎設置状況

法は、形鋼を横梁の上下に配置し、形鋼をPC鋼棒で繋ぐ方法を採用した。また、横梁単体では荷重を支承幅で受け持つため、転倒に対する対策が必要であった。そこで橋脚上に設置される照明柱のアンカーを利用して、橋脚上で横梁を挟む位置へベント支柱を設置しベント支柱と横梁を固定することで橋軸方向の幅を広くとり転倒に抵抗する構造とした。

この構造を採用することにより、マリーナの常時占有はなくなり、設備の設置・解体時の一時占有で対応できたため、マリーナへの影響を最小限とすることができた。

(3) 橋脚の狭隘幅と斜角への対応策

河川内に構築された橋脚は、橋軸方向の幅が2.4 mであり送出し設備の設置幅より狭く、橋脚上の拡幅が必要であった。また、橋脚は河川の流水方向に斜角を有しており桁の送出し方向と一致しないので、送出し設備の構造へ考慮する必要があった。

橋脚上の拡幅は、塩害を考慮して後施工アンカーを使用しない方法を採用し、支承を交わした高さに配置した基礎梁よりアウトリガーを張出し橋脚側面へ接触させることで転倒を防止する構造

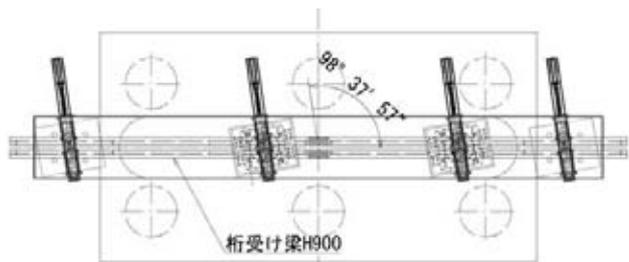


図-10 橋脚上送出し設備斜角対応（平面図）

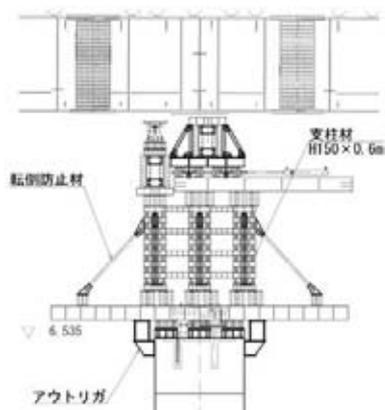


図-11 橋脚上送出し設備一般図（側面図）



図-12 橋脚上送出し設備設置状況

とした。斜角への対応は、送出し装置を送出し方向に向けて設置し、送出し装置上の梁に斜角を設ける構造とした。送出し装置をささえる架台は、斜角方向に設置し支柱材は降下設備への盛り替え作業を省略するため、サンドル材を積上げ、ボルトで固定する構造とした。送出し設備の転倒防止は、基礎梁を張り出し、基礎梁と支柱を斜材で繋ぐ構造とした。

(4) 狭隘橋脚上の降下工の対応策

桁の降下はサンドル降下を基本とし、主桁と支点上横桁を支点にして降下を行う計画としたが、マリーナ湾内の橋脚上は横梁構造であり、主桁は橋脚まで到達しない状態で降下させる。したがっ

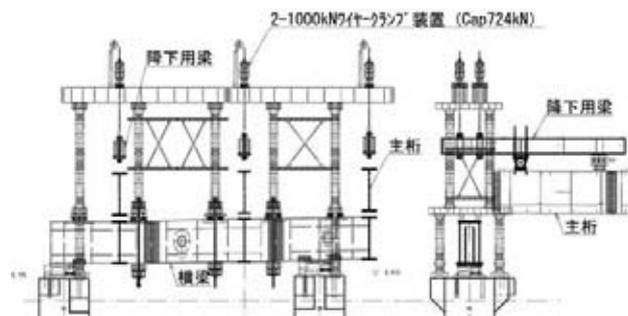


図-13 横梁を利用した降下設備



図-14 横梁を利用した降下設備設置状況

て、別途降下時の支点を設ける必要があるが、主桁ラインで降下を検討した場合、横梁の橋軸方向の幅は1.2mであり、降下サンドルを設置できるスペースが確保できない。そこで、送出し桁先端の桁上に降下用の梁を設置して、橋脚上に設置した門構の横梁からワイヤークラップジャッキで送出し桁を吊り下げ、降下する構造とした。

4. おわりに

送出し工法は、様々な工夫やアイデアを駆使した架設用の仮設備を用い、解析で検証することによって成立する工法であり、若手技術者にとって技術の宝庫といえる工法の一つである。今回、本稿で紹介した内容が若手技術者の参考になれば幸いです。

最後に、今回の架設工事に際して、多くのご指導いただきました国土交通省中国地方整備局山口河川国道事務所の方々をはじめ、各関係機関の皆様、工事期間中に多大なご迷惑をおかけする中、ご理解とご協力をいただきました住民の皆様に対して、ここに深く感謝の意を表します。

三箇大橋（2径間連続鋼床版橋） 人口集中地区における大ブロック架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

監理技術者

設計担当者

浅野 剛[○]

玉置 征二郎

Takesi Asano

Seijirou Tamaoki

1. はじめに

本工事は、大阪市の東部に隣接する衛星都市として都市化が進展した大東市の人口集中地区に架かる三箇大橋の架替工事である。

現三箇大橋は、市役所や駅、商店街などの接続道路で、自動車以外にも歩行者・自転車が多くの地域住民の生活にとって欠かせない橋梁の一つである。しかし、現三箇大橋は、昭和47年に発生した大水害（浸水家屋延べ約10万戸に及ぶ被害）を契機に行われてきた河道の拡幅、護岸のかさ上げ、などの河川改修工事の中で、旧三箇大橋を撤去した後に暫定形の仮橋として昭和54年に建設されたものである。そのため橋桁は、堤防を切

り欠いた状態で、恩智川の計画高水位より低く架設されており、増水時には、落橋や氾濫の恐れがあり（図-1）治水対策上、早急に架け替えが必要な橋梁である。

この様な背景を持つ現三箇大橋の架け替えについては、人口集中地区で地域住民への影響や隣接する道路、鉄道との交差条件、河川条件などに対応した橋の構造、施工方法としなければならない難しい課題があり現在まで架け替えが完了せず、この地区の河川改修事業の中でのこされた“最後の橋”となっていた。そして、平成元年に完了した隣接 JR の高架化に伴い、架替事業着手に向けた本格的な検討が進められ、現在の工事に至っている。

ここでは、諸条件をクリアーした特殊な橋梁構



図-1 現三箇大橋増水時の状況



図-2 三箇大橋現況 H27.12現在（全景）

造への対応と、人口集中地区での地域住民への影響に配慮した架設方法について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：一級河川 恩智川
三箇大橋架替工事（上部工）
- (2) 発注者：大阪府寝屋川水系改修工営所
- (3) 工事場所：大阪府大東市住道1丁目地内外
- (4) 工期：平成26年6月30日～
平成27年12月10日
- (5) 橋梁形式：鋼2径間連続鋼床版橋
- (6) 橋長（支間長）：54.0m(12.350m+40.750m)

2. 現場における課題

本工事における課題は以下の通りであった。

- (1) 諸条件に対応した特殊構造

本橋は橋梁の桁高制限の特殊性から一般的な断面構成と違い一部の範囲を鋳桁にカバー PL をボルト添接することで箱桁構造とする断面構成が採用されていた（図-3参照）。このような特殊構造での工場製作や現場施工に対応することが課題であった。

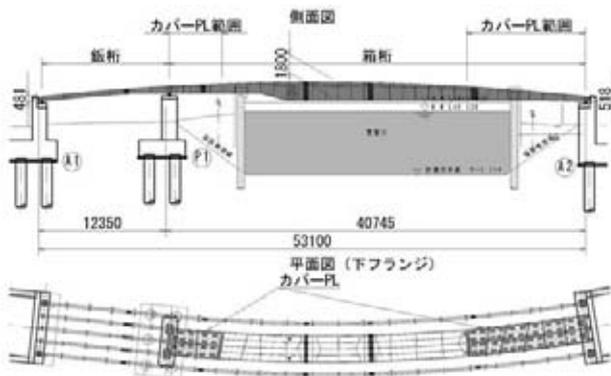


図-3 三箇大橋構造概要図

【本橋の特殊性】

- ① 建築限界から求められる低桁高のプレートガーダー橋
- ② 鋳桁構造から箱桁構造に変化するパーシャルボックス構造
- (2) ベント設置による生活環境への影響
当初計画では、恩智川両岸沿いの道路上と河川



図-4 当初計画のベント配置

内へベントを設置するものであったが現地踏査の結果、道路へベントを設置した場合は通行幅が確保できず通行止めとなり、地域住民の生活環境への影響が長期にわたるといった問題があった。また、早期供用を求められる中で、渇水期中の施工となる河川内ベントは事業全体のクリティカルパスであり、前工程の遅れなどにより上部工施工時期が渇水期に一致しない場合には年単位の遅延となる可能性があった。

以上のような問題に対して、現地施工では地域住民への生活環境への影響を最小限とし工期遅延とならない施工方法が求められていた。したがって、この2点の問題を解決する施工方法の立案が課題であった。

3. 対応策と適用結果

- (1) 実物大模型によるカバー PL 内面施工性検証
カバー PL は、箱桁断面で桁高が製作上限界となる900mm以下の部分に適用され、制作上は鋳桁、現場でカバー PL を取付け箱桁とする構造である。現場施工では、カバー PL を取付けた後に高力ボルト挿入と塗装をハンドホールから手探りで施工する。これらの作業を想定したときに、基本設計で示されたハンドホールで作業が可能か実物大模型を製作し検証を行った。

検証の結果、ハンドホールから腕を入れてカバー PL 内面でつかむような動作をした場合、最大で450mmまでが限界であることが分かり、この結果を基に下記の想定で模型を再度製作して施工性の確認を行った。

- ① 全ボルトから400mm以内にハンドホール開口位置を設置する。
- ② 「①」とすることによりハン



図-5 カバ- PL 実物大模型 (当初設計)



図-6 カバ- PL 実物大模型再検証と桁取付状況

ドホール個数が増えることから、現状のハンドホール形状：120mm×300mm をできるだけ小さくして孔数を増やすことのできるようにハンドホール形状を再考する。

再検証では、図-6の形状のハンドホール（120mm×200mm）で、はけ塗り作業を再現し肘を曲げて施工できることが確認できた。

現地施工では、高力ボルト挿入は問題なく施工でき、塗装の外観は CCD カメラや鏡を使用して確認し、膜厚測定は手探りで計測を行った。

ハンドホール1カ所から確認できるボルト数は限られるので、多くの時間を要したが、全数確認し規定値内で施工を完了している。

(2) 架設方法の大幅な変更

当初計画では、ベントを3基設置して6分割した地組ブロックを油圧式360t吊クレーンにて両岸から順次架設するものであった。この場合、恩智川両岸沿いの道路の通行止めが長期にわたる。また、渇水期に限定した施工となる。この2点の問題に対する解決策を検討するため現地を詳細に調査し、計画の見直しに着手した。

現地調査の中で、計画見直しが可能となる現地条件が2点確認できた。1点目は、将来予定されている三箇大橋横に架かる歩道橋のエレベーター設置予定地が既に確保されていること。 2点目は

下部工がまだ着手されていないこと。 この2点により、以下の計画見直しが可能であった。1点目：この土地をクレーン据付位置とした場合作業半径が軽減され、且つ、施工スペースが大幅に改善される。 2点目：橋台にはウイングがあり上部工施工時はウイング施工が完了している計画であったが、ウイングを上部工施工後へ変更できれば、施工ヤードを大幅に改善できる。 この2点を基に当初計画から以下の項目について架設計画の見直しを行った。

①地組ブロック数：6ブロック→2ブロック

施工ヤードの改善により、2ブロックに分割した地組立スペースが両岸に確保できる。

②架設用クレーン：油圧360t吊→550t吊

下部工ウイングの後施工より、架設用クレーンの寄り付き距離が改善され、クレーンの作業半径が有利となり、2ブロックに分割した架設が可能となった。

③ベント設備：3基設置→ノーベント

地組ブロックを2ブロックとすることで、道路上へ設置するベントが不要となる。また、架設後の最終ジョイントへ仮のバイパス材（図-7）を鋼床版上に設置することにより、河川内へ設置するベントが不要となる。



図-7 バイパス材取付状況

以上の見直しを行った結果、恩智川両岸沿い道路の通行止めを架設時に限定できるため最小限となる計画とした。また、河川部は計画水位より高い部分の占用となり、出水期でも施工可能な計画とした。

さらに、実施工では、以下の2点の課題があり、それに対する対策を行った。

①架設クレーン能力が90%を超える

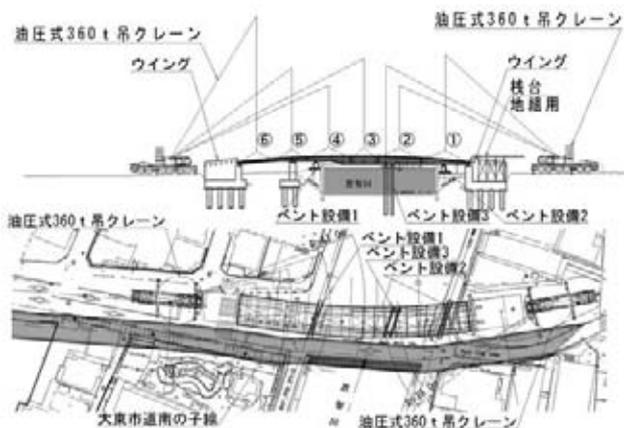


図-8 見直し前の架設計画

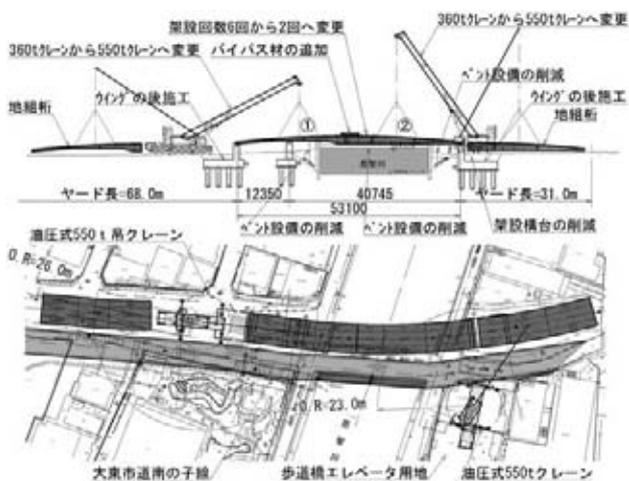


図-9 見直し後の架設計画

選定した油圧式550t吊クレーンより上位機種は、狭隘な施工ヤードで組立や設置が不可能なため、架設用クレーンはこの機種が限界であった。国内最大級の油圧式クレーンではあったが、吊荷重が大きくクレーン能力は90%を超え、作業半径や吊荷重の誤差が大きいと架設不能となるという課題があった。そこで、以下の対策を実施した。

【クレーン位置・地組位置の精度向上対策】

クレーン据付位置及び地組位置は、架空線や地下埋設物をCAD上にプロットし干渉を確認した上で決定し、詳細な測量により現地へマーキングして作業半径の誤差がないように細心の注意を払った。そのほか、偏断面の桁であるため添接板取付位置や載荷物の配置なども考慮し、架設時の重心位置を精度よく算出した。



図-10 架設状況

【架設重量の精度向上対策】

架設重量は、一般的に計上する桁、吊り具、フック重量以外に、高力ボルト、吊金具、足場用吊金具、スタッド、吊足場、桁上手すり、桁上載荷物に至るまで漏れの無いように算出した。

②架空線の干渉の課題

架空線は施工ヤードを取り囲むように配置され、クレーン旋回範囲から離隔が各々1.2m程度しか確保できず、旋回時の干渉に対する課題があった。そこで、以下の対策を実施した。

【架空線上を旋回する対策】

架空線より高い位置まで桁を巻き上げて旋回する計画とし、高所作業車を使用して桁をガイドするなど詳細な手順による対策をとった。

以上のような詳細な準備を行い本年5月より工事着手し同年8月に架設工事は無事に完了した。

4. おわりに

今後、建設後50年を超える老朽化橋梁は多く存在し、本報告のような人口集中地区での特殊な架設条件下の架け替え工事も増加するものと思われ、設計及び施工する上での着目点など今後の参考になれば幸いです。

最後に、今回の架け替え工事に際して、多くのご指導をいただきました大阪府寝屋川水系改修工営所の方々をはじめ、各関係機関の皆様、そして工事期間中に多大なご迷惑おかけする中、ご理解とご協力をいただきました住民の皆様に対して、ここに深く感謝の意を表します。

施工計画

既存構造物改築における耐候性鋼桁の再利用について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

現場代理人

監理技術者

下田 晃 伸[○]

宗宮 直 人

Akinobu Shimoda

Naohito Soumiya

1. はじめに

大阪の高速道路網の中心部は、交通集中による慢性的交通渋滞が問題となっている。そこで「大阪都市再生環状道路」の整備が進められており、その一部を構成する阪神高速6号大和川線は4号湾岸線と近畿自動車道を東西に結ぶ高速道路で、三宝ジャンクションはこの4号湾岸線と6号大和川線を接続するものである（図-1参照）。

本工事は、既にある三宝入出路ランプをジャンクションに改築すると同時に、資源の有効活用や環境負荷低減の観点から、撤去する耐候性鋼桁を新橋の一部として再利用した。再利用する桁は、三宝出路（RC床版箱桁）と三宝入路（鋼床版箱桁）の2ヶ所あったが、ここでは三宝入路のランプ桁改築（再利用）について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：三宝第1工区鋼桁及び鋼製橋脚工事
- (2) 発 注 者：阪神高速道路株式会社
- (3) 工事場所：大阪府堺市堺区松屋大和川通4丁
～築港八幡町付
- (4) 工 期：平成22年4月8日～
平成27年3月31日
- (5) 工事内容：鋼製橋脚改築2基、複合橋脚7基、
鋼橋15連 総重量5,361t、鋼桁総延長1,734m

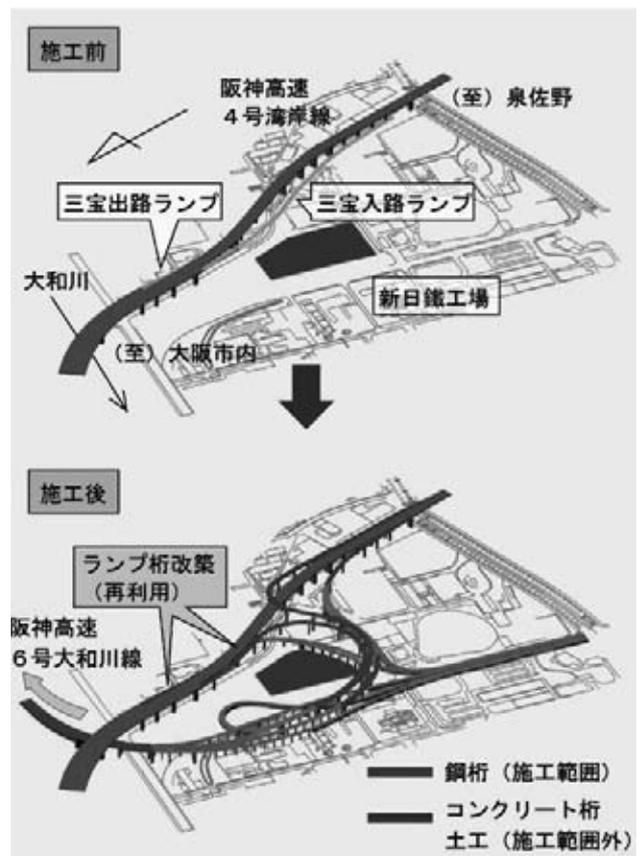


図-1 全体配置図（施工前→施工後）

2. 現場における問題点

本工事は、以下の課題があった。

- (1) 建設から30年以上経過した桁を再利用するにあたり、損傷の有無を確認すること
- (2) 再利用する部位の選定基準を明確にし、現行

の設計基準類を満足させること

- (3) 施工場所が市街地なため、交通を妨げない解体方法の検討
- (4) 再利用する部位と新規に製作した桁（新設桁）との精度を確認する方法。

3. 工夫・改善点と適用結果

一般に、既存の橋梁の線形が改良される場合には、橋梁単位で撤去、再構築が検討されるが、本工事では、線形計画上問題ないと判断される既設の桁部材（既設桁）を再利用して、新設桁と接合させた。特に、再利用する既設入路ランプ橋（図-2）は、供用から30年以上経過した耐候性鋼桁であり、耐候性鋼桁の再利用には前例がなく、解体、工場仮組、再架設には、傷や汚れが付かないように最善の注意を払った。



図-2 【施工前】既設入路ランプ橋

(1) 既設桁の健全度調査

再利用の可否判断のため、鋼道路橋防食便覧を参考に付着塩分量測定、さび厚測定、セロテープ試験を行った（図-3）。その結果、海岸線に近いものの風通しが良いため、全般的に良好な状態であった。しかし、近接目視点検において、鋼桁端部および支承部では、鋼材のうろこ状さびや、層状剥離さびが発生していた。

これは、伸縮装置に漏水（図-4）が確認されたことから、伸縮装置からの漏水が乾燥しにくい環境の中で滞水し発生したものと考えられる。以



図-3 既設桁の健全度調査位置と再利用部位



図-4 伸縮装置からの漏水と桁端の腐食状況

上の健全度調査の結果より、桁端部とその近傍を除けば良好な保護性さびが形成されており、再利用できると判断した。

(2) 既設桁を再利用するための設計

再利用は、平面線形や縦断線形、横断勾配を考慮し、可能な部位を選定した。なお、撤去する既設桁は直線であったが、新設桁は曲線であることから桁端部の支点にアウトリガーを設ける必要が生じた。桁端部の部材が錯綜する箇所、新たにアウトリガーを設置するのは困難であり、前述のとおり耐候性鋼材の健全度に問題があったため桁端部は新規に製作した。

また、既設桁は昭和55年（1980年）の道路橋示方書に基づいて設計されているため、再利用には現行の基準を満足させる必要がある。設計において既設桁の建設当時との大きな差がある項目として、活荷重の増大、レベル2の巨大地震を想定した耐震設計、疲労設計の導入がある。

活荷重は現行基準のB活荷重に増えているが、改築後は支間割が変更になっており、再利用する部材でも必要断面を確保できた。

耐震設計により決定される桁端の支点補強材や支承、落橋防止システムは、新規に製作する範囲であり、現行基準を適用することができた。

疲労設計について、鋼道路橋の疲労設計指針に基づき照査した結果、すべての部位で疲労限以下の応力範囲であった。しかし、バルブリブの鋼床版であることから、既設鋼床版の疲労損傷事例を踏まえ、輪荷重直下の範囲の縦リブと横リブ交差部に、山形鋼によるあて板補強を行った（図-5）。

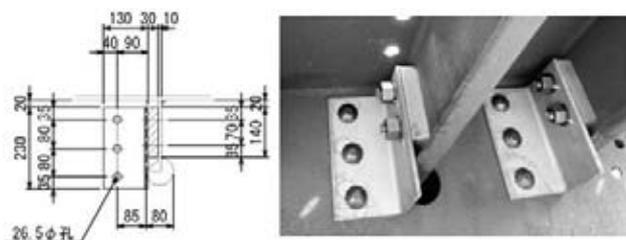


図-5 鋼床版縦リブと横リブ交差部の補強詳細

(3) 再利用桁の解体

再利用する既設桁は、市道直上に位置しているため、解体、架設作業のほとんどが夜間作業であった。解体時に桁を支えるベントも市道上となるため、門形のベントを設置し、昼間の通行を確保した。

施工手順は、まず解体準備として遮音壁およびアスファルト舗装を撤去した。壁高欄コンクリート撤去は、切断に時間がかかり街路への排水が生じることから、鋼桁の継手部付近のみを乾式ワイヤーソーを用いて切断撤去し、桁と一緒に下ろしてから現場ヤードにて、レベルソーを用いて残りの壁高欄を撤去した（図-6）。

再利用桁の鋼部材には養生を行ったが、壁高欄切断時に発生するモルタル水の鋼材表面への付着は避けられなかった。部材を工場に搬送した後、高圧水による洗浄を行ったが保護性さび内に浸入したモルタル粉を完全に除去できなかった。このため、側縦桁ウェブ面には、新設桁と同様のさび安定化処理剤を塗布した。

夜間作業時間の短縮のため、昼間に移動式足場を用いて既設桁のボルトを死荷重負担分だけ残して撤去した。桁は路下の市道を夜間通行止めして



図-6 舗装撤去・壁高欄コンクリート撤去



図-7 既設入路ランプ橋の解体

から、360t吊油圧式クレーンを用いて撤去した（図-7）。

(4) 再利用桁の精度確保

再利用桁と新設桁との継手部の品質確保、桁全体形状の出来形精度確保のため、再利用桁は、工場に持ち帰り、新設桁と合わせて仮組立を行った。再利用桁は、撤去前に比べ、縦断線形が異なることや、路面の平面曲率の違いによる箱桁のねじれキャンバーが付加されていないなどにより、設計値に対して部材寸法に誤差を持っていた。したがって、工場に持ち帰って継手部で誤差吸収し（図-8）、精度の確認をする必要があると判断した。

工程上、原寸作業の時点では、再利用桁の撤去が完了していないため詳細な実測の寸法がなかった。そこで、再利用桁の範囲を、建設当時の図面から原寸で3Dデータを再現し、縦断勾配の摺り付けシミュレーションを行い、結果を設計値として、部材計測箇所や、継手部付近の調整代を付加する箇所を決定した。

その後、再利用桁を工場に搬入してから基本形状の確認と、取合部の継手部の断面形状、ボルト孔の配列、縦リブ間隔等を計測した。計測結果を

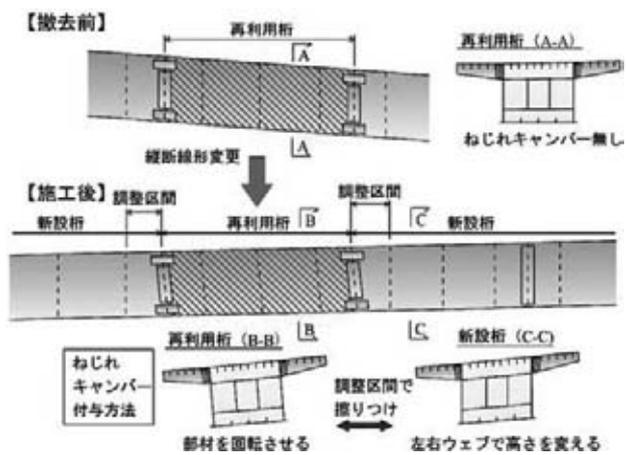


図-8 再利用桁の誤差吸収方針



図-9 仮組立状況（右側が再利用桁）

もとに隣り合う新設桁の部材長、形状の誤差吸収を行った。また、再利用桁のボルト孔の配列は全個所の孔位置を計測し、新規製作する添接板に反映した。加工データへの反映が困難なデッキプレート重ね継手ボルトの配置は、当てもみ等の現物合わせとした。

再利用桁と取り合う断面は、新設桁の端部から500mm程度の区間のフランジとウェブの溶接を残しておき、再利用桁の断面形状の計測後に溶接することで両者の断面形状を合わせた。

以上の継手部の誤差吸収方法の実施と仮組立による全体形状の確認（図-9）により、架設に関して新設桁と同様の精度で問題なく行うことができた。

4. おわりに

本工事は、フルジャンクションを構築するため、多くの工種施工される中、耐候性鋼桁の再利用に関しても数多くの検討すべき事項があった。これらを一つずつ解決することにより無事工事を完了することができた（図-10）。



図-10 【施工後】再利用されたランプ橋

今後、高速道路などのインフラの整備でも、新たな建設は少なくなると予想され、老朽化に伴う大規模更新や自動車専用道路の改築などの既存構造物を再利用する事業が増加していくと思われる。本報告が類似工事の一助となれば幸いである。

最後に、工事の計画・施工にあたり御指導いただきました阪神高速道路株式会社の関係各部署の方々、数多くの協力をいただいたJV構成員、工事に携わった皆様に厚く御礼申し上げます。

施工計画

斜角を有する新幹線の下路橋梁の支承反力調整について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

監理技術者

現場担当

小宮山 智[○]

徳田 浩一

Satoshi Komiyama

Koichi Tokuda

1. はじめに

有道床スルー桁の第一友定 Bv は滋賀県近江八幡市友定町に位置し、東海道新幹線が県道を跨いでいる斜角右45度の下路橋梁である（図-1）。本橋は長期にわたる活荷重の影響もあり支点沈下が発生し一部の支承が浮いた状態となり、列車通過時に浮いている支承部の桁が下がり支承を叩いている（バタツキ）状態となっていた。

応急復旧として、ソールプレートと支承の間に調整プレートを挿入し、叩いた状態を回避する施工を実施したが、本格的な復旧でないため支承取替工事に伴い、全支承の高さを調整することで支承の反力を調整し状況の改善を行った。

ここでは平成26年11月に実施した支承反力調整

の解析と現場施工について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：新幹線大規模改修工事(第一友定 Bv)
- (2) 発 注 者：東海旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：滋賀県近江八幡市友定町地内
- (4) 工 期：平成26年11月～平成27年 3 月

2. 現場における問題点

本工事における問題は、以下の2点である。

- 1) 東京方鈍角部（M3 沓）で支点の沈下により、ソールプレートと下沓との間に隙間が生じ、列車通過時に桁がバタツキ、ソールプレートと下沓で叩き合い異音が発生していた（図-2）。一方、新大阪方鈍角部（M1 沓）では、東京方鈍角部の影響から桁がひねった形となりソールプレートと下沓との間に若干の隙間が生じ、反力を受け持たない状態となっていた。図-3に橋梁平面を示す。



図-1 第一友定 Bv 橋梁の写真

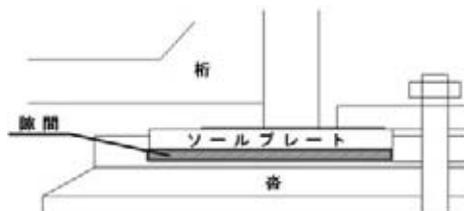


図-2 東京方鈍角部（M3 沓）の状況

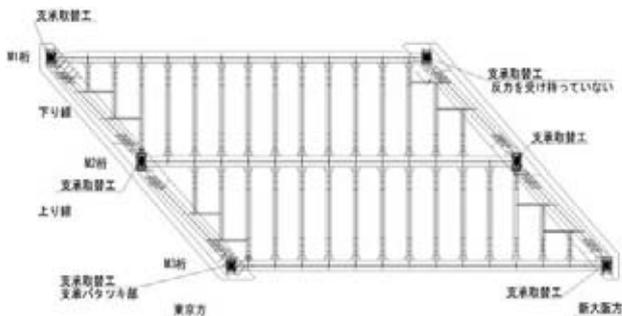


図-3 橋梁平面図

2) 沈下が生じている支承に対して、安全な施工方法で反力を導入する工法の検討。

3. 対応策と適用結果

本橋では支承を取り替える工事（東京方、新大阪方とも）が予定されていたので、その取替施工時に東京方支点と新大阪方支点で反力調整を行うことで、列車通過時の異音と、桁のバタツキ解消を目指した。作業の手順を以下に示す。

(1) 構造解析による反力分布の算出・比較

本橋は斜角右45度を有する橋梁であるため、各支承における反力は鋭角部と鈍角部では同一の反力とならない。標準設計では（コンサルにて算出した反力）鋭角部と鈍角部の反力を同一としているため（標準化のため）、鋭角部と鈍角部の反力を算出し比較を行った（図-4）。

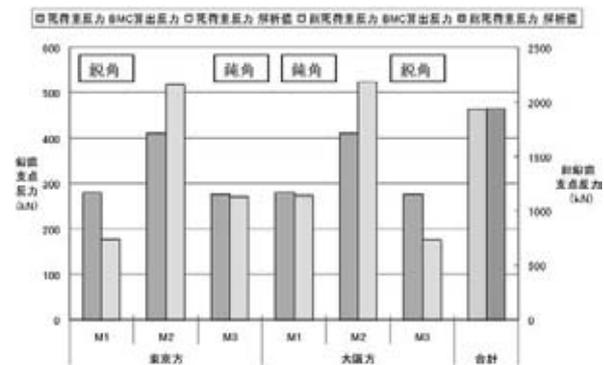


図-4 死荷重反力の比較

現地における各支承の状況を調査し、調査結果と三次元有限要素モデルを作成し反力の分布状況の解析を行った結果を比較し確認を行った。解析のポイントは、①列車通過時の各支承の反力および負反力発生の確認、②鈍角部支承をジャッキア

ップした場合の反力の変動の確認、これらの結果から適切なジャッキアップ量（反力導入量）の検討を行う。

荷重条件は死荷重+列車荷重の静的荷重とした。支間長が17.5mと短いため列車が橋梁に進入時、通過途中、列車退出時が再現できる列車編成で列車荷重の載荷を行った。東京方鈍角部（M3沓）での負反力の発生を見るために、下り線（M1-M2間）に列車荷重を載荷した場合の列車位置と支点反力の関係を図-5～6に示す。図-5は解析結果そのままの値として、図-6は死荷重による反力を減算して、活荷重の変動分のみを示した。P荷重とH荷重（P荷重：標準活荷重、H荷重：平成16年以降の新幹線列車標準荷重）を比較するとP荷重の方が大きいことから、ここではP荷重で比較した。これらの図の横軸は、橋梁中心を原点とした時の列車の先頭位置を表しており意味が無いため最大値および最小値に着目する。

図-6を見ると列車荷重により東京方鈍角部(M

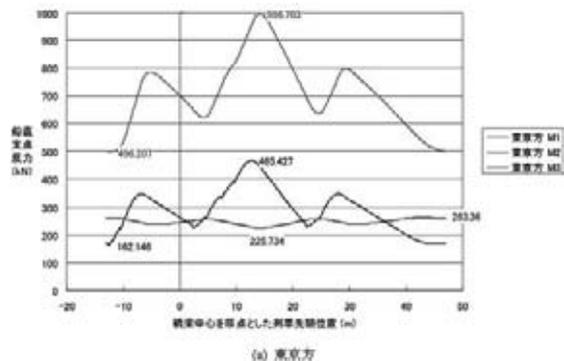


図-5 下り線走行時の鉛直支点反力（P活荷重）

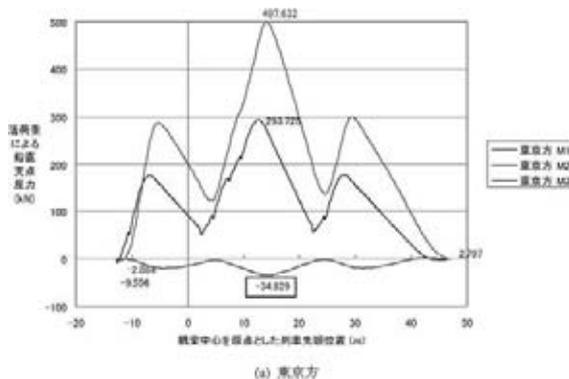


図-6 下り線走行時の鉛直支点反力（P活荷重変動分のみ）

3 沓) で負反力が発生 (P 荷重で 34.829kN) している。図-5 と図-6 を比較すると、死荷重による反力に比べ負反力はさほど大きなものでないため、支点部のバタツキを発生させた原因として可能性が低いと考えられる。このため、何らかの原因により支点部が沈下しバタツキが発生しているものと仮定し、バタツキする支承をジャッキアップもしくは、バタツキの無い支承を下げることで死荷重による鉛直支承反力の変化について解析を行った。鉛直方向変位は正負ともに 0.5mm ピッチで 10mm まで変化させて解析を行った。東京方鈍角部 (M3 沓) に鉛直変位を与えた場合の結果を図-7 に示す。図の横軸はジャッキアップに対応する支承の鉛直方向強制変位量、縦軸は各支承の鉛直反力を示す。

図-7 の結果から、ジャッキアップによる死荷重反力の変化を抽出したものを、図-8 に示す。

これらの結果から以下のことがわかる。

① ジャッキアップによる反力の変動は、ジャッキ

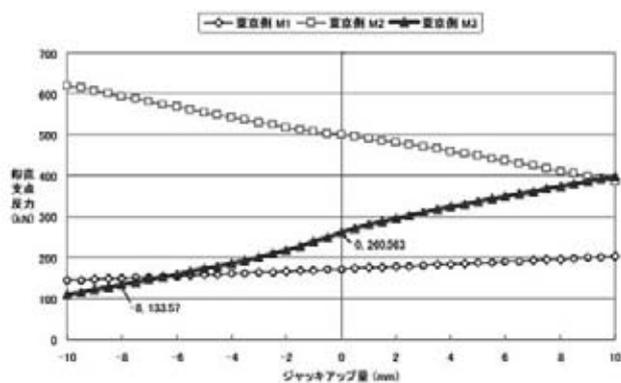
アップを行わない側にも影響を与える。また中央主桁 (M2 沓) で影響が大きい。

② 鈍角部のジャッキアップにより、鋭角部の支点反力が増加する。

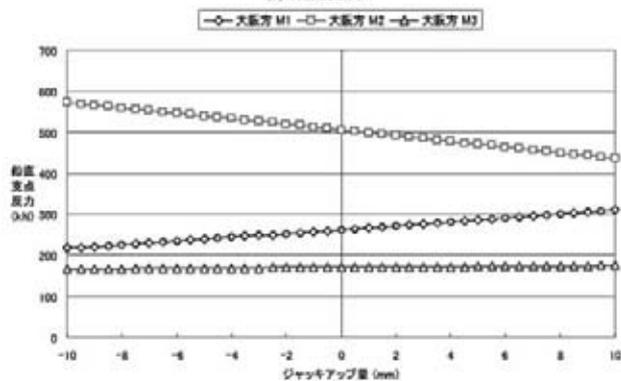
③ ジャッキアップ側の支点反力の増加率は大きい。そのため、支承の耐力に注意が必要。

解析結果から、列車走行時に発生する最大負反力 (34.829kN) は死荷重に比べて非常に小さく、支承が健全な状態であればバタツキは発生しないと考えられる。東京方鈍角部 (M3 沓) において、列車走行時のバタツキを防止するために、最低限必要な追加で導入するジャッキアップの量は、前述の最大負反力量と図-8 から求めることができる。浮き上り防止に必要なジャッキアップ量を推定した結果を図-9 に示す。

この図より、浮き上りを防止するには P 荷重で 2mm 程度のジャッキアップ量が必要であることがわかる。ジャッキアップ量と鉛直反力の変動量の関係を 0mm から 3mm の間を線形で回帰し、

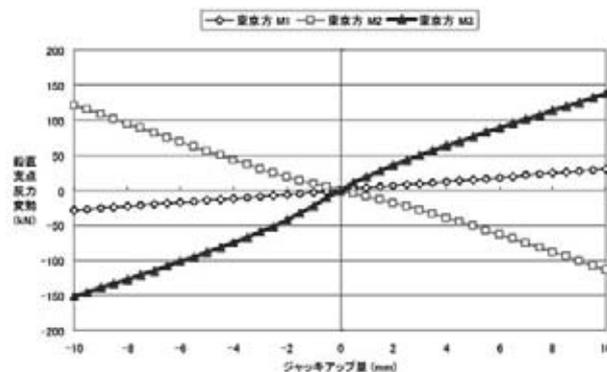


(a) 東京方支承

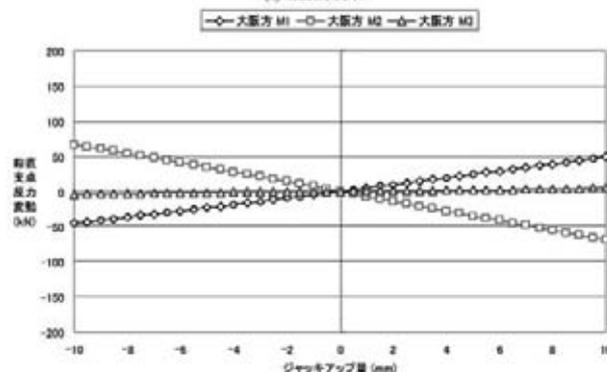


(b) 大阪方支承

図-7 支承反力 (東京方 M3 沓ジャッキアップ)



(a) 東京方支承



(b) 大阪方支承

図-8 東京方 M3 沓をジャッキアップした場合の各支承における反力の変化量

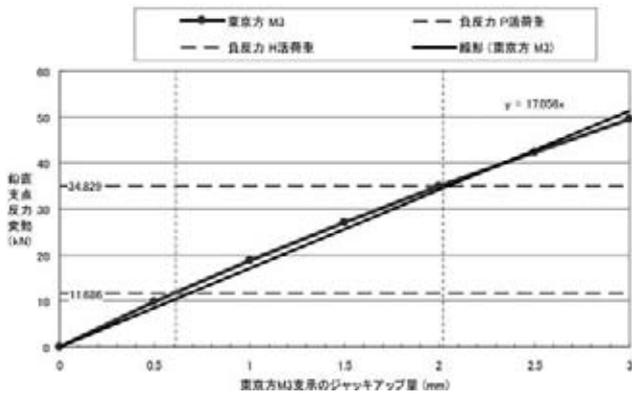


図-9 浮き上り防止に必要なジャッキアップ量

切片を0とした場合の傾きとして変動率を求めると、17.056kNとなる。これを基に必要なジャッキアップ量を算出すると、P荷重で2.042mmとなる。表-1に回帰分析によるジャッキアップ時の鉛直死荷重反力の変動率を示す。

支承の浮き上りを防止するために東京方鈍角部(M3沓)に追加のジャッキアップを行った場合に、各支承で鉛直死荷重反力がどのように変化するかを推定したものを図-10に示す。

東京方鈍角部支承への反力導入に伴い、中間支

表-1 ジャッキアップ時鉛直死荷重反力の変動率

(ジャッキアップ量0mm～3mmの範囲内で算定)

ジャッキアップ位置	鉛直死荷重反力の変動率 (kN/mm)					
	東京方			大阪方		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
東京方M3	2.939	-9.287	17.056	4.845	-7.009	0.298
大阪側M1	-0.597	-6.829	4.796	17.232	-8.876	1.945

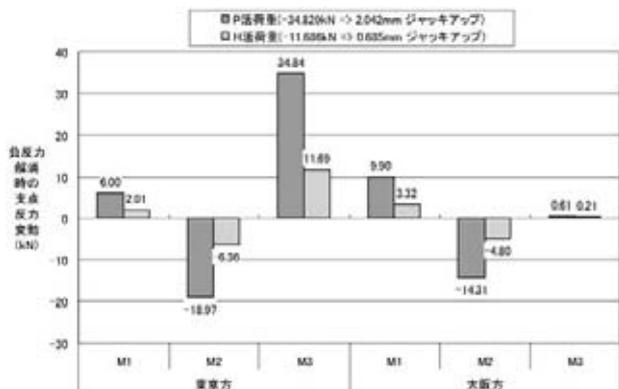


図-10 鉛直支点反力の変化 (東京方鈍角部追加ジャッキアップ)

承では死荷重反力が減少し、鋭角部支承で鉛直反力が増加している。また、対角となる新大阪方鈍角部支承では反力の増加が大きくなっている。

(2) 安全な施工方法で反力を導入する工法の検討
解析結果から、東京方鈍角部支承を強制的に2.042mmジャッキアップすることで、バタツキを抑止できることがわかった。実際の施工では、1mm単位の精度での施工となるため、以下の方法で施工した。

①東京方鈍角部支承を現状より2mm高く設置する。②東京方中間支承、鋭角部支承は現状の高さから1mm低い位置に設置する。設置方法は、1mmのステンレス板をソールプレートと下沓との間にセットし、沓座モルタル打設後のジャッキダウン時に、ステンレス板を撤去する。この方法で鈍角部支承と中間支承、鋭角部支承との間に3mmの高低差を発生させた。反力調整前の死荷重反力(東京方)は鋭角部支承で190kN、中間支承で660kN、鈍角部支承で0kNであったものが、反力調整後はそれぞれ210kN、380kN、270kNとなり鈍角部支承に死荷重反力が導入でき、列車走行結果からもバタツキが発生しなくなった。

同様の施工方法で、新大阪方鈍角部支承についても、中間支承、鋭角部支承部に1mmのステンレス板をソールプレートと下沓の間にセットし、沓座モルタル打設後のジャッキダウン時に、ステンレス板を撤去し1mmの高低差を発生させた。

4. おわりに

建設後50年以上供用している新幹線の下路橋梁の桁で、このような事例は珍しく、本文が同様の事例の維持管理に一助となれば幸いである。

最後に、東海旅客鉄道株式会社の関係各位の皆様には適切な助言、協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

仮栈橋上で地組するランガー補剛形式水管橋の横取り架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宇野重工株式会社

設計・計画担当

現場代理人・監理技術者

大塚 慎也[○]

西口 清隆

Shinya Otsuka

Kiyotaka Nishiguchi

1. はじめに

本工事は、三重県の南西部に位置する伊勢平野4700haの農用地を対象としたかんがい排水事業であり、本橋は勢田川を横断する水管橋である。現場周辺は軟弱地盤であり、民家、神社等が近接しており、ケーブルエレクションのタワーやアンカーブロックの設置が困難となることから、河川内に仮栈橋を設置し、その上で地組した桁を横取りする工法で、周辺への影響を最小限とした。本稿では平成27年7月に完成したこの工事について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：県営かんがい排水事業（一般）浜郷線勢田川水管橋製作架設工事
- (2) 発注者：三重県 伊勢農林水産事務所
- (3) 工事場所：(自)伊勢市田尻町
(至)伊勢市黒瀬町
- (4) 工期：平成26年2月24日～
平成27年7月31日

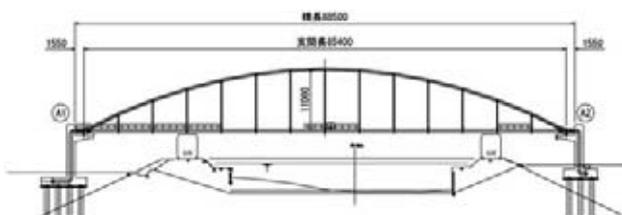


図-1 勢田川水管橋一般図

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) 本橋架設に使用する仮栈橋は、バイプロハンマによる杭基礎であったが、勢田川右岸側は民家・神社等に近接したため、杭打ちの振動に対し配慮する必要があった。

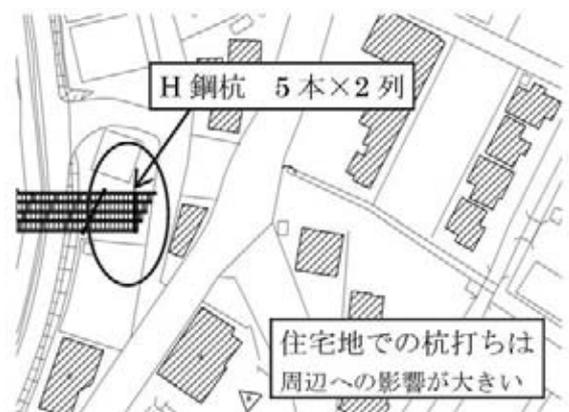


図-2 住宅地での杭打ち

- (2) 水管橋および仮栈橋の部材搬入は勢田川右岸側を予定したが、幹線道路から現場への現道幅は幅員5mでクランク状に屈曲しており、大型車両が使用できなかったため、堤防道路からの進入を計画した。しかし、中部電力の鉄塔が堤防道路からのスロープに近接するため、土砂および搬入車両の重量が鉄塔に与える影響を調査する必要があった（図-3）。

- (3) 水管橋は仮栈橋上で完成系の支点上構造高+1mの高さで地組立てを行った。水管橋の架橋高さは、堤防道路の建築限界から決定しており、アーチリブ頂部では水面から19mの高所となるため、アーチリブ架設時は作業員の高所作業に対する安全に配慮する必要があった。
- (4) 地組立ては、全格点位置のリングサポートを支持点として行う。横取り時は支点支持へ荷重を移行し、レール上の横取り設備に全死荷重を預ける必要があるが、支点部以外のリングサポートに一定以上の反力が集中すると、変形の生じるおそれがあるため、支点部のジャッキ反力をシンクロさせ、支点部以外のリングサポートに無理な反力が発生しないように反力管理を必要とした(図-4)。また、水管橋は補剛管幅4.3m、橋高11.0mのため、重心位置が高く、ジャッキアップおよび横取り架設時はバランスを崩しやすく、転倒する懸念があった。

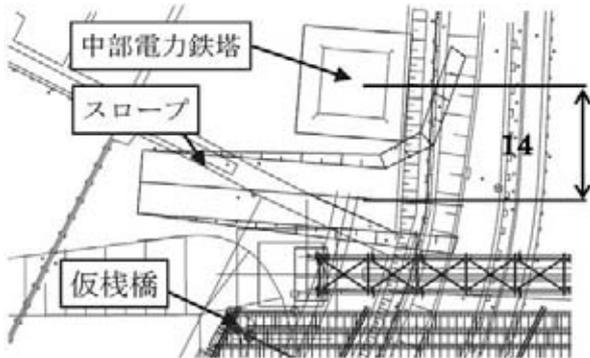


図-3 中部電力鉄塔とスロープの位置関係

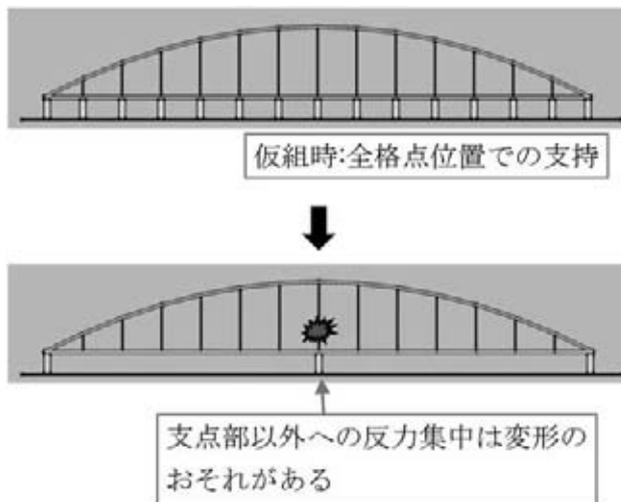


図-4 支点部への反力移行

3. 工夫・改善点と適用結果

先の問題点に対し、下記に示す対策を実施した。

(1) ベント支持への変更による杭基礎の排除

当初設計の仮栈橋は、家屋近接でのパイプロハンマによる杭基礎(杭長43.7m)を予定していた。しかし、当該杭位置がアスファルト舗装の堅固な地盤であったことに加えて、支持する水管橋の重量が656kNと小さいことから、右岸側1スパンを杭基礎からベント基礎へ変更した(図-5)。その結果、家屋に近接する堤防外の杭打ち10本全てが無くなり、杭打ちに使用する55tクローラクレーンがベント設置の25tラフタークレーンに変更となったため、クローラシューによる振動と騒音も低減できた。このことから、周辺家屋への振動の影響が最小限となった。また、仮栈橋の1スパンをベント基礎としたことで、仮栈橋の覆工板の連続性が途絶えて開口部が生じたが、作業床と手摺を追加することで、作業員の安全も確保できた。



図-5 杭基礎からベント基礎への変更

(2) 最適なスロープ位置の選定と鉄塔の変位計測

資材の搬入出のため、勢田川堤防道路から施工ヤードへ下るスロープを計画し、中部電力(株)と協議を行った(図-3)。しかし、スロープが鉄塔に近接するため、土砂を満載した車両の影響で構造物に悪影響を与える可能性があるとの判断結果であった。よって、スロープ位置を見直し、鉄塔へ影響を与えない位置へ変更した(図-6)。また、仮栈橋の杭施工時は振動の影響による鉄塔基礎の

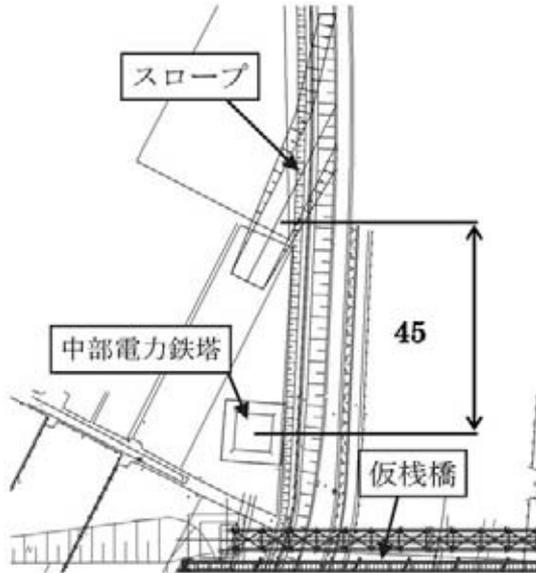
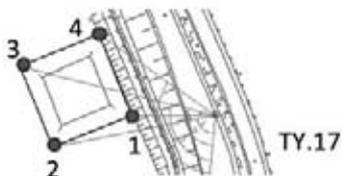


図-6 スロープ位置の変更

表-1 鉄塔測量結果

項目	測定日	高さ(m)	距離(m)	角度(°)
1	平成26年11月14日(杭打ち前)	0.947	16.761	89° 27' 40"
	平成26年12月19日(杭打ち後)	0.945	16.784	89° 27' 20"
2	平成26年11月14日(杭打ち前)	0.949	24.242	80° 49' 20"
	平成26年12月19日(杭打ち後)	0.948	24.242	80° 49' 40"
3	平成26年11月14日(杭打ち前)	0.949	26.064	97° 33' 00"
	平成26年12月19日(杭打ち後)	0.95	26.065	97° 33' 00"
4	平成26年11月14日(杭打ち前)	0.945	21.881	109° 37' 00"
	平成26年12月19日(杭打ち後)	0.945	21.879	109° 37' 20"



変位を調査するため、定点観測を実施した。その結果、平面および鉛直方向の動きは観測されず、鉄塔への影響が無いことを確認した(表-1)。勢田川堤防道路は道路幅員が3.0mと狭く、搬入車両の脱輪が懸念されたため、堤防道路延長306mに渡り1.5m×6mの敷鉄板を道路側帯に敷設して幅員3.5mを確保した。側帯部には盛土を行い、道路幅員を外れる0.5m分の敷鉄板を支持し、道路の平坦性を保持した。

(3) 地上部でのアーチリブ面組と先行足場設置による架設

作業員の安全を確保するため、高所作業の削減を検討した。アーチリブの単材架設は高所での上横構や上支材の取り付けが発生するため、これら



図-7 アーチリブの面組架設と足場設置



図-8 高所作業車による足場撤去

部材を地上で面組し、一括架設を行った(図-7)。その結果、高所作業を8割程度削減できた。また、アーチリブの面組に主体足場を地上で設置し、同時に架設を行うことで足場設置に係わる上空作業も削減した。足場同士の連結には高所作業車を使用し、確実な作業床を確保した。足場撤去時も同様に高所作業が発生するため、横取り完了後の仮栈橋上に高所作業車を設置し、撤去時に不安定となる足場上面作業を削減した(図-8)。これらの対策により、高所作業の安全性が向上し、事故なく作業を終了することができた。

(4) 支点部への反力移行と水管橋横取り時の転倒防止対策

水管橋の支点部はソールプレートが水平面のため、仮支持およびジャッキ受けは容易となるが、その他の格点位置は円形のリングサポートでの支



図-9 支持架台



図-10 アウトリガーによる支持幅の延長

持となるため、確実な固定が困難となる。また、リングサポートの頂点に反力が集中した際は、変形を生じるおそれがあるため、面での支持を行う必要がある。よって、本現場ではリングサポートの曲率に合わせた支持架台を製作し、支持面での応力集中を緩和した（図-9）。また、支承前面のリングサポートを最終降下時のジャッキ盛り替えで使用する計画を立案したが、全死荷重が作用するため、リングサポートのフランジ断面では荷重を支持することができず、製作時にリングサポート内にリブを追加し、支圧面積を確保した。

多点支持から支点支持への移行は支承前面のリングサポートにストローク長が同調する100t ジャッキを使用し、支点部を除く全ての格点支持の反力が同時に開放するようにジャッキアップを行った。その結果、格点位置のリングサポートの反力を均等に開放でき、安全に支点支持への移行ができた。

ランガー形式特有の高い重心で不安定な構造をより安定させるため、4.3mの補剛管（支持）幅にH鋼によるアウトリガーを設置し、支持幅を6.6mとした（図-10）。支持幅が1.5倍となるため、転倒に対する安全率が50%向上した。横取りには押し能力500kN、ストローク量1000mmのクレビス付きジャッキを各橋台1基ずつ使用し、9m横移動させた。横取りに要した時間は4時間程度であり、不安定な挙動を示すことなく安全に



図-11 完成写真

作業を終えることができた。

横取り完了後は支承位置への降下を経て伸縮管の現場溶接を行い、水管橋の本体工事は完成した。水管橋の施工に使用した仮栈橋と搬入路スロープを濁水期内に撤去する必要があるが、本体工事完了後も緊張感の続く工事であったが、無事に竣工検査を迎えることができた（図-11）。

4. おわりに

本橋は勢田川の河口に位置し、民家が近接する地域特性より、ベントおよびタワーの構築ができず、従来の架設工法の採用が不可能であった。仮栈橋上での地組立てから横取り架設に至る工法は、今回のような限られたヤード内の施工であれば有効と思われる。

最後に、三重県伊勢農林水産事務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。

施工計画

(仮称) 札幌大橋の張出架設における閉合計画

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

監理技術者

木元宏之[○]

鷲足 稔

Hiroyuki Kimoto

Minoru Washiashi

1. はじめに

札幌大橋は一般道路337号における、石狩川河川部に位置する。流水部にあたる最大支間長は150mであり、この径間の架設にはトラベラークレーンによる張出架設が採用された(図-1参照)。本橋の設計断面力には、架設系の影響は考慮されていない。そこで、張出架設部の閉合時にモーメント連結を採用することで、橋体に作用する断面力を設計断面力に整合させる必要があった。本稿は、このモーメント連結の手順と、そこで用いた架設時の工夫について報告するものである。

工事概要

- (1) 工事名：札幌大橋上部工工事
- (2) 発注者：北海道開発局 札幌開発建設部
- (3) 工事場所：北海道札幌市北区～石狩郡別当町間
- (4) 工期：平成23年11月23日～
平成27年3月20日
- (5) 形式：2径間連続鉄桁+3径間連続鋼箱桁
- (6) 橋長：475.7m

(7) 支間長：71.0+73.0+90.5+150.0+89.6m

(8) 幅員：10.45m

(9) 施工：IHI・川田JV

2. 閉合手順

張出架設の閉合ジョイントはJ32であり、接合方法は高力ボルト接合である。完成時の支間中央での鋼重による曲げモーメントは72,800kN・mである。通常、モーメントの導入は閉合前後の支点の強制変位を用いることが多いが、今回の閉合部に必要なモーメントを導入するためには、支点部で1m以上の降下作業が発生する。この作業の簡略化を目的として、札幌大橋では支点の強制変位に加え、閉合部(J32)にて、下フランジ側をジャッキで引き込むことにより発生する集中モーメントを、直接的に導入する手法を採用した。本橋閉合までのステップを図-2に示す。STEP-1は中間橋脚上を500mm完成時からジャッキアップし、橋梁に強制変位を与える工程である。これは、前述の通り、閉合後にジャッキダウンし、中

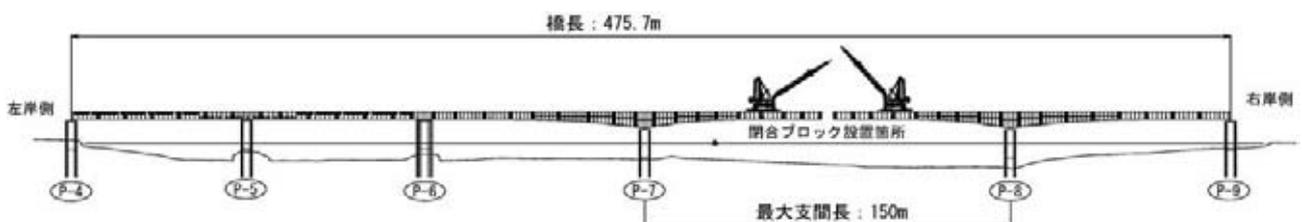


図-1 全体側面図

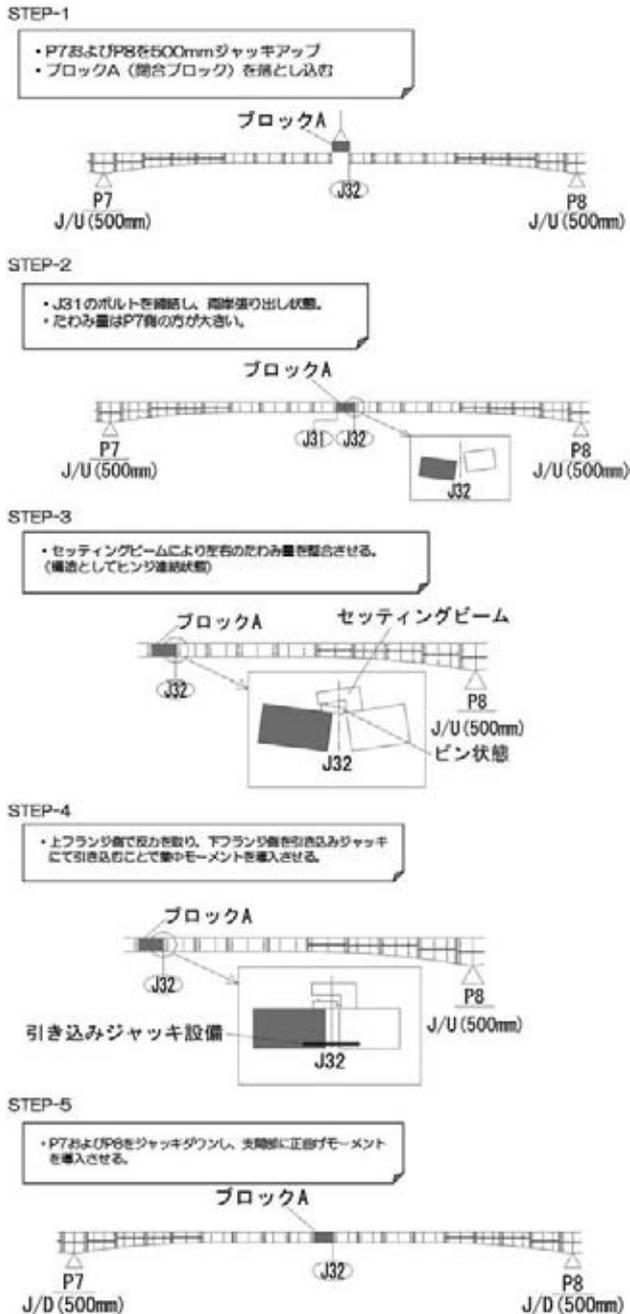


図-2 閉合仕口の施工ステップ

中央径間に正曲げモーメントを導入させることが目的である。閉合ブロックは、先に左岸側の J31 から架設・高力ボルト本締めを行った。この状態である STEP-2 では、閉合ブロックの J32 側に、右岸側と左岸側でたわみ差が生じる。STEP-3 は、モーメント連結を行う事前に、このたわみ差をセッティングビームにより解消させる工程である。

次に STEP-4 にて、引き込みジャッキを用い

て J32 に集中モーメントを導入し、高力ボルトの本締め作業を行う。予め P7 および P8 を、500 mm ジャッキアップしているため、閉合仕口は上向きに回転している。そのため、閉合仕口には完成時に要求される正曲げモーメントは完全に導入されていない。そのため、仕口の角度が整合し、高力ボルト接合が可能となる。表 1 は、STEP-2 ～ 4 における閉合仕口 J32 の変形形状を整理したものである。表によると、STEP-3 にて閉合仕口のとわみが整合し、STEP-4 にて角度を整合していることが分かる。最後に、STEP-5 にて、予めジャッキアップしていた 500 mm の強制変位をジャッキダウンさせることで、閉合仕口に要求される正曲げモーメントが導入させる。

表-1 STEP 毎の閉合仕口の変形

STEP	J32左岸側		J32右岸側	
	たわみ [mm]	たわみ角 [mrad]	たわみ [mm]	たわみ角 [mrad]
2	-250	14.4	-86	-12
3	-165	-12.9	-165	-13.5
4	3721	-0.2	3721	-0.2

3. 架設における問題点

今回のモーメント連結による閉合架設を行うにあたり、事前に設計部門と建設部門で問題点の洗い出しを行い、以下 3 点の課題が確認された。

- (1) 架設時には閉合の前後で、トラベラークレーンをはじめとする架設機材重量が多数あり、機材の設置・撤去により橋梁に作用する断面力の変動を考慮する必要がある。(図-3)
- (2) 本橋の右岸側張出は単径間の張出構造であり、



図-3 架設状況

転倒安全率1.2を確保する必要がある。

- (3) 架設時の誤差により、閉合時に接合部で面外方向のずれが発生する可能性がある。ずれが生じた場合に矯正できる設備を準備しておく必要がある。

4. 架設時の工夫

(1) モーメント連結作業

前述した施工ステップでは、架設の手順により、橋梁の構造形式が、張出構造からヒンジ構造を経て連続桁に順次変化していくことになる。この間、橋梁には種々の架設機材が設置・撤去される。構造系が変化しなければ、設置・撤去される荷重による断面力は完成時に残らない。ところが荷重載荷時に張出構造で、荷重撤去時に連続桁構造とすると、荷重による断面力の発生程度が異なるため、完成時の断面力に誤差が生じることになる。本工事では表-2に示す機材荷重についてこれらの影響を考慮し、ジャッキアップ・ダウン量と引き込みジャッキにて導入する集中モーメントの大きさを算定した。これらの検討は、設計検討段階で実施し、工場製作段階でセッティングビームの取付部の仕口や補強を施工する。ところが、実際の架設では想定通りの機材を準備できなかつたり、架

表-2 機材荷重

名称	載荷荷重
トラベラークレーン	1472 kN
桁運搬台車	902 kN
トラベラー軌条	4537 kN/m
セッティングビーム	166 kN
鉛直調整ジャッキ	2 kN
水平調整ジャッキ	13 kN
引き込みジャッキ	46 kN
設備(発電機等)	41 kN



図-4 閉合前の仕口変形状況

設時の誤差が生じたりすることが考えられたため、セッティングビームはJ32にて鉛直方向に押すことも、引き上げることも出来る構造とした。実際には図-4に示す様に、ほぼ設計段階で想定した変形状状となった。

本架設において、STEP-5まで完了した段階でJ32に導入しなければならないモーメントは、架設系を考慮しない鋼重のみの死荷重断面力で、72,800kN.mである。STEP-5のP7・P8支点のジャッキダウンにより、23,600kN.mのモーメントを導入することが可能であるため、引き込みジャッキで閉合仕口に与える集中モーメントは49,200kN.m必要となる。すなわち、閉合作業の事前に、ジャッキアップを行っているので、49,200kN.mの集中モーメントを閉合仕口に作用させれば、J32における左右の仕口角度は平行となることになる。主桁の上フランジ側で反力を取り、下フランジ側でジャッキを引き込むため、必要となる集中モーメントを上下のジャッキ間隔で除すると、引き込みに必要な荷重が算出される。実際の架設では、2,000kN ジャッキを8台用いて引き込み作業を行い、計画通りに閉合作業を行うことができた。

(2) 架設時右岸側の転倒安全率の確保

本工事の張出架設において、左岸側多支点系で構造が連続しているため転倒する危険性は無いが、右岸側は2支点系の張出構造であり、張出の先端までトラベラークレーンが走行するため、中央径間側に架設桁が転送する危険性があった(図-5)。

転倒の安全性を確認するため、架設設計指針(土木学会)より、照査をおこなった。転倒安全率は、転倒モーメントと抵抗モーメントの比で、後者を前者で除した値が1.2以上であれば安全性が確保されていると判断できる。転倒安全率の算出は転

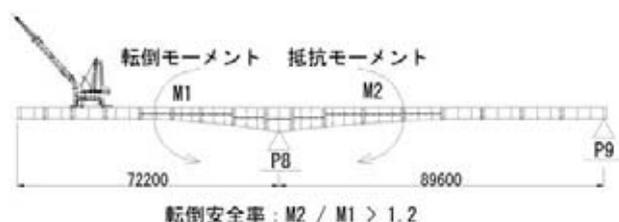


図-5 転倒安全率



図-6 カウンターウェイト設置状況

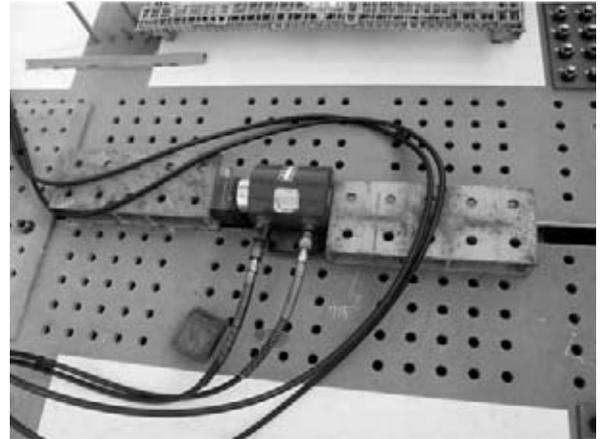


図-7 面外方向矯正設備

倒の危険性が一番高い図-5のステップにておこなった。照査の結果、図-5のステップにおいて、転倒安全率が確保できていないことが確認されたため、本工事ではP9支点上にカウンターウェイトを設置することとした。図-6はカウンターウェイトの設置状況である。カウンターウェイトの重量は、1,471kNであり敷鉄板を重ねて載荷することとしている。敷鉄板を利用したカウンターウェイトは、一枚当たりの重量が比較的軽量であることと、汎用性が高いことから、設置・撤去が容易になるという特徴がある。表-3に、転倒安全率の照査結果を示す。

表-3 転倒安全率照査

諸量	単位	C/W	
		なし	L 150ton
転倒モーメント(M1)	kN・m	291.717	
P8・P9支間(L)	m	896	
P9反力(R)	kN	696	
C/W重量(W)	kN	0	1471
C/W幅(B)	m		6
抵抗モーメント(M2)	kN・m	229.147	356.890
転倒安全率	-	0.791	1.22

(3) 面外方向矯正力の算出

本工事の様な張出架設では、右岸側と左岸側の両方から施工を行うため、閉合時に面外方向へのずれも発生することが想定される。これら面外方向のずれは、施工の段階確認において随時、測量を繰り返し、ブロック搭載毎に調整を行うが、不測の事態を想定し、あらかじめ面外方向に矯正する方法を検討しておくこととした。本橋は、1箱桁であるが、左右のウェブ高が異なる非対称断面であるため、張出状態の時に生じるねじれ変形を閉合時に矯正させる必要も想定されたが、この変



図-8 閉合完了

形については、事前の解析検討において大きな変形が発生しないことが確認できていた。したがって、これらの問題を包括し、閉合前の張出状態の構造系で、J32を面外方向に100mm 相対的に変位させることができる設備を準備することとした。実際には、解析検討により、その矯正力は330kNと比較的小さな力で相対変形を生じさせることが可能であった。図-7に示す通り、施工の簡略化のため、その設備は閉合仕口の強力ボルト鋼に架設機材のサンドルをセットし、500kN ジャッキで矯正させることとした。

5. おわりに

解析において、機材荷重を考慮するなど、実際の状況を忠実に再現することで、想定外の状況が発生することなく、架設完了に至りました。この場をお借りして、本解析に多くのご助言、ご協力を頂きました関係者各位に、感謝の意を表します。

施工計画

(仮称) 妙典橋 送り出し架設 施工管理

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	監理技術者
竹田 圭一 [○]	石原 晋吉	石橋 勅雄
Keiichi Takeda	Shinkichi Ishihara	Tokio Ishibashi

1. はじめに

本稿は、江戸川放水路に架設する6径間連続鋼床版箱桁橋である『(仮称) 妙典橋』のうち、IHI インフラシステム-横河ブリッジJV 施工範囲(6径間連続桁の内2径間)(図-1)の送り出し架設解析に関するものである。

本工事の架設工法は、先行工事で架設された単純桁(以下、既設桁)の上を地組立及び送り出しヤードとして用いる実施例の少ない工法を採用しており、施工プロセスに沿ってヤード形状が刻々と変化していく、難易度の高いものであった。

適切な反力/形状管理を行うために実施した、上述の施工条件を再現する送り出し架設解析と実施工結果との比較、およびそれらに対する考察を以下に述べる。



図-1 工事完了写真(施工範囲)

2. 工事概要

(1) 一般事項

工事名称：社会資本整備総合交付金工事

((仮称) 妙典橋上部工その2)

路線名：一般県道 船橋行徳線

工事場所：千葉県市川市高谷

工期：平成25年7月3日～平成27年7月31日

発注者：千葉県

受注者：IHI・横河ブリッジ特定建設工事
共同企業体

施工範囲：設計照査、工場製作工、輸送工、
架設工、支承工

(2) 橋梁諸元

道路規格：第4種第1級(設計速度 $V = 50\text{km/h}$)

活荷重：B活荷重

形式：鋼6径間連続鋼床版1箱桁橋

橋長：539.0m (CL上)

支間長：98.650+4×88.000+86.500m (CL上)

総幅員：12.000m

横断勾配：2.000% ↘ ~ 2.000% ↙ ↘

縦断勾配：6.900% ↙ VCL=80 ↘ 0.886%

↘ VCL=100 ↘ 6.900%

使用鋼材：SM520、SM490Y、SM400、SS400、S10T

上述の橋梁諸元のうち、P4～P6の2径間(鋼重845トン)が本工事範囲である(図-1)。

3. 架設工事概要

(1) 地組立 (図-2)

河川中央にある既設桁上をヤードとして地組立を行うため、台船にクレーンを設置し、別の台船で輸送してきた仮設および本設部材を既設桁上へ吊り上げた。

既設桁上に軌条桁を配置してその上に台車を設置し、その他複数のベントを使用して地組立を行い、現場溶接及び高力ボルトにて桁を連結した。

既設桁は1スパン、送り出し桁は2スパンのため、既設桁上で可能な限り地組立を行い送り出し、後方の空いたスペースで次の地組立を行い送り出す、というステップを4回繰り返した。

(2) 送り出し (図-2)

送り出しは、手延べ機到達直前の最大張り出し長が85m、送り出し全長は199mであった。

P6上およびP5上にはスライド式送り出し装置を配置し、既設桁上の後方台車(以下、台車)は軌条上のクレビスジャッキ配置し、これらの設備にて推進力を与えた。

(3) 降下 (図-3)

送り出し完了後の鋼桁の降下作業は、3箇所を支点支持し、約4.6m～約5.2m降下した。P4付近およびP6付近の支点はPC鋼棒を使用した吊り降ろし、P5の支点はサンドル及びジャッキ盛替えによる工法を採用した。

4. 架設時の問題点と課題

(1) 地組立

本橋は1箱桁で、箱桁が左右二分割、その外側に張り出し鋼床版がある橋軸直角方向に4分割の橋梁であり、縦継ぎ手も横継ぎ手も現場溶接のため、溶接前の形状管理が重要である。しかし、地組立ヤードである既設桁は、支間長88mの単純支持状態なので、部材を搭載するごとに变形していく。この变形は、全体形状及び継ぎ手の隙間といった出来形品質や溶接品質に悪影響を及ぼすこととなる。

よって、地組立溶接着手時に、地組立桁をいかに正規の無応力形状に近づけるかが、本工事の課題であった。

(2) 送り出し

送り出し架設時も、上述した地組立と同様に、台車の位置によって既設桁形状は刻々と変化していく。これは、送り出し桁にとっては、連続桁の支点沈下量に変化していくことになり、一般的な送り出し架設と比較すると反力変化が複雑で、通常では発生しない台車高さの変動に対する影響も発現する。

よって、安全に施工するため、各ステップにおける送り出し桁反力及び既設桁変位を精緻に算定することが課題であった。

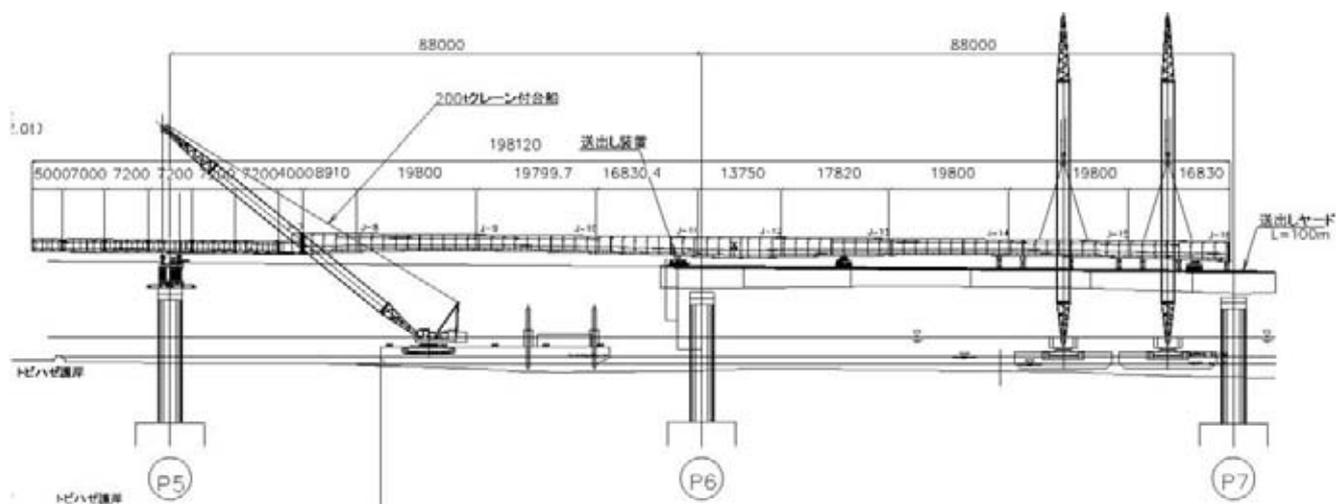


図-2 地組立及び送り出し概要図

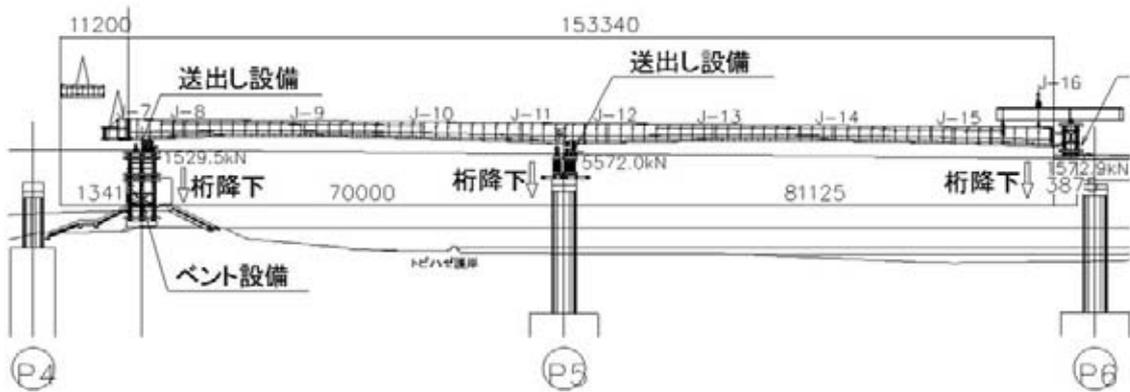


図-3 降下概要図

5. 課題に対する対策

(1) 地組立

地組立溶接着手時に地組立桁が正規状態となるよう、各ベントの高さを、既設桁の変形を考慮した格子解析により算定した。この高さは、地組立溶接着手時に地組立桁が正規状態になる高さとなるため、中途では、隣接ブロック間仕口は回転・並進変位ともに不整合状態であり、エレクションピースにピンを挿入することができない。そのため、地組立溶接着手前に全体形状及び継ぎ手の隙間の調整を行い、現場溶接及びリブ添接板等の高力ボルト本締めを行った。

(2) 送り出し

送り出し桁の格子解析を行う際、台車位置の支点沈下を考慮しなければならない。

解析は約50の送り出し架設ステップごとに行うが、その全てで台車位置が異なり、また、その数も変動するため、それぞれの台車位置における既設桁のたわみややすさ（曲げ剛性）を鉛直バネに置換し、支点沈下の影響を適切に考慮することとした。

具体的には、各ステップにおける既設桁上の台車位置に単位荷重（100kN）を載荷した時のたわみ（ δ mm）から、鉛直バネ値 K （ $=100/\delta$ （kN/mm））を算出し、バネ支点とすることでその影響を解析に考慮した。

そうすることで、既設桁の曲げ剛性を適切に考

慮した解析となり、送り出し桁の反力、断面力及び変位を精緻に算定することができる。それらの値を用いて桁の照査及び台車の高さ設定等を行い、安全性を確保した送り出し架設計画とした。

6. 結果と考察

(1) 地組立

地組立については、解析で算定したベント高さでブロックを搭載したが、エレベーションや継ぎ手の隙間が想定どおりとならなかった。

これは、実物と解析の仮設機材重量の差異、既設桁が変断面桁であることによる軸線の差異及び日照の影響等が原因と考えられた。

しかし、全体形状や継ぎ手の隙間は、搭載後のベント上でのジャッキ調整で十分対応可能であったため、大きな問題とはならなかった。

(2) 送り出し

送り出しについては、施工中の変位の追跡はしていないため、変位が想定どおりであったかの判断はできないが、反力は、大半のステップで解析値と10%~20%程度の差異となっており、概ね解析どおりであったといえる（図-4）。

ステップによっては、既設桁のたわみの差異の影響によるものと考えられる反力の乖離が見られたが、そういう場合でも、その時点で送り装置及び台車間の相対高さを調整し、解析値どおりの反力に近づけるようにすることで、結果的には、大きな問題なく送り出しを完了させた（図-5）。

7. おわりに

100ケース以上の解析を行い管理値を算定したが、結果的には、実際の架設において、地組立、送り出し架設ともにエレベーション調整を要する場面があり、想定外の盛替えが発生するなど、既設桁と架設桁の変形・反力が解析どおりになっていなかった場合も散見された。本工事における変形・反力の乖離の原因に関する考察は前述したとおり、変断面桁の軸線設定、ゴム支承の影響、日

照の影響など、解析には正確に反映できない諸条件が多いことが起因している。これらのことから、仮設機材、架設／仮設設計には適当な冗長性を有するようしておくことが重要であることを、再認識した次第である。

本稿が、他の類似工事の参考となれば幸甚である。最後になりますが、千葉県葛南土木事務所および地域住民の皆さまの多大なるご協力に謝意を表します。

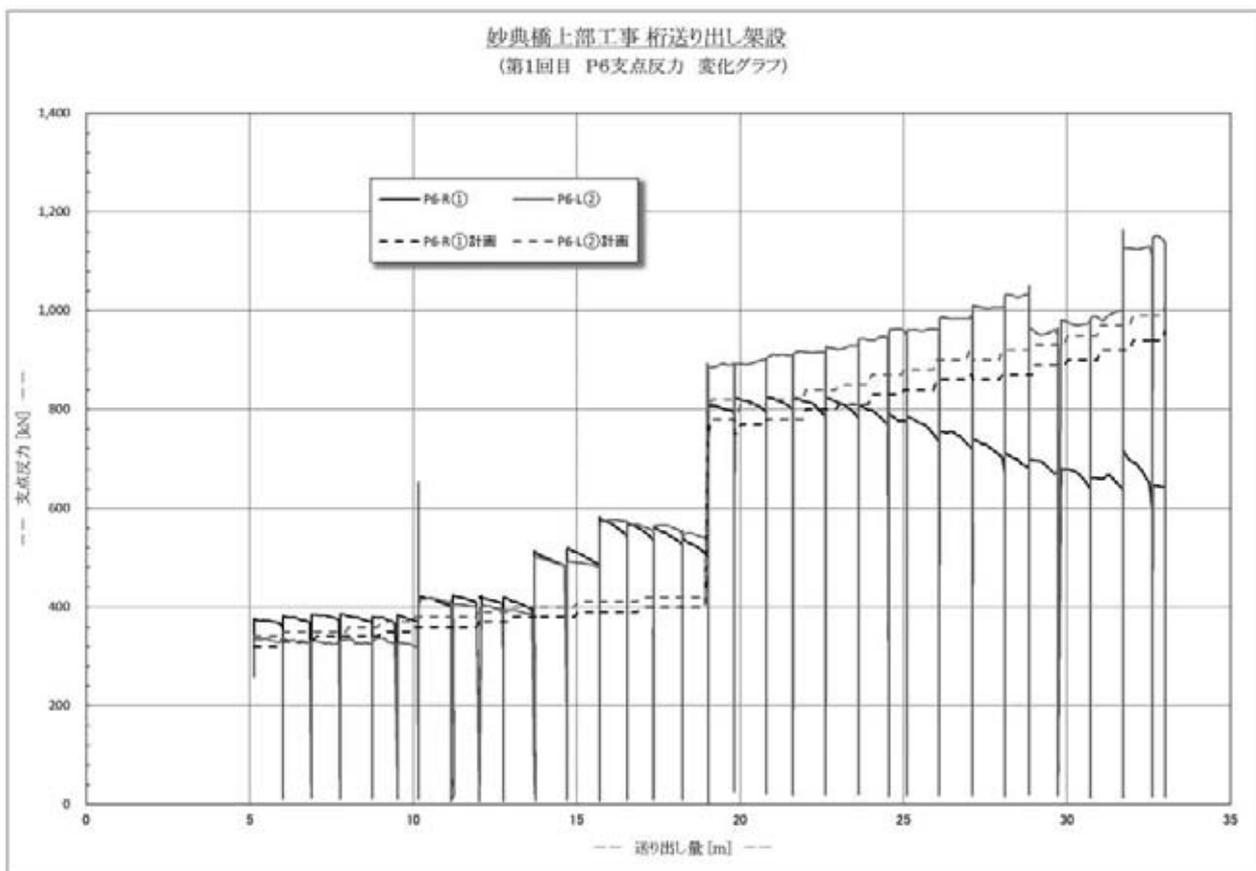


図-4 反力の推移 (P6送り装置)



図-5 工事完成状況

施工計画

箱根西麓・三島大吊橋（三島スカイウォーク）の建設 ～日本一の人道大吊橋～

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

長尾 悠太郎[○]

Yutaro Nagao

田口 吉彦

Yoshihiko Taguchi

田中 寛泰

Hiroyasu Tanaka

1. はじめに

箱根西麓・三島大吊橋（図-1）は、静岡県三島市（図-2）に位置する人道吊橋であり、主径間長400mを有する国内最大規模の人道吊橋である。本橋の架設地点からは北西に富士山を一望でき、南西方向には駿河湾を見通せる風光明媚な立地であることから、多くの観光客の来訪が期待される。橋梁形式は幅員1.6mの無補剛吊橋であり、谷底からの高さ約70mに架かる可撓性に富む構造で、海からの強い風を頻繁に受ける環境であることから、風洞実験による耐風検討が行われ、その結果が設計に反映されている。

本稿では、施工段階での課題克服、耐風検討結果の実橋への反映および実橋振動試験について報告する。

工事概要

(1) 工事名：箱根西麓・三島大吊橋橋梁建設工事



図-1 箱根西麓・三島大吊橋

- (2) 発注者：株式会社フジコー
- (3) 工事場所：静岡県三島市笹原新田地内
- (4) 工期：平成23年7月2日～平成27年9月30日
- (5) 吊橋形式：単径間無補剛吊橋
- (6) 主径間長：400.0m (7)幅員：1.6m

2. 現場における課題・問題点

- (1) 主径間400mを有する長大な無補剛吊橋であ

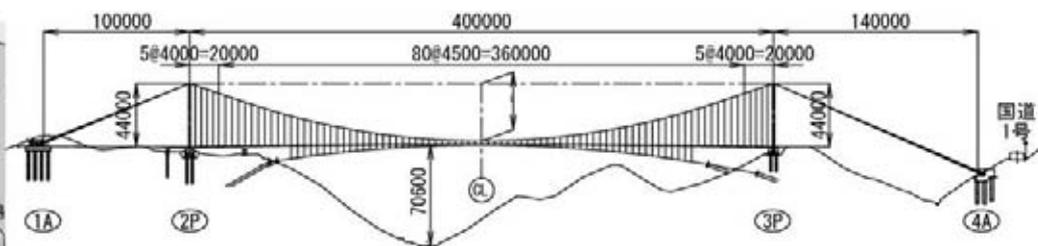


図-2 箱根西麓・三島大吊橋 架設位置および一般図

り、可撓性に富む構造であるため、架設の各段階において吊橋形状が大きく変化し、現場での形状管理が課題となった。

- (2) 架設各段階において、主塔の傾斜が大きく変化することから、主塔と架設足場の挙動を追随させる必要があった。
- (3) 主塔架設において、周辺地形が急峻で架設途中の主塔の自立を支持するための仮控え索の設置が困難であった。
- (4) 本橋の耐風索は、平面的に非対称な配置であるため、橋体の出来形精度の確保が課題であった。
- (5) 耐風検討結果の実橋反映に対し、現場での妥当性の検証が課題であった。

3. 対応策・工夫と適用結果

(1) 有限変位理論に基づいた大変形解析の実施

架設の進捗に伴い刻々と変化する吊橋の全体形状を把握するため、完成系解析モデルから架設ステップを遡り部材を除去していく「解体計算」により、ステップ毎の変形を事前に算定した。解体計算の流れを図-4に示す。全ての部材が設置された完成時から部材を除去していき、図-4(e)は主索架設完了時に該当する。図中の数値は主塔頂部の変形量を示しており、主塔は側径間方向に傾斜している。よって、完成時に正規の形状とす

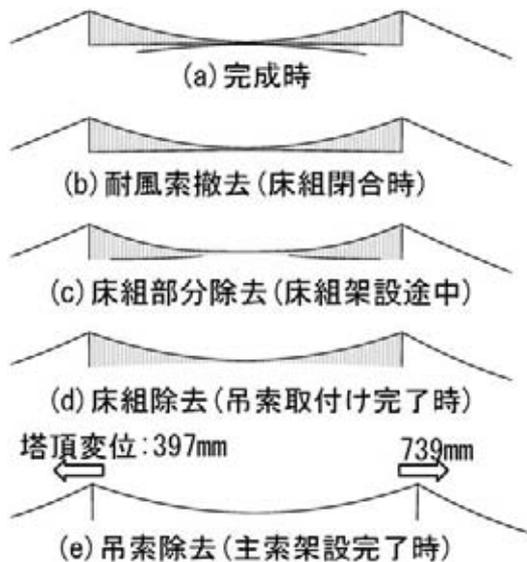


図-4 解体計算の主な流れ

るため、主索架設前に塔頂変位をセットバック量として反映した。

なお、吊橋のように荷重载荷による変形が大きい構造物では、変形後の形状を用いてつり合いを立てる有限変位理論に基づいた解析（大変形解析）により変形量を算定する必要があり、本橋の設計および解体計算に適用した。また、この解析を行うに際し、完成時に主塔を直立させることや主索のサグ値等の設計条件を満足させるため、主索および耐風索のケーブル形状と張力を事前に算定し、各節点座標および部材の無応力長（ケーブルの伸びを考慮しない長さ）を決定している。主索、吊索、耐風索、耐風支索の製作に、ここで得られた無応力長を反映した。

(2) 主塔と架設足場の挙動を追随させる工夫

主塔は外形1433.4mmの鋼管で構成されており、主塔の基部には回転自由のピボット支承が設置される。主塔の外面には景観性への配慮から吊金具等の突起物の設置が認められなかったため、主塔自体への架設足場の設置が困難であった。そこで、架設足場は橋台から立ち上げることとし、以下の対応により、主塔と架設足場の挙動を追随させた。

- ① 架設足場基部をヒンジ構造として主塔ピボット支承の両脇に仮設ヒンジを設置し、その上に架設足場を構築した（図-5）。
- ② 主塔に仮設バンドを取付け、主塔と架設足場を固定した（図-6）。

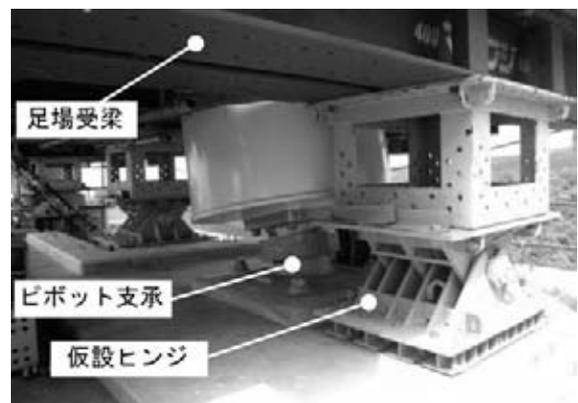


図-5 架設足場基部のヒンジ構造

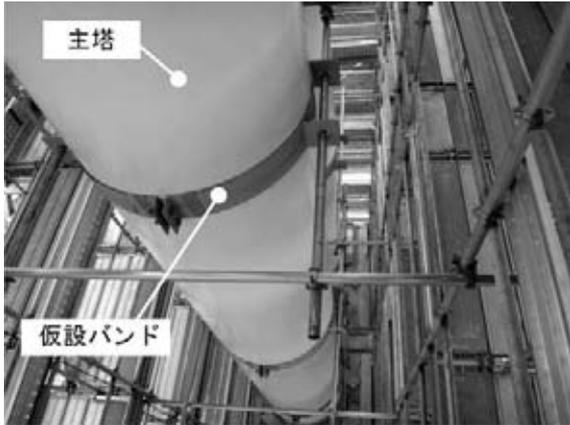


図-6 主塔と架設足場をつなぐ仮設バンド

(3) 主塔を支持する架台の設置

3P主塔は、周辺地形が急峻で架設途中の主塔の自立を支持するための仮控え索の設置が出来ないため、図-7のとおり主塔背面に支持架台を設置した。また、主塔と支持架台をつなぐ連結部に油圧ジャッキを設置し、架設時の主塔の鉛直度を調整・管理した(図-8)。



図-7 3P主塔の架設状況



図-8 主塔と支持架台をつなぐ連結部材

(4) 耐風索の展開と架設

耐風索は、橋体の側面(吊索より外側)に耐風索展開足場を設置し、その上に配置した引出しローラーを介して、ケーブルクレーンにて引出し展開を行った。両側4本の耐風索を展開完了後、ケーブルバンドおよび耐風支索を取付けた。耐風索の吊下しは、耐風索を約20m間隔で主索からチルホールにて吊り上げ、耐風索展開足場から浮かせながらケーブルクレーンにて2Pから3Pに向けて行った(図-9)。本橋の耐風索は、図-10のとおり平面的に非対称な配置であるため、橋体の出来形精度の確保が課題となったが、以下の対応により、橋体に計画値からの大きな誤差は見られず、所定の出来形を確保することができた。

- ① 前述の有限変位解析に基づいた主索・耐風索等のケーブル長への製作反映
- ② 解体計算による架設時の形状管理
- ③ 展開時に生じるケーブルの「より」はケーブル長に影響を及ぼすため、製作段階で主索・耐風索全数に天頂マークを設置し、「より」の有無を確認した。



図-9 耐風索架設状況

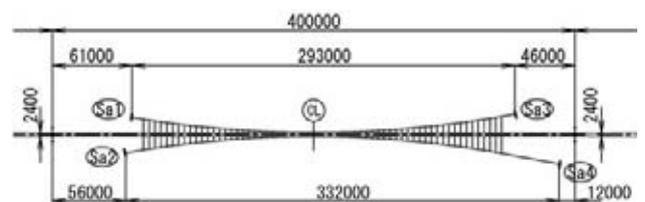


図-10 耐風索の配置平面図

表-1 耐風検討の断面形状

名称	断面
基本断面	
改良断面	



図-11 プレキャストRC床版のスリット構造

(5) 耐風検討結果の実構造への反映および振動特性の把握

①地覆部スリット構造の実構造への反映

耐風検討は、当社所有の水平回流式ゲッチング型風洞にて、縮尺1/9の2次元剛体模型を用いてバネ支持試験（ばねにて支持された模型に風を作用させ模型の挙動を観察する試験）を実施した。耐風検討の断面形状を表-1に示す。

風洞試験の結果、基本断面では実橋換算風速 $V_p = 7 \sim 8 \text{m/s}$ という低い風速域でフラッター（ねじり振動が発達し振幅が低下しない現象）が発生した。基本断面のフラッターを制御するため、改良断面として床版開口部のグレーチング幅を500mmから630mmまで拡大し、さらに床版の地覆付近に幅20mmのスリットを橋軸方向に断続的に設けることで開口部を増加させた。その結果、照査風速 ($U_a = 42 \text{m/s}$) 域以下でフラッターが発生しないことを確認した。よって、この断面を本橋の断面として決定し、設計に反映するに至った。

本橋の床版には、耐風安定性の向上および歩行者によって誘起される振動を制御するため、質量付加の観点からプレキャストRC床版が採用され、縦桁とはボルトにて固定する構造としている。図-11のとおり、プレキャスト部材には20mm幅の断続スリットを設け、風洞試験の結果を実構造に反映した。

②実橋振動試験による振動特性の把握



図-12 実橋振動試験状況

本橋の設計に際しては、構造解析により算定された固有振動数に基づき、耐風挙動に関する安定性の検討を行っている。開通前に実橋振動試験を行い、事前検討時に仮定した振動諸元の妥当性を確認した。振動試験では加振要員約60人での歩行試験や強制加振（図-12）を行い、固有振動数と減衰特性を直接計測した。

実橋振動試験により、耐風安定性に関する検討が妥当であったこと、施工において設計条件を満足できたことを確認できた。

4. おわりに

本報告が今後の同形式の橋梁にとって、有用な一資料となれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、ご助言・ご指導いただきました関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

限られたバック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

現場代理人

監理技術者

武田 弘 嗣[○]

福 谷 昌 俊

Hiroshi Takeda

Masatoshi Fukutani

1. はじめに

三遠南信自動車道は、長野県飯田市から愛知県を經由して静岡県浜松市北区の新東名高速自動車道の浜松いなさジャンクションまでに至る総延長約100kmの高規格幹線自動車道である。

本橋梁は、三遠南信道路のうち長野県飯田市南信濃町から静岡県浜松市天竜区水窪町を結ぶ総延長13.1kmの青崩峠道路の終点部に位置する橋長50.0m、鋼重約155t、2主桁からなる非合成鋼桁橋である。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成26年度 三遠南信
池島橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：中部地方整備局飯田国道事務所



図-1 送出し架設状況

- (3) 工事場所：静岡県浜松市天竜区水窪町
- (4) 工 期：平成26年 8月29日～
平成27年 3月25日

本工事の架設現場は、橋梁架設位置直下に河川が横断しており、河川敷全体が特定砂防地区となっているためベントの設置が出来ないことから、

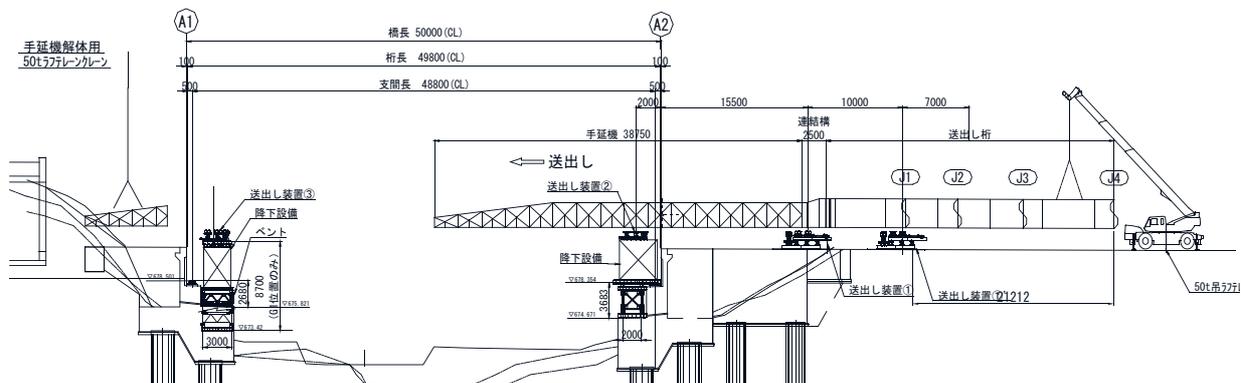


図-2 架設要領図

架設には手延べ機を使用した送出し工法を採用した。

本稿では、現地架設で生じた様々な問題点の中から送出し架設についての問題点と対策を記述する。

2. 現場における問題点

本工事の施工においては、下記のような問題点があった。

【問題点1】

本橋の架橋地点は、送出し側の施工ヤード（A2側）と供用中の県道152号線が平面的に斜めに交差しており、発注時の計画においては、桁地組時は県道152号線を終日通行止めとすることになっていた。県道152号線は比較的交通量の少ない道路であるが、地元住民にとっては生活道路となっており、通行止めした場合の影響は大きいいため、通行止めを最小限にする必要があった。

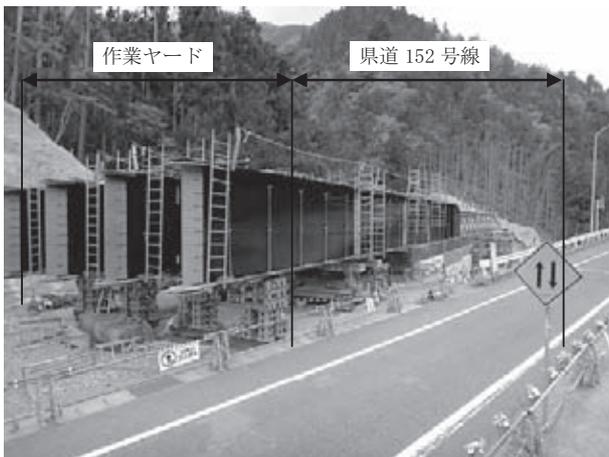


図-3 現場ヤード状況（A1側より望む）

【問題点2】

送出し架設においては、水平（縦断勾配）に送出しすることが基本であるが、送出し架設側の作業ヤードの勾配が2%であることから、送出し時に送出し桁の横ずれや転倒など、特に安全性について考慮する必要があった。

また、県道152号線と隣接していることもあり、送出し架設作業中における各主桁の反力および送出し桁が送出し基準ラインから逸脱することなく正規の平面軌道上にあることを確認することなど

安全管理を重視した施工計画を立案する必要があった。

【問題点3】

到達側 A1 橋台背面が地山の法面となっており、作業スペースが10m程度しかない。そのため、手延べ機が到達した後、10m 毎以内に解体する必要があり、さらに手延べ機解体用クレーンを A1 橋台背面に据え付けた場合、そのスペースが手狭となり、解体した手延べ機をストックするスペースがなかった。よって、手延べ機解体時の効率的な施工計画を十分に検討する必要があった。

3. 対応策と適応結果

【問題点1への対応策】

1) 地組ヤードの確保

送出しヤード内での主桁の地組スペースを確保するために、送出し基準ラインを送出し側の A2 橋台において橋梁中心線から100mm 県道と反対側にシフトさせ、A2 側支承線と橋梁中心線の交点を中心に $3^{\circ}30'00''$ 回転させたラインとした。

これにより、送出し完了後に正規の据付位置までの横取り作業が発生したが、横取り量は最小限で可能な限りの地組スペースを確保することが出来た。

2) 送出し時の転倒への対策

上記により、最大限の地組スペースを確保したが、送出しヤード内では主桁全7ブロックのうち3ブロック目までしか地組することが出来ないため、送出しに必要な手延べ機の長さ・重量とそれに対する主桁の長さ・重量を考慮した場合、送出し時の転倒に対する安全性を確保することが出来ない。そこで、送出し時の主桁支持点となる送り装置の位置を前方に出し、4ブロック目の主桁ブロックをカウンターウェイトとして仮連結することとした。

このことにより、4ブロック目の主桁ブロックを仮連結する時は、県道の時間通行止めが発生するが、高力ボルトの本締めをしないため、本締め

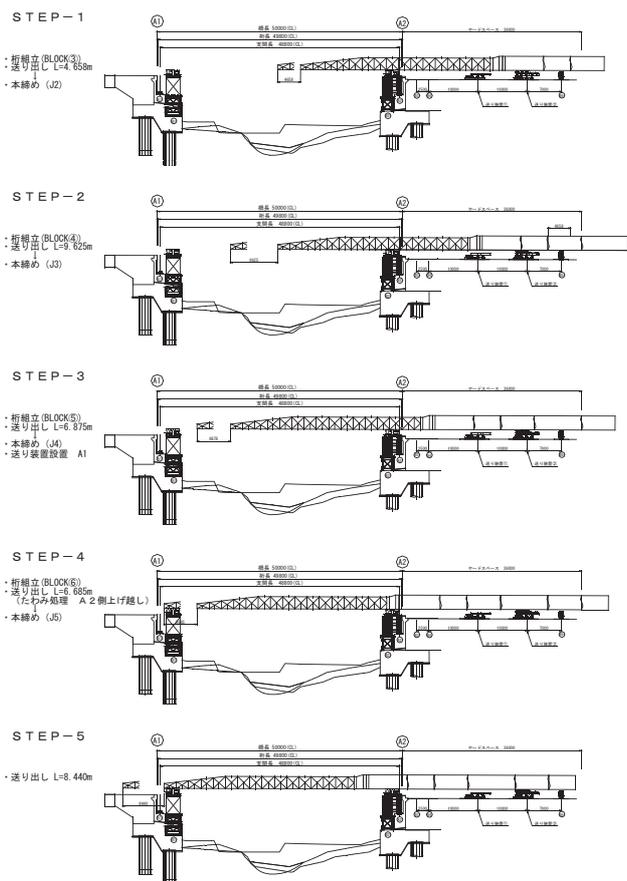


図-4 架設ステップ図

による所要時間や雨天による作業中止の懸念も排除したことで、大幅な規制日数を削減することができ、転倒に対する安全性も十分に確保することが出来た (図-4)。

【問題点2への対応策】

1) 送出し架設総合管理システムの導入

上り勾配での送出し架設となるため、送出し桁に各支点鉛直方向の相対変位に起因した反力差が生じることが予想された。想定以上の反力が発生した場合、送出し桁の横ずれや転倒、設備の損傷などを引き起こし、重大災害となるため、送出し作業時には各支点における反力を適宜把握することが必要不可欠である。

今回の送出し架設においては、送出し架設総合管理システムの採用によりリアルタイムでモニター上に各支点の設計値、実測値、管理制限値を写しだしそれを監視しながら架設を行った。このシステムの反力自動制御機能により、反力が管理

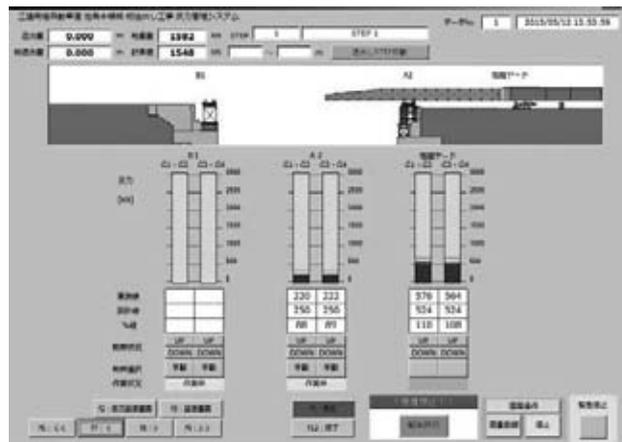


図-5 送出し架設総合管理システム画面

制限値を超過しそうになった場合においても、本システムの制御機能が働き、台車に内蔵された油圧ジャッキが自動制御にて上げ下げすることにより、反力を管理制限値以内を維持して送出しを行うことができる。また、不測の事態で、管理制限値を超えた場合でも自動緊急停止が働くため、送出し架設を安全に行うことができた (図-5)。

