

目 次

I. 技 術 論 文

施工計画

1	鋼・コンクリート合成床版橋の都市内架設に関する施工法	2
2	架空線直下における既設構造物を生かした落石防護柵工法の提案	6
3	市街地における水門改修工事の工夫	10
4	河川堤外側における水門改修工事の施工方法検討	14
5	合成床版施工による工期短縮	18
6	55時間連続作業による橋梁架替工事の設計・施工	22
7	地震により損傷したスパンドレル・ブレースド・バランスド アーチ橋の撤去	26
8	送出し縦断勾配の工夫による工程短縮	30
9	3次元シミュレーションを活用した送電線近接の鋼橋一括架設	34
10	狭小ヤードからの長スパン夜間落とし込み架設	38
11	交通量の多い国道上の鋼桁架設、床版工事における課題と対策	42
12	北陸自動車道を跨ぐ送出し距離 120m を超える送出し架設	46
13	黄瀬川大橋災害復旧 橋桁撤去～仮橋開通までの 42日間	50
14	高速道路を跨ぐ鉄道橋の架設に関する取り組み	54
15	地上 50m を超える高所での鋼桁・プレキャスト PC 床版の架設	58

工程管理

16	掘削土砂運搬の数量管理について	62
17	地元企業が無人化施工 合理的対策で生産性向上	66
18	早期供用開始に向けた現場工程短縮の取り組み	70

品質管理

19	打込み鋼管杭の実用的打ち止め管理に関する研究	74
20	水門工事における躯体コンクリートの品質確保について	78
21	巨大かつ急勾配ボックスカルバートの施工における課題と工夫	82

安全管理

22	急傾斜地崩壊対策工事における安全対策について	86
23	3DMG 特殊斜面掘削機による急斜面での安全作業環境の構築について	90
24	ICTを活用した鋼橋架設における安全管理の工夫	94
25	FCを使用したベント架設における安全管理と閉合時の継手精度管理	98
26	供用道路近接施工における交通規制の低減と安全対策	102

その他

27	漁港工事での基礎捨石工における ICT 技術活用について	106
28	実現場における ICT バックホウの施工効率調査とオペレータ訓練システムの開発	110
29	構造物工事における BIM/CIM の活用	114
30	土工 CIM <土工における CIM の活用>について	118
31	鋼材の機械的性質に着目したコンクリート充填鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的検討	122
32	3D 計測を活用したロッキング橋脚耐震補強工事	126
33	鋼製橋脚設置工事における CIM データ活用の取り組み	130
34	鋼橋架設現場における MR デバイスの試行	134

Ⅱ. 技 術 報 告

施工計画

1	奥尻防波堤復旧工事の施工報告	140
2	志海苔漁港 改修工事の施工報告	142
3	急傾斜地における現場の施工について	144
4	先を深くイメージした施工方法の提案について	146
5	経験と発想に基づく仮締め切りの止水対策について	148
6	プレキャスト防火水槽設置時の地下水低減方法	150
7	港湾構造物の干満帯および水中施工における生産性向上の工夫	152
8	工事用道路を改良し車両進入路を確保	154
9	崩落法面の風化浸食防止対策	156
10	橋梁舗装維持修繕工事における工夫	158
11	狭隘な現場における施工の工夫	160
12	移動式クレーン等の車両が進めない山腹急傾斜地における大型機械搬入方法の工夫	162
13	大深度場所打ち杭の近接施工について	164
14	筒状ジオグリッド構造体を用いた盛土法面災害復旧対策工事	166
15	現場制約条件に合わせた人力施工の工夫	168
16	桁下から鋼製桁間の狭隘な開口部より長尺物の荷揚げ方法について	170
17	現道のトンネル補修工事	172
18	橋梁下の遮水矢板工の施工について	174
19	出水期における河川を跨ぐ送出し架設の新しい試み	176
20	大幅な架設計画の変更による工程短縮および安全性の確保	178
21	耐震補強工事におけるアンカーボルトの計測・施工	180
22	重要路線における地域配慮の施工方法	182
23	H鋼を用いた架設設備による部材の取込	184
24	旋回台車を使用した狭隘箇所への鋼桁部材の取込	186
25	支間長 96.4m の鋼 2 径間連続非合成箱桁橋の送出し架設について	188

26	多軸式特殊台車による夜間一括架設における CIM の活用事例	190
27	供用中高速道路への鋼床版鈹桁による拡幅施工について	192
28	送出し工法からクレーンベント工法への変更	194
29	吊り下げ式降下設備を使用した主桁の降下について	196
30	高規格道路を跨ぐ1夜間送出し架設工法の施工	198
31	インターチェンジにおける2径間送出し架設について	200
32	勾配変化軌条での縦取り架設	202
33	名古屋第二環状自動車道の都市型急速施工	204
34	供用中の道路への負担軽減に対する架設計画の立案について	206
35	ステンレス製鋼製階段の出来形確保と工程短縮の工夫	208
36	太田川橋梁沓取替	210
37	大型クレーン2台を同時使用した道路上の桁架設	212
38	国道1号線近接における橋脚架設について	214
39	開削型自走式シールド(従来工法に代わる新土留工法 オープンピット工法)	216
40	築堤強靱化工事における流用土運搬時の対策	218
41	築堤盛土工事における ICT 施工及び法面保護対策	220
42	陸閘解消に伴う防水擁壁工事の施工について	222
43	配水池内部耐震補強工事における移動式支保工を用いた生産性向上	224
工程管理		
44	排水ポンプ場新設工事における工程短縮及び品質向上対策	226
45	不整地運搬車使用による、残土搬出箇所変更に伴う工期短縮	228
46	下水管きよ改築工事における工期短縮並びに寒冷期施工時での創意工夫	230
47	パワーブレンダー工法による地盤改良工の施工について	232
48	16径間連続合成桁の施工の工夫と工程短縮	234
49	河川内の台船施工における地盤改良の出来形管理及び、安全・施工性の向上について	236
50	PCコンボ桁の施工	238
品質管理		
51	マシンコントロールによる路面切削機の利用	240
52	コンクリート構造物構築における品質の工夫について	242
53	安全施設類における、現実的気象状況を考慮した弊社独自の品質管理方法	244
54	住宅密集地における施工管理についての課題と対策	246
55	コンクリート施設の止水性向上について	248
56	現地発生土の特性を生かした調整池堤体盛土の品質管理	250
57	MRを活用した部材取付確認	252
安全管理		
58	工事現場における来庁者への安全対策	254
59	現場状況の変化に応じた自発的対応	256
60	通行人の多い施工での地域住民の共感を得るための創意工夫	258
61	止水矢板工事に伴う安全対策について	260

62	道路付属物設置工事における安全対策について	262
63	迂回路交通安全対策	264
64	自然災害に備えた桁架設における安全への取組について	266
65	ICTによる計測技術を活用した吊荷と重機の越境防止対策	268
66	架設時の一般歩行者に対する安全確保	270
67	ベント安全管理への自立型無線式傾斜計による遠隔モニタリングの活用	272
68	飛行空域制限下架設における施工領域安全管理システムの活用	274
69	供用路線に近接する神流川橋架設時における安全対策	276
70	国道横断工事における環境及び安全対策	278
71	下水道工事における地域住民（関係住民）対策	280
72	鋼橋架設作業	282
環境管理		
73	供用中の合成鉄桁における床版部分撤去、拡幅工事における縦目地の施工	284
74	ICTを使用した仮設備の沈下・傾斜管理について	286
その他		
75	BIM/CIMの活用と今後の考察について	288
76	圃場整備 IoTで現場管理	290
77	港湾工事におけるBIM/CIMの取り組みと活用	292
78	タイムラプス動画による張ブロック工の歩掛把握	294
79	砂防堰堤のUAVによる3次元出来形測定の工夫	296
80	3次元CADを活用した現場管理	298
81	現場付近の近隣住民へ現場新聞の作成・配布	300
82	市街地における大型建設機械による鋼矢板設置について	302
83	従来工法に縛られない施工方法による客先要求の対応と設計変更について	304
84	複数拠点からの遠隔臨場検査	306
85	耐震補強工事におけるカメラ計測技術の活用	308
86	現状の建設業	310
87	鋼橋架設作業に従事して	312
88	トラス橋の補強材設置	314

I. 技術論文

1 施工計画

鋼・コンクリート合成床版橋の 都市内架設に関する施工法

(一社) 北海道土木施工管理技士会

株式会社砂子組

監理技術者

田中 孝宏[○]

現場担当

小林 教憲

計画担当

古川 大輔

1. はじめに

本工事は、北海道千歳市を流れる一級河川千歳川に架かる橋梁の、鋼・コンクリート合成床版橋への架換え工事である。

本橋周辺には営業中のガソリンスタンドやホテル、家屋、市道等が近接しており、特に架設方法に対して十分に留意する必要がある。また、新橋供用までの時間的制約と、交通規制期間が長期に及ぶことから、一般交通への影響を考慮し、早期の工事完了が求められた。

本論文は、上部工の桁架設から床版打設までの施工方法、および施工条件や構造的要因を含めた架設検討をまとめるものである。

工事概要

- (1) 工事名：一般国道36号 千歳橋上部工事
- (2) 発注者：北海道開発局 札幌開発建設部
- (3) 工事場所：北海道千歳市
- (4) 工期：平成30年4月～令和2年2月
- (5) 橋梁形式：鋼・コンクリート合成床版橋
- (6) 橋長：42.100m

本工事は、I期施工：L側、II期施工：R側の順序で施工を行う（図-2）。

橋梁形式は、「河積阻害率5%未満・基準径間長の確保」、「狭隘地に適する構造」、「施工時の現道交通を確保」、「施工時の河積阻害率10%未満」、の条件から、総合的に優れる形式を選定としてい

る。また、本橋は前後の道路縦断線形の制約により、構造高を極力低くするため、橋梁形式は、低構造高を実現可能とするリバーブリッジが採用されている。

桁構造は、突起付T形鋼（以下DFT）と継足しウェブおよび有効幅を考慮した底板で構成される（図-3）。鋼とコンクリートの合成はDFTの突起とコンクリートの付着力により、低構造高を可能とする。なお、合成床版としての疲労耐久性については、実験検証を行っている。

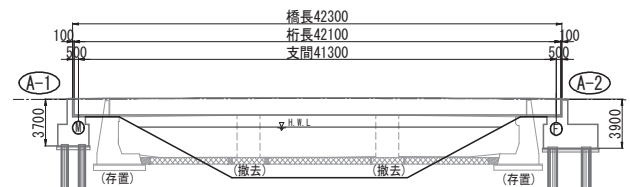


図-1 側面図

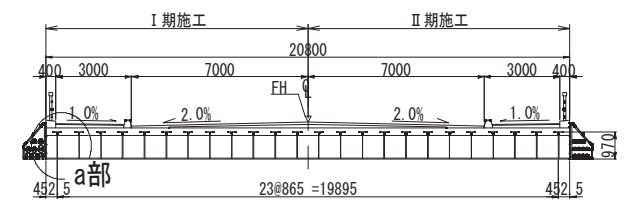


図-2 断面図

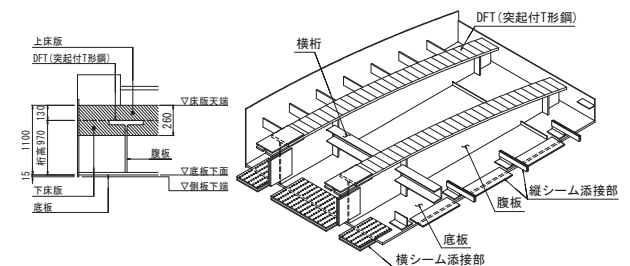


図-3 a部詳細図とリバーブリッジ断面詳細図

2. 現場における問題点

本現場では、施工方法の確定にあたり、多岐にわたる問題点を総合的に検証する必要がある。

よって、下記に条件整理項目を列記し、①～④の施工ポイントを抽出した。

(1) 地形条件

本橋は、「①建物・家屋・架空線近接化の大型クレーン架設」となり、施工ヤードも非常に狭い(図-4)。また、桁架設は交通量の少ない夜間作業が条件となる。



図-4 現場状況

(2) 河川条件

河川敷地内作業は、非出水期間(11/1～3/31)に限定され、当初の標準工程では工期内施工が困難であった。よって、「②約1週間の工程短縮」が必須条件となる。

(3) 施工時期の制約

(2)に伴い、床版打設は厳寒期となるため「③床版打設時の防寒対策と温度管理」が必要となる。

(4) 構造的要因

上部工は、I期施工部にII期施工部を接続する計画である(図-5)。施工にあたっては各々の死荷重に起因するカンバー差が大きいため、床版打設が困難なことが予想された。よって、「③上部工L・R接続部のカンバー対策」が必要となる。

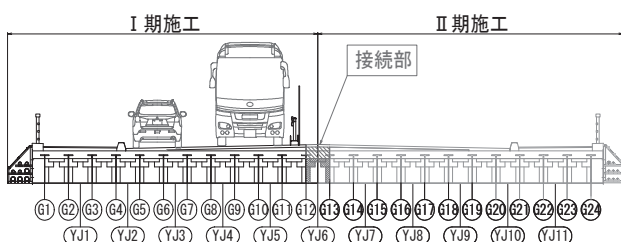


図-5 接続部断面図

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

前述の①～④の施工ポイントに対する、工夫・改善点と適用結果をまとめる。

①建物・家屋・架空線近接化の大型クレーン架設

I期施工前に、3DCADと地上3Dレーザースキャナを用い、周辺条件を三次元データ化し、架設時の事前シミュレーションを行った(図-6)。シミュレーションでは、大型クレーンの作業半径や施工ヤードをステップ毎にデータ上で検証し、実施工時の効率向上や、周辺への影響が懸念されるクレーンの動きを事前に確認した。



図-6 三次元データによるシミュレーション

また、桁添接部のドリフトピン挿入時は油圧式セッターを使用し、夜間作業時の騒音を抑制した。

②約1週間の工程短縮

当初設計では、架設工法選定フローチャート¹⁾より、トラッククレーンベント工法が採用されている。I期施工時の主桁ブロック割は5ブロック×6セットであり(図-7)、既設下部工上にベントを設置し、地組4ブロックと1ブロックを550tトラッククレーンによる架設としていた。

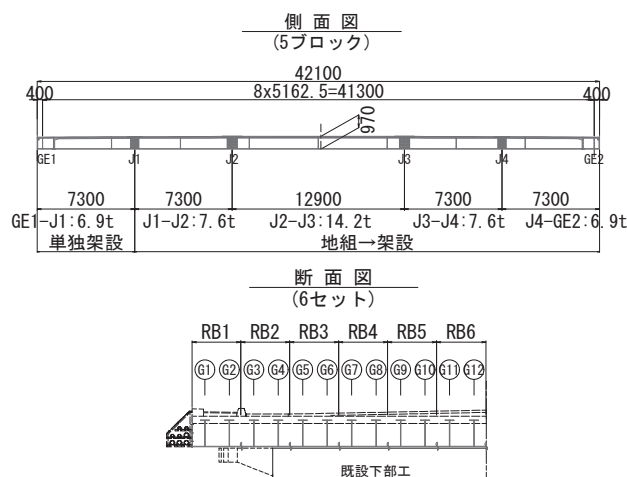


図-7 主桁ブロック割 (I期施工時)

但し、現地状況より「地組予定スペースを使用できない」、「部分的に既設下部工上にベントを設置できない」ことから、横取り・セッティングビームを用いた横移動・降下による架設工法へ変更した。使用クレーンは360tトラッククレーンと70tラフタークレーンとなる（Ⅱ期施工も同様）。架設工法の概要は下記のとおりである。

既設下部工上にベントを設置できない2セット（RB1～2）については、横取り・セッティングビーム設備を用いた架設を行い、残り4セット（RB3～6）は既設下部工上にベントとジャッキを設置し、ブロック毎に架設を行った（図-8、9）。

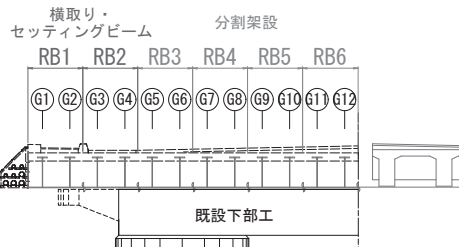


図-8 架設図（Ⅰ期施工）

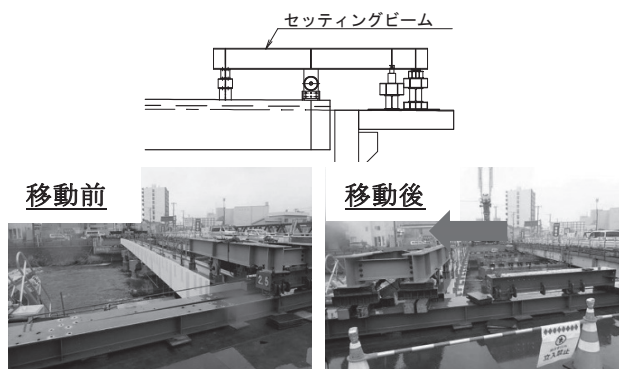


図-9 横取り・セッティングビーム設備

架設計画図を図-10に示す。このうちブロック3の端部は片持ち形状になることから、事前にたわみ量の照査を実施したが、大きな変位は算出されなかった。よって、吊足場を設置しチェーンブロックによる高さ調整により連結を行った。

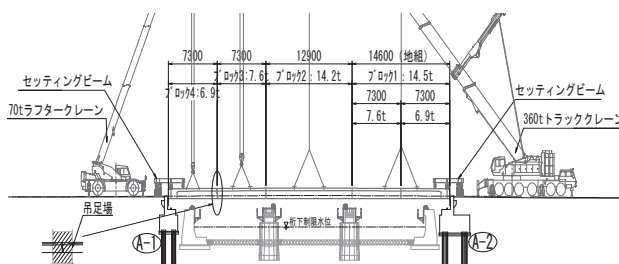


図-10 架設計画図

③床版打設時の防寒対策と温度管理

床版打設は2月の厳寒期で、最低気温は -20°C 以上の環境下にある。よって、防寒上屋内の温度循環と、床版打設・養生時の温度管理を目的とした防寒対策および管理計測を実施した。

(1) 上屋の防寒対策

上屋内の採光を確保するため、屋根や側面は部分的にビニールフィルムを設置した。



図-11 上屋全景（透明部がビニールフィルム）

屋根に送風機を設置し積雪対策を行い、上屋内には有孔ダクトを配管し、融雪対策を行った。

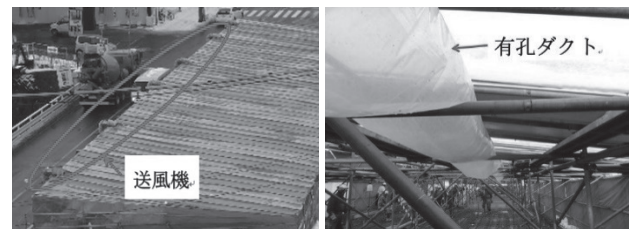


図-12 送風機と上屋内の有孔ダクト

(2) 床版打設・養生時の温度管理計測

日平均気温が 4°C より低いことから、床版は寒中コンクリートとしての施工を行う。打設時のコンクリート温度は $5 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 、養生温度は 10°C 、養生日数3日以上を目安とした。温度管理は、熱電対による計測を実施する。また、床版打設面と桁下の温度差が大きいため、桁下にはジェットヒーターと送風ダクトの併用により温度調整した。

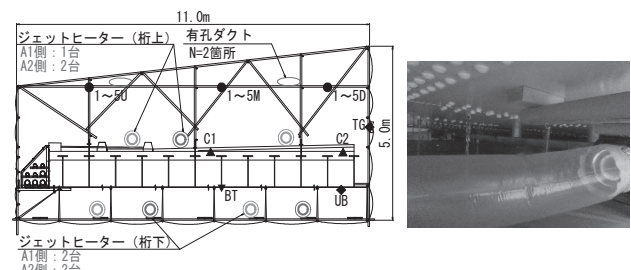


図-13 断面図と桁下の温度調整状況

温度管理計測により、各施工段階の温度管理値を確保し、施工を完了した。養生期間中は、囲い容積が2200空 m^3 と大きいことから、上屋内温度のバラつきが少なくなるよう、複数のジェットヒーターにて温度調整を行った。さらに、コンクリートの発熱にあわせて、桁下温度を上げることにより、コンクリートの品質を確保した。

④上部工L・R接続部のキャンバー対策

接続部の施工は、各々の死荷重差等に起因するキャンバー差を、Ⅱ期施工部に敷鉄板でウエイトを調整し、横桁と床版により接続する(図-14)。

そこで、施工ステップと接続時期を考慮した解析を実施し、ウエイト載荷量を決定した。また、接続から除荷、およびその後の舗装施工時の接続管理を目的とした計測も同時に実施した。

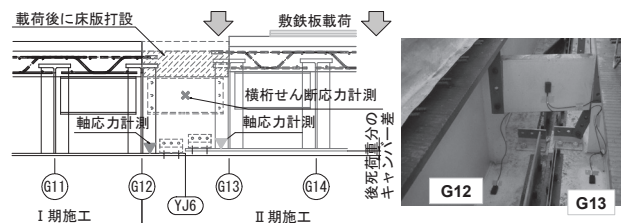


図-14 接続部断面図と計測器設置状況

(1) 解析結果

現場では、各死荷重に相当するウエイト量を、施工ステップとキャンバー差を考慮した解析結果により、敷鉄板配置を決定した。施工上の桁接続条件は、接続差10mm以下とし載荷を行い、解析値と実測値を見比べながら、図-15に示す接続差の経過後に床版を打設した。

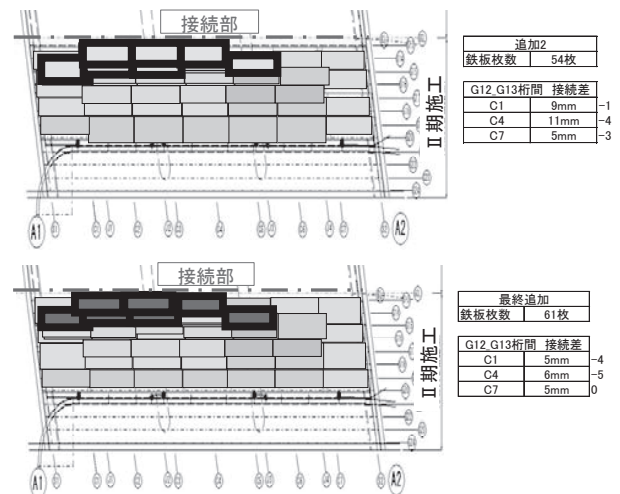
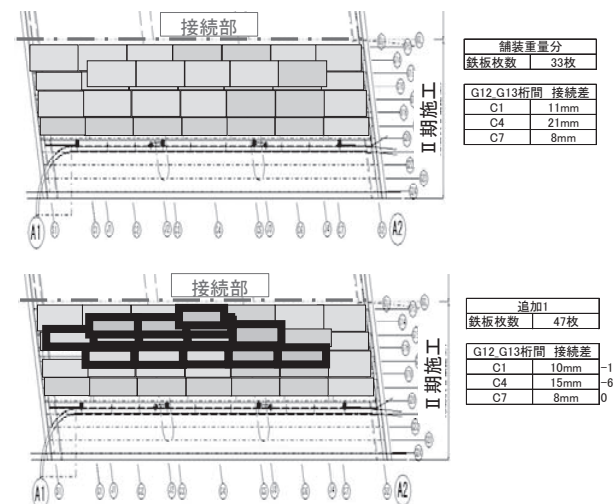


図-15 敷鉄板載荷と接続差の経過

(2) 計測結果

計測は各応力管理値を設定し、異常値は確認されなかった。各施工ステップの計測結果を、応力傾向の考察としてまとめる。

- ・ 載荷前 : G13は床版乾燥収縮により圧縮傾向
- ・ 載荷後 : G13は載荷重量により引張傾向
- ・ 桁接続 : G12・13は接続により圧縮傾向
横桁はG13側に応力発生
- ・ 床版打設 : G12・13の応力差が少なくなる
横桁は桁接続時と変化なし
- ・ 床版打設後 : G12・13・横桁とも応力変化なし
応力変化がないことから、敷鉄板は撤去せず舗装施工時に撤去とした。なお、計測は引続き行い舗装施工時の接続管理の目安として引継いだ。

4. おわりに

本工事の施工ポイントである、施工性・工程短縮・品質確保を実現させ、工事完了となった。今後の留意点としては、鋼・コンクリート合成床版橋の構造特性を想定した、実橋載荷試験による性能照査と主桁応力照査の実施が理想的と考える。

最後に、本工事にあたりご指導・ご協力頂いた関係者の皆様に感謝するとともに、本論文が今後の分割架設橋梁工事の参考になれば幸いである。

[参考文献]

- 1) 平成29年度版 橋梁架設工事の積算
日本建設機械施工協会

2 施工計画

架空線直下における既設構造物を生かした 落石防護柵工法の提案

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

工事課長

技術管理室課長

小林 信敬[○] 杉 木 雅

1. はじめに

本工事の施工箇所は、北安曇郡白馬村倉下地区と県道を結ぶ村道3067号線沿いに位置する。この村道では、毎年のように落石が発生しているが、村道の斜面上部には露岩部斜面が広範囲に確認されており、凍結融解作用による緩みやカモシカ等の野生動物の行動が原因と考えられる。(図-1)

そこで、迂回路が無く、村道を生活道路として利用している地域住民の安全確保のため、落石対策工事を進めている。

工事概要

- (1) 工 事 名：令和2年度 村道災害防止工事
- (2) 発 注 者：白馬村役場（長野県北安曇郡）
- (3) 工事場所：北安曇郡白馬村 字 倉下
(村道3067号線)
- (4) 工 期：令和2年5月25日～
令和2年12月24日



図-1 施工箇所村道上部斜面 露岩斜面

過年度の施工ブロックでは、アンカー式の高エネルギー吸収型落石防護柵工を進めてきた。しかし、本工事では前述した露岩部斜面の岩塊にアンカー工を施工しなくてはならず、施工中の安全面やアンカー品質確保を考慮して、杭式の高エネルギー吸収型落石防護柵が計画されていた。

現地確認において、既設の重力式擁壁背面に施工する場所打杭工の直上には、複数の配電線や通信ケーブル等の架空線が存在し、施工を進める上で支障になると考えられた。当初は、架空線の移設が着手前に完了する計画であったが、打合せを進める中で移設が難しいとの回答から、杭式工法の防護柵の設置が不可能と判断された。(図-2)

そこで、変更案の検討を進める中で、既設擁壁を生かした、架空線直下でも施工可能な落石防護柵工法を提案し実施することとした。



図-2 施工箇所直上 架空線

2. 現場における問題点

① 架空線近接部での杭式落石防護柵工の施工

前述の通り、本工事では杭式の高エネルギー吸収型落石防護柵工であったが、施工では大口径ボーリングマシンを足場上に設置し、掘削および支柱建込を行う計画であった。しかし、機械本体や支柱材、クレーンが通信用架空線や配電線と完全に接触する形となるため、杭式工法での施工は不可能であり、工法検討が必要であった。(図-3)

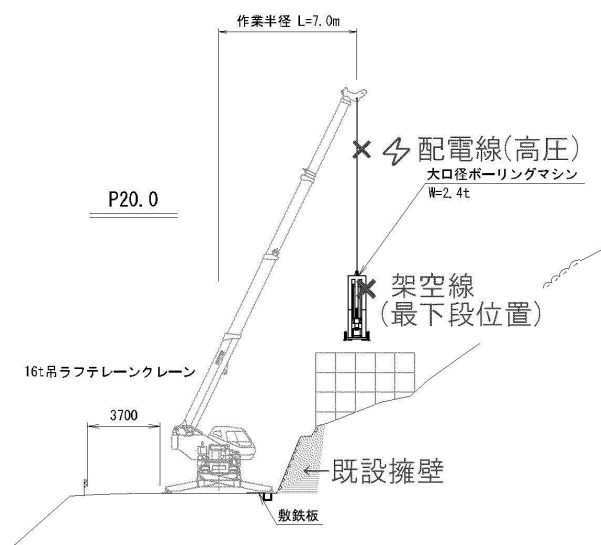


図-3 杭式工法と現地架空線の位置関係

② 落石防護柵設置精度の確保

落石防護柵の設置において、想定した落石捕捉効果を発揮する上では、防護柵の正確な位置関係や既設構造物の形状の把握が必要である。また、防護柵の関係材料の大半は、製作日数を要することから、部材の数量算出に精度を求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 架空線近接部での杭式落石防護柵工の施工

架空線の切断や感電事故の防止を考慮しつつ、所定柵高や性能を確保した上で施工可能な落石防護柵の工法検討が求められた。

本現場は、施工箇所下方の道路脇に既設コンクリート擁壁が施工されており、劣化や損傷もほぼ見られなかった。そこで、健全性の高い既設構造

物を活かした構造物設置型落石防護柵 (TFバリア工法) を提案し、変更採用された。(図-4)

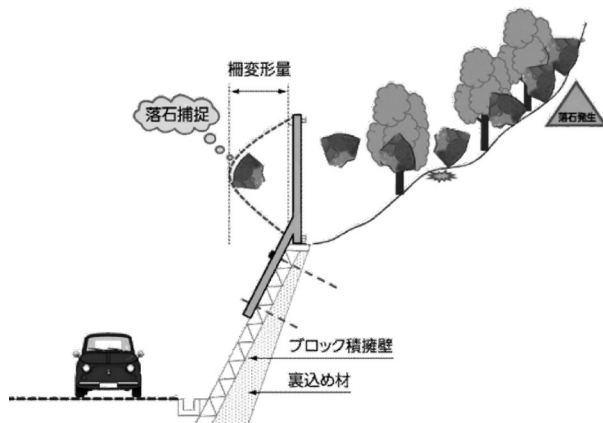


図-4 構造物設置型落石防護柵 落石捕捉イメージ

イ) 構造物設置型落石防護柵の特徴

構造物設置型の落石防護柵の支柱材は、既設擁壁天端に直接設置が可能な「くの字」型の支柱になっている。そのため、材料加工依頼の際に、既設擁壁の形状や勾配をあらかじめ計測して発注することにより、現場での設置作業が容易 (上部からではなく、側方からの設置が可能) となる。

また、落石防護柵の控えの施工にあたっては、支柱と擁壁接点部で落石捕捉時に支柱基礎反力体を形成することから、山側方向への控えロープの施工が不要な工法である。特に当現場のように、防護柵背面の斜面が不安定な露岩斜面の様な現場条件では、安全面や品質確保の点で優れている。

そして、エネルギー吸収機構として、各種ワイヤー類に作用する張力を緩和するプレーキリング、および支柱と擁壁にかかる荷重を緩和するゴム緩衝材の2種類の衝撃緩衝装置を有することにより、効果的な落石捕捉を可能としている。(図-5)

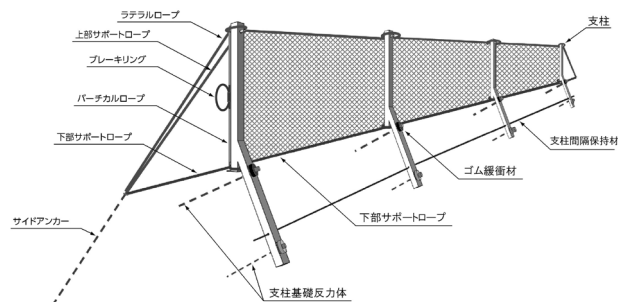


図-5 構造物設置型落石防護柵 構造図

ロ) 当初設計と変更案との経済性比較

当初設計にある杭式工法による落石防護柵工は、架空線等による現場条件から施工が難しいと判断されたが、同じ設計条件にて構造物設置型の変更案で経済性比較をすると以下の様になる。

(表-1)

- ・ 落石条件：落石衝撃エネルギー E=200kJ
- ・ 柵条件：計画柵高さ H=3.0m
- ・ 冬季積雪の雪圧作用の考慮：あり
- ・ 施工数量：施工延長 L=60.0m

表-1 当初設計と変更案との経済性比較

当初	落石防護柵工 (杭式)					
	工種	規格	数量	単位	単価	工費
経済性 (概算工事費)	落石防護柵	杭式	60.0	m	¥351,300	¥21,078,000
	仮設足場工	単管足場	585.0	空m3	¥3,260	¥1,907,100
施工延長 60m当						
	合計					¥22,985,100
						1mあたり ¥383,085

変更案	落石防護柵工 (構造物設置型)					
	工種	規格	数量	単位	単価	工費
経済性 (概算工事費)	付帯工	調整コンクリート	60.0	m	¥29,900	¥1,794,000
	落石防護柵	構造物設置型	60.0	m	¥260,600	¥15,636,000
施工延長 60m当	仮設足場工	単管足場	610.0	空m3	¥3,260	¥1,988,600
	仮設足場工	掛足場	160.0	掛m2	¥3,200	¥512,000
	合計					¥19,930,600
						1mあたり ¥332,177

上記の経済性比較の表から、単位施工延長あたりの概算工事費において、変更案は当初設計と比較して経済性が高いことが分かる。

ハ) 適用結果

架空線近接部の施工による事故防止を目的とした構造物設置型落石防護柵工の変更提案により、足場上でのダウンザホールハンマー削孔や支柱建込に伴う架空線近接作業のリスク低減が図られ、安全管理において非常に有効であった。

また、経済性の比較において、変更案では調整コンクリート等の付帯工の増工や作業に伴う施工日数増加が見込まれるが、仮に施工前に架空線の移設が可能であった場合でも、変更案の方が経済性において優位であることが確認された。

② 落石防護柵設置精度の確保

イ) 施工用丁張の設置

落石防護柵の施工において、計画位置での施工可否や材料形状の確認、製作日数を要する各種部材数量の正確な算出が重要となる。そこで落石防護柵施工イメージの可視化と数量算出を目的として、施工用丁張を設置した。(図-6)

施工用丁張には、一般的な丁張板材および伸縮ポールを用いた。設計の支柱ピッチにて支柱材形状を元にした疑似支柱を作成し、既設構造物に設置した状態とワイヤー類の位置関係を確認した。



図-6 落石防護柵 施工用丁張設置

施工用丁張の設置後は、設計の落石防護柵設置時の各種部材の取り付け状態や不具合箇所の有無の確認を行った。その際、既設構造物勾配と支柱材加工角度の関係により、部分的に隙間が出来てしまうことが確認できた。(図-7)

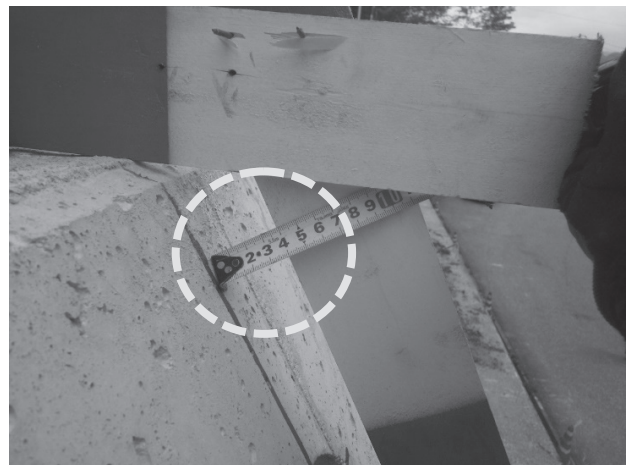


図-7 既設構造物と施工用丁張との隙間

ロ) 縦断勾配の解消

構造物設置型落石防護柵の設置では、既設構造物の形状や勾配を考慮する必要がある。今回は、擁壁天端に縦断勾配（約3度）があるため、支柱が垂直に設置することできない状態であった。

そこで、勾配調整による支柱設置時の垂直確保を目的に、支柱底部に設置するずれ止め防止部材付きの角度調整プレートを製作した。（図-8）

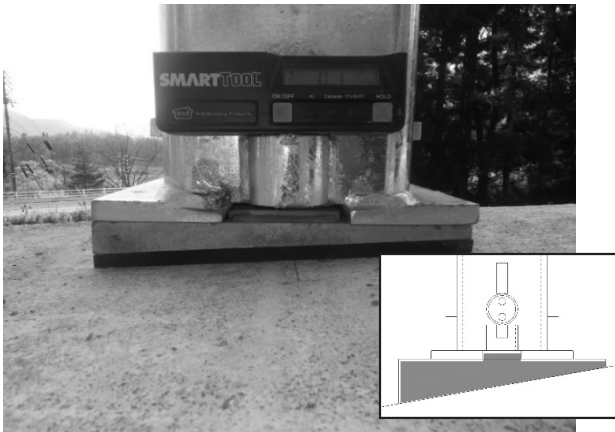


図-8 支柱勾配調整用 角度調整プレート

ハ) 適用結果

落石防護柵施工精度の確保を目的として、施工用丁張を設置することで、正確な材料数量が算出され、本施工時には材料の不足や無駄もなく施工が完了した。また、支柱設置前に空隙処理の必要性が確認できたことで、施工段階での不具合対応による手待ち等の予防処置に繋がった。そして、擬似支柱を設置して施工イメージを確認する事により、架空線との離隔を考慮した支柱材の吊り方の具体的な検討が可能となり、施工中の架空線接触や切断事故の予防に繋がった。（図-9）



図-9 落石防護柵 支柱設置

4. おわりに

本工事では、架空線近接施工の安全性を考慮した工法検討が必要となり、構造物設置型の落石防護柵工法の変更提案を採用頂いた。変更案では、落石防護柵としての必要な品質や機能を確保しつつ、当初設計案より高い経済性を確保することが可能となった。

全国各地の既設擁壁の天端には、従来からの支柱埋設型の落石防護柵が多く見られる。しかし、国土強靱化として防災施設の機能強化を進める中で、既存施設では柵高不足や高エネルギー吸収型への対応等、追加施工や新規更新等が必要なケースは少なくないと思われる。インフラ施設の維持更新費用が問題となる昨今において、今回施工した構造物設置型落石防護柵工は、既設構造物を活用した費用対効果に優れた工法であると感じた。

そして、従来からの施工用丁張の設置による施工精度の確保では、数量算出と共に、可視化による安全性の向上において非常に有効であった。

今後の課題として、生産性向上の上では3次元モデル等のICT技術の活用が欠かせないが、従来技術の長所との融合により、更なる生産性及び安全性向上に取り組む必要があると考えている。

結びとなりますが、本工事の施工にあたり、ご指導ご協力いただいた発注者および工事関係者、そして、地元の皆様方からの御理解の元に無事故での工事完成に、深く感謝申し上げます。



図-10 現場完成

3 施工計画

市街地における水門改修工事の工夫

(公社) 高知県土木施工管理技士会

西田鉄工株式会社 生産本部 建設グループ

杉 七 三 子[○] 芥 川 聡 美 立 仙 正 治

1. はじめに

本工事は、南海トラフ地震による津波に備えるため、二級河川「芦田川」一連の河川整備計画のうち、昭和46年に供用開始された芦田川水門の更新工事であり、既設水門扉体の撤去、新設水門扉体の据付を行うものである。

工事場所は大阪府営の都市公園である「浜寺公園」に隣接した「芦田川排水場」内に位置し、周囲は閑静な住宅街であり、非常に狭隘で車両の通行が困難な立地条件である。(図-1、図-2)

搬入路は、浜寺公園内の管理道路からの進入が条件であった。

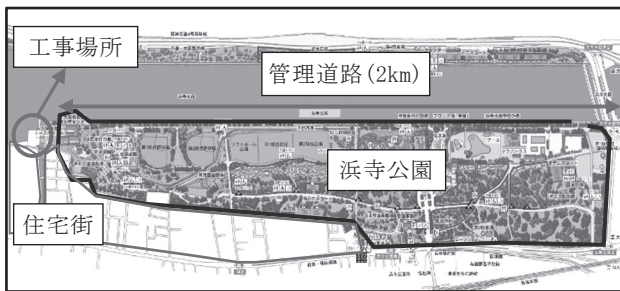


図-1 位置図

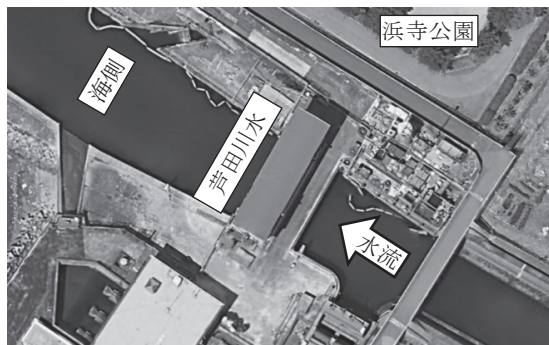


図-2 上空写真

工事概要

- (1) 工 事 名：二級河川 芦田川
芦田川水門扉体更新工事
- (2) 発 注 者：大阪府
所轄事務所：大阪府鳳土木事務所
- (3) 工 事 場 所：大阪府高石市羽衣四丁目地内
- (4) 工 期：令和2年1月20日～
令和3年3月12日
- (5) 工 事 概 要：
 - ①鋼板製ローラゲート 1門
扉体幅16.2m 高さ6.6m
 - ②仮設工 1式
仮締切ゲート、仮設架台、作業構台

2. 現場における問題点

- (1) 車両・重機通行時の安全確保
浜寺公園は、南北に2kmに渡る広大な敷地を有するレジャースポットであり、近隣住民の歩行者専用道路でもあるため、工事車両通行時に第三者の歩行者への安全確保が必要であった。また浜寺公園内には日本の名松100選に選定されている約5,500本の松林があり、車両・重機の通行の際、松の枝に接触し枝折れする恐れがあった。
- (2) 進入・設置可能な重機の選定
現場の狭隘な立地条件と浜寺公園側からの進入に限られていたため、大型車両の進入・設置が困難であり、質量57tの扉体を据付けるための工夫が必要であった。

また水門の上流側に幅約3.0mの管理橋があり、左岸側へ通行できる重機が制限された。

(3) 施工期間中の津波対策

施工期間中の津波対策として、仮締切ゲートの設置が必要であった。

(4) 扉体据付時の管理橋との干渉の懸念

仮設架台および扉体の据付にあたり、操作台手前にある管理橋との干渉が懸念された。

(5) 近隣住民への影響

住宅街に位置するため、近隣住民に与える騒音や振動等の影響を極力少なくするよう施工する工夫が必要であった。

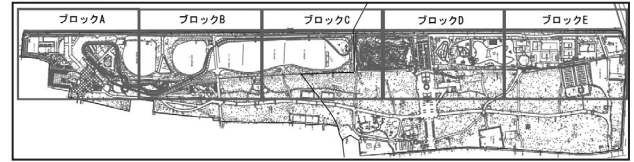


図-4 調査範囲とブロック割図



図-5 必要空間の再現

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 大型車両の走行路の確保と歩行者の安全確保

公園内は近隣住民の歩行者専用道路でもあり、日中は多くの人の往来があるため、車両通行時は歩行者を優先とし、時速10km以下での走行を原則とした。また大型重機の通行に際し、走行路内の松の枝が車両に接触し枝折れする恐れがあることから、干渉する松の木の調査を行い枝の伐採に際して発注者を交え協議を行った。

調査範囲は浜寺公園内「浜寺水路」側通路約2kmとし、調査方法は一般的な70tクラスのクレーンが走行時に必要な空間（H4.0m×W4.0m）を基準（図-3）に、今回使用予定クレーン車の全高3.75mと園内通路道幅3.95mを考慮し、計測寸法をH3.9m×W3.95mとした。

搬入路を5つのブロックに分け（図-4）、スタッフとロープを用いて必要空間を再現し（図-5）、通路内の各松の木に割り当てられている管理番号（図-6）をもとに一覧表を作成し、計測した。（図-7）

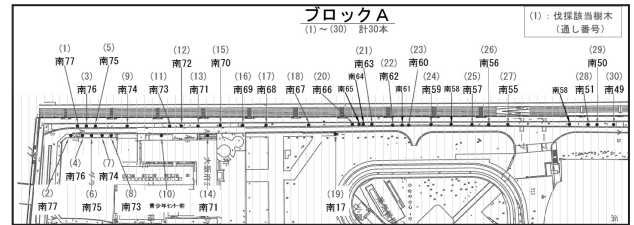


図-6 各ブロックの調査票

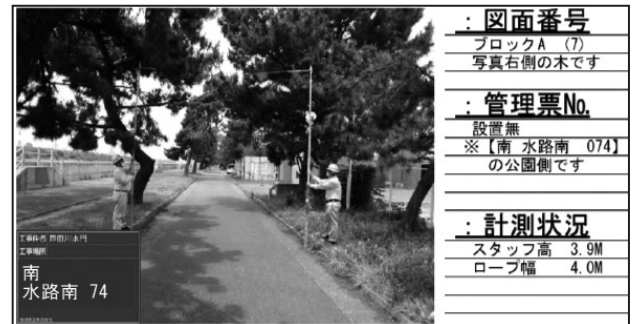


図-7 計測状況

調査結果は表-1のとおりとなり、115本の松の木の枝や幹の伐採を行うことで、重機の走行路を確保し、松の木に干渉することなく通行可能となった。

表-1 調査結果

	A	B	C	D	E
該当樹木	30本	43本	31本	11本	0本
調査結果	115本				

(2) 重機の進入・設置位置の確保と扉体の分割

①排水機場内へ進入する際の入り口スペースが狭く、使用する70tクレーンや輸送車両であ



図-3 必要空間の基準値

る10 t車の進入が不可能であったため、入口のアルミ手摺を2スパン撤去し、入口の拡幅を行い重機・車両の旋回を可能にした。(図-8)



図-8 搬入口の拡幅

②クレーン設置位置を確保するため、右岸側の上下流側に作業構台を設置することで70tクレーンの設置が可能となった。(図-9)

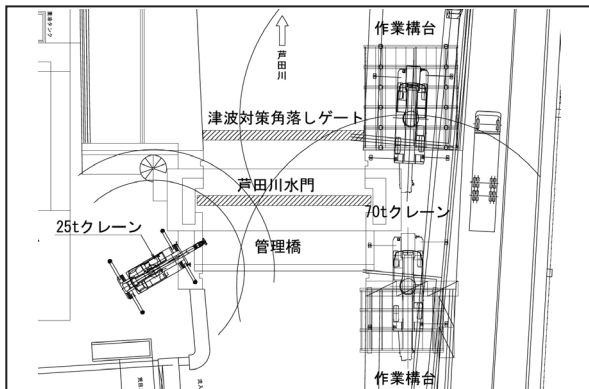


図-9 作業構台の設置

③管理橋の幅が狭く左岸側には25tクレーンまでしか通行できないため、クレーン能力に合わせて、扉体の分割を図-10のとおり8分割とし、左岸側よりA(左岸側)、E、Fブロック、右岸側よりA(右岸側)、B、C、D、Gを据付ける計画とし、据付順序はA→A→D→G→C→F→B→Eとした。

	(左岸)	16200		(右岸)
	1780	4740	7900	1780
6600	A	E	B	A
	13t (9.3t)	2.9t	4.4t	13t (9.3t)
		F	C	
		3.8t	5.8t	
		G	D	
		7.3t (6.5t)	11.1t (10.1t)	

※上記重量は付属品を全て含んだ重量
()内重量は主ローラ、サイドローラ
排砂装置を除いた重量を示す

図-10 扉体ブロック割重量

(3) 津波対策の仮締切ゲートの設置

扉体更新作業に伴い、施工期間中の津波対策のための仮締切ゲートを設置することが必要であった。

当初の計画では120tクレーンが必要であったが、進入・設置が不可能なため、ゲートの分割と軽量化の検討を行った。また、川底へのアンカー打設が必要となるため、発注者と協議を行い、分割することで軽量化し、70tクレーンで吊込可能となった。

(4) 管理橋との干渉を回避するための工夫

①仮設架台の据付にあたり、操作台の手前に管理橋があり、設置位置へ直接吊込むことが困難なため、仮設架台に400kgのフロート8個と1tのバルーン4個を取付けて7.2の浮力を確保し、上流側から潜水士により人力で移動・設置を行う計画とした。これにより容易に設置可能となった。(図-11)



図-11 潜水士による仮設架台の設置

②扉体据付において、扉体端部の高さ6.6mに対して、管理橋からの操作台の高さが7.47mと狭く、扉体端部が据付可能か事前に検討する必要があった。また、操作台の下へクレーンのブームを入れることができないため、先に操作台に設置した吊フックとチェーンブロックにて扉体を引込み、吊下げる計画とした。

3Dモデルを使用して、扉体端部の据付時のシミュレーションを行うことで、想定していた方法で据付可能であることの確認ができた。これにより、玉掛他作業員全員で据付のイメージを共有することができ、安全に作業を行うことができた。(図-12)



図-12 シミュレーションと実際の施工状況

(4) 騒音対策と監視カメラの設置

工事着手前には工事概要を記した案内チラシを作成し、近隣住民へ配布することで工事への理解を得ることとした。

①当初の計画では、仮締切ゲート設置後内水位が高くなった場合は、水中ポンプを稼働させて内水を排除する計画であったが、内水位の常時監視が必要となり、雨量が多い場合は24時間態勢での監視が必要となる。

また水中ポンプを使用することにより、深夜の仮排水設備（発動発電機、水中ポンプ）の騒音・振動が懸念されたため、水中ポンプを使用しない水替方法について検討を行い、仮締切ゲートに自然排水可能なフラップゲートを取付け、流入量 $0.08\text{m}^3/\text{s}$ に対して水位差 1m で $0.428\text{m}^3/\text{s}$ の排水量を確保することを提案した。これにより、内水位の常時監視が不要となり、働き方改革の実行とともに仮排水設備による騒音・振動を発生させることなく水替えを行うことができた。(図-13)

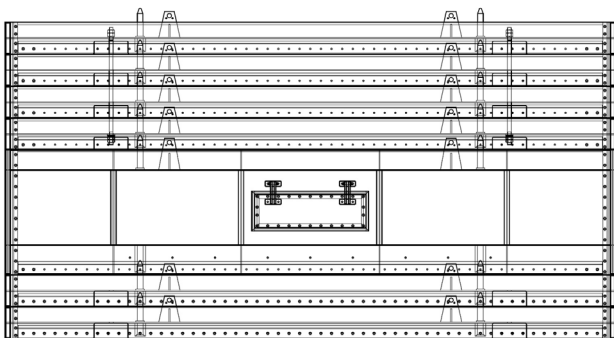


図-13 仮締切ゲートに設置したフラップゲート

②溶接、溶断作業に必要な発動発電機の使用について、超低騒音機種を使用し、防音シートも吸音タイプを使用した。

防音をする方法には「遮音」と「吸音」があ

り、現在の防音シートは「遮音」が主流である。「遮音」は音を跳ね返すだけで音のエネルギーは減衰しないが、「吸音」は音を吸収するため、騒音を低減することが可能である。

各社の防音シートを比較対照した結果、吸音材を用いて音のエネルギーを減衰させることで騒音を低減させることが可能である、吸音タイプの防音シートを採用することとした。

また騒音計による騒音レベルの測定を実施し、現場から 100m 離れた住宅街で 54.3dB となり、発電機の騒音よりも対岸の幹線道路の自動車の騒音の方が気になる程度まで騒音を抑えることができた。これにより、騒音に係る環境基準（ 85dB 以下）を満たすことができ、騒音等の苦情もなく騒音対策ができたものとする。

③浜寺公園に面している現場は、第三者の現場侵入が予測される。また仮締切ゲートで河川を締め切っていたため、定期的な内水位の監視を行う必要もあった。

監視カメラを設置(図-14)することで、どこからでも現場を監視することが可能となり、監視カメラの存在による第三者の侵入防止、事故防止の効果もあった。



図-14 G-camの活用

4. おわりに

本工事においては、狭隘な現場環境のなかで、大型製品の施工方法の検討、車両の進入制限、第三者への配慮等の幾つもの懸案事項があったにもかかわらず、上記対策を実施して施工することで、工期内に無事故で竣工することができた。

今後も、より安全に、より確かな品質を確保するために創意工夫を図りながら現場管理に努めていきたい。

4 施工計画

河川堤外側における水門改修工事の施工方法検討

(公社) 高知県土木施工管理技士会

西田鉄工株式会社

鶴田 智之 ○ 園田 猛 陣鎌 伸也

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：久御山排水機場制水ゲート設備
開閉装置他更新工事
- (2) 発注者：国土交通省
所轄事務所：近畿地方整備局 淀川河川事務所
- (3) 工事場所：京都府久世郡久御山町東一口地先
- (4) 工期：令和2年9月15日～
令和3年3月19日
- (5) 工事概要
 - ① 電動ラック式開閉装置更新 4基
 - ② 電気工事更新 1式

本工事は、昭和46年に設置された久御山排水機場制水ゲートの老朽化対策及び機能維持を目的とした更新工事であり、水門設備開閉装置をワイヤロープウインチ式から自重降下機能を有するラック式に更新し、これに対応する電気設備工事を行うものである。

工事場所は宇治川起点から46km付近の堤外側に位置しているためクレーン車両及び搬入出用の大型トラック進入・配置が困難な立地条件であった。(図-1、図-2、図-3)

当初計画では制水ゲート南側約900m堤防道路上にある斜路より低水護岸のアスファルト上を通行して制水ゲート上流側のブロック護岸上に35tラフテレーンクレーンを配置し、大型トラックにて開閉装置を全て分割搬入して更新する計画であった。

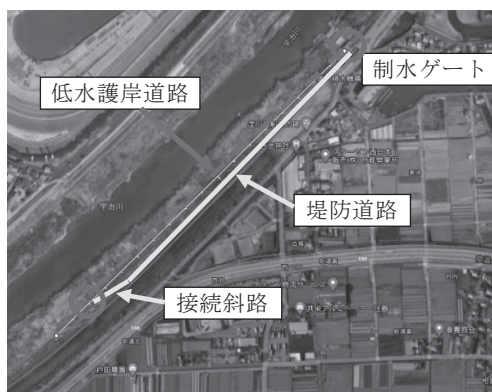


図-1 上空写真

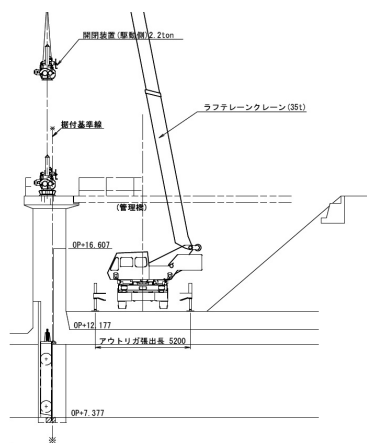


図-2 クレーン計画図(当初)



図-3 クレーン配置計画箇所(着工前)

2. 現場における問題点及び検討項目

(1) クレーン設置場所の確保

水門本体付近は低水護岸からブロック護岸に変わっておりこの箇所にクレーンを配置した場合にアウトリガの左右で700mm程度の高低差があることが現場調査で明らかになった(図-4)

この状態でのクレーン配置は安全確保上望ましくないため、極端な高低差のないクレーン配置箇所が必要となった。

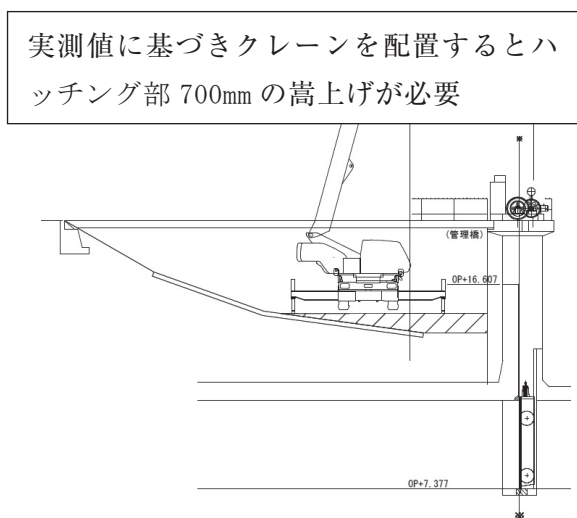
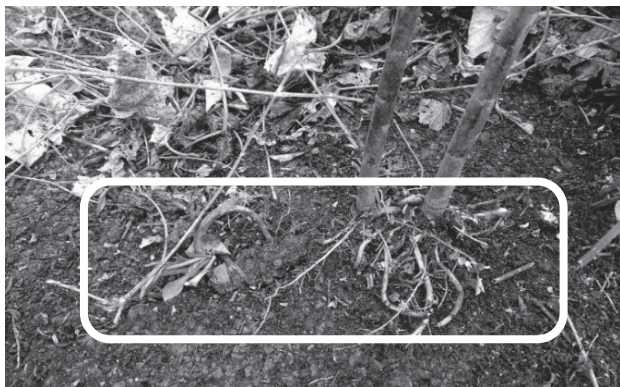


図-4 実測に基づくブロック護岸の高低差

(2) 大型車両・重機進入路の確保

当初計画では低水護岸上の道路を通り現場に進入する計画であったが、この道路は現在使用されていないため除草や定期的な点検等の管理がされていないものであった(図-5)



雑草はアスファルトを破損させて根付いている

図-5 アスファルト破損状況

低水護岸道路入口から現場付近までは約900mであったがその全域に渡って雑草が生えており、そのほとんどのアスファルトは雑草や雑木が根付くことによって破損していた。

大型重機および搬入出用の大型トラックが進入する際にはこれ以上のアスファルト破損を防ぐため低水護岸全体に約400枚の敷鉄板敷設が必要となり、これによる大幅な仮設費用の増加が見込まれることが想定された。

(3) クレーン車両規格の選定

ラック式開閉装置は大きく分類すると機械台、駆動側、従動側、ラックで構成されているが、この3つを分割して据付することは可能であるものの工場一体とした場合ほどの組立精度は期待できなく、現場工程も組立作業により長期化する。

品質向上と現場工程短縮のため開閉装置を工場ですべて組立てた状態のまま据付するためのクレーン規格選定が検討項目となった。

3. 問題解決策と適用結果

(1) クレーン盛土の造成

ブロック護岸の高低差を仮に盛土をして敷鉄板で養生したとしてもブロックまでの距離が短く荷重が分散されないため、作業後にはアウトリガの荷重がかかる箇所のブロックと車両が走行する箇所のブロックはほとんどが破損することが予想できたので、堤防と同じ高さまで盛土を造成し、敷鉄板を全面に敷設することでブロックへの荷重をなるべく均一化して破損を防ぎ、クレーン設置時に高低差がない広く安全なヤードの確保が可能となった(図-6、図-7)

盛土周囲はクレーンにより荷重がかかった際の盛土留めとして大型土嚢を全周に配置することとし、大型土嚢の隙間にも可能な限り盛土材を充填して転圧することで強固な盛土を造成した。

降雨時に敷鉄板上の雨水が特定の箇所のみを伝って盛土を洗掘することを避けるため、盛土全体をブルーシートで養生後に敷鉄板を敷設した。

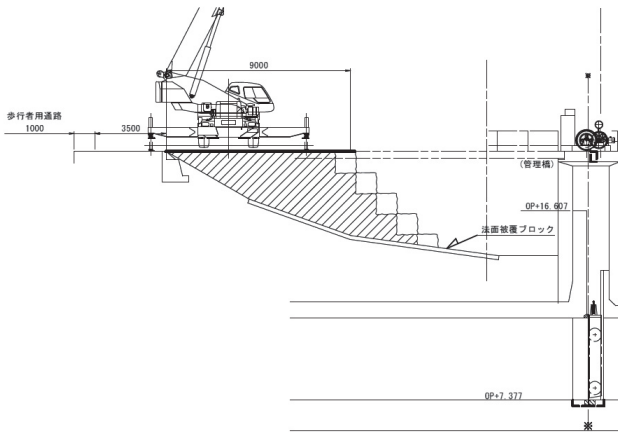


図-6 クレーン盛土計画図



図-7 クレーン盛土造成完了

(2) 堤防道路への進入路確保

クレーン盛土を造成することにより低水護岸に進入する必要がなくなったので、大型重機及び大型トラックは堤防道路へ進入可能であれば作業可能となった。

堤防道路へは現場付近に設置されていた管理車両用の斜路（全長30m幅3m）を敷鉄板で養生して使用することとしたため、低水護岸を進入路とした際の養生に見込まれていた大幅な仮設費用増加を回避することが可能となった。

計画後の費用算出により盛土の造成及び撤去費用を含めた全体費用としても当初計画の低水護岸に敷鉄板敷設とブロック護岸高さ調整を合わせた費用より安価に済むことが判明した。

この管理車両用斜路は実際の使用後に敷鉄板を撤去するとアスファルトの一部にひび割れ等の破損が発生してしまったため50m²程度の再舗装が

必要となったが、この点については今回計画の反省点とし、同様の計画を次に行う際には敷鉄板の下に軽量樹脂敷板を敷設する等の対策を実施したい。



図-8 堤防道路への進入路

(3) クレーン車両の選定

クレーン盛土天端は堤防から水門本体までのスペースが限られており9m×18mで造成することが限界であったため、本工事では組立に別の機器やカウンターウエイトの搬入が必要となるオールテレーンクレーンの使用は除外した。

クレーン盛土端部から最も離れた位置にある開閉装置までの距離は約18mであったため、アウトリガの法肩からの離隔やアウトリガの最大張出す法を考慮すると作業半径は24m程度であると想定し、この条件を前提としてラフテレーンクレーンの選定を行った。

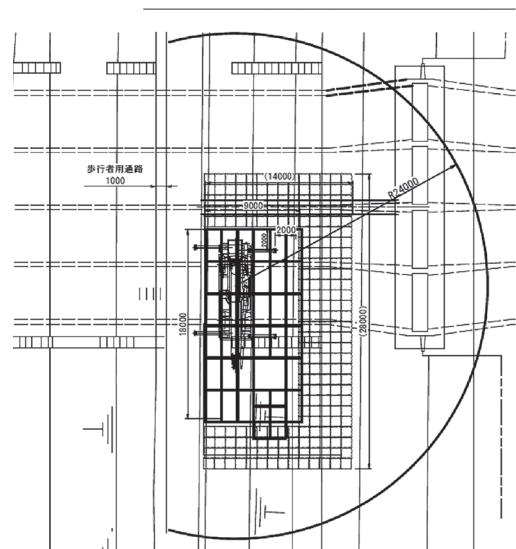


図-9 盛土上のクレーン計画図（平面）

市場性の問題で50t、60t、70tから選定することとなったが、3車種ともに総重量3.5tを作業半径24mで設置することができないと判明したので、最も遠い箇所にある開閉装置のみを分割据付することとした。

次に各車種の作業半径24mでの定格総荷重を調べたが50tクレーンでは分割後の最大重量2.2tを吊った際に定格総荷重の90%以上の能力が必要となるので安全性を考慮して除外した。残り2機種ではともに70%未満の能力で作業可能であったため、少しでも軸重の軽い60tを選択することとした。

これにより4基中3基の開閉装置は工場で組立を行った状態のまま設置することが可能となり、より高い精度と品質を確保するとともに、分割して据付を行う開閉装置を減らすことによって現場工程短縮という目的も達成することが可能となった。

次に想定したクレーン配置で2.2tを吊った際に盛土が崩落しないかの検証を実施した。

この検証は作業全体の安全に関わる非常に重要な検証であると位置付けし、専門業者にクレーンの反力計算や土質データを基にしたFEM解析を依頼して実施し、本作業でクレーンに最大荷重かかってクレーン盛土の強度に問題ないことを確認した（図-10、11）

臨界面の計算結果

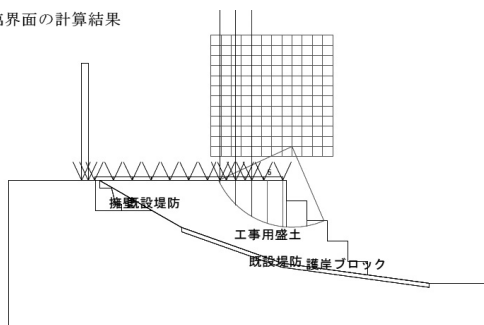


図-10 解析結果①

解析方法	修正Fellenius法
すべりの種類	円弧すべり
計算種別	常時
計画安全率Fsp	1.100
円弧中心X座標(m)	14.000
円弧中心Y座標(m)	9.000
円弧半径R(m)	4.000
安全率Fs	1.547
滑動モーメント MD(kN・m)	616.441
抵抗力τ	238.367
MD/R	154.110

図-11 解析結果②

(4) クレーン盛土造成による問題点の改善

堤防道路は常時一般開放されており、クレーンや大型トラックが進入している場合でも歩行者用通路を確保している状況であった。

図-6及び図-7に示すとおり堤防道路からクレーン盛土へは簡単に第三者が侵入可能な状態であったので作業中においても作業境界にA型バリケードを設置して示すとともに、現場に高感度の監視カメラを設置し、「監視カメラ設置中」の看板を掲示して現場状況を常時監視することで、作業用資材の盗難や第三者の事故防止を図った。



図-12 監視カメラ映像

4. おわりに

本工事はこれらの内容を協議し採用され、計画どおりに施工することで工期内に無事故で安全性、品質、経済性に優れた施工が可能となったものと考察する。

これには発注者より計画検討段階から資料提供や助言といった協力があった成しえたものと考察できる。

河川堤防の堤外側で重量物を撤去・設置する近年多くみられる整備工事の施工内容であったが、詳細な施工条件の明示は設計段階では非常に困難であることから、受注者として専門性を活かし、今後増加することが予想される樋門・樋管設備の開閉装置整備工事への有用な提案ができたものと考えられる。

5 施工計画

合成床版施工による工期短縮

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

永尾 和 大[○] 細 野 潤

1. はじめに

本工事は、国道18号の太田切川に架かる妙高大橋の老朽化による橋梁架替事業のうち、当社は上部工事を施工した。本稿では合成床版施工による工期短縮について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：妙高大橋架替上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省北陸地方整備局
高田河川国道事務所

- (3) 工事場所：新潟県妙高市二俣地先～
坂口新田地先
- (4) 工 期：令和元年6月12日～
令和3年8月10日
- (5) 橋梁形式：2径間連続非合成鋼トラス橋
- (6) 橋長：203m
- (7) 支間長：94.8m + 105.8 m
- (8) 幅員：1.25 + 2@3.5 + 0.75 + 2.5 = 11.5m
- (9) 総鋼質量：1,084t
- (10) 鋼コンクリート合成床版：2493m²(t=220mm)

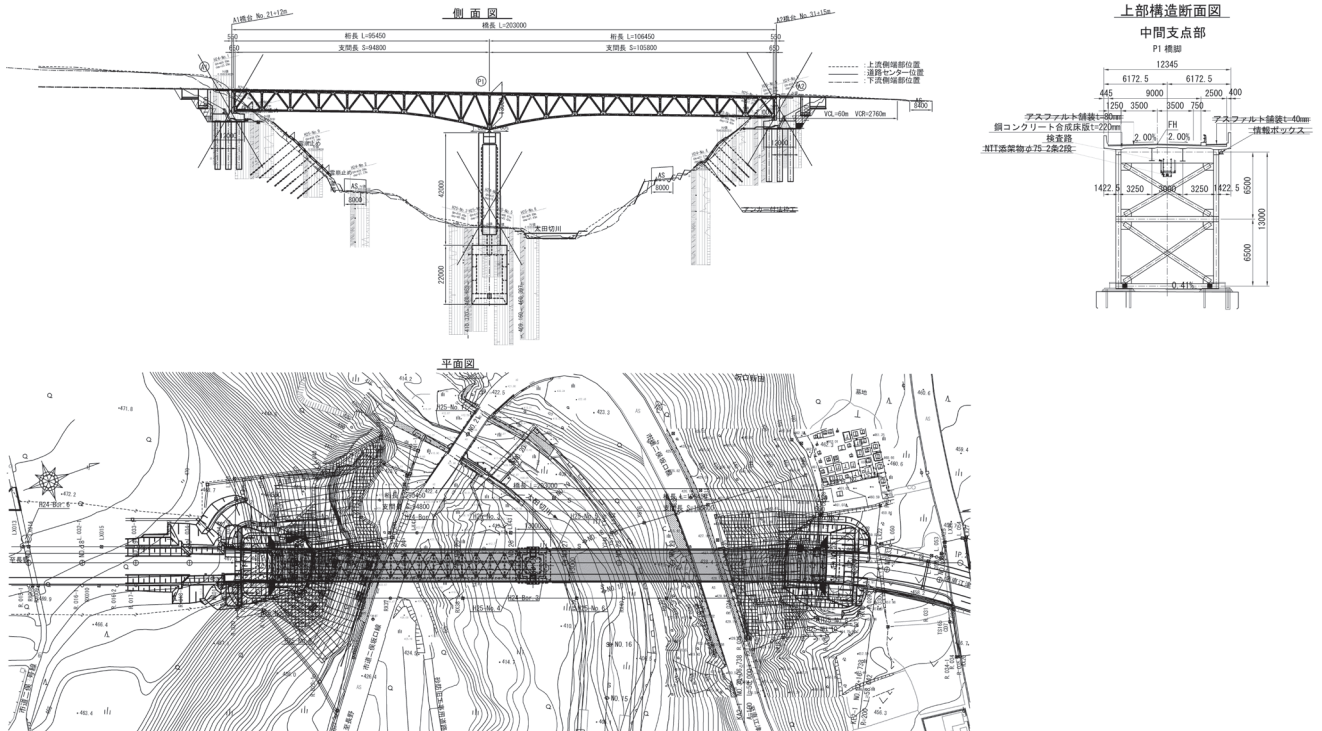


図-1 橋梁一般図

2. 現場における問題点

昭和47年に竣工した妙高大橋は供用開始から約50年が経過しており、平成21年の補修工事においてPCケーブル9本の破断が発見された。これにより妙高大橋保全検討委員会が設置され、緊急及び応急対応を実施したが抜本的な対策が必要であるとの結論に至り、平成24年に架替事業が始まった。旧橋は、たわみ・沈下等の24時間監視、逐一除雪することによる雪荷重の低減、車両の重量制限等の安全対策に万全を期していたが、急に変状が大きくなる可能性もある。したがって、恒久的な安全を確保するため本橋の早期開通が最大の目標であった。当社は架設工において最大限の工期短縮を図っていたため、早期開通を達成するためには床版工においても工期短縮が不可欠であり、客先と協議を重ねた。架橋地点は全国有数の豪雪地帯であり、冬季（12月～3月）の施工は非常に困難である。したがって、令和2年度架設完了後の越冬後早期に橋面上の施工を終了させることが問題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 床版形式の工夫・改善点と適用効果

当初設計ではRC床版が採用されており、2班体制で施工した場合でも5ヶ月程度の施工期間（橋面工、付属物工除く）を必要となる。また、天候不順で施工が遅れた場合、冬季に差し掛かるため、開通が更に遅延する可能性もある。そこで、令和2年8月中を起点と想定して床版形式の変更の検討を行った。（表-1）

① グレーチング床版

- × 設計、材料手配、製作が約10.5ヶ月必要
（メーカーヒアリングによる）
→施工開始が6月中旬
- 施工期間が3ヶ月程度
- × 床版概算重量が最も大きい
→本体構造物の影響大
- 架設概算重量が軽量のため、架設方法の選択肢が豊富

表-1 床版形式比較

項目	当初案
床版形式	RC床版(当初設計)
床版厚(mm)	270mm
ハンチ高(mm)	100mm
単体積重量(kN/㎡)	24.5
床版概算重量(t)	1,850
架設概算重量(t)	
設計の見解	—
その他	—
項目	案2
床版形式	グレーチング床版
床版厚(mm)	240mm
ハンチ高(mm)	130mm
単体積重量(kN/㎡)	27.3
床版概算重量(t)	1,915
架設概算重量(t)	
設計の見解	重量が超過するため、×
その他	製品が軽いため、架設が比較的容易で、架設方法の選択肢が多くなる。
項目	案3
床版形式	PC床版
床版厚(mm)	200mm(製作性を考慮した最小厚)
ハンチ高(mm)	170mm
単体積重量(kN/㎡)	24.5
床版概算重量(t)	1,625
架設概算重量(t)	20t程度
設計の見解	・当初重量より軽くなるため、動解などの再照査は必要になるが問題無いと考える。 ・製作キャンバーが想定と異なるため、多少の誤差は生じる。
その他	製品が重く、架設用クレーンが大型化する（要詳細検討）。
項目	案4
床版形式	鋼コンクリート合成床版(リバーデッキ)
床版厚(mm)	220mm(製作性による最小厚)
ハンチ高(mm)	150mm
単体積重量(kN/㎡)	27.5
床版概算重量(t)	1,849
架設概算重量(t)	3t程度
設計の見解	・当初重量と同程度であり、動解などの再照査は必要になるが問題無いと考える。 ・製作キャンバーが想定と異なるため、多少の誤差は生じる。
その他	・自社製品のた+A41L77め、設計・製作において柔軟な対応が可能。 ・製品が軽いため、架設が比較的容易で、架設方法の選択肢が多くなる。

② PCa床版

- △ Pca床版は全国的に改築工事が多く発注されており、製作期間が不確か
- 床版概算重量が最も軽量
- × 架設概算重量が約20tと最も大きいため、架設用クレーンが大型化もしくは別途検討が必要
- ③ 鋼コンクリート合成床版（リバーデッキ）
- 設計、材料手配、製作が約8.5ヶ月必要
（当社で対応が可能）
→施工開始が4月中旬
- 施工期間が3.5ヶ月程度
- 床版概算重量がRC床版と同等
→本体構造物の影響なし
- 架設概算重量が軽量のため、架設方法の選択肢が豊富

以上の内容を客先と協議した結果、これらの検討により③鋼コンクリート合成床版（リバーデッキ）が採用された。これにより当初設計と比較して1.5ヶ月程度の工期短縮が見込めた。さらに、設計及び合成床版の構造検討を早期に実施できたことで特殊鋼材（DFT）を早期に特別手配したことにより0.5ヶ月程度の短縮が出来て3月末から施工が可能となった。

(2) 合成床版架設の工夫・改善点と適用効果

現場は谷地形であったため、桁架設においては新橋の下を通る市道を通行止めにして始点側を350tクローラークレーン、河川部をトラベラークレーンで施工を行った。このことから合成床版架設の当初計画は、始点側で国内最大級の油圧式クレーンである550tオールテレーンクレーン（以下、550tATC）、河川部で軌条設備を転用して施工することを検討した。（図-2）しかし、この場合では合成床版架設時に台車及び軌条設備を同時に撤去・運搬しなくてはならないため、1日に5枚程度と施工量が限定されることが懸念された。

そこで、河川部の架設においても大型クレーンを使用した架設の可能性について検討した。

（図-3）

現場条件として市道幅7.0m、市道～架設位置の高さが33mであることを考慮してクレーンの

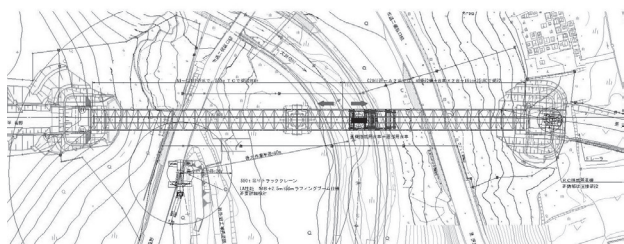


図-2 架設計画図
（始点側：550tATC、河川側：軌条設備）

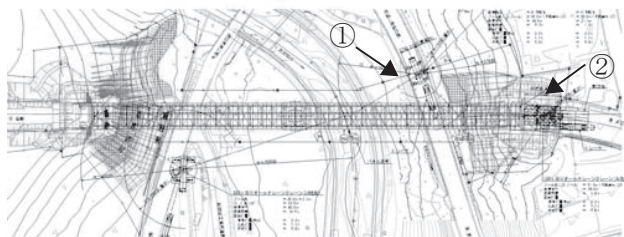


図-3 架設計画図
（始点側：550tATC、河川側：大型クレーン）

選定を行った。候補として挙げられたクレーンは、120tオールテレーンクレーン（以下、120tATC）、130tオールテレーンクレーン（以下、130tATC）の2機種である。120tATCはアウトリガー完全張出し7.0mで据付可能であったが、作業半径38mにおいて定格荷重4.1tに対して架設質量4.3t（吊具、フック含）と架設能力が不足していた。また、揚程も桁に接触するため床版架設用のクレーンとしての性能を満足していなかった。それに対して130tATCの位置①では作業半径38mにおいて定格荷重4.9tと架設能力は満足していたがアウトリガー完全張出し7.5mでは据付不可能であった。なお、揚程は満足していた。そこで、位置②で合成床版架設を行うことで位置①で終点側の作業範囲を小さくできるか検討した。その結果、中間張出しで作業半径27.5mまで架設可能であることがわかり、アウトリガーを河川側で完全張出し、終点側で中間張出しにすることで据付可能となった。（図-4）

以上のことから、130tATCを使用することで河川部においても直接クレーンで施工することが架設可能となった。（図-5）この架設方法により、約90枚の合成床版の施工を10日で終了することができ、4月中旬より次工程の鉄筋および型枠組立に速やかに移行することができた。



図-4 130tATC異張出し状況



図-5 合成床版架設状況

(3) 床版打設の工夫・改善点と適用効果

リバーデッキの特徴として底鋼板が型枠の役割と下側鉄筋の役割を果たし、DFT（突起付きT形鋼）を底鋼板の補剛材兼コンクリートジベルとしたシンプルな構造となっているため、RC床版よりも鉄筋量は少ないことがあげられる。また、組立形状もハンチ部等の複雑な鉄筋を省略でき上側鉄筋のみの施工であるため、施工が容易で工期短縮が可能であった。

鉄筋組立作業における運搬は本工事の架橋位置が谷地形であったことから人力でA1およびA2両側の橋台から運搬するため、運搬における作業時間がかかることが予想された。そのため、合成床版架設時に使用した550tATCで運搬することで鉄筋の運搬距離の削減を図った。これにより運搬時間が大幅に削減され工期短縮に寄与した。（図-6）

床版コンクリートにおいては1度で全ての打設であればひび割れのリスクが少なく理想であったが、打設量が約650m³と膨大であるため作業人員が増えることから天候不順で順延した場合再設定が困難となることが予想できた。したがって、施工の柔軟性がなく工程が遅れる可能性が高かった。そこで、上記のリスクを回避するため1日に打設可能な流量を検討し、その数値を元に打設割および打設間隔について検討を行った。（図-7）

① Case1 (Block3→1→2)

Block 3 からBlock 1 への打設間隔を中10日としてもBlock 3 の許容引張応力度 f_{ctm} が0.93N/mm²に対して発生引張応力度 σ_t が1.28N/mm²と床版にひび割れが発生するリスクがあることが解析にて判明した。



図-6 550tATC使用による鉄筋運搬

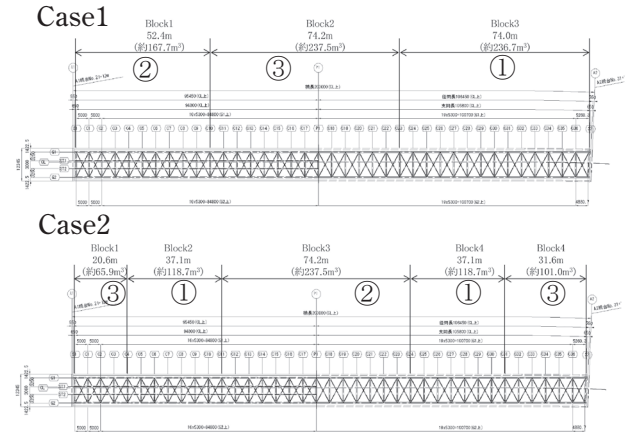


図-7 床版コンクリート打設割検討

② Case2 (Block2,4→3→1,5)

中0日で全ての f_{ctm} に対して σ_t が満足しておりリスクが少ないことが解析にて判明した。

上記以外にも複数通り検討を行ったが、Case2が最も工期短縮に寄与できるためCase2で施工した。（図-8）その結果、床版コンクリートの打設を4月末で終了することができ、解析通りひび割れのない床版を施工することができた。

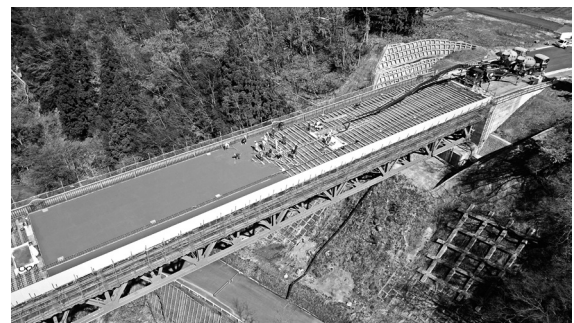


図-8 床版コンクリート打設状況 (Block4)

4. おわりに

妙高大橋早期開通に向けて床版形式を合成床版に変更し、それに伴う施工計画を吟味したことにより工事関係者の協力のもと令和3年6月に無事故無災害で無事工事を終えることができ、令和3年8月3日に開通をすることができた。

最後に、本工事を進めるにあたり、国土交通省北陸地方整備局高田河川国道事務所をはじめとした御協力頂いた関係者全ての皆様に深く感謝申し上げます。

6 施工計画

55時間連続作業による橋梁架替工事の設計・施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

エム・エム ブリッジ株式会社

設計担当

現場所長

工事担当

新地 洋明[○]

石井

学

紺野 敏幸

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：只越大橋架替（国道45号気仙沼湾横断橋小々汐地区上部工工事）
- (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：宮城県気仙沼市唐桑町境内
- (4) 工期：平成29年7月28日～

令和3年2月26日

本工事は、東日本大震災からの「復興道路」として位置付けられている宮城県仙台市から青森県八戸市までを結ぶ三陸沿岸道路の一部で、唐桑半島IC～気仙沼港ICの間にある只越大橋（気仙沼市唐桑町）の部分架替え工事である。（図-1）



図-1 位置図

只越大橋は2径間2主鈑桁橋で、起点側の曲線形状を有する約1径間範囲を直線の新設桁に架け

替える工事であり、事前作業として既設橋の側方に新設橋を地組し、社会的影響の少ない金曜日夜10時から翌週月曜日の早朝5時までの55時間の連続通行止め規制時間内で既設桁を切断した後、横取り工法で新旧の桁を入れ替え、新設桁を既設桁に接続する、国内でも事例のない方法で施工を実施した。（図-2）

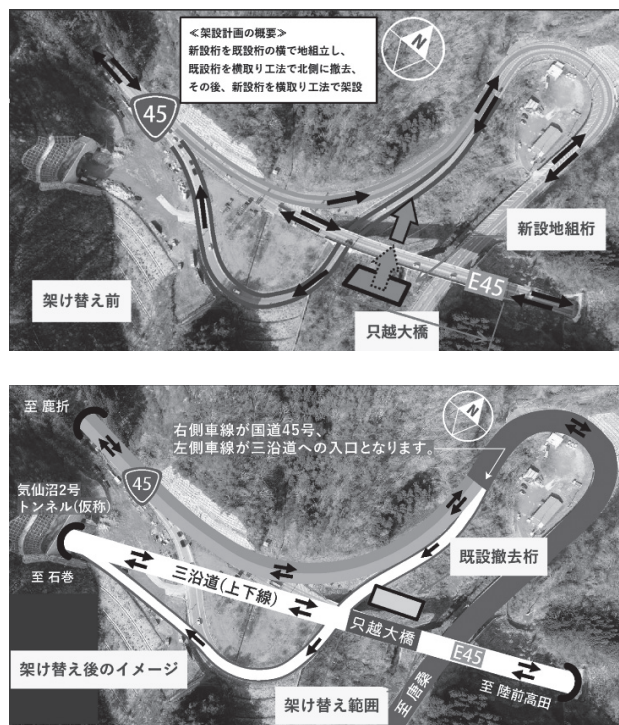


図-2 架け替え前後のイメージ図

2. 施工上の問題点

当初計画では、約8.5ヶ月の通行止めを行い床版撤去から新設桁架設までを行う計画であった

が、只越大橋が架かる国道45号線（架替後三陸沿岸道路）は宮城県気仙沼市の主要道路であり、道路利用者への負担を極力抑える観点から既設橋撤去及び新設橋設置を短期間で施工する必要があったため、横取りによる一括撤去、架設工法が採用された。

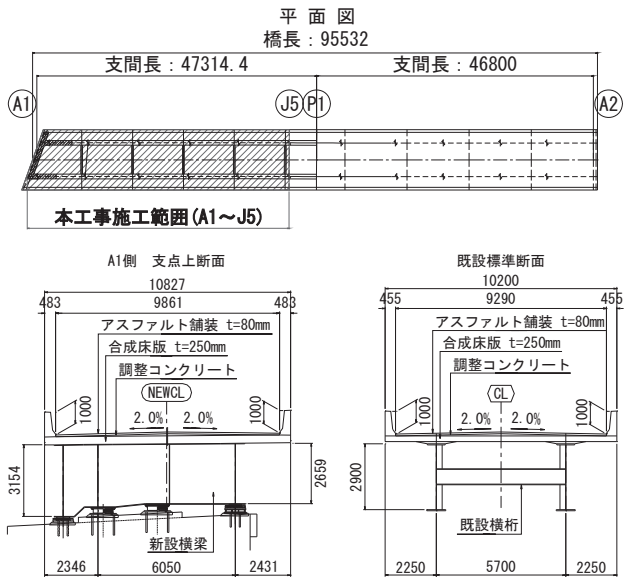


図-3 構造一般図

この架設工法を実現するために、以下の課題が考えられた。

2-1 既設上部工の出来形確認

本工事は改築工事の特性上、既設上部工の出来形を確認し、新設部材へ反映する必要がある。既設の出来形を精度良く取得することが一つの課題であった。

2-2 既設上部工の応力性状と新旧接続部構造

本工事では、既設上部工の一部を架替後も使用するため、架替後の完成形における応力状態、施工ステップを考慮した架設系解析による応力状態の確認と、新旧接続部の構造選定が課題であった。

2-3 55時間連続作業における各工種の作業調整

55時間連続作業は、協力会社14社の延べ100人を超える作業者が従事しており、工種が多岐に渡るため、重機、工事車両、および人員配置を考慮した施工時間配分が課題であった。

2-4 端部桁撤去・施工の問題点

A1端部は舗装撤去、伸縮装置撤去、支承セットボルト撤去の順序で施工する計画であったが、オーバーレイ舗装の厚さが450mm以上あることが確認されたため、舗装撤去に時間を要することが想定された。

2-5 伸縮装置下部のコンクリート型枠

新設伸縮装置設置作業の懸案事項として、伸縮装置のコンクリート打設時に必要となる下部型枠施工が狭隘部の施工となり効率が悪く、作業に2時間程度要することが想定された。55時間連続作業の中でのクリティカル工程となるため、更なる時間短縮が必要だった。

2-6 J5接続部の施工方法

J5接続部は既設橋の切断位置かつ新設橋との接続位置となる重要な部位である。床版研り作業を行った後、上フランジ添接板を現場継ぎ手部の隙間に沿って切断する計画であったが、架替後も使用する既設桁を損傷させずに、且つ、精度を確保できる切断方法の選定が課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

それぞれの問題点について以下の対応を行った。

3-1 既設上部工の出来形確認と構造改善

出来形確認の項目として、一般的な支間長や主桁間隔などの計測項目とは別に、新旧接続部となるJ5周りの計測項目として、主桁のボルトピッチ、J5～P1の部材長、および合成床版パネルの形状計測を追加し、複数回計測を行うことで精度を向上させ製作へ反映させた。また、工程短縮の観点からA1側の既設支承を極力再利用する計画とし、上部工側は支点上横桁を横梁化することで、支点位置の設定を容易にした。更に、支承配置に加えてセットボルト配置寸法の計測も行い横梁側へ反映することで、55時間連続作業での取合上の不具合発生リスクを極力排除した。

3-2 既設上部工の応力性状と新旧接続部構造

既設上部工の応力性状を把握するため、只越大

橋の竣工図書を基に復元設計を行い架替え前の状態を再現した。その後、旧橋撤去ステップおよび新設桁架設ステップに応じた解析モデルにて架替え完了までの各ステップで解析を行い、新設桁の設計と既設桁の照査を実施するとともに、現場での管理値算出を行った。(図-4)

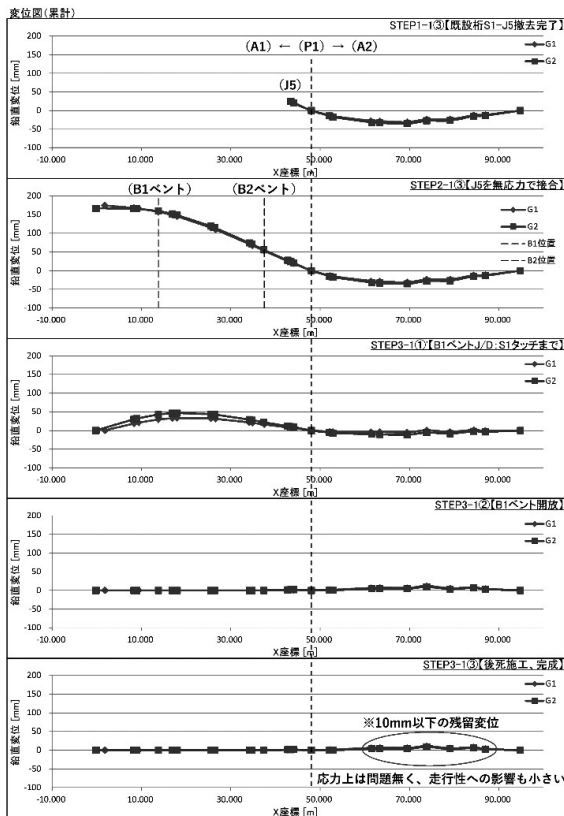


図-4 既設桁撤去後の架設ステップ毎の変位図

キャンパー設定としては、既設桁は建設当時の製作キャンパー値を用い、新設桁は今回のステップ解析で得られる変位をもとに製作キャンパーの設定を行った。既設桁側については、このキャンパー設定による応力状態、完成系における道路線形への影響について問題ないことを確認している。

