

目 次

I. 技 術 論 文

施工計画

- 1 海上部に架橋される橋梁の防錆・防食塩害対策…………… 1
- 2 水路法線の変更に伴う施工計画の見直しについて…………… 6
- 3 周辺環境に配慮した施工性、安全性の向上に繋がる効率的な架設方法……………10
- 4 老朽化した中央自動車道跨道橋（PC π ラーメン橋）の多軸台車による一括撤去 ……14
- 5 上武大橋上部工における送り出し架設の工夫……………18
- 6 多軸式特殊台車での一括架設工法（鋼製橋脚基部まで地組ヤードにて地組～運搬） ……22
- 7 伊里前川橋の現場施工条件に適応した架設計画の工夫……………26
- 8 狭隘な施工ヤードにおける送出し架設工法……………30
- 9 供用道路・高圧線に挟まれた現場での鋼桁架設……………34
- 10 鋼上路式ローゼ橋（三念沢橋梁）の架設工事について……………38
- 11 新名神高速道路 一庫大路次川橋、他1橋の鋼桁架設工事について……………42
- 12 無人化施工における国道洞門上の長大斜面下での崩積土除去について……………46
- 13 ニールセンローゼ桁橋のケーブル張力調整方法について……………50
- 14 鋼5径間連続ゲルバー箱桁橋におけるゲルバー支点部の改良工事……………54
- 15 構造部分毎に架設工法が異なる鋼中路式アーチ橋架設における課題と対策……………58
- 16 長スパン箱桁の施工……………62
- 17 2車線確保した規制形態で厳寒期に橋を解体する工夫……………66

工程管理

- 18 3Dプリンターの活用で施工性アップ！ ……70
- 19 鹿島川砂防林下流床固工工事における護床工の施工について……………74
- 20 築堤護岸工事における創意工夫について……………78

品質管理

- 21 現場打箱型擁壁頂版部における冬季コンクリート養生について……………82
- 22 硬度上限を持つ植生基盤盛土の施工管理事例について……………86

安全管理

- 23 工事現場における『見える安心、見せる安全』への取り組み事例……………90
- 24 斜面对策工事における作業環境改善の取り組み……………94

環境管理

- 25 加速度計を用いた振動抑制対策効果検証実験……………98
- 26 砂防堰堤管理用道路の工事における社会性創意工夫について ……102

新技術活用（NETIS 含む）

- 27 エアーキャスターにより3,000トン大型構造物移動装置の開発……………106
- 28 騒音対策施工計画ツールとしてのシミュレーション技術の活用……………110
- 29 鉄道橋支承取替工事の現地計測における3Dスキャニングの活用……………114

i-Construction 等

- 30 応用技術を用いた土工事 ICT 施工と管理……………118

維持管理

- 31 江差における、走行式道路区画線診断システムと QGIS を活用した道路区画線の損傷把握事例…122
- 32 既設鋼橋桁端部の腐食損傷対策……………126

その他

- 33 北見道路安全連絡協議会に携わった4年間の活動記録……………130

Ⅱ. 技 術 報 告

施工計画

- 1 小本高架橋上部工工事 架設報告……………137
- 2 岸壁背後の裏埋め方法の変更について……………140
- 3 転流工呑口部における沢水切回し計画……………143
- 4 空頭制限箇所の遮水矢板打込……………146
- 5 太陽光パネル架台基礎の検討……………148
- 6 住宅密集地における護岸工事……………150
- 7 現場に合った仮設の計画……………152
- 8 VSL 工法によるケーブルエレクション斜吊架設～出合ゆず大橋の架設について～……………154
- 9 組立歩道の基礎工について……………156
- 10 支承取替における腐食対策と施工管理の検討……………158
- 11 「橋屋橋」架設作業の IT 利用について……………160
- 12 小曲率（R-75m）深日ランプ橋の送出し架設……………162
- 13 鉄道上の鋼桁送出し架設工事に関する報告……………164
- 14 関門橋主ケーブル送気設備設置工事……………166
- 15 横引ジャッキ（スライドジャッキ）を利用した I 型ビームの移動……………168
- 16 鋼橋支承取替工事における仮受け構造の小型化と部材運搬方法の工夫……………170
- 17 非出水期における江の川橋（仮称）の送出し架設について……………172
- 18 地形特性を活かした送出し架設による施工の省力化と安全性の向上……………174
- 19 供用中の道路に囲まれた狭隘な場所における桁架設……………176
- 20 特別高圧線と近接する鋼床版鋼桁橋の架設計画について……………178
- 21 支間長170mを有する沖端川大橋のトラベラクレーン架設の工夫……………180

22	重力式擁壁工・もたれ式擁壁工における、セパレーターの、浮き止め・張り止めへの利用について	182
23	DRISS による切羽前方探査について	184
24	インターネット航空写真閲覧サイトを利用した平面図の作成について	186
25	2 径間連続鋼合成鉄桁橋（富川橋）の架設について	188
26	施工条件に制約がある急峻な谷部での送り出し架設	190
27	エンドレスローラを搭載したベントを交差点上に運び込んでの送出し架設	192
28	河川上での鋼単純 2 主箱桁橋の架設と冬季施工の安全対策	194
29	人道橋から上下水道管添架単独橋へ	196
30	河川切廻し箇所における掘削法面の保護対策	198
31	設計概念にとらわれない発想と単管パイプによる乗用車迂回路の設置	200
32	猿橋（片刎（かたはね）橋）における施工の工夫	202
33	高速道路本線上の一括架設における設計留意事項	204
34	高速 5 号池袋線における裏面吸音板補強工事	206
工程管理		
35	河川内橋脚工事における工期の短縮について	208
36	補強土壁の施工について	210
37	工法提案による安全性向上と工程管理	212
38	業界に先駆けた現地工事における完全週休 2 日制導入	214
39	RC 橋脚巻きたて補強工場（PP 工法）における夏期施工方法の改善	216
40	仮橋上の規制日数削減による工程短縮について	218
品質管理		
41	組立歩道の連続基礎施工の工夫	220
42	パイプエアクーリングによる温度応力解析計画・効果確認～コンクリート構造物の塩害を主体とし た変状と補修、対策について～	222
43	アスファルト舗装の品質低下防止に対する配慮について	224
44	擁壁補強盛土工（ソイルバンパー）の施工について	226
45	耐久性の高いコンクリート構造物を構築するために	228
46	法枠工施工時における施工環境・品質管理の対策案	230
47	補強盛土工（ジオテキスタイル）の品質確保	232
48	施工状況の変化への対応と施工後の交通安全対策	234
49	T 字型構造（2 方向）で支持される RC 床版の施工	236
50	排水柵下面のコンクリート充填性向上策について	238
安全管理		
51	軟弱地盤地域での大型クレーンを使用した架設	240
52	橋梁補修工事における安全対策	242

53	150KV 送電線直下における鋼桁架設の施工報告	244
54	軟弱地盤に対する施工上の工夫と対策	246
55	既設構造物取壊し時の飛散防止対策	248
56	災害復旧における安全対策と再発防止への工夫	250
57	汎用ポリエチレンネット・シートを用いた山腹地での地すべり対策施設における機能保持・作業環境の向上	252
58	既設棧橋杭の補強工法（Re-Pier 工法）における水中作業の工夫について	254
環境管理		
59	地盤改良時におけるセメント散布完了後の粉塵対策について	256
60	塗替え塗装工の塗膜剥離における IH（電磁誘導加熱）塗膜剥離工法の導入	258
61	地盤改良工事における現場条件に配慮した創意工夫について	260
62	現道の路上混合における環境対策について	262
63	崩壊土砂防止柵工施工時における環境・品質確保の対策	264
64	トンネル内作業における小運搬車両の電動化による作業環境の改善	266
65	沖防波堤工事における環境対策について	268
新技術活用（NETIS 含む）		
66	GPS 運行管理システムによる掘削残土搬出時の安全管理	271
67	無線式沈埋函誘導システムについて	273
68	軟弱地盤における橋梁架設工事について	275
i-Construction 等		
69	情報化施工技術による、道路土工の効率化について	277
70	3D モデルを活用した現場管理	279
維持管理		
71	交通供用下における橋梁拡幅工事	281
72	下水道処理施設の耐震補強工事における障害物への対応について	283
その他		
73	山腹法面の木柵工施工方法の改善	285
第22回土木施工管理技術論文・技術報告表彰者一覧表		287

I. 技術論文

1

施工計画

海上部に架橋される橋梁の防錆・防食塩害対策

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

山崎 義実[○]

現場代理人

安井 真理

橋梁設計部

小川 久志

1. はじめに

本橋の道路整備事業は、港湾取扱い貨物の輸送、および災害時における緊急物資輸送の両面から整備が進められている。整備路線は、浜田港から県道・山陰本線・国道9号線を跨ぎ、直接山陰道(浜田三隅道路)へのアクセスを可能とする延長1.5 kmの道路建設工事である。

整備路線に位置する本橋は、浜田港海上に架橋される橋長323.5mの内、終点側の156mである(図-1)。工事内容は鋼桁の製作・架設、およびコンクリート床版・壁高欄工事であり、床版には合成床版を用いている。本橋の特徴は、海上部に架橋されるため、鋼材の防錆・防食対策、コンクリートに対しては塩害対策が万全に施されている

点が上げられる。上記対策の実施に際しての検討と取組み、架設について報告する。

工事概要

(1) 工事名：浜田港福井地区臨港道路橋梁上部工事

(2) 発注者：国土交通省中国地方整備局
港湾空港部境港湾・空港整備事務所



図-1 位置図

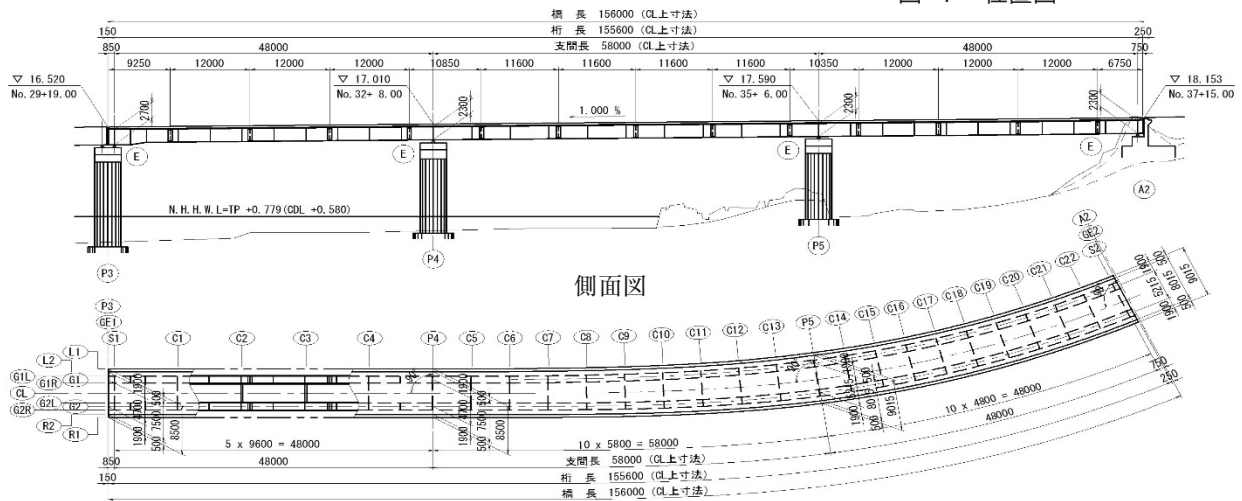


図-2 構造一般図

- (3) 工事場所：鳥取県浜田市熱田町地先
 - (4) 工期：平成27年9月29日～平成29年1月31日
 - (5) 構造形式：3径間連続非合成細幅箱桁橋
 - 橋長：156.0m
 - 支間長：48.0m+58.0m+48.0m
 - 幅員：8.500m～9.015m
 - 鋼材重量：422t
 - 架設工法：トラッククレーンベント工法
- 本工事の構造一般図を（図-2）に示す。

2. 現場における課題・問題点

2-1 設計床版厚に対するかぶりの確保

本橋は、架橋位置が塩害対策S区分の腐食環境であることから、下記の対策を行った。

- ① 鋼桁外面の防食仕様を、Al+Mg溶射の上にふっ素樹脂塗装とした。
- ② 合成床版、および壁高欄の鉄筋コンクリートでは、エポキシ樹脂塗装鉄筋を用い、かぶりは70mmとした。
- ③ 飛来塩分への対策として桁間に飛来塩分防護板を設置した。

このうち、合成床版コンクリート鉄筋のかぶり70mmの確保は、採用した合成床版のようにコンクリート打設時の荷重に底鋼板に設置したリブで抵抗する構造の場合、リブ高さに制約を与えるもので詳細構造を検討する必要が生じた。

2-2 上部工の高さ管理

① 鋼桁架設方法

本工事の施工ヤードは、（図-3）に示すように、浜田港海上に位置し、海中に袋詰玉石を敷き詰めた盛石構造でありヤードとして確保できる広さは

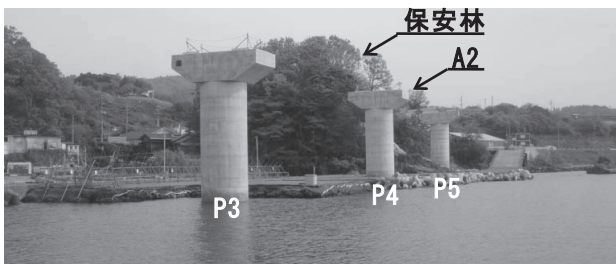


図-3 現場状況（架設前）

限られたものであった。また、桁の平面線形がP5-A2区間で保安林へ向かう曲線桁でヤードから遠ざかっていた。

P5-A2区間は、保安林保護のためベントの設置が困難であることから、現場状況を調査し、再検討する必要があった。

② 床版コンクリートの施工方法

合成床版コンクリートのかぶり厚70mmの確保を重点達成項目の一つとして定め、そのための条件を整理した。

- 1) 床版厚の許容値は-10mm～+20mmであるがマイナスは不可。
- 2) 床版厚のマイナスは許容とならないため、支点支持状態の桁の高さは-20mm～0mmの範囲以外は不可。

このため、桁製作、桁架設、床版施工完了まで一貫した「高さの精度確保」が必要であった。

2-3 コンクリートの品質確保

本橋は海上であることから、塩害対策に重点を置き、品質向上、耐久性に優れたコンクリートの施工を求められた。

2-4 飛来塩分防護板の取付け方法

飛来塩分防護板の取付けは、一般的に高所作業車で1パネル取り付けごとに移動しながら設置する。しかし、本工事では施工ヤードが海上であることから、桁下に高所作業車の据付けが困難であり、取付方法の検討を行う必要があった。

3. 対応策・工夫・改善点

3-1 設計床版厚に対するかぶりの確保

合成床版厚210mmと必要鉄筋径を配置してリブ高さを算出すると、確保出来るリブ高さは90mmとなる。このリブ高さでコンクリート打設時の荷重に抵抗するためのリブ厚を算出したところ、30mmを超える板厚となり現実的な構造にならなかった（図-4）。

そこで、合成床版パネルのリブ配置が橋軸直角方向であることから、主鉄筋をリブ間に配置することでリブ高さを大きくする検討を行った。

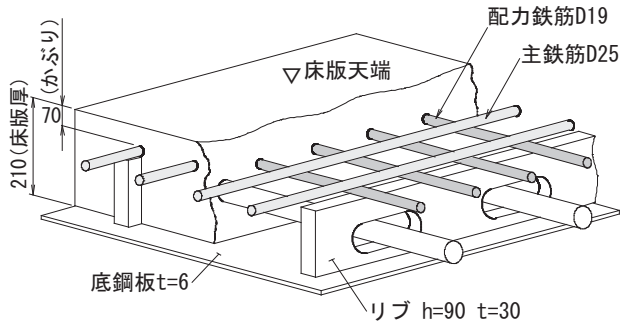


図-4 合成床版断面図（通常配筋）

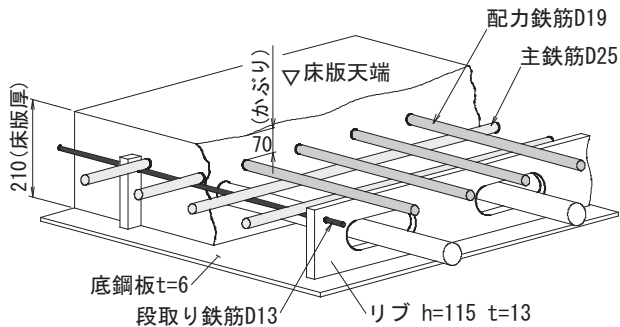


図-5 合成床版断面図（本工事配筋）

構造検討の結果、リブ断面は、高さ115mmで板厚13mm、主鉄筋はD25で135mmピッチとすることで合成床版の構造を成立させた。

本構造を採用した場合、主鉄筋と配力鉄筋を結束する際、主鉄筋を持ち上げて保持した後の結束となるため、施工する主鉄筋の本数を踏まえると効率が低下する。そこで、リブに孔を設けて段取り筋を設置、その上に主鉄筋を載せる対策をした。この対策により結束の際、主鉄筋を手で保持する必要がなくなり、施工時の効率低下を防ぐことが出来た（図-5）。

3-2 上部工の高さ管理

① 鋼桁架設方法

架設はトラッククレーンベント工法で行った。現場状況より架設順序は、P3からA2とし、P3～P5区間はヤード上で2ブロックを地組立して架設を行った。ヤード通路に設けたB3ベントは、P3-P4間を架設した後にクレーンの移動を行ってから設置するものとした。また、ヤードから遠ざかるP5-A2区間の曲率170m区間は、作業半径から単材架設とし、A2上一つ手前のJ12-J13ブロックを落とし込んだ（図-6）。

多点支持状態での設定キャンバー値は、P5-A



a) 地組立ブロック架設（P3-P5）



b) 単材ブロック架設（P5-A2）（落とし込み）

図-6 架設状況

2区間が落とし込み架設になることから、現場のベント位置を再現して変位量を算出した。その変位分と落とし込みを可能とするための上げ越し量を考慮して各ベントの高さを設定・管理した。地組立のキャンバー値は設計値と同一を目標に調整・管理し、ブロックを架設するごとにキャンバー値を計測して出来形管理を行った。

また、平面線形が直線から曲線に変化するため、桁の通りについてもキャンバーに影響を与えると考え、規格値の20%（5mm）以内になるよう桁の通りの管理を行った。これらの管理を行った結果、支点支持状態のキャンバー値は、最大が+2mm、最小が-18mmと、当初設定した管理値内

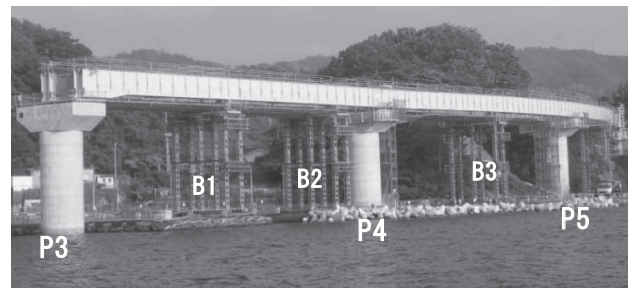


図-7 架設完了（支点支持）

に収めた（図-7）。

② 床版コンクリートの施工方法

床版コンクリート天端の横断勾配は、起点側の2.5%山勾配から終点側の6%片勾配に順次変化していた。さらに床版厚とかぶり厚確保は絶対条件であるため、コンクリート施工の際に打設高さの目安とする検測棒の配置間隔を標準では2m程度であるが1mと密にした（図-8）。これにより、きめ細かく打設高さの管理を行うことが可能となり、床版厚を0mm～+13mmに収めた。

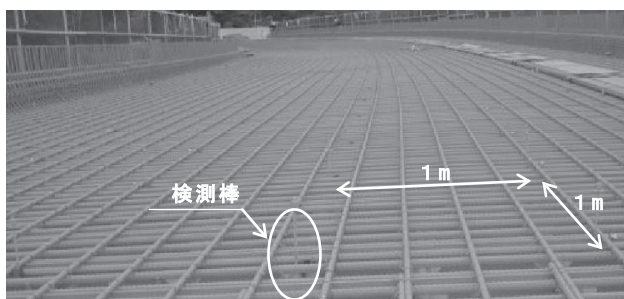


図-8 検測棒設置状況

3-3 コンクリートの品質確保

品質向上および耐久性の確保を考慮し、下記の項目を実施した。

- ① 型枠を保持する資材にセラミック製セパレーター用コーンやエポキシ樹脂薄膜塗装が施されたセパレーターを使用した。また、鉄筋の結束線に被覆結束線を使用した（図-9）。
- ② コンクリートの品質は、打込み時のバイブレータのかけ方に大きく左右されるため、作業者によって差が生じないように挿入角度・深さ・時間を管理した。また、かけ忘れの範囲を生じ

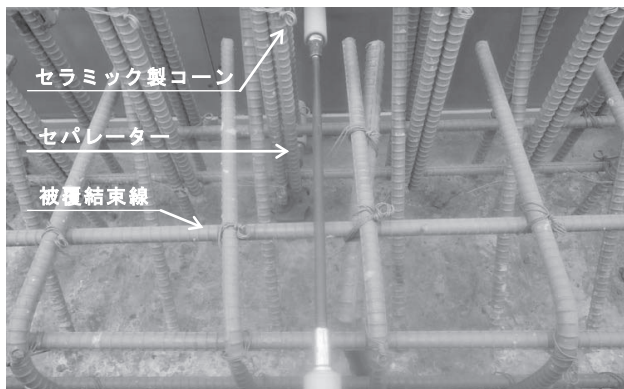


図-9 塩害対策

させないように、マス目で区画化して実施有無の管理を行った。

- ③ 型枠継目部からの練り混ぜ水の流出を防止するため、継ぎ目部に止水テープを施工し、砂すじ発生の抑制を行った。
- ④ 養生時の管理では、温湿度センサーを用いた。湿度が90%を下回らないよう管理を行った。
- ⑤ 湿潤養生完了後に表面含浸材の塗布を行った。上記により、外観の良好なコンクリートを施工することが出来た（図-10）。また、表面含浸材の効果を確認するためコンクリート表面の吸水試験を行った。その結果、塗布前と比較して透水量を89%抑制出来ることが分かった。海上のコンクリート構造物として良好な品質を確保出来たと考えている。



図-10 コンクリート外観

3-4 飛来塩分防護板の施工

飛来塩分防護板を取り付けるために設置されているレール状の部材に着目した。レール状の部材と防護板の間に滑車を設置してロープでパネルを滑り寄せて取り付ける工法を採用した（図-11）。

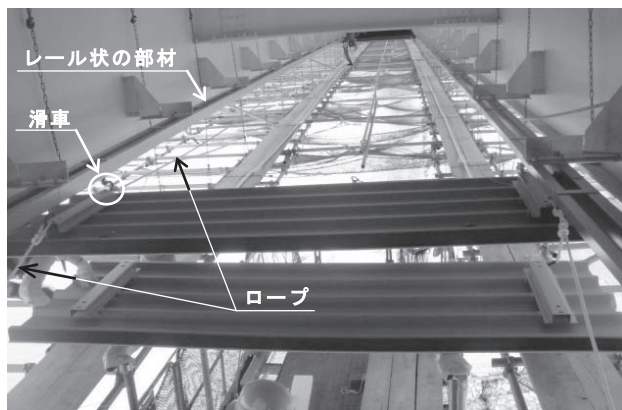


図-11 飛来塩分防護板設置状況



図-12 完成写真

本工法により、高所作業車の据付けが困難な箇所であったが、安全に防護板の取り付けが出来た。

4. おわりに

本工事は、通常の製作・架設における品質・安全に加えて、厳しい腐食環境に対処するための防錆・防食・塩害に対する品質確保にも重点を置く必要があった。

特に、床版および壁高欄コンクリートは、現場施工が品質確保に直結するため綿密に計画・履行した。その結果、高い品質と精度で工期内に施工を完工させることが出来た（図-12）。

最後に本工事の施工に当たりご指導いただいた中国地方整備局港湾空港部境港湾・空港整備事務所の皆様、ならびに工事に関係したすべての皆様に深く感謝の意を表します。

施工計画

水路法線の変更に伴う施工計画の見直しについて

宮崎県土木施工管理技士会
株式会社日徳産業
主任技術者
吉川 真人

1. はじめに

本工事は、延岡インター線の盛土部下にある、既設樋管が弓型に自然沈下し、排水機能が低下しており、現状改善のために新たな水路ルートを、ボックスカルバートにて施工する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：平成27年度臨県特改第27-17-1号
延岡インター線野田工区排水路工事
- (2) 発注者：宮崎県 延岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市野田町地内
- (4) 工期：平成27年11月12日～
平成28年6月30日

・排水路工

ボックスカルバート(2.0m×1.9m)L=95.9m

・付替用水路工（農業用水路）

ボックスカルバート(1.3m×1.2m)L=65.7m

2. 現場における問題点

当初の計画では、既設市道を24時間片側交互通行にて規制し、新しい水路(W=2000×H=1900)を設置する工事である。これに伴い、既設農業用水路(W=1300×H=1200)を寸断してしまうために、付替用水路工として新たにルート変更を行う予定であった。しかし既設農業用水路(ボックスカルバート)天端は、現況の市道舗装高より高く、舗装仕上がり面より露出するため、水路復旧

完了後は、市道の舗装高さ修正(縦横断勾配修正)を行わないといけない問題。

もう一つは、インター線の高架下道路は、前年度工事開始より通行止めを行っていた。市道が通勤、通学路であるために、当工事の影響で終日片側交互通行車線規制に伴う、朝夕の渋滞が懸念されていた。

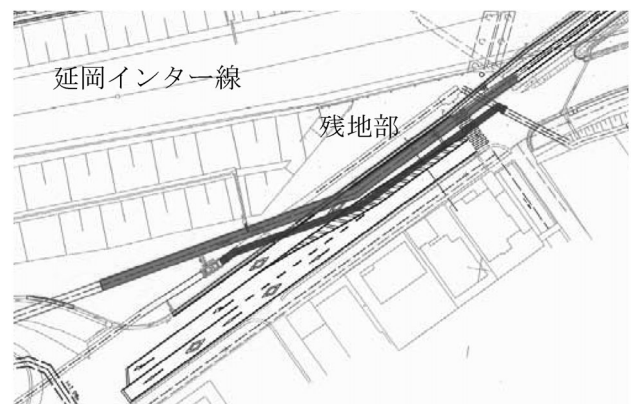


図-1 当初平面図



図-2 着手前現況

3. 工夫・改善点と適用結果

図-1の赤色部が新設水路で、青色部が農業用水路である。両水路とも既設車道部（市道）内に入る計画になっており、前記した問題を解決するために残地スペースに水路法線をシフトする計画を立てた。

当初計画では、一般車両の交通対策として水路施工時、特に据付時には市道通行止めによる施工の可能性があり、通行止めによる作業になれば、夜間作業に変更になる可能性も高くなった。

その対策として、既設の市道幅員がゼブラ帯（安全帯）を含めて10mあったため、ゼブラ帯（安全帯）を利用して1車線を確保出来るように、区画線施工により車線変更を行い、据付作業以外の作業時と、作業終了時には、片側交互交通規制を実施する必要がなくなり、交通渋滞などの一般車両に迷惑を掛ける割合が激減した。

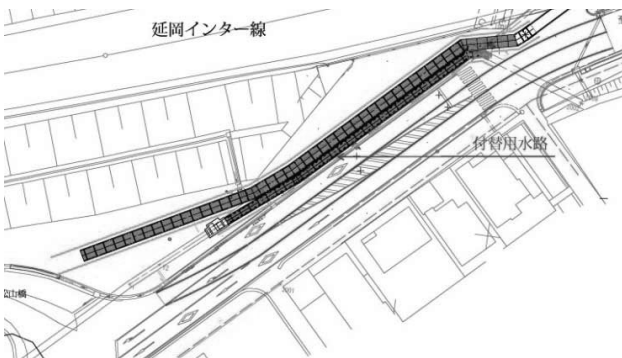


図-3 変更平面図



図-4 車線変更完了

残地スペースに水路法線をシフトするために、起点側の法線を、急に折らなければいけなくなったが、延岡インター線と残地部の境には、補強土壁（コンクリート製）があり、農業用水路の水路天端は、現地盤とほとんど一緒であるが、新設水路の水路天端は、現地盤より2m程度下がる計画高である。掘削面からだると4m近くの高低差が発生する。

当初は、土留め材として建込簡易土留工法（パネル式）が指定仮設にて計上されていたが、この工法は、直線的な法線の施工には適していたが、折れが発生する施工の場合には、不向きであることが判明した。

このため、折れ部の施工区間には、鋼矢板Ⅲ型（L=7.5m）を仮設土留材として協議、採用して頂くようになったが、図-5で分かるように、GL-4.0m付近でN値が40近くあり、高周波パイプロを使用しての鋼矢板の打ち込みに時間が掛かり、道路を挟んだ住宅地から、連続振動作業に対する苦情が来る可能性があった。

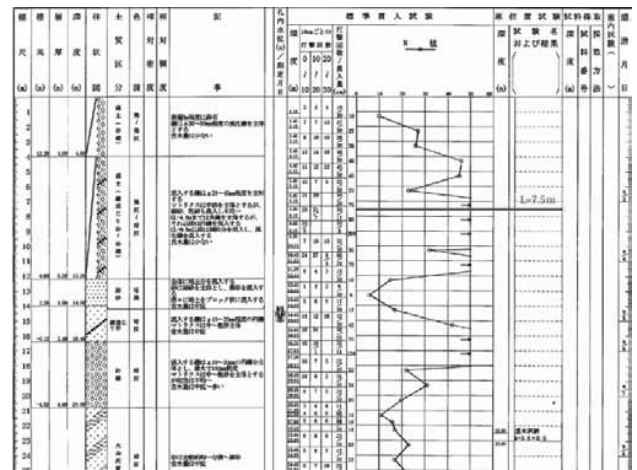


図-5 鋼矢板打込箇所柱状図

先行掘削の提案も行ったが、協議の結果、実際に高周波パイプロにて鋼矢板を打ち込み、問題があれば対応する事となった。万が一のために、先行掘削機械の段取り（仮押さえ）を行ったうえでの施工を試みた。

打ち込み高4m地点からなかなか打ち込み出来ず作業開始1時間後に、現場から直線距離にし

て約90m先の家から、「振動がすごく、夜勤明け寝られる状況にない」と苦情があり作業を中止する事となった。(振動は波状で伝わるために、近くで影響なくても、離れた場所にて影響が出る事があるので注意して対応しましょう。)

すぐに、経過記録簿、施工状況資料、写真を添付し、発注者との打合協議を行い、作業ヤードが狭いこともあり、小型機械で対応できるマルスドライバーにて先行掘削を行って、鋼矢板を打ち込むことになった。この結果、苦情が来ることなく鋼矢板の打ち込み作業は完了した。



図-6 マルスドライバーによる先行掘削



図-7 鋼矢板・山留材状況
右側鋼矢板=高止まり施工(転落災害防止対策)

打ち込み、引き抜き作業などによる、延岡インター線に与える不慮の影響を最小限に抑えるために、ボーリングデータの内部摩擦角(ϕ)より主働崩壊角(α)を算出し、既設重要構造物と鋼矢板芯までの距離が2.522m以内の鋼矢板(L=16.8m・N=42枚)については、埋め殺し対応を協議し承諾を頂いた。

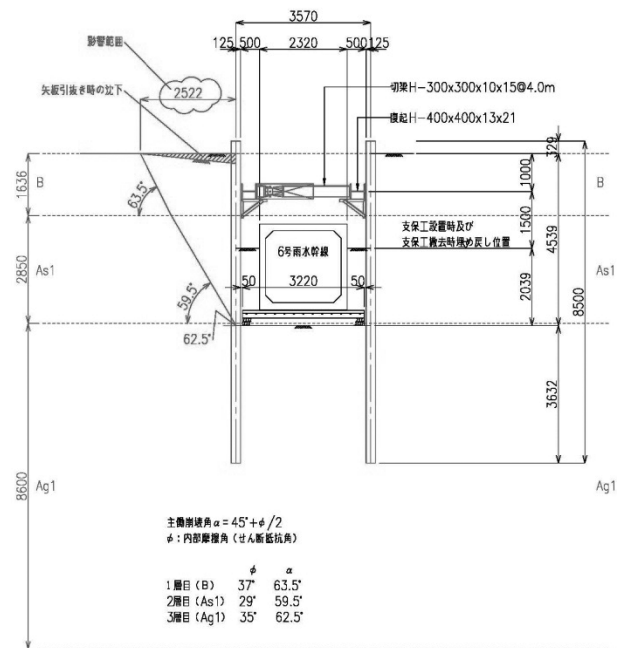


図-8 断面図

この結果、工事中、工事完了後も延岡インター線に不当沈下、陥没など悪影響は、補強土壁(コンクリート製)の変異も含めて確認出来なかった。

当初からの問題点であった、市道部舗装高の縦横断修正も、残地スペースにシフトした事により、掘削影響範囲内での舗装復旧だけで対応できた。

また、設計上は仕方ない事でしょうが、既設地盤高と鋼矢板打込高がほとんど一緒であるため、安全面を考えると非常に転落危険リスクが高い。すぐ横を通過する一般車両、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ため、鋼矢板の長さを設計より1m長くL=8.5mとし、打込高の高止まり施工し、転落災害防止対策を行った。結果、コスト面では高くなったが、第三者災害、転落災害は起こらず、無事故無災害で完了することが出来、発注者から

も高い評価を頂いた。

水路法線を残地側にシフトする計画変更時に、旧農業用水路の撤去も追加工事としたいとの発注者の考えがあった。(当初設計の水路取り壊し数量は、水路交差影響部だけの撤去しか計上されていなかった。) 今回の現場では、図-9のように、旧農業用水路が新設水路の法線上に重なったことが幸いして、旧農業用水路(ボックスカルバート)撤去体積分の床掘土量が減り、コスト低減に繋げる事ができた。

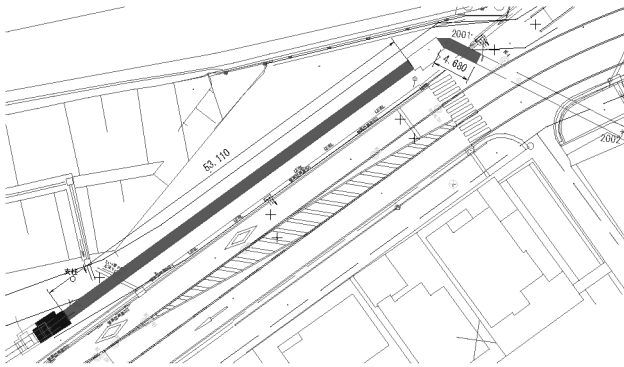


図-9 旧農業用水路撤去平面図

交通誘導員の当初配置計画は、仮設の信号機を利用しても、24時間交通誘導員の配置が必要であった。また現場市道から住宅地への進入路が2カ所あったために、工事に伴う片側交互交通規制を実施するときには、最低でも4～5名の交通誘導員が必要であった。施工時期が、交通誘導員の多忙時期と重なり、警備会社との契約も、なかなか良い返事を頂けないでいたが、法線ルート変更及び区画線による車線変更により、規制内作業が可能になり、ボックスカルバート据え付け作業時だけ、誘導員を配置して作業を進めることができた。

交通誘導員の当初計画予定人数に対して5分の1程度の人数で工事を終わらすことが出来た。

参考にですが、当現場は作業スペースの狭い現場であるため、連続しての掘削、据え付け作業は出来なかった。このため、5ブロックに分割して施工する計画を立てた。少しでも作業スペースを確保するために掘削完了カ所には、大型土嚢を積み上げ、敷き鉄板を設置して、わずか(幅にして約2m)ではあるが作業スペースを確保し、基礎砕石搬入、基礎コンクリート打設時などの機械設置スペースとして有効に利用できた。



図-10 掘削完了カ所の大型土嚢

4. おわりに

今回の水路法線変更にあたり、発注者側との打合せ回数もかなり多くなり時間を要しましたが、要望以上の結果に繋がった事を評価して頂いた。

また、何回にも意見を聞かせて頂き、協力して頂いた、ボックスカルバート製造会社、仮設土留材取扱業者、施工関連業者に大変感謝しております。

ただし、計画変更に伴って準備工に時間がかかってしまい、経費面で会社にも多大な迷惑を掛けてしまったことが残念でした。

施工計画

周辺環境に配慮した施工性、安全性の向上に繋がる 効率的な架設方法

宮崎県土木施工管理技士会

清本鉄工株式会社

製品事業本部製造部製造二課工事係 係長

製品事業本部製造部 次長

片岡 雅志[○]

一瀬 浩二

1. はじめに

本橋は、宮崎県児湯郡西米良村東部に位置し、宮崎県西都市から熊本県湯前町を抜ける国道219号の道路整備を目的として進められている工事である。

架設方法は、当初図-1に示すように、本橋の横側に架設用仮橋と、ベント杭3基を設置し、200tクローラクレーンにて桁を架設するクローラクレーンベント工法が計画されていた。現場は、本橋起点側（A1側）でトンネル工事が同時進行中であり、橋桁が架かる箇所には、現道を迂回させた仮橋（迂回路仮橋）がある。（迂回路仮橋は桁架設前に撤去する計画）

ここに、架設用仮橋、迂回路仮橋の構造に着目し、周辺環境に配慮した施工性、安全性の向上に繋がる効率的な架設方法を述べる。

工事概要

- (1) 工事名：平成26年度交建防安第26-8-01号
国道219号小春工区
(仮称)小春1号橋橋梁工事
- (2) 発注者：宮崎県西都土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県児湯郡西米良村
- (4) 工期：平成26年11月13日～
平成28年2月5日
- (5) 橋長：69.5m（支間長：68.5m）
- (6) 鋼重：290t

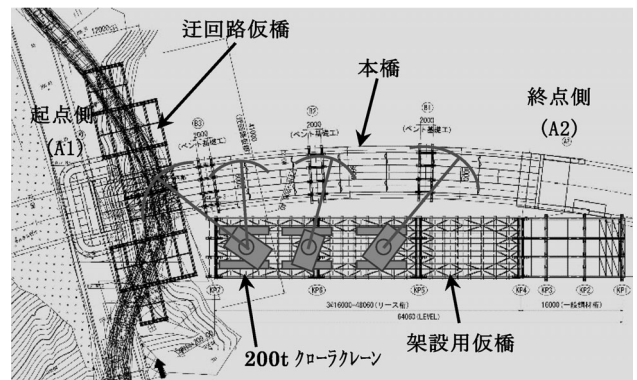


図-1 全体図（当初計画）



図-2 着工前

- (7) 橋梁形式：鋼単純非合成箱桁橋
- (8) 平面曲線：曲線（R=200）

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたり、下記の2点が主な問題点となった。

- ・周辺環境への配慮について

現場は、九州山地の最も山深い静かな場所で、

秋には山々が紅葉し自然豊かな環境である。車両の往来も少なく道路も狭いため、周辺環境に配慮した対策が必要であった。

・仮橋施工時の安全対策について

本橋は、水力発電で九州最大の出力を誇る一ツ瀬ダムの上流にかかる橋であり、降雨によるダム湖水位の変化や、堆積物や濁りが多い水中での作業など、仮橋施工時の安全対策が課題となった。

3. 問題点の検討と適用結果

3-1. 問題点の検討

上記2点の問題点に焦点を置き、架設用仮橋と架設用クレーンに着目した。

架設用仮橋は、主桁が1600Hのプレガーターで、主桁間隔1mピッチ10主桁配置される構造であり、全体重量が620tもあった。

なお、仮橋支持杭は支持方法がモルタル充填で、底面まで水平材、斜材が取り付く構造となっており、水中での部材取り付けや杭の切断作業をしなければならない計画であった(図-3)。

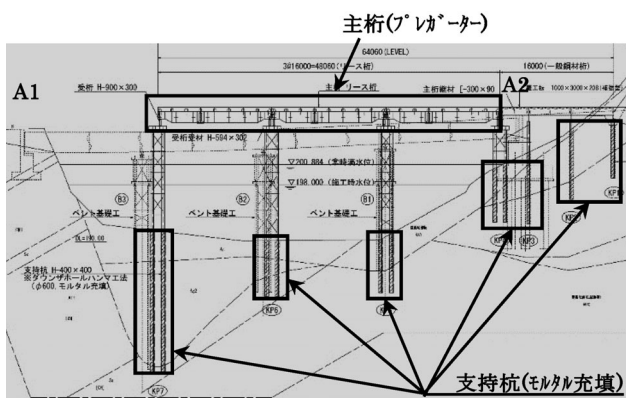


図-3 架設用仮橋図(当初)

そこで、架設用仮橋の構造の根拠を調べた結果、架設時の吊り重量とクレーンの最大反力で仮橋の構造が決定されることがわかった。つまり、「クレーン反力が小さくなれば、架設用仮橋の構造も小さくでき、資機材の輸送台数の低減や重機を小規模化させることで、周辺環境に与える影響を低減できる」と考えた。

架設用クレーンを小さくする方法として、下記

の2案を検討した。

(1案) 桁を単材架設して吊り重量を小さくする。

(2案) 桁架設時の作業半径を小さくする。

以下、検討した2案について詳細を記述する。

(1案) について〔不採用〕

桁を単材架設するには、ベント杭が8基必要になり、当初計画よりも資材が多くなり、また架設用仮橋の杭と合わせると、河川流域断面を障害し、環境にも悪影響を及ぼしてしまう(図-4)。

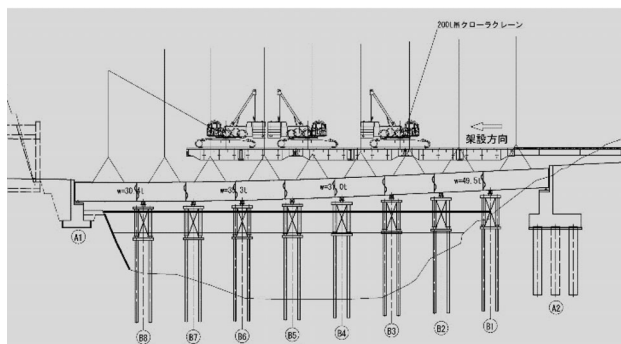


図-4 (1案) 単材架設

(2-1案) について〔不採用〕

桁架設時の作業半径を小さくするためにG1桁を手前のG2桁ラインにかけて、桁全体をG1桁の位置に横取り(スライド)できないか検討した。しかし、曲線桁なので外側G1桁の方がG2桁よりも全長で1.5m長く、G1桁9ブロック全てを架けて横取りすることは不可能であった(図-5)。

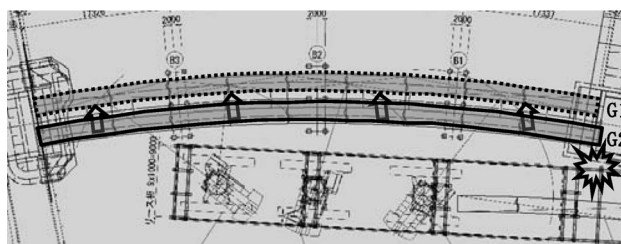


図-5 (2-1案) G1桁全てを横取り

(2-2案) について〔採用〕

架設方法を再検討し、A1側にある既存の迂回路仮橋の構造に着目したところ、支持杭がちょうど箱桁の両側と中央部にあったので、この杭を撤去せずにベント杭として利用し、さらに(1案)の考えを基に、A2側のG1桁のみベントを1基増やし、架設順序を終点(A2)⇒起点(A1)

から、起点 (A1) ⇒ 終点 (A2) に変更した (図-6, 7)。

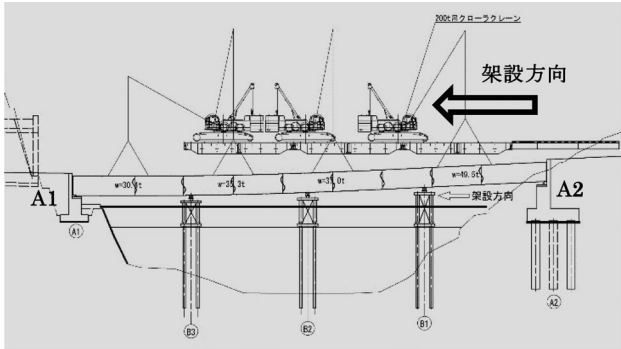
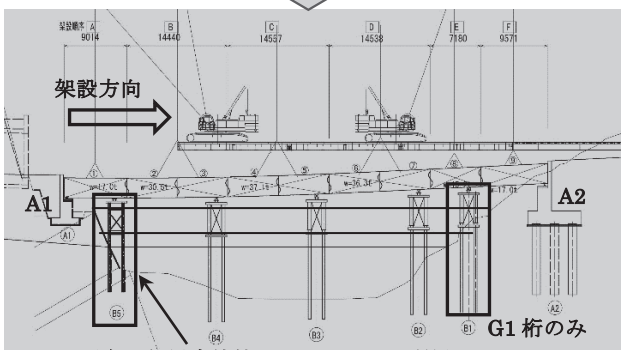


図-6 桁架設計画 (当初)



既存の仮橋支持杭をベントとして利用

図-7 (2-2案)

桁架設は、G1 桁①～⑦ブロックを G2 桁ラインで架設し、G1 桁ラインまで横取りを行い、⑧⑨を単材で架設。クレーン能力を200t から120t に小さくすることで、架設用仮橋の構造を小さくできることがわかった (図-8)。

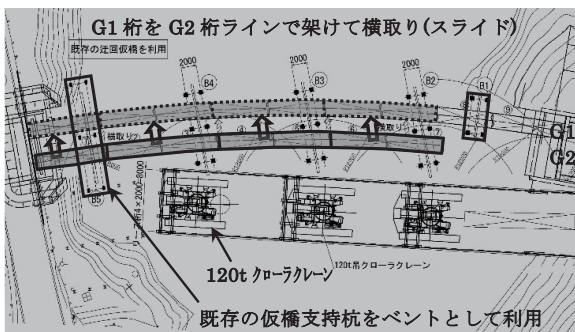


図-8 (2-2案)

クレーンを小規模化させたことで、当初よりも架設用仮橋にかかるクレーン反力が軽くなり、架設用仮橋の構造は、主桁が一般的な900H、主桁間隔2mピッチ5主桁に変更でき、構造を少量化することができた。

また、悪視界での水中作業をなくすために、ダム湖の過去のデータから基準の水位を求め、その水位より上側で水平材や斜材を設計し、支持杭をモルタル充填から水上で撤去可能な砂充填に変更した。(図-9)

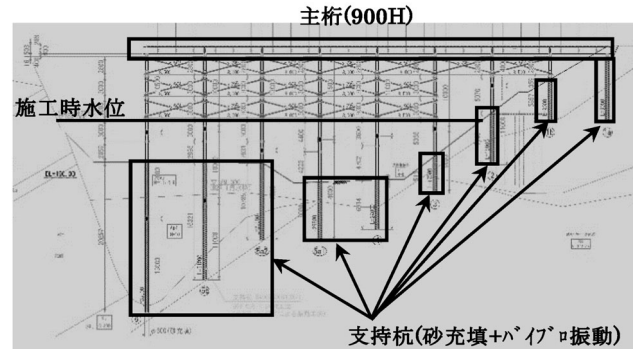


図-9 架設用仮橋構造図 (提案)

3-2. 適用結果

架設用仮橋施工時は、別業者が上流側で河川内の工事をしていた関係で、幸いにも水位が低い状態で施工することができた。

ダウンザホールφ600にて地盤を削孔し、支持杭は砂充填後、さらにパイプロ振動することで、先端支持力と周面摩擦力を確実にすることができた。また、水平材や斜材を取り付ける際に、「スパイダー工法」によるゴンドラ足場を用いることで、部材取り付け時の足場組立解体が不要になり、効率よくかつ安全に施工することができた (図-10)。

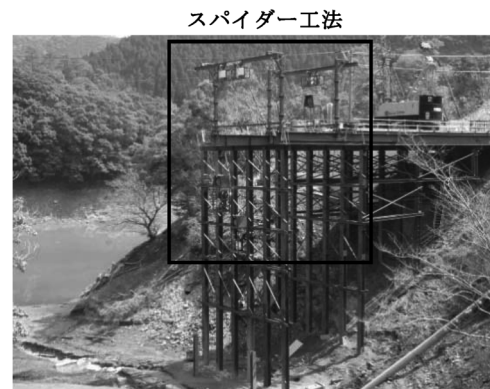


図-10 スパイダー工法による部材取付状況

架設用仮橋の構造が少量化したことで、重量を当初の620t から500t まで削減し、資機材の輸送台数を低減させ、周辺環境への影響を低減させる

ことができた（図-11）。



図-11 架設用仮橋完成

また、架設用仮橋が完成して間もなくダム湖の水位が上昇したが、施工期間中は予想した水位より低かったため、仮橋解体時を含む水中作業をなくすことができた。

ベント組立時はA1側にある既存の迂回路仮橋の支持杭を一部撤去せずに、ベント杭として利用した。次に、桁架設後に杭が撤去できるように、箱桁間の中央部に杭を設置し、G1桁を横取りするために、受梁（軌条梁）を同方向に設置した。

桁架設時は、120tクローラクレーンにてG1桁①～⑦ブロックを手前のG2桁ラインで架設を行い、継手部のボルト本締め後にG1桁ラインまで4.2m横取りを行った（図-12）。



図-12 桁横取り作業前

横取り作業時は各ベントの受梁に目盛りを設置することで、確実に移動距離を管理することができた（図-13, 14）。

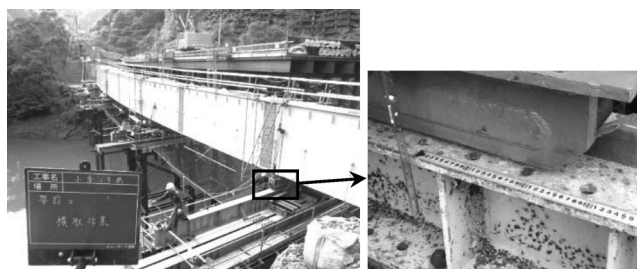


図-13 横取り時 移動距離の管理



図-14 横取り完了

4. おわりに

今回の工事は、架設方法を全体的に見直すことで、仮橋構造の少量化による資機材の輸送台数の低減や架設用クレーンの小規模化によって、周辺環境に対する影響を低減でき、さらに施工性、安全性の向上に繋がる効率的な施工をすることができた。

当社並びに協力会社のスタッフの方々には助言や協力をいただき、深く感謝の意を表する。



図-15 桁架設完了

施工計画

老朽化した中央自動車道跨道橋（P C π ラーメン橋）の 多軸台車による一括撤去

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

現場代理人兼監理技術者

工事主任

設計・解析主任

田寺佳大[○]

茂木秀介

山内誉史

1. はじめに

当該工事は、中央自動車道富士吉田線の供用開始時に赤道の代替施設として整備された溝上橋及び月夜の平橋を撤去する工事で、供用開始当時は、倉見山より材木の搬出で多数の通行があったが、時代の変化により材木の搬出が無くなり、通行者もほとんど無くなったため立入防止柵の設置により通行禁止となっている中、橋梁の老朽化が進行、コンクリート破片の剥落や落橋の危険性も有り、事故時の大きなリスクを抱えるよりも橋梁を撤去し、負の遺産を後世に残さない目的で撤去工事を行うものである。

工事概要

- (1) 工事名：中央道大月管内跨道橋撤去工事
- (2) 発注者：中日本高速道路(株)八王子支社
- (3) 工事場所：山梨県南都留郡西桂町倉見
- (4) 工期：平成28年10月21日～
平成29年7月17日

2. 現場における問題点

当初計画では、西桂町町民グラウンドを施工・解体ヤードとし、ヤードの大月側約430mに位置する溝上橋及び富士吉田側約230mに位置する月夜の平橋（図-1）を多軸台車にジャッキアップ設備及び受桁設備を設置し、中央自動車道富士吉田線を2日間夜間通行止めして撤去する計画であった（図-2）。詳細計画作成に当たり当初計画の照査を実施、多軸台車を運行する区間内に溝上橋側に倉見高架橋（3径間連続RC床版鉄桁2連、2径間連続RC床版鉄桁1連）、月夜の平橋側にボックスカルバートがあり、当初計画では運搬荷重による設計照査が実施されていないことが判明し、設計照査を実施した。設計照査の結果、月夜の平橋側ボックスカルバートについては、発生応力は全て許容値内であったため当初計画通り一括撤去とした。溝上橋側の倉見高架橋は設計B活荷重に対し運搬荷重が大幅な断面力超過となり、当初計

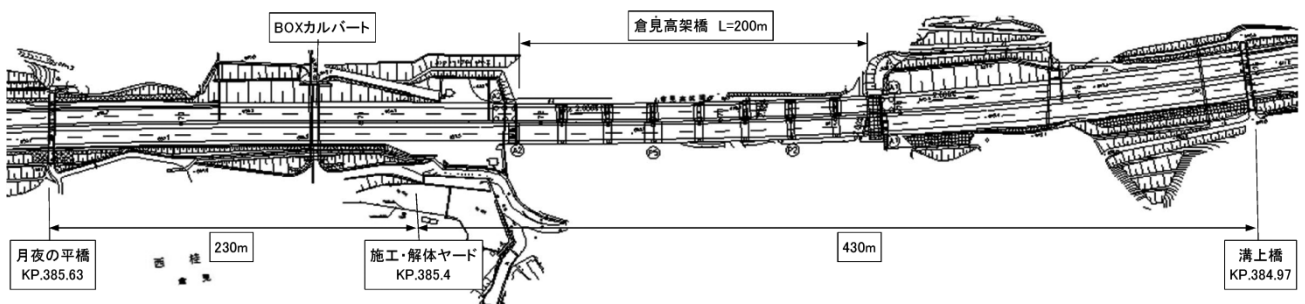


図-1 全体配置図

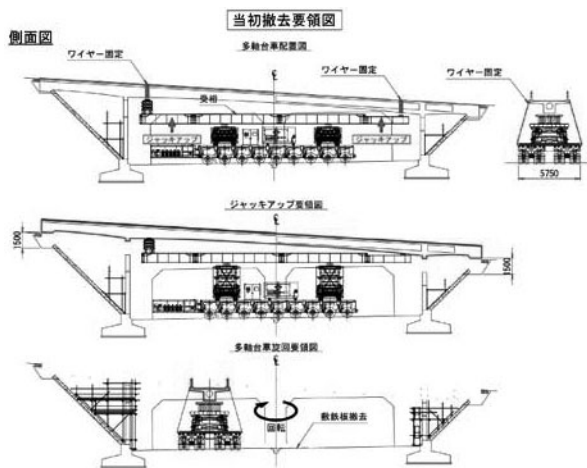


図-2 当初撤去計画図

画での一括撤去は不可能と判断した。

3. 溝上橋撤去方法の検討

3-1 現場条件の整理

溝上橋の撤去工法を変更するに当たり現場施工条件を以下に示す。

- ①倉見高架橋通過時の運搬荷重を設計B活荷重以下にする。
- ②撤去作業は中央道富士吉田線を通行止めし、20：00～翌6：00の1夜間とする。

3-2 撤去工法の概要

倉見高架橋の撤去桁運搬時における運搬荷重の低減方法としては、多軸台車の使用台数を増やし輪荷重の低減を行う方法と撤去桁を分割し撤去することで運搬重量を低減する方法の2案とし、撤去工法を検討した。

① 多軸台車増数による荷重の低減

跨道橋撤去時の多軸台車配置は、跨道橋の橋軸方向（道路の横断方向）に配置する必要があるが、道路幅員より撤去時に多軸台車を増やすことは困難であるため、多軸台車にてジャッキアップしたあと多軸台車を反転し運搬方向にした後、多軸台車を増設しジャッキにて荷重を分散させ解体ヤードまで運搬する。

② 撤去桁を分割して撤去し荷重を低減

跨道橋の橋体をワイヤーソーにて3分割し、中央径間を多軸台車で撤去、側径間を550tトラッククレーン及び400tトラッククレーンで吊上げ、

特殊トレーラーにて解体ヤードまで運搬する。

上記の2工法に付いて設計照査を実施し、どちらの工法でも運搬荷重が設計B活荷重の断面力内であることを確認した。なお②工法については、大型クレーン及び特殊トレーラーの運行に関しても設計照査し断面力内であることを確認した。

3-3 撤去工法の選定

撤去工法を選定するに当たり現場条件である1夜間（実作業時間8時間）での撤去に対し、各工種別の詳細なタイムスケジュールを作成、検討した結果、①工法では多軸台車の増設時間（多軸台車連結作業、ジャッキアップ反力調整）に大幅な時間を要し作業時間内に作業が完了しない（180分超過）ことが判明した。②工法に付いては、作業工種の増大（橋体切断、側径間吊上げワイヤリング等）に伴い①工法と同様に作業時間内に作業が完了しない（90分超過）ことが判明した。

両工法とも通常の施工方法であれば通行止め時間内に作業が完了しないが、施工方法としては②工法を選定し、各工種、作業を工夫することにより通行止め時間内に作業を完了させることとした（図-3）。

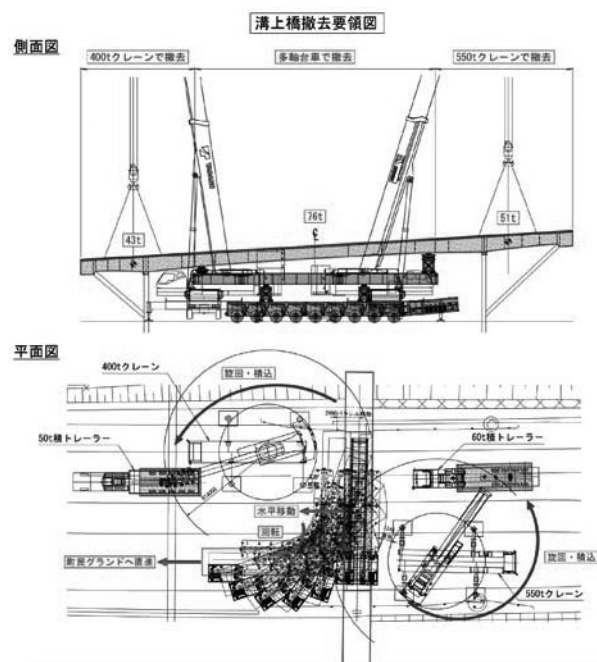


図-3 溝上橋分割撤去計画図

3-4 施工方法の工夫・改善点

通行止め夜間作業時間を短縮する検討方針として、通行止め作業の詳細を検討し、①工夫により事前作業に変更可能な作業は事前作業とする。②作業機械・機具の工夫により作業時間の短縮可能なものを採用する。

① 当日作業を事前作業に変更し作業時間短縮

(1) 大型クレーンの組立

側径間の吊り上げに使用する550t・400tクレーンは、事前に解体ヤードにてキャリア、旋回台、ブームを組立て作業位置まで自走で走行出来るクレーン機種を選定し組立解体時間を短縮した。

(2) 側径間吊上げワイヤリングの先行設置

橋体切断後の側径間重量は、51.0t及び41.6tで、φ65ワイヤー及び20tチェンブロックが必要なためワイヤリング方法を工夫し事前に吊り具を設置し作業時間を短縮した(図-4)。



図-4 吊孔削孔とワイヤリング

② 作業機械・機具の工夫による作業時間短縮

(1) 橋体切断に乾式ワイヤーソーを採用

橋体を切断するワイヤーソーは、一般的な湿式タイプでは養生、清掃の作業時間が必要なためワイヤーソーを乾式タイプに変更、吸引機により粉塵吸引し養生、清掃時間を短縮した(図-5)。

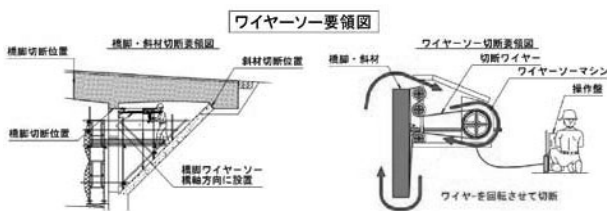


図-5 ワイヤーソー切断要領図

(2) 側径間の運搬に特殊トレーラーを採用

側径間の橋体輸送は移動距離、走行速度、仮設材運搬併用を考慮し、積載荷重が60tの特殊トレーラーを採用した(図-6)。

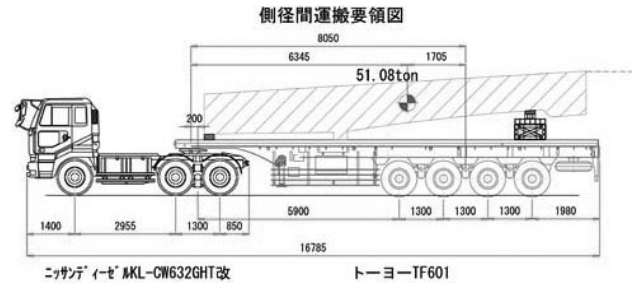


図-6 特殊トレーラーによる運搬要領図

上記の工夫により作業時間を短縮し、実作業時間8時間のタイムスケジュールとして撤去作業を実施した。

3-5 現場施工の結果

月夜の平橋一括撤去については、施工上のトラブルも無く作業予定時間の6時間で一括撤去作業を完了した(図-7)。



図-7 月夜の平橋撤去状況写真

溝上橋撤去では、側径間撤去クレーンを解体ヤード内で組立て通行止め実施後、クレーンアウトリガー養生専用鉄板を25t補助クレーンにて敷設し、大型クレーンを自走で所定位置にセット、カウンターウエイト26tを搭載し目標時間の60分で設置した。側径間のワイヤリングは、車線規制による事前作業で床版面にコア削孔により200×900mmのワイヤースペースを設けワイヤリングを実施、跨道橋下面に落下防止設備を設置するとともにフェイルセーフとして橋面上に落下防止ワ

イヤーを設置した。当日の玉掛け作業は上記準備により10分で完了した。橋体の切断に使用する乾式ワイヤーソーは、橋面上に事前設置し、通行止め作業ではダイヤモンドワイヤーをセットし、70分で切断した。切断時の粉塵は、吸引機により吸引したため飛散は最小限とすることが出来た上、路面の清掃作業はほとんど必要が無かった（図-8）。



図-8 乾式ワイヤーソー切断状況

積み込み運搬作業では、橋体切断により橋体内部のPC鋼線が切断されるため解析結果に基づき受け点を設置、荷下ろしラッシングを行い運搬、30分で積み込み運搬を完了した。中央径間の多軸台車による運搬も問題なく終了した（図-9）。



図-9 中央径間運搬状況写真

なお、倉見高架橋上の運搬は、設計解析により断面力が最小となる位置を算出し、路面上にマーキング、走行時にレーザーポインターにて位置確認した。同時に走行時の路面たわみ量を計測し高架橋橋体に影響が無いことを確認した。

今回の撤去作業は、跨道橋2橋を2夜間通行止

めにて撤去する作業であったが、通行止め時間内に撤去を完了するとともに既設橋梁への影響を最小限とし施工することが出来た（図-10）。



図-10 溝上橋撤去状況写真

今回の撤去作業には、十分な面積の解体ヤードが確保出来たため、撤去当日に使用する作業車両52台を最短時間で現場配置でき車両移動によるロスタイムも最小限とすることが出来たが、今回と同様の撤去工法を採用する場合は、施工ヤードの確保がポイントとなる（図-11）。



図-11 溝上橋撤去完了写真

4. おわりに

本工事において、老朽化した高速道路上の跨道橋を分割し、最小限の通行止め日数、時間にて撤去が可能となることが立証できた。ただし、施工に必要なヤードが十分に確保出来ることが条件となる。

最後に、当該工事の施工に当たりご協力頂いた関係者の皆様に感謝致します。

施工計画

上武大橋上部工における送り出し架設の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

山田 俊 行[○]

監理技術者

白 石 文 伸

現場担当

中 島 誠 司

1. はじめに

上武大橋は利根川を渡河し、群馬県伊勢崎市と埼玉県深谷市を結ぶ橋梁である。既設橋（トラス橋）は1934（昭和9）年に建設され、80年以上の月日が経過しており、老朽化による損傷や幅員が狭いなどの理由により架け替えられることになった。本工事の施工範囲は13径間の内7径間である（図-1）。その中で5径間を送り出し工法にて施工したが、工事期間中、現場条件や工期の問題を抱えながらの施工となった。ここではその対策と効果について記述する。

工事概要

- (1) 工 事 名：上武大橋上部工 P3～P10
- (2) 発 注 者：埼玉県熊谷県土整備事務所
- (3) 工事場所：埼玉県深谷市中瀬地内
- (4) 工 期：平成27年10月22日～
平成29年3月28日

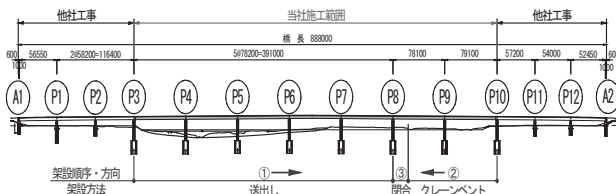


図-1 施工範囲と架設順序

2. 現場における問題点

本工事を進める上で、下記の3点が大きな課題であった。

2-1. 流水部橋脚上の送り出し設備の設置方法

P4からP7の送り出し設備の設置時期は出水期（6月～10月）である。橋脚が河川の流水部に位置すること、架橋位置に併設された既設橋はトラス構造かつ幅員が5.5mと狭いため、既設橋を利用した施工が困難なこと（片側交互通行不可）より、桁架設前の橋脚上への人の移動方法、送り出し設備の設置方法が課題となった（図-2）。



図-2 既設橋と架橋位置

2-2. 手延機到達時の支持方法と送り出し設備組立の工夫

前述した通り、桁架設前に送り出し設備を組むことができないため、未着手の橋脚に手延機が到達することになる。

到達時のたわみが約4mあること、工程上橋脚に到達してから次の送り出しまでの期間が3週間と短いこと、橋脚上が狭小空間であること（図-3）より、安全かつ合理的な施工方法が求められた。

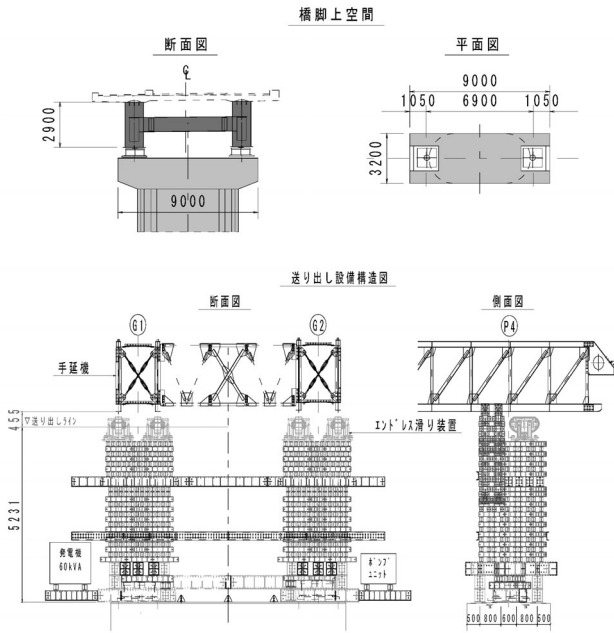


図-3 橋脚上空間(上)と送出し設備(下)

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. 流水部橋脚上の送り出し設備の設置方法

送り出し架設では、橋脚周りからクレーンにて脚回り足場、ワイヤーブリッジを設置した後、送り出し設備を組み立てるのが一般的である。しかし、出水期であることや河川協議等の制約から、桁の送り出し後に脚回り足場や送り出し設備を組み立てることとした。

施工方法は、最初の送り出し前に、送り出しヤードにて主桁と手延機上に軌条設備を設け、自走式小型クレーン(2.8t×8m)と自走式運搬台車(耐力10t)を設置した。この状態で桁を送り出し、手延機を橋脚に到達させた後、小型クレーンと運搬台車にて、足場、送り出し設備、支承、下部工検査路を設置した(図-5)。



図-5 橋脚上設備の運搬、設置状況

2-3. 手延機の搬入遅れによる工程回復対策

昨春の新名神での橋桁落下事故の影響で、予定していた手延機が必要時期に搬入できなかった。しかし、上武大橋の暫定開通時期や後続のPC床版施工業者への引き渡し時期が決まっており、工期を延伸することができなかった。このため、約2ヵ月の工程回復対策が必要になった(図-4)。

以上の条件下で、安全で確実な工期を遵守するための工夫を求められた。

全体工程表(日割工程)			
箇所	平成28年4月	平成28年5月	平成28年6月
P3~P8	準備工	既設桁足場防壁工	軌条設備組立
関連工事	▽工事中止指示(4/23)		
箇所	平成28年7月	平成28年8月	平成28年9月
P3~P8	桁地組、搬取	手延、桁上クレーン、台車組立	桁地組
関連工事	▽工事再開指示(7/7) 手延機解体、搬入		
箇所	平成28年10月	平成28年11月	平成28年12月
P3~P8	2m送 第2回送出(P5)	2m送 第3回送出(P6)	2m送 第4回送出(P7) 第6回送出
P8~P10	脚上設備(老番)	脚上設備(若番、老番)	脚上設備(若番、老番) SB架設
関連工事	P7脚上設備組立 桁地組、架設(右岸)		
箇所	平成29年1月	平成29年2月	平成29年3月
P3~P8	軌条設備解体	ワイヤーブリッジ解体	桁上軌条設備解体(左岸)
P8~P10	最終送出台車組立	送出ヤード防護工解体	桁上クレーン、台車解体
関連工事	第6回送出 桁降下(1班) 最終送り出し 陸下ジャッキ盛替 桁降下(2班) 桁架設(右岸)、HTB 桁調整、引込、落込、HTB		
			桁上軌条設備解体(右岸) 桁上クレーン、台車解体

図-4 現場全体工程

また、小型クレーンが一時的に勾配のきつい手延機上を走行する際の登坂能力補助と、逸走防止対策として、手延機上に小型ウインチを設置した。

連結構を挟んでの資機材の積み替え、橋脚上での作業時にはレバブロックによるラッシングと輪留めを設置し、2重の逸走防止対策を行った。

3-2. 手延機到達時の支持方法と送り出し設備組立の工夫

送り出し解析の結果より、最大張出時(78.2m)の手延機先端のたわみは約4mである。

送り出し完了後、P7橋脚での桁降下量が最少になるように送り出しラインを設定したため、このたわみ分を上げ越した連結構を製作する必要がある。このため、上向きに6.6%の角度をつけた

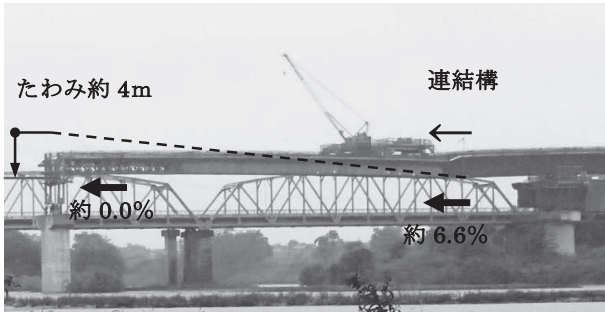
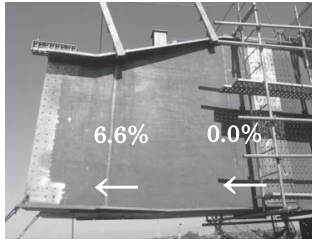


図-6 連結構（上）P4橋脚到達状況（下）

連結構を製作し、主桁に取り付けた（図-6）。

また、送り出し完了後、即時に先端を仮受するために、手延機先端にH鋼を縦に取り付け、荷重が支持できるようにした（図-7）。この仮受設備がない場合、橋脚と手延機との設備を人力で組むことになり、手延機が安定した状態になるまで時間と労力を要する。さらに手延機が解析通りにたわまないことや逆の場合も考慮し、仮受設備の受点直下に人力で動かせる重量のサイコロ型のH鋼（49kg）を積み上げることで調整代を設けた。さらに各橋脚到達時の手延機と橋脚とのクリアランスに対応できるように3tチェーブロックを仕込み、送り出し前に調整した。

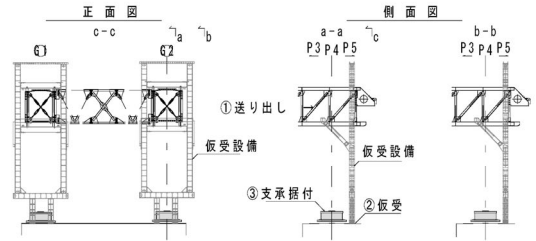


図-7 先端支持状況（上）送り出し状況（下）

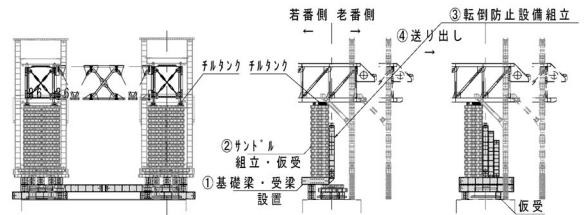
手延機先端の仮受後、次の送り出しが可能な状態にするため、狭い橋脚空間の中、以下のステップで送り出し設備を組み立てた（図-8）。

・送り出し設備組立ステップ

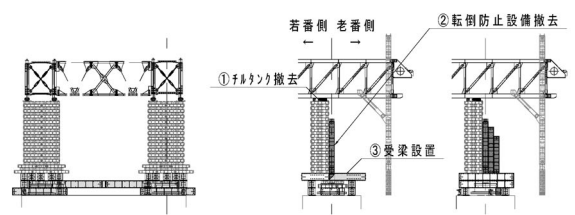
STEP-1 手延機到達、先端仮受、支据付



STEP-2 若番側設備組立（チルタンク）、2m送り出し



STEP-3 荷重交替、ラッシング、転倒防止撤去



STEP-4 老番側送り出し設備組立（エンドレス滑り装置）、送り出し

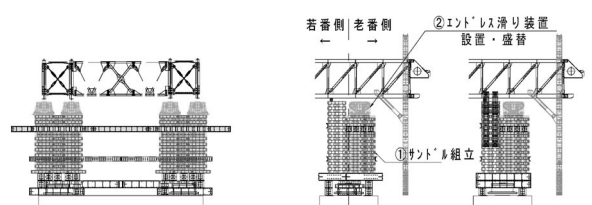


図-8 送り出し設備設置ステップ

3-3. 手延機の搬入遅れによる工程回復対策

平成28年4月末から現場作業に着手したが、予定していた手延機の搬入が遅れる事態から、工程回復対策を練った。

①300tクレーンによるP7設備の先行組立

送り出し架設の終盤に到達するP7、P8橋脚上の送り出し設備については、手延機が到達した後に桁上クレーンで組み立てては、工程的に間に合わなかった。このため、濁水期（11月～）に入ってから、高水敷に300t吊オールテレーン

クレーンを据え付け、1径間先のP7送り出し設備の組立を行った(図-9)。この結果、クリティカルパスからも外れ、約3週間の工程短縮が図れた。



図-9 P7脚上設備の先行組立

②200 t クレーンによる左岸、右岸同時架設

当初計画では、P3～P8の送り出し架設完了後、200 t クレーンを左岸から右岸へ移動し、P8～P10のベント架設を行う予定であった。しかし、最初の送り出しが遅れたため、送り出し架設と並行して、別の200 t クレーンにてベント架設を行った(図-10)。この結果、約3週間の工程短縮が図れた。



図-10 右岸、左岸同時架設状況

③地組ブロック数の変更

手延機の搬入待ちの期間を有効活用するために、送り出し桁の地組ブロック数を変更した。

第1回地組	12ブロック	⇒	17ブロック
第2回地組	10ブロック	⇒	6ブロック
第3回地組	9ブロック	⇒	6ブロック
第4回地組	9ブロック	⇒	6ブロック
第5回地組	5ブロック	⇒	10ブロック

④桁上クレーン2台による降下設備撤去

当初計画では、送り出し架設完了後は、桁上クレーンと運搬台車を1台にし、桁降下を行う予定であった。しかし、桁上クレーンと運搬台車を使用する工種が、架設工以外に複数あったことや、積み替え手間を減らすために、2台の桁上クレーンと運搬台車で桁降下、軌条設備解体を行った。この結果、約2週間の工程短縮が図れた(図-11)。

図-12に架設完了後の上武大橋を示す。

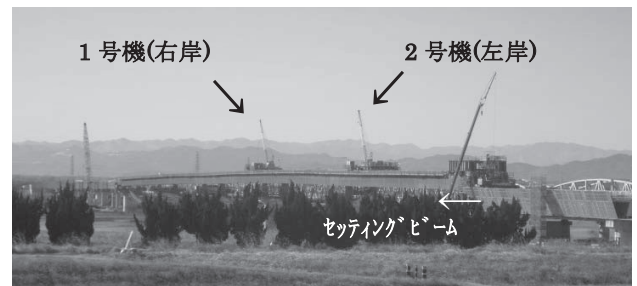


図-11 桁降下状況

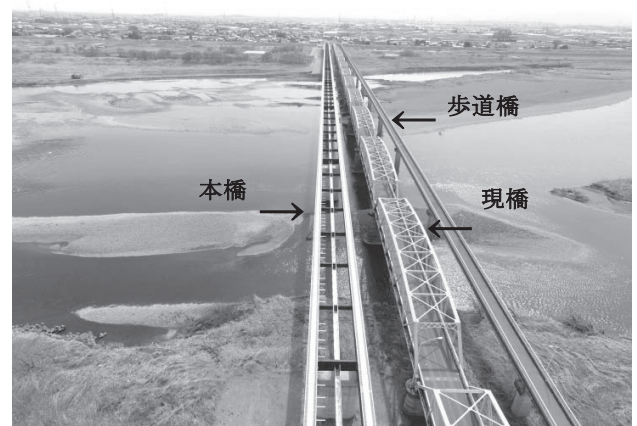


図-12 架設完了

4. おわりに

架け替え工事において、現場条件等から、既設橋や桁下空間が利用できない場合が多々あるが、少ない作業スペースで効率よく施工することが課題である。本稿が同種工事の一例として、施工方法の参考となれば幸いである。

最後に、本工事を円滑に進めていく上で、協力を頂いた埼玉県熊谷県土整備事務所の方々、関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。

施工計画

多軸式特殊台車での一括架設工法 (鋼製橋脚基部まで地組ヤードにて地組～運搬)

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

井田 修 一〇

監理技術者

細木 誠

計画担当者

吉田 謙一郎

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成27-28年度国分川橋上部工事
- (2) 発 注 者：四国地方整備局土佐国道事務所
- (3) 工事場所：高知県高知市高須砂地地先
- (4) 工 期：平成27年12月3日～
平成29年5月31日

本工事は、高知東部自動車道整備事業の一環で、一般国道55号高知南国道路建設工事に伴う、5径間連続ラーメン鋼床版箱桁橋（橋長299m）のうち、2径間部分（全長90.2m）の架設工事である。

架橋地点が既設道路上に架かる上下構造となるため、一般国道への影響を極力少なくした多軸式特殊台車（以下、多軸台車）による一括架設工法を採用した。鋼桁および鋼桁と剛結する鋼製橋脚基部2基を地組立ヤードにて地組立し、橋脚基部2基含む門型部（鋼重760t、全長50m、幅員25m）



図-1 多軸式特殊台車一括架設状況

と鋼桁単独部（鋼重330t、全長30m、幅員26m）の2回に分けて運搬・架設した。

2. 現場における問題点

本工事では、鋼製橋脚基部を含む門型部の施工において、以下に示す3点が主な課題であった。

2-1 地組立・架設時の誤差吸収と地組立時の精度確保

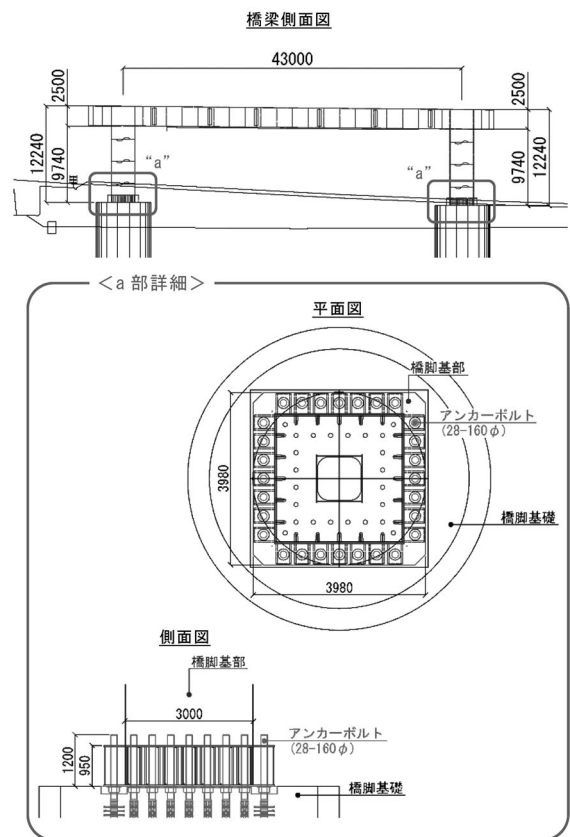


図-2 橋脚基部詳細図

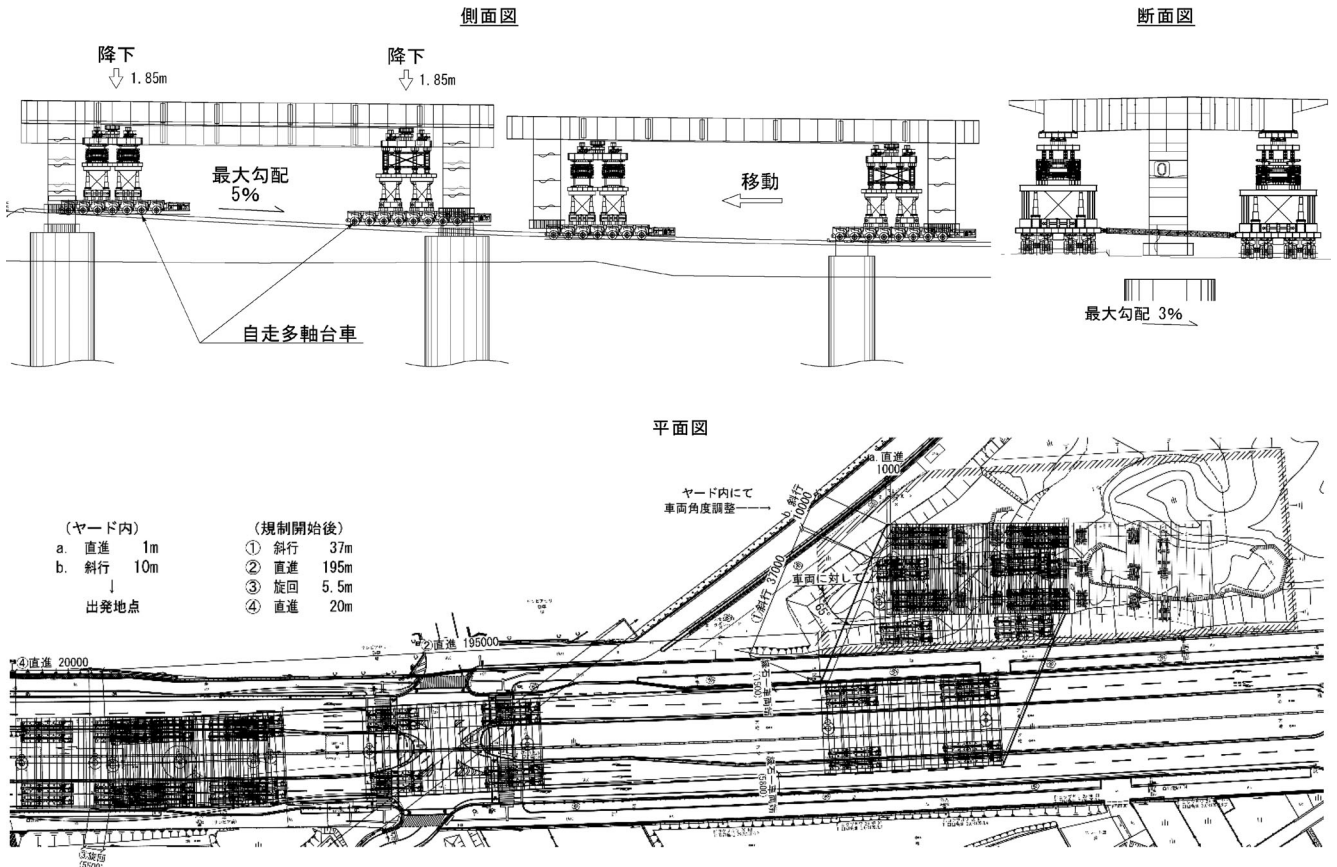


図-3 架設概略図

本工事では、多軸台車での一括架設時に橋脚基部へアンカーボルト計56本（160φ-28本×2橋脚分）を同時に差し込まなければならず、地組立誤差・多軸台車位置調整誤差をどのように吸収するか、またどのように地組立の精度（特に橋脚基部の位置）を確保するかが課題であった（図-2）。

2-2 多軸台車上設備の選定と運搬時の桁反力管理および安全対策

多軸台車の走行面である既設道路路面には、縦断勾配最大5%、上下線横断勾配差3%程度の傾斜があり、それらに対応するための多軸台車設備をどのようにするか、また、多軸台車運搬時の桁反力管理および水平力に対する安全対策をどのようにするのが課題であった（図-3）。

2-3 橋梁運搬時のタイムスケジュール管理

橋梁地組立位置から架設位置までの橋梁運搬距離が260mと長かったため、運搬中の多軸台車反力・勾配調整も含めて、どのようにスケジュールを設定・管理するかが課題であった（図-3）。

3. 工夫・改善策と適用結果

3-1 橋脚基部アンカー孔の拡大

発注時の橋脚基部のアンカーボルト用削孔径は、アンカーボルト径160φに対してφ180であったが、φ260へと拡大した。

これにより、2橋脚同時に橋脚基部へアンカーボルトを挿入することができた。

3-2 地組立時鋼製橋脚固定方法およびアンカーボルト計測結果の反映

地組立時の橋脚基部下の基礎をコンクリート基礎とした。また、アンカーボルトにて基礎へ固定

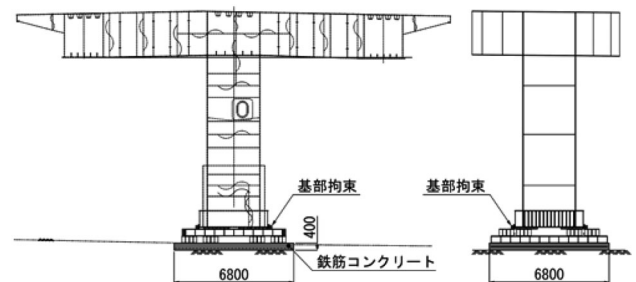


図-4 橋脚基部の拘束

した基礎梁にガイドを付けることにより、橋脚基部を拘束した（図-4）。

また、架設に先立ち据え付けた直定式アンカーボルトの平面的な位置を計測し、地組立の橋脚基部位置へ反映した（図-5）。



図-5 アンカーボルト計測状況

このように橋脚基部を固定し、アンカーボルトの計測結果を地組立に反映することにより、橋脚基部の位置精度を確保することができた。

3-3 昇降ジャッキの2段構成

前方多軸台車設備は、既設道路縦断勾配(前方・後方台車高低差最大1.6m)への対応およびアンカーボルト差込み降下分(1.85m)の昇降量を考慮し、昇降ジャッキ2段の構成とした。

これにより、道路縦断勾配に対応することができた（図-6）。

多軸式特殊台車：7軸（Cap770t）×2台
 昇降ジャッキ：2段×2列（Cap240t+Cap250t）

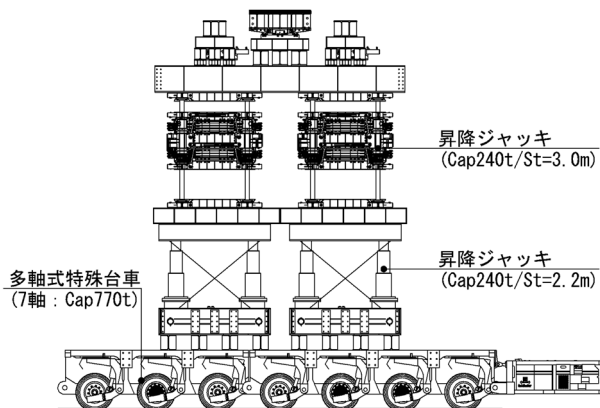


図-6 前方多軸台車設備

3-4 地組ヤードでの桁反力・形状確認および運搬時の反力管理

地組立ヤードにて地組立桁を多軸台車へと受け替えた時の桁反力および桁形状を事前に計測し、計算値と比較することにより、架設当日前に多軸台車支持状態での安全性を確認することができた。

また、運搬中の桁反力は、逐次確認するとともに、桁断面耐力の90%を許容値として、多軸台車サスペンションおよび昇降ジャッキを調整することにより管理した。

これにより、架設位置まで無事桁を運搬することができた。

3-5 横ズレ防止ストoppaとボルト固定

運搬時の水平力対策として、桁の横ズレ防止ストoppaをボルトにて固定した。また、主桁下フランジにボルト孔をあけ、設備上部と桁をボルトにて固定した。

これにより、桁ずれすることなく最後まで架設できた（図-7）。



図-7 横ズレ防止ストoppa

3-6 タイムスケジュール管理

規制時間は、道路占用協議を行い、通常よりも1時間長い、20：00～翌6：00とすることにより、運搬時間を320分確保できた。また、地組ヤードへの引き返しタイムリミットのチェックや不測の事態に万全を期す上で危機管理タイムスケジュール表を作成し、架設当夜に設営した一括架設本部にて、時間管理を徹底した。

これにより、予定スケジュールに沿った運搬することができた（図-8）。

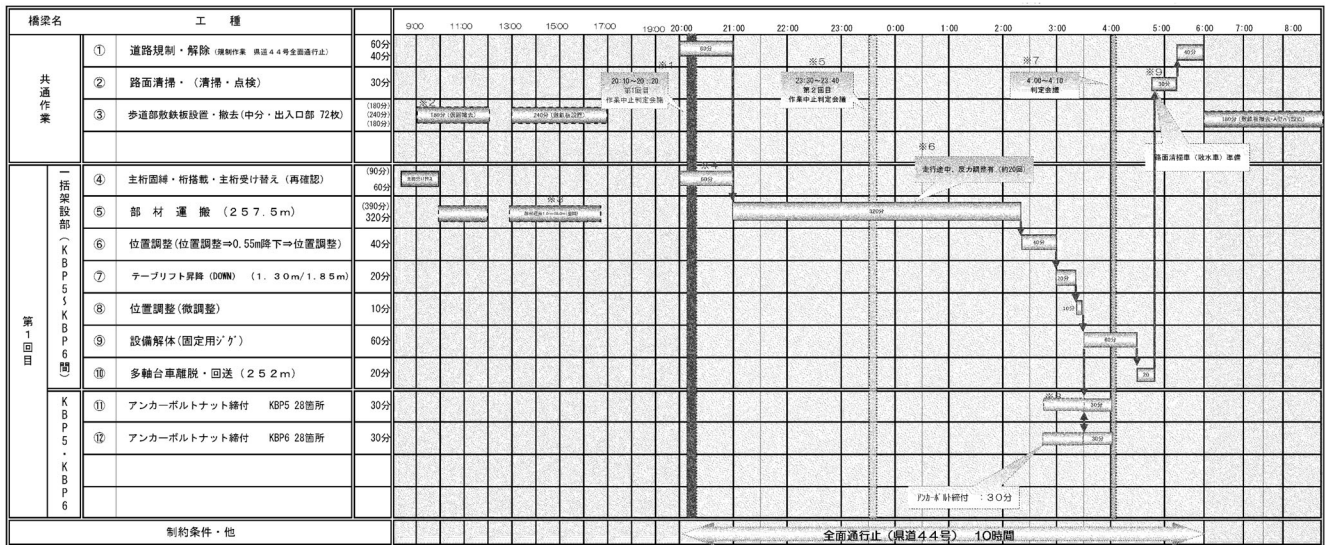


図-8 一括架設タイムスケジュール表



図-9 アンカーボルト挿入状況



図-11 一括架設完了

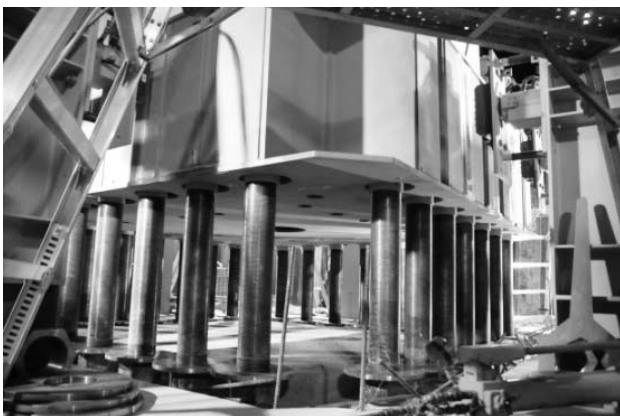


図-10 アンカーボルト挿入状況 (詳細)

4. おわりに

多軸台車での一括架設は、主要道路の交通規制日数を大幅に減少し、道路利用者への影響を最小限とする工法である。本工事においても、安全かつ迅速な施工を可能にする工法として採用された。運搬距離の長さや走行面の大きな縦横断勾配に対応する技術に加え、下部工アンカーボルト部に2橋脚同時に挿入しなければならないという高度な技術が必要とされた本工事の実績が、今後の工事の参考となれば幸いである。

最後に、本工事の施工に際し、四国地方整備局土佐国道事務所の関係各位から多くのご指導とご助言をいただきましたことを深く感謝申し上げます。

施工計画

伊里前川橋の現場施工条件に適応した架設計画の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本ファブテック株式会社

現場代理人

福田 修 平

1. はじめに

三陸自動車道は、宮城県仙台市の常磐自動車道（仙台東部道路）を起点とし、岩手県釜石市で東北横断自動車道釜石秋田線と連絡し、岩手県宮古市に至る、延長約224kmの高規格幹線道路である。

路線の沿線は、2011年3月の東日本大震災で甚大な被害を受けた都市ばかりであり、早期復興のため数多くの復興工事が行われており、三陸自動車道の全線開通が待たれている。

本工事の伊里前川橋は、宮城県本吉郡南三陸町歌津を起点に気仙沼市本吉までを結ぶ延長約12kmの三陸自動車道の歌津IC～歌津北IC間に位置する、鋼3径間連続非合成5主鈹桁橋である。本橋の特徴として、A1-P1間に伊里前川、P1-P2間に県道払川向町線、P2-A2間に用水路が流れており、伊里前川上空は鋼桁の落とし込み架設となっている。

本稿では伊里前川橋の現場架設における施工条件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：伊里前川橋上部工工事
- (2) 発 注 者：国土交通省東北地方整備局
仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県本吉郡南三陸町歌津
- (4) 工 期：平成27年2月18日～
平成28年3月30日

(5) 橋 長：180.0m

(6) 橋梁形式：鋼3径間連続非合成5主鈹桁橋

本橋の構造一般図を図-1、着工前を図-2に示す。

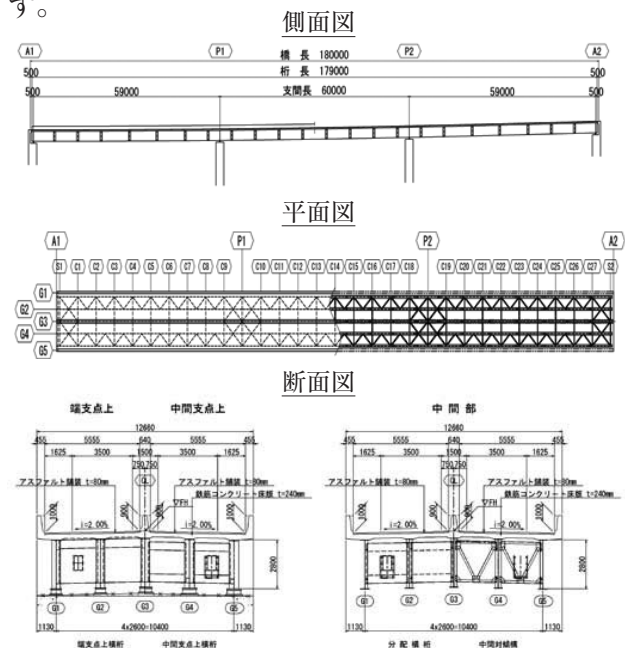


図-1 構造一般図



図-2 着工前

2. 現場における問題点

本橋梁は、伊里前川、県道弘川向線上空に架設する橋梁である。

当初の架設計画は、ベント3基を使用して最大5ブロック地組によるトラッククレーンベント工法であったが、5ブロック地組においては架設後の支持間隔が40.5mとなり横倒れ座屈してしまうことから、200t吊トラッククレーンによる架設が不可能となる恐れがあった。

また、本橋梁の架設高さが地上から20mの高さとなることから交差する県道弘川向町線への安全確保や、伊里前川上空は落とし込み架設となっていることから落とし込み架設における添接作業の確実性及び出来形精度を高める検討を行う必要があった。

以下に本橋梁の架設に関する課題を整理する。

- (1) 横倒れ座屈に対する地組割りの変更とベント設備の追加設置計画
 - ・200t吊トラッククレーンを使用した施工可能な架設計画の立案
 - ・県道弘川向町線に対する俯角を考慮したベント配置計画の立案
- (2) 架設桁上からの飛来落下物防止計画
 - ・上空20mからの飛来落下物防止対策
 - ・交差する県道弘川向町線への安全対策
- (3) 落とし込み架設の検討
 - ・狭隘空間での落とし込み添接作業の確実性と上部工出来形精度を高める工夫

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 横倒れ座屈による地組割りの変更とベント設備の追加設置計画

当初計画の200t吊トラッククレーンを要したトラッククレーンベント架設工法を採用するべく、架設桁の地組割りの変更、ベント設備の配置計画を立案し、実施した。当初計画においては、架設後にP2橋脚とベントの2点で支持することとなる。その支持間隔は40.5mとなり5ブロック地

組による架設は不可能となった。横倒れ座屈の検討結果は下記の通りとなった。

$$L/B = 40,500\text{mm}/520 = 77.9 > 70.0 \text{OUT}$$

この際、最大地組ブロックを4ブロックとしベント設備の配置計画を行った。地組割りの変更による横倒れ座屈照査の結果は下記の通りとなった。

$$L/B = 30,050\text{mm}/520 = 57.8 < 70.0 \text{OK}$$

ベント設置数は当初の3基から5基に追加変更し、架設時の施工性及び県道弘川向町線への安全性を考慮し、ベント設備の配置計画を行った。県道弘川向町線上空は4ブロック地組による架設となることから、P1橋脚の老番側にB2ベントを、P2橋脚の若番側にB3ベントを設置する必要があった。特にB2ベントの設置位置は、県道弘川向町線に近接するため、ベント頂部が県道からの俯角75°の範囲を常時侵さない位置に設定し、主桁を受けられる位置とした。

以上の計画により200t吊トラッククレーンを採用した現場施工を行うことができた。

当初計画図を図-3、変更計画図を図-4、B2ベント配置検討図を図-5に示す。

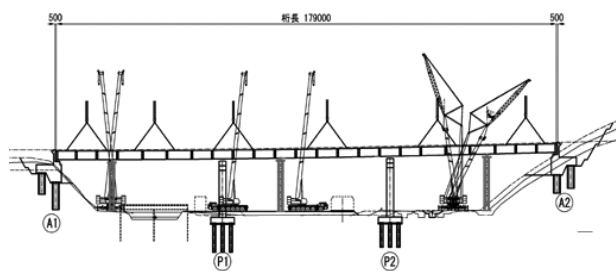


図-3 当初計画図

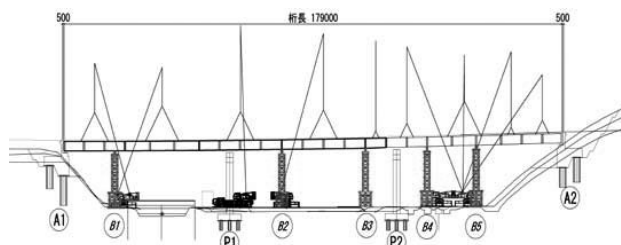


図-4 変更計画図

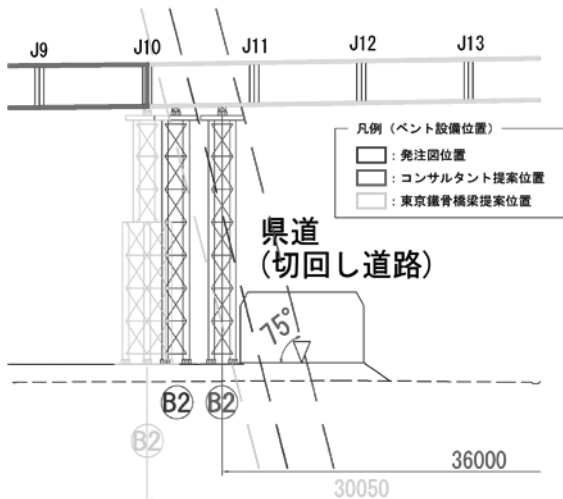


図-5 B2ピント配置検討図

(2) 架設桁上からの飛来落下物防止計画

本橋は地上20mの高さに位置し、伊里前川、県道弘川向町線と交差すること、田東山から吹き降ろされる強風も加わり、飛来落下物が発生した場合に、河川への異物混入、一般交通への災害が広範囲にわたることが懸念された。

そこで、県道弘川向町線と交差する本橋の朝顔防護は上端を1.5m嵩上げし、嵩上げ部はメッシュシートで追加防護する構造とした。その結果、架設桁上からの飛来落下物の発生を防止し河川への異物混入防止と一般交通災害を防止することができた。

足場構造図を図-6、朝顔足場を図-7に示す。

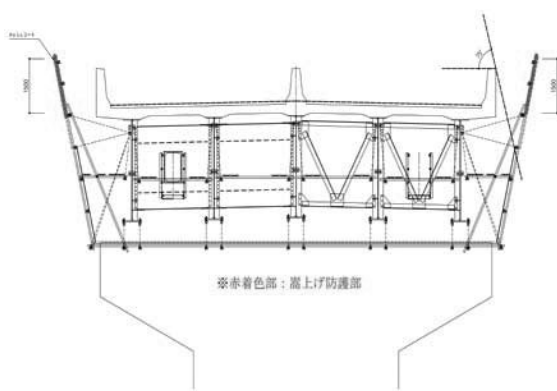


図-6 足場構造図

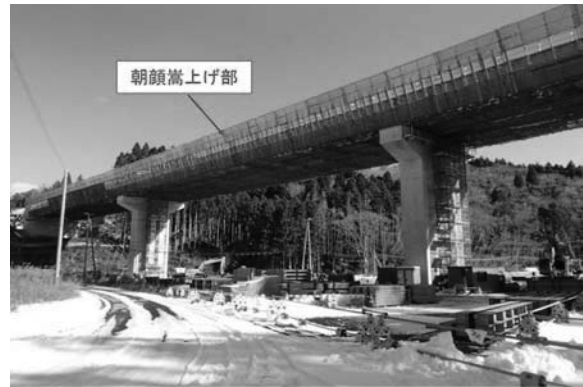


図-7 朝顔足場

(3) 落とし込み架設における施工計画の検討

伊里前川の上空は落とし込み架設であることから、落とし込みブロックの架設の際に継手隙間と仕口角度が合わず添接作業に時間を要することが懸念された。

そこで、狭隘空間における落とし込み桁の添接作業の確実性と継手隙間及び仕口角度調整による上部工出来形精度の確保のため以下の設備による落とし込み架設計画を立案・実施した。

まず、仕口調整については、落とし込み桁、架設済み桁の添接部付近の上フランジこぼ面と下フランジ下面に仕口調整用ジャッキを取り付けるための金具を設置し、金具の間に調整用ジャッキを仕込む構造として継手隙間と仕口角度の調整を可能なものとした。

また、作業の確実性・効率性を考慮し、落とし込み桁に簡易セッティングビームを設置した。

さらに、A1側の架設済み桁については主桁を30mmセットバックし落とし込み架設を実施した。

その結果、添接作業に多大な時間を要することなく、容易に仕口角度の微調整ができ、上部工の出来形精度を規格値の50%以内に取りめることができた。

以下に、仕口調整装置を図-8、簡易セッティングビームを図-9、落とし込み架設状況を図-10に示す。



図-8 継手ギャップ調整装置



図-9 簡易セッティングビーム



図-10 落とし込み架設状況

4. おわりに

本稿では伊里前川橋の現場施工条件に対する対応策を紹介した。現場施工条件への対応策はさまざま考えられると思うが、本橋では今回の対応策が効果的であった。

本橋は3径間連続の直線橋ではあるが各径間に交差物（伊里前川、県道弘川向町線、用水路）が通っており、各交差物に対して対応策が異なるため施工計画及び現場施工においては苦労が多かった。