2) 送出し先端位置の計測

送出し架設時において、反力管理とともに重要な送出し位置の管理については、自動追尾型トータルステーションを用いた送出し位置監視システムを導入した。これは手延べ機先端に取り付けたターゲットをトータルステーションで自動追尾し、送出し桁の軌道をリアルタイムにモニター表示し、それを監視するシステムである。横方向のずれ量を主に管理し、あらかじめ設定した横ずれ量の管理値を超えた場合、回転灯で警告し、送出しの緊急停止を行うこととした (図-6、7)。

また、横方向のずれ量が管理値を超えた際、修正できるように、送出し側・到達側の両方に修正用油圧ジャッキを搭載した送り装置を配置して対応した。

これらの対策により送出し桁先端の横ずれを常に把握し、誤差が管理値を超えることなく、適宜修正しながら安全に送出しすることが出来た。

【問題点3への対応策】

1) 解体した手延べ機の仮置き方法の工夫

到達側 A2 橋台背面の手延べ機解体ヤードが



図-6 送出し桁先端位置測量状況

狭隘のため、手延べ機解体用クレーン（25t ラフタークレーン）を据え付けた場合、解体した手延べ機部材の十分な仮置きスペースが確保できない。そのため、クレーン能力を50t ラフタークレーンに上げ、A2橋台前面側に据え付けることで、手延べ機部材のストック場所を確保した。また、手延べ機部材のストックはスペースの許す限り多くし、まとめて搬出する計画とした。搬出する場合、供用中の道路を規制しておこなうことになるが、まとめて搬出することにより、県道の通行止めを極力抑えることができ、地元住民への影響を最小限にした。

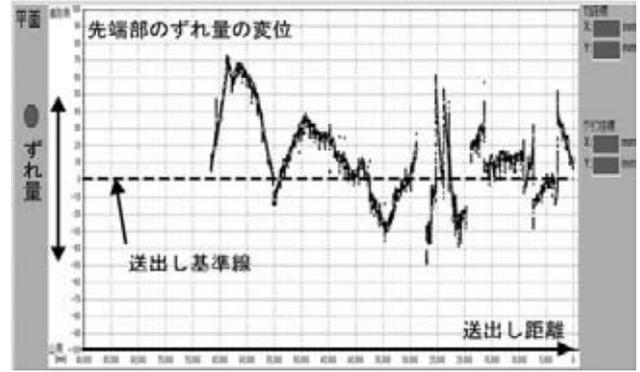


図-7 送出し桁先端位置測量結果（モニター画面）

4. おわりに

本現場では、供用中の道路に近接しているおり、第3者に対する安全性や利便性を確保することがとても重要であった。そのため、施工計画段階から十分に検討しそれに従って施工したこと、また発注者および地元住民のご理解や協力会社の協力があつたことにより、無事故・無災害で本工事を完了することができました。事前の施工計画がとても重要であったと感じています。

最後に、本工事に当たりご指導を頂きました国土交通省飯田国道事務所、青崩峠出張所および地元の水窪町の方々をはじめ、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。

総延長800m の重連式送出し架設工法について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社巴コーポレーション

工事主任

飯田 有 一[○]

Yuichi Iida

現場代理人

伊東 卓 二

Takuji Itoh

監理技術者

南部 雅 俊

Masatoshi Nanbu

1. はじめに

本工事は、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）五霞ICと境古河IC間に位置し、一級河川利根川を渡河する3橋のうち2橋（B橋、C橋）を施工した。完成状況を図-1に、本橋の標準断面図および側面図を図-2、3に示す。工事範囲の11径間中9径間が利根川河川区域であるため、2橋を仮連結して堤内地から送り出す重連式の手延式送出し架設工法を採用した。

本稿では、送出し総延長約800m、総重量約4,300tの重連式送出し架設に関して、送出し構台での安全対策や出来形精度向上対策、重連式の特徴となる仮連結部の工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：圏央道利根川高架橋上部その1工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 工事場所：茨城県猿島郡五霞町小福田、境町塚崎



図-2 標準断面図 (B橋, C橋)

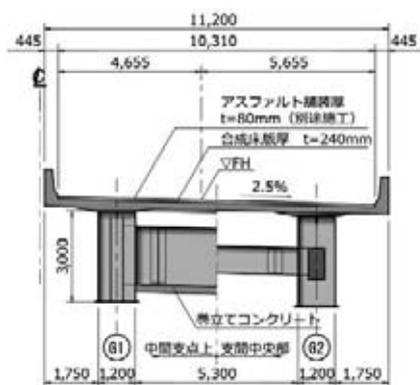


図-3 側面図 (B橋, C橋)

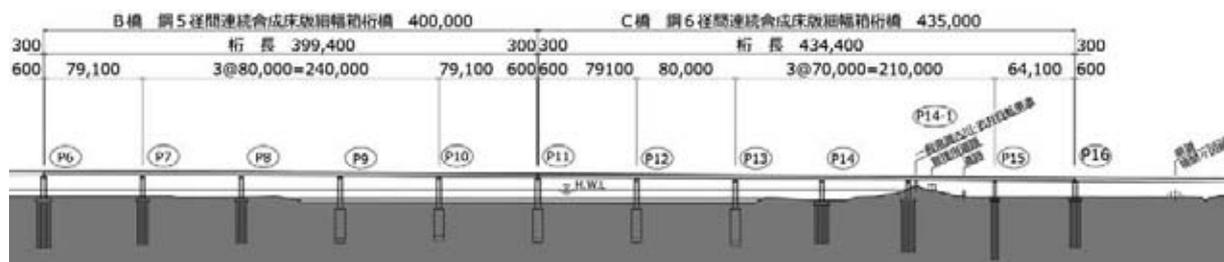


図-1 完成状況 (B橋, C橋)

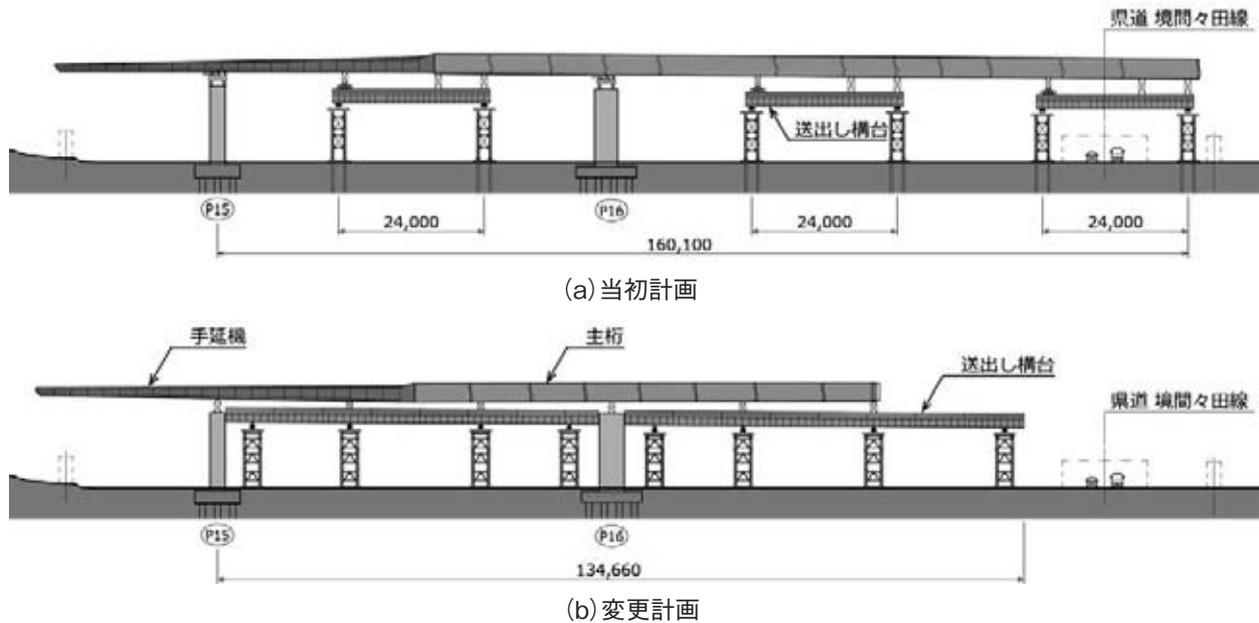


図-4 送出し構台概要図

(4) 工期：平成24年7月5日～
平成26年8月29日

(5) 橋梁諸元

・ B 橋

橋梁形式：鋼 5 径間連続細幅箱桁橋

橋 長：400m

支間長：79.1m + 3@80.0m + 79.1m

・ C 橋

橋梁形式：鋼 6 径間連続細幅箱桁橋

橋 長：435m

支間長：79.1m + 80.0m + 3@70.0m + 64.1m

2. 現場における問題点

本工事の架設を行なう際に、以下に示す問題点があった。

- (1) 当初計画されていた送出し構台は、供用中の県道を跨ぐ計画であったため、県道の断続的な通行止めと長期間の上空作業が必要となり、通行者の安全性や利便性の確保が課題であった。
- (2) 当初計画では、送出し構台が3分割されていたため、地上での地組立てと構台上の連結作業でキャンバー調整が必要となり、作業の効率化と出来形精度の確保が課題であった。
- (3) 送出し総延長約800m、総重量約4,300tを送

り出す推進装置の確保と効率的な送出し架設が課題であった。

- (4) 仮連結部は、送出し完了後に切断する必要があったが、内部応力が残存する状況での切断は、有害な変形や突発的な損傷の危険性があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 県道上の安全確保

送出し構台の当初計画と変更計画を図-4 (a)、(b)に示す。3分割した構台の右側の構台①が県道を跨いだ計画であったが、構台を連続させて県道からのふ角を考慮した範囲に限定し、構台上で全て地組立てする方法に変更した。この結果、送出し回数が5回から7回に増えたが、県道の通行止めと上空作業が解消し、歩行者や通行車両の安全性と利便性を確保できた。

2) 出来形精度

送出し構台を連続化したことで、地組作業が構台上の1回で連続的に管理できるようになった。

箱桁の出来形管理は、各腹板の直下を支持点として高さ調整を行なうが、本橋は細幅箱桁でジャッキ間隔が狭くなるため、わずかな調整誤差が桁のねじれ変形に大きく影響する。そこで、図-5に示すように構台上でリフティングサポート2基



図-5 リフティングサポート設置状況

を使用した受け台を用いて高さ調整を行なった。ジャッキアップ・ジャッキダウン可能な左右のジャッキで受梁高さを調整することで、桁のねじれ変形を解消した。また、トータルステーションによる計測値とリフティングサポートのジャッキ操作を一元管理してG1桁とG2桁相互の出来形を同時に調整することで、地組立桁全体の組立精度が向上した。

さらに、架台の設置・撤去や高さ調整が容易になったことや架設ステップごとに100m程度の地組立作業を繰り返したため作業効率が向上した。また、総足場構造としたことで作業の安全性向上が図れた。

3) 送出し推進装置の確保

送出し架設の推進装置は、送出し3回目まで図-6に示す反力受梁に設置したエンドレスキャリア（ジャッキ能力：500kN/基）4基を並列配置させた。エンドレスキャリアは、各橋脚に配置したシンクロジャッキと併用する推進装置で、主桁後方端部に取付けたワイヤーロープをジャッキストロークの押し引き両方を用いて綱引きのように引っ張ることで、桁を連続的に送り出すことができる。反力受梁とエンドレスキャリアの設置状況を図-7に示す。

送出し4回目以降は、送出し重量が2,000tを超えることから、エンドレスキャリアに加えて図-8に示すスライドジャッキ（ジャッキ能力：360kN/基）を12橋脚中の6橋脚に各4基設置し、最大24基併用した。

エンドレスキャリアとスライドジャッキを組み合わせることで、重量物の送り出しを効率的に架

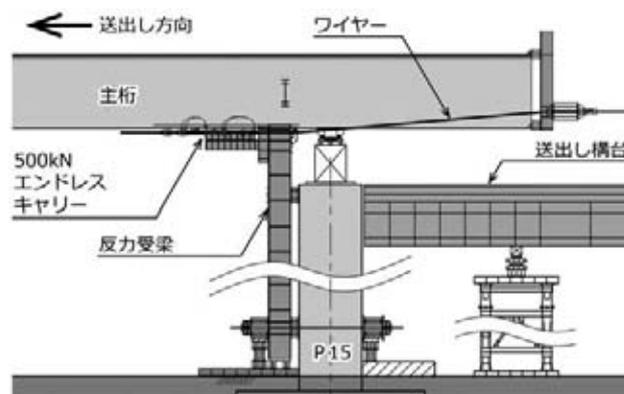


図-6 エンドレスキャリア設置図



図-7 エンドレスキャリア設置状況

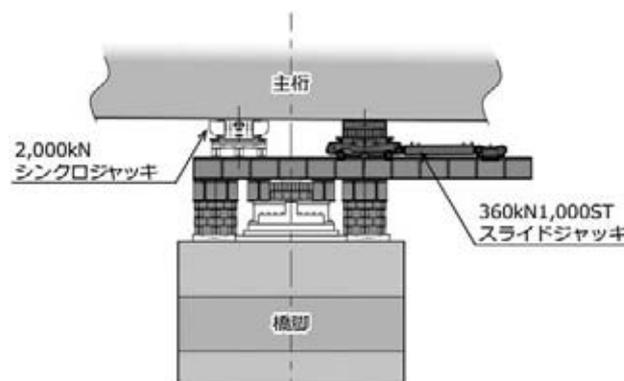


図-8 スライドジャッキ設置図

設することが可能となった。

4) 仮連結部の工夫

仮連結は、B橋全体の送り出しを完了した後、B橋のたわみ角とC橋の地組立てによる桁端の倒れを考慮し、両方の桁端部を完成時の遊間分延長して現場溶接で仮連結した。これにより、B橋とC橋のキャンバーを単独で管理することができた。

送出し完了時の仮連結部には、B橋では仮連結した時との支間長の違い、C橋では鋼重による断面力が残る。そのため、仮連結部の切断前にP11

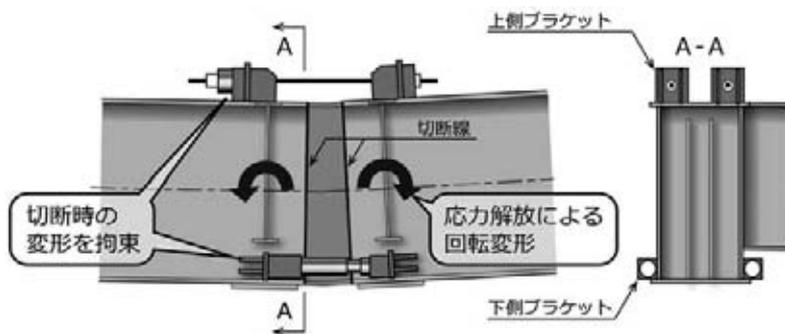


図-9 仮連結部の拘束治具



図-10 切断状況

上でジャッキダウンすることにより断面力の相殺を図った。

ジャッキダウン作業は、解析結果による247mmを目標とし、仮連結の現場溶接後に上下フランジに貼付したひずみゲージによる計測値を確認して作業を完了した。

切断時の安全対策として、応力解放による回転変形を抑制する目的で、センターホールジャッキ等を用いた拘束治具を設置した。図-9に仮連結部の拘束治具、図-10に切断状況を示す。結果としては、ジャッキに荷重が作用することはなかった。ジャッキダウンによる断面力の相殺が良好であったと考えられる。

4. おわりに

本稿で報告した河川上における重連式の手延式送出し架設は、国内では前例の少ない総延長800mを送り出した。エンドレスキャリーとスライドジャッキを用いた推進装置の併用、リフティングサポートを用いた地組立桁の精度向上、2橋仮連結部の架設時応力の解消などさまざまな工夫を行い、精度良く安全に施工することができた。本報告が同種工事の参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、ご指導頂いた関東地方整備局北首都国道事務所の皆様、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。

施工計画

既設橋梁の桁下通過を伴うデッキリフトを使用した 台船一括架設

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

現場代理人兼監理技術者

内川 尊 行[○]

Takayuki Uchikawa

計画担当

中垣内 龍 二

Ryuji Nakagaito

製作担当

熊倉 正 徳

Masanori Kumakura

1. はじめに

(仮称) 妙典橋は、東京外かく環状道路の整備に関連して、一級河川江戸川（江戸川放水路）を渡河し市川市高谷地区と妙典地区を結ぶ鋼6径間連続鋼床板箱桁橋である。

本工事は、6径間連続桁のうちP6～P7間の101.750mを製作及び架設する工事で橋梁架橋地点にはトビハゼ等の貴重種の生息が確認されていることから干潟生態系に配慮した架設工法（台船一括架設）を採用している（図-1）。

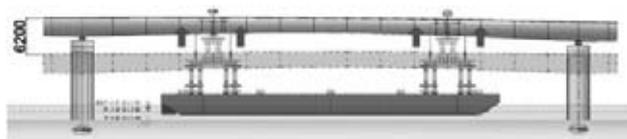


図-1 台船一括架設概要

本稿ではこの浜出し、輸送及び架設に関する内容について報告する。

2. 工事概要

- (1) 工 事 名：社会資本整備総合交付金工事
（(仮称) 妙典橋上部工その1）
- (2) 発 注 者：千葉県
- (3) 工事場所：千葉縣市川市高谷
- (4) 工 期：平成25年7月3日～
平成27年1月31日

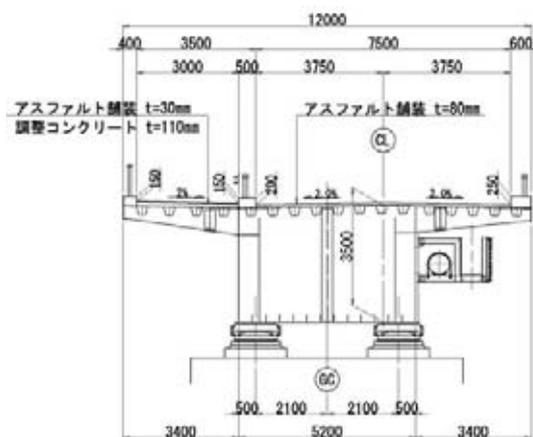


図-2 桁断面図

2. 現場における課題および問題点

本工事での問題点および課題を以下に示す。

- (1) 大ブロック地組立てした桁を現地まで台船により海上輸送するため、桁を地切する際と輸送時において桁受点の損傷が予想され、対策をとる必要があった。
- (2) 輸送の起点となる弊社工場から現地架設地点までの台船輸送の経路途中にある江戸川河口域の複数の既設橋梁の桁下を通過しなくてはならず、台船上の設備構造高を極力低くする必要があった。
- (3) 既設桁下通過時に計画どおりに施工されているかを確認することができる安全対策が要求された。

(4) 架設現地の水深は非常に浅いことが予想されているため、作業可能となる必要最低限の水深の基準値を設定する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

課題と問題点に対し下記に示す対策を実施した。

(1) 受点補強および最少受点の設置

桁の地組立ては弊社千葉工場の岸壁で行ない、浜出しには1800t吊の旋回式の起重機船を用いた。工場の岸壁に地組立てされた桁を起重機船によって吊り上げ台船上に載せる地切り作業時において、吊り点と桁重心のズレによって大ブロック地組桁が荷振れを生じて、地組受け点において塗装面を傷つけることが予想されたが、大ブロック桁の重心計算をダイヤフラムから補剛材、架設材にいたる細部まで考慮したことや、コンクリートアンカーを使用した振れ止め設備を設置することによってほとんど揺れることなく吊り上げ、塗装面の損傷を回避することができた（図-3）。



図-3 桁浜出し状況

また台船上の桁の受点では、自重反力による集中荷重や輸送中の波浪の動揺によって生じる外力で桁を損傷させる恐れがあったため、輸送時期において予想される海象条件によって生じる動揺による外力を算出し、桁受け部を補強した。また受け点数は4点と最少にしたことで、多点受け時に苦勞する荷重の不均等管理を最大限減らす工夫をおこなった（図-4）。



図-4 台船受け点

(2) デッキリフトの採用

輸送途中に台船が通過せねばならない既設橋のうち、首都高速は当時、外郭環状道路の整備に伴う改築工事をおこなっていて、当初計画時の桁下より80cm以上低い位置に吊足場が設置されており、本工事にとっては非常に厳しい制約となった。台船が通過する際は台船上の設備構造高を低くする必要があるが、現地での約6mの桁の吊り上げをすべて吊り上げジャッキだけで施工するとジャッキ設置位置と設備が高くなる。また現地水深の制約から、桁下通過後は吊り上げ設備を組み立てることが困難であるため、あらかじめ設備を組み上げて桁下を通過させる必要があった。そこで吊り上げジャッキに加え、下から伸長して突き上げるデッキリフトを併用して2段階の降上設備とすることによって、桁下通過時の設備高を大幅に抑制することを可能にした（図-5）。



図-5 降上設備

現地での一括架設においてデッキリフトで昇降する桁と架設材の重量は約680tであり、吊り上げジャッキの吊り上げ重量はデッキリフトなどの仮設備も含めて約940tとなった。

使用したデッキリフトの昇降能力は1台200tであり、前後左右に計4台を配置した。左右の2台ずつを異荷重管理（ストロークを優先）し、前後はお互いのモニターに表示されるストローク量をオペレーター同志で確認しながら慎重に操作を行った。また吊り上げ式のジャッキは左右に配置された吊桁1組に使用される片側2台を同圧管理とし、前後左右合わせて計8台を配置して吊り上げをおこなった。

今回採用したデッキリフトは本来陸上での利用が多く、水上工事での使用実績は極端に少ない。とくにジャッキ伸長時において台船の動揺による水平力の影響を懸念して、最大ストローク2.1mのうち、使用を1.6m程度に抑える計画とした。



図-6 デッキリフト降上状況

その他、架設材の高さを極力抑えた結果、梁せいの小さくなった梁材のたわみ量が大きくなり、その上に配置されるデッキリフトの鉛直度に悪影響を与えることも懸念されたため。対策として上下フランジに新規に製作したカバープレートを取付けることでたわみ量の抑制を図った（図-7）。

(3) レーザーバリアの設置

既設橋や吊足場との接触事故を回避するための桁下通過時の必要最低クリアランスの計画値を50cmとして、現地桁下および前後航路の深淺測量および桁下高さの測量を実施し、上述の設備設計



図-7 カバープレート

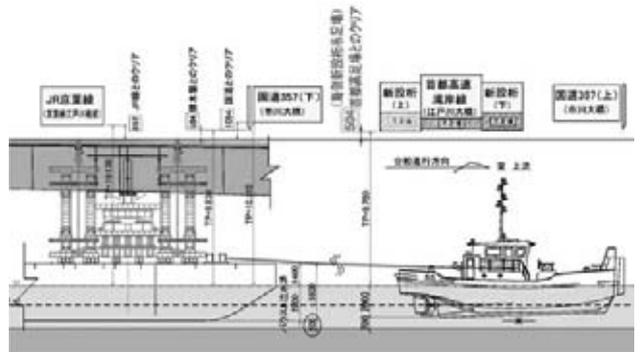


図-8 桁下通過時の高さ関係

と台船バラスト量を計画した（図-8）。

また通過時の安全対策として桁下のみはらしのよい国道の橋脚に有効範囲65mとなるレーザーバリアを設置することや、直前に橋脚上からテープ（巻尺）を垂らして潮位計測をおこなうことで桁下通過時のクリアランスを確認した（図-9）。

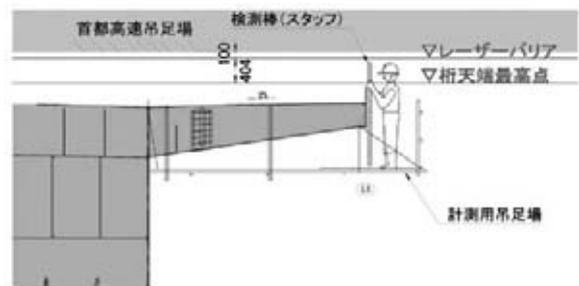


図-9 レーザーバリア計測要領

さらにフェールセーフとして設置した水準測量機をもちいた直接目視による確認も非常に有効な手段となり、桁下を計画通り無事通過することができた（図-10）。



図-10 桁下通過状況



図-11 架設状況

(4) 余裕量の設定

本工事で使用する台船および計画による艀装設備の台船吃水、また台船を曳航する曳き舟の吃水を考慮して、水深は最低50cmとした。その際の許容離隔の基準の考え方を以下に述べる。

喫水に対する水深の余裕量の決定に影響を与える要素としては以下の項目を考慮した。

- 1) 波浪等による動揺
- 2) 施工時の気圧による水位の変化
- 3) 水深測定の誤差
- 4) 吃水計算の誤差
- 5) 台風などで上流にある河口堰が解放された場合の土砂の流出による水深の上昇

現地において施工前に深浅測量を実施した結果、上記余裕量を満たしていないため、本工事施工前に必要最低限の範囲において浚渫工事をおこなうことを発注者と協議し、結果承認された。浚渫する範囲は架設時の台船係留場所のみでなく、台船のアンカー位置やそれを設置する揚揚船の吃水、航路を解放するための待機時の仮停泊場所も考慮して決定した。

4. おわりに

架設当日は天候にも恵まれて、波、風の影響をほとんど受けずに施工することができ、トラブルもなく事前に計画したとおり橋脚上に桁を設置することができた(図-11)。

本工事は、発注当初想定されなかった浚渫工事の施工のため、現地架設時期を約1年延伸する結果となったが、平成25年7月より地組立てに着手し、無事に平成26年11月に架設を完了することができた。海上工事における工事船舶の喫水に対する水深の余裕量においては現状で明確な根拠や基準はなく、一般的には経験則や施工・現地条件にもとづいて各工事が行われているため、今後の海上工事において桁下通過時の離隔量も含めて、本稿が一助となれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたりご指導頂きました発注者の千葉県葛南土木事務所ならびに協力頂いた工事関係者の皆様に深く感謝し、誌面をお借りしてお礼を申し上げます。

施工計画

国道209号線での函渠工の施工（夜間工事）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

本工事は、福岡国道事務所所有明海沿岸道路出張所発注の福岡208号大川高架橋下部工（P27-P29）外工事の外工事である。

工事場所は、筑后市野町地区の、国道209号線と市道山ノ井長浜線が立体交差した箇所で、立体交差の為、国道209号線に直接乗り入れができないので、国道209号線を平面交差点化する道路改良工事を施工したものである。



図-1 位置図

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号 大川高架橋下部工（P27-P29）外工事

- (2) 発注者：九州地方整備局 福岡国道事務所
(3) 工事場所：福岡県筑后市野町
(4) 工期：平成26年12月9日～平成27年9月30日
(5) 工事内容
- ・道路土工 掘削工5,330m³
路体盛土工 366m³
法面整形工 400m²
 - ・舗装工 アスファルト舗装 3000m²
 - ・法面工 380m²
 - ・擁壁工 PC擁壁工 48m
 - ・カルバート工 PCカルバート 48m
 - ・排水構造物工 側溝工 206m
 - ・構造物撤去工 1式
 - ・仮設工 1式

2. 現場の問題点・対策

国道209号線を横断する1号函渠（PCカルバート800×800 L=21.0m）が、国道209号線（以下、本線と明記）と迂回路の分岐点に位置する為、各路線部の施工時においては、片側交互通行（夜間作業）で施工を行った。

施工を行うにあたり問題として、NTTの仮回し管路（最重要ケーブル）が1号函渠の中心を通る事で親杭（プレボーリング工法 H鋼杭 L=8.0m）を打設するのに支障となる事、また、本

線の盛土部分を1号函渠施工完了後に掘削すると、工期に間に合わない事があげられた。

① NTTの仮管路（最重要ケーブル）

本線に敷設してある既設NTT管路を本工事において支障となる為、仮移設が行われた。

NTT仮管路は1号函渠の中心を通るルートで敷設されており、開削して土留めを設置する事から、親杭（H鋼杭）の施工に支障となった。

○本線を片側交互通行時



○迂回路を片側交互通行時



図-2 交通規制時概要図

NTT管路は、Φ100の管が3列の2段で構成されており、親杭の施工ピッチ@1.5mではNTT管路との余幅が0.3m程度しかなく損傷させてしまう恐れがあり、親杭打設時にNTT仮管路を損傷させずに施工できる方法を検討した。

○検討項目

1) 推進工法による施工

夜間施工の必要はなく、昼間の施工が可能となり、本線掘削作業の工程にも大きく影響を与えずに施工できるが、コストが割高となり不採用。

2) サイレントパイラーによる土留鋼矢板での施工

硬質地盤（N値=48程度）を打設する必要があるため、ウォータージェット併用での施工となる為、夜間の片側交互通行では施工が困難。また、振動・騒音も大きくなる為、不採用。

3) 硬質岩盤クリア工法（クラッシュパイラー）による鋼矢板での施工

硬質岩盤に適しており、転石があっても施工が可能であったが、振動・騒音が大きく、コストも割高になり不採用。

4) 親杭ピッチの変更

親杭の打設ピッチをNTT仮管路部分だけ3.0mに広げた場合、構造計算が横板を0.11mにする事でクリアし、施工が可能であった。また、当初工法（プレボーリング工法）で施工ができ、コストもかからず施工可能であった為、採用した。

上記の検討結果、親杭打設ピッチをNTT仮管路部のみ@1.5mから@3.0mに広げる事で、NTT仮管路と親杭との余幅は1.0m程度となり、小型三点杭打機を使用したプレボーリング工法で施工する事が可能となった。また、NTT仮管路を損傷させてしまうリスクを軽減し、コストも安く抑えて施工を行うことができた。

しかし、リスクは軽減されても、NTT仮管路の正確な位置の把握、異常等無いかの確認を行う為、NTT仮管路横の親杭4本を施工する際は、必ずNTT担当者の立会をお願いして、NTT担当者の立会いのもとNTT仮管路を損傷させないように、親杭の施工を確実に行った（図-3、4）。

② 本線掘削作業への工程の影響

本線及び迂回路を両方使用して、1号函渠の施工を行なうと、昼間での本線掘削が1号函渠施工



図-3 親杭打設施工状況

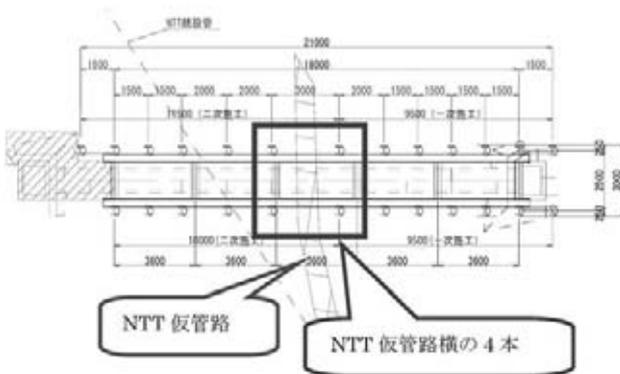


図-4 NTT 立会箇所図

完了まで待たないと施工できない事から、工程が全体的に遅れ、工期に間に合わないことが懸念された。

また、隣接工区の工程にも大きく影響してしまう事から、24時間体制で施工を行わなければ工程短縮ができないと考えた。

しかし、昼間施工を行うとなると、本線を全面通行止めして施工を行わなければならない為、迂回路のみの片側交互通行では、1号函渠施工時の施工スペースを確保できなくなる。その為、交通規制（片側交互通行）をどのように行うのか検討を行った。

○検討事項

・親杭打設時の施工スペース

親杭打設時から覆工板設置の間は、小型三点杭打機・ラフテレーンクレーン（25t吊級）・バックホウ（0.2m³級）・4tダンプトラックを使用する為、本線と迂回路を両方使用して施工スパー

スを確保する事は、施工上必要不可欠となった（図-2）。

・覆工板施工以降の交通規制

また、覆工板施工以降は、土作業がメインであり親杭打設時のように、重機の台数を使用しない事、重機が大型ではない事から、施工スペースを必要としない為、迂回路のみで片側交互通行を行って施工できないか検討した。

上記の検討事項から、覆工板施工までは、重機の施工スペースを確保しないと施工できない事、また、H鋼類の資材ヤード確保も必要なことから、一般車交通の配慮及び施工上の安全を配慮し当初の計画どおり、本線と迂回路両方を使用しての夜間片側交互通行で安全に施工を行った（図-5, 6）。

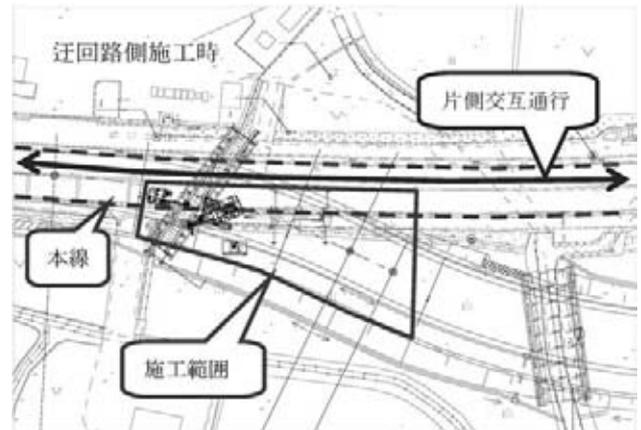


図-5 親杭施工時（本線）の交通規制図

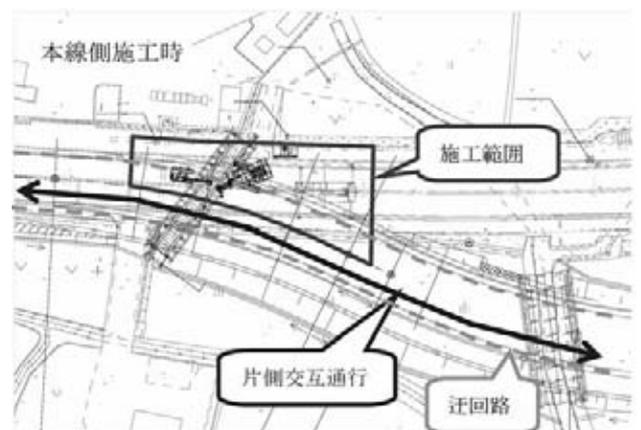


図-6 親杭施工時（迂回路）の交通規制図

覆工板施工以降は、迂回路のみの片側交互通行で施工する為、迂回路の歩道部分を車道として使用する事にした。歩道を車道構成（舗装3層150

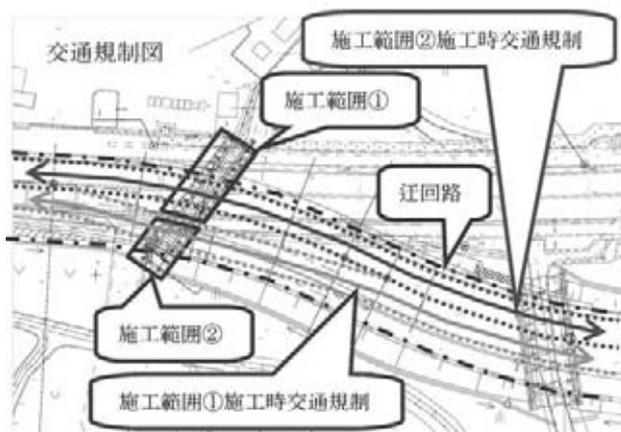
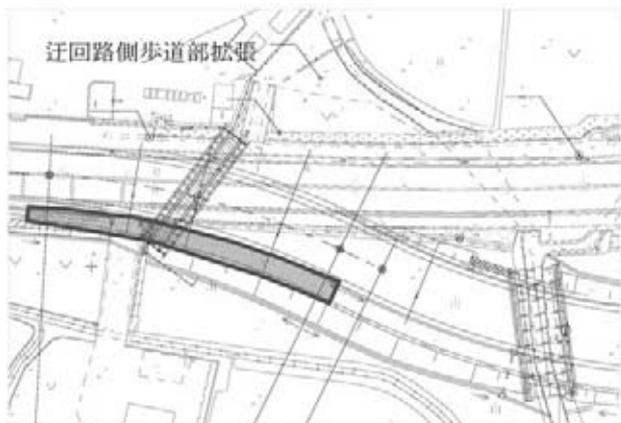


図-7 迂回路歩道拡張時の交通規制図

mm厚)で舗装を行い、車道を拡幅する形で、迂回路のみでの片側交互通行の車道幅を確保することができた(図-6, 7)。

3. 終わりに

国道209号線は、交通量が多い道路であり、近接して病院等もあった事から、振動・騒音・交通規制には、十分に配慮して施工を行った。



図-8 交通規制状況

1号函渠を施工するうえで、一番の障害であったNTTの仮管路は、親杭(H鋼杭)のピッチを@3.0mとする事で、NTT仮管路からの離隔を広くとれ、施工に支障をきたす事なく無事に全本数を打設する事ができた。覆工板施工以降も、NTT仮管路位置・高さに注意しながら施工を行った結果、NTT仮管路に異常なく無事に施工を終える事ができた。

工程については、迂回路歩道部を拡張し、迂回路のみで片側交互通行を行えた事で、昼間の施工(本線の掘削作業)を行えるようになり、24時間体制で施工した事で、工期内に完了することができた。

最後に、近隣の住民(病院関係含む)から、ご協力いただいたおかげで、大きなトラブル・苦情等もなく無事故・無災害で工事を終えることができた。

施工計画

プレキャスト型枠（埋設型枠）を用いた壁高欄の施工

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

柿市 拓巳[○]

Takumi Kakiichi

監理技術者

杉浦 範佳

Noriyoshi Sugiura

工事主任

中山 敦雄

Atsuo Nakayama

1. はじめに

本工事は、整備事業中である首都圏中央連絡自動車道（以下、圏央道）の内、東北道と常磐道間の利根川より以東に架かる全長2kmの境高架橋であり、全6橋から構成される。

圏央道は早期開通が望まれており、それに向けた取組みとして、本工事では舗装工事への早期引渡しが重要な課題であった。そこで、壁高欄の施工に着目し、型枠にプレキャスト型枠（以下、埋設型枠）を用いることで、工程短縮を図ることを試みた。埋設型枠は、木製型枠と比較して、打設後の作業が大幅に軽減でき、仕上げもほとんど不要であるため、早期引渡しに有効な工法であるが、施工実績が無いため、施工方法が確立されていないのが課題であった。

本工事では、6橋ある内の2橋を埋設型枠により壁高欄を施工したので、その施工方法と工程短縮効果について報告する。図-1に対象橋梁の断面図を示す。また、以下に工事概要と対象橋梁の諸元を示す。

工事概要

- (1) 工事名：首都圏中央連絡自動車道境高架橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社 関東支社
- (3) 工事場所：茨城県猿島郡境町大字塚崎～境町



図-1 断面図

大字長井戸沼

- (4) 工期：平成25年7月28日～平成27年6月15日
- (5) 形式：鋼11径間連続2主鈹桁橋（2号橋）
鋼9径間連続2主鈹桁橋（4号橋）
- (6) 橋長：40.25m + 9@41.0m + 40.25m
= 451.0m (2号橋)
40.3m + 7@41.0m + 40.3m
= 369.0m (4号橋)

2. 現場における課題

埋設型枠による壁高欄の施工において、以下に示す3つの課題について検討する必要があった。

(1) 埋設型枠の設計・製作

本工事における床版形式は、プレキャストPC床版であり、横断勾配下側は地覆立上り部を一体製作した構造である。当初、木製型枠により施工

計画されていたため、埋設型枠と床版との取合い方法及びその施工方法が課題となった。また、埋設型枠に使用する材料についても当初設計の壁高欄以上の強度を有する材料を選定する必要があった。

(2) 充填性の確認

埋設型枠は、施工後に脱型を必要としないため、型枠内における充填状態が不明であり、充填状態の確認方法を検討する必要があった。

(3) 施工方法

埋設型枠の施工方法が確立されておらず、詳細な施工方法を検討する必要があった。

3. 対応策と適用結果

(1) 埋設型枠の設計

埋設型枠の内・外型枠の詳細図を図-2、3に示す。

埋設型枠は、強度及び実績からKKフォーム（NETIS登録番号：KT-150027-A）を使用することとして、設計・計画を行った。型枠は、橋軸方向に幅450mmで製造されるため、メッキ処理し



図-2 内型枠詳細図

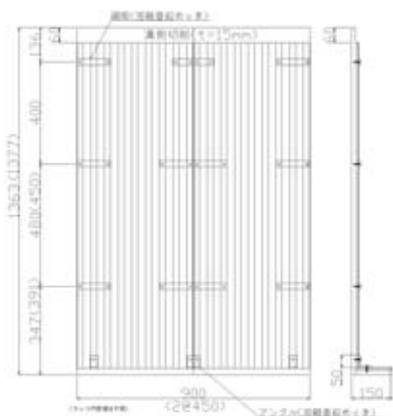


図-3 外型枠詳細図

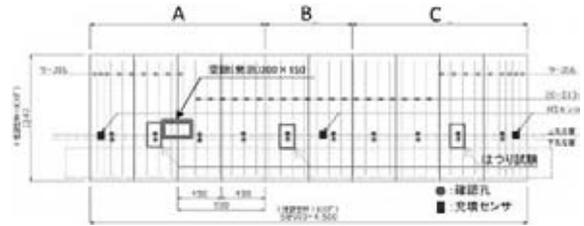


図-4 実物大施工試験体側面図

表-1 充填確認方法及び施工方法

	A	B	C
鉄筋配置	支点上付近 #65~125	支間中央付近 #125	支点上付近 #70~125
区間延長(mm)	1800	900	1800
確認孔 (#450)	上孔	φ7	φ30
	下孔	φ7	φ7
充填センサ	1箇所	1箇所	1箇所
パイプルーカ	壁部	棒パイプφ28	棒パイプφ28
	ハンチ部	鉄筋パイプD13	棒パイプφ23
その他	仮想空隙箇所設置		

表-2 充填状態確認結果

		A	B	C
打設時評価	確認孔 (#450) 上孔	○:モルタル流出	○:モルタル流出	○:モルタル流出
	確認孔 (#450) 下孔	○:モルタル流出	○:モルタル流出	○:モルタル流出
	充填センサ	○:充填確認	○:充填確認	○:充填確認
	CGDカメラ		△:状況把握のみ	
打設後評価	打音検査	×:確認不能		
	はつり検査	○:充填確認	○:充填確認	○:充填確認
打音検査	打音検査	×:確認不能		

た鋼材により幅900mmに接合して、施工するようにした。型枠内面は、コンクリートの付着性を考え、84mm間隔で8mm×30mmの凹を設け、かつ、凹部に刻みを設けることとした。

内型枠では、床版との立上り部において、床版の不陸などを調整できるように設計値110mmより30mm小さく設計した。また、高欄上部においても壁高欄の高さを調整できるように60mm程度小さく製作して、木製型枠により調整できるようにした。

外型枠は、高欄底版部を一体とした設計とし、また、高欄天端高さを調整できるように30mm大きく設計し、打設後、面取りカットするようにした。

(2) 実物大施工試験による施工方法の検討

埋設型枠の充填状態の確認及び施工方法について、当該橋梁の実物大壁高欄を模擬した試験体を製作し、施工試験を行った。実物大試験体は、図-4に示すように鉄筋配置方法により3区間(A、B、C)に分割し、表-1に示す充填確認方法及び施工方法を実施した。

それぞれの区間における充填確認を行った結果を表-2に示す。表に示す通りハンチ部に設けた

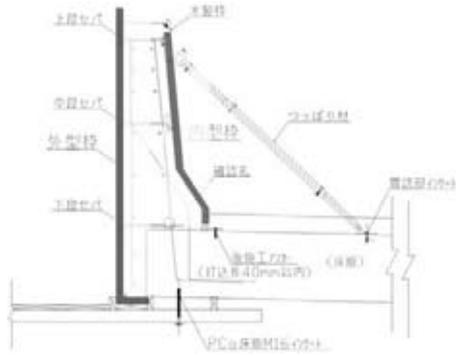


図-5 埋設型枠概略図



図-6 ミニクローラによる外型枠の設置

すべての確認孔よりモルタルが流出することを確認した。区間 A では、仮想空隙を設け、打設中に打音検査により充填の確認を行ったが、明確な音の変化が認められず評価できなかった。

打設後に打音検査及びはつり検査を行った。打音検査は、打設中と同様に明確な音の変化がみられず、評価できなかった。はつり検査は、各区間に対して1箇所ずつ行い、3区間とも密にコンクリートが充填されていることを確認した。

したがって、確認孔よりモルタルの流出が確認できれば、コンクリートが十分に充填されていると考えら、内型枠のハンチ部に450mm間隔で直径



図-7 内型枠の設置

7mmの確認孔を設ける施工計画とした。打設についても、今回用いた機材を主として施工を行うこととした。

(3) 埋設型枠による壁高欄の施工

埋設型枠は、外型枠、内型枠の順で設置を行い、図-5に示すように外型枠と内型枠は、下段4本、中段4本、上段3本のセパレータにより固定する。以下に各設置段階における施工方法を述べる。

①外型枠の設置

外型枠の設置は、図-6に示すようにミニクローラクレーンを使用して行った。予め、床版足場を所定の高さに調整を行い、基準枠となる最初の型枠を床版との直角性、鉛直性を十分考慮して、設置する。下段のセパレータを鉄筋に固定して水平器で鉛直を確認しながら、上段セパレータを鉄筋等に仮固定し、外型枠の設置が完了となる。

②内型枠の設置

内型枠は、図-7に示すように型枠を設置する前に床版にアンカーボルトで鋼製アングルを固定し、内型枠とアングルの間に木枠をビス止めして設置する。

アングル設置完了後、内型枠の据付を行い、打設時の確認孔に図-7に示す仮支持材を取付け、正規の高さに調整、据付を行う。その後、中段セパレータ、上段セパレータの順に外型枠と固定し、最後に下部の木枠と内型枠をビスにより固定後、仮支持材を撤去する。型枠設置後、コンクリートのノロ漏れを防止するために継目部をシールする。

③内型枠上部の木製型枠設置

型枠の設置完了後、内型枠頂部にノロ漏れ防止用の隙間テープを設置し、木枠をビスにより固定後、測量・墨出しを行い、面木の取付けを行う。

型枠の設置完了後、サポート材により高欄の通り出しを行い、型枠組立完了となる。型枠組立完了状況を図-8に示す。なお、ハンドホール部は、外型枠に埋設型枠を使用し、内型枠には木製型枠を使用した構造として施工を行った。

④コンクリート打設

本工事では、1回当たりの壁高欄の打設延長を



図-8 埋設型枠設置完了



図-10 壁高欄施工完了



図-9 埋設型枠打設状況

130～150m 程度として行った。打設時の締固めには、φ31パイプレータ 2 本と φ28電動パイプレータ 1 本、壁打パイプレータ 1 台を用いた。

コンクリート打設は、2層打ちで実施し、1層目は地覆ハンチ部までとした。打設状況を図-9に示す。1層目の打設は、φ31パイプレータを使用し、ハンチ部に確実に充填されるように確認孔よりモルタルの流出が確認できるまで十分な締固めを行った。2層目の打設は、先行でφ31パイプレータを使用し、後追いでφ28電動パイプレータと下部のアンクル部に壁打パイプレータを使用した。壁打ちパイプレータは、直接埋設型枠に施工すると損傷する恐れがあるため、アンクル及び木製型枠部のみ施工している。なお、1層目から2層目の打設間隔は、30分程度として施工を行った。

⑤脱型・仕上げ作業

打設後、木製型枠と同様に養生を行い、養生完了後、内枠上端の木枠と下端のアンクルの解体を行った。アンクルの撤去後、仮固定用のアンカーボルトを撤去し、モルタルにより補修を行った。また、上端の木枠を固定していたビス跡はシリコン系のコーキング材により補修を行った。最後に外型枠の天端をハンドカッターにより面取りを行

い、面取り完了後、型枠とコンクリートの打継目部からの雨水等の浸入防止対策として、浸透性吸水防止材を塗布した。壁高欄の施工完了後を図-10に示す。

4. おわりに

境高架橋において、埋設型枠を採用したことで、早期開通に繋げることができたと考えている。埋設型枠を採用したことによる工程短縮の要因は、①脱型・仕上げ作業の省力化、②はく落防止繊維の設置作業の省略、③普通作業員による施工であると考えられる。①については省略するが、②は今回用いた埋設型枠の材料が短繊維補強材を使用しており、十分なはく落防止機能を有していることが証明されていたため、省略することができた。③については、埋設型枠の施工を普通作業員により行えたため、6橋のうちの他の4橋に型枠工を配置し、同時施工できたことが工程短縮に繋がったと考えている。

今回、埋設型枠を用いて施工を実施したが、施工当初は、問題が多く、スムーズに施工できるまでには、時間を要したが、最終的に施工スピードが向上し、早期開通に繋がったと考えている。今後の採用に向けては、設計・製作・施工の各段階において、多くの改善を行う余地があるが、本工事における施工が今後の技術発展に繋がることを期待している。

最後に、本工事において御指導・御協力を頂いた東日本高速道路株式会社関東支社及び関係各位に深く感謝致します。

多軸台車を用いた相吊り一括架設による工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 瀧上工業株式会社

現場代理人

有 富 哲 弘[○]

Tetsuhiro Aritomi

監理技術者

日 置 末 男

Sueo Hioki

安全巡視員

松 木 一 夫

Kazuo Matsuki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度41号上切高架橋鋼上部
 工事
- (2) 発 注 者：中部地方整備局
- (3) 工事場所：岐阜県高山市上切町
- (4) 工 期：平成26年1月31日～
 平成27年2月27日
- (5) 橋梁形式：4径間連続非合成4主鈹桁橋
- (6) 橋 長：191.000m
- (7) 支 間 割：40.800m + 54.000m + 54.000m +
 40.800m

- (8) 平面線形：R = 2500

2. 現場における課題

本橋は、41号高山国府バイパス本線、バイパスのOFFランプに挟まれた狭小ヤードでの施工条件であった。P10～11間は県道高山清見線、P11～12間はOFFランプ上を跨ぐ構造となっているため、架設現場内に架設クレーンの配置ができないことが課題であった。

桁下がランプ橋、県道が供用しておりベントの配置ができない上、隣接工区と同時施工であるため、バックヤードの使用ができないことが課題であった。

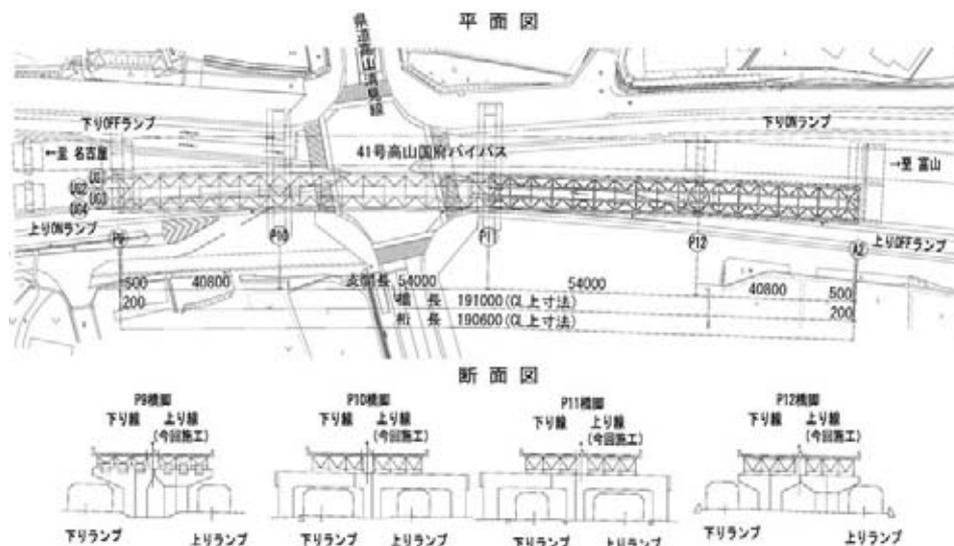


図-1 一般図

3. 課題に対する対応策と適用結果

ベントの配置ができない施工条件から、送出し架設、一括架設の採用が考えられたが、バックヤードの使用ができないため一括架設を提案した。また、現場内へのクレーン配置が困難であったため、クレーンの設置場所を並行している上切高架橋1期線上とした。

まず、架設工法として採用した一括架設の概要を述べる。桁架設はG3・G4桁、G1・G2桁と2回に分けて行う計画とした。具体的には図-4に示すように、2主桁を1径間毎に(1)地組し、(2)桁移動後、トラッククレーン2台で相吊り架設をする。桁架設は、まずG3・G4桁をG1・G2桁の位置に架設し、所定の位置まで(3)横取り・降下をする。その後、その空いたスペースにG1・G2桁を所定の位置へ架設した。(4)桁架設時の照査を含め、詳細を以下に示す。

(1) 地組

架設現場には、地組するスペースがなかったため、架設現場より1kmほど離れた高山国府バイパスチェン脱着所を地組ヤードとして地組を行った。当初4径間の桁を4分割にして地組を行う計画であったが、地組ヤードの制約条件により地組×4ブロック、単材×2ブロックのサイズに計画を変更した。

地組ヤードでの地組は図-2、図-3に示すとおり、スペースに余裕がないため、桁の搬入・地組順序には細心の注意を払った。

工場製作時の桁の出来形確認はシミュレーションによるものであったが、現場で容易に出来形を再現できるよう、地組順序の最初のブロックのみ



図-2 地組状況

パイロットホールを設け、工場で仮組立を行った。現場ではこのパイロットホールを基準に地組を行い、シミュレーション結果に合わせて形状管理を行った。

地組ヤードの地盤勾配が急であったことから、地組時の形状管理は座標変換をして行った。特に架設ジョイント桁の出入りには注意を払った。

(2) 桁移動

地組ヤードから架設現場までの地組桁の移動には、165t積の多軸台車を用いた。当初、多軸台車への地組桁の搭載は、160t吊オールテレーンクレーン2台による相吊りで計画されていたが、地組架台を高く設定する工夫により多軸台車自身のジャッキ操作で搭載を行う方法に変更した。多軸台車の受け点高さは1.9mで計画した。

地組桁の約1kmにわたる移動は、全面通行止め規制の条件下にあったため、慎重に行った(図-5)。

(3) 横取り・降下

G3・G4桁をG1・G2桁位置へ架設した後に現場継手を行い、G3・G4桁を所定の位置へ横取り・降下を行った。横取り距離は5.4m、降下距離は1.0m以下に設定し、横取りにはチルト

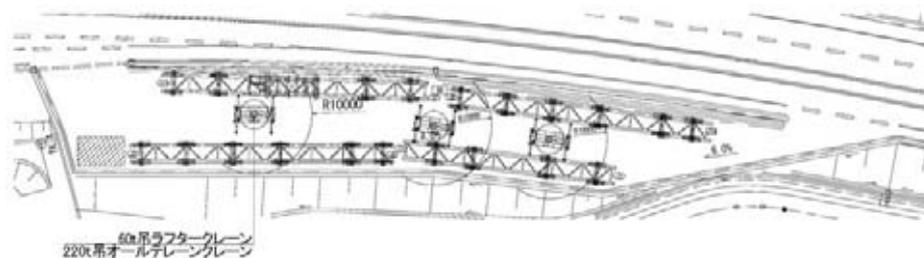


図-3 地組計画図

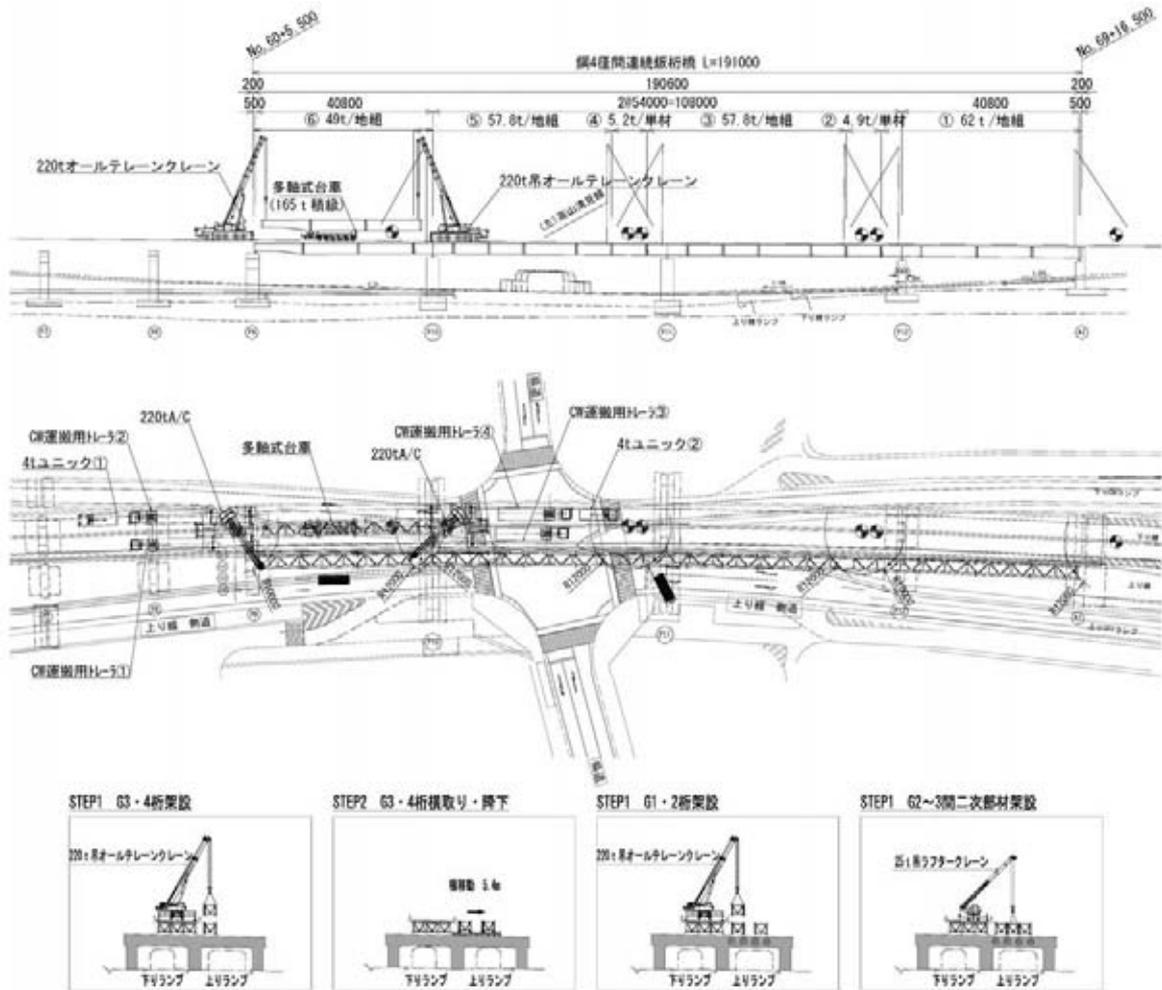


図-4 架設計画図



図-5 地組計画図

ンク・チルホールを用いた。

(4) 桁架設時の照査

桁を搭載した多軸台車および架設クレーンを既設橋梁上へ移動・配置するため既設橋梁の耐荷力照査を行う必要があった。また、多軸台車で運搬する地組桁が、完成形と曲げモーメント分布が正負逆転することから各種照査を行い安全性を確認

する必要があった。既設橋梁は鋼 RC 鈹桁であったため、鋼桁・RC 床版各々の照査を行った。

まず、桁架設時の架設クレーンアウトリガー反力については、荷重載荷側は鋼桁直上に配置することとした。反対側のアウトリガーは鋼桁の直上に配置することができないため、リブ付 H 形鋼を鋼桁が支持点となるよう渡し、その上に配置することとした。照査の結果、鋼桁については作用力の耐荷力に対する比率が79%、床版の押し抜きせん断に対しては84%といずれも施工荷重に対して安全であることが明らかになった。

多軸台車移動時については、鋼桁に対する照査結果は作用力の耐荷力に対する比率が81%であった。多軸台車の輪荷重が T 荷重を下回る結果となったため床版に対する照査は省略した。

最後に、地組桁の曲げに対する照査については、

多軸台車支持点を支点とした張出単純梁として行った。地組桁全てで照査を行った結果、作用力の耐荷力に対する比率の最大値は41%であり十分な耐力を有していることを確認した。

以上のように、施工に対する安全性を事前に確認して相吊り架設を行なった(図-6)。実施工では施工前後に既設橋梁の点検を行い、施工による床版への損傷がないことを併せて確認した。

(5) 交通規制とタイムスケジュール

架設作業は、中部縦貫自動車道・高山国府バイパスの夜間全面通行止め規制のなか行われる計画である。この通行止め規制期間中は、中部縦貫自動車道と高山国府バイパスの道路施設点検及び補修を目的とした集中工事も行われるため、事前に各工事担当者と施工箇所・施工時間の調整を行う必要があった。

夜間全面通行止めは、中部縦貫自動車道の飛騨清見IC(高山西IC)～高山IC(延長15.2(6.5)km)、高山国府バイパス(延長6.3km)を夜8:00～翌朝6:00(作業完了4:45)で行われた。

架設当日のタイムスケジュールを表-1に示す。

前述のように、地組ヤードは架設現場から1km離れていたが、架設クレーンの待機場所は地組ヤードからさらに3km離れた場所となっていたため、規制が張られると同時に、架設クレーンの移動及び架設クレーンのアウトリガー養生を行った。

架設クレーン、カウンターウェイト積載トレーラ、地組桁搭載多軸台車等の工事車両の移動は高山国府バイパス1車線のみ使用であったため、移動途中の車両の入れ替えができない状況であっ

表-1

項目	時間	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	備考	
交通規制・封鎖	60+60	[Timeline bar from 20:00 to 06:00]											
クレーン①走行	20+20	[Timeline bar from 20:00 to 22:00]											終点側ファンネル→上切交差点 4.2KM
※ 戻り養生	30+20	[Timeline bar from 21:00 to 23:00]											
※ 組立解体	50+40	[Timeline bar from 22:00 to 02:00]											
クレーン②走行	20+20	[Timeline bar from 23:00 to 01:00]											終点側ファンネル→上切交差点 4.5KM
※ 戻り養生	30+20	[Timeline bar from 00:00 to 02:00]											
※ 組立解体	50+40	[Timeline bar from 01:00 to 03:00]											
キャブ(船)走行	40+20	[Timeline bar from 21:00 to 23:00]											終点側ファンネル→上切交差点 1.0KM
架設	90+100	[Timeline bar from 23:00 to 04:00]											
片付け・撤去	30+30	[Timeline bar from 04:00 to 07:00]											



図-6 相吊り架設



図-7 完成写真

た。そのため、進入時の車両順序の計画が重要であった。

事前の検討及び関係工事会社の協力もあり計画された規制日程内に架設を完了することができ、規制時間にも余裕を持って施工することができた。

4. おわりに

本工事においては、中部縦貫自動車道・高山国府バイパスの集中工事に合せた大規模な交通規制内での架設という条件のもとで、いかに計画工程どおり施工できるかというのが最大の課題であった。事前に施工計画・交通規制計画を綿密に練り、工事関連会社との調整を図ることにより、無事に計画日程内に施工を終えることができた。

上切高架橋鋼上部工事の完成については、中部地方整備局高山維持出張所ならびに高山国道事務所の皆様からあたたかいご指導とご教訓を賜り、厚く御礼申し上げます。また、地元関係各署と住民の皆様および関連企業の皆様にも理解あるご協力をいただき、改めて御礼申し上げます。

上空制限・軟弱地盤・交通規制を伴う 鋼橋架設計画の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

監理技術者

酒井 泰司[○]

Yasushi Sakai

現場代理人

上田 晃正

Terumasa Ueda

担当

森 啓行

Takayuki Mori

1. はじめに

東海環状自動車道は、名古屋市の周辺30～40km圏に位置する愛知・岐阜・三重3県の豊田・瀬戸・土岐・関・岐阜・大垣・四日市等の諸都市を環状に連絡し、新東名・新名神高速道路、東名・名神高速道路や中央自動車道・東海北陸自動車道と広域なネットワークを形成する延長約160kmの高規格幹線道路である。本工事は当路線の大垣西ICを構成する関方面へのONランプ橋（鋼4径間連続箱桁）の架設工事である（図-1）。本稿では①上空送電線、②軟弱地盤、③交差国道、における制約条件下での施工の課題と解決策について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：平成25年度東海環状大垣西IC・Aランプ橋鋼上部工事
- (2) 発注者：中部地方整備局
- (3) 工事場所：岐阜県大垣市松町
- (4) 工期：平成25年9月21日～平成27年3月27日

2. 現場における課題

現場施工における課題を以下に述べる。

2-1. 架設時の送電線との離隔確保

桁架設作業は上空で交差する中部電力（株）西濃西部線の電圧275kV および上之郷連絡線77kVの近接作業となる。曲線桁であるため重心位置を

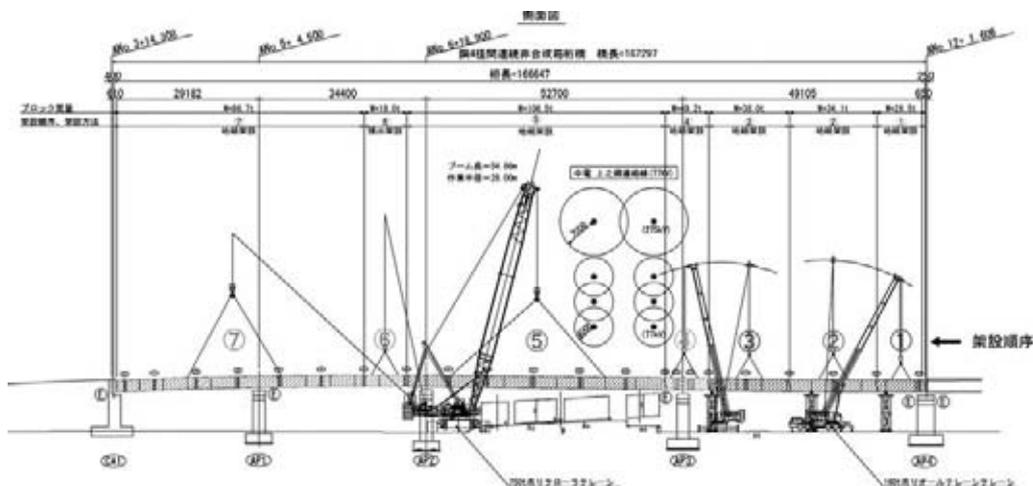


図-1 架設要領図

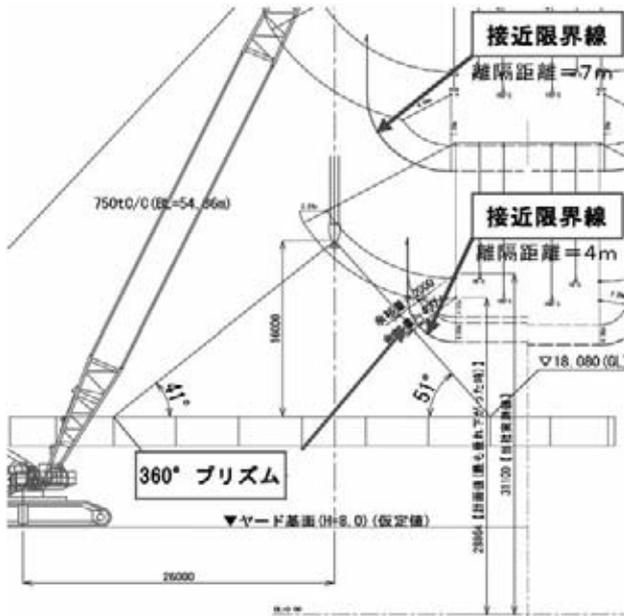


図-2 送電線との位置関係

考慮しつつ、送電線との離隔確保に最も有利な吊り位置を検討した結果、ワイヤー吊り角度は図-2の通り左右不均等かつ鋭角に設定する必要があった。電力会社が規定する安全上必要な離隔距離は、電圧275kV、77kVに対してそれぞれ $L=7.0$ m、 $L=4.0$ mであり、常時この距離を確保して作業を行う必要がある（図-2）。

地組桁は全長52m、吊冶具や足場等を含めた全質量は約130 tであり、架設時に送電線に最も接近する箇所は地組桁を吊る玉掛けワイヤーとなる。送電線管理者との事前協議により、送電線との離隔距離を正確に計測する方法が課題であった。

2-2. 大型クレーン作業箇所の軟弱地盤対策

架設用大型クローラクレーンの作業箇所は稲作農地であり、使用後は現状復旧する必要がある。このため、復旧後に稲作に悪影響の恐れのある地盤改良等は不可であった。

従って、水稻成育に影響が無く、短期に設置・復旧できる低コストで十分な耐力を得られる方法が課題となった。

2-3. 桁下を交差する国道の通行止めと迂回路誘導

架設する桁下を国道21号が交差している。道路管理者との協議により、架設時は安全上一時通行止めを実施するが、迂回路への分岐は周辺の道路事情より西側へ9 km、東側で4 km先となった。

そのため、通行止め予告看板、迂回路案内看板、交通誘導員および保安機材を、規制箇所および広域にわたる迂回路に対して段階的、効果的に設置、誘導することが課題であった。

3. 課題に対する対応策と適用結果

前述の課題に対して以下の対策を実施した。

3-1. 送電線離隔距離の計測・管理

(1) 絶縁ロープを通行止め実施中の道路上に高所作業車を設置して張り渡し、接近限界線とする方法を提案した。このロープと吊荷(玉掛けワイヤーロープ)の離隔を高所作業車に搭乗した監視員がリアルタイムに直接監視した（図-3）。



図-3 高所作業車による接近限界ロープ設置状況

(2) 自動追尾型光波測距儀により離隔距離を自動計測し、関係者に周知させる対策を実施した。計測手順①～③を以下に示す。

- ①最接近すると予想される玉掛けワイヤー位置2箇所に360°プリズムを取り付ける（図-4）。
- ②事前に光波測距儀で送電線位置をノンプリズム計測し、接近位置付近の3次元位置データを構築しておく。送電線位置との離隔距離はプリズムを移動させながら試験測定し確認する。
- ③架設時は管理責任者、観測者、クレーンオペレータ、作業責任者間の無線による連絡体制に基づ

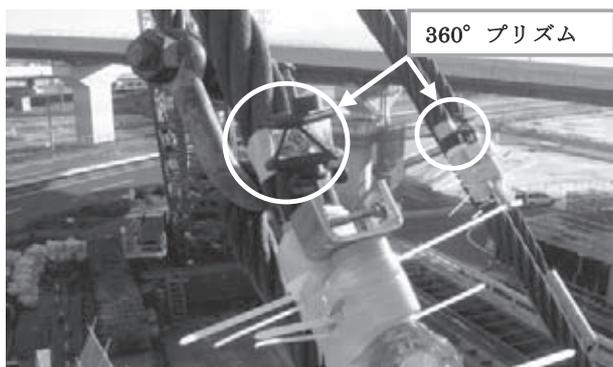


図-4 360°プリズム設置状況

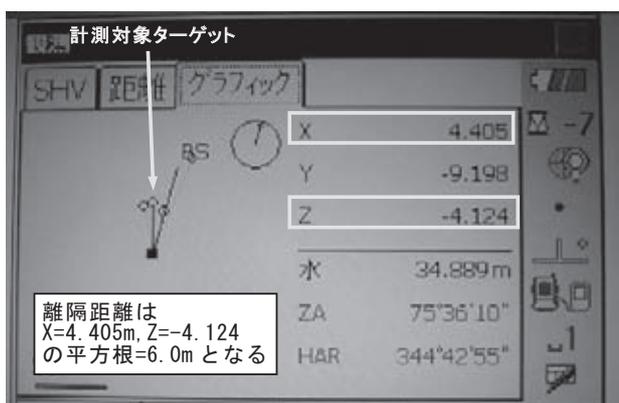


図-5 離隔確認画面

き随時離隔距離を関係者に連絡、周知する。

計画時点では送電線が最も垂れ下がった状態でも最小接近距離を4.4m以上確保できるよう想定していたが、実施工では、約6mの離隔で作業を完了することができた。これは昼間に計測した送電線座標から予想していた距離とほぼ一致していた。計測画面を図-5に示す。

3-2. 軟弱地盤対策

原位置試験として、まずスウェーデン式サウンディング試験を実施した。この結果、深さ8mまでは換算N値3～4であり、非常に軟弱であることが判明した。このため、平板載荷試験により直接地盤支持力を測定し、地盤支持力=91.5kN/m²であることを確認した。これらの結果を踏まえて、沈下に対する検討をしたところ、深さ約3mまで地盤改良または良質土に置き換える対策が必要であることが解った。

しかし、この方法では、①地盤を置き換える土

工事に時間を要し協議で決定した通行止め実施日までにクレーン組立等の架設準備が間に合わない。
②クレーン設置位置を3m掘削するためには隣接する深さ約2mのコンクリート製水路を補強する必要がある。
③置換え土量が多く、土の仮置き場所の確保や置換え地盤を設置復旧するための土運搬費用が莫大になる等、多くの問題を抱えていた。

地盤の不安定は送電線接触等の大事故につながるおそれがあるため、短期に必要な十分な耐荷力を期待できる方法を検討し、以下の案を採用することとした。

架設用750t吊クローラクレーン作業箇所には現地盤を0.8m置き換えた上に敷鉄板、H型鋼、敷鉄板の順に鋼材を敷設してクレーン用構台を構築した。これにより、クローラ幅2.0mで作用する荷重をH鋼の長さ=9.0mに分散させて地盤支持力以下になるよう計画した(図-6, 7)。

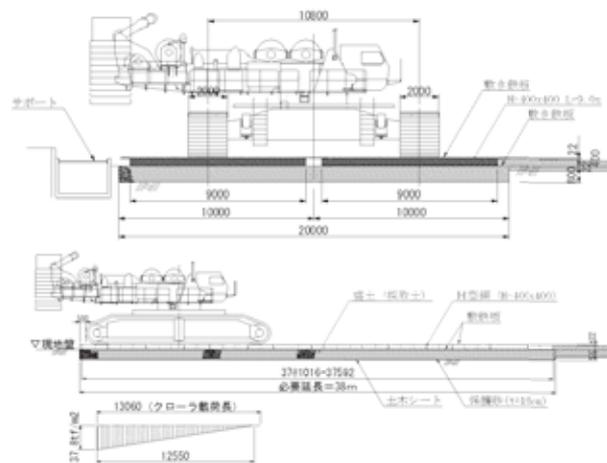


図-6 地盤対策要領図



図-7 クレーン構台組立状況

表-1 750t 吊クローラークレーン載荷地盤変位記録

測定日	L		R		備考
	EL	変位量	EL	変位量	
2014/10/3	7085	0	7105	0	計測開始
2014/10/4	7070	-15			組立完了
2014/10/6	7074	-11	7093	-12	
2014/10/7	7093	8	7099	-6	移動(約4m離れる)
2014/10/15	7064	-21	7089	-16	移動(復帰)
2014/10/16	7060	-25	7086	-19	移動(直上:写真位置)
2014/10/17	7072	-13	7091	-14	地切り
2014/10/18	7070	-15	7088	-17	閉合時



図-8 沈下観察状況

この対策により、地盤支持力 91.5kN/m^2 に対し構台と置換え土による対策で最大作用応力は 78.7kN/m^2 となった。最大作用応力はクレーン無負荷状態で発生することが判っていたため、架設作業前に地盤沈下状況を確認することができた。観測位置を構台天端としたためクレーンの移動による変動はあったが地盤の変動は無かったと推測される。観察結果を表-1、図-8に示す。

3-3. 夜間通行止め

国道上の架設作業は、ヤード内において一般通行に影響のない位置まで地切、旋回した状態で待機しておき、通行止め完了の連絡を受けてから開始することとした。規制可能時間帯は0時から5時までと定められていたが、規制機材の配置、撤去にそれぞれ30分要するものとし、実質の作業時間を4時間に設定した。

さらに、予測できないトラブルに対応できるように送電線対策の高所作業車設置から玉掛けワイヤーロープ解体までを3時間で完了させることを目標とした。タイムテーブルを表-2に示す。

西側9km、東側4kmの範囲に規制車14台を配置し、看板110枚の設置や表示の切替え作業を

表-2 夜間作業タイムテーブル



図-9 完成写真

30分以内で行うために25人を動員して行った。

労務者不足により人員確保が苦勞した点であったが、規制作業は事前の計画、周知、教育を十分に行い概ね予定通りに実施することができた。

4. おわりに

本工事は、厳しい制約条件下での施工であったが、前述の工夫により細心の注意を払い、無事に工事を完成することができた(図-9)。本稿が同様な条件下での施工計画立案の参考となれば幸いである。また、現場工事では、クレーンの作業ヤードとして借地した農地を現状復旧して返還したが、石の混入があり地権者様に迷惑をかけてしまったことや、着手時に関係機関との協議に後れを生じてしまったことが反省点である。最後に、本工事においてご指導、ご協力を賜りました国土交通省岐阜国道事務所の方々をはじめ、地元の皆様ならびに関係各位に厚く御礼を申し上げます。

施工計画

井尻川橋の施工条件変更における架設計画の工夫

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

工事主任

監理技術者

上遠野 直人[○]

升本 和喜

Naoto Katouno

Kazuki Masumoto

1. はじめに

東九州自動車道は、福岡県北九州市を起点に、東九州の主要都市を經由し鹿児島市に至る、延長436kmの高規格幹線道路である。

路線の沿線には、多くの重要港湾や空港などの施設、及び北九州市、大分市、延岡市などに代表される生産拠点都市が位置しており、これらの交通拠点や生産活動の場を有機的に結ぶ路線である。

本工事の井尻川橋は、東九州自動車道の行橋IC～みやこ豊津IC間に位置する、鋼2径間連続合成2主桁桁橋である。本橋の特徴として、中間支点となるP1は鋼製の横梁構造で、平面的に斜角を有しており、井尻川上を横断する形で配置される。また、本横梁と上下線の主桁が剛結される構造となっている。

本工事は上下線2橋の計画のうち、暫定系である下り線の施工を行ったものである。

本稿では井尻川橋の現場架設における、施工条件変更に対する対応策の工夫について述べる。

工事概要を以下に示す。

- (1) 工事名：東九州自動車道小波瀬川橋
(鋼上部工) 工事

橋梁名：井尻川橋

- (2) 発注者：西日本高速道路(株)九州支社

- (3) 工事場所：福岡県行橋市大字宝山

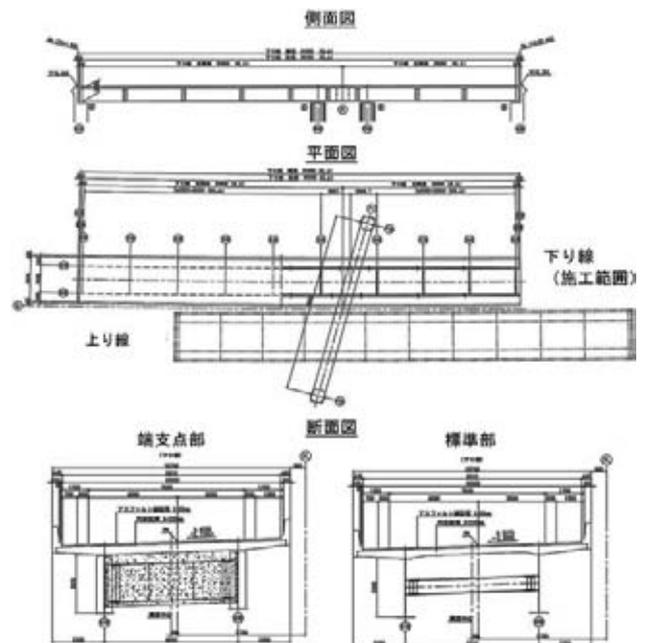


図-1 構造一般図



図-2 着工前

- (4) 工期：平成22年7月27日～
平成26年3月27日

- (5) 橋 長：91.0m
- (6) 橋梁形式：鋼 2 径間連続合成 2 主桁桁橋

本橋梁の構造一般図を図-1、着工前を図-2に示す。

2. 現場における問題点

本橋梁は井尻川上に架けられる横梁構造を有する橋梁である。

当初の横梁架設計画は、非出水期に河川内に杭ベントを設置する予定となっていたが、本工事の全体工程変更に伴って出水期に横梁架設を行うよう施工条件が変更となったため、河川内へ杭を有するベント設備の設置が不可能となった。

また、隣接工区土工工事の工程条件変更により、右岸の作業ヤードについては、ヤード内を横断する放流管埋設工事が先行して行われるため架設作業時に支障となること、本工事完了後に他工事でヤードを使用するため早期引き渡しを求めていることが分かった。

したがって、下記に示す課題について検討する必要があった。

- (1) 横梁架設時の河川内杭ベント代替案計画
 - ・出水期に施工可能な横梁架設計画の立案
 - ・河川流水部に影響を与えない仮設備計画
- (2) 右岸ヤード早期引き渡しを実現する架設計画
 - ・横梁、主桁の架設計画見直しおよび工夫
 - ・作業工程短縮の検討
- (3) 右岸ヤード埋設放流管に対する養生計画
 - ・埋設放流管に配慮したクレーン配置計画
 - ・埋設放流管の養生方法

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 横梁架設時の河川内杭ベント代替案計画

当初計画の河川内杭ベントに替えて、河川流水部に影響せず横梁を支持することが可能となる、大梁を用いた工事桁を井尻川上空に架け渡す仮設備計画を立案し、実施した。この際、工事桁撤去時の施工性・安全性を考慮し、本設の横梁幅よりも広い工事桁間隔の配置となるように配慮した。

また、横梁重量が約260 tであることに対して、当初計画である4基のベント支持から、工事桁端部2支点で支持することとなるため、支持地盤に与える反力を考慮して、工事桁の支点となる基部はコンクリート基礎を採用し荷重分散を図った。

本体横梁を支持する工事桁は、河川流水部に影響を与えないように設置する必要があるため、施工ヤード内を使用しての地組立、および解体作業、大型の200t吊トラッククレーンを使用して一括設置・一括撤去を行う計画とした。計画段階で、重量物である横梁を架設する際に、横梁の荷重によって工事桁のたわみ量が大きくなることで、架設安定性および構造物に対しての変形の影響が懸念された。そこで、架設段階毎にモデル化した構造解析を行い、反力やたわみを検討した結果、工事桁が約30mm たわむ時であっても、工事桁の受点間では約1 mm 程度の高低差しか発生せず、架設時の安定性や精度に影響が少ないことを確認したうえで、架設を実施した。

以上の計画の結果により、河川流水部に影響を与えずに横梁架設を完了することができた。また、当初施工案の杭ベントから工事桁に変更することにより、作業工程の短縮にも繋がった。以下に、当初計画図を図-3、代替案計画図を図-4、仮設備図を図-5、横梁架設完了を図-6に示す。

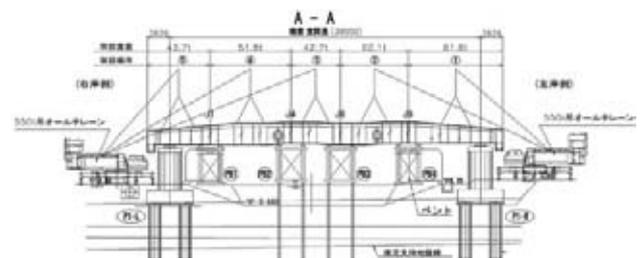


図-3 当初計画図

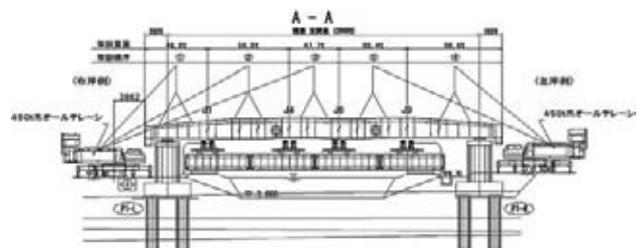


図-4 代替案計画図

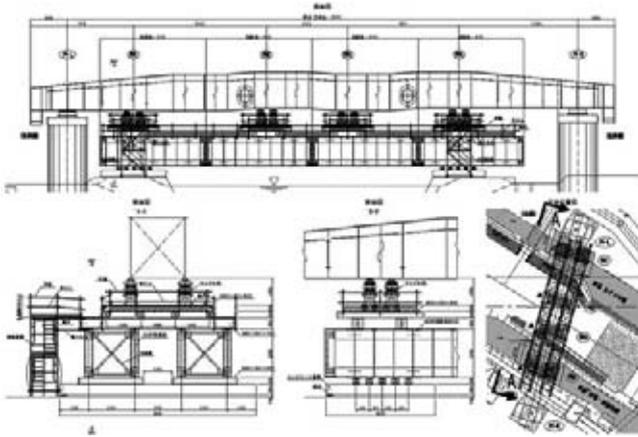


図-5 仮設備図



図-6 横梁架設完了

(2) 右岸ヤード早期引き渡しを実現する架設計画

当初の横梁架設および主桁架設の順序は、

①横梁架設 (550t 吊 AC 右岸→左岸)

②主桁架設 (300t 吊 AC 右岸→左岸)

であり、河川を挟んだ各ヤードでの作業を繰り返すことが、右岸ヤードの占用期間を長くする原因となっていた。

また、横梁と主桁それぞれで大型クレーンの組立解体回送作業が発生し、これらもヤード占用期間に影響をもたらす原因であった。

さらに、横梁添接部は現場溶接継手構造であること、現場塗装作業があることから、溶接工および塗装工の実作業日数に加えて、雨天等による不稼働日数を考慮しておく必要があり、安易に占用期間の短縮はできないと考えた。

そこで架設の右岸ヤード使用完了時期の前倒しに着目し、以下の架設順序での計画を立案・実施した。

①右岸ヤード架設 (横梁→主桁) 450t 吊 AC

②左岸ヤード架設 (横梁→主桁) 450t 吊 AC

①、②の条件を基に、狭隘な作業ヤードにおいて、横梁および主桁を地組立する部材配置計画を検討し、横梁溶接作業中に主桁を地組立することにより、工程短縮を図った。

また、この計画により右岸ヤードから左岸ヤードへの移動回数が削減され、大型クレーンの回送・組立に必要とする作業日数やコストも削減することができた。

以上の工夫により、現場溶接・塗装作業では悪天候により予定日数を超過したものの、架設順序の変更や部材配置の効率化、大型クレーン機種の一掃による回送日数の削減効果により、10日間の工程短縮を実現することができ、右岸ヤードを要求日通りに引き渡すことができた。

架設計画概略図を図-7、右岸側主桁架設状況を図-8、左岸側主桁架設状況を図-9に示す。

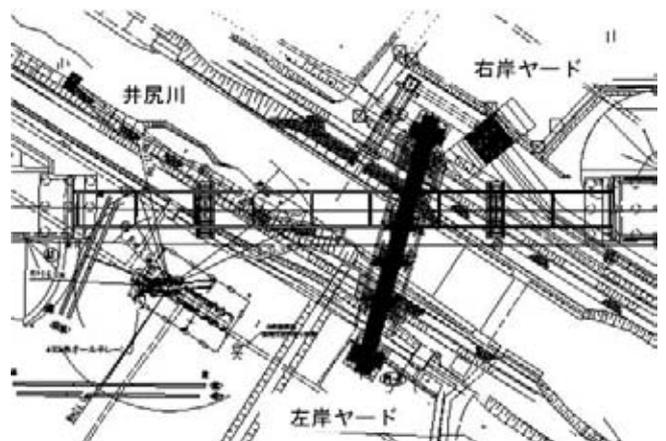


図-7 架設計画概略図



図-8 右岸側主桁架設状況



図-9 左岸側主桁架設状況

(3) 右岸ヤード埋設放流管に対する養生計画

本工事に先立って設置された埋設放流管に影響を与えずに現場施工を行うため、下記の順序で検討を行った。

①放流管に影響のないクレーン配置

②クレーン配置のための放流管養生計画

放流管に影響を与えないよう、大型クレーンのアウトリガーの据付位置を放流管45°分布範囲外に配置するように計画を行った。また、クレーン配置をするためには放流管上を通過する必要があるため、クレーン用構台を設置することとした。クレーン用構台は架設作業時に、大型クレーンが放流管上を走行するため、クレーンの輪荷重による土圧で放流管に影響を与えぬよう養生を行った。養生方法はクレーンの車両荷重による反力値から、敷き鉄板基礎として、放流管上にH形鋼(H350)を架け渡す形で実施し、H形鋼を設置した範囲には車輛の乗り入れを考慮して勾配を約10%程度に

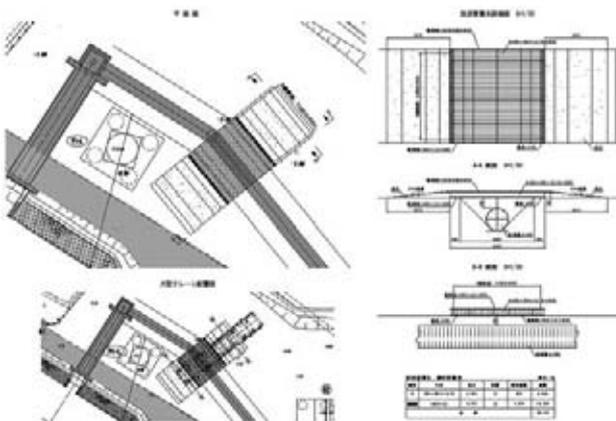


図-10 放流管養生図



図-11 起点より終点を望む

した碎石を敷設した。放流管養生図を図-10に示す。

施工前および架設完了後に放流管内の点検・確認を行ったが、放流管に影響を与えたような形跡は確認されなかったため、埋設物に影響を与えずに施工することができた。完成写真を図-11に示す。

4. おわりに

本稿では、井尻川橋の現場架設の施工条件変更に対する対応策を紹介した。施工条件変更への対応策は様々考えられると思うが、本橋ではクレーンの回送回数を減らすことを基本とした今回の対応策が効果的であった。

本橋は75度の斜角を有する横梁に剛結する主桁構造であるため、横梁のたわみや斜角の影響が、直接主桁キャンバー形状に影響を及ぼすため、現場での施工管理には苦労が多かった。今後、完成系の上り線施工時には、下り線供用下での施工が想定されるため、横梁の挙動や活荷重による振動、狭小ヤードでの施工など数多くの課題が多く、十分な事前検討が必要であると感じた。

最後に、東九州自動車道は産業・経済の発展、東九州地域の広域的な地域間交流強化等の重要な役割が期待されており、平成26年度までに約344 kmが開通している。そのうち、本橋梁が位置する行橋IC～みやこ豊津ICについても、平成26年12月13日無事に開通を迎えた。

施工計画

市街地における鋼製橋脚の施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック

監理技術者

西村 正 治[○]

Masaharu Nishimura

現場担当

大坪 浩 之

Hiroyuki Ootsubo

1. はじめに

本工事は、横浜臨港幹線道路整備事業における横浜港臨港道路南本牧ふ頭本牧線（図-1）の下部工事であり、東洋・駒井ハルテック異工種建設工事共同企業体にて施工を行った。工事対象は門型橋脚3基（ⅢP3, ⅢP4, ⅡP2）、ラケット型橋脚2基（ⅢP5, ⅢP6）、合計5基の製作・輸送・架設工事である（図-2, 図-3）。

架設地点は、横浜港近傍という大型車両通行量の多い地域であり、一般交通の確保に配慮した架設方法が求められた。そのため、車道上となる門型橋脚の下層梁、上層柱、上層梁は夜間通行規制の上で一括架設を行った。

工事概要

- (1) 工 事 名：横浜港臨港道路南本牧ふ頭本牧線
（Ⅲ-2工区）高架橋下部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局



図-1 位置図

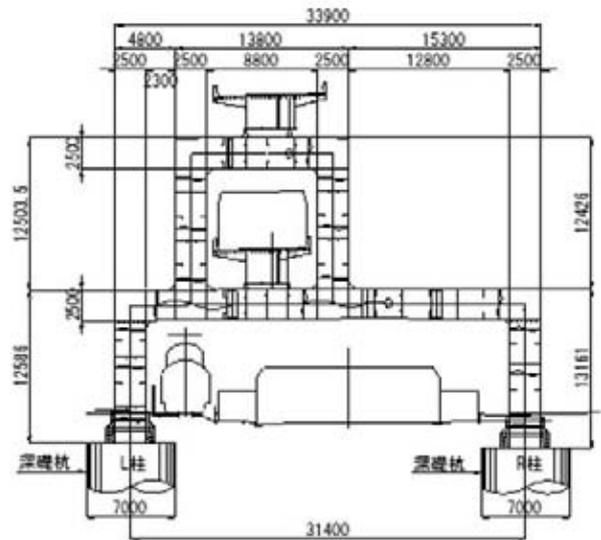


図-2 門型橋脚（ⅢP4）

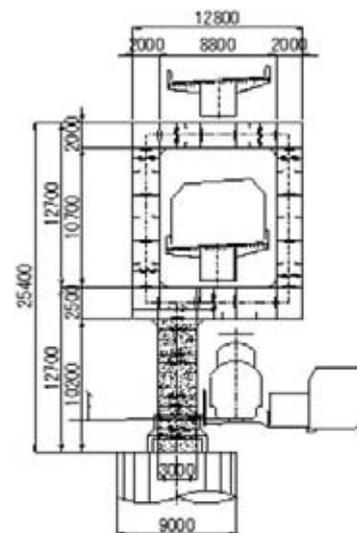


図-3 ラケット型橋脚（ⅢP5）

(3) 工事場所：神奈川県横浜市中区錦町付近

(4) 工期：平成25年10月28日～
平成27年3月13日

2. 現場における問題点

本工事における問題点は、次の問題があった。

架設場所は横浜市道52号および神奈川臨海鉄道沿いであるため、作業ヤードが狭隘であった。

市道沿線には工場、物流ターミナル等が存在し、交通量が多いため、架設作業による一般交通の影響を最小限に抑える必要があった。

本橋脚の現場継手は61継手中51継手が全断面の現場溶接継手であったため、高品質な溶接施工が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 市道の車線確保、通行止め回数低減

課題に対する措置として、市道の交通を阻害しないことを念頭に交通規制の計画を行った。

当初計画では、4車線ある市道の2車線を常時占有し、橋脚部材は単材架設として計画していた。

しかし交通量が多い路線での車線の常時占有は、道路利用者に多大な影響があるため、現地着手前に計画見直しを行い、ベント設備の位置変更および省略を行い、市道4車線を確保のうえ架設した。



図-4 市道の4車線確保状況

市道を横断する部材の架設は、ベント設備を省略するため、横梁部材は単材架設から、地組立てに変更し大型クレーンによる一括架設工法（図-5）に変更した。

横梁架設時の通行止め時間低減、横梁形状確保

として、横梁の両仕口にセッティングビームとセンターホールジャッキ（70t）を設置し、架設作業を行った。セッティングビームを使用することで、約1時間通行止め時間を短縮でき、一括架設工法を採用することで、通行止め回数を当初計画の14回から8回に低減することができた。

なお横梁は柱架設、溶接作業と並行し作業ヤードにて地組立てを行い、現場溶接、ボルト添接、現場塗装を施工し、架設後の高所作業を極力行わずに済む状態とした。



図-5 横梁一括架設状況

一方上層構造部の施工について、現場着手後、更なる通行止め回数低減の検討を行い、門型橋脚の上層柱を、横梁と同様に単材架設から、地組立て（図-6）を行い現場溶接・現場塗装を完了させ、一括架設工法を採用し、ⅢP3とⅢP4の上層柱を同日に架設を行い、その結果上層構造架設時の通行止め回数を2回低減することができた。



図-6 上層柱地組立て状況

上層柱架設後、上層梁の地組立てを行い、現場溶接、ボルト添接、現場塗装を行い、上層柱と下層梁の現場溶接完了後、上層梁の架設を行い、上層梁・上層柱の溶接、ボルト添接、現場塗装を行

い、施工を完了させた。

(2) 市道利用者の安全確保

市道と一般企業等の境界での狭隘な作業ヤードのため、部材等が作業ヤードから逸脱し市道利用者の通行を妨害することが懸念されたため、次の安全対策を実施した。

a. レーザーバリアの設置

市道とヤードの境界部にレーザーバリア（図-7）を設置し、クレーンで吊り上げた部材がレーザーバリア照射範囲内に入ると、警報音やパトライトで警報を鳴らし、部材が市道へ侵入しないよう施工した。

警報音は警報受信機をクレーン操縦室に設置し、作業主任者も所持し、リアルタイムで警告することができる。しかし施工中は幸い警報を鳴らす作業はなかった。



図-7 レーザーバリア設置状況

b. 自動追尾システムを利用

一部の部材架設において、俯角の関係より市道の交通規制を実施し施工を行う必要があった。

交通規制中の施工では、前述のレーザーバリアを使用することができないため、自動追尾型トータルステーション（図-8）を使用し、市道通行車両に対する安全措置をとった。

自動追尾型トータルステーションとは、あらかじめ交通規制エリアの座標値をコンピュータに取り込んでおき、クレーンのブーム先端（図-9）、部材端部に取り付けられた360°プリズムをトータルステーションが自動で追尾し、交通規制エリアの境界、すなわち市道通行箇所部材が接近すると、クレーン操縦席に設置された警報装置が作

動し、部材が市道へ侵入しないよう施工した。

これらを採用することにより、部材を交通規制エリア外に逸脱させることなく、安全に架設作業を行うことができた。



図-8 自動追尾型トータルステーション



図-9 360°プリズム

c. 足場防護を工夫し市道利用者の障害を低減

現場溶接および現場塗装作業中の、アーク光や粉塵等が市道利用者の障害にならないよう、足場防護にアルミパネル防護を設置した。

市道の防護として、梁用ベント設備に、朝顔による防護を追加し、小物等の落下防止をおこなった。

アルミパネル内部は防災シートとブリキ板を設置し、塗料と溶接火花の落下防止と火災防止を行い、市道利用者の安全を確保することができた。

(3) 高品質な溶接施工

本工事の現場継手は、61継手中51継手が全断面現場溶接継手であり、高品質な溶接施工が求められた。

本工事では、現場溶接施工について下記のことを実施し品質向上につとめた。

①溶接技量試験の実施

溶接技量試験（図-10）を実施し、合格者を施工に従事させた。溶接姿勢は、下向き、上向き、立ち上げ、水平の全4種類、最大板厚40mm、鋼材はSM570材で試験を実施した。



図-10 溶接技量試験実施状況

②溶接管理モニターでの溶接条件管理

溶接施工中に設定した入熱を超過すると、警報ブザーが鳴るため、適切な入熱での施工を行うことができた。

また各所で同時に溶接施工を行うため、溶接管理者の省力化につながった。

③磁粉探傷検査の実施

隅角部において、磁粉探傷検査（図-11）を追加で実施し、表層欠陥の無いことを確認した。



図-11 隅角部磁粉探傷検査実施

④欠陥検出レベルの自主管理値を設定

超音波探傷の欠陥検出レベルをL/2検出レベル、内部キズの許容値を $t/6$ ($t < 18$ の場合は3mm)の自主管理値を設定した。

これにより、通常では合格判定される欠陥を見

逃すことなく施工ができた。

⑤自動超音波探傷器の選定

自動超音波探傷器（図-12）は全エコー、全波形取り込み型を使用し、探傷ピッチを1mmと設定し探傷を行い、欠陥検出の精度の向上につとめた。

⑥表層欠陥の検出

溶接線裏面にリブが存在する箇所は、表層欠陥を超音波探傷検査にて検出が出来ないため、磁粉探傷検査を追加し、表層欠陥が無いことを確認した。



図-12 超音波自動探傷検査状況

これらの項目を実施することにより、溶接の作業工数は通常の4倍以上かかったが、溶接部の品質が向上し、橋脚の施工品質が確保できたと考える。

4. おわりに

平成26年4月より現場施工を開始し、平成26年12月1日にⅢP3～ⅢP6を完成、平成27年3月13日にⅡP2を完成させるという非常に短期間工程での作業であった。

厳しい工程の中、無事故無災害で現場施工を完了でき、担当各位のご協力にお礼を申し上げます。

最後に本工事の施工にあたり、ご指導いただいた関東地方整備局京浜港湾事務所、(一財)港湾空港総合技術センター、株式会社ボルテックの皆様に深謝いたします。

施工計画

阪神高速道路 長大橋の耐震補強について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日立造船株式会社

現場代理人

中村友三

Tomozou Nakamura

監理技術者

尾崎直人[○]

Naoto Osaki

設計担当

松野進

Susumu Matsuno

1. はじめに

本工事は、阪神高速道路4号湾岸線の平林高架橋および新浜寺大橋において耐震性能を向上させる工事である。既に竣工した一期工事（長大橋耐震補強工事（20-3-湾））では優先的に落橋防止装置や浮き上り防止装置等の施工を実施したため、本工事は変位制限装置と支承改良工の施工を行った。

工事概要

- (1) 工事名：長大橋改良工事（25-2-湾）
- (2) 発注者：阪神高速道路株式会社 大阪管理部
- (3) 工事場所：大阪府住之江区平林（平林高架橋）
大阪府堺市築港浜寺町（新浜寺大橋）
- (4) 工期：平成26年02月25日～
平成27年10月27日



図-1 平林高架橋 P111の着工前状況

2. 本橋の耐震補強の特徴

平林高架橋は、耐震補強前の耐震性能評価より支承部や鋼製橋脚に大きな損傷が発生することが確認された。そのため、本橋の耐震補強対策としては、エネルギー吸収と変位制御を同時に満たす免震・制震技術が有効として、制震デバイスによる補強を採用している。具体的には、P111橋脚部に設置したブラケット上の履歴減衰型のせん断パネルダンパーで耐震性能を向上させる方法である。図-2にせん断パネルダンパーの概略図を示す。せん断パネルダンパーは、大規模地震時にせん断パネルが塑性せん断変形することにより、地震時エネルギーが吸収され、他の構造部位の応答値が低減する効果を有している。そのため、耐力・じん性補強対策の実施が困難な部位を含む下部構造においては、せん断パネルダンパーによる耐震

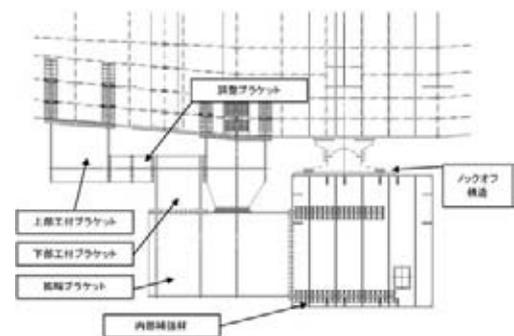


図-2 (a) せん断パネルの概略図

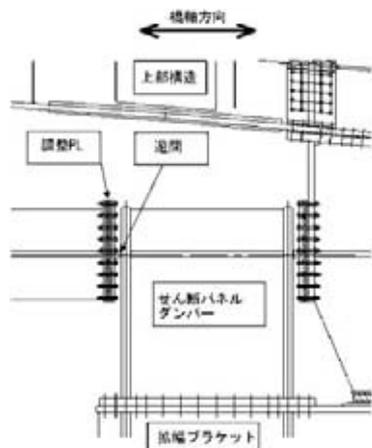
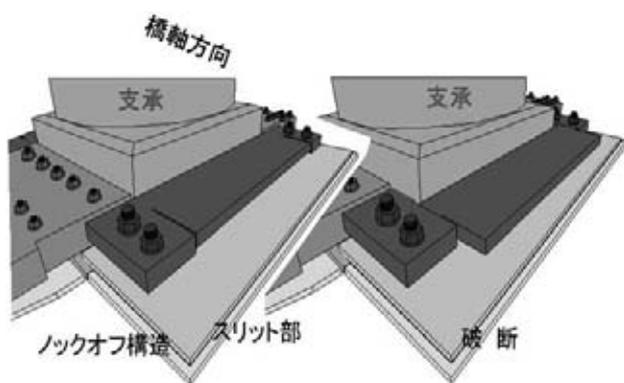


図-2 (b) せん断パネルの概略図



(a) 破断前(常時) (b) 破断後(レベル2地震時)

図-3 ノックオフ構造の概略図

対策が有効で、補強範囲や補強規模の縮減が期待できる構造である。

しかし、P111橋脚は固定支承であり、上下部工間の水平力をせん断パネルダンパーで負担するために固定支承の可動条件が必要になる。そのためには、支承が固定されている橋脚とベースプレートとの溶接を除去することで固定支承が移動可能な構造としている。しかし、本構造のままでは、常時に支承が移動してしまうため固定支承の前面にスリットを有する板を設置し、衝突する荷重を利用してスリット部を破断させるノックオフ構造を採用している。図-3にノックオフ構造の概略図を示す。

3. せん断パネルダンパーおよびノックオフ構造の製作・施工上の課題

本工事でせん断パネルダンパーおよびノックオフ構造を製作・設置するにあたっては下記の課題

があった。

- (1) せん断パネルのパネル部には低降伏点鋼 (LY225材) が使用されている。LY225材は、約700℃以上の入熱で品質が低下するため、製作時のひずみ矯正として一般的に用いられている加熱矯正の適用が困難であった。
- (2) せん断パネルの現場施工においては、レベル2地震時にせん断パネルの機能を十分に発揮させるために、設計で要求された遊間量に対して、その値を確保するための適切な管理が重要であった。特に、下部工付のブラケットの最大重量は約200 kNもありブラケットサイズが非常に大きいことおよび夜間交通規制内で架設を行う必要があったため設置後の調整が困難であった。また、上部工付ブラケットおよび橋脚付ブラケットは桁内および脚内の内部補強材との取り合いがあるため部材の製作及び設置誤差は、全てせん断パネルダンパーの遊間で調整する必要があった。
- (3) せん断パネルの機能発揮のためにはノックオフ構造として固定支承を可動化させる必要があり、そのためには橋脚ベースプレート部との溶接をガウジングにより撤去することになる。その際に一時的に支承が移動可能な状態になるため施工時での固定方法を検討する必要があった。

4. せん断パネルダンパーおよびノックオフ構造の課題に対する対応策

- (1) LY225材が約700℃以上の入熱で品質が低下することに対しては、せん断パネルの製作に先立ちLY225材を用いたテストピースによる溶接施工試験を行い、溶接手順とひずみ量の関係などを把握した。この結果、製作時のひずみが生じにくい製作方法を採用することで製作の効率化を図った。
- (2) せん断パネルおよびノックオフの遊間量は、それぞれ10mmおよび5mmに設定している。
ノックオフの設置は現場溶接のため遊間調整は比較的容易であるが、せん断パネルは高力ボ

表-1 調整プレートの調整量について

	横軸方向変位制限装置	
	溝P110側	溝P112側
①製作誤差(部材) 上部工付きブラケット	-3~+3mm	-3~+3mm
②製作誤差(組立) 上部工付きブラケット	-1.5~+1.5mm	-1.5~+1.5mm
③製作誤差(部材) 下部工付きブラケット	-3~+3mm	
④製作誤差(組立) 下部工付きブラケット	-1.5~+1.5mm	
⑤製作誤差(部材) 拡幅ブラケット	-3~+3mm	
⑥製作誤差(組立) 拡幅ブラケット	-1.5~+1.5mm	
⑦計測誤差	コンベックスによる計測のため数値化不可	
⑧設置誤差 上部工付きブラケット	-2~+2mm (拡大孔による掘付誤差)	-2~+2mm (拡大孔による掘付誤差)
⑨設置誤差 下部工付きブラケット	-2~+2mm (拡大孔による掘付誤差)	-2~+2mm (拡大孔による掘付誤差)
⑩施工時の温度誤差	固定値のため考慮しない	
⑪活荷重(橋体変位)	固定値のため考慮しない	
累積誤差(①+②+③+④+⑤+⑥+⑧+⑨)	-13~+13mm	-13~+13mm
誤差調整方法	t=22mmのFill PLを切削または板厚の追加・変更により調整 (t=9~35)	t=22mmのFill PLを切削または板厚の追加・変更により調整 (t=9~35)

ルトによって設置位置が決定し調整困難なため遊間部の調整プレートによって調整を行った。調整プレートの調整量はブラケットの製作および設置誤差を考慮して表-1に示すように-13mm~+13mm調整できる板厚とした。また、ブラケットの接触面側に図-2(a)に示す取外し可能な調整ブラケットを設けることで、ブラケット設置後に直ちに隙間を計測し、上記の調整プレートを設置した調整ブラケットを計測当日の内に設置した。その結果、ブラケットの設置誤差は13mm以下となり夜間交通規制時間内で設置することができた。

