

目 次

I. 技 術 論 文

施工計画

1	作業構台上からの鋼管杭打設工における現場施工管理について	2
2	河川占有期間の短縮に配慮した仮人道橋の台船一括架設	6
3	橋上覆工設備を用いた桁架設における課題と対策	10
4	テーブルリフト付き多軸台車と従走台車を併用した送出し架設	14
5	移動多軸台車を用いた大ブロック架設の計画	18
6	早津江川橋における航路に配慮した送り出し架設の工夫	22
7	J R 供用中の支承修繕工事	26
8	ケーブルエレクション斜吊り工法を用いた瀬田川令和大橋の架設用仮設備について	30
9	熊本地震により損傷した橋梁支承部の復旧	34
10	高速道路に並行近接した鋼ローゼ橋の施工	38
11	安全性に配慮した仮設備・施工方法の変更によるアーチ橋の撤去	42
12	自走式多軸台車を用いた夜間一括架設時の工夫	46
13	重交通路線共用下における大型支承の取替え	50
14	セッティングビームによる支承部取替	54
15	自走推進型開削工法による低空頭橋梁下への2次製品U型水路の設置	58
16	河川部ランプ橋の本線接続工事～橋脚の新設および大規模改築～	62
17	ケーブルエレクション直吊り工法による被災橋梁の撤去	66
18	長大トラス橋の塗膜除去におけるIH工法での対応	70

品質管理

19	曲線桁における出来形精度向上の工夫	74
20	夏季における高強度のマスコンクリートの施工について ～温度ひび割れ対策としてのフライアッシュの活用～	78
21	高低差を克服した床版および壁高欄コンクリートの打込み	82
22	場所打ち杭の無溶接工法による鉄筋かごの課題と対応について	86
23	大型断面を有する鋼鉄製箱桁(宝町橋りょう)の工場製作時の工夫について	90
24	砂防堰堤工事におけるコンクリート品質確保・狭小高所作業時安全確保	94
25	山岳狭隘地における盛土施工の品質向上に対する取組み	98
26	ケーブルエレクション直吊工法の架設精度向上のための工夫と安全管理	102
27	レディーミクストコンクリートに、工夫と情熱を練混ぜて	106

安全管理

28	工場現場における安全対策の取組みについて	110
29	テイルテイング鉄塔を用いたケーブルクレーンによる門型鉄塔の組立	114
30	高速道路上送出し架設時の安全対策	118

i-Construction 等

31	消波ブロック嵩上げ工事における3次元計測による数量算出について	122
32	法面工におけるICTの活用について	126
33	法面工事におけるICT技術を活用した現場管理	130
34	ICT施工を活用した河川浚渫工事の施工例について	134
35	鋼橋架設工事における遠隔検査の試行	138

Ⅱ. 技術報告

施工計画

1	雨期の地滑り対策工事	144
2	土留工の選定方法について	146
3	送電線鉄塔脚部の地盤強化工事	148
4	西日本豪雨災害による応急復旧	150
5	平成30年7月豪雨災害による河川応急復旧	152
6	劣化した大型土嚢の補修について	154
7	平成30年7月西日本豪雨災害による応急復旧工事	156
8	鋼トラス橋の外ケーブル方式による耐荷補強工事	158
9	軟弱地盤帯での近接家屋沈下防止対策	160
10	県道上を跨ぐ鋼橋架設における安全確保と規制日数削減	162
11	防液堤撤去におけるワイヤーソー切断	164
12	車線規制を伴う鋼床版補修・補強工事における創意工夫について	166
13	長清水橋主桁架設について	168
14	調整池上や交差道路上での桁架設について	170
15	トラベラークレーンを用いた鋼3径間連続トラス橋の張出し架設工事	172
16	東北自動車道通行止め一括架設の対策	174
17	隣接業者とのヤード共用における安全確保と工程遅延防止	176
18	震災復旧工事における支障物撤去と基礎工の対策について	178
19	排水路整備工事における顕在化について	180
20	背面埋戻しを伴うアンカー付土留杭工の施工管理について	182
21	現場内仮置き土砂の路体盛土施工の工夫	184
22	バイパス工事における盛土材受入れと品質管理	186

23	河川と高圧線に挟まれた支間長 91 m の送出し架設	188
24	台風 19 号による応急工事	190
25	国道及び JR 路線を跨ぐ送出し架設の対策	192
26	送出し支間長 90m のひと夜間送出し架設工法	194
27	小黑板情報電子化の導入について	196
28	軟弱地盤に配慮した架設計画	198
29	鋼製橋脚隅角部補強の施工における現場計測	200
30	仮設防護柵設置方法の工夫	202
工程管理		
31	施工の工夫による工程の確保	204
32	国道、河川、鉄道を跨ぐ鋼橋架設工事の工程管理について	206
33	高橋上部工事(2期工事)の工程短縮について	208
34	自動車専用道路舗装工事における工程短縮について	210
35	国道や歩道橋に近接した架設作業の工夫	212
品質管理		
36	コンクリート構造物の耐久性向上について	214
37	中間支点上を跨ぐ床版コンクリート打設時のひび割れ抑止対策について	216
38	不等沈下の防止と冬期の作業環境の改善	218
39	自動追尾測量機を用いた床版コンクリート均し段階の出来形管理	220
40	試験施工によるアーチ橋コンクリート工の品質向上	222
41	厚板フランジと薄板ウェブ断面を有する鈹桁橋の製作時における工夫	224
42	堤体の安定性向上における築堤材料の品質確保について	226
安全管理		
43	架空線下作業における安全対策について	228
44	大規模震災復旧工事における車両交通の安全管理	230
45	安全性向上の工法提案と創意工夫	232
46	法面下県道への防災対策	234
47	高圧送電線(154,000 V)近接での架設について	236
48	移動防護工による吊足場解体時の安全対策	238
49	橋梁工事における桁内からの救出訓練実施について	240
50	逆台形の側面形状を有する上路式トラスの工場仮組立時における安全管理について	242
51	張り出し量の大きい桁架設の施工	244
環境管理		
52	堤防道路における第三者対策	246
維持管理		
53	現場状況に応じた用水路工の機能保全	248

54	鋼製高欄の取替工事における工夫.....	250
55	有料道路の橋梁メンテナンス	252
新技術活用 (NETIS 含む)		
56	福岡 201号立岩大橋橋梁補修工事におけるP Cグラウト再注工法の検討.....	254
57	橋梁架設による高圧線接触防止への取り組みについて.....	256
58	GNSS ステアリングシステムの活用による施工管理の簡素化 ～施工プロセスチェックの遵守～.....	258

I. 技術論文

1 施工計画

作業構台上からの鋼管杭打設工における現場施工管理について

愛知県土木施工管理技士会

株式会社七番組

管理技術者

現場代理人

杉 浦

剛[○]

山 本

豊

1. はじめに

工事概要

神戸川は、その源を半田市南西部の標高60m程度の丘陵地に発し、半田市の南部を南東方向にまっすぐ流れ、半田市青山町の市街地を流れた後、衣浦港を経て三河湾に注ぐ、河川延長約4.7km、流域面積約13.2km²の二級河川である。

当該流域では、過去に昭和28年9月の台風13号、昭和34年9月の伊勢湾台風、昭和51年9月の台風17号、平成12年9月の東海豪雨などによる浸水被害を受けている。

現在の神戸川樋門は昭和34年の伊勢湾台風の被害を受け、高潮対策として整備されたものであるが、老朽化が進んでおり今後起こるであろう南海

トラフ地震に備え新しく水門を築造する事業の第2期工事である。

新水門は現在の樋門の約50m下流、川幅約45mの位置に作られる。(図-1)

- (1) 工 事 名：中小河川改良工事（防災安全・緊急対策）（誰もが働きやすい現場環境整備工事）
- (2) 発 注 者：愛知県知多建設事務所
- (3) 工事場所：愛知県半田市新浜町地内始め
- (4) 工 期：平成30年11月29日～令和元年10月31日
- (5) 工事内容：

鋼管杭基礎工	103本
地盤改良薬液注入工	268本
作業構台工	816m ²

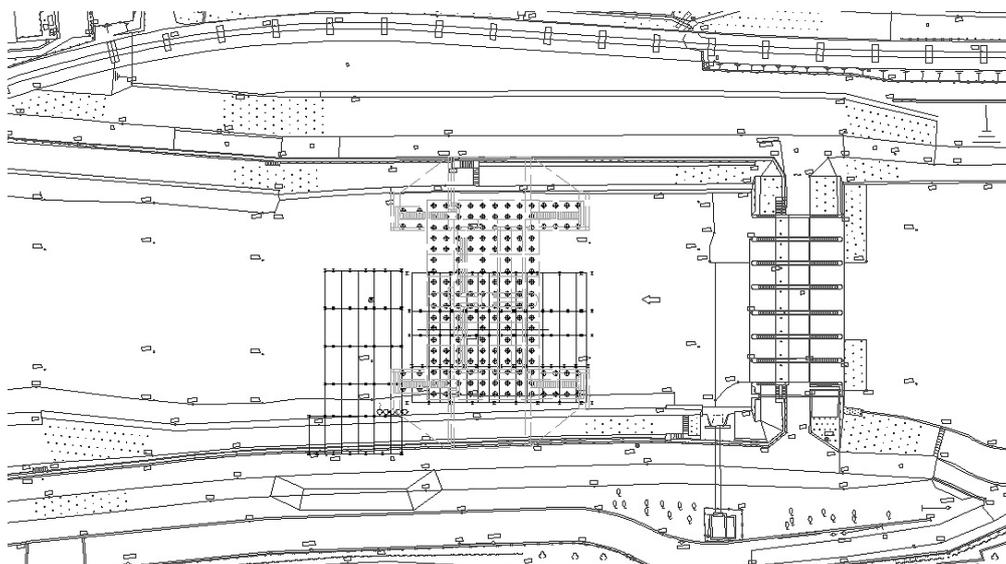


図-1 計画平面図

仮締切鋼管矢板工 67本
 仮締切鋼矢板工 88枚

2. 現場における問題点

土質的には作業構台から6m下に河床があり、その下10mくらいはN値がほぼ0に近い軟弱地盤である。軟弱地盤から下は8m以上のN値50～100の礫層がある。

杭打ち作業は作業構台上からの作業となるが、杭長9.0m～9.5mに対しヤットコ長10.5mと長い(図-2)ことから、以下の事が当初から課題と考えられていた。

- ① 本杭施工時の杭心の精度を確保するための施工方法
 - ② 本杭施工時の杭の鉛直度を確保するための施工方法
 - ③ 試験杭施工時の支持地盤の確認方法
- しかも、今回工事では掘削作業がないため杭の出来形を現認することはできない。

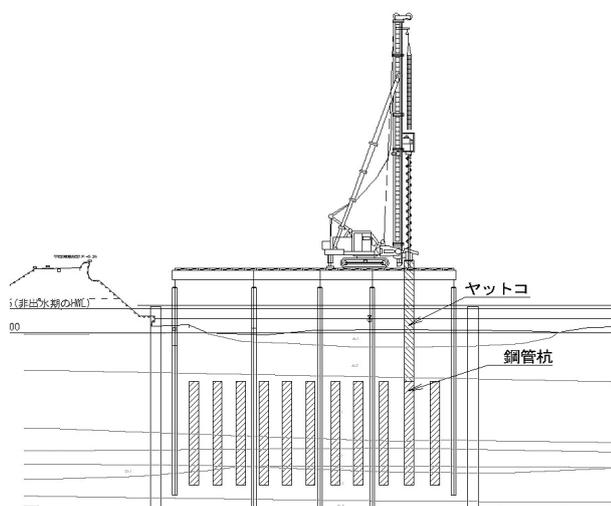


図-2 鋼管杭打設横断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

上記課題に対して以下のような対策を行った。

(1) 杭管理システムSINDSの採用

SINDASとは自動追尾式のTSを使用し、杭の施工基面付近2か所、打設杭上端付近2か所の計

4か所をノンプリズムで継続的に測定し、そのデータにより傾き・偏心を測定するシステムである。偏心は測定した高さの位置だけでなく、所定の基準高さまでそのまま打込まれた時の値をリアルタイムにシミュレーションすることができる。

一般測量・管理計測機能の他、インターネットを利用した外部配信機能(オプション)により、現場事務所や本社にいる職員のほか建設事務所の発注担当者などネット接続のパソコンを通じて遠隔地からでもSINDS(親機)の管理画面をモニタリングすることができ、オープンな環境で施工状況を随時確認してもらうことができる。

計測は杭又はヤットコの天端・施工基面・杭設計高さでの偏心量が随時表示されているため多量のデータを採取できるが、その中から9点分を抽出し帳票に記載した。帳票は数値と位置関係が一目でわかる図で表記した。

施行開始時は現場管理者・作業員共に不慣れな部分があり多少時間がかかってしまっていた。特に杭建込時の計測値に敏感になりすぎ、大型の重機であるにもかかわらず微調整をしすぎて時間がかかってしまった。当初得られた数値もあまり良いものではなく、杭建込時の重機重心は前傾姿勢、杭をゆっくり打設しているときは中立、少し早くなったり硬い層に到達するときは後傾姿勢というようなことを感覚としてわかるようになり始めてから、良い数値が得られるようになった。

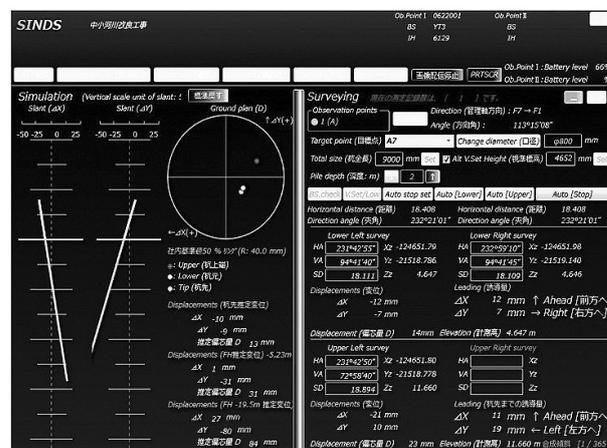


図-3 SINDS管理画面

圧入速度が速いと数値が大きくふれ、遅くなると数値の変化は落ち着いてくることも分かった。

また、現認することのできない鋼管杭偏芯の出来形値については発注者との協議によりSINDSによるシュミレーションの値（図-3、4）を採用することとなった。偏芯量出来形値の結果としては施工前半が46mm、後半が34mmとなり、全平均で41mmとなった。ヤットコ長が長いという条件の割にはまとまった良い数字が得られた。施工速度も1本当り前半が125分であったのに対し、後半は106分と18%の上昇がみられた。

【偏芯図】			
【設置部】 A1		【設置部】 A2	
設計位置	上部実測位置	設計位置	下部実測位置
偏芯量 (mm) 1.0 上部実法 (mm) 1 下部実法 (mm) 1 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 0 杭天端偏芯算定値 (mm) 0	偏芯量 (mm) 5.0 上部実法 (mm) 5 下部実法 (mm) 5 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 5 杭天端偏芯算定値 (mm) 5	偏芯量 (mm) 10.0 上部実法 (mm) 10 下部実法 (mm) 10 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 10 杭天端偏芯算定値 (mm) 10	偏芯量 (mm) 15.0 上部実法 (mm) 15 下部実法 (mm) 15 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 15 杭天端偏芯算定値 (mm) 15
偏芯量 (mm) 20.0 上部実法 (mm) 20 下部実法 (mm) 20 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 20 杭天端偏芯算定値 (mm) 20	偏芯量 (mm) 25.0 上部実法 (mm) 25 下部実法 (mm) 25 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 25 杭天端偏芯算定値 (mm) 25	偏芯量 (mm) 30.0 上部実法 (mm) 30 下部実法 (mm) 30 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 30 杭天端偏芯算定値 (mm) 30	偏芯量 (mm) 35.0 上部実法 (mm) 35 下部実法 (mm) 35 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 35 杭天端偏芯算定値 (mm) 35
偏芯量 (mm) 40.0 上部実法 (mm) 40 下部実法 (mm) 40 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 40 杭天端偏芯算定値 (mm) 40	偏芯量 (mm) 45.0 上部実法 (mm) 45 下部実法 (mm) 45 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 45 杭天端偏芯算定値 (mm) 45	偏芯量 (mm) 50.0 上部実法 (mm) 50 下部実法 (mm) 50 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 50 杭天端偏芯算定値 (mm) 50	偏芯量 (mm) 55.0 上部実法 (mm) 55 下部実法 (mm) 55 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 55 杭天端偏芯算定値 (mm) 55
偏芯量 (mm) 60.0 上部実法 (mm) 60 下部実法 (mm) 60 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 60 杭天端偏芯算定値 (mm) 60	偏芯量 (mm) 65.0 上部実法 (mm) 65 下部実法 (mm) 65 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 65 杭天端偏芯算定値 (mm) 65	偏芯量 (mm) 70.0 上部実法 (mm) 70 下部実法 (mm) 70 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 70 杭天端偏芯算定値 (mm) 70	偏芯量 (mm) 75.0 上部実法 (mm) 75 下部実法 (mm) 75 上部偏芯量 (mm) 0 下部偏芯量 (mm) 0 杭天端偏芯実法 (mm) 75 杭天端偏芯算定値 (mm) 75

図-4 SINDS管理帳票



図-5 SINDS管理状況

(2) 施工基面での定規材の工夫

施工基面である作業構台の覆工板を撤去したところに、H鋼と製作した定規鉄板により精度を確保した。定規鉄板は厚さ22mmの鉄板に半円状に切り抜いた2枚の鉄板で、鋼管杭を挟みこむように設置した。（図-6）

定規をセットする測量はトプコンの杭ナビを使

用し、測量ソフトは建設システムの快速ナビのライン観測を使用することにより、迅速に主桁・桁受けにマーキングができた。その後建て込んだ杭をSINDSで観測することにより、別々の測量方法で同じ位置に建込みできていることを確認でき、打設位置を間違えるというようなことを防ぐことができた。

また、定規鉄板を使用することにより余分な開口部がなくなり、安全管理にも一役かうことができた。



図-6 定規鉄板設置状況

(3) 鋼管杭とヤットコの接続部に内クラッチを設けた

接続部分にL=0.8mの呑み込み部を持った内クラッチ装備のヤットコを製作した。（図-7）それを使用することにより、杭とヤットコが一体化し、接続部での座屈を防ぐことができ、偏芯出来



図-7 ヤットコ製作

形の精度を高めることができた。ただし、クラッチを外すにはヤットコを回転させる必要があるため、ケーシングオーガーが必要となる。

クラッチを設けなければセメントミルク注入時の攪拌孔により鋼管杭が沈下する恐れがあったが、クラッチを設けヤットコと一体化することにより、打設終了後ヤットコを作業構台上で固定すれば鋼管杭の沈下を防げ、基準高の出来形精度を確保することができた。

(4) 試験杭施工箇所においてボーリング調査を行った(図-8)

支持地盤の確認のため試験杭施工箇所(5箇所)においてボーリング調査を行い、支持層の深さや厚さが杭長に合致しているかを確認してから鋼管杭の発注を行った。

(5) 統合型管理装置での管理を行った



図-8 ボーリング調査状況



図-9 統合型管理装置画面

統合型管理装置を使った積分電流値による支持層計測を行った。統合型管理装置管理画面(図-9)はその場でN値・電流値・積分電流値の対比をグラフで行うことができるようになっている。

また、通常の電流値もチャート紙により記録しており、統合型管理装置・通常のチャート紙の二重の管理をすることによりデータ採取ミスを防ぐことができた。

4. おわりに

今までにも鋼管杭の打設経験は数百本あったが、いずれもこの地域の港湾地区での打設であったために同じような土質で、支持層は固い礫層だがそれに到達するまではN値がほぼ0の粘性土というような状況で、毎回いろいろな工夫をして杭の品質確保に努めてきた。その集大成として多数の工夫をし、今回は非常に満足いく結果を得られることができた。特に今まで打設中はトランシットで観測する管理方法から、SINDSを使うことにより打設中の経過も数値で示せることができ、途中で重機がどのような重心になっているか、その時に杭はどのように動くか、はたまたオペレータが交代したときの杭の動きの違いまで判別することができた。

今回のような取り組みを動画で撮影し作業所のホームページにアップした。施工中に地域の市町の発注担当者を集めて現場見学会を行ったが、現場見学会は時間の制限がありすべての工程を見学することができなかった。しかし、ホームページの動画を紹介したところ、翌日からアクセス数が増えていたので皆さんが動画で再確認していたのだと思います。

まだ2期工事であり鋼管杭の打設も残っていることから、これらの経験を次に生かせるようにしていきたいです。

最後にこのような取り組みを好意的に受け入れていただいた協力業者の方々をはじめ、関係者の方々に厚くお礼を申し上げます。

2 施工計画

河川占有期間の短縮に配慮した 仮人道橋の台船一括架設

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

計画担当

小泉 敬太[○]

現場代理人

安部 宏介

監理技術者

又木 剛志

1. はじめに

豊海橋は、日本橋川が隅田川に流れ込む位置、日本橋川の河口付近に架かる橋梁である。本工事では、橋梁の各種補修に併せ、日本橋川を航行する船舶の利便性向上を図る目的で、現橋を0.4m嵩上げする改良を行った。工事期間中は、車両は全面通行止めとしたが、歩行者の動線確保のため、豊海橋の下流側に仮人道橋を設置した。

仮人道橋には、橋長56.0m（支間長54.0m）の鋼単純ダブルトラス構造を採用し、架設は台船による一括架設工法にて行った。施工にあたっては、日本橋川および隅田川の河川占有が必要で

あったが、施工地点は船舶の航行が多いため、河川管理者から河川占有期間の短縮を求められた。

図-1 に台船一括架設状況を示す。

ここでは、仮人道橋架設において河川占有期間を短縮するための工法選定、それに伴う課題の解決策について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：豊海橋改良工事
- (2) 発注者：中央区
- (3) 工事場所：東京都中央区日本橋箱崎町
- (4) 工期：平成29年10月19日～令和元年5月31日



図-1 台船一括架設状況

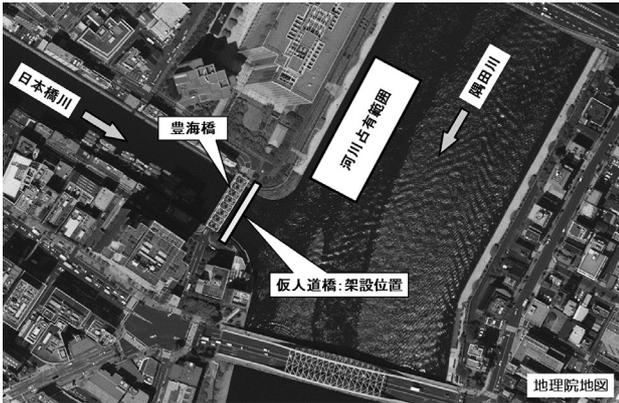


図-2 河川占有範囲の概要

2. 現場における問題と課題

(1) 当初計画における問題

当初計画では、隅田川を河川占有し、ユニフロート上に地組立を行い、それをクレーン台船で架設用の台船に載せ替え、台船一括架設する工法が採用されていた。この場合の河川占有期間は、約6週間必要であったが、河川管理者からは大幅な短縮を求められた。図-2に、河川占有範囲の概要を示す。

(2) 河川占有期間の短縮方法

河川占有期間を短縮する方法として、各工種の工程短縮、複数工種の同時並行作業という方法を検討したが、工種が少なかったことと同時並行できる作業が少なかったため、大きな短縮には至らなかった。そこで、道路上での橋梁一括架設工事などで採用事例のある「別ヤードで地組立して運搬・架設する工法」や、コンクリート工事での採用が増えてきている「プレキャスト工法」などの『作業場所を変える』といった視点で工程短縮方法を検討した。約3週間を必要とする地組立に着目し、施工地点から離れた別ヤードで地組立を行い、曳航したのちに架設することで河川占有期間を短縮できると考えた。しかし、この方法を採用するにあたっては、以下の課題があった。

(3) 別ヤードで地組立するにあたっての課題

各関係機関と協議した結果、地組立を行う別ヤードとして辰巳ふ頭が候補となった。この場合、辰巳ふ頭から架設地点までの曳航の際に、い



図-3 通過する既設橋梁と空頭高さ

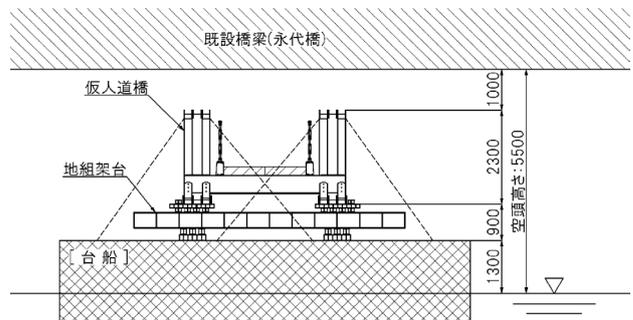


図-4 曳航時の既設橋梁との高さ関係

くつかの既設橋梁の下を通過することとなる。(図-3)最も低い既設橋梁の河川水面からの空頭高さは約5.5mであり、仮人道橋高さ2.3m、台船高さ1.3mおよび通過時の既設橋梁との離隔を1.0mとすると、地組架台高さは0.9m以下に抑える必要があった。(図-4)一方、架設地点での据付け高さが台船上から約5mであったことから、曳航後には架設に備えて約5mの扛上を行う必要があった。この曳航時と架設時の高低差の解決方法が課題であった。

(4) 解決策の検討

解決策として、以下の2案を検討した。

<第1案>曳航・架設：台船載替え案

地組立を低い高さで行い、施工地点まで曳航したのち、クレーン台船で仮人道橋を架設用台船に載せ替える方法。

<第2案>曳航・架設：同一台船案

地組立および曳航したのち、台船上に扛上設備を組み立てて扛上する方法。

これら2案を比較検討した結果、第1案は第2案に比べ、架設用台船および載替用のクレーン台船が別途必要となり、工費が大幅に増加するというデメリットがあった。このことから、今回は第2案を採用することとした。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 吊下げ式扛上設備の採用

扛上量が約5mと大きかったため、扛上設備として、高ストロークの大型油圧ジャッキの採用が考えられた。しかし設備高さが約3mあり、0.9mの高さで地組立を行う仮人道橋の下にこの大型油圧ジャッキを配置することは不可能であった。

そこで扛上設備は、橋梁架設工事において降下量が大きい場合に用いられる吊下げ式とすることとした。吊下げ式降下工法は、主桁上面に吊り金具を取り付け、これに鋼棒やワイヤを連結して主桁上部から吊り下げて降下する工法である。(図-5) この工法を応用することで、仮人道橋の下に大型の設備を配置することなく、扛上設備を設置することができると考えた。

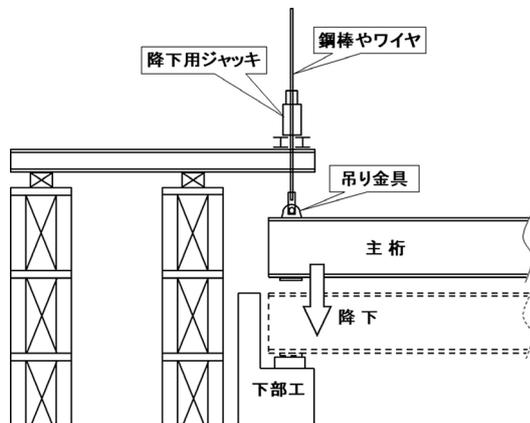


図-5 吊下げ式降下工法の例

(2) 扛上設備高さ低減のための工夫

仮人道橋を上から吊り下げる構造の扛上設備とした場合、門形構造の設備となり、設備高さが高くなるため台船に対する安定性に懸念があった。

そこで扛上設備の設備高さを低く抑えるため、仮人道橋の下に抱きかかえ梁を配置し、この梁を両側に設置したベント設備で吊り上げることで仮

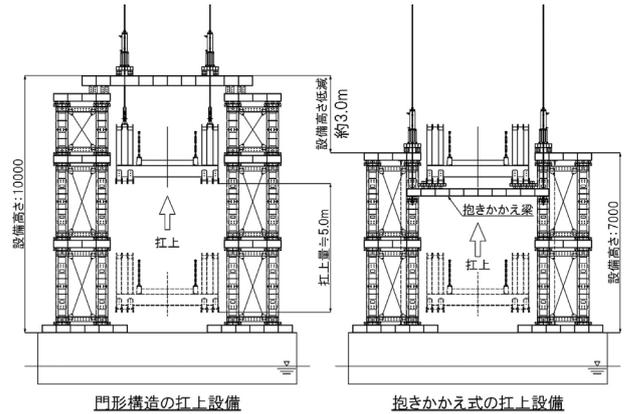


図-6 扛上設備高さの比較

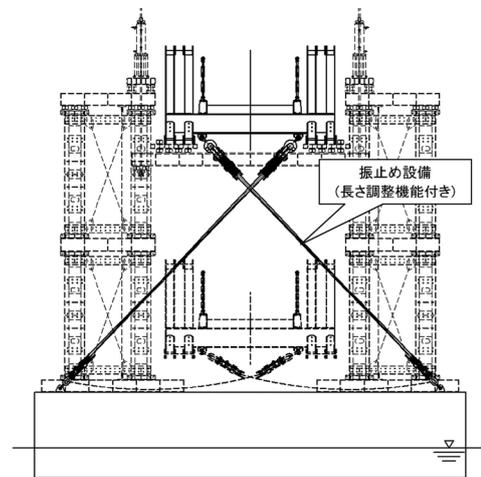


図-7 扛上時の振止め設備

人道橋を下からすくい上げるようにして扛上する方法とした。これにより、門形構造に比べて設備高さを約3m低減することができた。(図-6)

(3) 扛上時の安定対策

吊下げ式工法の場合、揺れに対する安定対策が重要となる。約5mの扛上の際、仮人道橋が台船の揺れなどで振られた場合、両側に設置したベント設備に衝突する可能性があり、扛上過程における台船の揺れへの対策が必要であった。

そこで長さ調整機能を付加した振止め設備を設置し、振止め設備の長さを調整しながら扛上を行った。(図-7) これにより、常に安定した状態で仮人道橋を扛上することができた。

(4) 移動時の安定対策

架設時は、隅田川の待機場所から架設地点まで移動する必要があった。吊下げ状態での移動に

は、突発的な強風や台船の揺れに対する安全性に懸念があったため、扛上設備とは別に仮受け設備を設けて仮人道橋を下からも支える対策を講じた。(図-8) また、強風時および台船の揺れに対して、台船の安定計算を実施し、安定性に問題がないことを確認した。これにより、架設時の移動の際にも安定した状態を保つことができた。



図-8 扛上設備と仮受け設備

(5) 台船架設における据付け作業の工夫

架設は、日本橋川を9時間の通行止めとして行った。これを超えることは、船舶の航行へ多大な影響を与えることとなり、時間厳守が求められた。

架設時の時間超過リスクとして、仮人道橋の下部工への据付けに時間を要することが想定された。仮人道橋の据付けでは、約1mの降下を行ったのち、下部工とボルト固定する必要がある、許容誤差は2～3mmであった。これに対し、台船での位置調整は50mm程度が限界であった。台船での位置調整だけでは、許容誤差内での据付けは困難であり、時間超過する可能性が高いと考えた。

そこで、ワイヤとレバブロックによる引込み設備を設置するとともに、鋼材によるガイド設備を設置した。(図-9) 引込み設備で大まかな位置調整を行い、その状態で仮人道橋を降下しながらガイド設備に滑り込ませるようにして据付けを行った。

これにより、許容誤差内に仮人道橋を据え付けるとともに、効率よく架設を終えることができた。



図-9 引込み設備とガイド設備

(6) 適用結果

上記工法の適用により、曳航時と架設時における約5mの高低差があるという課題を解決し、地組立を別ヤードで行うことで、求められていた河川占有期間を約3週間短縮することができた。また、設備高さの低減および台船架設における安定対策を実施し、据付け作業の時間短縮に関する工夫を行うことで、安全性・安定性を確保しつつ決められた時間内に架設を完了することができた。

4. おわりに

(1) 今後の展望

台船一括架設工法では、高ストロークの大型油圧ジャッキが採用されることが多いが、本稿では台船上での吊下げ式工法の採用が可能であることを示した。本工事周辺の隅田川テラスの整備事業では、新設橋梁の台船一括架設が計画される可能性が高い。本工事のような条件の場合、工法選定時の幅が広がるものと考えられる。

(2) 本工法適用時の留意点

本稿で示した吊下げ式工法は、構造物の両側に扛上設備を組み立てるため、構造物と台船の大きさの関係によっては、設備配置が困難な場合がある。また、構造物の重量が大きい場合、抱きかかえ用の梁が大型化し配置が困難となる可能性や、構造物の配置高さが高くなることも考えられる。

最後に、本工事の施工にあたり多大なるご指導・ご支援いただきました皆様方に深く感謝するとともに、本稿が類似工事の課題解決の参考になれば幸いである。

3 施工計画

橋上覆工設備を用いた桁架設における課題と対策

宮崎県土木施工管理技士会
清本鉄工株式会社
監理技術者
片岡 雅志

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。

本橋の架設方法は当初図-1に示すように、仮設材「 $\phi 500\text{mm}$ 鋼管杭6本（3基）」で構成されたベントをダウンザホールにて設置し、「200t吊りクローラクレーン」にて箱桁を2ブロック地組・架設した後、曲線形状で横断勾配の変化する箱桁上に覆工設備を組み立て、その上にクローラクレーンを載せて、ベント設置⇒桁地組・架設⇒橋上覆工設備組立⇒クレーン移動を繰り返しながら、桁を架設していく特殊な工法であった。本稿では、橋上覆工設備を用いた桁架設における課題と対策を述べる。

- (1) 工事名：平成29年度交建防安第26-8-2号
国道219号 小春工区小春2号橋
上部工工事
- (2) 発注者：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29年9月27日～
平成31年4月30日
- (5) 橋長：68.4m
- (6) 鋼重：290t
- (7) 橋梁形式：鋼単純非合成箱桁橋
- (8) 横断勾配： $i=6.00\%$ (片勾配)～ 1.5% (拌み勾配)

(9) 平面曲線： $R=160\sim A=80\sim R\infty$

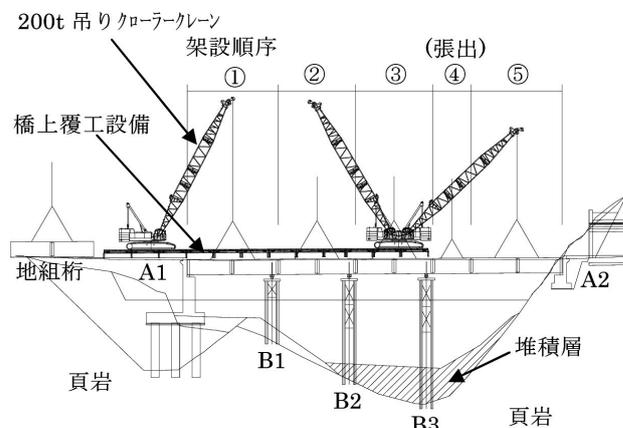


図-1 発注当初 架設計画図（側面図）

2. 現場における問題点

本工事の施工に際して、以下の問題点があった。

・架設用クレーンについて

A1橋台背面のヤードが狭く、200t吊りクローラクレーンが箱桁上に乗り入れる際の栈橋が必要になる。また、箱桁幅6.2mに対して、その桁上に設置する橋上覆工設備は幅10mもあり、頭でっかちで不安定な構造で、橋上覆工設備を走行する200t吊りクローラクレーンは車体幅が7.6mでキャタの載荷位置が箱桁の外側にあるため、荷重が箱桁の外側WEB（2点）にしか伝わってこない。反力が分散できず、ベント杭の構造が大きくなる恐れがあった。さらに、架設順序④は張出架設となっており、本橋の耐力や品質への影響が懸念された。（図-2）

・ベント杭について

φ500mm鋼管杭は受注生産であり、ベントを支持する岩盤層がボーリングデータよりも深かった場合、製作期間がかかり、工事進捗が懸念される。また鋼管杭の継手部は、現場で溶接しなければならず、現場条件（雨・風）に左右され、溶接箇所を防護するなど日数がかかり、現場溶接箇所の強度も懸念される。（図-2）

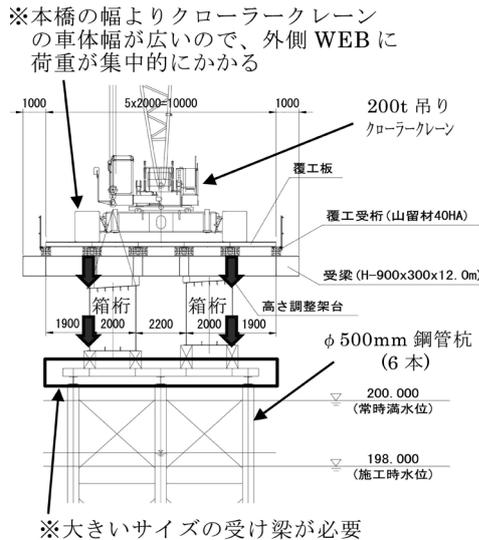


図-2 発注当初 架設計画図（断面図）

しかも本橋は、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、降雨によってダム湖水位が変化する際の施工時の対策、さらに堆積物の層が厚い箇所があるため、ベント杭施工時の対策が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

・計画（問題点の検討）

上記2点の問題点に焦点を置き、ベントと架設用クレーンに着目した。

まず、ベントの照査を行ったところ、発注時の計算書では、200t吊りクローラークレーンの反力が箱桁WEBの4点に分散され、受け梁がH350mmで計算されていたが、実際には箱桁WEB外側（2点）にしか伝わってないので、再計算した結果H700mmの受け梁が必要となった。またベント杭は、受注生産のφ500mm鋼管杭から、市場で入手可能なH400mm鋼管杭に変更、杭

の継手部は溶接構造から、強度が一定のボルト構造に変更し、その条件で再度照査すると、ベント杭1基当たりH400mmの杭本数は10本必要であり、すぐ横に現道が隣接するため、ベント杭の施工は不可能であった。

そこで、ベントの構造の根拠を調べた結果、クレーンの載荷位置（車体幅）により、箱桁WEBに伝わる反力が2点⇒4点に変わること、ベントの構造が大きく左右されることがわかった。つまり「クレーンの載荷位置（車体幅）が狭くなれば、箱桁WEBを介してベントに伝わる反力も分散され、ベントの構造も小さくできる」と考えた。

架設用クレーンを小さくする方法として、2種類のクレーンにて検討を行った。

（1案）150t吊りクローラークレーンでの架設

（2案）120t吊りクローラークレーンでの架設

（1案）桁架設時の吊り能力を調べたところ、A2橋台側の落とし込み以外の桁は150t吊りクローラークレーンで十分作業能力があるので、A2側にベントを1基追加し架設順序を変えることで、張出架設をなくし、架設可能な計画となった。200t吊りに比べて桁架設時の反力も小さくなり、クレーンの車体幅も7.6mから6.7mと狭くなり、ベントにかかる反力も当初より小さく計画することができた。しかし、150t吊りクローラークレーンは、九州でも保有台数が2台しかなく、しかも2台とも20年以上前のクレーンで老朽化が進んでおり、安全性にも欠けていた。不採用（図-3）

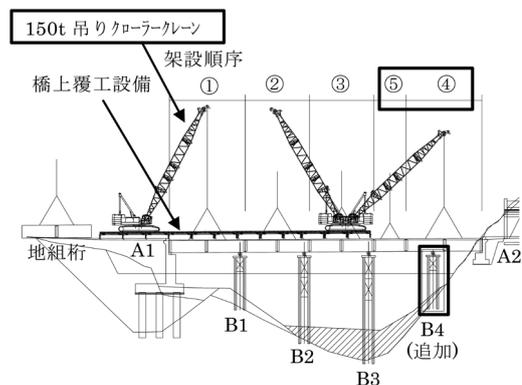


図-3 （1案）不採用（150t吊りCC）

(2-1案) 120吊りクローラークレーンの吊り能力を照査したところ、2ブロック地組では架設が不可能で、単材(1ブロック)のみの架設となり、ベントが8基必要になるため、当初計画よりも工程進捗に影響し、また河川流域断面を阻害し、環境にも悪影響を及ぼしてしまう。不採用(図-4)

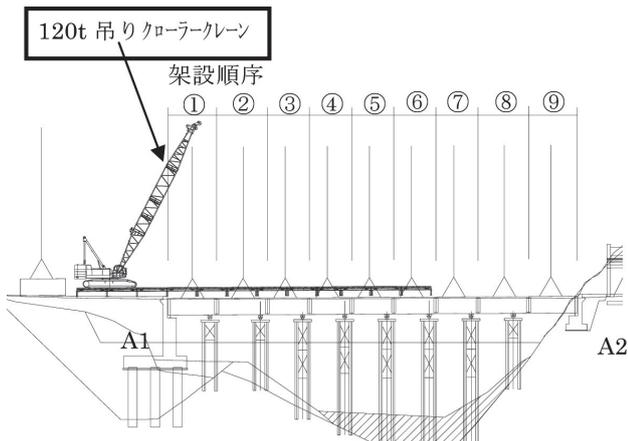


図-4 (2-1案) 不採用(単材架設)

(2-2案) 架設計画を再検討し、現場を調査したところ、A1橋台前面のフーチング上にあるフラットな箇所に着目した。その場所に仮ベント(B0)を設置し、さらに(1案)の考えを基に、A2側のベントを1基増やし、ベント間の距離がどれも等間隔(14m)なので、そこに一時箱桁を支持できるように「仮支点梁(H900mm)」を設置することで、120t吊りクローラークレーンで単材架設が可能な計画となった。採用(図-5)

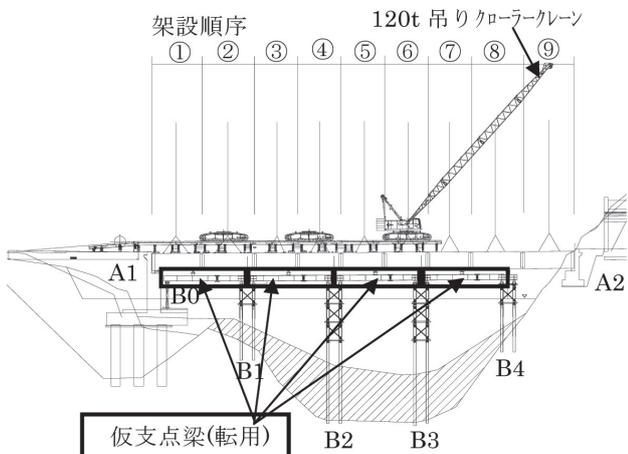


図-5 (2-2案) 採用(仮支点梁設置)

クレーンを小規模化(200t吊り⇒120t吊り)させ

ることにより、当初よりも桁架設時の反力が小さくなり、車体幅も7.6mから6.3mと狭くなった分、箱桁WEB内外側(4点)で反力を分散でき、橋上覆工設備の幅も10mから8mに変更、ベント杭を10本から8本、受け梁をH700mmからH400mmに変更でき、橋上覆工設備とベントの構造を少量化することができた。(図-6)

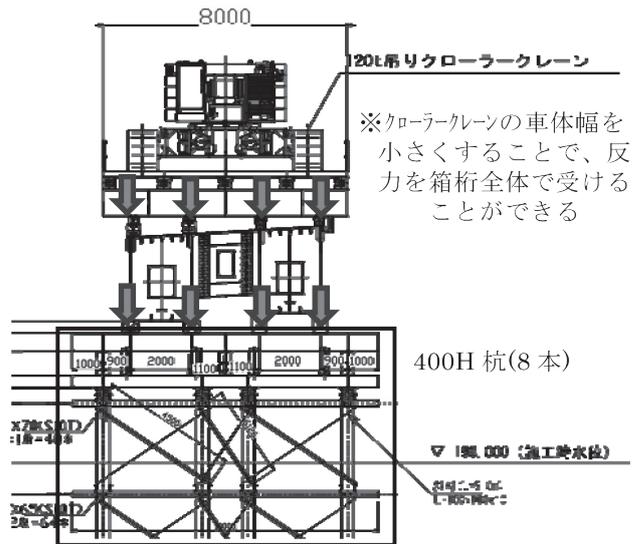


図-6 照査後 架設計画図(断面図)

・3-2 施工(適用結果)

施工を開始してすぐに、異常気象の大雨により、ダム湖の水位が1日で6mも上昇した。B1ベント杭(ダウンザホール)施工時に、水中でも杭周辺に砂が確実に充填できるように、保護管を用いて砂充填を行い、さらに砂充填後にバイブロ振動することで、先端支持力と周面摩擦力を確実にすることができた。

B1ベント設置後、仮支点梁H900mmをB0-B1間に設置して、箱桁を単材で架設し、2ブロック箱桁を連結した後、仮支点梁を撤去し、桁上に橋上覆工設備、乗り入れ構台を組み立て、クローラークレーンを桁上に乗り入れた。クレーンが桁上に乗り入れた後は、一般車両へ配慮し、現道まではみ出していた乗り入れ構台をトレーラーが乗り入れられる幅まで狭くすることで、現道の片側規制を解除し、社会的コスト削減に繋がった。

B2, B3ベント杭において、当初「ダウンザホール」による施工だったが、支持岩盤に到達するま

で、湖底堆積層が8mもあり、ダウンザホールで施工すると周辺の堆積層が大きく崩れ、砂を充填しても周面摩擦力を低下される恐れがあった。そこで通常より出力の大きい「バイプロハンマ」で杭打ち込みを行った結果、周辺の堆積層を壊すことなく、周面摩擦力を確保することができた。(図-7)

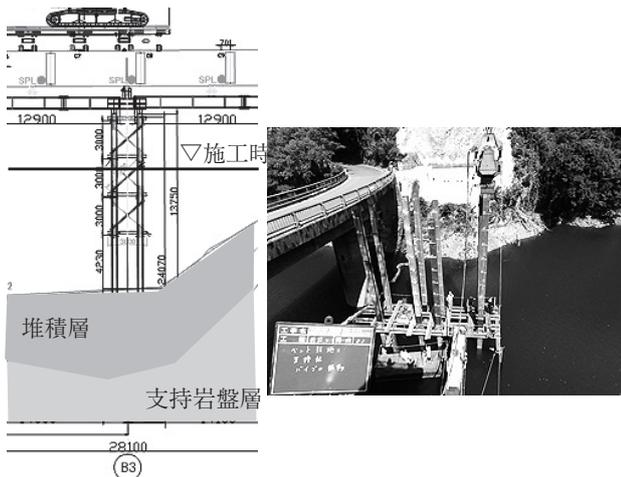


図-7 地層施工断面(左)、バイプロハンマ打設(右)

工事は順調に進捗していったが、B2, B3ベント杭施工時に、また台風による大雨が降ったため、水位が再び上昇した。ダム湖は、通常の河川と違い、放流や発電をしない限り水位が下がらず、しかも工事発注者とダム管理者が違うため、本工事のためにダム湖の水位を下げることは不可能であり、ベント部材を水中で取り付けなければならない状態になった。そこで、部材同士をボルトで連結する代わりに、「ブルマン」を使用し、陸上施工と同じように所定のトルクが入るように「防水型トルクレンチ」を用いて確実に締付を行った。(潜水士にて部材取付を実施)(図-8)

桁架設時は、桁上に載荷したクローラークレー



図-8 水位上昇のため水中施工にて部材取付(防水型トルクレンチにて締付確認)

ンの反力により、箱桁ウェブが座屈しないように、予め工場製作時に橋上覆工設備を設置する位置にリブを溶接しウェブを補強して、座屈を防止(図-9①)、また曲線形状で横断変化する箱桁上にある覆工設備が横ずれしないように、予め工場で桁上にエレクションピースを溶接し、覆工設備とボルト連結することで、覆工設備の脱落を防止(図-9②)、さらに箱桁上に取り付けたピースとベントをたすき掛けにラッシングすることで、地震時やクレーン走行時の制動力による桁の滑動を防止するなど、特殊な架設工法において、様々な安全対策を行った結果、無事に架設を完了することができた。

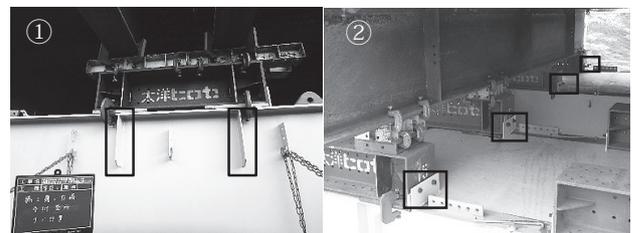


図-9 クローラークレーン載荷時の安全対策

4. おわりに

今回の工事は、ベント杭間に900Hの仮支点梁を設置することで、箱桁単材での架設が可能になり、架設用クレーンを小規模化(200t吊り⇒120t吊り)し、橋上覆工設備を少量化させることで、本橋の耐力や品質への影響を軽減でき、また予め工場で箱桁上に取り付けたリブやピースで、橋上覆工設備と一体化させることで、安全性の向上に繋がる施工ができた。(図-10)

当社並びに協力会社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。

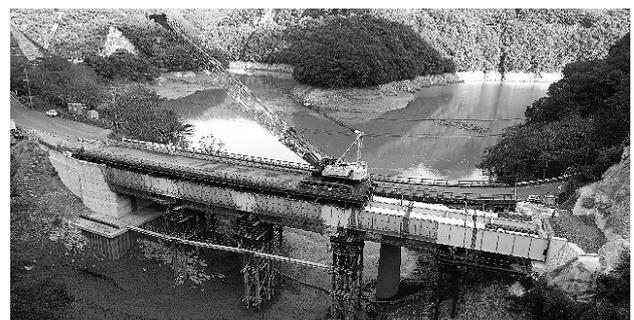


図-10 桁架設完了

4 施工計画

テーブルリフト付き多軸台車と従走台車を併用した送出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

監理技術者

得原 大輔[○]

現場代理人

稲江 清継

架設担当

赤石 篤志

1. はじめに

国道357号は、東京湾に面する千葉、東京、神奈川の各都市を結ぶ延長約80kmの幹線道路であり、慢性的な交通渋滞を緩和するために、主要交差点部の立体化の整備を順次進めている。本工事は、沿道に工場や物流施設が集まる浦安地区の中で東京ディズニーリゾートなどの大型商業施設の玄関口となる舞浜交差点を横過する舞浜立体橋梁の上部工製作・架設工事である。本稿では、舞浜交差点上（PU11～PU12間）における少数主桁橋の一括送出し架設（支間長60m）について述べる。架設位置を図-1に示す。

工事概要

- (1) 工事名：舞浜立体海側上部工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
首都国道事務所
- (3) 工事場所：千葉県浦安市舞浜
- (4) 工期：平成29年5月～平成31年3月

2. 現場における問題点

舞浜交差点上に橋桁を一括架設する際、交差点の通行止めが必要となる。交差点の通行止めは1夜間とし、その時間は0：00～5：00の5時間という短い時間内に通行止めを解除することを特記仕様書および警察協議により求められた。

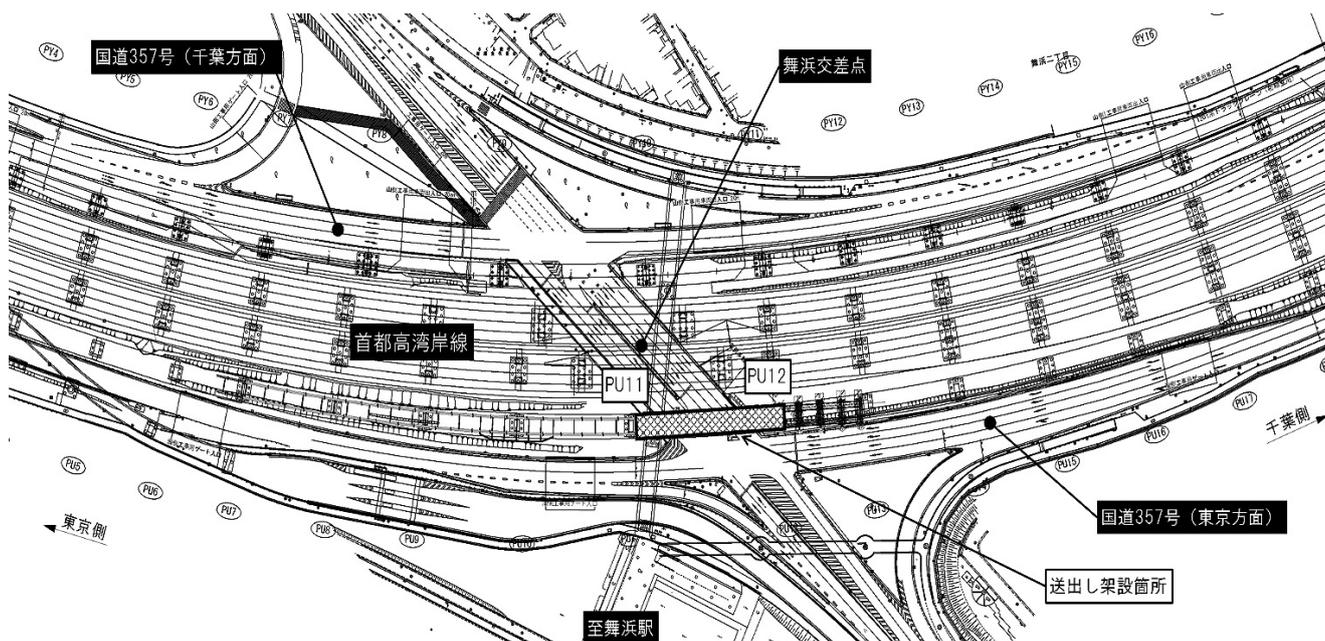


図-1 架設位置平面図

発注時の送出し架設方法は、送出しヤードにて軌条設備上にトラッククレーンを使用して桁の地組立を行い、送り出す桁の前方支点として多軸台車、中間支点としてPU12上に設置したエンドレスローラ、後方支点として台車設備による構成で、多軸台車を駆動装置として送出しを行う計画であった。(図-2) また、送出し後の桁の降下方法としては、多軸台車および台車上でのサンドル降下を採用していた。

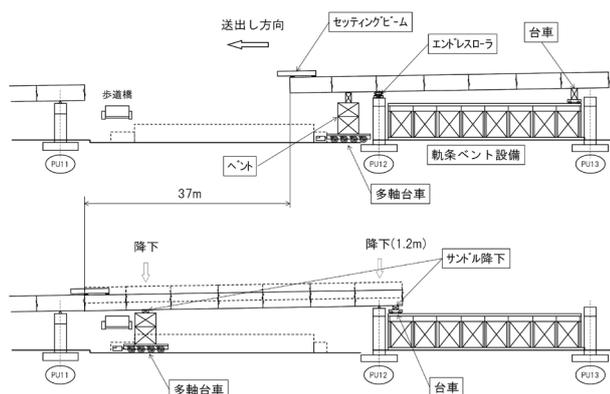


図-2 架設計画図 (発注時)

この送出し架設方法については、交差点通行止め時間内での施工および安全性について以下の問題点が挙げられる。

(1) 多軸台車の使用計画

送出し開始時は、多軸台車とエンドレスローラの受点が近く、3点支持による反力バランス管理が難しい。また、多軸台車が負担する反力が小さいため、桁受点での摩擦抵抗力が確保できず、送出しのための多軸台車による牽引力が桁に伝わらない。さらに、後方台車の走行抵抗により多軸台車上のペントがしなり、その復元力と台車抵抗力が反復しながら桁が移動するという現象となり、不安定な送出しとなる。

(2) サンドル降下による作業時間

PU12上にエンドレスローラが設置されていることで、送出し後の降下時に、エンドレスローラの高さ分を余計に降下する必要がある。発注時の計画では、PU12上の降下量が1.2mであり、サンドル降下(実作業時間150mm/20min)とした場

合、降下に要する時間は160分となり、通行止め時間を大幅に超過する。

また、多軸台車のペント上でのサンドル降下作業も作業時間に大きく影響する。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事で実施した工夫・改善点を以下に述べる。

(1) 牽引方法の変更

安定した送出しを行うため、多軸台車の駆動補助としてダブルツイングジャッキを併用した。(図-3) ダブルツイングジャッキは桁後方に反力梁を介して設置し(図-4)、PC鋼線のアンカー設備はPU12橋脚上に設置した。ダブルツイングジャッキを追加することで、多軸台車上のペントに変位が発生することを抑制できた。

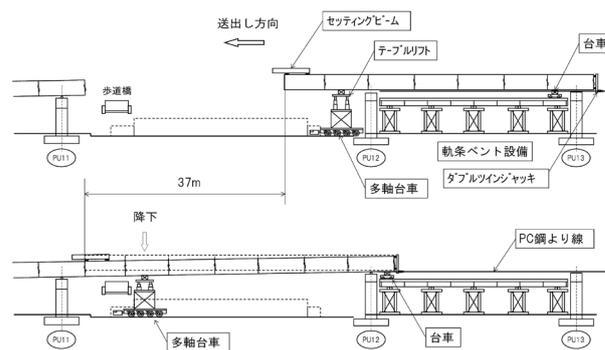


図-3 架設計画図 (変更後)

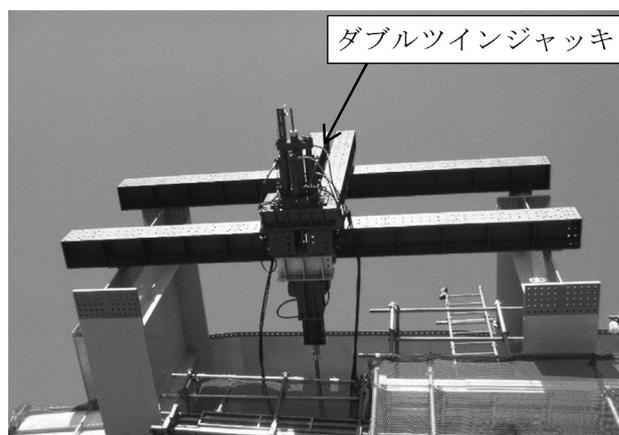


図-4 桁後方に設置したダブルツイングジャッキ

送出しの推進力は、ダブルツイングジャッキ70%、多軸台車30%とした。ダブルツイングジャッキをメインの推進力とすることで、安定した送出し機構を確保した。

送出しスタートまでの手順として、ダブルツイインジャッキにあらかじめ必要推進力の70%の張力を導入しておき、多軸台車の走行スタートによって桁を移動させることとした。その理由として、多軸台車は速度調整を行うことはできるが、推進力の管理・調整が行えないことによる。なお、出発抵抗を考慮しない必要推進力は119.1kNなので、ダブルツイインジャッキの導入張力はその70%で84kNとした。

また、多軸台車上のベントの鉛直性を確認するため、多軸台車と桁との間にワイヤ式のリニアエンコーダを設置し、多軸台車と桁の相対変位を常時計測することで多軸台車のスピードをコントロールすることとした。

ダブルツイインジャッキはあらかじめ、高速・中速、低速の3モードの速度設定ができる。今回の送出しでは、高速を1,000mm/min、中速を800mm/min、低速を500mm/minと設定し、中速と低速を組み合わせた設定でタイムスケジュールを作成した。標準の送出しは中速モードで行い、送出しスタートから16mまでの、多軸台車がヤードから交差点路面へ約200mm段差を下るためのスロープを走行する区間については、低速モードで送出しを行った。送出しステップ図を図-5に示す。

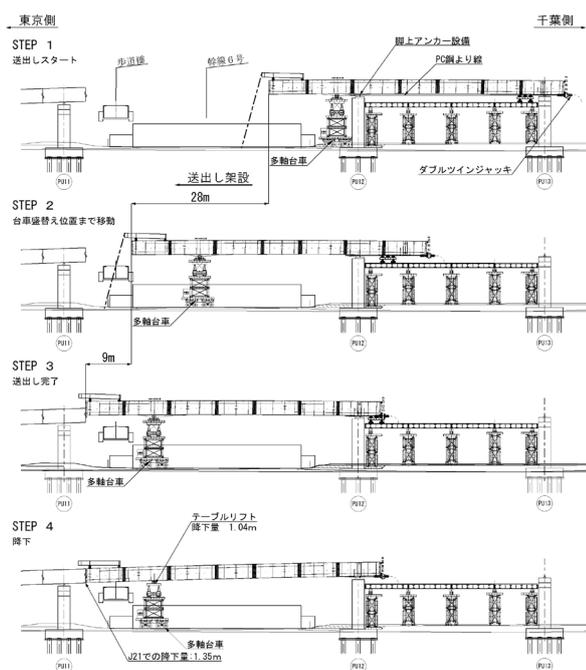


図-5 送出しステップ図

本工事が採用した桁の牽引方法では、ダブルツイインジャッキと多軸台車を連動させての送出しとなるので、それぞれの操作者が密に連携することが必要となる。そこで、同時通話可能な無線機を使用することで、連絡がスムーズになり、円滑に送出しを行うことができた。以上により、設定時間内に所定の送出し量（37m）を移動させることができた。

(2) 降下量の削減

限られた規制時間の中で一括送出し架設を完了させるためには、降下時間を短縮することが必要である。また、降下時間の短縮方法としては、降下量を減らすことが有効である。そこで、発注時の計画で採用されていたPU12上のエンドレスローラをなくし、送出し高さは、支承をかわすことができる限界の高さ（支承天端から130mmの離隔を確保）に設定し、降下量を1070mm減らすこととした。

また、エンドレスローラをなくしたことで、前方が多軸台車、後方が従走台車の2点支持状態で送出しが行えることから、送出し時の反力管理が容易になり、作業性・安全性も向上した。

(3) テーブルリフトの使用

送出し到達後、先に架けた桁と連結するため、多軸台車上で桁の降下作業が必要となる。計画上の降下量は1.04mであり、発注時計画のサンドル降下を採用すると、複数回もの盛替え作業が必要となり規制時間を大幅に超過する。そこで、盛替え作業がなく一括降下が可能なテーブルリフトを使用することとした（図-6、7）。これにより降下に要する時間を120分短縮することができた。

また、テーブルリフトを使用することで、サンドル降下作業と比べて作業人員を少なくでき、かつ多軸台車のベント上における高所作業がなくなることで安全性が向上した。

(4) 安全対策

送出し一括架設において実施した主な安全対策について以下に述べる。

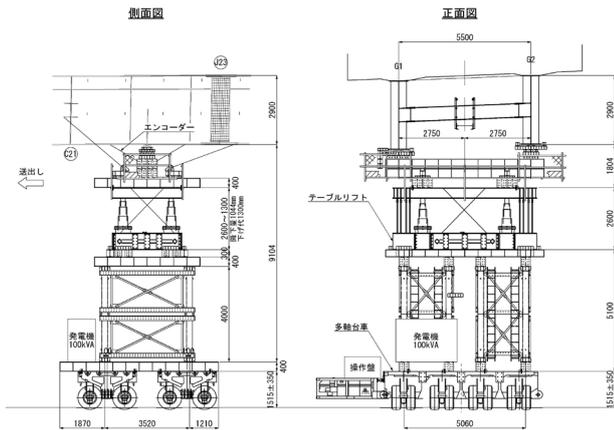


図-6 多軸台車設備図



図-7 送出し架設状況

① 地耐力試験

軌条ベント設備設置前に平板載荷試験を実施し、安全率が2.4倍以上確保できていることを確認した上で、軌条ベント設備の構築を開始した。

② 橋脚および桁との固定設備

送出し架設前は、ワイヤロープによるラッシングで橋脚と桁を固定することに加え、橋脚上にアンカーボルト固定したサンドル設備で桁を固定した。また、台車設備についても、桁・台車設備・軌条桁をラッシングで固定した。桁降下後、PU11側は、橋梁本体の設計・製作基準で製作したセッティングビームを用いて送出し桁を鉛直固定し、桁の上下フランジに取付けたエレクションピースで水平方向を固定した。また、PU12側では、送出し架設前と同様、橋脚上にアンカーボルト固定したサンドル設備で桁を固定するとともに、軌条設備とワイヤロープによるラッシングを行った。(図-8)

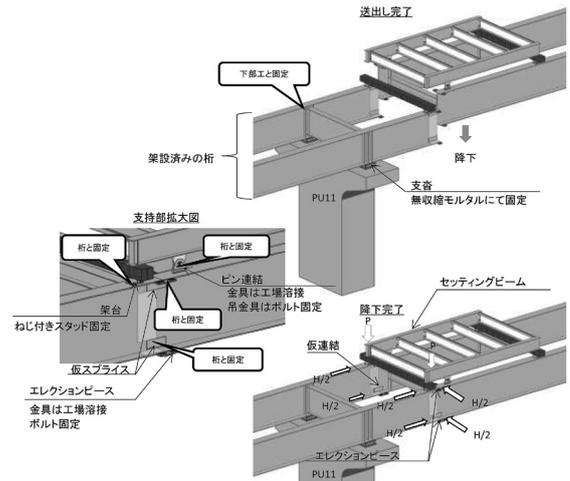


図-8 桁連結部固定概要

③ 軌条ベント設備の傾き計測

軌条ベント設備上部に傾斜計を設置し、送出し架設の際、従走台車移動に伴う荷重変化に対し、リアルタイムでベント設備の傾斜を測定・確認した。

4. おわりに

本稿では、交差点通行止めの限られた時間の中で、送出し架設を完了させるため、送出し時および桁降下時において、工夫した点を中心に紹介した。施工方法を変更したことにより、所定の時間内に事故なく架設完了することができた。(図-9)

最後に、当工事の施工にあたりご協力いただいた関係者の皆様に感謝いたします。



図-9 工事完了写真

5 施工計画

移動多軸台車を用いた大ブロック架設の計画

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

現場担当

村田 昭好[○]

計画担当

寺本 剛士

監理技術者

安増 豊紀

1. はじめに

名古屋第二環状自動車道（名二環）は、臨海部のコンテナターミナルを有する名古屋港（飛島ふ頭）と内陸部との物流の効率化を目的に計画されている。本工事は、名二環本線橋および伊勢湾岸自動車道との合流部となる飛島ジャンクションBランプ橋の製作架設工事である。

工事概要

- (1) 工事名：名古屋第二環状自動車道 飛島木場高架橋他1橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：中日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：愛知県海部郡飛島村
- (4) 工期：自）平成29年9月
至）令和元年11月
- (5) 形式：6径間連続1主桁桁橋
(合成床版、合理化合成床版)

2. 現場における課題・問題点

本橋の架設地点となる国道302号は、1日あたり約2.8万台の交通量がある主要幹線道路である。特にコンテナを運搬する大型車両の通行が多く、架設の交通規制時間の設定にあたっては、関係先協議により、1夜間（20時～6時）の10時間で2径間の主桁大ブロック架設を完了させる必要があった。夜間架設を行うにあたり、次の2点が問題となった。（図-1）

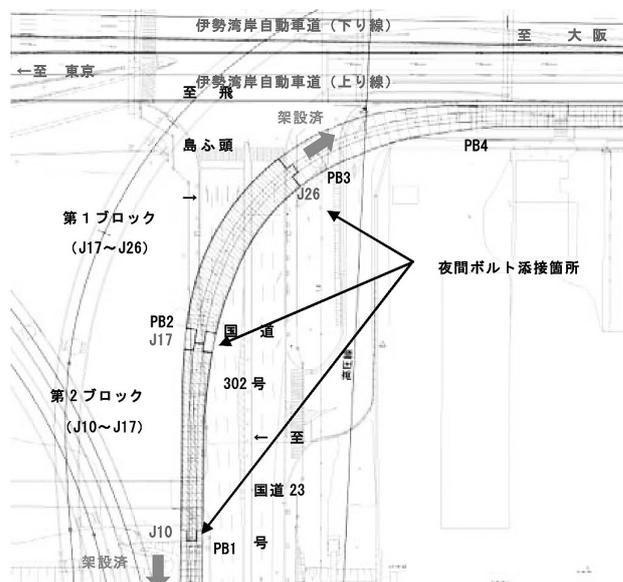


図-1 架設位置図

(1) ヤードの確保

今回、架設工法は移動多軸台車（以下、多軸台車）を用いた夜間一括架設であり、主桁の地組を行う場所は、架設地点まで多軸台車が走行できる場所で行う必要があるが、当該箇所は他のランプ橋工事（A, C, Dランプ）の最盛期であり、Bランプ橋を含めると4橋同時施工を行う必要があったため、工事ヤードの競合が懸念された。

(2) 施工時間の短縮

関係先協議による規制時間は10時間であったが、規制設置及び解除時間、ヤードフェンス撤去、進入路設置等を考慮すると、実質の作業可能時間は8時間となる。架設作業では、多軸台車の移動、平面位置調整及び仕口の調整作業がクリ

ティカルパスとなるため、各作業における確実性の向上（ロスタイムの排除）が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. 作業ヤードの確保の工夫

当初計画していた桁の地組を行う作業ヤードでは、A, C, Dランプ橋工事の最盛期であった。Bランプ橋の夜間架設準備位置で桁地組、多軸台車への搭載を行うと、他のランプ橋作業の支障となるため、本工事では、他のランプ橋工事に影響のない離れた場所で桁地組を行い、溶接・塗装まで完了した状態で、多軸台車を用いてヤード内の横持ちを行った。横持ちは、既に架設が完了しているA, Dランプの桁下を、ベント設備を避けながら通過する必要がある。多軸台車が通過できるベント設備間のスペースは約30m（桁長：約65m）のため、多軸台車上にターンテーブルを搭載し、走行時はターンテーブルの回転により、主桁位置の調整を行い、ベント設備との接触を回避した。ターンテーブルを使用した多軸台車の走行経路は図面上で軌跡図を作成し、地面へのマーキングを行った。（図-2、3）

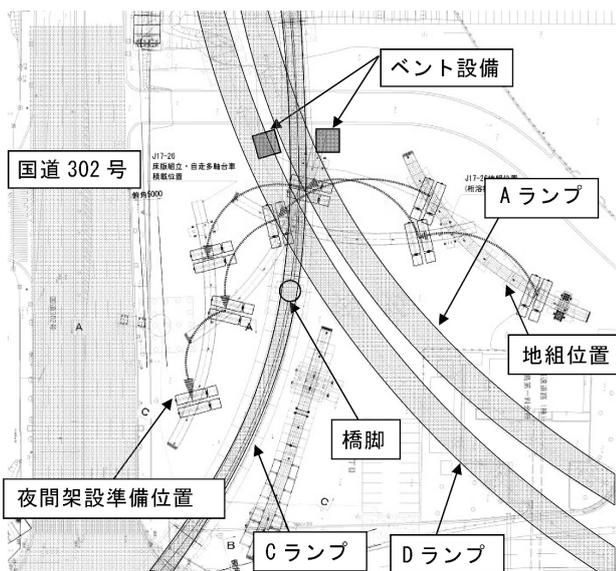


図-2 地組桁ヤード内移動図



図-3 地組桁ヤード内移動

地組桁の場内移動後に合成床版を架設し、夜間架設時の多軸台車の高さ（地上から約11m）に搭載するため、「門型ベント吊上げ設備」で地組桁を搭載した。吊上げ設備は、構造高さが約19mにもなるため、ヤードと近接する国道302号への俯角影響と既に架設完了しているランプ橋（A, C, Dランプ）を回避し設置位置を選定した。

門型ベント吊上げ設備には、ワイヤークランプ式の1000kNセンターホールジャッキを1支点あたり4台設置し、吊上げ設備1基を2支点合計8台で吊上げ、多軸台車に搭載した。（図-4）



図-4 地組桁吊上げ

一括搭載する主桁重量は約300tであり、R70の曲率の大きな曲線桁であった。吊上げ時の反力解析においても、左右の腹板位置の受点で大きな反力差が発生することが確認できた。その反力差は、起点側の設備で約90tにもなるため、吊上げジャッキの反力管理はコンピューター制御による一元管理とし、常時反力の監視を行った。設計ジャッキ反力の許容誤差を20%とし、随時調整を行いながら約11mまで吊上げ、多軸台車に搭載した。

地組桁を当初計画の場所から離れて地組みし、場内移動させ門型ペントによる吊上げ搭載することにより、同一ヤードでの4橋同時施工を可能にさせ、双方の工事を遅滞なく進捗させる工夫となった。

3-2. 施工時間短縮の工夫

多軸台車が移動する際に時間を要するのが、タイヤの方向転換や複雑な転回である。本工事では、夜間架設準備位置から最速で架橋位置に到達させるため以下の点に注意し、多軸台車走行ルートを決した。

- ・多軸台車のルートは、直進、斜行、台車中心を軸とした回転のみとした。
- ・方向転換の回数を最小限とした。
- ・架橋位置に最終アクセスするルートを多軸台車直進方向とした。(図-5)

台車ステップはJ17-J26ブロックが旋回・斜行・前進の3ステップ、J10-J17ブロックが斜行・前進の2ステップで計5ステップの動きに集約させた。各台車ステップ位置は、事前に測量し、敷鉄板上にマーキングを行い、夜間当日は、そのマーキング位置に沿った多軸台車を移動させた。J17-J26ブロック移動時はPB2橋脚と移動台車とのクリアランスが図面上630mmしか確保できなかったが、各台車の四方と台車上にそれぞれ監視人を配置し、無線で連絡を取り合うことで、障害物との接触回避及び勾配調整をした。なお、各台車間の動きは有線にて連動させ、台車を個々に操

縦するのではなく、集中制御することでスムーズな台車移動を可能にした。

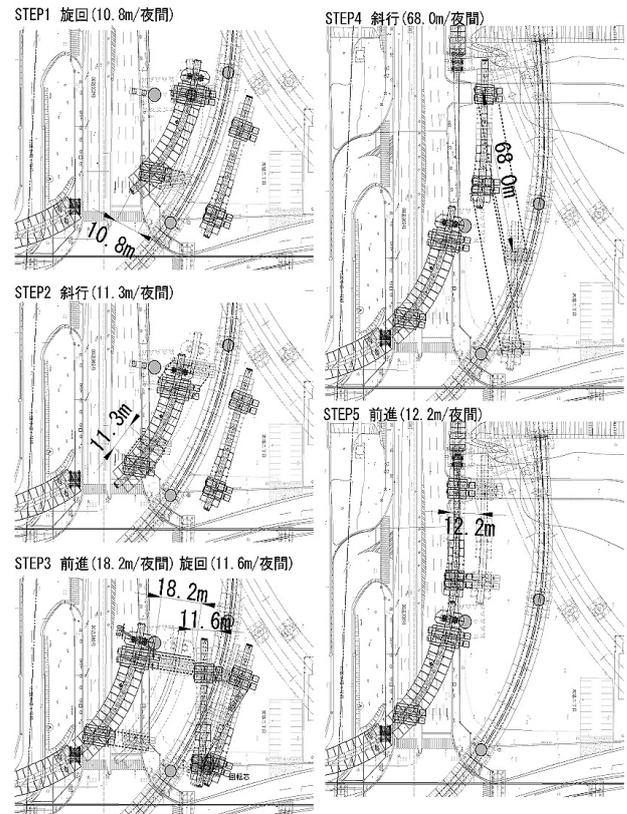


図-5 大ブロック走行経路図

平面方向の位置調整をすべて多軸台車で行った場合、残り20~30mmの最終微調整に時間を要することが予想された。最終微調整を簡素化するため、J17、J26ジョイントに「大ブロック引寄せ設備」を設置した。多軸台車は、添接箇所近辺までの移動・位置調整とし、残りの20~30mmを引寄せ設備を用いて、ボルト添接可能位置まで一気に引込むことで、位置調整時間の短縮を図った。設備は上下フランジ共に橋軸方向と、上フランジのみ斜め方向にセンターホールジャッキを設置し、平面方向の調整、添接を行った。(図-6)

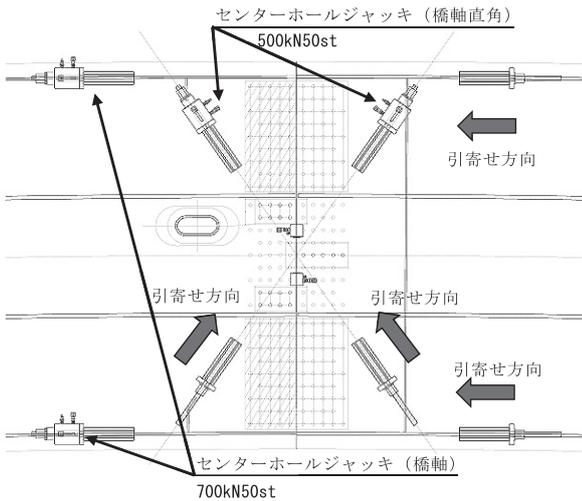


図-6 引寄せ設備図

大ブロック桁と既設桁との連結継手となるJ10、J26ジョイントの仕口調整はモーメント連結をするため、仕口形状を合わせる必要がある。夜間架設ブロックの最終連結となるJ10側の既架設桁(P240-PB1)は既に架設が完了しており支点支持状態のため、既架設桁の仕口は上方を向いていた。この状態ではボルト添接ができないため、夜間架設前に既架設桁のP240を245mmジャッキアップし、仕口角度を架設時の連結形状である下向きに修正した。

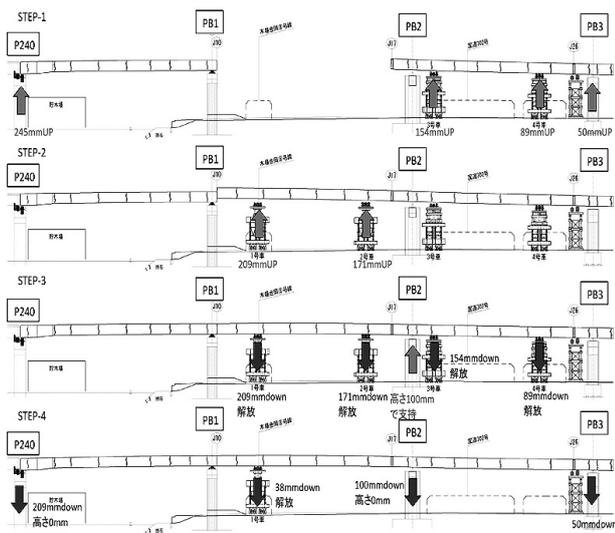


図-7 架設ステップ図

架設ステップ毎での解析では、第1ブロック(J17-J26)のボルト添接作業中に第2ブロック(J10-J17)の仕口合わせやボルト添接作業ができるよう、先行ジョイント(J26)の仕口を基準とした各ステップにおける多軸台車の各支点でのジャッキアップ量を算出し調整ステップの簡素化を行った。

また、事前のスパン計測により既架設桁と大ブロックの隙間が設計値より約10mm広い結果であったが、最善を期すため起点側(P240~PB1)の1径間を30mm起点側へセットバックし、架設時のクリアランスを確保した。

事前の解析、設備の検討、社内有識者が参加した事前検討会や数度に渡り行った現場作業員・職員を含めた周知会を行うことで作業ステップの細部まで準備が行き届き、結果的に1夜間での2ブロック架設(3ジョイントボルト添接)を10時間と限られた通行止め規制時間内に完了させることができた。(図-7、8)



図-8 夜間大ブロック架設

4. おわりに

今回の報告が同種工事に寄与し、施工計画立案の一助となれば幸甚である。最後に本工事の計画および現地施工においてご協力頂いた関係者の皆様に感謝致します。

6 施工計画

早津江川橋における航路に配慮した 送り出し架設の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

主任技術者

三宅 淳 一〇

計画担当

川端 一 徳

製作担当

川村 弘 昌

1. はじめに

早津江川橋は大川佐賀道路のシンボルとなる主要構造物、県境を流れる早津江川をまたぐ長大橋である。メインとなる河川部の構造形式は、鋼4径間連続中路式アーチ橋で橋長は448mである。橋のデザインコンセプトは、「三重津海軍所跡に馴染む緩やかなラインが美しく見える橋」である。透過性を高めるためにシンプルな1連（単弦）アーチを採用することで周辺環境と調和した形状となっている。また下から見た時に圧迫感がないよう橋桁高さを抑え、さらに、三重津海軍所跡に橋脚を設けない構造を採用している。シンボルであるアーチは、六角形断面にすることで様々な角度から光の陰影が変化する形状となっている。橋桁の塗装色は、周辺に緑が多い場所であるため、緑を基調とした「薄い裏葉色」が採用されている。

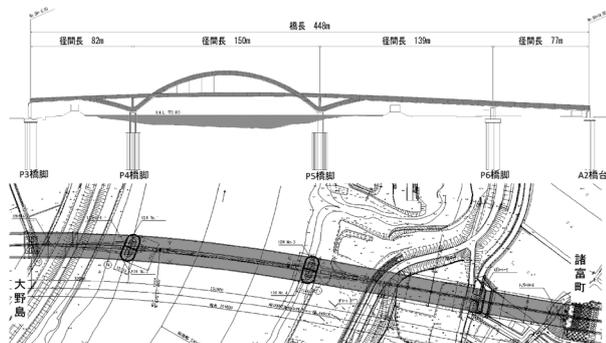


図-1 橋梁一般図

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号 早津江川橋上部工 (P3-A2) 工事
- (2) 発注者：九州地方整備局
有明海沿岸国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県大川市～佐賀県佐賀市
- (4) 工期：平成28年2月26日～
令和2年9月末（予定）
- (5) 施工：日塔・宇部・日橋
特定建設工事共同企業体

2. 現場における問題点

- (1) 当初計画における問題点・課題

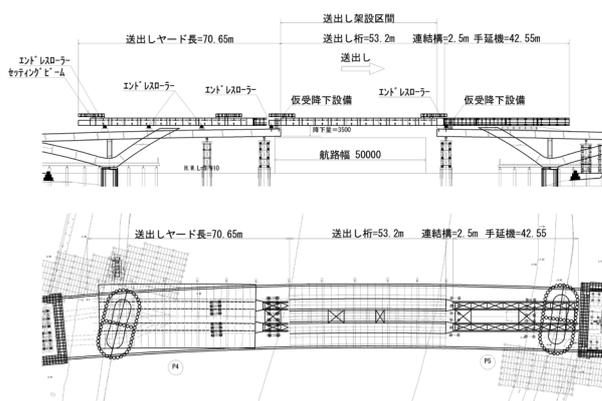


図-2 当初計画

本橋梁の送り出し部は、平面曲線R=1100と縦断勾配←4.0%～4.0%→に変化する山勾配の線形で、3.0%程度の横断勾配が下フランジにも設けられている。この施工条件において当初計画で

は、先に架設した鋼桁鋼床版上を送り出しステージとし、シンクロジャッキによる多点支持としてワイヤー式ジャッキ推進による工法で、平面・縦断共に直線で送り出す計画であった。また、桁降下はサンドル降下とされ、送り出し完了後の閉合は、モーメント連結を採用している。当初計画による問題点を以下に示す。

- ① 曲線桁を直線で送り出すため、逐次受け点が変わ化する。また受け点位置が腹板位置から外れ、桁への架設補強が多く発生する。
- ② 縦断勾配を水平にした場合、設備高が高くなり、高所作業が増え、仮設備も規模が大がかりとなる。
- ③ シンクロジャッキは、横断勾配を許容することが難しく、シンクロジャッキ受け点を水平とする必要がある。
- ④ 降下工法はサンドル降下で計画されていたが、計画変更に伴い、降下量が4.0mを超えると予測でき、桁降下時の安全性対策を検討する必要がある。
- ⑤ 閉合時は送り出し桁自重で桁がたわみ、ジョイントの上側が傾くため、桁を引き込む必要がある。以上のような問題点を克服する架設計画の立案が課題であった。

(2) 送り出し架設における補剛桁の応力度照査

送り出し架設時における補剛桁の安全性を確認するためにステップ解析による補剛桁の応力度照査を実施した。

解析条件については、共同企業体で保有する手持ち機材を使用したため、当初計画とは異なる架設機材の断面を解析条件に反映する必要がある。また、先に述べた受け点位置の変更により補剛桁に発生する断面力が当初計画と比較して変化することが懸念された。

(3) 航路に対する落下物リスク

本橋は、早津江川を渡河する橋梁であり、河川中央部は船舶の航路となっており、地元漁業関係の小型船舶が頻繁に往来する箇所であった。架設時において航路を阻害しないために中央径間の補

剛桁については送り出し架設工法を採用することになった。送り出し架設中は、補剛桁上または架設足場からの落下物があった場合に、船舶への落下物飛来による事故・災害が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 送り出し架設の計画変更内容

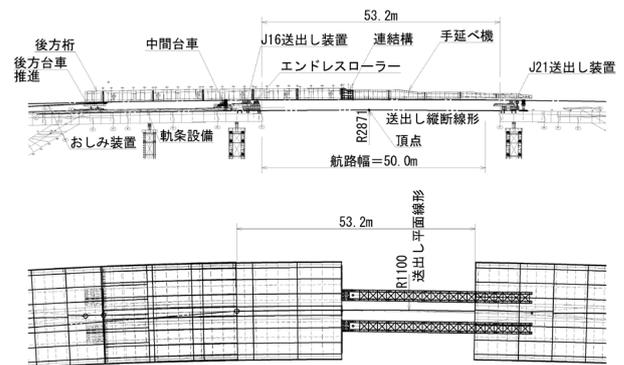


図-3 実施計画

① 平面曲線への対応

平面曲線は若干の緩和区間を含むが、ほぼ単曲線であるため、送り出し時の線形を直線からR=1100の曲線に変更した。具体的には、シンクロジャッキ多点支持から、台車支持に変更し、ステージ桁上へ軌条レールを平面曲線に合わせて敷設した。

この計画変更により、補剛桁の曲線による受点変化はなくなり、設備のコンパクト化と盛替作業が軽減できた。さらに、送り出しステージの載荷位置も腹板直上にできるため、送り出し時の架設補強も大幅に軽減でき、経済性・施工性の向上が図れた。

② 縦断線形への対応

縦断線形は、送り出し径間の中央付近を頂点とする単曲線であったので、送り出し時の線形を直線からR=2871の曲線に変更した。具体的には、仮設備の受点の高さを補剛桁の縦断線形なりとし、送り出しステージ桁と送り出し桁とのクリアランスを均等にすることにより、縦断勾配による相対差をなくした。この計画変更により、送だし設備の高さを低減でき、高所作業の軽減および、

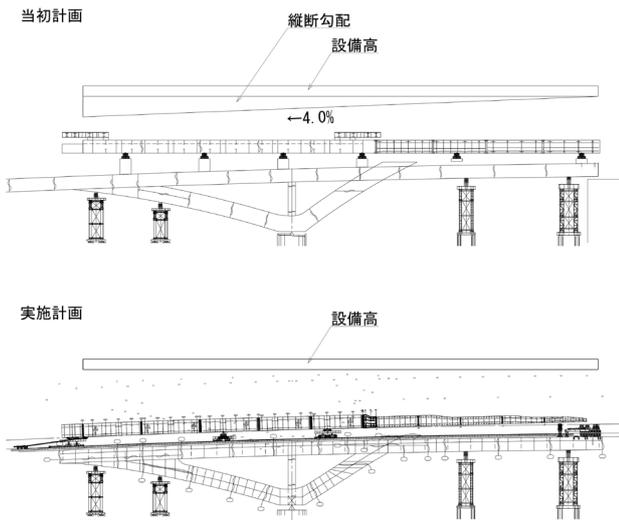


図-4 送り出し縦断線形の設定

仮設備のコンパクト化が図れ、経済性・安全性・施工性の向上が図れた。

③下フランジの横断勾配への対応

送り出し桁の下フランジに横断勾配がある場合は、緩衝材を用いて桁側の受け点を水平にし、シンクロジャッキに載荷するのが一般的である。この場合、送り出し桁全長に対して、緩衝材を設置することになるので、不経済となる。しかし、本工事の送出し架設は、河川との交差条件であり、時間的制約がなく、施工時間の早いシンクロジャッキを使用するメリットは薄いため、送り出し装置と縦走台車による工法へと変更した。この計画変更により、下フランジの横断勾配の緩衝材の配置は、受点に限定できるため、緩衝材を大幅に軽減でき、経済性の向上が図れた。

④降下時安定性への対応

計画変更に伴い、降下量が4.9m程度となった。この降下量でのサンドル降下は、不安定な状態が長時間におよぶため、降下時間の早いジャッキングホイストを使用した降下設備へ計画を変更し



図-5 降下装置（ジャッキングホイスト）

た。この計画変更により、安全性・施工性の向上が図れた。

⑤モーメント連結への対応

ジョイント間の送り出しでは、架設時ヒンジ連結の構造系で閉合するケースが多いが、本橋梁は構造系が複雑で構造全体への影響が大きいため、モーメント連結が採用されている。このモーメント連結への対応として、送り出し完了後の片側のジョイントは先行して接合し、もう一方のジョイントの鋼床版上へ、高さ2.0mの水平方向引込み装置を設置して、800t（4 web当り）の水平力を導入し、モーメントを発生させた。この装置により、上側ジョイントの傾きを引き寄せ、全ての高力ボルトを問題なく本締めできた。さらに、送出し桁自重によるたわみも改善され、補剛桁のそりに対する出来形精度を確保した。



図-6 水平方向引き込み装置

(2) 補剛桁における架設補強の変更

実施計画の架設条件および架設機材による条件でステップ解析を実施した結果、一部の区間で下フランジの応力度超過と受け点位置における腹板の座屈変形が発生する結果となったため、下フランジ断面の板厚アップと腹板面への補強リブの追加が必要となった。

具体的な補強内容として、まず、下フランジの応力超過に対しては下フランジの板厚を1mmアップすることで下フランジに発生する応力度は許容応力度を満足する結果となった。

腹板の座屈変形に対しては、下フランジ近傍の腹板面に垂直補剛材を追加することで送り出し装置の受け点から作用する反力に起因する座屈変形

に抵抗できる腹板パネルとすることができた。

(3) 航路に対する安全対策

① 補剛桁下面の足場省略

河川における航路への飛来物の落下による第三者被害を未然に防ぐために、送り出し架設を行う航路上の架設区間は、送り出しヤード位置において送り出す部分の補剛桁及び鋼床版の現場溶接、現場塗装（外面）を完了させた。

これにより航路上における作業がなくなるため、補剛桁下面の足場を省略することができ、送り出し架設後の当該箇所における足場解体作業をなくすことができた。その結果、この作業による飛来落下物災害の発生自体をなくし、航路への安全性が確保できた。さらに橋面上の両外側に養生金網とメッシュシートを設置することで、橋面上からの飛来落下物を防止することで第三者への災害を未然に防止することができた。

② 変位拘束装置の設置

橋軸直角方向の逸脱防止対策として、送り出し架設時の各受け点両外側に、ガイドローラー横方向拘束装置を設置した。



図-7 左：変位拘束装置 右：一元管理



図-9 送り出し架設完了時（全景）

③ 反力および移動方向の一元管理

送り出し架設の反力管理には、「送り出し反力管理・自動制御システム」を導入し、受け点の反力とレーザー式距離計による送出し量と横方向の変位量の計測・制御をパソコンにて一元管理しながら、送り出し架設を実施した。

この一元管理をすることにより、送り出し計画値と実際の値との差異をリアルタイムに管理・調整できたので、送り出し架設における安全性の向上が図れた。



図-8 送り出し架設完了

4. おわりに

本工事では、送り出し架設計画を見直すことにより、安全に施工ができ、かつ出来形に対する品質が確保できた。本工事における工夫や改善点が、他現場の課題解決の参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に謝意を申し上げます。

7 施工計画

JR 供用中の支承修繕工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
監理技術者兼工事管理者
佐藤 和 樹

1. はじめに

対象の橋梁は、JR予讃線の伊予小松から玉之江間に位置する中山川に架設された鋼単純トラス橋である。

本工事は、トラス橋の横桁を補強し、ジャッキアップ後、老朽化した支承の取替えを行う工事である。

今後、老朽化による鉄道橋の補修工事が増加することが予想される。そのため、本工事で行った、補強方法、支承取替え方法について報告する。



図-1 全景写真

工事概要

- (1) 工事名：予讃線伊予小松・玉之江間中山川橋りょう支承部修繕工事
- (2) 発注者：四国旅客鉄道株式会社

- (3) 工事場所：愛媛県西条市小松町地先
- (4) 工期：平成30年8月～平成31年3月
- (5) 竣工年月：1923年5月
- (6) 橋梁形式：鋼単純トラス橋
- (7) 橋長：257.75m
- (8) 支間長：46.94m
- (9) 継手：リベット継手
- (10) 支承形式：ローラー支承からBP.A支承に取替え（4基）

2. 現場における問題点

- ① 支承の取替えについては、図-2 発注図を基に施工計画を立案し、図-3 施工図を作図し実施工を行った。基本概要として既設横桁、トラス主構を補強しジャッキアップを行う構造である。当初発注図の構造では、仮受設備とジャッキアップ設備が別々に計画されており、この場合、狭いスペースをそれらの設備が占め、また、ジャッキアップ箇所と仮受け箇所の両方を補強する必要があるため、取替え作業も困難となることが想定された。ジャッキアップスペース及び仮支承スペースの確保において構造変更する必要があった。

また、既設構造物の連結は、全てリベット継手となっており、新設ジャッキアップ補強を施工する際、既設構造物の継手構造一部を撤去する必要があった。その際、当該リベット頭部をガス切断により撤去し、残ったリベットを衝撃

打撃にて撤去するのが一般的な施工方法であったが、その際、ガス切断による溶融部が不規則な断面となり、リベットが容易に撤去できず、グラインダーによる断面の整形等の作業が発生し、施工時間が長くなること及び周辺の熱影響による鋼材の品質低下が懸念された。また、ガス切断、グラインダー作業による周辺塗装面の損傷についても防護が必要であった。

正面図

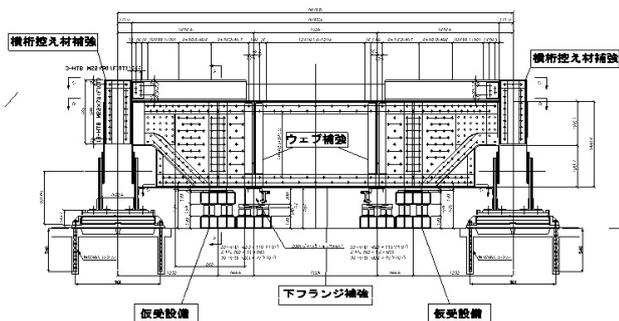


図-2 発注図

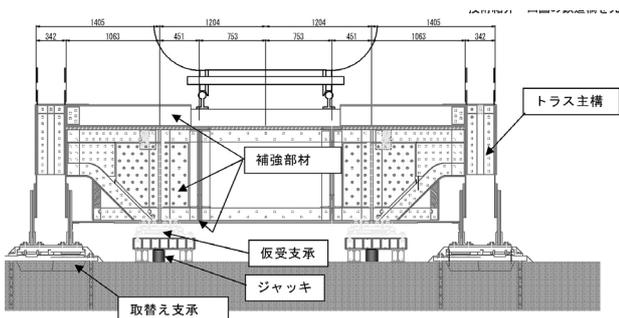


図-3 施工図

②本工事は、供用中の鉄道橋のため、線路閉鎖中での時間的制約があり、2月の夜間施工という気象条件も厳しい状況で、新支承据付時に超速硬性高強度無収縮モルタル施工を行う必要があった。橋脚は無筋構造物であり、経年劣化のためか、少しひび割れが見受けられた。周辺の橋脚を観察する限り、アルカリシリカ反応は、見受けられなかった。使用するモルタル材料は、硬化過程において急激な水和反応により著しい発熱が生じ、硬化後常温に戻る際、外気温との温度差が大きいため、既設コンクリート及び新設支承に拘束される温度ひび割れの懸念があった。いかにひび割れを少なくさせるか、当

日の外気温、材料温度、施工スピードの管理が必要であった。(図-4)

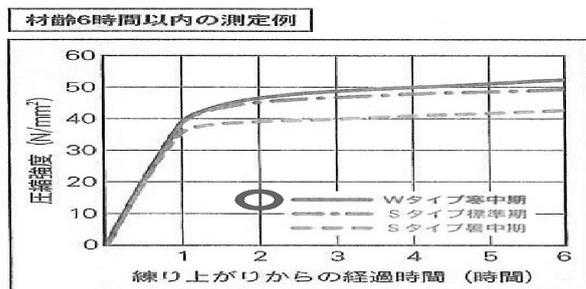


図-4 早期発見強度測定例

③本工事中において、既設コンクリート橋脚に鉛直方向(図-5)及び、側面方向(図-6)から仮受設備と旧支承撤去、新設支承据付のため、コアドリルにより削孔を行った。このコアドリル使用時にセメント混じりの汚泥水が大量に排出され、河川内に流出されることが懸念されたため、施工時には、汚泥水の漏水防止による確実な回収と産業廃棄物処理を行う必要があった。

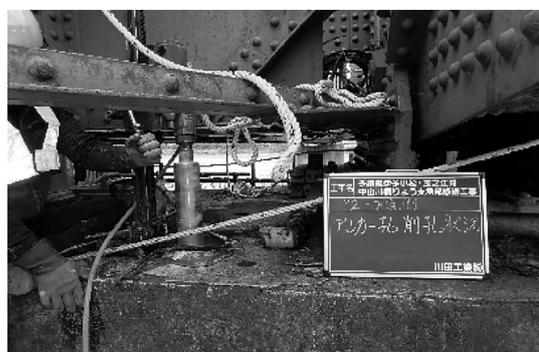


図-5 コアドリル鉛直方向 施工状況

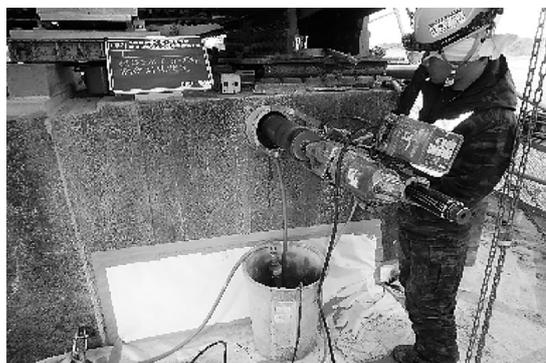
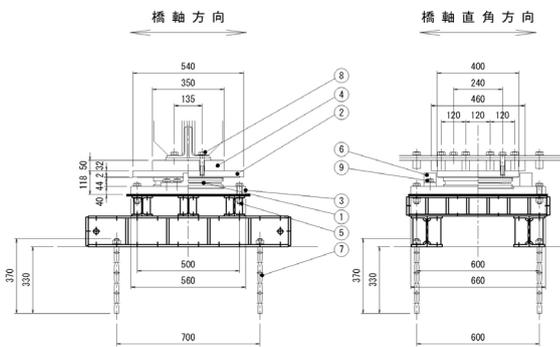


図-6 コアドリル側面方向 施工状況

3. 工夫・改善点と適用結果

①狭いスペースの中でジャッキアップにより既設支承から仮支承へ動荷重の影響を受けない線路閉鎖時において、限られた時間内で速やかに荷重を移行させる必要があり、仮支承とジャッキアップ設備を兼用できる構造を提案し施工を行った。また、当初は、仮受設備は反力を受けるだけの支持構造であったが、支承取替え期間中に仮受した状態で列車が走行するため、鉛直反力の他に、温度伸縮や照査水平反力、桁端部の回転移動に対応出来る仮支承を計画し製作及び実施した。(図-7、8)



材料表

部番	品名	材質	個数	質量(kg)	備考
1	高面圧すべりゴム支承	CR+SM490A+GFRP+PTFE	1	20.3	CR Ge=1.0N/mm ²
2	上 沓	SM490A+SUS316	1	56.6	
3	下 沓	SM490A	1	106.7	
4	調整プレート	SM490A	1	53.1	
5	下沓ボルト	----	4	1.5	座金付
6	サイドブロック	SM490A	2	6.8	
7	アンカーボルト	S35GN	4	4.4	座金付
8	六角ボルト	----	4	1.3	座金付
9	六角ボルト	----	8	1.5	座金付
全質量 (kg)				252.2	