特に、県道弘川向線に対しては施工面に加えて安全面に対して十分な対策を実施する必要があったが、関係者の尽力によって無事故無災害で現場を終えることができた。

最後に、三陸自動車道は東北地方沿岸部の産業・経済の発展及び被災した地域の早期復興のため重要な役割を担っている。そのうち本橋が位置する歌津IC～歌津北IC間については平成30年度に開通する見込みであることをここに報告する。



図-11 完成写真

施工計画

狭隘な施工ヤードにおける送出し架設工法

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

現場代理人

監理技術者

高須加

淳[○]

浅野

剛

外地内

(4) 工期：平成28年3月25日～

平成29年11月15日

1. はじめに

本工事は、熊本市中央区に位置し、一級河川“白川”に架かる龍神橋の架替え工事である。

龍神橋（旧橋）は、道幅が狭く車両の離合は不可能で渋滞も激しいため、地域より一刻も早い架け替えが望まれていた。当初発注時の施工方法は、図-1のとおり、河川に設置した仮栈橋上から、クローラクレーンにて架設する工法であったが、後述する諸問題のため、工法を工夫・改善した。

工事概要

- (1) 工事名：市道渡鹿4丁目黒髪5丁目第1号線（龍神橋）上部工工事
- (2) 発注者：熊本市
- (3) 工事場所：熊本県熊本市中央区渡鹿五丁目

2. 現場における問題点

本工事は施工にあたり、下記の2点が主な課題であった。

2-1 狭隘な施工ヤード

本橋の作業ヤードは、用地買収の遅れ等から非常に狭隘で、近接する住居も複数あった。橋台背面についても、クレーンや機材等を配置できる十分なスペースが無かった。

2-2 周辺への振動による影響と工程遅延リスク

先行の下部工施工業者からは、杭打込み時の振動等で、周辺住民からクレームがあったとの情報

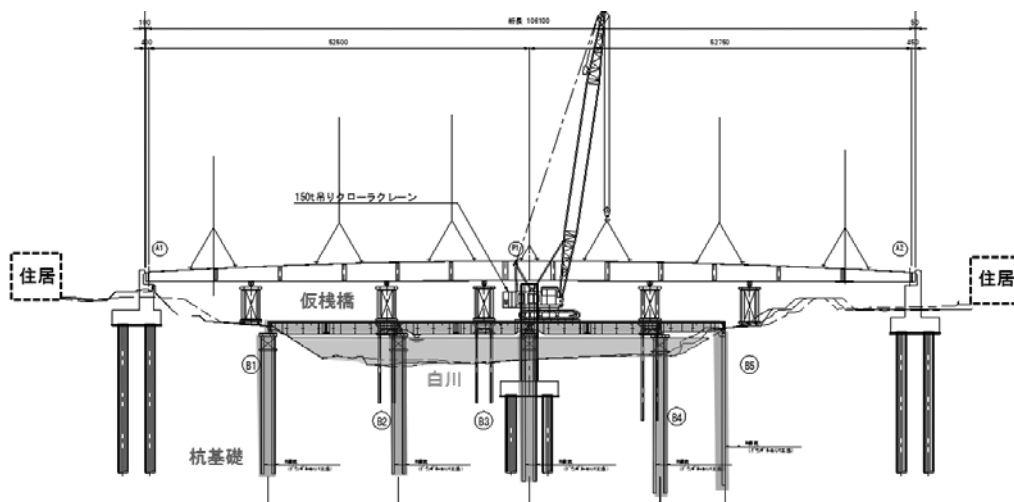


図-1 架設計画図（当初計画）

があった。また、地盤条件が悪いため、仮栈橋の杭基礎設置に多大な時間を要する計画であった。

以上より、仮栈橋を使用しない工法が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述した現場における問題点から、PC桁を架設する際に用いられる工法（ガーダーと称する架設桁を使用して桁を吊りながら送り、降下させて所定の位置におさめる方法）を参考にした架設工法を採用した。この工法の特徴としては、①住居近接する橋台背面のスペースを極力必要としない、②杭基礎施工時の振動が発生しない、③基礎を必要としないため工程遅延リスクを回避できる、等があげられる。

架設計画図を図-2に、ガーダー設備図を図-3

に、状況写真を図-4～6に、架設ステップを図-7～10に、それぞれ示す。架設手順は、STEP 1～5の通りである。

<STEP 1：桁架設 J5～A2>

大型クレーンで架設可能な範囲（J5～A2）を先行して架設した。施工方法は、河川内の半分を盛土してベント2基を設置して、200t クローラークレーンにて架設した。

<STEP-2：ガーダー設備設置>

残り A1～J5を架設する設備を組立てた(図-3)。ガーダーを、STEP-1で施工した桁上に、クレーンにて設置し、A1側へ送り出した。

事前に、ガーダーを支えるためのベントを設置し、電動チルホール2台(上流側・下流側各1台)とワイヤー等を使用して索引する手法とした。

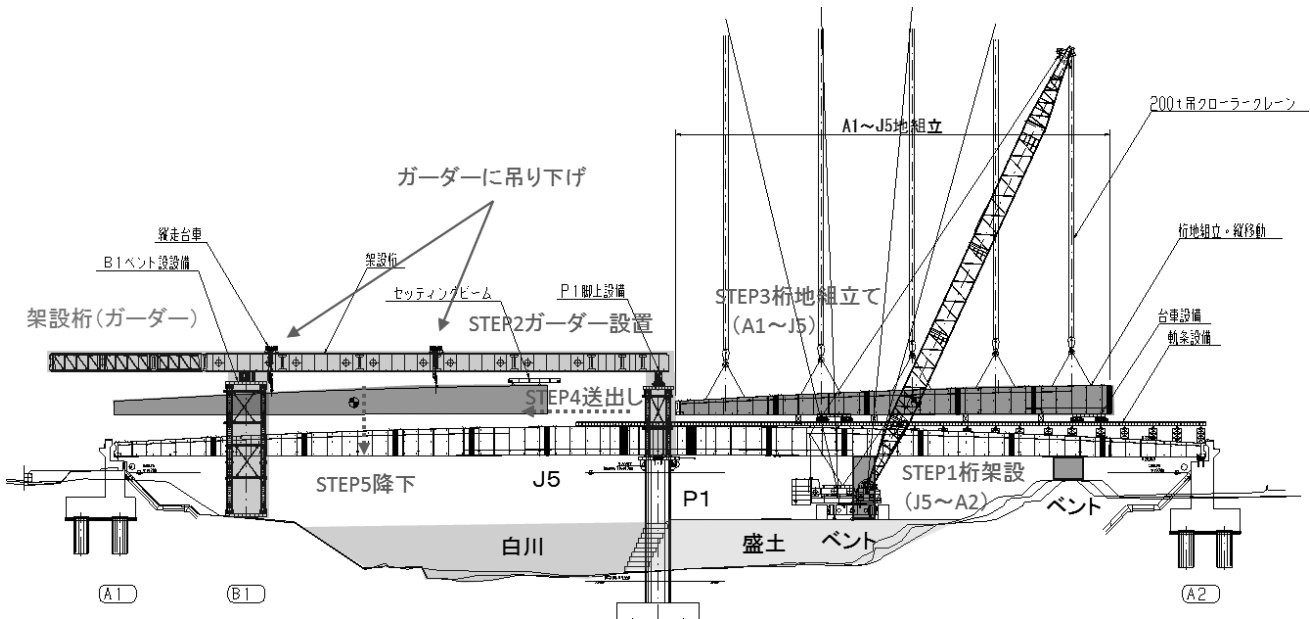


図-2 架設計画図（変更計画）

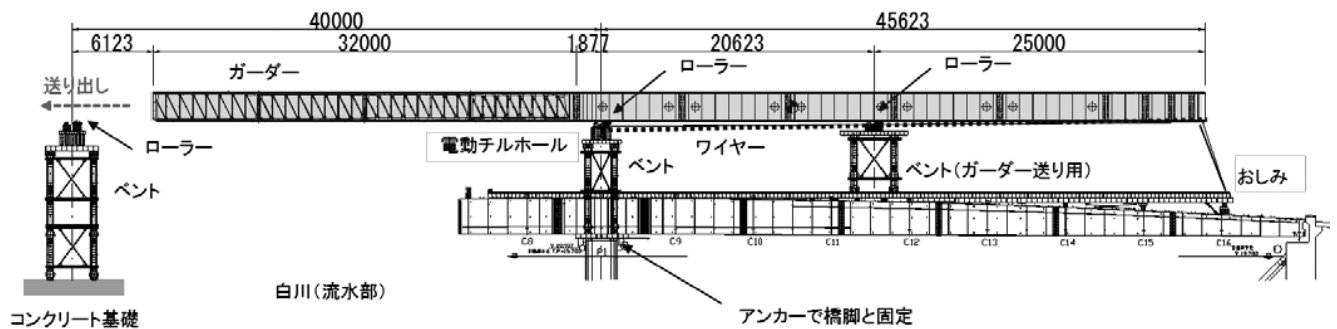


図-3 ガーダー設備図

<STEP-3：桁地組立て A1～J5>

STEP-1で施工した橋桁上に軌条設備（レール、前方・後方台車等）を設置し、台車上に橋桁を地組立てした（図-7）。

<STEP-4：送り出し>

- (1) STEP-3で地組立てした桁を前方台車位置まで送り出した。方法は、STEP-2のガーダーと同様に電動チルホール2台（上流側・下流側各1台）とワイヤーで前方台車から索引した（図-8）。
- (2) 前方台車位置直上よりチェーンブロック等を使用した治具でガーダーから吊り下げ、桁の自重の約半分をガーダーに預けたうえで、前方台車を解放した。
- (3) さらに後方台車位置まで索引し、(2)と同様に吊り下げて、後方台車を解放した（図-9）。
- (4) 電動チルホールをA1側のガーダー上に盛り替えて、(2)の治具からワイヤー等で索引した。
なお、桁の逸走防止のために、ガーダー等からおしみを設置して、万一に備えた。

送り出し状況写真を、図-4および5に示す。

<STEP-5：降下>

前述のチェーンブロックを使用して、降下をおこない、桁を所定の位置へとおさめた。チェーンブロックは4か所（A1側、J5側、上流側、下流側）とし、降下量を調整しバランスを取りながら実施した。降下させた桁は、A1橋台上とJ5桁上に設置した、横取軌条設備（H鋼・チルタンク・レバブロック等）で、橋軸直角方向に移動させ、架設済みのJ5～A2の桁に連結した（図-6、10）。

4. おわりに

本橋のように、狭隘な施工ヤード、近接する住居、地盤条件等、通常の架設工法（仮栈橋・送り出し架設工法等）では適応できない場合も多々ある。本稿が同種工事の一例として、施工方法の参考となれば幸いである。最後に、関係各位には適切な助言、協力を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。



図-4 桁送り出し状況（全景）



図-5 桁送り出し状況（近景）



図-6 桁降下状況

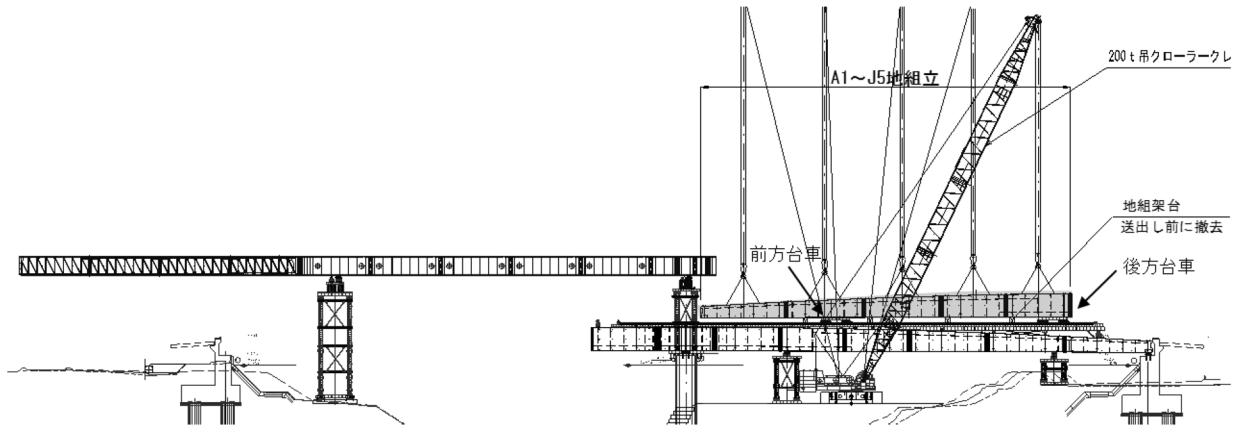


図-7 送出し桁地組立て図

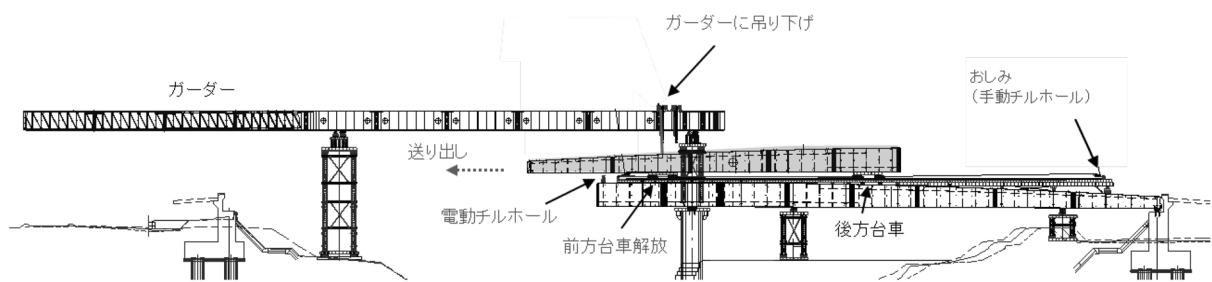


図-8 桁送出し① (スタート~前方台車盛替え)

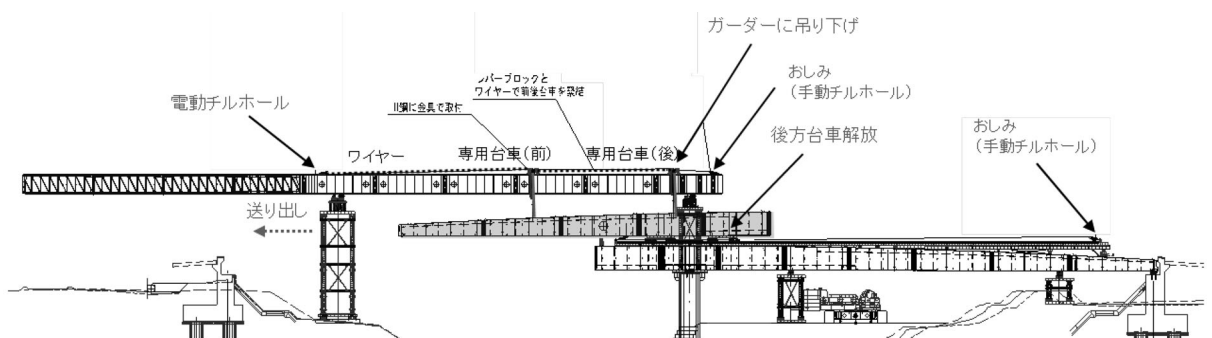


図-9 桁送出し② (前方台車盛替~後方台車盛替)

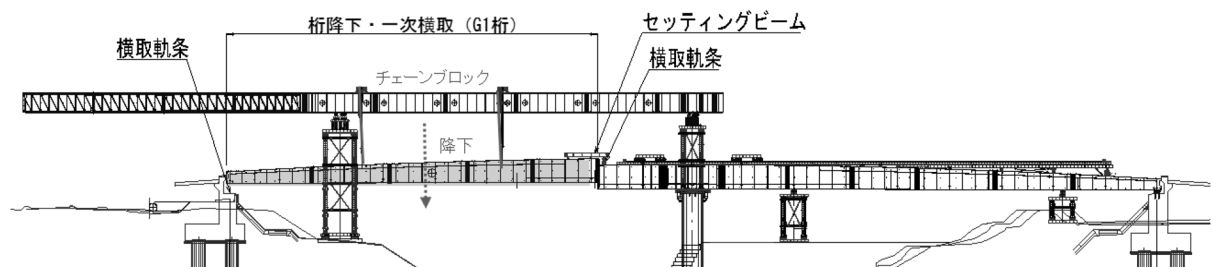


図-10 桁降下

施工計画

供用道路・高圧線に挟まれた現場での鋼桁架設

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

現場代理人

松 本

剛[○]

高 瀬 大 宗

1. はじめに

東海環状自動車道は、愛知県、岐阜県、三重県の3県に跨る延長約160kmの高規格幹線道路であり、口ヶ島南高架橋は岐阜県養老IC北に位置する。中京圏の放射状道路ネットワークを環状道路で結び、広域ネットワークを構築することで、企業活動の向上、物流の効率化、観光活性化等の様々なストック効果が期待される。

本稿では、鋼5径間連続少数主桁橋（図-1）のうち、上空には高圧線、下部には農免広域農道と、上下制約された条件下での、A2～P63の架設

工事について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成27年度 東海環状口ヶ島南高架橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：岐阜県養老郡養老町口ヶ島
- (4) 工 期：平成27年7月10日～平成29年6月8日
- (5) 橋梁形式：鋼5径間連続少数主桁橋
- (6) 橋 長：218.000m
- (7) 全 幅 員：27.715m～37.746m

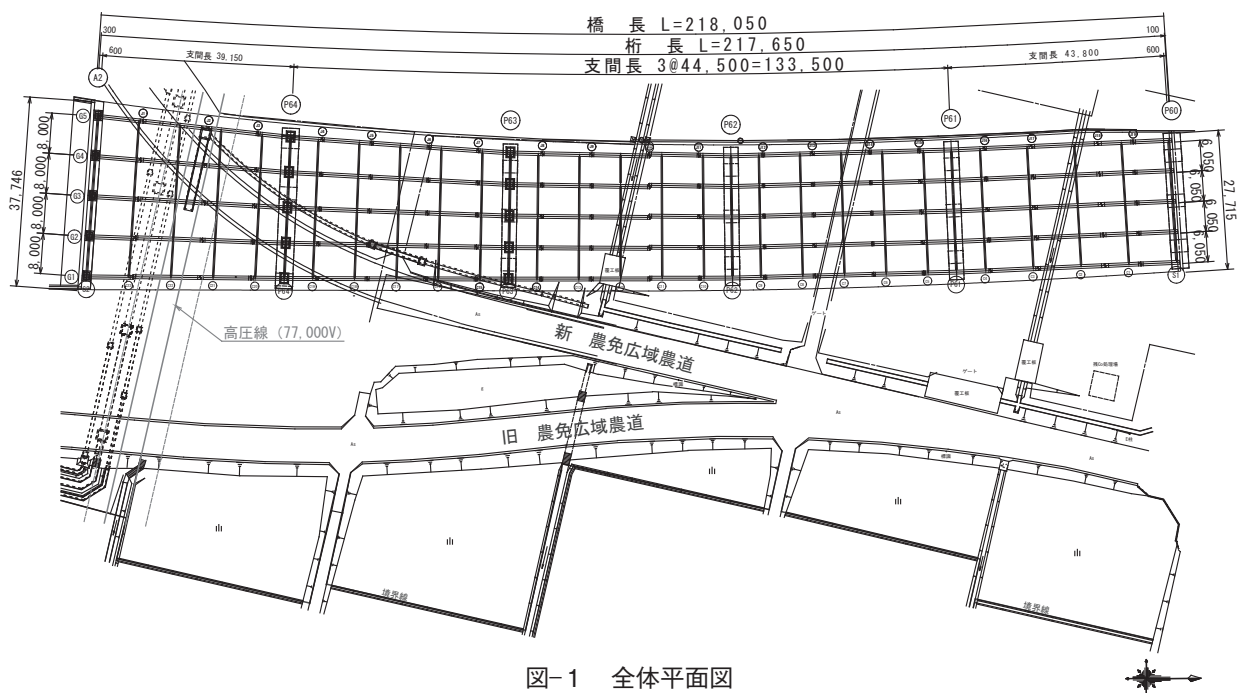


図-1 全体平面図

2. 現場における問題点

2-1 農免広域農道上の架設

本橋は、農免広域農道を跨ぐ橋梁であり交通量及び迂回路を考慮すると、終日通行止め規制は4日間に制約される。更に安全対策として、部材が定位置（平面）に設置されラッシングを施すまでは、道路解放は禁止となる。

2-2 高圧線直下での架設

A2～P64間の橋梁部から約7m上空に77,000V（離隔4.0m）の高圧線が位置することから、桁架設時に安全な施工方法を検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 農免広域農道上の架設

架設工法は、多軸台車架設、手延べ架設、1径間（A2～P64）の横移動+1径間（P64～P63）の夜間架設等を立案・検討したが、最も安全な2径間横移動（A2～P63）+桁降下工法を採用することとした（図-2）。なお、3-2で述べるように、高圧線下の地組立には、縦送りを併用した。

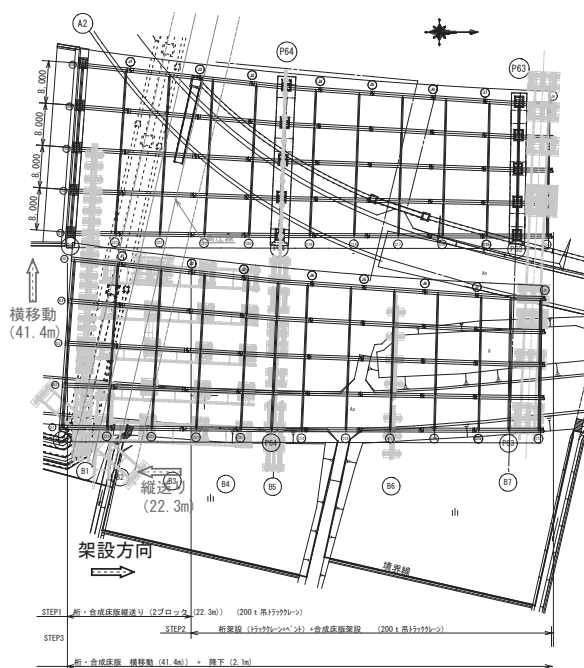


図-2 施工平面図



図-3 桁横移動

① 4.0%横断勾配の対策

道路を跨ぐ作業ヤードに設備を組立て、桁・合成床版の架設後、足場組立工・高力ボルト工・現場塗装工・足場解体の作業など、道路上の施工を終了した後横移動を行う。この時、桁と合成床版を合わせると約1,000tの部材を約40m横移動することとなる。



図-4 桁横移動設備図

本橋 A2の最大幅員は約37m、横断勾配は4.0%と大きいことから、G1とG5の受け点の最大高低差は1,320mm（図-5）発生するため、受け点の高い箇所では安全対策が必要であった。対策として、1つの橋脚に2列の軌条設備を設けその上に、H形鋼を井桁に組み上げ、更に1橋脚に4基の水平ジャッキを設け安定を確保した横移動とした。

横移動の摩擦力を一定に保つため、テフロン板の下にステンレス板を敷きつめ更に潤滑材を塗布

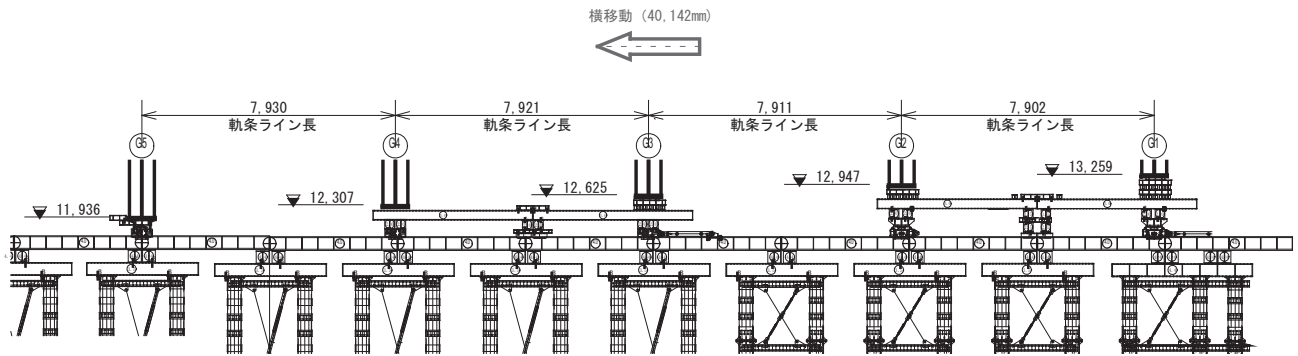


図-5 A2横移動設備図

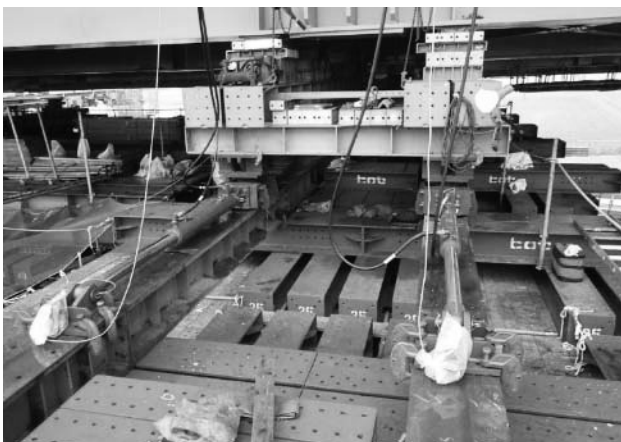


図-6 P64横移動設備

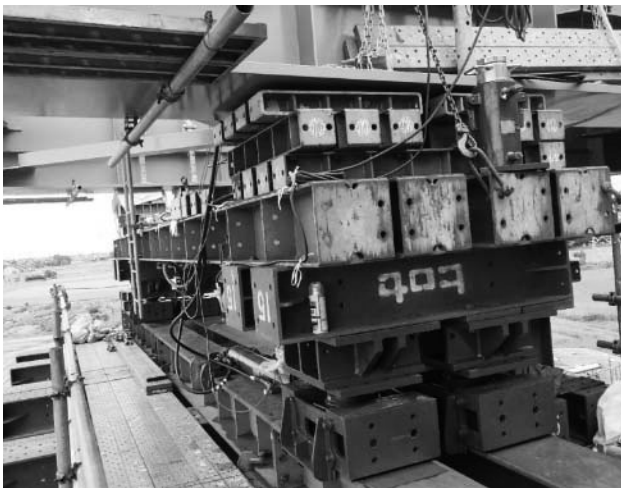


図-7 P63横移動設備

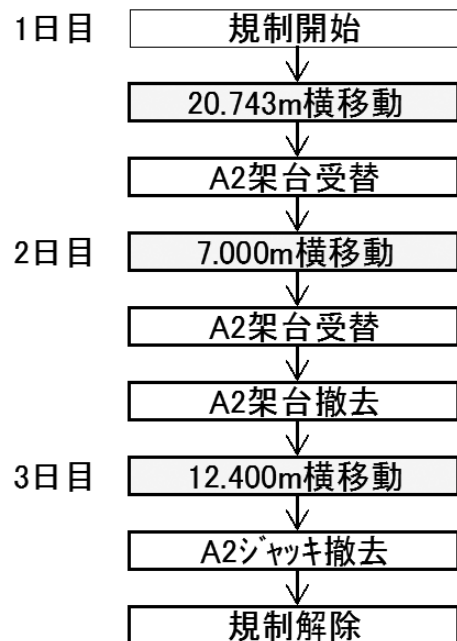


図-8 横移動フローチャート

② 桁の降下

桁の降下は、農免広域農道を21時から翌6時まで、夜間全面通行止め規制を行い作業した。設備の撤去・組換え・1.83mの降下も含め作業日数は9日間で桁と支承を固定し効果を終了することができた(図-9)。

日々の作業終了時には、桁と橋脚とのラッシングおよび振れ止め対策を行った後、道路規制を解放し、作業は夜間のみとした。

した。

主たる横移動は昼間の3日間で安全に終わることができた(図-8)。4日目に残作業(受け替え等)を行いラッシングを施したのち道路を解放した。

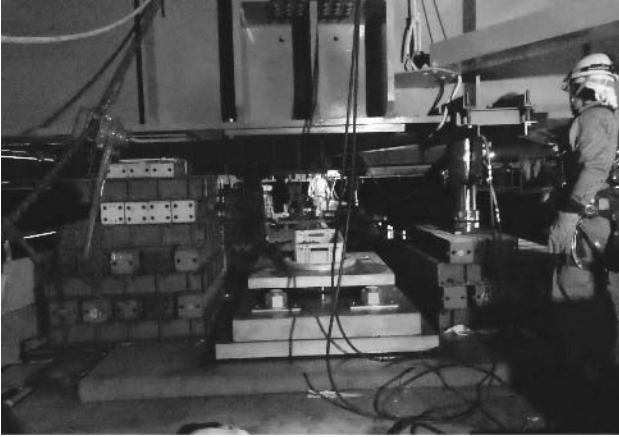


図-9 桁降下



図-11 監視人

3-2 高圧線直下での架設

高圧線直下での架設は、桁と77,000Vの高圧線との離隔が限られており危険なため、P64側で地組を行い両端クレビス付引・押複動型油圧ジャッキを用い縦送りを行った（図-10）。



図-10 桁架設

更に、高圧線付近でのクレーン作業時には指名された監視人の配置（図-11）、およびレーザーバリアシステム（縦方向と横方向の2ヶ）（図-12）の設置を行い高圧線から5m以内にクレーンのブームが侵入すると運転席内でブザーが鳴り警告するよう設定し、安全作業に努めた。



図-12 レーザーバリアシステム

4. おわりに

上空には77,000Vの高圧線、下部には農免広域農道と限られた施工条件のなか、現場に従事していた全ての人たちが、共通認識の下、知恵を出し合い、工事を遂行したおかげで、多くの課題を抱えながらも厳しい工程の中、無事に施工を完了することができた。今後、この橋が無事に開通し地元の人たちの交通渋滞緩和につながれば幸いである。

最後に本報告が今後の同種施工条件の参考になれば幸いである。

鋼上路式ローゼ橋（三念沢橋梁）の架設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 宮地エンジニアリング株式会社
 現場代理人 工場主任技術者
 今井 健太郎[○] 熊倉 正徳

1. はじめに

三念沢橋梁は、長野県豊野町石地区に位置する橋長109mの鋼上路式ローゼ橋（耐候性鋼材裸仕様）であり（図-1）、上水内北部広域農道整備事業の一環として、同路線は農作物を輸送する基幹農道としての役割を担うべく、早期開通が望まれていた。

架橋位置周辺は、計画路面より下を通る三念沢まで約30m以上の高低差があり、ベント設備等の仮設備を立てることができないことから、ケーブルエレクション斜吊工法を採用した（図-2）。

本稿では、三念沢橋梁の架設工事について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：平成25年度県営農道整備事業
上水内北部2期地区三念沢橋梁上部工事
- (2) 発注者：長野県長野地方事務所農地整備課
- (3) 工事場所：長野県長野市豊野町大字石

- (4) 工期：平成26年03月14日～
平成29年03月06日

2. 現場における問題点

本橋の現場架設工事の実施に当たり、次の問題点があった。

(1) 架設時の部材出来形精度の確保

本橋のようなケーブルエレクション斜吊工法では、現場での精度管理が部材の出来形に大きな影響を与えることから、部材製作工場における局部形状（単部材）および全体形状（全部材による仮組立形状）における出来形精度の確保が求められた。

(2) 架設起点となるアーチ基部の精度確保

部材架設時の起点となり、その後の架設精度に大きな影響を与えるアーチ基部における鋼製アンカーフレームの製作とその組立を含めた現場据付工事は、下部工の施工範囲であったが、その精度管理基準値は、上部工（当工事）が必要と考える値より緩く、加えてアンカーフレームの据付工事にも不慣れであり、当工事で求める所定の出来形

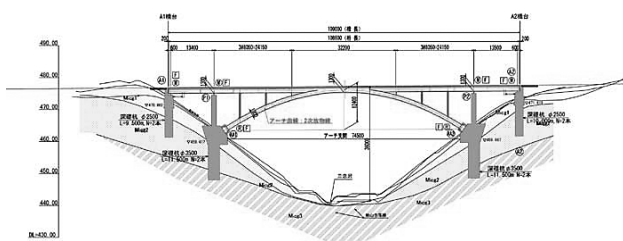


図-1 橋梁一般図

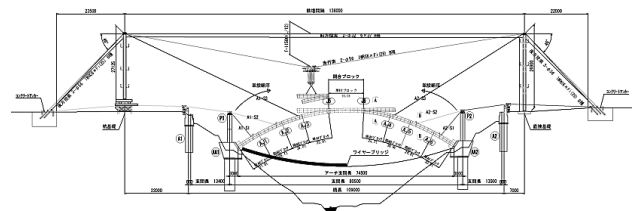


図-2 架設計画図

を確保するための現場での据付精度の確保が必要であった。

(3) 地耐力の弱い地盤上への鉄塔設備の設置

本橋のケーブルエレクション斜吊工法では、ケーブルクレーン用の鉄塔と斜吊り用の鉄塔を兼用する計画としたが、その場合、事前に実施された当該部の地質調査の結果より、その地盤の地耐力は弱く、本地盤上への鉄塔反力を抑える必要があった。

(4) A1側鉄塔基礎直下の地盤改良の回避

事前の地質調査の結果より、A1橋台側の鉄塔基礎設置個所の地盤の地耐力は小さく、鉄塔を設置するためには大掛かりな掘削を伴う地盤改良工事が必要であったが、現場周辺は猛禽類の生息が確認されており、工事にあたっては現場休止期間（2月中旬～8月中旬）等を設けるなど、現場工程の短縮が求められていたことから、地盤改良工事を回避する対応策が必要であった。

(5) 合成床版鋼製パネル架設期間の短縮

本工事の床版には、耐久性の高い鋼・コンクリート合成床版が採用されており、その鋼製パネルの架設は、鋼桁架設用の鉄塔設備の撤去後に移動式クレーンを用いて行う計画であったが、上述したように本工事では、工程短縮が求められていたことから、合成床版鋼製パネルの架設期間を短縮する対応策が必要であった。

(6) 桁端部材における防錆対策（耐久性確保）

本橋の架橋位置は、その気候的条件から冬期には路面への凍結防止剤の散布が行われ、車輛の通行に伴う凍結防止剤の飛散や伸縮装置部の経年劣化による路面水の桁端部等への漏水が懸念されることから、桁端部材（耐候性鋼材裸仕様）の腐食を防止し、耐久性を確保するための対応策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

先の問題点に対して、下記の対策を実施した。

(1) アーチ部材の倒立一体仮組立の実施

現場架設工事に先立ち、部材製作工場において



図-3 アーチ部材の倒立一体仮組立

アーチ部材を反転させた倒立一体仮組立を実施し（図-3）、現場架設時に求められる部材の出来形精度を確保した。

従来の上路アーチ橋の仮組立は、高さ方向への立地確保が困難なことから、部材全体を横倒しし、平面的に仮組立を行うことが一般的とされているが、本工事では高い精度で工場製作を行う必要があったことから、倒立一体仮組立を採用した。加えて、製作誤差を吸収するため、工場調整桁を設け、部材長の微調整を実施した。

(2) アンカーフレーム組立補助治具の採用

当工事で必要とする鋼製アンカーフレームの据付精度を確保するため、下記の対策を実施した。

1) アンカーフレーム組立補助治具の採用

下部工によるアンカーフレーム据付工事では、アンカーボルト上部におけるボルト相互の中心間隔を保持する仮設材（テンプレート）（図-4）は計画されておらず、アーチ部材の架設起点となる初回架設部材の据付精度を確保するため、当工事



図-4 アンカーボルト間隔保持材

にてテンプレートを製作することとし、これを下部工へ支給し、本設備を用いてアンカーボルト位置とその相互間隔の出来形を調整することで、所定の精度を確保した。

2) 下部工と上部工共同での据付精度管理

アンカーフレーム据付工事における精度管理は、据付精度の粗い下部工任せ（単独施工）とはせず、据付作業の各ステップの要所において、当工事も加わり下部工と共同で精度管理（ダブルチェック等）を行うことで、所定の据付精度を確保した。

(3) 橋台および橋脚を利用した斜吊り索の設置

当初の架設計画では、架設部材を支持する斜吊り索全3段は、鉄塔設備頂部に固定する方法を採用する予定であったが、鉄塔設備基部の地盤の耐力が小さく、大きな負荷をかけられないことから、全3段の斜吊り索の内、1段目と2段目は鉄塔設備による支持を避け、橋台頂部および橋脚頂部に専用の斜吊り索支持設備を設置し、本設備で斜吊り索を支持することで（図-5、6）、鉄塔設備基部にかかる反力を抑えることとした。

その際、ケーブルアンカー（コンクリート製）に作用する力の内、鉛直力（浮き上がり）は減少

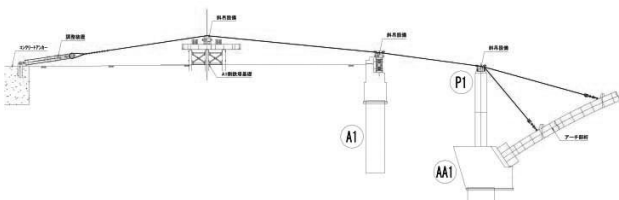


図-5 アーチ部材の斜吊り設備配置



図-6 アーチ部材の斜吊り設備



図-7 アンカーフレーム据え付け状況

するものの、ケーブルが水平に近くなることで、水平力は増加するため、本点に十分留意の上、ケーブルアンカーの安定照査等を実施し、アンカー形状を決定することで安全性を確保した（図-7）。

(4) 鉄塔設備基礎への杭基礎の採用

部材架設時、鉄塔設備を安全に支持するために必要とされるA1橋台側鉄塔基礎部の大掛かりな地盤改良は現場工程の短縮に逆行するため、鉄塔基礎は、当初計画時のコンクリート直接基礎からH形鋼による杭基礎に変更し（図-8、9）、これ



図-8 A1側杭基礎



図-9 A2側コンクリート直接基礎

を支持地盤まで確実に打ち込み・支持することで、安全性を確保し、現場工程の短縮を図った。

(5) ケーブルクレーンによる合成床版鋼製パネルの架設

合成床版の鋼製パネルは、部材長が約2mであり、架設ブロック数(48パネル)も多いことから、本部材の架設作業の効率化による工程短縮が求められた。そこで、当初計画されていたケーブルクレーン設備解体・撤去後の移動式クレーンによる合成床版鋼製パネルの架設を取りやめ、桁架設後のケーブルクレーンによる架設に変更し(図-10)、架設工程を前倒し、合成床版鋼製パネル架設後の作業とケーブルクレーン設備の解体・撤去作業を並行作業とすることで、現場工程の短縮を図った。



図-10 合成床版鋼製パネル架設状況

(6) 桁端部材への重防食塗装による防錆処理

上述したように、本橋は架橋位置の凍結防止剤の散布に起因する桁端部材の腐食による長期耐久性の確保に問題があったことから、当該箇所への塗装による防錆処理を製作工場にて実施した。

防錆処理(塗装)は、桁端部材とアーチ基部の1ブロックを対象として行い、その仕様については金属溶射+D-5塗装系による防錆とした。また、アーチ基部1ブロック以外のアーチリブ部材については、さび安定化補助処理剤を塗布した。

4. おわりに

農産物流通の合理化と地域交通の利便性を図るため早期開通が望まれていた広域農道であり、三

念沢橋では、耐震性の観点から、①上部工の負反力対策としアーチ基部はコンクリートで剛結、②橋軸直角方向の変形を抑制するため中間支点上の橋脚はRCを採用、③橋軸方向の変形を拘束するためアーチと補剛桁の一体化、などの構造的な配慮を行っており、本構造の確実な構築に向け、安全性や施工性に配慮した各種の対策案を講じることで、現場の問題点を解決した。

また、本橋は各種対応策の結果、鋼桁架設期間を1年2ヶ月まで短縮した工事であったが、現地施工期間中は幸い、雨、風、地震の影響もほとんど受けず、無事故で無事に平成28年11月に竣工を迎えることができ、その後、晴天の中、地元の人たちが待ちに待った本橋の開通式が盛大に行われた(図-11)。

本工事に関わったすべての皆様に深謝する次第である。

最後に、本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。



図-11 地元高校生による床版上の作画

新名神高速道路 一庫大路次川橋、 他1橋の鋼桁架設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

現場代理人

佐野 雄 二〇

工場主任技術者

飯野 元

施工計画担当者

中垣内 龍 二

1. はじめに

一庫大路次川橋は、近畿自動車道名古屋神戸線（新名神高速道路）高槻第一JCT～神戸JCT間の橋梁の一つで、兵庫県南東部に位置する川西市に流れる一庫大路次川と市道を立体的に交差している。

本橋は、一庫大路次川橋の上り線（鋼9径間連続混合桁橋）と下り線（鋼7径間連続鉄桁橋）および東畦野橋（鋼2径間連続鉄桁橋）で構成され、本工事では上記3橋の鋼桁架設に加え、上下線を支える単径間鋼箱桁横梁3基（P2、P3、P5）および複合逆T型橋脚2基（P1、P4）を施工した。

一庫大路次川橋は、上下線が箱桁横梁（P2、P3、P5）に剛結され、桁本数が変化（上り線：1主箱桁→2主鉄桁、下り線：2主鉄桁→3主鉄桁）する構造を有する。

本稿では、一庫大路次川橋および東畦野橋の架設工事（図-1）について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：新名神高速道路 一庫大路次川橋
他1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 新名神兵庫事務所
- (3) 工事場所：兵庫県川西市東畦野地内～兵庫県川西市西畦野地内

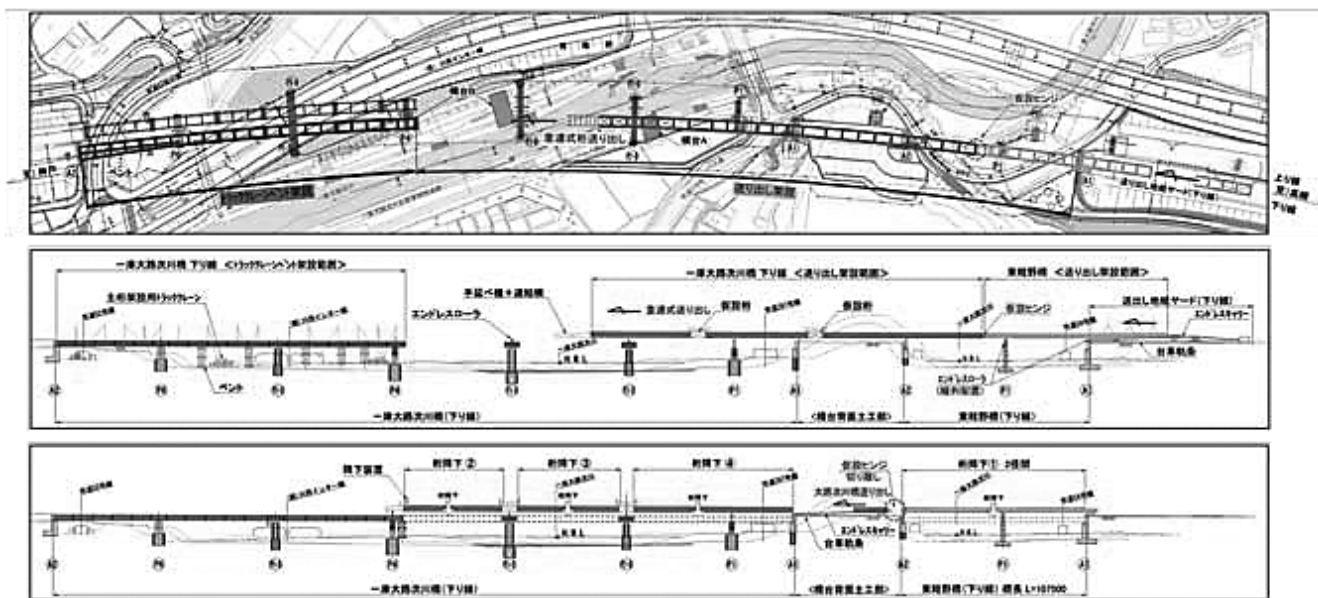


図-1 架設計画図

(4) 工期：平成24年8月22日～
平成29年6月26日（1770日）

2. 現場における問題点

本橋の現場架設工事の実施に当たり、下記の問題点があった。

(1) テールアルメ部での送出し軌条の支持方法

本橋の鋼桁の送出し架設では、A1橋台背面部（土工部）の地耐力を確保後、その上部に送出し軌条設備を設置するとともに、その上部に仮の受架台を用いて鋼桁の地組立を行い、出来形精度を確認した上で、鋼桁を支持するための従走台車設備に受け替え、これを移動させることで地組立ブロックを前方へ順次、送り出す計画であったが、実際の現場の状況は、橋台背面部の盛土内に帯状の鋼製補強材（ストリップ）を層状に敷設し、土とストリップの摩擦効果によって、強固な補強盛土を構築したテールアルメが施工されており（図-2）、送出し軌条設備の土工部への設置（荷重載荷）は不可の状況であることから、送出し軌条設備を支持するための設備を構築する必要があった。



図-2 テールアルメ

(2) 下り線と東畦野橋の送出し架設の省力化

本橋の鋼桁架設は、上下線を支持するP2、P3、P5鋼製横梁3基とP1、P4複合逆T型橋脚2基の施工完了後、東畦野橋の送出し架設を先行し、床版施工後、下り線（A1～P4）の送出し架設（東畦野橋上の送出し）を行う計画であり、結果として手延べ機を用いた鋼桁の送出し架設を2回実施する必要があった。この場合、東畦野橋の桁補強や

現場工程の長期化が懸念され、施工の省力化と工程短縮を可能とする対策案を講じる必要があった。

(3) 橋脚への手延べ機先端到達時のたわみ処理

本橋に限らず手延べ機を用いた鋼桁の送出し架設においては、手延べ機の先端が送出し前方部の橋脚部に設置した仮受架台上に到達した際（手延べ機先端は片持ち張り出し状態のため、下方にたわんだ状態）、ジャッキ設備を用いて所定の高さ（計画反力）までジャッキアップする方法がとられる場合もあるが、この場合、ジャッキアップに伴う仮受架台の挿入作業等が必要となり、ジャッキアップ作業と受架台の挿入作業が交互に繰り返され、結果として送出し架設の工程が増加することになるが、本橋では工程短縮が求められており、これに応える手延べ機先端のたわみ処理のための方策案を講じる必要があった。

(4) 支持点間隔が変化する横取り架設への対応

本橋は、送り出した下り線桁の上で上りの桁を縦取り、地組立てた後に上り位置まで横取りする計画であったが、本橋の橋脚の横梁は平面的に見て、互いに平行配置とはなっていないことから（バチ状の配置）、橋脚に平行に軌条を設置した場合、横取りブロックの支持点間隔は横取り架設の進捗に伴い変化し、通常の横取り設備では架設が出来ない状況であり、横取り架設時の支持点間隔の変化に対応できる設備の構築が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

先の問題点に対して、下記の対策を実施した。

(1) 工事桁設置による送出し軌条設備の支持

前述したように、本橋の鋼桁の送出し架設においては、橋台背面部（土工部）に施工済みのテールアルメがあり、送出し軌条設備を直接、この部分に設置し、送出し桁からの上載荷重をかけることは出来ないことから、本工事ではA1橋台上端部とテールアルメへの影響を避けた土工部位置の2点を支持点とした単純支持状態の工事桁を設置した（図-2、3）。

本工事桁の設置により、テールアルメ部への送

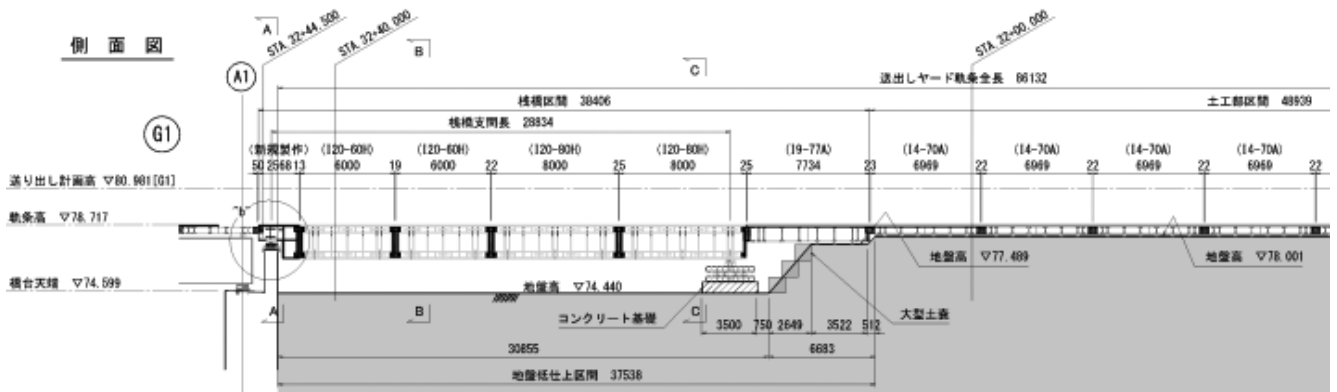


図-3 工事桁による送り出し軌条支持

出し軌条設備からの上載荷重の作用を回避した送り出し架設を可能とした。

ただし、この場合においては、送り出しブロックを支持した従走台車設備が単純支持状態の工事桁上を移動していくことになり、結果として工事桁の鉛直方向のたわみが発生することから、多点支持状態となる送り出しブロックの台車設備での反力管理が安全性確保の観点から必要となった。これに対しては、従走台車設備に受点反力を測定可能な油圧ジャッキ設備を新たに設置することで、送り出し架設の進捗状況に応じた従走台車設備の反力測定および反力管理を可能とした(図-4)。

また、送り出し架設時には油圧ジャッキ設備の頂部には不測の水平力の発生に伴うジャッキ設備の転倒が懸念されたため、ジャッキ転倒防止用の治具を設置した。

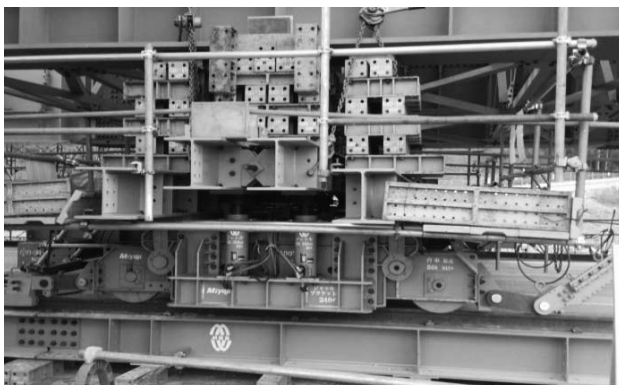


図-4 油圧ジャッキ設備を備えた従走式台車設備

(2) 下り線と東畦野橋の重連式送り出しの実施

送り出し架設で使用する手延べ機等の架設機材の最小化による施工の省力化、東畦野橋の手延べ送

出しによる張出し架設時の鋼桁補強回避による経済性向上および現場工程の短縮の観点より、下り線(A1~P4)の鋼桁後端部と東畦野橋の鋼桁前端部をヒンジ連結し、2連一体での送り出しを可能とした手延べ機を用いた重連式送り出し架設を採用した(図-5、6)。加えて、その後の上り線の鋼桁を送り出し架設を終えた下り線上を利用し、縦取り架設と横取り架設を実施することで、更なる施工の省力化と工程短縮を図った。



図-5 重連式送り出し架設①



図-6 重連式送り出し架設②

(3) たわみ量を見込んだ手延べ機の設置

手延べ機先端のたわみ処理のためのジャッキアップとこれに伴う仮受架台の挿入作業等を回避するとともに、送出し架設作業の省力化を実現するため、架設計算で算出した前方橋脚仮受設備到達時における手延べ機先端部の鉛直たわみに相当する高さと同様に、送出し桁への手延べ機の鉛直方向の設置角度を調整した（図-7、8）。



図-7 鉛直上方に上げ越した手延べ機①



図-8 鉛直上方に上げ越した手延べ機②

(4) 特殊横取り装置を用いた異方向横取り架設

平面的に見て、互いに平行配置とはなっていない橋脚上の横取り架設に起因し、その進捗により鋼桁ブロックの支持点間隔（2点支持）が変化する横取り架設を可能とするため、特殊横取り装置（マジックスライド装置）を採用した（図-9、10）。

本装置では、横取り方向（橋軸直角方向）に対して、スライドジャッキ上に橋軸方向への摺動機能として、シンクロジャッキのクローラ部分の機能を採り入れ一つの装置としたことで、異方向への横取りを可能としている。



図-9 マジックスライド装置による横取り

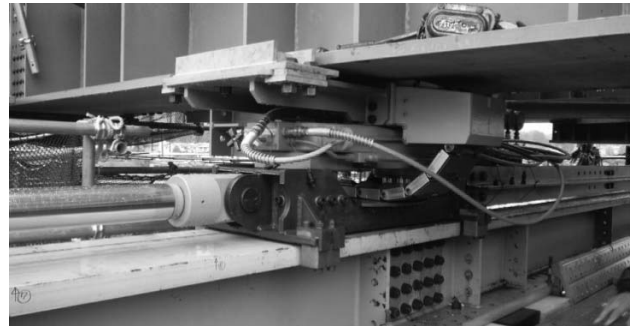


図-10 マジックスライド装置

4. おわりに

本工事は、鋼桁構造の変化（箱桁→鈹桁）を含めた鋼桁本数の変化、鋼桁と下部工（鋼箱断面横梁）との剛結構造、上下線鋼桁と下部工との一体化など特殊な構造を採用した連続桁を送出し架設とトラッククレーンベントで実施した鋼桁架設工事であり、橋面工を含めた現場施工期間に2年11ヶ月を要する工事であったが、現地施工期間中は幸い、雨、風、地震の影響もほとんど受けず、無事故で無事に平成29年7月に竣工を迎えることができた。また、本橋は、河川区域内作業における比較的大規模な橋梁構造であったことから、施工計画立案時に環境への配慮、鋼桁の品質および出来形の確保、そして仮設備の安全性、施工性を重点的に考慮することで、様々な問題を解決した。

この工事を進めるにあたり、西日本高速道路株式会社関西支社ならびに新名神兵庫事務所の方々をはじめ、共同企業体構成員であるエム・エムブリッジ株式会社、協力会社関係各位に深謝する次第である。

施工計画

無人化施工による国道洞門上の長大斜面下での崩積土除去について

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

監理技術者

現場代理人

原 田 和 樹[○]

谷 澤 貞 彦

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：H28長野市小市防災他工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 関東地方整備局
長野国道事務所
- (3) 工事場所：長野市塩生甲地先 小市工区②
- (4) 工 期：平成29年2月7日～
平成30年1月31日

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国道19号小市第二洞門上の長大斜面の崩壊箇所をモルタル吹付、覆式落石防止網にて復旧する工事である。(SL=55m 平均勾配65°)

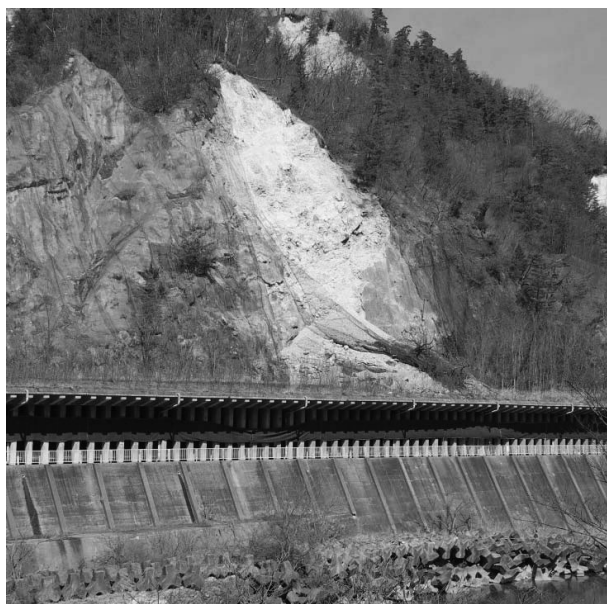


図-1 着手前（下方は信濃川水系犀川）

主たる工事内容（小市工区②）

崩土除去工・搬出 $V = 2500\text{m}^3$

人力掘削工 $V = 900\text{m}^3$

モルタル吹付工 $t = 10\text{cm}$ $A = 1610\text{m}^2$

覆式落石防止網工 $A = 2750\text{m}^2$

2. 現場における問題点

施工に先立ち現地踏査を行った結果、次の3点についての問題点を抽出した。

- ① 裾花凝灰岩を基岩とした当該斜面の表層は脆弱であり風化浸食されやすく、風雨により落石が発生するため、下部に有人による防護柵等が設置できず、通常の施工方法（有人仕様）では先行して崩積土の除去ができない。



図-2 斜面状況（亀裂大）

- ② 現状にて先行して上部からの人力整形掘削を行うと、河川内に岩石等が落下し、掘削土の回収が困難であり河川断面減少等、河川環境に悪影響が発生する。

③洞門上からの土砂搬出に関し、当初計画ではクレーン・ワイヤーモックによる方法（図-3）であるため搬出効率が悪く、上下各1車線国道上における片側交互規制期間の増大が工程に大きく影響する他、玉外し時のワイヤーの跳返り・走行線への落石の危険があった。



図-3 ワイヤーモックでの土砂積込

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 工夫・改善点

前項問題点①②を解決するため、施工手順を見直し、無人化施工を検討し、かつ分解型でのバックホウ・不整地運搬車での搬入計画を行い、斜面からの落石による対事故リスクの回避を図った。

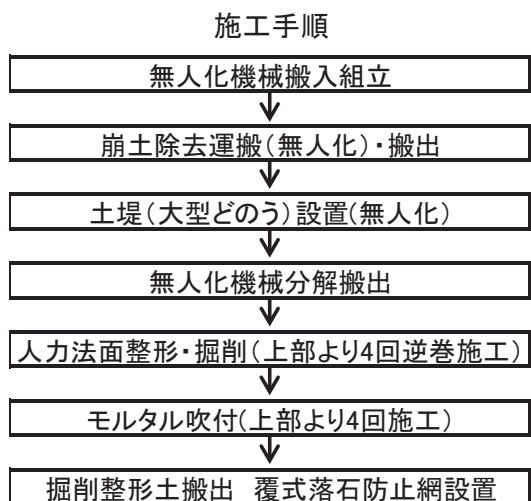


図-4 施工手順

洞門上への重機搬入路の設置ができない条件から、事前に工場にて分解された無人化施工機械(バックホウ0.45m³級・不整地運搬車6t級 各12t程度)を25tラフタークレーンにより組立を実施した。クレーンの揚重能力より吊上げるパーツを5t未満に制限した。また事前に洞門への荷重影

響の照査を行い、施工を実施した。



図-5 揚重状況

無人化施工システムの実施方式として、直接目視方式とモニター操作方式など映像伝送システムを用いた方式に大別されるが、当現場では操作距離が50m以下であるため直接目視による直接操作方式を採用した。

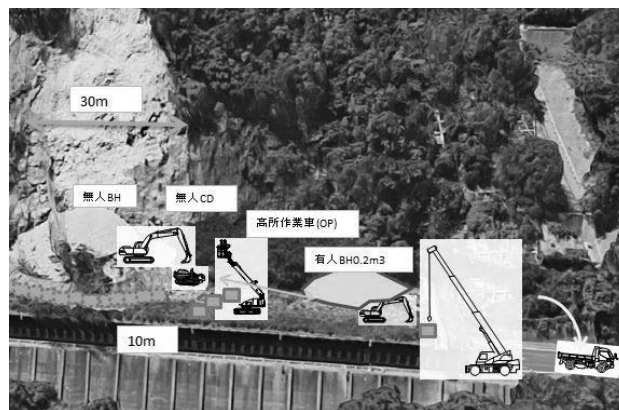


図-6 崩土除去時の見取図

崩落法尻直下には無人化施工重機を搬入し、落石の影響範囲外にて重機オペレーターが無線により、掘削・搬出作業を行った。バックホウ操作者は上部からの落石対策と視認性を明確にするため高所作業車上(4m以上)にて作業を行った(図-7)。



図-7 崩土積込状況

また不整地運搬車の操作者は積込・搬出場所の双方が視認できる場所に配置し、排土を実施した。

不整地運搬車の仕様として上部全旋回型（日立EG70R）を採用し、ヤードの狭い洞門上において方向転換をせずに、運搬することが可能となった（図-8、図-9）。



図-8 崩土小運搬状況



図-9 無線操作者（不整地運搬車）

手元送信機においては操作者の転倒等により誤操作が発生しないよう、保持角度が大きく変化すると自動的に機械が停止する機構が装備されており、安全面においても考慮されている。

③の改善点として、洞門上からの土砂積込搬出のためワイヤーモッコから底開き式の土砂バケツト1m³仕様（ノセ技研製）（図-10）に変更した。当バケツトは止め具を解除しハンドルを手前に引くと底板が外れ土砂が落下し、平坦な箇所には置く底板がロックする機構がある。これを2個使用し、交互にダンプトラックへの積込を行った。



図-10 底開き式バケツトによる積込状況

3-2 適用結果

(1) 無人化施工による効果

第一に落石の多発する箇所での人的事故防止を達成できたという点である。

施行中、無線式バックホウに20cm大の落石がキャビンに当たり損傷したが、有人での施工ではオペレーターへの直撃の可能性もあったため、安全施工として適正であったと考えられる。

第二に河川への整形・掘削土石の落下を防止し、河川への影響をゼロにできた点である。

無人化施工後には法面上部より人力整形・掘削・モルタル吹付を4回に分けて逆巻きにて実施した。同施工中、法尻には土石等が落下集積するため、整形・掘削前に無線式バックホウにて大型土のう（図-11）を設置し、整形・掘削中の河川への落石防止することができた（図-12）。



図-11 大型どこのう設置状況



図-12 人力整形土石の集積状況

また無人化施工における操作技術・効率は習熟度合により左右されるため、当現場では砂防工事等で多くの経験を積んでいる熟練者にて施工を行い、無事に完了することができた。

(2) 底開き式土砂バケット使用による効果

第一にダンプへの旋回荷下ろし回数の半減により、1台あたりの残土積込・運搬に関わるサイクルタイムが60分から40分となり、工程の短縮が可能となった点大きい。

第二に荷卸し時の作業員へのワイヤーの跳ね返り事故がなくなり、かつ荷台上での荷下し作業の安全性が向上し、片側走行車線への落石を防止できた点が挙げられる。

第三にダンプへの過積載防止対策として有効となった点である。バケットに入る土砂容積が一定であるため、土砂重量を事前にクレーンスケール(3t)にて確認後、(1バケット当り1.5t)バケットでの下し回数を定め(5回:7.5tに設定)8t積大型ダンプへ、最大積載量以下で積込みを行った。



図-13 重量検収状況

4. おわりに

無人化施工および底開き土砂バケットの使用により無事故にて崩積土の除去を達成できた。

12月中旬現在、覆式落石防止網の設置復旧も終了し、仮設物の撤去を行っている状況である。

当現場で用いた無線式のバックホウや不整地運搬車は分解組立に対応した機種であったが、全国的にも台数は少なく、特に不整地運搬車(6t仕様)は数台である現状から、災害等で使用を急ぐ場合はリース会社等に確認をとる必要がある。

分解組立式機械の適用範囲としては直接自走できない箇所が該当し、他に山頂部・山腹部など索道やヘリコプターでの搬入での実績が挙げられる。

無人化施工の課題としては、一部の砂防工事を除き積算体系が確立されておらず、当現場でも特別調査による歩掛が採用されているため、事前協議等の必要がある点が挙げられる。

また無線操作技術者の絶対数も限られており、技能伝承も会社単位で行われていることが多い。技術者の育成および熟練した無人化施工技術者を各地域に配置できるようにすることが望ましい。

底開き土砂バケットの使用上の留意点として、径の大きい岩石等(50cm以上)を投入すると石同士がクサビ状態により落下しにくい場合があった。当現場では土砂バケット1m³仕様へ投入する際、岩石径を30cm程度に小割して搬出を行った。



図-14 完成

最後に、無人化施工の採用にご理解をいただき、採用に当たりご指導を賜りました関東地方整備局長野国道事務所の皆様と同施工をしていただいた(株)今井工務店の皆様に御礼を申し上げます。

ニールセンローゼ桁橋のケーブル張力調整方法について

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

設計担当

現場担当

高田 孝史朗[○]

埜 博 道

1. はじめに

主要地方道大田杵築線は旧大田村と杵築市中心部を結ぶ重要な路線であるが、幅員狭小、線形不良、急勾配により交通の利便性に乏しく地域間交流に支障となっている。これらを解消し、県北地域の活性化を図るための道路改良工事の一部として、石山ダムを跨ぐ下路式ニールセンローゼ桁橋の製作・架設工事を実施した（図-1 参照）。

本稿では、ニールセンローゼ桁橋のケーブル張力管理に着目し、その調整方法を紹介する。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成25年度交付地改別第1号
道路改良工事
- (2) 発 注 者：大分県別府土木事務所
- (3) 工事場所：大分県杵築市大字溝井
- (4) 工 期：平成25年12月12日～
平成29年3月15日



図-1 完成写真

2. 現場における問題点

ニールセンローゼ桁橋は、アーチ部材から吊り下ろされた斜材ケーブルにて補剛桁を弾性支持することで構造系が成立している。

設計で想定する構造系を再現するためには、全ての斜材ケーブルで、設定する誤差の範囲内での張力導入が必要条件となる。また、同時に、完成時の路面線形についても計画値を再現するためには、補剛桁部の出来形も許容される誤差の範囲で管理する必要がある。

ニールセンローゼ桁橋は高次の不静定構造物であるため、ケーブル張力、補剛桁の出来形について同時に許容される誤差の範囲で調整するためにはケーブルに導入する張力を精度よく計測でき、それぞれのケーブルに着目した張力と変位の影響値を算出し、それぞれの誤差が最小になるようにケーブル張力の調整を行う必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

問題となるケーブル張力調整には、社内で開発したケーブル張力調整システムを使用した。このシステムを使用することで、ケーブル張力調整時の各ケーブルの張力と補剛桁変位の影響値が算出でき、全体として張力と出来形について、最小の誤差となる導入張力（シム量）を求めることができた。この結果を用いて張力調整を実施すること

で効率的な調整作業が可能となった。

なお、ケーブル張力の計測は、過去の同種の工事を参考とし、実績も多く、計測も比較的容易な振動法を採用した。

以降に具体的な施工の流れを示す。

3.1 斜材ケーブルの張力管理

3.1.1 張力測定方法

本工事における斜材ケーブルの張力計測方法はケーブルの固有振動数から理論算定式によって導入張力を算定する振動法を採用した。

振動法を用いる際、理論算定式から求めた張力と実際の導入張力には差異が生じることがあり、その差異を埋めるために理論算定式を補正する必要がある、この補正係数を確定する作業をキャリブレーションという。

適用する理論算定式は他橋でも採用実績の多い新家式を採用した。理論算定式を式-1（サグがほとんどない、対称1次振動を対象）に示す。

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{4w}{g} (f_1 \ell)^2 \left\{ 1 - 2.20 \frac{C}{f_1} - 0.550 \left(\frac{C}{f_1} \right)^2 \right\} \quad (17 \leq \xi) \\ T &= \frac{4w}{g} (f_1 \ell)^2 \left\{ 0.865 - 11.6 \left(\frac{C}{f_1} \right)^2 \right\} \quad (6 \leq \xi \leq 17) \\ T &= \frac{4w}{g} (f_1 \ell)^2 \left\{ 0.828 - 10.5 \left(\frac{C}{f_1} \right)^2 \right\} \quad (0 \leq \xi \leq 6) \end{aligned} \right\} \text{式-1}$$

ここに、 $\xi = \sqrt{T/EI} \cdot \ell$ 、 $C = \sqrt{EIg/w\ell^4}$ 、T:張力、w:単位質量
f1:固有振動数、 ℓ :ケーブル弦長、g:重力加速度

本工事で使用したケーブルの理論算定式で必要となる計算因子は表-1に示す項目となる。

なお、ケーブルは合計60本あるが、対称性を考慮して全体の1/4のケーブルを対象にキャリブレーションを行った。

3.1.2 導入張力の規格値

振動法に伴う張力計測誤差の規格値については明確な規格根拠及び基準がないため、下記の誤差を考慮して規格値を設定することとした。

- a) 死荷重、部材剛性の仮定による誤差や解析誤差等の設計上発生する誤差
- b) アーチ構造物や斜材ケーブルの製作架設誤差

表-1 ケーブル計算因子

項目	記号	単位	数値	備考
単位質量	w	kg/m	16.64	カタログ値
ヤング係数	E	kN/mm ²	191	〃
断面積	A	mm ²	1765.1	〃
断面2次モーメント	I	mm ⁴	424000	断面固着

表-2 張力管理基準値

張力範囲 (kN)	a)設計 (%)	b)製作架設 (%)	c)温度 (%)	d)計測 (%)	ϵ_{AMIN} (%)
100-199	1.30	10.00	11.77	2.00	25.07
200-299	1.30	10.00	5.88	1.00	18.18
300-399	1.30	10.00	3.92	0.67	15.89
400-500	1.30	10.00	2.94	0.50	14.74

c) 部材温度による誤差

d) 計測誤差

理論上の各張力範囲における最小の張力管理値はa)～d)を合計した値となる。設定した張力管理基準値を表-2に示す。

各段階におけるケーブルに発生する張力と表-2に示す ϵ_{AMIN} の関係から導入張力の規格値は以下に示す範囲とした。

- i) 架設完了後計測 (第1回) 規格値 $\pm 30\%$
- ii) 床版地覆後計測 (第2回) 規格値 $\pm 20\%$
- iii) 高欄設置後計測 (第3回) 規格値 $\pm 20\%$

3.1.3 キャリブレーション

斜材ケーブルの張力調整は温度による計測誤差を極力排除するため、桁温度と斜材ケーブルが一定となる夜間に行った。

実測値のキャリブレーション行うためにまずは、理論算定式を用いて固有振動数と張力の関係をグラフ化した。その後、測定対象ケーブルの張力と固有振動数を測定し、理論値と比較ができるようグラフにプロットし、理論式の補正を行った。

ケーブル張力の測定は30t油圧ジャッキ2台+手押しポンプ1台にデジタル圧力メーターを取り付けて1kNまで読み取って精度を上げた(図-2、図-3、図-4参照)。また、固有振動数測定は振動計(バイブレーションアナライザー)を使用した。理論算定式の曲線グラフにプロットした実測値、補正前・補正後を図-5に示す(代表例



図-2 ケーブル張力調整



図-3 デジタル圧力メーター



図-4 固有振動数測定

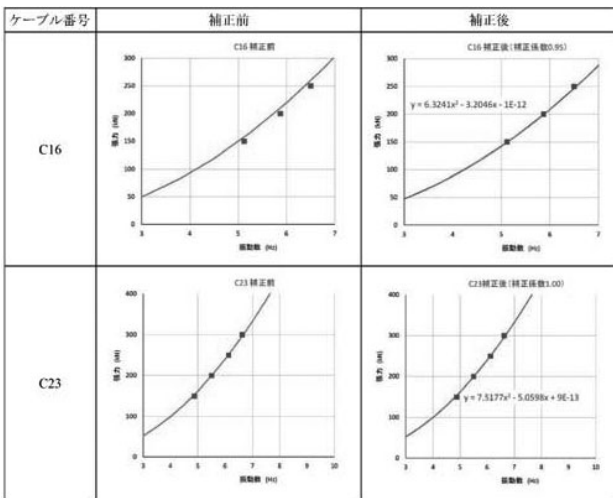


図-5 理論算定式を用いた張力と固有振動数の関係

表-3 振動数からの張力換算式

グループ	該当ケーブル	抽出モード	換算式
1	C15,C16	3次モード	$6.3241f^2 - 3.2046f$
2	C14,C17	3次モード	$5.1270f^2 - 2.8672f$
3	C13,C18	3次モード	$7.0702f^2 - 3.5419f$
4	C12,C19	3次モード	$5.5396f^2 - 3.5419f$
5	C11,C20	3次モード	$7.0351f^2 - 3.5419f$
6	C10,C21	3次モード	$3.9174f^2 - 3.0359f$
7	C9,C22	4次モード	$3.3583f^2 - 2.5299f$
8	C8,C23	2次モード	$7.5177f^2 - 5.0598f$
9	C7,C24	3次モード	$4.9916f^2 - 3.3732f$
10	C6,C25	2次モード	$5.5122f^2 - 5.3128f$
11	C5,C26	2次モード	$8.2197f^2 - 5.0598f$
12	C4,C27	2次モード	$3.1697f^2 - 5.0598f$
13	C3,C28	2次モード	$4.5068f^2 - 4.8068f$
14	C2,C29	1次モード	$5.8325f^2 - 9.6870f - 16.321$
15	C1,C30	1次モード	$1.9896f^2 - 5.4004f - 89.512$

注) ケーブルNo. は図-6、図-7を参照のこと

としてC16,C23をピックアップした。C16は補正ありの結果でC23は補正なしの結果である)。

キャリブレーションの結果より算定した振動数からの張力換算式を表-3に示す。

3.1.4 張力調整

張力調整は架設完了時点では誤差が大きく調整という段階ではなかったため、2夜間かけてジャッキメーターを確認しながら60本全てで設計張力を導入した。本橋は不静定構造物であるため、あるケーブルに張力を導入すると、他のケーブルの張力が変動することになる。従って全ケーブルに張力を導入後、改めてケーブル張力の計測を実施し、その後張力調整を行った。具体的には、測定結果を張力調整解析ソフトに入力し、標準温度の値に補正して、設計値との誤差を調整するシム量を算出した。表-4、図-6に解析データの一部を示す。

また、同時に補剛桁キャンバーを測定した。結果は規格値には問題なく入っており、ケーブルを調整することによる動きも微量で、ケーブル調整がキャンバーに与える影響はみられなかった。

解析ソフトを使用することで、シム量調整後の残留誤差が分かり調整量をシュミレーションすることができた。その結果、ケーブル調整回数を大幅に減らすことができ、当初2週間予定していた張力調整期間を1週間に短縮することができた。

第1回目(架設完了時)の張力調整で誤差を±

表-4 張力調整解析表

<< シム応答結果 >>

大田杵築入力DATA01 (縦桁架設系)

1/2

計測01

ステップ名称:01 計測日時:2016年07月19日 00時00分 気温: 26.0℃ 標準温度: 20.0℃

部材温度℃ 補剛桁 上面 (26.0, 26.0) 下面 (26.0, 26.0)

アーチリブ 上面 (26.0, 26.0) 下面 (26.0, 26.0)

ケーブル (26.0)

重み係数 キャンバー(0.000) 張力(0.000) シム量(0.000)

第1主構 張力調整結果 (単位:kN)

各点	計画値	補正值	誤差	調整値	残留誤差	許容誤差	シム量
LC1	136.150	212.088	75.938	-56.713	19.225	27.230	-1.500
LC2	134.010	136.131	-2.121	16.158	18.279	26.802	0.000
LC3	125.270	151.859	26.589	-9.562	17.026	25.054	-1.000
LC4	142.300	157.116	14.816	-3.923	18.739	28.460	0.000
LC5	113.920	118.922	5.002	2.882	7.884	22.784	0.000
LC6	171.860	190.024	18.164	0.594	18.759	34.372	0.000
LC7	91.770	85.968	-5.802	0.122	-5.679	18.354	0.000
LC8	195.810	190.042	-5.768	-0.260	-6.028	39.162	0.000
LC9	69.640	71.033	1.393	-0.166	1.227	13.928	0.000
LC10	199.430	218.998	19.568	-0.497	19.071	39.886	0.000
LC11	62.850	63.022	0.172	0.160	0.332	12.570	0.000
LC12	170.280	193.991	23.711	-0.320	23.391	34.056	0.000
LC13	98.400	105.005	6.605	0.337	6.942	19.680	0.000
LC14	113.310	95.993	-17.317	0.097	-17.221	22.662	0.000
LC15	136.940	126.994	-9.946	-1.285	-11.231	27.388	0.000
LC16	136.950	126.937	-10.013	0.567	-9.446	27.390	0.000
LC17	113.300	138.972	25.672	-7.696	17.976	22.660	0.000
LC18	98.400	120.000	21.600	2.480	24.080	19.680	0.000
LC19	170.260	108.036	-62.224	25.118	-37.106	34.052	3.000
LC20	62.890	105.024	42.134	-19.656	22.477	12.578	-2.500
LC21	199.350	204.040	4.690	-5.470	-0.780	39.870	0.000
LC22	69.730	52.959	-16.771	5.523	-11.248	13.946	0.000
LC23	195.570	218.992	23.422	-1.282	22.140	39.114	0.000
LC24	91.860	107.954	16.094	0.561	16.655	18.372	0.000
LC25	171.450	174.053	2.603	0.483	3.086	34.290	0.000
LC26	114.290	118.877	4.588	-0.168	4.420	22.858	0.000
LC27	142.380	145.067	2.687	0.762	3.449	28.476	0.000
LC28	126.660	151.874	25.214	-0.395	24.819	25.332	0.000
LC29	135.950	113.174	-22.776	0.358	-22.418	27.190	0.000
LC30	126.560	102.050	-24.510	-0.176	-24.686	25.312	0.000

<< シム応答結果 >>

大田杵築入力DATA01 (縦桁架設系)

2/2

第1主構 張力調整結果

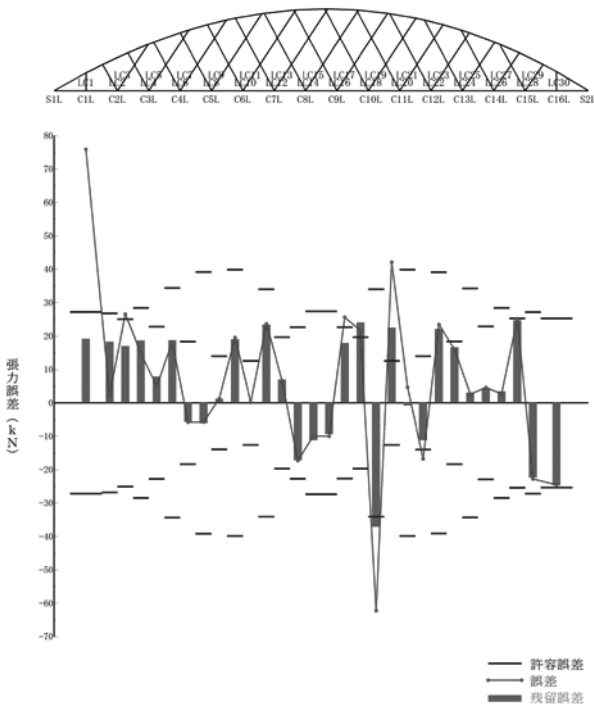


図-6 張力解析シュミレーション

<< 計測データ結果 >>

大田杵築入力DATA03 (縦桁完成系)

2/2

第1主構 張力計測結果

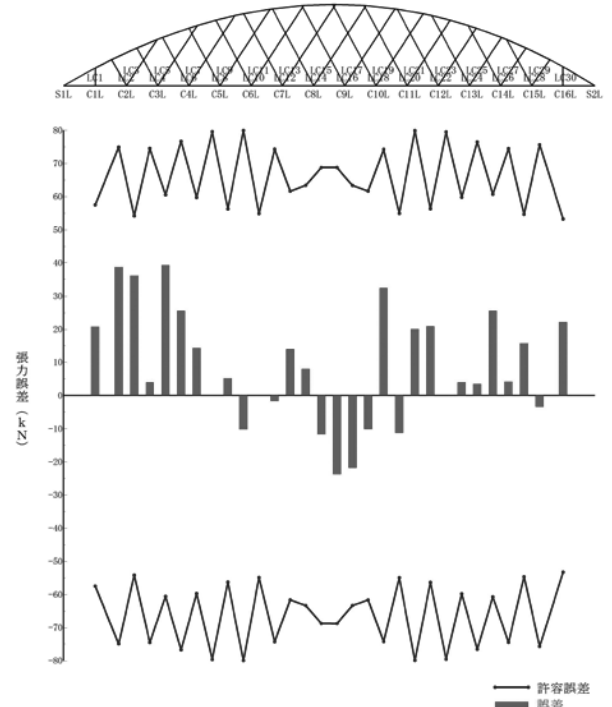


図-7 第3回張力計測結果

20%以内にするこゝで、第2回目(床版・地覆後)、第3回目(高欄設置後)はほぼ調整することなくケーブル張力調整を完了することができた。第3回目張力計測時の張力誤差量を図-7に示す。

4. おわりに

ここでは高次の不静定構造物であるニールセンローゼ桁橋のケーブル張力調整を効率的かつ精度よく実施できる方法の一例を示した。本手法が今後同種の工事における参考となれば幸いである。

最後に、大分県別府土木事務所の関係各位には適切な助言、協力を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。

鋼 5 径間連続ゲルバー箱桁橋における ゲルバー支点部の改良工事

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・現場代理人
 松野 昭 紀

1. はじめに

金華橋は岐阜市中心部に位置し、一級河川の長良川に架かる橋梁であり、昭和40年に開催された岐阜国体の主会場である岐阜県総合運動場（現在のメモリアルセンター）へのアクセス道路として昭和39年に竣工した。

竣工時は、橋長301.6m、幅員15.6m、両側に歩道を有する片側2車線の橋梁であった。交通量の増加に伴い平成12年に幅員を15.6mから18.8mに拡幅する工事を実施し、車道が11mから12m、歩道が2mから3mとなった。

周辺環境として、右岸側高水敷に高橋尚子ロードと呼ばれるマラソンコース、左岸側高水敷にパターゴルフ場があり、日々多くの人々に利用されている。

ゲルバー部の腐食が確認され、補修・補強工事を行った。工事期間中に橋面上および高水敷歩道部の通行止めを行わないため、周辺利用者への安心・安全に配慮して工事を行った。

本稿ではゲルバー部改良工事における施工および第三者への配慮に関する工夫について述べる。

工事概要

- (1) 工 事 名：橋梁修繕工事（金華橋）
- (2) 発 注 者：岐阜県岐阜市
- (3) 工事場所：岐阜県岐阜市下新町ほか1地内
- (4) 工 期：平成28年6月27日～
平成29年7月31日

図-1に側面図、図-2に断面図を示す。

2. 現場における問題点

2.1 ゲルバー部の仮受け構造

本工事の補修箇所はゲルバー支点部であり、施工時にゲルバー受桁を仮受けする必要がある。ゲルバー桁支点部であるため、鋼桁の一般的な支点部取換えのように、仮受点直下に設けるベントや橋脚側面に設けるブラケット等による仮受けを行うことができない。このため、仮受け構造について検討する必要がある。図-3に既設ゲルバー支点部、図-4にゲルバー支点部補修図を示す。

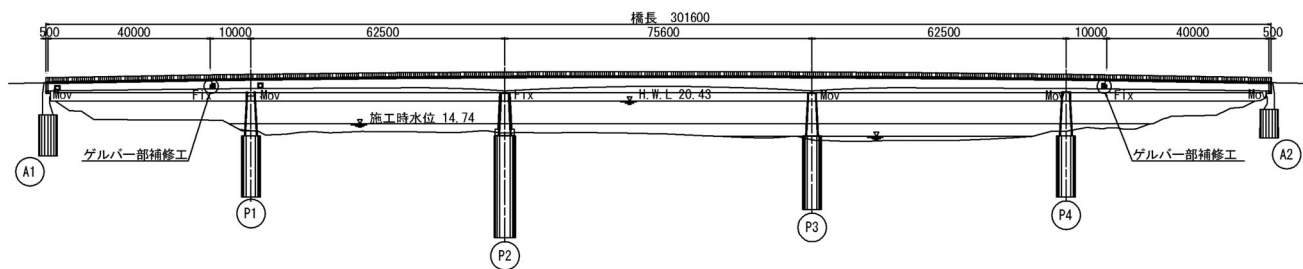


図-1 側面図

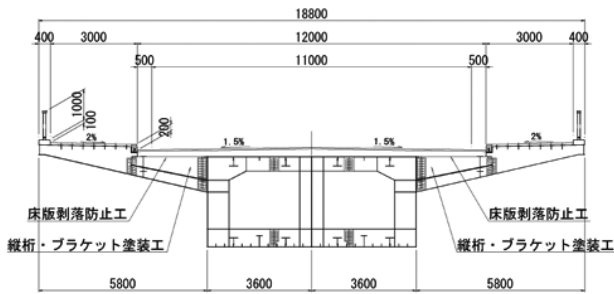


図-2 断面図

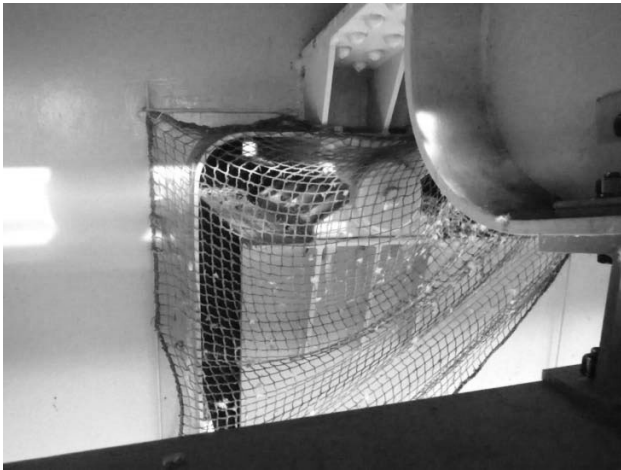


図-3 既設ゲルバー支点半

2.2 移動足場の構造

仮受けブラケット、既設桁、新設桁などの大型部材の設置および撤去を行う際に大型部材と足場とが干渉する。

仮受けブラケットは1部材で約8.5tあり、既設桁の真下に取り付けるため、クレーンで所定の位置まで運搬してもクレーンのブームが既設桁への盛替えの支障となり、盛替えをどのように行うかが課題であった。また、仮受けブラケットに吊り足場を組んでしまうと、切断した桁の取外しおよび新設桁の取込み時に吊り足場が支障となり、その都度吊り足場の改造が必要となるため、危険作業が増加する。以上のことから部材の取付け、取外し方法と足場の設置について、安全性を考慮した合理的な方法を立案する必要がある。

2.3 河川敷利用者への配慮

今回の施工を行うにあたり、工事期間中に橋面および河川敷を通行止めすることなく工事を行う必要があった。特に河川敷は、マラソン、散歩、パターゴルフなどで多くの人々に利用されている

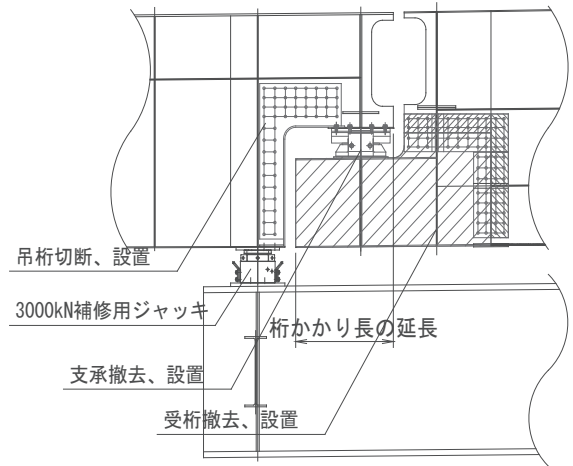


図-4 ゲルバー支点半補修図

ため、安心・安全に河川敷を利用できるように第三者への安全対策を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 ゲルバー部の仮受け構造

吊桁部をベントで仮受けすると、構造系が変化し、ゲルバー部で152mmの反り上がりが生じるため、受桁部に設置する「仮受けブラケット」により仮受けを行う方法が採用された。当初発注の仮受けブラケットは、桁間の横桁がH600と小さく剛性が低いため、荷重分配効果が得られない構造であった。よって、横桁を分配横桁に変更して剛性を高め、さらに横構を配置してジャッキアップ中のブラケットに水平力による変位が生じない構造とした。図-5に仮受ブラケット構造図、図-6に仮受ブラケット設置状況を示す。

ジャッキアップ中に落橋防止装置および固定支承を撤去するため、温度変化による桁の伸縮に加え仮受点の水平移動により桁遊間が異常に変化することで、橋面の伸縮装置に悪影響を及ぼすこと

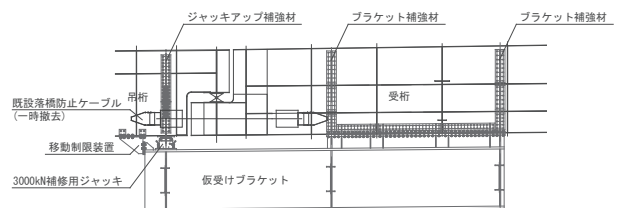


図-5 仮受ブラケット構造図



図-6 仮受ブラケット設置状況

が懸念された。よって、ブラケット先端に移動制限装置を設置し、側径間の自由移動を制限できる構造とした。この移動制限装置はジャッキアップ・ダウンの上下移動に対応できるようにするため、ブラケットとの取り付け部を縦ルーズホールとした。

3.2 移動足場の構造

一般に作業足場を設置し、レール移動設備で部材を運搬、設置する方法となるが、前述したように足場の組換え等に起因する危険作業が増加する。そこで、作業足場とレール移動設備とを一体化することに着目し、各工程でゲルバー部の足場の組換えを必要としない移動式の構造とした。

吊り足場の移動方法として、既設桁ブラケットに軌条（I型鋼）を設置し、ギヤドトロリーおよびチルクライマーにより橋軸方向の移動を行い、電動チェーンブロックにより鉛直方向の移動を行う構造とした。また、足場構造として最大約8.5tの部材が積載できる構造とし、地上から取付け場所までの運搬、取り外し場所から地上までの運搬を可能とした。なお、移動足場上で作業を行う場合は、軌条位置に加え、中間付近に吊点を追加するなどの作業手順を作成し、確実に履行確認することとした。図-7に移動足場断面図、図-8に移動足場平面図を示す。

移動足場工法とすることにより、地上で足場の組立・解体を行うことができ、さらに足場の組換えを行わずに施工することが可能となったため、

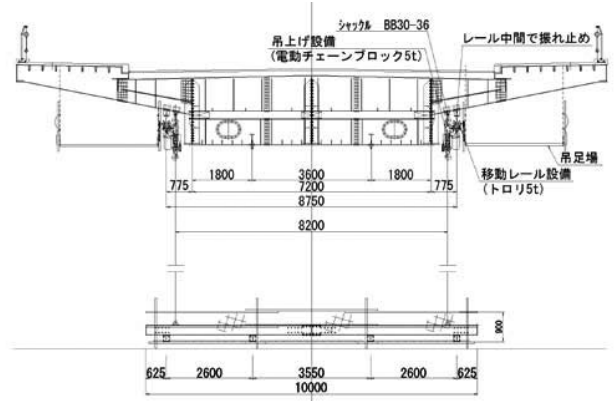


図-7 移動足場断面図

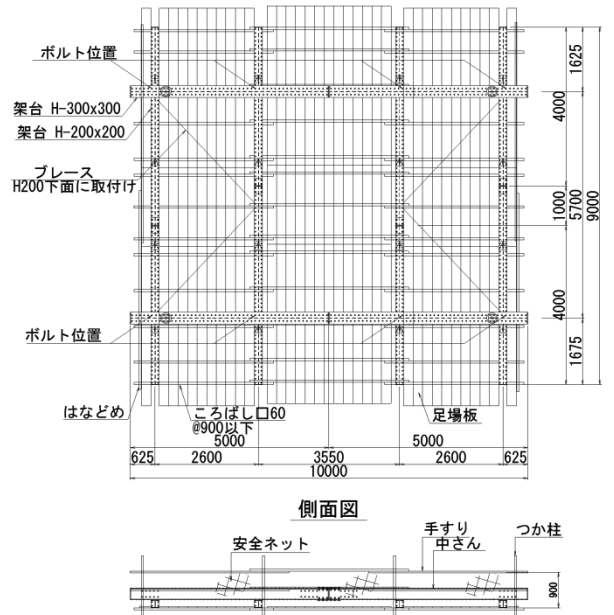


図-8 移動足場平面図

墜落等のリスクを削減することができた。また、部材の取込み、取外し時の運搬にも利用できる構造としたため、施工性がよく経済性に優れた工法となった。図-9に仮受ブラケット荷上げ状況、図-10に仮受ブラケット設置状況を示す。



図-9 仮受ブラケット荷上げ状況

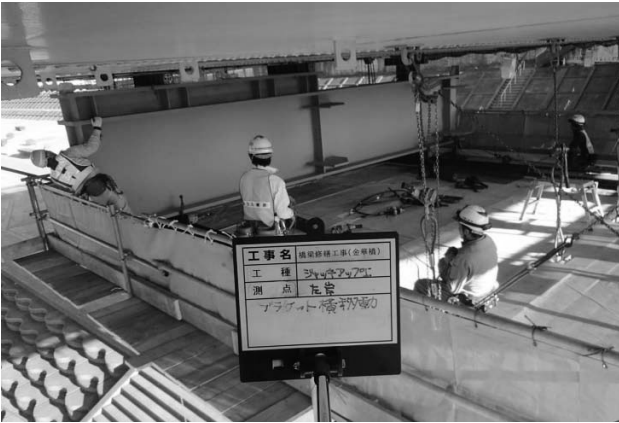


図-10 仮受ブラケット設置状況

3.3 河川敷利用者への配慮

ジャッキアップ時の伸縮装置の段差が3mm以内に収まるよう、施工前およびジャッキアップ時に計測を行いジャッキアップ量を調整した。また、ジャッキアップ期間中およびダウン後に計測し、異常がないことを確認した。図-11に伸縮装置計測状況を示す。

工事着手前に河川敷利用者数の調査を実施し、土日・祭日の午前中に利用者が多いことを事前確認したため、その時間帯のクレーン作業を中止し、河川敷利用者に不安を感じさせないように努めた。

工事期間中において、河川敷の桁下範囲に屋根付き歩行者ゲートを設置するとともに、河川敷で作業を行う場合は、交通誘導員が歩行者ゲートへの誘導を行い、安心・安全に通行できるように工夫した。また、河川敷の工事使用日がわかるように週間工程表を設置した。図-12に歩行者ゲートへの誘導状況を示す。



図-11 伸縮装置計測状況



図-12 歩行者ゲートへの誘導状況



図-13 防滴シート設置状況

隙間が無く安全に足場の組立・解体を行うため、側床版の塗替え塗装用の足場をパネル足場とした。また床面上には防滴シートを敷き詰め、第三者への飛来防止対策を行った。図-13に防滴シート設置状況を示す。

河川敷を工事車両が走行する時は、ハザードランプを点灯するとともに20km/h以下での走行とし、歩行者とすれ違う時は停車等の措置をとり、歩行者優先で工事車両を走行させた。

4. おわりに

金華橋は単に橋を渡るだけでなく、花火大会、マラソン大会、鵜飼などの開催で多くの人々に利用される場所であるため、岐阜市の人々にとって欠かせない橋となっている。このような重要な橋梁の補修・補強工事を苦情もなく無事故で完了することができたのは、地域住民の方々、関係職員のご理解、ご指導があったからこそだと思います。改めて深く感謝するとともに厚くお礼申し上げます。

構造部分毎に架設工法が異なる 鋼中路式アーチ橋架設における課題と対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社

現場代理人
大井 祥之[○]

監理技術者 仲谷 洋
担当技術者 谷田 健

1. はじめに

豆谷橋梁は、利賀ダム建設事業に伴う工事用道路として整備される鋼中路式アーチ橋である。

架橋地点は山間狭隘部に位置しており、地形および冬期気象条件等の制約によりアーチ橋の架設工法として一般的に用いられるケーブルエレクション工法の適用が極めて困難であったことから、**図-1**に示すような安定した架設系で越冬することにも配慮した構造部分毎に異なる架設工法を採用している。架設工事は平成27年5月に着手、送出し工法により補剛桁を先行架設し、冬期休工期間を挟み、翌平成28年度に補剛桁上からトラベラークレーンにてアーチリブの架設を行った（**図-2**）。

工事概要

- (1) 工事名：利賀ダム豆谷橋梁上部その2工事
- (2) 発注者：国土交通省北陸地方整備局利賀ダム工事事務所
- (3) 工事場所：富山県南砺市利賀村大豆谷地先
- (4) 工期：平成26年12月23日～平成30年7月31日
- (5) 橋梁形式：鋼中路式ローゼ橋
橋長：259.0m
支間長：217.8m + 39.8m
有効幅員：8.5m
鋼重：2,521.6t（うち補剛桁送出し916.5t）

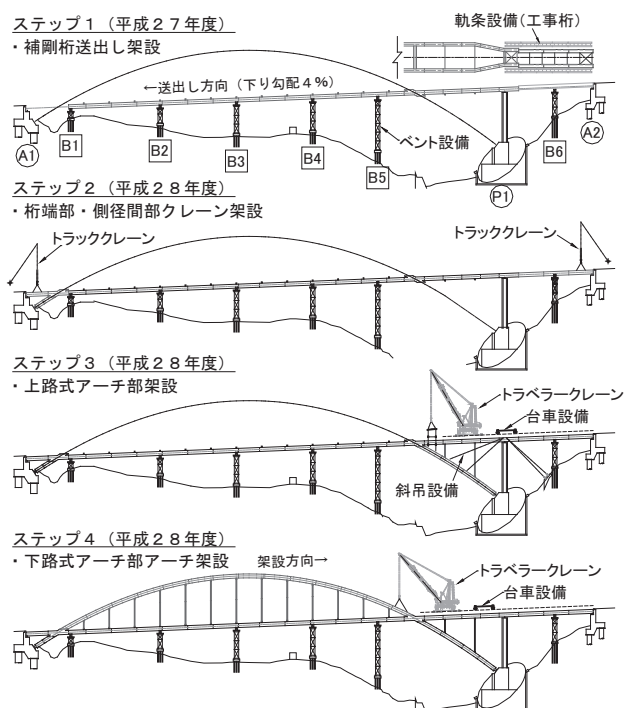


図-1 架設ステップ



図-2 架設完了全景

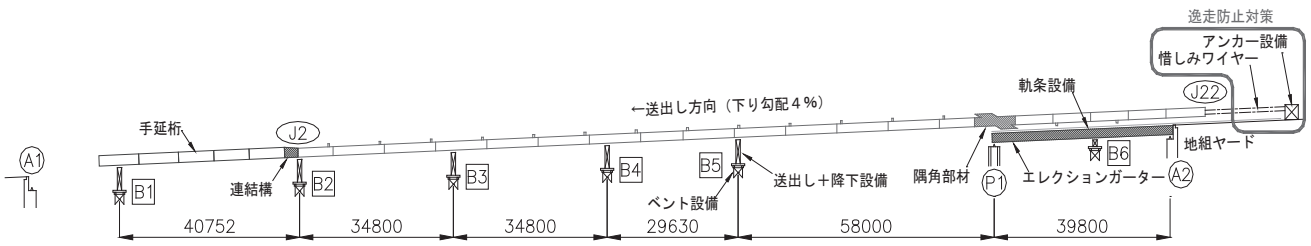


図-3 送出し架設概要図

架設工法：補剛桁－送出し架設

上路式アーチ部－トラッククレーン架設およびトラベラークレーン斜吊架設

下路式アーチ部－トラベラークレーンベント架設

2. 現場における問題点

各部分毎の架設における課題は、以下のとおりである。

(1) 補剛桁架設

起点 A1 側に送出しヤードが確保できないという理由から終点 A2 から起点 A1 へ向けての下り勾配 4% での送出し架設であった。このため勾配抵抗力（質量×4%の水平力）が常時作用した状態での作業となることから逸走防止に対する配慮が必要であった（図-3 および 4）。

(2) 上路式アーチ部架設

送出し架設済みの補剛桁上に軌条設備を設置しトラベラークレーンを用いて斜吊架設を行うものであった。このため架設する上路式アーチ直上に補剛桁がある状態での作業となることから全ての部材を引込む必要があった。

(3) 下路式アーチ部架設

トラベラークレーンによる移動や旋回に伴い橋梁全体に変形や動揺が生じる条件のもと引張材で断面が小さく長尺な吊材を仮支柱代わりに用いて重たいアーチ部材の架設を行うものであった。このため変形によって生じる外力や動揺に配慮した仮受設備の設置が必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 補剛桁送出し架設時の逸走対策

送出し設備として各ベント設備上にエンドレス

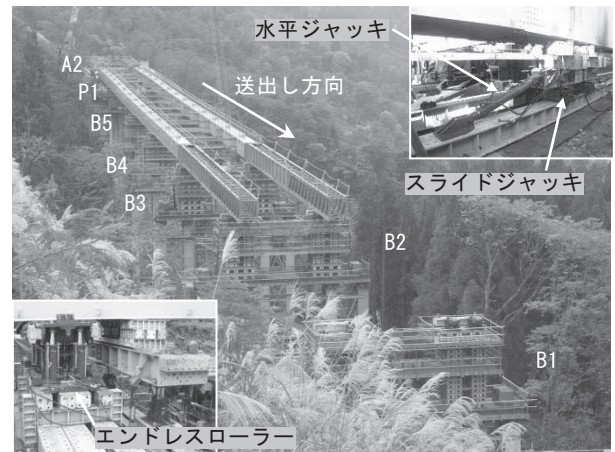


図-4 送出し架設全景（起点 A1 より望む）

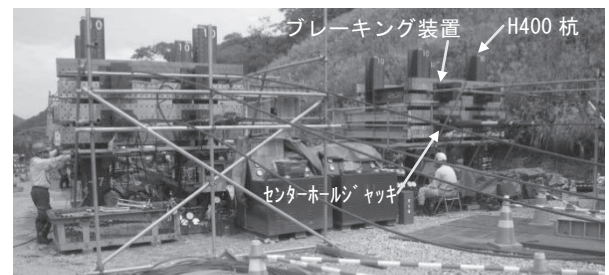


図-5 アンカー設備

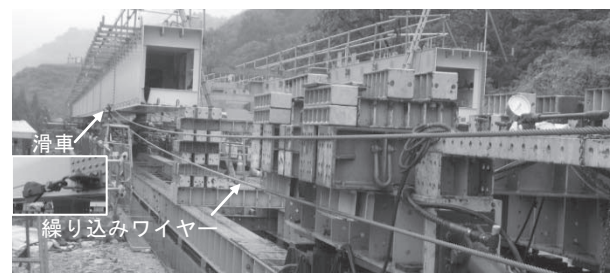


図-6 桁地組時惜しみ取付状況

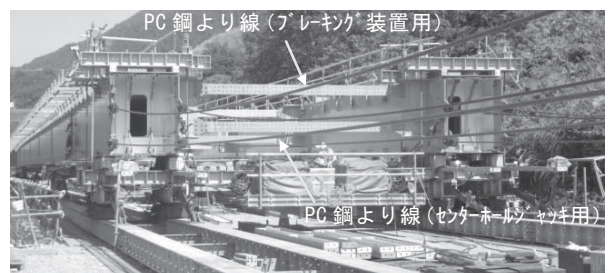


図-7 送出し時惜しみ取付状況

ローラー（摩擦係数0.05～0.06，勾配抵抗0.04とほとんど差がない）を設置した。また台車設備には反力管理が容易なスライドジャッキを採用し、推進装置として水平ジャッキを使用した。

逸走装置を取り付けるアンカー設備は、抵抗体として機能的（受圧と引抜き）に優れ、また逸走装置の取り付けが確実な杭アンカーとした。送しヤードの路床以下の地質が軟岩と想定されたことからダウンザホールハンマにて6mの削孔を行いH400杭挿入後、撤去を前提に砂を充填した（図-5）。

静止状態である地組時は滑車の取り付けを行い繰り込みワイヤーによる惜しみ行った（図-6）。

移動状態である送し時は台車設備の水平ジャッキと連動する50ton センターホールジャッキの取り付けを行いPC鋼より線（φ28.6）による惜しみ行った。また、緊急非常時用としてチャッキング式のブレーキング装置を別系統に設置、二重の安全設備によって万全の対策を図った（図-7）。

(2) 上路式アーチ部材の引込み架設

煩雑な引込み作業を回避するため、作業空間に応じた専用吊天秤にて架設を行った（図-8および9）。

アーチ基部から3部材目までの架設は、空間的に余裕があり部材に玉掛けワイヤーが取り付けられることから「へ」の字形天秤を使用した。架設部材に補剛桁より垂らした仮吊索を取り付けたのち、天秤の荷重開放を行った（図-10）。