- (3) ノックオフ構造とした場合には一時的に支承が移動可能な状態になるため施工時での固定方法を検討する必要がある、下記の施工手順で施工した。
- ① 支承の改造は、せん断パネルダンパー等のブラケットの設置完了後に実施した。これは、施工中の不測の事態で支承が移動した場合のストッパーとして機能させるためである。
 - ② 支承部の溶接部のガウジング処理に先立ちノ

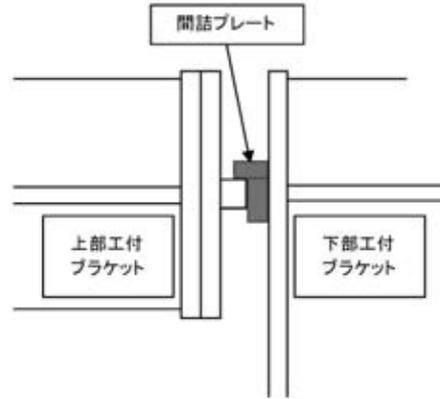


図-4 間詰プレート詳細

ックオフ構造設置のための準備工を完了させておき固定支承が自由に移動できる期間を最小限とした。

- ③ ガウジング作業中はせん断パネルの遊間に間詰めプレートを挿入し支承の移動を防止した(図-4参照)。
- ④ ガウジングは、ノックオフ構造を設置する箇所を先行し、部材設置後に残りの部分を撤去することで支承周囲の溶接ビードを撤去しサイドブロックを設置した。

以上の手順でノックオフ構造を設置することで支承のずれを発生させず、かつ設計で要求された遊間を確保することができた。

5. 現場における問題点

本工事の施工重量の約2/3が集中している平林高架橋 P111の施工の問題点を以下に示す。

当初の計画では、図-5に示すように市道上はブラケットを多軸台車に搭載し、市道を一時通行止めにして架設、ヤード内は横取り設備を設置し、H鋼クランプにて荷揚げ、架設する工法であったが、道路管理者や警察と協議していく過程で、一時通行止めが不可能であるという結論に至った。

また、設置するH鋼クランプと既設検査路の干渉が現場確認により発覚した。そこで、施工方法の変更を余儀なくされ、架設工法の詳細検討を行った。

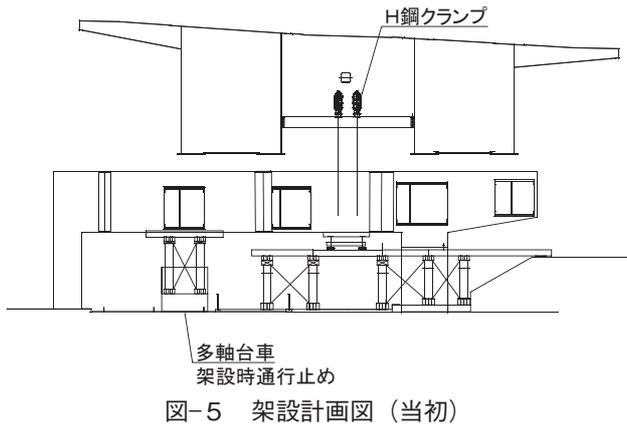


図-5 架設計画図（当初）

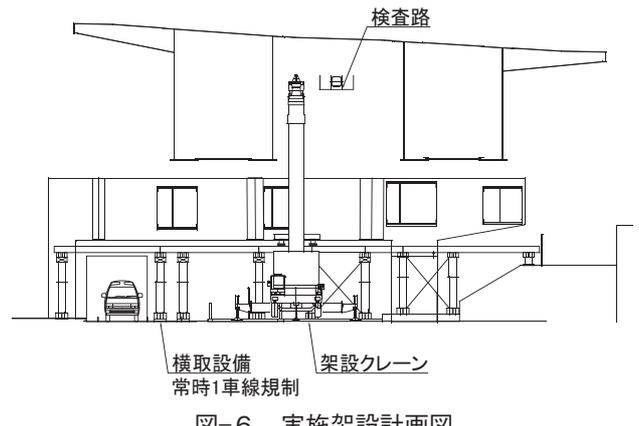


図-6 実施架設計画図

6. 工夫・改善点と適用結果

架設工法を選定するにあたり実施・検討した事項を以下に示す。

- 1) クレーンによる架設を検討するため、既設桁や現状の地形について測量を実施し、架設可能なクレーンを選定した。
- 2) 市道上のブラケットを設置するために、道路を跨ぐベント設備が必要であり、建築限界を確保するため設計上可能な範囲でブラケットの設置位置を高くした。
- 3) 道路管理者及び警察とベント設備を設置するための常時一車線規制協議を実施した。

以上の結果、図-6に示すように箱桁と検査路の間の空間を利用することで、クレーンによる架設及び常時一車線規制が可能となり、道路を跨ぐベント設備を設置する横取り工法とした。

また、この工法を選定したことで、H鋼クランプを設置するために必要であった仮設のH鋼や桁補強が不要となり、またその施工日数が約20日短縮することが出来た。さらに、通行止めを行わなかった事で近隣からの苦情も無く施工を完了した。



図-7 平林高架橋 P111の施工完了後状況

7. おわりに

今回の工事では、特殊な鋼材を使用することおよび一つの部材が非常に大きいこと、また制限の多い環境下での施工であったことを考慮すると、設計段階で製作だけでなく施工面も考慮した合理的な構造の提案を実施できたことで品質管理・出来形管理上良い結果が得られたと考えられる。

また、架設方法の変更においても早期に協議を開始したことで、十分に検討する期間が得られ、より良い計画へ方向転換が可能となった。

最後に以上の対応について、契約当初からご指導・ご協力頂きました阪神高速道路(株)の皆様にお礼を申し上げます。

施工計画

バイパス及び側道に挟まれた狭小部における 周辺交通への影響低減の施工計画

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
桑山卓也

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：紫竹山道路 紫竹山 IC 改良工事
- (2) 発注者：国土交通省北陸地方整備局新潟国道事務所
- (3) 工事場所：新潟新潟市紫竹山5丁目地先
- (4) 工期：平成26年3月11日～
平成27年3月31日
- (5) 工事数量：
 - EPS 軽量盛土工 1886m³
 - 壁面保護工 544m²、均しコン1723m²
 - アスファルト舗装工 1640m² (t=15cm)
 - 路盤工 1660m² (t=40cm)
 - 飛節防止柵・基礎コンクリート 263m
 - 仮設工、構造物撤去工、電気設備工 等一式

本工事は、新潟国道49号線から国道8号線紫竹山 IC への I ランプの掛け替え工事に先立ち、仮設 I ランプ道路を施工する工事である。既設・仮設 I ランプは1車線一方通行の道路である。工事は既設 I ランプ道路の法面を掘削し、軽量盛土として発泡スチロールブロック（以下：EPS）を約4m積み上げ、その上部に飛節防止柵工と舗装工を施工する内容であった。また、仮設 I ランプ完成後は既設 I ランプから仮設 I ランプの切替工事



図-1 仮設 I ランプ完成写真
までを行う。

2. 現場における問題点

10月末時点で施工区間の300mのうち約半分は舗装工（基層）まで完了した。しかし、図-1の変更・追加施工区間の設計変更が11月となったため、この区間の施工計画を再検討する必要があった。

そして、仮設 I ランプ工事の変更・追加施工区間を施工するにあたって、以下の条件があった。

1. 国道49号から8号へのバイパス I ランプ道路（以下：既設 I ランプ）を通行止め規制せずに施工すること。
2. 変更・追加施工区間のバイパス側道（以下：市道）は住宅や企業への連絡道路である為、これを通行止規制せずに施工すること。

これら条件を満たすために以下の問題があった。

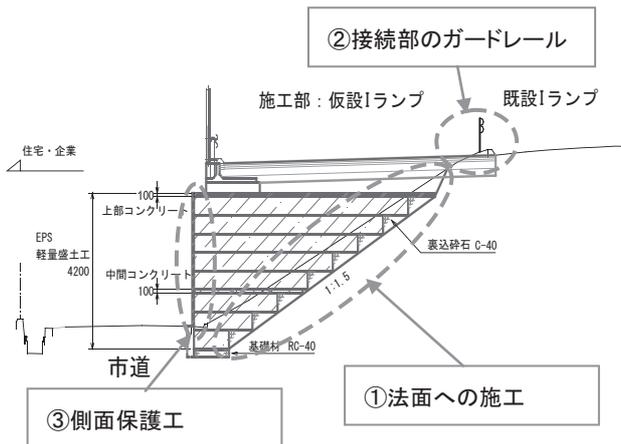


図-2 仮設Iランプ横断面図及び問題点

- ①仮設Iランプ工事は既設Iランプの盛土法面への腹付施工である為、重機施工の際は平坦な機械足場を確保する必要があった。現状で平坦な重機足場は市道及び既設Iランプであったが、これら道路は一方通行で1車線の道路である為、バックホウや工事車両を配置した場合通行止め規制をする必要があった。
- ②仮設Iランプの始点及び終点部では、既設Iランプへの接続が必要であるが、既設ガードレールの撤去工事及び施工中の仮設ガードレールの施工の為の用地を確保する必要があった。仮設Iランプの施工では車道境界白線から0.5mまで掘削する必要があることから省スペースで施工性の良いものが求められた。
- ③EPS側面の保護にはモルタル吹付が予定されていたが、施工足場及びモルタル飛散養生シート設置のため市道に足場を設置する必要がある。足場の幅0.9mとEPS壁面からの離れ0.3として計算すると最低でも1.2mの幅を確保する必要があった。しかし市道幅は約3.5mであったため足場を設置した場合約2.3mの幅員しか確保できない。したがって足場設置の場合は市道を車両通行止めの必要があるため、別工法を選定する必要があった。
- ④仮設Iランプ施工完了後は切換工事が必要であった。交通への影響を配慮し通行止め規制をせずに切換工事を行う案を検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述の問題を解決するために、以下の対策を実施した。

①重機作業足場の確保

重機作業足場確保として、法面に大型土のうを積みその上に敷鉄板を設置することとした。大型土のうとすることで、市道を通り止め規制せず路肩規制のみで重機作業を実施できた。また大型土のうとすることで、撤去後の法面復旧を行わずに済むことから市道通行止めでの作業を無くし工程短縮を図った。

図-3では0.2m³バックホウで検討しているが実際の施工では0.25m³スライドアーム式バックホウを用い、作業半径の確保を行った。

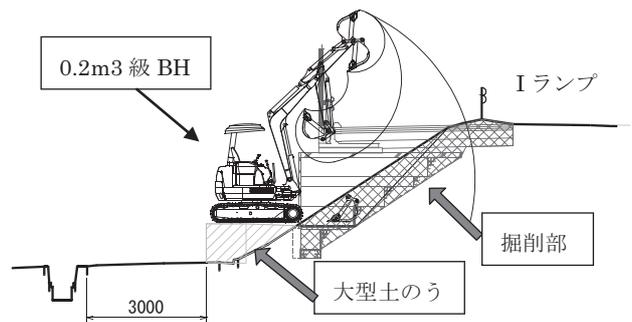


図-3 重機計画作業横断面図

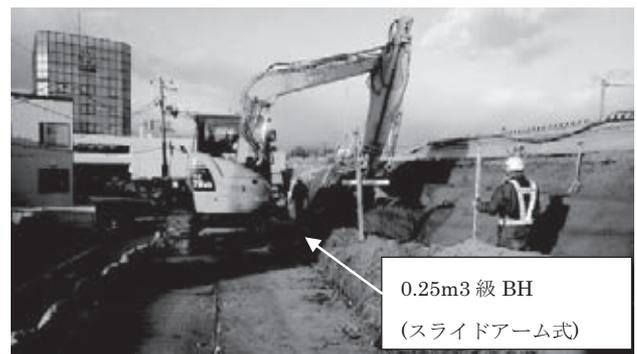


図-4 仮設重機足場上での作業状況

資材搬入出経路の確保として、施工済み区間の終点部の用地を使用することを検討した。再生砕石と大型土のうでH=約1.0mの坂路を設け、仮設坂路として使用することとした。再生砕石は撤去後に舗装工下層路盤材として再利用することで仮設費用削減と工程短縮を図った。

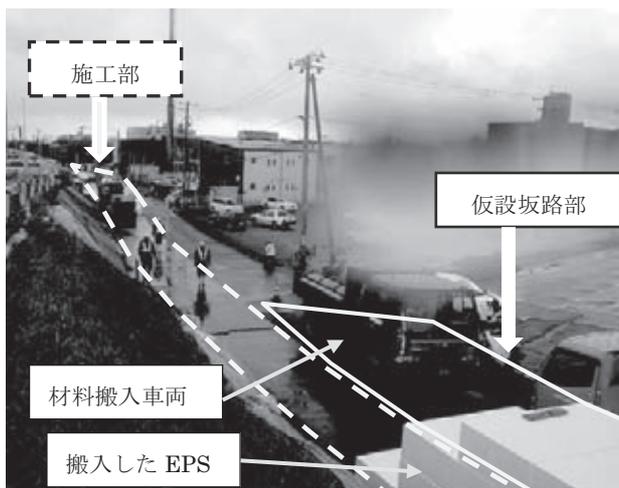


図-5 仮設坂路からの資材搬入写真

②仮設ガードレールの設置・撤去

仮設材料の搬入方法については①の工夫で解決されたが、仮設ガードレールの重量と機械の作業半径が問題であった。現在多く使われているH鋼型ガードレールは0.6t/本であり、対して作業に使用できるバックホウ（0.25m³級クレーン仕様）では設置したい箇所までの作業半径が確保できなかった。そこで人力設置可能な仮設ガードレールを使用することを検討した。これは1基あたり50kgであったが、連結して設置することで自動車の衝突を耐えることができるため、道路脇での作業でも安全性を確保し作業することができた。



図-6 仮設ガードレール設置状況

施工後は既設Iランプ道路外側にカラーコーンと夜間点滅灯を設置しデリネーターの代用としている。



図-7 仮設ガードレール設置完了

③ EPS 壁面保護工の代替案選定

当初はEPS保護工としてモルタル吹付が予定されていたが施工時の用地確保の問題に加え、完成後の共用中にモルタルが剥落し第三者に落下する可能性もあったことから代替案を検討した。EPS保護工の目的はEPSの直射日光を主とする自然条件からの保護と防火対策である。代用案としては以下の3つが主に検討された。

A：EPS専用の壁面保護パネルを用いる。

B：建築構造物用塗装を塗布する。

C：メッキ処理された金属板を加工して貼り付ける。

3つの案を次のように比較・検証した。

表-1 壁面工比較表

	A案 専用パネル	B案 塗装	C案 金属板
遮光性	○	○	○
防火・耐熱	○	△	○
耐久性	○	×	△
コスト	×	○	△
検討順位	2	3	1

A案は仮設Iランプの共用予定年数5年間に對して材料費が高額であり棄却した。B案は小規模の実験施工を行ったものの発泡スチロール面に塗布した塗料が経年劣化で剥離したため棄却した。C案は耐久性ではA案に劣るものの共用予定年数5年間を満足する為C案に決定した。

比較検討により、金属板（ガルバニウム合金波板）の壁を施工することに決定した。施工にあたっては、高さ4mのEPS壁面に金属版と枠組み

(単管及び栈木)を施工するために電動昇降機を使用した。足場を設置し作業する場合に比べ市道への影響が少なく路肩規制のみで施工することができた。

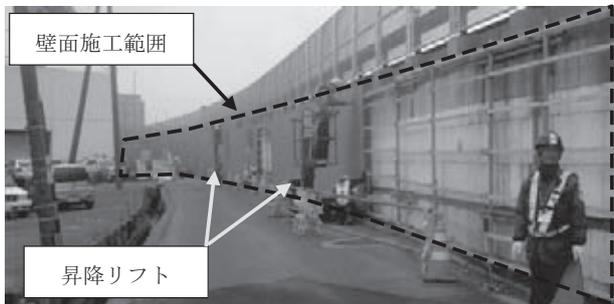


図-8 壁面工施工状況

④ Iランプ切換作業

Iランプ切換作業を通行止め規制せずに行うという課題において、以下の点の工夫を行った。

1. 一般交通量が少ない時間帯に施工する為に、切換時間を日曜早朝6時とする。また日の出後の時間とすることで規制後の一般車両からの視認性を高めて事故防止を図る。
2. 規制材料は切換直前に移設しやすいカラーコーンと矢印板に置換する。また切換作業は当社職員並びに当日就労の作業員計15名以上全員で役割分担して行うことで短期に終了させる。
3. 切換開始の判断は現場手前1.5km 地点の見張員からの無線連絡で行う。現場手前のバイパス道路は緩やかな曲線で見通しが利かないが、一般車両の途切れ目を狙い施工することができる。

以上の工夫からIランプ切換作業における規制材の移設は約1分で完了し一般車交通へ影響を与えることなく実施できた。

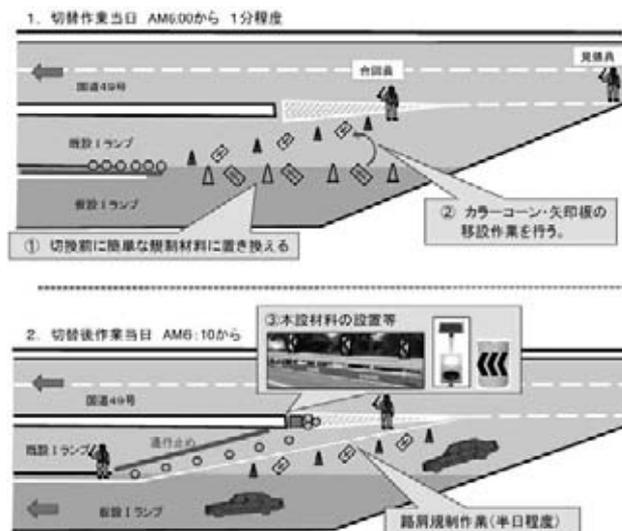


図-9 Iランプ切換作業概略図



図-10 Iランプ切換直後の状況

4. おわりに

本工事では、『既設道路を通行止めせずに施工する』という課題において、現場施工条件に合致した施工方法をとることで安全面に十分配慮しながらも工事を完了することができた。今後日本は維持・修繕工事がメインへとシフトしていく時代にこのような工事を管理できたことはとても良い経験となった。施工方法の選定は、現場条件を十分考慮したうえで多岐にわたる施工案の中から施工業者や発注者と協議検討し、決定することの重要性を強く感じました。

最後に、本工事の施工に際して多くのご指導をいただいた発注者である国土交通省新潟国道事務所の方々はじめ、施工に携わった皆様に、誌上をお借りして厚く御礼申し上げます。

礫岩の岩盤分類変更について

東京土木施工管理技士会

東亜建設工業株式会社

作業所長

日高 虎之助[○]

Toranosuke Hidaka

担当技術者

増谷 勇斗

Yuto Masutani

下関営業所副所長

梅山 雅史

Masashi Umeyama

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：山陰終末処理場水処理建設工事
- (2) 発注者：下関市上下水道局
- (3) 工事場所：下関市
- (4) 工期：平成26年10月10日～
平成28年1月29日
- (5) 工事概要：水処理施設の築造
掘削（土砂）：45,700m³
掘削（軟岩）：8,520m³
埋戻し（発生土）：17,300m³
本体築造工：1式
（最初沈澱池、反応槽、最終沈澱池）

2. 現場における問題点

本工事での基盤岩である礫岩は、事前の地質調査では新世代第三紀古第三紀幡生累層の礫岩であり、軟岩相当と判定されていた。岩の圧縮強度試験結果は3.91N/mm²～68.1N/mm²となっており、同じ岩種ではあるものの強度に大きな差が見られた。低い値である試料の破壊状況としては、礫部とマトリックス部の境界で破碎されており、これは礫岩の特徴といえ、強度に幅を持つと判断されていた。調査の結果としては、一部中硬岩相当が見られるが、全体としては軟岩として結論付けら

れていた。

しかし、実際の施工において当該地層まで掘削が進捗していくと、掘削に非常に時間がかかり、また岩盤も想定よりもかなり硬いことが分かった。

工程もかなり厳しかったため、施工を止めずに速やかに岩盤の調査を行い、施工方法の変更の検討及び発注者との協議する必要があることがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当該地盤の分類を評価するために、以下の3種類の試験を実施し、その他2種類の歩掛調査を行った。

- ①一軸圧縮強度試験
- ②地山の弾性波速度試験
- ③シュミットロックハンマー試験
- ④試験施工による歩掛調査
- ⑤最初沈澱池における岩盤掘削歩掛調査

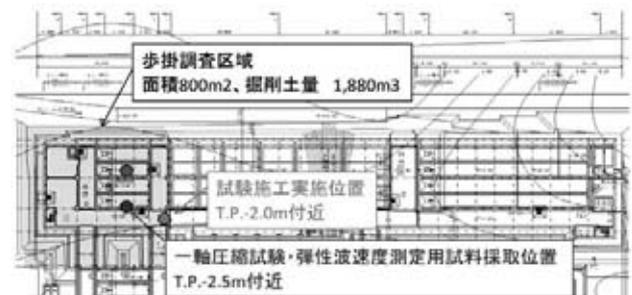


図-1 試験・調査実施位置図

以下に各試験及び歩掛調査の概要と結果を示す。

①一軸圧縮強度試験について

原位置にてコアドリルを用いて岩盤の削孔を行い、φ50mmの試料を採取した。

しかし、採取時にコアチューブ内で崩れ、一軸圧縮強度試験の試料として十分な試料の採取ができなかった。これは、大型ブレイカーで掘削する際に表層を乱すためだと考えた。

そこで、ある程度大きく岩塊状に掘削し、その岩塊から試料採取することとした(図-2)。

岩塊を削孔することで20cm程度の試料を採取することができた(図-3)。



図-2 削孔状況



図-3 採取試料

採取した試料を試験室に持ち込み一軸圧縮強度試験を実施した。(JIS M 0302 岩盤の圧縮強さ試験方法)

試験の結果、一軸圧縮強度は72.5N/mm²であった。

②弾性波速度試験について

同じく採取した試料を試験室へ持ち込み、「岩石の超音波伝播速度測定(JGS1220)」にて超音波伝播速度を測定した。この試験は超音波パルスが岩石試料端で発振し、他端で透過したパルスを受振するもので、波の伝播時間(透過時間)から速度を算出するものである。パルス発振部、発振・受振子、増幅・制御部及び記録部からなる透過式超音波速度測定装置を用いて測定を行った(図-4、5)。また、岩盤の良好度分類から亀裂係数を決定し、地山弾性波速度を推定した。

試験結果を表-1に示す。

亀裂係数については、(表-2)より推定した。

当地区に分布する礫岩は、非常に亀裂が少ないため、亀裂係数は「B」の最高値は見込めるもの

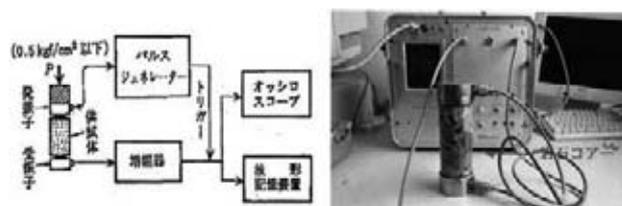


図-4 測定装置の構成



図-5 測定装置一式

表-1

密度		超音波伝播速度						
(g/cm ³)		S波速度		P波速度		動ポアソン比	動せん断定数	動弾性定数
単位	平均	μs	(m/sec)	μs	(m/sec)	νd	(kN/m ²)	Ed(kN/m ²)
2.51	2.51	58	2,099	40	3,053	0.05	11,050,000	23,260,000

表-2 小野寺による岩盤の良好度分類

記号	等級	良好度 ¹⁾	亀裂係数 ²⁾ (正確による)	備考
A	きわめて良い	>0.75	<0.25	¹⁾ $\frac{E_d}{E_c}$ 岩盤の動弾性係数
B	良い	0.50-0.75	0.25-0.50	$\frac{E_d}{E_c}$ コアの動弾性係数
C	中程度	0.35-0.50	0.50-0.65	²⁾ $1 - \frac{E_d}{E_c}$
D	やや悪い	0.20-0.35	0.65-0.80	
E	悪い	<0.20	>0.80	

各級の地質的性状
 A: 新鮮、割れ目ほとんどなし。
 B: 多少割れ目がある。割れ目の面に沿う多少の風化があるが内部は新鮮である。
 C: 割れ目の間にごくわずかの粘土を挟むこともあるが、岩石自体は新鮮。ただし割れ目の表面は風化している。
 D: 割れ目は開き、幅が大きい。その間に水を伴った粘土物質をもつことが多い。岩石自体には硬い部分もあるが、風化や変質を、また割れ目を多く伴う。
 E: 風化が進み、岩石が全体的に風化変質している。ジョイントなどの割れ目も多く、破壊されていることもある。

出典「地盤工学会編：岩の工学的性質と設計・施工への応用」

とし、Cr=0.25とした。(Cr：亀裂係数)

ここで地山の弾性波速度を以下の式より求めた。

$$Cr = 1 - (V2/V1)^2$$

ここで、V1：岩塊自体の弾性波(超音波)速度

V2：地山の弾性波速度

試験結果より V1=3.1km/sec であるので V2=2.7km/sec と推定された。

③シュミットロックハンマー試験

コンクリートテストハンマーの先端を改造した岩盤用のシュミットロックハンマーにて原位置での反発度を測定し、その値から岩盤の一軸圧縮強度を推定した(図-6)。



図-6 測定状況

シュミットロックハンマーは、実際の切羽の状態で測定することができるため、多数の測点ができること、構造物の基盤としての強度を測定できることという利点がある。その結果、数少ないサンプルコアによる大きな誤りを起こす可能性が低く、大局的には正しい強度に近い数字が得られるといわれている。なお、シュミットロックハンマーでの測定では測定面を付属のカーボランダムストーンで平坦にすることになっているが、礫岩という特性上でできなかったため、なるべく平坦な場所を選んで測定した。したがって測定値は真値よりは小さく出ているといえる。

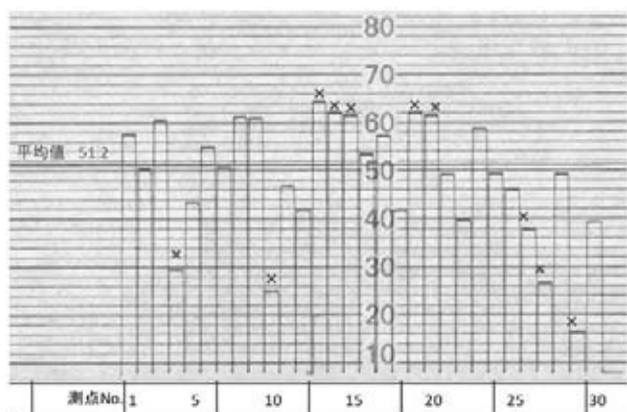


図-7 シュミットロックハンマー試験結果

図-7より、シュミットロックハンマー試験の平均反発度は51.2となり、一軸圧縮強度に換算すると99.0N/mm²と推定された。(※ばらつきを考慮し、上下5点ずつを消去した。)

④試験施工による歩掛調査

岩盤掘削範囲において試験施工を実施した。試験施工範囲は5m×5mとし、大型ブレイカーにて岩盤の掘削を行った。測点は9点とし、一定時間後の掘削深度から掘削容量を算出した。算出された掘削容量から一日施工時間当たりの歩掛を計算した。

結果としては、165分で3.681m³掘削した。この結果より1時間当たりの掘削量としては1.338m³/hとなった。また、施工サイクル(図-9)より1日の施工時間は6.25hとした。

よって、1日の施工歩掛は下記の計算により8.4

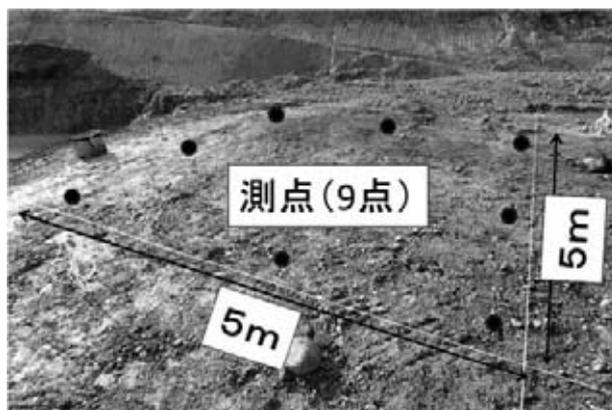


図-8 測点概要

時間	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
朝礼・KYK	15分									
始業前点検	30分									
軟岩掘削		75分	90分		120分			90分		
休憩			30分		60分			30分		

図-9 施工サイクル

m³/台・日となった。

施工歩掛=1.338×6.25≒8.4m³/台・日

⑤最初沈澱池における岩盤掘削歩掛調査

最初沈澱池の区域における岩盤掘削の進捗を整理し、標準積算歩掛(表-3)との対比を行った。

表-3 大型ブレイカー掘削1日当たり施工量

岩分類	単位	施工量
軟岩	m ³	63
硬岩	#	41

出典：「土木工事標準積算基準書 (H26年)」

最初沈澱池の岩盤掘削平均(全体)歩掛は、26.8m³/台・日であった。また、進捗の極端に下がった硬岩相当部の平均歩掛は17.8m³/台・日であった。これは、土木工事標準積算基準書(H26年)を参考にすると、硬岩の施工量より少ない数量であった。

4. おわりに

実施した試験結果を(表-4)に示す

図-10より一軸圧縮強度から推定される当該区域の岩級はCH(軟岩Ⅱ)～B(中硬岩)といえる。

表-5より弾性波速度から推定される岩盤分類

表-4 試験結果一覧表

試験名	圧縮強度 N/mm ²	弾性波速度 km/sec	歩掛 m ³ /台・日	判定
一軸圧縮強度試験	72.5	-	-	中硬岩
地山の弾性波速度試験	-	2.7	-	中硬岩
シュミットロックハンマー試験	99.0	-	-	中硬岩
試験施工	-	-	8.4	硬岩
岩盤掘削進捗	-	-	17.8	硬岩

表-5 土質・岩分類

区分	土質分類及びボーリング崩壊状況	地山弾性波速度 (km/sec)	一軸圧縮強度 (N/cm ²)
粘土・シルト	ML, MH, CL, CH, OL, OH, OV, VL, VH, VH2	-	-
砂・砂質土	S, S-G, S-F, S-FG, SG, SG-F, SF, SF-G, SFG	-	-
礫混り土砂	G, G-S, G-F, G-FS, GS, GS-F, GF, GF-S, GFS	-	-
玉石混り土砂	-	-	-
固結シルト・固結粘土	-	-	-
軟	メタルウランで容易に破壊できる岩盤	2.5以下	30以下
中硬	メタルウランでも破壊できるがダイヤモンドビットの方が叩取率がよい岩盤	2.5超3.5以下	30-60
硬	ダイヤモンドビットを使用しないと叩取困難な岩盤	3.5超4.5以下	80-150
超硬	ダイヤモンドビットのライフが短い岩盤	4.5超	150-180
破砕	ダイヤモンドビットの磨耗が特に激しく、崩壊が著しいコア残りの多い岩盤	-	-

※上表は地盤材料の工学的分類法（小分類）による



図-10 岩石の一軸圧縮強度と岩級区分の関係

出典：「土質調査報告書（平成25年12月）」

は中硬岩であるといえる。

また、施工実績から算出した歩掛及び試験施工の実績は硬岩以上に低い歩掛であった。

以上の結果より、当該地盤の岩盤分類は中硬岩以上であるとした。

最後に、今回の調査において、一軸圧縮強度の

みでなく、弾性波速度を推定したことにより、岩盤の分類をより客観的に示すことができた。また、試験施工や実施の歩掛を調査することによりさらに実際の岩質に近い評価ができたと考えられる。

また、弾性波速度については、PS 検層等の方法が一般的である。しかし、岩盤を露出させるまで施工を進めていた場合においては、コアドリルにより削孔し、超音波伝播速度と岩盤の良好度分類から亀裂係数から地山弾性波速度を推定する方法が、非常に安価で短い日程で実施することができたため、有効であると言える。実際に、一日も施工を止めずに調査を行うことができ、実施の歩掛調査以外は岩盤の露出から数日のうちに報告することができた。

電気防食工事の施工

東日本コンクリート株式会社

保科和利[○]

Kazutoshi Hoshina

伊藤克己

Katsumi Ito

目黒仁

Hitosi Meguro

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：震復社整統補00102-A02号
平成25年度 塩釜港区電気防食工事
- (2) 発注者：宮城県仙台塩釜港湾事務所
- (3) 工事場所：宮城県宮城郡七ヶ浜町東宮浜字
鶴ヶ湊地先他
- (4) 工期：平成27年1月30日～
平成27年8月31日

(5) 施工内容

中ふ頭東側栈橋 被覆防食工 A = 200m²

要害防波堤 被覆防食工 A = 75m²

電気防食工

(1.5A、30年耐用型)

N = 28個

追の浜防波堤 被覆防食工 A = 102m²

水中硬化型防食工

A = 44m²

電気防食工

(1.5A 30年耐用型)

N = 12個 (A) 防波堤

(1.5A、20年耐用型)

N = 40個 (B) 防波堤

鋼管補強工 N = 1式

本工事は、先の東日本大震災により被災した塩



図-1 追の浜防波堤被覆防食施工前

釜港にある3箇所の防波堤の長寿命化を図るべく計画された栈橋及び防波堤の被覆防食、電気防食工事である。施工位置は貨物の着岸する中ふ頭から漁船が接岸する要害、追の浜防波堤と塩釜市から七ヶ浜町まで広範囲にわたっていた。海洋工事なので労働基準監督署の他に海上保安庁への作業計画書の提出が必要だった。

2. 現場における問題点

まず施工計画段階で現地の事前調査に着手した。海中作業であり自身での調査は不可能なので潜水士により調査を行った。

調査内容は

1. 対象施設の水深確認
2. 鋼材の腐食状況の確認

3. 被覆防食に干渉する不要鋼材の有無。
4. 鋼矢板型式の確認。(肉厚、枚数を含む。)

調査の結果

1. 対象施設の水深については追の浜防波堤で発注図書と水深が異なり施工前の協議が必要となった。
 要害防波堤、中ふ頭東側さん橋については発注図との差異はなく問題はなかった。
2. 鋼材の腐食状況については牡蠣殻の付着がひどく、牡蠣殻を落としてからケレンを行い確認作業を行い、追の浜（A）防波堤において、鋼管杭に貫通孔が確認された。また、追の浜（B）防波堤においては、鋼管が溶接されていてまるで鋼管を継ぎ足したような箇所が確認された。

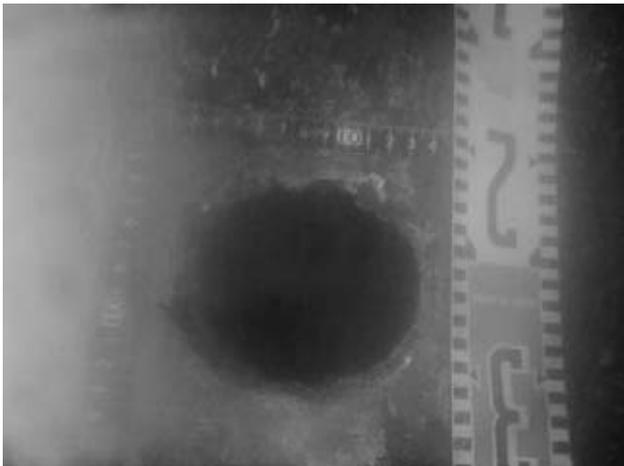


図-2 鋼管貫通孔確認

3. 不要鋼材は、各現場において確認され干渉箇所は撤去することにした。



図-3 不要鋼材撤去前

4. 鋼板の型式と枚数は、発注図と相違ないことを確認した。ただし、発注図は鋼矢板が連続的に並んでるが、実際の配置は様々で鋼矢板が途切れているところや段違いに配置されてあるところ等が確認された。



図-4 事前調査作業状況

調査完了後、施工内容の検討に入り、この段階で問題となったのが、追の浜（B）防波堤の水深が発注図と大きく異なる点であった。発注図は、すべて一定になっていたが、実際の地盤線は高い位置にありFRPカバーの配置が階段状になることが事前調査にて判明した。また水深が浅い箇所では、FRPカバー（被覆防食）とアルミ陽極が干渉することが判明した。そして鋼管杭の貫通孔、継杭部分に関しては肉厚を測定し、設計したコンサルタントに判断を委ねることとなった。

3. 工夫・改善点と適用結果

まず、追の浜（B）防波堤については、水深が発注図のように確保できる場所は発注図通りの施工とし、地盤線が斜めになっている箇所についてはFRPカバーの寸法が1枚1枚違ってくる煩雑な構造となってしまうため、発注者と数回にわたり協議を重ねFRPカバーでの施工から水中硬化型のエポキシパテによる施工とした。FRPカバーで施工すると、カバーの製作が煩雑になり製作日数がかかり製作コストにも影響が出てしまうことが予想された。ただし水中硬化型のエポキシパテの耐用年数が20年であることが一時期問題と

なった。



図-5 水中硬化型エポキシ樹脂施工状況

というのも、FRPカバーを使用すれば耐用年数が30年ある。施工性だけを考慮してエポキシパテの施工とはすぐに結論は出なかった。

ただ幸いなことに、追の浜防波堤の電気防食工において使用しているアルミ陽極の耐用年数が20年だったので維持管理の面から考えれば耐用年数を同じにした方が管理しやすいというメリットがある。発注当時から20年と30年が混在していたために、今回の変更協議が成立した。エポキシ樹脂パテによる施工の場合、手作業になるため厚さ管理が重要となる。通常は鋼製のロットを差して随時確認するが今回は、協議を経ての変更なので、膜厚計を使用しての管理も行った。



図-6 膜厚計による膜厚測定状況

次に、不要鋼材の処理だがFRPカバーやアルミ陽極の施工に支障がある場合は、切断することにした。補強して長寿命化を図っている杭につい

ている不要鋼材を撤去するので、作業は慎重に進めた。



図-7 不要鋼材切断状況

追の浜(B)防波堤における継杭処理してある箇所は、コンサルタントの照査が完了しないため次工事へと引き継ぎを行うこととした。

貫通孔に関しては、厚さ10mmで300*300の鋼板を杭の形状に加工し水中溶接を行った。

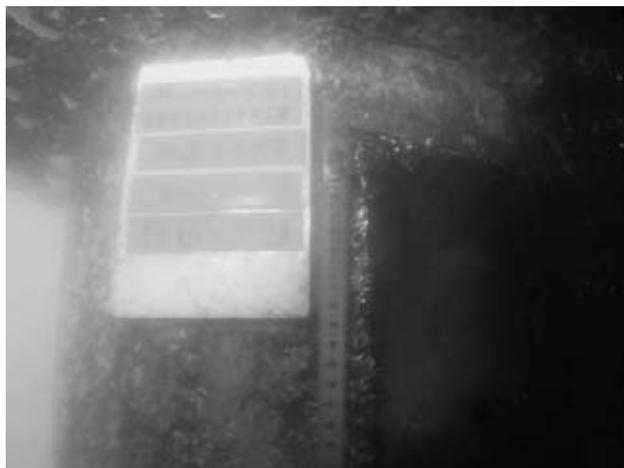


図-8 補強鋼板300*300溶接完了

また、作業が進行する過程において、発注図はFRPカバーの締め付け方法がボルト方式のため作業スペースが10cm程度確保できれば問題はないが、防波堤の内部にコンクリート板があり、鋼杭とコンクリート板の隙間が3cmほどしか確保できない箇所が確認された。その部分は、ボルト方式からリベットタイプとして施工した。

追の浜(B)防波堤において水深が浅いため、アルミ陽極とFRPカバーが干渉する件だが、所定の水深が確保できないため、陽極の取り付け位



図-9 FRP カバー搬入

置を変更することも考えたが、陽極があまり離れすぎると電気防食の効果が期待できないので、やむなく干渉するFRPカバーを切り欠き、アルミ陽極の取り付け部分を水中硬化型の樹脂で補強した。



図-10 アルミ陽極搬入

4. おわりに

私自身、被覆防食、電気防食工事の施工は初めてで、何もかもが新鮮に感じられた。しかし施工完了した現在感じることは、この仕事は特に施工前の照査現地確認は入念に行うことが重要であると感じている。かつて橋梁の補修を施工していると

現地と発注図が異なり協議が必要な場面があった。協議を幾度となく重ねて図面を作成して施工した記憶がよみがえった。今回は海中での作業なのでなおさらのことだった。通常、陸での作業では自分で施工管理して写真を撮影し写真管理も作業内容の把握も容易だが、海中はそうはいかず、潜水士による作業がメインなので施工も潜水士の技量に左右される。そこで打ち合わせの時間や休憩時間を利用して彼らといかに上手にコミュニケーションをとるか考えた。彼らの考え方をきちんと把握していなければ、現場管理どころではない。潜水士が撮影した画像を直ちに確認し、取り残しがあればすぐに指示して撮り直ししなければならないのである。

先の東日本大震災の影響かどうかは不明だが、海中の杭や構造物の劣化は予想以上だった。特に飛沫帯付近の損傷は激しいものがあった。大気中や海中は飛沫帯に比べると比較的損傷度は軽いものがあった。橋梁などだけが長寿命化を図っているわけではなく、棧橋、防波堤にも老朽化の波が押し寄せている。単に補修工事を施工するのではなく、現地調査を十分に行い、現場に合わせた施工方法を提案し地元の方々や発注者に満足していただける現場を提供すべくこれからも作業に努めていきたいと思う。



図-11 追の浜（B）防波堤被覆防食完成

タイバック工法を用いたアーチ橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

福嶋 貴生[○]

Takao Fukushima

監理技術者

渡部 直人

Naohito Watanabe

1. はじめに

一般国道168号は和歌山県新宮市と大阪府枚方市を結ぶ主要幹線道路であり、その一部が位置する奈良県五條市大塔町では、交通の利便性と安全性の向上を目的として『国道168号辻堂バイパス』の建設が進められている。本橋はこのバイパスの一部にあたる上路アーチ橋である。

アーチ橋の架設はケーブルエレクション斜吊り工法が一般的であるが、施工ヤードが狭隘であることからスパンドレルブレスドアーチ橋の構造特性を活かしたタイバック工法によって架設を行った。

本稿では国内でも施工実績の少ない架設工法で施工した本橋の精度向上・品質向上・安全対策について述べる。



図-1 架設状況

工事概要

- (1) 工事名：一般国道168号地域連携推進事業
(国道改築) (その2)
- (2) 発注者：奈良県
- (3) 工事場所：奈良県五條市大塔町辻堂地内
- (4) 工期：平成23年3月18日～
平成26年10月31日
- (5) 橋梁形式：鋼4径間連続スパンドレル
ブレスドアーチ橋
- (6) 橋長：162.0m

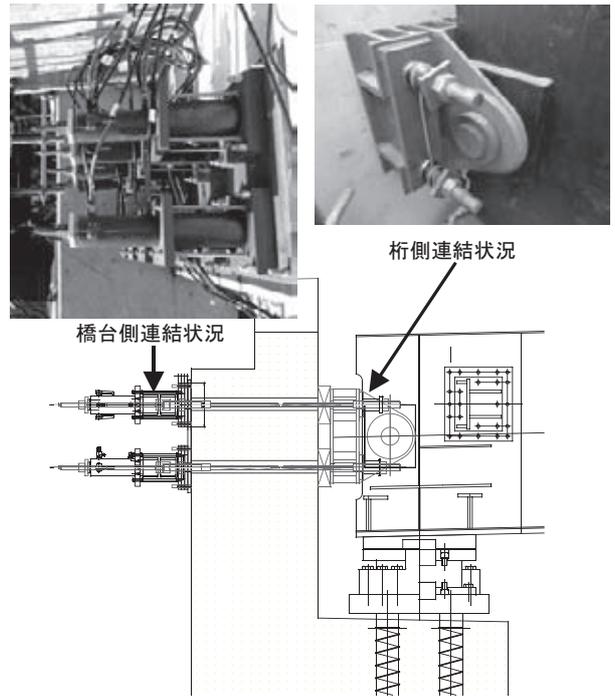


図-2 タイバック設備

2. 現場における問題点・課題

本橋の施工にあたり下記の問題点・課題があった。

(1) 出来形精度確保

一般的に用いられる斜吊り工法は、アーチリブを部材ごとに斜吊り索で保持しながら架設を行うため、斜吊り索の張力調整により各々の部材の標高調整は容易に行える。一方、本工法は桁端部をタイバック設備で橋台と固定し、順次張り出し架設を行うので、標高調整ができるのは先端部材のみに限定され、全体の形状調整ができないため、出来形精度の確保が困難であった。また、閉合直前において先端部の部材は相対的に垂れ下がった状態になることを考慮する必要があった。加えて、本橋はアーチリブや補剛桁、縦桁、横桁、支柱、横構、斜材等から構成される部材数の多い複雑な形状であるため、製作誤差や現場での組立誤差が累積し、全体の出来形精度が低下する懸念があった。

(2) グラウンドアンカーの耐力確保

本橋の架設に用いたケーブルクレーンは最大吊り重量が55.8tにも及ぶため、それを支持するグラウンドアンカーは非常に重要であった。グラウンドアンカーの入線方向は通常、山の斜面に直角とするが、A1橋台側のアンカーは山の斜面にほぼ平行に入線させる必要があったため、アンカー体となる地盤の影響円錐の範囲を正確に求める必要があった。

(3) 出来形計画値の算出とタイバック張力管理

架設途中の出来形の計画値は、タイバック設備の引き込み量や温度変化に大きく影響するため、日々変化する気象条件やタイバック張力に即した計画値の算出が不可欠であった。タイバック設備に設けるA1側、A2側それぞれ16本のPCケーブルの張力に著しい不均等が生じていないことや、架設中の鋼桁に過大な応力が生じていないことを確認しながら架設を進めていく必要があった。

3. 問題点・課題に対する対応策と適用結果

先の問題点・課題に対し下記の対応策を実施した。

(1) 製作キャンバーの精度向上と製作誤差の累積防止

架設途中で部材の標高調整ができないことから、完成時の出来形精度を確保するためには、工場製作時における精度向上は必須事項と考えられた。そこで、製作キャンバーを実剛度、実荷重にてモデル化し、現場での架設ステップ（全体で4つの架設系）を考慮した3次元立体骨組解析で算出した。特にタイバック架設において、先端部材以外の個々の部材の高さ調整ができないことを考慮し、閉合直前においては桁先端が垂れ下がった状態

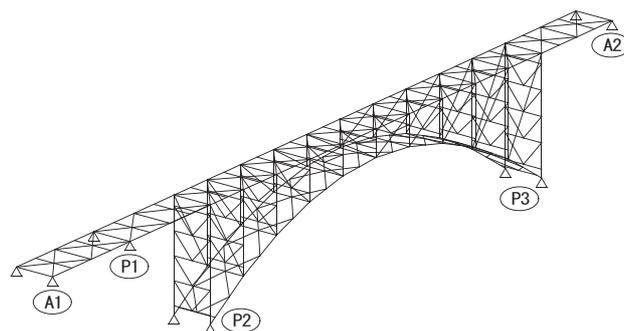


図-3 立体骨組みモデル図

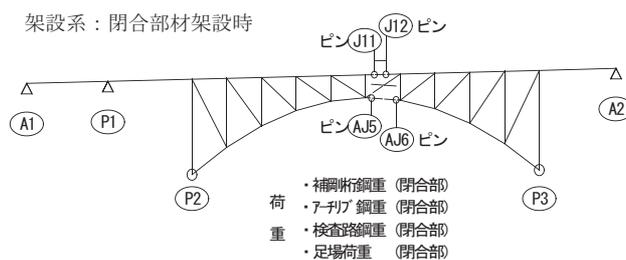


図-4 キャンバー解析時の架設ステップの1例

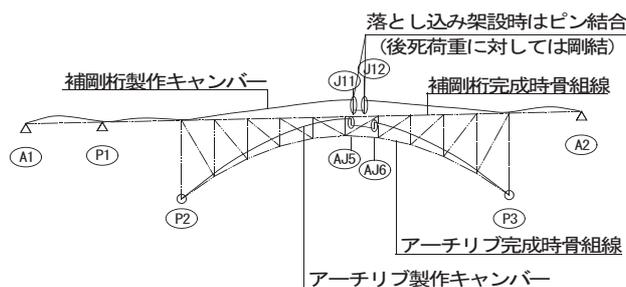


図-5 製作キャンバーのイメージ



図-6 立体仮組立

で最終部材を落とし込み・閉合できるようにキャンバーを設定した。その結果、架設完了時の桁標高の誤差は最大21mmであり、一般的な斜吊り工法と比較しても遜色ない結果であった。

また、タイバック架設は橋台をアンカーとして順次張り出していく架設工のため、張り出した個々の部材の標高調整を行うことは困難であり、架設完了時における出来形精度を確保させるためには、工場製作段階において精度の高い鋼桁の製作が必要であった。一般的に、本橋のようなアーチ桁の仮組立は側面方向・断面方向・平面方向と複数回に分け重複仮組を行うが、全ての部材を同時に仮組立しないために、それぞれの面材の製作誤差が現地での架設時に蓄積されてしまう。そこで図-6のようにアーチを逆さにして一体で仮組立を行い、重複仮組による製作誤差の蓄積を防いだ。

(2) グラウンドアンカーの品質保証

本橋の架設に用いるケーブルクレーン（30t吊2系統、15t吊2系統）のアンカーは、隣接工区との作業スペースの関係からコンクリートアンカーを用いることが不可能であったため、グラウンドアンカーを用いた。グラウンドアンカーはアンカー体を形成する土量によりその耐力が決定されるが、前に述べたように、本橋ではアンカーの入線方向と地山の斜面（法面）の方向が平行に近い状態であり、アンカー体を形成する土量の算定が非常に困難であったため、ノンプリズム式のトータルステーションを用いてアンカー設置箇所山の断面を詳細に計測し、計画に反映した。その結果、品質保証試験においても十分な耐力が得られていることが確認できた。

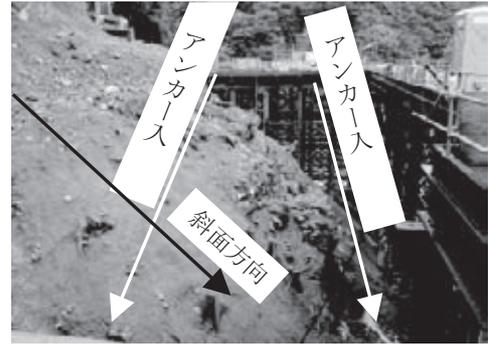


図-7 グラウンドアンカー定着箇所



図-8 ノンプリズムトータルステーションを用いた測量状況

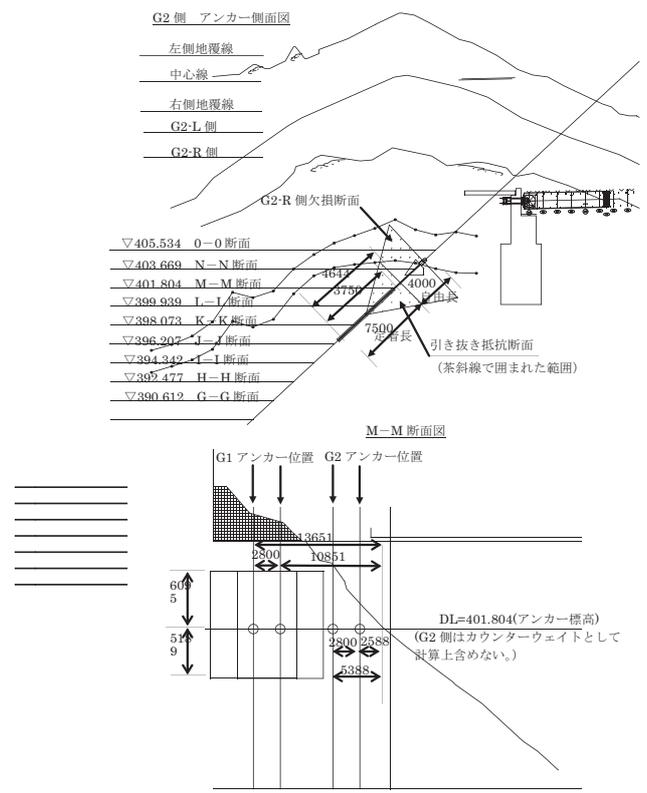


図-9 測量結果を用いたアンカー計画図
(上：側面図 下：断面図)

(3) タイバック引き込み量と桁温変化に対する対応およびケーブルに作用する張力の管理

問題点・課題で述べたように、本工法はタイバック設備の張力や桁温の変化により桁先端が変位し計画値が変化するため、現状に即した計画値を瞬時に算出する必要があった。計画値の算出に当たっては桁温度や引き込み量を集中的に管理し、その時々条件に合う計画値を瞬時に算出するシステムを構築し、架設ステップ毎に3次元の座標管理を行いながら架設を進めた。その結果、架設完了後の出来形標高についても図-12に示すような結果となり、規格値の50%以内の良好な出来形であった。PC鋼線はセンターホールジャッキにて張力を調整する構造となっており、張力の測定はジャッキの油圧ゲージにて行うことも可能であったが、油圧ゲージのばらつきが大きく、鋼線の微妙な引き込み量で桁先端の標高が変化する本工法には適さないと判断し、張力測定の精度を高めるため、図-10に示すようにPC鋼線のナット部にロードセルを設置して張力を管理した。ロードセルによって計測されたデータは、図-11に示すように計測室で集中管理を行った。

タイバック工法を用いた架設において反力や鋼桁に生じるひずみが設計値と合致しているかを確認することは架設を安全に進めていくうえで重要であったため、鋼桁に生じるひずみを計測するゲージを取り付け、図-11のパソコンにて常時監視を行いながら架設を進めた。結果、架設中の張



図-10 ロードセルとひずみゲージ



図-11 集中管理システムとモニター画面

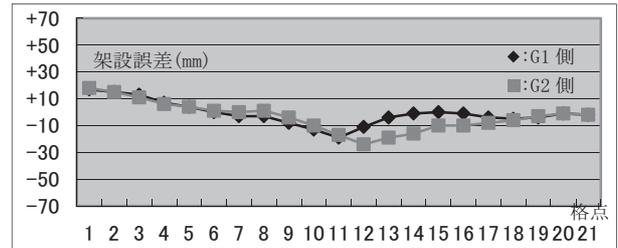


図-12 架設完了後の出来形標高誤差 (mm)
(規格値：±73mm 最大誤差21mm)

	A1側		A2側	
	G1	G2	G1	G2
設計値	2201KN	2189KN	1578KN	1576KN
実測値	2160KN	1998KN	1524KN	1530KN
誤差	-41KN	-191KN	-54KN	-46KN
誤差割合	-2%	-9%	-3%	-3%

図-13 閉合直前の水平反力

力はおおむね解析通りに推移し、閉合直前の張力の誤差は図-13に示すように10%以内であったことから、安全に架設作業を進めることができた。また、橋台をアンカー代わりに架設する本工法では、橋台の異常な変位が無いことが架設を安全に進める上の大前提であるため、架設ステップごとにトータルステーションを用いて計測しながら架設を進めたが、橋台の異常な変位は確認されず安全に架設を進めることができた。

4. おわりに

本橋は2013年1月より現場工事に着手し2014年2月6日に無事閉合した。タイバック工法という国内でも数少ない架設工法で架橋された本橋の事例が今後の工事の参考になれば幸いである。

最後に本工事の施工にあたり奈良県土木マネジメント部、奈良県五條土木事務所の関係各位に適切な助言、ご協力を頂き無事故で完工することができました。ここに深く感謝の意を表します。



図-14 閉合状況

アスファルト舗装クラック補修方法の工夫

(一社)北海道土木施工管理技士会

株式会社玉川組

現場代理人

石川 俊 哉[○]

Toshiya Ishikawa

監理技術者

小林 房 昭

Fusaaki Kobayashi

1. はじめに

本工事は、北広島市と札幌市をつなぐ主要幹線道路の道道栗山北広島線で縦・横断クラックや、わだちの発生した路面表層部の補修を行う維持舗装工事である。

工区はクラック補修のみを「クラックカットシール工法」で行う工区と表層の「切削・オーバーレイ」を行う工区とに分かれ、本文は切削・オーバーレイの施工区間に発生しているクラックの再発防止のために行った、新たな試みについて記述する。

工事概要

- (1) 工 事 名：栗山北広島線 舗装補修工事（道債）
- (2) 発 注 者：北海道空知振興局札幌建設管理部
担当出張所 千歳出張所
- (3) 工事場所：北海道北広島市
- (4) 工 期：平成24年3月9日～
平成24年6月20日
- (5) 工事内容：
 - 路面切削工 7,130m²
 - クラック補修工（クラックカットシール）
1,016m
 - 車道アスファルト舗装工 7,130m²
 - クラック防止処理（クラックシート）27m²
 - 区画線工 1式 排水構造物修繕工 1式

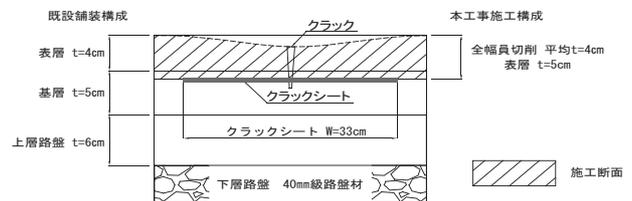


図-1 設計断面図

2. 現場における問題点

施工に先立って行った路面調査の結果、施工継手や拡幅工事の際の継手に下層部まで達しているクラック（図-2）が多数発生していて周辺の路面にもクラックや欠損など影響が広がっていた。図-3に示すように過去に行われた拡幅工事の継手跡などでは10cm前後の間隔で並行にクラックが入り表層が溝状に剥離している箇所も数多く見られた。このような箇所では図-1に示す当初設計のクラック防止処理工法（クラックシート）のみでは供用後、短期間の内に再びクラックが発生する恐れがあり、新たな再発防止の対策が求められた。

破損の状態から打換え工法や表層・基層打換え工法が適当と思われた。しかし、本工事は表層の路面機能回復を目的としていることから、打換え工法や表層・基層打換え工法をたとえ局部的に行うにしても、これらの工法は費用が高いため採用を見送らざるを得ず、機能回復に有効で経済的な

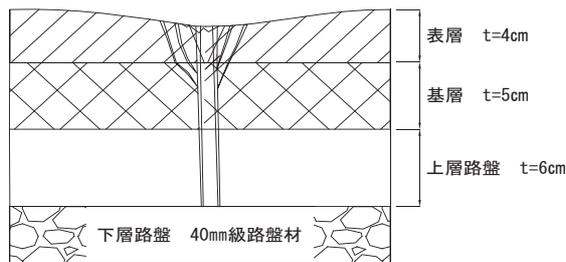


図-2 下層路盤まで達しているクラック



図-3 路面状況

工法の創出が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 工夫・改善点

現在までクラック抑制工や補修工法は種々考案され施工されてきたが抜本的な対策に至っていないのが現状である。

北海道のように著しく凍上の影響を受ける地域では、凍結・融解が繰り返されることにより発生するせん断力と、拡幅工事や既設舗装を切断して行う埋設物設置工事の継手部などで起こる、支持力の異なる隣り合った舗装体のひずみ量の相違で発生するせん断力、これらのせん断力がクラック発生の主原因と考えられる。このせん断力に耐え得る強度を有しかつ、せん断力を吸収あるいは分散する構造であることを条件に、補修資材や補修方法など文献やインターネットの最新の情報、過去の施工経験から種々検討を行った結果、橋梁継手部に敷設した瀝青シートで収縮やひずみを吸収する「埋設ジョイント」の仕組みを取入れ応用出来ないか、さらに検討を行った。

せん断力を吸収・分散する仕組みを本工事に取入れ、さらに舗装体の強度を増すため、以下に示

す構造とした。

既設表層を全面切削したのち、クラック発生箇所の既設基層を溝切削する、溝切削幅はクラック防止シート (W=33cm) との組合せを考慮して施工幅 (W=35cm) とし、溝の中にクラック防止シートを敷設して、その上に新設基層 t=4cm を舗設する (図-4)。

上記構造は破損の顕著な167mの区間に採用を決め、他の軽微な破損箇所は設計通りクラック防止処理工法 (クラックシート) で行うこととした。

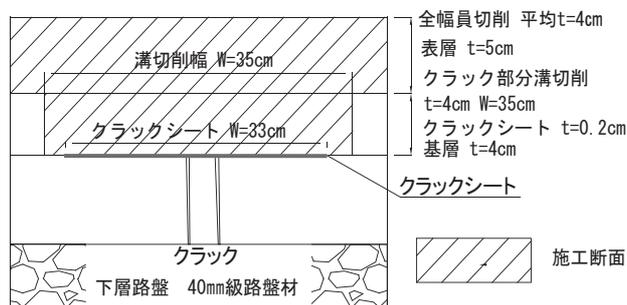


図-4 施工断面図

3-2 適用結果

切削機は作業速度が3~4m/min と十分な作業能力を有しコストを低く抑えられることから廃材を直接積込めるコンベア付の溝切り切削機械 (Wirtgen W35DC) 図-5 を使用した。クラック防止シート (W=33cm) は当初設計の規格の製品をそのまま使用して切削溝の中に敷設した、粗粒度アスコンは人力にて舗設して小型振動ローラ (0.8t)、タイヤローラ (8~12t) で転圧を行った。



図-5 溝切り切削機械

1日当たり施工量は溝切削後に人力で舗設する粗粒度アスコンの施工速度に影響されるため100m/日が妥当と判断する。本工事では167mを2日間で完了した。

この補修方法を採用することにより構造上弱点となる継手の位置がずれ、せん断力の作用点が分散してひずみが抑制され、健全な基層でひずみに対する復元力と強度を回復し、クラック抑制シートの持つ引張強度でせん断力を吸収・分散してクラックの発生メカニズムを遮断する仕組みを舗装構造体の中に組込んだ。

前述のとおり本工事は表層を切削・オーバーレイする路面機能の回復を目的とするものであったが構造に係わる耐久機能の低下を示すひび割れ、変形、摩耗、剥離が顕著であり、交通の安全と快適性が失われ、沿道環境へも影響を与えていた。そのため耐久機能の回復・改善を図る必要性を発注者に示し、補修工事の範囲の中で適用できる効率的で経済的な工法を創出して提案を行った。

数度にわたる発注者との採用に至る協議を経て了解を得、施工とその後の追跡調査を通じて、有効性を示すことが出来た。

この工事が完成してから3年が経過したが図-12、13に示す通り対策を行った路面にクラックの兆候はまったく見られず、維持修繕の目的である「舗装の耐久性確保」「路面の走行性確保」「沿道環境の悪化防止」を果たすことが出来、この新たなクラック防止の構造が適切に機能していると判定出来る。

今回試みた技術は、破損原因が拡幅部分の継手箇所や埋設物設置のため舗装を切断した継手箇所などに発生する下層部まで達するクラックに有効でかつ、予防処置として施工しても確実に効果を発揮して、ライフサイクルコストの低減に寄与するものと確信する。

施工順序

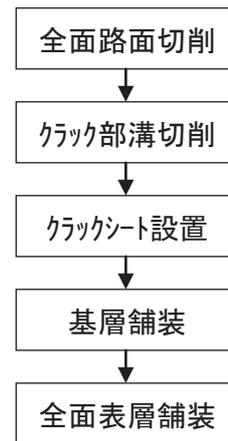


図-6 施工順序・施工状況写真



図-7 クラック部溝切削状況



図-8 クラックシート設置状況



図-9 基層舗装状況



図-10 作業前L側 (2012.3)



図-11 作業前R側 (2012.3)



図-12 3年4カ月経過時L側 (2015.10)



図-13 3年4カ月経過時R側 (2015.10)

4. おわりに

北海道の舗装道路は気候の温暖な地域に比べ舗装の耐用年数が冬用タイヤの使用や、凍結・融解で発生するポットホールやクラックが原因で短く

補修に係る費用も多い、そのため補修コストを削減する技術が求められている。

ライフサイクルコストの低減に効果的な技術の提唱は、アセットマネジメント運用プロセスの一端を担う、舗装の維持修繕を生業とする事業者の責務と考え、地域の現況を踏まえ、その特性に適合する技術を研鑽し、地域ニーズに適切な工法の蓄積を行い、具体的な手法として活用を図らなければならないと、本工事の施工を通じて痛切に感じた。

課題解決のため種々取組んだプロセスを奇貨ととらえ、技術者として得た貴重な体験を今後担当する工事で活かし、新たな技術にチャレンジし質の高い製品の提供に役立てていきたい。

最後に、当技術にご理解をいただき、採用に当たりご指導を賜りました札幌建設管理部 千歳出張所の皆様にお礼申し上げます。

砂防ソイルセメント（INSEM材）の品質確保について

長崎土木施工管理技士会
株式会社 吉川組
現場代理人
満尾裕也
Yuya Mitsuo

1. はじめに

本工事は、平成新山山頂に存在する溶岩ドームの崩壊に伴い発生する岩屑なだれ及び、崩壊後に発生が予想される土石流の氾濫を防止することを目的に、既設堰堤の嵩上改築を行うものである。

工事概要

- (1) 工事名：水無川2号砂防堰堤右岸袖部改築工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所
- (3) 工事場所：長崎県南島原市
- (4) 工期：平成26年12月17日～平成27年5月31日
- (5) 工事概要：砂防堰堤工1式(SBウォール工法)
延長：170m 幅・高さ：4.5m 傾斜角：90°
堤体内部（INSEM材）：2,800m³ 他



図-1 完成写真

2. 現場における問題点

当工事で行うSBウォール工法は、水無川流域では初めてであり、堤体内にINSEM材を使用した例も無かった。そのため、現地採取土に添加するセメント量や施工含水比の許容差等の情報が乏しく、配合試験の段階から、要求性能の確保や施工性を模索する必要があった。

以下、本工事で課題となった項目を施工順に示す。

1) 配合計画及び含水比の計測、攪拌

INSEMは現場発生土を使用するため土質のバラツキによる発生強度の低下や、攪拌作業時（設計はバックホウ攪拌）の、オペレータ技量による材料のバラツキ（強度のバラツキ）が懸念された。

また、作業性を考慮した配合含水比の調整や攪拌時のセメント粉塵についても課題である。

2) 配合含水比の調整及び敷均し、転圧

INSEMの敷均し作業時、材料の施工含水比によっては締固め不良を生じたり、端部（壁面際）の転圧時に壁面材を押し出す可能性があった。

敷均し転圧作業においても、適切な転圧回数、速度や仕上がり厚の管理方法の策定や、規格値以上の締固め度を確保できているか、目標強度以上を確保できているかという品質的課題があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

現場における問題点で述べた事項についての結果を以下に示す。

2-1 セメントの添加量の決定

配合設計段階における割増係数 (k) は、砂防ソイルセメント設計・施工便覧に準拠し、一般的な値の割増係数 $k=1.5$ を採用した。目標強度を 4.5N/mm^2 とし、設計セメント配合量の 50kg/m^3 を基準に 80kg 、 110kg と 3 パターンで行った。

土質試験の結果から、採取土の自然含水比は、 8.7% であり、最適含水比は 10.3% である。作業性や現地採取土の土質のバラツキを考慮し配合含水比は、 $10.3\% \pm 2\%$ と設定する。

以上を踏まえ、図-2 に示す結果から、最適含水比であれば設計配合量 50kg/m^3 で満足できるが、母材が降雨等の影響により含水比が高くなると強度も不利になるため、最適含水比 $+2\%$ を満足できるセメント添加量を採用した。

上記条件を満足する配合計算上のセメント添加量は、 70.8kg/m^3 であったが、現地採取土の変化（細粒分の増加）による発生強度の低下に追従し要求性能を確保するため、セメント添加量を 80.0kg/m^3 とした。なお、この配合に伴う六価クロム溶出試験結果は、 0.006mg/l であり、環境基準を満足している。

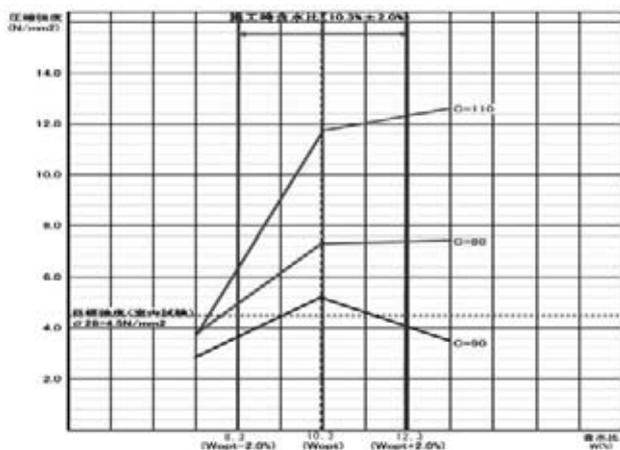


図-2 一軸圧縮試験結果相関図 (σ_{28})

2-2 試験施工時の圧縮強度比較

試験施工時の標準供試体とコア供試体の圧縮強

度 (σ_{28}) 確認を行い、標準供試体を 1 とした時の比率と割増係数を算出した (表-1)。

室内配合時 (一般的値の $k=1.5$) より試験施工時の割増係数 ($k=1.41$) の方が若干有利な結果となった。

しかし、この圧縮強度による比較結果は最適含水比で試験施工したコア供試体 1 回 (3 本) の値であり、本施工での含水比の状態や材料特性による強度のバラツキを考慮すると、1 回の試験結果のみでは要求強度を下回るリスクがあり安易に採用できない。よって、発現強度にバラツキが発生しても、要求強度を確保できるよう、配合計画時と同じ $k=1.5$ をそのまま採用するのが妥当であると判断した。

本施工時の強度については、後述する。

表-1 割増係数の比較

	比率	割増係数(k)
室内配合時	1:0.666	1.50
試験施工時	1:0.709	1.41

2-3 INSEM 材製造専用攪拌機の採用

前述した、攪拌作業時の懸念については、専用の攪拌機を採用し、専用攪拌機へのセメントの供給は粉塵防止のためサイロ式とした (図-3)。

攪拌を専用機械で行うことにより混合時のバラツキが無く安定した品質を確保できた。また、セメントや水の計量等も人的でなく機械制御で行うため、練混ぜ後の含水状態も良好であった。

ただし機械の性能上、母材に 150mm より大きい石礫が混じる場合は別途粒径処理を行う必要があり注意すべき点である。

2-4 母材含水比の測定



図-3 INSEM 材製造専用攪拌機 (作業状況)

日々使用する INSEM の母材含水比の測定は、室内配合試験に倣い直火法とした。通常、母材となる材料の質や気象条件が安定していれば、作業開始前に1回程度で良いと考えられている。当現場では施工性を考慮し混合攪拌時の含水比を12%に設定し、それを一定に保つには母材の含水状態に左右されるので、最低でも午前と午後の作業開始前に1回ずつ含水比測定し、攪拌時の水量調整を行った。

また、使用する材料は既存仮置き土（ルーズ）であり、特に降雨時は含水比が高まり攪拌時の含水比が12%を超える恐れがあった。INSEM 作業中止基準の時間雨量2mmを超える場合は2、3日以内に使用する部分の母材をブルーシートで覆い、含水比が上がらないよう対策をし、降雨後の攪拌作業に支障を来たさないようにした。

2-5 配合含水比の決定

INSEM の本施工開始当初は、試験施工事の配合含水比と施工含水比の差が-1%以下であったので、練混ぜを最適含水比10.3%で行い施工していたが、転圧作業時に若干の表面乾燥化が見られた。含水比を確認したところ、値が7%から8.5%であった。この含水比低下は、現場特有でもある山間部からの北風により水分が逸散したと考えられる。

そのまま施工を行っても設計強度以上を確保できるので問題ないが、より良い品質と施工性を確保する為には、配合含水比を高める必要がある。そこで、施工含水比は配合含水比と比べ、平均で1.5%の低下がみられたことから、配合含水比をやや高く調整し、最適含水比10.3%+1.7%の12%とした。

結果(図-4)、締固め時の含水比を9%から11%の間に収めることができ、転圧時においても表面の乾燥やブリーディングは見受けられず良好な仕上がり面であった。

2-6 オートレベルによる捲出し厚管理

敷均し箇所は、壁面材の内側に位置し、幅4.5mと重機作業を行うには狭小な場所である。IN-

SEM 材の捲出し厚の目安となる丁張などを設置すると、施工的に支障となりやすい。また、壁面材の内側に捲出し厚の墨付け（マーキング）を行うにしても、壁面材の据付や通り等の調整から INSEM の敷均しまでの施工サイクルが早いいため時間的に厳しかった。

MG（マシンガイダンス）の利用など、いくつかの比較検討を行った結果、コストが低く効率の良いオートレベルを使用することにした。

オートレベルの受信機を重機操作室内に設置することにより、オペレータが直接、高さ確認を行えるので狭小箇所に補助作業員を配置する必要もなく、安全に、かつ一定の厚さに捲出し作業を行うことができた。施工状況を図-5に示す。

2-7 転圧方法の工夫

転圧不足による品質のバラツキは、構造物の弱点となりやすいので、オペレータの勘や見た目の締り具合で判断せず確実に締固めを行うよう、INSEM の締固め管理は工法規定方式（TSを用いた盛土の締固め管理）を採用した。転圧回数や走

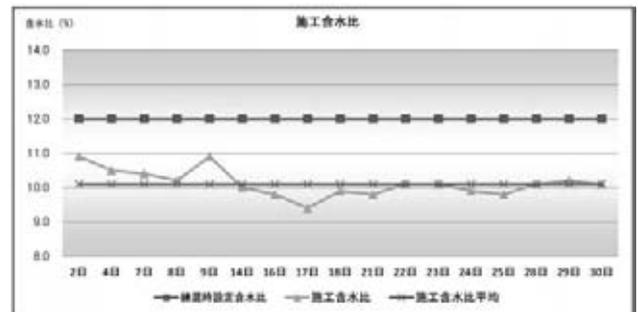


図-4 施工含水比管理図



図-5 オートレベル使用状況

行軌跡管理の他、締固め層厚の管理や、速度計による締固め管理も同時に行えるので、管理面における省力化や締固め不足による品質の低下を防止することが出来た。

壁面際の転圧は、コンバインドローラで行うと壁面を押し出し、通りや立ちなどがずれて見栄えを損なう恐れがあるので、試験施工の際に事前に沈下量や転圧回数を検討した上で、壁面から幅500mmの範囲を、300kg級の前後進プレート（転圧アシスト機能付き）を使用し、締固めを行った。転圧アシスト機能により締固め具合がランプ標示されるので、作業者が視覚的に確認、判断できるため、端部施工においても均一な締固めを行うことができた（図-6）。

この端部の締固め管理については、工法規定方式でなく品質規定方式とした。詳細なデータは割愛するが、RIにて計測し、締め固め度90%以上を満足している。

2-8 圧縮強度

INSEM材の圧縮強度の確認は、可能であればコアを採取して確認するのが理想であるが、施工サイクルが早いため、4週を待ってのコア採取は難しい。1週でのコア採取も検討したが、発生強度が低く正常に抜くことが出来ないため、施工中のコア抜き取りは現実的に不可能であり、標準供試体（封緘養生） $\sigma 28$ の結果を1.5（割増係数）で除して、実施工時の圧縮強度の参考とした。

本工事のINSEM材圧縮強度試験結果のヒスト



図-6 転圧状況

グラムを図-7に示す。

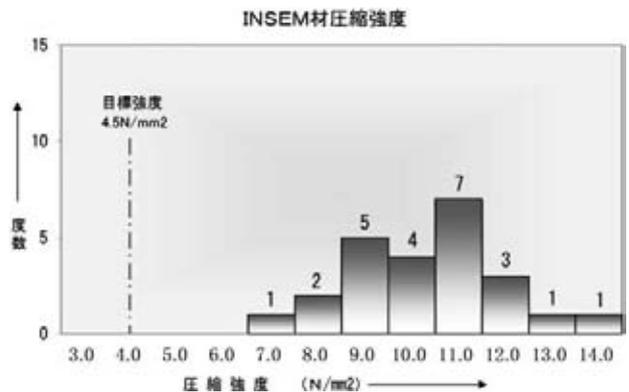


図-7 強度試験結果 (標準供試体 $\sigma 28$)

結果として、室内配合試験時の値(7.4N/mm²)を最小値の1点(7.1N/mm²)以外全て上回る結果となった。

思い当たる要因として、①室内配合試験は冬季に行いセメント量を決定したのに対し、現場施工期間は3月中旬頃～4月下旬であり、室内配合試験時との気温差が15度以上あった。②INSEM材の混合状況や、施工含水比バラツキが無くほぼ一定であった。③封緘養生したので水分逸散等による、水和反応の影響も考えにくい。よって、この強度結果は、気温上昇による強度の伸びと考察される。

4. おわりに

今回の工事は、冬場から春先にかけての施工であったため、このようなデータになっているが、夏場から冬に向けて施工を行う場合は、強度の発現が鈍化傾向にあるのではないかと予想され、室内配合及び試験施工時の4週強度以上を確保するには、施工時の養生の工夫やセメント添加量の補正など、何かしらの対策が必要になると思われる。また標準供試体とコア供試体の強度関係（比率）を知るにはソイルセメントの性質上、複数のサンプリングと検証が必要である。これらのデータを得るまでにかかなりの時間を要するが、工期的な事情が許し、施工現場の管理に反映させることが出来れば、精度の高い値が得られ品質向上につながるのではないかと考えている。

鋼・コンクリート合成床版のひび割れ抵抗性の管理方法

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

技術計画室

監理技術者

現場代理人

神頭 峰磯[○]

和田 昌浩

千葉 徳光

Mineki Kozu

Masahiro Wada

Norimitu Chiba

1. はじめに

近年、鋼橋の床版には、鋼とコンクリートとの特徴を生かした鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版）が用いられることが多い。合成床版は、一般的なRC床版よりも耐久性が高いが、コンクリートが鋼材に覆われ、強い拘束を受けることから体積膨張・収縮に起因するひび割れが発生し易い特徴を有する。そのため、材齢初期の収縮によるひび割れ発生を防止する目的として、膨張コンクリートを採用している。合成床版に使用する膨張コンクリートの品質管理は、主に材齢28日の圧縮強度とJIS A6202A法による膨張性検査となり、直接的に合成床版のひび割れ抵抗性までは管理していない。

本稿では、コンクリートの品質管理に、ひび割れ抵抗性を加えて、合成床版の品質管理を行った事例を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：圏央道三坂新田高架橋上部その1 工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 工事場所：茨城県常総市三坂新田町地先
- (4) 橋梁形式：4径間連続鋼少数鈹桁橋
- (5) 工期：平成26年11月18日～平成26年1月22日

2. 現場における問題点

合成床版は、材齢初期の収縮に起因する引張応力度を相殺するために、膨張率が収縮補償範囲（ $150 \times 10^{-6} \sim 250 \times 10^{-6}$ ）となるように膨張材を使用する。なお、現在の膨張材は、低添加型が主流であり、収縮補償範囲とするために、定量として 20kg/m^3 使用している。しかし、昨今の橋梁は多径間が多く、温度変化の影響やコンクリートの打設順序などの外的要因により、コンクリート内に材齢初期の収縮以外の引張応力度が発生し易い環境にある。また、コンクリートの主要な材料である骨材は地産地消であることから、コンクリートの収縮性能にバラツキが生じやすく、膨張材を定量（ 20kg/m^3 ）使用しても膨張率が低くなることもあり、施工後にひび割れが発生する懸念がある。

特に本橋の場合、中間支点の支承条件が全て固定であったため、材齢初期の収縮以外の要因による引張応力度の増加が懸念された。本橋の合成床版に対する中間支点上の発生応力度を表-1に示す。

本橋の合成床版に発生する引張応力度を改善す

表-1 合成床版の発生応力度 (N/mm²)

引張強度	初期収縮	それ以外	合計応力度
2.22	0.77	1.43	2.20

る方法として、膨張材を増量することにより、合成床版内に発生するケミカルプレストレスを増加させて引張応力度を低減することを検討した。しかし、床版下面が鋼板で覆われている合成床版は、断面方向の拘束力が均一でなく、ひび割れに有効な床版表面のケミカルプレストレスの定量評価が課題となった。膨張コンクリートに作用するケミカルプレストレスの仕組みを図-2に示す。

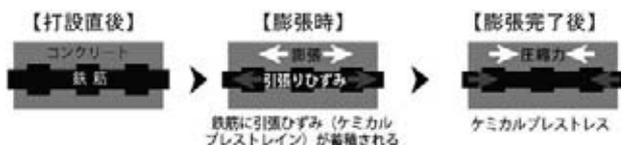


図-2 ケミカルプレストレスの概要

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) ケミカルプレストレスの定量評価

合成床版のひび割れ抵抗性の検討を目的に、膨張材によって合成床版内に導入されるケミカルプレストレスの定量評価方法を検討した。一般的な膨張コンクリートでは、仕事量一定則の概念を用いた積層断面解析により、管理供試体の膨張率を使用して、コンクリート内のひずみ分布を算出し、ケミカルプレストレスを推定できることが知られている^{*1}。この積層断面解析が、断面方向に拘束度が大きく異なる合成床版に適用可能であるか、合成床版を模した1.5m×1.5mの大型試験体により確認を行った。実験の様子を図-3に示す。



図-3 試験状況

図-4に示すように、実験では、大型試験体の下面、中央、上面鉄筋位置にひずみ計を設置して、

3ヶ月以上ひずみの挙動を計測した。また、打設コンクリートから供試体を作製し、JIS A6202B法によりコンクリートのひずみを計測し、積層断面解析を行い、各位置でのひずみの推定を行った。実験結果のひずみと解析結果のひずみの整合性を確認し、解析により、合成床版のケミカルプレストレスの推定が可能か検証を行った。

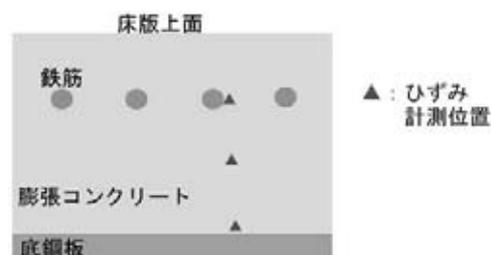


図-4 試験体のひずみ計測位置

図-5に示すように、積層断面解析結果は、概ね実験結果と整合した。これにより、仕事量一定則の概念を利用した積層断面解析によって、管理供試体の膨張率から合成床版内のひずみ分布とケミカルプレストレス分布が推定できることになる。

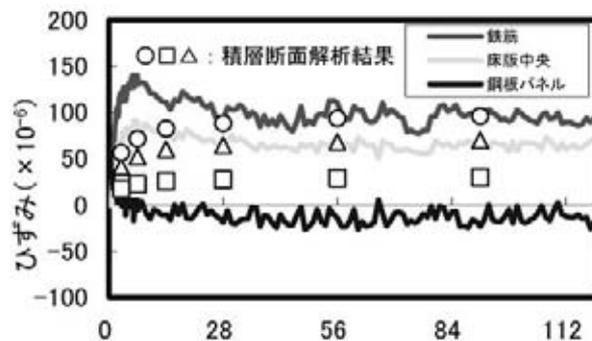


図-5 実験と積層断面解析結果との整合性

積層断面解析から得られた合成床版の断面方向に対するひずみ分布とケミカルプレストレス分布を図-6に示す。床版下面は拘束が強いため、上面に向かいひずみが大きくなり、ケミカルプレ

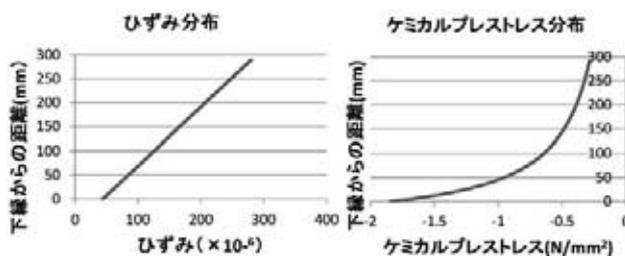


図-6 ひずみとケミカルプレストレス分布

トレスは、上面に向かい小さくなっている。合成床版のひび割れは、表面で発生するため、床版表面のケミカルプレストレスをコントロールできれば、ひび割れが抑制できる。

(2) ひび割れ抵抗性の検討

仕事量一定則の概念を用いた積層断面解析により、合成床版上面のケミカルプレストレスが定量評価できることを実験で確認した。この技術を用いることにより、図-7に示すように、膨張率に対する合成床版表面のケミカルプレストレスが算出できるため、ひび割れを抑制できる膨張率を算出することができる。なお、ケミカルプレストレスの算出では、膨張率の上限を収縮補償範囲である 250×10^{-6} として検討を行うことも、それ以上の膨張率に対して検討を行うことも可能である。

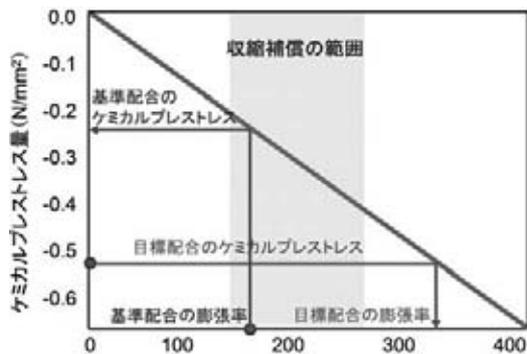


図-7 膨張率とケミカルプレストレスの関係

図-7の検討を行う際は、あらかじめ膨張材の標準使用量 ($20\text{kg}/\text{m}^3$) に対する膨張率の測定が必要となる。本橋で実施した検討方法を図-8に示す。本橋では、合成床版の設計完了後に積層断面解析を行い、図-9に示すようなケミカルプレストレス算出グラフを作成した (①)。本橋の配合では、膨張材の標準使用量 ($20\text{kg}/\text{m}^3$) に対する膨張率が不明であったため、標準使用量と標準使用量から $5\text{kg}/\text{m}^3$ と $10\text{kg}/\text{m}^3$ に増量した配合で試験練りを行った (②)。各配合に対してフレッシュ性状の確認と膨張性検査 (JIS A6202A 法) により膨張率の測定を行った (③④)。その後、材齢7日および28日の圧縮強度と膨張率を確認する (⑤)。本橋の場合、膨張率の上限を収縮補償

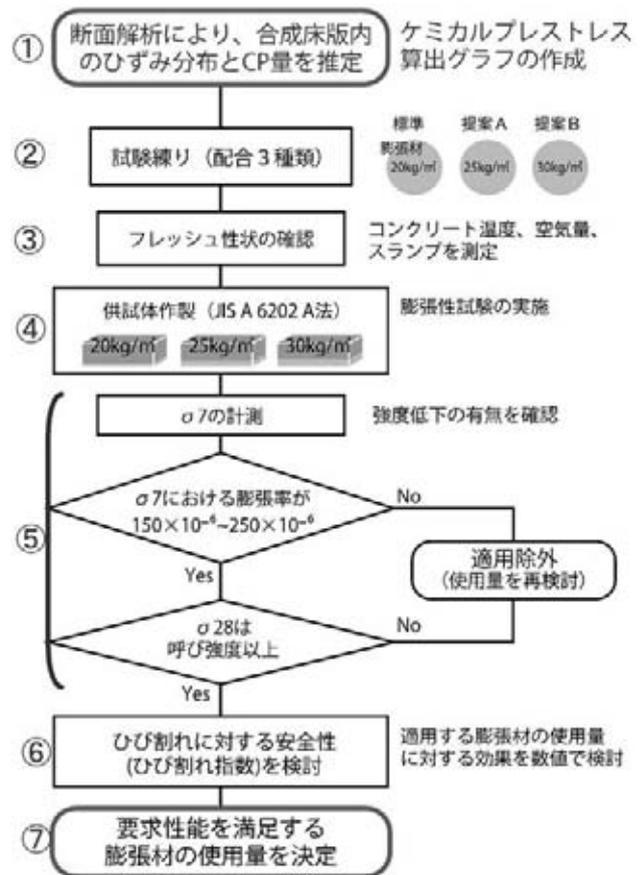


図-8 施工方法

範囲の上限 (250×10^{-6}) としたため、これを超える配合は適用しないこととした。圧縮強度および膨張率の上限を満足する配合から最も膨張率が上限に近い配合に対して、ケミカルプレストレス算出グラフより改善効果を確認する (⑥)。改善効果が品質向上に寄与できるレベルであれば、その配合に決定する。

なお、本橋の場合、膨張材を $20\text{kg}/\text{m}^3$ 使用した標準施工のひび割れ発生確率を10%程度低減できる合成床版とすることを目標とした。

次に、圧縮強度と膨張率の結果を表-2に示す。膨張材を増量した場合、圧縮強度が低下することがあるため、留意が必要である。しかし、今回のコンクリートでは、著しい圧縮強度の低下がみられず、 $30\text{kg}/\text{m}^3$ の膨張材の使用も可能であった。しかし、 $30\text{kg}/\text{m}^3$ の場合の膨張率が収縮補償範囲の上限である 250×10^{-6} を超えたため、 $30\text{kg}/\text{m}^3$ の使用は見送ることとした。

表-2 圧縮強度と膨張率の結果

	材齢 (日)	膨張材		
		20kg/m ³	25kg/m ³	30kg/m ³
圧縮強度 (N/mm ²)	7	28.3	28.7	28.0
	28	38.4	38.6	37.5
膨張率 (×10 ⁻⁴)	7	179	229	388

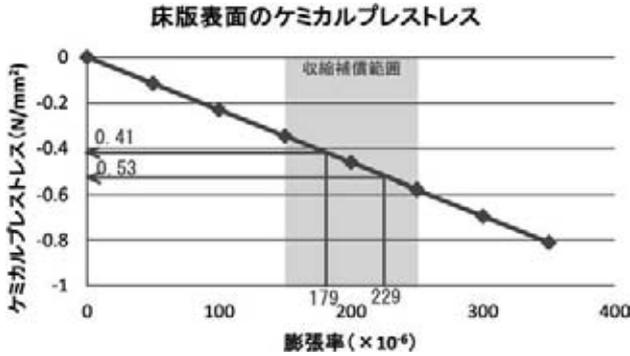


図-9 本橋のケミカルプレストレス算出グラフ

表-2に示す膨張率と図-9のケミカルプレストレス算出グラフから、膨張材の増加による効果を定量評価できる。表-3に今回の膨張材の使用量に対する検討結果を示す。膨張材20kg/m³のケミカルプレストレスは、-0.41N/mm²であり、25kg/m³の場合は、-0.53N/mm²と約30%向上した。これをひび割れ指数に反映すると、今回の効果はひび割れ発生確率で約8%向上する結果が得られた。これらの検討結果から本橋の膨張材の使用量は25kg/m³を採用した。

以上により、合成床版のひび割れ抵抗性を定量化して、対策を講じることにより、合成床版のひび割れ発生リスクを低減することができた。今回は、膨張率の上限を収縮補償範囲の上限に設定したが、圧縮強度の低下に配慮すれば、それを超え

表-3 膨張材を増量した効果

	膨張材		
	20kg/m ³	25kg/m ³	30kg/m ³
ケミカルプレストレス (N/mm ²)	-0.41	-0.53	-0.90
引張応力度 (N/mm ²)	2.20	2.08	1.71
ひび割れ指数	1.01	1.07	1.30
ひび割れ発生確率 (%)	49.0	41.1	20.4

る膨張率での採用も可能となり、より一層ひび割れを低減することができる。また、膨張率の上限を収縮補償範囲の上限に設定し、膨張材の標準使用量に対する膨張率が、上限付近となるようなコンクリートの場合でも、鉄筋量の増加など合成床版の拘束度を高めることにより、膨張材の効果であるケミカルプレストレスの増強を図ることもできる。

4. おわりに

合成床版に使用するコンクリートのひび割れ抵抗性は、合成床版の剛性やコンクリートの材料依存性が高く、容易に管理できない。本技術を用いて、合成床版のひび割れ抵抗性を定量評価してコントロールすることにより、より信頼性の高い合成床版が提供できる。本手法がコンクリート工事の品質向上の一助になれば幸いである。

参考文献

- ※1 辻幸和, ケミカルプレストレスおよび膨張分布の推定方法, コンクリート工学, Vol. 19, No. 6, pp. 99-105, 1981.6

市道坂下津1号線九島大橋（上部工）建設工事の製作、地組立について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

主任技術者 主任技術者
矢部 泰彦[○] 川崎 順永

Yasuhiko Yabe Norinaga Kawasaki

1. はじめに

宇和島港の入口に位置する九島と本土をつなぐ九島大橋は、橋長468mの鋼3径間連続鋼床版箱桁橋である（図-1、2）。

本橋は、側径間大ブロックと中央径間大ブロックとをそれぞれを共同企業体内の2工場で地組立を行い、大型起重機船による大ブロック架設を3回行った。ここでは、本橋の中央径間大ブロックの工場製作から地組立および浜出し輸送について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：市道坂下津1号線九島大橋（上部工）建設工事
- (2) 発注者：愛媛県南予地方局
- (3) 工事場所：愛媛県宇和島市坂下津から蛤
- (4) 工期：平成26年2月14日～平成28年1月31日
- (5) 橋梁形式：鋼3径間連続鋼床版箱桁橋
 - 橋長：468.00m
 - 桁長：467.00m
 - 径間長：140.25m + 185.0m + 140.25m
 - 有効幅員：全幅員：8.25m
 - 桁高：5.00m（中間支点部7.50m）
 - 総重量：2,850t

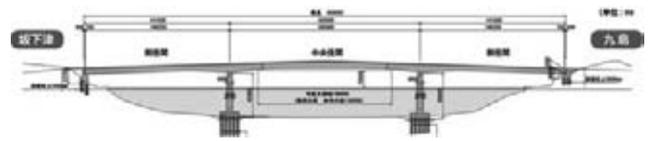


図-1 構造一般図



図-2 完成写真（九島より撮影）

2. 工場製作における問題点

本工事にあたっては、下記の問題点があった。

(1) 大型断面ブロックの製作検討

断面構成が鋼床版幅員8.25m、腹板高さが5.0m～7.5m（最大）、単ブロック重量が72t～124t（最大）という大型ブロックであり、このような大型ブロックの製作方法はもとより製作工場、塗装工場の検討が必要であった。また、工程管理においては、大きな滞貨が予想され、工場操業の観点か

ら合わせて検討が必要であった。

(2) 共同企業体製作区分の検討

共同企業体工事ということで、ブロック製作および地組立工場が2工場となり、工区境の精度管理方法の検討が必要であった。

(3) 高力ボルト摩擦接合継手の検討

大ブロック継手の高力ボルト摩擦接合面処理として溶射継手が当初計画されており、実績の少ない接触面処理であることから検討が必要であった。

(4) 製作工程と地組立工程の検討

大型ブロックの製作工程と地組立工程のバランス、地組立ブロックの保管場所および横持方法などを検討する必要がある。

(5) 台風時期の浜出し輸送の検討

浜出し時期が台風時期と重なるため、余裕を持った輸送工程計画と荒天時の寄港地の検討が必要であった。

(6) 地元住民へのイメージアップ

九島住民待望の架橋あることと、大ブロック架設という注目される架設工法ということで、通常以上のイメージアップの検討が必要であった。

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) 製作ブロックの大型化

発注段階ではデッキプレート、腹板、下フランジのシーム方向にヤード溶接継手があったが、これを工場製作時に一体パネル化し、大型ブロック化することにより、製作工程の短縮と製作工数の軽減を図った。材料は最大ロール幅(5.5m)以内のパネル部材を材料発注時に幅広材で発注し継手を省略した(図-3)。

工場溶接は下向き溶接とするために、ブロックを工場内で反転する必要があった。本工事ではブロック重量が非常に大きいため、反転作業の吊り点の補強を検討し、吊り点位置に仮対傾構を追加設置した(図-4)。

また、製作ブロックの大型化に伴う工場内の部材移動の効率化および工場操業向上の観点から、

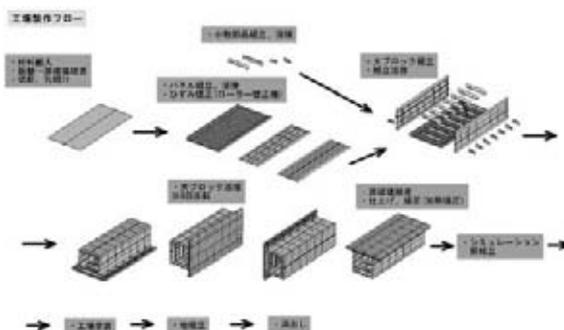


図-3 工場製作フロー



図-4 大型ブロック化

工場塗装も同一製作工場内で行うことが最良と考え、製作工場および塗装工場を弊社大型工場に固定することにした。工場製作のロット区分については工場設備能力と地組立までの全体工程を考慮して、2~3ブロックを1シリーズとする製作ロットで、製作から塗装(金属溶射)まで行う製作工程を策定した。

仮組立作業については単ブロックの完成後、工場塗装前にデジタルカメラでの3次元計測でシミュレーション仮組立を行うことにより、全体プロ



図-5 デジタルカメラ撮影

ックの完成を待たずして、次ロットの工程に進むことができ、工程の短縮ができた。単ブロックの計測にはデジタルカメラ三次元部材計測(PIXXIS：NETIS 登録番号 KT-070053-V)を用いた(図-5)。

本橋は金属溶射+塗装という仕様であった。金属溶射の品質安定と作業工程の効率化の観点から、可能な範囲に自動溶射を適用した(図-6)。



図-6 自動溶射状況

(2) 共同企業体内重複仮組立確認作業の効率化

共同企業体内の製作分担を大ブロック継手で分けるのではなく、大ブロック継手を跨ぐ範囲で製作区分を決めた(図-7)。大ブロック継手を同一工場で作ることにより、大ブロック継手の精度が向上した。通常の重複仮組立は部材の移送が1往復となるが、今回の製作区分により、大ブロック継手の重複確認を行った完成ブロックを共同企業体構成会社へ移送することにより、工場間横持ち作業を片道で済ませることができた(図-8)。

(3) 高力ボルト摩擦接合面の検討

道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編、平成24年3月(日本道路協会)における高力ボルト摩擦接合継手の許容力は、摩擦接触面に無機ジンクリッチペイントを塗布しない場合は0.40、無機ジンクリッチペイントを塗布する場合は0.45のすべり係数が確保されるものとして許容力が設定されている。本工事では、接合面処理として溶射継手が当初計画されており、実績の少ない接触面処理であることから、すべり試験を実施し、最適な接触面処理について検討を行った(図-9)。

試験結果から、溶射施工側の接触面には封孔処理を施さない継手仕様に見直しを図った。なお、接触面に封孔処理を行わないことで、表面を保護する機能がなくなるため、溶射施工後の添接板は原則屋内工場に保管することとし、屋外ではシート養生するなど施工上の配慮を行った。

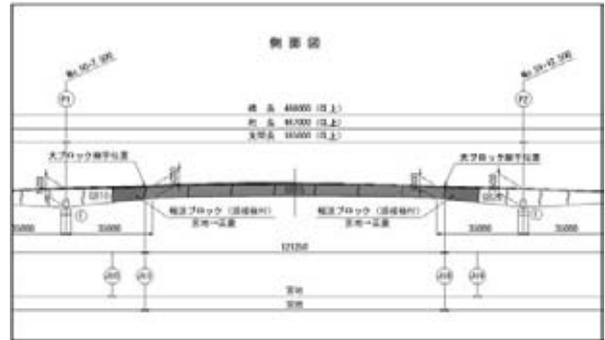


図-7 JV 製作分担

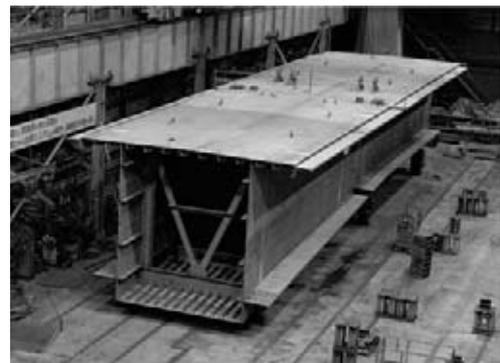


図-8 大ブロック継手の確認状況



図-9 すべり試験状況

(4) 地組立方法の検討

製作ブロックの大型化により、工場製作および工場塗装の工場が固定されることにより、通常地組立よりも部材供給工程が遅くなった。これにより地組立クレーンと大型ブロック横持ち重機に待ち時間などの無駄が生じる。これを解消するために特殊運搬車両(ユニットキャリア)を用いて



図-10 ユニットキャリアによる横持ち状況



図-11 ユニットキャリアによる地組立状況

工場内移動と地組立作業を連続作業としたが、重機費用はもとより工程の短縮も図れた（図-10、図-11）。

地組立継手は溶接継手であった。デッキプレート継手は初層をCO₂自動溶接、2層目以降をサブマージアーク溶接で施工した。腹板および下フランジ継手についてはCO₂自動溶接で施工した。いずれも片面裏波溶接で施工した。

(5) 浜出し輸送

架設時期から逆算した浜出し時期が台風時期と重なるために、余裕を持った浜出し時期の計画と、寄港地の検討を行った。基本は潮岬から室戸岬、



図-12 オーニング状況

足摺岬という外洋航路で計画したが、予備経路として瀬戸内海周りの経路を設定した。輸送台船は12,800t積み台船を使用し、起重機船は3,000t吊り起重機船を使用した。

(6) 大ブロック継手開口部のオーニング

海上台船輸送時の大ブロック継手開口部の養生にはオーニング養生を行った。大ブロックの輸送時も地元住民に注目されることを想定し検討した結果、オーニングには愛媛県イメージキャラクターの「みきゃん」をプリントしたものを使用し地元住民の好評を得た（図-12）。

4. おわりに

本工事は九島住民の待望の架け橋ということで、架設当日には多くの見学者が訪れました。見学者の皆様からの本橋への期待と、本土と繋がったことによる喜びの声を多数聞きました。本橋が地元活性化に役立つことが出来れば幸いです。

最後に発注者である愛媛県南予地方局の関係者、共同企業体構成員であるエム・エムブリッジ㈱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。

緊急仮設橋の製作工事について

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

橋梁設計部

橋梁工事部

東 博 年

森 川 友 記[○]

Hirotoishi Azuma

Tomoki Morikawa

1. はじめに

近畿地方では、近い将来に南海トラフ巨大地震の発生が予想されている。東日本大震災後の道路啓開・復旧は、東北自動車道及び国道4号を主軸とした三陸沿岸部から実施されたが、紀伊半島の地域では主軸となる幹線道路が未整備もしくは存在しない(図-1)。

特に串本町以東については、高速道路の事業着手化に至っていない区間もあり、全線開通にはしばらく時間を要することから、主軸となる幹線道路が国道42号のみであり、橋梁が1橋でも流失すると救出・救援に向かう車両が通行できず、孤立する地域の発生が予想される。

このため、近畿地方整備局では巨大地震等の災害に備えて、国道42号の道路啓開・復旧が早期に

できるよう短期間で架設が可能な「緊急仮設橋」の開発を目指し、2011年11月に近畿地方整備局及び有識者から構成される「緊急仮設橋に関する検討委員会」が設置された。

当社は、この緊急仮設橋の製作工事を2014年3月に受注し、様々な検討を行い施行した。本稿では、本工事で実施した検討概要を報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：緊急仮設橋製作工事
- (2) 発 注 者：近畿地方整備局 近畿技術事務所
- (3) 工事箇所：和歌山県西牟婁郡すさみ町周参見
- (4) 工 期：平成26年3月4日～
平成27年3月30日

2. 本工事における課題

これまでの応急組立橋は、組立て及び架設に時間を要し、交通開放するまでに1～2ヶ月の日数を必要とする場合が多い。

これに対し、災害時の人命救助には72時間を目安としていることから、災害により流失した橋梁の場合、発災後3日以内には緊急車両が通行可能となる仮橋等を準備しておくことが有効であると考えられた。



図-1 幹線道路の整備状況と啓開ルート

3. 課題に対する工夫点

このような背景から、以下のような開発コンセプトが設定された。

- ①緊急路構築が最も困難な条件を勘案した計画。
- ②緊急車両の通行を優先した設計荷重の採用。
- ③運搬・作業性に優れ、組立て時間が短縮可能な構造形式。
- ④災害時の混乱状況を勘案し、経験の少ない作業員でも組立が容易に行える構造の選定。
- ⑤被災した現地状況に合わせた順応性のある構造と架設工法の採用。

3-1. 設計概要

以下に、開発コンセプトの各項目に対する設計条件を示す。

(1) 橋長の設定

国道42号の橋梁をモデルとして橋長を最大60m級（可変）に設定し、1スパンの単純形式とした（図-2）。

(2) 活荷重の設定

災害時の通行が想定される車両の一覧を表-1に示す。このうち、最も重量の大きい25t吊ラフテレーンクレーンの車両重量を設計活荷重とし、総重量270kNとした。

幅員については、緊急車両の車幅が大きい、ブルドーザーやラフテレーンクレーンが余裕をもって走行できる幅員とし、工事用道路の標準幅員4.0m以上の確保と床版パネルの製品寸法から、4.38mとした。

表-1 災害時の通行が想定される車両

想定車両	使用目的	車両幅員	車両重量
バトロール車（小型自動車）	救助活動先導、指示	1.7m	W=30kN 以下
救急車（小型自動車等）	被災者搬送	2.0m	
ダンプカー（普通自動車）	土砂・がれき搬出	2.5m	W=110kN
25t吊ラフテレーンクレーン	損壊物搬去	2.62m	W=270kN
ブルドーザー	侵入路確保	2.99m	W=210kN

(3) 主桁形式の選定概要

橋梁形式は、設計、製作が容易で、鋼重が小さく、架設が容易な「鋸桁形式」を選定した。

主桁本数は、組立時間が最小となる2主桁とし、現地盤との高さの擦り付けアプローチ部の土工作业時間を短縮するため、下路式構造を採用した。

(4) 部材寸法の設定

一般的な車両である10tトラックでの輸送を可能とするため、主桁ブロック長を10m以下に統一した。

(5) 主桁の継手構造

主桁の現場継手は、架設時間短縮のためにボルト本数を大幅に削減したEnd. PLによる高力ボルト引張接合と、緊急時の施工の簡便さに配慮した載せかけ方式の切り欠き構造を併用した新たな接合形式を採用し、弾塑性FEM解析に加え、実物大模型実験により性能確認を行った。

3-2. 架設概要

現地条件に合わせた順応性のある構造を目指し、以下に留意して検討を行った。

- ・多様な支間長に対応できる構造の選定
- ・作業の特殊性が低く、時間が短い工法の選定

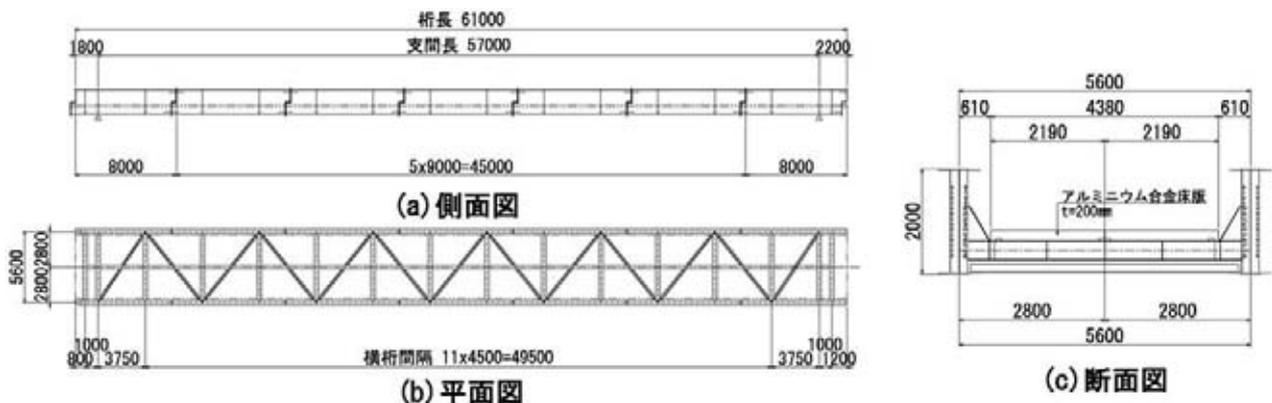


図-2 構造一般図

・多様な架設工法・順序に対応した構造への配慮
これらについて、以下に詳述する。

(1) 多様な支間長に対応できる構造の選定

主桁は断面と連結部構造を共通化するとともに基本ブロック長を9.0mに統一した。これにより、中間ブロックの個数を変化させることで、9.0m単位に支間長を変更可能(12.0m~57.0mの範囲)となり、6種類の支間長への対応が可能となった(図-3)。