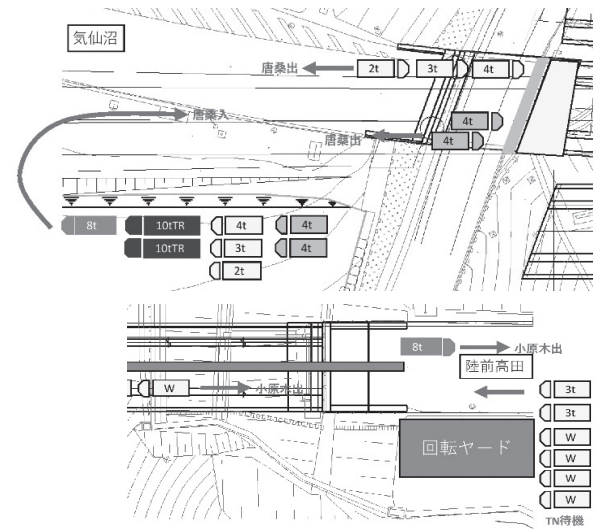
J5へのモーメント導入は、新設桁のA1側支点を嵩上げした状態で仕口合せを行い、J5連結後ジャッキダウンすることで行っている。

なお合成床版の新旧継手部構造については、パネル継手は床版下面から高力ボルト（一面せん断）で連結し、鉄筋については重ね継手が可能な範囲まで既設床版を研り出し接続を行った。今回

は採用できなかったが、更新工事で求められる急速施工の観点から、研り量、コンクリート打設量を減らせる合理的な継手への取組が今後の課題である。

3-3 55時間連続作業における各工種の作業調整

工種ならびに施工班毎に15分単位の緻密なタイムスケジュールと工事車両配置図を作成したうえで、各作業時間における工事車両の配置と進入・退出順序を設定した。(図-5)



作業位置	A1	作業時間	工程	作業車両	入場	退場	業者名
STEP-1							
橋桁巻立切断	23:00 ~ 0:00	巻立切断工	1.8 t ユニック	唐桑	小原木	回転ヤード設置工	
支保ボルト解体	0:00 ~ 0:20	橋梁特殊工	1.10 t ユニック	唐桑	小原木	置き式防護柵撤去工	
橋梁割-up (B1・B2)	0:20 ~ 0:50	(業工)	1.10 t ユニック				
橋梁切断	0:00 ~ 1:30		1.4 tトラック				
橋梁切断	1:00 ~ 2:00	舗装・床版取壊し工	2.3 tトラック	唐桑	唐桑	舗装・床版取壊し工 C班	
落下物防止壁撤去	0:00 ~ 0:20		3.2 t Wキャブ				
床版穿孔孔	1:00 ~ 2:30	舗装・床版取壊し工	1.4 t ユニック	唐桑	唐桑	伸縮装置設置工	
G1床版切断	2:30 ~ 2:50	橋梁特殊工 (業工)	2.4 t ユニック				
G1主桁ガス切断	4:00 ~ 4:30	ガス切断工	1.3 tトラック				
G1EP解体	4:45 ~ 5:00	橋梁特殊工	2.3 tトラック	小原木	小原木	舗装・床版取壊し工 A班	
G1床上一仮置	5:00 ~ 5:30	(業工)	3.2 t Wキャブ				
G1床台ファンガー切断	5:30 ~ 6:30	伸縮装置設置工	4.2 t Wキャブ	小原木	小原木	舗装・床版取壊し工 B班	
G1橋台側ハツリ	6:30 ~ 8:00		6.2 t Wキャブ				
G2撤去桁玉掛	5:30 ~ 5:45	橋梁特殊工 (業工)					
G2床版切断	5:45 ~ 6:45	舗装・床版取壊し工	B班				
G2主桁ガス切断	6:45 ~ 7:15	ガス切断工					
G2EP解体	7:15 ~ 7:30	橋梁特殊工					
G2床上一仮置	7:30 ~ 8:10	(業工)					
G2床台ファンガー切断	8:10 ~ 9:00	伸縮装置設置工					
G2橋台側ハツリ	9:00 ~ 10:00						

図-5 工事車両配置例

また、作業時間が遅れた場合のリカバリー（遅延箇所を増援部隊派遣）と現場の進捗が本部事務所でリアルタイムに確認できるシステムを構築（遠隔操作カメラ設置）し、本部で作業の進捗を集中管理した。(図-6)

遠隔操作カメラによる確認と各施工班からの無線報告を併用し、進捗想定と次工程の調整を行うことで、タイムスケジュールに遅延が発生しても円滑に作業が進められる体制を整えた。これらの

対応により、時間制約がある中で施工を完了することができた。

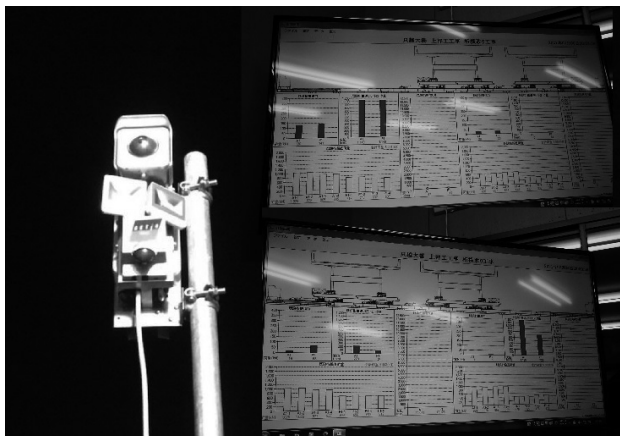


図-6 遠隔操作カメラと本部確認状況

3-4 端部桁撤去・施工の工夫・改善点

舗装厚が450mm以上あることが想定されたことから、舗装撤去時間短縮のため、舗装はロードカッターで賽の目に切断し、ブロック撤去とした。施工体制は、ロードカッター切断班2班ならびに破砕用ブレイカー付バックホウ2台、舗装版積込用バックホウ2台を使用して施工した。ロードカッターは夜間の緊急手配が困難な機械のため、事前に予備機を2台準備することで機械故障による工程遅延防止策とした。その結果、ロードカッターの故障による工程遅延はなく、効率よく舗装撤去作業が完了した。(図-7)

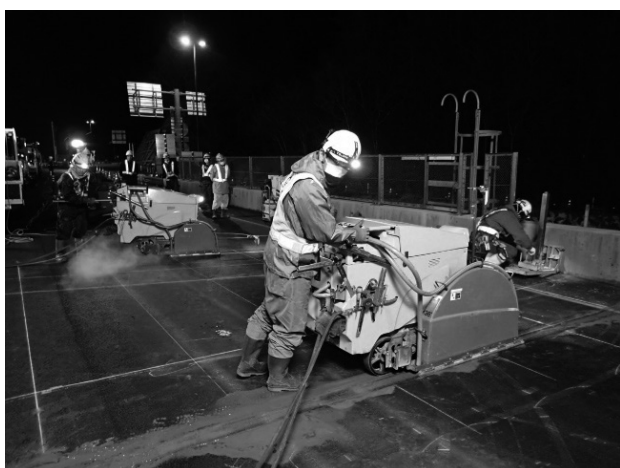


図-7 ロードカッターによる切断状況

3-5 伸縮装置下部のコンクリート型枠設置 コンクリート打設時に設けるパラペットと桁間

の型枠は、狭溢部位に残置可能な鋼製型枠として施工時間の短縮を図った。結果として当初想定していた作業時間（2時間）に対して1時間程度で施工ができ、更に橋台上からの高所作業が削減されたため、安全性も向上した。(図-8)

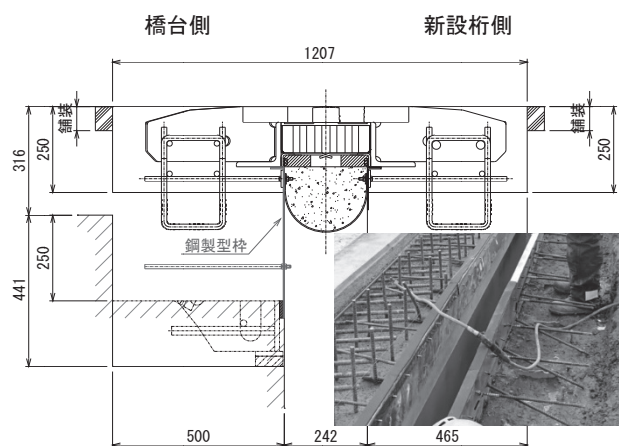


図-8 伸縮装置下部鋼製型枠

3-6 J5接続部の施工方法における工夫・改善点

J5接続部の上フランジ連結板は床版コンクリートに埋設される不可視部であり、現物を確認できないため、ロードカッターによる切断ができない場合の不測の事態に備え、予備施工としガス切断工も待機させた。床版コンクリートを研ったところ、現場継手の隙間は6～7mmしかなく、ロードカッターによるフランジ母材の切断リスク回避のため、連結板の切断は急遽ガス切断施工へ切り替えた。その結果、予定時間を若干超過したものの精度良く上フランジ連結板を切断できた。

4. 終わりに

本工事は供用中の連続桁の一部を短時間で新設桁へ取り替えるという事例がない工事であり、且つ、多種多様な工種が輻輳した難易度の高い工事であったが、事前の対策や関係者との調整を入念に行うことで、事故なく施工を完了することが出来た。本報告が同種工事の一助となれば幸いです。

最後に、本工事を施工するにあたり、ご指導・ご協力頂きました皆様に厚く御礼申し上げます。

7 施工計画

地震により損傷したスパンドレル・ブレースド・バランスドアーチ橋の撤去

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

設計担当

現場代理人

監理技術者

北川 淳 一〇

森谷 和 貴

梅林 栄 治

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：第一白川橋りょう復旧工事
- (2) 発 注 者：南阿蘇鉄道株式会社
- (3) 工事場所：熊本県阿蘇郡南阿蘇村
- (4) 工 期：令和2年2月29日～

令和3年12月17日

第一白川橋梁は、一級河川白川に架かり、南阿蘇鉄道高森線 立野駅～長陽駅間に位置する全長166.3mの単線鉄道橋である。昭和2年に建設された本橋は、2ヒンジスパンドレル・ブレースド・バランスドアーチと呼ばれる国内でも数少ない橋梁形式を有しており、平成27年度には、選奨土木遺産として選出された（図-1）。しかし、その翌年の平成28年4月に熊本地方を襲った最大震度7の地震により、この第一白川橋梁も大きな損傷を受けた。図-2に、被災状況を示す。地盤変動による支点沈下および支間方向の支点移動が生じ、さらには崩落した土砂の衝突もあり、複数の部材が座屈・破断などの損傷を受けた。さらに、見た目には健全に見えても、降伏応力を超えるほどの残留応力が生じている部材も多数あるとの見解から、架け替えを余儀なくされた。

本工事は、新橋への架け替えに先立ち、この被災した第一白川橋りょうを撤去する工事であり、本稿は、損傷した特殊形式の橋梁を安全に撤去する上での課題とその対策について述べるものである。

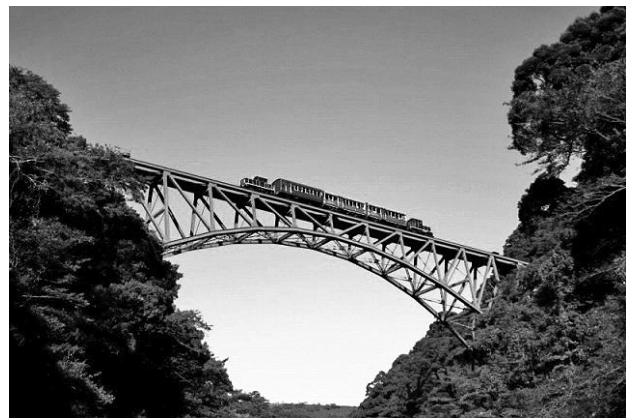
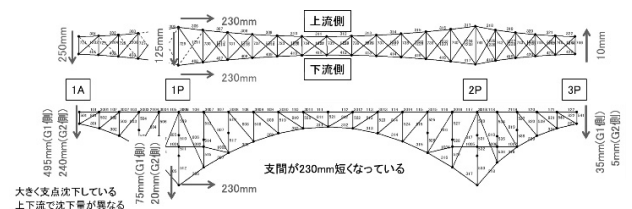


図-1 震災前の第一白川橋梁



(a) 支点変位



(b) 部材変形

図-2 地震による被災状況

2. 損傷した橋梁を撤去する上での課題

本工事の難しさは、地震により多数の部材が座屈・塑性変形・破断していることが確認されており、さらに見え健全に見える部材も実際は降伏応

力を超えているかもしれないという、未知の応力状態の橋を撤去解体することである。

そのため、部材の切断により、残留した応力が瞬間的に解放され、衝撃を伴う橋体の変位が想定される。衝撃を伴う橋体の変位は、部材の損傷を進行させることに加え、健全な部材まで損傷させてしまい、解体中の橋体の倒壊と、それに伴う作業員の墜落災害が懸念された。

そのため、本撤去工事を安全に行うためには、以下の点が課題であった。

- ・ 死荷重による応力・変形を低減できる安定した多点支持状態での撤去
- ・ 各撤去ステップにおける橋体挙動のモニタリングと、異常時における即座の対策
- ・ 事前のステップ解析によるリスクの把握とその対策

これらの課題に対して、本工事で行った対策を以降に示す。

3. 対策と適用効果

3-1 ケーブルエレクション直吊り工法

本橋は、白川の溪谷に位置するため、通常のようなベントによる多点支持ができない環境であっ

た。そこで、橋体格点位置を直吊り索と桁受梁で多点支持し、死荷重による応力や変形、損傷による残留応力を低減した上で解体することができるケーブルエレクション直吊り工法（図-3）を採用することとした。この工法を採用することで、衝撃を伴う橋体変位を抑制し、橋体の倒壊に繋がるような部材の応力超過を回避することができ、安全な撤去作業が可能となった。

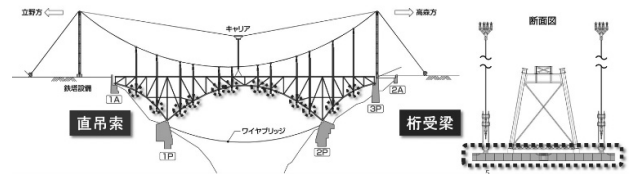


図-3 ケーブルエレクション直吊り工法概要図

3-2 一元計測管理システムの構築

本橋を安全に撤去するためには、まず、現況を解析モデルで再現した上で、撤去ステップ毎の挙動を予測することが重要である。問題は、損傷部材をどうモデル化するかであったが、損傷部材のモデル化にあたっては、現況の実測変形量が解析値と一致しているか、解析上降伏を大きく超過する部材では健全に見えても局部座屈などの変形が生じていないかを現地で確認し、出来る限り再現

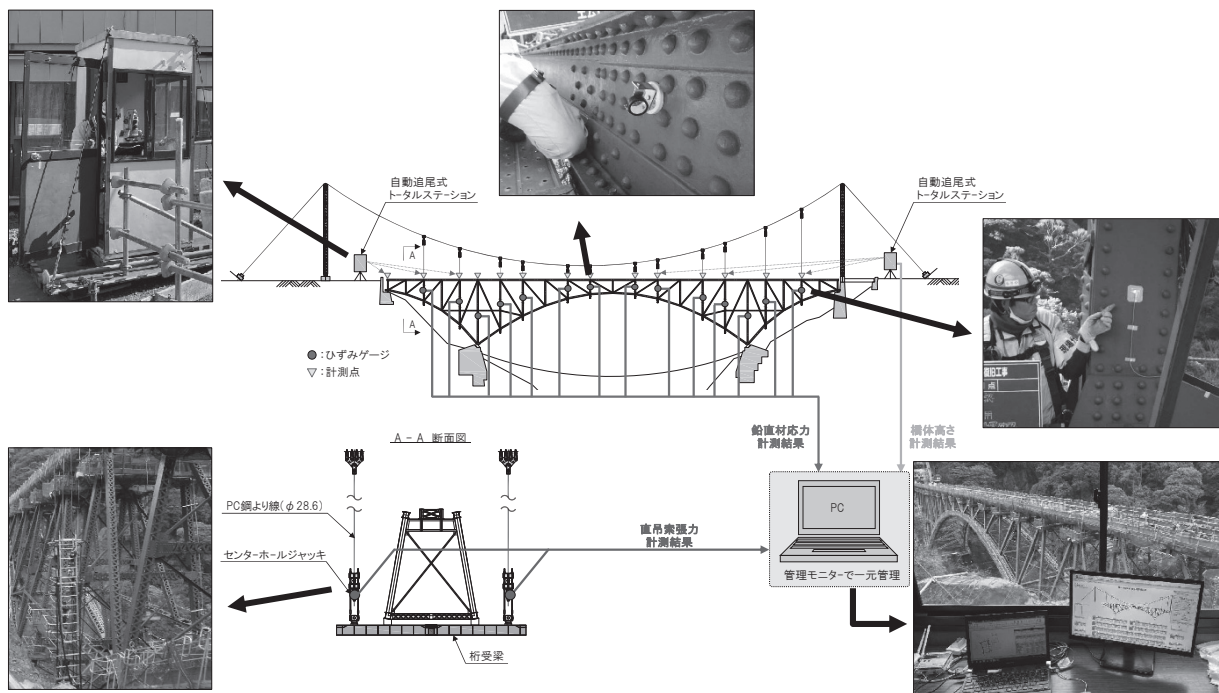


図-4 一元計測管理システム概要図

精度を上げた。しかし、今回のケーブルエレクション直吊り工法では、ステップ毎に橋の状態が刻々と変化する。そのため、解析精度を向上するだけでなく、その解析結果と撤去ステップ毎の挙動が乖離していないかをリアルタイムに確認し、異常値が出た際に、タイマーに対処する必要があった。そこで、橋体の高さ、直吊り索張力、桁受梁から直接反力が載荷される鉛直材の発生応力をリアルタイムに計測し、管理モニター上で一元管理できるシステムを構築した(図-4)。それぞれの項目について、以下のとおり計測管理を行った。

(1) 橋体高さの管理

橋体格点位置にプリズムを設置し、自動追尾型トータルステーションによって計測を実施した。橋体の高さは、撤去ステップ解析によって算出した座標値と、計測された座標値の差によって評価した。

(2) 直吊り索張力の管理

各ステップにおける直吊り索張力は、センターホールジャッキとPC鋼より線(φ28.6)で構成される直吊り索のジャッキ圧力を計測し、撤去ステップ解析により算出された吊り索張力との比較を行った。今回の撤去では、本体が損傷していることもあり、基本的には張力を設計値と合わせるように管理し、撤去を進めることとした。

(3) 鉛直材応力の管理

鉛直材の応力は鉛直材に貼り付けたひずみゲージにより計測を行った。

各管理項目における管理値を表-1に示す。

この管理値を超過する異常値が発生した場合には、直吊り索の張力調整を行うこととした。

これにより、撤去中の直吊り索張力と橋体の形

表-1 計測項目と管理値

計測項目	使用機器	計測場所	管理値
橋体の形状	トータルステーション	格点位置	±500mm
直吊り索張力	ジャッキ圧力変換機	ハンガーケーブル	+20%
鉛直材応力	ひずみゲージ	鉛直材	+20%

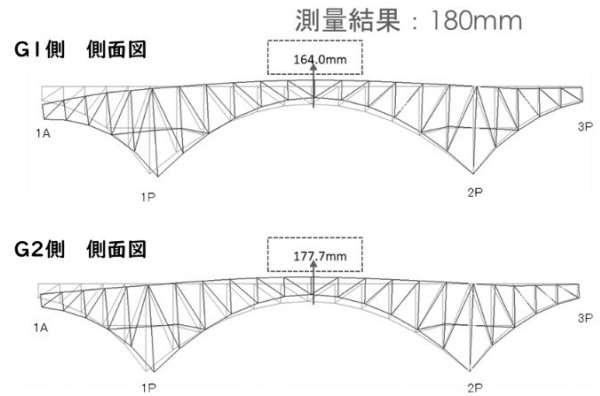
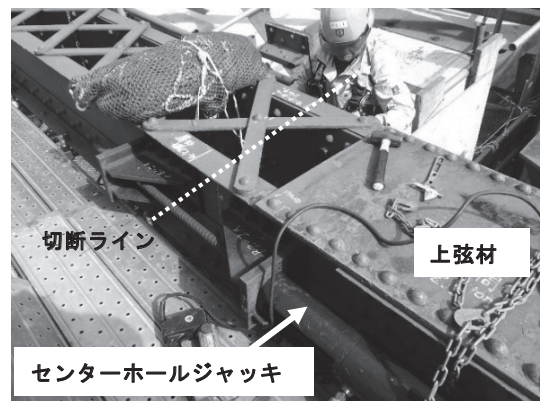
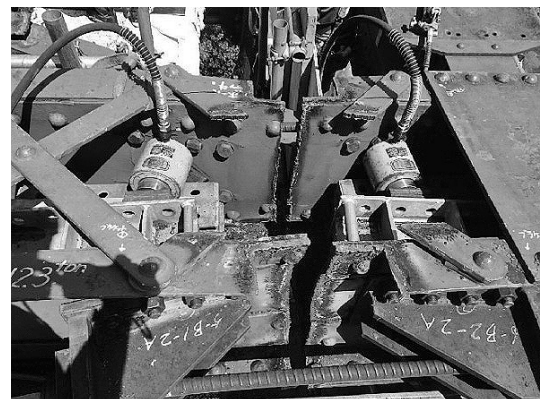


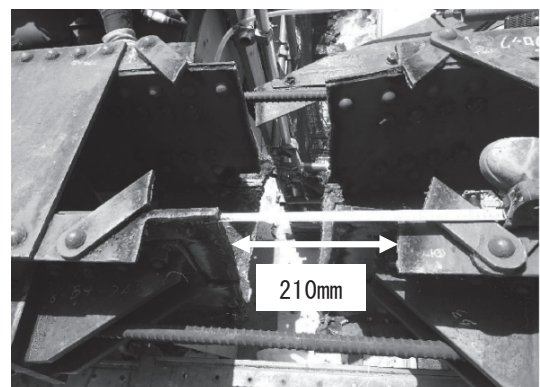
図-5 現況再現解析による変形量



(a) 変位拘束治具



(b) 切断後(ジャッキ解放前)



(c) 切断後(ジャッキ解放後)

図-6 上弦材変位拘束治具

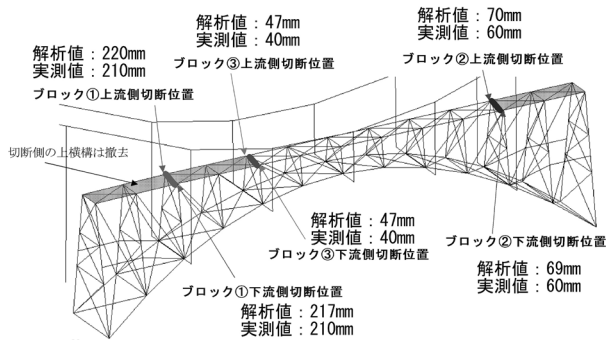


図-7 上弦材切断時の変位

状がリアルタイムに計測・調整でき、解体撤去を安全かつスピーディーに行うことができた。

3-3 中央径間上弦材撤去の事前対策

図2-(a)に示したように、地震により本橋の中央径間は、230mmも支間長が短くなる支点変位が生じており、そのため、上方向に180mm程度反り上がるような変形が生じていた。この結果は、事前解析でも約178mmの変形を再現出来ており、解析モデルの妥当性を確認するものである(図-5)。

それと同時に、この解析結果から、上弦材には最大で約80tの引張力が生じており、切断により、引張力が解放されることで、最大で220mmもの衝撃的な相対変位が生じることが予想された。そのため、切断による衝撃的な変位を防止する対策を事前に実施する必要があった。

そこで、図-6に示すように、切断位置にセンターホールジャッキを用いた変位拘束治具を設置し、引張力を相殺する圧縮力を導入した状態で上弦材の切断を行うこととした。これにより、変位を拘束した状態で安全に切断することができ、切断後には、徐々にジャッキ反力を解放していくことで、緩やかな変位となるようコントロールし、衝撃的な応力解放を防止することが可能となった。

ジャッキ反力解放後の切断面相対変位を計測したところ、解析値220mmに対して、実測値210mmと、ほぼ一致する結果となり、その他の変位が予想された箇所も解析値と一致した(図-7)。

この上弦材撤去は、衝撃的な変位が予想される

最も危険なステップであったが、事前解析の妥当性を確認した上で、そのリスクを把握し、それに対する対策を事前に準備できたことが、安全な撤去施工につながった。

4. 終わりに

今回、地震により損傷し、未知の応力状態にあるスパンドレル・ブレースド・バランスドアーチを撤去するという国内でも類を見ない工事を行った。

厳しい施工条件下で最も安定した状態で撤去できる工法の選定、リアルタイムに計測を行い異常値に対する対処を即座に行える一元計測管理システムの構築、解析モデルの妥当性を確認した上での危険ステップの事前把握と対策準備という、安全に撤去作業を行う上での3つの課題を克服することで、安全な施工に繋がっただけでなく、工程も1カ月ほど短縮することができた。今後は、新橋の架設も始まり、令和5年の全線開通を目指す。

最後に、本工事を施工するにあたり、ご指導頂きました南阿蘇鉄道の方々、並びにご協力頂いた関係者の方々に厚く御礼申し上げます。



図-8 旧橋撤去状況

8 施工計画

送出し縦断勾配の工夫による工程短縮

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

成松 亮 一〇

現場代理人

荻野 悟

工事担当

越谷 啓太郎

1. はじめに

本工事は、一級河川矢作川を渡河する鋼5径間連続3主非合成少数钣桁橋のⅡ期線架設工事である。床版は鋼・コンクリート合成床版を採用している。

本工事は昭和53年に竣工したⅠ期線の脇へ、一期線の耐震補強と共に都市計画道路高橋細谷線における四車線化事業の1区間として計画された。

上部工架設は河川への影響を最小限とした送出し工法が採用された。図-1へ本工事の位置図を、図-2へ実施架設要領図を示す。

工事概要

- (1) 工事名：竜宮橋上部工架設工事
- (2) 発注者：愛知県豊田市
- (3) 工事場所：豊田市野見町ほか地内
- (4) 工期：自 令和2年6月19日
至 令和3年11月12日



図-1 位置図

2. 計画・施工上の課題

上部工の縦断勾配は一般的に送出しの上下限とされる $-3\sim+4\%$ を超過し、 $-4\sim+5\%$ の山勾配線形となっていたため、橋梁線形に対応した送出しの詳細工法検討が必要となった。

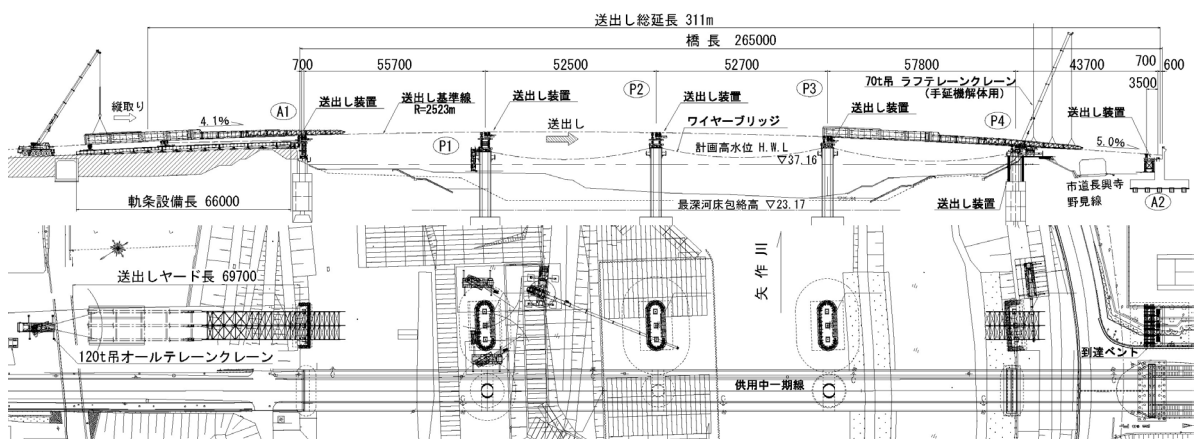


図-2 実施架設要領図

また、四車線全面供用に向けたロードマップにおいて、上部工は既設補強を含む隣接下部工、土工と輻輳施工しつつ橋面の引渡しが必要とされていた。

そのため上部工施工は遅延が許されない上、以下に示す種々の課題があった。

(1) 送出し架設工法の実施方針について

鉄道や河川上など、架橋位置の桁下へ架設重機やベント等の配置が困難な場合、一般的には手延べ送出し架設工法が採用されるが、送出しに必要な駆動装置の性能や桁の逸走等の理由により、縦断勾配が $-3\sim+4\%$ を超える場合は実施の可否について詳細検討が必要となる。

本橋は上部工の製作と架設が分割発注されていたため、製作段階は発注案に基づき山勾配の主桁を水平に送出し、A2橋台背面で手延べ機を撤去する前提で主桁の架設補強を実施していた。

架設工事を受注後、隣接工事や道路・河川協議等の条件を踏まえ詳細な施工計画を検討した結果、本橋では縦断勾配が大きいことから、脚上設備の高さを送出し中に約3.6mかさ上げする必要が生じ、安全性の懸念のみならず所定の工期内では施工が困難といった課題が生じた。

また、全体工程上の理由から、手延べ機のA2橋台到達時は橋台背面の地盤改良、および橋台側面や盛土部の擁壁施工と輻輳するため、手延べ機の解体ヤードとして橋台背面が利用出来なかった。

さらにA2橋台脇は交通量の多い市道長興寺野見線が架橋下を横断(図-2)していたため、A2橋台周りでの手延べ機解体は長期間にわたる市道の通行止め規制が必要であった。

本橋は市の骨格となる幹線道路の一部であるため、送出し・降下完了までの長期間にわたる市道通行止めが不可能な環境下にあった。

以上から、製作済の主構造を変更することなく、輻輳施工を踏まえた上で厳しい上部工程を遵守しつつ、施工可能な送出し架設の施工立案が課題となった。

(2) I期線耐震補強・II期線新設の輻輳に伴う工程・施工方法について

非出水期に限定される上部工架設は、以下に示す隣接工事との同時施工が不可避であった。

①主桁間に設置される添架下水道敷設工事

送出しヤードは路盤まで概成した二期線土工部を使用する方針となっていたが、平面曲線を伴う盛土構造のため、狭隘な範囲で主構造の地組と下水道管の添架を順次施工する必要があった。

そのため、各々の施工必要範囲、日数および動線を踏まえ、いかにヤード・工程の調整を図り全体工程からの遅延を回避するかが課題となった。

②矢作川流水部における、P2橋脚の一期線を含む基礎護床工事

本橋のP2橋脚は、既設脚と一体化した橋脚基礎の護床工を上部工の送出し架設と同時施工する方針となっていた。護床工の施工に当たっては、橋脚基礎の周囲へ仮締切の鋼矢板を打込む必要があり、作業スペースとして上部工直下までの高さが必須であった。さらに護床工作業範囲を避けたP2橋脚周辺からは、上部工施工に必要な脚上への資機材供給、および作業者の移動手段となる昇降設備や高所作業車、ワイヤブリッジの輻輳が生じた。

3. 工夫・改善点と適用結果

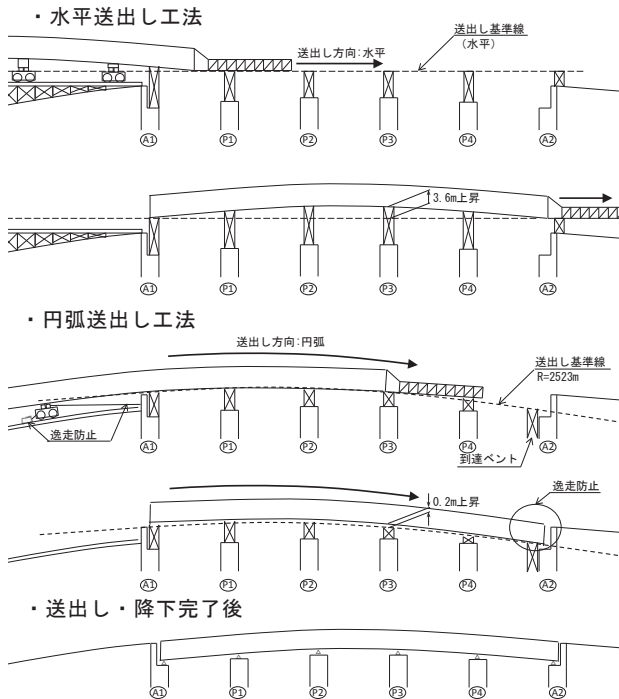
厳しい輻輳施工および工期、送出し架設工法の課題解決にあたり、以下に示す対応を実施した。

(1) 送出し架設工法の実施方針について

送出し架設中における脚上設備高さの変化量を最小とするため、桁の送出しラインは完成時縦断に近似した $R\approx$ 約2500mの円弧曲線を設定した。

当初計画の水平送出しから円弧送出しへ変更することにより、送出し中の高さ変化量を3.6mから0.2m以下まで大幅な削減を図った。結果、送出し中の作業だけでなく送出し後の桁降下量も削減できたことから、施工時の安全性を確保した上で工期内に施工を完了することができた。

図-3へ送出し架設工法の比較を示す。



	①水平送出し工法	②円弧送出し工法
施工性	× 縦断勾配が大きく山勾配のため、送出し中の高さ変化に対応困難	○ 送出し中の高さ変化を小さくし、作業迅速化が可能
安全性	× 狭い橋脚上での設備が高くなり、危険が増す上に組替作業が増える	○ ①に比較して低い設備高となり、組替作業も少なくて済む
工程	× 送出し中のかさ上げに多大な時間がかかり、降下時の組替作業も大幅に増える	○ 送出しサイクルの迅速化が可能となり、降下作業も削減できる
送出し推進力	○ 送出し方向が水平であり、抵抗は小さい	△ 送出し方向が円弧で変化するため、検討が必要

図-3 送出し架設工法の比較

また、円弧送出しへの変更によって、送出しヤードからの発進時は上り勾配に伴う桁の慣性力が台車にかかるため、水平送出しに対してより大きな推進力が必要となる。

また、下り勾配となるP2橋脚到達以降は慣性力が送出し方向と逆にはたらくことから、桁の逸走防止に必要な制動設備が必要となるため、下り勾配の方が送出し施工時の難易度はより高くなる。

山勾配による慣性力や台車等の抵抗を検討した結果、送出し架設時の駆動力は橋台・橋脚上の送り装置に加え、送出しヤード上の軌条設備区間を走行する台車は水平ジャッキ、レールクランプジャッキを追加した駆動・逸走防止装置を設け、必要駆動力の確保と桁の逸走防止対策を取った。

さらに、送り装置と主桁の間へ送出し中の勾配変化に応じたテーパ PLを追加し、合わせて縦ズレ・横ズレ防止設備を設置することで万全の対応を図った。

図-4 へ駆動台車を示す。

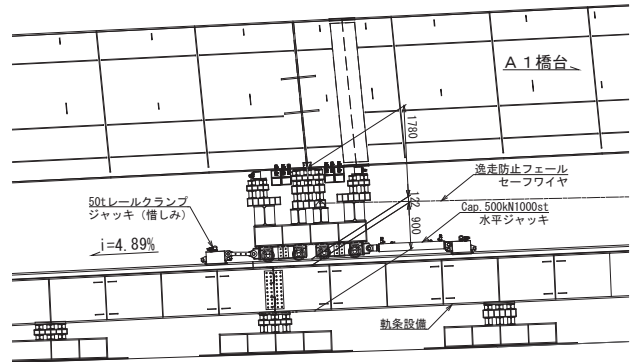


図-4 駆動台車

送出し架設の到達ヤードとしてA2橋台背面が利用できないため、供用道路の長期間規制を避けたヤードとして利用可能な場所を検討した結果、矢作川の堤防に位置するP4橋脚周辺の活用を考えた。この場合、P4橋脚到達後に順次手延べ機を解体し、A2橋台までの径間は手延べ無しの送出しとなるが、主桁の耐力が不足しA2橋台まで到達できないことが問題となった。

そこで製作済の主桁断面を変更することなく、合わせて実施可能な規制下での送出し架設完遂を目的として検討を重ねた結果、A2橋台と交差市道の間へ到達バントを追加することで送出し支間長を縮小し、主桁の応力超過回避を図った。

A2前の到達バントと手延べ機を解体したP4作業ヤードについて図-5 へ示す。



図-5 A2到達バントとP4作業ヤード

以上より円弧送出しおよび最終径間の手延べ無し送出しの採用、到達ベント追加に伴う工法変更の結果、①濁水期限内で送出し架設を完了、②降下量を30%削減、③交差市道の規制を3日間の通行止めに削減、④A2橋台背面との施工ヤード輻輳回避を図ることができた。

(2) I期線耐震補強・II期線新設の輻輳に伴う工程・施工方法について

①主桁間に設置される添架下水道敷設工事

狭隘な送出しヤードにおける輻輳作業を円滑に進めるため、搬出入車両および架設クレーンや添架管の施工ヤード使用範囲は事前に綿密な調整の上、桁の地組～添架管敷設～合成床版パネル設置～送出しの日工程管理を厳格化することにより、非出水期での送出しを完了することが出来た。

図-6へ送出しヤードの施工状況を示す。



図-6 送出しヤードの施工状況

②矢作川流水部における、P2橋脚の一期線を含む基礎護床工事

非出水期間中に片付けまでを含めた護床工一連の作業完了が必要であるため、矢板打込み重機と干渉するP1～P3間のワイヤブリッジは、護床工完了後の設置とせざるを得なかった。

そのため上部工のP2橋脚上作業は、支承設置や資機材供給、作業者の移動手段として護床作業ヤードを避けた遠方から130t吊オールテレーンクレーンとスカイステージを用いることとした。

スカイステージはクレーンブーム先端へ搭乗設備を取付ける構造となっており、高所作業車では到達不可能な範囲へ作業者の移動および資機材供給を可能とするものである。

図-7へスカイステージ使用時の状況を示す。



図-7 スカイステージ使用状況

以上の対策を講じることにより、製作済の主構造を変更することなく厳しい工期の中、隣接工区との輻輳を回避し送出し架設を無事故で完遂することができた。

図-8に竣工時の全景を示す。



図-8 竣工時全景

4. おわりに

本文では、施工条件の厳しい竜宮橋の送出し架設に対する計画・施工について述べた。本稿の報告が同種工事の一助となれば幸いである。

本工事の製作・施工を進めるに当たり、ご指導およびご協力を賜りました豊田市街路課をはじめ、関係各位に深甚なる感謝の意を表します。

9 施工計画

3次元シミュレーションを活用した 送電線近接の鋼橋一括架設

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

西 憲 一 郎[○]

現場代理人

宮 崎 丈 幸

工事担当

竹 内 聖 治

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：R1横環南栄IC・JCT
E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：令和元年11月15日～
令和3年3月23日

圏央道の一部で横浜環状道路の南側区間でもある横浜環状南線は、大部分がトンネル区間であり数少ない地上部にある栄IC・JCT（仮称）は限られた用地内に本線と10本のランプが入り組んでいる。本工事は、その中のEランプ橋鋼上部工を施工するものである。

架設地点は北側に面する市道上に一部張出しており、その先には工場に電力を送る送電線が近接する（図-1）。

本工事は、建設生産プロセス全体でのCIMモデルの活用による課題解決および業務効率化を図ることを目的としたCIM活用工事（発注者指定型）であり、排水管や下部工検査路などの付属物も含めた詳細な3次元モデルを作成し、維持管理に必要な完成図や出来形・品質管理記録、点検ポイント一覧表と点検動線シミュレーション動画などを属性情報として付与して納品した。

工場製作時は、CIMモデルから工作機械を稼働させるための生産情報を取得したほか、3次元で

の付属物を含めた部材同士の干渉や整合確認をおこなった。また、溶接トーチやボルト締付機械が入るかなどの施工性も確認している。

本工事はこれらに加え、新たに架設計画時の3次元モデルの利点に注目し、送電線や周辺構造物などの点群データと合わせてCIMモデルの更なる活用を試みた。

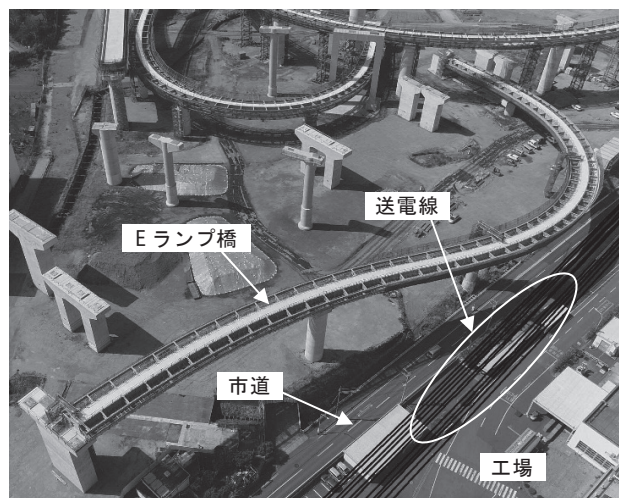


図-1 架設地点の状況

2. 現場における課題

本橋は、路線バスが通行する市道上に一部張出しており、用地使用および作業時間に制約があった。そのため、本工事を施工する上で以下の課題があった。

2-1 3次元モデル作成に関する課題

3次元モデルの内、地形モデルの作成方法として無人航空機（通称ドローン）を用いた測量がこ

の分野で先行している。位置精度も0.1m程度と架設計画をする上で十分ではあるが、工場が隣接し、送電線も近くにあることから安全性にも配慮した測量方法を選定する必要があった。

また、橋梁のモデル作成についても、工場製作時で使用する鋼橋製作情報システムでは、詳細度400（主構造の形状が正確で、付属物、接続構造等の細部構造も含むモデル）で作成されるが、そのまま架設計画で使用するとパソコンの動作が極端に遅くなるため、作業効率を上げるためにデータの軽量化が必要であった。

2-2 一括架設ブロックの形状確認

本橋は、市道を通行止めにして夜間一括架設をおこなう（図-2）。通行止めの開放条件として、一括架設ブロックの両端の高力ボルト継手を全数本締めする必要があった。路線バスの終始発時間と吊足場の作業時間を考慮すると2箇所の主桁連結部の形状合わせを短時間でおこなう必要があり、既に架設済みの橋桁と一括架設ブロックが問題なく取合うことを事前に確認することが求められた。

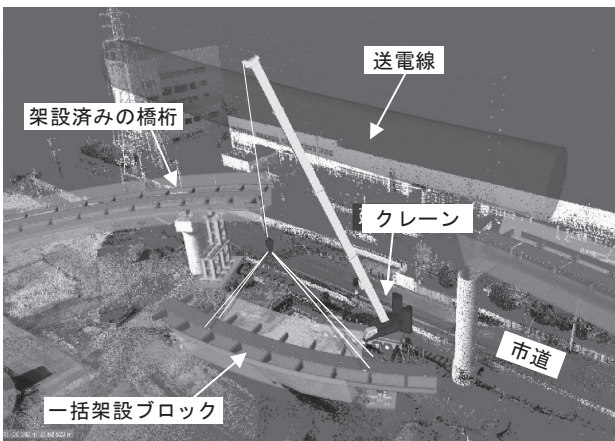


図-2 架設状況（本工事シミュレーション）

2-3 施工に対する各種合意形成

通行止めを伴う作業について地域住民、周辺企業へ説明することで、工事への理解を深め協力を促すこと、また、送電線の近接協議および送電線との離隔を確保する架設手順の作業員への周知のためにも、視覚的により分かりやすい説明が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 地上レーザスキャナの利用と3次元モデルによる架設検討

ドローンによる測量は航空法による申請や専門的な知識・技能が必要である。本工事は、送電線が近く、操作に異常があれば墜落の危険性もあるため、より安全な地上レーザスキャナを利用した。操作も簡単で、架設計画のタイミングに合わせて測量することができた。

地上レーザスキャナは、本体から遠くなるほど観測点の間隔が広くなることや、構造物や植生で見えない部分は観測できないなどの特性があるが、空中にある送電線も計測可能である（図-3）。

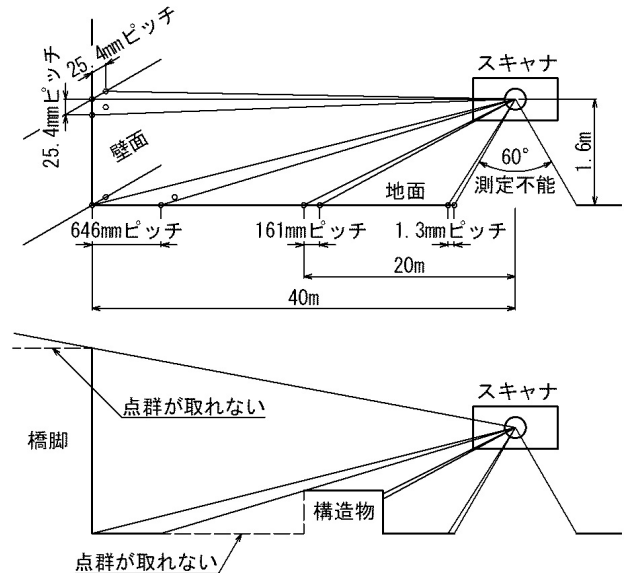


図-3 地上レーザスキャナの特性

本工事は、この特性を考慮した上で用地内の必要な範囲をカバーできる9箇所（約40m間隔）で測定した。移動および機械の据付けなどを含めた計測時間は合計2時間半程度である。

計測したデータは専用のソフトで加工・合成し、点群データとして架設計画で使用する一般的なCADソフト用に変換した。一連の点群データ処理はマニュアル化し、その後の複数工事での習熟により1日程度で処理可能となっている。

架設計画に必要な橋梁のモデルは、詳細度300（主構造の外形形状を正確に表現したモデル）で

あり鋼橋製作情報システムの序盤で途中出力することで適切なモデルが得られた。ただし、一括架設ブロックの重心位置算出や主桁連結部の形状などはシステム終盤のCIMモデルが必要となる。

地形モデルとして作成した点群データと橋梁のモデルを同じ座標系に配置することで、橋桁を仮受けするベントなど仮設構造物や架設用クレーンを実際に据付けたときの地形や支障物との位置関係がCAD画面上で確認できるようになる。

本工事でおこなった架設計画時の3次元モデルの活用は以下のとおりである。

- ・用水路法面部に設置するベント基礎形状や設備高さの検討
- ・用水路および下部工施工時の切り回し用水路に対する架設用クレーンのアウトリガー養生のための碎石置換検討（図-4）
- ・点群計測時に未完成だった橋脚のモデルの追加による施工状況のシミュレーション

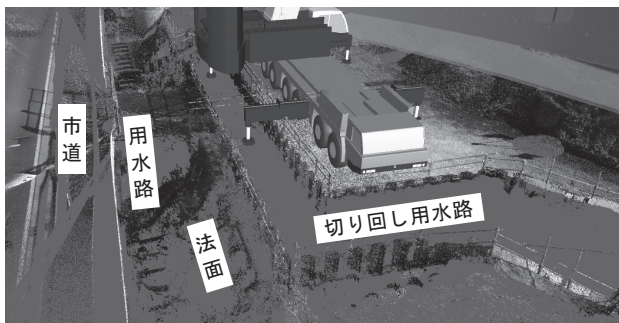


図-4 クレーンのアウトリガー養生

クレーン作業計画は、3次元建機シミュレータと呼ばれる専用ソフトを用いて、送電線との離隔を確保した架設ステップを検討した。このときクレーンと朝顔足場の干渉など図面では気づきにくい事象も視覚的に確認できた（図-5）。

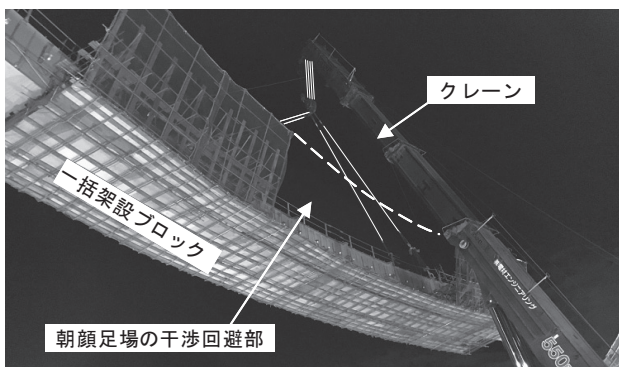


図-5 クレーンと朝顔足場の干渉回避

3-2 一括架設ブロックの実測による主桁連結シミュレーション

架設現場にて一括架設ブロックの地組立が完了した時点で、その形状を実測し、両側の既に架設済みの橋桁の間に落とし込んだ際の主桁の取合い状態をシミュレーションした。

計測はトータルステーションにておこない、箱断面の四隅の3次元座標値として取得した（図-6）。



図-6 計測状況

シミュレーションは、工場製作時のCIMモデルの座標を基準値として、まず架設済みの両側の橋桁の四隅の実測値をプロットし、その間に一括架設ブロックの実測値をプロットしておこなった。

このとき一括架設ブロックの実測値は両端の四隅の任意の3点を選んで座標・角度を決めて配置することができるが、すべての点の基準値との誤差の二乗の合計が最小となる組合せを選択した。

シミュレーションシステム自体は、一括架設ブロックの試験吊り状態での実測値もその場で判断できるようタブレット端末を使用して結果を確認できるように構築した。

実際は、一括架設ブロックが余裕をもって架設済みの橋桁間に入るように、50mm程度架設済みの橋桁間隔を拡げていた。この値を差し引いたシミュレーション結果は、連結部の隙間が設計値±5mm程度であり問題なく架設できることが確認できた。

また、一括架設当夜は予定どおりの作業時間で主桁連結部の形状合わせを終えることができた。なお、架設完了後の橋桁のそりも規格値の50%以内に収まった。

3-3 VRコンテンツによる説明・周知

架設計画時は、送電線との離隔を確保した施工ステップの検討に、使用したソフトのアニメーション機能を利用した。その際、送電線の安全離隔距離を赤くエリア表示し可視化する工夫をしている（図-7）。それでも画面上に表示される映像を見ながら技術者が検討を進めるためには、ソフトに対する習熟を必要とした。

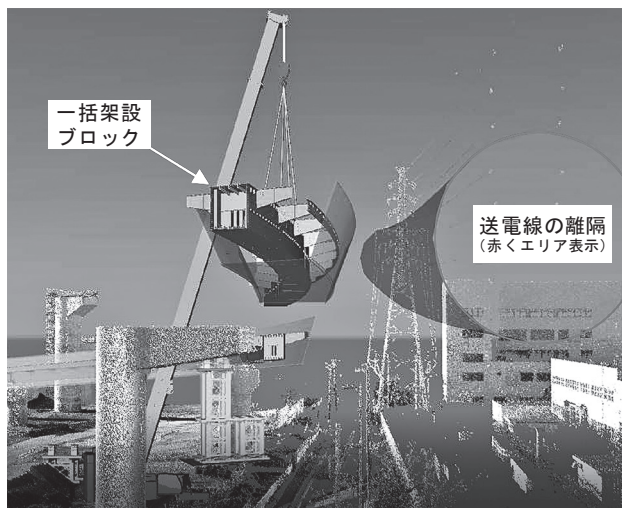


図-7 送電線との離隔確認

本工事は、架設計画時のアニメーションデータから新たに一般の人にも操作可能なVRコンテンツを外部に委託して作成した。クレーン運転席や既に架設済みの橋桁上、実際には不可能なクレーンに吊上げられた架設するブロック上からの視点で立体視が可能なVRゴーグルを用いている。

VRコンテンツは、各種協議や説明会において概ね好評であったが、特に作業員に作業手順を説明する周知会において大きな効果が得られた（図-8）。



図-8 作業員のVR体験

周知会での作業員へのVRコンテンツに関するヒアリング結果を以下に示す。

- ・クレーンオペレータの死角を理解でき、無線図で注意するポイントがイメージできた。
- ・周辺の架空線、送電線や工事用地、市道との位置関係が視覚的に理解でき、どの場所でどの作業をするかのイメージができた。

4. 終わりに

架設計画段階で3次元モデルを使用することで図面（2次元）では見落とす可能性のある架設時の干渉などの事象も視覚的に、あるいはCAD内で計測することで数値的に確認することができた。

法面部のベント基礎形状や、クレーンアウトリガー養生などは往々にして現場稼働後に実際に現地で位置出ししてからの検討となるが、本工事は事前にCAD内で検討することができ、手戻りや待ち時間を防ぐと共に、より安全な基礎形式を選択できた。

地形モデルの作成方法として地上レーザスキャナが有効であり、データの作成手順を確立した。

CIMモデルを基準に落とし込み架設時の主桁の取合い状態を実測値からシミュレーションするシステムを構築し、通行止め時間の遵守と出来形向上に繋がった。

本工事は、クレーン旋回中に架設ブロックが送電線に近接する道路上の鋼橋一括架設において、3次元シミュレーションを活用することで架設計画をより安全で精度の高いものにできることを確認した。また、シミュレーションから生成される3次元アニメーション、更にそれを発展させたVRコンテンツは、各種協議や説明会、作業員への周知会において大きな効果が得られたため、今後も積極的に取り組むべき事項と考えている。

最後に、ご指導頂いた関東地方整備局横浜国道事務所の方々、並びに、ご協力頂いた工事関係者にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

10 施工計画

狭小ヤードからの長スパン夜間落とし込み架設

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

杉山 貞俊[○] 伊達 慶介

1. はじめに

本工事は、福岡都市高速1号香椎線に接続する新規路線福岡高速6号アイランドシティ線の上り線を構成する鋼4径間連続立体ラーメン鋼床版箱桁橋および鋼製橋脚の製作・架設工事である。

工事概要

- (1) 工事名：第601工区（香椎浜）高架橋
上下部工（鋼橋）新設工事（その2）
- (2) 発注者：福岡北九州高速道路公社
- (3) 工事場所：自 福岡県福岡市香椎浜3丁目
至 福岡県福岡市香椎浜4丁目
- (4) 工期：平成29年6月17日～
令和2年10月15日
- (5) 構造形式：鋼4径間連続立体ラーメン鋼床版箱桁橋、鋼製橋脚2基
- (6) 橋長：379.000m
- (7) 支間長：68.700m + 87.000m + 96.000m
+ 124.900m
- (8) 幅員：8.000m～10.739m
- (9) 鋼材重量：上部工2779t、橋脚工758t

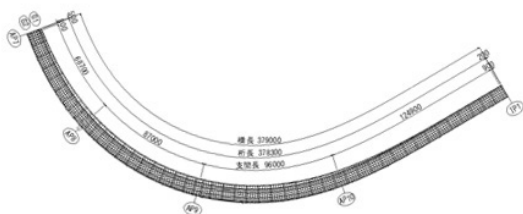


図-1 全体一般図

2. 現場における問題点

本橋は、供用中の都市高速道路および市道と交差するため、架設は夜間車線規制や通行止めを伴い、通行車両ならびに歩行者の安全を確保しながら、限られた施工時間の中で高い精度の架設が必要とされた。特にAP10-IP1間は市道と鋭角に交差するため、支間長が124.9mある。このうち、市道上となる52mの区間には常設ベントが設置出来ない上、1夜間で架設・閉合が必要となった。

本稿では上部工の構造特性を踏まえて、現場で実施した施工方法の工夫や対策について述べる。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) ベント設置に関する対応

市道上に常設ベントが設置できない対策として、多軸式特殊台車に搭載したベント設備を、架設時の1夜間のみ市道上に配置して架設する方法を立案した。

(2) 作業期間の短縮と1夜間での架設

市道上の架設は、1夜間の市道通行止め制約時間内に主桁の閉合完了が必要であった。そこで図-2のように、架設は2台の550t吊りオールテレーンクレーンにより2ブロックの地組桁を同時に架設して、AP10-IP1間の主桁を閉合する計画とした。通行止め時間内に作業を完了させるには、2台の架設用クレーンを常設作業ヤード内の架設可能位置に事前据付けし、クレーンの設置・撤去に伴う時間の削減が必須であった。

また、市道上の施工は早期完了が求められており、対応するには桁架設を連続して行う必要があり、そのため、市道上のG1、G2主桁に合わせて4ブロックの地組桁を常設作業ヤード内に準備する必要があった。

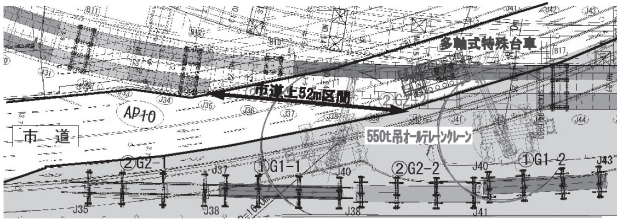


図-2 架設計画図

上記の条件を踏まえ、まずに常設作業ヤード内の架設用クレーン据付け位置を決定し、次に地組桁の配置を計画した結果、架設用クレーンの吊り能力以内に地組桁を配置することができないことが判明した。

そこで、細長いヤードであることから、4ブロックの地組桁は架設順序を踏まえて縦方向に並べて配置し、各架設用クレーンから離れた位置の地組桁を2回目の架設桁とした。2回目の架設は、前作業で地組桁を縦送り移動してクレーンの吊り能力以内まで近づけることにより架設可能となり、市道上の施工を短期間で行うことができた。

縦送り作業は、地組前に設置したH形鋼の軌条設備上を電動チルホールで牽引し、地組桁を移動させた。(図-3)。



図-3 桁の縦送り

(4) 落とし込み架設精度の向上

市道上の落とし込み架設を確実にするため、以下の対策を行った。

- ① 落とし込みブロックを仕口間に収めるための確認。
- ② 落とし込み架設完了直後における2重の安全対策。

①は、既に架設済みの終点側の桁を30mmセットバックするとともに、仕口間隔と地組桁長を計測して、問題なく落とし込みできることを確認した。②は、セットバックにより、最後に添接する継ぎ手は部材遊間が広いと、1夜間作業で最終継手部の主桁の引き込み・遊間調整する時間の不足が懸念された。そのため、図-4に示すような以下の対策を事前に計画した。

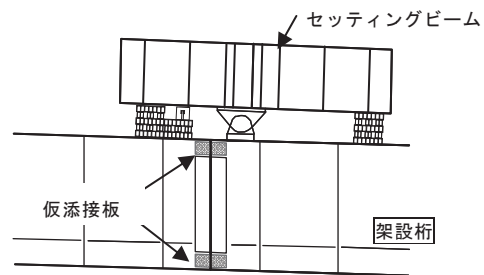


図-4 落とし込み架設時の安全対策

第一の対策は、耐震機能を有するセッティングビームを設置して鋼桁重量を支持・固定する計画とした。第二の対策は、最終継手部の腹板の添接板を予め分割構造に変更しておき、架設前計測結果に基づき遊間を考慮した仮添接板を製作し、架設後、腹板の上下位置に仮添接板を取付けてボルト固定した。

仮添接板は架設完了後の継手部に作用する鋼重分の鉛直力に対して十分な耐力を有するボルト本数の構造とし、添接板の分割構造により、後から本設の添接板と取り替えられるようにした。図-5に架設状況を示す。

以上により、市道通行止め制約時間内の落とし込み架設を時間内で安全に施工できた。



図-5 架設状況

落とし込み架設後、架設済みの終点側の桁を30mmセットフォアして最終継手部の遊間を調整する必要があるため、図-6に示すようにあらかじめIP1橋脚上には油圧ジャッキ式調整装置を設置し、図-7に示すように最終継手部には箱桁内の上下フランジの縦リブに、センターホールジャッキによる引き込み装置を取り付けた。

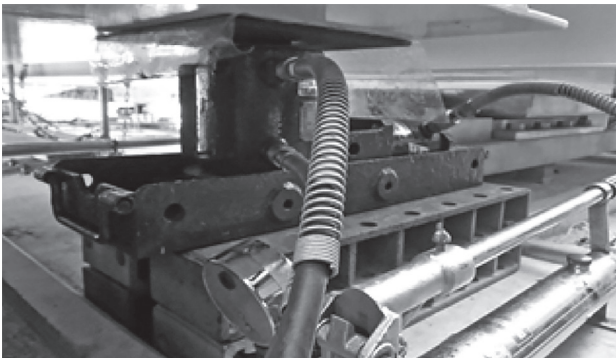


図-6 IP1橋脚上の油圧ジャッキ式調整装置

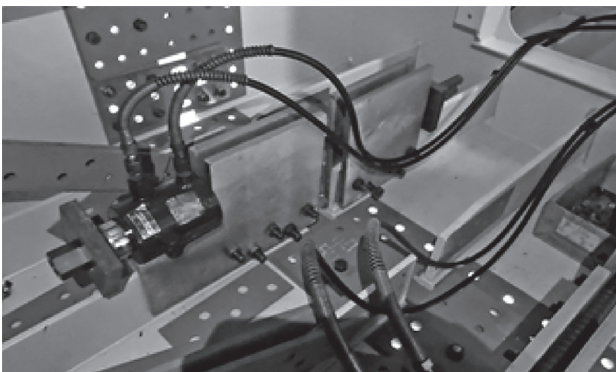


図-7 ジャッキによる引き込み装置

これらの事前の準備により、落とし込み架設完了後、IP1橋脚上の調整装置で架設済み桁の鋼重を支持し、起点側へ縦送りする作業と最終継手部のセンターホールジャッキによる引き込みを併用

することにより、短時間での継手遊間の調整を行い、最終継手部の連結作業ができた。

(5) 市道上の中央鋼床版部落とし込み架設時の対策

市道上の中央鋼床版部の架設は、AP10-IP1間の主桁の架設完了後、G1、G2主桁間に落とし込み架設する計画としていたが、市道上にはベント設備がなく、曲線桁の影響から主桁断面に転びが発生し、中央鋼床版部の落とし込み架設ができない可能性があった。

そこで架設に先立ち、図-8に示すG1、G2主桁間の間隔調整装置を設置し、中央鋼床版部架設前に主桁間隔の調整を行った。この対策により、中央鋼床版の落とし込みも順調に架設することができ、夜間規制日数が短縮できた。

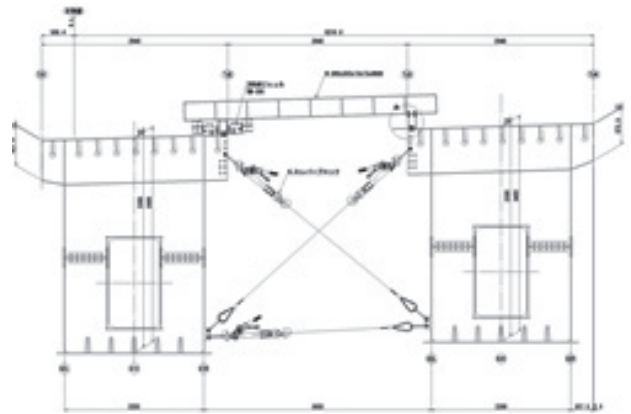


図-8 主桁間隔調整装置

AP10-IP1間の支間中央部では、鋼重によるたわみ量が大きく、設計最大値で426mmあった。また当該径間の全鋼桁死荷重は合計1079tあり、高力ボルト本締め完了後、本径間内のベント設備上で支持している荷重の除荷については、近接ベントへの反力移行で各ベントの耐荷力を超えないよう慎重な支持反力の除荷が必要であった。手順を図-9に示す。

STEP1として両支点（AP10、IP1）をそれぞれ200tジャッキ4台、100tジャッキ4台を使用して、100mmジャッキアップした。これによりベント上の支持荷重を低減した。

ベント解放ステップ表

	AP10	B12	B13	B16	B17	B18	IP1
ジャッキ	200 t x 4	-	100 t x 2	100 t x 2	100 t x 4	100 t x 4	100 t x 4
STEP 1	100up						100up
STEP 2		解放					
STEP 3			50down	50down	50down	50down	
STEP 4			50down	50down	50down	50down	
STEP 5			25down	50down	50down	50down	
STEP 6			25down	50down	50down	50down	解放
STEP 7			25down	50down	50down		
STEP 8			25down	50down	50down		
STEP 9			解放	50down	50down		
STEP 10				50down	25down		
STEP 11				解放	解放		
STEP 12	100down						100down
降下量		125	242	426	393	195	

図-9 ベント設備の支持荷重除荷手順

このとき各ベント上の鋼桁支持点に設置したジャッキの反力を確認し、実際にベントで支持している鋼桁の合計重量を把握した。次にB13～B18ベント支持荷重のジャッキ反力のバランスを確認しながら、STEP3～STEP11にて桁降下を行い、徐々にベント上の支持荷重を除荷させた。ベント支持反力の除荷完了後は両支点をジャッキダウンして、桁を所定の高さに収めた。

その後、図-6に示す両支点上に油圧ジャッキ式調整装置を設置し、最終の桁位置調整を行い、支承を固定した。

(6) 足場の補強

市道路上の吊り足場、朝顔は板張り防護で計画されていた。特にAP10-IP1付近は海から30m程度と極めて近く、海岸線と並行な線形であることから強い海風を常時受ける環境であった。また、足場設置期間中に台風の影響を受ける可能性があることから、図-10に示すような足場構造として補強することとした。

対策として主に以下の3項目を行った。

- ①吊り足場の浮き上がりに対して、浮き止めパイプを通常の2倍にして設置した。
- ②吊り足場の振れ止めとして、主桁下に筋交いの単管パイプを設置した。
- ③朝顔のやらずとは別に朝顔が外側に倒れないように、側鋼床版のフランジと朝顔を単管パイプでつなぎ、固定した。

以上の対策により、足場解体までの間、強風に耐え、防護工内で安全に作業することができた。

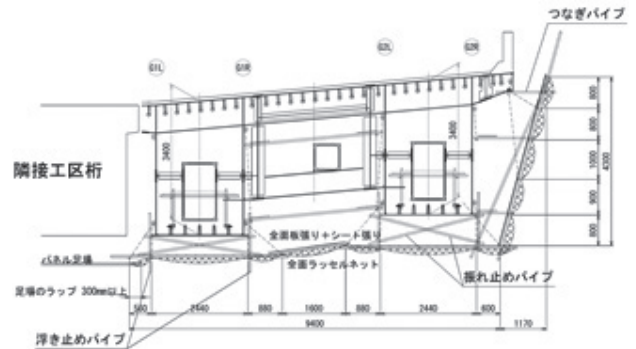


図-10 市道路上の足場補強対策図

以上のような対策と、日々の作業中と作業後の足場や飛来落下物の点検を徹底したことで、市道利用者の安全を確保できた。最後に足場を解体して工事を完了した。



図-11 完成写真 (AP10-IP1)

4. おわりに

本工事は、都市部で交通規制を伴うとともに隣接工区と同時作業であったことから、多くの協議やタイトな工程管理を要した。また落とし込みブロックが多く、調整ブロックの設計や製作についての連携が重要であった。様々な課題に関して、福岡北九州高速道路公社のご指導および現場作業のスタッフの皆様、店社の各担当者の協力をいただき、無事工事が完了できたことをお礼申し上げます。

11 施工計画

交通量の多い国道上の鋼桁架設、 床版工事における課題と対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社巴コーポレーション

小泉 利和[○] 山本 勝利

1. はじめに

当該工事は、宇都宮環状道路の北部、北道路入り口交差点と長岡街道交差点間を立体化する、鋼橋上部工事である。

工事概要

- (1) 工事名：一般国道119号上戸祭立体（仮称）
鋼橋上部工建設工事その2
- (2) 発注者：栃木県
- (3) 工事場所：栃木県宇都宮市上戸祭町
- (4) 工期：令和2年2月12日～
令和3年9月3日
- (5) 橋梁諸元：
形式：鋼5径間連続非合成少数鈹桁橋
橋長：211.3m
支間長：39.5+3×40.25+49.3
全幅：12.5m
鋼重：566t
架設工法：クレーンベント工法

2. 現場における問題点

(1) 桁架設における安全確保

本工事の施工にあたり、以下の問題点があった。架設箇所が、国道119号内廻り、外廻りに挟まれた狭隘な中央分離帯であり、宇都宮北道路（日光方面）に隣接する区間で交通混雑が激しく、交通事故の多い道路である。

当初計画は、A2橋台背面で地組立した主桁を

ポルトレラーに搭載し、昼間車線規制した外廻りで各架設位置まで運搬し架設する計画であった。

A2橋台背面は、ヤードが広く地組桁を長くして架設回数を減らせるメリットがあったが、運搬のためには、交通量の多い昼間に、桁高2.6mの主桁を搭載したポルトレラーが、車線規制した外廻りを逆走して長岡町交差点を横断し、架設位置まで走行しなければならないため、交通渋滞や運搬時の安全確保が懸念された。

(2) 補強土壁工事との競合

A2橋台背面は、補強土壁工事と施工時期が重なっていた。架設工事ではP8～A2交差点部の桁をA2橋台背面で地組する必要があるが、架設完了後に工事開始する工程に調整できたが、床版工事期間は使用することができないため、鉄筋揚重用のクレーンやコンクリート打設用ポンプ車が設置

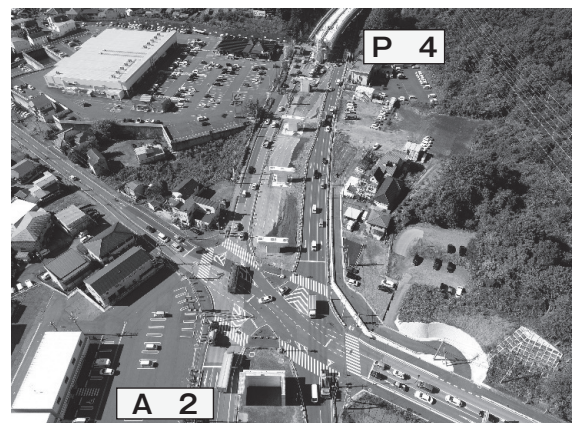


図-1 着手前全景

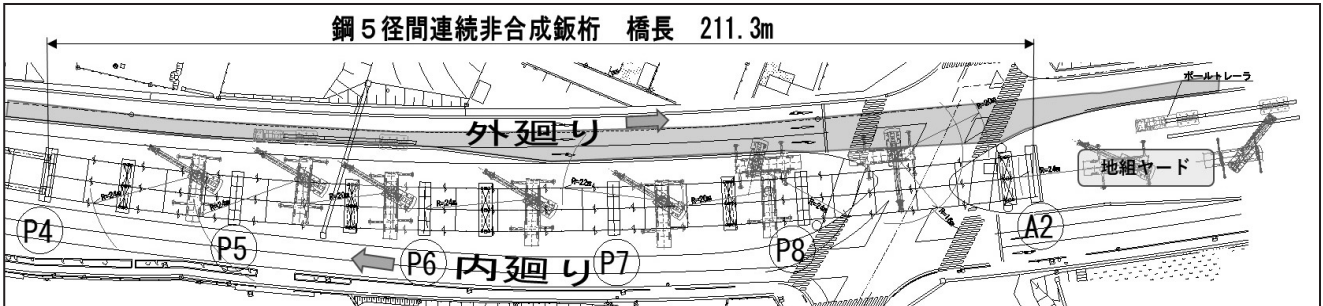


図-2 当初架設計画



図-3 変更架設計画

できない。この場合P6橋脚付近の設置となるため、運搬距離と配管延長が110m以上となり、作業効率の低下による工程の遅延が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 作業ヤードの盛土

外廻りと中央分離帯には、1mほどの高低差があり、クレーンを配置するためには盛土を施工する必要があった。桁架設時及び合成床版架設時での配置を踏まえ、盛土幅は、外廻りを1車線規制した状態で220tクレーンが設置できて、尚且つ、

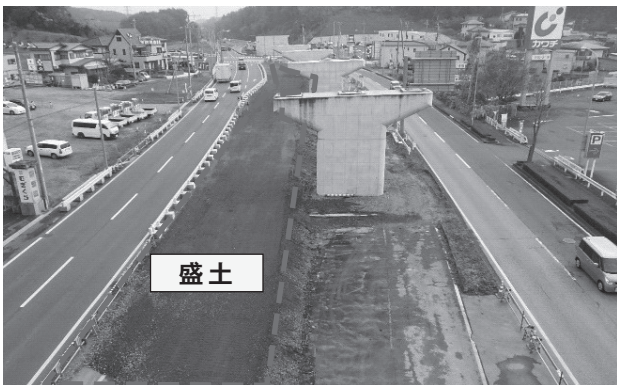


図-4 作業ヤード盛土

昼間はアウトリガーを狭めることで規制解除できる最小幅として7.5mで施工し、盛土量を削減した。クレーンを道路と平行した配置にすることにより、移動もスムーズに行うことが可能となった。

(2) 運搬工の削減

クレーンの配置を道路と平行にし、盛土施工により地組のための平坦なスペースを確保することができた。これによりA2背面からポルトレラーでの運搬を削減し、交通渋滞を抑制し第三者災害の安全性が向上した。

(3) 昼間施工から夜間施工へ変更

運搬を無くしたことにより、各地組ヤードを広く取れないことから、地組重量を減らして架設回数を増やす方向で計画した。ベントをP4～P5間に2基、P5～P8間は橋脚間に1基ずつ計5基配置、起点側のP4から2ブロック地組でB2ベントまで架設し、P5橋脚上は単材で架設。P5橋脚からは、全て2ブロック地組でP8橋脚まで順次架設した。

当初計画でのブロック地組を2ブロック地組として地組桁の長さを短くすることにより、クレーン旋回時の接触事故の危険性を減少させた。また、昼間施工から夜間施工に変更することにより、規制による交通渋滞を抑制した。

夜間施工は、22:00に1車線交通規制を開始。1日目は、主桁6本の搬入荷卸し地組を行い、高力ボルト本締を行い、5:00に規制解除完了。2日目は、地組した主桁3本と横桁を架設後、地組架台の移動、220tクレーンを移動して作業を終了するサイクルとした。



図-5 P4～P8架設状況

(4) 交差点上の架設

J17～J18（ブロック10）を張出し架設後、クレーンをA2橋台背面ヤードに移動しS2支点部の桁J21～S2を架設した。

J18～J21間の交差点上の架設は、図-6に示すとおり落とし込み架設とした。落とし込み部前後の主桁はJ18、J21添接部から横桁までの距離が長く主桁にねじれが生じ、添接部に不用な応力が発生する懸念があった。対策としてJ18、J21近傍に仮対傾構を設置し主桁のねじれを抑制、架設時の品質を向上させた。

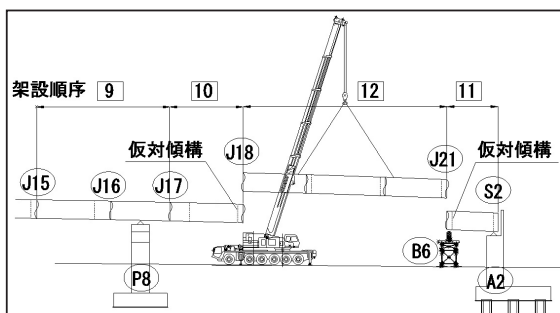


図-6 J18～J21落とし込み架設

交差点上の桁は架設位置付近での地組は難しいため、A2背面で3ブロックを地組し、220tクレーンで多軸台車に搭載、交差点まで運搬して架設した。ポールトレーラーと比べ多軸台車は、横移動や回転など小廻りが利き安定性が高いため、円滑に安全な運搬を行うことができた。

地組立・桁搭載は昼間施工。クレーン移動・設置、桁運搬・架設は夜間で施工した。

夜間施工は、21:30から国道119号右折レーンの規制を開始、22:00から長岡街道直進及び右折を通行止し、220tクレーンを移動・設置した。地組桁の運搬は、多軸台車を使用したことにより約5分程度で架設地点まで運搬できた。



図-7 多軸台車による運搬

落とし込み架設のため、あらかじめJ21～S2の桁をA2橋台側へ30mmセットバック、J18側からジョイントを開始、完了後J21のジョイントを行った。J21のジョイント作業時は、50t油圧ジャッキで橋軸方向へ押して閉合した。ジョイント作業は、作業床の広い高所作業車を2台使用することで安全に効率よく作業できた。



図-8 J18～J21落とし込み架設

(5) 交差点部の床版打設

交差点部P8～A2径間の鉄筋揚重及び床版打設では、周辺交通環境への影響が少ない交差点右折レーンの昼間規制を発注者及び警察署と協議し、これが認められたため、揚重用クレーン及びポンプ車をP8付近に設置する計画に変更した。これにより配管延長を21.0mに削減できた。

当日は、9：00に右折レーンの規制を開始しポンプ車を設置。コンクリート打設開始は9：15、約7分間隔で生コン車を搬入しコンクリート打設した。打設完了は、12：50。生コン車累計24台、コンクリート打設量は、96.0m³であった。

ポンプ車の生コン投入口付近には、飛散防止用ネットを設置してコンクリートの飛散を防止した。交差点上の吊り足場は、養生テープ及びシートですき間を完全に塞ぎコンクリート水が車道に落下しないように留意した。

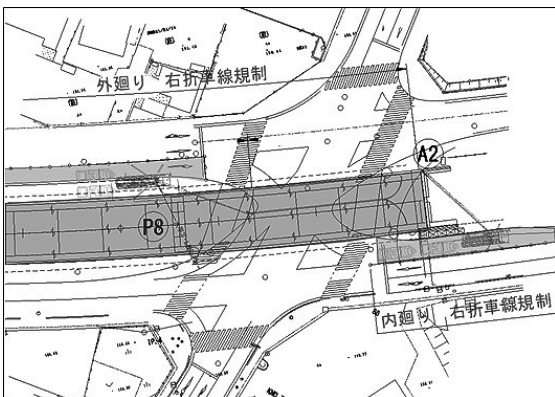


図-9 コンクリート打設計画図



図-10 P8～A2コンクリート打設状況

A2橋台伸縮装置後打ち部のコンクリート打設もA2橋台背面にコンクリートポンプ車が設置できなかったため、内廻り右折レーンにポンプ車を

設置した。狭隘なスペースであったが、慎重にポンプ車と生コン車を誘導して配置した。規制時間は、1時間40分程で周辺交通に影響を及ぼすことなくコンクリート打設ができた。

(6) 第三者、通行車両への安全対策

架設時A2橋台前に設置するB6ベントは、長岡町交差点の横断歩道部に接近するため、歩行者や自転車利用者への資機材の飛散防止やベント設備との接触災害が懸念された。対策としてB6ベントの側面と前面をシート養生すると共に接触対策として角部にクッション材を設置した。またA2橋台とワイヤーロープで連結し転倒を防止した。

桁架設用の220tトラッククレーンは、地組桁を吊上げる際にアウトリガー部に反力が局部的に集中するため、地盤の沈下によるクレーンの転倒が懸念された。対策としてトラッククレーンのアウトリガー部に養生用の覆工版（厚さ200mm）を設置し、地盤接地圧を低減することで、局部的な地盤及び路面の沈下を防止した。これにより、クレーンの転倒安全性と現道路面の健全性を確保した。

床版の両側面が国道と並行しているため、床版及び壁高欄施工時に資材等が車道に飛散すると第三者災害が懸念される。対策として朝顔及び防護工を壁高欄から1m高く設置し、壁高欄打設時は、天端外側に飛散防止カバーを使用した。これらにより、供用道路への飛散を防止した。

4. おわりに

交通量の多い国道に挟まれた狭隘な作業ヤードでの架設、床版工事であったが、早い段階での現地調査や発注者との協議を実施することで問題点を速やかに解決できた。併せて、関係機関との調整や近隣住民に対し丁寧な説明をして工事内容を理解頂くことで周辺環境に配慮した安全な施工ができた。

最後に、当該工事の施工に当たりご協力いただいた関係者の皆様に感謝いたします。

12 施工計画

北陸自動車道を跨ぐ送出し距離120mを超える 送出し架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

工事担当者

計画担当者

工事担当者

西田 正人[○]

出口 哲義

小林 智則

1. はじめに

本工事は、北陸新幹線のうち、福井県に位置する高崎起点427km288m～427km523mの福井Bvの製作・架設・橋面工事である。

福井Bvは、図-1のとおり、北陸自動車道を跨ぐ中央径間（P2～P3）の架設は、送出し工法を採用し、側径間（P1～P2、P3～P4）については、クレーンベント工法を採用している。

本稿では、北陸自動車道を跨ぐ中央径間（P2～P3）の架設工事について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：北陸新幹線、福井橋りょう（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
- (3) 工事場所：福井県福井市太田町地内
- (4) 工期：平成31年1月～令和3年10月

2. 現場における問題点

福井Bvが跨ぐ北陸自動車道は、新潟県から滋

賀県へと至る高速自動車国道であり、福井県内では平均交通量が約31,000台/日の重交通路線であることから、道路利用者の影響を最小限とするため、通行止め規制回数や規制時間、規制日を厳守する必要があった。このため、本橋梁の架設にあたり以下の問題点を解決する必要があった。

2-1 送出し支間長

本橋梁の支間長は110.0mであり、当初はP2、P3橋脚前にベント設備を設置し支間長を90.0mとして桁送出しを実施する計画であった。しかし、ベント設備位置が北陸自動車道の構造物上（法面）であり、また、作用反力が14000kN程度となるため、北陸自動車道への影響が大きくなることが予想された。このため、北陸自動車道への影響を最小限とする方法を検討する必要があった。

2-2 通行止め時間

規制の条件として、北陸自動車道の通行止め回数は桁送出し2回、降下1回の計3回、通行止め時間は、20:00～翌6:00（作業時間は21:00～翌5:00）と指定されていた。

1回あたりの送出し量は120mを越えるため、

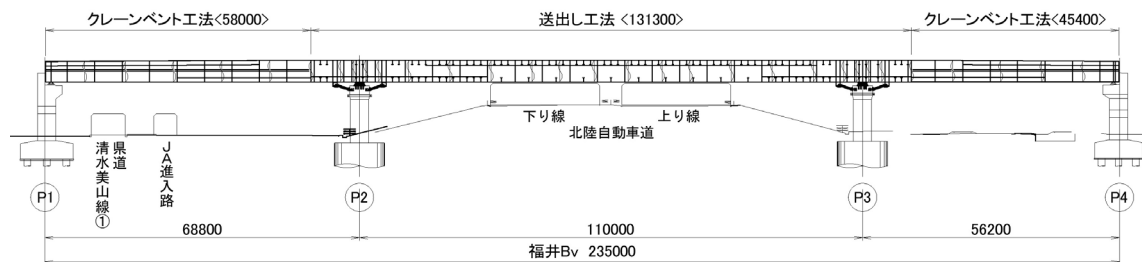


図-1 橋梁一般図

作業の短縮を検討する必要があった。

2-3 架設時の確実性

北陸自動車道を跨ぐ橋梁のため、桁送出し開始後は所定位置まで連続して桁送出しをする必要があり、施工途中での中断や時間超過のリスク対策を実施する必要があった。

2-4 架設時の安全性

桁送出し時や桁送出し後の地震発生等により桁のずれや脱落、部材の落下が起こり、長期間の北陸自動車道の通行止めが発生する可能性があった。このため、桁の移動制限や部材の落下対策を実施する必要があった。

2-5 降下用ジャッキの入替え

桁降下時は約9200KNの支点反力が作用するため、大型の降下用ジャッキが必要となるが、橋脚上には送出し装置が設置されているため、事前に設置することはできず、桁送出し後に設置する必要があった。しかし、桁送出し後は送出された桁があり、かつ北陸自動車道の近接作業となるため、多くの作業時間を要する。このため、ジャッキ設置方法を検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 送出し支間長の変更

送出し支間長については、図-2のとおりベント設備を2基設置して送出し支間長を90.0mとする当初案の他に、ベント設備を用いずに送出し支間長を110.0mとする変更案1、到達側の1基のみを残して送出し支間長100.0mとする変更案2を検討した。変更案1の場合、張出し支間長の増加に伴う鋼桁の許容耐力超過の他に、送出し量の増加も考えられた。また、到達側にベント設備が無い場合、たわみ処理が困難となる。このため、送出し高さを上げての対応となり、降下量が増加し、通行止め規制回数が増えることが予想された。以上により変更案1の採用は困難とした。変更案2については、到達側にベント設備が1基あるため、鋼桁の許容耐力以下となり、また、たわみ処理についても、到達側のベント設備で施工可

能となるため、降下量の変更を行う必要はなく、規制時間の大幅な増加は不要と考えられた。ただし、到達側のベント設備は北陸自動車道の構造物に影響を与えるため、変更案2改として橋脚を利用した斜ベント構造(図-3)を採用し、北陸自動車道に影響を与えない構造とした。なお、斜ベント設備に作用する反力を最小限とするため、手延べ機がP3橋脚に到達後は、到達側の受け点をP3橋脚に盛替えて斜ベント設備の受け点を解放した。

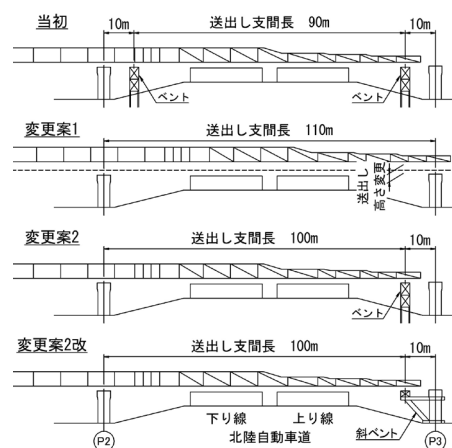


図-2 支間長検討図



図-3 斜ベント

3-2 通行止め時間の厳守

北陸自動車道上の桁送出しは図-4のとおり、2回に分けて実施し、1回目は橋脚到達までの123.0m、2回目は62.65mとした。

作業時間の短縮のため、台車構造と桁位置調整、手延べ機のたわみ処理の構造検討を行った。

①台車構造

台車設備については、台車設備の解放作業や移動作業を最小限とするため、台車設備数の削減を

検討した。当初、16基の台車設備としていたが、台車設備を大型化し、台車1基あたり1280t能力にすることにより、台車設備数を4基まで削減した。これにより、第1回送出し時は台車移動を1回にできた。また、送出し速度向上のため台車は自走台車（1.67m/分）としたが、送出し量76.0m付近で台車とレールの摩擦抵抗力を推進力が上回るため、以降は前後推進構造のクレビスジャッキ（0.9m/分）とした。

②桁位置調整

本橋梁はR=4000mの曲線桁であり、内外の反力差や速度の影響により桁位置がずれるため、桁送出し途中で桁位置を調整する必要があった。通常の仮受け架台の場合は、桁仮受け（駆動シンクロ開放）→駆動シンクロ移動→桁受替え→位置調整と4ステップで桁位置の調整をするが、仮受け架台を横移動が可能なシンクロジャッキに変更することにより、桁仮受け（シンクロ受け）→シンクロ移動→桁受替えの3ステップで実施した。

③手延べ機たわみ処理

手延べ機の橋脚到達時は約1.5mのたわみ量が発生した。たわみ処理方法としては、発進側設備や到達側設備でのジャッキアップが考えられるが、鉛直ジャッキの場合は200mm/回程度であるため、本工事では時間短縮のため、**図-5**のとおり手延べ機先端に1050mmストロークのトラニオンジャッキを4基設置しジャッキアップを実施した。

以上により120mを超える桁送出しを作業時間内（8.0時間）で終了することができた。

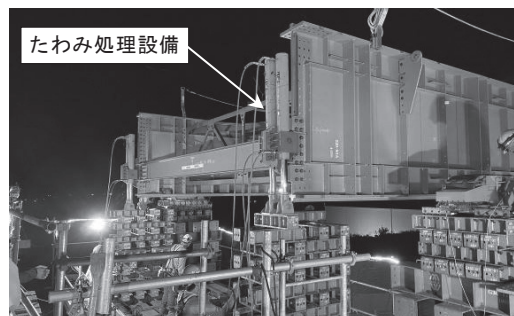


図-5 たわみ処理設備

3-3 架設時の确实性の確保

施工途中の中断や時間超過のリスクに対して、桁送出し作業におけるリターンポイントの設定と補助推進力の設置を行った。

本工事の推進装置は中間台車に自走+前後推進ジャッキとしているが、補助推進装置として後方台車に前後推進ジャッキを設置した。補助推進装置は、桁の送出しおよび引戻しをできる構造としている。なお、タイムスケジュールには、推進装置故障時に補助推進装置による送出し継続または引戻しの判断時間（リターンポイント）を設け、現場での作業時間管理を実施した。

3-4 架設時の安全性の確保

桁送出し時、桁送出し後の支承に固定するまでの桁の移動制限のため、移動制限設備を設置した。移動制限設備は橋脚部および台車部に設置しており、地震発生時に鋼桁が送出し設備や台車設備上から落下することを防止する。橋脚部の移動制限設備は、**図-6**のとおり、H型鋼を4本設置した。固定方法は橋脚への力の伝達を確実にするため、H型鋼と橋脚を囲む構造とした。