2部材目架設完了後、1段目の斜吊索を設置した。3部材目架設完了後、2段目の斜吊索を設置、1段目の斜吊索の荷重開放を行い、先端1点吊の50mm下げ越し状態とした。

アーチ部と補剛桁部が交差する隅角部に直結する4部材目の架設は、空間的に余裕がなく玉掛けワイヤーが取り付けられないことから「コ」の字形天秤を使用した。先端1点吊部材に添接後、天秤の荷重開放を行った（図-11）。

閉合作業は、トラベラークレーンをP1～A2側径間まで後退させ、P1橋脚にて補剛桁の自重

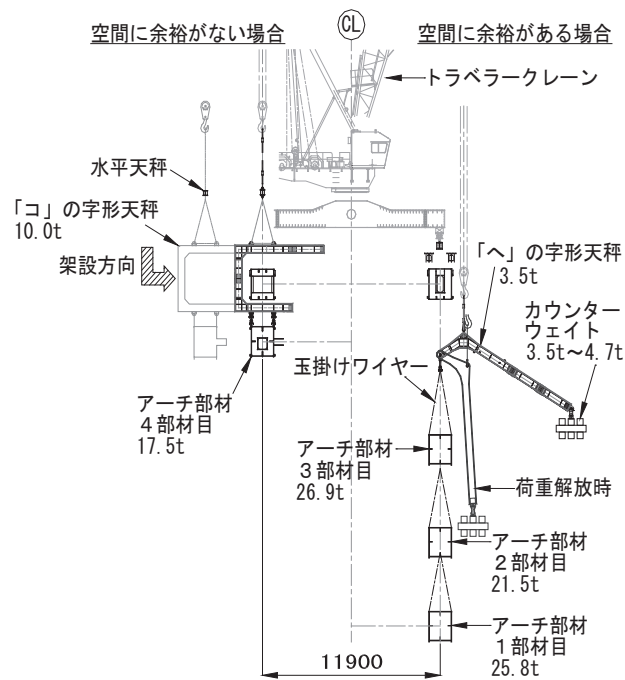


図-8 引込み架設概要図

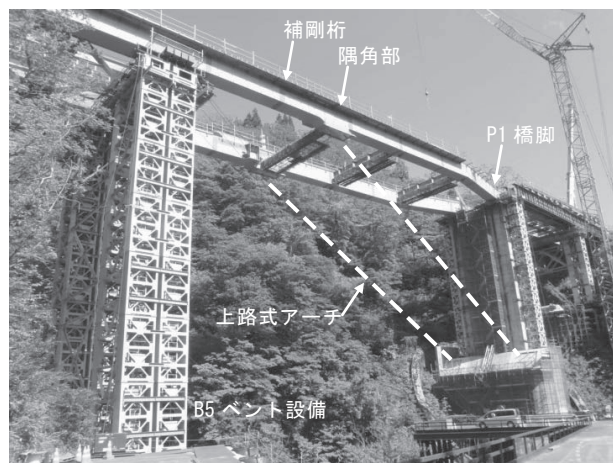


図-9 上路式アーチ部架設前状況

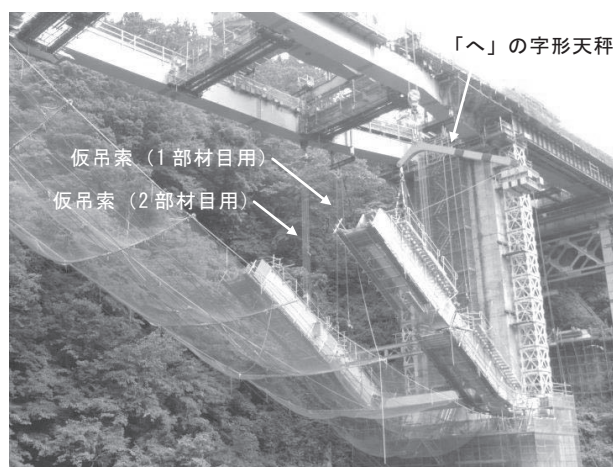


図-10 「へ」の字形天秤による架設状況

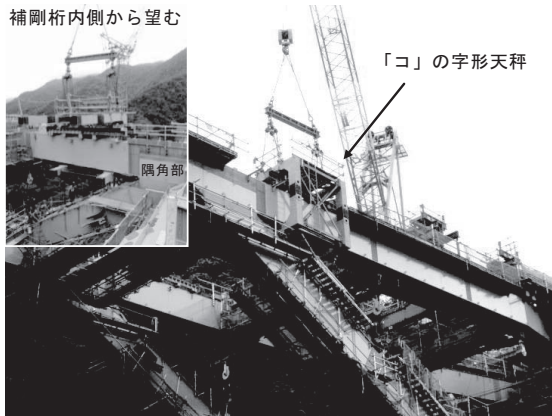


図-11 「コ」の字形天秤による架設状況

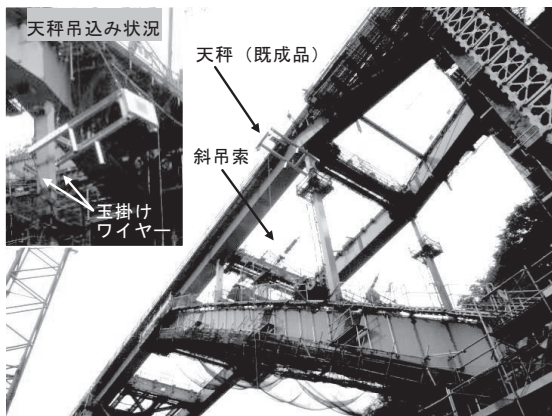


図-12 支柱架設状況

たわみ分だけジャッキアップを行ったのち、斜吊索の引き寄せにて行った。閉合部材の添接完了後、支柱材の架設を行った（図-12）。支柱下側（アーチ側）の添接作業を先に行い自立させ、支柱上側（補剛桁側）の添接作業はジャッキダウンしながら行った。

(3) 下路式アーチ架設時の仮受設備

架設系において常時圧縮力が作用する補剛桁仮受点直上のアーチ受点については、パイプベントを設置した。また、それ以外の比較的圧縮力が小さく架設系によって引張力が作用する受点についても四角支柱を設置し、吊材にアーチ荷重を負荷させないものとした（図-13）。

常時圧縮力が作用する受点においてはテーパ架台をアーチ部材にボルト固定した。ネジ機構付で高さ保持が可能なジャッキを取り付けた受梁にて支持し、架設時の添接作業を容易にするため30mmの上げ越しを行った。その際、ジャッキ底面と梁受材の間にテフロン板を挟み、ベント設備に

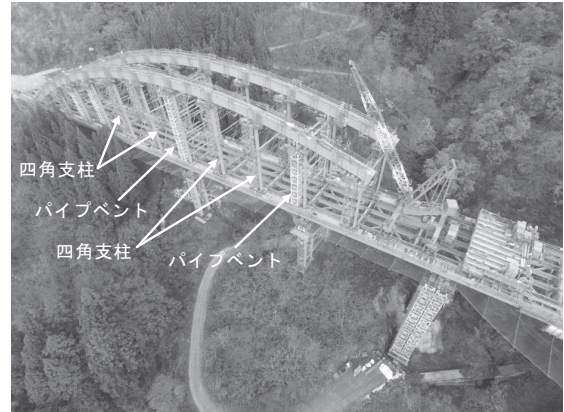


図-13 下路式アーチ架設状況

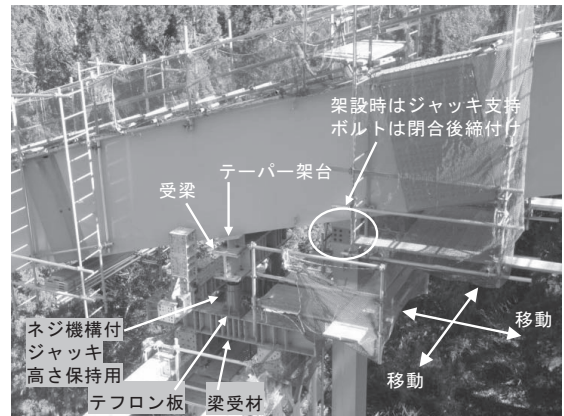


図-14 ベント頂部仮受け状況

水平力が作用しないよう配慮した（図-14）。

閉合部材を架設済アーチ端部に添接後、トラベラークレーンをP1～A2側径間まで後退させ、補剛桁のたわみ除去を行った。上述のジャッキ設備にてアーチを所定の高さに合わせたのち、B4補剛桁仮受点にてジャッキアップを行い、無事閉合することができた。閉合部材および吊材の添接作業完了後、補剛桁仮受点のジャッキダウンにて荷重を吊材に移行し、アーチ部材の軸力導入を図った。

4. おわりに

平成29年4月よりベント設備他の解体撤去を開始し、5月末より床版およびその他付属物工事をを行い、12月上旬までに全ての工事を完了した。

最後に本工事の施工にあたりご指導を賜りました国土交通省北陸地方整備局利賀ダム工事事務所の皆様ならびにご尽力頂いた関係各位に紙面を借りて厚くお礼を申し上げます。

長スパン箱桁の施工

東日本コンクリート株式会社
八 鍬 勝 智

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：曙橋（上部工）工事
- (2) 発 注 者：宮城県気仙沼土木事務所
- (3) 工事場所：本吉郡南三陸町
志津川字本浜町地内外
- (4) 工 期：平成27年3月31日～
平成28年3月25日（当初）
平成28年7月29日（最終）
- (5) 構造形式：単純 PC 箱桁橋
橋長 66.000m
桁長 65.400m
支間 63.800m
幅員 3.25m + 9.0m + 3.25m
斜角 90°00'00"
活荷重 B 活荷重
- (6) 主要工種：支承工・支保工・PC 箱桁製作工
排水装置工・橋梁附属物工・橋台工

2. 現場における問題点

本工事は、東日本大震災で甚大な被害を受けた宮城県南三陸町志津川に架かる橋梁工事(図-1)であった。志津川は、10m以上の津波が押し寄せ街全体が流されたため、今後津波による被害を受けないよう、盛土による嵩上げを実施し新しい街を造る計画となっている。嵩上げに伴い、元々

あった曙橋（橋長20m）の隣に高低差約12mの計画高で、橋長66m（支間63.8m）のPC箱桁として計画され、今回当社で施工することになった。施工前の現場状況を図-2に示す。単純桁で支間60m以上のコンクリート橋は全国でもあまり実績がなく、当社の施工実績でも最長となることから社内施工検討会で問題を上げ、中でも主桁コンクリート（打設数量約1,000m³）の打設方法・ひび割れ発生の抑制の2点について重点を置き、検討・計画を行うこととした。



図-1 位置図



図-2 施工前

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 主桁コンクリートの打設方法

先にも述べたとおり、主桁コンクリートの打設数量が約1,000m³と多いため、現地状況・1日の打設可能数量・施工性を加味した計画が必要となる。また、周辺では一斉に復興工事が行われているため、生コンの出荷制限はないか・打設人員は確保できるかなどを事前に確認するとともに、冬期間のコンクリート打設になるため、養生時間を考慮し作業時間を決定する必要がある。

現地状況からポンプ車2台を配置できること、施工性・人員・1日の打設数量を400m³以下とすることを念頭において計画した結果、下床版・ウェブ・上床版の3回でコンクリート打設を行うことに決定した（図-3）。

下床版・ウェブは各300m³、上床版が400m³としポンプ車2台で打込みを行うことで1パーティールあたりの打設数量を150~200m³とした。1回の打設数量を極力抑え作業員への負担を減らすことで、打設人員の不足を回避し、結果締固めなどの作業も十分に行うことができた。

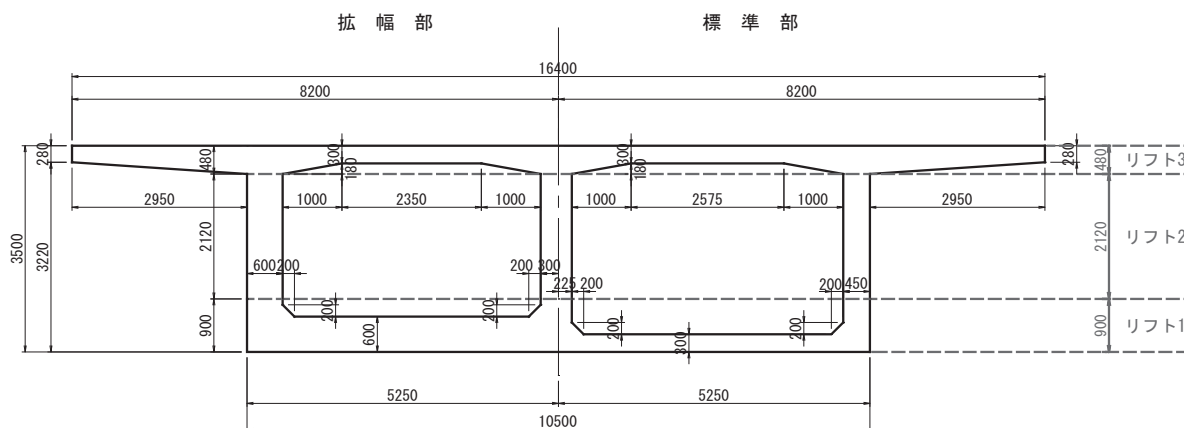


図-3 打設割図

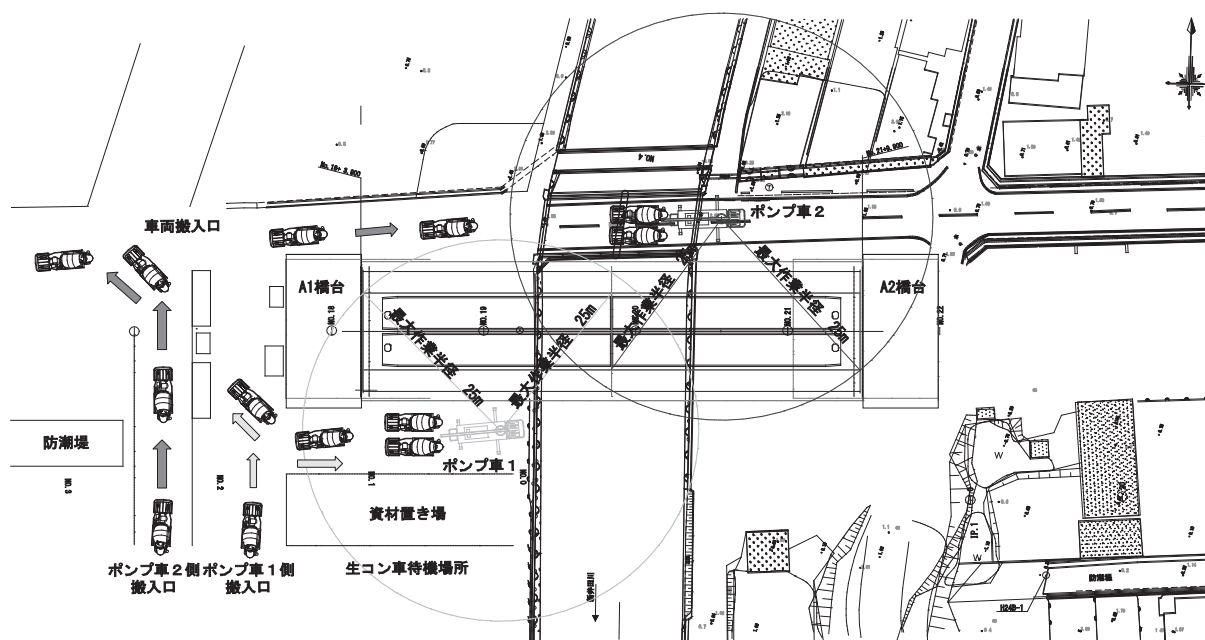
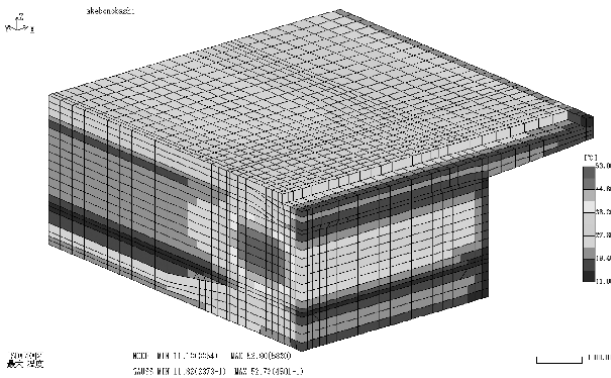


図-4 ポンプ車配置図

2) ひび割れ防止対策

コンクリート打設において社内検討を行った結果、ひび割れ発生要因の一つとして、支点横桁部の水和熱に伴う温度応力が考えられた。本橋の支点横桁は厚さが2.55m、高さが3.50mとマスコンクリートとなることから、桁端より8.55m（橋軸方向）をモデル化し、コンクリートの実配合を反映した温度応力解析を行った。

温度応力解析の結果、図-5に示すような結果が得られた。最大温度はリフト2の支点横桁中心部で52.9℃であった。



リフトNo.	最大温度出現年月日時刻	リフト1からの累計材齢(H)	各リフト打設からの材齢	最大温度(℃)	出現節点番号
リフト1	2016/1/17 0:00	材齢2.00日	材齢2.00日	34.78	節点:5820
リフト2	2016/2/13 8:00	材齢29.33日	材齢3.33日	52.90	節点:9665
リフト3	2016/3/17 12:00	材齢62.50日	材齢1.50日	37.86	

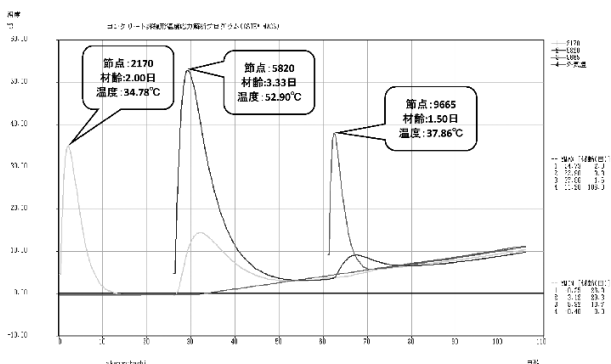


図-5 温度応力解析結果（経験最高温度）

温度応力解析の結果に基づき、補強を行う条件として水和熱が上昇してから下降に至る過程で一時的にひび割れ指数が1.0を下回る範囲と、水和熱が下降してコンクリート温度が外気温と同程度となったときひび割れ指数が1.0を下回る範囲とし、それぞれ補強鉄筋を追加配置することとした。解析の結果、上床版上面の中央付近およびウェブ付け根付近にひび割れ指数1.0未満となる箇所が生じ、温度ひび割れの発生が懸念された（図-6着色箇所）。

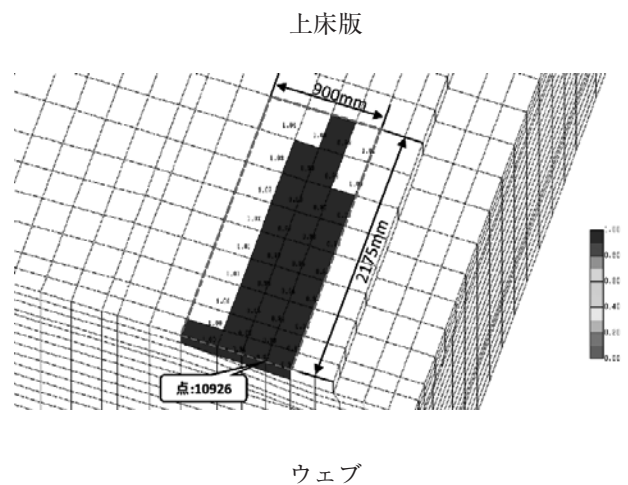
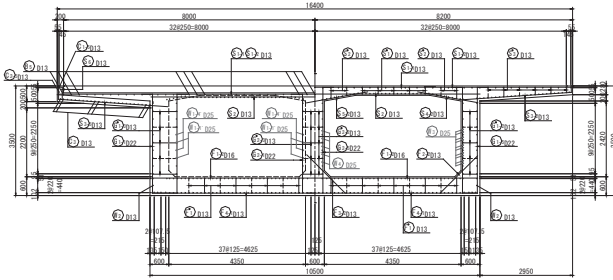


図-6 ひび割れ指数分布図（上床版・ウェブ）

以上より、上床版上面の中央付近とウェブ付け根付近を補強対象とし、作用引張力（対象範囲の最大値）から算出した鉄筋量を補強鉄筋として追加配置した（図-7）。

断面図



平面図

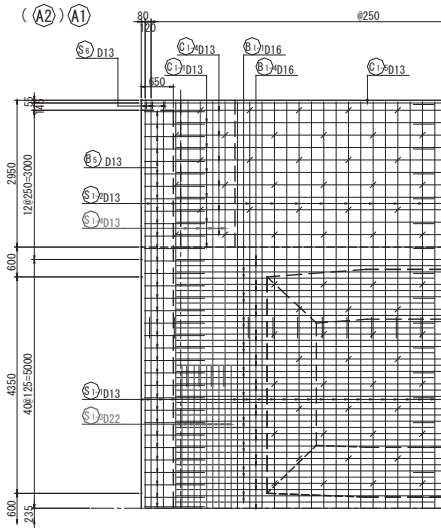


図-7 補強鉄筋配置図（上床版・ウェブ）

現場では、解析時の諸条件との比較・検証を行うため、打設リフト毎にコンクリート温度の測定（おんどりを使用）を行った。各リフトの測定結果は表-1のとおりで、対象箇所のコンクリート温度が打込み後最大に達するまでの日数が解析値に比べて全体的に1日（24時間）程早く、最大温度も10℃程度高い測定結果が得られた。これは、解析時は補強を目的としていたため、養生温度を施工地点の平均外気温と設定することで内外温度差を大きくし、補強量が不足することがないように安全側に解析していたが、実施工ではリフト1, 2の打込み後、ジェットヒーターによる給熱養生を行ったため、養生温度と外気温の差がそのまま結果としてあらわれたものと推測された。そのため、実施工の養生温度（測定値）を反映して再解析した結果、より実測温度に近い値が算出され、ひび割れ指数も当初より安全側の傾向を示す

表-1 コンクリート温度の比較

	リフト1		リフト2		リフト3	
	解析値	実測値	解析値	実測値	解析値	実測値
打設年月日	2016/1/15	2016/1/15	2016/2/10	2016/2/20	2016/3/16	2016/3/20
打設時のコンクリート温度	4.6℃	6.2℃	4.7℃	8.4℃	9.3℃	11.4℃
コンクリート最大温度（当初）	34.78℃	48.00℃	52.90℃	63.50℃	37.86℃	38.50℃
コンクリート最大温度（外気温の見直し後）	43.69℃		57.22℃			
各リフト打設から最大温度になる材齢	1.67日	1.25日	3.33日	1.63日	1.50日	0.63日

ことを確認できた。

養生完了後、リフト3の材齢3日および材齢28日でひび割れ調査を実施したが、ひび割れ指数が1.0未満となった箇所にひび割れは発生しなかった。

4. おわりに

本橋梁の施工を無事に終えて、事前計画の重要性を再認識しました。主桁のコンクリート打設については、下床版・ウェブと上床版の2回で打設することが一般的ですが、施工性・施工量等の諸条件を考慮し3分割で打設を行ったことは、本工事において打設時間・打設人員の面で適正な判断だったと思います。また、温度ひび割れ対策については、補強鉄筋を追加した範囲は少ないながらも、解析結果は妥当で実際の躯体に反映され品質向上に寄与できたと思います。最後に本工事の完成写真を添付（図-8）します。



図-8 曙橋（上部工）工事 完成写真

施工計画

2車線確保した規制形態で厳寒期に橋を解体する工夫

(一社)北海道土木施工管理技師会

株式会社 玉川組

監理技術者

現場代理人

竹 樋 満 寛[○]

石 尾 弘 明

1. はじめに

本工事は、一般国道36号千歳市錦町事故対策事業の一環として、千歳橋の架替に伴う橋梁・仮橋設置を行うものである。現在の橋は、1952年（昭和27年）10月より行われた日米行政協定に基づく「札幌・千歳間道路」の改良舗装工事の一環として、橋長36m、幅員17mの鉄筋コンクリートT桁橋として架換整備されたものである。

- (1) 工 事 名：一般国道36号 千歳市 千歳橋補修外一連工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局札幌開発建設部
担当事務所 千歳道路事務所
- (3) 工事場所：北海道千歳市
- (4) 工 期：平成29年6月21日～
平成30年3月22日

2. 現場における問題点

主な問題点を以下に示す。

- (1) 橋上面規制して反対側の橋を解体する。

現橋の千歳橋は、車道幅員は12.0mの2車線道路となっている。

千歳橋解体は、非出水期（11月以降）から作業をおこなうものである。図-1で示すように上流側に車両用仮橋を仮設するため、既設橋桁・床版を上流側一部撤去する一次解体と図-2・3で示すように下流側の上部工を撤去する2次解体で行

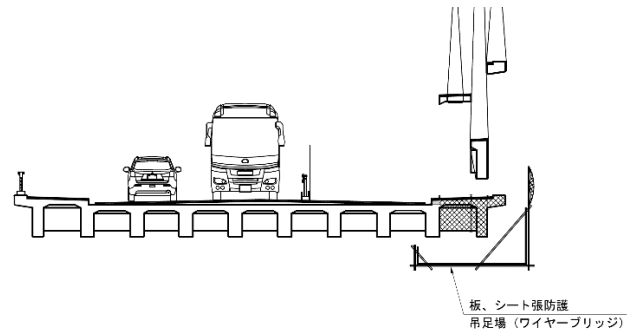


図-1 1次解体断面図

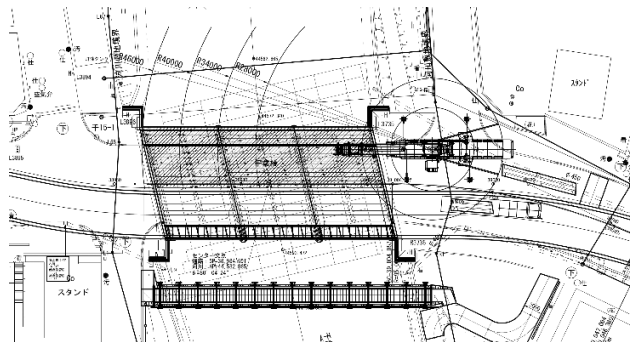


図-2 2次解体平面図

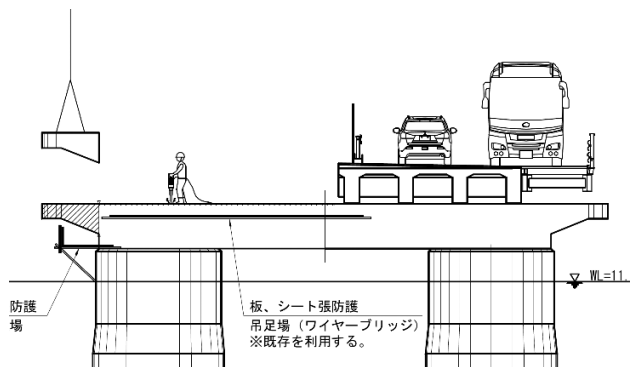


図-3 2次解体断面図

う。その際に国道を通行止めしないよう現道を供用しながら解体作業を行うものである。

千歳橋解体には、550 tクレーンを終点側に設置して作業を行う。現場が狭隘なことから、フラットソー、コアドリル、ワイヤーソーで使用する冷却水と汚泥水を貯水する水槽を切断の支障とならないように橋面に設置しなければならない。

(2) 施工時期による水の凍結対策

橋梁解体時期が冬期施工となり、使用する冷却水の凍結防止管理が別途必要となる。

(3) 河川環境維持

千歳橋解体箇所は3スパン36mほどで千歳川は河川水域類型がAに該当し、秋には鮭が遡上する河川であり、汚濁水をほぼ完全に流出防止しなくてはならない。



図-4 千歳橋、橋面現況



図-5 千歳橋、下流側側面現況

3. 工夫・改善点と適用結果

工夫・改善点（工法の比較・検討）

湿式ワイヤーソーイング工法ではなく、乾式ワ

イヤソーイング工法に変更した場合の冷却水削減量を以下に検討した。

(1) 湿式から乾式に伴う冷却水削減量の計算

適用範囲	施工区分	最大適用面積(1断面)
橋梁下部工(重力式・半重力式)・無筋構造物	A	10.0 m ² 以内
橋梁下部工(重力式・半重力式を除く)有筋構造物	B	5.0 m ² 以内
橋梁上部工・樋管等高配筋土木構造物	C	3.3 m ² 以内

図-6 適用範囲及び施工区分

日当り施工量	単位	数量
施工区分A	m ²	10
施工区分B	m ²	5
施工区分C	m ²	3.3

図-7 日当り施工量（1パーティ/1日当り）

冷却水量の計算

1日切断時間（分）×施工台数×20リットル/分

1日の稼働時間：7時間

日当り施工量	単位	数量	備考
施工区分A	ℓ/m ²	840	7×20×60/10
施工区分B	ℓ/m ²	1,680	7×20×60/5
施工区分C	ℓ/m ²	2,545	7 × 20 × 60/3.3

図-8 1 m²当り冷却水使用量

日当り施工量	単位	数量	備考
施工区分A	m ²	-	
施工区分B	m ²	9	千歳橋
施工区分C	m ²	60	千歳橋

図-9 千歳橋解体でのワイヤーソー数量表

日当り施工量	単位	数量	備考
施工区分A	ℓ	-	
施工区分B	ℓ	15,120	9×1,680
施工区分C	ℓ	152,700	60×2,545
合計	ℓ	167,820	

図-10 冷却水予定数量

以上から約167m³の冷却水削減効果があり、汚

濁水は183.1m³（比重を1.1とした場合）削減できることになる。

(2) 経済比較

施工区分Cについて経済比較を行う。

	湿式(1 m ² 当り)	乾式(1 m ² 当り)
施工単価	概算 95 千円/m ²	概算 150 千円/m ²
汚泥水の量	1 m ² ×2,545=2,545 ℓ=2.5m ³	0
建設汚泥	2.5m ³ ×1.1(比重) =2.8m ³	0
汚泥運搬処理： L = 60km 以下	2.5m ³ ×6 千円 =15 千円/m ³	0
建設汚泥処理費	2.8m ³ ×10 千円 =28.0 千円/m ³	0
養生費(板張・シート)	12.3 千円/m ²	0
温水使用料(厳寒期生コンプラント購入)	2.5m ³ ×5 千円 =12.5 千円	0
合計	153.8 千円/m ²	150 千円/m ²

図-11 汚泥処理費経済比較

概算で3.8千円/m²程割安となる。

汚泥運搬費、汚泥処理費は施工地域により異なる。

(3) 乾式のメリット

①水槽が少ないので凍結防止設備が容易。

湿式・乾式ともにワイヤーソーで水槽は、冷却水用と、汚濁水用の2台が1 set となる。北海道千歳市の1月の外気温は最低で-20℃超の日もある。そこで、凍結を防止する目的で通常の冷却水用の鋼製水槽を養生が簡単で厳寒時周囲からの熱伝導を受けにくい超高分子量ポリエチレン製の貯水タンク1基(2,000ℓ)とし、冷却水の凍結防止には100Vの仮設電気を設置し、投げ込みヒーター4基で加熱した。冷却水の不足時はその都度補給した。

湿式にした場合、同じ水槽だと3倍の仮設備が必要となる。

②水槽タンク設置スペースを小さくできる。

水槽の大きさはワイヤーソーの1日当り施工能力で検討した。

名称	容量 M3	長さ×幅×高さ
ノッチタンク	10	3,560×1,715×1,829
	8	3,262×1,462×1,829
	5	3,160×1,219×1,580
	3	2,362×1,219×1,275
	2	920×1,219×1,912

図-12 水槽の大きさ

湿式の場合

$$2,545 \text{ ℓ/m}^2 \times 3.3 \text{ m}^2/\text{日} = 8,399 \text{ ℓ}$$

$$8,399 \text{ ℓ} + (\text{床版カッター} 74 \text{ ℓ/m} \times 20 \text{ m}) = 9,879 \text{ ℓ} \\ \div 10 \text{ m}^3 \text{ 水槽 (もしくは } 3 \text{ m}^3 \text{ 水槽 } 3 \text{ 台)}$$

乾式の場合(乾式の1/100)

$$2,545 \text{ ℓ/m}^2 / 100 = 25 \text{ ℓ (冷却水は必要)}$$

$$25 \text{ ℓ} + \text{床板カッター} 74 \text{ ℓ/m} \times 20 \text{ m} = 1505 \text{ ℓ} \\ \div 3 \text{ m}^3 \text{ 水槽}$$

桁の解体幅は最大で1.8mである。水槽移動しないでフラットソーイングマシンで切断するにはブレードカバーが切断面から60mm外にでるので、安全をみて200mmは余裕幅が必要である。この幅に水槽を設置する場合は1800mm-200mm×2=1400mm以内となる。切断に支障とならない水槽は図-12から5m³、3m³水槽の幅1,219mmが該当となる。

冷却水は水槽から直接ホースで各マシンに供給し、汚濁水も残水ポンプで水槽に貯水するので、施工箇所から近ければ近い程メンテナンスが容易となる。また仮設用地がクレーンで占拠されているので、橋桁がなくなるまで切断の支障とならない箇所で橋面上に設置しなければならない。そこで施工順序を汚濁水のでるフラットソー、コアドリルを先行し最後に汚濁水のでない乾式ワイヤーソーとする施工順序とした。

今回の現場では1次解体で撤去した桁(約L=12m)を橋面の規制内で6mに2次切断(乾式ワイヤーソー)するため、仮設ヤードが制限された。

湿式		乾式	
3m ³ 水槽 6台	17.3 m ²	3m ³ 水槽 2台	5.8 m ²

図-13 水槽設置面積の比較

③河川の環境を保持できる。

床版カッター切断時はワイヤーブリッジに板張り、シート養生した中で残水ポンプを設置し、汚濁水用水槽に回収した。ワイヤーソーの施工箇所は伸縮装置、横桁切断箇所等でワイヤーブリッジ足場がカバーできない箇所であり、乾式にすることにより汚濁水は発生しない。



図-14 汚泥水回収状況



図-15 ワイヤーソーイング切断箇所
奥の横げた橋脚部



図-16 1次解体施工状況

4. おわりに

以上より、乾式ワイヤーソーイング工法は、湿式ワイヤーソーイング工法と比較して施工面では冷却水の使用量が削減でき、それにより水槽設備を小さくすることが可能である。環境面においても千歳川への汚濁防止のための養生を少なくして施工することが可能である。また、金額比較においても湿式に比較し乾式の方が当現場では3.8千円（概算）安価となった。よって、当現場の施工では乾式ワイヤーソーイング工法に変更した利点がある。

今現在は、1次解体が完了し、残りの2次解体を終えて作業完了となる。1次解体で乾式ワイヤーソーの施工時間と冷却水削減によりノッチタンクを3m³と小さくしても施工可能ということが解り、2次解体で仮設ヤードの施工計画に反映させ、乾式ワイヤーソーイング工法により2車線確保した規制形態で橋を解体することができる。

乾式ワイヤーソー採用にあたり、ご理解と数々の助言を頂いた北海道開発局 千歳道路事務所の皆様には感謝を申し上げます、ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 橋梁技術マニュアル【第4回改訂版】
- 2) ワイヤーソーイング工法施工手引き【一般社団法人日本コンクリート穿孔業協会】

3Dプリンターの活用で施工性アップ！

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

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：宮崎218号深角東工区改良工事
- (2) 発注者：延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県西臼杵郡日之影町
- (4) 工期：平成29年2月18日～
平成30年1月31日

本工事は、宮崎218号高千穂日之影道路における、深角地区L=200mの道路土工を主体とした改良工事である。

主たる工事内容：掘削75,000m³、盛土30,000m³
法面整形・植生工6,000m²、残土処理45,000m³
補強土壁工1.0式

2. 現場における課題

現在ICT技術も施工性の向上に大いに生かされ、弊社においても多くの現場で活用を行っている。今回工事においても、バックホウマシンガイダンス・ブルドーザーマシンコントロール・GNSS転圧管理システム・GNSSローバー測量・UAVによる起工測量、出来形管理を実施している。

弊社職員によるドローン測量や、データの3次元化も出来るようになり、個々の生産性の向上や会社の経営環境も改善されている。

このように道路土工が主体の技術を進める中で、今回は補強土壁工事（多数アンカー工法）があり、

全体工程の進捗にも影響するので、施工性を高めるための創意工夫の実施を課題とした。

まず今回の多数アンカー工法において、何が今までの同様の工事と比べて大変そうであるかと考えた時に、使用材料の種類が多さと複雑さであった。

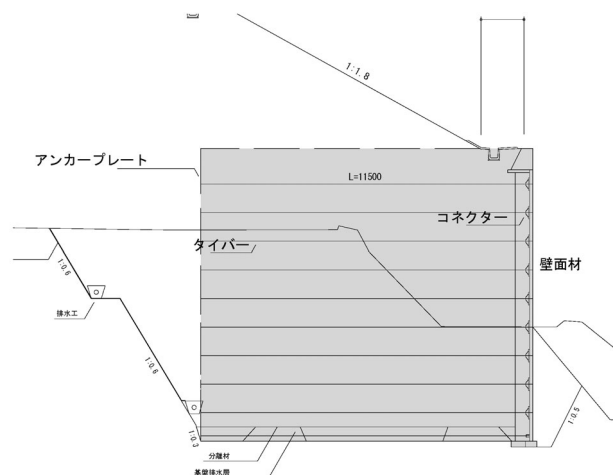


図-1 断面図

タイバー（アンカー材）においてはL=2.5～12mまでの径別に29種類、壁面材においては特殊・標準・コーナー型等で82種類であった。

1段おきに形状も長さも異なる材料が多数に変化していくので、通常は配置図を作成してチェックを行いながら施工していくが、手間暇やチェックミスや材料小運搬等を考慮すると、課題としたいかに無駄なく作業を行い、施工性を高めるかの工夫が必要であった。

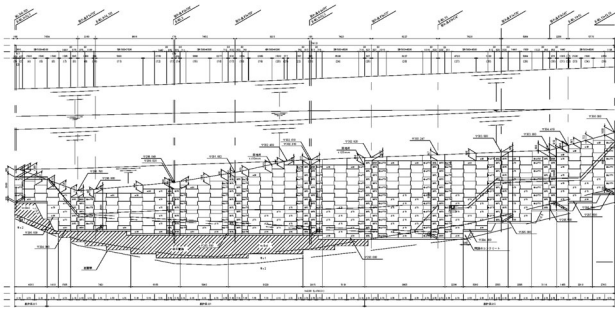


図-2 展開図

3. 工夫・改善点と適用結果

まず初めに、縦断・横断的に折れ点も多いこの複雑な形状の構造物をいかに流れ良く施工するにはと考えた時に、部材種類の多い壁面材の配置・施工を円滑に行うことが一番の近道であると考えた。

タイバーはおのずと壁面材に付随して来るので、壁面材を主体で考えれば全体的に施工がスムーズに行える。

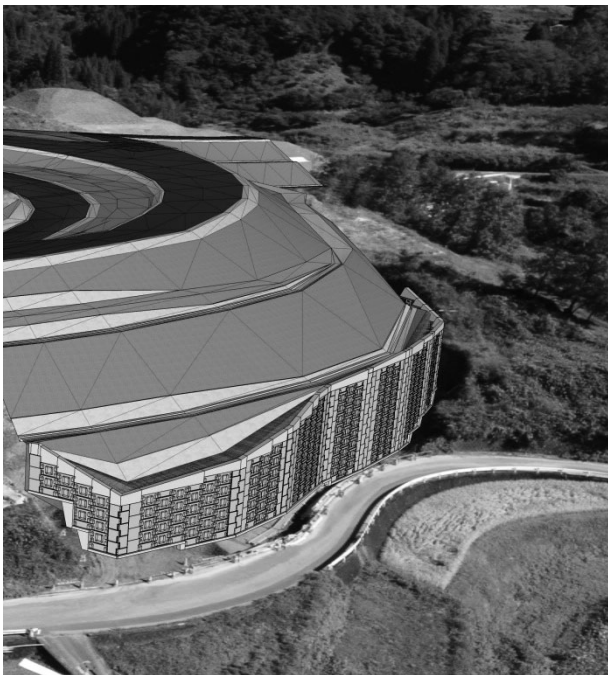


図-3 完成予想図

次に、施工班に対してわかりやすく説明するための配置図を考えた時に、従来の配置図では平面的にしか視覚に訴えることができず、理解に時間がかかる。そんな中、弊社にある3Dプリンターで3次元的にモデルを作成してはとの意見が出た。

担当者と話したところ、種類が多いので製作に1ヶ月程度はかかるが、出来ないことはないとの返答を得た。1ヶ月であれば施工計画や仮設等の準備期間でもあり問題はないので、製作を依頼し取りかかった。

部材種類の多さを考えるにつけ、定期的に製作の進捗を見るにつけ大変な作業ではあるが、そこは弊社女性技術者の粘りの賜物で、無事3Dモデルが完成した。

部材はPCにて種類別に製作図を作成すればおのずと3Dプリンターが製作してくれるが（この作業も簡単ではないが）、組立は現場施工と同様に手作業ではめ込んでいくので、組み立てて製作することが楽しいと思える人でないと向いていない作業ではあった。



図-4 製作組立写真

モデル製作寸法として、弊社のプリンターでも1/10までは作成できるが、今回は実寸の1/30にて製作を行った。

大きすぎても移動や設置に手間がかかるし、小さすぎても理解に苦しむので、視覚に訴えかける大きさとして1/30とした。

無事モデルも製作が終わり、ここからが本番である。製作における貴重な時間と労力を無駄にしないためにも、どう効果的に生かすかを考えた。まず完成イメージを施工班に植え付けるために、モデルを使った組立要領（配置要領）説明会を施工前に行った。

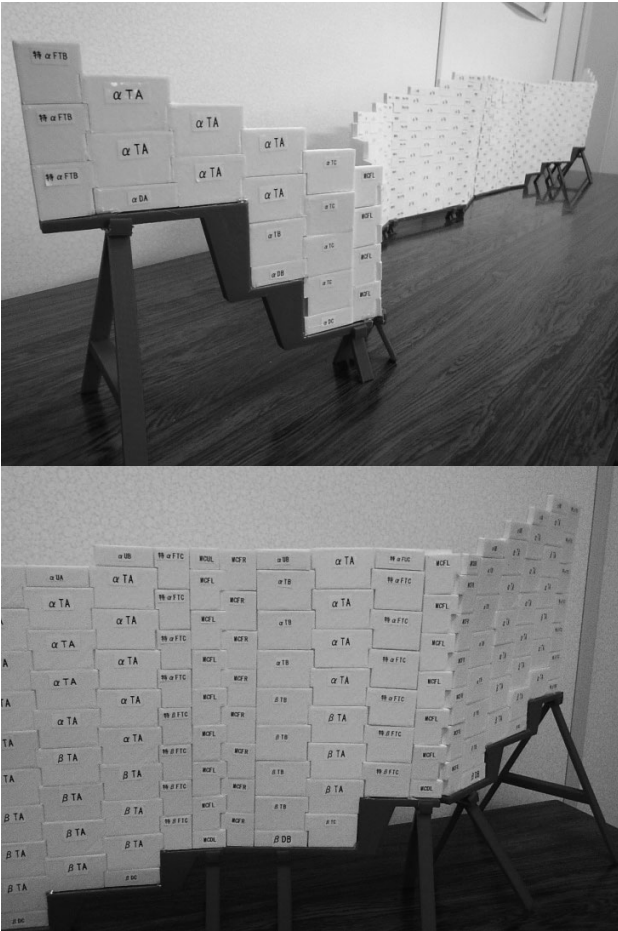


図-5 モデル完成写真



図-6 説明会状況

立体的に目に見えるので仕上りと配置のイメージを容易に理解でき、かなりの反響で効果は感じられた。

モデルは現場休憩所に置いたままにし、朝礼前や打合せ時にいつでも確認できるようにした。

説明会が終わった後に本格的な現場施工に入ったが、その日の施工範囲をモデルにて確認し、材料表をチェックして現場に入るの、無駄な時間も費やさず、ミスや出戻りのない高い施工性が得られた。施工が終了した部分は日々ペイントにて塗りつぶしを行い、視覚で進捗状況を確認できるようにした。

壁面材に付随するタイバーについては、壁面材にタイバー長と種類を色分けして記載する方法を工場に依頼することで拾い出しの無駄を省いた。

相乗効果として、材料メーカーの製品納入不足のミスを下請け業者側から早め早めに指摘できるまでに現場として成長した。

全体工程としては、多数アンカー工法基盤部の置換工の検討と施工日数に時間を要したため、目に見えて工事全体がはかどったわけではないが、多数アンカー工法においては、標準施工量 $15\text{m}^2/\text{日}$ に対して実績 $22\text{m}^2/\text{日}$ であり、十分に効果はあったと考える。

標準施工量は標準部材で考えており、今回の工夫だけが全て直結しているわけではないだろうが、ハーフ部材やコーナー部材の多い現場で $+7\text{m}^2$ の実績は大きいと言える。

モデルを製作してから施工との流れは、CADのなかった昔から行っていたことで、発泡スチロールや厚紙を切り貼りして寸法の表示のない種



図-7 日々の管理状況

門や流路工のモデルを製作することや、完成予想図を作成した時代、またゴム製品で出来た根固めブロックモデルの組み合わせ等の記憶がある。

皆その時代から立体的に見たいという欲求と工夫はあったのだと思う。



図-8 施工状況 1

弊社の3Dプリンターも安価なので、大きな部材等の製作はできないが、あくまで今回のようなケースではミニチュアモデルが必要で、実物大を作る必要もないので十分な能力といえる。

今後さらに多方面に活用していきたい。

4. おわりに

今回のように、施工方法を検討するでもなく経済性を積上げるでもなく構造計算を積み重ねるでもなく、単純に3Dプリンターを活用することで、現場での余計な時間も費やさず凝縮でき、ミスや出戻りや待ち時間の少ない施工性の向上が図れることも多々ある。前回の論文の中でも述べたことではあるが、単純な発想から生まれることもあるのだと、あらためて認識した次第である。

施工の終わった部分から順次塗りつぶして確認

するとの方法をとったが、部材の種類別に製作時に先に色分けして作成する方法もケースによっては考えても良いかと思われる。

今回の現場においては、立体的に完成イメージを把握するには製品と同系色1色に統一するほうが良いと考えた。一方で部材の種類別に色分けしていた方が、その日の拾い出しがさらにしやすい利点もあったのではないかと考える。

実際にモデルがABS樹脂のため、一般的な塗料では色付けが上手くいかないし、モデルの破損にもつながるので中心部のみの色付けとした。



図-9 施工状況 2

以上のような工夫を積み重ね、現場も現時点で多数アンカー工法を完了し、上部の嵩コンクリートの施工に入り、完成に向かって日々忙しく進んでいる。

今回の工夫に対して82種類ものデータを作成し、延べ467枚もの部材モデルを、文句も言わず黙々と製作組立してくれた弊社の女性技術者に感謝するとともに、せっかくのアイデアと努力を無駄にすることのないように、最後まで無事故無災害で残りの工事を頑張っていきたい。

鹿島川砂防林下流床固工工事における 護床工の施工について

長野県技士会
北陽建設株式会社
主任
西澤 邦彦

1. はじめに

本工事は、鹿島槍ヶ岳を源とし、高瀬川に注ぎ込む一級河川の鹿島川上流にある鹿島川砂防林に接する河川内へ多年度にわたり床固工を設ける6期工事として、左岸側魚道工、護床工、左岸取付護岸工を施工するものであった。

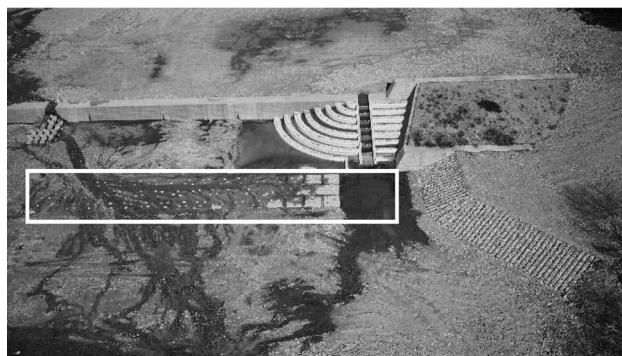


図-1 完成写真

工事概要

- (1) 工事名：鹿島川砂防林下流床固工
その5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：長野県大町市 平地先
- (4) 工期：平成29年4月3日～
平成29年12月20日

作業土工

魚道工

- ・コンクリート 407m³
- ・型枠 1式

護床工

- ・コンクリート 587m³
- ・残存型枠 922m²

取付護岸工

- ・ジャかご工 594m

既設ブロック撤去工

- ・異形ブロック撤去・運搬

2. 現場における問題点

護床工の施工は施工基面が河川土砂で凸凹があるため組立作業の能率が悪く、工程に遅延が出ることが懸念された。

また、護床工は残存型枠を用いて施工したが、残存型枠の重量は1枚当たり50kgあることから組立はクレーンによる吊り込みながらの作業となり、構造物の間隔が図-2のように42cmと狭いことから、挟まれ等による災害の危険があった。

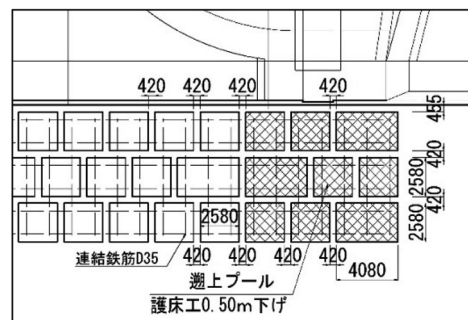


図-2 護床工詳細図

3. 工夫・改善点と適用結果

護床工の工期短縮と安全確保のため下部の1段目型枠を別施工ヤードで組立、吊込み設置後に上段型枠を組立、コンクリート打設をした。

また、組立作業の能率アップと作業環境改善のために型枠の切断加工を工場に依頼した。

上記を行うことにより工程の短縮と安全に施工を行った。

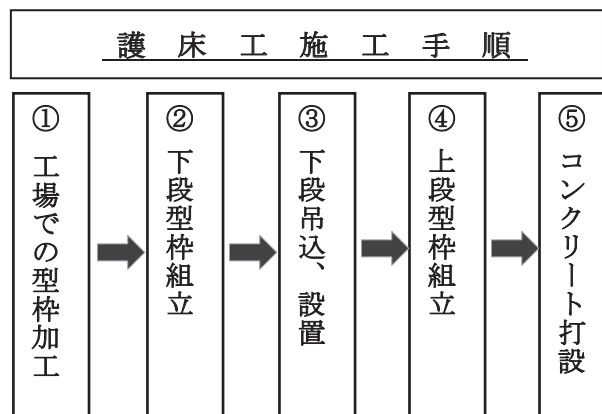


図-4 残存型枠加工図

①工場での型枠加工

護床工1基当たりで20枚（図-4）の切断が必要であった。そのため現場で切断するには手間が掛かるばかりでなく、粉塵も発生する。そこで専用の切断機を持つ型枠メーカーに切断を依頼した。

結果、工場加工（図-5）により精度の高い切断が出来るだけでなく、粉塵も出ないことから作業環境も改善することが出来た。

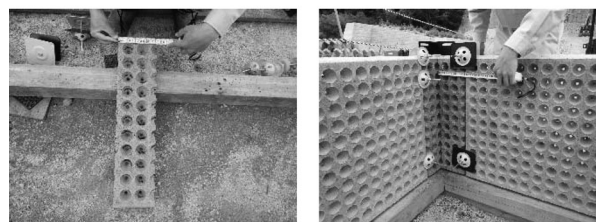


図-5 残存型枠の切断

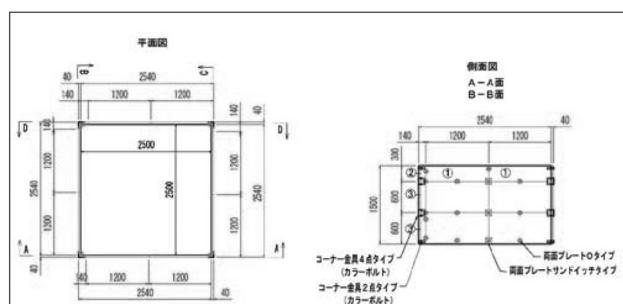


図-3 施工フロー図

②下段型枠組立

別ヤードの敷鉄板上に設置した作業台を使用することで歪みなく、また効率的に型枠を組立てることが出来た。

最初の現地組立て時には1基の下段組立に30～40分ほど要したが、作業台を使うことで20分弱に短縮した。

あらかじめ切断加工し、パーツ化した型枠の組立作業は、模型を組立てるような作業感覚となり、作業能率が向上した。

型枠の吊り上げ時に歪まないよう縦横に補強鉄筋と、同時にコーナー金具も溶接する。



図-6 下段組立状況

また、残存型枠組立作業において、従来だと組立用金具（図-7）の穴に工具を差し込み、表金具と裏金具を締付けて固定するのが一般的である。

しかし、この時工具を持ち替えなければならず、結果作業能率が悪くなることから、何とか電動工具を使い作業能率を改善できないかと考えた。

そこで市販のボックスレンチ2個を組合せ、組立専用レンチを製作した（図-8）。

この器具を使用することで瞬時に取付け、締付けが出来るようになり、よって作業がスピーディーで能率も格段に良くなった（図-9）。



図-8 製作した残存型枠専用ボックスレンチ



図-7 従来の締付作業



図-9 ボックスレンチ使用状況

③下段型枠吊込、設置

コーナー金具を使用することで4隅を溶接によって固め、吊上げに耐えうる構造とした。

また、吊上げ移動時に組立てた型枠が変形、破損しないよう内張り金具を製作、活用した（図-10）。

これは、ねじ切りされた鋼棒を加工して中間部に長さを調整するカプラーを取り付けた簡易的なものである。

型枠が吊込み時に変形しないよう内張り金具を取付け、4隅が同時に地切りするよう静かに吊上げ、移動、設置した（図-11、12）。

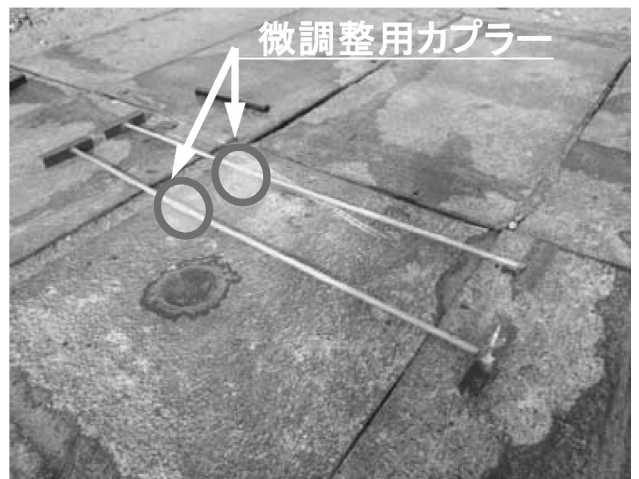


図-10 型枠内張り金具



図-11 内張り金具設置



図-12 下段型枠設置状況

④上段型枠組立

上段型枠の組立は下段型枠組立手順とほぼ同様の作業であったが、冒頭に記したように構造物間隔が狭く、作業性が悪いことから連結鉄筋を設置後、型枠内に作業床を仮設し、型枠材を吊込み下部型枠に乗せ、組立金具を締め付け、用心鉄筋を溶接し、型枠組立を完了した。

⑤コンクリート打設

コンクリートは25tラフテレーンクレーンと1.0m³コンクリートバケットを使用し打設を行った。

打設中は作業員が締め固め作業等に集中しているために吊荷の接近に気付かず、ヒヤリとすることもあった。

そこで接触災害を防ぐために、クレーンのフック直上に吊荷接近警報装置を取付け、安全に作業した。

上記の工夫と改善策を行った結果、護床工の工程を当初計画において77日間を見込んでいたが17日間短縮し、60日間で施工を完了出来た。

些細な工夫ではあったが、護床工の施工における工期の短縮には大いに貢献出来て良かった。

同種の残存型枠を使用する工事でも活用できると思われるので、今後の施工に活かしていきたい。

4. おわりに

本工事は4月上旬に着手し、真夏の暑さの中での施工でしたが、地元の方々のご理解とご協力、作業員全員の協力と努力により無事に工事を完了することが出来た。

最後になりましたが、施工にあたりご指導、御鞭撻を頂いた発注者の皆様には深く感謝いたします。



図-13 上段型枠組立状況



図-14 コンクリート打設状況



図-15 護床工完了

築堤護岸工事におけるの創意工夫について

新潟県土木施工管理技士会
株式会社 大石組
担当技術者
田 中 秀 人

1. はじめに

本工事は新潟県長岡市上塩地内を流れる一級河川「塩谷川」の上流工区において、築堤盛土（564 m）・護岸工（2866m²）・樋門工（B2.0m×H1.5 m）の施工を右岸、左岸にて行う工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：一級河川塩谷川助成事業
築堤・護岸・樋門（上流工区その
6）工事
- (2) 発 注 者：新潟県長岡地域振興局
- (3) 工事場所：新潟県長岡市上塩地内

- (4) 工 期：平成26年11月12日～
平成28年3月15日

2. 現場における問題点と特性

一級河川塩谷川は過去に数回水害が発生しており、図-1に示すように施工箇所地点で複数の河川が合流していることから、降雨時の急激な増水が想定される状況での施工となった。また、当地域は降雪地帯で毎年1月以降は積雪量が多くなり、施工が困難を極めること、本工事の施工期間が出水期と重なり、水位上昇による仮締切の崩壊や作業エリアへの越水が想定されることなどから安全



図-1

管理を意識した中で、早期施工完了に向けての工程及び施工順序に工夫が必要であると考えた。さらに、本工事は塩谷川助成事業として複数の同種工事が発注されており注目度が高く、各関係機関や周辺地域からの関心も高い状況であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 施工順序について

塩谷川は過去に数回水害が発生し、降雨時には急激な増水が見込まれることから、施工中においても元の河川断面を確保することとした。右岸側と左岸側ともに護岸工を施工する工事であり、左岸側が引提となる断面構造になることから、左岸

側を完工させた後、右岸側の施工を開始する施工順序を適用した。本工事の標準断面図を図-2、左岸側施工状況を図-3、右岸側施工状況を図-4に示す。

これらの施工順序を適用し、河川断面の確保を意識して施工を行った結果、以前の川幅と変わらない河川断面を確保した中での施工が可能となり、降雨時の急激な水位の上昇を抑制でき、安全に工事を進めることができた。また、以上の施工順序にて施工しながら工区分けを行い、複数班体制施工することにより、効率よく工事を進めることができた。

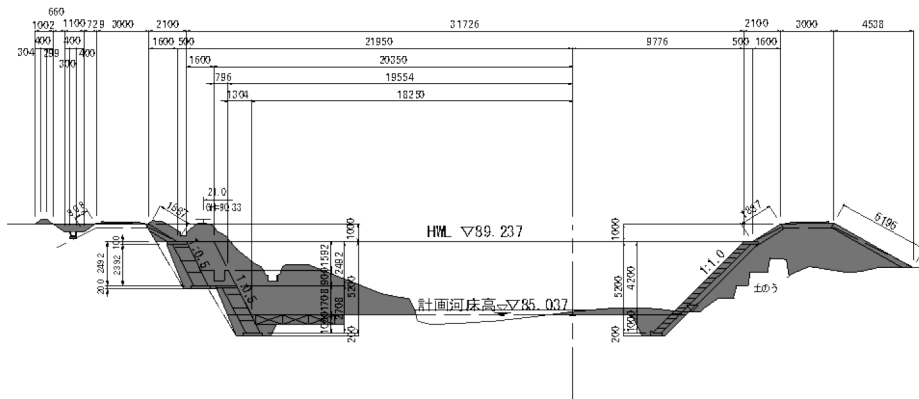


図-2



図-3



図-4

(2) 工程管理について

本工事の現場特性として、1月以降は現場周辺の積雪量が約1m程にもなり施工が困難となることから、片付け等を含め12月中の施工完了が必要条件であった。また工事は4月上旬からの着手であった為、実質的に9ヶ月で完工させる必要があった。工程表を作成するにあたり、工期および施工量を考慮し、現場を工区分けし3社による同時施工を計画した。全体工程表とともに工区毎の簡易な工程表を作成し、資機材の搬入計画や工区間

の調整を日々の打ち合わせ等で行い、工事の早期完工に努めた。またその中で護岸工（コンクリートブロック積工、コンクリートブロック張工、護岸基礎工）をすべて二次製品にて施工することにより、コンクリートの養生期間を除くことができ、工程が大幅に短縮できた。

また、工区毎で工程表を作成したことにより、工区間での上下作業ないしは手待ち等は発生せず、より効率的に作業を進めることができた。



図-5



図-6



図-7



図-8



図-9



図-10



図-11



図-12

(3) 地域貢献について

本工事の施工箇所周辺には上塩小学校があり、登下校時間帯には多くの児童が現場付近を通行する様子が見られた。発注者や他業者とも連携を図り、当現場にて現場見学会を開催し、工事の説明や建設機械の操作等を体験していただいた。

また、現場周辺の部落からの要望もあり現場従事者全員で地域の祭りにも参加させていただき、工事への理解とコミュニケーションを図った。

4. おわりに

本工事は施工量の割に施工期間が短く、管理、作業共に困難であったが要所において工夫を凝らした結果工事を完了することができた。特に日々の工程管理と3業者による同時施工には非常に苦勞した。工事着手前は完了できるか不安であったが無事故・無災害で、周辺地域からの苦情もなく工事を終えることができた。

現場打箱型擁壁頂版部における 冬季コンクリート養生について

千葉県土木施工管理技士会
新千葉建設株式会社
工務部
橋立直寛

1. はじめに

工事概要

本工事は都市計画道路3・3・9青柳海保線における現場打箱型擁壁（道路橋）を築造するものである。都市計画継続事業で今回の施工では、延長15.000m・幅員24.000m・高さ9.691m（Cブロック）12.184m（Eブロック）の箱型擁壁を各1基（計2基）築造する工事である。

箱型擁壁の構造と現場打コンクリートの特性により、コンクリートを数回に分けて施工を行う為C-Eブロックとも擁壁頂版部（スラブ）のコンクリート施工時期が1月下旬～2月上旬の冬季に行う事となった。また、当現場は海岸より2kmの位置に立地しており、この時期特有の北西から吹く海風により低気温・低湿度（乾燥）の中での施

工となった。

頂版部は、地上高が10m以上の部分であり、遮へい物がなく気中に触れる面積が大きく、地上より風の影響を受けやすい。また、擁壁の構造上、風が抜けやすい構造となっている（図-1）。

- (1) 工事名：青柳海保線（島野）箱型擁壁築造工事
- (2) 発注者：市原市役所 土木部 道路建設課
- (3) 工事場所：千葉県市原市島野 都市計画道路3・3・9青柳海保線
- (4) 工期：平成28年8月8日～平成29年3月21日

2. 現場における問題点

図-2の気温と風速のグラフからもわかる様に、擁壁頂版部のコンクリート施工時期の1月下旬の



図-1 現場完成写真全景・写真（左）手前側：Cブロック・奥側：Eブロック
写真（右）Cブロック頂版部（写真奥側が海岸方面）

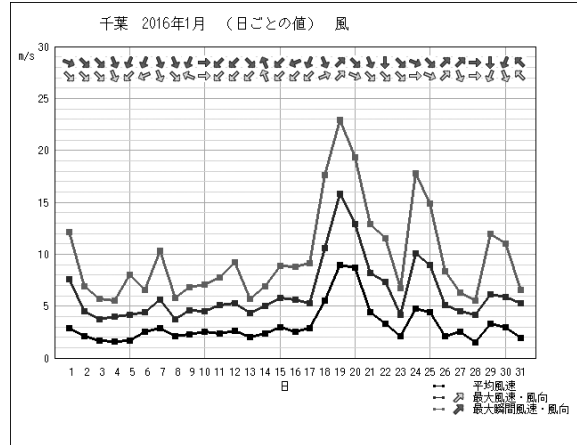
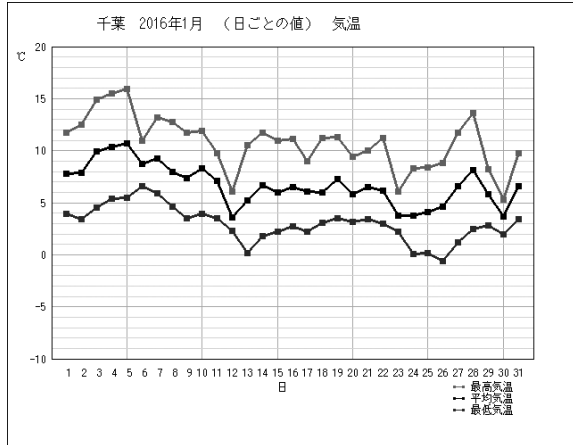


図-2 2016年1月の気温・風速グラフ

外気温は、最低気温が0℃以下の日もあり日平均気温も4℃以下となる日もある。また、現場はこの時期特有の北西からの強風が吹く日も多い。頂版部は地上10~12mの位置になり、現場は遮へい物が全く無く擁壁の構造上、気中に触れる面積が大きい為、寒中コンクリート養生を行う必要があった。課題として、コンクリートの急冷・凍害・乾燥防止対策をどのようにして行うか、また、打設量が多いコンクリートは、初期養生中のコンクリート内部温度と表面の温度差・急激な温度低下により生じる温度ひび割れに対しても対策を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

まず初めに、コンクリートの打設時期と擁壁の

構造・出来上がりの品質を考慮し、打設高さや打設回数の計画を行った。特に頂版部は冬季の施工となる為、打設所要時間をなるべく短縮する様に、コンクリート打設範囲と打設量の計画を綿密に立てて、打設作業を行った(図-3)。

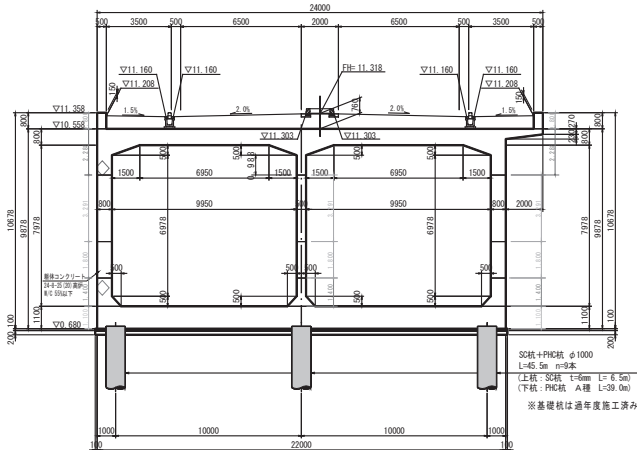
(Cブロック躯体：打設回数6回・Eブロック躯体：打設回数6回)

頂版部は気中に触れる面積が広い為、打設後の保温と乾燥に対する養生方法を検討し対策を行った。

打設完了後、養生用の保温マットをコンクリートの全面に覆い被せ、さらにその上をビニールシート(ポリフィルムシート)で覆い外気を遮へいた密閉空間を作り、養生を行った(図-4)。

この養生は、コンクリートの水和熱反応(自家

Cブロック箱式擁壁構造一般図



Eブロック箱式擁壁構造一般図

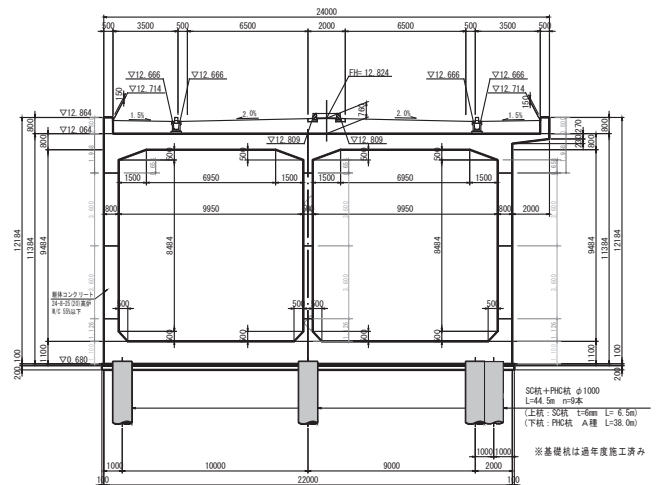


図-3 擁壁構造図(コンクリート打設計画図)



図-4 密閉養生施工（左：養生マット施工・右ビニールシート施工）

※養生マット・ビニールシートは重ね合わせ、隙間をなくす事で、より遮へいした密閉空間をつくる。

熱)を利用して、マットとビニールシートで密閉された養生内部を発熱による保温と発汗(結露)作用による水分で湿潤状態を作り、凍害と乾燥を防ぐことを目的としている。水和熱により発生した水分はビニールシートで密閉させる事で蒸発する事が無く、養生マットの保水機能により水分がマット内(コンクリート表面)に滞留する。これにより、コンクリート表面が常に湿潤状態に保つことが出来る。これは、コンクリートの発熱と養生マットとビニールシートの効果による保温(凍害防止)と湿潤(乾燥防止)が同時に行える養生である。

また、コンクリートの水和熱反応が小さくなってきても、日中の太陽光熱でも同様の効果が得られるためコンクリートの初期養生として継続して行

う事で、保温と湿潤状態を保ち、効果を最大限に持続させた(図-5)。この状態を保つことで、コンクリート表面の急冷を防ぎ、温度低下を緩やかにし、急激な乾燥を防ぐため、初期の乾燥収縮によるひび割れの抑制と低減効果も得る事ができた。

養生中はデータロガー付温度計による、養生内部温度・外気温の二極管理を行い、養生温度が常に5℃以上である事を確認し、記録に残した。図-7は、養生開始時(打設当日)の養生内温度(14.4℃)・外気温(3.7℃)となっているが、水和熱反応が発生しない状態でも養生マットとビニールシートの保温効果で養生内は保温されている事が確認できる。図-8の養生温度管理グラフからも、外気温に関係なく、養生内温度は常に安定している事が確認できる。最低外気温が-5℃



図-5 太陽光熱による密閉養生
(水和熱反応と同等の効果が得られる)



図-6 温度計測管理
(1:養生内温度・2:外気温)

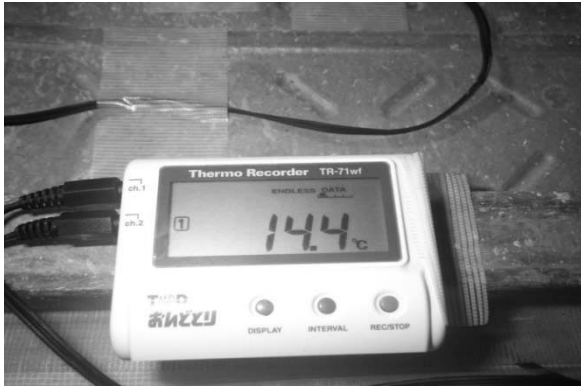


図-7 養生温度管理（1：養生内温度・2：外気温）

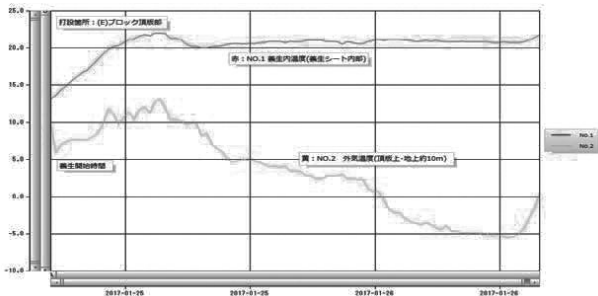


図-8 養生温度管理記録（赤：養生内温度・黄：外気温）

以下の時でも養生内温度は20℃以上と常に安定している事より、コンクリートに良い状態で養生が行えていることが分かる。

記録を残すことで、打設後の水和熱反応の時間や外気温・養生温度等の状況が明確に把握する事ができ今後のコンクリートの施工・養生に対して貴重な参考資料となった。

4. おわりに

今回の養生は、コンクリートの凍害・湿潤（乾燥防止）に対して良い効果を得る事が出来た。施

工は比較的簡単で、養生資材も一般的なもので汎用性がある方法であり、時間的拘束が少なく工程に与える影響が小さい。頂版部や土間等の気中に触れる面積が大きい箇所、コンクリート打設量がある程度あり、水和熱反応が十分に見込まれる箇所には有効な養生方法と言える。（湿潤状態が保てれば、難しい維持管理を要する事もない）また、冬季のシビアコンディションの中でのコンクリート施工（養生）は、急激な温度低下と乾燥をいかに防ぐかが初期養生の重要な課題であり。今回の養生では、コンクリートの初期乾燥収縮によるコンクリート表面のクラック抑止効果も確認できた。今後の課題・留意点としては、今回の現場条件では十分な効果が得られたが、今後、養生内温度をどのようにコントロールしていくか、また、水和熱反応が十分に得られない場合はどのように養生を行うか、現場条件・施工条件が違う場合にはどう対処していくかなど、事前の現場調査を踏まえて検討・対処していくことが必要である。

硬度上限を持つ植生基盤盛土の施工管理事例について

東京土木施工管理技士会
東亜建設工業株式会社

堺 谷 常 廣[○] 大和屋 隆 司 河 野 一 郎

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：仙台地区第十八（2）治山工事
- (2) 発 注 者：林野庁東北森林管理局
- (3) 工事場所：宮城県仙台市宮城野区
- (4) 工 期：平成28年7月2日～
平成29年3月10日

2. 現場における問題点

仙台地区第十八治山工事は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災で被災した、防砂林の植生基盤盛土の構築を行うものである（図-1、2）。防砂林と伴に植生基盤である地盤が海水の浸水により塩分が浸透した事や震災による瓦礫の処理場所として使用されたため、改めて覆土を行い、その上に植林を行うための基盤盛土を行う必要があった。植生盛土の条件として、盛土基盤の硬度が24mm以下（山中式硬度計による貫入量）であることが求められた。これは、植生林の根の伸長には、盛土の柔らかさが必要であり、盛土の硬度が高い場合、植物の根の植生阻害に至る。そのため、盛土としての安定性を保ちつつ、所定の硬度以下となる盛土を構築する必要があった。図-2は、盛土の横断面図である。原地盤（津波により浸水された地盤）に一次盛土（震災で発生した瓦礫と購入砂の互層の盛土）二次盛土（購入砂によ

る植生基盤）の3つの地盤構成となっている。本工事は、この中の二次盛土の施工を行うものである。また、原地盤のGL-10mの箇所には軟弱な粘土層があるため、一次盛土による圧密を見込んでいたため、施工後にも圧密が進むか否かの判断



図-1 盛土完成写真

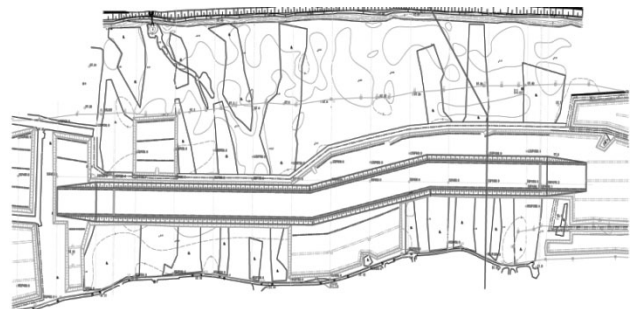


図-2 盛土平面図

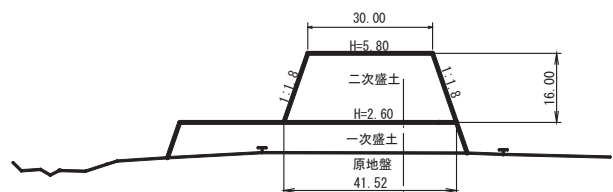


図-3 横断面図

も必要であった。そのため、盛土完了後の粘土層の確認も合わせて行い、盛土の安定について確認を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

盛土の植生基盤として硬度を所定の値（貫入量 $S > 24\text{mm}$ ）とするために以下の工夫をした。

1) 盛土の転圧回数の管理

GPSによる転圧回数管理システムをブルトータに搭載して、撤出時にブルトータにより偏った転圧にならないようにした。転圧回数は、別工事で転圧試験を行った際に得られた山中式硬度計と転圧回数の関係から、6回転圧を上限として、オペレータの操縦席に設置してあるディスプレイで現在の転圧回数を確認出来るものとした。回数毎に画面表示上で表示色を変える事により把握を容易にして過転圧を防ぎやすくする工夫を行った。

図-4は、GPS転圧管理システムの設置状況、図-5は、盛土全域の転圧回数の表示を重ね合わせて、管理の状況を図示したものである。

2) 動的三成分コーンによる盛土内の強度分布

植生基盤盛土は植林後の根の伸張を確保するために、盛土内の硬さについて所定の硬度以下（ $S < 24\text{mm}$ ）とすることが求められている。そのため、盛土の転圧時に過転圧にならない工夫が必要であるが、施工完了後に所定の硬度上限以下であるか確認を行った。調査方法として山中式硬度計の貫入量と相関性のあるコーン指数をつかい、盛土の深度方向の先端抵抗を計測した。

コーン貫入試験は、通常軟弱な地盤に使用される事が多く、静的に貫入（貫入速度 $1\sim 2\text{cm/sec}$ ）することにより先端抵抗を求める試験である。そのため、貫入時のカウンターウエイトが2t程度であるが、盛土に適用する場合は、10~20t程度のカウンターウエイトが必要となり簡単な調査でも大がかりな重しが必要となる。この欠点を克服するために、標準貫入試験と同様な機構（重錘落下）で貫入力を得て、地盤に貫入可能な動的三成分コーン（H-CPT）を使用して植生基盤盛土内の強度分布を測定した。貫入機は、ラムサウンデ



図-4 GPS 施工管理システム

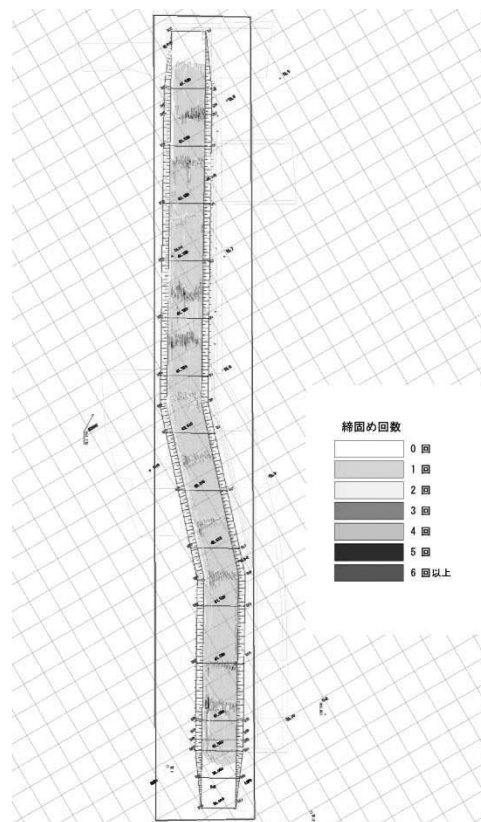


図-5 転圧回数の重ね合わせ

キング貫入機を転用して更に容易に移動可能なものとした。H-CPTは、動的な荷重を測定するために、動歪計を使用して極めて短い時間に発生する荷重を記録している。三成分コーンを基にしているため、コーン内部に間隙水圧計、加速度計を内蔵し複数の地盤情報を取得出来るようにしている。

図-7は、H-CPTによる植生盛土内の強度分布である。盛土はT.P.=5.8m~2.6mまで区間(二次盛土)で、この区間で所定の硬度を保つ必要がある。山中式硬度計と貫入試験の相関性は山中式貫入計のものを引用している。山中式貫入計の断面積が 3.3cm^2 とH-CPTの $1/3$ であることから、スケール効果を考慮して管理値を $q_c=0.3\text{MPa}$ として調査を行った。コーン指数は、静的な強度と動的な強度の相関性を確認するために、N値との相関性を確認して変換している。N値とH-CPTの相関係数を求めて、一般的なコーン貫入試験と標準貫入試験の比 $q_c/N = 3 \sim 4$ (砂地盤) から変換を行った。図-6は、H-CPTの測定状況であるが、標準貫入試験や、カウンターウェイトを使用した静的コーン試験と比べて簡易



図-6 H-CPT 設置及び先端コーン

な機構となっている。

図-7をみると盛土内は、ほぼ一様な強度を保持し、根の伸長に必要な強度 $q_c=0.3\text{MPa}$ 以下となっている。また、一次盛土では深度方向に強度勾配がみられ、二次盛土による強度の増加が確認された。

3) 原地盤を含めた地盤の強度分布

対象地盤は、海岸近傍の一様な砂地盤であるが、深度方法GL-10m付近に一部軟弱な部分があった。一次盛土で十分圧密が進んでいると想定されていたが、改めて二次盛土終了後に地盤内の強度分布を確認し、軟弱な粘土層の有無を把握するべく調査を行った。

調査は、標準貫入試験と高い相関性あるラムサウンディング試験(ARS)によりN値の分布を計測した。また、盛土内の強度分布を測定した、H-CPTも合わせて原地盤の測定を行った。H-CPTは間隙水圧と先端抵抗を合わせて計測するため、地盤の土層構成の判定が容易である。そのため、H-CPTを併用して地盤調査を行った。図-8(a)(b)(c)は、盛土内のN値の分布とH-CPTの先端抵抗及び間隙水圧の深度分布である。H-

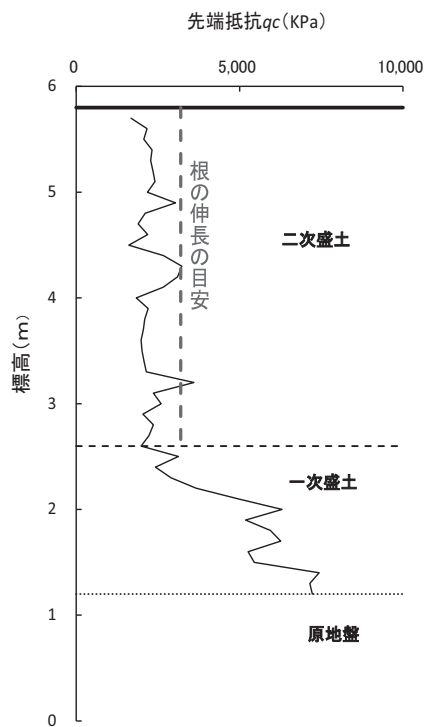


図-7 盛土内の強度の深度分布

CPT の計測値は、Nd 値と比較するために変換して併記している。二次盛土は、概ね Nd 値 = 5 ~ 10 程度、一次盛土は Nd 値 = 5 ~ 20、原地盤は、N 値 = 10 ~ 36 となっている。Nd 値では、軟弱な粘土層の確認は出来ない。

H-CPT は、Nd 値と同様に二次盛土、一次盛土、原地盤でそれぞれ先端抵抗に差異があるが、ARS と比較して、土層分布が明確であるという特徴がある。二次盛土、及び一次盛土の境界が明確にわかる。また、間隙水圧をみると二次盛土、一次盛土、原地盤で明確に差異が発生している。二次盛土と一次盛土の境界では、急激に間隙水圧が高くなり、一次盛土と原地盤では、透水性の違いにより急激に落ちている。強度では明確に差が

でない箇所では、間隙水圧を併用することで土層判定が容易になる。GL-10m 付近に間隙水圧の高くなる粘土層があるが30cm 程度と薄い事と先端抵抗が高い事から、将来にわたり沈下に対して、影響がないものと評価できた。

4. おわりに

植生基盤盛土は、硬度の上限があるため、通常の転圧による施工管理と違う「柔らかさ」を備えつつ、安定性を求められる。そのため、施工時の管理に加えて盛土完了後に三成分コーンによる調査を行った。三成分コーンにより土層構成が明確に判別できるため、盛土の安定性が確認できた。

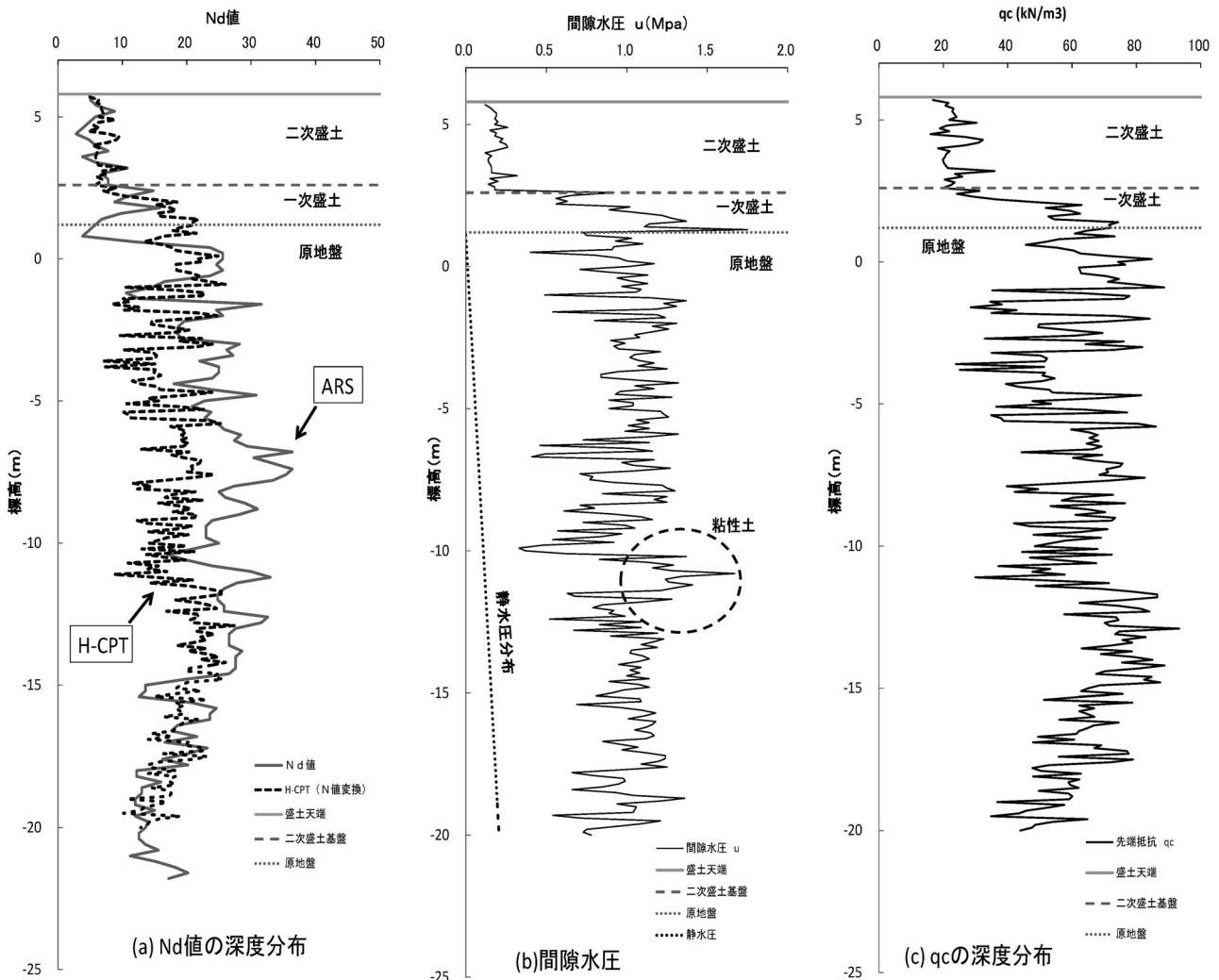


図-8 原地盤及び盛土の調査結果

工事現場における『見える安心、見せる安全』への 取り組み事例

大阪府土木施工管理技士会

ヤマト工業株式会社

監理技術者

統括責任者

竹田 真 一〇

木下 勝 章

大和川河川事務所

1. はじめに

当工事は、奈良県から大阪府を流れて大阪湾に注ぐ「一級水系大和川」における高規格堤防の整備に支障となる「地下構造物」を撤去する工事である。施工場所は北側が「阪神高速大和川線」に隣接しており、東西が既設の「高規格堤防盛土」に囲まれている。なお南側には住宅地や高層マンションが広がっており、幹線道路や大型ショッピングモールに近いことから非常に交通量の多い地域である。さらに幼稚園・小中学校等の学校施設も点在しており、通園バスの運行や児童・生徒の登下校ルートにもなっている。

特に「通園バス」の運行に関してはバスの停留所が施工場所に隣接しているため、工事車両の運行や振動・騒音作業、施工場所の立ち入り禁止措置など十分な配慮が求められている。

当工事において発注者及び地元自治会は「地域住民の安心・安全に配慮した施工の実施」と「事故防止に繋がる効果的な安全対策の自発的な取り組み」を要求した。ここでは我々が現場で行った取り組み事例を今後の計画も含め紹介する。

工事概要

- (1) 工 事 名：「三宝下水西地区高規格堤防対策工事」
- (2) 発 注 者：国土交通省近畿地方整備局

- (3) 工事場所：大阪府堺市堺区南島町地先
- (4) 工 期：平成29年3月30日～
平成30年8月31日
- (5) 工事内容：構造物撤去工、仮設工

2. 現場における課題・問題点

(1) 地域条件

施工場所の周囲には住宅地、マンション、学校施設、及び最近開業を始めた大型ショッピングモールがあり、地元自治会への工事説明における住民の要望は工事期間中の「騒音」、「振動」、「粉塵」、「工事用車両の運行」に係る質問が特に目立った。

中でもダンプトラックを主とした工事用車両の運行に関しては、南島地区、三宝地区に学校施設が点在しているという特性上多くの児童・生徒が通学しているため、交通安全を訴える声がひと際大きい状況である。

(2) 施工条件

本工事場所は「阪神高速大和川線」に隣接していることから地下構造物撤去時、高速道路躯体に悪影響を与え変位を生じさせることが懸念された。そのため施工区画を各ブロックに分割し掘削、構造物撤去、埋戻しを繰り返すことで供用中の高速道路に与える影響をなくす工法を採用している。

しかしながら供用中の高速道路や既設盛土に囲

まれているという特性上、現場の作業スペースが限られていることから場内に掘削した土を仮置きすることが困難である。そのため掘削土を場外仮置きストックヤードまでダンプトラックにて運搬する必要があった。

3. 対応策・工夫・改善点と摘要結果

『見える安心、見せる安全』への取り組み

弊社「安全衛生を全てに優先して、業務遂行上発生する労働災害、職業性疾病はもとより公衆災害及び公害の発生の防止に全力を傾注する」という基本方針を基に、「見える安心」「見せる安全」を心がけた安全管理を実践している。

発注者や地元自治会からの要求事項を考慮した上で危険箇所限定せず現場全体を「見える化」・「見せる化」することにより、現場で働く作業員を守り、工事に理解・協力して頂いている地域住民の安全・安心を望む声に応えようと積極的に考えた。事故を未然に防ぐことはもとより、現場の「見える化」・「見せる化」を推進することで、安心・安全を受注者サイドから発信するという一歩進んだ「安全管理活動」を目指した。

・取り組みの詳細

(1) 現場における危険の可視化

安全な施工を行う上で、当現場ではまず人的ミスの撲滅に尽力した。主な人的ミスの対策として一般に挙げられるものは「教育」である。当現場においても新規入場者に対しての教育を充実化させることで、「無知」・「未経験」に起因する不安全行動を防ぐ効果は多大である。

しかし「教育」だけでヒューマンエラーを根絶することは不可能である。確かに危険を軽視してはならない旨の教育を行えば一定の効果はあるが抜本的な対策にはなり得ない。なぜなら「安全第一」の現場でさえ、慣れや焦りによって作業を終わらせること自体が優先されてしまう可能性があるからである。

当現場ではマンネリ化防止のための啓蒙活動の

実施や見間違いや思い込み等の錯覚・不安全な近道行動の防止のために分かりやすく見えやすい「場内案内表示」の措置により現場で働く作業員に視覚的に安全を確保した。

・安全知識の向上

現場作業員の知識向上として、「災害事故事例」や「安全動画」を聴覚的に講習することで安全知識を高めた。その他、職業性疾病予防、メンタルヘルスの教育を実施した。また大規模な災害を想定し避難場所や病院への「避難訓練」の実施や「AED」（自動体外式除細動機）操作講習、「救急用品、緊急用具の取扱講習会」を実施し、実際に見たり体験することで、有事の際パニックになることなく冷静に対処できるよう訓練を実施した。



図-1 災害時の病院経路確認

・災害時の対応

現場ではゲリラ豪雨や大型地震の異常気象が多発する環境変化に対応するため「安全建設気象モバイル」を活用している。これは建設現場専用のPC・携帯サイト構築サービスであり、サイトにアクセスすることで現場のリアルタイムな防災気象情報を閲覧できる他、気象情報アラート発信機能により受動的に現場の作業中止基準を超えると予測することができ、本サービスは降雨や風速に限らず落雷や地震津波情報にも対応しており、広域情報・局地的情報とともに多岐に渡って入手することができる。

しかしながら「防災ツール」を持っておくだけでは意味がないことから、あらかじめアラートを受信した際にどのように情報を伝達し行動するかを定め、職員から全作業員へ周知徹底させることで管理者として現場で働く作業員の安全を確保している。

加えて現場内に「吹き流し」を設置し、職員、職長はもちろん作業員も揺れや飛散の危険を視覚的に予測できるようにした。これには運搬に従事するダンプトラック運転者も車内にいながら周囲の風速を把握することができるという副次的効果もある。

・体調管理

日々のKY活動時に、当日の体調を自己記入させ視覚的に認識させることで、本人の体調を確認させ、状況に応じて職員からアドバイスを行い作業上の適正配置を行っている。

・技能、能力の視覚化

「有資格者一覧」を朝礼広場へ掲示するとともに、資格ごとにヘルバンドを装着することで周囲、他業者からも明確に技能、能力が分かるよう工夫を行っている。

・重機災害について

当現場は重機作業が多く、重機が輻輳した状況が多々発生するため「重機作業計画」を周知することは基より「重機災害」防止のための活動として、前述の動画による視聴覚教育の他、スローガンを「横断幕」や「掲示物」にすることにより日常的に視覚化を行い作業員への浸透を図り、不安全行動を無くすための取り組みを行っている。

・ダンプトラック運搬

前述の通り、当工事ではダンプトラックにて掘削土を場外の仮置き場まで運搬する必要があるため、運搬作業に先立ち職員は新規入場するダンプトラック運転者に「運搬計画」・「注意事項」等

の教育を行うがここでも可視化を図っている。

当工事ではダンプトラック運転者に運搬中の法定速度の遵守や割り込み・一般車に対してあおる等の行為を禁止する教育を行っているが、それらの教育資料に「割り込みが予想される交差点の写真」を添付し運搬に適した走行車線を明確に示した。

また当工事場所には4箇所の「工事車両用出入口」があるが、一般車両の交通量が多いことからダンプトラックの現場への入出場時は混乱が予想された。そのためダンプトラック通行用の出入口に交通誘導員を設けるとともに、それぞれ名称を付けわかりやすく明示看板を設置している。

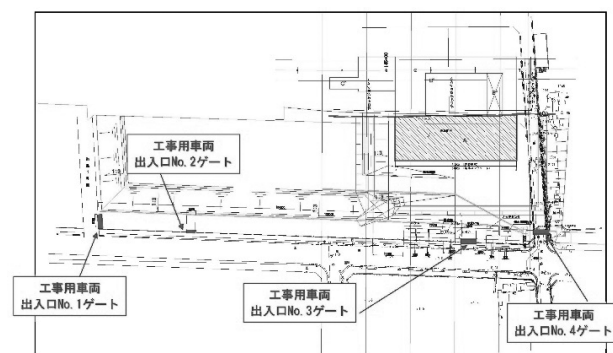


図-2 車両出入口概要図

・作業員の休憩スペースと資材置き場

当工事では業者人数に応じた休憩所を設けており、「受動喫煙防止」のため休憩所は分煙を行っている。喫煙スペースと禁煙スペースそれぞれ看板を掲示し明示している。

また当工事は「快適トイレ」設置の対象工事であり、女性専用トイレや更衣室、鏡付きの洗面台等定められた仕様を満たした作業環境を整えている。それら快適設備の出入口にも看板を掲示しており、男女別の表示を明確に可視化している。

(2) 地域住民への危険の可視化

街づくりのための公共事業とはいえ、工事には地域住民の理解が欠かせない。実際に工事の際影響を受ける人々の協力を得るためには、工事関係者全員が一丸となって「安全」と「安心」を提供する努力をしなければならない。その方法のひとつ

つが地域住民の皆様に向けた現場の「見える化・見せる化」である。

・当工事場所は住宅地・マンションが周囲に位置しており、地盤の掘削や地下構造物撤去という工事内容の特性上、「防音」や「防塵」の対策が必要であったため、防塵と防音の目的で専用仮囲いを設置している。

仮囲いには防音シートのほかに粉塵対策として「大型ミストファン」を取付けている。「防音防塵対策」とはいえ、周囲を完全に囲っては近隣の目には閉鎖的な現場に映ると思われる。それは地域住民の不安や心配に繋がり、また当現場の目指す「見える安心・見せる安全」に反する。

そこで「工事進捗資料」や「工事説明掲示」により現場状況を地域に発信し、工事への理解を深めてもらうとともに、「花壇」や「子ども110番案内」を設置することによって地域社会や子どもたちに親んでもらえるようなイメージアップを日々心がけている。

・毎月自治会の会合に先立ち会長宅に伺い工事の進捗を報告し、「工程資料」を配布している。会合に先立って翌月の工事説明を行う事で自治会から地域住民に情報の伝達をスムーズに行う事が出来る。

・毎週、週末に一齐清掃による現場周辺の清掃活動を行い地元で工事を行わせて頂いている側として役割を果たし、コミュニケーションを通じて地元の理解、協力を得るよう努めている。

4. おわりに

建設会社にとって「安全」・「安心」とは終わりのない課題である。工事のコストダウンを追及

するとともに質の高い「安全管理活動」を引き続き進めなければならない。

中でも人的ミスによる災害対策は少しの工夫と努力により安全の質を向上させることができる。工事の中に潜んでいる危険を明確に「見せ」、日常的に危険性を「見る」ことが、元請業者に関わらず、工事関係者全員が取り組むことのできる「安全活動」といえる。

しかし直接工事に関わる事のない地域住民は、工事に「安全」は当然と認識し、加えて「安心」を求めている。なぜなら工事は地域社会に何らかの形で影響を与えてしまうからだ。自分の子どもが工事現場の中に入ってしまったらどうしよう、工事車両と接触してしまったらどうしようという不安を解消することもまた、終わりのない課題である。

大切なことは我々元請、協力会社、作業員、発注者、地域を通じて「みんなの安心と安全」は全員の「理解」、「信頼」、「協力」を基に繋がっていることをみんなが認識し、一体となって現場の「安全管理活動」のための『見える安心、見せる安全』への取り組みを進めることである。



図-3 視覚化資料についての意見会

斜面对策工事における作業環境改善の取り組み

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

監理技術者

小林 信 敬[○]

太田 克 己

1. はじめに

本工事が位置する浦川の上流域は、日本三大崩れの一つである稗田山の大崩壊地を抱えており、溪流内にも大量の不安定土砂が堆積する状況となっていた。そのため、出水時には、頻繁に土石流が発生する荒廃溪流である。この度重なる土石流にて摩耗や損傷した浦川砂防堰堤には、修復と補強を中心とした対策工事が求められている（図-1）。

これに先立ち、本工事は、浦川砂防堰堤両岸の上部斜面からの落石を防止し、続く堰堤補強工事の安全性を確保する斜面对策を目的として実施した。

工事着手時の現地踏査において、当現場の急傾斜かつ長大斜面には、多くの転石や風化岩の亀裂が確認されたため、危険な作業環境下における、作業従事者の安全性を担保できる施工方法について、十分な検討及び対策が求められた。

今回の斜面对策工事には、振動工具を使った斜面での人力施工が含まれていた。そこで、作業従事者に対して、振動障害発症のリスクを低減させるため、作業方法の改善について検討を行った。

また、急峻な長大斜面での作業を進める上で、安全带・親綱・ライフラインを用いた『ロープ高所作業』に関する労働安全衛生規則に則った、墜落転落災害の防止対策を最優先に進めた。

工事概要

- (1) 工 事 名：浦川斜面对策工事
- (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：長野県小谷村北小谷地先
- (4) 工 期：平成28年8月20日～
平成29年11月15日
- (5) 主な工事内容（施工範囲は図-2）
落石防止工（覆式落石防護網工）A = 13,500m²
仮設工（河川内工事用道路・砂防仮橋）1式
運搬工（モノレール工・索道工）1式



図-1 浦川砂防堰堤 摩耗・損傷状況



図-2 工事完成時 ※二重線内左岸工区

2. 現場における問題点

① 振動障害

本工事の落石防止網工では、ワイヤー控え用アンカーの施工において、削岩機等の振動工具による作業が必要となる。振動工具を使用する作業では、使用する工具の振動レベル、使用時間や使用期間に伴う暴露条件により振動障害の発症リスクが高まる（図-3）。

振動障害発症時には、手指のしびれや感覚鈍麻、握力低下等の症状が現われ、現場作業のみならず、日常生活においても支障をきたす恐れがある。そこで、振動障害の発症リスクを低減させるため、予防措置と施工方法について検討した。



図-3 削岩機による削孔作業状況

② 墜落転落災害

『ロープ高所作業』に関する労働安全衛生規則にて、平成28年1月より、親綱（メインロープ）の切断等の不具合による転落災害に備えて、別途ライフラインの設置が義務付けられた（図-4）。

そこで、複数ロープを取り扱う事での作業性低下を抑え、且つ安全性を確保するため、ロープ設置の方法を検討した。



図-4 ロープ高所作業におけるライフライン

3. 工夫・改善点と適用結果

① 振動障害

削岩機等の振動工具を使用した作業における振動障害の発症リスクを低減させるため以下の取り組みを行った。

イ) 作業従事者への振動障害の周知

振動工具の取り扱いに伴う振動障害リスクについて、現場掲示物や安全教育により周知を進めた。特に、安衛則で定められた制限時間の算出方法において、実際に現場で使用する振動工具に基づく3軸合成値から求められる作業限界時間を、具体的な算出例として掲示する事で理解してもらえるように努めた（図-5）。

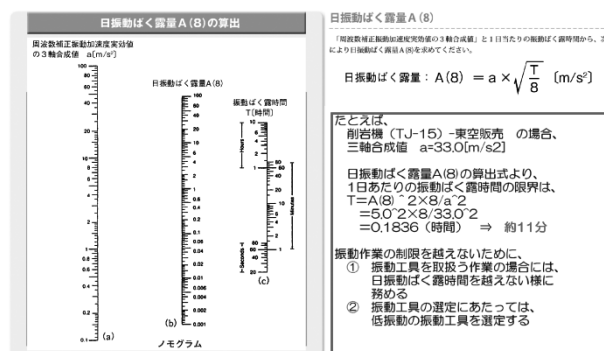


図-5 振動工具に基づく作業限界時間掲示例

ロ) 保護具の配布

削岩機を使用する作業従事者に対して、振動軽減効果が期待できる『防振手袋』の配布をした（図-6）。



図-6 振動軽減防振手袋

ハ) ボーリングマシンの活用

削岩機を使用する作業自体を減らす事を目的として、作業ヤードの条件を踏まえ、吊り下げ式削孔機（スカイドリル）およびクローラー式ボーリングマシンを活用した（図-7）。



図-7 上：吊り下げ式削孔機（スカイドリル）
下：クローラー式ボーリングマシン

（適用結果）

今回の現場で実際に用いる振動工具を事例にして、作業可能な時間を具体的に提示する事は、振動作業における注意点を作業従事者に伝え遵守する上で、非常に効果的であった。

また、今回使用した2種類の削孔機械については、施工可能ヤードの制約および運搬や機械損料に伴うコストが発生するものの、人力での振動作業自体を当現場では約3割削減した点において効果があった。それに加えて、機械施工にすることにより、アンカー1か所あたりでの作業時間を約半分に短縮を図ることが可能となり、工期短縮と生産性向上にも寄与できた。

③ 墜落転落災害

長大斜面でのロープ高所作業において、改正された労働安全衛生規則に則り、複数ロープを取り扱う事での作業性低下を抑え、且つ安全性を確保するためのロープ設置の方法として、以下に取り組んだ。