図-7 仮受支承構造詳細

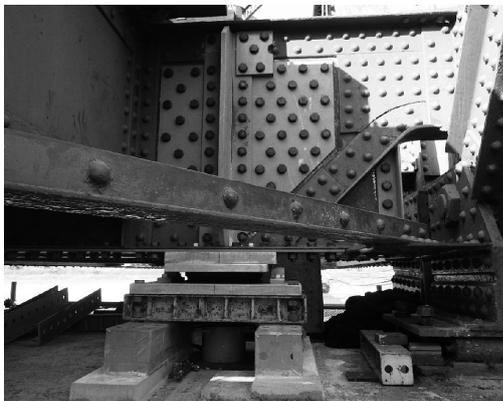


図-8 仮受支承設置状況

この仮受設備は、既設構造物にジャッキアップ用補強を施工する位置の直下に配置する構造形式で、今後の同様な支承修繕工事にも対応できるように一般的なH型鋼と仮支承をボルト連結構造としたことにより、それぞれの単体部材がコンパクトで、軽量化となることから、仮受設備としての個々の部材を分割化にして施工場所へ搬入し、そこで組み立てるようになる。また、現地でアンカー孔を削孔し、耐力に応じたアンカーボルトを使用し無収縮モルタル打設により橋脚と固定することで、繰り返し使用することが出来る点が有効である。横桁と仮支承の連結においても通常の六角ボルトによる連結につき、これについても汎用性があり、一般の端支点構造物に対応できる構造となっている。主構造の高面圧すべりゴム支承は、約20kgと軽量で、44mm程度と非常に薄いので、一般的に狭隘な端支点構造回りにおいて、桁下空間の条件を緩和できる。リベット撤去については、従来のガス切断方法を採用せず、リベット頭部を携帯式磁気固定穴あけ機にて撤去する機械式撤去方式を採用することで、施工時間の短縮が可能となり、また熱影響を受けることが無いことから、鋼材や塗装面の品質劣化を防止することが出来た。

また、仮受設備に荷重移行している期間中は、通常120km/hで走行する列車が減速走行となる区間制限60km/h徐行となることで列車が走行する度に発生する繰り返し荷重による仮受設備への衝撃を低減することにより、旧支承の撤去においても安全面が向上し、有効であった。

②使用する超速硬性高強度無収縮モルタルは、一夜間の数時間の線路閉鎖において、所定の強度発現(2時間で45N/mm²)が要求され、朝には、列車が走行するという時間制約が非常に厳しい状況であり、同モルタルは、練上がり後15分程度で硬化が始まるため、施工速さと品質管理が要求された。打設作業においては、モルタル材

料及び温水を打設箇所まで運ぶ必要があり、線路閉鎖後、トローリーを使用して打設箇所の直上まで材料を運び、線路横の歩廊部でモルタルの練り混ぜを行い、シューターを使用して打設箇所にモルタルを打ち込んだ。(図-9)

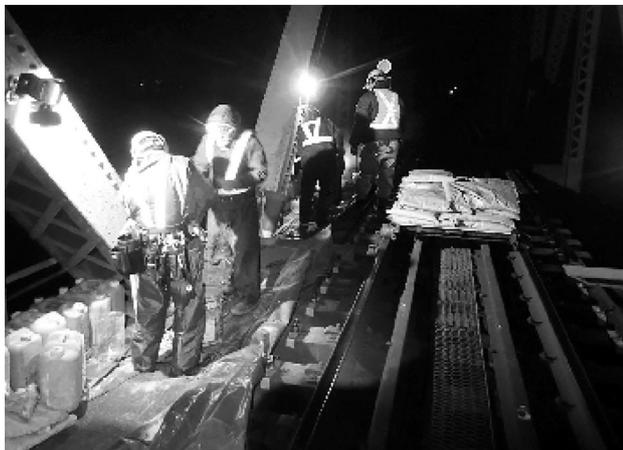


図-9 超速硬性高強度無収縮モルタル施工状況

天端まで打ち上げ、初期のプラスチックひび割れを発生させないため、タンピング、表面仕上げを入念に行った。(図-10)



図-10 タンピング、表面再仕上げ状況

表面仕上げ後、表面乾燥を防止するため、表面全体にラップフィルムを展張し、その上から散水を行った。あらかじめ型枠をコンクリート天端より高めに設置することで、散水した養生水が流れ落ちることなく、養生水を滞水させて、乾燥する前に常に養生水を補充することで常に湿潤状態を維持し、品質向上に努めた。(図-11)

以上により超速硬性高強度無収縮モルタル打設後、数時間で列車の走行による繰り返し荷重

がかかる状況であったが、有害なひび割れを発生させることなく、完成させることが出来た。



図-11 ラップフィルム施工状況

- ③コアドリルより排出されるコンクリート汚泥水を回収することにより、河川の水質汚染の抑制に努めた。回収方法は、施工箇所ごとにバキューム設備を設置し、バケツに集水した。そのバケツにポンプをセットし、施工場所より離れたノッチタンクへビニルホースを使用して排水させた。(図-12)

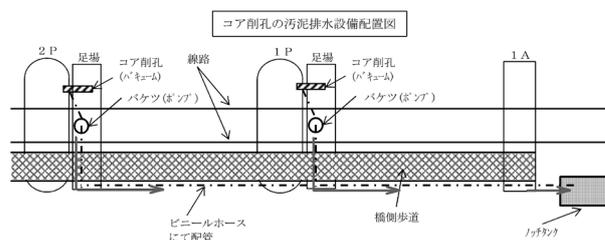


図-12 コンクリート汚泥水の処理状況

4. おわりに

本工事では、JR供用中の支承修繕工事において、コンパクト仮受設備を使用することで、省スペースでの施工を可能にした。また、超速硬性高強度無収縮モルタルを使用することにより、時間制約が厳しい条件においても施工を可能にした。

将来、老朽化が進む鉄道インフラにおいては、更新期を迎えることになる。本工事の施工要領をもとに、工夫、改善点が今後の修繕工事の参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、ご支援、ご協力いただいた四国旅客鉄道株式会社様はじめ、多くの関係者方々に深く感謝申し上げます。

8 施工計画

ケーブルエレクション斜吊り工法を用いた 瀬田川令和大橋の架設用仮設備について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
高田機工株式会社
現場代理人
山村 雄二

1. はじめに

国道422号は、大津市の国道1号から甲賀市、三重県伊賀市などを経て紀北町に至る延長164kmの幹線道路であり、地域の生活交通や行楽シーズンの観光交通に重要な役割を果たす路線である。しかし、現道は曲線区間の多い道路線形となっており、幅員が狭い箇所や歩道が整備されていない区間があるなど、重要路線として必要な機能を満足していない状態である。さらに、南郷6丁目から大石東町においては、近年の大雨によって土砂流出が発生し、通行止めが必要になるなど、災害に対しても脆弱であった。

瀬田川令和大橋は、これらの対策として計画された大石東バイパスが、瀬田川を渡る区間に架かる橋梁である。

瀬田川は琵琶湖唯一の流出河川であり、架橋位置付近の上流には南郷洗堰があるため、河川内作業が可能な非出水期（最大4ヶ月）においても毎分(?)200t程度の放流が行われることもある。このような条件下では河川内における作業工程の確保が困難であるため、河川内に橋脚を設けず、支間長を176mとすることが可能な橋梁形式を選定する必要があった。過去の実績より、単径間で対応可能な橋梁形式としてはニールセン橋、斜張橋、つり橋等があるが、構造的な経済性、景観に与える影響などを総合的に判断し、ニールセンローゼ橋が採用された。(図-1)

架設工法についても、河川内作業を必要としないケーブルエレクション斜吊り工法が採用された。

本稿では、瀬田川令和大橋の架設用仮設備に関する問題点と対策について報告する。以下に、本橋

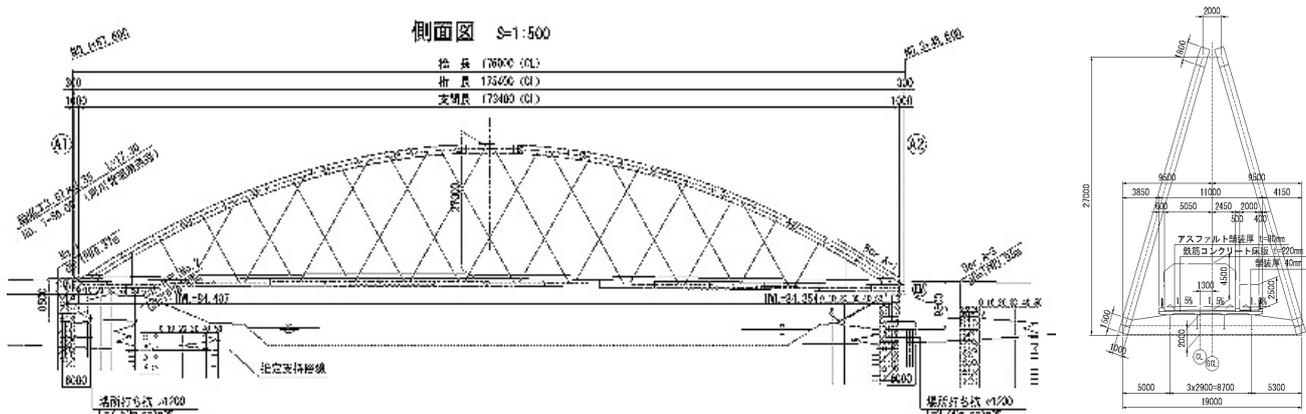


図-1 一般図

の工事概要を示す。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成27年度 第AK11-01号
国道422号補助道路整備工事
- (2) 発 注 者：滋賀県 大津土木事務所
- (3) 工事場所：滋賀県 大津市 南郷6丁目
- (4) 工 期：平成27年12月22日～
平成30年3月20日
- (5) 形 式：バスケットハンドル式
ニールセンローゼ橋
- (6) 橋 長：176.000m
- (7) 支 間 長：173.400m
- (8) アーチライズ：27.000m

2. 現場における問題点

2-1 A1側アンカー設備

発注時の計画ではケーブルクレーンの設備のA1側アンカー設備は、その設置予定位置が地山であったため、グラウンドアンカーが採用されていた。樹木伐採後に行った現地調査によって、アンカー定着予定箇所の地山形状が一様となっていないことが確認され、現状のままでは32本のグラウンドアンカーを均等に設置することが不可能であると判断した。この対応策として、グラウンドアンカー定着長の延長を検討するため、ボーリング調査を行ったが、地表面以下の地層において一様に安定した定着層がなく、グラウンドアンカーに適していない地層であることが確認された。

2-2 A2側アンカー設備

A1側とは異なり、A2側のケーブル定着用アンカー設備は瀬田川左岸の水田を借地して設置するため、コンクリートアンカーブロックが採用されていた。ケーブル反力に対しては、前面土圧とコンクリート重量で抵抗するように計画されていたため、深度5mをオープン掘削しコンクリートを打設する構造であった。しかし、設置箇所は瀬田川河川流域に近接した水田地帯であるため、既存ボーリング結果によれば、掘削深度のGL-5.60mまではほぼ砂礫層が分布し、その下位は不透水

層の粘性土層が分布する地層で、地下水位はGL-1.64mと浅く、検討の結果5mの掘削を行うと毎分約14tの大量の排水が必要とされた。また、掘削法面が砂礫層であるため、これほど大量の排水を行うことにより、パイピング的な湧水による崩壊が生じる危険性も想定された。

2-3 鉄塔基礎

本工事の鉄塔は高さが約56mあり、国道、県道及び住宅に近接しており、万が一の倒壊等が発生すれば、第三者を巻き込む重大災害となる可能性があった。このため、鉄塔基礎については、当初に平板載荷試験により地盤反力の確認を行ったが、前述のとおり重要度の高い仮設構造物であるため、再度ボーリングによる土質調査を行うこととした。

調査の結果A1側については問題なかったが、A2側の基礎部分において鉄塔の左右の土質に不均質な部分を確認され、(図-2) 荷重載荷時に不等沈下を起こす可能性があり土質改良の必要が生じた。

2-4 反力壁

本橋はアーチリブを先行架設するため、補剛桁

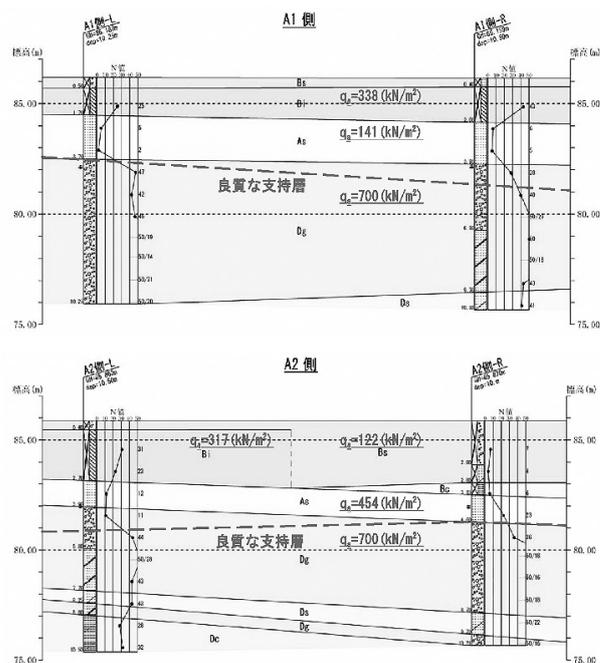


図-2 鉄塔基礎付近の支持層と許容支持力

を閉合するまでは支点部に水平力が作用することになる。発注時の計画では、補剛桁閉合時における水平方向のジャッキ反力を橋台パラペットで持たせる構造であったが、安全照査を行った結果、何らかの補強対策が必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 A1側アンカー設備

グラウンドアンカーの設置が不可能なことから、他工法への変更検討を行った。その結果、アンカーの設置個所が後方側に大きく移動することとなるが、バックステイクケーブルの角度に影響のない範囲であることを確認し、コンクリートアンカーブロックを採用することとした。

ただし、アンカーブロックへの変更には施工箇所が地滑り地域であることを考慮して、アンカー前面の受動土圧を考慮しないよう、ケーブルに作用する反力のすべてをコンクリート自重で受け持たせる構造とした。これによりコンクリートボリュームの必要量は約680m³となった。(図-3)

ケーブルクレーン使用時には、定期的に地山の変位について三次元測距儀を用いて動態観測を行ったが、測定誤差以上の変位は確認されなかった。

3-2 A2側アンカー設備

周囲が水田で施工時期が稲作の栽培時期に重なることで、排水による水田への影響も考慮して、比較的地盤の安定する1m程度まで掘削し、前面土圧を考慮せずに自重のみで抵抗する構造へ変更

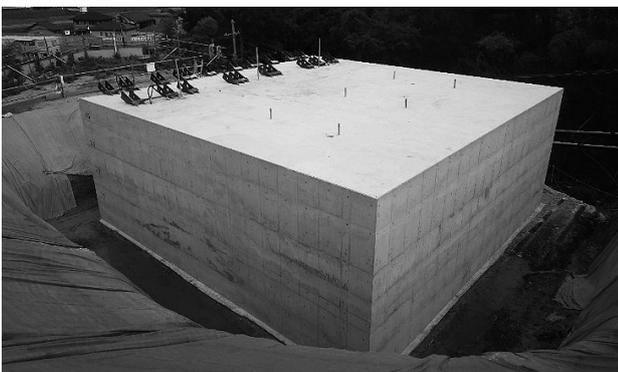


図-3 A1コンクリートアンカーブロック

した。これによりコンクリートボリュームの必要量は約730m³となった。(図-4)

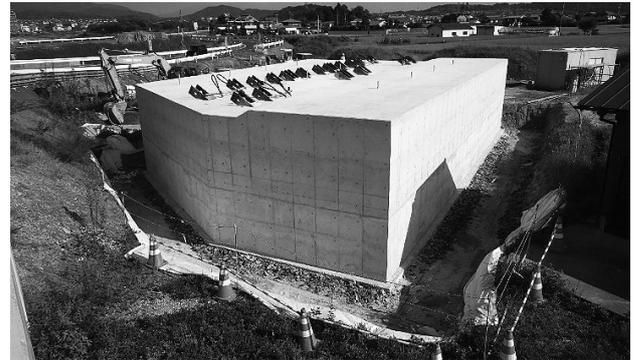


図-4 A2コンクリートアンカーブロック

3-3 鉄塔基礎

A2側の鉄塔位置は河川堤防区域に入っており、改良のための掘削作業は非出水期施工に限定されたため、工程が2か月程度遅れることを余儀なくされた。改良深さについては、「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」に基づき算定し、片側 幅10m×4.4m 深度1mの範囲について改良を行った。また基礎ブロックの高さは、橋台胸壁の補強も考慮して3mの高さとした。(図-5)

架設期間中は、鉄塔基礎の沈下量を定期的に計測した。鉄塔反力が最大となるアーチリブ閉合前の沈下量は3mmであった。

3-4 反力壁

本工法では、アーチ部材の架設において、補剛桁閉合後の死荷重たわみによる水平方向移動量50mmに対して、支承を予変形させることでアーチ閉合時の形状確保を図る必要があった。この予変形分を確保するため、橋台パラペットとアーチエンド部には補強H鋼とライナープレートを挿入し固定支持を行った。(図-6)

また、補剛桁の架設を重ねるごとにアーチ部材から橋台パラペットに水平反力が加算されて行き、補剛桁閉合後の固定支持開放時におけるジャッキ操作を行った時に水平反力は最大となる。上記水平反力を橋台パラペットで受け持つ必要があり、ジャッキ操作時における不均等係数も



図-5 鉄塔組立状況 (A2側)

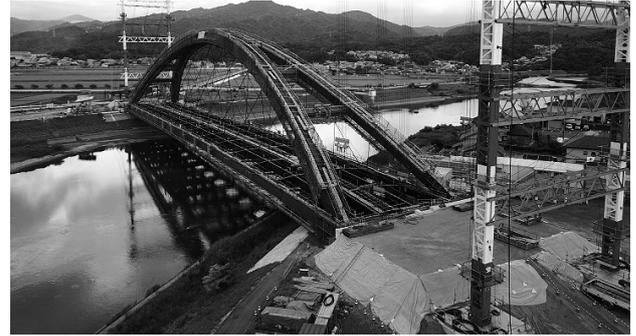


図-7 背面盛土の状況 (A1側)



図-6 パラペットとアーチエンド部の固定支持状況

考慮する必要があった。これらの安全照査を行い検討した結果、橋台背面に補強対策が必要となった。

補強方法は、閉合時のジャッキ水平力に対して橋台背面土圧により抵抗させるため、高さ3mの盛土を行い、盛土天端に算定によりA1側は50kN/mのウエイトとして敷鉄板を20枚、A2側は20kN/mのウエイトとして敷き鉄板8枚を設置した。(図-7)

補剛桁閉合完了後、固定支持材を解放した。この時に最大反力が橋台背面にかかるため、少しでも反力を軽減させることを目的として、支持材の解放は桁温度が上昇し膨張する前の早朝5時より行った。解放前の橋台の倒れ量は傾斜計の測定結果より(杭先端から橋台天端距離)、A1側が14mm、A2側が7mmであった。荷重解放後はほぼ倒れが解消されたことが傾斜計のグラフで読み取れる。(図-8)

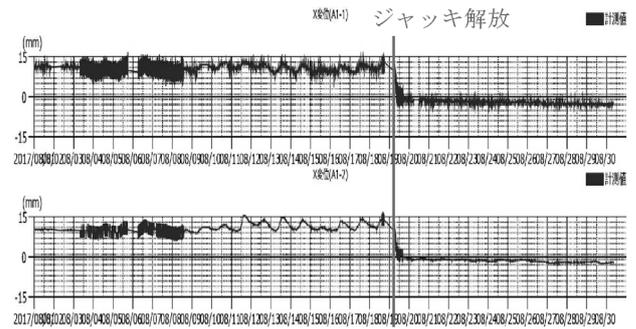


図-8 パラペットの傾斜計測結果

4. おわりに

瀬田川令和大橋(工事中名称:(仮称)瀬田川橋梁)について、ケーブルクレーン斜吊工法による架設を行うため、ケーブル定着部や鉄塔基礎等について種々の検討および対策を行い、無事に施工を完了することができた。本橋の完成により、瀬田川を挟む南北を含む滋賀県南部の広域連帯が進み、地域が活性化されることを期待します。

本工事においてご指導を賜りました滋賀県の担当者の方々をはじめ、関係者各位にお礼を申し上げます。

9 施工計画

熊本地震により損傷した橋梁支承部の復旧

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

担当技術者

現場代理人

杉山 貞俊[○]

馬場 秀晃

狩野 哲也

1. はじめに

本工事は、平成28年に発生した熊本地震により損傷した九州自動車道嘉島JCTから城南SICの区間における5橋（陣橋、御船川橋、甘木橋、矢形川橋、天水川橋）の震災復旧工事である。主な内容は、損傷が生じた支承の復旧および耐震補強の計画・設計、現場施工を行うものである。施工対象となった橋梁の位置図を図-1に示す。



図-1 位置図

橋梁を震災前の状態に復旧するために、鋼桁の補修や支承取り替えを行った上で、耐震性能向上を目的とした横変位拘束構造、水平力分担構造、落橋防止装置の設置、縁端拡幅を行った。さらに

維持管理性向上のため、点検用検査路を設置した。

本報告では、多岐にわたる工種から、御船川橋の支承取り替え、損傷を受けた桁端部の補修について、施工上の工夫、留意した事項を述べる。

- (1) 工事名：九州自動車道
御船川橋他4橋震災復旧工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社九州支社
熊本高速道路事務所
- (3) 工事場所：自 熊本県嘉島町北甘木
至 熊本県御船町陣
- (4) 工期：平成29年2月2日～
平成31年3月4日

2. 現場における問題点

2.1 橋梁の損傷状況と補修内容

工事着手後直ちに足場を設置して、橋梁の現況調査を実施し、以下の状況を確認した。

- a) 支承の腐食、損傷
- b) 支点上補剛材の変形
- c) 主桁溶接部のき裂
- d) 対傾構りベット・ボルトの緩み
- e) 橋台・橋脚のひび割れ、鉄筋露出
- f) 排水管の劣化、破損

当該橋梁は、地震による過大な慣性力とそれに伴う上下部構造間の相対変位が支点部に生じ、主桁の変形や支承の損傷等の被害を受けた。これらに対し、変状測定、外観検査、溶接部の非破壊検

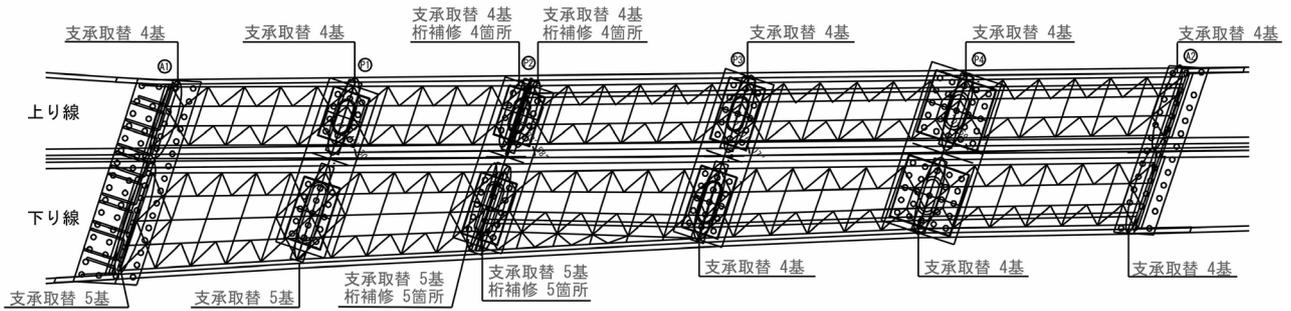


図-2 御船川橋補修一般図（平面）

査などの調査を実施し診断した上で、合理的な対策を立案することが求められた。

御船川橋の補修一般図を図-2に示す。

その中でも、御船川橋P2橋脚の支点部がもとも地震時の慣性力を大きく受けたとみられ、損傷が著しく、早期復旧対策を講じる必要があった。P2橋脚の支点上補剛材の変形状況を図-3に示す。

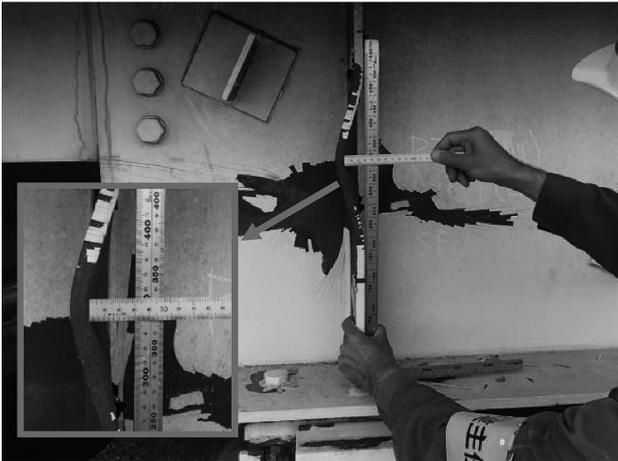


図-3 支点上補剛材の変形

この部分においては、橋軸直角方向の地震により、支点上補剛材が横構ガセット近傍で座屈していた。そこで、損傷対策に関する補修方法判定基準により、主桁端部を含めた支点上補剛材の一部を切断撤去し、新設部材に取り替えることとした。また、その方法として、支点近傍にブラケットを設置して、そこで橋桁をジャッキアップして支点部に作用する荷重を無くした上で、支承と桁を同時に交換する施工法を採用した。

2.2 供用下における施工上の課題

本工事は復旧工事ということもあり、短時間で効率的な施工が求められた。実測、設計、製作、

施工の流れをいかにスムーズに進めるかが課題であった。特に、道路供用下で施工するため、主に次に示す4つの課題があった。

- (1) 施工時の橋桁の振動
- (2) 部材精度と施工誤差
- (3) 支承および桁撤去時の応力照査と対策
- (4) ジャッキアップ量の管理

これらを検討した上で施工を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 支承補強リブ

支承を取替えるにあたっての要求性能として、支点部の耐震補強では橋軸方向の慣性力と、支承高に起因する偶力に対して、上部構造の局部座屈を防止するために、支承端部直上に支承補強リブを設ける必要があった。補強リブは通常主桁ウェブや下フランジの接合部において、溶接構造が一般的である。しかし、振動下における現場溶接は欠陥が出やすいため、高力ボルト摩擦接合する構

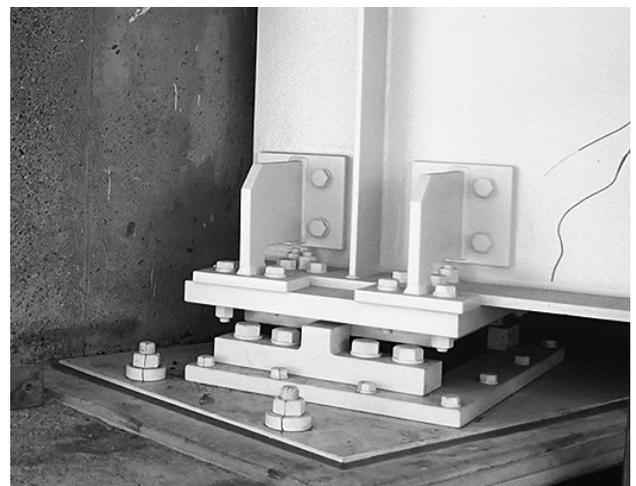


図-4 施工後の支承補強リブ

造を採用して、品質確保するとともに施工性を向上させた。補強リブと主桁下フランジの接合は、新設ソールプレートの拡幅部を介して行い、主桁ウェブに鉛直力を伝達させる構造とした。支承補強リブの施工結果を図-4に示す。

3.2 ジャッキアップブラケットの取付け

ジャッキアップ用に、橋脚前面にブラケットを設置する。ブラケットは、アンカーボルトを定着後にボルト位置を計測して、孔位置をそれに合わせて製作するが、計測精度やアンカーボルトの傾きにより、ブラケットをアンカーボルト群に差し込めないことが懸念された。そこで、ブラケットのアンカーボルト孔には、誤差吸収が可能な拡大孔とコマプレート（特許第4766429号）を採用し、施工性の向上を図った。コマプレートと拡大孔の詳細を図-5に示す。

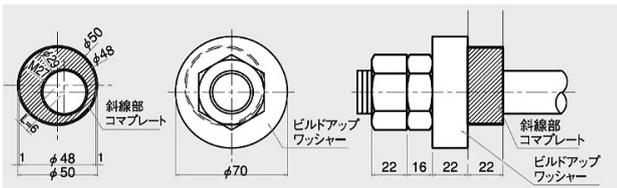


図-5 コマプレート詳細図

コマプレートはあらかじめ偏心量の違うものを数種類用意しておき、ブラケットを仮設置後に、アンカーボルトの偏心量の合うものを拡大孔には

め込む。拡大孔であるので、ブラケットの設置もスムーズで、狭隘部での重量物取扱う時間を短縮し、より安全に施工することができた。

3.3 支承取替え及び桁補修ステップ

施工は、支点部の応力照査の結果と安全性を考慮して、1支点毎に施工する必要があった。また、主桁の切断と対傾構の部分撤去に際しては、対傾構が床組作用として受け持っている荷重に対しての代替機能が必要であり、予め仮受け架台を設置した。ここでも新設部材と既設構造との接合は支承補強リブと同様に高力ボルト構造とした。

以下の手順で1支点ずつ計18基を取り替えた。

- ① 主桁間に仮受け架台を設置
- ② 第1主桁間の端対傾構を切断撤去
- ③ 主桁の損傷部および支承を撤去
- ④ 主桁および支承を復旧
- ⑤ 第2主桁間の端対傾構を切断撤去
- ⑥ 主桁の損傷部および支承を撤去
- ⑦ 主桁および支承を復旧
- ⑧ 第1主桁間の端対傾構を復旧
- ⑨ ②～⑧を繰り返し施工

施工ステップを図-6に示す。新規部材は、防錆機能を向上させるため、支承を除き全て金属溶射仕様であった。よって部材を傷つけないよう、

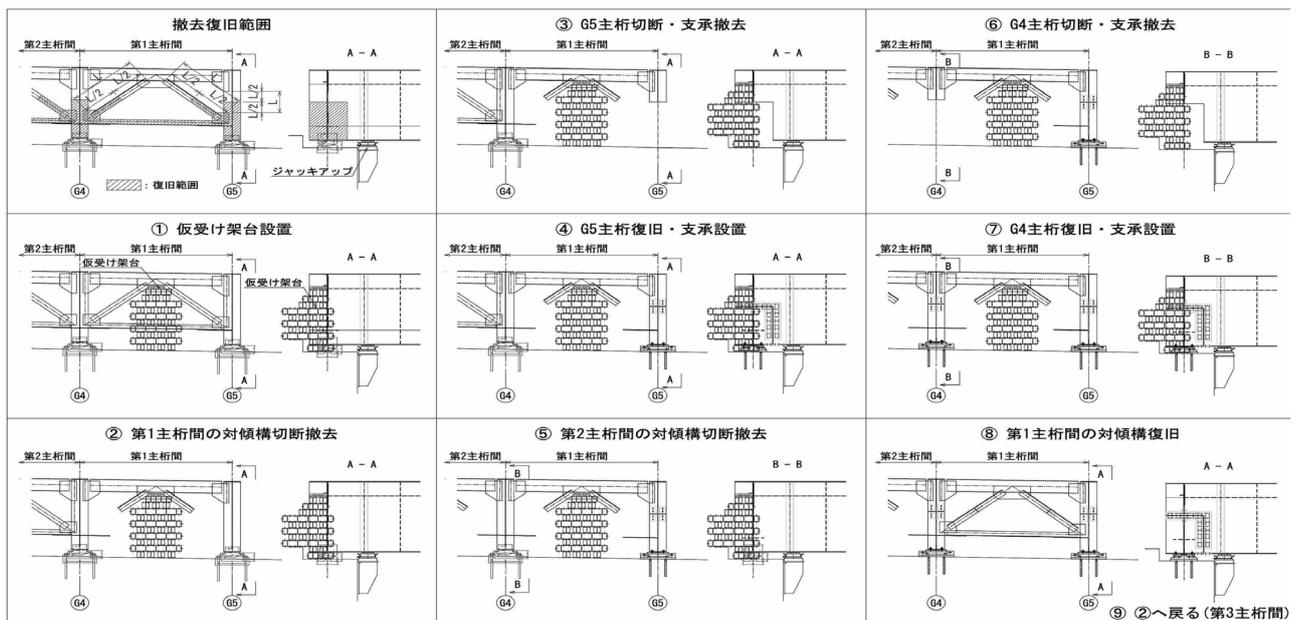


図-6 P2橋脚の支承取替施工ステップ

吊り具はナイロンスリングを使用したり、アイボルトを介して吊り上げるなどした。

支承など重量物の足場内での運搬は、桁下にH形鋼レールを取付け、吊下げて運搬するなどの工夫を行った。これにより、部材を浮かせたまま設置場所まで移動でき、品質確保と足場上の作業の安全性を確保できた。施工状況を図-7に示す。

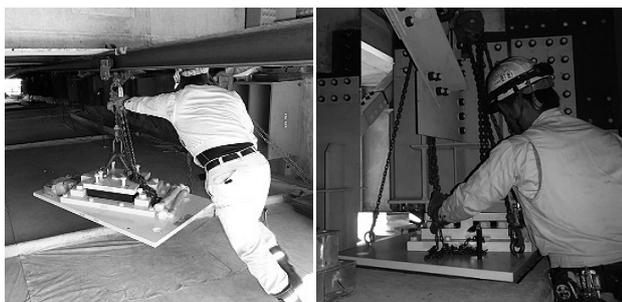


図-7 部材運搬・設置状況

支承仮据付け後の沓座の施工では、アンカーボルトをエポキシ樹脂で先固定する方法を採用した。通常は無収縮モルタルが一般的であるが、硬化までの時間がより短い材料を使用することで、温度や振動に起因する割れ等の発生を避けた。

3.4 ジャッキアップ、ジャッキダウン

ジャッキアップはロック機能付きの200t油圧ジャッキを使用して、全主桁同時に行った。主桁のジャッキ受点には補強リブを事前に取り付けた。ジャッキアップ量は最大3.0mmとして、読み間違えないようデジタルダイヤルゲージを使用し、0.1mm単位で調整、管理した。ジャッキアップは全ての支承において、ソールプレートと上支承の間に隙間ができたのを確認してから、ジャッキをロックして完了した。状況を図-8に示す。



図-8 ジャッキアップ状況とダイヤルゲージ

既設支承および桁撤去後の支承据付けにおいては、荷重載荷後のゴム支承の圧縮量も製品性能から確認して、高さ管理に反映してジャッキダウン後の高さ精度向上を図った。結果として、ジャッキダウン後の計測で、施工前の桁の高さとの誤差を0.3mm以内で復旧することができた。

ジャッキダウンも全主桁同時に行い、ジャッキダウン後は支点部に隙間等の異常が無いかどうか、目視で点検・確認した。

3.5 施工完了

ジャッキダウン後、ジャッキアップブラケットは撤去した。アンカーボルトは将来使用する可能性もあるとして、ジャッキアップ補強リブとともに撤去せずに存置とした。アンカーボルトは防錆シールとキャッピングをして、支点部近傍を塗装して、一連の施工を完了させた。(図-9)

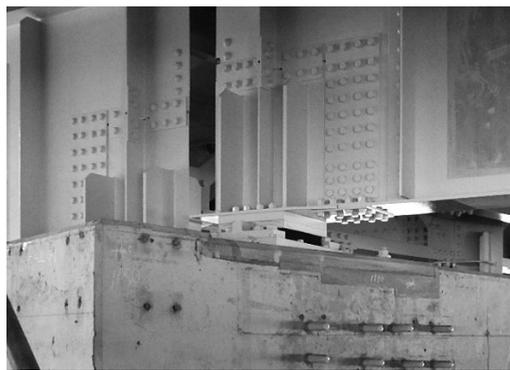


図-9 施工完了

4. おわりに

九州自動車道は、熊本地震により大きな被害を受けたが、震災復興には欠かすことのできない重要路線であった。そのため、供用しながらの道路機能の早期復旧が求められた。その中で、本工事は、復旧計画、施工計画、現地測量、詳細設計、部材製作のサイクルを効率的に進め、無事工事を完了することができた。

最後に、ご指導とご協力をいただいた西日本高速道路株式会社九州支社熊本高速道路事務所及び関係各位に深く感謝いたします。また、熊本地震により損傷した社会資本、被災された方々の生活が一日も早く復興することを祈念いたします。

10 施工計画

高速道路に並行近接した鋼ローゼ橋の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

JFE エンジニアリング株式会社

監理技術者

現場代理人

吉良 浩二 ○ 江角 和之

1. はじめに

本工事は、上信越自動車道の4車線化事業のうち、あらい高架橋と太田切川橋の2橋を架橋する工事である。本稿では太田切川橋の架設内容について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：上信越自動車道 太田切川橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社新潟支社 信越工事事務所
- (3) 工事場所：新潟県妙高市二俣～三ツ俣地内
- (4) 工期：平成27年4月8日～
令和元年12月12日
- (5) 橋梁形式：鋼上路式逆ローゼ橋（図-1）
- (6) 総鋼質量：2,121t

2. 現場における課題・問題点

架橋地点は全国有数の豪雪地帯であり、冬期の施工は非常に困難となる。かつ、4車線化開通のクリティカルパスとなる区間であったため、令和元年7月末の橋面引渡しが絶対条件であった。しかしながら、下部工の遅れ（巨石、火砕流堆積物、地下水対策等の処理による遅れ）により、さらに上部工の工程が逼迫されたため、架設工法を見直すことによる工程短縮が求められた。架設工法選定にあたり、供用線および高圧線に挟まれた狭小ヤードを如何に活用するかが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 側径間架設の工夫・改善点と適用結果

側径間の架設は当初、栈橋上に配置した90t吊

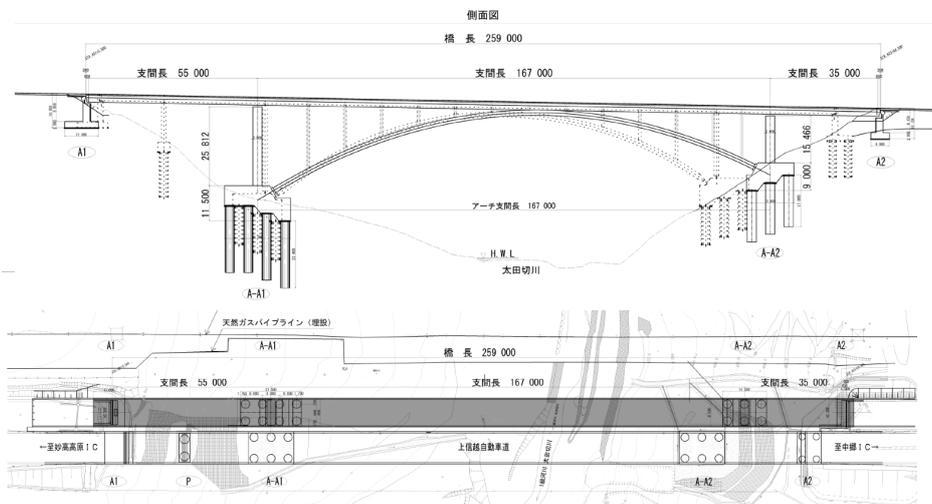


図-1 橋梁一般図

りクローラークレーン（栈橋の幅に適應できる最大のクレーン）を利用した杭ベント工法であった。クレーン能力を上げる事ができないため、1ブロック毎の杭ベント基礎が必要となり、工程短縮は望めない。杭基礎の事前施工は下部工と同一ヤードで共同となるため施工不可であった。

そこで、架橋地点から離れたヤードで側径間（A1側62.3m、A2側38.3m）を地組し、多軸台車で運搬して横取り架設する方法を立案した。運搬経路も確保できることが確認できたため、詳細検討に入った。

A1側は地組できるスペースはあったものの、クレーンが設置できる幅が無かったため、多軸台車と油圧ジャッキにて地組を行うこととした。横取り用のベントは下部工施工時の雪囲いに併用できるように調整し架設前年度に下部工フーチング上に設置を終えた。また、供用線に隣接した状態での主桁降下量（全体3.5m）を少しでも低減するため、栈橋上で1次降下（0.8m）を行い横取りを行った。降下はG1桁とG2桁を横桁で繋ぎ安定した形状で降下することとした。また、橋脚の引渡しが遅れた場合でも対処できるように、降下はベント上のみで受け替えができるように配慮した。（図-2、3）

A2側も同様の工法であるが、橋脚前の仮設構台をあえて残置することで、仮受け用のベント設備を不要とし、仮設構台上で直接多軸台車で横取りすることとした。このことで、多軸台車受点から桁先端が大きく張り出す形になったが、転倒に対して鉄板によるカウンターウェイトを配置し対処した。また、多軸台車運搬路下には天然ガスパイプラインが埋設されていたため、事前協議を行い鉄板で養生を行った。桁の降下は多軸台車上に配置したリフトアップジャッキを併用することで降下時間を短縮した。（図-4）

多軸台車を活用した工法に変更したことにより、側径間の架設は除雪後の3月中旬から4月中旬の1ヶ月弱で終わることができ、大幅な工程短縮とすることができた。



図-2 A1側 側径間架設状況

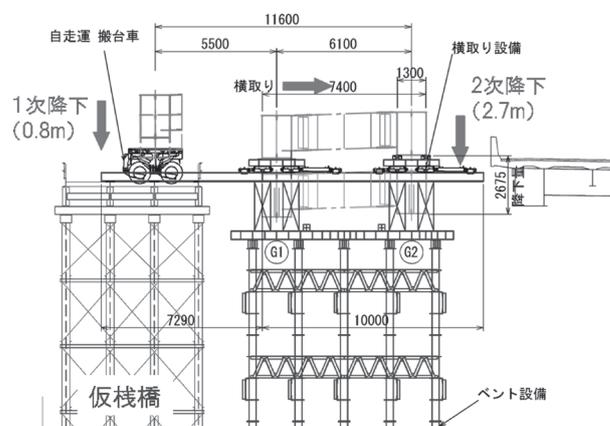


図-3 A1側 横取り架設計画図



図-4 A2側側径間架設状況

(2) 中央径間の架設（図-5）の工夫・改善点と適用結果

① アンカーブロック

当初オープン掘削で重力式のアンカーブロックを設置する計画であったが、供用線への影響

を考慮し大口径深礎（ $\phi 6.5\text{m} \times$ 深さ 7.5m ）に変更した。これにより必要最小限の掘削とすることができたが、反面、基礎形状が円形となることからアンカーフレームの配置およびワイヤーの繰り込み方法等の見直しを行った。掘削時は供用線の動態観測を行いながら施工した。

② 桁上覆工設備

側径間上に、H鋼と敷鉄板等で覆工設備を設けた。これにより鉄塔、ケーブルクレーン及び斜吊り設備の組立解体、桁架設時の地組ステージとすることができた。ただし、覆工設備の自重により側径間が撓み補剛桁架設時の仕口に影響を及ぼすため、橋台上をジャッキアップしモーメント連結することで対処した。

③ 鉄塔設備

A2鉄塔位置をA2橋台上に変更し橋台を拡幅することで、鉄塔基礎構築を削減した。これにより鉄塔支間も短くなり、当初計画32mの鉄塔高さを30mに削減することができた。

A1鉄塔位置は当初よりA-A1橋脚上であったが、橋脚を拡幅することが時間的に困難であったため、鋼製のブラケットに変更した。橋脚打設前にアンカーボルトを型枠に設置し、脱枠後にアンカー位置を計測しブラケットの製作に反

映した。尚、アンカーは機械式継手アンカー（片側D38 \times 30本）とし施工後撤去できるように配慮した。

さらに、鉄塔設備の設置は約7ヵ月間に及ぶため、大規模地震などで鉄塔が供用線側に転倒しないようにワイヤーで下部工と連結しフェールセーフとした。

④ ケーブルエレクション設備

斜吊り設備の後方索は、予め工場での設計張力でプレテンション加工を行い、かつ、鉄塔がアーチ閉合時に鉛直となる位置でマーキングを行った。これにより閉合時の調整量を低減した。

ワイヤーロープはテンションが掛かった際にロープグリスが垂れ落ちる特性がある。今回の架橋位置では供用線への飛散が懸念されたため、使用するワイヤーロープはロープグリスが垂れ落ちにくい鋼芯のワイヤーロープを採用することとした。

ケーブルクレーン用のウィンチ設備はA2側側径間架設で利用した橋脚前の仮設構台上に配置することで、狭いヤードを有効利用することができ、かつ、基礎の構築も不要とし工程短縮を図った。

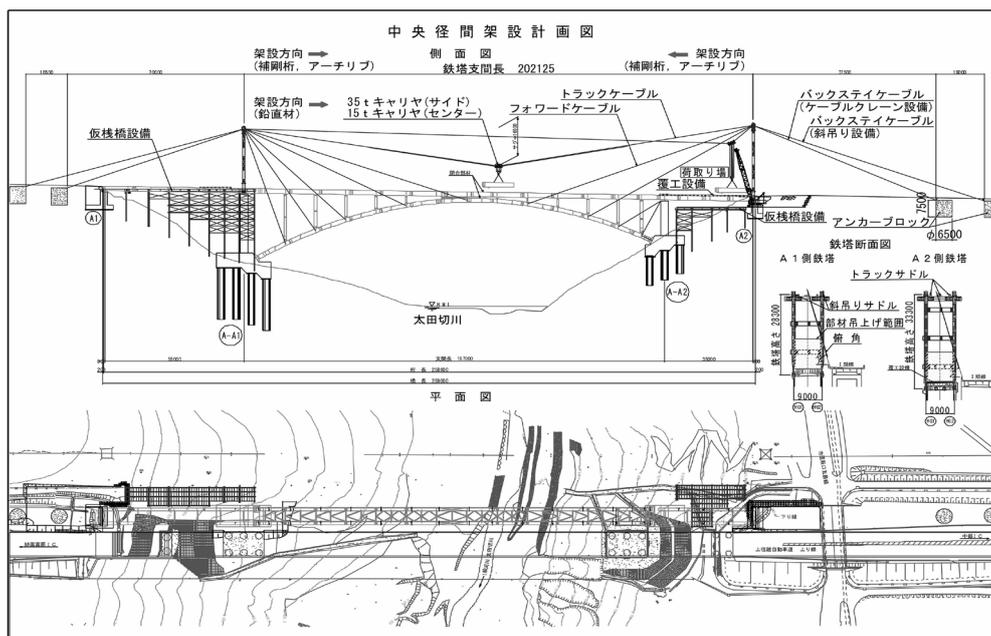


図-5 中央径間架設

ウィンチの配置が桁下となることで直接目視の操作はできなくなるが、ウェブカメラ等を利用し対処した。

⑤ 桁架設

主桁の架設は、荷取りヤードにトレーラー等が直接進入できないため、A2の栈橋上に90tクローラクレーンを配置して荷取りを行った。架設中は部材の荷触れによる供用線への影響を低減するため、俯角75度以下で架設を行った。また、単材では吊り荷が回転し供用線と接触する恐れもあったため、地組してケーブルクレーン2系統で相吊りして架設を行った。架設時はステップ毎の張力、鉄塔の傾き等を事前に解析した結果に基づき、24時間常時監視しながら架設を行った。

閉合部材は事前計測した結果に基づき桁の製作長を微調整した。閉合ブロックの架設は7月中旬であったため、外気温の影響の少ない早朝に実施し、ほぼ調整をすることなく閉合できた。(図-6)

⑥ 足場設備

鉛直材の架設用足場は、アーチリブ上に仮設H鋼を設置し、その上に枠組足場とした。部分作業足場では架設後にしか設置できないが、枠組足場の場合、先行して設置できるうえ、組立、解体をブロックで行うことができるため工程への影響も抑えることができた。

補剛桁間の吊り足場は、アーチリブ及び鉛直材足場の解体を考慮し翌年施工とすることで工程短縮を図った。

これらの工夫・改善等により4月中旬～11月初旬の間で鉄塔組立～架設～鉄塔解体までを無事に完了させることができた。(図-7)

(3) 床版施工の工夫・改善点と適用結果

床版の施工は桁架設完了後、積雪までのわずかな期間を有効利用するために、栈橋上から架設可能な両側側径間の範囲にプレキャストPC床版を採用し工期短縮を図った。プレキャストPC床版のサイズは橋軸方向2m×直角方向9.9mとし、

A1側で31枚、A2側で16枚使用した。これにより場所打ちPC床版の型枠や鉄筋材料の仮置き場所として有効利用することもでき、令和元年7月末に舗装工事に橋面引渡しを行うことができた。



図-6 アーチリブ架設状況



図-7 架設完了

4. おわりに

高速道路に並行近接した立地条件でのケーブルエレクション斜吊り工法という厳しい条件下の施工であったが、工事関係者の協力のもと令和元年11月に無事に工事を終えることができた。

本報告が類似橋梁や今後増える4車線化事業の参考になれば幸いである。

最後に、本工事を進めるにあたり、東日本高速道路株式会社ならびに新潟支社の方々をはじめ、ご協力頂いた関係者全ての皆様に深く感謝を申し上げます。

11 施工計画

安全性に配慮した仮設備・ 施工方法の変更によるアーチ橋の撤去

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

現場担当

喜多村 実〇

名木 文裕

1. はじめに

橋屋橋は福島県耶麻郡西会津町内の阿賀川に架かる橋梁で、昭和48年に架設され町内を結ぶ重要な橋梁であったが、供用後45年が経過し老朽化が進んでいるうえ、幅員が狭く、車のすれ違いが困難でした。新橋の完成に伴い旧橋撤去をする事になりました。本稿は、ケーブルエレクション直吊り工法によるアーチ橋撤去の現地条件を踏まえた仮設備及び施工方法の工夫について報告するものである。(図-1、2)

(1) 工事概要

工事名：道路橋りょう整備（交付）工事
（呼称：橋屋橋旧橋撤去）

発注者：福島県

工事場所：福島県耶麻郡西会津町野沢地内

工期：平成30年 2月20日～

令和元年 5月17日

(2) 構造形式

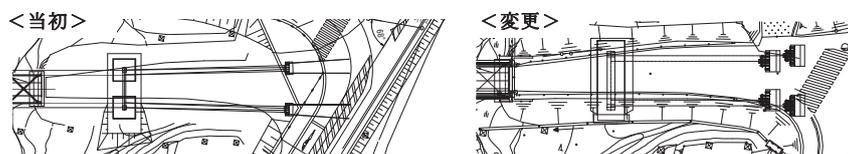
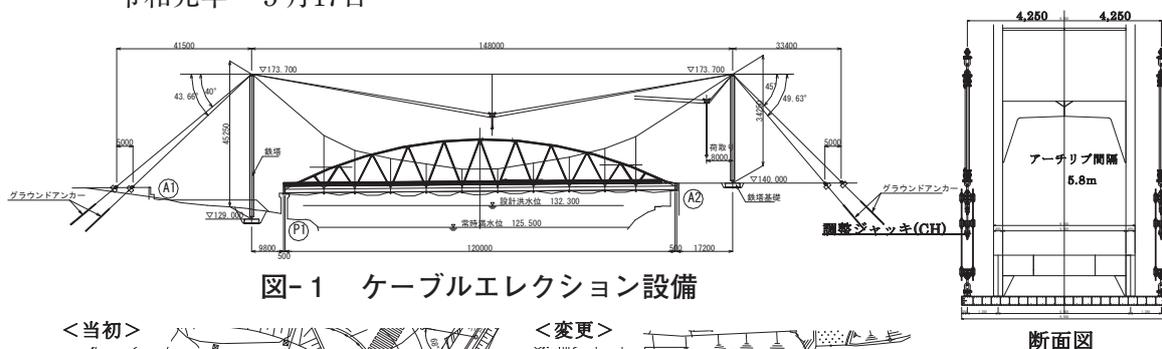
形式：単純合成鉄桁+トラスランガー桁

橋長：161.1m

2. 現場における課題・問題点

本工事の作業スペースは旧橋撤去であるため、鉄塔設備、グラウンドアンカー設備、撤去部材荷取り場等の配置が供用時の道路上となり、架設時と違い付帯設備・道路等が整備された状態であり、また、A2側背面は町道に近接するため、クレーンや機材等を配置できる十分な作業スペースの確保ができない状況を踏まえたうえで、安全施工に際して、以下の課題があった。

- ① 撤去解析の見直し
- ② 仮設備の変更・追加
- ③ 撤去順序の変更と床版撤去の検討と対策



ち、斜材を撤去していく計画であったが、撤去中の強風等による斜材の変形及びアーチリブ撤去・運搬時、サグによる部材同士の接触を避けるためブロック毎に撤去する方法とした。(図-7)

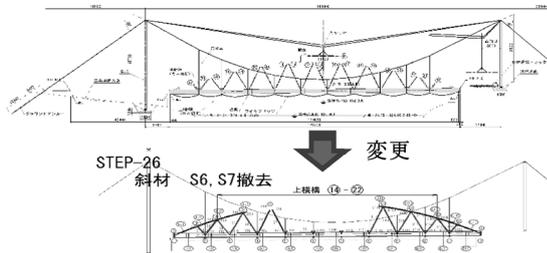


図-7 斜材の撤去

また、前述の5t補助クレーンの追加及びグランドアンカーの安全率確保 ($S_f=2.5 \rightarrow 3.0$) により主索に作用する力を軽減させるため縦桁の撤去をアーチリブ撤去前とした。

3-4 床版の撤去

1) 撤去方法の検討と解析

床版撤去時の資機材及び切断時に使用する水供給・処理水の運搬等の諸条件から片押しにて施工する方法が現場として作業効率はよいが、床版撤去は径間中央から両支点に向かってバランス良く撤去していくのが基本であり、一方向から撤去すると床版荷重が偏載荷となり局所的に大きな応力が発生する事が判っていたため、モデル解析により斜材等に発生する応力(引張→圧縮)の許容を確認し、片押しによる撤去とした。

2) 地覆・床版の撤去

地覆切断孔、吊孔のコア削孔を行い、直角方向の切断を撤去足場組立、直吊り設備組立(高所作業車使用)前に完了させ工程短縮を図った。

地覆の切断にはワイヤーソーを使用し、床版の切断にはコンクリートカッターを使用して切断作業を行った。<床版2.3m×1.6m-75ブロック>

切断位置は縦桁直上で切断するのが安全であり、スラブ止め、桁との縁切りにジャッキを使用する方法等も検討したが、撤去・巻き上げ時アーチリブ、上横構、支材の間を通す必要があったため下図の割付にて撤去を行った。(図-8、9)

補助クレーンで吊りながらの切断、撤去は作業

効率及び荷振れによる接触等の安全面からも適切で無いためアンカーと型鋼で落下防止を取りながら施工することとした。



図-8 床版切断・撤去状況

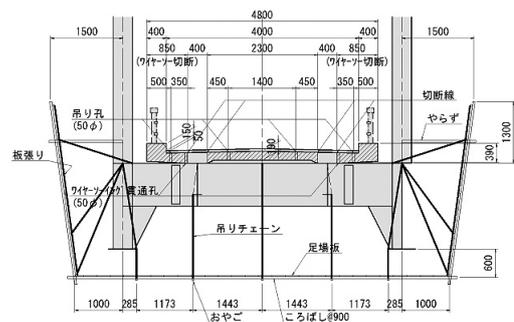


図-9 床版切断要領

3-5 撤去時の留意点

・アーチリブ撤去

本工法では、ケーブルで桁を支えているためケーブルの伸びが影響して仮受点の反力や高さ管理が難しいので直吊り索に調整装置、センターホールジャッキを入れ調整する構造とした。

(図-1)

床版・縦桁撤去前後、高さ計測を行い、解析に近い値を確認後、鋼重キャンバー分を調整すれば理論上では応力解放は再現できるが、僅かな主索のサグ、伸び量の違いにより調整が困難であった。

また、完全な無応力状態にはならないため残留応力による初めのアーチリブ切断時の変位に留意するとともに、撤去作業中は張力をモニターで監

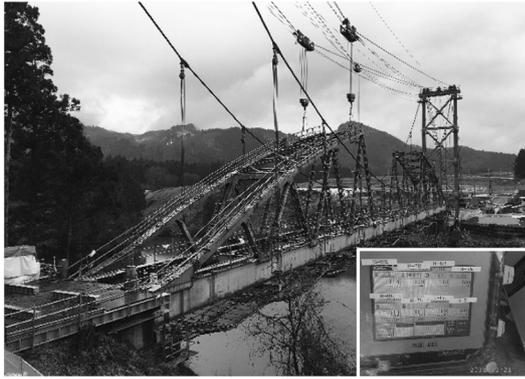


図-10 アーチリブ撤去状況

視しながら支点負反力の発生、反力バランスに注意しながら、張力調整、撤去作業を行っていた。

(図-10)

・補剛桁の撤去

アーチリブと同様、ステップ解析より算出された変位量・反力を参考に、剛性を保持できるように下横構、横桁を付けたまま径間中央から順次ブロック撤去とした。(図-11)



図-11 補剛桁撤去状況

補剛桁撤去を進めてゆくと、架設時と同様に端部ブロックは下向きに変位（撤去前から約1m）してゆくため橋脚との干渉を撤去作業中確認するとともに拘束する方法として鉄塔より控えワイヤーを設置した。また、撤去時鉄塔に近い吊索位置では、変形挙動により主索が鋭角に曲がろうとし、ノンスリップクリップが滑ろうとするため径間中央側に追加設置し、摩擦抵抗を増やすことにより滑り防止対策とした。

桁端部は腐食損傷を受けやすい箇所であり、セットボルト、アンカー等の腐食状況を調査するとともに端部ブロック撤去時の逸走防止を考慮

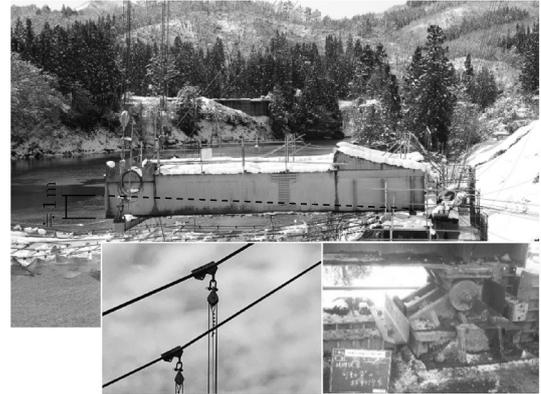


図-12 端部ブロック撤去

し、支承全面に架台を設置し移動を拘束した。(図-12)

3-6 適用結果

本工事では、現地立地条件、構造特性等に即した施工方法、仮設備の検討により安全性の向上が図られたと考えます。仮設備の計画変更にも通常よりも時間が掛かり解体作業に遅れが生じた事からも改めて入念な、仮設備計画の重要性を再認識しました。

4. おわりに

橋梁解体工事は多種多様で、特にケーブルエレクション直吊り工法では、計画の重要なポイントは仮設備計画であり、本工事でもアーチリブ撤去時、残留応力により想定よりも変位が大きく切断・撤去作業に時間が掛かったことから部材切断時のエレクションピース、応力解放装置等の仮設備検討が必要であったと考える。また、橋梁の老朽化により市街地等でも解体が増加することが考えられ、難易度がますます高くなっていくため、安全施工を第一に施工技術を日々磨いていきたいと考えます。今回の報告が同種工事の参考となり、諸問題の解決に役立つこととなれば幸いです。

最後に、本工事の施工にあたりご指導いただいた福島県喜多方建設事務所の方々、ご協力いただいた関係各位の皆様に御礼を申し上げます。

『参考文献』 社団法人日本橋梁建設協会：クレーン工法

12 施工計画

自走式多軸台車を用いた夜間一括架設時の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

工事チーム課長

上田 晃正[○]

工事チーム課長

柘植 孝之

技術開発チーム課長

飯田 哲也

1. はじめに

本工事は東北自動車道と一般国道115号相馬福島道路（相馬～福島）が接続する桑折ジャンクションのランプ橋の架設である。本橋は、東北自動車道を跨ぐ単純非合成鈹桁橋であり、東日本大震災からの早期復興を図る復興支援道路の一部である。

架橋地点は図-1に示すように供用中である東北自動車道上に架かるため、長期間の通行止めは困難であった。現道への影響を極力少なくするため、自走式多軸台車（以下多軸台車）を用いた夜間一括架設工法を採用した。なお、一括架設ブロックは東北自動車道に隣接する地組立ヤードにて鋼桁を含む合成床版パネル（鋼重160t、合成床版50t、全長42m、幅員15.4m）を地組立し、一晩で運搬・架設を行った。また、一括架設で使用する多軸台車は、5軸車、4軸車、3軸車を縦列に連結した合計12軸の台車2台を横連結材で固定する仕様である。

さらに、多軸台車上にはスーパーテーブルリフト（能力：250t/台）を載せ一括架設ブロックのジャッキアップ・ダウンに使用した。

また、スーパーテーブルリフトの水平耐力は鉛直荷重の20%、複動型4段伸長ジャッキが異なる荷重状態（異荷重）でも安定した昇降が可能であり、今回の一括架設では、テーブルリフトを2段重ねで設置することにより、ストロークが2倍と

なり一括架設ブロックの昇降、据付を迅速に対応することを可能とした。

工事概要

- (1) 工事名：東北自動車道 福島北ジャンクションランプ橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社 東北支社
- (3) 請負者：瀧上工業株式会社
- (4) 工事場所：自) 福島県福島市飯坂町平野（福島飯坂IC：KP264.8）
至) 宮城県白石市福岡深谷（白石IC：KP299.4）
- (5) 工期：平成29年12月6日～
令和元年8月27日
- (6) 橋梁形式：単純非合成鈹桁橋
- (7) 橋長：42.000m
- (8) 支間：40.000m
- (9) 幅員：15.410m
- (10) 平面線形：∞



図-1 現場位置図

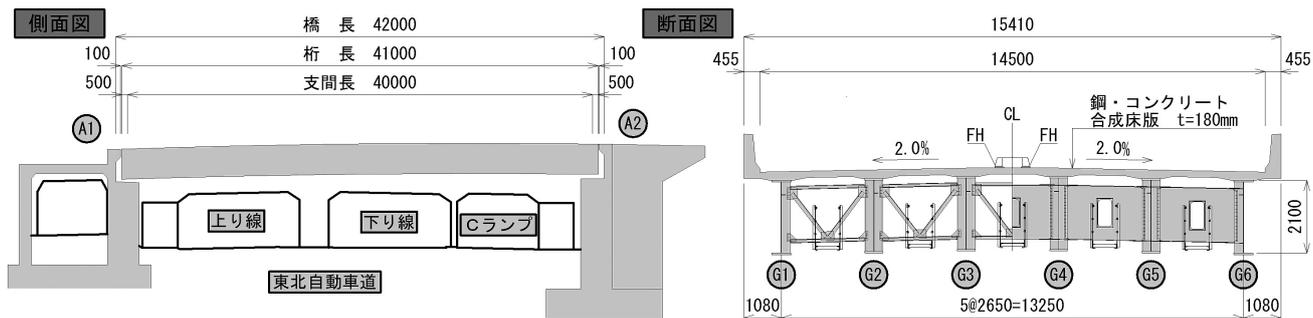


図-2 一般図

2. 現場における問題点

多軸台車による夜間一括架設を行うにあたり、交通規制時間内に架設を完了すること、架設時の安全性と架設後の出来形の確保において下記の課題・問題点があった。

2-1 多軸台車走行位置の問題点

当初の架設計画では、2台の多軸台車の編成で起点側の多軸台車が中央分離帯を走行し、終点側の多軸台車が下り車線を走行して一括架設を行う計画であった。このため、地耐力の低い中央分離帯上を走行することは、多軸台車の走行安定性に懸念が生じたため、その安全対策をどの様にするかが課題であった。

2-2 道路勾配変化の問題点

一括架設ブロックの運搬においては、橋台などとの干渉を避けるために地上より桁下を10m高い位置を維持した状態で運搬する必要がある。このため、一括架設ブロック運搬時の多軸台車は重心位置が高く不安定な状態で走行することとなるため、安全性確保のため桁の水平度を保ちながら運搬・走行することが必要であった。複雑な道路勾配変化の対応にあたっては、多軸台車に搭載された油圧サスペンションの調整能力 $\pm 350\text{mm}$ を使用し対応するものとした。しかし、道路勾配が一定でなく、特にヤードから東北自動車道に入る箇所にあたっては、勾配変化が複雑なことが予想されたため、調整も煩雑になり調整時間が必要と

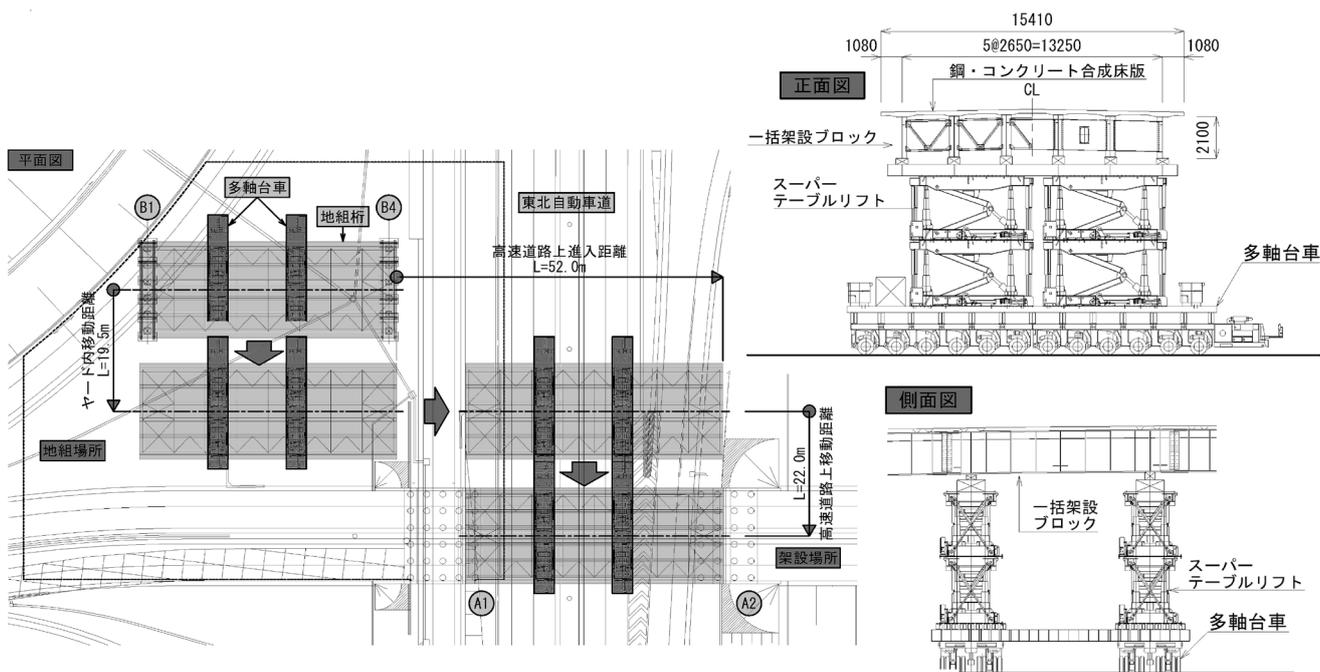


図-3 多軸台車搭載図および平面図

なることが予想されたため、その対策をどの様にするかが課題であった。

2-3 タイムスケジュールの問題点

夜間による一括架設ブロックの架設制約条件は、21:00～翌6:00迄、東北自動車道の全面通行止めで実施される計画であった。

そのため、地組ヤードから架設位置までの一括架設ブロックの運搬中は多軸台車の勾配調整も含めて、適正で確実な施工時間の設定が重要課題であった。

さらに、本橋は6主桁と主桁本数が多いため、先行設置される予定である計12箇所の支承とソールプレートを桁降下によりセットさせるのに時間を要することが懸念されたため、その対策をどの様にするかが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 多軸台車走行位置の変更

前述のとおり、地耐力の低い中央分離帯上を多軸台車が走行することは安定性に懸念が生じるとともに、それに伴う補強対策工事は、供用中となる東北自動車道での交通規制をしながらの作業となるため、中央分離帯を走行する多軸台車の位置を上り線の舗装上を走行する計画に変更した。このため、左右の多軸台車からの桁の張出し長に差が生じたが、3次元骨組解析により桁の耐力と安

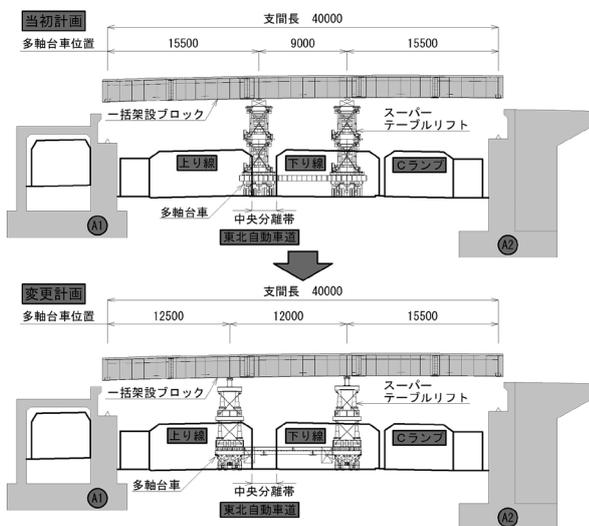


図-4 当初架設計画と実施架設計画の比較図

定性を確認し、多軸台車による一括架設に問題がないことを確認した。

3-2 ノンプリズム計測による道路勾配の確認

本工事では、多軸台車の走行ルートの確認のためノンプリズム型トータルステーションを使用した。また、多軸台車の走行ルートにおいては、地組ヤードから東北自動車道に出るまでの道路勾配は最大10%であったが、これらの測量結果を多軸台車走行ルートの道路勾配にあわせて多軸台車の油圧サスペンションの高さ調整量を事前に設定した。

また、多軸台車設備の工夫として、当初計画では左右の多軸台車の間にH鋼を横連結材として使用していたが、H鋼の中心にユニバーサルヒンジを設け、左右の多軸台車の高低差を吸収しジョイント部分が上下に動くことで、それぞれの多軸台車が単独で動くことを可能とした。なお、運搬時における一括架設ブロックへの水平力対策として、横ブレ防止ストッパーを設置することで、桁を所定の位置までズレを発生させることなく安全に運搬することができた。

さらに、一括架設当日の多軸台車の進入前に中央分離帯と路肩に事前設置した基準点に合わせて多軸台車の走行経路にマーキングを行うことで、多軸台車の道路勾配変化に伴う多軸台車の調整ポイントをオペレーターに明確に伝えることができたため、多軸台車による一括架設ブロックの運搬を安全かつスムーズに行うことができた。

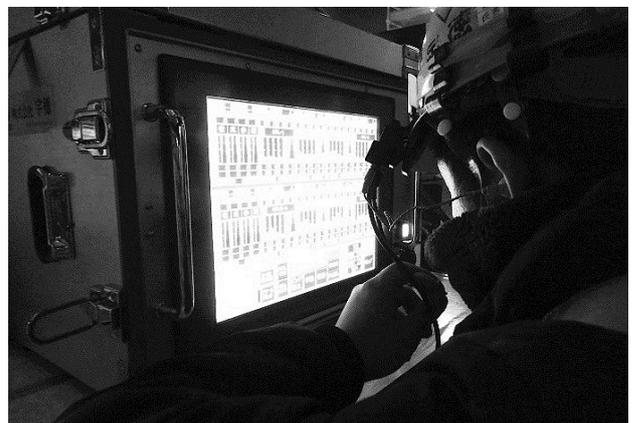


図-5 多軸台車操作状況

3-3 夜間一括架設作業の効率化

桁降下作業において、同時に12箇所の支承とソールプレートのボス孔へのセット作業は時間と困難を有するため、橋台のアンカーホール径は支承アンカーボルト径に対し、調整代に比較的余裕があるため、本橋の一括架設ブロックにはあらかじめ桁に支承を先行設置して架設を行った。

また、現場施工時においては決められた時間内に作業を確実に完了させるため、手戻りのない段取りを行うことが重要であるが、従来の施工図、文章、口頭による説明では現場作業員に対して正確な情報や理解が得られない可能性があるため、事前にCIMを活用したシミュレーションを実施し、一括架設作業前のミーティングにおいて職員や現場作業員のお互いの意思疎通を行うことで、施工中の管理ポイントを感覚的かつ具体的な指示を行うことができた。

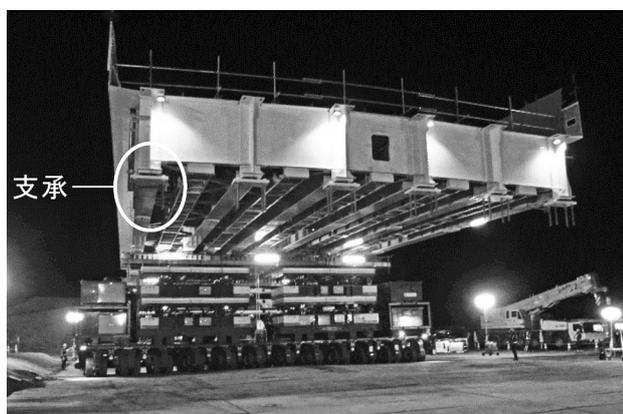


図-6 支承の先行設置状況

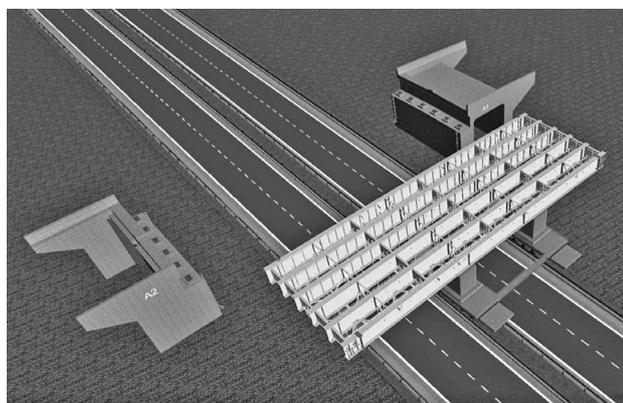


図-7 CIMによる架設シミュレーション

4. おわりに

本工事は、東北自動車道の通行止め規制を伴う自走式多軸台車での一括架設であり、作業時間の制約、橋梁の線形、搬送路面の段差や勾配変化といった様々な架設条件があり、それぞれの問題点に対して検討を行った。各課題・問題点に対して対応策の検討を行い、準備したことでトラブルなく連結が完了し、予定時間よりも1時間程度早く作業を完了することができた。

また、自走式多軸台車での一括架設は、現道の交通規制日数を大幅に削減できるとともに、現道利用者への影響を最小限にすることができる架設工方法である。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。実際、自走式多軸台車による架設工法が採用される場合においては、地組ヤードから架設地点までの制約による影響を大きく受けることから、事前の現地測量やCIMによる架設シミュレーションを行うことがタイムスケジュール管理上においても、作業員の習熟度を向上させる点においても非常に重要である。

本稿が今後の同様な橋梁架設工事において参考になれば幸いである。

最後に、本工事が無事故無災害で完工いたしましたのも、東日本高速道路株式会社 東北支社 福島管理事務所の方々をはじめ、工事関係者の皆様のご指導のおかげと深く感謝いたします。

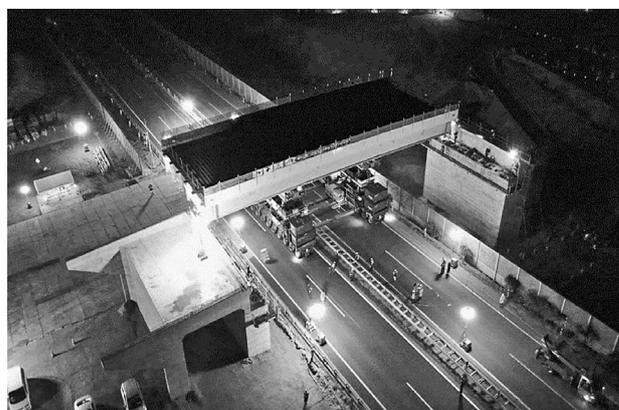


図-8 夜間一括架設状況

13 施工計画

重交通路線共用下における大型支承の取替え

日本橋梁建設土木施工管理技士会
瀧上工業株式会社
計画設計グループ部長
内田 義光

1. はじめに

母袋高架橋は長野市内の一般国道18号に位置する。慢性的な交通渋滞緩和のためにバイパス路線として平成9年に完成した鋼9径間連続非合成桁橋である。

本橋梁は、平成10年開催の長野オリンピックにあわせ整備された橋梁であり、景観に配慮した桁断面を有している。また、兵庫県南部地震直後の完成であり、支承機能として水平力分散型支承を採用している。

本工事では大規模地震に対する耐震性向上のため、高減衰ゴムを採用した免震支承への取替えを主たる工事として行った。母袋高架橋の一般図を図-1に示す。

工事概要

- (1) 工事名：母袋高架橋耐震補強その3工事
- (2) 発注者：関東地方整備局 長野国道事務所
- (3) 工事場所：長野県長野市川合新田地先
- (4) 工期：自)平成30年3月31日
至)平成31年3月31日

2. 現場における問題点

2-1 大反力支承取替え

大反力支承を取替えるにあたり、下記の問題点があった。

- ① 本橋梁の支点反力は7000kN/支点であり、大反力の仮受け方法の検討が必要であった。
- ② 本橋梁は景観に配慮して主桁の下フランジに傾斜が付けられているため、主桁の下フランジ

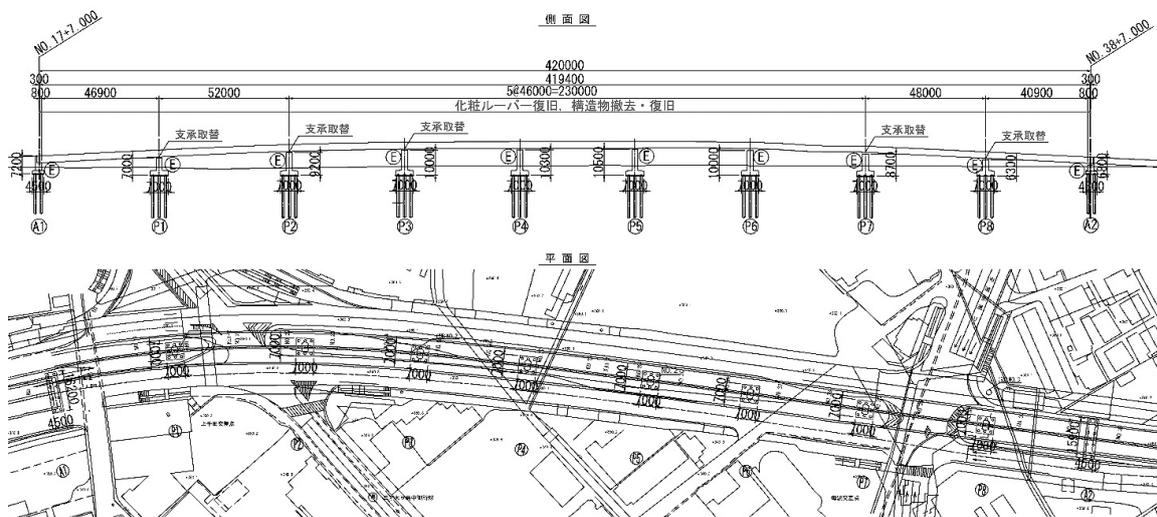


図-1 一般図

の傾斜および縦断勾配を考慮し、上載荷重を鉛直かつ確実に仮受けジャッキに伝達させるための配慮が必要であった。

- ③ テーパー加工された極厚かつ幅広のソールプレートに有している構造であり、既設支承を撤去する際にブレイカー等による台座コンクリートのハツリ作業が困難であることから、最適な撤去方法を検討する必要があった。
- ④ 取替える支承は、重量が5t程度の大型部材であり、橋脚天端の狭隘な空間での支承の撤去および取込みとなることから、安全な作業方法を検討する必要があった。

2-2 車道規制の抑制

本橋梁は一般国道18号に位置し、重交通路線であるため、現道上の交通規制等による交通への影響を可能な限り抑制する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 大反力支承取替えの工夫

(1) 仮受け支保工

構造寸法の関係から、橋座上（橋脚天端）での仮受けができないため、橋脚の起終点の両側に仮受け支保工を設置した。仮受け支保工位置の地盤耐力が不足し、仮受け中の支点沈下が懸念されたため、下部工フーチングの土被りを掘削し、下部工フーチング上に仮受け支保工を設置した。また、下部工フーチング上面に勾配が付いているため、支保工基礎の下面に設けた無収縮モルタルにより勾配を調整した。

(2) 仮受け補剛材構造

主桁の仮受け位置となる橋脚近傍は、現場ボルト継手に近接するため、添接板に極力影響がない仮受け補剛材構造とした。具体的には、ウェブのシアプレートに隣接する位置に仮受け補剛材を高力ボルトで設置した。モーメントプレート上には補剛材取付用高力ボルトを配置できないため、モーメントプレートの高力ボルト間にフランジ付補剛材を配置し、補剛材の下端を下フランジ添接板にメタルタッチさせる構造とした。

仮受け部位となる仮受けソールプレートは、仮受けジャッキと接する面が水平となるように斜めの下フランジの勾配に合わせてテーパー加工を施した。下フランジ下面に設置するソールプレートが下フランジ継手の高力ボルトと干渉するため、ソールプレートと添接板との間にザグリ加工したプレートを挟み込む構造とした。このように既設桁への改造負担を抑え、上部工の荷重を確実に伝達できる構造とした。主桁補強図を図-2に示す。

(3) 狭隘箇所での台座コンクリート撤去

台座コンクリート撤去作業を容易にするため、橋脚前面に設置したワイヤーソーにて支承下面と橋脚天端の2箇所を切断した。切断後にコンクリート塊をハツリ作業に支障とならないように、ソールプレート位置を外した場所まで引き出した。レバーブロック等の引張り機材にて引き出しながら、ブレイカーにて小割して撤去した。ワイヤーソー切断の際にワイヤーソーが支承底面の水平リブや補強鉄筋（特に水平鉄筋）の金属部に干渉する場合には、多少の時間を要した。ワイヤーソー切断により、コンクリートのハツリ作業に比べ安全かつスムーズに既設支承を撤去することが

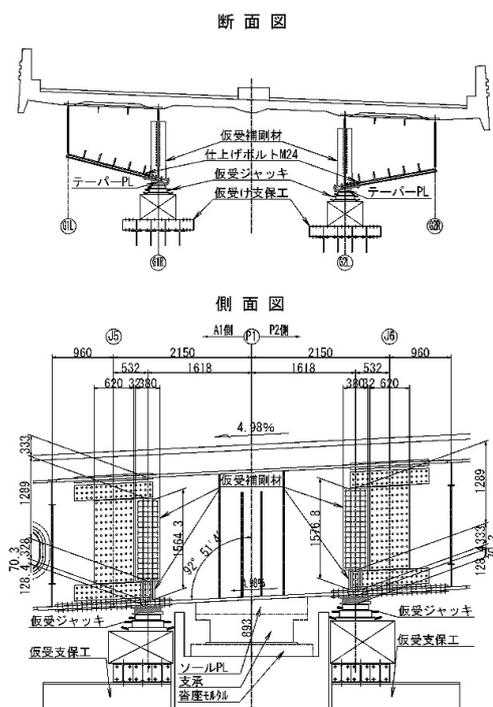


図-2 主桁補強図

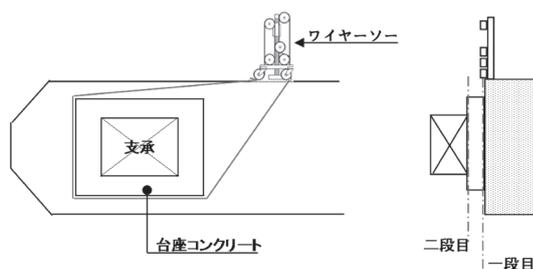


図-3 ワイヤソー切断図

できた。台座コンクリート撤去の所要時間は1支
承当たり半日から1日半であった。図-3にワイ
ヤーソー切断図を示す。

(4) 支承の撤去・取込み方法

支承1基の重量は既設支承で約5t、新設支承
で約4tであった。支承の撤去・取込み作業は、
狭隘な橋脚上にクレーンブームの差込みができな
いため、橋脚上での引出し・引込み作業と橋脚上
までの吊込み作業の2段階とした。

橋脚上での既設支承の引出しおよび新設支承の
引込み作業は、予め橋脚上にスライド基面となる
敷鉄板を敷設して、敷鉄板と支承との間に設置し
た滑り板（テフロン板）を介し、レバブロック
により所定位置まで行った。

既設支承は、上沓をソールプレートに取り付け
た状態で下沓とゴム支承を爪ジャッキで切り離
し、下沓を引出して撤去した。続いて、上沓を同
様に引出した。また、新設支承はベースプレート
溶接方式の支承であるため、先にベースプレート
を引込んで所定の位置に設置した後、支承一体の
引込みを行った。図-4に新設支承の引込み状況
を示す。

橋脚上までの支承の吊込み作業は、主桁間中央
の縦桁にトロリー軌条（H型鋼）を取り付け、縦
移動装置としてトロリーを配置して行った。既設
支承は橋脚上での引出し後、上沓、ゴム沓、下沓
に分解した各支承部品をトロリー付のチェンブ
ロックにて吊込み、仮受け支保工の外側まで縦移
動して地上へ降下した。また、新設支承は分解し
ない一体吊込みで重量が大きいため、クレーンに
て仮受け支保工上に仮置きし、同様にトロリー付
チェンブロック2台で吊上げ、橋脚上まで縦移



図-4 新設支承引込み状況

動した。

上記の作業をシリーズ的に画一化したことによ
り、狭隘な場所での重量物の取り扱い作業におい
て、作業者の配置を固定できた。また、作業者間
の連携が円滑に保たれ安全かつスムーズに作業を
行うことができた。

3-2 車道規制縮減の工夫

(1) 車道占用規制日数

本工事では支承取替えのための主桁仮受け方法
として大反力（約7000kN/支点）を支持する必要
性から、橋脚フーチング基礎上に仮受け支保工を
設置する計画であった。また、交差点に近接する
P2、P3橋脚において、フーチング基礎の一部が
供用道路下に位置していた。そこで、仮受け支保
工基部を可能な限り縮小することにより、フーチ
ング基礎上の掘削範囲を縮小し、道路占用幅を路
肩内に収めて車道を確保する計画に変更した。図
-5にP2橋脚路肩側占用断面図示す。

- ① 車道側の輪荷重の影響を踏まえ、掘削縮小
範囲を決定した。
- ② 路肩を常時占用規制帯とし、車道（右折
帯）通行を可能とした。
- ③ 車道の上空占用となる足場設置・解体作業
は、一時的に夜間の車道（右折帯）規制とし
た。

上記施策により車道（右折帯）の長期占用規
制を回避でき、路肩占用規制としての使用から
常設帯としての使用が可能となった。また、道
路側の掘削・埋戻し作業、仮受け支保工設置・

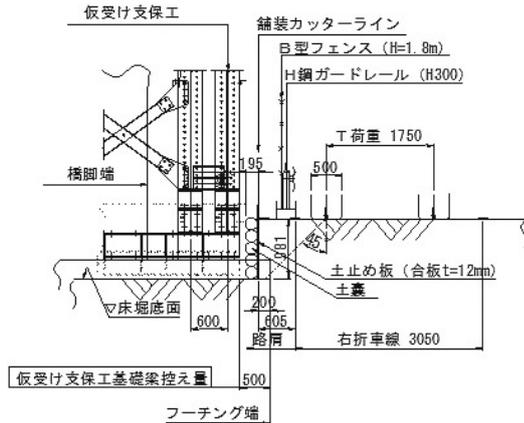


図-5 P2橋脚路肩側占用断面図

撤去作業を昼間の施工とすることができた。さらに、車道の交通規制回数および夜間作業の縮減となり、社会的影響を最小限に抑制できた。車道交通規制日数の縮減効果は、以下のとおりであった。

標準施工での車道規制日数 = 110日
 実施工での車道規制日数 = 9日
 縮減日数 = 101日

(2) 桁下高さの低いヤードの交通規制回数

交差点に近接するP8橋脚終点側の施工において、常設作業帯の桁下の高さが4.2mであった。そのため、部材の取込みや上架作業に必要な重機等の作業車両設置ができず、隣接する供用車線からの作業となった。そこで、交通規制を伴う作業日数を縮減する必要があることから、部材の取込みや上架方法を工夫し、作業効率を高める計画とした。

(a) 部材取込み作業

部材取込み（取卸し）方法をトラッククレーンから積載型トラッククレーンに変更した。トラックの荷台から部材を直接荷卸し後、重荷重用ローラーコンベアを用いて作業場所まで順次横持ちを行った。部材運搬と荷卸し作業を同一車両で行うことで、取り込める部材量を多くでき、相応の部材集積も可能とすることにより作業効率の向上を図った。

(b) 部材上架作業

部材上架作業において、予め主桁間中央の縦

桁に設置した縦移動装置（トロリー）と吊上げ用ウインチにより取込み（取卸し）を行った。これにより、間断なく逐次所定位置までの部材移動を効率良くスピーディーに行うことができた。

上記施策により、車線交通規制帯内の工事車両台数を少なくすることで、規制帯長を短くできた。荷捌きおよび仮受け支保工設置・解体作業の効率が向上したことにより、車線（右折帯）交通規制回数を縮減し社会的影響を最小限に抑制できた。図-6に部材取込み・上架作業状況を示す。車道交通規制回数の縮減効果は、以下のとおりであった。

標準施工での車道規制回数 = 14回
 実施工での車道規制回数 = 7回
 縮減回数 = 7回

4. おわりに

本工事では、日交通量約3万台の重交通路線の高架橋の大型支承取替え工事であり、高架橋下の中央分離帯を施工ヤードとした路上作業であった。狭隘な作業空間での支承取替え方法、部材撤去・取込み方法さらに交通規制を伴う路上工事を縮減する施工方法の工夫を実施した。最後に工事にご理解ご協力をいただいた関係各署の方々に厚く御礼を申し上げます。

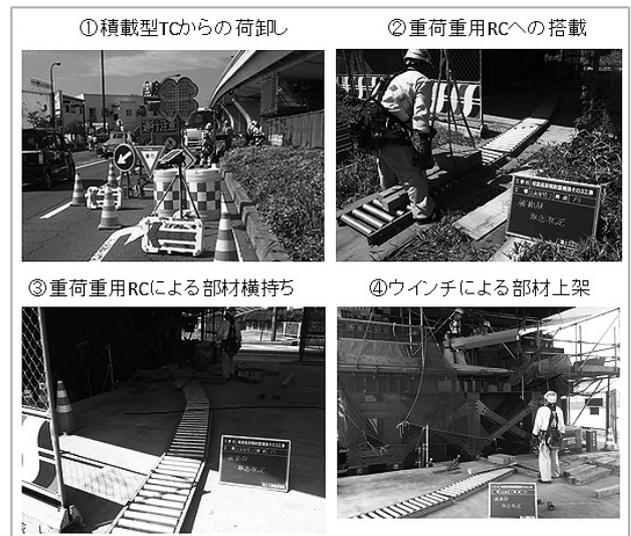


図-6 部材取込み・上架作業状況

14 施工計画

セッティングビームによる支承部取替

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

工事管理者

亀井 省吾[○]

現場責任者

谷口 眞

設計担当

荒川 慎平

1. はじめに

東海旅客鉄道（株）では、開業50年を迎えた東海道新幹線の土木構造物の延命化を図るため、平成25年度より土木構造物の大規模改修工事を実施している。鋼構造物における工事内容は、トラス橋、開床式下路プレートガーダー橋の床組接合部対策や、支承部取替補強等があげられる。

支承部取替は、営業列車の徐行を不要とするため、橋脚前面に活荷重に対応できる前面ブラケットを設置し、それを用いて支点替えをした後に、支承部を取り替える工法を基本としている（図-1）。

今回、施工する満水橋梁に関しては、JR東海道線直上の橋梁（鋼製受桁形式）であり、基本施工方法が採用できない課題の多い橋梁の施工となった。

工事概要

- (1) 工事名：静岡地区新富士保線所ほか2保線所管内土木構造物大規模改修その他工事（鋼橋H31）
- (2) 発注者：東海旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：静岡県掛川市
- (4) 工期：平成30年11月～令和2年3月

2. 現場における問題点

本工事の施工に際して、以下の問題点があった。

2-1 前面ブラケットの適用不可

満水橋梁（図-2）では、在来線直上に設置された橋梁で、鋼製受桁上の支承部を取り替える工事であった。本橋梁桁下面と防音工の間に、前面ブラケットを設置できるスペースがないため、基本工法が採用できなかった。

そこで、仮受方法は基本方法の前面ブラケット方式ではなく、スペースのある主桁上フランジにセッティングビームを設置し、それにより仮受けする工法を検討した。（図-3）セッティングビーム工法の採用にあたり、以下の課題点を検討する

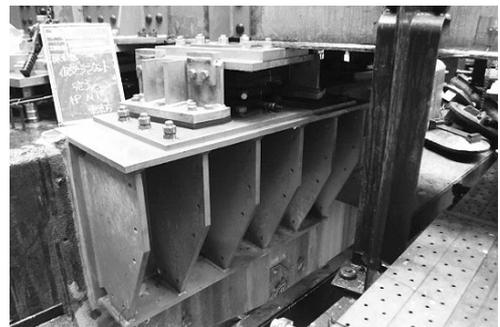


図-1 前面ブラケット工法



図-2 満水橋梁現場状況（さく外）



図-3 満水橋梁現場状況（さく内）

必要があった。

2-2 建築限界の確保

新幹線の軌道内は、列車が通る範囲内（建築限界）に物を置いたり、構造物を設置したりすることができない。そのため、セッティングビームは、建築限界に支障しない範囲（図-4の点線枠外）で設置しなければならなかった。現場調査の結果、中央主桁に関しては、セッティングビームが建築限界を支障することが判明した。そのため、中央主桁に関しては、構造を検討する必要が生じた。

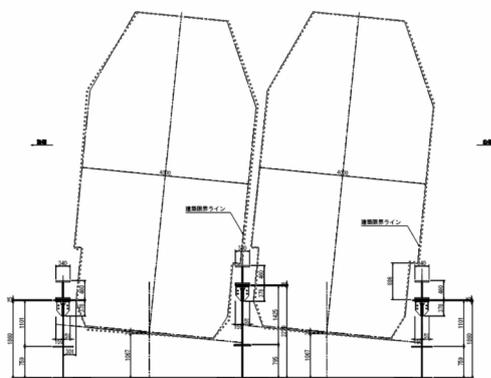


図-4 建築限界

2-3 重量物運搬方法の検討

セッティングビームは1基の重量が約700kgと重量物になるため、搬入方法の検討が必要となった。当該橋梁は、図-2のように在来線直上橋梁のため、大型クレーン車による線路外からの搬入はできなかった。

2-4 夜間施工による施工ステップの細分化

大規模改修の沓取替作業は、基本施工の前面ブ

ラケットの支点替え後は、昼間作業にて作業がで

きる。本橋梁は、活荷重対応の仮受が困難であり、昼間作業で支承部取替作業ができないため、夜間列車間合で作業を行う。

また、毎日、作業完了後すぐに、保守用車・新幹線が通行できるように、施工ステップを日毎に細分化する必要があった。特に新幹線を走行させるために、既設沓は常に機能した状態にしないといけないため、沓の撤去方法に関しては、細心の注意を払う必要があった。

2-5 溶接部の撤去

既設沓を撤去するために、沓及びソールプレートの溶接部を撤去する必要がある。しかし、狭隘な作業環境上、溶接部の切断及び、切断面の確認が困難であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 セッティングビームの仮受適用

主桁上フランジ上にセッティングビームを設置し、仮受する工法とした。軽量化と小型化を図るため、死荷重対応の設計とした。セッティングビーム設置状況は以下の通りである。（図-5）



図-5 セッティングビーム設置完了

セッティングビームに関しては、上フランジ上をスライド移動させることで、東京方、大阪方の桁のどちらでもジャッキアップできるように、両端に油圧ジャッキを受けられる構造とした。

また、セッティングビーム設置検討において、各課題に対する工夫・改善を以下の通り実施した。

3-2 偏心構造

中央主桁のセッティングビームは、標準構造

の場合、上フランジが建築限界を支障するため、セッティングビームの上フランジを偏心させる偏心構造を採用した。(図-6) これにより、建築限界の余裕値が生まれ、セッティングビームを設置することができた。

ただ、新幹線の軌道状態が変わることにより、建築限界の余裕値も変わるため、日々、建築限界の余裕値を測定することで、セッティングビームが建築限界を支障していないことを確認し、安全管理を行った。(図-7)

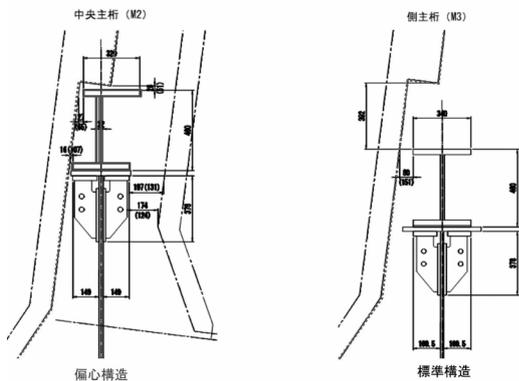


図-6 セッティングビーム (偏心、標準比較)



図-7 建築限界測定状況

3-3 新幹線保守用車を使用した重量物運搬

セッティングビームの運搬及び設置には新幹線保守用車(15トクレーン)を採用した。セッティングビーム設置作業前(昼間作業)に、保守用車を収容・運行管理する保守基地にて、保守用車トロにセッティングビームを積み込み、(図-8) 夜間作業時に、当該現場まで新幹線線路上にて輸送した。現地では、保守用車トロのクレーンを使用し、当該箇所にセッティングビームを設

置した。これにより、重量物であるセッティングビームを安全かつ効率的に、現場に搬入及び設置することができた。(図-9)

また、セッティングビームだけでなく、その他部材(新沓、桁補強材等)も同時に保守用車にて、まとめて運搬・現地搬入を実施し、人力運搬よりも作業効率化を図ることができた。



図-8 新幹線保守用車 積み込み状況



図-9 セッティングビーム設置状況

3-4 施工ステップの分割化

既設沓の撤去方法及びステップは、以下の通りとした。①沓、ソールプレートの溶接部の撤去、②既設沓サイドブロックの切断、③サイドブロック切断方向へ沓を押し出し撤去。(図-10)

セッティングビームは死荷重対応の設計のため、毎日、桁を扛上させる必要がある作業が完了した後、桁を扛下させ、新幹線が走行できる状態に復旧する必要がある。夜間列車間合いでの作業であり、沓のサイドブロックを切断した当夜に、既設沓を撤去し、新ソールプレート、新沓を設置することが作業時間上できないため、サイドブロック切断後は、既設沓のサイドブロック機能を有する「移動制限装置(図-11)」を日々設置撤