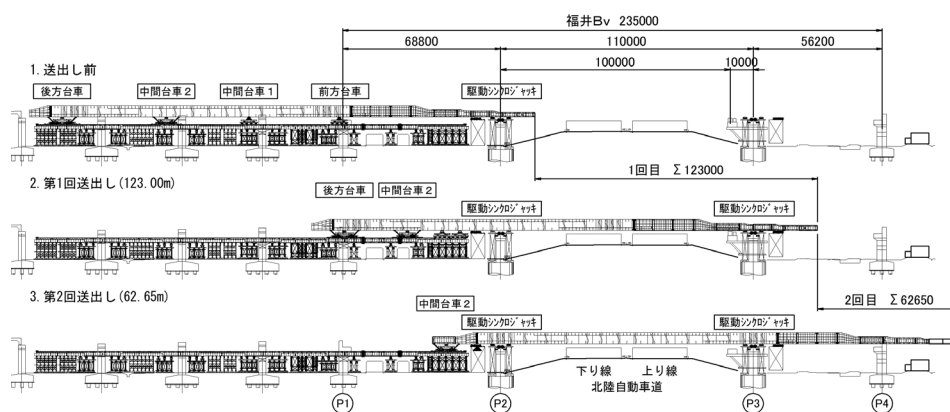


図-4 桁送出し要領図



図-6 橋脚部直角方向移動制限設備

台車部は橋軸直角方向の移動制限設備として、移動制限ストッパーを設置した。また、橋軸方向の移動制限設備は、図-7のとおり台車設備と鋼桁を700kN両端クレビスジャッキにて固定した。



図-7 台車部橋軸方向移動制限設備

通行止め回数の削減のため、地組立時に合成床版および側鋼板パネル、防音壁まで取付けて桁送出しを実施した。このため、地震や台風発生時に防音壁の脱落等が発生しないように図-8のとおり合成床版内部より固定設備を設置した。

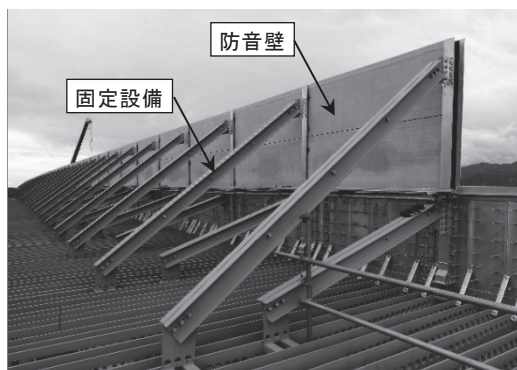


図-8 防音壁固定設備

3-5 降下用ジャッキ設備

降下用ジャッキについては、桁位置調整用に設置した5000kNシンクロジャッキを使用した。なお、シンクロジャッキについては、図-9のとおり桁に固定する設備を設けて吊り下げる構造とした。これによりジャッキ入替え作業が不要となり降下の通行止め規制日の厳守をすることができた。

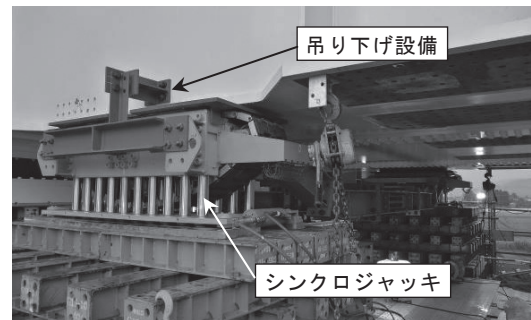


図-9 降下用ジャッキ設備

4. 終わりに

本工事では北陸自動車道を通行止めにして行う工事であり、送出し支間が当初の90mから100m（到達後は110m）に変更となり、1夜間で120mを超える送出し量を施工する工事となった。そのため、様々な作業短縮方法や安全対策を実施し、2020年9月14日、16日に2回に分けて桁送出しを行い、時間通りに終了することができた。



図-10 第1回桁送出し架設完了

桁送出し時の北陸自動車道の夜間通行止めを伴う工事施工にあたっては、関係各所との協議・調整、また工程調整や施工中の問題に迅速かつ真摯に対応していただいた(独)鉄道・運輸機構 北陸新幹線建設局および福井鉄道建設所をはじめ関係者の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

13 施工計画

黄瀬川大橋災害復旧 橋桁撤去～仮橋開通までの42日間

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

工事課長

山田 俊行[○]

工務課長

加納 晋至

工事長

望月 竜太

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：(仮)黄瀬川大橋災害復旧工事
- (2) 発注者：静岡県沼津土木事務所
- (3) 工事場所：静岡県沼津市～駿東郡清水町
- (4) 工期：令和3年7月21日～8月31日
- (5) 既設撤去：鋼単純鈹桁橋2連【本線橋】
鋼単純鈹桁橋4連【側道橋】
- (6) 仮橋架設：組立式単純ワーレントラス橋

2021年7月3日の集中豪雨による黄瀬川の増水によって、黄瀬川大橋のP4橋脚が約2.4m沈下し、橋の一部がV字形に崩落した。(図-1)これに伴い黄瀬川大橋は通行止めとなり、迂回のための周辺道路は、朝夕の通勤時間帯に渋滞を引き起こすこととなった。県道富士清水線(旧国道1号)は沼津市と清水町を結ぶ主要な幹線道路であるため、地元からは1日も早い復旧が望まれた。また崩落した橋桁は黄瀬川の計画高水位(H.W.L)を侵しており、増水時に河積阻害による河川氾濫に繋がる恐れがあるため、橋桁撤去が急務となった。

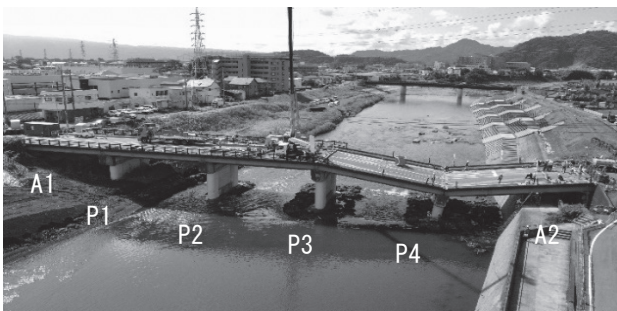


図-1 崩落した黄瀬川大橋 (P3～A2)

2. 現場における問題点

黄瀬川大橋は鋼単純鈹桁橋5連で構成され、本橋と側道橋に分かれている。(図-2)被災した箇所はP3～P4(第4径間)とP4～A2(第5径間)である。本工事を施工する上で、以下の3点が課題となった。

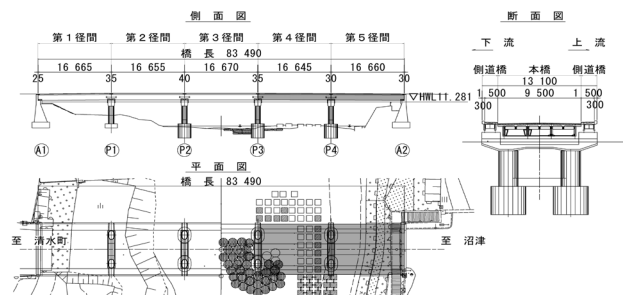


図-2 黄瀬川大橋 一般図

2-1 橋桁撤去作業時の安全性確保

7月7日より橋梁点検車、小型ドローンを使用し、P3, A2の調査を開始した。P4橋脚については傾倒防止対策(根固め工)完了後、調査を行った結果、桁連結板や沓アンカーボルトの破断、沓座コンクリートの破壊がみられ、落橋に対する機能が期待できない状態であった。(図-3)

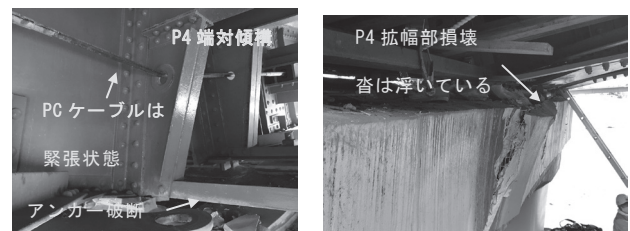


図-3 P4被災状況

最も問題視したのは、第5径間のP4桁が浮いて鉛直支持されておらず、落防PCケーブルによる連結と、圧縮接触した床版コンクリート部の摩擦抵抗で、落橋を免れている状態であった(図-4)。

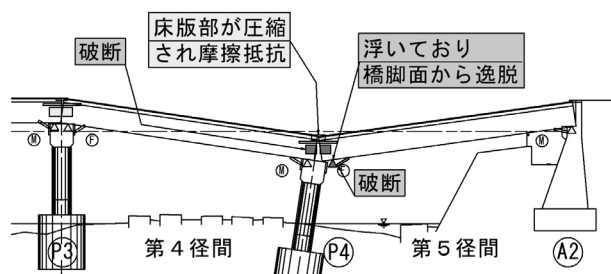


図-4 P3～A2被災概念図(本橋)

落防PCケーブルは端対傾構貫通部で接触して折れ曲がり、せん断抵抗で鉛直荷重を支持しており、床版部摩擦抵抗の低下により落防PCケーブル負担荷重が増した場合、破断の危険性があった。このため、床版、鋼桁の安全な撤去方法、撤去順番が重要課題であった。

2-2 現場条件(河川・障害物・規制)の克服

災害復旧時の河川は出水期であり、H.W.L以下の仮設備設置や大型圧碎機を装着したバックホウでの施工は不可となったため、陸上からクレーンで撤去する方法とした。

しかし被災箇所の上空には、地上約17mの高さに6万6千ボルトの送電線や、橋の下流側に6千ボルトの高圧線が走っており、クレーン作業の支障が予想された。このためクレーンによる撤去、架設計画は入念な事前検討が必要であった。

またクレーン組立ヤードやクレーンで撤去した橋桁を分解するヤードの確保、橋桁運搬に伴う通行止め規制の協議を迅速に行う必要があった。

2-3 スピード感のある施工と工程短縮

8月31日通行止め解除に向けて、沼津土木事務所、沼津河川国道事務所と打合せを重ね、各分団に基づき、作業の工程短縮が課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 橋桁撤去作業時の安全性確保

(1) P4応急対策工(7/24～27)

撤去作業に先立ち、落橋に対する直接的な安全対策として、P4橋脚上の端対傾構の上支材の直下とA2護岸上に鋼製枕梁、単管を設置した。

また第4径間と第5径間の桁をセンターホールジャッキ及びPC鋼棒で連結することと、床版の圧壊に抵抗する設備として端対傾構の縦桁位置にジャッキを設置した。(図-5)

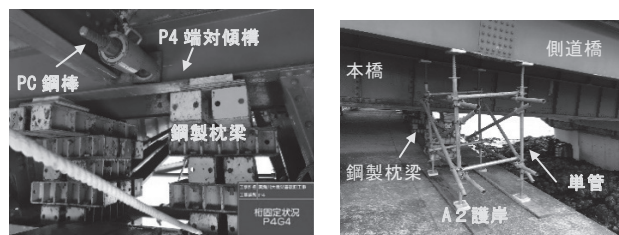


図-5 P4応急対策工

(2) 床版コンクリート切断・撤去(7/29～8/10)

本橋は床版重量が127tであり、桁と一体ではクレーンで撤去できない重量であったため、ブロック切断後、センターホールジャッキ設備にて鋼桁と剥離させ、クレーンにて撤去する計画とした。

床版コンクリートの橋軸方向切断位置は、実橋試掘した結果、縦桁上にもみ馬蹄形のずれ止めがあったため、ずれ止めの切断も兼ねて縦桁上とした。橋軸直角方向は撤去ブロックの運搬サイズと重量から2mピッチとした。

切断方法は縦断勾配が15%でも施工可能なウォールソー工法を採用し、河川内に濁水を流さないよう桁下防護工でポンプアップしながら64ブロックに切断した。(図-6)



図-6 床版切断状況

床版ブロックの撤去はP3, A2の両端からP4中央に向かって3段階で左右交互に行うことによって、P4上の床版摩擦支持力を均等に除荷でき、最後まで第5径間が移動する事はなかった。(図-7)



図-7 床版剥離・撤去状況

(3) 桁撤去 (8/11 ~ 16)

P4調査前、P4がA2側へ傾いていることから第5径間を撤去するとさらに傾倒が進むと考えたため、第4径間を先行撤去する計画であったが、P4調査結果より、最も不安定な第5径間を先行撤去する順番に変更した。

撤去重量とクレーン能力から、側道橋は一括撤去、本橋については床版を全撤去後、下横構等の横つなぎ材をガス切断し、橋軸方向2分割とした。

桁撤去の際は、クレーン荷重を50%,70%と段階的に載荷し、第4径間は90%、第5径間は100%の状態、落防ケーブルの緊張状態等や桁の挙動を監視しながら、沓アンカー、下フランジ連結板の順に慎重にガス切断を行った。

(4) 安全管理体制

撤去時はWEBカメラによる橋梁、河川の常時監視や、傾斜計、トータルステーション (TS) による構造物の変位計測、気象モバイルKIYOMASAを利用した気象情報の収集を行った。(図-8)

特に傾斜計とTSは、自動観測の間隔をそれぞれ1分,30分とし、許容値(傾斜0.5°, 変位20mm)超過の際は職員、作業員に警報アラームにて知らせ、退避できる体制を整えた。結果的に許容値の超過はなかったが、作業員に安心感を与えられた。



図-8 傾斜計 (P4) とTS自動追尾システム

3-2 現場条件 (河川・障害物・規制) の克服

(1) 上空制限下の大型クレーン作業計画

送電線との離隔距離を確認しながら、撤去、架設部材毎のクレーン計画図を作成し、決めたブーム長、ブーム角度以上の作業を行わないようクレーンオペレーターに周知徹底した。(図-9) クレーンは現地搬入前に、カタログにない使用ブーム長での試験吊を行い、コンピュータ制御による定格荷重を確認した。またクレーン先端と橋梁の下流側には、レーザーバリアを設置した。

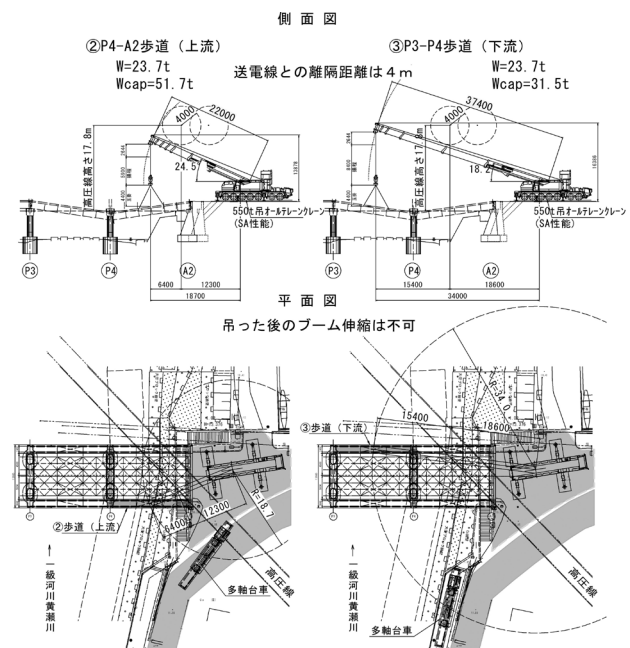


図-9 撤去ステップ図 (作業制限図)

(2) 550t組立ヤード、橋桁解体ヤードの確保

8月1日の550tクレーン搬入前に、支障となる信号柱、標識柱、照明柱、縁石、ガードレールを全て撤去し、交通の確保のため、擦り付け道路を設置した。また被災地から約500m上流側の広大な私有地を、現場着手早々に借地した。

(3) 通行止め規制と多軸台車による運搬

クレーンにて撤去した桁は第4径間が河川管理通路上、第5径間が市道上に待機させた多軸台車に搭載し、解体ヤードまで運搬した。(図-10)多軸台車の空荷進入・桁運搬の際は通行止めをかけ、一般車両を迂回させた。規制時間は、市道を24時間使用する近隣の製紙工場と協議し、撤去は14時～16時、仮橋設置は14時～17時及び0時30分～3時30分を基本とした。



図-10 多軸台車搭載状況(側道橋)

3-3 スピード感ある施工と工程短縮

(1) 橋桁の撤去(8/11～8/16)

当初、通行止め時間の制約から、撤去は1日1ブロックとしたため8日間で撤去する計画であった。しかし8月31日の開通を考えると最低でも2日間の短縮が必要だったため、地元と協議し、1日2回の通行止めの中、第4径間、第5径間の順で撤去できる日に2ブロック撤去を実施し、氾濫水位(退避水位)ぎりぎりの中、6日間で撤去を完了させた。(図-11)



図-11 濁水下での本橋撤去(8/15)

(2) 応急組立橋の輸送・架設(8/19～8/29)

仮橋には国交省が富士市に保管している応急組立橋(総重量120t)を使用した。応急組立橋の寸法に合わせてA2橋台を早強コンクリートで作直した。また河川内のP4撤去作業と並行して主構トラスの地組を行い、4台の多軸台車にて河川管理通路へ分割運搬した。主構トラスは通行止め時間内に市道上の多軸台車で1本に地組し、昼夜で2主構を一括架設した。(図-12)床桁、縦桁、グレーチング床版、歩道の2次部材は事前に設置したワイヤーブリッジを利用し、撤去同様にブーム長、角度を制限しながら架設し、完成した。(図-13)



図-12 応急組立橋 地組・架設状況



図-13 仮橋完成・開通

4. おわりに

7月21日から上部工撤去作業に着手し、無休で計画・施工を進めた結果、8月31日13時に関係各所立会の元、無事開通を迎えた。経験のない状況下、無事故で早期復旧できたのは、工事に関わる全ての人々や地元の協力があり、達成できたことだと思う。最後に本工事を円滑に進めていく上で、適切な指導と助言を頂いた静岡県沼津土木事務所、国交省沼津河川国道事務所、国交省TEC-FORCEの方々、また我々と一緒に支障物撤去・河川内・下部工改築を担当された加和太建設(株)の方々関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。

14 施工計画

高速道路を跨ぐ鉄道橋の架設に関する取り組み

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

監理技術者

現場代理人

現場担当

加藤 順 一〇

柿木 建 二

山口 武 留

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：北陸新幹線、
 樫曲橋りょう（合成けた）
- (2) 発 注 者：独立行政法人鉄道建設・運輸施設
 整備支援機構大阪支社
- (3) 工事場所：福井県敦賀市樫曲地先
- (4) 工 期：自）平成30年9月18日
 至）令和2年12月17日
- (5) 橋梁形式：3径間連続合成桁
- (6) 橋 長：118m
- (7) 幅 員：11.862m

本工事は、北陸新幹線、金沢・敦賀間のうち、高崎起点468km022m～468km140mの福井県敦賀市内に位置する3径間連続合成桁で、そのうち1径間は北陸自動車道を横断する橋梁上部工事である。北陸自動車道上の架設は現地状況等により送出し架設工法が採用され、本稿では送出し架設

の工夫について述べる。図-1に一般図を示す。

現場は別工事である下部工施工と同時期施工であり、道路管理者との協議により送出し架設の日程が決定していたため、下部工本体や施工ヤードの引渡時期の調整が必須であった。

2. 現場における問題点

本工事は3径間連続桁のうち、中央径間は北陸自動車道を跨ぐ構造となっている。そのため、中央径間の架設作業は夜間通行止め規制を行う必要があった。供用中の道路上架設であるため、下記4項目が課題であった。

- (1) 仮設構造物の支持、転倒、滑動等に対する安全対策
- (2) 仮設構造物の常時計測と変状が認められた場合の対策
- (3) 架設途中の桁の支持状態と固定方法
- (4) 交通規制日程内での確実な施工

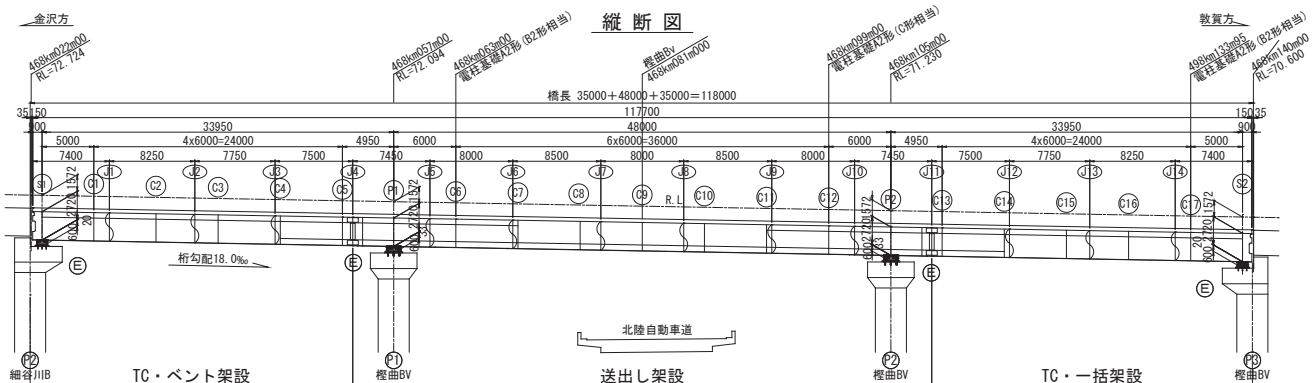


図-1 一般図

が十分にあるため、滑動に対して十分な抵抗力を確保できるが、これを除く期間は鉛直反力が不足し、抵抗力を確保することができなかった。そのため、ベント基礎と下部工を鋼製部材で固定することとした。これにより、滑動に対する安全性を確保することができた。

(2) 仮設構造物の常時計測

ベント設置後から送出し架設完了までの期間は、仮設構造物の傾斜および水平度を計測する目的で三次元計測管理システム「ダムシス」を設置した。当該システムは許容変位量を設定すると、許容値を超過時に警報アラームが携帯端末に送信される仕組みである。表-1に傾斜の許容変位量を示す。アラームは計測値が各基準値を超過した際に発信されるよう設定した。また、本工事では、B1～B6ベントを計測対象構造物とした。

表-1 傾斜許容変位量

注意レベル	対策	基準値
注意レベルⅠ	継続して常時計測を実施する	$\delta \leq 1/400$
注意レベルⅡ	ベントの点検を行い転倒の恐れがないか確認する。注意レベルⅢに達した場合の対策を検討する。	$1/400 < \delta \leq 1/285$
注意レベルⅢ	ベントの点検を行い、傾き抑制の対策を講じる。	$1/285 < \delta \leq 1/200$

(3) 架設途中の桁の支持状態と固定方法

本工事では送出し架設および桁降下時に、作業の影響が及ぶ範囲（北陸自動車道）を通行止めとする計画であった。送出し架設時の通行止め解放条件は、手延べ機ではなく桁本体がP1橋脚に到達した上で、橋脚と桁の固定を完了することであった。そのため、1夜間で86.5mの送出し作業を完了する必要がある。送出し架設時の水平力に対する照査は、下記のとおり行った。

①送出し架設中

手延べ機が到達するまでは強風時に対して照査を行った。手延べ機および桁に作用する水平力を前方台車、後方台車で支持されたモデルとして考え、台車と送出し桁の固縛方法について検討し、必要なラッシング計画を立案した。

②手延べ機到達時

手延べ機がP1橋脚に到達した状態のレベル2地震動に対する照査を行った。この際もベントの検討と同様、鋼材の照査耐力は降伏点とした。水平力に抵抗するため、P1、P2橋脚上にレベル2地震動に対して安全性を確保した仮設の変位制限装置を設けた。また、手延べ機本体の水平力に対する安全性も確保した。ここで設けた仮設の変位制限装置は桁降下作業まで残置し、送出し完了から桁降下完了までの落橋防止対策とした。さらに、ベントの常時計測で用いたダムシスを送出し桁にも適用し、送出し完了から桁降下完了までの期間、常時計測を行った。

(4) 交通規制日程内での確実な施工

送出し架設および桁降下作業に伴う北陸自動車道の通行止め規制は20時～翌朝6時までであり、実際の作業時間はそのうち7時間程度であった。また、規制日数は送出し架設、桁降下を合わせて3日間と定められていた。これらの交通規制日程、作業時間を順守するため下記項目の検討を行った。特に送出し架設は桁降下に比べ、不測の事態が発生する危険性が高かったため、入念に検討した。

①推進装置

短時間における送出し作業であったため、推進速度の速い推進装置を選定する必要があった。一般的には自走台車やエンドレスキャリアを用いた工法が最も推進速度が速いが、機械トラブルが発生した場合、交換が容易に行える汎用性の高い水平ジャッキをメインの推進装置として採用した。また、後方台車の前後に配置することにより推進速度向上を図った。

②予備推進装置

推進装置が故障する可能性があったため前述したように予備を準備できる推進装置を選定したが、不測の事態に備え複数の推進装置を配置し推進装置の1つが故障しても送出しを行えるよう計画した。推進装置の組合せとして、平時は水平

ジャッキ+駆動シンクロジャッキの組合せとして
 いるが、(a)水平ジャッキが故障した場合は予備
 ジャッキとの交換もしくは前後に2台を配置して
 いるため1台のみの稼働、(b)駆動シンクロジャ
 ッキが故障した場合はB1ベントに配置した水平
 ジャッキへ推進力の移行と複数系統の推進計画と
 した。

③ノーリターンポイント

通行止め規制解除時間を厳守するため、ノーリ
 ターンポイントの検討を行った。規制の解除可能
 な条件として、北陸自動車道の俯角を侵さない状
 態（送出し距離7.6m以下）、送出し完了（送出し
 距離86.5m）の2パターンが考えられた。そこで、
 上記2パターンにおけるノーリターンポイントを
 設定した。ノーリターンポイントを図-4に示す。
 図中の凡例は下記内容である。

パターン①：標準施工

パターン②：主の駆動装置が故障し補助駆動装置
 で送出し完了

パターン③：主の駆動装置が故障し補助駆動装置
 で引き戻す

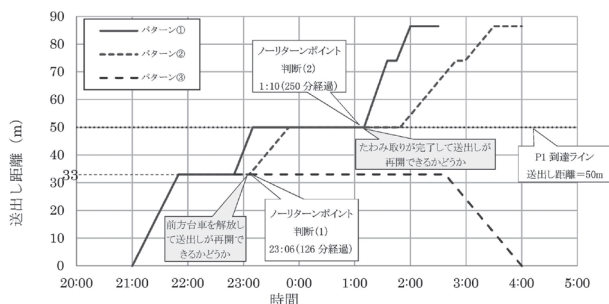


図-4 ノーリターンポイント

④たわみ取り方法

送出し架設において、手延べ先端のP1橋脚到
 達直前のたわみ量は、解析結果より373mmであっ
 た。P1橋脚に設置した駆動シンクロジャッキの
 鉛直ジャッキストロークが450mmと大きいため、
 このストロークを利用してたわみの調整を行う計
 画とした。これにより、たわみ調整のための盛替
 え時間を短縮することができた。

以上の検討結果を反映した施工により、約5時
 間で86.5mの送出しを完了し、桁の位置調整まで

を終えることができた。図-5に送出し完了写真
 を示す。



図-5 送出し完了写真

4. おわりに

本工事のしゅん功時の全景を図-6に示す。本
 工事では、北陸自動車道を跨ぐ送出し架設および
 降下作業において、地域住民や迂回道路利用者か
 らの苦情もなく、交通規制予定日程とおりに架設
 を完了することができた。また、工期内にしゅん
 功することができ、隣接工区へ引き継ぐ事ができ
 た。北陸新幹線の金沢-敦賀間の開通は2023年度
 末を予定されている。

最後に、本工事においてご指導を賜りました鉄
 道建設・運輸施設整備支援機構北陸新幹線建設局
 敦賀鉄道建設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-6 完成写真

15 施工計画

地上50mを超える高所での鋼桁・ プレキャストPC床版の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

監理技術者

上田 晃正[○]

現場担当

川久保 浩

現場担当

石原 克己

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：常磐自動車道
折木川（橋上部工）工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社
東北支社 いわき工事事務所
- (3) 工事場所：福島県双葉郡広野町大字折木
- (4) 工期：自）平成30年5月15日
至）令和3年3月29日
- (5) 橋梁形式：鋼12径間連続非合成少数鈹桁橋
- (6) 橋長：711.5m
- (7) 支間割：41.7+52+5@64.5+4@61+48.7m

本工事は常磐自動車道いわき中央IC～広野IC間に位置する2主鈹桁橋であり、同区間では最長の橋長と最大の橋脚高を有する橋梁である。本橋は地上50mを超える高さに架橋し、河川（広野川、

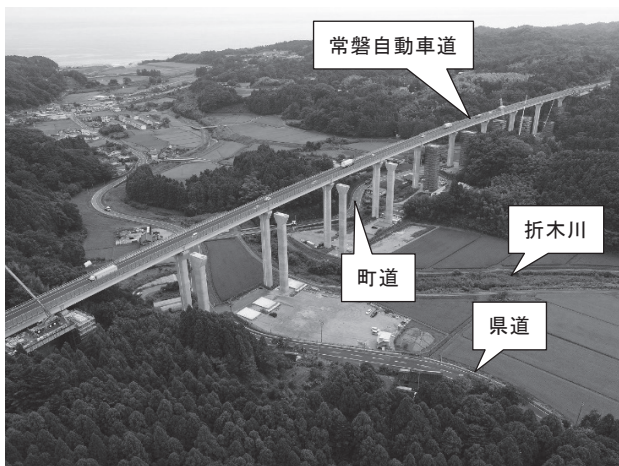


図-1 着手前

折木川) および一般道（県道246号、町道）を跨ぐ構造である。また、田園や森林、供用中の常磐自動車道に挟まれていたため、非常に狭隘な現場条件であった。着手前現場写真を図-1に示す。

2. 現場における課題

本工事では、当初計画からヤード引渡時期の大幅な遅延が生じたため、施工計画の見直しが必要であった。加えて、供用日が決定されていたため、工程を短縮する施工計画の立案が必須課題であった。施工計画の見直しにおいて、検討した項目を以下に示す。

(1) 鋼桁架設計画

当初はA1、A2橋台背面で地組した桁を中央径間に向かってA1からP7、A2からP8に両側から送出し架設を行い、P7～P8間を一括吊上げ架設を行う計画であった。しかし、A1、A2橋台および背面ヤードの引渡時期が大幅に遅延することがわかったため、当初計画を見直す必要が生じた。

(2) 床版架設計画

本工事ではプレキャストPC床版が採用されており、床版架設機を用いた床版架設が計画されていた。具体的には、A1、A2橋台背面より床版架設機へプレキャストPC床版を積み込み、順次架設する計画であった。しかし、前述のとおりヤードの引渡時期が遅延したため、鋼桁架設と同様に、床版架設計画の見直しが必要であった。

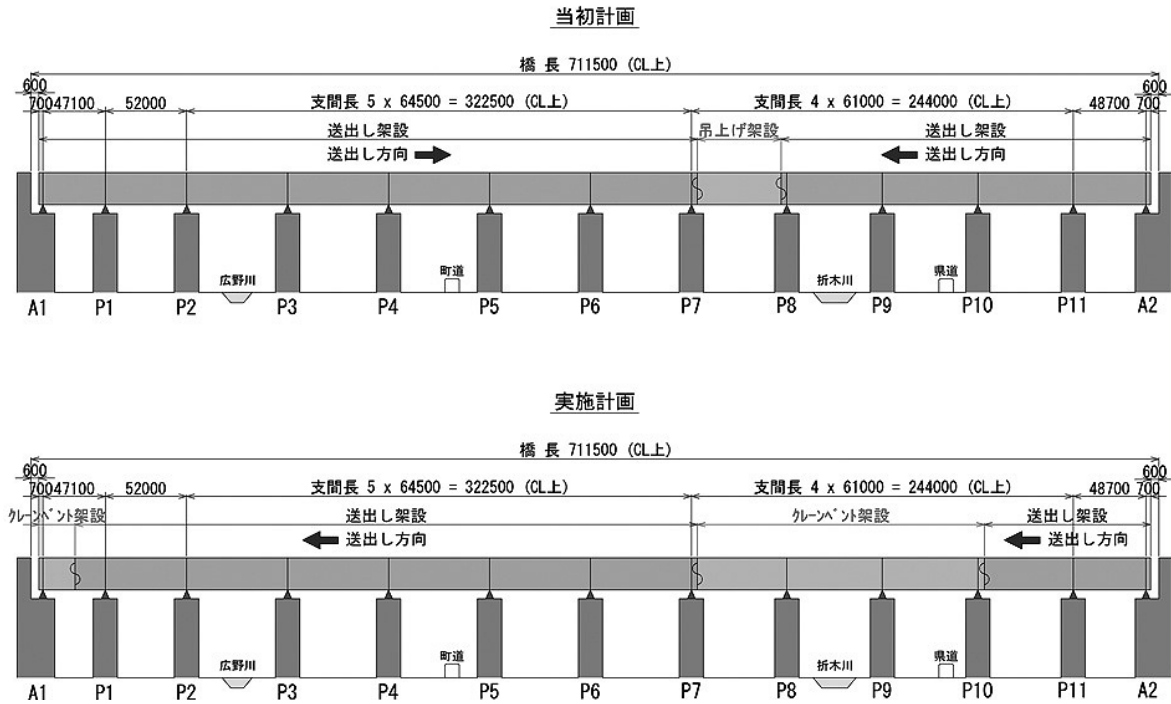


図-2 桁架設計画図

(3) 床版間詰コンクリート打設計画

床版設置高さが地上50mを超えるため、間詰コンクリートの打設方法が課題であった。地上からポンプ打設を行う一般的な施工方法では、大掛かりなポンプ配管設備を設ける。一方、間詰コンクリートで使用するコンクリートは50-12-25 (20) (H) と高強度であること、さらに打設時期が夏季であったため、配管の閉塞が懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述の課題に対して、工程短縮と施工性に配慮し、以下に示す施工計画の見直しおよび工夫・新技術の採用を試みた。

(1) ヤード引渡条件に即した鋼桁架設計画

ヤードの引渡条件に合わせ、架設方法の検討を行った。具体的には、引渡時期が遅延した橋台背面ヤードを使用せず、鋼桁全てをクレーンベント架設で行うことが現場環境の制約で困難であった。そのため、クレーンベント架設と送出し架設の併用架設として架設計画を再検討した。

図-2 に桁架設計画図を示す。大型クレーンを配置可能なP7~P10はクレーンベント架設、P1~

P7はP7からP1に向かって送出し架設、A1~P1はA1橋台背面からクレーン架設、P10~A2はA2橋台背面からP10に向かって送出し架設とした。全体架設ステップを以下に詳述する。

Step. 1 P9~P10 クレーンベント架設

最初にヤードの引渡時期が早いP9~P10の施工に着手した。当該箇所は県道246号を跨いでおり、安全対策が求められた。架設はP9からP10に向かって1200t吊 (550t吊仕様) のオールテレーンクレーンを用いて行い、県道上は昼間通行止め規制下で行った。架設後の桁の落橋防止対策として、レベル2地震動に耐えうる仮設の落橋防止装置を橋脚上に構築し、第三者災害防止対策を施した。

Step. 2 A1~P7 送出し架設

クレーン架設が可能なP6~P7間に作業構台と軌条設備を設け、P7からA1に向けて送出し架設を行う計画とした。送出し回数を極力減らすため、送出し軌条の延長を83mとすることで約64m/1回の送出しを順次9回に分けて行った。送出し設備は推進装置としてP2~P7橋脚上に3110kN-1000mmstの送出し装置、軌条設備上に150kN-1000mmstの水平ジャッキを設けた。さら

に、P1橋脚上には2500kNのシンクロジャッキを配置した。A1～P7の平面線形がR=2600mの単曲線のため、各橋脚に手延べ機先端が到達した際に最大で124mmの平面的なズレが生じる。そのため、送出し装置、仮受けジャッキに橋軸直角方向の余裕を確保する仮受け梁を設け、シンクロジャッキは水平方向調整ジャッキで対応することで、送出し設備の位置調整が不要になり、作業効率を向上できた。

送出し範囲を当初計画のA1～P7からP1～P7に変更し、手延べ機をA1橋台パラペットへ到達する前に撤去する計画としたことで、桁の降下量を4.9mから2.2mに削減することができ、工程短縮および安全性を向上できた。

また、施工現場は非常に強い風が吹く地域特性、ならびに供用中の常磐自動車道との近接作業で架設高さが地上50mを超えるため、強風時のクレーン作業の安全対策が必要であった。そこで、風による吊荷の振れ、回転抑制機能を有した吊荷方向制御装置「スカイジャスター」を使用して、安全性向上および荒天による工程遅延防止対策とした。

Step. 3 P10～A2 送出し架設

送出し桁の地組ヤードとして、A2橋台背面を計画したが、斜面と供用中の常磐自動車道に挟まれた狭隘なヤードであったため、地組・送出しを2回に分けて行った。送出し設備はP10～A2に3110kN-1000mmstの送出し装置を設け、軌条設備上は150kN-1000mmstの水平ジャッキを搭載した台車を配置した。桁降下時に架設済み桁との干渉を防止するセットバックが必要であったため、セットバック量を残した状態で送出し完了とした。

桁降下作業は、P10に1000kN-500stのワイヤークランプ装置を用いた吊下げ装置およびP11、A2に2000kN-400stの油圧ジャッキを設置してサンドル降下とした。P10には安全サンドルを設置できなかつたため、フェールセーフとして500kN-200stのセンターホールジャッキで桁を吊り下げる機構を設けた。これにより、ワイヤーク

ランプ装置に不測の事態が起きた場合も安全に対処可能な構造とした。桁降下時は、特に吊下げ設備に過大な反力が作用しないように反力調整を行い、約5mを降下した。桁降下後、先行して架設したP9～P10間の桁とモーメント連結を行い、P7～P9の落とし込み架設に備え、桁のセットバックを行った。

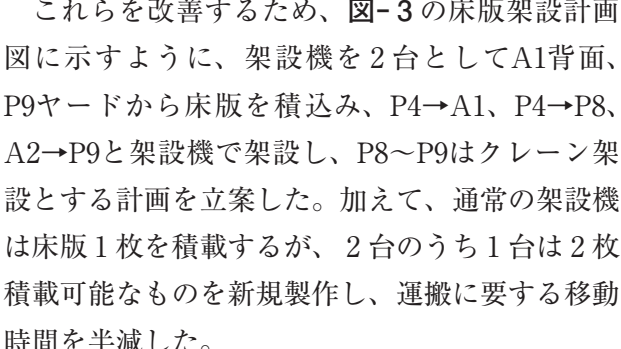
Step. 4 P7～P9 クレーンベント架設

送出しの作業構台をクレーンベント架設のベントと兼用可能となる計画を立案した。落とし込み架設時は、事前の構造解析結果よりジョイントの角度が鉛直となるよう、各支点、ベントにおける上げ越し量を調整した。また、連結時は事前にセットバックしたP9～A2の桁をセットフォアし、閉合作業を行った。

これらの対策の結果、架設工程を1.8ヶ月短縮することができた。

(2) 作業効率の向上を図った床版架設計画

本工事で採用したプレキャストPC床版は、工程短縮のため壁高欄までプレキャスト化した一体型を採用した。また、桁下からの床版架設が困難であったため、床版架設機（以下「架設機」という。）による架設工法を計画した。架設機を用いた施工方法は、架設機を用いて床版を運搬し、所定の位置に架設する方法であり、架設機への床版の積込みが可能であれば桁下のヤード条件の影響を受けない。一方、移動速度が遅いため、運搬距離が工程に与える影響が大きい。

これらを改善するため、に示すように、架設機を2台としてA1背面、P9ヤードから床版を積込み、P4→A1、P4→P8、A2→P9と架設機で架設し、P8～P9はクレーン架設とする計画を立案した。加えて、通常の架設機は床版1枚を積載するが、2台のうち1台は2枚積載可能なものを新規製作し、運搬に要する移動時間を半減した。

これにより、プレキャストPC床版架設時の往復の移動距離を当初の118kmから52kmに削減することで、架設工程を短縮することができた。

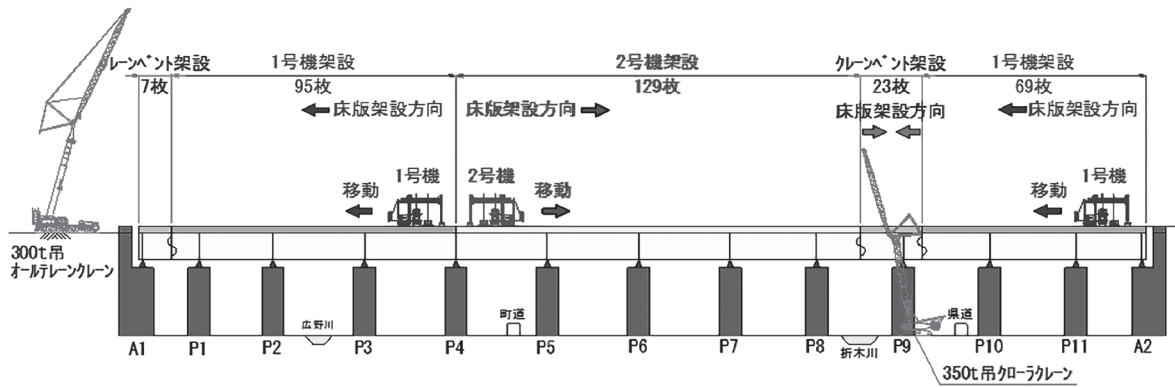


図-3 床版架設計画図

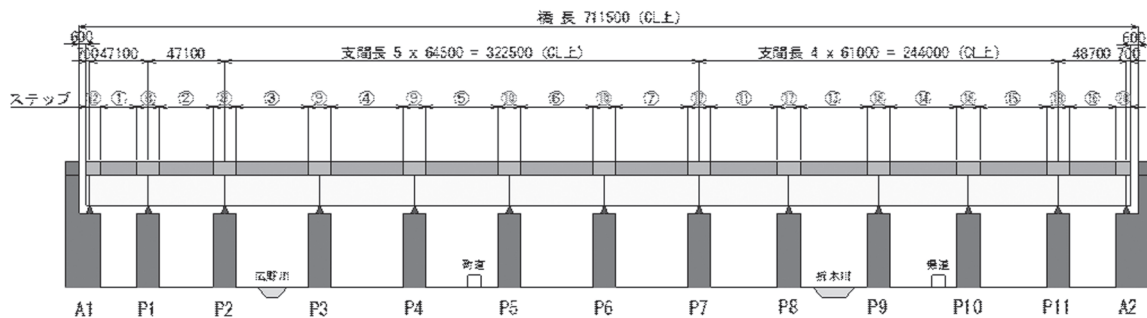


図-4 コンクリート打設ステップ図

(3) 施工性・工程短縮に配慮した打設計画

本工事では、主桁上フランジと床版ハンチ部のすき間に充填するモルタル打設量が 61.8m^3 と多く、通常モルタルポンプでは打設に12日間を要する。そこで、工程短縮を目的に2径間の連続打設が可能なモルタル連続練りシステム「B-MIX」を採用した。当該システムは材料の計量からモルタル練りまでを全自動で連続的に行えるものであり、モルタル打設日数を6日間に半減させることができ、安定した品質も確保できた。

床版間詰めコンクリート部の施工にあたっては、コンクリートポンプ車とアジテータを地上に配置せず、橋面上に配置して直接打設する計画とした。この際、一般的な床版打設ステップ解析の作用荷重は、打設するコンクリート荷重のみであるが、今回は載荷車両の荷重の影響も考慮して図-4に示す打設ステップに決定した。

橋面上よりコンクリート打設することで圧送管の閉塞などのトラブルを回避し、計画工程を遵守した施工ができた。また、計画の打設ステップを

遵守することでクラックのない床版施工も行えた。

4. おわりに

長期間にわたる本工事を無事故無災害で完成させることができたのは東日本高速道路株式会社東北支社いわき工事事務所をはじめとした各関係者並びに協力業者、近隣住民のご協力があってのことです。深く感謝すると共に御礼を申し上げます。



図-5 完成写真

16 工程管理

掘削土砂運搬の数量管理について

三重県土木施工管理技士会
白川建設株式会社
主任
澤田 敦史

1. はじめに

工事概要

福德川は、三重県亀山市関町福德地内にある二級河川であり、住宅密集地の南側に砂防堰堤がある。

この砂防堰堤には上流側の土砂が水叩き部まで堆積している。大きな岩や流木等堰堤に引っかからず砂防堰堤の効果がなく、土石流に備え下流への被害を防ぐ為、堆積土砂の撤去を行うこととなった。(図-1)

- (1) 工事名：一級水系鈴鹿川水系福德川砂防堰堤堆積土砂撤去工事
- (2) 発注者：鈴鹿建設事務所
- (3) 工事場所：三重県亀山市関町福德地内
- (4) 工期：令和1年11月25日～
令和2年6月11日



図-1 福德川砂防堰堤 堆積土砂状況

2. 現場における問題点

亀山市関町福德の福德川にある砂防堰堤は市道から約2kmの林道(幅員3m程)を通行しないとたどり着かない為、堆積土砂の運搬は中型ダンプで行う。また山の中である為、通信は若干不安定である。(GNSSは使用不可)

中型ダンプの運搬になる為、林道の破損や運搬回数、天候等考慮のうえ工程調整が不明確な場合が多い及び土量の数量管理について搬出伝票のみでは信用性に欠けることからより一層、搬出数量を明確にする為、以下の施工について数量管理方法の課題となった。

- ①掘削作業時における管理方法
- ②残土運搬についての管理方法

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点についての課題に対して以下の方法を行った。

- ① 機械掘削作業についてはバックホウを使用し作業時においてデータを活用できるマシンガイダンスシステムを採用

掘削作業については、情報通信技術を活用し掘削機械(バックホウ)にマシンガイダンスシステムを導入した。

上記を導入するにあたって、事前測量にてドローンによる3次元起工測量を行い、若干の箇所であるが水面及び樹木が立っている下の箇所につ

いてはトータルステーション等光波方式を用いた起工測量を行い現地盤高の調査及び設計照査を行った。

上記の事前測量で調査した現地盤高の図面データと設計図面データとの差異を3次元化ソフトによる図面化(図-2)をすることにより掘削土量が表示される。

従来の図面データより3次元図面データの方が分かり易く明確である。

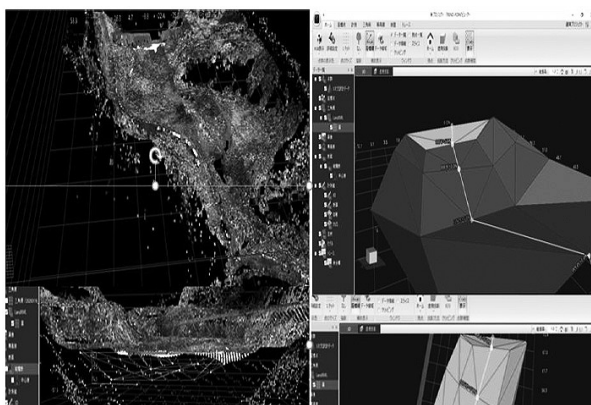


図-2 3次元データによる掘削断面の確認

3次元図面データをマシンガイダンスシステムの導入しているバックホウにデータを取込むことにより、掘削作業時において掘削土量の管理・把握がデータ上で調べることができるのでこれを記録する。

掘削の施工において、1日の施工量がデータ上で確認でき、掘削数量の把握ができるのと実施工程表(途中経過等)の調整が比較的容易に行うことができる。

また、上記はUSBメモリで保存することができ、現場内及び事務所内にてデータの確認を行うことができる。



図-3 情報通信技術による機械掘削状況

- ② 残土運搬作業については写真撮影及び重量計にて数量管理をするとともに過積載防止対策にもなる

土砂運搬開始前(空)に中型ダンプの過積載防止対策の為の明示及び荷台積載数量の写真管理を行うことにより中型ダンプ1車当りの数量を把握する。

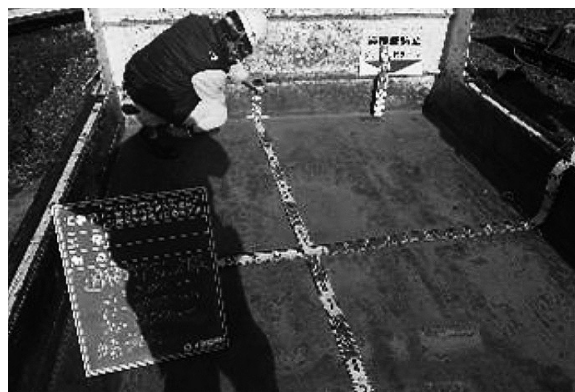


図-4 過積載防止対策明示及び数量確認状況

機械掘削後、仮置きした土砂をバックホウで積込作業を行い積込完了した後、写真撮影を行うことにより各中型ダンプ車の搬出数量(台数)を把握する。(図-5)

土砂積込完了の後、写真撮影の注意点として月日・車番・何回目かわかるようにしておくこと。写真整理・管理するうえで撮影日と撮影時間が一致する。



図-5 積込完了の後写真撮影状況その1

各車写真撮影の手間がある為、容易に撮影できるように積込完了の後バックホウの運転手に自撮り棒を付与し撮影を行った。

土砂積込完了後、バックホウ運転手（自社の方）は積込用土砂を寄る作業もあるが土砂運搬の際中、空き時間が多くみられ、休憩時間が長いことも多々あった。

ほぼ同じ作業の繰り返しであることからいい提案だと自分は思い、自撮り棒の付与に至った。（積極的に写真撮影を取り組んでくれた）



図-6 積込完了の後写真撮影状況その2

また、重量計（トラックスケール）を現場内に設置することにより数量の確認及び過積載防止の管理を明確に行うことができる。（図-7）

またこのトラックスケールは積載量を明示した伝票が出てくる為、より一層過積載防止を行うことができた。



図-7 重量計による管理の様子

これらの管理方法により実施工程の調整（図-9）、土砂搬出数量を明確化できた。

- ・ 3次元図面データの掘削断面による数量確認
- ・ 土砂積込完了時の写真撮影による確認
- ・ 重量計（トラックスケール）による伝票の確認

実施工程表の調整については第一段階にてマシンガイダンスシステムを導入したバックホウの掘削作業の施工時において、情報通信技術の活用で日々の掘削土量がデータとしてわかることから現場作業終了後に1日の施工量の確認をし、自身が着工前に作成した工程表と見比べ進捗状況を確認する。その後、上記の工程表に現段階の掘削数量を記載しておくことで掘削作業の進捗状況がよりわかりやすくなり、適切な工程管理を行うことができる。

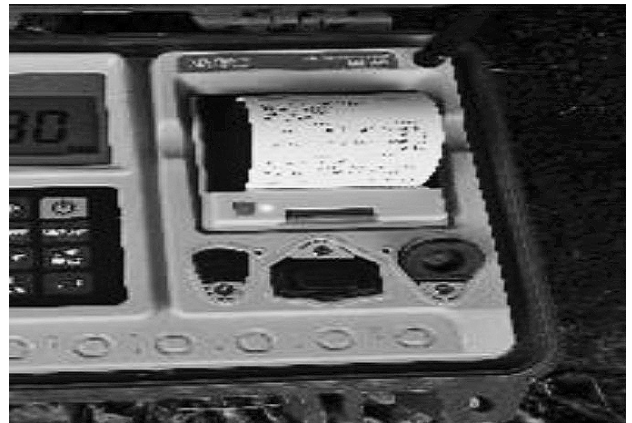


図-8 トラックスケールを用いた伝票

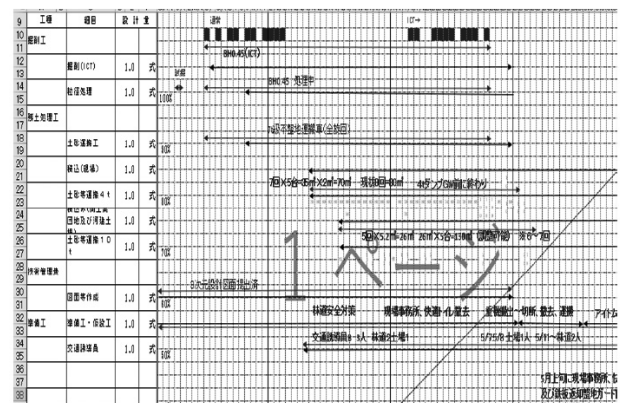


図-9 実施工程表

第二段階の土砂運搬の数量については日々写真撮影しながら写真整理・管理を行っていく。積込完了写真1枚×2m³（中型4トンダンプの積載量）で搬出数量が出てくるので例えば中型ダンプ4台で運搬し1日6回往復した。となると（2m³×6回で12m³ 4台あるので×4）1日48m³搬出したことになるのでこれを掘削数量で実施した工程

表と同様に搬出数量を日々記載することで進捗の度合いがわかるので適切な工程管理を行うことができる。

重量計（トラックスケール）について数量は上記で判断できるのだが、写真撮影の積込完了数量はあくまで見た目での判断であるので、実際に証明したく重量計を使用した。

施工初日に土砂の積込完了を写真撮影した中型ダンプを重量計で計ることにより積載数量の把握ができなおかつ過積載防止対策にもなる為、安全管理も行うことができる。

ただ使用に関して機械の幅が小さく手間がかかるのと、計る際にスイッチがあるのだが誤ってそこに車両が乗ってしまうと故障してしまう可能性があるので注意した。

4. おわりに

この堆積土砂撤去工事は掘削しその掘削土を運搬するという工事です。この工事において安全管理の次に大切なことが数量（数値）の管理だと思っています。数量の管理ができれば出来形管理を行うことができ、搬出数量も把握できる。また、数量管理について少しでもこのような工夫を行うと例えば発注担当者様に資料を用い詳しい工程の説明、現場完成後についてもなぜこのような数量になったのか等、質疑があった場合において色々な資料があれば対応がスムーズになおかつ明確である為、自信を持って説明できると思います。

また、林道の中を走行することもあって大型ダンプが走行できず中型ダンプでの土砂運搬となりいろいろ苦勞（舗装の修繕等）し工夫しながら作業を進めてまいりました。実際、積込完了写真の枚数もかなりの数量になり写真整理しました。（土量 3500m^3 なので積込完了写真だけで1750枚くらいです）

しかしながら、私はこのような工事に携われたことを私は誇りに思っています。この工事を行っていたころ、県内ではICT施工（情報通信技

術）が少なかったことがありあまり事例がなかった。現場管理者及び作業員共に不慣れな部分があり多少ですが時間がかかっていて不安でありましたが少しずつ理解できるようになり工事を進めることができました。さらに上記のような掘削と土砂運搬の数量管理も大変でしたが現場の全てが出来上がったときの達成感は計り知れないです。（図-10）

最後になりますが、無事に工事を完了することができました。また、この堆積土砂撤去工事というのは今後も工事が予定されると思います。これらの貴重な経験は今後に生かせるようにしていきたいと思っています。また、発注者様、ご協力して下さった地域の皆様、協力業者の方々、関係者の方々に厚くお礼を申し上げます。



図-10 福德川砂防堰堤堆積土砂撤去工事完成

17 工程管理

地元企業が無人化施工 合理的対策で生産性向上

長崎県土木施工管理技士会
株式会社 吉川組
監理技術者
満尾 裕也

1. はじめに

本工事は雲仙普賢岳山頂に存在する溶岩ドームや火山堆積物が崩壊する恐れのある場所で、既設砂防堰堤内の堆積土砂等を掘削し、機能復旧させる工事である。施工場所は災害から30年が経過した現在においても警戒区域となっている事から無人化施工技術を用いて施工を行う。

着工前の地形データを以下に示す（図-1）
工事概要

- (1) 工事名：令和2年度 赤松谷川除石工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
雲仙復興事務所
- (3) 工事場所：長崎県南島原市
- (4) 工期：令和2年10月9日より
令和3年3月10日まで
- (5) 主要工種：掘削（無人化施工） $V=17,100\text{m}^3$
運搬（無人化施工） $V=17,100\text{m}^3$
無人化施工設備 1式・他

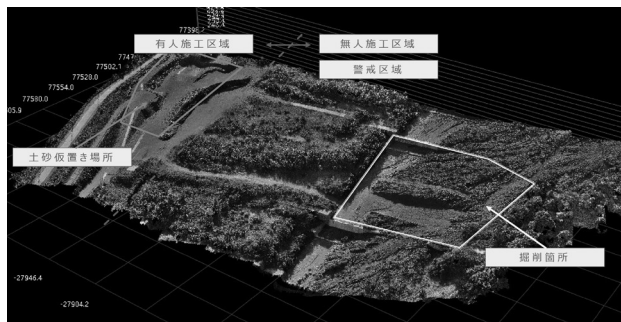


図-1 着工前地形データ

本工事は4週8休以上の水準で施工を行うため、工事で使用できる日数は準備期間等も含め105日。当初掘削数量 $V=15,000\text{m}^3$ に対する設計歩掛は $200\text{m}^3/\text{日}$ （クローラータンプ10t級2台）で計算されており施工日数は75日。施工計画や準備を含めると日数が不足する状況であった。

2. 現場における問題点

施工日数が不足するため生産性を向上させる必要があるが、それを妨げる要因を大別すると以下の3つが考えられた。

(1) 必要機材等の調達

無人化施工に使用する機材等は汎用機ではない為、調達に一定期間を要する。施工機械と通信設備関係は別々であるため、リース状況等のタイミング次第では必ずしも同時期に調達できるとは限らない。また、機械や通信に故障や不具合が起こった場合は施工サイクルの遅延に直結するため、その対応を決めておく必要がある。

(2) 作業効率化の問題

大手企業や、経験のある企業に技術力を頼れば、この問題は解決される可能性は大きいですが、今回は「地元（県内）」の人材で施工を行い、技術力や経験を蓄積すること等も課題の一つである。そのため無人化施工の技術力や経験値はゼロに近い状態からのスタートであり、最初から高い進捗を望むのは現実的でない。また、施工時期が冬季であり日没等の関係で施工時間に影響するため日々の施工進捗が低下する懸念もある。

(3) 無人化施工操作室内の環境整備

操作室は、ほぼ閉鎖空間であり新型コロナ等に限らず、一人が感染すると室内全員に影響するリスクがある。そうするとオペレータの替えがきかず、生産性が大きく低下する。

また、VDT作業になるため長時間の作業を続けると、眼や体に限らず精神的な症状も生じるリスクがあると言われていたため、この2つは優先順位を高くして作業環境を整える必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

結果は、工期を延長することなく当初設計（掘削）に対し14%の増工と約41%の進捗率向上を達成し、当初請負額の無人化施工部分で10.1%のコストカットを達成（提案）している。

前項で示した要因を軸に説明するが基本的な検討事項や対策は省略する。

3.1 事前検討と施工計画

3.1.1 通信設備と施工機械の1社調達

無人化施工における通信設備と施工機械を個別に調達し不具合が発生した場合、どちら側の問題か（責任か）解決できずに対応が後手に回る事が予測された為、1社調達を行い不具合発生時の対応リスクを低減させ、システム系の不具合はリモート対応できるよう段取りしている。

3.1.2 クローラダンプの増台と運搬路

単に増台を検討するだけでは、既存の運搬路だけでは離合等で停滞するためロスが大きい。また操作に不慣れであるため狭小箇所での離合は避けた方が効率的であると考え運搬路を協議のうえで設置している。これにより大きな停滞はなく運搬作業を効率よく行う事が可能となっている。（図-2）なお既存の運搬路と新設運搬路を利用した場合の平均的な運搬距離はほぼ同じである。

クローラダンプの増台は、日当たりの施工量を向上させる目的もあるがクローラダンプが故障し作業不能になった場合、元々の工程が圧迫している分、施工進捗にダイレクトに影響する。そのため、日々の最低ラインを維持させる目的で予

備機としての考えを強く持って導入している。

結果論を一言述べさせてもらうが、施工日数51日に対してクローラダンプが何の不具合もなく稼働した日数は14日である。3台導入しての稼働は平均2.5台であるが、これは時間換算なので、施工量としてのロスはこれより大きい。

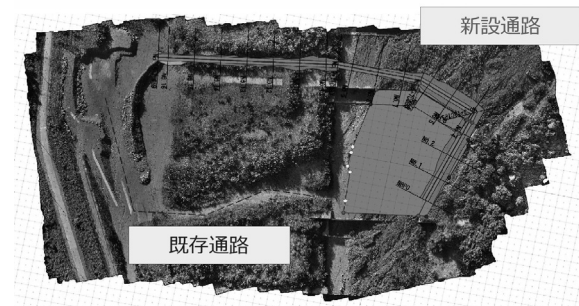


図-2 運搬路計画図

3.2 施工の効率化

事前に本工事と概ね同じ機材と搬出距離で行われている試験施工（別工事）の日当たり施工量の実績は約180m³である。本工事では現実的な機材調達時期や施工計画期間、機械の故障率や作業不能日を考慮すると最低でもこれを50%上回らなければ工期内に収まらない状況である。

実際に検討し実施した事項を順に示す。

機械の増台は前項で触れたので省略する。

3.2.1 遠隔操作式バックホウのMC制御

無人化施工技術は、有人による機械施工に比べて作業品質や効率が劣る、オペレータが少なく技量不足などの課題があると言われていたが、これはI-Constructionの普及により大きく改善されていると感じる。無人化施工でICT施工を行う場合、バックホウにおいてはMG（マシンガイダンス）が主流となっているが、仕上げ部分に関しては、スピードや仕上がりはオペレータの技量に左右され、かつ通信のタイムラグが0.2/sec程度あるため感覚的な慣れは必用でありオペレータの負担は大きい。それらを改善させ、さらに効率化を図る目的で、遠隔操作式バックホウでは世界で初めてのMC（図-3、4）に挑戦することで、課題がクリアされ生産性向上を図ることが出来ている。

無人化施工において、通信遅延からくる操作感覚の違いがあり、マシンガイダンスよりマシンコントロール技術を用いた方が、明らかに作業が効率化されオペレータの負担も軽減されている。



図-3 施工状況（遠隔操作側）



図-4 施工状況（現場側）

無人化施工においては従来、高い出来形精度は求められていないが、今回MC技術を用いる事で出来形平均値は+8.1mmと高い精度で施工が行えている。ヒートマップに多少のバラつきは有るが通常施工と比較してもそれほど遜色はない。出来形帳票等を以下に示す。(図-5、6)

様式-31-2

出来形合否判定総括表

測定項目		規格値	判定
平均値	平均値	8.1mm	± 50mm
	最大値(層)	143mm	± 150mm
	最小値(層)	-149mm	± 150mm
	データ数	5,178	1層: 2531.2 (4.87%) 2層: 2646.8
	検出回数	4,874,262	
標準偏差	平均値	0.712mm	(15.6%)
	最大値(層)		
	最小値(層)		
	データ数		
	検出回数		

規格値		割合
-100	0	0.0%
-100 ~ -80	38	0.7%
-80 ~ -60	395	5.5%
-60 ~ -40	799	15.4%
-40 ~ -20	824	18.0%
± 0 ~ +20	1344	26.0%
+20 ~ +40	1287	24.9%
+40 ~ +60	399	7.7%
+60 ~ +100	57	1.1%
+100	0	0.0%

図-5 出来形確認帳票

度数表

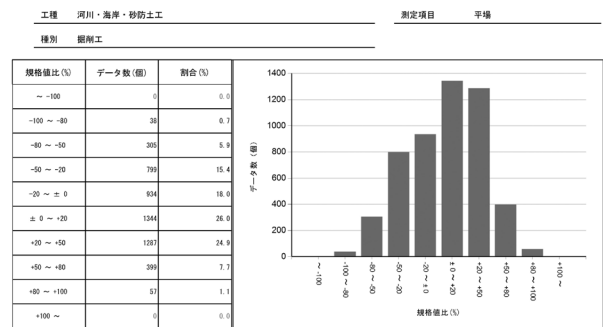


図-6 出来形確認（度数表）

3.2.2 カメラの高解像度化

1日の施工時間はカメラ車の配置や撤去時間とVDT作業による休憩時間等を考慮すると標準で6時間程度である。また本工事の施工時期は冬季であり、日照時間が短く作業時間はさらに短縮される。特に夕暮れ時付近では画像の性能差が顕著に表れる。(図-7) 左画像は11月下旬の午後5時15分頃の映像で、比較用にアナログカメラを利用(図-7、左下)している。作業時間のロスを防ぎ効率化するには画質も重要な要素である。また画質が悪いとより画面を注視し負担が増え、状況によっては映像が見づらく重機災害に繋がる恐れもあるためHDカメラを採用している。

(図-7、右側)



図-7 HDカメラ利用

3.2.3 施工区域エリアの調整

当初設計では、クローラードンプ運搬について無人化施工エリアと有人施工エリアで乗換えを行う計画となっていた。設計通りに乗換えを行う場合は重機との離隔や合図が別途必要になり、同時に連絡ミスや確認不足、昇降時の体力的なリスク

も負うことになるので、当現場では無人・有人の相互間の乗換えを無くすことで、人的な災害リスクを排除し乗換え時の時間ロスと人員の削減で、生産性の向上を図っている。説明図は割愛する。

3.3 作業環境の整備

3.3.1 車両検知（進入者検知）システム

有人施工エリアを無くし、無人化施工エリアのみで作業を行う場合、進入者の防止対策は重大災害に繋がる可能性が高いため必須である。施工中は、基本的にA型バリケードを設置し看板で注意を促している。それを越えて進入した場合、レーザー式センサーが反応し無人化施工の操作室内でも、パトランプと音で告知する仕組みを作り、進入者がある場合はクローラーダンプを一旦停止させ、進入者の状況を確認するよう対策を行っている。（図-8）



図-8 車両検知システム

3.3.2 操作室内の環境整備

次の対策を行うことで、施工進捗を落とす要因を作らないようにしている。（図-9）

① VDT作業の負担軽減

ブルーライトカットメガネの着用と、ローテーションによる1時間に10分程度の休憩時間確保、前述したHDカメラの採用。

② 新型コロナ等感染症防止対策

操作関係者以外の入室制限（5名まで）を行い、来客時は窓を開けて換気。入室時はマスク着用検知機能付き非接触型体温測定機を設

置し入退室記録も同時に行う。作業員への対策は両側1m程度の間隔を確保し間仕切りを設置、加湿機能付き空気清浄機や自動アルコール消毒液散布機等を設置し作業環境を整備している。



図-9 操作室内の環境整備

4. おわりに

工事として行う無人化施工は、地元企業では初めてであり、地元の人材で行うことや人材育成もテーマの一つであった。本論文で紹介した対策や工夫を行うことで、安全性・生産性も向上し、地元企業でもしっかりと「無人化施工」に対応できている。初めて行った工事なので、改善余地はまだまだ有るが、今回行った工夫で生産性が3割以上向上したことで、作業日数が短縮され、大幅なコストカットも図ることができている。本文中で紹介したような無人化施工でのバックホウMC技術やHDカメラやクローラーダンプの増台は、目先のリース費等だけを見るとどうしても高価に感じるが、それに見合う作業効率化は図れている。特に無人化施工のバックホウにMC技術を付加できたことはとても大きく、技術者や経験者不足が課題のなか無人化施工を簡単に運用できる工夫を一つ実証出来たことを嬉しく思う。遠隔操作式バックホウをMC化させるにあたり、技術協力いただいた(株)ショージ様にもこの場を借りてお礼申し上げます。

18 工程管理

早期供用開始に向けた現場工程短縮の取り組み

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

三山 誠志〇 石口 重企

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：湯浅御坊道路 熊井第三高架橋他
4橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
関西支社 和歌山工事事務所
- (3) 工事場所：和歌山県有田郡有田川町～湯浅町
- (4) 工期：平成29年5月23日～
令和3年7月30日
- (5) 橋梁形式：有田南ICオンランプ橋

鋼5径間連続合成少数I桁橋
熊井第一高架橋
鋼3径間連続非合成I桁橋
熊井第三高架橋・一期線P3-P5
鋼4径間連続合成少数I桁橋
蓮池橋 鋼単純合成少数I桁橋
山田高架橋 鋼単純合成I桁橋
湯浅ICオンランプ橋

鋼3径間連続合成少数I桁橋

一般国道42号（湯浅御坊道路）は、和歌山県御坊市を起点とし、和歌山県有田郡有田川町に至る一般有料道路である。湯浅御坊道路4車線化事業は、供用中の2車線から4車線に拡幅するもので、この整備により安全性・走行性の向上、災害時の代替え機能の強化など地域発展に貢献すると期待されている。当社は有田南ICから湯浅IC間に位置する7橋の施工を行った（図-1）。

本報告では、湯浅ICおよび有田南ICに位置するランプ橋の施工に際し、IC早期供用開始に向けた現場工程短縮の取り組みについて述べる。

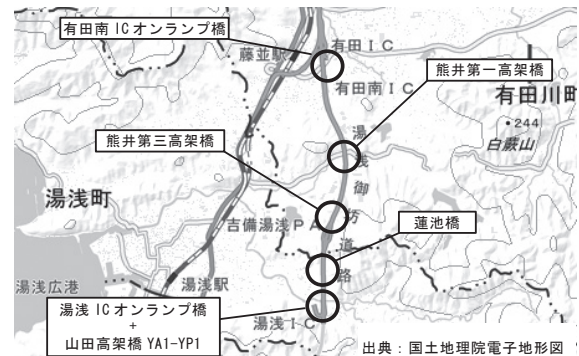


図-1 橋梁位置図

2. 設計・現場における問題点

本工事においては、既設オンランプ橋撤去後の新設下部工の建設、既設橋拡幅のための床版撤去および拡幅部材連結等、ICの閉鎖を要する施工を行うことから、交通流の確保はもとより、新設するICの早期供用開始が求められた。湯浅IC、有田南ICともに2020年初頭のランプ切り替え・供用開始が決定していたが、新設オンランプ橋の下部工工事施工中に別途行われた土壌改良工事の影響により、下部工の完成が大幅に遅延した。これに対し、上部工工事における工程回復のための施策が求められた。

また、湯浅ICは湯浅御坊道路とオンランプとの間の狭隘な作業ヤードであり、有田南ICは既設オンランプと民家に挟まれ、さらに池に分断さ

れた狭隘な作業ヤードでの施工であったため、施工上の工夫が必要であった。

3. 設計・現場における工夫と改善点

3-1 湯浅ICにおける設計面での工程短縮検討

湯浅ICオンランプは新設されるオンランプ橋（3径間連続合成少数I桁橋）と既設を拡幅する山田高架橋（単純合成I桁橋）で構成される。当初計画の基本設計では、既設オンランプの側帯部に仮設防護柵を設置し、幅員を縮小した上で、既設オンランプを供用しながら既設床版張出部を撤去する計画であった。しかし、切断ライン上には既設の排水ますがあり、既設床版と新設床版の鉄筋継手を考慮すると、既設主桁間に切断ラインを変更せざるを得ないことから、既設オンランプの供用に必要な幅員を確保できないことが判明した。

そこで、既設床版の撤去に先立ち、山田高架橋拡幅桁および新設オンランプ桁を架設し、一次床版を施工することで、オンランプとしての機能を確保し、先行供用を実施するものとした（図-2）。

これにより既設オンランプの交通遮断が可能となり、工程上クリティカルであった既設オンランプ橋の撤去、新設本線橋拡幅部の下部工施工、山田高架橋二次施工範囲の床版撤去および、桁連結作業を可能とし、4車線化事業全体の工程改善につなげた。なお、山田高架橋の既設桁との連結横桁は、二次床版を施工する直前にボルトの本締めを行い、二次床版施工までに生じる一次床版の死荷重と本線およびランプに作用する活荷重の影響が、既設部・新設部間を伝達しない計画とした。

3-2 有田南ICにおける設計面での工程短縮検討

有田南ICオンランプ橋は本線拡幅に支障となる既設オンランプ橋の撤去に合わせて新設する5径間連続合成少数I桁橋である。施工工程は、詳細設計の開始からランプ橋の切り替え、供用開始までの期間を当初14ヵ月見込んでいた。ところが、鋼桁の工場製作を開始した時期に建設予定地の土壌から有害物質が検出され、想定外の土壌改良工事が行われることになった。

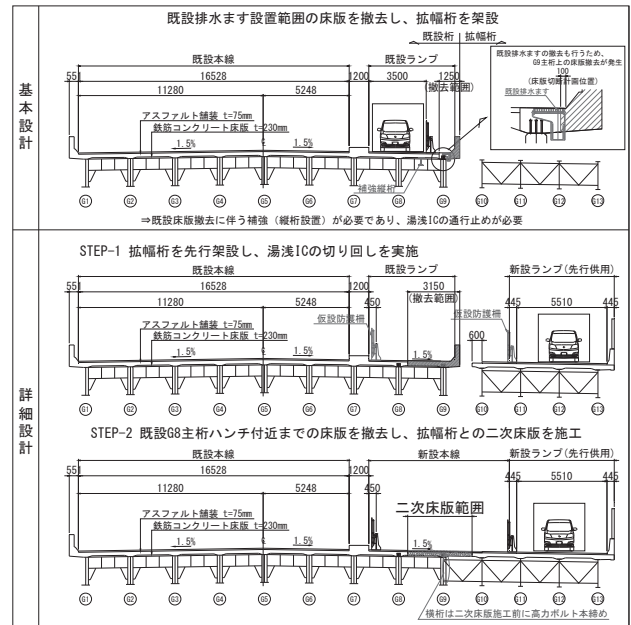


図-2 山田高架橋の施工ステップ

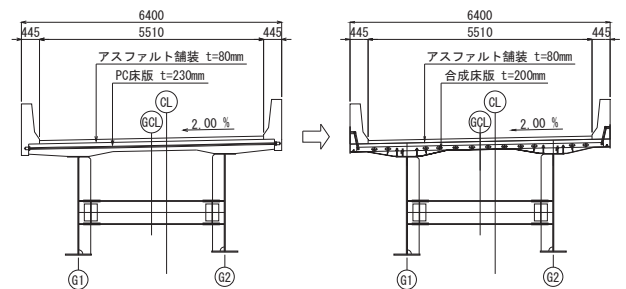


図-3 有田南オンランプ橋の床版形式変更

これに伴い、下部工完成時期の大幅な遅れ、舗装や施設等別途工事の施工期間、および供用開始の厳守と様々な悪条件が重なり、上部工の施工工程を大幅に縮める課題に直面した。

そこで、上部工の施工工程で最も期間を要する床版工に着目し、床版形式を場所打ちPC床版から鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版とする）への変更、再設計を行うこととした（図-3）。これにより型枠や配筋作業の省力化が可能となり、壁高欄型枠にも鋼製型枠を採用することで8ヵ月以内の上部工の施工が可能となった。なお、床版形式の変更に際しては、床版荷重の変更、剛性の変化に対する主桁の照査を行い、構造として問題がないことを確認した上で、合成床版の採用を決定した。

3-3 湯浅ICの施工における工夫と改善点

(1) 既設拡幅部の施工順序

二次床版の施工は、3-1で示した通り新設オンランプ供用後の施工となった。そのため、湯浅御坊道路本線とオンランプとの間の狭隘な作業ヤードで壁高欄・床版の撤去・新旧連結部材の架設を行う必要があった。

施工の順序は、①既設壁高欄の撤去、②G9-G10間桁連結部材の架設、③既設床版の撤去の順とした(図-4)。

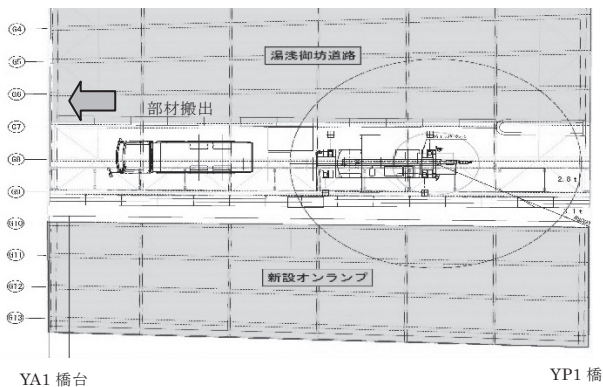


図-4 山田高架橋床版・壁高欄撤去

(2) 作業ヤードへの進入

作業ヤードが湯浅御坊道路本線と新設オンランプ橋との間となるため、作業ヤードへは閉鎖した既設オンランプ側から進入する必要があった。そのため、ヤード進入口には簡易に移動できるセーフティーガードを設置し、切り替えた新設オンランプを一時通行止規制した上で進入できるようにした(図-5)。

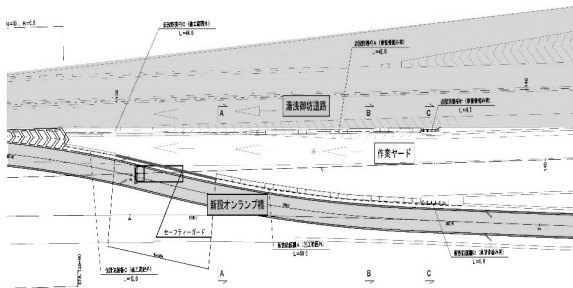


図-5 作業ヤード進入計画

(3) 床版・壁高欄の撤去

床版・壁高欄の撤去は、①コアボーリングを使用して切断用ワイヤーの通し孔および撤去ブロッ

クの吊り孔の削孔、②ワイヤーソーにてブロックごとに複数に分けての鉛直切断、③クレーンによるブロック撤去の順で施工した(図-6)。



図-6 既設床版・壁高欄の撤去

(4) 桁連結部材の架設

既設床版・壁高欄の撤去完了後、既設桁と新設桁との連結部材の架設を行った。桁連結部材の重量は100kg程度であったため、作業ヤード内に配置したクレーン装置付きトラックによる架設とした。作業ヤードが狭隘であったことから、床版上に仮置きした架設部材をその都度、クレーン装置付きトラックに積み込み移動・架設した(図-7)。なお、連結部材の剛結合のタイミングは、3-1で示した通り、二次床版の施工直前とした。



図-7 桁連結部材の施工

3-4 有田南ICの施工における工夫と改善点

本橋の架設は、既設オンランプ橋と民家に挟まれ、さらに池に分断された狭隘な作業ヤードでの施工であったが、550tクレーンおよび60tクレーンを用いた架設により、クレーン組替等の工程ロスを排除して架設の工程短縮を図った(図-8)。

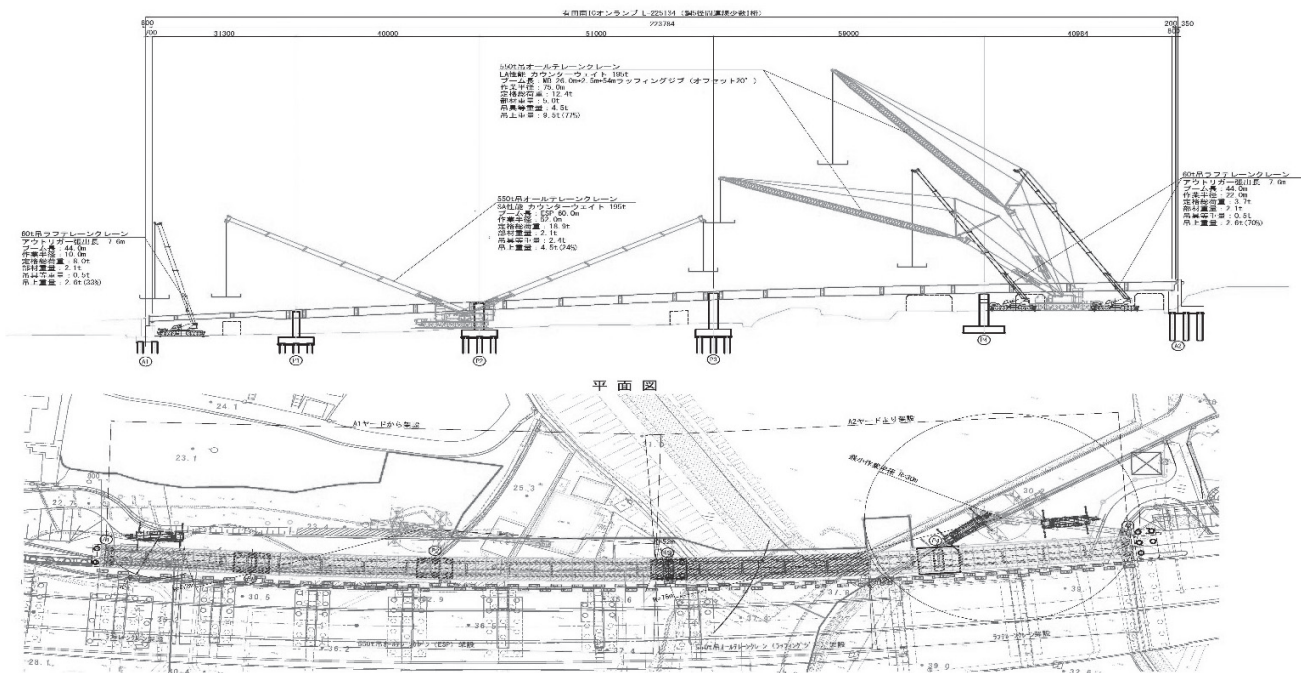


図-8 合成床版の架設計画

本橋梁はP1・P2・P3支点が剛構造であったが、下部工完了後に剛結内鉄筋を実測して剛結部ブロックに反映する工程上の余裕がなかった。

そこで、下部工の施工段階で鉄筋位置の計測・調整を行い、コンクリート打設時には剛結ブロックのリブ間配置となる鉄筋が動かないように固定した。これにより、架設時における干渉などの問題もなく、工程通りに施工できた。また、橋脚上の合成床版は架設後に高力ボルトの挿入・塗装ができなため、合成床版を3パネル地組立し、高力ボルトの本締め・塗装まで完了させた状態で一括架設を行った。

4. おわりに

本工事の施工による一般交通への影響を最小限に抑えるため、設計・施工における工程短縮施策を追求し実施したことで、有田南IC・湯浅ICともに2020年2月のランプ運用切り回しを実現することができた(図-9)。また、工事全体としても、安全かつ丁寧な施工の徹底で隣接住民の方々のご理解を得るととともに、隣接工区との緻密な工程調整を行ったことにより、約3年4か月、総労働時間にして約23万時間にわたって無事故・無災害を達成し、2021年8月にしゅん功を迎えることができた。

最後に、本工事の施工にあたりご指導を賜りました西日本高速道路株式会社 和歌山工事事務所、並びにご協力をいただきました関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 浅野・竹下・山野：湯浅御坊道路四車線化事業に伴う合成桁橋の拡幅について(第1報)、土木学会第73回年次学術講演会、CS3-014、2018.9



図-9 有田南ICおよび湯浅IC(開通後)

19 品質管理

打込み鋼管杭の実用的打ち止め管理に関する研究

(一社) 北海道土木施工管理技士会

株式会社砂子組

監理技術者

廣上 伸 二〇

現場代理人

名和 紀 貴

執行役員副社長

佐藤 昌 志

1. はじめに

本工事は、千歳川河川整備計画に基づく江別太遊水地事業のうち、西13号橋の下部工、盛土工、水路移設工を行う。

工事概要

- (1) 工 事 名：石狩川改修補償工事の内 江別太遊水地西13号橋下部工外工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局札幌開発建設部
- (3) 工事場所：北海道江別市
- (4) 工 期：平成29年3月～平成29年12月

2. 現場における問題点

本工事は西13号橋下部工は、約30mのφ600打込み鋼管杭により支持されるものであったが、当初支持層とした砂混じり礫層の層厚不足が指摘され、約10mの追加延長となり、高止まりが懸念された。鋼管杭の杭の打ち止め管理に関しては、実際上道路橋示方書下部工編を用いることが多い。そこでは弾性波動論に基づいた動的先端極限支持力と動的に低減した杭周面摩擦力を含む動的 support 算定式から動的 support を評価し、その値が設計上の静的許容 support を上回ることが打ち止め管理の指標となっている（日本道路協会：道路橋示方書・同解説（IV下部構造編），2012）。しかしながら動的 support はあくまで打ち止め管理の指標の一つであり、通常は現場で記録した打込み履歴等から支持層への到達度などを推定し総合的に判断して打ち止め管理を行っているのが現状である（日本道路協会：杭基礎施工便覧, 2015.）。

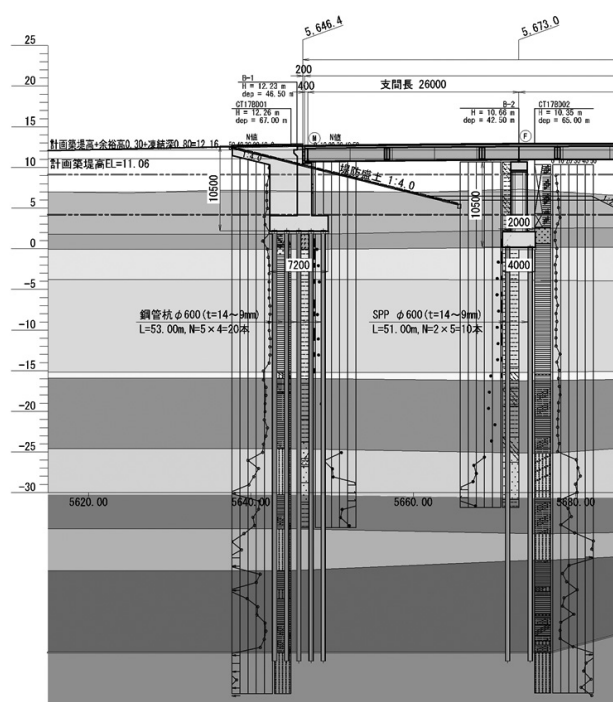


図-1 柱状図

動的 support が打ち止め管理の指標の一つに留まるのは、それが管理目的である静的 support を直接反映したものではないことあげられる。そのため近年では、衝撃載荷試験の動的データマッチングやCASE法でリアルタイムに処理し、波動論に基づいて静的 support を推定する方法も採用されている（小嶋英治：杭の衝撃載荷試験におけるCASE法の検討，日本建築学会大会学術講演集（東北），pp.407-408, 2009）。しかしながら具体的な計算のために地盤情報を反映したパラメータ取得が必要となり、いずれの手法も現場への適用にはリアルタイム解析に特化した測定システム

と解析システム、および熟練した人員が必要で通常の現場技術者が運用できる範囲を越えていると思われる（小嶋英治：衝撃载荷試験の波形マッチングに差分解析を用いた場合の入力波の検討，日本建築学会大会学術講演集（東海），pp. 561-562, 2003.）。

3. 工夫・改善点と適用結果

工学的には、地盤N値，ランマーの打撃回数，各打撃毎の打撃力波形や杭頭変位等の最低限の情報で簡易に静的支持力評価が可能になれば、より実用的と考えられる。本論文は、φ600mm，全長44.5mの鋼管杭の打込み過程で計測した、杭頭の衝撃加速度および杭全長に渡る歪みデータによって、杭頭部の挙動のみによる簡易な静的支持力評価を、実証的に検証することを試みた。なお、打込み杭の打撃過程における杭全長、特に杭端の歪み計測は、著者等の知る限りでは見当たらない。

(1) 計測概要

図-2に、打込み実験に用いた鋼管杭の形状寸法，歪みゲージ（ゲージ長2mm）の取付位置を示す。測定方向は軸方向。位置は図中のL1~U間で対向位置に2点取り付け、防水処理材で覆った。図-3の延長ケーブルはETFE4Cシールド付を用い、歪みゲージも含めてアルミテープで杭体に定着させ、打込み時の周辺地盤の抵抗から保護した。図-2には図示していないが、杭頭に容量1000Gの歪みゲージ式加速度計を取り付け、鋼管を溶接して連結する場合には、そのたびに移設を繰り返した。

取り付け位置は連結位置から下方500mmで、図-4のA-2位置となる。加速度計応答の最大周波数は7kHz，サンプリング周波数は10kHzである。歪みゲージは打込み深度の増加と共に断線等により順次測定不能となったので、本論文では対向位置2点と加速度計の全データが揃っている打込み延長が0～35.5mの範囲の結果を用いる。対向位置2点の測定値を平均して用いる。