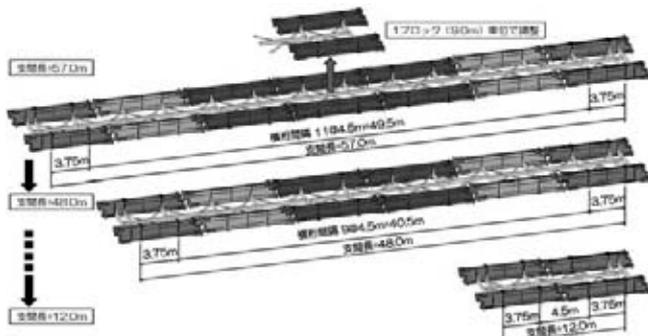


図-3 支間長12.0m~57.0mに対応

(2) 作業の特殊性が低く、施工時間が短い工法の選定

架設工法の選定は、架設の容易性と採用頻度が高いクレーン一括架設工法、クレーンベント工法、送出し工法を採用し、各現場条件への対応を図った。

(3) 多様な架設工法・順序に対応した構造への配慮

架設工法・順序に応じ、主桁継手部の切欠き方向を逆転させる必要が生じるため、各ブロックは反転しての使用が可能となる構造とし、中間ブロックは前後反転、支点ブロックは前後反転および上下反転に対応させる構造とした(図-4)。

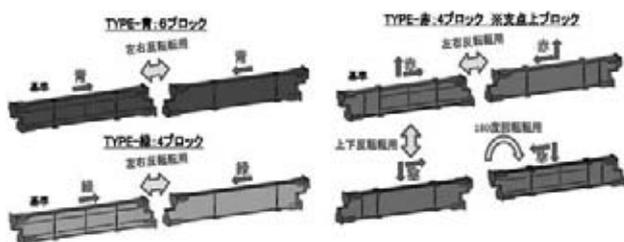


図-4 一般主桁ブロックの反転使用要領

一方、主桁継手部の切り欠きの存在により、架

設方向が2方向(両桁端)からクレーン架設を行う場合、支間中央部での最終ブロックの落とし込み架設が困難となる問題については、一般主桁ブロックの切欠き形状のZ型に対し、落とし込みブロックのみ切欠き形状をT型とすることで対応した(図-5)。

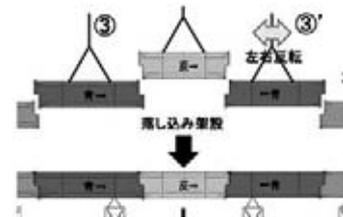


図-5 落とし込みブロック(T型)

このブロックは送出し架設時において主桁後方に連結し、カウンターウェイトを支持する架設術としても使用できる構造とした。

これにより、主桁ブロックは4種類に集約され、有意な方向性を持つ構造となった。

また、本仮橋の架設時、各ブロックの種類と向き、組合せを即座に認識可能とするため、ブロックの種類は4色に塗り分けて分類し、方向性については腹板側面に矢印を明示して、各支間長の架設工法別に主桁組合せ図を整理した(図-6)。

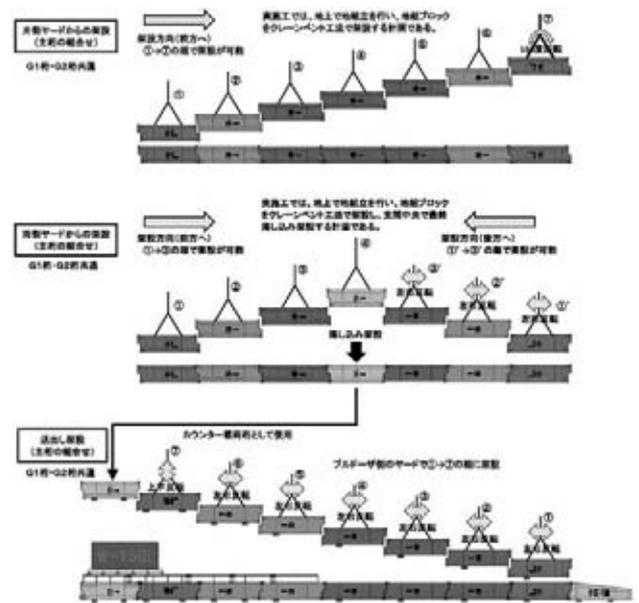


図-6 60m級緊急仮設橋主桁ブロック組合せ図

3-3. 桁組立所要時間・桁組立精度・桁機能の検証
仮設橋本体の組立ては、60m級の送出し架設パターンの主桁組合せとし、災害時の緊急施工を



図-7 全橋組立て風景



図-8 走行試験風景

想定してヨセポンチによる連結部の簡易な孔合わせで桁を組立て、高力ボルト本締まで行った。

後方のカウンター載荷桁部については、近接箇所では仮組立てした（図-7）。

仮設橋架設完了後、設計活荷重（25t吊ラフクレークレーン）の走行試験を実施した（図-8）。

(1) 桁組立所要時間の検証

本体桁組立て、ボルト本締め、床版パネル設置は、計画時間以内での施工が立証できた。しかし、後方部のカウンター載荷桁部の組立てについては、小物部材が多く、複雑な部材構成となっているため、簡素化の余地があるものと考えられる（表-2）。

(2) 桁組立精度の結果

桁架設精度の初期不整として、FEM解析に想定した桁の通り誤差（支間中央70mm）及び主桁の鉛直度（±5mm）に対し、通り誤差5mm、主桁の鉛直度誤差は最大±4mmの結果が得られた。

表-2 架設所要時間対比表

工程	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
材料搬入	計画：10時間 結果：8時間										計画より2時間短縮														
主桁 並列部架設	計画：6時間車組付機械4台 結果：6時間車組付機械2台										機械4台で短縮可能														
カウンター載荷 桁部架設	計画：6時間 結果：6時間																								
アスファルト 舗装	計画：6時間 結果：2時間										計画より4時間短縮														

また、主桁間隔や、橋長についても、国土交通省が定める出来形管理規格を十分満たした。

これにより、緊急施工を想定した組立手順で桁の組立精度を確保できることが立証できた。

(3) 桁機能の検証

支点支持状態における死荷重たわみ及び死荷重+活荷重（クレーン支間中央停止時）たわみを計測した結果、それぞれ設計値の90%程度となった。この要因は、支点部における回転拘束と縦桁等の剛性の影響であると考えられる。

クレーン走行中における仮設橋の状態を目視確認した結果、主桁継手部の隙間発生や異音等は一切なく、活荷重載荷前後における桁断面の変形状態と、たわみ量を計測した結果、両者共前後の計測値に差は生じず、死荷重状態の形状に戻ることを確認した。

この走行試験により、仮橋としての機能を十分保有することが確認できた。

4. おわりに

本稿の緊急仮設橋開発における概要について報告した。現在、緊急仮設橋は近畿地方整備局で配備が完了し、緊急時の対応に備えられている。

本工事期間中には、近畿地方整備局を主なメンバーとした有識者から構成される「緊急仮設橋に関する検討委員会」が開催され、各委員より種々の業務において、貴重なご指導・ご助言をいただき、無事工事を完了することができた。

最後にこの場をお借りし、検討委員各位、ならびに近畿地方整備局の方々に深く感謝の意を表し、厚くお礼申し上げます。

斜角60°の鋼桁曲線橋の現場施工管理について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック

監理技術者

武島厚志

Atsushi Takeshima

1. はじめに

県道鳥取鹿野倉吉線は、鳥取県東部地区と中部地区を結ぶ一般国道9号線の代替道路に位置付けられ、第2次緊急輸送道路に指定された主要幹線道路である(図-1)。

架設地点から約5kmと程近くに位置する三徳山投入堂^{みとくさん}は、山の断崖の窪みに建造された木製堂で、平安密教建築の数少ない遺構であるため、国宝に指定されている。

本橋を含む片柴バイパスの整備事業は、片柴集落内を縦貫する交通量の多い幅員狭小な区間を整備し、安全な通行を確保するものであり、三徳山投入堂へのアクセス道としても、重要な役割を担っている。



図-1 位置図

本稿では、本橋の特徴である道路線形に起因する変形挙動に対する実橋計測と、現場施工時に取り組んだ工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：県道鳥取鹿野倉吉線(片柴工区)橋梁上部工事
- (2) 工事箇所：鳥取県東伯郡三朝町片柴～余戸
- (3) 形式：2径間連続非合成細幅箱桁橋
- (4) 工期：平成25年7月12日～平成26年9月30日
- (5) 橋長：78.5m
- (6) 支間長：28.7m+48.2m
- (7) 総重量：240t
- (8) 施工主：鳥取県中部総合事務所

2. 現場における問題点

本橋の平面図を図-2に示す。このように本橋は、端支点部に斜角60°、及び最小曲率半径R=100mを有する曲線橋のため、出来形精度への影響を踏まえて、以下の変形挙動に配慮する必要があると考えた。

①平面曲線に起因する変形挙動

【主構】支間中央における主桁のねじれ変形

②斜角に起因する変形挙動

【主構】主桁端支点部の回転方向

【床版】床版支間方向と内部鋼材配置に起因す

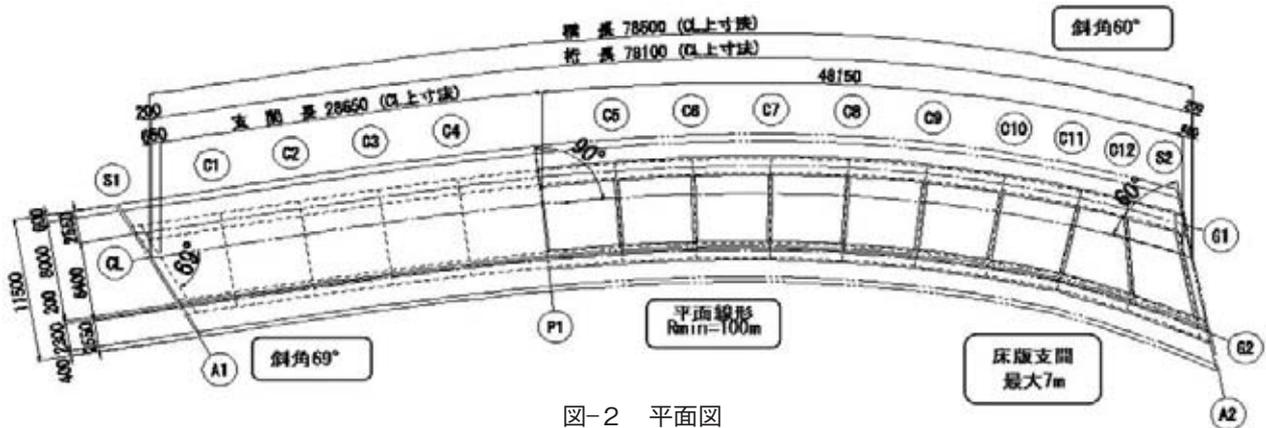


図-2 平面図

る床版のたわみ

これらの変形挙動について、過去の施工実績から机上での把握を試みたが、本橋のような平面形状と合成床版を組み合わせた採用実績は少なく、定量的判断を行うまでのデータが蓄積できていなかった。

そこで、本工事において実橋による計測を実施し、今後に向けたデータ整理と対策検討を行ったので、以下に詳述する。

2.1 実橋計測要領

(1) 計測時荷重状態

計測は死荷重が最も大きい床版コンクリートによる変形に対して行い、同様の条件による解析値と比較して、相互に妥当性の確認を行うこととした。

(2) 計測箇所及び計測内容

計測は、曲率・斜角とも大きいP1-A2支間を対象とした。計測箇所を図-3に示す。

1) 平面曲線に起因する変形挙動

主桁のねじれ変形を確認するため、C8位置の主桁腹板に着目し、各主桁の傾きを計測した。

2) 斜角に起因する変形挙動

①主桁端支点部の回転方向を確認するため、S2位置の腹板に着目し、主桁の傾きを計測した。

②斜角により、床版支間、及び内部鋼材（リブ）の配置方向が一般部に対し変化することから、これによる床版たわみへの影響を確認するため、C8、C12位置の床版の鉛直変位を計測した。

2.2 平面曲線に起因する変形挙動の確認

主桁のねじれに関する解析値・計測値を表-1、

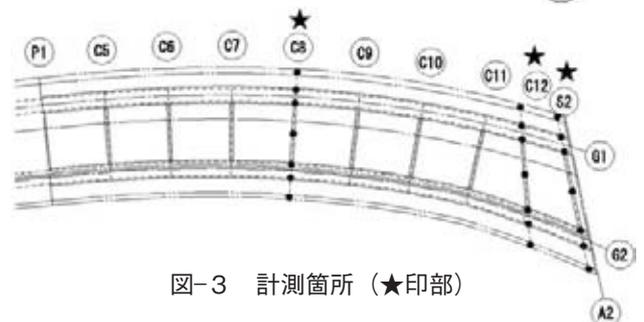


図-3 計測箇所（★印部）

表-1 解析値と計測値の比較 $\delta=1\sim3.5$ (mm)

		比較 $\delta=1\sim3.5$ (mm)	
		解析値	計測値
C8	G1	-1.8	-2.5
	G2	-1.6	-1.0
S2	G1	2.9	3.8
	G2	2.5	1.5

※支承線軸まわりの値

図-4 主桁のねじれ方向

図-4に示す。ここで、C8位置の値がおおむね一致していることから、解析値、実測値とも妥当であると考えられる。

2.3 斜角に起因する変形挙動の確認

(1) 主桁端支点部の回転方向

主桁端支点部は荷重载荷により回転変位が生じるが、斜角を有する場合、この回転方向については、以下の2通りが想定される（図-5）。

①主桁直角軸回りの回転

②支承線（斜角）軸回りの回転

表-1より、S2位置の計測値は解析値とおおむね一致しているため、端支点部の回転方向は支承線（斜角）方向であると考えられる。

(2) 合成床版のたわみ

本橋における合成床版（パイプスラブ）の床版支間方向、及びリブ配置を図-6に示す。

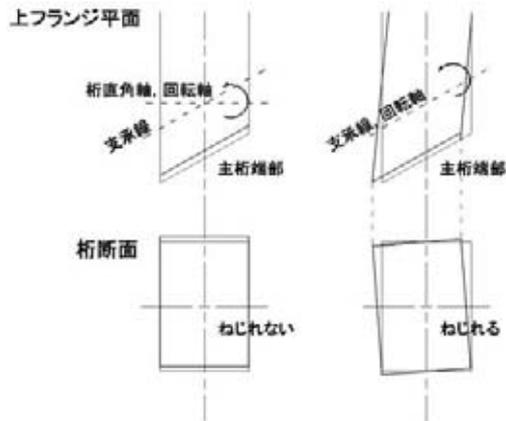


図-5 斜角による主桁端部の挙動イメージ

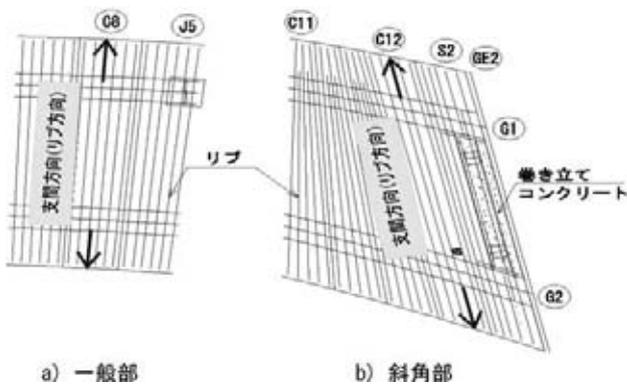


図-6 床版の支間方向及びリブ配置

一般部では、床版支間方向が主桁直角方向であるため、リブ配置もこれに合わせている。これに対し、桁端部では床版支間を斜角方向とする必要があるため、リブ配置方向をC11付近から順次変化させ、斜角方向に対応している。

床版の出来形に影響を及ぼす合成床版パネルのたわみ量は、床版支間の影響を大きく受けるため、解析値の妥当性を計測結果より確認することとした。

主桁上での合成床版パネルの支持状況、及び解析モデルを図-7、図-8に、解析値、及び計測値を表-2に示す。

1) 一般部のたわみ

斜角部との比較用データとして、一般部(C8)にて解析・計測を行った。整合性については、 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ はおおむね一致したが、 $\delta 3$ は計測値が解析値に対し、5割程度の値となった。

2) 斜角部のたわみ

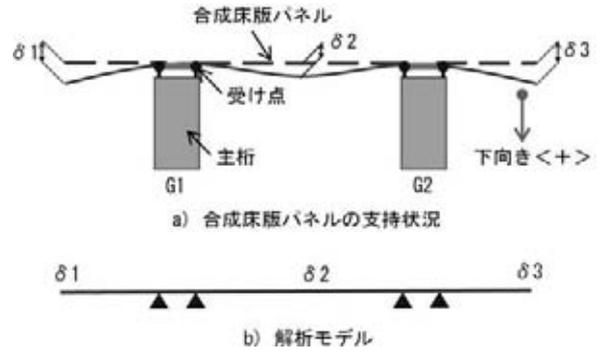


図-7 合成床版パネルの支持状況と解析モデル



図-8 合成床版の内部鋼材

表-2 合成床版パネルのたわみ

		たわみ (mm)	
		解析値	計測値
C1-C11 (C8上)	$\delta 1$	8.4	8.0
	$\delta 2$	5.2	6.0
	$\delta 3$	8.4	4.0
C11-S2 (C12上)	$\delta 1$	9.8	6.0
	$\delta 2$	10.1	4.5
	$\delta 3$	12.4	7.0

桁端部の床版は、巻き立てコンクリートで支持されることにより変形挙動が異なるため、C12位置にて解析・計測を行った。整合性については、 $\delta 1 \sim \delta 3$ とも、計測値が解析値に対し4~6割程度の値となった。

斜角部の支間長は一般部の約1.3倍であるが、たわみ計測値は一般部の解析値に対し、8割程度の値となった。

3) 考察

以上の結果に対する考察を以下に示す。

- ①一般部における床版たわみは、解析値と計測値でおおむね一致したことから、解析モデルの床版支間、及び支点位置は妥当である。
- ②一般部において $\delta 3$ のみ傾向が異なる点については、今後、計測データを蓄積して判断する必

要がある。

- ③斜が想定と逆の傾向となった要因としては、巻き立てコンクリート、パネル形状、リブの配置密度等の影響が考えられ、今後の検証課題である。以上より、一般部の挙動は、おおむね把握できたが、斜角部では、不明点が残ったため、引き続き検証を行う予定である。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 支承固定装置の設置

本橋には、機能分離型支承が採用されている。桁架設時には曲線桁特有の温度変化による水平移動が橋軸・橋軸直角方向共に生じるため、図-9、10に示す支承の水平移動を制限する固定装置を仮設備として設置し、桁架設完了後に支承固定（グラウト打設）を行い、本装置を撤去した。

固定装置の設置要領は、完成時の固定条件に合わせることで、固定支点となるP1橋脚鉛直支承では橋軸・橋軸直角方向の水平移動を制限し、橋軸方向のみ可動支点となるA1、A2橋台鉛直支承に対しては、橋軸直角方向の水平移動を制限することとした。

3.2 バランシング工法による桁架設



図-9 P1橋脚固定装置



図-10 A1橋台固定装置

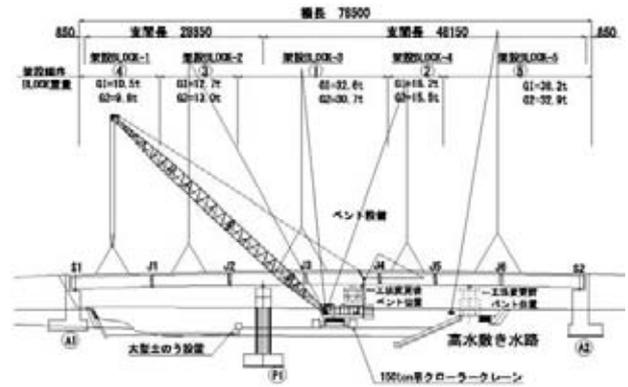


図-11 変更架設計画

当初の計画では、A2橋台からA1橋台に向かって桁架設を行う手順となっていたが、この手順では新設改良の高水敷き水路上にベント設備を設置することになるため、水路の損傷等、構造物への影響が懸念された。

そこで、架設順序を再検討し、中間支点であるP1橋脚から両橋台に向かって桁架設を行うバランシング架設を採用した（図-11）。

変更後の架設計画では、高水敷き水路上のベント設備を省略可能とした一方で、桁本体のたわみや河床内のベント設備に作用する反力が大きくなる問題があった。そのため、安全に架設が行えるよう各ステップに対する構造解析を行い、たわみ量や反力バランスを確認し、架設順序を決定した。

本工法変更により、新設構造物へのベント設置を回避し、問題なく架設を完了することができた。

4. おわりに

本橋は2径間の橋梁ではあるが、本稿のとおり、特別なエッセンスが詰まった橋梁であった。このような橋梁を題材に、実測による挙動確認ができたことは、今後の類似橋梁に対して有益であったと考えられる。現場施工においては、支承固定装置の設置や架設順序の変更をはじめ、多くの工夫により、品質確保の上、無事故にて完成させることができた。

最後に、本橋の施工にあたり御指導を賜りました鳥取県中部総合事務所殿、及び御協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。

鋼上路式ローゼ橋における制震ダンパーの設置およびアーチ支承部のコンクリートヒンジ化施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

北陸事業部工事課総括工事長

額 谷 啓 司[○]

Keiji Nukatani

北陸事業部構造技術課係長

泉 谷 智 之

Tomoyuki Izumiya

1. はじめに

岐阜県岐阜市と富山県高岡市を結ぶ一般国道156号は、第1次緊急通行確保路線に位置付けられており、平行路線としては東海北陸自動車道のみとなっている。

湯出島橋（図-1）が掛かる南砺市上梨地内は、世界文化遺産に登録されている飛騨白川郷や五箇山合掌集落を結ぶ間に位置し、同国道は主要観光路線になっている。

平成16年10月に発生した新潟県中越地震を機に「緊急輸送道路の耐震補強3箇年プログラム」が策定されたが、湯出島橋は特殊な構造を有する橋梁に該当し、このプログラムでは耐震補強を行うことが出来なかった。

近年、耐震補強工法は著しく進歩しており、新たな制震デバイスが研究開発・商品化されている。



図-1 着工前全景写真

本稿では、これら製品を用いた湯出島橋の耐震補強工事の内、主に制震ダンパーの設置およびアーチ支承部のコンクリートヒンジ化について、その施工概要と品質確保のために行った創意工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：一般国道156号湯出島橋耐震補強工事
- (2) 発 注 者：富山県砺波土木センター
- (3) 工事場所：富山県南砺市上梨地内
- (4) 工 期：平成26年4月1日～平成26年12月12日
- (5) 橋梁形式：鋼上路式ローゼ橋、鋼単純合成桁橋他
- (6) 橋 長：453.9m(内、工事対象は202.6m)
- (7) 有効幅員：〔車道〕8.0m, 〔歩道〕1.5m
- (8) 完 成 年：昭和50年(平成27年現在、橋齢40歳)

湯出島橋は、前年度に一部の耐震補強工事が施工済みであり、該当するアーチリブ横構および支柱対傾構が、座屈拘束ブレースに取り替えられている。

本橋の耐震補強として、アーチ径間と側径間が一体として挙動させた方が、A1橋台およびP3橋脚に設置する制震装置が効果的に働くことから、本工事では、P1、P2橋脚における橋軸方向固定装置の設置、A1橋台およびP3橋脚における支承加工も一緒に行っている（図-2）。

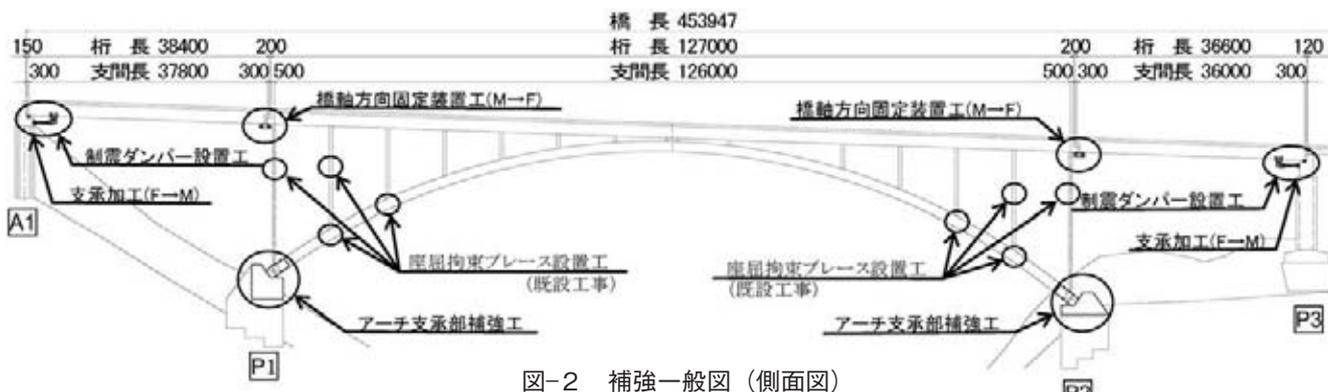


図-2 補強一般図(側面図)

2. 制震装置設置工

A1橋台, P3橋脚に設置される変位拘束型ダンパー(以降, 制震ダンパー)は, シリコン系粘性材の流動抵抗により地震時の大きな衝撃力を受け止め, 入力エネルギーを効率良く吸収・逸散し応答加速度や変位を効果的に抑制する製品が採用された(図-3)。



図-3 変位拘束型ダンパー(KVダンパー)

(1) 現場における問題点

制震ダンパーの設置にあたっては, 設置箇所における桁温度による挙動が問題であった。アーチ径間部に側径間を一体化させて, 支承の固定可動条件を変更させる本工事では, 温度による桁の移動方向が変更前後では異なるからである。

(2) 対応策と適用効果

そこで, 他工種を含めた施工手順を整理すると共に, それを踏まえた温度管理表を作成して, 制震ダンパーの設置を行った(図-4, 5)。

制震ダンパーは, ある程度速度をもった外力に対しては剛性が非常に高いため, 現場でストローク調整することは困難となる。そこで, 制震ダンパー取付時の温度を想定して, 取付時設計長よりも20mm短いストローク長で両端クレビスを仮固

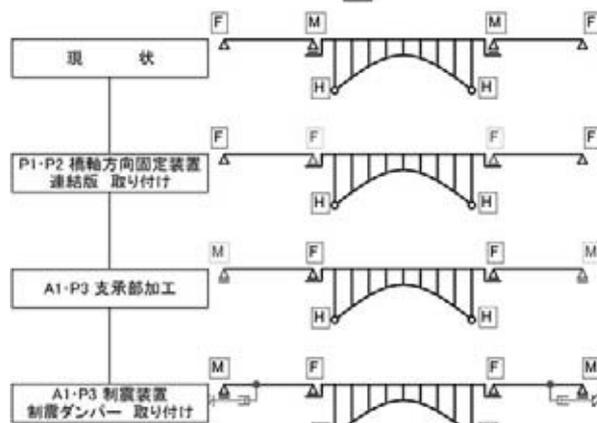


図-4 制震ダンパー取り付けフローチャート

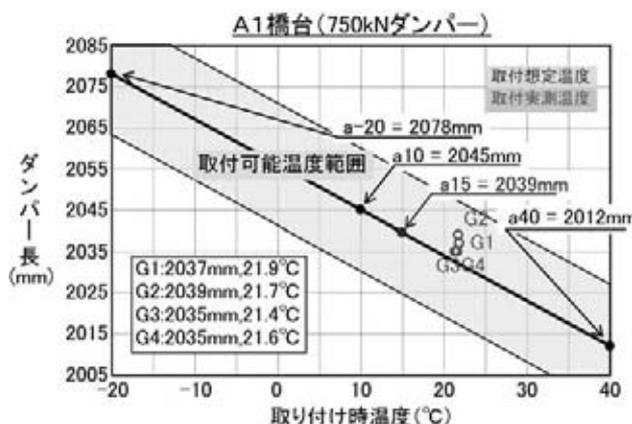


図-5 取付時温度とダンパー長

定して, 現地搬入・設置を行った。

また, シリンダーの太くなっているところは保護パイプ(カバー)であり, 玉掛け索が掛からない様に仮固定材を吊って設置作業を行った(図-6)。

以上の配慮から, 取付時に想定した製品長に対して, 適切な取付間隔の元, 制震ダンパーを設置することができた(図-7)。



図-6 制震ダンパー設置状況



図-7 制震ダンパー設置完了

3. アーチ支承部補強工

湯出島橋は上路式ローゼ形式であり、アーチ支点部はヒンジ構造となっている。ただし、ヒンジ部はレベル2地震動を想定した設計が行われていないことから、従来のタイプA支承（支承単体ではレベル2地震動の耐力を有していない）と見なされる。

ヒンジ部はアーチ構造を支える重要部材であり、レベル2地震動に対する耐力を有する必要があるが、支承本体を取り替えるのは困難なため、タイプB相当の支承として耐力を有し、橋軸直角方向の地震力に対して負反力が生じない様な構造が

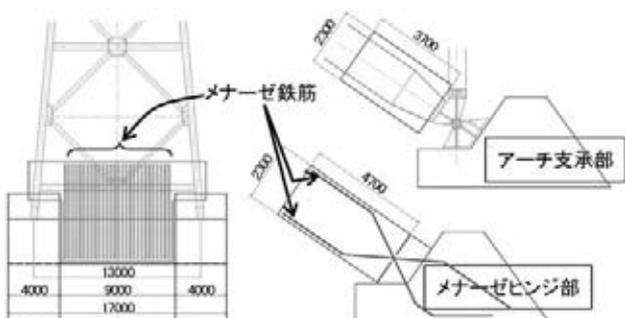


図-8 アーチ基部メナーゼヒンジ構造

求められた。

そこで、最下段水平支材をコンクリートで巻き立て、メナーゼ鉄筋で下部工と一体化する案が採用された（図-8）。

(1) 現場における問題点

メナーゼヒンジの施工は、既設下部工に接する3面を拘束されたマスコンクリート施工となるため、熱影響によるひび割れの発生が懸念された（図-9）。

マスコンクリートとは、部材断面の最小寸法が大きく、かつセメントの水和熱による温度上昇で有害なひび割れが入るおそれがある部位のコンクリートである。

(2) 対応策と適用効果

そこで、現設計におけるひび割れ発生の可能性とセメント特性や誘発目地に着目したひび割れ抑制効果を検証するため、温度応力解析を実施した。

温度解析は、3次元の解析モデルを用いて、当初設計の配合を含む、セメント、打込み温度、目地箇所数に着目した計6ケースについて行った（図-10）。

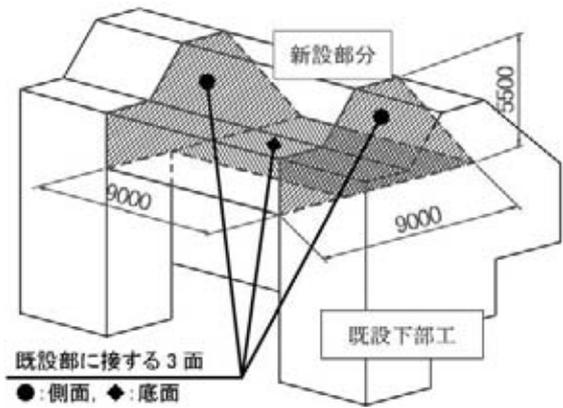


図-9 下部工全体図（P1基部）

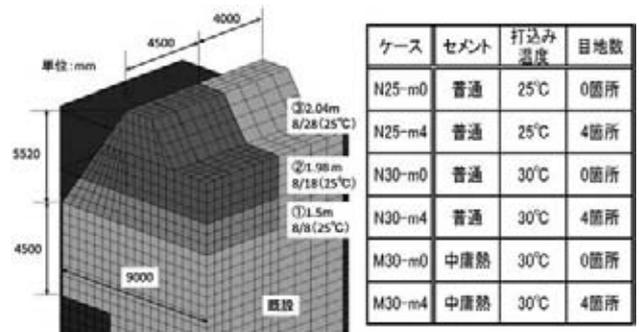
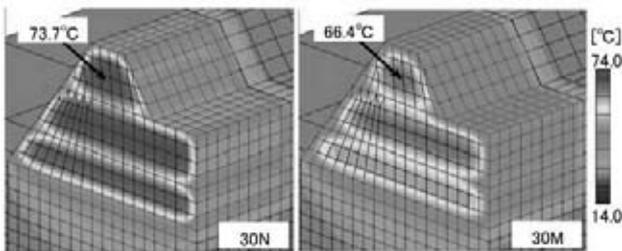


図-10 3次元1/2モデルおよび解析ケース

解析より、普通ポルトランドセメントから中庸熱ポルトランドセメントへ変更することで、コンクリート内部で発生する水和熱を7℃程下げられることが判った（図-11）。また、当初計画されてなかった目地を4箇所併用することで、橋軸直角方向の応力を2.5N/mm²程低減できることが判った（図-12）。

図-13に使用セメント毎の目地間隔と最小ひび割れ指数の関係を示す。ひび割れ指数とは、コンクリートに発生する引張応力に対する引張強度の比と定義されており、その値が大きいほどひび割れ発生リスクは小さい。一般に、ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならない様に制限したい場合、ひび割れ指数は1.0以上とし



(a)普通ポルトランドセメント (b)中庸熱ポルトランドセメント
図-11 温度分布（打込み温度30℃）

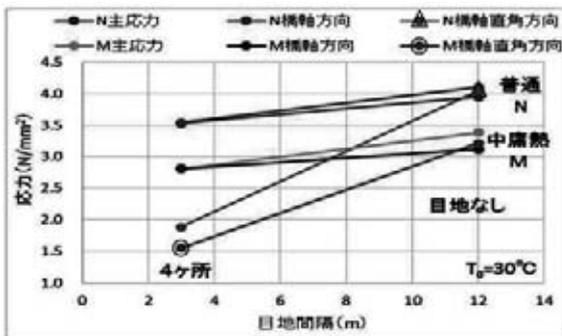


図-12 目地間隔と発生応力の関係

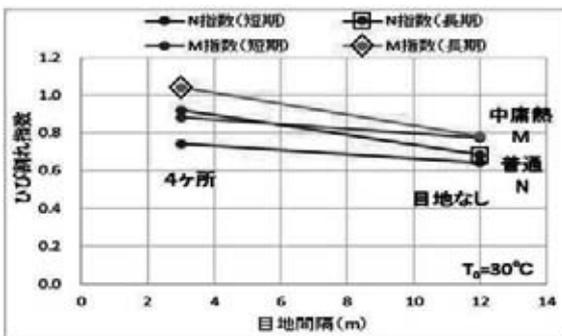


図-13 目地間隔と最小ひび割れ指数の関係



図-14 アーチ基部コンクリート施工完了



図-15 完成写真（左岸上流側より）

ている。

当初設計(普通ポルトランドセメント/目地0箇所)では0.7程度であったひび割れ指数が、中庸熱ポルトランドセメントおよび目地4箇所に変えることによって、1.0以上となることが判明した。

本結果は発注者へ報告し、提案の上、実施工へ反映させて、有害なひび割れを一切発生させることなく、アーチ基部コンクリートの施工を完了することができた（図-14）。

4. おわりに

湯出島橋の耐震補強工事は、アーチ基部コンクリートの施工を終え、平成26年12月に無事竣工を迎えることができた（図-15）。

最後に、本工事の施工にあたり、発注者である富山県砺波土木センター並びに関係機関の皆様には、多大なるご指導・ご協力を賜りました。また、工事期間中は、地元の皆様にご迷惑をお掛けしつつ、多大なるご理解とご協力を頂戴しました。本紙を借りて厚くお礼申し上げます。

多点同時変位計測システムを用いたこ線橋の 支保工変位モニタリング

広島県土木施工管理技士会

株式会社ビーアールホールディングス

現場代理人

向井 寿一[○]
Toshikazu Mukai

極東興和株式会社

監理技術者

寄井 治
Osamu Yorii

極東興和株式会社

河金 甲
Hajime Kawakane

1. はじめに

近年、建設事業において ICT（情報通信技術）を導入して品質や出来形の向上を目指す情報化施工が注目されている。情報化施工は、大規模な土工事における建設機械の自動制御や出来形管理等の分野で先行導入されてきた。コンクリート工事においても、IC タグとタブレットを組み合わせた生コンの打込み管理や、無線温度センサーを活用した養生管理等、採用事例が増えつつある。ここでは、情報化施工の一つとして行った、多点同時変位計測システムを用いたコンクリート打込み時のトラス梁式支保工変位モニタリングによる橋面高さの出来形精度向上及び安全性向上への取り

組みを報告する。

工事概要

- (1) 工事名：高徳線阿波大宮・板野間吹田こ線橋上り線上部工新設工事
- (2) 発注者：四国旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：徳島県板野郡板野町吹田
- (4) 工期：平成27年5月15日～平成28年6月30日
- (5) 工事内容（図-1）

施工延長：62.0m

※高松自動車道（四車線化）の吹田高架橋（PRC 10径間連続ラーメン箱桁橋、橋長 L=415m）の第1施工区間（P4-P5径間、JR高徳線こ線部分）

有効幅員：9.810m

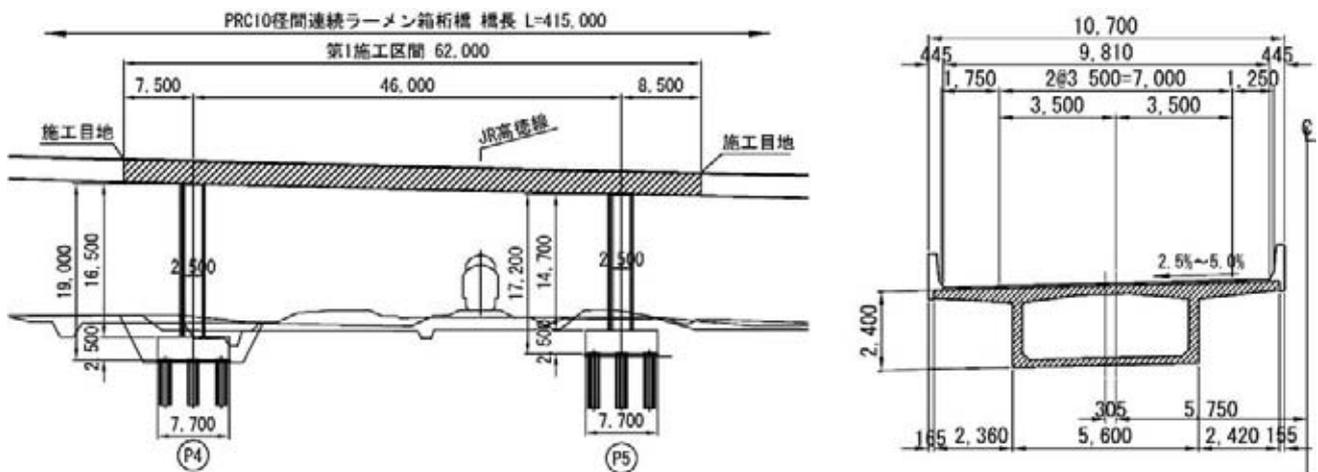


図-1 橋梁概要図

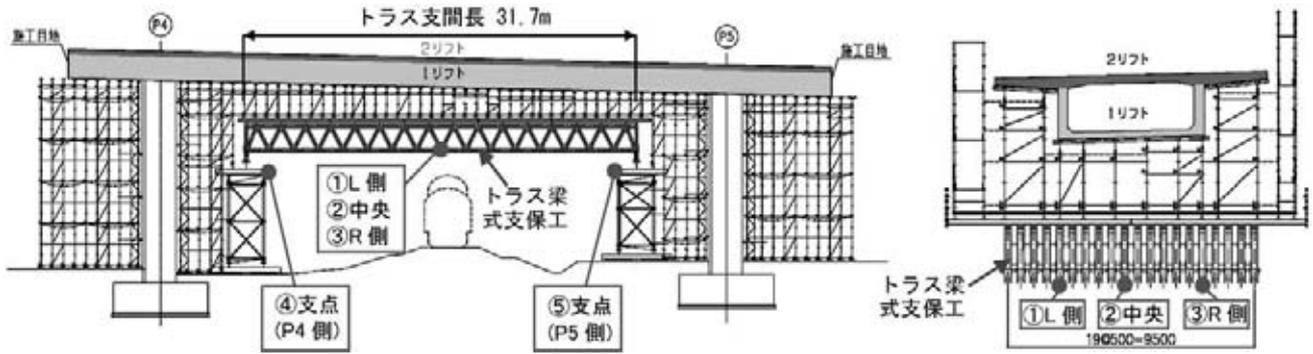


図-2 架設図および計測位置

2. 現場における問題点

本工事の主旨は、図-2に示すように固定支保工架設工法を用いて、1リフト目に下床版とウェブ、2リフト目に上床版のコンクリート打込みを行うことにより製作した。施工区間中にあるJR高徳線を跨ぐため、支保工には長支間化が可能なトラス梁式支保工を採用した（図-2、図-3）。このトラス梁式支保工を用いた本橋の施工にあたり以下の問題点があった。

(1) トラス梁式支保工のたわみ

トラス梁式支保工を用いて支保工の長支間化を図ると、コンクリート打込み時の梁材のたわみ量は大きくなる。打込み時の梁材のたわみ分はあらかじめ上げ越して施工するため、橋面高さの出来形精度向上にはトラス梁のたわみ予測が重要である。

一方、本橋に用いた支間長が31.7mもあるトラス梁式支保工の使用実績は少なく、たわみ予測に関するデータの蓄積が十分ではなかった。さらに、2リフト目のコンクリート打込み時には、トラス梁と1リフト目の施工部分(下床版とウェブ)が抵抗して複雑な挙動となることが考えられた。

(2) たわみ量計測方法

上記のようなたわみ予測の妥当性を確認するには、コンクリート打込み時にトラス梁式支保工のたわみ量を計測する必要がある。一般的なたわみ量計測手法として、図-4に示すような計測対象物に下げ振りを設置して、その変位量を計測する手法がある。しかしながら、トラス梁直下にJR



図-3 施工状況

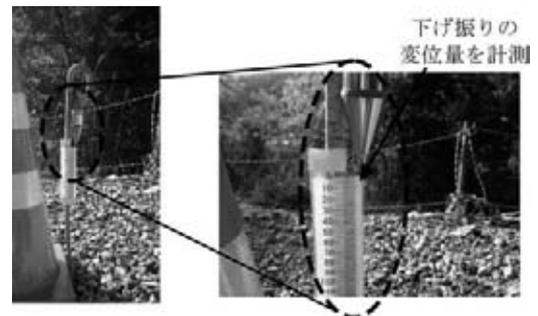


図-4 たわみ量計測手法の一例

高徳線が通過している本橋では用いることができなかった。

(3) 安全対策

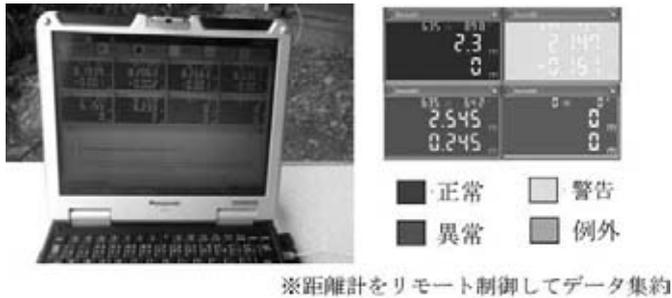
コンクリート打込み作業は昼間に行うため、JR高徳線が通過中での作業となり、安全に十分配慮した施工が不可欠であった。このため、コンクリート打込み作業中に支保工に異常があれば早期に察知して対策を講じる、または作業を中断する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 多点同時変位計測システムの概要



図-5 レーザー距離計



※距離計をリモート制御してデータ集約

図-6 計測画面（ステータス表示例）

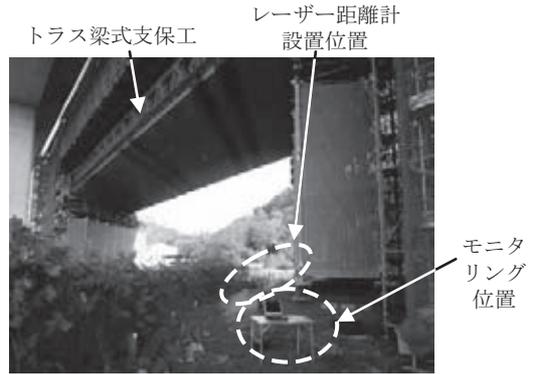


図-7 変位計測状況



図-8 レーザー距離計設置状況

コンクリート打込み作業時に、トラス梁直下から離れた位置でも多数の測点を同時に計測可能な多点同時変位計測システム¹⁾を適用した。このシステムは、山岳トンネル施工時の切羽監視のために開発されたものである。多点同時変位計測システムの主な特徴を以下に示す。

- ① Bluetooth 通信機能によりワイヤレスで複数台のレーザー距離計（図-5）を同時にリモート制御して、距離（計測可能距離100m、精度±1mm）と角度計測（精度±0.05°）を行う。
- ② 連続計測機能（最小計測間隔：1秒）により、各レーザー距離計で計測したデータをあらかじめ設定したしきい値内であるか常時比較してステータス表示が可能である（図-6）。
- ③ 計測対象へのターゲットプレートやプリズムを設置しなくても計測可能であり、人が立ち入ることができない箇所の計測が可能である。

(2) 本施工への適用方法

コンクリート打込み時における支保工変位計測位置を図-2に、計測状況を図-7と図-8に示す。トラス梁の支間中央変位を3箇所（中央とウェブ直下付近）と、トラス梁支点部のH鋼の変位量を計測した。なお、計測間隔は1分とした。

モニタリング中、たわみ量の計算値が最大で-9mmであることを考慮し、計算値からの差に応じて以下の対処を行うこととした。

- ① 計算値-5mmを超えた場合（警告）
計測間隔を短くして、継続的に変位が増加するか経過観察するとともに、支保工の点検を実施する。
- ② 計算値-20mmを越えた場合（異常）
作業を中断して原因を究明する。
- (3) 適用結果

打込み開始から完了までの支間中央におけるトラス梁たわみ量の推移を図-9に、打込み完了時の実測値と計算値との比較を表-1に示す。トラス梁のたわみ量は、トラス梁の支間中央変位量の実測値から支点変位量の実測値を引くことにより求めた。なお、支点位置の変位量は最大でも-2mmと小さかった。

主桁自重によるトラス梁のたわみ量の計算値は、2次元フレーム解析により求めた。本橋で採用したトラス梁は横方向を密に連結した構造であった

ため、主桁自重を全てのトラス梁で均等に負担すると仮定してたわみ量を算出した。また、2リフトのたわみ量の計算には1リフトの主桁剛性をトラス梁との重ね梁として考慮した。

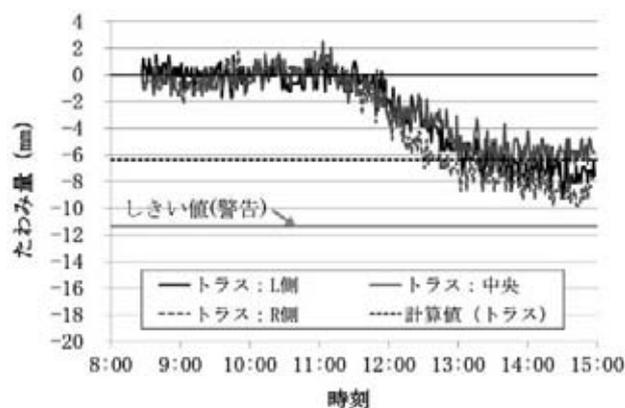
図-9に示すように、1リフトは11時頃、2リフトは10時半頃からトラス梁支保工上の箇所のコンクリート打込み作業となり、トラス梁のたわみ量が増加し始めた。その後、コンクリート打込み作業中にたわみ量が急激に増加することはなかった。図-9からもわかるように、作業中の「警告」のしきい値とした計算値から-5mmを越えるたわみ量になることはなく、無事に作業を終えることができた。

表-1に示す実測値をみると、1リフトと2リフトともにウェブ直下の「L側」と「R側」が「中央」よりも大きなたわみ量となる傾向があった。しかし、その差は最大でも3mm程度と橋面高さの出来形管理の範囲である50mm(+5~-45mm)に対して小さく、平均するとほぼ計算値に近い値であった。このため、本施工で用いたトラス梁式支保工において、今回と同様の計算手法によりたわみ予測を行い、たわみ分を上げ越して施工すれば、トラス梁のたわみが出来形に及ぼす影響は考慮できると考えられる。

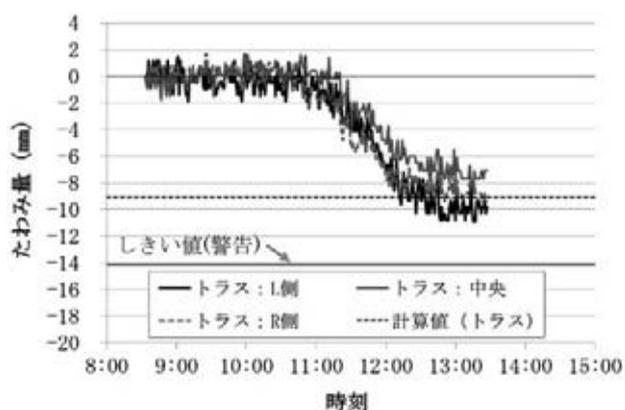
4. おわりに

本橋はJR高徳線上の施工ということで、特にコンクリート打込み作業は慎重に行う必要があった。今回、山岳トンネル施工時の切羽監視に用いられていたシステムを本施工に適用することで、レーザー距離計のリモート制御によりリアルタイムに支保工変位をモニタリングして、安全性を高めたコンクリート打込み作業を行うことができた。

多点同時変位計測システムは、計測対象へのターゲットを必要とせず、複数の計測対象の距離変動を簡易にモニタリングできる技術である。今回のようなトラス梁式支保工の変位計測だけでは



(1) 1リフト打込み時



(2) 2リフト打込み時

図-9 トラス梁たわみ量の推移

表-1 実測値と計算値の比較

	1リフト			2リフト		
	L側	中央	R側	L側	中央	R側
実測値	-7.6	-5.8	-8.4	-9.8	-7.1	-9.4
計算値	-6.4	-6.4	-6.4	-9.1	-9.1	-9.1
差 (実測-計算)	-1.2	0.6	-2.0	-0.7	2.0	-0.3

なく、例えば、門型クレーンを用いた主桁架設時の架設機材変位モニタリングによる安全対策等、PC橋施工時に今後も活用していきたい。

参考文献

- 1) 寺島佳宏他：多点同時変位計測による切羽安全監視システムの開発と不良地山における試験適用，トンネル工学報告集第20巻，pp. 219-223，2010. 11

ポータブル1孔式RI密度・水分計SPITER(スピッタ)の開発

東京土木施工管理技士会

東亜建設工業株式会社

技術課長

堺 谷 常 廣[○]

T. Sakaiya

主任技術者

大和屋 隆 司

R. Yamatoya

工事担当

青 木 雅 俊

M. Aoki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東京国際空港D滑走路建設外工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 工事場所：東京都大田区羽田空港内
- (4) 工 期：平成19年3月～平成22年8月

東京国際空港D滑走路建設外工事（以下、D滑走路工事）は、既存の羽田空港沖500mに新たにD滑走路を建設するものである。滑走路の延長は、3,120mで多摩川側が栈橋構造、第一航路側は埋立構造となっている。図-1に滑走路の平面図を示す。

本工事の特徴として

- ・滑走路の標高が既存の空港に比較して高い。
- 滑走路が第一航路に隣接しており、航行する船



図-1 D滑走路の全体平面図

舶と滑走路に進入する航空機の制限表面の関係から、滑走路面はT.P10～13mと既存の空港（T.P+4m）と比較して高くなっている。

- ・原地盤が深く、軟弱であるため、埋立土量が多い。

埋立の原地盤がT.P-19mと深く埋立工事としても困難な工事である事に加え、軟弱層が18mと厚く堆積しているため、8m程度の沈下が生じる。そのため、埋立・盛土厚が27mに達するものとなった。滑走路を建設する全土量は、水中の埋立分が約2,000万 m^3 、気中の盛土分が1,000万 m^3 となった。

- ・施工期間が3.5年と短い。

供用開始が平成22年10月に予定されている中で、工期が設定されていたため、施工期間が3.5年と同様の空港工事の中では極めて短い。

2. 現場における問題点

短い施工期間と空港の重要性から、施工の効率化を進めながら、所定より高規格の品質を確保する必要があった。この問題の中で課題の一つが盛土の転圧であった。盛土の転圧は、一層の盛土厚を20～30cmの薄層でまき出して転圧する事が一般的な施工法である。薄層で転圧する施工方法は、長く変わる事はなかったが、近年土木機械の大型化、高性能化が進んでおり、従来の転圧機が100kN級であることに対して、470kN級の大型転圧

機械が開発させるなど、盛土の厚層化が進んでいた。例えば、関西国際空港二期工事では、路体の盛土厚が60cmとなり、東日本・中日本・西日本高速道路株式会社では、「土工施工管理基準」に「大型締固機械による厚層盛土の品質管理」を定めて60cm盛土の施工の普及を進めていた。盛土を厚層化する事は、施工の効率化による工程の短縮につながるため、D滑走路工事でも、大型転圧機械による転圧効果の確認を行い最適な品質管理方法、厚層化用計測計器の開発を行い、盛土の効率化により工期短縮を図るものとした。

大型転圧機は、酒井重工業のSV900D（起振力470kN級）を採用した。盛土材料は、千葉県で産出する山砂であり、全土源（30か所）の最大乾

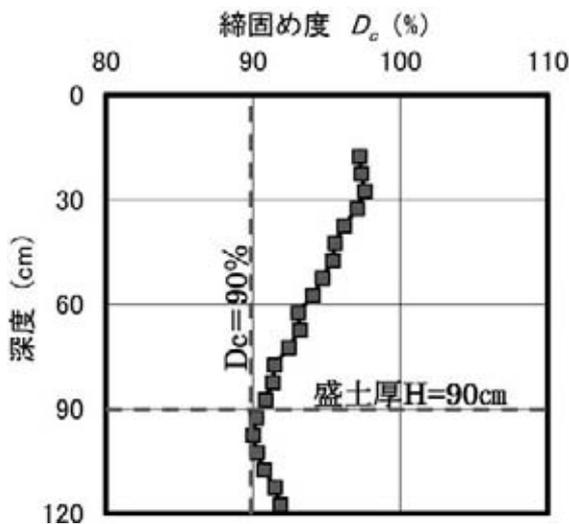


図-2 盛土内の密度分布

燥密度を求めて、最大値、最小値、平均値に近い材料を用いて、実機により試験施工を行った。試験より深度90cmで締固め度 $D_c \geq 90\%$ を満たす結果を得た(図-2)。この結果より、盛土厚90cmで日常的に品質管理が可能な計測計器を開発する事となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 厚層盛土用計測計器の比較

厚層化計測用の計器として代表的なものを、表-1に示す。試験施工では、5cm毎に計測できる2孔式RI密度計を用いる事が多いが、計測項目が湿潤密度だけであるため、乾燥密度を求めるには、試験後盛土を掘り起こし、盛土内の水分量を別に計測する必要があるため、日常管理には不向きであった。

表面型透過型RI密度水分計は薄層盛土用であり、厚層盛土に使用する場合は、盛土内の湿潤密度の分布が一樣であると仮定して、表層の密度から深層部の密度を推測し品質管理を行うものである。60cmまでは実績があるが、それより厚い場合は、信頼性が確認できなかった。そのため、直接盛土の深部を計測できる計器として1孔式RI密度水分計SPITERの開発を行った。

3-2 1孔式RI密度・水分計SPITERの概要

SPITERは図-3のように、転圧完了後にガイ

表-1 RI計測計器の比較

計測計器	表面透過型RI密度水分計 ANDES	2孔式RI計器 FRID	1孔式RI密度・水分計 SPITER
概要	微少なラジオアイソトープを用いた土の水分・密度測定を行う。 RI線源棒を土中に挿入し計測	微少なラジオアイソトープを用いた土の密度測定を行う。 2本のガイドパイプに線源と受信部を別に入れて、パイプ間の密度を計測	微少なラジオアイソトープを用いた土の密度測定を行う。 1本のガイドパイプに線源と受信部を入れて計測
計測項目	湿潤密度、水分量	湿潤密度	湿潤密度、水分量
計測厚さ	20~30cm毎	5cm毎	30cm毎
計測できる盛土厚	20~30cm	1.5m程度(ガイドパイプ長さで調整)	1.2m

ドパイプを削孔・挿入し、ガイドパイプ内に計測プローブを挿入する事により盛土中の密度、水分量を計測する。1本のガイドパイプにより複数の計測を行うため1孔式と称している。計測深度は120cmまでで、盛土を上中下の3層に分けて各層30cmごとの湿潤密度、水分量の平均値を計測する。ガイドパイプは任意の場所に挿入できる。また、計測終了時に撤去できるため、日常管理に適している。

3-3 RI 密度水分計の計測原理

SPRITRは、3本の計測プローブからなり、それぞれγ線密度計、BG計、RI水分計と呼ぶ。

γ線密度計は、線源部に装着された¹³⁷Cs（セシウム137）から放出されるγ線と物質との相互作用を利用している。γ線が物質中を通過する際に、原子の軌道電子との間に相互作用が起こり、エネルギーの一部を軌道電子に与え、自らは小さなエネルギーになって進行方向を変える。測定対象となる物質を構成する原子の軌道電子の総数は、陽

子と同数であることから、電子の数は、その物質の密度と一意的な関係で表すことができる。

また、γ線を放射する物質はわずかながら地盤中にも存在し、これらから放出されるγ線をBG（Back Groundの意）と呼んでいる。BGの存在は密度計の測定にとってノイズ成分となるため、補正が必要となる。線源が装着されていないBG計を用いて自然放射線測定（BG測定）を行い、測定値からBGの影響を除去する。

RI水分計は、中性子と物質を構成する原子の原子核との相互作用を利用している。中性子線源には、²⁵²Cf（カリホルニウム252）を使用する。²⁵²Cfからは、速中性子と呼ばれるエネルギーの大きい（一般に0.5MeV以上）中性子が放出されているが、速中性子が物質中の原子核と衝突すると、次第にその運動エネルギーを失い、熱中性子と呼ばれるエネルギーの低い（およそ0.025eV）状態になる。速中性子を熱中性子に変換させる能力を減速能と呼び、水素原子の減速能は、他の原子と比較して非常に大きい。物質中に水素原子が多く存在するほど、速中性子は水素原子との衝突を繰り返すことによってエネルギーを失う。水素原子が

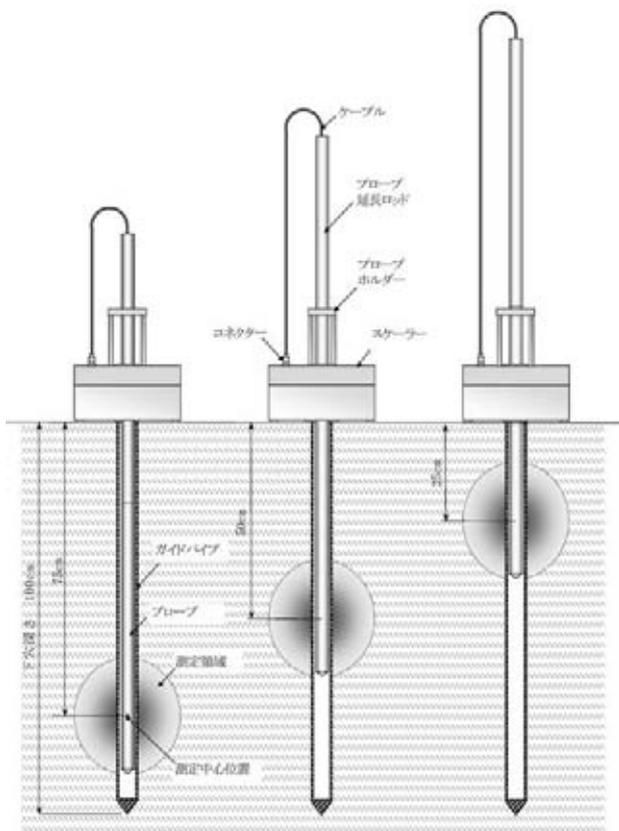


図-3 SPRIERの概要（計測）

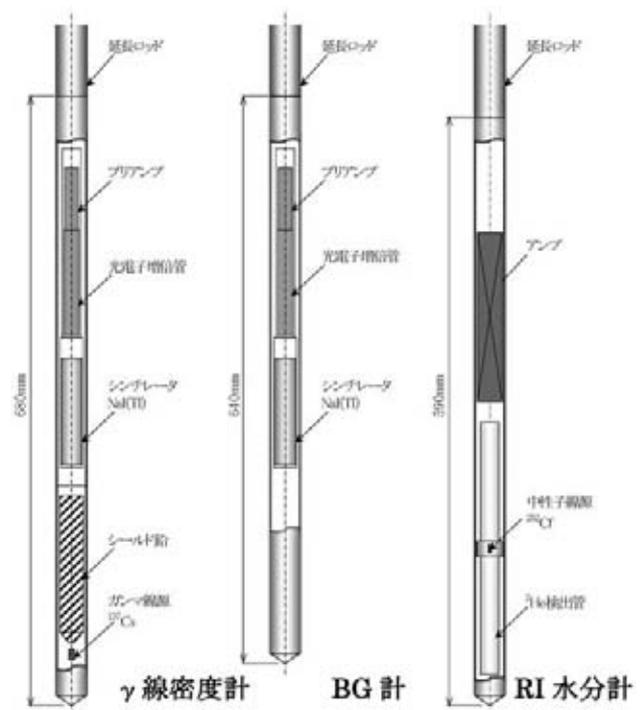


図-4 SPRIERの計測プローブ

表-2 SPRITR の仕様

測定方式	密度: γ 線散乱型 水分: 中性子散乱型
線源	密度計: ^{137}Cs 3.7MBq 水分計: ^{252}Cf 1.1MBq
測定深さ	G.L. - 75cm、- 50cm、- 25cm (これ以外も可変)
測定時間	9分 (1分×3プローブ×3深度)
適用ガイドパイプ	STK400 ϕ 42.7×t2.3

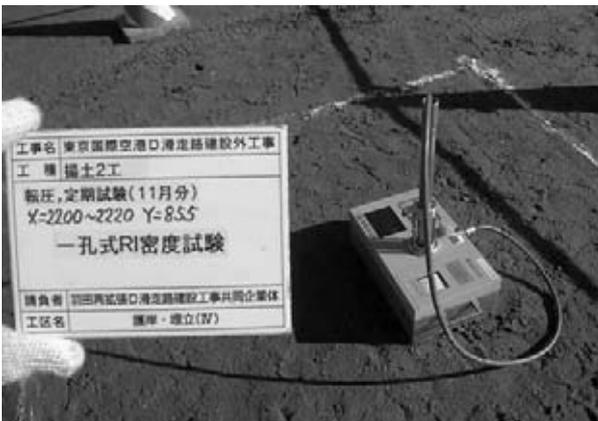


図-5 計測状況

多い物質ほど、速中性子から熱中性子へと変換される機会が多くなる。地盤中の水素原子は、そのほとんどが水を構成する元素として存在しており、熱中性子を計数することによって、地盤中の水分量を測定することができる。表-2は、SPITRの仕様、図-5は計測状況である。

3-4 盛土の品質管理と SPRITR による計測

盛土の品質管理は、一般的に転圧機と盛土厚と転圧回数を工法管理と転圧後の盛土の密度を計測による品質管理を組み合わせる手法をとる事が多い。そのため、本工事でも、転圧機 (SV900D) に GPS 転圧管理システムを設置して、盛土厚 (90 cm) 転圧回数 (8 回) をリアルタイムで管理を行った。転圧後、SPRITR を使って 1 日/箇所 の頻度で土中の密度を計測し締固め度 D_c を確認した。

3-5 盛土の圧縮量の計測

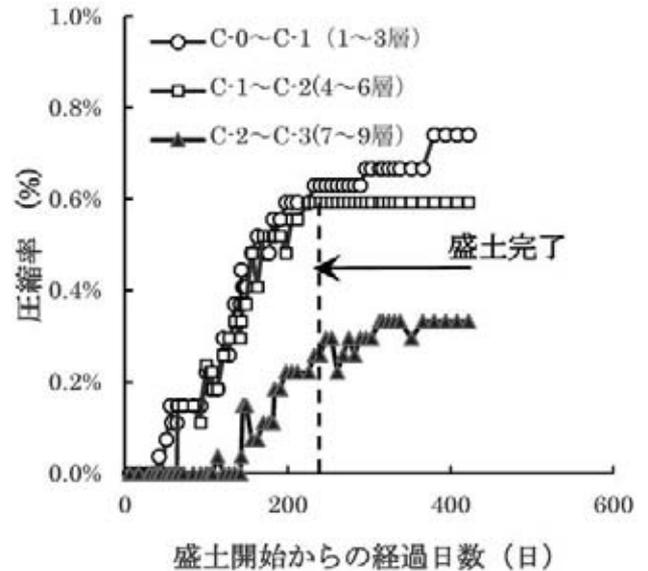


図-6 クロスアーム式沈下計の計測結果

施工中から供用開始まで 1 年間の盛土の圧縮量を計測するため、クロスアーム式沈下計を設置して圧縮量の計測を行った。一般的に盛土の圧縮量は、施工中は 1%、供用開始後のクリープ量は、0.3~1% 程度である。締固めが適正に行われていない場合、クリープ量が大きくなり、供用中の盛土の変形が生じて滑走路の不陸の発生など有害な沈下につながっていく。図-6 が実際の計測結果である。転圧中の盛土の圧縮量は $\epsilon \approx 0.6\%$ となった。また、盛土完了後のクリープ量 $\epsilon \approx 0.2\%$ と従来の盛土のクリープ量より小さなものとなった事が確認された。

4. おわりに

圧層盛土の採用により施工の効率化が図られて、盛土量が約 8 万 m^3 /日に及び、従来の薄層施工と比較して約半年の工期の短縮となった。この結果、無事に平成 22 年 10 月の供用開始を迎える事ができた。今後、盛土の施工は盛土の厚層化の方向に向かうものと考えられるが SPRITR は、品質管理に有効な計測計器になるものと考えている。

長大法面施工における安全性向上の取り組み

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

現場代理人

小林 信 敬

Nobuyuki Kobayashi

1. はじめに

本工事は、平成7年の7・11豪雨災害による姫川の増水により侵食を受けた、姫川本川の葛葉地区の山腹斜面工事である。葛葉下流地域は地形や地質により、ブロック毎に対策方法が検討されているが、本工事は県道下斜面の頭部が、非常に緩んだ珪質頁岩の強風化帯と中風化帯が分布する斜面である。そのうち、今回施工する箇所は、施工面積は約3200㎡、法長も100m 近くある長大法面が対象となる（図-1）。



図-1 着手前 ※点線内は前年度施工箇所

工事概要

- (1) 工 事 名：葛葉下流山腹工その7工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 北陸地方整備局
松本砂防事務所
- (3) 工事場所：新潟県糸魚川市大所地先
- (4) 工 期：平成27年3月26日～
平成27年12月10日
- (5) 主な工事内容：（施工範囲は図-1 二重線内）
砂防土工 斜面掘削 $V = 5000\text{m}^3$
（無人化機械施工）
法枠工(1)（梁形状300×300-1500×1500）
 $A = 1,362\text{m}^2$ （枠内植生基材吹付）
法枠工(2)（梁形状300×300-2000×1500）
 $A = 1,865\text{m}^2$ （枠内植生基材吹付）

鉄筋挿入工 $D19 \times 3400$ $N = 717$ 本仮設足場工 $V = 4,460$ 空 m^3

残土処理工 1式、法面補修工 1式

急峻な長大法面の斜面掘削や法面工を進める上で、前年度施工時（写真点線内）より現場状況の把握や監視をするためにWEBカメラの活用を考えていた。しかし、当地区は旧国道148号付近であるものの、現場周辺は携帯電話通信圏外となる箇所も多く、通信技術を活用するには環境的に問題があった。

そこで、この現場条件の下で、容易に通信環境の構築やWEBカメラによる監視体制が整えば、現場作業に潜む危険を察知することができ、より安全性の高い作業環境づくりが可能になると思われる。

また、上記の技術活用と共に、実際の作業における安全意識向上のために、現場作業に潜む危険性に、気付くことのできる環境を作ることを重点に取り組んだ。

2. 現場における問題点

①通信圏外における WEB 技術の活用

前述した通り、当現場は通信環境が不安定であり、撮影している画像を WEB 上に安定して送信する手段が必要であった。通常、通信圏外の情報を WEB 上で確認を出来るようにするためには、通信圏内まで LAN ケーブル等の敷設を行う必要がある。

しかし、ケーブル敷設や中継器設置および電源確保等の仮設作業を実施した場合には、設置に伴うコスト面や、工事完成後に使用したケーブル等の資材転用などを考えた場合に不経済となる。

②長大法面上での作業における安全意識の向上

当現場は、急峻かつ長大法面であり、法面や足場上からの転落災害は、重大災害に直結する。同時に、クレーンを使用した仮設足場組立においても、隣接した作業エリア内で各施工を進める必要があった(図-2)。

このことから、作業環境における危険に対して察知できるように、安全意識の向上を図っていくことが重要と考えた。更に、現場を安全に運営していくために、安全管理体制の充実が必要と考え



図-2 法面工 施工状況

ていた。

③社内での取り組み・協力体制

当現場の施工は、施工箇所を大半を強風化部で緩んだ斜面を掘削するため、法面処理における技術的課題が多い。そこで、安全かつ効果的に施工を進める上で、現場担当者としての施工管理に加えて、社内での協力体制が不可欠であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①通信圏外における WEB 技術の活用

通信圏外の情報を WEB 上に伝送する事が可能な、長距離無線 LAN システム (Falcon WAVE NETIS:KT-140047-A) を活用することにした。

この技術は、取得したデータ (カメラ映像等) を無線で伝送するものだが、たとえ送信機側が通信環境圏外であっても、受信機側が圏内にあれば、取得したデータを WEB 上に伝送することが可能である (図-3)。

今回使用した2.4GHz 周波数帯の機種では、送受信間約 6 km を無線でデータ伝送することが可能な上に、以下の点で有用であった。

- イ) 無線使用に伴う申請手続きが不要で、誰でも簡単に自営無線通信環境を構築可能
- ロ) 軽量かつ省電力であり、太陽光パネルの電力で起動できることから、設置や電源供給の面で

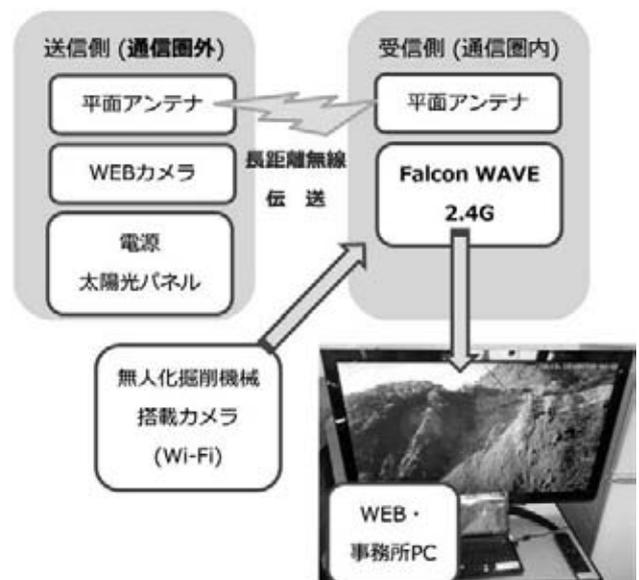


図-3 長距離無線 LAN システム概要

も非常に容易

ハ) Falcon WAVE 自体が Wi-Fi アクセスポイントとしての機能を実装しているため、無人化施工機械に搭載したカメラ映像を無線 LAN 経由にて中継する事が可能

(適用結果)

長距離無線 LAN システム活用に伴う機器の設置については、調整を含めても 1 日で完了し、すぐに映像確認が出来る状態となった。本システムを設置した 6 ヶ月の間、通信不良等の不具合もなく、カメラ映像での現場監視が可能であった。特に、斜面掘削後の降雨時などに、全景を現場以外の場所で確認・把握できる点は、非常に有用であった。また、カメラ映像を見ながら現場事務所で打合せができた事は、説明性の向上という点で、施工の効率化が図られたと感じた (図-4)。

②長大法面上での作業における安全意識の向上

本工事のように、急峻な長大法面での作業において、労働災害を予防するためには、現場に携わる作業員の安全意識向上が重要であり、更に安全管理体制の充実が必要と考え、以下の取り組みを行った。

イ) 安全ミーティング・KY 活動の工夫

KY 活動を行う際に、安全掲示板にて作業する上で最低限確認して欲しい点を順序立てて掲示した。気温や湿度などの作業環境、ワイヤーや安全帯等の点検方法、そして各作業の作業主任者を確認してから作業に臨むように工夫した (図-5)。



図-4 カメラ映像での打合せ状況

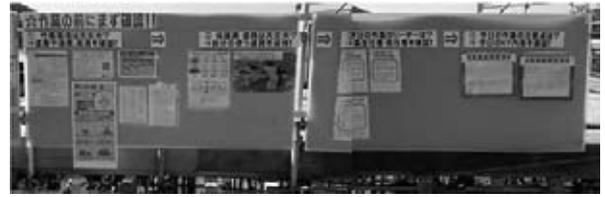


図-5 安全掲示板



図-6 安全帯 注意用掲示写真



図-7 開閉式 注意看板

特に、この現場では安全帯は常に良好な状態が保たれなくてはならない。そこで、掲示板には、この現場に実際にあった不良な安全帯の写真を掲示することで、各作業員の注意を引くように図った (図-6)。

ロ) 標識による注意喚起

作業所入口には、スイング開閉式の標識看板にて、注意喚起を促した。バネで開閉するため通行には支障がない物だが、通常時は閉まった状態である点と、通行時に多少は体に触れることから、必ず目を向けるのではないかと設置をした (図-7)。

ハ) 音声による危険周知

仮設足場組立作業では、クレーンでの吊荷作業を行うが、法面上の他の作業員に対して、吊り荷の通過を音声で知らせる吊荷警報器を活用した。玉掛した資機材にぶら下げ、スイッチを押すだけでブザー音を発する簡単なものである。



図-8 労働安全コンサルタント 巡回指導

ニ) 外部安全コンサルタントの参画

安全管理体制の充実として、外部より労働安全コンサルタント有資格者に参画を依頼した。月2回実施している店社安全パトロールに同行してもらい、社内と外部からの二重チェックの体制を取った。パトロール後には、指摘および指導内容等を記載した安全診断結果表を元に、是正処置に取り組んだ。

(適用結果)

掲示物の見え方を工夫することで、自然と目線や意識が安全帯の着用に向かい、当現場での転落災害を予防する一助となった。また外部の安全コンサルタントの参画では、現場にて実演指導を行うなど、パトロールも然ることながら、学ぶべき点が多く、管理している立場からの意識向上という点で、大変効果的であった(図-8)。

③社内での取り組み・協力体制

不安定な法面掘削を進める上で、技術的問題点を解消するために、現場担当者および弊社工部門、設計・積算部門参加の元で施工検討会を実施し、施工方法や問題点の抽出を進めた。

そこで、掘削後の斜面状態の判断が重要という意見があり、弊社社員の『斜面判定士』が、掘削後の斜面状態を確認した箇所から法面工に着手することにした。

4. まとめ

今回、試験的に長距離無線LANシステムを活用したWEBカメラによる現場監視を試みたが、機材設置や、稼働時のメンテナンス、また撤去も



図-9 休憩施設 利用状況

容易であった。これらは、初期投資を考慮しても、通信圏外及び電力供給不能な山間地工事や災害発生地域での活用等を想定した場合に、十分効果的と考えられる。さらに、国立公園内などケーブル敷設等に問題がある箇所でも、見通しと受信側の通信環境が整えば、無線でカメラ映像を送信できる点でも優位である。

そして、当現場のように施工範囲が広範囲に及ぶにつれ、各作業員の安全意識向上の工夫が求められる。日常のKY活動や点検実施の積み重ねは当然だが、現場の注意点が『目で見える・耳で聞こえる』作業環境は、安全意識の向上および活性化につながったのではと感じている。それに加えて、外部より労働安全コンサルタントに協力願ったことにより、現場のみならず、会社全体としての安全管理体制の充実が図られた。

5. おわりに

葛葉峠は、かつて塩の道の難所と言われていましたが、工事期間中にも街道巡りを楽しむ人々が多く訪れました。現場事務所脇に設置した東屋には休憩される方も多く、工事内容について質問していただけるなど、工事に携わる者の励みとなりました。

最後となりましたが、発注関係者をはじめ工事関連機関及び地元の皆様方の御指導並びに御鞭撻いただいた事に感謝を申し上げます。

旧橋撤去工事における組立台船工法を採用した 工期短縮と環境対策について

兵庫県土木施工管理技士会

株式会社谷垣組

工務部工務課長

清水 克浩[○]

Katsuhiko Shimizu

工務部工務係長

岡田 大作

Daisaku Okada

1. はじめに

昭和11年に建設された鶴岡橋は、兵庫県北部の一級河川円山川に渡河する3径間連続RCT桁4連と単径間FRCT桁2連からなるコンクリート橋である。地元住民の原風景として親しまれ、国道482号線の要所として約80年間の役目を終える。老朽化と過去の台風で河道を阻害し災害を招いたこともあり、平成25年に新鶴岡橋の供用開始に伴い撤去されることとなった(図-1)。

本工事では、河川の非出水期に上部工をブロック状に切断し吊込撤去するものである。

工事概要

- (1) 工事名：(国)482号鶴岡道路
旧橋撤去その1工事
- (2) 発注者：兵庫県但馬県民局 豊岡土木事務所
- (3) 工事場所：兵庫県豊岡市日高町鶴岡
- (4) 工期：平成26年11月17日～
平成27年6月30日
(河川区域内は、5月31日まで)
- (5) 工事諸元
幅員=5.5m 橋長=171.2m 14径間
カッター切断 663m
コンクリート削孔 640孔
ワイヤーソー切断 100m²
コンクリート殻処分 683m³



図-1 平面図

本工事は、該当構造物が年月の経過により詳細な構造計算等もなく、新橋を計画時に設計されたものであり、付近の地形も変化していることが予想されたので、新たに音響測深器による河床の測量および陸上部の地形測量を行った。また、右岸側の陸上部で1径間1桁を実際に切断し、使用予定である90tクローラークレーンで吊込撤去する試験施工を行い、抜取コアの強度試験、中性化試験、配筋状況の確認、吊り荷等の安全性を確認して水上部の施工に臨んだ。

なお、当初設計は仮設工として旧橋下流に仮橋を設置し作業足場を確保する計画であったことを前述し問題点を提起する。

2. 現場における問題点

① 工程管理

河川占用から非出水期である5月31日までに仮設物含め河川区域から全ての工事を完了しなければならない必須の条件がある。仮設工として設置した仮栈橋においても旧橋の撤去が完了しなくても撤去を余儀なくされていた。

仮栈橋は、幅=8.0m 延長=120m 20径間 支持杭数=105本を設置するものでありかつ、支持杭の打設予定箇所には河床ブロックが施されており、安定した工程進捗が困難であることが予想された(図-2)。

仮栈橋の1径間設置に要するサイクルを考慮した、支持杭打設+下部工部材設置=3日

主桁設置+上部工部材設置=1.5日

計 4.5日/1径間

全体 4.5×20径間=90日(実働)

撤去に関しては1日に1径間とし20日とする。

主目的である旧橋を解体に費やす期間は、順調な仮栈橋設置で1ヶ月しか見込めず、まったく余裕が無いため安全面と労務管理の観点からも工法と工程の改善検討を行った。

② 環境対策

解体にあたり、コンクリート片の水中への落下はもとより、ワイヤーソー切断、カッター切断、コア削孔で発生する汚濁水を集水し処理する必要がある。切断に必要な水は265m³となり、当初設計ではワイヤーブリッジ足場とシート張りで集水→炭酸ガス処理 pH調整→放流であったが、切断水の発生量と処理能力および集水方法に工夫が必要であると判断し検討を行った。

また、円山川漁協と協議を行い、切断水を極力集水し処理する。切断時の振動・音は、魚類の遡上に影響があることから左岸側の水深の深い箇所を優先して撤去し、水温が上昇する頃は右岸側の浅瀬で施工をする協議結果を得ていた。

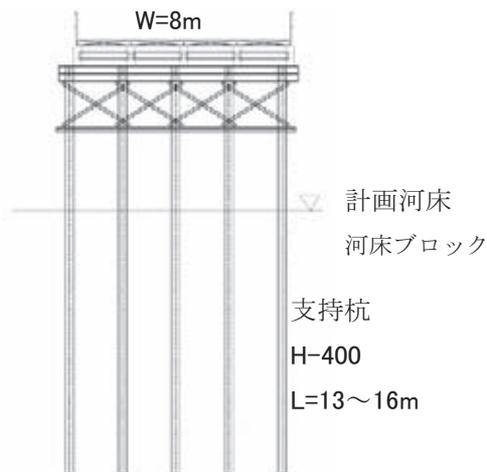


図-2 仮栈橋標準断面図



図-3 着手前



図-4 着手前

3. 工夫・改善点と適用結果

① 工程管理

工程の大半を占め、支持杭の打設に不確定要素の多い仮栈橋に代わる工法としてクレーン台船を検討した。台船を日本海から円山川を經由して現場への搬入は、搬入経路の水深等から不可能であったため、1隻4tのフロートを陸上運搬し現地で組み立てる組立台船による施工を採用した。

施工現地の状況が下記のとおり台船施工に適していたことが事前に音響測深器等を使用した測量によって確認できた。

- ・300m程度下流に扉門があり、水位が一定以下に下がらない。(開閉確認有り)
- ・水深が左岸側で3.5m程度有り、右岸側河床を1300³掘削することで台船稼働の水深(1.5m)を確保できる。
- ・通常の流速は1m/秒程度以下で穏やかである。
- ・河床に障害物が無く、台船が水上で移動に要する作業範囲を確保できる(図-3、図-4)。

陸上で試験施工時に確認した圧縮強度は31.1N/mm²、中性化深度22.85mm、鉄筋の状態は良好、剥離・剥奪はなし等の高結果をふまえ、旧橋をどのようにブロック切断するか検討した。

最大吊荷重量は、主桁が1径間1本当たり吊り具を含め15.4tとなる。

また、床版・横桁等の部材はH型鋼等を加工した補講材を工夫して各主桁間の1径間10.5tを1度に撤去することによって切断数量の減、工期の短縮に努めた(図-6)。

同時にクレーン変更届に使用する安定計算を基に台船の大きさを吊り荷の重量とクレーン能力から90tクロールクレーンとし、台船は単体36隻を組立て21.49m×21.14mとした(図-5)。

施工中は、降雨・融雪による水位の上昇、流量の増大によって、台船が流される災害が最も懸念される場所である。過去の水文データを調査し、水位に応じて5段階の台船係留措置とクレーンの退避方法を策定した。気温、降水量、水位を日々

観測記録し、グラフ化して掲示した。既設橋脚に水位レベルをマーキングして作業員に周知する安全措置を講じた。

結果、水上の上部工撤去工に着手するまでの期間を1.5カ月間短縮でき、水位の上昇も最大60cmであったため撤去作業は順調に進捗し、追加変更として陸上部の橋脚6基の撤去も行うことができ、工期内に無事故で余裕をもって完了することができた(表-1)。

表-1 実施工程表(実線は実施)

工種	12月	1月	2月	3月	4月	5月
準備工・片付	---	---	---	---	---	---
仮栈橋工	---	---	---	---	---	---
台船積装・解除	---	---	---	---	---	---
旧橋撤去	---	---	---	---	---	---

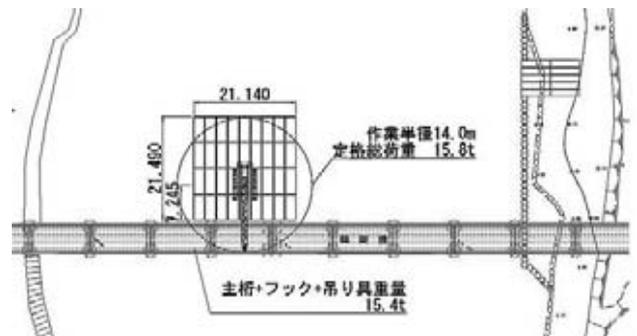


図-5 90t クロールクレーン台船荷重図



図-6 床版・横桁の一括撤去



図-7 台船による撤去状況

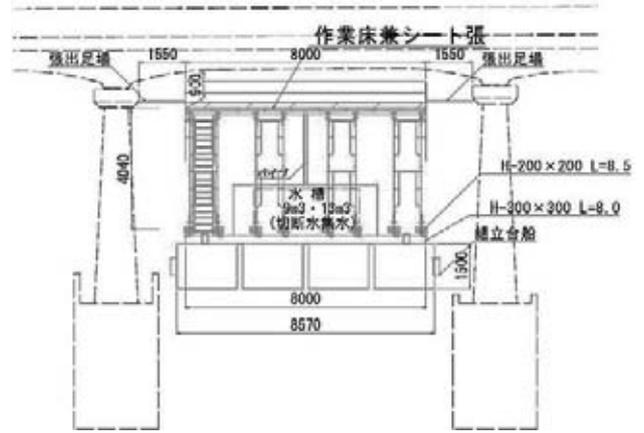


図-8 足場兼集水台船

② 環境対策

切断水の集水を効率的に行うために、作業足場を兼ねた台船1基をクレーン台船と別に設置した。

大型の組立台船(8t/隻)を4隻組で8.6m×8.2mの大きさで、旧橋を1径間毎に移動して上部からの落下物を捕捉するものとした。

構造は、台船上に足場を設置し作業床はジャッキによって中央に切断水が集まるよう緩やかな勾配を設け全面にシートを張る。作業床中央からパイプで台船上に設置した集水用の13m³ノッチタンクに自然落水する。

浮遊物の沈降を待って、上澄み水をポンプで同じく台船に設置した9m³ノッチタンクに移し、切断水として再利用を行った(図-8)。

なお、浮遊物の沈降を促進するため、NETIS登録されている“水澄マイル”を採用したこともあり、切断水の供給には90%を再利用でまかない、最終的に沈降物の汚泥として9tを廃棄物処理した。

作業中には降雨もあり徐々に増加する切断水は、

表-2 水質試験結果

試験項目	切断原水	放流水	単位	基準値	判定
pH	12.3	7.4	—	6.5-8.5	○
SS	58	21	mg/l	25以下	○
BOD	12	1	mg/l	2以下	○
DO	10	7.5	mg/l	7.5以上	○
大腸菌群数	1.8未満	1.8未満	MPN/100ml	1000以下	○

上澄み水用ノッチタンクから処理能力0.8m³/hrの炭酸ガス中和装置1台でまかなうことができた。

本工夫により削孔コア等が落下しても水中には落水せず、切断水も満足できる回収ができた。

当該水域は、兵庫県の環境基準 河川A類型に該当するので、水質試験で確認後に放流した(表-2)。

本とりくみは、平成27年4月に“周辺の生態系を守る”と新聞掲載され、掲載文には円山川漁協関係者の賞賛のコメントも記載されており、問題点を克服できたものと自負している。

4. おわりに

旧鶴岡橋が築造された年代から鉄筋の代わりに竹を使用する竹筋コンクリートも考えられ、調査を行ったが確認に至らなかった。しかしながら80年近く経過し、締固め機具すらも現代より劣る時代に今でも30N/mm²以上の圧縮強度を誇る密実で美しいコンクリート構造物を建造された先人の技術力と努力に土木技術者として誇りに思い、敬意を保って履行する工事であった。

最後に、協力業社の支援と地域住民にもご協力をいただき無事に完工できたこと、発注者豊岡土木事務所 道路第1課各位には、工法の大きな変更提案に対し前向きに応じいただき、ご指導をいただきましたこと感謝申し上げます。

天塩川砺波樋門における局所集中豪雨対策自動制御に伴う 画像解析フィールド試験

(公社)高知県土木施工管理技士会
西田鉄工株式会社

現場代理人

加藤 充城[○]

Mitsuki Kato

技術主任

吉川 隆宏

Takahiro Yoshikawa

技術主任

久木田 利彦

Toshihiko Kukita

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：砺波樋門遠隔操作制御設備更新工事
局所集中豪雨対策自動制御確認試験
- (2) 発注者：北海道開発局 旭川開発建設部
- (3) 工事場所：北海道名寄市砺波地区(砺波樋門)
- (4) 工期：平成27年8月24日～
平成27年9月4日

近年、頻発する異常気象のなかに局所での集中的な豪雨（ゲリラ豪雨）の被害が各地で報告されている。深夜等操作員不在時での急激な河川水位の上昇に伴い、樋門操作の遅れによる田畑や市街地等の浸水被害が懸念される。

砺波樋門遠隔監視制御システムでは、汎用品のドームカメラを用いた、画像解析による水面検知を実現した。設定した水位（水面）を検知することでゲートの自動制御を行い、操作員不在時の操作遅れの補助を行うものである。

今回の試験は、本システムの有効性を確認するため、水路を堰き止めて（仮締切り）樋門付近の水位を上昇させ実際に近い条件（実水面）を再現し、画像解析からなる自動制御動作確認を目的としたフィールド実験である。

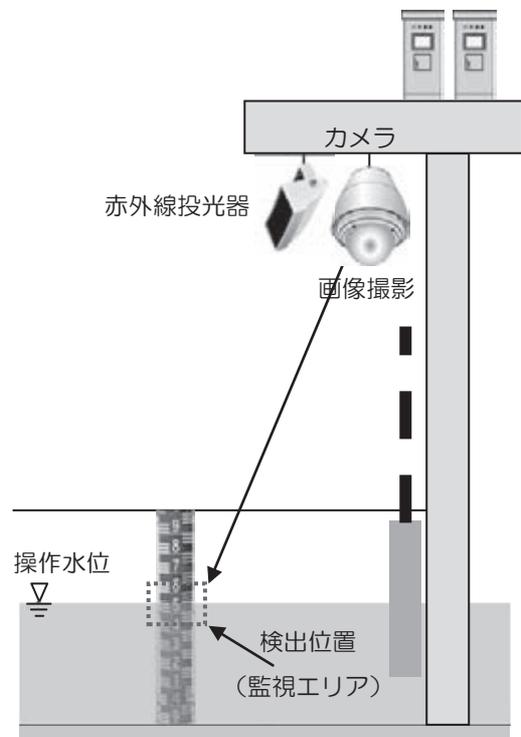


図-1 機器（カメラ等）概要図

2. 現場における問題点

2-1. 画像解析水位検知の概要

画像解析の概要は、ドームカメラで撮影された水路量水標部分の画像を画像処理ソフトにより、「ノイズ除去処理」及び「画像補正処理」を行い水面を検知する。一定周期に複数枚の画像処理を行い不要な要素の映り込みの除去、波浪等のバラツキを平均化、画像の形状補正等を行い、1枚の

画像にする。

水位（水面）の判定は、その処理された画像をもとに量水標の両端2か所に監視エリアを設けて、水面の有無に伴う画像の濃淡を検出することで判断するものである。

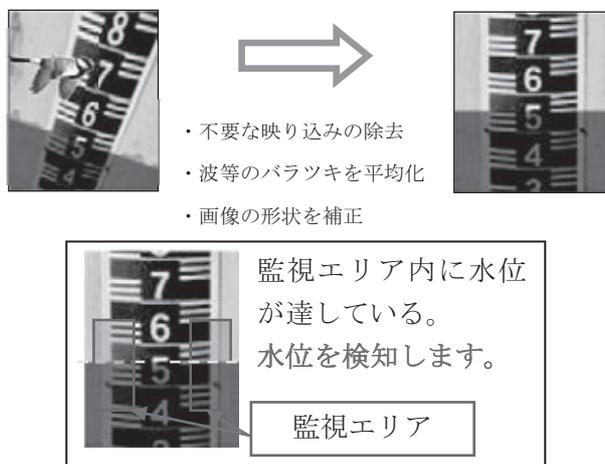


図-2 画像処理の概要図

2-2. 条件変化による画像解析の可否

自動制御を必要とする場面は、天候や昼夜を問わず求められる。樋門水路に仮締切りを設けることで任意の水位に実水面を形成し、画像解析水位検出に至るあらゆる条件を検証することでシステムの有効性を確認した。

1) 水位検知精度の確認…徐々に水面を上昇させ水位検知精度を確認した。検出に40mm程度のバラツキを認めたが監視エリアを300mm程度に設定しているので制御の支障には至らない。



図-3 悪天候（雨+波浪）の確認

2) 悪天候（雨+波浪）での確認…降雨（100mm/h程度）と波浪（50mm程度の波）を発生させて水位検知精度を確認した。水位検出に支障がなく、画像処理ソフトが有効に機能していることが確認できた。

3) 漂流物での確認…流速を変えて（0.02~0.1 m/S）漂流物を再現した。水位検出に支障がなく、画像処理ソフトが非連続の水面をうまく補正していることが確認できた。



図-4 漂流物での確認

4) 障害物での確認…画像の一部を障害物で連続して遮る。監視エリアの一部にでも連続した障害物が存在すると検出不可となる。

5) 量水標の汚れ具合による確認…量水標に黒色斜線（透明フィルム）で汚れを再現した。斜線の太さや間隔で検知度合いを確認する。7%：検知、10%：検知、14%：検知不可。

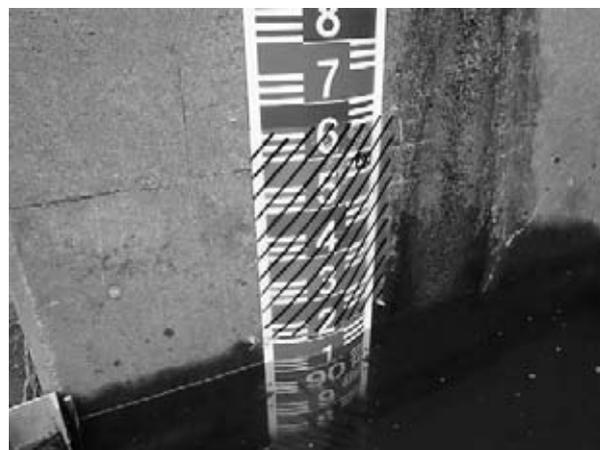


図-5 量水標の汚れを再現

6) カメラレンズの曇りでの確認…暴風時のカメラレンズへの飛沫を霧吹きで再現した。霧吹きの度合いにより一時検出不可となるが、カメラレンズに施した親水性処理の効果により1分程で検出を再開した。



図-6 ドームカメラ

7) 夜間（月明り10ルクス以下：明るさの目安参照）赤外線ライトでの確認…前項1）～6）を夜間確認した。1）～4）項は昼間と同様の成果を得たが、5）量水標の汚れ度合いによる確認では、7%で検出不可の結果であった。6）カメラレンズの曇りでは、検出再開に3分程を要した。また、赤外線ライトの発光面の一部を遮光して、検出度合いを確認した。50%の遮光を超えると検知が不安定となり70%では完全に検出不可となる。

8) LED投光器（街灯下100～200ルクス：明るさの目安参照）での確認…前項1）～6）を夜間確認し、昼間と同様の結果を得た。

9) 河川の濁度確認

水面の有無に伴う画像の濃淡を検出するうえで、河川水の濁度と検出度合いの関係を確認した。

検出に際しては濁度が高い（汚れている）ほど濃淡が顕著になるので検出に有利となる。

試験期間中を通しての樋門河川濁度（カオリン mg/L ）は、最高値：11 mg/L 最低値：2 mg/L を記録している。何れも昼夜共に水面の検出を確認した。

濁度の目安としては、プールの水で4 mg/L 以内、上水道では2 mg/L 以内等の基準が定められ

ており、現地で記録した最低値：2 mg/L は、上水道並みの濁度（透明度）であることになる。



図-7 河川濁度の測定状況

2-3. 画像解析に係る問題点

条件変化による実験結果から画像解析に至る脆弱項目を整理する。

1) 昼間

①障害物（樹木等）により量水標監視エリアの一部にでも連続して障害物が存在すると、監視エリアを認識特定（探しても見つからない状態）することが出来ない為、昼夜を問わず検出不可となる。

②量水標の汚れが10%程度を超えると検出不可となる。汚れにより監視エリアを認識特定することが出来ずに検出不可となる。

2) 夜間（月明り10ルクス以下：明るさの目安参照）赤外線ライト使用時

画像解析には、一定以上の照度（街灯下：100～200ルクス）が必要であることから照度の低下に伴い検出感度も低下する。

③量水標の汚れが7%でも検出不可となり、ほとんど許容しない結果である。照度低下が汚れの度合いを助長した結果である。

④赤外線ライトの遮光は照度の低下となる為、必然的に検出感度は低下する。

画像解析感度を左右する要素のまとめ

I. 障害物の除去

II. 量水標の汚れ防止

III. 明るさ（照度）の確保

表-1 明るさの目安

目 安	照度 (ルクス)
晴天時の屋外	50,000 以上
晴天時の体育館内	1,000 程度
曇りの体育館内	300~500 程度
街灯下	100~200 程度
月明り	10 以下

3. 工夫・改善点と適用結果

前項現場における問題点のまとめから改善点等を検討する。



図-8 機器配置図

3-1. 障害物の除去

障害物になりうる要素として樹木や漂流物の停滞が考えられる。設備保守管理により障害物の除去に留意すると共に定期的な除草等が効果的である。

3-2. 量水標の汚れ防止

設備保守管理により量水標の汚れに留意する。(定期的な清掃が望ましい) また、耐候性等に優れた量水標を選択することで変色や腐食の低減が期待できる。

3-3. 明るさの確保

1) 赤外線ライトについて

赤外線ライト使用の経緯(利点)は、市街地等に在する設備の場合、夜間照明による近隣住民への影響に配慮したものである。

赤外線は不可視光線であり、肉眼では明るさを感じられない。ドームカメラの夜間モードを利用することで赤外線ライトの照射を光源として撮影

している。

2) 明るさの確保について

夜間の明るさの確保については、投光器の使用がポピュラーであり、今回の試験においても付属のLED投光器の使用により昼間と同様の検知感度を確保している。赤外線ライトの使用に際しては、一般的な投光器(LED投光器等)に比べ照度が期待できない一面がある。しかし、画像解析監視エリア部分のみを照明対象とするので赤外線ライトの設置位置等を検討することで効果的に必要な照度を得られると考える。

以上の改善点等の検討により、現場条件の変化に対する画像解析検知の精度向上と安定が期待できる。

4. おわりに

昨今、画像解析は工場製作ライン等において、不良品(変形や欠品等)の検出に利用されるなど多彩な用途で利便性を発揮している。

今回の実験は、汎用ドームカメラに画像解析機能を付加し、水面検知を条件とした樋門自動制御の動作確認を目的としていましたが、同時に樋門設備などでの画像解析の可能性を図る有効な資料採取の機会となった。

現在、防災を目的に多くの樋門設備で遠方監視遠隔制御化が進められ、多数の樋門で汎用ドームカメラが利用されている。

そのドームカメラに画像解析機能を付加することで水面検知だけでなく扉体の状態監視、または防犯対策等々新たな付加価値が期待できる。

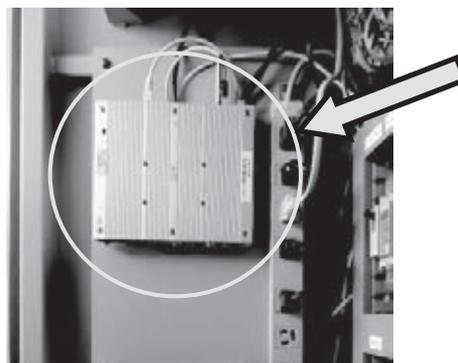


図-9 画像解析装置

II. 技術報告

1 施工計画

SD 工法とスカイステーション併用による施工計画

株式会社大森工務所
工事主任
西村 幸雄
Yukio Nishimura

1. はじめに

本工事は、一般国道300号本栖湖畔線道路の山側上方斜面の崩壊と落石が予想される部分について、片側交互通行の条件により法面崩壊防止対策を行う工事である。また、施工範囲は、平成26年2月14・15日の大雪による影響を受けているため、早急な施工により一般通行者の安全を確保するものである。

工事概要

- (1) 工事名：一般国道300号災害防除工事
- (2) 発注者：山梨県
- (3) 工事場所：山梨県南都留郡富士河口湖町本栖
- (4) 工期：平成26年7月4日（着手11月）～平成27年3月26日
- (5) 工事内容：現場打法枠工 A=1,423m
鉄筋挿入工 N=607本
落石防止網工 A=1,250m²

2. 現場における問題点

施工箇所（図-1）は、山側の法尻にある電柱・電線を移設しなければ施工ができない場所である。しかし、本栖湖側は崖で、立木と生い茂る枝により簡単に移設ができない状況のため、東京電力による電柱の移設方法の検討と設計施工に不足の日数を要することが判明した。そのため、鉄筋挿入工（ロックボルト工）について、当初の工法であ

る単管足場による作業台の上に削孔機（ボーリングマシン）を設置して削孔する方法では、鉄筋挿入工の施工の前に、足場設置（6,300空m²、高さ28m、21段）に5週間（実働30日）程度がかかる。また、各段施工途中での足場取外しと作業台設置（段下げ）による作業効率の低下により工期内の施工が不可能であった。更に、高所作業車（スカイステーション）の機械設置ヤード（図-1）が両端部だけで施工スペースも狭隘なために、

- ①機械の移動ができない。
- ②大きく能力の高い機械が設置できない。
- ③施工の範囲が限られる。

以上により、高所作業車による足場機械だけでは、設計図書による施工範囲の全てについて施工ができないことも判明した。そのため、当初設計の目的や安全、コストを十分に考慮して工期短縮を図れる施工方法を検討する必要がある。

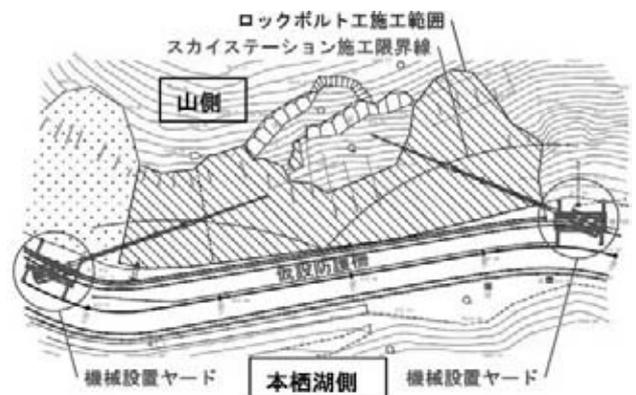


図-1 施工箇所平面図

3. 工夫・改善点と適用結果

鉄筋挿入工の削孔を行うためには、単管足場の作業台に替わる足場機械が必要である。施工スペース、機械設置ヤードが狭隘な条件と、ボーリングマシン MSD140 (1,800kg) + 他ツールス + 作業員の重量を考慮した場合、最大積載量2,500kg のスカイステーション AT250S (L) 30m の設置が限界となる。能力図から判断すると、最も条件が良い角度の場合に10段目 (H13.0m) までの施工が可能となり、条件が悪い場合の角度 (スカイステーションの設置が両端部だけで移動できない) では2段目 (H2.0m) となり、施工範囲は2~10段目に変化していく、スカイステーションの旋回伸縮による範囲 (図-2) の250~300本が限界と考えられた。そのことから、スカイステーションが届かない部分、届いても現場条件が悪く施工できない部分について、無足場の施工が可能で独自のワイヤリングにより削孔機の設置と移動を行う SD 工法 (図-3) の採用を検討するために、施工範囲の土質条件が異なる2箇所について、SD 削孔機による試験削孔を実施して、10分/m

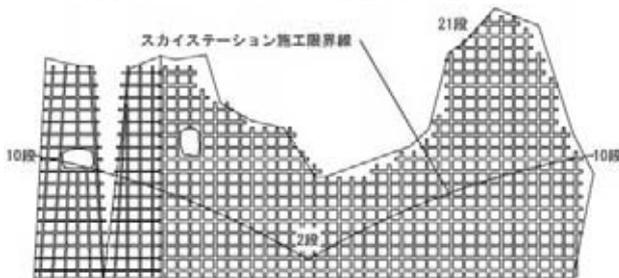


図-2 施工可能範囲



図-3 SD 工法 (本現場施工状況)

表-1 鉄筋挿入工の工程比較

工 法	1月	2月	3月	4月	5月
SD 工法と S・S 併用	R・B	R・B	R・B		
足場による 当初設計	足場	足場	足場	足場	足場

※、S・S はスカイステーション、R・B は鉄筋挿入工



図-4 スカイステーションによる施工状況

の削孔が可能であることを確認した。その結果、今回の削孔長3.0mでは、SD 削孔機設置と削孔に、他の作業 (鉄筋挿入・グラウト注入・頭部処理) を考慮すると、1本当りの施工時間は60分前後となり SD 工法による施工能力は4~8本/日と推測した。

結論として、2~21段目は SD 工法 (能力6本/日) とスカイステーション (能力8本/日) の併用により、上下に干渉しないように施工範囲を計画して行い、1段目については最後にクローラー式削孔機 (能力15本/日) で行う施工計画により施工した結果、2箇月間の工期短縮をして当初の工期内で完成させることができた (表-1)。

4. おわりに

鉄筋挿入工の施工計画は、施工ヤードの狭隘により機械の移動や旋回ができない場合でも、設計による足場での施工を安易に行うより、足場に替わる機械設置ヤード、旋回範囲、試験削孔等による施工能力を十分に検討した施工方法で行うことにより工期短縮ができることがわかった。しかし、スカイステーション (熟練のオペレーター共) の手配については、取扱の主流が東北方面で台数が少ないため、施工時期、リースの期間とコストについて注意が必要である。

施工計画

橋梁下部工フーチングと前面保護工(擁壁)の段差対応と仮埋戻し時の躯体養生の工夫について

宮崎県土木施工管理技士会

日新興業株式会社

現場代理人

工 藤 太 一

Taichi Kudo

1. はじめに

本工事は、延岡市浦城地区で、国道388号線と県道浦城東海線の分岐場所に架かる飛川橋の架け替え工事の一貫である、橋梁下部工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：浦尻川飛川橋橋梁下部工工事(左岸)
- (2) 発 注 者：宮崎県延岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市浦城町地内
- (4) 工 期：平成26年9月30日～
平成27年5月31日

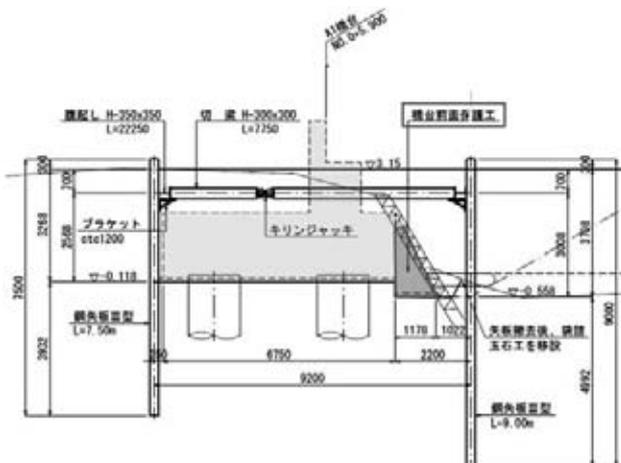


図-1 断面図

2. 現場における問題点

断面図に標記されている様に、フーチングの床

面の高さと、橋台前面保護工の擁壁床面の高さに44cmの高低差があった。

一般的な考え方では、深い方からの施工となるのだろうが、重要性、出来形精度の観点からフーチングの施工を優先させることとした。

3. 工夫・改善点と適用結果

まず、フーチング完了後に、前面保護工の作業土工を行うと、均しコンの張出部(W=100mm)の取壊し、搬出、産廃処理の追加、また、腹起し、切梁の影響を受ける為、人力による床掘、残土搬出を行わないといけなかった。