去することとした。

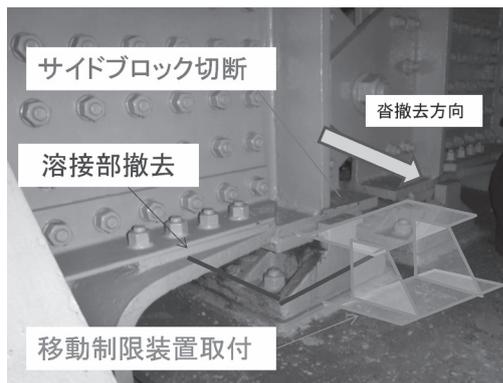


図-10 既設沓撤去方法



図-11 移動制限装置設置状況

「移動制限装置」を日々、設置撤去することにより、沓撤去、ソールプレート新設、沓新設をそれぞれ、別日で施工可能になった。施工ステップは図-12のようになり、サイドブロック切断以降の各作業とも夜間作業間合いで作業が完了できるようになった。

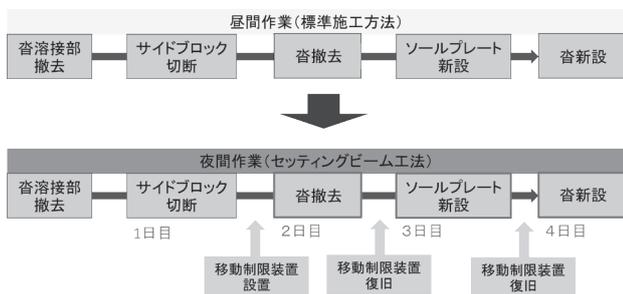


図-12 施工ステップの変更

3-5 溶接部の撤去について

溶接部、サイドブロックの切断は、狭隘な作業環境下で、母材を損傷させずに実施する必要があるため、高い施工精度が求められた。そこで、ピースカッターを使用して切断することとした。

ピースカッターを使用することにより、母材を損傷させずに、切断することができた。また、ソールプレート、沓、サイドブロックと切断高さが異なるため、高さ調整器具を作成し、すべてピースカッターを使用し、切断できるようにした。(図-13) 狭隘箇所のため、ピースカッターを使用できない線路直角方向に関しては、グラインダにより溶接部の撤去を実施した。線路直角方向は溶接部の撤去状況を肉眼で確認することが困難なため、ファイバースコープを使用し、確認をした。

この施工方法により、溶接部の撤去が一定以上の精度でできたため、沓撤去が線路閉鎖工事時間内に完了することができた。



図-13 溶接部切断状況

4. おわりに

本工事では、セッティングビームを使用することにより、在来線直上の鋼製受桁形式の本沓を無事故・無災害で取り換えることができた。

本工事の苦勞した点としては、設計時において、セッティングビームが建築限界を支障しないように構造検討をした点があげられる。施工時の苦勞した点は、夜間列車間合い時間のみでの施工のため、1日の施工量が限られ、施工ステップの細分化の検討をした点があげられる。

本工法の工夫や改善点が、類似工事の参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、保守用車の手配、建築限界の管理手法をはじめ、多大なる協力・指導をいただいたJR東海掛川保線所、JR東海新幹線鉄道事業本部施設部工事課、また、ご協力をいただいた関係者の皆様に謝意を申し上げます。

15 施工計画

自走推進型開削工法による低空頭橋梁下への 2次製品 U 型水路の設置

岡山県土木施工管理技士会

アイサワ工業株式会社

計画担当

日下部 彰[○] 成瀬 龍一郎

1. はじめに

当工事は、過去の台風による浸水被害の発生に伴う雨水幹線の整備が進められる中、整備済み雨水幹線に接続される住宅地域内を通る既設水路の流下能力の向上を図ることを目的として、既設護岸を残したまま、河床の掘り下げを行って水路断面の拡大を図るものである。

事業としては延長約850mを整備するもので、当工事は本事業の施工が開始されて3期目であり、既に延長約380mが施工済みである。当工事の全施工延長はL=200.93mで、その内標準部施工区間がL=160.43m、道路橋梁施工区間がL=40.50mである。

工事概要は次の通りである。

工事名：浦安12号雨水渠整備工事（その21）

工事場所：岡山市南区築港緑町一丁目、築港緑町二丁目、築港新町二丁目地内

工期：H.29年9月7日～H.30年4月29日

発注者：岡山市

工事内容：U型水路（B3200×H1000）L=126.40m

（B2900×H900）L=40.50m

（B3200×H900）L=34.03m

2. 現場における問題点

2-1 現場の状況

1) 標準部施工区間の状況

当工事場所は、両側石積み護岸の水路（河床幅約5～5.5m、高さ約2m）の両側に道路を配し、

その道路沿線並びにその周辺には家屋が密集して建ち並んでいる。また、護岸と道路との間には全線にわたって桜並木が植え



図-1 既設水路と周辺の状況

られており、周辺住民の憩いの場として親しまれている。（図-1）

2) 道路橋梁施工区間の状況

工事区間内において水路を道路が横断する箇所があり、桁下空頭約1.7mの橋梁区間が存在する。

橋梁部は河川護岸を兼ねた橋台にコンクリート床版構造となっており、橋梁上部は複数の道路が交差する変則的な交差点となっている。また、橋梁両端部には下流側にガス管（φ200）、上流側には水道管（φ200）が添架されており、さらに橋梁に近接して、下流側には掘削底面下0.35m位置にNTTケーブル、上流側には橋梁桁下高とほぼ同じ位置にガス管（φ250）が横断している。

3) 地質状況

地質は、上部（GL～GL-1.5m）には道路築造時の盛土と思われる礫混じり粗砂～粗砂が分布し、河床を含む下部は層厚約13m程度で非常に軟弱な（N値=0モンケン自沈）砂質シルト～シルトの沖積粘性土層が厚く分布している。

2-2 施工方法

施工方法については、①周辺桜並木の伐木撤去が不要、②道路横断部の橋梁撤去が不要、③異常出水後の作業休止期間が短い、④施工時、施工後の既設護岸への影響が少ない、⑤工期・経済的に有利、などのメリットが大きいことから、2次製品U型水路を自走推進型開削工法（OSJ工法）により設置する工法が採用された。



図-2 OSJ機

OSJ工法は施工重機をパイプライン上に配置して、最前部でバックホーにより掘削を行いながら埋戻し土に反力を取って油圧ジャッキによりOSJ機（図-2）を推進させ、同時に後方にて埋戻しを行う。この作業を繰り返し、OSJ機のテール部に空間ができると、機内にて基礎工を施工し、後方より函渠を布設する。このように、本工法は掘削から埋戻しまでの一連の作業を繰り返し、一函毎連続して函渠を地中に埋設する工法である。

2-3 現場の問題点

1) 標準部施工区間における施工上の問題点

標準部の施工断面図を図-3に示すが、その施工方法としては周辺の桜並木への影響を考慮し、水路内にてバックホーにより掘削を行い、側方の道路上に配置したクレーンによるダンプトラックへの残土の積み込み、搬出を行った。後方の埋戻し土及び基礎砕石、U型水路の吊り込みについては側方道路上よりクレーンにて行った。（図-4）

標準部施工区間における施工上の問題点としては、非常に軟弱な地盤であることからOSJ機の

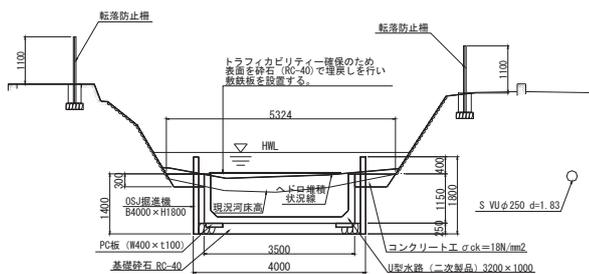


図-3 標準施工区間の施工断面図

沈下に伴う推進不能や石積み護岸への影響が懸念された。

2) 道路橋梁施工区間における施工上の問題点



図-4 標準区間の施工状況

道路橋梁施工区間においては、橋梁上の道路状況からして橋梁を撤去しながら片側交互通行による施工は困難であるものと判断されたため、橋梁を残したまま施工する方法を検討した。その場合の施工上の問題点として、次の点が挙げられた。

- ① 長距離・低空頭橋梁下での必要水路幅を確保したU型水路の設置方法。
- ② 掘削による橋台への影響。
- ③ 掘削底面下近傍のNTTケーブルへの影響。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 工夫・改善点

1) 標準部施工区間における工夫・改善点

OSJ機後方左右外側に沈下防止装置（大型キャスター）を取付け、両サイドの置換え砕石上に設置した敷板上を走行させてOSJ機の沈下防止を図ることとした。（図-5）

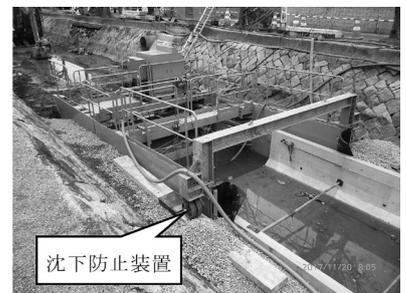


図-5 OSJ機と沈下防止装置

2) 道路橋梁施工区間における工夫・改善点

U型水路の設置方法としては、側方スペースが少なく、必要水路幅の確保が可能な横引き工法による2次製品U型水路を設置することとした。

ところが、上記の方法による場合、橋台に沿った直掘りが必要で、橋台への影響が懸念されるため、何らかの防護工の施工が必要不可欠と判断された。しかし、供用中の道路上からの施工が困難で、しかも低空頭橋梁下での施工であり、その施工方法が課題となった。

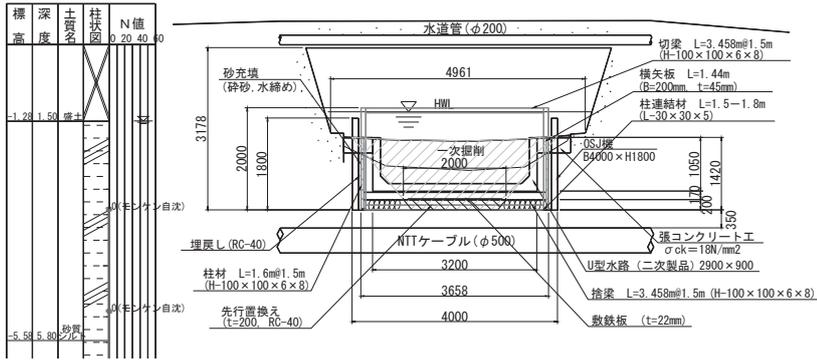


図-6 道路橋梁区間の施工断面図

そこで、標準部施工区間からの連続施工が可能なOSJ工法による施工方法の検討を行った。その結果、図-6の施工断面図に示すように、OSJ工法により根入れを持たない矩形に組立てたH型鋼（柱材、捨梁、切梁で構成）の親材と横矢板を人力により1スパン（@1.5m）毎組立てながら、最終的に防護工として連続したH鋼横矢板土留めを

橋梁下全区間へ設置し、その後、横引き工法によりU型水路の布設を行うこととした。

また、OSJ機の沈下による掘削底面下近傍のNTTケーブルへの影響については、標準施工区間と同様に沈下防止装置の設置により、OSJ機の沈下防止を図ることとした。

施工手順としては、残土の搬出経路と掘削機の稼働スペースを確保するために、先行して上流側より小型バックホーとキャリアダンプにより、橋台への影響を最小限に抑えるために橋台基礎前面の地山を残して一次掘削を行う。一次掘削完了後、下流側よりOSJ機前方にて残した地山の二次掘削を行いながらOSJ機を推進させ、後方よりキャリアダンプにより運搬した再生砕石

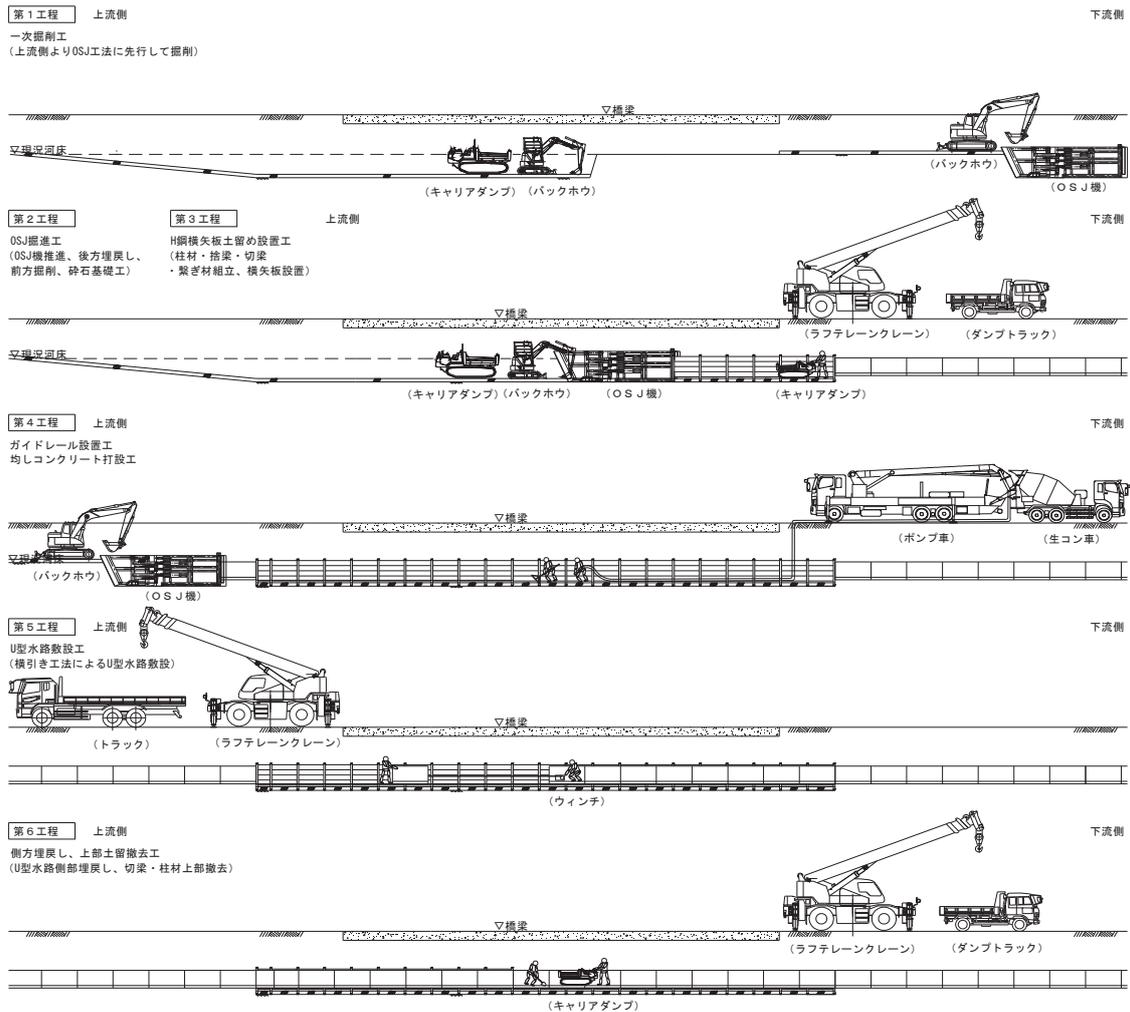


図-7 道路橋梁区間の施工手順



図-8 前方掘削・積込み状況



図-9 砕石基礎・土留組立状況



図-10 H鋼横矢板土留め完了



図-11 U型水路吊降ろし状況



図-12 U型水路横引き状況



図-13 橋梁区間U型水路完了

を基礎材として敷均すとともに側方の埋戻し材として使用する。1スパン (@1.5m) 掘進後、OSJ機内にてH鋼親材及び横矢板を組立てる。掘削から横矢板設置までを1スパン毎繰返して橋梁下全区間のH鋼横矢板土留め工を完成させる。

土留め工完了後、基礎コンクリートを打設し、上流側より順次2次製品U型水路を吊り込み、スライドして水路の布設を完了させる。

水路布設完了後は水路底面下空隙部へのグラウト注入及び土留めと水路の空隙部への砂充填を行い、上部土留め材(切梁、柱材上部)の撤去を行って水路を完成させる。図-7に橋梁区間の施工手順、図-8～13に施工状況を示す。

3-2 適用結果

1) 施工日数

一次掘削工において予期せぬコンクリート障害物の出現により工程が計画より大幅に遅れたが、その後は雨の影響により上流締切り部の越流による工事区域内への雨水の流入があったものの、作業範囲がOSJ機内のみで短いことから、流入後の作業の休止期間が短く早期に再開することができ、ほぼ計画通りに完了した。

尚、標準部施工区間においては計画実働日進量4.09m/日に対し、約5.0m/日で実施できた。

2) 橋台への影響

施工中の橋台への影響を調べるため、橋梁上部道路上の左右それぞれ3箇所を観測点を設けて沈下量を計測した。その結果、いずれの点においても3mm以内に収まり、影響は見られなかった。また、沈下量測定箇所(3箇所)における左右橋台の内空変位を計測したが、いずれの箇所においても5mm以内で推移し、水平変位についてもほとんど影響は見られなかった。

4. おわりに

非常に軟弱な地盤で、到底安定したとは言い難い石積み護岸を有する水路の河床下への2次製品U型水路の設置工事において、自走推進型開削工法(OSJ工法)を適用し、さらに道路橋梁区間においては、超軟弱地盤で低空頭、狭小幅といった難条件の下に同工法によるH鋼横矢板土留めの設置により、橋台に影響を及ぼすことなく、道路を供用しながら工事を完了することができた。

ところで、近年頻発する集中豪雨などへの対応として、今後排水路整備が進むものと思われるが、今回の施工結果が、今後の雨水や用排水路整備を進める上で参考になれば幸いである。

16 施工計画

河川部ランプ橋の本線接続工事 ～橋脚の新設および大規模改築～

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

設計担当

監理技術者

計画担当

齋 藤

剛

山本 一昭

多留 彰男

1. はじめに

工事概要

本工事は、首都高速道路中央環状線外回りから小松川線下り線に連結するA連結路、小松川線上り線から中央環状線内回りに連結するB連結路のうち、河川部範囲を新設するものである。

河川部の構造平面図を図-1に示す。橋梁形式は、鋼床版箱桁および鋼床版鈹桁を採用している。また下部工は、新設橋脚8基のうち、河川内橋脚及び中堤内の6基が鋼製橋脚、陸上側の2基がRC橋脚である。また本線橋梁との接続範囲においては、既設橋脚12基の耐震補強を行っている。

本稿では下部工に着目し、河川部特有の立地条件に適応した設計・施工について論述する。

(1) 工事名：小松川ジャンクション河川部工事

(2) 発注者：首都高速道路株式会社

(3) 工事場所：東京都江戸川区

(4) 工期：2012年8月31日～2019年9月24日

2. 現場における問題点

小松川ジャンクション河川部工事（以下、小松川JCT）では、次に示す4種類の立地条件のもとに下部構造が存在する。

- ① 荒川と中川を隔てる中堤に設置する鋼製橋脚（新設および既設）
- ② 中川の河川内に設置する新設鋼製橋脚
- ③ 中川堤防上に位置するRC橋脚
- ④ 陸上部に位置するRC橋脚（新設および既設）

本稿ではこれら①②③について、設計上および施工上の課題を詳述する。

2-1 中堤に設置する既設鋼製橋脚の耐震補強

既設鋼製橋脚は、首都高速道路の耐震補強要領

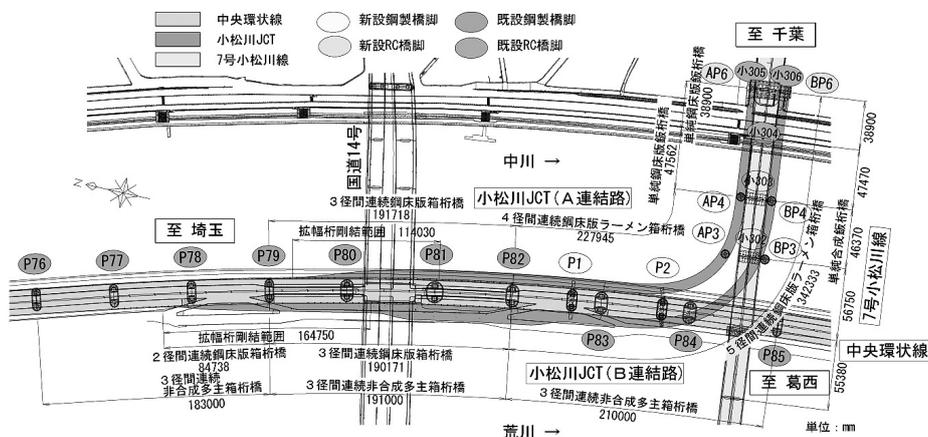


図-1 全体一般図

に基づき、縦リブ補強および中埋めコンクリート充填により耐震補強を実施している。本工事にて構造全体系を照査した結果、橋脚アンカー耐力が橋脚基部耐力を下回り、引張側アンカーの軸方向応力度が、降伏強度を超過したため補強が必要となった。なお、橋脚基部は中堤表面から約10m程度の深度に埋設されており、非出水期の限られた期間での、急速施工が求められた。

2-2 河川内に位置する鋼製橋脚の防錆向上

河川内橋脚4基については、従来の設計方法として、防食板(SM400A、 $t=28\text{mm}$)を橋脚母材に隙間を設けて巻き立て、隙間に合材を充填する工法が用いられてきた。しかし、防食板は維持管理上の課題があることから、防錆効果の持続性を確認できる防食工法を検討した。

2-3 堤体位置で連結路を支持する橋脚の構築

小松川JCTではA連結路を支持する橋脚が中川の左岸堤体位置に必要である。しかし、河川管理者との協議の結果、新たな下部工の構築や既設小304橋脚の基礎補強を行わない橋脚を構築することとなった。(図-2)



図-2 既設小304橋脚 (当初)

3. 工夫・改善点と適用結果

下部工それぞれの立地条件による設計上および施工上の課題について、対処した内容を以下に詳述する。

3-1 既設鋼製橋脚の基部拡幅補強

橋脚基部のベースプレートと板継溶接によって拡幅し、頂版コンクリートの支圧面積を増加させ、既設アンカーが引張降伏する時のアンカー耐

力が橋脚基部耐力を上回るようになる機構とした。概念を図-3に示す。

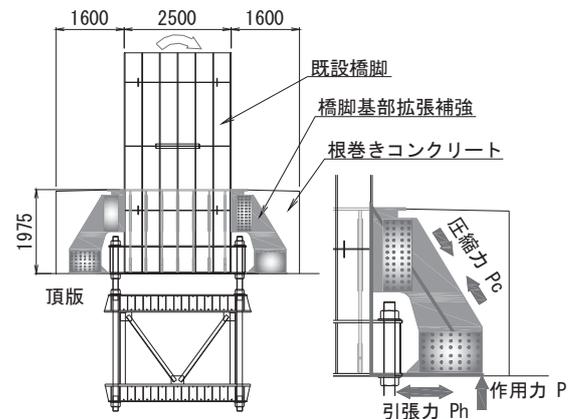


図-3 橋脚基部拡幅補強の概念図

本検討結果の妥当性を評価するため、3次元FEM解析を実施し、補強構造の荷重伝達機構および降伏点を超過する応力が発生していないか確認した。

FEM解析は図-4に示すとおり縮尺を実橋に対して1/3とし、橋脚天端から頂版コンクリート下端までを対象に1/2対称モデルとした。モデル化に際しては、鋼板は4節点の線形シェル要素、コンクリート及びアンカーボルトは8節点の線形ソリッド要素を用いた。

実構造物と解析モデルの各構造部材の板厚及び材質を表-1に示す。荷重条件は、鉛直荷重を載荷させた状態で、橋脚基部のアンカー耐力相当の

表-1 各構造部材の板厚・材質

構造部材	板厚(mm)		材質
	実構造	モデル	
橋脚フランジ	28	9	SM570
橋脚ウェブ	46	16	
縦リブ (フランジ・ウェブ面)	18	6	
ダイヤフラム	12	9	SS400
横リブ	10	9	
ベースPL・基部フランジ	30	9	SM570
基部リブ	25	16	
基部リブ (最外縁)	25	9	S35CN
アンカーボルト	φ170	φ55	
延長ベースPL・基部フランジ	25	9	SM570
延長基部リブ	25	16	
延長基部リブ (最外縁)	25	9	
増設リブ	25	16	
増設リブ (最外縁)	25	9	
増設フランジ	30	9	SD490
増設アンカーボルト	D51	D16	

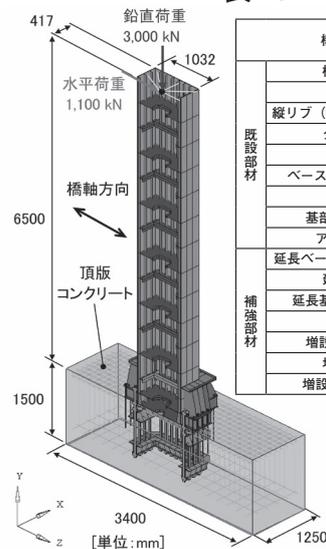


図-4 解析モデル

曲げモーメントを発生させる水平荷重を10%ずつ漸増させた。境界条件は、橋脚ベースプレートとコンクリートの境界では圧縮のみ荷重伝達し、引張は荷重伝達しない接触条件とし、境界面平行方向は剛結とした。

解析の結果、頂版コンクリートにおける圧縮応力度が局所的な超過にとどめ、既設アンカーの発生応力度は降伏強度の70%程度まで低減できた。

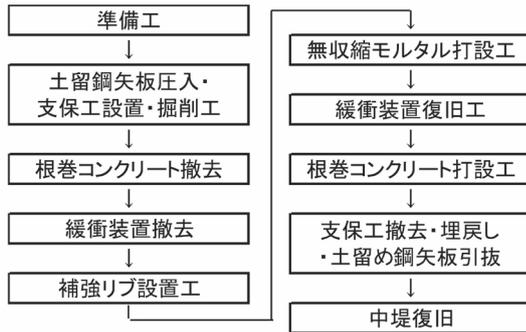


図-5 橋脚基部拡幅施工ステップ

基部拡幅補強工の施工フローを図-5に示す。上述したように、橋脚基部は中堤表面から約10m程度の深度に埋設されている。このため、土留鋼矢板を圧入し支保工を設置後、堤防の掘削を行った。

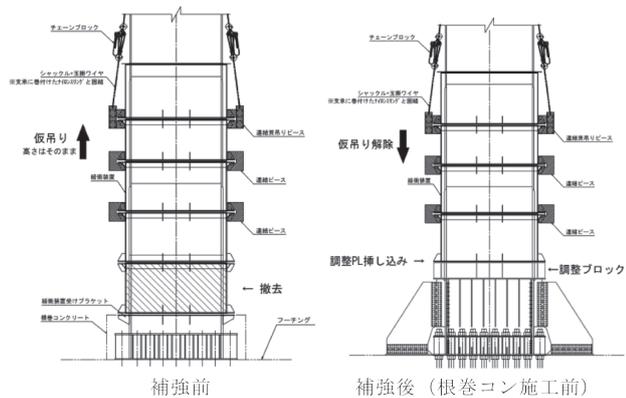


図-6 橋脚基部拡幅補強設置要領図

既設橋脚には堤体との所定の離隔を確保するために、緩衝装置と呼ばれる鞘管が中堤天端高さまで巻かれている。これにより地震時において橋脚と堤体（周辺地盤）との相対変位を吸収し、かつ周辺地盤からの土圧に耐える役割をもつ。本工事では、基部補強との取合いにより、この緩衝装置を部分的に改造が求められた。

そこで、工程短縮のため、既設緩衝装置と取合う柱基部付近の緩衝装置のみ撤去し、上方の緩衝装置は橋脚から吊り下げた状態で、下端の緩衝装置の撤去・改築および復旧を行った。(図-6)

3-2 ライニング工法と電気防食の採用

河川内橋脚の構造一般図を図-7に示す。橋脚本体の防錆向上策として、飛沫帯部に厚さ2mmの耐海水性ステンレス鋼(SUS312L)によるライニング工法を採用した。ライニングはT.P.-2.0mからT.P.+3.0m範囲に設置した。

ライニングと橋脚母材とは高い密閉性を保証させるため、工場溶接にてTIG溶接により設置する。そこで、一部材範囲内にライニングが収まるように橋脚のブロック割を設定した。

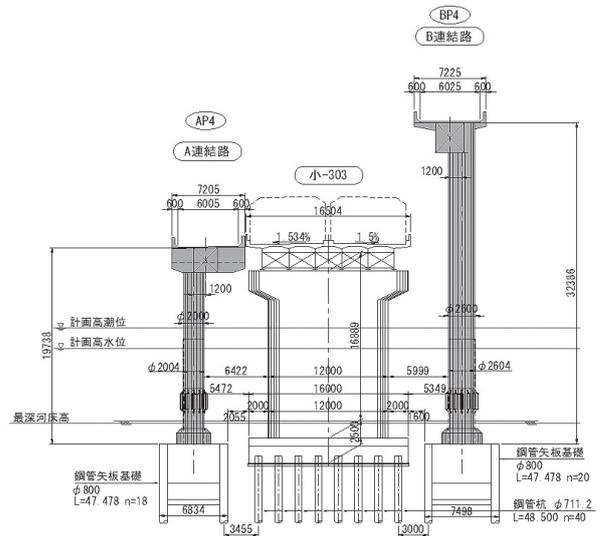


図-7 河川内橋脚構造一般図(着色部は新設)

また、水没する範囲には、高い防錆性能を確保するため、アルミニウム合金陽極による流電防食工法を採用した。合金陽極は丸型橋脚の円周方向に約30°間隔となるように並設した。

河川内橋脚は、工場から架設位置まで海上輸送を行い、商用船舶の往来が少ない夜間にフローティングクレーンにより架設した。

3-3 小304既設RC橋脚への鋼製横梁の増設

小304橋脚の梁先端にA連結路の荷重を支持する横梁を接続した場合、基礎やRC梁根元を増強した後に復旧するような、大がかりな補強が必要となるため代替案を検討した。

その結果、**図-8**に示すように既設RC橋脚を囲むように鋼製横梁を設置することで、天秤の要領で上部工を支持し、既設柱部に直接鉛直力を作用させる構造を採用した。

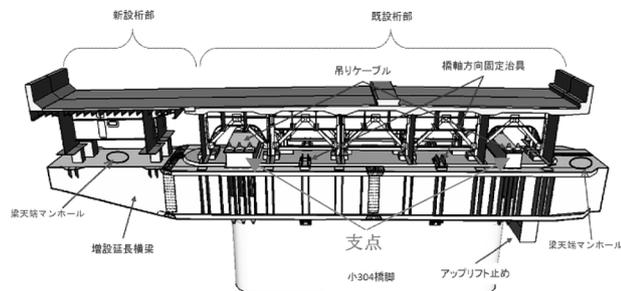


図-8 小304鋼製横梁構造一般図

鋼製横梁から橋脚柱に反力を伝えるため、橋軸方向に吊り梁を渡し、その梁から鋼製横梁をPCケーブルで吊る構造とした。

また、鋼製横梁右側の支点には、天秤作用により常時は上向きの、ジャッキアップ時は下向きの荷重が作用する。そこで、上向きの力に対しては既設RC橋脚横梁張出部の下面に設置したアップリフト止めにて抵抗し、下向きの力にはPCケーブルで支持する機構とした。

なお、地震時水平力に対しては、橋軸方向および橋軸直角方向にストッパーを設けそれぞれ抵抗させている。**(図-8、9)**

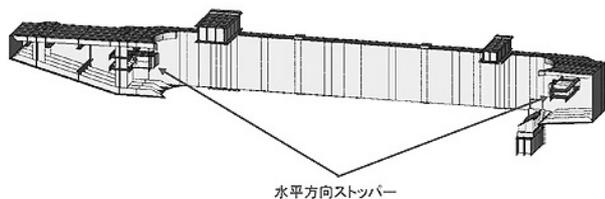


図-9 小304鋼製横梁内部構造

鋼製横梁は、既設小304橋脚と100mm程度の離隔を設け、全周を囲う構造である。このため、橋軸方向の前後から、橋脚を挟み込むように架設した。架設に際し、橋脚が既設中川堤防に位置すること、また、既設本線の直下であり鋼製横梁を吊るための懐がないことから、クレーンにより直接架設位置に接近させることができない。よって、次のような架設工法を採用した。

1) 河川側ブロックの架設 (**図-10**)

フローティングクレーンにより、橋脚の上流側および下流側に二分割したブロックを橋脚脇に設置した。そして、専用の横取り設備を設け、双方より橋軸直角方向に横取り架設を行い、所定の位置に引き込んだ。

2) 陸上側ブロックの架設 (**図-11**)

既設桁より専用の移動式ハンガー設備を用いて、縦取り設備により橋軸方向に所定の位置に引き込んだ。



図-10 河川側ブロックの横取り



図-11 陸上側ブロックの縦取り

4. おわりに

小松川ジャンクション河川部工事は、様々な施工時の課題があった。供用中である中央環状線および小松川線それぞれに接続する連結路であるため、近接作業や既設直下および直上での作業が行われた。

中央環状線との接続範囲においては、中堤にて非出水期のみヤードを用いた施工を行った。また、河川範囲の新設連結路および小松川線との接続範囲の架設では、中川航路を一時閉鎖し、中川を遡上したフローティングクレーンを用いて架設を行った。

綿密な施工計画と安全対策により、災害等も無く無事施工を完了することができた。

本工事では新設橋梁の施工および既設橋梁の改築や補強など、多種多様な設計・施工における実績を得ることができた。本稿が類似工事の参考になれば幸いである。

工事中に多大のご協力をいただいた近隣住民の方々、また事業主である首都高速道路株式会社の皆様に謝意を表します。

17 施工計画

ケーブルエレクション直吊り工法による被災橋梁の撤去

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

監理技術者

工事担当

設計担当

甲斐 智弘[○]

能勢 幸二

新地 洋明

1. はじめに

俵山大橋は、県道28号熊本高森線（熊本市～阿蘇郡高森町）に建設された橋梁である。本橋は2016年4月の熊本地震によって大きく損傷し、通行不能となった。本工事は、損傷した橋梁（以降、旧橋）の復旧工事であり、ケーブルエレクション直吊り工法（以降、直吊り工法）で旧橋を撤去し、A1、A2下部工を再構築し、橋長も変更した上で、直吊り工法で新設桁の架設を行なうものである。その中で、本稿は旧橋の撤去について記載する。

工事概要

- (1) 工事名：熊本高森線俵山大橋復旧工事
- (2) 発注者：九州地方整備局熊本復興事務所
- (3) 工事場所：熊本県西原村鳥子地内
- (4) 工期：平成29年1月7日～令和2年3月31日

- (5) 橋梁形式：鋼3径間連続非合成鈹桁橋

2. 損傷した橋梁撤去における問題点

地震による地盤変動で下部工に0.9m～2.6mの（北東方向へ）水平移動が生じた。（図-2）

特にA1橋台は移動量が2.6mと他の橋脚橋台より大きく、移動量の差分により上部工は両橋台に挟まれる形となり、桁端はパラペットと衝突した。この衝突により、A1-P1支間の主桁断面変化部（J2）が座屈し、桁長は約65mm短縮した。また、P2-A2間では桁端がパラペットを背面へ押し込む形で桁長が約13mm短縮した。

さらに、P2、A2支承は破壊され、上部工は橋座面に落座し、A2伸縮装置部で約600mmの段差を生じさせた。また落座したA2側の桁は、橋軸直角方向に約900mm移動し、G1桁は橋座面から外れて浮いた状態であった。（図-2）

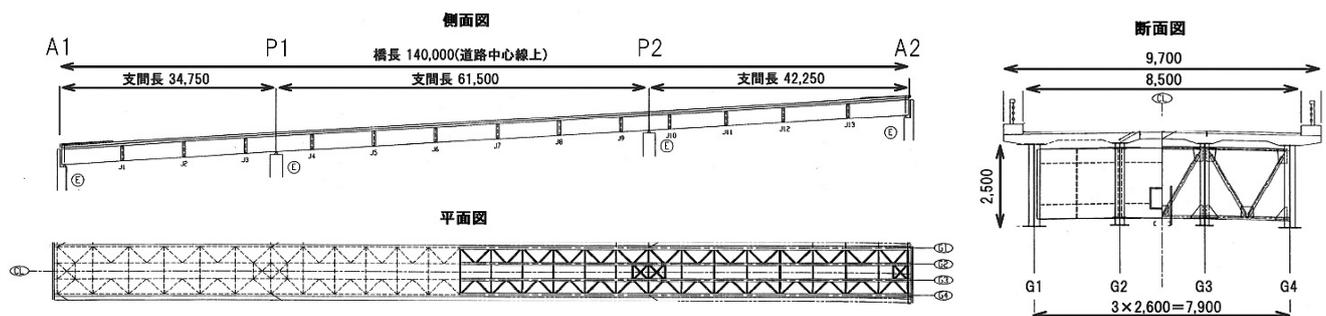
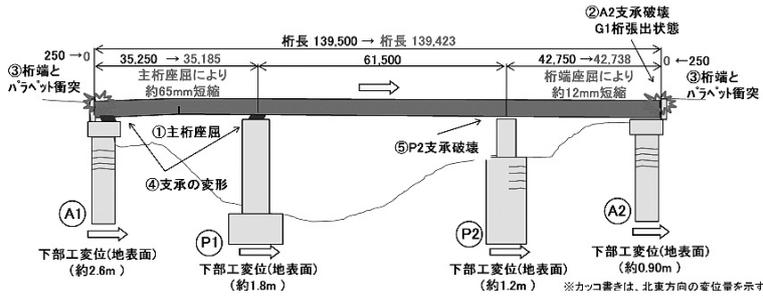


図-1 旧橋上部工一般図



地震後の俵山大橋空撮写真



座屈部

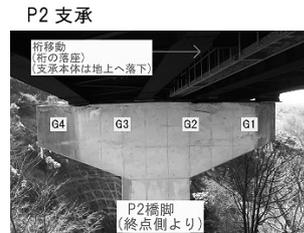
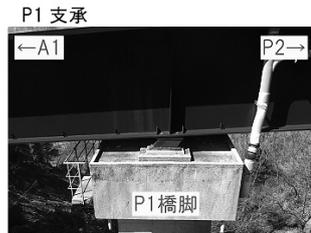
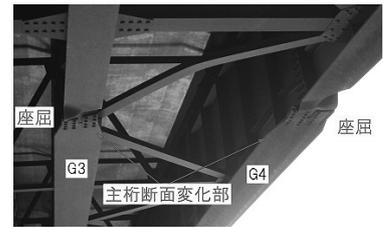


図-2 支点損傷箇所、座屈箇所状況

<主な損傷状況>

- ・① 第1径間 (A1-P1間) で主桁の座屈
- ・② A2支承破壊によるG1桁張出し状態
- ・③ 主桁端部と橋台パラペット (堅壁) の衝突
- ・④ A1、P1支承の変形 (ゴム支承の残留変形)
- ・⑤ P2支承破壊、落座

<撤去における問題点>

- ・① 主桁の座屈箇所の内部応力の評価
- ・② 不安定状態の解消、落橋防止
- ・③ 桁遊間ゼロと内部応力の解放
- ・④ ゴム支承の内部応力の除去
- ・⑤ 落座した状態からの撤去

上記の各損傷状況と問題点を考慮し、安全に撤去する計画の立案が課題であった。

3. 工夫・改善点

3-1 撤去工法検討

主桁を解体するには、桁を多点支持し、死荷重応力を解放して継手部のモーメントを小さくしなければならない。多点支持する方法として、ベントを設置して主桁を無応力状態にする方法があるが、俵山大橋は山間部の沢地形に位置し、斜面にベントが必要になること、高さが30mになるなど、施工上の問題点があった。そのため、地形の制限を受けず上空のワイヤーから主桁を吊り下げる直吊り工法を選定した。なお、直吊り設備は、主索に固定した吊索に受梁を設置し、主桁を下から支える構造として、各ブロックに受梁を設置する計画とした。また、撤去のクレーン設備はケーブルクレーン (20t吊2系統、10t吊1系統) を使用し、ケーブルクレーンと直吊り設備の併用鉄塔で計画

した。

3-2 主桁撤去ステップの検討

撤去の全体概要は、側径間（第1径間、第3径間）を並行して交互に解体した後、中央径間（第2径間）を解体する計画とした。主桁ブロックの撤去により構造系が逐次変化していくが、座屈箇所の応力変動に対する安全性の評価ができないため、撤去前に第1径間を無応力状態にして安全に撤去する計画とした。また、G1桁のA2桁端部が宙に浮いており不安定な状態（張出し状態）となっていたため、第3径間も並行して無応力状態にして安全に撤去する計画とした。（図-3）

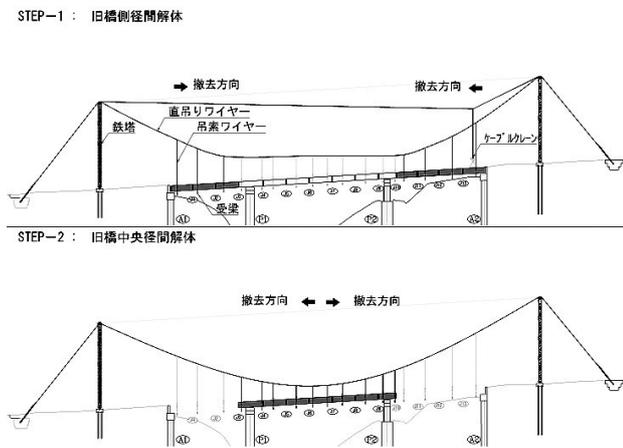


図-3 主桁撤去ステップ図

主桁の解体方法は、直吊り設備で主桁を多点支持し、解体する継手部が無応力状態に近づく様に直吊り設備の吊索長さを調整した後、主桁の継手部の高力ボルトを解体する方法とした。主桁ブロック毎に主桁をガス切断する方法も検討したが、施工時期が冬季のため、ガス切断の火の粉による山火事の危険性があることから、安全に応力を解放できるボルト撤去を選定した。

3-3 セン断変形状態A1支承部の解体

地盤変動から下部工は移動しており、A1橋台とP1橋脚の移動相対差によりA1ゴム支承にせん断変形が生じた状態であった。桁には、ゴムを変形させる力が働いている状態であり、このままの状態では桁と支承を固定しているセットボルトの解体ができないため、A1支承の解体手順について以下の検討を行った。（図-4）

<A1支承の解体手順>

① 支承に作用しているせん断力の解放

- ・主桁のWEBに反力ブラケットを取付け、50tジャッキを設置して、せん断力を解放させる。

ゴム支承のせん断変形を解放する反力が約23t（1支承あたり）であり、桁には軸力として作用（増加）するが、増加する軸力による応力度は約5 N/mm²と微量であり問題ないと判断した。

② 上柵とサイドブロックの溶接による固定

- ・ゴムのせん断変形を解放した状態のまま固定するために、すみ肉溶接する。

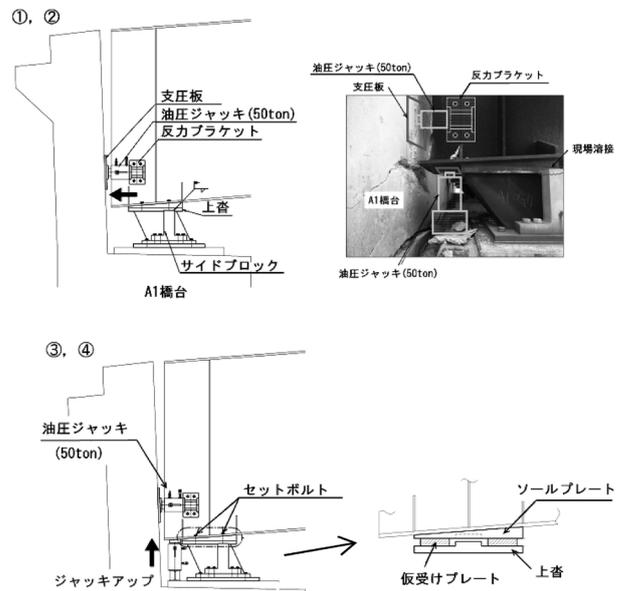


図-4 A1支承解体手順

③ セットボルトの撤去

- ・ボルトを回してセットボルトを撤去する。ボルトが回転せず撤去できない場合はボルト頭部をガス切断する。

④ 桁と支承の切り離し

- ・50tジャッキで、桁をせん断キーから外れるまでジャッキアップを行う。

なお、各ジャッキは電動ポンプを使用して油圧ホースを延長し、離れた位置で操作することで、予期しない桁の挙動による接触、挟まれ災害を防止する計画とした。

3-4 中央径間の解体

(1) 中央径間解体条件の整理

中央径間の解体は、側径間解体完了後、P1支承とP2支承に支持された状態の桁の解体になる。主桁ブロックの撤去は、ステップ毎に構造系が逐次変化するため、直吊り設備による桁の上下変動を極力小さくすることに配慮し、支間中央のJ6-J7ブロックから起点終点へ交互に撤去する手順とした。なお、撤去終盤のブロック数が少なくなった状態では、直吊り設備の主索に導入される反力が少なくなり、桁の上下変動が大きくなってしまい、桁の崩壊の可能性があった。そのため、撤去ステップの途中で吊索の長さ調整を行う作業を入れ、安全に撤去できる計画とした。

P1、およびP2の支承の状態は前述のとおりである。桁位置関係と共に図-5に示す。

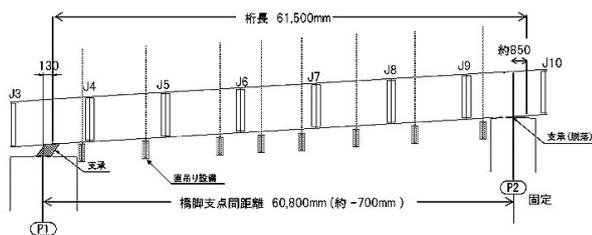


図-5 側径間撤去後の中央径間の状況

P1-P2の桁長61,500mmに対し、橋脚支間長は60,800mm(約700mm)であり、P2支承は破壊され、桁が橋軸方向に約850mm移動して橋座面に脱落した状態である。一方でP1側は桁が橋軸方向に約130mm移動した状態で支承のせん断変形を保持している。

(2) 継手の解体方法の検討

P1支承はA1支承と同様にジャッキを使用して桁との分離を計画したが、橋脚上にジャッキ反力を受ける場所がないことや、撤去時の挙動に対しては支承と桁が固定されていた方が安定するため、主桁と支承の切り離しより先に桁の継ぎ手を解体し撤去する方法を検討した。

当初、P1の支承のゴム変形量から想定される桁の応力を算出したところ、1主桁当たり約50tの軸力が内部応力として作用していることが想定

された。そのため、上フランジに継手の前後に反力ブラケットを取付け、PC鋼棒と50tセンターホールジャッキで継手位置の作用力をジャッキに移行する構造とした。(図-6)

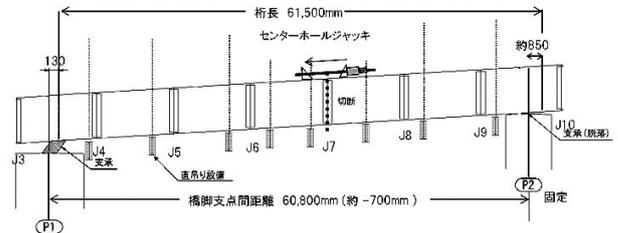


図-6 J7継手解体方法

50tセンターホールジャッキは200mmストロークのものを使用し、想定される開き量130mm(支承変形分)に対応できるものとした。

直吊り設備で桁を吊上げ無応力状態にした後、センターホールジャッキをストローク180mm出した状態で設置し、ジャッキに反力を導入する。その後、J7継手のボルトを撤去し、継手を解体する計画とした。

4. おわりに

解体時に想定を超えるような事象が発生することなく、無事に旧橋の撤去を完了した。地震で被災した橋梁の撤去は、下部工などの全体状況から上部工の細部の被災状況にまで目を配り、あらゆる想定とそれに対する対応が必要であった。

施工にあたりご指導、ご協力頂きました関係者の皆様に深く感謝の意を表します。



図-7 桁撤去状況

18 施工計画

長大トラス橋の塗膜除去におけるIH工法での対応

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

主任技術者

新井 克典[○]

現場担当

絹見 哲也

主任技術者

本多 賢悟

1. はじめに

本工事は沖縄自動車道のリニューアル事業の一環として、海洋博に向けて調査から工事完成までわずか2年半で建設され1975年に開通した北部区間の石川ICから許田IC間に位置する鋼製橋梁の床版取替を主とした補修工事である。

工事概要

- (1) 工事名：沖縄自動車道（特定更新等）
億首川橋（上り線）他1橋床版取替工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：沖縄県国頭郡
- (4) 工期：2018年4月～2020年3月

2. 現場における問題点

本工事では、主に床版取替やボルト取替のほか、鋼製橋梁の塗替塗装があり、特に長大橋であるトラス部については以下の事項が問題とされた。

- ① 建設当時はA系塗装系で鉛系さび止め塗料を使用し、活膜を残した状態で過去4回ほど再塗装をしている。添接板等の特殊部は1種ブラスト

と3種電動工具処理を行っており仕様が異なる。

- ② 橋梁位置は海岸線より約2kmと近く（図-1）、塩害地域に建設されているので鋼材腐食の進行が早いことから、建設から約50年経過して4回の塗替により、塗装膜厚が800～1500 μm 程度と厚い。（図-2）



図-1 億首川橋位置図

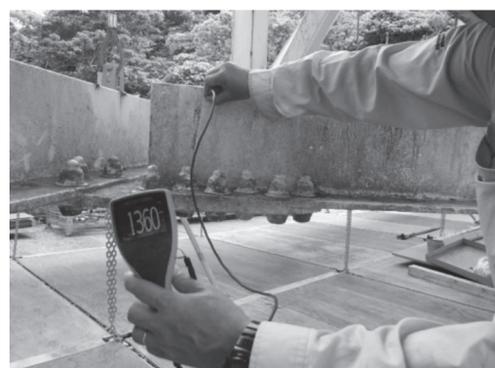


図-2 既設の塗装膜厚

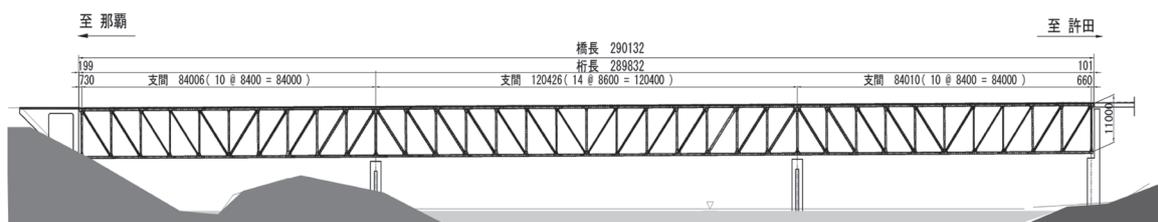


図-3 億首川橋一般図

- ③ 沖縄は5～6月が梅雨、7～10月が台風接近時期で、2019年は11月末まで例年通り7回ほど接近したが、発生してから3日ほどで上陸したこともある。当初は主体足場ならびに側面塗装足場として板張防護と防災シート張りが計画されていたが、トラス構造では橋軸直角方向の面外荷重は想定されていないため、長期にわたって強風を受ける水平荷重は構造自体に影響を与えてしまう恐れがある。
- ④ 飲料および農業用水として利用されているダムを横断するように建設された高架橋であり、汚染や飛散物のないように配慮する必要がある。またダム湖に架橋されているため、作業ヤードが道路終点側だけに限定されている。
- ⑤ 沖縄には特別産業廃棄物の処理場がない。
- ⑥ 高速道路の昼夜連続対面通行規制を伴う集中工事期間中の床版取替時には橋面下での並行作業はできない。またボルト取替が約7万本あり、腐食しているボルトの撤去はガス切断等の火気を使用するため、塗膜剥離剤の作業エリアと隔離する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事で塗替塗装を実施するにあたり、前述の問題点に対応して実施した施策を順次記述する。

①の既設塗膜に関しては、有害物質である鉛、クロム、PCBの有無を足場設置が完了次第、順次塗膜成分を調査した。特殊部以外の一般外面約11,000m²に鉛の含有が分かり、有害物質の対応が必要なことを確認した。

②に対しては、塗膜剥離剤の試験施工を実施したが、塗装膜厚が非常に厚いため、塗膜剥離に必要な塗布回数が4～6回と多くなった。過年度に塗替えを行った沖縄自動車道許田高架橋においても剥離剤の塗布回数が多く、「IH工法」を採用した実績があったことから、当工事においても適用できるかを検討した。「IH (Induction Heating) 工法」とは、専用の電磁誘導加熱ヘッドに発生する磁力場により、接触している鋼材表面が発熱す

る現象を利用している。鋼板表面から0.3mmの深さが局所的に加熱され、温度は200℃ほどに達し、塗膜と鋼板素地間の界面結合が破壊されて浮き上がった塗膜は、スクレーパーやヘラなどで膜状に除去ができる。(図-4)膜厚6mm程度までの塗膜の剥離が可能で、火気を使用しないので火災、ガス漏れなどの危険性がないことが特徴である。



図-4 「IH工法」による塗膜除去状況

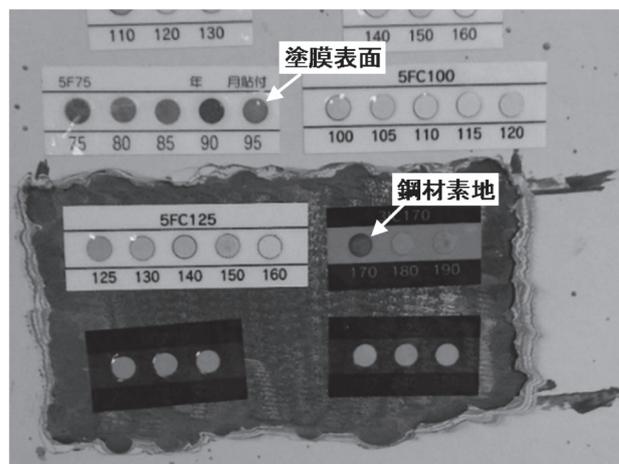


図-5 加熱後の示温計

対象橋梁は、中央支間長120mを有する3径間の鋼製トラス橋であり、これまでに同構造での「IH工法」の実績がないため、有害な変形や有毒物質を発生することがないかを予め確認した。構造面については、加熱によるトラス部材の変形、およびトラス部材を構成する鋼板面に1mm程度の凹凸変形が見られたにとどまった。環境面については、初期稼働時に鋼材素地面に示温計を張り付けて温度を確認した。(図-5)塗膜表面温度は95℃程度、鋼材素地面で170℃程度に上昇す

るが、ダイオキシンが発生する240℃に達することなく、既設塗膜も問題なく剥離できた。「IH工法」の長所として、粉塵が殆ど発生せずに塗膜が飛散しない、有機溶剤等を使用しないので火気作業との並行が可能、塗膜のみしか産業廃棄物が発生しない、などがあるが、特に既存の塗装膜厚が500 μ mを超す本橋では大幅な人員削減、工費削減ができた。

③の板張防護においても、粉塵が発生しない「IH工法」の利点を生かして、塗膜除去作業時は防塵ネットを展張し、後続のブラスト作業においては防音シートに張替えて板張防護の代替案とした。台風接近で災害発生のリスクがあった時はネットの巻取りも実施した。(図-6)

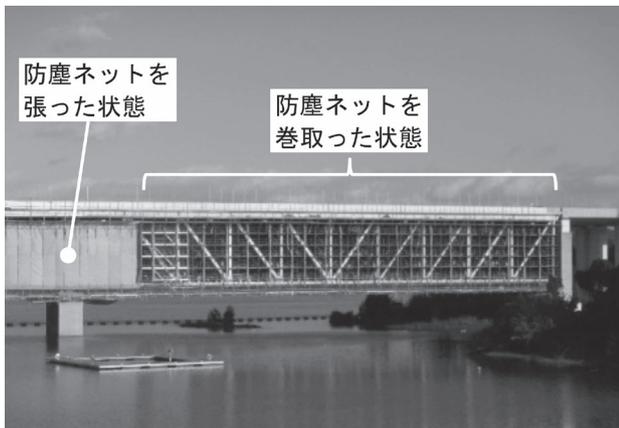


図-6 台風接近時の防塵ネットの巻取り



図-7 足場のワイヤによる補強

④の作業ヤードについては、トラス橋の足場にシステム足場を採用することで、主体足場については防炎シート展張の板張防護、足場吊チェーン

間隔については2.5mと広くでき、かつ通路足場も確保できたので、剥離に使用する機械類も足場上に配置した。「IH工法」の使用機械重量としてはIH本体と冷却水ユニットが最大で800kgあり、足場耐荷重が不足する分は、鋼桁からのワイヤ吊補強で対応した。(図-7)

⑤については、「IH工法」で剥離した塗膜は固形膜状になり、(図-8、9)発生する廃棄物は既設塗膜のみであるため、鉛含有である塗膜の特別産業廃棄物の量を1/4~1/2程度に減らすことができ、廃棄処理ができない沖縄では優位であった。



図-8 「IH工法」による塗膜除去状況



図-9 「IH工法」で除去した塗膜の状態

⑥の工程については、重量物を扱うコンクリート床版取替との同時作業はできないが、6ヶ月程を要した約7万本あるボルト取替え作業では、火気を使用したボルトの切断撤去が、「IH工法」と作業箇所を調整して並行作業が可能となり、大幅

な工程削減に寄与した。

ここからは、本工事の施工を通じて判った「IH工法」施工の留意点について記述する。

「IH工法」を採用するにあたり、長大橋で作業ヤードの制限がある場合には、橋梁部道路上を規制して機械を配置する場所が必要となる。足場上に機械を設置する場合には、機械設置スペースを確保することに加えて、一般的に足場の許容積載荷重を超えるので補強が必要となる。動力としての電源を確保するには、発電機を地上ヤードに置くか商用電源を用いることとなり、長い距離の配線となる。他の作業が並行する時には、工具や照明などで総電力量が不足とならぬように、当初から計画しておくことが必要である。

有害物質である鉛含有の塗料を取扱う場合は、剥離作業の初期に作業環境測定を実施し、管理濃度 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ に抵触していないかを確認する。(図-10) また、剥離作業後の塗膜清掃が終わらない時点で踏み荒らすと、剥離した塗膜が粉碎して管理値を超過するリスクが考えられるので、剥離した塗膜はこまめに回収作業をする。なお、剥離した塗膜は、他作業からのもらい火がないことと、風で飛散しないように、ペール缶に入れて運搬する(図-11)が、固形膜状なので養生シートの廃棄量も最低限で済み、回収処理も容易である。

中段部の作業足場床は、鉛直材や斜材の周りに20cm程度の作業離隔が必要であるが、墜落防止のため作業従事者に十分な周知と注意喚起を行う。ボルト取替えなどの落下物が発生する作業で上下作業となる場合は、一時的にこの隙間をふさいで作業を行うなどの配慮が必要となる。

(図-12)

4. おわりに

本工事は継続して塗替塗装を実施しており、限られた作業帯内での施工や工程進捗に日々追われている最中である。高速道路上で規制回数や作業時間に制約がある中で、大幅に工程短縮を図り、環境の保持と有害物質に対して従事する作業員の

安全性確保や作業軽減をした今回の方法が、今後の工事における工夫や改善点の参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたってご指導・ご協力いただいた関係者の皆様に謝意を申し上げます。



図-10 作業環境測定



図-11 「IH」工法で除去した塗膜の回収



図-12 中段部の作業足場床隙間のふさぎ

19 品質管理

曲線桁における出来形精度向上の工夫

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

監理技術者

前田 一広[○] 松岡 修

1. はじめに

高速横浜環状南線は、横浜湘南道路やさがみ縦貫道路、新湘南バイパスと一体になって、東名高速道路や整備が進められている新東名高速道路と東京湾岸地域の連絡強化を図ることで、地域を通過する交通が高速横浜環状南線へ適切に誘導され、幹線道路の混雑緩和、生活道路の機能回復や交通事故の減少等、交通の適正化が期待できる事業である。

本稿では、当該事業の鋼橋上部工事における架設精度を向上するために実施した工夫について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：横環南栄IC・JCT
Jランプ橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局
- (3) 工事場所：神奈川県横浜市栄区田谷町地先
- (4) 工期：平成30年02月08日～
令和元年08月30日
- (5) 施工範囲：鋼橋製作・架設工・現場塗装工
- (6) 橋梁形式：鋼5径間連続非合成箱桁
橋長：248.518m
支間長：42.170+3@54.000+43.248m
有効幅員：7.0m

2. 現場における問題点

本橋梁は、高速道路のインターチェンジ及びジャンクションの一部となるランプ橋である。特

徴として、平面線形はクロソイド区間からR=95mへと曲率が大きく変化し、横断勾配も2.0%～7.0%へと変化している。また、ランプが立体交差部であるため縦断勾配についても1.0%～5.0%へと変化しており、3次元的に複雑な道路線形を有する橋梁である。

これらの複雑な構造特性から、桁架設時の架設精度のばらつきや、曲線に伴う架設中のねじれなどが生じることが想定された。

このため、架設完了時の出来形精度向上を見据え、桁の製作から桁架設までの期間中、対策を講じる必要があった。

3. 工夫と適用結果

【工場製作時の工夫】

曲線桁の出来形向上や、部材精度の向上を図るために、工場製作時点で、2つの対策を実施した。

(1) ねじれ変位を考慮した部材製作の工夫

本橋は曲率が小さい曲線橋であるため、死荷重たわみが生じる際には、鉛直たわみに加えて主桁にねじれ変位が生じる。対して、当初設計図にお

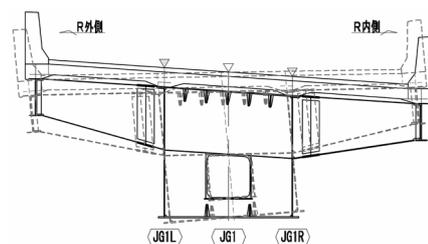


図-1 ねじれ変位 イメージ図

ける製作キャンバー図では、箱桁中心における鉛直キャンバー値のみを設定していた。このため、設計図通りのキャンバー設定で製作を行うと、主桁のねじれ変位の影響で左右のウェブ天端高さや縦桁天端高さが設計値と異なる出来形となることが想定された。(図-1)

そこで、主桁のねじれ変位による倒れ量を別途立体構造解析により算出し、桁を逆方向に倒して製作することで、ねじれ変位の影響を抑制した。

(2) 工場溶接による部材の局部変形防止対策

本橋の桁端部は、1箱桁2杓構造であることから、支点上ダイヤフラム位置やジャッキアップ補剛材位置などの完全溶け込み溶接箇所(図-2)が多いことに加え、当初設計図における桁端部の下フランジ厚は、10mmの薄板が採用されており、溶接の熱収縮の影響によるフランジの局部面外変形が懸念された。

そこで、溶接部フランジ面の面外剛性を2倍以上に高める目的で、下フランジ板厚を10mmから14mmに増厚した。その結果、製作時の溶接による局部変形は最小限に抑制でき、全体出来形への影響は無かった。

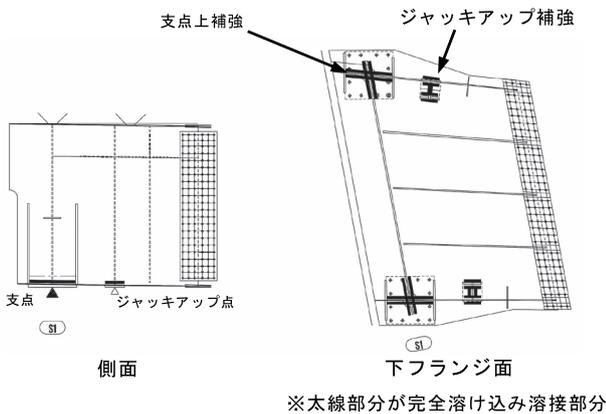


図-2 端支点主桁詳細図

【現場施工時の工夫】

工場製作時の工夫に加え、現場施工時にも主桁の出来型精度向上のための対策を以下の通りに実施した。着目点は、主桁地組立て時の出来型精度向上、桁架設時の倒れ抑制、地震時や温度変化による桁の変位抑制対策である。

(1) 主桁地組立て時の出来形精度向上対策

本橋は縦横断勾配を有する曲線橋であるため、主桁地組立て時から精度良く出来形を管理することが最終出来形の向上に有効である。

一般的な主桁地組立時の出来形管理手法は、地組立て完了後に格点の高さ(Z座標)を確認し、概ね設定した製作そりの通りに組み立てられたかを確認し、念のため地組桁中央付近の格点の通り(Y座標)トランシットまたはトータルステーションで確認する方法である。

本橋では、工場製作の仮組シミュレーション計測で使用したレーザー三次元計測システム『簡測くん:NETIS KT-010030-VR』を、現場での地組立の計測に用いた。このシステムは、1/1000mmの計測精度を有し、複数点の3次元座標を計測でき、管理精度が高い。このシステムを使用することで、工場製作時の仮組データと現場計測データを直接比較・確認することが可能となり、現場での出来形調整必要箇所の抽出を迅速に



図-3 『簡測くん』を使用した計測状況

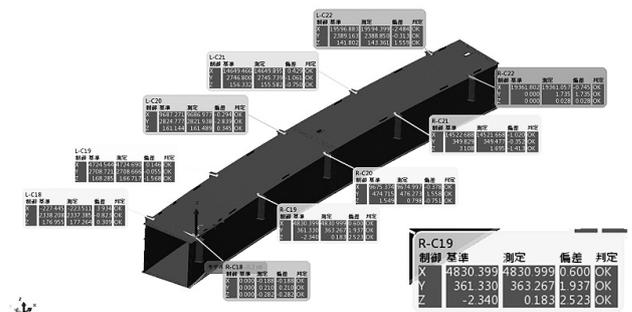


図-4 『簡測くん』による地組桁計測

行うことができた。(図-3、4)

この結果、3次元座標による出来形確認による社内目標値としていた出来形精度目標誤差：X座標、Y座標、Z座標とも5mm以下を満足し、一般的な管理手法に比べて精度が高い管理を行うことができた。(表-1)

表-1 地組桁の計測結果 (一部)

単位:mm

計測位置		偏差(誤差)		
		ΔX	ΔY	ΔZ
		規格値 ± 5	規格値 ± 5	規格値 ± 5
L側	C18	3.93	-0.82	0.31
	C19	0.15	-0.06	-1.57
	C20	-0.29	-2.84	0.35
	C21	0.43	-1.06	-0.75
	C22	-2.48	-0.31	1.56
R側	C18	-0.19	0.21	-0.28
	C19	0.60	1.94	2.52
	C20	-0.38	1.56	-0.75
	C21	-1.02	-0.35	-1.41
	C22	-0.75	1.74	0.03

(2) 曲率に伴う架設桁の倒れ抑制対策

地組桁は、順次ベントや橋脚に支持して架設を進めていくが、本橋は曲率の小さい曲線桁である影響で架設桁が曲率外側へ倒れるような変位傾向にあり、条件によっては、ベント上で内側ウェブ支持点に上揚力(アップリフト)が作用する場合がある。

そこで、本橋では支点部およびベント設置部に主桁の倒れ抑制設備(図-5)を設置して桁を拘束することで、架設桁の変位を抑制した。



図-5 桁の倒れ抑制設備

また、桁の倒れの確認は、通常水平器や下げ振りを使用して確認を行うが、本橋は複雑な3次

元構造であるため、正確な測定精度を得るためにデジタルカメラ三次元計測システム『PIXXIS: NETIS KT-070053-V』を使用し、桁ウェブの倒れ量を確認した。このPIXXISは、計測する部材に任意に張り付けたマグネット製のターゲット(図-6)を、専用のデジタルカメラを使用して複数枚撮影し、そのデータを図-7のように部材の形状を三次元的に判断ができるシステムである。

本工事では、主桁架設ブロックごとに先端桁のウェブ面を『PIXXIS』により撮影し、写真データを座標化し、架設ブロックごとに桁の倒れの確認を行った。

なお、架設時の計測値は、死荷重(床版等)がまだ載荷されていない状態での測定となることから、その設計値は計測時点に見合った桁の倒れ量をあらかじめ算出し、実測値との比較を行った。

実測した結果、桁の倒れ量は想定していた計画値とほぼ同じ値を得た。これは地組立時の対策やねじれ対策の効果と判断できた。

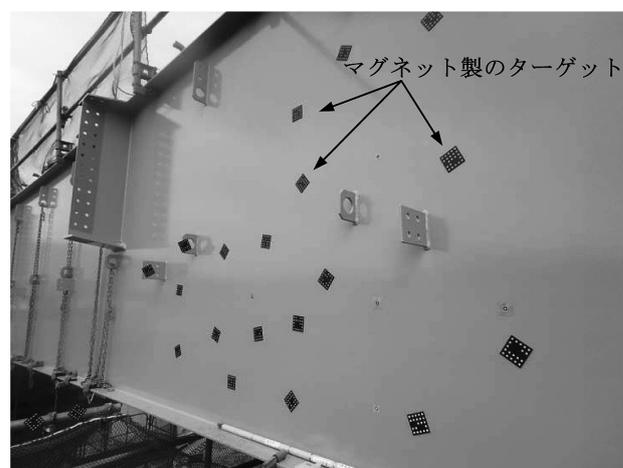


図-6 ターゲット貼付状況

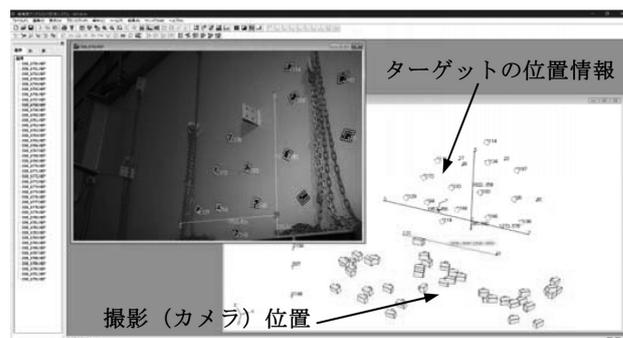


図-7 写真撮影データ確認

(3) 架設時の桁の移動防止対策

通常、桁架設する際は、桁の位置・通りを確認しながら架設を進め、架設毎にワイヤロープ等を使用してラッシングにより桁を下部工などに固定しながら架設を進めていく。ただし、架設後の地震発生に伴う桁の動きや、桁の温度変化による伸び縮みの影響で、桁の平面位置にずれが発生することもある。

そこで本工事では、ラッシングによる桁の固定処置に加え、支点上及びベント上に、桁のずれを防止する機材を設置し、温度変化などに伴う桁の橋軸方向及び橋軸直角方向の動きを橋脚やベント設備で抑え込む方法で対応した。(図-8、9)



図-8 支点上のずれ止め



図-9 ベント上のずれ止め

桁のずれを防止する設備を設置することにより、架設完了後の桁の大きな横ずれも生じることがなく押さえられ、支承部の無収縮モルタル打設前に行う 桁のそり、通りなどの再調整に要する

時間も短縮することができた。

なお、支点上のずれ止め設備に関しては、架設前にあらかじめ設置した脚上手すりや下部工検査路の手すり等が干渉し、この設備を設置するために一時取り外し、親綱設備に取替える必要が生じた。また、橋脚の天端は桁を架設すると、橋脚上は狭隘な作業スペースとなっており、さらに設備を設置することで、架設以降の橋脚上での作業性が低下するため、今後同様のズレ止めを設置する際は、安全面や施工性に配慮した構造で検討する必要がある。

4. おわりに

本工事は、横浜環状南線事業の最初の上部工事として着手した。

出来形精度の確保を目指し実施した項目の実施により、桁のそり、通りについては概ね誤差は規格値の30%以下と、曲線桁の工事としては想定以上の出来形で完了することができ、効果があったものと思う。(図-10)

今回の施工にあたり、ご指導、ご協力いただきました関東地方整備局 横浜国道事務所 藤沢出張所、近接する工事業者ならびに関係各位に深く感謝いたします。



図-10 完成写真

参考文献

- 1) 関東地方整備局 横浜国道事務所
ホームページ
高速横浜環状南線 パンフレット
http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000727241.pdf をもとに作成

20 品質管理

夏季における高強度のマスキングコンクリートの施工について ～温度ひび割れ対策としてのフライアッシュの活用～

(公社) 高知県土木施工管理技士会

福留開発株式会社

現場代理人

技術顧問

生駒 和久

横田 昭彦

1. はじめに

当該工事は高知南国道路本線高架橋の橋脚工事で、橋脚の躯体部におけるコンクリートの品質向上の取組を紹介する。

高知南国道路は高知市から高知龍馬空港へのアクセス道路で高知県東部への南国安芸道路に接続する重要な路線でもあることから、早期開通を目指して急ピッチで工事を進めている。



図-1 完成写真

工事概要

- (1) 工事名：五台山第5高架橋下部外第2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：高知市五台山
- (4) 工期：平成31年1月26日～令和元年10月31日

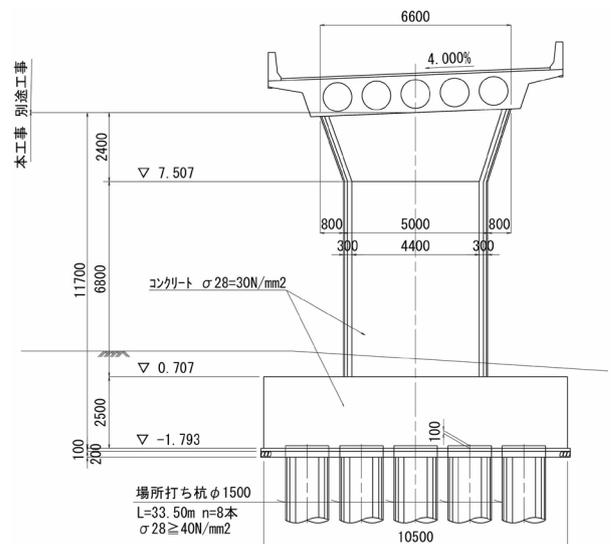


図-2 正面図

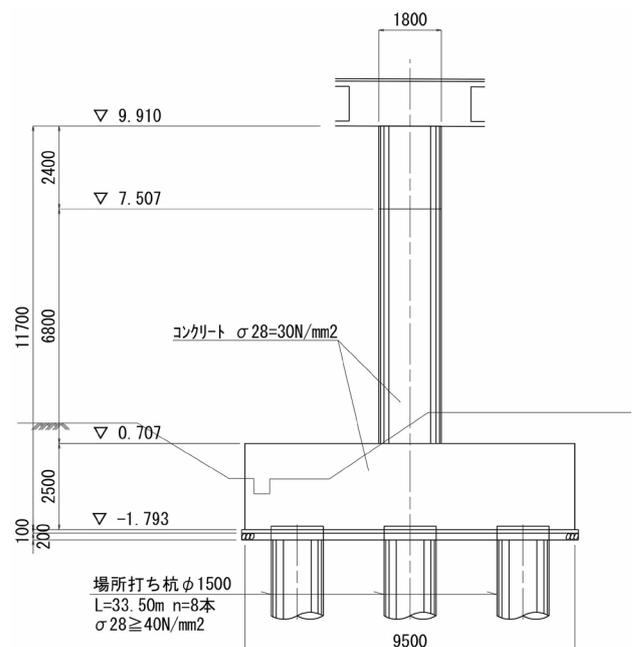


図-3 側面図

2. 現場における問題点

橋脚の底版を含む躯体部はコンクリート打設に不利となる夏季施工となり、品質にかかる問題点として種々の検討を行った。

躯体部のコンクリートは呼び強度が30N/mm²で設計されている。同じ呼び強度のJIS規格品による事前の温度解析では、外気温30℃の場合、コンクリートの内部温度が3日目で80℃程度まで上昇し、表面に発生する引張応力はその時の引張強度を大きく上回ることが予想され、水和熱に起因する内部拘束の温度ひび割れが発生する恐れがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 フライアッシュの活用

五台山第5高架橋下部工の施工に当たり、コンクリートの水和熱を低減させる方法を検討した。低熱セメント、中庸熱セメントの使用も考えられたが、強度が補償される材令が56日、91日となり工程に影響を及ぼすことやプラントの設備面から製造できる生コン工場に限られること、コンクリートの価格等から使用は見合わせた。

高知県ではフライアッシュ（以下FAという）をセメントの代替（内割）として、水セメント比を水結合材比に読み替えてJIS規格を取得している生コン工場が多数ある。そのほとんどの工場がセメントの10%をFAに置き換えた配合で、JIS規格品として公共工事にも使用している。FAはポズラン反応で硬化するが、ポズラン反応はほとんど発熱しないという特徴がある。このことを踏まえ、本工事ではJIS規格品よりも多いセメントの20%をFAに置き換えた配合でコンクリートの水和熱を低減させる方法を提案した。

表-1 試験練り配合表

NO.	配合	混和剤構成	水結合材比 (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位C量 (kg/m ³)	単位粉体量 (kg/m ³)	縮倍材率 (%)
①	30-12-20BB	FA内割20%	50.9	163	257	321.2	45.2
②	30-12-20BB	FA内割10%	47.8	164	309	343.3	43.9
③	30-12-20BB	FA無し	50.5	167	331	-	45.2

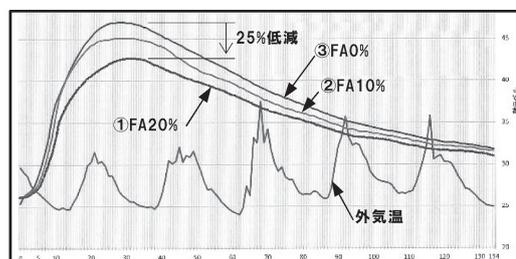
まず水結合材比を決定する試験練りを行い、28

日強度で目標強度35N/mm²を得られる水結合材比50.9%を決定した。

続いて、

- ① 水結合材比50.9%とし、FAを内割で20%使用した配合
- ② 呼び強度30N/mm²のFAを内割で10%使用した配合（JIS規格品）
- ③ 呼び強度30N/mm²のFAを使用しない配合（JIS規格品）

を同じ日に試験練りした。それぞれの配合での単位セメント量は①257kg/m³、②309kg/m³、③331kg/m³となっており、FA内割20%とFA無しでは74kg/m³の差があった。



最大温度	① FA 20%	42.7°C(29h)	上昇量16.5°C
	② FA 10%	45.1°C(28h)	上昇量18.9°C
	③ FA 0%	47.0°C(27h)	上昇量21.6°C

図-4 簡易断熱温度上昇の測定結果

それぞれの配合の圧縮強度供試体を用いて、発泡スチロールを利用した簡易の断熱状態での温度上昇の測定を行った。最大温度上昇量はそれぞれ①16.5℃、②18.9℃、③21.6℃となり、FA内割20%のコンクリートはFA無しのコンクリートの約75%に低減できることが判明した。また、呼び強度が28日で発現することを確認して採用した。

3-2 応力解析と温度測定によるモニタリング

施工に先立ち簡易なプログラムで、コンクリートの水和熱による躯体中心部と型枠内部の温度上昇量を解析し、その温度差による応力解析を行った。図-5と図-6において放物線状の曲線はコンクリートの引張強度、波状の線はコンクリートに生ずる引張応力を示す。図-5はFA無しの配合で発生する引張応力が引張強度を大きく超えていることが判る。図-6はFA内割20%の配合で発生する引張応力はほぼ引張強度と等しい。

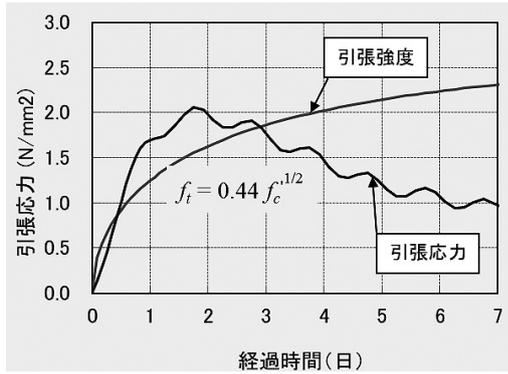


図-5 配合による応力解析 (FA無し)

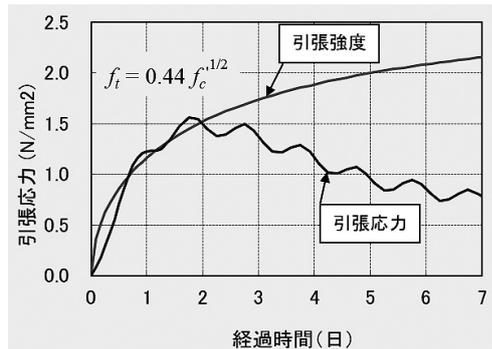


図-6 配合による応力解析 (FA20%)

実際の施工においては躯体中央部、型枠表面、コンクリート天端に熱電対を設置し、気温と共に温度のモニタリングをした。応力解析の過程で算出された躯体内部の最高温度は68.8℃であったのに対し、計測された最高温度は67.8℃であり、FAによる発熱はほとんどないことが判った。

簡易な温度解析プログラムを改良し、測定したコンクリートの内部温度と表面温度からリアルタイムで表面に発生している引張応力を推定し、養生方法を変更する判断材料として利用した。このモニタリングは施工の目安としては大変役に立った。

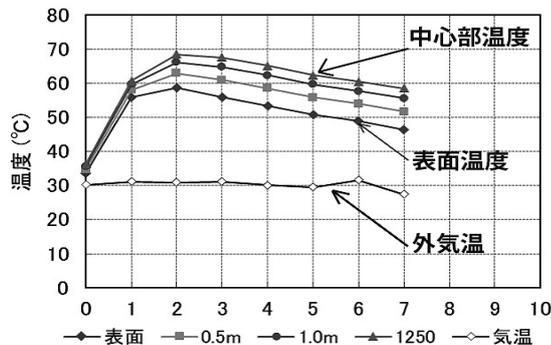


図-7 コンクリート温度測定結果

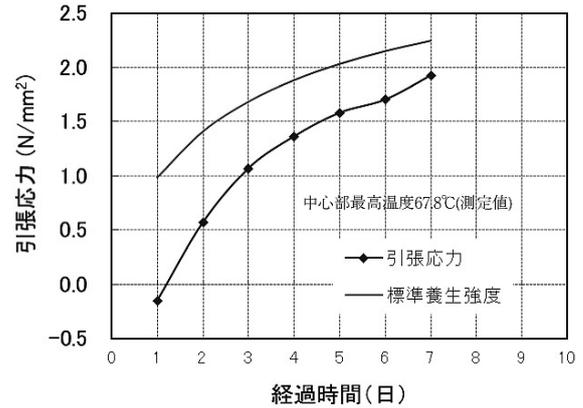


図-8 実測温度による応力解析

3-3 養生の工夫

図-6の応力解析ではコンクリート表面の引張応力に対し引張強度に余裕が無かったので、コンクリートの表面を保温することにした。養生方法はコンクリートの内部温度を下げるのと同時に、コンクリート内部の熱を利用して表面を保温し、コンクリート内部と表面の温度差を少なくして引張応力を小さくするようにした。

躯体足場で使用するスパイラル管を活用し、そのうち12箇所へ注入ホースを設置した。それぞれの管内に冷水を注水し、コンクリート内部で温められた冷水は温水となってコンクリートの天端に溢れ出し、その温水を湛水することで表面を保温した。温水は外気で冷却されやすいため、その上にウレタン系の「うるおんマット」を敷設し冷却を防いだ。コンクリート内部で温められた温水の温度は42℃程度であった。冷水の注入は内部温度がピークとなった打設後3日まで行い、その後は湛水のみで養生を行い、7日後に内部温度の降下を確認し型枠を解体した。

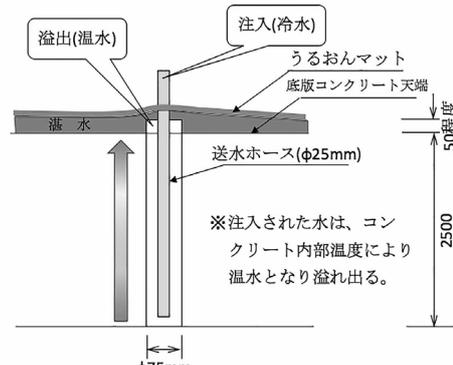


図-9 湛水養生概要



図-10 湛水養生状況

3-4 表層部（かぶり部）の品質確保の工夫

橋脚の主筋はD38の太径鉄筋が用いられ、主筋中央部までのかぶりは160mmであり鉄筋と型枠の最小のあきは約100mmであった。そのため組み立てた鉄筋の内側からの棒状バイブレーターの締固めでは、振動がかぶり部に伝わりにくく締固め不足となり、豆板（ジャンカ）やコールドジョイント、沈みひび割れ等の初期欠陥を生じる恐れがあった。通常、マスコンクリートでは太径の棒状バイブレーター（φ50mm）を50cmの間隔で挿入して締固めを行うが、かぶり部で使用すると鉄筋や型枠に接触し、コンクリートの品質に悪影響を及ぼす恐れがある。今回の工事ではかぶり部の品質を確保するため、小径の棒状バイブレーター（φ30mm）を30cm間隔で入念に締固めを行った。



図-11 小径バイブレーターによる締固め

3-5 適用結果

結果、真夏における高強度のマスコンクリートの施工にもかかわらず、フライアッシュを有効活用し、湛水養生や温度測定によるモニタリングを行うことにより温度ひび割れは発生しなかった。また、小径のバイブレーターを使用する事に

より、表層部（かぶり部）は緻密性を確保した。FAの特徴として長期強度の伸びが大きく、長期間において表面の緻密性が改善されるので、品質の良い構造物となり、長寿命化にも寄与できたと思われる。

当該工事では、JCI四国支部の品質確保委員会によるチェックシートを用いた施工状況の把握や表層品質目視評価、表面吸水試験（SWAT）、表層透気試験（トレント法）を行ったが、どれも評価は良好の判定結果を得られた。

FAコンクリートの試験練りは水結合材比を決定するための試験練りと、決定された配合での試験練りの2種類を行ったので、準備等も含めて2ヵ月半あまり時間を要した。今後の使用にあたっては、工事の工程を踏まえて注意が必要である。

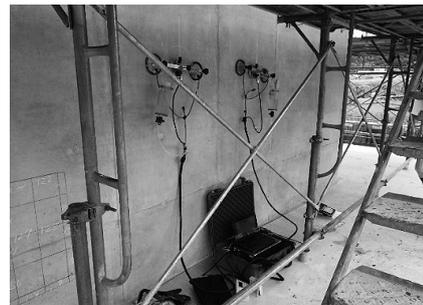


図-12 表面吸水試験（SWAT）

4. おわりに

本工事は、高強度のマスコンクリートを夏季に施工という、品質の確保が難しい工事であったが、今回はフライアッシュコンクリートを使用することで温度ひび割れの発生を防止できた。今後は、構造物の設計時点で施工時期も含め検討をしていただき、発注時点でフライアッシュ等の使用を明示していただきたい。

フライアッシュの活用については高知高専の横井克則教授、温度応力の解析については高知工科大学の島弘教授のご指導を仰ぎ、その他たくさんの方から助言をいただき無事に完成させることができました。最後に、当該工事の施工に当たりご協力をいただいた関係者の皆さまに深く感謝し、御礼申し上げます。

21 品質管理

高低差を克服した床版および壁高欄コンクリートの打込み

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

現場代理人

桜井 宏之[○] 真嶋 敬太

1. はじめに

本工事は、大戸川ダムの建設に併せて整備が計画された県道16号付替え整備事業の一つである。(図-1) 特徴としては、工事用道路から架橋位置まで約35mの高低差があり、架橋位置へのアプローチには多段栈橋を利用して施工する必要があった。

本稿では、鋼桁架設後の床版および壁高欄コンクリート打込みにおける工夫を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：大津信楽線新6号橋上部工
- (2) 発注者：国土交通省 近畿地方整備局
大戸川ダム工事事務所
- (3) 工事場所：滋賀県大津市上田上桐生町地先
- (4) 工期：平成30年1月26日～
平成31年3月29日

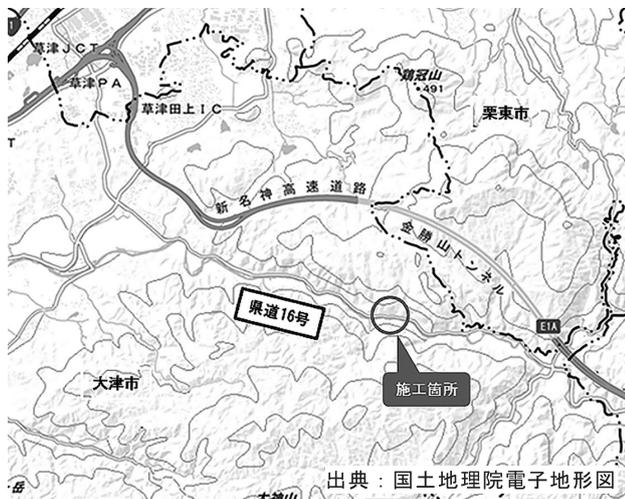


図-1 施工場所

2. 現場における問題点

本工事のコンクリート打込みの課題を以下に示す。

- (1) 工事用道路と打込み位置に大きな高低差があった。(図-2)
- (2) 本橋は縦断方向6%、横断方向最大6%の急勾配を有していた。
- (3) 冬期(1月)の施工であり、工程上、コンクリートの打込みを1回とする必要があった。
- (4) 打込みを配管で行うと配管切替え時間を要し、仕上げ作業が深夜になる。
- (5) 日平均気温は4℃を下回るため寒中養生が必要となる。

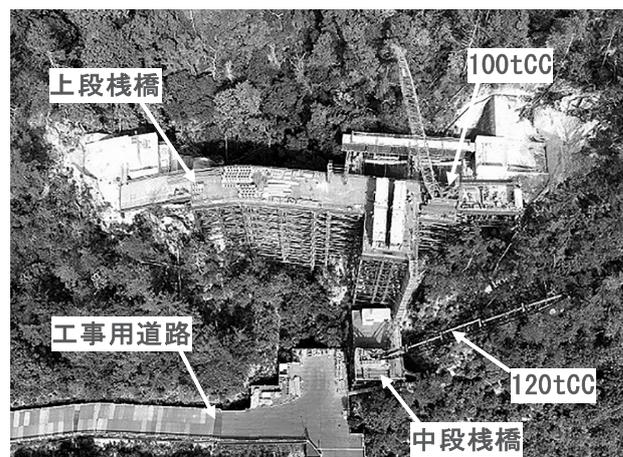


図-2 現場状況

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 クレーンの据え付け

前項の課題を解決するに先立ち、多段栈橋を利用してクレーンを配置する必要があった。クレーンは、鋼桁架設用として上段栈橋上に100t吊クローラクレーン（以下、100tCC）、100tCCの組立・解体用として中段栈橋上に120t吊クローラクレーン（以下、120tCC）を配置し、施工中は荷揚げ用とした。

以下にクレーンの配置手順を記す。

- (1) 工事用道路に100tCCを組立
- (2) 工事用道路に設置した100tCCを使用して、中段栈橋に120tCCを組立
- (3) 120tCCを使用して、工事用道路の100tCCを解体
- (4) 解体した100tCCを上段栈橋上に再度組立

3-2 コンクリートの圧送方法

コンクリートの圧送方法を図-3および図-4に示す。工事用道路に47m級の大型ポンプ車、上段栈橋にポンプ車を配置させ、2台のポンプ車を連結した。次に、図-4に示すように上段栈橋に配置したポンプ車をディストリビューターとして移動させつつ、コンクリートの打込みを行った。

本対策により、配管の設置・撤去を省略でき、さらに打込み中の配管切替え作業が不要となり、施工時間も大幅に短縮することができた。

なお、上段栈橋のポンプ車は本工事に用いて、120tCCで荷揚げを行った。

3-3 事前の施工性確認試験

大型ポンプ車を使用した場合、高圧（8.5MPa）での圧送となるため、材料分離やスランプの低下が懸念された。そのため、事前に圧送試験を行い、性状・品質検査は荷卸箇所だけでなく、上段栈橋でも実施し、材料分離の有無やスランプ、空気量の変化を確認した。「24-12-20N」と「27-12-20N」の2種類の配合で比較を行ったが、どちらも圧送後のスランプの低下は1cm以下で空気量に変化がほとんど無かった。また、圧縮強度試験においても強度発現に差異は認められなかった。そのため、配合は当初設計通りの配合である「24-12-20N」とした。

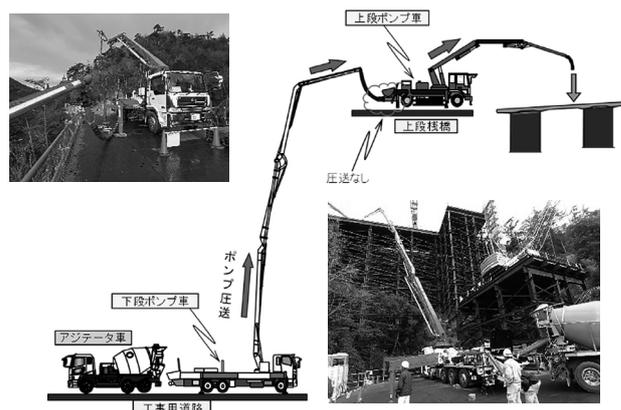


図-3 ポンプ車配置概要

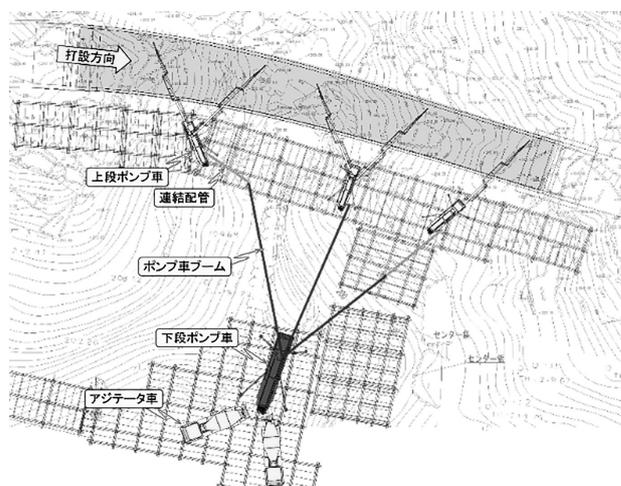


図-4 ポンプ車配置平面図

なお、乾燥収縮によるひび割れ対策として膨張材を添加した。この際、粉体量を増やして材料分離抵抗性の向上を図るため、膨張材は外割りとした。

3-4 充填性試験

本橋は縦断方向6%、横断方向最大6%の勾配を有するため、圧送試験時に、図-5に示す縦横断6%の勾配を再現した試験体を作成し、打込み方法、表面仕上げ状況を確認した。結果は、勾配の影響による極端な横流れは見られなかったが、図-5に示すように縦横断の低位側へコンクリートが徐々に流れていく様子が見られた。そのため、打込み時にはコンクリートが流れないように勾配の低いA1橋台・栈橋側から打込みを行い、かつ床版厚も随時確認した。

バイブレータ挿入時間は、「挿入なし」、「挿入時間5秒」、「挿入時間10秒」の3パターンを比較

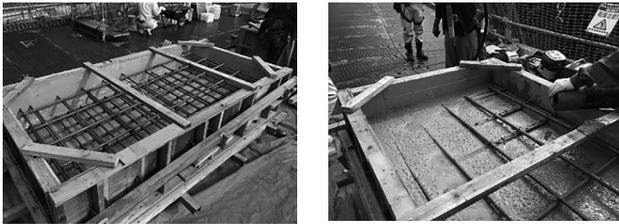
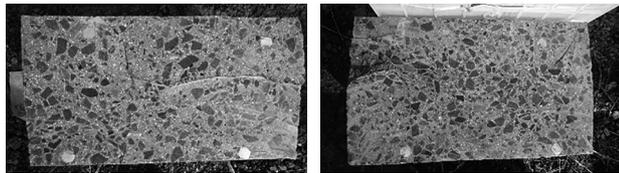


図-5 縦横断6%勾配を考慮した供試体



a) 挿入時間10秒 b) 挿入時間5秒

図-6 バイブレータ挿入時間の差異と切断面

し、バイブレータ挿入時間を決定した。比較の結果、「挿入なし」の供試体では、明らかなジャンカが認められた。また、図-6に示すようにバイブレータの挿入時間は5秒と10秒では気泡数に若干の差があるものの、明確な差は確認できなかった。実際の施工では、振動不足とならないように10秒を目安に挿入することとした。

3-5 養生

本工事のコンクリート打込みは、冬期（平成31年1月～平成31年3月）となることから、事前の外気温計測および過去の気象データを調べた結果、現地における日平均気温は4℃を下回っており寒中コンクリートとして施工した。

寒中コンクリートとしてコンクリート温度は、打込み時から4日後まで5℃以上とすることが必要となり、かつ、その後2日間は0℃以上を保持する必要がある。この規定から膨張材の効果を十分発揮させるため、7日間給熱養生を実施した。養生対策としては図-7に示すように、給熱は、ジェットヒーターおよび練炭を使用し、橋梁全体をブルーシートで覆うことで保温状態を確保した。床版上面は、長期湿潤養生による乾燥収縮ひび割れの防止と、表層品質の向上・緻密化を目的に、湿潤・保温マットを敷設し、23日間（寒中養生9日間+湿潤養生期間14日間）の湿潤養生を実施した。

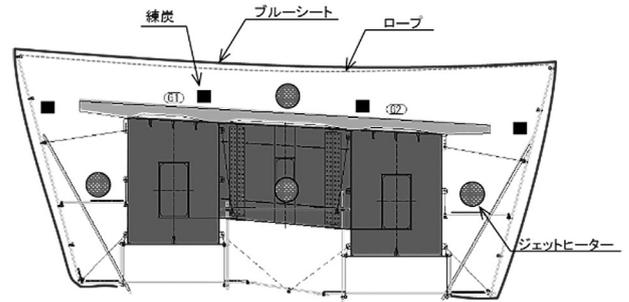


図-7 給熱養生概要

なお、散水用の水は上段栈橋に鋼製タンクを設置し、タンクから給水して散水を行った。また、タンクの水およびジェットヒーター用の燃料は2日に1回のペースで補給が必要であり、全てクレーン作業で行った。

3-6 養生時の温度、湿度の管理方法と結果

現場付近は通信状況が悪く、携帯電話回線を利用したリアルタイムでの温湿度管理ができない。そのため、計測結果を記録できる温度・湿度計を設置するとともに、朝・昼・夜に計測値の目視確認を実施した。

結果として、図-8に示すように外気温は連日早朝に0℃を下回っていたが、図-9に示すように給熱養生を実施したブルーシート内は概ね5℃以上を維持できた。なお、ブルーシート内の気温が5℃を下回っても、図-10に示すようにコンクリート表面は5℃以上を維持していた。湿潤養生期間中は0℃以上を維持でき、寒中養生の効果を数値で確認することができた。

3-7 壁高欄の養生

壁高欄コンクリートの養生も床版コンクリートと同様に寒中養生として7日間の給熱養生を実施した。脱型後は、壁高欄表面に保水養生テープを貼付し、湿潤状態を2週間継続した。

なお、舗装施工までの期間が空くことにより床版表面は乾燥、塵埃、紫外線等に暴露され、劣化が進行することが懸念されたため、シラン・シロキサン系の含浸材を床版および壁高欄表面に塗布し、耐久性の向上を図った。