本実験に用いた打撃ハンマーは、日本車両製NH100-2，油圧ハンマーの質量10ton，最大スト

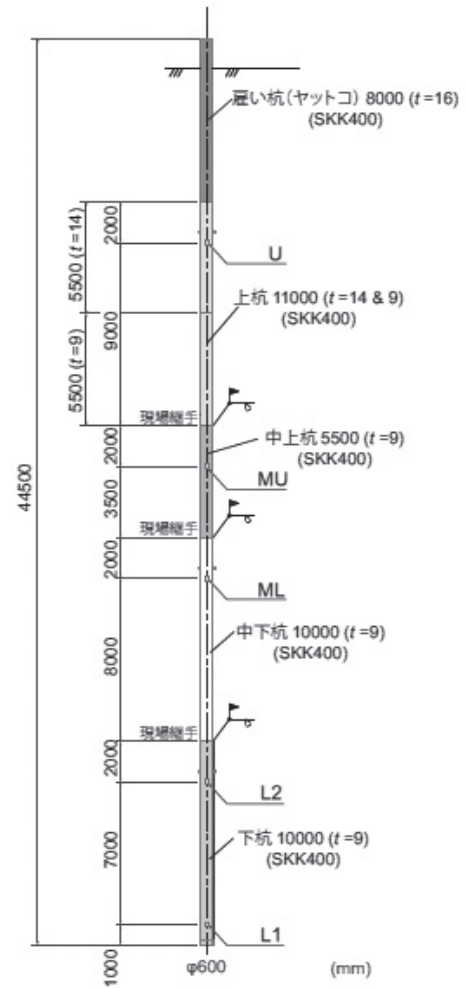


図-2 歪みゲージ設置位置

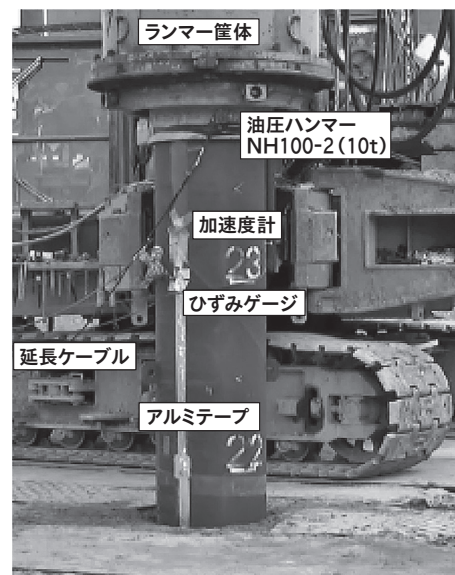


図-3 加速度計，歪みゲージ設置状況

ロークが自由落下相当で1.44m，最大打撃エネルギーは141kJである。

杭頭加速度は打込み延長が30m以上で300G以

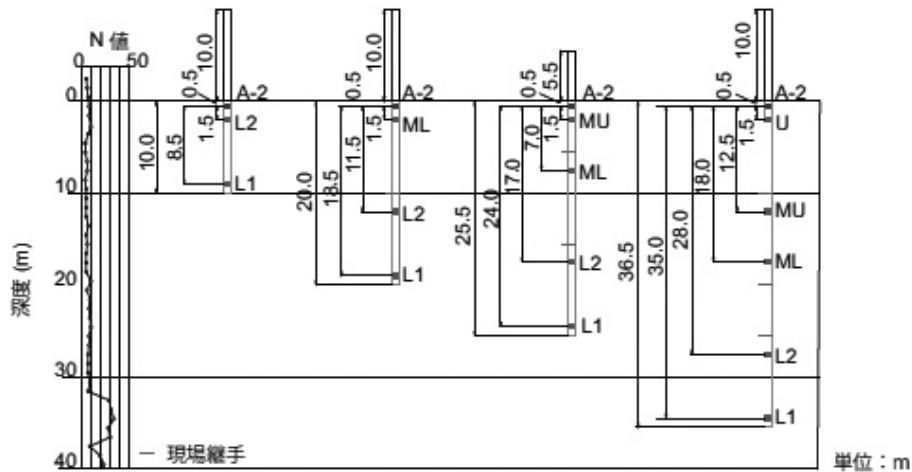


図-4 打ち込み状況

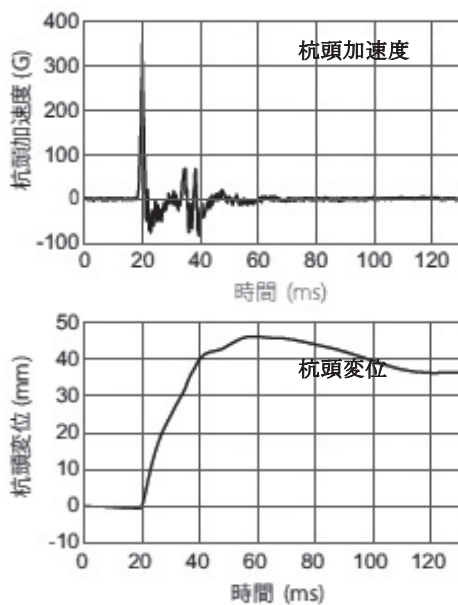


図-5 1 打撃の杭頭加速度, 変位

上を示しており、地盤N値が急激に大きくなる34～35.5mでは400～550G程度の値を示していた。

また、打ち込み延長が34m以上の範囲では、地盤N値の急激な増加に伴い打撃力も増大し、杭頭加速度波形は鋭角な形状を示し、衝撃荷重載荷時に類似した波形を示した。少なくとも地盤N値が十分大きく支持層に達したと考えられる打ち込み延長では、各深度の歪みピーク値のタイムラグから弾性波動理論に従った衝撃波形伝播を確認した。

(2) 換算静的支持力

図-5の杭頭加速度は、ランマー1打撃によって生じる杭頭の加速度波形の例を示す。同図の杭頭変位は加速度を2階数値積分する事で算出した。数値積分では打撃終了後も杭頭速度は0

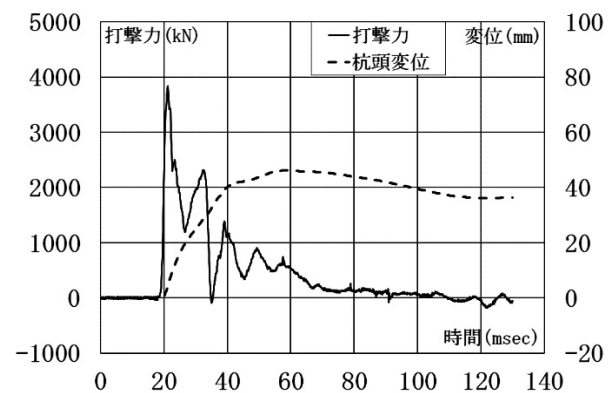


図-6 1 打撃のランマー打撃力と杭頭変位

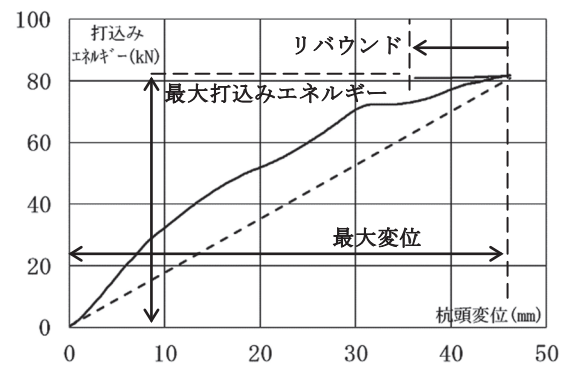


図-7 1 打撃の打ち込みエネルギー

にならないので、加速度時刻歴から打撃開始後、約110msで静止するとして基線補正を行った。図-6は、打ち込み延長30m時点のもので、ランマー打撃力は杭頭直近の歪み測定値に杭断面積と弾性係数をかけて求めた。同杭頭変位は前述の方法である。

図-7は図-6から推定した、打撃過程で消費されるエネルギー履歴となる。1打撃全体の打ち込みエネルギーは打撃力-杭頭変位曲線(同図の実線)の面積として積算される。ここで設計に容易

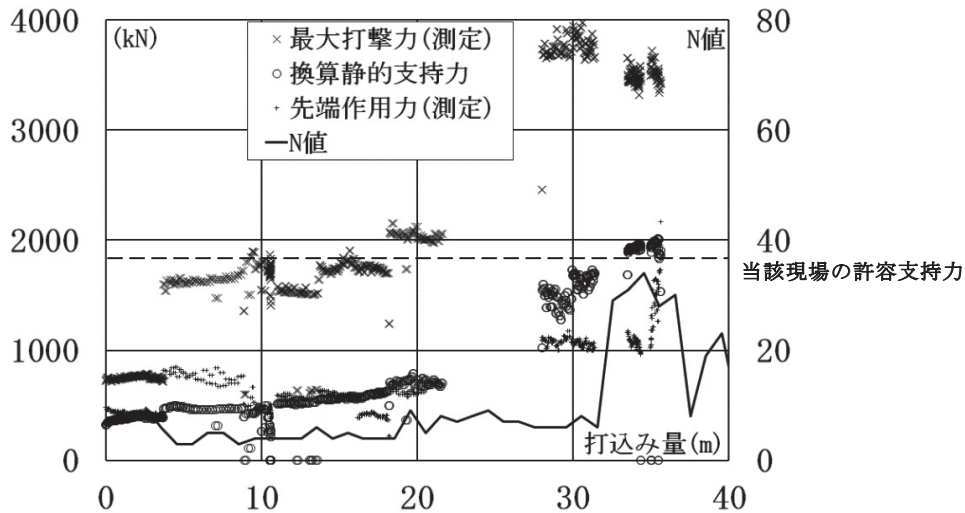


図-8 推定値と実測データの比較

に適用しうる工学近似として換算静的支持力を定義する。衝撃的な打撃力を打撃過程で準静的に一定とすれば、その値は図-7の最大杭頭変位に対応する最大打込みエネルギーの増加率となる（同図点線の傾き）。同図で試算すると、 $81.4 \text{ (kJ)} / 46.2 \text{ (mm)} = 1762 \text{ kN}$ の換算静的支持力となる。これは図-6の最大打撃力3831kNの46%であり、ランマー打撃衝撃力の主要部をほぼ捉えていると考えられる。両者の差は後述するように、周面摩擦力による低減と解釈する事ができる。

(3) 許容設計支持力，各種測定値との比較

図-8に打込み深度ごとの実測波形454波から得られた最大打撃力，換算静的支持力，杭先端作用力を地盤N値と合わせて示す。杭先端作用力は杭端から1000mm上方のL1ゲージの測定値に、杭断面積と弾性係数をかけたものである。

打込みの初期段階である打込み量5m未満を除き、支持層到達以前の5～20mの範囲では、換算静的支持力は最大打撃力の25%程度であり、杭先端作用力と概ね一致する傾向にある。

支持層に到達し始めた30mから、ほぼ支持層に到達したと考えられる35mの範囲では、換算静的支持力は最大打撃力の40～50%に達し、特に地盤N値のピークである35m付近では、当該現場の許容支持力とほぼ一致している。杭先端作用力が換算静的支持力を下回るのは、周面摩擦力の影響と考えれば、打込み量のより小さい5～20 mの範

囲で両者が概ね一致する事にも整合する。

なお図中の計測結果に多少ばらつきが発生しているが、これはN値の分布のみならず、鋼管溶接時に打撃を中断することによる鋼管周面摩擦力の増大等も影響しているものと思われる。

4. おわりに

本研究では、鋼管杭の打ち止め管理と共に杭先端部の静的支持力評価を行うことを目的に、杭頭での衝撃的な打込み加速度および、杭全長に渡る歪み計測、特に杭頭の歪み計測値に基づき検討を行った。

- 1) 杭頭の加速度波形から算定した杭頭変位と、杭頭部の歪み計測による打撃力から評価可能な打込みエネルギーの関係から得られる最大換算静的支持力は、設計における許容支持力にほぼ対応する。
- 2) 杭頭の衝撃的な最大打撃力は道示・下部工編の動的先端支持力1)に対応するものと推察されるが、杭先端部が支持層に達した場合には、ほぼ設計における許容支持力の1.9倍程度の値を示す。
- 3) 従って、杭頭の衝撃的な最大打撃力値をもって打ち止め管理が可能であると同時に、安全率を2として杭先端の静的支持力が評価可能になるものと推察される。

20 品質管理

水門工事における躯体コンクリートの品質確保について

愛知県土木施工管理技士会

株式会社七番組

監理技術者

現場技術者

杉 浦

剛○

山 本

豊

1. はじめに

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可能性のある南海トラフ地震に備え新しく水門を築造する事業の第8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)

本工事は老朽化した水門の建替工事であり、半断面ずつ施工する左岸側躯体工事である。その水門躯体部におけるコンクリートの品質向上についてのいくつかの取組を紹介する。

工事概要

- (1) 工 事 名：中小河川改良工事 緊急防災対策
河川工事合併工事（神戸川水門8号工）
- (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：令和2年9月9日～
令和3年9月11日

- (5) 工事内容：左岸堰柱工 940.02m³
中央堰柱工 867.49m³

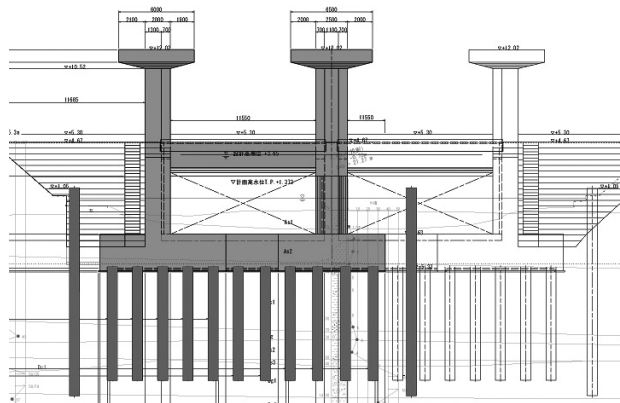


図-1

2. 現場における問題点

今回工事のコンクリートボリュームは約2,200m³であり、1回当りの打設量も最大約560m³もの構造物であるが、施工の留意点としてひび割れの発生があげられた。さらに渇水期中に施工しなくてはならないというかなりタイトな工程のため、必要以上に養生期間を取ることができないという条件が重なった。また、中庸熱セメントや低熱セメント、パイプクーリングなどは大幅なコスト増になるため、それらを避けて品質を確保できるような工夫を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 コンクリート配合の検討

今回の現場に則したコンクリートを配合するために標準JIS配合に替えて、新たに以下の点に注意しながら配合を行った。

- 1) セメントの代替として、フライアッシュを約10%混合した。このことにより単位セメント量と単位水量を減量することとなり、水和熱を低減させることができた。
- 2) 粗骨材の材質を一部石灰石に変更した。この付近には花崗岩の産地があるため、全量を石灰石に置き替えることはコスト面からみて不可能であったが、当初全体数量の約1/3を置き替えることにした。このことにより、コンクリートの収縮を低減させることができた。
- 3) 同じくコンクリート収縮低減を目的として、細骨材率を可能な限り低くなる様に配合した。結果として標準JIS配合より細骨材率を4.4%低減させることができた。このことにより粗骨材による咬み合わせが増し、材料分離も抑えることができ、モルタルペーストによる脆弱な部分を低減させることができた。
- 4) ブリージング抑制効果のある高性能混和剤を使用した。

これらの点をふまえたコンクリートを配合試験により確認し、今回工事に採用することを決定した。



図-2

3-2 打設ブロック割の検討

打設ブロック割の検討を行った。特にひび割れ発生の確率が高いと思われる、壁部分についてはH=7300なので2回で打設したいところだが、3回に分けるように計画し、水和熱の上昇を抑えるようにした。その代わりにひび割れ発生確率が低いと思われる柱部分(H=5220)については1回で打設するように計画した。この際には足場・型枠支保工・鉄筋の飲み込み・継手位置・工程などあらゆることを考慮しなければならず、何度も検討を行った。(図-3)

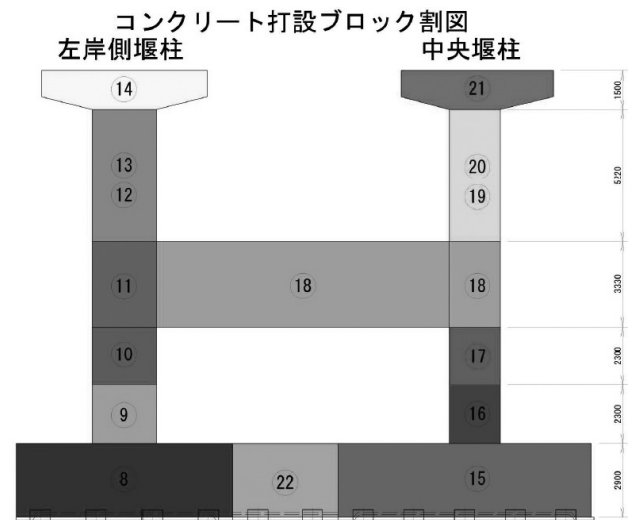


図-3

3-3 温度応力解析の実施と温度管理

施工計画作成時に決定した打設ブロック割と打設予定日を基に温度応力解析を行った。(図-4) なお、コンクリートの打設は1月下旬から4月上旬に計画された。

打設したコンクリートの温度を躯体中心部と型枠付近の2か所でブロック毎に計測し、解析時の想定温度との比較を行った。

結果としては想定通り、もしくは想定より低い温度となり、予定通りの養生を行うこととした。

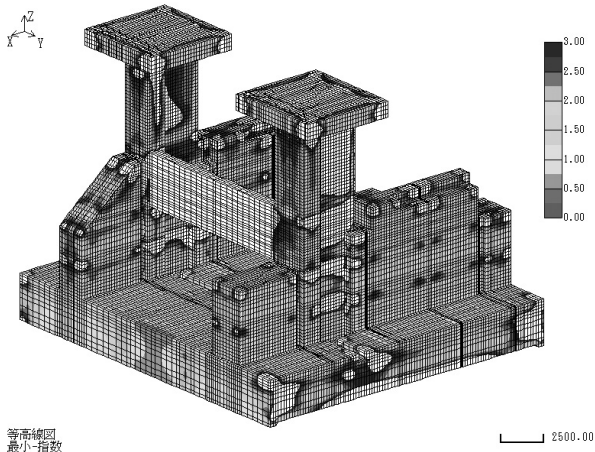


図-4

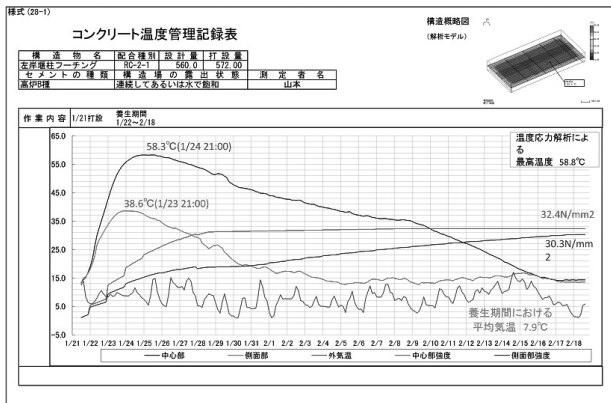


図-5

算出された強度のほうがより安全側に算出されていたため、この数値を以後の脱型強度として利用することを決定した。

さらに、今回の現場では大型構造物ということで半田市ふるさと景観条例により有識者などによる事前審査の結果、コンクリート表面に模様付けを行うことになった。発泡スチロール製の化粧型枠を利用したために、その部分は自然と保温効果が出て、ひび割れ発生を防ぐことの一つの要因となることができた。(図-6)



図-6

養生は初期段階におけるコンクリート内外温度差による内部拘束力の発生を抑制及び湿潤養生を行うために、気泡緩衝材でコンクリートを包み養生を行った。このことにより、コンクリート天端及び側面部分が外気に触れることがなく湿潤養生ができる上に、気泡緩衝材により保温効果が得られて外側部分のコンクリート温度降下を防ぐことができ、内部との温度差を25℃以下に保つことができた。そのため、内部拘束力が起因と思われるひび割れの発生を防ぐことができた。

また、計測した温度データの二次利用として型枠付近で計測したデータを脱型時期の判断に利用した。計測温度からコンクリート強度を推定するソフトを利用して脱型強度を求めるようにした。当初2回の打設時に採取した現空養生のテストピースによる圧縮強度と、ソフトから算出されたコンクリート強度を比較したところ、ソフトから

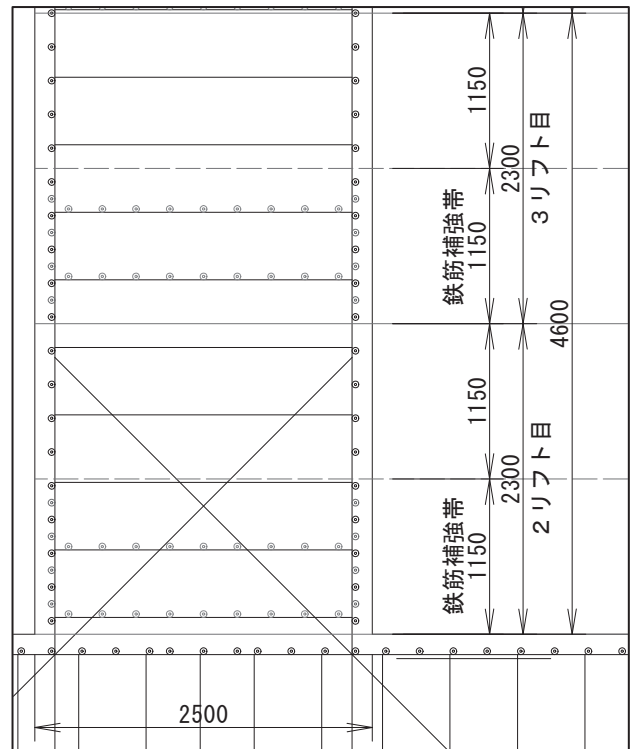


図-7

3-4 ひび割れ防止補強筋の配置

躯体の中で最もひび割れ発生の確率が高いと予想される壁部分（B=2.0m, 2.5m、H=7300）において、コンクリート収縮の際の外部拘束力によるひび割れに対する措置として補強筋を配置した。補強筋のタイプは配力筋に補強するタイプと、幅止め筋上に鉄筋を追加するタイプの2種類とした。それぞれの追加鉄筋は当初から設計されている配力筋や幅止め筋と同径のものを配置した。配置目安として外部拘束力は前回打設箇所から伝わってくることから、打設リフト高の下半分の鉄筋比を0.3以上にすることを目標に補強筋の配置を行った。（図-7）ここで、鉄筋比とはコンクリート断面積に対する鉄筋の断面積の割合である。

3-5 コンクリート打継間隔

先行リフトの収縮が初期のうちに当該リフトを打設するほうがひび割れ発生の確率が少ないとの研究結果から、先行リフトを打ち込んでから当該リフトを打込むまでの間隔が15日以内になるように工程を計画した。^{※1}

3-6 コンクリート打設講習会の実施

コンクリート打設作業に入る前に、躯体のひび割れ発生抑制を目的としたコンクリートの打設を施工面から良くするために、(株)総合コンクリートサービス岩瀬氏を講師に招いて打設講習会を開催した。（図-8）



図-8

当日はコロナ禍のため、打設作業に係る土工・圧送工・型枠大工など作業員18名が会場に集まり、弊社技術者など22名がリモートで各現場から参加し、合計40名が参加した。講義により、今までの勘や経験で実施していたことの裏付けをすることができた。打設においてやらなくてはいけないことや、やってはいけないことなどのルール作りをすることができた。作業員に対してはより良い品質のコンクリートを打設することの意識付けができ、活発に質問の出る大変有意義な講習会を開催することができた。

打設当日には講義で学んだ内容の人員配置や機械類の準備、施工方法の確認などをして打設に取り掛かることができた。

4. おわりに

今までも橋脚・橋台などの躯体工事は何度も経験し、その際もより良いコンクリートを作るための努力をしてきたつもりであったが、今回はさらにもう一步踏み込んだ工夫をしたことにより、大変満足のいく当初描いていたような、ひび割れの発生が見られない非常に良好なコンクリートの出来であった。

今後残りの半断面の施工があるので、さらに一段上の工夫を行い発注者・請負者共に満足のいく仕事が残せるように努力をしていきたい。



図-9

参考文献

- ※1 コンクリート構造物品質確保ガイド
【山口県土木建築部】

21 品質管理

巨大かつ急勾配ボックスカルバートの 施工における課題と工夫

岡山県土木施工管理技士会

蜂谷工業株式会社

現場技術員

現場代理人

滝澤 侑也[○] 橋本 成史

1. はじめに

玉島笠岡道路は岡山県西部地域の慢性的な交通渋滞の緩和や活力向上を目的とした自動車専用道路である。本工事は、当道路の浅口市里庄町六条院中地内の道路掘削、盛土、ボックスカルバートを構築する工事であった。本稿では、ボックスカルバート工における課題と工夫について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：玉島笠岡道路六条院中地区第3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：岡山県浅口市鴨方町六条院中地内
- (4) 工期：令和元年12月20日～
令和3年1月29日

2. 現場における問題点

①ボックスカルバートの縦断勾配が10%であり勾配が急なため、勾配下流側にコンクリートの荷重が集中することが予想された。その荷重が原因で、型枠がずれて出来形や出来栄が悪くなることが考えられた。

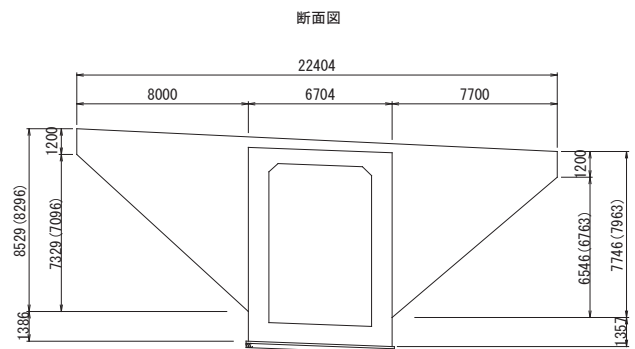


図-1 ウイング部断面図

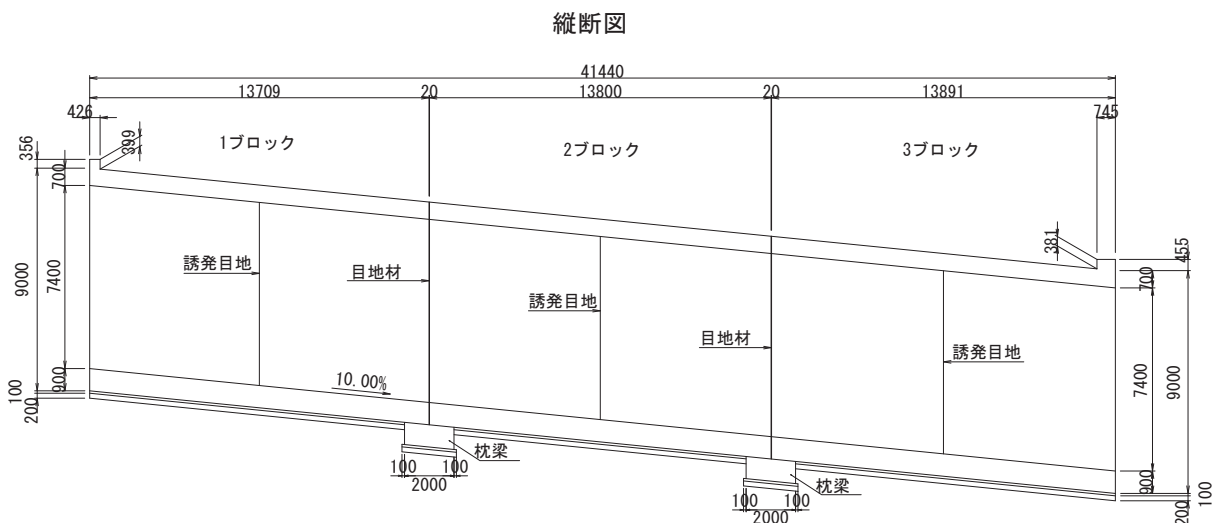


図-2 ボックスカルバート縦断図

②幅止め筋がD13@125mm（千鳥配筋）で配置された設計で机上での幅止め筋どうしの隙間は112mmであるため、外径Φ115mmのコンクリートポンプ車の筒先は寸法的に挿入することが不可能であった。筒先が湾曲したコンクリートポンプ車のホースを打設基準面+1.5m以内までどう挿入するかが課題となった。

③コンクリートの躯体が全高9.0mであり、打継ぎによる弱点をなくすため、堅壁+頂版（8.1m）を1度で打設する事とした。

堅壁+頂版打設時には打込み高が高く、層厚管理・締固め管理・打込み高管理・照度管理の方法が課題となった。

また、施工性が悪いため、豆板（ジャンカ）、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可能性があった。

④ボックスカルバート工はクリティカルパスであったため打設時期の調整ができず、コンクリート打設時期が冬季（12月下旬）になった。そのため、コンクリート養生時の気温が0℃以下になる可能性があり、寒中コンクリートの施工が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①コンクリート打設時にかかる荷重が原因で足場が滑動する事を防止するために、従来の足場の直角方向にも足場を設置するバットレス補強（図-3）を行って足場を強固にした。



図-3 足場のバットレス補強

荷重の掛かる妻型枠を強固に固定するため、足場からとるパイプサポートの数と型枠どうしを固定するチェーンの数を増やした。また、外側は底版側面のセパレータを利用し、内側は底版上面にアンカーを打ち込み、セパレータとアンカーからレバーブロックとチェーンを使用して妻型枠を緊張した。（図-4）

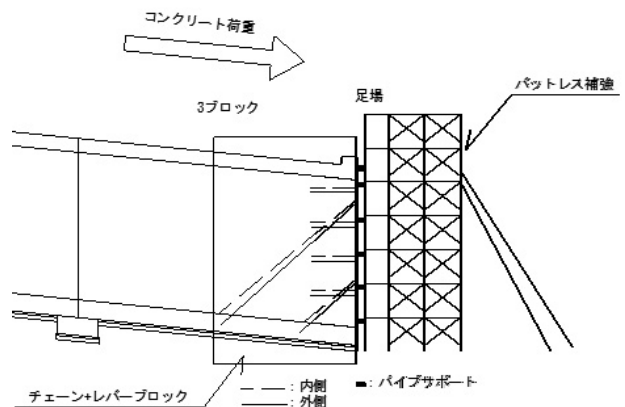


図-4 型枠補強図

②コンクリートポンプ車のホースを挿入するために鉄筋ピッチを広げたホース挿入口（150mm）を10ヵ所設ける事とした。（図-5）

挿入口を確保するために鉄筋やセパレータの位置出しを正確に行った。施工誤差を無くすために鉄筋工や大工と微調整を繰り返した。特に鉄筋の鉛直を確保するため、トータルステーションで何度も確認しながら鉄筋を組み立てた。

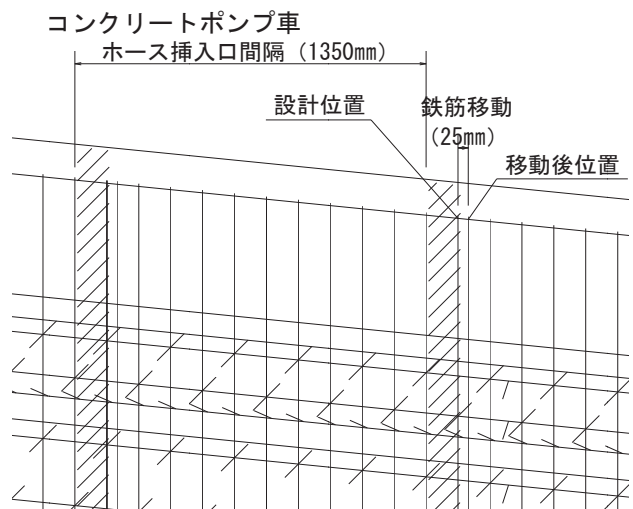


図-5 鉄筋配筋変更図

③締固め時は内部振動機のΦ50を6本とΦ40を4本準備した。Φ40の4本は再振動用として使用した。通常の内部振動機は長さが6mであるが、打込み高が8.1mであったため、長さ10mの内部振動機を準備して使用した。

層厚管理では、型枠内が暗くて見えないため、足元に照明を置き、型枠内を照らして打設を行った。また下層の打設箇所は、照明を使用して型枠内を照らしても目視することが困難であり、層厚管理が確実に行えない可能性があった。そこで、底版上面から4.0m（10層目）まではコンクリートの層厚を1層40cm、それより上層は1層50cmとし、10%の勾配なりに打ち上がることにした。鉄筋上面に印を施して層厚を明示し、確認用でレーザー測距機を使用し、天端からの下がりでの層厚管理も行った。

堅壁+頂版打設時には1日当たりのコンクリート打設量が約330m³であったため、堅壁打設時にはポンプ車2台（図-6）、打設班も2班に分かれて片壁ずつ打設し、頂版打設時にはポンプ車1台で打設班を1班に減らし、もう1班で天端押えを行う打設計画とした。



図-6 コンクリート打設状況

しかし、堅壁の打設班を2班にしたことで、適正な打ち上がり速度を超えてコンクリートを打ち上げてしまう可能性や、片側を先行して打ち上げてしまう可能性が浮上した。コンクリートの打ち上がり速度が速すぎると、型枠にかかる負荷が大

きくなり、型枠のずれや崩壊につながる危険があった。また、ブリージング水が打継面まで上がりきる前に打ち重ねてしまうので、沈みひび割れも発生しやすくなる。片側が先行して打ち上がると、型枠全体のバランスが崩れて負荷がかかり、型枠のずれや崩壊につながる危険があった。その危険を確実になくすため、コンクリート打設前には必ず生コン工場に直接打ち合わせに行き、打設ピッチと休憩のタイミングを確実に共有して打設に臨んだ。コンクリート打設日には、ピッチにずれが生じるたびに生コン工場と密に連絡を取り合って適正な打ち上がり速度を確保した。

材料分離を起こさせないため、打設前のコンクリートの試験時に、スランプ試験、空気量試験、塩化物量試験、単位水量試験に加え、大成建設株式会社の技術であるT-ポストスランプ試験を実施し、材料分離を起こしにくいコンクリートであることを確認して打設した。（図-7）T-ポストスランプ試験は、スランプが5～15cmの範囲のコンクリートを対象としている。スランプ試験の試料上面にフェノールフタレイン溶液を吹きかけて着色させた後、スランプフローが47cm、さらに52cmになるまでスランプ板をハンマーなどで叩いて変形させる。変形後の状態でコンクリート試料上面の円形縁（着色部）の有無を確認することにより、コンクリートの分離抵抗性を簡易的に評価する方法である。

（※参考文献1）



図-7 T-ポストスランプ試験

また打ち込み高が高いため、コンクリート打ち込み高さの上面から1.5m以内にポンプ車のホースの筒先を降ろしても、ホース内で自由落下している時に材料分離を起こしてしまう可能性があった。そこで、底版上面から4.0m（10層目）まではライトウエイトホースを使用し、打ち込み高の高さに対応した。ライトウエイトホースの仕組みは、ホース全体がゴムでできており、コンクリート通過時以外は閉塞し、コンクリート通過時に膨らむようになっている。そのホースの伸縮機能によって、ホース内側のゴムの抵抗でコンクリートにブレーキをかけ、自由落下速度を減速させることで材料分離を防ぐ仕組みである。

（※参考文献2）

④凍害対策として、保温養生をする際にはボックスカルバート外部の練炭養生に加え、内空をブルーシートで締め切り（図-8）、打設初日はジェットヒーターと練炭を合わせて使用し、2日目から7日目までは練炭を使用し、7日間温度管理を行った。また、天端にも湿潤マットの上にブルーシートを被せ、熱が逃げないように工夫した。その結果、初日は5℃以上、2日目から7日目までは0℃以上を常に保つことができた。



図-8 内空締め切り（ブルーシート）

以上の工夫の結果、妻枠の滑動や型枠のはらみによる出来栄えの劣化も見られず、豆板（ジャンカ）、コールドジョイント、沈みひび割れ、凍害等の初期欠陥も生じさせることなく、出来栄えも品質も良いコンクリートを打設できた。

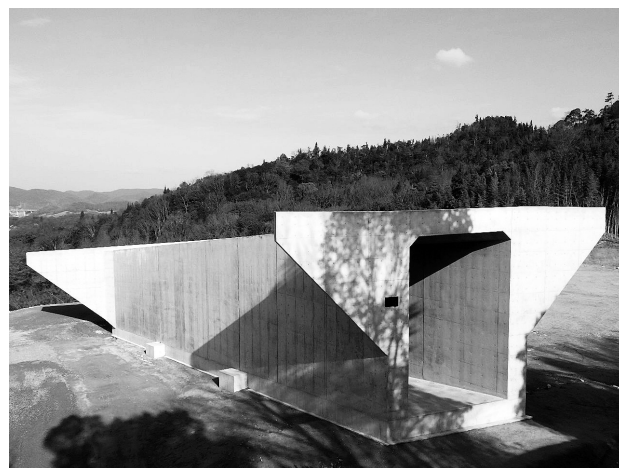


図-9 完成写真

4. おわりに

本工事のボックスカルバート工の管理では、発注者や当社職員には多くの助言と協力を頂き、協力会社とは一緒にいいものをつくりあげようと色々な意見を出し合った。その結果、様々な課題を解決することができた。

施工順序・施工方法を作業終了後にも遅くまで話し合ったこと、最終のコンクリート打設後のクリスマス日に余韻に浸りながら次の日の昼まで天端押えをしたことなど、まだまだいろいろありますがこのような経験の全てはこれからの自分の財産です。この経験を生かし、これからも改良・改善を重ねてより良いコンクリート構造物をつくっていきたいです。

最後に本工事にご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

1. 大成建設株式会社ホームページ
<https://www.taisei.co.jp/ss/tech/C0072.html>
2. 東北工業有限会社ホームページ
<http://www.touhoku-kogyo.jp/business3.html>

22 安全管理

急傾斜地崩壊対策工事における安全対策について

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
丸山 弘志

1. はじめに

当該工事の対象となる大町市八坂東大塚地区は、中央構造線の北西部にあたり、小谷中山断層と高府向斜に狭在した地域で、犀川支流の金熊川と矢田川との合流地点である。対象斜面は長年にわたり、風化による崩落土砂が堆積して形成され、小規模な地滑り痕なども見受けられ、斜面全体として脆弱なものとなっている。基盤となる地質は、砂岩と泥岩の互層が主流をなし、その中に時折礫岩が見られる。将来的にも少なからず崩壊を予想させる急傾斜斜面であり、土砂災害危険区域に指定されている。保全対象施設として、大町市立八坂中学校と民家1戸を、土砂崩壊から守るための工事である。

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度防災安全交付金
（急傾斜地崩壊対策）（重点）工事
- (2) 発注者：長野県犀川砂防事務所
- (3) 工事場所：長野県 大町市 八坂 東大塚
- (4) 工期：令和2年11月30日～
令和3年8月26日
- (5) 主な工事内容
崩壊土砂防止柵工 L = 37.0m
支柱高 H = 3.5m

当該工事の対象斜面は斜面高106.0m傾斜角度30°～38°にもなる急傾斜地であるほか、湧水や地滑

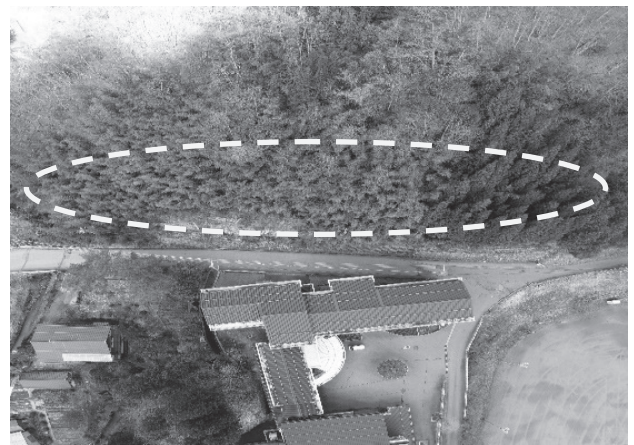


図-1 工事着手前 点線内施工範囲

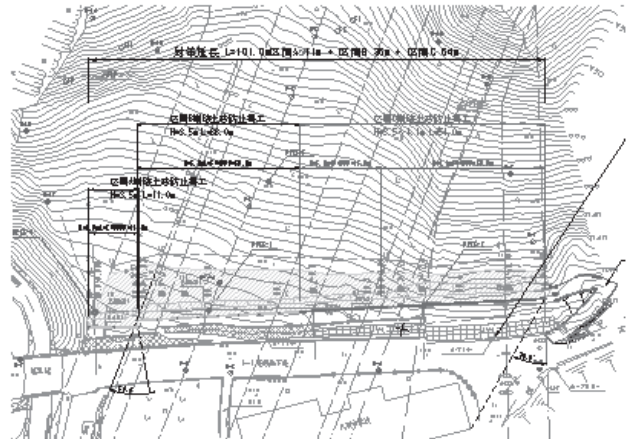


図-2 工事平面図

り痕も数多く見受けられる。降雨時には、地表表面水や地下浸透水の影響により、さらに地盤が緩くなり、過去においても土砂災害が発生したと推測される。

当該施工箇所の計画は、保全対象施設の保護に加え、これらの地域の生活道路でもあり、主要幹

線でもある県道舟場矢下線を含んだ東大塚地域を崩壊土砂から守ることに繋がる。

2. 現場における問題点

①長大重量支柱の取り扱いと作業ヤードの制約

当作業所の地理的条件は、上述のように施工箇所と保全対象施設が県道舟場矢下線を挟んで近接した位置にあり、県道をクレーン作業ヤードとして使用せねばならない施工条件であった。

さらには、使用する支柱の長さが12.1mで重量4.0tもある長尺重量物となるため、支柱荷揚げ作業は、人力で制御できず構造物や架空線などを損傷してしまうことや、作業員に対しても支柱の落下や挟まれなどの重大災害が発生することが考えられた。

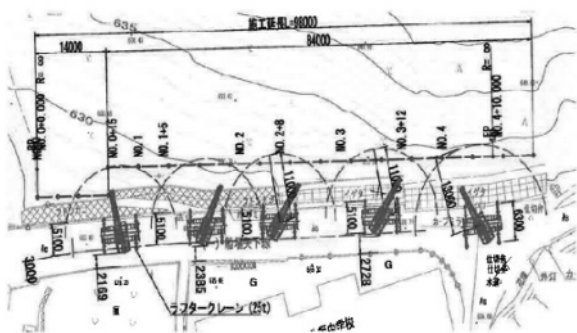


図-3 クレーン作業ヤード計画図

②クレーン作業能力を超えた作業範囲

当初計画では県道に配置した50t級のラフタークレーンを使用して、足場工に重量10t級のクローラークレーンを設置しての支柱の建て込みであったが、10t級クローラークレーンでの作業能力では、下部支柱L=9.25m 重量3t(変更協議後)の支柱を吊り込むことができないことが判明し、13t級のクローラークレーンを積載することが、必要となった。しかし、道路センターから足場工までの距離12.0mの条件下では、50t級クレーンの作業能力を超えてしまい、この条件の下では、支柱の建て込みが困難という結論に至った。

③重量物載荷状態における足場工下の作業

崩壊土砂防止柵工の施工では、足場上にボーリングマシンやクローラークレーンなどの重量機

械や、重量支柱などが上載されている条件の下で、作業員が足場工の下部に入り、削孔スライムの掻き出しや、支柱の固定、モルタル注入等の作業が不可欠である。従って足場工内の作業スペースの確保と許容荷重が重要な課題となる。当初計画では、パイプサポート足場での施工であったが、パイプサポートの積載荷重は2000kg/1本以下の荷重となるよう、安全衛生規則で推奨されているので、当作業所の条件下のもとで施工が可能かどうか検討する必要がある。



図-4 支柱固定作業



図-5 モルタル注入作業

④八坂中学校関係者に対しての工事の影響

八坂中学校の生徒及び教職員に対して、ダウンザホールハンマ工による削孔における騒音と、学校の目で行われるクレーンによる荷上作業など、県道を片側通行にして行う工事からのマイナスな影響を最小限に押さえて工事を進めるように配慮する必要がある。

3. 工夫改善と適用効果

①長大重量支柱の取り扱いと作業ヤードの制約

取り扱う支柱を軽量化して、長さも短くなれば、周辺構造物を損傷する恐れもなく、支柱の落下や挟まれによる、作業中の重大事故発生の要因が低減されるため、分割支柱（2本つなぎ）を採用することを発注者に提案し協議した。

崩壊土砂防止柵工の設計要件である、土砂移動時と土砂堆積時の安定計算を検証した結果、分割支柱であっても、施工条件にあたる崩壊土砂量を捕捉し、必要な抵抗力を有することが検証できた。

土砂移動時の作用モーメント

$$850.90\text{KN} \cdot \text{m} \leq 890\text{KN} \cdot \text{m} (\text{抵抗モーメント})$$

土砂堆積時の作用モーメント

$$414.50\text{KN} \cdot \text{m} \leq 890\text{KN} \cdot \text{m} (\text{抵抗モーメント})$$

分割支柱（L=9.25m・重量3.0t）での施工が可能となったため、八坂中学校や他の構造物・架空線等を損傷・切断する恐れが減少し、作業においても重大事故発生に対してのストレスが軽減され、無事故無災害で進めて行くことができた。

②クレーン作業能力を超えた施工条件

東大塚地域までの道路は、道幅も狭く急カーブも多いため、100t級の超大型のクレーンは、進入はできずに、50t級以下のクレーンによって、クローラークレーン（13t級）を設置しなければならなかった。

このため、足場工の施工領域を道路側へ4.0mほど広くし、50tクレーンの作業半径を小さくすることで、リスクなく安全に設置をすることができた。

また、足場工の形状も当初は地盤傾斜に合わせて

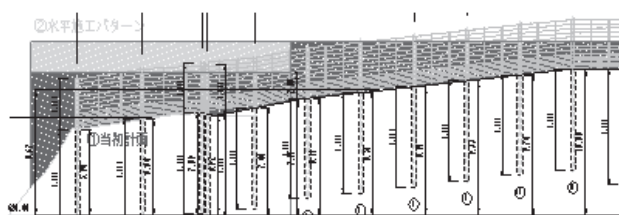


図-6 足場工水平施工展開図



図-7 クローラークレーンつり込み状況

た段差のある計画であったが、水平に展開し、機械設置撤去の回数を減らし、通行止めの回数を減らすように努めた。

足場工の施工領域を広げることで、クレーンの作業能力の負担を減らし、足場工の段差をなくすことにより、県道の通行止め回数を減少させたため、周辺環境への影響を極力抑えることができた。



図-8 足場工全景

③重量物載荷状態における足場工下の作業

パイプサポート足場の構造計算をして、許容荷重の検証をするとともに、載荷重量に対しても十分な許容荷重があるYTロック（システム）足場の比較検討を行った。

表-1 足場工比較検討表

足場工許容荷重の検証

名称	重量		
クローラークレーン	12.47	t	
支柱	3	t	
鉄板 1.5×3.0	1.6	t	2枚
*作業係数 1.2			
作業荷重			
(12.47+3.0)×1.2+1.6		=	20.16
20.16÷9.0(鉄板2枚の面積)		=	2.24t/m ²
許容荷重の対比			
パイプサポート	2.24t ≥ 2.0t		許容荷重不足
YTロック	2.24t ≤ 3.5t	◎	十分な許容荷重

検証結果より、パイプサポート足場では、この作業条件の下では、 $2.24\text{t}/\text{m}^2$ の荷重に耐えきれず足場工の崩壊・倒壊の恐れがあることが判明した。

この検証結果をもとに、監督員にYTロック足場の採用を提案して、施工することができた。足場工の倒壊を防止することで、県道の通行止をせず、保全施設の損傷・架空線の切断などの重大事故を未然に防ぎ、重量物載荷状態の足場工下の作業においても作業員の不安や・ストレスを大幅に削減することができ無災害作業へとつながった

④八坂中学校関係者に対する工事の影響

学校側との作業前の打合せにおいての一番の要望は、県道の片側を占拠して行う作業のため、通学・下校時の歩行者用通路の確保であった。この要望を含めた工事影響緩和の対応策として下記のものを実施した。

①ダウンザホールハンマによる掘削作業では、コンプレッサに防音シートを設置して、騒音の程度を計測して、少しでも作業騒音を減少するように配慮して対応することができた。



図-9 騒音計測状況

②作業中は、中学校側道路に歩行者用通路を確保して、生徒の通学路として利用してもらうことができた。



図-10 生徒通学状況



図-11 中学生徒による気象状況確認

③現場事務所に設置の簡易気象装置のデータを作業中も確認できるようにメッセージボードを取り付けるが、今回は県道及び中学校側からも見える位置に配置し、特に降雨時の降水量や真夏の熱中症に対しても、東大塚地域の今現在の気象情報を常に表示することで、中学校の生徒・職員、通行者に対して情報を提供することができた。



図-12 地域を守る崩壊土砂防止柵工

対象保全施設と幹線道路を土砂崩壊から守る工事であったが、前述した課題①②③により、この工事における、大きな不安要件を着手前の変更協議により解決したことで、作業中の不安定要因やストレスを軽減するとともに、八坂中学を初めとする地域への影響を緩和することができた。

急傾斜地・土砂災害危険区域において、幹線道路片側にラフタークレーンを設置して、重量物を設置する大掛かりな工事ではありましたが、度重なる協議に応じていただきました、犀川砂防事務所の皆様、大町市八坂支所、八坂中学校・東大塚地域住民の方々の御協力により、無災害で竣工できたことに感謝申し上げます。

3DMG 特殊斜面掘削機による 急斜面での安全作業環境の構築について

宮崎県土木施工管理技士会
旭建設株式会社
専務
木下 哲治

1. はじめに

本事業は地域づくりを目的とした林道開設事業であり、本工事ではその林道開設に伴い発生した大規模地すべりを抑止する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度 山のみち地域づくり交付金事業 小川・石打谷線（2工区）
- (2) 発注者：宮崎県児湯農林振興局
- (3) 工事場所：宮崎県児湯郡西米良村横野
- (4) 工期：令和3年3月8日～
令和3年12月25日
- (5) 工事内容：(図-1, 図-2)

掘削工（人力）：611m³

グラウンドアンカー工：922m（63本）

吹付法枠工：194.4 m

モルタル吹付工：960.0m²

仮設工（ケーブルクレーン）：1式

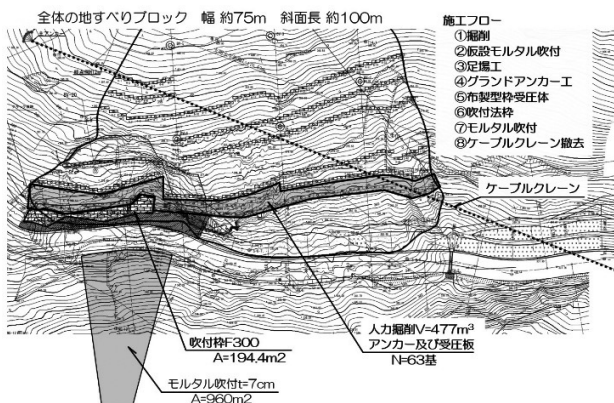


図-1 施工平面図

本工事は平成28年4月に発生した大規模地すべりに対し、上部から段階的に発注され施工されてきた地すべり対策工事である。

工事内容は、急峻で凹凸が非常に激しい斜面に対し人力掘削により法面を整形、そこへ抑止工としてグラウンドアンカー及び、その反力となるTFC受圧体を施工、法面保護工として現場吹付法枠工、モルタル吹付工を施工する計画である。

今回の工事において最も大きな検討を要したのは、受け盤を形成し節理が発達する強風化岩、その脆弱な土質に対する人力での掘削作業におけるリスクへの対応と、人が容易にいけない急斜面での作業及び施工管理は転落等リスクが非常に高く、作業性が急激に低下することから、その対策対応について技術提案を行うものである。

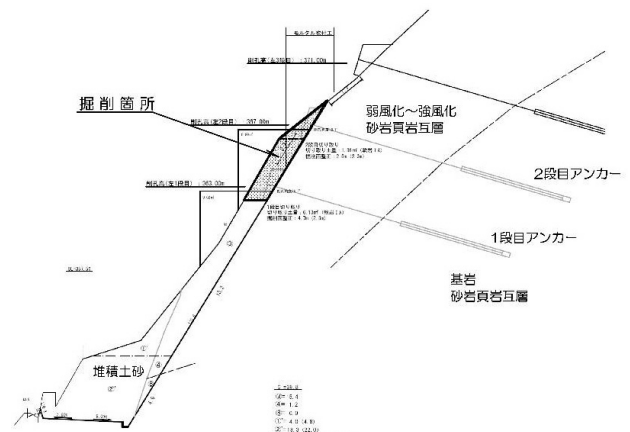


図-2 横断図

2. 現場における問題、課題点

問題①脆弱な地質における人力掘削

掘削箇所は節理が大きく発達する強風化砂岩頁岩互層に加え、法面崩壊時に引っ張られた亀裂が多数みられ、各所に緩みが多々発生している。

その中、親綱ロープにぶら下がっての人力掘削作業は、角礫状に岩塊が抜け落ち、巻き込まれたり、浮石落下による危険性リスクが非常に高い。

また、掘削直後の応力開放により土砂崩壊が発生し、作業員が巻き込まれるリスクも懸念される。

問題②斜面上での測量、丁張設置時の転落リスク

現場は急峻で複雑な形状、足場のない勾配45度以上の斜面がほとんどである。

斜面上での着手前測量（横断測量）、丁張設置作業に加え、掘削中における施工管理は幾度も高さや勾配管理を行う必要がある。

足場が不安定で親綱ロープで吊り下がっての作業や施工管理は、施工性が悪く疲労も溜まりやすいえに墜落転落のリスクが常に高くなる。



図-3 掘削作業箇所

3. 工夫・改善点

問題①に対する工夫・改善

まず、不安定斜面における人力作業については不慮の事案が発生した場合の人的災害リスクが非常に大きすぎることを勘案すると人力作業そのものを排除する方法はないか。（人力→機械化）

しかし掘削する斜面は重機が作業する足場がな

いことから、次の2つの機械化案を検討。

機械化案①：仮設足場構築による機械掘削

掘削法尻予定高さに小型バックホウの作業足場を仮設し、足場上より掘削する。（小型バックホウは既設ケーブルクレーンにより足場上へ運搬）

機械化案②：特殊斜面掘削工法の採用

この工法は、従来の掘削重機では登坂・掘削作業が行えない「急傾斜面」上において、「特殊改造を施したバックホウ」を上部アンカーからワイヤーロープにて吊り下げられた状態で斜面の掘削、切崩し等を、効率的且つ安全に施工が行える。

斜面上部に設置したアンカーと、掘削機械本体に搭載した油圧ウインチに巻取り設置された高強度ワイヤーを接続し、ウインチの巻取り・巻戻しと走行装置を連動駆動させることにより、掘削機本体を斜面上で上下左右に移動させることを可能としている。

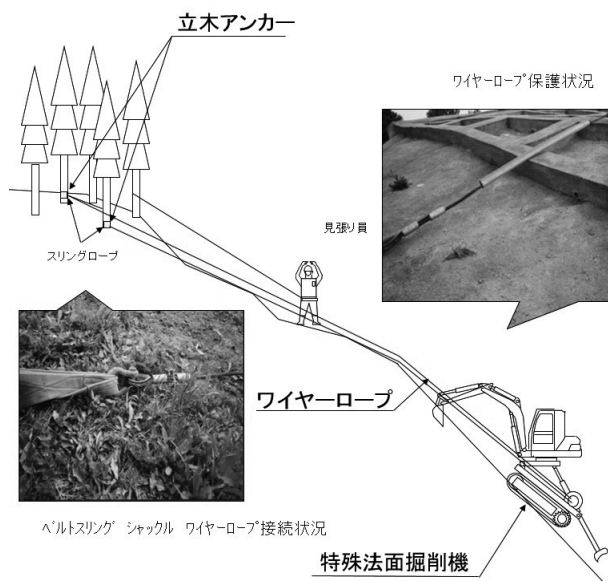


図-4 特殊斜面掘削工法

機械化案①は、今回工事以前での上部においても採用されてきたものである。

2t以上の重機が作業する単管足場を堅固（単管ピッチ通常1.0m→0.8m）に設置する必要がある大掛かりな人的作業量と資材量が必要となる。

また、足場への掘削土砂載荷やキャリアダンプでの土砂運搬による足場への負荷増大、掘削に伴

い土砂崩落が発生した場合はその衝撃により足場が倒壊、バックホウ転落のリスクが想定された。

機械化案②については、バックホウを吊り下げでの作業ということもあり、ワイヤー破損やアンカー引き抜けによる転落のリスクが容易に想定されたが、アンカー引張試験実施（安全率1.7）、や日々のワイヤー点検等によりリスク要因を排除、逆にワイヤー固定により、掘削時の土砂崩壊発生に際し巻き込まれ転落するリスクが少ない。

以上のことから、問題①に対しては**機械化案②**である特殊斜面掘削工法を採用することとした。

問題②に対する工夫・改善

急峻な斜面上での横断測量や丁張設置、また、掘削作業に伴う高さ、勾配等の施工管理は、法面からの転落の危険性や斜面崩落に対する巻き込まれ等の危険性が高まることから、人力での作業や立ち入りを極力排除するため、特殊斜面掘削機に3DMG（3次元マシンガイダンス）システムを搭載したICT施工を採用することとした。

掘削機本体は測位システムと各種センサーでバケットの刃先の3D位置情報をリアルタイムに計測が可能となる。

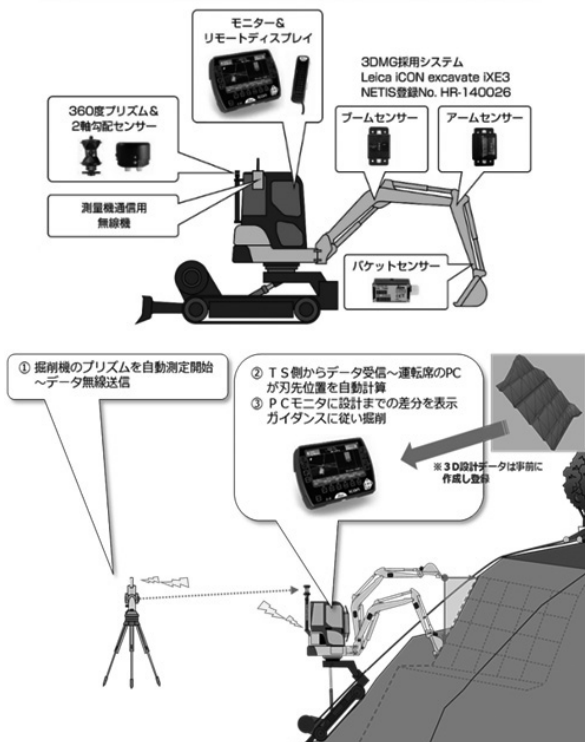


図-5 3DMG法面システム構成

着手前空撮測量の「三次元点群データ」と、計画時に作成した「3次元設計データ」との差分を三次元モニターで確認しながらオペレーターが掘削を行っていく。

そのことにより、丁張の設置が不要であり、掘削途中における測量や施工管理も必要としないため、危険個所に人を立ち入らせない工夫による安全性向上を図った。



図-6 三次元モニターによる掘削箇所確認

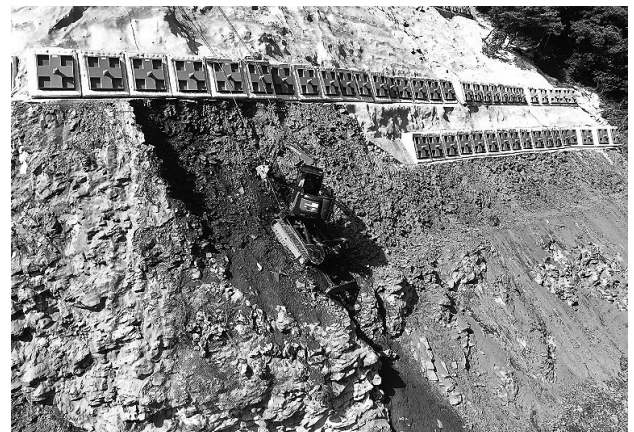


図-7 MGシステムによる法面掘削

事前に行う着手前測量にはUAVによる三次元空撮測量を計画した。

通常、GPS測位を前提としたUAV測量では、要求される精度を達成するために計測対象範囲の外縁及び内部に100m以内の間隔で標定点を設置、そして、精度検証のため200m以内の間隔で検証点を設置しなければならない。

しかし、当現場は急峻で複雑な斜面上であることから、「標定点」や「検証点」を置くこと自体も危険性が高いこと、加えて高低差の大きい斜面の測量となることからUAVの対地高度を一定に

保つことが困難であり三次元点群データの要求精度をクリアできるか不安要素があること。

以上2点のことを考慮し、RTK-GNSS方式によるUAV測量を実施することとした。

RTK-GNSS方式によるUAV測量は、地上に設置する「RTK基地局」とRTK機能搭載ドローンの「移動局」とで相互連携、GNSSシステムで高精度な位置情報データを取得しながら撮影することができる。

それによりcmレベルの高精度な測量が可能であることから、精度確保のための「標定点」の設置を不要とすることができた。

精度確認のための「検証点」については安全な斜面下部の道路上に点設置することとした。

測量後の座標間較差は4点すべてにおいて基準値内、最大でも1.6cm差という結果を得た。

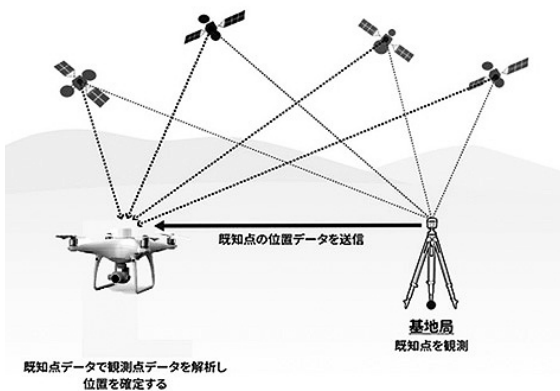


図-8 RTK-GNSS方式のイメージ

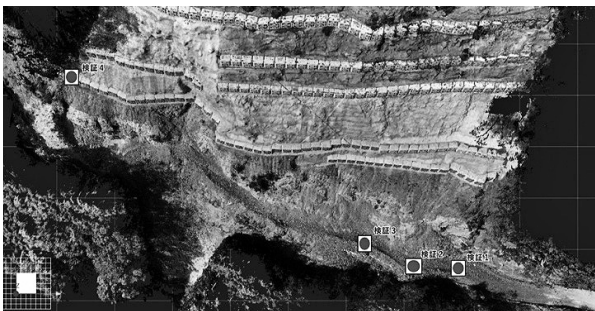


図-9 安全な箇所での検証点設置

4. 適用結果、効果

人力作業を機械化作業に変更したことで、転落墜落の危険性の高い斜面での人力作業を最大限低減、安全に施工を完了することができた。

更には掘削機に3DMGシステムを導入したことにより、丁張設置や掘削中の施工管理不要とすることで人的作業の排除=人的災害リスクの軽減を図り、人を立ち入らせないことによる墜落・転落に対する安全作業環境の向上が図れた。

また、重機作業周辺での測量作業、法面整形補助者も必要ないことから、重機と作業者の接触災害防止にも大きな効果があった。

その以外にも、UAV測量や三次元設計データ等のICT技術活用により全体工程として約8割の作業効率化も図れた。(表-1)

表-1 導入効果比較表

		人力土工	ICT土工	備考
着手前 測量	現場測量	4日 8人	1日 2人	従来は光波測量 ICTはUAV空撮測量
	効率化率 70.0%	2日 2人	1日 1人	
施工	丁張り設置	3日 6人	0日 0人	従来施工は人力施工
	掘削	40日 80人	15日 15人	
	法面整形補助	8日 8人	0日 0人	
全体比較	効率化率 82.7%	57日 104人	17日 18人	

5. おわりに

現在、建設業界では担い手不足解消のため、生産性向上等を旗印に土工を中心とした建設施工、建設機械に対するICTの全面的活用を加速度的に進めている。

そのような中、今回の現場では、急斜面、脆弱土質という条件の中で作業者がより安全に作業できる作業環境構築を図ることを最優先課題としてICT導入を図った。

作業者が転落するリスクが大きい斜面での掘削作業だけに、特殊法面掘削機での3DマシンガイダンスによるICT法面掘削の導入は、一般的な現場でのICT施工に比べて安全性に対する効果は高い。

今後も、悪条件の現場でこそ積極的にICT施工を導入し、リスクゼロの作業環境を構築していきたい。

24 安全管理

ICT を活用した鋼橋架設における安全管理の工夫

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

監理技術者

現場代理人

酒 井

匡[○]

内 村

將 吾

1. はじめに

「宮古盛岡横断道路」は、宮古市と盛岡市を結ぶ国道106号の急カーブ等の交通支障解消を図るとともに、東日本大震災の沿岸部被災地と内陸部との連携を推進することにより、被災地の早期復興を支援する道路である。本工事は、「宮古盛岡横断道路」宮古～箱石間の、宮古市茂市地内に、閉伊川を渡河して架橋する茂市橋の建設工事である。

架設工法は、550t吊り油圧クレーンを使用したクレーンベント工法を採用した。

工事概要

- (1) 工 事 名：茂市橋上部工工事
- (2) 発 注 者：東北地方整備局三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県宮古市茂市地内
- (4) 工 期：自)平成30年9月5日
至)令和2年3月25日
- (5) 橋 長：177.0 m
- (6) 橋梁形式：鋼4径間連続5主鈎桁橋

本橋の構造一般図を図-1、着工前写真を図-2に示す。

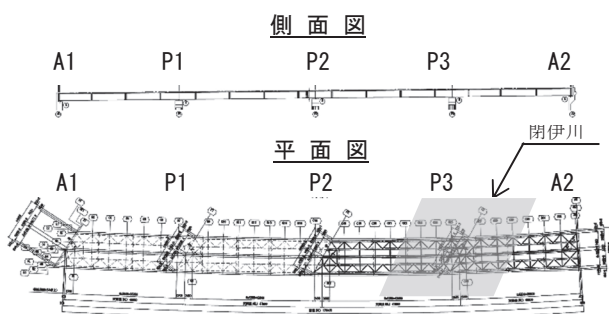


図-1 構造一般図



図-2 着工前

2. 現場における問題点

本橋の構造は、連続多主鈎桁橋でP2-A2間に閉伊川が流れており、下部工が流水方向に設置されているため、すべての橋脚や橋台に斜角60°を有する複雑な構造であり、特に支点近傍には、横構などの構造部材が複雑な配置となっている。

また、架設位置は、両桁端部に山を配した谷間地で風の通り道となるため、特に施工時期の冬季は、強風に対する注意が必要であった。さらに、谷間地形のため、12m以上の高いベント設備が複数必要な施工条件であった。以上の特徴から、鋼桁架設は、以下の4つの課題に対する安全管理対策が重要と考えた。

- (1) 鋼桁架設時の強風時の安全管理手法
- (2) ベント設備組立・解体作業時の作業者の墜落災害リスクを低減する施工計画

(3) 鋼桁架設中のベント設備倒壊防止対策とその管理手法

(4) 自然災害発生時の対応

鋼桁の架設状況の写真を図-3に示す。



図-3 鋼桁の架設状況

3. 工夫・改善点と適用結果

上記の課題に対する工夫・改善点と適用効果について以下に述べる。

3.1 ICT技術を活用した風速管理の工夫

鋼桁架設時の強風に対する安全管理手法としてICT技術を活用した風速監視システムを構築し導入した。

一般的な現場での風速管理は、現場の見やすい箇所に吹き流しを設置して、管理者や重機オペレータが目視で確認する方法が採られる。しかし、吹き流しによる確認方法は目安に過ぎず、特に移動するクレーン位置での風速が確認できない。そのため、施工計画で強風時の作業中止基準を定めるとともに、クレーンブームの頂部に、常時監視型デジタル風速計を設置し、クレーンオペレータが運転席モニタで常時確認できる様にした。また、全てのベント設備の頂部にもデジタル風速計を追加し、桁の架橋高さでのリアルタイム風速を確認できるようにした。さらに、ICT技術を活用し、計測値をWi-Fi設備を介してクラウド上に保存し、あらかじめ設定した管理限界風速を超過した場合は、現場代理人や監理技術者の携

帯電話にアラートメールで連絡する仕組みとしたことで常に、システム画面を監視する必要がなくなった。

風速監視システムの構築により、作業中止指示や作業再開判断など、根拠をもって速やかに行うことができ、最大風速10m/sとなった日もあったが、架設作業における強風時の安全管理強化に有効であった。

クレーンブーム頂部風速計設置状況を図-4に、風速計設置状況を図-5に、現場事務所での風速監視画面を図-6に示す。

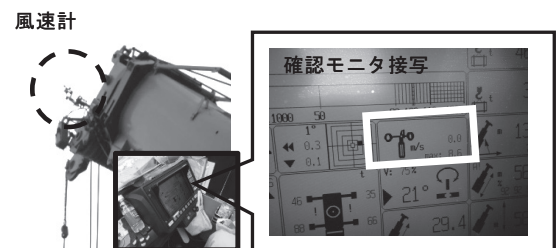


図-4 クレーンブーム頂部風速計設置状況



図-5 風速計設置状況 図-6 風速監視画面

3.2 ベント設備施工時の墜落リスク低減対策

当該工事では、地上から12m以上の高さのベント設備を複数設置するため、ベントの組立、解体作業時における墜落災害リスクを低減する施工計画が重要であった。

このため、ベント設備施工時の高所作業量を減じる目的で、自社保有の「ユニット型ベント設備」を採用した。ユニット型ベント設備は、予め地上でセル毎の地組立を行い、解体も逆順で作業が可能になるため、高所作業量を大幅に低減でき、ユニットの接合は地上で組み付けた足場と階段を用いる利点がある。なお、地組立したベントユニットを楊重する作業となることから、吊り荷重が増加するため、補助クレーンの規格を16t吊

りラフタークレーンから25t吊りラフタークレーンにランクアップして対応した。

ユニット型ベント設備の地組状況を図-7に示す。

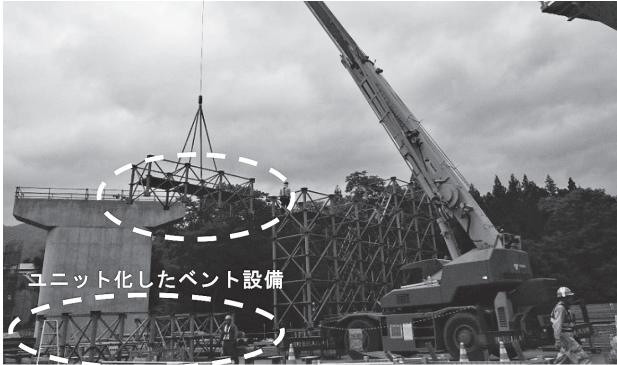


図-7 ユニット型ベント設備の地組立状況

3.3 ベント設備の倒壊防止対策と管理手法

近年の鋼橋架設現場で発生した災害では、架設中の桁落下による重篤災害が記憶に残っている。

本工事では、閉伊川の河川区域内に盛土した施工ヤードに複数ベント設備を設置するため、ベント設備の基礎沈下や傾斜によって、ベント設備が倒壊し桁が落下する等の重篤災害を防止する管理手法が重要である。そこで、ベント設備の傾斜量を把握する目的で、全てのベント設備に傾斜測定管理システム「チルトウォッチャー」を設置し、ベントの傾斜量を常時監視できるシステムを構築した。

また、桁架設後には、ベント設備と鋼桁をH型钢とPC鋼棒で構成された桁固定設備で堅固に固定すると共に、ベント設備頂部の桁受梁に鋼桁の横ずれを防ぐ移動制限装置を追加設置し、二重の転倒防止対策を図ることで鋼桁の落下倒壊災害を防止した。傾斜監視システムの観測結果は、温度変化による鋼桁の伸縮に伴う傾斜量程度に収まっていることが確認でき、無事に架設を完了した。

桁固定設備と移動制限装置の概要図を図-8に、ベント設備の傾斜計測管理システム「チルトウォッチャー」の設置状況を図-9に示す。

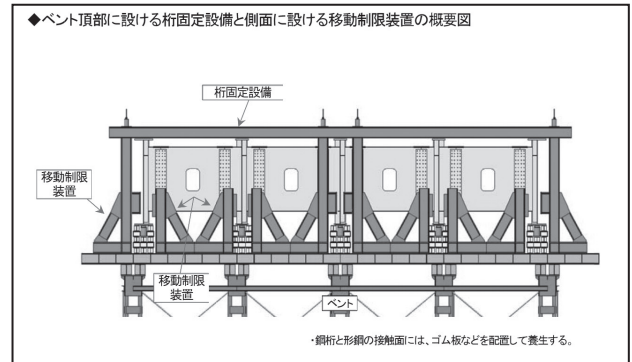


図-8 桁固定設備と移動制限装置の概要図

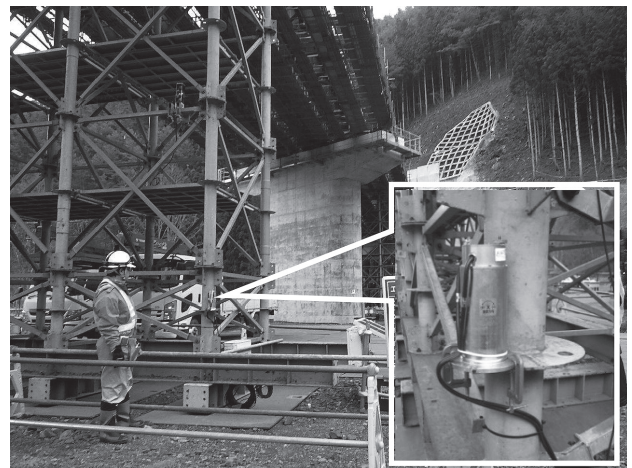


図-9 「チルトウォッチャー」の設置状況

3.4 自然災害発生時の対応

本工事は、閉伊川の河川区域内で河川協議に基づいた瀬替え盛土による施工ヤードを確保して施工した。2019年秋の台風19号豪雨により閉伊川が急激に増水し、施工ヤードの一部が流出する被害を受け、本工事の工程の遅延が懸念された。これに対し施工ヤードの復旧には、盛土材料を供給可能な隣接工区と密に調整をしながら復旧に必要な土量を計画的に確保すると同時に、復旧作業に必要な作業員や重機類を臨機に手配するなど早期復旧を図り、本工事の全体工程の遅延を防止できた。

更に、大規模自然災害の特徴として、被害が広範囲に及ぶことが多いが、今回も近隣地域の供用道路が土砂崩れによる通行支障が生じ、災害応急復旧協力の要請があった。前項の遠隔システムを導入したおかげで、自現場内の災害による異変の有無が常時把握できたことで、管理職員を他の災

害応急復旧工事へ分散する余裕も生まれ、微力ながら復旧応援にも取り組むことができた。なお、この取り組みに対し、後日災害復旧に貢献したとして発注者より感謝状も頂けた。

供用道路の応急復旧状況を図-10に、感謝状の写しを図-11に、当該工事の施工ヤード復旧状況を図-12に示す



図-10 供用道路の応急復旧状況

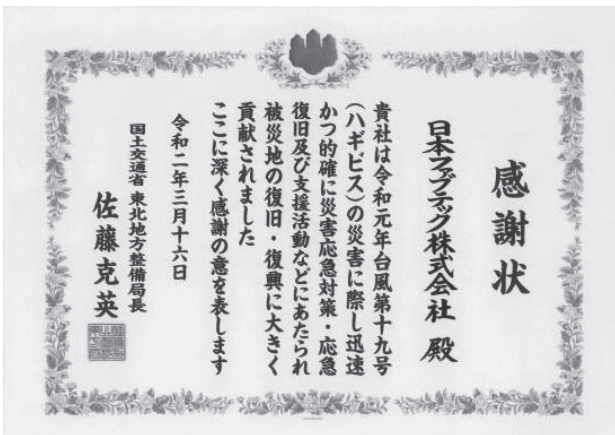


図-11 感謝状写し

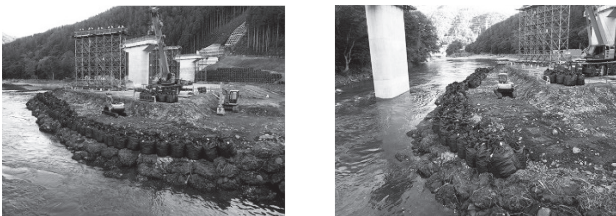


図-12 施工ヤード復旧状況

4. おわりに

本稿では、ICTを活用した鋼桁架設の安全対策の工夫と災害時の対応について紹介した。鋼桁の架設で重要となる安全対策は、計画段階から現地条件を考慮することが大切である。また、近年増加している異常気象による自然災害についても災害の影響とそれに対する対応を準備しておくことが重要であると考えます。

今回の施工では、気象の変化による影響を常に把握できる管理が大切と感じた。災害時の復旧手段を導き出すのが困難な状況であっても、職員や作業員全員が管理データを共有できることで、よりよい解決策を導きだせると実感した。また今後、現地での安全対策についてICT技術の活用を強化し、一歩進んだ安全管理に努めたい。

最後に、「復興道路」が供用し、東北地方の道路の安全性、快適性の向上、地域の復興に微力ながら貢献できたことが幸いである。

ご安全に！



図-13 完成写真

25 安全管理

FCを使用したベント架設における 安全管理と閉合時の継手精度管理

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

服部 友紀

1. はじめに

国道245号湊大橋は、茨城県水戸市を起点として日立市に至る主要幹線道路で、交通容量の不足により慢性的な交通渋滞が発生しているため、平成12年度からⅠ期・Ⅱ期工事で4車線化を進めている工事である。Ⅰ期工事では、既設橋の上流側に新橋を整備し、暫定的に交通を切り回した後、本工事であるⅡ期工事で既設橋の撤去後、下流側に新橋を整備し4車線化する計画である。

湊大橋中央径間工事は、一級河川那珂川の流水部の架設となるため、フローティングクレーン（以下、FC）架設工法を採用した。（図-1）

工事概要

- (1) 工事名：30国補地道第30-03-637-Z-001号
橋梁上部工事湊大橋（その1）
- (2) 発注者：茨城県
- (3) 工事場所：一般国道245号水戸市小泉町地内
- (4) 工期：平成30年9月28日～
令和2年8月31日
- (5) 橋梁形式：4径間連続鋼床版箱桁橋
- (6) 橋梁諸元：橋長：401.00mの内、138.00m
支間長：97.40m+2@99.00m+103.60m(CL上)
幅員：12.000m



図-1 FC架設状況写真（閉合ブロック架設）

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたり、以下の問題点があった。

- (1) 現場着手直前に、台風により那珂川が氾濫し、河川内地形が変化した可能性がある。また、ベント杭深さやFCの係留位置などについて、計画したとおり施工できるか、現状を再度調査する必要が生じた。
- (2) 本橋は那珂川河口周辺に位置し、漁業船・遊覧船・高校ボート部等の一般船が多数航行しているため、河川内施工中の基礎杭や起重機船との接触事故を防ぐための安全対策を講じる必要があった。
- (3) FCの移動は、アンカーを使用する。本工事区域は、一般船舶の航行が多いため、航行の安全確保やアンカーを杭とした場合の水質環境の維持が課題であった。

- (4) 本工事の架設は渇水期施工であり、一般船舶の航行への影響を低減しながら施工を進めなければならない制約から、中央径間の閉合架設は継手精度を高めて1日で確実に完了させる必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 河川内の地形を再確認するために、シングルビーム深浅測量（単一の音波を直下に発射し、その音波が水底で反射して受信するまでの時間を取得し、水深に換算して地形を計測する手法）を使用して可視化した。それにより、氾濫による変化はあったが、立案していた架設計画で問題ないことを確認することができた。

(図-2、図-3)



図-2 シングルビーム深浅測量状況

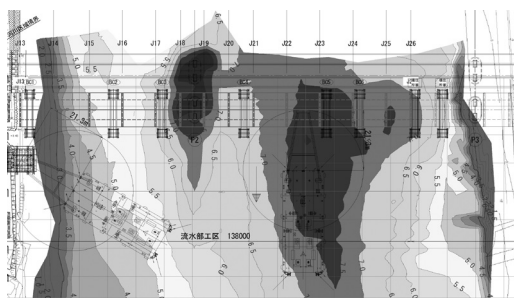


図-3 河川地形のコンター図

- (2) 一般航行船舶への安全対策として、現場で実施した対応策は、以下のとおりである。
- ① 使用水域に関する漁業組合、マリーナ、高等学校、海上保安部に工事説明のチラシを配布し、河川内工事の告知を行った。
 - ② 河川流水部の工事区域をブイで明示すると共に、夜間の視認性を向上させるためにブイ先端に標示灯を追加設置した。基礎杭や起重機船の角にも標示灯を設置し、注意喚起を図った。

- ③ 河川内作業中は、漁業組合の協力で警戒船を配置し、通行船舶への注意喚起を実施した。

以上の対応により、河川内施工中の一般船舶との事故を防止できた。周辺河川環境を熟知した漁業組合の協力が得られたことや、海上保安部の指導により関係機関への周知を行うことができ、工事を遅延なく進めることができた。

河川内の工事区域表示図を図-4に示す。

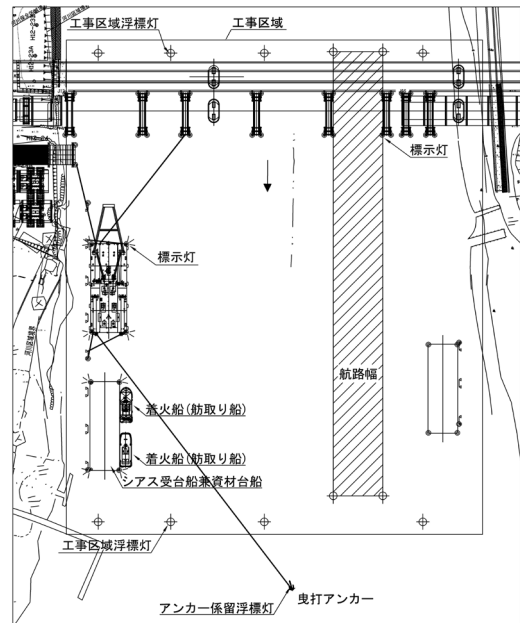


図-4 河川内の工事区域表示図

- (3) FCの移動用アンカー杭は、一般船舶の航行の安全性や水質環境の維持を考慮し、アンカー杭の施工数量を減らすため、以下の対策を行った。
- ① ベント設備の、基礎杭施工に用いる起重機船はスパッド杭を艀装した起重機船を選定した。
- (図-5)

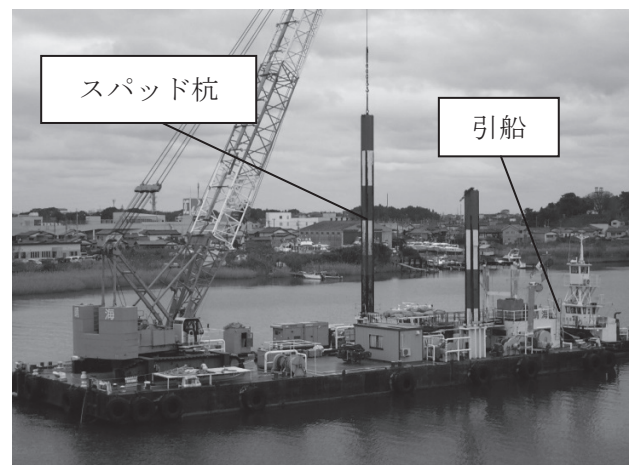


図-5 スパッド杭艀装起重機船

②架設用120t吊FC船は、ベント杭をFCのアンカー杭として併用した。(図-6)

杭施工数量を減らすことで、一般船舶の安全性向上や水質環境の保全に繋がったほか、係留や移動効率が向上し、当初計画工程より短時間で施工することが可能となった。また、ベント杭に係留することで、細かく舳れを取り直すことが可能となり、さらに長距離の舳れが不要となることで、一般船舶の航路を広く確保することができた。

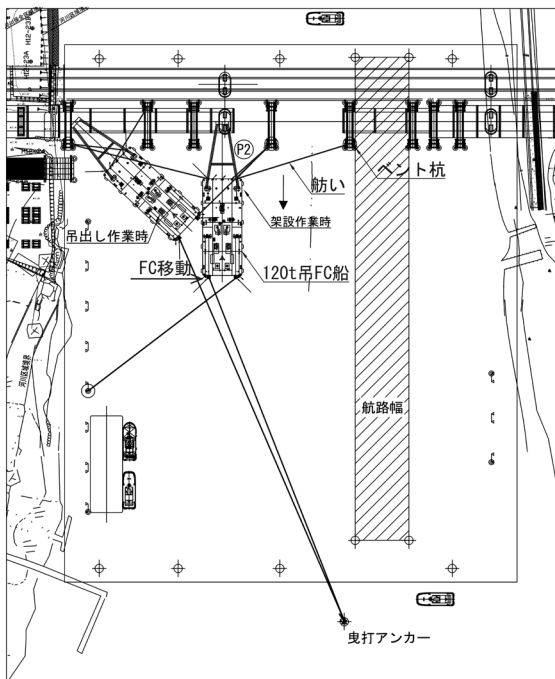


図-6 FC移動要領図

(4) 本橋の箱桁断面は、主桁腹板間隔7m×桁高5mの大断面箱桁であり輸送上の制約から断面を6分割としている。このため、現場で部材を組立てる必要があり、この地組立精度が、断面の形状だけでなく閉合時の継手精度にまで影響を及ぼす。そのため、工場仮組精度を現場で再現するために次のように重点管理した。

縦方向（橋軸方向）継手誤差を抑制するために、工場仮組後に組立墨を罫書き、現場ではこの組立墨に合わせて地組立を行った事により、工場仮組立と同等の精度が得られた。

また、横方向（橋軸直角方向）組立誤差を抑制するために、主桁腹板間隔・対角長を実測・確認・調整し、工場仮組精度を再現した。

本工事の架設範囲は、J13-J26間の中央径間であり、両側径間は別工事で架設完了していた。

本工事では架設済の側径間の出来形誤差を考慮し、製作前に両仕口断面寸法や仕口間距離・角度などの出来形測量を実施し、その結果を調整ブロック寸法に反映して製作した。

架設時の主桁の通り管理は、仕口間を結ぶ基準線で管理すると架設済み桁の架設誤差が累積されるため、P1支点とP3支点を結んだ基準線で通りを管理した。主桁の高さ調整は、閉合ブロックを迎える側の桁仕口が鉛直になるようベントで高さ調整した。高さ調整方法は、大断面鋼床版箱桁で反力が大きいため、3基の杭ベント上に200t鉛直ジャッキ2セットを設置した。通り調整は、必要水平力に見合う水平ジャッキを選定して調整を行った。落とし込み架設図を図-7に示す。

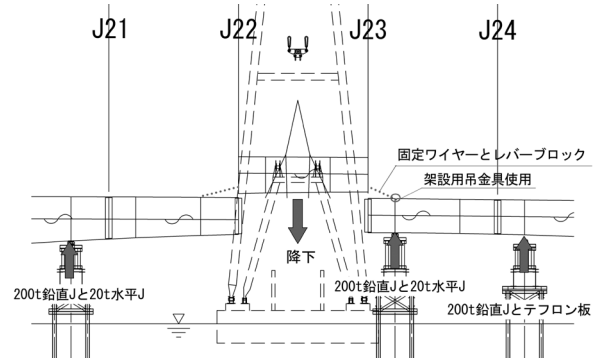


図-7 落とし込み架設図

閉合ブロックJ22-J23は、実測反映のための調整桁として設定した。実測時期の設定は、閉合ブロック架設前での、調整ブロック製作調整だと、現場では待ち状態となり、渇水期内施工に間に合わないため、実測反映期間を考慮して、閉合までの残り架設4ブロック時点で現場実測を行い、閉合ブロックの調整製作期間を設けた。また、実測は温度が異なる日時に複数回行い、温度変化による架設済み桁の変位量を予測・反映した。

なお、実測時期と閉合架設時期が異なるため、閉合架設時の架設済み桁の変位量を閉合予定時期の3月末の年平均気温である桁温15℃と予測して調整代を補正した。

閉合ブロックの継手位置であるJ23は、当日の天候や気温により既設部の変位量が変わるため、閉合添接が出来ない懸念があったので、J23の添接板はセンターゲージ調整量を -5mm 、 $\pm 0\text{mm}$ 、 $+5\text{mm}$ の3種類の仮添接板を予め準備し、当日の状況により取替可能とした。(図-8)

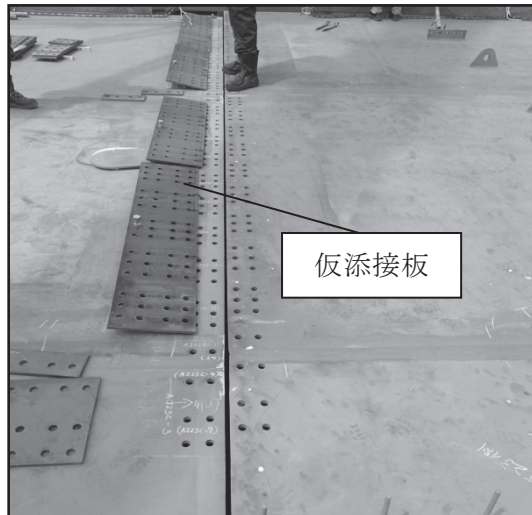


図-8 仮添接板使用状況

本添接板は、仮添接板での閉合完了後に母材センターピッチの実測後に製作し、順次仮添接板を本添接板に取り換えた。本添接板への取替は、添接部の応力度や出来形に影響しないよう、事前断面計算結果をもとに取替手順を立案し実施した。

結果として、落とし込み架設当日は、曇天で桁温は 10°C 前後であったが、当日の仕口間実測結果が予測値より数ミリ広い状況であったため、 $+5\text{mm}$ の仮添接板を使用した。

以上のような対策を施すことで無事落とし込み架設および閉合添接を予定通り完了し、120t吊FC船も予定通り回航することができた。

主桁のそりの出来形は、鋼床版形式のため全死荷重に占める鋼重の割合が大きいため、バント解放後の鋼重たわみが設計値より大きいと想定して管理していたが、大断面箱桁の断面剛度が大きい影響で想定よりもたわみが小さかった。これは、デッキと下フランジの設計上の有効幅と実構造の有効幅の違いや設計計算時の剛度と実構造の剛度の違いの影響があり、本橋のような大断面箱桁の