イ) 各種ライフラインの比較検討

法面作業の着手にあたって、ライフラインとして使用するセーフティロックや各種ロープ類を用いて、使用前に操作性や経済性について、比較検討を行った（表-1）。

表-1 各種ライフラインの操作性・経済性比較表

	(イ) セーフティロック	(ロ) φ18mm 繊維ロープ	(ハ) φ11mm スタティックロープ	
操作性	・取り扱い・装着が容易 ・使用可能な引出し長や本体重量の確認必要 ・急な動作で作動するロック制御に注意	○	・従来型の法面用ロープと取扱いが同等 ・ロープ自体に重量がある	◎
経済性	・リース品にて対応可能 ・購入の場合には高価	○	・ロープは従来と同一 ・追加ロップに関しては、新規で購入必要	△
総合評価	・条件では使い易いが、本体重量が重く、ロックに注意しての作業必要	○	・ロープ重量が増えるが、従来と同様の操作性	◎
			・ロープが軽量なため、取扱いが容易 ・補助器具の取扱いに多少慣れが必要	◎
			・ロープ・補助器具共に新規で購入必要	△
			・ロープが軽量で取扱いが容易だが、一式新規で購入する必要あり	◎

ロ) 動滑車によるロープ可動範囲の向上

法面作業用ロープの設置では、法肩部の接触防止対策としてワイヤーを架設したが、水平に架設したワイヤーに動滑車を取り付けてロープを掛ける事で、ロープの可動範囲を広げた（図-8）。



図-8 水平部：接触防止ワイヤー架設+動滑車

ハ) 巻付グリップによるロープ間隔の保持

法肩接触防止ワイヤーを斜面勾配にあわせて傾斜に架設した場所では、そのままロープを接触防止ワイヤーに掛けた場合、重力方向へ滑り落ちる事でロープ位置が偏ってしまう。そこで、ワイヤーへの取り付けが簡単な巻付グリップを用いてロープの設置間隔を保持した(図-9)。

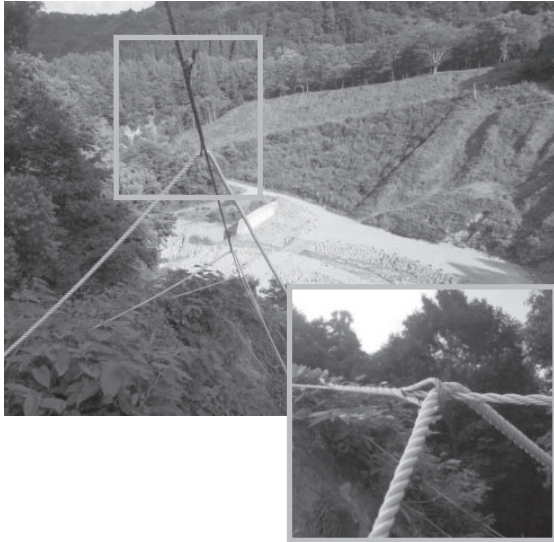


図-9 傾斜部：接触防止ワイヤー+巻付グリップ

(適用結果)

当現場で使用するライフラインには、比較表から、φ18mm 繊維ロープを採用する事とした。ロープ重量はあるものの、強度面およびコスト面で優れ、且つ従来ロープと同等であるため、作業取扱い時のストレスもそれほど感じさせず、問題なく施工完了をする事ができた。

また、ロープ設置における動滑車の活用では、ロープ引き寄せが容易となり、法面上でのロープ付け替え動作の減少により、法面作業の時短が図られ、作業性の向上と墜落転落災害のリスク減少に繋がった。そして、巻付グリップの活用では、複数ロープが常に等間隔に保持できるため、作業者間で使用するロープの取り決めや付け替えもスムーズとなった。

(まとめ)

振動障害の発症時には、症状の改善が難しいと言われており、日常生活に支障をきたす点では、重機災害や墜落転落災害のような労働災害とは異なるものの、同等以上に現場として取り組むべき課題である。それを踏まえて、振動障害の作業リスク周知や作業の一部を機械化することにより、安全意識の向上や作業方法の改善が図れたのではないかと感じている。

また、『ロープ高所作業』における安衛法改正では、メインロープに加えてライフラインの使用が義務付けられた事で、安全性は向上したものの、施工性の効率低下が感じられた。その中で、ライフラインの比較やロープ設置方法の検討による施工性の改善は、複数ロープを取り扱う法面ロープ作業に伴うストレス低減にも繋がったのではと考えられる。

上記の作業環境改善をテーマとした取り組みは、『i-Construction』を始めとした現場の生産性向上と共に、入職者減や高齢化により減少傾向にある建設作業者が、長期で現場作業を担ってもらう上で、労働者不足解消という観点においても、有効な方法の一つではないかと考えられる。

4. おわりに

本工事の施工期間中には、複数回、出水や土石流による河川内の工事用道路の流出にみまわれました。日頃から土石流を想定した避難訓練と共に、万が一に備えた緊急避難所として、高台にプレハブを設置し、飲料水や非常食、発電機等も確保していました。実際にこの避難所を活用する場面はありませんでしたが、安全性と施工性の向上を目指した取り組みと共に、自然の脅威と非常時への備えの重要性を痛感する事となった現場でした。

最後となりますが、発注機関の関係者をはじめ浦川工事連絡協議会及び地元の皆様方より御助言並びに御協力いただき、無事故で工事完成した事に深く感謝申し上げます。

加速度計を用いた振動抑制対策効果検証実験

宮崎県施工管理技士会

旭建設株式会社

技術部長

河野 義博[○] 柳田 圭介

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：宮崎10号南横市地区改良（その5）工事
- (2) 発注者：九州地方整備局宮崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県都城市南横市町
- (4) 工期：平成29年3月30日～平成30年3月30日

主な工種

- ・掘削工 $V=69,300\text{m}^3$ ・運搬工 $V=69,300\text{m}^3$
- ・法面整形工 $A=7,310\text{m}^2$ ・植生工1式
- ・排水工1式 ほか

2. 現場における問題点と課題

本工事は、宮崎県都城市と鹿児島県志布志市を結ぶ都城志布志道路建設工事である。当現場は、掘削・運搬を主たる工事とする道路改良工事で、



図-1

掘削工事中に使用するバックホウ稼働時と大型ダンプ走行時に発生する振動が閑静な住宅地に住む周辺住民へ与える影響が大きいと考えられた。

都城市南横市地区（現場）の地層は、比較的堅固なシラス層上面に5m～6mの比較的緩い脆弱層（粘土層・黒色の表土層・ボラ層）が交互層を形成している状況を確認（図-2）。振動がリフレクション伝達されやすい地層と考えた。

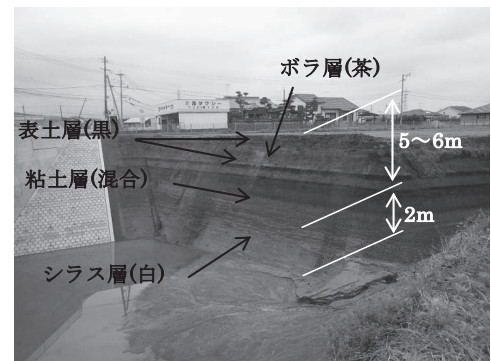


図-2

そこで掘削工法の工夫として、感覚的、経験的に以下の事項が有効と考えこれを実施した。

- ①バックホウ出力の抑制（100%→80%）
エンジン出力制限カバー（eco-8）を導入
NETIS:CG-100005-VE
- ②脆弱な層上でのバックホウ掘削作業を避け、堅牢なシラス層上（図-3）での作業とした。
- ③施工箇所にもっとも近い民家前にてポータブル振動計による振動測定を行いながら掘削作業を実施。
この結果は、都城市基準の75dB以下に対し



図-3

全体平均50dB の計測結果を得る事ができ、周辺住民からの振動苦情も無かった。

以上、一定の効果は確認する事ができたが、この結果が振動対策として行った上記対策の効果であるかは漠然としている。また、複雑な脆弱互層を形成している事から、工事工程配慮の最適機械掘削能力の設定(80%)に対する妥当性未検証。

(バックホウ機関出力100%→80%→60%)

バックホウ設置位置地盤が数値的に有効か未検証といった課題が提起され、これら解決を図るため数値的、物理的に検証することが有効かつ効果的であると判断し振動実験による結論付けが重要と考えた。

3. 工夫・改善点と適用結果

掘削工事にて建設機械稼働時発生振動について、周辺住居環境への影響を抑制するため計測線延長型加速度振幅計(以下:加速度計)を用いた現地実証実験を立案し機械稼働時振動と地盤固有振動との因果を調査・数値解析し低振動施工状態を如何にすべきか検証する事とした。

なお、本調査実証試験及び施工改善の可能性に当たっては宮崎大学名誉教授:中澤隆雄博士、宮崎県建設技術センター:矢野秀樹教授の指導を仰ぎ、当社が重機特性や地盤振動特性を把握した上で、現地に適する施工工法の有効性を導く事とした。

(1) 最適機械出力と振動伝達の課題

バックホウ機関出力を可能な限り最大発揮させ

ることは、施工速度の効率的運用には必要な事項であるが、静寂住居環境への振動伝達を増大させるため、施工効率と環境保全がトレードオフする。

(2) 重機設置地盤と振動伝達の課題

バックホウ設置箇所は堅牢地盤(シラス層)が有効と考えられたが、初期微動波(p波:primary wave)や主要動(s波:secondary wave)を直接的かつ敏感に伝達する可能性があるため見極めが重要であった。

(3) 検証実験では以下を確認

①掘削時最大出力と抑制出力を発現させ、掘削能力を導き、工事期間内最適掘削能力(最低必要な掘削能力)と住居側発生伝達振動を計測。

②堅牢地盤(シラス)、脆弱地盤上(表土層上面)における振動伝達を検証。

(4) 検証実験要領

脆弱地盤上、堅牢地盤上に以下の要領で加速度計を発生源と伝達域に設定。

※線延長型振動計であり減衰過程も観測可能

加速度計配置は発生源 X O Y O を原点とし、施工延長方向を Y 軸、横断方向を X 軸として設定し、図-4、図-5に従い加速度計を設置した。

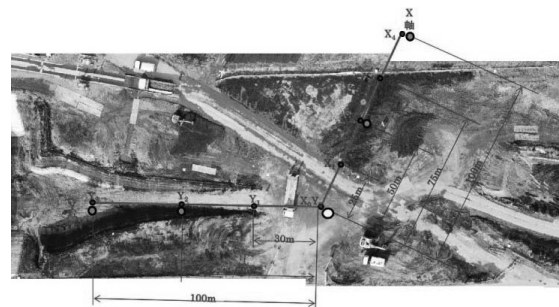


図-4

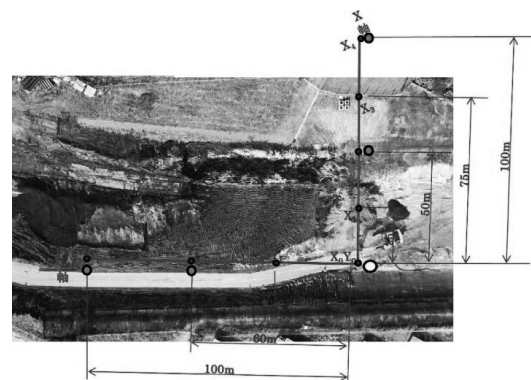


図-5



図-6

図-6は堅牢地盤(シラス層)での掘削作業状況
(5) 実験パターン

観測エリアは実験自体の振動伝達による周辺住民への影響を考え、周辺に民家が無いエリアの脆弱地盤層(地盤表面)上と堅牢地盤層(シラス層)に掘削機械を設置し最大出力(100%)及び抑制出力(80%、60%)の発生振動と伝達振動を観測した。その後、ダンプトラックを併走させ、掘削(100%、80%、60%)と運搬車の同時観測を試みた。

①掘削機械のみによる脆弱地盤上の振動伝達の変化観測。掘削機械は最大出力(100%)及び抑制出力(80%、60%)を設定(図-7)

①バックホウのみ掘削

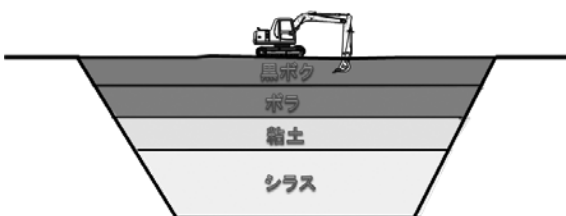


図-7

②掘削機械と運搬車併走による脆弱地盤上の振動伝達変化観測。掘削機械は最大出力(100%)及び抑制出力(80%、60%)を設定しダンプ走行速度は10km/h程度(図-8)。

②バックホウ+ダンプ地山走行

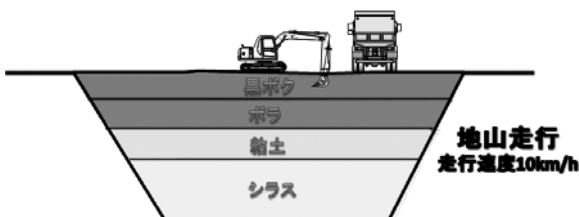


図-8

③掘削機械のみによる堅牢地盤上の振動伝達の変化観測。掘削機械は最大出力(100%)及び抑制出力(80%、60%)を設定(図-9)

①バックホウのみ掘削

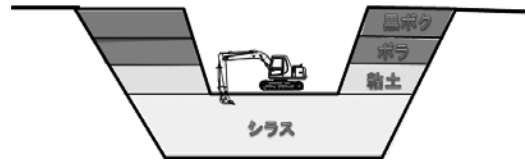


図-9

④掘削機械と運搬車併走による堅牢地盤上の振動伝達の変化観測。掘削機械は最大出力(100%)及び抑制出力(80%、60%)を設定しダンプ走行速度は10km/h程度(図-10)

②バックホウ+ダンプ地山走行



図-10

(6) 機関出力変化に伴う掘削能力の試算
最大出力(100%)及び抑制出力(80%、60%)に関する掘削能力及び工期等に及ぼす影響を試算。

表-1
バックホウ出力別掘削能率表

共用日数 = 274日
実稼働日数 = 185日
バックホウ1m3当たり共用日数 = 0.0033日/m3
掘削総量V = 48,500m3

	BH出力100%	BH出力80%	BH出力60%
【標準】	48,500m3 ÷ 0.0033日/m3	48,500m3 × 0.0033日/m3 × 0.8	48,500m3 × 0.0033日/m3
	146.05	200.0625	266.75
	OK	OUT	OUT
【ICT】	48,500m3 × 0.0030日/m3	48,300m3 × 0.0030日/m3 × 0.8	48,500m3 × 0.0030日/m3
(標準1.09) 歩掛6.5h	145.5	181.875	242.5
	OK	OK	OUT

今回の掘削工事は、ICTバックホウによる掘削作業のため、表-1に示すように、機関出力80%での施工が、工程面でギリギリとなる試算結果となった。このため、試験結果においては機関出力100%及び80%時の振動結果を注視していくが、実験結果により機関出力60%での掘削が最も適する場合は検討の必要があると考えられる。

今回の加速度計を使った振動実験は、振動の大きさの尺度として最も人の感覚との対応が良いとされる加速度を測定しdBに変換を行い評価した。

また、振動周波数は、人が感じられる振動加速度の周波数の範囲が0.1Hz～500Hzと言われている、鉛直振動では、4Hz～12.5Hzの振動が最も感じやすいようである。よって、振動の大きさを表す場合、周波数ごとの人の感覚を考慮する必要があるため、感覚補正を行い評価した。

なお、測定データは(5)に示した実験パターンそれぞれの項目毎に測定した数値を平均し評価した。

(7) 振動対策検証実験調査解析の結果

☆脆弱地盤と堅牢地盤の振動伝達の差異が認められ結果は以下のとおり。

表-2

バックホー100%出力	脆弱地盤	堅牢地盤	低減値
x 0 (発生源)	86.9	62.0	-6.9
x 1	54.8	42.2	-12.6
x 2	49.2	38.3	-11.0
x 3	42.1	42.1	0.0
x 4	46.0	38.0	-8.0

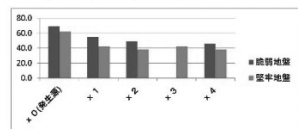
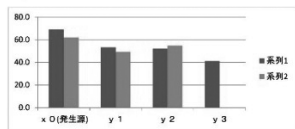


表-3

縦断方向	脆弱地盤	堅牢地盤	低減値
y 0 (発生源)	66.9	62.0	-6.9
y 1	53.2	49.3	-4.0
y 2	52.1	54.7	2.6
y 3	41.0	41.0	0.0



①バックホウのみ(機関出力100%)(表-2、表-3)

機関最大出力(100%)における脆弱地盤と堅牢地盤での振動伝達は、横断方向(住宅方向)であるX軸では低減値-12.6dB～-6.9dB。縦断方向であるY軸方向でも-6.9dB～-4.0dBと振動低減効果が確認できたが、y2地点においては、逆に堅牢地盤の方が大きくなる現象が確認された。

②バックホウのみ(機関出力80%)(表-4、表-5)

機関出力(80%)における振動伝達は、(7)-①と類似した傾向を示したが、上記(7)-①に示す100%出力とこの80%出力の差異を比較すると、若干ではあるが振動低減効果が確認された。(1dB～2dB)

③バックホウ(80%)+ダンプ地山走行(10km/h)(表-6、表-7)

実際の施工と同一条件である機関出力80%+ダンプトラック走行(10km/h)では、前述のバックホウのみと同様の傾向がみられるが、ここでも横断方向では-7dB～-2.5dBの低減効果が確認できた。また、周辺住宅に最も近いX2地点での低減効果が-4.7dBと一定の効果をj確認できた。

表-4

バックホー80%出力	脆弱地盤	堅牢地盤	低減値
x 0	86.7	59.7	-6.9
x 1	51.6	41.9	-9.4
x 2	45.1	40.3	-4.8
x 3	45.3	45.3	0.0
x 4	39.3	40.0	0.6

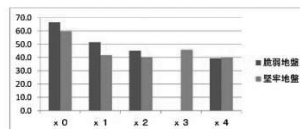


表-5

縦断方向	脆弱地盤	堅牢地盤	低減値
y 0	66.7	59.7	-6.9
y 1	47.5	43.3	-4.3
y 2	51.3	54.4	3.1
y 3	37.8	37.8	0.0

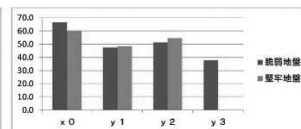


表-6

バックホー80%出力+ダンプ走行	脆弱地盤	堅牢地盤	低減値
x 0	64.1	61.6	-2.5
x 1	51.7	44.7	-7.0
x 2	44.1	39.4	-4.7
x 3	44.3	44.3	0.0
x 4	39.1	39.3	0.5

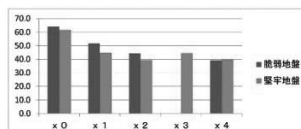
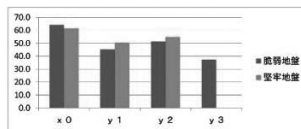


表-7

縦断方向	脆弱地盤	堅牢地盤	低減値
y 0	64.1	61.6	-2.5
y 1	45.3	50.5	5.2
y 2	51.4	54.9	3.5
y 3	37.4	37.4	0.0



以上の結果により、脆弱層上でのバックホウ掘削作業に対し、今回施工を行った堅牢地盤層(シラス層)での作業は、周辺民家に対し数値的に振動低減効果を確認・立証する事ができた。ただし、堅牢地盤(シラス)層同士では、振動周波数の影響により、振動発生源より離れた場所の振動レベルが高く出る傾向を確認する事ができた。

4. おわりに

今回の振動抑制効果検証実験をとおして、これまで感覚的・経験的に行ってきた事が数値的な効果として確認する事ができたのは、非常に有意義な事だと感じた。効果を【見える化】する事が土木技術者として技術力を高め、磨いていくには必要な事だと改めて実感する事ができた。

実験に際し、快く協力して頂いた方々に深く感謝したい。

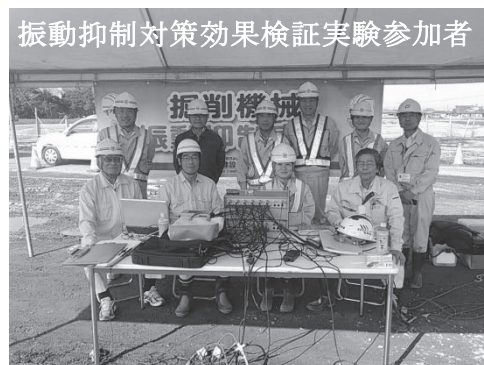


図-11

砂防堰堤管理用道路の工事における 社会性創意工夫について

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
関 口 功 一

1. はじめに

本工事が位置する栃沢地区の栃沢は、西方上流に聳える大姥山標高1003mを源とし、犀川に注ぎ込む小河川である。現場は、国道19号から80m程上流の地点に砂防堰堤を施工するにあたり、砂防林内に管理用道路を施工するものである（図-1）。

管理用道路の施工箇所周辺は、墓地や国道19号が隣接する箇所であり、工事の為の資機材運搬には、幅員の狭い一般市道を走行しなければならない。また、降雪期には、道路のすれ違いが更に困難になるため道路環境を確保する対策が必要となった。そこで、地域住民の生活に配慮した取組みが求められた。

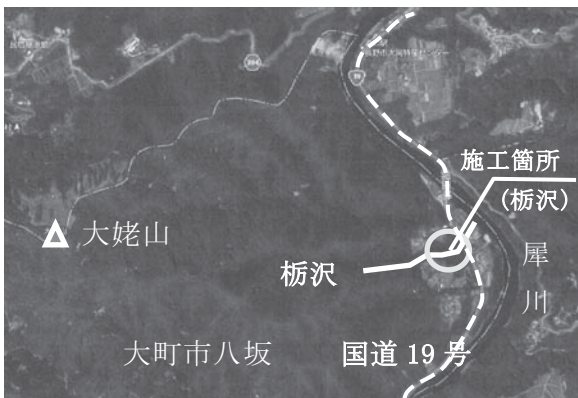


図-1 施工箇所位置

工事概要

- (1) 工 事 名：平成28年度防災・安全交付金
（通常砂防）工事
- (2) 発 注 者：長野県犀川砂防事務所
- (3) 工事場所：（砂）栃沢 大町市 栃沢
- (4) 工 期：平成28年9月30日～
平成29年8月18日

(5) 主な工種（図-2）

作業土工 機械屈削 $V=1860\text{m}^3$
土砂運搬 $V=1720\text{m}^3$
場内土砂運搬 $V=170\text{m}^3$

法面工（吹付枠）

枠断面 $300 * 300 * 2000\text{A} = 457\text{m}^2$
枠内モルタル吹付 $A = 286\text{m}^2$

鉄筋挿入工（二重管削孔 $\phi 90\text{mm}$ ）

$L=2.5\sim 4.0\text{m}$ $n=33\text{本}$

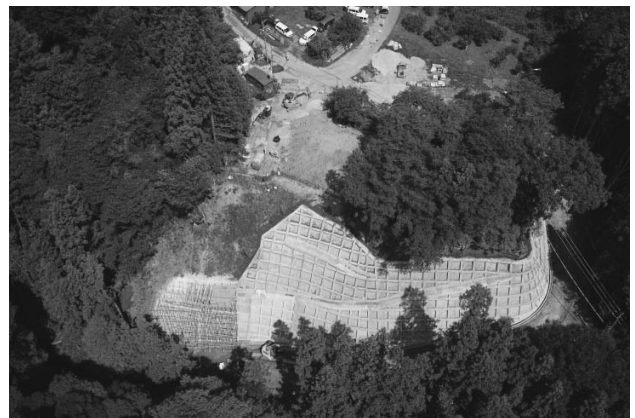


図-2 施工状況

2. 現場における問題点

工事を進める上で、以下の問題点が挙げられた。

① 市道環境の保全

本工事は、幅員の狭い市道を走行しなくてはならないが、降雪期の施工では工事車両との交通災害が懸念された。そこで市道の路面状況を良好に保つ必要があった(図-3)。

また、工事車両の走行によりタイヤに付着した泥が市道や国道を汚してしまう恐れがあった。そして、大型車両の走行により側溝を破損する恐れもあった。

② 地域住民とのコミュニケーションの充実

工事開始前にあたっては、工事施工箇所の影響範囲には地域の墓地があるため、工事を円滑に進めるため、十分配慮が求められた。

また、工事期間中には、生活道路を土砂搬出用の大型ダンプが頻繁に走行することとなり、栃沢地区の住民の皆様から工事への理解が得られなくなってしまうことがなかった。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 市道環境の保全

1) 降雪期の交通災害対策

施工期間中の1月2月には、現場周辺はともかく、国道までの市道の除雪及び融雪処理を行い、常に路面状況を良好に確保した。

市道の除雪には、担当の除雪業者との連携体制を組み、施工時間帯は自社で行うことで、常に快



図-3 大型ダンプ 市道走行状況

適な路面状況を確保し、第三者に安心して市道栃沢線を通行できるようにした(図-4)。



図-4 市道除雪状況

また、市道及び国道出口付近には大町市と自治会が設置してある消雪材に加えて、自社でも用意することで、常に道路の凍結状況を管理し、積雪及び凍結時の交通災害を防止した(図-5、6)。



図-5 消雪剤補充状況



図-6 消雪剤散布後状況

その結果、大町市をはじめ、栃沢区自治会長からの評価を頂き、今後の工事でも継続するよう激励と感謝の意を頂いた。

2) 泥による粉塵対策及び市道側溝の損傷防止

土砂運搬に伴い、現場内からの泥がタイヤに付着したまま市道及び国道を走行することで、粉塵となり路面環境の悪化が懸念された。

そこで、現場出入り口に温水ボイラー付の洗車場を仮設し、一台毎タイヤの洗浄を行った（図-7、8）。



図-7 温水ボイラー設置状況



図-8 車両タイヤ洗浄状況

また、市道栃沢線の道路の一部には、側溝が縦断している箇所があり大型車走行による側溝のグレーチング等の損傷リスクが予想された。

そこで、鋼板の布設と段差部の合材の敷均しによるすりつけにより、側溝の損傷防止と歩行者の転倒防止に努めた（図-9）。



図-9 鋼板布設養生状況

② 地域住民とのコミュニケーションの充実

工事開始前には、工事施工箇所の影響範囲にある地域の墓地と墓地入り口の整備を行った（図-10）。



図-10 墓地草刈状況

栃沢地区住民への工事に対する理解と工事内容をアピールすることで、第三者に安心して通行頂けるように、お知らせ用の掲示板設置と現場での打合わせ表を自治会長を通じて配布した（図-11、12）。



図-11 掲示板設置状況

4. おわりに

本工事は12月上旬に着手し1月の冬期から7月の暑中での施工でしたが、作業員全員の協力と努力により無事故、無災害で工事を完了することができました。

最後になりましたが、施工にあたりご指導頂いた犀川砂防事務所ならびに地域住民及び工事関係者の皆様に深く感謝申し上げます。



図-12 打合せ記録配布状況

また、周辺の環境にあわせたログハウスの現場事務所は、一般者の方も珍しく感じられ、親近感を持ってもらい、気軽に現場事務所に立ち寄って頂くことで、コミュニケーションを図ることができました（図-13）。



図-13 ログハウス型現場事務所

新技術活用（NETIS 含む）

エアーキャスターによる3,000トン大型構造物 移動装置の開発

日本橋梁建設土木施工管理技士会
事務局長

武 石 和 夫

1. はじめに

横浜市港湾局より発注された鋼・コンクリート複合ケーソン（重量約3,000トン）は、工場製作後、3,000トン級のフローティング・クレーンにより岸壁から吊り上げられ、吊り曳航した後、現地に据え付けられる。大型フローティング・クレーンを用いて浜出しできる岸壁は限られているため、岸壁を有効に活用するためには、内陸で製作したケーソンをフローティング・クレーンのリーチが届く岸壁まで、移動しなければならない。そのためには、大型構造物の移動装置の製作が必要であった。

工事概要

- (1) 工 事 名：エアーキャスターによる3,000トン大型構造物の移動装置の開発



図-1 浜出し中の複合ケーソン

- (2) 発注者：三菱重工業(株) 横浜製作所 鉄構部
(3) 工事場所：三菱重工業(株) 横浜製作所 本牧工場
(4) 工 期：平成6年4月～平成7年2月4日

2. 移動装置開発における問題点

常陸那珂港には大型ケーソン（8,000トン）の移動装置があるとのことで、見学に行ったが、空気膜装置と油圧ジャッキで8,000トンケーソンを移動する設設備は、推定200億円の費用が投入されているようで、残念ながら当方の予算はその100分の一程度であったため、この方法は断念した。

他の実績を調べたところ、アメリカ合衆国の競技場では野球場からアメリカンフットボール球場に変更するため、エアーキャスター（米エアロゴ社製）というものを用いて4,000トンのスタンドを移動しているということであった。実績があるのだからこれしかないという判断の下、計画を立てて実施することとした。

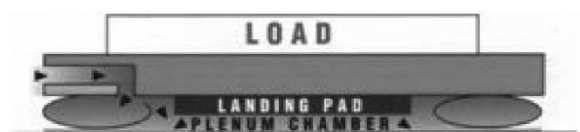
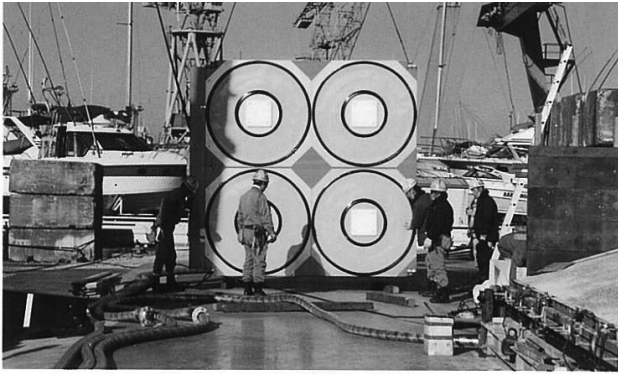


図-2 エアーキャスターの原理



4KT60UHD ロードモジュール 能力 218t×18セット
3,074mm×3,277mm

図-3 エアーキャスターの裏面

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 エアーキャスターの原理

空気圧を利用してエアーキャスターと床面との間に薄い空気膜（約0.1mm）を作る。地面から浮かんだ状態にすることにより、摩擦係数が約0.003と極めて小さくなるので、小さな力で重量物を移動することができる。

3-2 移動装置の製作

ケーソンを大組する場所計画を行った後、①組立場（コンクリート定盤）の作成、②エアーキャスターの購入、③パレット（ケーソンを載せて動かすためのお盆）作成の見積りを行い、何とか予算内に入ることを確認したので、実施作業に移ることにした。

(1) 組立場（コンクリート定盤）の製作

エアーキャスターによって移動作業を行う場合には、ドーナツ状のトラスバックの周辺から空気が均等に噴出する（漏れる）ことが必要で、そのためには床面に穴や割れ目・隙間・段差がないことが使用条件であることが判明した。そのためコンクリート定盤（厚さ300mm×60m×60m）は、コンクリートが硬化する前に表面を騎乗式機械こて（モスキート）で仕上げるモノリシック（一発仕上げ）定盤とし、なめらかで空気が漏れない床版表面を作ることとした。その後、もし動かなかったらという心配もありましたので、最善の仕



図-4 騎乗式機械こて（モスキート）

上げとなるようシーラー塗装（透明なニスやラッカーのような塗装）を行うこととした。

(2) エアーキャスターの購入

アメリカ合衆国のボーイング社の子会社エアロゴ社での製作であったため、製作中にアメリカでの工場製作を確認し、エアーホースの長さ等を決定した。

(3) パレットの（ケーソンを載せて動かすためのお盆）の製作

ケーソンを動かすため直前にエアーキャスターを底面に挿入するため、架台（パレット）の上でケーソンを製作することが必要であったので、ケーソンを載せて動かすためのお盆にあたる組み立て式パレットを3セット製作した。ケーソン移動後、パレットの塗装が3,000トンの圧力でコンクリート面に工事の度に付着するが、除去できたので特に大きな問題にはならなかった。

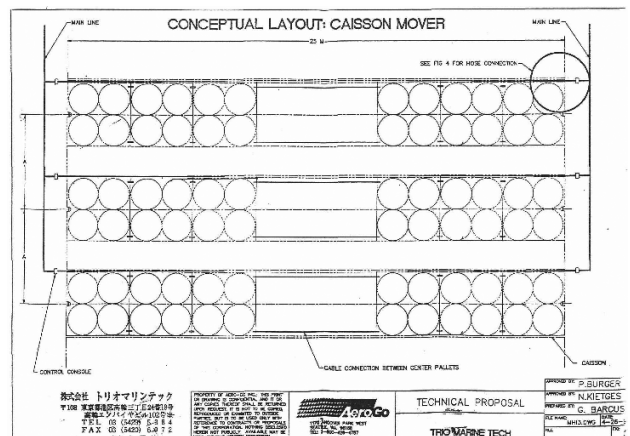


図-5 ケーソンの下に入れるエアーキャスターのレイアウト



図-6 移動用パレット

3-3 浮上テスト

いきなり3,000トン動かすのでは、予想もつかない問題が発生する可能性があるため、事前に何回かのテストを実施することにした。始めは工場の塗装したコンクリート定盤上で、100トンのコンクリートブロックを載せたパレットを工場エアで浮上させるテストを行った。何とか浮上しましたが、沢山のエアを使うので、次回エアキャスターを使う場合は工場エアをフルパワーにしないと、他の例えばグラインダー作業ができなくなってしまうことが分かった。2回目は新しく打設したコンクリート定盤上で新しく作成したパレット上に7トンのコンクリートブロック約70個計約500トンの重量物を浮上させるテストを実施した。何とか浮上するにはしたが、分布荷重になっているために、パレットがたわんでしまった。幸いに最終的に移動させるケーソンは剛体なので、パレットがたわむというようなことはないため、この点での心配は不要であった。

3-4 エアの配管工事

3,000トンのケーソンを移動可能となるよう目一杯浮上させるにはエアの圧力ではなくボリューム(300m³/分)が必要であった。そのためには近くに大口径のエアの取り出し口が必要であったが、近くに配管されていなかったため、コンクリート定盤の近くまで200mmの配管作業を行った。

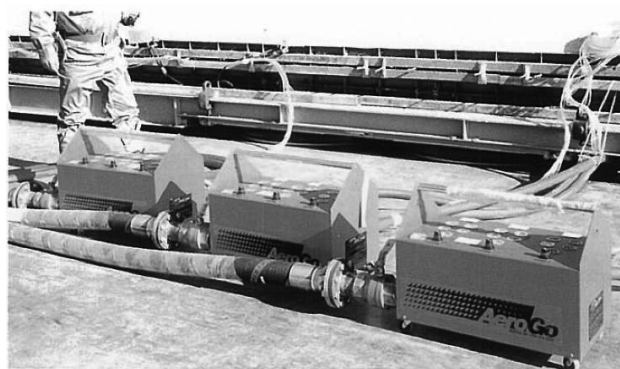


図-7 エアコントロールボックス

3-5 複合ケーソン3,000トンの移動

その後、鋼殻ケーソンのみの移動等を行った後、3,000トン複合ケーソンの移動を実施した。工場エアコンプレッサーの稼働は常時1台であるが、移動の時だけは2台のコンプレッサーをフル稼働させることで300立米/分のボリュームを確保した。圧力は通常の工場エアの圧力であった。

新しいエアのバルブを回しエアを開放すると、300m³/分のエアがドーナツ状のエアキャスターの底面よりシューシューとかなり大きな摩擦音を出しながら一様に吹き出した。何故か一緒に水も吹き出しました。徐々にエアキャスターが膨らみ、バルブを全開にするとウレタン樹脂で特殊コーティングされたエアキャスターが、今にもパンクしそうでなぐらいにパンパンに膨らんだ。

浮上距離は約9cmであった。全箇所均等に十分浮上しているのを確認した後、移動を行った。10トンウィンチ2台によりワイヤーを用いて引っ張り、ケーソンをパレットごと移動した。反力を取るために、岸壁のコンクリート壁にケミカルアンカーボルトを4本打ち、吊金具を2か所セットした。おしめは前出のコンクリートブロック(7トン/個)を4段載せたものを2か所準備した。滑車やワイヤーをレンタルし、ワイヤーの繰り込みを行っている。ワイヤーの張りやたわみが2台で異なるので、動き出しは右に行ったり左へ行ったり、なかなか平行には動かなかった。右左平行な状態になった頃を見計らって、指揮者の合図によりウィンチ2台の作業者が息を合わせて引っ張っ



図-8 浮上後移動中のエアークャスター



図-9 移動中の3,000トン複合ケーソン

た。スピードは1分間5m位、エアと水を吹き出しながらゆっくりと進んだ。約5分後には予定の25mを移動したので、ウィンチを止めた。

そしてエアのバルブを閉めると浮上していたケーソンが所定の位置に収まった。移動が成功した。初回の移動を見に来ていたエアークャスターを作った会社USA エアロゴージャ社の社長と重役も、「Good Job! Good Job!」の連発であった。

3-6 その他の応用

ウィンチを用いた移動は準備することが多く大変であるが、800トン程度の鋼殻ケーソンであれば、10トンフォークリフト3台で押すことで簡単に移動することができた。もちろん、エアークャスターはツルツルに近い定盤で浮上させた後、移動することが必要であった。

3-7 その後の反応

エアークャスターによる3,000トンの複合ケーソンの移動の成功に伴い、三菱重工業の各事業所から見学の依頼が長崎、神戸、広島等から来たの

で、その都度対応した。その後長崎では800トンの球形LNGタンクを、クレーンを使わず陸から船に乗せるロールオン工法を確立させ、神戸では、芝生のグラウンドをエアークャスターで移動させ日に当てるサッカー場を提案したが、残念ながら実現はしなかった。

修繕船の客先でもある五洋建設からは、是非一度移動状況を見学したいという要請があったので、鋼殻ケーソンの移動状況を見せたところ、これぞ正しく土木工事ですねとしきりに感嘆の声を上げていた。

新日鉄若松では4,000トンの鋼殻沈埋函を、エアークャスターを用いて岸壁から台船への移動に成功している。



鋼殻出荷状況(エアークャスターによるスキッドアウト方式)

図-10 4,000トンの鋼殻沈埋函の移動

4. おわりに

限られた予算の中で、エアークャスターを用いることで3,000トン複合ケーソンの移動に何とか成功した。その内容を聞き知った関係各所の方が、ヒアリングに来られ、そしてこの技術を採用しさらに発展していることは、技術者として誇らしい気持ちになる。一方、今回の場合はコンクリート定盤の表面をきれいに保つことの難しさがある。また、架設などに使う場合は余りに小さな力で動いてしまうので、押さええていないと勾配だけで動いてしまうであろうし、ガイドも必要と思う。しかしながらこの考え方はとてもシンプルで面白いので、色々なところに使えるのではと考えている。是非この技術を活用することで、さらに発展していくことを希望している。

騒音対策施工計画ツールとしての シミュレーション技術の活用

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

神 頭 峰 磯[○] 松 永 誠

1. はじめに

鋼橋の架設工事では、大型重機やボルト連結時の金属音など、大きな騒音が発生するため、近隣の環境に配慮して施工する必要がある。そのため、施工計画時に騒音対策を予め計画して施工するが、完成までの施工ステップが多岐に渡るため、現場状況が刻々と変化し、騒音の発生状況は施工状況ごとに異なる。また、現場状況に伴う施工計画の変更などにより、事前に計画した騒音対策では不十分になることもあり、施工期間を通じた十分な騒音対策を施工計画で立案することが難しい。そのため、現場でも簡単に騒音対策の検討が行え、騒音の発生状況や対策効果を可視化して検討できるシミュレーションツールを開発して、施工計画に活用することを目指した。

本稿では、環境対策の施工計画を開発した騒音シミュレーションソフトで行い、実際に施工をした事例を述べる。

工事概要

- (1) 工 事 名：金城ふ頭地区
歩行者用デッキ整備工事(その1)
- (2) 発 注 者：名古屋市住宅都市局
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市港区金城ふ頭3丁目
- (4) 工 期：平成28年3月16日～
平成29年2月28日

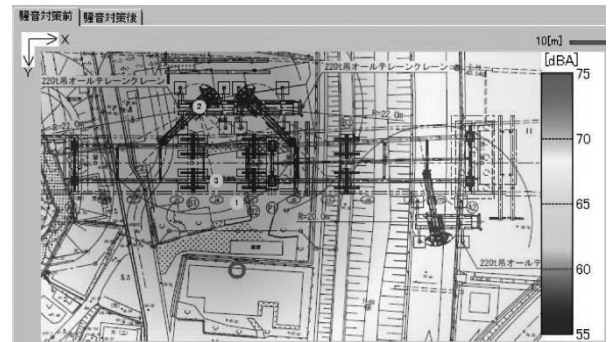


図-1 騒音発生状況のコンター図

2. 現場における問題点

2-1 騒音シミュレーションソフトの開発

一般的に騒音発生状況をシミュレートするには、複雑な音響解析と専門知識を持ったオペレータが必要となる。今回開発することとなった騒音シミュレーションソフトは、現場で誰でも簡単に使用できることが求められたため、開発条件は次のとおりとした。

- ・騒音発生状況や対策効果が一目で判ること
- ・ソフトの操作は直感的に行えること
- ・各種設定が容易であること

以上の条件から、解析のアウトプットは、視覚的に結果を判別できるコンター図を用いて、騒音の発生状況を色の変化で可視化できるようにした。

(図-1)また、シミュレーションソフトは、PDFやJPEG形式などの架設図面ファイルを直接取り込み、直感的な操作が可能となるように、騒音発

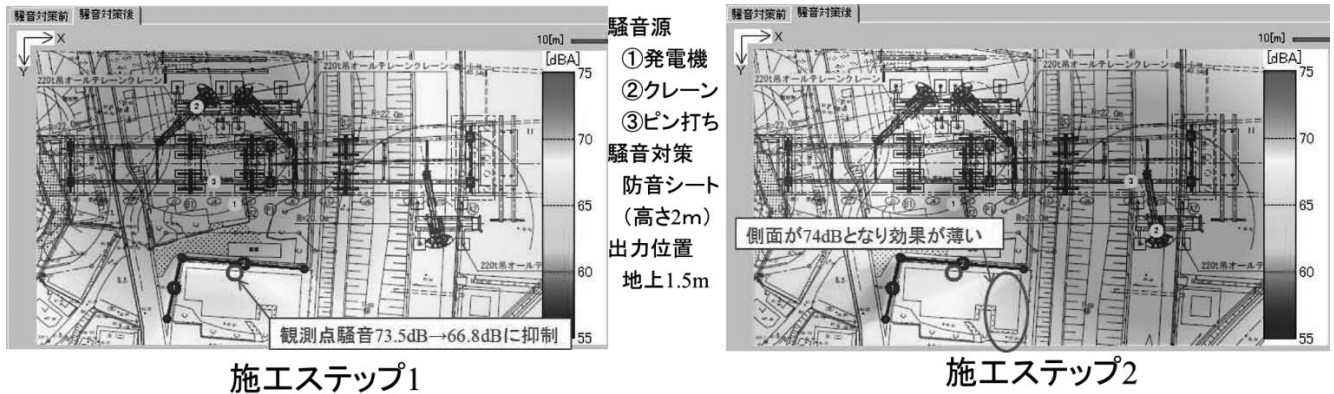


図-2 施工ステップの検討事例

生源と対策を画面上で設置・移動できるようにした。この結果、6ステップの操作で解析結果の出力まで可能となり、誰でも簡単に操作できる仕様となった。なお、解析は3次元で計算することにより、任意の高さにおける騒音状況のコンター図（以下、騒音MAP）の出力が可能となっている。

騒音MAPにより、建設現場における各施工ステップの騒音対策の妥当性を容易に確認できる。例えば、橋梁架設現場において、騒音対策が必要な既設構造物付近に防音シートを設置した場合に、クレーン位置が変更する架設ステップの検証結果を図-2に示す。クレーン位置の変化により、当初の計画では防音シートの設置範囲が不十分であることを事前に確認できる。これにより、必要な騒音対策レベル、範囲と期間を決定できるため、効率のよい対策を計画することが可能となる。また、このシミュレーションソフトは、発生音源と対策効果を実際に測定した音の特性を反映しているため、より現実に近いシミュレーションが可能となっている。

2-2 夜間架設に対する施工計画の配慮事項

本工事は、建設現場に隣接する商業施設の電源移設工事が含まれており、90kVAの電源容量を有する大型の可搬型発電機を昼夜代替電源として使用する必要があった。しかし、臨海高速鉄道おなみ線の金城ふ頭駅に歩行者用デッキを建設する工事であるため、発電機の設置箇所は、駅務員の仮眠施設の真下に位置しており、効果的な発電機の騒音抑制対策が求められた（図-3、図-4）。

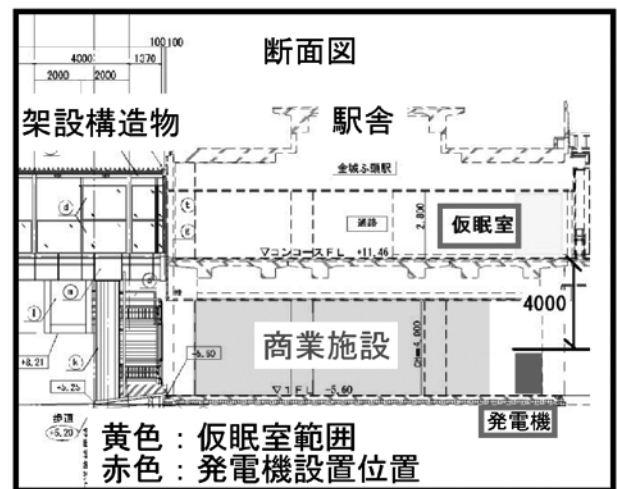


図-3 仮眠室と発電機の位置関係

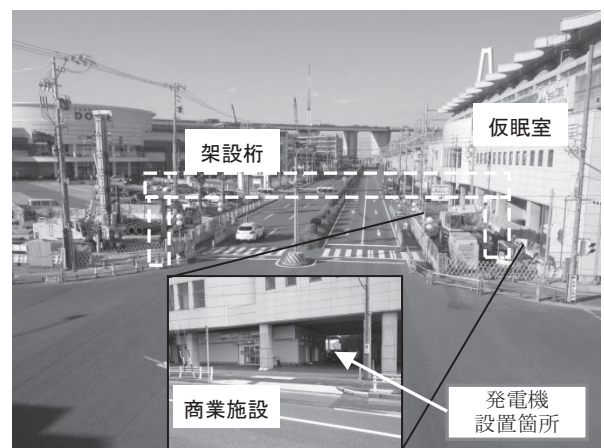


図-4 現場の状況

そのため、開発したソフトを用いて、発生音の騒音レベルの把握と対策効果の予測を行い、効果的な騒音対策をシミュレーションにより事前に確認して決定した。

表-1 騒音レベルと騒音の大きさ

時間の区分 地域の区分			騒音 (dB)		
			昼間	朝夕	夜間
騒音規制法	振動規制法	市民の健康と安全を確保する環境の保全に関する条例	8～19	6～8 19～22	22～6
第1種区域	第一種	第1種低層住居専用地域・第2種低層住居専用地域・第1種中高層住居専用地域・第2種中高層住居専用地域	45	40	40
第2種区域	区域	第1種住居地域・第2種住居地域・準住居地域	50	45	40
第3種区域	第二種	近隣商業地域・商業地域・準工業地域	65	60	50
		都市計画区域で用途地域の定められていない地域	60	55	50
第4種区域	区域	工業地域	70	65	60
工業専用地域			75	75	70

120dB	●飛行機のエンジン近く
110dB	●自動車の警笛（前方2m） ●リベット打ち
100dB	●電車が通るときのガードの下
90dB	●大声による独唱 ●騒々しい工場の中
80dB	●地下鉄の車内
70dB	●騒々しい街頭 ●騒々しい事務所の中
60dB	●静かな乗用車 ●普通の会話
50dB	●静かな事務所
40dB	●図書館 ●静かな住宅地の昼
30dB	●郊外の深夜 ●ささやき声
20dB	●木の葉のふれあう音 ●置時計の秒針の音（前方1m）

2-3 目標騒音レベルの設定

名古屋市では、条例により特定建設業は、発生する騒音レベルの規制値があり、本工事の施工箇所では、第4種区域に該当するため、夜間（22時～6時）の抑制基準は60dB以下である（表-1）。しかし、騒音抑制対象が仮眠施設となるため、規制値の60dBから5dB減じた55dB以下となるように目標騒音レベルを定めた。

表-2 シミュレーション結果

距離	騒音値(dB)	
	直近	4m
無対策	91	79
防音シート (#100)	76	64
吸音板 (NEXCO仕様)	66	54

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 シミュレーションによる検討

今回は、高い騒音抑制効果が求められたため、騒音対策は一般的な防音シートで発電機を囲う方法の他、防音シートに代えて吸音板を用いる方法とで比較検討を行うこととした。なお、シミュレーションの条件は、次に示すとおりとした。

①騒音対策の仕様

- ・防音シート (#100)
- ・吸音板 (NEXCO仕様400Hz : 31.4dB, 1000Hz : 42.1dB)

②発電機の仕様

- ・可搬型発電機90kVA (NES90SEH)
- ※音響パワーレベル90dB

③シミュレーション位置

- ・地上から4m

上記の条件により、騒音の発生状況をシミュレーションし、騒音対策の効果を数値で確認した。

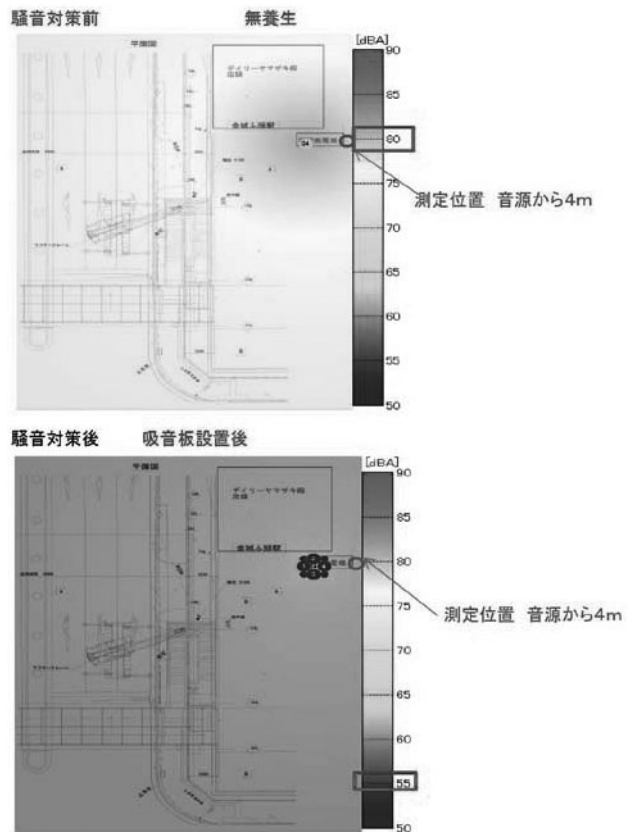


図-5 対策前後の騒音MAP

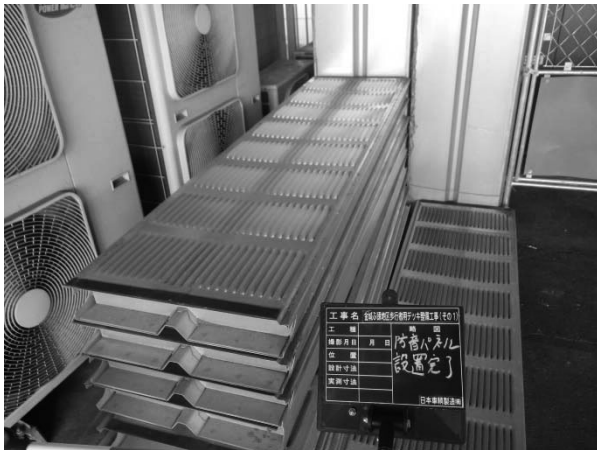


図-6 使用した吸音板

シミュレーションの結果を表-2に示す。また、無対策および吸音板で対策を行った場合の騒音MAPを図-5に示す。

シミュレーションの結果から、吸音板を使用する事により、地上から4m位置での騒音値の目標を達成できることが確認できたため、吸音板によって発電機の周囲（上部含む）を囲う対策で計画した。

3-2 騒音対策の実施

騒音シミュレーションによる検討で決定した吸音板を使用して、発電機の周囲と上部を囲った。使用した吸音板は、図-6に示すNEXCO仕様の幅50cm×長200cm×厚10cmのアルミ製である。吸音板の設置状況を図-7に示す。

3-3 騒音対策効果の検証

騒音対策の前後で騒音値を計測し、シミュレーション結果の妥当性を検証した。検証結果を表-3に示す。発電機から4m離れた位置での騒音は、80.9dBであり、シミュレーション結果と整合している。また、吸音板を設置した4m騒音値は、54.1dBと、シミュレーションの精度が高いことが確認できた。これは、発生音源と対策効果について、音の特性の実測値を反映した騒音シ



図-7 発電機の吸音板の設置状況

ミュレーションソフトの特徴が発揮されたため、実測値に近い値になったと考えられる。

建設工事は、多種多様な機械を使用するため、様々な音響特性を持った騒音となり、その対策としての商品も多岐に渡るが、騒音シミュレーションソフトは実測音を追加することが可能なため、様々な工種の工事に適用することが期待できる。

4. おわりに

建設工事は、様々な環境で行われており、住宅密集地に近い建設現場では、騒音対策が社会的な要請となっている。また、音に過敏な動物が生息する地域では特別な配慮が必要な場合も多い。建設現場は施工工種が多岐に渡り、工事が長期間に及ぶため、一元的な工事期間中の騒音対策は難しい。本技術が建設工場の騒音対策の施工計画の一助になれば幸いである。

表-3 シミュレーション結果と実測値との比較

	4m騒音値(dB)						
	シミュレーション	実測値					
		1	2	3	4	5	平均
無対策	79	79.1	80.9	81.5	81.7	81.2	80.9
吸音板	54	53.5	54.2	53.7	54.7	54.4	54.1

新技術活用（NETIS 含む）

鉄道橋支承取替工事の現地計測における 3D スキャニングの活用

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

荒川 慎平[○] 峯田 敏宏

1. はじめに

近年、全国の橋梁で老朽化が進んでおり、橋梁の延命化を図るため、補修、保全工事が進められている。弊社は主に鉄道橋の補修工事を施工している。特にトラス橋、開床式下路プレートガーター橋の床組接合部対策や、支承部取替補強などの施工が多い。補修工事では、新設工事とは違い、既設の橋梁に適合した部材を製作する必要があるため、現地計測が不可欠である。

弊社が施工する支承部取替補強では、補強部材を取り付ける際に既設のリベット孔を利用するため、現地でリベット孔のピッチや既設部材の形状などを計測する必要がある。この計測作業を効率化するための工夫について報告する。

2. 現場における課題・問題点

従来の計測では、差し金やコンベックスを利用した手計測を行っており、計測結果は記録用紙に記録していた。しかし、供用中の桁端付近は狭隘な場所が多く（図-1）、手計測では計測不可能な場所がある。また、作業環境が厳しいため、無理な姿勢での計測となり、寸法の読み間違いや計測誤差が生じることもあった（図-2）。さらに、計測する際は基本的に2人1組で行動し、計測係と記録係で分かれていたため、作業人員の確保も課題であった。



図-1 桁端付近の様子



図-2 手計測の様子

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

(1) 対応策の選定

前述の問題点から計測作業の効率化を目標とし、3Dハンディースキャナーを導入した。3Dハンディースキャナー本体には、2つの赤外線カメラと、カラーカメラ・LEDフラッシュがついて

おり、レーザーを照射して撮影する（図-3）。撮影データを専用ソフトに取り込み、スキャンデータを作成し、このスキャンデータの3Dモデルを計測することで現地計測を代用できる。3Dハンディースキャナーの利点を以下に示す。

- ① 3Dハンディースキャナーは据え置き型のレーザースキャナーと違い、軽量で手軽に扱えるため、狭隘な部材でも十分に活用できる。
- ② 対象物から50mm～300mm程度離れた位置から3Dハンディースキャナーをかざすだけで撮影することができる。それにより無理な姿勢をとることがなくなり、読み間違いや計測誤差の発生を抑止できる（図-4）。
- ③ タブレットでスキャン状況を確認しながら撮影できるため、測り忘れることなく、効率よく計測することが可能になる（図-5）。
- ④ 撮影した構造物は、3Dデータとして残るため、社内でも現場の状況把握が容易に行える（図-6）。
- ⑤ 撮影したデータを持ち帰り、専用ソフトで3Dモデルを作成、3Dモデルから断面を作成し、断面データを2D-CADに貼り付けることで、2D-CAD上で寸法を計測できる（図-7）。



図-4 スキャン状況



図-5 スキャン時タブレット画面

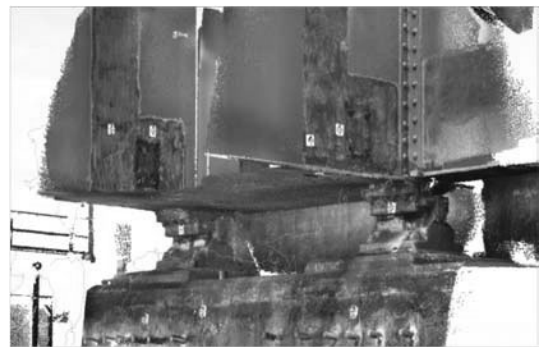


図-6 スキャンデータ



図-3 3Dハンディースキャナー概要



図-7 断面データを2D-CAD上で計測

(2) 運用手順

現地計測を行う前に導入用講習会を受講し、基本操作方法を習得し、支承取替工事の現地計測に特化したマニュアルを作成した。3Dハンディースキャナーによる現場計測～3Dモデル作成までの手順を以下に示す。

作業は大きく分けると現場作業と社内作業の2つがある。まず、現場作業について記載する(図-8)。

最初に、対象物を撮影する前に現場校正を行う(図-9)。特に屋外での作業の場合、日によって天候(明るさ)や気温が変わるため、正確な結果を得るためには計測時の校正が不可欠である。一回で撮影できない広範囲の場合、対象物を複数回に分割して撮影する。その際、一回の撮影範囲の始点と終点にマーカーを設置することとした。マーカーは社内作業の作業時間を短縮するために必要であり、複数個のスキャンデータを1つに結合する際に用いる。

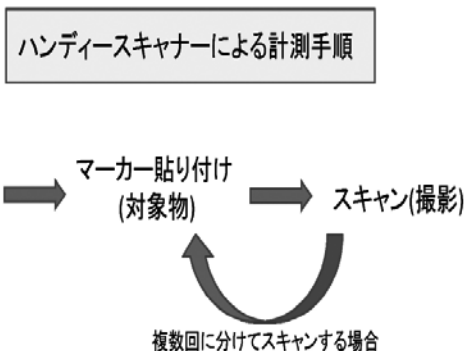


図-8 現場作業手順



図-9 現場校正

続いて、社内作業について記載する。社内作業では主に、スキャンデータの処理、結合を行う。

スキャンデータをPCに取り込み、専用ソフトで処理し、3Dモデルを作成する。撮影を複数回に分けた場合は、対象物だけでなく、マーカーも確実に撮影するよう注意が必要である(図-10)。

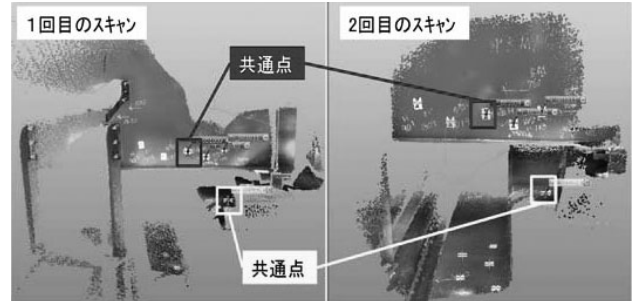


図-10 スキャンデータの結合

(3) 工夫・改善活動

半年間に、3Dハンディースキャナーを用いた現場計測を3回行い、それぞれの計測においてPDCAサイクルを回し、3Dハンディースキャナーの本格的な活用に向けて改善活動を行った。その改善活動について報告する。

現地計測1回目では、撮影要領が定まっておらず、対象物に対して距離を一定に保つよう平行に動きながら計測を行った(図-11)。その結果、撮影時にブレたり、撮影速度に緩急がついてしまったため、エラーが多く発生し、支点2か所の計測に30分かかった。

この課題について、撮影体勢や回数を減らす方法について検討した結果、体は動かさず腕だけを動かすように撮影方法を変更した(図-12)。

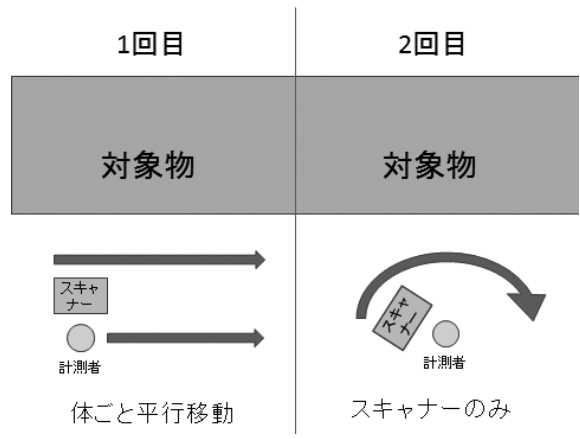


図-11 変更前

図-12 変更後

現地計測 2 回目で、前述の撮影方法に変更したところ、体の移動によるブレや、撮影速度の緩急がなくなり、一定の速度で撮影することができた。その結果、エラー回数が減少し、支点 2 か所を 10 分で撮影することができた。しかし、スキャンしたデータを持ち帰り、専用ソフトで処理する際、各スキャンデータを結合するために使用するマーカーが処理ソフトに認識されず、データの結合に 60 分以上かかってしまうという課題が残った。

この課題に対し、マーカーの設置方法を検討した結果、以下の 2 つの改善案を試すことにした。

1 つ目はマーカーのサイズを 1.5 倍にすることである (図-13)。マーカーを拡大すると、3D ハンディースキャナーがマーカー認識しやすくなると考え、サイズを 1.5 倍に変更した。2 つ目はマーカーを 3 面に配置することである (図-14)。マーカーの配置について、2 回目までの計測では、特に考慮していなかったが、過去のスキャンデータを見直したところ、マーカーの配置が対象物の 1 面のみであったことが多く確認できた。そこで、マーカーをできるだけ 3 面に配置することで、処理ソフトがそれぞれのマーカーの位置関係を把握しやすくなるだろうと考えた。

現地計測 3 回目では、前述の 2 つの改善案を実施した。マーカーのサイズを拡大したことにより、3D ハンディースキャナーもマーカーを認識しやすくなったため、計測時間も削減することができた。また、マーカーを 3 面に配置したことで、処理ソフトが別々の撮影データから同一マーカーを認識しやすくなり、3D データの結合が 30 分程度に減少した。

このように、PDCA サイクル (図-15) を回したことで徐々に改善はできているが、スキャンデータ処理後の作業 (断面画像作成・寸法計測) に時間がかかるという課題が残っている。今後はスキャンデータをそのまま 3D-CAD に変換し、寸法計測だけではなく部材や搬入機材の干渉確認を容易に行えるよう、検討、改善を図っていきたい。

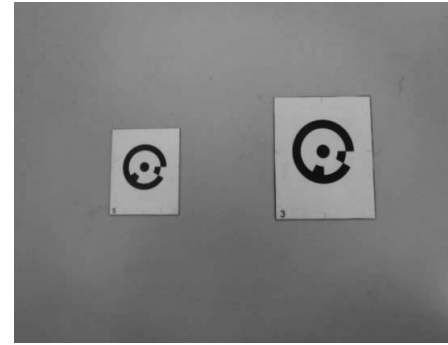


図-13 拡大マーカー (右)

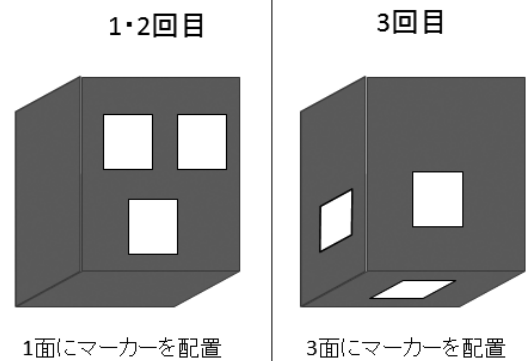


図-14 マーカーの配置

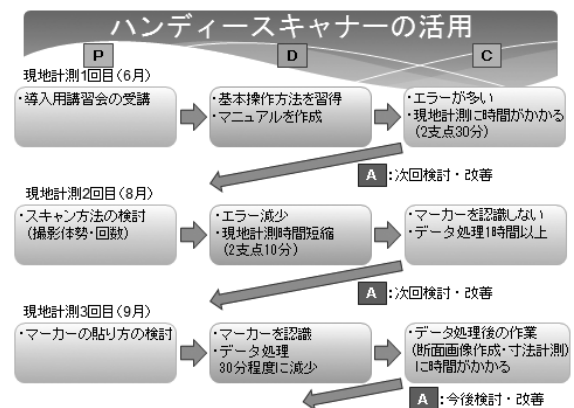


図-15 PDCA サイクル

4. おわりに

現在、国土交通省は、平成 28 年を生産性革命元年と位置付け、i-Construction の導入を表明した。それに伴い、3D データの活用が急速に進んでいる。今後、現場計測だけでなく、設計から維持管理まで 3D モデリングを活用して、作業の効率化に取り組んでいきたい。

本論文では、維持補修の分野での活用例の 1 つとして、現地計測に 3D スキャンングを取り入れた事業を紹介した。

応用技術を用いた土工 ICT 施工と管理

長崎県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

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、崩壊後に発生する土石流の氾濫を防止する事を目的に嵩上げされた堤体部の背面に衝撃緩衝盛土を行う工事である。

工事概要

- (1) 工事名：水無川1号砂防堰堤左岸改築（その2）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：長崎県島原市
- (4) 工期：平成29年1月11日～平成29年7月21日
- (5) 工事内容：掘削工30,300m³ 緩衝盛土工



図-1 竣工写真

20,700m³ 嵩上盛土工9,200m³
法面整形工 5,580m² 他1式

本工事は、I-Construction 対応工事である。レーザーキャナーによる起工測量から ICT 建機を用いた施工など行っているが、ICT 施工の基本的な説明は割愛する。

2. 現場における問題点

工事全体で見れば、いくつかの問題点は挙げられるが、ここでは盛土工の品質及び安全管理について2点を挙げる。

- (1) 緩衝盛土は、締固めを伴わない盛土であり、その性質（目的）上、出来るだけ解した状態で盛土施工を行うのが望ましい。

しかし、施工延長が長い事と盛土の最大直高は約19m（平均高さは約10m）ほどあり、また締固めが無いため、1層の敷均し厚さの基準がない。かといって、極端に厚く敷均しを行うと、盛土材を運搬するダンプトラック（10t）が土

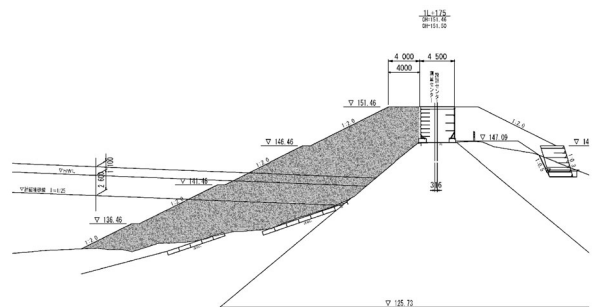


図-2 緩衝盛土 断面図

砂にハマリ走行出来なくなり、また高所に至っては法肩からの転落等のリスクが考えられる。

(2) 高上盛土は、転圧を伴う盛土であり、タイヤローラーによる転圧作業があるが、施工端部（特に法肩付近）は転圧作業時に①同様転落や滑落のリスクがある。安全性と品質確保の点から施工方法を考慮する必要があり、通常の ICT 施工にプラスアルファの工夫が必要であった。

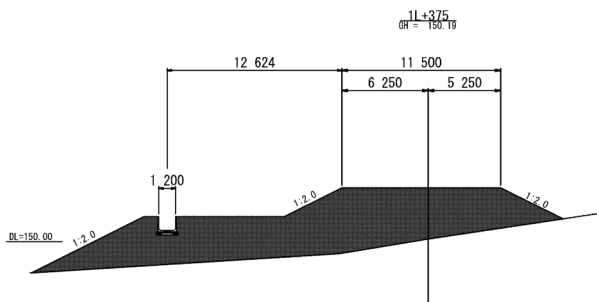


図-3 高上盛土 断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 緩衝盛土

① 敷均し厚さの計画

締固めを必要としない盛土で、かつ『緩衝』を目的としているので、出来るだけ締固めないということが前提となる。

締固め度の範囲などの値は特に示されていないが材料を運搬するダンプトラックが走行できる範囲で、敷均し厚さをできるだけ大きくし、締固め度を小さくするよう計画を行った。

なお、使用する盛土材は、現地採取土を使用するが良質な砂質土のため問題ない。

② 敷均し厚さの決定

敷均し厚さの決定は、転圧を行わない試験盛土を行い実車のダンプ（10t）を走行させ、轍の沈下量で決定した。試験盛土は、実際に現場で使用するブルドーザ（6t級）を使用して行い1回の敷均し厚さは、300mm、600mm、900mmの3パターンを用意し表面は実際の施工を想定し履帯転圧1、2回とした。

ダンプトラック2回走行時（1往復）の沈下量は、敷均し厚さ300mmよりそれぞれ平均で、40

mm、130mm、210mm という結果になった。

ダンプトラック（10t）のデフ（差動歯車）の高さは、車種による差はあるが概ね245mmである。数字だけの沈下量結果をみれば、900mmの敷均し厚さでも走行可能ではあるが、前述した通り地盤が軟らかいところで急ブレーキ、急発進をすると、車の重みではまり込むことがあり、また、施工が進むにつれて盛土幅が狭くなるため法肩が崩れ落ちるリスクがある。

ダンプ運搬時の安全性と、緩衝盛土という事を踏まえ、1回走行時の沈下量が10cm程度となるよう敷均し厚を500mm（463mm \div 500mm）と定める。

$(130\text{mm}/600\text{mm}=0.216 \quad 100\text{mm}/0.216=463\text{mm})$

③ 緩衝盛土の施工

本来、締固め作業を伴わない盛土の巻き出しは、ICT 施工を行う必要性は低いと考えるが、前述の通り敷均し厚さを定めたので、RTK-GNSSを用いた MC ブルドーザで施工を行った。

適正な敷均し厚で施工を行った事によりダンプトラックが、はまり込み動けなくなるような事や、反対に盛土面が固まり過ぎるようなことは無かった。

また安全面での管理は、法肩部より500cmの位置に面的なレーザーセンサーと警報機付きパトランプを使用した。レーザーを遮蔽する物が法肩に近接した場合センサーが反応し、2カ所に設置したパトランプと警報音で知らせるシステムを利用し、ICT 施工による安全性向上に加え、ダン



図-4 緩衝盛土 ICT 施工状況

プトラック側の安全性も向上する事ができた。



図-5 レーザーセンサーと警報機

(2) 施工端部の締固め

①施工端部、法面の締固め計画

盛土端部施工時の安全性と品質を確保するため、バックホウにターボバケット（振動バケット）を装着し、法肩部より内側で施工端部の締固めを行うよう計画・立案した。

②締固め度根拠と振動時間の管理

通常の試験盛土と並行し、法肩部から内側へ1.0 m の範囲と直高0.6m の法面を、それぞれ5秒、10秒、15秒とターボバケットを用いて締固め確認を行い、締固め度の確認は、SDG 土壤密度測定器を用いて計測した。SDG 土壤密度測定器の正確性を確認するため、通常の試験盛土で行っている現場密度試験（砂置換法）との比較確認を行ったところ、施工含水比、締固め度と共に平均で±3%程度の誤差範囲であったので、ターボバケット締固め度の参考データとして採用した。

試験盛土8回転圧時の現場密度試験（砂置換法）のデータ値は94.8%であるのに対し、SDG による計測値（代表値）は98%であった、計測位置により数値のバラツキはあるが、前述した通り概ね3%の差があるため、SDG 計測値の-3%を実際の値とし、その値が90%以上となるよう管理を行う。



図-6 SDG による計測状況

なお、SDG の使用目的は、法面の締固め度の確認と、盛土施工時の含水比管理である。盛土本体の締固め管理は、工法規定方式（TS・GNSSを用いた盛土の締固め回数管理技術）で行うため、砂置換法や RI 計法による二重管理は行わない。

ターボバケットによる振動時間と SDG による締固め度の関係は下図の通り。（値は各箇所5回平均）

振動時間 \ 締固め度値	法肩部	法面部
5秒	94.4%	93.6%
10秒	96.7%	94.9%
15秒	98.0%	99.0%

図-7 法肩・法面部の計測結果

以上の結果により、本工事の締固め管理は材料のバラツキ（土粒子の密度バラツキ）と SDG 測定器の誤差を考慮し、ターボバケットによる振動時間を7秒以上とする。

次項で説明するが、施工は ICT 技術の応用で行う。

尚、ターボバケットによる転圧管理システムのシステム構築については、西尾レントオール(株)より協力を頂いている。

③ターボバケット転圧管理システム

施工端部の締固めは安全性を考慮し施工を行うと、通常の ICT 管理ではタイヤローラーが端部に寄れないためデータ（モニタ）による転圧回数の可視化ができない。

そこで、タイヤローラー等の転圧回数による工

法規定から、ターボバケットによる締固め（図-8）を採用し、施工端部からの転落災害のリスクを回避すると共に、締固め管理は転圧管理システムを応用して振動時間を規定する方式で行った（図-9）。



図-8 盛土端部の施工状況

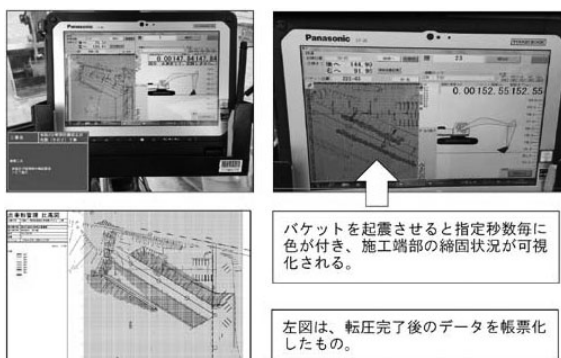


図-9 ターボバケット転圧管理システム

画面のマス目が振動時間毎（1秒毎）に変化するのでオペレータが簡単に確認でき、転圧不良などのリスクを回避できる。また、結果データは帳票として出力を行えるため、施工管理データとしても使用できる。（図-9の帳票は法面転圧時のデータ）

このような施工を行う事により、法肩部からの転落災害を回避するとともに、法肩や法面の締固めも管理も容易に行うことができ、安全・品質向上のみならず施工も合理化されるため、工程短縮にも繋がった。

4. おわりに

MC や MG 等の ICT 施工については過去に経験があるが、今回は i-Construction 対象工事であ

り、起工測量から施工管理まですべて3次元データを扱っての工事である。初体験という事もあり着工前から少なからず不安もあったが、いざ行ってみると ICT 技術のさまざまな可能性を感じる事ができた。特に施工管理の面で、従来技術と比べるとかなりの省力化を実感し、日々の施工量確認においても、ICT 建機にオプションで搭載されているステレオカメラを利用し点群データを起こす事ができ、また ICT 建機の施工履歴（バケット等の施工軌跡）などのデータを重ね合わせて、日々の施工量を確認することも可能である。

余談混じりになるが、3次元設計データに建設機械や安全設備等の3次元データを付加し、施工状況をイメージとして再現したものを、VR 技術を用いて疑似体験する取り組みを、現場的に行ったところである。普通のパソコン等の画面や紙面で見るとは3Dデータといえど2Dにしかかなり得ないが、VR 技術を導入する事により実際の視点から現場の状況や完成イメージがより強く立体的に確認できるため、VR 体験後は通常の2D等による検討などとはまた違った施工方法や安全面についての具体的な会話が自然と発生し、施工計画の精度が上昇する結果を得る事もできた。こういった CIM コミュニケーションを積極的に利用する事により、今まで事前にイメージ出来なかったリスク等を発見する機会が増え、また今後益々発展するであろう土木 ICT 技術や応用技術も踏まえて積極的に利用することにより、さらなる生産性の向上に繋がる事を期待する。

今回、紹介した技術は、施工端部や法面の締固め管理をどう行うかを思考し、既成の転圧管理システムを応用した物であり、今後 ICT 施工を行う際の参考になれば幸いである。最後に、ご指導頂いた雲仙復興事務所の皆様は基より、ご協力頂いた工事関係者の皆様に、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

江差における、走行式道路区画線診断システムと QGIS を活用した道路区画線の損傷把握事例

(一社)北海道土木施工管理技士会
北海道技建株式会社
葛 西 毅

1. はじめに

本工事は、北海道江差地区において、冬季に除雪作業などで機能が低下した国道（4路線 道路延長約200km）の区画線を復旧する工事である（図-1）。今回実施した区画線の調査方法と、結果の表現方法について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：江差道路管内道路区画線設置工事
- (2) 発注者：北海道開発局 函館開発建設部
江差道路事務所
- (3) 工事場所：北海道 江差町ほか
- (4) 工期：平成29年4月1日～
平成29年9月12日



図-1 中央線の復旧状況

2. 現場における問題点

北海道では、冬季の除雪作業などにより区画線

の損傷が激しく、他県と比較して塗り替えサイクルが短い。雪解け後に迅速な区画線復旧により通行の安全を確保する必要があるが、同時に費用対効果の高い区画線の保守を行うため、塗装前に工事範囲全域の剥離調査を行い、発注者との協議により塗装するのが一般的な手順となっている。区画線の剥離調査は塗装作業と同様に重要な工程であるが、表-1に示す課題があった。

表-1 従来の区画線剥離調査の課題

課題	従来方法	課題の詳細
2-(1) 調査の客観性の課題	目視調査 または部分的な 画像解析	<ul style="list-style-type: none"> ・判定値に個人差が生じる ・調査メッシュが粗い ・調査コストが高い
2-(2) 調査結果の表現方法	判定結果数値と 現地のKP	<ul style="list-style-type: none"> ・判定結果と現地条件の照合が困難 ・道路線形や沿道環境に配慮した箇所選定には地域精通を要する。

2-(1) 調査の客観性に関する課題

従来までは、広範囲の区画線調査を短時間で実施するために、調査作業を分担していた（図-2）。

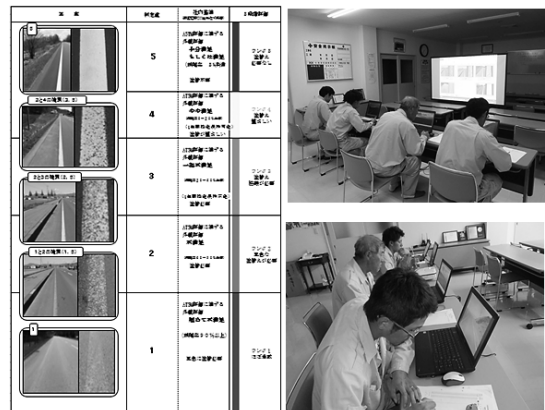


図-2 判定モデルと調査解析作業

この方法は、複数人の調査員が自社の調査モデルと現況区画線を目視にて比較し評価するもので、得られる調査結果は判定個人差が生じる事に留意する必要がある。結果のばらつきを解消するため調査ビデオ映像などにて、複数回再検証を行う必要がある場合も多かった。このように区画線工事における事前調査は、コストを要するプロセスであったにもかかわらず、現況区画線損傷の絶対評価値が得られないゆえ、調査結果を該当工事でしか活用できない事が課題であった。

2-2) 判定結果を表現する手段の課題

判定結果をもとに塗装箇所を協議するにあたり、視線誘導の連続性などに配慮した提案を行うため、従来は再度現地で整合チェックを実施し塗装区間の調整を行う追加プロセスが不可欠であった。机上では、整然と羅列された判定結果値が、現地条件に投影して初めてアンバランスが明らかになる事が多く、これを回避して効率的に塗装箇所の選定を行うためには、担当者の地域精通度と経験委ねる部分が多く、また従来までは調査結果を現場投影する表現方法が無かったため、発注者に広範囲に分散する全ての個別事案について明確なエビデンスを提示できない事も課題であった。

表-2 実施した区画線剥離調査の改善

改善事項	改善方法	改善の詳細
3-(1) 調査客観性の確保	走行式道路区画線診断システム NETIS (HK-160014-A)	<ul style="list-style-type: none"> 客観的な剥離判定結果 調査メッシュ20m 調査コストが安い
3-(2) 調査結果の表現方法	GIS地図上に判定値をヒートマップ表示	<ul style="list-style-type: none"> 判定結果と現地条件の関係を把握できる。 道路線形や沿道環境に配慮した総合的な箇所選定を机上で実施可能。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事では区画線の現況を客観的に判定できる診断システムを活用するとともに、広域に分散する膨大な数値データを可視化するため、表-2の工夫を実施した。

3-(1) 客観的な区画線現況評価

本工事では、客観的な現況区画線の評価を行うために、走行式道路区画線診断システム NETIS (HK-160014-A) (以後、診断システムと記す) を活用した。

このシステムは、調査車両にデジタルカメラを設置し(図-3) 調査走行時の車両移動量の信号(車測パルス)にてカメラのシャッターを自動制



図-3 調査カメラ車載状況

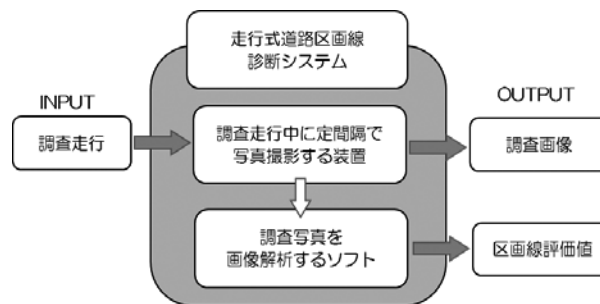


図-4 診断システムの構成図

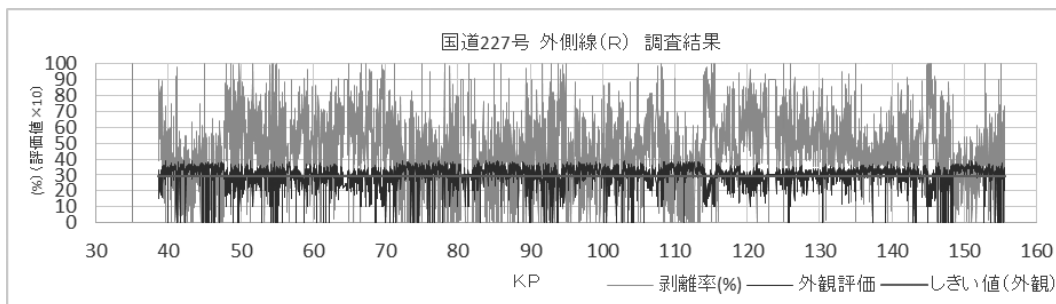


図-5 診断システムの判定結果出力例

御し、一定間隔で現況画像を撮影する装置と、撮影した画像を解析処理し、区画線の損傷評価値を出力するソフトウェアから構成される（図-4）。

このシステムを活用する事で、安全かつ経済的に現況区画線の絶対評価値を20mピッチで得る事が可能となった。図-5に診断システムにおける解析ソフトの標準的な出力例を示す。

3-(2) 調査結果の表現方法

本工事で診断システムの活用により、中央線と外側線で約25,000枚の調査写真と、同数の判定値を得る事が可能となった。出力データを地図上に可視化するため、表-3の工夫を実施した。

表-3 判定結果を可視化するために実施した工夫

工夫事項	目的
3-(2)-① 下地図に距離標を表示	・位置把握を住所から距離標とすることで地図を図面として活用できるようにする。
3-(2)-② 写真撮影時にジオタグを付加	・調査画像の事後確認を容易にする。 ・調査位置座標を得る。
3-(2)-③ 調査位置座標と剥離判定値の関連付け	・数値データを地図上に可視化する。

①下地図の作成

調査結果を可視化するのに先立ち、ベースとなる管内の地図を作成した。無償で使用可能なオープンソフト QGIS を使用し、ベースとなる地図データは国土地理院の基盤地図情報サイトより基盤地図情報をダウンロードして作成した。道路基準点案内システムにて公開されている測点座標を取り込み、地図上に KP 表示を行った。これにより、地図を図面として活用する事が可能となった。図-6に KP 表示した管内地図を示す。

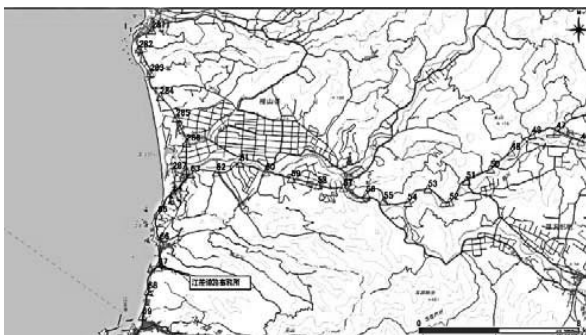


図-6 地図上に距離標 (KP) の表示例

また交通事故の発生箇所は所轄警察署に聞き取り調査を行い地図上にプロットするとともに、学校や病院など公共性の高い施設は国土交通省政策局国土情報課で公開している国土数値情報ダウンロードサービスを活用した。これにより詳細な沿道環境を地図上で把握できるようにした。

②調査写真に位置情報を付加

膨大な調査画像を簡単に事後確認するため、診断システムにおける調査写真撮影時に GPS センサを追加設置し、全ての調査写真にジオタグを付加した（図-7）。



図-7 写真にジオタグを付加する GPS センサ

これにより、約25,000枚の調査写真は地図上の撮影位置をマウスオーバーにより調査画像の確認を行う事が可能となった。図-8に調査画像の表示例を示す。



図-8 調査画像のポップアップ表示例

③剥離評価値と位置情報の関連付け

診断システムの評価値に位置情報を紐付けするために、評価値の CSV 出力機能を活用し、写真ファイル名を共通フィールドとして評価値を位置情報の関連付けを行った（図-9）。

これにより判定結果を地図上にプロットする事が可能となった。図-10に評価値の表示例を示す。

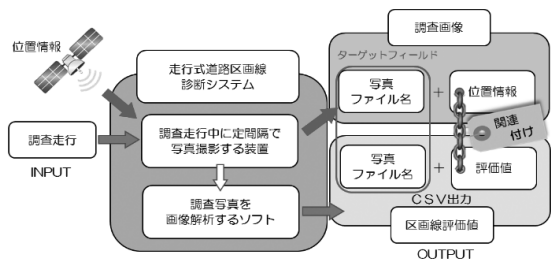


図-9 判定値と位置情報の関連付けの概念図

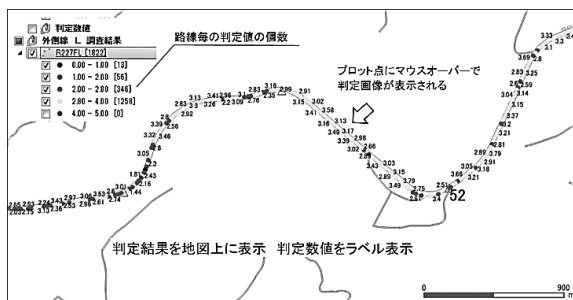


図-10 地図に判定値を色分けプロット

位置情報に数値の重さをもたせる事で、値の色分けや、区画線判定値を地図上にラベル表示する事が可能となり、カーブや市街地などの沿道条件と剥離判定値の関係の把握が簡単に行える様になった。またベースとなる地図は様々なラスターデータを表示する事が可能なので、より詳細に現地条件を表現する事も可能となった。図-11に航空写真を活用した例を示す。

判定値の統計処理もソフト上で簡単に実行する事が可能となり、管内の区画線の調査結果を多面的に観察する事が可能となった。図-12に例を示す。

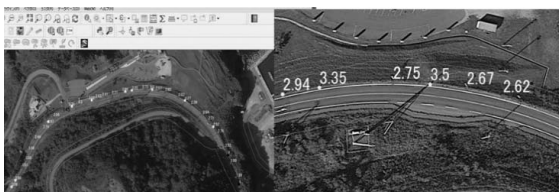


図-11 地図レイヤに航空写真の使用例

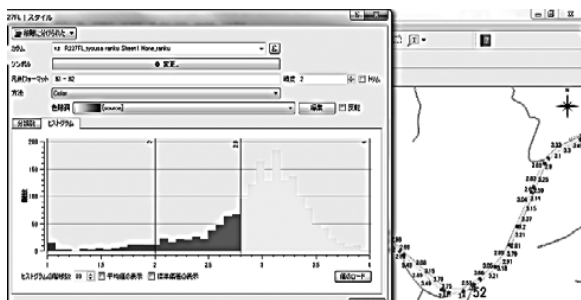


図-12 判定値の度数分布図の表示

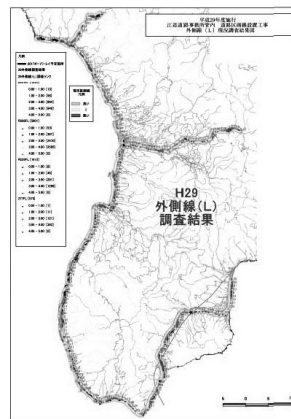


図-13 判定結果のヒートマップ表示

本工事では、区画線の損傷判定値をヒートマップ表示により可視化することで、総合的な塗装箇所の協議を短時間で実施する事が可能となり、バランスの取れた区画線の復旧を効率的に実現する事ができた。図-13に調査図の例を示す。

本工事では客観性が担保された区画線調査方法を活用することができた事に加え、誰もがなじみやすい地図上に調査数値を可視化できた事で管内の区画線損傷の全体把握を容易に行える様にできた。これによりスムーズな塗装箇所の協議が実施できたとともに、この調査結果は次年度以降にも活用可能なデータである事に期待している。複数年の調査結果を重層的な視点で観察できる事で、場所ごと固有の維持周期の把握も可能になると思われ、今後は区画線の調査が必要な箇所と、必要ない箇所の選別により、調査総量の縮減も視野に調査を継続したいと考えている。

4. おわりに

現況調査結果から得られる学びを最大化する工夫を継続し、データウェアハウス化することで、より良いサービスを低コストで提供できる事が可能になると考える。創る時代から守る時代に移行した現在、このアプローチは維持工事全てに共通する課題解決に有効と思われる。また業種の枠を超えて様々な調査情報を連携活用できる日が早く訪れる事を期待してやまない。最後に、今回の区画線調査方法を採用するにあたり、ご指導頂いた発注者の皆様方に厚く御礼申し上げます。

既設鋼橋桁端部の腐食損傷対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 株式会社 I H I インフラシステム
 工事担当 浅野 純[○] 設計担当 遠山 怜 奈

1. はじめに

本工事は首都高速3号渋谷線および5号池袋線において、鋼桁、鋼橋脚およびRC床版等に発見されたき裂損傷、腐食損傷およびその他各種の損傷を補修・補強する工事である。このうち、5号池袋線飯田橋付近の2径間連続鋼箱桁橋（図-1、図-2、図-3）の端支点（池115・116橋脚上）に、著しい腐食損傷が報告され、支承取替を含む損傷対策を実施したので、ここに報告する。

工事概要

- (1) 工事名：(修)上部工補強工事1-113
- (2) 発注者：首都高速道路株式会社東京西局
- (3) 工事場所：首都高速5号池袋線飯田橋付近
- (4) 工期：平成26年3月13日～
平成28年11月6日



図-1 池115・116橋脚全景（完成後）

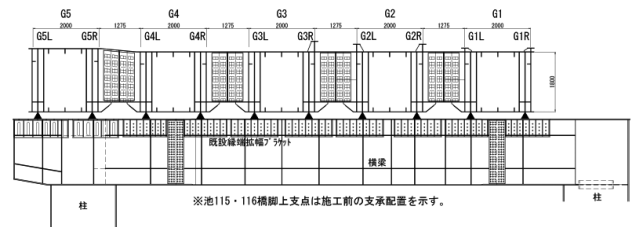


図-2 池115・116支点上断面図（既設）

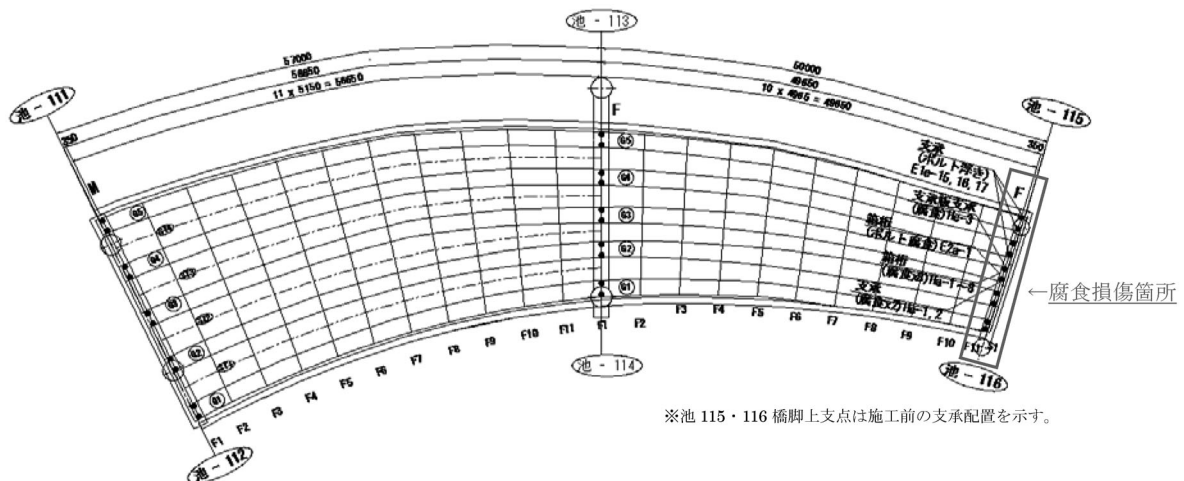


図-3 全体平面図

対象橋梁は昭和44年に完成した2径間連続曲線箱桁橋であり、端支点（池115・116鋼製橋脚上の起点側）に腐食損傷が発見された。詳細調査を実施したところ、G3主桁端部のみに腐食損傷が激しく、下フランジには欠損と減肉、ウェブ・支点上ダイヤ下端部にも腐食がみとめられ、支承の損傷も同様であった（図-4）。腐食の原因は、終点側の橋梁から起点側の橋梁に横引きされた排水管の漏水であった。



図-4 G3桁端部腐食損傷状況

既設橋梁は平成11年～14年に支承・連結装置耐震性向上工事が行われており、落橋防止装置と縁端拡幅ブラケットが設置されていた。しかし、この腐食損傷が発見された池115・116橋脚上の起点側支承（タイプAのBP-A）は交換されておらず、支承も腐食していたことから支承取替を実施することとした。

以上のことから、本工事では当該支点部の耐震性照査を含めた腐食損傷対策に関する実施設計と施工を実施した。

2. 工事における問題点

設計・施工上の問題点を以下に示す。

1) 支承取替と負反力対策

池115・116橋脚の起点側支承はG3桁の著しい腐食損傷に加え、支承の機能不全により、一支承線上全数の支承取替を行う。当該橋梁は1箱桁2支承の配置で、曲線桁の端支点部には常時負反力が生じる（表-1①）。そのため、完成系および支承取替のジャッキアップ時において負反力対策が

必要であった。

2) G3桁端腐食損傷部の部材取替

交通供用下で主桁および支点上の応力部材の一部を取替えるため、既設部材の切断撤去や補強部材の設置等、施工手順が問題であった。

また、施工箇所の桁下支承設置スペースは約200～240mm、隣接桁との桁遊間は約100mmと非常に狭隘なスペースでの施工であった。

3. 対策と適用結果

この問題を解決するために、以下の対策を行った。

1) 支承形式選定と負反力対策（完成系）

支承形式は、タイプBの支承を採用すべきところであったが、桁下空間に収まらない。そこで、支承はタイプAのBP-B支承に取替え、変位制限装置を追加設置することとした。負反力対策として、以下の4案について比較検討した。

案1：カウンターウェイトの設置

案2：支承数の削減

案3：負反力対策用支承の採用

案4：支承とは別に、浮き上がり防止構造を設置

比較の結果、案3は支承高が300mm以上となり採用できず、案1と4は設置スペースの制約があり、既設構造への影響が大きいことから、案2の支承数を削減する方針とした（1箱桁2支承から1箱桁1支承配置に変更）。1箱桁1支承の場合、箱桁中心に配置するのが一般的であるが、既設の支点補強が流用可能な既設支承位置（LとRのどちらか）に配置することとした。新支承は格子解析を実施し、反力バランスの良い位置に決定し、新支承が設置されない片側に変位制限装置を追加

表-1 支点反力一覧表

ケース名	反力(kN)	G5L	G5R	G4L	G4R	G3L	G3R	G2L	G1L	G1R
①既設状態 1箱桁2支承	Rd	558	501	327	386	290	442	259	454	305
	ΣR(+)	1,531	1,221	1,179	1,113	1,108	1,239	1,017	1,272	996
	ΣR(-)	22	-95	-230	-235	-315	-181	-330	-122	-218
②1箱桁1支承 全桁R側配置	Rd	---	1,424	---	487	---	731	---	772	---
	ΣR(+)	---	2,736	---	996	---	1,228	---	1,352	---
	ΣR(-)	---	1,029	---	292	---	641	---	663	---
③1箱桁1支承 全桁L側配置	Rd	767	---	812	---	704	---	488	---	1,301
	ΣR(+)	1,569	---	1,386	---	1,184	---	1,025	---	2,496
	ΣR(-)	476	---	734	---	621	---	283	---	946
④1箱桁1支承 G1～G2:R側 G3～G5:L側	Rd	775	---	778	---	897	---	---	997	---
	ΣR(+)	1,576	---	1,331	---	1,523	---	---	1,717	---
	ΣR(-)	487	---	704	---	776	---	---	872	---

Rd:死荷重反力、ΣR(+):死荷重+活荷重最大、ΣR(-):死荷重+活荷重最小 ※グレー部は支承配置なし ※④は決定ケース

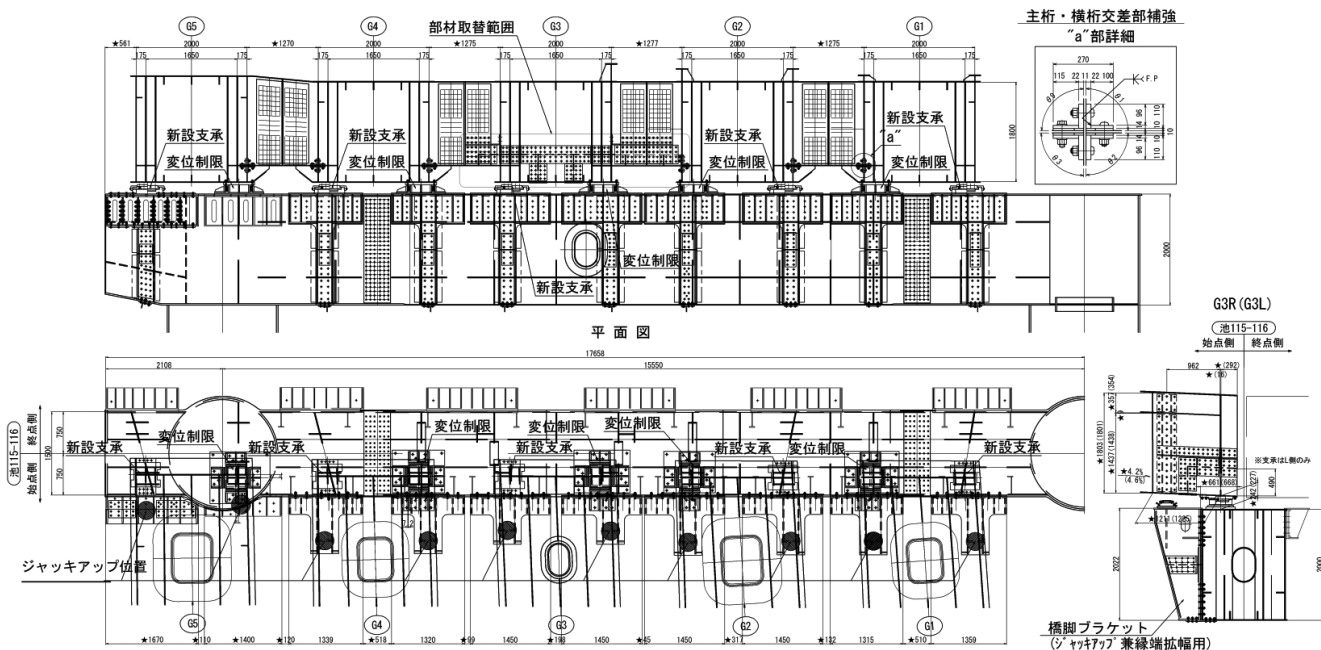


図-5 池115・116橋脚 支承・ジャッキ・変位制限装置配置図

配置し、限りあるスペースを有効活用した（表-1④、図-5）。

この支承数削減による構造系の変化、反力増加に伴い、各既設部材の応力・変位の照査を実施した。その結果、G3-G4桁間の端横桁下フランジ応力、主桁・横桁交差部（全箇所）の溶接応力が許容値を超過するため、前者は部材取替、後者は部材補強を実施した。また橋脚側は一部の支点上ダイヤフムと補剛材に対して溶接増し脚長と部材補強を行った。

2) ジャッキアップ工法選定と負反力対策(架設系)

支承取替を実施するために、ジャッキアップを行う必要があるが、そのジャッキアップ工法は以下を考慮し決定した。

- ・橋脚上のジャッキアップスペースがないこと、およびG3桁腐食損傷部は部材撤去や補強を行うため、支点より支間中央側でジャッキアップする。
- ・主桁は箱桁形式のため、ウェブ直下でジャッキアップすると上部工の支点補強は最小限となる。
- ・1箱桁に対し、1箇所でのジャッキアップ点とするとジャッキアップ反力が大きくなりすぎるため、2箇所でのジャッキアップを行う。

以上のことから、ジャッキアップ位置は支間中

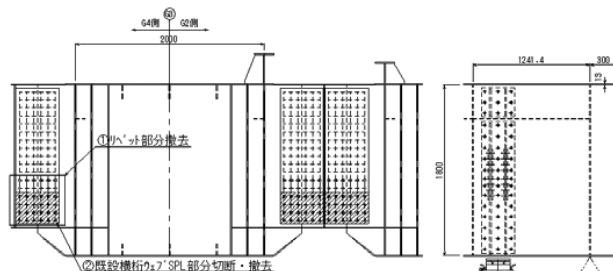
央側の主桁ウェブ直下とし、ジャッキアップを実施することとした。

その結果、1箱桁に対してジャッキアップ点が2箇所となるため、ジャッキアップ中の負反力発生による浮き上がりが懸念された。そこで、ジャッキアップ位置をバネ支点として格子解析を実施した結果、負反力は生じるものの、浮き上がり量は1mm以下と微小であったため、この方法で施工した。

3) G3桁腐食部における部材取替手順

取替範囲は腐食による断面欠損・減肉範囲と新設部材の添接が可能な位置に設定した。交通供用下で支点部の応力部材を取り替えるため、その施工はジャッキアップ中に実施した。ジャッキアップ後の詳細な施工手順は、以下のとおり。

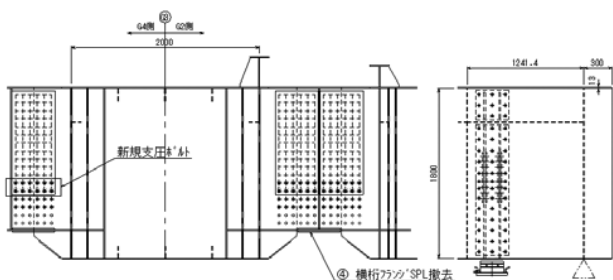
STEP-1：①リベット部分撤去、②横桁ウェブ SPL 部分撤去



横桁添接板下端の一部分を撤去する際、母材を傷つけないように、添接板を少し曲げてから切断

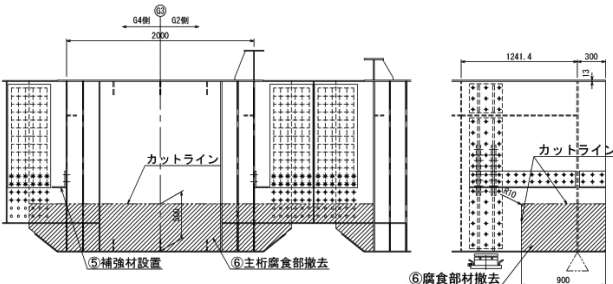
するため、切断ラインより上2列のリベットも撤去した。

STEP-2：③新規支圧ボルト締付、④横桁フランジ SPL 撤去



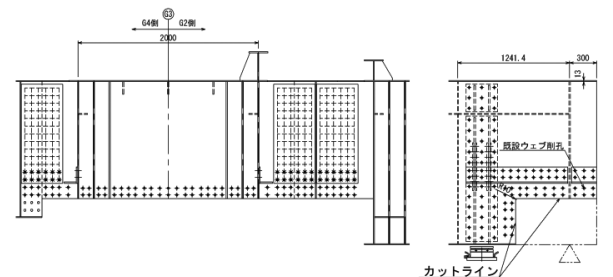
既設添接板はリベット接合のため、横桁ウェブ添接板の下端2列を支圧ボルトで接合した。その後、横桁下フランジの添接板を撤去した。