3-8 その他施工時の工夫

床版施工において鉄筋工および型枠工では、以

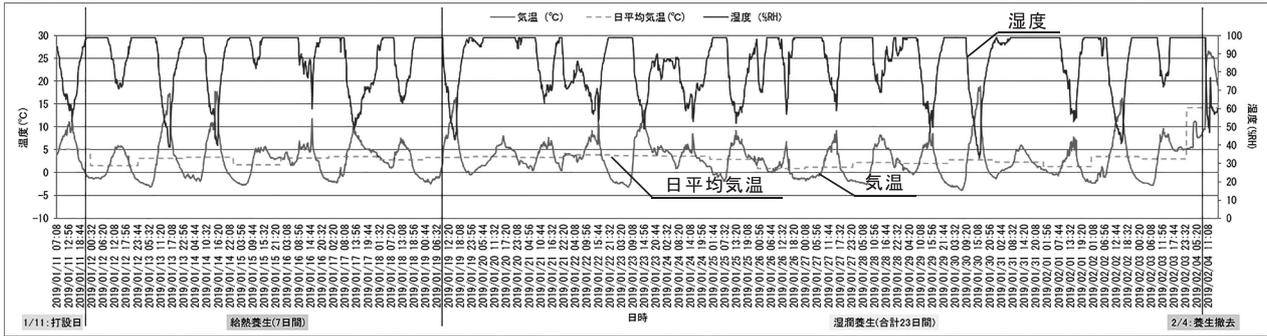


図-8 外気温湿度計測結果

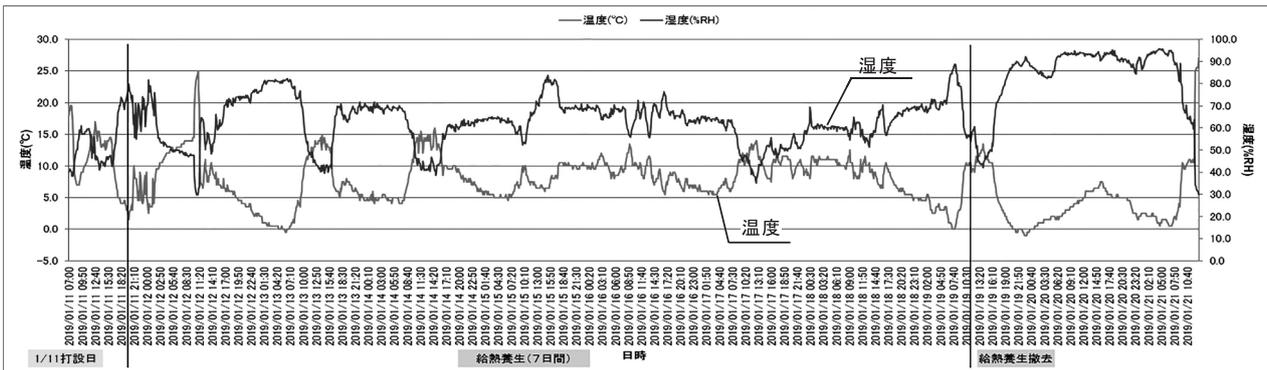


図-9 ブルーシート内温湿度計測結果

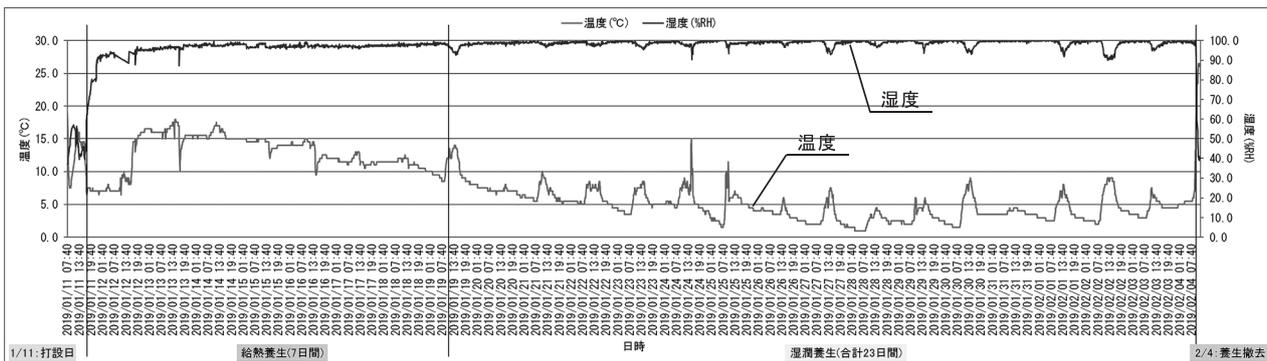


図-10 養生マット内温湿度計測結果

下の工夫を行った。

- (1) スペースアを着色することによる下面スペースの視認性向上と転倒による鉄筋下がりのかぶり不足の対策を行った。
- (2) 排水桝とコンクリート境界面に樹脂モルタルの施工およびガラス繊維ネットを設置し、排水桝回りのひび割れ防止とコンクリートの密着性向上による止水対策を行った。
床版コンクリート打設工では、以下の工夫を行った。
- (3) バイブレータの挿入時間を作業者が装着したメトロノームでカウントし、管理した。

- (4) 木枠を使用してバイブレータ挿入間隔(50cm)を確実に施工した。
- (5) 後追いバイブレータによる充填性をより確実に確保した。

4. おわりに

本工事は、工事用道路と架橋位置の高低差という制約がある現場であったが、2台のポンプ車を用いることにより、高品質で工期限内に完工することが出来た。

最後に、施工にあたりご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

22 品質管理

場所打ち杭の無溶接工法による鉄筋かごの課題と対応について

(一社) 建設コンサルタンツ協会 近畿支部技術委員会

(前) 技術委員長

技術委員長

技術委員会委員

高井 久一[○]

土橋 昌弘

山本 智弘

(東洋技研コンサルタンツ株式会社) (パシフィックコンサルタンツ株式会社)

1. はじめに

場所打ち杭などの鉄筋かごは、平成24年道路橋示方書の改訂で「鉄筋の組立てにおいては、組立て上の形状保持などのための溶接を行ってはならない。」と明確に記載され、その後、平成27年3月25日の事務連絡『「場所打ち杭の鉄筋かご無溶接工法的设计・施工」について』が国土交通省内にて通達された。

また、同時に杭基礎設計便覧および杭基礎施工便覧が平成27年3月に改訂され、鉄筋かごの無溶接工法に関して明確に記載された。

現在、設計者または施工者が新技術NETISに登録された「固定金具」部材等を用いて、無溶接工法による鉄筋かごの設計を実施している状況である。

2. 無溶接工法の設定理由と固定方法について

無溶接工法の設定理由と固定方法について、以下に記載する。(杭基礎施工便覧より参照)

(1) 無溶接工法の理由

溶接による仮止めは、局部的に急加熱、急冷却することで鉄筋の材質劣化や断面減少(アンダーカット)等の欠陥が生じるおそれがある等、施工品質の確保が困難であることを考慮したものである。

溶接による仮止めを行わない方法として、なまし鉄線を用いる方法の他、近年、特殊金物等によ

り構造設計上考慮する鉄筋を固定する方法(無溶接工法)による鉄筋かごの組立てが数多く行われてきている。

(2) 補強材

無溶接工法における補強材には、平鋼や形鋼が使用されることが多く、特に2,000mm以上の杭では形鋼が使用される例が多い。

(3) 組立て

⇒溶接によらない形状保持方法

① なまし鉄線を用いる方法

② 特殊金物等により構造設計上考慮する鉄筋を固定する方法(無溶接工法)

無溶接工法の鉄筋の組立て方法には、様々な方

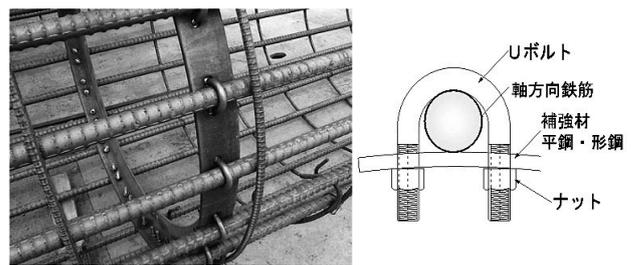


図-1 Uボルトを用いた例

法がある。組立て方法の一例を図1に示す。

3. 設計・施工上の課題

国土交通省より事務連絡『「場所打ち杭の鉄筋かご無溶接工法的设计・施工」について』が出されているが、設計・施工上において以下の課題があると考えられる。

※平成31年2月建設コンサルタンツ協会近畿支部
道路橋示方書改定WGの12社への調査結果参照

◆WG委員へのアンケート調査内容

場所打ち杭の無溶接工法に伴う補強リング
や固定金具の設計時期及び使用部材に関する
実態と対応について、以下の調査を行った。

- ① 設計費の有無、②発注機関
- ③ 設計時期（当初設計時か、工事段階か）
- ④ 杭径、⑤主鉄筋径、主鉄筋本数、
- ⑥ 補強リング材料、
- ⑦ 吊部の補強リング材料

課題1：無溶接工法の設計歩掛かり

杭の補強リング等の設計は、従前の杭基礎の設計歩掛りに考慮されていないため、設計段階において、補強リング等の設計・図面作成が行われていないケースもある。しかし、最近は設計段階で依頼があったりし、発注者によって設計対応がばらばらな状況である。

課題2：設計のばらつき

補強リングに関しては、事務連絡の事例（φ1500）ではL型鋼での設計事例となっているが、設計者によって、使用材料のばらつきが大きく、同規模の杭径・杭長・配筋条件でもL型鋼やFB、鉄筋で設計されている。

課題3：金具メーカーのばらつき

固定金具メーカーによって、設計の考え方や使用材料に大きなばらつきが生じており、その結果、固定金具の材料費や施工費にも大きな差が生じている。

課題4：工事での補強リングや固定金具の使用材料は施工者の任意

無溶接工法に使用する材料、補強リング及びスペーサー用固定金具は、見積単価による計上となっていたが、最近は物価資料に掲載されており、規格が適合すれば使用できるようになった。

しかし、固定金具メーカーに場所打ち杭配筋図を提示して、無溶接工法の工事見積りをとっても、設計の考え方の違いから、金具配置、個数および使用材料のばらつき見られる。固定金具の費

用は、工事費に加算されているが、実際に採用する固定金具のタイプは施工者の任意であり、鉄筋かごの変形など不具合が生じた場合の責任は施工者となる。

施工者は本工法の目的や工事品質の確保に十分な配慮が求められる。

課題5：鉄筋の座屈事例の発生

鉄筋太径化に伴う重量増や長尺杭の鉄筋かご建て込み作業において座屈が発生している。

(図-2、3)

- ① 無溶接工法は、どのような金具でも完全固定とならず、一体化していない。オイラー式による固定の評価は、両端ピンでしかなく、ねじれ防止金具などの期待はできない。
- ② オールケーシング工法による場所打ち杭では、ケーシング引抜・切り離しのために、鉄筋



図-2 鉄筋かごの座屈事例①

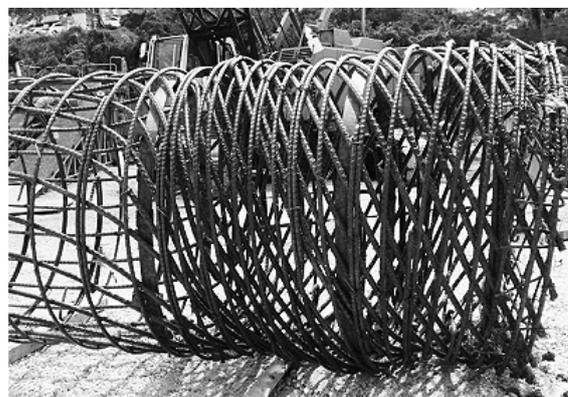


図-3 鉄筋かごの座屈事例②

かごが自立状態となる。その際、鉄筋自重とコンクリート沈下などの影響により、座屈が発生することもある。

- ③ 鉄筋かごの座屈事例は、情報収集や広く共有されておらず、当事者以外は問題としての認識不足が見受けられる。あくまでも施工者責任で処理されていることもあり、個別の突発的事故のように扱われるが、鉄筋かごの座屈は、ほとんど再発事故といえる。

4. 課題に対する対策案

「場所打ち杭の鉄筋かご無溶接工法の設計・施工」において、上記の課題があることから、今後、その課題解決に向けて以下の提案を行い、場所打ち杭の座屈防止や品質向上を図るものである。

課題1の対策：設計歩掛かりの明確化

設計手法（案）が事務連絡にて大筋、明確になっているが、杭の施工規模（最大鉄筋径や杭の長さ・重量）による影響が大きく、簡易な設計で終わるものではないと考える。

そこで、最適な補強リング等の設計を行うためには、仮設部材であっても設計責任が伴いものであるから、杭本体の設計段階にて適切な設計歩掛かりの考え方を明確にすべきと考える。

課題2、3の対策：使用する補強リング材料・固定金具のばらつき

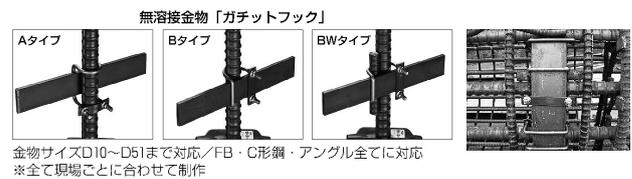
設計に用いる補強リング等の形状は、主鉄筋径・鉄筋本数・重量等から決まるものであり、本来は大きくばらつくものではないと考える。また、L形鋼の円形加工は高価で難しい問題があり、剛性が確保できれば、FBや鉄筋という材料の適用も十分考えられ、現状ではそうした材料の採用が多いと思われる。

そこで、「(一社)日本建設業連合会」または「(一社)日本基礎建設協会」に施工実績調査を行い、その結果を反映し、標準的な材料や規格を明確にすべきと考える。また、調査内容は、「3. 設計・施工上の課題」の項に示す建設コンサルタ

ツ協会近畿支部へのアンケート調査項目などが参考に考えられる。

固定金具のタイプ・材料は、多種の製品があり、設計・発注時の図面には詳細なタイプはメーカー指定となるため明記できない。参考として固定金具の主なタイプを下記に示すものであるが、個々の金具の剛性、耐力および設計手法に違いがあり、施工者は杭本体の施工規模などを考慮して選定すべきと考える。

① KS工法



② KSクルリン



③ CUP工法



課題4の対策：固定金具の選定

固定金具の選定は施工者の任意であるが、杭の品質向上や部材の信頼度向上のため、「道路橋示方書・同解説など」に準拠し、部材強度、固定方法や設計上の安全率の考え方の設計統一基準（案）を策定して、杭の施工規模（大きさ、配筋、長さ）も考慮した適切な材料が選定されるようにすべきと考える。

設計統一基準（案）作成にあたっては、(一社)日本基礎建設協会のみでは難しい問題と考えられるため、設計者である建設コンサルタツ協会の技術者も共存して策定にあたるのが適切な手段と考える。

課題5の対策：長尺杭の鉄筋下がり対策

座屈防止の根本的な対策は、杭先端の主鉄筋の段落としを小さくし、剛性を上げることである

が、杭の先端に向かって曲げモーメントが小さくなるため、杭の設計上、段落としはやむを得ないものである。現実の方法としては補強リングの縮小以外になく、捻じれ防止の類はあまり効果が期待できないものとする。

座屈荷重については不確定要素が多く、計算不能のため、できるだけ余裕のある部材とする必要があり、選択肢が複数ある場合には、平鋼を優先採用する方が適しているとする。

平鋼が優れる理由は、表1の断面性能表から、同様断面積の部材であれば、杭上下方向の断面係数 Z_y の値により平鋼が最も変形を起こしにくいことが分かる。

組立て時の横倒し状態では、仮設補強等が可能であるが、杭上下方向の耐力を重視しなければならない。

表1 補強リング材料の断面性能比較

	補強リング部材	断面積 A(mm ²)	断面係数 Z _x (mm ³)	※断面係数 Z _y (mm ³)	単位重量 W(kg/m)
異形鉄筋	D22	387		1,050	2.22
	D25	507		1,530	2.54
平鋼 (FB)	FB-6*65	390	390	4,225	3.06
	FB-9*75	675	1,013	8,438	5.30
	FB-12*75	900	1,800	11,250	7.06
	FB-12*90	1,080	2,160	16,200	8.48
	FB-12*125	1,500	3,000	31,300	11.80
L型鋼	L-6*65*65	753		6,260	5.91
	L-9*75*75	1,269		12,100	9.96
	L-10*90*90	2,171		24,800	14.90
	L-13*100*100	2,431		31,100	19.10

※ Z_y は幅広方向(杭上下方向)の値を示す

また、異形鉄筋の部材形状が補強リングに適さない理由は、「①平鋼に比べ摩擦力が得られにくい、②鉄筋かご内部で、競った二点を支点として回転し易いため形状保持には向かない。」と考えられる。よって、杭長が短く重量が小さい時以外は、異形鉄筋の採用には注意が必要である。

補強リングおよび固定金具の具体的な検討項目は、個々の現場に合わせて設計根拠を明確にし、施工者・発注者に提示している工法として「CUP工法」があるので、参考に記載する。

この工法は特に、施工規模の大きいものに適しており、十分な安全率、設計手法を明確している

ものとする。

CUP工法の検討項目事例

① 吊り検討

吊り検討は、補強リング部材と吊り個所数を決定することで荷重を均等に分散させる。

- ・補強リングの検討：吊り位置の補強リングの主鉄間のせん断応力度と曲げ応力度のチェック
- ・金具負担過重評価：鉄筋重量と主筋/補強リングの交点によっては、分散荷重(=A(吊り重量)/B(分散数))が金具許容応力度を超える場合がある。このような特殊な荷重分散は、通常の交点数を100%、他を50%の評価とし、金具許容支持力内に収める。

② 主鉄筋連結部の検討

鉄筋重量が増大するに従い、吊筋時の鉄筋脱落や鉄筋下がりが発生しやすくなる。各連結部にかかる圧縮荷重と引張荷重の大きい方に耐えられるよう、番線結束と金具固定を評価して判定する。

③ 座屈検討(吊り筋施工対象外)

鉄筋かごは不陸に接地し、鉛直でないため、座屈計算はできない。CUP工法では断面荷重(主筋段面積あたりの鉄筋重量)を用いて実績を定量評価することにより、主筋の細長比(補強リングの間隔)調整している。

金具の固定力は、ボルトの締付けトルクで間接管理する。

5. おわりに

本報告は、場所打ち杭施工において事故報告はなくとも、鉄筋かごの座屈が生じ、事故につながる恐れがあること、地中構造物であり出来形の検証も確實できないため、無溶接工法による場所打ち杭の品質確保の設計、施工の重要性を改めて報告したものである。

今後、場所打ち杭の施工規模を考慮した無溶接工法の適切な材料の選定方法や設計手法の確立に向けて、設計者側も具体的な方策を関係機関と協議していく必要があるものとする。

23 品質管理

大型断面を有する鋼鉄製箱桁(宝町橋りょう)の工場製作時の工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

主任技術者

設計担当

山下 修平[○] 林 暢彦

1. はじめに

本工事は、現在、武雄温泉・長崎間（工事延長67km）で整備が進められている九州新幹線（西九州ルート）のうち、長崎市内で路面電車も通行する国道202号を跨ぐ橋りょう（延長152m：合成桁2連）（図-1）の製作・運搬・架設工事である。

九州新幹線（西九州ルート）は、福岡市と長崎市を結ぶ路線であるが、そのうち武雄温泉・長崎間（線路延長約66km）について工事が進められている。

本稿では、大型断面を有する鋼鉄製箱桁の工場製作において、製作上、工夫した内容について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：九州新幹線(西九州)、宝町橋りょう(合成けた)
- (2) 発注者：独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 九州新幹線建設局
- (3) 工事場所：長崎県長崎市宝町地内
- (4) 工期：平成28年3月～令和2年9月
- (5) 工事内容：[宝町架道橋 (Bv)/単純合成箱桁] 橋長：82m、桁高：3.4m、鋼重：827t
[宝町高架橋 (BL)/単純合成箱桁] 橋長：70m、桁高：4.0m、鋼重：585.5t、線路桁製作工、工場塗装工、輸送工、 casting工（支承）、鋼

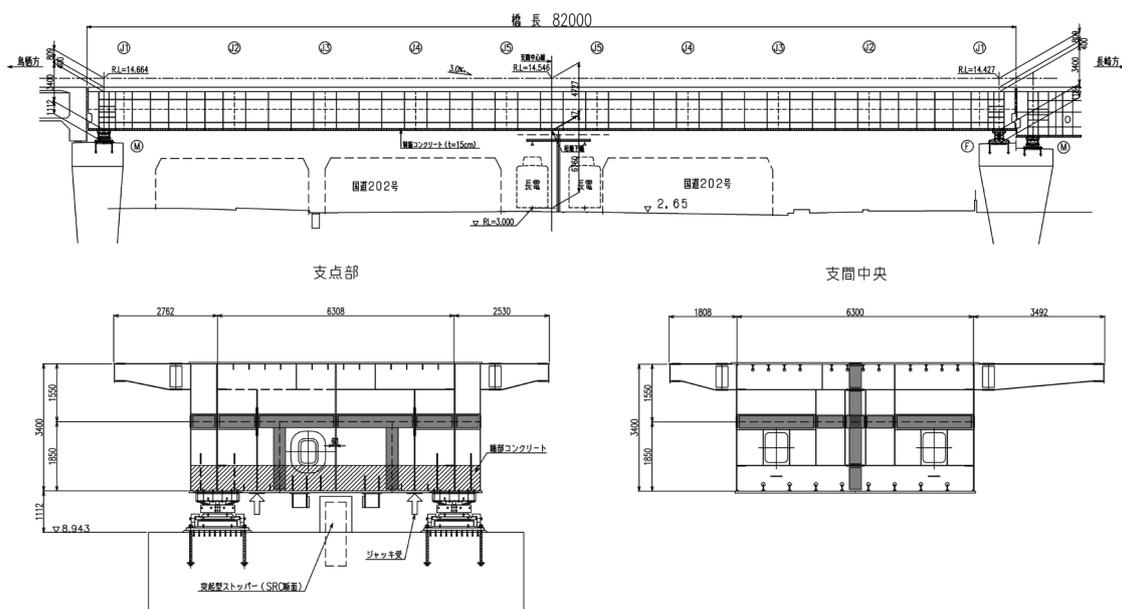


図-1 宝町架道橋 (Bv) 一般図

橋架設工（送出し）、現場継手工（溶接、ボルト）、現場塗装工、橋梁付属物工（排水等）

2. 現場における問題点

本橋の工場製作工場の工場施工に際しては、以下の問題点があった。

2-1 大型箱断面主桁部材の断面形状の確保

本橋の主桁は、大型断面を有する鋼鉄製箱桁であり、これは桁の構造高だけでなく、構造幅も非常に大きく、完成形の形状のままでは法令上の輸送制限を超えてしまうことから、箱断面全体を上下、そして左右に分割した4分割構造を採用していた。

4分割された主桁部材は、現場継手を挟んだL字形断面となる不安定な形状（剛性の低い形状）である。そのため、分割製作された個々の部材を1つの主桁断面に組み立てた際の断面寸法精度の確保が課題であった。また、不安定な形状である主桁部材を輸送する際には、振動や衝撃に伴う部材変形が懸念された。これらの分割された大型断面形状に起因する懸念事項を回避するための対策が求められた。

2-2 箱桁と排水管との取り合い確認

本橋の排水管は、橋梁景観等に配慮し、箱桁内に配置される構造が採用されていたが、箱桁内には構造部材であるダイヤフラムや横リブ等が数多く配置されていることから、設計段階において、これらの部材との干渉を避けるような排水系統が計画されており、結果として、その系統は複雑なものとなっていた。また、主桁（箱桁）と排水装置の図面は別々で作図されており、両方の図面を重ね合わせた設計成果品はなく、2次元で作図された各設計図を用いての取り合い確認だけでは相互の干渉を見落とすリスクがあった。

2-3 箱桁内狭隘部の溶接作業性の確認

大型の箱断面を有する本橋の支点部は、支承からの大きな支点反力に抵抗するためのダイヤフラムとそれに取り付く補強リブが間隔を密に多数設

置されており、非常に狭隘な施工空間となっていた。そのため、工場製作過程における溶接の可否や作業性の確認のため、製作開始前（原寸作業に着手する前）に各種対策を検討することが重要であった。

2-4 架設方法に配慮したキャンバー管理

本橋の架設工法は、現場架設条件から手延べ機を使用する鋼桁支持点からの張り出し長の大きい（支点間の仮支持点なし）大型箱桁断面を有する送出し架設が採用されていた。本工法においては鋼桁送り出し架設完了後のキャンバー調整が困難であるため、架設完了時に所定の構造高さを確実に満足することが求められ、工場仮組立時のキャンバー管理方法に配慮する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

上述した各問題に対して、以下の対応（工夫）を実施した。

3-1 箱桁内部への形状保持材の設置

4分割構造を採用した大断面を有する箱桁のL字形部材の形状を固めるとともに、部材自重や外力作用時の断面保持を確実にするため、工場製作時におけるL字形部材組立の際、各横リブ位置に仮設の形状保持材を設置し（図-2）、部材剛性を向上させることとした。また、同形状保持材は部材輸送時にも設置した。これにより、L字形部

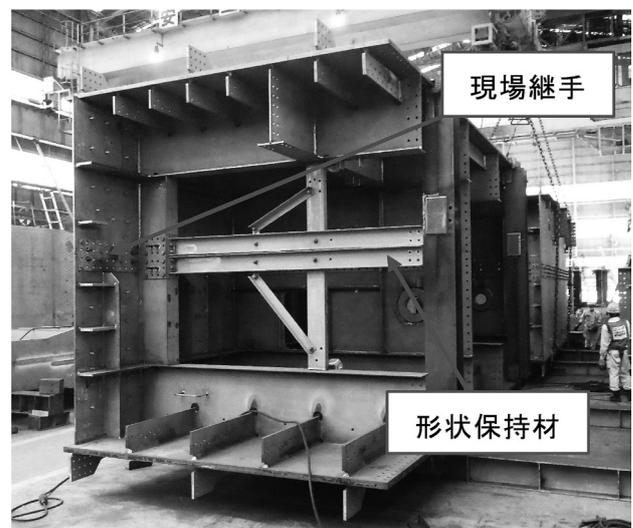


図-2 L字形部材への形状保持材の設置状況

の剛性は格段に向上するとともに、変形抵抗性能が高まり出来形精度の確保が可能となった。

3-1-2 大型断面を有する箱桁断面一体組立

大型箱桁断面全体を上下、そして左右に4分割された主桁断面（L字形部材）の現場継手部の精度を向上させるとともに、主桁断面の出来形精度を高めるため、工場製作における4つのL字形部材の本溶接前の組立段階で、箱桁断面の一体組立を行い（図-3）、各種寸法等の出来形精度の確認を行った後、その形状を保持した状態で本溶接、仕上げ、そして工場仮組立までの一連の作業を実施した。これにより、大型の箱桁断面の全体出来形精度の向上と工場製作の一連作業（本溶接、仕上げ、仮組立）における出来形確保が可能となり、部材品質が向上した。



図-3 大型箱桁断面の一体組立

3-2 3Dモデルによる相互干渉チェック

発注者より支給されたコンサル設計成果品の当社による設計照査と図面修正完了後の原寸作業段階において、修正された設計CADデータを専用の変換ソフトを使用して3Dモデルを作成し、箱桁内のダイヤフラム、横リブ、そしてその他の付属品等を避けた複雑な経路で配置された排水管との干渉チェックをパソコンの画面上で行った。（図-4）

干渉チェックは、あたかも干渉チェック者が箱桁内を歩きながら作業を進めるような形、例えば怪しい箇所があれば、そこで立ち止まり、当該箇所をあらゆる角度から眺めてチェックする形（バー

チャルリアリティーに近い形）で実施した。これにより干渉している部分を発見するとともに、本箇所への対応を工場製作前の原寸段階で対処することが可能となり、不具合発生による工程遅延リスク等の回避を実現した。

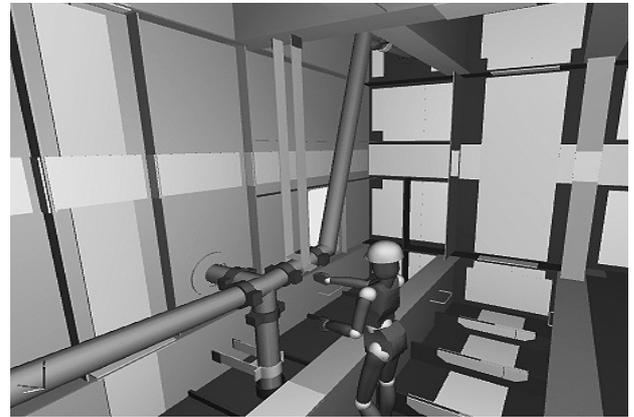


図-4 3Dモデルによる干渉チェック

3-3 モックアップによる溶接作業性確認

支点上ダイヤフラムとそれに取り付くその他の補強リブ等が間隔を密に多数設置されている箱桁内狭隘部における溶接作業性の確認については、当該部分の部分的なモックアップを工場製作前に発砲スチロール等を利用して作成し、溶接作業管理者だけでなく、設計担当者、原寸担当者、品質保証担当者、そして溶接実務作業による施工性確認を行い、（図-5、6）溶接施工の可否、溶接順序、その他の溶接施工条件についての改善項目を抽出し、それについての対応策を検討・実施した。



図-5 モックアップによる溶接作業性の確認



図-6 モックアップによる溶接作業性の確認

これにより、大型の箱桁断面内部の支点近傍狭隘部の工場製作過程における溶接作業の問題を洗い出し、事前対策を講じることで、施工不良に伴う手直し等による工程遅延リスクを回避・低減することが出来た。

3-4 架設方法に配慮したキャンバー管理

2-4 で述べたように、送り出し架設完了後のキャンバー調整が困難であることから、工場仮組立時に通常の多点支持状態（無応力状態）での仮組立に加えて、架設現場での施工条件（鋼桁支持条件）と同様の支点支持状態（図-7、8）での仮組立も行い、工場製作時に鋼桁架設完了時の構造高さが所定の規格値内に収まるように調整した。これにより、事前に送り出し架設完了後の構造高さが所定の許容値内に収まることを確認出来た。



図-7 支点支持仮組立状況



図-8 支点位置でのジャッキアップ状況

4. おわりに

本稿では、桁高3.400m、主桁間隔6.308mとなる大断面を有する鋼鉄製箱桁である宝町橋りょうの工場製作における製作着手前に判明した各種の問題点や課題解決に向けた対応策の内容について報告した。

近年では、大断面の主桁構造（I桁、箱桁、両者の混合桁）を有する鋼鉄製の数多くの橋梁が設計、製作、そして現場で架設されているが、橋梁構造物の大型化（鋼桁自重の増大）や張り出し長の大きい送り出し架設に伴い、その支点反力は増大し、それを支持する架設補強を含めた補強リブ等が複数配置された箱桁内の支点補強部の作業空間は益々、狭隘なものとなってきており、工場製作時の各種検討作業においては、我々のような工場の橋梁管理技術者には、製作技術だけでなく、設計および現場の架設計画の基本的な知識や知見が求められ、これらを駆使した業務運営が必要と考える。

最後となりますが、本工事の工場製作における工夫や改善点が、参考になれば幸いであり、加えて、本工事の施工にあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に謝意を申し上げます。

24 品質管理

砂防堰堤工事におけるコンクリート 品質確保・狭小高所作業時安全確保

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30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) 前ヶ沢 長野県北安曇郡
池田町渋田見
- (4) 工期：平成30年10月24～
令和元年10月31日
- (5) 工事内容：
本提工 H=5.0m L=93.0m V=1905m³
鋼製スリット W=3.4t 前処理工 V=455m³
管理用道路工 L=238.0m W=3.0(4.0)m

当現場は長野県北安曇郡池田町渋田見地区における溪流（前ヶ沢）に位置し、当該溪流、溪床部は侵食風化の影響を受けた溪床堆積物で構成されており、これらが土石流発生の素因となり、溪流下部における人家等への土石流災害を防止するための施設として、砂防堰堤1基の施工を行う工事であり、堰堤本体部分の前年度約50%程度完了部分から上部の施工、副堰堤等の前処理工の施工、および管理用道路を構築する工事であった。

2. 現場における問題点

- ① 本現場では、工期短縮および安全面等を考慮して、残存型枠を用いて施工を行った。しかし今回採用した残存型枠は、景観における要望を

選定ベースとして、貫通孔のない滑面タイプ（図-1）の残存型枠であり、貫通孔から充填コンクリートの滲み出がないため、目視によって型枠内部コンクリートの適切な充填確認ができないことにより、型枠と打設コンクリートの一体化がなされず、所要の品質が確保されない可能性があった。また締固め作業時においては、バイブレーターの適切な挿入長の確保、適切な挿入間隔以内による施工実施により、確実な品質確保が必要であった。



図-1 堤体表面状況（滑面タイプ残存型枠）

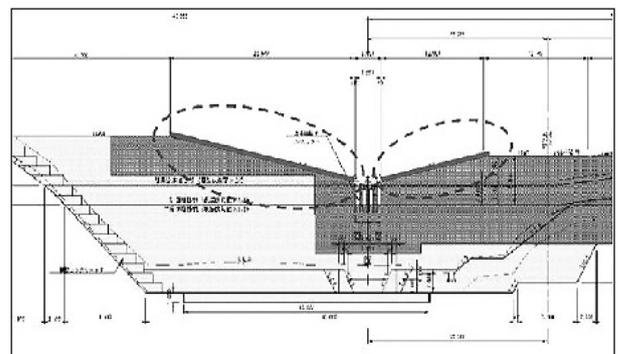


図-2 正面図（本堤天端構造勾配20%）

② 本堤工中央付近（水通し両サイド）の天端においては、仕上り勾配20%と非常に急勾配な仕上りとなる構造となっていた。（図-2）そのような急勾配でのコンクリート打設作業時、締固め作業を標準的な時間10～15秒により行くと、コンクリートは下方に向かって流れてしまい、天端均し作業が困難になることや、確実な締固め時間を確保できないことによって、下層コンクリートとの一体化がなされず、コールドジョイントの発生要因となり、所要の品質が確保されない可能性があった。

③ 課題①にて述べた通り、残存型枠を用いての施工であったことで、型枠内部での作業が主体となる。転落防止施設の役割を残存型枠が補うことから、足場設置不要が基本となるが、堤体上部になるにつれ堤体幅が狭く、型枠保持のために設置する控え鉄筋等により、作業スペースおよび作業通路等の確保が困難となる。（図-3）さらに本年度工事は前年度完了部からの立上げであったことから、大部分の作業が高所となり、墜落・転落の危険性が高くなることが予想された。



図-3 型枠内部の様子（作業通路確保困難）

3. 工夫・改善点と適用結果

課題①に対し、施工初期の段階において、コンクリート充填検知システム『ジュウテンダー』（図-4）を用いて行うこととし、適切な充填完了の確認を行う対策を計画したが、すべての型枠へのセンサー設置は行えないことから、コンクリート搬入後、締固め開始から充填完了までに要

する時間を計測し、現場内における標準時間の設定を行い、それに基づき締固め作業を実施することとした。

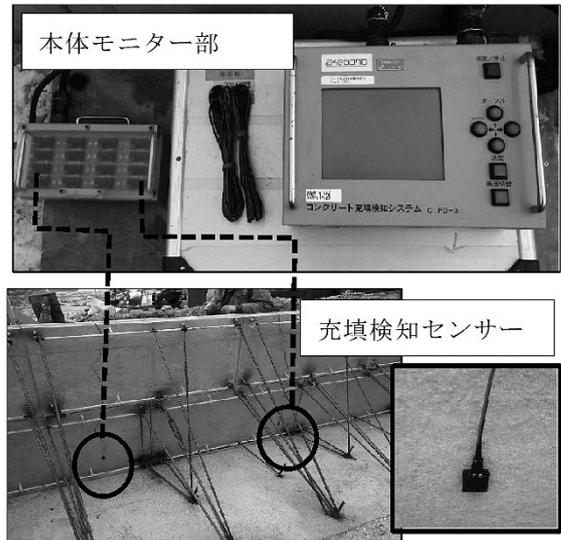


図-4 コンクリート充填検知システム（充填検知センサーよりケーブルにて本体モニター表示）

※充填完了の確認方法として、充填検知システム本体から検知センサー（振動デバイス）をケーブルにより接続を行った後、検知センサーからバイブレーターまでの距離を50cm以内と設定し、型枠背面設置センサー位置における、コンクリート充填状況をモニターの変化（空気[赤]からコンクリート充填完了[緑]）で確認する。（図-5）

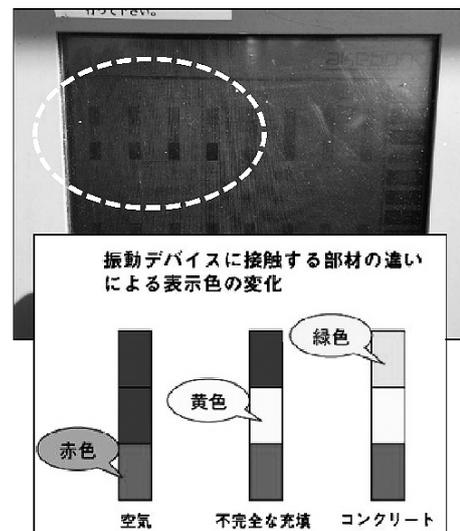


図-5 充填検知システム本体モニター変化状況

何点かの測定を行った結果、どの地点においても10秒以内の締固め実施によりモニター変化が確認されたことから、コンクリート標準示方書内基準値等も考慮して、当現場において型枠近傍では、10～15秒間の締固めを実施するよう現場作業員に周知して作業を行った。(図-6)



図-6 10～15秒間締固め実施状況

またバイブレーター挿入長については、コンクリート1層の打設高さを40cmと規定し、下層コンクリートに10cm程度の挿入を行うために、バイブレーター先端から50cmの位置にマーキングを行うとともに、挿入間隔については、50cm程度以内での挿入間隔として作業を行うために、転落防止施設に50cm毎にマーキングを設置して、それらを目安に締固め作業を実施した。(図-7)

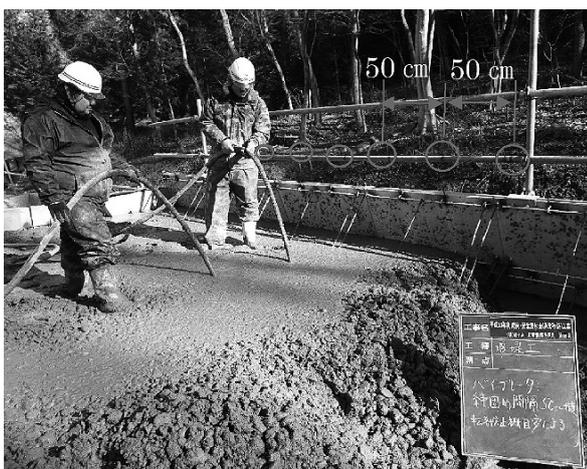


図-7 転落防止施設へ締固め間隔目安明示

上記の対策を実施後、残存型枠背面において空隙等の有無を確認するために、赤外線カメラを用いて確認を行ったが(図-8)コンクリート充填

不足のような空洞等の存在(背面空洞が確認された場合には、健全部と比較して温度が上昇しやすい)は確認されることは無く、また堤体内部においても適切な締固めが実施され、所要の品質が確保することができた。



図-8 施工完了時赤外線カメラによる確認画像

課題②に対して、コンクリートの流動を一時的に停止するために、コンクリート流動停止鉄柵の作成を行い(図-9)堤体軸方向に対して直角方向に配置後(図-10)コンクリートの流動が停止する状況にした上で、バイブレーターにより締固めを実施し、適正締固め時間10～15秒を確保できる状況により作業を行った。

上記の対策を実施したことで、バイブレーターによって締固めを行っても、コンクリートの流動が停止されていることから、適正時間10～15秒の締固めを行うことができ、下層コンクリートとの一体化となるような締固めを行え、コールドジョイント等の発生を抑制することで、確実な品質確保が行えた。

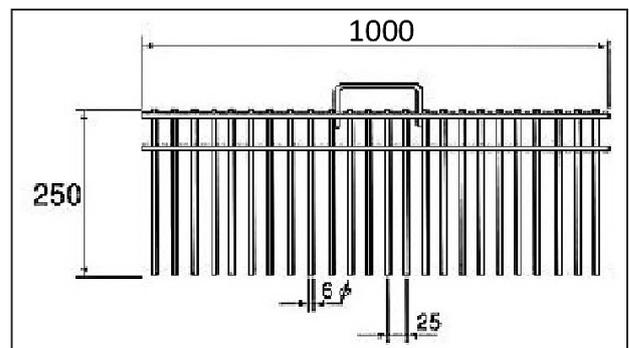


図-9 コンクリート流動停止鉄柵



流動停止鉄柵の設置

図-10 流動停止鉄柵設置状況

課題③に対し、当現場では堤体背面に作業通路を兼ねた作業足場を組み立て（図-11）、作業場所内に必要としない機材などの置場（図-12）としての使用や、堤体内部で使用する控え鉄筋等の材料置場および材料加工場所としての使用、さらにはコンクリート打設作業時においては、締固め人員（バイブレーター先端作業員）以外人員（バイブレータースイッチ操作者）は足場上で作業を行い（図-13）堤体内部での作業が容易に行える対策を計画し実施した。さらに安全面に置いても、図-3にあるような控え鉄筋が設置された型枠内部を移動に使用することが無く、また標準化された仮設足場施設であることから、転落防止施設が確実に設置することができるため、転倒および墜落・転落といったリスク低減を行うことができた。

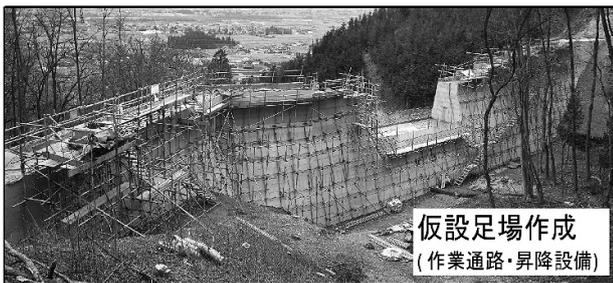


図-11 堤体背面作業通路兼作業足場



図-12 資機材等配置状況

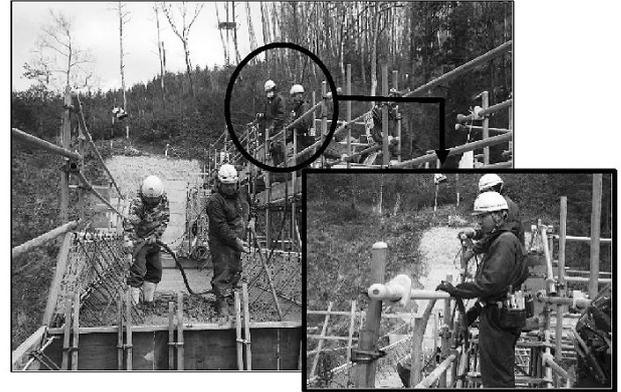


図-13 締固め作業状況

(バイブレーター先端作業員、バイブレータースイッチ操作者分離状況)

上記による対策を講じたことで、堤体内部においては作業員・資機材等の混在が無くなって作業性の向上に繋がり、確実な転落防止施設が備わった作業通路確保を行えたことで安全性が向上し、結果、現場工程に影響なく無事故で現場を完了することができた。

4. おわりに

コンクリートを主体とした砂防堰堤であるため、確実なコンクリートの品質確保が必要であり、さらには狭小ヤードにおける高所作業であるため確実な安全確保が必要であったが、いずれの対策についても、施工前における課題の抽出を確実に実施し、それらに対する適切な対策を講ずることができたことから、品質確保・安全確保に繋がったと考える。

今後においても、トラブルによる現場進捗の遅延等無いように、施工前における課題の確実な抽出実施を行い、実施工時スムーズな現場進行が行えるよう、新しい情報・技術等を得るなどして、自己研鑽に努めていきたいと考える。

最後に、施工にあたりご指導いただいた発注者、ならびに工事関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

25 品質管理

山岳狭隘地における盛土施工の品質向上に対する取組み

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

主要地方道大町麻績インター千曲線は長野県大町市の国道147号線から長野自動車道麻績インターを經由して千曲市の国道18号へ至る重要な県道である。本工事は当県道の急峻地形による線形不良、急勾配の解消等を主たる目的にした工事である。

工事概要

- (1) 工事名：平成29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：(主) 大町麻績インター千曲線
大町市 トンネル下
- (4) 工期：平成30年1月10日～
平成31年3月28日
- (5) 工事内容：道路築造工
L=227.7m W=6.0(8.0)m
切土工 V=16050m³
盛土工 V=14370m³
法面工 A=3349m²
排水構造物工 L=1013m

本工事は盛土工は、山岳狭隘地における高盛土であった。さらに、使用盛土材構成は軟質化しやすい凝灰岩が主体であったため、盛土工施工の品質向上に対する取組みが必要であると判断された。盛土工施工の取組みを以下に記す。



図-1 竣工写真

なお、本工事はICT活用工事（土工）施工者希望型工事であり、盛土工をICT活用工事としてUAVによる起工測量からICT建機を用いた施工等を行っているが、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

- (1) 盛土施工時における、降雨等による盛土材軟質化防止対策
本工事は主な工事内容として、現場掘削土を利用した路体・路床盛土工が挙げられる。しかし、現場掘削土砂の土質構成が凝灰岩主体であり、降雨等による盛土材自体の含水比増加に伴い、軟質化しやすい土質であった。よって、軟質化防止対策が必要となった。
- (2) 盛土施工時における動態観測方法について
本工事盛土工は、築造高H=30.0mと高盛土である上、平成28年度に地山が被災崩落した箇所でも

あった。そのため盛土施工中の動態観測を実施し、盛土工の異常及び変状の有無を確認する必要があった。

しかし、通常の動態観測を実施すると多大な計測時間及び労力を費やす必要があり、また観測の必要がある降雨・降雪時の計測作業において作業員の転倒等の危険性が高いことが懸念された。よって、計測の簡素化及び安全性向上を目的とした対策が必要となった。

(3) 山岳狭隘地での盛土ICT施工

本工事の盛土工施工箇所は、他工事と比較すると山岳狭隘地であったため、ICT施工を行う上で最重要となるGNSSの受信状況及び精度を確認検討し、施工を行う必要があった。

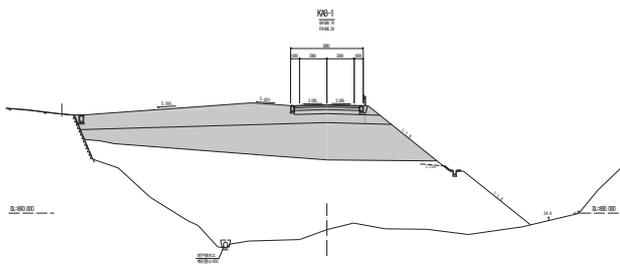


図-2 盛土工断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 盛土施工時における、降雨等による盛土材軟質化防止対策

① 施工時におけるシート養生及び排水設備

盛土工施工時の降雨対策として、急な降雨等にも柔軟に対応できるよう盛土築造面に横断方向の排水勾配5.0%を設け施工を行った。

また、降雨時は盛土施工箇所及び盛土材にシート養生を実施し、盛土施工箇所においては排水流末部の降雨等排水による盛土体及び盛土法面の浸食防止のために、排水流末箇所に仮設排水を設置して円滑な排水に心がけた。

② 施工完了後の養生

施工完了時が冬季であり、また当工施工箇所は比較的降雪量の多い地域であることから、春先の降雨と融雪による排水量が増加し、盛土の



図-3 盛土工施工箇所シート養生



図-4 仮設排水設置状況

浸食を誘発することが懸念された。そこで、発注者に提案協議し冬季降雪前にシート養生を実施した。

(1)-1 適用結果

当課題は現地踏査時点から懸念されていた事項であったが、盛土築造面に排水勾配を設けたこと



図-5 冬季積雪時状況

により対策が容易となり、仮設排水を設置したことにより流末部の円滑な排水ができた。また、工事完了後に設置したシート養生は雪解け後に撤去し、現在では健全な植生状態を維持している。現場では養生範囲が広くシート養生等大変な面はあったが、しっかり取り組んだことにより盛土材軟質化及び盛土体浸食等の発生も無く施工を完成させることができた。

(2) 盛土施工時における動態観測方法について

① 観測点設置の工夫

動態観測計測の簡素化を目的に、完成盛土各小段に不動点となる鋼板付アンカーを設置し、その鋼板部分に測量用反射シールを張り付け、不動点より定期的にトータルステーションを使用し計測する方法を考案し実施した。

(2)-1 適用結果

観測点設置を工夫したことにより、1人で正確に時間をかけずに計測することが可能となった。また、観測の必要がある降雨・降雪時の計測作業



図-6 観測点設置状況

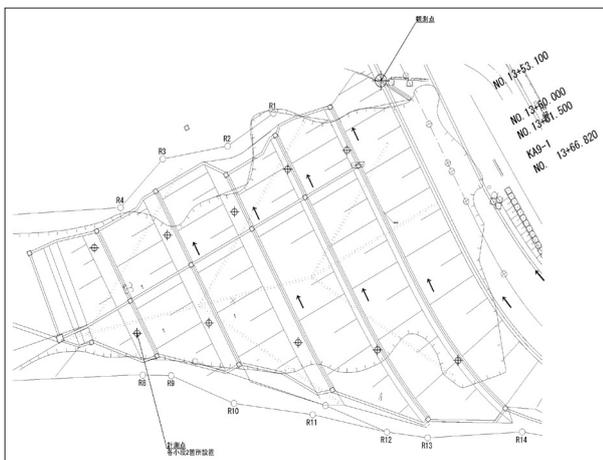


図-7 観測点設置位置図



図-8 動態観測計測状況

において転倒等の危険性が高いことが懸念されていたが、不動点を設置したことによってそれは解消された。

結果として盛土体の異常・変状は観測されず、施工を完成させることができたが、今後も施工管理に生かすことができる取組みであったと思われる。

(3) 山岳狭隘地での盛土ICT施工

① GNSS受信状況確認

施工エリアの衛星数確認及びGNSS測量を実施し、ICT施工が可能か否かの判断と施工精度の確認を行った結果、衛星数及び測量精度ともにICT施工適応範囲内であったため、発注者と提案協議しICT施工を実施した。

② 3次元起工測量【UAV空中写真測量による起工測量】

ドローンによる空中写真測量を実施し起工測



図-9 GNSS受信状況確認

量データを作成した。

③ 3次元設計データ作成

上記起工測量データと設計データとを合成修正し、より現況施工に近い3次元設計データを作成した。

④ ICT建設機械による施工【バックホウ3次元マシンコントロール技術】

通常施工の盛土工における盛土材敷き均し作業は、MCブルドーザによる作業が一般的である。しかし当該施工箇所は山岳狭隘地での施工であることから、作業性を重視し狭い箇所も施工可能なMCバックホウを採用し、盛土材敷き均し及び法面整形をMCバックホウにて施工した。



図-10 MCバックホウによる盛土施工状況

⑤ 3次元出来形管理【UAV空中写真測量による出来形管理技術】【GNSSによる締固め回数管理技術】

GNSSによる軌跡確認及び転圧回数をモニターで確認し、ICTローラにて転圧を行った。また施工完了後の出来形管理では、ドローンによる空中写真測量にて管理を行った。

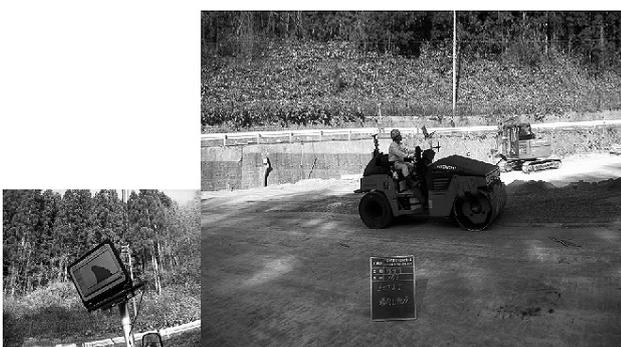


図-11 ICTローラによる盛土転圧施工状況

(3)-1 適用結果

山岳狭隘地でのICT施工であったため、衛星数確認・施工機械選定等の様々な制約があり、準備段階で相当な日数を要したが、従来施工よりも安全にかつ品質向上した施工ができたと思われる。また、従来工法と比較しても施工管理の効率向上（締固め管理の軽減）や丁張掛け作業労務の減少、及び出来形の早期把握等のメリットが得られた。今後さらに、ICT技術が進んでいくと思われる。これからも、最新技術を柔軟に取り入れ、より良い工事を目指していきたい。

4. おわりに

本工事盛土工は、山岳狭隘地においての高盛土であり、かつ盛土材構成が凝灰岩主体であったため、工事着手前より課題の多かった盛土工施工に重点を置いた工事であった。

また盛土工にてICT施工を実施したが、私としては初めてのICT工事であった。

ICT施工は初体験ということもあり施工前は不安もあったが、いざ施工を行ってみるとICT技術の様々なことが体験でき、良い機会に巡り合えたことに感謝している。

また、盛土材軟質化防止対策や盛土動態観測方法等課題はあったが、現場条件に対応した良い取組み・対策ができたと思われる。

ただ、上記対策は良い取組みができたものの、降雨等の悪天候時に施工ができない日が多くあり、工程管理面での課題として対策案が浮かばずに工事が完成してしまったことは悔やまれる。

また新たな工事で、新たな課題に直面する時が来ると思うが、今までの経験や新しい技術の導入で乗り越えていきたいと思っている。

最後となりますが、本工事の施工にあたりご指導・ご協力いただいた大町建設事務所をはじめとする関係各位に紙面をお借りしてお礼を申し上げます。

26 品質管理

ケーブルエレクション直吊工法の架設精度向上のための工夫と安全管理

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラシステム

現場代理人

監理技術者

計画担当

和田野 晋悟[○]

大谷 恵治

小松原 和也

1. はじめに

本工事は、関越自動車道・渋川伊香保インターチェンジ付近から上信越自動車道・東部湯の丸インターチェンジ付近を結ぶ上信自動車道のうち箱島地区の町道を跨ぐ新設橋梁の架設工事である。箱島跨道橋と呼ばれる本橋梁は鋼重406t、支間長79.9m、幅員10.5mの鋼単純下路式ワーレントラス形式である。路下の町道付近には、ほたるの保護地があり、桁下にベント等の仮設備を組み立て

ることができないため、**図-1**に示すケーブルエレクション直吊による架設工法が採用された。本稿では、ケーブルエレクション直吊工法の架設精度向上のための工夫と安全管理について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：箱島跨道橋鋼上部工製作架設工事
- (2) 発注者：群馬県上信自動車道建設事務所
- (3) 工事場所：群馬県吾妻郡東吾妻町大字箱島
- (4) 工期：平成30年10月～令和元年10月

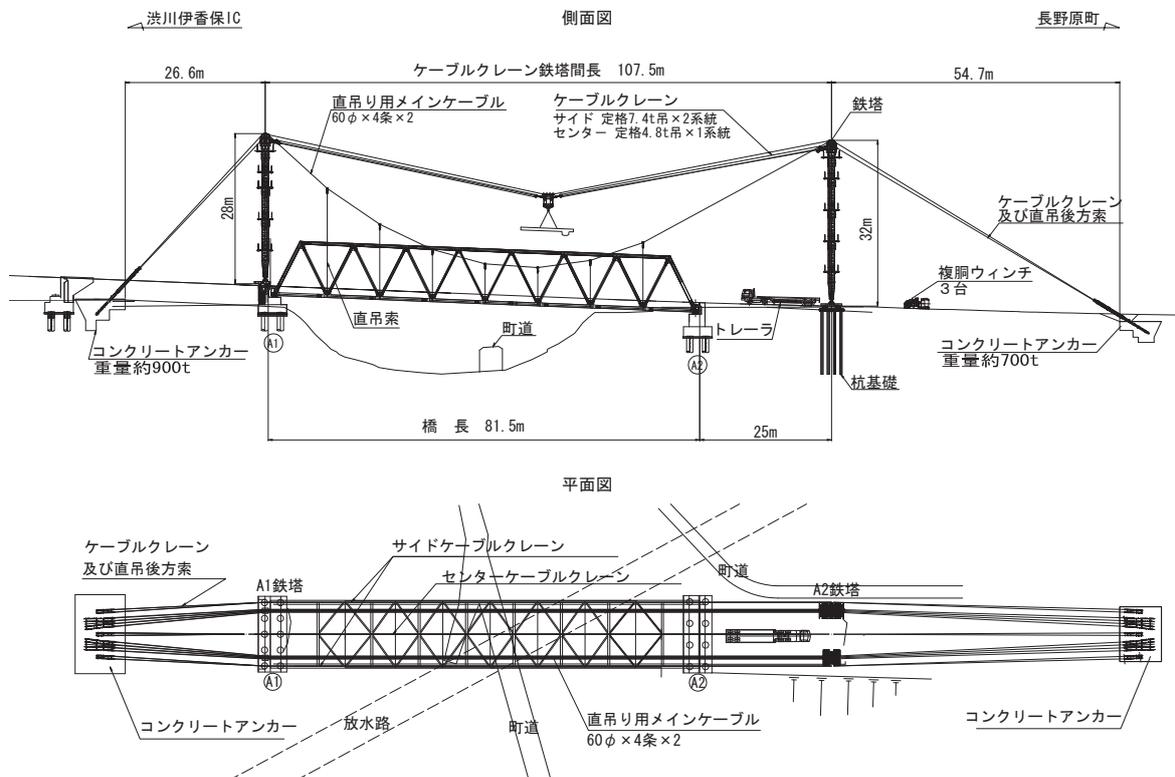


図-1 架設計画図

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたり、以下の問題があった。

(1) ワイヤーの温度変化による桁と鉄塔の変位

ケーブルエレクション設備のメインワイヤー長は約210mである。架設は6月～7月と温度変化の激しい時期となりワイヤーの伸縮が大きく、架設途中の桁は高さ方向に最大で約50mm/日変位した。メインワイヤーは鉄塔頂部のサドルにおいて高力ボルトで固定しているため、鉄塔の倒れ量の管理は架設精度に大きな要因をもたらす。したがって、桁挙動と鉄塔の倒れ量をリンクして一括管理するとともに、落とし込み架設時には特に精度良く計測を行い調整する必要がある。

(2) 鉄塔倒壊のリスク低減

鉄塔基礎の構造は、A2側は法面崩壊のリスクがあり杭基礎としたが、A1側は杭基礎にすると支持層が深く杭長も大きくなるため、地中を斜めに横断する放水路への影響が懸念された。また、A1背面ヤードが非常に狭隘であることもあり杭基礎の採用は困難であった。そのため、A1側の鉄塔は図-2に示すように橋台パラベット上に設置し、鉄塔基部はアンカーと山留材で橋台と一体化させたが、本来作用することのない局所的な水平荷重をパラベットに作用させ影響を与えることを避けたかった。また、ケーブルエレクション工法では重大災害となる鉄塔倒壊のリスクを最小限にさせることを最優先とした。



図-2 A1鉄塔基部

(3) 架設時の形状変化

ケーブルエレクション工法において、作業通路や足場の関係上、桁端から中央に向かって架設を行う場合が多い。しかし、端部から架設を行った場合、数値計算では支承部で6.3°の回転変位が生じ支承が損傷してしまう恐れがあった。端支点付近の下弦材は最大5.0m程度の降下が生じ、約3.5m下の地山に衝突することが予想された。また、各添接部においても回転量が大きくなるため、添接板の変形が懸念された。したがって、偏重载荷による支承への影響や地山との接触を避け、スムーズに添接ができるように架設時の形状変化が小さくなる架設方法を検討した。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事では、桁変位と鉄塔の倒れ量をリアルタイムに自動計測し、架設と安全管理に反映させた。

(1) 桁・鉄塔の自動計測による架設管理

図-3に示すような、3次元自動計測が可能なトータルステーションをA1橋台上に据付け、各横桁の両端の上フランジ天端にプリズムを設置した。また、A1・A2鉄塔には自動計測が可能な傾斜計を設置した。それぞれのデータはWEBブラウザ上へ送信されるため、リアルタイムでのデータをパソコンや携帯で遠隔監視できるシステムとした。

この自動計測により、温度や日射の影響によ



図-3 3次元自動計測器（上）と傾斜計（下）

る、鉄塔の倒れとキャンバーの挙動との相関関係を求め、それをもとに鉄塔の調整量を設定した。図-4は下弦材架設完了時に鉄塔倒れ量調整を行った際のキャンバー変化について①傾斜調整前、②A2鉄塔調整後、③A1鉄塔調整後をそれぞれ表したものであり、縦軸の誤差は全架設完了時のキャンバーに対しての差を表す。また、表-1は図-5の①～③に対応した鉄塔傾斜角度および鉄塔頂部の傾斜量を表したものである。①調整前はC4で-252mmと誤差が大きく、鉄塔の倒れ量を調整する必要があった。表-1、図-4より②A2鉄塔調整時には頂部で104mm起こした際にC4で120mmアップ、③A1鉄塔調整時には159mm起こしC4でさらに176mmアップし、キャンバー全体の数値も計画値に近づき、理想的な形状を得た。

(2) 傾斜計の活用と鉄塔に作用する水平力の低減による安全管理

架設に伴う鉄塔の倒れ量は、アンカーから鉄

表-1 鉄塔傾斜調整時の鉄塔倒れ量

	A1鉄塔		A2鉄塔	
	傾斜角度	頂部倒れ量	傾斜角度	頂部倒れ量
	(°)	(mm)	(°)	(mm)
①調整前	0.022	11	0.168	94
②A2鉄塔調整後	0.024	12	0.355	198
③A1鉄塔調整後	0.350	171	0.346	193

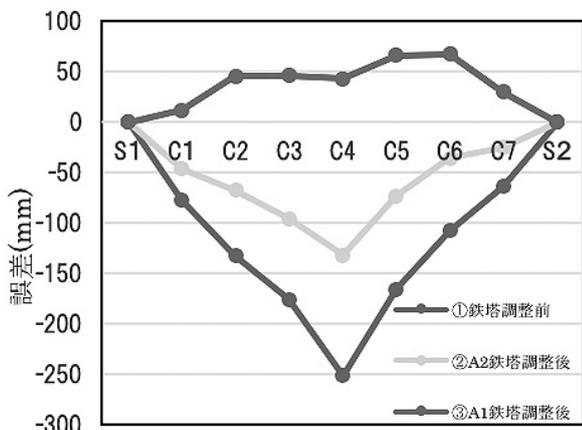


図-4 鉄塔傾斜調整時のキャンバー変化

塔頂部までのメインワイヤー（φ60mm×8本）の伸びにより、A1鉄塔頂部で約500mm程度であり、図-5に示すセンターホールジャッキを用いた調整装置で調整する。架設前に全量を起こしておけば鉄塔の調整は1回で済むが、鉄塔基礎に作用する水平力を低減させるため、倒れ量を最大200mmとし、調整回数を3回（200mm+200mm+100mm）に分割した。それぞれに作用する水平力を表-2に示す。調整が1回の場合は水平力が最大25.9kNに対し、3回に分けた場合は最大17.3kNとなるため、水平作用力を33%低減することができた。

また、設置した傾斜計は2軸（橋軸方向と橋軸直角方向）の倒れ量を計測し、鉄塔の捻じれについても監視を行った。また、鉄塔傾斜の上限値を超えるとアラートメールが送信されるよう設定し、迅速な対応を可能とした。

(3) 支間中央からの架設による桁変位量の低減
架設中の桁変位量を低減させるために、支間中

表-2 鉄塔倒れ量と水平力の関係

鉛直力		調整1回		調整3回	
(%)	(kN)	鉄塔倒れ量 (mm)	水平力 (kN)	鉄塔倒れ量 (mm)	水平力 (kN)
17	806	500	14.4	200	5.8
33	1611	400	23.0	100	5.8
50	2417	300	25.9	200	17.3
67	3223	200	23.0	100	11.5
83	4028	100	14.4	100	14.4
100	4834	0	0.0	0	0.0



図-5 鉄塔調整装置 (A1)

中央から両端に向かって架設する方法を検討した。端部から架設する場合と支間中央から架設する場合の桁変位の支承部での回転量と横桁（C1）での下弦材の降下量の計算を行うと、表-3のようになった。支承部の回転量は6.3°から3.8°に下がり、中間横桁端部（C1）の降下量は5.0mから2.7mとなり、回転量、降下量ともに50%～60%に低減することができた。また、支間中央ではワイヤーブリッジのサグが大きく架設時の動線の確保が困難であったため、横桁を先行して架設しワイヤーブリッジを吊り下げた状態で下弦材の架設を行った。その後、ワイヤーブリッジを下弦材に盛り替え、通路と作業スペースを確実に確保することで作業効率を向上させた。

表-3 架設順序による桁の形状変位

	回転量 (°)	降下量 (m)
端部から	6.3	5.0
中央から	3.8	2.7
低減率 (%)	60	54

※回転量は支承部の値
 降下量は中間横桁の端部C1での値

(4) 適用結果

3次元自動計測と傾斜計の設置により、桁と鉄塔の挙動を一括して管理することができ、架設途中段階でのキャンバーの計画値と常に比較しながら確認ができた。チェーンブロックによる吊索長の調整は、下弦材架設完了時と上弦材閉合前の計2回のみで落とし込み架設を迎えた。落とし込み架設時（図-7）は、高さ・仕口間距離は良好な数値が得られ、スムーズに落とし込み作業ができた。

図-6より吊索開放前後の出来形についても規格値の20%（±10mm）以内に収まり非常に良好な架設ができたといえる。

安全管理については、橋台に作用する水平力を低減させることができ、パラペットを損傷させることも無かった。また、鉄塔の2軸計測が可能な傾斜計により鉄塔の捻じれを監視することで鉄塔倒壊のリスクを最小限とした。

支間中央からの架設により、桁の変位量を低減させることができ、支承、地山への影響を最小限におさえ、作業員の動線も確保し安全に架設を終えることができた。また、架設時の下弦材の各ジョイントにおける回転量も低減され、添接のための吊索長の調整や仮SPL等の製作・設置も不要となったため、スムーズに架設することができた。

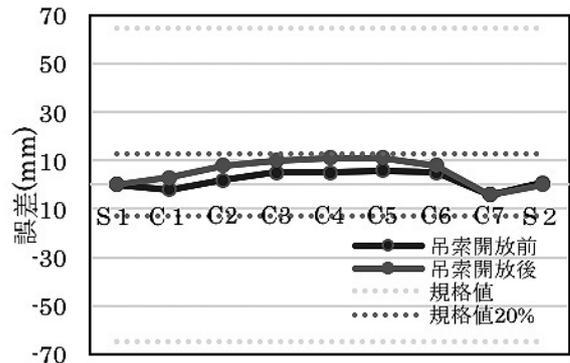


図-6 吊索開放前後の出来形



図-7 落とし込み架設状況

4. おわりに

本工事では、桁挙動の3次元自動計測と鉄塔の傾斜計の設置により、規格値の±20%以内と非常に精度の良い出来形を確保することができた。傾斜計を用いた鉄塔の2軸計測による監視が無事故、無災害を達成できた。また、支承も損傷することなく、地形にも影響がない支間中央からの架設を採用したことでスムーズに架設ができた。本工事における工夫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、ご協力頂いた関係者の皆様に感謝の意を表します。

27 品質管理

レディーミクストコンクリートに、 工夫と情熱を練混ぜて

株式会社大歳組
現場代理人
岸 源 己

1. はじめに

本工事のコンクリート構造物の施工において、品質・出来栄への向上を目的として、取り組んだ工夫について、現場の課題・問題点と、その対策、施工結果について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：鍵掛峠道路植木地区構造物工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中国地方整備局
三次河川国道事務所
- (3) 工事場所：広島県庄原市西城町高尾地内
- (4) 工 期：平成30年3月28日～
平成31年1月30日

本工事は、中国地方の山間部の標高550m～600mの位置に計画されている鍵掛峠道路（国道183号線バイパス）において、本線が横断する水路用ボックスカルバートを構築する工事である。

側面図 S=1:200

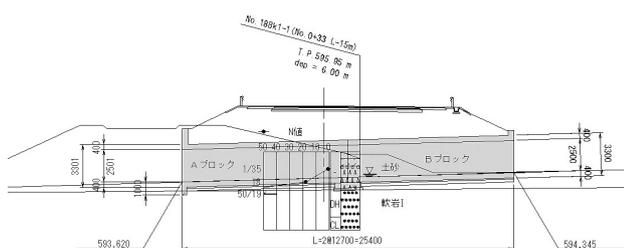


図-1 ボックスカルバート側面図

2. 現場における問題点

① コンクリート打設計画の立案

コンクリートの打込みが適切に行われないと、施工不良による初期欠陥が生じ、品質・出来栄が低下し、構造物自体の耐久性を損なう恐れがあるため、施工に先立ち、気候、地理、構造寸法などの現場特性を整理し、施工条件を踏まえた緻密なコンクリート打設計画を立案した。

〈気候条件〉 本工事の全体工程を計画し、暑中を避けた打設時期を検討したが、ボックスカルバートの構築が、クリティカルパス経路であり、打設時期の変更は、全体工程の遅れが生じるため不可能であった。このため、コンクリート打設時期は、7月下旬から9月中旬の一年の内で最も気温が高くなる夏期の施工となった。

〈地理的条件〉 現場近郊には、レディーミクストコンクリート工場が無く、現場から26km離れた工場から片道40分かけ、運搬する計画とした。

〈構造物寸法・コンクリート配合〉

構造寸法：（内幅2.6m, 内高2.5m, 延長24.5m）

部材厚：（縦壁0.4m, 頂版0.4m, 底版0.4m）

設計強度：24N/mm², W/C = 55%以下

配合強度：27-12-20BB（スランプ発注者指定）

※構造物の断面詳細は、図-2 参照

上記条件より、暑い季節にコンクリートを施工するため、気温の上昇に伴ってコンクリートの打込み温度も高くなる。そのため、コンクリート表

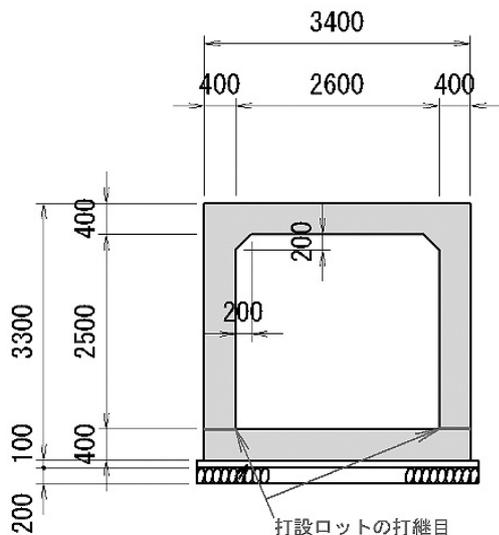


図-2 ボックスカルバート 断面図

面からの水の蒸発が多くなり、コンクリートのワーカビリティーが失われやすく、スランプが低下し、過早な凝結によるこわばり、水和熱の上昇、①急速な水分の蒸発乾燥によるコンクリート表面のひび割れなどの欠陥が生じる恐れがあった。

また、運搬時間が、片道40分を要し、同一車両が荷卸し完了後、次の材料搬入までには1.5時間以上掛かるため、運搬車両計画と打込区割り、打設層の施工手順を誤れば、下層のコンクリートの凝結が進行し、②コールドジョイントが発生しやすくなると予測した。更に、ボックスカルバートの壁厚は、40cmと薄いため、ポンプ圧送打設を開始すると1層の打ち上がり速度が速くなり、十分な締固めがなされないままに各層を打ち重ね急速な打込みを行った場合、③沈降クラックが発生する恐れがあった。

これら3つの課題の対策として、次に述べる工夫を現場で実施し、課題の改善を図った。

3. 工夫・改善点と適用結果

ボックスカルバートは、止水板を挟んで、AブロックとBブロックの2構造体で構成され、コンクリート打設ロットは、図-3のように計画し、打継目は、図-2に示す箇所とした。



図-3 コンクリート打設ロット図

① コンクリートの急激な乾燥の防止対策

コンクリート打設時に寒冷遮を張って、直射日光を防止し、コンクリートの急激な乾燥を防止するために、二重湿潤シートでコンクリート内の水分の逸散を防止し、適切な湿潤状態を保持し、初期乾燥ひび割れを抑制する対策を計画し、作業員に寒冷遮を設置するタイミングと、湿潤養生シートの敷設方法を指揮した。

コンクリート打込み完了後、直ちに寒冷遮を張り直射日光を防いで、コンクリートの乾燥を防止した。(図-4、5)

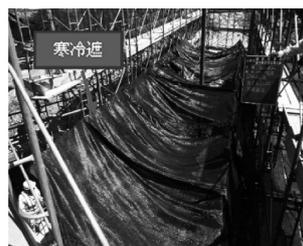


図-4 打設時の設置



図-5 湿潤養生時の設置

コンクリート凝結後、天端と型枠に散水し、天端にビニルシートを敷き、水膜と密着させその上にアクアマットを敷設して、二重シートとした。(図-6、7) また、適宜散水し、コンクリートの湿潤状態を保持した。



図-6 二重シート設



図-7 二重シート近景置状況

寒冷遮を設置したことにより、乾燥を防止し、水分の逸散を防止することができた。また、直射日光が型枠に当たらないので、せき板から急激に蒸発する水分も抑制することができた。湿潤シート

は、水膜にビニルシートを密着させたことにより、気中への水分の蒸発を抑制でき、1回の散水後、3～5日間は湿潤状態を保持することができた。これらの養生を実施したため、夏期の施工であっても良品質なコンクリート構造物を構築することができた。

② コールドジョイントの防止対策

ボックスカルバートの縦壁・頂版部は、外壁直高2.9mで1回の打設層が6層を超える打ち重ねが多いロットであり、施工時期も乾燥が進む夏期の施工であるため、打ち重ね間隔が長くなるとコールドジョイントが発生する恐れがあった。

アジテータトラック1台当たりの積載量(4.2m³)を基準に、緻密な打設計画を立案するため、側面図と構造図に50cm間隔の垂線を平行に描画し、1マスが0.1m³(1層厚0.5m×部材厚0.4m×区分線0.5m)として、打ち重ね時間が1.5時間以内となるように打設計画を立案した。

(図-8)

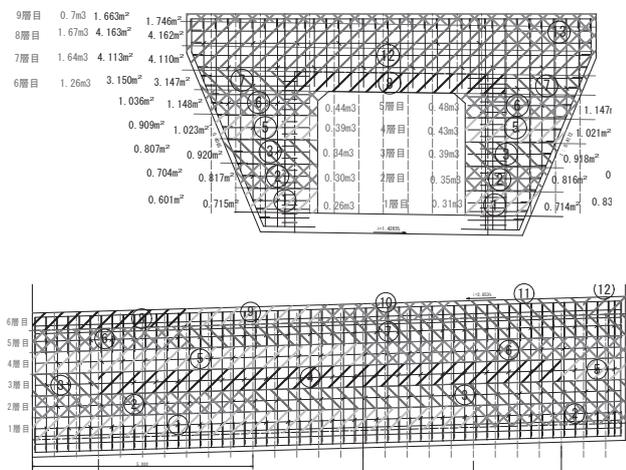


図-8 打設区割り計画図

最も時間間隔が大きくなる、Aブロック頂版とウイングの打継箇所が、作業の肝要箇所であること。また、その台数は、7台目と12台目であることを作業員全員に作業打合せで伝え、この区割りを現地に明示し、作業員に周知した。(図-9)

更に、運搬車両毎に、練混ぜ開始時刻と現場到着時刻、打込み完了時刻を現場で常に確認し、打設計画と実施の差をリアルタイムで把握することにより、(図-10) 作業の肝要箇所での打ち重ね



図-9 打設区割りの明示状況

時間に留意し、適切な打ち重ねができ、コールドジョイントの発生を抑制することができた。

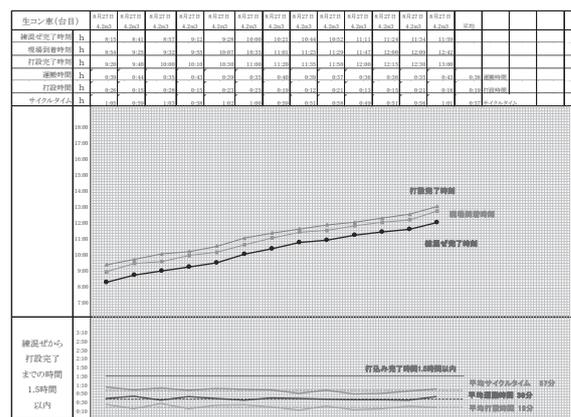
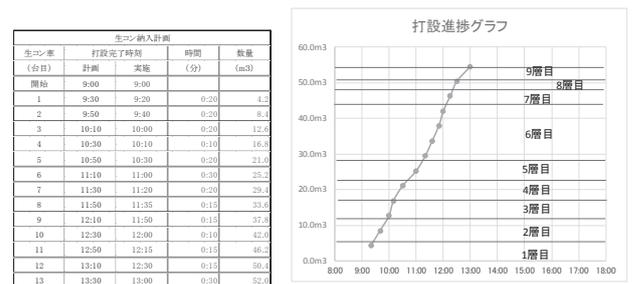


図-10コンクリート打設計画と実施記録

③ 沈降クラックの防止対策

ボックスカルバートの縦壁・頂版部は、厚さ40cmと部材厚が薄く、各層を短時間で急速に打ち上がり、締固め不足による沈降クラックの発生が懸念された。前項で述べた、打設区割り計画よりアジテータトラック2台(8.4m³)で1.5層(0.5～1.0m)が打ち上がる計画とし、1台当たりの投入時間を15分～20分で計画した。また各層の締固め作業時間(上層の打ち重ね開始までの時間)で十分な締固めを行うために、締固め機械と作業人員の増員を行った。通常φ50mmのフレキシブル内部振動機2台と再振動締固め用のφ30mmの棒状マルチバイブレーター1台で打設すること

に加え、型枠振動機（アイロン式）を内壁型枠中央部に取付け、打設開始から完了まで、20分間隔で左右縦壁を交互に振動させた。（図-11）



図-11 型枠振動機の使用状況

通常、型枠振動機のみで締固めを行う場合は、振動の伝わる範囲が狭いため、こまめに移動させ満遍なく振動を与える必要があるが、当現場では、内部振動機の補助で使用するため、内部振動機と外部振動機を接近させて振動させた場合、過振動となり材料分離を誘発する恐れがあった。このため型枠振動機は型枠上端の鋼管に取付け、内部振動機から離して振動させた。これにより十分な各層の締固め作業を行うことができ、沈降クラックの発生はなかった。また型枠振動機を上端に取付けたことにより、気泡の上昇も促進され、エントラプトエアの除去にも効果があった。

これらの対策により、初期欠陥を防止した効果は、型枠脱型後のボックスカルバートの出来栄えに顕著に表れた。（図-12、13）

4. おわりに

今回のボックスカルバート工では、現場作業員、関連会社の協力と助言をもらいながら、これらの工夫により、良い成果を上げることができた。

『良いコンクリートは、良いコンクリート施工技術者によってつくられる。』これは、土木施工管理技士会の「良いコンクリートを打つための要点」の最初のページに書かれていた言葉である。



図-12 ボックスカルバートの表面



図-13 ボックスカルバート全景

「良いコンクリート」に関しては、吉田徳次郎博士も、「良いコンクリートをつくるには、セメント、水、及び骨材のほかに、知識と正直親切を加えなければならない。」と述べられている。

全くこの通りだと思う。私は、常にこの言葉を肝に銘じて、これからも現場作業に携ってくれる人達と供に、コンクリートに情熱と工夫を練混ぜて施工にあたっていきたい。

28 安全管理

工事現場における安全対策の取組みについて

新潟県土木施工管理技士会
株式会社新潟藤田組
工事課長
長谷川 竜太

1. はじめに

我が国における産業界では、少子高齢化の進展による労働人口の減少が顕著となり、建設業においても建設業社数や建設業就業者数が減少している。また、3.11東北大震災からの復興事業や、毎年のように日本全国各地で発生する、大雨・台風・大雪による被害に対する復旧対策工事などの影響で、労務の確保が非常に困難な状況となっている。さらに時代の流れと共に、休日の確保など働き方改革が求められる社会情勢の下、最も優先すべきである安全に工事を進めることが非常に困難になっている。本論文は、そのような情勢の下に行った安全管理の取組について報告するものである。

本工事は、平成30年7月の西日本豪雨をはじめとする全国各地の災害を受け、特に緊急に実施すべき対策である、「防災・減災、国土強靱化」のための3か年緊急対策として、河道の掘削及び河道内の樹木伐採を実施するものである。

工事概要

- (1) 工事名：阿賀野川河道掘削その3他工事
- (2) 発注者：国土交通省 北陸地方整備局
阿賀野川河川事務所
- (3) 工事場所：新潟県阿賀野市分田地先 他
- (4) 工期：平成31年4月26日～
令和2年2月14日
- (5) 施工数量：掘削工（ICT）25,400m³、伐木除

根工31,000m²、仮設工1式

2. 現場における問題点

① 水位上昇が早い河川合流地点での掘削作業

掘削箇所は、新潟県の2大河川のひとつでもある阿賀野川と上流部にダムを有する早出川の合流地点で、施工時期も出水期（6月から9月）を含んでいるため、万が一出水した場合の待避及び流出防止対策計画が重要であった。（図-1）

特に、阿賀野川上流部の気象情報や早出川ダム放流情報などの異なる河川それぞれの特徴を把握する必要があった。



図-1 合流点の掘削範囲位置

② 熱中症対策

毎年のことでもあるが、6月から9月にかけての暑中時において、日陰の少ない河川敷地内での施工であることや、近年の異常気象による最高気温が40℃を超える日が予想されることを考慮した熱中症防止対策の強化を図らなければならなかつ

た。

③ 交通安全対策

本工事は、25,400m³の河道掘削を行い、掘削土砂を運搬する作業が主要工種となるため、一般公道や隣接する農地の農耕関係者・地元住民の方々への交通安全対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①-1. 早出川上流部への水位計の設置

早出川は上流部のダム放流状況によって、急激に河川水位が上昇するため、急遽重機を避難所へ引き上げることもあった。ダム放流の際は、サイレンで周囲に知らせるが、当現場まではサイレンの音が届かない状況だった。

そこで作業中の水位上昇を把握するため、上流部に河川の水位がある一定の基準に達した時に、携帯メールで知らせる機能を有した水位計を設置した。このことにより、メールが来た時に、ダムの放水状況を素早く確認し、避難が必要かどうかを現場の水位が上昇する前に余裕をもって判断することが可能となった。



図-2 上流側に水位計の設置

①-2. 天気予報を基にした早目の流出対策

もう一方の河川である阿賀野川は、上流部は福島県になるので大雨の予報は、県内のみならず福島県の予報にも注視しなければならなかった。

今回6月30日に梅雨前線による出水で氾濫注意水位を超え、10月13日には台風19号により、氾濫危険水位を超える出水があった。特に、10月13日は平成23年7月の新潟・福島豪雨に次ぐ戦後2番目の出水であった。出水に対する避難計画は水位を基に定めていたが、10月13日の出水は休日であ

る土曜日の夜から日曜にかけてであった。

当初の避難計画では水位の上昇状況から、①警戒・巡視体制、②作業中止、③機械等移動待避、④全建設機械撤収毎に基準値を設けていたが、避難対応が週末だと人員の確保、輸送車の手配が思うようにいかないことや悪天候の中で作業を行う場合、2次災害を発生する懸念もあった。

そのため、2回目の出水に関しては、降雨量の予報を基にした予想を加味し、全建設機械撤収は、前日の金曜日に作業を中止して撤収作業を行う判断を下した。判断の基となったのは、流失した資機材が下流に与える悪影響等の社会的な責任の大きさを考えた結果である。



図-3 平時と出水時の対比



図-4 資材引上げ、重機搬出状況



図-5 資材引上げ前と後の対比



図-6 ロイヤルテントの設置

② 熱中症対策（図-7）

熱中症対策として、大きなロイヤルテント（5.4m×5.4m）を用いて日陰を設置した。

また、現場の見やすい位置に暑さ指数標示システムを設置し、暑さ指数を大きくデジタル数値で表示することで、暑さ指数の見える化を図った。

WBGT値が危険値である31℃を超えると、警報システムが作動し、パトランプが大きな音と光で周囲に知らせると共に、職員の携帯電話に警報メールが送信されるため、いち早く作業員の体調確認と作業指示による熱中症防止対策を行うことができた。

熱中症対策

暑さ指数の見える化 STOP熱中症 ケルワークキャンプ準備

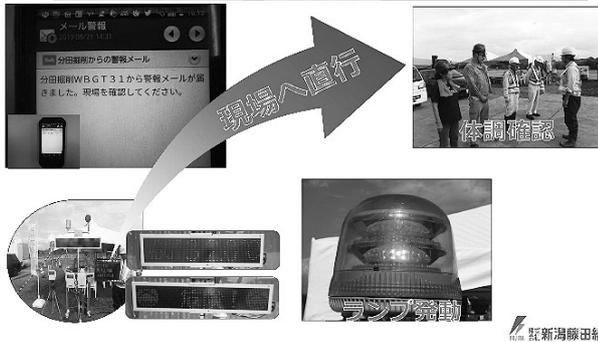


図-7 暑さ指数の見える化

③-1 運行前の安全管理

① 事前ルート検討会の実施

担当職員が作成したハザードマップを基に、弊社の安全課長と協力業者の運行管理責任者を交え、実際に運行ルートを走行し、危険のポイントをチェックし、ハザードマップを完成させた。

② ハザードマップ周知会の開催（図-8）

各協力業者の運転手を対象に、完成したハザードマップの周知会を行った。その場で出た案も組入れ最終的なハザードマップを作成した。

③ マイクロバスによる事前ルート走行の実施

運行初日の走行前に、ダンプトラック運転手がマイクロバスに乗車し、運行ルートを走行して、ハザードマップの周知・確認を行った。

③-2 安全教育の工夫

公道を走行中の大型ダンプが一般歩行者に与え



図-8 ハザードマップ周知会 マイクロバス

る威圧感を運転手に感じてもらうことを目的に、運転手を歩道側に配置して大型ダンプを走行させ、目線が低く不安定な車椅子や自転車での移動中における威圧感を運転手に体感してもらった。

この結果、運転手の慎重な運転とマナー向上につながり、事故と苦情もなく運搬作業を終了することができた。（図-9）



図-9 車椅子・自転車の脇をダンプが走行

③-3 過積載の防止対策

通常過積載対策として、初回の運搬時にアオリと平らに積込み、簡易トラックスケールで積載量を計測し、過積載でないことを確認した以降は、目視で定期的に荷姿を確認することで過積載防止の対応をしていた。但し、ダンプの積載量は各車毎に違いがあり、とは言え全ての運搬車両をトラックスケールで管理するには負担も大きかった。

過積載の状態で運転した場合には、制動距離が長くなり、衝突事故時の衝撃力もより大きくなり、死亡事故や重大事故につながる可能性が高くなる。

そこで、土砂運搬の積込みの重機は積込み時に土砂の積込重量をその場で計測できる機能を装備したバックホウを使用した。このことにより、各ダンプの積載量にあわせて、通常の作業性を維持しながら積込み作業を行うことが可能となった。

PC200I-11型

SMARTCONSTRUCTION

KOMATSU

積込時の土砂を計量できる「ペイロードメータ」をICT建機に標準装備



PC200I-11

ペイロードメータ

ダンプトラックへの積込量の最大化と全体積込量による過積土量の把握を図ります。

期待のねらい

ダンプトラックによる土運搬の効率向上

①ダンプトラック積込土量最大化

②ダンプトラック積込土量による過積土量の把握

③ダンプトラック積込量抑制



ダンプへの積込重量をその場で計測

図-10 過積載防止対策 概要

ペイロードメータ

SMARTCONSTRUCTION



図-11 過積載防止対策 モニター



図-12 過積載防止対策 実際の使用状況

③-4 参加型の行事で安全意識の高揚を図る。

各運転手のご家族の方から、安全応援メッセージを募集し、メッセージ内容を現場の見通しが良い場所に看板で掲示した。応募いただいた中から

災害防止協議会員が厳選な投票を行い、最優秀賞・優秀賞を選定し全国労働衛生週間に合せ表彰し賞品を授与した。

また、朝礼時には運転手全員の安全意識向上のため、毎日交代で「今日も1日安全運転で頑張ろう」と全員の前で安全スローガン呼称の音頭取りを行うなど、作業員一人一人が参加する形式の行事を行うことで、安全意識の高揚を図った。



図-13 安全標語掲示状況



図-14 安全標語表彰・スローガン呼称状況

4. おわりに

施工前は不安もあったが、無事故・無災害・無苦情で工事行うことができています。

工事を円滑に進める上で安全管理と地元関係者からの協力の大切さを改めて再認識した。

週休2日へ取り組み休日確保し、働き方にメリハリを持たせることも安全管理（労務管理）の一環と考えている。

今後も熱中症対策だけでなく、職場環境の改善を含めた安全管理に対して、更なる創意工夫・改善に努めたい。

29 安全管理

テイルディング鉄塔を用いた ケーブルクレーンによる門型鉄塔の組立

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社
現場代理人
下澤 誠二

1. はじめに

本工事は、静岡県静岡市を起点とし、長野県小諸市に至る、中部横断自動車道のうち、現在整備が進められている身延山ICと下部温泉早川ICの区間に位置する、橋長86mの鋼上路式単純非合成トラス橋の架設工事である。工事区間は急峻な山岳地帯で、山間の中腹を通過するルートであることから、架設はケーブルエレクション直吊り架設工法が採用されている。(図-1)

本稿では、現地条件を踏まえた施工方法に対する安全性を向上させた施策について述べる。

- (1) 工事名：中部横断法洗沢川橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局
甲府河川国道事務所
- (3) 工事場所：山梨県南巨摩郡身延町角打地先
- (4) 工期：平成29年10月～令和元年8月

2. 現場における問題点

架設時にケーブルクレーン荷取りヤードとして

選定したA1側の搬入路は、インターチェンジとして整備されたルートを工事用道路として活用していることから、大型車両の通行は可能な施工条件であった。その一方で、A2側の作業ヤードは小高い山の中腹にあり、ヤード内に繋がる道路が無いことから、A2作業ヤードの麓に設けた中間ヤードを中継地点とし、そこからモノレールを使用して機材を運搬する施工方法が採用されていた。

また、A2門型鉄塔の建込みに使用する設備は、作業ヤード内に大口径ボーリング工法によるH鋼杭の基礎を設置して、小型クレーンで組立が可能な5t吊ジブクレーンを設置したのち、門型鉄塔を施工する手順が採用されており、A2側の施工条件に対する以下の問題点を抱えていた。

2-1 中間ヤード入場時の問題点

A2側の中間ヤードに続く道路は、道幅が狭く、カーブが連続しているとともに、道路沿いには多くの住宅が建ち並んでいることから、見通しが悪い狭隘な道路であることに加え、日中は多くの地

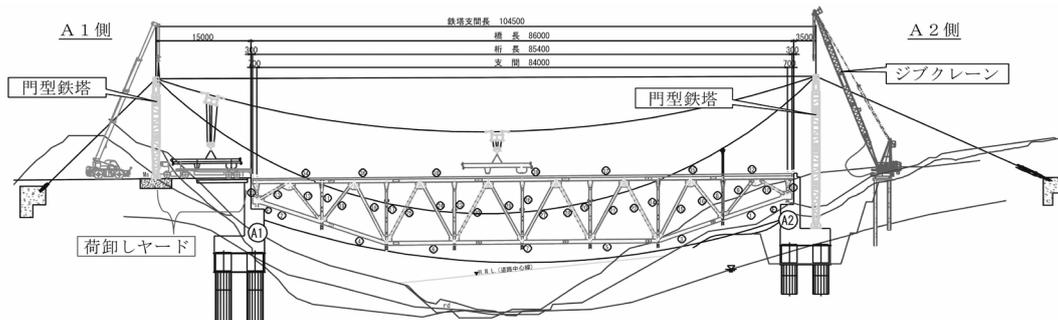


図-1 架設計画図

元住民が使用する生活道路であった。

本工事の機材は、10t車級の大型車両を用いて運搬する必要があることに加え、車両台数は延べ30台を超えることから、当該道路を使用する第三者の安全性を確保する施策が必要であった。

2-2 モノレール運搬時の問題点

モノレールの走行路は、**図-2**に示すように急峻な斜面に設置しており、その麓には民家が建ち並ぶ施工環境である。

また、モノレールで運搬する機材は、形状が複雑な特殊機械が多いことに加え、運搬が可能な積載重量や荷台寸法を超える部材が多いことから、モノレールを使用するうえで、適切な機材を選定して、現場近隣に住居する第三者の安全性を確保する施策が必要であった。

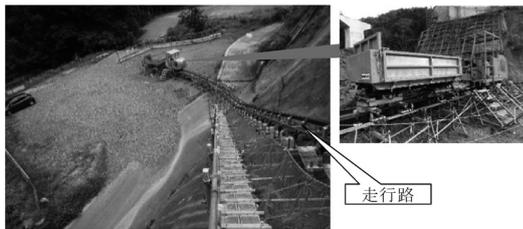


図-2 モノレール

2-3 A2作業ヤードの問題点

A2作業ヤードは、モノレール終点と門型鉄塔の中間位置にジブクレーンを設置して、A2側の門型鉄塔を建込みする計画が採用されており、ジブクレーンの基礎設備は、重量が大きい大口径ボーリングマシンを使用してH鋼杭を設置する。

ジブクレーンの設置場所は、**図-3**に示すように急峻な斜面の地盤形状であることから、重機用の走行路やボーリングマシン並びに小型クレーンを据え置きする平坦な作業スペースを確保するた



図-3 ジブクレーンの施工位置

め、大掛かりな造成作業を行う必要があり、近隣住民に対する長期的な騒音の被害や重機振動による落石の被害が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

第三者の安全性を確保するため、A2門型鉄塔の建込み作業は、ジブクレーンの施工を中止し、A1側の門型鉄塔とケーブルクレーンで接続したティルティング鉄塔を用いる施工に変更した。

新たに採用したティルティング鉄塔は、ケーブルクレーンを張り渡した1本支柱の鉄塔設備で、**図-4**に示すように鉄塔本体を左右に傾かせることで、ケーブルクレーンの走行位置を移動させる構造の設備とし、英語でティルト (tilt) 「傾く」の現在進行形を用いた名称である。

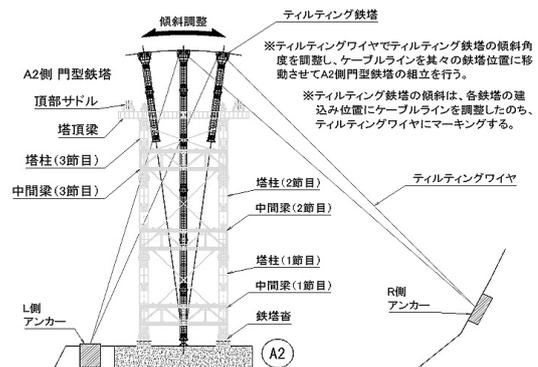


図-4 ティルティング鉄塔の構造

新たな施工方法を採用することで、ジブクレーンの施工を回避できることに加え、A2側で使用する門型鉄塔の機材を全てケーブルクレーンで運搬できるため、工事車両を用いて運搬する機材は、小型部材で構成されたティルティング鉄塔のみであることから、モノレールの積載条件に適した機材を選定して安全性を確保した。

また、A2側の中間ヤードに入場する工事車両を10t車から6t車に縮小できることに加え、車両台数を30台から8台に削減できることから、工事車両に伴う第三者の安全性を確保するとともに、騒音・振動に対する環境被害を削減した。

近年では施工事例が少ないティルティング鉄塔を用いたケーブルクレーンに対して、当工事の施工条件に適した以下の施策を取り入れて施工を実施

している。

3-1 ティルティング鉄塔による追加設備

ティルティング鉄塔への施工変更に伴い、追加設備として、鉄塔の両側面に鉛直角度を調整するワイヤリングの固定アンカーを設置するため、急峻な斜面に強固な構造の設備が必要であることから、小型機械による施工が可能なグラウンドアンカー工法（図-5）を採用した。

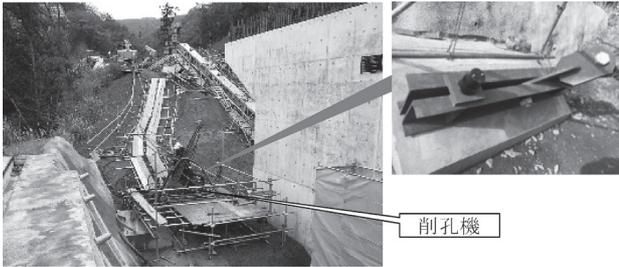


図-5 グラウンドアンカー

3-2 ティルティング鉄塔の組立

建込みを実施するA2門型鉄塔の基礎は、A2橋台のフーチングを併用しており、ティルティング鉄塔を用いたケーブルクレーンによる施工は、門型鉄塔の建込み位置に対して、近接して作業を行えることから、図-6に示すようにティルティング鉄塔の基礎をA2門型鉄塔と同様にフーチング基礎を併用することで、大口徑ボーリング工法の施工を回避した。

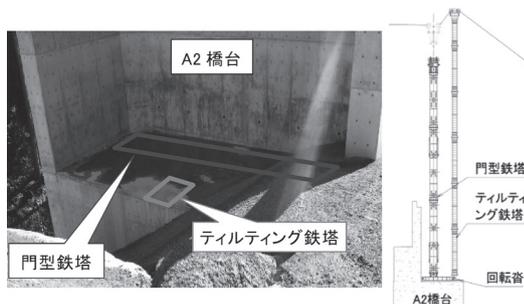


図-6 鉄塔基礎位置図

また、長尺なティルティング鉄塔の組立は、図-7に示すように、斜面上に専用の組立架台を設置して、斜面上部の平坦な位置に据えた小型クレーンを用いて、接続する鉄塔部材を組立架台に設置したのち、おしめワイヤを接続したウインチと鉄塔部材を連結し、ワイヤを送り出すことで、鉄塔部材を接続位置まで移動させて連結した。

そうすることで、急峻な斜面に対するヤード形状の造成を最小限に削減するとともに、小型クレーンの作業効率を損なうことなく安全にティルティング鉄塔の組立を実施した。

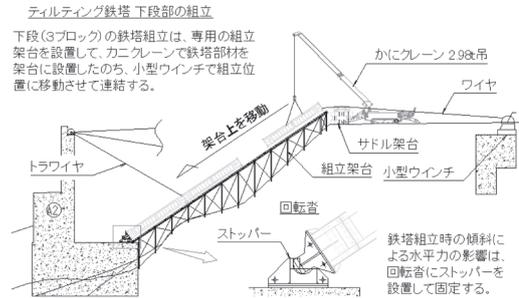


図-7 ティルティング鉄塔の地組

3-3 ティルティング鉄塔の建て起し

組立を終えたティルティング鉄塔は、側方の鉛直度を可動させる調整ワイヤをグラウンドアンカー設備に接続したのち、後方のおしめワイヤと前方の建起し用ワイヤをA1側に設置した5tウインチに接続して建起しを行った。（図-8）

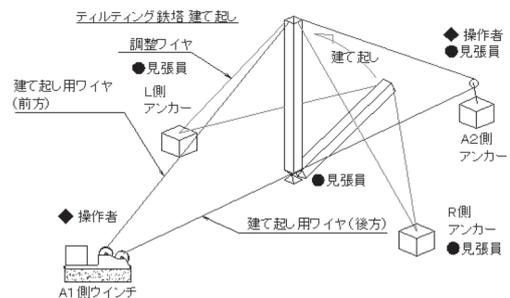


図-8 鉄塔建て起し図

ティルティング鉄塔の沓は、図-9に示すようにピポッド式を採用しており、建起し時に発生する軸方向の水平力は、沓の後方にストッパー設備を設置して支持した。なお、ティルティング鉄塔の建て起しは、側方の鉛直角度を常に調整しながら行うことで、ピポッド沓に加わる軸直角方向の水平力を排除して安全性を確保した。