場合にはこれらの誤差が大きめに影響した可能性がある。今後同様の大断面箱桁を施工する場合は、今回の経験を踏まえて管理値に反映したい。

4. おわりに

本工事は、FCによる一括架設ではなく、多ブロック架設で、FC移動方法や係留方法に加え、一般船舶への安全管理や河川の環境保全に対して、協議を経て講じた対策が効果を発揮し、安全性や環境への確保に寄与した。

本工事の報告が、類似工事において対応方針の参考になれば幸いである。

この工事を含まれた4車線化事業は、I期工事から含めると足掛け20年程になることもあり、この事業に携わることができた喜びがあり、事業の目的である慢性的な交通渋滞が緩和されればさらに嬉しく思う。

最後に、発注者はもとより、地域住民の方々や関係省庁、この工事に関わった協力会社の皆様のご協力によって成し得た工事であり、この場を借りて御礼を申し上げます。

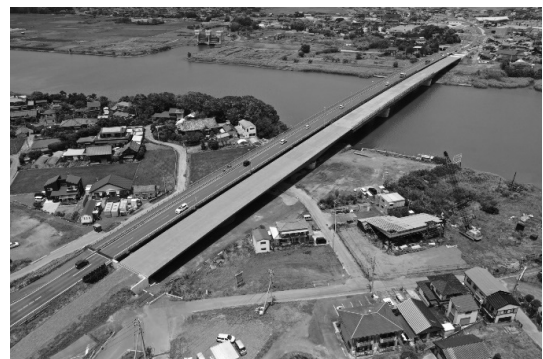


図-9 完成写真

26 安全管理

供用道路近接施工における 交通規制の低減と安全対策

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
主任
今中 勇 樹

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：(一) 多田停車場多田院線
多田大橋拡幅工事（上部工）
- (2) 発 注 者：兵庫県 阪神北県民局
- (3) 工事場所：兵庫県川西市多田院
- (4) 工 期：(自) 平成27年 3月19日
(至) 平成28年11月30日

本工事は、兵庫県阪神北県民局が整備を進めている一般県道多田停車場多田院線の整備事業の一環で、平成29年に開通した新名神高速道路川西IC開通によって交通量の増加が予想された県道12号と、多田神社や多田駅へ繋がる多田停車場多田院線が交差する多田大橋交差点での慢性的な交通渋滞の緩和、さらに橋梁上の快適で安全な歩行空間の確保のため、既設橋の高欄、地覆、床版の一部を撤去して、拡幅の部分の鋼橋上部、床版、橋面工工事を行い、次に拡幅した橋面上へ現道を順次切り替えながら、既設部分の修繕工事を行う橋梁拡幅工事であった。

本稿では、施工時に実施した現道の片側交互通行規制や車線規制によって生じる道路利用者への利便性低下の低減対策、本橋が跨ぐ猪名川河川区域内に設置するベント設備変更による水質汚濁軽減対策、河川内に設置される工事用道路の造成・撤去時の河川の水質汚濁軽減対策、さらに既設橋の高欄、地覆、床版コンクリート撤去時の近隣住

民に対する騒音・振動・粉塵等の低減対策について述べる。本工事の現場位置図を図-1に、上部工一般図を図-2に示す。



図-1 現場位置図

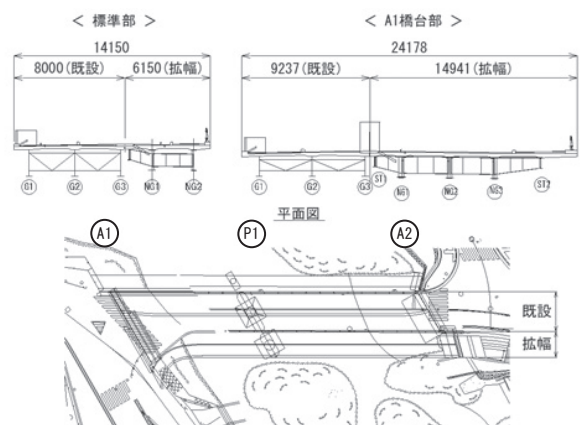


図-2 上部工一般図

2. 現場における問題点

本工事は、交通量の多い供用道路に近接しているため、現道の昼間片側交互通行規制を実施した施工と考えていたが、施工中の渋滞緩和の観点から歩道と車道の規制範囲や規制する時間をなるべく少なくして工事を進めることが求められた。また当初計画ではベント設備（コンクリート基礎）2基を河川内へ設置する計画であったが、河川環境への影響に配慮する必要があった。さらに近隣住民に対する騒音・振動・粉塵等に配慮する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 床版撤去時の交通規制の削減

既設橋の床版切断撤去を行う際に、現道へ撤去部材運搬用の車両や積み込み用クレーンを配置すると、現道の片側交互通行規制が必要となり、規制時間もほぼ終日となることから現道交通への影響が大きい。その代案として、桁架設時に使用した河川内の工事用道路を残置し、ここに撤去した床版の積み込み用クレーン・部材運搬車両を配置する積込・搬出ヤードとして利用する事により、現道の片側交互通行規制を行わずに施工する方法を立案・実施した。施工時に行った工夫として床版撤去作業は、当初、ワイヤーソーで長さ9mに切断したコンクリートブロックを、片側交互通行規制を行った現道より、トラックに載せて運搬する計画だったが、コンクリートブロックを、ハンドパレットトラックで運搬しやすい4mで切断して、現道を利用せずに、拡幅した橋面上を人力により横持ち運搬し、桁下工事用道路に据え付けたクレーンを用いて積込・搬出を行うこととした。これにより規制日数を、10日間から4日間に削減することが出来た。

また、コンクリートブロックの破碎作業は、処分場へ運搬後に実施することにより、近隣住民への騒音・振動・粉塵等の影響への低減に配慮した。

ハンドパレットトラックによる床版横持ち運搬状況を図-3に、既設橋の床版撤去平面図を図-4に示す。



図-3 撤去部材の床版横持ち運搬状況

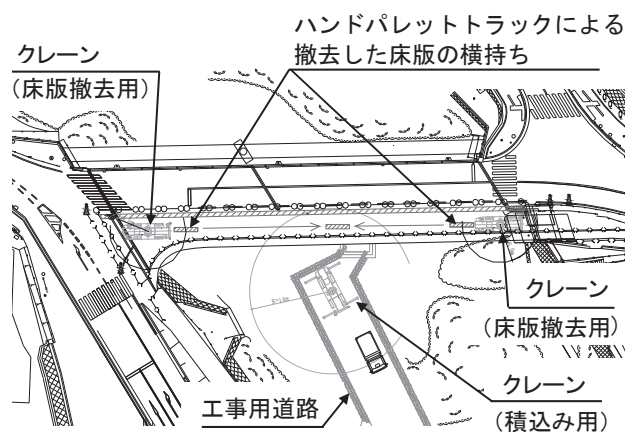


図-4 既設橋の床版撤去平面図

3.2 県道右折レーン規制の削減

現道の幅員中央部を島状に規制する際、県道12号線からの右折流入車両の安全を確保するために、右折レーンを24時間規制し、直線レーンから大きい半径で右折する事によって、車両の通行を確保する計画であった。しかし、交通量調査の結果、右折レーンの24時間規制を行った場合、県道12号の慢性的な渋滞が発生し、道路利用者に大きな影響を及ぼす事が予測された。

このため、県道12号の右折レーンの規制について、昼間9:00～17:00作業終了時に、現道の規制帯へ隅切り用の敷鉄板を設置する事によって、右折レーンからの車両通行幅を確保し、右折レーン24時間規制を20日間実施する当初の計画から、交通量の多い通勤ラッシュ時や帰宅ラッシュ時を避

けた昼間9:00～17:00規制の4日間に削減し、道路利用者への影響を大幅に低減することができた。

右折レーン規制概要図を図-5に、隅切り用敷鉄板設置状況を図-6に示す。

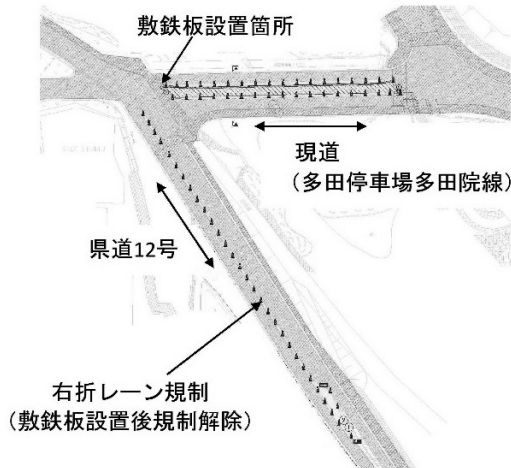


図-5 右折レーン規制概要図



図-6 隅切り用敷鉄板

3.3 河川環境への影響低減

当初計画では、河川内にコンクリート基礎を有するベント設備を2基設置した、トラッククレーンベント工法で計画されていたが、地組立架設箇

所を増やし架設順序の変更を、検討・実施する事により、ベント設備を1基削減した。

また、工事用道路をベント設置箇所まで延長し、転圧盛土を行い、異常出水時のベント防護も併用とした。また、地耐力確認の上でコンクリート基礎から敷鉄板基礎に変更した。これらの河川内土工範囲削減の工夫により、河川の水質汚濁を軽減することができた。

なお、工事用道路の造成・撤去時は、施工箇所の下流に汚濁水拡散防止フェンスを2重に敷設し施工時発生する濁水の流出を軽減した。当初架設計画図と変更架設計画図を図-7に、架設状況を図-8に示す。



図-8 架設状況

3.4 伸縮装置コンクリート撤去時の飛散養生

既設伸縮装置撤去は、現道近接箇所でコンクリート破碎等の作業を行うため、飛散物による第三者災害の懸念があった。そこで、既設伸縮装置コンクリート破碎作業時は、作業箇所にコンパネで飛散養生すると共にその周囲を仮設テントやブルーシートで囲う2重の飛散養生対策を行った。

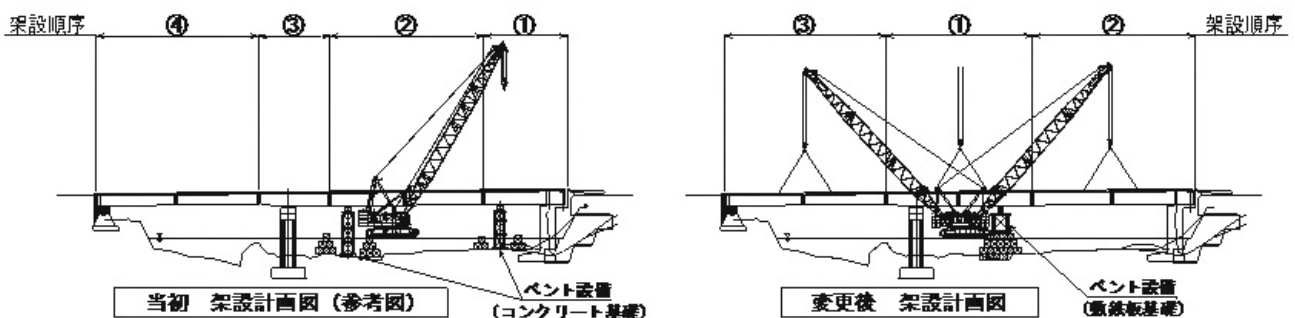


図-7 当初架設計画図と変更後架設計画図

更に、飛散養生対策が常に機能していることを確認する目的で、専属の飛散物監視員を配置して安全確保に努めた。

3.5 既設部と拡幅部（新設）との打継目施工時の交通規制の削減及び、ひび割れ防止

既設部と拡幅部（新設）との打継目である縦目地のコンクリート打設やゴムの設置を行う際、既設部の片側交互通行規制を行って、規制帯に生コン車や、資材運搬用の車両を設置する予定だったが、既設部へ日鋼ガードレールを設置して、現道を2車線確保し対面通行出来るようにした。生コン車や資材運搬用の車両については、拡幅部の橋面上への乗り入れ・作業スペースを確保して、現道の片側交互通行規制を行わずに施工する方法を立案・実施した。これにより規制日数を4日間削減することが出来た。また既設部の現道を供用しながらの打設となるので、縦目地伸縮装置および拡幅部伸縮装置の後打ちコンクリートは、ひび割れ防止対策として、早強コンクリートを使用した。既設部の伸縮装置の後打ちコンクリートについては、現道の拡幅部への切り回し規制日数の削減および、ひび割れ防止対策として超速硬コンクリートを使用した。縦目地伸縮装置設置状況を図-9に示す。



図-9 縦目地伸縮装置設置状況

3.6 既設部と拡幅部（新設）キャンバー

既設部の現道を供用しながらの施工となるため、図-10の施工ステップの通り、設計思想を十分に理解し施工を進めた。既設部も、施工前から測点を設け、拡幅部と共に施工ステップ毎にキャンバーを確認し施工を進めた結果、設計値との誤差は小さかった。

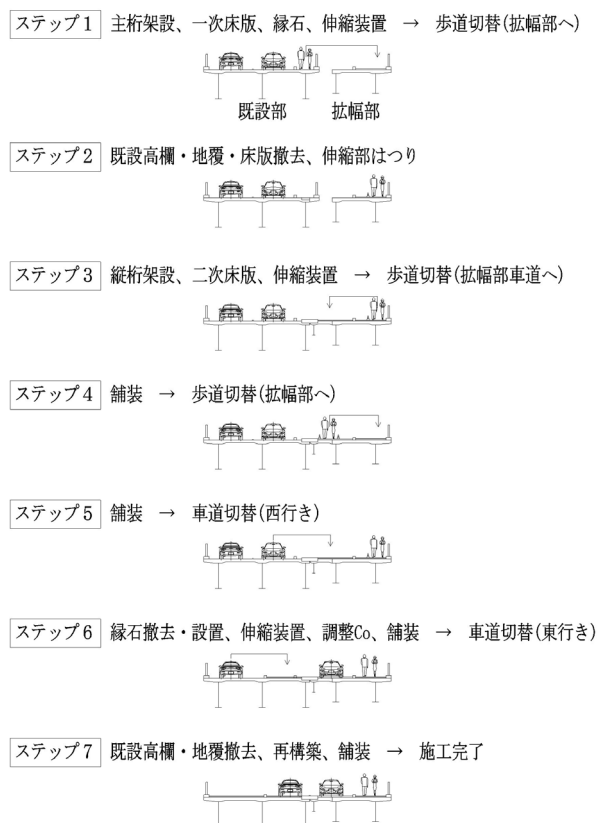


図-10 施工ステップ

4. おわりに

本工事は、平成27年11月に現場作業を開始し、工法変更提案等による工期短縮を図り、平成28年10月の工期内に多田大橋上の規制を開放し、新規に供用した。

近年、高度成長期に建設された社会インフラの老朽化に伴い、補修・補強工事や本橋のような拡幅による機能改良工事が増加することが予測される。本工事で実施した現道供用中の施工や、民家近接条件の修繕工事における道路利用者に対する交通規制の低減対策や、近隣住民への騒音・振動・粉塵等の影響への低減対策が、同種工事の参考となれば幸いである。また、安全確保を優先し、地元要望に迅速な対応をするためには、日々の地域とのコミュニケーションが重要であることを本工事の施工を通じて改めて感じた。

最後に、本工事を進めるにあたり、多大なる御指導・御協力を頂きました兵庫県阪神北県民局の皆様方に深く感謝の意を表します。

27 その他

漁港工事での基礎捨石工における ICT 技術活用について

(一社) 北海道土木施工管理技士会
株式会社 高木組
監理技術者
井口 誠也

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：砂原漁港外2港東防波堤改良その他工事
- (2) 発注者：北海道開発局 函館開発建設部
- (3) 工事場所：北海道茅部郡森町字砂原
- (4) 工期：令和2年6月16日～令和3年3月26日

本施工は、砂原漁港において、東防波堤の既設の被覆根固めブロックを撤去し、基礎捨石マウンドを拡幅してサブプレオフレーム（新工法）及び被覆根固ブロックを再設置し、既設防波堤の波力抵抗及び越波の際の被覆効果の増大を目的とした改良工事である。（図1）

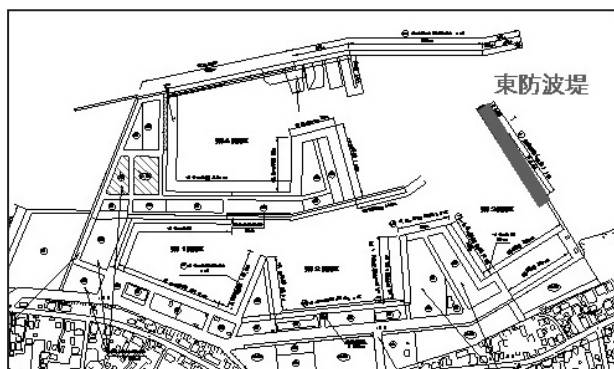


図1 施工位置図

2. 現場における問題点

基礎工における国交省のICT基礎工のアンケート調査では、マルチビームの精度等の関係から出来形測量評価での捨石本均しには適用とならず、

荒均しでの適用となっている。港内外適用としては、本均しは出来形管理規格で測量精度上の課題が生じるからだと思われる。

そのため、波の影響が少なく、水深の比較的浅い港内側の限定として出来形測量評価での捨石本均しが適用できないか検証を実施した。

また、ICTを活用した施工では既設基礎捨石天端を50cm撤去する施工があり、3次元マシンガイダンス（GNSS）を搭載したバックホウ台船を使用したICT施工の有効性の検証も実施した。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 施工方法

- ① 本施工の概要は、既設ブロックの撤去⇒基礎捨石の一部撤去流用及び新材投入による基礎マウンド拡幅⇒製作及び撤去流用からなる被覆・根固ブロックの据付である。

既設ブロック撤去完了後に、現況地盤の確認と既設マウンドの土砂堆積状況の確認を兼ねて、マルチビーム測深機による測定を行った。

（図2、3、4）

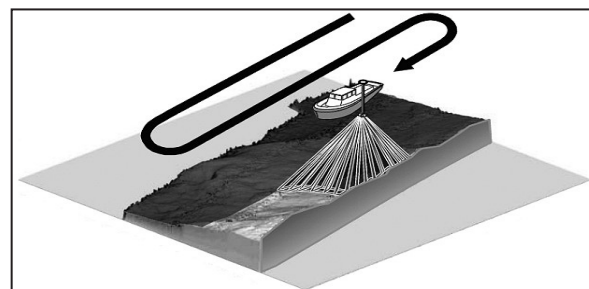


図2 ナローマルチビーム測深機による深浅測量イメージ図



図3 ブロック撤去後 マルチビーム測深

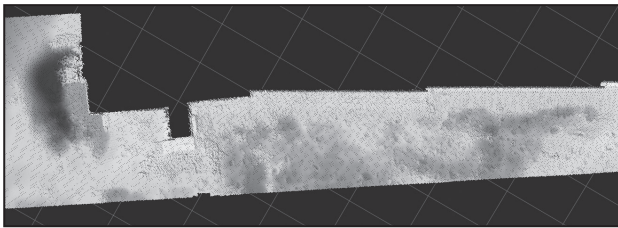


図4 既設ブロック撤去後の点群データ

- ② マルチビームによる測定完了後、3次元マシンガイダンス (GNSS) を搭載したバックホウ台船を用いて既設マウンドの一部撤去 (流用) を行った。撤去箇所が既設堤体の傍であり、過掘りによる既設堤体への影響を考慮し、本施工方法を採用し施工を行った。(図5、6、7)

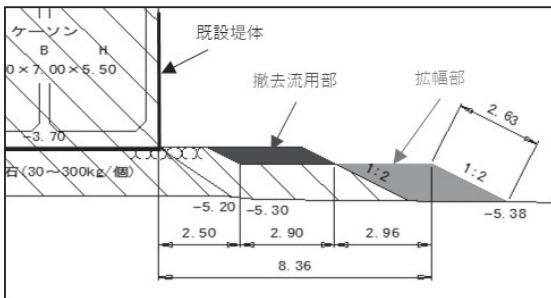


図5 青部分が撤去流用部で、既設堤体から1.5m程度しかない



図6 GNSSによる施工状況



図7 GNSSによる施工状況
モニターに3次元データが表示される

- ③ 既設基礎捨石撤去・流用投入完了後、クレーン付台船にて基礎捨石の投入を行い、潜水士にて本均し及び荒均しを行った。捨石均し完了後は、再度マルチビームによる測深を行い、今回は検証である為、従来通りのレベル等による出来形計測も同時に実施した。

2) 施工結果

- ① 3次元データは、「3次元データを用いた港湾工事数量算出要領 (基礎工編)」より、1.0m平面格子内で3点以上取得し、その中央値を抽出し、出来形評価としてヒートマップを作成した。

作成したヒートマップ (図8) を見ると、大きな異常値が数点発生し、規格値 $\pm 50\text{mm}$ と $\pm 300\text{mm}$ で各々2点ずつの4点発生していた。

測定した評価面積の0.3%以内の棄却点数があり、規格値 $\pm 50\text{mm}$ では1点以下となり、2点であるため異常値ありの判定となった。

また、規格値 $\pm 300\text{mm}$ では2点以下となり、2点であり合格の判定となった。

本均し部分の異常値 $+180\text{mm}$ は、波除提

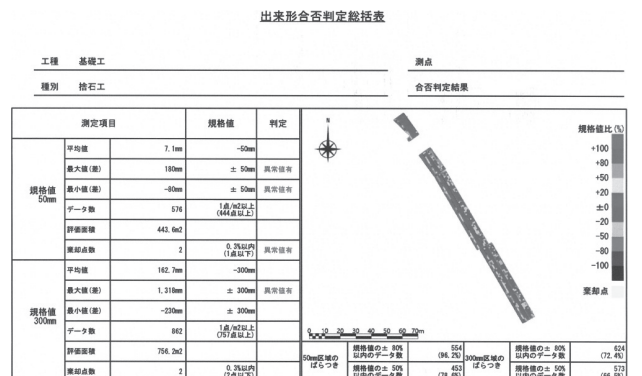


図8 出来形判定総括表

と既設岸壁が直角になりマルチビームを照射した際に、乱反射が起り正確な計測が出来なかったためと考えられる。(図8、9)(測定解析：コンサル談)

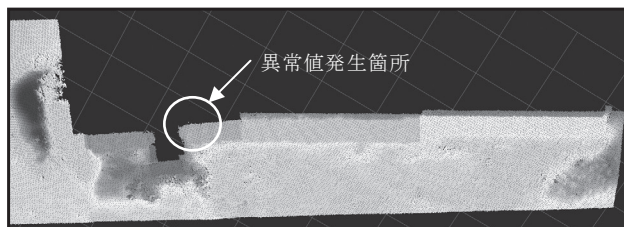


図9 基礎工完了後の点群データ

※所定の出来形確認では、段階確認及び水中部施工調査においても規格値や施工状況も合格となっている。

また、荒均しの法面部では、法面中間付近から全体的に設計基準高さより高く出ている。これは、施工箇所が砂の堆積が生じやすい場所であり、捨石の施工中や施工完了後もエアリフトを使用して砂の除去を行っていたが、マルチビーム計測日の時点で砂が堆積していたことによる。

被覆・根固めブロックの再設置時では、再度エアリフトで砂を除去しながら据付作業を行った。

- ② 3次元マシンガイダンス (GNSS) を搭載したバックホウ台船を使用した既設基礎捨石天端の一部撤去(流用)の施工は、撤去厚さ50cmと薄く過掘りにならない様に行ったが、バックホウの爪で中割石が起き上がり、実質-20~30cm程度の過掘りとなった。

オレンジピール等での施工であれば、これよりもさらに深く掘削されることになり、3次元マシンガイダンス (GNSS) 搭載のバックホウでの施工は、既設堤体保護の点から有効であったと評価できる。

捨石撤去した既設基礎捨石天端の均しは、基準高さより20~30cm低いため、捨石の投入均しでは基準高さより高くなる部分が生じた。

そのため、3次元マシンガイダンス (GNSS) 搭載バックホウのバケットアタッチメントをタンピング用のアタッチメントに取り換え、マシンガイダンスを使用した基準高さの管理で基礎捨石天端のタンピングによる本均しを行った。出来形精度は規格値を十分満足していた。(図10)



図10 既設基礎捨石天端撤去・捨石投入後、本均しタンピング状況

3) 評価及び考察

本施工における基礎捨石工のICT技術活用についての評価を以下にまとめる。

- ① 着工時に現地盤確認としてマルチビーム測深機による深浅測量を行うと、全体像を3Dで可視化でき分かりやすくなるため、問題点や課題の照査がしやすい。
- ② 従来通りのレベル測定等に比べ、職員、作業員等の人員削減、省力化が図れる。(人員は半分以下)
- ③ 既設堤体に近い箇所など構造物の構造により、マルチビームを照射した際に、乱反射が起り測定値に異常値が発生するおそれがある。
- ④ 当施工場所の様に砂が堆積し易い場所など、現場条件を考慮して施工完了後の3次元データの採取を行う必要がある。

- ⑤ 出来形計測から段階確認まで、従来の計測方法では数日間で合否判定ができるが、マルチビームでは計測から結果のとりまとめまで2～3週間程度を要し、次工程がある場合、移行に時間的制約が生じてしまう。
- ⑥ マルチビーム測深における施工費用が高額となる。(ドローンの様な安価な機器であれば自社保有し、適宜データ採取できるようになれば大きなメリットになる、)

考察として、捨石均し出来形測量へのマルチビームの適用については、波浪の影響の少ない港内側で比較的浅い箇所であれば本均し、荒均しへの適用が可能である。

その際、従来の管理規格値の精度評価(規格値の50%以内やおおむね80%程度など)が適用できなくなる。基礎捨石は中割石などの石材であるため、施工後の均しにおいても空隙部分が生じ、測定した点群データが空隙を拾ってしまい精度のばらつきが大きくなる。従来の測定基準は測定点をスタッフ等を使用して計測した部分的な少ない点での測定精度の評価であったが、ICTによるマルチビームでの測深は面であり、測定点(点群)も非常に多くの数となるため、従来の精度評価基準の適用では適正な評価とならず改定が必要と思われる。

また一方で、マルチビームの解析に数週間を要することや測深するのに高額となるため、従来の測量費用とのバランスが保てなく、費用対効果を考えると基礎捨石均しの出来形測定での使用には課題があると思われる。

捨石基礎など次工程があり急ぐ工種の場合の出来形形状の把握や確認検査では、従来の方法での検査を部分的に実施して精度確認を行い、全体形状を簡易で安価なイメージングソナー等を用いて出来形形状の把握を行うなど、他の計測機器の使用も検討して水中部など不可視部分を可視化した施工管理や検査方法の工夫が必要であると思われる。

施工着手前のマルチビーム測深は、水中掘削土量など施工量の算出で非常に有効であるが、施工部分を含め広範囲な水中部の3Dでの可視化は、現状の把握や課題点の洗い出しなど、施工計画において非常に有効な情報を取得することができることが一番の効果と感じている。

また、3次元マシンガイダンス(GNSS)を搭載したバックホウ台船の使用では、従来水中部の見えない場所を感覚的に施工してきたが、バックホウオペレーターのモニターガイド画面による操作で既設基礎捨石を薄層で撤去することができ、過掘りによる既設堤体への影響を防止でき、既設堤体の安全性を確保した施工ができ非常に有効であった。

施工後の感想として、土砂掘削と違い中割石がバックホウバケットの爪で起き上がり20～30cm所定の高さより下がってしまったが、タンピングによる機械均しを当初からの計画として考えていれば、マシンガイダンスの既設基礎捨石撤去高さの設計値の入力値を20cm程度上げ越して施工すれば、捨石を再投入せずにタンピングによる捨石均しができ、生産性も向上出来たのではと感じ、今後の検討課題とすることとした。

4. おわりに

本工事は基礎捨石工でのICT技術活用について、マルチビーム測深による出来形評価及びバックホウ台船でのマシンガイダンスを使用した薄層掘削での有効性を検証した。

水中部ではマルチビーム測深での情報が非常に有効であるが、基礎工の様な次工程に直結するような工種では工程上の課題も生じ、高額で解析にも時間がかかるなど費用対効果は小さいと思われる。

バックホウ台船のマシンガイダンスを使用した水深が浅い水中部の掘削は、掘削出来形精度も良く、大変有効であると評価できる。

今後も、色々なICT技術を活用した施工を積極的に導入し、有効性の検証を継続して行きたいと思っている。

28 その他

実現場における ICT バックホウの 施工効率調査とオペレータ訓練システムの開発

(一社) 北海道土木施工管理技士会

株式会社砂子組

設計技術課主任

瀧瀬 かおり[○]

設計技術課主査

佐藤 欣治

専務執行役員

近藤 里史

1. はじめに

昨今、働き方改革により建設業の働き方の抜本的な改善に向けた取り組み及び建設現場の生産性向上、現場の技術力の発展を目的に自動制御が可能なICT建機の導入がされている。

また、建設業界において建設機械を扱うオペレータの高齢化が進むとともに重機作業者が熟練工化している傾向にある、将来を担う若年者オペレータの人数は不十分であるため、重機操作をより習熟させることが急務である。その中で、ICT技術が進歩している重機に関しては、経験の浅いオペレータでも正確で安全性の高い施工が可能になりつつあり、労働者の減少を生産性の向上により補うことが可能と考えられている。

以上の背景より、バックホウにおける土工作業の内、経験条件の異なるオペレータによる作業別の施工効率の実証実験を行った。

また、重機オペレータを扱う若年者の早期習熟のサポートすることを目的に、バックホウシミュレーターの開発を行った。

工事概要

- (1) 工事名：石狩川改修工事の内
幌向川右岸法尻保護工事
- (2) 発注者：北海道開発局 札幌開発建設部
- (3) 工事場所：江別市豊幌
- (4) 工期：2019/7/24～2020/1/6

2. 現場における課題点・問題点

当該工事は、国土強靱化による築堤護岸のために工事延長3,700mを掘削後、裏込め砂利を敷き均し、転圧後に大型連節ブロックを設置するもので、建設機械による施工において、現場条件やオペレータの習熟度が作業効率に影響を及ぼしていると考えられるため、バックホウによる掘削工事が主となる当現場では、日々の掘削延長の進捗を管理することが重要な課題であった。

また、熟練工によらない若年層の早期習熟を補助するシステム開発が必要であると考えた。

3. 工夫・改善点と適用結果

当該現場における作業効率を管理するため、経験条件の異なるオペレータによる作業条件別の施工効率の実証実験を行った。

3-1. 実験条件及び計測方法

図-1に示す通り、バックホウの土工作業経験者オペレータ（以下経験者と記載）、土工作業未経験者（以下未経験者と記載）によるA～Eの5ケースで実証を行う。

掘削断面は図-2に示す通り、深さ0.3m、掘削長4.6mの断面を一連作業で掘削を行うもので、使用するバックホウはPC200iとした。なお、実験時は通常の掘削作業を行ってもらう旨をオペレータへ説明を行った。

また、作業条件別オペレータのバックホウ操作状況を把握するため、アームシリンダー部に設置したワイヤー式変位計（ストロークセンサー）によりシリンダーの伸縮長を計測し、AD変換器を通してパソコンで記録・表示を行った。計測方法はビデオ計測とし、図-3に示す通り、作業回数のカウント方法は現場での作業状況より、掘削回数・整形回数とそれぞれの旋回回数とし、計測時間は2～3時間程度とした。

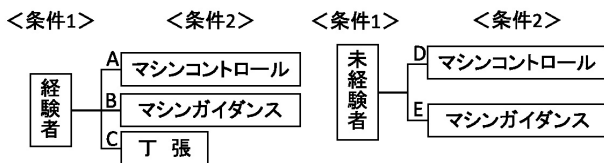


図-1 実験条件

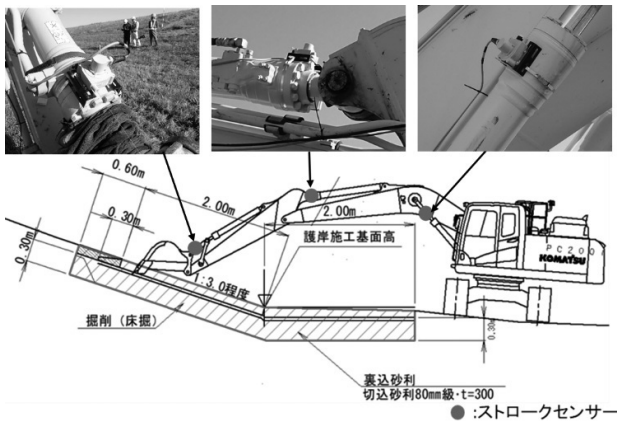


図-2 掘削断面

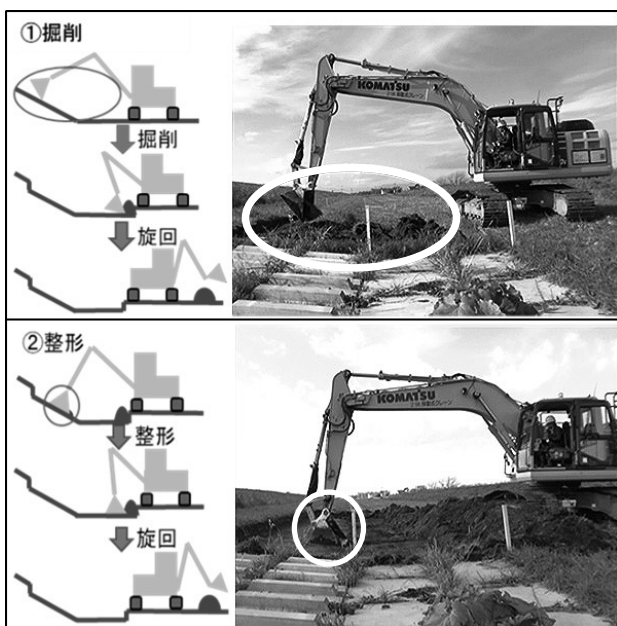


図-3 作業回数のカウント方法

3-2. 実験結果及び考察

条件Aは他ケースと異なり整形時にまとめて旋回していたため、掘削時の旋回が0回であった。また、掘削整形の回数が少ない、作業時間が最も短く進捗が最も伸びていたことから、MCを十分に活用できていたと考えられる（図-5）。

条件Bが最も整形回数が多かったのは、仕上げをMCと同様にするため整形回数がAに比べ増加し、あわせて作業時間も増加したと考えられる。

条件Cは手元指示による作業のため、進捗に関して手元の作業時間が加わったことから最も伸びなかったと考えられる（図-5）。

条件Dが2番目に総回数が少なく、2番目に進捗が伸びなかったのは、MCの機械制御に順応できず、アームの上下動作・操作回数が増加したためと考えられる（図-4、5）。

条件Eが2番目に総回数が多いが、2番目に進捗が伸びたのは、機械制御がないため整形回数は多いが、1つ1つの動作の時間が作業量のわりに短く、仕上げが荒堀に近かったためと考えられる（図-5）。

進捗が伸びていたのはケースAだが、整形に要した時間がやや長かったと考えられることから、出来形条件が荒堀に近いケースEと同様であれば、整形にかかる時間が長い部分に関しては改善の余地があり、また、ケースDの未経験者がMCに順応することでケースAの経験者と同程度の進捗になると考えられる。したがって、現場の管理者・オペレータの出来形に対する認識を一致させて作業項目ごとの必要最低限の出来形条件を統一化させること、機械操作を早期に順応させることで作業効率の改善が図ることが可能と考えられる。

アーム挙動に関して、経験者は軌跡が一定でアームの可動範囲が狭い傾向にあったのに対し、未経験者は軌跡が一定でなく、アームの可動範囲が広い傾向にあった。しかし、軌跡が一定であっても回数・時間が少ないとは限らないが、回数に着目するとMGよりMCの方が少ない回数で掘削できたと考えられる（図-4）。

表-1 10m当たりの進捗

名称	A	E	B	D	C
進捗[m/h]	18.74	15.45	14.15	13.41	13.29
作業日数[日/km]	6.7	8.1	8.8	9.3	9.4

伸びた ← → 伸びなかった

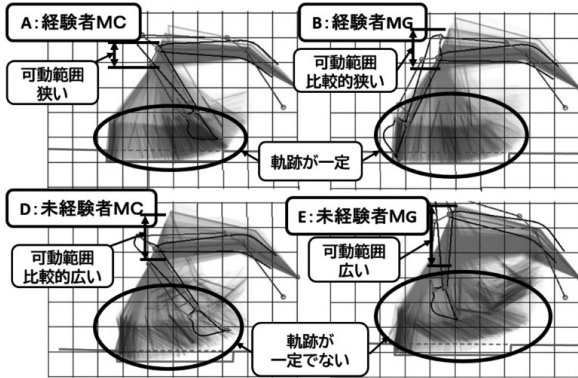


図-4 アーム挙動の比較

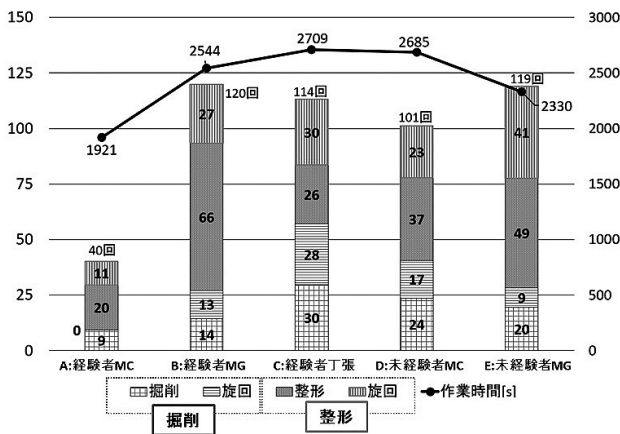


図-5 10m当たりの作業回数・時間

3-4. バックホウシミュレーターの開発

以上の試験結果より、バックホウ操作において、熟練工によらない若年層の早期習熟が需要であると考えられること、また、操作育成教材としてバックホウを操作するシミュレーターは存在するが、作業条件や他機種に対応したシミュレーターは数少ないと考えられることから、誰もが効率的にバックホウを操縦できるよう教育し、効率的なアーム操作をシミュレート可能なバックホウシミュレーターの開発を行った。

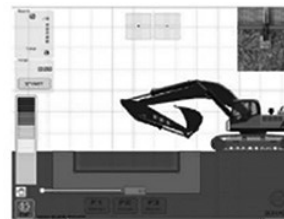
使用機器は図-6に示すインストール環境 Windows10のパソコン（ソフトはインストール済）とジョイスティック2機を使用した。



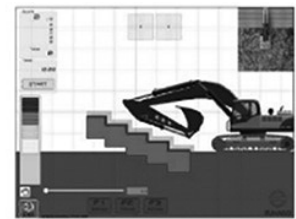
図-6 使用機器

3-5. シミュレーター使用方法

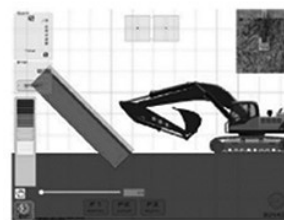
シミュレーターの使用方法として、バックホウの操作モードは各建機メーカーから設定、高さ・奥行き・勾配等の掘削形状を設定、トレーニングをする掘削形状を決定後、トレーニングを開始する。なお、掘削形状は図-7に示す通り、床掘、斜面、段切りモードの3種類があり、さらに200個のボールをすくうボールプールモードが搭載されている。



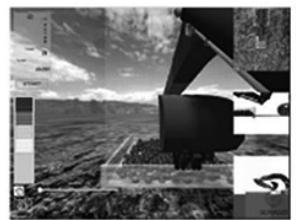
Flat(床掘)



Step(段切り)



Slope(法面)



Ball Pool(ボールすくい)

図-7 掘削形状

3-6. トレーニング

図-8、9に示す通り、掘削形状が床掘、斜面、段切りモードの3種類についてはスタートボタンを押すと緑色の作業目標が表示され、時間計測及びスコア計測が開始し、画面右側に表示されているバックホウ上部・サイド等から映したカメラで操作を確認しながら作業目標をバケットの先端で

触れ、全て消滅させるトレーニングである。

また、**図-10**に示す通り、スタート後はバケットの先端が描いた操作軌跡の表示がされ、視点を切り替えることも可能である。ただし、過掘りした場合、深さの度合いに合わせて減点される。

ボールプールについて、作業内容は枠内に出現した作業目標であるボールを全てすくい出すトレーニングで、トレーニング条件に関しては床掘、斜面、段切りモードと同様である。

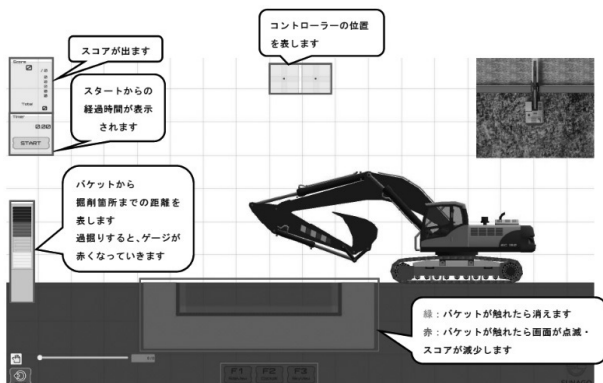


図-8 画面内容

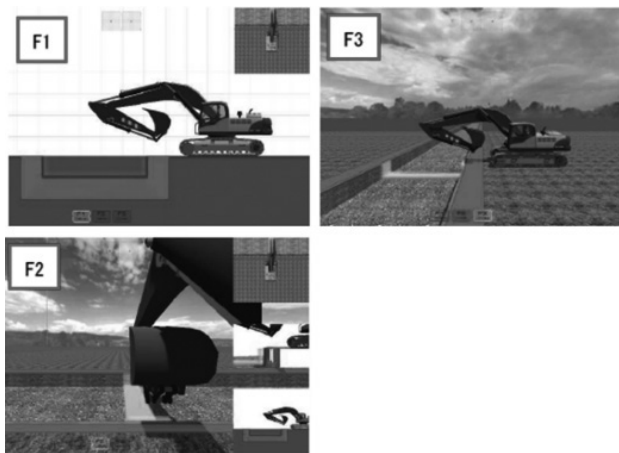


図-9 視点 (サイド・キャビン・立体サイド)

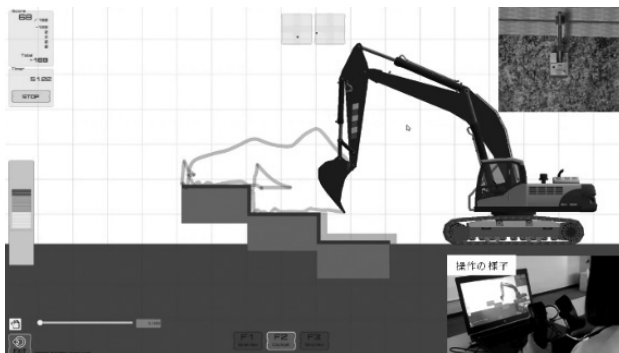


図-10 操作の軌跡

3-7. 検証

授業の一環でバックホウ操作を行う農業高校で、若年者によるバックホウ操作について比較検証を行い、条件はシミュレーターを使用した生徒5人、使用していない生徒5人に従来機・ICTを操作してもらい、重機作業については周辺に障害物のない私有地で行った。**図11**に1サイクル当たりの5人の平均作業時間を示す。

シミュレーターの使用有無で従来機・ICTの作業時間を比較する。シミュレーターを使用した場合、従来機では作業時間が5～9分程度短く、ICTでは作業時間が4～11分程度短いことが見て取れる。したがって、シミュレーターを使用した方が操作への順応が早いと考えられるため、初期操作時間を短縮することができ、施工効率を向上することに効果的だと考えられる。

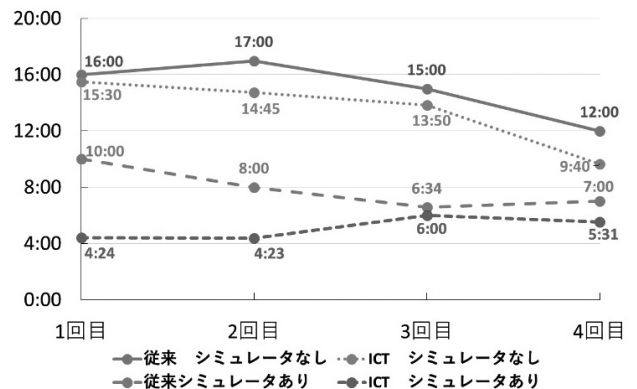


図11 1サイクル当たりの5人の平均作業時間

4. おわりに

シミュレーターで事前にトレーニングすることで実機での作業時間が短縮されることがわかったが、シミュレーターの効果検証をより充実させるため、今後も継続したテスト、実地検証を行っていく必要がある。

また、シミュレーター内容を充実させるため、熟練者の手本軌跡の作成、土工作业形状モードの増加等、今後の課題としていくものである。

29 その他

構造物工事における BIM/CIM の活用

宮城県土木施工管理技士会
株式会社 橋本店
CIM 推進室 係長
土田 淳也

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：姥ヶ懐調整池（躯体・配管）工事
- (2) 発注者：宮城県企業局
仙南・仙塩広域水道事務所
- (3) 工事場所：宮城県柴田郡村田町大字小泉地内
- (4) 工期：令和2年11月26日～
令和4年3月25日

本工事は、仙南・仙塩広域水道用水供給事業の一環として、貯留容量3,500m³の調整池躯体工事、これに接続する送水連絡管を布設する工事である。

国土交通省は2020年4月、新型コロナウイルス感染症対策を契機に、非接触・リモート型の働き方への転換とともに、BIM/CIM原則化を2025年から2023年に改めることを公表した。

小規模なものを除くすべての公共工事において、BIM/CIMを活用し、建設生産プロセス等の全面的なデジタル化を進めることにより抜本的な生産性向上を図るという目標だ。

本工事は、働き方改革・生産性の向上を目指し、設計照査、関係者間協議の効率化、施工手順の可視化による施工性の向上や手戻りの防止を目的に3次元モデルを活用した。

2. 現場における問題点

①複雑な構造物の設計照査

調整池や流入・流出流量計室の躯体工事は、構造や配筋が複雑で、100枚以上の図面照査が必要となり、非常に手間と労力がかかる。

また、建築工事も伴うため、土木工事の熟練技術者でも、完成形や施工がイメージしにくく、作業員や若手社員に施工イメージを伝達することが難しいと想定される。

②狭隘な施工環境における施工計画

施工箇所は、トンネル出口から長い下り坂となる県道沿いに位置する。(図-1)

道路沿いにおける送水連絡管の施工や、補強土壁工の施工時に、片側通行や通行止め等の交通規制を伴わない施工方法の検討が必要である。

また、狭隘な施工ヤードにおいて、最適な機械選定・重機配置計画、各躯体工事の効率的な工程計画が必要となる。

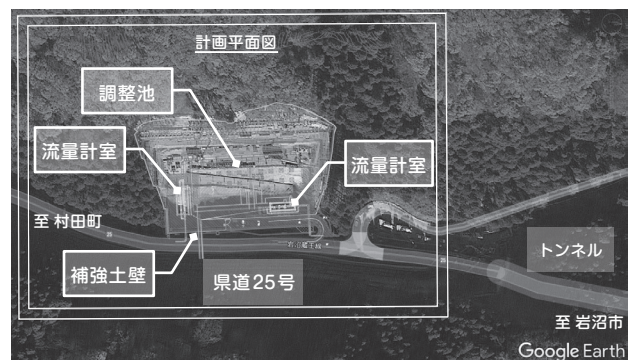


図-1 施工箇所

③ 3次元モデル作図・編集技術の継承

当社では、2019年6月に専門部署としてCIM推進室を新設し、全現場のBIM/CIM（以下CIMと表記）化やCIM技術の普及を目標としている。

各現場の3次元モデル作成を内製化してはいるが、設計変更時に3次元モデルを反映し、現場の運用に3次元モデルを活用するには、現場担当者や若手技術者のCIM技術の教育が急務となる。

3. 工夫・改善点と適用結果

①CIMモデルを活用した効率的な照査

(1) 完成イメージの共有

調整池や流量計室の構造・配筋、埋設管や人孔等の排水計画、また補強土壁工のパネルや鋼製補強材の配置計画を3次元化により可視化した。（図-2）

各工種の詳細な構造や取合いを確認することができ、関係者間で完成イメージや施工のイメージを共有することができるため、打合せ時間や施工調整の効率化に繋がった。

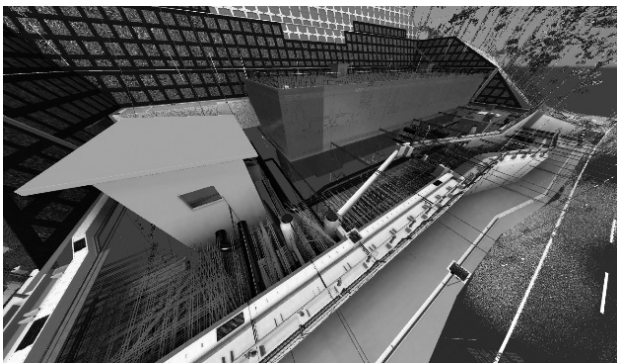


図-2 全体計画モデル

(2) 図面の不整合箇所・干渉チェック

鉄筋の照査では、鉄筋長の不足箇所や埋設管、止水板との干渉箇所、底版下面鉄筋と差し筋のピッチ重複箇所等の不整合箇所を容易に把握することができた。（図-3）

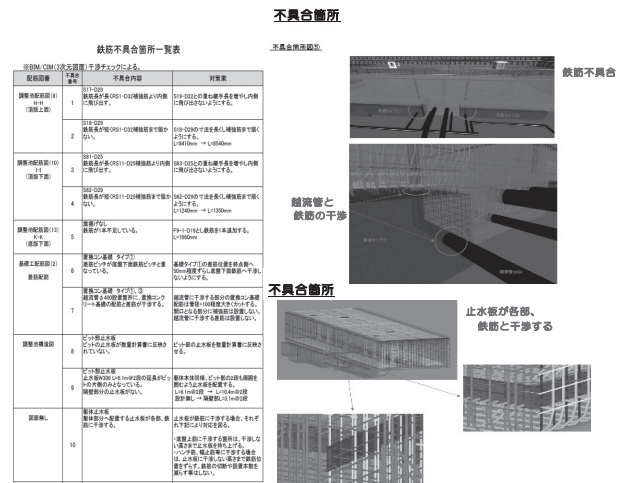


図-3 鉄筋不整合箇所

従来、複数枚の2次元図面を見比べ、手間をかけて照査を行っても確認しきれなかった不整合箇所や干渉箇所が、自動で容易に把握することができるため、図面照査の省力化や施工段階での手戻りの防止に繋がった。

また、照査の結果を属性情報として3次元モデル内にリンクさせ協議資料として使用することで、資料作成の省力化、合意形成の効率化を図ることができた。（図-4）



図-4 発注者協議における3次元モデル活用

(3) 点群を活用した支障物の確認

レーザースキャナーにより取得した点群地形データは、3次元モデルを統合することで、周辺環境への納まりを確認した。

出入口の計画位置にトンネル非常用設備の引込柱が設置されていることを確認し、移設協議を円滑に進めることができた。（図-5）

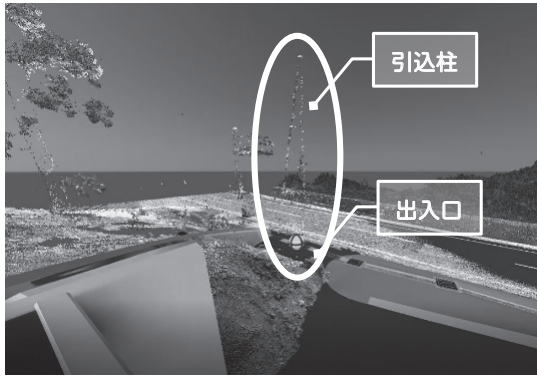


図-5 点群と3次元モデルの統合

(4) 設計変更の検討と反映したモデルの再作図

補強土壁工を施工するに当たり、支持地盤の支持力を確認したところ、地盤が埋戻し土で埋設され、以前は沢地であったことが判明した。

支持層までの置換砕石やセメント改良を検討したが、ヤードが狭く県道の通行止めも必要になり、大幅な工程遅延が見込まれたため、支持力が確保できる調整池側に移動させる計画を3次元モデルを活用して検討を行った。(図-6)

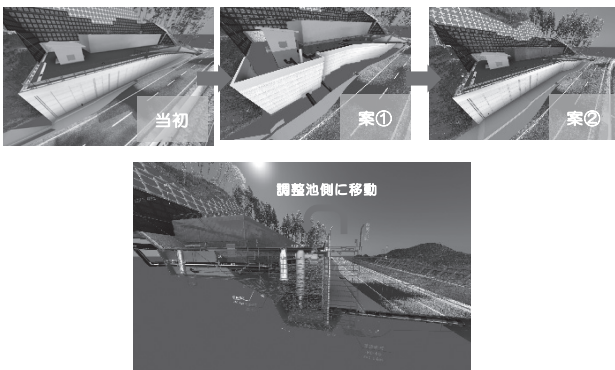


図-6 補強土壁の変更検討モデル

検討案を可視化することで、変更後の鋼製補強材と排水計画の干渉チェックや周辺との取合い・影響を視覚的に確認できるため、検討時間の短縮化や最適な配置計画を行うことができた。

②CIMモデルを活用した施工手順の可視化

狭隘な施工環境における施工方法の妥当性を検証し、最適な施工手順を立案するため、補強土壁工のパネル・鋼製補強材の段階的施工やコンクリート打設リフト等、複雑な施工工程を可視化した。(図-7)

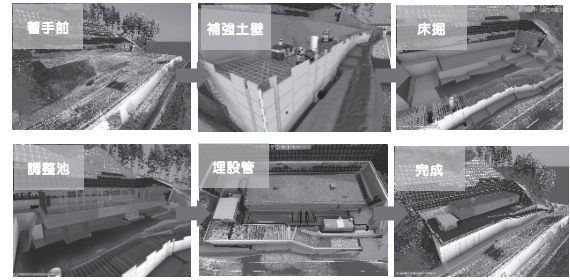


図-7 施工ステップの可視化

各工程を見える化した結果、2次元図面だけでは把握できなかった施工手順をイメージ共有することができるため、関係者間の協議・調整を効率化することができた。特に作業員との施工打合せや新規入場者教育、若手社員への教育の際、3次元モデルを活用することで、現場の理解促進に繋がりが、施工性の向上や勘違いによる手戻りを防ぐことができた。

また、作成した3次元モデルに時間軸を加えた4D施工シュミレーションを作成することで、特定日時での進捗状況や施工ステップを視覚的に確認することができ、工期短縮を実現する最適な工程計画・施工計画の立案を可能にした。

特に、調整池のコンクリート打設リフト計画に準じた躯体と配筋の施工ステップを可視化し、リフト毎のコンクリート数量・鉄筋数量を属性情報としてリンクさせることで、施工理解の促進、施工性の向上を図った。(図-8)

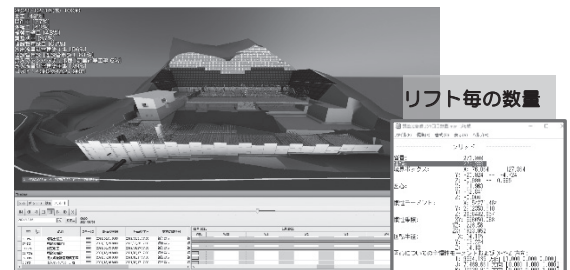


図-8 4D施工シュミレーション

また、補強土壁工では、従来、パネルの配置や長さ、本数の異なる鋼製補強材の配置を1層毎、図面と見比べながら苦勞して施工を行っていたが、今回工事では、パネル・鋼製補強材の種類毎に3次元化、色分け表示し、1層毎の施工ステップを工程表と結び付けて視覚的に把握できるた

め、先々の工程を見据えた施工段取りのイメージ共有や施工の効率化、間違いの防止を図ることができた。

③現場担当者・若手技術者のBIM/CIM研修

CIM推進室として、今回工事を含め各現場のBIM/CIM化を専属で担っているが、発注図面から3次元モデルを作成し、図面照査や施工ステップの可視化を行って現場担当者に納品するだけでは、BIM/CIMの活用が現場の働き方改革・生産性向上に大きく寄与しているとは言い切れなくなってきている。現場担当者が3次元モデルの動かし方や編集方法を習得しないと現場での活用が進展せず、また現場が始まれば、必ず設計変更が生じ、当初作成した3次元モデルは、設計が変われば意味を成さないものになってしまう。

そこで当社では、若手対象のBIM/CIM研修会を毎月2回実施し、社内展開に取り組んでいる。

(図-9)

現場担当者がCIM推進室で作成された3次元モデルを編集することができれば、設計変更時の計画検討や施工ステップの更新、施工計画書や打合せ簿への活用といった、3次元モデル活用の更なる促進が期待できる。

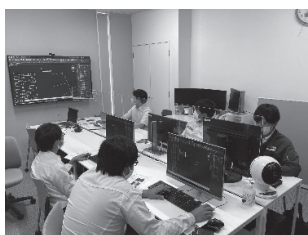


図-9 若手研修会

また、発注者や大学等と連携した勉強会を実施し、BIM/CIMの活用・普及のための意見のすり合わせ、情報の共有化を図っている。(図-10)



図-10 大学での講義、発注者への事例発表

4. おわりに

3次元モデルの一番大きなメリットは、関係者間で完成形や施工イメージを共有することができることだ。二次元図面だけではイメージできなかった現場が、視覚的に把握することができるようになるため、作業員や若手社員への作業手順の伝達を円滑に行うことができると共に、勘違いや不整合箇所の見落としによる手戻りの防止を防ぐことができる。

課題としては、3次元モデルのより良い活用方法を追求し、構造物や土工、周辺環境モデルの全てを3次元化しようとする、非常に手間と労力が必要となる。また、現状では設計図書を受領してから3次元モデルを作成していくため、従来通りの照査よりも余計に時間がかかる場合がある。

照査の効率化や生産性向上を図るには、現場毎に可視化すべき重要度を考慮し、3次元モデルを作成する箇所と、可視化せずとも現場にて対応可能な箇所を選定する必要があると感じる。

また、3次元モデルによる数量算出も大きなメリットとなりうるが、正確に数量算出するためには、モデルを非常に精密に作成する必要がある。

現在弊社で作成している3次元モデルは、メイン工種のコンクリート数量や土工量の算出は可能であるが、幅の区分や土質、施工方法による区分毎の数量算出や、算出結果の数量計算書への反映までには至っていない。

CIMの普及には、3次元モデル作成技術の簡素化も必須であると感じる。

また、どこまで属性情報を付与するか、3次元モデルはどこまで詳細に作成し納品すべきか、確実な指針が必要になってくると思われる。

CIMモデルの活用には未だ多くの課題が残っているが、今後CIMを活用した数量算出や出来形管理、AIやAR等の先端技術を積極的に導入し、普及していくことで、現場のさらなる生産性向上に寄与していきたい。

30 その他

土工 CIM <土工事における CIM の活用>について

岡山県土木施工管理技士会

株式会社 荒木組

副課長

主任

宮 脇

潤〇

岡 田

康 平

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：玉島笠岡道路西大島地区改良工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中国地方整備局
- (3) 工事場所：岡山県笠岡市西大島地内
- (4) 工 期：R2年4月1日～R3年11月30日

本工事は国道事業区間の一般国道2号玉島笠岡道路（Ⅱ期）における改良工事である。主な工事数量は以下の通りである。

- ・カルバート工
1号函渠（内空：W=4.6m H=5.3m）L=51.5m
2号函渠（内空：W=5.5m H=5.3m）L=57.0m
- ・道路土工 V=5000m³
- ・仮設工 1号工事用道路他 1式

カルバート工の函渠2基と道路土工を同時に施工することで工期短縮を図った工事である。その際に要となる、1号工事用道路の計画からICT施工そして土工事数量算出に至るまでを「新しい手法で作成する3次元設計データ」を用いて行った。

土工事を3次元モデルで計画・検討する今回の取り組みを土工CIM（Construction Information Modeling/ Management）として以下に取りまとめる。

2. 現場における問題点

ICT施工を活用する上では、3次元設計データを構築する必要があるが、現状設計段階でのCIM

化が普及していない。そのため、施工段階では3次元設計データが存在せず、i-Constructionで想定する生産性の向上が図れていないのが現状である。さらに、ICT施工にあたって、3次元設計データの有効な作成方法が建設業界に浸透しておらず、柔軟なCIM活用が普及していない。

3次元設計データ作成の現状は、国土交通省が作成している3次元設計データ作成の手引きや3次元設計データ作成ソフト仕様のため、道路中心線形計算書を基に3次元データを作成していく必要がある。（図-1）

道路中心線形計算書を基に3次元データを作る手法は、ICT施工の前身である情報化施工の名残のためである。

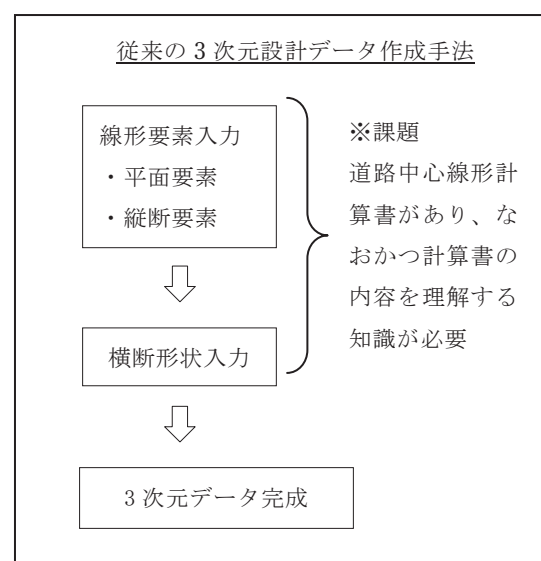


図-1 3次元データ作成フロー図（従来手法）

そのため、仮設道や水路の床堀といった構造物の建設を目的とした作業土工においても、道路中心線形計算書を作成しないと3次元設計データを作成できない。道路中心線形計算書の有無が3次元設計データ作成の支障となっていた。建設現場において作業土工は様々な工事に付帯しておりICT施工を行うことで効率化につながる割合が大きい作業である。しかし、設計段階で作業土工に道路中心線形計算書を作成するのは過剰設計であり、3次元設計データが構築されていないのが現状である。

また、従来における3次元設計データの作成では、道路中心線形計算書の内容を十分に理解し線形データを作成後、それを元に3次元設計データの作成をする必要があった。そのため若手技術者や河川工事技術者では、道路要素に関する知識不足のため作成が困難であった。(図-1)

結果として、現場技術者では3次元設計データが作成できず、土工CIMを活用するのは難易度が高いという認識が広まっている。そのため建設現場へ積極的に活用がされていないという課題がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述の課題を解決するため、3次元設計データを道路中心線形計算書を必要とせずに作成する新規手法を採用した。(図-2)

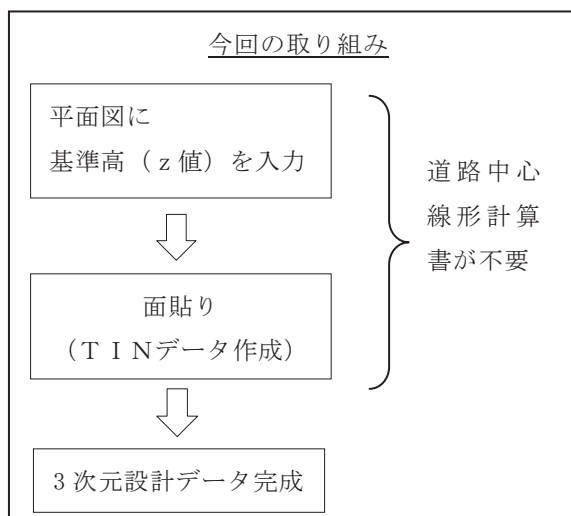


図-2 3次元設計データ作成フロー図(新規手法)

作業土工といった道路中心線形計算書が無い工種において直接TINデータ (Triangulated Irregular Network) を作成する手法は従来手法に比べ3次元設計データが作成しやすいため、生産性の向上が見込める。また、これにより様々な工種においてもICT施工が適用可能になると考えた。

(1) TINデータ

TINデータとはX, Y, Z座標をもつ点データを直線で結び三角形の格子状に結合したデータを指す。また、従来手法で作成された3次元設計データにおいても完成データはTINデータである。そのため、従来同等の3次元設計データを作成する事が可能である。

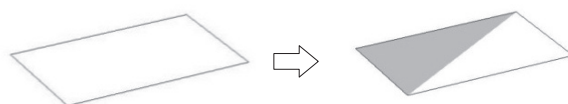


図-3 TIN作成 (面貼り作業)

(2) TINデータによる3次元設計データの作成手順

世界測地系平面座標 (X, Y) に合わせた平面図の各変化点に、高さの座標 (Z) を与えた3次元モデルを作成する。(図-4)

作成した3次元モデルに面を貼り (TINデータ化) 3次元設計データが完成する。

作成に必要な要素は「平面図と基準高」のみであることから、道路中心線形計算書を必要とせずに3次元設計データが作成可能となる。

平面図に基準高を設定するこの手法は直感的に理解することができる。さらに従来手法である線形計算書を基準にするやり方と比べ、平面図と基準高を活用する点は現場測定の技術に理論が近いいため、現場での活用や浸透が期待できる。

また、工事用道路と作業土工の複合データ(図-4)のような複雑な3次元設計データも作成可能となった。

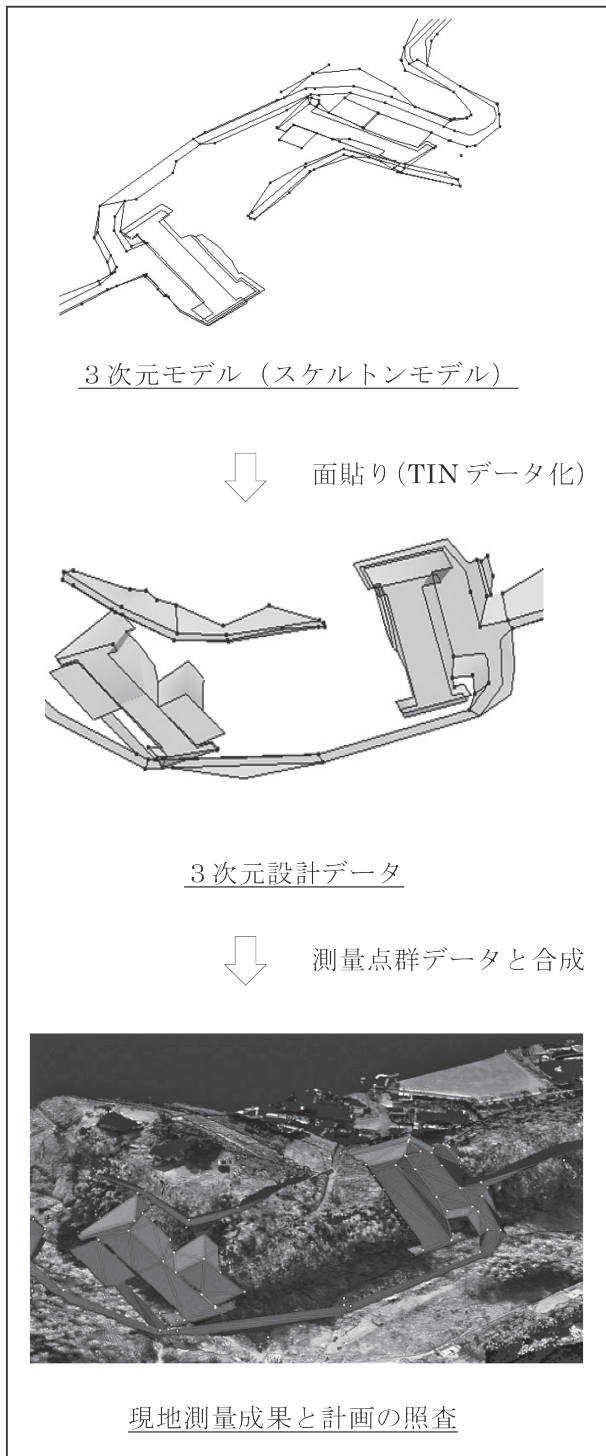


図-4 工事用道路および作業土工の複合3次元データ作成

4. 評価

(1) ICT施工適用範囲の拡大

3次元設計データ作成のみに着目すると従来手法と比べ作業時間の短縮は2割程度である。しかし、従来手法ではICT施工が適用困難とされた仮

設道や作業土工においても本取り組みで3次元設計データを作成・適用できた点が評価できる。(図-5) そのため、ICT施工の適用範囲が広がり総合的に従来方法の2倍程度の作業効率化が図れた。(測量作業員4人→2人へ)

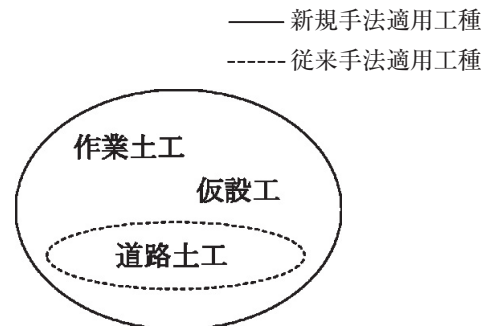


図-5 ICT施工適用範囲増加のイメージ図

(2) 施工性の向上

前述の通り、作業土工や仮設工においてもICT施工が適用できた。そのため、丁張作業や手元作業員の省略等のICT施工の利点を最大限工事に利用する事が可能となった。(図-6)



図-6 仮設道掘削へのICT施工適用状況

(3) 出来形管理・土工数量算出

起工測量時の点群データや工事施工後の点群データを重ねる事により、従来手法で作成した3次元設計データと同じく、土工数量算出や出来形管理を行うことが可能である。

(4) 3次元設計データ成果品の照査

今回の手法で作成された3次元データは2次元図面に変換する事で、幅員・勾配等の照査が可能となる。(図-7)

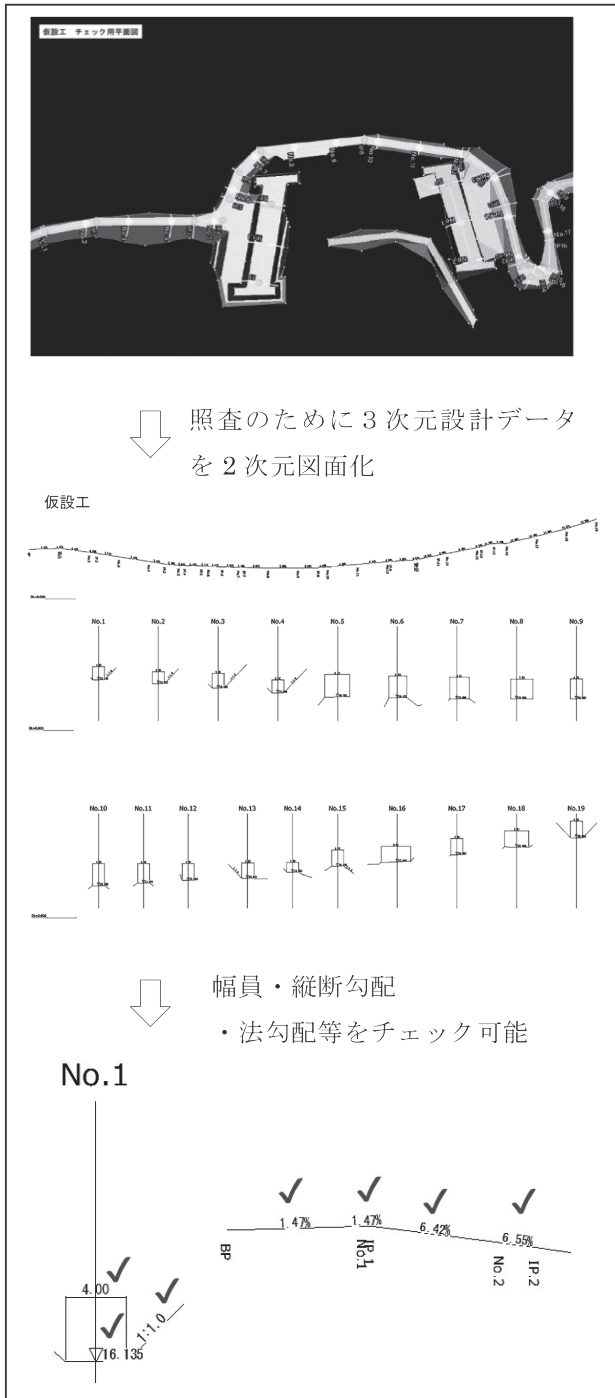


図-7 3次元モデル照査フロー図

4. おわりに

(1) 課題と解決策

TINデータによる3次元設計データは簡単に作成できる反面、道路幅員や法勾配が正しく作成されているかどうか不明な点が大きな欠点である。従来方法であれば、道路曲線や幅員といった設計に必要な線形計算書や縦横断面図をもとに

3次元設計データを作成していくものであるため、忠実に2次元設計データを3次元設計データに作成することが可能である。一方、TINデータは線形計算書を必要としない反面、曲線形状や幅員といった必要な要素が確保できていない可能性がある。

解決策としては、2次元設計データに変換してこれらの要素のチェックを行う作業が必要になってくる。(図-7)

今後活用していくうえでは、本来の「道路線形計算書を基準とした3次元設計データ」に加え、側道等の複雑な箇所において補助的な役割を果たすために「今回のTINデータによる3次元設計データ」を用いることで効率化を図ることが可能である。

(2) 取り組みの応用と展望

今回の取り組みは災害発生時の応急対策において、ICT重機の活用が可能になると考えている。

土工現場において、地山箇所の崩壊といった災害が発生した場合にも線形計算書を必要とせず3次元設計データが作成可能なため、法勾配を緩くし安定を図ることや災害場所への取付道の検討など3次元モデルによる災害対応が可能となる。

そのため、災害時においては下記のメリットを得る事ができる。

①ICT建機による安全作業

災害場所でも手元作業員を必要としないので安全に重機作業が可能となり、二次災害を防ぐことができる。

②迅速な施工計画の立案

瞬時に施工土量が把握できるので、土砂の運搬先の手配や施工日数、ダンプ何車分の手配が必要か等の土配計画が可能となる。

ただし、これらの取り組みを生かすためには、「現況測量・点群化・ローカライゼーション→3次元設計データ作成→ICT施工による災害対応」の流れをよりスムーズに行う必要がある。そのため、今後積極的に取り組み実用化できる水準にするために、技術や経験を積む必要がある。

31 その他

鋼材の機械的性質に着目したコンクリート 充填鋼製橋脚の耐震性能に関する実験的検討

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
藤 田 匠

1. はじめに

日本は、近年だけでも東日本大震災や熊本地震といった大規模な地震があり、甚大な被害を受けた。さらに近い将来においても、首都直下地震や南海トラフ巨大地震の発生の可能性が指摘されている。そのため、土木構造物の耐震性能向上に対する社会的な要求は大きい。特に都市高速道路における高架橋については人口密集地に建設されるため、巨大地震時においても倒壊による人的および物的被害を防止する事が求められる。また、震災後の復旧復興においても重要な役割が期待される。このように都市内の橋脚には高い耐震性能が求められるが、地方と比べると立地上の条件が厳しく建築限界に縛られ、橋脚断面が小さく制限されることから鋼製橋脚が多く採用されているが、以上の背景からも新設時の鋼製橋脚の耐震性能を向上させる技術は今なお求められている。

2. 想定を超えた大規模地震発生時の課題

橋脚の基礎部分は、地震時の荷重によって損傷が生じた場合、修復が大掛かりになり容易でないため、基礎に塑性化を期待しないように設計することが良いとされる。したがって、基礎および接橋脚との接合部は、橋脚の終局水平耐力と同等以上の水平耐力を保有するようにしつつも、塑性化を期待する部材を橋脚基部とし、基礎は降伏に達しないように設計している¹⁾。

このような思想で設計した橋脚と基礎に対して想定を超える大規模地震が発生した場合には、橋脚には設計で想定する水平耐力は保有しつつも過大とならず、できるだけ基礎に伝える力を小さくすることが耐震設計上、望ましい。また、最大水平荷重後の塑性変形性能については、橋脚の崩壊をできるだけ遅らせられることが良いため、急激な荷重低下を抑えながら緩やかに変形が進む（靱性の高い）構造が良いとされている。

3. 工夫・改善点と適用結果

そこで本論文では、コンクリート充填鋼製橋脚の耐震性能向上を目的に、鋼材の機械的性質に着目し実施した実験的検討について報告する。SM490Y材の規格範囲内で降伏比が小さい低降伏比（以下、低YR）な鋼材をフランジおよびウェブ（以下、外板）に適用し、降伏強度が大きい高降伏点（以下、高YP）な鋼材を縦方向補剛材（以下、縦リブ）に適用することで橋脚としての耐震性能向上を図り、この効果を実験により検証した。

3-1 耐震性能向上効果の検証

耐震性能向上効果の検証は、コンクリート充填鋼製橋脚への地震作用を模擬する正負交番載荷試験により実施した。供試体の細長比パラメータ（ $\bar{\lambda}$ ）は、従来の鋼製橋脚の平均的な高さと同架橋を想定した高さの鋼製橋脚を対象とするため、SM490Yの公称降伏強度（ $\sigma_y = 355 \text{ N/mm}^2$ ）に対

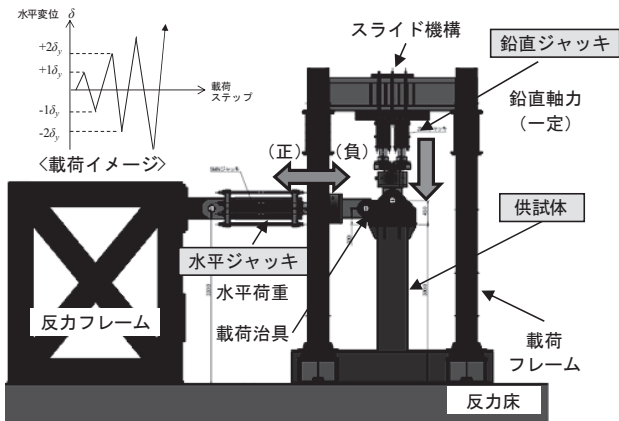


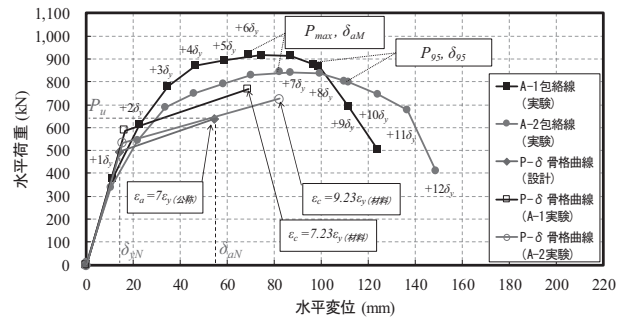
図-2 荷重装置の模式図

3-4 実験結果 (包絡線の比較)

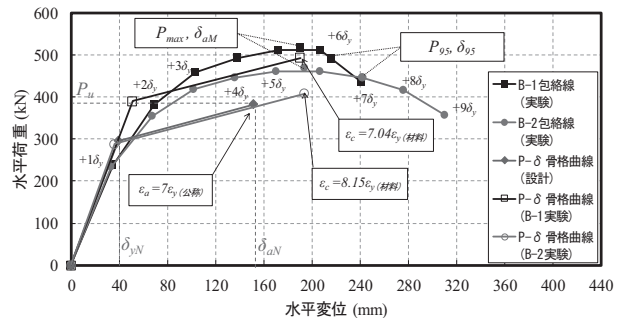
各供試体の実験結果として得られた水平荷重と水平変位の関係を考察するため、正側荷重時の包絡線の比較を図-3に示す。ここで、 P_{max} は各供試体の実験結果である最大水平荷重を示し、これに対応する変位は、実験の初期勾配と理論値の初期剛性との違いを修正した許容変位 δ_{aM} である。また、各包絡線には最大荷重 P_{max} に対して95%まで低下した水平荷重 P_{95} とその時の水平変位 δ_{95} の位置も示している。さらに供試体A、Bそれぞれについて、道示規定の $M-\phi$ 関係から得られる $P-\delta$ 骨格曲線 (設計) を示している。ここで図中の δ_{yN} はコンクリート充填した場合の降伏変位を示し、 P_u および δ_{aN} はそれぞれ、 $M-\phi$ 関係から得られる設計水平耐力とこれに対応する水平変位である。各包絡線の形状に着目すると、供試体A、Bどちらの比較においても外板に低YRな鋼材かつ縦リブに高YPな鋼材を使用した供試体の方が、最大水平荷重発現後の荷重低下が緩やかとなっていることが確認できる。

3-5 P_{max} と δ_{95} の変化について

実験で得られた各供試体の P_{max} 、 δ_{aM} 、 P_{95} 、 δ_{95} の数値および設計水平耐力 P_u を表-3に示す。また表中には、鋼材の機械的性質を変化させたことによる P_{max} と δ_{95} の変比率を示している。この結果から、平均的な鋼製橋脚の高さであるA-1とA-2とを比較した場合、A-2はA-1に対して



(a) 供試体A-1、A-2 ($\lambda=0.3$)



(b) 供試体B-1、B-2 ($\lambda=0.5$)

図-3 実験結果 (包絡線) の比較

P_{max} が約8%低下しつつ δ_{95} が約13%向上していることがわかる。また同様に、高架橋を想定した鋼製橋脚の高さであるB-1とB-2とを比較した場合においても、 P_{max} が約9%低下しつつ δ_{95} が約13%向上していることがわかる。ただし P_{max} の低下程度については、実験値 P_{max} はいずれも設計値 P_u を上回っており設計上必要な耐力は確保していることが確認できる。さらに、この最大水平荷重の低下を実際の橋脚で見た場合、橋脚から基礎に伝える地震時の水平力が小さくなるため、基礎への負担も小さくなる。 δ_{95} が向上した点については、想定外の大規模地震によって最大水平荷重を超えるような場合でも、橋脚の崩壊を遅らせる可能性を示している。

3-6 橋脚に生じる水平変位と残留変位の制限

現行道示¹⁾の鋼製橋脚の耐震設計では、限界状態2および限界状態3の照査で、橋脚に生じる水平変位と残留変位とを制限している。実験供試体について、水平変位と残留変位の照査を行った結果を表-4に示す。この結果より、実設計の観

表-3 実験結果のP、 δ 一覧

	供試体名			
	$\bar{\lambda}=0.3$		$\bar{\lambda}=0.5$	
	A-1	A-2	B-1	B-2
P_{max} (kN)	923	845	517	469
δ_{aM} (mm)	69	82	190	194
P_{95} (kN)	876	803	491	445
δ_{95} (mm)	97	110	216	244
P_u (kN)	公称値より算出する設計値			
	638		383	
P_{max} と P_u との比較	923 > 638	845 > 638	517 > 383	469 > 383
	$P_{max} > P_u$			
P_{max} 変化率	1.00	0.92	1.00	0.91
δ_{95} 変化率	1.00	1.13	1.00	1.13

表-4 道示¹⁾での水平変位と残留変位の照査

限界状態2及び限界状態3の水平変位と残留変位の照査について		$\bar{\lambda}=0.3$	$\bar{\lambda}=0.5$	備考
		供試体A	供試体B	
水平変位の照査	δ_{aV} <small>M-Φ関係から水平力が最大となるときの水平変位</small>	55	152	H.29道示V式(9.4.14)
	δ_{b2} <small>$\delta_{b2}=k \times \delta_{aV}$ ($k=1.3$)</small>	72	198	
	δ_{b2d} <small>$\delta_{b2d}=\zeta_1 \cdot \Phi_s \cdot \delta_{b2}$ ($\zeta_1=1.00, \Phi_s=0.75$)</small>	54	148	水平変位の制限値 H.29道示V式(9.3.1)
残留変位の照査	δ_{yV} <small>降伏変位 (コンクリート充填断面)</small>	14	39	H.29道示V 9.4(6)
	μ_γ <small>δ_{b2d}/δ_{yV}</small>	3.8	3.8	本紙では最大水平変位の制限値 δ_{b2d} より算出する。
	δ_R <small>$c_R(\mu_\gamma - 1)(1 - \gamma)\delta_{yV}$ ($c_R=0.45, \gamma=0.1$)</small>	16.0	44.2	H.29道示V式(9.3.2)
	h <small>載荷点高さ</small>	2,679	4,465	残留変位の制限値 (原則値)
	$h/100$ <small>制限値</small>	26.8	44.7	
$\delta_R < h/100$ の判定		16.0 < 26.8 O.K.	44.2 < 44.7 O.K.	残留変位の照査

※本表での照査は公称値の降伏強度を用いた結果である。

点で見た場合では、発生する最大水平変位が制限値以内に収まることを照査すれば、残留変位の照査も満足することが確認できる。このことから、今回検討したSM490Yの鋼材規格内で機械的性質を変化させた鋼材を使用するコンクリート充填鋼製橋脚について、現行道示の耐震設計照査が適用可能であることを確認した。

4. おわりに

コンクリート充填鋼製橋脚の耐震性能向上の試みとして、SM490Yの鋼材規格内で機械的性質を変化させ、低YRな鋼材を鋼製橋脚の外板に、高YPな鋼材を縦リブに適用することを検討し、その耐震性能向上効果の検証を正負交番載荷試験にて実施した。対象とする供試体は、平均的な鋼製

橋脚高さおよび、高架橋を想定した橋脚高さを対象とした。実験の結果、以下の事項が明らかとなった。

- ・今回実験した供試体の比較では、着目した鋼材の機械的性質の変化により、設計上必要な耐力は保有しつつも最大水平荷重が低下した。その低下率は、細長比パラメータ $\bar{\lambda}=0.3$ の場合で8%程度、 $\bar{\lambda}=0.5$ の場合で9%程度であった。この結果から、本検討を実構造物へ適用した場合、地震時の橋脚基礎への負担軽減が期待できる。
- ・最大応答変位および残留変位の制限については、SM490Yの鋼材規格内で機械的性質を変化させているため、現行道示の耐震設計が適用可能である。さらに包絡線の結果から、最大水平荷重発現後の塑性変形性能が供試体AとBともに13%程度向上した。また、最大水平荷重発現後の荷重低下は変形とともに緩やかとなった。これらは、大規模地震被災時において、橋脚の急激な荷重低下を抑えつつ、崩壊を遅らせられる可能性を示している。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、2017.
- 2) 建設省土木研究所、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、名古屋高速道路公社、(社)鋼材倶楽部、(社)日本橋梁建設協会：道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書 (I)～(VIII)、(総括編)、1997～1999.