このため、協力業者の方々とも協議した結果、フーチングの床掘と、前面保護工の床掘を同時に行い、同じ様に均しコンも同時に打設した。



図-2 均しコン打設完了
(杭通りがフーチング外面より15cm内通り)

鉄筋組立時は、前面保護工側の端部が浮いた状態になるので、100cm ピッチに補強筋 (D19) を設け、均しコンからの支えとし、鉄筋の沈下、変形防止とした。



図-3 フーチング鉄筋組立完了

型枠面積にして約5㎡、生コンの喰い込み量は、約1.2m³と、設計に対して手間、材料ロスが発生したが、フーチングの工程に遅延支障は出なかった。また、生コン打設時は、鉄筋のズレなどの影響が出ないように、型枠際を丁寧に先行打設した。



図-4 フーチング型枠及び完了

フーチング型枠脱枠後、そのまま前面保護工の型枠建込を行うことができた。

フーチング完了後に前面保護工の床掘を行う工程に比べ、約1週間の工期短縮に繋がった。



図-5 前面保護工型枠建込・前面保護工完了
前面保護工完了後、山留材を撤去する為に、土

留め鋼矢板を引き抜くまでの間、一時的ではあるが、仮埋戻しを行う必要があった。

このため躯体を保護する為、梱包用衝撃吸収材を、完成時露出する面に張り付け、その後ブルーシートにて汚れ付着防止を実施した。

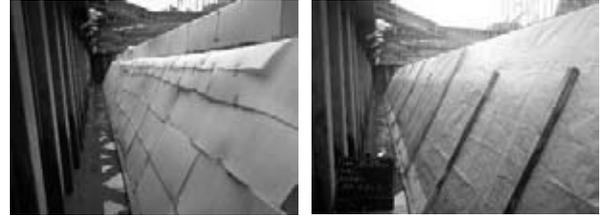


図-6 梱包用衝撃吸収材設置・ブルーシート設置完了

仮設盛土撤去時に、梱包用衝撃吸収材及びブルーシートの撤去も同時におこなった。結果、前面保護工の擁壁本体に損傷は確認されなかった。



図-7 前面保護工土砂撤去状況

4. おわりに

すべての工事において、工期短縮することは、メリットがあることです。今回の河川工事においては、鋼矢板損料、水替え工などの仮設費、現場経費のコストダウンに繋がり（原価ロスが多くなれば問題ですけど…）また発電機の使用を減らすことで、温暖化対策にも微力ながら貢献できたと思っています。これからも現場員、協力業者と力を合わせて工期短縮、さらに良いものを作るための努力、工夫を行っていきたくと思っています。

施工計画

五叉路に架かる五角形の歩道橋の架け替え

日本橋梁建設土木施工管理技士会

三井造船鉄構エンジニアリング株式会社

監理技術者

工 藤 彰 裕[○]

Akihiro Kudo

現場代理人

小 川 賢 一

Kenichi Ogawa

設計担当

高 田 孝史朗

Koshiro Takata

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：国道25号杭全横断歩道橋架替工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 近畿地方整備局
- (3) 工事場所：大阪市東住吉区杭全1丁目～6丁目
- (4) 工 期：平成25年1月22日～
平成26年11月15日

本橋は、国道25号と主要地方道大阪環状線（今里筋）および市道東住吉1857号線が交差する五叉路に架かる環状の歩道橋である。この交差点付近には横断歩道が設置されていないため、歩行者の通行を確保しながら新設桁の架設と既設桁の撤去を行うことが必須条件の工事であった。

2. 現場における問題点

2-1 架設計画

当初、通路桁の撤去・架設は、主要路線を夜間全面通行止めにして施工する計画であった。特に架設に関しては、1径間ごとに地組立を行った後一括架設を行うことになっていた。

しかし、現場付近では一括架設に必要な地組立ヤードが確保できなかった。さらに、交通規制の協議においては、5万台/日の交通量がある幹線道路を長時間通行止めにする規制はなかなか許可されない状況であった。



図-1 架け替え後の杭全横断歩道橋

2-2 通路桁の閉合

通路桁の架設順序としては、新設橋脚位置に既設の上部工が架かっているP3～P4間を初めに撤去・架設することが決まっていたが、それ以外には特に制約条件はなかった。そこで、架設時間に余裕が取れるように交通量が最も少ない市道上のP4～P5間を最後の架設箇所とすることを決定し、架設計画や交通規制計画の前提条件とした。

環状の通路桁は通常の橋桁とは異なり、架設を続けていった最後に最初に架けた桁の断面と接続しなければならない構造である。製作誤差、架設誤差を集積していった最後に、閉合するための落とし込みブロックが正確に無理なく収まるように管理する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 架設計画

地組立を行わず、大型クレーンをできるだけ使用しない施工方法を検討した。

可能なところは道路中央車線にベントを設置することとした。これにより単材架設が可能となるので120 t吊 AC を10回使用する計画であったところを撤去時の2回のみでの使用とした。架設は70 t～25t吊 RC を使用して行ったので架設重機を最小限に抑えることができた。ベントを使用することにより、架設後に高さ調整が可能となり、また、支柱間の取り合いも通りを視準しながら微調整することができた。

歩行者の通行を確保しながら架け替え工事を実施するために、以下の順序で架設した。今里筋上に位置するP3～P4間の既設桁を最初に撤去した。撤去後はP3～P4間の既設通路桁の通行はできなくなるが、利用者に残った既設桁を迂回してもらうことにより全ての階段への通行を確保した。

その後、まず既設桁撤去済のP3～P4間に新設の橋脚を建設し、その上に通路桁を架設した。橋面舗装・高欄を施工して新設通路桁上を通行できるようにし、P3～P4間は新設桁上を、その他は従来どおり既設桁上を通行帯として環状の通行路を確保した。その上で、残りの通路桁の架設

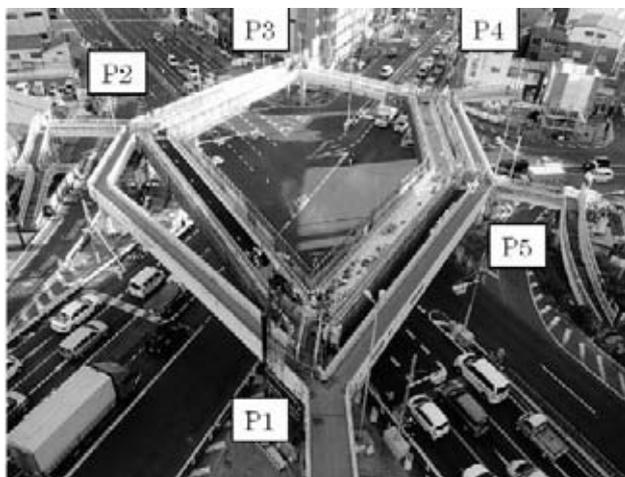


図-2 新設桁架設完了・既設桁撤去前

を行い、新設桁の橋面部を施工して通行可能としたのちに既設通路桁を撤去した。図-2に新設桁架設完了後、既設桁撤去前の状況を示す。内側の五角形の歩廊が新設桁、それを取り囲む外側の歩廊が既設桁である。

3-2 通路桁の閉合

通路桁の閉合をスムーズに行うために製作段階の対策として、一般部は5 mmとしていた連結部主桁腹板間の隙間をP4～P5間のブロックでは10 mmとした。また、落とし込みの作業をしやすくするため、上フランジ側を下フランジ側より広く「逆ハの字」形に製作することとした。

架設中の変形を考慮するため、架設ステップごとの変位を算出し、累積の変形量を求めた。計算ではP4～P5間が円環形状の内側へ倒れ込むとの結果であった。別途算出した、現場溶接によるたわみ量と合わせて製作に反映し、また、架設時の形状を管理した。落とし込み前の最終の現場計測では2 mm程度隙間が小さいという結果であったので、架設には問題ないと判断して調整なしで落とし込み架設を行い、問題なく閉合した。

4. おわりに

本工事の特徴は、歩行者の通行を確保しながら新設桁の架設と既設桁の撤去を行うことであった。警察からの指導も受け、主に夜間一時通行止め

(5分間)の繰り返しにより架設した。歩道橋の工事は桁の架設以外にも杭・下部工の建設、信号機・電線の移設などの施工があり、交通規制は常に制約条件となっていた。このような状況に対し、1ヶ月前に関係機関や近隣住民へチラシを配布したり横断幕や看板による予告等の広報を行った。その結果、地元の皆様の協力も得られ、無事故で完工できた。

また、他工事ではあるが、エレベーター塔・本体工事、通信設備工事、照明設備工事が同時に進行しており、毎週の会議によりこれらの工事との調整を行って工程を維持することができた。

PCコンポ橋の架設工事

東日本コンクリート株式会社

監理技術者

岡本直人[○]

Naoto Okamoto

佐藤康栄

Kouei Sato

三島一彦

Kazuhiko Mishima

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：避難道路市道中沢2号線（仮称）
道路改良舗装その3工事
- (2) 工事施工場所：岩手県久慈市宇部町久喜地内
- (3) 工期：平成27年3月30日～
平成27年10月30日
- (4) 発注者：岩手県久慈市
- (5) 施工内容：

型式 PC単純ポストテンション方式コンポ橋

橋長 L = 43.000m

巾員 W = 5.200m

主桁本数 N = 2本 W = 114.1 t

PC版製作L = 1.78m N = 42枚

本工事は、4年前の東日本大震災を受け久慈市が緊急避難道路として整備を計画したものである。

三陸は、リアス式海岸となっており、平地が少なく津波発生時は急な斜面を登りながら避難することが必要であり、当現場も避難道路整備事業の一環として計画された山間の橋梁工事である。

2. 現場における問題点

当現場は、久慈市内から30分ほどの山間部に位置している。山間部ゆえに道路線形はカーブの連続で幅員も4mと架設ヤードが特に狭い現場であ



図-1 工事施工前

った。橋梁の構造は、2主桁のPCコンポ桁で当社の亘理PC工場にて7分割にて製作し、現場までトレーラーにて運搬するプレキャストセグメント工法でした。

受注後現地調査を行ったが、搬入路に障害物や急なカーブ等がありそのままではセグメント運搬のトレーラーが進出出来ない状況であった。

またクレーンの配置や架設機材を組み立てるスペースが限られるので、現地にあった架設計画の立案が必要だった。セグメント数が7ブロックあり、運搬距離も400km近くあり、架設日程についても検討が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

最初に、架設するためのヤードについて検討し



図-2 架設桁組立状況



図-4 架設完了



図-3 門構組立完了

た。架設桁全長が72mあり、橋台背面のヤード長も30mは必要であったが、現場はカーブしていて組立ヤードとしては10mほど不足していた。そこで市役所の担当者と協議して組立ヤードの背面にある民家の庭先を借地して整地・養生を行い、架設桁を組み立て径間内に送り出すこととした。

次に架設用の門構の設置については、片側の橋台背面まで大型トラックが入れないため様々な検討をしたが、脚を切断加工して運搬することで対応した。

通常門構架設の場合1日1本の架設が可能だが今回の主桁は桁長が長く、7ブロックあるために2日で1本の工程とした。

1日目は緊張作業後、転倒防止のため主桁を門

構で加える形で終了とした。2日目に主桁を吊り上げ所定の位置に据え付けた。道路幅が狭く、かつ取り付け道路にカーブが入り施工条件としては非常に厳しい状況の中、無事故で架設作業を終えることができた。

4. おわりに

最初に現場を見た時の感想は、『この架設は無理!』であった。幅員の狭い橋梁工事の経験はあったが、ここまで架設ヤードが狭い現場はなかった。自分一人で考えず社内の施工検討会を重ね、協力業者の職長にも意見を求めたが、架設作業のできる協力業者の職長の高齢化が進みなかなか意見を聞ける人が減少している。社内でもこうした社会的傾向を受けて、今後は施工検討会の他に架設作業に関しては協力業者の経営者や職長の参加を依頼して架設作業検討会を開催することにした。我々元請け業者と協力業者と一体となって技術の継承をしていかなければならないと思っている。

また、こうした架設の計画を記録に残すことで、後輩たちに伝えることが現在の私の使命と感じている。微力ながら東日本大震災からの東北の復興と技術の継承の一助とならなければならないと思っており、技術の継承とともに、無事故、無災害で現場を完成させることの喜び、使命を若い人たちに伝えていければとも思っている。

施工計画

タイロッド撤去時の土留め工について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

現場代理人

松元 拓磨[○]

Takuma Matsumoto

担当技術者

坂口 信昭

Nobuaki Sakaguchi

担当技術者

河野 哲也

Tetsuya Kouno

1. はじめに

本工事は、盛土造成に先立ち変位低減型深層混合処理工法によって地盤改良を行う工事である。

事前の試掘調査で確認されたタイロッド式の旧護岸が地盤改良工事の支障となるため、その撤去を行う必要があった。旧護岸の形状から擁壁部は全旋回掘削機で撤去し、タイロッドは開削にて撤去することとなった（図-1、2参照）。

工事概要

- (1) 工事名：地盤改良工事（25豊-5）
- (2) 発注者：東京都都市整備局
- (3) 工事場所：東京都江東区豊洲六丁目地内
- (4) 工期：平成25年10月8日～
平成26年7月15日
- (5) 工事内容：変位低減型深層混合処理工
φ16002軸 L=36.3m N=462本

本報告ではタイロッド撤去時の土留め工について、工法の選定や工夫した点について述べる。

2. 現場における課題・問題点

現場の土質は埋土で、タイロッドはGL-4.5mに0.8m間隔で配置されていた。これらは試掘結果と古い図面から得られた情報であり詳細は不明であった。

タイロッドの撤去は、人力でのガス切断となる

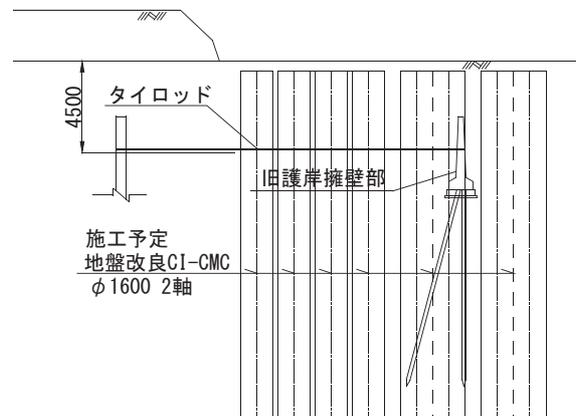


図-1 障害物位置断面図

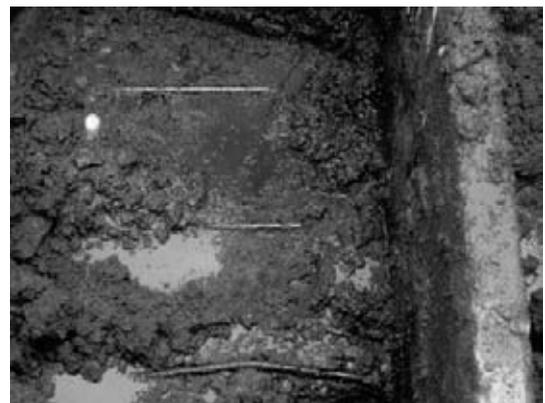


図-2 障害物（擁壁・タイロッド）

ことから土留め方法が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 土留め工法の選定

湧水が少ない地下埋設のある場所での土留め工法は、H形鋼を親杭として木矢板を設置する親杭

横矢板工法が一般的である。この工法の利点は横矢板の寸法を調整することで地下埋設物を損傷させずに親杭を打設することができることにある。計画段階ではこの方式での土留め工法を採用することから検討した。

しかし、地下水位が高いことが判明し木矢板設置作業が地山を露出させて施工することから、湧水を伴う土砂崩壊を招く危険性が生じた。

そこで、現場で実施した工夫は、親杭を鋼矢板とし、横矢板（木製）に鋼矢板を使用したことにある（リース品のためⅡ型L=4.5m）。

土留め検討結果より、親杭は鋼矢板Ⅲ型（根入れ長L=10.0m）で、腹起し・切梁（H-400）を1段設置した（図-3、4参照）。

(2)施工方法

鋼矢板の打設は油圧式杭圧入引抜機で行った。ここで、タイロッドの間隔はバラツキがあると想

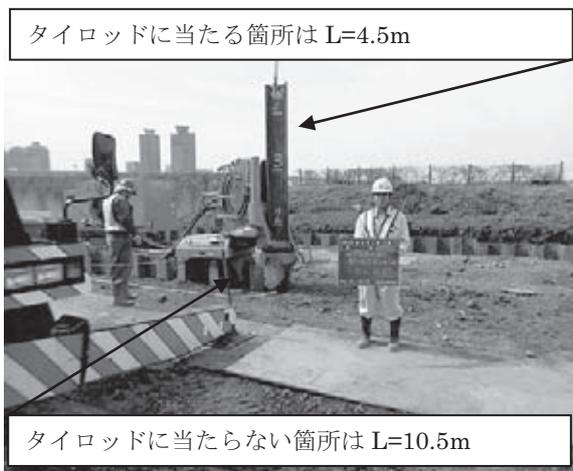


図-3 タイロッド部の土留め鋼矢板



図-4 タイロッド部の山留め



図-5 タイロッド切断状況

定されたことから、Ⅲ型及びⅡ型鋼矢板の枚数は予備を含めて搬入した。

圧入作業はGL-4.5m付近で圧入不可となった場合、タイロッドに接触したと判断し、Ⅱ型L=4.5mで再圧入を行うなどして施工した。またこの時、圧入した鋼矢板の下端がタイロッドに接触してテンションを与えてしまうと、タイロッド切断の際に、思わぬ破断やハネを起こすことが懸念されるため、タイロッドに接触した場合、テンションを与えない位置で打設完了とした。

タイロッドの撤去作業は湧水の浸入を最小限にとどめるため、切梁1スパンの範囲を1日の施工サイクルとして定め、掘削、タイロッドの撤去、埋戻しを当日の内に終えるように実施した。

これによって掘削作業は、地山を露出させて横矢板を設置する作業が無くなり、湧水の遮水性向上とともに、土砂崩壊の危険性を取り除くこととなり、掘削作業の効率化となった。

4. おわりに

本現場は、エネルギー関連施設の跡地ということから、事前に地盤改良施工の全範囲を試掘して障害物の有無を確認し、障害物を撤去した。

タイロッド撤去後、全旋回掘削機によって擁壁部の撤去を実施し、無事に地盤改良工事を完了することができた。

施工計画立案に際しては、現場立地条件などの現場特性についても十分に考慮する必要性を感じさせる現場であった。

模型での実演による理解

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
工事主任
見玉大佑
Daisuke Kodama

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：雨水排水工事（模擬工事）
- (2) 発注者：日新興業(株)土木部
- (3) 工事場所：日新興業(株) 会議室
- (4) 工期：平成27年11月5日～
平成27年12月15日（検討期間）

本工事は自社土木部での勉強会で行われた、雨水排水工事の模擬工事である。課題は、敷地内での重機作業やアスファルト合材による油類が降雨時に雨水と共に河川に流れでないようにすることだ。また、いかに安価で効率の良い対策がとれるかも課題の一つとなった。それについて部署内で討議し結果を発表するという内容であった。そのため、実際に施工は行われない模擬工事である。

2. 現場における問題点

課題に対し、まず考えたことは降雨等による表面排水を集水する柵を設置することで、雨は全体に降るため油の流出を防ぐには柵で処理した方が効率的だと考えた。次に考えたのは水に溶解せず表面に浮く油の性質を利用し、2次製品の柵を2基設け油分を表面に滞留させ雨水だけを流す方法（図-1）である。また、隣り合わせた2基の柵も、下流側の柵は上流側の柵より10cm 高く設置

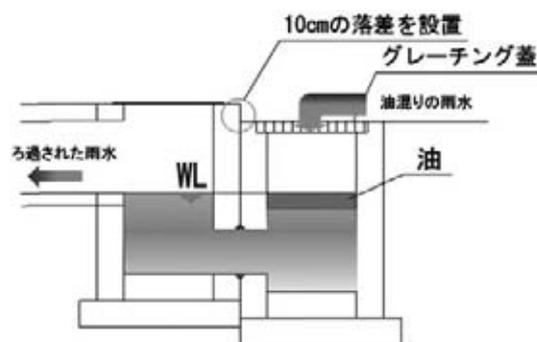


図-1

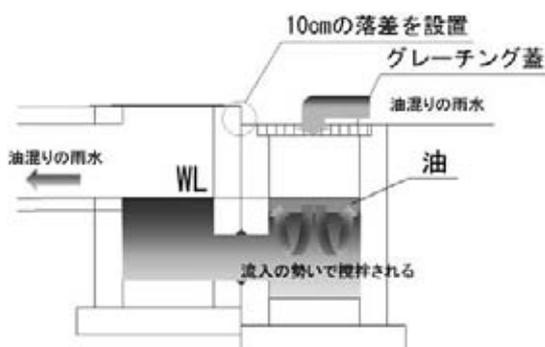


図-2

し、そこに直接油が混ざった雨水が入らないように計画した。

先の案を1回目の勉強会で提案したところ、最初の柵に流下する際に渦を巻き滞留している油が混ざり一緒に流れださないだろうかとの指摘があった（図-2）。少量の流入量であれば問題はないが、指摘のとおり通常の雨でも、柵周辺の表面水が流れ込むため流入量は多くなると予想されこのままでは不十分であり再検討となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

検討した結果は、①柵の深さを深くし流入時に発生する渦に影響のない深さで流下させる方法と、②単純に当初計画した柵の隣に、更に2基柵を追加する方法の二通り案であった。①は、柵が2基で済むが、柵自体の形状が大きくなるため②に比べ高額となった。そのため、課題の一つとなっている安価な②の方法（図-3）で進めることとなった。

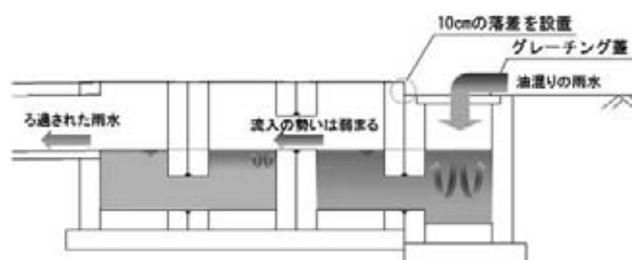


図-3

しかし、あくまで構想上の話であり実際はどうか不確かで、自分自身もこの方法で果たして大丈夫なのか半信半疑であった。半信半疑の状況で勉強会での発表が上手くいくとは思わず、果たしてただ単純に柵を2基増やすだけで大丈夫なのか、どうか確認できないかと模索した。以前土木雑誌に掲載されていた「模型による実験」のことが頭をよぎり、私も模型を造ろうと考えた。材料は近くの100円均一で、半透明の下敷きと瞬間接着剤を購入、下敷きを柵の形に切断し瞬間接着剤で四角形に組立て1/20スケール制作した。制作時間は思ったほどかからず、1時間程度で完成した。

模型での流出実験をするにあたり、油は視認性が良い物と考え、色のついたラー油を使用した。実際に模型で実験してみると、（図-4、5）のとおりに確かに当初の柵2基では注いだ勢いで1番目の柵内で油と水が攪拌され2番目の柵に流れこむことがわかり当初の計画では不十分だと実感できた。それと同時に柵を2基追加し4基設置することで油の流出が抑えられることを目で見て確認することができた。

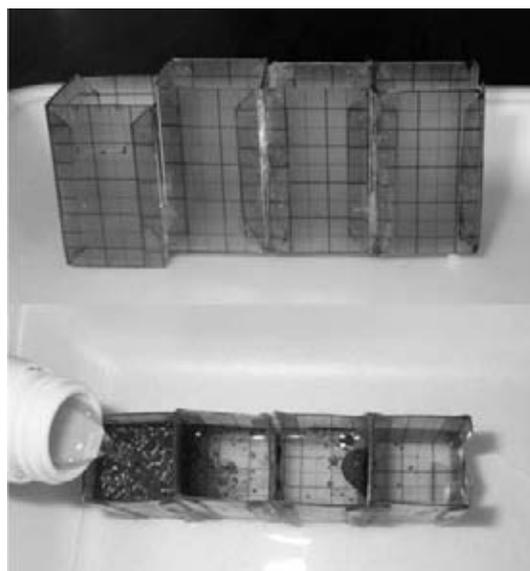


図-4

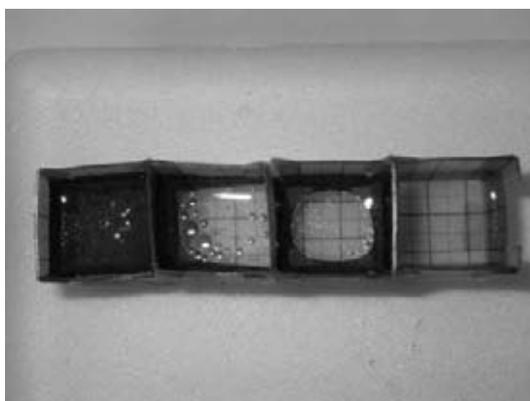


図-5

実際に2回目の勉強会で同僚の前でも模型を使用し、油の流れを確認してもらった。模型を使用したことで容易に理解してもらえ、勉強会ではいい評価を頂くことができた。

4. おわりに

今回、自分自身も半信半疑であった油分離柵の計画だったが、100円均一での安価な材料と1時間程度のちょっとした手間で模型を製作し実験したことで、自分自身もこの計画の信憑性に確信が持てた。勉強会に出席していた同僚の方々にも容易に理解していただけた満足な結果となった。ちょっとした工夫でも、有益な結果が得られることがわかり、今回の勉強会では自分自身貴重な体験になった。この経験を踏まえ常に創意工夫を意識し、今後の仕事に生かせればと思います。

FEM 解析による土留掘削における 近接構造物変状対策の一事例

東京土木施工管理技士会

日本国土開発株式会社

監理技術者

富田 陽 一[○]

Yoichi Tomida

現場代理人

尾畑 太 志

Futoshi Obata

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：導水路サイホン上下流取付工事
- (2) 発 注 者：農林水産省東海農政局
- (3) 工事場所：愛知県江南市および丹羽郡扶桑町
- (4) 工 期：平成26年3月～平成27年3月

本工事は、老朽化に加え雑排水流入による水質悪化、ゴミ・土砂流入による管理費増加等の諸問題が顕在化している農業用開水路を改修するもので、渇水期間中に既存水路を取壊し同位置に暗渠水路を2本構築して用排水の分離を図ると共に整備済の水路サイホントンネルの上下流部へ取付けるものである。

本稿は、FEM 解析を用いた土留掘削における近接構造物変状対策の一事例について報告する。

2. 現場における課題

土留掘削において、工事用地に近接して点在する店舗や民家を保全することが課題であった。土留方式は、元設計において全区域で自立式親杭横矢板が採用され、土留壁自体の安全性は、慣用法による構造計算により担保されている。一方、事前に行った設計照査では、土留壁の頭部変位が約5cm程度予測され土留変位に伴う周辺地盤の挙動が近接構造物に影響を及ぼす恐れがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 土留方式

最初に、近接構造物の傾斜と沈下の許容値を建築基礎構造指針に基づき決定した（表-1）。

表-1 傾斜量と沈下量の許容値

構造種別	基礎形式	変形角(傾斜)	水平/鉛直 変位
W(木造)	布	1.0×10^{-3} rad	1.5cm

次に、地盤変位と土留変位は同調することより、FEM 解析の手法を用いて土留壁の強制変位による周辺地盤の挙動を①元設計の場合と②切梁を設置した場合（腹起し H300、切梁 H250）について照査した（図-1、図-2、表-2）。

なお、土留壁の変位量は弾塑性法により求めた。

以上の結果より、②切梁支保工式土留を採用した。

(2) 計測管理

計測管理は、鉛直変位に比べ安全側の管理となる傾斜角を直接測定できないため、FEM 解析を

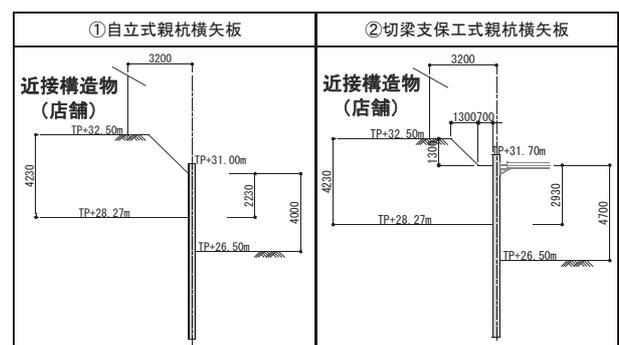


図-1 土留方式

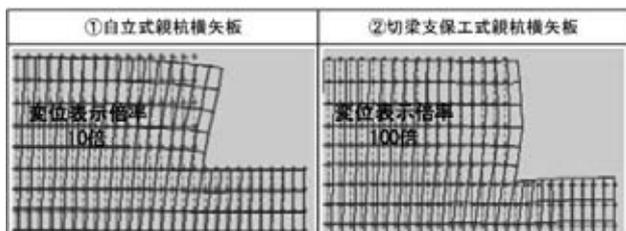


図-2 変形図

表-2 判定結果

土留方式	水平変位		鉛直変位		傾斜角	
	変位量(cm)	判定	変位量(cm)	判定	傾き(rad)	判定
① 自立式親杭横矢板	-3.93	×	-0.31	○	1.72×10^{-3}	×
② 切梁支保工式親杭横矢板	-0.32	○	-0.02	○	0.08×10^{-3}	○

表-3 管理基準値

位置	管理基準値 mm	備考
土留頭部	22	水平変位、傾斜角 1.0×10^{-3} radの場合



図-3 土留頭部変位計測位置 (シートプリズム)



図-4 沈下計測位置 (鉄鈹)

用いて傾斜角が許容値 (1.0×10^{-3} rad) に達した時点の土留頭部変位を算定し管理基準値とした (表-3)。土留頭部変位の計測は、測量用シートプリズムを設置し光波測距儀を用いて行い、合わせて基礎周辺に鉄鈹を設置して沈下計測を行った (図-3、図-4)。

(3) 計測結果

計測結果を以下に示す (表-4)。

土留変位は、管理基準値の半分程度であり傾斜角も許容値内であると判断できた。また、この値は弾塑性法による土留壁の構造計算結果とほぼ同じ値であり計算手法の妥当性も同時に確認された。

表-4 計測結果

	土留変位 mm(最大値)	基礎周辺沈下 mm(最大値)
②切梁支保工式親杭横矢板	9	-3



図-5 着手前状況



図-6 山留支保工架設状況

沈下量は、FEM解析結果 (表-2) より2.8mm大きな値を示したが、土留変位が管理基準値の半分程度であり、近接構造物への影響は無視できる範囲と判断した。

4. おわりに

高度成長期に整備された社会資本の改修工事は、今後益々増加すると思われる。それらの工事は、周辺の都市化の進行等により現場条件が複雑化している場合、施工段階での検討も重要である。

本稿で報告した施工現場では、土留掘削における近接構造物の変状対策について、FEM解析の手法を用いて合理的に対策を立案し発注者や地元住民との相互理解も円滑に行うことができた結果、近接構造物への影響を回避して無災害で竣工することができた。

淵野辺調整池耐震補強工事施工実績

東京土木施工管理技士会

日本国土開発株式会社

工事主任

炭谷 高明[○]

Takaaki Sumitani

現場代理人

井西 浩二

Koji Inishi

工事主任

仙波 勇人

Hayato Senba

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：淵野辺調整池耐震補強工事
- (2) 発注者：神奈川県内広域水道企業団
- (3) 工事場所：神奈川県相模原市中央区高根2丁目
- (4) 工期：平成25年4月12日～
平成27年9月30日

本工事は、レベル2地震動に対する耐震性能の確保を目的とし、淵野辺調整池の耐震補強工事を行うものである。調整池は1号池、2号池と別れており、片方を運用しながら施工を行う必要があり、耐震補強の方法は、底版、側壁、中壁、柱及び頂版の一部をコンクリートによる増厚工法であった。

本報告は、底版、側壁及び中壁はせん断補強筋が密に配筋されており、コンクリートの充填及び品質を確保するために工夫した点について述べる。

2. 現場における問題点

側壁及び中壁の耐震補強はせん断補強を目的とし、コンクリートの設計増厚は300mmであった。鉄筋はせん断補強筋が密に配筋されており、コンクリート打設の先端ホースを鉄筋の中に入れることができないこと、型枠上部からのバイブレー

ターの挿入が困難であること、また、既存設備内で配管を使つてのコンクリート打設のため、ポンプ車のブームによる打設の様にフレキシブルに打設口を移動することが出来ず、通常の壁の打設の様に各リフトを数回に分けて打設することが困難であった。

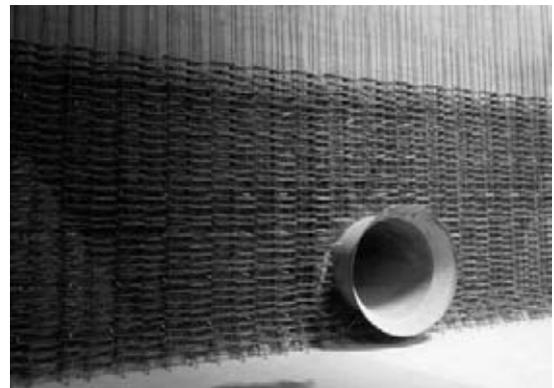


図-1 側壁鉄筋組立状況

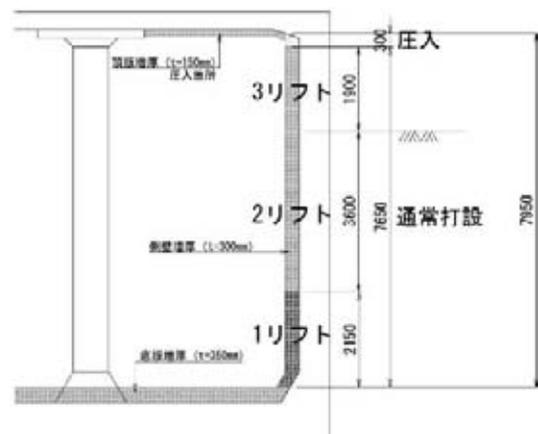


図-2 側壁・中壁リフト図

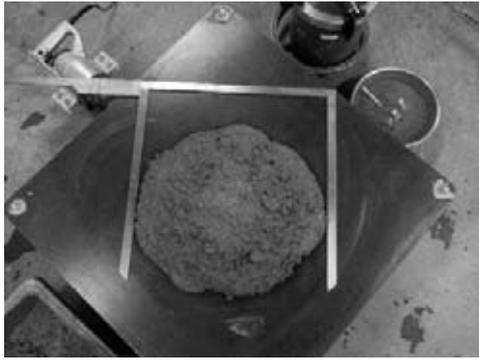


図-3 フロー試験（加振前）40.0×37.0cm
規格値：35～50cm



図-4 フロー試験（加振後）50.0×47.5cm
規格値：10秒加振後の広がり10±3cm

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 コンクリートの選定

型枠の外から締固めができ、流動性に優れかつ材料分離に対する抵抗が大きく、コンクリートの品質が確保できる中流動コンクリートを選定した。また、クラック補修については、上水の設備であるため、使用材料は、JWWAの規格に適合している必要があり、使用できる材料は限られているため、クラック発生抑制のため膨張材(20kg/m³)も使用した。

3-2 打設方法

打設は各リフト毎に1度に型枠天端までコンクリートを打設し順次横へ移動した。コンクリート配管は開口部から打設箇所までの横配管を底版上に配置し、打設箇所縦配管を接続し、先端にゴムホースを取付け、打設を行った。打設箇所の横への移動は、その都度横配管と縦配管を切り離して、縦配管を移動し、再度縦配管を接続する作業

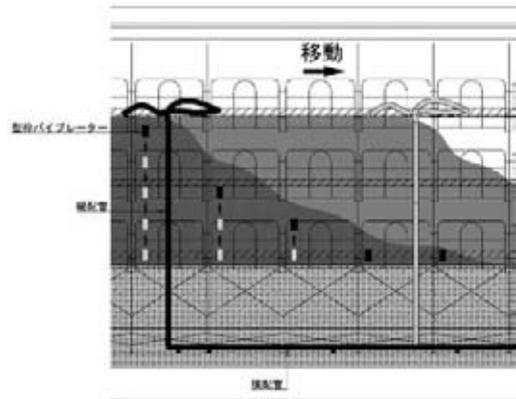


図-5 側壁打設図（正面）

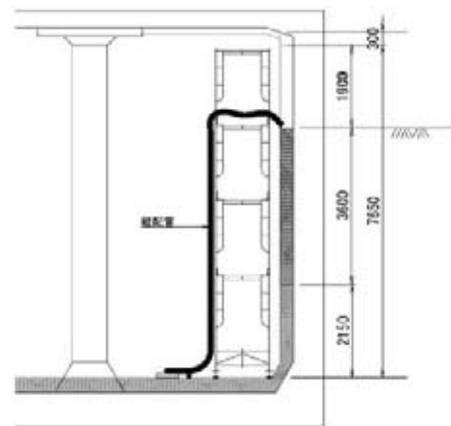


図-6 側壁打設図（断面）

を行った。この作業はすべて人力であり、時間を要するため、1日の打設量に大きく影響した。

コンクリートの締固めには、型枠バイブレーターを使用した。作業員と型枠バイブレーターを1.8m毎に横一列に配置し、コンクリートの充填が確認できた箇所から順次型枠バイブレーターをかけ、締固めを行った。また、コンクリートの充填高さに合わせ、型枠バイブレーターを上部へ移動し締固めを行った。

4. おわりに

トンネル工事の覆工で使用されている中流動コンクリートが、型枠内部へ先端ホースが入ることができず、棒バイブレーターも十分にかけることができない、このような耐震補強工事でも使用は有効であることが分かった。事後のクラック調査ではクラックは発生しておらず密実なコンクリートを打設できたことが確認できた。

施工計画

架設工法の工夫による交通規制の短縮について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

監理技術者

西川 岳志

Takeshi Nishikawa

1. はじめに

本工事は、国道1号小田原箱根道路建設工事のうち、箱根町山崎地区において橋梁の架設を行う工事である。

国道1号小田原箱根道路は国道1号の神奈川県小田原市風祭から足柄下郡箱根町湯本までの間の慢性的な交通混雑の解消を目的とした道路であり、延長2.2kmの内、2.0kmの区間は平成17年3月に2車線にて開通している。

工事概要

- (1) 工事名：山崎高架橋上部（その1）工事
- (2) 発注者：関東地方整備局 横浜国道事務所
- (3) 工事場所：神奈川県足柄下郡箱根町山崎地先
- (4) 工期：平成25年5月31日～
平成26年3月20日

(5) 工事内容

橋梁形式：鋼3径間連続非合成開断面箱桁橋
(この内、施工範囲は1径間)

橋長：114.0m (この内、施工範囲は45.6m)

有効幅員：10.0m

架設工（クレーン架設）：128.1t

架設工（一括架設）：1回

床版架設（グレーティング床版）：479㎡

現場継手工（本締めボルト）：4,436本

現場塗装工（F11）：30㎡、（F12）：44㎡

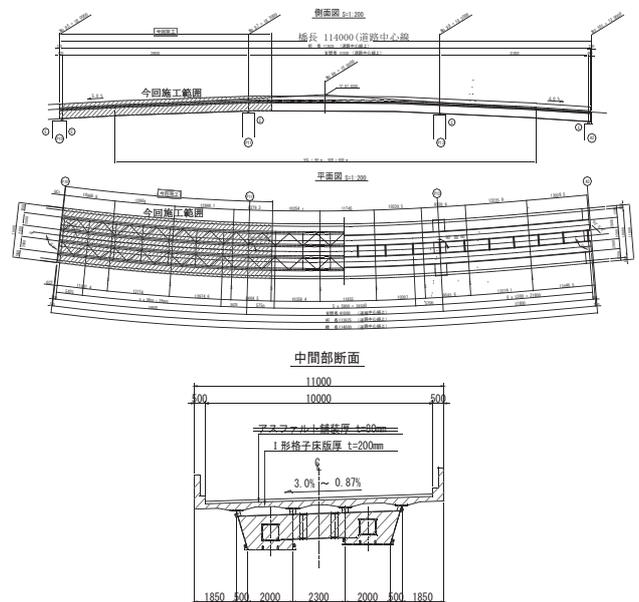


図-1 構造一般図

2. 現場施工における課題

本橋梁は国道1号を跨道する橋梁であるため、架設工法を選定する際に一般交通へ与える影響を極力少なくすることが地元自治体より求められた。

鋼橋の架設工法で一般的に多く採用されているクレーンベント工法では国道1号上にベント設備を長期間にわたって設置することになり、片側交互通行を昼夜連続で38日間、また全面通行止めを1日8時間の施工として11日間必要であったため、交通規制時間を短縮することが課題であった。

また、近くに民家も近接しているため工事期間中

の発生騒音に対する騒音対策も行う必要があった。

3. 課題に対する工夫・改善点と適用結果

架設工法として多軸特殊台車を用いた一括架設工法を採用した。

一括架設を行う橋体は架設地点より約100m離れた位置に設けた地組ヤード内で160t吊トラッククレーンにて地組立を行い、多軸特殊台車に搭載して一括架設を行った。

一括架設後の交通規制を削減するため、地組立時に高力ボルトの本締めおよび現場塗装工を完了させ、またグレーティング床版パネルも地組立時に架設を行い、一括架設術と一体にして架設を行った(図-2)。



図-2

これにより昼夜連続で38日間必要であった片側交互通行規制を1夜間のみの5時間で行うことができ、11日間必要であった全面通行止めを1時間(上記5時間の片側交互通行規制時間内)で行うことができた。

多軸特殊台車は車輪の向きを自在に変えることができるため、前後左右自在に走行することが可能であり、また台車自体の高さも±300mmで上下することができるため、規制時間内に支承のセットボルトへ一括架設術を取めるためのミリ単位の調整が可能であった。

もう一つの課題であった騒音対策については定期的に工事内容を理解していただくためのビラを



図-3



図-4

配布したほか、積極的にコミュニケーションをとることを心掛け、作業員全員に教育して実践した。

また、作業ヤード境界の民家側に防音シートを設置して、工事期間中に発生する騒音の低減を図り(図-3)、比較的大きな騒音を発生するクレーンのエンジン部へ防音シートを設置する対策を行った(図-4)。

これらの対策を行うことにより周辺住民と良好な関係を築くことができ、工事をスムーズに行うことができた。

4. おわりに

最後に、本工事期間中に多くのご指導をいただいた発注者である横浜国道事務所小田原出張所の方々をはじめ、各関係機関の皆様、そして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。

水位が大きく変動する河川での 台船上クレーンによる橋梁架設

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

橋梁工事本部工事第二部主査

鈴木 信幸[○]

Nobuyuki Suzuki

橋梁工事本部計画第二部課長補佐

小永吉 知華

Chiharu Konagayoshi

1. はじめに

本工事は、岐阜県～福井県を結ぶ一般国道417号の横山鶴見バイパス事業のうち、一級河川・揖斐川を跨ぐ橋梁の製作・架設工事である。

架設は、ユニフロート台船を用いたクローラクレーンベント工法により行い、施工ヤードとして揖斐川左岸側に仮設構台を構築した（LIBRA工法*採用）。

架橋位置は上流に徳山ダム、下流に横山ダムを有する特性上、河川の水位変動が大きく、施工時最低位▽187.5mに対して最高水位は▽207.5mと約20mの増減に対応する必要があった。

工事概要

- (1) 工事名：（仮称）新川尻橋 上部工工事
- (2) 発注者：岐阜県 揖斐土木事務所
- (3) 受注者：篠田・横河特定建設工事共同企業体
- (4) 工事場所：国道417号揖斐川町東横山～西横山
- (5) 工期：平成25年10月10日～
平成28年3月18日
- (6) 橋梁形式：3径間連続鋼非合成箱桁橋
- (7) 橋長（支間長）：191.5m(63.9+71.5+53.9m)

2. 現場における課題・問題点

本橋は河川を横断する橋梁であり、非出水期（10/16～6/15）内での架設が前提であるが、同時に

ユニフロート台船の吃水確保も必要であった。架橋位置の河川水位はダム利水（中部電力による水力発電）等の関係上、年度ごとに策定される「貯水池運用計画」にもとづき水位管理が行われている。しかし、本工事は施工年度は例年よりも低水位（台船吃水が不足する）期間が長くなるのが工事着工後に決定した。したがって、水位が日々

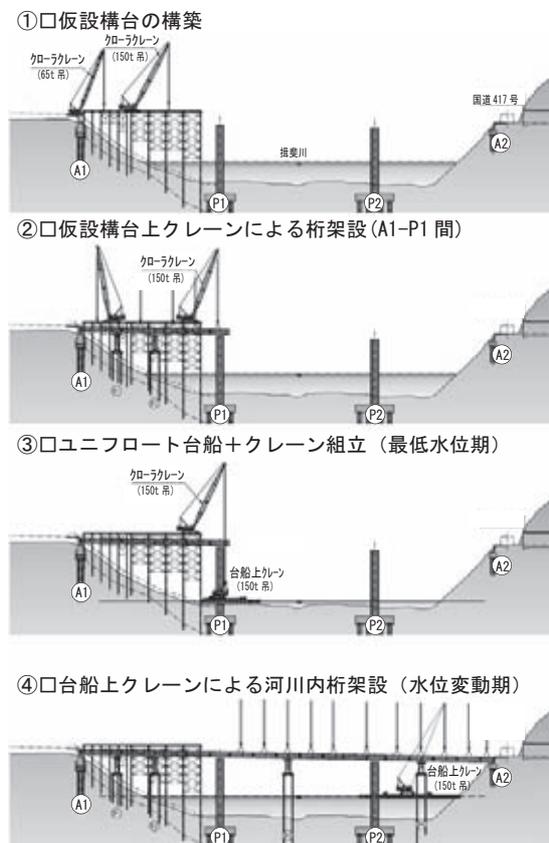


図-1 施工ステップ（架設完了まで）

変動する河川内で安全に架設を行うだけでなく、当初予定よりもさらに工期を短縮することが、施工にあたっての重要な課題となった。

3. 課題に対する工夫と適用結果

水位の影響を最小限に抑え、確実に施工を行うために、以下の工夫を行った。

(1) 仮設構台の変更

施工に先立ち、仮設構台先端を1パネル分延長することで当初計画よりも河床高が5.5m低い場所で台船組立を行う計画に変更した(図-2)。これにより、当初計画より低水位の時期でも台船の使用ができるようになった。

また、構台上クレーンによりP1橋脚上ブロックまで桁架設を行うことで、台船作業を減らして工程短縮を図った。このため、構台幅は作業可能な必要最低限まで縮小し、構台施工にかかる日数が増えないよう配慮した。

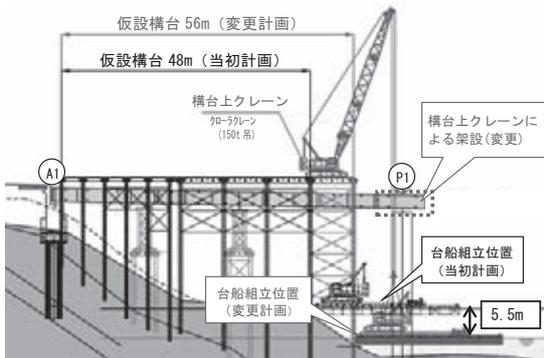


図-2 仮設構台の変更による吃水確保

(2) 河川の状況に応じた工程管理

施工年度における水位は、非出水期に入る10月中旬に一旦急激に低下(▽182.5m)し、その後1ヶ月程度で通常の半分程の水位(▽194.5m)まで上昇、12月末よりまた上昇して1月中旬にピーク(▽203m)に達した後、下降していくという運用計画であった。

図-3に示すように、台船組立が可能な水位に達する11月上旬から確実に開始できるよう、逆算して土工(仮設構台へのアクセス道路)を7月上旬から開始した。杭施工は現地の地盤状況により作業の進捗度合が影響されやすいため、仮設構台

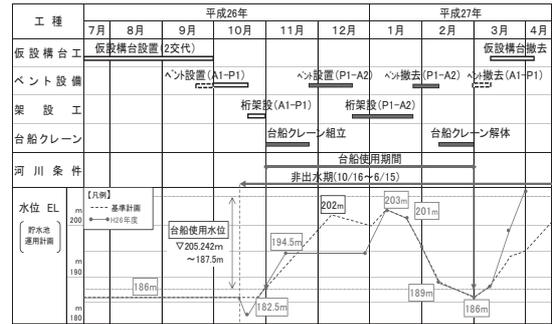


図-3 計画工程表(抜粋)

の施工日数は通常より余裕を持たせ、7月中旬から昼夜2交代により構築して2基分のベント基礎と合わせて9月末には完了させた。また、第1径間(A1~P1)の架設は10月中旬に完了させた。

台船組立は変更工程通り、11月初旬より開始して河川上での作業床となる資材台船、仮設構台から部材を運ぶ運搬台船を含めて約2週間で完成、クレーン落成検査を受けた後、河川内ベント施工、桁架設を行った。A2橋台近傍は河床高が急になるため、河川水位がピークに近づく1月中旬頃に第3径間の架設が行えるよう、入念な工程管理を行った。



図-4 完了時全景(終点側・国道417号より)

4. おわりに

水位が大きく変動する特殊な条件下でのユニフォーム台船上のクレーンによる架設であり、台船の一時退避が生じる等スムーズな施工ができずに苦慮したこともあったが、結果的には大きな問題もなく、無事に工事を完了することができた(図-4)。

最後になりましたが、施工にあたってご協力いただきました発注者の揖斐土木事務所および河川管理者、JV構成会社その他関係各位の皆様には厚く御礼申し上げます。

※ LIBRA工法(仮橋仮棧橋斜吊式架設工法)
(NETIS:KT-990222-VE)

施工計画

狭隘な施工条件下での効率的な鋼製橋脚の施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

現場代理人

大林 茂[○]

Shigeru Obayashi

監理技術者

木下 雅 裕

Masahiro Kinoshita

1. はじめに

本工事は、愛知県名古屋市の西側を通り西名阪と伊勢湾岸道路を結ぶ名古屋第二環状自動車道（名二環）の事業であり、T形鋼製橋脚の製作および架設を行なうものである。国道302号に近接しており、非常に狭いヤードでの作業となった。

本報告では、これら様々な制約条件下の施工における問題点とそれに対する解決方法について記述する。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度名二環大西北2高架橋北鋼橋脚工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
愛知国道事務所
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市港区大西地先
- (4) 工 期：平成26年3月21日～
平成27年3月28日

2. 現場における問題点

1) 狭いヤード内で輻輳する作業

基礎工と発注がほぼ同じであり、工期内に施工を完成させるためには基礎工の施工中に、鋼製橋脚の架設を開始する必要がある。それに伴い、施工ヤードが非常に狭隘のなか、工事車両等の動線が競合する状況での施工となった。

2) 国道302号上の横梁架設作業

国道302号上に張り出した横梁を架設するには、日中および夜間と非常に交通量が多い道路上で、安全でさらに交通阻害を最小限にする施工計画の立案が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 工程の厳守

基礎工終了を待っての施工開始では、工期が間に合わない恐れが大きく、基礎工と並行して橋脚架設を進める施工計画を立案した。

- ①基礎工施工ヤードから離れた場所で橋脚部材を地組、現場溶接、塗装（外面）作業を実施
- ②500t吊油圧クレーンを地組部材が所定場所へ架設可能な位置に据付・組立
- ③基礎工が終わると同時に地組部材を架設

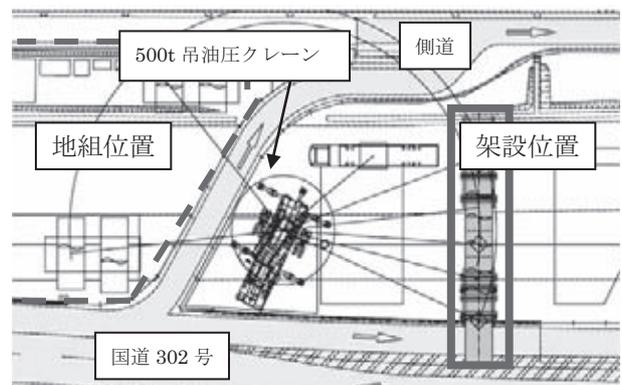


図-1 架設要領

この施工方法により、基礎工と並行して橋脚架設を進める事ができ、施工ロスを最小限に抑え効率の良い施工ができた。

2) 施工に必要な動線の確保

ヤードが非常に狭く、当初計画の架設用ベント設備は、動線が阻害されるため、ベントの構造を下記の条件で検討した。

- ①大型重機が通行できるように、通行車両幅を3.5m確保すること。
- ②橋脚梁の支点間距離が大きくなるため、架設時の作用力に耐えられること（構造計算により受梁にH400を採用）。

これらの条件から、門形のベント設備とし、工事車両や重機の往来を可能にした（他業者や自社施工に対し動線が確保できた）。

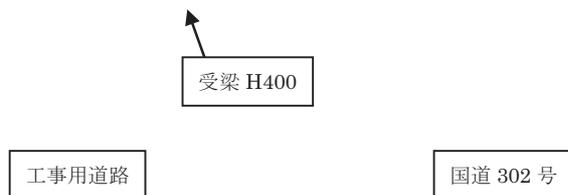


図-2 ベント構造（門形）

3) 道路上施工および施工時間の対策

道路上の架設の条件は、夜間（午前1:00頃）の10分間通行止めによる作業とされた。これを踏まえて以下の対策を実施した。

- ①交通規制予告：一般の通行車両へ周知するため、広域に配置する規制予告看板等の設置箇所や記述内容を発注者も交えて調整した。
 - ②道路上の梁を架設する際、通行止めが10分となり、効率よく安全に作業を進めるため、以下のフローで施工した。
- (1)架設部材を架設予定時間までに玉掛けおよび所定位置の近傍まで部材を巻上げ



- (2)通行止め開始の合図と同時に架設位置に旋回



- (3)架設にエレクションピースを用いて支持するために必要最小限の本数のドリフトピンおよびボルトを締付け



- (4)安全な状態になったら、すぐに交通規制を解除（10分以内、クレーンで吊っている状態であるが、片側交互通行により、作業クレーン開放まで吊荷の真下に車両が通る状態ではない。）

以上の手順で、道路上を10分以内で安全に効率良く施工することができた。

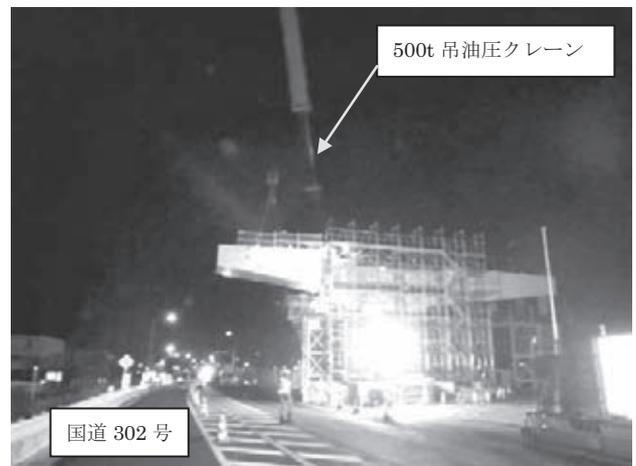


図-3 夜間架設状況写真

4. おわりに

国道沿いで、施工時期やヤードに制約があり、また近隣には住宅や保育園等がある条件の中で、安全で効率よく、第三者に対する影響を少なくする施工計画を立案することが大きなテーマであった。

施工中も近隣へ配慮を心がけ、保育園に対して理解を得るためと園児に対して仕事への興味を持ってもらうために、見学会を実施した。

結果として、近隣からの苦情もなく、無事故無災害で工期内に完成させることができた。

最後に、施工に関してご助言、ご指導頂いた発注者の皆様、および工事に携わったその他関係各位に厚く御礼を申し上げます。

曲率が変化する既設桁を軌条とした 直線桁の巡回送出し架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

現場代理人・監理技術者

秋田 友久

Tomohisa Akita

工事部

岩本 隆行

Takayuki Iwamoto

計画担当

小泉 敬太[○]

Keita Koizumi

1. はじめに

中央町金矢線橋梁（三沢大橋）は、青森県三沢市の青い森鉄道三沢駅の南に位置する9径間連続鋼少数鈹桁橋（3主鈹桁・合成床版構造）である。このうち、青い森鉄道および古間木川を跨ぐ2径間を手延べ式送出し工法により架設した（図-1）。

本工事の特徴は、①既に架設された桁（以下、既設桁）を軌条として送出しを行ったが、架設する桁の平面線形が直線であるのに対し、軌条とする2径間のうち1径間は $R=200\text{m}$ の曲率を有し、残り1径間は直線の線形であったこと、②短期間で、送り出した2径間の桁を約5m降下する必要があったことである。

ここでは、上記の特徴による2つの課題とその対応について報告する。



図-1 送出し架設状況

工事概要

- (1) 工事名：中央町金矢線橋梁整備
（三沢大橋）工事
- (2) 発注者：青森県 上北地域県民局
- (3) 施工者：横河工事・横河ブリッジJV
- (4) 工事場所：青森県三沢市字古間木山内
- (5) 工期：平成26年3月1日～
平成27年3月20日

2. 現場施工における課題

(1) 課題1

直線桁の送出し架設は直線で行うことが基本であり、送出し軌条は当初、曲線区間の主桁間にベントを設置し、直線とする計画であった。しかし、曲線区間の主桁には下横構や横桁が配置されているため、これを避けてベントを構築し、直線の軌条を設けるには複雑かつ大規模な設備が必要となる。このことから、軌条の構造および送出し方法の再検討が必要とされた。

(2) 課題2

降下は当初、架設する2径間の両端支点は油圧ジャッキとロッド材で桁を吊下げて一括で降下する吊下げ降下、中間支点はサンドル降下で行う計画であった。しかし、吊下げ降下に比べ、サンドル降下は1回の降下量が少ないため、降下に要す

る日数がサンドル降下作業により決まる。しかし、青い森鉄道の営業線上での作業であることから、短期間での降下の完了が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 課題1への対応

送出し軌条を直線配置とすることは困難なことから、既設桁の曲率線形なりに軌条を設置して、架設する直線の桁（以下、送出し桁）を回転させながら送出しを行う工法を採用した。図-2に、回転送出しの概要を示す。

送出しは、2台の台車で桁を支持して行った。曲率が変化する区間では、桁の縦移動に伴い、送出し桁の軸（以下、送出し桁軸）は回転する。このとき、台車構造軸と軌条ラインは常に直角となるため、台車上で3主桁のうち中央の主桁受点を回転中心として外側の主桁受点が移動しながら回転する構造とし、桁の回転に対応させた。

以上により、送出し軌条の梁を既設桁上に配置するシンプルな構造とでき、バント数量の低減および工程短縮が図れた。

(2) 課題2への対応

降下日数を短縮するため、中間支点部も吊下げ降下とした。中間支点部の合成床版を後から設置することで、降下設備の組立スペースを確保し、3主桁の間を突き抜ける門形構造の降下設備を構築した（図-3）。門形とするため、横桁のある支点部を避け中間橋脚前面に設けたバント上に降下設備を配置し、橋脚上には吊下げ降下時の仮受け点を設けた。

降下日数は、中間支点がサンドル降下であった場合、10日必要であったが、全支点を吊下げ降下とすることで7日間短縮し3日にできた。また、吊下げ降下設備と別に仮受け点を設けることで、安全性も高められた。

4. おわりに

送出し架設は、さまざまな制約条件下で選定さ

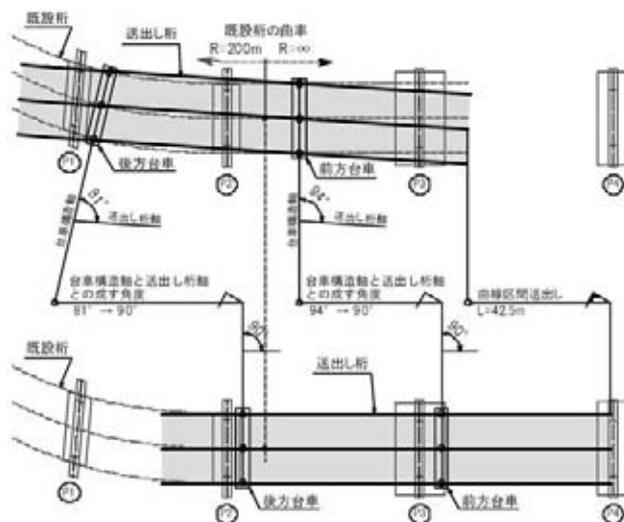


図-2 回転送出し概要図

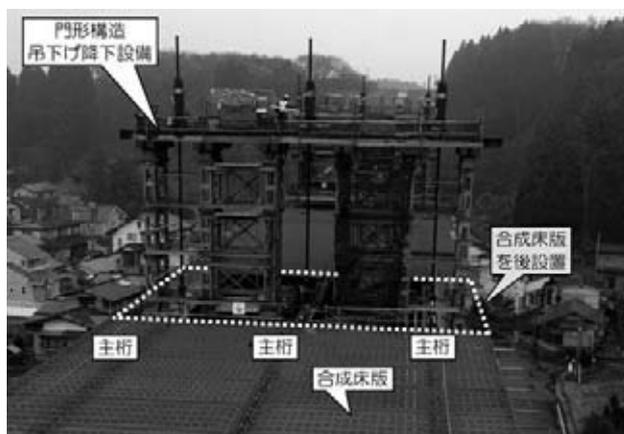


図-3 中間支点部の門形降下設備

れる工法であり、適用される橋梁形式もまた様々である。設備構造や配置により施工性、工程、安全性など左右されるところが大きく、綿密な計画が重要となる。計画を工夫すれば、既設桁に曲率があっても送出し架設が可能であることや、降下日数を短縮できることを示した。本報告が今後の架設工事の中で参考になれば幸いである。

最後に、施工に関して御助言、御指導頂いた発注者の皆様、および工事に携わったその他の関係各位に厚く御礼を申し上げます。

市街地における雨水管渠布設工事の問題点とその解決

兵庫県土木施工管理技士会
安場建設株式会社

工事長
喜多 修 一〇
Shuichi Kita

工事長
田中 信也
Shinya Tanaka

工事長
佐川 公一
Koichi Sagawa

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：玉津51号雨水幹線築造工事
- (2) 発注者：神戸市
- (3) 工事場所：神戸市西区玉津町西河原
- (4) 工期：平成25年10月24日～
平成26年3月31日

本工事は、新興住宅と古来民家の共存する第一種低層住居専用地域付近での工事であった。

このことから、整備された広い道路から農道を拡幅した未整備の市道で、限られたスペースでの工事であり、また地下埋設物、架空線の存在も施工時において支障となるなど難しい工事であった。

既存の水路（用水排水兼用）を取壊し、新たに整備する工事の計画は、現場打ちの函渠と、プレキャストボックスカルバートを布設するものであった。

工事を遂行するにあたり問題山積の中、発注者と協議を繰り返し、また地域住民との懇話を重ね、随所に創意工夫をもって完成した思い入れのある工事である。

2. 現場における問題点とその解決

2-1

現場打ちの函渠は、最大掘削深が3.32mとなり

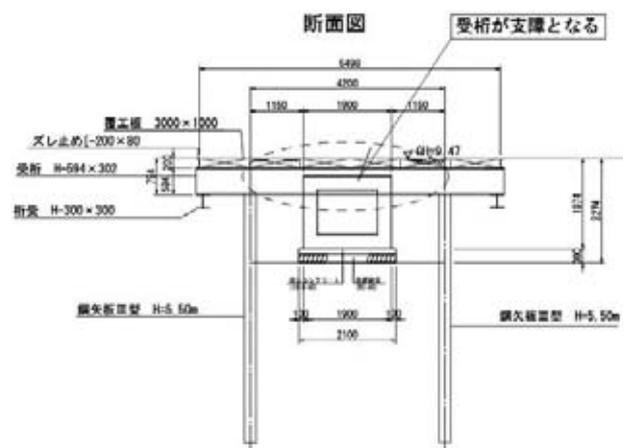


図-1 当初設計図

鋼矢板Ⅲ型による土留め工法によるものとなっていた。当初計画では、鋼矢板建込の上部に覆工板を設け作業時以外は、交通解放をする工法であったが、当初設計では、躯体に受桁が干渉し、構造上盛り替えも不可能であった（図-1）。この解決方法として、車両通行止めによる道路占用を採択した。まず迂回路の設置を行い、車両の通行を確保した。続いて歩行者は、隣地のフェンスを取り外し、用地の一部を地主から借用することで通路の確保を行った。

鋼矢板圧入工法は、溝掘削（GL-80cm）により、サイレントパイラーの掴み代を設けなくてはならない。しかし、近接する浅埋の水道管、ガス管の存在がこれを阻害した。よって鋼矢板の天端を地上から50cm突き出しすることでこれに対応

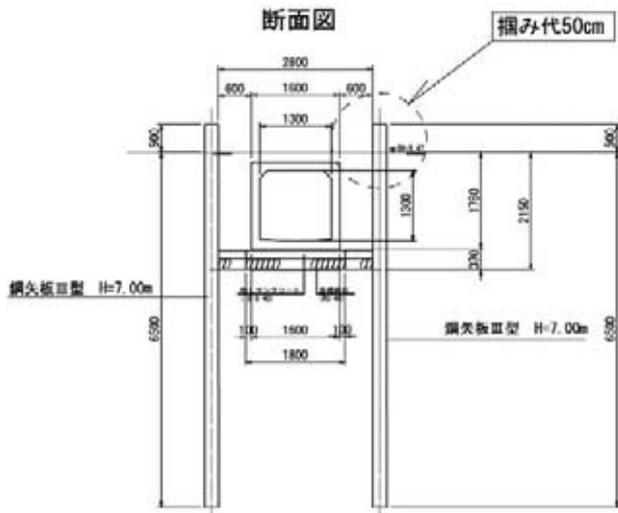


図-2 函渠工設計変更後の断面図

した。ここで、鋼矢板の長さが最長7.0mになることで問題が露呈した。レッカーによる吊り込みで、地上高10m以上のクリアランスが必要であったが、くしくも真上5mの高さでNTT光ファイバー、ケーブルテレビ等の架空線が、張り巡らされていた。

しかし、工期、費用面で不利となるが、鋼矢板継ぎ工法の採用で、2.5mに切断した鋼矢板を継ぎながら所定の深さまで施工する方法で事なきを得た。

図-2は、現場打ち函渠をプレキャストボックスカルバートにすることで、直下にある支障となる高さにあった污水管φ250との離隔を確保するという手法に基づく変更図である。

2-2

プレキャストボックスカルバート設置工において、狭隘な現場条件からレッカー車での据え付けができないことから、当初計画のとおり特殊な工法（リフトローラー工法（図-4））での作業となった。

これは、荷卸し場所から製品をリフトローラーが抱え込むように持ち上げ、そのまま自走して据え付け連結させていく工法である。

ここで、掘削深と切梁の高さの関係上、上段の切梁は進行に合わせ盛り替えできるが、下段のそ

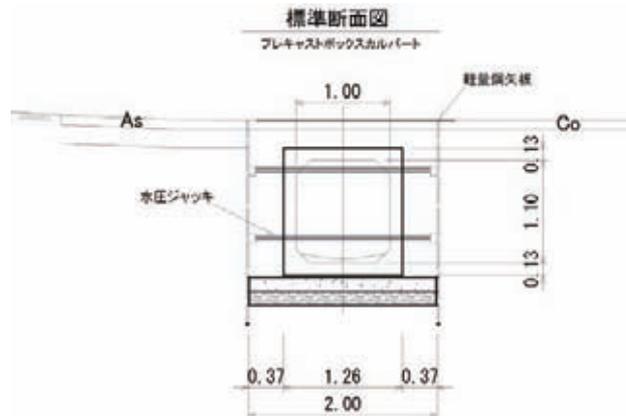


図-3 変更計画図



図-4 リフトローラー工法

れは長さ4mほどの機械によって物理的に切梁の許容最大スパン長2.5mを超えることとなる。そこで、下段の切梁を無くす工法として基礎コンクリートを軽量鋼矢板いっばいに打設し、切梁を撤去することとした（図-3）。これらは手間がかかるため作業員が面倒臭がる場面もあるが、安全管理において強固な姿勢で臨み十分に安全性を確保しながら施工することができた。

3. 終わりに

当初設計のままでは、工事を全うすることはまず不可能であったが、入札により受注した設計条件は、ある意味絶対的である。しかしながら監督員、関係者と協議を重ね、相互の理解のもと設計の見直しを図ることができた。その上で尽力した甲斐もあり、完成できたことは誇りにさえ思う。私儀、稚拙ながら数ある工事経験の中でも難易度の高い部類の筆頭であると思う。前記の事柄のみならず数々の困難にめげそうな現場ではあったが、少し高度なノウハウを学んだ気がするのは私だけではなかったと思う。

これを糧とし、今後も起こるであろう問題に打ち勝ち、日々邁進していく所存である。

本牧高架橋5号（3径間連続鋼床版箱桁橋）の 架設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士
株式会社 IHI インフラシステム

建設部工事2課

菖蒲谷 光 則[○]

Mithunori Shobutani

橋梁技術部設計2課

中 松 裕

Hirishi Nakamathu

建設部工事1課

福 永 睦 夫

Muthuo Fukunaga

1. はじめに

神奈川県横浜市中区本牧ふ頭に位置する本牧高架橋5号（図-1）は、首都高速湾岸線とダブルデッキ構造であり、一般国道357号東京湾岸道路の本牧ふ頭から錦町までの総延長約2.3km区間を結ぶ道路の一部を担う。本橋の上部工は、P3、P4、P6橋脚3基の横梁上に架設される3径間連続鋼床版箱桁橋で、P5橋脚の横梁とは剛構造である。本稿では、本橋の橋桁架設工法について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：湾岸道路本牧地区5号橋工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
横浜国道事務所
- (3) 工事場所：神奈川県横浜市中区本牧ふ頭
- (4) 工 期：平成25年9月20日～
平成27年10月30日
- (5) 形 式：3径間連続鋼床版箱桁橋
- (6) 橋 長：287m（89m+110m+88m）

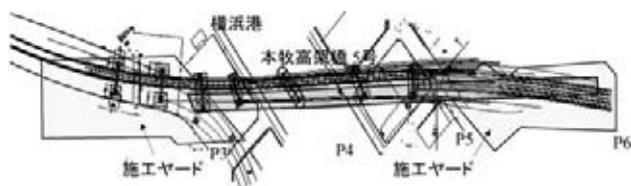


図-1 本牧5号橋全体平面図

2. 架設条件

本工事の架設を行う上での主な制約は以下の2点である。

- (1) 本橋のP3-P5橋脚間の約200mは横浜港を跨いだ条件で架設作業を行う必要がある（図-2）、また、陸上部の施工ヤードにおいて大型トレーラーの駐車場等が隣接し、使用できるヤードに制約があった。
- (2) 本橋は現在供用している首都高速湾岸線の直下に位置し、既設隣接桁との接触に配慮するため上空制限が生じた状態で架設作業を行う必要があり、クレーンのブームや作業半径に制約があった。



図-2 本牧5号橋架設位置（架設前）

3. 架設工法の工夫

- (1) 送り出し架設（P3-P5橋脚間）
横浜港直上に位置するP3-P5橋脚間の桁架設は、送り出し架設工法を採用した。上空とヤード

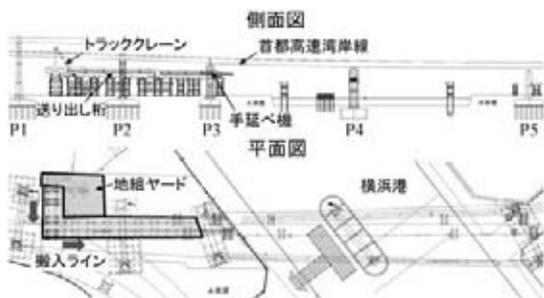


図-4 L字型搬入ライン計画図



図-3 地組状

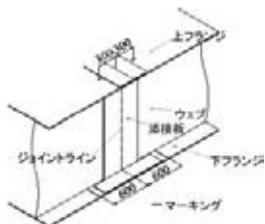


図-5 マーキング位置



図-6 送り出し架設状況

の制限を回避するため、自由にクレーンの使用ができる唯一のヤードで地組を行い（図-3）、そこから所定の位置まで桁を移動させるL字型搬入ラインを設営した（図-4）。桁下に敷いたレールと油圧ジャッキにより、所定の位置までレール上縦横の方向に桁を移動させ、送り出し桁の組立作業を行った。

また、工場の仮組立時に、現場での架設精度確保のため、予め上下フランジにマーキングを施した。フランジに施したマーキングの位置は、ジョイントラインを基準に上フランジ側で300mm、下フランジ側で600mm離れた添接板を避けた位置とした（図-5）。これにより、現場では桁を連結した際にマーキング間隔を計測することで、容易に桁の架設精度を確認することができた。以上の手順を繰り返し行い、送り出しブロックの架設および桁架設精度の確認までをスムーズにし、滞りなく送り出し架設を行うことを可能にした（図-6）。



図-7 特殊吊天秤



図-8 上空制限下での架設状況

(2) 特殊吊天秤による架設（P3-P5 橋脚間）

陸上部に位置するP5-P6橋脚間の桁架設は、トラッククレーン・ベント架設工法を採用した。しかし、使用可能な施工ヤードは全て首都高速湾岸線下であり、ヤード内は常に上空制限されている状態であった。そのため、クレーンのブームを自由に伸ばすことができず、桁を巻き上げる際のクレーンのブームと隣接桁との接触を防ぐことが必要であった。そこで、ブームの巻取り量を十分に確保できる特殊吊天秤（図-7）を使用して、桁架設を行った。さらに、近接物と一定の離間を確保するアラーム装置を設置する等、既設隣接桁との接触に対して細心の注意を払った（図-8）。

4. おわりに

本橋は、港直上および供用中の高速道路直下で架設作業を行う工事であり、種々の制約条件を考慮し架設計画を行った今回の架設工法が、今後類似する工事の参考になれば幸いである。

国土交通省関東地方整備局横浜国道事務所の皆様には、現場の工事特殊性、施工条件を十分に理解、適切な助言と協力をいただいた。その結果、本工事を無事故・無災害で完了することができた。ここに深く感謝の意を表します。

R = 50m の曲率を有する 6 径間連続箱桁橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

監理技術者

平野 嘉一[○]

Yoshikazu Hirano

現場代理人

赤池 武幸

Takeyuki Akaike

工務・計画本部

出口 哲義

Akiyoshi Deguchi

1. はじめに

圏央道（首都圏中央連絡自動車道）は、都心から半径およそ40km～60kmの位置に計画された、延長約300kmの高規格幹線道路である。

本工事では、平成27年3月29日に開通した、久喜白岡JCTから境古河ICのうち、五霞ICの一部を構成する、5号橋、7号橋、Dランプ橋の3橋の施工を行った。このうち、本稿ではDランプ橋を中心に報告する。

工事概要

- (1) 工事名：圏央道五霞地区高架橋
上部その1工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局
- (3) 工事場所：茨城県猿島郡五霞町幸主～江川
- (4) 工期：平成25年2月8日～
平成26年6月30日
- (5) 橋梁形式：5径間連続鋼3主桁橋(5・7号橋)
6径間連続箱桁橋(Dランプ橋)
- (6) 橋長：201.0m(5号橋)
212.5m(7号橋)
265.0m(Dランプ橋)
- (7) 支間長：36.8+2@44.0+46.0+28.8(5号橋)
41.8+3@42.5+41.8(7号橋)
45.2+56.5+2@43.0+42.5+33.2
(Dランプ橋)



図-1 Dランプ

2. 現場における問題点

Dランプ橋の特徴として、R=50mの曲率を有している1Box桁であることと、河川改修中の五霞落川を渡河していることがあげられる。このため、本工事の施工にあたり、以下の課題があった。

- (1) Dランプ橋の架設途中は、曲率の影響により左右の反力の違いが発生し、主桁が転倒する恐れがある。また、主桁のねじれが発生し、完成時の精度への影響も考えられる。
- (2) 渡河箇所については、当初、杭基礎構造のベント設備が検討されていた。しかし、河川改修や他工事の工程調整のため、杭基礎の施工が困難となり、河川内を使用しない構造の見直しが必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 曲線桁への対応

本工事の架設途中のステップを検討したところ、曲率の外側に倒れていくような変形が発生することから、その変形を抑えるために、形状保持用のベント設備の追加（図-2）を行った。設置位置については、左右の反力がバランス良くなる位置を検討し、仮設道路を配慮しながら決定した。

また、中間橋脚であるDP2～DP5については、図-3のとおり1支承であるが、ウェブ幅と橋脚幅が同一のため、橋脚上で回転変形を抑える仮受けやジャッキアップ等の対応が困難であった。



図-2 形状保持ベント

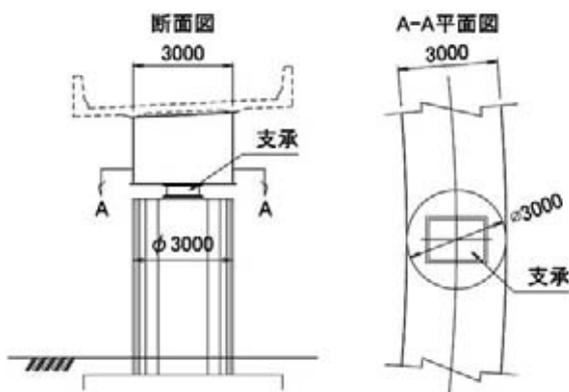


図-3 橋脚一般図



図-4 脚回りベント設備



図-5 工事桁基礎ベント構造

このため、橋脚の周囲を巻くようにベント設備を構築し（図-4）、ジャッキアップスペースを設け、調整を行った。

(2) 工事桁基礎ベント構造の採用

渡河区間を一括架設する工法も検討したが、支間長が56.5mあり、ブロック重量も100tを超えるため、クレーンのスペースや地組立ヤードを確保することは困難であった。このため、河川に影響を与えないように渡河する工事桁を基礎構造としたベント設備（図-5）を設置した。なお、工事桁の支間長は33mあり、大きいたわむことが予想されたため、L/600をたわみの許容値として断面を決定し、支点部には仮支承を設置した。また、組立解体は横倒れ座屈を考慮し2主構毎に実施した。

(3) 適用結果

以上により、細かな桁高さの調整が可能となり、また、河川に影響を与えることなく架設を行うことができた。この結果、精度を向上させ、かつ安全に施工を実施することが可能となった。

4. おわりに

インターチェンジやジャンクションでは曲率の小さな橋梁を採用することが多く、また、狭隘な作業スペースの中で競合する工事が多い。本稿の報告が類似作業の参考になれば幸いである。

最後に本工事の施工にあたりご指導いただきました国土交通省 関東地方整備局 北首都国道事務所の方々に深く感謝し、誌上を借りてお礼申し上げます。

S字曲線を描く鋼3径間連続非合成細幅箱桁橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

工事担当

工事計画担当

五十嵐 三 雄[○]

吉 田 友 和

Mitsuo Igarashi

Tomokazu Yoshida

1. はじめに

本工事は、平成23年7月の新潟・福島豪雨により発生した阿賀野川水系阿賀川および只見川の護岸決壊と国道252号二本木橋の落橋災害の内、後者に対して新設橋を建設するものである。

本稿では、S字曲線を描く鋼3径間連続非合成細幅箱桁の架設工事について報告する（図-1）。

工事概要

- (1) 工 事 名：国道252号二本木橋災害復旧工事
- (2) 発 注 者：国土交通省北陸地方整備局
- (3) 工事場所：福島県大沼郡金山町大字大塩地先
- (4) 工 期：平成24年3月22日～
平成25年10月31日
- (5) 橋 長：175.0m
- (6) 支 間 割：44.0m + 85.0m + 44.0m



図-1 架設全景

2. 現場における問題点

鋼桁架設工事において、下記の問題点があった。

- (1) 本橋の架橋位置は只見川上に位置し、鋼桁架設については河川内での架設であったが、施工条件として流水部となる中央径間部にベント等の仮設備の設置は不可能であり、ベント架設に替わる安全で確実な鋼桁補強を含めた架設方法を検討・決定する必要があった。
- (2) 本橋の側径間部は、河川内ではあるものの流水部から外れており、鋼桁はベント架設が可能であったが、地形的に複数のベント設置は困難であり、ベント数を最小とする施工が求められた。
- (3) 前述したように、本工事は災害復旧工事であることから、工程短縮が求められ、鋼桁架において工程短縮のための工夫が必要とされた。

3. 工夫・改善点と適用結果

河川敷に位置する側径間部に仮栈橋（クレーン構台）を設置した上で、鋼桁の架設は、側径間部についてはクレーンベント架設（図-2）、中央径間部については張り出し架設を採用した。加えて、工程短縮のため、左岸右岸の同時並行作業で鋼桁架設を実施した。

前述したように側径間ヤードは地形的に複数のベント設置が困難であったため、鋼桁3ブロック

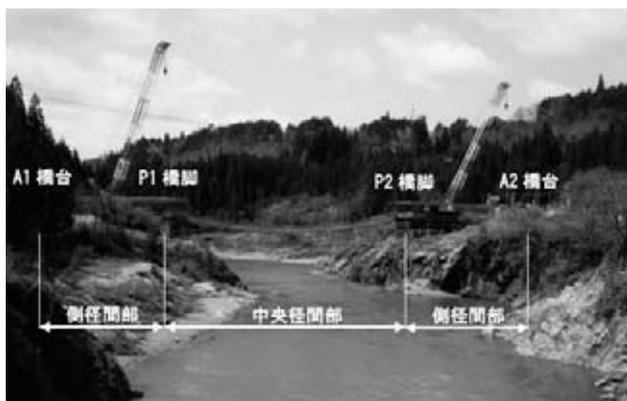


図-2 側径間部のクレーンベント架設

を地上で先行地組立し、350 t吊クローラークレーンによりブロック架設することで、ベント設置数を最小とした。

一方、中央径間部は同クレーンによる両岸部からの張り出し架設を採用したが、その際、下記の検討が必要となった。

①鋼桁断面の照査

張り出し架設時、鋼桁には完成時と異なる断面力が作用するため、平面骨組解析を行い、鋼桁断面の照査を行った結果、完成系の鋼桁断面で問題ないことを確認できた。

②鋼桁の形状管理

両岸部からの張り出し架設においては、鉛直方向のたわみが発生するため、本状態では最終閉合ブロックの連結ボルトをとることができない。また、中央径間部における鋼桁平面形状はS字形であり（図-1）、ねじり変形も発生することから平面骨組解析を実施し、その影響を検討した上で、中央径間部閉合ブロックのモーメント連結を行うための両橋脚の支承高の上げ越し量を決定した（図-3）。

③側径間部アップリフト設備

側径間長44mに対して中央径間長は85mと大きいため、中央径間部の張り出し架設の進捗に伴い、A1、A2橋台支点部にはアップリフトが発生することから、カウンターウエイト等を設置し、アップリフト対策とした。

④鋼桁閉合時の桁調整治具

鋼桁閉合時（図-4）の鋼桁相互の段差の仕口



図-3 P1、P2橋脚支承高の上げ越し



図-4 閉合ブロック調整治具

調整方法として調整治具を検討した。鋼桁相互の段差は、平面骨組解析の結果を踏まえ160mmとし、鋼桁剛性から作用力を逆算した。

⑤モーメント導入設備

中央径間部の閉合は無応力状態で行う必要があることから、上げ越していたP1およびP2橋脚のサンドル（図-3）を撤去することで、設計曲げモーメントを導入した。

4. おわりに

本工事では、発注者や関係機関の皆様のご指導のもと、流水部となる中央径間部にベントを設置しない両岸部からのクレーンによる張り出し架設を採用するとともに、本工法に伴う鋼桁の断面照査、形状管理および安全対策を講じることで、各種の問題点を解決し、無事、工事を完了することが出来た。

本稿が今後の同種工事において参考となれば幸いです。

小原田高架橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

高田機工株式会社

監理技術者

田 伏 康 彦

Yasuhiko Tabuse

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：国道371号（仮称小原田高架橋上
部その3）道路改良工事
- (2) 発 注 者：和歌山県 伊都振興局
建設部 国道橋本建設事務所
- (3) 工事場所：和歌山県橋本市小原田地内
- (4) 工 期：平成24年3月17日～
平成26年3月14日

国道371号橋本バイパスは、通勤通学時間帯に発生する慢性的な渋滞を緩和させるために計画された、和歌山県橋本市柱本～同市市脇を結ぶ延長5.5kmの道路である。

本橋は、Aライン、Bラインそれぞれ単純鋼床版箱桁と3径間連続グレーティング床版少数I桁

で構成されている。

施工順序は、先ず鋼床版箱桁を先行架設し、桁上を地組ヤードとして使用しI桁橋を施工した。

ここではP1～A2間の連続少数I桁の架設について報告する（図-1）。

2. 現場における問題点

(1)P1～P3間は市道、駐車場、ため池で架設ヤードが確保できないため、当初P1～A2全区間を送り出し架設する計画であったが、P3～A2間の直下に県道御幸辻吉原線が通っているため、送り出し架設を行うと上空を通過する時の通行止め期間が10日程度必要となり、県道交通への影響が大きいことがわかった。

(2)当初は、Aライン桁を先行して送出し、その後Bライン桁をAライン桁上で縦送りし、横取り・降下する架設計画であったが、Aライン桁

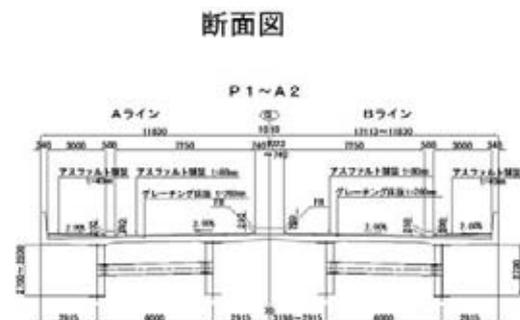
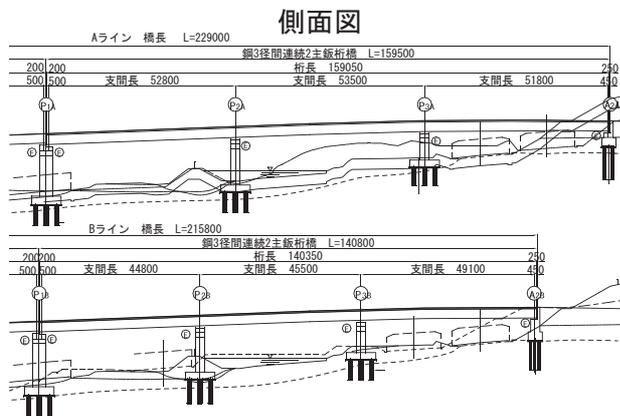


図-1 一般図

の占有期間が長くなるため、床版の工程を考慮すると工期厳守が困難なことが分かった。

(3)直下にセレモニーホールの駐車場やため池があり、足場組立時の高所作業車の配置に制約があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1)P3～A2の県道上は、大型クレーンによる夜間架設に変更することにより、通行止め期間を2日に短縮し交通への影響を低減した。このとき、Bライン位置の県道には5%の勾配がついているため、クレーンの設置・撤去に時間がかかることが予想された。そこで、路面勾配への対処として、前もってアトリガー位置に鉄板や枕木等を準備し、作業前にタイムスケジュールと作業手順を十分確認したのち架設作業を行った。その結果21:00架設開始、5:00通行止め解除の制限に遅れることなく架設作業を完了することができた(図-2)。



図-2 BラインP3～A2夜間架設

(2)送出し架設は、Aライン上に送り出しラインを設定し、既設の鋼床版箱桁上で地組を行い、先にBライン桁のP1～P3間を送り出し、Aラインの位置からBラインの位置まで12mの横取りを行った。このとき横取り梁の支間が10mと長くなるため、支間8mのところ斜ベントを設置し、横取り梁支間を出来るだけ短くし横取りを行うこととした。横取りは、スライディングシップにスライディングジャッキを使用し、横取り梁からのずれを適時修正しながら行った。しかし、



図-3 P2上Bライン横取り設備



図-4 Aライン送出し、Bライン床版作業状況

横取りだけではAラインよりBラインの橋脚がA1側に2mずれているため、Bラインの桁は横取り後、正規の位置に合わせるためP1側に縦送りを行った(図-3)。

その後、AラインのP1～P3間を送り出し架設した。これにより、Bラインの床版作業とAラインの送出し架設作業を、並行作業とすることができ工期を厳守できた(図-4)。

(3)駐車場およびため池はP1～P3上の送出し架設範囲に位置するため、主桁に主体足場を事前に設置して送り出し架設を行うことで、駐車場やため池上空での送出し架設後の足場組立作業を低減することができた。

4. おわりに

今回の工事では、無事無災害で工事を竣工することが出来ました。施工にあたりご指導、ご協力いただきました、国道橋本建設事務所の皆様をはじめ、関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

施工計画

多軸式特殊台車による東北自動車道上の夜間一括架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

高田機工株式会社

現場代理人

山村 雄 二〇

Yuji Yamamura

監理技術者

佐藤 和 重

Kazushige Sato

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東北自動車道 福島ジャンクション ランプ橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路(株) 東北支社
福島管理事務所
- (3) 工事場所：福島市笹谷地先
- (4) 工 期：平成26年3月6日～
平成27年9月26日

本工事は、東北自動車道と東北中央自動車道の交差部にあたり、1日約40,000台の車両が通行する東北自動車道上に架かる鋼ランプ橋2連の工事である。

橋桁の架設は、平成26年11月17日、19日に東北

自動車道の夜間通行止め（21：00～6：00）をおこない、多軸式特殊台車による一括架設工法により施工した。この工法は東北地方の高速道路工事においては初めて採用された（図-1）。

2. 現場における問題点

本橋はジャンクション内のランプ橋のため、平面線形が最小曲線R=60m、縦断勾配5%と、急で複雑な形状をしている。このような橋梁を多軸式特殊台車に搭載して地組立ヤードから架設地点まで約110m直進及び旋回移動し、リフトアップ装置で約4m持ち上げて桁を据付ける必要があった。事前の準備も含め、限られた期間内、時間内にいかに安全かつ迅速にまた精度よく施工するかが本工事の最重要課題であった。以下に主な問題

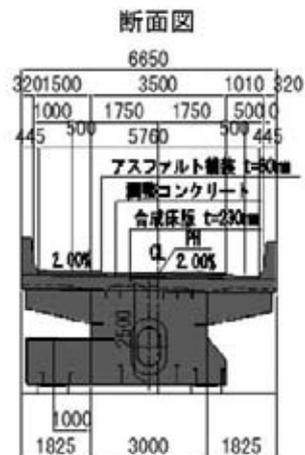


図-1 架設後全体状況、支点部断面図

点を示す。

- ①夜間一括架設時期が固定されているため、製作～架設の工程が非常にタイトである。
- ②本橋は複雑な線形によりキャンバー等の形状管理を慎重に行う必要があるが、多軸式特殊台車による一括架設のため、桁はあらかじめ地組立ヤードで組立てる。そのため、定位置での最終的なキャンバー調整ができない。
- ③複雑な線形を有する橋桁を多軸式特殊台車に搭載して、通行止めの限られた時間内で、移動及び既設橋台上を旋回する必要があり不安な要素が多い。

3. 工夫・改善点と適用結果

上記の問題点に対し、以下のように対処した結果、工程、精度、移動・旋回架設とも大きな問題もなく安全に施工することができた。

- ①工程確保に必要な資機材及び労務が、東北地方、特に福島県は不足していたため、特に必要なことは早目、早目の調達で対処した（敷鉄板800枚及び運搬トレーラ、ヤード造成用ダンプトラック、ラフタークレーン、散水車、交通誘導員、etc）。
- ②地組立ヤードに於いて、定位置と同じ状態に地組立して形状管理を行った。
 - 1) 両端部の支点上ベント高さは縦横断勾配を考慮して設定
 - 2) 地組立時のキャンバー管理は、通常と同様に多点支持状態で確認し、高力ボルトを本締め
 - 3) 締付完了後中間ベントをフリーにし、支点支持状態でのキャンバーを確認
 - 4) 合成床版架設後の製作そりを算出し確認
- ③移動時の安定：本計画では多軸式特殊台車の1台当たりの車軸数を、当初の4軸から5軸に増やすことで積載能力をアップさせ、各支点反力に対して余裕を持たせることで、移動時の衝撃や偏荷重に対応させた。
旋回時の安定：架設位置での旋回方法はより安

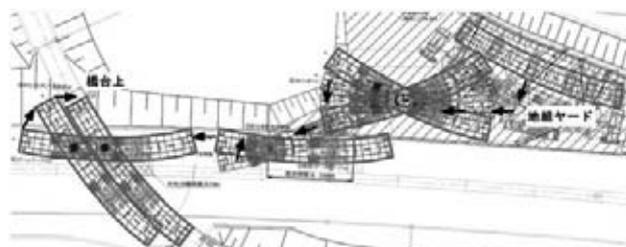


図-2 B2ランプ橋移動ルート図

定した施工方法とするため、下記の通り計画変更した。

当初計画⇒リフトアップ後、橋台上で旋回して位置調整（旋回は多軸台車自体のスピーントーンで行う）。

変更計画⇒低い位置で旋回し、リフトアップ後橋台上へ直進移動（旋回はターンテーブルを使用して行う）（図-2）。

4. おわりに

桁の支承仮固定には、位置調整を特殊台車で行った後、橋台上に事前に準備した調整移動用ジャッキ設備（鉛直用100tジャッキ×4台、水平用50tジャッキ×4台）に桁を受け替えることで、高速道路上の特殊台車設備を早期に撤退させ、復旧作業に取りかかった。その間にジャッキ設備によりmm単位の最終調整を行い、支承にセットすることができた。その結果、全体の作業時間も予定より30分程度早く終え、無事に交通解放することができた（図-3）。

最後に本工事の施工に際し多くのご指導とご助言をいただきました、福島管理事務所の皆様をはじめ関係者の方々に深く感謝しお礼申し上げます。



図-3 A2ランプ橋夜間架設

施工計画

飯沼第3高架橋のジャッキアップ架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人

小川 祐介[○]

Yusuke Ogawa

監理技術者

齊藤 良和

Yoshikazu Saito

工事担当

猪股 謙一

Ken-ichi Inomata

1. はじめに

本橋梁は、首都圏中央連絡自動車道（以下、圏央道）の坂東IC～つくば中央IC間に位置した3径間連続2主桁橋である。完成時は、中央径間は西仁連川、P12-P13間の側径間は県道猿島・常総線を跨ぐ高架橋となる（図-1）。発注時の架設方法は、通常のクレーンベント工法であったが、堤防道路の建築限界を確保するため、ジャッキアップを併用した。その具体的内容を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：圏央道飯沼川高架橋上部その1工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
常総国道事務所
- (3) 工事場所：茨城県坂東市弓田～平八新田
- (4) 工期：平成26年9月30日～
平成28年3月31日
- (5) 橋梁形式：鋼3径間連続非合成少数鉄桁橋
- (6) 支間長：43.6m+57.5m+48.6m

2. 本工事における課題



図-2 堤防道路（P12-P13側径間架設中）

県道猿島・常総線は、西仁連川の堤防道路として供用していたが（図-1、図-2）、主桁架設により建築限界を侵すことが分かっていたため、主桁架設前に別工事にて側径間への切回しが完了する予定であった。しかし、同工事の着工が遅れたため、切回し工事と当社の架設工事が重複することとなった。そのため、切回しが完了するまでの間は堤防道路を供用しつつ、平成27年度内の開通目標（当初）に合わせ、2月中旬の橋面引渡しが絶対条件となり、架設工程を先延ばしにすることができず、同道路を供用しながら施工を進めることとなった。

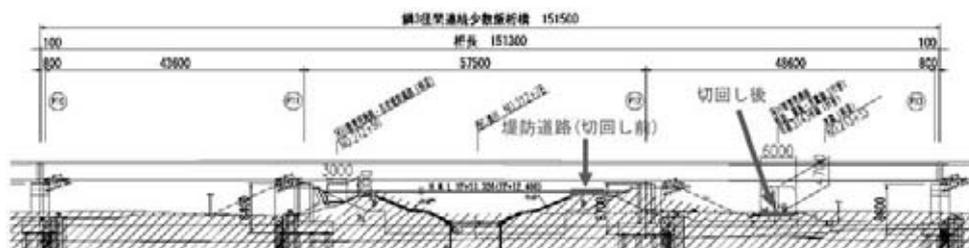


図-1 飯沼第3高架橋（側面図）

3. ジャッキアップ架設と各種対応策

橋面引渡し期限に対し、道路切回し工事完了が12月上旬となることから、これを待っている間は橋面引し期限に到底間に合わない。そこで堤防道路を供用しながら施工を進める方法として、建築限界を確保する高さにて主桁をかさ上げ状態で架設完了させ、切回し完了後に主桁をジャッキダウンすることを考えた。しかし、この方法はベントのみの支持による主桁のかさ上げ期間が2ヶ月間以上となるため、通常のベント支持に加え地震等の水平力に対しての特別の安全対策が必要となり、以下の手順による「ジャッキアップ架設」を採用した。

- (1)両側径間の主桁を架設する（図-2）。このとき全支承においてグラウトを打設し先行固定する。
- (2)全橋脚の前面にそれぞれ設置したジャッキアップ・ダウン用ベントに主桁を受け替え、固定した支承と主桁を切り離した後、両側径間をそれぞれ2.4m（堤防道路の建築限界を確保する高さ）ジャッキアップする（図-3）。
- (3)所定の高さまでジャッキアップした両側径間の主桁の相対位置を調整した後、中央径間を落とし込み架設する。
- (4)架設完了後、すみやかに先行固定した支承上に組立てた支点仮受設備（図-4）へ受け替える。地震時水平力は仮受設備を介し支承に伝え、安全を確保する。
- (5)道路切回し完了後、再度ジャッキアップ・ダウン用ベントに受け替え、桁全体をジャッキダウンして先行固定した支承へ収める。

ここで(5)の施工に際し、中間支点P11、P12は固定支承のため、主桁と支承の位置調整に困難が



図-3 ジャッキアップ・ダウン用ベント(P10)と作業状況

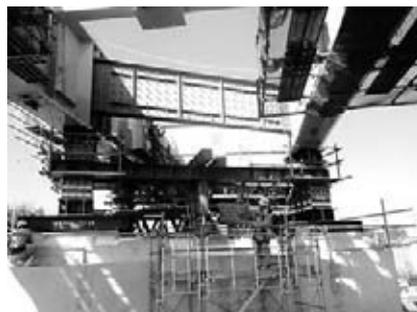


図-4 支承上に組立てた支点仮受設備



図-5 固定支承の位置調整状況

予想された。まずはP12の固定支承に主桁を収めることとしていたが、P11を収める際、桁の温度伸縮によるずれ、あるいは主桁製作、施工誤差等が発生することが予想された。そこで、あらかじめ製作工場にて設置した主桁下フランジ下面の取付け用ピースにH鋼を固定し、それを反力として油圧鉛直ジャッキでコンクリート橋脚本体を橋軸方向へ押すことで、先行固定されたP11の固定支承へ主桁を収めた（図-5）。また、ジャッキ水平力は橋脚の弾性係数から事前に算出し、これに基づき管理を行った。

以上の方法により、道路切回し完了から4日後、一連のジャッキダン作業を全て完了することができ、その後の工程へ遅延なく繋げることができた。

4. おわりに

本報告が、今後の架設工事の中で参考になれば幸である。また、工事自体は引続き、橋面引渡し、完工へ向けて施工中であるため、残りの工事も安全に作業を行っていきたい。最後に、国土交通省関東地整備局常総国道事務所の関係者様ならびに関係各位の多大なるご指導・ご協力により、無事架設を終えることができた。ここに深く感謝の意を表します。

斜角を有する曲線桁の送り出し設備の工夫

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

山田 裕[○]

Yutaka Yamada

現場代理人

石原 克己

Katsumi Ishihara

担当

村上 寛幸

Hiroyuki Murakami

1. はじめに

本工事路線の国道302号は、名古屋市の外周部を通り、市内から放射線状に延びる幹線道路と連絡するとともに、名古屋都市圏道路網の骨格をなす総延長66.2kmの環状道路である。

本工事は、この国道302号線上の戸田川を跨ぐ南陽橋の下り線工事である。桁全長が河川内にあって出水期架設のため、河積阻害のない送り出し架設工法を採用していた。また、送り出しヤードは輻輳施工する下部工工事との関係で工事用道路手前からA2橋台背面までの延長40mしか確保できなかった。このため、地組立てと送り出し架設は12回繰り返す計画であった。本稿では曲線桁で斜角を有する本橋の送り出し架設の工夫について述べる。本橋の全景写真を図-1に、架設計画図を図-2示す。



図-1 南陽橋全景写真（架設完了後）

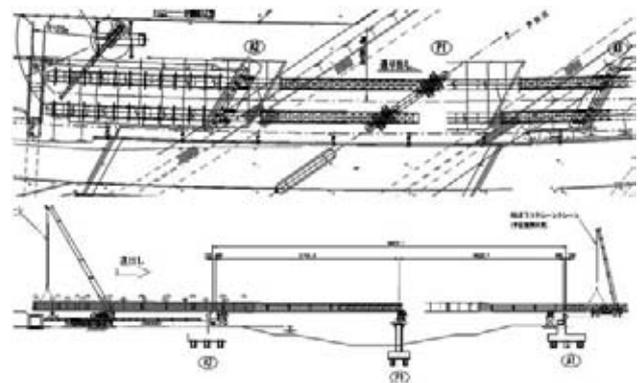


図-2 架設計画図

工事概要

- (1) 工事名：平成25年度南陽橋鋼上部工事
- (2) 発注者：中部地方整備局
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市港区南陽町～新茶屋
- (4) 工期：平成25年11月9日～
平成26年12月19日
- (5) 橋梁形式：2径間連続非合成箱桁橋
- (6) 橋長：100.5m
- (7) 支間長：48.8+51.3m

2. 現場施工における課題

本工事の施工にあたり、以下の3つの課題があった。

- (1) 送り出し架設に使用する手延べ機は、直線形状を使用し直線方向に送り出すことが一般的である。しかし、本橋は曲率半径2000mの曲線

桁のため、直線方向の送り出し架設は送り出し装置上の桁受け点位置が橋軸直角方向に漸次変化することから、受け点位置は直角方向に長くする必要があります。しかしP1中間橋脚は、変位制限用反力壁の鉄筋があるため送り装置の構造幅を広くすることは難しい。

- (2) 通常、送り出し装置用の水平ジャッキ設備と受け点盛替え用の仮受けジャッキ設備は支承線に平行して前後に配置し架設時は交互に受ける構造とする。しかし、P1中間橋脚の幅は狭くて2つの設備をととも平行配置ができない。
- (3) 本橋は先述のとおり曲線桁で、さらに斜角を有しているので受け点の反力が左右の桁で違う。そして送り出し架設の水平ジャッキは受け点反力の大きい方が先に進みやすいため、先端が横方向にずれる恐れがある。また受け点反力のアンバランスに起因した桁の座屈にも留意する必要がある。

3. 課題に対する工夫・改善点と適用結果

- (1) 通常の直線方向の送り出しから曲線方向への送り出し計画に変更した。地組ヤード内の送り出し軌条設備は曲率半径2000mの単曲線上に配置した。曲線方向に送り出し架設することで幾何学的な横ずれがなくなるため、送り出し装置用受け梁の長さを最小限にすることができた(図-3)。

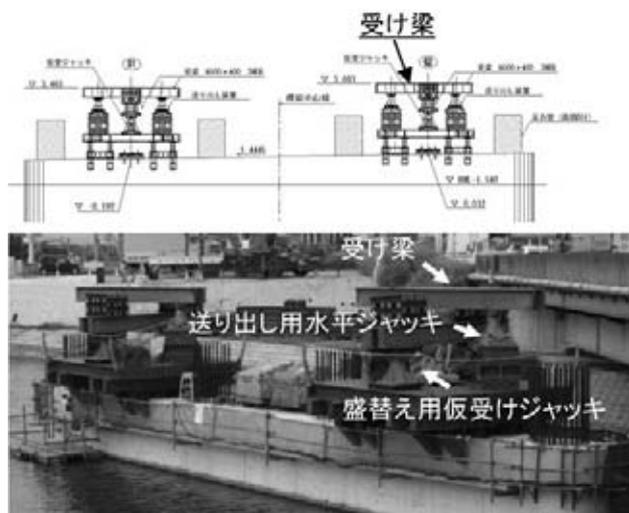


図-3 P1上送り出し用と仮受け用のジャッキ設備

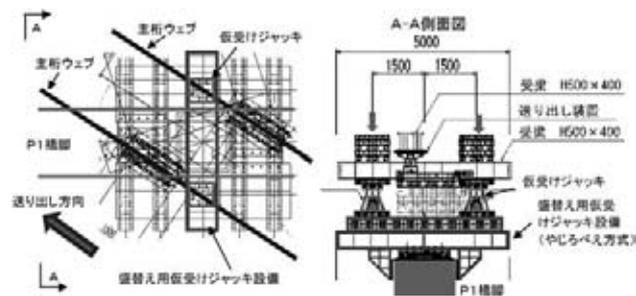


図-4 P1橋脚盛替え用仮受けジャッキ設備

- (2) P1橋脚上の送り出し装置用ジャッキ設備は、支承線に対し平行配置とするが、受け点盛替え用の仮受けジャッキ設備は支承線に対し90度方向に配置する(図-3)。そして仮受けは構台前後の張り出し部分で桁を受ける計画とし、P1橋脚を支点とした「やじろべえ」方式とした(図-4)。これにより構台に発生するモーメントを軽減し、小スペースでも安定した構造にすることができた。
- (3) 曲線桁や斜角を有する桁の送り出し架設は、通常桁が受け点位置において変状のないことを担当職員が監視するが、本工事では受け点の監視だけでなく送り出しステップ解析に基づいた反力と変位を予め算出し、この計画値から逸脱していないかを作業統括者が監視しながら作業を行った。

また、左右の桁の反力差による送り出し量の違いは、各受け点位置の盛り替え時に台車支点位置の修正することで対処した。これにより左右のずれの誤差の蓄積を未然に防止し、進行方向からの逸脱を防止できた。

4. おわりに

本工事の架設時期は8月～10月であったため台風の影響が心配されたが、関係機関ならびに地域住民の皆様の皆様のご協力を頂くことで無事に施工を終えることができた。ここに深く御礼申し上げます。

地形条件を配慮したクレーンベント架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社東京鐵骨橋梁

現場代理人・監理技術者

佐藤 智 実[○]

Tomomi Sato

担当技術者

上 床 隆

Takashi Uwatoko

1. はじめに

本橋梁は、宮戸川を渡河する国道4号バイパスへの下り線オンランプ橋である。施工範囲は、鋼桁製作、輸送、架設、現場塗装であり、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：新4号栄橋ランプ橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局 宇都宮国道事務所
- (3) 工事場所：茨城県古河市久能地先
- (4) 工 期：平成25年12月27日～平成26年2月28日

構造概要

橋梁形式：単純非合成箱桁

橋 長：60.500m

支 間 長：58.500m

鋼 重：264t（製作重量）

幅 員：4.000m+5.500m

斜 角：55° 30' 00"

2. 現場における課題

本橋の架設は、クローラクレーンによるベント架設工法である。本工事の架設では、宮戸川が橋軸方向に対し斜めに流れていること、更にベント設備位置の地盤が軟弱なことなどの条件により、

以下に示す課題を解決する必要があった。本橋の地形条件を図-1, 2に示す。

1) 宮戸川は、橋軸方向に対し24°の方向に斜めに流れている。これにより、橋面積のうちの約55%の面積が河川上という地形条件となり、全てのベント設備を地上に設置することができない。そのため、ベント設備として大梁を宮戸川上へ渡す計画であったが、桁下空間は0.4mと狭く、十分な大梁設置空頭を確保できない。これを解決するための架設計画が課題であった。