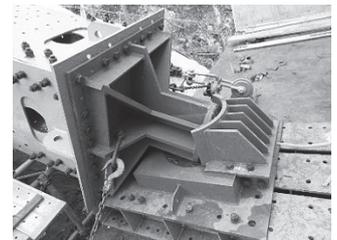


図-9 ピポッド沓

3-4 ケーブルクレーン設備の設置

ティルティング鉄塔の建起しを実施したのち、

荷受け地点となるA1側の門型鉄塔とA2側のティルティング鉄塔に主索ワイヤ（φ50mm）を張り渡して、ケーブルクレーン設備（5t吊）を設置した。

なお、ティルティング鉄塔の建起しに使用したワイヤ（φ20mm²乗）は、A1門型鉄塔の頂部に設置した滑車を通過させて建起し用ウインチに繰り込んでおり、建起しが完成したのち、A1門型鉄塔の基部に固定して前方索に転用することで、高所作業を削減させて安全性を確保した。

3-5 A2門型鉄塔の組立 (図-10)

ティルティング鉄塔の鉛直度によるケーブルクレーンの変位幅は、事前に鉄塔角度を確定する順序とし、門型鉄塔の建込み位置にケーブルクレーンを移動させてフックの中心位置を直接確認した。

鉛直度を確定したのち、左右の調整ワイヤにマーキングを記して、施工段階毎に実施するティルティング鉄塔の調整時にマーキング位置を確認することで角度誤差を防止した。

また、調整時に角度超過によるティルティング鉄塔の転倒を防止するため、角度幅を制限するトラワイヤを鉄塔頂部に設置して安全性を確保した。

ケーブルクレーンの操作は、上記の角度調整を実施したのち、側方の調整ワイヤを緊結に固定するとともに、目視確認用のマーキングを行ってからケーブルクレーンの吊り込み作業を実施する作業順序として安全性を図っている。

ティルティング鉄塔の高さ設定は、門型鉄塔よ



図-10 門型鉄塔 組立

り、約7m高くしており、頂部サドルを設置する際に、吊り代を1m確保できる構造を採用している。



図-11 サドル設置

(図-11)

A2門型鉄塔が完成したのち、2系統の主ケーブルクレーン（10t吊）を設置しており、ティルティング鉄塔のケーブル設備は、鉛直角度を垂直の状態で行い、鋼桁架設時にセンターケーブルクレーンとして転用している。

3-6 ケーブルエレクション直吊り架設

鋼桁の架設は、下弦材を実施したのち、斜材および鉛直材と上弦材を同時に行う架設順序とし、起点側と終点側を交互に架設することで、直吊りワイヤに加わる荷重を分散させた。



図-12 架設完了

4. おわりに

過去のケーブルクレーンによる架設では、現地の施工条件によって、ティルティング鉄塔を用いた施工方法が僅かであるが採用されていた。

しかし、近年では様々な重機や施工方法等が開発されたことに加え、昔ながらの施工方法を継承している経験者が少なくなっていることから、ティルティング鉄塔を採用した施工が減少している。

本工事では、昔ながらの施工方法に新技術や工夫を取入れることで、施工条件に対する様々な問題点を解決できており、同様の施工条件による検討時に参考となれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に謝意を申し上げます。

30 安全管理

高速道路上送出し架設時の安全対策

日本橋梁建設土木施工技士会

JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人

施工担当

計画担当

田中 吉夫[○]

島宗 直之

古川 耕一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：新東名高速道路 歌川橋他1橋
(鋼上部工) 工事
- (2) 発注者：中日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：神奈川県伊勢原市
- (4) 工期：平成27年12月1日～
令和元年5月13日

本工事、歌川橋工事は、新東名厚木南ICから伊勢原JCT間に位置する歌川橋（上下線）の鋼上部工を施工する工事である。

架設する歌川橋は、小田原厚木道路、県道22号、県道63号の上空に位置する。（図-1）

2. 現場における問題点

架設工法を選定するにあたり、交差する道路はいずれも供用中の道路であり、交通量の関係も考慮すると、道路上に常設規制帯等を設け、ベント



図-1 下り線送り出し前（交差物件条件）

設備を設置し、トラッククレーンベント工法で架設を進めていくことは困難であった。また、架設地点近傍に、地組立場所の確保および、大型クレーン組立、設置場所の確保が難しく、一括架設工法の採用は困難であった。以上の条件から、送出し架設工法を選定することとし、供用中道路に対しては、夜間通行止め規制を実施し作業を行うこととした。

主桁（横桁、合成床版等の付属物も含む）の送出し適用範囲は供用道路上を対象とし、上り線2径間、下り線1径間とした。（図-2）

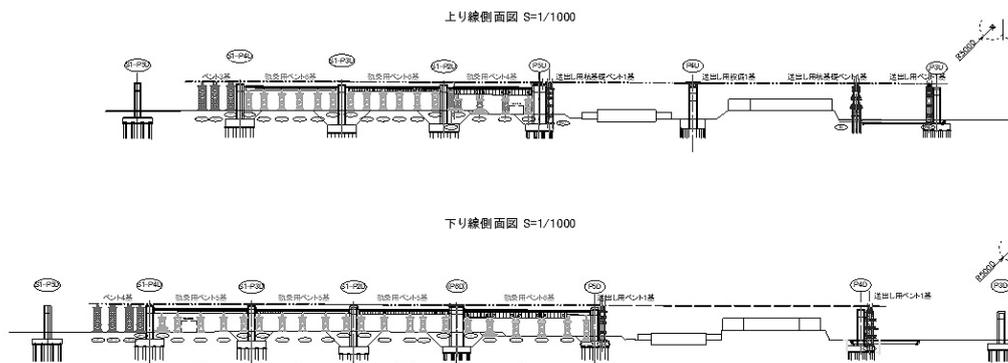


図-2 送出し計画概要図

送出し施工時の問題点として下記が考えられた。

① 軌条設備の不等沈下

主桁荷重を積載した台車が繰り返し走行することによる影響が考えられ、状況を随時把握していくことが必要だった。

② ベント設備に傾きが生じることによる転倒

送出し装置と送出し桁との間に摩擦力が生じ、進行方向へ力が加わってしまうことによる影響が考えられ、ベントの支持力確保と摩擦力の軽減が必要であった。

③ 地震等による桁の落橋

今回の送出し作業にかかる所要時間、夜間作業時間制限（通行止め可能時間）を考慮し計画したところ、送出し完了までの回数が上下線とも複数回となった。その日の夜間通行止め作業完了時には道路開放が必要となるが、途中のステップでは橋脚位置に本来の桁（支承受け点）は到達しない状況が、完了まで繰り返される。よって、支保と桁との本来の一体化は構造上不可能となるため、解放時の安全を確保した固定方法の立案が必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点①について

軌条設備を支える各ベント設備に、沈下量を計測する装置を設置（図-3、4）し送出し作業時は常時監視を実施（図-6）することにした。

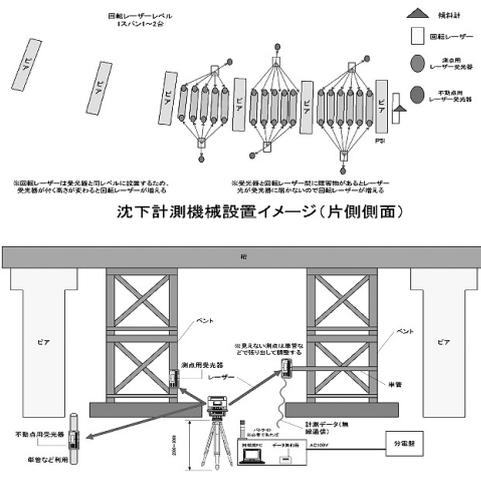


図-3 沈下計設置例

沈下量の制限値を-80mmと設定し、制限値の80%、90%それぞれの値を超過した場合には関係者へ自動でメールにて警告が通知されるように設定した。制限値の設定に上り線施工時は下り線作業実績を用い、先行実施した下り線は過去の類似工事から参照することとした。（図-5）

今回は送出し設備をなるべく低い位置に留めることとした、これは送出し時の安定性を考慮したこと、及び桁降下量を最小限に抑え安全性を向上させるためであった。結果、台車設備は送出しヤード内の橋脚上を通過しない軌条設備の構造とし、実際の送出し時は桁地組ヤード橋脚間を台車が幾度も通過することとなる。各ベントの動きを見ていくと、初期の沈下（おおむね30mm程度でこの値は最終まで残った）後、ベント直上を台車が通過する時には沈下が計測されるが、台車通過

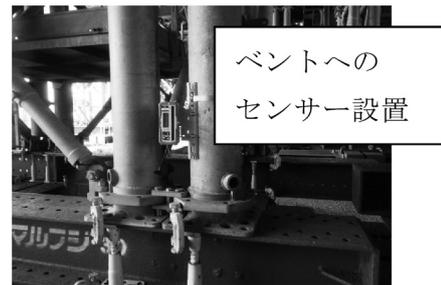


図-4 沈下計設置状況

【軌条ベント】

測定項目：沈下計測
測定時期：送出し作業中常時（計器による計測）
測定方法：ワイヤレス沈下センサー（ワイモス）
管理値：下り線実績を考慮

位置	管理基準値 (mm)	警戒基準値 (mm)	緊急体制 (mm)
		管理基準の80%以上	管理基準の90%以上
軌条ベント	-80	-64	-72
連絡	-	JFE職員、NEXCO担当者へ自動配信メール	JFE職員、NEXCO担当者へ自動配信メール

図-5 軌条ベント制限値設定



図-6 常時計測実施状況

後は元の位置に戻るように、上がるといった挙動が計測されることとなった。これはベント設備自体の持つわずかな隙間が、荷重が加わったとき狭くなり、荷重が抜けたとき元に戻ることによるものと考えられる。本送出し一連作業では、設定した制限値を上回る値は計測されなかったため、作業の一時中断などの事態には至らなかった。

問題点②について

対策1として、送出し設備を設置するベントは支持面を埋め戻しの盛土上ではなく、ベント設置箇所に対し、フーチングが露出するまで、掘削を行い橋脚フーチング上に直接設置する形とした。

これは、転圧強度は十分確保されていると考えているが、橋脚周辺の埋め戻し箇所は、埋め戻しが完了して間もないこと、橋脚に面する箇所は狭隘な場合が多く転圧が均等に行えないことから強度にバラつきが生じ、結果ベント設備の不等沈下を発生させる可能性があると考えたためである。

対策2として、ベント上の送出し支点設備にはシンクロジャッキを用いた。これはキャタピラと類似した構造となっており、桁の移動に追従し回転することによって、ベントに水平力を生じさせないことを目的としているものである。ただ今回桁の製作たわみが、長スパン等の影響（送出し勾配が下り勾配から、送出しベントに対しては不利となる上り勾配となった）により、通常より過大な水平力が発生することが考えられた。

そこで、本工事では、通常のシンクロジャッキに対し、自らが進行方向へ回転し摩擦力をキャンセルする仕組みをもった駆動式シンクロジャッキ（図-7）を用いた。これにより桁の送出しに追



図-7 駆動式シンクロジャッキ

随し自らキャタピラを回転させることにより設備にかかる水平力をほぼ0にすることが可能となった。送出しベントも軌条設備同様に沈下計測（今回はレベルにて送出し時、計測員にて計測を行った）及び、傾き（傾斜センサーをベント頭頂部に設置した）の計測を送出し作業期間を通して計測を実施した。（図-8）結果ベント設備に対する傾き、沈下は発生せず送り出しを完了することが出来た。

問題点③について

今回送出し支点は橋脚、ベント、軌条設備上台車を用いた。

その中で施工途中の桁を固定する支点として、橋軸方向、橋軸直角方向いずれも橋脚を用いた。

選定の理由として、ベント上は送出しに必要な設備（シンクロジャッキ、仮受け設備）が配置されており、送出し完了後の道路開放迄の短時間で固定機能を有する設備を組み替えることが困難と考えた。また、台車設備は機能上、可動設備のため固定設備へ転用することは本来の目的と反すること、台車盛替え作業は次回送出し作業の段取り時、移動が必要だったため採用を見合わせた。

各段階においての桁の固定方法を次の通り計画した。

- ・橋軸直角方向の固定は既設橋脚上にあと施工ア

【送出し用ベント】

①
測定項目：ベント頭頂部の水平変位
測定位置：P5ベント
測定時期：送出し作業中常時（計器による計測）
測定方法：傾斜センサー（ランドウォッチャー）
管理値

位置	ベント高 H(mm)	管理基準値(mm)	警戒基準値(mm)	緊急体制(mm)
		H/200	管理基準の80%以上	管理基準の90%以上
P5ベント	12000	60	48	54
連絡	-	-	JFE職員、NEXCO担当者へ自動配信メール	JFE職員、NEXCO担当者へ自動配信メール

②
測定項目：ベントフーチングの沈下
測定位置：P5、B1、P3ベント
測定時期：送出し作業中計測員が常駐し測定
測定方法：レベルでの直接計測
管理値

位置	管理基準値(mm)	警戒基準値(mm)	緊急体制(mm)
		管理基準の80%以上	管理基準の90%以上
P5、P4ベント	10	8	9
連絡	-	JFE職員へ計測者が電話連絡→NEXCOへ連絡	JFE職員へ計測者が電話連絡→NEXCOへ連絡

【体制・対応】

	管理基準値(mm)	警戒基準値(mm)	緊急体制(mm)
		管理基準の80%以上	管理基準の90%以上
対応	計測結果の確認	現地にて異常の有無を直接、特に地盤などの異常が無いか確認する。	作業を中止し、補強、ラッシングを行う。また規制作業を視野に入れた対応をとる。

図-8 送出しベント制限値設定

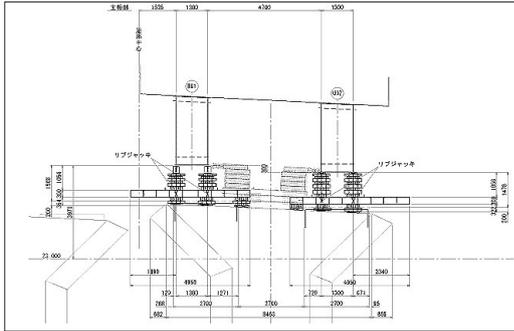


図-9 橋軸直角方向固定



図-10 橋軸直角方向固定（実施写真）

ンカーを設置し、H形鋼を積み重ね、主桁側面へ接触させておくことによって、橋軸直角方向の変位を制限する構造とした。(図-9、10)

これは、送出し時には横桁等構造物と干渉するため、送出し作業完了時から構築することとしたが、事前準備を実施しておくことにより設置時間の低減を図ることが出来た。

- ・橋軸方向の固定は主桁の後方にワイヤーを用いた固定装置を設置し、進行方向、及びその逆方向に引き合う構造とした。反力箇所は送り出し桁端部、既設橋脚にワイヤーを設置した。(図-11、12)

前述する橋軸方向及び橋軸直角方向の固定を道路開放前に都度実施した。作業中地震の発生は無かったが、万全の対策を講じることにより問題なく供用道路の開放が出来た。しかし、改善点として、相当量の荷重を1箇所支持する構造としたため、設備が想定より大規模となってしまった。

4. おわりに

送出し架設を伴う橋梁架設箇所は河川、溪谷箇所に加え、比較的市街地での施工に採用されるこ

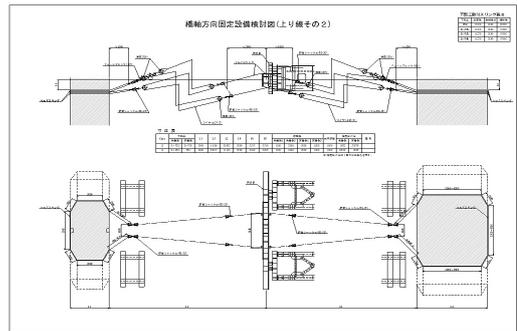


図-11 橋軸方向固定装置



図-12 橋軸方向固定装置（実施写真）

とも多くなってきている。今後は改築・修繕対象橋梁も多く発生し、その中には新設同様に送出し架設・撤去工法を採用する案件も増えてくると考える。昨今、送出し架設に限らず、構造高が高いベント設備は橋梁架設には不可欠となっておりベント設備の沈下、転倒事故の危険性も依然として残っている。インフラ設備の充実を図る上でその過程に事故が付きまとうものであってはならないことは橋梁工事関係者の共通のテーマであり、常に考慮する必要がある。今回対策の中で設備的対策を多く採用したが、限られた人員のなかでそれを補って余りある役割を果たすことが実経験として得られたことは大きな成果となった。



図-13 完成写真

31 i-Construction 等

消波ブロック嵩上げ工事における 3次元計測による数量算出について

(一社) 北海道土木施工管理技士会
株式会社高木組
現場代理人
新 栄 隆

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：砂原漁港外1港北外護岸改良工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局 函館開発建設部
- (3) 工事場所：北海道茅部郡森町 砂原漁港
- (4) 工 期：平成31年3月19日～
令和元年11月12日

本工事は、砂原漁港北外護岸の胸壁コンクリート及び消波工の嵩上げと、消波工の嵩上げに使用するブロックの製作が主な工事であった。

消波工の概要としては、現況の消波ブロック（クリンガーブロック5t型）の上にクリンガーブロック6t型を1層厚分、L=70mの区間に据付を行うものであった。（図-1、2）

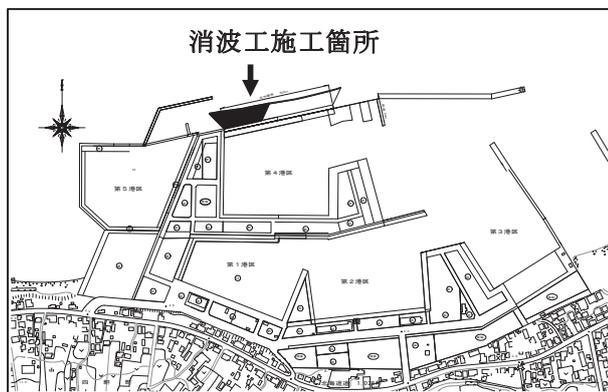


図-1 工事箇所位置図

2. 現場における問題点

当工事の消波工は、既設消波ブロックへの嵩上

げ工事であり、ブロックの据付個数照査のため既設消波ブロック据付形状の把握を行う必要があった。しかし、従来の測定方法でのブロックに直接人が上がり測量を行うには、ブロックの空隙及び海中への転落のリスクがあり危険なため詳細には行うことが困難であった。また、この概略的な照査により据付ブロックの個数が不足し、出来形不足となり消波性能を発揮出来ない懸念があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当工事では、既設ブロックの詳細な据付形状の把握を安全に行うため陸上部を無人航空機（UAV）による写真測量、水中部をナローマルチビーム測深機（NMB）による測量を併用した3次元計測による数量算出を採用することとした。（図-2、3、4）

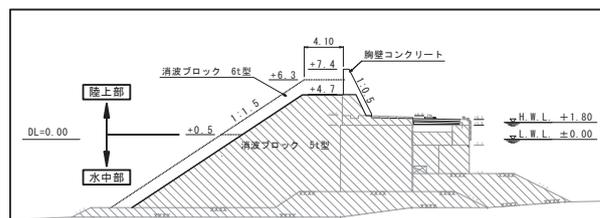


図-2 標準断面図

これにより測定した陸上部と水中部の各3次元データを合成して得られたものが下図の点群データとなる。（図-5）

点群データ作成後、ブロック個数の算出となったが現状では、道路土工、浚渫工の土量算出基準

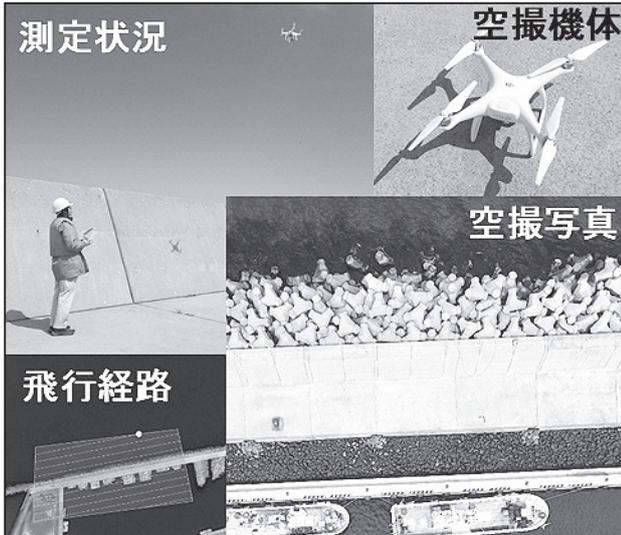


図-3 UAV測量実施状況



図-4 NMB測定状況

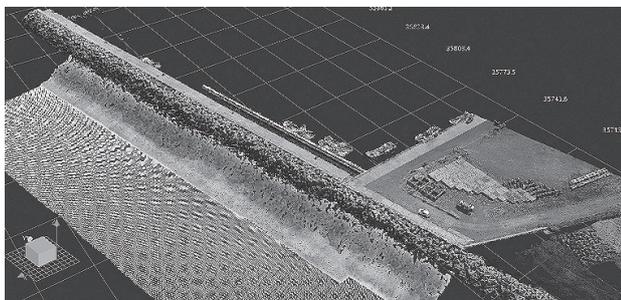


図-5 合成後点群データ

の様に、i-Constructionが普及しておらず、消波工での数量算出においては例が無く基準が定まっていなため、下記による10種類の方法により算出を行った。

- ① 全点群データから胸壁コンクリートスパン毎に横断面図を作成し平均断面法により体積を算出 (図-6)
- ② 上記スパンの中間測点を追加し平均断面法により体積を算出
- ③ 全点群を真上から見て三角形の辺長が

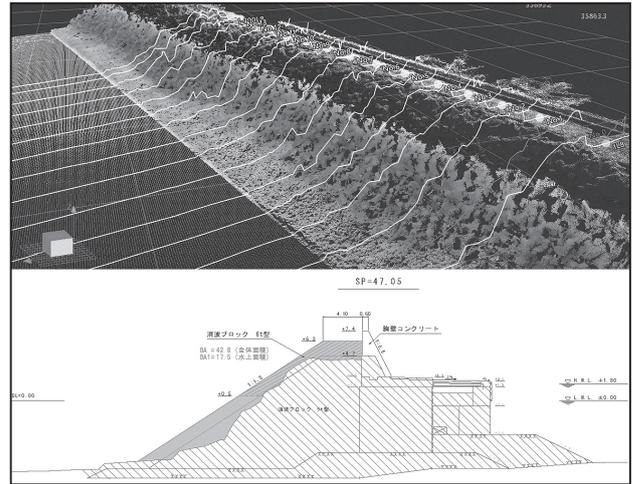


図-6 平均断面法

0.5m以上となる様に作成したTIN (不正三角形網) データと設計面との差で算出 (図-7)

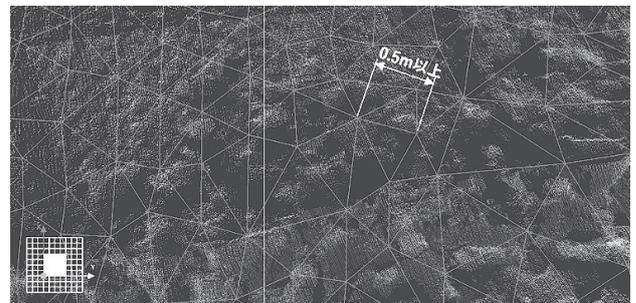


図-7 ③TIN作成イメージ

- ④ 上記③の三角形の辺長を1.0m以上としてTINを作成し算出
- ⑤ 上記③の三角形の辺長を1.5m以上としてTINを作成し算出
- ⑥ 全点群に対し真上から0.5mの平面格子をはめ、その格子内の中央値を1点抽出して点群データを作成し、三角形で結合して作成したTINによる算出 (図-8)

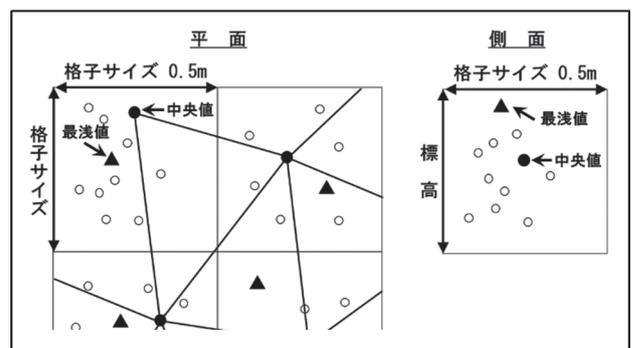


図-8 ⑥TIN作成イメージ

- ⑦ 0.5mの平面格子内の最浅値を1点抽出して作成したTINによる算出
- ⑧ 1.0mの平面格子内の中央値を1点抽出して作成したTINによる算出
- ⑨ 1.0mの平面格子内の最浅値を1点抽出して作成したTINによる算出
- ⑩ 2.0mの平面格子内の最浅値を1点抽出して作成したTINによる算出

上記のうち⑧の算出方法は、国土交通省の「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル（浚渫工編）」（平成31年4月改定版）の土量算出時の手法である。

表-1 算出個数

算出方法	陸上部【個】	水中部【個】	合計【個】
①	259	387	646
②	266	360	626
③	316	556	872
④	337	577	914
⑤	360	580	940
⑥	294	426	720
⑦	254	318	572
⑧※	296	415	711
⑨	219	258	477
⑩	191	193	384

上記により算出したブロック個数は、表-1の算出個数となり、発注者との協議により⑧の算出方法を採用し、陸上部296個、水中部415個、合計711個を使用しての据付となった。また、この⑧の算出個数は、点群データから作成した横断面データによる平均断面法で算出した個数の1割増しとなり、これまでの従来の測量での横断面を作成しての平均断面法での算出とでは著しい個数の差が発生していたと考えられる。

消波ブロック据付の際は、予め測点10m区間毎に据付個数を3次元により算出して作成した個数管理表と胸壁コンクリート天端、消波工法尻部に区間明示を行い部分的な偏りの無い様、据付個数を確認し施工を行った。また、目視による出来栄も考慮し、据付用定規により天端幅及び勾配等を確認し施工を行った結果、目視での確認は良好であった。（図-9、10）

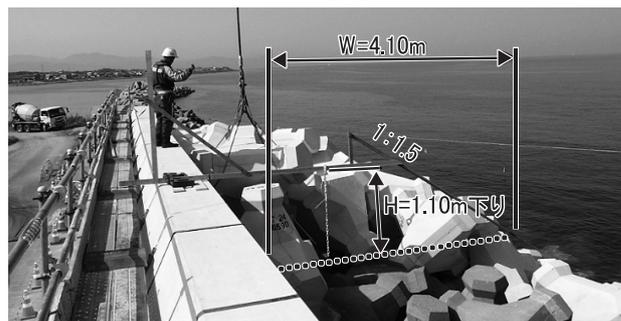


図-9 ブロック据付状況



図-10 ブロック据付完了全景

ブロック据付完了後、数量算出に使用した基準の検証のため、再度UAV及びマルチビームにより3次元計測を行った。

据付後の3次元データ（図-11）を見ると、白いハッチング箇所が設計面に対するブロックの空隙部分となり、設計面より出ている箇所は、着色及びブロックが確認できる。従来、乱積での消波ブロックの据付時の高さは、そのブロックの1/3が設計面より出ている状態が適正であるといわれており、その考えでは今回施工したブロックの水中部は設計面からブロックが出ている箇所が少なく、陸上部では、一定程度設計面より出ていることが確認できると思われる。また、据付後の3次元データと設計面との空隙にて据付個数算出時の③、⑧、⑨の方法でTINデータを作成し過不足個数を算出した結果が表-2となる。

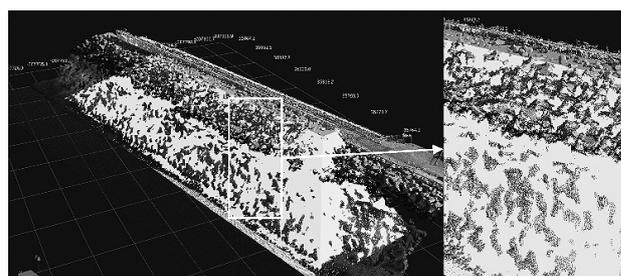


図-11 据付後3次元データ

表-2 据付後の空隙に対する過不足個数表

	陸上〔個〕	水中〔個〕	全体〔個〕	施工前算出個数
設計個数	296	415	711	
実施個数	310	401	711	
差	+14	-14	0	
据付後3次元データによる過不足個数				
③辺長0.5m以上のTIN	-22	-227	-249	872個
⑧1.0m格子の中央値→TIN	+28	-180	-152	711個
⑨1.0m格子の最浅値→TIN	+73	+110	+183	477個

③の算出方法（辺長0.5m以上でのTINによる算出）では、陸上部で22個、水中部で227個不足し全体で249個不足している結果となったが、据付個数711個に不足個数249個を足した場合960個となり、点群データを見た場合、この個数は過大であると考えられる。⑧の算出方法（1.0m格子内の中央値抽出によるTIN）では、陸上部で28個多く、水中部で180個不足となり、全体で152個不足している結果となった。この結果は、前述にも記載の通り、陸上部でブロックが設計面より一定程度出ているのが確認でき、水中部では出ている箇所が少ないことが確認できるため妥当な結果ではないかと考えられる。また、⑧の算出での不足個数152個と据付個数711個を足すと863個となり③の施工前に算出した872個と近似している。⑨の算出方法（1.0m格子内の最浅値抽出によるTIN）（※浚渫工出来形測定基準）では、陸上部で73個多く、水中部で110個多くなっているとの結果が得られたが点群データの空隙を見るとこの結果は妥当ではないと考えられる。

以上のことから、各種個数算出方法での据付個数を見ると、今回使用した算出方法（⑧）より多く算出され且つ過不足個数を加味した結果をみると③の点群から三角形の辺長0.5m以上としてTINデータを作成した算出個数が適正に近いものであったと思われる。また、⑧の算出方法は、据付後の出来形管理や据付個数の検証に使用出来ると考えられ、数量算出時と出来形及び個数の検証での算出方法とを分けて考えるのが良いと思われる。

4. おわりに

ブロック嵩上げ工事での3次元計測による数量算出の利点と課題を下記に記載する。

- (1) 既設ブロックの現況形状を詳細に且つ安全に照査することが出来る。
- (2) 従来の測量手法に比べ、労務者、元請職員の人員を大幅に削減でき、省力化となる。
- (3) 平均断面法と比べ正確に一定の区間割での個数の算出が可能のため、部分的な個数の偏りがなく据付の出来形精度が向上し施工効率も向上する。
- (4) 今回使用したブロックも含め各種ブロックの形状及び規格での数量算出においてどのTINの作成方法が適正かを試行しなければならない。
- (5) 現状では、測量機材の設備投資費用、外注による測量費用が高額である。

最後に、ブロックの個数算出には、空隙率を加味して個数を算出しているが、今回据付後に、3次元データを使用し空隙率を算出した結果、③の算出基準では46.4%、⑧の基準での算出では40.3%と消波ブロックメーカーの掲載空隙率53%より少ないものとなっていた。この空隙率においてもブロック個数の算出に多大な影響を与えているため照査が必要であると思われる。そして、今回明確な基準を打ち出すことは出来なかったが、この結果が今後の消波工の数量算出におけるi-Constructionの躍進に繋がると考えられる。

32 i-Construction 等

法面工における ICT の活用について

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
係長
太田 克己

1. はじめに

本工事の施工箇所である浦川は、日本三大崩れの一つである稗田山の大崩壊地を抱え、出水時には土石流が頻発する国内有数の荒廃渓流である。その流域の災害防止のための効果的な土砂整備として、大規模な土砂の供給源である浦川砂防堰堤上流左岸の浸食対策が求められている。本工事はその対策工の中の一つで、風化速度の速い斜面に山腹工として吹付砕工を施工するものである。

この地域で現場作業ができるのは、雪が解ける5月の連休明けから雪が降る11月中旬頃までと限られる。さらに雨期や台風シーズンには増水や土石流により、河川内の仮設工が被災することも多い。また施工場所は法長が100mを超える長大法面であり、ほぼすべての作業が「労働者が転落するおそれのある場所」で行われることになる。このような条件下で、施工効率と安全性の向上を目的に取り組んだICT活用について記述する。

工事概要

- (1) 工事名：浦川斜面对策その3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：長野県北安曇郡小谷村北小谷地先
- (4) 工期：令和元年5月10日～
令和元年12月5日



図-1 浦川砂防堰堤より上流域を望む

2. 現場における問題点

2.1 法面工とICT活用について

法面工の作業は、そのほとんどが手作業で行われる。高所法面掘削機による法面整形や索道・モノレールによる資材運搬など、機械化が可能な部分は限られており、現場条件によってそれさえも導入できない現場が多い。人力法面整形・法面清掃、手渡しによる資材の小運搬、部材の組立、モルタル吹付等が法面作業員の手作業によって進められる。また法面工の多くは、現地の形状に合わせた「現場合せ」の施工をするため、ICT技術の導入が進んでいない。

2.2 法面工の安全について

転落・墜落災害は、建設業における重大災害の

中で最も多い事故原因の一つである。法面工は常に転落・墜落災害の危険のある場所で行われ、親綱にぶら下がるという特殊な状況での作業が続く。さらに「ロープ高所作業における危険防止のための規定の改定 (h28.01)」や「安全帯の規制に関する政省令・告示の改正 (h30.06)」など、作業の安全に関するルールが変革期を迎えており、施工業者・安全器具メーカーが対応を迫られ迷走している状態である。



図-2 法面上での作業状況

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 『ICT砂防・ほくりく』の活用

国土交通省北陸地方整備局が平成30年12月に立ち上げた「チャレンジ砂防プロジェクト第一弾『ICT砂防・ほくりく』の試行」は、ICT建機による施工が困難で、かつUAV／レーザースキャナ測量による施工効率・安全性の向上が図ることができる工事を対象にICTの導入を促すものである。

本工事は『ICT砂防・ほくりく』が対象とする工事の条件に合致しており、作業効率と安全性の

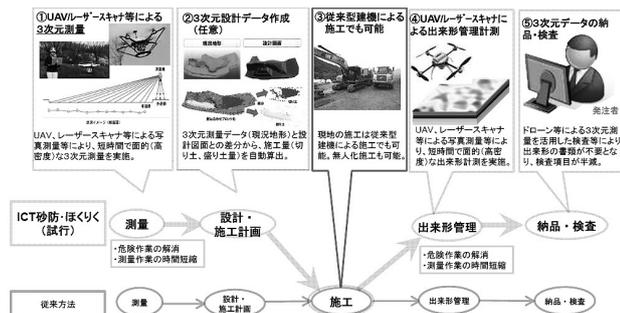


図-3 『ICT砂防・ほくりく』のイメージ

向上のため、これを活用することとした。

3.1.1 UAVによる3次元起工測量

本工事の施工場所は左岸側であり、浦川を渡っての作業となる。そのため法面工に先立ち仮橋と工事用道路を設置する必要があり、工事着手後に法面工の施工箇所へ入れるまでには一ヶ月ほどの時間がかかる。従来であればそこから現地の状況確認と起工測量が始まるところだが、UAVを活用することで、工事着手後すぐに対岸からの起工測量が実施でき、その後の協議や施工を遅延なくスムーズに進めることにつながった。



図-4 右岸より左岸（施工箇所）を望む

さらにUAVを用いた起工測量は、作業効率と安全性の向上にも十分な効果があった。

従来の法面工における起工測量は、法面作業員を施工前の不安定な法面に複数人配置し、横断測量・面積計測等を行うものである。この作業が不要となることで、法面作業員の作業が削減されて作業効率が向上し、転落・墜落や落石等による災害のリスクが低減された。

3.1.2 3Dデータの活用

UAVを用いた起工測量により得られた3Dデータは、3D点群処理ソフト (NETIS登録番号kk-150058-VE) により、施工中も様々な用途への活用が可能であった。

任意断面での横断図作成が容易に行えるので、測量のため一時的に作業を止めて法面作業員を配置する必要も無く、その横断図によって作業箇所

の横断形状が“見える化”され作業手順の確認等が効率化された。

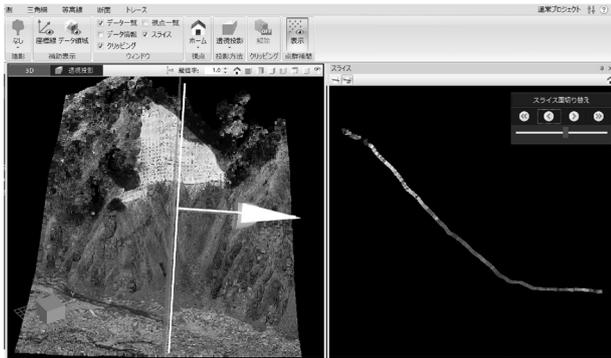


図-5 3Dデータの活用（横断図の作成）

また、航空写真として作業員への説明用資料や協議用の資料に使用することで、作業箇所や現場全体の配置が理解しやすい資料となり、説明性が向上した。

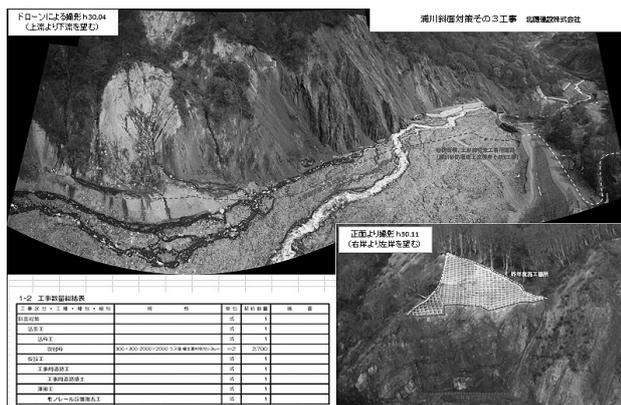


図-6 航空写真を用いた説明資料

3.1.3 3次元測量による出来形管理

主要工種の作業完了時点でUAV/レーザースキャナを用いた出来形測量を行い、その出来形計測データを用いた出来形管理を行った。

① 掘削土量の算出

起工測量と土工完了時の3次元計測データをもとに土量を算出し、ヒートマップを作成した。（計測データは出来形管理要領（案）の出来形計測に準じて点群密度0.01m²あたり1点とし、各データの標高差から土量を算出する「点高法」による）

従来の土量計算は、各測点ごとに横断図を作成して平均断面法による算出を行うが、3次元データを活用することで、作業量が軽減されると同時

に算出結果の精度も高まった。またヒートマップにより、土砂の移動が“見える化”され、分かりやすい資料となった。

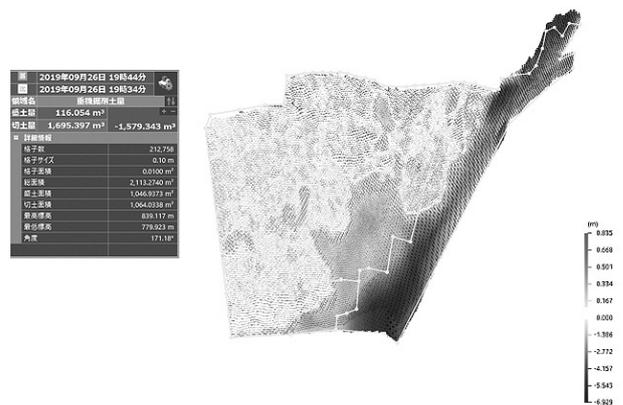


図-7 掘削土量ヒートマップ

② 法面施工面積の算出

法面整形完了時と吹付砕完了時の3次元計測データにより吹付砕面積の算出を行った。

（計測データは出来形管理要領（案）の起工測量に準じて0.25m²あたり1点とし、三角網を作成して表面積を算出）

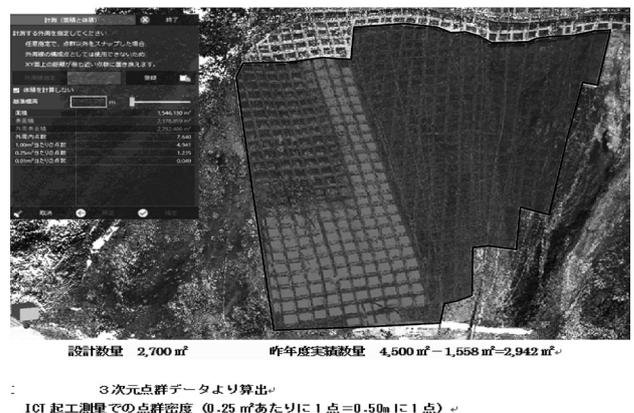


図-8 法面工 面積計測

従来の面積計測では、複数の法面作業員を法面上に配置し、多数の三角形に分割するように巻尺で計測を行い、図化・面積計算を行っていた。

従来の方法では、法肩から法尻まで巻尺を長く伸ばし、それを張った状態で計測するため、法面の形状に合った計測が難しかったが、3次元データを用いた場合、法面の凹凸を反映した計測が可能となり、より現場の形状に合った面積の算出ができた。

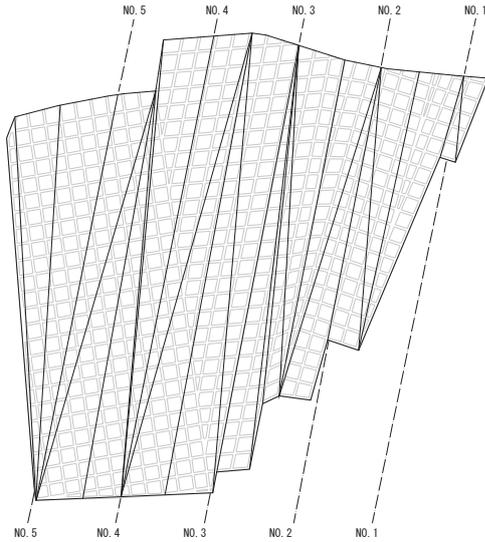


図-9 法面工 従来の面積計測イメージ

③ 吹付枠梁長の算出

吹付枠完了時の3次元計測データにより吹付枠の梁長の計測を行った。

(梁の端部と交点を結ぶ連続線の延長として計測)



図-10 法面工 吹付枠梁長計測

従来の梁長計測でも、複数の法面作業員を法面上に配置する必要があり、縦・横すべての梁の長さを巻尺で計測していたが、この作業をパソコン上で行うことが可能となり、現場の作業効率が向上した。

以上のような3次元測量による出来形管理を行うことで、完成検査時に現場へ行かなくても、机上で出来形の確認ができるようになった。

しかし今回は初めての試みであったこともあり、すべての出来形管理項目に3次元計測データを活用した訳ではない。出来形管理要領(案)でデジタルカメラに要求されている精度が±50mm、点群密度は0.01m²(100mm×100mm)あたり1点であるために、現場吹付法枠工の出来

形管理項目の中の「梁の幅・高さ(本工事では設計値300mm、規格値-30mm)」という項目には適さないと判断し、従来通りの方法で出来形管理を行った。

4. おわりに

法面上での測量・計測作業は、平地での作業に比べて非常に効率が悪く、複数の法面作業員が同時に作業するため、無数の親綱とライフラインが混在してリスクも高まる。その作業が無くなることは、結果として作業効率も安全性も大幅に向上したと言えるだろう。

法面工はICTの活用とは縁遠い分野だと思っていたが『ICT砂防・ほくりく』の試行により、初めてICT活用工事として施工する機会を得ることになった。

施工を終えて思うことは「作業環境の厳しい法面工こそ3次元データをもっと活用すべき」である。また法面工以外にも「施工」部分のICT活用が難しい工種はあると思うが、今回のような限定的なICT活用であっても、作業効率・安全性の向上に十分な効果があると感じた。その反面で、「3次元設計データの作成」と「施工」を含めた全面的なICT活用を法面工に導入することは、工種の特性を考慮すると非常に困難であり、現実的ではないとも思われる。

今年は例年になく土石流の発生が少なかったものの、工期の終盤に大きな台風が上陸するなど、幾度かの仮設道路の流出もあり、工程も少なからず遅れが生じたが、最後まで事故も災害もなく工事を完成できた。

最後に、本工事施工にあたりご指導やご協力を頂いた松本砂防事務所・姫川出張所ならびに浦川工事連絡会の皆様に深く感謝申し上げます。

33 i-Construction 等

法面工事における ICT 技術を活用した現場管理

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

課長補佐

西澤 成範[○]

小林 信敬

1. はじめに

本工事の施工箇所である、葛葉地区の急斜面は、平成7年の梅雨前線豪雨災害時に崩壊し、約14万 m^3 の土砂を生産し、下流に位置する平岩地区に被害を与える一因になった。そこで、今後も降雨や融雪による崩壊にて、繰り返し大量の土砂を流出する恐れがあることから、斜面对策を主とした、山腹工事により、姫川への土砂流出を防ぎ下流域の保全を図ることを目的としている。

葛葉下流地域は地形や地質により、ブロック毎に対策工が検討されており、本施工箇所は県道下斜面の非常に緩んだ珪質頁岩の強風化帯～弱風化帯が分布する長大斜面であり、落石対策を主とした対策工が計画され実施となった。(図-1)

工事概要

- (1) 工事名：葛葉下流山腹工その15工事
- (2) 発注者：国土交通省北陸地方整備局
松本砂防事務所
- (3) 工事場所：新潟県 糸魚川市 大所地先
- (4) 工期：2019年3月20日～
2019年12月4日
- (5) 主な工事内容
ロープ伏工 $A = 1,745m^2$
密着型安定ネット伏工 $A = 485m^2$
吹付工（吹付厚 5 cm） $A = 2,553m^2$

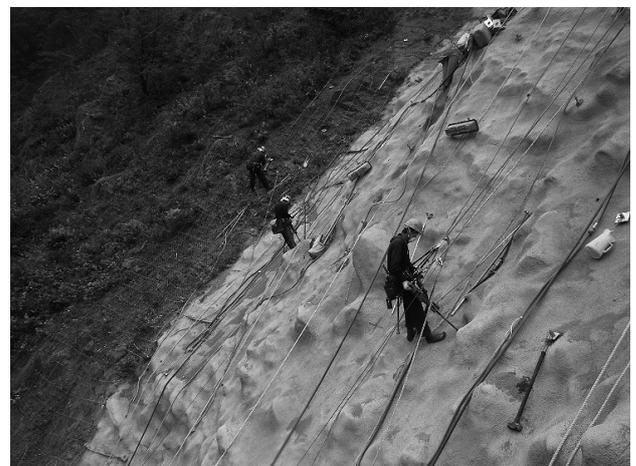


図-1 作業業況（密着型安定ネット工）

本工事は、急峻な長大斜面での法面施工となるため、法面からの墜落転落災害の発生は重大災害に直結する。

そこで、斜面上の出来形計測作業において、ICT技術活用として3次元測量による法面工の出来形計測の実施により、従来の測量方法との安全性や生産性および測定値精度について比較検証を行うことにした。

また、施工箇所斜面下部には姫川管理用道路があり、法面作業に伴い下方への落石が発生するおそれがあった。そこで、3次元測量データを活用して落石対策方法の検討を行った。

2. 現場における問題点

① 従来計測とICT技術を活用した計測の比較

当現場は、急傾斜かつ長大法面で傾斜の凹凸も激しく、従来の巻尺測定では、測定箇所に人を配

置して広範囲に斜面上を移動しなければならない。

そのため、出来形測定中の墜落転落災害のリスクも高いことに加え、測定値の誤記入の可能性等もあり出来形管理面における課題も改善したいと考えていた。

② 落石対策

施工箇所下部には姫川管理用道路があるため、施工中の小規模崩落や落石発生時には、管理用道路への落石飛散や落石事故に繋がる危険性がある。

そこで、落石の挙動を踏まえた適切な規格の落石対策の検討および実施が必要と考えられた。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 従来計測とICT技術を活用した計測の比較

法面工における出来形管理面における問題点を解消するために、ICT技術活用として3次元モデルを活用した出来形管理を行うこととした。法面上の出来形計測作業では、ロープ高所作業が不要であるUAV写真測量および地上レーザースキャナ測量により、3次元測量データを取得した。

上記の取り組みと合わせて、従来からの巻尺測定による出来形計測作業を並行して行い、測定された出来形計測値や安全性、生産性に関して従来方法との比較検証を行った。

イ) 出来形計測



図-2 法面上での巻尺測量

(従来計測)

従来計測の巻尺測定では、起伏の多い斜面では、斜面形状に巻尺を沿わせるために、中間に複数の人を配置して測定する必要があった。(図-2)

ただし、起伏の大きい斜面では、巻尺が地山から浮いてしまう箇所もあり、実際の延長より短く測定されているのではないかと考えられた。

(ICT活用)

現地での3次元測量では、最初にGNSS測量にて基準点の点検とUAV搭載カメラ等の精度確認を行った。そして、地上レーザースキャナ測量とUAV写真測量を併用して行い、斜面起伏に伴う各測量方法でのデータ欠損部を補完した。出来形計測のために取得したデータを用いて、点群処理ソフトにより3次元モデルを作成した。(図-3、4)



図-3 GNSSによる基準点の点検



図-4 地上レーザースキャナ測量

ロ) 出来形算出

(従来計測)

測定した数値からヘロン算出により、面積の計算と出来形図を作成した。正確な値を求めるためには、数値の誤記や誤入力が無い確認する時間も要する。また、作図作業に時間を要する場合もあり、日常の業務では大きな負担となる。(図-5)

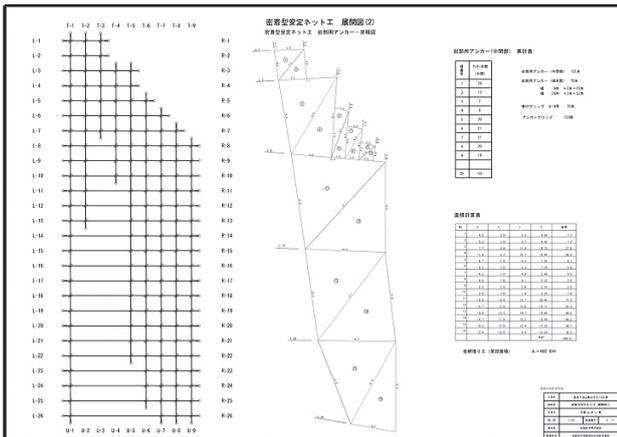


図-5 CAD図による数量算出表

(ICT活用)

地上レーザースキャナ測量とUAV写真測量より計測したデータを点群処理ソフトで解析し、3次元モデルを作成する。工種毎の設計施工範囲を元にして、その範囲の表面積や斜面長を算出することが出来る。(図-6)

点群データの解析自体は時間を要するが、作業時間外でも、パソコンにて解析ソフトによる処理を進めておくことが可能なため、作業的な負担は大幅に軽減された。

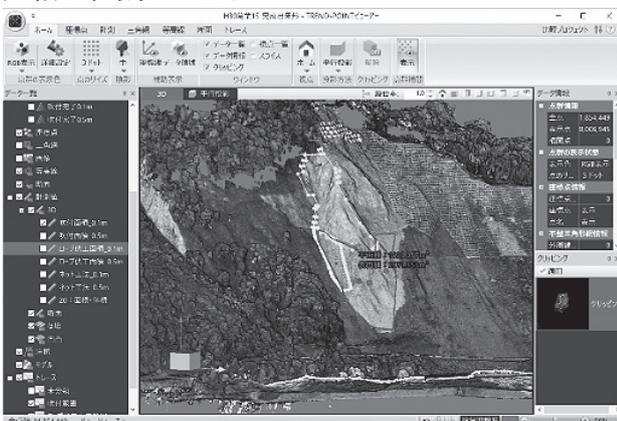


図-6 3次元モデルでの数量算出適用結果

(適用結果)

各条件の測定方法より求められた出来形結果は表-1の計測値(面積)のようになった。従来計測で算出した計算値と、3次元計測より算出した計算値を比較してみると、3工種ともに3次元計測により算出した計算値が大きい値となった。

また、3次元計測では、点群密度100×100で計測した場合と、点群密度500×500で計測した場合を比較すると、500×500で算出した結果の方が従来計測の計算値に近い傾向にある。要因としては、点群密度の粗密による斜面起伏の再現性が考えられ、斜面起伏の再現性が低い点群密度500×500の方が従来測定に近いのではないかと考えられる。以上の結果から、従来計測と3次元計測との差異について、今後も検証が必要と考えられる。

そして、生産性を比較するため、作業時間当たり計測した面積により作業効率比較を行った。工種により差異はあるものの、計測面積として一番小さい密着型安定ネット工でも、従来計測方法より、3次元計測の方が3倍近い作業効率の改善が確認された。

安全性に関しては、3次元計測では法面上のロープ高所作業が不要となることから、墜落転落災害のリスクが解消された。

表-1 比較表

		計測値 (面積)	計測値比 (3次元計測/ 従来計測)	作業従事 人員 (人)	計測時間 (h)	延べ時間 (H) (作業人員× 計測時間)	時間あたり 計測面積 (計測面積/ 延べ時間)	作業効率 比較 (3次元計測/ 従来計測)	
安定 密着 型 ネット 工	従来 計測	巻尺+ヘロン	460	1.00	4.0	4.0	16.0	28.8	1.00
	3次元 計測	点群 密度 500 × 500	470	1.02	2.0	3.0	6.0	78.3	2.7
		点群 密度 100 × 100	490	1.07	2.0	3.0	6.0	81.7	2.8
ロープ 起伏 工	従来 計測	巻尺+ヘロン	1750	1.00	5.0	8.0	40.0	43.8	1.00
	3次元 計測	点群 密度 500 × 500	1970	1.13	2.0	4.0	8.0	246.3	5.6
		点群 密度 100 × 100	2100	1.20	2.0	4.0	8.0	262.5	6.0
吹 付 工	従来 計測	巻尺+ヘロン	2550	1.00	6.0	8.0	48.0	53.1	1.00
	3次元 計測	点群 密度 500 × 500	2780	1.09	2.0	4.0	8.0	347.5	6.5
		点群 密度 100 × 100	2970	1.16	2.0	4.0	8.0	371.3	7.0

②落石対策

落石対策の検討では、落下経路や落石エネルギーの挙動を把握することが重要である。そこで、3次元測量データを用いて検討断面を作成し、落石シミュレーションを行った。(図-7)

算出結果から、斜面下部に落石飛散防護として柵高H=5.0mの仮設防護柵を設置した。(図-8)

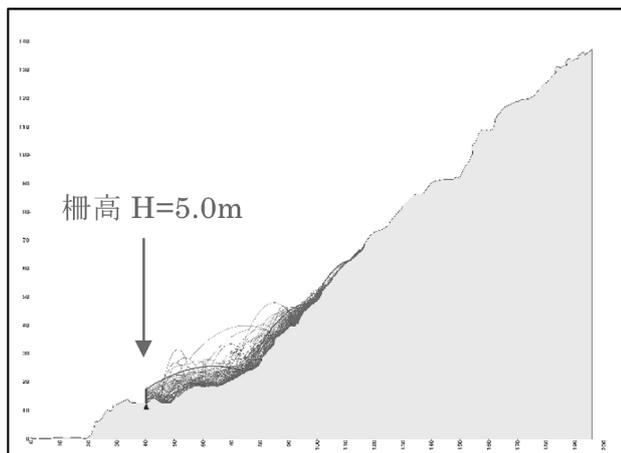


図-7 落石シミュレーション



図-8 仮設落石防護柵

(適用結果)

吹付工の施工に先立って行った法面整形作業時には、小さい岩塊の落下も発生したが、工事期間を通して仮設防護柵を越えて管理用道路に落石が飛散することはなかった。

任意断面で行った落石シミュレーションの結果を反映した仮設防護柵は、現地での落石飛散の予防が確認されたことから、検討方法の妥当性と対策の有効性が実証された。

4. 終わりに

今回、法面工事での出来形計測では、巻尺を使用した従来測定と、ICT技術を活用した3次元測定について比較検証したが、安全性の向上と共に、生産性の向上も確認された。一方で、測定方法により測定結果に差異があり、活用する上での課題も残った。

現在、建設業の担い手は、入職者低減や高齢化により減少傾向にある。担い手確保のためにも、生産性や安全性向上に繋がるi-constructionを積極的に活用し、普及していくことが重要であると考えられる。しかし、小規模工事や砂防工事におけるICT活用は、地形条件や気象条件により費用対効果が低く活用が難しいとされているが、起工測量時の3次元モデルを活用した現況把握だけでも、仮設計画の充実や施工方法の改善につながり、ICT建機を活用できない現場においても十分効果が期待できると考えられる。今後もICTを活用した現場管理の経験を生かして、建設業界の発展に携わっていきたいと考えている。

最後となりますが、本工事の施工にあたり、ご指導いただいた北陸地方整備局松本砂防事務所の皆様をはじめ、工事関係者、地元の皆様方からの御協力の元に無事故での工事完成に、深く感謝申し上げます。

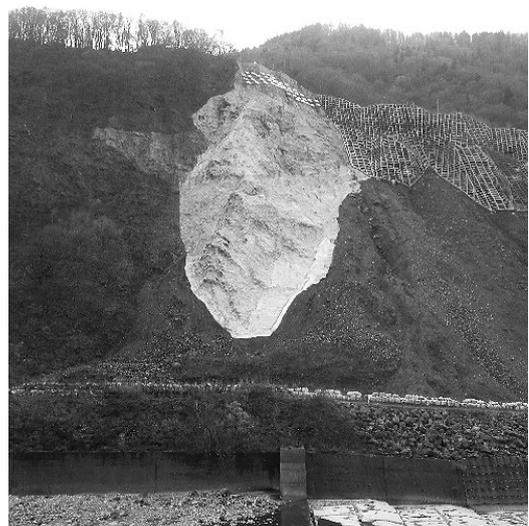


図-9 現場全景 (完成時)

34 i-Construction 等

ICT施工を活用した河川浚渫工事の施工例について

東京土木施工管理技士会
若築建設株式会社
監理技術者
柿本 政二

1. はじめに

1-1 工事概要

- (1) 工事名：H29荒川左岸臨海緊急用船着場浚渫工事
- (2) 発注者：荒川下流河川事務所
- (3) 工事場所：江戸川区清新町一丁目地先
- (4) 工期：H30.11.3～H31.3.25
- (5) 工事内容：浚渫工…13800m³
：揚土工…11800m³

1-2 ICT施工による河川浚渫

本工事は、関東地方整備局管内の河川浚渫工事において初めてICT（情報通信技術）施工を適用した工事であり、ICT施工の適用は受注者側提案により行った。ナローマルチによる起工測量

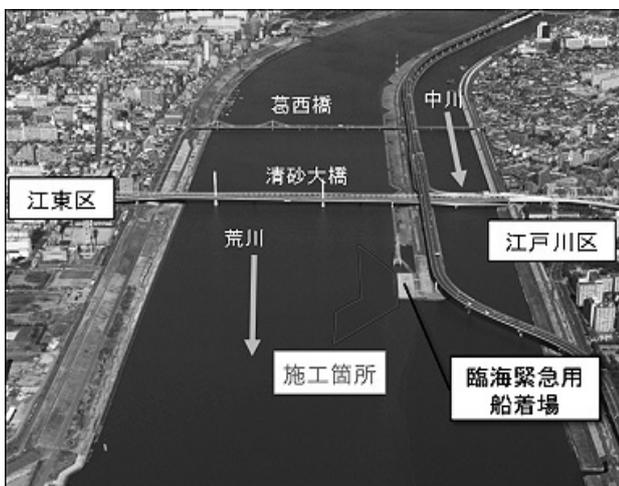


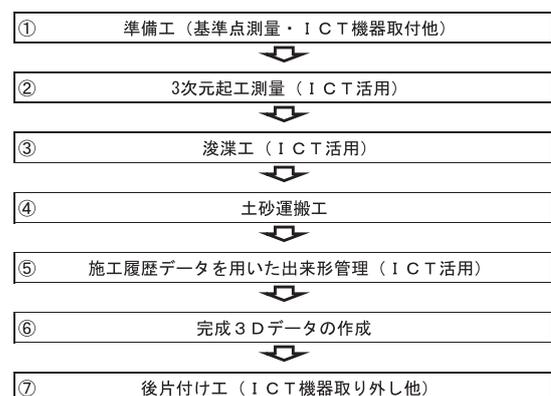
図-1 施工箇所

（音響測深機器3次元測量）からスタートし、施工・検査のすべての段階でICT施工を導入した。（図-1）

2. 現場における問題点

本工事においては、ICT施工による河川浚渫工事の最初である為、浚渫工事に合わせた書類様式の確認や要領の修正など、発注者・受注者の双方にて協議・打ち合わせを密に重ねて施工を行った。

本工事の施工フローを以下に示す。（図-2）



* ICT施工には直接関係の無い箇所④、⑦の説明は除く

図-2 施工フロー

2-1 準備工（基準点測量・ICT機器取付他）

浚渫船には現場入場前に、ICT機器を溶接にて堅固に取付け、取付け場所においてはローカル座標を設定し、キャリブレーションを行って座標の確認をした。（図-3）



図-3 ICT機器取付箇所

浚渫現場には、3次元測量に用いる基準点Aを3点以上、浚渫船入場時に行うキャリブレーションに使用する基準点Bを16点以上の設置を行った。(図-4)

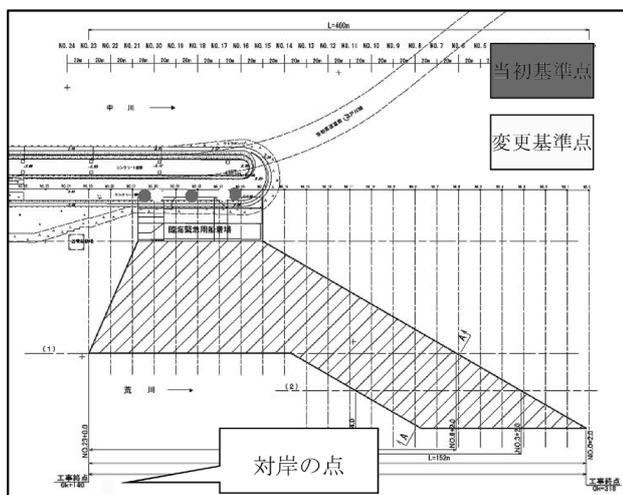


図-4 基準点A位置

今回工事において当初、基準点Aを船着場上の1直線上での点を用いていたため、X・Y座標においては正常に座標がとれていたが、肝心のZ座標において値が、船着き場より離れるに従い大きく変位していた。当初、現場付近の上流側にある大容量送電線の影響ではないかと思われたが、基準点Aが1直線上にある為に、Z座標だけ変位をおこしていた。

現場全体を覆う様に変更した基準点で座標をとるとX・Y・Z座標の全てにおいて正常に値を取得することができた。

基準点Bについては、ICT施工の要領によると4列×4行の基準点にてキャリブレーションを行い確認する様に記載されているが、浚渫船上のバックホウにおいては4列の作業半径がとれない

ため、協議にて1列で基準点Bを設置しキャリブレーションを行った。(図-5)

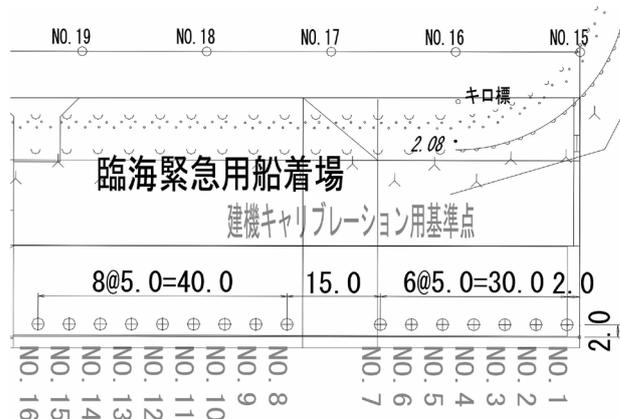


図-5 基準点B位置

また今回は基準点の確認とは別に、現場範囲内に浚渫船を移動させて、トータルステーションを用いて測量し、刃先の座標を確認した。

2-2 3次元起工測量 (ICT活用)

今回の工事では、ナローマルチビームを用いて3次元起工測量し、3次元設計データの作成を行った。高密度かつ高性能なデータを広範囲にわたりデータを取得することが可能な測量方法ではあるが、測量船が小さくなるため、測深測量時は海上ができる限り平穏なときに実施する。又、波浪高低差の高い日は、測量船の動静が大きくなる為さける必要があった。(図-6)

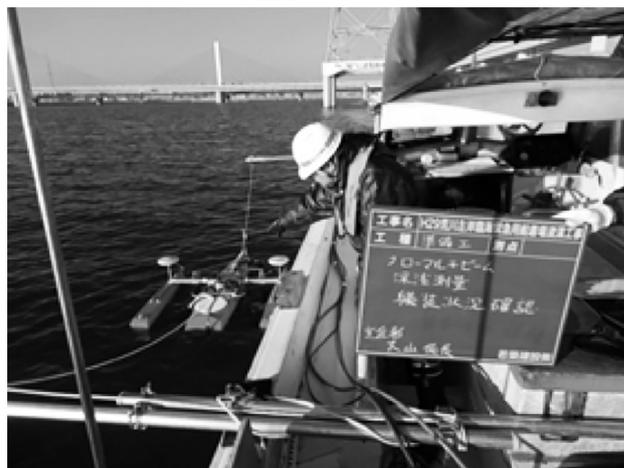


図-6 ナローマルチ測量

施工業者を当たってみると、河川でのナローマルチビームによる測量を実施している業者は少な

く、ホームページで探し確認してもやったことが無く出来ないという業者がほとんどであった。

2-3 浚渫工 (ICT活用)

施工は、3次元マシンガイダンスシステム搭載のバックホウ(刃先位置・標高をリアルタイムに取得し、設計高さとの差分をバックホウオペ室のモニターに表示)で浚渫工を実施した。3次元マシンガイダンスシステムは、トータルステーション、GNSS(衛星測位システム)の計測技術を用いて、施工機械の位置や施工情報から設計値(3次元設計データ)との差分を算出してオペレータに提供し、施工機械の操作をサポートする技術である。バックホウオペ室に取り付けたモニターは、設計深度、設計値と刃先の高さの差及びバケット位置が表示される。(図-7)



図-7 オペ室モニター画面

オペレーターは事前深淺測定の点群データによって表示された現況高さと刃先の高さを確認しながら浚渫作業を行うため過度な余掘を行う必要がなくなった。

また、現場位置は荒川と中川下流の合流地点となっており、施工は中川に入出域する船舶の航行を妨げない様注意する必要があり、事前に工事安全協議会や海運業者等と打ち合わせを行い、警戒船への連絡、作業日報の送付等を行う調整をした。

2-4 施工履歴データを用いた出来形管理 (ICT活用)

今回の施工履歴データは、0.36*0.36のメッシュ

にて取得していた。工事においては、クラウドを利用し、現場詰所にて出来形進捗図(図-8)を確認可能とした。しかし、データの受送信時に、データの欠損が発生し、掘り残しが発現する状況になった。今回は、施工途中において深淺測量を行い、掘削残がないことを発注者に確認して頂いた。

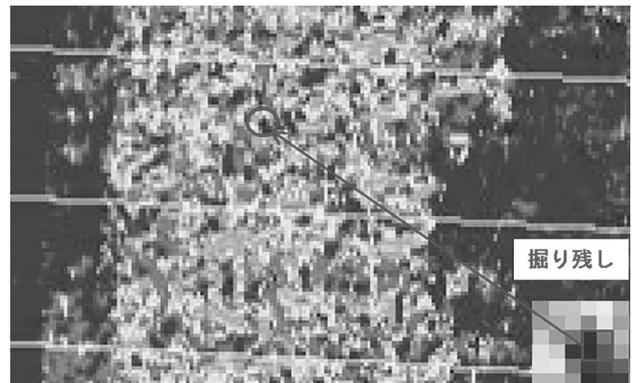


図-8 出来形進捗図

2-5 完成3Dデータの作成

施工履歴データを出来形データにするため、最浅値を1m²に1点とする浚渫完了後のデータ解析及び判定が必要となる。(図-9)

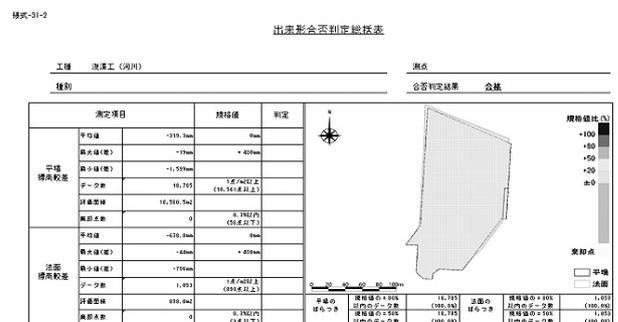


図-9 出来形合否判定総括表

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 準備工

今回は、ICT機器取付け時に行ったキャリブレーションが正常に作動していたため、現場入場時の変位が判明し、現場での異常を発見することが可能となった。ICT施工を行う際には、目で確認して解ることが少ないため、1工程毎にキャリブレーションを行い、ここまでは正常に稼働して

いたとの確認を行う必要を感じた。基準点においては、1直線上から他の点を出す際は十分注意する必要があり、可能であれば現場全体を覆う様に基準点を設けることがいいと思われた。基準点以外にもトータルステーションを使用し確認を行う必要があると思われた。

従来の施工では必要なかったICT機器の取付けについては、着脱に4日程度必要としているが、ICT施工による河川浚渫が一般化すれば、機器の脱着においても簡素化が可能と思われた。

3-2 3次元起工測量・3Dデータの作成

河川でナローマルチビーム測量を行うことが可能な施工業者は少なく、河川浚渫がICT施工に進めば、施工業者が多くなり施工の善し悪しや価格低下につながると思われた。

3-3 浚渫工

施工履歴をオペレーターが確認できるため作業場所への移動時間が短縮された。今回の工事場所においては、航行船舶からの退避が必要であったため、時間の短縮は非常に有効であったと思われた。また、バックホウ周囲に、レッド測量を行う人員配置することが必要無くなり、安全に対するリスクが低減した。

出来形の管理基準において、ICT施工における出来形許容値が $\pm 50\text{mm}$ であったが発注者と協議し、波浪の影響を受ける海上工事においては難しいため、現場において波高を確認して許容値に加えることとした。今回は、波高の確認方法について潮位計を動画にて撮影し確認をしていたが、データの記録が残る方法を検討していく必要があると思われた。

3-4 施工履歴データを用いた出来形管理

ICT施工での施工履歴による出来形管理においては、バックホウの刃先の軌道を記録しているだけのため、バケツからのこぼれや埋め戻りについてはオペレーターによる出来形に対する考え方で決定される部分があるため、職員はオペレーターの考え方を確認する必要があった。

3-5 その他

今回工事においては、遠隔からの確認可能システムを構築し、詰所にて進捗状況を確認可能にした。また、現場機械にカメラを設置し、現場状況を遠隔操作にて映像確認可能とした。当社WINSHIPシステム(GPS)にて、横須賀へ投入する船舶の位置を可視化した。また、クラウドを使用しての出来形確認については、データの欠損が発生したため、メーカーに修正をお願いしたが、海外製品のため現時点では修正されていない。(図-10)

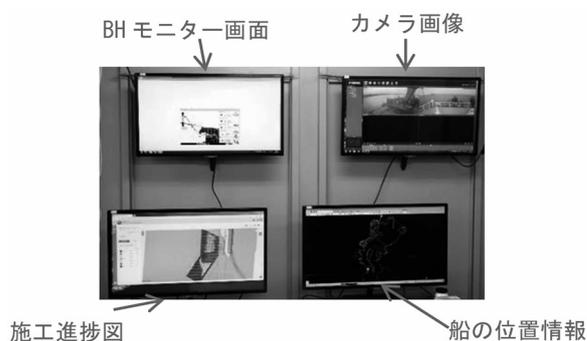


図-10 モニター画面

4. 終わりに

今後の工事において、ICT施工は施工の省力化・簡素化・可視化によるメリットなどがあるため、今後の発展に期待をしている。最後に、ご指導頂いた荒川下流河川事務所の方々並びに、ご協力頂いた工事関係者の方々この場を借りて厚く御礼申し上げます。

35 i-Construction 等

鋼橋架設工事における遠隔検査の試行

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社 IHI インフラシステム
現場代理人・監理技術者 現場担当者
影石 真一〇 井上 圭史

1. はじめに

工事概要

- ① 工事名：平成30年度138号BP
須走1号高架橋鋼上部工事
- ② 発注者：国土交通省中部地方整備局
沼津河川国道事務所
- ③ 工事場所：静岡県駿東郡小山町須走
- ④ 工期：平成30年11月3日～
令和元年09月30日
- ⑤ 緒元：(形式)鋼2径間連続非合成箱桁橋
(鋼重) 504t (橋長) 117.0m
(幅員) 9.5m
(工事内容)工場製作、鋼橋架設工

本工事は、国道138号線のバイパスとして整備中の須走道路のうち、須走南交差点付近の鋼橋上部工の製作・架設工事である。

本工事は、CIMの試行対象工事のほか、生産性向上チャレンジの試行対象工事である。これは省力化に資する施工手順の工夫などの創意工夫を評価し推進するものである。

本工事では「ウェアラブルカメラなどを用いた遠隔検査の試行」を生産性向上チャレンジのテーマに掲げ、高力ボルト現場予備試験を対象に遠隔検査を試行した。今回検討を行った項目は次の通りである。

- ① 得られる効果
- ② 運用上の課題

- ③ 適用できる検査・確認

2. 現状の問題

検査・立会確認の時間の確保ならびに調整は受発注者双方にとって大きな負担となっている。発注者は検査・確認の度に

- ・移動時間（本工事で往復1時間程度）
- ・移動手段の手配
- ・現場に出る準備

が必要であり、検査自体が数十分で完了するものであっても、数時間のまとまった時間を確保する必要がある。これらは直接的に発注者の負担になっているだけでなく、時間調整に時間を要する原因となっていることから、検査日がなかなか決まらないという受注者への負担にも間接的になっている。また、朝一などは移動のために検査を設定できないなど、検査に充てられる時間帯に制約も生じている。

3. システム概要

システム概要を図-1に示す。

今回の試行で使用した映像伝送システムはパナソニック社のHDコムLiveである。現場での撮影はビデオカメラまたはウェアラブルカメラで行う。ビデオカメラによる撮影の様子を図-2に、ウェアラブルカメラを装着した様子を図-3に示す。これらは携帯電話に接続されており、携帯回線・インターネットを経由してHDコム親機へと

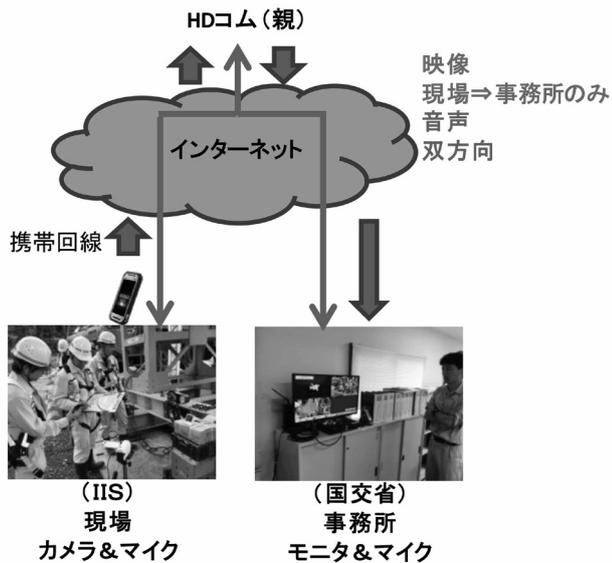


図-1 システム概要

送信される。現場のカメラは複数台でもよい。発注者事務所（以下、事務所）にはHDコム子機とそれに接続されたモニタを設置しており、インターネット経由で親機から現場の映像を受信している。モニタの映像を事務所で確認している様子を図-4に示す。この子機およびモニタはPCやタブレット端末に置き換えることもできる。また、音声は現場では携帯電話に接続したイヤホンマイク、事務所ではHDコムに接続したスピーカマイクで双方向に送受信される。そのため、指示応答や会話は従来の立会時と変わらずに行うことができる。現場側のイヤホンマイクは汎用品であるので、骨伝導イヤホンや咽頭マイクに変更することも可能である。また、事務所側もスピーカマイクに変えてイヤホンマイクを使用することも可能である。

4. 試行結果

<効果>

- ・発注者の移動時間だけでなく、段取りにかかる時間や手間も削減される。
- ・検査・確認の時間だけ確保できればよい。必要な時間が短くなるので時間調整がし易い。
- ・業務開始直後など、従来設定できなかった時間帯に検査・確認を設定できるようになる。



図-2 ビデオカメラでの中継の様子



図-3 ウェアラブルカメラ装着の様子



図-4 事務所での確認の様子

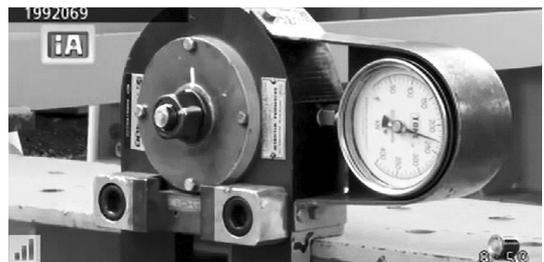


図-5 計器(軸力計)中継映像

- ・録画することで映像記録として残すことができる。問題が発生した場合の振り返りや、教育資料として活用することができる。

<通信品質>

- ・通話音質は十分であり、会話に問題ない。
- ・どちらのカメラでも画質は十分である。状況の把握や計器の読み取り(図-5)、記録票の確認(図-6)も十分可能である。



図-6 記録票中継画像

カメラの使い分け

カメラの比較を表-1に示す。

- ・今回の様に、カメラを移動させる必要がない

表-1 各カメラの長所短所

ウェアラブルカメラ  画素数：608万 ズーム：無し	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・両手が空く。作業者が撮影者を兼ねることが出来る。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・映像を撮影者が確認できない。 ・撮影者と共に動くので、画像が揺れやすい。
ビデオカメラ  画素数：220万 ズーム：90倍	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・三脚に固定できる。安定した映像が撮れる。 ・付き切りにならなくてよい。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・変換器などの機器も必要で取り回しが悪い。 ・防水ではないので雨天時の使用は気を使う。

検査では固定できるビデオカメラが使い勝手が良い。

- ・複数の場所で見ることがある、カメラの移動が発生する検査では両手が使えるウェアラブルカメラが使い勝手が良い。

5. 課題

① 運用上の課題

＜事務所での課題＞

- ・モニタを設置すると場所を取る。必要な時だけ設置できるよう、ノートPCの方が良い。

- ・現場が騒音に紛れて聞き取りづらい場面があった。事務所側がはっきりと話す必要がある。大きな声を出すことになるため、自席では使用しづらい。

＜現場での課題＞

- ・ある程度専門的な知識が必要なので、慣れるまでは知識を有するサポート要員が必要。
- ・ビデオカメラは、片手が塞がってしまうため移動時に安全上望ましくない。腰袋に入れて移動すればよいが、衝撃に弱いため注意を払う必要がある。また、防水ではないため雨天時の使用は難しい。
- ・ウェアラブルカメラは、体に固定されているため特定の対象物に向けるのが難しい。着脱が容易になれば手で持って向きを調整できる為、撮影し易くなる。

② システムの課題

- ・HDコム親機へ各端末からアクセスするため、通信量が大きくなる。親機はある程度高速な回線が使用可能な店社や事務所に設置する必要があるが、各社の情報セキュリティ上の問題から既存のネットワークが使用可能とは限らない。
- ・現地での通信状況が良好である必要がある。電波の弱い山間部や回線の混雑する都市部では映像の転送に必要な通信容量が確保できずに画質を落とす必要が出てくる可能性がある。

6. 適用対象と効果の検討

受発注者双方とも高力ボルト予備試験については適用可能であると判断した。これを踏まえ、他の検査・確認への適用を検討し、次の結果を得た。

- ・状況の確認、数値や有無の確認といった出来形確認には適用可能。但し、出来形であってもトータルステーションなどのレンズを覗き込むタイプの機器への適用は難しい。
- ・塗装状態等の出来栄の確認は現場での感覚的な判断が必要で、適用は難しい。

上記の検討結果を踏まえて、工事全体に適用し

た場合の効果を検討した。本工事の現場における立会検査・確認項目と適用可否は表-2の通りである。この通り9割に適用可能であると考えられる。今回試行したのは現場予備試験2回のみであるが、全体に適用すると効果が大きいことが分かる。

表-2 本工事の現場における検査・確認項目と適用可否

確認項目	確認回数		適用可否
据付高さ確認	1回		○
出来形	1回		×
試験状況・結果	18回 (2回)		○
締付確認	18回		○
清掃・錆落状況	1回		×
規格、数量	2回		○
完了検査	1回		×
履行確認	5回		○
登録橋梁基幹技能者の配置	1回		○
中間技術検査	1回		×
総計	49回		92%

また、本工事では対象外であるが床版等のコンクリート工が含まれる場合、配筋確認やコンクリートの材料確認などで検査回数が増加する。コンクリート工の検査・確認の例を表-3に示す。検査が完了するまで次工程に進めないため、工程に影響する場合もある。検査日程の調整が容易になることは、受注者にとって大きなメリットである。

表-3 コンクリート工の検査・確認項目と適用可否

適用可否確認項目	確認回数	適用可否
配筋確認	4回	○
コンクリート品質確認	14回	○
通信管路通過試験	1回	○
総計	19回	100%

この他に鋼橋上部工では工場製作時の立会検査、製品検査等がある。工場製作時の検査・確認は本工事の場合17回あり、内11回(65%)に適用可能である。工場製作時の検査は検査場所が発注者事務所から遠方にある場合が多く、移動時間が

長くなり、宿泊を伴う場合も多いため、検査のために数日確保する必要がある。そのため、回数は少ないものの効果は大きいと考えられる。また、受注者のメリットとして、検査回数を増やすことで、検査単位を細分することができれば、各部材の必要時期に合わせた製作工程を引くことが可能となり、出荷までの保管期間の短縮が見込める。

7. まとめ

- ① 立会の為に掛かる時間と手間は大きく、移動時間の削減は受発注者双方にメリットがある。
- ② モニタの大きさなどの使い勝手に関する課題は周辺機器選定の工夫で対応可能。
- ③ 出来形確認は一部を除き適用可能。出来栄は現地での感覚的な判断が必要なので難しい。

8. その他の活用方法

- ・災害時の状況確認への活用が考えられる。ただし、携帯電話の回線がダウンしていると使用できない。
- ・点検業務への活用が考えられる。高度な判断をする診断士が不足しがちなため、診断士は事務所で、点検士は現地に赴く体制にすると診断士不足による点検品質の低下が改善可能。

9. おわりに

遠隔検査が立会検査の代替として適用可能であることが今回の試行を通じて分かった。全てを置き換えることはできないが、多くに適用可能であり、その効果も大きいことが明らかとなった。一方で、課題も浮かび上がり、改善の余地があることも明らかとなった。

最後に、本試行の実施に当たり、ご指導・ご協力頂いたi-Construction中部サポートセンター長の筒井総括技術検査官、国土交通省中部地方整備局沼津河川国道事務所御殿場国道維持出張所の皆様、パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社の皆様に深く感謝の意を表します。

II. 技術報告

1 施工計画

雨期の地滑り対策工事

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：平成29年度 県道田代八重綾線
綾工区 道路法面工事（その2）
- (2) 発注者：宮崎県高岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県東諸県郡綾町北俣
- (4) 工期：平成30年3月30日
平成30年11月30日

本工事は、綾北川右岸の県道田代八重綾線の地滑り防止工事で既設モルタル吹付を取壊して吹付法枠、アンカーを施工するものであった。

2. 現場における問題点

① 現道の安全管理

発注者と施工計画時の打合せで、既設モルタル吹付は劣化して空洞化が多いと思うので、早めに調査をして数量を把握して欲しい。また地元から出来る限り施工時は通行止めをしない様に要望が出された。よって時間規制での施工となり17時以降は解除しなければならず、5月の連休明けから伐採に取り掛かり梅雨の雨の多い時に地山がむき出しの状態、特に降雨時は落石の危険性が高かった。

② 法面からの湧水

終点側No.15付近の高さ6m位の岩盤と礫質土の境目から湧水があり、水量や範囲から現状でのモルタル吹付による法枠施工は出来ないと判断した。

③ アンカー施工箇所の転石

図-2にある転石（約3m×3m 2箇所）で、吹付法枠400の鉄筋D19×8本の配筋に支障があった。

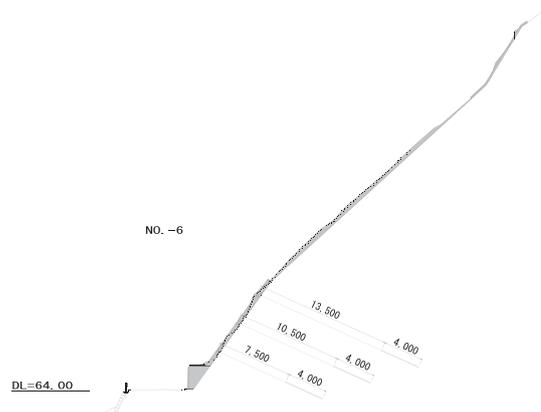


図-1 標準横断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

① 現道の安全対策

着手に先立ち区長へ挨拶及び地元の方々へ工事の案内文を配布、そして時間制限をしての施工と台風等の大雨で落石の危険性が高まった場合は、通行止めもあり得る事も案内文に追記して工事への協力をお願いした。時間規制は起点側、終点側の迂回路手前に規制看板及び交通誘導員を配置して迂回路のスムーズな誘導を心掛け、作業終了時は電光表示板、バルーンライトを設置して安全な通行が出来る様に工夫した。伐採や掘削での落石が多い作業では、合図者2名を配置すると共に作業時に落ちそうな転石はバックホウ及び人力で事前に

落とし、夜間に雨が予想される時はグリーンネットをアンカーピンで固定して落石防止に努めた。

5月の伐採、6月の掘削中は度々、7月下旬にラス金網を張ってからは7月29日の台風12号、9月30日の台風24号、10月8日の台風25号で夜間通行止めを行ったが問題はなかった。



図-2 掘削状況

② 湧水対策

監督職員、担当リーダーと湧水状況を確認後、暗渠配水管及び排水処理材の使用を協議した。施工は湧水が多い所を人力にて掘削し暗渠排水管（ネトロンパイプφ40）を埋め込みVP-50パイプ4箇所を設置して集水後、排水処理材（キュアマット）を敷設した。モルタル吹付は湧水箇所全体を4cm程度の厚さで薄く吹き付け、水を含んで剥がれた部分がある程度落ち着いてから、再度吹き付けるといって複数回吹き付け何とか仕上げることができた。



図-3 湧水対策

③ アンカー施工位置の変更

監督職員、担当リーダーと転石の状況を確認して、地山が広範囲で緩む可能性が高く吹付法枠の施工に影響が出てくるので撤去しない事とした。吹付法枠400の施工については、上下・左右のアンカー間隔3.5m以内を絶対条件として枠内に転石が収まる様、アンカー全体の位置を下に40cm、起点側に70cmずらしての吹付法枠の施工を監督職員、設計コンサルタントと協議して問題がない事を確認した。

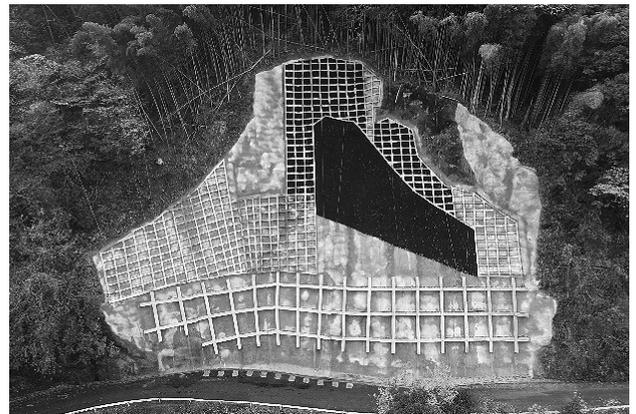


図-4 完成

4. おわりに

現場は地元の方々の生活道路を時間規制しての施工で、作業終了後及び休日の安全管理に大変気を使った。特に伐採や掘削中の地山がむき出しの状態、雨の予報が出ている時は気がきではなかったが、着手前に夜間通行止めをする可能性がある事を周知していたので早めに決断できた。しかし翌朝は8時30分から時間規制に入る為、朝6時30分から通行できる様に転石や流出した土砂の撤去をしなくてはならず、協力業者の手も借りて何とか間に合わせた。また台風12号、24号では県道の数箇所倒木、地山の崩壊があり地元の業者と協力して早期に通行が出来る様に土砂等の撤去をした事や沿線の草刈り、工事進捗状況の回覧、地区の行事（マラソン大会）に参加した事で地元の方々とコミュニケーションが図られ良い関係に繋がったと思う。

2 施工計画

土留工の選定方法について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社廣瀬組
監理技術者
宮原 弘幸

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成29年度起工第1号
災害に強いため池等整備事業（河川応急）堰体工事（前川原地区）
- (2) 発注者：福岡県筑後農林事務所
- (3) 工事場所：福岡県八女郡広川町大字一條
- (4) 工期：自 平成29年8月21日
至 平成30年3月26日

2. 現場における問題点

当該工事箇所は、筑後川水系広川（以下「河川」という）と県道84号線（以下「県道」という）に隣接し・挟まれた工事箇所であった為、狭小した作業ヤードでの施工になる上に、工事箇所より30m程度離れた箇所には家屋が密集している作業環境であった。又、県道の路肩にあたる上空には、配電線及びNTT線等が通過していたので、架空線事故防止対策の観点も念頭に検討する必要があった。

今回、土留工を施工した作業箇所は、県道から最も近い箇所が平面距離で1.0m程度だった。又、河川から最も近い箇所が平面距離で3.0m程度だったので、GL-7.5mをオープンカット工法で掘削して施工できるような現場条件ではなかった為、土留工により県道を保護し、作業ヤード・作業通路を確保できるようにした上で、施工を進め

る必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

鋼矢板の形式・寸法の選定にあたっては、工事箇所の半径100m以内で過去に調査された2箇所のボーリングデータを入手した。2箇所の柱状図を比較すると、地点の違いもある関係上、支持層・支持力等で違いがあった為、工事箇所の中心部でジャストボーリングを行い、正確な地盤の状態・性質の調査結果を入手するようにした。

ボーリング調査結果を踏まえ、安全性・環境面・経済性・施工性を勘案し土留工の検討を行い、山留め安定計算により3工法（自立式土留め・切梁式土留め・控え杭タイロッド式土留め）を検討し、最も現場の条件に適合している、鋼矢板（Ⅲ型、L=11.0m）+H鋼（H-350*350*12*19）等を用いる切梁式土留工を選定し提案した。



図-1 平面図

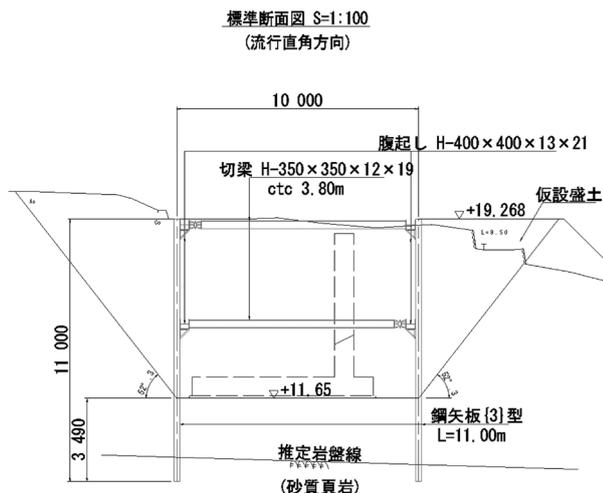


図-2 土留工断面図

事前調査結果及び検討結果を発注者に報告し、コンサルタント業務と打合せをして頂いた後、発注者・受注者・ボーリング調査業者・土留め施工業者を一同に会し、鋼矢板の打設工法を協議した。

協議のポイント

(1) 現場条件

- ① 現場に隣接している県道を保護した上に、重機・ダンプトラック等の作業荷重も考慮する。
- ② 周辺には家屋があり騒音・振動も考慮する。
- ③ 河川と県道に挟まれた箇所なので作業ヤードが狭い。
- ④ 施工箇所の一部に架空線が通過しているが、支障はないか。支障がある場合の対処方法も検討する。(架空線に接触しないか・離隔距離を確保した中で施工は可能なのか・移設は依頼できるのか・継ぎ鋼矢板等も検討が必要になるのか)

(2) ボーリングの調査結果

- ① コアサンプル(採取土)の実物を確認した。
- ② 砂質系の土質である。
- ③ 砂質頁岩でN値50以上の土質がある。

上記ポイントを踏まえ協議を行った結果、様々

な工法の中(バイブロハンマ工・圧入工法・ウォータージェット併用圧入工法・オーガ併用圧入工法・硬質地盤クリア工法)で、現地条件に最適な「硬質地盤クリア工法」を提案した。又、狭小な作業ヤードの改善策として、河川側に仮設盛土を設置し作業ヤードが確保できるように提案した。提案事項は設計変更に繋がり、円滑な施工ができるようにした。

架空線対策としては、離隔距離の確保ができる状態ではなかったため、発注者から電力会社に仮移設を依頼して頂き、事前の現地立会で移設工事の内容を共有し、仮移設を行った後、土留め施工に着手した。

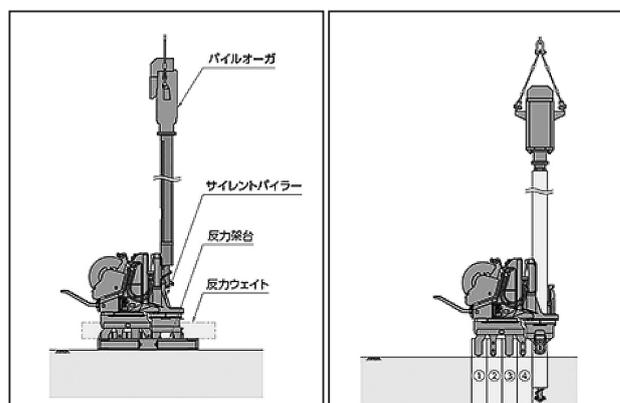


図-3 硬質地盤クリア工法の施工図

4. おわりに

より良いものを作っていく為には、現場条件に適した施工方法を検討し安全性に優れ・環境面に配慮し・経済的にも施工性にも良い工法を選定し、発注者に提案し地域に貢献する必要がある。

一つの事に固執せず、幅広い視野を持って検討に検討を重ねて最善な方法を模索する事が、工事を円滑に進める要因ともなり、関係者各位からも好評を博するような工事になると思う。

最善な方法が提案できるように、様々な知識を習得し良好だと思われる竣工が迎えられるように日々努力していく。

3 施工計画

送電線鉄塔脚部の地盤強化工事

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
酒 井 亨

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：新綾部線法面保護工事
- (2) 発 注 者：関西電力株式会社
- (3) 工事場所：京都府南丹市園部
- (4) 工 期：平成30年5月8日～
平成31年3月31日

高浜・大飯方面から関西広域に電力を送電している大変重要な基幹線。

その途中2か所の高圧線鉄塔脚部の法面保護工事を行なった。

2. 現場における問題点

- ① 機材の搬入計画において、我グループは誰も経験のない空輸準備作業。通常の作業工程にこの準備工と撤去工の工程を加算しなければならない。不足品はないか故障した時の対応はどうするのか多項困惑である。
- ② 2か所離れた工事個所で、仮設工（設置・撤去）、簡易法枠工、鉄筋挿入工、植栽工、植生マット張り工、境界杭等多工種の中、地盤改良工として薬液注入工の施工時期をどうするのか。どこの時期に施工したら次工程にうまく繋ぐことができるのか悩むポイントであった。
- ③ その注入工において、穿孔位置の検討。削孔位置のステージをどこに決めるかは作業性と充填の度合い、全体工程の短縮にも影響す

る問題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 通常の現場のように、ユニック車等が横付け出来て資材等の搬入ができず、現場は山間地稜線頂上部にあり鉄塔近接の仮設ヤードまでヘリポートから物資をすべて荷作りして空輸しなければならない。（図-1）



図-1 空輸の様子

自身もこのような現場は経験がなく、実際にやってみないとよくわからない作業で適当な指示もできないため、その地元で慣れている業者のみなさんと打合せを十分に行ない、指導を仰いだ。また事前に資機材の数量と重さ、コンデションを確かめてチェックリストを作成し見落としがない様にお互い確認しあった。そして荷作り2日間ヘリ輸送1日を要することが実感できた。

結果として何一つ不足が無かったことは及第点だろう。

② 今回の工事の中で、2か所の鉄塔脚部の保護工を同時に施工すれば一番の理想であるが、限られた作業員の人数と機材の調達も困難であったので、A工区を夏季に施工し、後半にB工区を施工する工程を検討した。そのB工区において、薬液注入は仮設ステージ完了後の12月に設定してみた。2液混合の薬液について夏季では2～10秒ぐらいでゲル化してしまうため、作業性の点から冬季施工にもっていけばゲル化タイム（実際13～14秒ぐらいでした）が少しでも長くなる。その効果としてロッド先端詰りが予防でき、スムーズな注入が可能になり、また薬液の拡散性も良くなると思われた。

③ 一般的にコンクリート構造物下部の土砂のゆるみ・流失・変位等により、支持力の低下、空隙の発生を予防するため薬液注入等で地盤改良する工事があるが、本現場では鉄塔基礎下部の空隙充填が目的である。その基礎下部へ直接斜穿孔して強化したいところであったが、地形的に法面を降りて仮設ステージを設けることが不可能であった。よって基礎上方から穿孔・注入することにした。（図-2）



図-2 足場-穿孔位置

その結果仮設工の工程と資材が低減できた。又ステージ上に基礎部の位置を正確に再現でき鉄塔基礎構造物への誤穿孔防止になり、また穿孔箇所を増やすことにより（注入材の重積効果と瞬結であるため広範囲に拡散しにくい性状）十分な充填

効果が期待できる。（図-3）



図-3 基礎下部の再現

注入作業時孔口オーバーフローは、途中一か所確認できたが、あとすべての孔は所定量の薬液が充填でき、周辺からの浸出もなく地山のレベルチェックも実施したが、全孔口隆起もなく作業を完了できた。

4. おわりに

今回の現場は、ヘリで空輸してからの作業になり工程を組み立てるのが非常にプレッシャーでした。また穿孔機械はロータリーマシーンを使用し、未だにドリルロッドは、転石や軟岩に対して破損しやすい二重管式。近年の建設業界、情報技術を取り入れた分野はそれなりには発展しているが、何十年も前から同じような機械を使用している工種も多いのが現状だ。これら業界のツールの進歩がこれからの地盤改良工の発展に繋がると切に感じました。

また工期と予算があれば、注入効果の検証として施工後のコア採取もやるべきだと思いました。

4 施工計画

西日本豪雨災害による応急復旧

広島県土木施工管理技士会
株式会社岡本組
児玉 孝 則

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：二級河川 野呂川水系 野呂川
河川災害応急工事（1工区）
- (2) 発注者：広島県 西部建設事務所 呉支所
- (3) 工事場所：広島県呉市安浦町内海北6丁目
- (4) 工期：着手 平成30年7月10日
完成 平成30年9月30日