32 その他

3D 計測を活用したロッキング橋脚耐震補強工事

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

現場担当

八木

聡○

設計担当

貞島

健介

現場代理人

江野澤

正義

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：(修) 構造物改良工事29-2-3
- (2) 発注者：首都高速道路株式会社
- (3) 工事場所：東京都港区海岸二丁目
- (4) 工期：2017年12月29日～

2022年4月30日（予定）

本工事における対象橋梁は、3径間連続鈹桁（3橋梁）と2径間連続箱桁（2橋梁）であり、橋脚の断面構成は、中央2柱は鋼製橋脚、両端2柱はロッキング橋脚で支持されている（図-1）。

ロッキング橋脚は、上下端がヒンジ構造の柱で鉛直支持機能と回転機能を有するが、水平力に対しては抵抗しない橋脚である。近年の大地震により倒壊した事例もあるため、耐震対策として早急な対応が求められていた。

本工事では、19柱のロッキング橋脚の耐震対策を目的として、転倒防止装置工・支承取替工・制震装置工・上揚力対策工等、様々な工種を施

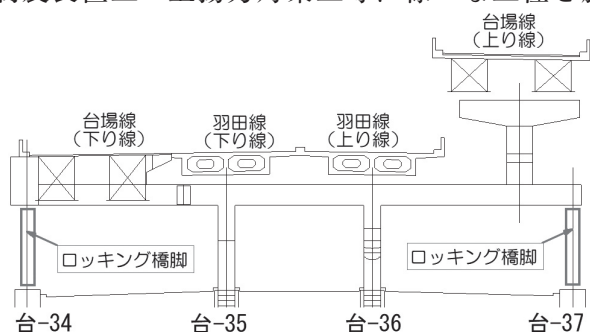


図-1 橋脚一般図

工した。本稿では、転倒防止装置工に着目して（図-2）、現場での課題・対応策等について報告する。

2. 現場施工における課題

転倒防止装置の設計方針を図-3示す。常時や地震時に機能するのではなく、地震により橋脚支承部が損傷した場合に、フェイルセーフとして転倒を防止する対策である。なお、地震時については、橋梁全体での動的解析を実施し、ロッキング橋脚と転倒防止装置が接触しないことを確認している。

上述した設計方針を踏まえて、現場施工における課題を以下に示す。

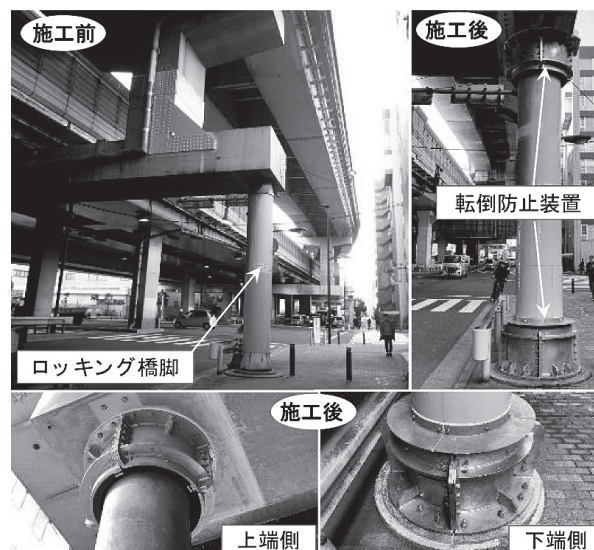


図-2 現地写真、転倒防止装置設置完了写真

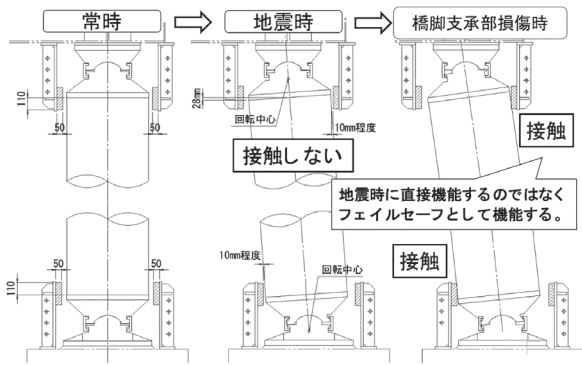


図-3 転倒防止装置設計方針

2-1 ロッキング橋脚の構造特殊性

ロッキング橋脚は鋼管で、上下端がヒンジ構造であるため傾斜を有しており、計測自体も難しく計測結果に誤差を生じる可能性がある。さらに橋脚周辺には、ガードレール等も近接しており、設計においては、橋脚形状や橋脚基部に加え、周辺の構造物も正確に把握することが課題であった。

2-2 出来形管理上の課題

橋脚下端側の部材は、橋脚基部にアンカーボルトを設置して固定する構造であり、設置面の基部上面は不陸を有しているため、事前調査時に、支承台座や天端不陸形状が脚毎に異なることを確認していた。転倒防止装置の施工時出来形管理においては、設計で設定した遊間確保が重要であるため、アンカーボルト位置を正確に把握し、橋脚基部設置面の不陸調整を行って、部材設置時の水平度を確保することが課題であった。

2-3 狭隘部での施工上の課題

ロッキング橋脚は歩道上に設置されており、施工時の足場空間も限られている。転倒防止の上端側の部材は橋脚横梁下面に設置するため、クレーンによる部材の移動や吊り上げが不可能であった。また、既設塗膜には鉛などの有害物質が含有されており、徹底した保護具および養生にて作業を行う必要があり、狭隘な限られた空間における施工計画や作業環境確保が課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 3Dデータの活用

既設出来形計測は3Dレーザースキャナーで実

施し、計測結果をもとに以下の検証を行った。

(1) 点群データを面データに変換し(図-4)、工場製作時の3次元原寸データと重ね合わせを行い(部材水平度を確保)、下記に示す項目について設計段階で確認を行った。

① 橋脚基部設置面の不陸形状

不陸形状を把握することで、橋脚基部天端を部分的に撤去して無収縮モルタルを施工する箇所を特定し、部材設置時の高さ位置を把握して設計値との比較検証を行った。高さ位置が異なる場合は、その差異の大きさによっては、部材高さを変更して対応した。

② 既設支承台座と部材とのクリアランス

橋脚毎に支承台座形状が異なるため、干渉有無の確認を行い、部材と干渉する場合は、支承台座の部分的撤去や部材形状を大きくして対応した。

③ 橋脚と部材の設計遊間(施工時出来形管理用)

面データには橋脚の傾きも反映されており、円周における遊間のばらつきを把握し、施工時遊間管理における設計値(実測値)を算出した。また地震時に橋脚が傾斜した場合の遊間も算出し、接触しないことを確認した。

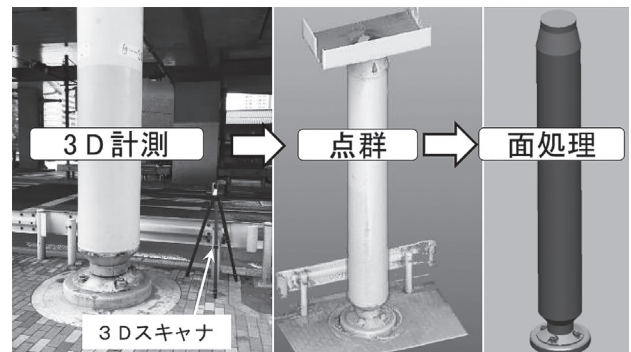


図-4 ロッキング橋脚計測、面処理

上述した検証内容の詳細を図-5に示す。A-A断面は、接触する緩衝ゴム位置における橋脚と部材の遊間を示しており、実際に施工した際の遊間との比較検証は図-5の右上表でもわかるように、その差異は部材設置時の施工誤差程度であることも確認できた。

(2) 点群データと3次元原寸データの重ね合わせを行い、周辺構造物との干渉確認を実施した結

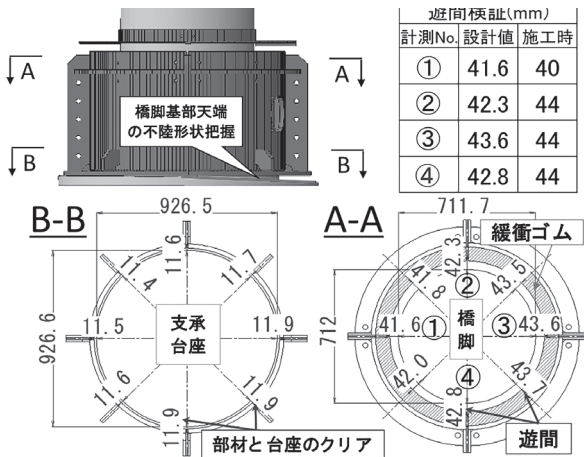


図-5 3Dデータにおける検証結果

果、ガードレールと部材が干渉する箇所があった(図-6)。干渉幅は5.3mmと小さく、点群自体や重ね合わせ時の誤差とも考えられたが、原寸模型で再度検証して干渉することを確認し、構造詳細の変更を行った。

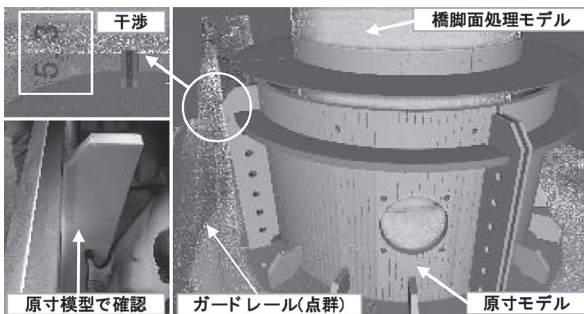


図-6 周辺構造物との干渉確認

以上の検証により、設計段階でロッキング橋脚や周辺構造物を正確に把握することが可能となり、施工時や地震時の設計遊間検証や部材干渉による不具合を防止することができた。

3-2 ロッキング橋脚下端側部材設置時の工夫

(1) アクリル板と写真計測の活用(図-7)

部材と橋脚基部を固定するアンカーボルト位置を正確に把握するため、以下の対策を実施した。

- ① アンカー孔削孔後に疑似アンカーを設置
- ② 疑似アンカー上に透明なアクリル板を設置(アクリル板の水平度を確保する。)
- ③ アクリル板へ疑似アンカー中心位置を罫書く
- ④ 罫書き後のアクリル板を用いて写真計測を実施し、アンカー位置を把握する(足場空間が狭いため、室内で写真計測を実施。)

- ⑤ 計測後のアンカー孔位置を工場製作データに反映し、部材製作後にフィルムにて孔位置の整合性確認を実施

上記フローにより、部材設置時の水平度を確保した上でアンカー孔位置を正確に把握することができ、部材に干渉することなくアンカーボルトを設置することができた。なお、計測では、写真計測図化システム「VFORM」(株横河技術情報)を利用した。このシステムでは計測位置にターゲットを設置してカメラで撮影すれば、その場でCADデータにて確認できるため、従来作業と比べて計測・設計の手間を大幅に短縮できた。

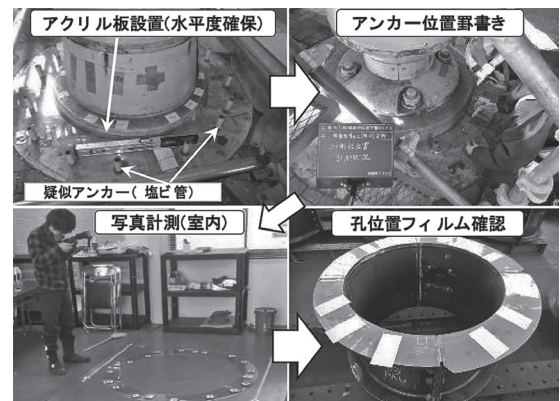


図-7 アクリル板、写真計測の活用

(2) セルフレベリング材の採用(図-8)

橋脚基部の不陸部解消と部材設置時の水平度確保のために、以下の対策を実施した。

- ① 橋脚基部の不陸箇所をはつりにより撤去
- ② 型枠設置後に無収縮モルタルの打設
- ③ セルフレベリング材の施工

これにより部材設置面の不陸が解消され、部材設置時の水平度を確保することができた。

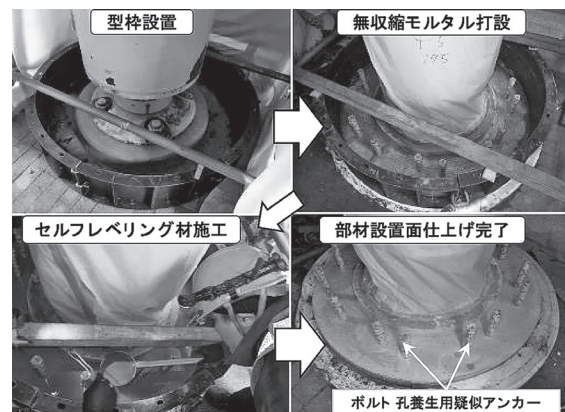


図-8 部材設置面の水平度確保対策

(3) アンカーボルト鉛直度確保用治具

下端側部材の据付け状況写真を図-9に示す。

アンカーボルトの設置は、部材据付け前に実施し、部材を上から落とし込んで据付けを行うため、アンカーボルトの鉛直度を確保するための治具を製作して設置を行った。

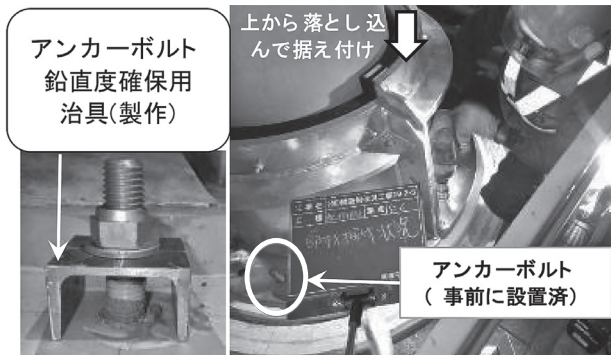


図-9 下端側部材設置状況

3-3 狭隘部における施工時の工夫(図-10)

(1) エンドレス型ウィンチによる吊上げ

上端側部材設置においては、横梁内部にエンドレス型万能ウィンチであるチルクライマーを使用し、新設孔にワイヤーを通して部材を吊り上げた。チルクライマー本体も軽量で人力での運搬が可能であるため、この方法を用いたことにより狭隘部での部材の吊り上げ、設置作業が容易になった。

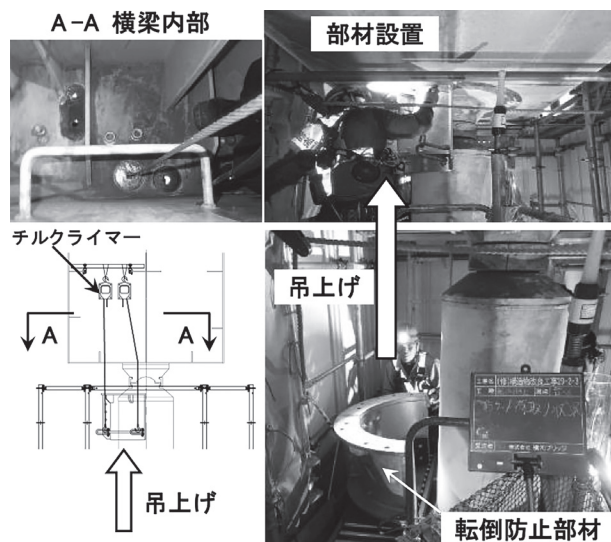


図-10 上端部材設置計画と施工写真

(2) 作業区分や設備の見える化

狭隘な足場内において作業エリアの区分け検討を行い、3Dイメージ図(図-11)を作成して、関

係者と合意形成を行った。これにより、素地調整作業に従事する作業員にも分かりやすく伝えることができ、狭い場所でも作業環境に準じた設備を設けることができた。

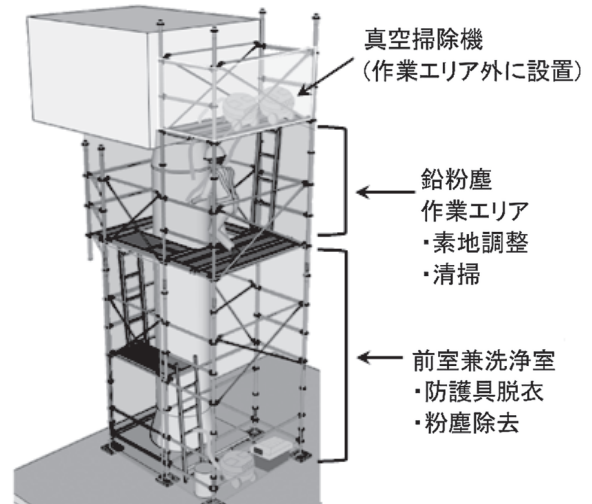


図-11 素地調整作業エリアイメージ

4. 終わりに

本工事では、設計計画段階にて3Dモデルを活用したフロントローディングを実施し、計測～実測反映作業の効率化や設計成果品に対する効果的な事前検討(可視化・整合性確認等)を行うことができた。また、従来設計完了後に実施する施工検討作業を事前に行うことで、設計へのフィードバックによる現場での不具合防止、出来形品質管理の向上、道路管理者を含む工事関係者での合意形成の迅速化を図ることができた。

ロッキング橋脚は、構造としては複雑ではないため、3Dモデル化による既設出来形把握は比較的容易であった。しかし、上部構造の把握においては、道路供用時に足場上で3D計測を実施するため、点群の誤差や面処理精度に影響し、3Dモデル化手法や活用方法が今後の課題である。今回の経験を活かして、保全事業の高度化、生産性向上に、今後も取り組んでいきたいと考えている。最後に、ご指導頂いた首都高速道路(株)の方々、並びに、ご協力頂いた工事関係者にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

33 その他

鋼製橋脚設置工事における CIM データ活用の取り組み

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

監理技術者

五十嵐 三雄[○]

監理技術者

松岡 高廣

計画担当

田村 修一

1. はじめに

<工事概要>

- (1) 工事名：①R1横環南栄IC・JCT鋼製橋脚設置工事
②R1横環南栄IC・JCT鋼製橋脚設置その3工事
- (2) 発注者：①②国土交通省 関東地方整備局
横浜国道事務所
- (2) 工事場所：①②神奈川県横浜市栄区田谷町地先
- (4) 工期：①自) 令和2年3月17日
至) 令和3年10月29日
②自) 令和2年3月17日
至) 令和3年8月31日

本工事は、高速横浜環状南線の栄IC・JCT（仮称）（図-1）内の、鋼製橋脚「①AP5, AP6, CP0橋脚」「②AP8橋脚」の製作・架設を行う工事である。橋脚の架設には、200～300t級の吊能力があるクローラー式クレーンを使用し、左右の柱を架設後、隅角部・横梁を順次架設しながら施工を行った。

本工事は、国土交通省が提唱する「i-Construction」の取り組みにおいて、CIMを導入することにより、ICTの全面的活用を推進し、CIMモデルの活用による建設生産・管理システム全体の課題解決および業務効率化を図ることを目的とするCIM活用工事（発注者指定型）であ

り、今回は架設計画及び維持管理において有用なツールとして活用することを目的にCIMへの取り組みを実施した。

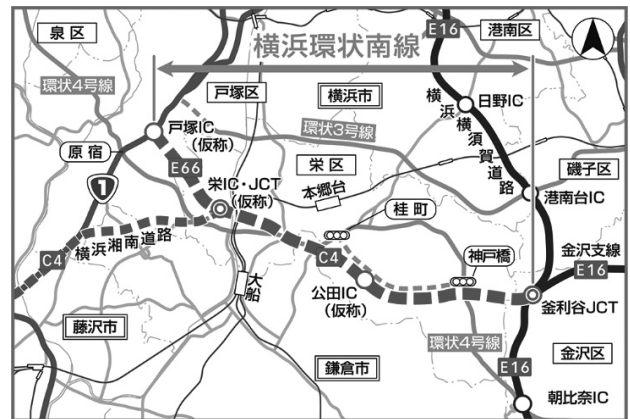


図-1 栄IC・JCT位置図
（よこかんみなみHPより転載）

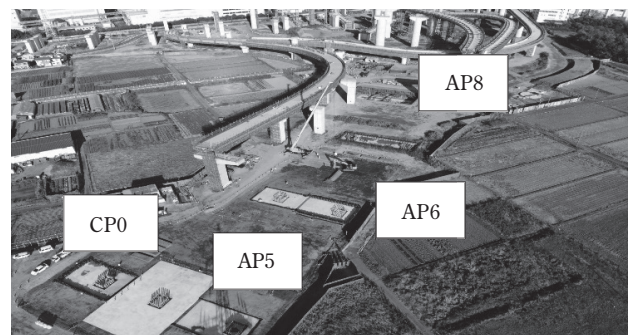


図-2 架設地点の施工前状況

2. 現場における問題点

2-1. 設計照査における問題点

設計図面について、一つの構造物の中でも本体構造物の図面と、検査路や排水装置といった付属

物関係の図面とは別図で作成されていることが多く、取合う構造物同士の干渉については2次元の図面を組合せて干渉をチェックする等、手間をかけて確認を行う必要がある。チェック段階で見落とした場合、工場で実仮組時に部材を組み合わせた段階で修正作業が発生、あるいは仮組時に部材を取り付けられずに現場施工の段階で干渉が発覚することもあり、いずれにしても後工程での手戻りによる工程遅延や修正作業による工事費用の悪化などの懸念があるため、初期段階の干渉チェックにおいて可能な限りの不具合をなくしていくことが求められている。

2-2. 架設計画における問題点

橋脚の架設において、柱部の架設時及び継手作業において足場が必要となるため、架設に先行して昇降設備を組み立てておくことがある(図-3)。そのため、架設済みの橋脚に加えて昇降設備分の幅を考慮してクレーンのブームとの離隔を確認し、クレーンの据付位置を決めておく必要がある。



図-3 昇降設備の先行組立状況

2-3. 維持管理における問題点

鋼製橋脚では隅角部の3溶接線が交差する部位(3線交差部)において疲労亀裂が報告されており、この疲労亀裂の主な原因として溶接内部に生じた欠陥や未溶着部が挙げられている。工場製作においても3線交差部の溶接施工難易度は高く、良好な溶接品質が確保できるか、そのための空間

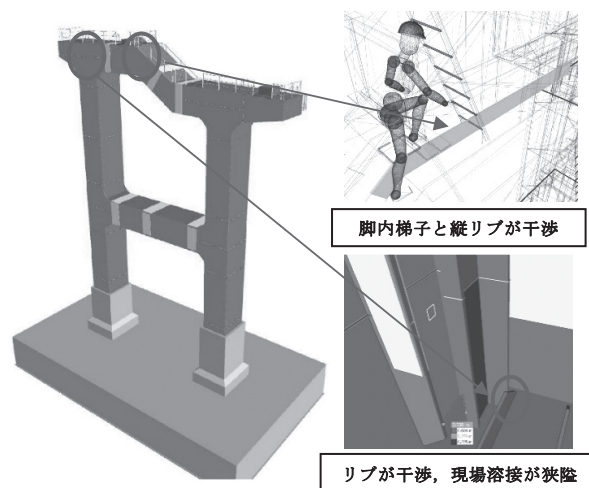
が確保できているか等の確認をするとともに施工時の品質管理の記録についてもしっかりと残しておくことが重要である。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. 3Dモデルを活用した設計照査

設計図面から3Dモデルを作成し、立体的にあらゆる角度から主構造と付属物を確認し、先の3線交差部における溶接作業上の干渉確認及び図面修正を行った。設計照査の段階において、鋼製橋脚に設置される付属物(脚内梯子、水抜きパイプ等)を3Dモデル化し、付属物の干渉チェックを行い現場施工となつてからの不具合が発生しないように確認した。

図面上で設計照査が完了した図面を用いて、3Dモデル化し別々で表現されている図面を組み合わせることで、干渉等の問題がないか再度確認している。平面図、断面図、側面図と各々で表現がされている2次元の図面同士の組合せに比べて、3Dデータであれば座標の設定が適切であればデータの組合せも容易にでき、干渉チェック時間の短縮につながった。



3-2. 3Dモデルを活用した架設計画

架設計画の検討においてCIMモデルを活用した。クレーンや昇降設備など実際の形状、寸法を反映した3Dモデルを用いて、クレーンのブーム旋回時の軌道を再現し、架設中にクレーンブーム

と昇降設備との離隔が十分とれていることを事前の検討段階で確認することができた（図-4）。従来は2次元の図面を用いて、クレーンの据付位置と架設地点との寸法等を手作業で確認しながら検討をしていたが、CIMモデルを活用することでより現実に近いイメージで確認することができ、実際の施工においても構造物との干渉等の不具合も無く工事を完了することができた（図-5）。

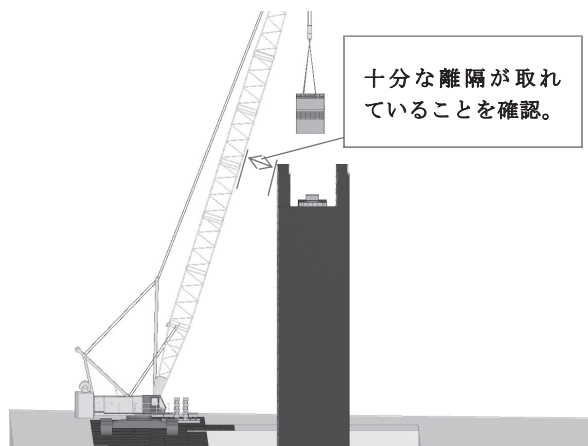


図-4 3次元モデルを活用した架設検討



図-5 実際の架設状況

また、架設ステップを再現し、施工計画において時間軸を考慮したステップの4D可視化（図-6）を行うことにより、検討段階で考えていた架設順序に問題等がないかを、部材の地組スペースなどその時点の施工ステップにおける作業ヤードの使用状況を確認しながら、適切な施工順序に組み替えることができた。また、架設途中における構造物の安定性について、計算上だけでなく視覚的にもしっかりと支持された状態であることを確認することが出来た。

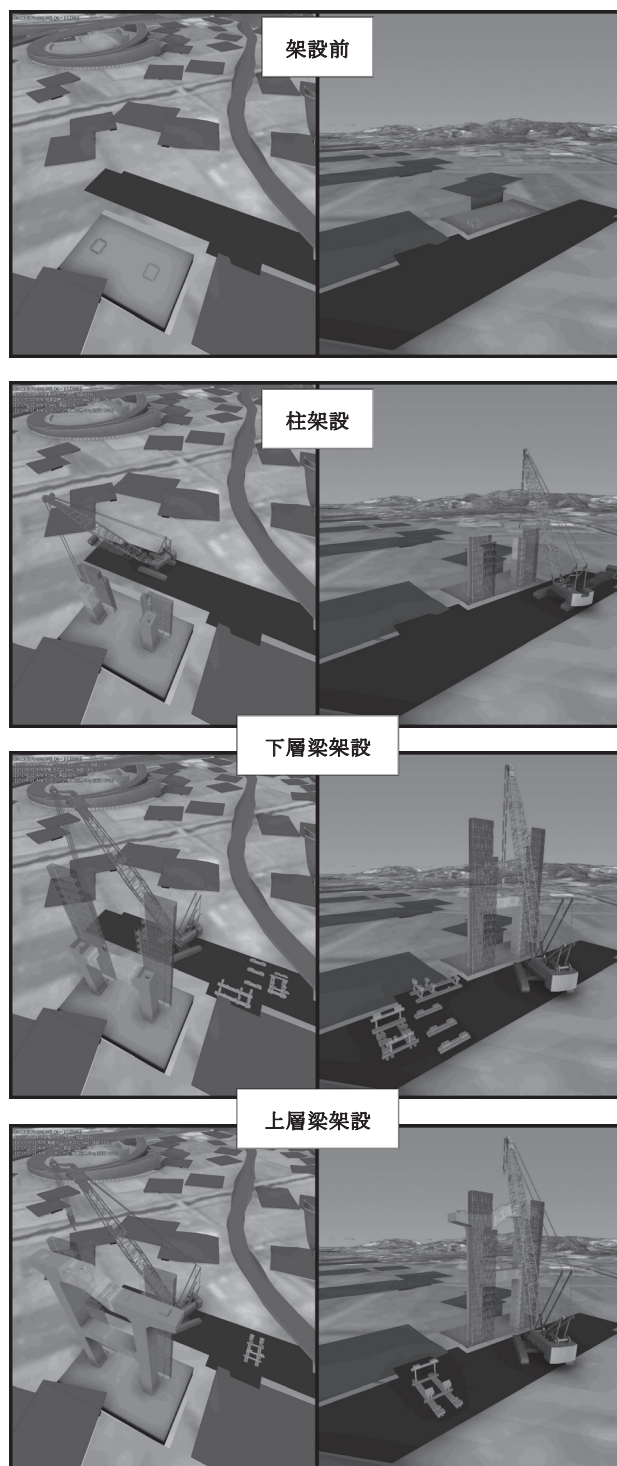


図-6 架設ステップ動画

3-3. 施工時記録、部材情報等のデータベース化
作成したCIMモデルに施工時に発生する属性情報として、施工管理記録、品質管理記録の他、該当構造物の設計基本情報や部材の材質などの情報について登録した（図-7）。

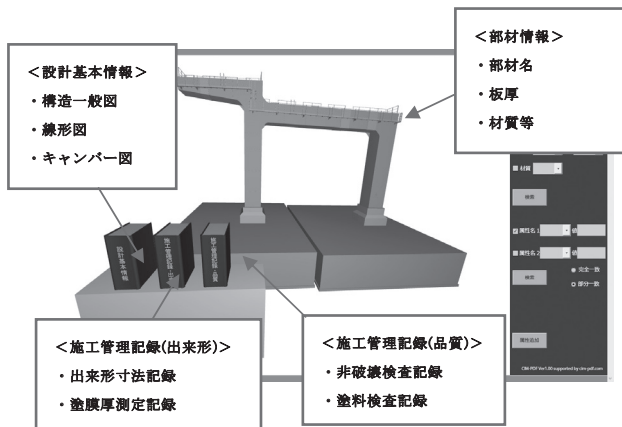


図-7 施工時情報のデータベース

特定のソフトウェアをインストールすることなく利用できるメリットがあるため、利用ソフトは「CIM-PDF」とした。無償のPDFリーダーでCIMモデルを自由に拡大縮小、回転、断面表示ができ、部材をクリックすると付与されている属性情報がリンクしてあり、ポップアップで表示できるため、将来の維持管理の初期データとして活用が可能である。

「施工管理記録」として出来形寸法等の情報の他に塗装の膜厚測定記録についても記録を残して参照できることとした。これまでも実際の構造物に残されている塗装記録表などにより塗装仕様や塗料材料について簡単に確認することができたが、それに加えて施工時の膜厚管理記録が確認できれば、設計上だけでなく施工当時どの程度の塗膜厚があったか確認ができ、維持管理においても今後の塗替え塗装の参考にすることが可能となる。

「品質管理記録」として、溶接部の非破壊検査記録に加えて、溶接施工時の条件についても残すこととした。気温や湿度、また入熱量などの溶接条件が溶接の品質にも影響を与えることも懸念されるため、このような施工時の情報が残されていることが有用な意味を持つこととなる。

「設計基本情報」として、図面の他に部材の板厚・材質を検索すると該当する部材以外が半透明で表示されることで視覚的に確認できる機能を設けた(図-8)。過去に施工された補修補強工事

などにおいて、実際の構造物の板厚を計測した結果、竣工図書として図面上に記載された部材の板厚、材質の情報よりも板厚が厚くなっているということが発覚した。要因として、受注者側が材料の入手性や、施工性のなど様々な理由が考えられるが、設計図書よりも板厚や材質をアップさせ、承諾として施工したと思われる。承諾事項であったために、実構造物の情報が竣工図書として残されておらずこのような状況が発生したと考えられる。既設構造物に当て板補強や溶接補修などを行う際には、既設の部材の材質や板厚の情報を考慮した上で施工をすることが望ましく、そのため部材毎に適切な材質や板厚の情報を残しておくことが肝要となる。今後は施工位置の座標等をポップアップ確認できるシステムを追加できれば、よりよいものになるものと思われる。



図-8 部材情報の検索機能

4. おわりに

少子高齢化の時代を迎え、建設業において人口減少に加えて、就業者の高齢化が近年顕著となっており、担い手の確保や生産性向上を目的としたi-constructionの取り組みを確実に進めていく必要がある。今回の工事で得られた経験を活かし、さらに発展していくICT技術を上手に施工においても活用していきたいと考えている。

最後に本工事を施工するにあたり、ご指導を頂きました関東地方整備局横浜国道事務所の方々、並びにご協力いただいた工事関係者の各位にこの場を借りて深く感謝いたします。

34 その他

鋼橋架設現場における MR デバイスの試行

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・監理技術者

半田 和久[○] 壽系 亘平

1. はじめに

工事概要

- (1) 路線名：京奈和自動車道 大和御所道路
- (2) 工事名：大和御所道路曲川高架橋
(P29・P33) 上部工事
- (3) 発注者：国土交通省 近畿地方整備局
奈良国道事務所
- (4) 工事場所：奈良県橿原市新堂町～雲梯町地先
- (5) 工期：令和元年11月～令和4年3月
- (6) 諸元：(形式) 鋼4径間連続合成
少数钣桁橋 (6主钣桁)
(鋼重) 1061.9t (橋長) 190.0m
(幅員) 26.583m～31.388m
(施工内容) 製作、架設、床版
(架設工法) クレーンベント工法

本工事は、京奈和自動車道の和御所道路のうち、橿原北IC～橿原高田IC間に位置する鋼橋、曲川高架橋の製作・架設工事である。



図-1 大和御所道路 曲川高架橋

架設地点は、交通量が多い国道24号線と市道・民地に挟まれた現場条件である。そのため、架設ヤードは桁下スペースのみとなり、架設の進捗に伴い徐々にスペースが失われていくことから、架設終盤には逼迫状態に陥ることが危惧された。よって、円滑な現場管理を推進するためには、架設時の各段階における正確な状況把握と、先を見据えた架設計画の検討が必要であると考え、現場着手前に想定されるトラブル要因の洗い出しを行うこととなった。

その手法の1つとして、最先端技術であるMR (Mixed Reality) デバイスを活用することとした。MRとは、AR (拡張現実) とVR (仮想現実) を併せた最先端の映像技術であり、事前作成した3Dモデルを現地の形状特徴に一致させ投影することで、空間把握や部材干渉、課題抽出などへの適用が期待される技術である。



図-2 MRデバイス使用手順

本報告では、MRを用いて確認・抽出した具体的な課題と解決方法を次項で説明し、最後に本技術の適用範囲や用途について考察を述べる。

2. 具体的課題と解決方法

1) 『作業俯角の見える化』

架設に先立ち、近接する国道24号線や、市道利用者への影響を事前に確認するため、以下手順で安全性の確認を行った。

- ①架設ステップ毎の3Dモデル作成
- ②3Dモデルによる俯角影響範囲の決定
- ③俯角影響範囲の現地MR投影による道路利用者への安全確認

国道24号線とはヤード全線において近接作業となるが、特に最終主桁架設時のクレーン誘導軌跡上で、俯角影響ラインを超えることが確認された。これにより、再検討が必要となった。

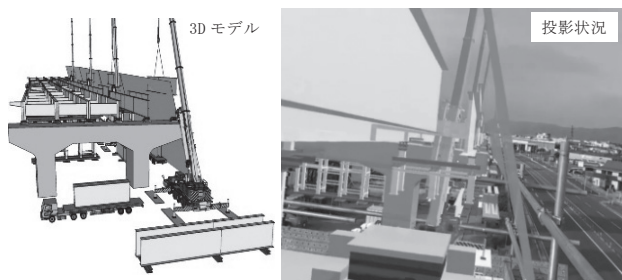


図-3 国道側の俯角侵入状況の確認

市道側については、当初より直近作業を予定していたため、想定される架設作業位置からの俯角影響範囲を投影し、規制範囲を明確化することで、道路利用者への安全性を確認した。

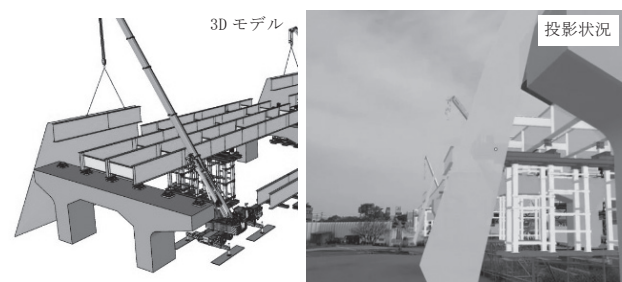


図-4 市道上の俯角影響範囲の確認

2) 『作業スペースの確保』

前述したとおり、本工事は架設進捗に伴い、ヤードが徐々に失われる現場条件であるため、終盤の架設ステップでは極めて狭隘なヤードとなる。さらに最終部材架設時には、クレーンをヤ-

ードの出入り口に配置する必要があるため、搬入車両が出入りできない状態となる。よってクレーン配置前に最終ステップで架設する主桁を事前に搬入する必要があった。

【通常架設作業時】			
架設完了	→重機移動・据付	→部材搬入×1セット	→架設
【最終径間作業時】			
架設完了	→部材搬入×5セット	→重機移動・据付	→架設

図-5 通常作業との作業順序の比較

搬入部材リスト(1径間=約44m)					
主要部材	主桁	: 10基	二次部材	横桁	: 10基
	合成床版	: 24基		検査路	: 5基
仮設部材	足場材	: 1径間分	仮設部材	ベント設備	: 22t

図-6 搬入部材一覧表

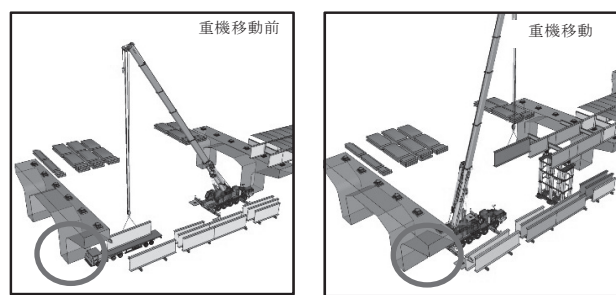


図-7 施工ヤード状況の3Dモデル

上記課題を解決するため、以下の手順により資機材や重機等の配置や地組及び架設作業スペースの検討を行った。

- ①3Dモデルによる配置位置の決定（架設クレーン、ベント設備、桁荷取り、仮置き、桁地組等）
- ②MR投影による実ヤードと3Dモデルの整合性確認

これにより、作業スペースの確保が著しく困難であることが確認されたため、詳細計画の再検討が必要となった。

3) 『桁架設の精度確保と干渉回避』

幅員26mを超える本橋の架設順序は、先行して4主桁（G3～G6）を架設し、その後2主桁（G1～G2）を架設する計画であった。通常であれば、先行する4主桁の架設順序は、ブーム干渉の懸念から、架設クレーンから最も離れたG6桁からG3桁に向かって架設するが、本橋は幅員が徐々に拡

幅する平面線形であり、離れた側のG5、G6桁が折れ桁構造となっていたため、上記手法では精度管理の難易度が高まることが予想された。よって干渉回避と架設精度確保を両立するため、以下手順で詳細架設順序の検討を行った。

- ①干渉想定箇所の整理と平面図による簡易的確認
- ②上記懸念箇所のG6桁架設状況を3Dモデル化
- ③モデルでの干渉懸念箇所を現場でMR投影確認

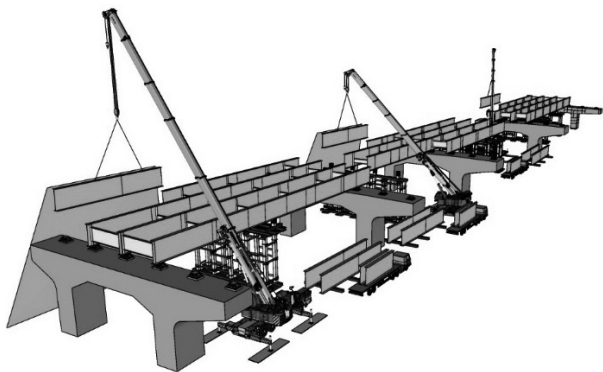


図-8 干渉想定箇所の3Dモデル

3. 工夫・改善点と適用結果（考察）

それぞれの検討内容をMRデバイスにて現地投影し、施工時の工夫や事前対策を実施した。

1) 『作業俯角の見える化』について

国道側の最終架設時は、上空4mからの桁降下時に俯角への侵入が確認された（3Dモデルで確認）。これにより、対策として以下を提案した。

- ①既設桁側（ヤード側）で一次巻下げを実施
- ②横スライド（旋回）して架設位置上空へ移動
- ③上空から巻下げを行い、桁を杓座に収める

しかし施工時の現実的な問題として、既設桁や足場等との干渉が考えられたため、関係者全員で現地投影による具体的な架設状況の確認・意見交換を行うこととした。

市道側の直近作業時の規制範囲（俯角影響部）を、MRを用いて確認を行った。デバイス本体の精度確認を兼ねて、従来の方法で位置を算出した後にMRデバイスで現地投影し、ずれを確認した。（実精度は、10～20mm程度）

また、地元住民に投影動画を活用して工事説明を行った。「見える化」による周辺状況の把握と

危険箇所の理解が一目瞭然であることに定評をいただき、スムーズに協力を仰ぐことができた。

これにより、施工内容の理解度の向上と危険ポイントの視認による第三者への配慮の再認識が生まれたことにより、結果MRの使用が安全施工に繋がったと言える。



図-9 MRを用いた意見交換会実施状況

2) 『作業スペースの確保』について

先行搬入した全部材をヤードに仮置きすることは、不可能であったため、比較的軽量の二次部材等を架設済みの桁上に仮置きし、ヤードには主桁のみを仮置きするものとして、平面計画の検討を行った。これを3Dモデル化し、部材の地組や足場組立等の作業スペースを確認した後に、現地にてMR投影確認を実施した。

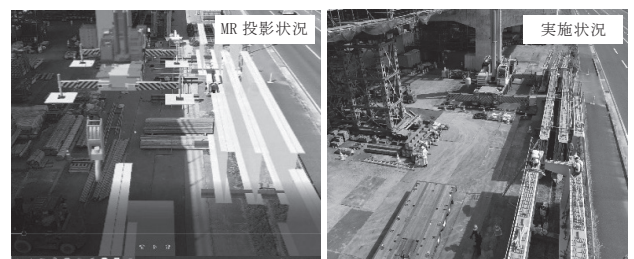


図-10 MR投影状況と実施状況比較

MR投影の結果、一部計画線形と現地線形の異なる箇所が発覚したため、配置位置の微調整を行い、ヤード内に収めることができた。また、本工事では、高所作業を低減するため、主体足場を地上で設置して架設を行っていたが、主体足場が主桁仮置きスペースの上空を塞ぎ、吊上げすることができなくなることが確認されたため、やむを得ず足場の地上設置を行わずに架設し、架設完了後に高所作業車を使用して組立を行うこととし、事前に仮置きスペースの上空を開放しておくことで、架設時の干渉を回避した。

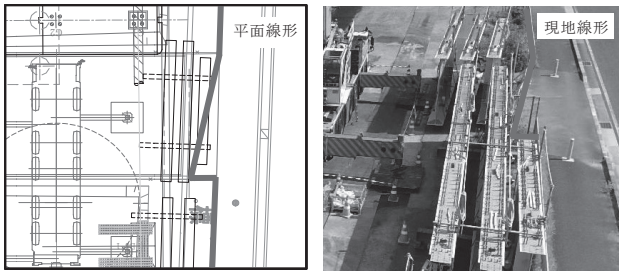


図-10 平面線形と現地線形のずれ

3) 『桁架設の精度確保と干渉回避』について

G3桁とクレーンブームの干渉が予想される箇所の特定のため、架設ステップ毎に平面図を見直し、状況整理を行った。これにより、2および5ブロック目の桁架設時に、干渉警戒が必要であるとわかり、該当箇所の3Dモデル作成を行った。

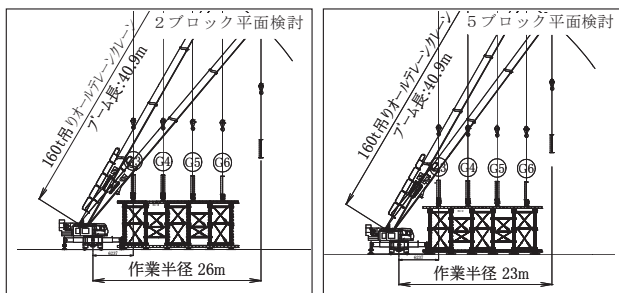


図-11 平面簡易確認

3Dモデルでの確認の結果、主桁との干渉箇所は確認されなかったが、近接する作業であるため、現地投影により詳細状況を確認し、さらなる課題抽出を目指した。

投影の結果、G3桁上の安全通路とブームが干渉する恐れがあることが確認された。これを受けて架設順序を変更し、G4桁を先行で架設したのち、G6に向かって架設を進捗し、干渉が懸念されるG3桁を最後に架設することとした。

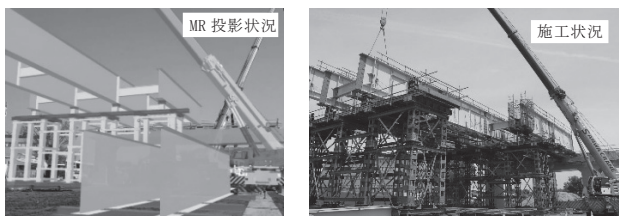


図-12 MR投影状況と施工状況の対比

これにより、比較的拡幅変化量の小さいG4を他主桁の基準として架設を進捗することにより、架設精度と干渉回避の課題を解消した。

4. おわりに

本工事で使用したMRデバイスの現場導入は、今回が初めてであったが、施工に関する理解度の向上や危険ポイントの視認、部材干渉の確認など、現場管理の円滑化を目指す上での合意形成を確保できる有効な手段の一つであった。また、交通規制などを伴う地元への説明や若手技術者の育成、土木業界のアピール（学生向けの見学会）等においても、今後ますます効果が期待できる。



図-13 地元学生の見学会とテレビ放送での紹介

今後の課題としては、投影時の課題抽出はあくまで視認者に委ねられているため、経験の浅い技術者と熟練技術者とは、検討内容の差が顕著に出ることには注意が必要である。また、機械操作の特殊性や投影精度問題（20m以内で $\pm 10 \sim 20$ mm程度）、投影モデルの容量の問題など、現状技術におけるデバイス面での改善点はいくつかあると考える。特に投影精度については、基点との距離が離れるにつれ、精度低下が比例するため、比較的精度を必要としない仮設備や重機の位置出し等であれば適用できるが、本体構造物の出来形確認等への適用は難しいと考える。今後の精度向上により、本体構造物の出来形確認等への適用も期待する。

今回の試行により、近年深刻化している技術者不足により、ICT・インフラDXの促進は必要であるが、従来技術の伝承・習得との両立が不可欠であると、再認識することとなった。

最後に、本試行の実施に当たり、ご指導・ご協力頂いた、近畿地方整備局奈良国道事務所の皆様に深く感謝の意を示します。

II. 技術報告

1 施工計画

奥尻防波堤復旧工事の施工報告

(一社) 北海道土木施工管理技士会

株式会社 富士サルベージ

工事課長

工事課長代理

松 山

周 二〇

杉 崎

恵 一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：奥尻港災害復旧工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局函館開発建設部
- (3) 工事場所：北海道奥尻町奥尻港
- (4) 工 期：平成29年11月15日
平成30年3月23日

本工事は奥尻港の直立消波ブロック式防波堤の災害復旧工事で、上部コンクリートを取壊し、被災した消波ブロックを撤去して、新たな消波ブロックを製作・仮置するものであった。

2. 現場における問題点

① 既設コンクリート取壊し

設計上の上部コンクリート取壊しはコンクリートブレーカーで破碎する方法であったが、直立消波ブロックは将来的に再利用を想定しており、胸壁、上部工をブレーカーのみで取壊した場合、その振動でブロックを損傷する可能性があった。また取壊しの際に破碎したコンクリートがらを海中に落としてはならないため、補助的に作業員を配置する必要があったが、被災した防波堤は傾いた状態であり、破碎時に振動等により作業員が海中転落する危険性があった。

② 海上運搬作業における衝突事故防止

積出岸壁から施工箇所までの海上運搬航路は、フェリー航路の一部と重複していた。また施工箇

所においては、製氷施設や荷捌き所からの漁船の往来する航路に隣接しているため、各船舶の動向に留意する必要がある。

③ 型枠製作作業における凍害防止策

冬期の型枠製作作業となったため、予め凍害や積雪に対する対策を検討する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 既設コンクリートの取壊し

ブレーカーのみの取壊しでは振動による影響範囲を限定することは難しいと判断された。そこで上部コンクリートを事前に穿孔し、静的破碎材を使用することで、コンクリートの躯体に限定的にクラックを発生させてブレーカーの使用時間を短縮し、消波ブロックへの影響を軽減させるように対応した。破碎したコンクリートがらは海中に落下させてはならず、万が一落下させた場合はすべて回収する必要があったが、コンクリートブレーカーのみでの取壊しでは海中落下防止は困難であり、人力壊しを併用すると施工期間中に工事を完成させることが難しい。そのためスパット式バックホウ台船を用いて6t～16tのブロックに分割し、コンクリート塊に吊環を設置して、起重機船のクレーンで吊り上げて撤去するよう工夫した。万が一落下した場合には早期に回収できるよう、カゴ網やワイヤーモッコを海中に敷いて準備していたが、使用せず済んだ。また防波堤が傾いた状態であり、足元の状態が悪いことから、上部コンク

リート上に親綱を設置し、安全帯を使用することにより作業員の安全を確保した。

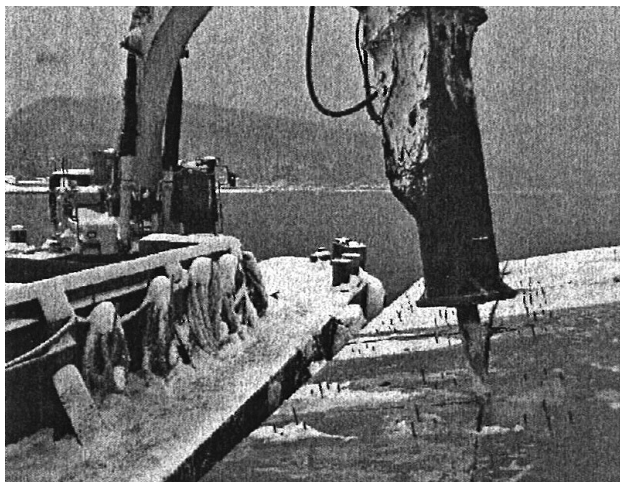


図-1 台船によるブロック分割作業

② 海上運搬作業における衝突事故防止

フェリー航路の一部と海上運搬航路が重複していたことから、フェリーの入出港時間を事前に調べた。また、天候や波の高さによっては入出港時間が遅れることもあるため、波浪情報を確認したり、島内放送によるフェリーの遅延情報に注意して、当日の入出港時間をしっかりと把握し、海上衝突等の事故が起きないように運搬作業を行うようにした。漁船に関しては、漁業協同組合との連絡を密に取り事前に情報を得ることで、漁船が頻繁に往来する時間帯を把握することができ、回避や作業の中断などの判断をした。

③ 型枠製作作業における凍害防止策

降雪量の多い地域での施工であったため、積雪がある際には排雪作業を行わなくてはならなかった。組み立て済み鉄筋や型枠に氷雪が付着するのを防ぐため、図-2にある除雪シートを敷設し、使用時に積雪がある場合にはクレーンでシートを吊り上げて排雪作業を迅速に完了させるよう工夫をした。またブロックの転置箇所にブルーシートを敷き、その上に角材(90mm×90mm)を敷設することで凍害によるブロックと地盤との付着や、それによる破損を防いだ。耐寒剤と温水を使用しての生コンクリートの養生はブルーシートを覆って行うのが一般的であるが、コンクリート温

度と外気温の差を小さくするために、ブルーシートとブロックの間を保温エコシートで覆い、温度差によるクラックの発生を防いだ。

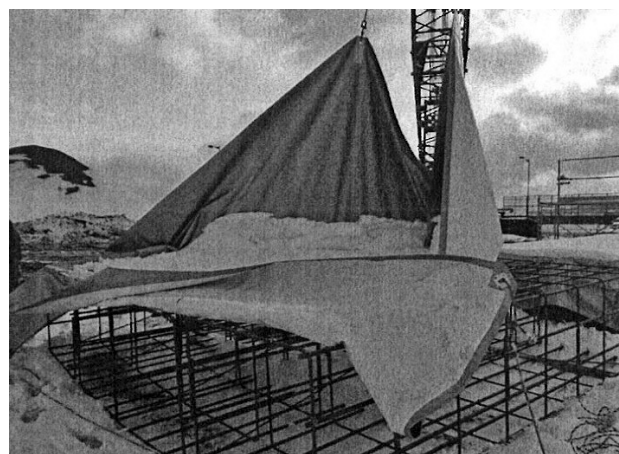


図-2 排雪作業状況

4. おわりに

現場は離島であり資機材は島外からフェリーを使っての輸送となるため、天気図を確認しフェリーの欠航・遅延等情報の確保に大変気を配った。時期等によるフェリーの混雑状況を踏まえ、前倒しで発注するなどして在庫管理は余裕をもって行うように徹底した。数年来、奥尻港の建設工事も受注していた関係で地域貢献や行事等の参加を通して地元の方々とのコミュニケーションを図ってきたため、現地情報を調達しやすく、漁業者からの理解も得ることができ、地域との関係性維持の重要性を感じた。今回も地域の漁業者がより安全に操業できるように、防波堤の端部3か所に反射板を取り付けた。今後も事業者として地域の方々を受け入れられるよう、誠実に信頼関係を築いていきたいと思う。

2 施工計画

志海苔漁港 改修工事の施工報告

(一社) 北海道土木施工管理技士会
株式会社 富士サルベージ
工事課長
土 谷 仁 司

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：志海苔漁港外機能保全工事(浚渫)
- (2) 発 注 者：北海道渡島総合振興局函館建設管理部
- (3) 工事場所：北海道函館市志海苔漁港
- (4) 工 期：令和元年9月3日
令和2年3月10日

本工事は志海苔漁港船揚場の老朽化に伴う張コンクリートの改修工事で既設張コンクリートを取り壊し、基礎工・止壁工・張コンクリート工を施工するものであった。

2. 現場における問題点

① 安全衛生管理

現場の船揚場の背面は舗装されておらず、重機を搬入する通路には地元漁業者が使用している船舶巻き上げ用のワイヤーが横断した状態であった。車両通行時に引っ掛けて切断してしまう恐れがあった。

② 工程管理

発注者との施工計画時の打ち合わせにて、船揚場の張コンクリートの改修は、地元の漁業繁忙期を考慮し、10月1日から施工開始して、11月中旬には完了し船揚場を開放するようにとの要望が出された。コンクリートの養生期間を除くと施工期

間が1か月程度しかないため、工程を短縮するように検討した。

③ 品質管理

当初設計では張コンクリートの1スパン当たりの幅が10mと施工面積が広がっている箇所があり、厚さも20cmと薄いためクラックが発生する危険性と施工性の悪さが懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 安全衛生管理

漁具のワイヤーを保護し、通路としての安全性を確保するために、敷鉄板を敷設した。さらにながたつきを防ぐために敷鉄板の下に土のうを設置し、端部にはアスファルトを敷均して段差を解消した。



図-1 敷鉄板の敷設作業

また漁港内の車両通行路が経年のため劣化し、車両通行に支障をきたす状態であったため、碎石を追加して敷き均すことで漁港利用者が少しでも快適に利用できるように整備した。

② 工程管理

天気が変わりやすい季節の施工となったため、気象情報を随時確認し、天候による遅れが生じないように大変気を配った。コンクリート取壊し作業は当初設計では、ブレイカー仕様のバックホウで取壊しを行い、バケット仕様のバックホウに入れ替えてコンクリート殻の収集・運搬作業を行うことになっていた。今回は漁港利用者の都合により施工期間を短縮する必要があるため、バックホウを常時2台使用し、取壊しとコンクリート殻の収集・運搬作業を同時に行うようにした。その結果、作業日数を約半分に短縮することができた。また張コンクリートの脱型、組立作業においても日数を短縮するよう検討した結果、木製型枠を使用せずに張コンクリートと同じ厚さのH型鋼を型枠として使用することにした。木製型枠は脱型、組立に2日を要するが、H型鋼であれば作業が容易になるため所要日数を1日に短縮することができた。張コンクリートは全部で7打設であったので、合計で7日の工期短縮につながり、要望通り11月中旬には施工完了し船揚場を開放することができた。

③ 品質管理

張コンクリート工の施工幅10mの-spanにおいて、施工面積が広いので、施工性の向上及びクラックの発生防止のため、中間に目地を追加して2スパンに分けて施工するようにした。また乾燥によるヘアークラックの発生を防ぐために、コンクリートの表面に浸透し、内部の水分を封じ込めて初期養生を充分に行うことのできる浸透型のコンクリート養生剤を使用した。これらにより美観が向上しクラックを発生させることなく工事を完了させることができた。

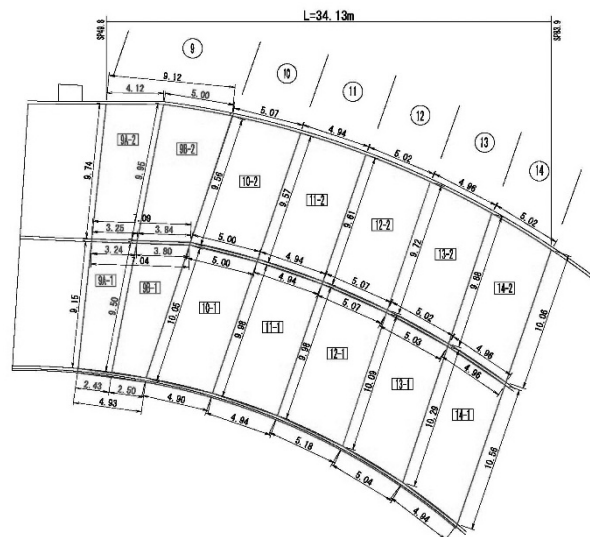


図-2 目地割の変更

4. おわりに

現場の漁港近隣は住宅が多く立ち並ぶエリアであったため、車両や重機のアイドリングストップを周知し、徹底するなどして環境の保全に努めた。また今回の工事は浚渫も行ったため、土砂の運搬経路にある昆布干し場の昆布に土砂が付かないように、ジェットポンプによる散水などでこまめに道路を清掃するなどして事前に対策をとるようにした。浚渫箇所は漁港の間口付近であったため、作業中や作業船の移動の際には漁船との衝突事故の可能性もあった。視界不良時に備え、自動で漁船の接近を感知し警告灯が点灯するシステムを導入したり、作業員・現場職員に無線機を携帯させるなどして常に地元の漁船を意識しながらの作業であり、大変気を使った。また志海苔漁港の利用者は函館漁業協同組合根崎支所と宇賀支所の2つの組合に所属が分かれているため、打合せや説明会をそれぞれ行い、何度も足を運ぶことになったため大変苦労したが、漁港利用者の理解を得ることができ、トラブルや事故もなく完成させることができて良かったと思う。

3 施工計画

急傾斜地における現場の施工について

宮城県土木施工管理技士会
株式会社 本田組
現場代理人
寺島 平治

1. はじめに

本工事は宮城県白石市福岡蔵本地内における国道113号の幅員狭小区間での現道解消を目的とした拡幅を行う道路改良工事である。施工箇所は上下線ともに比較的交通量が多く、特に大型車両の通行が多い。この路線は新潟-山形-宮城-福島間を結ぶ県境を跨ぐ重要な物流幹線道路である。このことから全面通行止め規制が困難で、片側交互通行規制の中での施工を余儀なくされた。また、山間道路のためカーブ・坂道が多く降雪・凍結時期の片側交互通行規制は控えるよう所轄警察署長からの指導があった。

工事概要

- (1) 工事名：福岡蔵本道路改良工事
- (2) 発注者：宮城県
- (3) 工事場所：宮城県白石市福岡蔵本地内
- (4) 工期：R1年6月25日～R3年3月26日
(台風19号災害による工事中止期間あり)

2. 現場における問題点

施工箇所の地形は急傾斜地内での軽量盛土工法（EPS工法）による現道の拡幅工事（ルート変更を含め）を実施する。基礎杭（ルートパイル）及び、基礎コンクリート施工箇所は施工基面（国道路路面）から約13.0m下端部の急峻な箇所である。計画設計では0.6m³級バックホーによる掘削施工となっていたことから、設計通りの施工が可能か

下記の施工方法を含め検討した。

- ①施工基面（1車線幅3.5m）からの中型機械（0.4m³級ロングリーチバックホー）等による重機作業は可能なのか？

結論：施工基面に中型重機械を配置し作業するには後方小旋回機械を選択し一般車両通行帯に、はみ出ないようにする。中型機械（0.4m³級ロングリーチバックホー）では掘削深が9.4mまでで最下端部（13.0m）までは届かないため不可とした。

- ②施工基面（1車線幅3.5m）からの大型機械0.6m³級以上を使用しての重機作業は可能なのか？

結論：施工基面は現在供用中の国道1車線分しかないため、大型機械の使用ができないので不可とした。

- ③ロープ高所作業での人力作業は可能なのか？

結論：人力施工は急傾斜地のため安全面、人手不足、体力不足等の観点から不可とした。

以上の結果、設計での施工は困難と判断した。



図-1 急傾斜地の施工箇所

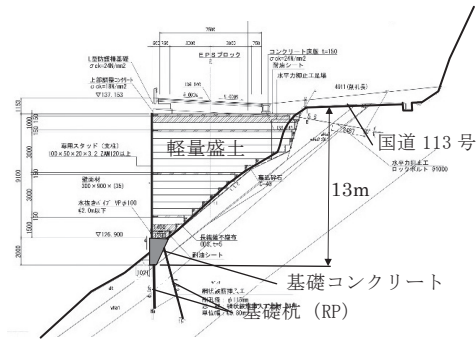


図-2 標準断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

国道上の路面からの施工は限定的な作業になり、また、大型機械等の使用が困難な状況下での、目的物完成に向けた施工方法を模索し、発注者等との協議を重ねた結果、軽量盛土基礎コンクリート正面箇所、急峻で地山起伏に対応し組立ができ、13t荷重（0.4m³級バックホー積載対応）対応の法面作業構台マルチアングル工法（W=4.6m・L=108.2m）を人力にて組立設置した。組立には作業ヤードがないため、予め国道路側帯ガードレール外側に仮設作業構台を設置し、そこから人力にてキャスター付きパレット等を利用し、ピストン運搬にて人力組立で設置した。本工事作業時には法面作業構台上に、ロングリーチバックホー（0.4m³級）やテレスコピッククローラークレーン（4.9t吊）他資機材を仮置き、機械作業による施工ができるようにした。結果、人力作業での負担を軽減、国道路面を使用する作業も軽減し安全管理も容易になった。全体工程には法面作業構台の組立作業工程が追加されたが、作業効率が向上し、また、降雪時凍結時の作業も休工せず、交通規制による通行車両への影響もなくなり、苦情等もなくなった。

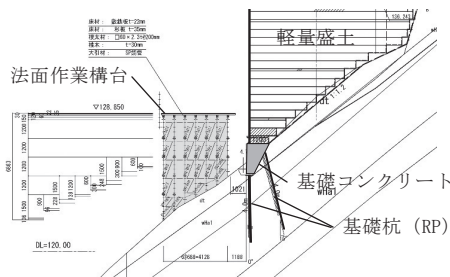


図-3 法面作業構台断面図



図-4 法面作業構台の組立



図-5 法面作業構台を利用する作業

4. おわりに

今回使用した法面作業構台マルチアングル工法はクサビ式足場支保工でジャッキベース部はフラットタイプを使用し設置したが、本作業時での法面のグランドアンカー打込み作業時による残水が流れる際、ジャッキベース部分を流れ設置地盤を洗掘するため、構台使用前とアンカー作業時の点検補修が必要であった。また、法面作業構台の高さがあるため、重機による作業時には作業構台自体の揺れがあり、特に岩掘削時のジャイアントブレイカー作業時は危険と判断、作業を中止し、ハンドブレイカーによる人力作業に切り替えた。

今回、法面作業構台マルチアングル工法を使用し、作業効率の向上、工程管理・安全管理・作業環境の向上にも繋がり、結果的にはメリットは大きかった。

4 施工計画

先を深くイメージした施工方法の提案について

宮城県土木施工管理技士会
株式会社 丸本組
工事所長
阿 部 重 一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：(仮) 雄勝 1 号橋下部工外工事
- (2) 発 注 者：宮城県東部土木事務所
- (3) 工事場所：(国) 398号石巻市雄勝町雄勝字
唐桑地内外
- (4) 工 期：令和元年11月28日～
令和3年9月30日

本工事は、宮城県石巻市雄勝地区において、東日本大震災の津波で被災した住宅地域を、防災集団移転地として高台を整備し、そこへ接続する復興道路として早期開通が望まれる(国)398号雄勝復興道路事業のうちの、橋梁下部工工事である。このうち本工事では、橋台3基と、橋脚2基を施工した。工事全体及び本工事の諸元を表-1に、現場全景を図-1に示す。

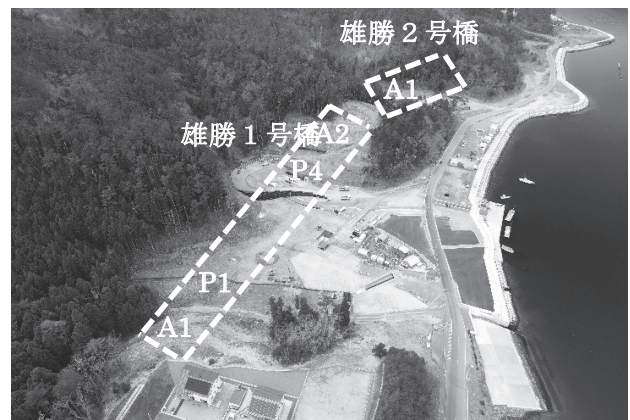


図-1 現場全景

2. 現場における問題点

P4橋脚の掘削対象となる地形は、地山(H≒15m)の上段に、雄勝2号橋を施工するための工事用道路(盛土:H≒9m)が設置されていた。また、工事場所である宮城県雄勝地区は、硯の材料産地であり、雄勝石が有名である。雄勝石は粘板岩であり、設計時のボーリングコアから亀裂が多いことを確認していた。

掘削勾配は、計画では1:0.3であったが、地質が、亀裂の多い粘板岩が主体であり、また、先行して工事が行われていた隣接他社の掘削状況を確認したところ、地層が、流れ盤と受け盤の入り混じった複雑な構造であった。そのため、発注者立会の下試掘を行った結果、1:0.6に変更して施工を開始することとなった。なお、床付け基盤は、強風化粘板岩(以降To-slw3層)の下位にある風化粘板岩(以降To-slw2層)で計画されていた。

表-1 工事諸元

下部工 橋梁	橋 台	橋 脚
雄勝 1号橋	本工事2基	本工事2基
	全体2基	全体4基
雄勝 2号橋	本工事1基	本工事無し
	全体2基	全体3基
計	本工事3基	本工事2基
	全体4基	全体7基

このような現場条件から、事前に安定解析を行ったところ、掘削に伴い斜面崩壊を起こす可能性が高いことが判明した。このため、施工に際し、いかに安全性を確保するかが課題であった。また、掘削範囲の直近には、東日本大震災の津波に耐えた柿の木が生えており、住民の強い要望から、同時にこの木を守ることが求められた。対象横断面を図-2に示す。

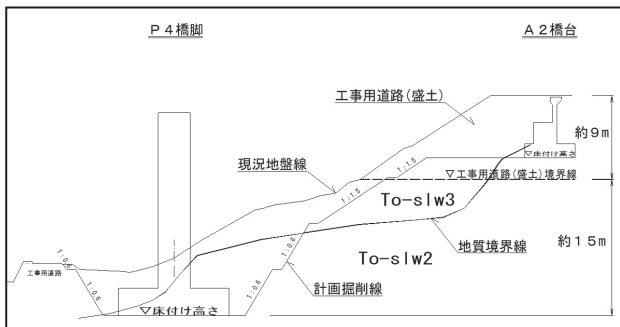


図-2 対象横断面

3. 改善策と適用結果

当初改善策は、モルタル吹付+グランドアンカー+受圧板による法面抑止工で解析を行い、法面が安定する結果となったが、モルタル吹付及びグランドアンカーによる柿の木への影響が考えられたため、次の改善策を検討することとなった。

次の改善策は、上載荷重を減らすために、盛土(雄勝2号橋を施工するための工事用道路)及びTo-slw3層を、雄勝1号橋A2橋台の床付け高さまで撤去し、残りのTo-slw3層の掘削勾配を1:1.5として解析を行い、法面が安定する結果となった。柿の木については、レーザースキャナーで現況を計測し、3D化することで、切り出し位置と柿の木までの離隔を数値で把握し、柿の木に影響しない掘削形状を立案した。なお施工に先立ち、念のため追肥、ロープ控えを計画した。(図-3)

上記改善策により施工を行い、常時は安定した法面を保持した。しかし、令和3年2月13日に発生した福島沖を震源地とする震度6弱の地震と、翌々日の降雨(57.0mm)により地山が緩み、法

面下部のTo-slw2層が一部崩落した。幸い大事には至らず、柿の木も崩落箇所の上部にあったことと、施工中の対策も功を奏し影響はなかった。

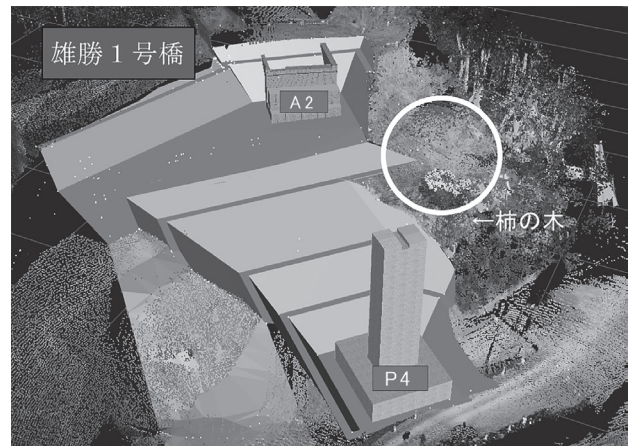
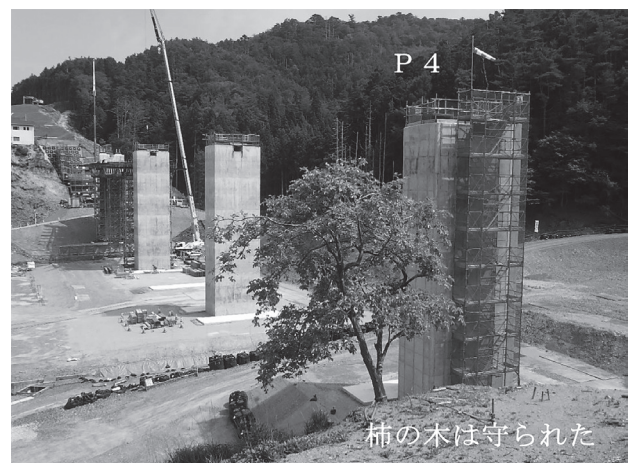


図-3 3D全体図

4. おわりに

改善策の検討段階では、地震による予測が困難で、計算による安定検討を実施できなかった。また降雨対策として、法面に影響を与えないよう法面上部の平地に排水勾配をもたせ、土側溝を設けて排水を行っていたが、亀裂の多い地山において、地震と降雨が一度に重なり、崩落したと考えられる。せめて、法面をシート等で保護しておけば、崩落は防げたのではないかと反省している。

今後は、設計資料をより深く読み解くとともに、現場をよく観察し、地形・地質や気象条件を考慮し、施工中はもとより、工事完成後までも想定し、先を深くイメージした施工方法を提案していく所存である。



5 施工計画

経験と発想に基づく仮締め切りの止水対策について

宮城県土木施工管理技士会

若生工業株式会社

主任

吉 田 淳

1. はじめに

工事概要

本工事は、2019年に発生した台風19号により被災した護岸を復旧する工事である。

- (1) 工 事 名：吉田川右岸野蒜地区護岸外工事
- (2) 発 注 者：東北地方整備局
- (3) 工事場所：宮城県東松島市野蒜地内
- (4) 工 期：令和3年4月1日～令和4年2月24日

2. 現場における問題点

本工事は、吉田川河口から約2.0km上流に位置し、干満の影響を大きく受ける場所にある。

工事内容は、河道に鋼矢板を打込み、上下流の両端部を大型土のうにより仮締め切りした後、水替えを行って法留ブロック設置し、鋼矢板と法留ブロックの隙間に間詰コンクリートを打設して矢板とブロックを一体化させ、法留ブロックの埋戻し後に法面を整形して連結ブロックを施工する工事である。

弊社では、着手前に安全な施工を行うために「安全施工検討会」と称して安全管理室長、建設部長、現場担当者による事前検討会を実施しており、検討会で問題点を抽出したところ、以下の3項目が上げられた。

① 両端部からの水の流入

当初の計画では、締め切り両端部は大型土のうを1列3段積んでいくというものであった。



図-1 現場全景写真

しかし、水深が深く、水中での大型土のうの積み上げとなり、水を漏らさないように積み上げる事は難しく、大型土のうの隙間から水が流入する事が懸念された。

② 両端部の河床の洗掘

河道への鋼矢板のせり出しと両端部の大型土のうによる締め切りにより川の流れが変わり、上流側河床が洗掘され仮締め切りが崩壊してしまう事が懸念された。

③ 鋼矢板セクションからの流入水

干満による潮位の変動により水圧が変化し、その事により鋼矢板が動きセクションからの多量の流入水が懸念され、いかに流入水を少なくできるかが課題となった。

以上、3項目が安全面、工程面を左右する重要なポイントになりえると考えた。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 両端部からの水の流入防止対策

堅固な堤防を築くことを目的に、大型土の

うを1列から2列に増やし、二重締め切りという形を取り、その大型土のうの間に遮水シートを敷き、土砂による間詰を行う方法に変更した。

その結果、幅約2mの遮水壁ができ、水が流入する事を防いだ。



図-2 大型土のうによる仮締め切り

② 両端部の河床の洗掘防止対策

水流による河床洗掘防止を目的に、捨て石の代用として既設護岸を撤去した際に発生した雑石を仮締め切り上下流部へ投入した。

その結果、洗掘防止を図ることができた。

③ 鋼矢板セクションからの流入水対策

セクションからの流入水をいかに止水するか思案したが、逆転の発想から水圧を味方に付ける事を思いつき、水の流れに自由に反応するスズランテープを鋼矢板外側から垂らしてみる事にした。

その結果、スズランテープは流入しているセクション部分に貼り付き、さらに他のセクション部分にもスズランテープを垂らしていくうちに完全な止水はできなかつたが目に見えて水量が減った事が確認できた。

次に、鋼矢板の内側から水が流入しているセクション部分へバックアップ材を充填していくと、完全とはいかなかったが法留めブロックの施工に支障を及ぼさない程度に止水することができ、時間がたつにつれ鋼矢板の錆や川水の汚れでセクションが詰まり完全な止水となった。



図-3 スズランテープ施工



図-4 使用したスズランテープ

以上の対策を講じた結果、水替え後から法留めブロック施工完了までの約1ヵ月間、締め切り内への水の流入は無く、安全に計画工程通りの施工を行う事ができた。

4. おわりに

今回の工事では、弊社独自の取り組みである「安全施工検討会」を実施した事により、安全性、施工性、経済性の面から事前に検討を行い、実行した事で安全で安価で工程を乱す事のない施工ができたが、工事内容や施工地、それを取り巻く環境、特性により様々な問題点が発生する事も痛感した。

「土木工学とは経験工学」という言葉はよく聞かれるが、まさにその通りである。締め切り内で作業中、締め切りが崩壊して川水が流入したらどうなっていたらだろうか？ 矢板から流入する水の中で満足に法留めブロックが据え付けられたらだろうか？ 間詰めコンクリートが打設できたのだろうか？

我々の仕事は、作業員の命を守りながら品質の良い構築物を施工する事が仕事である。そのためには、先輩や上司の経験や意見を聞き、相談し、自然を味方につける事を考えながら施工する事が、土木屋としての技術を向上させる方法だと今回の工事で感じた。

6 施工計画

プレキャスト防火水槽設置時の地下水低減方法

東京土木施工管理技士会

株式会社 大本組

岡田 健一〇

古賀 昭一郎

森川 真治

1. はじめに

本工事は、神奈川県小田原市における宅地開発工事であり、宅地開発に伴いプレキャスト防火水槽の設置が計画されていた。

工事概要は以下の通りである。

- (1) 工事名：民間宅地開発工事
- (2) 工期：令和2年12月1日～
令和3年7月31日

2. 現場における問題点

本工事における防火水槽の設置箇所は河川に近接しており地下水位が高く、床付面および側面から常に湧水がある状況であり、掘削法面の安定および構造物施工時の施工性を確保するための湧水対策が必要であった。なお、防火水槽の床付高T.P.+1.99mに対し、地下水位はT.P.+2.60mであった。また、湧水対策の実施にあたっては、河川の水位低下が期待できるディープウェル工法や大型重機を使用するSMW工法等の施工は狭隘な作業ヤードのため採用することができなかった。

そのため、本工事では簡易的な工法で防火水槽設置時の湧水対策を実施した。

3. 工夫・改善点と適用結果

①掘削断面設定における工夫

掘削範囲は、躯体幅と作業スペース（0.5m）、法尻部養生用大型土のう（1.0m）の最小限とした。また、掘削法面は、地山の安定を考慮し1：

0.5以下とした。なお、掘削断面内には湧水排出用のポンプ罫場を設置した。その際、ポンプ罫場に湧水が集まり法面を浸食する恐れがあるため、河川と反対側に設置し、法面の勾配を緩く設定して作業進入路を兼ねたスロープとした。（図-1）

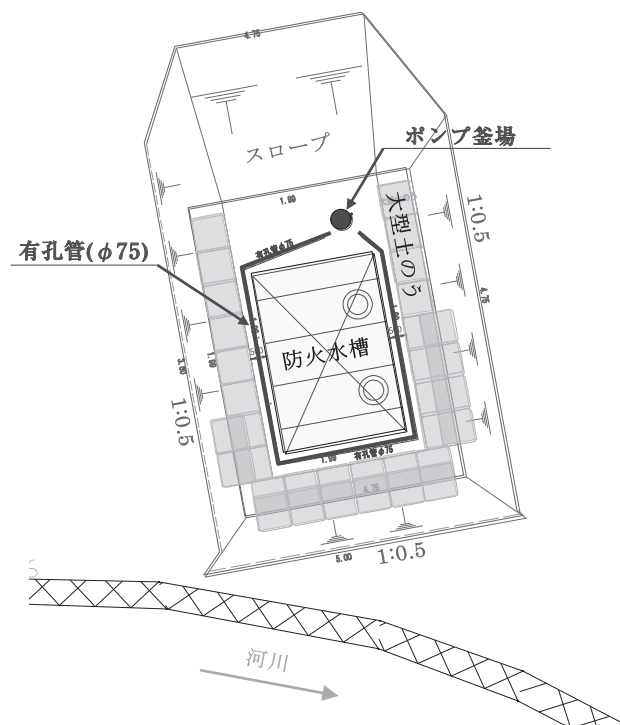


図-1 掘削平面図

②法面からの湧水に対する対策

床付面が地下水位以深0.6m程度であり、湧水により法尻部が洗堀され、法面崩壊の懸念があった。そのため、法面からの湧水量を軽減するため、法面全面に防災シートによる止水対策と、法尻部の洗堀防止対策として側面に大型土のう1段、河川側と側面の一部は河川からの流入水を考

慮して大型土のうを2段設置した。なお大型土のうは、法尻部の土砂の吸出しを防止するため、防災シートの上に設置した。(図-2)



図-2 防災シートおよび大型土のう設置完了

③有孔管設置による排水の工夫

床付時には床付面全体からの地下水の流入が多く、表面水を対象とする釜場排水のみでは水替えが不十分であった。そのため、床付面外周にトレンチ掘削を行い、有孔管(φ75)を設置することで、床付面の地下水位を低下させるとともに釜場への導水を行った。

有孔管は埋戻し時に撤去する必要があることから、作業スペース(0.5m)に設置した。また、設置箇所は法尻部に近接し土砂を吸出す可能性があるため、有孔管に吸出し防止材を設置して単粒碎石により埋戻しを行った。なお、防火水槽は一般部よりピット部が深い構造となっており、有孔管の設置高さはピット部の床付面以深となるよう計画した(図-3)。

4. おわりに

掘削法面については洗堀による崩壊なく施工を

完了することができ、防災シートおよび大型土のう積による対策が有効であったと考えられる。一方、法面全面を防災シートで覆ったことにより降雨時等に地山の状態を目視により把握することが困難であり、使用材料の検討が必要である。

また、有孔管での導水により床付面の湧水量を減らすことはできたが、トレンチ掘削断面が湧水により自立せず、有孔管が計画より浅い位置となってしまったため、湧水を完全に処理することはできなかった(図-3)。湧水量や土質にもよるが、本工事においては地下水位より-60cm程度がトレンチ掘削の限界であり、ピット部等の局所的に地下水位を下げる必要がある場合は、簡易ウェルポイント工法等の併用が効果的であると考えられる(図-4)。なお、湧水の量にもよるが施工上深く有孔管を設置する場合は、簡易的な土留等の設置を検討する必要がある。

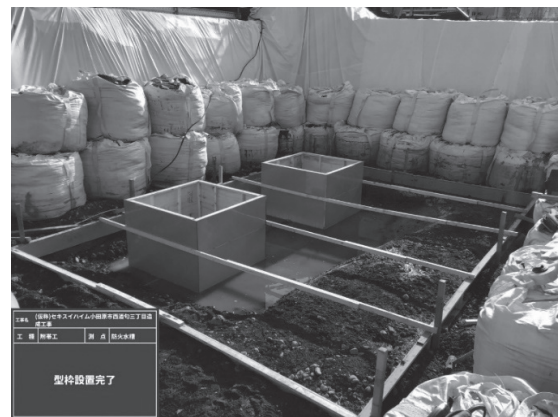


図-4 ピット部湧水状況

河川近傍の小規模構造物の施工においては、地下水位以深の施工であっても大規模な水位低下工法を選定することが少なく、ポンプによる水替え施工が基本である。本報告が湧水対策選定の一助となれば幸いである。

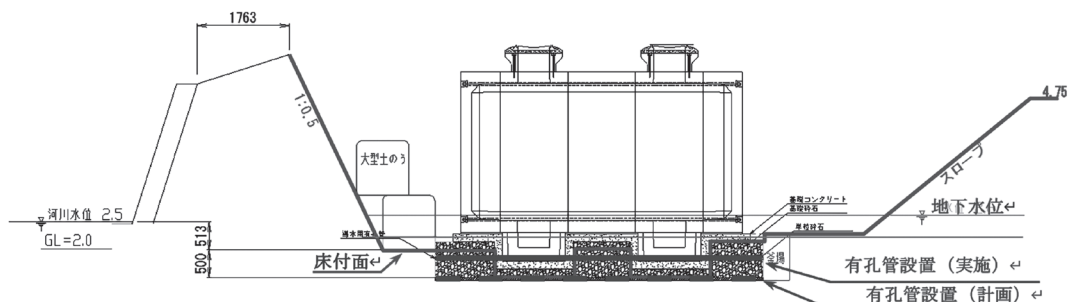


図-3 有孔管設置位置

7 施工計画

港湾構造物の干満帯および水中施工における生産性向上の工夫

東京土木施工管理技士会 宮城県土木施工管理技士会
東亜建設工業株式会社 東華建設株式会社
現場代理人 監理技術者
田代 玄〇 福原 勝人

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：塩釜漁港東防波堤改築工事
- (2) 発注者：宮城県
- (3) 工事場所：宮城県塩竈市新浜町三丁目地先
- (4) 工期：自 令和元年12月18日
至 令和3年7月30日
- (5) 工事内容：

当工事は、既設防波堤を耐震・耐津波構造に改築するものであった。鋼管杭式防波堤の上部工は干満帯での作業であり、既設防波堤は腹起1段（気中部のみ）であるが改築断面では腹起2段（気中部及び水中部）となった。

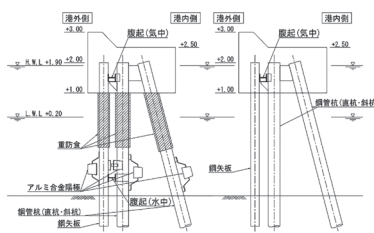


図-1 改築断面 (左) と既設断面 (右)

2. 現場における問題点

防波堤上部工の下端高が平均潮位より低く、冬期施工だったので昼間は潮位が高く完全にドライとなる時間帯が短い。このため、作業時間が確保できず、作業効率が悪い。

加えて腹起に鋼矢板をボルト接合する構造なので、透明度が悪い水中の作業効率が悪く、上下2

段の腹起に密着した鋼矢板の打設も困難であった。（鋼矢板の鉛直度1°の施工誤差で鋼矢板と下段腹起間は80mm程度の隙間を生じてしまう。）

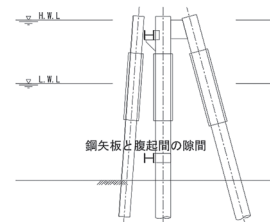


図-2 施工誤差で生じる鋼矢板と腹起間の隙間

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 大組した支保工及び型枠の使用

一般的に、上部工の支保工は鋼矢板や鋼管杭にブラケットを溶接し、その上に大引きや根太材を組立てる。しかし、当工事は上部工は干満帯での作業であり施工効率が著しく悪く、組立途上も波浪の影響を直接受けるため、支保工の損傷や作業員の被災を懸念した。このため陸上であらかじめ大組した支保工を採用する工夫で、工程遅延の回避と安全性の向上を実現できた。

なお、当工事は鋼管杭及び鋼矢板は工場場で重防食が施されているため、気中部にブラケットを溶接固定し、吊ボルトで吊下げる構造とした。

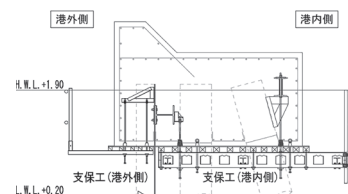


図-3 支保工断面図

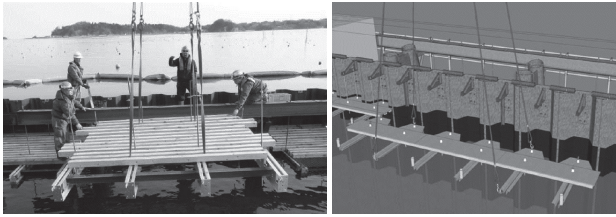


図-4 支保工設置状況(港内側・港外側)

型枠材についても、施工効率と安全性の向上の観点から、陸上で大組した鋼製型枠を採用した。

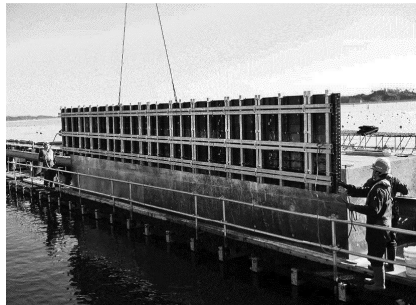


図-5 大組型枠の脱型状況

(2) 腹起と鋼矢板のユニット化

一般的に、上下2段の腹起を設置してから、鋼矢板を打設する。しかし、前述の通り腹起に密着した鋼矢板の打設が難しく、水中のボルト接合等も効率が悪い。このため、腹起と鋼矢板(1枚おき)を陸上ヤードで大組しユニット化した状態で鋼管杭に据付け、歯抜け部の鋼矢板を海上で打設する工夫で、上下2段の腹起に密着した鋼矢板を安全かつ効率的に施工できた。

なお、腹起と鋼矢板のユニットは、製作ヤードの定規上で正確に組立て、ボルト穴の余裕を無くし変形を防止した。また、鋼矢板の根入長は1.0mであったが、海底地盤がN値0のシルト層であったため、大組したユニットの自重で根入れさせることができた。



図-6 ユニット(腹起+鋼矢板-歯抜け-)据付状況



図-7 鋼矢板の海上打設状況(歯抜け部)

また、気中部の腹起は鋼管杭にブラケットを溶接固定しその上に載せる構造だが、水中の同様な施工は困難を極める。このため、発注者及び設計者を交えた三者会議の場で協議し、水中腹起はバンド固定する構造が採用された。

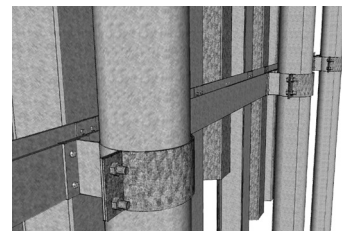


図-8 水中腹起のバンド固定概念図

4. おわりに

港湾構造物の水中や干満帯での施工は、潮位変動や波浪の影響を受け、作業可能な時間帯が限られ作業効率が著しく低下する上に、危険な作業条件となる。今回採用した支保工、型枠及び腹起と鋼矢板の陸上での大組は、施工効率と安全性の向上に非常に有効ではあった。しかし今後このような厳しい作業条件では、プレキャスト工法やジャケット工法が設計段階で採用される生産性革命の取組みを期待する。

また、今回改築したのは全延長約1.3kmの防波堤の内145mであり、1.(5)で示した通り既設防波堤のほとんどは鋼管杭と鋼矢板に被覆防食や電気防食が施工されておらず、腐食の進行が著しい。宮城県では、今年度から本格的に既設防波堤の防食を実施し長寿命化を図る計画である。

港湾鋼構造物に防食が設計基準に規定されたのは1999年の改定であり、小さな漁港や民間の護岸や岸壁等では未防食の港湾鋼構造物も多いと推察できる。厳しい財政制約もあるだろうが、なるべく早期に対策を講じるべきと考える。

8 施工計画

工事用道路を改良し車両進入路を確保

長野県土木施工管理技士会

株式会社 倉品組

川田 幸二〇 山田 和英

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度（通常砂防）（緊急対策事業）（重点）工事
- (2) 発注者：長野県土尻川砂防事務所
- (3) 工事場所：（砂）袖沢 大町市 川手
- (4) 工期：令和3年3月1日～
令和3年12月17日

2. 現場における問題点

本工事地である袖沢は、一級河川姫川支川の一谷地川（同じく一級河川）へ流入する流域面積1.3km²の土石流危険渓流である（図-1）。この地区は平成26年11月の神城断層地震により、流域内に斜面崩落が発生し、溪床に不安定土砂が堆積している。また、この流域直下にある川手集落は今後、出水による土砂災害の発生が危惧されている。その為、この流域の保全を図る土砂災害対策として川手集落上流に土砂・流木補足効果の高い透過型砂防えん堤の新設および既設えん堤改築が計画された。

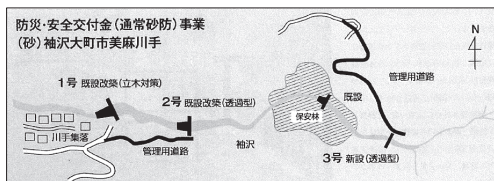


図-1 事業計画図

本年度の工事は工事用道路入口より80m進んだ地点からその先延長60mの工事用道路だったが、途中に過去地滑りを起こした斜面を通過して道路を開け

なければならぬ為、谷側に大型ブロック積の施工と、崩積土を除去し良質土V=550m³の盛土が計画されていた。この工事用道路入口の道路形状（図-2, 3, 4）は、市道が上り14%のコンクリート舗装路、工事用道路入口が下り19%の敷砂利路、管理用道路が下り22%のコンクリート舗装路という3つの道路が交差し、4t以上の平ボディー車は腹下をコンクリート路面に擦ってしまい進入が不可能な状態であった。また、この交差点の直ぐ横は崩落跡がある急斜面のため、現状の道路線形・縦断勾配を変えて道路改良することが出来ない厳しい状況であった。しかし、今後の全体事業計画では大規模な土工、砂防堰堤の新設、及び改築が計画されており、大型ダンプ、ミキサー車、10t平ボディー車の進入が出来ないことは最大の問題点であった。