STEP-3：⑤補強材設置、⑥主桁腐食部撤去

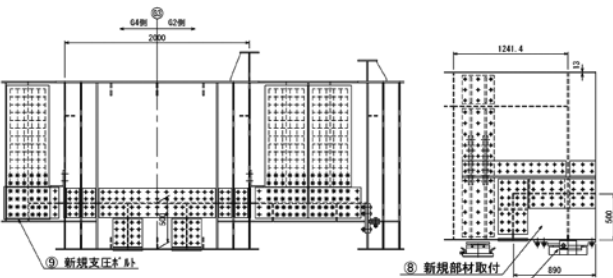


応力照査の結果、主桁ウェブカットラインの上部に補強を設置した後、下端部を切断・撤去した。

STEP-4：⑦既設部材削孔



STEP-5：⑧新材材取付、⑨横桁添接(下フランジ、ウェブ)



この部材取替は、斜角を有する桁端部で、主桁下フランジ・ウェブと端支点ダイヤフラムおよび

支点上補剛材等取り合う面が多く、狭隘部での施工であった。そのため、部材搬入や施工性を確保するために部材を分割、応力照査上可能な箇所は誤差吸収のために拡大孔を採用、また綿密な寸法計測を実施し、それを新設部材に反映するなど、設計から施工にかけて品質の確保に努めた。

腐食部材の取替完了後、新支承をセットしジャッキダウンして支承取替を完了させた(図-6)。また、腐食の原因となった隣接桁からの横引き排水管は、将来万が一排水管が損傷して漏水しても、支承や主桁にその漏水がかからない経路に変更して復旧した。



図-6 取替完了状況(左：桁内、右：桁外)

4. おわりに

本工事は、既設構造や現場環境、工期の制約もある中で、腐食損傷した支承・桁端部材の取替にあわせて、B活荷重に対する負反力の解消(1箱桁2支承から1箱桁1支承への変更)を実施し、今後も供用していくための機能回復を行うことができた。本工事の経験・実績は、今後の類似工事の参考例になると考える。

本工事の施工に当たりご指導、ご協力いただいた首都高速道路株式会社をはじめとする関係各位に深く感謝致します。

その他

北見道路安全連絡協議会に携わった4年間の活動記録

(一社)北海道土木施工管理技士会
松谷建設株式会社
土木部工事課長
前川幸治

1. はじめに

平成21年度から平成28年度の期間に携わった「北海道横断自動車道（訓子府町美園～北見市西IC 延長23km区間）」において、平成25年より平成28年の4年間、発注者から指名を頂き『北見道路安全連絡協議会』の会長を務める事となった。

そこでこの4年間実施してきた、協議会における主な活動についてここに記す。

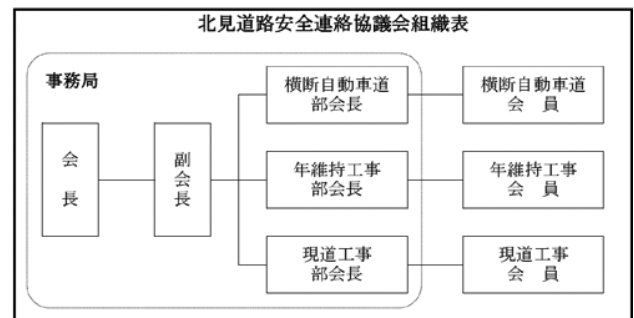
○北見道路安全連絡協議会とは、

網走開発建設部北見道路事務所管内の国道の工事を施工する建設会社で組織している協議会である。国道の工事において、各建設会社間で情報共有すると共に、安全対策など各工事の共通事項について、一緒に連携して活動していく事を目的としている。

協議会は大きく分けて横断自動車道部会、年維持工事部会、現道工事部会の3部会に分かれており、月毎の恒例行事である安全パトロール等の協議会開催時においては全部会が一緒に活動するが、横断自動車道部会、年維持工事部会においては部会毎の行事も各々に実施している。

今回は主に私自身が所属した横断自動車道部会における活動に重点をおいて、その実施内容について記述する。

表-1 北見道路安全連絡協議会組織表



工事概要（横断自動車道部会）

- (1) 工事名：北海道横断自動車道
訓子府町 ○○○○工事
- (2) 発注者：北海道開発局網走開発建設部
担当事務所：北見道路事務所
- (3) 工事場所：北海道常呂郡訓子府町
- (4) 工事数：平成25年度
橋梁5、改良16、舗装1 計22件
平成26年度
橋梁4、改良6、舗装4 計14件
平成27年度
橋梁1、改良10、舗装3 計14件
平成28年度
橋梁1、改良9、舗装10 計20件
- (5) 工事延長：SP55,800～SP72,500(訓子府工区)
延長 L=16.7km

2. 現場における問題点

北海道横断自動車道の建設工事にあたっては、全道各地から集まってきた建設会社が工事を施工している。高規格道路は工事特性的に大規模土工事および舗装工事が主体となるため、訓子府町内の道道・町道などを使用して工事車両が往来することになり、沿道の住民の方々には多大な協力を頂いている状況となっている。

夏期から秋期にかけての工事繁忙期においては、横断自動車道全体で、大型重機が常に50～70台稼働しているため重機労働災害が懸念された。

また、総計100～150台ともなるダンプトラックが現場内と訓子府町内の公道を走行するため、道路および現場出入口における交通事故、道路汚損・粉塵などへの対策が必要であった。

その様なことを踏まえ、各現場においては個々に安全活動・環境保全対策は行っているが、高規格道路のような大規模工事では、場内運搬路・現場出入口など隣接する工事との共有部分が多く調整が必要となるため、北見道路安全連絡協議会(横断自動車道部会)などを利用した、全員参加による総括的な組織活動が重要であると考えた。

3. 工夫・改善点と適用結果

北見道路安全連絡協議会では重機労働災害、交通事故・環境汚染等の防止に向け、全会員による情報共有の徹底、現場安全パトロールを実施した。

また、地域住民と工事関係者が良好な関係を築いていくため、公共施設等における地域貢献の実施、現場ではどのような人が、どのような作業をやっているか?など、現場内の様子が少しでも分かるように、町主催のお祭り会場で工事写真展を開催した。

その活動内容を、以下1)～4)に示す。

1) 情報共有について

○総合情報サイトを利用した情報共有の確立

年度初めの協議会設立時に発注者と協議のうえ、監督職員と受注業者が利用する情報共有システム

(ASP)の統一化を図った。

統一化によって、全会員が閲覧可能な「総合情報サイト」の掲示板・スケジュールを利用して、安全連絡協議会等のイベント開催通知・その他通達文章など、施工業者および発注者の誰もが、関係者全員に確実に周知することが可能となった。

情報共有システムは、川田テクノシステム(株)の『ベースページ』を使用した。

○横断自動車道部会における ASP の運用

横断自動車道では約20箇所の現場出入口を使用する事となるため、現場での事故時など緊急事態に備えて、現場出入口の明確化が必要であった。

そこで工事着手前に、各現場で使用する現場出入口について施工業者から聞き取りを行ったうえ、出入口看板を統一化し、番号を記した『横断道全体平面図』をASPにアップロードし、その平面図をもとにして、各社が出入口看板を設置した。

また運搬業務における安全体制の強化を図るため、ダンプトラックの所属先が一目で判別できるように、工事現場毎に色分けした『横断道車両プレート』を車両前後に掲げる事を義務付けた。



図-1 横断道車両プレートの一例

2) 現場安全パトロール(協議会全体による行事)

現場安全パトロールは工事が本格的に稼働する6月～12月の毎月行う事とし、横断自動車道に近い訓子府町公民館を活動拠点として開催した。

パトロール班は施工業者・監督職員・支援業務を含む3班体制とし、各班15～20名の組織編制で活動を行った。

パトロールは各班2現場行う事として（現道工事など遠方となる場合は1現場）、現場事務所敷地内と工事現場内の両方について、安全施設関係、作業計画書と実施作業との比較および安全性確認、合わせて資材の保管など施工方法の妥当性について、パトロールを実施した。



図-2 現場パトロール実施状況写真

パトロール結果については、会場に戻った後に賞賛事項・改善事項について各班の代表者が取りまとめを行い、その後、全員の前で発表するとともに、その結果内容について、他の班も含めた出席者全員からの意見聴取も行った。

その指摘事項についての履行確認のため、パトロールを受検した現場で改善が指摘された場合は、翌月までに改善を実施し、その内容をパワーポイントに取りまとめたうえ、翌月の安全パトロール後に全員の前で発表を行った。



図-3 改善報告発表状況写真

3) 地域貢献（横断自動車道部会にて実施）

地域貢献にあたっては、年度初めに各自治体および訓子府町役場の担当者と、町内の公共施設の補修案件など要望についての聞き取りを行った。

その後、現地に赴き、その要望内容について照合確認のうえ取りまとめを行ない、後日、横断自動車道の関係各社を当現場事務所に集め、その補修案件について概要説明を行ったうえ、最後に自発参加で業者を募集した。

表-2 平成28年度の地域貢献内容

平成28年度 地域貢献実施内容	参加 業者
① 訓子府町開基120年記念「町民大運動会」 内容：グラウンド整備・会場設営	1社
② 訓子府小学校施設整備 内容：遊具等ケレン・色塗り	4社
③ 訓子府中学校施設整備 内容：学校敷地内（野球場整備）	3社
④ 第37回くねっぷふるさとまつり 内容：のぼり設置・撤去	2社
⑤ 訓子府町中央公園整備 内容：噴水整備（ひび補修・水道管補修）	1社
⑥ 居武士小学校開校100周年記念「大運動会」 内容：グラウンド整備・運動会当日屋台開催	4社

実施箇所の大半は、公園など地域住民の集いの場となっている場所が多く、ちょっとした雑談などで住民と施工業者のふれあいの場になった。



図-4 ⑤中央公園の噴水整備状況写真

地域貢献完了後、参加した施工業者に対し、訓子府町長・教育長から感謝状が授与された。

4) 工事写真展（協議会全体による行事）

一般の地域住民の方々は通常、遠巻きに垣間見る重機や公道を走行しているダンプトラックなどの工事車両を見る程度であり、発注者が主催する現場見学会などに参加しないかぎり、現場の中身を知る機会がほぼ皆無である。

そこで平成25年から平成28年の4年間、現場内の状況を知って貰うため、訓子府町主催の「くんねっぷふるさとまつり（7月上旬開催）」と、商工会議所主催の「くんねっぷ秋まつり（9月下旬開催）」の年2回、素人縁日会場の一角を借用して『北海道横断自動車道工事写真展』を開催した。

工事写真展は横断自動車道部会・年維持工事部会・現道工事部会に所属する全会員に、ASPにより現場の良い写真の提出を呼びかけ、事務局でA3パネルに加工したうえ、会場に展示した。（平成28年度の秋祭りでは74枚のパネルを展示した）

また発注者からの要望で、工事写真展の一角に高速道路のPRポスターを数点展示した。



図-5 工事写真展開催状況(1)

合わせて、来場した子供達や家族連れを対象に、エアークラフト1000個・水ヨーヨー500個・維持車両のペーパークラフト100枚などを無料配布するとともに、働く車のミニカー展示を行った。

お祭りのスタッフは協議会会員・発注者監督職員数名が交代で行い、「ふれあいは笑顔から」を合い言葉に、来場する住民との交流を深めた。



図-6 工事写真展開催状況写真(2)

○現場空撮動画の放映

平成27年度と平成28年度の「くんねっぷ秋まつり」においては、施工状況を工事区間全線に渡ってドローンで空撮したうえ、テロップ・BGMも含め30分程度に編集して動画を作成した。

その動画を工事写真展で終日リピート放映したところ、地元の方々には大変好評であった。

4. おわりに

以上が私自身の北見道路安全連絡協議会会長として4年間実施してきた主な活動であり、その間、小さな事故は数件発生したが、死亡事故など重大災害は皆無であった。

また道路の汚れなど地元からの苦情も数件あったが、当協議会および施工業者の早急な対応により、工事全体に影響を与えるような事案には発展せず、無事、終了する事が出来た。

地域貢献・工事写真展などのイベント開催においては、工事の内容を知って貰うには良い機会であったとともに、来場した住民と直接ふれあうことで地元とのコミュニケーションがはかれ、良好な関係が構築出来たことは、これからも続く建設工事に良い影響を与えて行く事と思う。

最後になるが、この様な長期間に渡る工事を円滑に進めて行くには、各企業の高度な技術力も必要であるが、そこに根付く地元住民の理解を得る方法を模索していく事が、一番必要なのかもしれない。

II. 技術報告

1

施工計画

小本高架橋上部工工事 架設報告

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

監理技術者

現場代理人

寺島太郎[○]

戸田智規

1. はじめに

本工事は、復興工事のリーディングプロジェクトの1工事として発注された岩泉龍泉洞ICに隣接する国道455号線を跨ぐ橋梁架設工事と床版工事である。

現地に乗り込む段階で、台風10号の被害を受け現地工事工程への影響が懸念されたが、工夫や調整により無事に工事を完了できた。本稿では工事工程の回復や安全性確保についての取組みを報告する。

工事概要

- (1) 工事名：小本高架橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局
三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県下閉伊郡岩泉町中島字長内地内
- (4) 工期：平成28年4月28日～
平成29年8月31日

<橋梁諸元>

橋梁形式：4径間連続非合成鈹桁橋

橋長：151m

支間長：36.5m + 2@38.3m + 36.5m

総幅員：12.79m（有効幅員：車道12.0m）

床版：RC床版（t=12.0m）

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

1) 台風10号の影響

平成28年8月に東北地方を襲った台風10号は、現地に大きな被害を及ぼした。本橋の架橋位置においても、氾濫水により水面下となった（図-1）。この台風の影響により、国道106号、455号が通行止となり、現場調査、宿舎確保の事前準備は、盛岡から釜石経由で現地へアクセスした。作業ヤードは被災し、復旧に1か月ほどかかり現場着手に約1ヶ月の遅れが発生した。

2) 現場条件変更と工程回復策

発注当初の現場条件では、100tクローラクレーンで架設可能な作業ヤードが確保される予定であった。現場条件の変更により、A1作業ヤードからのA1-P1間クレーン作業が不可となった。A1作業ヤードが使用できないことになったため、架設計画再検討の結果、200tクローラクレーン



図-1 台風10号の被害状況

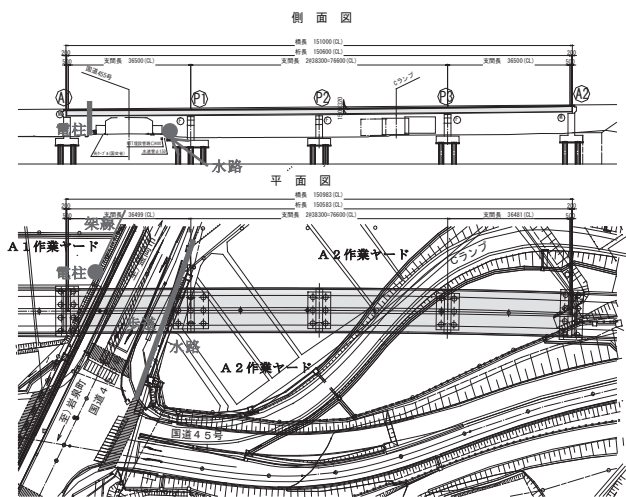


図-2 橋梁一般図

に変更して架設することとしたが、県内でのクレーン確保ができないことに加え、クレーンを設置するA2側の作業ヤードは、地下水位が高く軟弱地盤であった。200tクローラクレーンで施工した場合、国道455号に設置されている水路近傍まで前進する必要があり、地盤沈下による水路の盛り上がりやクレーン転倒が懸念された。そこで、能力に余裕を持たせた機種を選定し、400t吊オールテレーンクレーンPSブーム仕様を選定した。作業半径と能力に余裕を持たせることにより、水路より離れた位置にクレーンを設置しクレーン転倒災害を防止した。また、床版工事は、岩泉龍泉洞ICに位置し、CランプやA1、A2橋台背面摺付けなど他工事との工程調整が厳しい工事であった。他工事、Cランプ施工の調整によりP2-A2間足場解体を早める必要が発生した。足場解体日程を径間ごとのロットに分割し日工程にて他工事との打合せを実施した結果、約1ヶ月の短縮予定を達成した。

3) 国道交差部の架設

A1-P1間架設は、当初、歩道上にベント設備を常設する計画としていた。歩道にベント設備を常設した場合、歩道回路の確保が困難となり、近隣住民、小本小中学校、おもとこども園、部品製造工場(24時間稼働)への影響が大きくなること懸念された。さらに、供用交差道路上の鋼橋架設においては、仮設備についても完成時同等の

安全性確保が必要であり、A1-P1間ベントを削減しての大ブロック架設とすることが、周辺環境への影響を最小限とし、安全性の向上にもつながると考えた。ベント削減したことによる課題としては以下が挙げられる。

- ① A1-P1間で直接桁調整ができなくなる。添接時の仕口調整にP1、P1-P2間のベント部でのジャッキアップ作業が必要となる。
- ② A1支承の高さ調整材の撤去が必要となった。
- ③ 鉸桁大ブロック架設となるため、横倒れ座屈による落橋防止の検討を行う必要があった。

各課題に対して、以下の解決策を講じることで施工を可能とした。

- ① 昼間作業にて添接部仕口を事前に計測し、ジャッキアップなどにより仕口を添接可能な状態に調整することにより解決した。
- ② 昼間作業にてA1支承高さ調整材を一時撤去し、添接作業を支障なく行えるよう調整した。
- ③ 架設計算により、横倒れ座屈の検討を行い、架設時に座屈防止を行った。

国道455号上架設は、協議の結果、規制時間20:00~0:00までの夜間作業となった。全止め時間を15分程度/回とするため、規制開始とともに架設が可能ないように事前に大ブロックの吊上げを行

項目	0	1	2	3	4	5	6	7	8
準備・片付け									
架設工	吊上げ								
	主桁架設								
国道455号規制	準備・解放								
	全面通行止								
	片側交互通行								

図-3 架設タイムスケジュール

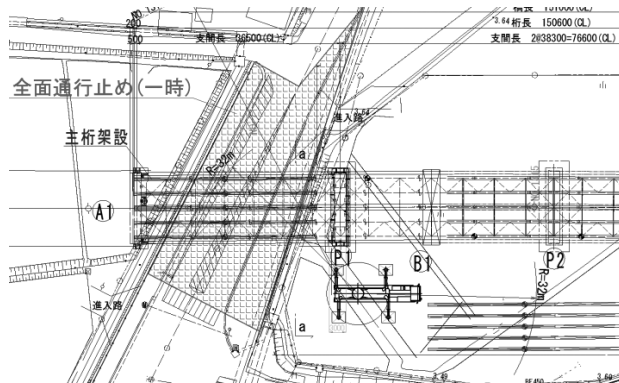


図-4 架設計画図

い、ヤード内のP1桁上まで旋回し規制開始までの待機を行うなどの対策を行い昼・夜間作業にて規制時間内で完了させた。



図-5 完成写真

3. おわりに

復旧・復興工事を無事故・無災害で完了できたことは、現場の工事特殊性を理解していただき、ご協力をいただいた国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所のご指導によるものであり、ここにお礼申し上げます。

施工計画

岸壁背後の裏埋め方法の変更について

東京土木施工管理技士会

あおみ建設株式会社

担当技術者

竹下 恭平[○]

監理技術者

上田 創

現場代理人

古市 敏晶

1. はじめに

仙台港区中野地区は、狭隘な荷捌き地に自動車部品、セメント、米穀類などの貨物船が密集している。今後、増加が見込まれる大型船に対応した水深14mの岸壁を整備し、混雑の解消と物流の効率化を図ることを目的としている。施工場所を図-1に示す。



図-1 施工場所

工事概要

- (1) 工事名：平成27年度仙台塩釜港仙台港区中野地区岸壁（-14m）外築造工事
- (2) 発注者：国土交通省 東北地方整備局
- (3) 工事場所：仙台塩釜港仙台港区・塩釜港区
- (4) 工期：平成28年1月7日～平成29年3月24日
- (5) 工事内容

裏込・裏埋工（固化処理土）	約22,000m ³
浚渫工（仙台港区）	約26,800m ³
浚渫工（塩釜港区）	約15,000m ³
土捨工 土運船運搬（仙台港区）	約24,200m ³
土捨工 土運船運搬（塩釜港区）	約2,700m ³
土工 土砂運搬	約10,400m ³
中層混合処理	約9,300m ³
上部工 床版ブロック据付	318枚
上部工 上部コンクリート	約1,100m ³

2. 現場における問題点

本工事は、ジャケット背面の宮城県裏埋め工事終了後に管中混合処理工法で裏埋めを行う計画だった（図-2参照）。しかしながら施工範囲が隣接する宮城県の工事完成予定が、当初より約6ヶ月遅れることが判明した。

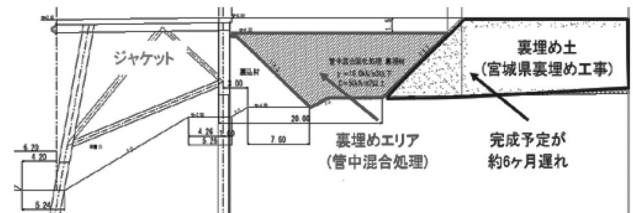


図-2 当初断面図

本工事が6ヶ月遅れることにより、以下の問題が生じる。

- ① 工期内に完成ができない。
- ② 本工事後の他工事に影響を与えて、整備事業全体に遅れが生じる。
- ③ 土砂は、一部浚渫土を使用するため、海苔養殖等により浚渫可能な時期の制限があり、逃すと

工程に遅れがでてしまう。

- ④宮城県より先に施工すると、土砂が宮城県側に流出し、断面形成ができない（図-3参照）。

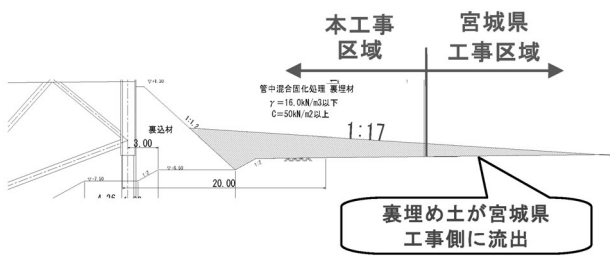


図-3 管中混合処理工法で施工した場合

工期が遅れないようにするには、宮城県工事よりも先に施工して、裏埋めをしなければならない。

3. 工夫・改善点

以下の対応策を挙げ、比較検討した。

- 対応策①：大型土嚢による仮締切

本工事と宮城県工事の工区境を大型土嚢で仮締切を行った後、管中混合処理工法を実施する案。

本案は、大型土嚢製作・設置を行い、2ヶ月遅れで裏埋めの作業を行う。地盤高が上がってくると同時に大型土嚢を積み上げていく。そのため、最低でも6ヶ月かかる。

また、塩釜港区の浚渫可能時期（8月15日まで）を大幅に超え、全体工程で4ヶ月延伸となる。

- 対応策②：鋼矢板による仮締切

本工事と宮城県工事の工区境を鋼矢板で仮締切を行った後、管中混合処理工法を実施する案。

塩釜港区の浚渫可能時期（8月15日まで）を大幅に超える。また、宮城県工事は、仮締切が完了するまで約2ヶ月の待ちとなる。

鋼矢板が約630枚必要となり、入手に時間を要する可能性が高い。

- 対応策③：プレミックス船工法による裏埋め

裏埋め施工を管中固化処理工法からプレミックス船工法に施工方法を変更する案。

本案は、先の2案と比べ、工期内で施工可能な方法である。また、塩釜港区の浚渫可能な時期内で施工が完了する。

ただし、裏埋め土の法勾配は、1：5で施工と

なるため、宮城県工事側へ流出する（図-4参照）。

以上の内容について、発注者・宮城県との協議を重ね、諸問題をクリアできるプレミックス船工法による裏埋め案を選定した。

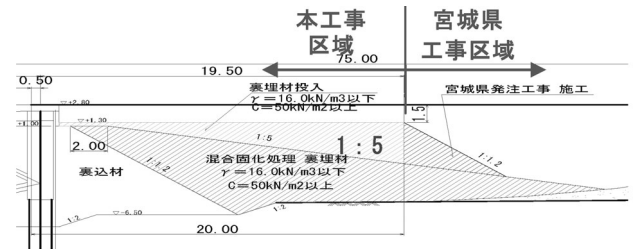


図-4 工法変更断面図

4. プレミックス船工法による実施結果

プレミックス船工法による施工状況を図-5に示し、以下にその結果を示す。

- ①工期内での施工が完了できた。
- ②他工事への影響を、約1ヵ月待ちの最小限に抑えることができ、整備事業の遅延を防ぐことができた。
- ③浚渫可能時期での施工が完了できた。
- ④発注者・宮城県との協議を重ね、裏埋め土の断面形成を変更し、宮城県側への土砂流出を最小限に留めることできた。



図-5 施工状況（プレミックス船工法）

5. おわりに

プレミックス船工法での裏埋めを施工するにあたり、セメントサイロ船へのセメント供給場、プレミックス船の作業範囲の確保、荒天時の避難場所選定等の条件が必要となってくる。また、この船は、全国に数隻しかいないため、事前の調整が

必要であったが関係者との協議及び調整の結果、
無事に工事を完了した（図-6参照）。



図-6 施工完了写真

施工計画

転流工呑口部における沢水切回し計画

東京土木施工管理技士会

飛鳥建設株式会社名古屋支店設楽ダム転流作業所

現場代理人

工事課長

監理技術者

小川 統 史[○]

飯 島

敦

西 村 芳 保

1. はじめに

設楽ダム転流工工事の上流側呑口部は図-1に示すように寒狭川の河川水の転流トンネル内への流入防止のため、鋼製壁面のダブルウォールによる一次締切兼町道迂回路を構築し、その後一次締切内の水路部分の掘削を行い、ここに転流トンネルが貫通する構造であった。なお一次締切を横断する江ヶ沢については、事前に町道沿いに上流側に切回す計画となっていた。

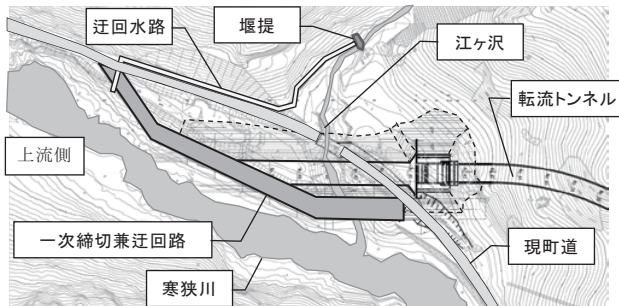


図-1 転流工呑口部平面図（当初設計）

工事概要

- (1) 工 事 名：平成28年度設楽ダム転流工工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中部地方整備局
- (3) 工事場所：愛知県北設楽郡設楽町田口地先
- (4) 工 期：平成29年3月3日～
平成31年2月28日

2. 現場における問題点

当初設計では、沢水処理対象流量（ $1.8\text{m}^3/\text{s}$ ）

は一次締切兼迂回路（以下、迂回路）の施工期間中（H29.10月～H30.1月：湯水期中）の実績値から設定されていた。また、迂回路完成後は、設計対象流量を越えるものは迂回路下部に設置する排水設備（フラップゲート）を使用して、河川へ排水する計画とされていた。しかしながら、迂回路構築後に転流トンネルが貫通し、出水期にトンネル覆工・インバート工や呑口水路法面・構造物工を施工することとなり、図-2に示すような洪水時に迂回水路で処理しきれない沢水により、施工箇所が冠水し被害が生じることが懸念された。また迂回路構築中においても施工面への沢水の流入の可能性があるため、排水設備（フラップゲート）を設置したとしても、排水設備よりもトンネル呑口標高が低いため、施工箇所の冠水を回避することが困難であった。以上の理由より、沢水処理対象流量を出水期を含めた通年で検討し、水路計画の変更を検討する必要がある。



図-2 豪雨時江ヶ沢状況

3. 工夫・改善点

呑口部の江ヶ沢の流域は、図-3に示すように、

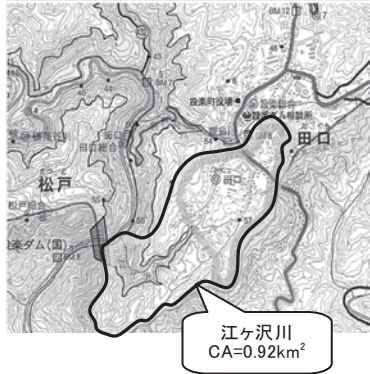


図-3 江ヶ沢流域

A = 0.92km²であり、沢水処理対象流量は、通年（1月～12月）の至近5カ年の時間最大流量として検討した。表-1に設楽ダム下流3km地点の清崎観測所の、至近5カ年の1月～12月の時間最大流量を示す。

表-1 時間最大流量 (m³/s)

年月	H23	H24	H25	H26	H27
1月	1.34	3.34	7.13	4.74	12.76
2月	54.96	32.51	18.82	29.47	17.30
3月	15.72	27.63	95.00	147.79	36.41
4月	78.63	89.84	70.60	47.35	129.11
5月	194.75	3.50	9.31	62.02	43.33
6月	111.08	356.01	19.66	4.19	8.90
7月	351.66	160.46	16.42	106.54	116.95
8月	169.27	35.09	6.88	174.96	122.09
9月	405.36	203.40	533.91	166.97	94.42
10月	52.83	31.00	98.30	140.45	27.57
11月	125.29	21.87	30.75	10.39	14.08
12月	3.18	18.28	6.15	14.03	113.58

$$533.91\text{m}^3/\text{s}(\text{通年清崎地点過去5年最大値}) \times \text{江ヶ沢流域面積}(0.92\text{km}^2) / \text{清崎地点流域面積}(67.0\text{km}^2) = 7.3\text{m}^3/\text{s}$$

以上より、対象流量を7.3m³/sと設定し、水路は1/60の勾配をつけ、締切兼迂回路の上流側へ導水する。仮排水路は当初設計と同様に、既製品とU字フリームを使用するが、水路断面が大きくなること、水路の崩壊は施工箇所に甚大な被害をもたらすこと、および町道山側の古い既設ブロック積擁壁の保護の必要性があることから図-4に示すように単管構造からコンクリート基礎に設置する計画に変更した。仮排水路の流下能力計算は Manning公式を使用し、表-2に示すように必要な断面形状として流下可能な断面は2.2m(B) × 1.2m(H)を算出し、水路に余裕高を確保するた

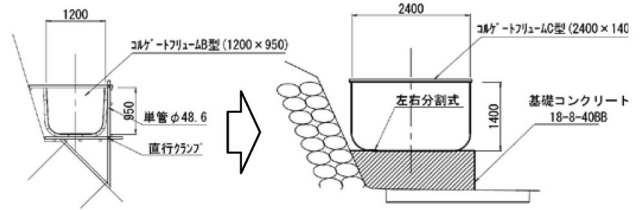


図-4 迂回水路構造変更

表-2 仮排水路断面算出結果

水路勾配	水路断面		8割水深	流下断面	溜辺	径深	流速	流量
1/1	幅B(m)	高さH(m)	h(m)	A(m ²)	S(m)	R(m)	V(m ³ /s)	Qi
60	2.200	1.200	0.960	2.112	4.120	0.513	3.445	7.3

め、水路断面をB2.4m×H1.4m(C型)とした。なお現道を横断し、河道へ導水する埋設区間についてはプレキャストボックスカルバートを選択した。

仮排水路の流末は図-7に示すように鋼製壁面材の一部を開放して暗渠管（プレキャストボックスカルバート）が突出する構造となっており、図-5の左図に示すように当初設計では接続柵で直角に水路方向を変え鋼製壁面材に対して斜交して突出する形状となっていた。しかしながら、仮排水路流末付近の鋼製壁面は補強土壁構造となっており壁面に直交してストリップで壁面を拘束する必要があり、暗渠管が壁面に斜交した場合には補強土壁のストリップの配置が困難になることが判明した。このため図-5の右図に示すように接続柵の位置を移動し、暗渠管と鋼製壁面材が直交する形状に変更し、補強土壁のストリップの配置を計画した。

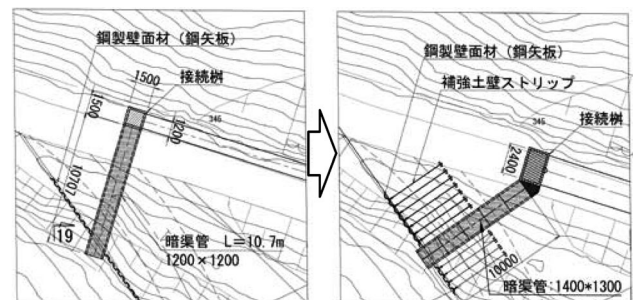


図-5 道路横断面部構造変更

4. 適用結果

本報告は施工計画の変更であり施工は現在進行中であるが、仮水路の大型化に伴う基礎構造の変更や水路末端の補強土壁との取り合いなどは図-6や図-7に示すように順調に推移している。



図-6 迂回水路部施工状況



図-7 道路横断部端末完了

今回の変更施工計画の立案にあたっては設計の照査を行い不具合が生じた場合には、実施工を勘案し確実に施工できる詳細な施工計画を立案することが重要であると感じた。

空頭制限箇所での遮水矢板打込

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
梅田 誠二

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度28河川災第684-2号
北川河川災害復旧工事その2
- (2) 発注者：宮崎県延岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市北川町長井
- (4) 工期：平成28年2月8日～
平成28年7月31日

台風による増水時に、河川よりのパイピング現象で堤外へ水が噴出したため、遮水矢板で水みちを遮断する工事で、その1～その4までの4工区同時施工の工事であった。

2. 現場における問題点

現場周辺はN値が50以上ある玉石混じりの砂質土で、矢板がハット型（10H L=13.0m）のため抵抗が大きく、バイプロハンマーでの打込が困難なため、当初設計から硬質地盤クリア工法での施工となっており、国内に数台しかない施工機械が4台同時施工するため、テレビ・新聞等に取り上げられ、注目される現場だった。

当工区のその2工区には橋梁があり、既設護岸試掘調査の結果、矢板天端（＝護岸基礎天端）から橋桁下面までが3.09mしかなく、通常の施工方法では施工不可能であり、当初設計には橋梁部が計上されていなかったため、橋下の施工方法が問

題点となった。



図-1

3. 工夫・改善点と適用結果

既設護岸の試掘結果を受けて、ハンドリングシステムによるII w型で継矢板工法が設計に組み込まれた。この工法で施工すれば矢板の圧入は間違いなく出来るのだが、空頭高さが7.0m以上必要であり、圧入機の反力となる鋼矢板天端からクリアランスプラス圧入機足の掴みしろを確保するには、現地盤を4.5m以上掘り下げる必要があった。

だが図-2のとおり、護岸前面にはかごマットが入っており、護岸基礎からかごマット間が8.5m程しかなく、床面の作業幅員を考慮すると、法勾配が約1：0.5となり、砂質土の安定勾配の掘削が出来ず、既設護岸及び法面の崩落の可能性が

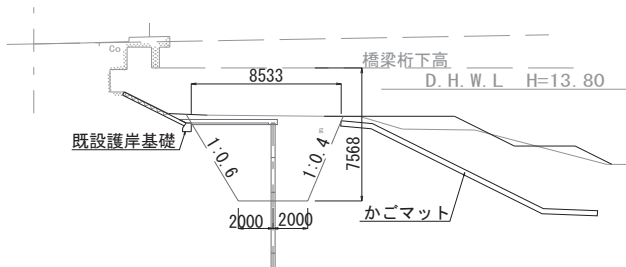


図-2

あり、施工中の安全確保ができなかった。

そのため発注者と協議し、薬液注入による遮水壁の提案をした。

だが、永久性・改良ムラによる確実性・連続性、またそれらの確認手段等の問題により、不採用となった。

そこで、下請け業者と土質・N値・空頭制限高等を考慮して検討した結果、ウォータージェット併用のCHV工法を提案し採用された。

CHV工法はバックホウにアタッチメントのバイプロハンマーを取り付け打込む工法で、ハット型矢板には対応していない為、Ⅲ型の矢板を5枚継ぎで14.5m/本で施工した。

施工当初は初めての工法で要領が分らず、建込・打込みに手間取ったが、枚数を重ねるにつれて要領もよくなり、空頭の余裕が9.0cmしかないにもかかわらず、31本打ち込みを行ったが、橋桁には一度も接触しなかった（当たり前のことです）。

ジェットの水は河川水を使用し、玉石混じりの砂質土であるため、注入量を多くし水圧は抑え気味にした。排出される水は橋梁下の工事用道路を利用して沈殿池を作り浸透ろ過させた。

ウォータージェット噴出時、パイピングの水みちを通過して堤外に噴出する可能性も考慮して、施工時は噴出跡及び施工箇所周辺を巡視したが異常無く、河川への濁りも確認されなかった。

また、施工箇所周辺に牛小屋があり、騒音振動の影響が懸念されたため、飼い主に牛の様子を確認したが異常がなく、念のため騒音振動調査を行い基準以下であることを確認した。



図-3



図-4

矢板溶接に関して品質確保のため、事前に20カ所に1回の割合で浸透探傷試験を協議し、有害な割れ等の無いことを確認した。

4. おわりに

CHV工法は関東方面では珍しくない工法らしいが、九州は地盤が固いせいもあり、今回が初めての施工となった。

バイプロ施工が困難であったため硬質地盤専用圧入機による施工となっていたので、ジェット併用のバイプロで矢板が入るか心配で、正直やってみなければわからない状態だったが、ハット型からⅢ型に変更したことにより、何とか打込が完了でき一安心している。

太陽光パネル架台基礎の検討

佐賀県土木施工管理技士会
松尾建設株式会社
作業所長
真海一昭

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：生駒市北田原メガソーラー発電所
工事
- (2) 発注者：生駒エターナルエナジー
- (3) 工事場所：奈良県生駒市北田原
- (4) 工期：平成28年11月7日～
平成29年9月5日

2. 現場における問題点

太陽光パネル架台基礎の設計がコンクリート直接基礎となっていた。設置箇所は多数の工事現場から出た残土を受け入れて盛土されていた。目視確認からも粘性土が多く、降雨後は軟弱化する状態であったため、現設計に疑義が生じ検討を行うようにした。

3. 工夫・改善点

直接基礎に必要な地耐力の確認を行う。地盤の極限支持力は50.93kNであるため、インパクト値の換算により地盤の許容支持力が算出できるキャスポルを用いて試験を行った。現場は四方に約300mあるため、測点を50m間隔とし、全37点の計測を行った。これに加えて、土質判定のために土質試験を同時に行った。

測点数30点において地耐力不足が判明し、対

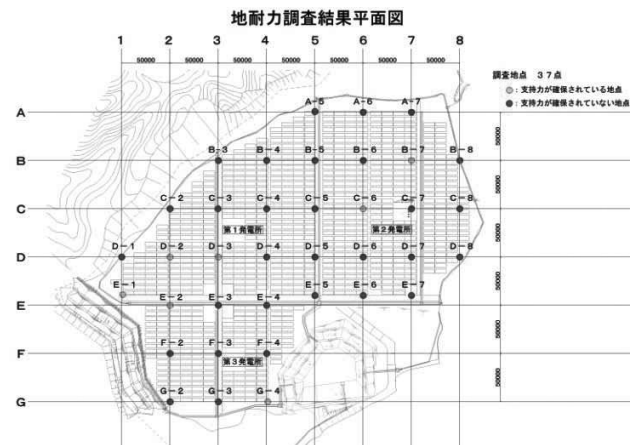


図-1 調査位置平面図

策・改善が必要となった。

支持力不足の対案として、①地耐力向上のための地盤改良、②底面積を大きくし荷重分散型の基礎、③打設型の鋼管杭基礎を検討した。

架台基礎数は5,200箇所あり、工程上もクリティカルとなっているため、施工日数、価格との比較が必要となる。①の地盤改良について、対象が砂質系粘性土であるためセメント改良を前提とした。改良面積は直接基礎の2倍、深さは50cmとなったが、当初設計と比較して、価格が約1,500万円の増となった。また、地盤改良後の土壌の硬化を待つ期間があるため、工程上も不利となった。

②基礎の底面積を大きくし、荷重分散する形状にすると、コンクリート数量が約2倍必要となり、価格も当初と比較して1,800万円の増となった。施工期間は当初とほぼ同じであった。

③鋼管杭基礎について、太陽光パネル工事ではスクリー型の杭基礎が多く使われてきたが、経済産業省の調査により、回転し打込む際に周辺地盤が乱れるため、引抜抵抗力が低下し、強風によって抜ける事案が多いことが解った。よって、今回は先端拡大型の鋼管杭を検討対象とした。

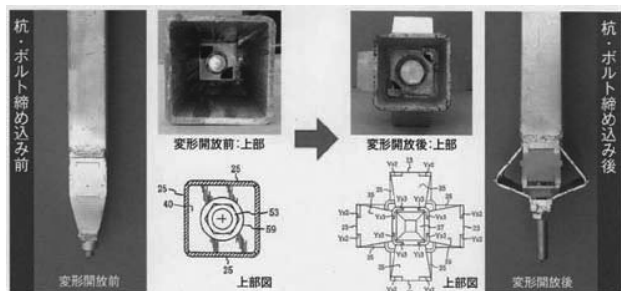


図-2 出典：三喜工務店カタログ

杭基礎の計算根拠のために10カ所のサウンディングを行い、杭長の算出に用いた。結果、根入れ長は1.2mとなった。金額面では鋼管杭との接続金具が必要となり約300万円の増となったが、先端拡大部のグラウト注入材が早強タイプ（3日養生）であるため、コンクリート直接基礎（24日養生）と異なり、養生期間が短くなるため、施工期間の大幅な短縮ができる。以上の検討により、③の鋼管杭基礎を採用することにした。

4. 適用結果

基礎形状の変更には経済産業省に変更申請を提出する必要があり、その資料のため試験施工を行った。



図-3 試験施工状況

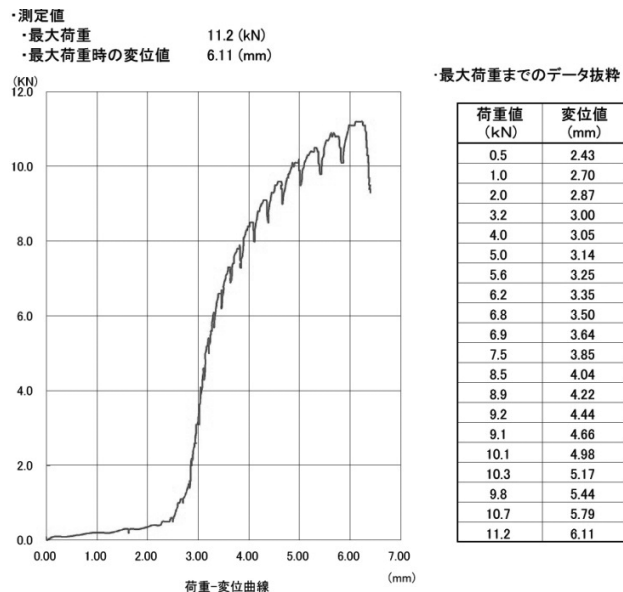


図-4 鋼管杭抵抗力試験

試験施工は、根入れ長さを1.0m、1.2mの2種類行った。これは、施工時には規定値の根入れを確保していても、長年の降雨による流水により、表面の土砂が流出し根入れ不足となる場合があるからである。試験の内容は押抜き抵抗及び引抜抵抗を調査した。多サイクル方式で荷重を段階的に増加していき、目標値になるまでの変位を記録し、抵抗力を算出した。試験の結果は、2種類とも十分な抵抗力があることが判明し、自信をもって施工できることになった。試験杭の撤去のときにも0.45m³級クレーン機能付きバックホウで引き抜いても抜くことが出来ず、周辺土を掘削して撤去したくらいの引抜抵抗があった。

5. おわりに

事前調査を行い設計業務により設計図書はあるのだが、照査の段階で土質、気象により再検討が必要な場合がある。該当箇所は乾燥すると、車も走れるくらいの強固な地盤になるが、降雨により水を含むと軟弱化し歩くことも困難になるほど変化する。施工前に地質の状態を調査することの大切さを感じた現場であった。

住宅密集地における護岸工事

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社 土木部
土木部次長
佐藤 宗 近

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：恒富地区堤防整備工事
- (2) 発 注 者：延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：延岡市春日町
- (4) 工 期：平成28年9月24日～
平成29年3月15日

本工事は、市街地を流れる大瀬川右岸の堤防3k200+177.62～3k600+55.85の川表・川裏の護岸工事で特に川裏は住居と接している為、スペースが狭く騒音・振動は勿論であるが施工する上で、以下の問題点が懸念された。

2. 現場における問題点

- ①騒音・振動対策
- ②床掘時、既設構造物等の破損倒壊
- ③住居への出入り口の確保
- ④幅員が狭く大型車の通行ができない

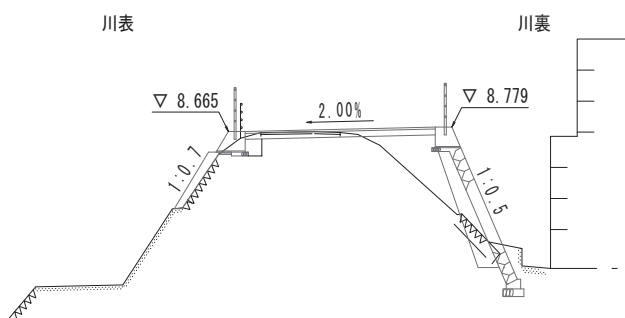


図-1 標準横断面図

- ⑤出水期は工事が出来ない為、11月からの着手で工期が厳しい

3. 工夫・改善点と適用結果

- ①まず区長を通して地元の方に工事案内を回覧して頂き、隣接する家屋の方には直接案内文を配布し、大まかな工程と工事内容を説明した。また鮎漁と施工時期が重なっている為、漁協の方にも工事中の交通止めについて説明し要望等を伺い、それを発注者と協議して影響の少ない工法工程を検討した。また工事に取り掛かる1週間前に隣接する住居の方に再度詳細な工程等の説明を行った。騒音・振動については、低騒音型のバックホウの使用、遮音板や防音シートの設置、施工時の騒音・振動の測定、コンクリート構造物の取壊しは人力にて行う等、地元の方々に支障が少なくなる様、コミュニケーションをとって対応した事で良好な関係を築けて苦情は1件も無かった。
- ②事前に取り壊す必要がある物については範囲を現地で発注者及び所有者と確認し、倒壊のおそれがある構造物は可能な限り養生に努め、損壊した場合はブロック積完了後に復旧する事の了解を得た。作業時はポイントとして“慎重かつ丁寧に”を朝礼時に再確認して、午前・午後の巡視時に代理人または監理技術者が作業状況をチェックし、養生方法の見直しや取壊し機械の追

加や変更を行った。それにより予定より大きく損壊した箇所はなかったが、床堀時に取壊した土間コンクリートの打設、振動で亀裂の入った犬走りの補修、一部取壊したブロック塀の復旧を行った。

- ③床堀に先立ち住居側の犬走りや土間コンクリートブロック塀等の構造物を最小限で取壊し仮設の進入路を設けた。床堀はバックホウ0.12m³で行い作業終了時は段差マットと足場板を用いて段差を解消し、床堀箇所をロープ・セーフティーコーンで囲い工事灯を設置した。また玄関前が狭くなり雨天の際に不便な思いをする事が予想されたので、少しでも解消できればと思い雨除けを設け、住居の窓がある箇所には遮音板や防音シートを利用してプライバシーの確保にも努めた。



図-2 住居への出入り口

- ④既設堤防道路は2.3~2.7mと狭く大型車の通行が出来ない為、床堀土砂は2tダンプで一旦河川敷に仮置きし、裏込め砕石やコンクリートブロック等の資材は1段ずつ河川敷の仮置き場より2tダンプで運搬しなくてはならなかった。またコンクリート打設は小型車で搬入となり、1車で打設できる量(最大積載量)は2m³で、現場までの所要時間は往復で約60分(積込時間含む)かかる事や、生コン会社の小型車の保有状況から2台以上確保できない場合も考えられた為、待ち時間が発生し工程の遅れとコールドジョイントが懸念された。そこで河川敷に発生土砂を用いて大型車から小型車に生コンクリートを移し替える為の盛土を行い、時間短縮と品

質の確保に努めた。それにより1日当たりの生コン打設量が増え、工期の短縮にも繋がった。



図-3 積替え用の盛土

- ⑤狭い堤防道路で如何に並行作業が出来るかがポイントと考え、堤防道路に上がる市道毎に施工箇所を4ブロックに分けた。まず1班は1工区川裏のブロック積の施工に取り掛かりブロック積完了後、2工区川裏のブロック積の施工に移った。2班は1工区川裏ブロック積完了後に、1工区川表張りコンクリートの施工に取り掛かり1工区川表・川裏完了後、幅員が拡がりスペースが出来たところに次工区の資材を仮置きし、少しでも運搬時間のロスが無くなる様にした。また天端コンクリートや張りコンクリートの養生期間に1工区の取り付け道路から順番に掘削して路盤、平張りコンクリートの施工を行い工期内に完成する事が出来た。

4. おわりに

今回の現場では、施工時の振動・騒音対策が重要な課題であり大変なプレッシャーでもあった。また工事は住居の直ぐ横を長期(工区毎 約1か月)にわたり行うので、否が上でも住民の理解が得られなければ施工が出来なかった。その為、着手前に地元の方々や発注者と工程及び工法を詳細に打合せて、出来るだけ意向に沿える様に歩み寄れる処はないかを考え、理解を得た上で着手した。また施工状況がわかる様に集会場と現場入り口に週間工程を掲示し、月1回区長さんを通して施工状況の回覧でコミュニケーションを図った事も良好な関係を築く上で重要であったと思う。

現場に合った仮設の計画

千葉県土木施工管理技士会
株式会社 久野工業
君塚昌彦

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：海岸災害復旧工事(27災海第25号)
- (2) 発注者：千葉県知事
- (3) 工事場所：鴨川市太海
- (4) 工期：平成28年3月11日～
平成 H29年5月31日



図-1 着手前写真

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

図-1 に有るような砂浜海岸に構築された護岸工が台風の波浪にて崩壊した個所を復旧する工事であった。

過去の災害事例で同じような海岸に緩傾斜護岸を施す工事でL=6.0mのⅢ型シートパイルで仮締切りを行った際、台風の波浪で被災したパイル

がくの字に曲がり変形したした為、セクションが離れずパイルの引抜きが出来なかった。

仮設の残置も検討されたが、幸いパイルも短く大型機械も使用できる場所だったので、強引に撤去した。

当初設計では図-2の様に海岸にL=11.0mのⅢ型シートパイルを打込み工事箇所を締切る計画だったが、施工検討時に前記にある過去事例から考え、今回の当初設計型式では台風の波浪を受けシートパイルの変形が有った場合、撤去が出来なくなる可能性があると考えられた。

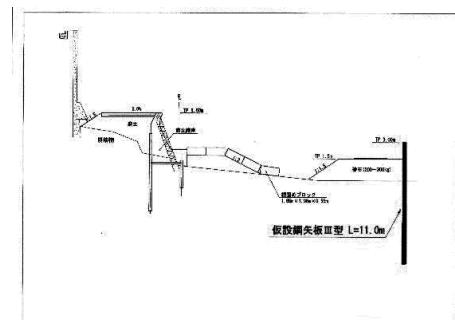


図-2 当初設計 型式

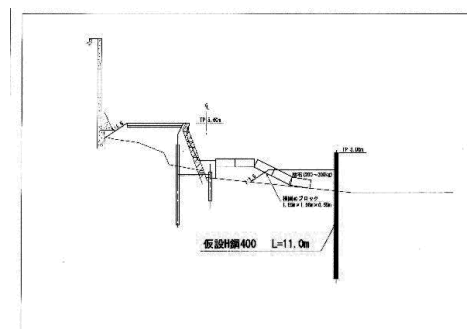


図-3 変更計画 型式

施工検討の結果、被災した仮設工の最小手直し、また仮設材の完全撤去を考え図-3の型式に計画した。シートパイルに変えH形鋼を親杭とし、横矢板として鉄板を用い図-4の様に仮締切り工を行った。

型式 親杭 400H形鋼 L=11.0m
横矢板 6.0*1.5*22mm



図-4 仮締切り状況

順調に工事を進めて行ったが、平成28年は平年より早く8月上旬より千葉県に台風が接近した。

現場も大型台風に見廻れ図-5に有るように仮締切りの鉄板が外れ曲がり、H形鋼も曲がり変形する災害を受けた。



図-5 被災状況

まだ本体工事が残っていたので仮設工の復旧を急いだが当年度の気候状況は悪く、被災時は8月初めだったが毎週のように台風が押し寄せ仮設工の補修は出来ない状態だった。

やっと9月になり台風が途切れ仮設工の補修作業を行えるようになった。

曲がった親杭はそのままで使用し、増し杭をして鉄板を横使いで杭と杭で挟むように設置するような簡単な補修だったが、十分な波止め効果を得られたので本工事は順調に進められ完成した。

本体工事終了後に仮設の撤去に取りかかった。仮締切り工撤去(図-6)には、50t吊りクローラークレーンと60kw電動バイプロで引抜き作業を行った。



図-6 仮締切り工撤去状況

やはり単独の親杭でも曲がったH型鋼の引抜きには多少苦勞したが、残置する事なくすべての仮設を撤去する事が出来た。

3. おわりに

今回工事では過去事例を元に、シートパイルの変形による残置を懸念し、あまり海岸工事では用いない親杭型式の土留め工を採用する事により当初懸念されていた仮設工を残置する事なく工事を完成する事が出来たと思います。

また、仮設材が曲がりスクラップになることをも想定していた為、今回工事だけの工事保険に入っていたので仮設鋼材の8割がスクラップになり補修手間も有ったが、保険で賄う事が出来たので出来高に影響する事はなかった。

今後も海・山・川等の災害復旧工事があると思うが自然災害を受けた復旧工事は、施工中に同じような自然災害が有ることを想定し、その現場に合った仮設を厳選し計画し施工し、無事に工事を完成させ利益を上げる事が土木施工管理技術者の役割だと思っています。

施工計画

VSL 工法によるケーブルエレクション斜吊架設 ～出合ゆず大橋の架設について～

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

工事長

福嶋 貴生[○]

工事長

上野 哲也

課員

石田 広祐

1. はじめに

【工事概要】

- (1) 工事名：道路改築工事(出合大橋上部工事)
- (2) 発注者：徳島県
- (3) 工事場所：徳島県那賀郡那賀町平谷～日真
- (4) 工期：平成25年11月～
平成29年3月

出合ゆず大橋は国道195号線と国道193号線が交差する徳島県那賀郡那賀町の長安口ダム湖上に架橋されたニールセンローゼ桁橋である。

本工事は一般国道195号線の出合大戸バイパス事業の一部であり、2車線化による安全で円滑な交通の確保のため、旧出合橋（トラス橋）から本橋に架け替えられることになった（図-1）。



図-1 出合ゆず大橋（手前）と旧出合橋（奥）

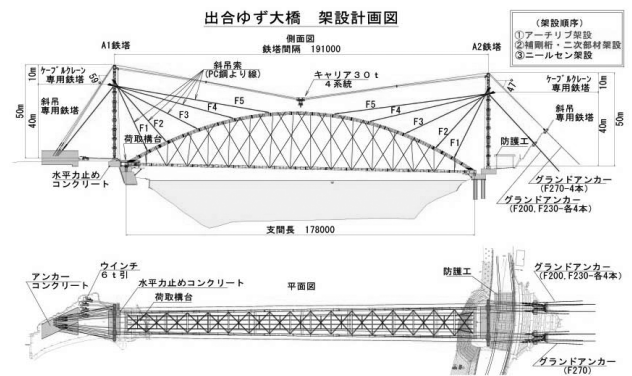


図-2 架設計画図

2. 現場における課題

本橋の施工にあたり、下記の課題があった。

- (1) 本橋の架設地点は、施工ヤードが非常に狭隘であり、ケーブルクレーン鉄塔と斜吊鉄塔をそれぞれ専用鉄塔として構築するスペースを確保できなかった（図-2）。

また、後方索の角度も59度と急角度であるために鉄塔の転倒に対するリスクを低減するための高度な管理方法の構築が課題であった。

- (2) 閉合直前の斜吊張力は最大250t程度となり、従来のワイヤー繰込みによる斜吊工法であれば、 $\phi 56 \times 4$ 本掛の斜吊索が必要であった。

太径ワイヤーによる張力不均等化や架設する不安定なアーチ桁上で行う繰込み作業等の高所作業回数の削減が課題であった。

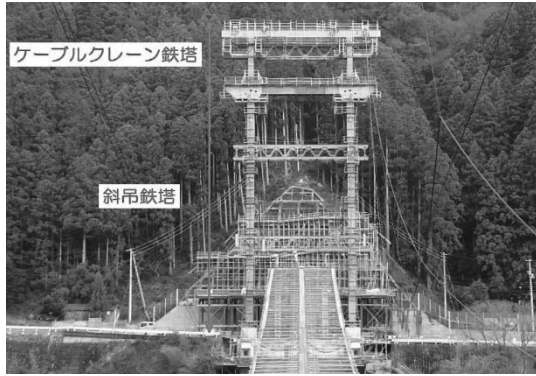


図-3 2段鉄塔配置状況

3. 工夫・改善点と適用結果

先の課題に対し、下記の対策を行った。

(1) 2段鉄塔の採用

ケーブルクレーン鉄塔と斜吊鉄塔を2段構造とし、橋軸前後方向に控え索及び調整装置を設置することにより、各々の鉄塔の張力バランスを調整可能な設備とした(図-3)。

また、アーチリブ架設時は事前に実施した立体骨組み解析による解体計算によって架設ステップ毎の管理値を設定した。ケーブルクレーン鉄塔の倒れによる水平力が下の斜吊鉄塔頂部に作用するため、解体計算時には外力として反映し精度管理を行った。

アーチリブ架設は、アーチ斜吊張力・控索張力・グラウンドアンカー定着圧力・アーチ水平力・鉄塔傾斜量などを全てステップ毎に計測し、集中管理室で一括管理した。計測値と解体計算で得られた管理値とを比較し、適宜、調整しながら架設を進めた(図-4)。

その結果、鉄塔の状況変化にも常時対応可能となり、安全且つ良好な架設精度管理を行うことが出来た。



図-4 集中管理室とロードセル設置状況

(2) PC鋼より線による斜吊

太径ワイヤーの繰込みが不要なくさび式のVSLジャッキ工法により、15.2φのPC鋼より線を最大22本束にして鉄塔からアーチ桁およびバックアンカーに定着した。不安定なアーチ桁上での作業はピンを挿入する作業や細径のPC鋼より線を1本ずつ定着孔へ通すのみの簡易作業となり、従来の太径ワイヤーを大型のシーブを用いて繰込んでいく作業や尻手クリップ止めなどの危険な高所作業を大幅に縮小することが可能となった。

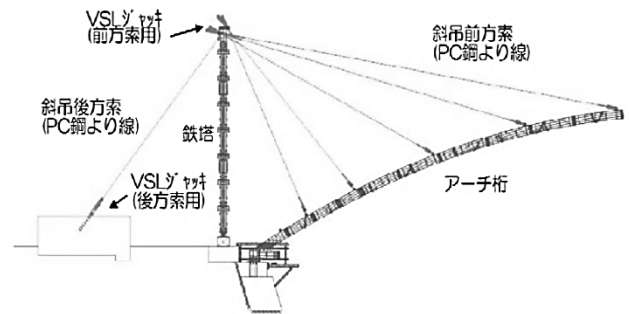


図-5 PC鋼より線による斜吊状況



図-6 VSL ジャッキ取付状況

4. おわりに

今後、熟練工の人員不足が懸念される中で、難易度の高い斜吊架設を安全かつ高精度で架設を進めるための方策として、今回の工法が今後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徳島県南部総合県民局那賀庁舎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出来ました。ここに深く感謝の意を表します。

施工計画

組立歩道の基礎工について (当初（設計）計画の方法を変更しての施工)

滋賀県土木施工管理技士会
株式会社 昭建
西村正道

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：水口道路泉地区他改良舗装工事
- (2) 発注者：国土交通省近畿地方整備局滋賀国道事務所
- (3) 工事場所：滋賀県甲賀市水口町泉地先
- (4) 工期：2015年6月3日～
2016年2月29日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

この報告書は国道1号線の拡幅工事の中の組立歩道についての記載です。

まず、最初に現場に乗り込み踏査を行い、次の問題点が持ち上がりました。

- ① 鋼矢板6.5mを打設しようとする、上空に高圧線12.5m 通信線7.0m NTT5.0m (いずれも施工基面からの高さ)があり当初(設計)計画では施工することが出来ない。(通信線及びNTTの移設を行い施工するか、継矢板での施工を行うなら可能性はあるが。)

図-1・図-2 参照

- ② 組立歩道の基礎を構築するためには、当初(設計)計画では、ブロック積護岸を一度壊し復旧を行うというものであるが、現場の開口された時間が長くなるため、拡幅工事のその他工種に

現況架空線



図-1

架空線高さ と 矢板打設作業時の 対比

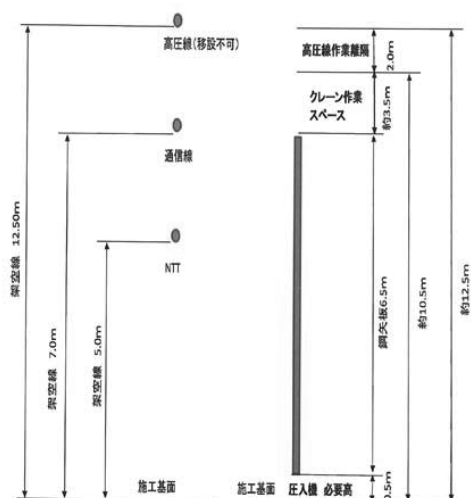


図-2

十分な施工期間を設けられない。

- ③ 上記の2点より組立歩道の施工期間が大変長くなることが懸念された。

工夫・改善点

現場の条件・状況を勘案し、さらにコスト面にも良い影響のある施工方法を検討した結果、鋼矢板での仮設を行い、施工するのではなく、鋼管杭を打設し、それを基礎工とする方法とした。(安定計算でφ0.5m*L3.0mでOK)

これには、役所協議と河川協議を速やかに行う必要もあったが、組立歩道全体の施工期間が、鋼管打設機械のためのステージを設置等する期間を含めても、当初(設計)計画は90日程度かかるのが、60日程度で施工することが出来た。

図-3 使用鋼管打設機械 参照

図-4 当初と変更後の施工断面 参照

またコスト面では、鋼管打設機械のためのステージ用の鋼材の損料及び運搬費・設置等が高んだが、ややコスト縮減と言うコストとなった。

この方法を適用した結果として

現場としては、この組立歩道の施工期間を30日程度縮めることができたことは良好な現場進捗となり本当に良かった。

3. おわりに

文章上は、すぐにこの方法での施工を行っているかのようですが、実際は何人も職員の一度に必要なことを各自の責任で行った賜物であると考えております。

今後もこのような難題となる様な現場に遭遇した場合でも、自分のこのような風が出来ないだろうかという思いと各ブレンとなるわが社の誠実な同僚を大切にしていきたいと願っております。



図-3 使用鋼管杭打設機械

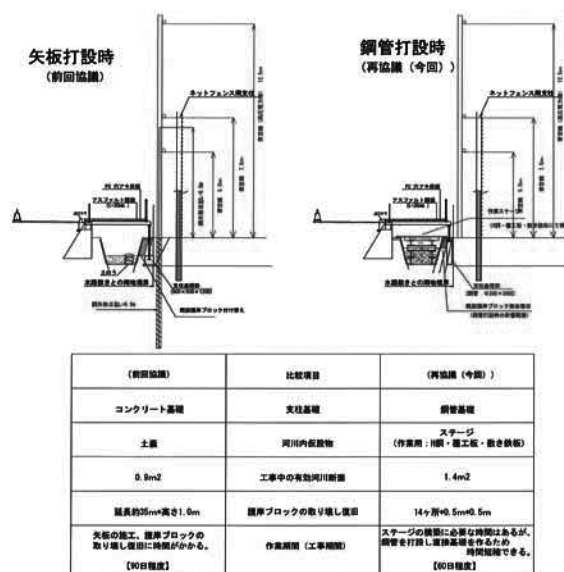


図-4 当初と変更後の施工断面

支承取替における腐食対策と施工管理の検討

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

現場代理人

鈴木 琢也[○]

担当技術者

上山 勉

担当技術者

本多 賢悟

1. はじめに

許田高架橋は建設後40年以上が経過しており、また沖縄西海岸名護湾に面した海岸部飛沫地帯と、自然環境が厳しい位置にあるため、経年劣化や飛来塩分の影響で腐食による老朽化が進んでいた。

特に支承および桁端部母材の腐食が図-1のよ



図-1 母材腐食写真

工事概要

- (1) 工事名：沖縄自動車道
許田高架橋支承改良工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
九州支社
- (3) 工事場所：沖縄県名護市幸喜～
沖縄県名護市許田
- (4) 工期：平成26年1月9日～
平成29年9月19日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

本工事の問題点は下記の2点が挙げられる。

- ・ 支承および支承周辺部の腐食対策
- ・ 本線供用下のジャッキアップ管理精度

- (1) 腐食環境のなか100年以上の防食性を求められていることから、金属溶射処理可能な支承の選定、および支承周辺部鋼材への金属溶射処理を含む補修方法の選定が必要となった。

支承については支承高を低く取替可能で経済的に優れるコンパクト支承タイプの中から、プラズママーク Al・Mg 合金溶射施工の適用性、取替施工性等を比較検討した結果、DRB 支承を採用した。

図-2のとおり金属部表面はすべて金属溶射であるので据付時には接触等による剥離の無いように角部の養生を施したうえ慎重な施工が必要とされた。

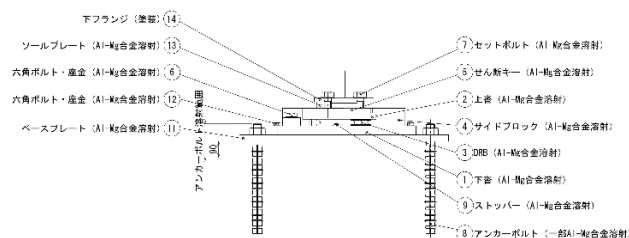


図-2 DRB 支承構造図

支承周辺部の補修方法については、ブラストによる腐食部撤去後にプラズマアーク Al・Mg 合金溶射を基本とし、下記に示す断面欠損の度合いにより支承との取り合いである下フランジを取替えることとした。

- ・断面欠損における断面積の減少量が設計腐食代(1.5mm)の断面積以上の場合。
- ・断面欠損および変形により均等な反力の伝達ができない肌隙が生じる場合。

下フランジ取替はガウジング撤去、整形後に溶接と溶射高力ボルトでの接合とし、金属溶射範囲は腐食実績から立ち上がり150mmとした(図-3)。



図-3 補修完了写真

(2) 本工事は本線上を供用しながらの施工である事から、走行車両への影響を最小限とするために多主桁のジャッキアップ量の管理精度とジャッキアップ時のばらつきを抑える工夫が必要であった。

対策として集中管理システムを採用し、ワイヤー式のダイヤルゲージで0.1mm単位での計測を行なった(図-4、図-5)。

ジャッキアップ量の上限值は3.0mmとした。PC画面で油圧および上昇量確認しながら分配器で細かく調整を繰り返した結果、上限値を超える事は無かった。5本主桁のばらつきは0.5mm以内に抑えられ、走行車両への影響は無かったと考えられる。

また、上昇量から降下量を差し引いた据付高さ誤差は平均0.3mmとなり好結果となった。



図-4 ダイヤルゲージ設置写真

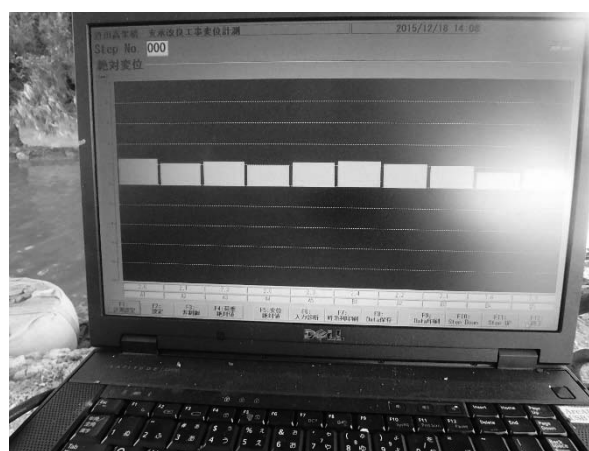


図-5 PC集中管理画面

3. おわりに

全国的に橋梁の老朽化が進み補修の現場が増えているが、施工条件は現場ごとに違っていて、供用下での精度の高い支承取替といった各現場の条件に合わせた施工方法の選定が求められる。また補修サイクルの低減のためプラズマアーク Al・Mg 合金溶射のような技術の導入が進んでいる。

これからの補修の現場で重要なのは必要に応じた新技術の採用であり、検討するために日々、新技術の情報の入手が重要であると感じた。

「橋屋橋」架設作業の IT 利用について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

宗村 基弘[○]

現場職員

大羽澤 宏 至

計画参画者

上野 哲也

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：道路橋りょう整備（交付）工事
（橋梁上部）呼称：橋屋橋
- (2) 発注者：福島県
- (3) 工事場所：福島県耶麻郡西会津町野沢地内
- (4) 工期：平成27年12月28日～
平成30年3月23日

橋屋橋は西会津町縦貫道路の入口となる橋梁で野沢柴崎線のうち、阿賀川に架かる橋長185mの長大橋である。

橋梁形式は鋼2径間連続鋼床版箱桁橋。支間長95.1m+95.1m、鋼重1,052t、桁高2.9mのモノ・ボックス桁橋である。

架設方法は水平に送り出し架設を行い、送り出し後、降下を行い完成形の縦断勾配2.5%にする。



図-1 送り出し状況写真

2. 現場における問題点

送り出し時の反力管理、形状管理において、各受点で反力管理を行っている、全体的な管理が難しく、管理値内での調整には互いに連絡を取り合って調整する必要性が有る。

また、手延先端のタワミなどの形状についても送り出し時には受け点位置での高さ調整の影響が出るため、反力管理と合わせて手延等の形状管理もしていく必要がある。

降下時においても、水平降下の後、縦断勾配の2.5%になるように扇状に降下を行う。反力変化を考え、各橋脚位置の相対誤差を300mmとしたが、反力と降下量、降下相対差などを考え合わせる必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事における架設工事における、送出し時、降下時の状況判断の補助として、IT利用した情報を入手して、安全で確実な判断ができるように以下の様な改善を行った。

3-1. 送り出し時の工夫・改善点

送り出し時の反力管理としては、橋脚受け点（送り装置）及び台車受け点位置（ジャッキにて反力が測定できるようにした）を対象とし、すべての受け点位置を一元化して確認できるシステムを構

築した。

また、手延のタワミについては手延先端に GPS の計測システムを設置して、その位置での送り出し量、標高、左右のズレなどを計測し、反力と共に計測室に情報を集め、一元的に管理することにより、受け点位置の高さ調整、反力調整を行えるようにした。

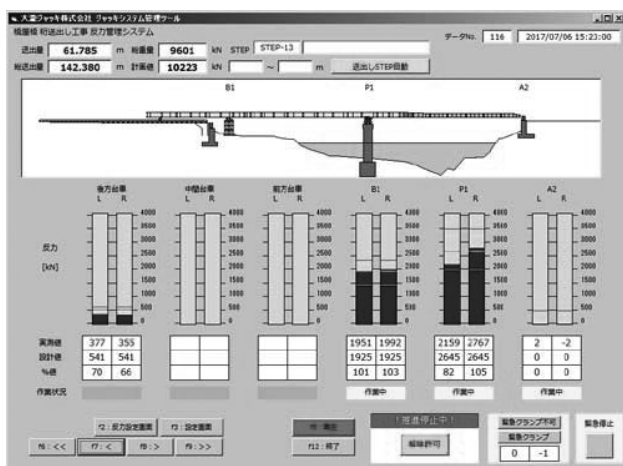


図-2 送り出し反力管理盤面

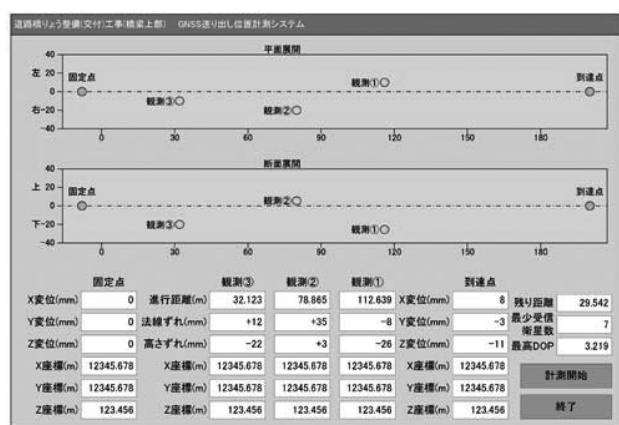


図-3 送り出し手延変位計測盤面

送り出しの軌条桁の支点沈下についても反力影響するため自動追尾型の光波を使用して、自動計測を行ない、沈下が進まないかの確認も行った。

3-2. 降下時の工夫・改善点

降下時の反力管理は各橋脚位置のジャッキ反力が主となるが、各橋脚の反力の変化などを考慮して、計画した相対差を確認するため、各橋脚位置の桁の位置を自動計測行ない、格点の標高を算出することで、降下量、橋脚間の相対差の算出シス

テムを構築した。

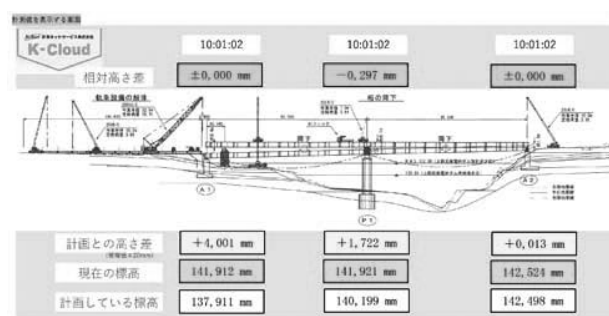


図-4 降下時変位計測システム盤面

3-3. 適用結果

送り出し時には、反力の全体把握の他、手延のタワミが把握できるため、キャンバー調整量に加え、手延のタワミ調整を考慮して調整量を支持できる他、形状と反力の計算値との比較が出来たため、送出し時の正当性が確認でき、安全に施工ができた。

降下時には、最大反力が700tを超えるため、降下量の確認、各橋脚位置との相対差が計画値であることが常に確認できることで、送り出し時同様に安全に降下作業をすることが出来た。

4. おわりに

橋梁の送り出し事故がここ最近多く、本現場においても送り出しの特殊性を考え、確実に作業を進めるため、作業配置の人選、詳細な手順書の作成、手順の説明を行って、作業を進めてきた。

反力と手延の変位などを作業本部にて一元管理を行うと、判断が容易となることと、状況が常に確認できることで、安心感がでた。安心感は心のゆとりともなり、送出し以外にも目を向けることができ、安全作業にも繋がると考える。

降下時においても各橋脚位置の標高が分かるため、降下量、相対差も常に確認でき、状況の把握、反力への調整などの判断が容易となった。

また、送り出し・降下作業が無事故にて終了することができた。

小曲率（R=75m）深日ランプ橋の送出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 横河ブリッジ

牟田口 豊[○] 甲斐博信

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：第二阪和国道
深日ランプ橋鋼上部架設工事
- (2) 発注者：近畿地方整備局 浪速国道事務所
- (3) 工事場所：大阪府泉南郡岬町深日地先
- (4) 工期：平成28年3月1日～
平成29年3月31日

本橋は、橋長54.0m 幅員13.3mの鋼単純非合成箱桁のランプ橋である。架設地点は、A1側から国道26号、河川、南海本線を跨ぐ狭隘な施工環境にあり、施工スペースが限定されていた。更に、ランプ橋の特徴である設計条件は、縦断勾配6.00%、横断勾配1.50%から8.00%、平面線形の曲率R=75mであった。

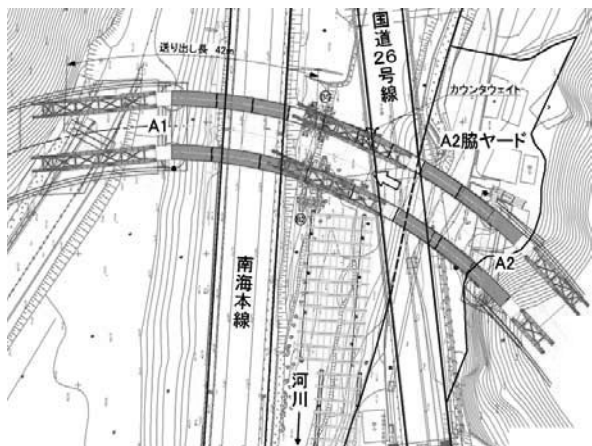


図-1 送出し架設要領図

2. 現場における問題点と工夫・改善策と適用結果

当初案は、河川内にベントを設置しA2脇ヤードから大型クレーンによるクレーンベント工法にて計画されていた。その問題点とし架設時にクレーンブームが国道と南海本線を同時に跨ぐため、国道規制日数ならびに線路閉鎖日数が多くなることが懸念されていた。

今回はその改善策として、①国道上および河川部は当初案通り通行止めによるクレーンベント工法を提案し②南海本線上は、架設済の橋梁上にて桁を地組立し送り出す工法を提案した（図-1）。

3. 工夫・改善点と適用結果

送出し工法の採用に関する工夫・改善点を以下に記す。



図-2 送出し前

- (1) 小曲率の桁の送出し影響値の低減
- (2) 台車反力調整および転倒安全率の向上
- (3) 送出し曲率差による台車内外輪の速度差調整
- (4) 到達側の水平移動対応

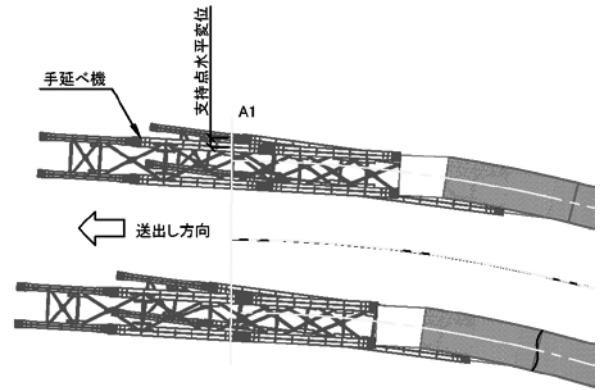


図-3 手延べ支持点スライドイメージ

(1) 小曲率の桁の送出しにおいては、台車反力の不均等が大きくなる。その影響を低減するために送出し部材を可能な限り短くすることを検討した。結果として、送出し部材は3ブロック(G1:21.4575m、G2:18.3965m)となり、曲線桁の送出しの可否判定に用いられるパラメーター L^2/R が、部材長を短くすることで6.14にまで低減することができた。(10以上で曲線の影響大)

(2) 台車反力は、格子解析により各ステップの台車反力を算出し、所定反力を確保するためレベル調整管理を行った。更に、フェールセーフとして後方外桁側にカウンターウエイトを設置し転倒安全率1.5を確保した。

(3) 送り出すための駆動力は、PC鋼線とダブルツイングジャッキを使用した。PC鋼線は鋼線ガイドを設置することで曲線状に配置することが可能となり、駆動力を主桁法線方向に直接伝えることができた。台車内外輪の速度調整については、ダブルツイングジャッキ油吐出速度およびストロークエンドに差を設定し対応した。

(4) 送出しの最大の懸念事項としては到達側の橋軸直角方向への水平移動対応であった。橋梁平面線形は小曲率であるが、手延べ機は直線で構成させた。その理由として、送出しによるA1支持点と手延べ機との橋軸直角方向変位量は、最大176mm(/単位送出し量1m)程度(図-3)でやがて収束するためである。

そこで、変位量大きいステップでは、滑り梁上を手延べ機がスライドする機構とし、変位量が小さいステップでは、エンドレス装置上をスライドする計画とした。さらに、エンドレス装置全体を橋軸直角方向へスライドさせるため、エンドレス装置下梁に橋軸直角方向のジャッキ



図-4 到達側設備

を設置する構造とした(図-4)。

以上4つの工夫・改善策を実施した結果、反力バランスは良好な数値を示し、送出し時の桁挙動(内外輪差による速度誤差)についても、計画通りに進めることができた。また、手延べ機の橋軸直角移動量が想定量を超える場合も生じたが、エンドレス装置の橋軸直角方向の修正機能を使用することにより対応できた。

3. おわりに

本工事は、曲率が $R=75m$ とあまり前例のない小曲率の桁の送出しであったが、無事完了した。特に、小曲率の送出しについては、可能な限り送出し部材長を短くすることが重要と考える。

送出し作業の後、桁の降下も無事に完了し竣工を迎えることができた。本報告が、今後同様な工事の参考になれば幸いである。

鉄道上の鋼桁送出し架設工事に関する報告

日本橋梁建設技士会
株式会社横河ブリッジ
大 林 茂[○] 森 一 功

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：南大阪線河内天美・布忍間7k630
m付近 都市計画道路堺港大堀
線鋼桁架設等工事
- (2) 事 業 主：大阪府
- (3) 発 注 者：近畿日本鉄道株式会社
- (4) 工事場所：大阪府松原市天美南地内
- (5) 工 期：平成28年6月20日～
平成30年1月31日

本工事は、都市計画道路堺港大堀線における、近鉄南大阪線、河内天美駅-布忍駅間の上空に架かる鋼3径間連続鋼床版箱桁の内、中央径間部分（支間長=61m）の架設工事である。

施工方法は、既設のPC橋上に軌条設備を組み立て、その上で桁を地組し、推進用油圧ジャッキを使用した送出し工法を採用。桁降下は、SHL

システム（桁扛下装置）を採用し架設を行った。本報告では、送出し架設および桁降下作業の工夫および使用した設備について記述する。

2. 現場における問題点

(1) 短時間内の夜間送出し作業

近鉄線路上の送出し架設を施工するにあたり、線路閉鎖ならびに休電を実施しての夜間作業になる。作業可能時間は、午前1:05から午前4:15の間の約3時間であり、この短時間で、桁の送出しから手延機の到達、たわみ処理までをいかに安全で効率良く施工を進めるかが課題であった。

(2) 限られた場所での桁降下方法

施工ヤードは、非常に狭く、近鉄の線路近接工事であり、送出し施工同様に夜間作業時間が短時間であった。その厳しい条件下で約4mの桁降下を安全かつ設備をコンパクトにして効率良く桁の降下をすることが課題であった。

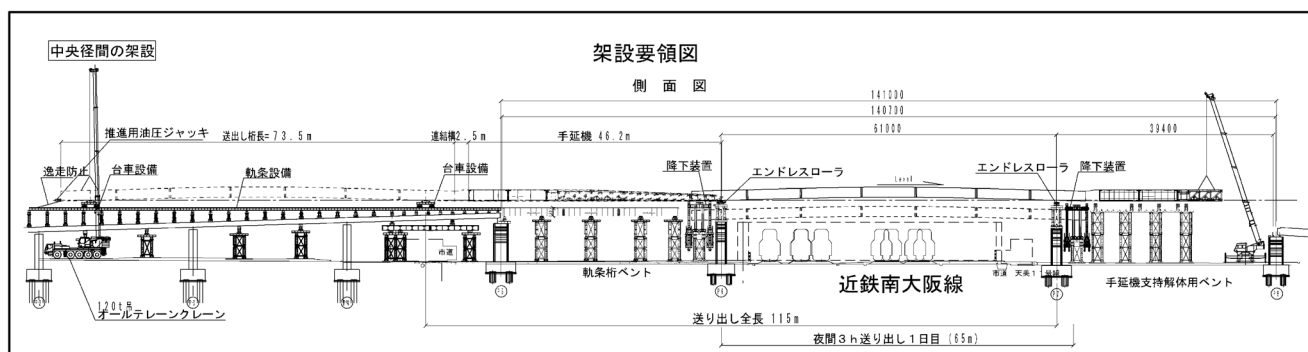


図-1 架設要領図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 事前照査とたわみ取り設備の工夫

今回の送出しは、3日間をかけて実施した。その中で、最大の送出し距離は、初日の約65mであった。約3時間でその送出しを実施するため、推進機構は、鋼線を用いた油圧推進ジャッキを使用した。また両側の橋脚上には油圧のエンドレスローラを設置し、送出し速度を毎分1.2mにて効率良く送出した。その際、計画段階にて、送出しステップの解析を行い、ステップ毎の反力ならびに手延べ機の先端たわみを算出した。最大たわみは、約700mmであったが、たわみ処理を効率良く行う工夫として、エンドレスローラの手前に、単独ローラを設置した。手延べ機の先端は、船底形状になっており、ローラを乗り越しながら先端のたわみを取り、エンドレスローラの鉛直ストロークを利用し手延べ機の荷重を移行させ、短時間で安全で効率良く、たわみを処理できた。

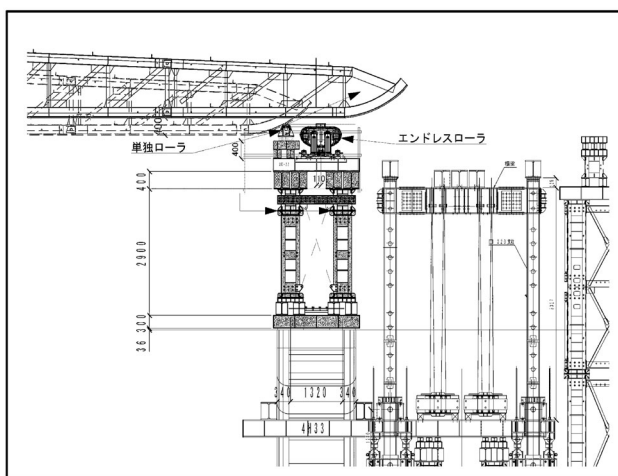


図-2 手延べ機たわみ処理要領

(2) SHL システム(桁扛下装置)を用いた桁降下

当初計画の桁降下は、門型ベントによる吊り下げ式の桁降下であった。しかし、施工ヤードに制限があり、その設備を設置することが不可能であった。そのため、コンパクトな設備で効率よく安全に降下作業を実施するため、油圧機構による「SHL システム」を使用した。

【SHL システムの特徴】

①油圧ジャッキによる降下と盛替えを繰り返す方

法であり、原理はサンドル降下と同じである。

②サンドル降下と同様、桁を下から支えた状態でありながら、1回に約1mの降下が可能。

以上により非常に安全で効率的な機構であり、短時間の夜間作業において時間内に安全で効率良く桁降下ができた。

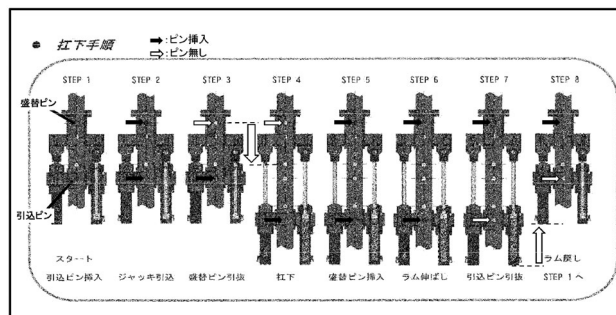


図-3 SHL システム 降下手順



図-4 写真 SHL システム (降下作業状況)

3. おわりに

今回の送出し架設工事は、油圧機構を積極的に採用し、安全で効率よく施工を進めることができた。

油圧ジャッキの技術は日々進歩しており、さらに安全で効率良く、コンパクトな設備となるような研究、開発がされている。

鉄道上や道路上の橋梁架設工事においては、安全と効率の向上に対して、油圧ジャッキを積極的に活用した施工方法や設備検討が重要と考える。

最後に、事業主様、発注者様ならびに関係各所様、協力会社の皆様に感謝申し上げます。

関門橋主ケーブル送気設備設置工事

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

大阪設計第二部 主幹

水 木

力[○]

向 台

茂

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：関門自動車道 関門橋下関側径間
主ケーブル送気設備設置工事
- (2) 発 注 者：西日本高速道路株式会社
九州支社 北九州高速道路事務所
- (3) 工事場所：山口県下関市～福岡県北九州市
- (4) 工 期：平成27年4月28日～
平成29年8月14日

関門橋（図-1）は、山口県下関市と福岡県北九州市の間の関門海峡を跨ぐ最大支間長712mの3径間2ヒンジ補剛吊橋である。1973年の開通後、

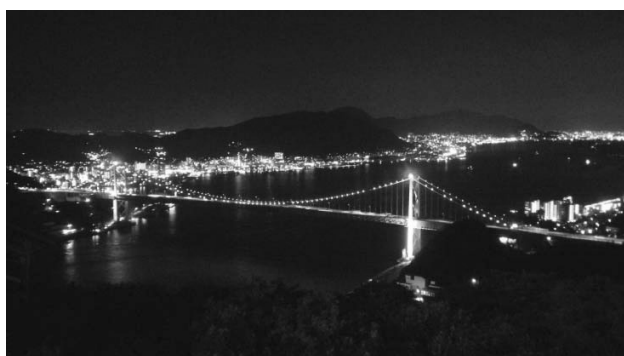


図-1 関門橋

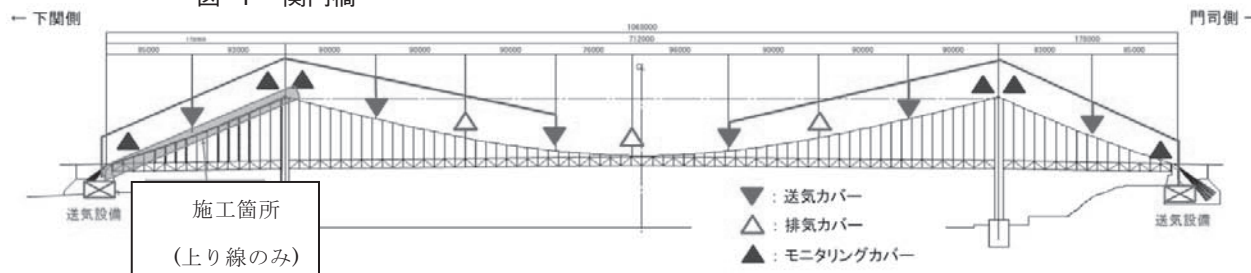


図-2 送気システム配置図（全体）

40年以上が経過しており、過去の調査の結果から、表面塗膜の劣化に対する塗装塗替え、主ケーブル内部の腐食環境の改善等が課題となっていた。

本工事は、ケーブルリフレッシュパイロット工事として、下関側径間（上り線）における①主ケーブル送気設備の設置、②主ケーブル・ハンガーロープの塗替、③バンドボルト・ハンドロープの交換を行うものであった。本橋の送気システム配置図と本施工箇所を図-2に示す。

2. 現場における課題・問題点

1) 本工事は、送気最適流量、外気温、湿度差による送気効果などを実橋レベルで確認することが課題となった。また、これまでの温湿度の計測だけでは、環境の腐食性を定量的に評価することが困難であり、いかに腐食性を評価するかも課題であった。

2) 2013年に中央径間で行った、主ケーブル内への送気に対しての簡易的な漏洩の確認試験でハンガーロープ溝下端裏面、ハンガークランプ部からの空気漏洩が発生していたため、ハンガークラン

プ周りの空気漏洩対策が課題となった。

3. 解決策および結果

1) 下関側アンカレイジに設置した送気設備から下関側径間上り線に乾燥空気を送り、空気漏洩の確認、送気圧力、ケーブル内温湿度の計測を行った。送気流量は0.6m³/min、0.8m³/min、1.0m³/minの3パターンとし季節による影響を確認するため、季節を変えそれぞれ2度実施した。

当初は、流量の増大が送気効果を促すように思われたが、2回目の0.6m³/minでは、直前の1回目1.0m³/minよりも更に効果が進んでおり、送気流量による送気効果よりも、送気継続時間の効果が大きい事が判明した。したがって、実稼働は、電気使用料等経費の節減、コーキング部への負荷の軽減が期待できる0.6m³/minを実稼働の推奨値とした。

また、腐食性を定量的に評価するため、本工事では主塔側、橋台側モニタリングカバー内にACMセンサを設置し(図-3)、腐食電流の計測も行った。送気開始当初は、結露と乾燥の境界と判断される10nAを超える電流が流れていたが、送気開始から6ヶ月を経過すると1nA程度の微小電流となり、良好な腐食環境が形成されていることが定量的に確認できた。



図-3 モニタリングカバー内のACMセンサ類

2) 本工事では、ケーブルバンド部に表-1、図-4に示すコーキングを行った。ハンガーロープ溝部最下位部裏面、ハンガークランプ部に気密性ブチルゴムを充填し、2成分型変性シリコン系

シーリング材を注入することとした。その結果、送気空気の漏洩を防止することが出来た。

表-1 ケーブルバンドコーキング使用材料

工程	使用材料
1 第1層	気密性ブチルゴム専用プライマー
2 第2層	気密性ブチルゴム
3 第3層	2成分型変性シリコン系シーリング材専用プライマー
4 第4層	2成分型変性シリコン系シーリング材 ステンレスメッシュの挿入、仕上げ

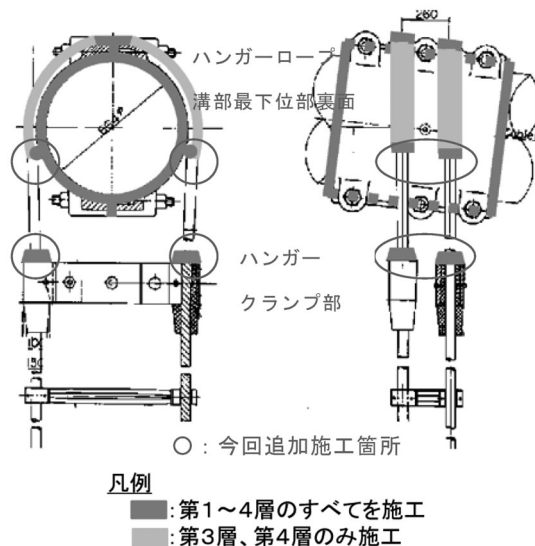


図-4 ケーブルバンドコーキング仕様

4. おわりに

送気設備については、空気分析、送気圧力、送気部温湿度、腐食電流値の結果から、送気システムが順調に稼働していることを確認し、送気流量0.6m³/minを実稼働の推奨値とした。

空気漏洩についても、新規塗装およびコーキング完了部において漏洩は見られず、送気ルートの密閉性が十分確保されていると言える。季節の違いによる送気効果の相違の把握を目論んだが、1回目計測時と2回目計測時ではケーブル内の湿潤状態が大きく異なり、季節の違いによる相違は確認できなかった。今後は、引き続き温湿度と腐食電流の長期計測を実施することで季節(夏季⇔冬季、雨季⇔乾季)による送気効果の変動を把握し、より適正な送気運転パターン等が確立されることを期待する。

最後に、本工事の施工にあたり多大なご指導を頂きました関係者各位に深く感謝いたします。

施工計画

横引ジャッキ（スライドジャッキ）を利用した I型ビームの移動

佐賀県土木施工管理技士会
松尾建設株式会社
秋村 智詩

1. はじめに

本工事は一般国道498号のバイパス道路として一級河川 川古川に新五反田橋（橋長39m、幅12.7m～15.8m）の箱桁橋を架ける工事でした。

工事概要

- (1) 工事名：国道498号道路整備交付金工事（PC 上部工）
- (2) 発注者：佐賀県杵藤土木事務所
- (3) 工事場所：佐賀県武雄市若木町本部

- (4) 工期：平成26年2月26日～
平成26年12月22日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

契約図面では架設時の要領図として箱桁橋の支保工図（図-1）が示されていた。

2.1 現場における問題点

- ・主梁 H-700×300（I型ビーム）の撤去方法
- 図-1の支保工図において箱桁製作後、くさび

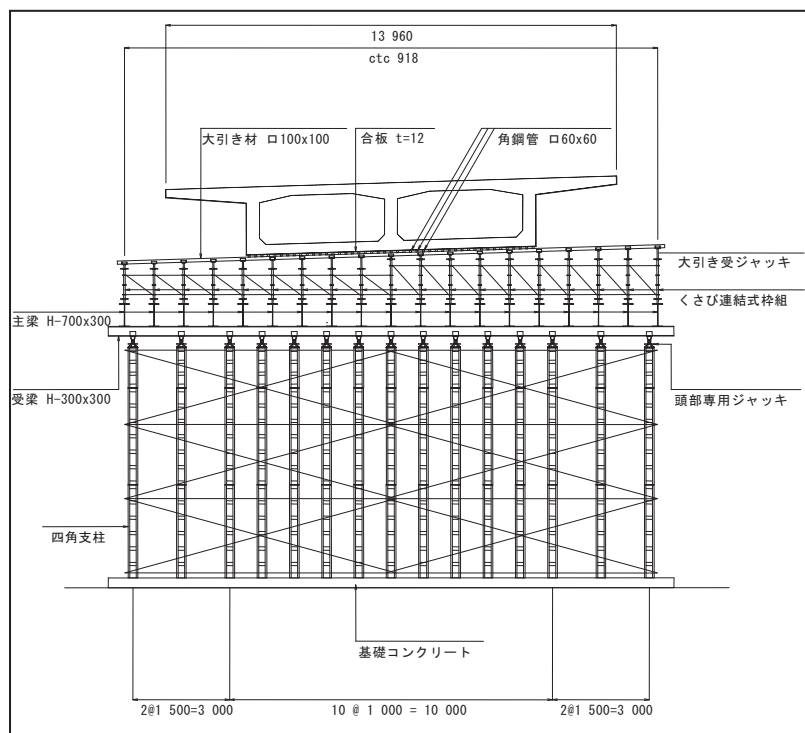


図-1 支保工図

連結式枠組支保工は解体できるが、主梁 H-700×300の撤去では上部に箱桁橋が完成しているため単純にクレーンで上に吊り上げることができない。

2.2 現場における工夫

・I型ビーム用横引ジャッキ（スライドジャッキ）の採用

施工計画段階より主梁 H-700×300のサイズが揃わず、図面通りに支保工が組めないことが判明した。そのため、主梁を H-900×300に変更した。

主梁を H-900×300に変更した事により支保工の計画図を全面的に見直し、支保工図を変更することとした。

主梁 H-900×300L=15.5m 重さ3.7tの撤去方法はI型ビーム用横引ジャッキ（スライドジャッキ）を使用し、I型ビームを箱桁橋をかわせるところまで人力で移動させ撤去することとした。

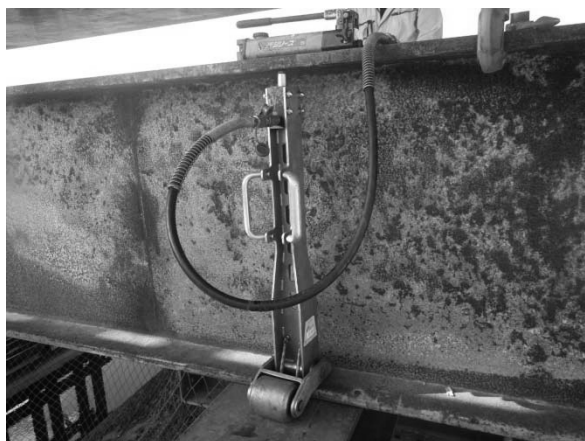


図-2 H-900×300用スライドジャッキ



図-3 H-900×300の人力移動

2.3 適用結果

横引ジャッキ（スライドジャッキ）を利用したI型ビームの移動手順として、初めにI型ビームに横引ジャッキ（スライドジャッキ）を両端部の前後になるよう4基設置した（図-2）。

次に油圧ジャッキでI型ビームを浮かせた。（簡単に主梁 H-900×300L=15.5m 重さ3.7tの重量が持ち上がった。）そして、横引ジャッキ（スライドジャッキ）にローラーが付いているため作業員4名で重さ3.7tのI型ビームを動かし、クレーンの吊り上げ位置まで移動させることができた（図-3）。主梁 H-900×300L=15.5mの撤去は撤去作業開始から2日で38本の撤去を完了させることが出来た。

3. おわりに

上部に支障物があり、上に引き上げられなくても横から取る方法があった。また、検討すれば下に降ろし撤去する方法もあったと思われ、知恵を絞ればまだいろんな方法があったのかもしれない。

この工事では、主梁 H-900×300重さ3.7tの鋼材をジャッキで浮かせ人力で軽々と動かしたことに感動した。また、スライドジャッキを使用するため支保工の組立時、H鋼等のセットに細心の注意を払い、mm単位の精度で組立てをおこなった。一つ一つの作業において細かな配慮が無事故での工事の完成につながったと思われまます。

最後に、本工事にあたり佐賀県杵藤土木事務所の関係各位に感謝を申し上げます。

鋼橋支承取替工事における仮受け構造の小型化と 部材運搬方法の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
瀧上建設興業株式会社
堀 籠 雄 基

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：名古屋地区豊橋保線所ほか
4 保線所管内土木構造物
大規模改修その他工事（鋼橋）
- (2) 発 注 者：東海旅客鉄道(株)
新幹線鉄道事業本部施設部
- (3) 工事場所：滋賀県彦根市
- (4) 施工期間：平成27年 8 月～
平成28年12月

本工事は東海道新幹線の芹川橋りょうにおける支承取替工事である。本橋は芹川に架かる鋼単純上路プレートガーダー橋6連であり、上部工の側面と下面に防音工が設置されている。本稿では、現地状況を踏まえた設計・施工上の工夫について報告する。

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたり、以下の問題点があった。

2-1 仮受け構造

本工事は、橋脚前面にブラケットを設置して鋼桁を仮受けし、支承を取り替える工法で発注された。図-1に示すように、発注図のブラケットを取り付けようとする防音工を突き抜けてしまい、河川上に足場等の設置が必要となる。足場を設置するとH.W.L.を犯すことになり、施工時期が

非出水期に制限される。さらに、ブラケット設置後の防音工の復旧（図面作成含む）が発生することにより工事の遅延を余儀なくされる。このため、防音工内で施工可能な仮受け構造を検討した。

2-2 部材運搬方法

施工対象となる橋脚が河川内に設置されており、各橋脚基部まで支承取替用部材を運搬することが不可能である。このため、防音工内に荷上げしてから各橋脚まで部材を運搬する方法を検討した。

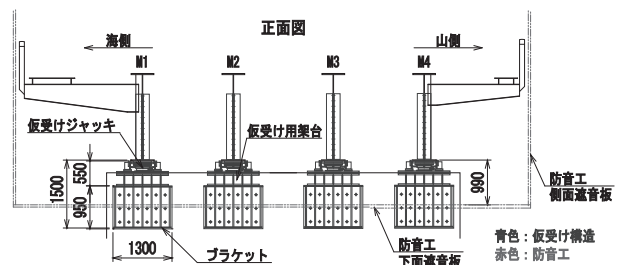


図-1 仮受け構造（発注図）

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 仮受け構造

防音工内で施工可能とするためには、主桁下フランジからブラケット下端までの高さを900mm以内に抑える必要があった。以下の項目に着目して、修正設計を行った。

- ① 仮受け用架台を省略してブラケットを高い位置に設置することとした。
- ② ブラケットの高さを低く抑えるため、アンカربولトの段数（本数）を減らした。

- ③ブラケットの橋軸方向幅を狭めることにより、アンカーボルトに作用する曲げモーメントを低減した。
- ④アンカーボルトの耐力を増大させるため、アンカーボルトを太い径に変更するとともに、下部工コンクリートの設計基準強度を現地測定結果に基づき引き上げることとした。