施工内容： 施工延長 300m
河川内流水確保浚渫 2,500m³
護岸補強大型土嚢積 1,140個

この災害応急工事は、7月6日の西日本豪雨により雨水が山から河川に流れ込んだ上に、野呂川上流にある野呂川ダムが満水になって決壊の恐れがある為、緊急放流を行ったが結果、河川水位が堤防決壊危険水位を超えた為、護岸の崩壊により道路崩壊及び家屋崩壊災害が発生しました。

(図-1・2)



図-1 災害発生時

2. 現場における問題点

河川内の水位が下がった時点で、水道を山側に



図-2 災害発生時

切り替えながら、護岸を大型土嚢で保護をして今後の降雨による2次災害防止を行い、道路復旧を行う事になりました。

機械等を河川内に搬入するには、市道路（幅員5m）より河川まで3.0mの高さがあり搬入が困難で、高さが1.0mほどの測道路（幅員3m）から進入する事にしました。

施工にあたり使用機械等の選定をするが、各所での災害対応に施工業者からリース会社に注文が殺到して、適応機械の搬入が難しい。

大型土嚢を大量に作成する為には、大量の土砂が必要ですが災害現場には流出した玉石交じり土しかなく、大型土嚢作成に使用できる土砂がありません。

作成した大型土嚢を、河川内で運搬するには石が多い為、ダンプで運搬できない。又、重機が運ぶには、距離が長いので施工方法の検討が重視される。

施工区域は、降雨による災害発生現場です。

作業時期が梅雨から台風時期になる。

上流山間部は少量の降雨でもすぐ水量が増える

為、周辺住民の不安もあり早急完了の意向があった。

2次災害にならないよう気象情報を常に確認しながらの作業日計画が必要であった。

作業期間中は、発注者及び消防署等の連携が行われ、大雨注意報等が発生した場合は作業中止となる為、発注者から作業中止避難命令が行われた。

作業終了時は、発注者に終了報告をしました。

3. 工夫・改善点と適応結果

まずは、大型土嚢を積むにしても水の流れている水道を変えなければなりません。

大型土嚢は、作成重量が1.2tほどある為、吊り能力が必要な大型機械が必要ですが、搬入する道路が住宅地の道路で3.0mの為、それ以下の幅の重機を選定しました。

河川内の土砂も玉石交じりで巨石もある為最低0.45m³バックホウを搬入して河川土砂撤去作業を行う。(図-3)

大型土嚢作成には、災害で山が崩れ流出した土砂を仮置き場に搬入されていたので、災害土砂仮置き場で作成をした。

大型土嚢にじかに土砂を投入して、作成しては時間がかかる為、作成用の筒管を作成して大型土嚢を作成した。(図-4)



図-3 水道掘削



図-4 大型土嚢作成

仮置き場で作成した大型土嚢は、4tダンプトラックで施工現場に運搬をしたが、場内は足場が

悪く運搬路ができない為、一旦荷下ろしを行い悪路でも運搬できる、6t積クローラードンプを手配して積箇所到场内運搬を行いました。(図-5)



図-5 大型土嚢場内運搬

運ばれてきた大型土嚢は、吊り能力をクリアしたクレーン付きバックホウにより、積み上げられ護岸の保護をしました。

大型土嚢作成当初は、袋に直接入れて施工能力が1日当たり40個ほどでしたが、筒管を作成してからは1日80個作成できたので、作業能率が上がりました。

場内運搬をクローラードンプ搬入までは、バックホウで2個吊りながら運搬していましたが、クローラードンプ搬入後は4個運搬出来たので、作業効率も上がり大雨が降り、2次災害が起きる前に崩壊護岸の全面保護に対応できた。

4. 終わりに

当初の計画では、延長300m・大型土嚢1列の3段積で、道路護岸部は2列の3段積と聞いた時、計算したら1,000個以上作成しながら積み上げると考えた時は、何日係るかと思いましたが、土嚢作成管・クローラードンプが手配出来て、施工日数が短縮して市道路の仮復旧が行われました。

生活道路が仮復旧した事に良かったと思います。

災害は何時何処で起きるかわかりません。

現在は、護岸の復旧工事が急ピッチで行われていますが、災害箇所が膨大にあり施工業者の限界、施工に伴う使用機械の選定が、不足自体により手配できない。

残土運搬に伴う大型ダンプトラックの台数確保が出来なく、施工材料不足による供給の遅れが見られます。

5 施工計画

平成30年7月豪雨災害による河川応急復旧

広島県土木施工管理技士会
株式会社岡本組
垣原 正法

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：河川災害復旧工事（大河内川）
- (2) 発注者：広島県 呉市 土木維持課
- (3) 工事場所：広島県呉市安浦町内海地内
- (4) 工期：令和元年5月16日
令和元年10月17日

工事内容

工事延長L=206.8m（工事箇所A・B・C合計）

埋塞土撤去工 一式 流木除去工 一式

仮設工 一式

2018年6月28日から7月8日にかけて西日本を中心に降り続いた雨による河川氾濫、山には斜面崩壊を巻き起こし、その土砂・流木によって閉塞している河川及び通行不可能になっている道路を応急復旧する工事である。（図-1、2）

図-1 は山からの土砂・流木が道路を埋めたもの。



図-1 工事箇所A 着手前（道路）

図-2 は矢印の先にある床板上流から流れてきた木が引っ掛かり、それが原因の一因となり、

河川を閉塞させたもの。

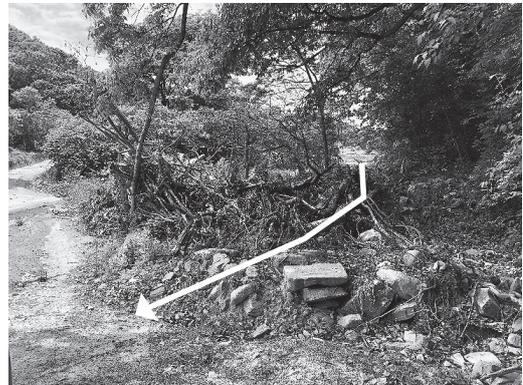


図-2 工事箇所B 着手前（河川上流）

図-3 は石垣で出来た河川護岸が崩壊し、それに流木及び土砂が河川を閉塞させたもの。



図-3 工事箇所C 着手前（河川下流）

2. 現場における問題点

復旧前段階では本来河川に流れるべき水が閉塞している為田畑の上を通っており、今後の降雨による2次災害防止として道路・河川復旧をおこな

う事となりました。

設計図書・仕様書の使用機械は流木・土砂積込に0.13m³ミニバックホウ、流木・土砂運搬には2tダンプトラックとなっており、全ての流木・土砂を積込・運搬しなければいけない数量に対しては使用機械の大きさが見合っていない（小さい）

工事箇所Aから流木・土砂搬出において工事車両旋回可能箇所から工事車両を工事箇所A迄曲がりくねった道を後進するのは非常に困難で、非効率と考えられる。（図-4）

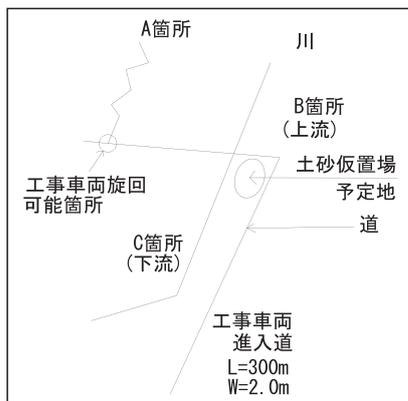


図-4 工事箇所全体図

3. 工夫・改善点と適用結果

施工数量に対して、使用機械として0.25m³バックホウ、4tダンプトラックを検討しました。

大型土嚢等（以下土嚢）を設置して工事車両進入路（以下道）の拡幅する事は道から土嚢を設置する谷底まで非常に高く、土嚢（1.2t～1.3t）を設置するには0.45m³バックホウが必要となり、幅員が2.0mしかない道では不可能で、道の延長300mと長く使用機械の変更の検討は断念するしかありませんでした。

工事車両旋回可能箇所からA箇所までダンプトラックを後進させるには実際にやってみると、誘導者が必要なほど道が曲がりくねっていて、残土搬出を効率よくする為に、残土仮置場予定地にA箇所・B箇所の残土を仮置きするにも、誘導者が必要であった。この工事に配置できる人員が少なく、工事箇所から積み込んだ土砂を直接残土処分に運搬する事を考えましたが、積み込んだ土砂は

多くの水分を含んでいて（特にB箇所土砂）、少しの坂道を通るだけで、工事車両の荷台からこぼれてしまい、土砂仮置場にて残土を運搬可能になるまで、水分を抜けるのを待つしかなかった。

ダンプトラックで土砂仮置場に運搬するには限られた人員を誘導者に割くには困難であり、土砂仮運搬にキャリアダンプに変更しました。（図-5）



図-5 A箇所施工状況

幅員が2.0mしかないので1.5t級のキャリアダンプを選定しました。2tダンプトラックと比較して積載量は少なくなりますが、キャリアダンプは前進・後進時には運転席を回転させる事ができ、ダンプトラックより旋回が非常に容易で、A箇所から土砂仮置場までの土砂運搬量は2倍以上となり、かつ誘導員を割く必要が無くなった。

B箇所施工時にはB箇所工事起点が道から約50m離れており、ダンプトラックを後進して進入するにも河の水が流れてぬかるんでいるの為、ここでもキャリアダンプを使用した。

4. おわりに

工事着手時には施工数量に対して使用機械の規格が小さすぎると思いましたが、工事車両の旋回箇所が狭い等の作業条件でも容易に運搬出来るキャリアダンプを選定したことにより、無事に道路・河川の応急復旧出来ました。

本工事は河川の仮復旧でしたが、本復旧時にはコンクリート2次製品（ブロック積・環境保全型ブロック等）が使用されると思われるが、復旧箇所が多く、需要に対してコンクリート製品の製造・運搬の供給が追い付いていない現状が見受けられます。

6 施工計画

劣化した大型土嚢の補修について

広島県土木施工管理技士会
株式会社岡本組
渡 邊 修

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：二級河川野呂川水系中畑川砂防設備災害復旧工事
- (2) 発 注 者：広島県西部建設事務所呉支所
- (3) 工事場所：広島県呉市安浦町内海地内
- (4) 工 期：平成31年4月16日～令和2年12月25日

本工事は平成30年7月の西日本豪雨で被災した河川の災害復旧工事で、主要工種は河川護岸の本復旧のブロック積である。また、付帯工事として被災直後に応急対策で設置した大型土嚢が約1年経過して表面が劣化して損傷しているため大型土嚢の補修を行うものがあった。

本稿では大型土嚢の補修について報告する。

大型土嚢設置個所は道路と護岸の兼用擁壁となっており道路奥には市の施設である集落排水の浄化センターがある。(図-1)



図-1 被災直後 (H30年7月)

被災直後、浄化センターへの進入路の確保が早急に必要となっており、河川管理者の県からの依頼で大型土嚢による応急対策を行った。(図-2)



図-2 応急復旧完了時 (H30年9月)

この当時調達困難だった大型土嚢袋は依頼者の県からの支給だったが、設置から約1年経過して土嚢袋の劣化が見られ、これ以上放置できないということで補修を依頼された。

2. 現場における問題点

- ① 道路奥の被災した施設の修繕工事が行われており、工事車両が頻繁に通行していることから路肩が不安定となっており、早急な対応が必要であった。
- ② 損傷が大きく土砂が流出している数個の大型土嚢を新しいものに交換して、表面をブルーシートで覆って対策することを提案したが、当該被災箇所は本復旧の時期が決まっておらず、長期的な対応が必要であったため、土砂の流出箇所だけでなく全体の補修が必要となった。

(図-3)

- ③ 全ての大型土嚢を撤去して新たに耐候性の大型土嚢を設置することを検討したが、施工中に道路奥の施設への車両の通行ができなくなり、う回路の設置も困難だったため施設管理者の市から了解を得るのが難しかった。
- ④ 既設の大型土嚢はそのままにして、新たに前面に耐候性大型土嚢で覆い保護することを検討したが、河川の幅員が狭くなるため河川管理者の県から了解がもらえなかった。



図-3 損傷状況 (R1年9月)

3. 工夫・改善点と適用結果

上記の問題を解決するため、現状のまま対処可能な施工方法を検討するなかで、様々な工法や製品のなかからコンクリートキャンパスという製品を使用することにした。

大型土嚢は締め固められた地盤ではないため、地盤への追随性がある当製品は適していると考えた。また、現場条件などからメーカーと協議して規格は厚さ5mmを使用した。(図-4)

CONCRETE CANVAS

コンクリートキャンパス (CC) には用途や荷重・地盤条件等により使い分けられるCC5 (5mm厚)、CC8 (8mm厚)、CC13 (13mm厚) の3種類があり、さらに取り回し易いように短く切断してある「パッチロール」(CC5、CC8) と重機施工により耐性を向上させるための「バルクロール」(CC5、CC8、CC13) の2つの形態があります。

■コンクリートキャンパス (CC) の仕様

項目	仕様 (mm)		幅 (m)	重量 (kg/m ²)
	厚さ	パッチ /バルク		
CC5	5	10 / 200	1.0	7.0
CC8	8	5 / 125	1.1	12.0
CC13	13	80	1.1	19.0

項目	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	曲げ強度 (MPa)	相対弾率	すり減り抵抗 (g/ml)
	40	3.4	180	0.011	0.1

※英国規格の耐火、耐凍害など各種性能試験に合格。 ※注：曲げは材料10日後を示す。 ASTM C473-07による。 ※上記はカタログ値であり保証値ではありません。

図-4 コンクリートキャンパスの仕様 (引用：太陽工業製品カタログ)

この製品はコンクリートと布地の複合材料で、敷設して水を散布するとドライコンクリートが硬化をはじめ、薄く、高耐久で水密性に強く、火に強いコンクリートの面を構築することができる。また、硬化前は柔軟性に優れ、複雑な表面形状にもよくなじみ、一般的なカッターで切断できる。また、施工は普通作業員で簡単に行うことができ、悪天候や水中施工も可能なものである。

施工は、損傷が大きく土砂が流出している数個の大型土嚢を新しいものに交換してコンクリートキャンパスを凹凸に合わせて固定した。施工要領所どおりに重ね部の措置や固定を行い、敷設後に表面に散水をおこなった。散水は河川に1インチの水中ポンプを設置して十分な湿潤状態を確保するように入念に行った。

施工は普通作業員3名で行い、敷設から散水まで6時間程度で行うことができた。翌日には完全に硬化して表面保護は完成した。(図-5)



図-5 補修完了 (R1年9月)

4. おわりに

今回の現場においてはコンクリートキャンパスを使用することで、大型土嚢を撤去して再設置するよりも経済性に優れ安価で行えたと思う。また、大幅な工程短縮と品質の確保ができ、通行止めを行わずに直ぐに対処してほしいという関係者からの要望に応えることができたと思う。

この工法は様々な現場で使用できるので、今後も仮設、本設での使用について検討していきたい。

7 施工計画

平成30年7月西日本豪雨災害による応急復旧工事

広島県土木施工管理技士会
株式会社岡本組
丹下 和宗

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：二級河川野呂川水系中畑川砂防設備災害復旧工事、他数件
- (2) 発注者：広島県西部建設事務所呉支所、他
- (3) 工事場所：広島県呉市安浦町内
- (4) 工期：平成30年7月17日～令和30年9月20日

平成30年7月の西日本豪雨災害で被災した河川・護岸等の災害復旧工事で、主な工種は、河川護岸の応急工事として大型土嚢の作製・運搬・設置、山間部から流出した土砂の撤去・運搬を行う工事である。



図-1 被災直後（H30年7月）本社付近

当時、弊社も中畑川護岸の決壊により本社事務所が1.5mくらいまで浸水し事務所が全く機能しない中での応急復旧工事となった。また、災害直後、役所からの応急復旧処置の依頼が多数あり、その為、人員・機械の確保が必要であった。



図-2 被災直後（H30年7月）中畑川

2. 現場における問題点

- ① 大型土嚢を大量に作製する為に土砂が必要であったが、各現場には災害で流れてきた玉石・流木などしかなく現場での作製ができなかった為大型土嚢の作製場所が必要であった。
- ② 現場の数が多い中での作業となる為、作業員・建設機械・工事車両などが必要であった。しかし、その他の業者も同じ状況であり、限られた人数の中での施工となる為、人員の配置等を検討した。
- ③ 土砂の撤去では狭い場所からの搬出がある為、選定機械・車両等の検討、そして搬出する土砂の仮置き場所の確保が必要である。

また、仮置き場からの処分場所へ土砂運搬をする大型ダンプの確保が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

大型土嚢の作製するにあたって、まずは、材料

の調達が必要であった。大型土嚢袋は、依頼者の県の支給であった為、確保することができた。

大型土嚢作製土砂においては現場調達ができない為、県と協議を行い、中畑川決壊部（下流）に大量の土砂が流れ込んでいた場所があり、大型土嚢で決壊部の締め切りを行い、水位が下がった後その場所で大型土嚢の作製を行った。（図-3、4）

現場の数が多いが、限られた人員・機械で作業しなくてはならないので、土嚢作製班・土嚢運搬班・土嚢設置班にと班分けを行い、優先順位を決めて作業を行った。大型土嚢運搬は、4tユニック車及び4tトラックで運搬を行った。

大型土嚢設置作業においては、川の中へ向いて再生土を使用して工事用道路作製し、バックホウの搬入を行った。クレーンヤードの確保が出来ない為、バックホウの移動式クレーンで設置作業を行い、裏込材は工事用道路同等で再生土を使用した。



図-3 施工状況 中畑川



図-4 施工状況 中畑川

野呂川ダム上流部では、野呂山山間部の山肌が

豪雨により土砂崩壊し、河川部は護岸を乗り越え、また谷部の堰堤は堰堤ごと流され、流出土砂が畑・道路・住宅部など広い範囲に広がっていた。

河川土砂の撤去は作業スペースが確保できる場所では、0.7m³バックホウで直接大型ダンプ積込み処分施設まで運搬した。

宅内及び農地等の土砂の撤去においては、大型重機が入れない為、ミニバックホウ又は人力で土砂撤去を行い、土砂の運搬は、搬出路が狭いため2tダンプ又はキャリアダンプで行った。

宅内及び農地の残土においては、直接2tダンプで処分施設へ運搬するのは効率が悪くなるので、各土砂撤去箇所の中心付近に数千m³の土砂を仮置きできる土地を借地し、その場所に土砂を集積し、0.7m³バックホウで大型ダンプに積込み処分施設へ運搬した。

大型ダンプは、災害当時は平日2、3台くらいしか調達出来なかった為、日曜・祝日等を利用して、十数台確保し、運搬することができた。



図-5 施工状況 野呂川ダム上流部

4. おわりに

人員配置においては、各作業班に分けることにより、限られた人数で効率よく作業ができたのではないかと思います。

現在、災害の本復旧工事が多数行われていますが、作業員人員、作業機械の不足が見受けられます。また、コンクリート二次製品などの資材が入手困難な状況にあります。

8 施工計画

鋼トラス橋の外ケーブル方式による耐荷補強工事

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

工事担当

平野 清治[○]

工事担当

岡島 光宏

設計担当

高田 基樹

1. はじめに

山梨県県道37号南アルプス公園線に架かる早川大橋は、昭和31年に架設された下路式鋼トラス橋である。当時の設計基準により設計活荷重にはTL-14が採用されていたため、14tの車両制限を設けて供用されていた。しかし、通行車両が増加、大型化し、橋梁の耐荷補強が必要となった。耐荷補強には、外ケーブル方式が採用された。鋼トラス橋に対する外ケーブル方式による補強は、鋼部材に軸圧縮力を導入するため、十分な構造および施工検討が必要であったが、過去に同類の事例がほとんど存在しない工法であった。

本報告では、鋼トラス橋である早川大橋の外ケーブル方式による耐荷補強工事の概要について報告する。

工事概要

工事名：主要地方道南アルプス公園線

早川大橋（上部工）耐荷補強工事

工期：平成30年1月11日～

平成31年3月29日

施工内容：図-1に記す

2. 現場における問題点

1) 緊張管理の問題点

外ケーブルは、緊張計算で求めた引張力まで緊張することにより、所定の伸び量が得られる。しかし、施工においては、構造解析上考慮していない床組構造の抵抗が懸念された。

2) 緊張時の解析と実橋の挙動

外ケーブル方式による耐荷補強の妥当性については、設計段階において格子解析や定着部に着目したFEM解析などにより行っている。（図-2）しかし、実際の施工においては、設計では想定が難しい二次応力が影響するため、実橋の挙動を確認する必要があった。

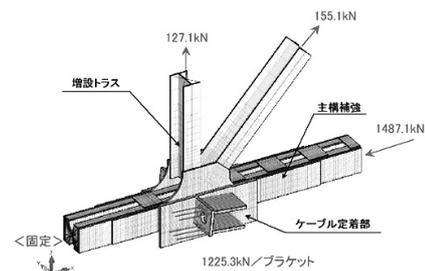


図-2 FEM解析モデル

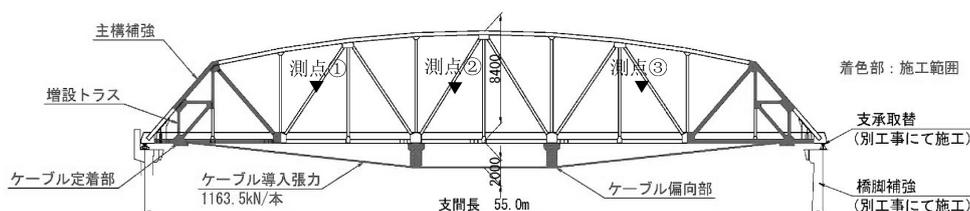


図-1 早川大橋 施工内容図

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 採用した緊張管理方法

外ケーブルの緊張管理では設計値と実橋の挙動の違いを考慮し、ケーブルの伸び量と緊張用のジャッキ圧力の管理を行った。ジャッキ圧力とケーブルの伸び量の両方が設計値を超えたところをケーブル緊張の引き止めとし、管理限界値を+10%以内とした。(表-1)

表-1 緊張管理計測結果

緊張管理値		
ジャッキ圧力	設計値 (下限値 σ_1)	27.0 Mpa
	+10% (上限値 σ_2)	29.7 Mpa
ケーブルの伸び	設計値 (下限値 Δ_1)	221.0 mm
	+10% (上限値 Δ_2)	243.1 mm

現場計測値		
P1-A2 上流-L	ジャッキ圧力	28.0 Mpa
	ケーブルの伸び	230.3 mm
P1-A2 上流-R	ジャッキ圧力	28.0 Mpa
	ケーブルの伸び	224.2 mm
P1-A2 下流-L	ジャッキ圧力	28.0 Mpa
	ケーブルの伸び	231.1 mm
P1-A2 下流-R	ジャッキ圧力	28.0 Mpa
	ケーブルの伸び	224.0 mm

2) 実橋の挙動確認のための測定

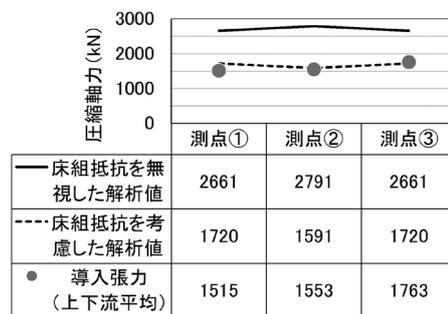
外ケーブル緊張作業時は、緊張により発生する応力と橋梁全体の変位をリアルタイムで監視した。ケーブル緊張時の計測は、トラス構造および外ケーブル定着部の各部材に所定の応力が伝達されているかを確認するための応力計測とトラス構造の変形状の把握を目的としたキャンバー計測を実施した。さらに、外ケーブル緊張前後に定荷重車を用いた静的載荷試験を行い、実橋の構造特性を確認した。

応力計測では、外ケーブル緊張により設計値を大きく超過する応力、変形は確認されなかった。また、橋梁全体の変形は、設計値と比較して、40~80%の範囲であった。その理由として、設計計算では、外ケーブル緊張に対してトラス構造のみが抵抗する条件になっていたが、実際は、トラス構造と合わせて床組構造が抵抗したものと考えられた。そこで、床組構造の抵抗を考慮した解析を

行い、比較したところ、解析値と計測値がほぼ一致する結果になった。(表-2)

応力計測の結果より、実際の橋梁では、床組構造が橋梁全体の剛性に大きく影響することが確認された。床組構造の抵抗により、外ケーブル緊張による橋梁の変形は、設計で想定したものより小さくなるが、床組構造は活荷重に対しても同様に抵抗するため、設計で期待する補強効果は、外ケーブルに設計緊張力を導入することで達成されることができた。

表-2 下弦材の解析値と導入張力の比較



4. おわりに

外ケーブル補強が完了した早川大橋を図-3に示す。鋼トラス橋の外ケーブル補強は、過去の事例が少ないうえ、橋梁全体の変形を伴う特殊な工法である。本工事では、様々な側面からのリスクの洗い出し、それらのリスクに対して、これまでの類似する施工経験をもとに、必要な検証内容を定め、設計と現場管理に反映した。この事前の準備により、工事を無事に完了することができ、多くの貴重な知見を得ることができた。本報告が、今後施工される類似する補強工事の参考となれば幸いである。



図-3 施工完了写真

9 施工計画

軟弱地盤帯での近接家屋沈下防止対策

長野県土木施工管理技士会

吉川建設株式会社

現場代理人

高 田 智

1. はじめに

本工事は、諏訪市の県道50号線道路改良工事に伴うボックスカルバートの（内空 $h=1.7\text{m}$ 、 $w=4.0\text{m}$ ）の設置工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成26年度 社会資本整備総合交付金（広域連携）工事
- (2) 発 注 者：長野県諏訪建設事務所
- (3) 工事場所：長野県諏訪市上川地内
- (4) 工 期：平成27年1月9日～平成28年3月22日

2. 現場における問題点

工事場所である諏訪市の諏訪湖周辺は、腐植土層が厚く堆積する軟弱地盤帯地域である。その事に加え、施工箇所には2軒の近接する家屋が存在し施工端部との離隔は660mmで掘削の影響範囲内に位置していた。（図-1）

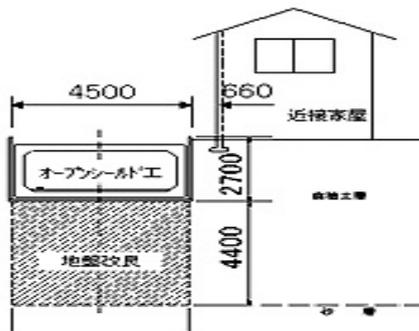


図-1 施工断面図

このような状況から、当現場では鋼矢板による土留工を行う事は出来ず、近接施工対策としてボックスカルバートの据付はオープンシールド工により行う事が決まっていたが、カルバートの支持力不足を補う為の地盤改良施工などを、家屋に影響を与えずに行うと言う大きな課題があった。

実際に、先行して施工していた同様の隣接工区では、近接家屋との施工離隔が約7mあったにも関わらず、地盤の沈下現象が発生し、家屋に影響が及んでいた。この隣接工区で起こった沈下現象の原因を分析し、当現場での最適な施工方法を検討し実施する事とした。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

隣接工区で発生した地盤の沈下現象の原因として、①大型施工機械の場内移動に伴う振動による流動化による沈下、②土留内掘削に伴う側方流動による沈下、③地盤改良直後の地盤反力不足による沈下の複合的な作用によるものと推定した。また、近接家屋の基礎を調査したところ、構造が単純な布基礎のみで施工されており、支持杭等の沈下抑制工は施工されていない事が判明した。

以上の事から近接家屋沈下防止対策として、①建物基礎（布基礎）の支持力を増加させるため、布基礎を支持する杭の施工、②地盤改良工法を、施工機械が小型で改良時に周辺地盤の緩みが少ないなどの特徴を持つ工法へ変更する事とした。

- (1) 建物支持杭の設置

支持杭は、主として沈下した建物を水平に矯正するとき用いるアンダーピニング工法により施工した。この工法は大きな施工機械が必要でなく、近接家屋の住民の方が生活しながらでも施工可能な事から採用した。

支持杭は $\phi 139.8 \text{ mm} \cdot L = 750 \text{ mm}$ の鋼管を建物の重量を反力として専用の手動ジャッキにより、溶接で繋ぎながら安定した地盤まで（実際には建物が持上るまで）圧入した。（図-2）

施工は掘削の影響が及ぶと想定される2件の家屋で行い、合計18箇所、1箇所の圧入長は平均で7mとなった。

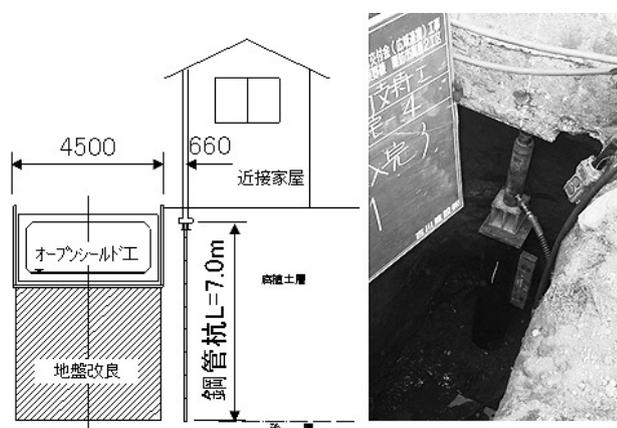


図-2 アンダーピニング工法の施工断面図及び施工状況

(2) 地盤改良工法の変更

当初の地盤改良工法は、施工機械にバックホウ1.4m³級をベースマシンとして用いるもので、大型であることから1回で大きな改良体が築造できる特徴があったが、工法検討結果（周辺地盤の緩みを少なくする）から、ベースマシンにバックホウ0.25m³級を用い、柱状の改良体を1本ずつ築造するTSC工法に変更し施工した。この工法は、攪拌機の先端からスラリー状のセメント系固化材を地盤中に注入しながら原地盤と混合攪拌し、均質な円形状の改良体を形成するものである。今回は改良径を周辺地盤への影響や施工性を評価して $\phi 800 \text{ mm}$ で施工した。（図-3）

家屋への影響を低減するため、家屋側は連続した改良を行わず、間隔を1本分空けて施工し、空



図-3 TSC工法の施工状況と攪拌機 $\phi 800$

けた分を翌日施工する手順とした。

これらの近接家屋沈下防止対策を行い施工した結果、家屋の沈下を抑止する事ができた（目視による家屋外見の変形は確認されず、近隣住民へのヒヤリングでも異常は報告されていない）。また、ボックスカルバートにおいても当初想定されていた沈下が発生していない状況である。以上の事から、今回行った近接家屋の沈下防止対策は十分にその効果が発揮されたと高く評価できる。

4. おわりに

今回のような軟弱地盤帯での近接施工では、いかなる対策を行っても家屋の沈下要因を排除する事は非常に困難である。近接家屋の変形や損壊を未然にあるいは極力抑える為には、対策工の実施と共に、日常の監視が必要である。早期に異常を察知できれば、早い段階で別の対策を練る事や実施する事ができる。万が一の時の対応も備えておけば万全である。

また、このような近接施工をスムーズに行うためには、近隣住民の方とのコミュニケーションを十分に取り、日頃の行動によって、住民の方々と我々施工者と信頼を築くことが非常に大切だと感じた。

10 施工計画

県道上を跨ぐ鋼橋架設における 安全確保と規制日数削減

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

監理技術者

製作担当者

岩間 賢司[○] 上原 正太郎

1. はじめに

本工事は一般国道42号田辺西バイパス事業の一部で、田辺市芳養町地先において橋長391mの芳養高架橋のうち、県道芳養清川線を跨ぎJR紀勢本線に近接する約155m区間を整備する工事であった。図-1に架橋状況を示す。



図-1 芳養高架橋（※1）

田辺市街地では慢性的な交通渋滞に加え、観光シーズンには著しい交通渋滞が発生する。田辺西バイパスはこのような交通需要に対応し、交通の円滑化及び生活道路の交通安全の向上を目的としている。

（※1 紀南河川国道事務所ホームページより転載）

当現場は既に供用中の田辺西バイパスへの出入ランプ部に位置し、バイパス利用者が多く通行することから、交通の安全確保と道路利用者に対する負担軽減が課題であった。

工事概要

- (1) 工事名：田辺西バイパス芳養高架橋
芳養松原地区上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 近畿地方整備局
- (3) 工事場所：和歌山県田辺市芳養町
- (4) 工期：自）平成30年3月9日
至）令和元年8月30日

2. 現場における問題点

2-1 供用中の県道脇へのベント設置

当初設計では図-2に示すように供用中の県道脇に仮設構造物（ベント）を設置する計画であったため、ベント倒壊等の災害が懸念された。ひとたび災害が発生すれば、第三者に甚大な被害をもたらす恐れがあり、ベント設備のフェールセーフ機能の検討が必要となった。

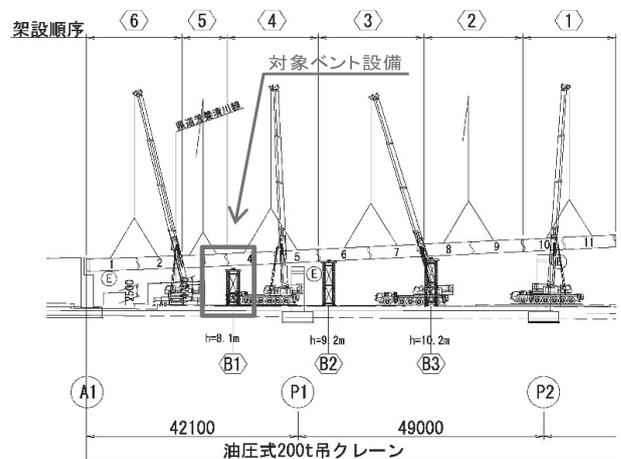


図-2 当初設計における架設計画図

2-2 通行止め日数の削減

架橋下を交差する県道芳養清川線は田辺西バイパスへの出入路となっており、特に朝夕の通勤・通学時間帯は、交通量の多い路線であり、通行止め日数の削減が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事の架設計画は、下記の二項目について見直しを行い、交通の安全を確保するとともに、夜間通行止め日数を削減する工夫を行った。

1) ベントを使用しない架設方法への変更

当初設計による200t吊クレーンを使用した計画では、B1ベントを設置した後、架設桁がP1橋脚からA1橋台に据付完了になるまでの数日間、供用中の県道は交通の安全を確保するため、昼夜間連続で通行止めする必要があった。そこで関係機関と協議し、**図-3**に示すように450t吊クレーンを採用することで、架設桁を3ブロック地組立てすることが可能になり、B1ベントを設置せず県道上を一括架設することができた。**(図-4)**

計画の見直しにより、ベント倒壊等の災害発生の危険性を計画段階で排除することができた。

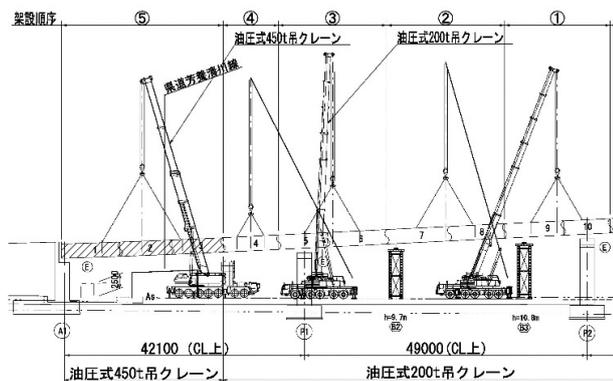


図-3 変更後の架設計画図



図-4 3ブロック一括架設

また一括架設に変更することで、ベント組立・解体にともなう通行止めが不要になり、かつ桁架設による通行止め日数も削減することができた。これにより当初計画では昼夜連続4日間必要であった通行止めを、夜間2日間に削減することができ、道路利用者及び物流への影響を最小限にすることができた。

2) 朝顔防護の面組架設

今回架設計画を見直すに当たり、防護足場を架設桁に取り付けて550t吊クレーンで一括架設する案も検討したが、地組立てヤードの面積及びクレーン回送等の諸問題が解決しなかったため、実現に至らなかった。

足場施工において、橋梁下を交差する県道が架設桁に対して斜角がついているため、車線規制での施工が難しく通行止め規制が必要となった。そこで朝顔防護については、夜間における作業量を削減するため昼間作業で面組みを行い、クレーン架設することで規制日数の削減を図った。**図-5**に朝顔防護の組立状況を示す。



図-5 朝顔防護の面組架設

また同様に足場解体時もクレーンを使用して、面組構造で解体した。これにより通行止め日数を約2/3に削減することができた。

4. おわりに

本工事はこれらの対策を施すことで、無事工事を終わることができた。インフラ整備を進める中で、そこに付随するリスクの排除や利用者への利便性に配慮する努力を怠ってはならないと、改めて考えさせられる現場であった。

最後に、本工事の施工に当たりご協力頂いた関係者の皆様に感謝する次第である。

11 施工計画

防液堤撤去におけるワイヤーソー切断

東京土木施工管理技士会

五洋建設株式会社 名古屋支店土木部

工事所長

永野 完児

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：泉一LNGタンク基礎・防液堤等撤去工事のうち、北西端部防液堤ワイヤーソー撤去工
- (2) 発注者：大阪ガス株式会社
- (3) 工事場所：大阪府堺市西区築港浜寺町4番地
- (4) 工期：平成30年3月1日～平成30年9月30日

2. 現場における問題点

防液堤北西端部の撤去において、現設計では、堤内側から堤外側に向けて、1層目、2層目は大型ブレイカー（バックホウ1.8m³級）による機械撤去を行うが、3層目は背面に配管が敷設されている事から人力撤去とする計画であった。また、既設防液堤は昭和50年代に造られており、コンクリート構造物としても非常に強固なものであった。

したがって、施工時期が夏季であり、熱中症の危険性も高くなることから、また、この防液堤を人力でハツリ撤去する事は、人手と時間が掛り過ぎ、進捗が伸びない可能性もあることから、撤去方法の見直しの検討が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

人力作業での熱中症への対応策として、作業時

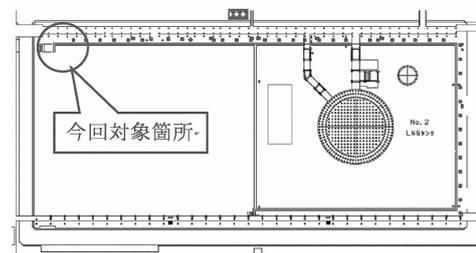


図-1 撤去範囲平面図

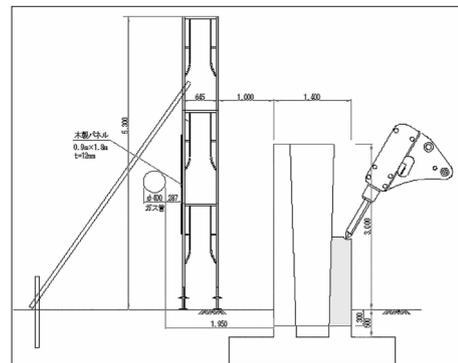


図-2 撤去状況図

間の夜間への移行が考えられたが、管理上の観点困難であり否決であった。次に人手に代わるものとして機械撤去の検討を行ったが、大型ブレイカー（バックホウ1.8m³級）による機械撤去では、防液堤背面に敷設されている配管に対して、木製パネル（0.9m×1.8m、t=12mm）等を使用して十分な養生を行った際でも、配管に与える影響をゼロにすることは不可能であるため、これに代わる方法としてワイヤーソー切断による機械撤去を検討した。

ワイヤーソー切断では、ダイヤモンドビーズをはめ込んだワイヤーを切断対象物（今回は防液

堤)に巻き付けて、駆動機により張力を与えながら高速回転させて対象物を切断する事で、背面に敷設された配管にも影響を与える事無く、防液堤を撤去する事が可能である。

そこで、大型ブレーカー（バックホウ1.8m³級）による機械撤去に代わる工法をワイヤーソー工法と定め、作業に必要な検討を行った。

表-1 ワイヤーソー仕様

型式	DWS-10V
圧力	20.6Mpa (210kgf/cm ²)
回転数	0~658/790min ⁻¹ (rpm)
ワイヤー径	10mm
適用油圧ユニット	E-1100R
使用水量	15~20ℓ/min. at 2kg/cm ²
使用電気量	3相200V50A→18.5 (KVA/台) (14.8kW)
重量	100kg (本体)、290kg (ユニット)

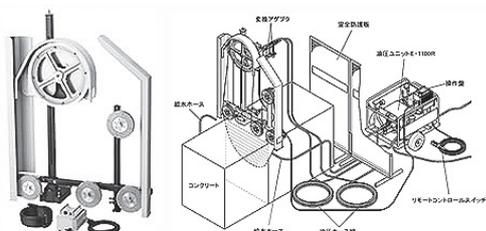


図-3 ワイヤーソー工法概念図

- ① 揚重機の能力に応じた、1回の切断で吊り込める大きさを確定し、割付を行う。(10t/片2分割)
 - ② 割付に基づき、吊込時の孔の安定計算を行う。
 - ③ 吊荷に応じたチェンスリングを選定する。(キトーチェンスリング100φ16.0)
 - ④ 揚重機の配置計画を行う。(50t吊ラフテレーンクレーン)
- ①から④の検討を行い全てがクリアした後、作業に掛った。

1日目は機材搬入、配置、結線、作業台設置の準備工を行い、2日目から本作業に掛った。コアドリルでワイヤーソー用孔(φ78) 1孔と吊上げ用孔(φ128) 4孔の穿孔を行った。穿孔完了後にワイヤーソー用孔にワイヤーソーのワイヤーをとおし、ワイヤーソーマシンはアンカーボルトにて躯体に固定した。同時にワイヤーソーマシン設置後、ワイヤーの破断によりスリーブ、ビーズが



図-4 ワイヤーソー切断イメージ図

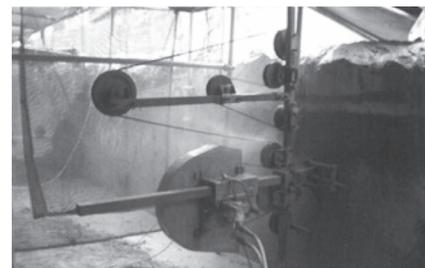


図-5 ワイヤーソー切断状況写真

飛散して作業員や配管、既設構造物への損傷を防止するために防護ネット(ダイニーマ防護ネット(1m²当り700gのダイニーマラッセル織り布))による養生を行った。全ての準備が整ったのを確認後、防液堤の切断を行った。切断した防液堤は揚重機で吊上げ、解体場所に仮置き、パクラアタッチメント(0.7m³級)にて解体・小割りを行った。

今回の作業に掛った人工は、足場工2名切断工2名×3日、クレーンオペ1名×2日の計10名で行い、当初計画の1/3の人数で納める事が出来、その中で熱中症を発症する作業員は一人も居なかった。また、上記のとおり1日目の準備工を含め、3日間で本作業を完了する事が出来、当初予定していた7日間を4日間短縮することが出来た。

4. おわりに

大型重機による機械撤去からワイヤーソー工法による撤去に工法を変更した結果、当初危惧していた作業員が熱中症になる事は無く、また、予定工程内に全ての作業を完了することが出来た。

【出典】：図および表については、泉一LNGタンク基礎・防液堤等撤去工事施工計画書、泉一LNGタンク基礎・防液堤等撤去工事 北西端部防液堤ワイヤーソー撤去工計画書より

12 施工計画

車線規制を伴う鋼床版補修・補強工事における 創意工夫について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラ建設

現場代理人

監理技術者

設計担当

坂 本

健〇

村 上

織 啓

穴 瀬

勝 之

1. はじめに

本工事は、府道大阪臨海線が大和川を渡河する箇所にかかる鋼3径間連続鋼床版箱桁橋（阪堺大橋）の床版補修・補強工事である。大阪市と堺市の臨海地帯を結ぶ重要な交通路であり災害時の緊急交通路にも指定されている。大型車両の交通量が多く、過年度までの調査や点検において、鋼床版のUリブ付近や縦トラスの溶接部等に通行車両の繰り返し荷重による疲労亀裂が確認されていた。このため、亀裂部の補修を行うとともに亀裂の発生を抑える予防保全対策として鋼床版の当て板補強や縦トラスとの接合部のUリブにモルタルを充填することによる補強を行った。

また、鋼床版の補強には橋面上での作業を行うため、3車線の内1車線を固定規制して施工を行った。



図-1 阪堺大橋左岸上流より望む



図-2 阪堺大橋右岸より下面を望む



図-3 固定規制状況

工事概要

- (1) 工事名 : 阪堺大橋改良工事-2
- (2) 発注者 : 大阪市建設局道路部橋梁課
- (3) 工事場所 : 大阪市住之江区南加賀屋4丁目～堺市堺区松屋大和川通1丁
- (4) 工期 : 平成29年12月19日～平成31年2月28日

2. 現場における問題点

- 1) 昭和61年に完成した本橋は、交通を確保しながら架け替えられたため、旧橋を挟んで上流側の架設（1期施工）、下流側の架設（2期施工）の後に旧橋の撤去、中央部の架設（3期施工）という段階施工がなされていた。本工事は設計図書は、建設当初の竣工図を基に

作成されおり、現橋との相違が懸念された。そこで、工事の実施に当たりまず、足場の設置後直ちに現況と設計図書との照合を行ったところ、1期施工と3期施工との添接部のボルト配置において異なる箇所があることがわかった。補強作業には交通の固定規制を伴うことから作業効率を上げ固定規制期間を短縮することが課題であり、計測誤差による部材の不一致により再製作をするような時間ロスをなくす必要があった。



図-4 鋼床版の添接部

- 2) 縦トラスUリブ接合部のUリブ内にモルタルを充填するにあたり鋼床版デッキ部を切り欠く(240×800)必要があり、作業員の手作業によるガス切断作業となるため、ガス切断部のグラインダ作業によるなめらかな仕上げ処理が必要で、それらの作業を効率よく行うことでそれに要する時間を短縮することにより固定規制期間を短くすることが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- 1) 精度の高い添接部のボルト配置図を出図するため、当初設計図より作成した原寸大のフィルムを用いて、現地において実物の添接部に当てがい照合した。ボルト配置が異なる箇所は直接フィルムにボルトの位置を落とし込み机上で計測することにより現橋の計測精度を上げることで正確な製作図が作成でき、それを基にして補強部材を製作した。そのことにより、現場施工では補強部材を支障なく取付けることができた。また、再製作するような時間ロスも発生させることなく設置作業を行うことができた。



図-5 フィルムによる現地計測

- 2) Uリブのガス切断作業を行うのに先立ち切断形状とガス切断機のノズルおよびその切り代を考慮したガイド(治具)を鋼板(板厚9mm)にて作成した。それを補強部材取付用のボルト孔にピンを打ち込むことで固定してガス切断作業を行った。これにより野書き作業が省略できるとともに形状どおりの切り欠きを施工することができた。また、グラインダによる仕上げも容易になり効率よく施工することが出来き作業時間を短縮することができた。

このようにして効率よく作業を行い、固定規制期間を短縮した。

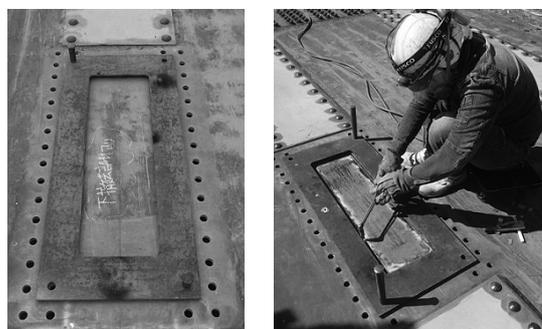


図-6 ガス切断用治具と切断状況

4. おわりに

フィルムによる現地計測やガス切断用治具(ガイド)の作製など、ここに記載した工夫は、費用対効果も期待できるものであると思います。今後の工事においてもこのような施工のひと工夫を立案して、施工方法を改善し工程の短縮やコストの削減につなげたいと考えます。

最後に、本工事を施工するに当たりご指導・ご協力いただきました皆様方に厚く御礼申し上げます。

13 施工計画

長清水橋主桁架設について

東日本コンクリート株式会社

現場代理人

平間 俊行[○] 八 鍬 勝 智

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：長清水橋災害復旧（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：宮城県本吉郡南三陸町戸倉長清水
- (4) 工 期：自) 2018年1月18日
至) 2020年1月31日

2. 現場における問題点

長清水橋は、東日本大震災で流失した長清水橋の架け替え工事である。現場は海岸から約150mの国道398号線に位置する橋長44.7m、片側1車線の車道8mと歩道2mの道路橋である。

この現場の特徴は、桁長が44.5mと長く、セグメント数は7ブロックである。主桁重量も160tと当社が施工したポステン単純桁の中では2番目に重い桁であった。発注時の計画では架設桁・門構併用架設であったが、当社保有の架設桁では耐力不足で主桁架設工法の選定が問題点として挙げられた。また、セグメント接合に必要なヤードが狭いことも問題の一つとして挙げられた。この路線は地元では震災からの復興道路として位置づけられており、工期は2018年の1月からであったが、下部工の施工が遅れ施工開始が今年9月となったにも関わらず早期の完成が望まれた。また海岸沿いであるために強風が施工の妨げとなることが予想された。



図-1 現場施工前

3. 工夫・改善点と適用結果

以前当社で施工した宮城県内の現場において主桁重量が170tの桁架設方法を念頭に置き架設方法の検討を行った。前回の現場はヤードが広く確保できたため300tクレーンの相吊による架設を行った。しかし当現場では橋台背面に大型クレーンを設置するスペースの確保が困難でありクレーン架設は断念することになった。次に架設桁架設であるが当社保有の架設桁では対応不可能であるために架設桁リースについて検討した。

東北、関東を中心に探したが架設可能な架設桁は見つからず、やっと探したのは広島にある架設桁であった。仙台～広島は陸送のトラックの行き来が少なくトラックの確保が困難であったが、何とか輸送の目途がたち現場に搬入することが可能となり発注通りに門構併用架設で行うこととし

た。またヤードが狭くセグメントの荷下ろし方法も当社で通常行っている取り卸し門構式ではなく、120tクレーンによる取り卸しを実施し作業の効率化に努めた。



図-2 主桁架設状況

次に工期の問題であるが9月の施工開始と同時に発注者から3月25日の開通の意向を示され工程の短縮が求められた。桁長が44.5mありセグメント搬入、接合、架設を1日でできれば理想的であったが実際はこの作業に2日要することとなった。施工時期が秋となり日没が早く、作業開始を1時間早め7時から作業しても主桁架設までは無理であった。そこで協力業者と打ち合わせを行い架設完了後解体作業と足場設置の2班体制を取り、工期の短縮を図った。また近隣の施工業者とも協議会を通じて工程調整を行い、競合作業が出ないように工程調整を図った。

今年は大形の台風が例年より発生し、架設作業中に台風19号が現場付近を通過し被害が予想されたが、事前に台風対策として門構の控えワイヤーを補強して被害が発生しなかった。現場の周辺には架空線（光ケーブルが近年多く配置してあり相変わらず損傷事故が多発している。）があり、注意喚起ののぼりと現場の出入り口には高さ制限のゲートを設置し架空線の損傷事故防止にも努めた。

4. おわりに

現場施工開始前は主桁重量が160tということで架設方法に不安を感じながら進めてきたが、社内検討を重ね何とか無事に架設することができた。現在コンクリート打設作業が完了し高欄組立、足場の解体が残工事としてあるが、厳しい気象条件や工程の中でここまで施工できたことは関係者の方々の協力があったからで、日常のコミュニケーションの重要性を痛感している今日この頃である。

現場は3月25日の開通に向けて急ピッチで舗装工事などが準備している状況である。

今後降雪などが予想されるが、この現場では足場の解体が最重要作業となる。今後事故なく竣工できるように安全管理に努めていきたいと思う。



図-3 現在の長清水橋の状況

14 施工計画

調整池上や交差道路上での桁架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

水田 礼治[○]

監理技術者

山本 一成

担当技術者

山野 修

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：高森第一高架橋（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
- (3) 工事場所：神奈川県伊勢原市下糟屋から粟窪
- (4) 工期：平成27年12月19日～
平成30年10月3日

2. 現場における問題点

本工事は上下線分離の並列橋であるが、上り線のP3～P5橋脚間（当工区はP1～P7）には伊勢原市の調整池があり鋼桁架設にはベントが設置できない。また、上下線のP2～P3橋脚間およびP6～P7橋脚間においては伊勢原市道を跨ぐ交差条件となっており、交差道路上の架設計画に際し2016年に発生した架設途中での橋桁落下事故やベントの転倒事故に対する同年6月22日付の国土交通省通達により、従来より一層の安全性を確保した架設工法や順序を検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

調整池の問題に対しては上下線の橋脚が平面的に並列配置となっていることを利用して、下り線の架設に先だち、上り線のP3～P5橋脚間の鋼桁を下り線上に一時的に地組架設した。

その後連結部の現場溶接及びボルト締付を行い、ベント解放後に支点支持状態にて横取り架設

を行うことにより調整池上にベントを設置せずに架設が可能となる計画とした。

横取り設備としてP3～P5橋脚間の各橋脚上に軌条梁を橋軸直角方向に設置し、離隔が5mある上下線の橋脚間に設置したベントで軌条梁を支えて梁の強度不足を補った。さらに、地組桁各々の腹板直下にスライディングシップを設置し、軌条梁上には摩擦抵抗を軽減するためのステンレス板を配置し滑らかな横取り作業を実現した。スライディングシップの水平移動の推進力にはクレビスジャッキおよびH鋼クランプジャッキを使用した。（図-1）

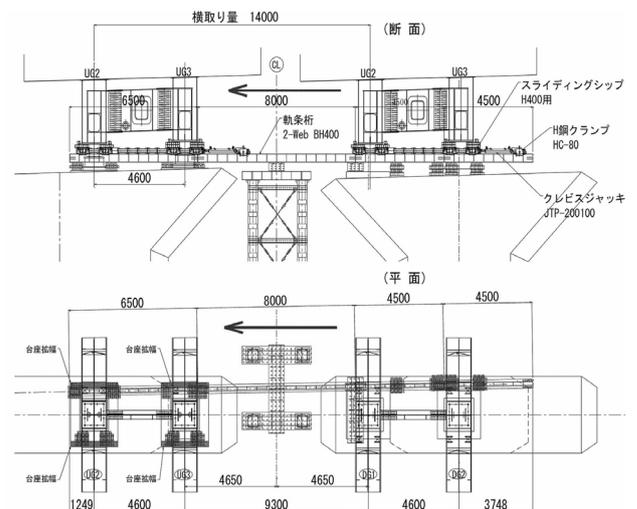


図-1 横取り設備

横取り作業は総延長14mの水平移動に対し3つの橋脚上のクレビスジャッキを連動させ行うものであるが、軌条梁に100mm単位でマーキングを行い、無線でのやりとりで各支点の移動量を確認

しつつ、相対差が100mmを超過する場合は横取り作業を中止し移動誤差を修正しながら作業を行った。

その他の安全対策として軌条梁から地組桁の逸脱を防止するために主桁腹板直下に設置したスライディングシップに対してガイド設備を設けて安全性を確保した。(図-2)

また、水平移動の際H鋼クランプジャッキの盛替え作業は3つの橋脚で一斉に行うのではなく、1橋脚毎に行うこととした。これは残りの橋脚上のクレビスジャッキに逸走防止機能の役割を持たせて運用するためである。

横取り・降下作業完了後に引き続き接続する鋼桁の架設を行うが、横取り架設した2径間はベント支持のない支点支持状態であるため、接続部は地組桁死荷重によるたわみで連結部が回転している。そのため、隣接する各橋脚でP1：396mm、P2：215mm、P6：335mm、P7：695mmの上げ越しを行い、地組桁の連結部回転角に合わせたモーメント連結を実施し鋼桁に不要な応力が入ることを排除した。



図-2 逸脱防止用ガイド設備

次に交差道路上の架設計画の対策については、設置したベントが交差道路側へ転倒することやベントが転倒したことにより鋼桁が交差道路上へ落下するなどの災害が考えられる。交差道路を利用する第三者への安全対策として、交差道路上を最後の架設閉合ブロックとすることにより不安定要素を最小限にした。

次にベントの転倒対策としてはベント基部にカ

ウンターウェイトとなるコンクリートブロックを設置し、ベント解体までの期間は傾斜計による常時監視を行い異常の有無を確認した。

鋼桁の落下対策としてはベントが転倒した場合でも、鋼桁が落下しないように水平力止めとして橋脚上に鋼桁の固定装置を設置して落橋を防止した。固定装置は、橋軸直角方向に作用する水平力に対しても抵抗できる構造とした。(図-3)

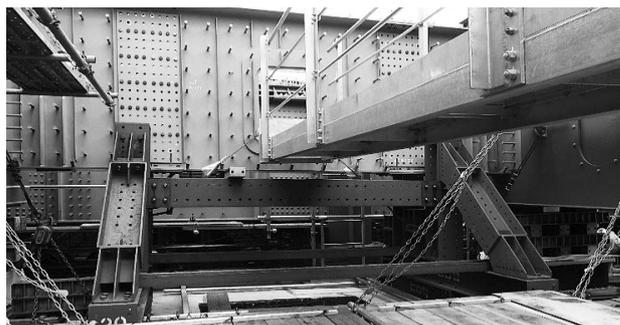


図-3 桁固定装置

また本工事の鋼桁連結は現場溶接であったが、連結部に鋼桁落下防止用のエレクションピースを設置し、溶接完了前にベントが転倒しても連結部が破断しない構造とした。(図-4)



図-4 落下防止用エレクションピース

4. おわりに

架設時における安全性の向上を図ると必然的に設備が大規模な重量物構造となる。よって解体時には狭小な空間下での作業が強いられるため、部材の効率的な軽量化や解体の容易性の確保についてのさらなる改善が必要であると考えます。

15 施工計画

トラベラークレーンを用いた鋼3径間連続トラス橋の張出し架設工事

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

監理技術者

計画担当者

中 園

誠〇

秋 田 友 久

吉 田 謙 一 郎

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成28年度（債務負担行為工事）
道路改築事業（交付金）主要地方
道鶴岡羽黒線（仮称）羽黒山橋上
部工製作架設工事
- (2) 発 注 者：山形県
- (3) 工事場所：鶴岡市羽黒町手向地内
- (4) 工 期：平成29年3月16日～
平成31年1月31日

本工事は、山形県有数の観光地である羽黒山・出羽三山神社へのアクセスルートとなる、羽黒山バイパス事業の山間部（3.2km）の一環工事である。施工場所は京田川流域の渓谷に位置し、橋長272m（支間長64.0m+142.0m+64.0m）、鋼重1,377t、最大主構高さ20.0m（最大地上高さ60.0m）の鋼上路式3径間連続曲弦トラスを架設

する工事である。

施工方法については、側径間はクレーンベント+トラベラークレーンベント工法、中央径間はトラベラークレーン張出し架設工法であり、両岸から中央に向かって実施した。（図-1）

2. 現場における問題点

- (1) 張出し架設時の安全管理

張出し架設を進めていく上で、両端支点部にはアップリフト（約81.0t）が発生するため、橋体の転倒について十分な対策を実施する必要がある。

- (2) 閉合時の形状管理

本橋は、傾斜の大きい縦横断勾配と曲率のある線形条件（縦断勾配3.0%、最大横断勾配6.03%、最小曲率半径140m）であり、張出し架設時の桁の変位が大きく閉合時に所定の形状を確保することが必要であった。

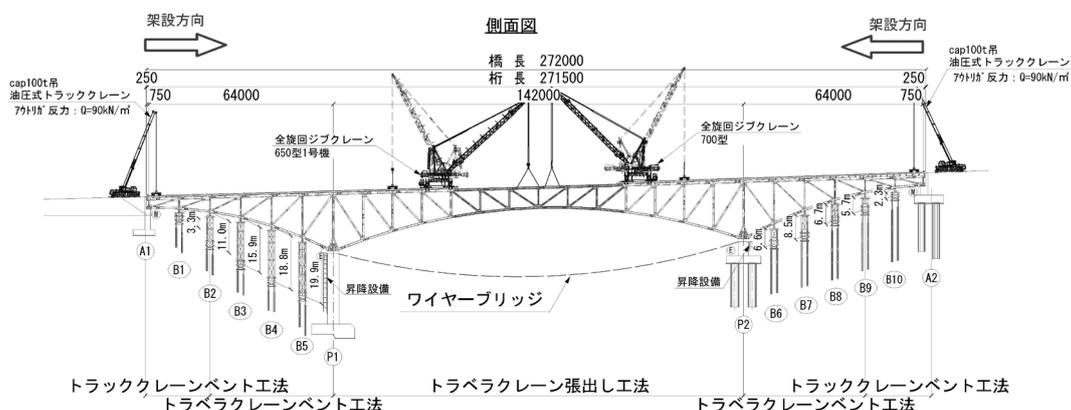


図-1 架設概要図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 張出し架設時の安全対策

両端支点に発生するアップリフトについての対応は、カウンターウェイト（敷き鉄板）の設置に加え、フェールセーフとして端部下弦材と橋台をターンバックル（Cap35t×4台/1支点）にて緊結させ固定する「アップリフト止め装置（ひずみゲージ付き）」を設置した。（図-2）ターンバックルに発生する応力をひずみゲージにて確認することで、計画値以上のアップリフトが発生しているかの有無を「見える化」することができ、張出し架設における最大の危険である橋体の転倒を未然に防ぐことができた。



図-2 アップリフト止め装置設置状況

(2) 閉合時の形状管理

閉合時のワーキングスペースを設計値+10mmとして、骨組み解析した結果（図-3）を基に現場施工計画を立案した。仕口調整として、各支点上の上越し量をS1=0mm、P1=206mm、P2=226mm、S2=40mmに設定した。また、ワーキングスペースを確保するために、左岸側トラスを（S1～C12）、予めA1側に50mmセットバックさせることで対応することにした。左岸側トラスをセットバックさせた意図は、平面的に直線であり、セットフォアする際に上り勾配となるため閉合管理と安全管理が向上すると考えた結果である。

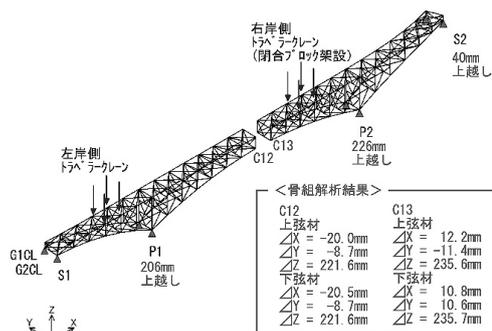


図-3 骨組み解析例

現場架設作業実施中に注意した点は、トラバークレーンベント工法にて中間支点上（P1、P2）に桁が到達した時の、桁の平面位置と高さである。閉合時の形状が計画通り進むよう、社内管理値を±5mm以内と設定して厳格な管理を実施した。

張出し架設実施中も、各STEPの骨組み解析結果と比較・検討することで、閉合作業前の形状は計画通りに進めることができた。上記対応により、架設完了時の桁の形状も「桁のそり」では全格点で規格値の20%以内、「桁の通り」では規格値の50%以内に収めることができた。

4. おわりに

本工事は、難易度が高い架設工法であり、また山形県の間山部という地域性であったため、降雪前（4月～12月）の約9か月間で現場施工を完成させる必要があった。桁の閉合作業について密に計画し、現地状況との比較・検討を実施することで、施工がスムーズにいき、工程を遅延せずに完成させることに繋がったと考える。

最後に、本工事の施工にあたり山形県庄内総合支庁建設部道路計画課の皆様ならびにご協力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。



図-4 工事完成写真

16 施工計画

東北自動車道通行止め一括架設の対策

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

現場代理人

計画担当者

桑原 英之

横田 慎二

1. はじめに

本工事は、東北自動車道の盛岡IC～滝沢IC間に新設される滝沢中央スマートインターチェンジの東北自動車道を跨ぐEランプ橋の上部工工事である。(図-1)

特徴としては、東北自動車道の盛岡IC～滝沢IC間を夜間通行止め規制して、ヤード内で地組した桁を大型クレーンにて一括架設する工事である。

東北自動車道の夜間通行止め一括架設を実施するにあたり、作業をより安全にかつ規制時間内に確実に終わることが求められた。本報告では、夜間一括架設の概要と各種対策について述べる。

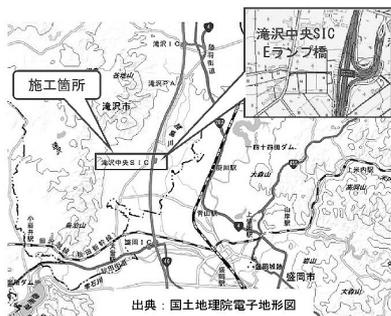


図-1 位置図

工事概要

- (1) 工事名：東北自動車道滝沢南スマートインターチェンジ E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：岩手県滝沢市
- (4) 工期：平成28年12月～平成31年2月

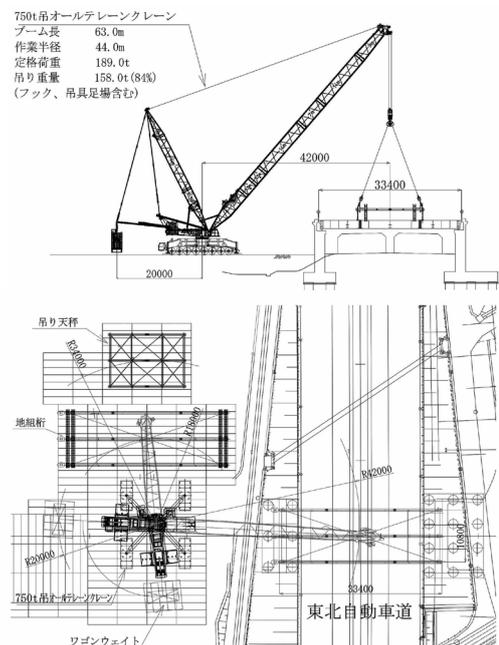


図-2 構造概略および架設計画図 (側面図・平面図)

架設工法は、A1橋台背面のヤードにて120t吊クレーンを使用して桁の地組立を行い、その地組桁に吊り足場を先行組立し、750t吊クレーンを用いた一括架設とした。(図-2) 一括架設の概要は以下のとおりである。

- ① 通行止め日：平成30年8月27日（月）
- ② 通行止め規制時間：20：00～翌6：00
- ③ 使用クレーン：750t吊ラチスブームオールテレーンクレーン ワゴンウェイト320t
- ④ 架設重量：約158t（吊具、足場含む）
- ⑤ 作業半径：地切り時34m、架設時42m
- ⑥ 吊り点：6点（3主桁×2）

2. 現場における問題点

1) 750t吊クレーンの検討

下部工工事の進捗の遅延により、A1橋台の引渡し時期が未定であったため、一括架設時期の設定が定まらず、大型クレーンの確保に課題が生じた。

2) 時間制約がある中での玉掛け解体作業

通常、架設完了後の玉掛け解体作業は、人力でワイヤーとチェンブロックを介錯しながら解体するため、時間制限のある中では、安全性が損なわれると共に、クレーンブームをヤード内に戻すまでの桁上での作業時間がある程度必要となる。

3) 6点吊り時の不均等

本橋は3主桁構造であるため一括架設時の玉掛けが6点吊りとなる。そのため、吊り荷重の不均等が懸念された。計画段階で玉掛けワイヤーの長さを計算し玉掛けを行うが、確実に均等に荷重が振り分けられているか確認が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 当初計画では、750t吊クローラークレーンの使用を予定していたが、組立・解体日数が比較的長く、作業期間が長期化するため、大型クレーンの確保が困難となった。そこで、750t吊オールテレーンクレーンを採用することによって現場作業時間を短縮できることから、手配が可能となった。(図-3)なお、当クレーンの特徴として、アウトリガー専用敷鉄板を使用することにより接地圧を分散することができ $20\text{t}/\text{m}^2$ 以下となる点やワゴンウェイトが浮いた状態で旋回するためワゴンウェ



図-3 750t吊オールテレーンクレーン

イト旋回範囲のシビアなレベル出しが不要となるという特徴があるクレーンである。

- 2) 図-4に示す吊り天秤を使用することにより、架設完了後の玉掛け解体作業をより安全に行うことができ、作業時間も1時間程度の予定から30分程度短縮することができた。
- 3) 一括架設の玉掛けの吊り点6点の内2点(G2桁上)に図-4右に示すワイヤレス荷重計(50t)を設置した。桁の地切り作業時にクレーンの吊り荷重と荷重計の数値を確認しながら、チェンブロックで吊り荷重を調整した。ワイヤレス荷重計を採用したので、離れた位置から荷重を確認することができ、調整作業時の安全が確保された。



図-4 吊り天秤(荷重計)使用状況

4. おわりに

本工事では、各種対策を実施することにより、通行止め規制完了後すぐに架設作業を開始することができ、予定していたタイムスケジュールより順調に作業を進めることができ、無事に一括架設を完了することができた。(図-5)



図-5 一括架設状況

本工事の施工に当たり、ご指導いただいた東日本高速道路株式会社東北支社盛岡管理事務所の皆様、ならびに関係されたすべての皆様に深く感謝の意を表します。

17 施工計画

隣接業者とのヤード共用における 安全確保と工程遅延防止

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

監理技術者

工場製作時主任技術者

西川 岳志[○]

中原 智法

1. はじめに

本工事は、長崎県県央地域（諫早市）と島原半島地域（島原市）を結ぶ幹線道路である国道57号の交通混雑緩和および交通安全性向上を目的とした自動車専用道路の建設工事の一環として、森山地域において鋼橋上部工を新設する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：長崎57号下井牟田赤崎高架橋
上部工（P11～P17）工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局
- (3) 工事場所：長崎県諫早市赤崎町地先
- (4) 工期：平成30年9月26日～
令和元年12月16日

2. 現場における問題点

本工事は施工箇所は、終点側の2径間を施工済のONランプとOFFランプに挟まれ、起点側の1径間は地元企業建屋に接した場所であった。また、島原鉄道が施工箇所と並走しており、鉄道に対する制約条件もあった。これらのことは現地施工前から認識していたことでもあり、詳しい条件を発注者に確認の元、施工計画を練っていたため問題になることはなかった。しかしながら、現地施工開始前に隣接工区の下部工工事で問題が発生し、本工事は施工開始前に終わる予定であった下部工工事が、本工事と同時に施工することになった。

当初計画において、諸々の制約条件を加味した上で綿密な施工計画を練っていたが、さらに制約条件が加わったため施工計画を練り直すことになった。具体的には、施工ヤードとして1径間分のヤードを使っていた架設計画であったが、下部工工事とヤードを共用しなければならないため、**図-1**に示すように使用できるヤードが1/2径間分の広さとなった。

下部工工事が終了するまで本工事を一時中止することも発注者と協議したが、路線全体の工事工程等を考えると、下部工工事と同時に施工することが最良であったため、狭隘なヤード内で安全に施工することが求められた。

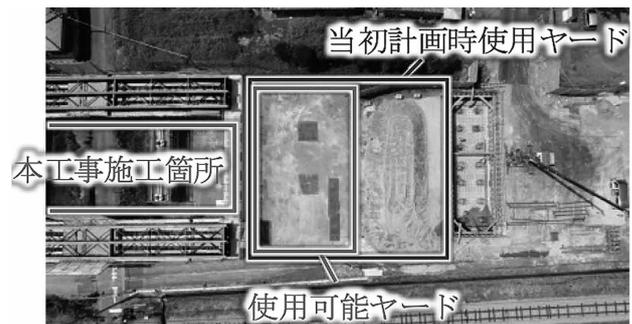


図-1 施工箇所上空写真

3. 工夫・改善点と適用結果

狭隘な施工ヤード内で隣接業者とヤードを共用して安全に施工するため、以下の対策を行った。

1) 下部工工事への地盤影響確認

本工事では大型重機を使用して鋼桁架設を行うため、大型重機による地盤への反力が下部工工事

へ影響を及ぼすか検討を行った。その結果、下部工工事が最も深く床掘を行ったステップにおいても、土留矢板へは影響を与えないことが確認できた。また大型重機による施工中においても地盤状況を逐次計測し、地盤の挙動がないことを確認しながら作業を行った。

2) 共同での作業手順会議開催

一般的に、作業手順会議はその作業に従事する作業員を招集して開催するが、**図-2**のように隣接業者の職員も本工事の作業手順会議に加わってもらい、一緒に会議を行った。これにより本工事の作業内容を隣接業者により詳しく理解してもらうことができ、どの作業にどのような危険があるのか共通認識を得ることができた。また作業員においても、他工事の人員が会議に参加していることで、通常よりもより安全に対する認識を高めなければいけないという意識をもって作業に臨めた。



図-2 作業手順会議

3) 作業ヤードの有効活用

当初計画していた使用可能ヤードの広さが1/2になったため、資機材の置き場を確保することができなくなった。対策として、本工事施工範囲内の他径間ヤードに資機材を仮置きし、使用する数量のみをその都度横持ちした。加えて、横持ちにはフォークリフトを使用することで狭隘なヤード内においても小回りができるように工夫した。

4) 作業工程の見直し

ヤード内で地組するスペースが狭くなったため、一度に搬入する部材数を少なくし、**図-3**の

ように地組から架設までのサイクルを細かく区切り、狭い範囲内で作業できるように工夫した。これにより、当初計画時の全体工程を遅らせることなく施工することができた。

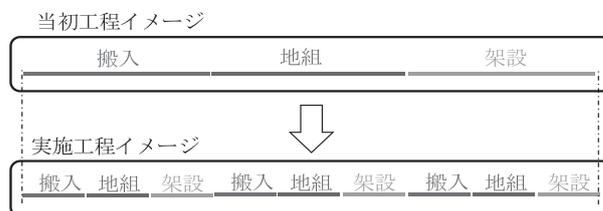


図-3 作業工程イメージ

5) ヤード境界からの越境防止対策

桁地組時および桁架設時に長尺部材である主桁が隣接工事施工範囲内に越境することを防止するために、吊荷監視員の配置に加えてヤード境界に**図-4**に示すレーザーバリアシステムを構築した。これにより、主桁を吊り上げた際に隣接工区へ越境することを防止した上で、安全に施工することができた。



図-4 レーザーバリアシステム

4. おわりに

本工事では非常に狭隘な施工ヤード内において、本工事関係者だけでなく、隣接業者の安全にも配慮したうえで、計画工程内に施工を終えることができた。本工事での工夫や改善点が他工事において同様の問題が発生した場合に参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたりご協力、ご指導いただいた関係者の皆様に厚くお礼を申し上げます。

18 施工計画

震災復旧工事における 支障物撤去と基礎工の対策について

東京土木施工管理技士会

五洋建設株式会社 東北支店

澤井 晋一 ○ 森下 議雄 八木 正晴

1. はじめに

本工事は、東日本大震災で被災した南三陸町波伝谷地区の震災復興事業として、防潮堤（天端高TP+7.3m、L=323.3m）の築造、隣接道路の設置、及び船揚場の撤去復旧を行うものである。現場全景を図-1に示す。

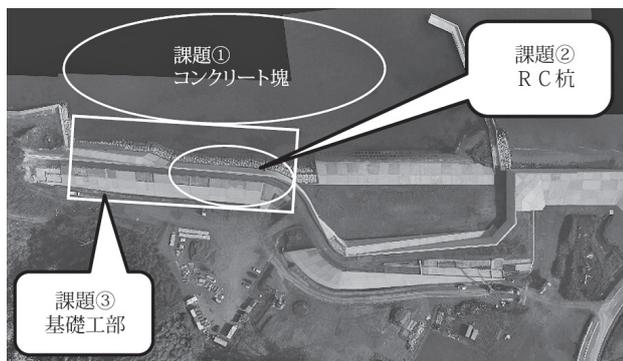


図-1 現場全景

工事概要

- (1) 工事名：波伝谷漁港波伝谷防潮堤外
災害復旧（その1）工事
- (2) 発注者：宮城県
- (3) 工事場所：宮城県本吉郡南三陸町戸倉
字波伝谷地内
- (4) 工期：平成28年2月18日～
令和2年3月25日

2. 現場における問題点

本現場は震災前は漁業集落排水の汚水処理場が設置された漁港集落であったが、震災の津波によ

り流失した後、汀線に天端高TP+7.3mの重力式防潮堤を築造する工事を行うこととなった。乗り込み時に現地踏査により、図面に記載されていない支障物等の現地確認と対策工の検討を行い、本工事においては以下の三つの課題を抽出した。（図-1）

課題①：津波により流出した従来の防潮堤、消波ブロックなどのコンクリート塊が、現場前面の浅瀬に散乱していた。その距離は最大で汀線より30mあり、水深は概ね3m以浅であった。その水深では、作業船の作業水深を確保できない状態であり、また、陸上からのクレーンの施工も最大で10t以上あるコンクリート塊の吊り上げは困難であり、現地で施工可能な撤去方法の選定が必要であった。

課題②：新設防潮堤施工範囲（図-1）に長さ3m、φ250mmの既設RC杭が92本確認された。原地盤から5mの深さ範囲は深層混合処理工法による地盤改良を施工する必要性があり、既設RC杭が支障となり、施工ができない状態であった。そのため、杭撤去後に地盤改良施工が可能な撤去工の選定が必要であった。

課題③：原設計においては、図-1防潮堤基礎工部の施工は、水中部の直堀となっていた。この状況で施工を行うと、前面波除施設がなく、荒天時に波浪の影響を受ける問題が考えられた。そのため、基礎工施工時の波浪対策を選定する必要があった。

上記の3点について対策工の検討・選定・施工することが、防潮堤築造作業を行う上に、不可欠な状態であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

対策①：浅瀬におけるコンクリート塊の回収

現場条件を考慮した施工検討の上、経済性、安全性、確実性に優れる仮設道路設置+陸上機械による撤去工法を選定した。仮設道路は捨石の陸上巻き出しにより築造し、潮位の干満に対応可能な高さに設定した。

コンクリート塊の撤去作業は仮設道路上からブレイカーでコンクリートを小割りし、これをダンプトラックに積み込み運搬・搬出した。(図-2)



図-2 コンクリート塊撤去

対策② 既設RC杭の対策

撤去工法は経済性と確実性より、オールケーシング工法などの局所的な撤去方法でなく、捨石等障害物が確認されるGLより1.5mまでを図-3の範囲でバックホウで掘削し、クレーンによる引き抜きで杭を撤去した後、掘削範囲を埋め戻しを行う工法を採用した。この方法により、確実な杭撤去を行うことができ、良質土による埋戻後の地盤改良実施により、所定通りの新防潮堤基礎地盤を築造することができた。

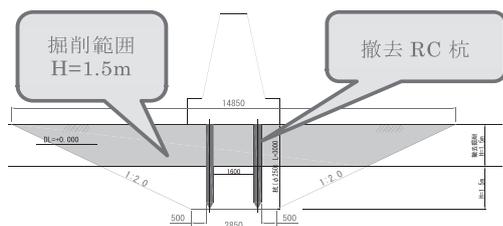


図-3 撤去杭断面図

対策③ 基礎工施工時の対策

現地条件を考慮し、図-4に示すとおり基礎工海側前面に捨石による仮設波除堤を築造した。この波除堤により、荒天時の波浪影響を排除し、稼働日数を増加することができ、かつ、当初水中施工で床掘、基礎捨石を施工する計画に対して、ドライアップによる気中施工に変更し、出来形精度も向上させることができた。

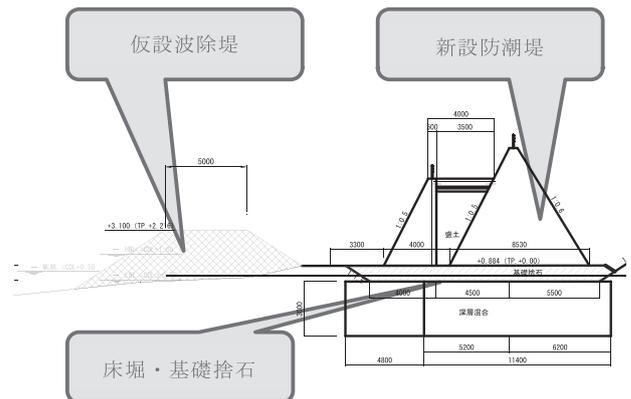


図-4 基礎工対策断面図

4. おわりに

本工事は東日本大震災の復旧工事として、4年の長期にわたる施工であった。その間に震災復興の進捗として、本現場のある南三陸町では県都仙台と結ぶ三陸道の開通、旧中心街の復興がすすみ、本工事も完成目前の状態である。

本工事においては、浅瀬のブロック塊撤去、既設RC杭撤去、基礎工対策という3つの課題に対して、検討・選定・施工を行い、防潮堤築造を開始することができた。全体工期は4年という長期にわたったが、その間無事故、無災害で無事完了することができた。このことについて発注者、社内、地元関係者の皆様のご協力の上の成果であり、心から感謝いたします。

19 施工計画

排水路整備工事における顕在化について

栃木県土木施工管理士会

株式会社前原土建

工事課長

入江 直之[○]

工事主任

上野 将大

工事主任

海老原 侑治

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平30県営経営体基盤下稲葉
第6工区排水路工事
- (2) 発注者：栃木県 下都賀農業振興事務所
- (3) 工事場所：下都賀郡壬生町下稲葉地内
- (4) 工期：平成30年10月15日
平成31年4月26日

2. 現場における問題点

狭小・不整形な小区画水田を、大区画にする圃場整備工事に伴う排水路整備工事として出件された。4年計画の今回が初段工事である。

施工に際して以下の3点が問題となった。

(1) 新設水路の法線

圃場整備の面積、道路勾配、用・排水の水路勾配により、法線決定が遅延。

(2) 既存水路の切り回し

思川の取水口を止水することが出来ず、上流側での分水でも遮水することが不可能であった。

(3) ワイヤ式倒伏堰の追加

受注後に倒伏堰が追加となり、発注・製作・設置の工期問題と他工事との調整。

上記3つの問題点を工期内で完工するために、工程を再構築する事となった。



図-1 着工前

3. 工夫・改善点と適用結果

①法線の決定は、他工区の面積確定を待ってから施工となった。今回は初段工事であったため、時間的に若干の遅延は、受注時に危惧していた。

新設水路の計画箇所は、事業区域の外周に位置していた事から、平面での位置がこれ逸脱することは無いと考えた。流入水路高、道路勾配等を勘案して、先行で下流工区業者と調整に入り、これらの問題が解決出来ると判断し、下流部約200mの区間を先行で施工することとした。

同時進行で、既設水路の切り回し方法と倒伏堰について対策を講じた。

②既存水路と干渉する残り約100m区間に関して、施工性を向上するために、まず遮水対策を行う事とした。

施工現場から約6 km上流の取水口を確認したが、既存ゲートの損壊により最上流部での遮水は不可能となった。

次に現場から上流側に設置されている既存水門の開閉、角落しの解放により、水の迂回を行うこととした。数か所では泰功し、水位の低下を確認することは出来たが、施工性の向上にまでは程遠かった。そのため現場内に仮設水路を施工し、渡河部にはコルゲートパイプを設置して対処する事とした。作業床は十分では無かったが、これにより残りの幹線水路の施工が可能となった。



図-2 一次仮排水路切り回し

③ワイヤー式倒伏堰の増工に関して、まず基礎コンクリートの配筋を再確認した。配筋図に変更等が生じない事を確認したうえで、工程の再調整を行った。その結果、堰とゲートを同時施工で行うことで、工程遅延を回避できると判断し、製作調整に入った。底版基礎・戸当たり・付属機具のアンカー等もコンクリート打設までに設置することが出来た。

合わせて当初より設置予定であったベベル式簡易ゲートと倒伏堰の位置関係にも着目した。簡易ゲートと倒伏堰が近接しているために、基礎の位置・配管等で干渉しないか、開閉器の位置・操作に支障をきたさないか、支道との取り合いの関係に問題が生じないかを考慮した。

最終的に摺動、開閉も障害なく作動することが出来た。

4. おわりに

まずは次年の耕作時期までに、十分な機能を有した上で、引き渡すことを念頭に置いた。

他工区の進捗が良好であったためか、自社工程は計画通りに推移をしていたが、水路の切り回しが当初の予定通りに行かなかったこと、倒伏堰の追加等で、気持ち的に多少の焦りを感じていた。

現場で発生しうる問題点は事前に把握し、工程に活かそうと、準備を行った。当初全工区を分割せずに、渇水状態で施工しようと考えたが、問題が重なり、転換せざるをえなかった。工区割を行い、片方は施工性が良く、もう片方は施工性が乏しかったと思う。工事に従事した作業員に対して迷惑をかけたことを謝罪したいと思う。

完工することは出来たが、もっと違う方法があったのではないかと、最善・最良の方法であったのか、施工条件を見誤ったのではないかと回顧している。現場施工のため諸事情・条件で施工環境は違ってくると思う。今回は水路を切り回し後で、降雨・積雪の影響が少なく、一定水位で施工が出来たことは幸いであった。しかしビニールハウスからの排水により、夜間に若干ではあるが、水位に変動が生じた。排水路の水位に影響が生じる水量では無かったが、見落としていた問題点のひとつでもあった。これらの経験を次現場での判断基準の指標にしようと考えた。

先の台風19号の影響により、工区内も被災したことに対し、施工者として心痛の思いであり、施工時に問題がなかったかと再考した。



図-3

20 施工計画

背面埋戻しを伴うアンカー付土留杭工の 施工管理について

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

荻久保 武志[○] 中村 敏幸

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度 公共土木施設災害復旧事業 道路災害復旧工事
- (2) 発注者：長野県大町市
- (3) 工事場所：長野県大町市城
- (4) 工期：平成31年2月7日～令和元年12月27日

2. 現場における問題点

台風により被災した市道を復旧するため、アンカー付のH形鋼土留杭を施工する工事であった。

完成すれば杭背面からの埋戻し土圧を、杭自体の抵抗力とアンカーを緊張することによる荷重で抑える形となる。(図-1)

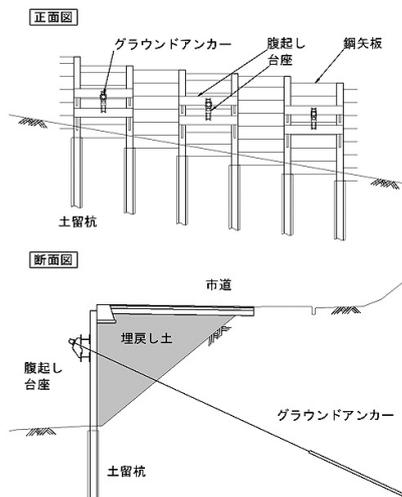


図-1 設計図書

しかし、埋戻しとアンカーの緊張作業を同時に施工することは不可能であり、どちらか一方を先行して完成しようとするれば、杭自体でその力を全て受けることとなる。

一時的ではあるが、この場合に杭にかかる力は許容値以上であり、杭が変形してしまうことが考えられた。(図-2)

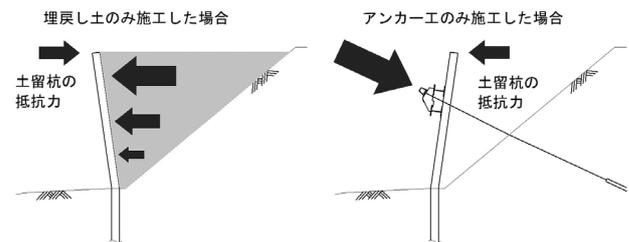


図-2 施工途中の杭にかかる力

3. 工夫・改善点と適用結果

埋戻しとアンカーの緊張作業を下記の3段階に分けて施工管理する計画とした。

- ① アンカーを設置し、許容値内の低い荷重で仮緊張する。
- ② 杭背面の埋め戻しを行う。ただし、途中で土圧が許容値を超える恐れのある場合は、アンカーの荷重を増して緊張する。
- ③ 埋戻し完了後、アンカーを所定の荷重で再緊張する。

また、各段階での杭にかかる力が許容値内であることを確認する方法を検討した。

設計報告書で杭にかかる力は、モーメント力、

せん断力で、それぞれのケースで最大応力時にかかる位置と力が計算されていたが、その力を直接計測する方法は難しく、想像がつかなかった。

報告書を精査した結果、その時の杭頭部水平変位量の値が計算されていたため、施工前の杭頭部位置を0として最大応力時の±6.4mm以内であることを各段階で計測し、確認することとした。

①：仮緊張時は代表箇所1箇所、アンカーの荷重がかかる左右2箇所の杭頭部にそれぞれ変位計を取り付け、荷重とその時の変位量を試験計測した。(図-3)

結果、設計荷重282.5kNに対して16%の荷重で変位量が山側へ6.3mmとなったため試験を中止し、この荷重で全箇所のアンカーを仮緊張した。

②：埋戻し時は毎日1回、代表箇所1箇所の杭頭部の中心を光波トランシットで測量し、変位量を確認した。

埋戻し開始前から完了までで谷側へ11.0mmの変位があったが、許容値内であったため埋戻しの途中でアンカーの荷重を増して緊張する必要はなかった。(図-4)

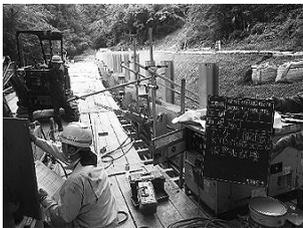


図-3 仮緊張作業



図-4 背面埋戻し作業

③：再緊張時は、グラウンドアンカー設計・施工基準に準じ、設計荷重の1.25倍の最大荷重をかける適性試験を3箇所先行して行った。

この試験時も杭頭部に変位計を取り付けて変位量を計測した結果、最大荷重時での最大変位量は山側へ5.4mmであった。

その後、全箇所のアンカーを所定の荷重で緊張定着させて完了とした。

以上3段階で管理した結果、施工途中のすべての時点で杭にかかる力が許容値内であることを確認しながら、構造物を完成させることができた。

また、短時間で杭にかけている力と変位量を計

測でき、荷重の調整が可能であるアンカーの仮緊張作業を最初に行ったことが、後の施工を有効かつ効率的に進められた結果となった。(図-5)

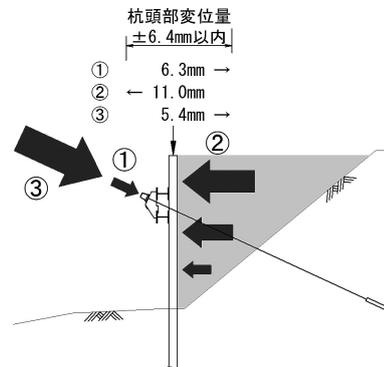


図-5 施工段階と杭頭部変位量

4. おわりに

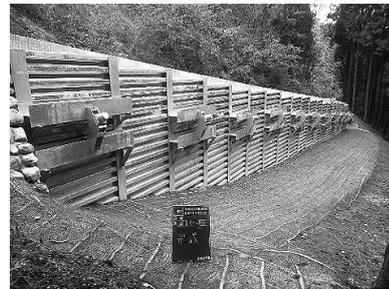


図-6 完成写真

アンカー付土留杭は多くの工事現場で仮設の土留工として採用されているが、まず地中に施工した杭の片側を掘削しながら矢板やアンカー工を施工していく方法がほとんどである。

今回のように永久構造物として、地上に土留杭が出ている状態から埋め戻しとアンカーを施工する事例は少ないと思われる。

この工法が採用された理由としては、災害復旧の緊急性と市道下の用地が確保できなかったためであるが、今後同様の工事や設計に携わる方がいましたら参考にさせていただきたい。

大事なことは、施工計画時に完成の形のみでなく、施工途中の各段階の形をイメージし、図面では数字でしか示されない「力」について、どの程度、どの方向に影響するのか？また、その力を目に見える形で把握するためにはどのような手段があるか？を考えることです。

21 施工計画

現場内仮置き土砂の路体盛土施工の工夫

新潟県土木施工管理技士会
株式会社新潟藤田組
工事課長
浅野 浩一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：天野河川防災ステーション
整備その4工事
- (2) 発注者：国土交通省 北陸地方整備局
信濃川下流河川事務所
- (3) 工事場所：新潟市江南区天野地先
- (4) 工期：令和元年5月22日～
令和2年3月31日

本工事は、信濃川下流河川事務所発注の防災ステーション整備工事で、河道掘削工事の発生土砂270,000m³を受入れ、防災ステーション建設用地を造成する工事である。

2. 現場における問題点

盛土施工範囲には、既に数年前から発注元の管内工事で発生した砂質土・粘性土・改良土などが点在した状態（H=2～3mの台形状）で仮置きしてありました。

本工事の盛土は、基面高さ（現地盤）からの路体盛土管理の仕様による品質確保が要求されていることから、この現場内の仮置き土砂を盛土材料として利用する場合は、仮置き土砂の移動が必要となり、30,000m³程の土砂を一旦、場外へ移動する必要があり、移動する土砂の仮置き場所の問題や移動する日数、再盛土の日数を考慮すると河道掘削土の受入れ開始期限9月までの2か月間では

施工が間に合わないため、仮置き土の品質を確保しながら、期限内に処理する工夫が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

問題解決のため、点在した現状の仮置き土砂の正確な量を確認する必要から、UAV撮影による土量の測定を実施した。（図-1）

UAVによる測量結果から仮置き土砂の量は、30,600m³有りましたが、その内、仮設坂路の盛土及び既存構造物撤去箇所の埋戻しに約4,000m³必要のため、仮置き土砂の再盛土の総施工数量は、26,600m³と判明した。

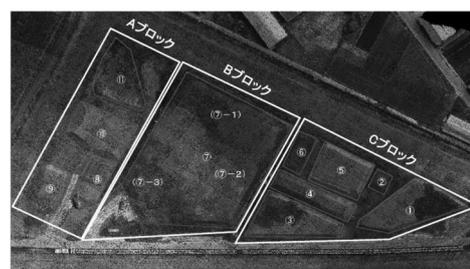


図-1 仮置き土分布図（UAV撮影）

詳細土量の把握による施工期間の検討を行ったが、通常の施工方法で仮設工の施工を含めた工程を検討すると、9月初旬からの河道掘削土砂受入れは、やはり間に合わない結果となった。

仮置き土砂の盛土に要する施工日数の短縮と品質を確保した施工が出来ないか、さらに検討した。

検討条件としては、仮置き土砂をA・B・Cの3ブロックに分けた施工とし、仮設工事と輻輳が無いこととして下記の検討を行った。

検討案①：A・B・C3ブロックの土砂をAヤードからCヤードに向かい、盛土厚さH=1.0mとなるよう押土・敷均しを行い、ローラーにて締固めを行う。なお、施工前には厚さ1.0mに関する試験盛土を行い、3層分（30cm毎）の位置での現場密度の確認を行う。

検討案②：A・B・C3ブロックの土砂をAヤードからCヤードに向かい、ヤード内に均一厚さH=1.0mで敷均した後、ディープスタビライザー等による安定処理を行い、施工基面として盛土を行う。

検討案③：A・B2ブロックの土砂をヤード内に均一な厚さH=1.0mで敷均し、ローラーにて締固めを行う。なお、この際も①と同様の試験盛土を行い、3層分（30cm毎）の位置での現場密度の確認を実施する。

仮置き土が少ないCブロックは、30cm巻きだしによる締固めで施工する。

以上の3項目を施工日数・費用・施工の効率化の観点から総合的に検討した結果、検討案①による施工方法が有効的と判断した。（図-2）

① 施工前現状



② Aブロック土砂を厚さ1.0mに敷均し転圧する。Cブロック土砂坂路他に流用する。



③ BブロックをCブロック側に敷き均し転圧する。



図-2 検討案①フロー図

検討案①の実施に先立ち、次の問題点を解決することが必要であった。

- 1) 土質性状が異なる土砂での盛土の締固め管理。
- 2) 締固め基準は締固め度90%の確保が必要。

上記問題点を事前に解決するため、下記事項を実施した。

- 1) 各ブロックの土砂を採取し、混合土砂としての土質性状試験を事前に実施した。
- 2) 各ブロックでの混合土による1m巻き出しによる試験盛土を行い、盛土天端の現場密度及び盛土天端位置から40cm・70cmの下層位置での現場密度を測定して、それぞれ締固め度が90%以上確保出来ているか確認した。

試験盛土結果より、1m巻き出しによる盛土施工でも40cm・70cm下層位置での現場密度は締固め度90%以上を確保できた。（図-3、4）



図-3 試験盛土現場密度測定状況

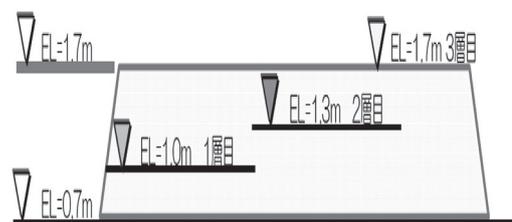


図-4 現場密度測定位置

以上の課題に関する結果をもとに協議を行い、仮置き土の1.0m厚さによる押土・敷均し・転圧による施工方法の採用により、9月初旬からの河道掘削土砂受入れに間に合わせる事が出来た。

4. おわりに

1m厚さにより施工した各ブロックの1層目・2層目・3層目となる箇所現場密度を測定した結果、いずれも締固め密度90%以上を確保しており、仮置き土砂の品質を確保した盛土を行う事が出来た。1m厚さの巻き出しによる盛土の施工は施工時期が夏季で仮置き土の状態も良かった事もあります、今後の参考となるものである。

22 施工計画

バイパス工事における盛土材受入れと品質管理

新潟県土木施工管理技士会
株式会社新潟藤田組
課長代理
渡邊 哲也

1. はじめに

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：国土交通省北陸地方整備局
新潟国道事務所
- (3) 工事場所：新潟市南区保坂地先～鮎潟地先
- (4) 工期：平成28年3月11日～
平成28年12月20日

本工事は新潟市南区国道8号線の渋滞・騒音・交通事故など自動車交通の生活環境に与える影響を解消し、主要幹線道路機能の充実と都市発展の一環を担うバイパス道路の造成工事である。

2. 現場における問題点

- 1) 盛土は他工区からの盛土材の受入れになるため、現場進捗と土砂受入れの調整が必要。
- 2) 施工区間での工事用道路は道幅が狭く、周辺農家の農作業用道路と併用しているため、工事車両の交通整理が必要。
- 3) 施工区間全長1.1km内に6箇所の盛土施工箇所が点在しており、適切な土砂の運搬配分が必要。
- 4) 盛土施工時の品質向上のため、的確な締め管理が必要。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 土砂受入の調整

当現場には外部の4現場から総数量32,000m³の盛土材が搬入され、各現場の搬出時期と運搬数量が全て異なるため、各々の現場進捗状況に合わせた土砂搬入計画を作成し、細部の調整を計るために、発注事務所は異なるが当工事連絡会に各施工業者の出席を求め、日々の連絡体制を定めたことで綿密な調整ができ、現場における盛土材の土砂受入れ調整を改善した。

2) 工事車両の交通整理

工事車両は側道を使用したが、道幅が4.0mと狭く大型ダンプトラックはすれ違いが出来ない。ダンプトラックの渋滞は農作業への支障をきたすため、工事用道路を一方通行に工夫をすることで、渋滞も無くダンプトラックの現場入場～受取・荷卸し～現場退場までスムーズな運行になり、盛土施工進捗及び土砂運搬計画もロスなく出来た。