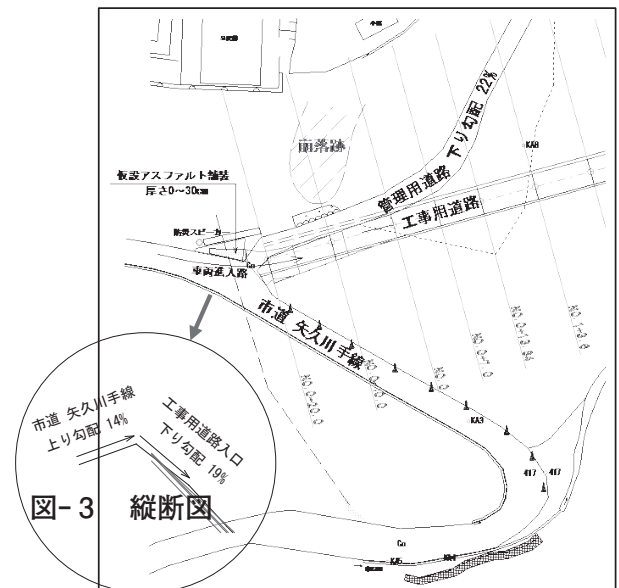


図-2 平面図

図-3 縦断図



図-4 道路改良

3. 工夫・改善点と適用結果

上記の道路条件の中で、対策として道路改良工法を比較検討した結果、道路線形及び縦断勾配を変える事が不可能なので、まず工事用道路入口からL=20m間にロードマットを設置する仮設を計画した。しかし、この砂防事業は単年度で終わらず5～6年は継続し行われる中で、ロードマットによる仮設は期間が長くコスト高となってしまう。そこで、コンクリート舗装 (t=12cm)、W=4.0m、L=23mの施工を計画した。このコンクリート舗装工事はロードマット仮設の3年分のコストとなるが、コンクリートを粗面仕上げ (図-5) する事で、急勾配の路面でもロードマット同等に車両が登坂能力を発揮出来る。その上、この工事用道路は最終的には砂防事業が終わった後、管理用道路として残す計画なので、コンクリート舗装を最初に施工し工事用道路として利用後、そのまま管理用道路へ引き継げれば、ロードマット仮設に比べてトータルコストの多大な削減に繋がる事が分かった。



図-5 舗設状況

このようにコンクリート舗装 (粗面仕上げ) を施工することで、下り19%の砂利道を工事用道

路とする問題点は解決出来たが、市道の上り勾配14%との擦り付け部が車両の腹下を擦ってしまう (図-3) 大きな問題が最後に残っていた。そこで、何度も実車両 (4t平ボディ車) を走らせよく観察して見ると市道から工事用道路に進入する際に、擦り付け路面の変化から、ある地点で車両が急に山側から谷側に傾向くようになり、その時に車両の右側腹下が路面に擦れてしまうことが分かった。この問題解決の為に、車両進入路谷側 (右側) だけにアスファルト合材で厚さ0～30cmの擦り付け舗装 (図-6) を施工し、進入する車両が左右に傾く事無く通れるように改良した結果、車両の腹下擦れも解決した。さらに大型車両がバックで進入の際、ドライバーの目標に車両進入路に沿って白線を引くことで安全性も向上させた。



図-6 As舗装



図-7 道路改良後

4. おわりに

今回の課題解決を通して、実際に現場で見聞きし観察する大切さを改めて感じた。また、このような大規模な砂防事業 (図-7) の現場に大型車両が進入出来ないという厳しい条件の中で、事業全体を見据えどのような仮設工法が最善かつ安全性を高めるのかを考えていく事が、トータルコストの削減に繋がっていく事も確認出来た。

9 施工計画

崩落法面の風化浸食防止対策

長野県土木施工管理技士会

株式会社倉品組

技術係長

土木部長

寺嶋 孝雄[○]

木村 良紀

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度 災害対策等緊急工事
- (2) 発注者：長野県大町建設事務所
- (3) 工事場所：(一) 金熊川 大町市 美麻川下
1 工区
- (4) 工期：令和2年2月14日～
令和3年3月29日

護岸工（コンクリートブロック積工）L=84m
SL=3.8m A=661m² 不安定岩塊除去工 V=370m³
河道掘削工 V=11,020m³

本工事は、河岸上方の岩質地山の崩壊を起因とする河川閉塞によって流域田畑への浸食流出災害を引き起こした河川の復旧工事である。

2. 現場における問題点

現場では災害発生後から仮水廻しによる応急対応を行っていた。崩落した法面には不安定岩塊が見られたため、工事発注に至るまで現地調査や施工方法の検討・協議の対応等で9か月ほど経過し、その間にも現場周辺の状況が大分変化していた。

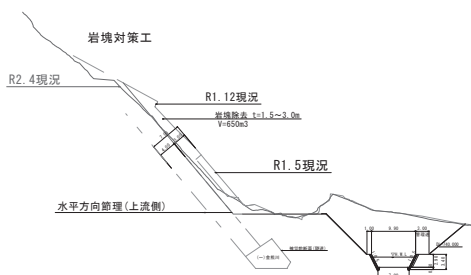


図-1 (現場着工時崩落断面)

起工測量の結果、崩壊法面の不安定岩塊は当初計画していた掘削ラインまで崩落が進行し(図-1)、更に法面には上下流・水平方向に亀裂が確認され2次崩落の危険性もあった。また崩壊面の風化が極めて速く、風化した露岩部は常時小落石が発生していた。よって、法面下での護岸工施工時の安全性を確保するため法面の不安定岩塊の風化浸食防止対策を早急に行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

施工中の安全確保を最優先に考えて次のような風化浸食対策を検討した。施工箇所となる斜面下部は落石の頻度が高いため被覆工を基本とする。対象箇所の用地買収及び設置した対策工の撤去はしない。用地及び対策工の残置を許容する被覆工として緑化による被覆とする。以上の方針から対策工法は風化浸食を抑制する緑化工を基本とし、

第1案「特殊配合モルタル吹付工」、第2案「簡易法枠工」、第3案「高強度ネット工」を比較検討した。施工性（工期）、維持管理、景観・環境、概算直接工事費等を総合的に評価した結果、第1案の特殊配合モルタル吹付工を採用することにした。

表-1 (風化浸食対策比較表)

	第1案	第2案	第3案
対策工法	特殊配合モルタル吹付工	簡易法枠工	高強度ネット工
施工性	工種は少なく工期は早い ○	工種が多く時間を要する △	工種は少なく工期は早い ○
維持管理	耐久性は他家と比べて劣る △	一定の耐久性を有する ○	耐久性は高い ◎
景観・環境	緑化に時間を要する ○	早期の緑化が可能 ◎	緑化に時間を要する ○
工事費	100%(第1案を基準) ◎	153% ○	167% △
総合評価	◎	○	△

他の案は維持管理、景観・環境には優れるが工事費が高くなり用地買収も必要となる。第1案は風化した表層からの小落石の防止は可能であり、施工中の安全確保を目的とするならば許容される工法であると判断した。次の問題は被覆する法面表面を如何に整えるかであった。当初不安定岩塊と見ていたオーバーハング部分（表層3m）は着工時には既に自然崩落していたが、崩落面の上下流には水平亀裂が確認されており不安定な状況に変わりなかった。施工可能な安定した斜面状態を形成するため、①表層風化部分を除去（法面整形）②崩落面を段切りし中間に小段を設ける③周辺岩盤より突出する岩塊（突部）の全てを除去する、を検討した結果、②法面中段に小段を設ける段切り（図-2）を行う事に決定した。

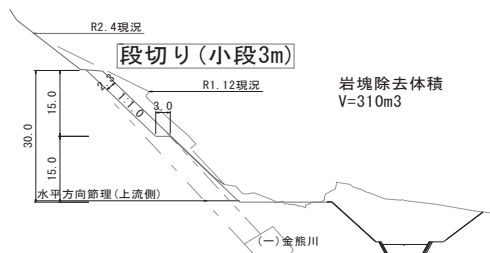


図-2 (段切り(小段設置))

小段設置により下部斜面の負担が軽減し、大きな崩落の危険性や上部の落下物が抑制される他、景観上も安定感が向上、早期の緑化が期待できた。小段の設置は「道路土工切土工・斜面安定工指針 長大法面となる場合」を参考に、幅3m（最小値）、位置は中段とした。不安定岩塊除去には非火薬剤を使用（1次破碎）し、発破の際には事前に周辺住民に回覧文書で説明すると共に発破時間報告看板（図-3）を設置、発破時間を掲示して周知に努め、地元住民への安全も配慮して作業を進めた。



図-3 (発破作業のお知らせ)

その後、法面上部の立木を利用してアンカーをとり、断崖掘削機（図-4）にて崩落岩塊ブレイカー掘削（2次破碎）を行って不安定岩塊を除去し、小段の設置が完了、法面整形後特殊配合モルタル工により被覆を行い法面の安定化と浸食防止を行った。こうして法面下部の作業の安全が確保された状況下で護岸工の施工が進み、無事故で竣工できた。



図-4 (ワイヤー架設にて不安定岩塊除去)

4. 終わりに

災害発生時から工事発注までの間に現場の状況、環境が変化したことにより、着工にあたっては当初の設計を仮設計画の段階から現状に合った計画へと大幅に見直す必要があった。特に施工方法については発注者等関係機関と協議・考察を積み重ねた。当地域ではあまり例がない不安定岩塊除去工ということで現場視察等の受け入れもあり、より一層安全施工への意識が高まった。また施工当初より現場搬入路、仮設水廻し等で計画変更をせざるを得ない中、地元住民および地権者の理解協力がなければ工事は進められなかった。感謝の気持ちとして、地区で大事に管理している観音堂と石塔の移設や石碑の補修、護岸に桜の苗木の植樹を行った。また大雨による増水への対策として河川下流側に袋詰玉石（Eユニット）を配置して立木の保護等周辺の環境保全に努めた。最後に、安全な環境で施工を進める上で発注者はじめ関係機関、地元住民地権者の皆様からいただいた数々のご指導ご鞭撻にこの場を借りて感謝申し上げます。

10 施工計画

橋梁舗装維持修繕工事における工夫

長野県土木施工管理技士会
株式会社 塩川組
佐藤 謙悟

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：国補道路メンテナンス工事
- (2) 発注者：長野県北信建設事務所
- (3) 工事場所：中野市 栗和田高架橋
- (4) 工期：令和2年2月16日～
令和3年9月13日

本工事は、中野市と志賀高原を結ぶ主要幹線道路の国道292号線であり施工延長がL=270mの橋梁部の舗装修繕工事である。

2. 現場における問題点

(1) 既存防水シートの塗膜の除去

当初計画では既存アスファルト切削後、バックホウでの既存防水シート除去を行う計画であったが、道路橋床版防水システムガイドライン（案）より、コンクリート床版面のレイトランスや接着を阻害する被膜養生剤などの付着は、床版と床版防水層との悪影響を及ぼすため、確実に除去するとなっているのだが、所定の施工機械の施工能力では、塗膜が残ってしまい新規の防水シートの接着性が損なわれる為、施工方法を検討する必要があった。

(2) 塩害による地覆部の損傷

当現場は、冬季に塩カルを散布する地域に属しており冬季の塩カル散布による地覆部の塩害による損傷が確認されたため、施工方法を検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 塗膜除去方法の比較検討

塗膜の除去方法として、1) ショットブラスト工法、2) ウォータージェット工法、3) エンジン床研削機工法は床版を傷めることなく同等の接着性能が得られる工法である為、3つの工法で検討を行った。

ショットブラスト及びウォータージェット工は、片車線施工日数が1日で終わるがコストが大幅に掛かってしまう。エンジン床研削機工は日数が掛かってしまうがコストが安価であり、地覆補修と並行して行えば工程がずれる心配がない。総合的に勘案した結果、エンジン床研削機工による工法が妥当であると判断し、発注者と協議し、本工事に採用された。

今回採用したエンジン床研削機で施工を行うにあたり、研磨後の屑の収集が人力で行うと効率が悪く新規の防水シートの接着性も懸念し、スーパーを導入した。（図-1にスーパー施工状況を示す。）



図-1 スーパー導入による清掃状況

スーパードライ導入により床版清掃速度も上がり、新規の防水シート施工時もスムーズに行うことができた。

(2) 断面補修工法

既設舗装を撤去し、発注者立会いのもと、地覆の打音検査を実施した。

打音検査実施後に、浮きや剥離及び鉄筋の腐食している箇所を地覆側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。

補修方法を検討するにあたり地覆部の一番の損傷原因が冬季の塩カル散布により塩化物イオンが不導体被膜を破壊し、鉄筋に錆をもたらし腐食させてしまったと判断した。(図-2 地覆損傷状況)



図-2 塩カルによるコンクリートの剥離及び鉄筋腐食状況

上記の判断により、損傷箇所をコンプレッサーで撤去後、露出させた既設鉄筋の錆を入念に除去し既存の鉄筋の断面残存率が70%以下の箇所には、補強鉄筋を既設鉄筋に結束することで、欠損断面を補充し、(図-3 鉄筋防錆材を塗布した。)



図-3 鉄筋防錆材塗布状況

また、既存のコンクリート断面には浸透性エポキシ樹脂プライマー及びエポキシ樹脂系接着剤を塗布し地覆の微細なひび割れの補強や新規のコン

クリートとの接着性を良好にした。

新規コンクリートの打設(図-4)は、24-8-25Bを採用した。

鉄筋のかぶりが当初と同じ断面で打設すると3 cm以下の箇所がでてしまうので、発注者と協議し橋梁に新規にかかる荷重も考慮し、鉄筋かぶりが平均4 cm以上になるようにし、型枠を設置した。また、コンクリート表面保護工法(図-5)を採用し、塩害の抑制を図った。



図-4 コンクリート打設状況



図-5 コンクリート表面保護状況

4. おわりに

本工事では、既存シートの塗膜除去と地覆補修を併用して行うことにより、工程の短縮を図れた。また、地覆損傷個所の原因を追究したことにより、施工方法を選定したことにより、今後の地覆損傷の抑制にも図れた。

本工事においてご指導、助言いただきました発注者職員の方々、無事故・無災害で工事にご協力いただきました協力業者様の方々にこの場を借りて感謝申し上げます。

11 施工計画

狭隘な現場における施工の工夫

長野県土木施工管理技士会
庫昌土建株式会社
小澤 史明

1. はじめに

本工事は、岡谷市塚間川流域の浸水被害を軽減するために、岡谷市と長野県で連携して策定した「塚間川流域浸水被害対策プラン」が国土交通省の「100mm/h（100ミリ）安心プラン」に県内で初めて登録された河川で、今回はハード整備として河川事業の河道拡幅、延長224.1m改修する工事であった。

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度 国補事業間連携河川工事 (一) 塚間川 岡谷市 神明町～本町
- (2) 発注者：長野県諏訪建設事務所
- (3) 工事場所：長野県岡谷市郷田
- (4) 工期：令和元年9月14日
令和3年3月25日



図-1 施工箇所着手前

2. 現場における問題点

本現場は狭隘で幅員2.2mの市道が右岸に取り付き両岸には家屋が点在隣接する場所でオープンシールド工法により、土留がついたシールドマシンにより既設護岸を取壊し掘進させ、U型水路（内寸：幅2.3m、高さ2.5m）、ボックスカルバート（内寸：幅2.3m、高さ2.1m）を据付け、河川断面を広げる工事であったため以下の課題が想定された。

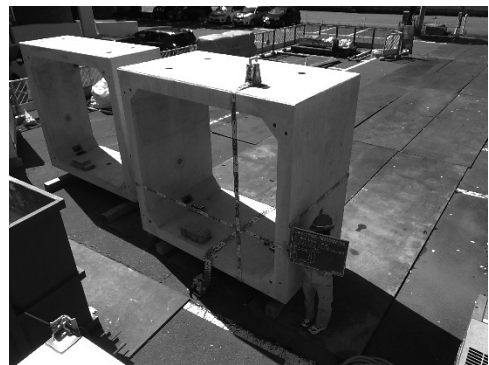


図-2 ボックスカルバート

課題-1 オープンシールド工を施工するに当たり当初設計ではオープンシールド機の進行方向の上流側既設道路からバックホー 0.45m³級により掘削及び護岸を取壊し、掘削土と取壊したコンクリート殻を4tダンプトラックにて搬出する計画であったが、現道幅が2.2mと狭く現場内には転回所の設置も難しく現場に進入するにはダンプトラックが最大で約200m後退する必要があるが、小型車両への変更に伴う作業ロスや、ダンプ後退

時の安全確保に問題があるため、施工方法の再検討が課題となった。

課題-2 河川改修をするに当たり市道に埋設された地下埋設物（上下水道・ガス）及び電柱や架空線（中部電力・NTT・LCV（光ケーブル））が支障となり移設工事及び仮設工事が必要で、狭隘な現場での工程調整と本工事に影響しない場所への仮設計画が課題となった。

課題-3 工事は本工事及び関連工事を含め長い期間（14ヶ月）市道を通行止めとして施工する事となるため、近隣住民の代替え駐車場確保が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

課題-1 について、オープンシールド機の後方は、U型水路及びボックスカルバート設置後、U型水路については上部に覆工板を設置して施工箇所まで資材をフォークリフトで搬入しラフテレーンクレーン25t吊りにて設置する計画となっていたため、オープンシールド機上部に覆工板を取付け、バックホー 0.45m³級を搭載（図-3）することにより、オープンシールド機の後方より全ての作業が可能となる施工方法を発注者に提案し施工した結果、施工期間中降雨の影響で合計41日の休工期間が発生したが工期内に工事が完了できた。



図-3 オープンシールド機施工状況

課題-2 について、現場が狭隘であるため河川改修に支障となる地下埋設物を移設する箇所はなく、河川改修終了後に地下埋設物を復旧する工程であり、現場に於いて各関係機関との施工ロスをなくすため現場内で地下埋設物の仮設配管が本工

事に影響しないよう工法及び配管ルートを後述のとおり提案した。下水道について、各家庭（10軒）の取付桝にフロート付き汚泥ポンプによるポンプ排出を、配管については各家庭の敷地内に配管できないか提案した。また、各関係業者との工程会議を毎週木曜日と工程変更時に行い全体工程表を作成し関係業者を含め全体の工程調整を積極的に行い円滑に進めた結果、関係業者共に施工ロスがなく工事が完了できた。

課題-3 について、通行止め期間中の住民への負担を軽減するため代替え駐車場は、利便性に最も優れ車両36台分が駐車可能な用地を現場中心に借地し駐車場整備を行い、工事を円滑に進めた。また、住民の方には長い期間代替え駐車場を利用していただくこととなるため、極力負担が掛からないよう自宅への近道となる通路の設置及び夜間照明を充実させた。また、代替え駐車場に隣接する住民に対して騒音及び夜間車のライトが窓から差し込まないように防護フェンスを設置して住民の負担を軽減できるように努めた。



図-4 代替駐車場設置

4. おわりに

本工事は近年多発する集中豪雨により浸水被害が発生した現場に於いて、道路幅の狭い厳しい現場条件の中で工事が無事に完了したことは、計画段階で問題点を想定し課題についての解決策を立案し実施した結果である。

最後に、本工事の施工に当たり発注者、隣接住民並びに各関連工事業者のご協力いただいた皆様に厚くお礼申し上げます。

12 施工計画

移動式クレーン等の車両が進入できない 山腹急傾斜地における大型機械搬入方法の工夫

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
係長
内川 浩一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：佐久幹線No23基礎保護対策工事
- (2) 発注者：中部電力パワーグリッド（株）
- (3) 工事場所：長野県岡谷市今井
- (4) 工期：令和3年3月10日～
令和3年8月6日
- (5) 工事内容：山間地における鉄塔周辺で発生した地すべりに伴い、地下水を排除することによって地すべりを抑制し、鉄塔並びに鉄塔基礎を保護するため、横ボーリング工（地下水排除）を基とした設計・施工を行う工事であった。

2. 現場における問題点

発注者の事前提供資料から、地すべりが発生している範囲およびすべり面等から、施工位置（図-1参照）は山腹斜面中腹となり、車両（移動式クレーン）等が進入できる位置から約180m

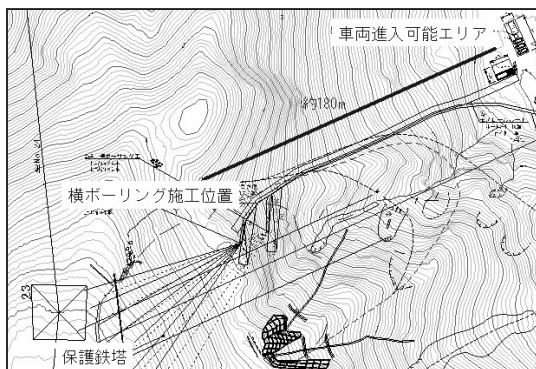


図-1 平面図

程度離れており、また現場周辺は保安林となっていることから、多くの伐木を行えないといった条件であった。

その様な状況下において、地すべりを安定化させるための横ボーリング工を実施するためには、推定されるすべり面を貫く削孔延長約80mが必要（図-2参照）となり、また現地土質条件などから、二重管削孔システムが可能な比較的大きなパワーを持った削孔機械が必要と想定された。

上記の条件を満たす削孔機として、ロータリーパーカッションドリル（重量約2,900kg）、その他の付属機械として、油圧ユニット（重量約2,800kg）、それらを稼働させる150kV発電機（重量約2,800kg）他についての、①重量がある機械の現場までの搬入方法、②機械稼働のための搬入・配置方法等の検討を行う必要があった。

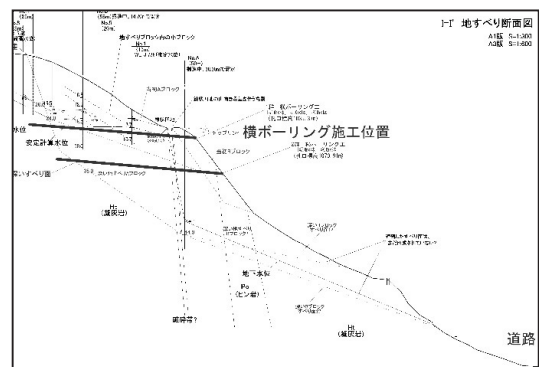


図-2 断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

①重量がある機械の現場までの搬入方法として、

急傾斜箇所でも45°までの登坂能力を持つリフター台車搭載3t積載型モノレール（図-3）を用いることによって、車両進入可能エリアから現場付近までの運搬を行うよう計画を行い実施した。



図-3 3tモノレール運搬状況

- ②機械稼働のための搬入・配置方法としては、モノレール両サイドに仮設単管足場（図-4）の組立を行い、モノレールリフター台車のリフト機能を用いて足場と同レベルに配置することによって、搬入および機械配置を行うこととした。



図-4 仮設足場状況

具体的な搬入・配置方法として、削孔機（ロータリーパーカッションドリル）については、油圧等の動力を接続後、機械に搭載されたジャッキアップおよびベーススライド機能を用いて、機械自体の自走によって足場上への搬入（図-5）を行った。



図-5 削孔機搬入状況

その他油圧ユニット、150kV発電機等の機械については、あらかじめモノレール台車に、機械下部に隙間を設けられるよう角材台木を配置して、その台木上に機械を乗せてモノレール運搬を行い、3t持ち上げ可能なハンドリフト2台を差し込みジャッキアップを行い、足場上に引込む方法（図-6）で計画を行い、施工を行った。

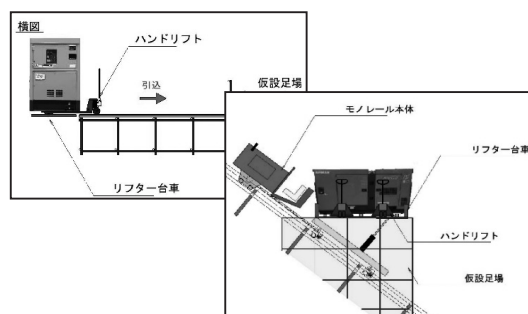


図-6 機械引込配置方法

上記の施工方法を適切に計画および実施施工したことによって、車両（移動式クレーン）等が進入不能な箇所においても、大型機械を用いての施工工が可能となり、工程の遅延等無く工事を完了することができた。またモノレールの直線的配置により、伐採量は最小限に抑えることができた。

今後の課題として、モノレールと足場の離隔を最大幅の機械を基準として計画したため、異なった大きさの機械を搬入する際、足場との隙間が大きくなるなどして搬入作業に苦勞することがあった。そのことから、今後同様の作業を行う際には、あらかじめ剛性のある鉄板などで、それぞれの機械の下に同寸法となる機械土台を設けて搬入すれば良いのではないかと考えている。

4. おわりに

今現場は、山腹中腹にて車両が進入できないなどの厳しい条件下、また私自身経験の無い作業方法であったが、現場に適した計画を行ったことで、スムーズな施工につながったと評価している。

今後においても、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ている。

最後に、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。

13 施工計画

大深度場所打ち杭の近接施工について

岡山県土木施工管理技士会

アイサワ工業株式会社

主任技術者

工事主任

最上 明好[○]

浦上

誠

1. はじめに

当工事は、I期線が全線開通した常磐自動車道の交通量増加に伴い混雑が予想される区間（山元IC-岩沼IC約14km）について、復興・創生期間内の四車線化実現をめざすプロジェクトの内、長瀬-逢隈牛袋間の約7kmにおいてII期線工事を行うものであり、工事区内の長瀬橋（橋台2基、橋脚1基）鏡川橋（橋台2基、橋脚2基）荒浜橋（橋台2基）3橋の下部工構築を行った。

工事概要

- (1) 工事名：常磐自動車道鳥の海工事
- (2) 発注者：東日本高速道路(株)東北支社
- (3) 工事場所：宮城県亘理郡亘理町地内
- (4) 工期：平成29年8月1日～
令和3年1月31日

2. 現場における問題点

当工事で施工する橋脚・橋台の支持層は、深度40～51m付近に位置しており、各構造物の基礎として杭径 ϕ 1,000～1,500mmの長尺場所打ち杭を施工する計画であった。そのため、鉄筋籠の長尺化や太径鉄筋の使用を余儀なくされ、自重の増加による施工中の座屈・変形・ゆがみの発生が懸念された。また、鉄筋籠に使用する帯鉄筋は内側に向けてフックを設ける形状で、杭径も小口径であることから、コンクリート打設時のトレミー管接触による鉄筋籠の損傷が懸念された。以上のこ

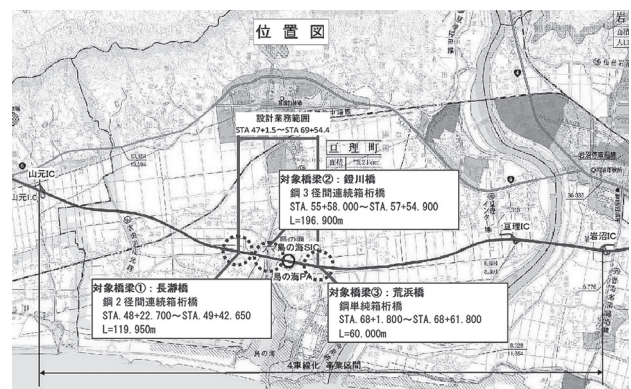


図-1 施工箇所位置図



図-2 場所打ち杭近接施工状況

とから、当工事においては長尺小口径鉄筋籠の品質確保が課題であった。また、当工事はII期線工事のため片側1車線の営業路線に近接して施工を行う必要があり、I期線利用者に対する第3者災害の確実な防止が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 鉄筋籠の品質確保について

鉄筋籠の座屈や変形は、組立の精度不良や鉄筋締結不足、帯鉄筋のフック部分とトレミー管の接触が主な原因であり、類似の事例が数多く報告されている。当工事では、鉄筋籠の組立てに専用の固定金具とアプセット圧接で加工した帯鉄筋を使用する「KS工法」を採用した。以下に「KS工法」の採用により得られた効果について列挙する。

- ① 鉄筋籠の組立筋として平鋼（FB9×75）による組立補強枠を使用し、主鉄筋に専用金具でねじれ防止鉄筋と共に固定した。その結果、鉄筋籠の強度が確保でき、変形や座屈、ねじれが発生することなく建込むことができた。
 - ② 鉄筋籠の帯鉄筋として、アプセット圧接で端部を突き合わせて結合させた環状フープ筋を使用することで、杭内部のクリアランスが確保され、トレミー管が鉄筋に接触することなくコンクリートを打込めた。また、帯鉄筋の重ね継手が無くなるため、鉄筋の空気が増加しコンクリートの充填性が向上した他、材料コストも削減できた。
 - ③ 帯鉄筋の加工場所として屋根付きの簡易設備を用意することで、風雨によって品質が低下することなくアプセット圧接を行うことができた。また、圧接箇所の品質確認として簡易引張試験を定期的に行うことで、安定した品質を確保できた。
- (2) 近接施工について

営業路線の近接施工に関して、場所打ち杭の施工盤と営業路線の路面間では12mの高低差があるため、クレーンブームや吊荷の営業路線へのはみ出しに留意した対策を行った。クレーン旋回時ははみ出し対策として、I期線との境界に2Dレーザースキャナーによる「施工領域安全監視システム」を設置した。また、当工事の施工3箇所すべてにおいて周辺に遮蔽物がなく海側からの強風を受けること、一般的な気象情報では予報対象範囲が広く地形条件が異なる各施工箇所に応じた事前予測が困難であることから、局地気象予報サービス「安全気象モバイルKIYOMASA」を用いた強

風監視体制を各施工箇所に導入し、強風による吊荷のあおりに備えた。以下に各システムの導入による効果を列挙する。

- ① 2Dレーザースキャナーにより立入禁止範囲を面的に監視できるため、はみ出す恐れのある動作すべてを事前に察知し、クレーン運転手に対して警報で迅速に告知できた。
- ② 各施工箇所での風速監視と「KIYOMASA」の局地気象予報により、作業中止基準（10m/s）の8割の風速が発生した段階で工事担当者へアラートメールが送信され、作業中止に対して正確な事前察知と迅速な対処ができた。

4. おわりに

当工事の課題である「長尺小口径基礎杭の品質確保」および「営業路線近接施工に対する安全対策」は、近年増加する類似の工事で同様の課題を抱えた現場への一助になれば幸いである。

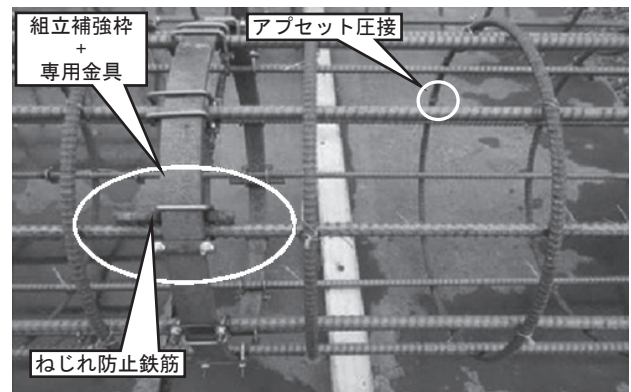


図-3 KS工法による鉄筋籠組立状況

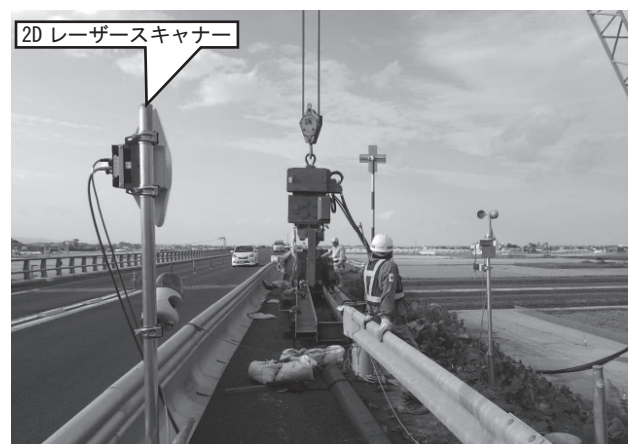


図-4 施工領域安全監視システム運用状況

14 施工計画

筒状ジオグリッド構造体を用いた 盛土法面災害復旧対策工事

岡山県土木施工管理技士会

株式会社 大本組

畠中 哲也[○] 吉田 潤平 佐藤 文宏

1. はじめに

工事概要

(1) 工事名：太陽光発電所造成地復旧工事

(2) 工期：令和2年4月～令和2年11月

本工事は令和元年10月12日に発生した台風19号による豪雨により被災したメガソーラー発電所造成地における災害復旧工事である。

2. 現場における問題点

豪雨により、太陽光発電パネル設置エリアの一部が崩落し沢部へと流出した(図-1)。崩落箇所は降雨時に表面水が集中する場所であり、速やかに沢部へと流下させる必要がある。また、発電所建設前にゴルフ場であった際の地下排水路も配置されていたが崩落に伴い被災しており、復旧させる必要があった。



図-1 崩落状況

崩落した土砂は流出しており、復旧用盛土材料の現地確保は困難であった。全体の排水系統の変更は困難であるため、表面水は復旧後も集中し続

けることから、従来よりも強靱な盛土とすることを目的とし、盛土材を砕石(C-40)として復旧することとした。

盛土頂部の発電パネル設置エリアは現況どおりとし、盛土材料の低減、現地形との擦り合わせを考慮し、下段勾配を1:1.0、上・中段勾配を1:1.8とした盛土形状とした。安定計算を行った結果、下段では2.0mピッチ、上段では1.8mピッチにて盛土補強材を配置することとなった。

盛土材料を砕石としたことから、表面水の浸透により盛土下部からの流出が想定された。透水性を確保した法面保護を行うため、布団籠の設置を計画していた

① 資材・施工ヤードの不足

施工箇所は太陽光発電所内であり、既に太陽光パネルが設置されている。資材・施工ヤードを確保するためには、既設パネルの撤去・再設置が必要となることから、ヤード規模を可能な限り低減する必要があった。

② 施工材料運搬方法の制限

崩落は沢部においてV字状に発生した。沢の下部からの侵入は現地形の関係上不可であり、復旧作業における資機材搬入、施工は崩落頂部からのみとなっていた。このため、法面保護工の施工を行う際は、盛土作業ヤード中に資材運搬動線を確保する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点①、②に対応するため、法面保護工としてマキセル多段積工法（NETIS QS-150013-A）を採用した。

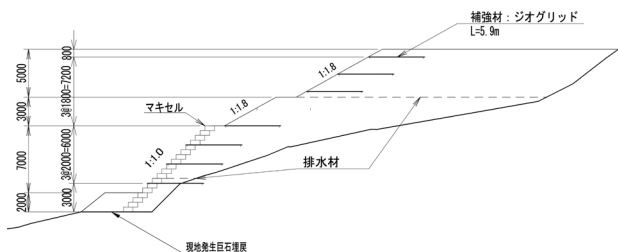


図-2 復旧断面図

マキセルとは、ジオグリッド（高密度ポリエチレン）を円筒状（H=500、φ1000）にし、専用の連結材を用いて接続。中詰材として現地発生土を充填した構造体である。本工事においては、背面安定箇所はマキセル工法による表層スベリ防止を行い、それ以外ではマキセル工法に加えてテナーを敷設し全体円弧滑りの防止を行った。

マキセルの採用による問題点の改善を以下に記す。

① 資材。施工ヤード不足の改善

布団籠を施工する場合、中詰材として割栗石を使用することから、盛土材料である碎石のストックとは別に割栗石のストックヤードを確保する必要がある。マキセルは中詰材として現地発生土を想定しているため本工事では盛土材と同一の碎石を使用することとなり、ストックヤードの低減が可能となった。また、ジオグリッドはロール状にて搬入され、かつ軽量であることから現場内の狭小なスペースに分割してストックが可能となり、このこともヤードの低減に資することとなった。

図-3 に搬入時の荷姿を示す（部材高さ50cm）。



図-3 マキセル荷姿

② 施工材料運搬制限の改善

中詰材と盛土材料が同一であるため、マキセルと盛土の施工を同時に行い、適時中詰材を供給することが可能となった。このため連続した施工が可能となり、復旧作業の効率化を得ることとなった。

マキセルの施工に使用する各種部材は人力にて簡易に運搬可能であり、荷役機械の使用を低減することが可能となった。また、狭隘な場所での施工においては、盛土の進捗に合わせた資材の小運搬が簡易に実施できた。図-4 に施工状況を示す。



図-4 施工状況



図-5 復旧完了

4. おわりに

災害復旧工事においては、再び被災することの無い工法を選定することが必要である一方、既設構造物との兼ね合いによる制限や、早急な復旧が求められる。本報告が工法選定の一助となれば幸いである。

15 施工計画

現場制約条件に合わせた人力施工の工夫

岡山県土木施工管理技士会
西部技術コンサルタント株式会社
工事グループ 主任
池田 丈志

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：110kV水島線No.13外柵取替工事
およびこれに伴う除却工事
- (2) 発注者：中国電力ネットワーク株式会社
倉敷ネットワークセンター 送電課
- (3) 工事場所：倉敷市連島中央5丁目地内
- (4) 工期：2021/1/6～2021/3/30

2. 現場における問題点および課題

(1) 人力施工の限界

本工事は、送電鉄塔敷地内の既設ブロック塀とその上部の金網フェンスが経年劣化により倒壊の危険が生じているため、鉄塔敷地側に目かくしフェンス（H=3.0m）を設置する工事であった。

目かくしフェンスの設置箇所は、送電機器・地中埋設ケーブル・民家が近接する狭隘な箇所であるため、人力により埋込長1.9mの鋼管基礎（φ216mm）を設置する必要があった。

しかし、深さ1.9mを人力で床掘・建込・埋戻しを行うことは困難である。また、大ハンマー等による打込みも貫入に必要な打撃力を確保することは困難である。また安全面においても適切な方法ではない。

そのため、人力による持ち運びが可能な機械等で、安全かつ確実に施工できる方法を模索することが本工事の最大の課題であった。

(2) 近隣住民への影響

本施工箇所の周辺は住宅が密集しているため、施工時の騒音が反響し近隣住民への影響が大きくなることが予想された。施工箇所上部には送電設備があり、防音シート等の設置高さが制限されるため、防音効果が期待できない状態であった。施工時の騒音について、近隣住民への配慮をどのように行うかがもう一つの課題であった。



図-1 現地状況

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

(1) 人力施工の工夫

①適用可能な機械

前述の狭隘箇所で使用できる機械の中で、鉛直方向に大きな打撃を与えることができる機械として、コンクリート構造物はつり作業に用いられ、強い打撃を与えることが可能な手持ち式コンクリートブレーカに着目した。

②使用機械の改造

一般的にコンクリートブレーカは、先端部から打撃を局部的に与えるものであるが、鋼管基礎を打込むためには、天端部に平面的な打撃を与える必要がある。局所的な打撃を平面的な打撃に変換するために、**図-2**のアタッチメントを製作し、鋼管基礎の天端部に装着の上、打撃することとした。

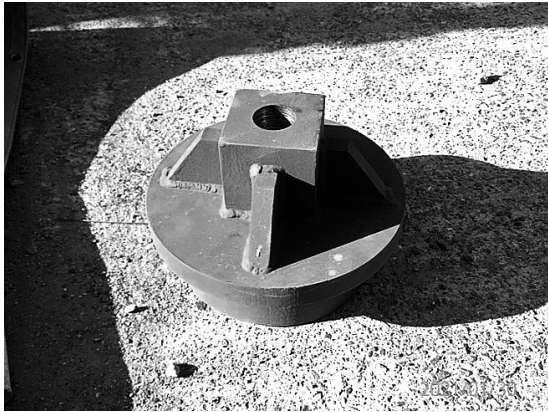


図-2 アタッチメント（製作品）

③打込時の留意事項

コンクリートブレーカと製作したアタッチメントを使用しての施工は、一般的に確立されていないため、以下の項目について留意して施工した。

- ・ 引上げによる高さ調整が困難なため、天端高を確認しながら徐々に打込んだ。（出来形管理）
- ・ コンクリートブレーカ、アタッチメント、鋼管基礎に手指を挟まれないように、作業員全員に周知徹底した。（安全管理）

以上の結果、狭隘箇所でも鋼管基礎を地中1.9mに設置することができた。



図-3 打込状況

(2) 近隣住民への対応

本作業においては、金属の打撃音が大きな騒音となることが明白であった。前述のとおり本施工箇所は民家かなり近いため、騒音について近隣住民への配慮が必要であった。そのため、以下の対応をとった。

①作業内容の周知

大きな打撃音を伴う鋼管基礎打込作業を行う旨を工事案内回覧や各戸訪問で周知した。

②作業時間の限定

近隣住民への各戸訪問時に、打込作業の望ましい時間帯を聞き取り調査して、作業時間を限定した。（本工事では、13時～15時で実施した。）

③作業開始時と終了時の周知

事前に周知を行っていたが、本作業の開始前に近隣住民へ作業実施報告を行った。

以上の対応により、鋼管基礎打込作業を円滑に行うことができた。

4. おわりに

本工事のように、重機施工が困難となる狭隘部においては、人力施工を超える能力を必要とされる場合もある。

今回は、コンクリートブレーカの性能を活かして改造を実施したが、他の電動工具や機械を駆使することが、制約条件の多い現場で施工するために有効である。

近年では、狭隘部施工を可能とする新技術も提案されており、今後は従来工法に限定されずに新技術に取り組む必要があると考える。

また、本工事で実施した打込作業における近隣住民への対応については、事前の周知や配慮が功を奏し、クレームが無く作業が完了できた。他工事でも同様のことが言えるが、近隣住民の協力により工事が成り立っていることを念頭に現場作業を実施することが重要である。

16 施工計画

桁下から鋼製桁間の狭隘な開口部より 長尺物の荷揚げ方法について

広島県土木施工管理技士会
株式会社 栗本
監理技術者
堀尾 謙太

1. はじめに

本工事は、広島県広島市～東広島市間における一般国道2号線の、慢性的な交通渋滞緩和を目的とした東広島・安芸バイパスの整備事業の一環として、海田地区において床版工（L=192m）を施工する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：東広島バイパス
曾田高架橋床版工事
- (2) 発注者：国土交通省 中国地方整備局
広島国道事務所
- (3) 工事場所：広島県安芸郡海田町地内
- (4) 工期：令和1年10月18日
令和2年11月30日

2. 現場における問題点

本工事の施工箇所は、両サイドが供用中バイパスのONランプ、OFFランプに挟まれており、終点側は、隣接して他業者が床版工事を行っている状況であったため、資機材（長尺物）の荷揚げ方法について検討の必要があった。（図-1）

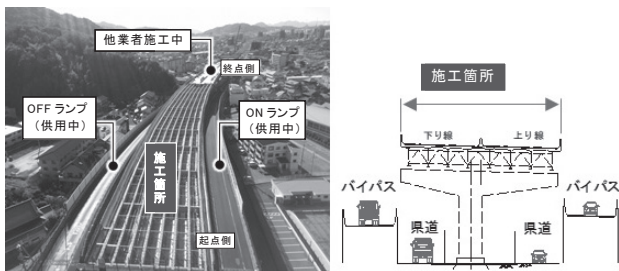


図-1 施工箇所概要図

検討①：供用中ランプからの荷揚げについて

供用中のランプから荷揚げを行う場合、バイパスを夜間通行止めにする必要があり、1回の夜間規制に20名以上の交通誘導警備員を要し、重複して同バイパスの工事関係業者（4社）が夜間施工を行っている状態であったため、交通誘導警備員の確保が困難な状況であった。

検討②：起点側からの人力運搬について

運搬距離が片道190mあり、人力にて運搬するには、人手不足から作業員の確保が困難であったほか、多大な運搬日数がかかるため、工程に遅れが生じる恐れがあった。（図-2）

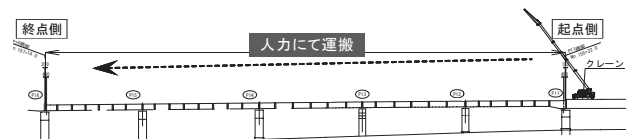


図-2 施工箇所側面図

検討③：床版用モノレールの設置について

主桁に床版用モノレールを設置し終点側へ運搬した場合、設備費が高騰となるため、経済性に問題があった。

検討④：桁下からの荷揚げについて

桁下より荷揚げを行った場合、鋼製桁間の開口が最大4.5mしか確保できなかったため、通常の荷揚げ方法では長尺物（4.5m～12m）の鉄筋材の荷揚げが不可能であった。また、荷揚げが行えるよう鉄筋長（L=4.5m以下）を変更した場合、変更資料の作成を要するほか、重ね継ぎ手が多くなり経済性、施工性が劣る恐れがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

施工延長の中間地点に、前項に記述した【検出④】の桁下よりクレーンを使用し、狭い鋼製桁間(4.5m×2.0m)を通過させ資材の荷揚げを行い、人力による運搬距離の低減を図ることとした。長尺物鉄筋材の荷揚げについては、通常のワイヤーと電動ウインチ(1t吊り)を併用し縦吊りとし、鉄筋長を短くすることなく狭い開口部を通過させ荷揚げできるようにした。(図-3)

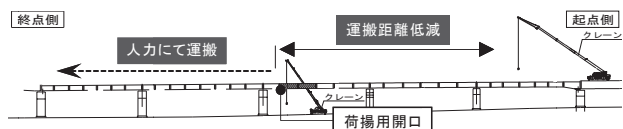


図-3 荷揚げ形態図

1) 電動ウインチ(1t吊り)の併用

鉄筋材料が最長L=12mと長尺であり、通常の縦吊りでは荷揚げ荷下し時に、鉄筋材を引きずってしまい損傷させてしまう恐れがあったため、一度水平に吊り上げ後、電動ウインチにて縦吊りへと反転させ、狭い開口部から桁上へ荷揚げを行った。(図-4、図-5、図-6)

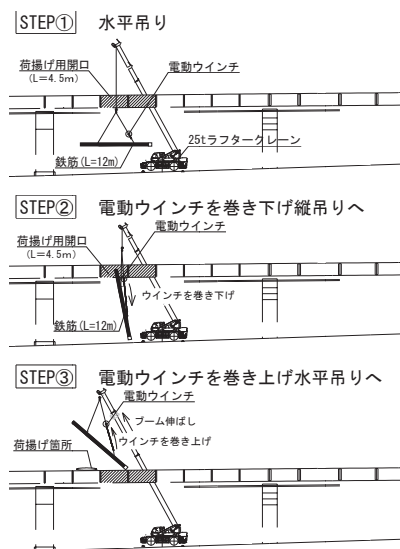


図-4 荷揚げ手順

電動ウインチを併用することで、スムーズに水平吊りから縦吊りへと反転させ、狭い開口部から効率よく荷揚げを行うことができた。また、人力による運搬作業が半減したため、作業効率が向上し、約1ヶ月程度の工程短縮かつ、約6割のコスト削減につながった。

2) 鉄筋材の抜け落ち防止

縦吊り時の鉄筋材の抜け落ち防止として0.5tまで耐力のあるロング荷揚げ袋を下端に取り付け抜け落ち防止を行い安全性の向上を図った。(図-5)

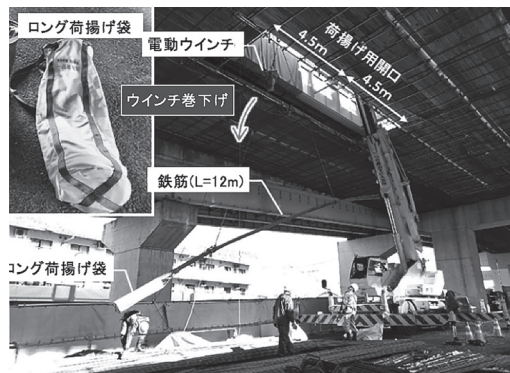


図-5 荷揚げ状況(桁下)

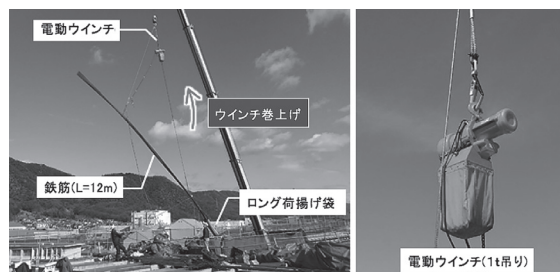


図-6 荷揚げ状況(桁上)

3) 供用中道路への越境防止

荷揚げ時の供用中道路への越境防止として供用中道路から2m現場側へ反射式レーザースキャナを設置。レーザーバリアを張ることで施工区域外への越境を回転灯・警報器により注意を促すことで、未然に吊り荷の越境防止ができた。(図-7)



図-7 反射式レーザースキャナ設置状況

4. おわりに

今回の荷揚げ方法の工夫によって、大幅に作業効率が向上し工事全体で約4ヶ月工程短縮の実現にもつながった。

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。

17 施工計画

現道のトンネル補修工事

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
土木部 次長
佐藤 宗近

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成31年度 国道326号
椎葉谷トンネル補修工事
- (2) 発注者：宮崎県延岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市北川町川内名
- (4) 工期：2020年6月5日
2020年11月11日

本工事は、北川町下赤地区で経年劣化によるトンネル壁面のひび割れ補修及び、FRPメッシュシートによるはく落対策を行うものであった。

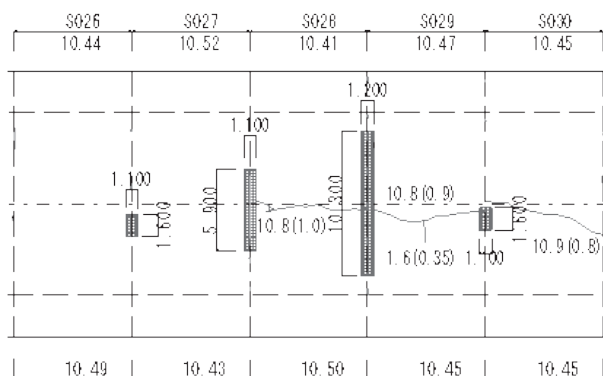


図-1 対策工展開図

2. 現場における問題点

① 交通災害

国道326号は主要道路として整備され、片側1車線であるが大型車やスピード超過の車両も多い。また県境に近い為、他県の方は地理に疎く枝道から国道への進入車もあった。

② コンクリート殻の飛散

壁面の浮き、はく離箇所をはつり落とす際にコンクリート殻が飛散して作業員や誘導員、通行車両に当たるおそれがあった。

③ 熱中症

熱中症の危険性が高い時期での施工となった。

④ 隣接工事との兼ね合い

道路維持工事（除草）、舗装補修工事、トンネル補修工事、当トンネルを含む照明灯工事が同時期に発注されていた。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 交通災害対策

1. 規制区間は約2kmと長くなるが、隣接トンネル内も規制して見通しの利く直線となる場所に停止位置、規制車を配置した。
また最後尾に停止する車両にハザードを点灯してもらう様、お願い看板を設置した。
2. 発注者と協議して交通誘導員を8名（上り徐行・規制、高所作業車、現場トンネル入口、隣接トンネル中間・出口、下り規制・徐行）配置し枝道からの進入車にも合図ができる体制をとった。
3. 工事看板は下地が蛍光色で、電光掲示板（NETIS仕様）はスクリーン式の遠くからでも工事中と認識できるものを使用した。

18 施工計画

橋梁下の遮水矢板工の施工について

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社
土木部
黒田 義隆

1. はじめに

当現場は、平成28年台風16号における大雨により河川が増水し、川の水が堤防地下を通り、地表に水が噴水する「パイピング現象」が発生した。放置しておくとう堤防の地盤沈下などに繋がる恐れがあり、その対策工事として遮水矢板工を施工する工事であった。

工事概要

- (1) 工事名：北川河川災害復旧工事その2
- (2) 発注者：宮崎県延岡土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市北川町地内
- (4) 工期：平成29年2月8日～
平成29年7月31日
- (5) 内容：遮水矢板工 N=154枚

2. 現場における問題点

橋桁下の遮水打込み施工において、当初ハンドリングシステム工法で設計されていたが以下の問題点あった。

- 1) 硬質地盤専用圧入機械のアタッチメントのリーダーストッカーが国内に2台しかなく、いずれも稼働中でその後の予定も詰まっており、5月中旬まで搬入できないことから、当現場との工程が合わなかった。
- 2) 仮にマシン搬入の工程調整がついたと仮定しても桁下の作業空間スペースを7.5m以上確保する必要がある為、堤防敷と高水敷との境

付近から掘削して掘り下げなければならない。その際、法肩から遮水矢板の作業床までの高低差が5.0mあり、現場の施工現状から、掘削した際法勾配が1:0.5程度しか確保出来ない。また、土質も砂質分が多く掘削後の地山の自立が困難である為、施工中に法面が崩壊する恐れがあり、安全確保が出来ない。

- 3) 当現場で必要となる1.0~1.5mサイズのケーシングオーガーがないことから特注で製作しても日数を要し、製作日数と作業日数を加味して考慮しても当現場との工程が合わなかった。



図-1 施工例写真
(ハンドリングシステム工法)

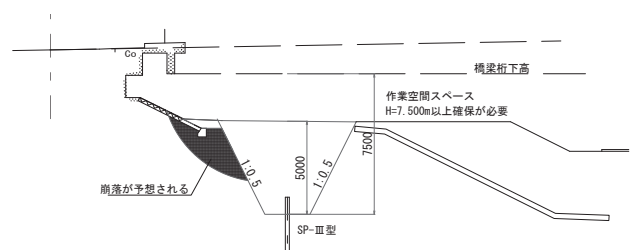


図-2 横断図

3. 工夫・改善点と適用結果

今回、鋼矢板打ち込み工法について、以下の施工条件を満足する必要があった。

- 1) 橋梁橋桁下での施工空間4.1m以内での施工が可能な機械であること。
- 2) 矢板建込み及び打込み時に橋桁下に接触をしないように離隔を確保しながら施工ができること。
- 3) 土質が締まった砂礫層が大半の中で、一部N値が50以上ある層を貫通できる機械でなければならないこと。

以上の条件を満足する工法を複数調査し検討を行った結果、低空頭自走式バイプロハンマーとウォータージェットを併用した「CHV工法」が妥当であると考え、発注者側と協議を行い、承諾を受けた。

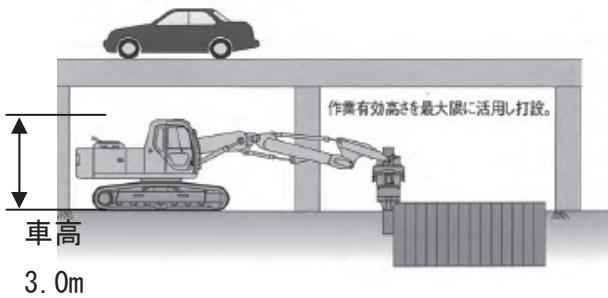


図-3 イメージ図 (CHV工法)

このCHV工法の特徴は、自走式ベースマシンのエクステンションアームにバイプロハンマーとウォータージェットを取付け、ベースマシンの押し込む力とバイプロハンマーの振動力、そしてウォータージェットの噴流水により貫入抵抗力を低減させて、施工ができることである。

冒頭で述べた条件より検証した結果、施工条件を満足し施工が可能だと判断した。

検証結果

- 1) 橋梁橋桁下での作業可能な空間スペースが4.1mに対して、ベースマシン本体が油圧ショベル0.8m³クラスの車高は3.0mである為、1.1mのクリアランスを確保しているため施工が可能である。

- 2) 鋼矢板の建て込み及び打込み作業についても3.0mに分割したものを溶接にて接合しながらの施工である為、橋桁までのクリアランスも確保でき、施工に問題はない。
- 3) ウォータージェットの併用である為、高圧水により締まった砂礫層の土粒子を移動させ、地上に湧き上がる噴流水により鋼矢板周囲が潤滑され打込まれていくことから、N値が50以上ある層も貫通できる。

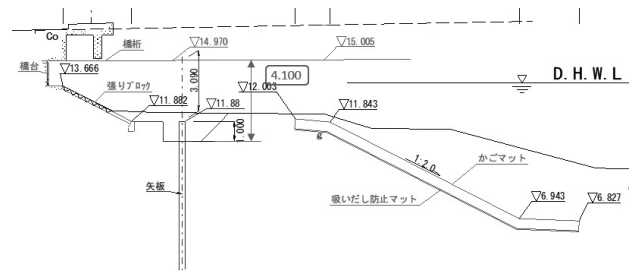


図-4 横断面図



図-5 施工写真 (CHV工法)

以上のCHV工法により施工を行った結果、ウォータージェット使用時に発生する噴流水の濁水対策や、ベースマシンが自走する際に作業床が噴流水で冠水することからトラフィカビリティの確保をする為の対策が必要であったが、トラブルもなく無事に施工ができた。

4. おわりに

今回の工事は、出水期間中の施工であったが、大雨や台風がくる前に工事を完了することができた。又、冒頭でも述べたように工法の検討では、発注者側の迅速な対応や協力業者の施工体制により速やかに工事が完了することができた。この場を借りてお礼を申し上げたい。

19 施工計画

出水期における河川を跨ぐ送出し架設の新しい試み

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

渡 邊 康 之[○] 松 山 喜 幸

1. はじめに

本工事は、復興支援道路（東北道と三陸沿岸道路を結ぶ東西方向の道路として位置づけ）である国道397号線（岩手県大船渡市から秋田県横手市）のうち水沢江刺駅と水沢駅を結ぶ、小谷木橋の老朽化に伴う架け替え工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：一般国道397号(仮称)新小谷木橋
上部工工事
- (2) 発 注 者：岩手県 県南広域振興局
- (3) 工事場所：岩手県奥州市水沢区佐倉河
真城及び羽田町地内
- (4) 工 期：自)平成29年12月12日
至)令和3年4月30日

2. 現場における問題点

本橋梁の架設方法は、A1～P7間を非出水期にクレーンベント架設、北上川を跨ぐP7～A2間は出水期に送出し架設であった。(図-1)

送出し架設はA2橋台背面を地組立てヤードとして、橋桁の地組立て及び送出しの準備を行った。

橋脚の支承据付けや送出し設備の組立・解体は当初計画では濁水期であったことから、大型クレーンをP7、A2に配置し施工予定であった。しかし、施工時期が出水期となったことから高水敷であるP7への進入が時期的に不可能であること、P9設備の施工で使用する550t級のクレーンを送出し期間常駐させる必要があったため、クレーンで

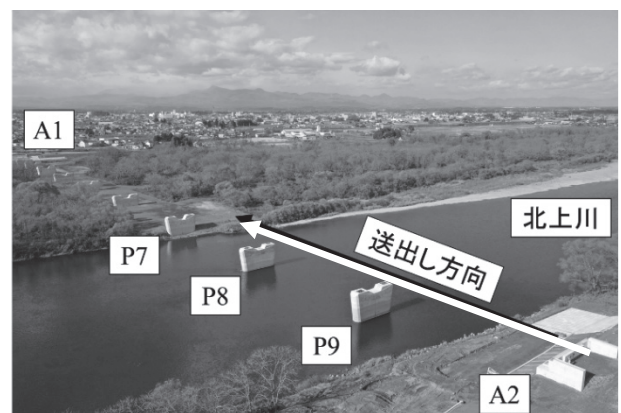


図-1 現場写真（着工前）

の施工は不可能となった。したがって、本工事ではP8、P9橋脚の支承据付方法と設備組立解体方法について報告する。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 支承据付台車

手延機と主桁上に軌条を敷設し、台車で橋脚上まで支承を運搬して吊り下げる方法を検討した。

図-2 支承運搬・据付台車の構造写真を示す。主弊社のH型鋼とパイプサポートを使用し、

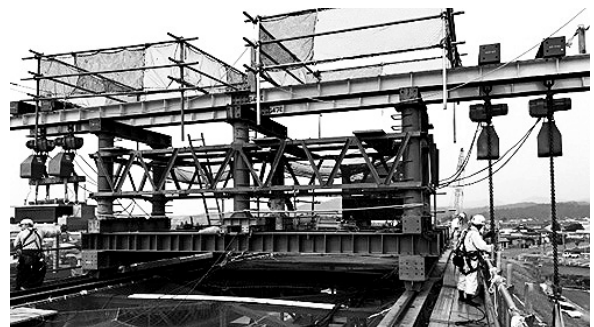


図-2 支承運搬・据付台車

揚重機械は10t電動チェーンブロック2台で支承(8t)を1基吊る構造とした。10t台車をH型鋼に取付け、ウインチにて運搬した。図-3に支承据付状況を示す。

部材寸法や揚重機の寸法から台車の構造高が高くなることが予想された。そのため、支承のアンカー下端が桁上に干渉しない高さとなるように、事前の検討とシミュレーションを入念に行い、施工可能な範囲で最も安全な構造高を算出した。



図-3 支承据付状況

②橋脚上設備組立・解体について

橋脚の設備組立を行うために2つの方法を採用して施工を行った。1つは手延機の先端にクレーンブームを搭載(以下「先端クレーン」という)し、支承台車の上部を切り離すことで運搬台車として使用する方法である。もう1つはクレーンブームを搭載した1台で揚重作業と運搬機能を持った自走式台車(以下自走台車という)を使用した方法である。用途は同じだが、先端クレーンは手延機が橋脚に到達した時(手延機先端に大きな荷重をかけられない状況)に使用し、自走台車は設備の盛替えや解体時に使用した。

各設備の写真を図-4、図-5に示す。



図-4 先端クレーン



図-5 自走式台車

手延機が橋脚上に到達した際、反力が負荷していない状態で先端クレーンを使用すると手延機が張出状態のため座屈する危険があった。対策として、可動式の治具を製作し、パイプサポートと組み合わせて手延機に取付けた。これをアウトリガーとし、支点到達時と同じ状態とすることで支承を据え付ける際にも使用することが出来た(特開2020-176488号公報参照)。

先端クレーンと自走台車に採用したクレーンの作業速度が、通常のクレーンと比較すると半分程度であるため、2倍以上のクレーン作業時間を要することが分かった。

本橋梁は鉄骨構造であったため、主桁間を利用し設備を組み立てることが出来たが、箱桁等の場合は検討を要することが分かった。

4. おわりに

支承運搬・据付台車設備と要領の確立により桁上を使用して、支承を運搬・据付け出来ることを確認した。

上記設備を使用することで、橋脚上設備の組立・解体が可能になったことが分かった。以上のことから出水期における送出し架設においてヤード条件に制限されることなく施工できることが確認できた。

本報告が他現場での活用方法の一助となれば幸いである。

最後に、本工事を施工するにあたりご指導・ご協力いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。

20 施工計画

大幅な架設計画の変更による 工程短縮および安全性の確保

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 計画第 2 G

建設部 工事東第 1 G

建設部 計画第 2 G

武田 翔太[○]

村岡 和郎

和氣 弘幸

1. はじめに

本工事では大久保沢川を渡河する単純上路トラス橋の架設を行った。

現場は急斜面を有する山地部に位置し、別工事にて設置した仮栈橋上の限られた作業ヤードでの施工が必要であった。また、本工事の起点側および終点側に隣接する上部工架設工事、トンネル工事との工程調整およびヤード調整を綿密に行いながら施工を進める必要があった。

工事概要

- (1) 工事名：中部横断大久保沢橋上部工事
- (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
- (4) 工期：(自) 平成30年12月7日
(至) 令和2年9月30日

2. 現場における問題点

- (1) グラウンドアンカー定着位置での地すべり

当初の架設計画はケーブルエレクション直吊工法であり、隣接工区で工事中のトンネル坑口付近にケーブルクレーン用グラウンドアンカーを定着させる計画であった。しかし、坑口付近で地すべりが発生し、法面保護工の施工が最優先となったことから、アンカーの定着位置を再検討し、アンカー定着部の安全性を確保する必要があった。

(図-1)

- (2) 隣接工事を含めた工程短縮

本工事で施工するケーブルクレーンワイヤーは、隣接する上部工事、トンネル工事の作業エリアに展張する計画であった。

しかし、法面保護工により本工事の工程遅延が見込まれたことから、隣接する2工事の工程にも大きく影響し、当該路線の開通予定時期守ることが難しい状況であった。

そのため本工事では、全体工程の短縮に寄与する架設計画の立案を求められた。



図-1 グラウンドアンカー定着位置

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) グラウンドアンカー定着位置の検討

法面保護工の隙間にグラウンドアンカーを定着させるため、アンカー定着部の地中を3Dモデルにて再現して検討した。その結果、地中に多数のアンカーが混在し、それぞれのアンカーの定着角

度も異なることからアンカーの干渉は避けられないと判断した。(図-2)

また、重力式アンカーへの変更やモルタルを仮充填したトンネル坑口へのアンカー貫通の検討も行ったが、安全性が不透明であることや事業費の大幅な増加、工程への影響が大きいことから採用できないと判断した。

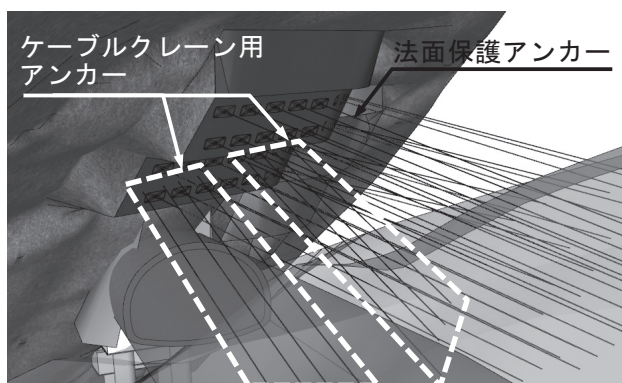


図-2 3Dモデルでのアンカー定着位置の検討

(2) 安全と工程短縮を実現した架設計画への変更

安全性が確保できるグラウンドアンカーの定着位置がないことから、杭基礎ベントを使用した仮栈橋上からのクレーン架設に変更した。山地部の急斜面に精度よく基礎杭を打設する必要があることからロードドリル工法を採用し、ベント基礎杭の施工および主桁の架設には90t吊クローラークレーンを使用した。

既設の仮栈橋は当初80t吊クローラークレーンによる作用荷重にて設計されていたことから、今

回の施工条件に合わせて再照査を行い、許容応力度の92%に収まることを確認した。

また、大久保沢川河川区域内にベント基礎杭を設置する場合、新たに河川協議が必要となり、協議期間が工程上のクリティカルとなるおそれがあった。そこで、河川区域内にベントが入らないよう、支間中央のブロックは両側1ブロック張り出しの落とし込み架設とした。(図-3)

この架設工法の変更によって、懸念であったケーブルクレーンアンカーは不要とすることができた。また、ケーブルクレーンワイヤーが不要になったことで隣接する2工事との作業工程の調整は大幅に削減できたほか、ケーブルエレクション工法での工程と比較して約3ヵ月の全体工程短縮が実現し、開通に目途を付けることができた。

4. おわりに

施工条件の変化と工程短縮の課題に対して様々な検討を行った結果、ケーブルエレクション工法から杭基礎ベントを用いたクレーンベント工法への大幅な架設計画の変更を図り、安全性の確保と隣接工事を含めた全体工程の短縮が実現できた。今後の同事例の一助となれば幸甚である。

最後に、多大なご指導を頂きました関東地方整備局甲府河川国道事務所の皆様、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。



図-3 杭基礎ベントを用いた架設計画図

21 施工計画

耐震補強工事における アンカーボルトの計測・施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラシステム

監理技術者

山田 勉[○]

架設計画担当

長岡 睦己

架設計画担当

田中 智

1. はじめに

本工事は、徳島河川国道事務所管内の国道32号大川橋において、橋梁耐震補強を行うものである。本橋は昭和41年に竣工した鋼10径間単純三主桁橋であり、竣工時はすべてタイプA支承であったが、一部の橋脚では過去工事にてタイプB支承への交換が完了している。本工事では、大川橋のA1橋台～P7橋脚において、平成24年道路橋示方書の耐震基準を満たすため、タイプA支承部への変位制限装置の増設、各支点部への落橋防止装置の設置、および支点部付近の腐食箇所への当て板補修を行った。図-1に補強後のP4橋脚を示す。

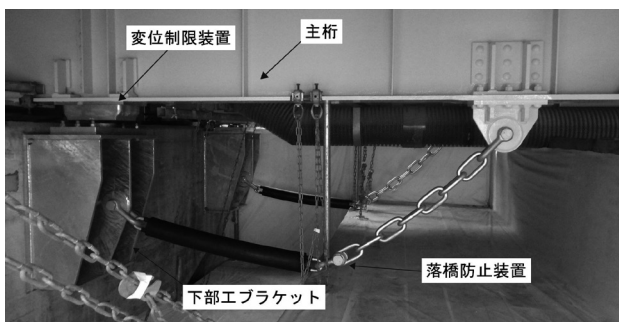


図-1 補強後のP4橋脚

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度 国道32号大川橋耐震補強工事
- (2) 発注者：四国地方整備局 徳島河川国道事務所
- (3) 工事場所：徳島県三好市山城町大川持地先

- (4) 工期：令和元年11月9日～
令和2年12月25日

2. 現場における問題点

1) 既設アンカーボルトの取り扱い

A1橋台、P1、P4、P5、P6橋脚には既設のジャッキアップブラケットが設置されていたが、当初発注時は既設ブラケットおよび既設アンカーボルトをすべて撤去し、新たにアンカーボルトを施工して耐震補強用の下部工ブラケットを設置するものであった。しかし、既設アンカーボルトはコンクリート内部まで撤去することは困難であり、アンカーボルトを新設する際にコンクリート内部に残った既設アンカーボルトが支障となることが懸念された。

2) アンカーボルト位置の製作への反映

アンカーボルトは橋脚の鉄筋を避けて設置する必要があるため、鉄筋探査を行い干渉しない位置を狙って削孔を行う必要がある。その結果、アンカー位置が当初の設計位置と変わりばらつきが出てしまうので、その位置を正確に計測し、確実に下部工ブラケットの製作に反映する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 既設アンカーボルトの再利用

既設のジャッキアップブラケットが設置されている橋台・橋脚においては、既設アンカーボルト

を再利用して新設下部工ブラケットを設置する方針に変更した。既設アンカーボルトを再利用するにあたり、その健全性を確認するため、アンカーボルトすべてに対してUT試験により根入れ長を測定し、さらにその中で橋台・橋脚の起点側・終点側ごとに最も短いアンカーボルトに対して引張試験を行い（図-2）設計上必要な引き抜き耐力を有していることを確認した。また、既設アンカーボルトの中には鉄筋の節が外まで露出しているものがあり、下部工ブラケットのベースプレート孔径が当初設計のままでは鉄筋の節と干渉して設置できない懸念があった。そのため、ベースプレート孔をすべて拡大孔とし、また既設アンカーボルトとベースプレート孔の隙間に強度の保証されたシール材を充てんすることで、既設アンカーボルトの節の露出の有無にかかわらず一様にせん断力を伝達できるようにした。既設アンカーボルトを再利用したことで、新設アンカーボルトの本数を大幅に削減し、施工の手間を減らすことができた。



図-2 既設アンカーボルト引張試験

2) 施工条件に適したアンカーボルト位置の計測

アンカーボルトの位置を製作に反映するため、アンカーボルト位置の計測を行った。既設のアンカーボルトを再利用する箇所については、アンカーボルト頭にターゲットを貼り、写真計測を行った。アンカーボルトを新設する箇所については工程の都合上、アンカーボルト設置前に削孔位

置を計測する必要があったが、アンカーボルト設置前の状態ではアンカーボルト頭にターゲットを貼る方法が適用できない。そこで、削孔後の孔位置をフィルムにトレースすることで孔位置を計測した。

上記のように、既設アンカーボルトを再利用する箇所とアンカーボルトを新設する箇所、異なる方法でアンカーボルト位置の計測を行った。ただし、いずれの計測においても、主桁の下フランジをもとに計測の基準線を設定し、高さ方向の基準線は下フランジから200mmや300mm下げた位置、橋軸直角方向の基準線は橋台・橋脚前面における下フランジの中心位置とした。また、既設アンカーボルト再利用箇所については、下部工ブラケットの製作を行う前に、写真計測結果を反映したフィルムを作成し、現地にて既設アンカーボルト箇所にフィルムを重ねることで、既設アンカーボルト位置が問題なく図面に反映されていることを確認した。上記の通りにアンカーボルト位置を計測して製作に反映することで、現地にて問題なく下部工ブラケットを設置することができた。

4. おわりに

本工事では、耐震補強工事における下部工ブラケットのアンカーボルトの施工について、当初の方針を変更して既設アンカーボルトを再利用する設計に変更し、さらにアンカーボルト位置を正確に計測して製作に反映することにより、施工手間の削減および現場での不具合のない施工を実現することができた。本報告が、今後さらに増大していく橋梁の耐震補強事業の施工において一助になれば幸いである。

22 施工計画

重要路線における地域配慮の施工方法

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
高山 俊和

1. はじめに

本工事対象橋梁である南大山大橋は、国道482号から日野郡江府町の防災基地を結ぶ緊急輸送道路であり、御机への流通ルート及び大山への観光ルートとなる重要な橋梁である。

しかし、通行重量制限（耐荷重14t）により、大型車は大きく迂回が必要となっていたため、その問題の解決とともに耐震性能の向上を図ることを目的とし計画されたものである。

工事概要

- (1) 工事名：県道如来原御机線（南大山大橋）
橋梁補強工事（2工区）（補助橋梁補修）
- (2) 発注者：鳥取県 日野県土整備局
- (3) 工事場所：鳥取県日野郡江府町宮市から日野郡江府町美用
- (4) 工期：令和1年9月25日～
令和2年12月25日
- (5) 構造形式
形式：鋼単純ランガー桁橋
橋長：125.0m
架設年月：1967年～1969年
- (6) 工事内容
支承交換工（橋台縁端拡幅1箇所含む）4基
補剛桁当板補強工 77.5t
床桁当板補強工 3.2t
床版補強増設横桁工 18.9t
床版補強増設縦桁工 21.7t

下横構取替工 15.5t
（高力ボルト総数 31,200本）

図-1 に工事概要図及び橋梁全体図を示す。

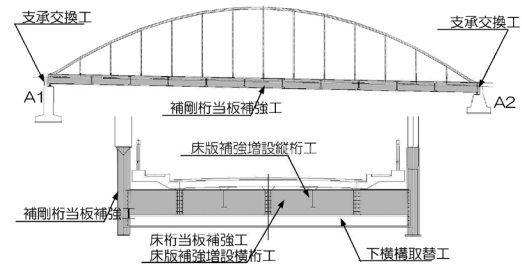


図-1 工事概要図及び橋梁全体図

2. 現場における問題点

発注時における計画では工事期間中の車道通行止めが必要となり、重要路線（緊急輸送ルート、流通ルート、観光ルート）の長期寸断による迂回等により、周辺住民及び周辺関係者、道路利用者への影響が懸念された。

（車道通行止めの理由）

- (1) 当板補強部材取付け用のボルト孔を既設部材に孔明するが、孔明から当板補強部材が取り付くまでの短期間、荷重を負担している既設断面に断面減少が生じ、常時交通開放への耐力の懸念がある。
- (2) 補強用部材（最大部材長：7.5m×2.3m、最大部

材重量：約1.6t）及び支承部材（最大重量：約2.0t）の吊り込み作業では大型重機（25tラフタークレーン）が必要であり、既設幅員（3.0m+3.0m=6.0m）では全幅員を使用する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

片側交互交通規制（片側常時開放）による作業の検討を行った。

- (1)構造解析による耐力照査を行った結果、各当板補強部材の同時施工では耐力超過となるため、施工順序を補剛桁（①上フランジ→②下フランジ→③腹板）→④床桁→⑤補強横桁→⑥補強縦桁→⑦下横構とし、各部材毎に補強を完了したうえで次部材に取り掛かることで、常時片側開放の状態での補強が可能となった。

図-2 に片側交互規制による作業図を示す。

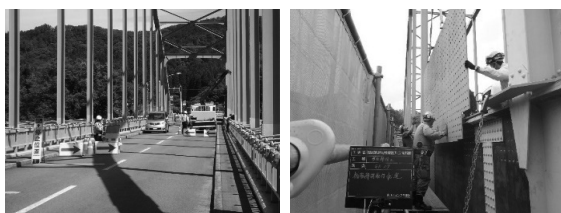


図-2 片側交互規制による作業図

- (2)大型補強部材を分割し部材を小型化（最大部材：4.5m×2.3m、最大部材重量：約0.9t）することで、小型移動式クレーン（2.9t吊 4t車）の使用を可能とした。

図-3 に大型補強部材（腹板補強）分割図を示す。

図-4 に小型移動式クレーンによる吊り込み作業図を示す。

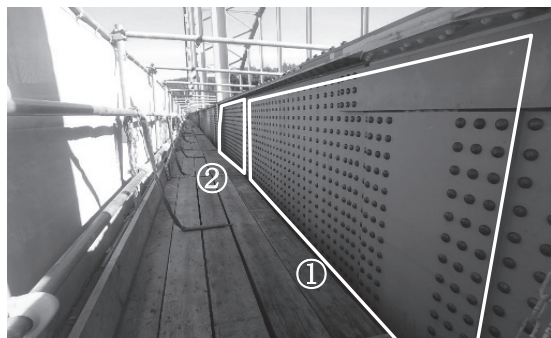


図-3 大型補強部材（腹板補強）分割図（2分割）



図-4 小型移動式クレーンによる吊り込み作業図

分割できない補強部材（支承部材重量：約2.0t）については、ミニクローラー型クレーン（4.9t吊 小旋回 自重14t以下）を使用することで、片側幅員占用3.0m内での吊り込み作業を可能とした。

図-5 にミニクローラー型クレーンによる吊り込み作業図を示す。



図-5 ミニクローラー型クレーンによる吊り込み作業図

4. おわりに

工事計画においては効率的な施工方法で計画される場合が多いが、現場条件・現場特性による地域社会に与える影響も考慮することが重要である。本工事においては、効率化よりも地域社会への配慮に重点を置いて検討を行った結果、計画時より施工期間及び費用は大きくなったが、地元等からの苦情の発生はなく無事に工事を完了することができた。

最後に、本工事を施工するにあたりご指導・ご協力頂きました皆様に厚く御礼申し上げます。

23 施工計画

H鋼を用いた架設設備による部材の取込

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
坂 本 健

1. はじめに

本工事は、国道49号の五郎内第二橋において落橋防止装置を設置する耐震補強工事である。工事内容は、制振ダンパー及び水平力分担構造、横変位拘束構造、連結ケーブルの設置である。

工事概要

- (1) 工 事 名：五郎内第二橋補強補修工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
磐城国道事務所
- (3) 工事場所：福島県いわき市平上荒川字熊下
～いわき市平上荒川字笑堂地内
- (4) 工 期：令和元年9月21日～
令和3年1月29日



図-1 五郎内第二橋全景

2. 現場における問題点

落橋防止装置の設置に伴い、橋脚周りに吊足場を仮設した。図-2に橋脚周り吊足場写真を示す。部材の取込については、A1橋台からP2橋脚は橋面上から、P3橋脚については橋下のヤードからラフタークレーンを用いた取込を計画した。落橋防止装置は、アンカーボルト定着を行い、鋼製ブラケット（上部工付・下部工付）を取付、制振ダ

ンパーや水平力分担構造、連結ケーブルを取付ける構造となっている。図-3に施工完了写真を示す。

鋼製ブラケット取込時の問題点を下記に示す。

- ① 鋼製ブラケットの重量が重く、サイズも大きいため、取込が難しいことを予想した。
- ② 従来のチェーンブロック等を使用した取込では、チェーンブロック等の盛替えに時間を要す可能性があった。また、部材の動きにより、挟まれ等の危険リスクが増加すると考えた。
- ③ 橋面上からの取込は、国道49号の車線規制が伴い、付近にはトンネルや合流があるため規制延長が1km以上に及ぶ。規制1日あたりの費用が高額なため、規制日数が増えると予算が苦しくなることを予想した。



図-2 橋脚周り吊足場全景



図-3 施工完了写真

3. 工夫・改善点と適用結果

鋼製ブラケットの取込・取付は、H鋼を用いた架設設備を仮設する方法を採用した。H鋼をブルマンクランプにて主桁に取付、H鋼に取付たトロリーにて部材を横持ちする方法である。部材の最大重量からH鋼の構造計算を行い、断面を決定した。ブルマンクランプの設置箇所が少ない場合、部材を吊った際にH鋼が動く危険性があったため、1主桁あたり4個設置した。

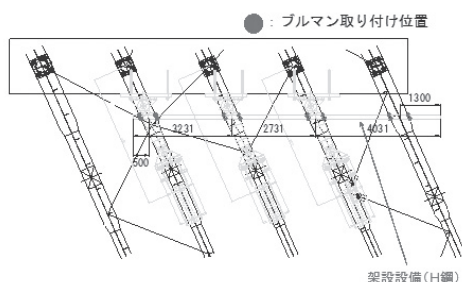


図-4 ブルマンクランプ取付箇所

架設手順を以下に示す。

- ① 架設設備をユニックで足場内へ取込、設置。架設設備にトロリーを取付、トロリーにチェーンブロックを取付る。
- ② ラフタークレーンを用い、ワイヤーにて吊足場内へ鋼製ブラケットを取込。
- ③ トロリーに取付たチェーンブロックに鋼製ブラケットを盛替え、ラフタークレーンにて吊っているワイヤーを取外す。
- ④ トロリーをゆっくり転がしながら、取付箇所まで鋼製ブラケットを横持ちする。
- ⑤ あらかじめ設置したチェーンブロックに鋼製ブラケットを盛替え、所定箇所を取付る。

図-5 にイメージ図、図-6 に架設状況を示す。

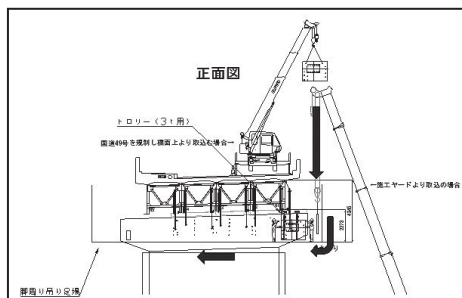


図-5 イメージ図



図-6 架設状況写真

架設設備を使用し、気付いた点を以下に示す。

- ① 従来の工法では、全箇所施工するまでに20～30日程度要する予定であったが、15日程度に工程を短縮することができた。
- ② トロリーで横持ちしたことで部材が安定し、挟まれ等の危険リスクを低減できた。
- ③ 鋼製ブラケットの盛替え回数が従来の工法よりも少ないため、危険リスクを低減できた。
- ④ 今回は主桁の横断が少なかったが、桁の横断が大きい場合は、設置が困難である。
- ⑤ 主桁の横断により架設設備が傾いている場合は、設置したトロリーが低い方へ転がる可能性があるため、注意が必要である。
- ⑥ 架設設備により、吊りもとの位置が低くなるため、吊り部材が大きい場合は、吊り足場の高さによっては吊り代が無くなり、取込が困難になる可能性がある。
- ⑦ H鋼の断面が小さいと、トロリーとブルマンクランプが接触し、スムーズに動かせない可能性があるため、注意が必要である。

4. おわりに

H鋼を用いた架設設備を使用した部材の取込・取付を行った結果、現場作業負担は軽減され、非常に効果的で安全に施工できたと考える。

最後に、本工事にてご指導・ご協力いただきました皆さま方に厚く御礼申し上げます。

24 施工計画

旋回台車を使用した狭隘箇所への鋼桁部材の取込

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

工事担当

工事担当

川 島

徹[○]

國 料 和 浩

石 田 真 士

1. はじめに

本工事は、阪急京都本線と千里線が並走する上空に鋼単純箱桁橋を架設する工事であり、鉄道に対する第三者災害発生リスクの排除および作業時間短縮のための様々な対策が講じられた。

本稿では、それらの対策の内、鉄道上空での作業時間を短縮するために必要となった、旋回台車を使用した狭隘箇所への鋼桁部材の取込方法について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：京都線・千里線淡路駅周辺立体交差工事(第3工区)に伴う土木工事
- (2) 発 注 者：大林組・ハンシン建設共同企業体
- (3) 工事場所：大阪市東淀川区東淡路地内
- (4) 工 期：2020年1月～2021年8月
(鋼桁架設期間)

本工事は、鉄道影響範囲外で地組立された主桁を1本ずつ縦送り、2機の架設機に吊替えて所定の位置に架設するものである。

2. 現場における問題点

架設作業は鉄道直上となるため、各作業を3時間10分の線路閉鎖時間内に完結させる必要があった。そこで、桁架設作業に要する時間を短縮するため、架設機フックの巻下げ量（架設する主桁の降下量）が最小となるように、中層階の主桁は中層階で地組する方針とした（図-1）。

しかし、中層階の地組場所は、将来は軌道となる、柱と天井で囲まれたトンネル状の狭隘なスペースで、その天井高は7m程度と低く、クレーンで鋼桁部材を揚重した状態でブームを差し込むことができないため、地組場所への部材供給は不可能であった。また、運搬台車等を使用して部材を取り込むにも、鋼桁部材長が11.6mであるのに対し、部材取込みに使用できる間口の寸法（柱間隔）は8.8mであったため、単純な横移動による部材取込も不可能であった。以上の条件から、中層階の地組場所に鋼桁部材を取込む方法が課題となった。

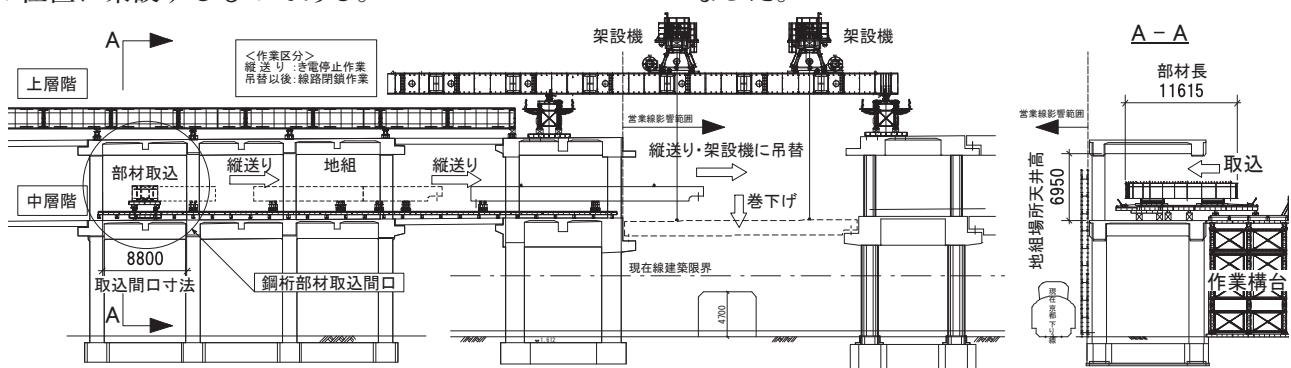


図-1 中層桁架設要領図

3. 工夫・改善点と適用結果

図-1 (A-A) に示すように、取込間口前面に作業構台を設置し、クレーンによる部材供給が可能な取込用ヤードを構築した。そこに地組場所へと繋がる軌条を設置し、運搬台車を使用して部材を取り込み、地組場所へ運搬する計画とした。しかしながら、前述のとおり、単純な横移動のみでは部材取込は不可能であった。

そこで、移動しながら桁を旋回させることが可能な旋回台車を考案した(図-2)。これは、既存機材である旋回台に、鋼製架台を介してチルトタンクを取り付け、走行機能を付与した設備であり、走行動力にはチルトホール (cap.3.2t) を用いた。軌条にはチルトタンク逸脱防止の機能を兼ねた溝形鋼を使用し、取込用軌条と地組のための縦送り用軌条とを直交させる配置とした。これらの設備により、移動と旋回とを併用して鋼桁部材を狭隘箇所に取り込むこととした。なお、旋回のためには移動途中でチルトタンクを90°方向転換する必要があるが、これは、軌条交差部において旋回台車をジャッキアップし、人力にてチルトタンクの脱着を行うことで対応した。加えて、今回の施工については模型を製作し、旋回台および搭載した鋼桁の旋回挙動の確認を行い、現地施工における不具合の発見、排除を図った(図-3)。

以上により、現地作業においてもスムーズな



図-2 旋回台車

鋼桁取込および運搬が実現し、狭隘な中層階での桁地組に成功した(図-4)。

旋回台車を使用した部材取込の実

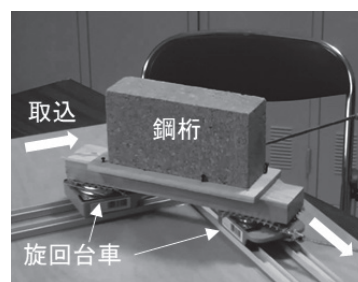


図-3 模型確認

現により、鉄道直上での作業時間が短縮されたことはもとより、クレーンによる部材供給が不可能な狭隘箇所への鋼桁部材の取込方法として、新たな選択肢を示すことができたものとする。

4. おわりに

本稿にて取り上げた施工をはじめ、本橋梁の架設が無事に完了できたのは、協力会社の皆様の綿密な作業手順、阪急電鉄、大林・ハンシンJV職員の皆様の日々のご指導のおかげであり、ここに深く感謝申し上げます。