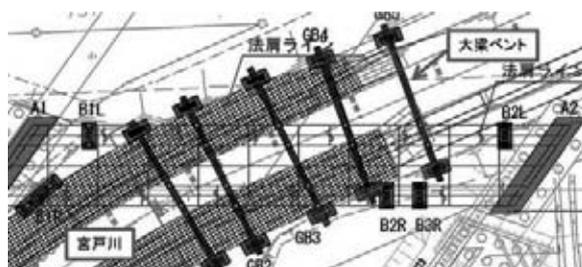


図-1 地形条件（平面図）



図-2 地形条件（完成写真）

2) 地盤が軟弱なため、桁架設の際は1主桁に対しベント設備を6箇所設置し、地盤への荷重を分散する計画である。しかし、ベント設備を撤去する際は、ベント基数が減少していくため、地盤への荷重が増大し、地盤沈下が発生する恐れがあった。よって、地盤沈下を防止するためのベント設備の撤去手順計画が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) ベント設備の構造計算結果から、鋼桁を支持するために必要なベント機材は、H900×300を主梁とした長さ20m、設備高1.5mの大梁ベント設備となり、桁下空間(0.4m)に取まらない。このため、鋼桁を所定(完成形)より1.1m高い位置に架設し、高力ボルト締付け完了後に降下作業を行う計画を立案、実施した。施工状況を図-3に示す。これにより、大梁を含む設備高1.5mのベント設備を、図-4のように設置することができ、桁下空間が狭い橋梁の架設を実現した。

2) 6基のベント設備で支持している間は、荷重が分散しているため、安定した状態であるが、ベント設備を撤去する際は、ベント設備を撤去する毎に、残ベント設備の反力が増大するため、ベント基礎部での地盤沈下が懸念された。このため、ベント設備ごとに荷重を解放していく一般的な撤



図-3 降下作業 (左:降下前、右:下降後)



図-4 大梁ベント設備

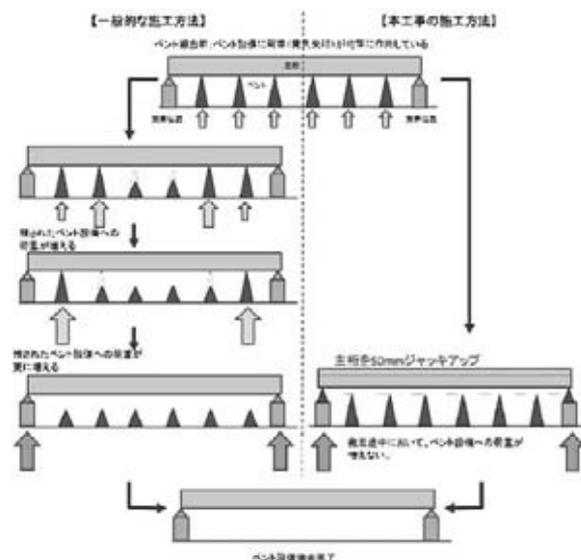


図-5 支点支持までの施工ステップ図

去手順に代えて、端支点位置で鋼重によるたわみ量(約50mm)分をジャッキアップし、全てのベント反力を解放した後、支点支持にする計画を立案、実施した。支点支持までの施工ステップ図を図-5に示す。これにより、以下の効果を得ることができた。

- ・端支点位置でのジャッキアップに伴い、各ベント設備への荷重は徐々に解放されていくため、ベント基礎部の沈下やベント受点での桁の座屈、及び大梁ベント設備の座屈を防止することができた。
- ・たわみが生じる大梁上でのジャッキ操作を無くすることができるため、解放作業時における安全性を向上することができた。

4. おわりに

降下作業は、送り出し架設工法や横取り架設工法では、一般的な施工方法であるが、今回のように、十分なベント設備の空頭を確保できないクレーンベント工法でも、有効に活用することができる。また、ベント設備の構造、配置検討では、架設時の荷重だけではなく、地盤条件に適したベント設備の撤去手順を計画することが重要である。当然のことではあるが、同じ条件の現場は存在しない。現場ごとに地形条件に配慮した架設計画を検討することが最も重要である。

詳細図面が無い鉄筋構造物の施工について

(一社) 現場技術土木施工管理技士会
松田技研
松田 信幸
Nobuyuki Matsuda

1. はじめに

本工事は、平成25年7月～9月に当地方を襲った集中豪雨により被災したため池の災害復旧工事であり、私の立場はこの工事の現場技術員である。
工事概要

- (1) 工事名：ため池災害復旧工事
- (2) 発注者：江津市災害復旧室
- (3) 工事場所：江津市千田町地内
- (4) 工期：平成26年3月～平成27年3月

本工事の現場着手は、ため池関係農家でため池付近の被災を免れた田んぼの収穫を終えてからとなる。このため10月までは事実上の工事中止状態であった。また、来年5月の連休にも田植えを行う予定であり、それ以前に一定量の貯水をする必要があるため実質工期は半年もない。この間に被災した旧堤を掘削し既設取水施設撤去後、底樋、底樋ボックスの設置、築堤後斜樋及び遮水シート設置を設置する。さらに別件工事で貯水池内の堆積土砂撤去を行うものである。

2. 現場における問題点

当初契約図面では、ため池の主要な施設である底樋、底樋ボックス及び斜樋の構造図が一般図になっておりこのままでは施工できない旨、代理人から相談があった。

その内容は、

2-1) 底樋は底樋ボックスと流末側の吐口との間に

止水壁（幅1.78m×高さ1.65m×上厚0.20m/下厚0.37m）が有り、その止水壁と底樋はエラストックファイラー（t=20mm）を介している。更にその中央に止水板（CF-200）を挟んでいる。

ここで鉄筋の最小被りは50mmとなっており、止水板の幅は片側で100mmあるため、底樋縦方向の主鉄筋（D13）と干渉する。止水板に穴を開けて主鉄筋を通すと、止水板としての機能を満足しない。代わりに主鉄筋を止水板部分で切断すると、ここが構造上の弱点となる。

2-2) 底樋ボックスは内空断面が狭小（幅1.2m×長さ0.6m×高0.7m）で土砂流入口、流出側（底樋）共にφ0.2mの円形である。鉄筋加工・組立図はボックス内空断面の型枠解体について全く考慮しておらず、このままでは施工できなかった。

2-3) 斜樋は堤頂部に空気孔上端とその保護用の柵（幅0.3×長さ0.4×深さ0.2）があり、そのため長さ0.8mの水平部分がある。しかし斜樋の配筋との接続について詳細図が無く配筋構造が不明であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

これらの対応策を私は以下のように考えた。

3-1) 底樋について、各種指針を調べたが施工方法の詳細について適切な資料が見あたらなかった。そこで①主鉄筋を止水板の両側で最小被り厚50mmを確保して切断して、この間は補強鉄筋で繋ぐことにし、②補強鉄筋は主鉄筋より1ランク上

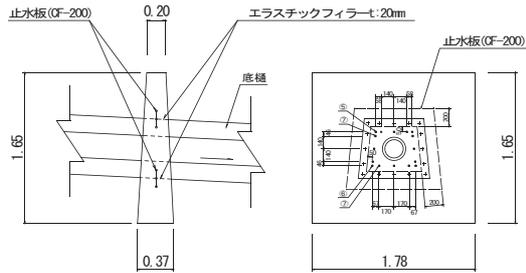


図-1 補強鉄筋を加味した止水壁構造図

のD16とする、③補強鉄筋は止水板との最小被り50mm以上を確保して凸型に折り曲げ加工し、④本工事では鉄筋重ね継ぎ手を30φとしているため、補強鉄筋の重ね継ぎ手長はD16の30φ+20mmとして500mmとし底樋の組立筋間隔(250mm)の2スパン分とする。

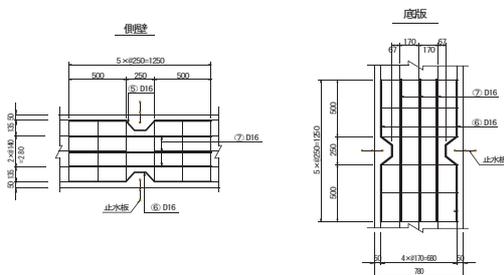


図-2 底樋補強鉄筋図

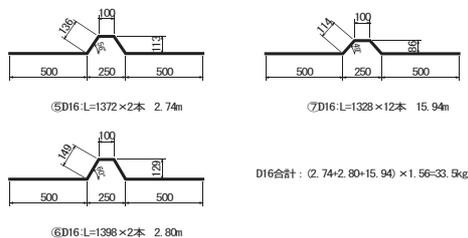


図-3 底樋補強配筋加工図

3-2)底樋ボックスについて、①当初契約図面の鉄筋加工図のうちボックス頂版部に該当する鉄筋2種類をやめ、代わりに上に開いたコの字型として、側壁の内型枠脱型後に折り曲げ加工して頂版部の配筋とする、②頂版の下面型枠は、コンクリートと同等の強度を有する材料で埋め殺し型枠とする。

3-3)斜樋について、①当初契約図面のうち、ため池構造一般図と斜樋一般図を元にした斜樋の配筋とし、②堤頂部は斜樋部分の組立筋ピッチ(250mm)と合わせる、③被りは斜樋一般図の考え方を踏襲する、④これらに合わせて配筋図と鉄筋加工図を作成する。(図-5斜樋工鉄筋図)

以上について図面と概算金額資料を合わせて発

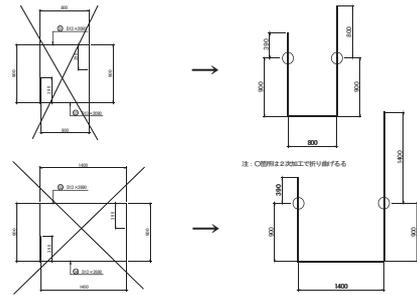


図-4 底樋ボックス鉄筋加工図

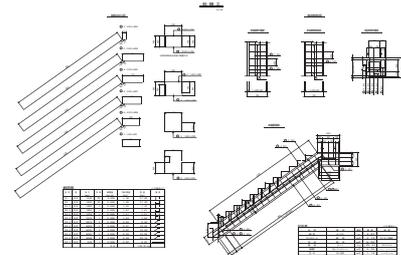


図-5 斜樋工鉄筋図

注者に提案し、受注者を交えて検討を行った。その結果3箇所ともに上記の方法で施工することになった。

設計変更への対応は以下のとおりである。

底樋については構造一般図と異なるため施工承諾扱いとし、契約変更の対象としない。

底樋ボックスと斜樋については、当初契約図面の構造一般図の考え方を踏襲し施工性を考慮して詳細図化したものであるため契約変更の対象として契約図を変更し、新たに作成した斜樋工鉄筋図(図-5)は契約図として追加することになった。

鉄筋の使用量は各々で増減があり合計すると30kgほど増加するが、本工事全体で使用した鉄筋の合計数量は、数量とりまとめ要領の範囲内での増減となり、契約金額の増減対象とはならなかった。

工事は無事完成し、田植えに必要な水量を貯水して作付けに間に合うことができた。

4. おわりに

災害復旧時には多くの作業が重複し詳細な図面が整わないまま発注されることがある。施工管理を行う者は、このような場合にも工事を遅滞なく施工できるよう柔軟に対応出来る技術力を研く必要がある。

施工計画

一括架設による交差道路利用者への影響低減について

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

監理技術者

嘉村 昌浩[○]

Masahiro Kamura

現場代理人

沢田 一郎

Ichirou Sawada

1. はじめに

本工事は首都圏中央連絡自動車道（圏央道）である埼玉県幸手市上高野の国道4号線を跨ぐ位置に、橋長350m、鋼重1,292.9tの鋼9径間連続少数鉸桁橋を新設する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：圏央道慶作前地区
高架橋上部その2工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局
- (3) 工事場所：埼玉県幸手市上高野地先
- (4) 工期：平成25年7月31日～
平成26年9月30日

2. 現場における問題点

本工事での問題点は、以下の通りであった。

当初の計画では、国道4号線の夜間一時通行止め規制を行い、200t吊油圧式クレーンで主桁3ブロック地組立して1主桁ずつ架設する計画であった（図-1参照）。

また、合成床版は夜間一時通行止め規制を行い架設し、足場防護工組立は昼間片側交互通行規制をする計画であった。しかし、一時通行止めを行う場合迂回路が広範囲となり、作業時間も制限され規制日数も増える。また昼間片側交互通行規制は20,000台/日以上となる交通量があり渋滞を引

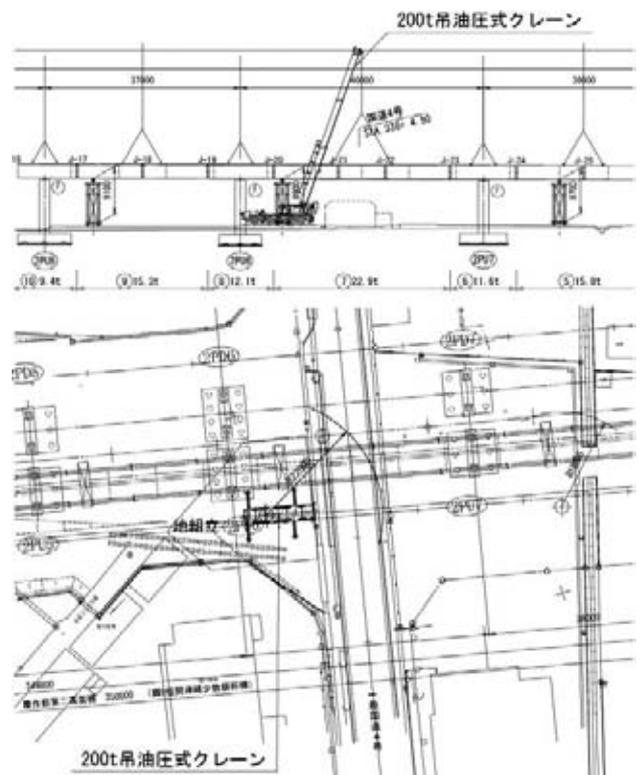


図-1

き起こすため、出来る限り規制日数を減らし施行期間中の落下物等、道路利用者に対する影響を低減する施工方法に変更する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 交通規制低減における工夫・改善点

国道4号線上の地組立J20～J23ブロックについて大型クレーンの代用として多軸式特殊台車2

台（キャビン+パワーユニット+250t積キャリア×2連による一括架設を行うことで規制日数の低減を図ることを計画した（図-2参照）。

国道4号上の桁は隣接径間の作業ヤードで桁地組立を行い、全ての現場継ぎ手作業（高力ボルト本締め、現場塗装）を完了させ、国道4号上の俯角75°の範囲となる合成床版パネル、側部足場（防護工）および付属物（上部工検査路・排水管）の取り付けまで行った。すべての部材を取り付け多軸式特殊台車による一括架設を行うことで、規制回数を大幅に低減する計画とした。これにより桁架設による夜間一時通行止めを上下線各1回、合成床版架設による夜間一時通行止めおよび足場組立による昼間片側交互通行規制を省略、また足場組立作業を省略し、落下物の防止もできた。

以上の変更により当初計画の12日に対して4日で完了し8日間の規制日数を短縮する事ができた。



図-2

(2)架設工法における工夫・改善点

地組位置・架設位置および移動時の工事用道路幅が狭く縦断勾配もあったそのため、多軸式移動台車の向きをその場、その場で旋回しなくならず多軸式移動台車上設備にターンテーブルを設置し旋回を行った。その際ターンテーブルを軸にキャリアが旋回するため、キャリア上構台とユニットジャッキのセット位置の確認を行い安全に地組桁の旋回を行った。また縦断勾配に対しては、上下方向±10°可動するチルト軸受が内蔵されて

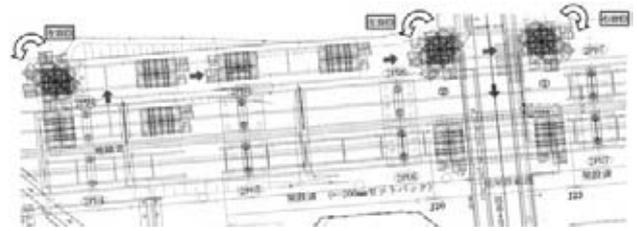


図-3



図-4

いるターンテーブルを使用し縦断勾配にも追従させた（図-3、4参照）。

また、当初は終点側より片押しで桁架設を行う予定であったが、架設順序を変更し、国道4号線上を一括架設ブロックで落とし込みとしたため、架設余裕として事前に2P6側の先行架設桁は橋軸方向に約200mmセットバックしておき、桁架設時に2P7側を先に添接してその後2P5・2P6橋脚とベント設備にスライドジャッキを設置し、架設ブロックが添接できる位置までセットフォアし、並行作業でジャッキダウンを行う事で施工時間の短縮を行った。

また、出来形精度においても社内目標値内に収めることができた。

4. おわりに

今回は、地組ヤード内で合成床版一体化の箱桁形状に地組し、付属物まで設置を行うことで国道4号上での作業をなくすことにより、第三者への安全が確保できかつ多軸式移動台車による一括架設により、規制回数を大幅に低減する事ができた。

推進工事における仮設備の工夫

新潟県土木施工管理技士会
株式会社新潟藤田組
土木工務部 主任
鈴木 忠行
Tadayuki Suzuki

1. はじめに

新潟市北区中心市街に位置する白新町雨水幹線流域の浸水対策として、雨水を貯める管渠(φ2000mm)を推進工法にて施工する工事であり、発進立坑部及び仮設備の工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：葛塚排水区雨水貯留管下水道工事
- (2) 発注者：新潟市下水道部東部地域下水道事務所
- (3) 工事場所：新潟市北区白新町地内
- (4) 工期：平成27年3月18日～平成28年3月15日
- (5) 工事概要：φ2000mm管推進工 L=223.73m
- (6) 仮設備計画：
発進立坑及び推進設備を白新町4丁目「さくら公園」内に設置(図-1)。
仮囲い工は、H=4.5mの防音パネルを設置。

2. 現場における課題

- (1) 作業ヤードとなる、さくら公園の樹木移植と枝の選定を最小限としたヤード計画の見直し。
- (2) 公衆電話ボックス・消火栓・ゴミステーション等既存施設の継続使用を可能とする。
- (3) 公園利用者への配慮として、既存出入口の確保。
- (4) 発進立坑の向きと推進法線が一致していない。



図-1 当初の発進ヤード計画図

- (5) 橋形クレーンの配置位置と基礎構造の検討。
- (6) カーブ推進のため、中心線測量は高い精度が必要。

3. 工夫・改善点

- (1) 【樹木移設】 樹木移設を極力減らす推進設備の配置を検討し、作業ヤードの形状を変更し、サクラ樹木の移植本数を低減した(図-2)。
- (2) 【電話ボックス】 防音パネルに割高となったが、異形部材を使用し電話ボックス・消火栓・ゴミステーション等を既存のまま、移設することなく仮囲いの設置を可能にした。
- (3) 【出入口】 公園の土留め壁を一部撤去して、トレーラー乗入可能な工事用車両出入口を新たに設置し、公園利用者の既存出入口を確保した。

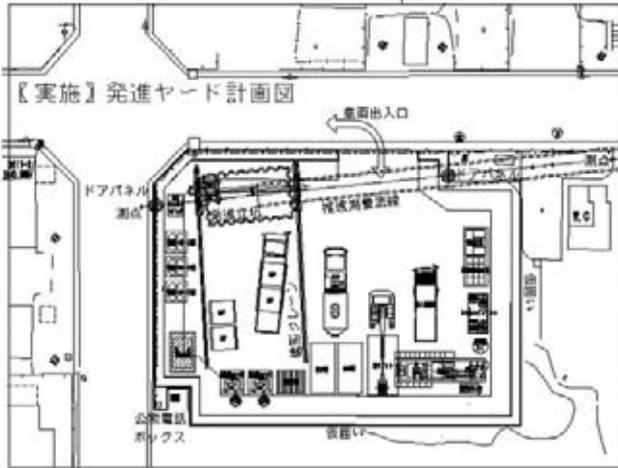


図-2 変更の発進ヤード計画図

(4)【発進立坑】 当初計画の発進立坑は、作業ヤードの制限から橋形クレーンと同方向での設置位置の計画から、推進中心線に対して6度の角度がついた立坑築造の計画となっていたことから、作業ヤード計画を見直し、発進立坑法線を推進中心線と並行にした事で、推進設備の設置・撤去や推進管吊下し作業の効率化が図れ、より安全な作業が実施出来るように計画した。

(5)【橋形クレーン】 工事車両搬入口からの車両進入経路と荷卸し、発進立坑への推進管吊り卸しを考慮し橋形クレーンの設置場所を計画した。

当工事で使用するクレーンは地面に敷設した2本の走行レール上に門形を設置する橋形クレーンのため、2本のレール間に車両を誘導して推進管を荷卸しを行うが、当現場は作業ヤードの形状からレールを横断して車両を引き入れるため、埋設基礎計上として、推進管搬入・立坑内への吊り卸しを行う形状とした（図-2、図-3）。

(6)【推進中心線測量】 推進工事の中心線は、立坑内に設置した引照点を基に出来形管理測量を行うため、最も重要な基点となることから、設置にあたっては地上基準点との照合が容易に出来る位置で出来る限り遠方を視準する事が出来る場所での設置が必要なため、仮囲いにより遠方の基準点が望めないため、対策として推進中心線上に管理用ドアを2箇所設置して、直視による測量管理を

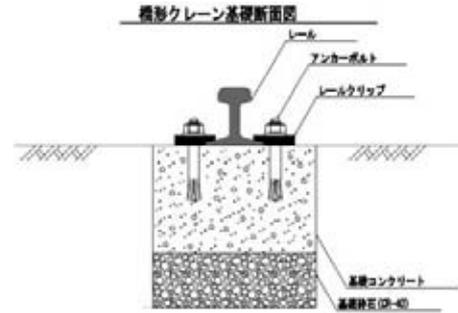


図-3 橋形クレーン基礎



図-4 発進立坑ヤード仮囲い工

可能とし測量の精度向上を図った。

なお、管理用ドアの設置は測量用だけではなく現場に携わる人の出入り口としても活用しており、ゲートの開閉回数を削減することで、ゲート開閉による騒音効果の低減防止を図るようにしている。

4. おわりに

地域住民の憩いの場である公園を作業ヤードとして使用することから、現地調査・設計照査を基に発注者並びに公園管理者との打合せと並行し、地元町内会、近隣小学校、保育園との調整に努め、理解と協力を得た中で円滑に工事を進めている。

現在、φ2000mm発進準備工が終わり、12月1日に発進、曲線4箇所を含む推進工事を進めている。

φ2000mm管推進工に伴い、現場では前もって想定されるリスクに対する事前対策を実施してきたが、推進工事においては、地層の変化・障害物等、想定外の事象により掘進が困難になることがあるため、推進作業は細心の注意とデータ管理を行いながら1月末の推進到達を目指している。

下水道工事における交通渋滞の緩和

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
風 間 渡
Wataru Kazama

1. はじめに

本工事は住宅街で、主線幹線道路で国道・県道・私道路が複数あり交通量が多く、加えて道路幅が狭い等、制約が多い。沿線地域の方々においては、下水道工事に関しての関心が薄くそんな地域での工事施工にあたり、地元の皆様の要望や工事における問題点を洗い出し、円滑な工事を進めるために実施している内容について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：五十嵐第3排水区雨水枝線下水道工事
- (2) 発 注 者：新潟市西部地域下水道事務所
- (3) 工事場所：新潟市西区寺尾西2丁目地内
- (4) 工 期：平成26年8月1日～平成28年3月14日
- (5) 工事概要：小口径推進工 L=460.20m

2. 現場における問題点

当初計画は発進立坑位置が県道敷内にあり、片側交互通行で築造し推進する設計であったが、交差点内であり、迂回路や現状の交通量を考慮すると交通渋滞を招くことが予想されたことから、交通渋滞を緩和するための計画変更（発進立坑位置の変更）が必要となった。

発進立坑位置の変更については、施工時の工事

車両等の配置と機械スペースの確保に加え、立坑位置変更による支障物の確認並びに交通形態を考慮した計画となることが必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1)立坑位置の変更

地域住民の方々からの車両の通行形態や混雑する時間帯、車両の交通量、日中の車利用などに関する情報収集とこの地区における迂回路等の道路網の現地調査を行い状況の把握を行った。

また、支障物件に関してはガス・水道・NTT管理者より導管図を頂き、導管図を基に出来るだけ支障物件の移設を減らすことができ、且つ、交通渋滞の発生を抑制することが出来る立坑築造位置を決定する必要から、試掘調査工事を実施して、試掘成果をもとに発注者及び埋設管管理者と複数



図-1 発進立坑位置変更図

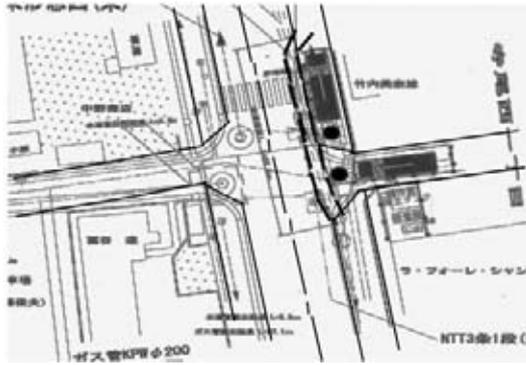


図-2 発進立坑作業形態図



図-3 作業状況

回の協議を重ね、図-1の通り発進立坑位置を変更する事により、県道での片側交互通行規制をす
る事なく施工することが可能な計画とした。

(2)施工時に於ける作業形態

地域住民の支障低減と負担を第一に考え、歩行者
者通路を確保し、且つ安全に作業が出来る方法・
作業形態を第一に、複数回にわたる現地での打合
せと発注者との協議を繰り返し行い、施工時にお
ける工事車両・施工機械の作業形態を検討し、図
-2の通り計画し実行した。

上記の通り、市道本線は車両通行止めをする計
画となったが、地元自治会をはじめ各戸の戸別訪
問による工事案内と主旨説明により、関連自治会
長はじめ地域の皆様から理解と協力を頂くことが
でき、工事着工に至ることが出来た。戸別説明の
際は施工方法等を納得して頂くため、複数回、足
を運び粘り強く説明とお願いを繰り返しようやく
理解して頂いた方もいたが、最終的に納得され協
力頂いたことに感謝しております。

また、迂回路を設定し交通誘導員や工事案内板

を設置し、歩行者通路を確保しながら、地域住民
の方の主要な生活道路である県道を片側交互通行
で規制する事なく施工する事で、交通渋滞を招か
ず、地域住民の方々に負担を掛けぬよう配慮した
計画により、施工したことでクレーム等も無く工
事を進めた。

以前に施工した工事の際は、施工途中における
クレームも多く、発注者から最大限の配慮をした
工事を行うよう話を頂いていたことから、今まで
クレームがなかった事について施主をはじめ地域
の皆様からも良い評価を頂いている。

なお、施工中においては、通行する地域の方々
や車両等に対応するため、設計にこだわらない多
くの誘導員の配置による丁寧な誘導・案内に徹し
ていることが良い結果に繋がっているものと考え
ている。

メインとなる推進工事は終わり、今後、取付け
管等個々の家庭への接続工事となるので、各戸へ
のガス・水道等の引き込み管や電気・電話等架線
の損傷事故による、第三者災害防止に努め、協力
頂いている各戸の皆様にご迷惑が及ばぬよう現場
管理を徹底し完成に向け努力していきたいと考え
ている。

4. おわりに

今回、担当している工事は、報告の通り、事前
の調査・計画変更、地元調整等から始まり、支障
物件の移設等から、工期も1年を超える長い工事
となったが、直面した問題・課題に対し地域の方
々の意向を尊重しながら、より良い解決策を見
出す努力を続けることが、最終的に地域からの協
力を得ることに繋がる解決策になるという良い経
験を体験できた実感している。

本工事もあとわずか完成となるが、関係官庁
との打合せ、地域の方との調整に努めて御理解と
御協力を頂きながら工事を進めており、工事完成
まで、地域の皆様方とさらにコミュニケーション
を深める努力を現場従事者全員で取り組んでいき
たいと思います。

河川敷での中堀工法による鋼管矢板の打込み作業

東京土木施工管理技士会
株木建設株式会社

現場代理人
北 島 健 司[○]
Kenji Kitajima

現場主任
色 川 昌 利
Masatoshi Irokawa

現場主任
笈 沼 洋 一
Youichi Oinuma

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：圏央道鬼怒川橋下部その2工事
 - (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
 - (3) 工事場所：茨城県常総市花島町地内
 - (4) 工 期：平成25年9月21日～
平成27年6月5日
- 工 種 RC 橋脚（T型橋脚）
基礎形式 場所打杭 1基
鋼管矢板基礎 2基

本工事は、茨城県内で圏央道鬼怒川橋を築造するための橋脚新設工事であり、当社はこの橋脚築造工事を平成25年度に受注した。工事場所は、茨城県常総市を横断する鬼怒川河川敷右岸での作業であり、工事期間は河川用地内での施工であるため、非出水期間での作業となる。受注した当初より、発注者から工期短縮要請を求められており、施工期間も規定されていることから困難な現場運営が予想されていた。

今回、報告する内容は1非出水期間で施工した内容であり、締め切りが難しい中堀工法による鋼管矢板の打ち込み方法の工夫、三点式杭打ち機の重機足場の確保について述べる。



図-1 1基目柱状図



図-2 2基目柱状図

2. 現場における問題点

施工場所は、鬼怒川の河川敷であるため鋼管矢板打ち込み箇所それぞれの地層が砂・シルト・砂礫層が幾重にも重なった地層であり、支持層は礫層であるため、中堀機械での打ち込み作業は困難が予想された（図-1、図-2）。

また、私は中堀工法で鋼管矢板を打ち込む際に継ぎ手部分が支障となるのではないかと当初より懸念していた。中堀工法は、杭の先端部分でオーガヘッドを回転させそれに併せて杭を下げていく工法であるため鋼管矢板の両側についている継ぎ手部分は杭を下げていく際に、砂礫・砂利の混入による圧入抵抗の増大・摩擦等により支障となると考えた。

現に、今回施工した2基目の橋脚では、継ぎ手内に砂礫・砂利が混入し試験杭である1本目の鋼



図-3 布堀箇所土砂流出

鋼管矢板を打ち込む事は出来たが、2本目の施工は打ち込むことが出来ず、引き抜き施工方法を再検討してからの再施工となった。

打ち込みヤードとして使用した重機足場は、1基目の橋脚は仮栈橋による構台からの作業だったが、2基目の橋脚は、現地盤を5m程掘削したうえでの陸上からの打ち込み作業となった。この掘削面（重機足場）は砂層であり、50cm下は地下水位となっている。鋼管矢板は継ぎ手接続のために地盤面から2m程度の布堀が必要であるため、打ち込み作業開始とともに重機下部分の砂が流出し、杭打ち機の平行を保持できないのはもちろんのこと、重機転倒の恐れがあった（図-3）。

3. 工夫・改善点と適用結果

まず、鋼管矢板の打ち込みについては今回の施工場所のような幾重にも重なった地層においても中掘り工法での施工は可能であった。考えられるのは、中掘り作業の排土において玉石の混入があっても杭先端で閉塞するようなことはなく、悪影響を及ぼすことはなかった。継ぎ手部分に砂礫・砂利が混入する事象については、1基目の施工では先端部分より3.2mに砂礫混入防止対策を実施し（図-4）問題なく打ち込み作業をすすめることが出来たが、2基目の施工においては再検討の結果、先端部分より24mまで砂礫混入防止対策（中間層のシルト層まで）を実施することにより打ち込みを完了することができた。

重機足場下の土砂流出防止対策としては、鋼管矢板打ち込み箇所の内側・外側それぞれを鋼矢板



図-4 砂礫混入防止対策

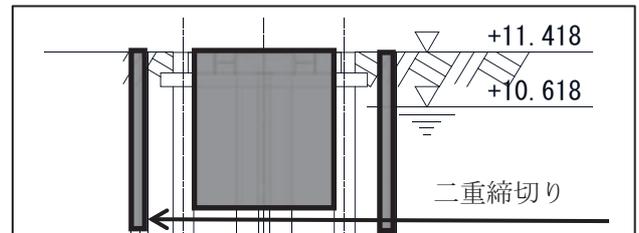


図-5 鋼矢板Ⅲ型二重締め切りによる布堀断面確保

Ⅲ型で二重締め切りとしたうえで、布堀断面を確保するするとともに、重機足場下の土砂流出防止対策とした（図-5）。

4. おわりに

今回の鋼管矢板打ち込み作業においては、1基目に施工した橋脚と2基目に施工した橋脚は、距離的には50m程しか離れていないが、2基目の施工は困難を極めた。ボーリング柱状図では、似たような地層に思えてならないが、2基目の施工箇所の土中ではどのようなになっていたのだろうか。水脈があったのか、地下水の流れがあったのか定かではないが、これほど少し離れた場所での施工に相違があったことは初めてであった。

重機足場下の土砂流出についても、重機足場の確認事項として、地耐力のみではなく土質・地下水位の影響等も十分に考慮しなくてはならない。また、現場の状況変化として鋼管矢板を打ち下げていく際に地下水と砂が混ざり合い鋼管矢板に巻き込まれるように引き込まれた状況も考えられる。現場では、刻々と状況が変化するため、その都度状況を把握し対策を打たねばならない。

今回の現場ほど『地下水対策』の大切さを考えさせられた現場は初めてであるとともに、書面からは確認できない土木工事現場の難しさを痛感した現場であった。

基本調査試験のアンカー体を利用した 地盤支持力の確認方法について

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

工事課長

原田 和樹

Kazuki Harada

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：災害関連緊急地すべり対策工事
- (2) 発注者：長野県姫川砂防事務所
- (3) 工事場所：長野県北安曇郡小谷村市場2号地区
- (4) 工期：平成27年5月12日～
平成27年12月25日
- (5) 工事内容：抑止アンカー工 N=39本（3段）
集水ボーリング工 $\Sigma L=865\text{m}$

本工事は平成26年11月22日に発生した神城断層地震による地すべりを抑止する工事である。小谷村では震度6弱を観測し、軟弱地盤上の民家は半壊する等、大きな被害が発生し、中土地区においても多くの地すべりが発生した。

対策箇所は、第三紀砂質泥岩層の上に崖錐が堆積した地質であり、延長約80mにわたって斜面頭部にクラックが生じた。直下には2車線県道があり、大型車が通行する生活観光道路として利用されている。対策工として、抑止アンカー工 L=17.0m～27.0mが雪崩予防柵の上に1段、下に2段計画されていた。調査設計時期が豪雪期であったことから、アンカー工受圧板接地面の地盤支持力は推測値であった。

2. 現場における問題点

工事初期にアンカー工定着地盤の周面摩擦抵抗

値（引抜けに対する抵抗値）を求めるとともに、二次製品のアンカー受圧板の不等沈下を防止するため、斜面上（県道からの直高15m 勾配1：1 図-1）での地盤支持力の値を決定する必要があった。問題点として施工法面は既設の雪崩予防柵があり、法面の掘削や搬入路等の造成はできず、通常の重機（10t超）を反力とした平板載荷試験は実施できない。また県道を全面通行止めできない条件から、小型クレーンでの資機材の搬入を前提とするため、斜面上での地盤支持力を軽量なシステムにて確認することが課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当試験位置において地盤支持力を確認するにあたり、基本調査試験のアンカー体(L=1.0m パッカー仕様)を反力体として利用する方法を提案した。

地盤支持力確認時の引抜けを考慮し、続けて行う基本調査試験における推定引抜け荷重の値(217kN)を設定し、設定値の約50%以下の荷重(100kN以下)にて試験を行う計画を行った。

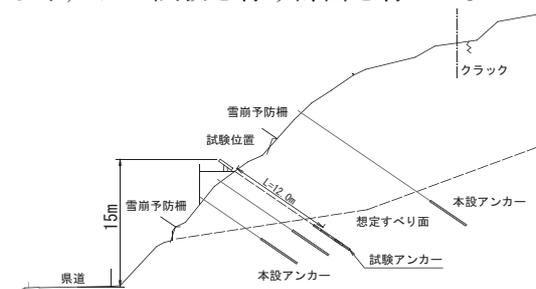


図-1 試験位置断面図

○試験手順

- ①足場設置後、ロータリーボーリングマシン（自重800kg）を県道片側規制内で収まるミニラフタークレーン（16t 吊）にて試験箇所を設置した。
- ②本施工と同じ削孔角度（-35°）で所定長までコアボーリング（径66mm）削孔後、拡径（115mm）削孔を行い、試験アンカー体の挿入・注入を行った。
- ③養生後、試験用受圧板（鉄板□0.5m、t=30mm）を中央孔にアンカー鋼線を貫通させて設置した。最大試験荷重は設計支持力 $100\text{kN/m}^2 \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 3$ （安全率）= 75kN （ $< 100\text{kN}$ ）とした。
- ④基本調査試験で用いるセンターホール油圧ジャッキ及び、受圧板四隅に変位計をセットし、多段階による载荷試験を行った（図-2）。

○試験結果

载荷試験の結果は表-1・図-4のとおり。試験箇所において設計地盤支持力3段階目までに累積沈下量が増大し、以降の段階では沈下量が緩やかになっていることから、载荷圧力によって締固められ沈下しにくくなっていることが判断できる。

最大試験荷重時での累積沈下量が許容値（30mm）以内に収まっていることから、設計地盤支持

表-1 载荷試験結果

段階	実荷重 (ジャッキ荷重) (kN)	1㎡当たり載荷圧力 (kN/㎡)	長期許容支持力 (kN/㎡)	累積沈下量 (mm)	段階沈下量 (mm)
1	15.0	60.00	20.00	5.628	5.628
2	30.0	120.00	40.00	12.453	6.825
3	45.0	180.00	60.00	22.610	10.157
4	60.0	240.00	80.00	23.280	0.670
5	75.0	300.00	100.00	23.320	0.040

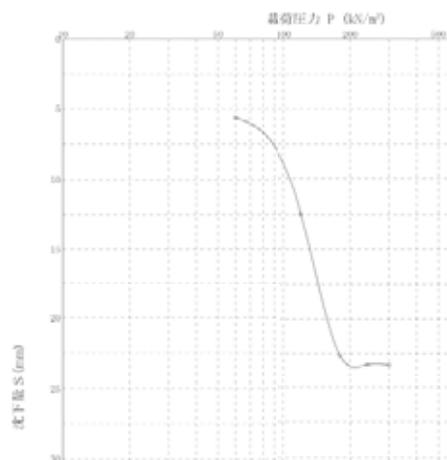


図-4 logP-S（曲線）

力（ 100kN/mm^2 ）を確認した。

4. おわりに

今回適用した基本調査試験用のアンカーを利用した平板载荷試験では、試験アンカーの安全性を十分に検証しなければならない。

当現場ではコアボーリングでの採取コアによりアンカー定着地盤の事前確認・判定を行った上で、平板载荷試験の荷重を設定し、試験を実施した。

平板载荷試験に続いて基本調査試験を実施したが、想定周面摩擦抵抗値の60%の値で引抜けを確認したことから50%以下での最大試験値の採用が妥当であったといえる。なお本設アンカーでは引抜け荷重を反映して、アンカー体を伸長して施工を行った。

軟弱な地盤における地すべり箇所等では、設計地盤支持力が得られないことも多い。通常、二次製品であるアンカー受圧板は製作日数を1か月以上要することもあるため、応急の施工箇所では迅速に地盤支持力を求め、仕様変更する必要がある。

抑止アンカーの本施工にあたり、基本調査試験を実施する現場では、本試験方法は地盤支持力を早期に確認できることから有効であると考えている。

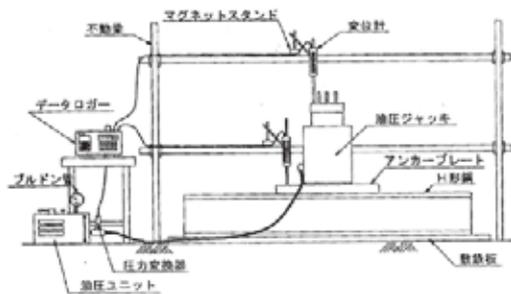


図-2 平板载荷試験装置



図-3 载荷試験装置の設置状況

出水期におけるプレビーム桁の架設

愛媛県土木施工管理技士会

極東興和株式会社

現場代理人兼監理技術者

菊池 信宏[○]

Nobuhiro Kikuchi

工事主任

木村 信二

Shinji Kimura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：(二)千種川水系千種川多賀橋上部
工工事
- (2) 発注者：兵庫県光都土木事務所
- (3) 工事場所：兵庫県佐用郡佐用町多賀地内
- (4) 工期：平成25年7月1日～
平成27年3月25日
- (5) 構造形式：2径間連続プレビーム合成桁橋

本工事は平成21年8月に台風9号による豪雨災害によって甚大な被害をもたらした千種川流域の災害対策を強化することを目的とした災害復旧・復興事業であり、その中の河川改修にともなう橋梁の架け替え工事である。

2. 現場における課題

発注時の上部工架設は、渇水期に橋台・橋脚間の河川を埋め立て、橋脚近傍に360tクレーンを据え付けてプレビーム桁を架設する計画になっていた(図-1)。しかし、実施工では下部工工事の遅れにより、渇水期に河川内から主桁架設を行うことが不可能となった。また、復興事業の完了年度の関係により、次年度の渇水期まで架設を延期することができないということもあり、出水期に架設を行う必要が生じた。そのため、出水期に如

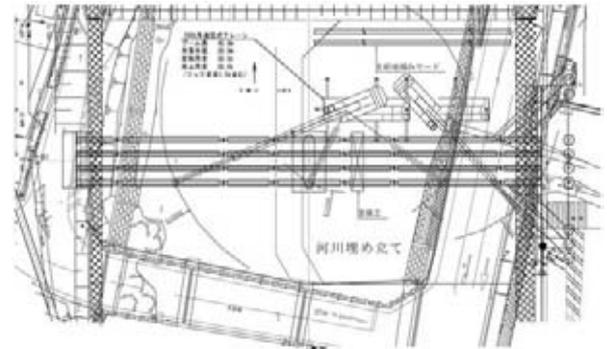


図-1 発注時架設計画

何にしてプレビーム桁を架設するかが課題であった。尚、両橋台背面には民家と道路が存在するため、架設桁を用いた架設は不可能であった。

3. 課題に対する解決策

課題に対する解決策として、出水期におけるプレビーム桁の架設方法を3案考案したので、それについて以下に述べる。

(提案1) 作業構台+360tクレーン架設

長所としては、360tクレーンを使用するため作業半径が大きく取れ、作業構台を小さくできる。短所としては、河川内に作業構台を構築するため河川阻害率が大きく、工事費も高くなる(図-2)。

(提案2) 作業構台+160tクレーン架設

長所としては、160tクレーンを使用するため提案1よりも作業構台の耐力を小さくできる。短所としては、160tクレーンを使用するため作業

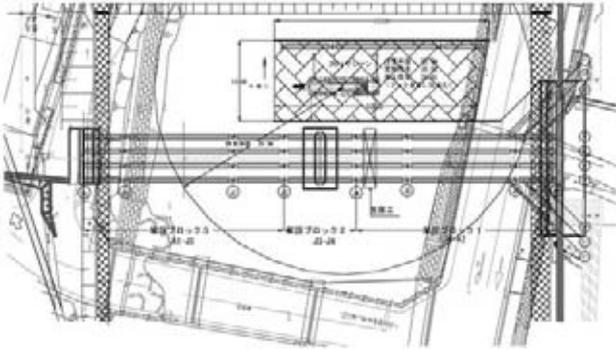


図-2 作業構台+360t クレーン架設案

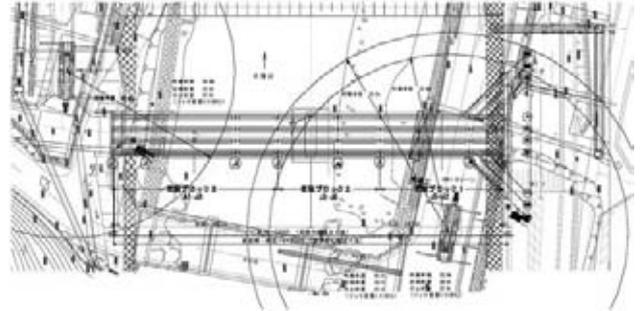


図-4 両対岸から360t クレーン架設案

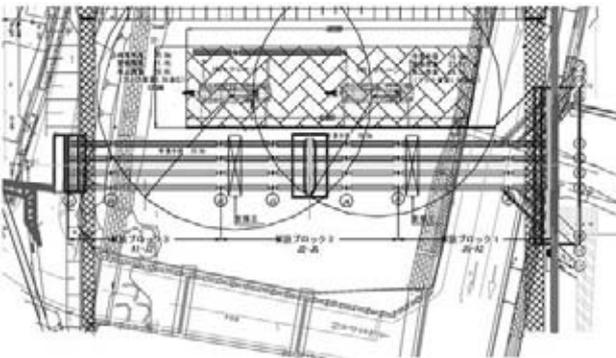


図-3 作業構台+160t クレーン架設案



図-5 河川内ベンド設置状況

半径が小さく、作業構台のスペースを大きくする必要があるのである。また、河川内に作業構台を構築するため提案1と同じく河川阻害率が大きく、工事費も高くなる(図-3)。

(提案3) 両対岸から360t クレーン架設

長所としては、360tクレーンを使用するため提案1と同じく作業半径を大きく取れる。また、河川内に作業構台を必要とせずベントを1基設置するのみで良いため、河川阻害率が最も小さく、工事費も安くなる。短所は、360tクレーンの移動が必要となるため組立解体の回数が増える。また、現橋の多賀橋の1車線を使用してプレビーム桁の地組を行う必要があるため、片側交互通行規制をとまなう架設となる(図-4)。



図-6 360t クレーンによる架設状況

図-5と図-6に示す。

5. おわりに

下部工工事の遅れと復興事業の完了年度の関係により、河川流量の多い出水期にプレビーム桁の架設を行うことを余儀なくされたが、架設方法の工夫により安全に架設を完了することができた。また、工事全体についても工期内に無事施工を完了することができた。

4. 架設状況

実際に施工を行った出水期における架設状況を

二種類の送出し設備による桁架設と鋼床版3主箱桁の連結

東京土木施工管理技士会
鉄建建設株式会社

工事主任

安藤 聡

Satoshi Andou

1. はじめに

湯本こ線橋はJR常磐線と湯本川及び国道6号線を跨ぐ、主要県道14号線を構成している。湯本川流域においては、集中豪雨等による氾濫でJR常磐線の冠水や家屋の床上浸水等の被害が過去に数回発生しており、当こ線橋の架け替えはこれらの河川改修の一環となっている。

本工事ではJR常磐線に近接する橋梁下部工と全上部工の新設と旧橋の上下部工の撤去を行う。

当報告では第2径間の鋼床版箱桁の送出し架設について焦点を当てる。

発進側であるP2橋脚は湯本川と国道6号線に挟まれているため橋脚に至るベント軌条を設けることができない。一般的に送出しは発進側の橋脚と桁後方を自走台車で往復させることで進行させるが今回は自走台車を十分に発進側橋脚へ接近させることが不可能であった(図-2)。

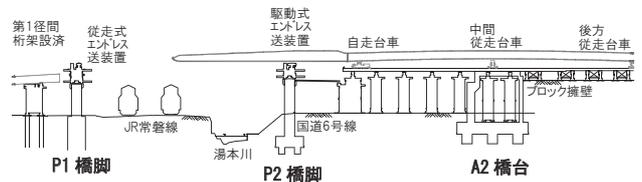


図-2 送出し側面図



図-1 全景パース

(工事概要)

- (1) 工事件名：常磐線湯本駅構内湯本こ線橋改築他
- (2) 工事箇所：福島県いわき市常磐湯本町八仙
- (3) 発注者：東日本旅客鉄道株式会社
- (4) 施工者：鉄建・ユニオンJV
- (5) 工期：平成24年5月～平成29年4月
- (6) 工事内容：橋脚(P1)新設、階段新設、3径間連続鋼床版箱桁架設784t、橋長126.0m、幅員16.80～27.76m、旧橋撤去

2. 現場における課題

- (1) 送出しのトラブルには自走台車の車輪とレール間の摩擦力の低減の原因となる反力不足による送出し不能が多い。駆動装置に安定的に反力をかけ続けることが最重要管理項目の1つと考えた。
- (2) 桁の接続は片押しや中央から両端へ向けて行うことが一般的であるが今回は第1径間と第2径間を別々に組み上げた鋼床版3主箱桁同士を送出し後に連結しなければならなかった。しかもヤード条件により、各々の組立ては連結面から外方に向けて組むことができず、両外方から連結面に向けて組み立てねばならなかった(図-3)。

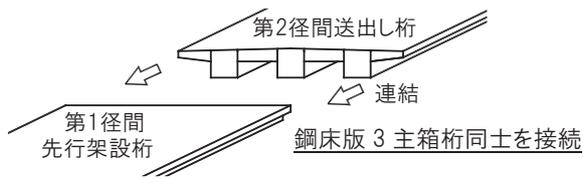


図-3 送出し連結図

3. 工夫・改善点と適用結果

桁の送出しは自走台車と駆動式エンドレス送り装置を段階別で使用した。桁を積載した自走台車を軌条端部まで走行させた後、P2橋脚上の駆動式エンドレス送り装置で受替え、駆動設備を途中で切替えて送出した。自走台車は分速1mの駆動式エンドレス送り装置に対し、分速2.5mで走行でき、手延機が到達するまで台車にかかる反力が一定となり、反力管理が容易である。

一方、駆動式エンドレス送り装置は台車送出しに必要な桁の受替えとピストン送出しを伴わないため、大きな段取替えが不要である。他現場実績では間合時間にもよるが自走台車の段取替えを1回行うと1夜を所要する状態が多い。又、駆動式エンドレス送り装置を発進側端部に設置することで送出し終盤においても桁自重反力を比較的大きく受け続けることができ、反力不足からくる送出し摩擦力の低減リスクを減らす。ただし、桁のほぼ全長をエンドレス装置で受けるため常に反力をモニターし、計画値との大きな差異が発生していないかを管理しなければならない。今回のように3主桁構造でかつ、そりが大きな桁はジャッキストロークの不足等で反力が偏って掛かった場合に反力の少ない桁のエンドレスが空転して桁の方向が変わるというリスクもある。又、桁が座屈に耐え得るよう桁設計にも情報を盛り込まねばならない。

結果として、自走台車で線路上空をすべて送出した場合に本桁到達に3日間かかるところを駆動式エンドレス送り装置を併用したことで2日間で終えることができた。

(1)の課題については送出し高さの計画設定が8割を占めたと感じた。到達側エンドレス送り装置に手延機先端が支障しない高さとしながら各受け点のジャッキストロークを鑑み、駆動式エンドレス送り装置に反力を伝えれるよう段階ごとに高さ設定を行った。送出し当夜はジャッキオペレーターに専任の反力管理者を帯同させ、逐一反力の動きを監視した。計画的な3台/1ウェブ(従走式エンドレス装置、駆動式エンドレス装置、後方従走台車)のジャッキ操作で所定の反力を確保し、安定した送出しを行うことができた。これにより予定外の段取替えを必要とせず、概ね予定時刻に送出しを終えることができた。

(2)については桁の組立段階ごとの測量確認と桁の製造と組立精度により、数mm内の誤差で進めることができた。又、各々の鋼床版の地組溶接を接続面から各1m分は後施工とし、連結接続時の調整しろとした。これにより鋼床版3主桁桁同士を無事に接続することができた。

4. おわりに

送出し架設は今回使用した自走台車と駆動式エンドレス送り装置の他にジャッキとワイヤーを用いた牽引装置や押し出し装置が一般的に用いられているが施工条件、環境とコスト対効果を鑑み、各状況での最適な方法を選択しなければならない。特にタイムスケジュールと反力バランス管理による送出し安定度が工法選択の重要要素と考える。又、施工環境が鉄道や道路上空等の市街地の場合にはトラブルが発生した場合の緊急代替送出し設備もセットで備えておかねばならない。

桁の接続については製作・組立精度の向上が不可欠ではあるが現実的な対処として現場測量結果を反映した添接板製作も考慮しなければならないと考える。又、計画的に接続面の組立範囲にあそびを含ませておくことも重要であると考える。

沖縄特有のサンゴ塊を含む浚渫土砂の 空気圧送による揚土について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

監理技術者
大和久 靖 雄[○]
Yasuo Oowaku

現場代理人
井 上 善 三
Zenzo Inoue

担当技術者
金 田 裕 治
Yuuji Kanada

1. はじめに

沖縄市泡瀬地先では人工島が建設されている。

人工島建設では、護岸工事の地盤改良工事で施工されたサンドコンパクションの盛り上がり土を撤去した土砂や、仮航路浚渫土が発生している。また、この人工島近くの東ふ頭新港地区での浚渫事業が進められている。これらの土砂は人工島内の埋立に使用されている。なお、浚渫土砂には、沖縄地方特有のサンゴ塊が多く含まれている。

本工事は、これらの工事で発生した土砂を空気圧送船にて揚土する工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：中城湾港（新港地区）泊地（-11.0 m）揚土工事
- (2) 発 注 者：内閣府沖縄総合事務局
- (3) 工事場所：沖縄県沖縄市泡瀬地先
- (4) 工 期：平成26年7月2日～
平成27年3月10日
- (5) 工事内容
 - ・ 空気圧送揚土① 115,564m³
対象土砂：護岸工事にて施工したサンドコンパクションの盛り上がり土および仮航路の浚渫土
 - ・ 空気圧送揚土② 93,394m³
対象土砂：泊地浚渫土

2. 現場における課題

(1) 空気圧送揚土①

空気圧送揚土の適応土砂で最適なのは軟泥シルトであり、その場合、圧送機材や排砂管の摩耗は微量である。しかし、サンドコンパクションの材料である良質な砂およびサンゴ塊を含んだ土砂の圧送揚土では圧送機材装置や排砂管に著しい摩耗が生じることが想定され、着手前の検討では3.66 mmの摩耗が生じる計算結果であった。排砂管等の摩耗の抑制対策として土砂に加水する方法があるが、加水を行うとバージアンローダー船による揚土と同様に埋立地内の水位上昇が生じるため、その対策が必要になる。

また、排砂管等の交換は、圧送揚土作業を止める必要があり、施工中の護岸工事の工程に影響を与える。

(2) 空気圧送揚土②

浚渫土は、同一浚渫区域でも、掘削深度、浚渫位置によってサンゴ塊の混入量や粘性状況に違いがある。サンゴ塊には、人頭大のものもあり、1,356 mの長距離圧送では排砂管が閉塞し、場合によっては排砂管の破裂災害が発生する。

3. 工夫と適用結果

今回、使用した空気圧送船は、国内最大級の超

高濃度軟泥空気圧送船（1,000m³/h）で400mm程度の石を50mm程度に破碎するクラッシャーを搭載している。作業船による圧送状況を図-1に示す。

(1) 空気圧送揚土①

埋立地内の水を循環水として加水し、排砂管の摩耗低減を図った。加えてインペラスリーブ関係の摩耗対応として約50,000m³毎に機材の交換を行いトラブル防止に努め、護岸工事の工程遅延を防止した。

循環水を使用しての加水でも、空気圧送船2隻での揚土により、処分場内の水位は約3cm/日程度の上昇があった。水位上昇による築堤法面保護として、揚土土砂で築堤の腹付け保護をバックホウで行い、安定を図った。



図-1 空気圧送状況
(写真左側が本工事で使用した圧送船)

(2) 空気圧送揚土②

サンゴ塊を含む浚渫土砂をホッパー部のスクリーンですり潰し後、大きなサンゴ塊はクラッシャーで破碎し、さらに水を循環水として加水し圧送した（図-2～4参照）。

排砂管の閉塞を防止するため、船内の管の圧力計に加え、揚土場所までの3箇所に圧力計を設置して圧力管理を行った。

また、排砂管の閉塞が発生しないように浚渫土砂のホッパーへの投入作業時にサンゴ塊等の投入量を目視確認で管理した。

4. おわりに

粘性土砂とサンゴ塊混入土砂は、排出時には、



図-2 浚渫土砂ホッパー投入状況



図-3 サンゴ塊混入状況



図-4 クラッシャー機

サンゴ塊は重たいため、排砂口手前で堆積し粘性土砂は遠方へ放出する傾向があった。そこで、埋立土砂を均一にするために、分離した粘性土とサンゴ塊をバックホウで混ぜ合わせたうえで、築堤の腹付け材料として使用した。施工は隣接工区の工程に影響を与えることもなく無事工事を完了することができた。

施工計画

袋詰め根固め工法によるニューマチックケーソンの仮設

岡山県土木施工管理技士会

株式会社大本組

東京支店土木部

桑名辰典[○]

Tatsunori Kuwana

土木本部土木部

松本竜哉

Tatsuya Matsumoto

土木本部土木部

植田伸一郎

Shinichiro Ueda

1. はじめに

沖縄県における主要幹線道路国道58号線は、人口・車両の増加に伴い慢性的な交通渋滞に悩まされている。その問題を解決すべく、沖縄西海岸道路が計画されており、本工事はその一部となる浦添北道路を形成する港川高架橋の下部工橋脚をニューマチックケーソン工法にて築造するものであった。

今回の工事は、沖縄県で初めてのスリムケーソン工法であり、沖縄本島においてはニューマチックケーソン工事としても2例目で、外洋に面した個所での施工は経験のないものであった(図-1)。

特に当該施工場所には、海底盤に琉球石灰岩が露頭し、また支持地盤の島尻層泥岩以浅においても強度の有る琉球石灰岩層が存在する。

工事概要

- (1) 工事名：港川高架橋下部工（下り P10）築造工事

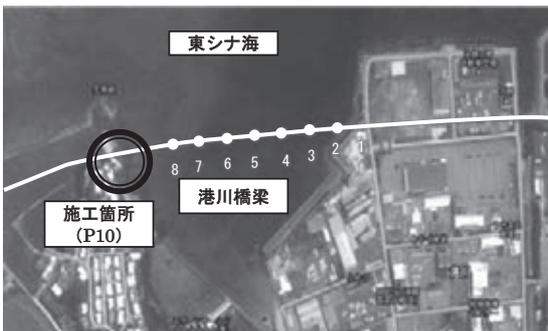


図-1 施工位置

- (2) 発注者：内閣府沖縄総合事務局
 (3) 工事場所：沖縄県浦添市港川地内
 (4) 工期：平成25年2月5日～
 平成26年8月29日

2. 現場における問題点

当初設計では、既設仮橋に隣接して鋼管杭を打設し栈台を構築した後、鋼殻を吊降し工法により海底に据付、汚濁防止膜で周辺を囲みニューマチックケーソンを施工することとなっていた。前述のとおり施工箇所は琉球石灰岩層が露頭し、かつ海底盤にも点在する。先行して施工された仮橋工事では、当該箇所の鋼管杭打設において打設貫入に時間を要し、工期が大幅に超過していた(工期延伸4ヶ月)。

特に栈台施工位置付近の杭打ちでは、L=30mの鋼管杭の打設に設計のウォータージェット併用バイブロハンマー工法では貫入できず、ダミー杭を併用して1本の打設に2～3日を要していた。

このような環境下では、当初の施工方法では以下のような問題点の存在が懸念された。

- (1) 鋼管杭打設に際して施工日数の把握が困難で、確固とした工程が確立できない。また、隣接する工事では打設杭の座屈事例も報告されていた。
 (2) 琉球石灰岩層を当初のウォータージェット併用バイブロハンマー工法で打設した場合、打設

の過程で石灰岩層を砕くことになり周辺海域を著しく白濁させる。仮栈橋工事においては汚濁防止膜を二重に設置し、かつ発生した濁水をポンプアップし陸上で沈殿処理していたが、それでも濁水が施工海域外に流出し工事を休止せざるを得ない期間が生じていた。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述のことより、P10橋脚については水深が2m以下の遠浅の海域であることから、袋詰め根固め工法（図-2、図-3）により築島し、刃口を据え付ける工法を採用することとした。使用する袋詰め根固めは4tfの海洋型ネットを使用し、約60km離れた採石場で作成しトレーラーにて陸上輸送した。周辺地域への影響を考慮し海上輸送も考慮したが、施工位置の水深が浅くフェリーバージの接近が困難なことから、トレーラーによる陸上輸送とした。

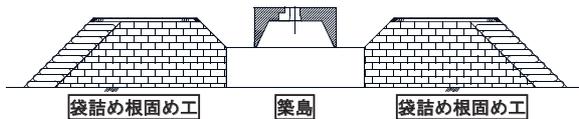


図-2 袋詰め根固め工法の概要



図-3 袋詰め根固め工法の施工状況

使用する袋詰め根固めは砕石場での出荷時にシャワーにて洗浄し、現地搬入後、設置前に汚濁防止膜で囲ったエリアで水洗いをしたのち設置した。これにより施工海域の汚濁を最小限に抑えることができ、工事中止となるような事態は発生しなかった。

これにより以下の効果が得られた。

(1) 経済性：築島に費用は要するが、栈台の築造が無くなることにより鋼管杭、桁鋼材等の材料費同施工費、吊降し設備費が不要となる。汚濁防止膜設置期間が築島設置時と撤去時のみとな

りケーソン施工時には不要となりリース期間が短縮され損料が圧縮された。

- (2) 品質：安定した築島上に刃口を据え施工を開始することによりケーソン据付時の平面誤差、傾斜誤差がゼロとなり初期掘削時の施工精度が向上した。
- (3) 安全性：栈橋築造に伴う高所作業が無くなり、危険性が低減される。また築島とすることにより波浪による影響を著しく低減でき施工時の安全性が大幅に改善された。
- (4) 施工性：硬質の琉球石灰岩が点在する地盤での杭打設を無くすことにより、施工日数が容易に把握でき、工程管理上の不確定要素が無くなり、確実な工程管理ができた。また、波浪による不稼働日数が削減された。

4. おわりに

今回の施工場所は、前述のとおり遠浅の海域であり透明度も高いため仮設栈橋上からも施工個所の海底盤の状況が容易に把握でき実地調査も容易であった事、近接箇所当社同種工事を施工していたことより事前の情報収集が容易であった事などにより、当初計画の施工方法の問題点を早期に見つけることができるなど、まれなケースであったように思う。しかし、既成の考えにとらわれず柔軟な思考をすることにより合理的な施工ができることを実感したケースであった。

最後に今回の施工にあたり、工法変更においてご尽力いただいた沖縄総合事務局南部国道事務所様ならびに関係各機関の皆様、誌面を借りて感謝申し上げます。



図-4 施工完了全景

施工計画

供用中の埋設管近傍での削孔作業に伴う施工計画

東京土木施工管理技士会

五洋建設株式会社

現場代理人

川 畑 信一郎[○]

Shinichirou Kawabata

監理技術者

池 田 浩 彰

Hiroaki Ikeda

担当技術者

星 子 藤 夫

Fujio Hoshiko

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：福井港海岸（福井地区）護岸（改良）地盤改良工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 北陸地方整備局
- (3) 工事場所：福井市白方町地先、坂井市三国町米納津地先
- (4) 工 期：平成27年3月17日～平成27年12月15日

本工事は、福井港海岸のケーソン式護岸背面の砂の吸い出しおよび液状化を防止するため、裏込め砂を浸透固化処理工法で地盤改良する工事であった。

本工事の施工区間を供用中の埋設管が横断している箇所があり（図-1）、埋設管直下の地盤は鉛直施工ができないため、斜め削孔による地盤改良を行わなければならなかった（図-2）。

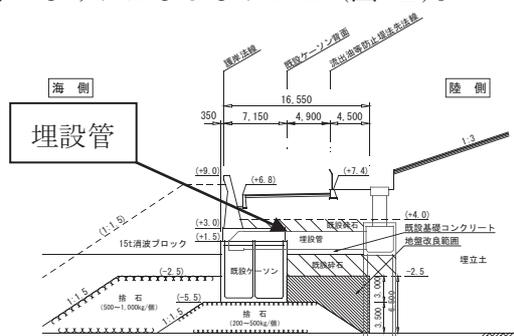


図-1 護岸・埋設管断面図

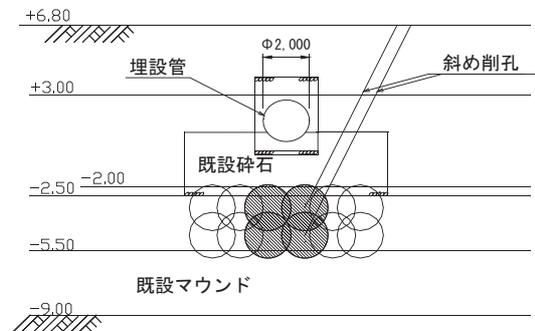


図-2 埋設管横断部施工概念図

2. 現場における問題点と課題

2-1 埋設管の形状寸法、位置の確認

埋設管は40年程前に築造されたものであり、不明瞭な図面しかないため、発注図に記載してある形状寸法および位置が正しいかどうかを事前に確認する必要がある。

2-2 埋設管と削孔ラインの離隔距離の確認

埋設管を損傷することなく、適切な離隔距離を確保した状態で施工するためには、埋設管の位置を正確に把握した削孔ラインを計画する必要がある。

2-3 削孔時の埋設管と既設構造物の動態観測

削孔中に埋設管および既設構造物が挙動した場合、作業を中断して変状防止対策を講じる必要がある。埋設管および既設構造物の挙動を確認する動態観測および施工管理方法の選定が課題である。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 埋設管の形状寸法、位置の確認

埋設管の形状寸法と設置位置を正確に把握するため、オープン掘削による試掘とオールケーシング工法で立坑を掘って試掘する方法を比較検討した結果、周辺既設構造物への影響が少ないオールケーシング工法を選定した。試掘ではオールケーシング工法で設置した立坑内で埋設管の深度と平面位置を測量した(図-3)。また、埋設管内部を目視調査し内径を測定(図-4)し、埋設管の形状寸法を把握した。



図-3 ケーシング立坑の設置(試掘調査)



図-4 埋設管の内径を測定(目視調査)

3-2 埋設管と削孔ラインの離隔距離の確認

埋設管の下部に所定の改良体を造成するためには、42本の削孔が必要であり、すべての削孔ラインが埋設管と干渉しないよう削孔角度を三次元的に個別に設定しなくてはならない。このため、埋設管と削孔ラインの離隔距離の確認を三次元CADによるモデルを作成して干渉チェックを行った(図-5)。

これらの施工検討を実施した結果、すべての削孔ラインが埋設管と干渉しない削孔計画を立案す

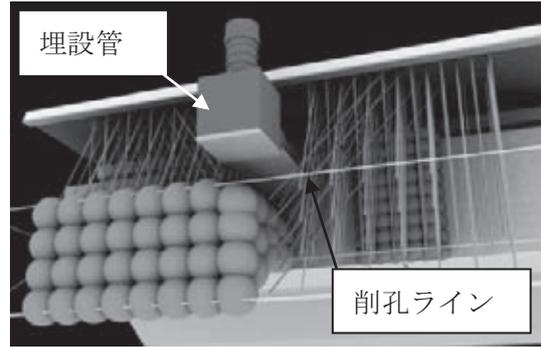


図-5 三次元CADによる干渉チェック

ることができた。

3-3 削孔時の埋設管と既設構造物の動態観測

削孔中の埋設管の変状等の有無を確認するため、試掘した立坑を利用し、埋設管の頂部に沈下板を設置して地上で埋設管の沈下量を計測、さらに既設構造物の変状の有無をオートレベル等により定期的に動態観測を行いながら削孔作業を行った(図-6)。この結果、削孔作業中の埋設管の挙動がないことを確認することができた。

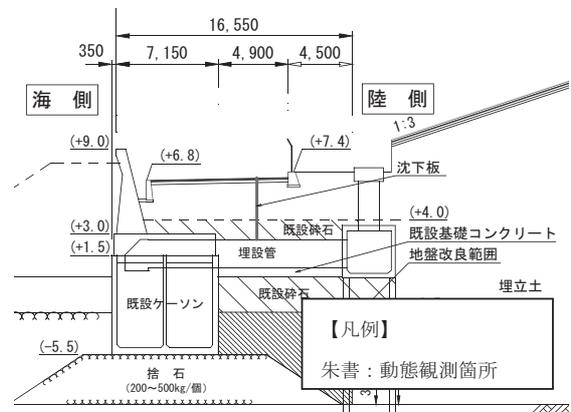


図-6 動態観測実施箇所

4. おわりに

削孔の出来形管理はデジタルスラントによる削孔角度と削孔長を計測することで確認した。その結果、管理規格値の50%以内の精度で42本すべての削孔を施工できた。本工事は供用中の埋設管近傍での削孔作業であり綿密な施工計画が求められたが、上述の対策を行うことで埋設管と既設構造物に変状を与えることなく確実な施工を行うことができた。

集水井排水管呑口の工夫について

長野県土木施工管理技士会
株式会社国広建設

工事部長
寺島 正 浩[○]
Masahiro Terashima

工事課長
吉田 英 治
Hideji Yoshida

工事主任
酒井 都 夫
Kunio Sakai

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度地すべり対策工事
- (2) 発 注 者：長野県姫川砂防事務所
- (3) 工事場所：犀川・姫川圏域管内一円北雨中他
- (4) 工 期：平成26年4月24日～
平成26年10月31日

本工事は長野県北部の姫川砂防事務所管内にある既設集水井のうち、排水管の閉塞または狭窄によって井内水位が上昇した6基について排水機能の復旧のために発注されたものである。

6基のうち4基については単純に呑口または出口付近の閉塞によるもので、落葉等の撤去のみで排水機能を回復したが、残り2基については既設静水槽の撤去後にボーリングによる排水管の新設と静水槽の再打設が必要となった。



図-1 着工前状況 静水槽天端が水没している

2. 現場における問題点

既設集水井なので、集水ボーリングから湧水があるし、1基については中継井の機能もあったので、上部集水井からの排水も流入していた。

静水槽打設時には今まで高揚程水中ポンプを使用して湧水の排出をしていたが、今回のように大量の湧水をコンクリート養生期間中昼夜ポンプ排水することに対しては疑問を感じた。(コンクリートはBBが指定されていたため、脱型まで7日以上の養生が必要と考えていた。)

水位さえコントロールできれば、湛水による湿润養生が可能で、さらに落下する水に対してウォータークッションの機能を持たせ、打設面を荒らさずに済む。水位のコントロールが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

図-2に示すように、静水槽型枠組立時に排水管にチーズを取り付けることにより、排水管にバイパスでき、水位を任意の高さにコントロールすることができた。

このことにより、下記のメリットを得た。

- (1) コンクリート打設中の水中ポンプによる水替時にホースをバイパスに接続することにより、重量のある高揚程ポンプでなくても簡便なポン

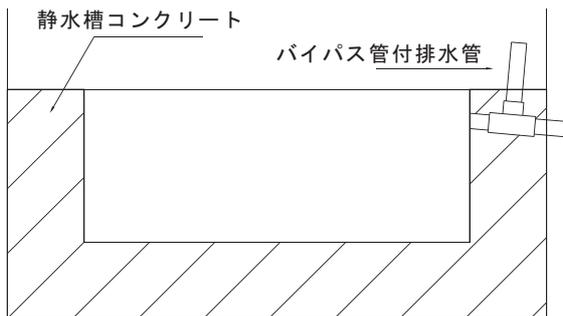


図-2 チーズによるバイパス付排水管



図-3 施工完了（右孔）
（左孔は既設排水管）

プで排水できた。

- (2) 水位を静水槽天端+30cmに固定でき、湛水による水中養生が可能となった。
- (3) 水位が天端+30cmで、落下する飛沫に対して十分なウォータークッションとなり、天端を荒らさなかった。

- (4) 養生期間中、水中ポンプを使用しないので、発動発電機が必要なく、二酸化炭素排出を削減できた。
- (5) むやみに井内水位を上昇させないので、脱型時の完全排水に係る時間の削減を実現できた。
- (6) おなじく、井内水位を上昇させないので、完全排水時にライナープレートの水抜き穴から土砂を引き込むことなく、井戸の保全に貢献した。
- (7) 排水バイパス管をそのまま残すことにより、今後万一落葉等により排水管呑口が閉塞しても、バイパス管から排水できるので、定期的な点検により、急速な井内水位の上昇を防げることが期待できる。

4. おわりに

このようなバイパス管付排水管は既設集水井の排水リボーリング以外にも、集水井立坑掘削時から湧水の多い新規の井戸に対しても有効であると考ええる。

ささいな創意工夫ではあるが、長野県の集水井では静水槽は必ず打設することになっているので、この事例が技術報告として認められ、一般に認知されるようになれば、発注者との施工協議もスムーズに進み、現場の施工性が向上すると考える。

施工計画

狭隘な施工ヤードにおける PC 橋の架設桁架設の工夫

極東興和株式会社

担当技術者

栗 栖 祥 太[○]

Shota Kurisu

監理技術者

谷 野 悟

Satoru Tanino

現場代理人

福 本 覚

Satoru Fukumoto

1. はじめに

本工事は PC 2 径間連結コンポ橋の上部工事である。本稿では、狭隘な施工ヤードにおける施工時の工夫について報告する。

- (1) 工 事 名：浜田・三隅道路折居橋 PC 上部工事
- (2) 発 注 者：中国地方整備局浜田河川国道事務所
- (3) 工事場所：島根県浜田市折居町地内
- (4) 工 期：平成26年11月14日～
平成27年 8 月31日

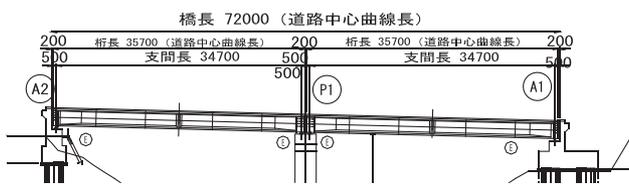


図-1 橋梁側面図

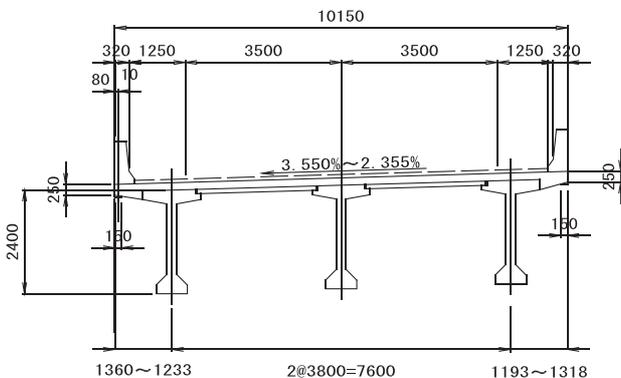


図-2 橋梁断面図

2. 現場における問題点

本橋の PC 桁架設は、架設桁架設工法によるものであり、2 基の 80t 門構と架設桁を使用する計画であった。施工手順は、一般的な架設桁架設工法と同様に、1 径間目の PC 桁架設完了後に架設桁を送り出し、2 径間目の架設を行う計画である。課題として、A2 橋台後方の地山は未掘削の状態であり、通常の方法では架設桁前方に設置した手延べ桁が地山に接触することとなるため、2 径間目への架設桁移動が不可能であった（図-3）。また、A1 橋台後方の施工ヤードも比較的狭い状況であった。

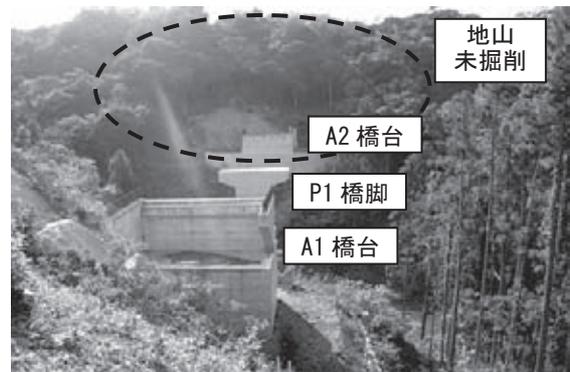


図-3 施工着手前状況

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 架設桁引き出し時

手延べ桁を設置した状態のままでは架設桁の引

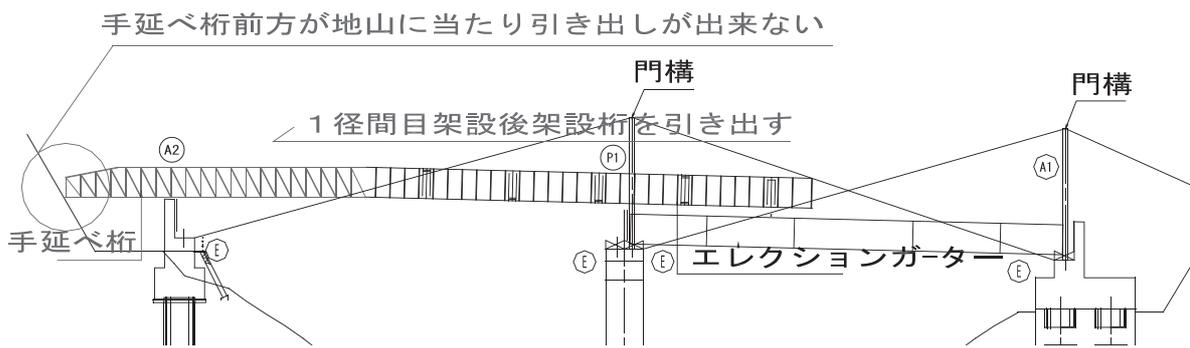


図-4 手延べ桁と地山の接触

出しが出来ないため（図-4）、前方の手延べ桁を解体しながら引出し作業を行う計画とした。解体した手延べ桁ピースを仮置きするため、受台用の支保工を組み、30kg レールと横移動用ローラーを使用して解体した手延べ桁ピースの横移動を行った（図-5）。この引出し、解体、横移動を繰り返し行うことで、狭隘な作業ヤードにおいても架設桁の引出しが可能となった。



図-5 手延べ桁解体・横移動

順次引き出しながら手延べ桁を解体する際、架設桁に接続された側の手延べ桁先端が不安定となるため、バンドで支持した仮設吊り装置を設置し、油圧ジャッキを2台使用して手延べ桁先端を吊り上げて固定した（図-6）。



図-6 仮設吊り装置

(2)架設桁解体時

通常、架設桁の解体は橋台後方の作業ヤード等にて行う。ただし、本工事の A1 橋台後方には架設桁の脇に並列してクレーンを設置するスペースがなかったため、表-1 に示す手順により解体作業を行った。

表-1 架設桁解体手順

Step1	PC 桁架設用門構を利用し、橋面上にて架設桁を自走台車上に設置する。
Step2	仮置きしていた手延べ桁ピースを架設桁先端に順次接合しながら、架設桁を A1 橋台方向に移動する。
Step3	橋面上の所定の位置まで架設桁を移動した後、橋梁下に設置したクレーンを利用し、手延べ桁を解体する。
Step4	架設桁を A1 橋台付近まで移動させ、橋台後方に設置したクレーンを利用して架設桁を解体する。

4. おわりに

今回の施工要領は、架設桁架設を行う PC 橋のうち架設進行方向に作業スペースが無い場合において有効である。また、特殊な機材や資材もほとんど必要としない。しかし、多くの解体・接合作業を行うため、その都度重心位置の検討を行って台車を移動させることとなるため、綿密な計画と検討が必要となる。本工事では大幅な工程への影響はなく、危険を伴う作業が続くため作業手順の周知を徹底し安全に工事を完了した。

施工計画

排水路改良工事の基礎工での創意工夫について

京都府土木施工管理技士会

株式会社辻建設

現場代理人

辻村 雅彦

Masahiko Tsujimura

大道 洋

Hiroshi Daido

川下 匠

Takumi Kawashimo

1. はじめに

今回の排水路改良工事は市道の排水路から民家と工場の間にある既設水路を撤去し、河川に放流する水路までを改良する工事である。以前施工された市道部の下水道工事の際に砂質層で水位が高く、掘削中ボーリングにより近隣の民家のブロック塀（図-1）に影響が出、問題になった。又、末端部（民家間）の水路が小さく浸水があった。工事説明では近隣の住民から「下水工事の際に振動が激しかったので振動のないよう、早く工事が終わるように」「大雨時工場が浸水するので水路を大きくしてほしい」の要望があった。

今回は、問題となった市道横のブロック塀隣接の水路から民家の間、農地を通り既設水路に接続するが、民家の間が狭く、水位が高いうえ土質が軟弱な事が予想された。

工事概要

- (1) 工事名：平成26年度 市道網野下岡線排水路改良工事
- (2) 発注者：京丹後市建設課
- (3) 工事場所：京丹後市網野町網野地内
- (4) 工期：平成26年11月11日～平成27年2月27日

本工事は排水路を改良する工事である。

プレキャスト U 形水路600*600	56m
可変側溝500*600~900	62m

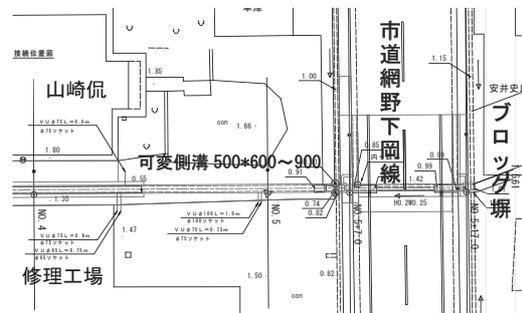


図-1 平面図

集水柵工	3箇所
アスファルト舗装工 車道舗装	67m ²
構造物撤去工	1式
付帯工	1式

2. 現場における課題

- ① 工事着手前の事前調査及び試掘により、土質、水位を測定、民家基礎深さ、機械施工幅を検討し施工計画を作成したが、市道部の排水の迂回経路がなく、雨天時、掘削内への水の流出が予測された。
- ② 事前調査により左側工場の基礎深さは掘削深より20cm深い、民家は約80cm上であった。掘削土留めを施工し、基礎コンクリート打設後の養生間の土砂流出による民家への影響が出る事が予想された（図-2）。
- ③ 既設水路取壊し時、付近の地盤が緩む上、試掘により粘性土+砂性土で湧水によりボーリングの発生が予想された。



図-2 施工箇所状況

3. 対応策・工夫

- ① 対応策：雨天時、降雨量の予想ができなかったが、動力を取り市道際の排水柵に6インチのポンプをセットし約50m先の排水路へと放流した。それでも締切を超える時は、2インチ2台の運転で補った。
- ② 対応策：着手前協議で掘削、既設水路取壊しの際地盤が緩むことや、基礎コンクリート打設後の養生間の建物への影響を考慮し、基礎板使用を検討した。施工に入り予想どおり湧水が発生したが、基礎碎石施工後、直ちに基礎板を布



図-3 湧水処理状況



図-4 基礎板施工状況

標準断面図 S=1:20

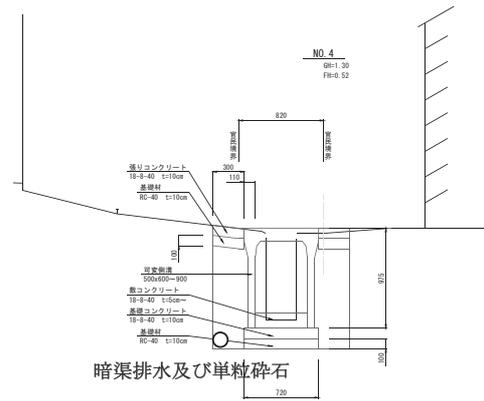


図-5 基礎構造図

設し、可変側溝を据付けた。その後直ちに埋戻し（良質土）を行った。1本毎の施工工程により水路法線、高さの管理、インバート施工には難易度を増した（図-4）。

- ③ 対応策：試掘により予想された湧水の対応として基礎碎石（RC-40）を単粒碎石（4号）に変更し使用した（図-3）。締固め度は劣るが、軟弱地盤で水位が高い箇所では施工性も高く、暗渠排水にも対応し湧水を下流側へと導いた。特に民家側からのボイリングが多かった為、基礎板から20cm程度離し、暗渠排水管（ネトロン管Φ65）（図-5）を施工した。

4. おわりに

基礎碎石を単粒（4号）に変え、暗渠排水を設け、基礎板を使用したことで掘削から半日で可変側溝の布設が可能となり早急な埋戻し（転圧）ができた。インバートが可変側溝布設後の施工になり、水路底部の浸水、ボイリングにより土砂流出を予想したが、暗渠排水の効果もあり、基礎板上がドライ状態でインバートコンクリート打設が可能となった。

以上の対策、施工の工夫により工期内より1か月早い完成することができたが、施工幅がない上、1本毎の施工工程によりダンプトラック、重機の行き来が多く民家への振動は避けられなかった。又、冬季の施工により降雨量が多かった為、水替え、資材等の経費が増え、今後の課題となった。

河道掘削における工期短縮について

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
土木部 主任
黒田 義隆
Yoshitaka Kuroda

1. はじめに

当現場は、大瀬川の河口に位置し、延岡大橋から鷺島橋までの約1km 区間において浅くなっている河床を掘削して断面を大きくし、洪水時に水位を低下させ流れを良くする工事である。

工事概要

- (1) 工事名：方財地区河道掘削（上流）工事
- (2) 発注者：国土交通省 延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市方財地内
- (4) 工期：平成25年5月16日～
平成25年10月31日
- (5) 工事内容

河川土工

掘削 $V = 11,000\text{m}^3$

残土処理工 $V = 11,000\text{m}^3$

浚渫工

浚渫工 $V = 9,000\text{m}^3$

残土処理工 $V = 9,000\text{m}^3$

2. 現場における問題点

施工時期が梅雨に入り台風シーズンでもある為、当現場から約30km 上流にある星山ダムが貯水能力を超え放水すると、河川が増水し流速も増す。このことにより浚渫部では、引船にて土運搬船を

曳航することができなくなり、陸上部においてもバックホウ掘削箇所が水没するので水位が下がるまでは施工が中止となる。又、施工箇所が河口に近いことから潮の干満の影響を受け、干潮時に台船や土運搬船が浅瀬で座礁する懸念もあり、工期完了が厳しい状況にあった。さらに、10月中旬に現場内の高水敷で花火大会が開催されることになっており、工期の短縮をすることが余儀なくされた。

表-1 工程表

	5月	6月	7月	8月	9月	10月
準備工	■					
河川土工			■			
浚渫工			■			
仮設工		■			■	■

掘削を9月中旬までに完了し、仮設工の撤去片付けまで含めると10月初旬には完了したい。

3. 工夫・改善点と適用結果

バックホウ台船による掘削が当初数量 $V = 15,000\text{m}^3$ に対して、日当たり施工量が $V = 217\text{m}^3$ である為、実稼働日数が70日かかることになる。すでに、前記述でのべたように天候不良による問題が起きれば、工程的に極めて厳しい状況にあり、作業効率の悪いバックホウ台船での掘削をいかに短縮するかが、カギであった。以上のことから、

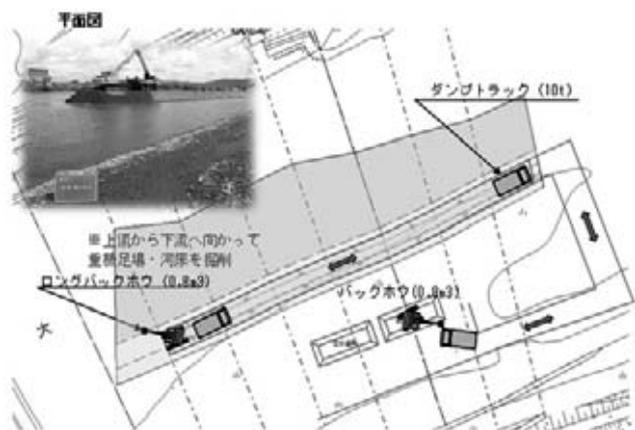


図-1 平面図

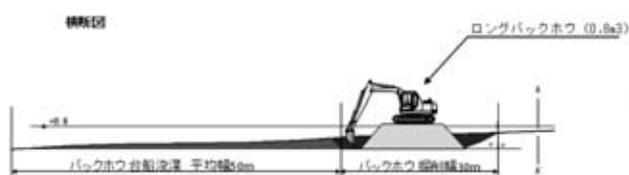


図-2 横断面

現地照査を行い現場での潮の干満時の水位の調査、揚土場の設置位置の検討、浚渫部掘削箇所が干潮時にバックホウ掘削でどこまで掘削が可能なのか計画し立案した。

当初計画では、陸上部よりバックホウ掘削で可能な掘削幅が20mであったが照査の結果、ロングアームバックホウを使用することにより掘削幅が30mまでは可能であることが確認され、当初 $V=5,000\text{m}^3$ であった掘削量も $V=11,000\text{m}^3$ まで数量が増えた。浚渫部においても当初 $V=15,000\text{m}^3$ から $V=9,000\text{m}^3$ に数量が変更になった。このことにより、作業効率の良いバックホウ掘削が増え、作業効率の悪い浚渫部の掘削が減った為、浚渫部の稼働日数が70日から49日となり21日間の工期の短縮が図れた。又、掘削計画において図-1、図-2のように流進方向を阻害しないように盛土し、土砂を仮置場まで積込運搬を行った。

揚土場の設置位置については、陸上部からのバ



図-3 揚土場設置位置図

ックホウ掘削にて行う施工範囲と輻輳しない場所を選定し、上流部に設置した(図-3)。

潮の干満による船舶の座礁対策として、船舶の土砂積込時の喫水・浅瀬箇所・干潮時の水深を把握し平常時間対で作業が出来ない場合、作業時間を調整し、日当たりの目標施工量を確保した。さらに引船においても、喫水が低く高馬力であるものに入換え土運搬船の曳航によるサイクルタイムの短縮を図った。揚土し仮置きした土砂は、高水敷に仮置きしていた為、天候により河川の増水が予想される時は、すべての掘削作業を中止し、揚土した土砂を搬出することに集中した。

4. おわりに

前記述の対策により、10月初旬までに工事を完了することができた。

今回の工事では、何度か台風等による河川の増水があり作業が中止となることもあったが、協力業者の施工体制や、隣接工事業者の施工上の調整により工程の遅れを取り戻すことができた。この場を借りて御礼を申し上げたい。

遊水地排水門扉一体輸送による 現場据付工程の短縮計画と実施について

(公社) 高知県土木施工管理技士会

西田鉄工株式会社

現場代理人

佐藤 祐 一[○]

Yuichi Sato

担当技術者

木村 司

Tsukasa Kimura

担当技術者

齊田 和久

Kazuhisa Saita

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：石狩川改修工事の内北島遊水地
排水門機械設備外新設工事
- (2) 発注者：北海道開発局 札幌開発建設部
- (3) 工事場所：北海道北広島市他
- (4) 工期：平成26年4月28日～
平成27年3月20日

工事内容

千歳川の新たな治水対策として洪水時の水位上昇を抑えるために遊水地群を流域4市2町の千歳川本支川の地先に分散して整備し、洪水被害の軽減を図ることを目的としている。

今回施工した排水門については遊水地群の1つであり本支川への洪水調節を行う重要な設備である。

また、当設備は洪水発生時等に監視カメラにて



図-1 完成写真

現場状況を確認し、遠隔より水門操作を行えるよう対応している。

2. 現場における問題点

当初は排水門扉を3分割にて製作し現地にて組立、溶接を行い据付する計画であった。

現地溶接作業工程（搬入→仮組立→仮組立段階確認→溶接部養生→溶接→放射線透過試験→溶接後段階確認→養生解体→吊込据付）として2週間程必要であったが関連工事工程を考慮すると上記据付工程を短縮する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

据付工程でもっとも時間を要する作業は、現地での溶接作業であった。溶接作業の工程短縮を図るため、分割構造であった扉体を一体にて製作、輸送、据付する計画を立案した結果、以下の項目が課題となった。

- (1) 扉体（5.0m×7.4m：重量15t）についての特殊車両通行申請が許可されるのか。（2車線を使用しての輸送。）
- (2) 通行申請が許可された場合に現場内搬入路は通行可能か。（幅・高さ・回転半径等）
- (3) 現場据付時のクレーンヤードの確保は問題ないか。（120tオールテレンクレーン）
- (4) 関連工事との工程調整は可能か。

上記の課題について以下の対策を行った。

- (1) 特殊車両通行申請については北海道という地域性もあり許可された。
(先導車3台・積載車両・後続車3台・計7台)
- (2) 許可後すぐに現場内搬入路について調査したが通行が困難であったため別ルートにて搬入を計画した。
- (3) クレーンヤードの確保については関連工事業者へ扉体の据付作業手順とクレーン計画を早急に提出し据付に関する理解を求めた。

上記(1)～(3)を踏まえ発注者との協議を行い扉体一体製作・輸送・据付を実施した。

しかしながら輸送については現場搬入日10日前に輸送可否の問題が発生した。

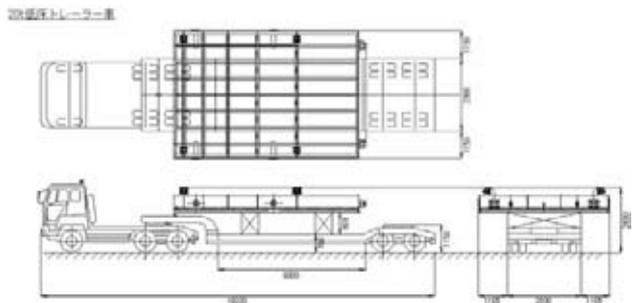


図-2 荷姿図



図-3 現場搬入時



図-4 据付状況

特殊車両通行申請が許可された国道の橋の補修工事を施工しており扉体の通行の支障となる恐れがあった。現場は片側2車線の道路を1車線ずつ規制し補修工事を行っていた。

そこで補修工事を行っている現場代理人を訪ね、搬入当日の現場状況の確認、通行の可否、規制状況の確認など詳細事項について聞き取りを実施し、橋の通行計画を立案した。

通行計画の立案については橋の規制図を施工業者より入手し扉体通行時の軌跡図を作成した。また通行時の積載車両の一時待機場所・通過時間、一般車両の誘導方法・規制方法・緊急車両通行時の対応及び一般車両規制後の通過連絡体制についても細かに計画した。

その後、通行計画をもとに発注者及び所轄する警察署に協議、説明を行い警察署による制限外積載申請について許可を得た。

上記の計画により搬入当日は警備員を配置し先導車・積載車両・後続車及び職員の連絡体制の確立のもと問題なく通行することができた。

さまざまな問題があったがしっかりと計画したことにより無事に現場に搬入し据付を実施することが出来た。

4. おわりに

今回、受注直後から工程短縮に向けての現地調査及び計画を行い、扉体一体構造にて据付を実施したことにより当初の溶接作業工程を最大12日間短縮することができた。また扉体の溶接作業を全て工場で行うことにより、溶接品質及び製作精度を向上できたことが最大の成果であった。反省としては橋の通行の可否についてもっと早い段階で施工業者と打合せを実施し、余裕を持って計画を立案すべきであったと思う。

今回の課題及び対策については、今後の工事も活かすことのできる内容であり、施工計画の重要性を改めて認識した工事であった。今後も事前検討や現場調査等を確実にを行い創意工夫や提案を持って工事を進めていきたい。

湖上に架かる斜張橋の耐震補強工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会

三井造船鉄構エンジニアリング株式会社

現場代理人

山村 三善[○]

Miyoshi Yamamura

監理技術者

西川 誠一

Seiichi Nishikawa

担当技術者

三野 鎌司

Kenji Mino

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：さぬき府中湖橋耐震補強工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社四国支社
- (3) 工事場所：香川県坂出市府中町
- (4) 工期：平成25年8月2日～
平成26年11月24日

本工事は高松自動車道のうち、さぬき府中湖上に架かる鋼2径間連続鋼床版斜張橋の耐震補強工事である。耐震補強を目的として水平支承と主塔補強材を設置し、落橋防止システムとして跳ね上がり防止構造および落橋防止装置を設置した。本稿では、特に施工で工夫した湖上に位置するP1橋脚への水平支承の運搬と取り込みについて報告する。

2. 現場における問題点

2-1 部材の運搬

当初計画では、P1橋脚へ支承部材を設置するために、橋梁下面の既設の軌条レールに新たに製作する移動足場を取り付け、これに載せて運搬することになっていた。しかし、移動足場に支承部材を載せて運搬しようとする軌条レールの耐力が不足することが判明した。このため、湖上のP1橋脚までの部材の運搬方法を再検討する必要が



図-1 さぬき府中湖橋

あった。

2-2 狭隘な場所への部材の取り込み

水平支承を設置するのは橋脚上であり、上方を主桁の下フランジに覆われた場所である。桁下の空間は非常に狭隘なため、大きな形状の重量物をこの空間に取り込み、所定の位置に設置するまでの横移動の方法が課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 部材の運搬

湖上へ栈橋を設置するなどの諸案と比較検討し、発注者とも協議した結果、運搬レールを用いる方法に変更することとした。



図-2 運搬レール設備

運搬レールを主桁下面に設置するのに伴い、下フランジの調査を実施した。その結果、添接部では冬期の路面凍結防止に使用される塩化カルシウムの影響で高力ボルトの腐食と塗装の劣化が著しく進行しているのを発見した。このため、運搬レール設置前にまず高力ボルトの取替（884本）と下フランジの内・外面の塗替え塗装を行った。

レール材設置の際、主桁下フランジの添接部とレール材が干渉しないように板厚28mmのフィラープレートを設置した。レール材は人力でも運搬・設置が可能な寸法とした。運搬レールはA2橋台からP1橋脚までの橋軸方向とP1橋脚前面の橋軸直角方向に設置した。橋軸方向には図-2に示すような手動で走行するギヤードトロリを、横行レールにはプレートトロリを設置して部材を移動した。運搬レールを設置する範囲には板張防護の足場を設置した。

運搬方法を変更したことにより、以下の効果を生み出した。

- 1) 高速道路の規制を伴わずにP1橋脚まで往來することが可能となるため、規制ができない荒天時や休日でも作業工程を確保できた。
- 2) 高速道路上に規制材料を設置・撤去する時間が不要となるので、作業時間のロスがなくなり作業効率が向上した。
- 3) 動力機械や大がかりな設備を使用しなくなったので、施工費・設備費のコストを大幅に低減

することができ、動力装置等の点検や異常時に対応する専門技術者が不要となった。

- 4) 高速道路の規制回数が減ることになり、第三者への交通災害・事故災害のリスクが低減した。

3-2 狭隘な場所への部材の取取り込み

施工にあたり、橋脚位置の桁下空間を実測したところ、基本設計のアンカーボルトが長く、支承ベースプレートが桁下に入らないことが判明した。寸法について検討・協議を行い、アンカーボルトの本数を増やして長さを短くするよう仕様を変更した。これにより、橋脚上面を移動させる支承と主桁下面との間に45mmの遊間を確保した。

横行レールで移動させた部材を橋脚上面へ移行させるため、狭隘な空間でも支承の引き上げが可能な設備を考案した。桁内にセンターホールジャッキを設置し、直下の下フランジを削孔してワイヤロープを通し支承を吊り上げられるようにした。センターホールジャッキは同時に4台使用するため、引き上げ時に同調するよう2連動型のジャッキを使用して安全に留意した。橋台上面に固定した滑り装置の中にテフロン板を敷き、引き上げた支承をこの上に載せて設置位置まで引き寄せた。

4. おわりに

当初から厳しい工程であった上に、湖上のP1橋脚への部材の運搬方法の再検討、支承の据付位置までの詳細な取り込み方法の検討が必要であった。さらに既設桁の腐食状態調査・補修など想定外の事象が発生して工程の遅れが懸念されたが、並行作業を行い、部材の運搬方法を変えて高速道路の規制回数が減ったこともあって工期内に無事故で完工することができた。

今後も、耐震補強工事は増えていくことが予測され、狭い桁下空間に大型重量部材を取り込むという作業も当然存在する。今回の計画および施工経験は、今後の同種工事における計画、工程管理の精度向上に寄与できると考える。

橋梁補修工事の施工

東日本コンクリート株式会社

監理技術者

三浦 位名典[○]

Inanori Miura

伊藤 寛彦

Hirohiko Ito

伊藤 広監

Hiromi Ito

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：粕川大橋橋梁災害復旧外工事
- (2) 発注者：宮城県仙台土木事務所
- (3) 工事場所：宮城県黒川郡大郷町粕川地内他
- (4) 工期：平成26年9月25日～
平成27年12月25日

(5) 施工内容

本工事は、粕川大橋、新堀橋、戸山田橋の3橋において橋脚巻き立て、舗装打ち換え、伸縮装置交換、鋼桁補強、橋梁付属物の交換などを行う工事である。

2. 現場における問題点

最初は粕川大橋の橋脚巻き立てから施工しなければならなかった。粕川大橋は一級河川吉田川に架かる橋長201.2mの橋梁であり、河川の管理は国土交通省鳴瀬川管理事務所が行っており、事前協議により施工時期が渇水期の11月1日～翌年の3月31日と決められていた。限られた時間の中で橋脚2基の巻き立てを完了する必要がある。

次に粕川大橋は、伸縮装置、鋼製高欄の交換があり9時から17時までの時間で片側交互通行による作業が施工条件としてあった。200mを越す橋梁で河川に架かる橋梁なので中央部が高くなって



図-1 粕川大橋巻き立て施工前

いて通行車両にとっては前方の視界が悪いところだった。また粕川大橋には、沓交換作業もあった。交通を遮断することなく供用しながらの作業が求められた。さらに沓撤去に時間をかけすぎるとジャッキアップしたままの不安定な状態が続くので迅速な施工を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

橋脚巻き立てを河川内に施工するに当たり、橋脚部分を掘削し湧水対策として周囲にシートパイルを打ち込んだ。過去の巻き立て工事において湧水対策をしなかったために、渇水期に施工完了できずに次年度に施工した事例もあった。作業足場にもIqシステムを採用し広い作業空間を確保し、



図-2 シートパイル施工状況



図-4 沓交換作業状況



図-3 Iqシステムを使用した作業足場

先行手すりも高さ1mのものを採用し安全性の向上に努めた。従来の足場材と比較して軽量で取り扱いが楽で、作業性が大幅に向上した。

このような施工を行い濁水期内に無事橋脚巻き立て工事2基を完成することができた。

交通規制を伴う作業においては、橋梁区間が取り付け部分に比べて高くなっていて、運転者からは規制区間が見づらい構造となっていた。規制車にて片側交互通行の表示を行い、300m先から『片側交互通行』や『工事中』の標識を設置して通行車両に工事中であることを認識してもらった。また工事施工開始20日前には工事予告の看板を設置し、付近の住民の方には工事開始のお知らせを周知配布し、工事への理解と協力をお願いした。

沓交換作業においては、通行止めすることなく

施工することが求められたので、フラットジャッキにより1ミリほどジャッキアップしたのちウオータージェットにより沓座モルタルを撤去した。この施工方法を採用したことで、モルタルの撤去を人力で行った場合より施工日数を大幅に短縮できた。

4. おわりに

工事受注時は、施工内容が多岐にわたり橋面の交通を常に意識しなければならない現場だったのでどのように施工すれば竣工できるか頭の痛い状態が続きました。社内の施工検討会、発注者や警察署との打ち合わせなどを通じて内容を詰めていくことで順調に施工を完了することができました。

今回の施工を通して感じたことは、規制を伴った施工の場合、施工者目線ではなく、運転者と歩行者の目線で考えなければならないということである。自分も運転しますが、工事による片側交互通行の場合施工箇所が見えず、待ち時間もわからない時が時々あります。今回の現場においては規制案内板を多数配置し、交通誘導員を配置し待ち時間もわかりやすく表示するように努めました。幸い規制に関しての苦情は1件もありませんでした。今後もこのように第三者目線で物事を考えるような現場運営を行っていきたいと思います。

長安口ダムクレストゲート開閉装置撤去据付 現場における問題点

(公社) 高知県土木施工管理技士会

西田鉄工株式会社

現場代理人

米川 裕 司[○]

Yuushi Yonekawa

監理技術者

本田 寛

Hiroshi Honnda

工事担当

益田 一 幸

Kazuyuki Masuda

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成24-26年度 長安口ダムクレストゲート開閉装置改良外工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 四国地方整備局
- (3) 工事場所：徳島県那賀郡那賀町長安地先
- (4) 工 期：平成24年8月2日～
平成27年3月31日

昭和31年に建設された、1級河川那賀川の長安口ダム国土交通省直轄ダム堤高85.5m・堤頂長200.7mの重力式コンクリートダムで、ダムの規模としては本体・貯水池ともに徳島県最大である。

(5) 本工事概要

放流ゲート開閉装置6門中4門（No1・2・5・6号）を撤去し、新規開閉装置を据付するものである。尚前年度工事で弊社にてNo3・4号を同様に撤去・新規開閉装置を据付している。この事により、長安口ダム開閉装置はNo1～6号全て弊社にて更新済となった。工事中はダムの運営上停止出来るゲートは1門との縛りがあり、最初に5・6号、次に1・2号の施工となり、工法・施工時期ともに異なる工程となった。

- ①放流ゲートの機能確保として設計洪水位（EL. 226.0m）における放流水脈に対し、扉体下端のクリアランス（1.5m）を確保した開閉装



図-1 6号開閉装置吊り込



図-2 1号開閉装置吊り込

置の揚程改良を行うと共に、操作遅れが生じないよう常用電動機と予備電動機の切替えを機側操作盤により行えるものとし、信頼性、安全性向上を目的に開閉装置の更新を行う。

- ②開閉装置の揚程改良に伴い、扉体上端部に付随する付属設備（給油ポンプ、手摺等）の改良、移設を行う。
- ③開閉装置の更新に伴い、機側操作盤の一部改良



図-3 放流時の長安口ダム

を行う。

2. 現場における問題点

工事期間中に別途工事で新規に予備ゲートが鹿島・日立JV 殿で施工されており狭い管理道路の使用について、工程調整を密に行いながら、据付工程の短縮を図るのが最大の課題であった。また、5・6号施工に使用した台船の市場性が無く、長安口ダムへの入場が予定より1ヶ月遅れとなり工程短縮が必要となった（図-1 参照）。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 据付施工においてもっとも時間を要する作業は、仮置き後の芯だし作業であった。その工程短縮を図るため、事前にXYZの墨出しを行い、アンカーパット及びライナーを設置後最小限分解ブロックでの吊り込作業を行い工程短縮ができた。
- (2) 1・2号据付時に使用した80t クローラークレーンは能力的に一体では作業半径的に能力不足しており、開閉装置架台とドラム部を解体して吊り込据付場所で組立てする計画とした。この事により、工場検査済みの歯当りが変わっている可能性があり、現場にて再確認した（図-4 参照）。
- (3) 2号開閉装置右岸側架台及びドラムは重量的に据付位置まで直接吊り込む事が出来ず、特にドラムは重量6.0t、据付位置まで半径34.8mあり、クレーンの最大安全作業半径で仮置きし操作室内に門鋼をくみ、定位置まで10.5m 横移動させる工法を採用する（図-5 参照）。



図-4 2号開閉装置組立て

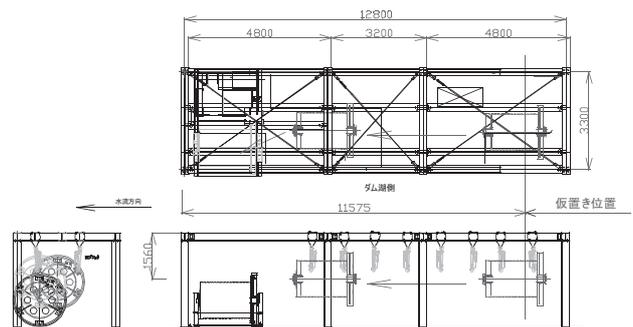


図-5 2号右岸側ドラム横移動

- (4) 3・4号開閉装置据付方法と同様に、角落し移設設備のガントリークレーンの軌道設備を利用する移動式ベント工法の計画であったが、1・2号は左岸堤頂スペースが確保出来るため、80t クローラークレーンでの計画とし、経費的には80t クローラークレーンの方が割高ではあったが、作業効率が良く時間短縮にてカバー出来ると判断し、工法を決定した。この事は安全作業にもつながった（図-2 参照）。
- (5) 出来形管理について
機械工事施工管理基準（案）にて許容差を規定されているが、弊社ではより厳しい許容差にて管理している。

例) 許容差 $\pm 10\text{mm}$ のところを社内基準値 $\pm 8\text{mm}$

4. おわりに

工程的には厳しい現場ではあったが、3年間無事故で竣工を迎える事ができた。

今回の課題および対策は、今後の工事でも活かすことのできる内容であるので、事前検討を確実にし、積極的に採用していきたい。

帰還困難区域内に位置する羽黒川橋の施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社 IHI インフラシステム