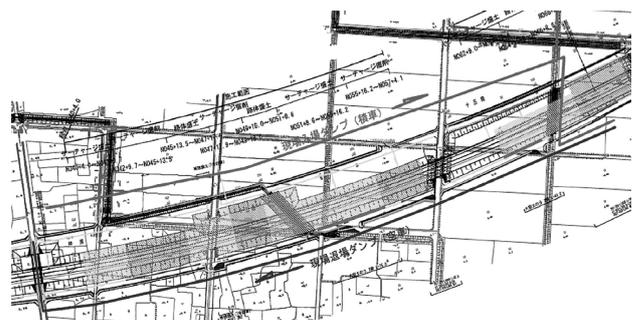


図-1 ダンプ運搬ルート詳細図

また、工事用道路の各所には場内制限速度の徹底と交差点一時停止等の注意喚起を「見える化」で工夫し表示、農耕車優先厳守を行ったことで無事故で安全な運行管理が出来た。

3) 適切な土砂運搬配分

現場内の6箇所に分かれた盛土施工箇所は緩速載荷工法の採用で施工速度10cm/dayである。

日々の盛土材搬入量と施工進捗を計画し、盛土6箇所を3グループに組合せ事前に計画した運搬ルート・荷下ろし場所に基づき各業者と連絡調整を行い土砂配分も滞りなく行うことが出来た。

また、天候により土砂運搬が困難と予想される場合は事前に盛土材を現場にストックすることにより、施工進捗の遅れを最小限に抑える工夫を行った。

なお、1日のダンプトラック稼働台数は平均延べ80台となることから、工事用道路の損傷も懸念され、敷鉄板による工事用道路の保護を行い、特に曲がり部分はダンプトラックのタイヤ抵抗による損傷が大きいため重点的に保護を行った、また農耕車も通行するため、大型ダンプトラックではなく、軽トラックのタイヤ寸法に合わせた敷設の工夫を行った。(図-2)



図-2 鉄板敷設

当工事の施工機械はハイブリッド仕様3Dマシンガイダンス0.8m³バックホウを使用したことで1層の仕上がり厚さ、施工速度を厳守するとともに手戻り無く精度の高い施工が出来た。

また、作業終了時には翌日の施工グループ位置へ機械を移動するが工事用道路を使わず自走で移

動出来るルートを作ることで、それぞれの施工場所に機械を配置することなく機械費を低減出来た。

(図-3)



図-3 3Dマシンガイダンスバックホウ

4) 締固め管理

締固め管理は、使用する盛土材毎の試験盛土を事前に行い、その結果により転圧回数を決定した。

盛土締固め機械は4t級振動ローラーを使用した。盛土締固め面積が最大4,000m²と広く、施工時の転圧不足や過転圧防止対策のため、GNSSによる締固め管理を行った。

結果、施工機械を操作しながらモニターで転圧回数と転圧場所の確認が出来るため、適切な締固めの管理が行えた。(図-4)



図-4 GNSS転圧

4. おわりに

関係施工業者間の連絡調整を密に行うことで、安全でスムーズな工事の進捗とICT施工により出来形・品質向上した施工が出来た。

23 施工計画

河川と高圧線に挟まれた支間長91mの送出し架設

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
松 本 剛

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、このうち、鳥羽川高架橋は岐阜県高富ICの東側に位置する鳥羽川を跨ぐ鋼3径間連続細幅箱桁橋である。

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度 東海環状鳥羽川高架橋鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：岐阜県山県市西深瀬
- (4) 工期：平成29年1月18日～平成31年3月22日
- (5) 橋梁形式：鋼3径間連続細幅箱桁橋
- (6) 橋長：198.000m
- (7) 全幅員：23.276m

2. 現場における問題点

本橋は、上空の大部分が154,000V（離隔5.0m）の高圧線（地上からの高さ19.1m）に覆われ、更に中央径間（支間長91.0m）の下部には一級河川鳥羽川と2本の堤防道路（市道）を跨ぐ高架橋である。当初の計画では、トラッククレーンベント工法で架設したP5～P6間の桁上に送出しヤードを設け、P6→P8に向けて送出し、約5.0mの桁降下後に吊足場を組立て、地上からのラフタークレーンと桁上に載せた小型ジブクレーンにより合

成床版の架設を行う施工方法であった。

当初架設計画では、堤防道路通行止め期間は数回に分けての計約6ヶ月（終日）を有した。しかし、交通量の多い道路であることから、地元住民より2ヶ月短縮の通行止め期間4ヶ月が要求されたため、安全性を重視し、通行止め期間を短縮する架設工法を検討する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 最小限の桁降下量

通行止め期間を大きく短縮できる作業は桁降下作業であり、その期間は降下量に左右される。そのため約1ヶ月を要する当初案の5mの桁降下作業を、可能な限り少なくする検討を行った。

その結果、既設桁上からの送出し工法から、ベント上に送り装置及び降下設備を設けて送出すことで、送出し中の桁と支承とのクリアランスを最小限にして桁降下量を200mmに設定した。

3-2 バックヤードの設置

施工日数および通行止め期間の短縮を図るため、1回の送出し量を増やすことを検討した。そのために、P4～P5間に約20mのバックヤードを設け、その設備上で桁架設・高力ボルト締付・合成床版の架設を行って送出しを行う施工サイクルとし、作業の効率化を図った。更に転倒に対する安全率が当初案の1.3（>1.2）から3.0に向上し、地震対策にも繋がる結果となった。（図-1）

3-3 足場組立の工夫

道路上の足場組立は、架設が完了した後に作業を行うことが多い。しかし、この工程を踏まえると足場組立作業に大きな時間が費やされ、しかも堤防道路上と河川上は高所作業車が進入できないため、組立時は危険な作業が続くことになる。改善策として、送出し側のベント組立時に足場組立用の作業スペースを設け、桁送出し時に作業構台上で組立作業を行った。(図-2)



図-2 吊足場組立作業

作業構台を設けた結果、次の効果が得られた。

- ① 送出し完了後の足場組立作業が省略できた。
- ② 吊足場の組立が全て作業構台上で施工できるため、墜落の危険がなく安全であった。
- ③ 堤防道路通行止め期間が約2週間短縮された。

3-4 適用結果

堤防道路通行止め期間の短縮を図る目的で架設計画の変更を行い、通行止め期間が約3.5ヶ月となり、当初計画より大幅に短縮された。更に、当初計画は、数回に分けての通行止めであったが、1回の通行止めで収まり、地域にも大きく貢献できた。

安全面においても下記の点が向上された。

- ① 高圧線直下での作業が大きく削減され、危険作業が回避された。
- ② 送出し時の転倒防止対策が向上した。
- ③ 高所作業車が進入できない堤防道路上及び河川上での足場の組立て作業が無くなった。
- ④ 桁降下量が、大幅に減少されたことにより桁の不安定な状態を短期間にする事ができた。

4. おわりに

中央径間の上空には154,000Vの高圧線、下部には堤防道路2本及び1級河川と限られた施工条件の中、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、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交通渋滞緩和につながれば幸いです。

最後に関係各位には適切な助言及び協力を受け賜りました。この場をお借りしてここに深く感謝の意を表します。

送出し→G1~G4桁架設(桁架設→送出しを繰り返し)→B8ベント到達

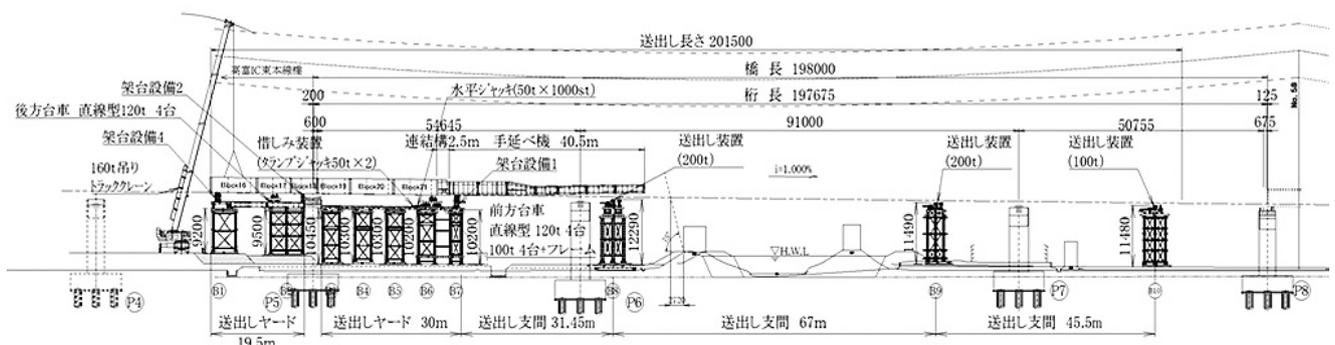


図-1 変更架設計画図

24 施工計画

台風19号による応急工事

栃木県土木施工管理技士会

株式会社前原土建

工事課長

工事主任

永井 誠司[○] 宇賀 神 努

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：応急工事 新川その1(1県単災)
- (2) 発注者：栃木土木事務所
- (3) 工事場所：下野市仁良川地内
- (4) 工期：令和元年10月14日
令和元年12月6日

2. 現場における問題点

10月12日に関東地方を縦断した台風19号の通過に伴い決壊した護岸の応急工事である。

以下、問題点として

- ① 被災箇所及び周辺状況の確認
- ② 被災直後であったため、情報が交錯
- ③ 資機材の調達、労働力の確保



図-1 被災状況

3. 工夫・改善点と適用結果

今回事前に、気象庁から台風警戒情報が発せら

れていたことと、平成27年に経験した台風18号をふまえて、付近の工事事務所で待機をしていた。報道発表による避難・安全確保の内容には留意していたが、平成27年の台風18号程度のもので大丈夫ではないかと考えていた。しかし増水の影響から退避を余儀なくされ、夜間に増水が発生したため、正確な状況確認が出来なかった。

翌朝になり出水状況を確認することが出来たが、この時点でも水位が高く近寄ることが出来なかった。その後、何とか現地周辺まで赴き、ドローンを飛ばすことにより、周辺を含めた被災状況を把握しようと考えた。被災箇所が高速道路に隣接しているため、飛行規制の関係上、全体を把握することは難しかったが、空撮により、被災箇所と影響範囲を確認することは出来た。台風は通過し天候は回復、減水により全貌を知ることが出来た。

次に情報の精査に入った。テレビ報道で発信されていた情報は、被害度が高い場所に限定されていて、関東・甲信・東北と広範囲なものであった。

ここ新川で決壊が発生しているということは、他の河川等でも災害が発生していると考え、詳細を得るために、「道路河川等管理情報システム」を稼働させた。このシステムは、現地からスマートフォン等で撮影した写真に位置情報を付加し、会員相互で閲覧可能なアプリケーションソフトである。

No	ID	画像	件名	場所	状態	支部
6	7066		工事 No.66	田川 下野市隣部	現況報告 ①	下野支部
7	7015		工事 No.10	田川 下野市隣部	現況報告 ①	下野支部
8	7064		NO.31	永野川 左岸 二杉橋下	完了 ①	下野支部

図-2 道路河川等管理情報システム

閲覧すると県内での被災箇所は多数あり、被害の内容も多岐にわたっていた。このような状況下では他社と協力し復旧することは出来ないと判断し、社員の参集を検討した。現地情報は整理・構築されてきたが、社員との情報交流が出来ない状態であった。

同時進行で周辺のパトロールを開始したが、稲刈り後の藁と堆積した土砂の影響で、道路に関しては通常の通行を妨げられた。また近辺で、道路の陥没や冠水による舗装版のめくり上がりにより、通行止め・迂回措置によって一時交通渋滞も発生した。これらの状況を踏まえて、工事に着手する準備に取り掛かった。

被害発生翌日は祝日であった。資材の確保に動いたが、業者は休業日のため、対応することが出来ない。自社在庫で賄おうと考えたが数量的におぼつかない。そこで現場の土工事を先行する工程に切り替え、資材の調達を翌日に切り替えることにした。結果、納品が可能となった。

続いて機材の確保だが、自社機械も冠水の影響により、数台が稼働出来ない状況であった。これに対してはリースで対応することにした。

そして労働力においては、予め本社に設置されていた災害対策本部と連携した。すでに従業員の安否は確認済みで、その家族の安全も確保されていたので、応急対応は自社で施工することにした。他現場を休工にし、その労力を当現場に集力することで、早期に復旧する事とした。

4. おわりに

応急工事という名称であるが、十分に機能を有した施工をすることを念頭に置いた。台風通過後、即時の工事であったため、現場は劣悪な環境であったが、もちろん拙劣な施工をするつもりはなかった。現場に足を踏み入ると、田面・河川側ともに、水分が多く含まれたヘドロ状態であった。作業の安全性・施工性に留意し、早期復旧させようと考え、ドローンやアプリを活用し、情報の精査・整理に努めた。

事前の警戒情報と、平成27年の台風18号の経験を基に、対応を講じることが出来ていたかと振り返ると、十分では無かったのかと考える。災害がどこに発生しやすいか、どこが影響するのかと、日頃から注視することも必要であると考えた。

今回特に「正確な情報」が必要であると思った。ここで言う情報は、まず従業員及びその家族の安全が確保されているか、その後で応急に対応することが出来るか、そして、災害発生現場の特性と二次災害発生の有無を含めたことである。テレビで流れる映像に翻弄されてしまい、本来注視しなければならない、もっと狭い範囲での情報はやはり自分で確認するほかない。近隣者による通報やウェブカメラの映像、自分で踏査することで、正確な情報となり、正しい判断を下すことが出来るのではないかと考えた。溢れた情報を即座に整理し、同時に複数の対応に移すことが出来るかを今後の課題としたい。



図-3 土のう設置

25 施工計画

国道及び JR 路線を跨ぐ送出し架設の対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

現場代理人

監理技術者

松原 年 紀[○] 山本 栄之助

1. はじめに

本工事は、三陸沿岸道路「歌津本吉道路（歌津～本吉）」に建設される鋼 2 径間連続鈹桁橋の架設である。

工事概要

- (1) 工 事 名：本吉跨道橋上部工工事
- (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：宮城県気仙沼市本吉町
津谷長根地内
- (4) 工 期：自)平成29年11月21日
至)平成31年2月28日

2. 現場における問題点

本橋梁は、A1～P1間をBRTと呼ばれるJR東日本運営のバス路線、P1～A2間を国道45号の2つの主要な交通網を横断している。図-1に架設前の現場写真を示す。そのため、架設方法は発注時より送出し架設とし、A2橋台側背面を地組立ヤードとして、橋桁の地組立及び送出しの準備を行った。送出し架設は交通量の少ない夜間としたが、主要路線上に架設するため、短時間で安全な施工を行う必要があった。したがって、本工事では通行止め期間を短縮させるために行った施工上の対策と架設時の規制方法について、国道45号上架設時、BRT路線上架設時、橋桁降下時、それぞれの状況に応じて報告する。

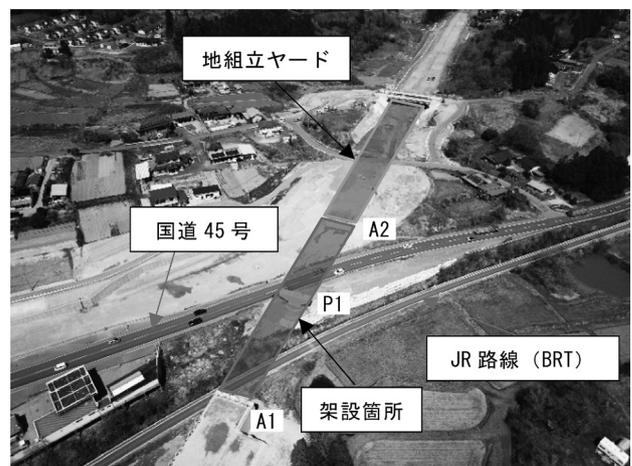


図-1 現場写真（架設前）

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 国道45号上架設時

国道45号上を送出し架設中は作業期間中における桁直下の道路の安全を確保するため、国道45号を全面通行止めする必要があった。しかし、国道45号は気仙沼～南三陸間を結ぶ主要道路であるため、できる限り通行止め期間を短縮する必要があった。送出し架設には、推進力を与えるための設備が多々あるが、本工事では、地組ヤードが広く、橋台前面もヤードとして使用可能であったため、ワイヤー式駆動装置およびエンドレスローラを推進設備に用いた。ワイヤー式駆動装置はワイヤーをA2橋台前面に設けたベントと、後方連結構間に展張することにより、送出し架設全工程の推進力をまかなう計画とした。そのため、自走台

車等を推進設備とした場合に比べ、台車盛替え作業時間を少なくすることで、送出し時間の短縮を図ることができた。

国道45号を、全面通行止めするため、警察協議を行い、一般車は隣接する農道及び市道とした。大型車両の迂回路を一般車との同一迂回路を通行することによる対面事故等のリスクを考慮した上で、県道18号とした。図-2に大型車両迂回路を示す。この大型車両迂回路は施工箇所である気仙沼市のみでなく、県境を越えて岩手県一関市を通行する広域迂回路となるため、通行止め箇所より20km程手前で迂回路へ誘導する必要があった。そこで気仙沼市内に工事予告看板等を設置、国土交通省管轄の道路情報板にて通行止め期間を周知する等の入念な準備を行った。また、看板等を見逃して気仙沼側より大型車両が現場付近まで来ることを想定して、現場付近に大型車両の転回場所を設け、送出し架設当日は転回場所に誘導員を配置することで対処した。



図-2 大型車両迂回路

(2) BRT路線上架設時

国道45号上の送出しが終わると、次にBRT路

線を送出しとなる。BRT路線上の架設はJR東日本との打合せにより、送出し開始時間を最終バスが通過した後の設定とした。また、BRT路線上の送出し架設における国道45号の交通規制を15分間一時通行止め、5分間片側交互通行を繰り返すことにより、国道45号の交通渋滞緩和および大型車両の広域迂回を避ける対策を行った。

(3) 桁降下時

発注時の架設計画図では、A2ヤードの高さが完成路床高より低くなっており、A2橋台はパラペット部のみ施工前の状態としていた。A2橋台完成後の現場踏査時にA2ヤードの状態を確認すると、整地後の地盤高は完成路床とほぼ同じ高さとなっていた。そこで、送出し時の勾配を当初より緩く設定することでA2ヤードの整地を極力少なくし、各橋台橋脚上の桁降下量を同一とせず削減するように対策を行った。

4. おわりに

本工事では、送出し架設および桁降下において、地域住民および運転手等からの苦情もなく、架設を完了した。図-3に架設後の現場写真を示す。

最後に、本工事においてご指導を賜りました東北地方整備局仙台河川国道事務所の方々や打合せにて工事の円滑な施工にご協力いただいた関係各署に御礼を申し上げます。

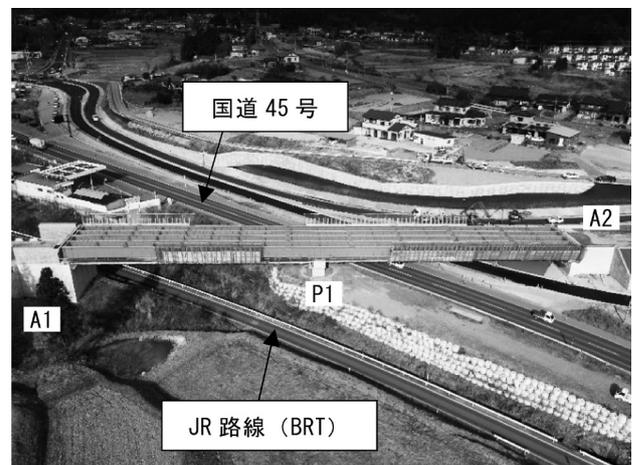


図-3 現場写真 (架設後)

26 施工計画

送出し支間長 90m のひと夜間送出し架設工法

日本橋梁建設土木施工管理技士会

JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人 施工担当

伊 佐 和 人[○] 木 邑 義 孝

1. はじめに

本工事は、名古屋の周辺半径30～40km圏に位置する愛知、岐阜、三重の3県の諸都市を環状に連結し、東名、名神高速道路、中央自動車道、東海北陸自動車道や新東名、新名神高速道路などの高速自動車国道と一体となって、広域的なネットワークを形成する、東海環状自動車道のうち大垣西IC～大野神戸IC間の国道21号を跨ぐ区間の鋼橋架設工事である。

5径間のうち国道21号を跨ぐ区間を含む2径間は送出し架設、残りの3径間はトラッククレーンベント架設工法である。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成28年度 東海環状赤坂北第一
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：岐阜県大垣市福田町 地内
- (4) 工 期：平成29年1月25日～
平成31年1月31日

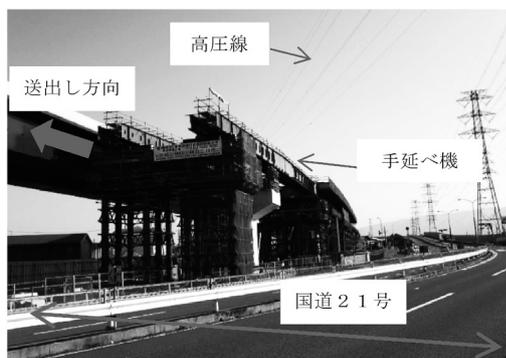


図-1 国道上送出し状況

2. 現場における問題点

本橋梁は、約3万台/日の交通量がある国道21号を跨ぐことから

- ① 通行規制が土日の時から6時までの時間に限られる
- ② 作業の完了条件は、国道を安全に通行させるために送出し桁を橋脚（既設構造物）と固定させる
- ③ 国道21号は緩やかなカーブとなっており片勾配であることと、上空に高圧線が通っており大型クレーンの据付が困難

という施工条件を満足させ、送出し支間90mの送出し架設をひと夜間で実施するという難易度の高い工事であった。

一般的な曲線桁送出し工事の日当たり施工量は20m程度だが、本工事では上記条件を満足させるために通常の4.5倍の施工量を確保する必要があった。

そこで、

- 1) 送出し速度の向上
- 2) 手延べ機到達時の最大たわみ1700mmの処理方法
- 3) 送出し架設の安全および桁の品質を確保する上で重要な目に見えない送出し時の反力をリアルタイムで把握
- 4) クロソイド曲線桁の送出し架設となるために送出し架設を行いながら平面方向の桁位置

調整の時間短縮

5) 桁の最大支間105mの橋桁のため、桁のそり（たわみ）の処理時間の短縮という命題を一つ一つ解決するために送出し計画を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 通常台車の推進力装置として、ジャッキは1組となるが、台車の前後にジャッキを設置することで盛替え時間の短縮を図り送出し速度を最大で1.0m/minとした。この送出し速度を維持するには、下フランジの段差（添接板）の通過をスムーズにする必要がある。通常、添接板を乗り越える際は添接板手前でジャッキの受け替えが必要になるが、圧縮力に強い強化樹脂材で乗り越え用PLを製作し段差処理を行う事でノンストップ送出し架設を実現した。

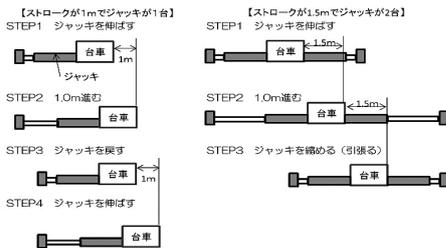


図-2 ジャッキ概要図

2) 通常送出し時の手延べ機のたわみ取りは大型クレーンで手延べ機を吊上げるなどして行うが、本工事では国道21号上に大型クレーンを設置するスペースがなかったため、ベント設備に手延べ機を持ち上げるための昇降ジャッキを設置した。

3) 通常の送出し時の反力管理は、各設備に配



図-3 手延べ機のたわみ取り設備

置される責任者がジャッキゲージから反力を確認し、無線にて報告を行う。無線によるタイムラグを極力低減させるとともに、ジャッキ反力の読み取りミスをなくすために、ICTツールを用いてリアルタイムで反力を視覚的に把握した。

4) 主桁の曲率が一定ではない場合の送出し架設では送出し方向（ジャッキの向き）と桁の曲率に差異があることから、送出し架設を進めるうちにジャッキと桁の位置関係がずれて来る。1日に10m～30m程度までの送出し架設であれば、ずれが生じる度にレバークロック等の機材を使用し人力にて調整を行うが、時間を短縮するために、駆動ジャッキに水平ジャッキを取り付けることでジャッキの横移動をシステム化した。

5) 本橋梁のキャンバーは最大でG1Lで536mm（縦断勾配考慮で1083mm）G2Lで526mm（縦断勾配考慮で729mm）となっている。ジャッキの推進力を予定通り得るためには、鋼重によるたわみを戻す必要がある。桁の送出し架設を行いながら、ジャッキを上げ下げが必要になる。そこで、使用するジャッキはストローク量が大きいものを採用すると共にジャッキの下に設置するサドル材の追加削除をジャッキ（アウトリガージャッキ）を使用して出来る設備とした。

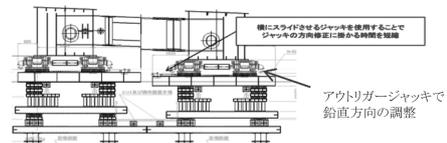


図-4 シンクロジャッキの調整機構

4. おわりに

夜間通行止めの限られた時間内で、国道21号上の送出し架設を可能にするため、施工計画に盛り込んだ様々な対応策が上手く機能し大きなトラブルなく架設工事を完了することが出来たのは、発注者ならびに会社関係者、協力業者の皆様のご助力のあってのものと厚く御礼申し上げます。

27 施工計画

小黑板情報電子化の導入について

愛媛県土木施工管理技士会

極東興和株式会社

現場代理人

吉崎 忠幸[○]

監理技術者

池田 四郎

伊藤 啓二

1. はじめに

本現場は一般国道359号の砺波東バイパスを整備する工事である。橋長180m（いかるぎの大橋全長は420m）のPC 6径間連続中空床版橋（図-1）であり、径間ごとに6ブロックの分割施工を行った。ここでは、発注者に承諾を得て、デジタル工事写真の小黑板情報電子化対象工事とした事例について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：砺波東バイパス いかるぎの大橋
上部その1工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局
富山河川国道事務所
- (3) 工事場所：富山県砺波市頼成～徳万 地先
- (4) 工期：平成29年10月5日～
平成30年12月21日

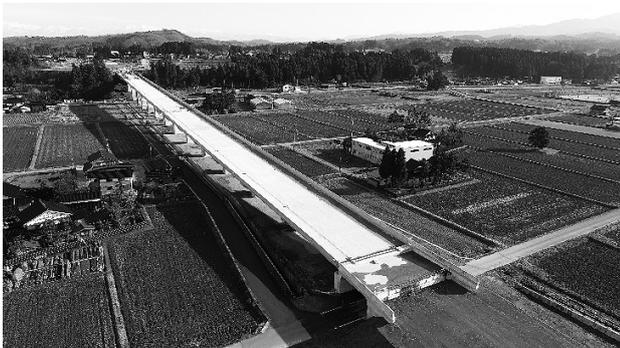


図-1 現場写真

2. 現場における問題点

従来型の黒板は、降雨により文字が消えてしまうことや、立会検査等を効率よく進めるため複数枚持ち歩く際に、手間がかかることがある。

本現場の位置する北陸地方は、雨天が多いことや施工延長が180mと長いことから、小黑板情報電子化（以下、電子小黑板とする）を導入することとした。導入するに際し、本現場で使用している写真管理ソフトと連動できるアプリを選定した。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 電子小黑板の概要

電子小黑板とは、工事写真で使用する黒板をデジタル化したもので、本現場ではスマートフォン端末で利用できる電子小黑板を採用した。アプリのダウンロードにより、手持ちのスマートフォンですぐに使用を開始できる。

電子小黑板は、初めに工事情報を登録することですべての黒板に情報が反映される。次に、工種や箇所・内容等を入力すると撮影画面に直接黒板が表示される。撮影時の工種等の情報はパソコンの写真管理ソフトに反映され、分類ごとに分かれた状態で取り込むことができる。

また、電子小黑板で撮影した写真が編集されたかどうか判定できる信ぴょう性確認機能（改ざん検知機能）を有している。

(2) 現場への適用結果

現場作業では測量や検査時に道具が多く移動時に労力を要するが、従来所持していた黒板とカメラがスマートフォン端末1つとなり荷物のスリム化が図れる。必要な黒板が複数枚ある場合もアプリに保存しておくため、黒板運搬や記載の手間が省くことができる。本現場は施工延長が長いため、移動時の荷物削減に有効であった。黒板の持ち手が必要なくなることで、人員を余分に配置することがなく、分割施工で様々な作業が同時進行している場合に職員の作業負担を軽減することができた。

本現場のように分割施工で同じサイクルを繰り返す場合は、何度も同じ黒板を作成する必要がないとともに、1人が黒板を作成すれば現場の職員間で共有して使うことができる。また、分類ごとに検索機能があり、過去のデータを探す時に便利である。

主桁と橋台の狭い場所等で撮影する際には、通常の黒板では配置することが困難であるが、電子小黒板を用いれば、端末上で黒板が表示されるため撮影可能となった。(図-2)



図-2 狭隘な場所での撮影事例

鉄筋検査など項目や種類が多いと文字が入りきれないことがあるが、黒板や文字のサイズを変更できるため1枚に納めることができた。(図-3)

従来は接写写真に黒板を入れることができなかったが、全景と同じように黒板を入れることができるようになり、写真内で数値の確認も同時に

行えるようになった。(図-4)

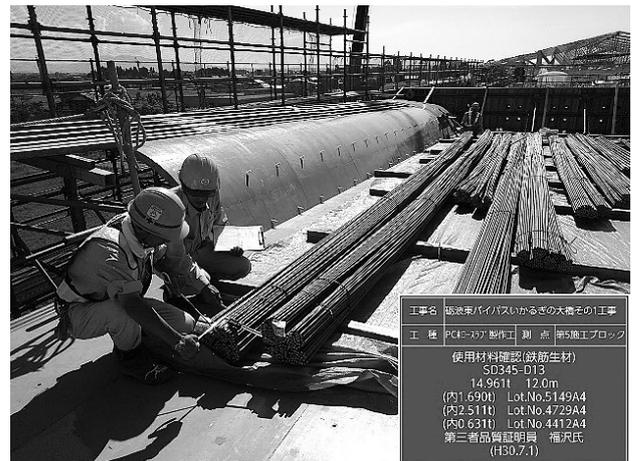


図-3 文字数が多い場合の撮影事例



図-4 接写写真の撮影事例

4. おわりに

今回使用した中で、猛暑日にスマートフォン端末の温度が上昇し、正常温度に戻るまで使用できず写真が撮れないことがあったことから、注意が必要である。

電子小黒板を使用することで、黒板運搬の手間が省けたとともに、連動した電子小黒板アプリを採用したことで、現場作業・写真整理の時間短縮につながった。また、発注者は写真の信ぴょう性確認を効率的に行うことができる。その結果、受発注者双方の業務効率化が図れる。

省力化やペーパーレス化を進めるうえで電子小黒板の使用は有効であり、社内でも導入を進めていきたい。

28 施工計画

軟弱地盤に配慮した架設計画

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラシステム

建設部工事東第 1G

建設部工事東第 1G

建設部計画 2G

中村 英樹

野田 将寿

和氣 弘幸

1. はじめに

本工事は、阿寒川を渡河する橋梁350t吊CCを用いたベント工法により架設するものであった。現場は湿地帯（釧路平原）に位置し、N値の低い層が地下約10mに渡って分布した軟弱かつ有機物や泥炭を伴った地層を含む不安定な地盤であったことから、ベントおよびクレーン荷重に対する地盤支持力の確保および地盤沈下への対応が求められた。

- (1) 工事名：北海道横断自動車道
釧路市 桜田大橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省北海道開発局
釧路開発建設部
- (3) 工事場所：北海道釧路市
- (4) 工期：(自) 平成29年10月13日
(至) 令和元年10月31日

2. 現場における問題点

(1) 軟弱地盤

軟弱層が厚いため、地盤支持力はSS試験により確認した。その結果、ベントおよびクレーン荷重に対して地盤支持力が大幅に不足していることが分かった。また、比較的長期に渡り荷重が作用するベントは基礎地盤の沈下が懸念されたため、泥炭層の即時沈下量および全層での圧密沈下量（圧密度90%）を推定したところ、許容できない規模の沈下が生じる可能性があることが分かった。（表-1）

(2) 護岸の安定性

河川上の部材を架設する際、阿寒川の護岸上にクレーンを設置する必要があったため、護岸の安定計算を実施した。その結果、左岸側において必要安全率1.05に対し0.851しか確保できず、円弧すべりの危険があることが分かった。

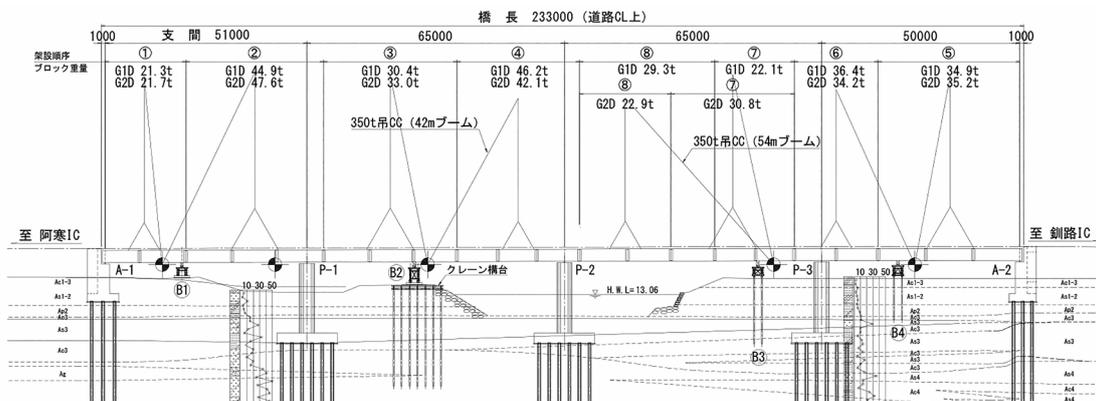


図-1 架設計画図

表-1 ベント荷重による地盤沈下量推定値

基礎形式	ベント番号	荷重強度 kN/m ²	即時沈下量 mm	圧密沈下量 mm (日)	沈下量計 mm
鋼板	B1	51	69	215 (12)	284
	B2	98	133	382 (12)	515
	B3	74	96	330 (12)	426
	B4	51	69	241 (19)	310
Con	B1	28	40	171 (12)	211
	B2	58	63	202 (12)	265

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 軟弱地盤への対応

① ベント基礎形式の検討

左岸側は下部工施工時に重機等の荷重載荷履歴があるため、沈下は計算値よりも抑制されると判断した。しかし、不等沈下の危険性に配慮して敷鉄板や盛土と比べて剛性の高いコンクリート基礎を採用し、沈下が生じてベントが傾倒しないように対策を図った。

一方の右岸側は、橋脚施工時に15m程度の掘削・埋戻しを行っており、施工から1年未満と日が浅いこと、およびSS試験において右岸一帯の地表2mは自沈層が分布していることが分かっていることなどから、推定した通りの地盤沈下を伴う可能性が高いと判断し、H鋼杭基礎を採用することとした。

② クローラ接地圧低減のための工夫

一般的な敷鉄板養生では、大規模な地盤改良を伴うため、クローラ接地圧低減を目的にクレーン架台を使用した。(図-2) クレーン架台はH型钢で構成し、クローラが片側あたり幅1.3m×長さ9.3mなのに対し、架台は幅3.3m×長さ15.4mの大きさを確保し、架設作業箇所にもこれを設置することとした。その他の箇所は走行時の接地圧に見合った地盤改良に留めることで、敷鉄板2枚重ねの場合と比べて、クローラ接地圧は1/4に低減でき、地盤改良に要する時間とコストを1/2に圧縮できた。さらに、クレーン架台も転用することで、機材数量の削減を図った。

地盤改良は、阿寒川に対する環境保護のため、

セメント系改良は採用せず、クラッシャーラン砕石にて左岸側は厚さ30cmの盛土、自沈層が認められた右岸側は深さ1mの置換を実施した。なお、架設完了後に砕石は撤去して、現況復旧を行っている。

(2) 護岸の安定性の確保

不安定な左岸の護岸に対しては、まずクレーンを500t吊にランクアップして護岸から遠ざけるケースを検討したが、計画安全率確保には至らず、また、さらなるクレーンのランクアップは著しいコストアップに繋がると判断した。そこで、直接クレーン荷重を載荷しないように、H鋼杭基礎形式のクレーン構台(図-3)を設置することとした。また、構台はクローラ直下のみ設置して省力化を図った。



図-2 クレーン架台



図-3 クレーン構台

4. おわりに

軟弱地盤に対して種々の検討を重ねたうえで対策を施し、安全作業を確保できた。加えて、クレーン架台を使用することで、地盤改良に要する時間とコストの圧縮を実現できた。今後の同事例の一助となれば幸甚である。最後に、北海道開発局釧路開発建設部の皆様、工事関係者の皆様に誌面をお借りし厚くお礼申し上げます。

29 施工計画

鋼製橋脚隅角部補強の施工における現場計測

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラシステム

現場代理人

工事担当

設計担当

渡 邊 裕 一〇

広 田 栄 二

嗟 峨 山 剛

1. はじめに

本工事は、高速中央環状線平井大橋入口付近と小菅入口付近の鋼製橋脚隅角部において確認されているき裂損傷に対し、隅角部補強を行う工事である。補強対象の橋脚は、平井工区で5橋脚、小菅工区で3橋脚であった。図-1に平井工区の隅角部補強を示す。



図-1 平井工区の隅角部補強

補強部材は鋼桁と橋脚の立体隅角部への3次元当て板補強構造であるため、橋軸方向（主桁）・橋軸直角方向（横梁）・鉛直方向（柱）に密着させる必要がある。そのため、部材製作においては、適正な現場計測結果の反映が求められる。

本報告では、現場計測およびその結果の反映段階におけるヒューマンエラーを防止する一例としてその内容を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：鋼製橋脚隅角部補強工事28-2-1
- (2) 発注者：首都高速道路株式会社
- (3) 工事場所：東京都葛飾区西新小岩二丁目他
- (4) 工期：2016年11月8日～2018年11月26日

2. 現場における問題点

- 1) 対象となる構造物は、主桁・横梁・柱が交差する立体隅角部の補強であるため、3次元での位置関係を把握する必要があった。また、計測結果を図面寸法に反映して製作するため、上流部門から下流部門への意思伝達を確実に実施する必要があった。
- 2) 計測対象が同じような形状で同種構造の隅角部であったことから、鋼製橋脚隅角部内面での計測は、計測対象（位置）を間違えるリスクが非常に高かった。計測箇所が多数あること、箱桁内での薄暗い作業環境であることから計測ミスを生じる可能性があった。
- 3) 河川堤防内での施工であった平井工区は渇水期中に施工を完了する必要があり、一方、都道直上で夜間通行止めを要した小菅工区では工期短縮が求められていた。

3. 工夫・改善点と適用結果

- 1) 現場計測は、PIXXISを用いた3次元座標計測とメジャーを用いた2次元計測の二通りの計測を実施した。異なる2ケースの計測を

実施することにより、計測ミスの有無を確認することができる。2ケースの計測結果が異なった場合は、再計測を実施して正しい計測結果を採用した。図-2に3次元座標計測を示す。また、現場計測結果を設計図面に反映する方法として、計測結果を反映すべき図面寸法は計測前に「☆印」を付けておき、計測後に「☆印」から「★印」に変更するというルールとした。これにより、設計図面への現場計測結果の反映が一目瞭然となり、製作段階における計測結果の反映漏れを防止することができた。図-3に設計図面の一例を示す。

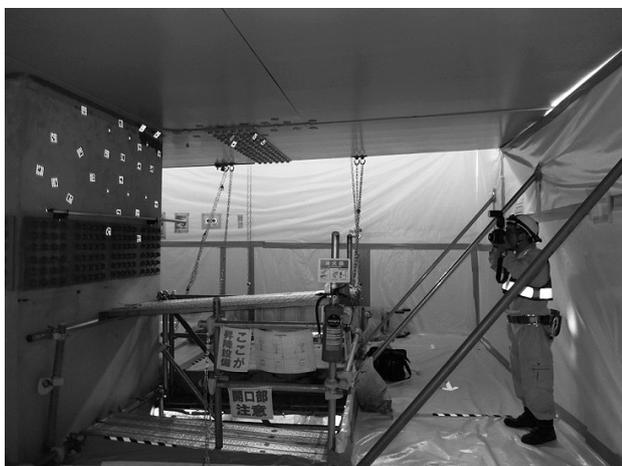


図-2 3次元座標計測

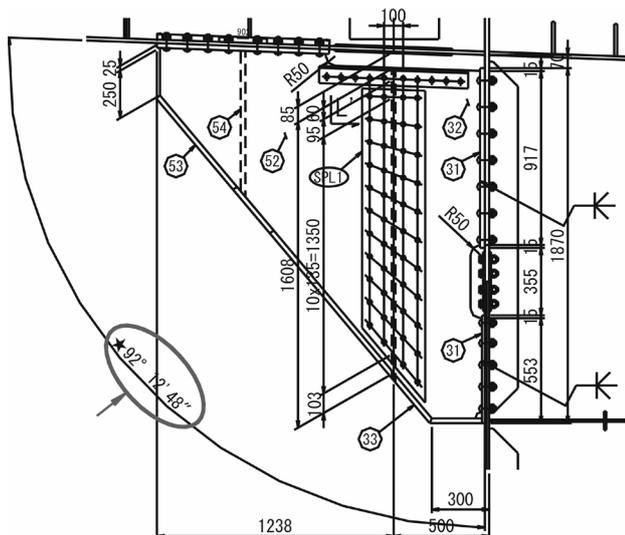


図-3 設計図面の一例

2) 箱桁内面の計測作業では、計測場所の間違いを防止するために計測対象に記号を表示するとともに、計測対象物の写真を撮りながら

計測を実施した。これにより、計測箇所を確実に明示できるとともに、計測後に再確認も可能となり、位置関係のミスをすることなく計測することができた。小寸法部材の計測では、小寸法そのものの実測だけでなく、必ず小寸法の合計となる大寸法も実測して、計測ミスを防止することとした。

3) 上述したような対策を講じても計測ミスや計測結果の反映ミスが完全になくなることはないと考えて、計測結果を反映した補強部材のフィルムにより部材設置位置出し（野書き）を実施した。図-4にフィルムによる確認を示す。フィルムは工場製作段階で作成し、仮組検査で製品との照合確認を実施した。その後、同じフィルムを使用して現場での野書き確認を実施した。

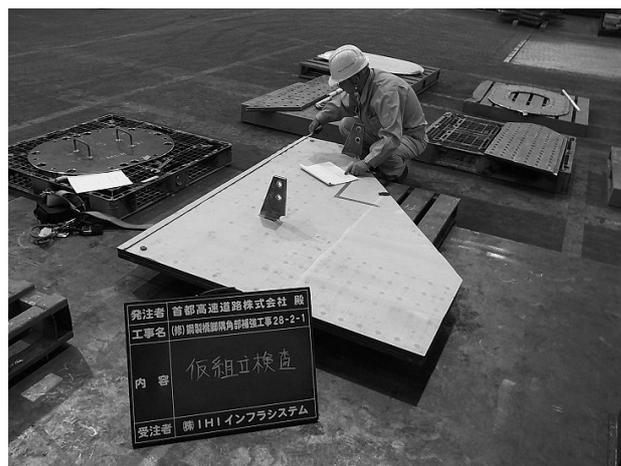


図-4 フィルムによる確認

4. おわりに

本工事では、鋼製橋脚隅角部の施工における現場計測およびその結果の反映段階におけるヒューマンエラーを防止するための工夫により、精度の良い施工を実施することができた。本報告が、今後さらに増大していく橋梁保全事業の施工において一助になれば幸いである。

最後に、本工事の設計・施工にあたりご指導いただいた首都高速道路株式会社の皆様方にお礼を申し上げます。

30 施工計画

仮設防護柵設置方法の工夫

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
畔上 勇樹

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度防災・安全交付金（安全安心）災害防除（緊急対策事業）・令和元年度防災・安全交付金災害防除（緊急対策事業）合併工事
- (2) 発注者：長野県大町建設事務所
- (3) 工事場所：(-) 美麻八坂線大町市美麻～八坂（西大塚1、2）
- (4) 工期：令和元年7月11日～令和2年1月6日

2. 現場における問題点

県道脇の老朽化した既設モルタル吹付法面を取壊し再吹付する工事である。2工区に渡り約600m²の老朽化した吹付法面を、片側交互通行規制をかけて取壊すために、センター防護として仮設防護柵を設置する計画である。H鋼支柱250×250×4000の基礎は現場打ちコンクリート500×500×1000であり、その養生期間やH鋼支柱の自立確保の手順が工程を圧迫していた。また、土留材には丸太が計画されており、数年前まで在庫で保有していた丸太材はすでに腐食して使用出来る状態ではなかった。丸太材のリースはなく、購入材で検討するしかなかった。使用後の在庫管理を考えると丸太材の大量購入には踏み切れず、別の

土留材を使用する施工方法を提案した。

3. 工夫・改善点と適用結果

今回の仮設防護柵設置に対する工夫・改善を次の3項目に絞った。

- (1) 現場打ち基礎コンクリート施工方法の改善

H鋼支柱基礎として、床掘後に型枠を組立て現場打ちコンクリートで基礎を形成する当初の施工方法を、二次製品枠で基礎を形成し埋め戻す施工方法に変更した。(図-1)



図-1 二次製品枠設置

二次製品枠の全数を設置・埋戻し完了後、H鋼を建込み、木矢で枠と4方向で固定した。支柱間隔を調整後、単管とH鋼クランプを使用して、支柱上部・下部が動かないように固定した。その結果、中詰めコンクリート打設時の締固め振動にも支柱が変位することなく自立することができた。施工日数を当初工程と比較してみると、1工区当

たり5日短縮できたので、2工区合わせると、10日の工期短縮ができた。狭い所での型枠作業を変更して安全に施工することができた。(図-2)

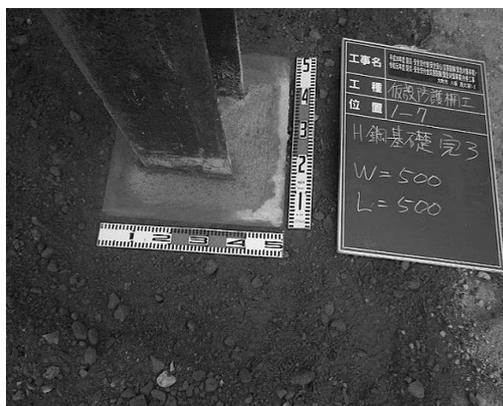


図-2 中詰コンクリート

(2) 土留材料の変更

当初計画の丸太材の使用量は、おおむね36m³になる。在庫を持たずに施工するためには、リース材の使用が考えられる。鋼製矢板や簡易土留板などがあるが、今回は3000×1500×22tの敷き鉄板を横使いの2段重ねで使用した。H鋼支柱の間に挟み込む形で固定してゆくため、H鋼側面にアングルを使用して振れ止めを溶接し、隙間は木矢で固定した。鉄板は1枚約800kgあるので、上下の接点でズレ落ちることのない対策をした。鉄板の突付け部分にはズレ止めとして既製品で丈夫な部材を使用し、安全を図った。(図-3)



図-3 ズレ防止器具使用

その結果、大量の丸太在庫をかかえずに、施工後は使用材料を返却して施工を終わらす事ができた。

また、2工区に渡る部材転用が効率よく出来て

施工性の向上が図れた。

(3) 防護柵設置位置の工夫

当初の仮設防護柵の設置位置を1m施工法面側にシフトして歩行者通路に余裕をもたせた。この路線は通学路でもあり、1kmさきには中学校がある。

できるだけ、歩行者優先で防護柵設置を実施した。

その結果、事故もなく安全に施工することができた。(図-4)



図-4 仮設防護柵設置

4. おわりに

今回の工事では、法長15mある既設モルタル取壊し時の、モルタル塊の落下による衝撃力をもとにした構造計算をふまえ、敷き鉄板を土留材に選定して仮設防護柵設置をした。

通学路ということもあり朝夕の学生集団歩行者や車両の通行の妨げにならないよう、日々の点検を確実に実施し安全性の確保をし、段取り替えや現場状況の変化がある時などは特に気を配り作業環境の整備に努めた。

仮設防護柵は従来からある工法ですが、その構造、使用材料には設計上大きな変化はみられない。近年、土留材の施工方法もブロック化にして作業効率を高める事例もあります。土留丸太材についても、昔と今では使い勝手がすこし異なるのではと感じました。現場毎に、その現場にあった創意工夫を考え、実践してゆくことが、より生産性の高い、より安全な現場につながると思います。

31 工程管理

施工の工夫による工程の確保

新潟県土木施工管理技士会
谷内工業株式会社
工事所長
協 田 浩 一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：新潟港(東港地区)検潮所設置工事
- (2) 発 注 者：新潟港湾・空港整備事務所
- (3) 工事場所：新潟東港
- (4) 工 期：平成30年8月27日～
平成31年1月31日
- (5) 工事内容

本工事は、新潟港（東港地区）検潮所を新設するもので、新設は、指定区域に基礎工施工後、プレキャスト化した基礎ブロックを設置後、外圧管・組立人孔を設置し間詰コンクリート打設を行いそれを検潮井戸とし、その後、上部工施工・建築工事・電気設備工事を施工するものである。

また、「工事書類の簡素化」、「工程提示」、「休日確保型工事」、「若手技術者を配置した工事・働きやすい職場環境を整備した工事・担い手育成活動を実施した工事」の試行工事である。

工種・数量は、表-1に示すように土木工事・建築工事・電気設備工事と工種が多岐にわたり、各工種の施工数量が少ない工事である。

工程提示と休日確保型工事は、港内の静穏区域での施工であるが、水中施工等の施工時期を考慮すると厳しい工程が予想された。

若手技術者を配置した工事・働きやすい職場環境を整備した工事・担い手育成活動を実施した工事は、イメージアップトイレの設置と社内若手社

員・女性社員の現場研修を行うこととした。

表-1 工種・数量

工 種 名 称	単 位	数 量	摘 要
[土木工事]			
基礎工	式	1	
底版ブロック工	式	1	
検潮井戸設置工	式	1	
上部工	式	1	
付属工	式	1	
[建築工事]			
観測建屋設置工	式	1	
階段設置工	式	1	
[電気設備工事]			
低圧幹線設備工事	式	1	
電灯設備工	式	1	



図-1 完成



図-2 施工中

32 工程管理

国道、河川、鉄道を跨ぐ鋼橋架設工事の 工程管理について

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
伊藤 真人

1. はじめに

本報告は、指定された日程を守るために実施した、国道、河川、鉄道を跨ぐ鋼橋架設工事における施工順序の工夫について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：上片巣橋上部工工事
- (2) 発注者：東北地方整備局
- (3) 工事場所：岩手県宮古市川井～片巢
- (4) 工期：平成30年1月30日～平成31年1月31日

2. 現場における問題点

現場への桁搬入日、JR委託工事への作業ヤードの引渡し日、国道通行止めの日程が決まっており、その期間内に桁の架設作業やヤード復旧といった作業を完了しなければなかった。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事では、以下の工程条件があった。

- (1) 桁現場到着可能日：平成30年10月10日
- (2) JR作業ヤード引渡し日：平成30年10月31日
- (3) 国道通行止めの日程：平成30年11月26日～平成30年11月30日

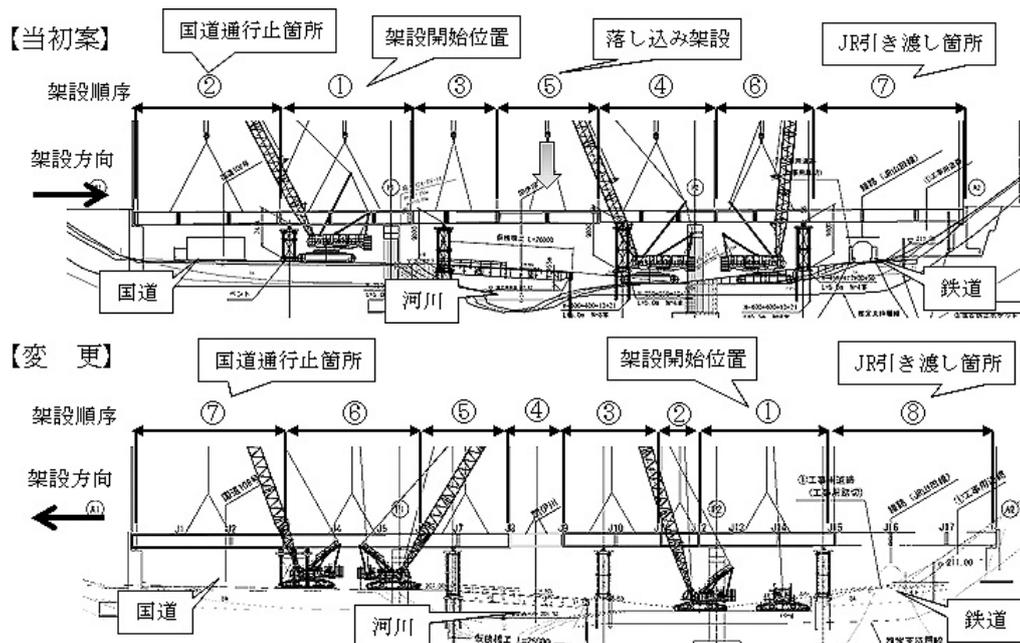


図-1 当初架設案と変更案

当初の案では、国道側の施工が優先され、JR委託工事への作業ヤードの引渡し時期が考慮されてない施工順序であった。このため、作業ヤードの引き渡し箇所を優先とした施工とし、かつ国道通行止め日に間に合うよう、桁の架設順序と地組みブロック割りを変更した。(図-1)

工事は3径間連続箱桁橋を、クレーンベント工法により架設するものであった。

各径間の桁下空間には、国道106号、2級河川閉伊川、JR山田線が横断しており、国道上は夜間による全面通行止めでの架設、閉伊川上の仮栈橋はクローラクレーン通行不可、河川流水部にはベント設置不可、架設後の現場塗装が冬季施工となるなど、工程条件以外にも作業条件が複数ある工事であった。

(1) JR作業ヤード引渡し

JR山田線上の桁架設は、JR委託工事が行うと決まっており、先に架設した本工事の桁と連結する架設順序となっていたため、当工事が先行して桁架設を行わなければならなかった。このため、図-1当初案⑥の位置から国道側に向かう架設順序とした。また、架設はクローラクレーンによる架設となっていたが、河川上の既設仮栈橋の幅員が不足しておりクローラクレーンが自走して通過できないことからトラッククレーンに変更した。9月中旬にベント杭を施工後、変更案①～③の架設をすることで10月末にはJR委託工事へ作業ヤードの引き渡しを行うことができた。

(2) 河川上～国道手前までの架設

図-1 変更案架設順序④～⑥の架設は、トラッククレーンを解体し、JR側作業ヤードから国道側へ回送して行った。④桁を単材で張り出し架設し、地組みした⑤⑥桁を続けて架設した。

(3) 国道上架設

道路協議により国道上の夜間通行止めによる架設は、12月に行くと路面凍結が懸念されるため、11月中旬の施工となった。施工日程は4日間+予備日1日の計5日間とし、通行止め時間は夜行バス通過後の23時から明朝5時までの6時間となっ

た。

架設は地組み桁2本、横桁5枚、縦桁6枚、上部工検査路5枚、板張り防護足場500m²で、施工スケジュールは1日目に主桁1本目架設、主桁2本目の吊り上げ、吊り足場組み立てまで、2日目は主桁2本目の架設、支点上横桁設置、吊り足場組み立て、落下防止ネットの設置まで、3日目は板張り防護足場の組み立て、4日目は横桁、縦桁、検査路の設置を行い予定通り4日間で完了した。

4. おわりに

桁の製作工程が厳しく、現場への桁到着日からJR作業ヤード引渡し、通行止めの施工期間が約50日間と非常に短い工程であったが、架設順序の工夫により、特に問題も無く予定通り施工できた。また、桁架設後の現場塗装時期が12月～1月の冬季となったが、暖房設備を設置して施工した。天候にも恵まれ、降雪が例年より少なかったこともあり、1月末の工期内に完了できた。

最後に、発注者の東北地方整備局 三陸国道事務所、道路協議対応して頂いた岩手県宮古土木センター道路整備課、宮古警察署、閉伊川漁業協同組合、通行止め広報をして頂いた岩手県トラック協会、みやこハーバーラジオ、周辺工事業者、当工事に関わって頂いた協力会社に感謝し、厚く御礼を申し上げます。



図-2 完成写真

33 工程管理

高橋上部工事(2期工事)の工程短縮について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

JV 監理技術者

JV 現場代理人

加 藤

進〇

田 島

貴 裕

1. はじめに

本工事は県道豊田則定線高橋(旧トラス橋)の架け替え事業の2期工事、橋梁形式は3径間連続鋼床版箱桁橋・橋長223.6mである。

本橋は矢作川に架かる橋梁で、慢性的に発生する交通渋滞対策として早期に架け替え工事を終え、供用開始を要望された路線の橋梁である。また、本橋の工期末は年9月30日であるが、2019年9月に開催時期を迎えるラグビーワールドカップまでに道路整備を完了するべく、2019年6月末の橋面引き渡しを特記仕様書に明記されていた。よって、無事故無災害の継続は勿論のこと、河川汚濁防止、各工種毎の工程管理及び投入人員数の検討等、全体工程の短縮を図る必要があった。



図-1 現場位置



図-2 施工完了時

工事概要

- (1) 工 事 名 : 街路新設改良事業豊田都市計画
道路豊田則定線高橋上部工事
(誰もが働きやすい現場環境整備工事)
- (2) 発 注 者 : 愛知県
- (3) 工事場所 : 愛知県豊田市中島町地内 (図-1)

- (4) 工 期 : 2017年12月22日～
2019年9月30日

2. 現場における問題点

- (1) 現場は住宅地に近接しており、一級河川矢作川に架かる橋梁である。供用中の1期線の一般車両に対する配慮、騒音・振動の防止、及び河川汚濁防止策を徹底する必要があった。また、矢作川右岸側の河川敷は遊歩道・公園として地元の方々から広く利用されている場所でもあり、その中で建設工事を行うにあたり、歩行者通路の確保や工事期間の周知を確実に行う必要があった。
- (2) 指定仮設として仮棧橋工法「LIBRA」(株横山基礎工事様)が設計書に明記済。

現地施工の他の工種についてもさらに工程短縮を図る必要があった。特記仕様書において6月末までに橋面引渡しを行うことが絶対条件である。また、河川協議において6月以降は河川エリアに資機材を置く事が出来ないため、7月以降に作業を残すことは資機材置き場を失う事で作業効率は非常に悪くなる事が言える。さらに、本工事の右岸側河川敷に降りるスロープは豊田スタジアムに通ずる通路を造成するために有用な箇所であり、6月途中からはワールドカップに向けての車両用通路の造成も予定されていた。以上の事より本工事の現地施工は実際には2019年6月末までに全作業を完了させる必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 作業時は重機及び発電機周りに防音パネルの設置及び消音型機種によるボルト締付を実施し河川内は汚濁防止フェンス、濁度計の常時設置とオイルガード付発電機を使用した。

供用中路線と近接のため、上流側の桁は横取工法による施工を行った。飛散物防止と目隠しのため1期線との境界部にはメッシュシートを設置し第三者災害防止に努めた。右岸側河川敷ヤードでは歩行者マット及びバリケードの設置により一般の方の安全通路を確保し、工事内容等について一般の方から聞かれた際はJV職員による説明を行い工事に対する御理解を得られるよう努力した。

- (2) LIBRA工法（株横山基礎工事様）は栈橋先行後の鋼管杭打ち込みによる工程短縮と安全確保を両立した優れた工法である。（図-3）



図-3 LIBRA工法（栈橋先行・杭打込状況）

LIBRA工法採用と左右各岸の2班施工により仮栈橋組立・撤去とも従来のH鋼杭栈橋工法より約2.0か月の工程短縮効果があった。



図-4 架設状況（2班施工）

その他の工種（架設工、溶接工、塗装工、付属物工）についても全て2班以上の施工班数による対応を行った。（図-4） LIBRA設置→ベント設

置（杭ベント4基含む）→上流側桁（G2）架設→現場継手→下流側へ横取（図-5）・降下→上流側桁（G1）架設→現場継手→ベント撤去→中床版架設→現場継手→LIBRA撤去→橋梁付属物工と常に繁忙期状態の現地施工であったが、各工種工程の管理・短縮により6月13日には橋面引渡期限の遵守は勿論、本工事の現地施工全ての作業を完了することが出来た。

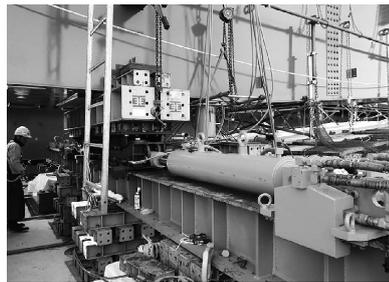


図-5 主桁横取状況（上流側→下流側）

施主側要求（2019年6月末の橋面引渡）以上の工程短縮が図れたと同時に出来形・品質管理においては社内規格値の設定により精度の良い構造物を収めることができた。また、第三者災害防止、無事故無災害の継続、河川汚濁防止も全期間に渡り達成することができた。

4. おわりに

本工事において仮栈橋「LIBRA」をはじめ2班以上の施工による工程短縮をはかり、現地施工全期間について無事故無災害での竣工となりました。今後もさらに工程管理及び安全管理に優れ、高い信頼を得られる施工を行うべく努力していきたい。



図-6 完了時全景（矢作川上流より）

最後に、本工事の設計・製作・施工に御指導頂きました全ての皆様に厚く御礼申し上げます。

34 工程管理

自動車専用道路舗装工事における工程短縮について

(一社)北海道土木施工管理技士会
道路工業株式会社
現場代理人
笹 谷 晃

1. はじめに

後志自動車道は、北海道横断自動車道のうち、余市町～小樽市間の約23kmの区間で、平成30年12月8日に開通した。(図-1)

本稿は、後志自動車道で当社が施工した舗装工事において、トンネル内の監視員通路工における工程短縮について報告するものである。

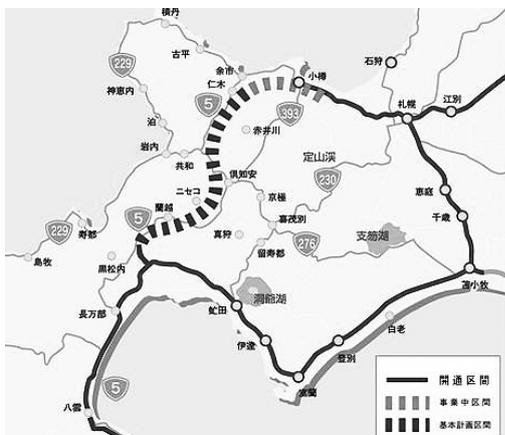


図-1 自動車専用道路路線図

工事概要

- (1) 工事名：北海道横断自動車道
余市小樽舗装工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社
北海道支社(小樽工事事務所担当)
- (3) 工事場所：北海道余市郡余市町登町～
小樽市天神
- (4) 工期：平成29年5月20日～
令和元年9月6日

土工部延長 : L = 8,937m
橋梁部延長 : L = 2,527m (9カ所)
トンネル部延長 : L = 4,511m (4カ所)

2. 現場における問題点

本路線には全長約3kmの天狗山トンネルがあり、トンネル内の監視員通路箇所において電気工事、照明工事、防災設備工事などの関連工事が重複している。それらの関連工事の施工開始には、舗装工事の監視員通路工(図-2)の完了が必須である。当初工程では約3か月の施工期間を見込んでいたが、後続の関連工事の工程に影響を及ぼさないよう早期に引き渡しを行うため、監視員通路工の工程短縮が必要となった。

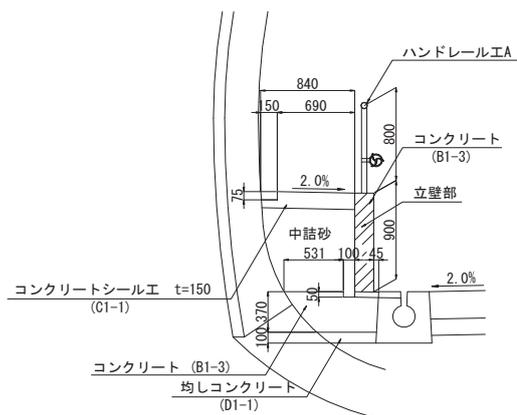


図-2 監視員通路工施工断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

天狗山トンネルにおける監視員通路工の工程短縮を図るため、監視員通路の立壁部の施工に着目

した。立壁部の施工日数を短縮することができれば、後続関連工事に早期引き渡しが可能となる。

そこで、従来工法（セットフォーム工法）のほかに、機械施工（スリップフォーム工法）、二次製品化施工（プレキャスト工法）を比較し、施工日数はもとより、それぞれのメリット、デメリットを検討し、最適な工法を選定するよう努めた。

従来工法（セットフォーム工法）は、低コストのため経済性には優位であるが、型枠設置や生コン打設、養生と完了までに多くの時間を要する。

改善策として、複数班による並行施工を行うことにより工程を短縮することは可能ではあるが、トンネル内という作業スペースが制限される中で複数班作業には限界があり、また、作業人員不足のため現実的には増班が困難であった。

つぎに、機械施工（スリップフォーム工法）による立壁部の打設を検討した。スリップフォーム工法は、日当たり施工量が約154m/日であり、3案の中では最大の施工量ではあるが、長期間の養生日数を要することと、施工を行う専門業者が限られており、複数の施工班や施工機械の迅速な確保が困難であった。また、施工上、立壁を自立させるために壁面が斜めとなることから、立壁部全面のタイル張り作業の施工能力が低下する懸念があり、全体工程に影響を与える可能性があった。

最後に、二次製品化施工（プレキャスト工法）による工程短縮案を検討した。二次製品化施工は、立壁部にプレキャスト品（図-3）を使用し、立壁部の天端に基準系を張り、それに合わせて製

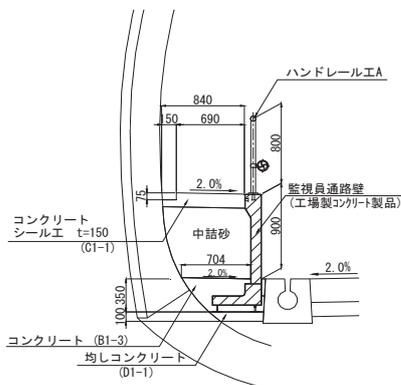


図-3 監視員通路工変更断面図

品を設置する方法であり、小型クレーン付きバックホウによる設置も可能であるため施工が容易である。しかし、約1割のコスト増額と二次製品の生産に時間を要するというデメリットがある。

3種類の工法別施工日数の比較表を（表-1）に記載する。発注者との協議により、3種類の施工方法の施工日数、メリット、デメリットを総合的に検討した結果、現地でコンクリートを打設する前述の2案ではなく、養生期間を設ける必要が無く、設置後すぐに次工程を開始することができる二次製品化施工（プレキャスト工法）に決定した。

二次製品の施工にあたっては、コンクリート舗装面にキヤタ跡が残らぬようキヤタピラ部に白色のパッドを装着したバックホウを使用し、製品設置時はライナープレートで高さ調整を行い、連結金具にて製品を固定する方法をとった。

表-1 工法別施工日数比較表

施工方法	従来工法 (セットフォーム工法)	機械施工 (スリップフォーム工法)	二次製品化施工
日当たり施工量	40m(2班施工)	154m	100m
実施工日数	74日	19日(+養生日数)	30日
稼働率85%	88日	23日(+養生日数)	36日

4. おわりに

この工法を採用したことにより、従来工法に比べて施工能力が2.5倍と向上し、監視員通路工の工程を大幅に短縮できた。また、発注者の迅速な決断により、二次製品の製造を早期に開始することができ、全体工程に影響を及ぼすことがなく、無事に工事を完成させることができた。（図-4）



図-4 立壁設置完了写真

35 工程管理

国道や歩道橋に近接した架設作業の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

監理技術者

現場代理人

末川 勝[○] 金野 利彦

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度
名二環春田4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：愛知県名古屋市中川区春田
- (4) 工期：自)平成30年4月24日
至)令和元年11月29日

本工事は、名古屋環状二号線における名古屋西JCTから飛鳥JCT（仮称）の建設事業のうち、春田3丁目から春田4丁目の区間で外回り（北行き）及び内回り（南行き）の3径間連続非合成少数鉸桁橋2連の架設工事であった。（図-1）

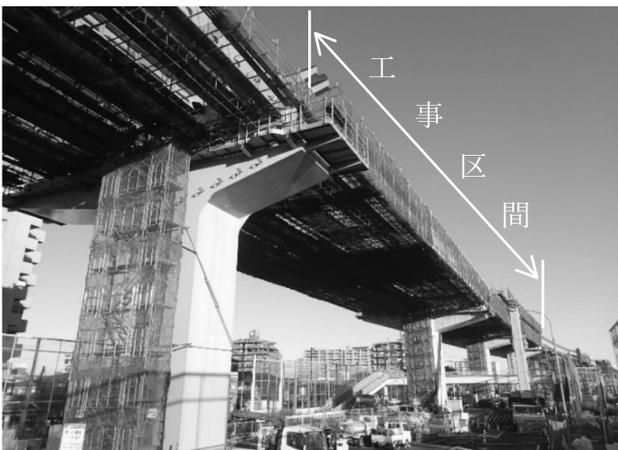


図-1 春田4高架橋

この路線が完成すれば名古屋都市圏の環状道路として、都心の高速道路ネットワークの機能を強化し、名古屋港湾地域の物流の効率化、企業活動

の向上、地域活動の活性化等の様々な整備効果が期待されている。

2. 現場における問題点

架設現場の下には既に供用している国道302号（4車線）があり、外回りを架設時は南行き車線の2車線で対面通行とし、その後車両通行帯を切り替え、内回りを架設時は北行き車線の2車線で対面通行として施工を行った。（図-2）

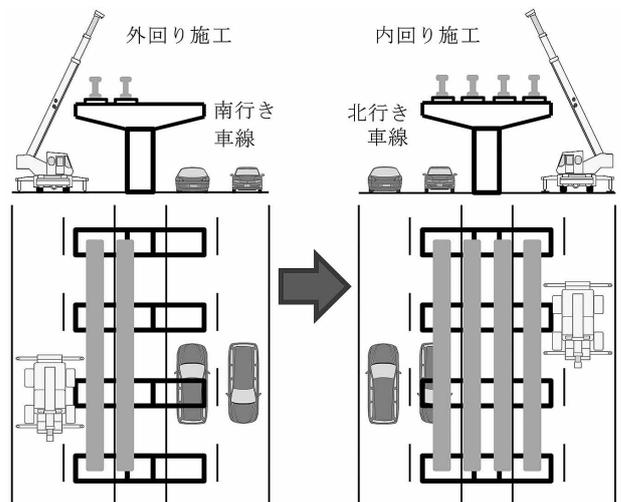


図-2 施工ヤードイメージ図

この限られた施工ヤードには、縦断するように地下埋設物である共同溝があり、その上部にはクレーンのアウトリガー等の重量物を載荷してはいけない制限があった。そのためクレーン設置位置及び地組立架台位置が限られ、当初計画である地組立→現場溶接（地上）→桁架設→現場溶接（上空）において工程の遅延が懸念された。

またヤード中央には横断歩道橋があり、その歩道橋は小学生の通学路としても利用していた。その上空架設時には、迂回路を設けての終日通行止め規制を計画していたが、関係機関との事前協議において規制日数を最小限にするよう要望があり、改めて架設計画を見直すことが必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 現場溶接継手部の工夫

当初計画では、地上において地組立後に現場溶接を行いその後上架する計画であったが、クレーン設置位置の確保ができないことや、架設工と溶接工が輻輳作業となることから、地上での現場溶接を省き上空（上架後）にて現場溶接ができるよう工夫を行った。

桁架設後に上空にて現場溶接を行うため、地組立継手部の先行溶接に代わり、上フランジに鋼重（桁自重）応力を伝達可能なエレクションピースを設置することとした。また上空では開先精度の低下が懸念されるため、鉛直方向のずれを抑制させる目違い防止治具を設置し、それぞれを高力ボルトで締め付け架設することとした。（図-3）

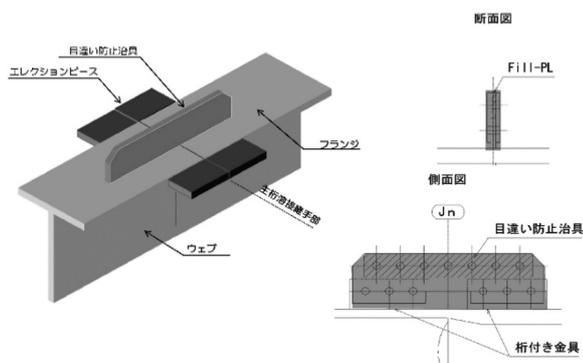


図-3 現場溶接継手部構造

結果として、上架後も地組立時の開先形状を保持し、上空での溶接作業を行うことができた。また作業においては、架設工が先行して行いその後、溶接工が着手できるといった一連の作業が可能となり、工程の遅延なく進捗することができた。

3-2 架設計画見直しによる規制日数削減の工夫

当初架設計画では、起点側から桁を架設する計画であったが、順序を替え終点側から架設する計画との規制日数を比較した。そうすることにより規制日数を大幅に削減することが可能となるため、架設順序を変更することとした。（図-4）

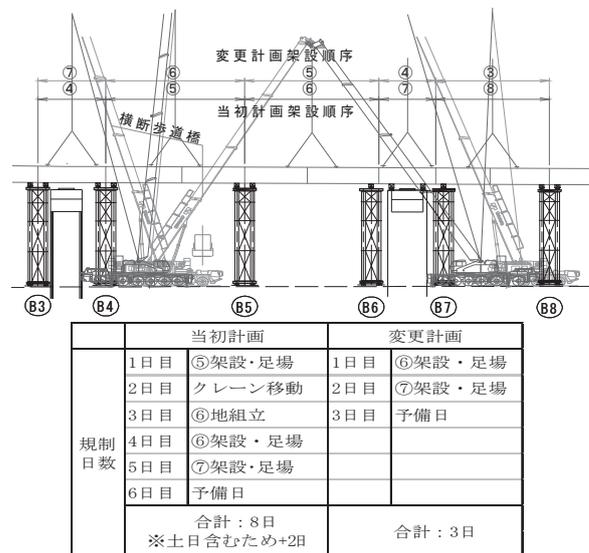


図-4 規制日数の比較検討

しかし、架設順序を変更するにあたり支間中央部の桁架設時に、クレーンの吊能力が不足することが分かった。そのため当初計画の160t吊トラッククレーンの仕様を200t吊トラッククレーンへ変更することとした。

結果として、当初計画では規制日数が8日であったが、架設順序とクレーンの仕様を変更することにより規制日数を3日に抑えることができた。

4. おわりに

本工事では、国道や歩道橋に近接した架設作業の工夫を実施したことにより、遅延なく工事を完成することができた。また、市街地の工事現場において、第三者からの要望等に対し早急な対応の重要性を再認識しました。

最後に、本工事の施工にあたりご尽力いただきました関係者の皆様へ感謝の意を表し報告させていただきます。

36 品質管理

コンクリート構造物の耐久性向上について

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

当該工事は、有明沿岸道路整備事業の内、大川市大野島地内において橋脚2基（下り線・上り線）を施工する工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：福岡208号
早津江川橋下部工（AP4）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：福岡県大川市大字大野島地内
- (4) 工 期：平成30年4月10日～
平成31年3月29日



図-1 完成写真

2. 現場における問題点

本工事はコンクリート構造物を建設する工事であり、コンクリートの耐久性向上の為に何をすべ

きかが課題となった。又、橋脚躯体梁部のコンクリート打設時期が2月上旬となり、最も寒い時期の打設で、寒中コンクリート対策を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

コンクリートの耐久性向上の為にコンクリート材料にスーパーハイブリット混和材を使用した。スーパーハイブリット混和材とはセメントの一部と置換えることで、塩害対策をはじめとした乾燥収縮・アルカリ骨材反応などを抑制する混和材である。今回はセメント量の20%をスーパーハイブリット混和材に置換えて施工した。（表-1）

表-1 コンクリート配合表

24-8-20BB	W/B	W水	Bセメント	B混和材	骨材	混和材
通常配合	53.5	166	310	0	873	1080
スーパーハイブリットの配合	53.5	166	248	62	873	1080

スーパーハイブリット混和材をセメントと置換えて使用することで、主に次の7項目の効果が表れた。

- ① ワークビリティが増大することによって、流動性が非常に良くなり作業性が向上した。
- ② 粘着性が増加したことで、バイブレーター締固めを十分行っても骨材の分離がなくなった。
- ③ ポゾラン反応が早期より活発に行われることで、コンクリート内部をすばやく緻密にして余剰水を吸収することで、ブリーディング水が大

幅に減少した。

- ④ 比表面積 $10,000\text{cm}^2/\text{g}$ 以上（高炉セメントは $4,000\text{cm}^2/\text{g}$ 程度）の超微粉末である為、ポズラン反応と同時にセメント粒子間の空隙を充填するので強度の発現が早く様々な耐久性が向上した。
- ⑤ 超微粉末であるため、コンクリートの空隙を塞ぎ緻密なコンクリートとなり、乾燥ひび割れを防止した。
- ⑥ コンクリートが緻密になったことで、水・空気を通しにくい構造物となり、防水性が向上した。
- ⑦ スーパーハイブリット混和材をセメント量の20%置換えることで、セメント量が減少（単位セメント量 $300\text{kg}/\text{m}^3$ 以下）し、水和熱を抑制させ温度ひび割れを防止した。



図-2 スーパーハイブリット混和材

以上の効果が現れ、施工時のブリーディング水が減少しコンクリートが緻密になったことで、コンクリートの出来栄も良い構造物となった。

次に寒中コンクリート対策として、次の4項目を実施した。

- ① 設計では梁部の生コンクリート配合がスランプ 12cm となっていたが、スーパーハイブリット混和材を使用する事により生コンクリートの流動性が向上した為、スランプを 8cm に変更し単位水量を低減させて、コンクリートの凍結防止を行った。
- ② コンクリート打設後、外気温によりコンクリート表面を急激に冷やさないように足場の外側から全体をブルーシートで覆い、シートの

内側にストーブを設置して保温養生を行った。

(図-3)



図-3 コンクリート保温養生

- ③ コンクリートの湿潤養生時に、養生水によりコンクリートを急激に冷やさないように水温が高い地下水を使用した。(図-4)



図-4 養生水温度測定

- ④ コンクリート内部と表面部の温度差が 25°C 以上生じた場合、温度ひび割れが発生しやすくなるため、コンクリート内部温度・コンクリート表面温度・養生内温度・外気温を測定し、コンクリート内部温度とコンクリート表面温度が 25°C 以上にならないように養生の内側温度の調整を行った。

4. おわりに

地域社会の基盤づくりの為に、高い品質の構築物を建設していくことが、公共工事の施工業者である私たちの使命だと思う。これからも知恵と工夫を出しながらより良い構築物を建設していきたい。

37 品質管理

中間支点上を跨ぐ床版コンクリート打設時のひび割れ抑止対策について

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

監理技術者

岡本 英明[○] 宗村 基弘

1. はじめに

本工事は田辺西バイパス芳養高架橋（8径間連続非合成箱桁橋）の内、P4～A2間（4径間）の鋼橋架設・床版・付属物の工事である。8径間1連を鋼上部工3社にて施工する工事であるために、床版コンクリート打設検討は1連で行い、その結果を3社で共有する施工形態をとることを余儀なくされた。図-1に架橋状況を示す。



図-1 田辺西バイパス芳養高架橋

8径間連続橋での通常打設ブロック割りは、支間+支点上の計17ブロックであるが、その割りでは打設回数+各養生日数及び3社施工を加味すると全体工程に納まらない。そこで床版打設検討における条件として①最短工程、②品質確保、③経済性が挙げられていた。解析検討により諸条件を満足した打設ブロック割りを決定したが、打設ブロック内に中間支点を有するため、ブロック内の

既打設コンクリート部への影響を考慮する必要がある。本報告ではその影響を抑止する対策手法として、振動機付締固め機を適時使用した「あとタンピング施工」の有効性を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：田辺西バイパス芳養高架橋芳養地区上部工事
- (2) 発注者：国土交通省近畿地方整備局 紀南河川国道事務所
- (3) 工事場所：和歌山県田辺市芳養町地先
- (4) 工期：平成30年3月～令和元年8月

2. 現場における問題点

- 1) 打設先頭が中間支点上を通過した後は、コンクリート自重による撓みにより既打設コンクリートの中間支点付近が引張傾向になるため、ひび割れが発生し易い状態にある。図-2に中間支点を通過する打設の模式図を示す。また図-3に本工事での実施床版打設ブロック割りを示す。

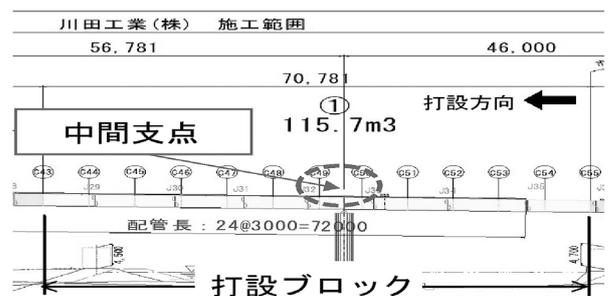


図-2 中間支点を通過する打設模式図

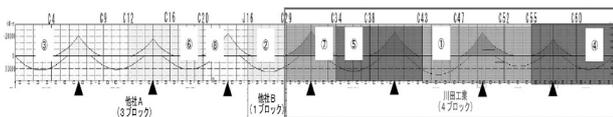


図-3 本工事での実施床版打設ブロック割り

2) 当該ひび割れの懸念に対する具体的な抑止対策が必要であった。同じ打設ブロック内で打設箇所が、どのタイミングで中間支点上の既打設コンクリートにひび割れを誘発するか判断に苦慮した。

3. 具体的なひび割れ抑止対策と適用効果

1) ひび割れ抑止として、振動機付締固め機を採用することとした。これは引張傾向にある中間支点上の目視できない微細なひび割れを適切なタイミングで「あとタンピング施工」することで取り除き、かつ密実でひび割れないコンクリート表面を形成することに効果をあらわした。図-4に振動機付締固め機（実機）を示す。



図-4 振動機付締固め機（実機）

適切なタイミングは床版コンクリート打設完了後が望ましいが、表面積が大きく版厚の薄い構造物であり、当日の天候により仕上げのタイミングが変動するため仕上げ可能なギリギリの状態とした。



図-5 打設進捗とあとタンピング施工位置関係

2) あとタンピングの施工範囲は、中間支点の不曲げ区間全域とした。これは中間支点上直上近傍のみでは不曲げ区間全域を網羅できず、床版コンクリート施工完了後のひび割れの発生要因となるリスクを大幅に回避するためである。

図-6にあとタンピング施工範囲と状況を示す。

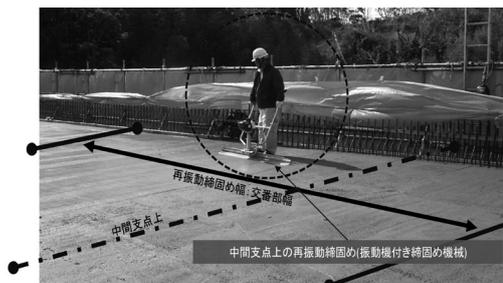


図-6 あとタンピング施工範囲と状況

3) 中間支点を有する4つの全打設ブロックにおいて同機でのあとタンピングを行った結果、全ての中間支点直上及び不曲げ区間においても微細なひび割れも発生しなかった。また中間支点付近以外の全ての床版上面においてもひび割れの発生は見られなかった。

4. おわりに

本工事において、1ブロック内で中間支点上を通過せざるをえない床版コンクリート打設においては、適切な時期に振動機付締固め機を使用し、あとタンピングを施すことで、中間支点上及び不曲げ区間のひび割れを効果的に抑止できることを確認することができた。特に全体工期に諸制約条件を有した床版コンクリート施工においては、中間支点を含むブロック割りを視野に入れた打設検討を行うことも工程短縮のうえで有効である。今後、同条件下の施工では本結果を踏まえてあとタンピング施工を標準案としてひび割れ抑止に適用していきたい。

最後に、本工事の設計・施工にあたり、ご指導、ご協力いただきました近畿地方整備局紀南河川国道事務所田辺国道維持出張所様をはじめとして、関係者の皆様方に厚くお礼を申し上げます。

38 品質管理

不等沈下の防止と冬期の作業環境の改善

長野県土木施工管理技士会
株式会社倉品組
技術係長
寺嶋 孝雄

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度 防災・安全交付金
（地すべり対策）工事
- (2) 発注者：長野県犀川砂防事務所
- (3) 工事場所：（地）宮の平 北安曇郡 池田町
宮の平2工区
- (4) 工期：平成30年10月3日～
令和元年6月28日

本工事は、地すべり防止区域として継続的に対策を行ってきている地域において、今回は、

集水井工 1基 H=21.0m

集水ボーリング工 N=7本（ $\Sigma L=401.0$ m）

排水ボーリング工 N=1本（L=43.6m）

を行う地すべり防止工事であった。

2. 現場における問題点

着工当初に設計図書照査を行ったところ、現場地形および土質の特徴から施工地盤が軟弱であることが考えられた。そこで抗口固定工の施工に先立ち簡易貫入試験を実施し、地盤反力を算出した結果、軟弱な地盤が予想以上に広範囲にわたっていた。また、集水井設置計画箇所は、搬入予定の町道の幅員が狭く勾配が急であるため、資機材の搬入、残土搬出車両の通行が困難である事が予測された。安全かつ効率的に集水井掘削を行うためには十分な作業スペース等を確保する必要があっ

た。以上により、

- ① 軟弱地盤による不等沈下の防止
 - ② 集水井掘削作業スペースの確保
- の2点について検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 軟弱地盤による不等沈下の防止

地盤の現状を基に集水井の施工基準高及び固定コンクリートの施工面積について再検討し、不等沈下の防止策として施工面積を拡大することを協議し、変更した。また、集水井固定コンクリート埋戻土を埋戻す際に、強固な地盤を確保するため発生土をセメント改良して埋戻しを行った。

（図-1）

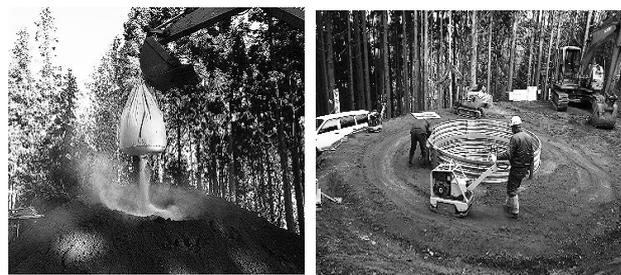


図-1 改良土埋戻し状況

その結果、集水井工が竣工するまで作業地盤の強度が確保され、掘削時に発生しやすい不等沈下を防止できた。また、集水井掘削作業時は、集水井工ライナープレートと地山との間に隙間が無いようにするため、ある程度まで重機で掘削後、ライナープレート設置付近は人力で掘削し、チップングを行いながら過掘りをしない様に微調整を繰

り返して施工した。(図-2) 冬期間の施工のため、集水井グラウト注入時にはグラウト材に防凍材を練り混ぜることで凍害を予防し、集水井の沈下等を防止して所定の品質を確保した。

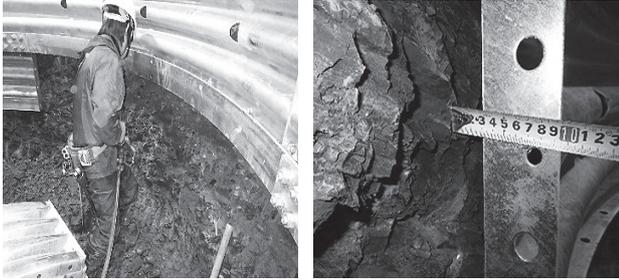


図-2 人力掘削状況、地山隙間確認

② 集水井掘削作業スペースの確保

集水井設置箇所の北西側山林の一部については、「所有者所在不明のため作業ヤードの借地は困難」と設計書の特記事項に示されていたが、掘削作業スペースの確保、安全勾配での仮設道路の設置を考えると北西側が安全施工のために最も適していると判断し、北西側への作業ヤード及び仮設道路の施工配置の必要性を提案し地元調整の結果、山林所有者の親族の方をはじめ、その他関係地権者3者から設置計画、土地使用、支障木伐採の了解を得る事ができ、施工が可能となった。その結果、安全かつ施工効率の良い施工ヤードを確保することができた。(図-3)

横断面図
S=1:100

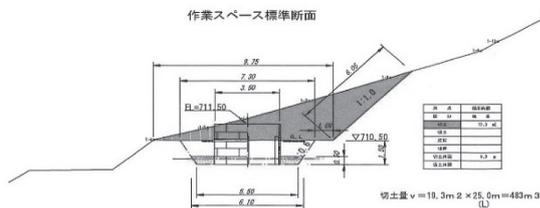


図-3 作業スペース確保横断面図

続いて集水井工の施工前に、作業場所周辺に碎石を敷均し転圧を行った。重機や車両、作業員の足等に土が付かないようにすることで、現場での作業性が向上し工期短縮にもつながった他、地表の凍結による転倒防止にも効果的であった。

4. おわりに

冬期間の施工は、凍結・降雪・日没時刻の早まり等他の季節よりも工程の進捗状況に影響する事象が多い。安全で効率的に作業が進行するよう、凍結にはスリップ防止の塩カル・滑り止め砂の散布、降雪時には小まめな除雪で対応した他、運搬路の安全確保のため路肩の危険箇所ポールを設



図-4 路肩部ポール設置、塩カル散布

置し、道路線形を明確にして脱輪、法面への転落防止に努めた。(図-4) また、日没後も作業を安全に継続できるように現場周辺には照明設備を設置し、集水井上部からもライトで照らすことで井戸内部での視認性を良好に保つように工夫した。(図-5) その他、作業員の体調管理に配慮



図-5 照明設備配置

して、時節柄インフルエンザ感染予防のため速乾性の手指消毒剤を休憩室等に設置し安全教育でも指導徹底した結果、罹患者を出すことなく作業に従事できた。

最後に、本工事が無事故、無災害で竣工した事に対し、ご指導いただいた発注者、関係機関の方々、工事に理解・協力いただいた地域住民の皆様に感謝申し上げ報告といたします。

39 品質管理

自動追尾測量機を用いた床版コンクリート均し段階の出来形管理

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

浅野 剛[○]

監理技術者

柿原 英樹

計画担当者

松田 大介

1. はじめに

本工事は、仁淀川水系日下川流域の床上浸水対策特別事業である新規放水路整備の一環として取水口付近の街路付替えに伴う、橋長38.2mのRC床版を有する鋼単純桁橋の新設工事である。本橋梁は、縦断勾配が0.3%と小さく、横断方向に1.5%拌み勾配を設けて路面上の雨水等を排水するため、この勾配を精度よく確保することが求められた。一方でコンクリート床版の仕上がり高さを管理する検測棒は、撤去跡を残さないことや機械仕上げ時の作業性を考慮し、粗均し時に撤去するのが最近の主流である。このため、出来形精度に直結する最終仕上げ段階では管理高さを示す目標が少ないうえに、今回のように拌み勾配の場合は頂点位置とその高さが不明確となり、精度の高い仕上げが困難となる。そこで本報告では、自動追尾測量機を用いた出来形管理手法を均し作業段階に適用し、床版コンクリート表面の仕上がり精度向上を試行する一例としてその内容を紹介する。



図-1 検測棒撤去後の仕上げ状況例

工事概要

- (1) 工事名：平成30-31年度
日下川橋梁上部工事
- (2) 発注者：国土交通省四国地方整備局
高知河川国道事務所
- (3) 工事場所：高知県高岡郡日高町沖名地先
- (4) 工期：平成30年11月～令和2年1月

2. 本現場への適用理由

鋼橋の床版高さ（標高）は、打設するコンクリートの自重に伴い段階的に変化するため、コンクリート打設作業中の高さ管理が難しく、連続桁では隣接径間の影響が加わることでさらに複雑になる。そこで今回は、段階的な変位が発生しにくい単純桁（打設回数1回）を試行対象として選定し、コンクリート打ち込み作業が終わった後の均し段階での適用が妥当であると判断した。

3. 工夫・改善点と適用結果

精度の高い仕上げを確保する手法として、均し段階の管理に『コンクリート打設天端仕上がり高さ管理システム「コテプリ」(NETIS:KT-180117-A)』を導入した。その構成は、自動追尾測量機器のLN-100（以下、本体という。）と受信器の360°プリズム、計測端末のFZ-E1およびウェアラブル端末のスマートグラスである。

事前準備作業として、管理計画値となる座標の

本体への入力と、本体位置を確定するための座標既知点2か所の設定が必要である。今回はコンクリートの打ち込み後のZ座標（標高）を計画値として使用した。余談となるが、連続桁での使用を計画する際には、打設ステップ毎の変位を反映したZ座標の計画値が必要と思われる。本体は、座標既知点2か所と床版打設区画全面の双方を視準できる位置で、通信可能距離の目安である50m範囲内かつ、俯角方向の視準限界である45°以上となるように、A1橋台背面に枠組み足場で専用架台を設けて据え付けた。なお、本体は自動で水平を保つ機能を有するため、枠組み足場の揺れ等による不具合は生じなかった。本体設置後のキャリブレーションとして、左官工が実際に使用するコテに装着した360°プリズムの取付け高さを正確に測定して本体に入力するとともに、標高既知点にコテを置いてゼロ設定を行った。

計測段階では、携帯端末は計測データの表示のほか本体のコントロールが可能であるが、スマートフォン形状であり左官工が作業しながら操作するには不向きであるため小型のリモコンが別途用意されている。しかし今回の実施において、左官工はスマートグラスに示される最小限の情報（計画値との差が色と数字で表示される）を確認しながら均し作業を行い、携帯端末を担当する職員が付き添う体制とすることがスムーズな運用方法であることがわかった。

最終的な全体の出来形成果を確認するため、



図-2 「コテプリ」を用いた均し作業状況

『3Dスキャン計測システム「3DサーフェスB」』を使用して仕上げ後の高さを計測した。計画値との乖離をコンター表示したものを図-3に示す。緑色表示が±5mmの範囲で、高い部分を赤色、低い部分を青色表示している。上段が修正前、下段が修正後の最終形状である。

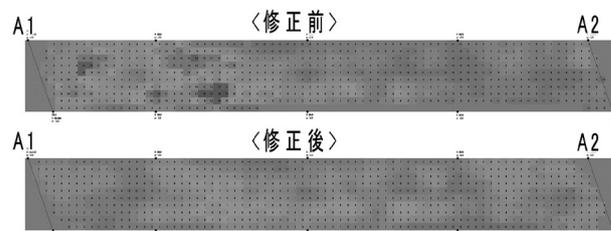


図-3 計画値との差のコンター表示

ここで分かったことは運用方法の課題である。計測管理をしながら均し作業を行う場合にはその計測頻度を予め設定し、実作業時に目印となる目標を設置しておく必要があった。計測頻度が粗くなった箇所は修正前の結果が示すように誤差が大きくなるためである。

また、今後克服すべきシステムの課題としては、本体とプリズムの間に一瞬でも遮蔽物が入ることで通信が途切れてエラーとなることや、実際の均し作業時のコテの動き（速さ）に追従できないことが挙げられる。エラー解除には左官工用の小型リモコンを操作しサーチ中の本体を誘導して復帰させることで可能ではあるが、頻繁に行うことは作業性が低下して現実的でない。そのほかには、汎用品を流用したスマートグラスの視認性向上や、保護メガネとの一体化などの改良が望まれる。

4. おわりに

本工事で適用した出来形管理手法の適用性を検討した結果、期待した精度を確保できることが確認できた。今後さらに試行を繰り返し行い、連続桁や複雑な線形への適応性などを検証し、幅広く適用できるように検討していきたい。

最後に、本工事の施工にあたりご指導いただきました皆様に厚くお礼を申し上げます。

40 品質管理

試験施工によるアーチ橋コンクリート工の品質向上

東京土木施工管理技士会

株式会社大本組

土木本部工務部

鈴木 浩之[○]

九州支店土木部

柴丸 祐治

東京支店土木部

山田 芳丈

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：上信越自動車道矢代工事
- (2) 発注者：東日本高速道路（株）新潟支社
- (3) 工事場所：新潟県上越市中郷区藤沢
～新潟県妙高市大字長森
- (4) 工期：自）平成27年2月18日
至）平成30年9月30日

上信越自動車道は群馬県で関越自動車道と分岐し新潟県で北陸自動車道と接続する全長約203kmの高速自動車道であり、長野県の信濃町ICから新潟県の上越JCT間37.5kmは全線開通時に暫定2車線で供用開始した区間である。

この区間の4車線化事業は、広域ネットワークの強化、中央分離帯突破事故の防止、混雑期の交通集中渋滞の緩和のほか、豪雪地帯を通過する路線における冬季の円滑な交通を確保するために事業を進めており、本工事はそのうちの中郷IC～上越高田IC間5.8kmの区間である。



図-1 あらい高架橋 全景

2. 現場における問題点

本工事には土工事による車線拡幅工事とともに供用線に近接して4つの橋梁を新設するものが含まれ、そのうちの1つに、あらい高架橋が含まれる。あらい高架橋は橋長306.1mの橋梁でRC8径間連続充腹アーチ橋（図-1）である。

本橋梁は耐震設計の結果より主筋がD51@150の4段、配力筋がD25@150にもなる断面があり、最大664kg/m³もの鉄筋量（図-2）となっており、I期線橋梁に比べ大幅に鉄筋量が多く径が大きくなっている。そのうえ、アーチ部のコンクリート打設では被せ型枠を設置して、打設窓から太径鉄筋を有する鉄筋内部にコンクリートを打ち込み締め固めるため、コンクリートの充填不足、材料分離およびコールドジョイントなどが懸念された。

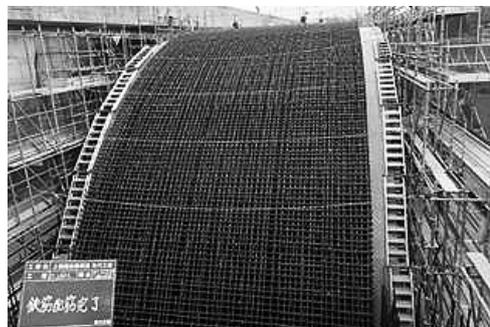


図-2 アーチ部配筋

3. 工夫・改善点と適用結果

このような問題点を解決するため、施工前に実

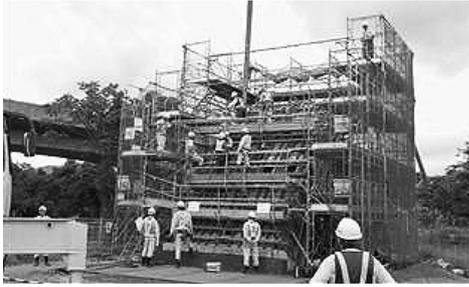


図-3 試験施工



図-4 試験施工結果（スランプ左15cm、右8cm）

物大の試験体で試験施工（図-3）を行った。

試験施工では、スランプ8cm（設計）と15cm（提案）を打設速度や締固め時間等を同条件にして打設を行い、施工性や表面状況（豆板、表面気泡、ひび割れ、砂筋、コールドジョイント、打音調査）、内部充填性の比較と改善点の確認を行った。