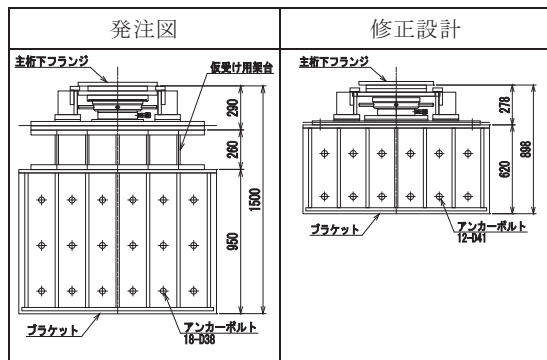


図-2 仮受け構造の比較

以上の検討により仮受け構造の高さを900mm以内に抑え、防音工内での施工を可能とした。

図-2に発注図と修正設計における仮受け構造の比較を示す。

3-2 部材運搬方法

河川内の運搬が不可能であるため、図-3に示すように車両が接近できる橋りょう端部から防音工内へ部材を搬入し、防音工内の中を横移動させて各橋脚へ運搬する方法を採用した。

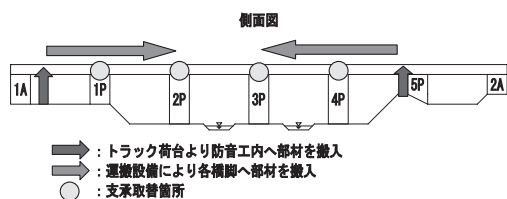


図-3 運搬経路

防音工内で部材を運搬する方法として次の3つの方法を検討した。

- ①台車により橋面の通路上を運搬する。
- ②軌道用諸車により軌道上を運搬する。
- ③仮設レール設備と台車により防音工上を運搬する。

①については、橋面上の通路がグレーチングで構成されており、400kgを超える重量物を台車に載せて運ぶことが不可能であるため、不採用とした。

②については、軌道を使用するため、営業列車が通過しない夜間に作業が制限されるほか、防音工の外側からクレーンなどの重機械により軌道上へ部材を取り込むことが条件となる。また、各橋脚へ運搬した後に防音工上へ荷卸しするため、上下線間のグレーチングを撤去・復旧する必要があり、一連の作業を当夜の時間内に行うことが難しいため不採用とした。

③については、鋼桁と側面遮音板との間に部材を運搬するスペースが確保でき、防音工の下面遮音板を一時撤去することで桁下より部材の取り込みが容易に行えるため、本案を採用した。図-4に製作したレール設備と台車を示す。鋼桁と側面遮音板との間には、防音工を支える部材が多く取り付けられており、運搬スペースが制限されるため、前述の修正設計でブラケットを小型化したことが部材運搬の面でも有効であった。この運搬設備を使用することで、全ての支承取替用部材を効率的に運搬することができた。

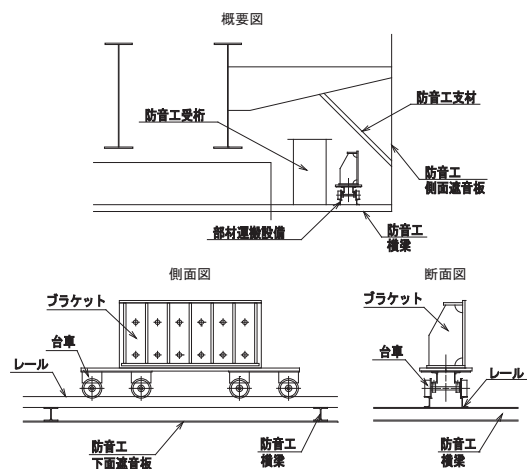


図-4 運搬設備の構造

4. おわりに

東海道新幹線の鋼橋では、本橋のように防音工が設置されている橋りょうが多く、今後も適用する機会が増えると考えられる。仮受け構造を小型化するためには、アンカーボルトの配置が重要となる。下部工形状が特殊であると、アンカーボルト位置が限定され、ブラケットを小型化できない場合があるため、留意する必要がある。

非出水期における江の川橋（仮称）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

エム・エムブリッジ株式会社

現場代理人（架設時）

計画担当

現場代理人（製作時）

荒木 健 二〇

甲 斐 智 弘

山 島 健 治

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東広島高田道路（主要地方道吉田豊栄線）道路改良工事（その3）
- (2) 発 注 者：広島県西部建設事務所
- (3) 工事場所：広島県安芸高田市吉田町常友
- (4) 工 期：平成27年12月22日～
平成29年7月28日

東広島高田道路は、山陽自動車道と中国縦貫自動車道を結び、広域的な地域集積圏の交流を支援し、さらに、県中央部と広島空港を結ぶフライト軸としての役割を担う重要な路線として整備が進められている。

江の川橋（仮称）は、このうちの安芸高田市を流れる江の川の上に架かる、橋長174.5mの鋼4径間連続合成2主鈎桁橋で、桁高は2.7m、腹板には少補剛設計を適用させた合理化桁である。

架設方法は、河川、県道を跨ぐ現場条件により、

A1橋台側からの送出し架設を採用した。A1橋台背面の地組立ヤードは、背後の切土法面により制約を受け、送出しは4回に分割し実施した。また、送出し後は、各支点上に設けた吊り下げ設備により、所定の位置まで一括降下させた。

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

本橋は、県道314号と江の川を跨ぐため、主桁の架設は、送出し工法が採用されている。送出し架設にあたり、脚上設備を設置するため、河川敷内での作業が必要となり、架設期間は非出水期の平成28年10月21日～平成29年3月31日の期間に制限されていた。その中で、河川内ヤードの造成、撤去に約1ヶ月要し、さらに、例年3月中旬に予定されている、架設地点の上流に位置するダムのフラッシュ放水により、水位上昇が懸念され送出し架設を短期間で実施する取り組みが最重要課題であった。

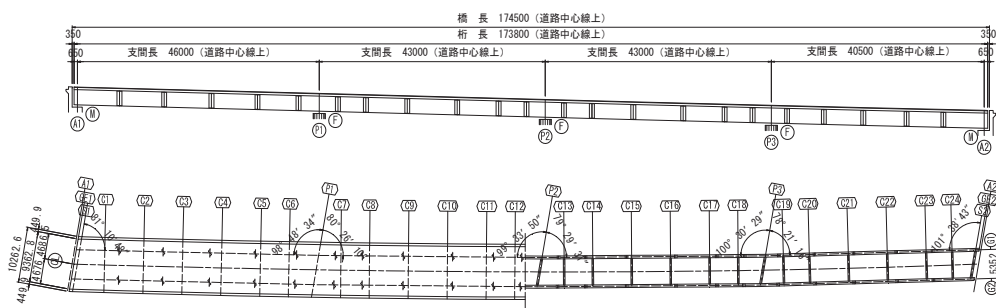
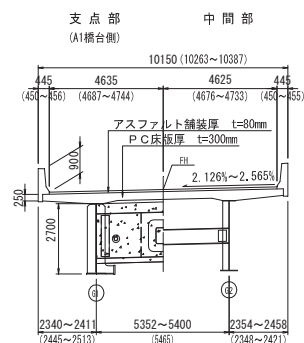


図-1 構造一般図



() 内は支点を示す。

2-1. 主桁線形の影響

本橋は、道路線形が $A=700$ のクロソイド曲線区間となっており、主桁は支点部において角折れする構造となっている。そのため、直線的に送出しを行うと定期的な横移動の作業が強いられ、調整作業に時間要することが考えられた。そのため、送出しラインは基本的に横移動の調整が不要な曲線 ($R=2640\text{m}$) で設定した。これにより、送出し途中において、支点上で若干のずれは生じるものの完了時に正規の位置となり、送出し作業の単純化が図れた。実作業にあたっては、数 m 毎のステップにおいて管理ポイントにおけるズレを算出し、管理することにより工程を左右する過度な横移動の調整を回避することが出来た。

2-2. 主桁・手延べ機横断高低差の影響

本橋は、平面線形の影響により横断勾配が変化することから、2主桁の横断方向の高低差も格点により変化する構造であった。

また、手延べ機は横支材の関係で先端を軸方向に揃える必要があったが、支点部で斜角を有しているため、張出長の差による手延べ機の支点到達時のたわみ差が生じた。そのため、その仰角については2主桁間でそれぞれ異なる値を付加し、横断方向の高さ差が生じる構造となった。

一方、各支点の送出し高さは、作業の効率化のため、基本的に一定としている。その影響により送出し時の反力、断面力が片側に偏ることが考えられたが、上記影響を考慮した送出しステップ解析を1 m 間隔で確認、照査を行うと共に、実施工においては、各支点の反力をパソコン上で一元管



図-2 送出し状況

理し、作業を推進した。

結果として、大きな高さ調整等の必要は生じず、余裕を持って作業を完了することが出来た。

2-3. 狭隘な支点上の送出し・降下設備

送出し及び送出し後の降下設備は、各橋脚・橋台上に設置するものであるが、橋台、橋脚とも非常に狭隘であり、当初計画では、その側面に設備を支持するブラケットを設け構成するものであった。本構造では、既設橋脚へのブラケットの設置、撤去作業が煩雑となり、仮設備規模も大きくなる傾向にあった。そこで、実施計画・施工にあたっては、降下設備を桁間に設置する計画とし、設備のコンパクト化を図った。桁間に設置する場合、送出し時に支障となるため、降下設備は始めに下段のみを設置し、送出し完了後に上段を組立てる構造とした。それによる送出し後の上段の組立作業期間を短縮するため、上段部は送出し桁地組立に並行して設備の地組立も実施し、送出し完了後一括搭載し、組立を行った。それにより、送出し完了から降下設備設置までの期間を短縮することが出来た。



図-3 降下設備設置状況

3. おわりに

本工事では、限られたヤードにおいて、短期間での施工が求められ、近年稀に見る降雪もあり作業中断も余儀なくされることもあった中、現場状況、主桁の構造特性を十分把握し計画・施工を行うことにより工期を前倒し完了することが出来た。

最後に、施工にあたりご指導、ご協力頂きました工事関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

施工計画

地形特性を活かした送出し架設による施工の省力化と安全性の向上

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

監理技術者

川元 悠平[○]

齋藤 良和

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：笹川大善寺線橋梁（上部工）
整備工事（Aライン架設）
- (2) 発注者：郡山市
- (3) 工事場所：福島県郡山市笹川1丁目地先
- (4) 工期：平成28年7月1日～
平成30年3月16日

本工事は、福島県郡山市を南北に流れる1級河川阿武隈川を横断する橋長191.984mの4径間連続鋼床版2主桁桁橋の施工を行うものであった。図-1、2に構造一般図および断面図を示す。P1～P3の中央2径間が河川上、A1～P1・P3～A2の側径間については河川堤防内に位置する。中央2径間をP3～A2側からの送出し工法、両側径間をクレーンベント工法にて架設した。橋梁上空には東北新幹線の高架が通っており、送出し時の高架と手延べ機および主桁との離隔を0.7m以上確保することが求められていた。

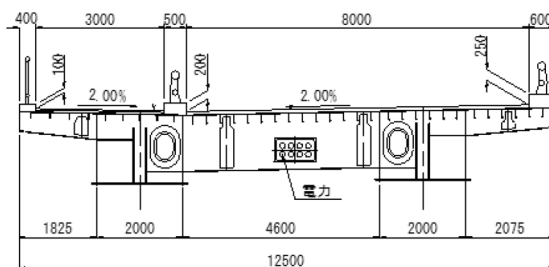


図-2 断面図

2. 現場における問題点

図-3は、送出し架設の当初計画である。P3～A2間の主桁5ブロックをクレーンベントにて架設し、主桁上およびA2橋台背面の約60mを送出しヤードとして使用するというものであった。

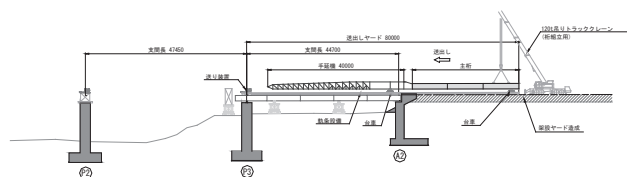


図-3 送出し計画（当初）

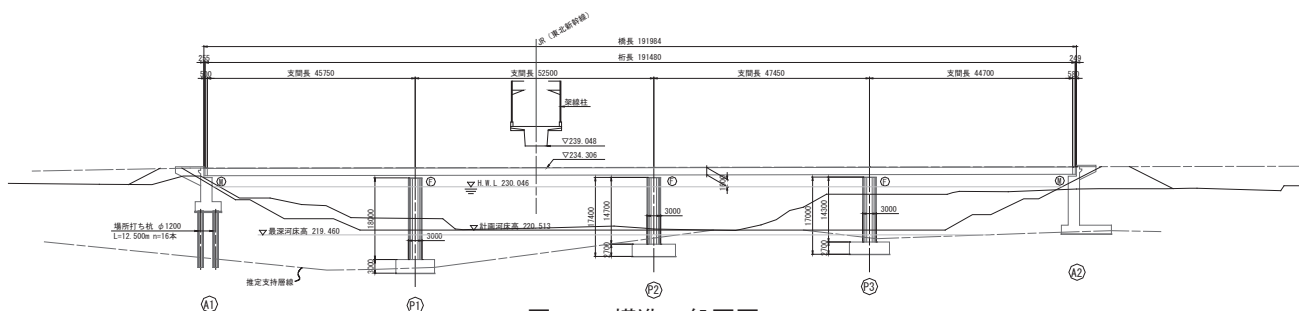


図-1 構造一般図

当初計画段階での新幹線高架との離隔は0.8mであり、施工可能な条件は満たしていたが、主桁降下量は4.0mであった。それに対し、橋脚天端は、幅3.0mで端部にはRが入っているため、限られたスペースしかなかった。送出し設備および降下設備高さが4.0mと高くなれば、作業足場の組立・解体作業が必要となるだけでなく、その安定性の確保が困難になると考えられた。

さらに、この当初計画では、地組立および設備の組立てを行うために、A2橋台背面を造成する必要があった。また、架設用のトラッククレーン組立用の大型重機や、部材の搬入路の整備が別途必要となり、工期への影響も大きいと予想された。

3. 工夫・改善点と適用結果

前節の問題点を踏まえた変更計画を、図-4に示す。変更計画では、P3-A2間の河川堤防内の敷地に着目した。河川堤防の地盤高は、橋脚天端より3.0m程度低い。そこに主桁4ブロックを地組立し、その上を送出し構台として使用した。A2橋台前面に設置された護岸ブロックを考慮し、地組架台高さを調整した結果、橋脚天端と構台地組桁のE.Lが同程度になった。これにより、主桁および支承の高さの分だけ送出し高さを抑えることができた。なお、構台として利用する地組桁は送り台車移動時の反力を考慮した上で、仮設のHTBで締め付けた。送出し架設完了後は、P3-A2間の地組桁を解体・仮置きし、改めてクレーンベントにて架設した。

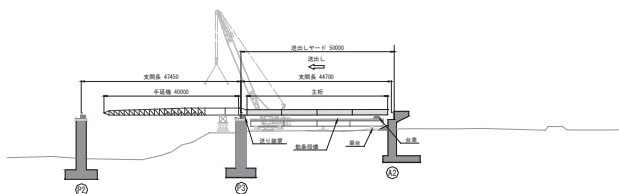


図-4 送出し計画（変更）

変更計画を採用したことによる安全性および施工性に寄与するところは大きく、送出し高さを抑えた結果として、新幹線高架との離隔が3.5m、主桁降下量は1.3mとなった。これにより、狭隘

なスペースでの足場組立および解体作業を省略できたと同時に、降下設備の安定性を確保しながら安全に作業することができた。さらに、設備高さを当初より2.7m低くできたことで、設備の組立・組み換え・降下・解体作業も簡素化でき、工程に余裕をもって施工ができた。図-5に送出し架設状況を示す。



図-5 送出し架設状況

さらに、送出し架設～クレーンベント架設までをP3～A2間の河川堤防内のみで施工したことで、A2背面ヤードおよび搬入路の造成および復旧が不要となり、これによる工期の短縮効果も大きかった。

まとめとして、表-1に当初計画と変更計画との比較結果を示す。

表-1 比較結果

	当初計画	変更計画
降下量	4.0m	1.5m
新幹線との離隔	0.8m	3.5m
A2背面ヤード造成	要	不要

4. おわりに

橋梁の送出し架設においては、送出し・降下設備の高さを如何に抑えるかが、施工性・安全性の向上に繋がるといえる。

本工事では、河川堤防内の地形を活用した施工計画を立案し、送出し架設の高さを抑えることができ、安全かつ迅速に施工ができた。さらに、大掛かりなヤード造成も不要となり、余裕を持った工程を確保できた。

供用中の道路に囲まれた狭隘な場所における桁架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

監理技術者

現場代理人

武田 弘 嗣[○]

神野 勝 樹

1. はじめに

静清バイパスは、地域高規格道路「静岡東西道路」の一部を構成し、静岡市清水区興津東町から静岡市駿河区丸子二軒家に至る延長24.2kmの幹線道路における4車線化の整備工事で、静清バイパス工事における最後の高架橋架設工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：1号静清丸子高架橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：中部地方整備局静岡国道事務所
- (3) 工事場所：静岡県静岡市葵区丸子
- (4) 工 期：平成28年9月14日～
平成29年9月29日
- (5) 工事内容
橋梁形式：鋼7径間連続非合成鈹桁

支間長：27.4m + 33.5m + 4@32.5m + 26.5m

鋼重：343.6 t

2. 現場における問題点

本橋の施工箇所は、図-1にある通り、国道1号バイパスからのオフランプが立体交差しているため作業ヤードが2つに分断されているうえヤード内も小型クレーンでの往来がやっとできるほどの狭隘な条件下での施工であった。このため、全体の全20ブロックの内10ブロックを隣接する側道およびオンランプを夜間通行止して架設作業を行い、5ブロックについてもオフランプを夜間通行止しての架設作業となった。

本工事の施工に関する問題点として、下記の事項が挙げられる。

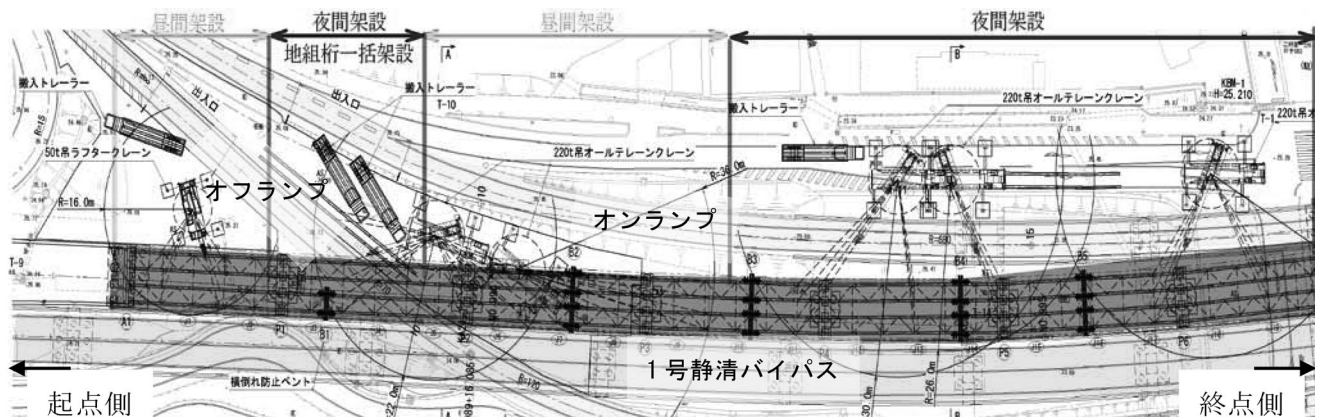


図-1 施工平面図

① 夜間通行止の時間的制約

本施工に影響する供用道路の夜間通行止め可能時間は、側道では21：00～翌6：00まで、オン・オフランプの夜間通行止は23：00～翌4：00までと夜間においても交通量が多い中での規制開始および解除に掛かる時間等を加味すると、主桁の架設時間がタイトな中での作業であった。

② 通行止日数の低減

オンランプ・オフランプとも3万台/日以上と交通量が多く、工場団地が近接しているうえに路線バスのルートにもなっており交通の要所であることから通行止による交通への影響を低減すること、そして現場周辺には住宅や老人ホームがあるため夜間作業における騒音を考えると、通行止日数を低減する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①施工時間に対する対策としては、ランプ規制時間までにクレーン組立、主桁搬入・地組から地切りを完了させて、ランプ規制開始と同時に架設を行うべくタイムスケジュールを精査した。

また、架設作業時のアクシデントに備え各作業日における制限時間を設けて施工に臨んだ。今回は決められた時間内に地組桁の添接作業および支承との連結が完了していなければ、主桁をヤード内に荷卸しし作業終了とすることを予め決定し施工した。以上の結果、一連のタイムスケジュールに沿ってタイムロスをすることなく施工することができた。

表-1 規制タイムスケジュール

ランプ規制時	タイムスケジュール	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
側道交通規制 開始	30分	■									
クレーン組立	30分		■								
ランプ交通規制 開始	30分			■							
玉掛け・地切り・調整	15分×2回			■	■						
橋上げ・旋回	15分×2回			■	■						
桁連結・ラッシング	30分×2回			■	■	■	■				
玉掛け外し・旋回	15分×2回			■	■						
橋桁・対線橋・検査路架設	180分					■	■	■	■		
ランプ交通規制 解除	30分								■		
クレーン組立 解除	30分									■	
側道交通規制 解除	30分										■

③通行止日数の低減としては、当初起点側の3ブロックについてもオフランプ通行止した後ト

レーラーを搬入し、起点側ヤード内に設した200tクレーンで地組・架設する計画であったが、50tクレーンによる単材架設する計画に変更した。

50tクレーンに変更することでトレーラーを起点側ヤード内に搬入可能となったため、規制することなく架設することができたことで規制日数を4日間減らすことができた（図-2参照）。

また、地元住民の方々に対しては地元説明会の実施および現場見学会・ボルト締結式を開催することで静清バイパス4車線化工事に対する理解・御協力を頂いた。



図-2 50t クレーンによる施工状況

4. おわりに

今回の施工の様に交通量の多いランプを通行止して架設を行うという条件下では、いかに現場条件に即した計画をするか、また不測の事態への対応策を予め考慮したうえで工事を進めていくかが重要となってくる。

本工事においては静岡国道事務所、静岡国道出張所並びに地元の方々のご指導のもと静清バイパス最後の高架橋を無事に完成できました事をこの場をお借りして厚く御礼申し上げます。

特別高圧線と近接する鋼床版鋺桁橋の架設計画について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宇野重工株式会社
現場代理人・監理技術者
狩野 徹

1. はじめに

本工事は、並行している県道と市道の利便性・安全性向上を目的とし行う道路事業のうち、朝明新川を跨ぐ位置に橋長33.0m、鋼重160tの鋼床版鋺桁橋を新設する工事である。

本報告は、架空線（特別高圧線154,000V）と近接する架設の工法検討に関し、架空線の損傷事故防止に取り組んだ手順・手法について記述する。

工事概要

- (1) 工事名：下野保々線（社交）
道路改良工事（上部工）
- (2) 発注者：四日市市役所 道路整備課
- (3) 工事場所：三重県四日市市萱生町 地内
- (4) 工期：平成29年3月31日～
平成30年2月28日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

架設計画は、図-1のとおりクレーン架設工法で感電防止の離隔距離5.0mを確保する計画である。架空線については図-2の現況架空線高さから約6.4m嵩上げされた状態にて計画されていた。クレーンブームと架空線の干渉が懸念された為、現況の架空線高さの把握が必要であった。

架空線の現況は、ノンプリズムトータルステー

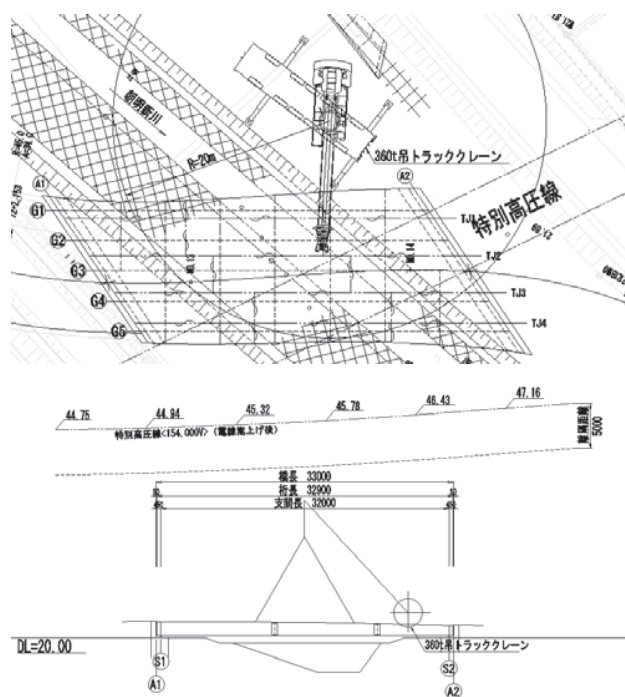


図-1

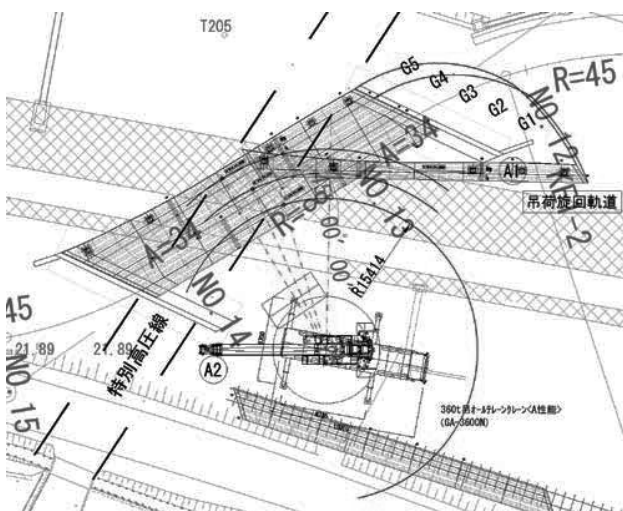


図-2

ションを活用した断面測量によって把握した。また、架空線管理者との打合せにより資料を貸与し、既存データと現地データのダブルチェックを実施した。

測量データを反映した架設計画図を作成し照査した結果、図-3のとおりクレーンブームと架空線の干渉を確認した。なお、照査条件は、①クレーン据付高さを現地条件より $FH=21.01$ とする。②照査断面を G3・G4・G5 架設ブロックの重心位置と吊荷旋回時の位置とする。③ブーム長および作業半径を決定する。④架空線の熱影響による伸縮を考慮し架線高さを決定する。なお、架設時期より 15°C として高さを補正した。

照査結果を踏まえ発注者・架空線管理者と協議し、架設時期を明確にすることで特別高圧線の通電停止ならびにクレーンと干渉しない高さまでの



架設検討図 (G4桁)

- ① ブーム長さ $L=26.7\text{m}$
- 架設時断面: No. 37-152.0m
- 温度: 12°C (日平均) $\Rightarrow 15^{\circ}\text{C}$ ※気象庁予-19)用

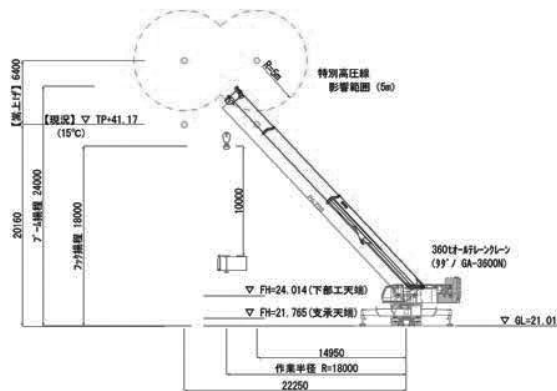


図-3



図-4

高上げ、防護管設置の対応について理解を得られた。なお、架空線の高上げと桁架設は、架空線管理者と協働体制を構築し図-4のとおり同日の作業にて実施した。

3. おわりに

本工事では、関係機関との調整に緊急を要した為、架設照査を従来手法である2次元モデルにて行った。近年では i-Bridge の取り組みが本格化し、CIM 活用による3次元モデルによって生産性向上や安全管理面の効率化が図られているが、データ処理に要する時間やコスト面にまだまだ課題がある。また、若手技術者への技術力継承の面からも基本である2次元モデルを理解した上で3次元モデルに取り組むべきと考える。

最後に、四日市市道路整備課、架空線管理者の関係各位に適切な助言、協力頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

支間長170m を有する沖端川大橋の トラベラクレーン架設の工夫

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

内川 尊 行[○]

工場現場代理人

矢部 泰 彦

施工計画担当

出口 哲 義

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：県道大牟田川副線沖端川大橋
- (2) 発 注 者：福岡県南筑後県土整備事務所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市吉富町大字地内
- (4) 工 期：平成26年5月～平成28年10月

沖端川大橋は、福岡県大牟田市より佐賀県佐賀市川副町に至る県道大牟田川副線の有明海に注ぐ沖端川に架かる3径間連続鋼床版箱桁橋である。本橋は、中央径間部が航路となり、ベント等の仮設備の構築が難しいため、桁下を使用しないトラベラクレーン片持ち式工法にて施工を行った。

本稿では、当社が施工を行った沖端川大橋（1工区）の架設工事について報告する。

2. 現場における課題・問題点

本橋の現場架設工事の実施にあたり、下記の問題点があった。

(1) 中央径間の閉合方法

本橋の中央径間は支間長170mのため、85mの張出し架設長となる。解析を行った結果、架設時

は先端部のたわみ量は2m程度発生していた。この場合、あらかじめ、たわみ量を考慮して閉合ブロックをピン連結で設計するか、中間支点のジャッキアップを行い、モーメント連結をする必要がある。本橋の場合、張出し量が大きいため、ピン連結で設計すると、中間支点の断面が大幅に増大することが分かった。このため、閉合ブロックは、モーメント連結をする必要があった。

(2) 部材の運搬方法

張出し架設で行うため、部材は桁上を運搬する必要があった。トラベラクレーンの軌条設備を利用した台車を検討したが、最終架設地点までは、最大縦断勾配が $i=5\%$ 、運搬距離が150m程度あり、運搬時間が工程に影響を与えることが予想された。このため、速やかにかつ安全に運搬する方法を検討する必要があった。

(3) アップリフト対策

上述したように、本橋の架設工事は85mの張出し長に対して側径間が93.9mであり、端支点部に負反力が発生する。このため、張出し架設の安全率を考慮したアップリフト対策が必要となった。

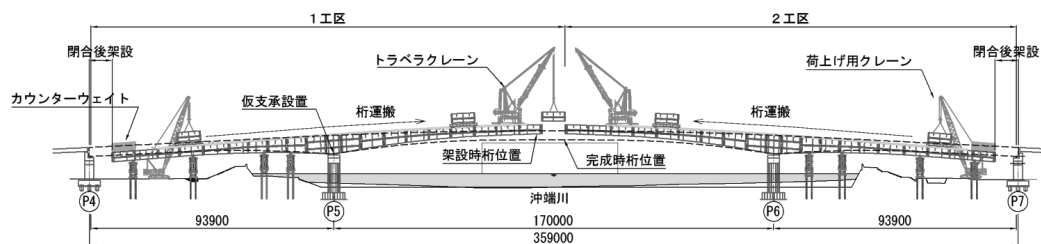


図-1 全体架設要領図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 桁回転による仕口角度の調整

閉合ブロックをモーメント連結するためには、仕口角度を合わせる必要があった。仕口角度を鉛直にするには、中間支点で桁を3m程度上げ越す必要があるが、中間支点の施工時最大反力は約1800tとなり、安全性の低下が懸念された。このため、図-1、図-2に示す通り、端部ブロックの架設を行わずに、中間支点を中心に桁を回転することとした。

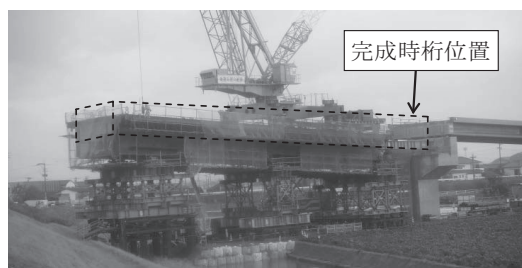


図-2 架設状況

閉合後に端部を正規の位置までジャッキアップする必要があるため、中間支点には図-3に示す通り、桁の回転に対応した仮支承を設置した。

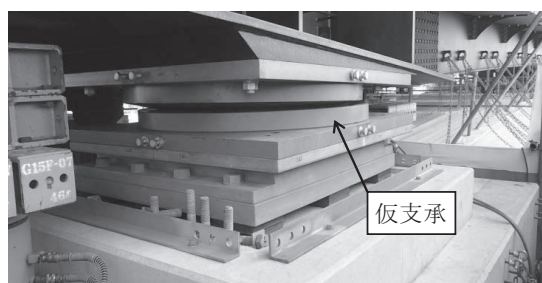


図-3 仮支承

(2) ウインチを用いた部材運搬設備

モーメント連結を行うために桁を回転させたため、最大勾配は $i=5\%$ から 8% に変更となった。自走台車の場合、 $i=5\%$ 程度が限度であるため

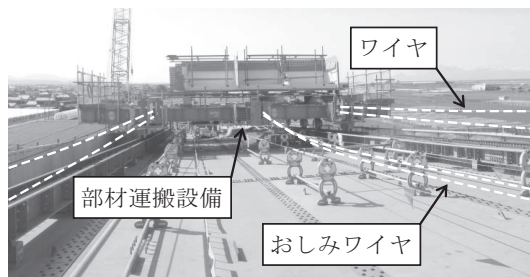


図-4 部材運搬設備

レールクランプジャッキを検討したが、 $0.2\text{m}/\text{min}$ 程度となる。このため、ワイヤの繰り込みを行い、3tウインチを2台使用して $6\text{m}/\text{min}$ で運搬を行った。

(3) アップリフトを考慮したカウンターウェイトの設置

張出し架設時の安全率1.2を考慮した280tのカウンターウェイトを桁端部に設置した。ウェイトは敷き鉄板を使用した。図-5に示す通り、敷き鉄板が水平となるように架台上に敷設した。



図-5 カウンターウェイト

4. おわりに

重量物のジャッキダウンは危険性が高く、本橋のように中間支点で1800tも作用する場合は、その作業は最小限に抑える必要がある。このため、仮支承や運搬設備の課題はあるが、中間支点を中心に桁を回転することで、ジャッキダウン量が最小限となり、危険性を低減することができた。

本橋の区間は平成29年3月18日に無事に開通となった。この工事を進めるにあたり、発注者および工事関係者へ深謝する次第である。

最後に、本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。



図-6 完成写真

施工計画

重力式擁壁工・もたれ式擁壁工における、セパレーターの、浮き止め・張り止めへの利用について

和歌山県土木施工管理技士会
有限会社隅田建設
隅田 武志

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：串本海岸海岸整備工事
- (2) 発注者：和歌山県
- (3) 工事場所：和歌山県東牟婁郡串本町串本
- (4) 工期：平成29年10月～平成30年3月

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

重力式擁壁工は、表面の型枠に勾配があるので、施工において注意しなければならないのは、生コンクリート打設時に型枠に浮力が掛かり、浮き上がって出来た隙間から生コンクリートが流出することである。

また、重力式擁壁工等、表面と裏面の両面に型枠を設置する場合は、表型枠と裏型枠をセパレーターなどで連結することによって、生コンクリート打設時の張り止めに行うことができる。しかし、もたれ式擁壁工においては、型枠が表型枠のみなので、支持地盤となる岩盤等に鉄筋を打ち込んでアンカーとし、セパレーターに溶接するなどの方法で張り止めにするが、両面に型枠がある場合にくらべて、張り止めには手間がかかり、施工も難しい。その上、もたれ式擁壁も、型枠が傾いているので、重力式擁壁同様、浮力対策もしなければならない。

擁壁工の下に捨てコンクリートや基礎コンクリートを設置するようになっている場合は、捨てコンクリートや基礎コンクリートに浮き止め用のアンカーとして、ハリガネで作ったタコや、鉄筋の輪とかフックを埋めたり、張り止めに鉄筋を刺しておいて型枠下端部の張り止めにするなどの方法を採用することができる。捨てコンや基礎コンクリートなら土中などに埋まってしまうので、遠慮なく様々な工夫を施せるわけである。

しかし擁壁工の基礎上面が、そのまま土間やコンクリート舗装の仕上がり面となる場合、上記の方法を採用すると、土間や道路舗装面にハリガネや鉄筋が突き出している状態になり、錆も流れ出すので、放置するわけにはいかない。撤去するには手間がかかり、土間コンをハツって補修するなど、仕上がりも汚くなってしまう。



図-1

そこで、弊社では、擁壁工の基礎上面が、そのまま土間やコンクリート舗装の仕上がり面となる場合に、型枠の浮き止め・張り止め用のアンカーとして、セパレーターを利用する方法を考案し、実際に施工してみた。型枠の浮き止め・張り止め用アンカーとして、カップ型セパレーターを使うことが出来れば、施工後、カップ部分から上を撤去しモルタル等で充填してしまえるので、後処理、補修も簡単で、綺麗に仕上がると考えたからである。



図-2

施工方法について説明していく。

まず、40cm くらいのカップ型セパレーターを半分に切断し、切断面から5 cm ほどのところで90度に曲げる（図-1）。

このセパレーターを、コンクリート打設し下均したコンクリート舗装面に埋め込み、その後、コテで仕上げる。このとき、カップがセパの先端側にずれていかないように注意する（図-2）。



図-3

必要な期間、湿潤養生をし、コンクリートが十分な強度を持ったら、このセパレーターに専用の金具を取り付け、チェーン、ターンバックル、鋼管、楔等を用いて型枠下端部を固定する（図-3 および、図-4）。



図-4

型枠下端部は、張り止め・浮き止めの急所なので、ここをしっかりと固定できることは、型枠支保工において、大きなメリットとなる。

こうして他の部分も施工し、型枠及び支保工が完成したら、生コンクリートを打設し、養生期間を経て型枠を撤去する。

そして最後に、土間に埋めたセパレーターを折り、カップ穴をモルタルで補修すれば完成である。

3. おわりに

この工事では、擁壁の基礎上面が、土間コンクリートの仕上がり面となるため、型枠下端部を固定するためのアンカーの設置に頭を悩ませたが、セパレーターをアンカーとして埋め込むことによって、擁壁下端部をしっかりと固定し、浮き止め、張り止めに利用することができたので、安心して生コンクリートを打設することができた。

なお、セパレーターは引張りには強いが、横の力には弱いので、施工にあたっては、セパレーターを埋め込むピッチを狭める、横方向の補強をするなど、コンクリートの容量によって、そのあたりの注意と工夫は必要だと思われる。

DRISS による切羽前方探査について

岡山県土木施工管理技士会
アイサワ工業株式会社
近 土 輝 昌

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：大和御所道路朝町トンネル工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 近畿地方整備局
- (3) 工事場所：奈良県御所市朝町地先
- (4) 工 期：平成27年9月15日～
平成29年6月30日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点

①トンネル切羽前方探査法 DRISS の検討

本工事のトンネル坑口掘削、坑口付工において崩落が続いた。水平ボーリングデータからも脆く、固結度の低い地質が続くと思われた。トンネル掘削を安全に行うにあたり前方地山の詳細な情報が必要であった。その為、DRISSを使用し今後の掘削方法について検討を行った。

②トンネル切羽前方探査法 DRISS の概要

トンネル掘削における地質情報などは詳細な情報が捉えきれていないため、施工時に切羽の前方を探査し地山に整合したトンネル構造で安全に施工することが必要である。切羽の進行と共に DRISS（1回の探査は30m程度）によりさらに精度の高い探査を適用することで、地質情報の精度を向上させることができる。

DRISS はトンネル切羽前方の地山性状を原

置で迅速かつ直接的に把握することを目的に油圧式削岩機の穿孔データを利用した切羽前方探査法であり、一般的に実施される“探り削孔”と同様の手法で行われ、穿孔作業時に削岩機から得られる各油圧データを自動測定し、これらのデータを基に穿孔した地山性状に対する定量的な推定・評価を行うものである。

測定データは削岩機から得られる機械挙動データ（フィード圧、打撃圧、回転圧、ダンピング圧、フィードシリンダー油量（穿孔距離・速度に換

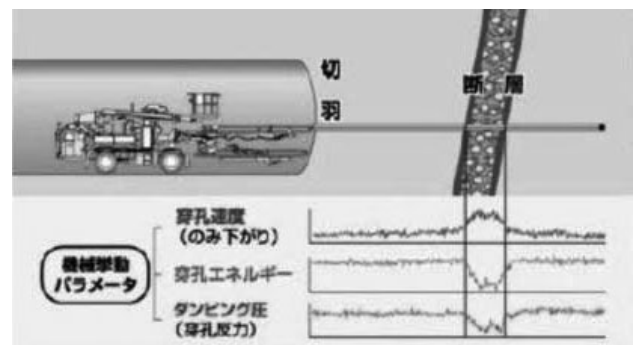


図-1 DRISS 概要



図-2 DRISS 施工状況

算))の他に、穿孔時の目視観察データ(湧水量、くり粉の性状等)に分けられる(図-1、図-2)。

3. 適用結果

①トンネル切羽前方探査法 DRISS の実施

DRISSはNo. 92+58~No. 94+86の区間で8回実施した(図-3)。これによりDRISSで穿孔探査を行うことで、クリ粉や削孔水の観察を含め精度の高い探査を順次適用し、亀裂に伴うものか、岩相境界に伴うものかの分別を行い、粘土などの介在した箇所を施工前に前方探査を行うことで脆弱部な地山や地質の特定と湧水状況などの把握を事前に行えることができた。

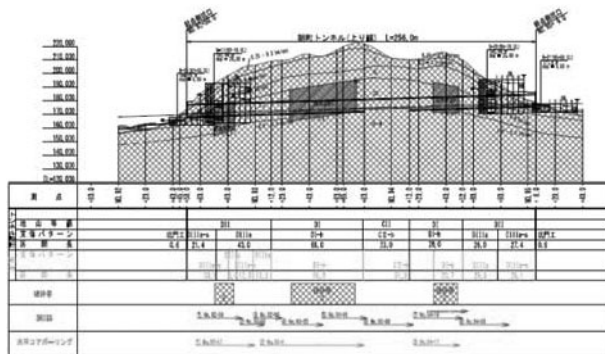


図-3 DRISS適用範囲

②トンネル切羽前方探査法 DRISS の結果

DRISSにより得られたデータを基に以下に分類した。

穿孔エネルギー

- ・ 150J/cm³以下 危険
- ・ 150~250J/cm³以下 注意
- ・ 250J/cm³以上 概ね安定

③第1回 DRISS No. 92+58~No. 92+90.5

(TD=8~41m L=32.5m)

1回目のDRISSを実施した結果を下記に示す。(表-1)現在切羽に出現している弱層が30m先まで続くと予想され、AGF工、鏡補強工が必要であると判断した。

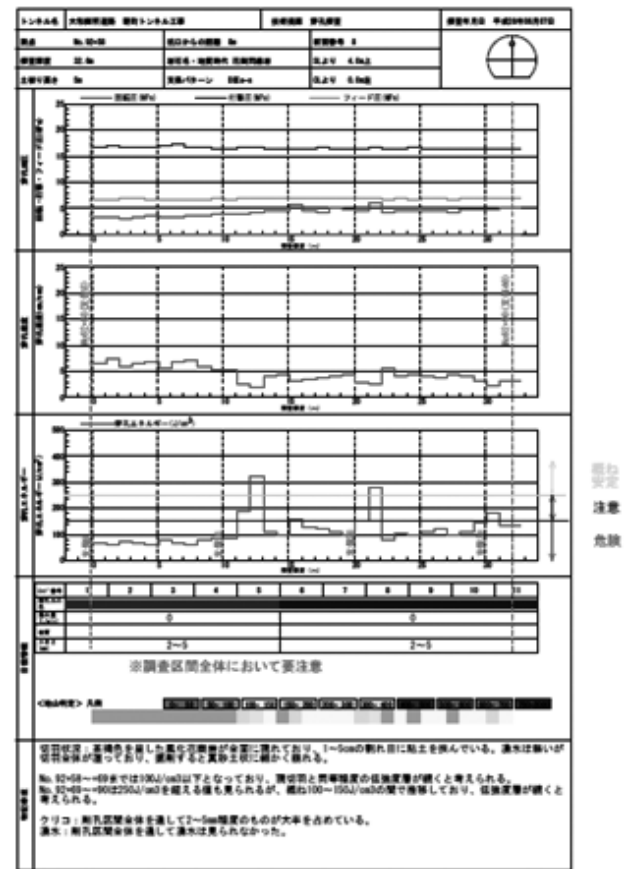
- ・ No. 92+60 支保 No. 10 (TD=9.7m)

切羽安定対策として、No92+60よりAGF工(L=12.5m)2シフト目と長尺鏡補強工(L=15.5m)を実施しトンネル掘削を進めた。

・ No. 92+72 支保 No. 22 (TD=21.7m)
切羽安定対策として、No92+60よりAGF工(L=19.5m)3シフトと長尺鏡補強工(L=12.5m)を実施しトンネル掘削を進めた。

・ No. 92+81 支保 No. 31 (TD=30.7m)
切羽が安定しており、岩質も固くなってきている為、AGF、鏡補強工を中止し、充填式フォアポーリングに変更する。

表-1 第1回 DRISS 結果



4. おわりに

トンネル掘削作業時における地質調査結果の活用としては、DRISSや切羽観察などの他の地質情報と組み合わせて総合的に判断する必要があった。本工事ではDRISSによる穿孔探査をトンネル全区間行うことで岩層の厚みや性状および湧水量の把握が行え、地山に適した掘削支保工の選定や湧水対策や補助工法の早期対策検討が行え、安全にトンネル施工をすることができた。

インターネット航空写真閲覧サイトを利用した 平面図の作成について

(公社)高知県土木施工管理技士会

株式会社 児玉組

池田 智伸[○] 中城 一幸 増田 裕太

1. はじめに

工事概要

下記工事のイメージアップとして、山間部道路の路肩が2m程度崩壊している箇所を、インターネット航空写真閲覧サイトを利用して測量し、平面図、横断図、構造図、数量計算書を短時間で作成したことについてのまとめです。

- (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

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

横断測量は、起点と終点の2箇所測量しました。

平面図の作成は、通常は平板測量が必要ですが、私どものような土木施工業者では、平板測量をして平面図を作成するのは、大変な時間と手間がかかります。

よって今回は、厳密な精度を要求しない平面図でもあるので、インターネット航空写真閲覧サイトを利用して、等高線をCADで絵取って地図を作製して、平面図を作成しました。

この方法は労力や時間、経費もほとんどかからないため大変有効であると考えられます。

但し、航空写真の等高線や写真をトレースするため、精度のいい平面図は作成できません。このことは、事前に発注者に承諾済みです。

場合によっては、横断測量も実施しないで、インターネット航空写真閲覧サイトの写真と等高線を利用して作成することも可能です。この場合も縮尺を合わせるために、現場の道幅を測る必要があります。

以下に平面図の作成方法を具体的に説明します。

- ① インターネット地図閲覧サイトを開いて平面図作成範囲をパソコン画面に表示させる。
- ② パソコンのプリントスキャンキーで画像をコピーする。(その時、斜めからの写真にならないように、できるだけ真上から見たように調整する。)
- ③ CADを開き縮尺を設定したら、コピーした写真を張り付け、その上を線でトレースする(図-1)。インターネット閲覧サイトによっては、等高線も表示できるので等高線もトレースするとよい。
- ④ 事前に現場の航空写真に写っている道路幅等を測っておいて、トレースした図面の寸法と実際の道路幅の寸法から縮尺を計算し、1/500とか、きりのいい寸法になるように、拡大・縮小

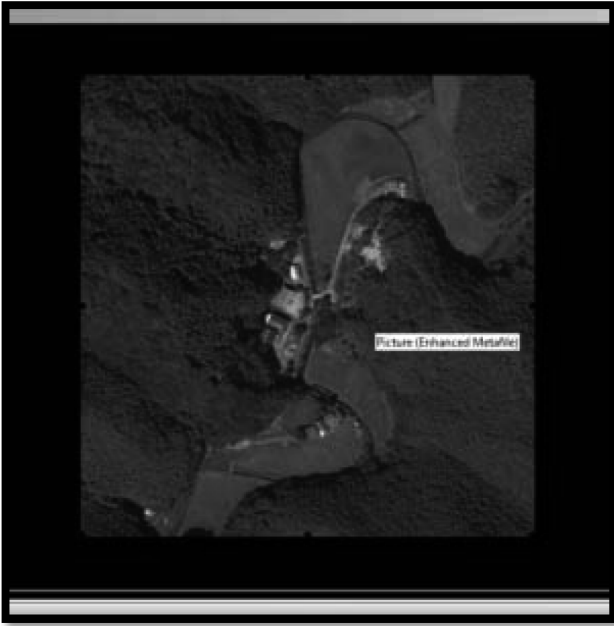


図-1

して調整しCADの設定した縮尺に合わせる
(図-2)。

- ⑤ 最後に引き出し線等を図面に記入して完成となる。

今回は、起点と終点の横断測量を実施し、横断図を作成したが、早急に図面を作成しないといけない場合などは、等高線から幅と高さを読み取って横断図を書く事も可能である。

以上の方法を活用した結果、図面の作成と数量計算書の作成が早急にでき、工事が円滑に進行しました。



図-2

3. おわりに

今回、台風に伴う大雨による災害の発生により、急きょ災害復旧を行う必要ができたため、この手法を用いることにしました。

受注した業者が起工前測量を実施するため、現段階では図面の精度の問題は影響ないと思われます。

この方法は、短時間で比較的簡単に行えるので、有効だと考えられます。今後活用できる場合は積極的にこの方法を使っていきたいと思えます。

また、今回の報告をすることによって、少しでも他の技術員に活用していただければ幸いです。

2 径間連続鋼合成鉄桁橋（富川橋）の架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

現場代理人

工場主任技術者

設計担当

加藤 徹[○]

山下 修平

依田 敦

1. はじめに

富川橋は、県道長浦上総線の小櫃川に架かる2径間連続鋼合成鉄桁橋で、本工事は架設から50年以上が経過し、耐震性が不足していた旧橋の架け替え工事であり、工事の完了によって本橋の耐震性が確保されるとともに、安全、そして安心な橋梁として地域に貢献できる橋梁へと生まれ変わり、本市臨海部と県内陸部を結ぶ重要な幹線道路の橋梁として、市内の観光や地域の活性化などに利用されるものと期待されている。

本稿では、富川橋の架設工事(図-1、2、3)について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：県単耐震橋梁緊急架換工事
(富川橋・上部工)
- (2) 発注者：千葉県 君津土木事務所
- (3) 工事場所：千葉県袖ヶ浦市横田

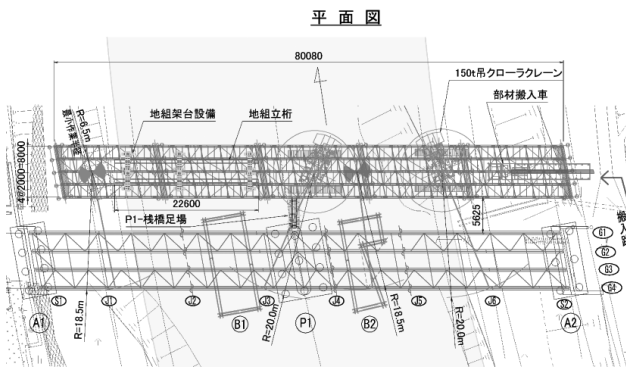


図-1 架設計画図



図-2 鋼桁架設状況①



図-3 鋼桁架設状況②

- (4) 工期：平成28年3月2日～
平成29年2月24日

2. 現場における問題点

本橋の現場架設工事の実施に当たり、下記の問題点があった。

- (1) 開通に向けた現場工程の短縮

河川上に位置する本橋の鋼桁架設は、下部工が施工した栈橋設備の内、主要部分を除いた中間橋脚(P1)を挟み込んだ部分の解体および撤去後

に着手する計画であったが、工期を遵守することはもとより、本工事の早期完成を図ることで、通行止めの影響による道路利用者への負担を軽減する必要があった。以上より現場工程遵守のための工程短縮（不測の事態に備えた工程余裕の生み出し）を可能とする対策案が求められた。

(2) 河川内ベント設備用足場の構築

本橋の鋼桁架設用のベント設備の基礎は、架橋地点が河川上となることから、H形鋼による杭基礎が採用されていたが、杭打込後の杭頭処理（杭上部のガス切断等）は足元の悪い水上部で行う必要があり、工事の確実性を高めるとともに、施工性および安全性に配慮した作業足場を構築する必要があった。

(3) 中間橋脚へのアプローチ設備の構築

上述したように、本橋の架設工事は河川上となり、中間橋脚（P1）上では支承の仮設置および固定作業や鋼桁架設後の高さ調整作業が必要となることから、施工の効率化に配慮した中間橋脚上へのアプローチ設備の構築が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 栈橋設備で使用したH形鋼杭の再利用

鋼桁架設工事に先立ち、下部工が撤去する計画であった栈橋設備（中間橋脚を挟み込んだ部分）における杭基礎の部分については、本工事のベント杭設備として再利用することで、現場工程の短縮を可能とし、加えて仮設材の最小化による経済性向上と杭打ち・杭抜き回数の低減による河川内環境（水質汚濁等）の向上を図った（図-4）。



図-4 栈橋設備の杭を利用した杭ベント

(2) 可搬式安全通路の採用

下部工が施工した栈橋設備のH形鋼杭の水面上での杭頭処理作業時において、施工性、安全性、そして機能性に優れたアルミ合金製の可搬式安全通路を採用した（図-5）。



図-5 杭頭処理用可搬式安全通路

(3) 栈橋設備と中間橋脚を結ぶ可搬式安全通路の設置

非効率で不安全となる水面上から中間橋脚へのアプローチを回避するため、作業用栈橋設備から直接、中間橋脚上へ移動可能なアプローチ設備（可搬式安全通路）を設置した。

4. おわりに

本工事では、地域住民の切実な要望である道路の早期開通を一番に目指すとともに、地域社会に貢献できる安心そして安全な道路の構築に向け奮闘した。また、現場に従事した発注者と請負者における総ての人間が、共通認識の下、知恵を出し、工事を遂行したおかげで事故無く本橋の架設工事の完了を迎える事ができた（図-6）。

発注者および工事関係者へ深謝する次第である。

最後に、本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。



図-6 橋梁全景（架設工事完了後）

施工計画

施工条件に制約がある急峻な谷部での送り出し架設

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
 現場代理人 太田 富之[○] 監理技術者 竹内 重人

1. はじめに

本橋は宮崎県日南市に位置し、東九州道の清武ICから北郷IC間（開通時期は未定）にある上部工である。東九州道の清武ICから日南東郷IC間は約28kmであり、開通すると日南市油津港からの水産物の輸送や日南海岸への観光、更には地元住民の生活道として、経済・観光・生活面でその効果が期待されている。

工事概要

- (1) 工 事 名：東九州道（清武～北郷）
二之河内橋上部工工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 九州地方整備局
宮崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県日南市北郷町郷之原地先
- (4) 工 期：平成27年3月7日～
平成28年12月15日

2. 現場における制約と対策

本工事の施工にあたり、問題点となる制約が3点あった。以下にその制約と対策を記す。

2.1 桁下ヤードの制約

通常では桁下にヤードを設定し、そこに配置した重機にて、橋脚上の送り出し・降下に関わる各種設備の組立・解体を行うが、地権者との協議の結果、桁下にヤードが確保できなかった。

そこで、手延べ機および桁上の全線に軌条を敷

設し、その上面を自由に移動できるトラベラークレーンを使用することで、各種設備の組立・解体を行った。架設状況全景を図-1、トラベラークレーンを図-2に示す。



図-1 架設状況全景



図-2 手延べ機上のトラベラークレーン

2.2 桁の組立て時におけるバックヤードの制約

送り出し桁の組立てを行うA2橋台のバックヤードが非常に狭隘であり、部材の搬入はA2橋台付近までが限界であった。そのため、通常では最後方で行う送り出し桁の組立てができなかった。

そこで、桁の組立ては、橋台付近で部材搬入と組立てを行いながら、バックヤード後方へ順に縦送りした。組立て完了後は、既設送り出し桁の最後尾と連結させ、前方へ送り出した。送り出し架設計画図を図-3に示す。



図-4 自走式運搬台車

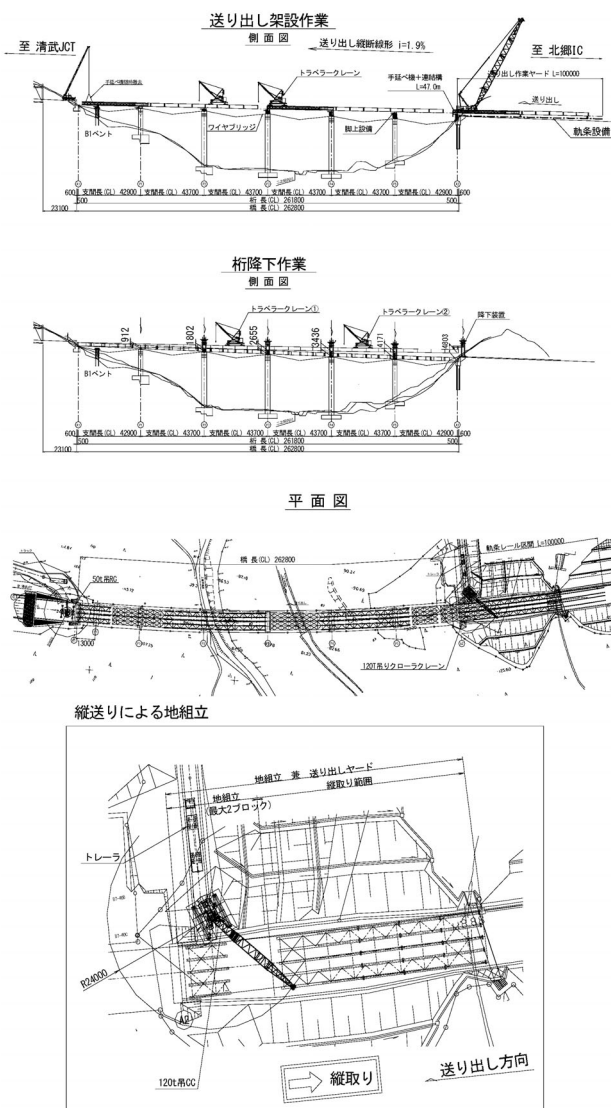


図-3 送り出し架設計画図

2.3 工程上の制約

契約工期を履行するため、一連の送り出しが完了すると、次回の送り出しまでに前述の2.1と2.2の作業を並行して実施する必要があった。そのためには、A2橋台付近から前方へ、2.1の各種設備に使用する資機材の供給が不可欠であった。

そこで、トラベラークレーン移動用の軌条を利用して、図-4に示す自走式の運搬台車を配置した。

本工事では、使用できるヤードが非常に少なくなかつ狭かったため、地上における常時使用が可能なクレーンは、A2橋台横に据え付けた120t吊C/Cの1台であった。上述の施工上の制約について、それぞれの対策を講じながら、この1台の重機で全ての作業を行う必要があったため、日頃から綿密な工程管理を行い、作業効率の維持に尽力した。

3. おわりに

本工事は施工条件に制約が多く、施工面や工程面では非常に厳しいものがあったが、平成28年12月に無事工事を完成することができた。

最後に、工事期間全般に亘り、適切なお指導やご助言を頂いた発注者、会社関係者ならびに協力会社の皆様には、本紙面をお借りして心より感謝の意を表し、厚く御礼を申し上げます。

施工計画

エンドレスローラを搭載したベントを交差点上に運び込んでの送出し架設（多軸台車による同装置搭載ベントの設置・撤去）

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
計画担当 現場担当
平 孝〇 菅 徹 哉

1. はじめに

本工事は福岡県大牟田市から佐賀県鹿島市を結ぶ有明海沿岸道路のうち、沖端高架橋（現在の三橋高架橋）のP8～P13間（鋼5径間連続非合成箱桁橋）の製作・架設工事である。

河川、市道および県道の交差点を跨ぐ現地状況であることから、P11～P12間の占用帯をバックヤードとして、P8～P11間の3径間およびP12～P13間の1径間を送出し工法により、また残るP11～P12間をベント工法で併合する手順で上部工の架設を行った（図-1参照）。

その中でP12～P13間は、交差点内を夜間通行止めし、エンドレスローラを用いて送出し架設を行った。また、エンドレスローラを搭載した中間

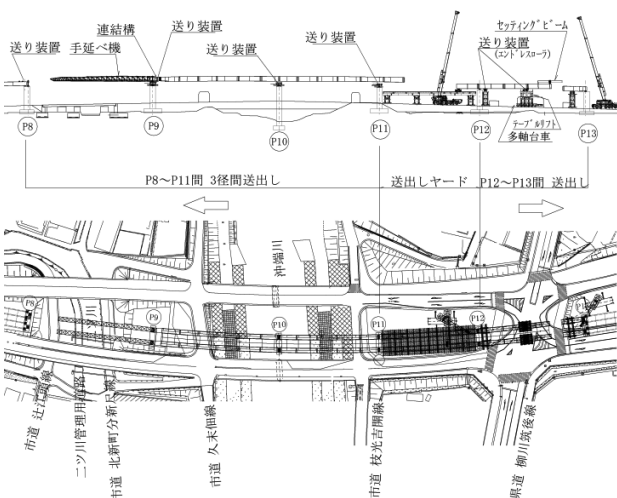


図-1 架設計画図

ベントの設置・撤去を多軸台車を用いて行うことで、一夜間で一連の施工を終えることができた。本稿ではその施工について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号沖端高架橋上部工（P8～P13）工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
- (3) 工事場所：福岡県柳川市三橋町～柳河地先
- (4) 工期：平成27年7月16日～平成28年11月30日

2. 現場における問題点及び工夫

(1) 送出しステップ

送出しステップを図-2に示す。

STEP 1：後方台車の押し引きジャッキにて送出し開始。800Rの平面曲線上で送出すため、終盤まで後方台車に載過させるものとし、同台車を駆動台車とした。

STEP 2：前方台車が軌条先端に到達。P12前のエンドレスローラの稼働開始。後方台車の押し引きジャッキも連動。

STEP 3：桁が中間ベント上に到達。中間台車上のエンドレスローラと後方台車の押し引きジャッキを連動。

STEP 4：後方台車が先端に到達。P12前のエンドレスローラを再稼働。

STEP 5：送出し完了。テーブルデッキのジャッキ

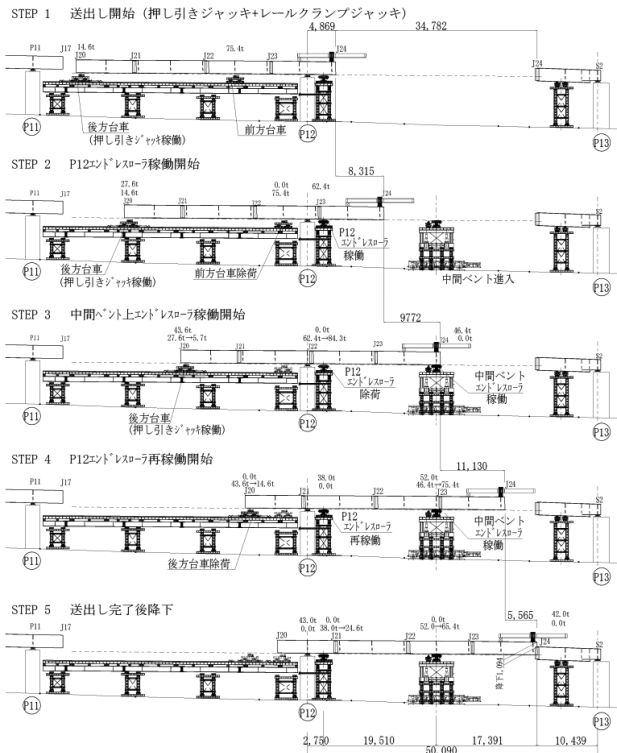


図-2 送出しステップ

キ操作により桁を降下し、J24の仕口を併せてピン・仮ボルトを挿入。セッティングビーム仮受け。

(2) 中間ベントの構造

中間ベントはG1・G2それぞれに1台ずつとし、ベントの下に多軸台車が潜り込める構造とした(図-3参照)。設置時の高さ調整や完了後撤去時に速やかに高さを躲わせるようにテーブルデッキを搭載した。到達後の降下(先端で約1,100mm)も本機のジャッキ操作で行うものとした。

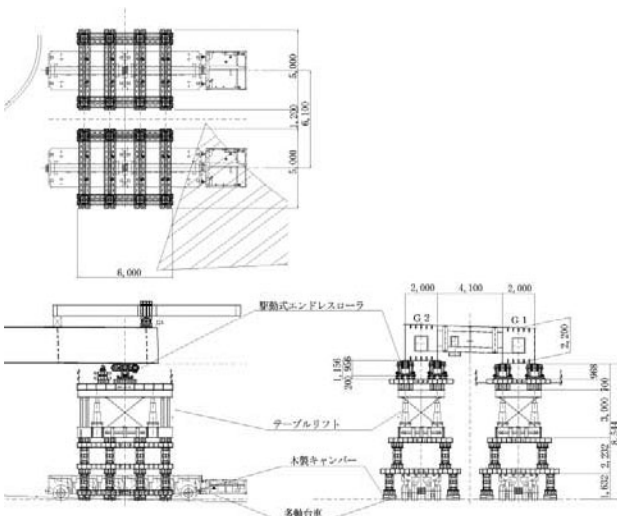


図-3 中間ベント

(3) 設備の組立・移動経路

ベント設備や多軸台車の組立・解体は交差点西側の県道未供用部で行い、そこから交差点に進入させた。図-4に設備組立場所の概要を示し、図-5に送り出し架設の状況を示す。

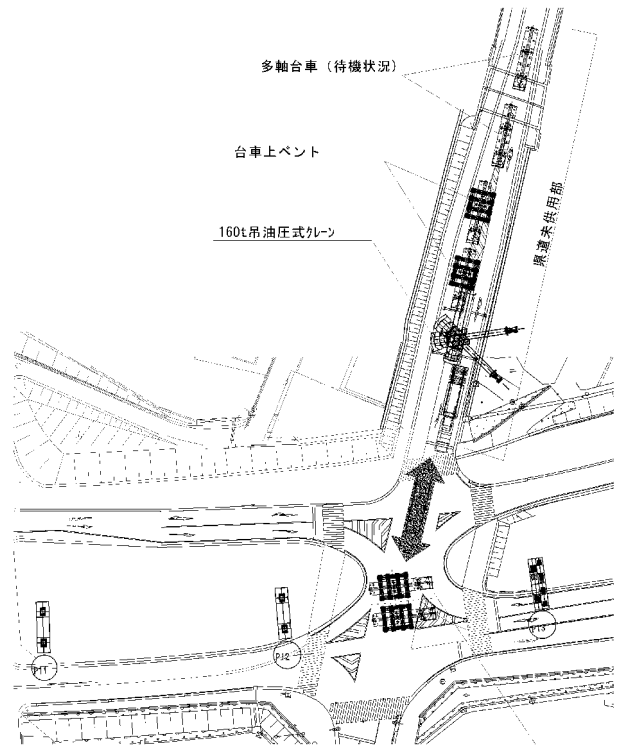


図-4 設備組立場所



図-5 送り出し架設状況

3. おわりに

最後に、国土交通省九州地方整備局福岡国道事務所、有明海沿岸道路出張所の関係各位には協力、調整等のご尽力を賜り、感謝の意を表します。

河川上での鋼単純2主箱桁橋の架設と 冬季施工の安全対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 瀧上工業株式会社
 監理技術者・現場代理人
 酒井 泰 司

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成27年度
19号桜沢2号橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：中部地方整備局飯田国道事務所
- (3) 工事場所：長野県塩尻市贅川
- (4) 工 期：平成27年6月27日～
平成28年6月9日

本工事は国道19号桜沢改良区間のうち、奈良井川上に架かる橋長62.0mの鋼単純2主箱桁橋の製作・架設工事である。桜沢改良区間は、奈良井川と木曾川山脈に挟まれた狭隘な箇所を通過しており、土砂災害などが発生している箇所である。改良により、これらが解消されることが期待されている。図-1に着手前状況、図-2に完成写真を示す。



図-1 着手前状況



図-2 完成写真

2. 現場における課題と解決策

2-1. 仮栈橋の施工計画と鋼桁架設計画

工事箇所は、国道19号から新ルートとなるトンネル区間へ接続する途中にある奈良井川上の橋梁部である。兩岸とも急斜面であるため架設クレーンの設置基面として、河川上に対岸まで仮栈橋を横断させる計画であった。仮栈橋の構造は、下部工施工後に存置されていた2径間分のH鋼杭の中間付近にH鋼杭を追加設置し、4径間の仮栈橋とする計画であった。

河川協議条件として、12月の仮栈橋設置開始から、翌年3月末までの仮栈橋撤去完了が規定されていたが、H鋼杭の施工は孔壁保護の必要性より特殊工法（二重管式ダウンザホール工法）とする必要があったため、掘削が難航し工程遅延となることが懸念された。

この対策として、桁地組ブロックの組合せとベント配置を変更し、仮栈橋の設置範囲を当初計画の4径間から2径間に縮小できるよう工夫した。



図-3 架設状況

この結果、ベント基礎杭施工のクレーン規格を変更する必要があったが、仮栈橋施工量は当初の約半分となり、予定通り次工程に進むことができた。図-3に架設状況を示す。

2-2. 冬季施工の工夫

本工事の特色の一つが、寒冷地における厳冬期の施工である。降雪に加え最低気温氷点下10℃以下での施工条件に対する対策が必要となった。

1) 除雪対策

当現場では、1月中旬からは毎日雪かきが一日の最初の作業となった。現場には小型バックホウを除雪専用配置した。また、現場に接続する国道19号とクレーン施工基面は高低差が約10mあり、10%の縦断勾配と半径12mの平面曲線を有する工事用道路を桁運搬トレーラが走行することは完全に除雪をしてもリスクが大きい。この対策としてクレーンブーム長を設計=35.1mから実施=45.7mに延長して国道に隣接する上部平地を荷取り場所と出来るよう工夫した。

これにより工事用道路を通行する必要がなくなり、その範囲の除雪を不要とすることで、除雪面積を縮小できた。

2) 安全対策

氷点下10℃を下回る日が継続すると河川の流水部以外は全て凍結した。桁上や仮栈橋上など水平

面でも滑って転倒しやすいが、傾斜があるとさらに滑りやすく歩行は困難となる。転倒災害を未然に防ぐために通路は極力水平となるよう工夫した。また、各作業場所間への往来は専用通路を設置し高低差がある場合は、階段として踏面は水平にした。

2-3. 河川環境対策

架橋地点の奈良井川は工事現場周辺を含めウグイ、ヤマメ、イワナ、アユの漁場となっている。仮栈橋工事期間は、幸い漁期ではなかったが、水道水取水口が下流にあるため、水質汚濁に配慮する必要があった。仮栈橋およびベント基礎の基礎杭は、河岸および河床の岩盤を掘削してH鋼杭を建て込み、孔内に砂を充填する設計であり、特に流水部の掘削時には河川の汚濁を招く恐れがあった。

汚濁防止対策として、図-4に示すように流水箇所の施工は杭位置周囲を河床礫材で水面付近まで盛土し、その上に大型土のうを設置して、囲い掘削による排出土を貯蔵できる状態で掘削することとした。



図-4 基礎杭掘削状況

3. おわりに

工事期間中は住民の皆さんの見学する姿を多く見かけ、事業に対する期待が大きいものであることを感じた。時には工事現場の中に招いて説明したこともあり、忘れられない思い出となった。変更協議や地元住民および市役所等との調整等でお手数をお掛けした飯田国道事務所および木曾維持出張所の皆様に紙面を借りてお礼申し上げます。

人道橋から上下水道管添架単独橋へ

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

主任技術者

橋梁設計部

稲 葉

章[○]

森

宏 知

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：丹生橋上下水道単独橋設置工事
- (2) 発 注 者：米原市
- (3) 工事場所：滋賀県米原市折枝地先
- (4) 工 期：平成28年9月21日～
平成29年4月28日

本工事は、上下水道管が添架された人道橋を上下水道管添架単独橋として架け替えを行う工事である。旧橋は平行する名神高速道路が昭和39年4月に開通した際、旧日本道路公団により建設されたものであるが、供用から50年以上が経過し、主構造の腐食の進行が激しいことから補修ではなく架け替えられることとなった（図-1）。



図-1 施工前・後

2. 現場における課題・問題点

本報告では、既存の上下水道管の供用を停止させることなく、狭隘な場所での新橋架設と老朽化した旧橋撤去についての施工ステップと施工に関し課題施工時において下記の課題・問題点があった。

(1) 施工時の安全性（耐荷力）

旧橋桁の腐食が激しいため、既に耐荷力が低下していることが懸念された。

既設床版の撤去作業には旧橋死荷重に加えて大型のコンクリート切断機や、コンクリート破砕機等の重量が橋面上に載るため、旧橋の耐力不足により崩落に至る危険性があった。

旧橋の対傾構撤去時の構造は、既存の上下水道管重量の偏載荷重により、旧橋桁が外側方向にねじり変形から、横倒れ座屈を生じて崩落に至る危険性があった。

(2) 施工性

新設桁を旧橋桁間の所定位置に架設すると旧橋桁との離隔が狭いため、新設主桁の高力ボルト締めが不可能であった。

3. 対応策・工夫・改善点

既存の上下水道の供用を停止させない課題に対しては、図-2に示す施工ステップに見直し対応した。

(1) 安全性確保の工夫

耐荷力に対しては、床版撤去の前に旧橋桁を支持するベント設備を4箇所設置し、新設桁架設時

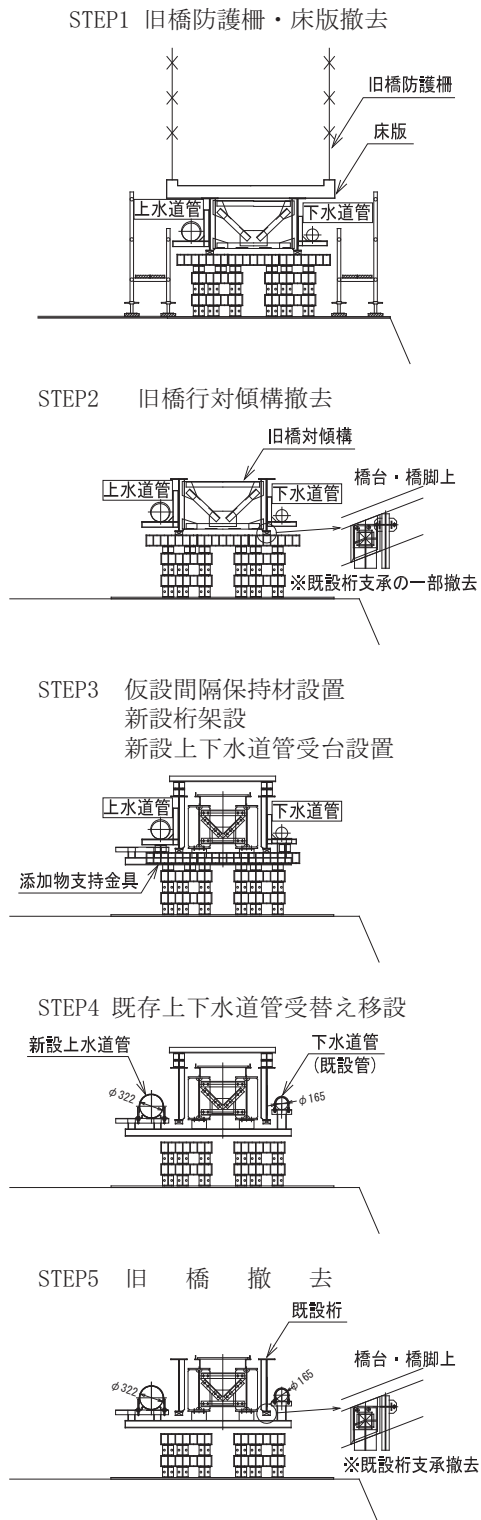


図-2 施工ステップ図

の鋼重を旧橋桁に負担させず、崩落の危険性を排除し、安全性を確保した。

更に、足場設備についても、当初は旧橋に吊足場を設置する計画であったが、旧橋桁の腐食状態から吊金具溶接部の信頼性が保証できないため、

河川内に設置した盛土上に直接支持する足場構造に変更した。

全体座屈に対しては、床版撤去後に以下の2項目を実施した。

- ①旧橋桁の主桁上下フランジに約4m間隔で仮設間隔保持材を設置し固定した。(STEP3)
 - ②既存の上下水道管をベント上で仮支持を行い、旧橋桁のねじれ変形を防止した。(STEP3)
- (2) 施工性の改善点

新設桁架設時の狭隘空間条件により作業できない工種は、1径間(3ブロック)を地組立にて高力ボルトまで本締めした状態で、旧橋桁間中央のベント上に仮置きし、所定位置まで主桁を横移動した(図-3)。

また、既設桁内の狭隘空間へのスムーズな架設には、桁の位置を調整するスペースが必要であり机上での図面確認と現地の対物確認を十分に行い既設桁の支承部が、新設桁と干渉することが判明し、架設前に干渉部を切断撤去し、架設を行った。



図-3 桁架設状況

4. おわりに

腐食の進行が激しい旧橋と狭隘な作業場所における課題に対し、前項で述べた対応策により既存の上下水道管の供用を停止させることなく新橋の架設と旧橋の撤去作業を安全に終えることができた。

河川切廻し箇所における掘削法面の保護対策

(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

1. はじめに

工事概要：

- (1) 工事名：剣淵川改修工事
- (2) 発注者：北海道 旭川建設管理部
- (3) 工事場所：上川郡和寒町字中和
- (4) 工期：平成29年3月22日～
平成30年3月20日

河川の改修工事（河川拡幅工事）において、現況河川の半分の断面（左岸側）を鋼矢板で仕切り、対岸の半分の断面（右岸側）を土工で切廻しする仮設工事で、切廻し箇所はブロックで保護されていた。

2. 現場における問題点

既設の護岸は、法面および河床をコンクリートブロックの三面張りで、約1.5t/個の積みタイプ、1.0m²あたり6個（350kg/m²）使いの連節タイプ、1辺が1.2mの平面タイプ及び袋型根固め工法タイプの4種類が施工されていた（図-1）。



図-1 既設護岸現況

工事施工完了後には、現況の資材を再利用して復旧することとされており、右岸側の堤防（図-1写真の下側）は、営農のトラクターやトラックの通行が頻繁にあるため、築堤天端幅狭くすることや、通行止め、迂回路を利用してもらうことは出来ないため、切廻しする河川幅 $W=3.0\text{m}$ と築堤天端幅の $W=3.0\text{m}$ を確保し、用地境界内に納まるように掘削法面の保護を行うことが課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

方法としては、掘削断面を変更しない施工法と設置するブロック幅分を広げて掘削する施工法が考えられ、下記の①から③について作業性や資材の調達について検討を行なった。

- ①掘削した法面勾配にあわせて養生シート及びマットを張る方法。
- ②連節ブロックを法面に布設する方法。
- ③平面ブロック（幅1.2m）の大きさ分の掘削幅を広げてブロックを布設する方法。

上記の条件を比較した結果は下記通りです。

- ①特徴：一般品の使用のため資材は○、施工性は○、掘削断面を変更しないため用地に対しても○、検討事項：河川の水が増水し、掘削法面が洗掘された場合は復旧費用や時間を必要とする。
- ②特徴：掘削断面を変更しないため用地は○、既設のブロックを再使用のため施工性は△、検討事項：ブロックの下端にはコンクリート基礎等を必要とする。（法留コンクリート）

③特徴：掘削断面を変更するため用地は△、既設の平面ブロックを再使用するため施工性は△
 検討事項：ブロックを布設することから河川部の掘削幅を1.2m広げ、地域外の用地も1.2m広く必要となる。そのほかに検討した事項として、掘削の法面勾配を変更して用地境界内に納める方法、ブロックを法勾配に合わせて布設などの検討も行った。



図-2 河川切廻し状況（鉄板養生）



図-3 河川切廻し状況（シート保護）

以上の条件から、法面勾配に合わせて鉄板+透明シート（布入り）で保護する方法とした。

1) 常時水が流れる切廻しの下端は、敷鉄板（幅1.5×長さ6.0m 厚さ22mm）を勾配にあわせて敷設した（図-2）。

2) 鉄板の連結部は重ね合わせとし、上部1箇所をブルマンで固定し土砂流出防止とした（図-4）。

3) 法面保護には、掘削法面の点検を目視確認するため透明シート（布入り）を使用した（図-5）。

1)から3)を行うことで、切り廻しを用地境界内

に納めることが出来て、鉄板敷設やシート設置を1日で施工できた。また、降雨等で河川水が増水した時は、鉄板裏の土砂が流出したため砂利で補充を行った。河川切廻しの工事は、8月下旬に実施したが、砂利の補充した回数は2回（平成30年1月現在）で作業時間は約0.5日程度となった。



図-4 鉄板の重ね合わせ連結状況



図-5 透明シート（布入り）設置状況



図-6 河川増水時の状況（仮設完了）

4. おわりに

今回施工した掘削法面の保護対策は、特殊な機械や資材を使用せず、一般品で施工を終えることが出来ました。用地に余裕のない箇所での法面保護や仮設道路の設置など類似の条件では有効な方法の一つと考えます。

設計概念にとらわれない発想と単管パイプによる 乗用車迂回路の設置

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
工事部 課長
荻久保 武志

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度 社会資本整備総合
交付金（広域連携）工事
- (2) 発注者：長野県 大町建設事務所
- (3) 工事場所：(国)148号 長野県北安曇郡
小谷村 通～柳瀬（雨中）(1)
- (4) 工期：平成28年8月30日～
平成29年9月29日

2. 現場における問題点

村道脇に大口径ボーリングにより抑止鋼管杭を施工する工事であったが迂回路がなく、また住民説明会においても一時的な工事車両の駐車は良いが、時間通行止めの同意は得られなかった。

大口径ボーリングの施工は足場上で行うが、鋼管杭を足場上に運搬するためのクレーンや生コン車は重量があり足場上に載せることができないため、村道上に長時間設置する必要があった。

このため、住民車両の通行を常時確保しつつ鋼管杭工の施工を行う方法が問題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

施工を行うための機械は大型で重量があるが、住民車両は乗用車のみであったため鋼管杭施工位置を村道中心に移し、乗用車迂回路を村道脇に設

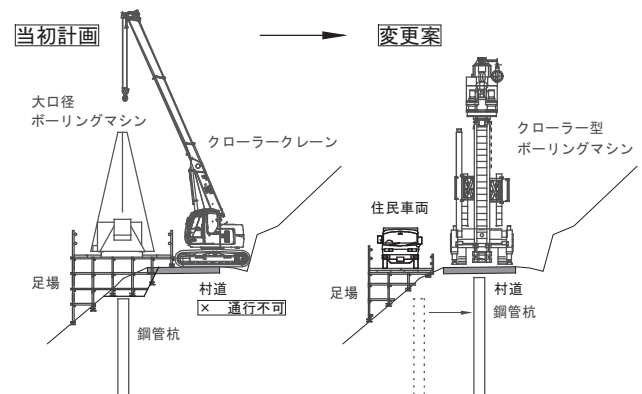


図-1

置することを考えた（図-1）。

その際に問題となる事項について下記の通り調査・検討し、協議・対策を行った。

- ・村道下には埋設物は無く、舗装を復旧する条件で管理者の了解を得ることができた。
- ・当初計画位置に盛土や矢板を設置して、施工するよりも安価であった。
- ・鋼管杭工の変更位置について再計算を行った結果、仕様が変わることはなかった。
- ・村道上で施工する場合は足場が不要なためクローラータイプの掘削機が使用でき、高所での足場組立解体作業がなくなることによる安全性の向上、工程短縮の利点があった。
- ・システム構台や鋼材による迂回路を設置した事例はあるが、通行止めの規制ができない条件のため、人力で運搬、組立が可能な単管パイプで目的の迂回路が設置できるか構造計算を行い、

その結果に基づき組み立てた。

結果、施工中は常に乗用車や郵便等の車両が往来できる状態が確保できた。

また、施工範囲と迂回路は手すりにより明確に分離され、互いの接触による危険性がなくなった（図-2）。



図-2

設置当初は車両が通行すると表面に設置したゴムマットがずれて何回か敷き直しをしたが、ゴムマットの隙間に栈木を打ち付ける工夫でその必要がなくなった（図-3）。



図-3

鋼管杭工は安定した道路上で作業が中断されることなく、出来形、品質とも満足する施工ができた。

4. おわりに

今回の迂回路は車両総重量5 t未満の条件で構造計算を行い、その結果に基づき熟練のとび工により組み立てを行った。

輪荷重を分散させるゴムマットや点検・管理を確実に行えば乗用車の迂回路は単管パイプで作成することが可能であることが証明できた。

システム構台と違い単管パイプで組み立てる場合は走行面の勾配も調整できるため、汎用が効くと考えられる。

今回設置した迂回路の延長は90m、幅3 m、最大勾配は10%であった（図-4）。



図-4

今回の協議をおこなった時に設計サイドから「設計は道路の真ん中に抑止鋼管杭を施工するなんてことは考えない」と言われたことが印象的であった。

設計者の考えを尊重し、それに沿った施工を行う事が第一ですが、安全面や合理性から施工時点で協議を行う事が多々あります。

私たち施工者はもちろんですが、設計者の方もさまざまな施工中の現場に足を運んで話をし、このような報告にも目を通していただければ概念にとらわれない発想が生まれ、より生産性の向上につながっていくことと考えます。

施工計画

猿橋（片刎（かたはね）橋）における施工の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラシステム

担当技術者

監理技術者兼現場代理人

林

基樹[○]

三

宅隆之

1. はじめに

本工事は、吾妻峡に江戸初期より存在していた猿橋を再現し、渓谷の回遊ルートの一部となる歩道橋を施工するものである。橋梁形式は「刎橋」と呼ばれ、岸の岩盤に穴を開けて刎木を斜めに差し込み、空中に突き出させ、その上に刎木を何本も重ねて支間部に向けて刎木出していく架橋技術を、鋼桁で模したものである。なお、片方の岸から刎木出しているものを片刎橋という。

工事概要

- (1) 工事名：単独公共水源地域整備事業
（受託単独）猿橋上部工
- (2) 発注者：群馬県八ッ場ダム水源地域対策事務所
- (3) 工事場所：群馬県吾妻郡東吾妻町大字三島地内
- (4) 工期：平成27年7月14日～
平成28年3月15日
- (5) 橋梁形式：鋼片刎橋

2. 施工における問題点と工夫・改善点

2.1 H形鋼を用いた主桁

主桁にはH形鋼（H900×300）を用いているが、橋梁の縦断勾配や製作そりを、直線状に圧延・製造されたH形鋼に付加する必要がある。H形鋼の曲げ加工はプレス加工によって行った。加工条件として①部材の両端それぞれに1.5m ずつの

つかみ代が必要、②つかみ代の中の曲げ加工は同一半径の円形に限定、といった制約があった。そのため、直線と曲線の組合せにて製作そりに近似させることとした。近似製作そりの検討の結果、誤差を3mm以下に抑えることができ、出来形に影響を及ぼさない範囲であることが確認できた。

2.2 溶融亜鉛めっき施工の対策

本橋の防錆仕様は溶融亜鉛めっき（HDZ55）であり、高温のめっき槽への浸漬による変形対策が求められた。特に、溶接の熱影響を原因とした変形が懸念され、部材断面に対して片面に偏って部材が取り付けられると、部材が面外に変形する傾向がある。一般的に桁外側に補剛材を設置しない構造詳細を採用するため、部材が主桁の片面に集中して取り付けられることにより変形が懸念されるが、幸い本橋は鋼桁の外面を外装板で覆う計画のため、両面に補剛材を追加設置し、なるべく対称に部材を設置することとした（図-1）。

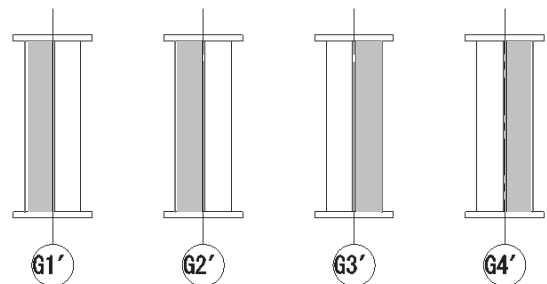


図-1 垂直補剛材の追加

これらの対策により、面外方向の変形を抑制で

き、溶融亜鉛めっき施工後の仮組立において部材の矯正作業を省力化できた。一方で、前述した主桁のプレス加工によって付加した製作そりが、めっき施工時の熱影響によって解放されてしまい、再矯正と出来形の調整に労力を要した。溶融亜鉛めっきを施工する部材にプレス加工を行う場合は、プレス加工を必要としない、鋼板を用いた溶接構造の採用を比較検討すべきである。

2.3 現場施工期間の短縮

架設開始時期の制約から、現場開始から工期末までが1ヶ月強と短期間であり、現場作業の省力化が求められた。

主桁はG1桁とG2桁、G3桁とG4桁をそれぞれ横桁、対傾構及び横構で一体化させた箱形状で架設する計画とし、製作工場で仮組立検査を実施した後、高力ボルト本締めまで完了させて輸送を行った(図-2)。当初の架設工法はケーブルクレーン架設であったが、橋台部に一体化させた刎ね木の特性を生かして、550t吊オールテレーンクレーンと50t吊ラフタークレーンを併用した張出架設に変更した(図-3、図-4)。これらの対策により、約3ヶ月を予定していた現場工程を2ヶ月短縮し、1ヶ月間で架設を完了した。

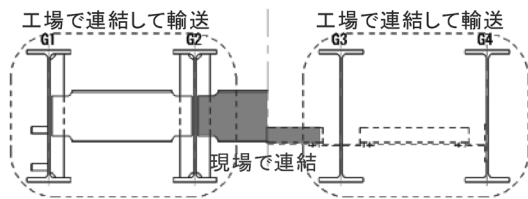


図-2 輸送ブロック

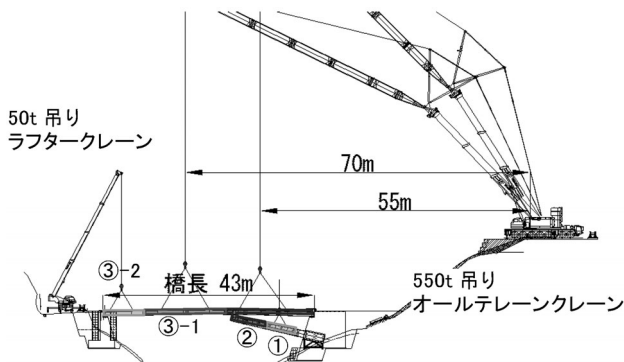


図-3 架設計画図



図-4 架設状況

3. おわりに

本橋は風光明媚な吾妻峡の探勝遊歩道の新たなスポットとして供用が開始された。渓谷美を間近に楽しめる橋として、永く訪問者に愛され続けることを期待する。また施工にあたって、群馬県八ッ場ダム水源地域対策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。



図-5 猿橋全景（鋼桁架設完了時）



図-6 猿橋全景（完成時）

高速道路本線上の一括架設における設計留意事項

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

担当技術者

監理技術者

現場代理人

吉 嶺 建 史[○]

楠 本 栄 作

柴 田 望

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：北関東自動車道太田パーキングエリアランプ橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：群馬県太田市大原町～
群馬県太田市東今泉町
- (4) 工 期：平成28年8月26日～
平成30年3月18日

本橋は北関東自動車道に新設されるパーキングエリアと本線を結ぶランプ橋で、オンランプ、オフランプで、ほぼ同諸元のAランプ、Bランプの2橋で構成される。鋼3径間連続の1-BOX桁で平面線形はR80mと曲線半径が非常に小さいという特徴がある。図-1に示した本線を跨ぐ支間約50mの中央径間は本線上からキャリアによる一括架設を行う。

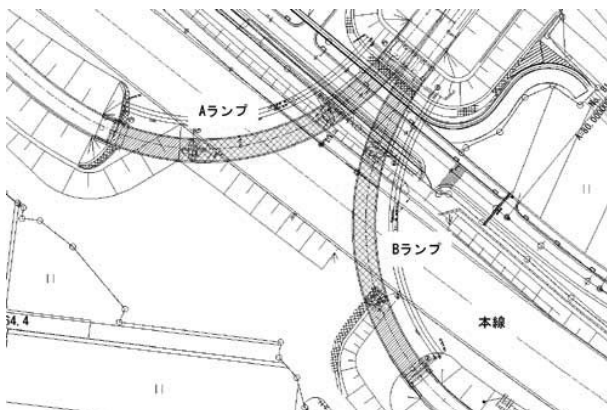


図-1 橋梁一般図



図-2 キャリア架設状況

2. 現場における問題点

本橋の架設順序は、本線を跨ぐ中央径間をキャリアで一括架設した後、両側径間をトラッククレーンベントにて架設するというものである。この架設順序では以下の問題が存在した。

①完成系と異なる主桁支持状態

完成系は3径間連続桁であるが、主桁をキャリアで受けた状態は、図-2に示すように張り出しの長い単純支持桁となり、完成系と異なる応力状態となる。そこで、この状態での主桁断面構成について検討した。

②キャリア受け替え時の支点条件

図-3に示すように、地組時はベント上での多点支持状態である。キャリアへ受け替える直前には、地組桁の下へキャリアを挿入するためにベントを一部開放する。この時、地組桁は6点支持となる。キャリア受け替え後は4点支持となり、支

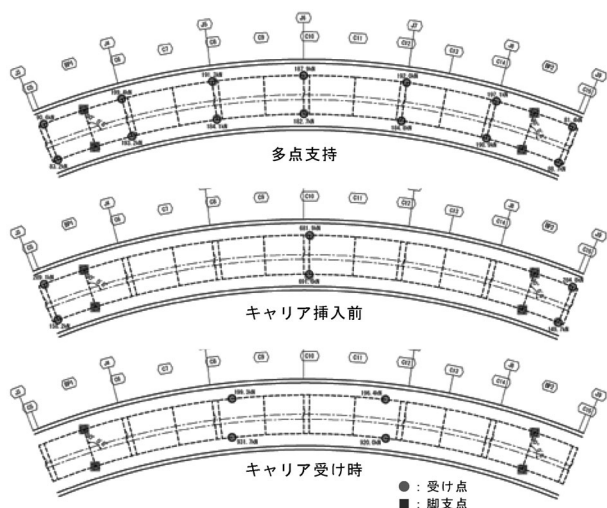


図-3 架設時の桁受け点位置

持状態で受け点の死荷重反力が異なるため、各状態での反力を算出し架設補強について検討した。

③脚受け替え後の転倒防止

本橋は曲線橋のため、曲率の外側へ倒れやすい構造である。特にキャリア架設後、中央径間だけを脚で単純支持した状態では、完成系よりも不安定な状態となる。そこで、この状態での桁の転倒防止について検討した。

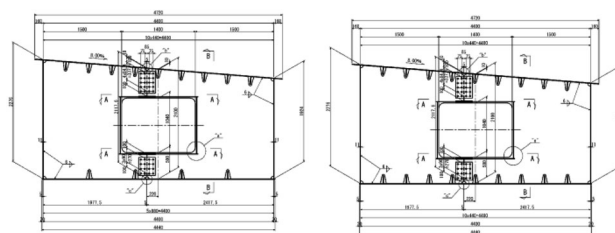
3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 完成系と異なる主桁支持状態

キャリアで受けた状態では、受け点から張力出しが長い間、受け点上に負曲げが発生する。完成系では、この支点位置は正曲げ区間のため、架設時の応力照査を行った結果、下フランジの縦リブを図-4に示すように、4本配置から9本配置へと変更した。

3-2 キャリア受け替え時の支点条件

地組からキャリアに受け替える際、図-3に示すように受点数が変化する。キャリアを地組桁の下に挿入する際には6点支持、キャリア受け替え後は4点支持となる。桁は曲率の外側へ倒れやすく、死荷重反力はアンバランスとなり、6点支持、4点支持の状態とも、3点支持状態となることが想定される。したがって、これらの受け点には各支点反力に不均等係数を考慮して受け点補強を追



完成系断面 架設系による断面

図-4 架設系による縦リブ配置



図-5 転倒防止ブラケット

表-1 中央径間単純支持の支点反力

		P1		P2	
		反力(kN)	Web~重心位置(m)	反力(kN)	Web~重心位置(m)
Aランプ	L	896.698	0.110	903.521	0.161
	R	22.923	4.290	34.395	4.239
	Σ P1	919.621	4.400	937.916	4.400
Bランプ	L	1,039.104	-0.133	1,037.258	-0.148
	R	-30.587	4.533	-33.853	4.548
	Σ P2	1,008.517	4.400	1,003.405	4.400

加した。

3-3 脚受け替え後の転倒防止

一括架設後、脚へ受け替えた状態での支点反力を算出すると、表-1に示すようにBランプの内側の支点部には、わずかであるが負反力が生じていた。架設時の風荷重、地震荷重による桁の転倒防止対策として、図-5に示すように、転倒防止ブラケットを支点部の曲率外側へ設置し、側径間架設時までベント支持した。

4. おわりに

本橋に限らず、架設時には、完成系とは異なる応力状態となる場合が多々ある。架設ステップを設計にフィードバックし、各ステップでの桁の応力状態を適切に照査して必要な補強等を行うことが安全施工につながると考えられる。

高速5号池袋線における裏面吸音板補強工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社 IHI インフラシステム

監理技術者

原 村 高 志[○]

現場代理人

渡 邊 裕 一

設計担当

師 山 裕

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：(修)上部工補強工事1-113
- (2) 発 注 者：首都高速道路株式会社東京西局
- (3) 工事場所：東京都板橋区仲宿他
- (4) 工 期：平成26年3月13日～
平成28年11月6日

本工事は、高速3号渋谷線及び高速5号池袋線の鋼桁・鋼橋脚において発見された、き裂・腐食・その他各種損傷に対し、補修・補強する工事である。工事場所は、板橋工区（都営三田線・板橋区役所前付近）、飯田橋工区（JR飯田橋駅付近）、渋谷工区（東急田園都市線三軒茶屋付近）の3工区に分かれるが、ここでは板橋工区で実施した裏面吸音板補強工事について報告する。



図-1 5号池袋線（板橋工区）

2. 補強の目的および施工における課題

裏面吸音板補強を設置するにあたり、以下の目的と課題があった。

- (1) 本工事の施工範囲内の裏面吸音板は、平成元年および平成2年に設置されたものであり、振止め材が設置されておらず、車両通行に伴う裏面吸音板の振動が大きい。
- (2) 高速5号池袋線において、既設裏面吸音板の吊材と縦梁が溶接接合されている箇所、き裂損傷が発見された。当該工区も同様の構造である。
- (3) 裏面吸音板の直下は、交通量の多い、都道（山手通り）上または、首都高速道路上であるため、裏面吸音板の落下が許されない場所であること。
- (4) 既設塗膜には、鉛が含有されているため、既設塗膜を除去する際には、作業員の安全および環境への影響を考慮した施工が必要であること。

3. 工夫・改善点と適用結果

上述の目的を果たすため、以下に示す補強を行った。

(1) 縦横振防止工

裏面吸音板の振動を抑制するために、縦横振防止として、下記の設置方針でターンバックルを設置した。

①横振れ防止工

- ・主桁と横梁をターンバックルで連結する構造とする。
- ・1スパンあたり3カ所設置する。

②縦振れ防止工

- ・横桁、または対傾構下弦材と縦梁をターンバックルで連結する構造とする。
- ・振れ止めは、全縦梁に対して設置する。
- ・1スパン当たり橋軸方向に3カ所設置する。



図-2 縦横振れ防止工

本体と支持金具との接触面は、摩擦接合となるため、既設塗膜の除去が必要であったが、狭隘部での鉛丹さび止め塗料の除去作業となることから、剥離剤の使用が非常に困難であった。このため、剥離した含鉛塗料を真空掃除機（2台）で吸い込みながら、動力工具により既設塗膜を除去する方法を採用した。また、換気の際には集塵機を使用した。作業環境測定の結果、第1管理区分の作業環境であることを確認した。

(2) 支持材補強工

予防保全として、吊材と縦梁をボルト接合する支持材補強を行った。使用するボルトナットには、ゆるみ止めナット A 種として首都高速道路にて使用が認められている、ハイパーロードナットを使用することとした。

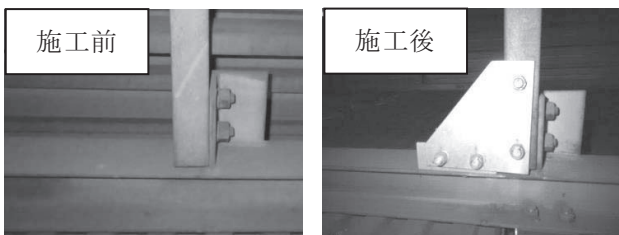


図-3 支持材補強工

(3) 落下防止工

パネルと横梁には落下防止ワイヤーが設置されていること、吊り材と縦梁接合部は本工事で施工する支持材補強工により補強されることを考慮し、弱点となる縦梁横梁の接合部に着目し、ゆるみ止めを行った。具体的には、縦梁横梁の接合部のボルトを緩み止めナット A 種（ハイパーロードナット）に取り替えることを考えたが、施工時にボルトナットを落下させるリスクが高いことから、安全性を考慮して採用せず、既設ボルトの余長部に緩み止め金具を取り付ける方法とした。

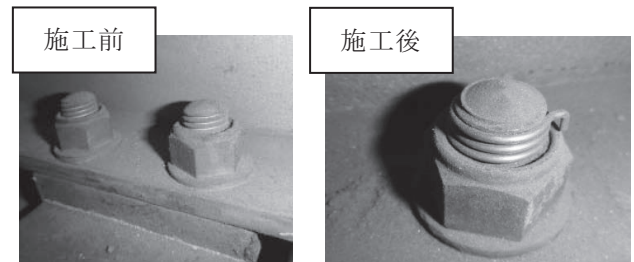


図-4 落下物防止工

上述した各工種の施工数量を表-1に示す。

表-1

縦横振防止工	横振れ防止工	ターンバックル 576組
	縦振れ防止工	ターンバックル 1,080組
支持材補強工		1,000箇所
落下防止工		緩み止め金具 12,056個

4. おわりに

本橋は、交通量の多い、都道（山手通り）上または、首都高速道路上での施工となるため、落下・飛散が許されない供用下での補強工事となったが、当該工区では、無事故無災害で完工することができ、今後の類似工事の参考になると言える。本工事の施工にあたり、ご指導・ご協力いただきました首都高速株式会社をはじめとする関係各位に深く感謝いたします。

河川内橋脚工事における工期の短縮について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
監理技術者
後 藤 貴 保

1. はじめに

本工事は筑後川水系巨勢川において、洪水対策である河道拡幅事業の一貫で、高島橋架替えに伴うP1橋脚を施工する工事です。

工事概要

- (1) 工 事 名：巨瀬川高島橋架替（P1橋脚）受託合併工事
- (2) 発 注 者：国土交通省九州地方整備局
- (3) 工事場所：福岡県久留米市田主丸町竹野地先
- (4) 工 期：平成28年10月20日～平成29年6月30日



図-1 着工前

2. 現場における問題点

本工事は河川内の施工であり、出水期（6月10日）までに河川内の工事を完成しなければならない。前発注工事に遅れが生じ、本工事と同一施工箇所であるため並行して施工が出来なかったことにより、工事着手が2か月間遅れた。さらに護岸復旧や堤防復旧などの追加工事が発生した。この条件で工程表を作成し工期を算出したところ6月末までの施工となり、出水期までに工事を完成させることが困難になった。よって如何に工程を短縮して、出水期までに工事を完成させるかが最大の問題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

工程短縮を検討する中で、コンクリートの養生期間の短縮や早強コンクリートの使用などが対策案として上がった。これらを行うことで簡単に工程短縮を図れるが、養生不足で起こる乾燥ひび割れや早強コンクリートの急激な発熱による温度ひび割れなどが懸念された。