現場代理人

山内 桂 良

Katsura Yamauchi

監理技術者

近 藤 俊 行

Toshiyuki Kondou

担当技術者

林 基 樹[○]

Motoki Hayashi

1. はじめに

常磐自動車道羽黒川橋は、東京電力福島第一原子力発電所より西に約6kmの帰還困難区域内に位置する。本工事は平成23年3月の東日本大震災時に床版（鉄筋、型枠）工の施工中であった前工事の打ち切りを経て、2年後の平成25年3月から残工種を施工したものである。本稿では帰還困難区域の立ち入りを制限された特殊状況下での施工について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：常磐自動車道羽黒川橋(上部工)工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路株式会社東北支社
- (3) 工事場所：福島県双葉町（帰還困難区域内）
- (4) 工 期：平成25年3月8日～
平成27年2月18日
- (5) 橋梁形式：鋼10径間連続合成2主鈹桁橋
- (6) 床版形式：PRC床版（逐次合成効果考慮）
- (7) 橋 長：522.5m

2. 現場における問題点

本工事に特有な問題点として、

- ①現地の放射線空間線量が高く、放射線管理と被ばく低減が要求される
- ②調達可能な人・資材・住居・重機が限定される
- ③一日の作業時間の制約（帰還困難区域への立入時間制限、区域外での食事休憩のための移動時



図-1 羽黒川橋着手時の状況（鉄筋、型枠撤去）

間ロス）

があげられる。このうち③を要因とする2点の課題について以下に示す。

- (1) 帰還困難区域への出入り時間に制限があり、1日の作業時間が限定される。工事着手時は“9時～16時の間のみ立ち入りが可能”と制限された条件の中で、特に床版コンクリート打設日の作業可能時間の制約から、コンクリート打設量が限定される。
- (2) 現場へ供給可能なコンクリートプラントが限定され、かつ他工事との競合が激しいため、あらかじめ設定したコンクリート打設日の変更がきかず、安易に打設中止ができない。

3. 検討・工夫・改善点と適用結果

- (1) 床版打設ステップの検討

現場着手前の事前検討としてコンクリート打設可能量の制約に対する検討を行った。既に架設済みの鋼桁は合成桁として設計されているうえ、床版打設ステップを考慮して合成範囲をステップ毎

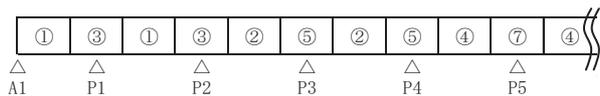
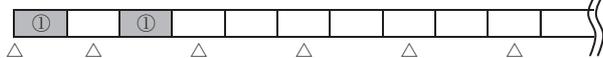
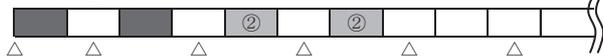


図-2 床版打設ステップ図 (当初)

ステップ①打設時の解析モデル



ステップ②打設時の解析モデル



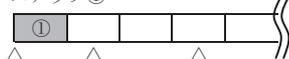
※ステップ③以降省略

■ 床版打設 (荷重戴荷) ■ 打設済 (合成断面部分)

図-3 解析イメージ図

検討案-1

ステップ①



ステップ②

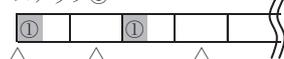


※ステップ③以降省略

■ 床版打設 (荷重戴荷) ■ 打設済 (合成断面部分)

検討案-2

ステップ①



ステップ②



図-4 打設ステップ検討

に徐々に拡大させていく逐次合成効果を考慮した解析手法を採用していた (図-2、図-3)。

当初は1日に約200m³のコンクリートを打設する計画であったが、検討時の制約下では100m³の打設量が限界と考え、打設ステップの細分化に対する検討を実施した。打設ステップの変更は解析条件を変えることになり、鋼桁の発生応力の変動を伴うため、その影響が最小限となるよう当初計画に類似した打設ステップ (図-4) で応力照査を実施した。

応力照査の結果、類似した条件でも許容応力度の超過 (2~3%程度) が見られた。しかし、本工事は常磐自動車道開通のためのクリティカルとなる区間であったため、関係機関との度重なる協議により、床版打設日に限定して出入り時間の制限が緩和された。これにより当初通りの200m³を施工することが可能になったため、応力超過の問題は解消した。

(2) 雨天対策の工夫

コンクリート打設日の変更がきかないため、雨天でもコンクリート打設ができるように対策する必要があった。単管を用いた屋根式の従来型雨天



図-5 従来型雨天対策



図-6 エアドームによる雨天対策



図-7 羽黒川橋全景 (完成時)

対策では設置・撤去にかかる手間が非常に大きく、1回の打設範囲に対して設置に合計1週間程度を要する。

設置時間を短縮することで作業者の被ばく量低減を図るため、本工事ではエアドーム (図-6) を採用した。エアドームは前日に簡単な段取りをしておくだけで、当日のコンクリート打設前にエア入れを行うことで構築でき、雨天対策に大きな効果を発揮できた。

4. おわりに

本橋は常磐自動車道の最後の開通区間として供用が開始されました。本橋が東北地方の復興に寄与すること、帰還困難区域の一日も早い正常化に繋がることを願ってやみません。また、東日本高速道路株式会社東北支社、いわき工事事務所の関係各位に多大なるご助言、ご協力を頂きましたこと、ここに深く感謝の意を表します。

引堤工事における仮設計画、工程管理について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社廣瀬組
監理技術者
野田 義弘
Yoshihiro Noda

1. はじめに

矢部川は、県下最大の穀倉地帯を潤しながら有明海へと注ぐ清流である。その源を福岡、大分、熊本の3県にまたがる三国山(標高994メートル)に発する矢部川は、日向神峡谷を流下し、中流域において支川星野川を合わせ、さらに辺春川、白木川、飯江川等を合わせながら筑後平野を貫流し、下流域において沖端川を分派して有明海に注ぐ、幹川流路延長61キロメートル、流域面積647平方キロメートルの福岡県内では、第3位の河川である。

矢部川水系矢部川及び沖端川では、平成24年7月14日の梅雨前線豪雨により観測史上最高の水位を記録する洪水が発生した。この洪水により、矢部川及び沖端川の沿川において、3か所の堤防決壊等により、1,808戸の家屋が浸水する甚大な被害が発生した。当該事業は、平成24年7月の九州北部豪雨による災害に対し、矢部川においては、平成24年11月に河川激甚災害対策特別緊急事業が採択された。矢部川において堤防の嵩上げ、拡幅および堤防質的強化等を、概ね5箇年で緊急的に実施していくこととしている。

当該工事は、河川激甚災害対策特別緊急事業の内、引堤をするための築堤基礎及び付け替え水路を行う工事である。

工事概要

- (1) 工事名：矢部川東津留地区築堤基礎その他
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：福岡県みやま市瀬高町東津留地先
- (4) 工期：平成26年9月10日～
平成27年3月31日
- (5) 工事内容
 施工延長 L=700m
 築堤・護岸工
 河川土工
 掘削工 4,900m³
 盛土工 2,490m³
 法面整形工 1,550m²
 残土処理工 4,815m³
 地盤改良工
 固結工 637本
 深層混合処理杭径1600mm 杭長9.0m～3.0m
 付帯道路工 1式
 水路工 1式
 構造物撤去工 1式
 パイプライン復旧工 1式
 仮設工 1式

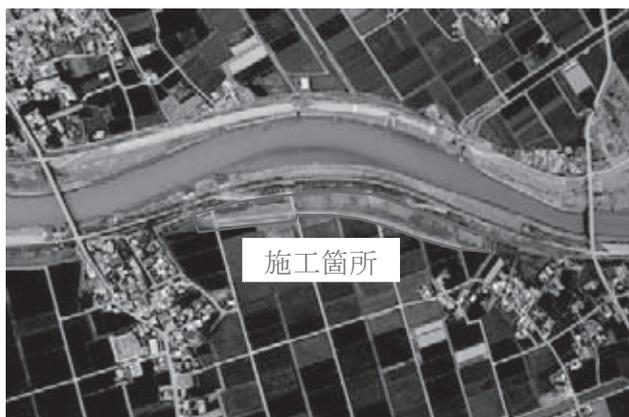


図-1 施工箇所写真

2. 現場における問題点

現場施工を行うにあたり、以下の事項が懸念された。

- ① 引堤初年度工事であり大規模な田面用地取得直後であり、着工前は田面でありながら仮設工の計上が全くなく本工事施工前の早急な仮設計画、施工が必要であった。
- ② 施工延長が長く、施工量が多いことから工期内完成できるか懸念された。
- ③ 概算発注工事であり施工範囲、施工量が当初契約時で不明確である。

3. 対応策と適用結果

概算発注工事である当工事では仮設工計上がなく仮設工を施工しないと本工事が着手できない状態であった。対策として施工範囲を4工区に分割しそれぞれの工程表を作成し同時施工かつ安全に施工できるように仮設計画を行った。

又、隣接する田面への農業用管路を民地田面内へ移設するために借地計画を必要最小限にして管路移設後の田面復旧面積を少なくし早期に借地返還できるようにした。

本工事は、堤防移設前の地盤改良と水路付替工

事が大部分を占めるが地盤改良施工箇所と水路付替え位置が近接しており地盤改良日当たり施工量と水路工1工区当たりの施工日数を照らし合わせながら工程管理を行った。

結果、日々協力業者間の打ち合わせを行いながらの施工となり、半日単位で各作業の調整を行い、地盤改良と水路工施工を連続施工することが可能となり、借地部分の復旧も田面毎に迅速な土地返還を行うことができ水路工と並行した付替道路施工を早期に着手でき全体で14日の工期短縮することが出来た。

詳細設計の工法や資材の選定を発注者と共に協議し早期に資材発注や施工段取りを行うことが可能となった。



図-2 水路工完了

4. おわりに

当工事において、工期内完成を目標に掲げ工事契約から3週間後での工事着手し、4工区に分割施工と協力業者1次11社、2次3社、3次1社と計15社の方と共に施工延長の長い築堤護岸工事であったが工期7か月で無事に無事故、無災害で工事完了できたことをこの場を借りてお礼申し上げます。

スリップフォーム工法による工程の短縮

新潟県土木施工管理技士会
福田道路株式会社

工事主任

山田 武史

Takefumi Yamada

1. はじめに

昭和44年に閣議決定され、昭和61年に事業化された国道289号（八十里越）の一環とし、新潟県三条市大字塩野渕から福島県南会津郡只見町へ至る9号トンネル内において、排水構造物及びコンクリート舗装工を行う工事である。

工事概要

- (1) 工事名：国道289号9号トンネル舗装その2工事
- (2) 発注者：長岡国道事務所
- (3) 工事場所：福島県会津郡只見町大字叶津地先
- (4) 工期：平成26年3月12日～平成26年12月19日

2. 現場における問題点

本工事現場は、標高の高い豪雪地帯に位置している。工期は平成26年3月12日から平成26年12月19日と約9ヶ月であるが、現場までの運搬路は道幅が狭い山道であり、積雪により運搬路としての機能確保が困難になるため実質6月から11月の約6ヶ月が施工可能な期間と想定された。また、輻輳する他工事が利用する通行帯を確保するため、コンクリート舗装は1車線ずつの施工となるため、余裕を持てる工程短縮を図る必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. 縦取機の使用

縦取機の仕様としては荷送り延長が約18mと長く、荷送りベルコンの株で鉄網設置作業をコンクリート打設作業と並行して行うことができる。そのため連続的にコンクリート打設作業が行え、施工能率の向上を図ることができる。

当現場においては、1時間当たりの施工量を30㎡と見込んでいる。それに対し、縦取機の搬送能力は1時間当たり60㎡であり、供給能力は十分である。

また、1.5m以下の打ち込み高さで、均一に施工幅員の全面に材料分離せずにコンクリートを供



図-1 縦取機のベルコン



図-2 鉄網設置作業との並行作業状況



図-4 スリップフォーム工法による施工状況



図-3 材料の均一な供給

給できるため、品質の確保、平坦性の向上等も期待できる。

3-2. スリップフォームペーパーの採用

スリップフォームペーパーは締固め能力が高く、25cmの施工厚を1層で施工することが可能である。そこで鉄網類の施工において、バースペースを使用し、鉄網類を事前に舗装仕上がり高さから8cmの高さに設置することで、コンクリート打設を1層施工で行い、更なる作業効率の向上を図った。

スリップフォーム工法を採用することで以下の

点を見込むことができる。

①施工において型枠が不要となり、型枠の設置、撤去にかかる工程の短縮が見込める。

②コンクリートの敷均、締固、平坦仕上げをスリップフォームペーパー1台で担えるため、作業員の必要人数を減らすことができ、人件費の削減が見込める。

③センサを基準とした施工管理ができ、平坦性の向上が見込める。

④セットフォーム工法における1日当たりの施工見込みは100㎡となるのに対し、スリップフォーム工法における1日当たりの施工見込みは200㎡と、倍の施工量が見込める。

4. おわりに

スリップフォーム工法を採用したことで、施工延長1,066m、施工面積7,250㎡の施工を、片車線5日間、計10日間の施工日数で終わることが出来た。これにより、セットフォーム工法（型枠設置撤去含む）に比べ30日程度の工程短縮を達成し、十分工期内に施工を完成することが出来た。また、平坦性試験の結果、 $\sigma=1.17\text{mm}$ と高い精度の仕上がりを得ることができた。

トンネル掘削工期の短縮で早期供用を実現

岡山県土木施工管理技士会

株式会社大本組

名古屋支店土木部

榎原 高 範[○]

Takanori Sakakibara

土木本部土木部

小野 純 一

Junichi Ono

大東北支店土木部

森川 真 治

Shinji Morikawa

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東九州道（佐伯～蒲江）
蒲江トンネル北新設工事
- (2) 発 注 者：国土交通省九州地方整備局
- (3) 工事場所：大分県佐伯市大字青山地内
- (4) 工 期：平成24年5月29日～
平成26年12月25日

本工事は、北九州市を起点とし大分県、宮崎県を經由し、鹿児島市を終点とする東九州自動車道のうち、大分県佐伯市上岡～佐伯市蒲江間（ $L=20.4\text{km}$ ）に位置する蒲江トンネル北工区（全延長 $L=2,819\text{m}$ のうち $L=1,148\text{m}$ ）を新設するのである。

トンネル掘削工法はNATM工法、掘削方式は発破掘削であり、内空断面積は、標準部 93.5m^2 、非常駐車帯部 109.7m^2 の大断面トンネルである。

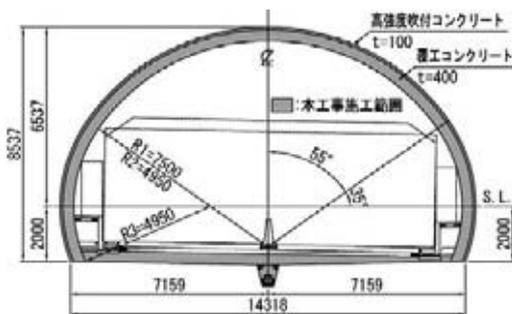


図-1 標準断面図（標準部 C II-VE パターン）

本報文では、着工当初より熟望されていた東九州自動車道の早期開通に向けた取り組みのうち、機械設備の変更等による掘削工期の短縮について述べる。

2. 現場における課題

本工事は、着工当初の計画で約24ヶ月の掘削期間が見込まれていたが、地域からの東九州自動車道早期開通に向けた強い要望を受けている工事であり、施工計画段階から工期短縮に向けた取り組みを計画・実施する必要があった。

トンネルは、標準部においても掘削断面積 100m^2 を超える大断面であり、延長も $1,000\text{m}$ 以上の長距離であることから、施工機械の大断面への対応や、掘削残土の坑内長距離搬出を含め、各機械設備の施工能力を検討し、施工性、経済性、安全性を考慮し、最も効果的な計画とすることが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 ドリルジャンボの改造および大型化

トンネル掘削に使用するドリルジャンボを改造・大型化することで、発破孔とロックボルト孔の削孔時間を短縮した。

トンネル掘削断面は、 112.3m^2 （支払い断面、標準部 C II-VE パターン）の大断面であり、一

一般的な3ブームのドリルジャンボでは、発破孔を削孔する際に機械の据替が必要となる。このため、ブームの取り付け位置を張出し、削孔可能範囲を拡大して、機械の据替なしで全断面を削孔できるよう改造することで、機械据替によるサイクルロスを排除した。

さらに、削孔機のフィード長を3.3mから4.0mに延長し、掘進発破（削孔長1.2m）からロックボルト工（削孔長4.0m）へ移る際のロッド交換を不要とし、トンネル延長の95%を占めるCパターンにおいて、ロッド交換によるサイクルロスを排除した。

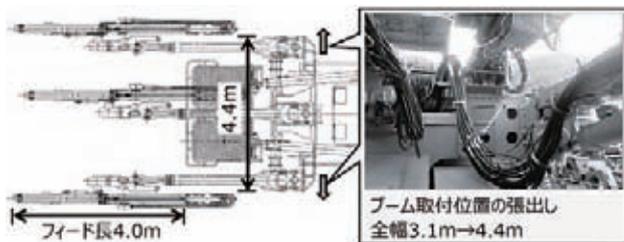


図-2 ドリルジャンボの改造
(削孔範囲の拡大およびフィード長の延長)

また、当初設計では150kg級のドリフタを190kg級に大型化し、削孔能力を向上することで、削孔時間を約80%に短縮した。

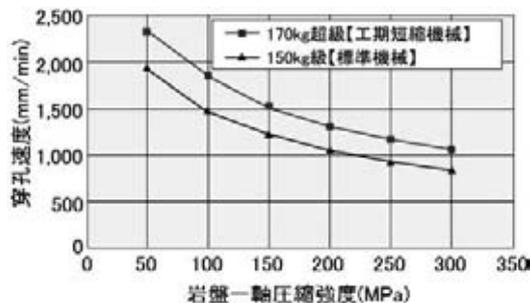


図-3 ドリフタ大型化による削孔能力向上

3-2 支保工建込用エレクター搭載

吹付け機による施工機械の入替省略

本トンネルは、全線にわたって鋼アーチ支保工を要することから、鋼アーチ支保工建込み作業と吹付けコンクリートの作業間の機械入替時間を省略するために吹付け機をエレクター搭載型とした。

これにより、一次吹付け～鋼アーチ支保工建込み～二次吹付けを1台の機械で連続的に施工することができ、施工サイクルを短縮することができた。



図-4 鋼アーチ支保工建込み状況



図-5 鋼アーチ支保工把持状況

また、エレクター搭載型の効果を十分に発揮できるように、坑内に専用の鋼アーチ支保工仮置架台を設置し、円滑に支保工を把持できるよう工夫した。

3-3 掘削残土積込み運搬機械の大型化

積込機械を2.3m³級から3.0m³級に、運搬機械を10t積から30t積に大型化し、ズリ出し時間を短縮するとともに、予備機を準備し、工程遅延の防止を図った。

4. おわりに

本工事では、上記以外にも「高強度吹付けコンクリートの採用による吹付厚の薄肉化」や、「高耐力ロックボルトの採用による施工本数の低減」による掘削サイクルの短縮や、労務編成の工夫(休憩時間交代制による連続施工)による作業効率の向上等によって、トンネル掘削開始から約14ヶ月で掘削を完了し、当初計画段階より掘削工期を約10ヶ月短縮することができた。

今回の施工では、地山状況の急変もなく順調に掘削サイクルを短縮することができたため、上述の工期短縮を実現することができたが、トンネル掘削工期の短縮にあたっては、事前に前方地山の状況を予測し、突発湧水や破碎帯等による地山の変化に迅速に対応することが重要であると考え。

函館北ふ頭可動橋製作設置工事報告

(一社) 北海道土木施工管理技士会

株式会社榑崎製作所

現場代理人

大場 仁志[○]

Hitoshi Ooba

工事部

岩 渕 智

Satoshi Iwabuchi

工事部

中 島 康 夫

Yasuo Nakajima

1. はじめに

可動橋はフェリーの車両および乗客の乗降に供する橋であり、函館市の耐震補強岸壁（北ふ頭）に設置された。可動橋は海側にフェリーのランプが乗る構造を有し、フェリー着岸時には可動橋を架け渡すことで貨物車・乗用車の乗降を行うための設備である。

本工事は主要設備である橋体の製作を室蘭工場で行い、起重機船を用いて、浜出し・海上輸送・現地据付までを行った。また、可動橋と共に多岐に渡る工種の付属設備設置工事が含まれており、併せて本稿で報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成24年度函館北ふ頭地区（-6.5 m）（耐震）可動橋製作設置工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局函館開発建設部
- (3) 工事場所：北海道函館市
- (4) 工 期：平成25年3月29日～
平成26年3月13日
- (5) 設備概要：橋体70t、門構 H=8.4m、遮断機、油圧シリンダーストローク2.2m（2基）、油圧ユニット37kW、非常用発電機200kVA、機械操作室6.5m×9.1m×H3.8m（RC造）、防舷材0.6m×3.0m（2基）

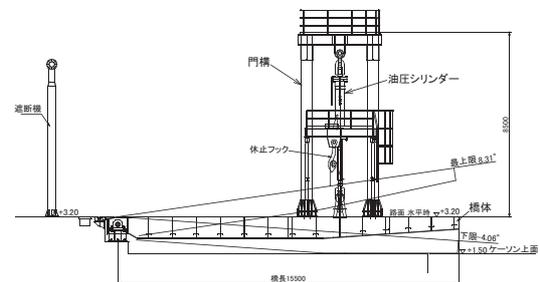


図-1 一般図



図-2 係船トライアル状況

2. 現場における問題点

本工事は、主要設備である橋体の他に機械設備、営繕工事、電気工事、基礎工事と工種が多岐に渡った他、ケーソン新設工事、ふ頭耐震補強工事、駐車場整地工事といった他工事が同時進行しており以下の問題があった。

- (1)各工事との工程調整を行いながらさらに多工種に渡る本工事の工程管理を如何に円滑に行うか。
- (2)機械設備であるため、工事が輻輳する中、如何に精度良く、手戻りの無いよう据え付けるか。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1)橋体製作・架設

橋体は、工場内で反転出来るよう3ブロックに分割して製作し、製作したブロックは工場近くの岸壁にて地組み一体化を行った。地組時には付属物の仮組み・芯出しを行い、精度を確保した。橋体は一体化後起重機船による浜出しを行った。

架設は陸側からの橋体据付を検討したが、設置場所周囲では他工事のふ頭耐震補強工事が同時進行しており、工程的に無理であった。そこで起重機船による海側からの架設とした。なお陸側の作業もあるので支承基礎付近の整地については作業の進捗を他工事と調整しながら作業を進めた。

起重機船による架設作業にあたり、耐震補強岸壁の新設係船柱は強度未達で使用できなかった。このため、20tのコンクリートブロックを用いて起重機船の位置決めを行った。

また、架設時揺動している中で岸壁との平行度調整を行うことを想定し、予め橋体下部に控えロープ用のピースを設けた。

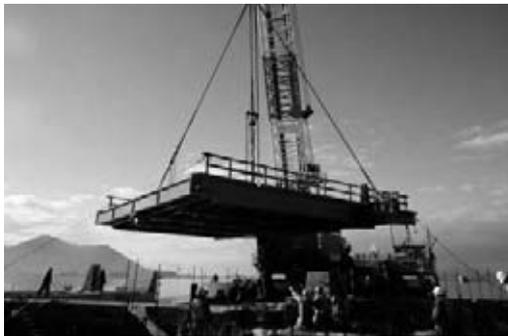


図-3 橋体架設

(2)門構設置

門構は他工事と工程調整の結果、海上から設置すると起重機船の待機期間が長くなるため、陸上からの設置とした。

油圧シリンダーは予めシリンダートシャックルを門構に組込んだ上で一体架設した。

(3)昇降油圧設備

油圧ユニット・油圧シリンダーは、予め工場製作時に動作確認を行い、据付時の手戻りを防いだ。

(4)電気工事

受電位置は①電力会社の給電点②可動橋の受電点③他工事（フェリーターミナルビル、駐車場照明）について関係者で検討・協議を行い決定した。この調整作業で受電時期・試運転が延伸となり、厳冬期工事にもなり工程調整に苦慮した。

配線は受電柱以降ハンドホール含め土中埋設であり、埋設場所は耐震補強工事場所とも輻輳するため、工程調整を行いながら施工した。

(5)営繕工事

RC造の機械操作室・電機室の設置を行った。設置場所は他の基礎地盤工事の範囲と隣接重複しており耐震補強工事完了後の施工となった。

工程調整により施工時期が1～2月の冬期施工となったので“養生囲い”には防風パネルを使用した。防風パネルは海浜で風が強いこともあり非常に効果的であった。また、コンクリート打設後の内部は熱風保温とし特に夜間の熱源維持に注意を払った。

4. おわりに

本可動橋は耐震補強岸壁と対をなすインフラ設備である。運用開始後は予定通り北海道・本州間の貨物輸送、人員の移送に利用されている。思えば厳冬期あるいは苛烈な気象状況もあるなか、工事を安全に完了することができたのは大きな成果である。これはひとえに工事関係者一人ひとりの安全意識の積み重ねによるものであると感謝しています。最後に、御指導頂いた函館開発建設部の皆様、協力業者様、各メーカー様に改めて感謝申し上げます。



図-4 完成写真

重要文化財橋梁の長寿命化工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会
三井造船鉄構エンジニアリング株式会社
現場代理人・監理技術者
村 中 大 助
Daisuke Muranaka

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：清洲橋長寿命化工事（その2）
- (2) 発 注 者：東京都
- (3) 工事場所：東京都中央区日本橋中洲から
江東区清澄一丁目まで
- (4) 工 期：平成26年2月19日～
平成27年3月30日

東京都の隅田川に架かる3つの国指定重要文化財橋梁のうち、昭和3年に竣工した清洲橋は、橋長186.233mの我が国唯一の鋼3径間連続吊鎖自碇式補剛吊橋である。構造的健全性確認のため耐荷性、耐震性および耐疲労性についてそれぞれ現行基準との適合性が検証された。この結果、耐震性において現行基準に適合していないことが判明したため耐震補強対策を講じることとなった。東京都の橋梁長寿命化事業の一環として、特に貴重な土木遺産を健全な姿で次世代に継承するために長寿命化工事を行った。重要文化財に関わる工事であり、近隣住民を含め広く社会に親しまれている橋であるため、安全性を維持して施工しながらも外観の変化は最小に留めるといった重要文化財ならではの制約があった。



図-1 清洲橋全景

2. 現場における問題点

2-1 精度管理

桁下空間に設置する下部工付きの部材は既設構造物との遊間が小さいので高い精度で据え付ける必要があった。また、ダンパー本体および補強用部材は縦断・横断勾配がある場所に取り付けるため3次元の寸法管理が必要であった。

2-2 外観を変えない

ダンパー用補強部材設置時に干渉する既設構造物を撤去する場合など、重要文化財に極力傷を付けない、外観をできるだけ変更しない工法が求められた。別途行われた腐食状況に関する調査を基に、長寿命化についても構造、外観を変えないよう実施する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 精度管理

下部工ブラケットは1枚のベースプレートに40本のアンカーボルトが配置されているため、アンカーボルト定着時に正確な位置管理を行う必要があった。すべてのアンカーボルトの据付精度を確保するため、ボルト径+2mmの孔のテンプレートを使用して位置決めを行い、据付時の高さを0～+2mm以内となるよう管理した。アンカーボルトはデジタル水平器を使用して660mmの突出部の鉛直状態を保持し、樹脂を注入して定着した。定着後、ブラケット製作用の原寸データで製作した仮ベースプレートを使用して全てのアンカーボルトの配置を確認した。

ダンパーに加わる地震力を主桁へ伝達するために補強用横構を設置した。横構は設置位置の関係から縦断・横断勾配を考慮しなければならなかったため、計測・設計・製作のすべての段階で3次元の精度管理を行った。既設桁と取り合う部位では最大15%のテーパフィラープレートも使用した。部材設置時の施工誤差を吸収するため、工場にて孔明け予定の箇所を部分的に現場孔明けに変更した。以上のような管理を行うことにより、不具合もなく部材取付けができた。

ダンパー本体は現場で長さの調整ができないため、工場設備にて事前調整を行う必要があった。ブラケット設置後、上・下部ブラケット間の距離を計測し、設置時の気温を想定して距離を補正し、搬入時のダンパー長を決定した。



図-2 ダンパー設置完了

変位制限装置は端横桁とパラペット間の狭隘部にブラケットを挿入し、緩衝ピンを水平に固定する構造である。変位制限装置はダンパーブラケットとベースプレートを共有している構造のため、緩衝ピン挿入用の端横桁孔位置もダンパーと同様の精度で加工した。

3-2 外観を変えない

ダンパー用補強部材を設置するため、リベット接合された既設の横構を撤去する必要があった。撤去時に重要文化財に極力傷を与えないようガス切断を選択肢から外した。検討の結果、リベットを電動工具により撤去する方法を選択した。汎用の孔明け機による撤去も可能であるが、この工事ではリベット撤去専用機械を使用した。専用機械は位置決めが簡単にでき、刃先の摩耗・損傷が少ないため正確に効率よく作業ができた。専用機械で孔明け後、リベット頭部を外し、ハンマーで打ち抜いて撤去した。

桁端部は腐食が進行している状態であった。当初、塗替塗装の予定であった桁端のペンデル支承および桁受支承は、長期の防錆効果を期待して亜鉛アルミ溶射に変更した。溶射皮膜の厚さは100μm以上とし、皮膜厚は吹き付け後確認した。樹脂コーティング処理は溶射皮膜上の微細な気孔を埋める封孔処理と同時に保護防錆効果を高めるために行った。封孔処理後、既設構造物に色を合わせるためふっ素樹脂塗料を重ね塗りした。

4. おわりに

補修工事としては特殊な作業が多く、多種多様の作業を行った。既設構造の計測では桁下、足場上で横断勾配と縦断勾配を考慮した計測をする必要性があったが、精度を確保するための確認計測では想定外の長い時間を要した。

桁端部については浮錆をすべて除去し、グラインダー仕上げにて平滑面とした状態で超音波探傷器により板厚を確認した。調査結果を基に強度計算を行った結果、補強の必要はなく外観が変わることもなかった。

新工法による最終処分場の遮水シート品質向上・施工性改善計画

東京土木施工管理技士会
西松建設株式会社

副所長

木谷 自伸

Yorinobu Kidani

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：埋立処分地 本体工事
- (2) 発注者：始良郡西部衛生処理組合
- (3) 工事場所：鹿児島県始良郡加治木町西別府地内
- (4) 工期：平成17年2月9日～
平成18年6月30日

本工事は、クローズドシステム型の廃棄物最終処分場建設工事である。鉄筋コンクリート構造(内空寸法 W31.0×L70.0×H11.5m)の貯留槽において、標準工法のシート施工手順では、埋立て廃棄物からの浸出水の流出が懸念された。そのため、限られた工期の中で浸出水流出の発生原因の分析、防止対策の立案・実施を行った。

2. 現場における問題点

課題は、①供用後に埋立て廃棄物からの浸出水を周辺地下水へ流出させないこと、②工期約1年9ヶ月で工事を完成させることであった。

初計画の問題点は、①浸出水の流出を防止するための標準案の遮水シート（突起付き遮水シート）では、図-1に示すように、型枠設置時のセパレータの穴（約1万個）により、所定の性能を満足しないこと、②すべてのシート接合を、品質・

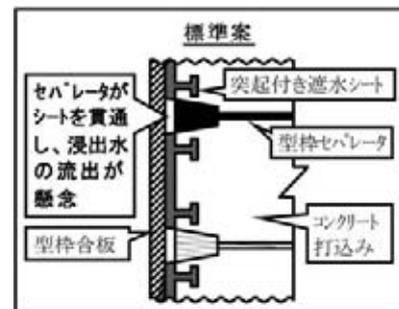


図-1 標準案遮水シートの損傷平断面図

施工性に不安がある溶着方法（手動一重溶着と肉盛溶着）で行うため、漏水の危険性が高いうえに作業日数を要し工程の遵守が困難であった（表-1参照）。

また、浸出水が流出する発生原因として、①遮水シートの損傷、②遮水シートの接合不良の恐れがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

私は、課題を解決するため、遮水シートの構造検討・材料選定と、漏水検査方法の検討を行った。

まず、提案①として、シート損傷を回避するために、型枠セパレータが不要となる大型型枠システムの導入を検討した。しかし、型枠コストの増大のため採用できなかった。

次に、提案②として、コンクリート打設後に側面遮水シートが設置できないかと考えた。そこで、図-2および図-3に示すようにシートを躯体に埋

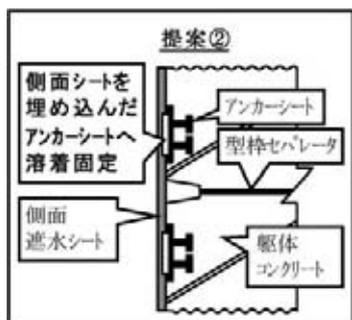


図-2 アンカーシート工法の平断面図

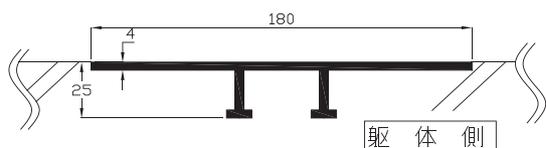


図-3 アンカーシート設置完了

め込み、側面遮水シートと溶着固定する工法（以下、アンカーシート工法）をメーカーと共同で発案・試作して試験施工を行った。さらに、品質及び施工性を検証した。その結果、有効な工法であることを確認し、本工事に採用した。

遮水シートの接合における溶着とその検査方法及び工法別作業日数の比較表を表-1に示す。

表-1 遮水シートの溶着とその検査方法及び工法別作業日数比較表

溶着方法	肉盛溶着		手動式一重溶着		自動式二重溶着		作業日数の合計 (日)
	施工	検査	施工	検査	施工	検査	
適用箇所	突合せ部、側面部	-	重ね継手部(一般部)	-	重ね継手部(一般部)	-	105.5-34.6=70.9
作業条件	なし	-	なし	-	あり*	-	
検査方法	型枠を用いた一体化目視検査(石綿水浸布)	-	熱風を当てて溶着目視検査(石綿水浸布)	-	溶着機にて2箇所を溶着空気圧検査(エア注入)	-	
日施工量 (m ² /人)	30	60	50	60	70	120	
標準率	41.0	29.5	24.0	20.0	0.0	0.0	105.5
提案①	21.0	10.5	24.0	20.0	0.0	0.0	75.5
提案②	1.0	0.5	2.0	1.7	18.0	10.8	34.6
施工性	×	×	△	△	○	○	105.5-34.6=70.9
遮水信頼性	目視検査のため、検査不良の発生とリスクが大きい	-	目視検査のため、検査不良の発生とリスクの可能性あり	-	空気圧検査による実量評価のため、検査不良の発生とリスクが小さい	-	標準率は、標準率より約70日間の工程短縮
評価	×	×	△	△	○	○	

※1 溶着器をセットできる条件として、シートと躯体の間に空間を必要とする

この際、遮水シートの漏水検査方法として、一般的な目視検査では、シートの損傷及び接合不良について、見落としリスクが大きいと判断し、水張り試験の実施を検討した。しかし、水量2万m³が必要であり、工期的・経済的に困難であった。そこで、防食工事で用いられるピンホール検査手法を用いて、遮水シートの検査としての試験施工を行った。その結果、シートと躯体との空間を5mm以内とし、検査器の探査電圧を16kVとした場合、0.05mmのシート損傷穴を感知できることが分かり、本工事の検査方法に採用した。

本工法を適用した結果、型枠設置によるシート損傷を回避し、さらに、シート接合の9割以上において、品質及び施工性に優れた自動二重溶着による施工が可能となった。その結果、品質面では、遮水シートの損傷及びシート接合の不良を発生させることなく、浸出水の流出（漏水）を防止し、品質向上が図れた工法を提案できたと考える。また、工期面では、標準案に対して約70日の工程短縮が図られ、工期を遵守することができた。

4. おわりに

鉛直コンクリート壁に設置する遮水シート工において、アンカーシート工法は品質と施工性に優れた工法であると考えられる。本最終処分場は供用後5年を経過するが、これまで品質面で問題なく運用している。

一方、コンクリート打設時に、アンカーシートの表面にノロが付着するため、側面遮水シートを設置する前に清掃作業を行う必要がある。この時、アンカーシート表面をフィルムで保護した製品改良により、清掃作業を省略化でき、作業効率の向上が図られると考える。今後、最終処分場や上・下水処理施設などの、遮水コンクリート構造物を構築する際に有効である。また、近年他の最終処分場においても、採用事例が見られる。私は、建設技術者として、同工法の改良や効果的な施工計画の実施に取り組んでいきたい。

水系アルコール塗膜剥離剤「バイオハクリ X-WB」 施工について

沖縄県土木施工管理技士会

株式会社南山開発

監理技術者

平 良 仁 一

Jinichi Taira

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東風平大橋補修工事（H26-2）
- (2) 発 注 者：沖縄県土木建築部 南部土木事務所 維持管理班
- (3) 工事場所：沖縄県島尻郡八重瀬町字宜次地内
- (4) 工 期：平成26年1月14日～
(仮)平成26年12月25日

施工範囲 P6～P7 区間 桁長42m 全幅21.8m

形式鋼合成鉄桁

塗装塗替工高力ボルト取替工床板補修工橋梁付属
物工

本工事は、沖縄県道82号線的那覇糸満線の塗装塗替えと高力ボルト取替えおよび床板コンクリート含浸保護の橋梁補修工事。



図-1 検査通路からの施工前状況（G5～G6 桁間）

東風平大橋橋梁が完成は平成5年3月。塗替え補修の経歴は無く今回が初回の塗替え補修となる。塗膜の剥がれや錆びが進行により発錆率は30%を超過していた。

2. 現場の課題

本塗装工事の当初設計は3種ケレンで発注であった。既存塗膜を分析した結果、塗膜中に「鉛」が含有している事が判明。ケレン工法について再検討協議の結果、塗膜剥離作業は「鉛の飛散・拡散の懸念が少なく湿潤状態で有害物質を剥離回収する事が可能である塗膜剥離剤工法を用いる2種ケレン工法」を採用。また、塗膜剥離剤の製品選定は、特に火災事故防止を目的に「消防法：非危険物」品を選定することにした。

3. 新技術を用いた設計・施工

本現場で使用したものは、平成26年5月30日厚生労働省通達「鉛等有害物質を含有する塗料のかき落とし作業における労働者の健康障害防止について」鉛かき落とし作業湿潤化に準拠する環境配慮型水系アルコール系塗膜剥離剤商品名「バイオハクリ X-WB」（製造元：山一化学工業株）を採用した。

なお、施工前に、同タイプの剥離剤「パントレ」（販売先：好川産業（株）と比較剥離試験結果から、



図-2 塗膜剥離剤荷姿



図-3 剥離剤塗布状況



図-4 湿潤状態 (24h 後)



図-5 塗膜剥離除去作業

上記製品を選定した。

塗膜剥離剤を塗付し放置後(24時間程度)の塗膜剥離除去作業時、既存塗膜はリンゴの皮をむくようにスムーズに回収出来た。(≒湿潤シート状態)

4. 評価

新技術の評価 5

<良い点>

- (1) 既存塗膜を湿潤シート状態で回収出来る。
- (2) 剥離作業時騒音の発生がほぼ無い。
- (3) 2種ケレンと比較し塗膜除去作業時間が早い。
- (4) 塗膜剥離施工性：150m²/日～200m²/日(平面部)
- (5) 塗膜剥離剤は水系。(消防法：非危険物)
- (6) 薬品臭が非常に弱い。(塩素系有機溶剤未使用)

<悪い点>

- (1) 鋼板面凹部に残存する塗膜は作用上、手工具では除去出来ない。(残存塗膜は素地調整時除去する)
- (2) 発錆部上の塗膜に対しては塗膜剥離剤が発錆部に吸い込みがあり、部分的に塗付量の塗増しの必要がある。

5. 独自の工夫

- (1) 床養生を2重に貼付。剥離除去した塗膜を養生シート毎に回収可能とした。
- (2) 本施工前に塗膜はく離試験を実施。「剥離剤塗付量、塗付回数、剥離剤塗付後の剥離作業可能時間」を確認後、本施工を実施した。

標準塗付量：1.0kg/m²/回 (最大塗膜厚500μm)

下記の3水準の事前はく離試験を実施した(図-6)

- ①塗付量：0.70kg/m²/回
- ②塗付量：0.55kg/m²/回 (決定)
- ③塗付量：0.40kg/m²/回



図-6 試験施工状況左0.40kg/m²中0.55kg/m²右0.7kg/m² (赤字数字は塗膜剥離後の残膜厚値 μm)

耐候性橋梁の耐久性向上対策について

(一社) 北海道土木施工管理技士会
株式会社日進製作所
製造部 管理グループ技師
多々良 賢 治
Kenji Tatara

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：一般国道40号 中川町 琴平3号
橋上部工事
- (2) 発注者：北海道開発局 旭川開発建設部
- (3) 工事場所：北海道中川郡中川町
- (4) 工期：平成26年9月9日～
平成27年11月29日
- (5) 橋長：87.000m
- (6) 支間長：48.000m + 37.000m
- (7) 幅員：13.050m～13.900m

本工事は、一般国道40号音威子府バイパス（高規格幹線道路）に架橋される2径間連続鋼合成少数鈹桁橋（鋼・コンクリート合成床版）で製作・架設・床版・付属物の上部工工事である。

平成24年の道路橋示方書の理念に基づき、本橋梁も安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮することを基本とし設計されている。構造は鋼桁及び合成床版のパネルを耐候性鋼材裸仕様とし、橋台、巻立、壁高欄及び中央分離帯コンクリートには表面含浸材の塗付とエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用している。また、主桁端部は切欠きを設け内面にはD-5塗装系を塗付する仕様となっている。

2. 施工における問題点

北海道のような寒冷地域の特徴として凍結防止剤散布量が多く、部材の損傷・劣化が著しい状況になっている場合も報告されている。最新の知見では鋼橋上部の損傷発生約半分が腐食によるもので、主に桁端部、外桁部や漏水部に集中しておりこれらの知見を基にした予防保全対策が橋梁の耐久性向上に大きく寄与するものと考え、前記仕様に加え更なる構造のディテールを工夫した工場製作を主とした内容を報告するものである。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

- (1) 桁端部の耐久性向上対策
 - a) 主桁外桁の下フランジに水切り板を設置し、主桁一般部、橋台及び橋脚への雨水や漏水によ



図-1 水切板



図-2 外面塗装・伸縮装置導水管



図-4 絶縁塗装



図-3 排水装置・床版排水流末処理



図-5 横桁ステップ

る流れ込みを防止した。

- b) 外桁の外側面には、壁高欄伸縮部隙間からの雨だれも考慮し日射や景観に配慮できる色相が選定できる C-5 塗装を塗付し桁端部を保護した。
- c) 伸縮装置の 2 次止水部から橋座面への滴下を防止するため、橋台前面の検査路下まで流末を導水した。

(2) 排水処理の耐久性向上対策

- a) 排水装置及び床版排水の流末位置は主桁下フランジから1000mm まで下げ、風による雨水の巻上げによる主桁への付着を防止した。また、床版排水と排水管が重なる箇所は排水管まで導水した。

(3) 異種金属接触腐食の防止対策

- a) 排水装置等の溶融亜鉛めっきと耐候性鋼材が直接接触する箇所は D-5 塗装系による絶縁処理を行い、電位差による腐食を防止した。

(4) 維持管理対策

維持管理の容易さを考慮し、横桁部ステップを塗装タイプから溶融亜鉛めっきのボルトオンタイプに変更した。

これら予防保全対策の結果は、経過観察により妥当性の確認を行い、今後の更なる耐久性向上対策に活かしたい。

4. おわりに

本橋で実施したディテールの工夫は予防保全の観点から実施したが、この耐久性向上対策が十分に機能すれば少ない工事費で大きな効果が期待できる。また、発注者、設計者、施工者による英知が結集すれば、更なる構造物の耐久性向上が図られライフサイクルコストの最小化、橋梁の長寿命化が図られ社会資本のミニマムメンテナンスが実現できると考えます。

場所で全ての状況に余裕が無い為、多用途に使用できるバックホウ（クレーン機能付）を使用する。この時の選定条件は吊上げ能力が最優先となり、小型機械は選定できない。この事から地下排水工床掘には過剰となるが、2ランク程度上の機械を使用している。床掘の断面形状維持が困難な状況もあり、材料食込みの激しい地下排水工となる。機労セット作業がほとんどであるが、機械数が限定されている為、作業員の無作業時間もできてしまう。

3. 工夫・改善点と適用結果

補強土壁に使用される盛土材は、力学特性を満足する事を確認した良質発生土や、採石場製造ズリを使用する事が一般的であるが、近年、持続可能な社会実現のため、建設産業ではリサイクル推進として再生砕石利用が増加している。本事例も盛土材として再生砕石を利用したものとなっている。

補強土壁の地下排水工に限らず、各種地下排水工に使用される巻立砕石には、再生砕石の利用事例が多い。盛土材と巻立砕石を再生砕石に統一化ができれば、透水性の低い盛土材（良質発生土やズリ等）使用時に施工する地下排水工構造から、施工性の良い構造に簡略化できるのではないかと考えた。

以下は、再生砕石透水性の確認結果となる。

粒度試験結果（表-1）では、75 μ m 通過量 = 4.2%、10% 粒径 = 0.505mm、85% 粒径 = 25.0mm の性質を持つ再生砕石である事が分かった。

次に道路土工 - 排水工指針（以下指針と記す）より、透水性を確認。指針 P98 表 3-4 路盤材料の透水係数（表-2）では、0.075mm ふるい通過量 5% 以下の時、最も高い透水係数（ $1.0 \sim 10^{-10}$ ）を示している。※0.1

実透水係数の推定は、指針 P87 ヘーゼンの実験式（10% 粒径）により 0.38 ~ 0.26 と表-2 を裏付ける結果が得られた。指針 P103 では、フィルター材の選定として、有孔管の目詰まりについて 85% 粒径と有孔管の孔径により確認し、詰まらない事が確認できた。以上から、高い透水性を持つ再生砕石であり、巻立砕石として機能すると判断し、

表-1 再生砕石の粒度試験結果

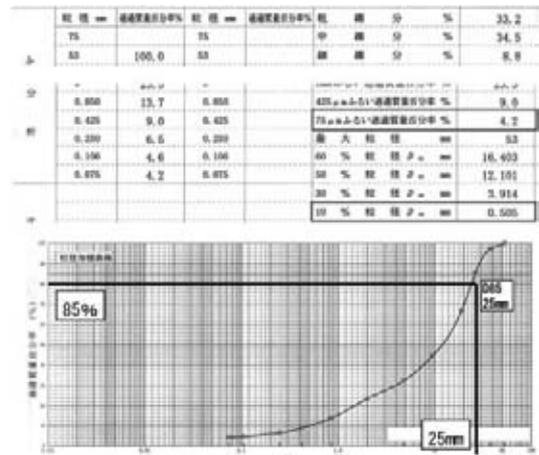


表-2 代表的な透水係数

表 3-4 路盤材料の透水係数

路盤材料	0.075mm ふるい通過量 (%)	透水係数 (cm/sec)
砕石または砂利	細粒分の塑性指数 PI=0 の場合	$1.0 \sim 10^{-1}$
	細粒分の塑性指数 $1 < PI < 4$ の場合	$10^{-1} \sim 10^{-2}$
	粗粒分の塑性指数 $PI > 4$ の場合	$10^{-2} \sim 10^{-3}$
セメントあるいは石灰による安定処理材料	15以上	$10^{-4} \sim 10^{-6}$
無機質材料	空隙率 5% の場合	$10^{-1} \sim 10^{-2}$
	空隙率 20% の場合	$1.0 \sim 10^{-4}$
粒状配合の悪いセメント安定処理材料	10以下	$10^{-1} \sim 10^{-4}$

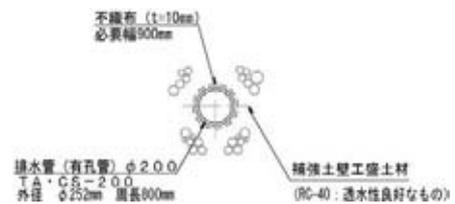


図-2 簡略化した地下排水工

地下排水工断面を（図-2）のように簡略化した。

尚、再生砕石スレーキングによる有孔管目詰まりの予防保全に、不織布を管に直接巻き立て、長期に機能維持できる構造としてある。

この簡略化により断面の最小化、材料の食込みを発生させる事無く、また人力のみの施工を可能とした事で、飛躍的な施工性改善を図る事ができた。

4. おわりに

盛土材の透水性や、湧水量などにより採用条件は限定、あるいは見直しが必要とされるが、施工性改善、生産性向上効果は非常に大きい。

全体から見れば軽微な効果であるが、早期の完成と供用を目指すことが、社会資本を整備する建設産業として一番の地域貢献になる事と考えます。

広範囲の地盤改良における支持層の確認

福岡土木施工管理技士会
株式会社廣瀬組
現場代理人
下 條 敬
Takashi Shimojyo

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：矢部川東津留地区築堤基礎
 その他工事
- (2) 発 注 者：九州地方整備局 筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：福岡県みやま市瀬高町東津留地先
- (4) 工 期：平成26年9月10日～
 平成27年3月31日

本工事は、平成24年7月の九州北部豪雨による災害に対し、矢部川水系において河川激甚災害対策特別緊急事業の内、引堤をするための築堤基礎及び既設水路の付替えを行う工事である。

築堤基礎は、盛土安定対策として深層混合処理（スラリー攪拌）により杭径1600mm、杭長9.0m～9.5mの二軸ラップ式（壁式改良部）と、杭長8.5m～3.5mの二軸接円式（杭式改良部）を施工する。

壁式改良は、改良率50%で洪積層着底改良、杭式改良は、改良率30%でフローティング改良である。

壁式改良は、すべり対策として洪積層(Dg層)への着底形式の改良である。

杭式改良は、不同沈下対策として壁式改良下端より45度の範囲で階段状に計画されている。

広範囲の地盤改良工における支持層の事前調査

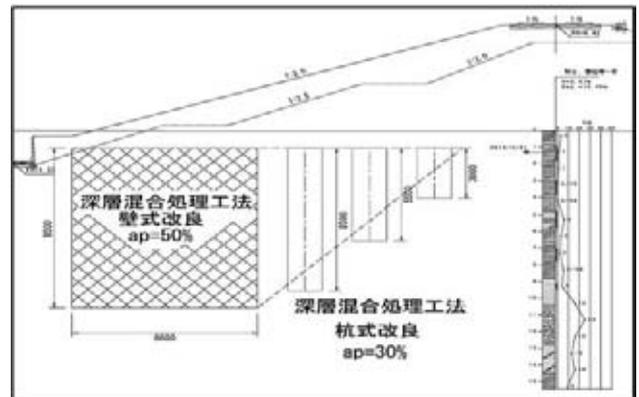


図-1 地盤改良標準断面図

方法で工夫した点について述べる。

2. 現場における問題点

全施工区間におけるボーリング調査間隔は、200～250mであり、地盤改良の施工延長は300mである。改良範囲前後のボーリングデータから支持層がなだらかに傾斜していることが判別でき、改

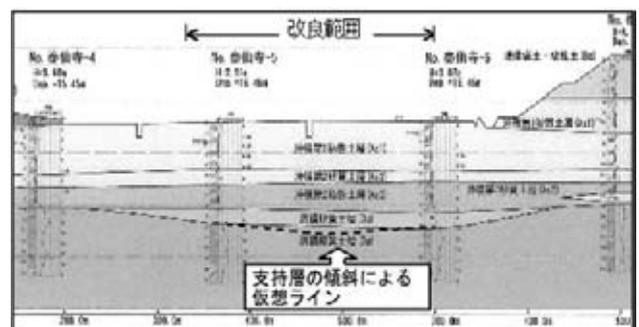


図-2 改良範囲前後の地質図

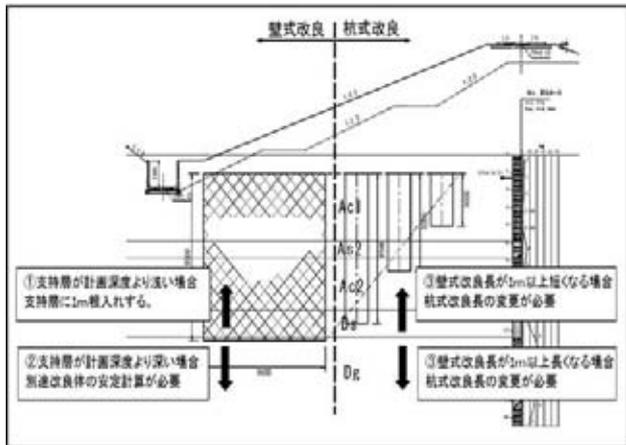


図-3 支持層の変化による施工改良長

改良範囲中間部では支持層が計画深度より深くなっている可能性があった。

支持層の起伏により壁式改良の改良長が変更となった場合以下の問題が発生する。

- ①改良対象層 (Ac1/Ac2層) 及び支持層 (Dg 層) が計画深度より浅い位置に確認された場合には、支持層へ根入れ1mを確保して施工する。
- ②改良対象層及び支持層が計画深度よりも深い位置に確認された場合には、別途改良体の安定計算 (壁式改良部) が必要となる。
- ③壁式改良長が±1.0m以上変化した場合には、杭式改良長の変更が必要となる。

施工延長が長いと土層の起伏による施工途中での改良長の変更が懸念された。

そのため改良範囲の支持層深度を事前に調査し、土層の起伏を確認することが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

地盤改良範囲は300mと長く、改良範囲の改良土質、改良長を把握する方法として、地盤改良機による貫入試験調査を行うこととした。

貫入試験調査は改良範囲中間部で行い、支持層の起伏が±1m以上ある場合は、さらに中間で貫入試験を実施するよう計画した。

まず、設計時のボーリング付近でボーリングを

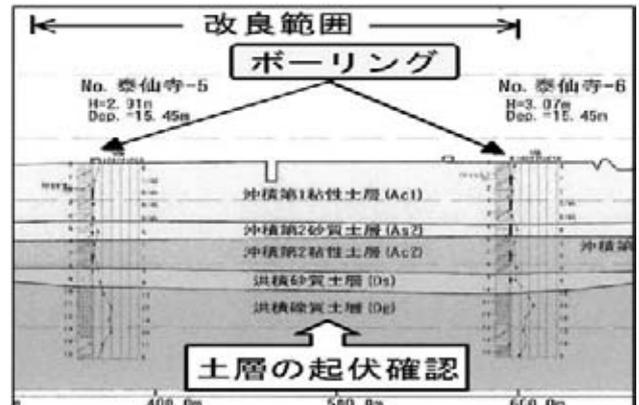


図-4 改良範囲とボーリング位置

行い、改良対象層 (Ac1/Ac2層) 及び支持層 (Dg 層) が計画深度の位置にあることを確認した。

また、地盤改良機による現場配合試験において、貫入電流値の上昇及び、貫入速度の変化により支持層へ着底したと判断し、深度確認を行った。

その結果、設計改良長と支持層が適正であることを確認した。

そのデータを基に、改良範囲中間付近で地盤改良機による貫入試験調査を実施した。

その結果、同様に支持層深度において貫入電流値の上昇及び貫入速度が低下した事により、土層の起伏はないと判断することができた。そのため今回は、追加の貫入試験調査は行わないこととした。

また、施工機械で貫入試験を実施することで、改良範囲の本施工が全て可能であることを事前に確認することができた。

4. おわりに

今回の地盤改良では、壁式改良の杭長に異常は見られなかったが、改良範囲が広い場合は、土層 (着底層) の起伏が考えられるため、ボーリングデータ、地質図から調査の必要箇所を判断し、貫入試験調査を行い、土層を確認する。調査で起伏が見られた場合は、貫入試験やボーリングを密に行うことで対処するとよいと思われる。

T型鋼製橋脚の施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

現場代理人

担当技術者

神野 勝樹[○]

伊藤 昌記

Katsuki Jinno

Masaki Ito

1. はじめに

都心部の渋滞解消及び物流拠点とのアクセス強化に向けて、名古屋西JCTから飛島JCTまで、名古屋環状2号線の西南延伸部の工事が進められている。本工事は大西3丁目交差点の南側にT型鋼製橋脚を設置する工事であり、その現場施工について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：平成26年度名二環大西3交差点南鋼橋脚工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局 愛知国道事務所
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市港区南陽町地内
- (4) 工期：平成26年9月12日～平成27年8月10日
- (5) 形式：T型鋼製橋脚(角柱)H=11.9m

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたり以下に示す課題があった。

- ・工場で作成された複数の部材を現場にて仮組立状態に正しく復元する必要がある。
- ・現場溶接時の収縮による大きな変形を抑える必要がある。
- ・供用中の道路に近接した現場であり、梁のR側は供用道路との境界ぎりぎりであったため、

その対策が必要であった。

- ・現場周辺には民家があり、地域住民への周知や現場施工時の騒音対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 仮組状態復元の工夫

工場で作成する前に片方の部材にエレクションピース取付用の金具を溶接しておき、仮組立形状調整した後にエレクションピースを取付け、もう一方の部材の方にも溶接し固定した。現場での部材架設時には、このエレクションピースにピンを打ち仮固定し形状を復元させた。柱の継手部は自重による影響で開先間隔が狭くなる恐れがあったので、柱の角部だけ開先を取らないでメタルタッチとした。

また、工場で作成面をまたぐように罫書線を入れておき、現場組立後の復元精度を確認できるよ



図-1 エレクションピース・罫書き線

うにした。柱・梁の中心部にも罫書き線を入れておき、柱の立ちや梁の倒れなどの現場での据付精度の確認に使用した。

(2)現場溶接時の工夫

梁の腹板に補剛材が無い構造であったため、現場溶接による収縮により大きな変形が生じると予想されたので、現場にて拘束金具（ストロングバック）を溶接し、仮ボルトを締付けて仮固定した。現場溶接が完了した後、この拘束金具は切断しグライダー仕上げした。



図-2 ストロングバック

(3)供用中の道路に対する対策

供用中の国道に隣接した現場であったため、一番道路側の梁の架設の際と下部工検査路架設、足場・ベント撤去時には俯角の影響を考慮し、夜間車線規制を伴っての施工とした。交差点での交通規制であったので、右折レーンを利用し対面通行させることにより上下線の通行帯を確保し、道路通行車両への影響を低減させた。



図-3 梁の夜間架設状況

また、落下物対策として道路側のベント設備には防網ネットを設置した。道路側に飛散物が飛来する恐れがあったので、こまめに不要物を片付けるとともに、軽いものを仮置きする際には重石を載せる等の対策を施した。

(4)地域住民に対する対策

交通規制を伴って施工するのに、昼間ではなく夜間に施工する必要があったが、現場周辺には民家があった。そこで、夜間交通規制を伴って施工することを周知するチラシを作成し、現場周辺の民家に配布した。隣接工区も同様に夜間交通規制を伴う作業があったため、互いに工程調整をおこなうことで、2社で4回実施する予定のところを半分の2回に減らし、地域住民への影響を減らす工夫をした。

また、騒音対策として、橋脚架設時に通常のドリフトピンに変えて油圧式の機器を、インパクトレンチに変えて電動レンチを使用した。夜間照明としてはLED照明を使用する等の低騒音型の機器類を使用した。

4. おわりに

事前の対策により現場溶接による大きな変形を防ぐことが可能であった。夜間交通規制を伴っての施工であったが、供用中道路の通行者や地域住民からの苦情もなく、無事故・無災害で工事を終わらせることができた。

最後に、この工事を進めるにあたって、中部地方整備局愛知国道事務所の方々にご指導を賜り、ここに深く感謝します。



図-4 完成時全景

アンカーボルトの削孔における工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

竹内 彰[○]

小出 英 司

吉 嶺 建 史

Akira Takeuchi

Eiji Koide

Kenshi Yoshimine

1. はじめに

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

支承部取替補強では、ブラケット上に設置した仮受支承または補修用ジャッキで主桁を仮受し、その間に支承を取り換える（図-1参照）。ブラケットは、下部工に定着したアンカーボルトで固定するが、アンカーボルトの施工に際し、下部構造への削孔作業が必要となる。この削孔作業を効率化するための工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：静岡地区新富士保線所ほか3保線所管内土木構造物大規模改修その他工事（鋼橋その2）
- (2) 発 注 者：東海旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：静岡県富士市
- (4) 工 期：平成25年5月～平成28年3月

2. 現場における問題点

本工事ではダイヤモンドコアドリルによる削孔を行う。削孔する前に電磁波レーダーによる探査



図-1 支承取替工事の概要

を行うが、電磁波レーダーによる探査は探査深さに限界があり、鉄筋に干渉するケースが多々発生することが予想された。鉄筋に干渉すると、追加の削孔が必要になるとともに失敗孔の補修が必要になり、工程の遅れと既設構造物に悪影響を与えてしまうことが懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事では、削孔径がφ48、削孔深さが650mm程度を、約3年で1500箇所を削孔する。

前述の問題点に対し、対応策を2つ実施した。

(1) 鉄筋探査の精度向上（対策①）

鉄筋探査の精度を向上させるため、協力会社が



図-2 鉄筋探査作業

鉄筋探査を実施した後に社員も探査を行って、ダブルチェックすることとした。社員は、鉄筋探査機メーカーが開催する講習会に参加して探査機の使い方を学習したり、配筋探査技術者資格を取得したりして、積極的に配筋探査に取り組んだ（図-2参照）。

(2) 先孔によるコア削孔時の干渉削減（対策②）

前述のように鉄筋探査機（電磁波レーダー）による探査では探査深さ20cm程度が限界である。また、2段目以降の配筋は基本的に探査困難である。また、鉄筋ピッチが細かい箇所は、鉄筋位置を正確に把握することが難しい場合がある。このため、鉄筋探査の結果に基づいたコア削孔位置を決定し、その孔と鉄筋が近接する側の孔縁付近に、10mmのハンマードリル（ハンマードリルの削孔時間は3分程度）で先孔を明けて鉄筋の有無を確認した後で、コア削孔を行うこととした（図-3、4参照）。



図-3 ハンマードリルによる先行作業

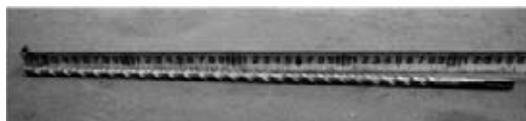


図-4 ハンマードリルの刃

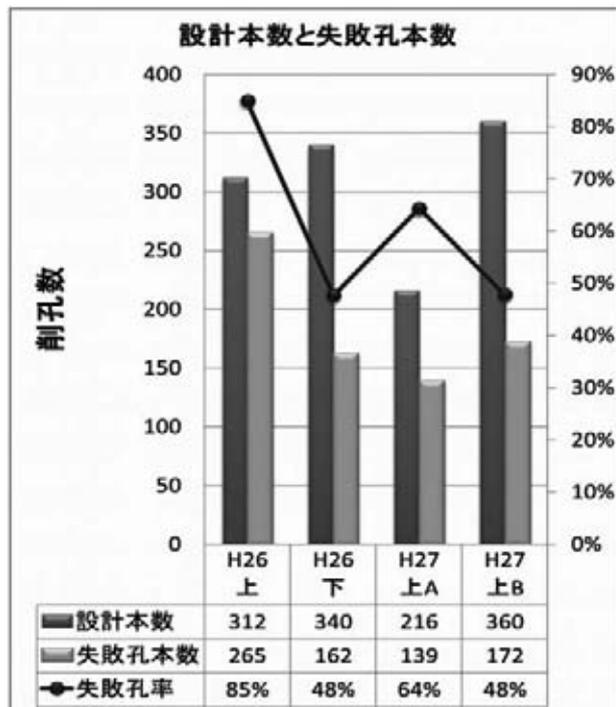


図-5 設計本数と失敗孔本数

(3) 対策の効果

対策の効果は、設計孔数に対する失敗孔数の比率で評価した。なお、対策①をH26下から始め、対策②をH27上Bから始めた。

対策①でH26下期に失敗孔率は低減した。H27上期Aは橋脚の配筋が細かい箇所であったため、失敗孔率が上昇したが、対策②をH27上Bで取り入れ、失敗孔率が低減した（図-5参照）。

4. おわりに

失敗孔を削減するため、ソフト面とハード面の2つの対策を行ったが、失敗孔率は48%にとどまった。失敗孔率を低減するため更なる対策が必要である。

大規模改修工事が始まり約3年となるが、その間、様々な問題に直面し、その都度、発注者である東海旅客鉄道（株）殿と施工業者で協議しながら工事を進めてきた。今後も、安全を第一に大規模改修を進めていく所存である。

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

太平洋特有の厳しい海象条件での ケーソン据付作業について

(一社) 北海道土木施工管理技士会
勇建設株式会社

工事部主任

矢野好規

Koki Yano

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：浦河港西島防波堤建設工事
- (2) 発注者：北海道開発局室蘭開発建設部
- (3) 工事場所：浦河郡浦河町浦河港
- (4) 工期：平成25年5月24日～
平成26年3月28日

2. 現場における問題点

本工事は、重量1,500t(L20.0m×B10.7m×H12.5m)のケーソン(図-1、2)2函を、浦河港西島防波堤延伸のために据え付けるものである。

基礎捨石マウンドを起重機船にて中割石を投入することで造成し、ケーソン据付時の不等沈下を防止するために重錘による機械均しと潜水士による人力均しを併用して堅固に仕上げ、仮置ケーソンの排水・浮上・施工箇所までの曳航・注水による浸水据付・中詰砂投入・蓋ブロック据付・間詰コンクリートの打設までが一連のケーソン据付作業となる。

浦河港西島防波堤は、太平洋特有の周期の長い大きなうねり、潜水士がその場に滞在出来ないほどの速い潮流、ほぼ毎日、午後になると吹く強い西風による大きな風波など、海上作業するには非常に条件の厳しい場所であった。

そんな中、一連作業の主となるケーソン浸水据付作業をいかに精度よく安全に施工することが一



図-1 使用ケーソン全景

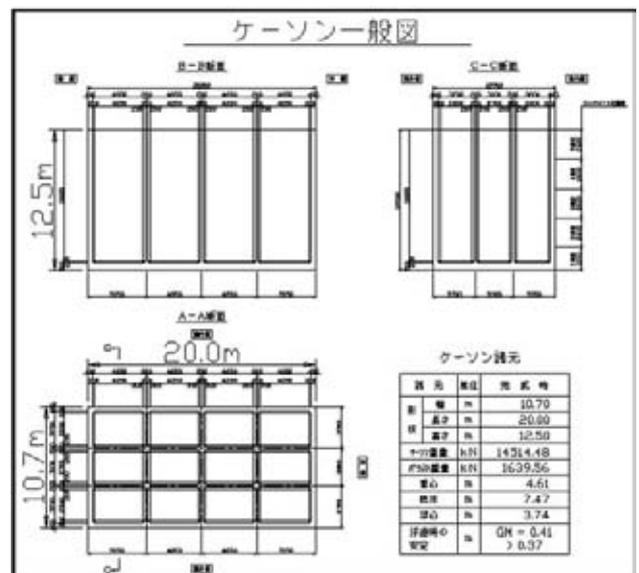


図-2 ケーソン構造図

番の課題となった。総重量1,500tものコンクリート構造物が1～2mも上下左右に暴れ回る時間を最大限減少させることが最大の安全対策にもなり、据付精度向上にもつながるためである。

3. 工夫・改善点と適用結果

海象条件の厳しい中でも、素早くかつ精度よくケーソン据付作業を行うには、ケーソン内に海水を注水する（ケーソン浸水）速度を上げて迅速に所定の設置箇所に据え付けることが必要不可欠であった。

そのため、一般的に多く使用されている8インチ水中ポンプでなく、大容量水中ポンプ（8インチダブル型）（図-3、4）を4隅に各1基（計4基）使用することにより、通常の8インチ水中ポンプよりも3倍以上の注排水速度で浸水据付する

ことが可能（表-1）となった。

据付計画時の着底時間は、8インチ水中ポンプ使用時には、ケーソン内に注水を開始してから基礎捨石面に着底するまで39分かかる計算であったが、実際使用した大容量ポンプを使用すると12～13分で着底することができた。浸水据付作業の短縮により、波浪やうねりの影響を受ける時間を必要最低限に抑えることができ、目標どおり安全かつ精度良く据え付けることができた。

ケーソン据付時の法線は、発注者規格値±200mmに対して、2箇所とも50mm（発注者規格値の25%）以内に収めることができた。ケーソン据付高4隅の高低差も30mm以内に収めることができ、不等沈下も確認されなかった。

4. おわりに

この大容量水中ポンプは、単に8インチダブル型だから2倍の注排水速度があるわけではなく、本来は泥水を汲み上げるタイプであるために、7m以上の高低差がある状態でも注排水速度が3倍以上まで上がるものである。

海外製（スウェーデン）の大容量水中ポンプは、国内保有台数が少ないため現場での確保が困難であり、賃借料もかなり高額であった。さらには1基あたりの重量が1700kgもあつたり、大型発電機が複数台必要であったり、配線（キャプタイヤケーブル）の扱いが複雑だったり、気軽に扱えるものではない。

しかしながら、高額な賃借料や多くの手間や苦労以上の効果が顕著に見られたため、今後も施工条件や海象条件によっては活用する場面があるものと思われる。

大容量水中ポンプの使用もさることながら、全作業を通して、様々な助言していただいた諸先輩方や、無理難題に意欲を持って取り組んでくれた作業従事者などたくさんの関係者の協力なくしては成しえないものだった。

現場内外でのコミュニケーションの大切さ、有り難さを改めて強く感じた現場であった。



図-3 大容量水中ポンプ

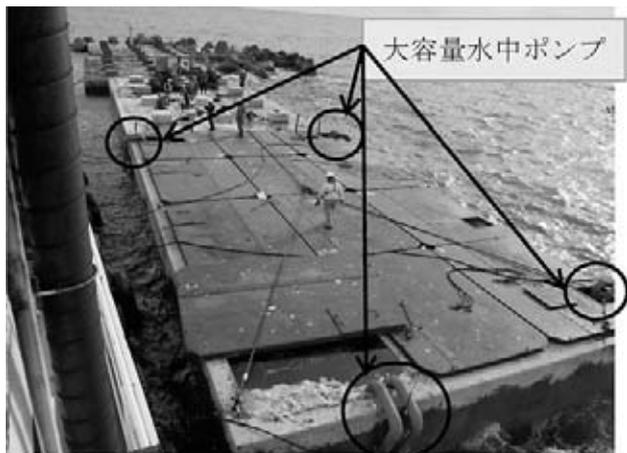


図-4 浸水据付（注水）状況

表-1 注水用ポンプ性能比較表

注排水用ポンプ種類	注排水速度
8インチ水中ポンプ	4.5m ³ /min
8インチダブル大容量ポンプ	14.5m ³ /min

情報化施工の取り組みについて

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

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：北上川下流針岡地区築堤（その
1）工事
- (2) 発注者：北上川下流河川事務所
- (3) 工事場所：宮城県石巻市針岡地先
- (4) 工期：平成26年9月13日～
平成27年9月30日

●工事内容 掘削 $V = 20,200\text{m}^3$ 盛土 $V = 12,800\text{m}^3$
地盤改良工(SCP) $\phi 700\text{L} = 8.2\text{m} \sim 11.7\text{m}$ $N = 1653$ 本
構造物撤去 一式 仮設工 一式

2. 現場における問題点

当工事は東日本大震災で発生した津波により河川堤防が決壊し、甚大な被害を受けた場所である。

施工場所は復旧する堤防下面に液状化対策工が必要な地質にあり、対策として地盤改良（サンドコンパクション工法）工を施工して地盤改良天端を築堤盛土の施工基面とする計画であり、地盤改良時の施工基面となるSD（サンドドレーン）部は堤体機能を確保するため掘削して堤体盛土と一体化させる必要がある。

従来の管理方法は測定管理者が測点管理にとどまり、管理測点以外は面的精度管理に問題が発生する可能性がある。また、地盤改良天端が堤体盛



図-1 サンドコンパクション施工

土基面になるため、掘削作業時に過掘り等で改良杭体に損傷を生ずる懸念がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

盛土施工基面を整形するため、測定管理者による測定管理範囲を詳細に管理する場合とマシンコントロール制御機能を搭載した施工機を使用する場合の面的精度を要求される場合をコスト面、安全管理面、作業効率等を総合的に判断して、マシンコントロール制御によって計画高より掘削面が下がらない機能を有する施工機を使用した場合が地盤改良杭の構造欠損を防止する精度が向上し、コスト、安全、作業効率（時間）を低減すると判断し採用を検討した。



図-2 マシンコントロール機能搭載機施工状況



図-3 施工時搭載モニター表示状況

近年、技術開発が進展している情報化施工機械の取り組みを考慮し、今回、マシンコントロール油圧システム搭載のバックホーの採用を決定した。

マシンコントロールは自動アシスト機能でアーム操作によってバケット刃先が計画面に達したらバケットが計画面に沿って自動的にブームを稼動するアシスト機能があり、オペレータは微操作、計画面位置を気にせず作業ができるので施工機械周辺での補助作業及び施工確認作業が省け、重機械の接触事故防止の向上にもなった。

施工対象範囲データを事前入力し、オペレータに対して、施工中リアルタイムで画面表示し、位置情報を提供できるので作業場所の明確化及び出戻り作業の回避、また、マシンコントロール制御により設定した計画高より過掘りしないので熟練オペレータの技能を要求しなくとも一定の成果が



図-4 マシンコントロール制御による掘削完了得られた。

4. おわりに

施工開始前に測量成果の基準点に基づき、施工機位置情報を取得する。RTK-GNSS方式なので受信衛星が5機以上確保できる環境が必要になる。

施工場所の平面、縦横断の計画を精査し、マシンコントロールシステムに3D情報で入力するため、測点位置だけではなく計画範囲全体の把握ができる。

施工基面掘削作業の精度は管理規格値を満足する成果を得ることができた。施工上、データ入力したマシンコントロールでの作業により測定管理作業が低減され、作業効率・安全性の向上が図られた。

今後、情報化施工が主流になっていく状況でマシンガイダンス機能を有する機種は多種にあるが、マシンコントロール機能を有する機能を備えている機種が少ないのが難点である。

関連する情報化施工、例えば、ブルドーザの敷き均し、タイヤローラ・振動ローラ等の転圧管理の組み合わせで情報化施工に必要な基本データ事項が共有できるので作業効率は向上できる。

現在、労働者不足、熟練技能者の確保、若手技能者の育成が困難な状況において情報化施工の取り組みは有効であると確信できる。

情報化施工は施工規模、作業環境によって費用対効果が期待できる。

2 径間連続複合ポータルラーメン橋の施工報告

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

監理技術者

木村 啓作

Keisaku Kimura

1. はじめに

本工事は、阪和自動車道南紀田辺 IC に位置する 2 径間連続複合ポータルラーメン橋である。工事概要を以下に示す。

- (1) 工事名：阪和自動車道
南紀田辺インターチェンジ
A ランプ橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
関西支社 和歌山工事事務所
- (3) 工事場所：和歌山県田辺市稲成町
- (4) 工期：平成25年 9 月23日～
平成26年 5 月30日

本稿では、この高架橋の現場施工について述べる。構造一般図を図-1 に示す。

2. 現場における問題点

本橋は、和歌山県田辺市に位置し、料金所から本線へのアクセスルートに位置する橋梁である。形式は、鋼 1 主箱桁が RC 構造の橋台・橋脚と接合する複合剛結を有し、橋長121.6m、曲率半径73m を有する。特徴としてポータルラーメン橋としては橋長が長いという点であった。

現場施工にあたって、上述した特徴等に起因する問題点として、以下のような項目が設計・計画段階で挙げられた。

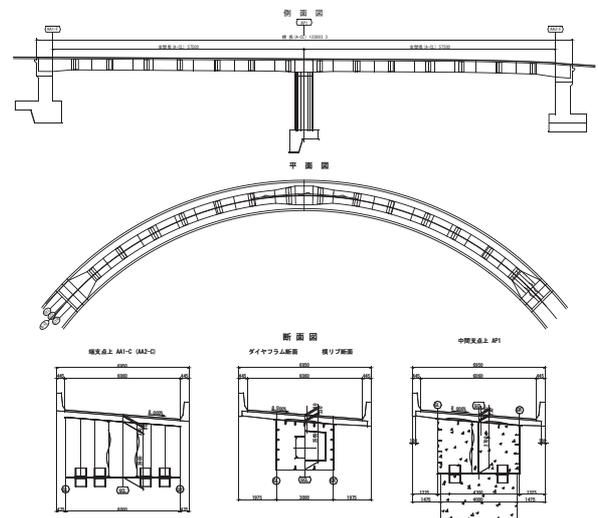


図-1 構造一般図

(1) 剛結部架設時の下部工鉄筋との干渉

剛結部の架設時には、下部工側の突出鉄筋を上部工側に挿入しながら架設部材を降下させるが、鉄筋径が D51 と太く、ピッチが 150mm と密なため、鉄筋挿入時の干渉が懸念された。

(2) 橋台剛結部の受点構造

橋台剛結部架設完了から剛結部コンクリート打設までの期間は、剛結部は固定されていない状態となるため、受点は死荷重たわみ、温度変化に追従できる構造とする必要がある。

(3) 橋台剛結部コンクリート打設前の桁固定方法

橋台剛結部コンクリートの打設時期が冬季 2 月であるため、日平均気温が 10℃ を下回る日数が多く桁温度も低くなる（標準温度 20℃）。完成系に

おける温度変化による下部工への影響が懸念されるため、橋台剛結部コンクリート打設前の桁固定方法について留意する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 下部工鉄筋位置を鋼桁製作に反映

剛結部架設時に鉄筋との干渉しないようにするために、鋼桁製作前に、下部工の突出鉄筋位置を計測し、鋼桁の貫通孔位置に反映した上で製作した。AA1、AP1、AA2の3箇所の剛結部架設があったが、これにより、全ての架設において鋼桁の貫通孔に鉄筋を挿入する際の干渉を防ぐことが出来た。AP1剛結部の鉄筋挿入状況について図-2に示す。

(2) 可動機能を有した仮支承構造

AA1剛結部、AA2剛結部の受点には、死荷重たわみ、温度変化の影響に追従できるように、可動機能を有した仮支承を採用した。図-3に仮支承図を示す。

(3) 桁温度調整・仮支承の遊間固定

仮支承の遊間固定時の桁温度を標準温度に近づ



図-2 AP1剛結部鉄筋挿入状況

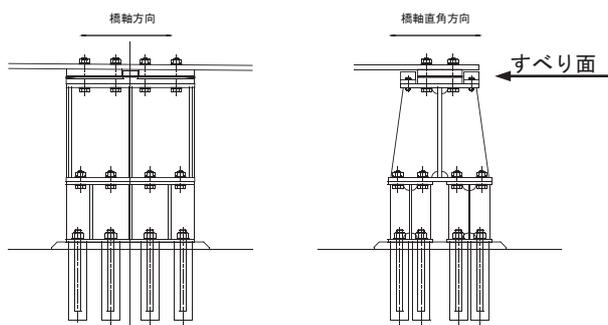


図-3 仮支承図

けるため桁温度調整を計画して施工を行った。燃焼型ヒーターは各径間に4箇所、熱交換型ヒーターはAP1橋脚付近のマンホールに計2箇所、送風機は剛結部付近の各マンホール位置に径6箇所配置した。桁温度測定位置は各径間3箇所ずつ(支点付近・支間中央)としウェブ、下フランジとした。仮支承固定時の桁温度管理値については、仮支承固定時の桁温度が下部工に及ぼす影響(供用時)についてFEM解析により支点部作用力を検討した結果、桁温度10℃以下で固定すると夏期にAA1橋台コンクリートが応力超過することが判明した。そこで、桁温度管理値を 20 ± 5 ℃とした。

桁温度調整の事前調査として数日間桁温度を測定した結果、3~8℃程度であった。桁温度調整当日に実施前の測定では5~8℃であったが、ヒーター等の設備を作動させて桁温度調整を開始し、各計測点の桁温度が16~22℃となり管理値を満たしたことを確認し仮支承を固定した。ヒーター設置状況を図-4に示す。



図-4 燃焼型ヒーター設置状況

4. おわりに

2径間連続複合ポータルラーメン橋における施工時の工夫について報告した。ポータルラーメン橋の特徴として、完成時に鋼桁が橋台コンクリートに拘束されるため、桁固定方法、桁温度に留意した施工計画を行い、現場施工を実施した。曲率の影響については、仮支承の移動方向を橋軸方向に向けて設置することで計画通り機能した。

今回の経験を同種工事の施工に役立てゆく所存である。

合成床版コンクリートの充填時における 品質管理について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

橋梁技術研究室

現場代理人兼監理技術者

中本啓介[○]

高橋秀樹

Keisuke Nakamoto

Hideki Takahashi

1. はじめに

本橋梁（図-1）は、埼玉県（関越自動車道花園インターチェンジ）と山梨県（新山梨環状道路）を結ぶ「地域高規格道路」である西関東連絡道路（一般国道140号）のうち皆野秩父バイパスの一部となる橋梁である。皆野秩父バイパスは、秩父市内の交通渋滞緩和や秩父地域へのアクセス強化を図ることを目的として整備されている。本橋の床版には、施工時の安全性や維持管理コスト低減に配慮して鋼コンクリート合成床版（以下、合成床版）を用いている。本稿では合成床版の品質確保のために実施した、たたき検査について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：道路改築工事（(仮称)6号橋上部工）
- (2) 発注者：埼玉県西関東連絡道路建設事務所
- (3) 工事箇所：埼玉県秩父市蒔田地内
- (4) 工期：平成25年11月8日～
平成26年9月26日



図-1 6号橋全景

- (5) 橋梁形式：鋼単純少数鈹桁橋（2主桁）
- (6) 橋長：41.000m（7）支間長：40.000m
- (8) 床版厚：240mm（合成床版：パイプスラブ）

2. 現場施工における課題

合成床版の施工にあたり、以下の課題があった。合成床版では有害な未充填部が存在した場合、断面欠損となり剛性低下を招くことで、たわみの増加やコンクリートのひび割れ、滞水などの変状が生じ耐久性が著しく低下する恐れがある。本工事で採用した合成床版のコンクリート充填性については、開発時の試験や施工実績により十分検証され、適切な施工を行うことができれば保証されている。本工事では、実施工における品質確保を確実にするため、未充填部の排除を目的にたたき検査を実施した。

3. 課題に対する工夫・改善点と適用結果

- (1) 現場施工時のたたき検査

課題に対する取組の一つとして、合成床版のコンクリート充填性を確認するため、コンクリート打込み作業と同時に合成床版の下面側からのたたき検査を実施した（図-2）。コンクリート締め固め時に合成床版の下面から点検ハンマーを用いて底鋼板をたたいた打音により確認する。コンクリートの充填作業が進捗し、たたき検査により異音が生じている箇所については、充填不良として



図-2 検査の流れ

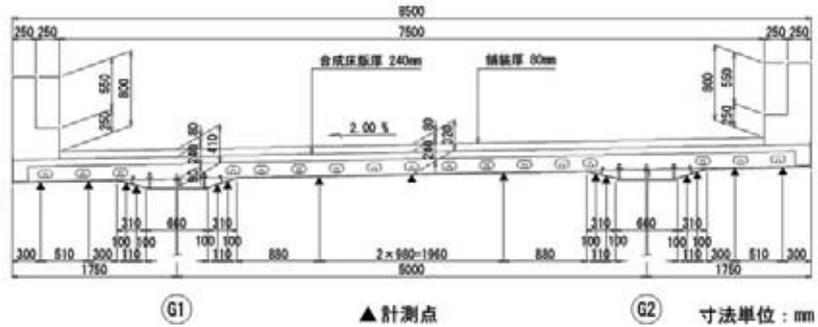


図-3 計測点配置 (橋軸直角方向)



図-4 コンクリート打込み状況



図-5 検査状況 (張出部)

直ちにその箇所を締め固める。そして、再度底鋼板をたたき検査により異音の有無を確認し、充填不良が生じないようにする。橋軸直角方向の計測点は、充填不良が生じやすいハンチ部については、100mm 間隔とし張出、支間部の一般部については500~1000mm 程度間隔で設定した(図-3)。橋軸方向については、合成床版のパネルの鋼板リブ配置を考慮し400mm 間隔程度で計測点を設定した。底鋼板に配置されているスタッド、鋼板リブ、底鋼板添接部については、合成床版固有の部材特性より打音判定が困難である。そのため、計測点に近接した場合は、該当部を避けた直近の位置での検査とした。たたき検査で使用した点検ハンマーは、底鋼板面をハンマー打撃で傷つけないようにプラスチックハンマー(約230g)を使用した。

たたき検査は、合成床版の底鋼板下面側での作業となるため、コンクリートの打込み場所に対応した位置関係が、打込み作業者と点検者では相互に目視確認できない。そこで、コンクリート打込み位置の特定には、床版上側の作業指示者と床版下側の検査員は無線機を使用し上下側の作業の連携を図った(図-4)。さらに、検査位置の特定を容易にするための工夫として床版上下の構造主要

点に計測パネル番号を明示した(図-5)。これにより、スムーズに点検箇所を特定、管理することができた。なお、パネル、計測点番号などの明示に用いたラベル貼り付け用の磁石、粘着テープなどは、検査終了後ただちに除去した。

(2) たたき検査結果

コンクリートの打込み時に、計測点数825点のたたき検査を並行して実施した結果、異音箇所および再振動を行った箇所はなく、全ての箇所でコンクリートが充填できていることを確認した。なお、検査で合格した箇所が時間経過により異音となった場合は、特殊な非破壊検査手法を用いなくてもコンクリートの充填不良や災害などによる損傷ではなく、乾燥収縮の進行に伴うコンクリートと底鋼板の付着切れと推測できる。

4. おわりに

今回報告した施工法を用いることで、合成床版のより適切なコンクリートの施工が可能となり、通常のRC床版と同様な施工品質を確保することができた。最後に、本工事の施工にあたりご指導賜りました埼玉県西関東連絡道路建設事務所の方々ならびにご協力いただきました関係各位に感謝いたします。

鋼床版箱桁の全断面現場溶接施工における工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 瀧上工業株式会社

監理技術者

松原 年 紀[○]

Toshiki Matsubara

現場代理人

吉田 健 一

Kenichi Yoshida

担当

櫻井 勇 太

Yuuta Sakurai

1. はじめに

本橋は、東海環状自動車道の一部で三重県員弁郡東員町に位置する。本工事の特徴としては、全断面現場溶接継手を有する鋼床版箱桁であり、溶接部の品質を確保するために適切な施工が求められている。橋梁形式は、鋼単純鋼床版箱桁（上り線92.6m、下り線85.6m）である（図-1）。本稿では現場溶接継手部の工場製作および現場施工管理方法について述べる。

工事概要

- (1) 工 事 名：東海環状東員高架橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：中部地方整備局
- (3) 工事場所：三重県員弁郡東員町
- (4) 工 期：平成25年2月16日～
平成27年1月30日

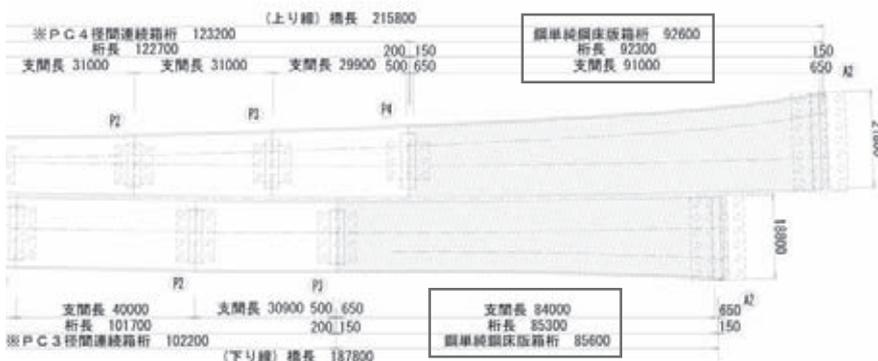


図-1 橋梁一般図

2. 現場における課題

本工事の施工における課題を以下に述べる。

(1) 工場製作時の開先形状管理

現場溶接の品質管理において溶接部の開先形状は極めて重要であり、工場製作時の開先精度は現場架設時の開先形状に大きな影響を及ぼす。

(2) 全断面溶接の縮みを考慮した現場溶接順序

全断面現場溶接における溶接順序の選定では、溶接の縮みやそれに伴う溶接割れを考慮する必要がある。

(3) 地組溶接時の形状管理

全断面現場溶接の場合は全継手位置にベントを設置することが理想であるが、交差道路（図-2）の関係で地組ブロックの全断面溶接が必要なブロックが生じた（図-3）。一般部のようにベントによる多点支持状態で桁の形状を確認して溶接する



図-2 交差道路状況

ことができない。

(4)現場溶接の管理

現場溶接における入熱量の管理は溶接後に確認するが、溶接中も入熱量は変化しており過大となった箇所は母材の強度などに悪影響を与える。

3. 課題に対する対応策と適用結果

上記の各課題に対して以下の対策を実施した。

(1)部材製作段階で開先を両面ともに形成すると、部材の製作誤差が開先形状、特にルートギャップに影響を及ぼす。このため、部材製作段階で開先の片側のみを形成し、もう一方の開先面を仮組立形状が確定した後に形成(図-3)することで開先の精度を高めることができた。



図-3 仮組時開先形成状況図

(2)主桁下フランジは板厚が厚く溶接時の入熱量が比較的大きい。このため、他の部位を先行して溶接すると下フランジ溶接時に先行溶接箇所への残留応力が大きくなる。これを避けるため、下フランジを先行して溶接することとした。

続いて、主桁ウェブと上フランジの溶接順序を比較すると、主桁ウェブを先行した場合はその後の上フランジ溶接時に主桁ウェブ溶接部の上部のみに縮みによる圧縮応力が集中し、溶接割れが発生する恐れがある。一方、上フランジを先行溶接した場合はウェブ溶接時の縮みによる応力は上下フランジに均等にかかるため、応力集中を軽減することができる。

これらを考慮し、溶接順序(図-4)は主桁下フランジ→主桁上フランジ→主桁ウェブを繰り返す、最後に鋼床版デッキとすることで、溶接品質を確保できた。また、鋼床版デッキは縦横溶接線の交差部の溶接を行ってから横シーム、縦

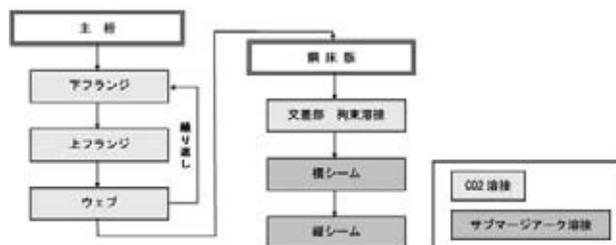


図-4 現場溶接施工フロー図

シームの順で溶接を行った。

(3)地組ブロックは地組時の目標形状を算出し、形状管理を行った。また、地組溶接時は溶接による縮み量の測定を行った。地組ブロック架設後の溶接箇所は先に地組溶接した縮み量をルートギャップ等に反映することで桁の形状精度を管理した。



図-5 地組立状況

(4)溶接作業中は常時入熱量を管理した(図-6)。これにより、溶接箇所全線で溶接品質を保つことができた。



図-6 溶接施工時の状況

4. おわりに

本工事は全断面現場溶接継手となるため、現場施工時の溶接管理が特に重要であった。これらの対策を施すことにより、高い精度で桁の形状を管理することができた。最後に、関係各位の方々に御礼を申し上げます。

河道掘削土砂を使った路体盛土の品質管理について

新潟県土木施工管理技士会
株式会社新潟藤田組
土木工務部 主任
浅倉 俊明
Toshiaki Asakura

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：阿賀野バイパス17工区改良その13
工事
- (2) 発注者：国土交通省北陸地方整備局新潟国
道事務所
- (3) 工事場所：新潟県阿賀野市山口から窪川原地先
- (4) 工期：平成26年3月25日～
平成27年3月10日（351日間）

本工事は、国道49号線における阿賀野市街地の交通混雑緩和と市街地沿道の騒音・振動低減による沿道の環境改善を目的に進めている工事で、プレロード盛土約60000m³を行った工事である。

2. 現場における問題点

盛土に使用する材料については、集中豪雨による出水から被害を防止するため、災害対策として進められている信濃川の河道掘削工事より搬出される掘削土（砂質土）を利用する設計となっており、施工にあたり掘削土の土質性状と特性について把握し、特性に応じた施工と品質管理についての検討・工夫が必要とされた。

3. 工夫・改善点と適用結果

上記の課題について検討するため、施工に先立

ち盛土材料の土質試験を行った。

土質試験の結果から、最適含水比は14.4%、自然含水比については、11.6%と2.8%乾燥側の試験結果となった。

次に路体としての品質を確保した盛土を施工するため、捲出し厚・転圧回数を決定するための試験盛土を行った。試験盛土は、捲出し厚さ33cmと35cmの2パターンで、転圧回数4回・5回・6回の転圧3種類で実施しそれぞれの沈下量測定と締め固め密度の測定から最適な捲出し厚と転圧回数を決定することにした。

試験盛土の結果は（表-1）の通り。

表-1 試験盛土測定表

番号	4回転圧		5回転圧		6回転圧	
	締め固め密度	(締め固め度)	締め固め密度	(締め固め度)	締め固め密度	(締め固め度)
①	1.497	92.7	1.491	92.3	1.457	90.2
②	1.513	93.7	1.499	92.8	1.465	90.7
③	1.492	92.4	1.486	92.0	1.416	87.7
平均値	1.501	92.9	1.492	92.4	1.446	89.5

試験盛土結果より、35cm捲出しでは仕上がり厚さが30cm以下にならないため、捲出し厚さ33cmの4回転圧で施工する事にした。

なお、6回以上の転圧では管理基準値90%に満たない87.7%（3点平均89.5%）と転圧回数を増やすと締め固め度が低下する結果となったことから、転圧回数が増えると締め固め度が低下する性質があるため、転圧回数管理を確実に行う施工管理が求められた事、盛土時期が乾燥しやすい真夏とな

ったことから、盛土材料の乾燥による含水比の低下から締め固め密度不足となることへの対策も必要となり、こまめな散水と含水比管理に努めた。

転圧回数管理については、6回以上で発生するオーバーコンパクションによる締め固め密度の低下を防止するため、4回転圧を完了した範囲はカラーコーンと転圧完了表示板で完了区域の区画表示を行い、過転圧による締め固め度の低下を防止した。

また、盛土材料の品質管理として、受け入れた材の含水比を簡易水分計(DM-18)で測定し、施工当日の盛土材としての使用可否を判断した。

なお、最適含水比より乾燥している場合は、散水車により盛土材の含水比調整を行い、最適含水比に近い状態で締め固めを行うことで、平均締め固め密度95.2%の盛土を行うことが出来た。

また、利用した盛土材は砂質土のため、風により飛散し周辺耕作地への農作物に悪影響を与えるため、散水は飛砂防止の効果も有り有効だった(図-1)。



図-1 散水による含水比調整

その他の問題点として、砂質土での盛土のため、降雨による盛土材の流失や法面の崩壊や浸食の発生が懸念されたため、豪雨等により法面が崩壊し、現場周辺の田圃や用水路・排水路に土砂が流入しないよう対策が必要であった。

対策として、発注者と協議の上、別途現場より発生した粘性土質の掘削土を用いて、図-2のように法面及び盛土天端を被覆し、降雨等による浸食と崩壊防止を図ることとした。

なお、盛土高さが10m程あったことから、粘性土質による法面の被覆は、施工するバックホウの

作業半径の関係から、2回に分け盛土と粘性土質による法面被覆を行った。

最終の盛土天端は、粘性土質による被覆と併せて2%の横断勾配を付け施工した後、さらに盛土路肩周囲には、雨水を集積排水する土側溝(図-3)を設置し、排水管により盛土法尻迄導水してから排水する構造として、雨水による法面のイロージョン防止と崩壊・侵食の防止に努めた。

その結果、検査終了後1年近く経過した現在も雨水によるイロージョンや崩壊が発生することなく、雑草も生え完成時の出来形を維持しており、今後施工となる別途工事等への影響もないものとなっている。

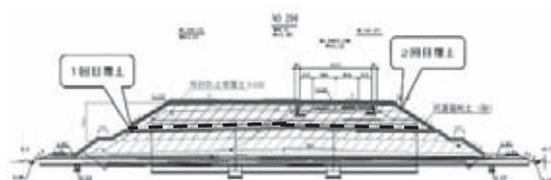


図-2 被覆施工断面



図-3 盛土天端土側溝

4. おわりに

今回の工事は盛土が約6万 m^3 となる工事であり、盛土材が河道掘削工事の利用土の上、軟弱地盤での盛土から盛土速度が0.1m/dayの制約もあり、盛土材の混在を防ぎ、盛土の品質を確保するため、河道掘削工事業者各々との土砂搬入に関する連絡調整に苦労したが、盛土材料の特性を把握し工夫した施工に努めた結果、高品質な施工が出来たと思う。

最後に完成後、盛土法尻から浸透水が見られたことから、土側溝を掘ることで対処したが、砂質土系による盛土の場合は、盛土前に吸水管等の対応を行いたいと考えています。

航空機ブラストに対するコンクリート舗装版の養生方法について

東京土木施工管理技士会
福田道路株式会社

工事主任

橋本 晃一

Koichi Hashimoto

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平行滑走路等北側延伸部舗装工事
- (2) 発注者：成田国際空港株式会社
- (3) 工事場所：成田国際空港 B滑走路北側
- (4) 工期：平成19年7月5日～
平成21年5月18日

本工事は、供用中の滑走路を北側に320m延伸し、平行滑走路の2500m化及び誘導路の新設等により大型航空機の離着陸を可能とするための工事であった。なお本工事エリアは供用中の滑走路に隣接し、制限表面（転移表面、進入表面）に抵触する範囲内に位置する為、全て夜間工事となり作業時間は原則として23：00（現場入り時間）～翌5：20（退避時間）までという条件であった。

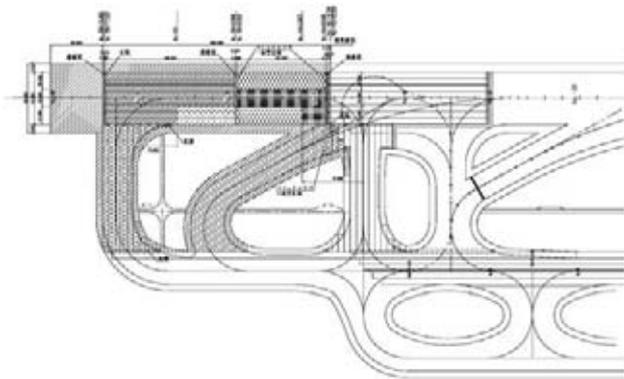


図-1 工事範囲平面図

2. 現場における問題点

現滑走路 CRC 舗装版との接続部には、CRC 舗装版（延長3.5m）及びバリッドスラブ一体型枕版・緩衝版のコンクリート舗装版の施工が必要であった。

滑走路延伸部と現滑走路端部の境界付近は、航空機が離陸する際の強いブラストを受ける場所となっており、施工途中のコンクリート舗装等がブラストによって損傷しないよう対策を講じる必要があった。

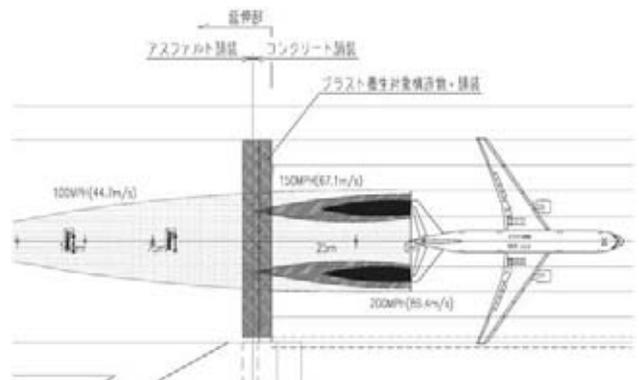


図-2 航空機ブラスト影響図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 材料の選定

CRC 舗装版の施工であることから、型枠・鉄筋・コンクリート打設と日々ブラスト対策に講じた仮設材を撤去・設置をする必要があること。ま

た施工時間の制約があることから材料には鋼材系より人力にてより短時間に施工できるシート系の材料を選定した。

シート材にはテント等に用いられ、寸法安定性・対候性・耐久性・防汚性に優れた幌布を用いることとした。

(2) 各種試験

本施工に至るまでには、各種試験をおこなった。第1段階（室内試験）においては、シート選定のため2種類のシートについて基本性状確認試験を比較検討することで伸び率の小さいシートを選定した。シート幅についても検討試験を実施し、2.5m幅のシートであれば均一な引張を図ることができることを確認した。またシートの緊張方法、固定金具等の検討を行いシートの緊張にはスプリングを使用することでシートの伸びによる引張力の低減対策として有効であることが確認できた。

第2段階（室外試験）においては、より実施工に近い条件にて各種試験を実施した。

室外試験によりシートに損傷箇所があると破断する危険性があることが解り、固定金具等各種鋼材には面取り加工を施し、シートの全破断を防ぐため補強帯をシートに加工することでシートに損傷を与えても、補強帯により全破断を防げることが確認できた。またシート幅が2.5mであり、実施工のシート設置幅は滑走路幅員である60mで

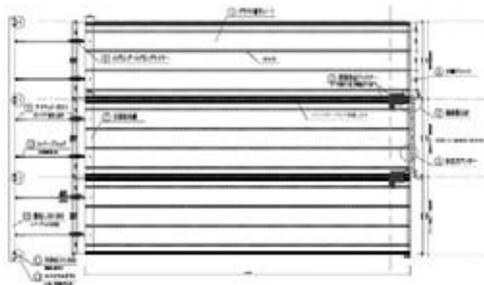


図-3 ブラスト対策シート概略図

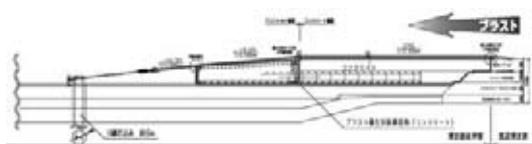


図-4 断面図



図-5 実機試験状況写真



図-6 本施工状況写真

あり24枚のシートを使用することになることから各シートの閉塞にはマジックテープを採用した。

第3段階（最終試験）においては、本格施工（滑走路全幅）に先立ち、運用時間外に実機による試験を実施した。ブラスト対策シートは航空機の左右エンジン後方に2箇所設置しシートの引張力を0.5t/mと1.0t/mとして試験を行った。実際のブラストに対して引張力1.0t/mのシートがブラストに対してより安定していることが確認でき、最終試験として3日間運用時間内による確認試験を行い、シートに特段の支障がないことを確認し本施工に臨むことができた。

4. おわりに

今回の工事は、3社JVの共同企業体でありました。発注者と3社JV企業体が一体となり諸問題を一つ一つ解決しながら航空機運航の安全確保につながるブラスト対策養生シートを約10ヶ月間を要し開発することが出来たことが、コンクリート舗装がブラストによる損傷を受けることなく、良好な品質、良好な出来形を確保することが出来ました。また、発注者より高評価をいただいたことから、十分な効果があったと思われます。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. 床版コンクリートの施工

(1) フィニッシャーによる表層の締固め強化

床版コンクリートの締固めを強化し緻密化を図るため、通常の棒状バイブレーターによる締固めに加えて、均し機能と振動による締固め機能を併せ持つコンクリートフィニッシャーを使用した仕上げを行った(図-4)。フィニッシャーを使用することで、均質な締固め効果が得られるとともに、高さ精度や平坦性が向上した。



図-4 フィニッシャーによる締固め

(2) 長期保温・湿潤養生の実施

本高架橋の床版コンクリートは1月～2月の冬期打設であり、湿潤養生を維持するとともに、養生面の温度低下を抑制することにより初期強度を確保し初期ひび割れ抵抗性を向上することが重要と考えた。そこで、不織布と発泡ウレタンの2層で構成される保水性・保温性の高い養生マットを使用した湿潤養生を実施した(図-5)。また、標準の養生日数である5日間を延長し10日以上継続して養生を行った。



図-5 保水・保温養生マット敷設

3-2. 壁高欄コンクリートの施工

(1) ひび割れ誘発目地間隔の変更

ひび割れ誘発目地の間隔を当初設計の6～10mから5～6mへ密に変更し誘発目地のひび割れ発生を抑制した。また、誘発目地部におけるひび割れの集中化と止水性向上のため、ブチルゴム製のひび割れ誘発目地材を使用した。

(2) コンクリートへの膨張材の添加

壁高欄は体積に比べて外気に接する面積が大きい乾燥収縮の影響が大きく、また、施工済み床版に壁高欄コンクリートの収縮が拘束されることから、コンクリートに膨張材を添加することにより、乾燥収縮の低減を図った。

(3) 特殊バイブレーターによる締固め

傾斜を有する壁高欄コンクリート表面は気泡の発生が懸念されたため、通常の締固めに加え、板状バイブレーターと外振バイブレーターを使用した再振動締固めを行った。その結果、表面気泡が非常に少ない緻密なコンクリート面を構築した。

(4) 鉛直養生マットを使用した湿潤養生

壁高欄コンクリートの材齢初期の乾燥収縮を低減し、また、湿潤状態の維持により膨張材の効果を確実なものとするため、鉛直面への密着性の高いレーヨン／オレフィン不織布製の養生マットを使用して脱枠後の追加湿潤養生を実施した。

3-3. 適用結果

床版および壁高欄コンクリートの施工に際して複数の工夫を行った結果、床版・壁高欄ともに有害なひび割れ(0.2mm以上)の発生はなく、また、良好なコンクリート表面を施工できた。

4. おわりに

本工事にて実施したコンクリートの品質向上対策は、基本的に全てのコンクリート構造物の施工に適用可能であると考えます。また、ひび割れの抑制には湿潤状態を長期間維持することが重要であると考えます。その際、養生期間の設定は工期との兼ね合いもあることから、事前の綿密な計画が必要となる。

冬期におけるアスファルト舗装管理の工夫

宮崎県土木施工管理技士会

日新興業株式会社

係長

戸野口 政 弘[○]

Masahiro Tonokuchi

主任

飯 干 徳 善

Noriyoshi Iihoshi

主任

城 田 智 和

Tomokazu Shiota

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：舗装路面応急補修工事
- (2) 発 注 者：宮崎県西臼杵支庁
- (3) 工事場所：国道325号 高千穂町上野地内
- (4) 工 期：平成26年12月25日～
平成27年03月31日

本工事は、国道325号線の舗装切削オーバーレイ延長L=106m 面積A=704m² 排水性舗装工ポーラスアスファルト厚さt=5cmを施工する工事を含む西臼杵管内の路面応急補修工事であった。

2. 現場における問題点

本工事を施工するにあたり、下記についての問題が考えられた。

- ①施工時期が工程上2月中旬頃になり、過去の気象データを調べたところ日中最低気温が5度以下になることも考えられた。

表-1 過去の平均気温一覧表（高千穂町）

年度	2014年	2013年	2012年	2011年	2010年
平均気温 (2月)	4.0℃	6.0℃	4.0℃	5.5℃	7.0℃
	平均気温 (過去5年間)				5.3℃

- ②地域特性として合材プラントが近くに無いことから、合材温度の低下が問題となった。

- ③表層がポーラスアスファルトであることから合材温度低下を気にするあまり、早期にタイヤローラで仕上転圧を行い、空隙つぶれをおこす可能性が懸念された。

- ④施工は片側交互通行で行う為、左側車線を舗設したのちに右側車線の乳剤散布・舗設を行うこととなる。よって乳剤散布後の養生時間確保が難しいと考えられた。

以上のことにより、品質管理において合材の温度管理・養生時間の確保が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述のとおり、アスファルト合材の温度管理が課題となったため、下記のアスファルト合材温度低下防止対策、及び施工時のアスファルト合材温度の確認方法の工夫をおこなった。