施工性は生コンクリートの鉄筋による留まりや材料分離状況、表面仕上がりは豆板面積測定やアバタウォッチャーによる気泡面積率解析、鉄筋かぶり部分の破壊検査による内部充填状況などによる比較（図-4）によりスランプ8cmでは十分な品質を確保できないことから15cmを採用することが妥当（図-5）となった。また、15cmについても多くの課題（図-6）が見つかり以下の改善策を立案することができた。

- ① 止水板がコンクリート打設時に変形し、止水板下面に気泡や豆板が部分的に発生していたため、打設時にも直角を保つよう固定方法を変更した。
- ② アーチ上面の緩傾斜部に表面気泡が多くなる傾向があるため、アーチ下面だけではなく上面

全域に型枠バイブレータを使用した。

- ③ マルチバイブレータによる締固めが下面に集中し、上面が不足していたため、上面まで締固め操作をするよう徹底した。
- ④ 打設窓間の打ち継ぎ部に豆板が発生したため、バイブレータ挿入孔の追加および打ち継ぎ高さをノロの漏れ出しにより充填管理できるよう充填確認孔を設置した。
- ⑤ 2層目下部（上面側最下端部）に充填不足の豆板が発生したため、打設窓の配置を発生部から0.5m以内の高さに変更し生コンクリートの移動距離を短縮した。

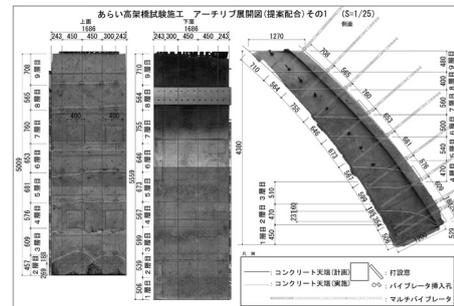


図-5 展開図（提案配合）

これらの改善策を実施するとともに、試験施工の経験を生かしながら本施工のコンクリート打設を行うことで、品質を確保したアーチコンクリートを打設することができた。

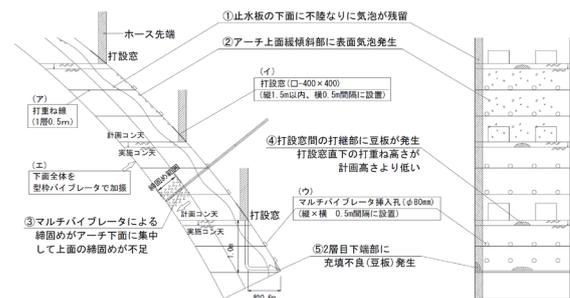


図-6 不良部の傾向と原因

4. おわりに

上信越自動車道 信濃町IC～上越JCT間の4車線化事業は、令和元年12月5日に全線4車線化が完成し、安全で快適な高速道路となっている。

本報告が類似橋梁や今後施工する4車線化事業の参考になれば幸いである。

41 品質管理

厚板フランジと薄板ウェブ断面を有する 鈹桁橋の製作時における工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

現場代理人（工場製作） 現場代理人・監理技術者

萩原 聖登〇 日置 末男

1. はじめに

本工事は、山形県吉野川に位置する花台橋の架替工事である。支間長約40mの単純非合成鈹桁であり、計画高および計画水位の制限から主桁高さが端支点1.1mから径間中央で1.8mに断面変化する特徴を有する。

工事概要

- (1) 工事名：河川整備補助事業（復緊）吉野川花台橋架替（桁製作・架設）工事
- (2) 発注者：山形県置賜総合支庁建設部
- (3) 工事場所：山形県南陽市柵塚地内
- (4) 工期：平成29年8月～平成30年9月

2. 現場における問題点

桁高の制限、支間長の関係から図-1に示すようにウェブ厚9mmに対しフランジ厚が最大58mmと極端に厚く設計されている。このため、すみ肉溶接の脚長確保における品質管理が工場製作時の課題であった。

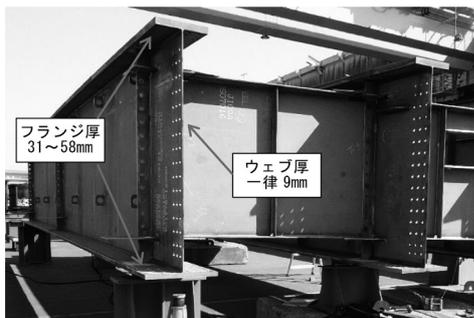


図-1 径間中央の主桁断面

3. 工夫・改善点と適用結果

道路橋示方書ではすみ肉溶接の最小、最大サイズを式(7.2.1)¹⁾で規定している。すみ肉で溶接するフランジとウェブとの板厚差が大きく、示方書で規定する式の適用範囲を超える。このため、製作に先立ち実物と同形状の溶接施工試験を実施し、板厚の組合せとその溶接方法の妥当性について確認を行った。

3-1 溶接施工試験の概要

試験体の断面寸法を図-2に、溶接施工試験の概要を表-1に示す。TypeA,Bでは実施工におけるフランジとウェブの板厚を考慮した組合せにて従来の溶接方法で試験を実施した。また、TypeC,Dでは実施工での溶接部の耐割れ性に着目した試験体を用意した。具体的にはフランジ板厚を76mmに増し、ウェブ板厚は同様の9mmとし、より割れが発生しやすい条件のもとで確認試験を実施した。

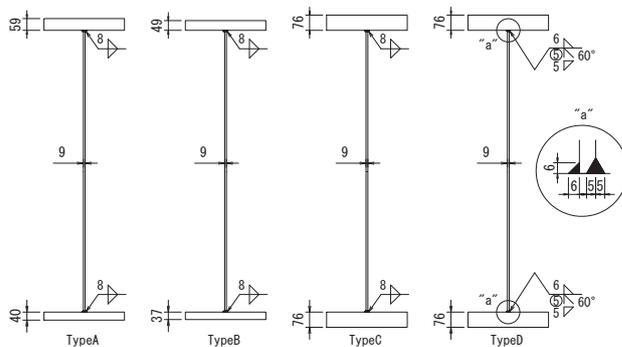


図-2 試験体断面

表-1 溶接施工試験概要

	TypeA,B	TypeC	TypeD
溶接方法	サブマージ アーク溶接	ガスシールド アーク溶接	サブマージ アーク溶接
溶接姿勢	水平		
使用ワイヤー 径 (mm)	US36 (φ4.0)	SM-1 S (φ1.2)	US36 (φ4.0)
電流 (A)	500~700	200~300	500~700
電圧 (V)	20~45	20~40	20~45
速度 (mm/s)	300~600	250~500	300~600
最大入熱量 (J)	6300	2880	6300
開先形状	なし		レ型

さらにTypeCでは溶接方法を変更し、TypeDでは部分溶け込み溶接とすることで、溶接方法および開先形状の違いが品質に与える影響を確認した。また、道路橋示方書の表-解18.4.31)に基づく予熱を要しない材料を用いることで予熱を省略した。

溶接品質の確認方法として、非破壊検査と破壊検査を実施した。非破壊検査では磁粉探傷検査によって、表面の割れについて確認を行った。また、内部のキズ、割れ等の溶接不良を確認するため、首溶接部のマクロ試験片を各試験体の任意の位置で2箇所(上・下フランジ)採取し、溶接部の断面を目視で確認した。

3-2 溶接施工試験結果

溶接施工試験の結果を表-2に示す。TypeA、TypeBについては、部材寸法検査、外観検査ともに良好な結果が得られた。しかし、TypeAにおいては磁粉探傷検査、マクロ試験により割れが検出された。いずれも割れが検出された箇所は、TypeAの上フランジ(板厚59mm)側であり、補修後の再検査の結果についても、不合格であった。

表-2 溶接施工試験結果

	TypeA	TypeB	TypeC	TypeD
溶接方法	サブマージ アーク溶接		ガスシールド アーク溶接	サブマージ アーク溶接
最大板厚	59mm	49mm	76mm	76mm
部材検査	良好	良好	良好	良好
外観検査	良好	良好	良好	良好
磁粉探傷 検査	溶接割れ 発生	良好	良好	溶接割れ 発生
マクロ試験	溶接割れ 発生	良好	良好	溶接割れ 発生

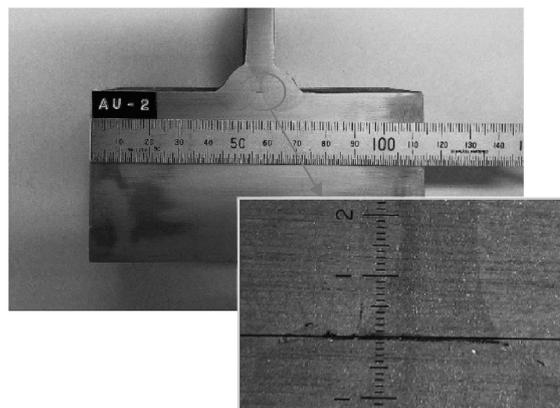


図-3 TypeAマクロ試験片(拡大)

これにより、従来の溶接条件を本工事に適用することは難しいと判断した。TypeAのマクロ試験片を図-3に示す。

ガスシールドアーク溶接法によって施工したTypeC試験体について、部材寸法検査、外観検査磁粉探傷検査、マクロ試験ともに良好な結果が得られた。サブマージアーク溶接法によって施工したTypeDについては磁粉探傷検査、マクロ試験の双方で、割れが検出された。TypeAと同様に補修後の再検査結果も不合格であったため、TypeDの溶接条件での施工は困難と判断した。

以上の結果を踏まえて、TypeBに該当するフランジ板厚49mmまでの断面をサブマージアーク溶接法、50mm以上のフランジ溶接はTypeCのガスシールドアーク溶接法による施工とした。また、溶接品質を確保するため、フランジとウェブのすみ肉溶接部の全線に対して磁粉探傷検査を実施した。

4. おわりに

本工事では鉸桁のすみ肉溶接サイズが道路橋示方書の規定を満足しないことから、溶接施工試験より施工方法の検討を行った。試験結果を施工に適用することで品質に問題無く施工を終えることができた。最後にご指導賜りました置賜総合支庁建設部をはじめとする関係者皆様に御礼を申し上げます。

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、2010.3

42 品質管理

堤体の安定性向上における 築堤材料の品質確保について

岡山県土木施工管理技士会

株式会社小田組

土木部部长

代表取締役

寺 敷 道 彦[○]

小 田 竜 平

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：小田川災害復旧（6k400）工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中国地方整備局
- (3) 工事場所：岡山県倉敷市真備町地内
- (4) 工 期：平成30年9月28日～
令和元年8月30日

2. 現場における問題点

本工事において、破堤箇所での堤防復旧における堤体の安定性を向上させ、かつ工期内で完成するため、下記の問題点について対策を行った。

(1) 築堤盛土材として望ましい土

河川堤防の築堤材料としては、従来から多種多様なものが用いられている。これは、多量の土を必要とするために経済性や施工性を重視し、かつ河道の流下能力の増大を図るため、主として河道掘削土を利用することが多かったためである。

本工事でも、堤体盛土量 $V=19,000\text{m}^3$ と多量の土を必要とするため、経済性の面から手近にある土を利用することを検討していたが、堤体材料の優劣が完成後の堤体の安定性に大きな影響をもつため、築堤材料の品質向上と安定した材料の確保が重要な課題となった。

(2) 築堤材の確保と他工事からの残土の活用

破堤後の応急復旧工事において、荒締切堤・仮復旧堤ともに真砂土を使用していた。そこで築堤

材として利用可能か土質試験を実施したが、不適であった。

近隣では同一河川での河道整備工事が行われており、河道掘削土が多量に発生していた。こちらについても築堤材への利用が可能か土質試験を実施したが不適であった。また河道掘削土には地下茎などの有機物が混在しており、築堤材料の品質を低下させるため除去の方法も課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 混合方法の選定

発注者より提示された品質を確保し、なおかつ現場発生土及び河道掘削土を有効利用するために両方の土を混合し使用することを検討したところ、築堤材料としては適であった。

表-1 ブレンド比率の検討表（混合比1：1）

分類	分類名・分類記号	細粒分質礫質砂・SFG
粒度	最大粒径	19.0mm
粒度分布	細粒分0.075mm以下	30.3%
	砂 分0.075～2mm	54.1%
	礫 分2～75mm	15.6%

また、砂礫質土と粘性土を含む砂質シルトを均一に混合できる工法の検討を行ったところ、建設発生土リサイクル技術である回転式破碎混合工法（NETIS登録番号KT-090048-VE）が最適であると判断した。

(2) 混合機械の選定

回転式破碎混合機の中より、本工事において最適な混合機械の選定を行った。選定条件としては①現場近接ヤード内でのプラント設置、②必要土量より日産300m³以上の混合、③地下茎などの有機物の除塵機能が必要であった。以上を考慮してTM-1500型を選定し、合わせて振動振るい機による除塵も可能とした。



図-1 TM-1500+振動振るい機

(3) 混合工法の品質管理

品質管理計画

- ① 事前土質試験を行い、土質性状を把握する。
- ② 配合検討

配合比は、容積比で粘性土：砂質土＝5：5に設定する。また、容積比を乾燥質量比に換算した比率を確認する。

【配合計算例】粘性土：砂質土＝5：5

乾燥容積比配合で粘性土：砂質土が5：5の場合、乾燥密度を粘性土1.000、砂質土1.400と仮定すると、1m³あたりの乾燥重量配合比は粘性土：砂質土＝0.5：0.7となる。

- i) 粘性土41.7t/h、砂質土58.3t/hで混合土100t/hになる。
- ii) 混合前に2種の原料土の含水比を測定する(赤外線水分計を使用する)
- iii) 2種の湿潤重量に測定した含水比の値を反映し、乾燥重量にする。
- iv) 制御システムにより、土砂ホッパー下部に装置されたエプロンフィーダの吐出量調整お

よび定量供給により計画設定値で混合土の製造を行う。

① 日常管理試験

混合処理土の配合比(容積比を乾燥質量比に換算した割合)を管理するために、土の含水比測定を行う。

② 品質管理試験

製造した混合土が、築堤材料として望ましい土であることの確認を行うため、試験を行い品質の確認を行う。

以上のことから、河道掘削土の性状の変化(含水比の変化による土の粘質性・有機物の含有量など)があっても、築堤材料として均一な品質が確保され、堤体の安定性向上につながった。回転式破碎混合機の使用により、生産量の調整が容易に出来たことで、工事全体の工程調整も的確に行え遅滞することなく完成出来た。



図-2 工事完成(空撮による全景)

4. おわりに

本工事は、平成30年7月6日の西日本豪雨災害にて決壊した堤防の本復旧工事であった。災害により完全に消失した堤防の復旧であることから、より安定性の高い堤体の構築を行うことが必要であった。

被災地域では、今後ますます堤防強化工事が進められる。今回の工事における検証結果が、それらの工事の品質向上の一助になれば大変喜ばしいことである。

43 安全管理

架空線下作業における安全対策について

福岡土木施工管理技士会
株式会社廣瀬組
現場代理人、監理技術者
野田 義弘

1. はじめに

本工事は、筑後川支流の佐賀江川左岸1k112～1k245において被災した低水護岸災害復旧工事である。

工事概要

- (1) 工事名：佐賀江川道海島地区
護岸災害復旧工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
筑後川河川事務所 諸富出張所
- (3) 工事場所：福岡県大川市道海島地先
- (4) 工期：平成30年11月28日～
令和元年7月31日

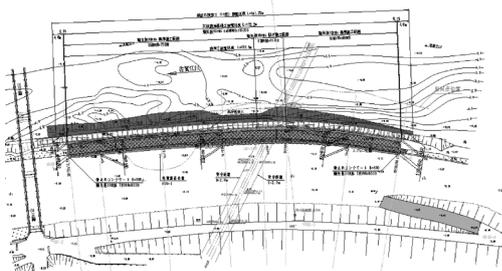


図-1 平面図

2. 現場における問題点

施工場所中央に河川横断高圧線（6,600V）が架空されており一時撤去や迂回が不可能なため架空線下での作業が余儀なくされ、架空線が施工箇所付近で大きく垂れ下がり施工箇所の架空線高さは約9mと鋼矢板長より低いことを確認した。このため、以下の点に留意し作業を行うこととした。

- ① 護岸被災箇所の背面部の工事用道路及び堅固な重機足場の確保
- ② 架空線下での河川内仮締め切り鋼矢板の施工方法
- ③ 架空線下作業時の架空線切断、接触事故防止策

3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 護岸被災箇所の背面部の工事用道路及び堅固な重機足場の確保

既設護岸被災箇所は背面地盤の乱れが想定され鋼矢板施工に使用する大型クレーンの地耐力不足による円弧すべりの危険性が懸念された。対策としてボーリング柱状図を元にスウェーデン式サウンディング試験と円弧すべり検討を実施した結果、現況地盤の地耐力不足を確認した。対策として工事用道路（敷砂利 $t=10\text{cm}$ +二重敷鉄板 $t=22\text{mm}$ ）を既設護岸路肩より離隔距離4m以上離れた位置にクレーンを設置したことにより安全な重機足場を確保した。



図-2 スウェーデン式サウンディング試験

② 架空線下での河川内仮締切り鋼矢板の施工方法

架空線保安距離は2m以上必要な為、鋼矢板パイプロハンマー打設（ハット10H型 L=11.5m）は施工不可能であり圧入機による鋼矢板4分割継ぎ矢板で架空線下の施工を行った。

強風時に架空線の揺れにより保安距離を犯すことがないように、架空線の正常位置を元に強風時架空線の変位量を事前調査し継ぎ矢板施工延長を決定した。クローラクレーンの主ブームは架空線との保安距離を確保出来ない為に、ラフテレーンクレーンへ変更し事前に吊り荷試験施工を実施し安全な継ぎ矢板建込み作業を確認した。



図-3 架空線下継ぎ矢板圧入状況

③ 線下作業時の架空線切断、接触事故防止対策

架空線下では多くの重機作業があり架空線の保安距離2mと同じ高さには「架空線見張り台」を設置し、線下作業時は見張台上に見張員を配置し保安距離内にブームが進入する前に注意喚起合図をクレーンやバックホウオペレーターに送り接近時作業一時停止を徹底し周知した。(図-4)



図-4 架空線見張り状況

見張台上には保安距離と同じ高さに架空線接近警報システム『レーザーバリアシステム』(NETIS登録番号:KT-130018-VE)を設置し(図-5)線下2mの高さで左右3mをレーザー範囲に設定し架空線下2m以内に進入したクレーンやバックホウに対して直ちに重機運転席に常備した警報器と回転灯により架空線接近をオペレーターに認識する警報システムを設置し見張員と併用した安全対策を実施し架空線切断、接近を防止した。



図-5 『レーザーバリアシステム』設置

4. おわりに

今回の工事では、近年多発している架空線切断及び接触感電事故の防止を最重点課題とし詳細な現地調査を行い発注者や架空線管理者と協議を重ね、現地条件を踏まえ安全を優先した施工方法に設計変更できたことが大きかったが、日々の作業開始前点検、職長による作業中の監視及び作業員への指導、作業終了時における現場確認並びに翌日の作業内容に伴う危険源を特定し事前の安全対策を講じる等の安全管理に尽力して頂いた下請業者のみなさんの協力により、無事故無災害及び小さな怪我もなく工事を完成することができた。

今後施工する現場においても安全を最優先に考え無事故・無災害に向けて取り組み、発注者や近隣住民の方々とコミュニケーションをとりながら全作業員で現場完成を目指して行くと共に、今回の工事での経験を活かし地域へ貢献したい。

44 安全管理

大規模震災復旧工事における車両交通の安全管理

東京土木施工管理技士会

五洋建設株式会社東北支店

太田 裕晴[○] 沼部 聡一 山岸 健一

1. はじめに

本工事は、東日本大震災で被災した気仙沼市本吉町中島地区海岸および津谷川（左岸）河口部において、既設の防潮堤を撤去し、新たに天端高TP+14.7mの防潮堤を構築するものである。現場全景を図-1に示す。



図-1 現場全景

工事概要

- (1) 工 事 名：中島地区海岸外災害復旧工事
(その2)
- (2) 発 注 者：宮城県
- (3) 工事場所：気仙沼市本吉町中島地内
- (4) 工 期：平成26年12月17日～
令和2年3月27日

2. 現場における問題点

築堤盛土量67万 m^3 のうち場内流用土は14万 m^3

で、残りの53万 m^3 は周辺他工事からの発生土および購入土で調達し、全て10tダンプトラックにて搬入する計画であった。さらに、周辺他工事でも同時期に同様のダンプ搬入を行っており、場内外において交通災害の防止が安全管理上の課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

ダンプトラックによる交通災害防止対策として、以下の6つの対策を行った。

対策① 入場者管理

現場関係者入場の際、事故等防止のため署名および現場内ルールの周知を行った。場内の交通KYマップ（図-2）を作成・配布し、危険箇所等の周知を実施した。場内交通KYマップによる安全教育により、場内における交通事故を防止することができた。



図-2 交通KYマップ

対策② 過積載の防止

ダンプトラックの最大積載ラインをベッセル内に表示（図-3）した上に、場内にトラックスケールも使用して過積載防止活動を実施した。これにより、土砂運搬車両の過積載を防止することができた。



図-3 最大積載ライン

対策③ 判り易い交通誘導

車両通行路に路肩明示用トラ土囊路・サントラストリットを設置し注意喚起を行うとともに、太陽光電池を使用した周期点滅灯も随所で使用しダンプ走路と安全通路の境界を明示した。また、仮設道路の見えにくい箇所にカーブミラーを設置した。この対策により、場内道路のはみ出し、出会い頭の衝突災害を防止できた。

対策④ ダンプ以外の工事車両への対応

停車中の誤発信を防止するために車止めの配布、冬期の霜取りスプレーの常備、ドライブレコーダーの設置、工事関係者緊急連絡先の配布をおこなった。さらに、路面凍結によるスリップ事故を防止するため、融雪剤を現場に常備し、飲酒運転防止のために現場にアルコール検知器を常備し、運転手全員毎日チェックを行った。この対策により、ダンプ以外の車両災害を防止できた。

対策⑤ 国道45号線仮橋桁下接触防止策

現場内に国道45号線の仮橋が通っており、仮橋桁下を通行する際の接触防止対策として地盤から3.8mの位置に接触センサー（図-4）を設置し、センサーが感知するとパトランプ、音声、電光掲示板にて作業員に警告するシステムを導入した。

このシステムの設置により、仮橋桁下への接触事故を防止することができた。



図-4 接触防止センサー

対策⑥ 全体監視

ソーラーパネル式モバイルライブカメラ（図-5）を設置し、現場状況をリアルタイムに確認した。本システムにより、場内車両の交通状況を把握し、滞留箇所の発生などの改善点があれば、リアルタイムに改善指示を行え、場内の場内の車両交通の円滑化を行うことができた。



図-5 ソーラーパネル式モバイルライブカメラ

4. おわりに

本工事は東日本大震災の復旧工事として、5年3ヶ月の長期にわたる施工であった。その間に震災復興の進捗として、2019年3月には近傍に三陸道のインターが設置され、県都仙台と一本の高速道路で結ばれ、同年7月には完成した中島地区海岸（小泉海水浴場）で9年ぶりの海開きが行われ、さらに11月にはBRT（バス高速輸送システム）も開通し、国道45号線の津谷川橋梁と一部河川堤防の整備を残して、この付近の整備は終盤を迎えつつある。

本工事においては53万 m^3 という大量の土砂を10tダンプで延べ10万回運搬する大規模土工であり、車両災害の防止は本工事安全管理の根幹をなすものとして、様々な対策をおこない、無災害で作業を完了することができた。これは地元の方々の理解と関係各位の協力も賜物であり、この場を借りて、お礼申し上げる。

45 安全管理

安全性向上の工法提案と創意工夫

長野県土木施工管理技士会

株式会社倉品組

川田 幸二〇 松澤 敬吾

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成30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^{めのかい}
- (4) 工期：平成30年8月23日～
平成31年9月30日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点

本工事地である北原沢は、大町市北東部に位置する旧美麻村地籍の湯の海に位置する土石流危険渓流Ⅰである。信濃川水系の支流で金熊川に流入後、犀川に至る流域面積 $A=0.028\text{km}^2$ 、堰堤計画位置付近の平均床床勾配 $I=1/6$ の急勾配渓流である。(図-1、2)本工事は、H30年度に完成したJSウォール堰堤(本堤)の前庭保護工一式を施工し北原沢堰堤構造物全体を完成させ、土石流災害に備える目的の工事である。施工計画立案時に危険性の高い工種工法を見直し、より安全な工法を提



図-1

案し、コストダウン、工期短縮にも直結する創意工夫を実行した。

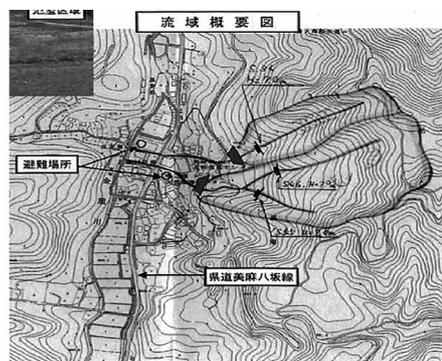


図-2

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 残存型枠工法の安全性

残存埋設型枠プロテロックピアスの安全面での優れた特徴として、専用部材を使用することで内部から組立が可能となり外部足場不要で作業ができ、かつ、型枠パネルが安全防護柵の代わりとなり安全性の高い工法である。(図-5、6)

(2) 安全性と工程管理の課題

今回施工する側壁工は土石流堆積物からなる地山土：df層の中に作るコンクリート構造物であり、(図-3、4)施工期間(工程計画で7～8週間)が長くなるため、4年前に隣接する沢に同規模のコンクリート側壁工を施工した時に、繰返し背面の地山崩落が発生した失敗体験(脱型する前に背面の型枠が土砂を被ってしまい、その土砂を人力で取除くために時間を費やし、工程が大きく

遅れてしまった。また崩落土撤去作業中に再度崩落の危険性もあった。)を活かし、もし4年前と同様に地山土の崩落が発生した場合を想定し、その場合の被害を最小限に留め、かつ最も安全性の高い工法手順を選択することを課題とした。

そこで、危険性の高い側壁背面側は当社でも過去に採用実績のある残存埋設型枠で組立、打設リフトごと盛土をして地山を留める工法を採用し、一方の安全である正面側は設計どおりの鋼製型枠及びキャットウォーク足場工法での施工を提案した。この工法の問題点として、正面側と背面側に異なる型枠資材を使うため、作業工程が複雑になることによる作業効率の低下が予想された。施工ヤードが限られる中で安全に作業を進めるには正背同時組立は不可能であったので、2種類の型枠作業がスムーズに移行できるよう、より計画的に資材調達、搬入、人員の配置を行い、効率的なコンクリート打設を遂行するための工程管理と工夫が必要だった。

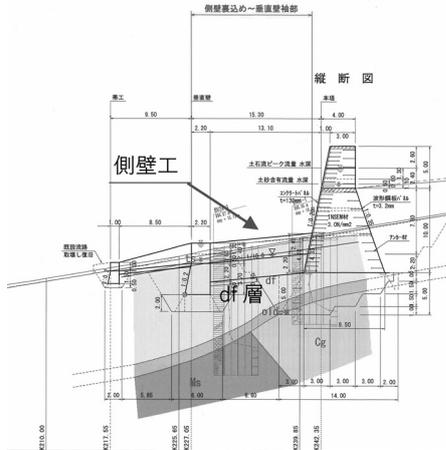


図-3

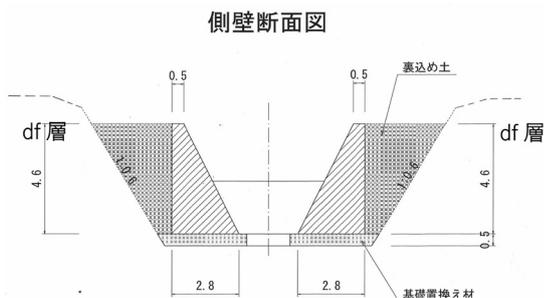


図-4

(3) 安全性向上の発想から提案

残存埋設型枠を採用したことで、型枠組立作業を型枠内部から実施出来ただけでなく、コンクリート打設後、所定の養生期間を経て脱型作業なしで背面の埋戻しも可能となり、崩れやすい地山土df層も押さえながらコンクリートリフトを打上げて行くことで、リフトを上げていくほどより安全性が高まり、地山土の崩落リスクも大きく減じた。また、同じ手順を繰り返すことで組立作業時間の短縮、外部足場不要で工期短縮も可能となり、打設計画にも余裕が生まれた。また、既存工法の提案ではあったが、この現場に於いて最善の工法選択であったと思う。



背面

図-5 内部から組立作業



背面

正面

図-6 組立完了 背面の足場不要

4. おわりに

施工現場の地山土df層は脆く崩落しやすい渓床である。今回の前庭保護工はそんな中に大型コンクリート構造物を作る工事であった為、背面側は型枠設置期間が長いと、崩落及び手戻りリスクが大きかったので安全性、工期短縮が可能な残存型枠工法を提案した。この工法は組立手順がシンプルで熟練工も必要とせず、これからの土木工事現場には必要不可欠になっていく。今回、無事故で竣工し、コスト削減・工期短縮も同時に達成し、より単純で実績のある施工方法を選択する事が、工事の安全性向上、品質・工程・原価管理に繋がっていくと改めて感じた。

46 安全管理

法面下県道への防災対策

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30年度 県単道路防災工事
- (2) 発注者：長野県大町建設事務所
- (3) 工事場所：(主) 長野大町線 大町市 大藤
- (4) 工期：平成31年3月14日～
令和元年11月8日

本工事は、法枠工 L=11.0m、SL=10.3～42.2m
A=829m²の法面对策工事である。

2. 現場における問題点

施工地周辺の環境は、巨木が生えた岩盤の両側に既設法面工が施工されており、法下には交通量の多い主要県道が通っている場所であり、通行車両への公衆災害防止対策が第一の検討課題であった。また、法枠工品質保持の面では、雨水による発芽前の吹付基材への影響と、多量の湧水に対する有効な排水方法が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

施工法面の地山は岩盤が露出して巨木の立木が生えており、これを除去しないと法面土工に工程が進まない状況であった。伐採後の根が地山の岩盤に絡みついている、根を取り除く際に重機だけで引き落としを試みたが全く抜けなかった。作業時に根の周辺から小石や細かい崩落土砂が下方に落下したので、木根と同時にそれに伴う崩落土



図-1 法面伐根作業

砂も一緒に県道まで落ちて通行車両に影響を及ぼすことが予想された。(図-1)そこで、施工範囲外の法面上部地山にある立木の根元に滑車(図-2)を取付け、根が外れても上部からのワイヤーで固定し下方に勢いよく落下しない様にして、重機で引っ張る方法を採用し、不測の事態に備え法面下部の県道側には落石防護柵を設置し、県道には交通誘導員を起点終点両側に配置して、伐根作業時(重機で引っ張る時)は県道を一時的(5分以内の短時間)に全面通行止めにして抜根作業を実施した。滑車の原理で伐根作業がスムーズに行え、当初伐根作業には1週間程度見込んでいたが4日間で終了し事故もなく、全体の工程短縮にもなった。

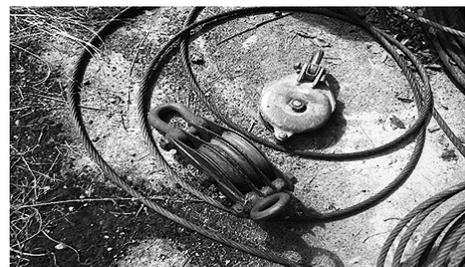


図-2 ヒールブロック、サドルブロック

また、施工外の上部法面には、転石が多くみられ、法面作業時に落石の危険があったので、施工箇所上部に落石防護ネット、親綱摩耗防護カバーを設置して、法面作業中の落下・落石災害、県道への転石落下災害を防止した。また、現場にはデジタル表示の雨量計を設置し日々の降雨量を観測して土石流等の発生にも配慮した。(図-3、4)



図-3 雨量計



図-4 デジタル表示計

次に雨水・湧水対策については、施工箇所は降雨時に予想を上回る湧水、雨水の流量があり吹付基材が剥がれる恐れがあった。そこで事前調査で確認された施工面の扇型形状を利用して、法面中心方向に湧水等を集めて排水出来ないかと考えて、法枠工センター付近に法面上部から下部にかけて、縦水路（コンクリート吹付け材使用）を設けた。加えて湧水には吸出防止材を、表面の雨水等には法枠工に水抜き孔を設置、排水パイプにて集水を確実にし、排水した。(図-5)



図-5 法枠排水状況

また、下流側の既設擁壁水路に水はね防止のためCF600*300を設置した。大雨による増水を想定しチェーン、ターンバックルにて取付け補強して、県道わきの水路に排水した。(図-6) 結果、法枠工の吹付基材もはがされる事無く、湧水処理もでき、法枠工の品質確保になった。

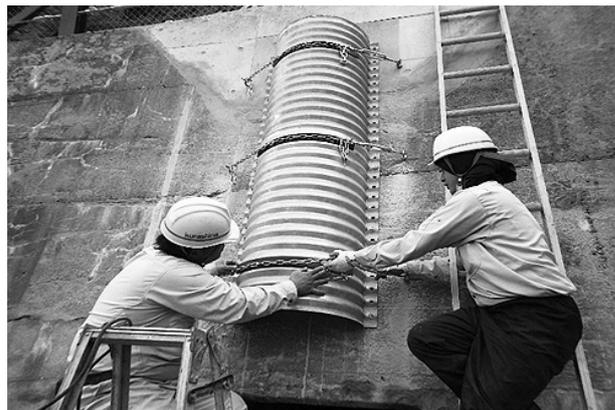


図-6 CF600*300取付け状況

4. おわりに

今回の工事では、伐採木根除去をはじめ、法面ロープ親綱設置等において、現場に隣接する民地への立入りや立木へのワイヤー取付などの面で、周辺地域住民の方々の理解・協力が得られたことが当現場での安全施工管理につながった。施工中も地元説明会等コミュニケーションを図る中でされた要望等に応える形で、現場周辺の草刈り、ゴミ拾い、バス停内清掃等行い、環境保全と景観、通行車両の交通事故防止に配慮した。また、既設水路の土砂や落葉を除去し排水機能を復活させ、道路上の雨水、法枠工からの排水を流れ易くし、破損している水路を補修(図-7)して既設構造物の保護に当たるなど、工事を行った事によって周辺地域の環境が良くなったと感じてもらえるように努めながら工事を進め、無事故で現場が竣工できた。この場をお借りして、発注者・工事関係機関からのご指導と、地元地域住民の方々の善意に改めて感謝し御礼としたい。



図-7 破損水路補修

47 安全管理

高圧送電線（154,000V）近接での架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社三井 E&S 鉄構エンジニアリング
監理技術者
林 健 司

1. はじめに

本工事は、国道17号線及び353号線の交通渋滞の緩和、災害時の安全確保、産業・観光への貢献を目的として計画・事業化された、上信自動車道の一部区間における上部工製作架設工事である。

架設は、3径間連続細幅箱桁橋（橋長：110.0m）をトラッククレーンを使用して架ける工法で、東京電力の送電線（154,000V）と上空で平面交差している。本稿では、送電線近接作業における安全確保について述べる。図-1に施工前状況を示す。



図-1 施工前状況

工事概要

- (1) 工事名：登沢川橋上部工製作架設工事
- (2) 発注者：群馬県
- (3) 工事場所：群馬県渋川市
- (4) 工期：平成29年12月～平成31年3月

2. 現場における問題点

東京電力の送電線は、日中の温度影響並び電力

供給量によって、最大5m程のサグが出ることが協議により判明した。架設時期は、7月中旬から8月末と最も暑い時期であり、電力供給量も年間を通して最大使用時期と予想された。また、送電線との離隔は最小5mを確保することが条件であり、桁フランジ上面と送電線との最小離隔は12mから最小離隔5mを引いた7mがクレーンブーム先端から桁フランジ上面までの最大離隔であった。

更に3径間ある架設の内、両側径間のクレーンの据付け場所は各橋台背面、中央径間のクレーン据付け場所はピンポイントで限られた場所である。

今回使用した大型クレーンは、重量物を吊り上げた状態に於いては、ブーム長が4.3m間隔でピンが挿入されて伸縮が出来なくなる。この条件の中、如何に安全に桁の架設を手戻りなく実施できるかが問われた。図-2に架設計画図を示す。

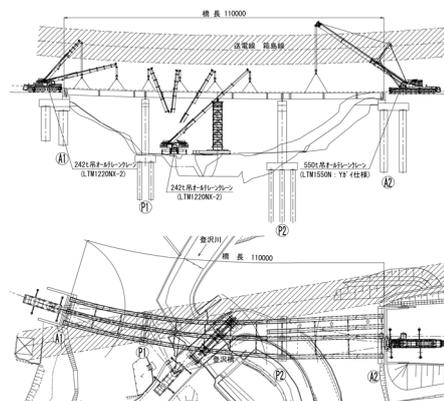


図-2 架設計画図

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 3Dバリアシステム

ここでは、感電のリスクを回避するため、3Dバリアシステムを構築することにした。送電線の高さは最大サグ5mを考慮し、平面方向は、世界測地系に沿った大座標値を必要としたため、基本測量時に計測を行い、このデータを用いて送電線離隔範囲を決定した。また、離隔範囲から1mを作業限界面（赤色）、2mを警戒監視面（黄色）、3mを注意監視面（青色）に設定し、クレーンブーム先端に取付けたGPS受信機により、3段階による送電線へのクレーンブームの進入状況を、クレーン操作室内でリアルタイムに把握できるよう、モニター並びに回転灯を設置した。注意監視面にブームが侵入した場合、オペレーターから作業員に瞬時に伝達された。更に、操作室以外でも監視が出来るようモニターを設置し把握することとした。図-3に3Dバリアシステム概要を示す。

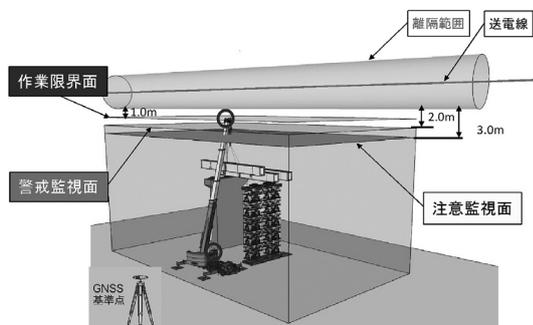


図-3 3Dバリアシステム

3-2 1ブロック毎の架設検討図

架設クレーンのブーム長が固定されるなか、吊り上げた桁を障害物を交わしながら、架設地点まで移動し添接作業に入るまで、送電線との最小離隔距離5mへの進入は出来ない。このリスクを回避するため、送電線への離隔を個々の部材で判断する必要があり、障害物（樹木、ベント、橋脚、架設後の桁）を考慮した個々の部材の架設検討図を作成し、ブーム長、吊り具長、旋回方向を決定した。また、一部の部材では、吊り具の角度が45

度となる箇所があり、吊り金具、吊り具等の検証も行ない、安全を確認した。図-4に架設検討図、図-5に架設状況を示す。

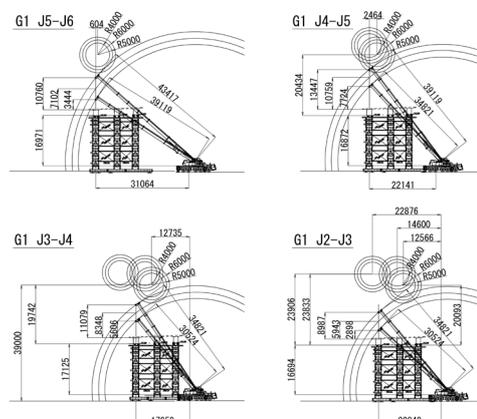


図-4 架設検討図



図-5 架設状況

3-3 ノンプリズムトータルステーション

各桁の架設に於いては、送電線とクレーンのブーム先端との離隔を、3Dバリア及び1ブロック毎の架設検討図をもとに実施するが、これを検証するためノンプリズムトータルステーションにより計測を行ない、大きな差異ないことを確認した。

4. おわりに

本工事では、東京電力からの情報は最も有効であり、これを基に、3Dバリアシステム、1ブロック毎の架設検討図、ノンプリズムトータルステーションによる計測を実施することで、安全を確保をしながら架設することができた。最後に、本工事を施工するにあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に、感謝の意を表します。

48 安全管理

移動防護工による吊足場解体時の安全対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社横河ブリッジ

監理技術者

計画担当者

西野 崇史[○] 曾我 由孝

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度42号小原野橋鋼
上部工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局
紀勢国道事務所
- (3) 工事場所：三重県尾鷲市南浦
- (4) 工期：平成30年7月3日～
令和元年9月27日

本工事は、国道42号熊野尾鷲道路の一區間で、三重県尾鷲市と熊野市を結ぶ一般国道事業の一部で中川を横断する鋼4径間連続少数桁橋を施工する工事である。架設方法は、一部栈橋を利用したクローラクレーンベント工法が採用された。桁架設後、吊足場の組立て、合成床板の敷設などを行い、壁高欄工などの施工完了後、吊足場を解体した。本稿では現地条件を踏まえた吊足場解体時の工夫について報告する。

2. 吊足場解体時の問題点と対策

本橋はP1-P2径間の中央付近からA2付近までは、谷間となっており、高所作業車を使用している吊足場の解体ができない。(図-1)

安全性を確保するため橋梁点検車を使用する方法などが考えられる。橋梁点検車は、作業スペースが限られるのと積載荷重も400kg程度以下に限定されることや橋面への車両を乗り上げる必要な

どの課題がある。当現場は、車両を橋面に乗り上げることは問題がないため、橋梁点検車を採用することは可能であるが、より安全にかつ作業性を向上させるため移動防護工を採用した。(図-2) 移動防護工を使用している解体面積は約1360m²であった。

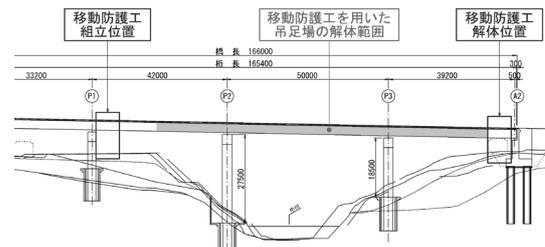


図-1 足場解体範囲



図-2 移動防護工

3. 移動防護工の構造、工夫と効果

(1) 基本寸法

橋軸方向床幅 = 20.5m

橋軸方向床長さ = 6.0m

(2) 搭載荷重

橋軸方向15m分の足場重量（55kN）と作業員10名（10.5kN）の合計65.5kNを想定した。

(3) 移動防護重量

合計受領 = 49.0t

(4) 移動防護の構造

橋面上にH鋼梁と角レールによる軌条設備を設置し、その上にH鋼梁を主として台車設備を設置した。(図-3)



図-3 軌条と台車



図-4 床材

床材はその台車設備からH鋼梁を主とする吊材で吊り下げた。床材の主部材はトラス構造とし、ピンで連結する構造とし、組立作業の効率化を図った。

また、床面は常設足場で使用される仮設用のcusaを採用し、軽量化を図った。(図-4) 仮設用cusaの採用により、すき間なく敷設することができ、小物類の橋梁下面への落下防護に対しても有効な構造とすることができた。組み立ての作業性に関しては、各部材の軽量化を図ることで、大きな重機を必要とせず、ユニック車と人力のみでの組立ができる構造とすることができた。橋面の横断勾配（4%）と縦断勾配（2%）は、台車設備で調整し、移動防護工の床面が常に水平になる様にした。

(5) 試運転の実施

移動防護工は、安全に組立ができるP1橋脚脇の平坦な作業ヤードで行った。その後、同じ場所で移動防護工の試運転を行い事前に問題がないことを確認した。

(6) 橋脚の通過

移動防護工の移動時に橋脚を2回乗り越える必要があった。中央部材を取り外しできるピン構造とし、橋面上の台車設備からウインチと滑車を使用して、床材を吊り下げて開閉をさせ、橋脚部を通過させた。前進させるための駆動、後方惜しみ共にチルホールを使用した。橋脚を通過するのに要した時間は2～3時間程度であった。(図-5)

4. 移動防護工の効果

谷合での足場解体という極めて危険な高所作業にもかかわらず、足場解体作業個所の下面を完全に防護することができ、高い安全性を確保して作業を行うことができた。また、作業性に関しては、橋梁点検車を使用しての足場解体歩掛ははっきりしないが、1360m²の足場を10日間程度で解体ができたため、橋梁点検車を使用した解体よりも効率は良いと考えられる。

5. おわりに

本工事では高所作業車が使用できない状況での吊足場の解体であったが、移動防護工を使用することで大幅に安全性を改善することができ、効率よく足場を解体することができた。近年、危険度の高い作業が増えており、この工事報告が安全性向上の参考になれば幸いである。



図-5 橋脚通過状況

49 安全管理

橋梁工事における桁内からの救出訓練実施について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社 IHI インフラ建設
監理技術者
田 中 聡

1. はじめに

工事概要

本工事は、国道17号の荒川に架かる笹目橋において耐震補強を実施する工事であった。

施工箇所は全て河川区域内であり、施工範囲である4橋脚のうち1橋脚（P8橋脚）については低水敷に存在する。

- (1) 工事名：H29・30笹目橋（上り）耐震補強工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局 大宮国道事務所
- (3) 工事場所：埼玉県戸田市早瀬
- (4) 工期：平成29年9月～平成31年3月

2. 現場における問題点

低水敷にある橋脚に吊足場を設置し作業を行うことから、事故等が発生した場合に要救助者の救出は困難であることが考えられた。

図-1に対象橋脚の現地状況を示す。



図-1 笹目橋（上り）P8橋脚

3. 工夫・改善点と適用結果

戸田市消防本部の協力を得て『救出訓練』を実施することとした。河川内低水敷上空であることから橋上への救出となるため国道17号を車線規制し規制帯内へ消防車両を3台入れ橋上班・桁下班に分かれての救出活動訓練を実施した。救出計画を図-2に示す。

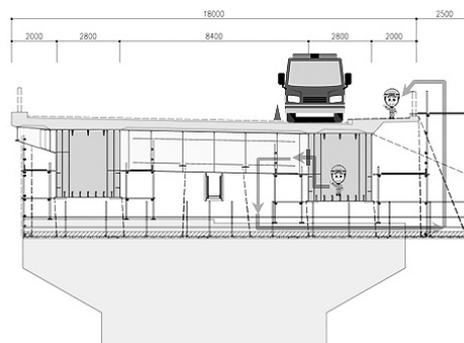


図-2 救出計画

訓練内容は2通りを実施した。

- ① 訓練用人形を用いた訓練
箱桁内→吊足場→張出部－（吊上）→橋上
- ② 生体（弊社社員）を用いた訓練
箱桁内→吊足場

(1) 訓練用人形を用いた訓練

訓練用の人形は約50kgあり消防隊員の状況確認から開始。箱桁内へ担架を搬入し要救助者への声掛け（状態確認）後、担架に乗せ箱桁マンホール（床より1.7mにある40cm×60cmの開口）より救出する。マンホールより吊足場内を移動し吊り

上げ箇所まで移動する。ここまでの作業は全てロープを用いた人力作業である。吊り上げ箇所にて、要救助者へフルハーネスが取り付けられ、その後橋上に待機している消防車両（クレーン搭載車両）により吊り上げを行う。吊り上げ時は数回動作を中断し要救助者の状況確認を実施する。巻き上げの合図は拡声器と無線機にて行うことで周知の徹底と明確な合図を心がけている様に感じた。路上に要救助者を下ろし、固定を解き一連の作業が終了となる。開始から終了までの所要時間は約30分程度であった。訓練状況を図-3に記す。



図-3 人形による訓練状況

(2) 生体を用いた訓練

訓練時は、消防隊員による作業であってもクレーンを用いた生体のつり上げは禁止であるため、箱桁内から吊足場上までの人力による救出訓練を行った。

手順は人形を用いた訓練と同様である。訓練状況を図-4に示す。



図-4 生体による訓練状況

(3) 訓練参加者

大宮国道事務所浦和出張所	4名
戸田市消防本部	8名

本現場当日従事者	元請含め	4社	14名
本社・協力会社等	元請含め	6社	15名
			計41名



図-5 参加者への説明状況

4. おわりに

橋梁工事における吊足場への昇降は枠組足場を用いることが多く、救助活動には不向きであり、非常に危険な行為である。

消防本部より告げられたことは『要救助者発生時は必ず専門家（消防隊員）を頼ってください』であった。救出状況を目の当たりにし、そのとおりであると強く感じた。危険性が高いのであれば事前に所轄消防と打合せを行い、下見を実施することも有効であると感じた。条件により必要とする車両や器具が異なるとのこと。

また、今回安全教育訓練の一環として救助訓練を実施し、救出の困難さを作業員等も確認したことから、一層安全への意識が高揚したと感じた。社内へ声掛けを行い多数の参加者が募れたのも、興味のあらわれであったと感じる。

今回は『この日、この橋脚で事象が発生し、消防車両および消防隊員が必要な人数いる』という状況を作り出しての対応であり、訓練日までに消防本部と打合せを重ねる等の準備期間もあり、心の準備や余裕もあった。しかし本番を迎えるにあたり様々な準備が直前に必要であった。何の前触れもなく突然やってくるのが事故や災害であり、その突然に対応するためには日頃からの準備がいかに大切かと改めて感じた。

最後に本訓練にあたりご指導・ご協力いただきました皆様方に厚く御礼申し上げます。

50 安全管理

逆台形の側面形状を有する上路式トラスの工場仮組立時における安全管理について

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

設計担当者

現場代理人：工場

西岡 秀和[○]

熊倉 正徳

1. はじめに

本橋は、静岡県静岡市を起点とし、山梨県甲斐市を經由して長野県小諸市に至る中部横断自動車道のうち、現在整備が進められている身延山ICと下部温泉早川ICの区間に位置する橋長86mの鋼上路式単純非合成トラス橋（図-1）であり、工事区間は、急峻な山岳地帯で、山間の中腹を通ずるルートであることから、架設工法はケーブルエレクション直吊り工法が採用されている。本工法においては、下路式よりも上路式のほうが仮設ケーブルの高さを低く抑えられ、コストを安価とすることが出来ることと、橋梁下が河川ではなく沢であることから、上路式が採用されている。

本稿では、本橋の工場製作時の仮組立（図-2）における安全管理について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：中部横断法洗沢川橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省関東地方整備局

甲府河川国道事務所

- (3) 工事場所：山梨県南巨摩郡身延町角打地先
- (4) 工期：平成29年10月～令和元年8月



図-2 工場仮組立完了時全景

2. 現場における問題点

主構間隔が8mで、主構高が3mから10mに変化する本橋の工場仮組立時においては、下記の安全管理上の課題があった。

- 2-1 垂直材、斜材設置時の不安定状態の回避
- 基本的に、本橋のようなトラス構造の橋梁の工

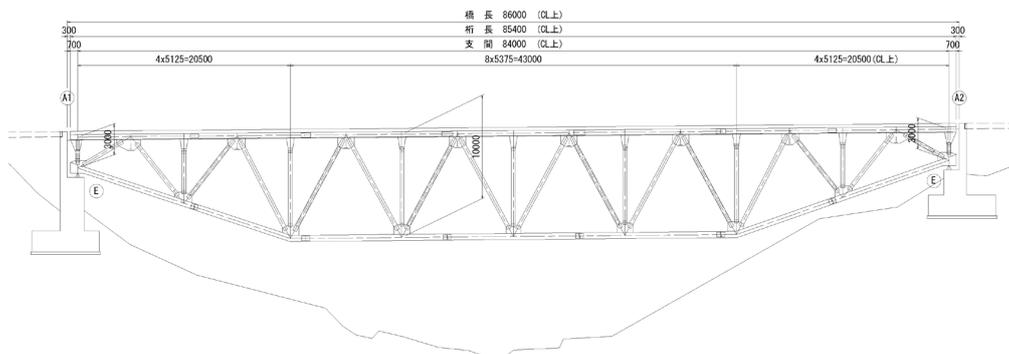


図-1 橋梁構造一般図

工場仮組立では、まず下弦材を支持架台上に設置後、垂直材および斜材を建て込み、その上に上弦材を設置する手順が一般的であるが、本橋の垂直材は最大で10m、斜材に至っては11.4m（いずれも骨組中心間距離）と大きく、一時的であっても仮組立中に、これらが下弦材から上方に突出した不安定な状態となることを避ける必要があった。

2-2 勾配を有する下弦材仮支持の安定性確保

前述したように、本橋の主構高は、3mから10mに変化していることから、その主構高の変化区間となるトラスの端部の2格間においては、下弦材は34%の縦断勾配を有することとなる。この場合、当該部材を仮支持するため、支持架台上には、この縦断勾配に対応したテーパフィラープレートを挿入し、仮支持を点支持から面支持とすることが一般的であるが、上述したように本橋の主構高は大きく、かつ下弦材の縦断勾配も大きいことから、工場仮組立時における仮支持点の安定性を向上させる必要があった。

2-3 下弦材作業足場上での安全性確保

本橋の工場仮組立検査時における下弦材（縦断勾配34%の地上から高い位置）の出来形や外観の品質確認のため、仮設の作業足場が必要となるが、この足場は下弦材と同じ縦断勾配となるため、当該足場上での検査対応者や検査官の躓き転倒に対する安全対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 面形状部材による部材の仮組立

工場仮組立作業において、下弦材から垂直材および斜材が突出した状態となることを回避するため、地上において、約1格点間分の上弦材、下弦材、垂直材、そして斜材の組立作業（主構面材の組立作業）を先行して行い、これを工場の門型クレーンで建て起こした後、吊上げ、支持架台上に設置した。これを繰り返し行うことで、安定した形状での主構の仮組立作業を実現した。

3-2 専用の支持架台による下弦材支持

工場仮組立時における34%の縦断勾配を有する下弦材の仮支持点の安定性を向上させるため、当該部材の縦断勾配に対応した専用の仮設支持架台を新規に製作し、これで下弦材を支持することで、仮組立部材全体の安定性および安全性を向上させた。（図-3）

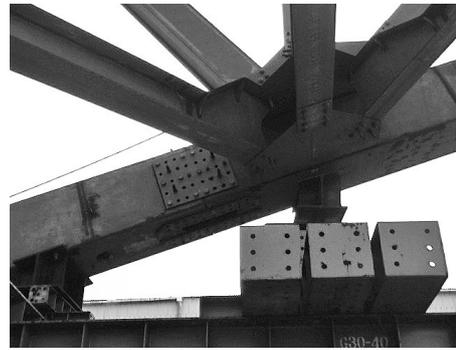


図-3 縦断勾配34%の下弦材仮支持部

3-3 高所作業車使用による足場設置作業省略

本橋の工場仮組立検査時における下弦材の出来形や外観の品質確認のための仮設作業足場を省略し、その代わりに作業床が平坦な高所作業車を使用することで、検査対応者や検査員の躓き転倒リスクを回避した。（図-4）



図-4 下弦材の仮設作業足場の省略

4. おわりに

本稿では、主構高が変化する上路式トラスの工場仮組立作業における安全管理上の課題と対策について報告した。

本工事における工夫や改善点が、参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に謝意を申し上げます。

51 安全管理

張り出し量の大きい桁架設の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

小川 喜和〇

担当技術者

高桑 正直

担当技術者

庭山 孝史

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：北上川下流日根牛地区羽沢橋上部
工工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局北上川
下流河川事務所
- (3) 工事場所：宮城県登米市登米町日根牛地内
- (4) 工期：平成30年7月～令和元年11月

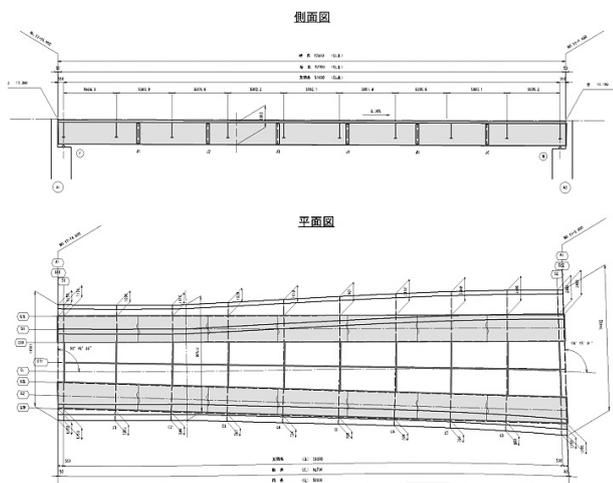


図-1 橋梁一般図

北上川左岸日根牛地区の堤防は幅や高さが不足しているほか、堤外地に家屋が存在しており、たびたび浸水被害が生じている。

また、一般県道東和登米線は、登米市東和町中心部と登米市登米町中心部を結ぶ地域の生活に密着した道路である。当地区は、登米町中心部から登米中学校への通学路となっているが、線形不

良、幅員狭小のため大型車のすれ違いが困難であり、かつ安全な歩行者動線が確保されていない現状にある。



図-2 現場周辺図

このため、国の河川改修事業、県の道路改良事業が連携して堤防・現道拡幅・歩道整備を行い、浸水被害の軽減、および安全で円滑な交通空間の確保を図っている。

本工事は北上川日根牛地区河川改修事業の一環として、二級河川羽沢川を渡河する羽沢橋の架け替え工事のうち鋼桁部を建設する工事である。

2. 現場における問題点

本橋架設箇所の左岸側はコンクリートブロックの法面堤防であり、ペントは支間長51.6mに対し、右岸側のA1橋台から約15m離れた位置にしか設置できなかった。当初は、まずA1（右岸）ヤードから160t吊トラッククレーンを使用して1ブロック目（2本地組桁、ペント到達）を架設し、そこから張り出し架設となる2ブロック目、3ブ

ロック目となる単材桁を2本架設し、続いてA2（左岸）ヤード橋台背面から360t吊トラッククレーンにて4ブロック目（3本地組桁）を架設する計画であった。

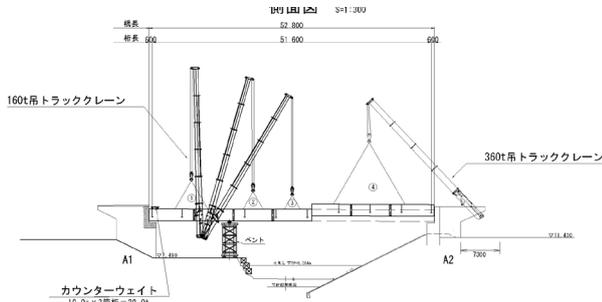


図-3 当初架設計画図

このため、ベントから主桁2本張り出しとなる不安定な状態の期間をいかに少なくすることができかが問題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

架設計画を変更し、A1（右岸）ヤードから160t吊トラッククレーンにて1ブロック目（2本地組桁）、2ブロック目（単材桁1本）を架設し、続いてA2（左岸）ヤードから360t吊トラッククレーン1台にて3ブロック目（単材桁）、4ブロック目（3本地組桁）を同日に架設する計画とした。

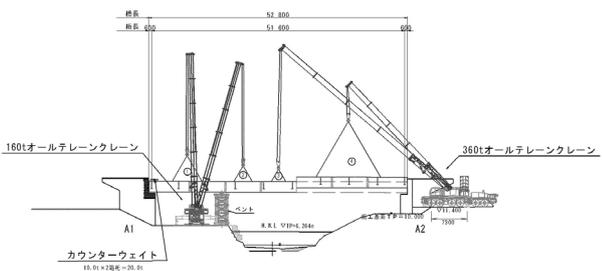


図-4 変更架設計画図

施工に先立ち、A1ヤードのベント設置箇所、クレーン据付箇所およびA2ヤードのクレーン据付箇所においてそれぞれ平板載荷（地耐力）試験を実施し、地盤支持力を確認した。

まず、A1ヤードから160t吊トラッククレーンにて1ブロック目（2本地組桁、ベント到達）の架設を行った。次に転倒防止対策としてA1橋台

支承部の主桁上にカウンターウエイト（1主桁当たり約45t、2主桁計約90t安全率1.3）を設置し、2ブロック目（単材桁、張り出し桁1本目）の架設を行った。

続いてA2ヤードから360t吊トラッククレーンにて3ブロック目（単材桁、張り出し桁2本目）と4ブロック目（3本地組桁）を同日に架設作業を行い、ベントから主桁2本張り出しとなる不安定な状態を正味4時間とすることができた。（3ブロック目単材桁、張り出し桁2本目の玉ばらしから4ブロック目3本地組桁の仮ボルト添接完了までの時間）。鋼桁、ベント設備、カウンターウエイト設備等異常なく架設作業を終了した。



図-5 張り出し架設状況

また、この3ブロック目、4ブロック目の桁架設作業時に日根牛地区近隣の皆様を対象とした現場見学会を開催した。見学会では、工事概要や橋桁の制作工程等についてパネルで説明し、箱桁内部や360t吊トラッククレーン、桁架設作業を間近で見ていただいた。

4. おわりに

本工事は桁架設後、足場設置工、現場継手工、現場塗装工の施工を経て、工期内に無事故・無災害で完成を迎えることができた。

最後に本工事の施工にあたり、国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所米谷出張所ならびに近隣の中学校、地域の皆様など、関係者の方々には多大なるご指導・ご協力をいただき厚く御礼申し上げます。

堤防道路における第三者対策

福岡県土木施工管理技士会
株式会社廣瀬組
監理技術者
田中 久善

1. はじめに

本工事は、筑後平野中央を流れる一級河川筑後川下流域、大川出張所管内堤防の維持修繕を行う工事である。

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度 筑後川水系
(大川地区) 河川維持工事
- (2) 発注者：九州地方整備局筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：大川出張所管内
筑後川、広川、田手川
- (4) 工期：平成30年4月1日～
平成31年3月31日

2. 現場における問題点

大川出張所管内の堤防の特徴として、一般道を兼用する堤防がほとんどを占めている。

現場の問題点は、オーバーレイ工事の周辺環境への影響と第三者への対策とした。

- ① 幅員が3.5mと狭く。また、川表側には漁港があり地元関係者が利用する堤防道路でもあるため、通行止めの周辺住民の理解と協力が必要である。
- ② 乳剤散布直後において、合材運搬ダンプや工事車両が通行する際、タイヤに付着した乳剤により近隣の生活道路を汚す恐れがある。特にオーバーレイ工事は、当日に乳剤を散布してからの同日施工となるので、汚れることが予想さ

れる。従来の乳剤の養生方法は石粉を散布するなどの方法だが、施工完了直後の施工面を石粉の引きずり汚れなど苦勞する点でもある。

③ 工事運搬経路等の交通対策

危険個所の把握として堤防道路の危険個所の踏査、過去現場資料など洗出しが必要である。

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点①の工夫として、行政区長の協力を得て工事内容、通行止め期間、工事個所、う回路図を記したチラシを地元関係者に配布する。

改善点として、施工位置と施工時期が異なる2回目のチラシ(図-1)の配布は、周辺住民に工事内容の周知不足がないよう配布時期を早め、現場予告看板(図-2)の内容がチラシ内容と一致するように改善した。



図-1 チラシ



図-2 工事予告看板

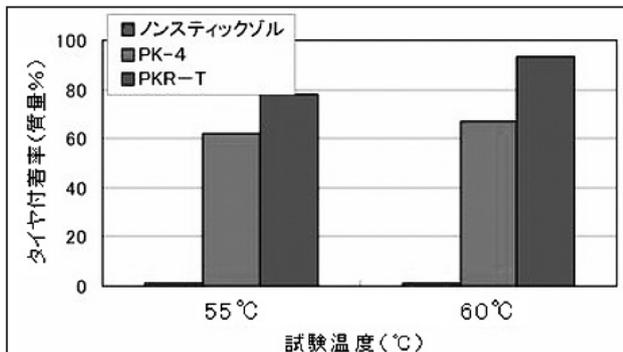


図-3 合材運搬ダンプ運搬状況

結果、当日通行止め規制時は、当初心配された周辺住民や一般の通行者からのクレームやトラブル等は無くスムーズに完了した。

問題点②の工夫・改善点として、タックコートにタイヤ付着抑制型乳剤ノンスティックゾル（前田道路株式会社 NETS番号HR-130001-VE）を使用した。ノンスティックゾルの特徴として、従来の使用する乳剤PK-4やPKR-Tと比較すると、タイヤ付着率（表-1）が10分の1となり、十分な付着抑制効果が望める為、採用した。

表-1 ノンスティックゾルの付着抑制効果
※前田道路株式会社ホームページ技術情報



結果、乳剤のタイヤ付着による周辺道路への影響はほとんどなく、また、一般車の車体への汚れもなかった為、環境対策として十分な効果を発揮したと思われる。（図-3）

なお、河川工事において事案となる油流出事故にも効果があり。副次的効果として、乳剤の河川流出等も防げる結果となる。

問題点③の工夫・改善として、現場の危険個所の洗出しを行い、ハザードマップを作成、新規入場者教育資料や安全訓練資料とした。内容は、現場全体の平面図に危険個所を明記。1件ごとに分かりやすい航空写真平面図に注意事項を記入する。また、継続的に内容を更新し、作業員の経験から意見も取入れ有効活用した。結果、交通事故等はなく全工事期間中無事故で完了した。

4. おわりに

問題点①は、現場の調査が重要であり、交通量や車種、通行時間帯のピーク、地元行事の把握など地域の様々な点を調査する必要があった。結果、周辺住民とのコミュニケーションがとれ、トラブル回避につながった。

問題点②は、河川工事のアスファルト舗装が抱える問題点を含め、現場特有の周辺環境を考慮した新技術を採用した結果、環境への影響もなく無事に工事が完了した。

問題点③は、周辺環境と同じく現場の調査が重要であり、調査結果は、将来の周辺工事に活用するためノウハウをデータとして蓄積した。

最後に、現場の特性をよく理解している慣れ親しんだ地元の工事であるが、さらに掘り下げて調査することにより、環境にやさしい安全な現場が完成した。また、無事に工事が完了したことを周辺住民の皆様の協力に感謝したい。

53 維持管理

現場状況に応じた用水路工の機能保全

長野県土木施工管理技士会
株式会社倉品組
土木部長
木村 良紀

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度 経営体育成基盤整備事業 二重地区3・4工区 区画整理工事
- (2) 発注者：長野県北アルプス振興局 農地整備課
- (3) 工事場所：大町市美麻
- (4) 工期：平成30年8月18日～令和元年7月31日

本工事は、区画整理工 A=2.5ha、用水路工 L=1,119mを施工する圃場整備工事である。

2. 現場における問題点

この現場は、県道下に面しており道路からの法長が長いうえ、計画水路高さが既設水路より低い（図-1）ことから法勾配が従来よりきつくな

る構造であった。これまでも地元耕作者の方々は法面と水路の管理に苦勞してきたという話（急勾配で草刈りが大変、一部の脆く崩れやすい箇所では降雨のたびに崩れた土砂を撤去清掃してやっと水田に水を入れていた等）を聞き、圃場整備後の用水路工の品質、機能保全が課題であるとわかった。

3. 工夫・改善点と適用結果

計画水路位置を丁張で設置してみたところ現況の法勾配より更に急勾配であったため、発注者及び耕作者と協議、打合せを行った。法尻の水路工の犬走は当初50cm幅の計画であったが、犬走幅を50cmから10cmに短くし、現況法面が1割2分位なので1割弱で切土法面を仕上げ法面勾配をできるだけ緩和するようにした。さらに急勾配（約0.8割）になる箇所は、中段に小段を設けて法勾配を緩和して、耕作者の草刈り作業が少しでも安全に出来る様に配慮した。（図-2）

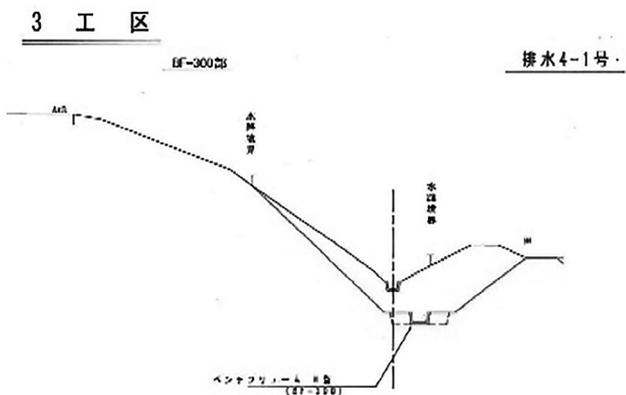


図-1 (横断面図)



図-2 (法面中段に小段作成)

仕上げ法面の土質が脆く崩れやすい箇所には法覆工を施した上、水路に甲蓋を設置し法面からの崩落土砂等が水路に入らない様にして水路の維持管理を容易にした。(図-3) また、当初設計では水路からの掛口に給水栓保護柵を取付けて自動給水装置で水田の水管理を行う計画であったが、装置を水田側に設置すると田植機やコンバインに接触する等、耕作への支障が予想された。そこで二次製品の田排水2型を流入口に設置、畦畔の中に



図-3 水路土砂状況、溝蓋設置

納まるようにすることで水田の中に耕作機械の動きを妨げるような構造物を無くし、機械による作業能率と安全を確保した。そして、水田が流入水によって洗掘されないように、流入パイプの先端にエルボを取付けて下から湧き上がって水田に水が流入するように設置した。(図-4) 排水口についても、当初の位置では稲刈り時にコンバインの先が接触する恐れがあったので、耕作者と協議確認しながら排水口設置場所を変更して施工した。



図-4 掛口エルボ取付け

4. おわりに

今回の施工に当たっては、工事の各段階において地元自治会、耕作者と常に協議して、地元からの意見を尊重しながら圃場整備後の使い易さを考

え自発的に提案して、施工を行なった。また、既設構造物を生かすことでコスト削減を図れるように、目視で外観を確認し、必要に応じて現場強度試験(シュミットハンマー使用)を行って劣化等を把握して、使用できるものは出来るだけ利用し、新設を控えるように努め、工事費のコストダウンに努めた。施工中は、法面の草刈りの他、現場近くの自治会で管理する花壇内の草刈り等も行っ地元とのコミュニケーションを積極的に実施し、圃場整備工事への理解協力をお願いした他、現場周辺の環境保全にも配慮した。(図-5)



図-5 地元自治会花壇草刈り

また、本工事は土工事がメイン工種であることから、畦畔土工作業においてバックホウ0.25m³級に2Dマシンコントロールを取付け、畦畔作成工を行なった。(図-6) ICT技術を取り入れたことによって、熟練オペレーターでなくても施工状況が容易に把握できた他、丁張設置手間の軽減や施工性の向上、出来形仕上がりの安定性、工期短縮等の改善にもつながった。



図-6 畦畔土工 2DMC使用

最後に、無事故無災害で大きなトラブルもなく竣工できた事は、発注者、地元自治会、耕作者等のご理解ご協力のおかげであります。現場を進捗する期間に、ご指導、援助をいただきました皆様にお礼を申し上げ、報告と致します。

54 維持管理

鋼製高欄の取替工事における工夫

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

丹羽 善則[○] 藤本 治樹 宮内 浩司

1. はじめに

近年、高速道路の健全性と機能性を回復し長寿命を図るために多岐にわたる修繕工事が進められている。その一環として阪神高速道路において実施した、劣化が進行した鋼製高欄の新規取替工事における課題と工夫を以下に報告する。

対象場所は、1981年6月供用開始から38年が経過した3号神戸線阿波座JCTの東大阪線へ合流する急カーブ（R=60m）で慢性的な渋滞による排ガスや振動で過酷な環境にあり、また開通当時は2車線走行であったが安全な走行を確保するため現在は1車線走行となっている区間（図-1）である。



図-1 施工箇所

工事概要

- (1) 工事名：鋼床版等大規模修繕工事（28-1-大管）
- (2) 発注者：阪神高速道路株式会社
- (3) 工事場所：大阪市西区江之子島～西本町付近
- (4) 工期：平成28.3.4～令和1.9.30
（当該工事期間：平成31.1.21～令和1.5.16）

- (5) 取替延長：左側=142m、右側=160m

2. 現場における課題

本工事の以前（平成25年）に実施された同種工事の実績から、1日当たり10m毎に撤去～復旧を繰り返すことが条件であった。そこで1日の作業サイクル工程表を作成した。（図-2）課題は、既設鋼製高欄を撤去した際の仕上げ精度、新設鋼製高欄支柱の出来形精度管理を短時間かつ高精度で行うことであった。また急カーブ区間における一般通行車両の安全な走行と作業員の安全を確保する防護設備が必要であった。

日サイクル工程表(10m単位)

作業内容/主要使用機材	所要時間(分)	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
既設高欄ガス切断～撤去	180									
ガス切断、グラインダー、4tエニック車										
鋼床版表地調整、切断部仕上げ	120									
ピースカッター、グラインダー										
スタッドボルト孔明、スタッド溶接	120									
アトラネ、スタッド溶接機										
地覆鉄筋・型枠組立、高欄設置	180									
4tエニック車、レバールック										
超速硬コンクリート打設～仕上げ	60									
ジェットモーター車、パイプレーター										

図-2 日単位サイクル工程

3. 工夫・改善点と適用結果

①既設鋼製高欄をガス切断によりブロック単位で撤去した後の鋼床版上に残った鋼製高欄の一部と地覆立ち上げプレートの整形作業において、「改造型レール付ピースカッター」（図-3）を使用することにより、高精度で均一な仕上げ面を得ることが可能となった。これにより従来のグラインダー仕上げに要する時間を半減した。当該装置

は、既設高欄幅の、約400mmの空間に入る形状でかつ横方向への移動機能を付加した切断刃による機械切断装置であり、鋼床版への熱影響を最小限とした。また、事前に模擬鋼床版を製作して試験施工を行い、作業者の意見をもとに改良（例えば、操作盤や電源ケーブル位置の変更等）を加えたことにより実作業時のトラブルを回避し作業効率の向上を可能にした。



図-3 改造型レール付きピースカッター

②従来は、支柱を地覆部に固定した後に横梁と側面を取付けるところを「高欄先行建込み工法」(図-4)を採用することにより撤去当日の新設高欄の復旧を可能にした。本工法では、地覆コンクリートの硬化前に、施工区画(10m)における新設鋼製高欄の出来形調整(この区画で据付精度を担保)を行った。



図-4 高欄先行建込

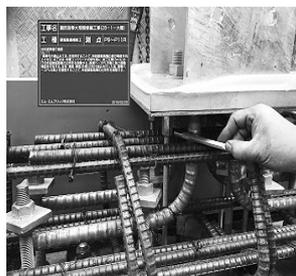


図-5 高ナット

③高欄支柱基部ベースプレートの裏に高ナットを溶接(図-5)し、支柱のアンカーボルトを設置することで、支柱の土台を築くとともに、高さ調整機能を付与した。支柱・横梁・側板(外側)の先行建込みを行った後、高欄ベースPLの高さを調整することで、新設鋼製高欄の出来形(全体の通り、設置済み高欄と既設高欄との取合い)を正確に、しかも迅速に調整を行えることができた。

④「新設地覆鉄筋事前組立工法」によりヤー

ドで組立てた鉄筋をユニック車で現地据付(図-6)することで、組立精度の確保と組立作業時間の短縮を図ることができた。なお鉄筋の事前組立延長は、5m単位を基本とした。



図-6 事前組立鉄筋

⑤供用車線と工事占用帯を仕切る防護設備は、従来のH鋼ガードレールに代えて、一般通行車両による衝突の衝撃に耐えるコンクリート製の置き式連続基礎(長さ2m、幅63cm、重さ約1t)を72個連結した上部にガードレールを取付けたものを採用した。これにより急カーブに沿って違和感の少ない防護設備となり、一般通行車両への安全な走行性を提供し、工事に従事する作業員の安全性を確保することができた。(図-7)



図-7 固定規制と防護状

4. おわりに

着手開始1~2サイクル目は苦心の連続を強いられた。作業員と職員の対話による作業改善と習熟効果により順次サイクル工程を順調に熟せるようになり目標工程を達成することができた。本工事は、現地施工前の3Dレーザーによる車載計測、現地実測の結果を反映した設計、タイムリーな工場製作及び現地施工の各々の技術力がワンチームとなって成果を発揮した修繕工事であった。ご協力頂いた関係者の皆様への感謝を述べるとともに今後の無事故無災害を祈念する。

55 維持管理

有料道路の橋梁メンテナンス

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
現場代理人
工 藤 健

1. はじめに

本工事は有料自動車道に架かる単純合成鈹桁橋を補修する工事である。本橋は1971年に竣工し、本工事施工前で架橋後45年が経過している。今回、劣化したコンクリート床版を補修するものである。その概要を以下に示す。

工事概要

- (1) 工 事 名：橋梁補修工事（猿28-1号）
- (2) 発 注 者：愛知道路コンセッション株式会社
- (3) 工事場所：愛知県豊田市加納町地内
- (4) 工 期：自）平成29年3月1日
至）平成30年3月31日
- (5) 橋 長：33.0~40.0m

2. 現場における問題点

(1) 補修範囲の確定

本工事のコンクリート上面の補修範囲は、事前の非破壊検査結果から、コンクリート劣化が予想された箇所を包含するものであった。実際の補修範囲は、舗装を撤去した段階でコンクリート劣化状況を確認し、事前調査の結果と比較する必要があった。

(2) 断面修復方法と増厚コンクリート高さ管理

現状の舗装厚は、実測値で100mm程度あり、路面高を基準として、できあがり舗装厚の目標値を50~80mmとし、床版コンクリート厚を約30mm増厚する計画とした。この床版厚をいかに

管理するかが課題となった。

(3) 床版打設の迅速施工

新旧コンクリートの付着性確保のため、エポキシ樹脂系接着剤を塗布することとしたが、コンクリートの打ち継ぎ可能時間が1~2時間と短く、迅速な施工を行うための施工手順が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 補修範囲の確定

床版上面補修は、片側車線を常時規制し、反対車線を補修する形態とした。規制をおこなった後、既設舗装を全面撤去し、打音検査を実施した。図-1に打音検査状況を示す。



図-1 床版上面打音検査状況

打音検査では、浮きや剥離等が発生している箇所を床版上面に罫書くとともに、補修範囲図を作成し、補修範囲を確定した。床版上面の打音検査結果を反映した補修範囲図を図-2に示す。確定した補修面積は、当初施工範囲と比較して3倍程

度となった。

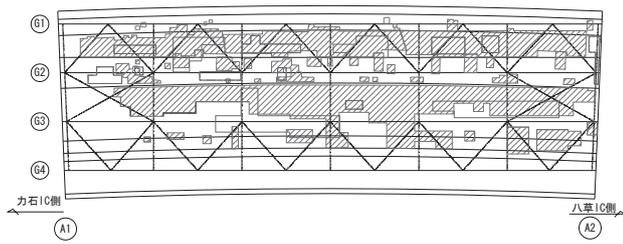


図-2 床版上面補修範囲図

(2) 断面修復方法と増厚コンクリート高さ管理

補修範囲に基づき、劣化コンクリート部にコンクリートカッターを挿入し、ブレーカーにて撤去をおこなった。露出させた既設鉄筋は、錆を除去するとともに、断面残存率の調査をおこなった。断面残存率が70%以下の場合、補強鉄筋を既設鉄筋に結束することで、欠損断面を補填し、鉄筋防錆剤を塗布した。また、増厚コンクリートの打設前に、露出鉄筋に天端表示具を結着した。目標とするコンクリート打設高に天端表示具の高さを個々に調整しておくことで、増厚コンクリートの高さ管理を正確に行うことができた。

図-3に補強鉄筋と天端表示具配置状況を示す。

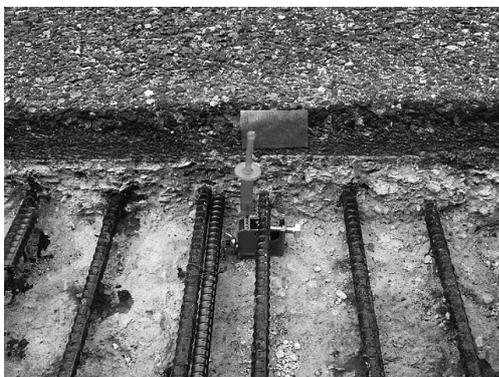


図-3 補強鉄筋と天端表示具配置状況

(3) 床版打設の迅速施工

早強コンクリート30-12-25Hを採用した。また、追越車線の床版打設は、輪荷重作用位置と主桁配置の関係を考慮して2分割施工とし、分割位置に型枠を配置した。さらに、床版コンクリート打設日の前日までに、鉄筋防錆剤塗布とコンクリート床版打設時の天端表示具の設置を完了させた。床版コンクリート打設日は、粉塵をブロワーにより清掃を行うのみで施工着手できるように準備し

た。

打設当日の施工手順は、ポンプ車やアジテータトラックの入出場は通勤時間帯で混雑するAM7:30~9:30を避けておこなった。また、追越車線を2分割施工としたことで、圧送管を事前に配管する作業スペースが確保できた。さらに、エポキシ樹脂系接着剤の塗布作業と床版打設を並行作業としたことで、予定していたよりも迅速に施工することができた。図-4にエポキシ樹脂系接着剤塗布状況、図-5にコンクリート打設状況を示す。



図-4 エポキシ樹脂系接着剤塗布状況



図-5 コンクリート打設状況

4. おわりに

本工事では1km区間を約4ヶ月間に渡り、常時片側車線規制を行った。有料道路並びに高速道路での作業では、死亡災害に直結する危険性がついてまわるが、関係各位の協力もあり無事故・無災害で施工を完了することができた。また、本工事においてご指導賜りました愛知道路コンセッション株式会社の方々には、あらためて御礼を申し上げます。

56 新技術活用 (NETIS 含む)

福岡 201 号立岩大橋橋梁補修工事における PC グラウト再注入工法の検討

清水丸源建設株式会社

監理技術者

品質証明員

奥 永 健 悟[○]

生 永

勝

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：福岡201号立岩大橋橋梁補修工事
- (2) 発 注 者：九州地方整備局北九州国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県飯塚市立岩
- (4) 工 期：平成30年7月31日～
令和元年7月31日

飯塚市立岩の国道201号に架かる立岩大橋は、JR筑豊本線を跨ぎ、飯塚市内と筑豊方面を繋ぐ主要橋であるが、昭和34年の架橋から59年が経過し、事前調査によりPC桁の一部でシース管内のグラウト充填不良箇所が確認されたため、本工事でグラウト再注入を行うこととなった。

PCグラウトの再注入では、定着端部の注入不良による空洞部や部分的に残存する既設グラウトにより狭窄部が存在することも多いことから、従来の一般工法に比べ高度な技術が求められる。

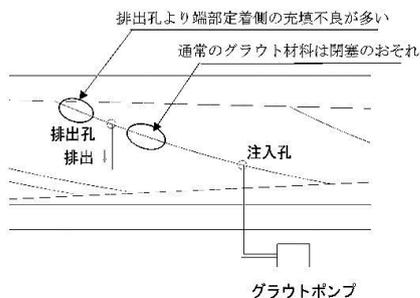


図-1 従来のグラウト注入工法

ところが、実態としてグラウト再注入工法でも、従来の注入と排出の2孔を設けグラウトポン

プで押し込む工法(図-1)と通常のグラウト材料で設計・積算している場合が多く、端部空洞部や狭窄部への再注入といった施工条件が厳しくなるなか、従来工法では確実なPCグラウトの充填が困難という課題を抱えている。

本工事でも当初設計では、従来工法と通常のグラウト材料によるものであった。

2. 現場における問題点

本工事での追加の削孔調査とCCDカメラ挿入により、想定したとおり以下の課題が確認された。

① エア噛みのおそれあり

既存グラウトによる狭窄部が複数個所で確認され、狭窄部の裏側まで確実に充填しなければならぬ事が判明した。したがって、初期注入ではエア噛みが起きないように低速かつ一定圧で行う必要があるが、従来工法のグラウトポンプでは注入圧が変化するため困難である。(図-2)



図-2 既存グラウトによる狭窄部

② 定着部の充填が困難

調査結果では定着端部の充填不良が複数確認さ

れたが、端部定着部、上縁定着部は構造物の深部であり、構造鉄筋が密に配置されているため、削孔が困難であり排出孔を設けることが出来ない。このため注入と排出の2孔が必要である従来工法では、端部定着側まで排気できず、グラウト材を十分に充填することが困難である。(図-3)

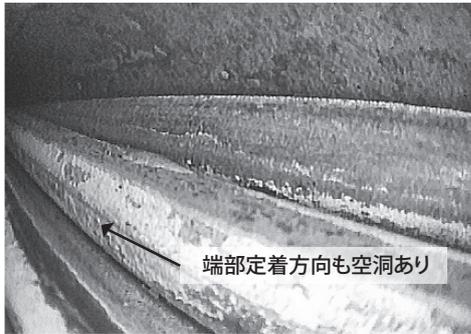


図-3 端部定着方向の空洞部

③ 通常のグラウト材料では閉塞のおそれ

シース管内には既存のグラウト材により狭窄部が存在し、その奥側や細部までグラウト材を充填する必要があるが、一般工法で使用する低粘性グラウト材は可使時間が1.5時間と短く、最小注入空隙も5mmであるため、細部を充填する前に閉塞してしまうおそれがある。

3. 工夫・改善点と適用結果

PCグラウト再注入が抱える課題を解消するため、近年では新たなグラウト材料とともに新工法が開発されてきた。

この中の「リパッシブ工法」(NETIS KT-120108-VR)は、空気とグラウト材を置き換えることに着眼した工法(図-4)であり、空洞部の先端まで排気用の高弾性細径チューブを挿入する

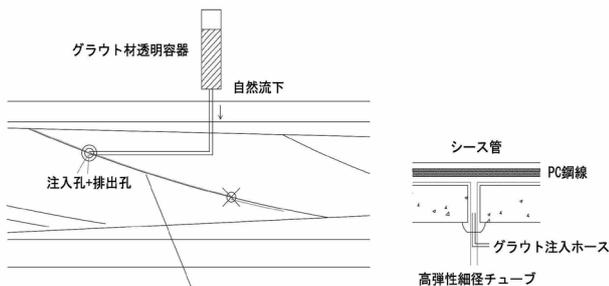


図-4 リパッシブ工法

ことで、定着端部まで充填可能であり、かつ充填されたかどうかはチューブからのグラウト材の排出で確認できる。(図-5)

また、最小注入空隙が1mmの超低粘性グラウト材を低速かつ一定圧となるように自然流下(圧)で注入することで、空気が混入せず細部に至るまでの充填効果が高い。

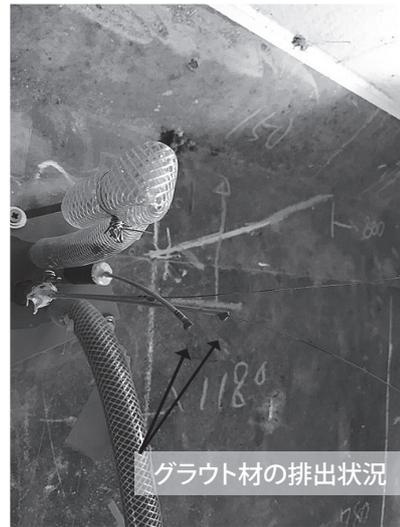


図-5 高弾性細径チューブからの排出状況

この新工法を採用した結果、充填を実施した99箇所全てでグラウト材の排出を確認した。また、PC鋼線の塩化物イオン付着調査でほとんどがI健全～II表面錆だったため、Lグレードで施工したが、浮き錆の見られた一部箇所では、事前に腐食抑制のための亜硝酸リチウム希釈水溶液を注入し、Mグレードに準ずる工夫も行った。

4. おわりに

本工法は、従来工法に比べて経済的、工期的には不利ではあるが、全ての定着端部の空洞部が確実に完全充填したことを確認できたことから、満足のいく管理と品質確保がなされ、地域に自信をもってお返しすることができたと思っている。

最後に、本工法を進めるにあたり、北九州国道事務所の方々、ならびに協力会社のエスイーリア(株)、(株)ピーエス三菱、(株)ニューテック康和の皆様深く感謝を申し上げます。

57 新技術活用（NETIS 含む）

橋梁架設による高圧線接触防止への 取り組みについて

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

現場代理人

監理技術者

堀田 明正[○]

神野 勝樹

1. はじめに

本工事は、飛鳥大橋の南側に位置し国道302号に取り付く新設の橋梁架設工事である。橋梁形式は5径間連続鉄桁橋で、橋長は186.0mである。現地架設においては施工ヤードが細長く、高圧線が近接していることから高圧線接触防止と既設橋梁との接触防止に留意した計画と施工が求められた。

工事概要

- (1) 工事名：平成30年度302号飛鳥右岸取付橋鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
愛知国道事務所
- (3) 工事場所：愛知県海部郡飛鳥村三福3丁目
～渚8丁目（図-1）
- (4) 工期：平成30年6月15日～
令和元年8月9日



図-1 現場位置図

2. 現場における問題点

本工事の施工場所は、名二環本線高架橋と並行

する国道302号線の取付道路であり、既設の高架橋および新設する高架橋とヤード外にある中部電力高圧線に挟まれた細長い狭隘なヤードで架設する条件であった。よって、架設計画ではそれらの近接する構造物に対して接触を防止しつつ、効率よくクレーンや地組桁・ベント設備を配置することが課題であった。また、側道が新設するヤードを横断しており、常時通行止め規制することができないことや同時期施工で隣接する本線上部工架設業者が控えており、架設順序、工程、ヤード取り合いの調整を実施し、早期に架設工事を終え、施工ヤードを引き渡しする必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 施工計画

高圧線の位置・高さは、図面化されておらず、現地確認をする他手段がない。よって位置の計測・確認のため、CIMを活用した。（図-2）

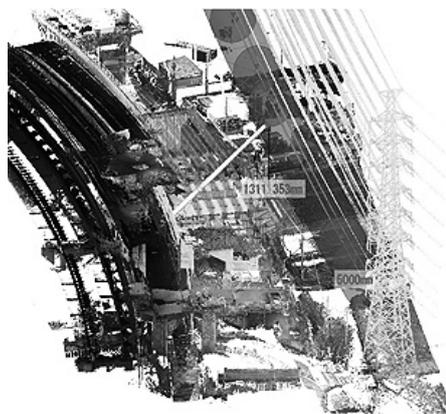


図-2 CIMの活用

現地において着工前に3Dスキャンによる現地計測後、CIMソフトによる点群処理を実施し、三次元CADによる架設計画図により、高圧線から離隔を確保した架設計画を立案することができた。また、その取り組みは客先や工事関係者に安心感を与えると共に、高圧線に最も近接する位置＝架設中に最も気を付ける位置の把握ができ、日常の作業指示・安全への配慮・指導・注意事項を周知することに活用できた。

(2) クレーンブーム近接の監視

現地架設中において、クレーンブームの近接確認は従来、目視によるものや目安を現地に位置出しすることしかなかった。本工事ではレーザーバリア警報監視システム（NETIS：KT-130018-VE）を活用した監視を実施した。レーザーバリア警報監視システムは、地面に対し鉛直にバリアを張ることにより、クレーンのブームが旋回時に施工区域を超えると警報するシステムである。（図-3）クレーン作業中作業員は吊り荷に注意が行きがちであることと、クレーンオペレータは合図者や吊り荷に注意が行きがちであり、ブームが高圧線にどれくらい近接しているか、分からないところ、目視や警報音による聴覚で警報が確認できることから、ヒューマンエラーによる事故が防止できる。



図-3 レーザーバリア警報監視システム

事前のCIMを活用した計画と作業指示、現地でのレーザーバリア警報監視システムを活用することにより、安全に架設工事を終えることができた。

(3) 狭隘なヤードでの架設工事

本工事では、既設の名二環本線橋と民地に挟まれた細長いヤードであった。通常、桁架設前にベント設備を全て組み立て後に桁架設を行うが、今回は起点側から終点側に向かって、ベント設置→桁地組→桁架設→クレーン移動→ベント設置を繰り返し行い架設した。（図-4）

起点側には既設橋と取り合う伸縮装置があり、全ての桁架設後ではクレーンの設置場所がなくなり伸縮装置の架設ができない。そうならないように詳細な架設計画を実施し、手戻りなく架設を進められ架設を完了することができた。（図-5）

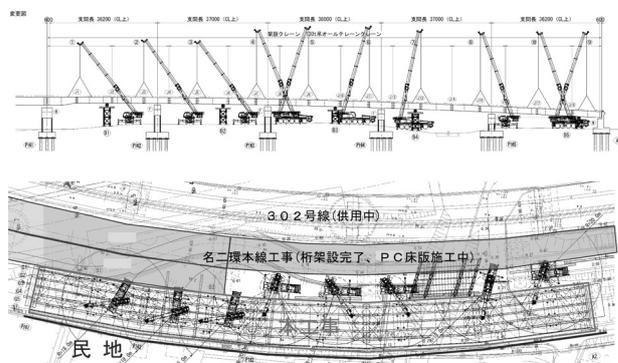


図-4 架設計画図



図-5 完了時全景

4. おわりに

本工事を無事故で終わらせることができたのは、関係する全ての皆様の御指導・御協力があったので、厚く御礼申し上げます。

本工事のような既設構造物が近く狭隘で高圧線が近い条件の工事は多々あると思うが、本工事の実績が今後の工事を安全施工につながれば幸いです。

58 新技術活用（NETIS 含む）

GNSSステアリングシステムの活用による施工管理の簡素化 ～施工プロセスチェックの遵守～

岡山県土木施工管理技士会
蜂谷工業株式会社
監理技術者
津内 崇 充

1. はじめに

岡山市中心部において、一般国道2号・30号から交通の流入が多いため、慢性的な交通混雑が発生している。本工事は、この交通混雑の緩和を図るために計画された岡山環状南道路の整備に伴う地盤改良工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：岡山環状南道路大福地区
第2改良工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中国地方整備局
岡山国道事務所
- (3) 工事場所：岡山市南区大福地内
- (4) 工 期：平成29年3月24日～
平成30年3月30日

2. 現場における問題点

本工事は道路整備を行うにあたり、軟弱地盤の改良を行い、安定した地盤の確保を目的とした工事であり、深層混合処理工はRMP-MST工法、中層混合処理工はSCM工法にて施工した。また、RMP-MST工法の改良機の地耐力確保のため、仮設工として表層安定処理工もSCM工法で施工した。

これらの地盤改良工事を施工するにあたり、従来通りの施工管理では、以下の2つの問題点があった。

(1) 事前測量時間と施工位置の確認

事前測量はトランシット・巻尺等を使用し、RMP-MST工法では杭芯へ1本ずつ（本工事：686本）目申を人力にて打込み、SCM工法では全区画（本工事2,310区画）のマーキングを人力にて行う必要があり、膨大な作業時間を要していた。

また施工時は改良機運転手が施工位置を直接目視できないため、誘導員による改良機の誘導が必要となる。施工時に発生する盛上り土（図-1）が目申やマーキングを覆い、次施工箇所が不明となり再測量を要し、施工位置の出来形管理精度にも影響が懸念された。



図-1 盛上り土発生状況
(左：SCM工法、右：RMP-MST工法)

(2) 出来形管理に要する作業時間

一般的に地盤改良工事の出来形管理は、杭頭もしくは施工基面を掘り起こす必要がある。（図-2）本工事のRMP-MST工法の管理頻度は7箇所（1箇所/100本当たり）となる。1箇所当たり4セットの杭頭を掘り起こす必要があるが、空堀長が2.5mもあるので、膨大な作業時間を要する。

(目安：1箇所掘り起こし土量=250m³)



図-2 RMP-MST工法 杭頭出来形確認状況

SCM工法においては50cm程度盛上り土が発生し、施工基面約4,000m²を掘り起こす必要があり、こちらも膨大な作業時間を要する。

3. 工夫・改善点と適用結果

GNSSステアリングシステムを導入して問題点の改善・簡素化を図ることを検討した。

(1) 事前測量時間と施工位置の確認の改善

GNSSを利用し、改良機を計画改良位置へ誘導する位置計測システムと計画位置に対しての偏心量を施工管理モニター（以下タブレット）に数値として確認できるシステムを導入した。タブレットは2台あり、改良機運転手と施工管理者が同時に確認する事ができる。（図-3）

これにより、杭芯目申や区画マーキングを全数測量する必要がなくなり、作業時間を大幅に低減することができた。（約20%低減）

また偏心量もタブレットで目視しながら施工できるため、誘導の簡素化が図ることができ、盛上り土に左右されず定量的な管理が可能となり、施工位置の出来形管理精度も向上できた。

(2) 出来形管理に要する作業時間の低減

改良機を計画改良位置へ誘導する位置計測システムで得られた偏心量をタブレットにより数値として確認でき定量的な管理を全箇所行えることで、出来形管理精度が向上し、発注者との協議の



図-3 GNSSステアリングシステム
(上：RMP-MST工法、下：SCM工法)

結果、出来形管理頻度を低減できた。

本工事の出来形確認のための掘り起こし作業は、RMP-MST工法は7箇所から2箇所へ低減でき、約15日間の工期短縮を図れた。

SCM工法では、約4,000m²の施工基面の掘り起こし作業の全てを低減でき、約8日間の工期短縮が図れた。

4. おわりに

今回の取組の結果、事前・施工中の作業を低減でき、出来形管理の精度向上と頻度低減が図れたと同時に、改良機誘導による挟まれ巻込まれ災害防止にも繋がり、安全性も向上できた。

また、ICT技術は便利で有効である半面、機械誤作動が生じても気づきにくいので、日々のキャリブレーションを実施した。地盤改良工事は目に見えない成果物のため、日々の施工プロセスチェックが大切であると再認識できた工事であった。

参考文献：みちなびおかやま（岡山国道事務所）

第24回 土木施工管理 技術論文・技術報告 表彰者一覧表

賞名	題名	執筆者名	会社名	技士会名	頁	
技術論文	最優秀賞	夏季における高強度のマスコンクリートの施工について ～温度ひび割れ対策としてのフライアッシュの活用～	生駒 和久 横田 昭彦	福留開発(株)	高知県	p.78
		鋼橋架設工事における遠隔検査の試行	影石 真一 井上 圭史	(株)IHIインフラシステム	日本橋梁建設	p.138
	優秀賞	橋上覆工設備を用いた桁架設における課題と対策	片岡 雅志	清本鉄工(株)	宮崎県	p.10
		高速道路に並行近接した鋼ローゼ橋の施工	吉良 浩二 江角 和之	JFEエンジニアリング(株)	日本橋梁建設	p.38
		ケーブルエレクション直吊り工法による被災橋梁の撤去	甲斐 智弘 能勢 幸二 新地 洋明	エム・エムブリッジ(株)	日本橋梁建設	p.66
	i-Construction賞	消波ブロック嵩上げ工事における3次元計測による数量算出について	新栄 隆	(株)高木組	北海道	p.122
特別賞	該当なし					
技術報告	最優秀賞	GNSSステアリングシステムの活用による施工管理の簡素化 ～施工プロセスチェックの遵守～	津内 崇充	蜂谷工業(株)	岡山県	p.258
	優秀賞	背面埋戻しを伴うアンカー付土留杭工の施工管理について	荻久保 武志 中村 敏幸	北陽建設(株)	長野県	p.182
		送出し支間長90mのひと夜間送出し架設工法	伊佐 和人 木邑 義孝	JFEエンジニアリング(株)	日本橋梁建設	p.194
		小黑板情報電子化の導入について	吉崎 忠幸 池田 四郎 伊藤 啓二	極東興和(株)	愛媛県	p.196
		試験施工によるアーチ橋コンクリート工の品質向上	鈴木 浩之 柴丸 祐治 山田 芳丈	(株)大本組	東京	p.222
	特別賞	台風19号による応急工事	永井 誠司 宇賀神 努	(株)前原土建	栃木県	p.190

第24回土木施工管理技術論文報告集（令和元年度版）

令和2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ホライズンビル1F

TEL 03-3262-7421（代表）

URL <https://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 株式会社愛甲社