コンクリート構造物のライフサイクルコストに影響しない方法で対策を再検討し、以下のことを実施した。

- (1) 仮設土留め・仮締切り～作業土工の昼夜工事
一般的な工程の短縮方法として、作業班を増す

方法があるが、橋脚1基を狭いヤードで施工する工事であり、並行して2班体制で施工ができない。そこで幸いにも施工箇所周辺に民家がなかった為、昼と夜の2班体制で施工し、工程の短縮を行う事とした。対象工種として、比較的振動・騒音が少ない仮設土留めの腹起し設置と床掘りで行う事とした。又、その他工種においても、施工時間を延長する事で、10日間の工程を短縮した。

施工箇所に近接した民家は無かったが、細心の注意を払い、周辺住民に対してチラシを配布し、夜間工事や作業時間延長を周知した。



図-2 夜間作業状況

(2) 腹起し材に新技術高強度腹起工法（ヒロセメガビーム）を活用

設計では仮締切りの中央に切梁が3段入るようになっていたが、ヒロセメガビームを活用することで切梁が不要になった事により、仮締切内での作業において施工性と安全性を向上させ、工程の短縮を行う事とした。施工性が向上した工種は、作業土工（床掘り・埋戻し）、場所打杭工（杭頭処理）、鉄筋工（組立）、型枠工（組立・解体）、コンクリート工（打設）、足場工（組立・解体）であり、10日間程工程を短縮した。切梁が不要となったことで、重機作業等で死角が減り、安全性も向上した。

費用は増加したが、工程を短縮する為に効果は絶大であった。



図-3 ヒロセメガビーム設置状況

上記の対策を行うことで、出水期までに河川内の工事を終えることが出来た。



図-4 完成写真

4. おわりに

今回の工事は、工程短縮が問題点であるように突貫工事になりました。そこで工程厳守や高品質の構造物を作ることも大事だが、最も重要なのは安全である。突貫工事で忙しくて、安全が疎かになり事故が起きたら元も子もない。

グループによる危険予知活動や各個人が自分の持ち場で行う一人KY、重機を使用する時は綿密な重機の作業計画など、毎日行う安全管理を徹底して危険リスクを低減することで、無事故で作業を終えることが出来た。

補強土壁の施工について

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

1. はじめに

本工事は、有明海沿岸道路整備事業の一環として施工する柳川西 IC 改築工事である。施工場所は、国道385号線と有明海沿岸道路（側道）と交差する柳川西 IC 入口交差点から50m 大川側に位置し、有明海沿岸道路の側道上下線間で、A2 橋台から大川方面に補強土壁120m の施工を行うものである。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号 柳川西 IC 改築外工事
- (2) 発注者：九州地方整備局 福岡国道事務所
有明海沿岸道路出張所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市東蒲池地内
- (4) 工期：平成28年3月11日～
平成28年9月9日

2. 現場における問題点

補強土壁は、コンクリート壁面タイプの補強土壁工法で、軟弱地盤上に構築できるアダムウォール工法（壁面後施工タイプ）にて施工を行った。

この工法では、構築された盛土（内壁一次施工）とコンクリート壁面（外観二次施工）が分離されているため、一次施工を構築し軟弱地盤の圧密沈下終了後に二次施工を構築する工法である。

本工事においては、補強土壁一次施工後の圧密沈下を待たずに二次施工を連続して行うものであ

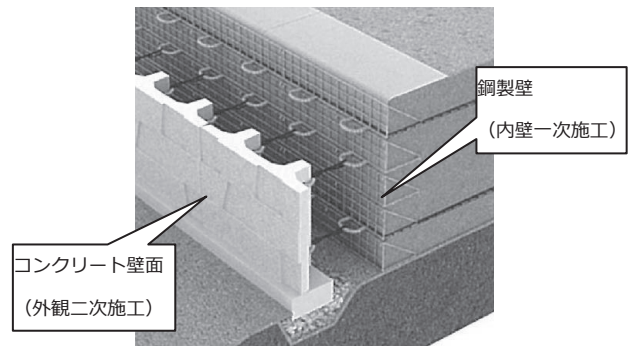


図-1 補強土壁概要図
（引用：前田工織株式会社カタログより）

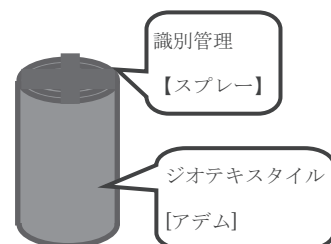
り、また、前工事が完了しておらず5月GW明けからの施工開始となった為、工期短縮が問題点として上げられた。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ① ジオテキスタイル（以下、アダム）の管理
アダムは設置位置により強度が異なっており、アダムの誤使用にて手直し工事が無いように、ア

表-1

品番	HG-50	HG-60	HG-80	HG-100	HG-120	HG-150
強度kN/m	47	57	76	93	112	139
識別管理	青	黄色	白	緑	橙	赤



デムに種類を容易に識別できるように切断加工前に、アデムの側面にスプレーにて強度別に色分け着色を行って施工を行った。



図-2 識別管理（着色）

② アデムの事前加工について

アデムを事前に切断加工することにより、アデム敷設作業を少しでも短縮するように努めた。また、誤使用を防止するためにアデムに名札及び敷設表を作成し施工を行った。



図-3 アデム事前切断

③ 軽量盛土の施工について

A2橋台背面部は、H=10.2mと標高差があり二次施工を半分施工しての軽量盛土では、工期短縮が見込めないため、二次施工を完了してから軽量盛土を施工する方向で検討した。しかし、コンクリート壁面の変位が懸念されたため、対策が必要となった。対策は、H鋼（125mm×125mm L=9000mm）を2本コンクリート壁固定鋼材に頭繋ぎ（リキマン固定）することにより、変位防止を行ったことで、軽量盛土施工の待機期間を設けることなく、二次施工完了後速やかに軽量盛土施工を行うことができた。



図-4 H鋼による頭繋ぎ

④ 埋め戻しの施工について

A2橋台背面部のH=10.2m部分は、壁面高さもあり軽量盛土を施工する前に埋め戻しを行った方が、工期を短縮できると考えた。しかし、コンクリート壁面は内側から外側への圧力に対する強度はあっても、外側から内側への強度はなかったため、固定鋼材として等辺山形鋼（50mm×50mm L=300mm）でコンクリート壁を突っ張り、外側からの土圧に耐えられるように溶接固定を行った。



図-5 固定鋼材の設置

4. おわりに

本工事は、前工事が完了していない中での発注であり、工期内での完了が厳しかった中で、上記の記載のとおり工夫をして施工を行った結果、工期内で完了することができた。

最後に、近隣の住民から、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。

工法提案による安全性向上と工程管理

長野県土木施工管理技士会
株式会社 倉品組
川田 幸二

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度通常砂防工事
(砂)北原沢
- (2) 発注者：長野県土尻川砂防事務所
- (3) 工事場所：大町市美麻湯の海
- (4) 工期：平成28年9月21日～
平成30年8月10日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

工事箇所の地質は砂岩・泥岩から成る流域面積0.09km²の土石流危険渓流Ⅰである。河床勾配も約1/6と非常に急峻であり、過去2度の土石流災害も起きている(図-1)。工事施工中、現場に於ける安全対策(土石流センサー、気象観測)を行った上、さらに施工方法を見直し、より安全に施工を行い、かつ工期短縮に繋がる工法を提案し実行した。

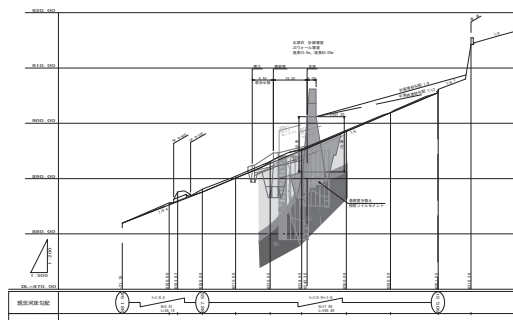


図-1

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 堰堤壁面材の基礎工

工事箇所の堰堤掘削後の法面は安定勾配で切っても水分を含むと崩れ易い土質で(図-2)、上流側基礎は当初計画(A)のように台形の形状で堰堤本体の外側でアンカー固定する設計であった。その為、壁面材の設置・固定作業を不安定な掘削法面を背に堰堤外部から行わなければならない、もし作業中に背面の法面崩落が発生したら、崩落土砂と壁面材に挟まれ逃げ場もなく労働災害の大きな危険性がある。そこで、変更計画(B)のように基礎形状を長方形にし、壁面材の構造を見直し堰堤内部から設置・固定作業が可能な工法にして安全性の問題を解決した。また、基礎コンクリートは

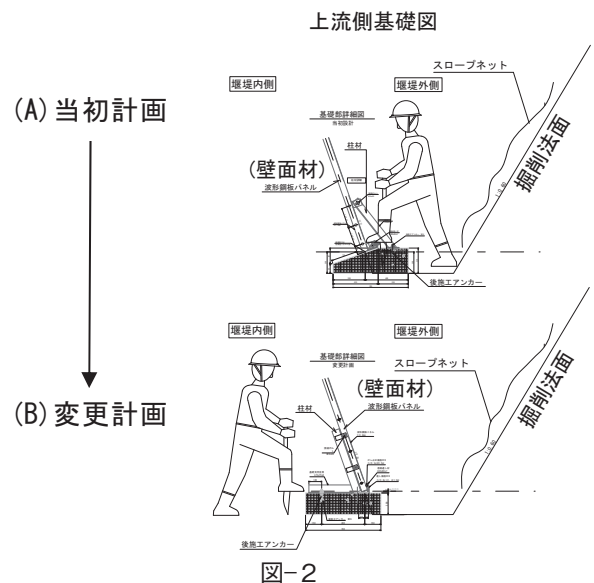


図-2

北原沢 堰堤構造図 (2/2) S=1:200
(JSウォール堰堤、H=10.00m)

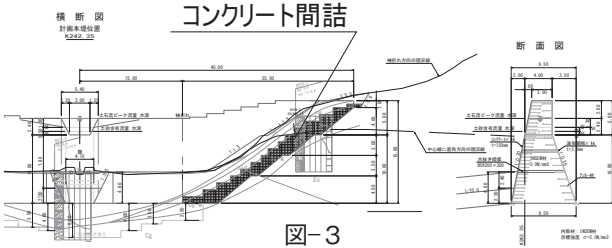


図-3

全て二次製品化して現場作業を最小限にした。以上の工夫、構造変更の結果、安全性が向上し、基礎コンクリートの施工簡易化は工程短縮に繋がった。

(2) 堰堤間詰工

当初(図-3)は従来からのコンクリートによる間詰工法で設計されていた。しかし、現地は崩れ易い土質の法面である上、内部材(INSEM)と外部間詰(コンクリート)は同時打設が不可能なため、工程が段階的になり日数がかかる。また、型枠施工中に不安定法面の崩落も想定され危険性も高く、手戻りリスクがあった。よって、工法を再検討・協議し、外部間詰を内部材(INSEM)と同配合、同時打設(1層/@25cm)に変更して(図-4、5)、安全性、施工性の大幅な向上、手戻りリスクのゼロ化を目指した。また、間詰端部は1層/@25cmの階段状に施工し、端部型枠を省略した結果、後々の土砂埋戻し時に間詰INSEMと土砂の安定性向上にも繋がった。以上の工法変更により、施工の簡略化になり、品質向上、コス



図-6 左岸側間詰



図-7 左岸上流間詰



図-8 右岸上流間詰

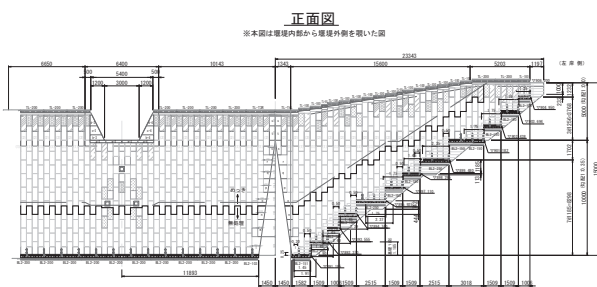


図-4

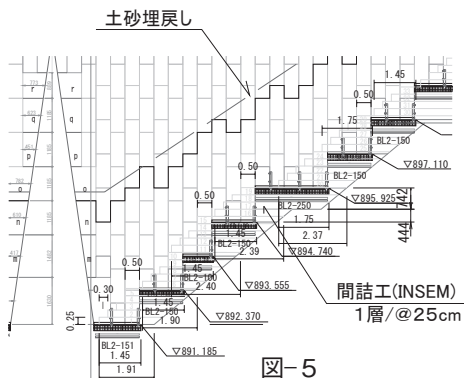


図-5

ト削減、手戻りリスクゼロ化を無くし、大幅な工程短縮という結果が得られた(図-6~8)。

4. おわりに

今回の堰堤工事は、長野県で初めて発注されたJSウォール工法によるソイルセメント(転圧タイプ)工事なので、事前に施工現場の見学も出来ず、施工資料も少なく、手探りの施工計画だったが、この地域(大町市美麻)に多数の砂防堰堤を施工した経験から、工事工法が変わってもこの地域の地形・土質は同じであり、どんな工法であっても、より単純な施工方法を選択し、最も安全性が高い手順・方法を探り、立案する事が構造物の品質向上・工程短縮に繋がっていくと改めて感じた。

業界に先駆けた現地工事における完全週休2日制導入

日本橋梁建設土木施工管理技士会

JFE エンジニアリング株式会社

監理技術者

担当技師

伊 佐 和 人[○]

木 邑 義 孝

1. はじめに

近年、日本の労働環境は超過労働の問題から完全週休2日制もしくは週休3日制の導入やテレワークの採用など働き方改革を実践しライフワークバランスを調整する動きがある。そのような中において建設業は週休1日が慣例であり世間の動向からは大きく遅れている。また、建設業は技師不足・若手作業員不足という問題を抱えており、その背景には建設業に対する負のイメージが影響している。そこで社会保険の加入義務付けや女性技師・作業員の積極的な採用等の就業環境の改善により建設業のイメージアップを図っている。

しかしながら、建設業における完全週休2日制の導入にあたっては作業員の賃金体系など多くの課題を解決しなければならない。

そこで本報告では、業界に先駆けた現地工事に

おける完全週休2日制の実施状況の報告と今後の課題について述べる。

2. 工事概要 (図-1)

- (1) 工 事 名：多伎朝山道路口田儀第2高架橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中国地方整備局松江国道事務所
- (3) 工事場所：島根県出雲市多伎町口田儀 地内
- (4) 工 期：平成28年2月13日～平成29年9月29日
- (5) 橋梁形式：鋼単純合成細幅箱桁橋
- (6) 架設方法：送出し架設

3. 完全週休2日制導入における課題

完全週休2日制の導入にあたり下記の課題について解決しなければならない。

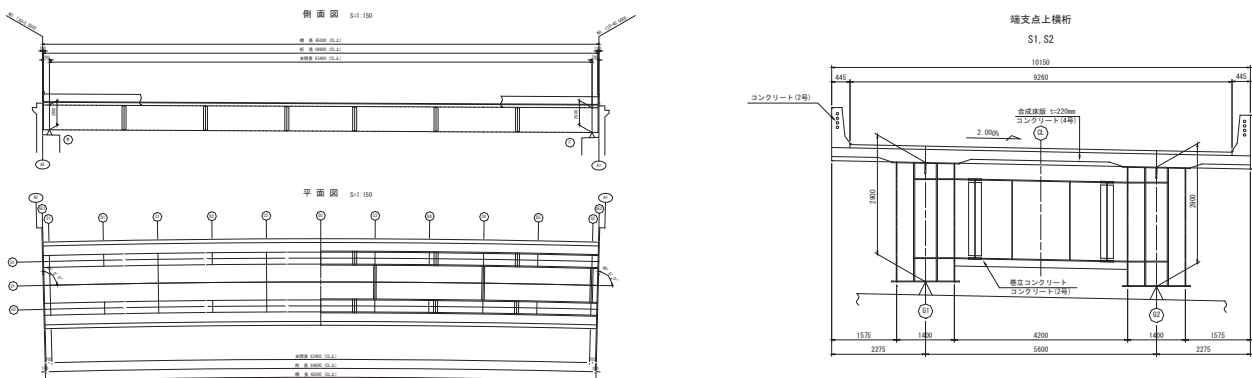


図-1 構造一般図

表-1 橋梁特殊工：計算例（円/日）

	月	火	水	木	金	土	日	合計
従来	27,000 (8H)	27,000 (8H)	27,000 (8H)	27,000 (8H)	27,000 (8H)	27,000 (8H)	休工	162,000 (48H)
週休2日	33,750 (9.6H)	33,750 (9.6H)	33,750 (9.6H)	33,750 (9.6H)	33,750 (9.6H)	休工	休工	168,752 (48H)



図-2 ITツール

1. 作業員の給与の補償
2. 労務費の増大
3. 工期の長期化に対する対策
4. 職員業務の軽減

特に『作業員の給与の補償』に関しては、作業員の給与体系が日給月給であるため週休2日制を導入することにより1ヶ月内での労働日数が減少（最大5日）し給与が目減りしてしまう。さらに作業員の給与を単純に補償してしまうと現地工事予算において労務費が増大してしまうという問題がある。また、土曜日が休みになることにより単純に工期が延びることになってしまう。

これらの問題を解決しなければ完全週休2日制を導入することは難しい。

4. 対応策と適用結果

『作業員の給与の補償』対策として、協力業者と協議を重ねた上で、就業する月曜日から金曜日までの労働可能時間を8時間から9.6時間（早出残業）に増やし、割り増し金額を支払うことで作業員の給与を確保した。具体例を表-1に示す。また、1週間での総労働時間が同じになるため工期の長期化が避けられた。そのため労務費を単純に『作業員の給与の補償』した場合に比べ抑える事が可能となった。

『職員業務の軽減』の対策として、ITツール（日本橋梁建設協会でも推進しているi-Bridge）を

活用した。これにより、現場施工場所での不要な常駐時間を低減させるとともに現場作業終了後の書類作成時間を削減出来た。

本工事で使用したITツールを図-2に示す。

5. 今後の課題と対策

1. 市街地対策

本工事では早出残業が可能な地域であった（地元説明会で了解を得た）が、早出残業が出来ない地域では労働時間（日当たり施工量）調整が困難となるため、パーティー数を増やすなどの対策が必要となる。その際は労務費の増加が考えられる。

2. 冬季の日照時間が短い時の設備費

日照時間が短くなる冬季に早出残業する場合は、照明設備を設置する必要があり、設備費の増加が考えられる。

上述の課題に対して、労務費自体が底上げされれば、殆どの問題が解決され、作業員の給料化が実施されれば同じ効果が得られると考えられる。

6. おわりに

今回の取り組みは、暗中模索の状態での実施でした。当初は、協力業者も懐疑的でした。協議を重ねることで理解を得られ実施に踏み切れた事を誇りに思います。工事期間中は工程管理にプレッシャーを感じましたが無事完全週休2日を実施し完工できてほっとしています。

RC 橋脚巻きたて補強工法（PP 工法）における 夏期施工方法の改善

西田鉄工株式会社

現場代理人

鶴田 智之[○]

監理技術者

芥川 聡 美

1. はじめに

本工事は、東京都東部低地帯の河川施設整備計画に基づいた水門設備一式の更新、および本体工の耐震補強工事である。

- (1) 工事名： 堅川水門耐震補強工事
- (2) 発注者： 東京都
- (3) 工事場所： 東京都墨田区千歳一丁目地内
- (4) 工期： 平成26年3月6日～
平成30年3月14日

- ・ 鋼製単葉ローラゲート H8.86×W11.0 2門
- ・ 鋼製付属設備一式
- ・ 躯体補強工ほか一式
- ・ 電気工事一式
- ・ 上屋建築工事一式

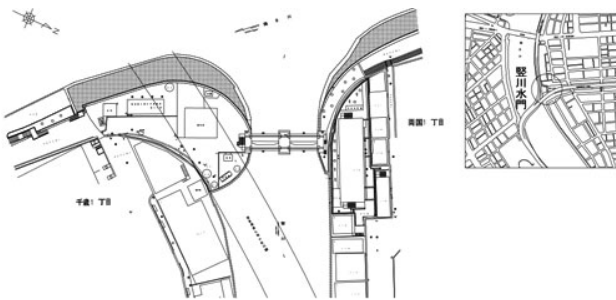


図-1 工事概要

2. 現場における問題点

1号、2号ゲート門柱表面被覆工（PP工法にて施工）は、それぞれコンクリート門柱表面約128m²にポリマーセメントを吹付ける作業であり、

当初計画では通常どおり作業日数22日を計画していたが1号ゲート作業完了時の作業日数は32日となり、計画より大幅に遅延した。遅延の原因の理由は大別して2点あり、1点は時期的に降雨が多く、施工中の降雨で計6日間作業を中止していること（ポリマーセメントは付着面に水分があると付着せず、剥がれてしまう）。もう1点は外気温が高くポリマーセメントの硬化が極端に早まったためにノズル手前で配管が閉塞し、これを分解除去するために作業を中断したことが原因である。更に、施工前に設置した水糸のみを基準として左官仕上げを行ったことで、門柱の角になる箇所が綺麗な直線に仕上がらず、手直しにも時間を割く必要が生じた。

1号ゲート施工時期は9月中旬から10月下旬であったため、翌年9月初旬から施工を計画していた2号門柱施工では、上記の問題に対し事前に対策を講ずる必要があった。

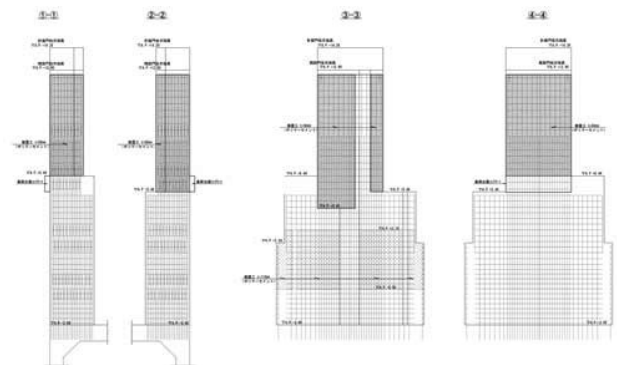


図-2 表面被覆工の全体図

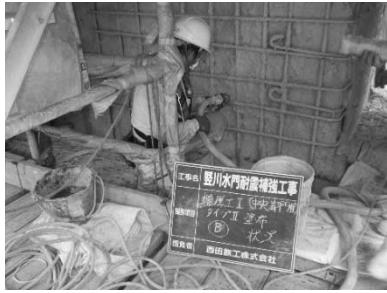


図-3 作業状況

3. 工夫・改善点と適用結果

遅延原因を改善するため雨養生の強化、使用材料の冷却および温度管理を行った。また、品質改善策として門柱の角になる箇所にも面木を事前に固定し、これを基準に仕上げを行った。

3-1 雨養生の強化



図-4 養生の強化

足場には防音シートを敷設していたが、この内部をブルーシートにより完全に養生することで、多少の降雨でも作業を継続することが可能となり、防音シートや足場をポリマーセメントで汚損することもなくなった。採光面で不利になったが、ヘルメットにライトを着用することで、問題は解決した。

3-2 使用材料の冷却

ポリマーセメントはマグネライン3号（紛体）とマグネエマルジョン（液体）を攪拌して材料とするが、マグネエマルジョンは荷姿が一斗缶のため、夏季施工時は外気温により温度上昇が著しいので、水槽にチラーユニット（冷却水循環装置）を設置して冷却した。冷却は作業直前のみでは材料温度が下がらないので、施工期間中は24時間絶間なく冷却した。材料の冷却により、気温28℃での練混ぜ後温度を22℃程度に保つことができた。



図-5 使用材料



図-6 材料冷却

3-3 角出し用面木

ポリマーセメント吹付け前に墨出しして面木を設置することによって門柱の角になる箇所を正確に見栄えよく仕上げ、手戻りなく作業が完了した。



図-7 面木の設置

4. おわりに

東日本大震災後、堤防高や耐震強度の改定により水門設備の耐震補強工事が増加しており、PP工法の需要は今後も高まるものと予想される。外気温が低く降雨の少ない冬期施工が好条件となるポリマーセメント吹付けを夏期に行い、冬期施工と同じ施工期間で終わるためには、事前に多くの準備が必要であると考察する。本工事においては1号ゲートで33日かかった作業を2号ゲートにおいては18日間にまで短縮し、冬期施工とほぼ変わらない作業性も確保できた。

仮橋上の規制日数削減による工程短縮について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社巴コーポレーション

現場代理人

監理技術者

岩佐光也[○]

伊東卓二

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：中部横断自動車道
大沢第二橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
長野国道事務所
- (3) 工事場所：長野県佐久市大沢地先
- (4) 工期：平成28年7月9日～
平成29年6月30日

中部横断自動車道は、静岡県静岡市を起点に山梨県甲斐市を經由して長野県小諸市に至る延長132kmの高速自動車国道です。本工事は、平成29年度内の供用開始を目指して工事中である長野県内の佐久南ICから八千穂高原IC間に位置する大沢第二橋の上部工を施工する工事である（構造形式：鋼2径間連続非合成少数钣桁橋、橋長：L=92m、支間長：45m+45m、製作鋼重：229t）。



図-1 大沢第二橋

2. 現場における問題点

本工事は、当初契約から壁高欄を含む幾つかの工種が追加となったが、供用に向けての後工程を考慮し、これらの追加工事も含めて当初工期内で施工を完了させるため、約1ヵ月の工程短縮を目指した。以下に主な問題点を2点挙げる。

2-1 工事用道路を使用しての施工

クレーン作業は全て仮橋上からの施工となる。しかし仮橋は他工事でも工事用道路として使用するため仮橋上の規制が必要となり、他工事の進捗状況によって規制の制約をうける（図-2）。

2-2 近隣住民への騒音・振動の配慮

現場付近は寺社や民家があり、騒音・振動への配慮と8：00～16：50までの施工時間の厳守および休日作業は不可という制約がある。



図-2 現場状況

3. 対応策と適用結果

各工種において効率の良い施工方法を検討し工程短縮を図った。

3-1 工事用道路を使用した施工

仮設工の対策として、ベント基礎工事における作業構台の工夫を図った。機械重量と資材重量による構台の耐荷力を検討し、システム足場によるベント基礎専用構台に代えて、単管足場による構台とすることでクレーンを使用せず、規制日数と組立・解体にかかる作業日数を削減した（図-3）。



図-3 単管足場による構台設置

架設工・足場工では2つの対策を行った。1つ目の対策として、一般的な架設手順となる地組→架設→足場組立→本締めの詳細なタイムスケジュールを検討し、クレーン作業の削減と作業効率の改善のため、本締めおよび安全通路・吊足場設置を地組時に行う架設サイクルに決定した。

架設サイクルを地組→本締め→足場組立→架設とすることで、他工事の車両通行日を考慮した仮橋上の規制日数を最小限に設定することができた。また、高所作業を削減して、安全かつ効率的に工程の短縮が図れた（図-4）。



図-4 地組状況

2つ目の対策として、仮橋上の規制日数のさらなる削減を図った。当初はクレーンの組立・解体も仮橋上で行う計画であったが、他工事も仮橋を使用するため、規制日数分が工程の遅れに直結してしまう問題があった。そこで、完成した土工区間に敷鉄板を敷設してクレーン組立・解体ヤードに使用し、クリティカルであった仮橋上の作業を削減することで工程を短縮した（図-5）。



図-5 土工区間のクレーン組立・解体ヤード

3-2 近隣住民への騒音・振動の配慮

1つ目の対策として、ベント基礎工事は、既存の杭掘削工法の中で、施工時の騒音・振動がきわめて低い、大口径ボーリング工法を採用した。

2つ目の対策として、鋼桁架設時の孔位置合わせ作業をドリフトピン打撃に代え、専用ピンを用いた油圧圧入方式（エスパーレンチ）を採用し、騒音・振動を抑制した。

4. おわりに

各工種において施工方法を効率化し、騒音・振動に配慮した施工とすることで、近隣住民からのクレームも無く、約1ヵ月の工程短縮を行うことができた。

今後も施工方法の効率化を追求し、かつ安全作業を確保した施工に努めていきたい。

組立歩道の連続基礎施工の工夫

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
成岡 弘 二

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成27年度大峡交差点改良外工事
- (2) 発注者：九州地方整備局延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市大峡町
- (4) 工期：平成28年3月8日～
平成28年12月9日

本工事は、JRの軌道と並走する国道の踏切と近接したT字交差点において、既設歩道を車道として拡幅し、組立歩道により新しい歩道を新設する工事であった。

2. 現場における問題点

支柱式組立歩道の連続基礎を施工するにあたり、下記の問題点について検討した。

設計の形状では鉄筋とガードパイプ(コン中式)の支柱が干渉し、鉄筋をコンクリートで完全に覆うことができず、将来錆が発生する原因となる。

コンクリートの打設順序に於いて、連続基礎がL型なので1回で打設しようとする浮き型枠の作製となり高度な熟練技術が必要であり、受梁設置面も平坦に仕上げることが困難になる。また、調整コンクリートを床版設置後に打設した場合、型枠の取り外しがのり面と床版に挟まれた狭い空間での作業となり作業効率が低下する。床版設置前に打設すれば、床版設置後に段差が生じないよ

う精度の高い型枠の組み立てや樹脂発砲目地材の密着性などの問題が発生した。

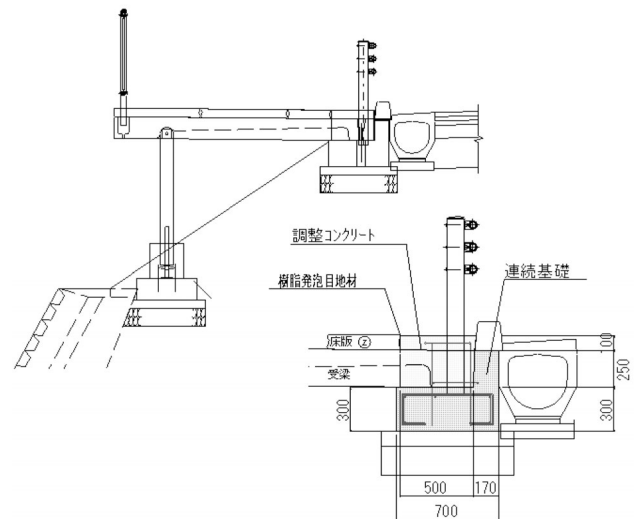


図-1 組立歩道断面図・連続基礎詳細図

3. 工夫・改善点と適用結果

前記の問題点について検討した結果、下記の通り工夫・改善を行った。

- ①連続基礎の高さを4cm下方に増やし、鉄筋を下げることで鉄筋天端とガードパイプ下端との間に3.5cmの被りを確保することで解消した。
- ②打設順序を検討するにあたり、コンクリートの配合が連続基礎24N、調整コンクリート18Nと分かれていたが24Nに統一し、連続基礎と調整コンクリートを1つの基礎として考えた。また、

型枠組立を簡素化するために調整コンクリートの幅を3cm増やし連続基礎と同断面となるようにした。

打設順序を図-2に示す通り3回に分け、1次コン完了後に受梁を設置し、アンカーボルト及び無収縮モルタルで1次コンと受梁を固定する。

次に縁石の下端まで2次コンの型枠を組立て打設する。

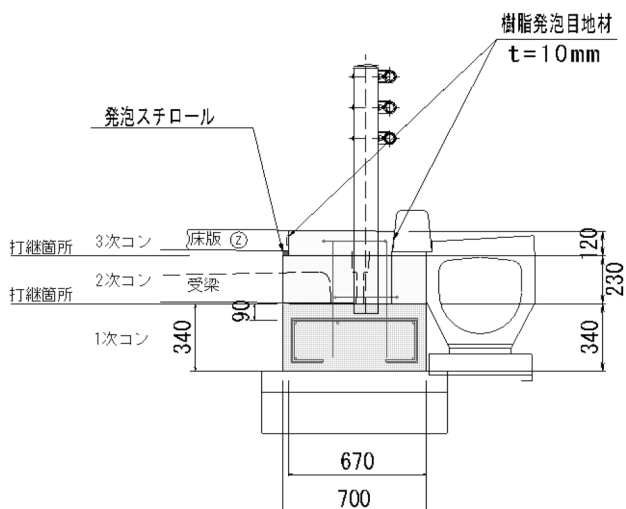


図-2 連続基礎打設断面

2次コン型枠解体後に床版を設置する。この時、2次コンと床版の間に2cmの隙間が発生するので3cm角の発砲スチロールを敷き込み3次コン打設の際の型枠とした。

2次コン打設の際に2cmの隙間の分まで勾配を付けて打設する事も考えたが、床版設置時に2次コンに当たり天秤する原因となる恐れがあったため発砲スチロールでの型枠を採用した。

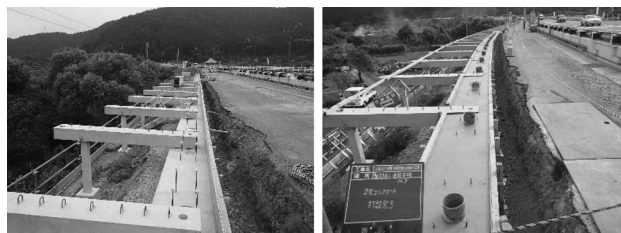


図-3 受梁設置・2次コン打設

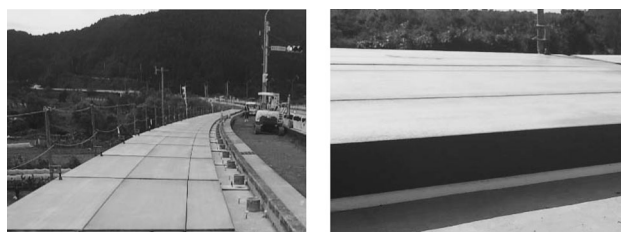


図-4 床版設置・発砲スチロール型枠

床版と縁石を設置した後に、樹脂発泡目地材 $t = 1\text{ cm}$ を床版の小口と縁石に貼り付け3次コン及び間詰めコンを同時に打設し完了した。

4. おわりに

今回施工した連続基礎は、組立歩道とガードパイプ両方の基礎としての機能が求められており、組立歩道だけの基礎であれば調整コンクリート部までを床版にすれば良いし、ガードパイプだけの基礎であるなら何回も分けて打設する事も無かったであろうと思う。

今後も同じ仕様の組立歩道の工事があるだろうが、連続基礎もプレキャスト製品で、間詰コンクリートの施工程度で完成できる様なになれば良いと思いました。

パイプエアクーリングによる温度応力解析計画・効果確認 ～コンクリート構造物の塩害を主体とした変状と補修、対策について～

石川県土木施工管理技士会
日本海建設株式会社
土木部課長
中村 幸 広

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：金沢外環状道路 海側幹線Ⅳ期
地方道改築工事（浅野川橋梁海側
P13橋脚工）
- (2) 発 注 者：石川県県央土木総合事務所
- (3) 工事場所：金沢市北寺町地内
- (4) 工 期：平成26年8月13日～
平成27年3月10日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

大規模なマスコンクリートにおけるひび割れ抑制温度をエアクーリングパイプによる温度調整により内部温度を低減させ、温度ひび割れ抑制対策を試行的に行った（図-1）。

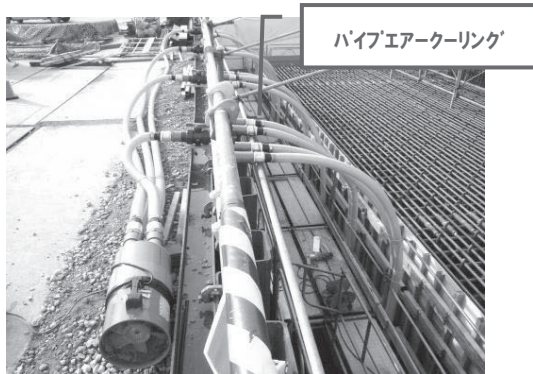


図-1 パイプクーリング配置全体図

【パイプエアクーリングの配置計画】

橋脚工の底版はマスコンクリートであり、使用実績の少ないフライアッシュセメントを用いることから、このコンクリートの温度応力の特性を実地検証するためにひび割れ抑制対策としてモニタリングとして底版部（幅14.4m、長さ14.4m、厚さ2.5m）をパイプエアクーリングによる養生を行った。クーリングパイプの配置は、水平方向に14列×2段=28本とし部材中心で最も温度上昇が大きい、箇所をクーリングで風速をコントロールした（図-2）。

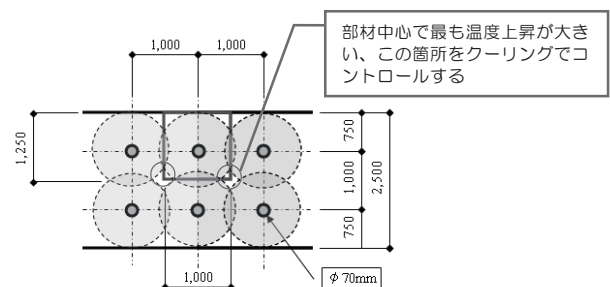


図-2 パイプエアクーリング配置断面図

※送風速度とクーリング期間
エアパイプクーリングは空気を冷却媒体として、送風によりコンクリート内部の温度を下げ、発生する温度応力を低減させた。

※送風機の解析風量（1基当たり）
解析風量 $W=AP \times V \times N=0.0038465\text{m}^3 \times 5\text{m/s} \times 60\text{sec} \times 14$ 本 $7\text{m}^3/\text{min}$
 $17\text{m}^3/\text{min} \leq$ 風量 $52\text{m}^3/\text{min}$ (送風機)

【パイプエアクーリングの送風速度と冷却期間】

一次クーリング風速5m/sでクーリングすると温度のピークアウトは打設から3.5日目で推察されたが、安全を考慮した5日間とした。

ここでクーリングを停止するとパイプ境界面の温度が急上昇し、ひび割れの発生の原因となるた

め二次クーリングを風速2.5m/sで4日間継続して行い、緩やかな温度低下を図った。

【養生方法と脱型時期】

養生は、湛水、養生マット、エアバッグ、足場外周・天井塞ぎシート囲いにより無風環境では熱伝達率 $14\text{W/m}^2\text{C} \Rightarrow 5\text{W/m}^2\text{C}$ まで低減させ、養生期間中は空間内を 10C 以上の温度を保持させた。

脱型時期は、コンクリート温度が外気温にある程度近づくまで型枠を存置し、サーマルショックを起こさないように内部温度と外気温の温度差が $15\sim 20\text{C}$ 程度以下であることを確認した後脱型を行った(図-3)。

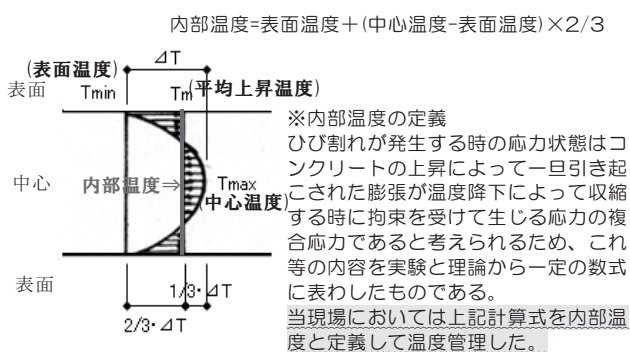


図-3 内部温度概要図

【エアパイプクーリングの考察】

- ① 冷却媒体として「空気」を使用するため、水を汲み上げる大規模な設備の配置がなく、ローコスト化の実現。又は循環水を用排水路へ排水することなく、環境に影響を与えない。
- ② クーリング場所を選ばず、風速調整用のバルブを配置することにより、クーリング温度をコントロールすることが可能である。
- ③ 底版部におけるひび割れは、コンクリート表面と中心部分の温度差(内部拘束)により、発生することが多いため、その温度差を小さくするには内部温度をクーリングにより低くするか或いは表面を保温して高くするかのいずれであるので、シースダクトから排出される温風の有効利用とダクトヒーターによる囲い内温度を調整した。
- ④ ピーク時温度は 63C となっており、断熱した

時のピーク時温度は 66C であったことから中心温度は、ほぼ終局断熱温度まで上昇していた。この事は、積極的に保温養生を行っても内部温度が変化しない事と想定される。

また、ダクトヒーターとシースダクトからの温風を利用した保温養生はコンクリート表面の強度発現を促進させるだけでなく、内部温度を変えずに内外温度差を小さくすることができることから、有効な温度ひび割れの防止対策となった。二次クーリングを実施したことによって囲い内温度の変化を緩やかにすることができた。

3. おわりに

【今後の課題と反省すべき点について】

- ① クーリング時の中心温度が解析値と異なる場合は、風力調整が必要となる。今回の場合は、内部温度が 3C 程度高いため、1次クーリングの風速を $5\text{m/s} \Rightarrow 10\text{m/s}$ 、二次クーリングでは $2.5\text{m/s} \Rightarrow 5\text{m/s}$ に倍増させる必要があった(図-4)。

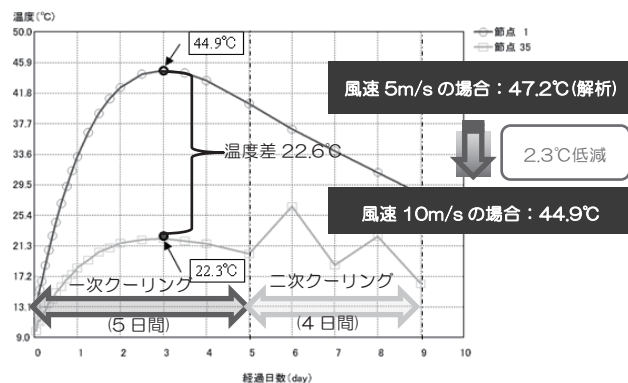


図-4 内部中心とパイプ境界面の温度履歴図

- ② 送風機はサクションホースの分岐が多くなることによって均一な送風ができなかった分岐部もあった為、風量コントロールが難しくなったので、風量に余裕のあるものを使用すれば良かった。
- ③ 今回の内部温度が解析結果より 3C 程度高い為、1次クーリングや2次クーリングで風速を倍増する必要があった。

アスファルト舗装の品質低下防止に対する配慮について

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
志田和弘

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：延岡管内路面・構造物補修外工事
- (2) 発注者：延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市北川町川内名～同県日向市大字高松
- (4) 工期：平成25年5月21日～平成26年3月31日

2. 現場における問題点

県北地区の国道10号は交通量も多く夜間は主に大型車両の通行が多い、理由として東九州自動車道が一部しか開通（当時）していないことで県北の主要道路である国道10号の劣化速度が進み舗装の長寿命化・安定した走行性が求められている。

上記の内容を考慮し施工を実施することに対し次の事を問題点とした。

特に下記の2つが重要な問題となった。

- ① 今後は、東九州自動車道の開通に伴い国道10号の交通量は減少してくると思われるが開通までには、多少時間が掛かることや東九州自動車道工事等に伴い大型ダンプなどの通行が増してくること、更に現状の劣化した舗装の状況等を考慮し現地調査終了後に舗装の長寿命化を目的とした材料の検討が必要となる。
- ② 舗設予定期間が9月上旬から2月下旬と寒暖

の差が激しい状況の中で施工を行うことから周辺環境を考慮しつつ材料の品質低下を防止するためにも最適な施工順番を決定しなければならない。

上記の②を基にアスファルト混合物の温度管理（特に運搬での温度低下対策）が重要になる。

3. 現場における対応策と適用結果

①舗設材料の選定

道路管理者の管理区間、全ての既設舗装の路面状態を調査し発注者に報告、検討し、発注者の意向（調査周辺住民から及び一般走行車両からの要望等を含む）を踏まえ当工事で行う施工位置を決定した。

決定した施工箇所の舗装面再調査（ロメンキャッチャーVP測定車両による調査）・コア採取・着工前測量を実施し現状を把握する。また抽出したコアの表面を各層（表層・中間層・基層）別に確認し骨材の流動・劣化などを調べ材料の選定を行う。

既設表層がポーラスアスファルトの施工箇所は表層を変更できないため、中間層もしくは基層部の状況にて材料を検討し選定した。

交差点部は、一般車の通行に支障が無く舗装の長寿命化が可能で早期に完了する材料及び工法を選定するようにした。

各施工箇所別に再度発注者と協議を行い、交差

点部は打換え厚さを5cmとし材料を密粒度ギャップ(13)ポリマー改質Ⅱ型を使用し、山間部の大型車両が集中する箇所に関しては、中間層を再生粗粒度アスコン(20)・表層を密粒度ギャップ(13)ポリマー改質Ⅰ型とし、都市部では中間層を粗粒度アスコン改質Ⅱ(20)・表層に関しては既設がポーラスアスファルトの施工箇所は変更せず既設が再生密粒度アスファルト(20)の箇所は密粒度ギャップ(13)ポリマー改質Ⅰ型に変更した。



ロメンキャッチャーVP測定車両

②施工順番の決定

上記にて施工する位置・材料・工法が決定したことで施工順番の決定ができた。

施工順番の選定基準

- ・アスファルトプラントより遠方

表層がポーラスアスファルトの施工箇所はアスファルト運搬時による温度低下防止を防ぐため昼夜問わず外気温が高い時期に実施することで、温度低下による品質低下及び施工性が困難になるのを防ぐ。

- ・作業者の体力

日々のサイクルを可能な限り変更しないように実施。(生活及び施工リズムの変化により作業者の体力・集中力等が低下しないよう連続して夜間作業もしくは昼間作業が実施できるように対応した)

- ・周辺環境

特に夜間作業箇所は沿道附近に企業及が多いことから可能な限り休日等を利用し迷惑が掛からないように調整した。

上記の3項目(アスファルトプラントまでの距離・作業者の体力・周辺環境)を基本方針とし施工順番を決定した。

- ・混合物の温度管理

施工順番決定後にアスファルトプラントと運搬時の温度について検討した。

今回の施工方法が、路面切削(t=10cm)中間層(t=5cm)表層(t=5cm)のカットカバー方式(表層部のみの施工箇所あり)と決定したことで施工量は限られるが、中間層の温度低下確認後に表層を行うため、中間層材料を出荷時に規格値内で可能な限り低めの温度で出荷するように指示したが運搬中の温度低下防止対策として保温シートを外気温に応じて増やし(表層材料でも同様)荷下ろし直前までシートを剥がないように運転者に出荷前に指導した。日々の施工範囲もアスファルト総重量200t(表層100t中間層100tを基本とするが現場条件により変更する場合も有り)とし施工継ぎ目に関しては住宅等のない箇所に設けるように施工を行った。

基本方針を基に施工を開始した結果、交通規制時間内の限られた時間内では有りが作業員全員にも気持ちに余裕ができ、品質・出来形(舗装厚・平坦性等)も良い結果となり、通行車両の走行性も向上、作業員の体調の変化及び周辺住民の方からの苦情等も無く無事に施工が完了した。

4. おわりに

今回の現場は交通量の多い中での作業となった、どのような工事でも第三者との関係性や作業員の安全衛生管理・関係機関との打合せが重要な要素なのだ改めて感じました。規制時間内の限られた時間での作業によることで自分自身も作業員も施工前は時間に余裕が無い中、施工・出来形・安全管理等と、あらゆる内容に対処しつつ、高い品質を求めて完成することができるのか不安でしたが今回の内容により気持ちに余裕ができたことが完成に繋がったのではと思う。

今後は更に各外部機関等による講習及び現場見学などを活用しながら、自分を含めた現場に携わる作業員全員のステップアップを図り、更に全てのことを追求して行きたいと思います。

擁壁補強盛土工（ソイルバンパー）の施工について

渡辺建設株式会社
吉野正勝

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：一般国道228号 福島町 松浦
災害防除外一連工事
- (2) 発注者：北海道開発局 函館開発建設部
江差道路事務所
- (3) 工事場所：北海道松前郡福島町字松浦
- (4) 工期：平成29年7月28日～
平成30年1月31日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

既設の落石防護無筋コンクリート重力式擁壁を保護するために、擁壁補強盛土工（ソイルバンパー、NETES登録No. HK-160017-A）が設計されていたが、施工事例がないため、いくつかの施工方法の問題点に対して色々工夫を考えた。

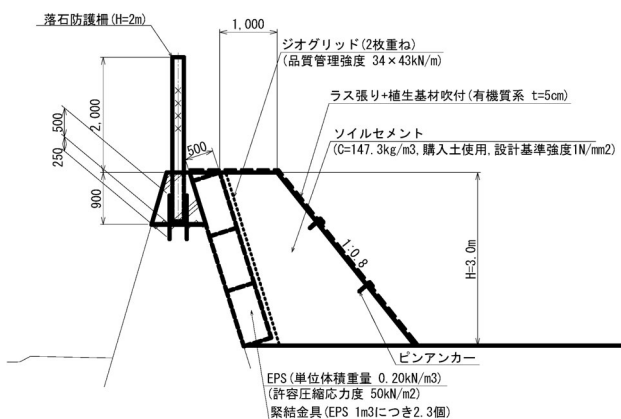


図-1 擁壁補強盛土

(1) 作業員に対する施工方法の周知

施工前に勉強会を開催し、施工事例が無いので写真等の資料もないため、図を描いて説明した。作業員からは色々方法手順についての質問があり、それについて他の作業員からの手順の提案等が示され、結構活発な勉強会となった。そのため実際の施工では施工方法や手順等が予め分かっているので施工においての段取りがスムーズに行われ、不手際や手戻り等がなかった。



図-2 施工前勉強会

(2) EPS ブロックとジオグリッドの間の被り

既設擁壁に対してEPSブロック（2,000×1,000×500）を3段重ね、ソイルセメントの中にEPSブロックとジオグリッドの間に100mmの被りを

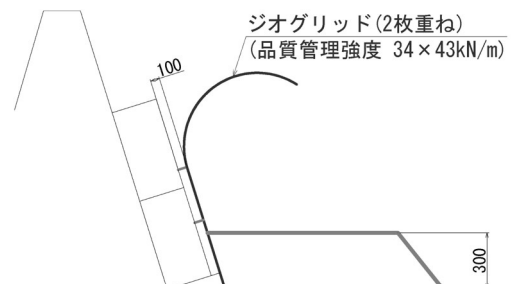


図-3 施工方法図

確保してジオグリッドを縦方向と横方向に2枚重ねで埋め込む設計であった。

最初はEPSブロックを3段重ね、木材のヌキで被りを確保してジオグリッドを設置しようと考えたが、そうすると被り部のソイルセメントは最上部からの投入になり、締固めが難しく被りも膨らみ、被り確保のヌキも抜けなくなるだろうという事が容易に想像できた。そこでEPSブロックを1段ずつ施工し、ソイルセメント1層の施工ごとにジオグリッドを折り返して施工した。被りは木材だけではEPSブロックやジオグリッドに引っかかって抜けなくなることを考慮し、厚さ1mmの鉄板を前後でタルキ杭(45×45mm)を2本挟んで被りを確保した。



図-4 被り確保状況

実際の施工では図-4のように被りを確保し、ソイルセメント投入締固め後、2本のタルキ杭を前後にずらしながら抜くと容易に抜く事が出来、鉄板も抜いた後にソイルセメントを投入し、締固める作業を1層ごとに施工する事で、ジオグリッドが膨らんだり変形する事なく施工出来、ソイルパンパーの性能を損ねるような事はなかったと思う。



図-5 全体施工状況

(3) 衝撃加速度試験による強度確認

本工程は現地発生土を流用してのソイルセメントでの盛土であり、品質管理は締固め度ではなく一軸圧縮強度 1 N/mm^2 以上の確保である。

一軸圧縮強度は現場で混合攪拌したソイルセメントでモールドを作成し養生後に試験を行うため測定結果を得るまでに日数を要する。

そこで軟弱地盤改良時に行われる衝撃加速度試験を現場で実施した。

ソイルセメントのセメント添加量を決定後室内で衝撃加速度試験を行い、養生日数に対応する衝撃加速度値I(G)を得ておき、現場で締固め後に衝撃加速度試験を行った。

その結果現場で施工したソイルセメントの盛土が設計基準強度を満たしているのを確認する事が出来た。

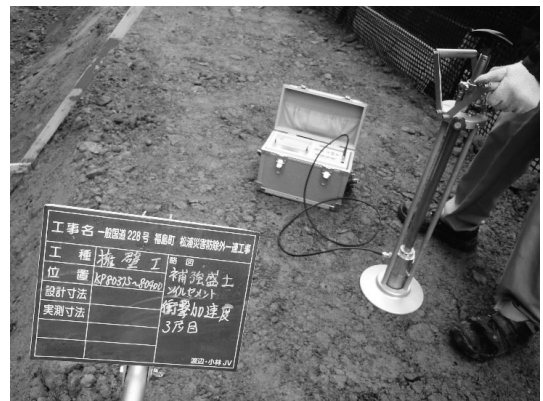


図-6 衝撃加速度試験状況

3. おわりに

ソイルパンパーの施工をするに当たり、先行事例がないために施工方法や品質管理において、どのように行うかを詳細に検討した。被り確保の方法は施工する作業員と話し合い、色々考えた末に出た方法である。また衝撃加速度試験は過去に軟弱地盤のセメント系固固化材による改良盛土の際に実施したのを思い出し、本工程に適用してみた。

施工事例のない工法の施工としては良く出来た方ではあるかと思うが、実際施工してみて他にまだ施工方法等の改良の余地があると感じる施工であった。

耐久性の高いコンクリート構造物を構築するために

福岡県土木施工管理技士会
株式会社瀬口組
藤田 一馬

1. はじめに

本工事は、有明海沿岸の都市群を連携する地域高規格道路『有明海沿岸道路』筑後川橋（全長1008m）の下部工 P10橋脚である。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号筑後川橋下部工（P10）
工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局
福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県大川市大野島地内
- (4) 工期：平成29年4月25日～
平成29年11月20日

2. 現場における問題点

橋梁下部工に限らず、あらゆるコンクリート構造物において、打重ね線や表面気泡、沈みひび割れ等の初期欠陥が構造物の耐久性を短くする。

これらの不具合は劣化因子の侵入要因となり、コンクリートの中性化を促進させ、鉄筋が腐食し、コンクリートのひび割れや剥落に繋がる。

本稿では、P10橋脚を「高品質」で「耐久性」に優れたコンクリート構造物にするため工夫した実例を報告する。

3. 工夫・改善点と適用結果

ひび割れを抑制するため、極力単位水量の少ないコンクリートを打設するようスランブを6cm

表-1

柱及び梁での現場試験の値 (設計配合:24N/mm ² 水セメント比:55%以下)	
スランブ	6.0cm
平均単位水量 ()内配合計画値	156.9kg/m ³ (163kg/m ³)
水セメント比	47.8～50.2%

と設定し、コンクリート打設を行った（表-1）。

ここで問題になったのが、アジテータ車からポンプ車へのコンクリートの供給である。スランブ6cmの硬練りの材料では、シュートから生コンが流れ落ちない。対策として、アジテータ車の後部をスロープ台に乗せることで、シュートが立ち、ポンプ車への供給が可能となった（図-1）。

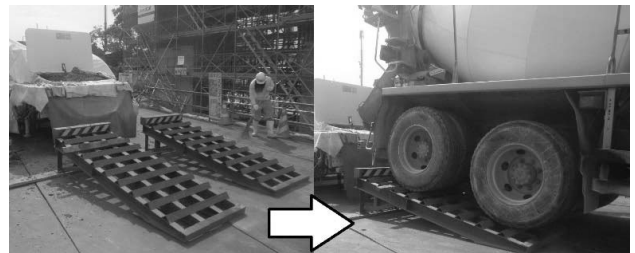


図-1 スロープ台使用状況

また、硬練りのコンクリートを使用することにより、ワーカビリティが低下するため、作業人員の増員をしなければならない。

柱部（2回目）・梁部のコンクリート打設時を例に挙げるが、打設数量 $V=86.4\text{m}^3$ （図-2）に対しポンプ車2台の2班体制で人員は総勢25名。高周波バイブレーターφ50を8本、型枠バイブレーター2台を使用し打設を行った。

バイブレーターによる締固め作業は、バイブ

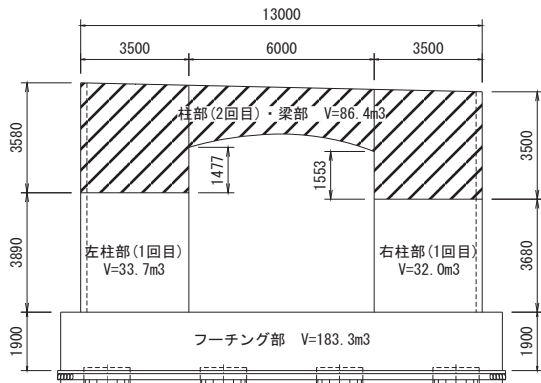


図-2 P10橋脚リフト図

レーター周りの気泡が出てこなくなるまでバイブレーターの抜き差しを繰り返し、丁寧に時間をかけて締め固め作業を行う。実際に気泡が出てこなくなるまでにかかった1箇所の締め固め時間は、最大90秒を要した。上がってきたブリーディング水は湿式掃除機にて強制排除し、圧密作用を受けない最上層部に関しては、コンクリート打設完了から約40分後にバイブレーター6本による再振動を実施し、下層から蓄積された気泡・ブリーディング水を排出した(図-3)。



図-3 排出された気泡・ブリーディング水

打ち込み完了後のコンクリート養生だが、天端部は湿潤と保温が同時に行える、うるおんマット(NETIS:CG-090024-VE)を使用し湛水養生を実施し、天端全体をブルーシートで覆い直射日光を遮断した。側面については脱型までの間、毎日午前・午後、型枠に散水を行い、湿潤状態を維持した。 σ_{10} 圧縮強度測定 24.2 N/mm^2 (14 N/mm^2 以上)を確認後、脱型を行った。

脱型後、打重ね線・表面気泡・沈みひび割れがない、黒く光り輝く密実なコンクリート構造物が姿を現した(図-4)。

脱型後はコンクリートの更なる水和反応により

表層の緻密化を促進させるため、コンクリート保水養生テープ(NETIS:CB-110014-VE)をフーチング以外の全面に貼付け10日間封緘養生を行った。

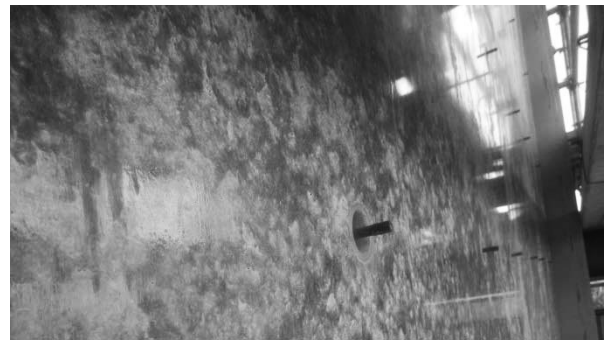


図-4 脱型後のコンクリート表面

コンクリートの強度試験結果については、表-2のとおり十分満足できる値となった。出来栄えについても、ひび割れ等の初期欠陥のない、高品質な橋脚とすることができた(図-5)。

表-2

試験項目	打設箇所	材齢	測定結果
圧縮強度試験 (設計基準強度 24 N/mm^2)	左柱1回目	28日	30.8 N/mm^2
	右柱1回目		32.4 N/mm^2
	柱2回目・梁(AM)		30.0 N/mm^2
	柱2回目・梁(PM)		34.7 N/mm^2
衝撃弾性波試験 (表面2点法) (設計基準強度 24 N/mm^2)	左柱部	71日	35.0 N/mm^2
	右柱部	71日	34.5 N/mm^2
	梁部	23日	30.6 N/mm^2



図-5 P10橋脚完成写真

4. おわりに

地域や国民の皆様様に高品質で安心できる社会資本を提供し、耐久性の高い構造物を構築し、ライフサイクルコストの低減に貢献していく事が私達建設業の在るべき姿だと考える。

これからも品質確保のテーマに取り組み、高品質・高耐久の構造物を構築していきたい。

法枠工施工時における施工環境・品質管理の対策案

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
篠崎 泰輔

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度地すべり対策工事
- (2) 発注者：長野県姫川砂防事
- (3) 工事場所：(地)千国地区北安曇郡小谷村千国
2工区
- (4) 工期：平成29年2月10日～
平成29年11月16日
- (5) 工事内容：
 - 法枠工 $A = 1130\text{m}^2$
 - 鉄筋挿入工 $L = 4.0\text{m}$ $N = 194\text{本}$
 - 横ボーリング工 $N = 9\text{本}$ $\Sigma L = 511\text{m}$

本工事は北安曇郡小谷村千国地区における崩積土すべりを抑止する工事であり、地震時には亀裂が確認されている。主すべりは、抑制工で計画安全率を満足するが、二次的なすべりが想定されており、これに対してロックボルト（鉄筋挿入工）にて抑止することを目的としている。

2. 現場における問題点及び課題

①安全対策（法面ロープ高所作業）

法枠工を施工するに当たり、法改正に伴う安全設備・ライフラインの設置方法について検討する必要があった。作業範囲が横に長く、親綱も含めると多くロープを法面に伸ばすことになり、施工

の際に邪魔になる。モルタル吹付の際には不使用のロープを法肩に纏める手間ができてしまう。

②吹付モルタルの品質確保

また、法枠工のモルタル吹付を施工するにあたり、強度およびワーカビリティ等の品質の確保が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

①安全対策（法面ロープ高所作業）

法枠工を施工する際に、親綱以外に安全ブロックをライフラインに選定し使用した。法肩には単管にてウマを組み、単管にカバー（マモロール）を設置し親綱の擦れを防止した。セーフティロックは単管ウマの法面および施工する法枠に擦れない様に高い位置に設置した（図-1）。

以上を適用した結果、法面の作業範囲のロープを減らし、型枠組立時及びモルタル吹付時において作業しやすい環境にできた。

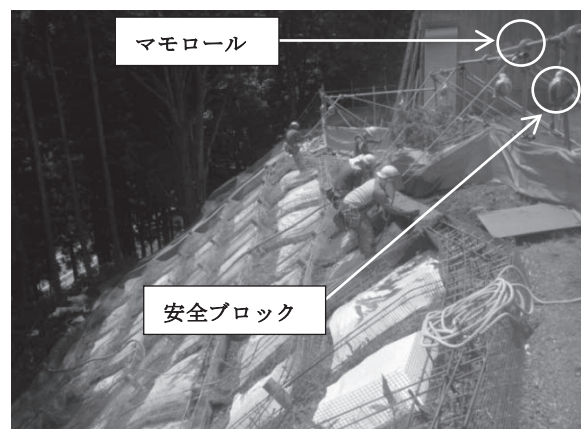


図-1 親綱・ライフライン使用状況

②モルタルの品質確保

モルタル吹付の品質を確保するに当たり、練混水温度25℃以下を標準とし、モルタルの練上がりの温度を暑中コンクリートの管理基準に沿った35℃以下に管理した。練り上がったモルタルのコンシステンシーを確認するため、JICR5201（セメント物理試験方法）によるテーブルフロー試験を行い、フロー値が120mm程度（本工事では110mm～120mm以内を管理基準とした）となることを確認した（図-2）。吹付日の午前と午後それぞれに、また天候の大きな変化がある毎に、細骨材の表面水を測定し現場配合を補正して材料の練混ぜが均一となるように品質を管理した。吹付日毎午前（規格値（0.3kg/m³）にならない場合は午後にも確認）塩化物量試験と、吹付日毎テストパネルを作成し、圧縮強度試験を実施した。

以上の対応の結果、ワーカビリティの良好なモルタルを練り上げ、十分な圧縮強度を確保し施工を実施できた（表-2）。



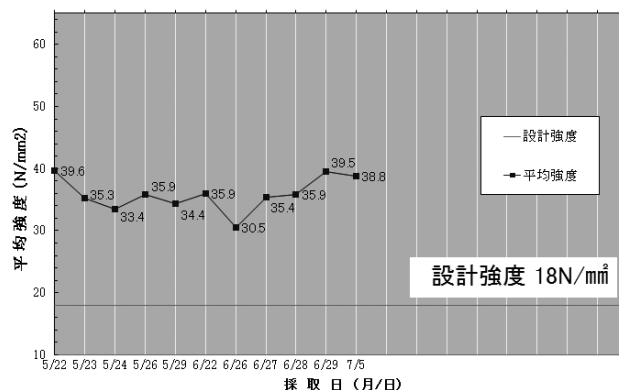
図-2 フロー試験状況

表-1 現場品質管理表

*練り上がり温度:35℃以下、テーブルフロー:120mm以下となるよう管理

NO	測定 年月日	生コン 伝票	気温				モルタル温度				テーブルフロー(mm)		備考
			測定時間	測定値	測定時間	測定値	測定時間	測定値	測定時間	測定値	測定時間	測定値	
1	2017/5/22 AM	N#1	8:45	18.8℃	8:45	19.5℃	8:45	113.0	8:45	17.6℃			
2	2017/5/23 AM	N#1	8:50	18.6℃	8:50	19.7℃	8:50	116.0	8:50	17.8℃			
3	2017/5/24 AM	N#1	9:00	16.2℃	9:00	19.3℃	9:00	113.0	9:00	16.8℃			
4	2017/5/26 AM	N#1	8:45	14.8℃	8:45	24.4℃	8:45	116.0	8:45	15.5℃			
5	2017/5/29 AM	N#1	8:45	16.2℃	8:45	20.0℃	8:45	112.0	8:45	16.5℃			
6	2017/6/22 AM	N#1	8:45	18.0℃	8:45	25.1℃	8:45	112.0	8:45	20.5℃			
7	2017/6/26 AM	N#1	9:00	20.0℃	9:00	23.5℃	9:00	113.0	9:00	17.0℃			
8	2017/6/27 AM	N#1	9:00	19.0℃	9:00	22.0℃	9:00	112.0	9:00	19.1℃			
9	2017/6/28 AM	N#1	8:45	21.0℃	8:45	21.8℃	8:45	114.0	8:45	20.3℃			
10	2017/6/29 AM	N#1	8:50	21.0℃	8:50	23.1℃	8:50	116.0	8:50	22.3℃			
11	2017/7/5 AM	N#1	8:45	22.0℃	8:45	22.3℃	8:45	117.0	8:45	22.9℃			

表-2 モルタル圧縮強度結果 (σ28)



4. おわりに

本工事ではライフラインに安全ブロックを使用し、型枠組立・吹付時の支障物を減らす対策をした。安全ブロックは使用しない際には、フックを巻き取る為、本現場では有効だった。しかし、モルタル等の付着物がワイヤーロープ・ベルト部分に付着したまま、フックを巻き取ってしまうと故障の原因になる為、小まめにロープ部分の確認および掃除があることが問題点として挙げられた。また、本工事では法肩に単管ウマを組むことができた為、安全ブロックのロープ部分を法面および法枠に接触させずに施工できたが、条件の悪い現場では不向きである。施工現場の条件にあったライフラインの選定をすることで、安全および施工性を確保する必要がある。今後とも現場に合った有効な方法を検討・模索したい。

本工事は法枠工のモルタルの品質確保をするに当たり、練り水の温度管理・練上がり温度確認・塩分量測定・テーブルフロー試験によるコンシステンシーの確認を行った。自主管理項目が増える為、管理上の手間は増えるが、品質確保を確実にでき、圧縮強度試験の結果は満足のいくものになった。今回の管理方法は暑中コンクリート・寒中コンクリートにおける品質管理においても有効であると考えられる。

補強盛土工（ジオテキスタイル）の品質確保

新潟県土木施工管理技士会
株式会社 新潟藤田組
監理技術者
長谷川 猛

1. はじめに

白根バイパスは、一般国道8号の新潟市南区白根の交通緩和を目的とした道路であり、当工事は施工済みサーチャージ盛土（沈下終息）を掘削して、点在する載荷盛土区間並びに、路体盛土区間を施工するものである。

工事概要

- (1) 工事名：白根バイパス6-1工区
改良その8工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局 新潟国道事務所
- (3) 工事場所：新潟市南区保坂地先他
- (4) 工期：平成28年3月11日～
平成28年12月20日

2. 現場における課題

当作業はジオテキスタイルを用いた補強盛土をボックスカルバートのウイング部に施工するもので、使用するのり面ユニットがエキスパンドメタル式(軽量)なので大型機械による盛土の敷均し・締固めの施工荷重による壁面材の変形や前倒れが危惧された(図-1)。

3. 対応策・工夫

1) 1tローラーの使用

大型機械は法肩から1.0m以上離れて作業する事でジオテキスタイルへの影響を回避し、法肩近

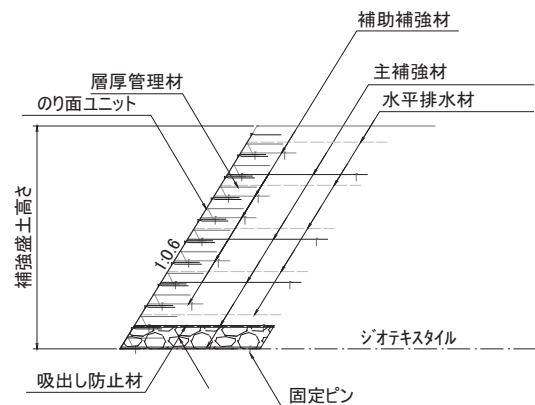


図-1 補強盛土断面図



図-2 試験盛土実施

傍は1tローラーにて締固めを行う事で補強盛土法面に变形や前倒れが生じないようにした。

使用する1tローラーでも試験盛土を実施した。

1tローラーはGNSS締固め管理システムを導入し、施工時の転圧回数をリアルタイムに測定・表示して締固め作業の効率化と品質の向上を図った(図-3)。

補強土壁工の施工マニュアルに則り、締固め厚



図-3 GNSS 締固めシステム付ローラー



図-5 4 t ローラーによる締固め



図-4 1 t ローラー締固め

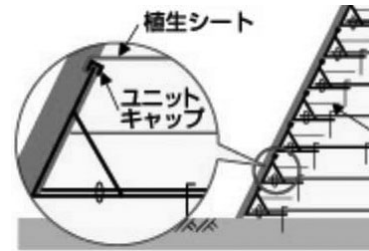


図-6 背筋配置位置



図-7 コンパクトプレート締固め

は1層20cmにて計画をした。

1tローラーによる試験盛土の結果により、締固め度95%以上で仕上り厚さ20cm/層では、締固め回数6回にて施工を実施した(図-4)。

ジオテキスタイル法肩から1.0mの離隔を取った通常の路体盛土部についても、GNSS締固め管理システム搭載の4tローラーを使用して締固めを実施した(図-5)。

2) コンパクトプレートの使用

ジオテキスタイルの法面は1:0.6の勾配が付いており、尚且つ背筋にて補強をしていること(図-6)から、ジオテキスタイルの法肩直近と、構造物際の隅角部など、1tローラーによる転圧が不足する恐れのある箇所は、コンパクトプレートにて仕上げの締固めを実施した(図-7)。

4. おわりに

今回の工事では、施工位置に合わせた小型機械を併用して締固めを実施したことで、ジオテキスタイル法面線形の前倒れや、変形の発生なく施工

する事ができた。

また、使用した2種類のローラーに、GNSS締固め管理システムを搭載し施工したことで、各ローラーの操作担当者は、モニターにより実際の現場での締固め位置と、締固め回数を確認する事ができ、ローラーの踏み忘れ箇所や、締固め回数の不足などが発生することなく、確実な盛土を施工する事ができた(図-8)。

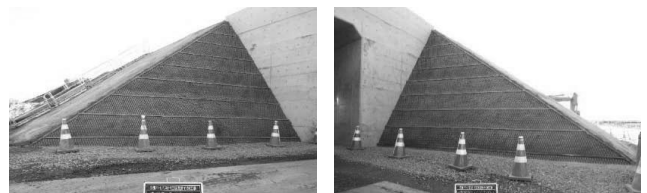


図-8 補強盛土完了

施工状況の変化への対応と施工後の交通安全対策

長野県土木施工管理技士会
株式会社倉品組
土木係長
酒井裕美

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度 県単道路改築工事
- (2) 発注者：長野県大町建設事務所
- (3) 工事場所：(一)美麻八坂線 大町市 二重
- (4) 工期：平成28年7月5日～
平成28年12月1日

(5) 主な工事内容

道路拡幅工 L=185m W=5.5(7.0)m
側溝工 L=185m
舗装工 A=1,355m²

2. 現場における問題点

本工事は、過去に交通事故が数多く発生している場所における既設道路線形の改良、道路幅員の拡幅、道路縦断勾配を緩和する道路改築工事である(図-1)。



図-1 完成写真

当初カーブのきつい箇所を緩和し、道路を拡幅することで交通事故を防止する目的で施工中であったが、設計の縦断勾配で施工すると、既設構造物である法留ブロック積工の土台工が、露出し、計画路面高よりも高くなる事が判明した。そこで既設構造物をどのように保護するかが問題になった(図-2)。

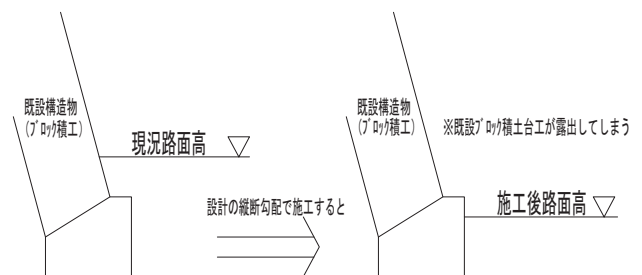


図-2 現況路面高→施工後路面高

3. 現場における工夫・改善点と適用結果

今回の施工箇所は、起点側、終点側はすでに施工が完了しており、縦断勾配を変更する事ができないため、計画通りの縦断勾配で施工しなければならない。既設ブロック積工の地山は、岩盤で土台工と一体化しており、施工後30年程年数が経過しているが目立った異常は認められなかった。

また、シュミットロックハンマーで支持力を確認したところ、十分支持力があると判断できたので土台工の強度保護と構造物の景観をよくする事に焦点をしばらく対策を考えた。

発注者と現地立会い協議の結果、土台工の露出部分を保護するため補強コンクリートを施工する事になった（図-3）。

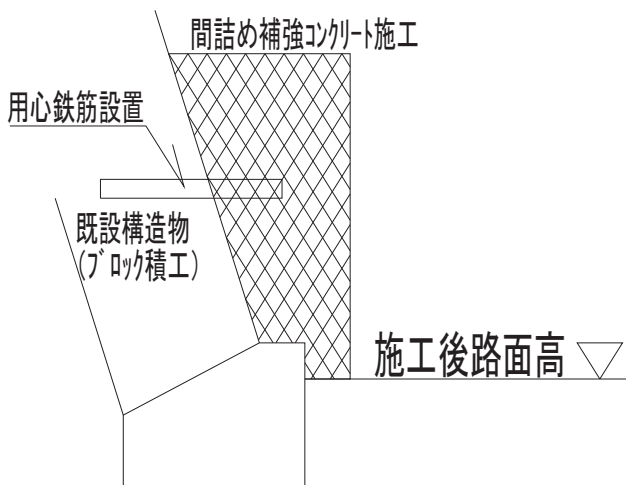


図-3 間詰コンクリート施工図

ブロック積土工全面をコンクリートで被うが、既設ブロック積工との一体化をより堅固にするため、型枠組立作業時に既設ブロックにアンカーを設置し、用心鉄筋を溶接する事によって、品質向上に努めた（図-4）。



図-4 用心鉄筋設置

コンクリート打設時に締固め、コンクリート表面にアバタが見られないように気泡をピカコン等で丁寧に取り除き、間詰補強工を完成させた（図-5）。

また、工事区間周辺は、集落が無いいため照明灯の設置が少なく夜間は大変暗い。そこで今回新設するガードレールには、車のライトで反射する再帰反射塗装を施したボルトを使用して夜間のカーブ等の認識をしやすくし、夜間走行の安全性向上



図-5 間詰補強工



図-6 再帰反射塗装ボルト設置夜間状況

に配慮する事によって交通事故防止となる対策を行なった（図-6）。

4. おわりに

今回、既設構造物のブロック積に根入れが無いという想定外の事があったが、現場状況を把握する事によって既設構造物に大掛かりな補修や破壊等の変化を加えずに施工する事ができた。加えて施工以前よりも良い環境にする事を心掛けて、ガードレール新設の前後の既設ガードレールも清掃作業を行なって地域周辺の環境美化に努めた。最後に、発注者、工事関係機関からのご指導と、地元住民の方々の御理解、御協力を得て無事故で竣工出来た事に感謝すると共に、この経験を今後の現場に生かしていきたい。

T字型構造（2方向）で支持される RC 床版の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

監理技術者

鶴田 政 宏[○]

設計担当

園 部 歩

設計担当

酒 井 康 成

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：名取中央高架橋上部工(床版工)工事
- (2) 発 注 者：宮城県 仙台土木事務所
- (3) 工事場所：宮城県名取市飯野坂1丁目地内
- (4) 工 期：平成26年12月16日～
平成29年3月17日

本梁の特色として、本線橋とランプ橋の交差点を含む特殊な橋梁（図-1）であること、また、宮城県名取市に位置し、コンクリートの凍害、塩害対策として、高耐久性床版をめざした橋梁であることが挙げられる。これらの特色に着目し、施工時に実施した対策および工夫について報告する。

2. 交差点床版の設計および施工の問題点

鋼3径間連続非合成箱桁橋(市街地部)は、本線橋とアクセスランプ橋が一体となったT字型構造である。T字部(以下、交差部)は本線橋とアクセスランプ橋の主桁が直交し、RC床版が2方向で支持されるため(図-2)、以下の対策を行った。

3. 施工の工夫と改善点および適用結果

3.1 配筋の見直し

2方向支持版は、橋軸方向、橋軸直角方向の床版支間に対して断面力を算出する必要がある。両方向に対する断面力を算出し、交差部本線主桁方

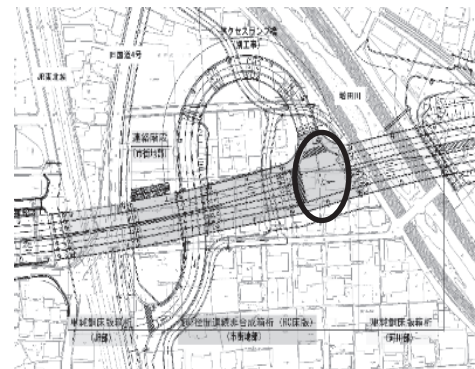


図-1 全体平面図

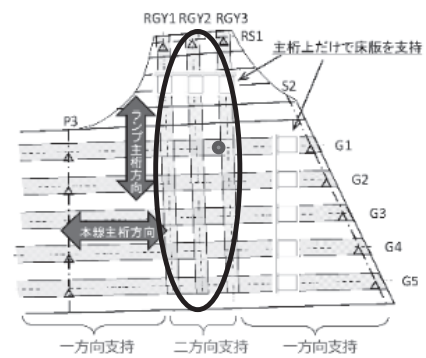


図-2 RC床版支持方向

向の配筋鉄筋の本数を増やし、鉄筋径をD16からD19に変更した。

3.2 配筋の施工性確認

交差部のRC床版は密な配筋となる。また、斜角66°の桁端部が近接するため、鉄筋が輻輳する過密な配筋となり、鉄筋の間隔、鋼桁との取合い、配筋作業の可否等を含め、配筋図だけでは施工可否の判断が困難であった。

そこで、過密配筋となる範囲を抽出し、CIMを活用して3次元配筋図を作成することで、配筋の

妥当性について確認し見直した。施工においては、作業者に配筋順序や配筋後の状態を3次元で可視化することにより、作業効率を向上させた(図-3)。

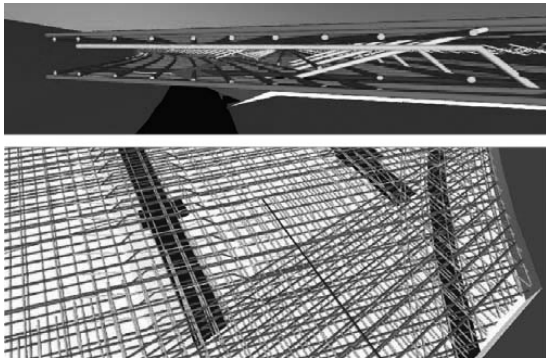


図-3 交差部床版配筋のCIM

3.3 乾燥収縮ひび割れ対策

床版コンクリートは厚さが薄く、表面積が広いため乾燥収縮によるひび割れが発生しやすい。乾燥収縮によるひび割れを抑制するため、以下のとおり工夫した。

(1) 配合の工夫

標準の床版コンクリート配合(24-8-25(20)N, W/C \leq 55%)に対して、高性能AE減水剤を添加し、単位水量の上限値を175kg/m³から165kg/m³に低減することで乾燥収縮によるひび割れ抑制を図った。しかし、標準の水セメント比では高性能AE減水剤の効果が十分に発揮できないため、セメント量を増やし、水セメント比の上限を55%から50%に低減して配合を33-12-20N, 30-15-20Nに変更した。また、下記施工条件において、スランプが1.5~2.0cm程度低下することを考慮し配合を決定した。

- ①暑中コンクリートを用いる。
- ②運搬時間が概ね30分を超える。
- ③ポンプ圧送時の水平換算距離が50m以上150m未満となる。
- ④輸送管はテーパ管を使用し、100A(4B)以下の配管を接続する。

(2) 単位水量管理方法の工夫

単位水量を低減させ、乾燥収縮ひずみを抑制したため、以下のとおり管理した。

単位水量の管理には、連続式RIコンクリート

水分計『COARA』(NETIS:KK-030005-VE)を使用し、コンクリート全量の単位水量を連続して計測・管理した。

単位水量設計値は162kg/m³とし、上限値を165kg/m³、下限値を147kg/m³で設定した。測定結果は165kg/m³~154kg/m³であった(図-4)。

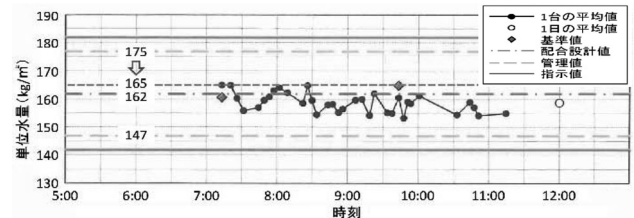


図-4 単位水量の経時グラフ

3.4 長期強度の向上と表面の緻密化対策

(1) 湿潤養生の工夫

床版コンクリートの湿潤養生は、保水効果の高い『アクアマットSタイプ』(NETIS:CG-060005-VE)上に防水シートを重ね、標準(5日間)の約3倍となる14日以上、かつ設計基準強度が発現するまで実施した。

(2) 養生管理の工夫

床版コンクリートの養生管理は、打設ブロック毎に縦横断勾配の高い位置に温湿度センサーを1箇所設置し、『モバイル式コンクリート養生管理システム』(NETIS:HK-100021-VE)で養生時の温度と湿度を常時計測・監視した。

湿潤養生終了の判断は、コンクリート打設範囲ごとに強度確認用テストピースを採取して現場養生を行い、圧縮強度試験の結果が基準強度以上であることとした。湿度を80%以上に保つことで乾燥収縮を抑制し、クラックのないコンクリートに仕上げる事が出来た。

4. おわりに

本工事は、特殊な橋梁の床版工事、さらには、東北地方における床版施工という現地条件の中、最新の知見および技術を積極的に導入し、品質向上と管理を用いることで満足のいく結果となった。

今後も、さらなる床版工事の品質向上の取り組みを模索し、床版の高耐久化を目指したい。

排水柵下面のコンクリート充填性向上策について

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
鈴木 康 宏[○] 永 塩 泰 典

1. はじめに

本工事は、東北地方整備局における長寿命化橋梁の試行工事として発注された鋼橋上部工工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：浪板橋上部工工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
南三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県上閉伊郡大槌町吉里吉里
- (4) 工 期：平成26年11月12日～
平成28年 8 月31日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

コンクリート系床版の顕著な損傷箇所として、排水柵周りからの漏水による劣化が報告されている（図-1）。劣化の原因としては、①防水層の機能不全、②排水柵周りの付着切れによるもの、③排水柵下面のコンクリート充填不足などが挙げられる。

本工事では、耐凍害性に配慮した空気量の多いコンクリートを用いているうえ、排水柵下面が緩勾配となっているため、締固め時に発生するエントラップドエアが排水柵周りに滞留することが予想された。これら気泡溜まりは、前述の床版劣化を誘発する起点となりかねない。そこで、使用

する排水柵を合板で模擬した試験体を用いて、各種条件下における排水柵下面のコンクリート充填状況を確認するための試験を実施した（図-2）。

試験では、気泡を滞留させない、または気泡を除去する対策案についての比較検証を行った。



図-1 排水柵部漏水による損傷事例

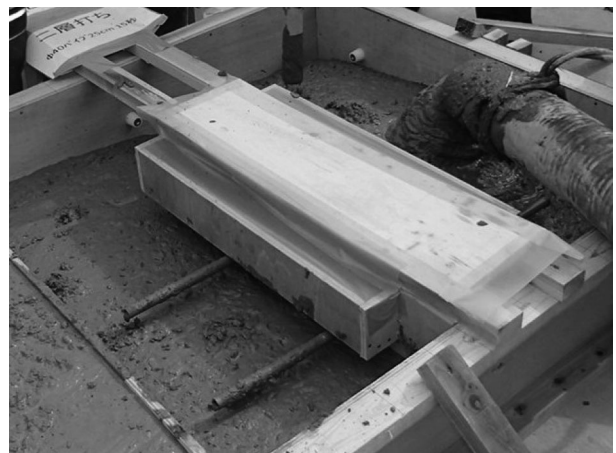


図-2 模擬試験体による試験実施状況

(1) 気泡発生状況、予防対策の検証

まずは気泡溜まりの発生を予防するための以下対策を提案し、試験施工を行った。

- 1) 締固め効果の高いバイブレーターの使用
- 2) 排水柵に空気抜き穴を追加
- 3) 排水柵底面の勾配の付加

試験の結果、図-3に示すように、何れの工法においても気泡の滞留が顕著であり、対策の効果が低いことが確認された。



図-3 模擬試験体下面の気泡滞留状況

(2) 気泡除去方法の検証

続いて、この気泡を強制的に排出する方法を検討することとした。実施した対策は以下の通りである。

- 1) 型枠透水シートによる気泡の引き出し
- 2) ロープによる気泡のこすり出し

型枠透水シートに関しては、排水柵に事前に仮貼付けしておき、締固め完了後速やかに引き抜く方法とした。ロープに関してはナイロンやポリプロピレン製ロープを排水柵にあらかじめ輪にして巻き付けておき、締固め完了後にロープの両端を持ち、排水柵下面を撫でるように複数回往復させる方法を試行した。

結果、何れの方法においても気泡除去の効果が大きいことが確認された。図-4に検証結果の一例を示す。

実施工においては、試験において最も残留気泡が少なく、また、作業の簡易性に着目して、径φ

5mmのポリプロピレン製ロープによるこすり出し手法を採用することとした。実施工における作業状況を図-5に示す。

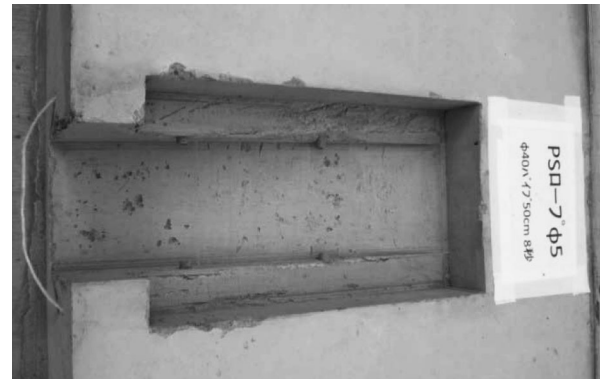


図-4 ロープによるこすり出し対策処理後



図-5 実工事における作業状況

3. おわりに

今回提案した手法は、気泡をロープの撚りで捉え排出する仕組みである。身近な材料を用いて簡単に施工できるため、技士会各位の現地においても是非お試しいただきたい。留意事項は、万が一ロープが切断して残留物が床版内に残ることが無いよう強靱な材料を使用すること、断面欠損や水みちを作ってしまうことが無いようロープの径に配慮すること、作業においては捉えた空気を逃がさないようにゆっくりとこすること、等が挙げられる。

本手法は排水柵下面に限らず、気泡が残留しやすい部材（例えば埋め込みプレートアンカーや中空床版橋の円筒型枠下面）などにも応用することが可能と考える。

軟弱地盤地域での大型クレーンを使用した架設

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

現場代理人兼監理技術者
村田 昭 好[○]

建設部 工事2グループ 主管
榊 原 正 志

建設部 工事2グループ グループ長
渡 辺 毅

1. はじめに

田之倉橋は千葉県北東部に位置し、一般県道多古栗源線の栗山川に架かる橋梁である。現橋は、昭和38年に架設され55年程経過し老朽化が進んだこと、また、交通量の増大による周辺の道路整備に伴い橋の架け替えを実施するものである。橋梁形式は、単純鋼床版鈹桁橋である。橋梁の架設方法は、現地の施工条件により吊能力550tの大型クレーンによる一括架設工法により実施した。

この論文では、軟弱な地盤地域での大型クレーンを使用した、一括架設工法における留意点及び対策について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：県単耐震橋梁緊急架換工事（上部工）【田之倉橋】
- (2) 発 注 者：千葉県成田土木事務所
- (3) 工事場所：千葉県香取郡多古町本三倉
- (4) 工 期：平成28年10月1日～
平成29年8月26日
- (5) 橋梁形式：単純鋼床版鈹桁橋
- (6) 橋 長：37.0m
- (7) 支 間 長：36.0m
- (8) 総 重 量：169t



図-1 完成写真

2. 大型クレーン一括架設における留意点

架橋場所の周辺は水田地帯であり、地盤が軟弱である。周辺の道路整備においては、圧密沈下を促進させるため、橋梁部の前後でプレロードを実施し、道路を施工している。

今回、一括架設に使用する重機は、550t吊オールテレンのフル性能の使用となり、カウンターウェイトを含むクレーンの総重量は400t程度になる。大型クレーンの一括架設では、クレーンの重量および鋼桁の吊重量がクレーンアウトリガーに作用することから、クレーン設置箇所の地耐力や土圧による、橋台等の構造物への影響を考慮する必要がある。

架設計画段階では、クレーンアウトリガーの最大反力からの地耐力の確認、クレーンアウトリ

ガー荷重による土圧を橋台に作用させないような、クレーンの配置計画を実施した。

3. 対策と実施結果

大型クレーンの設置箇所においては、地組桁の荷取り位置、架設箇所までの作業半径、クレーン周辺の支障物を考慮し、クレーンの能力を最大限に生かした上で、橋台に対する土圧を最小限となる位置を導き、大型クレーンの設置箇所を決定した。また、クレーン設置箇所には、22mmの敷き鉄板を二重で設置し、更にクレーン専用の覆工板により極力分散できるように配慮した。

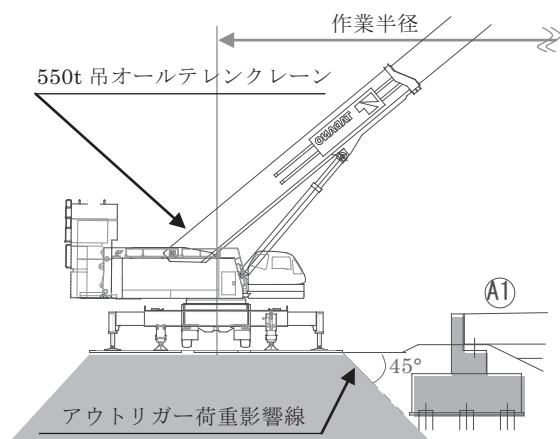


図-2 クレーンアウトリガー影響図

クレーン設置箇所の地耐力については、大型クレーンアウトリガー設置箇所のピンポイントでの平板載荷試験を実施した。試験箇所は550t吊オールテレンのクレーンアウトリガー直下で、最大荷重が掛かる橋台側2箇所測定を行った。試験荷重は、架設時の最も条件が厳しい状況でのアウトリガー反力の2倍を最大荷重として試験を行った。 $(127.3\text{kN/m}^2 \times 2 = 254.5\text{kN/m}^2)$

荷重は、 100kN/m^2 ピッチで 300kN/m^2 まで6段階で載荷を行なった。その結果、地盤耐力としては十分反力を確保できる地盤であることが確認できた。

土圧の影響による橋台部の計測については、土圧による影響を即時に確認できるように、橋台側面2箇所（上流側・下流側各1箇所）にプリズムを設置し、トータルステーションを使用して、常時動態計測（X、Y、Z）を行いながら架設を行った。

クレーン設置箇所が軟弱地盤ということもあり、クレーン組立時、架設時、架設後の3回、常時動態計測を実施した。

計測の結果、架設時及び架設後も橋台の変位は計測されなかった。これより、クレーンのアウトリガー反力の土圧が橋台に影響を与えなかったことが確認された。



図-3 橋台動態計測

4. おわりに

田之倉橋架設において、本工事では軟弱地盤での大型クレーンを使用した架設による留意点によりさまざまな検討および対策を行った。

大型クレーンによる架設では、クレーンの影響による橋台の移動やクレーンの転倒などの事故が発生する可能性があるため、今回の報告が同種工事に寄与し、品質・安全向上に繋がることとなれば幸いです。

最後に、本工事の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。

橋梁補修工事における安全対策

長野県土木施工管理技士会
庫昌土建株式会社
小尾口 仁 志

1. はじめに

本工事は、山間部の橋梁補修工事で、高欄取替工、断面修復工、塗装工、舗装修繕工を行う発注であった。

工事概要

- (1) 工事名：橋梁補修工事(一)立場大橋
- (2) 発注者：長野県諏訪建設事務所
- (3) 工事場所：長野県諏訪郡富士見町
- (4) 工期：平成29年4月1日～
平成29年9月27日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

現場では、塗装作業時における有害塗膜除去作業時の安全対策、高欄取替工における交通事故防止対策の2点が大きな課題であった。

1) 橋梁塗装工施工にあたり旧塗膜を採取し成分分析した結果、鉛32wt%/・六価クロム350mg/kg・PCB0.06mg/kgの有害成分が検出されたため、労働者の健康障害防止対策を行うことが必要となった。

平成26年に国土交通省から塗膜剥離作業における通達があったが有害物質の程度によってどのような施工方法を行うかマニュアル等が無いため当現場での施工方法の立案が課題となった。

塗装工事の通達後の作業方法改善点等や、他現

場での対応を調べ、当現場での対応を決めた。

まず塗膜除去範囲の床をブルーシートで密閉し、側面をシートで囲った。作業員には、マイクロガード着衣、電動ファン付集塵マスク、保護ゴーグル、手袋等を着用させ、工具は集塵機能付きサンダーを使用、また飛散防止のため除塵フィルター付集塵機を使用した。作業終了後は、エアシャワーを使用後退場、手洗い、うがいを実施した。



図-1 ケレン作業状況



図-2 低濃度 PCB 収集運搬状況



図-3 夕方の道路開放時状況

また安全教育時に鉛作業の危険性、作業手順の説明を十分に行い、作業員全員に理解してもらった。

作業員の健康障害防止対策として現場でできるかぎりのことは実施できたと思われる。

塗膜くずは、きれいに清掃して回収し、既定の容器に密閉し特別管理廃棄物として適正に処理した。

2) 高欄撤去時の交通事故防止が問題点となった。

高欄撤去を作業効率上全箇所行くと規制区間が100mを超え、夕方の道路開放時は、安全施設(転落防止措置)の既設・新設施工間が歯抜けになり昼夜の交通規制が必要となる。また工事箇所の橋梁接続道路は、起点、終点とも大カーブで見通しが悪く、起点は三差路もある。交通事故防止を考慮し、既設高欄撤去、新設高欄設置を1日の作業時間帯で日々行い(約25m 施工)夕方は道路を開放した。また工事注意喚起のため大型電光掲示板、回転灯を危険箇所に配置した。この方法によ

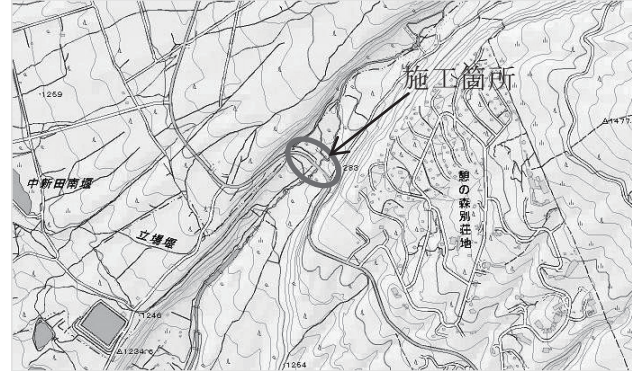


図-4 起点、終点とも大カーブの現場

り施工中の渋滞緩和、夜間の安全確保ができ、車両の飛び込み事故等無く安全に工事を終了できた。

3. おわりに

今回現場の素地調整は3種ケレンであったが、旧塗膜がかなりの面積残されたままである。次回工事でも労働者の健康障害防止対策を実施しなければならない。有害塗膜をすべて除去できる1種ケレンにすれば問題の先送りとならないが、発注者の予算等の関係もあり、今後の課題となる。

また発注者、受注者共に有害塗膜についてどのような処置をするか情報不足で互いに協力して新しい通達について勉強できたのはよかった。

今後他現場において塗装の塗替工事が行われると思うが、有害塗膜(鉛、クロム等、PCB等含有するもの)をケレン等する作業についてわかりやすい作業基準、マニュアル等の作成を望む。

高欄取替工事では、作業期間が観光シーズンの夏場で施工箇所上流部にキャンプ場等もあり交通量が多い時期だったが今回の安全対策により交通事故無く、作業終了でき地元からも感謝された。

150KV 送電線直下における鋼桁架設の施工報告

日本橋梁建設土木施工管理技士会
日本ファブテック株式会社
監理技術者
岡田 康 一

1. はじめに

本工事は、茨城県つくば市内の渋滞緩和対策として、つくば市島名から、つくば市面野井間の約1kmの区間に新しいバイパス道路を造成する工事である。

本橋は、5主桁からなる単純鋼桁橋で、谷田川を斜めに横断する形で架橋する工事である。また上空には高圧送電線が本橋とほぼ並走している現場であった(図-1)。

工事概要

- (1) 工事名：橋梁上部工事(仮称)面野井ランプ橋 ON ランプ
- (2) 発注者：茨城県
- (3) 工事場所：茨城県つくば市
- (4) 工期：平成28年8月3日～平成29年5月30日

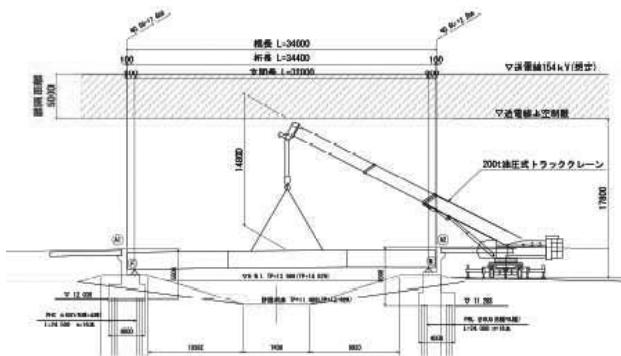


図-1 高圧送電線の高さ

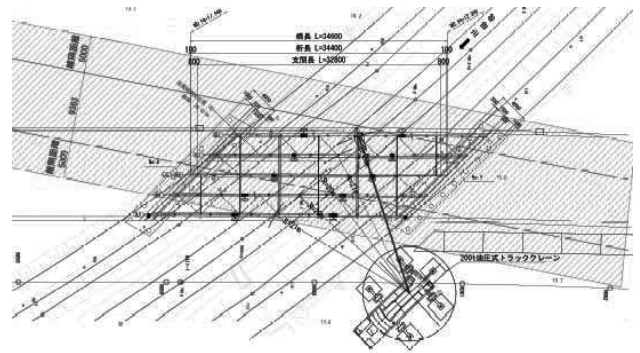


図-2 当初架設計画平面図

2. 現場における問題点

当初の架設方法は、1主桁ずつ地組立てを行い、200t吊トラッククレーンにより地組した桁を吊り上げて架設する方法であった(図-2)。しかし、地上から22.8mの高さに送電線が本橋上を並走していたため、クレーンのブームが送電線の上空制限を侵すことが調査結果により判明した(図-3)。

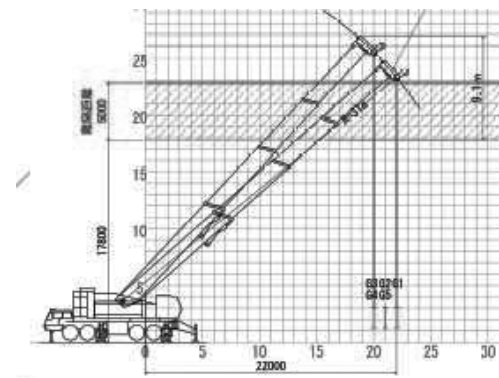


図-3 クレーン能力と上空制限

3. 工夫・改善点と適用結果

河川内に杭ベントなどを設け、クレーンの吊能力を低下させる方法を考えたが、川底はじゃかごによる河川改修が完了していたため河川内へのベント設置はできなかった。また両岸にクレーンを設置して架設する事も考えたが、対岸は残土置き場となっておりクレーンの進入および作業ヤードとして使用することはできなかった。よって、桁地組立+横取り架設工法を選択し施工を実施した。

桁の地組立は、送電線から5m離れた位置とし、送電線の上空制限を侵さないように、架設位置と平行に地組した。また、横取り時に桁が転倒するのを防ぐために、2つの主桁を対傾構、横構で取合い箱状に組立て安定させた(図-4)。



図-4 箱状組立

地組した桁は、エンドスローラーを使用し、次の地組立が出来るスペースの分(約3.8m)だけ横取りする(図-5)。



図-5 エンドスローラーでの横取り

次の地組立が出来るスペースを確保できたら、再び桁を地組する。この①桁地組立、②横取の作業を繰り返し、桁を所定の位置まで横取りし、桁を支承と取合うまで降下させ無事に架設を完了することが出来た(図-6)。



図-6 完成写真

3. おわりに

本橋は、60度の斜角を持ち、桁端とパラペット間の隙間が両端70mmと狭いため、横取り工法を選択するには適していない現場であったが、事前検討を十分に行い、パラペットの倒れ等の事前測量成果も考慮し、桁の地組位置、横取り角度を調整しながらの施工によって、安全に架設を行い無事完成することができた。

軟弱地盤に対する施工上の工夫と対策

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
現場代理人
津村 太輔

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号 筑後川橋下部工（P11）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：福岡県大川市大野島地内
- (4) 工期：平成29年4月25日～
平成29年11月20日

本工事は、有明海沿岸道路の橋梁下部工工事である。主たる工事内容は、場所打杭（Φ1500）L=42.5m n=8本、門型ラーメン橋脚 1基、仮設鋼矢板Ⅲ型L=10.5m n=126枚である。

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

1) 掘削機械足場の地盤沈下防止対策について

現場は、地域特有の有明粘土層における軟弱地盤であり、海岸からも近い場所であった。また、大野島地区はガタ土の上に筑後川から運搬された土砂により堆積した三角洲であり、特に地盤は緩い地域であった。先行工事として盛土工事が行われていたが、盛土施工から日も浅く自然沈下が収束していない状態であった。

軟弱地盤対策として工事開始前に重機足場の地耐力を調査した。結果は、敷鉄板のみで耐力がとれたが安全側の対策として重機足場と施工箇所の



図-1 施工箇所地盤改良状況

地盤改良を1m程度施した（図-1）。

しかし、場所打杭2本目を施工中のケーシングを引き抜く際に、油圧ジャッキの圧力により機械足場が30cm程度地盤沈下を起し、引き抜き不能になる可能性が考えられた（図-2）。

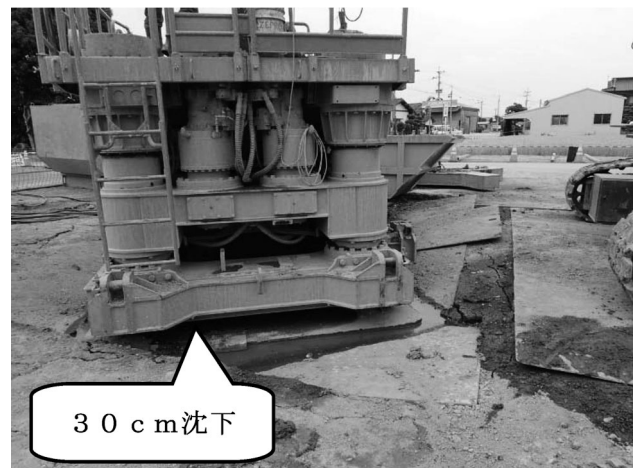


図-2 機械足場沈下状況

その対処法として、通常はケーシングの初期引き抜き時に揺動をかけての引き抜きは行わないが、揺動をかけて引き抜いた事により全てのケーシングを引き抜く事が出来た。しかし、揺動をかけた影響で鉄筋かごの天端が想定より50mm程の沈下が発生した(図-3)。