- ①1日の気温変化（過去5年間高千穂町2月の気温）を調べると、AM10:00以降ではバラつきはあるものの、おおむね5度以上が確保できることがわかった。これをふまえて施工開始時間



図-1 施工当日外気温



図-2 3重シート

を AM10:00 に設定した。設定した結果、施工当日は外気温 5.5 度であった。

- ② 合材プラントから現場まで距離が 55km、運搬時間が 1 時間 10 分かかる為、プラントと連絡を密にとり合材の出荷時間の調整を行った。また合材運搬時の温度低下防止対策として、合材運搬車に 3 重シート掛け (図-2) を徹底した。これにより合材の保温効果を高め温度低下を防ぐことで、平均出荷温度 178 度に対し、平均到着温度 170 度を確保することができた。
- ③ 合材の出荷温度・到着温度・敷均温度・初期締固め前温度・仕上げ転圧温度 (タイヤローラ) について表-2 のように現場目標値を設定し厳守した。また作業員全員にそのことを周知徹底させた。

表-2 合材温度現場目標値一覧表

	出荷温度	到着温度	敷均温度	初期締固め前温度	仕上げ温度
現場目標温度	175℃~ 180℃	170℃以上	160℃以上	140℃~ 160℃	75℃~ 85℃

- ④ 合材温度確認方法として、重機オペレーターに赤外線放射温度計を配布し各自が簡単に温度を把握できるようにした。これにより温度管理の



図-3 赤外線放射温度計

頻度を上げ、品質確保できる体制を整えた。

- ⑤ 乳剤の養生時間の確保対策として、乳剤の種類について検討した。設計では PKR-T で計上してあったが、養生時間を考えると施工的に無理が生じる。そこで養生時間をほとんど必要としないスーパータックゾールを使用することにした。これにより養生時間を大幅に短縮することができ、かつ施工をスムーズにおこなえるようにした。

以上の対策を行った結果、平均コア密度は基準密度の 97.6%、透水試験では右車線透水量 1269ml/15 秒・左車線 1325ml/15 秒を結果として得た。

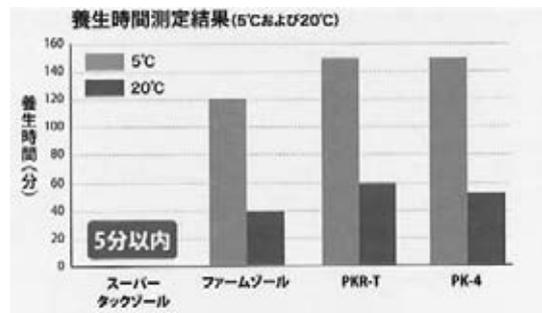


図-4 ニチレキパンフレットより抜粋



図-5 透水試験

4. おわりに

今回行った対策・工夫は一般的なことかもしれないが、基本を忠実に守り、今後の施工方法の向上を目的とするとともに精度を高めることにより品質確保に努めたいと思う。今回は積雪のない時期であったが、寒冷地地域においては毎年のように気象条件等が異なる為、インターネット等を活用し、事前調査を十分行い施工していきたいと思う。

市街地における融雪時の安全性を確保した仮囲い対策

(一社) 北海道土木施工管理技士会
伊藤組土建株式会社
土木部
橋本 一
Hajime Hashimoto

1. はじめに

工事概要：

- (1) 工事名：公園施設拡張新設工事
- (2) 発注者：札幌市建設局土木部
- (3) 工事場所：札幌市中央区大通公園内
- (4) 工期：平成25年9月30日～
平成27年3月23日

一日数万人の利用者がある都市部の公園工事で、公園施設の改築に伴う立ち入り禁止柵を冬期に設置した時の対策です。仮囲いの延長は80mです。

2. 現場における問題点

仮囲いの設置箇所は、一日数万人が利用する公園内にあるため、安全の確保が重要であり設置高さや配色などの環境にも配慮が必要である。

近隣では1.8m ネットフェンス+H型鋼や高さ2.0m～3.0mの白いパネル型フェンス+控杭がほとんどです。現状では、冬期という時期から土中に杭を打込みできないため下記の写真のような禁止柵を設置していた(図-1)。

今回の対策では、①小さい子供がさわっても安全な構造、②風による転倒がない構造、③維持管理の良い材料の使用、④材料は一般流通材を使用してメンテナンスが容易な構造であり、労務や機械の使用が少ない方法を検討して設置を行なった。



図-1 鉄ピン+1.0m ネットの立入禁止柵

この、安全の確保と労務や機械の使用が少ない施工方法は相反する対応が必要なため、風に対する構造計算や仮組立による仮囲い高さ決定など個々の組み合わせから課題を解決していった。

3. 工夫・改善点と適用結果

仮囲いの高さは構造計算を行い高さを1.8m、控え杭は単管を2.0mピッチで人力で打ち込みした。側面の禁止柵の部分は、仮設用養生ネットを使用して上下を結束紐で縛る方法とした。2月下旬では地盤はまだ凍結しており、設置日数は通常の日数の1.5倍を要した。その他の仮囲いの構造や、材料は下記の考えで設置を行った。

- ①控え杭として単管長さ1.2mのものを0.7m打ち込み囲いのずれ止めとした。(設置時は凍結しており融解時において摩擦抵抗は期待できないため)
- ②控え単管に、1.0mの単管を直角に接続して沈下防止と重り(土納袋)載せ土台した。



図-2 同系色のクランプカバー設置



図-3 設置完了（土のうによる重り）

- ③単管の両端に砂利を入れた土納袋4つ設置した。
※①～③通常の控えと重りの代替にする（図-3）。
- ④側面のネットには、風通しがよく耐久性のある重ねしろ付の1.8m 落下防止用を採用した。
- ⑤ネット・結束の紐・クランプカバーはグリーン色として公園内でも違和感がないような色を採用した。（一般流通品の為、色調まで変更不可能）
- ⑥人で触れられる範囲は、穴や段差を生じない構造とするため、ネット相互間の重ね結束や下端（高さ20cm）の追加ネットを設置した。これは、以前にあった柵内への落下物や風の吹込みによる帽子・パンフレット・手袋などが現場に入っていたことから、事前の予防措置を行ったものである。

この構造を採用したことで、①仮囲い高さを1.8mにすることが出来、公園の風景写真撮影でも遠景の空や建物を写真に収めることが出来る。

- ②ネット部でも50%程度の透視による視界が確保できるため、角部分での通行人同士や自転車との衝突を回避することができる。③設置から取外しの4ヶ月間に維持補修はなく、期間中の最大風速



図-4 4か月後の仮囲い状態



図-5 防炎シート、重ね結束

22mでも異常はなかった（図-4）。

今回は、付近での観光客によく目についた喫煙（歩きタバコ）が多いことから防炎シートを使用したが、数カ所の煙草灰の跡があった（図-5参照）。改善点としては、強風時のゴミや傘の付着によるネットへの抵抗の増加や紫外線による土納袋の腐食から重りの役目を果たさない状態に対する対応で、これは結束ネットも同じだが、一カ所不具合が発生した場合は、同時期に同じ材料を使用しているためすべての交換や補強の対応が必要であると考えられる。

4. おわりに

今回行った仮囲い方法は、特殊な機械や資材を使用せず、材料など一般流通品で施工を実施しました。H型鋼などを重りとして使用した場合は搬入・設置・撤去などで機械を使用することとなります。資材の搬入に制限のある場所や狭い箇所での設置など類似の条件では有効な方法の一つとして検討していただければと考えられます。

現道と隣接した場所での橋梁下部工の施工について

宮崎県土木施工管理技士会

日新興業株式会社

監理技術者

吉川 真人

Makoto Yoshikawa

1. はじめに

本工事は、延岡市浦城地区で、国道388号線と県道浦城東海線の交差部に架かる「飛川橋」の架け替え工事に伴う、橋梁下部工工事である。

工事概要

- (1) 工事名：浦尻川飛川橋橋梁下部工工事(左岸)
- (2) 発注者：宮崎県延岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市浦城町
- (4) 工期：平成26年9月30日～平成27年5月31日

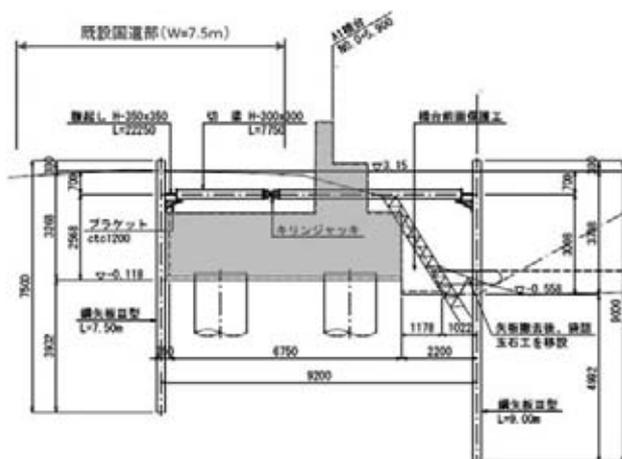


図-1 断面図

2. 現場における問題点

- ①設計上では仕方ない事だが、既設地盤高と鋼矢板打込高がほとんど一緒であり、安全面を考える

と、非常に危険リスクが高い。

24時間の片側交互通行規制になる現場では、一般車両、通行者が鋼矢板を飛び越えて作業エリア内に転落する、第三者災害の発生が懸念された。

②断面図に標記されているように、仮設土留め工の鋼矢板打込ラインとフーチング面が接しており、鋼矢板引抜作業に伴うフーチングへの衝撃負荷が懸念された。また、鋼矢板本体に、フーチング生コンの圧力が掛かり、引抜作業に支障が出てくる可能性があった。

③国道舗装仮復旧後に、鋼矢板引抜部が地盤沈下し、舗装が破損、沈下する可能性があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ①鋼矢板の長さを1m長くし、打込高の高止まり



図-2 鋼矢板を利用した転落防止対策

施工行い転落災害防止対策を行った。結果、第三者災害の発生は起こらず、発注者からも高い評価を頂いた。

②発注者との協議により、鋼矢板接面のフーチング型枠を残す事になったが、より鋼矢板引抜時の衝撃負荷低減の為に、厚さ10mmの梱包用衝撃吸収材を2枚重ねでコンパネに貼り付けた。

結果は、埋戻し完了しているため目視できなかったが、負荷低減につながったと考えている。

また、鋼矢板の引抜作業にも支障がなく、スムーズに引抜できた。

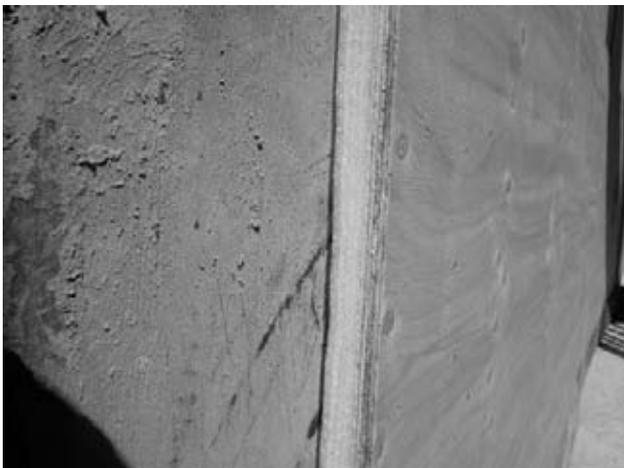


図-3 衝撃吸収材貼り付け（型枠設置）

③一次埋戻しで、フーチングと鋼矢板との間を砂で埋戻し、二次埋戻しを発生土砂で行い、鋼矢板引抜完了後、バイブレーター（φ50mm）と水を併用して砂による埋戻しを行った。バイブレーターと水を併用することにより、砂が地中に入っていくことが確認できた。鋼矢板打込みラインが、車のタイヤ位置にも関わらず、今現在、舗装仮復旧（舗装厚 t=50mm）解放後も不当沈下は見受けられない。



図-4 バイブレーターと水を併用した埋戻し

4. おわりに

他にも、24時間規制に伴い、予告看板の追加増設を実施し、すべての看板にソーラー式の点滅灯を装備して夜間時での看板PRに努めた。

場所打ち杭施工時は、泥水の飛散防止の為に、掘削機械本体（チュービングマシン）に昇降式のシートを組立設置し、道路沿いにも固定式シートを設置し飛散防止対策を行った。

第三者災害、通行車両のトラブル防止を、現場の安全最優先事項として目標に掲げていたので、クレームゼロでの完成は、本当にうれしい事であった。

民家が隣接する場所での、24時間片側交互通行規制、鋼矢板打込み、場所打ち杭などの工事では、近隣住民の協力なしでは完成に至らない。

近隣住民に対しても、工事に伴った異変がないか、こまめな個別対応を行い、電光掲示板などは、発電機の使用により近隣住民に騒音の影響を与える為に、すべてソーラー式の器具を使用した。また、作業中の騒音、振動が近隣住民及び通行中の人に判る様に、電光表示式の騒音振動計を設置した。

現場全体として考えれば細かな事の積み重ねで、特筆する内容ではないかもしれないが、地道な努力の積み重ねを、発注者からも評価して頂くことができた。また、近隣住民からも地元に対する取り組み方を高く評価して頂き、工事進捗に協力して頂くことが出来た。

もちろん、地道な作業の積み重ねでも、原価は必ず発生するので、会社の協力も不可欠である。

今後とも、現場の大小に関係なく、地道な努力、工夫の積み重ねではありますが、必ず良い結果は付いてくると信じ、施工管理を行っていきたいと考えています。

市街地における推進及びマンホールの施工

宮崎県土木施工管理技士会

日新興業株式会社

監理技術者

佐藤 宗近

Munechika Sato

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：川原崎雨水幹線工事（第1工区）
- (2) 発注者：延岡市上下水道局 下水道課
- (3) 工事場所：延岡市川原崎町
- (4) 工期：平成26年11月11日～
平成27年8月31日

本工事は、市街地で国道10号と市道が交わる交差点に22：00～6：00まで市道を交通止めして推進φ150mm L=29.80mを行い現場打ちマンホール3.10m×3.10mを2基新設する工事である。

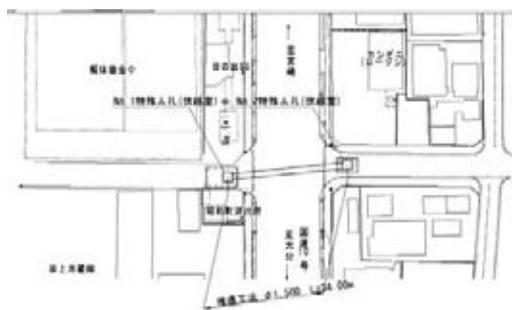


図-1 平面図

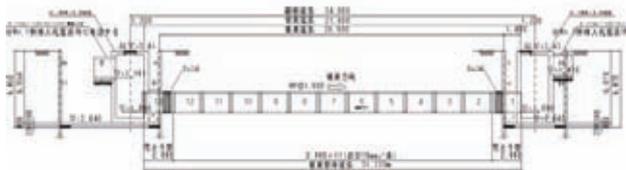


図-2 推進概要図

2. 現場における課題

- ① 架空線が鋼矢板施工時に支障となる。
- ② 規制時間が翌朝6：00迄という制約がある。
- ③ 鋼矢板打込みでウォータージェット併用で起こる地盤の軟弱化（交通開放に支障）
- ④ 夜間作業での騒音・振動の発生
- ⑤ 推進施工による国道の陥没
- ⑥ マンホール施工後の市道の陥没

3. 対応策・工夫

- ① 発注者・九電・NTTと現場にて、移設場所・移設時期等の協議を行い工期の延期を前提として、工事一時中止命令を出してもらった。
- ② 区長及び近隣の住民に工事案内を配布し、工事の理解と交通規制等の協力をお願いするとともに、魚市場に対しては仲買人を通して迂回路の説明を行った。また規制・解除がスムーズに行える様に規制資材を車載し、片付けに時間的な余裕もとった。
- ③ ボーリング箇所での圧入機械とウォータージェット併用での試験施工を行い、現場の状況（地盤の軟弱化）及び試験結果（入らなかった）から超高周波パイプロハンマによる施工に変更した事で交通開放に影響はなかった。
- ④ 騒音・振動が最も懸念される鋼矢板施工は、施

工前に区長及び近隣の住民へ案内文を配布し特に立坑に隣接する住宅へは、発注者とともに戸別訪問し工事への理解と協力を求めた。

施工中は騒音・振動を極力抑える様、防音シートでパイプロハンマを囲い、圧入機械での引抜きが可能な箇所では併用した。

その結果、鋼矢板打込み時に施工日程について苦情があったが、係長・担当者と一緒に自宅に伺い理解を得る事ができた。また引抜き作業時に騒音・振動で寝れないとの苦情もあったが、同じく係長・担当者と一緒に自宅に伺い理解を得て、中断すること無く施工ができた。

⑤推進施工では、まず初期掘進段階で1本当たりの推進延長と排泥タンクに取り込んだ土量を比較して、この土質での大まかな掘進速度を把握し、施工時も、その日の推進延長から掘削土量を算出し、排泥タンクに取り込んだ土量と比較しながら滑材・増粘剤、掘進速度の調整を行い確実にクリアランス部分を埋め、掘削土量と裏込め材とのバランスをとる事で国道の陥没防止に努めた結果、既設路面の陥没は発生していない。

⑥マンホール完了後は、仮置きしている発生土(礫混り砂質土) 1層30cm、路床部は再生クラッシュラン1層20cmで敷均し、ランマにて入念に締め固めを行った。しかし鋼矢板引抜き時の振動により陥没が予想される為、引抜き箇所には、砂を入れてバイブレーターを用いて水締めする事で市道の陥没防止に努めた結果、復旧後



図-3 排泥量の測定



図-4 埋戻し状況

の舗装面にクラック等は確認されていない。

4. まとめ

今回の現場では、推進及びマンホールでの道路の陥没をどう抑えるかが重要な課題であった。

推進に於いては掘削し過ぎずに確実にクリアランスを埋める様に、速度を調整して慎重に推進する事で作泥量・掘削土量のバランスがとれ1日当たり施工量は推進管1本分の2.4mと日数はかかったが(設計推進量4.9m) 予定排泥量115m³に対して117m³(この+2m³には到達時の掘進機械の洗浄水も含まれている)、作泥材の量ともほぼ設計通りに施工できたと思う。

マンホールの埋戻しに関しては、1層毎丁寧に敷均し、締め固めを行った。また鋼矢板の引抜き箇所は材料費の問題もあるが、手間を惜しまずやれる事はやって最善を尽くした事で陥没等なく舗装面も良い仕上がりになったと思う。

市街での夜間作業という事で、騒音・振動の発生、また翌朝6:00には交通規制を解除しなければならないという時間の制約もあり大変気を使ったが、地元の人達の気持ちになれば夜間に寝れないという、大変ストレスになる状況であり、公共工事だから仕方がないと言ってくれる方もおられ、区長さんをはじめ殆どの方が協力的でありがたかった。今後も地元の人達の立場に立って、コミュニケーションをとりながら自然にやさしい工事を心掛けていきたいと思う。

高速道路直下の既設ボックスカルバート閉塞方法の検討

佐賀県土木施工管理技士会
松尾建設株式会社

工事作業所長

真海 一昭

Kazuaki Shinkai

1. はじめに

当工事は、既存のバスストップを改良し、ETC専用のインターチェンジを築造する工事です。

工事概要

- (1) 工事名：九州自動車道
小川スマートインターチェンジ工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社九州支社
- (3) 工事場所：熊本県八代郡氷川町大字高塚
- (4) 工期：平成24年7月18日～
平成26年5月8日

2. 現場における問題点

盛土範囲に一般道として使用されていたボックスカルバートがあるため、設計ではボックス出入口を中詰土で閉塞し、インターチェンジの路体内に埋めるようになっていた。

しかし、内部が中空であるため、コンクリートの



図-1 高速道路直下のボックスカルバート



図-2 設計（中詰土による閉鎖）

経年劣化により高速道路の路面沈下、陥没の恐れがあり、重大事故につながる事が予想されたため、対処方法について検討、協議することにした。

3. 工夫・改善点と適用結果

このボックスカルバートは、運用中の高速道路直下にあるため取壊す事が出来ません。また盛土後は内部に入れないため劣化の確認や補修、補強をすることが不可能であるため、内部の充填確認が出来るメンテナンスフリーの工法について次の3案を検討することにした。①中詰土による全空充填盛土②EPS軽量ブロックによる充填③気泡混合盛土（FCB）による充填。前記の工法検討に先だち、内部へ充填することにより、ボックス部分が荷重増加する。よって、ボックス本体の沈下を調査することにした。ボックスは直接基礎であることが解り、出入口部において土質確認のため試掘を行い、また近隣の調査ボーリングと照らし合わせた結果、当土質は強風化花崗岩（礫質土）の地山であり、地耐力は問題ないと判断された。

工法①～③の施工後の沈下が高速道路本線に影響するかを算出するため、沈下計算に用いる基礎地盤モデルを記載する。



図-3 基礎地盤モデル

沈下計算に用いる鉛直方向地盤反力係数（地盤バネ）は強風化花崗岩層が半無限で堆積しているものとして算出した結果、①中詰土では沈下量4.1mm、②EPS及び③FCBでは沈下量2.9mmとなり、ボックス内を充填しても本線へ影響をおよぼす沈下が生じる恐れは無いと判断した。次に強度の検討を行った。施工深度が路体部になるため、①は発生土を用いて転圧、②EPSはD-20（許容圧縮応力50kN/mm²）、③FCBはK0-3（一軸圧縮強さqu300kN/m²）として、3案について検討を行う事にした。

①の中詰土による全空間の盛土は、もっとも工事金額が安価だが、盛土上層部の転圧が出来ないためボックス頂版部を支持することが出来ない。②EPS、③FCBは工事価格が高価であるため、中詰土で施工可能な高さまで盛土を行い、その上部を②、③で施工する方法について施工比較を行った。

表-1 充填工法比較表

工 法	②EPSブロック	③気泡混合盛土 (FCB)
断面図		
概算工費	¥7,560,000-	¥6,130,000-
判定	△	○

②EPSは多能工で施工が可能で、特別な設備が不要なことから施工性に優れているが、③FCBの方が費用面で優位だった。表-1の結果③の気泡混合盛土 (FCB) を採用することにした。

施工ではプラントヤードの確保のため、FCB



図-4 ボックス内充填状況



図-5 ボックス充填後の完成全景

圧送可能範囲内に造成を行った。また、セメントサイロ及びセメント運搬車が通行できるように工事用道路の整備を行い、プラントが稼働できるようにした。FCBは水が浸透すると荷重が増すため軽量盛土の利点が活かされない。また、水分量が多くなると強度が低下する。このためボックス内に水が進入しても速やかに排水できるように、FCB頂板及び側面部に排水ドレーンを設置し、底面に地下排水管を設置した。これにより充填工事は支障なく施工することが出来た。

4. おわりに

今回のボックスカルバートの充填は、高速道路直下に位置している特異な条件であるため、高速道路が運行される100年以上先も健全である必要があり、内空部の構造物化を目的として検討を行った。二度とメンテナンスが出来ない箇所での施工であるため、発注者、運行管理者と連携した施工となった。今回の経験を生かして、さまざまな施工にチャレンジしたいと思う。

急勾配の場所での単曲線送り出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

三井造船鉄構エンジニアリング株式会社

監理技術者

宮下 剛[○]

Takeshi Miyashita

現場代理人

中川 正博

Masahiro Nakagawa

担当技術者

小竹 悟史

Satoshi Kotake

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：町道平中通り2号線
(仮称・新龍光寺橋) 橋梁架設工事
- (2) 発注者：紀美野町
- (3) 工事場所：和歌山県海草郡紀美野町動木
- (4) 工期：平成25年9月21日～
平成27年2月27日

旧橋は小学校や高等学校の通学路として利用されているが幅員が狭く、老朽化もしていたため架け替えが求められていた。新橋の建設は、和歌山県が平成27年10月開催の和歌山国体までに進める野上鉄道線路跡の道路化整備事業の一環として位置づけられていた。

橋梁形式、架橋地点の地形、環境条件より架設工法として手延べ式送り出し工法を選択した。

2. 現場における問題点

2-1 曲線送り出し

本橋は平面線形が曲率半径500mの曲線桁であるため、曲線に沿った送り出しを安全かつ確実に行う必要があった。直線構成の手延機を曲線方向に送り出すと送り出し装置位置で横方向にずれが生じることが予想されるのでこの対策が必要とな



図-1 新・旧龍光寺橋

る。

また、曲線桁を片持ち梁の状態で送り出すため、内桁と外桁間および1主桁の左右の腹板間に生じる反力の不均衡が常に許容範囲内に収まるように管理する必要があった。

2-2 急勾配での送り出し

両岸にある橋台の相対的な標高差は縦断勾配にすると4%になり、送り出しの勾配としては上限に近い急勾配であった。このため送り出し設備の転倒防止や桁の逸走防止が技術的課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 曲線送り出し

送り出し架設のための軌条設備として軌条桁

(形鋼 H-400)を敷設し、その上に軌条レール(50 kg レール)を設置した。送り出し時のずれ量をできるだけ小さくするため、橋梁の平面線形に近い形状となるよう H 形鋼は長さ 6 m、軌条レールは 5 m の部材を使用し多角形で曲線形状に近似させた。

直線構成の手延機は、先端と連結構取付け位置を送り出し曲線に合わせるように配置した。手延機を曲線方向に送り出すと、送り出し装置位置で橋軸直角方向にシフトする。曲率半径が $R=500$ m の桁を送り出す場合の最大シフト量を計算すると 527mm となるため、このシフト量に対応可能な受梁を送り出しジャッキ上に配置した。架設中は送り出しステップごとに算出したシフト量を基に送り出し形状を管理した。送り出し方向は後方台車と送り出しジャッキ位置で監視した。許容を超えるシフト量となった場合には、送り出し装置の水平ジャッキ、後方台車の調整装置にて方向調整を行った。

主桁には斜角および曲率があり、また 2 主桁間の張出し量に違いがあることなどにより、送り出しステップによっては支点反力が過大となる場合が懸念された。そのため、できるだけ実施工と整合するよう送り出し装置位置を考慮した送り出しステップ 2 m ごとの構造計算を行い、支点反力を算出した。反力管理はそれぞれの腹板について行い、送り出しステップごとに算出した左右腹板の反力の最大値に不均等係数 0.5 を考慮した反力を基準値として管理した。なお、架設時の腹板座屈の安全性はこの基準値にて照査した。

また、送り出し中に個々の反力基準値を超過しそうになったり支点反力が片側に偏った場合は送り出し装置の鉛直ジャッキで反力を調整した。その結果、支点反力は計画値と多少の差が生じたが、計画値とほぼ同等の値で送り出すことができた。

3-2 急勾配での送り出し

縦断勾配 4 % で送り出すためにヤードも同じ勾配で造成した。送り出し時の転倒安全率 1.2 を確保するため、ヤード延長は 50m を必要とした。



図-2 送り出し架設状況

40m 付近にあった地元工場の搬入路も工場側の協力でヤードとして使用することができ、転倒安全率を確保できた。

主桁下面の勾配変化 2 % ~ 8 % に対しては、勾配差が 2 % 以下となるようジャッキ受梁および台車受点にテーパライナープレートを配置し、貫通ボルトで固定した。

台車設備には推進用ジャッキとして 50t 水平ジャッキを使用し、逸走防止のためにレールクランプジャッキを 4 軌条すべてに配置した。1 回の最大送り出し量は 1.0m としたが、送り出し方向に外側の主桁を 1.0m 送り出した時、内側の主桁は 0.982m となる。送り出し装置間に 18mm のストローク差をつけることによって、曲線方向へのステアリング機能を持たせるものとした。

4. おわりに

当初より懸念していた支点反力については、計算値と実測値が異なるところもあったが、同様の傾向で推移した。送り出し設備計画においては、計算値に対し十分な不均等荷重を考慮していたことにより、不具合なく送り出し架設を完了することができた。支点が近接している場合や支点が多くなった場合には斜角や曲率および支点の高さの影響を受けやすく、支点反力の移動が敏感であった。今後、留意すべき点と考える。実施工においては、送り出しステップごとの反力管理および調整の必要性を強く感じた。

舗装工事における安全対策について

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
現場代理人
申田 善聡
Yoshiaki Saruta

1. はじめに

本工事は、高千穂町大字上野地内において、路面切削工により舗装打換え工を施工する工事であった。

工事概要

- (1) 工事名：平成26年度交付広域第01-09-01号
国道325号高千穂工区舗装補修工事
- (2) 発注者：宮崎県西臼杵支庁土木課
- (3) 工事場所：宮崎県西臼杵郡高千穂町大字上野
- (4) 工期：平成27年9月10日～
平成27年11月23日
- (5) 工事内容

舗装工 1式

路面切削工 1式 (t=10cm)

舗装打換え工 (基層) 1式 (t=5cm)

舗装打換え工 (表層) 1式 (t=5cm)

区画線工 1式

溶融式区画線 1式

高視認性区画線 1式

2. 現場における問題点

施工箇所は国道325号線で、宮崎・熊本間を結ぶ幹線道路であり、交通量は1日を通して多く、特に大型車両の交通量が多かった。また、起点側

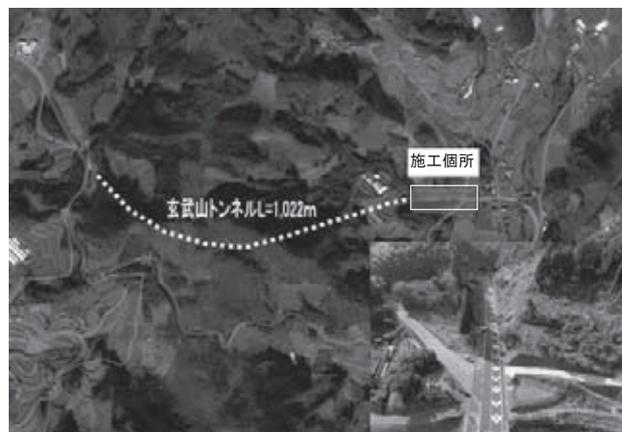


図-1 施工位置図

が1kmを越えるトンネル出入り口からとなっていた事や直線で見通しの良いことからスピードが出やすく工事規制中の交通事故が懸念された。

このような現場事情から、交通事故防止および渋滞緩和対策を講じ、安全な施工と交通規制の方法が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

工夫1：施工方法

施工方法として、通常10cmの路面切削工であれば1回の施工で行うところ、交通量が多いことやトンネル出入り口からの施工だった為、路盤での開放は避け、まず1日目に全面(2車線)を5cmオープンカットで行い、2.3日目に片側(左・右車線)をカットカバー(5cm切削+5cm基層)に

て行い、4日目に全面5cm表層で施工した。

通常施工

- ①路面切削 t=10cm (全面)
- ②基層 t= 5 cm (全面)
- ③表層 t= 5 cm (全面) 計 3日施工

今回施工

- ①路面切削 t= 5 cm (全面)
- ②切削 5 cm+ 基層 5 cm (左車線)
- ③切削 5 cm+ 基層 5 cm (右車線)
- ④表層 5 cm (全面) 計 4日施工

施工方法としては経費が高む方法ではあったが、通行車両の安全な走行を確保するよう安全性を考慮した。

工夫2：工事内容、規制情報の周知

工事内容・交通規制情報の周知を図るため、起終点側2箇所交通規制予告看板を設置し、規制日・時間・規制形態・工事内容を掲示した。このことにより、施工時において通行車両の迂回の促進と通行車両の削減が行え、交通事故防止および渋滞緩和につながった(図-2)。



図-2 情報看板

工夫3：工事規制(視認性の向上)

警察署・道路管理者と協議した結果、トンネル内での規制は行わないことと決まり、通行車両に支障の無いよう車線変更を早期に認識してもらうために、トンネル内に設置する工事看板(この先車線変更など)は高輝度看板とした。また遠方から車線変更箇所が早期に認識できるようLED式標示板やLED式矢印版を設置し、通行車両に対

して視認性の向上に努めた。

また、ソーラー式機材を使用することでCO2排出の削減や発電機による騒音抑制など、周辺環境にも配慮した(図-3)。



図-3 標示板・矢印版

工夫4：周辺住民・交通機関への周知

今回の施工では、片側交互通行の交通規制を伴うため、事前に周辺住民やバス会社などに対して、工事内容、工事規制内容などを示したリーフレットを配布し理解と協力をお願いした。

4. おわりに

これらの対策を行った結果、工事期間中トラブルなどもなく、無事に完工することができた。

実施内容を振り返れば、原価管理の面でかなりの負担増になってしまったが、一般者とのトラブルが1件も発生する事無く、完成できたことは、「一般者とのトラブル0件」を目標に現場を進めてきた者にとって、満足いく結果であった。

現場の問題点や課題について多くの意見を基に効果のある工夫と対策を実施することにより、施工に対してのクレームや交通事故もなく、スムーズな交通規制と現場施工が実施できたと考える。

施工にあたっては、現地状況を把握し現状に応じた計画、周辺住民への配慮、また、作業従事者一丸となって工事を進める大切さを感じた現場であった。

の旧防波堤の外側で航路に近い（約200m）場所でもあり、波浪と大型船の航跡波にも留意する必要がある。

以上のことから、水中の視界不良時での潜水士作業について、より危険を少なくする工夫が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

消波ブロックの据付は、100t吊程度の起重機船で施工可能であるが、200t吊起重機船を使用して船体の動揺を少なくした。また、特に航跡波の大きなフェリーの通過時は時刻表と監視船により確認し、作業の一時中止等を行った。

消波ブロック据付作業には、玉掛治具として遠隔式玉外し機「U4」と水中カメラを使用し、潜水士の玉掛作業をできるだけ減らした（図-3参照）。

遠隔式玉外し機を使用することにより潜水士の作業は、消波ブロックの据付状態や位置確認のみとなる。そのため、吊荷に近づいての玉外し作業がなくなるため、潜水士を退避させた作業が可能となり吊荷による挟まれ、ワイヤーの落下による



図-5 水中カメラでの玉外し状況確認

災害等が回避できた。また、消波ブロック吊り込み時や旋回時に起重機船が揺動し、吊荷の外れによる災害が軽減できた。その上、通常より高めの波浪時でも作業が行えた（図-4参照）。

水中カメラを使用することで玉外しが正しくできたことを画面で確認できたため、ワイヤーが引っ掛かってのしゃくり上げがなく、次の作業への進行がスムーズにできた（図-5参照）。さらに、船上での玉掛作業も感うことなく通常作業と同じようにできた。

なお、消波ブロックの据付能力は、潜水士が設置した旗付きの竹を目安に行うため、起重機のオペレーターの技量で変わるとも思われた。

4. おわりに

遠隔式玉外し機を使用した感想として、視界が良い（機械に取付けてあるカメラで据付け状態が確認できる）場合や大深度（潜水士での作業が困難または著しく制約される）のような場合には、作業が従来の潜水士による玉外しに対し、大幅な施工性の改善が望めると思う。また、遠隔操作で玉外しができることから、天候不良に伴う作業休止が軽減できると考える。

さらに、ブロックを正確な位置に吊込み・据付けができる『ブロック据付け支援システム』を併用すれば、より効率的な据付作業が可能となると考える。

このようなブロック据付作業に係わる新技術が設計段階で採用されることを望む次第である。



図-3 遠隔式玉外し機

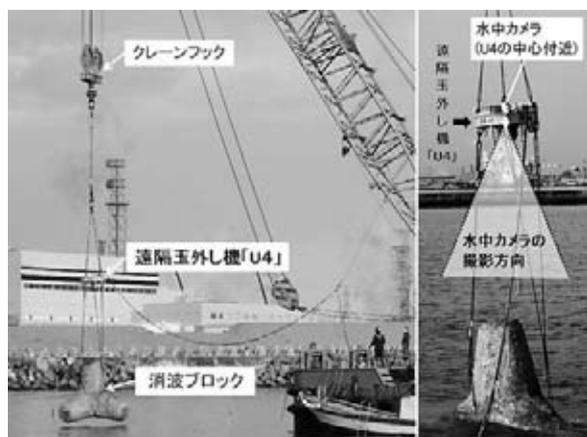


図-4 消波ブロック据付状況

急傾斜地での昇降装置採用による安全管理について

京都府土木施工管理技士会

西田建設株式会社

工事部技術部長

安里 政 男[○]

Masao Asato

工事部主任

西田 達 哉

Nishida Tatsuya

代表取締役副社長

西田 英 生

Nishida Hideo

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：府民公募型安心・安全整備工事
- (2) 発 注 者：京都府丹後土木事務所
- (3) 工事場所：京都府与謝郡伊根町亀島他地内
- (4) 工 期：平成25年9月6日～
平成26年3月25日

本工事は、急傾斜地の落石防護柵の老朽化に伴った交換工事である。

工区が複数あるが、全て家屋の間を通り、搬入出を行わなければいけないため、人力運搬にて急傾斜地で落石防護柵の交換を行う。

本報文は、重量物となる落石防護柵を搬入する際、高所からの作業員の転落や、重量物の落下による被災、といった甚大な災害を未然に防ぐため

の安全管理方法について述べる。

2. 現場における問題点

現場周辺状況として、急傾斜地の法裾に住居が密集しており、住居も舟屋という特性上、海に近いため土地が少なく、クレーン等を設置しての作業が不可能であった。

施工箇所まで落石防護柵等の重量物を搬入することが必要であるが、資材搬入経路が急勾配（最大傾斜角46°）、かつ資材重量も最大159kgと非常に重いため、人力のみでの搬入は危険を伴い困難を極めることが予想された。

そこで、作業員が高所へ重量物を直接的に搬入せず、どのようにして、落石防護柵を確実に安全に搬入するかが課題であった。



図-1 急傾斜地 高さ約20m



図-2 傾斜角46°の搬入路

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 ベビータワーによる昇降作業

作業員が高所へ直接防護柵を搬入するのは、滑落等の可能性が高く、大変危険であるため、施工条件に適合する、何らかの装置の使用を検討した。

その結果、昇降重量・対応勾配角度・設置の容易性・省スペース・低騒音等といったものを満たすものとし、ベビータワー式の昇降装置を取付け、施工を行うこととした。

図-4は実際に、昇降装置に159kgの落石防護柵を積み、傾斜角46°搬入経路を進行している図である。

3-2 人力による高所への搬入作業の制限

落石防護柵を昇降装置へと積載する際に、3m程の擁壁を超えなければならない工区が存在した



図-3 昇降装置「ベビータワー」※1



図-4 落石防護柵の搬入状況



図-5 槽を使用した搬入状況

が、作業員が足場の悪い中、重量物を担いで擁壁天端へと上がる、という危険行動を抑制する必要があった。

そのため、擁壁天端に作業場を設け、そこにスロープを作製し、さらに槽を組み、滑車を設置した。

そして、電動のウインチを作業場に設置し、滑車と共に使用することで、重量物を擁壁天端へ、直接引上げることが可能となった。

4. おわりに

施工場所が高所かつ急勾配で、冬季であったことから、積雪があるという、施工が非常にし辛い環境であり、少しの気の緩みで死亡事故といった、甚大な災害が生じる可能性が高い現場だった。

そのため、安全管理を徹底する必要があったが、ベビータワー式の昇降装置を使用することで、重量物の落下、作業員の墜落も無く、安全に施工を行うことが出来た。

これにより、作業効率が向上し、工程にゆとりが出来たため、安全管理を徹底することが出来、作業員一人一人がしっかり安全意識を持って作業を行うことが出来たと考える。

※1 図-3は下記のURLのものを引用した。

<http://www.tominokikou.co.jp/12.pdf#search='%E3%83%A1%E3%82%A4%E3%83%9B%E3%82%A6+%E3%83%99%E3%83%93%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%83%AF%E3%83%BC'>

昇降施設の安全確保と公開情報の活用

(一社) 北海道土木施工管理技士会

小川組土建株式会社

現場代理人

高橋 幹夫

Mikio Takahashi

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：ペンケ歌志内川河川情報基盤整備
工事（放水路トンネル呑口部）
- (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：北海道空知郡上砂川町
- (4) 工期：平成27年10月9日～
平成28年2月10（125日間）

この工事の施工箇所の放水路トンネルは砂川市街を並走するように流れるペンケ歌志内川とペンケ歌志内川を結ぶ放水路のトンネルである。昭和63年の洪水では市街地一帯と中流の農地が大きな被害を受けたことから、平成6年から着手し10年に完成した、ペンケ歌志内川からペンケ歌志内川へ洪水の一部をトンネルで分流する為に作られた施設である。

工事はトンネルの継ぎ目からの漏水で冬期間に凍結しトンネル内の電力ケーブル、通信ケーブル、光ケーブルを破損させた部分の修繕をする工事だった。主な工事内容は既設ケーブルラック撤去55m、配線撤去工464m、配線工535m、アーチ・ドレン導水樋取付工55m、足場工（枠組足場）1,962掛 m^2 。10月中旬から12月末までの施工予定となっていた。

2. 現場における問題点

工事は冬季間のかかる時期での施工の為、放水路トンネルへの出入りは既存の階段を利用して現場へ昇降するため、階段に冰雪が付着し転倒、転落の恐れがあり、入場する場合の安全確保が懸念された。また、工事箇所は洪水の場合、分流する為の施設であることから河川の水位が上がれば放水路内へ自然に流入してくるので、作業中の安全を確保する事が重大な問題とされた。

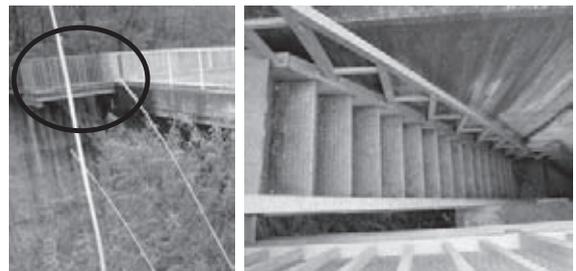


図-1 既存の鋼製階段



図-2 放水路トンネルの仕組み

3. 現場での検討

3.1 現場入場時の使用する階段について

発注は10月なので降雪はなかったが、鋼製の階段を昇降した所、降雨で濡れた階段は滑りやすい上に、高さが5m程ある事から足を滑らせて転倒した場合、転落する恐れがある事が判った。現場で降雨、降雪時の安全確保の対策として階段を囲い、足元が乾いた状態で昇降できるようにシートで養生をした。



図-3 階段のシート養生



図-4 降雪後の階段とロリップ使用

階段に親綱を張り、ロリップを使用し転落防止として活用した。その結果、転落などの事故はなかった。

3.2 大雨が降った場合の作業の安全確保

最近ではゲリラ豪雨とよばれる集中した降雨が起こる事から、河川の急激な水位上昇が起こる場合が予想された。河川増水による放水路内への流入があった場合、放水路トンネル内での作業の為すぐには避難できない恐れがあった。

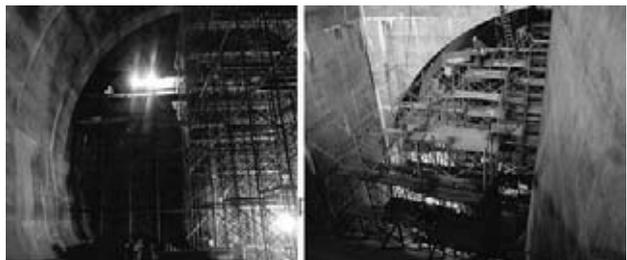


図-5 足場上での作業（トンネル上部）

降雨量で危険予知ができればと考え、気象庁で情報公開している高解像度降水ナウキャストを利用し豪雨の様子を常時確認し、尚且つ、札幌建設管理部で公開している川の防災情報より、工事現場上流1km地点に設置しているパンケ歌志内川雨量局の降雨量を確認して、現場での降雨による作業中止基準を決め、安全訓練で作業員に周知徹底し安全確保に努めた。



図-6 上流雨量局とパソコン画面



図-7 降雨による作業中止基準

観測した結果、降雨量最大10mm/h、累加雨量最大25mmと作業を中止するような降雨はなかった。

4. おわりに

今回の工事では、特に放水路トンネル内での工事という特殊な現場だったが、作業の安全確保の為、事前に危険な要因、公開情報はないか調べ、自然への対応を臨機応変に行わなければ、重大労働災害につながる事が予想されました。今後このような現場を担当することがあれば今回の経験を生かし、安全第一で作業できるようにしたいと思います。

国道129号橋の安全対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

中村 義明[○]

Yoshiaki Nakamura

監理技術者

荒井 正俊

Masatoshi Arai

現場担当者

望月 竜太

Ryuta Mochizuki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：新東名高速道路
国道129号橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：中日本高速道路(株)東京支社
厚木工事事務所
- (3) 工事場所：神奈川県厚木市戸田
- (4) 工期：平成24年12月13日～
平成27年7月30日

本工事は、新東名高速道路海老名南JCT～御殿場JCT間のうち、国道129号と交差する鋼3径間連続細幅箱桁橋（本線）とその南側の鋼3径間連続鈹桁（市道）の架設、床版、橋面および付属物工事であり、同区間の最初の架設工事であった（図-1）。



図-1 施工箇所図

国道129号は、神奈川県平塚市の国道134号と相模原市の国道16号を結ぶ国道である。途中、国道1号の交差、国道246号との重複、東名高速道路厚木ICの接続があり、この地域の交通の大動脈である。

本稿は、国道129号橋の施工のうち、国道129号に関する安全対策について報告する。

2. 現場における問題点

国道129号の安全且つ円滑な交通を保つため、以下の点に留意した。

(1) 通行止めによる交通の混乱

架設時、国道129号を通行止めにするると迂回路を設置しても交通の混乱を招くことになる。

(2) 交通規制による渋滞の発生

足場組立解体時等、車線規制を行うと渋滞が発生することが予想される。

(3) 橋上からの飛散物による交通事故の発生

強風時橋上から資機材の細かい材片などが飛散したり、コンクリート打設時橋上からコンクリートが飛散し橋下の通行車両に支障を来すと交通事故が発生する恐れがある。

(4) 近接工事間の連絡ミスによる交通障害の発生

別工事が工事用道路を塞いでいるときその又別工事の大型車両の国道からの進入を邪魔することにより大型車両が立ち往生するなど近接工事間の連絡ミスによる交通障害の発生が考えられる。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述の問題点に対し、以下の対策を実施し効果を得た。

(1) 通行止めの回避

国道129号は南行き2車線、北行き2車線の道路である。桁架設時は南北1車線ずつの夜間対面通行として、通行止めを回避した。ベントを中央分離帯に1基設置して、東西のヤードで主桁、合成床版、検査路および排水装置を含めた地組立を行い、大型クレーンで一括架設を行う事で交通の混乱を防ぐことができた(図-2、図-3)。

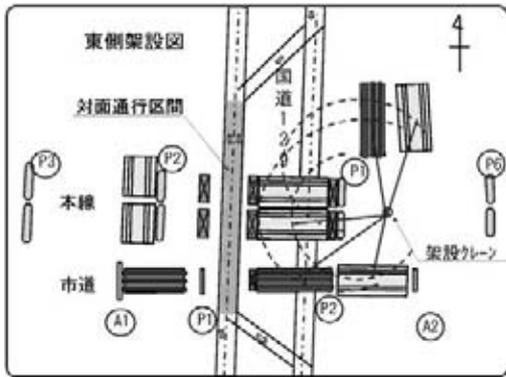


図-2 東側架設図

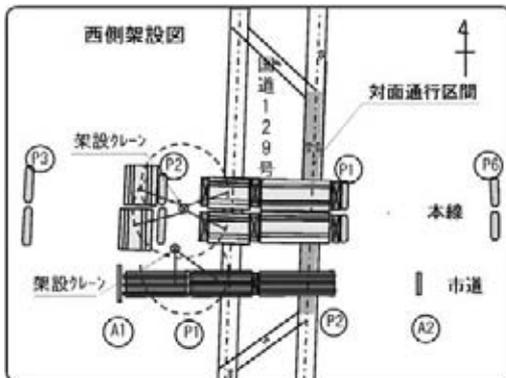


図-3 西側架設図

(2) 交通規制回数の低減

桁架設後、国道上での吊足場設置を無くすため、地組立時、現場塗装を完了させ、検査路および排水装置等の付属物も設置することで吊足場の設置および撤去時に行う交通規制を無くすことができた。交通規制を行ったのは、後述の飛散防止対策で設置したネット設備(図-4)の撤去の2回のみであった。

(3) 橋上からの飛散防止対策



図-4 飛散防止対策用のネット設備

合成床版側鋼板の外側に飛散防止対策用のネット設備を地組立時に設置した。

さらに、個別の飛散防止対策として、下記2点を実施した。壁高欄の型枠作業では、壁高欄内型枠をプレハブ化したものを現場搬入し、高所での型枠加工を不要にし、細かい材片等の飛散を防止した。

壁高欄コンクリート打設時には、前述のネット設備に加え壁高欄外側に飛散防止用のパネルを設置して、コンクリートの国道上への飛散を防止した。

(4) 近接工事間の連絡ミスによる交通障害の発生の防止

本工事箇所は、中日本高速道路株式会社の新東名高速道路建設事業の他に神奈川県国道129号戸田交差点の立体化事業も行われていた。さらに、新東名高速道路に支障となる送電鉄塔の移設工事も行われていた。工事用道路を共有しているため、封鎖する作業があると他の工事に支障を来すことで交通障害を招く恐れがあった。そのため、出入口を東西ヤードで2箇所ずつ設置した。本工事は出入口の最も近くであったため、その運用管理に積極的に関与し連絡ミスによる交通障害の防止に寄与した。

4. おわりに

本工事箇所は、新東名高速道路建設事業の他に国道129号戸田交差点の立体化事業も行われており、それぞれの発注者および施工業者が一致団結して安全に対する共通認識を持って施工にあたったことが印象的であった。

桁下空間が制限された中での上部工の施工

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

大久保 勝 敏

Katsutoshi Ohkubo

1. はじめに

東京湾岸道路は、東京湾周辺の横須賀、横浜、川崎、東京、千葉、木更津および富津等の諸都市を連絡する幹線道路であり、内陸部主要路線の交通緩和を図るとともに、湾岸地域に立地する諸都市、諸施設の機能の効率化を目的とした道路として、今後の国際コンテナ貨物増加(神奈川県区間)に向け、京浜港の物流の円滑化にも寄与する。

本工事は、東京湾岸道路の一般道路である国道357号の神奈川県区間約35.1kmのうち、平成16年4月に暫定2車線で開通した横浜ベイブリッジ下層の一般部を本牧地区に延長約2.3km延伸させる事業の一部であり、平成27年度に開通を予定している。

ここで報告する本牧地区2号橋は、首都高速湾岸線とダブルデッキ構造となる一般国道357号東京湾岸道路において、本牧ふ頭A突堤コンテナターミナル内の桁下空間が制限された上部工の架設作業であった。

工事概要

- (1) 工 事 名：湾岸道路本牧地区2号橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
横浜国道事務所
- (3) 工事場所：神奈川県横浜市中区本牧ふ頭地先
- (4) 工 期：平成26年2月8日～
平成27年3月27日

(5) 工事諸元

橋梁形式：3径間連続鋼箱桁 (P7～P4間)
桁 長 167.5m(52.125+57.000+55.750)
総幅員 暫定時11.5m(完成時12.75m×2)
総重量 約893t

2. 現場における問題点

本工事における問題点を以下に示す。

- (1)供用中の首都高速湾岸線と上部工とは約7mの離隔しかない直下での架設作業

標準案では、先に橋脚部の桁架設をジブ仕様の油圧クレーンを使用して離隔(1m以上)を確保して行う。次に橋脚部の吊上げ装置を用いて、各径間単位に地上で地組みした箱桁ブロックを一括架設するものであった。

したがって、クレーンブームが首都高速湾岸線と接触するリスクがあった。これを解消する架設工法を検討する必要があった。

- (2)狭い施工ヤードと設置を制限されたクレーンによる架設

コンテナターミナル内の山側(G2桁側)は、施工ヤードとして狭く、電柱・架線との干渉を避ける必要がある。海側(G1桁側)ヤードの使用は、国道357号の延伸事業にあわせ、横浜市港湾局発注の新たな出口ランプ設置にともなう下部工事と施工時期が重複し、桁架設時における大型クレーンの設置箇所が限定された。

(3)強い海風と縦取り時の水平力への安全確保

ふ頭内であるため東京湾からの強い海風が吹く場所での作業となるため、突風などの横荷重に対する構造安定性の確保と、桁の縦取りなど重量物移動時の水平力の安全性を確保する計画が重要となった。

3. 問題点への対応策

(1)湾岸線との離隔を十分確保するため、高速道路の桁下10mの高さで全長にわたりベントおよび軌条を設置し、台車を用いて縦取りする架設とした(図-1)。

特に、桁架設はクレーンブームの接触を解消するため、軌条ラインより約7m低い位置の設備上で桁を地組み、軌条上への桁荷揚げ設備としてリフトアップ装置を使用した。横縦桁および付属物の取付けについても同設備上で行った。地組み完了後、軌条ラインの高さまでリフトアップを行った(図-2)。

リフトアップ装置(SBL1100×4台)には、耐荷重940kN/台(作用荷重約611kN/台)でストローク量7,200mmのものを用いた。

(2)ヤードが狭く、クレーン設置位置も制限されるといった諸条件をふまえ、起終点の桁平面線形量



図-1 縦取り架設状況



図-2 地組み桁リフトアップ状況



図-3 桁の荷揚げ地組み状況



図-4 桁平面ブロック化による縦取り状況

(軌条基準ラインと桁のずれ量)が1/2となる3径間の中央径間(P6~P5間中央)をリフトアップ装置による桁の地組み場所として限定し、海側(G1桁側)の130t吊オールテレーンクレーンにより桁の供給を行うこととした(図-3)。

(3)水平力として仮設備の設計に用いる地震荷重における水平震度と通常の2倍の完成系の設計水平震度($kh=0.125 \times 2=0.25$)、ベント設備は高さが20m以上のため設計風速についても2倍の完成系の設計基準風速(40m/s)で照査した構造とし、安定性の向上を図った。

G1、G2桁を単材でなく平面ブロックで地組みすることにより、縦取りする桁の支持点幅が1.9mから約12.6mに広がり転倒安全率(約6倍)が高まり、桁縦取り時の安定性が向上した(図-4)。

4. おわりに

桁下空間が制限された中でリフトアップ装置を用いて安全に架設することができた。本報告が今後の類似工事の参考になれば幸いである。

最後に、施工にあたり多くのご指導、ご協力頂いた関東地方整備局横浜国道事務所、横浜市港湾局をはじめとする関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

既設橋に近接した架設時の工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社巴コーポレーション

監理技術者

榎本 大輔

Daisuke Enomoto

1. はじめに

本工事は、一関地区事故対策事業の一環で、国道4号の歩行者・自転車通行空間の確保や交通渋滞・事故の削減を図るため、既設の一関大橋に平行して新橋を架設する工事である（図-1）。

本稿では、供用中の既設橋に近接して施工する際の安全対策、冬季施工における現場塗装の品質と工程の対策について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：国道4号 一関大橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局
- (3) 工事場所：岩手県一関市萩荘字中町～山目字立沢地内
- (4) 工期：平成26年1月22日～平成27年3月30日
- (5) 橋梁諸元
 - ・構造形式：7径間連続非合成鈹桁橋
 - ・橋長：252.25m
 - ・支間長：25.6+35.8+2@36.175+2@35.8+35.6m

2. 現場における問題点

本工事は、架設位置が供用する国道4号に並行しており、既設橋床版側面からの離隔が0.5m程度と近接した位置への桁架設を、約250mの長い範囲で行うことになる。また、隣接する一関大橋

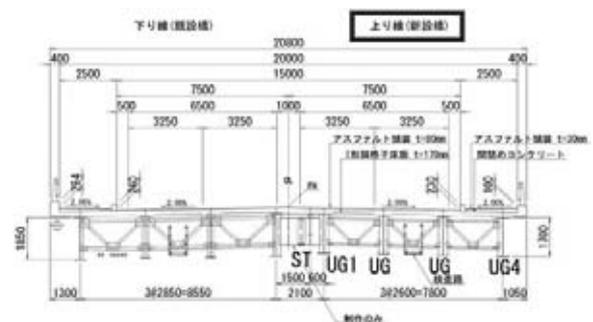


図-1 断面図

北交差点付近では朝夕の交通量が非常に多く、既設橋上で渋滞が発生すること、近隣に学校が多く通学路であること、さらに、架設範囲のほとんどが河川区間で風が吹き抜けやすいことから、国道利用者および既設構造物に対する吊り荷の接近や接触が懸念された。

また、A1～P4間の現場塗装工は、冬季施工で低気温が予想される2月の施工のうえ、河川上のため気温が低下しやすいことや積雪による工程遅延が想定されることから、塗装品質を確保しながら工程遅延を防止する対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

既設橋に最も近接する縦桁 ST1 と UG1・UG2 桁を十分な離隔が取れた位置で架設し、箱状に連結してからチルホールおよびチルタンク等を用いた横引き装置で所定の主桁位置まで約2.6mの横移動を行った。これにより、国道に近接した架



図-2 A2～P4間の横移動状況

設の回避と接触災害の防止が図れた。なお、架設は、非出水期施工が条件だったため、A2～P4間、P4～A1間の2回に分けて行なった。

国道への吊り荷の接近監視には、レーザーバリアを使用し、吊り荷を検知すると警告灯と無線が自動的に作動して作業員とクレーンオペレータへ注意喚起する「吊り荷監視システム」を構築した。既設橋からの離隔が1.5mの位置に警告網、2.5mの位置に警戒網を配置して2段階の監視を行った(図-3)。これにより、吊り荷を停止するまでの移動を考慮した安全管理が行え、走行車線へ吊り荷が侵入するリスクの低減が図れた。

また、既設橋は鋼製高欄で風通しがよいため、作業中の飛散物による被害が懸念された。そこで、1mm目メッシュシートを用いた高さ1.8m程度の遮へい設備を横移動前のUG1桁上に設置することで、路面とほぼ同じ高さで作業する桁連結、塗装、吊りピースの切断、吊り荷の玉掛け等で発生する粉塵、塗料、資材等の飛散を防止した。

A1～P4間の現場塗装工では、塗装部周辺の気温および湿度の調整が可能で、積雪時にも施工ができるように現場塗装養生設備を設置した。養



図-3 2段階吊り荷監視システム

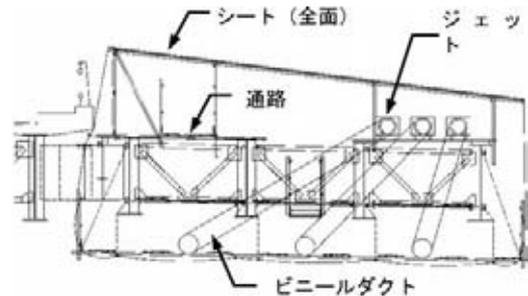


図-4 現場塗装養生設備配置図



図-5 現場塗装養生状況

生設備は、全面シート養生とジェットヒーターによる暖気養生により行い、塗装品質の確保と工程遅延の防止を図った。その結果、降雪や強風また朝露等の気象条件に影響されることなく塗装工事を進捗することができ、足場解体を含めて工期の10日前に工事を完了することができた。

4. おわりに

供用道路に近接した施工条件において、上記のような工夫をすることで、安全に桁を架設することができた。また、塗装作業による遅延を防止することで、工期内施工を厳守することができた。

本工事の施工に当たり、国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所ならびに水沢国道維持出張所の方々に多くのご指導、ご協力を頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

函渠工施工時の安全管理

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 豊
Yutaka Noda

1. はじめに

本工事は、三池港、佐賀空港などの広域交通拠点及び大牟田市、柳川市、大川市、佐賀市、鹿島市など有明海沿岸の都市群を連携することにより、地域間の連携、交通促進を図るとともに一般国道208号等の混雑緩和と交通安全の確保を目的として計画された有明海沿岸道路延長約55kmの地域高規格道路の一部で、柳川市三橋町内において大型函渠を設置する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号三橋地区函渠(4号)工事
- (2) 発注者：九州地方整備局福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市三橋町蒲船津地内
- (4) 工期：平成25年5月15日～
平成26年3月28日

2. 現場における問題点

当該現場は、隣接して同種工事が他4現場あり、工期の関係上、同時施工であった。又、大型クレーン(220t級)を使用し施工する事から、施工方法・安全管理等の課題があった。

- ① 大型函渠設置工事全5業社が近接し同時施工する為、ボックス材料の製造日程、施工順番、工所用道路の計画等の課題があった。
- ② 大型クレーン(220t級)を使用してのボッ

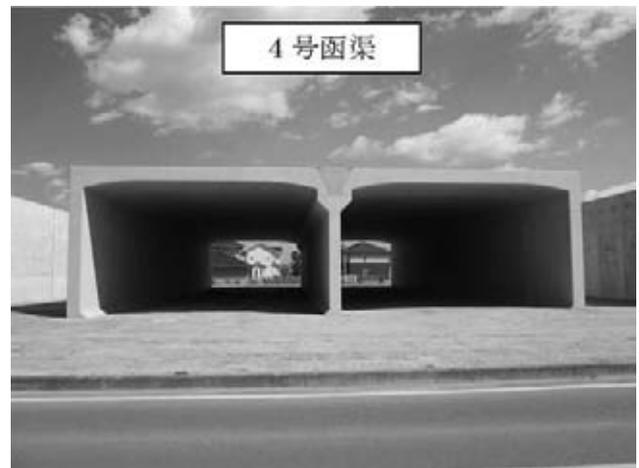


図-1 (完成写真)

クス据付け作業では、クレーン作業計画、施工方法、吊作業時での安全管理の課題があった。

- ③ 付帯工で近接水路のブロック積を施工する際、水替完了時に既設水路の水位が高い為、降雨時などに既存仮締切(大型土のう積)からの越流・仮締切崩壊等の課題があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

以下の対策・工夫を実施した。

- ① 近接工事の現場施工対策
大型函渠設置工事全5業社にて安全協議会(図-2)を発足させ、まず、業者間の函渠施工順番を決め、ボックス製品の製造日程等を協議し各業者の工程管理に反映させた。又、近接しての



図-2 (毎月5業社合同 安全協議会)

施工であった為、事前に工事用道路の使用計画打合せを近接業者で行い、同時施工による輻輳を軽減した。その他、安全協議会にて施工上の問題点解決・情報の共有化を密に図る事により、各業者の連携がとれた現場施工ができた。

② 大型クレーン施工時の安全対策

大型クレーン搬入前、現地にてオペレーターとクレーン設置位置確認を行い仮設敷鉄板、作業半径、材料搬入車輛の設置位置等を入念に打合せ、作業計画を立てた。据付作業においては、オペレーターからの目視だけでは据付箇所の視認性に欠け、手元作業員との無線だけの作業となる為、クレーンジブ先端にカメラ(ズーム機能付)(図-3)を設置し、据付状況、作業員の位置等が、運転席にて確認できるモニター及び無線連絡による作業で事故防止に努めた。又、カルバート据付作業時(大型クレーン吊作業)は、本社支援による安全パトロールを作業日毎に行い、現場特有の安全点検事項を入念にチェックした。この安全対策を講じた事により、大型クレーンでの据付作業を安全に施工する事ができた。

③ 近接水路の高水位に対する仮締切の工夫

まず、近接水路の水位調整を行う為、関係各所へ打合せに出向き、水門調整等にて水路内水位を可能な限り落とした。尚且つ、降雨時などにより仮締切から越流し崩壊、水没する恐れがあった為、(図-4)に示すとおり、既存の締切箇所と併せて



図-3 (クレーンカメラ搭載)

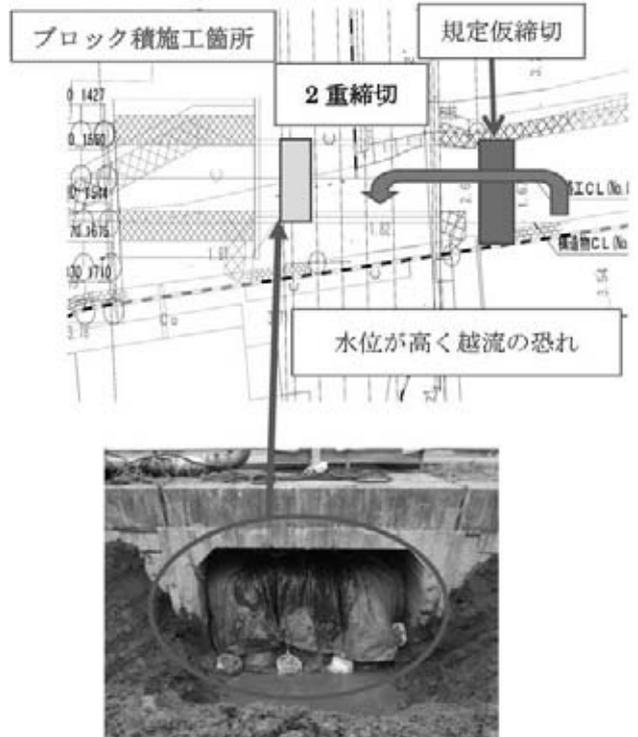


図-4 (2重締切)

別に1箇所締切を増設し、2重締切にて対応した。

この工夫策を講じた事により、水路内施工中、降雨により水位が上昇し既存の締切から越流した時、増設した強固な締切により水流を止める事により、施工箇所の水没を防ぎ、安心して水路内施工を行う事ができた。

4. おわりに

今回工事では、大型函渠設置工事全5業社合同の安全協議会設置により、打合せを密に行うことで、連携がとれた現場施工ができ、大型クレーン施工時の安全対策も併せて徹底して行う事ができた。近接水路内施工においても、2重締切設置により水没もなく、安心して施工でき、工期内無事故で完成する事ができた。

3. 工夫・改善点と適用結果

①供用中の県道東城西城線の道路幅を確保するために、土工用防護柵の設置位置の検討及び、土工用防護柵の構造変更の検討の両面から行った。

設置位置を検討した結果、設置個所を先行して掘削し、支保杭が現道にはみ出さないよう施工することは可能ではあったが、現道上で先行して掘削作業を行うと、一般交通を阻害する懸念があった。そのため、構造変更を優先して検討し、高価ではあるが自立式の土工用仮設防護柵を採用した（図-2）。

土工用仮設防護柵をB型から自立式に変更することにより、供用中の現道の道路幅員を確保することができた。

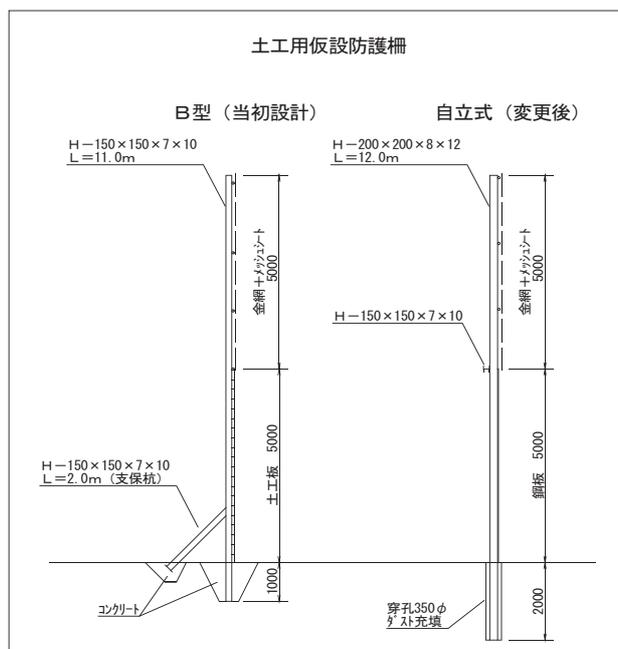


図-2 土工用仮設防護柵構造図

②重機械と作業員との接触事故防止対策について検討した結果、掘削作業を行っている重機械オペレーターから、作業員の姿が見えるよう『見える化』で施工することが重要視された。

それを踏まえ、掘削作業場の上部にビデオカメラを設置し、掘削作業中の重機械オペレーターがその映像を車内で確認（タブレットを使用）しながら作業を行うことで（図-3）、重機械の作業範

囲の作業員の有無を確認することができ、接触事故を未然に防止することができた。



図-3 ビデオカメラ・タブレットを使用した掘削状況

③残土運搬車両と一般車両との交通事故防止対策として、バスの時刻・運行経路等を記載したハザードマップ（図-4）を作成し、それに基づいて残土運搬車両の運転手について教育した。また、運搬経路に設置してあるカーブミラーの清掃を行い、視認性を確保・向上させた（図-5）。



図-4 ハザードマップ



図-5 清掃状況

4. おわりに

今回の工事は狭い場所での作業の連続であり、作業員・一般交通の安全確保について特に留意し、作業を進めた結果、工期内を無事故・無災害で終えることができました。

現場内で実施した安全管理・仮設備計画は一般的なものかもしれませんが、工事現場において安全管理が一番重要な項目だと私は考えています。

同種の工事現場はあっても、全く同じ工事現場はありません。これからも様々な工事を経験していく中で、その現場毎に見合った安全管理をこれからも進めていこうと思います。

ボックスカルバートの取壊しにおける創意工夫と安全対策について

東京土木施工管理技士会
福田道路株式会社

現場代理人

三上 泰裕

Yasuhiro Mikami

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：新4号五霞地区改良舗装工事
- (2) 発注者：国道交通省 関東地方整備局
- (3) 工事場所：茨城県猿島郡五霞町江川～幸主
- (4) 工期：平成26年4月29日～
平成27年2月20日

2. 現場における問題点

本工事は新4号国道春日部古河バイパスにおける現道拡幅工事(アスファルト舗装工 表層7600m² ほか)である。現場は江川地区と幸主地区の2ヶ所に点在しており、幸主地区においては拡幅の為、立体交差に使用していたボックスカルバート(撤



図-1 ボックスカルバート現況

去数量 $V=504\text{m}^3$)を撤去する必要があった。本報告は撤去時の施工フローとその際に工夫した点について述べる。課題は以下の通りであった。

- (1) ボックスカルバートの撤去方法については、油圧ジャッキ式破碎機等の機械破碎にて行う。
- (2) 国道と交差している町道は道の駅利用者及び通学する児童の為24時間通行できるようにしなければならない。通行止めは不可。
- (3) 車道及び歩道はそれぞれ確保すること。また安全に留意する。
- (4) 一般車に対する飛散養生措置を講じる。その仮設構造物等の低コスト化を検討する。

3. 工夫・改善点と適用結果

施工フローは表-1の通りである。

上記に示した課題には次のように取り組んだ。

表-1 施工フロー



- (1) 機械による破碎方法は、ブレーカと油圧ジャッキ式破碎機の併用を採用した。後述する町道切回しにより、カルバートと切回し道路との離隔が最大1.5mしか確保出来ない事から、1機種による取壊しである場合、切回し道路側へ大きなコンクリート片が落下する懸念があった。それを解決する方法としてブレーカによりコンクリートを破碎し、破碎機で鉄筋を切断しつつコンクリート殻を安全な方向へ移動するよう施工方法を決定した。
- (2) 町道は通行止めが出来ない為、現場内（本線拡幅部）に仮設道路を設置して町道の切回しを行うこととし、撤去完了後に交差点内の復旧（路床改良～中間層）を行った。形状は県警本部及び発注者にアドバイスを頂きながら決定した。これによりボックスカルバートと切回し道路との離隔は1.5mとなった。



図-2 飛散養生設備（仮設足場）

- (3) 安全確保の為、周辺住民及び商業施設に対しては、発注者にご協力をいただき周知を行い、特に交差点に隣接した道の駅には重点的に掲示等を行った。施工中は切回し起終点に交通誘導員を配置した。これは信号による車両停止時等に、一般車両がコンクリート片や粉塵による公衆災害を防止する為である。自転車や歩行者は交通誘導員の声掛けにより歩行者通路へ誘導し、事故防止に努めた。
- (4) 破碎を行う際は、切回し通路側へ飛散養生用の仮設構造物を設置した。仮設構造物は足場板と防音パネルを壁つなぎアンカーにて連結することにより、親杭横矢板式と比較して1/4程度

の低コスト化を実現し、発注者からも評価をいただきました。施工中は壁つなぎにて固定しているためボックスカルバート取壊しと並行して、足場を解体するよう指示した。取壊し作業と足場解体作業が同時作業にならないよう、監視人および足場の組立等作業主任者を常駐させ、安全管理に努めた。



図-3 道路切回し状況



図-4 ボックスカルバート取壊し

4. おわりに

今回のボックスカルバートの取壊しに当たり、上記の課題を発注者及び関係機関のご協力のもと安全且つ低コストで解決し、無事故で完了することができた。発注者にも道路規制をせずに撤去できたことを評価して頂けた。ただ、施工箇所が郊外で都市部ほど歩行者や自転車の通行が少なかったため、都市部で同様の作業を行うとなると今回の方法に加え、自転車に対する安全対策を追加する等更なる創意工夫が必要となる為、今後もその現場状況に適した施工方法を選択し、提案する必要があると思います。

PC 上部工架設に際して

東日本コンクリート株式会社

監理技術者

横山 純也[○]

Junya Yokoyama

門間 博通

Hiromichi Monma

畠山 慎吾

Singo Hatakeyama

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：市町村合併支援道路整備工事
(橋梁上部) (仮称) 松塚2号橋
- (2) 発注者：福島県南土木事務所
- (3) 工事場所：福島県須賀川市松塚地内
- (4) 工期：平成26年6月19日～
平成27年3月31日

(5) 工事内容

型式 プレテンション方式単純T桁橋

橋名 24.3m

巾員 車道 10.25m、歩道 2.5m (片側)

主桁本数 N=13本

施工内容 主桁製作、運搬架設、支承工、
横組工、地覆工、高欄工、伸縮継手工、
防水工、排水工、舗装工、踏掛版工

この工事は、東北自動車道須賀川インターチェンジから会津若松市へ向かう国道118号線の付け替え工事に伴うPC上部工工事であった。主桁を宮城県亘理町の当社の工場にて製作しポルトレーターにて運搬し200tトラッククレーンにて架設したのち、橋面工を施工した。現場は須賀川インターから10分ほどのどかな田園地帯だったが、国道であり交通量は多い箇所での施工となった。



図-1 工事着手前

2. 現場における問題点

工事受注後、ただちに運送業者を選定し運搬経路の選定作業を開始した。なにせ長さが24m、重量が20tもの主桁を運搬するわけなので運搬ルートを選定は重要な事柄であった。

また主桁の架設には200tのトラッククレーンを使用するので、クレーンの設置場所の確保と安全に作業するためには、地盤の支持力の確認が必要だった。近年、主桁積み込み、運搬時の事故も報告されているので、こちらの安全対策もしておかなければならなかった。現場周辺にあまり民家はなかったが、現場の脇には田んぼがあり、周辺環境への対応も発注者から課せられた課題の一つだった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当社の巨理PC工場は国道6号線に近く6号線を北上し岩沼市内から国道4号線を南下し国道118号線を経て現場に運搬するルートで運搬することになった。運搬経路が国道中心で架空線など障害物はなく、特殊車両の申請を提出することにした。しかし先の東日本大震災以降特殊車両の許可が下りるまで3ヶ月を要していたので、早く運搬路を決定したことで架設時期に遅延は生じなかった。

架設クレーンを設置する地盤の支持力の測定は、現地乗り込み前にはきれいに整地してあり問題なさそうに見えた。しかし何かあるかわからないので、簡易地盤支持力測定器キャスポル（NETIS：KK-980055-V）を使用して測定し支持力を確認した後クレーンを搬入した。



図-2 キャスポルによる地盤支持力測定状況

工場及び現場での事故には、ヒューマンエラーが多いと考え運搬前に工場と運搬業者による打ち合わせを全員で行い、運行経路、注意事項などについて周知を図った。周辺環境への配慮については、社内の施工検討会で、搬入路に砂利が敷いてあるが環境に無害な粉じん防止剤フライネットR（NETIS：KT-060139-V）を使用し粉じんの発生を防止した。



図-3 粉じん防止剤フライネット散布状況

4. おわりに

このような調査や提案を実施して主桁13本の架設は無事完了し、架設以降の工事も無事無事故で竣工を迎えることができた。

工場での細かい打ち合わせは勿論だが、現場でも現地KYを活用し、現場を見ることで危険箇所（作業）をピックアップし対策をとり無事故で施工することができた。

工場で作成した桁を運搬しクレーンにて架設しただけだが、安全に対する配慮や周辺環境への配慮を行った結果発注者からは高い評価をしていただけた。単に製品を納めるだけでなく、環境に配慮しながら地元の方や発注者に喜んでもらえる現場運営をこれからも行っていきたいと思っている。



図-4 主桁架設完了（N=13本）

大型土のうを利用した沈砂池と土留めについて

(公社) 高知県土木施工管理技士会
株式会社児玉組

工事主任

池田 智 伸[○]

Toshinobu Ikeda

工務部長

岩本 公 一

Kouichi Iwamoto

工事主任

中城 一 幸

Kazuyuki Nakajyou

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：広域第11-7号松田川（篠川）広域河川改修工事
- (2) 発 注 者：高知県幡多土木事務所宿毛事務所
- (3) 工事場所：高知県宿毛市二ノ宮地区
- (4) 工 期：平成27年3月20日
～平成27年8月20日

本工事は、はじめに丁張りを設置した後、現地盤を規定の形状に掘削し法面整形をしてから、現場打ち基礎コンクリートを打設した。脱型強度がでるまで（材令3日）湿潤養生を行い、型枠脱型を行った。その後、基礎コンクリートの前面は基礎の天端まで埋め戻して、裏側は覆土ブロック据え付け断面の勾配 $S = 1 : 2.0$ に埋め戻しを行い、



図-1 沈砂池設置

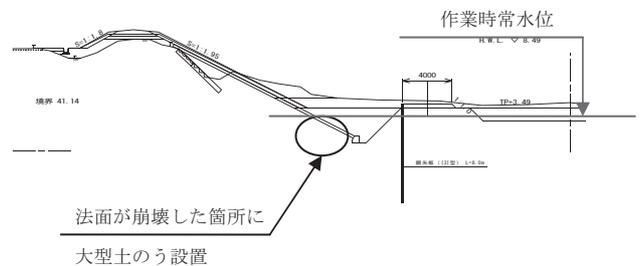


図-2 横断面

法面整形してから吸い出し防止材を法面全面に設置した。埋め戻し後もコンクリートが露出している部分は養生マットをかぶせて7日間は湿潤養生に努めた。覆土ブロックはラフタークレーンにて1個毎に吊り込み据え付けを行った。ブロックどうしの連結は、専用の金具（溶融亜鉛メッキされたシャックル）で連結した。カーブ箇所は天端長と底長が違う為、ブロック間に隙間ができるので、横方向のブロック間の隙間は連結できない。したがってブロック間の隙間には、間詰コンクリート（18-8-40BB）を打設してブロック間を連結させた。覆土ブロックの大きさは1m×1mなので法長の調整は間詰コンクリートと同様に、コンクリートを打設して調整した。覆土ブロックを据え付け完成してから、山土を30cmの厚さで覆土してバックホウで法面整形後、張芝を張り付けて完成した。

2. 現場における問題点

水中部の床掘り法面は、規定の法勾配 $S=1:2.0$ で掘削しても土質が砂質土であり又、水替によって水位が下がるので、法面から地下水が噴き出てきて法面が崩壊してしまい、すかし掘り状態になってしまう。基礎コンクリートが施工出来る施工幅を確保するには、設計幅よりも大幅に床掘りする必要があり、したがって床掘りした土砂を利用して、大型土のう（1t土のう）を製作し、床掘りしたらすぐに大型土のうで法面をおさえるように設置して、法面の崩壊を防いだ。この方法では、大型土のうが盛土の中に埋まってしまう（埋め殺し）事が、埋め戻し土に悪影響を及ぼさないか疑問だったが、水中部であり転圧方法は水締めでの自然転圧であり大型土のうの袋材が支障になって締め固めが不十分となることはない判断して、実施（埋め殺し）した。

水中床掘りと水替え作業において発生する汚濁水の低減と河川に生息する動物（アユ・川エビ・ウナギ等）に影響を及ぼすので、沈砂池を設置して汚濁水を直接河川に放流しないように努力した。従来は床掘りの土砂等を利用して、沈砂池（土砂をプール状に掘削した水ため）を設置し、そこに汚濁水を水中ポンプからそのまま排水していたが、排水量に対して沈砂池の容量が十分でないと、水がオーバーフローして沈砂池の壁面が崩壊してしまい、再度河床を掘削して壁面を補修することとなり、それによって汚濁水が発生して、川を濁らすという悪循環となっていた。そこで今回は陸上で、掘削した土砂を利用して沈砂池の外周全部に設置出来る数量の大型土のうを製作した。設置手順は、設置する場所の底面に厚手のブルーシート（#3000）を設置（下に敷いたブルーシートは大型土のうの外端から1m程度余分に出しておく）して、その上に大型土のうを沈砂池の外周全部に設置し、余分に出したブルーシートで大型土のうを巻き込んでロープ等で縛りつけた。そうする事

によって、沈砂池内に溜まった汚濁水が、大型土のうの隙間から漏れ出すのを防ぐ効果がえられた。

3. 工夫・改善点と適用結果

当初、大型土のうは、川の流に面する側と、ポンプ排水の呑口側と吐口側の3辺だけを考えていたが、土砂の壁面ではすぐにポンプ排水の勢いで崩壊してしまうので、沈砂池外周全部に大型土のうを設置する事にした。それから設置時の注意点としては、必ず吐口側の沈砂池の底地盤の高さを、呑口側の地盤より低くすること。そうしないと、汚濁水が呑口側の排水ポンプの釜場に逆流して帰ってくるのとブルーシートの重ね合わせ部分から水が漏れだす原因になるからである。

4. おわりに

今回の工事では、大型土のうとブルーシートを利用した沈砂池の設置として、工事の創意工夫（仮設物の工夫等）で発注者に提出した所、工事成績において評価された。又、水中床掘り箇所の法面の崩壊を防ぐ、大型土のうの設置（埋め殺し）については、いくら土砂の締め固め方法が、水締めで、大型土のうの袋材が盛土に悪影響を及ぼす恐れが少ないとは言え、気になったので、創意工夫では提出はしなかった。今回の沈砂池設置は1基だったが、汚濁水の浄化作用は少し不十分な面があった。沈砂池を2基3基と連結して設置すれば、汚濁水の浄化作用が大きくなり、汚濁の少ない水を河川に放水出来ると思う。しかしそれには、かなりの沈砂池設置のヤード面積が必要になる事と、護岸の施工延長が長い場合には、床掘りは2回3回と繰り返すとなる為、それにそってポンプの設置箇所が移動してしまう。沈砂池の呑口部が移動する事で、新たに設置する沈砂池と設置済の沈砂池を接合する必要があるため、ブルーシートの重ね合わせ等による、水の漏水に注意する必要がある。

市街地における夜間工事の騒音低減

山梨県土木施工管理技士会

株式会社早野組

監理技術者

斉藤 英 男

Hideo Saito

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：富士北麓電線共同溝工事
- (2) 発 注 者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 工事場所：山梨県富士吉田市新西原地内～
富士吉田市上吉田地内
- (4) 工 期：平成25年1月25日～
平成27年7月31日

電線共同溝 1式、アスファルト舗装(仮復旧)1式

当該工事は世界文化遺産【富士山】の北麓に位置する県内の主要幹線である4車線の国道139号終点地内までの電線共同溝設置の施工であり、高速道路ICと遊園地が隣接しており沿道は店舗・



図-1 全景

一般住宅が多数存在する事から周辺環境に様々な配慮を行う必要があった。

2. 現場における問題点

試験掘りにより歩道部には複雑に多数の埋設物の存在が次々と確認され、修正設計による見直しとなったが、いざ実施工となると環境管理として近隣住民への騒音低減が最重要課題だった。当然のごとく、工事施工の際に騒音を全てゼロに無くすことは不可能だが、どのような対策が有効であるか様々な角度から検討を重ね、たくさんの意見を取り入れ、音源の基となる一つの要因である建設機械に狙いを絞り込み事前対応を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果(3事例)

- ①工事区間中央部付近約120mは試験掘りにより路面から1m以下に硬岩の存在が確認された為、取り壊し作業方法を発注者交え経済比較を行いながら長期間掛け検討した結果、最終的に周辺環境に配慮して「超低騒音型油圧ブレーカ」を採用した。特徴的であったのが、機械の操作時はオペレータへの振動による負担が少なく、比較騒音値は計測してないが、通常ブレーカと比べると騒音は約50%以下削減できたと実感した。
- ②歩道部において部分的に人力によるブレーカで



図-2 ①超低騒音型油圧ブレーカ

構造物取り壊しが発生した為、作業時にはハッキリ騒音低減機材「チゼルノイズサイレンサー」を採用した。これは内装素材がポリエステル繊維吸音材になっている為、取り囲むことにより騒音は吸音され、又震源音は跳ね返り上空に向かって拡散される為、設置しなかった場合と比較して騒音は約50%以下削減できたと実感した。

③夜間工事における材料仮置場の確保は各工事において一番頭の痛い問題の一つであると思うが、とにかく少しでも仮置場における騒音を小さくする為に、積込機械としてiNDr搭載「超低騒音型バックホウ」を採用した。周辺住民からの説明用にと比較騒音値を計測したところ10dB以上の差があり、作業中は定期的に使用状況を巡視した結果、予想以上の効果があり周辺住民からの苦情もなく良好な管理ができた。



図-3 ②チゼルノイズサイレンサー



図-4 ③超低騒音型バックホウ

4. おわりに

検討に当たり多種多様な意見・提案の中から、新技術 NETIS のホームページを閲覧し、様々なものを見させてもらい活用させてもらった。

今回採用した3つの道具・機械は全て NETIS 登録技術であった。いずれも使用している際にどれも新しい発見であったのが、震源となる騒音が作業周辺以外の遠くに響かない為、閑静な場所での夜間施工に最も有効であると実感した。

これら事前検討の上で個人的に感じたこれからの難題なのかもしれないが施工時の周囲に対する振動低減を図れる物はどの方面から検証しても一様になかなか存在が無く、この方面が今後における私たち施工業者含めた業界で試行錯誤して解決していかなければ生産性向上が見込めなくなる重要分野となるのではないだろうか。

この仕事を続けて行く限りこれからも知恵を絞り、創意・工夫をこらし現場管理を行い、建設業の生産性を高める為に努力していく所存ではありますが、大変失礼・恐縮ながらこの報告が少しでも関係各者の方々の参考になり、明日からの建設現場に生かしていただけたならば、筆者として幸いです。

現場条件を考慮した仮設工法の選定と実施

長野県土木施工管理技士会

吉川建設株式会社

現場代理人

飯野 広志

Hiroshi Iino

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：中部横断自動車道 下平第一橋
下部工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
- (3) 工事場所：長野県佐久市伴野
- (4) 工期：H25年10月16日～
H27年9月30日

本工事は、中部横断自動車道佐久南IC～八千穂IC区間内における、下平第一橋下部工（橋台2基、橋脚4基）の新設工事である。下部工躯体の掘削に先立ち、親杭横矢板工法が仮設土留工として（工法指定仮設：大口径ポーリング工法）設計されていた。

親杭 H鋼300 L4.5m～8.5m

横矢板 松板 t45mm～75mm

2. 現場における問題点

(1) 周辺交通に対する影響

土留め杭施工位置が、当初設計において、県道および市道の現道上にあったため、交通規制が必要となり、結果周辺道路が渋滞し、住民の生活に支障をきたすことが予想された。

(2) 掘削不能となる懸念

ポーリングデータから、土留め杭の掘削径φ400



図-1 下平第一橋下部工事 平面図

mm に対して、最大径がφ150mm 以上程度の礫が出現することが予想された。加えてN値が50以上の地層があり、低トルクの掘削機では、掘進不能となる可能性があった。

(3) 近隣住民への影響

土留工施工場所は民家が隣接しており、地元との申し合わせ事項から、騒音、振動を出来る限り抑えなければならない条件があった（図-1）。

3. 工夫・改善点と対策結果

前記問題点に対して、以下の対策を実施した。

(1) 周辺交通に対する影響を低減する対策

現道の交通規制を行わないようにするために、土留施工位置について発注者と協議を行い、土留位置を躯体側へ移動して施工した（図-2）。

土留位置を移動することにより、躯体型枠施工

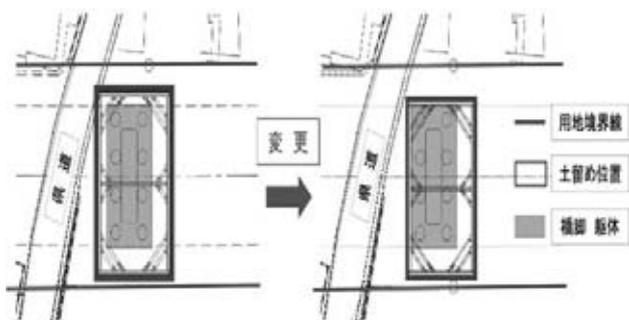


図-2 土留設置位置の変更図



図-3 埋設型枠設置状況

のクリアランスが不足し、型枠の組立・脱型が出来なくなる問題があったが、埋設型枠（発泡スチロール型枠）を使用し、土留と躯体型枠の間に入っての型枠組立、脱型の作業を無くし、型枠を存置する施工方法を採用し、この問題を解決した（図-3）。

また、土留とフーチングのクリアランスが少ないことから、山留の施工精度が悪くなると躯体の出来形が不足する懸念もあったため、親杭の位置、鉛直精度には特に注意を払って施工し、出来形不足を防止した。

(2) 掘削不能となる懸念に対する対策

土留め親杭の掘削方法について、発注者と協議を行い、オーガのモーターのトルクが大きい機械を用いた工法を採用することとした。この工法は、オーガスクリーパーに圧密板が装備されており、削孔した土砂を孔壁に押し付けながら削孔するので、掘削に伴う排土も少なくなるという利点もあり、また、当社でも巨礫のある地盤での施工実績があることから、採用をお願いした。結果的には、コストが増大してしまっただが、施行は順調に行うことができた（図-4）。

(3) 周辺住民への影響を低減する対策



図-4 掘削機／施工状況



図-5 防音シート・ブルーシート囲い状況

周辺への騒音防止の為、掘削機械の周りに防音シートで仮囲いを設置した（図-5）。この結果、騒音を10dB弱程度低下させることができた。

また掘削時における土砂の飛散防止対策として、掘削機械周りにブルーシートの仮囲いを設置した（図-5）。

4. おわりに

土留工法は、各現場条件に最も適した工法を選定しなければならない。設計時の段階においては、設計者が最も適している工法を選定したと考えられる。しかしながら、実施工の段階においては、設計時から時間が経過しており、工事現場境界に接して家が建てられていたり、仮設道路が予定外の場所に作られていたり現場条件が変化している状況も考えられる。したがって、現場施工に際しては、現地の状況を十分調査し、施工方法を検討しなければならない。

今回の工事においては、現地の調査及び施工方法の検討を行い、懸案事項に対し上記対策を実施して施工することで、土留の円滑な施工と周辺交通への影響を低減して施工することができた。また、近隣住民からの苦情も無く工事を完了することが出来た。

地盤改良に伴う支障物撤去及び周辺への影響対策

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

小木曾 彰 久

Akihisa Ogiso

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：H26揖斐川堤防補強工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：桑名市長島町松蔭地先
- (4) 工 期：平成26年9月30日～
平成27年3月13日

本工事は、揖斐川左岸0.3kから0.5k付近に位置する河川高水敷で、堤防補強のための地盤改良（深層混合改良φ1800、n=257本）を行う工事である。地盤改良に先立ち、機械施工の支障となる支障物等が確認されていたことから、オールケーシング工法（φ2000、n=257箇所）により支障物撤去を行うことが計画されていた（図-1）。

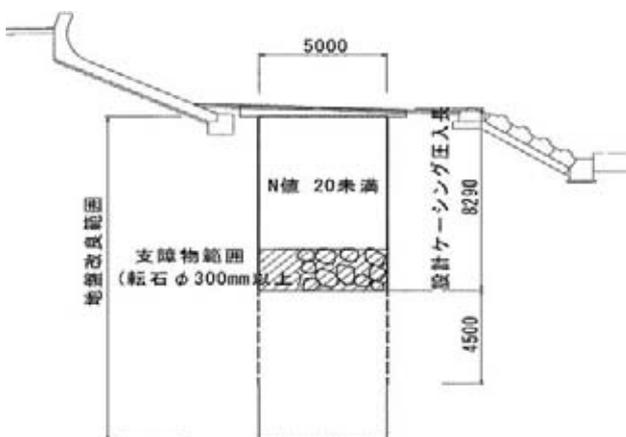


図-1 標準断面図



図-2 施工状況

本報告文は、先行する支障物撤去に際し、オールケーシング工法による掘削について工夫した点について述べる。

2. 現場における課題

本工事の支障物撤去工の施工に際し、現地及び柱状図を照査した結果、地下水位が高く、土質が砂質土を主体としていること、河川敷であること、風が強い地域であること等から、次のような問題が考えられた。

- ①ケーシングチューブ先端におけるボイリング、及びボイリングによる周辺地盤の緩み・護岸構造物への影響。
- ②ハンマーグラブで排土と共に泥水を排出する事

になってしまうが、現場は風が吹く日が多く、瞬間風速が15mを超えるような状況であることによる泥水の飛散。

- ③施工箇所は揖斐川と平行しており、掘削した泥水が河川へ流出し、河川を汚濁させる。
- ④「場所打ち杭」では、孔内への注水によるボーリング対策が一般的であるが、今回の工事は、支承物の撤去後、排土した土を再度孔内へ埋戻すため、泥水状態の土砂では施工箇所全体が軟弱地盤となってしまうこと。

3. 工夫・改善点・適用効果

一般的に行われているボーリング対策には、以下のものがある。

- ①ケーシング内部への注水による対策

孔内水位と地下水及び被圧地下水のバランスが崩れる事で先端地盤及び周辺地盤に緩みが生じボーリングが発生するため、先行し孔内へ注水を行い、水圧のバランスを図る。

- ②ケーシング根入れ長の変更による対策

「道路土工－仮設構造物指針、平成11年3月、(社)日本道路協会」に記載されている Terzaghi の考え方による方法で、ボーリングに対する安全率 F_s を求め、 $F_s \geq 1.2$ を満足するケーシングの根入れ長を設定する。

- ③ウエルポイント工法等により、施工場所付近の地下水位を下げる。

今回の施工場所の条件（河川敷であること、風が強いこと）と施工目的（支承物撤去であり埋戻しが必要なこと）を考慮すると、注水による対策は、「2. 現場における課題」で述べた懸念事項が解決されず、また、地下水位の低下工法は施工費が増大することとなる。そのため、本工事では、根入れを長くし対応することにした。根入れ長は、



図-3 排土状況

Terzaghi の方法により算出し、掘削底面より常に4.5m以上深くなるように管理した（図-3）。

掘削は完全にドライな状態にはならなかったが、孔内水位の上昇も無く、ボーリングを抑制する事が出来た。また排土する土砂に含まれる泥水も少なく（図-3）、周辺に与える影響を最小限とすることができ、また、埋戻しにより地盤が軟弱になること無く次工程（地盤改良工）が順調に施工できた。

4. おわりに

河川近隣に限らず、場所打ち杭等の施工においては常に地下水の層を把握しておく必要がある。また、地下水だけに限らず地盤の土質構成についても詳しく調査し、不測の事態に備える必要がある。今回の工事については、ケーシングの根入れを長くする事で、パイピングやボーリングを抑制する事ができ、結果として良好な施工を行うことが出来た。しかし、目視のできない地盤に対して最善の対策であったかは意見の分かれるところである。今後も同様の工事に携わることがあるとすれば、事前の調査資料の確認と、必要に応じた追加調査を行い、対策工を十分検討して施工する事が大切であると考えている。

3次元レーザースキャナーによる着工前測量について

佐賀県土木施工管理技士会

松尾建設株式会社

工事主任

秋 秀一郎

Shuitirou Aki

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：九州自動車道
小川スマートインターチェンジ工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社 九州支社
- (3) 工事場所：熊本県八代郡氷川町
- (4) 工期：平成24年7月18日～
平成26年5月8日

本工事は、供用中の高速道路のバスストップを改良し、新しいスマートインターチェンジを築造する工事で工事延長はL=810.0mである。

工事期間中も本線の通行止めはなく規制による工事となる。

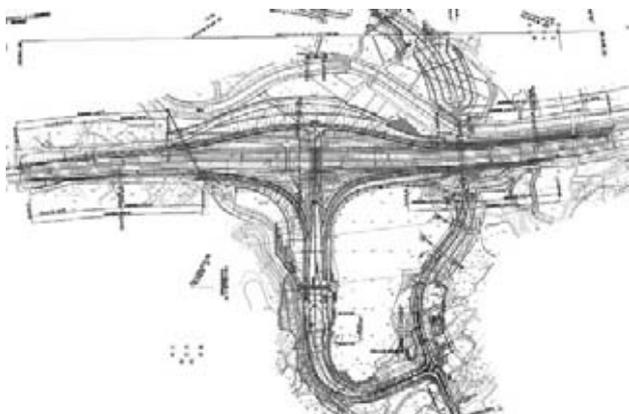


図-1 平面図

2. 現場における課題

当現場は、施工範囲も広くインターチェンジとあって本線の路線が多いことから横断図箇所数が約110箇所ある。通常の着工前測量は、監督職員の指示を受けた工事基準点を用い基本基準測量を行い、基準点を設置し完了後、本線の中心杭・幅杭を設置しトータルステーションを用い現地盤線を観測する。

よって当現場では、単純に中心杭は約110箇所程度、幅杭も約110程度と合計220箇所の設置が必要であり、設置後の横断観測となる。また、急勾配が多く観測作業での安全作業が懸念され作業効率の低下が考えられる。従来の横断観測では作業日数を要し早期着工には、早期の着工前測量の観測及び報告書の作成が急務であった。

また、供用中の本線もあることから作業に制限があり供用中の本線内の測量作業が特に課題となった。

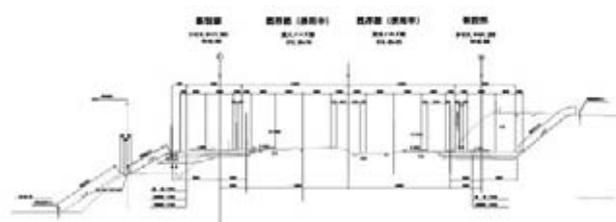


図-2 横断図

3. 対応策・工夫・改善点・適用効果

基準点設置後に作業開始できる3次元レーザースキャナーでの測量を実施した。3次元レーザースキャナーとは、非接触型計測システムである地上型3次元レーザースキャナーを活用した3次元計測である。測定範囲は300mとあって範囲は広い。先程説明した様に非接触型計測のため容易に測量が可能である。問題点にあった供用中の本線内の測量も本線外からの測量が可能となり作業制限の問題も改善された。作業員も2人で可能であり現場での作業もスキャナーが完了すれば、外での作業は完了である。下記に3次元レーザースキャナー計測の作業内容を示す。

- 作業内容：3次元レーザースキャナー計測
- ①工事前データ作成
 - ②事前準備
 - ③現地確認
 - ④機械設置
 - ⑤機械のセッティング
 - ⑥スキャニング
 - ⑦スキャニング終了
 - ⑧スキャニングデータのスクリーニング(フィルタリング)
 - ⑨データの解析
 - ⑩工事用データの取り込み
 - ⑪図化

図-3

また、非接触型とあって急勾配の観測であっても作業員が現地にミラー等を設置しなくても観測できるため完全性にも優れ作業効率が向上した。工事の進捗状況に合わせて観測できるので工程管理も容易になる。図面作製も3D対応のCADが必要となるが1mピッチでの横断の図化も可能であり施工中必要となった測点での作成も可能である。よって1度3次元スキャナー計測を行ってあればあらゆる測点での横断図の作成が可能であり平面図の作成も可能である。図面の合成もでき発注図との対比もできる。3D化もでき3D化にすることにより地形の把握ができ施工計画にも使用できる。完成形の設計データを用いた3D化図面との対比もできる。イメージ図の作成ができ説明図に使用することにより説明が容易になる。



図-4 3次元レーザースキャナー状況

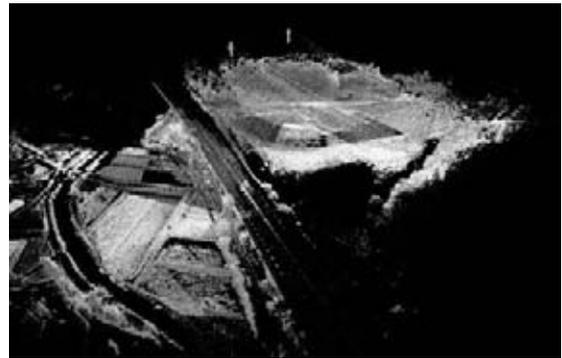


図-5 スキャニングデータ解析

4. おわりに

レーザースキャナー計測となるため伐採前に計測すると誤差が生じるので精度向上のためには伐採完了後が良い。現場での観測時間は短縮できるが図面の作成は、データ解析後の図化となるため通常測量の図面作製より時間を要する。現場条件により機械設置回数や基準点設置数が異なってくる。

工事範囲が広ければ基準点を多く使用するため基準点の設置確認・整合性の確認を確実行う。

特に効果の高い適用箇所として、立ち入り禁止区域などの計測、時間制限のある計測。適応できない範囲は、測定距離が300mを超える計測、計測機械のレーザーが反射しない箇所・現場となる。

今回の施工では、3次元レーザースキャナーでの観測となったが今日では、空撮による測量・図面化等着工前測量と限らず災害等で作業員による作業が困難な箇所等の作業が可能になってきている。施工中での観測も容易になり土木工事において測量方法も著しく進歩している。

GPS+GLONASS によるハイブリッド測位

宮崎県土木施工管理技士会

日新興業株式会社

監理技術者

佐藤 豊明[○]

Toyoaki Sato

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：東九州道大藤地区改良（その1）
工事
- (2) 発注者：宮崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県日南市北郷町大藤甲
- (4) 工期：平成26年2月26日～
平成27年3月13日

本工事は、東九州道（北郷～日南間）大藤地区において切土、盛土を主体とした道路改良工事を行うものであった。今回の技術報告として、主に現場管理の一環である測量・丁張設置・各種計測における管理方法や工夫について報告する。

2. 現場における問題点

現在、私どものような地方企業においても、本社および支店からの通勤圏内ばかりの現場だけでなく、宿泊をしての遠方の長期現場も増加傾向にある。そのような場合に、元請としては通常2人から3人の職員が現場に配置され、また地元の下請業者の使用となり、現場管理業務に人手が必要な時の人員配置もままならない状況が多々ある。一時的に応援が欲しい場合でも、会社の人員配置予定もあり、その時々余剰人員がいるわけでも

ない。今回は、施工管理器機の導入により効率の良い現場管理を行い、人員補充なしでも省力化ができることを課題とした。

3. 工夫・改善点と適用結果

今回現場においては、情報化施工（GNSSによる締固め管理・ブルドーザーマシンコントロール等）を行ったため、現場にGNSSの固定局をあらかじめ設置していた。せっかく固定局を設置しているのであれば、情報化施工管理以外に一般測量等に活用できる方法はないかと考えた際に、ポール方式の測量器機を見つけ導入することとした。



図-1 ポール型器機

表-1 省力化実績

業務内容	通常人員	今回人員	備考
縦横断測量	2名	1名	
用地境界測量	2名	1名	境界位置出し
丁張位置出し	2名	1名	ポイント設置
仕上げ高管理	2名	1名	仕上げ面の確認

アンテナ、受信機に加え、送受信タイプの小エリア無線機までも内蔵したポール式のオールインワン器機で、GNSSを利用する測量作業に幅広く対応し、一人作業でできるため、測量業務の大幅な効率化・省力化が実現できる。

効率化・省力化の内容としては、道路改良における一般の測量管理業務（着工前の縦横断測量・用地境界測量・丁張り設置ポイント出し・仕上げ高の管理・土質変化の管理等）においては、通常は器械設置測定人員と、ミラー持ちの人員の最低でも2名が必要であったが、今回器機の使用で1名での業務が可能となり、他の人員は他の業務が出来る事から、かなりの効率化となる。また通常の測量器械の設置作業、ミラーによる後視時間も省けるため、準備も含めた立会時間等も短縮され省力化にも効果を発揮する。

現場で実際に使用してみて、一番に効果を感じたのは、使用器機の重量は1.4kg程度で、今までのように山中で重い測量器材を人力で運んで業務を行う負担が大幅に軽減されたことである。

現在主流のTS出来形管理においても、事前にポイントを落としておけば、一発で測定できるので現場での調整時間の手間が省ける。



図-2 切土法尻部測定状況

4. おわりに

測量誤差は衛星の補足状態にもよるが、現場実績において、X・Y・Zで1cm以内程度には収まる。

構造物の出来形測定等には精度上使用はできないが（TS出来形測定においても同様）、前述のような業務（特に掘削盛土等の土工事）においては問題なく使用可能である。

経済性については、他の情報化施工（GNSSによる締固め管理・ブルドーザーマシンコントロール等）と並行して行えば、GPS固定局の設置費用は考慮しなくて良いので、器機のリース費用で人員を1名増加する程度の費用で抑えることが可能と思われる。

単体で利用すれば、経済的には負担は大きいと思われるが、はじめに述べたように会社の人員配置、交通費・宿泊費等の総合的な判断で導入は可能と思われる。

最後に、土木業界の若手技術者不足が叫ばれる昨今において、情報化施工等の技術を活用する事で負担を軽減し、入りやすい職場環境を形成していく事も、今後さらに加速させていきたい。

第20回土木施工管理技術論文・技術報告表彰者一覧表

賞	題名	会社名	技士会	執筆者名	頁数	
技術論文	最優秀	アスファルト舗装クラック補修方法の工夫	(株)玉川組	(一社)北海道	石川 俊哉 小林 房昭	p. 109
	優秀	旧橋撤去工事における組立台船工法を採用した工期短縮と環境対策について	(株)谷垣組	兵庫県	清水 克浩 岡田 大作	p. 149
		箱根西麓・三島大吊橋（三島スカイウォーク）の建設	川田工業(株)	日本橋梁	長尾 悠太郎 田口 吉彦 田中 寛泰	p. 49
		鋼・コンクリート合成床版のひび割れ抵抗性の管理方法	日本車輛製造(株)	日本橋梁	神頭 峰磯 和田 昌浩 千葉 徳光	p. 117
	特別	地元企業活動に配慮しながら工程短縮を図るラケット型鋼製橋脚工事の工事計画と施工	エム・エムブリッジ(株)	日本橋梁	立石 篤志 宮永 満 岩寄 健治	p. 13
技術報告	最優秀	重要文化財橋梁の長寿命化工事	三井造船鉄構エンジニアリング(株)	日本橋梁	村中 大助	p. 249
		トンネル掘削工期の短縮で早期供用を実現	(株)大本組	岡山県	榊原 高範 小野 純一 森川 真治	p. 245
	優秀	SD工法とスカイステーション併用による施工計画	(株)大森工務所		西村 幸雄	p. 159
		新工法による最終処分場の遮水シート品質向上・施工性改善計画	西松建設(株)	東京	木谷 自伸	p. 251
		沖縄特有のサンゴ塊を含む浚渫土砂の空気圧送による揚土について	あおみ建設(株)	東京	大和久 靖雄 井上 善三 金田 裕治	p. 217
		袋詰め根固め工法によるニューマチックケーソンの仮設	(株)大本組	岡山県	桑名 辰典 松本 竜哉 植田 伸一郎	p. 219
	特別	GPS+GLONASSによるハイブリッド測位	日新興業(株)	宮崎県	佐藤 豊明	p. 325
		帰還困難区域内に位置する羽黒川橋の施工について	(株)IHIインフラシステム	日本橋梁	林 基樹 山内 桂良 近藤 俊行	p. 239

第20回土木施工管理技術論文報告集（平成27年度版）

平成28年6月2日初版発行

編集・発行 一般社団法人 全国土木施工管理技士会連合会
〒102-0076 東京都千代田区五番町6-2
ホームATTホライゾンビル1F
TEL 03-3262-7421（代表）
URL <http://www.ejcm.or.jp/>

不許複製

落丁本・乱丁本はお取り替えいたします。

印刷・製本 第一資料印刷株式会社