図-3 鉄筋かご定着長管理

再発防止対策として、場所打杭施工を一時中断し、前回改良よりさらに1m深く地盤改良を施し対応した。また、鉄筋かごの吊り筋時の高さを当初設定値の80mmから50mm高い130mmに再設定した。結果、沈下する事もなく安全に完了する事が出来た。

2) 土留鋼矢板転倒抑制対策について

床掘深さが3m以上の場合、通常は切梁・腹起しを設置するが、この工事は3.1mであったが自立式鋼矢板としての安定計算をクリアするものであった。しかし、過去の経験と先行工事の情報を基に鋼矢板の転倒抑制対策として、打ち込み完了後、矢板頭部にH形鋼(H400)を挟締金具(ブルマン)を使用して、全周に取り付けた(図-4)。



図-4 矢板転倒抑制対策

その後、動態観測として設置完了時から定期的に座標管理を行い、変位状況を管理した(図-5)。

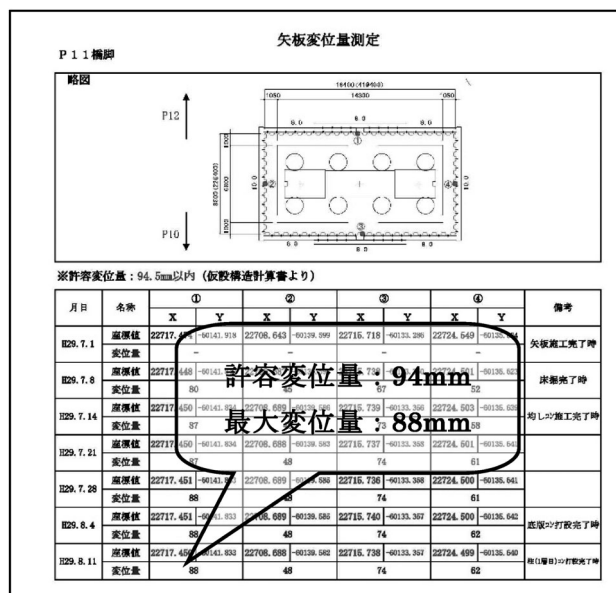


図-5 矢板動態観測

その結果、変位はあったが安定計算上の許容数値を超えることなく変位が収まり、作業環境への安全配慮ができた。

3. おわりに

軟弱地盤に対する対応は、過去の実績及び経験を踏まえたが、さらに想定以上の動きがあったので、今後さらに対策を工夫しなくてはならないと思った現場であった。

既設構造物取壊し時の飛散防止対策

新潟県土木施工管理技士会

株式会社 新潟藤田組

監理技術者

現場代理人

坂井

剛[○]

小野

裕

1. はじめに

本工事は一般国道7号新潟港東港地区事故対策事業の内、大夫興野インターチェンジを「ハーフインターチェンジ」から「フルインターチェンジ」に改良する工事の一環で、新設（上り線）下部工事を施工するものである。

工事概要

- (1) 工事名：国道7号 大夫興野 IC 橋(上り) 下部工事
- (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：新潟県北蒲原郡聖籠町藤寄地先
- (4) 工期：平成29年2月2日～平成30年2月26日

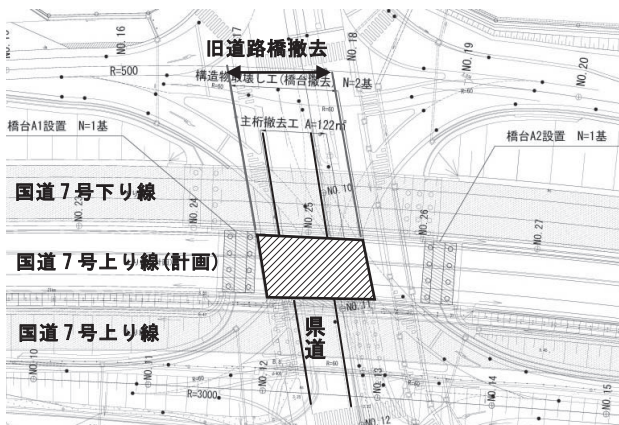


図-1 計画平面図

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

1) 問題点 (図-2)

当該施工箇所は、交通量の多い国道7号新新バイパス大夫興野インターチェンジにおいて、車線切り替えによるバイパス上下車線間の狭隘な用地（上り線（計画））で、旧道路橋の撤去と、新規橋台の施工を行うものであり、バイパス本線及びランプ流入、流出先の県道島見新発田線への安全対策が重要である。

バイパスへのアクセス道路である県道島見新発田線に近接した旧道路橋の既設橋台の取壊し時には、コンクリート破砕片の飛散による通行車両や歩行者への第三者災害が問題となるため、施工方法及び飛散防止対策について検討を行った。

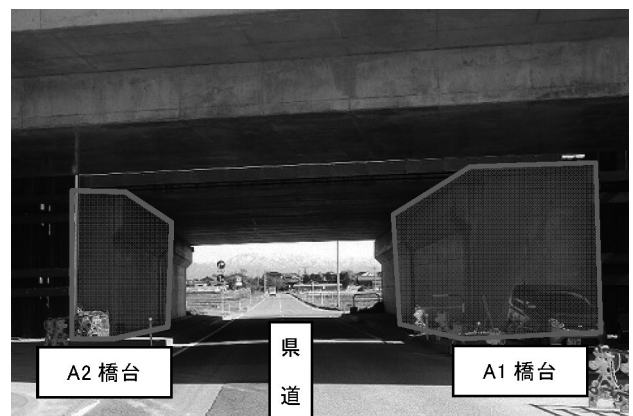


図-2 現場状況

2) 工夫（実施内容）（図-3）

既設橋台の取壊し時において、県道島見新発田線に面した工事用地に、旧橋台よりも背の高い養生シート付の枠組足場を設置することにより、県道へのコンクリート破砕片の飛散防止対策とした。

設置した枠組足場には、解体する既設橋台側には素材の厚い防災シート（合板により補強）を隙間なく設置し、また県道側には養生ネットを設置する2重構造とすることで、より確実な飛散防止対策とした。



図-3 飛散防止養生足場（県道側より撮影）

3) 適用結果（実施結果）

結果、一部コンクリート破砕片による防災シートの表面に破損箇所が見られたが、合板による補強と、養生ネットとの2重構造としたこともあり、車道に対する飛散は完全に防止できたことから、養生足場の設置は有効であったと考えられる。



図-4 ブレーカによる取壊し

また、大型ブレーカに加えて、大割ハサミの解体機械を併用する事により、ブレーカ使用による破砕片の県道への飛散物拡散を防止し、加えて散水しながらの解体作業により粉塵の発生も抑制したことで、解体時の事故や苦情も無く、無事撤去

工事を完了できた（図-4、5）。



図-5 大割ハサミによる取壊し

3. おわりに

当現場では大型ブレーカが設計の取り壊し機械であり、飛散防止を考慮して、大割ハサミの解体機併用として計画し工事を行ったが、コンクリート破砕片の飛散防止の観点及び安全面から考えると、工事費は割高になるが、ワイヤーソーによるコンクリート細切れ切断後に、クレーンで吊り出し撤去する工法がより安全で有効であると考えられ、発注者とも協議を行った。



図-6 撤去完了

今回の工事施工箇所は、周辺に民家等が無く、騒音・振動に関して制約の無い現場であったが、今後、市街地での解体工事を担当するときには、計画段階で発注者と協議を重ね費用対効果を検討しながら、より良い施工方法を考えていきたい。

災害復旧における安全対策と再発防止への工夫

長野県土木施工管理技士会

株式会社倉品組

土木部長

技術係長

木村良紀[○]

寺嶋孝雄

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：27災公共土木施設災害復旧工事
- (2) 発注者：長野県大町建設事務所
- (3) 工事場所：小島信濃木崎（停）線大町市高地
- (4) 工期：平成28年2月2日～
平成29年7月29日

本工事は、台風の大雨による道路崩落により全面通行止めになった県道を、ブロック積工L=58.8m、A=324m²、小口止工V=11m³、アスファルト舗装工A=104m²、区画線工L=60m、ガードレール設置工L=61m、仮設工一式を施工する災害復旧工事である。

2. 現場における問題点

当工事は、冬期に発注されたが、現場が積雪等による冬期通行止め区間のため、春を待っての施工となった。現場までの道路幅員はW=3.0mと狭く、急カーブが多く見られ、縦断勾配も急で、最寄りの2車線道路からの移動距離がかなりあった。また災害場所には倒木が有り、周辺道路に湧水等が流れている状態であった。

現場の問題点は次の2点であった。

- ①湧水処理
- ②現場までの道路幅員が狭い（交通災害）

3. 工夫・改善点と適用結果

前述した問題点を改善するために以下のような対策を講じた。

①湧水を未処理のままでは、土工作業時に地山崩落の危険があり、作業員が被災する恐れがあった。そもそも山からの湧水が常に周辺道路上に流れている状態があり、おそらくこれが今回の災害の一因と考えられ、掘削作業時の掘削面への影響も懸念された。以上の事から湧水処理を先行して行なうこととした。施工当時降雨等による地山の崩落や落葉等の蓄積で、山側路肩の側溝が閉塞してしまい、道路排水が機能していない状態であった。そこでまず、現場周辺の山側路肩の土側溝を掘り直して、山側からの湧水処理を行った（図-1）。これは、道路耐久性の観点からも有効と思われた。



図-1 土側溝設置

次に既設道路周辺の、流末処理機能が未整備の場所に、道路横断暗渠工を2箇所設置して排水処理を行ない、本工事施工箇所へ湧水や雨水が流入して地山に影響がないように配慮した(図-2)。



図-2 横断暗渠設置

また、土側溝を掘ると幅員が狭くなる箇所には、有孔管を設置して再生砕石で埋め戻し、山側からの湧水処理を行い、施工箇所の作業幅員、掘削法面への湧水の影響を軽減した(図-3)。



図-3 山側路肩暗渠工

湧水処理を行なった結果、道路が乾き、作業性、安全性が向上した。

②の問題点としては、幅員が狭い道路での工事車両と一般車両との交通事故防止対策として、工事車両の安全運転教育を行い、スピードへの注意と、見通しの悪いカーブでの徐行運転を徹底した。また、危険箇所を抽出して対策を考え、現場作業員間での情報共有を通して、安全運転への意識高揚を図った。現場までの単車線道路上には、退避所を設けて、一般車両との事故防止に努めた(図-4)。

以上のような対策により安全意識を保持することができ、第三者への公衆災害も無く現場が竣工

した。



図-4 現場安全教育状況

3. おわりに

災害復旧現場では、災害要因等を現地で確認し協議して進めていく事が特に大切であると思われる。同じ場所で再び災害等が起こらない様にするのはもちろん、以前よりも良くなったと言ってももらえる様に心がけている。今回、湧水処理時に、路肩付近に倒れていた馬頭観音の石碑を移設することになった。これは地元関係者と地主に状況を伝え、意向を聞いたところ、現場近くの道路際に設置して欲しいとの要望がでたためである。こうして地元関係者と協力して石碑を設置し直したことがきっかけとなり、残土仮置場の地主の方から、現場発生土を置いたままにしてもよいという許可をいただくことができた。結果として残土搬出費が大幅に削減できたと共に、工事運搬車両台数も減ったことで交通災害のリスク軽減につながった。このことは地元関係者や地域住民とのコミュニケーションが大切であることと実感した事例となった。地元の協力と発注者を含む関係機関の指導により事故も無く竣工できたことを改めて感謝したいと思う(図-5)。



図-5 地元関係者との石碑設置

安全管理

汎用ポリエチレンネット・シートを用いた山腹地での地すべり対策施設における機能保持・作業環境の向上

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
内川 浩一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度地すべり対策事業
八坂地区 地すべり防止その5工事
- (2) 発注者：長野県北アルプス地域振興局
農地整備課
- (3) 工事場所：大町市 八坂
- (4) 工期：平成29年3月14日～
平成29年10月31日
- (5) 工事内容：横孔ボーリング工φ66 L=1279m
山腹水路工 高密度ポリエチレン
パイプφ150 L=98.6m
明暗渠工高密度ポリエチレンU字
溝300型 L=144.8m

本工事は、長野県大町市八坂地区に位置し、地すべり発生による田畑・灌漑施設（地すべりブロック下部にため池あり）への被害防止等を目的とした工事であった。

2. 現場における問題点及び課題

- ①当現場施工箇所周辺には多くの樹木が自生し、明暗渠工施工完了後の開渠部分には多くの落葉等が流入・堆積し、閉塞によるオーバーフロー等、水路としての機能を損なう可能性が予想された。
- ②当現場は表層付近一様に粘土層で覆われており、ボーリング作業時の削孔水・削孔後の湧水により作業地盤や施工中の孔口周辺の軟弱化が進行し、

作業環境の悪化や孔口周辺の地山の不安定化が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ①当現場の明暗渠工施工位置は山腹に位置することから、地山の变形・変動への追従や施工性を考慮し、高密度ポリエチレン製U字溝を使用した。そのため一般的な鋼製グレーチング・コンクリート製蓋などの使用は行えず、施工後の機能維持及び維持管理時の負担軽減等を考慮し、補強土工法として汎用されている耐久性に優れた高密度ポリエチレンネット（網目10.5mm 引張強さ7×7KN/m）（図-1）をアンカーピン（L=400mm）で固定し、蓋（落葉等進入防止ネット）として用いた。

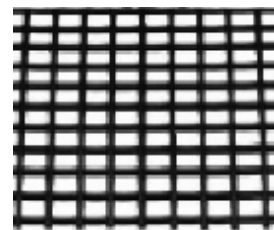


図-1 高密度ポリエチレンネット拡大図

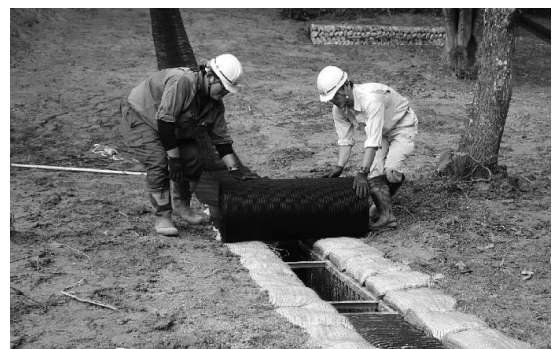


図-2 高密度ポリエチレンネット設置状況

結果施工後落葉が多く見られる時期においても、落葉が開渠部に堆積することがなく、水路としての機能を確実に維持することができた（図-3）。



図-3 施工後経過

②ボーリング工施工時から孔口保護工施工期間を通して水の処理を確実にできる様、ボーリング作業時には足場下部へポリエチレンシート（ $t=0.25$ mm）を敷設し、削孔水等が地盤に浸透しない様に対策を行った（図-4、5）。

結果作業員が軟弱箇所で足をとられてしまうなどといった負担を軽減し、転倒防止を図ることができ、安全に作業を遂行することができた。



図-4 仮設足場下シート敷設



図-5 足場撤去作業状況

またボーリング工施工完了後には、足場下部に

敷設したシートを流用して湧水誘導を行い孔口保護工の施工を行った（図-6、7）。これにより地山の軟弱化による背面掘削面の不安定化が防止され、孔口保護工を安全に施工することができた。



図-6 発生湧水誘導状況



図-7 孔口保護工（ふとん籠）施工状況

4. おわりに

山腹水路という継続的な維持管理が行いにくい場所であることから、施工時に水路工の機能低下防止対策を実施できたことは、水路工施設の継続的機能保持に寄与できたと考える。しかしながら、当現場は山間地にあり、降雪や野生動物が多く出没する地域にあたるため、高密度ポリエチレンネットの蓋（落葉等進入防止ネット）の使用に関して、耐久性や維持管理等を含め、今後の経過観察を行うことで、その有効性を判断する必要がある。

またシートを敷き軟弱化防止といった簡易な対策ではあるが、作業員からは『足元が良いと仕事がはかどる』などといった声が聞こえ、少しの作業環境の工夫で、作業員への負担・ストレス低減となり、現場作業効率の向上といった面でも効果が得られたと考える。

既設栈橋杭の補強工法（Re-Pier 工法）における 水中作業の工夫について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社
監理技術者兼現場代理人
安田 博之[○]

担当技術者
表口 勝彦
担当技術者
山本 明

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：西ふ頭さん橋外災害復旧（その
2）工事
- (2) 発注者：宮城県 仙台塩釜港湾事務所
- (3) 工事場所：宮城県塩釜市港町一丁目地先
- (4) 工期：平成26年3月28日～
平成28年12月16日

本工事は、2011年に発生した東北地方太平洋沖地震により被災した栈橋の嵩上げ工事と栈橋背後地の臨港道路を被災前の状態に原形復旧する工事である。

栈橋は上部工の50cmの嵩上げに伴う重量増加等により鋼管杭の耐力が不足するため、鋼管杭を鋼管杭補強部材（以下、補強部材と呼ぶ）で連結する Re-Pier 工法による補強を行うものである。

栈橋施工延長160m に対し、32基の補強部材を水深 - 2m の深さに設置した。



図-1 鋼管杭補強部材全景写真

鋼管杭を連結する補強部材は鋼製で（図-1）、人力では扱えない重量である。そのため、一般的には、クレーンの使えない上部工直下での施工作业を実現するために、部材にフローターを艀装して水面に浮かばせて設置個所まで移動させる。その後、上部工下面から部材を吊り替えて、設置水深までチェーンブロックで吊り下げるのが標準的な施工方法である。

2. 現場での課題

本現場は被災により上部工と水面が近接しており、また上部工の前垂れがあるため、潮位変動を考慮しても水面を曳航して部材を曳航する方法が採用できなかった。そのため、クレーンを使わずに、潜水士の人力で部材を水中移動させて設置することとした。この時、水中で安定的に移動させるためには、部材の重量と浮力が釣り合った状態、（すなわち部材が浮きも沈みもしない中性浮力状態）にする必要がある。しかし、一般的に使用されている発泡スチロール製のフローターは浮力が固定であること、バルーン型フローターは浮力の調整が可能であるが水深の変化とともに浮力が変動するため、水中での制御が難しいという課題があった。

また、補強部材を設置位置まで移動したのち、補強部材を既設鋼管杭に設置するが、このとき中性浮力状態では潮流の影響などを受けやすく施工

の効率が低下する恐れがあるため、上部工下面から吊り替えてから施工する。このとき、部材からフローターの艀装を解除すると、フローターの浮力が勝ち、一気にフローターが上昇するため、潜水士が挟まれるなどの危険性が考えられた。

そこで、本社の開発部門とともに施工の効率化を目的としたフローターを開発することにした。

3. 工夫と適用結果

補強部材は32基すべて同じ寸法であり、自重が同じであることから、本現場専用のフローターを製作するものとした。

まず、フローターを艀装した状態で中性浮力となるように、フローターの大きさを決定した。移動する水深の影響を受けないようにフローターは鋼製とし、得られる浮力が水深で変動しないように工夫した。このことにより、中性浮力に調整することで部材が水中で上下せずに安定するので、潜水士が所定の場所まで手で押して移動させることが容易になる。

次に、補強部材からフローターを解除する際のフローターの急浮上の防止とともに、フローター

の回収を安定して施工するために、フローター自身も中性浮力となるように浮力を調整できる構造とした(図-3)。バラスト水をフローターに注水することで浮力は調整できるが、補強部材の重量は同一であることから、バラスト室の大きさを補強部材の重量と釣り合うように調整し、バラスト室が満水になれば自然にフローター自身が中性浮力となる構造とした。

4. おわりに

2段階に浮力を調整できる専用フローターを開発することで、潜水士による水中作業の大幅な効率化と安全性を実現し、無事故で施工を完了することができた。

今回は本現場専用に設計したが、今後は他現場への流用もできる構造を検討していきたい。

日本各地の海岸構造物は老朽化が進行しており、補強や補修工法が求められる中、潜水士の人力で施工できる工法として確立させることができた。

栈橋を供用しながらの施工が可能であり、今後も老朽化した栈橋の鋼管杭補強工法として、さらに活用できると考えている。



図-2 フローター艀装状況



図-4 補強部材曳航状況

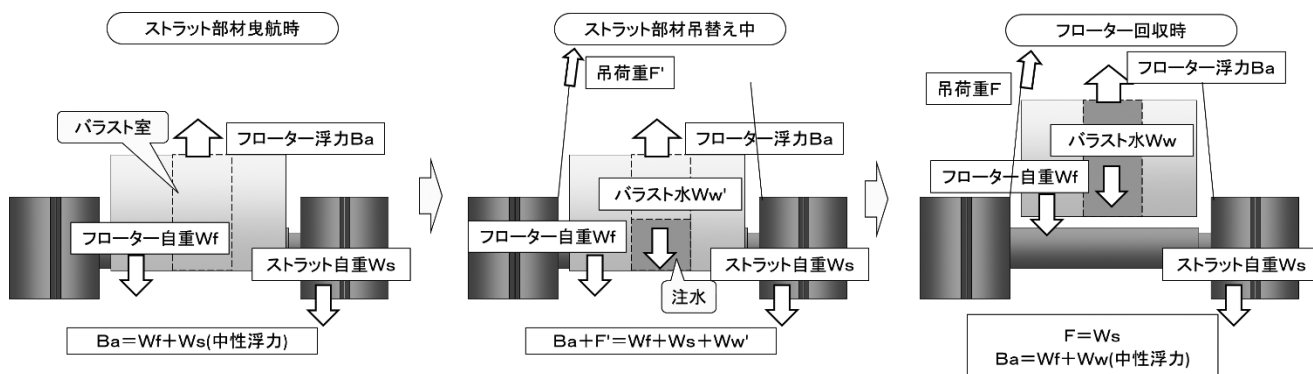


図-3 フローターの浮力調整の仕組み補強部材曳航状況

地盤改良時におけるセメント散布完了後の粉塵対策について

(一社)北海道土木施工管理技士会
近藤工業株式会社
土木部係長
岩木真二

1. はじめに

本工事は小樽から余市間の自動車専用道路の開通に伴うインター線の整備工事で主な工種として、路体盛土 $\approx 30,000\text{m}^3$ 、地盤改良工として盛土改良 $\approx 27,000\text{m}^3$ 、表層改良 $\approx 7,000\text{m}^3$ の計 $\approx 64,000\text{m}^3$ の土砂を扱う工事である。

工事概要

- (1) 工事名：小樽西インター線総合B（地方道）工事（地盤改良）（補正）
- (2) 発注者：北海道後志総合振興局小樽建設管理部
- (3) 工事場所：北海道小樽市塩谷
- (4) 工期：平成29年3月15日～平成29年12月11日

2. 現場における問題点

- ・路体盛土の施工前に表層改良、盛土改良の施工を行う施工順序である（図-1 参照）。
- ・表層改良、盛土改良は施工前に改良する土砂の試験を行い経済比較等の結果により、セメント（高炉B種）混合となった。
- ・土砂混合は主に事前に配置している $\approx 100\text{m}$ のホースにバラセメント車からのホース圧送で散布器具（図-2 参照）で改良箇所 $\approx 0.7\text{m}^3$ 級BHを用いて散布を行う（図-3 参照）。
- ・（図-3）からも判る通り、セメント散布時に

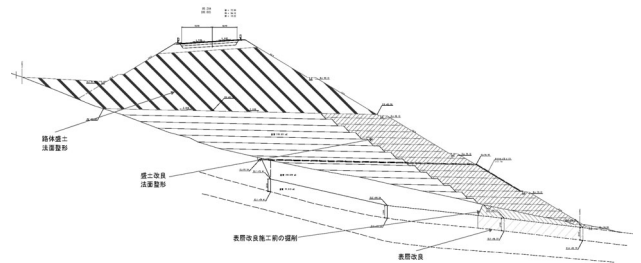


図-1 標準断面図



図-2 散布器具サイクロン



図-3 セメント散布状況

はかなりの粉塵（セメント）が舞い、施工中は止むを得ないのだが、散布完了後はバラセメント車のタンクを空にしなければならず、その際に空気圧を上げての圧送になる為、粉塵がサイクロン上部より舞い、施工中よりも粉塵がひどく、近隣住民・環境保全の影響も考えて粉塵対策を熟慮した。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ・色々熟慮した結果、まず初めにサイクロンに接続しているホースと二次製品の集水桝Ⅱ型Aを準備し、集水桝を加工しホースを取付けた（図-4、図-5参照）。



図-4 集水桝とホース接続

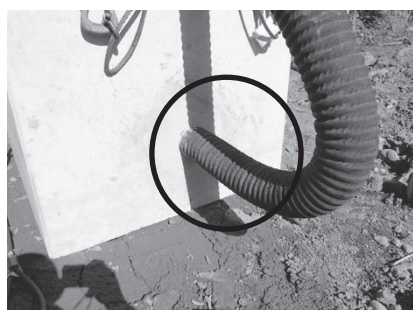


図-5 ホース接続端部状況

- ・更に加工した集水桝に水をいれ粉塵が集水桝から舞うのを抑制させた（図-6参照）。



図-6 水入れ完了

- ・セメント散布完了後、人力にてサイクロンから圧送ホースを取外し、加工した集水桝に取付ける（図-7参照）。



図-7 ホース取付け

- ・取付けた後、バラセメント車に合図をしてタンクを空にする為の最終圧送行かせた結果、セメントが水分に吸収され粉塵の抑制に成功した（図-8参照）。



図-8 バラセメント車からの最終圧送

4. おわりに

地盤改良の施工時期が夏季の時期であった為、近隣住民は家の窓を開け、洗濯物を外に干すこともあったが、特段の苦情等もなく、近年の環境保全の観点からも良い結果を得られた。

これからも色々熟慮し施工していきます。

塗替え塗装工の塗膜剥離における IH（電磁誘導加熱） 塗膜剥離工法の導入

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

現場主任

技術・施工グループ

絹見 哲也[○]

鈴木 直人

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：沖縄自動車道
許田高架橋支承改良工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
九州支社 沖縄高速道路事務所
- (3) 工事場所：沖縄県名護市字幸喜～
沖縄県名護市字許田
- (4) 工期：平成26年1月9日～
平成29年9月19日

沖縄自動車道許田 IC～宜野座 IC 間に位置する許田高架橋は、管内で海岸飛沫地帯に最も近い橋梁であり、経年劣化（供用38年）や飛来塩分等による影響で、様々な部位で損傷が発生している。本工事では損傷の著しい支承・検査路・添接板・高力ボルト・塗装等の補修工事、落橋防止工・橋脚の炭素繊維巻立工等を実施したものである。

2. 現場における問題点

本橋は沖縄本島西海岸の飛沫地帯に位置しており、鋼桁塗装は塩害による防錆対策のため、繰り返し重ね塗りがされており、現状の塗膜厚は一般部500 μ m、一般部増塗部1000 μ m、特殊部2000 μ mを超え、著しく厚くなっている。また、塗替え塗装作業着手前の既存塗膜成分調査において、有害物質である鉛・クロムの含有が確認された。そ



図-1 許田高架橋

れと架橋環境として、国道58号を主に県道71号・名護市道・高速道路ランプと交差しており、周辺には住宅地が近接しているため、塗替え塗装のブラスト（1種ケレン）時に発生する有害物を含む粉じんの飛散が問題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

塗替え塗装として既存塗膜をブラスト（1種ケレン）のみで施工すると膨大な施工時間とブラスト研削材の使用量になり周辺に粉じんが飛散する可能性が極めて大きくなる。このことからIH塗膜剥離工法（図-2）で有害物を含む既存塗膜を剥離後、ブラスト（1種ケレン）で素地調整を行うこととした。

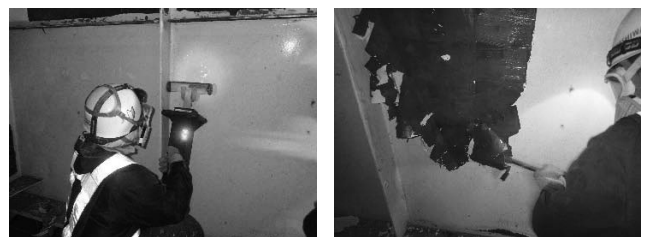


図-2 IH 塗膜剥離工法

IH 塗膜剥離工法は電磁誘導により鋼材を加熱し塗装との界面結合を破壊した後、スクレーパー等を用いて塗膜を剥離する工法である。特徴として剥離した塗膜はシート状に剥がれるため粉じんがほとんど発生せず、容易に回収が可能ということである。また、騒音についてもほとんど発生しないため、作業者の安全・衛生面および周辺環境にも優しい工法である。ただし、狭隘部については剥離剤等を併用して施工する必要がある。

IH 塗膜剥離工法では加熱による鋼材への影響が懸念されたため、実施工に先立ち試験体による施工試験（図-3）を実施し、鋼材の温度120℃程度になるような施工条件（速度）を設定した。また、鋼材の曲りについても確認を行い、加熱時は曲りが発生するが放熱後には曲りが元の状態に戻ることが確認できた。



図-3 試験体による施工試験状況

実橋においてIH 塗膜剥離工法による施工前後の塗膜厚計測結果を表-1に示す。この時のIH 塗膜剥離施工条件（速度）は20秒/mで20cmの標準ヘッド（電磁誘導加熱を発生させる部分）を用いて実施した。

表-1 塗膜厚測定比較

測定位置	IH施工前	IH施工後	差(剥離厚)
上フランジ下面	699 μ m	70 μ m	629 μ m
ウェブ	516 μ m	48 μ m	468 μ m
下フランジ上面	1184 μ m	78 μ m	1106 μ m

表-1の結果から、IH 塗膜剥離工法を実施することにより最大で1106 μ mもの膜厚を剥離できていることが分かる。剥離剤を使用した場合2～3

回の施工が必要な膜厚である。

次にブラスト（1種ケレン）の施工条件としてIH 塗膜剥離工法の有無で比較を行った結果を表-2に示す。施工箇所は施工面積および形状が同じとなる主桁で行ったものである。またケレン後の品質管理についても除せいでと表面粗さについて確認を行い、同等の仕上がり状態とした。

表-2 1種ケレン条件比較

種別	IH未施工	IH施工済
施工面積	6.7 m^2	6.7 m^2
施工時間	66分00秒	23分54秒
施工時間(1 m^2)	9分51秒	3分34秒

表-2の結果からIH 塗膜剥離工法により施工時間が約2.8倍の短縮したことが分かる。この結果より、本橋全体の一般部塗替え塗装面積は一般部（増塗部含む）が48,248 m^2 であることから、IH 塗膜剥離工法を用いることで、ブラスト（1種ケレン）の作業時間が約4800時間短縮したと考えられる。また、ブラスト研削材の使用量についても施工時間の短縮から大幅に削減できたと考えられる。

以上の結果から、当初問題としていた、周辺環境へのブラスト（1種ケレン）時に発生する有害物を含んだ粉じんの飛散するリスクが大きく減少したものとする。

また、これ以外にもブラスト研削材回収作業時間および産業廃棄物の減少といったメリットもあった。

4. おわりに

今後、既設鋼橋の塗替え塗装を含めた補修工事が多くなるとされる。これらの塗装には有害物である鉛・クロムの他、PCBを含んだ塗料を使用していることが多く、塗膜剥離には環境対策に十分留意する必要があるため、IH 塗膜剥離工法のような粉じん発生が少ない工法が有効である。

今後のIH 塗膜剥離工法の課題としては、現状では剥離困難な狭隘部の施工への適用などが上げられる。

地盤改良工事における現場条件に配慮した 創意工夫について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
監理技術者
野田 義弘

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：矢部川中島地区築堤及び市道改築
受託合併工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：福岡県柳川市大和町中島地先
- (4) 工期：平成29年3月11日～
平成29年11月30日

本工事は矢部川中島地区の高潮対策として【右岸4/700～4/775】新設築堤により既設擁壁の防潮堤高不足を解消する高潮堤防整備工事である。

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

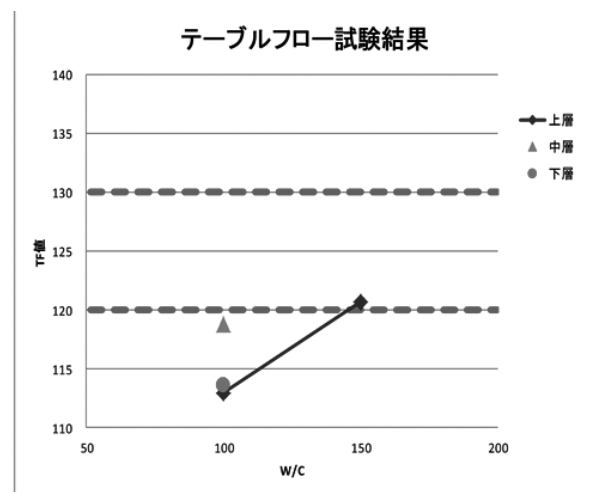
当現場は近接する住宅と漁港施設の間に挟まれる形で位置しており、振動、騒音、変位対策が必要となった。また、施工箇所を横断する漁港への通行道路が存在し一般車の通行確保が課題であった。築堤は市道を一体とした併用堤防であり施工終点には国道が交差しており関係機関や隣接工事との調整が課題であった。

1) 地盤改良杭の変位抑制対策

事前調査ボーリングの土質区分から室内配合試験時に実施する土質のテーブルフロー試験(表-1)により水セメント比を確認し、W/C=100%

表-1 テーブルフロー試験

W/C	フロー値 (mm)					
	100			150		
	X	Y	平均	X	Y	平均
上層	114.090	111.840	112.965	119.240	122.120	120.680
中層	115.690	121.870	118.780			
下層	111.930	115.220	113.575			



から150%に変更する事により流動性を向上して施工地表面への浮上り土を多く発生させることで周辺地盤や近接住宅への変位を最大5mm程度(規格値10mm以下)に抑制した。

2) 近接住宅への振動抑制対策

現地照査により最近接住宅と改良杭の離隔距離が70cmであった為に、改良杭の配置を見直し150cm以上確保できる位置へ変更した(図-1)。地盤改良機は大型機械(総重量130t 機械高30m)を使用する為に、基礎地盤の地耐力の確認を行い、敷鉄板(t=25mm)を2重敷設し、施工時に発



図-1 住宅最近接地盤改良施工



図-2 改良杭施工中の杭位置計測状況

生する改良機本体の地盤への振動抑制に努めた。

改良杭施工位置は、住宅密集跡地での施工となっており、地盤改良杭施工前に支障となる地下埋設物撤去を事前に行わなければならなかった。調査ボーリング柱状図により表面から-5m程度は転石や礫混り土の混入した地層であることが判明した。地盤改良杭施工において土中内の支障物除去は重要確認事項であり改良杭芯のズレ防止対策として本施工時の改良機攪拌ロッドを光波計（ノンプリズム自動追尾型）で計測しながら施工し（図-2）、杭偏心の精度向上に努めた。

地盤改良施工期間中（1か月）は、振動測定位置を定め作業開始から作業終了までの作業時間と休止時間を連続測定し（図-3）数値を標示（規格値65d以下 測定値35dB~40dB）する事によって作業員に周知し振動抑制に努め、近接住民に振動測定状況を報告することで工事への理解と協



図-3 振動調査



図-4 迂回路のお知らせチラシ

力を求めた。

3) 横断道路の通行確保の為の工夫

既設横断道路部は盛土施工を行う為、迂回路設置が必要となった。漁協関係者とのトラブルを無くすために、迂回路設置位置・道路線形・幅員・縦断勾配を施工前に打合せし、現地確認後に迂回路を設置し通行前には周辺住民へチラシ配布（図-4）と予告看板を設置し事前周知に努め、トラブルや苦情の発生無く迂回路の切り替えを終えた。

3. おわりに

現場周辺は漁業者の通行が多く近隣住民からの苦情発生が懸念されたが、協力業者と入念に打合せを行い通行しやすい迂回路を設置した事で接触事故や苦情もなく安全に通行する事が出来た。また、近接住民の方に作業内容を周知しコミュニケーションをとりながらスムーズな現場進捗を行った事が、無事故・無災害に繋がり無事に完成する事が出来た。

現道の路上混合における環境対策について

株式会社大歳組

現場代理人

堀尾公司[○]

主任技術者

松田和位

1. はじめに

本舗装工事を施工する一般国道183号は、広島県広島市～広島県三次市～鳥取県米子市を最短で連絡し、山陽～山陰間の流通、運輸の中心的な役割を担っている幹線道路である。施工箇所は、広島県庄原市にある国営備北丘陵公園の北入口交差点付近の庄原バイパス（上り）であり、片側2車線を補修する舗装工事であった（図-1）。

工事概要

- (1) 工事名：一般国道 183号
舗装補修工事 三日市工区
- (2) 発注者：広島県北部建設事務所庄原支所
- (3) 工事場所：広島県庄原市三日市町
- (4) 工期：平成29年8月11日～
平成29年12月11日
- (5) 内容：工事延長L=343.5m W=6.3～11.9m
路面切削・表層 A=2,740m²
路上路盤再生工 A=2,600m²

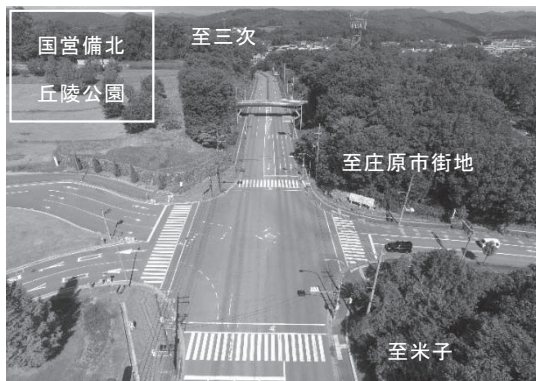


図-1 国営備北丘陵公園北入口

2. 現場における問題点

路上路盤再生工（セメント・瀝青安定処理）を施工するにあたり、下記の現場特性などから対外対策として、セメント散布時の粉塵の飛散防止が課題となった。

- ①工事期間中は、秋の行楽シーズンと重複し、国営備北丘陵公園に来園する一般車両の増加が予想された。また、国営備北丘陵公園と隣接する歩道は、インターロッキングブロックを施した遊歩道として整備されており、ジョギングや散歩コースとなっているため、セメント散布時の発塵を抑制する必要がある（図-2）。
- ②国営備北丘陵公園と一般国道183号が隣接する箇所は、花壇や樹木が植栽されており、セメントの粉塵による植栽等への環境の影響が懸念された（図-2）。

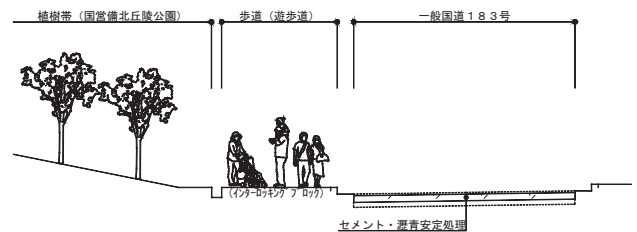


図-2 標準断面

- ③本工事区間の庄原バイパスは、見通しの良い上り坂であり、走行速度が高くなりやすい路線であったため、大型車両の風圧により、巻き上げ粉塵が発生する恐れがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①発塵抑制セメントの使用

使用するセメントは、当初設計では、高炉セメントB種が見込まれていたが、本工事では、セメント散布時の飛散防止を目的として、テフロン®処理防塵固化材（ランドクリーン®C2000）を使用した（図-3）。

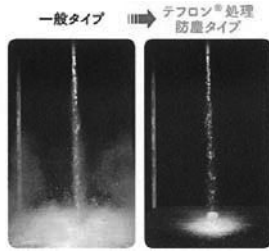


図-3 テフロン®処理防塵固化材村壱石灰工業(株)出典

テフロン®処理防塵固化材は、粉塵が発生しやすいセメント散布時などでは、一般タイプと比較して粉塵量を1/10~1/100の軽微な土ぼこり程度に抑えることができる防塵性能（図-4）を有するセメント系固化材であった。

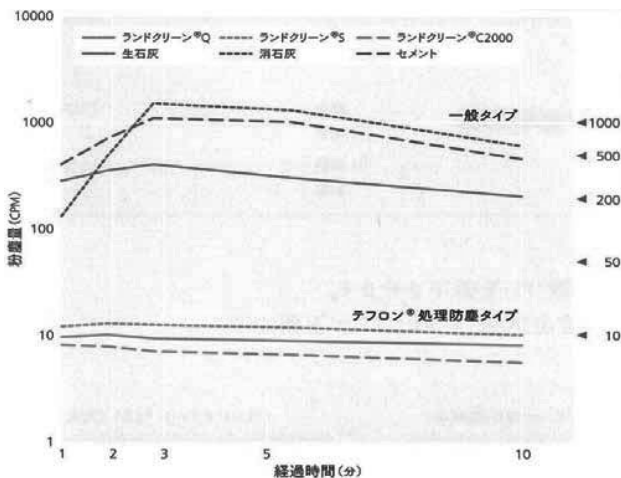


図-4 防塵性能比較村壱石灰工業(株)出典

現場で開封し、手に取って感触を確認したところ、パサつき感が無く、湿気たような風合いであり、手への付着が極少量で、ビニールの様な手触りであった。通常のセメントの様な滑らかさが無いため、散布時には、敷き均す労力が多少必要であったが、目視で確認できる様なセメントの粉塵の飛散は無かった（図-5）。



図-5 セメント散布状況

②セメント散布時の工夫

セメントの散布は、移動式クレーンを用いて1tパックにより散布した。セメントの散布は、敷き均し時よりもセメント袋から落下する時の方が衝撃が大きく発塵の要因となるため、落下高さは、膝より下を心掛けるとともに、荷卸し箇所は最小限とし、施工機械で敷き均した。なお、敷き均しは、前文で記述したとおり、セメントの滑らかさが無いため、大部分は、モーターグレーダーで敷き均し、端部や狭小箇所は、レーキを用いて人力で行った。また、セメントの散布は、スタビライザーの施工速度に応じて、混合の直近で散布することにより、風や走行車両の風圧等の影響による発塵の発生を抑制した。

4. おわりに

防塵固化材は、通常のセメントと比較して約2倍の費用を要したが、供用中の道路上で、セメントを路上混合する舗装工事においては、その費用対効果は歴然であった。また、防塵固化材は、六価クロムの溶出を抑制する効果があることや、発塵の低減により、施工中は、作業状況を十分に目視でき、作業性や安全性が向上するなど、対外対策以外でも、その効果を発揮することができた。工事期間中は、セメントの粉塵による、通行車両や歩行者からの苦情は無く、また、国営備北丘陵公園の植栽も、セメントの付着は確認されず、環境に配慮した施工を行うことができた。

崩壊土砂防止柵工施工時における環境・品質確保の対策

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
平 林 勇 吾

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成29年度防災安全交付金（総合流域防災）急傾斜地崩壊対策・県単急傾斜地崩壊対策合併工事
- (2) 発 注 者：長野県犀川砂防事務所
- (3) 工事場所：（急）花見北安曇郡池田町花見
- (4) 工 期：平成29年8月8日～平成30年3月5日
- (5) 工事内容：（交付金区間）
崩壊土砂防止柵工 H=2.5m L=61.0m（県単区間）
崩壊土砂防止柵工 支柱H=2.5m N=3本

本工事は北安曇郡池田町大字会染に位置する土砂災害警戒区域・特別警戒区域（急傾斜）における特別警戒区域解除を目的に計画された急傾斜地崩壊対策工事であり、工事箇所には保全対象の公共的建物となる特別養護老人ホーム「ライフ」とデイサービスセンター「花しょうぶ」が隣接する箇所であった。

2. 現場における問題点及び課題

本工事の施工にあたり、以下の2点の課題に留意した。

①既設舗装保全

工事中用道路として使用する計画であった特別養護老人ホーム「ライフ」外周道路はインターロッキングブロックによる舗装であり、本工事施工における大型重機・クレーン搬入出時及び施工時の既設舗装破損が懸念された。

②崩壊土砂防止柵工支柱の品質確保

本工事で計画された崩壊土砂防止柵工支柱は鋼管内部に補強を施したモルタル充填鋼管であり、φ318.5mm×L9.5m・重さ3.02tと長尺かつ重量物であり、また施設隣接構造物であるため防止柵部には景観色塗装を施した製品であった。

そのため、支柱建込み時の品質保持（損傷防止・塗装はがれ防止）が重要な課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①仮設対策（舗装保全）

大型重機及びクレーンの搬入時に既設舗装にかかる重量を分散する為に、敷鉄板を敷設し養生することで既設舗装破損防止に努めた。敷鉄板のみでは既設舗装を破損するおそれがあった為、養生前に清掃を行い、敷設前に緩衝材として吸出し防止マットt=10mmを布設した（図-1）。

以上を適用した結果、インターロッキングブロックによる既設舗装を破損することなく、施工を完了することが出来た。



図-1 敷鉄板敷設状況



図-3 防護柵設置作業時のシート養生状況

②崩壊土砂防止柵工支柱の品質確保

崩壊土砂支柱の地上に出る部分をビニールシートにて養生し、運搬・建込み時に傷が付かない様に対応した。養生は防護柵設置作業まで行った。崩壊土砂防止柵設置前にブルーシート養生を行い、崩壊土砂防止柵部材が汚れない様に対応し、品質確保に努めた(図-2、3)。

また、崩壊土砂支柱を傷付けることなく安定した状態で移動・建込み出来る吊具を製作し対応した。支柱底部にタイヤ付の移動補助具を使用し、フック重心まで安全に移動出来るようにした。上部には支柱を挟み込みボルトで固定できる吊具を使用した。吊具の内側にはゴムパットが付いている為、支柱に傷が付かない様になっている。建込み時に支柱底部を擦ることはなく、支柱が安定した状態で移動・建込みが出来た。安全かつ支柱が安定している為、作業員からは『作業がしやすい』などといった声が聞こえた(図-4)。

以上の対応の結果、崩壊土砂防止柵工支柱に損傷及び塗装のはがれもなく、支柱建込み時の品質保持を確保し施工できた。



図-2 崩壊土砂支柱上部のシート養生状況



図-4 崩壊土砂防止柵支柱建込み状況

4. おわりに

本工事では既設舗装破損防止に緩衝材を布設し、鉄板を敷設して対応した。冬期において使用する緩衝材によっては、凍結により撤去時に既設舗装に付着してしまうので注意が必要である。

工事箇所に保全対象の公共的建物が隣接していた為、安定して傷付けることなく支柱建込み・移動できる吊具を製作・使用し対応した。現場の周辺環境・状況にあった資機材・施工方法の選択により、より良い施工を行う事が出来た。

最後に、本工事の施工に当たりご指導、ご協力頂いた長野県犀川砂防事務所をはじめとする関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

トンネル内作業における小運搬車両の電動化による作業環境の改善

(公社)高知県土木施工管理技士会
西田鉄工株式会社
監理技術者・現場代理人
米村史大

1. はじめに

本工事は、選択取水設備より取水した水を下流へ放流するための利水放流設備の製作・据付を行う工事である。

工事概要

- (1) 工事名：大分川ダム利水放流設備工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局
- (3) 工事場所：大分県大分市大字下原地先
- (4) 工期：平成28年1月19日～
平成30年2月15日

- ・放流管 (φ1400mm)：148.5m
最深部の既設管 (φ1400mm) に接続
- ・分岐管 (3分岐)：放流管 (φ1400mm) の末端
- ・放流設備 (3系統：主・副ゲート)
- ・放流管 (φ600mm)：121.7m
放流設備の1系統に接続

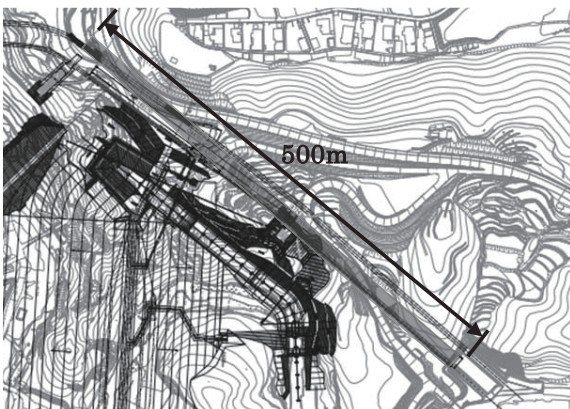


図-1 全体図

2. 現場における問題点

トンネル内の仮設備(電源、照明、送風設備等)は他社施工であり、酸素濃度、硫化水素濃度、一酸化炭素濃度、照度については別途管理されていたが、安全対策として内部作業はトンネル入口への入退表示や緊急事態に備えた訓練を実施した他、作業員全員の防塵・保護マスク着用することを義務付けした。又、発電機でなく受電による電源確保を行っていた。しかし、材料搬入や機材用の小運搬に伴うトラックの排気ガスは「におい」が気になるという声があり、対策を検討する必要があった。



図-2 トンネル入口

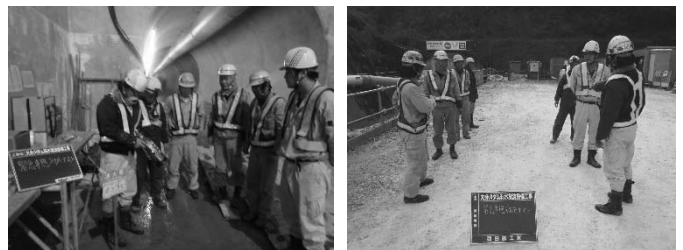


図-3 緊急事態訓練

3. 工夫・改善点と適用結果

トンネル内の製品運搬については、施工性を考慮して放流管と架台を一体にした上で車輪を設ける構造を検討していた。そこで、トンネル内を走行でき排気ガスの影響のない電動運搬車両を使用することにした。

3-1 電動フォークリフト

主にパレットに積まれた部品(ボルト、アンカー類)をトンネル内に搬入する際に使用した。



図-4 電動フォークリフト

3-2 電動運搬車

工場より搬入した放流管(車輪付き架台)をトンネル内に横持ち牽引する際に使用した。



図-5 電動運搬車



図-6 電動運搬車による牽引

3-3 トンネル内の運搬計画

放流トンネル内に設置する放流管は、搬入口から最長で450m程度の距離を引き込まなければならない条件であった。放流管と据付架台を各々搬入する工法では施工性も悪かった為、据付架台と放流管を一体化し、架台脚部に積載重量に耐えるキャスターを設置した。



図-7 据付架台と放流管を一体化



図-8 据付架台脚部に設置したキャスター

4. おわりに

坑内作業では作業員への快適な職場環境づくりが特に求められる。酸素濃度、硫化水素濃度、一酸化炭素濃度などの環境測定は実施するものの、排気ガスの「におい」は送風設備等で対策したとしても不快に感じている作業員も多いと思われる。坑内作業は屋外と違い、作業員が閉塞感や不安感で疲労やストレスを高めることも少なくない。今回、日頃の安全活動に加え、電動運搬車両による作業環境改善により、環境管理、作業管理、健康管理の衛生管理3本柱が実現できた。

沖防波堤工事における環境対策について

沖縄県土木施工管理技士会
座波建設株式会社
工事部主任
内 間 康 義

1. はじめに

本書は、沖縄県本部港沖において新設の防波堤を施工する際、様々な課題があったなか、特に重要と思われる、防波堤工事の環境対策について報告するものである。

工事概要

- (1) 工 事 名：本部港（本部地区）防波堤（沖）工事（H28-2-北振）
- (2) 発 注 者：沖縄県知事翁長雄志土木建築部北
部土木事務所都市港湾班
- (3) 工事場所：本部町崎本部地先
- (4) 工 期：平成28年6月22日～
平成29年3月31日
- (5) 工 種：基礎工（捨石投入・均し）、本
体工（ケーソン据付、中詰砂投入・
均し、蓋コンクリート）、根固・
被覆工（根固・被覆ブロック陸上
運搬、海上運搬、据付）上部工（上
部コンクリート）
- (6) 全体平面図：図-1（周辺現状図）

2. 現場における課題・問題点

当現場においては、大型フェリーが朝夕本部港へ入出航する等、様々な課題があったが、施工区域のすぐ近くに漁礁、モズク養殖場、海ブドウ養殖の集水口（海水）が点在し、又、発注者も漁業



図-1 周辺現状図

関係者への適切な対応を最も要望していたため、防波堤工事の環境についての対応策、工夫等を記載した。

3. 工種別の対応策、工夫、適応結果

① 準備工（説明会）

施工に先立ち、過去の現場（本部防波堤工事）での苦情、要望の確認を行い、対策を施工計画に記載、それを説明資料として漁業関係者に向け説明会を開いた。

② 準備工（濁度相関式の作成）

本工事捨石投入時の濁度監視基準値が3 mg/ℓ (SS)以下と非常に厳しく、又、測定位置が海面より1 m下げと、海底より1 m上げ部分となっていたため、海面部では捨石粉、海底部では海底砂（投入時の撒き上がりを想定）の試料をそれぞれ採取、SSと濁度の相関式を求める事で、より正

確に濁度測定が行えた。 表-1 換算表：砂



図-2 海底砂採取

濁度-SS換算表(海底砂)
濁度範囲:0~5.6(FTU) SS単位mg/L

濁度	少数第一位										
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.0	1.1	1.2	
1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	
2	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	
3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	
4	4.6	4.7	4.8	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	

③ 基礎工（過積載防止対策）

当現場の捨石陸上運搬時には、使用するダンプトラック全てに過積載防止ライン（目で見えて確認出来る）標示を行い、徹底して過積載を防止する事で、道路の環境保全・安全確保に努めた。

④ 基礎工（捨石積込前2回洗浄の実施）

捨石台船積み込み前に、シャワー洗浄設備と水タンク4tを使用した（浸け洗い）、2回の洗浄を行った結果、濁水の発生源対策となった。



図-3 洗浄（1回目シャワー設備・2回目タンク）

⑤ 基礎工（汚濁防止枠の嵩上げ1.0m）

捨石投入の際、グラブ枠内の濁水が越波により外へ流れ出す事を防止する為、グラブ枠天端より約1mの嵩上げをカーテンにて行った。



図-4 汚濁防止枠嵩上

⑥ 基礎工（スケルトンバケツの使用）

捨石投入最後の段階になると、下に溜まった石粉が濁水の発生源となる、そこでスケルトンバケ

ツを使用し、石粉をふるい落とし、捨石のみを投入する事で汚濁発生防止対策とした。



図-5 スケルトンバケツ・石粉集積

⑦ 中詰砂（投入前の水抜き）

中詰砂投入時、ケーソン天端より砂を含んだ濁水がオーバーフローする事を防止するため、投入前に毎回投入数量分の水抜きを行った。尚、放流前は濁度測定を行い基準値以下である事を確認した。



図-6 排水前濁度測定・排水

⑧ 投入作業時（汚濁監視、カーテン点検・補修）

捨石及び中詰砂投入時には、常駐の汚濁監視船を使用し濁度測定・監視業務にあたった、又カーテンは移設時毎に潜水士による点検・補修を行い、濁水の流出を防止した。

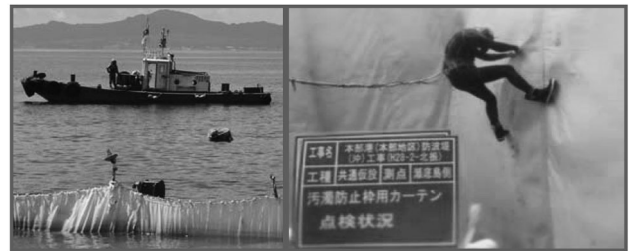


図-7 濁水監視・汚濁防止膜補修

⑨ 上部工（型枠・生コン打設）

上部工打設の際、型枠からモルタルや余剰水が漏れ出す恐れがある事から、大組前に型枠材の変形・穴等の確認、又、打設前に底面部・コーナー部共、全面にシリコンコーキングを行い、漏出防止とした。



図-8 シリコンコーキング施工

⑩ 上部工（汚濁防止膜の設置、PH 測定）

漁業関係者側の懸念（コンクリートが海水に及ぼす影響）が非常に強かったため、打設中のPH測定、上部工終了までの汚濁防止膜設置を行った。



図-9 汚濁防止膜設置・PH測定

4. おわりに

①～⑩の環境対策に加え、汚濁防止膜のカーテンが長かったため、浮力・強度不足の確認を行い、フロート径を変更した。又、使用機械（バックホウ・発電機・クレーン）の油処理対策等、様々な環境対策を施した結果、発注者、漁業関係者からはお褒めの言葉を頂いた。

新技術活用 (NETIS 含む)

GPS 運行管理システムによる掘削残土搬出時の安全管理

岡山県土木施工管理技士会

株式会社 大本組

大本組大阪支店土木部

富谷 佳宏[○]

大本組東北支店土木部

葛間 善太郎

大本組土木本部工務部

榊原 高範

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成26年度 1号静岡
丸子藁科トンネル東地区工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局
- (3) 工事場所：静岡県静岡市葵区牧ヶ谷
- (4) 工期：平成26年9月25日～
平成28年9月30日

本工事は、国道1号静岡バイパス暫定供用区間の4車線化の一環として、現在供用中の丸子藁科トンネルに併設して新設されるトンネルの東工区（工事延長L=1,125m、トンネル延長L=1,024m）を施工するものである。

工事の主体はトンネル掘削であり、NATM工法が採用されている。掘削方法は発破工法である。

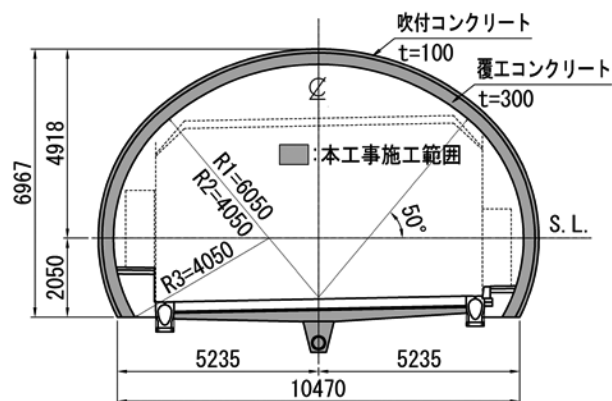


図-1 標準断面図 (標準部 C II パターン)

本報文では、トンネル掘削に伴い発生する掘削残土約8万m³を17.4~24.8km離れた搬出先へ運搬する際の安全管理の取り組みのうち、「GPS運行管理システム (製品名:バスマップ)」を使用したダンプトラックの運行管理について述べる。

2. 現場における課題

本工事におけるトンネル掘削残土の搬出先は、工事箇所から17.4km離れた焼津漁港と、24.8km離れたNEXCO大井川・藤枝SIC (スマートインターチェンジ) であり、トンネル掘削の最盛期には、1日約160台分の掘削残土を2箇所の搬出先へ同時に搬出する必要があった。



図-2 掘削残土搬出先

それぞれの搬出先への1日のダンプトラック運行回数は表-1のとおりであり、最大で35台/日のダンプトラックが4~5往復することとなる。

表-1 ダンプトラック運行回数

掘削残土搬出先	運搬距離	1台当り運行回数	ピーク時運行台数
焼津漁港	17.4km	5回/日	20台/日
NEXCO 大井川・藤枝 SIC	24.8km	4回/日	15台/日

運搬時には、交通量の多い国道1号バイパスや、焼津市街、藤枝市街を走行するため、ダンプトラックを安全に運行させることが重要な課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

ダンプトラック走行時の安全確保と運行管理を目的に導入した「GPS 運行管理システム（製品名：バスマップ）」は、GPS 車載端末（図-3）を運転席に配備することで、車両の位置情報を把握し、図-4に示す管理画面に表示することができるシステムである。



図-3 GPS 車載端末配備状況



図-4 バスマップ管理画面

管理画面には、各ダンプトラックの現在位置が表示されるとともに、決められたルートからの逸脱や、速度超過等の運行状況を表示することができる。さらに個々の車載端末を通じて、運転者に直接指示を送ることが可能である。

また、事前に運行ルート中の危険箇所や注意箇所を登録したハザードマップ（図-5）を作成することで、当該箇所通過前に端末から注意喚起を

自動アナウンスし、運転者に安全運転を促すことができる。

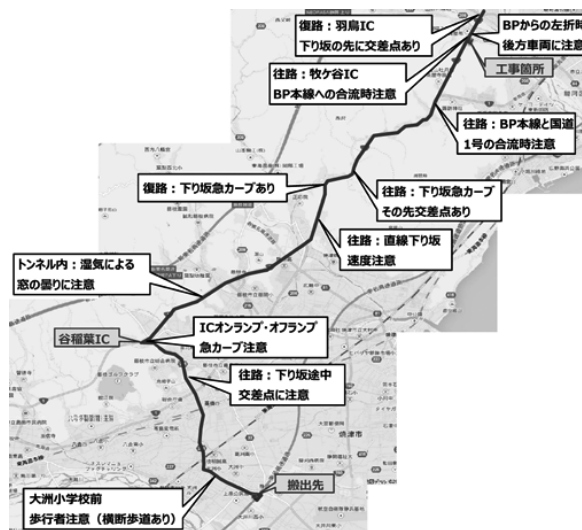


図-5 運行ルートハザードマップ
（例示は NEXCO 大井川・藤枝 SIC ルート）

システムは、ID とパスワードで管理されており、インターネット環境下であれば、パソコンやスマートフォン、タブレット等から閲覧可能である。

本工事では、常時30台以上のダンプトラックが運行しており、運転者が替わることもあったため、搬出ルートや運行ルール、ルート上の要注意箇所の周知を主目的としてシステムを運用した。これは、運転者がスピード超過や休憩時間等を常時監視されていると意識しすぎることで、運転に悪影響を及ぼさないよう配慮したものである。

4. おわりに

本工事では、GPS 運行管理システム以外に「全ダンプトラックへのドライブレコーダー搭載」や「専任管理者による運行パトロール」等を行い、システム導入以降、ダンプトラックによる残土運搬時の事故を発生することなく工事を完了することができた。

トンネル工事を円滑に進めるためには、掘削残土の処理が重要であり、本工事のように搬出先が遠い場合には、搬出の遅れが工事工程に大きく影響することから、事故やトラブルによる残土搬出の中止が生じないように、運行管理を行うことが重要である。

無線式沈埋函誘導システムについて

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社
工事担当者
沖山 禎 雄

1. はじめに

港珠澳大橋（HongKong-Zhuhai-Macau Bridge）は、香港国際空港から澳門・珠海出入境所まで全延長約46kmを海上橋、海底トンネル及び複数の人工島で結ぶ道路である。珠江湾には4つの大きな航路があり、香港よりの航路には飛行機の進入路もあるため、本工事区間は橋梁ではなく、西人工島・東人工島を建設し、その間を海底トンネルで結ぶものである（図-1参照）。



図-1 施工位置図及び高速道路図
工事概要

- (1) 工事名：港珠澳大橋（HongKong-Zhuhai-Macau Bridge）
- (2) 発注者：中国交通建設局 JV
- (3) 工事場所：中華人民共和国 珠海市
- (4) 工期：平成22年12月～
平成29年12月（予定）
- (5) 工事内容：沈設工
延長 5,664m

沈埋函（標準 L180m×B37.95m×H11.4m）33函
最終継手 1函

2. 現場における課題

沈埋函誘導システム装置は、沈埋函沈設作業において、超音波を利用して既設函と新設函の相対位置を計測し、誘導することにより沈設作業が効率よくすることで潜水士の潜水時間を軽減し、沈設が安全に実行されることを目的に開発された装置である。

従来式（有線式）の沈埋函誘導システム装置は計測装置・設備が大きく、システム設置作業が複雑で以下の課題があった。

- (1) 装置・設備の設置時間が長い
沈埋函に受波器2台（50kg/台）・送波器2台（50kg/台）、同架台4台（0.6t/台）を設置するのに潜水士・クレーン（35t）を使用し大がかりであり、設置に1～2日程度を要す。
- (2) 海中での危険作業の安全課題
潮流が速い中、海中で潜水士がケーブルを接続する際に流される危険がある。また、ケーブルが潮流により緊張し接続が困難となる。
- (3) 海上クレーン作業の安全確保
海上クレーン作業にて発信器架台を設置する際に、航跡波により吊荷が振れて作業員にあたり怪我をする。
- (4) 通信ケーブルのトラブルの可能性

沈設作業中に通信ケーブルが絡まり作業が中断したり、切断する等のトラブルが発生する。

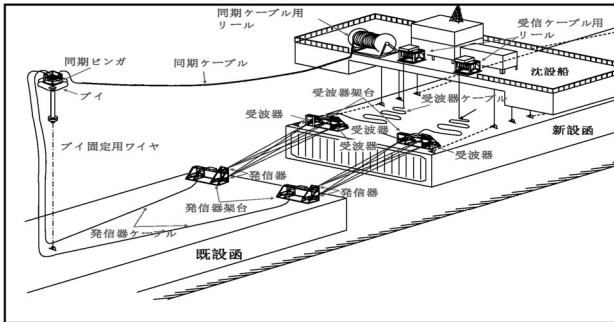


図-2 従来式（有線式）システム装置概要図

3. 工夫・改善点と適用結果

有線式であるための設置の手間・沈設時のケーブル切断等のリスクを排除するため、無線式計測装置トランスポンダを採用した。

(1) 各装置・設備の軽量化

計測装置（トランスポンダ4 kg/本）を軽量化することにより、計測装置用架台等の設備をコンパクト化、無線式を採用することによる海上ケーブルの排除により、設備の軽量化を行った。

(2) 送波器・受波器の一体化

信号を受ける受波器、信号を発信する送波器を簡素化するため、「送受波器」として一体化する方法を実施した（図-3、4参照）。

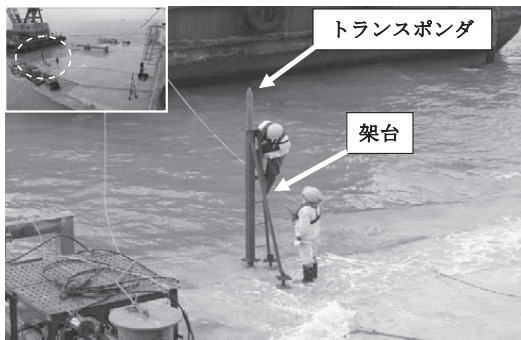


図-3 計測装置（トランスポンダ）設置

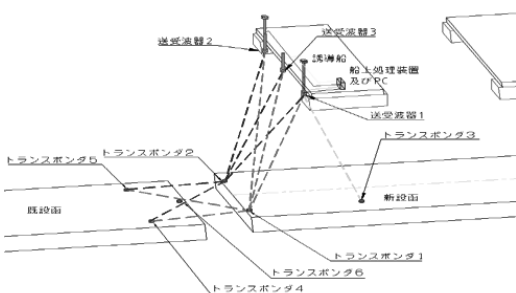


図-4 無線式システム装置概要図

無線式にした結果、従来式計測装置・設備等の設置時間は、沈埋函曳航前における準備作業で1～2日程度、沈埋函到着後接続作業で3時間程度要していたものが、無線式の採用により、すべての装置・設備が人力で運搬できることから、曳航前準備作業で、潜水士（2名）にて3時間程度、沈埋函到着後計測装置・設備設置作業で作業員4名にて1時間程度と大幅に短縮できた。

なお、計測精度については、従来式は計測距離により精度の違いがあったが、無線式は既設函と新設函の距離が10m以内では計測精度に変化はなかった（表-1参照）。

表-1 従来式—無線式 精度比較表

既設函と新設函の距離	従来式		無線式	
	X軸	Y軸	X軸	Y軸
0.5m	±1cm	±1cm	±10cm	±10cm
3m	±2cm	±15cm	±10cm	±10cm
10m	±15cm	±38cm	±10cm	±10cm

4. おわりに

従来式に比べ計測装置コストは1/3程度でとなった。また、架台の小型化、設置効率の向上等の効果を含めればそれ以上の効果になると考えられる。

しかしながら有線式から無線式の変更で、通信速度が遅くなるという課題もわかった。有線式はリアルタイムで計測できるが、無線式は水中を超音波で計測するため、リアルタイムで計測すると共鳴し、一定の間隔をあけて計測しなければならない。今回は新設函の位置計測を行うのに8秒程度を要した。

今後は、通信速度と精度の向上のため、周波数帯の選定・計測・解析方法等の改良を実施したい。



図-5 沈埋函沈設状況

新技術活用（NETIS 含む）

軟弱地盤における橋梁架設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

JFE エンジニアリング株式会社

工事担当

吉野 彰 宏[○]

監理技術者

小野尾 貴 士

現場代理人

猪股 謙 一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：新東名高速道路厚木第一高架橋
（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：中日本高速道路株式会社
東京支社 厚木工事事務所
- (3) 工事場所：神奈川県厚木市戸田地先
- (4) 工 期：平成26年8月29日～
平成29年6月12日

本工事は第二東海自動車道横浜名古屋線の本線道路において橋長292.3mの鋼6径間連続鈹桁橋を新設する工事である。

施工位置は相模川流域付近であり泥炭層を含んだ軟弱地盤として知られている。そこで、地盤補強を行い、ベント設備及びクレーン（油圧200t吊級）のアウトリガ反力等、所定の強度確認を行った上で、トラッククレーンベント工法による架



図-1 厚木第一高架橋

設を行った。

本稿では、軟弱地盤上での橋梁架設工事に関し腐心した点について記述する。

2. 現場における問題点

当初、地盤補強はセメント混合による表層改良工を検討していたが、施工上の問題が生じた。一つ目は、工事区域の一部が周知の埋蔵文化財埋包蔵地に該当していたことである。これに関して、発注者と埋蔵文化財管理者間で協議がなされ、該当区域で地盤掘削を行うならば調査完了後とされ、工期の点で表層改良工は事実上不可能となった。二つ目は、工事区域が住宅密集地であることから、振動騒音について十分配慮しなければならないことであった。これらの課題解決のために別工法の検討が必要となった。

3. 工夫・改善と適用結果

本工事では表層改良工の代替法としてD・BOX（図-2）による地盤補強工を適用した。以下に



図-2 D・BOX

D・BOX の概要、適用に至るまでの経緯及び適用結果を記述する。

3-1 D・BOX 地盤補強工

D・BOX とは袋内部に設けたトラスバンドと呼ばれる内部拘束具の張力を利用して、土粒子間に大きな摩擦力を発生させることで地盤補強を行える特殊大型土のうである。通常的大型土のうと同様に吊り上げ設置式であるため特殊な重機を必要しない他、この工法を用いれば地盤掘削をすることなく施工可能である。また、振動そのものを減衰させる効果があり、近隣住民への振動対策も兼ねることが出来る。

3-2 他工法との比較

他工法として比較検討したのはH鋼杭をモルタルにて根固めし、その上に作業構台を構築する仮設構台工法、軟弱地盤上に砕石を敷設、その砕石上にコンクリート矢板を設置するコンクリート矢板工法である。以下に比較表を示す。

表-1 各施工法の比較

工法	D・BOX 地盤補強工	コンクリート 矢板工法	仮設構台工法
施工日数	短	中	長
直接工事費	低	高	中
騒音振動	○	△	×
その他	-	廃材発生	-

仮設構台はおおよそどの地盤にも対応できるが、施工日数が最も長くなり、工事費も高い。また、周辺への振動・騒音が懸念される。コンクリート矢板工法は、仮設構台に比べ施工日数こそかからないものの工事費が高く、廃材が発生してしまう。上記比較検討により、本工事ではD・BOXによる地盤補強工を適用した。

3-3 適用結果

D・BOX 地盤補強の施工方法は、1. 鋼製型枠にD・BOXを設置し中詰め材を投入・敷均しを行い、上部をマジックテープで固定する。2. 移動式クレーンにて吊上げを行い軟弱地盤上にそのまま設置する。3. ランマもしくはロードローラーによる転圧を行う(図-3)。

型枠は寸法検査に合格した3つの鋼製型枠を用

いD・BOXを製作、設置には0.25m³のバックホウを用いた。周知の埋蔵文化財埋包蔵地に該当する施工範囲2,500m³にD・BOXを敷き詰め、所定の地盤耐力を確認した。

施工に先立ち荷重試験を行った。想定するクレーンのアウトリガ反力に相当する荷重をかけ鉛直変位を測定したところ地盤の沈下はほとんど見られなかった(図-4)。また、架設時にベント設備、及び大型重機周辺の鉛直変位の常時計測を行ったが、施工中に地盤の沈下は見られなかった。

周辺環境においても本工事施工中に近隣住民からの苦情は一切なかった。また、セメント他、一切の固化剤を使用しないためCO₂の排出量を抑制できる他、六価クロムが発生しないため周辺環境の保全にも寄与できると考えられる。



図-3 D・BOX 施工状況



図-4 荷重試験

4. おわりに

高架橋等の橋梁架設現場では、本構造には影響しないもののベント設備等の仮設構造物や大型クレーンの設置等に支障がある軟弱地盤上での施工は高頻度で起こる。中には周辺の環境及び制約から一般的な改良方法が適用できない場合も少なくない。そのような状況下で短時間での施工を可能にし、低振動を実現するD・BOXを用いた地盤補強工は優れた工法であると考えられる。

情報化施工技術による、道路土工の効率化について

新潟県土木施工管理技士会
株式会社 新潟藤田組
現場代理人
渡邊 哲也

1. はじめに

白根バイパスは、一般国道8号の新潟市南区白根の交通緩和を目的とした道路であり、当工事は施工済みサーチャージ盛土（沈下終息）を掘削して、点在する載荷盛土区間並びに、路体盛土区間を施工するものである。

工事概要

- (1) 工事名：白根バイパス6-1工区
改良その8工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局 新潟国道事務所
- (3) 工事場所：新潟市南区保坂地先他
- (4) 工期：平成28年3月11日～
平成28年12月20日
- (5) 工事内容：道路土工掘削 $V = 44,200\text{m}^3$ 、土砂運搬 $V = 26,000\text{m}^3$ 、



図-1 完成全景

盛土工 $V = 44,200\text{m}^3$ 、土のう $N = 322$ 袋、補強盛土工 $A = 171\text{m}^2$ 、排水構造物工側溝工 $L = 300\text{m}$

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

今回の道路土工事は、施工済みで沈下の収束したサーチャージ盛土部は、『切土部』として余盛り分の土砂を掘削・法面整形をしながら盛土未施工箇所へ土砂を搬出し、『盛土部』となる新規サーチャージ盛土施工箇所に転用する設計であった（図-2）。

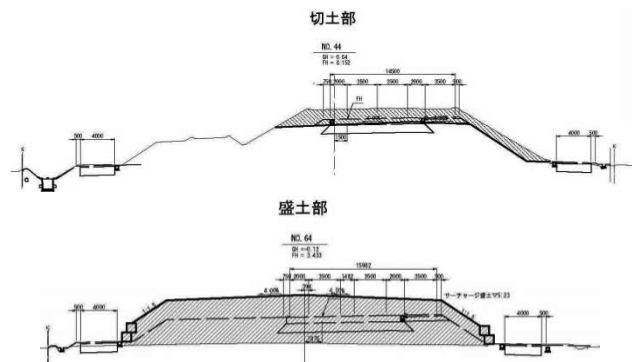


図-2 標準断面

工事実施時期は、平成30年度開通予定の事業の終盤であったため、施工範囲 $L = 1.1\text{Km}$ と長い延長の中で、掘削・法面整形箇所が6箇所、サーチャージ盛土箇所が5箇所と飛び地で点在しており、限られた職員で測量や施工管理を効率的に実施する事が課題となった。

そのため、当社の過去の工事においても、丁張掛けが不要な事から施工管理が効率化され、また丁張設置作業が無くなることで、重機廻りでの作業が少なくなり安全面でも効果が認められる。情報化施工技術の導入実績がある事から、今回の工事でも、掘削・法面整形ではマシンコントロール仕様のバックホウを、盛土の転圧管理ではGNSSによる締固め管理に対応したコンバインドローラーを使用する事とした。

しかし、情報化施工技術の現場導入に当たって、土工事を実施する協力会社は情報化施工について過去に経験済みであったが、今回の工事に配置された重機オペレーターは情報化施工未経験でベテラン（50歳代）が多く、特にマシンコントロール仕様のバックホウについては、操作未習熟による効率低下が懸念された。

それに対応するために、マシンコントロール対応バックホウをレンタルする建設機械メーカーより、機械搬入時に指導員を派遣してもらい、施工開始前の機械操作訓練を、現場で作業するバックホウオペレーター全員参加の時間を作り実施した（図-3）。



図-3 操作指導状況

また、実際に施工を開始した直後は、操作感覚を早めに身に付けられるように、現地に3Dデータの測点や変化点となるポイント杭を設置して、マシンコントロール機械でモニターを見ながらの作業実施時に、丁張感覚で作業が行えるような目印とした（図-4）。

締固め管理の転圧システムについては、試験盛土の実施前に、システムの使用手順と、モニターを見ながらの運転について練習走行を行うことで、思ったよりもスムーズに操作を習得する事ができた（図-5）。



図-4 ポイント杭設置状況



図-5 転圧管理システムモニター

3. おわりに

今回、情報化施工を導入したことで、複数個所での施工管理も限られた現場職員で、従来の方法よりは効率よく実施する事が出来たが、3Dの設計データ作成については、1箇所毎の施工区間が短く、断面変化が多かったため、多くの断面図について追加作成が必要となった。

近年は、ICT機械の現場導入が進められており、若年層は操作習得が早いようだが、ベテランオペレーターにとっては慣れるまで時間がかかるようであるが、今回のように事前に操作習得のための時間を作ることは有効であった。

3Dモデルを活用した現場管理

栃木県土木施工管理技士会

渡辺建設株式会社

課長

課長

佐藤 和 則[○]

桑 野 浩

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：都市基盤河川奈坪川改修工事
- (2) 発 注 者：宇都宮市役所河川課
- (3) 工事場所：宇都宮市下栗町
- (4) 工 期：平成29年2月24日～
平成30年3月9日

本工事は、農業用取水固定堰（H鋼と矢板による固定堰）から可動堰（ゴム引布製起伏堰）へ改修する工事である。

近接する耕作地を借地しての施工となる為、実質工期は非耕作期間の9月下旬から翌年3月末の約6ヵ月間の施工となる。

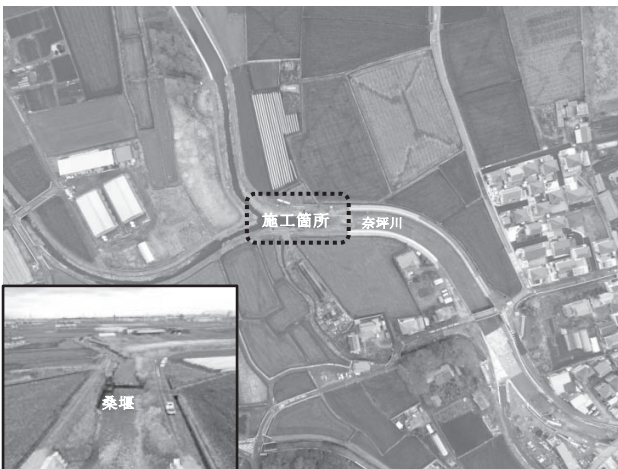


図-1 施工箇所

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

農業用取水堰工事の為、水利関係者が多く存在すると共に、近隣には住宅地などもあり、工事の協力を得る為、一般の方にもわかりやすい工事説明が必要となった。

工程に余裕がなく、狭い施工エリアに複数の協力業者が混在しての作業が想定され、また躯体構造がかなり複雑な形状であったことから調整不足による事故や躯体構築時のイーミーミスによる手待ち・手戻りなどが懸念された。

上述の問題を改善する工夫として3Dモデルを作成し、施工管理及び安全管理に活用した。

具体的な活用方法を以下にまとめる。

1) 3Dモデルを使用し説明性の向上

3Dモデルを使用し、完成予想図及び工事説明資料を作成し周辺住民と堰関係者への説明性の向上を図った結果、工事中の苦情やトラブルもなく



図-2 完成予想図



図-3 詳細説明図

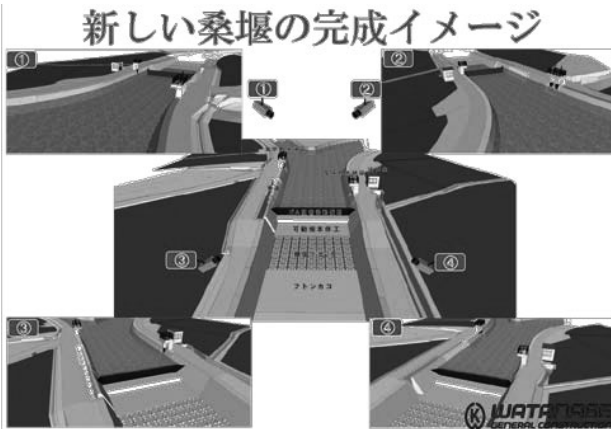


図-4 詳細説明図 (拡大)

現在に至っている。

2) 3Dモデルの現場内利用

工事を安全かつ円滑に進めるため、3Dモデルを使用し、構造物間の干渉確認や構造物の複雑な形状、作業手順を作業員が理解するまで説明することで作業員の理解度を向上させることができ、手待ち・手戻りなどがなく作業を円滑に進めることが出来た。又、安全掲示物・安全教育資料等にも活用し、作業員の目に付きやすい場所に掲示す



図-5 掲示状況



図-6 安全教育

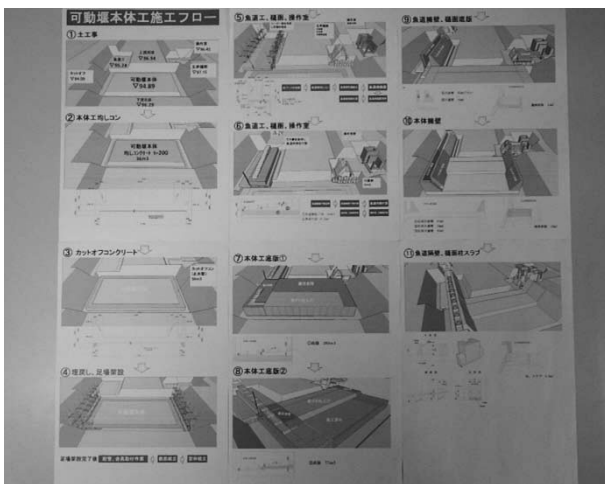


図-7 施工フロー

ることで作業現場の見える化を促進した。

3) 3Dプリンティングの活用

作成した3Dモデルを3Dプリンティングにて模型化し、作業打ち合わせに利用することにより、現地同様の細かな指示が可能となった。



図-8 作業打合せ

図-9 模型

その他の活用方法として、通常の型枠では作成困難な形状の型枠を3Dプリンターで作成することにより、工程短縮及びコストを削減した。

また、プリンティングの際はレイヤーを粗くし内部充填率を低く抑えることで、型枠内に空気を閉じ込め、空気アバタの少ない仕上がりとなった。

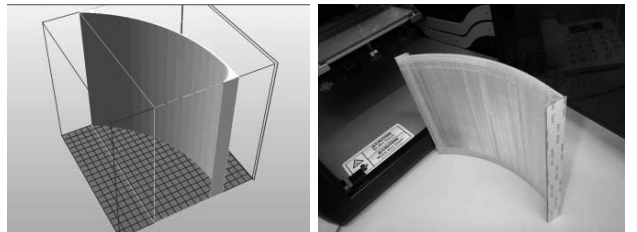


図-10 型枠モデリング

図-11 型枠

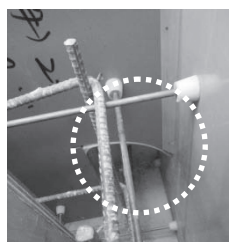


図-12 使用状況



図-13 脱型後

3. おわりに

技術報告を作成している1月9日現在の工事進捗率は82%である。主要構造物はほぼ完成し、事故も手戻り工事もなく順調に進捗し、2月中旬完成予定である。

今後も本格的なCIM導入を前に3次元モデルの様々な活用法を見出していきたい。

交通供用下における橋梁拡幅工事

株式会社横河ブリッジ

現場代理人

平野良和[○]

監理技術者

又木剛志

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：国道357号栄橋上部拡幅工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
千葉国道事務所
- (3) 工事箇所：千葉県船橋市栄町地先
- (4) 工期：平成27年1月23日～
平成29年3月31日

船橋市内流れる栄川を渡河する国道357号線栄橋は、車道2車線および歩道の幅員構成で、重交通下であり栄橋前後の交差点（栄町～日の出）において常に渋滞が発生する場所である。本工事は、国道357号の渋滞緩和に向けて車線を付加し3車線化（図-1）にする事業のひとつである。また、本橋は、昭和49年に供用されているため、現行の設計荷重、耐震性能を満たすための、主桁・床版補強、耐震性向上工事も実施した。本稿では、橋梁拡幅

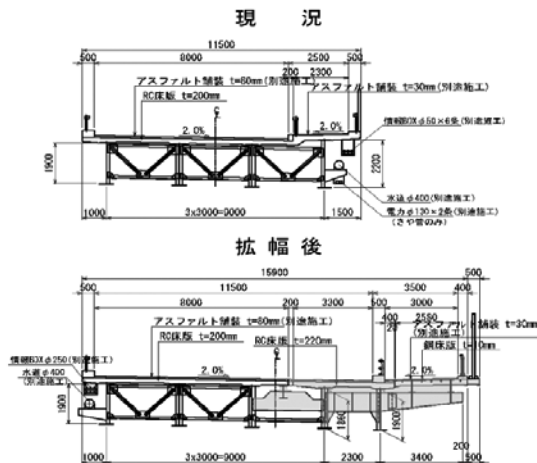


図-1 拡幅構造

において生じた問題点の対策について報告する。

2. 現場における問題点

本拡幅工事を進めるにあたり、以下に列挙する問題があった。

①新設桁架設工法の変更

発注計画では、本工事に隣接する土工部の拡幅事業は完了しており、両側河川敷に大型クレーンを配置することが可能であった。しかし、拡幅事業全体の工期短縮が必要となり、隣接工区の土工部と橋梁の拡幅作業が並行して行われることとなった。

そのため、当初通りの大型クレーンを搬出入させる進入路が無くなり、架設工法を大幅に変更する必要が生じた。

②拡幅床版撤去時の既設主桁の変位

設計・施工条件より、本工事での拡幅ステップは、新設主桁の架設→拡幅部の床版撤去→新設横桁設置→新設床版の打設である。拡幅部の床版を撤去すると死荷重の減少により、既設主桁に鉛直変位が生じるため、新設横桁には撤去後の変位を考慮した製作が必要となる。

しかし、一般的に理論通りの変位が生じない場合が多く、変位量確定後に新設横桁を製作した場合、工程に大きな遅れが生じる問題があった。

3. 対応策と適用結果

①単材架設工法への変更

河川敷ヤードにクレーン搬入を配置できないため、本線上から25t吊ラフターにて単材架設によるベント工法へ変更した。歩道上に設置するベントについては、一夜ベントとすることで周辺住民への影響を最小限とすることができた。車線規制内での架設作業となる為、クレーン旋回範囲を制限し、地切り時の桁移動を抑えるため、レバールックにて車体におしみを取りながら細心の注意で作業を行った。

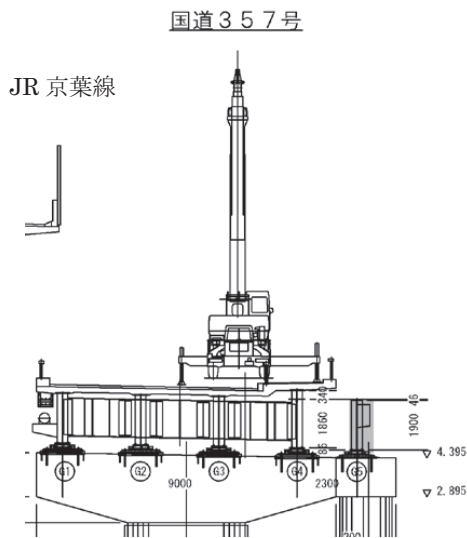


図-2 架設概要図

②既設主桁の変位に対する対応策

新設横桁の継手構造を、当初の腹板払込による接合から図-3に示す添接板を用いた継手構造に変更し、添接板を後製作部材にすることで、鉛直変位の理論値と実変位量の誤差を反映させることにした。

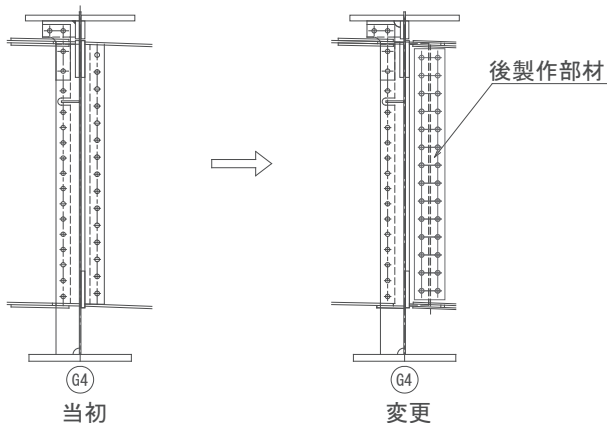


図-3 新設横桁継手構造の変更

詳細な製作、施工工程は下記のとおりである。

- I. 新設主桁、新設横桁（添接板以外）の製作
- II. 新設主桁の架設
- III. 新設主桁の仮止め（図-4）
- IV. 拡幅部既設床版の撤去
- V. 既設主桁と新設主桁の相対差を計測（実変位量の測定）
- VI. 添接板に計測値を反映・製作
- VII. 添接板の設置

これにより、変位量反映による、製作工程のロスをも最小限にし、現場工程を遵守した。

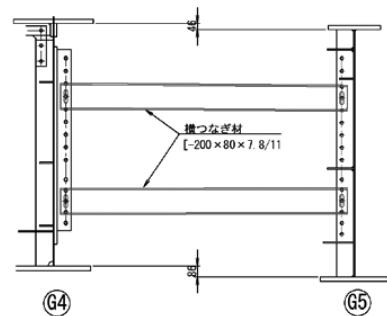


図-4 新設主桁の仮止め

4. おわりに

本工事完了時の写真を図-5に示す。本稿では主に拡幅工事における問題点の対策について記載をした。橋梁拡幅のような改築工事では、当初通りの施工条件が確保できない場合、施工方法、拡幅構造の変更等の検討が必要になってくる。本報告が類似工事の一助となれば幸いである。

最後に、工事進捗に当たり、多大なるご指導とご助言を頂きました、国土交通省関東地方整備局千葉国道事務所および船橋出張所の方々、その他関係者の方々に深く感謝致します。

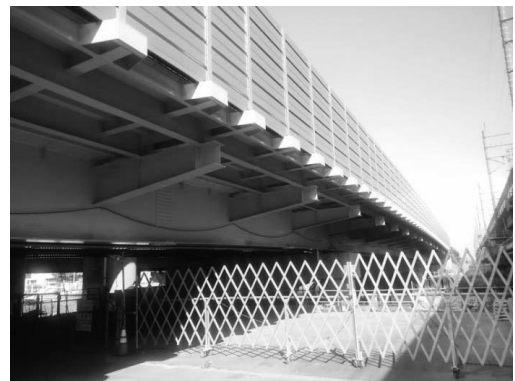


図-5 栄橋工事完了写真

下水道処理施設の耐震補強工事における 障害物への対応について

東京土木施工管理技士会
あおみ建設株式会社

大野 敬志[○]

現場代理人

角田 憲明

監理技術者

津金 憲司

1. はじめに

工事概要

本工事は、砂町水再生センター内の下水道処理施設の耐震補強工事を施工する工事である。

- (1) 工事名：砂町水再生センター砂系及び東陽系水処理施設耐震補強工事
- (2) 発注者：東京都下水道局
- (3) 工事場所：東京都江東区新砂三丁目9番1号
- (4) 工期：平成26年2月13日～
平成30年3月15日

(5) 工事内容：

鉄筋コンクリート増打	1,254m ³
あと施工せん断補強鉄筋	30,640本
機械設備工事	一式
電気設備工事	一式

本工事は、下水道処理施設を稼働させながら施工するため、既存の電気・通信ケーブルや配管に配慮することが求められた。

2. 現場における問題点

施設内には既存の電気・通信ケーブルや処理水の流れる配管が複数あり、柱のRC増打施工箇所と重なる部分もあるため、施設の稼働に影響を与える以下の問題があった。

① 処理水が流れる配管の切り回し

施工箇所と重なる配管には、沈澱池にて集積し

たスカム（汚水中の油脂質や細菌などが水面付近に集まり固形化したもの）や沈殿した汚泥や砂などを別の処理施設へと圧送している配管がある（図-1）。RC増打施工のためにはこれらの配管を切り回す必要があるため、施設運用を一時停止することが求められた。他の処理施設との関係により、これらの配管の運用停止可能は6時間までと制限があったが、管内を断水するためのバルブ（弁）が無いものや、古くなって破損している恐れのあるものもあった。そのため、管内断水のための排水に時間がかかり、停止可能時間までに管の切り回し作業が終わらない状況にあった。

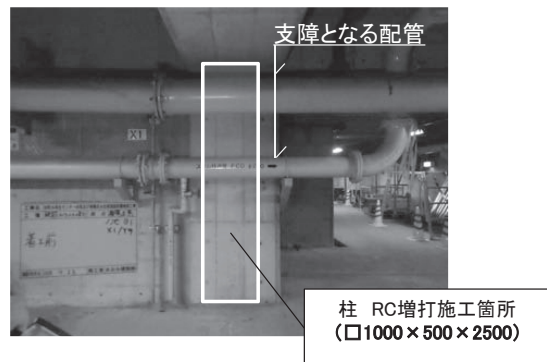


図-1 支障物①配管

② 電気・通信ケーブル

このケーブルは下水道処理施設の運転に必要な電気や処理を操作している中央監視室と通じているため、影響範囲が大きく運用の一時停止が不可能である。またケーブルに余長が無く、切り回すことができない（図-2）。

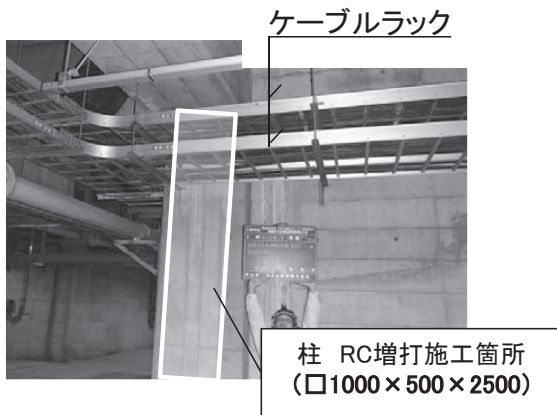


図-2 支障物②ケーブルラック

3. 工夫・改善点と適用結果

問題①は支障物の切り回しが可能であるため、運用停止可能時間内（6時間）に配管の切り回し作業ができる工法、問題②は支障物の切り回しが不可能であるため、既設柱の断面を変えずに当初設計と同等以上の耐力向上ができる工法の選定をした。

① 不断水弁挿入工法

配管の切り回し作業を短縮するためには、管内の断水区間を短くするためのバルブ（弁）が必要となる。そこで管内を通水させながらプラグ（弁）を設置できる不断水弁挿入工法を採用した。本工法は断水しないで、管を穿孔し、管路の任意の場所にプラグ（弁）を設置する工法である（図-3）

本工法によりプラグ（弁）を新設したため、管内の排水に要する時間を1時間以内に短縮し、配管の切り回し作業を運用停止可能時間内に終わらせることができた。

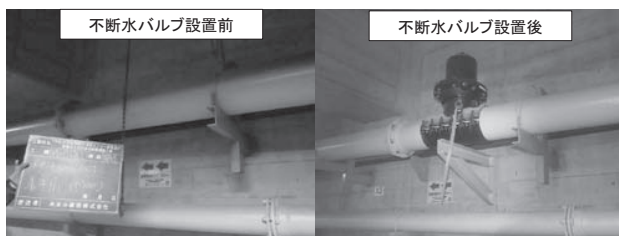


図-3 不断水弁挿入工法

② あと施工せん断補強鉄筋（PHb工法）

本工法は、既設柱の表面から既設柱の主筋と主筋の間に削岩機及びコア削孔などにて削孔を行い、

孔内にせん断補強鉄筋を挿入し、無収縮モルタルを充填する工法である。RC増打からあと施工せん断補強鉄筋（PHb工法）に変更した図面を図-4に示す。

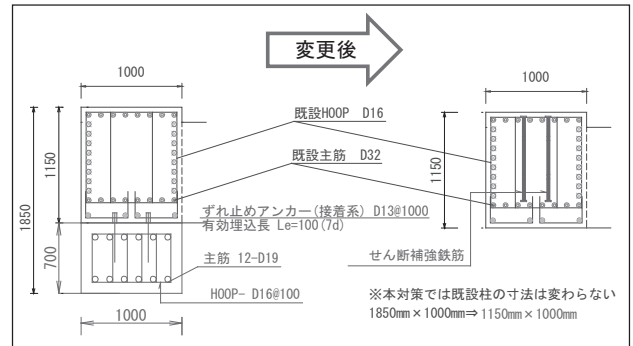


図-4 設計変更前後の既設柱断面図

本工法により柱の形状を変えずに対象となる柱に当初設計で求められたせん断力とじん性の向上が実施できた（図-5）。また、施工に使用する機械は削岩機又はコア削孔機であるため、図-2のケーブルラックを取外すだけで施工が可能であった。



図-5 あと施工せん断補強鉄筋完了

4. おわりに

稼働中の下水処理施設の耐震補強を行なう上では、施設運用に欠かせない電気設備や処理水を輸送する配管が多数あり、それらは運用の一時停止が必要であることや、切り回しの不可能な設備があるため、施工上の制約が生じることがある。そのため、求められた耐震性能の確保ができる工法、施設運用への影響を考慮した施工方法を選定し、施工を完了できた。

山腹法面の木柵工施工方法の改善

(公社)高知県土木施工管理技士会

刈谷建設株式会社

細木 仁

1. はじめに

工事概要

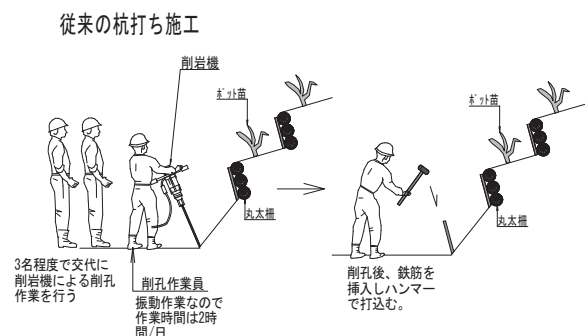
- (1) 工事名：道交地防安（改築）第102-007-1
号県道宗呂中村線防災・安全交付
金工事
- (2) 発注者：高知県 幡多土木事務所
- (3) 工事場所：高知県四万十市 江ノ村
- (4) 工期：平成27年3月4日～
平成27年8月28日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点と適用結果

当工事は幅員2.5mの旧道を5.0mに拡張する工事で、切土法面に木柵を行いポット苗を植栽するが、木柵を設置する際の杭打設（鉄筋杭 D19L-1500）の量が増大（760本）で、設計が人力作業である為、計画以上の人員の動員、重労働で夏期に施工を行う為、作業員の健康状態の不安、疲れからくる作業能力の低下による工程の遅れや、労働災害等の問題を抱えていた。

継続工事である当工事は毎年違う業社が工事を行っており。前工事では、人力により削岩機で削孔し、ハンマーで鉄筋の打込む工法であった。4名の作業員で施工を行い、冬季の施工だったが、同規模の数量で2ヶ月の施工期間であった。弊社はこの作業に4名の作業員を配置する見通しが立

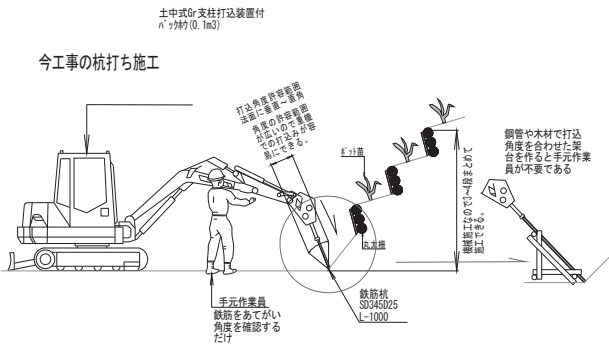
たず、人力作業では賄いきれないと判断し、検討した結果、普段は土中式ガードレール支柱を打込む際に使用するアタッチメント付きのミニバックホウで、鉄筋を打込むこととした。機械施工であるので、精度に不安があったが、規格値が広範囲であったため問題なく作業を実施できた。これにより作業人員は重機オペと手元作業員の2名で施工でき、1ヶ月の工程で作業を終了できた。完全な比較はできないが、前工事で作業員4名で2ヶ月費やしていることを考慮すると、改善がなされたと自負している（図-1～6参照）。



削岩機+ハンマーによる人力施工

人力で削岩機で削孔、移動を行い、削孔後鉄筋を挿入し大型ハンマーで打込む。人力で行う為角度等の微操作は容易に行えるが、重労働で作業員に負担がかかり、振動作業なので、作業時間に制限がある為（2時間/日）一日通して作業する場合は最低3名の作業員が必要である。しかも足場が平坦でないと作業中の転倒の危険を伴い、親綱+安全帯で作業を行っても作業効率が格段に落ちる。

図-1



土中式がドレール支柱打込用アタッチメント装着のハックルによる施工法面の所定の位置に鉄筋を宛てがい普段は土中式Gr支柱を設置するアタッチメント装着のハックルで鉄筋の打込みを行う。硬い岩盤(硬岩・中硬岩)には使用できないが、軟岩程度なら施工可能である。作業人数が1~2名程度に抑えられ、機械施工であるので気候に左右されず、施工期間も従来と比べて格段に短縮できる。

図-2



図-3



図-4



図-5



図-6

3. おわりに

この木柵工はポット苗を植樹して完了となる。施工が完了したのが7月の盛夏中、猛暑により日々の散水養生虚しく全体の約7割の苗が枯れ、植え替えを余儀なくされた(図-7参照)前回工事は冬季の為、苗は枯れ果てることなく青々と育っていた。そもそも夏期は植樹や種子吹付けには不向きで、死滅する可能性が非常に高い。やむを得ない場合もあると思うが、生物を扱う工種は、時期の配慮を重視すべきである。ポット苗の苗木も吹付けに使用する種子も生き物だ。利害関係重視で、我々は生き物を粗末に扱っているのではないか。そう考える。



図-7

第22回土木施工管理技術論文・技術報告表彰者一覧表

賞	題名	執筆者名	会社名	技士会	頁	
技術論文	最優秀	江差における、走行式道路区画線診断システムと QGIS を活用した道路区画線の損傷把握事例	葛西 毅	北海道技建(株)	(一社)北海道	p. 122
	優秀	周辺環境に配慮した施工性、安全性の向上に繋がる効率的な架設方法	片岡 雅志 一瀬 浩二	清本鉄工(株)	宮崎県	p. 10
		老朽化した中央自動車道跨道橋(PCπラーメン橋)の多軸台車による一括撤去	田寺 佳大 茂木 秀介 山内 誉史	エム・エムブリッジ(株)	日本橋梁建設	p. 14
		鉄道橋支承取替工事の現地計測における3Dスキャニングの活用	荒川 慎平 峯田 敏宏	日本車輛製造(株)	日本橋梁建設	p. 114
	i-Construction賞	応用技術を用いた土工 ICT 施工と管理	満尾 裕也	(株)吉川組	長崎県	p. 118
	特別	3Dプリンターの活用で施工性アップ!	佐藤 豊明	日新興業(株)	宮崎県	p. 70
		騒音対策施工計画ツールとしてのシミュレーション技術の活用	神頭 峰磯 松永 誠	日本車輛製造(株)	日本橋梁建設	p. 110
技術報告	最優秀	設計概念にとらわれない発想と単管パイプによる乗用車迂回路の設置	荻久保 武志	北陽建設(株)	長野県	p. 200
		鋼橋支承取替工事における仮受け構造の小型化と部材運搬方法の工夫	堀籠 雄基	瀧上建設興業(株)	日本橋梁建設	p. 170
	優秀	沖防波堤工事における環境対策について	内間 康義	座波建設(株)	沖縄県	p. 268
		工法提案による安全性向上と工程管理	川田 幸二	(株)倉品組	長野県	p. 212
		汎用ポリエチレンネット・シートを用いた山腹地での地すべり対策施設における機能保持・作業環境の向上	内川 浩一	北陽建設(株)	長野県	p. 252
		排水枡下面のコンクリート充填性向上策について	鈴木 康宏 永塩 泰典	三井造船鉄構エンジニアリング(株)	日本橋梁建設	p. 238
	特別	無線式沈埋函誘導システムについて	沖山 禎雄	あおみ建設(株)	東京都	p. 273

第22回土木施工管理技術論文報告集（平成29年度版）

平成30年6月30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