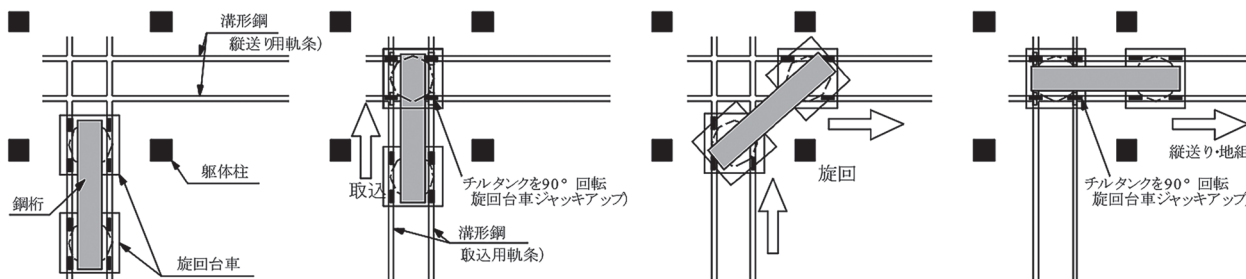


図-4 中層桁取込状況

25 施工計画

支間長 96.4m の鋼 2 径間連続非合成箱桁橋の 送出し架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

監理技術者

工事主任

三上 拓也[○]

今 大 介

河北 直 樹

1. はじめに

本工事は、緊急輸送道路の確保および第3次医療施設への速達性の向上を目的として国土交通省が整備を行っている山陰道大田・静間道路事業の一環で、島根県大田市を流れる二級河川静間川を跨ぐ橋梁の架設工事である。

また、本工事では送出し架設工法を採用しており、送出し支間長96.4mとこの工法としては国内最大級の規模を誇る架設である。架設にあたっては軌条ヤードの制約により、縦送りをしながら地組立を行い、送り出しは2回（S1～J15、J15～S2）に分けて実施した。

本稿では、平面・縦断線形に対する送り出し時の対策、手延機先端のたわみ処理方法について報告する。

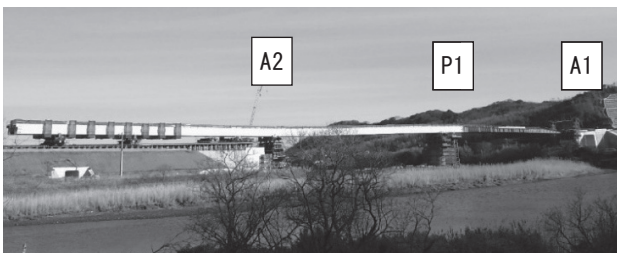


図-1 全景

工事概要

- (1) 工 事 名：大田静間道路静間川橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中国地方整備局
松江国道事務所
- (3) 工事場所：島根県大田市静間町地内
- (4) 工期：令和元年7月9日～令和3年9月30日

- (5) 構造形式：鋼 2 径間連続非合成箱桁
- (6) 橋 長：195.000m
- (7) 支 間 長：96.400m + 96.400m
- (8) 平面線形：R=1,000m (CL上)
- (9) 縦断勾配：0.63%～3.54%

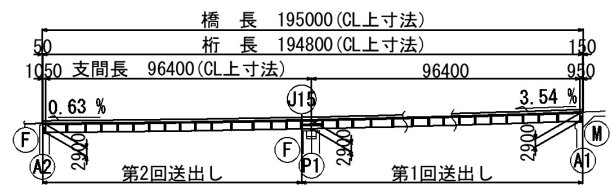


図-2 構造一般図（側面図）

2. 現場における問題点

(1) 平面線形の課題

本橋の送出しヤードは施工済みであったため、平面線形なりに送り出す必要があった。そのため、平面曲率による反力への影響およびG1桁とG2桁の送り出し量の僅かな誤差や反力差に伴い発生する各鋼桁支持点部の水平力による平面ラインからの逸脱防止対策について検討した。

(2) 縦断線形の課題

本橋の縦断勾配は図-2に示すとおり0.63%～3.54%の変化区間であるが、送出しヤードの縦断勾配は橋梁区間とは逆の勾配を有していた。これらの条件を踏まえて、橋梁区間の縦断勾配に合わせた送り出しを行った場合、地組ヤードの掘削が必要となる。送出し基準高さを上げれば対処可能であるが、各橋台・橋脚で桁の降下量が増加するため、送出し工程への影響が懸念された。

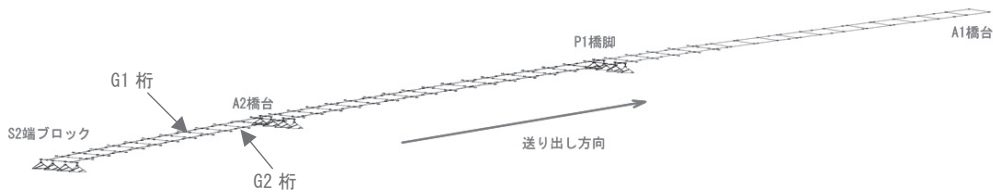


図-3 立体解析モデル概要図

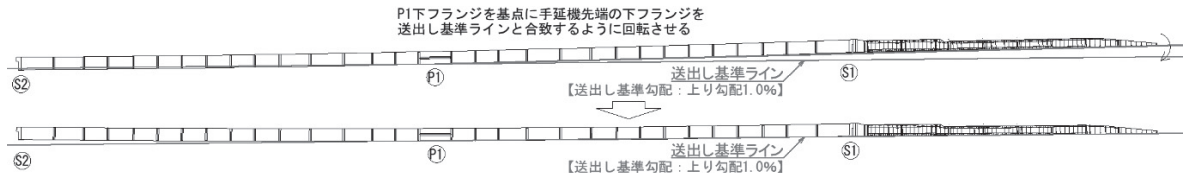


図-4 主桁の回転要領

(3) 手延機先端のたわみ処理の課題

本橋において、P1橋脚、A1橋台到達時の手延機先端のたわみ量は共に約2.5mであった。このたわみを処理する方法について検討した。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 平面線形への工夫

送り出し時の反力検討として、図-3に示す立体解析モデルを用いて立体格子解析を行い、送り出し時の反力および変位を確認した。これより、A1橋台到達直前のP1橋脚部において、曲率半径の中心側となるG2桁の反力が、G1桁に対して約1.4倍の不均等を示す結果を得た。このため、実施工では受点部の高さを調整し、G1桁とG2桁の反力差を1.1倍程度に抑えて反力管理を行った。

送り出し時の反力管理値は、ステップ解析により得た反力とした。作用反力の閾値は主桁に作用する断面力の余裕度および仮設備の不均等荷重を踏まえて、設計反力の±20%として管理した。

また、送り出し時の逸走防止対策として、各橋台・橋脚上の送出し設備には、主桁両側側面にガイドローラを設置して橋軸直角方向への逸脱防止を図り、調整ジャッキによる送出しラインの微調整を行った。また、各ステップで盛替えジャッキによる鋼桁支持点受け替えの際、支持点に生じている水平力の開放を行った。

(2) 縦断線形への工夫

送り出し時の基準ラインを図-4に示すように別途設定（1.0%の上り勾配）し、その基準ラインに向けてP1支点下フランジを基点に手延機先端下

面が基準ラインと合致するように全体を回転させて送り出しを行った。これにより、A2設備での降下量は増加したが、P1～手延機先端までの高さ変化はほぼ生じなかったため、全体として作業効率化を図ることができた。

(3) 手延機先端のたわみ処理への工夫

P1橋脚への到達時は160t吊の大型クレーン2台を用いて行った。

また、A1橋台への到達についてもP1橋脚と同様に橋台背面の市道を通行止めにして大型クレーン2台を用いる計画であったが、周辺地域への配慮として、図-5に示すように通行止めを行わずにたわみ処理が可能となる桁扛上装置（ジャッキングホイスト）による方法に変更し対応した。

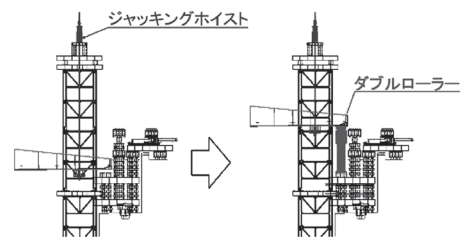


図-5 たわみ処理概要

4. おわりに

本工事は、冒頭でも述べた通り、国内最大級規模の送出し架設であることから、発注者の方々をはじめ、周辺地域の方から多くの注目を集めた工事であった。上述のような検討をして無事故・無災害で完工することができた。

最後に本工事においてご指導いただいた松江国道事務所の皆様ならびに関係者の皆様に心から深く感謝申し上げます。

26 施工計画

多軸式特殊台車による夜間一括架設における CIMの活用事例

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 駒井ハルテック

現場代理人・監理技術者 工事担当

設計担当

田村 有治[○]

高柳 美里

藤本 叶望

1. はじめに

本工事は、北九州空港を起点とし、終点の東九州自動車道（苅田北九州空港IC）に至る総延長約8.0kmの一般県道新北九州空港線新設工事のうち、主要地方道門司行橋線との交差区間となる鋼単純鋼床版箱桁橋の製作・架設工事である。本稿では、交差部の特殊架設における現場施工条件を踏まえたCIMの活用事例について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：県道新北九州空港線苅田工区
橋梁上部工（4号橋）工事
- (2) 発注者：福岡県県土整備部
京築県土整備事務所
- (3) 工事場所：福岡県京都郡苅田町大字苅田
- (4) 工期：令和元年7月12日～
令和2年10月30日

2. 現場における問題点

本橋の架設は、交差する主要地方道門司行橋線などの通行止め日数を最小限とするため、**図-1**および**図-2**に示す鋼桁約71mを多軸式特殊台車（以下、多軸台車）による一括架設を採用した。

2.1 桁運搬時の問題点

架設平面図（**図-1**）に記載のあるとおり、地組ヤードから架橋位置までの間には、信号機や照明柱などの支障物が多数あり、支障物の移設協議が必要であった。支障物の移設作業は、別途発注される工事により行われるため、対象となる移設

物の数量や移設時期などを、発注者ならびに公益占有者に円滑に引き継ぐ必要があった。また、地組ヤードから架橋位置までの多軸台車の走行区間は縦横断を有するとともに、側溝などの障害物も多数あるため、詳細な架設計画を行う必要があった。

2.2 桁架設時の問題点

本橋は、半径1500mの曲率半径を有する桁を既設PC桁間に多軸台車のタイヤ操作で横方向からスライドさせて架設する。桁の地組ヤードは、曲率半径の中心側にあり、横方向からのスライドは、狭い側から広い側への方向となるため、PC

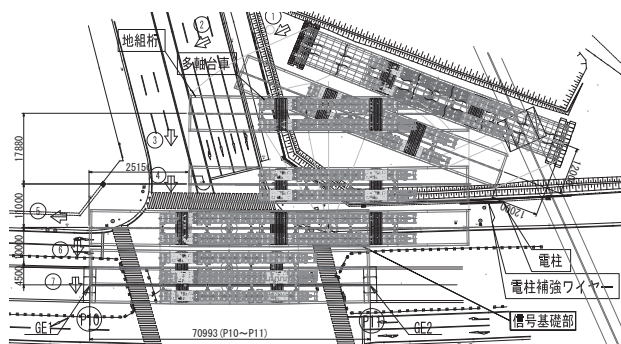


図-1 架設平面図



図-2 架設写真

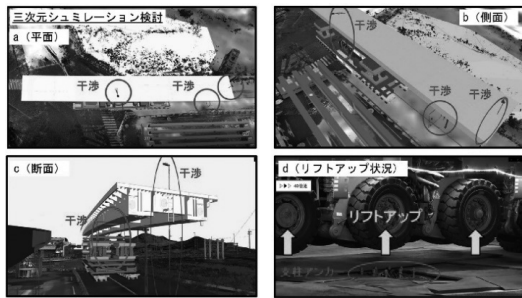


図-3 三次元シミュレーションによる検証



図-4 走行軌跡の管理

桁間に対する余裕量は片側で100mm程度であった。このため、多軸台車の想定外の挙動などによるPC桁との接触が懸念された。

3. 現場での対策

3.1 桁運搬時の対策

本工事では、移設協議を円滑に進めるため、架設計画にはCIM（Construction Information Modeling）を活用した。

具体的には、3Dレーザースキャナを利用して架橋位置周辺の地形データを取込み、図-3に示す三次元シミュレーションモデルを作成して現地状況を再現した。これにより、多軸台車の走行軌跡間における支障物の位置と数量を正確に算出するとともに、支障の程度を可視化することで、支障物の移設協議を円滑に行うことができた。

また、三次元シミュレーションモデルにより、架設する橋脚までの軌跡や走行する軌跡間の地盤高さを正確に計測して把握することで、最良な多軸台車の走行軌跡の設定や、搭載する油圧ユニットジャッキのジャッキアップ・ダウン量を容易に設定することができた。

運搬時は、三次元シミュレーションモデルにより設定した軌跡上に多軸台車を誘導するため、次に挙げる対策を行った。

①軌跡座標を登録したトータルステーションによ

り誘導マークを道路上に測設し、多軸台車に設置したレーザーポインタを合わせることで、ミリ単位の運搬精度を確保した。

②桁位置（三次元座標）をGNSSでリアルタイムに計測して、架橋位置までの軌跡と距離を一元管理（図-4）できるシステムを導入し、計画された走行軌跡との差をリアルタイムに監視して所定の位置まで誘導を行った。

これらの対策にCIMを活用して行った結果、地組桁の運搬を安全に行えた。

3.2 桁架設時の対策

地組桁を狭隘な既設PC桁間へスライドさせて確実に架設するため、次に挙げる対策を行った。

①発注者ならびにPC施工業者との協議にて、既設PC桁壁高欄端部の打ち残し（約300mm）を行い、鋼桁端部の切り欠き幅100mm分をオフセットさせることで、鋼桁両端部の遊間量に+100mmの余裕を確保した。

②タイヤ操作のみで行う桁のスライドは、タイヤ位置・旋回角度を測設した軌跡ポイントにミリ単位で合わせ、さらにレーザーポイントによる誘導で行った。

これらの対策にCIMを活用して行った結果、1夜間で架設を完了することができた。



図-5 完成写真

4. おわりに

本工事は、主要交差点を夜間全面通行止めしての多軸式台車による一括架設という難易度の高い工事であったが、設計・製作・工事の各部門において十分な検討を行った結果、無事に施工を終えることができた。最後に、本工事の施工にあたり、ご指導をいただいた福岡県県土整備部 京築県土整備事務所および関係各位に深く感謝いたします。

27 施工計画

供用中高速道路への鋼床版鈹桁による 拡幅施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

永井 大策[○] 木村 光宏 秋山 昌己

1. はじめに

本工事は、阪神高速4号湾岸線と堺泉北道路との合流地点である助松ジャンクションへ新たな料金所を新設する工事であり、既設橋脚および鋼床版鈹桁による拡幅、支承受替、既設桁補強、床版、橋面アイランド工等と多岐にわたる工事であった。

本稿では既設のRC床版鈹桁橋を鋼床版鈹桁で拡幅する施工について、報告する。

工事概要

- (1) 工事名：料金所整備鋼桁拡幅その他工事
- (2) 発注者：阪神高速道路株式会社
- (3) 工事場所：大阪府泉大津市臨海町1丁目付近
- (4) 工期：自)平成29年10月11日
至)令和2年12月10日

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたり、設計図書および現場状況を確認した結果、下記の問題点があった。

- (1) 供用されている既設橋梁へ、新規製作した鋼床版鈹桁を取り付ける拡幅構造であったため、架設現場でのキャンバー出来形管理が課題となった。
- (2) 拡幅部材となる鋼床版デッキ上面の継手部は当初は現場溶接であったが、工程短縮を目的として、全て製作加工精度の高い皿型高力ボルト継手へ変更となり、架設現場でのボルト孔品質管理が課題となった

3. 工夫・改善点と適用結果

施工計画立案に際し、前述の問題点に対して、重点的に下記の検討を行ない現場施工を実施した。

(1) 架設キャンバー出来形確保に対する検討

施工箇所は下部工基礎耐震工事との重複作業であり、また交通量の多い府道に近接した作業ヤードであったため、設計図書ではベント設備を設置しないクレーン架設であった。架設時に工場製作キャンバーを再現することを目的とし、支承受替、既設桁補強工を先行し、工程を遅延せず、かつ下部工工事完了後にベント設備を設置できるよう調整を行なった。ベント設備基礎は風、地震等の水平荷重に対応できるよう、コンクリート基礎構造のベント設備(図-1)を5基設置した。



図-1 ベント設備

また架設時のベント設備による多点支持状態から、ベント撤去時の支点支持状態へ移行する際の桁のキャンバー変位に対応できるよう、既設橋梁

へ先行架設する中床版とG4桁との横桁部添接板は、ボルト孔を長孔（ $\phi 26.5L=80\text{mm}$ ）とした仮添接板（図-2）を設置し、キャンバー変位に対応した。調整完了後、本添接板に入れ替え、高力ボルト本締めを行なった。

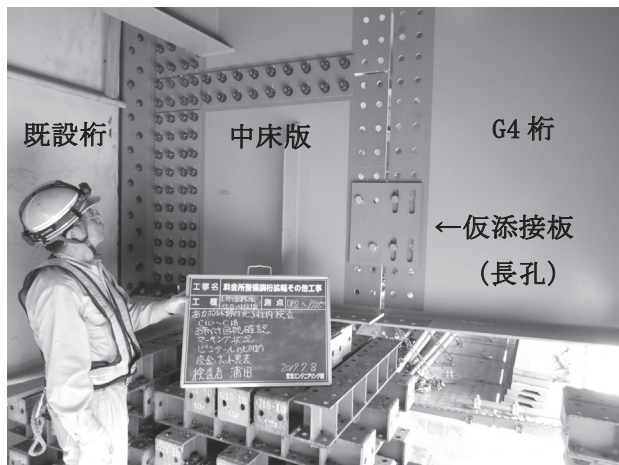


図-2 横桁仮添接板

鋼床版デッキ上面のキャンバー差については、デッキ上へ高さ調整梁を取り付け、鉛直ジャッキでG4桁へ死荷重に相当する強制変位を与え、設計、製作時の所定キャンバーが得られるよう調整を行なった。

(2) 皿型高力ボルト添接板ボルト孔の品質確保に対する検討

皿型高力ボルト添接部のボルト孔（ 26.5ϕ ）の横ズレ許容誤差は、普通高力ボルトの 4.5mm に対し、皿型高力ボルトを使用した場合は 2.25mm となる。鋼床版桁架設時に添接板ボルト孔部へのピン挿入や、仮ボルトによる締め付けを行なった場合、皿型孔が損傷することが予測された。また、前述した通り、供用中橋梁の拡幅工事のため、工場製作段階でのボルト孔加工は行わず、架設現場で添接板を使用した当てもみ孔加工が必要と考えていた。

そのため、皿ボルト孔損傷を防止し、精度を確保する目的で、先行架設する中床版デッキ面へは、工場製作段階でガイド孔のみ孔加工、G4桁デッキ面へは正規ピッチで $\phi 26.5$ の孔加工とし（図-3）、G4桁架設後に本添接板と同ピッチで孔加工された当てもみ孔加工用テンプレート兼仮添接板で所定位置に孔加工を行なった。その後本

添接板と入れ替え、ボルト孔を専用ゲージで全数測定し、皿型高力ボルトを本締めすることで（図-4）、添接板ボルト孔の品質を確保した。

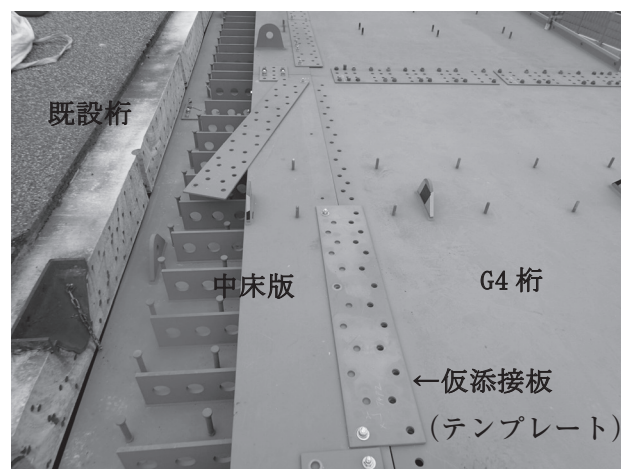


図-3 デッキ面ボルト孔



図-4 本締め完了後

4. おわりに

本工事の工期は、詳細設計～工場製作～現地施工完了までの約3年間であり、また交通量の多い阪神高速4号湾岸線および府道29号大阪臨海線での道路規制を伴う夜間作業が主であったが、現地施工期間中は幸い、雨、風、地震の影響もほとんど受けず、無事に令和2年12月に竣工を迎えることができた。

また供用中橋梁の鋼床版拡幅工事であったことから、施工計画立案時に架設キャンバー出来形管理、皿型高力ボルト品質管理について重点的に考慮することで、工事受注時の問題を解決した。

この工事を進めるにあたり、発注者の方々をはじめ、協力会社関係各位に深謝する次第である。

28 施工計画

送出し工法からクレーンベント工法への変更

日本橋梁建設土木施工管理技士会

古河産機システムズ株式会社

現場代理人

監理技術者

計画担当

平山 俊介[○]

大須賀 弘

市川 幸広

1. はじめに

本工事は、群馬県利根郡川場村の地方創生道路工事の一部として薄根川を渡河する新設橋梁の上部工である。橋梁形式は鋼2径間連続非合成少数鈹桁で橋長が99.8mであった。

本稿では、架設工法の変更、およびそれに対する検討及び各種対策を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：村道谷地生品線（仮称）姥堂大橋
橋梁上部工製作・架設工事
- (2) 発注者：群馬県利根郡川場村
- (3) 工事場所：群馬県利根郡川場村谷地地内
- (4) 工期：令和元年12月6日～
令和3年5月31日

2. 現場における問題点

当初設計段階での架設工法は送出し架設を予定していたが、A1橋台背面の盛土造成工事の進捗

に遅れがあり、橋長99.8mの橋桁に手延べ機を組み立てる作業スペースを確保することができず、予定していた送出し架設（図-1）での施工が困難な状況であるとともに、道路供用開始予定までの期間に余裕がなかったため、盛土の造成を待っての施工は断念した。

そこで河川内の一部に架設ヤードを造成し、650t吊オールテレーンクレーンを使用したクレーンベント工法（図-3）による架設計画とすることで、橋台背面の盛土が造成されていない状況での施工が可能となるか検討を行った。



図-2 着工前

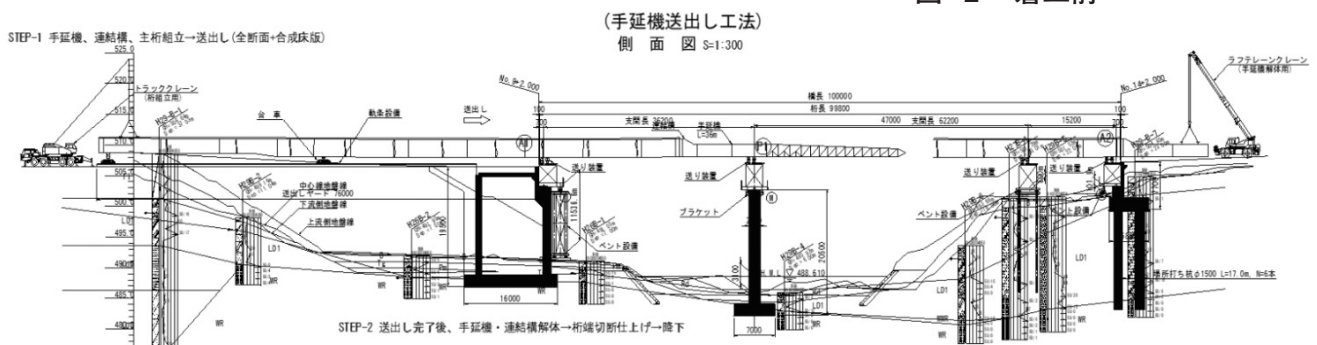


図-1

3. 工夫・改善点と適用結果

まず河川内の一部を盛土し、クレーン及びベント設備を設置するヤードを造成する計画及び検討を行った。

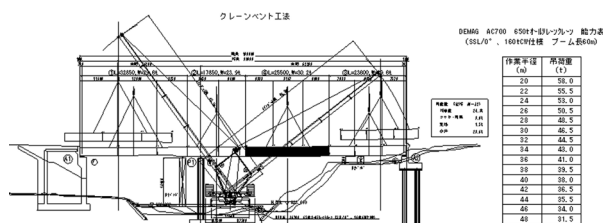


図-3 (クレーンベント工法による架設計画)

クレーンの性能から必要な架設ヤードの広さを検討するとともに、渇水期の流量及び最高水位を確認して流下断面を検討した。ヤードの造成には、大型土のうを使用することで河川環境への影響を最小限になるように配慮した計画とした。

次にベント設備の基礎形式として、杭基礎とコンクリート基礎が想定されるが現地調査の結果から、ベント設備の位置の盛土厚が1.5m程度と低いことから地耐力が確保できるコンクリートブロックを埋設し基礎とした。また、自重により越流した流水圧によるベント設備の転倒、滑動での崩壊事故を防止することのないように計画した。

ベント設備には、チルトウォッチャー (図-4) を設置し、不等沈下及び河川越流時の流水圧による傾斜の確認も行うこととした。

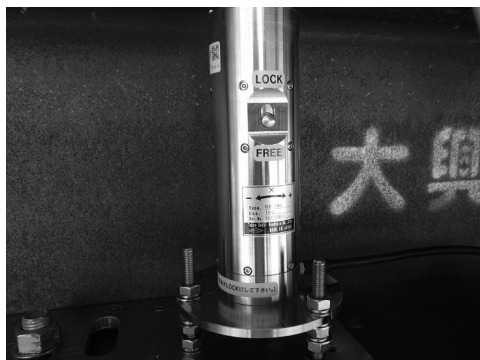


図-4 (チルトウォッチャー)

傾斜変位を24時間一定間隔で計測を行い、情報をクラウド上に送信することで倒壊の危険性が見えるようになった。また変位上限値を設定することで基準値を超えた場合、警報メールが通知され

ることで避難の指示や対策を事前に講じることができるようになった。本工事ではベント高と桁の線膨張係数による伸縮量を考慮し25mm以上の変位がチルトウォッチャーに感知されたら警報メールが通知されるように設定を行った。コンクリートブロック基礎に固定したことにより、幸いにも警報メールが届くことは一度もなかった。

大型クレーン位置も同様の検討が必要になるが、架設時の最大アウトリガー反力から盛土の地盤改良の選択も可能ではあったが、河川への環境負荷の低減を目的とし、ベント設備と同様にコンクリートブロックを基礎とした。

以上の対策から、橋台背面の盛土造成と一部並行作業することにより、事業全体の進捗への影響を回避することができた。

またコスト面においても送出し架設に必要な設備、機材費とヤード造成及びクレーン、ベント設備の架設機材費を比較して施工費の削減をすることができたことは評価できる。

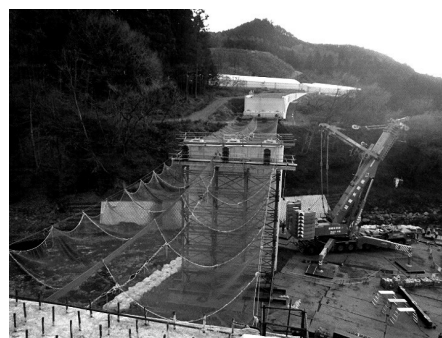


図-5 架設準備完了

4. おわりに

本工事では、事前に現場調査及び客先打合せを行ったことで問題点の早期発見に繋がったと言える。計画では予測しづらい自然災害に最大限に考慮することで安全に施工することができた。

施工期間中の工事用道路を使用する搬入出計画を提示することで、関係業者と密な調整をすることで円滑に工事が進捗し、工期短縮に貢献した。

最後に本工事の施工にあたりご理解、ご協力を賜りました発注者様及び関係各所の方々に深く感謝するとともに厚く御礼申し上げます。

29 施工計画

吊り下げ式降下設備を使用した 主桁の降下について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
高田機工株式会社
現場代理人兼監理技術者
大村 和久

1. はじめに

本橋は、群馬県渋川市の関越自動車道・渋川IC付近から長野県側の上信自動車道へ至る延長80kmの地域高規格道路建設事業において一端を担う、鋼単純合成細幅箱桁橋である。

本工事の施工区間は沢尻川を跨ぐ、急峻な渓谷となっており、ベント設備の設置及び架設クレーンの据付ができず、桁下空間の使用が不可能である制約条件により、送り出し架設工法が採用された。

送り出し架設は橋台間の橋長67.0m区間で2.9%の下り勾配である。橋台背面から手延べ機及び桁の組立を行いながら順次送り出す工法で、送り出し完了後の桁の降下量は6.5mと比較的高い位置からの降下になる。(図-1)

本稿では、送り出し架設後の桁降下における工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：道路改築事業（仮称）万木沢橋
上部工製作架設工事
- (2) 発注者：群馬県
- (3) 工事場所：群馬県吾妻郡東吾妻町三島地内
- (4) 工期：令和1年12月16日～
令和3年3月29日

2. 現場における問題点

当初計画は、油圧ジャッキとサンドル設備による桁の降下であったが、以下の問題点が考えられた。

1) 橋台面における降下設備設置スペースの制約
橋台上に降下設備を設置するにあたり、橋台面の寸法が橋軸方向幅1.8m、橋軸直角方向幅11.5mであり、特に橋軸方向幅が非常に狭い。

降下の検討を行うにあたり、主桁幅が1.5mの細幅構造であることから、ジャッキ設備と桁仮受

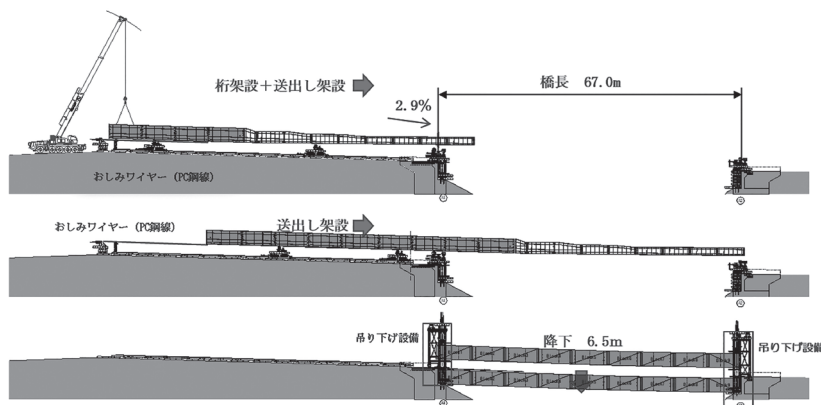


図-1 架設概要図

設備の両方を橋軸直角方向に設置するスペースがない。よって橋軸方向に当該設備を配置しなければならないが、橋台の橋軸方向幅も1.8mと狭小で同様に設備のスペースを確保することができない。

2) 橋台前面におけるスペースの制約

橋台前面に降下設備を追加設置する場合、基礎コンクリートを設置する必要がある。橋台前面は急斜面となっているため、基礎コンクリート及びコンクリートの滑落対策について検討が必要となり、追加費用が発生する。また工期が非常に厳しい工事でもあり、滑落に対する検討・対策を行うと時間がかかり工程に大きく影響し工期に合わない可能性が大きくなると考えられる。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) スtrandジャッキによる降下設備の採用

油圧ジャッキによる降下設備に代わり、桁上部空間を利用しstrandジャッキを使用した吊り下げ式降下設備を採用した。桁の吊り下げは門構設備を設置し、PC棒鋼を使用する工法とPCstrandワイヤーを使用する工法があるが、降下時の水平力に対して柔軟性があるPCstrandワイヤーを採用した。今回の降下設備は転倒に対する抵抗幅（橋軸方向1.8m）が十分でない為、降下時の水平力に対する緩和が重要であると考えた。また橋台背面部に門構柱を追加設置することにより、桁降下時の面外方向への転倒に対するフェールセーフ対策を行った。（図-2）



図-2 降下設備

これらの結果、桁吊り下げ時に降下設備が安定した状態で安全に降下作業を行うことができた。

2) 降下作業時の安全対策

1回当たりの降下量は300mmとし起点側と終点側交互に行った。降下作業は桁と門構柱の離隔が100mm程度と少なく吊り下げ時の桁と門構柱の接触が懸念される為、降下作業毎に桁を橋台上の桁受架台に預け、長時間における桁の吊り込みを行わないよう配慮した。

3) タブレット式操作盤の使用

strandジャッキは複数のジャッキを同時に操作する必要があるため、タブレット式操作盤を使用した。これにより桁吊り下げ時における荷重の管理及び調整が円滑になり、かつ吊り下げ作業時間を短縮することができ、安全に降下作業を行うことができた。（図-3）



図-3 降下設備

4. おわりに

狭隘な空間の中で無事、安全に降下作業を完了することができた。降下作業日数は、降下設備の組替・解体・効果作業を含め2週間で終了した。工程は1週間程遅延したが、コンクリート基礎の追加設置・油圧ジャッキによる降下作業工程と比較すると大幅に短縮できたと考える。今後同様の工事の参考になれば幸いである。

最後に本工事の施工においてご指導、ご協力いただいた皆様方に厚く御礼を申し上げます。

30 施工計画

高規格幹線道路を跨ぐ1夜間送出し 架設工法の施工

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

監理技術者

小田 龍太郎[○]

武 本

博

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：東広島・呉道路阿賀ICランプ橋
第2鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省中国地方整備局
広島国道事務所
- (3) 工事場所：広島県呉市広横路
- (4) 工期：令和2年3月3日～
令和4年1月31日

本工事は平成27年3月に全線開通した高規格幹線道路国道375号東広島・呉道路の阿賀インターチェンジ立体化工事のうち、既設の高規格幹線道路を跨ぐ鋼橋上部工の製作・架設工事である。今回検討を行った項目は次の通りである。

- ① 夜間の道路規制期間の短縮
- ② 1夜間80mの送出しによる橋脚への到達
- ③ 手延べ到達時のたわみ調整方法

2. 現場における問題点

発注時の架設計画では2主桁のうち1本地組を行い、送出し、降下、横取りが完了した後に、再度送り設備の組立、主桁地組、送出し、降下を行ってから足場組立、横桁、中床版の架設を行う長期にわたる送出し架設を行う計画となっていた。

高規格幹線道路の上下線に挟まれた狭隘なヤードで主桁の地組立を行い、高規格幹線道路上の送

出し架設・降下作業は22時～翌日5時の夜間交通規制時間内で行うことが条件である。送出し架設は規制の開始終了にかかる時間を除くと6時間で手延べ機がP1橋脚に到達し安定するまでの80mを送出した後、P1橋脚に固定する必要があった。通常の送出し架設は送出し毎の盛替え作業も含めると1mあたり5分程度を要する。送出し量80mでは約7時間が必要になり規制時間内で作業完了することが困難であった。よって、公道に与える影響を減らすために規制時間内に80m送出し可能な方法を検討する必要があった。

降下作業に関しては、通常の送出し架設を行う際、到達前に手延べ機の自重によるたわみを調整する必要があり手延べ先端を持ち上げるための大規模なジャッキアップ設備を橋脚上または橋脚前面に準備する必要があるが、本橋は橋脚が道路に挟まれた位置にあり、設備を設置する空間がなく手延べたわみ調整方法を検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

送出しは当初の1主桁から2主桁の全断面を地組して送出す手順に変更することで送出し作業を1回に短縮することができ、横取り作業も省略することが可能となった。ただし軌条が2列から4列に変更したことで軌条側面でのクレーン据付ができなくなり、後方より軌条組立と桁の地組を並行して行い随時後退していった。送出し方法を変更することで日中の作業が増加したが、夜間の道

路規制期間を当初計画の2ヶ月から半減の1か月に短縮することができた。

1夜間で80mの送出しを可能にするためにダブルツインジャッキとエンドレス装置を使用して、盛り替え不要な連続した送出し架設を行い、時間短縮を図った。ダブルツインジャッキは2種類のジャッキを交互に使用することで、連続稼動が可能であり従来の送出し架設と比較して短時間に送出すことを可能とした。さらに、手延べ、主桁継手部での連結板を越えるための盛り替え作業をなくすために、あらかじめ段差調整プレートを取付け、A1設備のエンドレス装置を通過した後に回収することとした。その結果、ダブルツインジャッキを使用することにより最大時は2m/分で送出すことができ、予定通り交通規制時間内にP1橋脚に到達することができた。

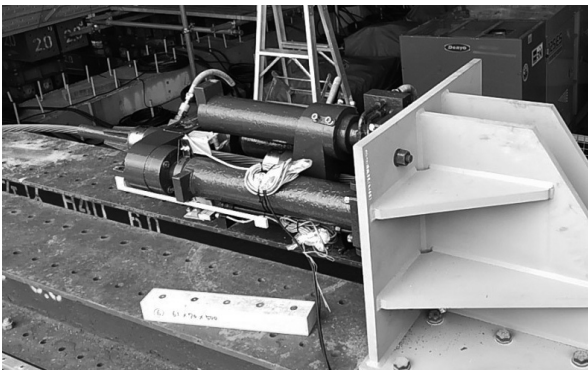


図-1 ダブルツインジャッキ

橋軸方向の桁逸走に対する安全対策では、後方にアンカーを設置してブレーキング装置とした。ブレーキング装置のジャッキには、1基5t×2基＝合計10tの反力を導入し、送出し方向と逆向

きに引っ張ることで主桁の逸走を防止した。また、反力調整時などの作業中断時にはラッシングを徹底して、安全確保を行った。

P1橋脚到達時の手延べのたわみ調整方法については、P1橋脚で行うことが困難であったためA1送出し降下設備内に油圧ジャッキを組込み手延べ到達時にサンドル調整することで送出し勾配を上り1%から下り1%に調整して手延べ機先端のたわみ処理を可能とした。

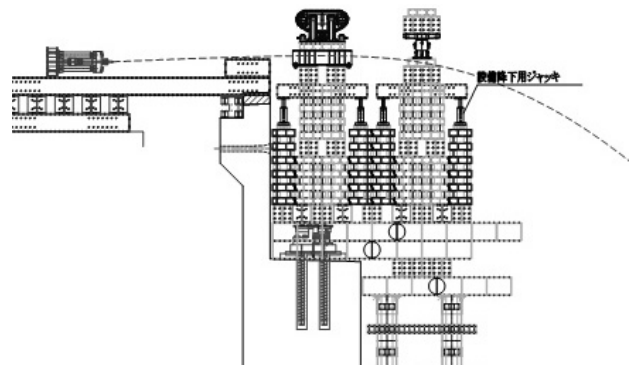


図-2 A1設備側面図

4. おわりに

送出し架設工法において架設直下の作業ヤードが十分に取れない場合や、道路規制を伴い時間的な制約を受ける工事が多い。本工事はこれらの幾多の制約条件をクリアするため、様々な検討をおこなうことで無事に完遂できた。本稿が、そのような類似工事の参考となれば幸いである。最後に、本工事の設計・施工に当りご指導いただきました皆様方に厚くお礼を申し上げます。

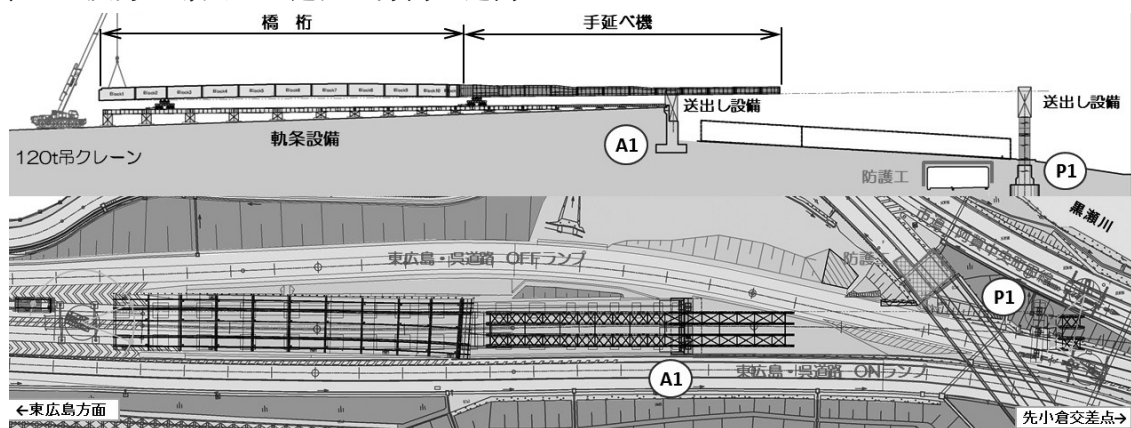


図-3 送出し架設概略図

31 施工計画

インターチェンジにおける 2径間送出し架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

三井住友建設鉄構エンジニアリング株式会社

監理技術者

現場代理人

竹内 重人 ○ 服部 一実

1. はじめに

本工事は鳥取自動車道の付加追越車線工事として整備中の鳥取IC内に位置し（図-1）、有富川を跨ぐ橋長92m、鋼2径間連続合成少数I桁橋を架設するものである。河川上は送出し、陸上部はトラッククレーン架設（図-2）で行った。

本稿では送出し架設について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度鳥取自動車道
有富川橋鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省中国地方整備局
鳥取河川国道事務所
- (3) 工事場所：鳥取県鳥取市本高地内
- (4) 工期：自) 令和2年6月5日
至) 令和3年7月30日



図-1 施工位置図

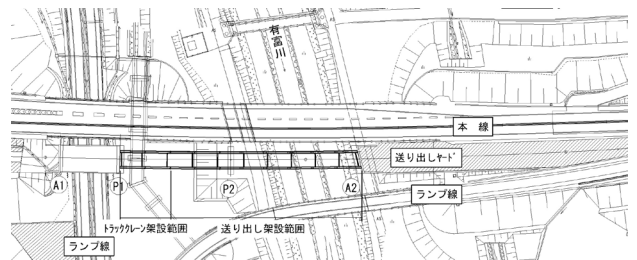


図-2 現場位置図

2. 現場における問題点

2-1 狭隘な送出しヤード

鳥取IC内の本線とランプに挟まれた狭隘なヤードでの送出しであり、軌条設備、架設重機、資材の荷卸し場所を検討した最適な配置が必要であった。また、本橋梁は鳥取自動車本線と平行しており、送出し桁はクロソイド曲線（ $A=999.8829$ ）を有している。

2-2 送出し桁の出来形精度

送出し桁の組立ては、ヤードの関係上1ブロックから最大2ブロックとした。また、桁下には河川、市道、農道が交差しており、合成床版も架設に併せてその都度載荷していくため、地組立て精度の管理（桁のキャンバー、平面線形位置）が複雑になる。

2-3 桁端部に斜角

桁の終点側が斜角 77° を有している。今回の送出しは終点から起点に向けて送出しを行うため、2主桁の張出し量に差が生じる。そのため、送出し時のG1、G2桁の反力差が生じ、桁に捻れが発生し管理が複雑になる。

2-4 橋脚幅

中間支点のP2橋脚の幅が狭く、送出し設備が設置できない。

2-5 ランプの上空占用

隣接する供用中のランプ上空に手延べ機が張出し、上空占用となるため、規制が必要になる。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 狭隘な送出しヤード

インターチェンジ内の工事のため、工事用車両は全て本線からの搬入となる。軌条設備の設置後に、大型重機、主桁、付属物、合成床版等を搬入して施工を行うが、搬入トレーラーがスムーズにヤード内へ入れるよう、本線上のガードレールの一部を撤去した(図-3)。また、トレーラー1台ごとの搬入となるため、クレーンの作業半径を最大限に利用して、部材の仮置き場所を決定した。

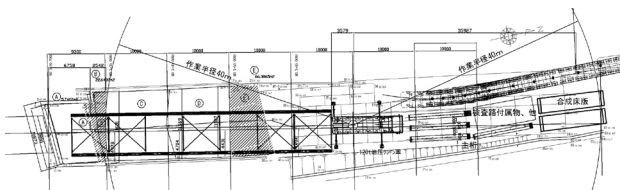


図-3 送り出しヤード

3-2 送出し桁の出来形精度

桁はクロソイドを有しているが、P1とA2間の道路センターを結んだ直線を基準線として送出しラインを設定し、軌条設備を設置した。

各送出しステップにおいては、桁に変位が生じるため、送出し勾配、横断勾配、桁キャンバー値に送出し時のたわみを考慮した地組立て時の管理値を算出し、高さは標高にて管理した。また、送出しは直線で行うため、送出しステップ毎に地組立ての桁の平面位置は変化するが、桁の送出し量・平面位置・高低差を正確に管理することで、架設誤差を少なくすることができた。

その結果、架設時の出来形精度は、規格値の50%以下に収めることができた。

3-3 桁端部に斜角

送出しスタート地点の橋台部が斜角を有しているため、送出し量がG1,G2桁で異なり、管理が複

雑になってしまう。そのため、橋台の後方では送出し距離がG1,G2桁の双方同じになるように、送出しジャッキを配置して施工を行った。

また、桁の端部も斜角の差が解消できるように、桁端を伸ばして製作し施工を行った。これにより送出し検討結果と実施工との大幅な反力差も生じることなく施工を無事完了することができた。なお、延長した桁端は架設終了後、現地にて切断撤去している。

3-4 橋脚幅

送出し到達側橋脚(P2)の幅が狭く、橋脚上に送出し装置と盛替え装置を設置できないため、橋脚手前にベント設備を追加し、盛替え装置を配置した。

3-5 ランプの上空占用

隣接するランプ上空に手延べ機が張出すと道路規制が必要となるため、送出しステップを検討し、P2橋脚到着時(送出し完了20m手前)に手延べ機2パネル撤去、B1ベント到着(送出し完了)後に手延べ機2パネル撤去して、手延べ機の張出しを防止した。



図-4 現地施工状況

4. おわりに

本工事の施工は資機材等のすべてを本線から搬入するため、交通災害の防止を最重要課題として施工を行った。架設に関しては、本稿で述べた工夫を行った結果、架設規格値の50%以内を達成し、令和3年7月末に無事工事を完成することができた。最後に、工事期間全般にわたり、ご指導、ご助言をいただいた発注者の皆様並びに工事関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

32 施工計画

勾配変化軌条での縦取り架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

主任

石田 広祐[○]

主任

三東 豪士

課員

中川 政寿

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：新東名高速道路 溝之尾橋他4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 秦野工事事務所
- (3) 工事場所：神奈川県秦野市堀山下
- (4) 工期：平成29年12月27日～
令和3年11月30日

本工事は東名高速道路の慢性的な渋滞緩和及び災害時の迂回機能を担う新東名高速道路事業の一環で、2021年度開通予定である伊勢原大山IC～新御殿場IC間における5橋の鋼橋架設工事である。（図-1）

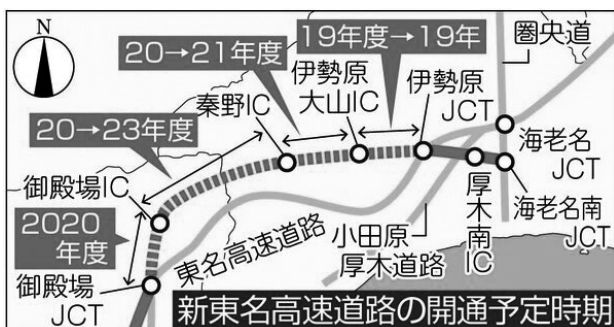


図-1 新東名高速道路路線図

このうち、水無川橋は橋梁形式が鋼単純合成3主細幅箱桁橋で、市道及び河川を横断する現地条件から手延べ式送り出し・縦取り・横取り工法が採用された。本文は水無川橋の架設における縦取り工法の施工について報告するものである。

2. 現場における問題点

水無川橋を横断する市道堀山下42号線は地元住民の生活道路であり、作業箇所付近には観光名所の「秦野戸川公園」もあるため、歩行者の往来も多かった。架設中の通行止め規制の期間を短くするよう秦野市から要求されていた事もあり架設完了までの工程短縮が大きな課題であった。

また、送り出し桁の地組立ヤードが作業当時は狭隘であり、3主桁（全断面）の地組立は困難であった。そのため、G1-G2主桁の送り出し後、G2主桁上に軌条設備を組立て、G3主桁を縦取りする工法を選定した。G1-G2主桁の送出し完了から縦取りまでの作業移行をスムーズにするため、設備および作業工程の工夫が必要とされた。（図-2）

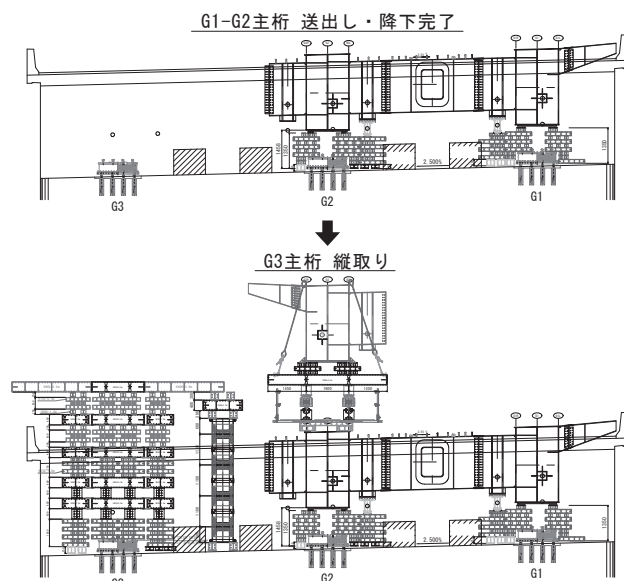


図-2 施工ステップ図

また、水無川橋は支間長68.5mの単純桁であり製作キャンバーは支間中央で370mm程度と大きく、縦取り作業の縦断勾配に対する設備的および管理的工夫が課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

G1-G2主桁の送り出し完了時点から、縦取り設備の組立による工程ロスを小さくするため、G3主桁の地組立区間（送しヤード区間）においてはG2主桁の送り出し軌条設備（縦断勾配レベル）の組み替えを行わずそのまま転用した。G2主桁上の軌条設備は支間端部と中央部で高低差が大きく、端部を嵩上げた軌条ラインとすると軌条梁の支持点ごとに異なる調整材が必要となり作業手間が増えることや、送りしヤード区間の軌条設備への擦り付けが困難となるため、主桁上フランジ上面から軌条梁までの高さは一律として調整材を統一した。これにより縦取り軌条ラインは送りしヤード区間：レベル、ヤード～支間中央区間：上り勾配、支間中央～端部区間：下り勾配という変則的に縦断勾配が変化する構造とした。（図-3）

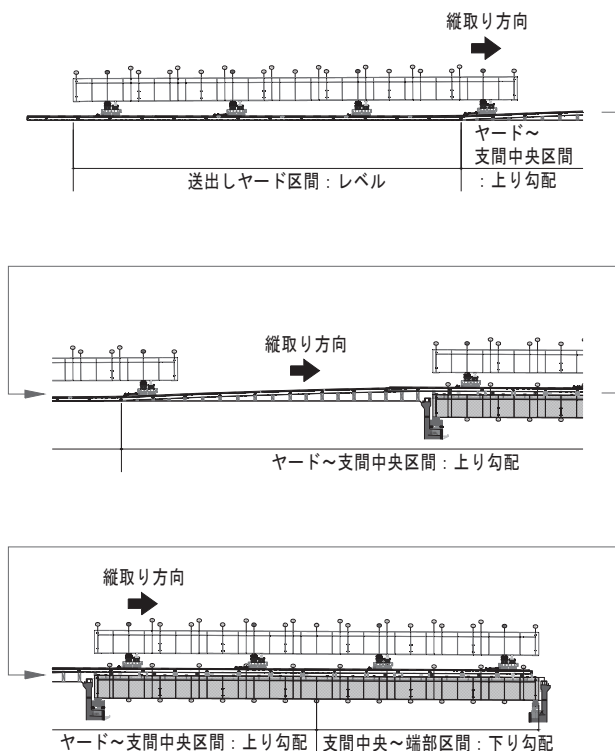


図-3 縦取り軌条設備図

縦取り用の台車設備は桁および設備への荷重分散を考慮し4基とした。また、縦取りの推進力にはクレビスジャッキ（押し500kN、1ストローク1.0m）およびレールクランプジャッキを使用した。軌条の縦断勾配が変化するため1ストローク縦取りを行うたびに、桁の上下動が発生し、各台車での主桁反力が変化する。1mごとの桁の上下動量を算出し、サンドル材およびライナー材にて各台車での高さ調整を1mごとに行うことにより各台車での主桁反力を均一化した。軌条設備および桁の耐力検討には不均等荷重2.0倍および衝撃係数1.2倍を考慮し、安全性を確認した。（図-4）



図-4 縦取り架設状況

上記の施工工夫から変則的に勾配が変化する縦取り架設を無事に完了することができた。また工程面でも作業パーティー数を増加し、G3主桁の地組立と同時に縦取り設備組立を行い、次工程の横取り、降下設備も縦取りまでの期間で組立を完了できた。これによりG1-G2主桁の送り出し完了から縦取り、横取り、降下までをロスなく連続的に施工できたため大幅な工程短縮につながった。

4. おわりに

架設作業の工程短縮が大きな課題であり、いくつもの架設工法が混在する難易度の高い施工であったが、無事工事を完了することができた。

最後にご指導を頂いた中日本高速道路株式会社東京支社 秦野工事事務所の皆様をはじめ、工事関係者の皆様がこの場を借りて、深く感謝の意を表します。

33 施工計画

名古屋第二環状自動車道の都市型急速施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

係長

主任

課員

望月 文雄[○]

中野 拓也

上栗 拓真

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：名古屋第二環状自動車道
西蟹田第一高架橋他6橋
(鋼上部工) 工事
- (2) 発注者：中日本高速道路株式会社
名古屋支社
- (3) 工事場所：自) 愛知県名古屋市中川区かの里
至) 愛知県名古屋市港区西蟹田
- (4) 工期：平成30年6月27日～
令和3年1月27日

本工事は名古屋第二環状自動車道 名古屋西JCT～飛鳥JCT (12.2km) 区間を国土交通省とNEXCO中日本による共同事業の形式で進めた工事である。



図-1 架橋位置図

2. 都市型急速施工における問題点

本橋の架橋地は国道302号線上空を建築する上部工工事であり、名古屋港から中京都市圏へ向かう車輦が多い国道沿いの工事である。また、国道1号を含む交差点が3箇所ある中でランプ橋を含む橋長

約1.3km×内外回りを約2年で架設工事から床版工事まで施工するために以下の課題が想定された。

2-1 交通規制や道路切回し時期の問題点

国道302号線沿いであるため工事占用帯が制限されており、架設による片側交互通行規制、交差点上架設による通行止め規制、国道の車線切回し工事を行う必要があり、規制形態や迂回路の設定・夜間施工による綿密なタイムスケジュール計画を3ヶ月以上前に協議する必要があった。

2-2 供用中道路上の橋梁架設に伴う安全確保

本工事は市道交差点が2箇所、国道1号交差点、側道接続道が9箇所あり、供用中道路上の鋼橋架設時は地震によるベント設備の倒壊リスクを考慮し、支点上まで到達しなければ供用中道路の通行を開放できないという制約があった。

また、市道付近のベント設備は更なる安全(フェールセーフ)対策の実施、国道1号線付近のベント設備はレベル2地震動に耐えられる構造+更なる安全(フェールセーフ)対策が求められた。

2-3 国道1号交差点部の安全対策

交通量の多い国道302号線と1号線の交差点部はベント設備が倒壊すると想定したときに張出し状態となった鋼床版箱桁が落下しないという根拠を示し、第三者へ対する安全確保を求められた。

3. 安全対策・架設工法による効果

3-1. 規制時期工程管理の明瞭化

架橋地点の規制計画としてあらゆるパターンの規制計画図や迂回路設置計画を検討した。名古屋

第二環状自動車道工事に関するチラシの配布、現場近隣住民に対する規制予告チラシのポスティング活動、規制予告看板や警察・消防への協議、横断幕の設置や電光掲示板による広報活動を行った。

全体工程に綿密な施工計画を立案することで規制日も確定させ、クリティカルラインを定めることで現場着手後の施工進捗や作業間調整を可能とし、工程遅延などのリスク回避や交通事故防止にも効果が発揮されたものと考えられる。

3-2. ベント設備の安全対策

市道交差点部の支点間のベント設備は更なる安全対策として交差点側に転倒するリスク回避のため、橋脚からワイヤーを連結することで安全対策を実施した。

国道1号線との交差点に近接するベント設備はレベル2地震動対応のベント構造とした。また、傾斜計を設置することでリアルタイムによる計測管理をし、許容値を超えた倒れが発生した場合には自動的に携帯に連絡するシステムとすることで更なる安全対策を実施した。(図-2)

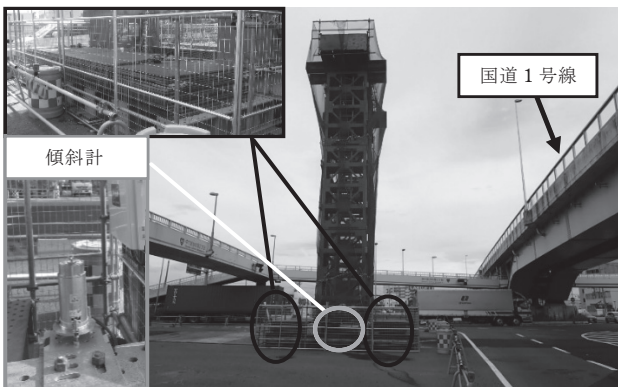


図-2 レベル2地震動対応ベント設備

3-3. 国道1号線上架設時の安全対策

国道1号線を跨ぐ上部工形式はP80～P83からなる鋼3径間連続鋼床版箱桁橋である。レベル2地震動を想定しベント設備が倒壊した場合、鋼桁が落下しない安全対策を検討した。(図-3)

中間支点部から5ブロック張出し状態となった条件で添接部に載荷する許容断面力を算出した。せん断力・曲げモーメント力を超過する添接部はHTB本締めを行うことでベントが倒壊した想定でも鋼床版が落下しないという安全を確保し、落とし込みによる閉合架設を行った。(図-4)

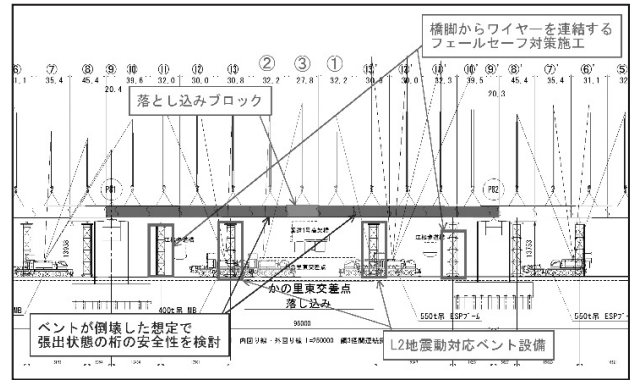


図-3 国道1号交差点部の架設計画条件

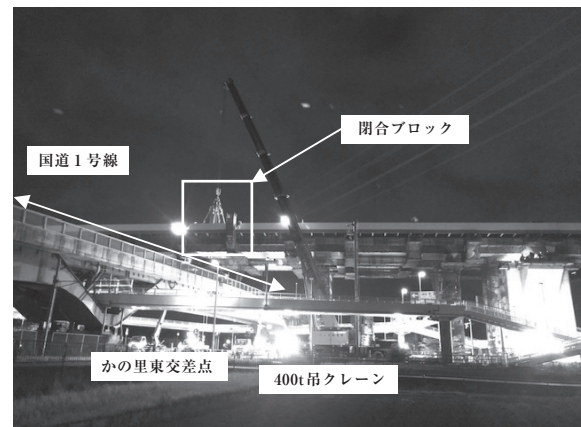


図-4 国道1号線上鋼床版閉合架設状況

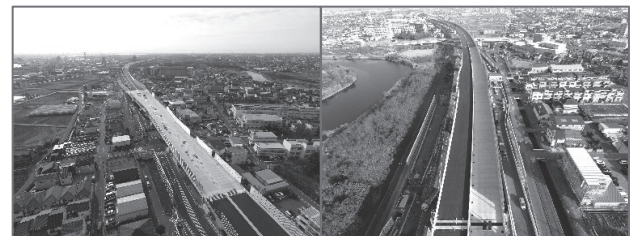


図-5 完成写真

これらの詳細計画を全体工程に反映したことによって約2年で工事を完成できた。(図-5)

4. おわりに

総延長1.317km×内外回り線(鋼重:約6,860t)に及ぶ12橋の上部工架設・床版までを約2年間という短い期間で完成させるために、交通規制計画や重機計画、架設計画、床版計画を詳細検討し、複数のクリティカルラインを踏まえた工程計画を立案して現場施工することで、工期内に無事完工することができた。

最後にご指導を頂いた中日本高速道路株式会社名古屋支社の方々、並びにご協力頂いた工事関係者にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

34 施工計画

供用中の道路への負担軽減に対する 架設計画の立案について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

監理技術者

金野 利彦[○]

架設計画担当

綱本 将

工事担当

柿原 英樹

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：国道170号若檜橋
(西行) 橋梁上部工事
- (2) 発注者：鳳土木事務所（大阪府）
- (3) 工事場所：大阪府和泉市若檜地内
- (4) 工期：令和2年7月～令和3年6月

本工事は一般国道170号（大阪外環状線）の4車線化事業の一部であり、供用中である若檜橋に隣接する橋梁上部工事である。図-1に平面図を示す。

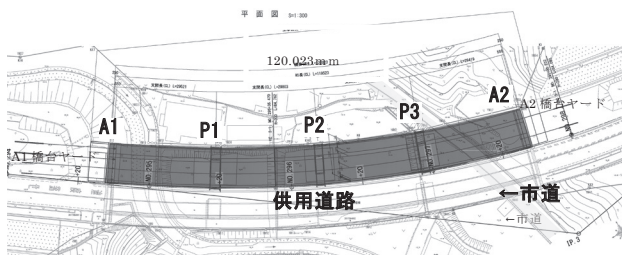


図-1 平面図

2. 現場における問題点

1) 架設方法と許容支持力に対する問題

現場の特徴としては橋長約120mの4径間連続非合成鉄桁であり、そのうちP3橋脚とA2橋台の間に市道が存在する。桁下作業ヤードへのアクセスは、この市道を利用するしかないが道幅が狭く、4tユニック・16tラフタークレーンの通行が限界であった。よって、当初の架設計画案では、

両側の橋台背面ヤードに360tクレーンを設置して架設を行い、クレーン能力を越えて架設できない範囲は、当該クレーンを利用して25tラフタークレーンを桁下ヤードに下ろして、架設する計画であった。

なお、25tラフタークレーンによる部材荷取り時は、道路利用者の安全確保のため供用中道路の片側交互通行を行う必要があった。現地状況を確認した結果、交通量が多く、下りカーブで見通しの悪い現場周辺道路の規制を可能なかぎり実施せず、道路利用者への負担軽減に努めることが重要と判断して、架設用重機と橋体輸送車両の配置を見直す架設計画を検討した。

具体的な対策として、橋台背面ヤードに仕様変更した架設用重機を配置し、桁下ヤードを使用しない工法を立案した。しかし、仮置きされていた残土を搬出した後にアウトリガー箇所の地耐力の測定を実施したところ、必要な値が得られなかったため対策が必要となった。

図-2に簡易支持力測定状況を示す。



図-2 簡易支持力測定状況

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 架設方法の検討

架設方法を検討した結果、A1背面ヤードとA2背面ヤードの両岸側から架設する方法が適切と考えられたが、当初の360tオールテレーンクレーンでは能力が不足しており、新たに550tオールテレーンクレーンに54mラフィングジブを取り付け、ブーム長さを伸ばすことにより作業半径を65mまで伸ばし、両岸側からの架設とした。図-3に架設計画図を示す。

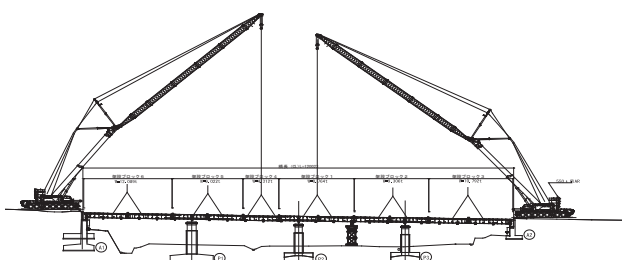


図-3 架設計画図

クレーン旋回範囲に供用道路があり、旋回時には道路に吊荷がはみ出ないように、クレーンカメラを使用し作業中の安全を確保することとした。クレーンカメラとは、クレーンのフックにカメラを設置し、運転手だけでなく現場作業員にも吊荷の様子を確認できるものである。図-4にクレーンカメラを示す。



図-4 クレーンカメラ

また、架設作業時に一時通行止めとしクレーン旋回時（5分程度）においては、通行車両の安全確保のため通行止めを行った。結果として、当初案よりクレーン待機日数が改善し、かつ交通規制も最小限（当初：片側交互4日一時通行止め6日、変更：一時通行止め6日）に抑えることができ、道路利用者への負担軽減が実現した。

2) 許容支持力対策の検討

A2橋台ヤードに専用鉄板（2m×2m）を敷設し、クレーン最大反力を測定した許容支持力に当てはめ検討したが、許容支持力（91.96KN/m²）に対しクレーン最大反力（374.6 KN/m²）となり基準を満たすことができなかった。その対応として、補助ジャッキと専用鉄板（補助ジャッキ用3m×4m）を使用し敷鉄板（1.5m×6m）を敷き詰めることによって、接地面積が広がりアウトリガー反力が分散され、許容支持力（160.93KN/m²）に対しクレーン最大反力（124.87KN/m²）となり基準と満たすことができた。図-5に専用鉄板敷設状況を示す。



図-5 専用鉄板敷設状況

4. おわりに

本工事に携わり、主橋体の構造的特徴と架設現場における制限事項といった様々な問題点について、事前検討の重要性を改めて認識した。具体的には、架設計画において軟弱地盤によるクレーン設置時の許容支持力不足解消のために時間を要する結果となったため、今後の検討項目としていきたいと思う。最後に本工事の施工に当りご指導いただきました皆様方に厚くお礼申し上げます。



図-6 若櫛橋

35 施工計画

ステンレス製鋼製階段の出来形確保と 工程短縮の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

担当技術者

担当技術者

末川

勝〇

亀井

友紀子

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：寝屋川北部地下河川
守口立坑整備工事（鋼製階段工）
- (2) 発注者：大阪府 寝屋川水系改修工営所
- (3) 工事場所：守口市南寺方東通一丁目地内
- (4) 工期：自）令和2年9月18日
至）令和3年6月30日

本工事は、過去に大規模な浸水被害が繰り返し発生してきた寝屋川の「寝屋川流域総合治水対策事業」の一環として、直径26m、深さ39.2mの守口立坑内に設置するステンレス製鋼製階段の製作・設置工事であった。（図-1）

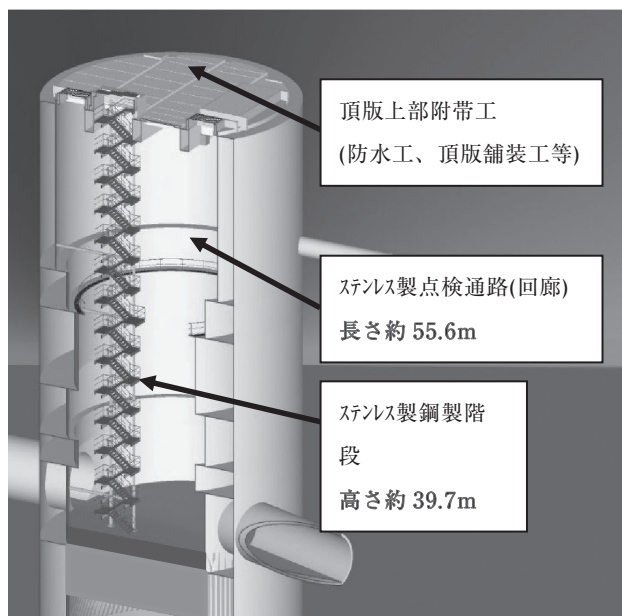


図-1 守口立坑全体イラスト

2. 施工における問題点および課題

点検通路は立坑の円周に沿った回廊として設置するため立坑の円周長の施工誤差を、階段水平材は階段柱位置と立坑壁の距離誤差を部材長に考慮して製作する必要があり、これら誤差を事前に把握することが課題であった。

立坑内を流れる地下河川の供用開始日が工事期間中の令和3年3月30日に設定されており、設置完了日を厳守する必要があったが、設置作業日数が21日間しかなかった。そのため、階段設置工程を短縮し、かつ出来形も確保できる施工方法を検討することが課題であった。また、立坑内部の既存の昇降設備は撤去に時間を要するため、地下河川の供用開始日前の早期に撤去する必要があった。しかし、本工事では供用開始日の直前まで設置作業を行うため、短期間に設置・撤去できる代替の昇降設備を検討する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 ブラケットおよび水平材位置の事前罫書

起工測量（階段位置の立坑頂版・底版高さ等の確認）に合わせて、点検通路ブラケットおよび階段水平材設置位置（アンカーボルト位置）の罫書を設計値で実施、誤差を把握した。点検通路は、予め設定した誤差調整箇所部材長さを変更して、階段水平材は実測値を反映して部材製作を行った。また、アンカー位置の鉄筋探査により、

立坑鉄筋と干渉する箇所についてはブラケットの移動を検討し、部材製作に反映した。(図-2)

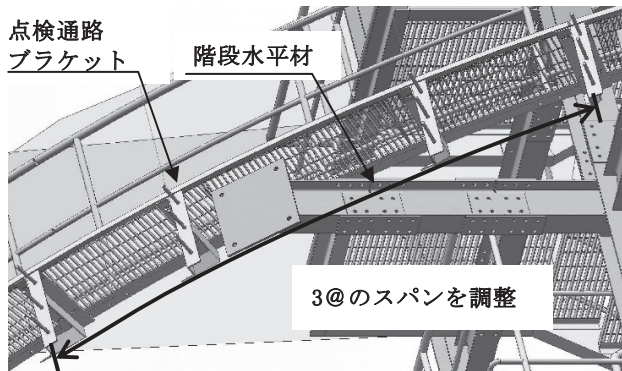


図-2 ブラケット移動量の検討

3-2 設置方法の変更

当初設置計画は、階段柱を1節ずつ立坑内へ設置し、1節分の階段枠および歩廊を設置する計画であった。しかし、1節毎の設置は施工効率が悪くなるため、事前に地上で地組立を行って設置できないかを検討した。

施工ヤード面積とクレーン選定を考慮して、39.7mの階段柱は基部、中間部(①～④)、天端部の6ブロックに分けて設置することとした。基部は直接立坑内に設置し、基部底版にて高さ調整を行い柱の鉛直度を確認した。中間4ブロックは、1ブロック3節の地組立を行い、立坑内へ設置する方法に変更した。(図-3)

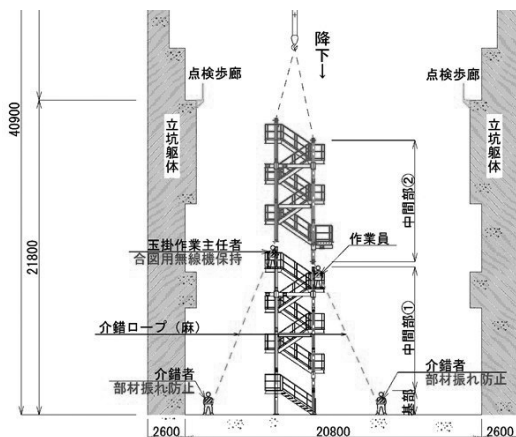


図-3 設置方法

階段柱・階段枠および歩廊を地組立してから設置することによって、立坑内に枠組足場を設置する必要がなくなった。これにより、足場組立・解体の作業時間を削減することができ、階段設置完了日を厳守することができた。

3-3 出来形管理の工夫

階段の高さ管理については、高さ39.7mに対して規格値が $\pm 28\text{mm}$ と小さいため、階段柱の継手部の遊間 10mm (設計値)を調整代として高さを調整することとした。継手は高力ボルトサイズM16であり、当該径の寄せピンが入手困難であったため、代替えとなるステンレス製のテーパプレートを作成した。このテーパプレートを添接隙間に差し込んで階段柱の遊間を調整することで、mm単位で高さを調整することが可能となった。(図-4)

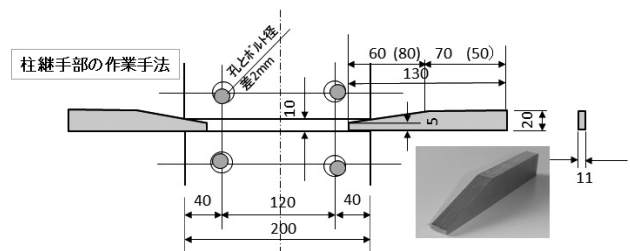


図-4 継手部の調整要領

階段柱の鉛直度管理については、地組立時はトランシットで計測し、立坑内ではトランシットにL型接眼レンズを取付けての計測とレーザー墨出し器による確認を併用した。鉛直度の調整も高さ調整と同様にテーパプレートにより行った。

3-4 昇降設備の検討

昇降設備については、ビルの窓拭き等で使用される昇降ゴンドラ設備を設けることとした。昇降ゴンドラの設置・撤去はそれぞれ1日で完了するため、大幅な工程短縮となった。また、昇降ゴンドラの設備は全て地上に設置できるため、昇降設備設置・撤去作業に伴う高所作業をなくすことができ、工事の安全性も向上した。

4. おわりに

橋梁工事の経験を活かして計画・検討することにより、ステンレス製鋼製階段の製作・設置工事という異なる構造物の施工管理にも十分に対応することができた。

最後に、本工事を無事に完成まで導いていただきました大阪府寝屋川水系改修工営所の皆様をはじめ、ご協力を賜りました全ての関係者に対し、深く感謝の意を表します。

36 施工計画

太田川橋梁沓取替

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

現場責任者

計画担当

土井 宏政[○]

谷口 眞

川瀬 翔太

1. はじめに

東海旅客鉄道（株）では平成25年度より土木構造物の大規模改修工事を実施しており、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、沓取替等があげられる。

沓取替は、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、沓を取り替える工法を基本としている（図-1）。

今回施工する太田川橋梁（図-2）は支間長46.3m、橋長138.9mの3径間連続鋼箱桁橋である。1橋台4支点、1橋脚4支点で計8支点の沓が取替対象である。単純桁と比較して1支点当たりの死荷重が大きくなるため、ブラケットや新設沓等の部材が大きくなり設計、施工の両側面で課題の多い橋梁であった。

工事概要

- (1) 工事名：静岡・名古屋地区土木構造物大規模改修その他工事（鋼橋R4）太田川B
- (2) 発注者：東海旅客鉄道株式会社
- (3) 工事場所：静岡県磐田市新貝
- (4) 工期：令和3年5月～令和5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 ブラケット高さの制限

太田川橋梁では、河川内に位置する橋脚前面にブラケットを設置するが、計画高水位にブラケットが干渉しないように工夫する必要があった。同規模の橋梁ではブラケット高さが1500mm程度であったが、太田川では橋脚天端から計画高水位に収めるにはブラケット高さを850mm以下にする必要があった。

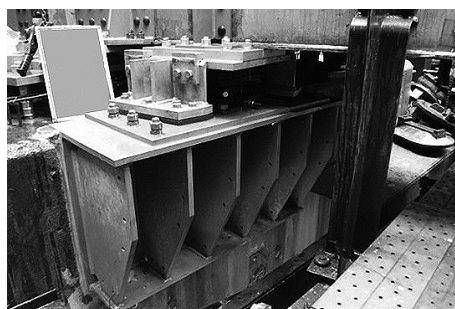


図-1 前面ブラケット工法

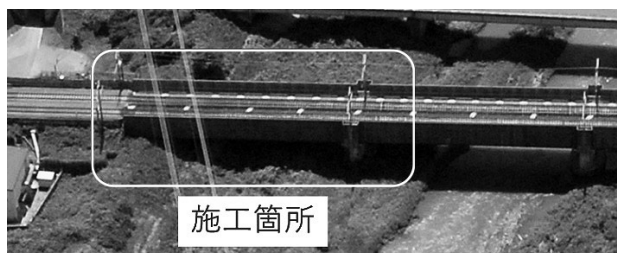


図-2 太田川橋梁

2-2 重量部材の搬入方法

沓取替工事に伴って補強部材、沓、アンカー等多くの重量物を搬入する方法が課題となった。太田川橋梁は施工箇所が河川内となるため、橋梁直下にクレーンを設置できない現場条件であった。

また上空には高圧線の架空線が位置しており、河川外から大型クレーンを用いた搬入も、クレーンを据え付け可能なヤードを橋梁近傍に確保できないため不可であった。また本橋梁は渇水期間中に施工完了する必要があったため、100kg前後の小型部材も効率的に運搬する必要があった。そのため河川外から橋脚上までの重量部材運搬方法を検討した。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 2 支点仮受と貫通アンカーの適用

ブラケット高さを850mm以内に抑えるため仮受支点を1沓あたり2支点とし、ブラケットを設置するアンカーは橋脚を貫通させることで、ブラケット高さを縮小する構造を検討した(図-3)。2支点での仮受により受け持つ鉛直反力を分割することができた。アンカーボルトの設計では、従来のあと施工アンカーを採用した場合、耐力はコンクリートのコーン破壊が支配的となり、アンカーの必要本数が多く配置が困難であった。そこで鋼材の降伏が支配的になるよう橋脚にアンカーボルトを貫通させる形式(貫通アンカー)を採用し、アンカーボルト本数を少なくした。

さらに既設橋脚の前面スペースを活用し鉛直反力を橋脚本体に分担させる、さらにジャッキ位置を脚前面に近づけてモーメントを小さく抑えることによりブラケットへの負担を軽減した。これらによりブラケット高さを800mmとすることができ計画高水位に干渉しない構造を可能にした。

3-2 作業構台、運搬設備の設置

部材搬入箇所から橋梁内搬入口のある河川の堤防までは高低差約4mのり面となっていた。クレーン等での直接搬入は困難であったため、作業構台を設置し、構台上にテレスコクレーンを配置することで搬入口までの運搬が可能となった(図-4)。

搬入口から橋脚までは防音工内に運搬用のレールと台車を設置し、人力で容易に搬入できる構造

を検討した。(図-5)。これらを採用することにより重量物の運搬を安全に実施できるようになった。また重量が100kg前後の小型部材については手運びによる搬入出と比較して効率性が上がった。なお河川堤防外に配置した作業構台等の仮設物は出水期中に施工できたので、渇水期当初から本体工事の施工ができるようになり工期短縮できた。

4. おわりに

本工事では、ブラケットの構造検討および重量物の搬入方法を工夫することにより、河川内における鋼連続箱桁橋の沓取替工事の実施が可能になった。

本工事の計画にあたり、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、関係者の皆様に謝意を申し上げる。

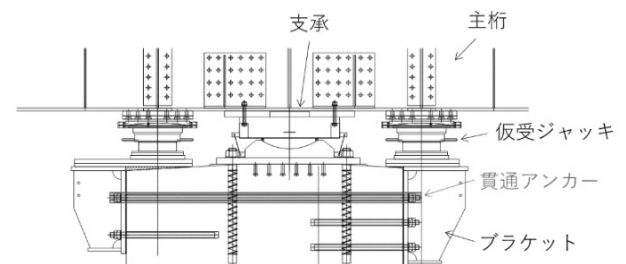


図-3 ブラケット図



図-4 作業構台

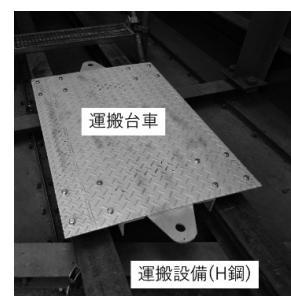


図-5 運搬設備

37 施工計画

大型クレーン2台を同時使用した道路上の桁架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

監理技術者

担当技術者

担当技術者

小出 英司[○]

武田 弘嗣

三輪 祐介

1. はじめに

福岡都市高速6号線（アイランドシティ線）は、既設高速1号線からアイランドシティを結ぶ延長約2.5kmの自動車専用道路であり、アイランドシティ整備事業に伴う交通需要の増加や広域的な交通需要に対応するための整備事業である。本工事は既設1号線から6号線に分岐するBランプ橋の製作架設工事である。

工事概要

- (1) 工事名：第601工区(香椎浜)高架橋上部工（鋼桁）新設工事（その3）
- (2) 発注者：福岡北九州高速道路公社
- (3) 請負者：日車・高田JV（55：45）
- (4) 工事場所：福岡県福岡市東区香椎浜地先
- (5) 工期：平成29年6月17日～
令和3年3月25日
- (6) 工事内容

形式：鋼4径間連続鋼床版箱桁

橋長：393.773m

支間長：98.686m + 84.500m + 84.500m
+ 124.187m

有効幅員：8.000m～10.495m

総重量：2687.2t

2. 現場における課題

- ① 市道上架設について

本工事の架設箇所は大型商業施設と緑地公園の間を通行する市道（交通量20,000台/日以上）と交差している。市道上の架設は第三者の安全確保を優先し交通阻害を少なくするため、一夜で架設することが求められた。夜間通行止め時間は交通量調査の結果から22時から翌6時であった。これらの厳しい条件のなか安全に架設することが課題であった。（図-1）

- ② 桁形状管理について

市道交差部は支間長が約124mと長く緩やかな曲線桁であるため、落とし込み部の遊間と桁の寸法把握が課題であった。

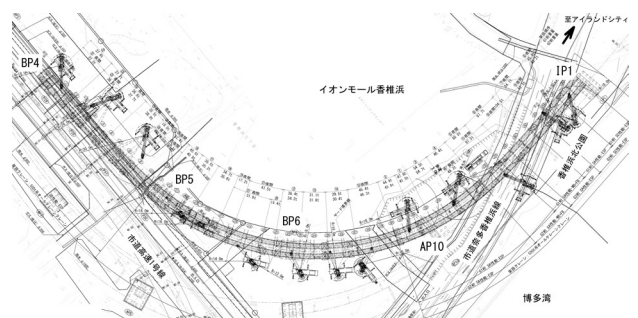


図-1 架設位置図

3. 工夫・対応策と適用結果

- ① 市道上架設の対応策

供用道路に交差する橋桁のため、施工順序は市道上以外の主桁をあらかじめ架設した後、市道上の主桁を落とし込むものである。落とし込み桁は、幅2.2m×高さ3.4m×長さ50m（6ブロック）、重量201tであり、そのままでは汎用クレーン能力を

超えているため架設ができない。対策として3ブロックずつに分割し、2台の550t吊オールテレンクレーンで架設することにした。また、J39・J45のボルト本数が多いことから、規制時間内での本締め作業完了が困難であると判断し、セッティングビームを配置する計画とした(図-2)。

さらに、クレーン作業時の安全対策として3Dバリアを設置し旋回時の作業半径を管理することとした。

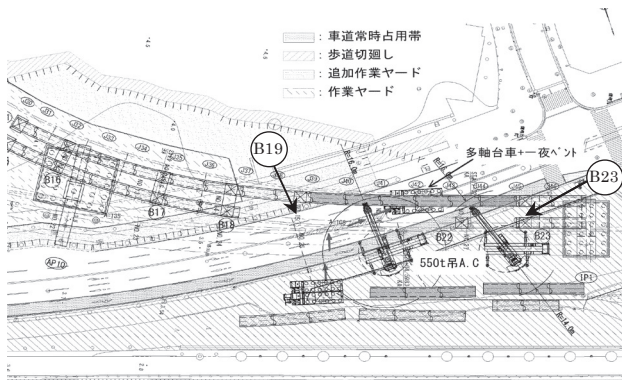


図-2 架設要領図

② 桁形状管理の対応策

落とし込み桁の連結方法には、ピン連結またはモーメント連結がある。ピン連結でたわみ量を検討すると鋼重が増し架設が不可能になるためモーメント連結とした。仕口回転角はフレーム解析で算出し、ベントの上げ越し量を決めた。

また、仕口角度が解析値とおりにならない場合、J42の高力ボルトが本締めできなくなる。そうすると架設が完了できないため交通規制を開放できず、第三者に大きな影響を与えてしまう。対策として多軸式台車にベントを搭載し(一夜ベント)、そこで一旦仮受けすることにした。仮受点には鉛直ジャッキを配置し、想定外の場合に仕口回転角を微調整できるようにフェールセーフ機能をもたせた。

架設手順を以下に示す。

1. 老番側地組桁(J42-J45)をIP1側から架設し既設桁とジョイントする。
2. ベントを載せた多軸台車を用いてJ42で仮受する。(一夜ベント)

3. J42仕口角度調整のため、老番側ベント(B23)を14mmジャッキダウンする。
4. 地組桁間ジョイントJ42の高力ボルト本締めを行う。
5. J39仕口角度調整のため、若番側ベント(B19)で11mmジャッキダウンする。
6. 若板側地組桁(J39-J42)のJ39側はセッティングビームで仮受し仮添接する。

架設前にトータルステーションで地組桁の形状と遊間量を実測し、計画値との差を算出して問題なく落とし込み架設できるか検討した。落とし込み桁の遊間量は両ジョイント共20mmとした。

以上の手順で架設した結果、概ね計画値とおりに桁の形状を確保できた。(図-3)

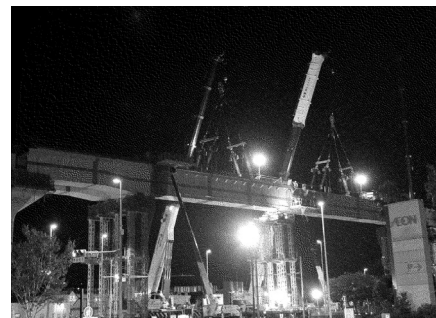


図-3 架設状況

4. おわりに

夜間一括架設作業は、令和元年7月下旬～8月上旬の暑い中での作業であった。第三者の安全確保、熱中症に注意し一致団結して作業をした結果、予定時間内に問題なく架設を完了し、規制時間内に市道を解放できた。工事に際しご指導をいただいた福岡北九州道路公社の関係各位をはじめご理解とご協力を賜りました関係各署に深く感謝するとともに御礼を申し上げます。



図-4 架設完了

38 施工計画

国道1号線近接における橋脚架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

監理技術者

吉野 佑紀[○]

現場代理人

田島 貴裕

担当技術者

和田 昌浩

1. はじめに

本工事は国道1号静岡バイパスの静岡市清水区横砂東町～八坂町を結ぶ延長2.4kmを高架構造にする事業のうち、清水IC第1高架橋（鋼4径間連続非合成箱桁橋）のP21鋼製橋脚製作架設工事であった。

本橋脚直下には車道が併走しており、交通量が非常に多いため、工事による規制影響の削減及び第三者災害を発生させない安全管理が求められた。また、使用できるヤードが国道1号線の中央分離帯のみであった。

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度1号清水立体清水IC第1高架橋東鋼下部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
静岡国道事務所 清水監督官詰所
- (3) 工事場所：静岡県静岡市清水区西久保(図-1)
- (4) 工期：2020年2月6日～2021年8月10日



図-1 現場位置図

2. 現場における問題点

(1) 国道1号線近接作業の安全確保

本橋脚直下には車道が併走しており、施工中は一般車両に近接、または上空で作業することになるため、飛散・落下物防止対策が課題であった。また、近隣には商業施設や住宅があった為、騒音や粉塵についても対策が必要であった。

(2) 狭隘な施工ヤードでの施工計画

施工ヤードは中央分離帯しか無く、昼間は規制が行えなかった。そのため、クレーンの配置場所や地組場所を綿密に計画する必要があった。また、夜間のみ交通規制が可能となるが、規制により慢性的な渋滞が発生していた為、昼夜の作業内容を仕分けし一般交通に支障が無いように規制回数を少なくする必要があった。

特に影響が大きい対面通行規制について、規制日数を減らすことが求められた。



図-2 架設場所（西側より撮影）

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 国道1号線近接作業の安全対策

①防音パネルの使用

橋脚の周囲を防音パネルで覆うことにより、内部からの飛散・落下物を防止し騒音を軽減させた。また、溶接作業が多い現場だったので溶接アークを一般車両から見えないように配慮し、さらに毎日防音パネル内を清掃することにより、鉄粉の飛散防止、粉塵対策にも努めた。(図-2)

②道路上空の安全対策

橋脚天端張出部について、道路直上は昼間の立入りを禁止し、作業する場合は夜間で交通規制を行い作業した。また、ジョイント足場については板張り防護とし、落下物防止対策をした。

(2) 狭隘な施工ヤードでの施工計画の工夫

①架設計画の変更

昼間に使用できるヤードは中央分離帯(幅約6m)のみであった。200t油圧クレーン設置場所は搬入・組立をしてから移動を行わなくても良い場所とし、なおかつ地組した橋脚を吊れる場所になるよう再度検討した。これによりを効率良く安全に作業をすることができた。

②交通規制計画の工夫(図-3)

当初、梁部の架設は上下線の一方を通行止めし、対面通行を行う計画であり、予定規制日数は3日(架設2日+予備1日)であった。一般車への影響を最小限に抑えるために地組手順や交通規制計画を見直したところ、下り線の架設は対面通行を行わずに架設できることが判明した。その結果、規制日数を1日とすることができた。

③隣接工区との調整

施工ヤードだけでは資機材や規制材の仮置き場所が確保できなかった。このため隣接工区の業者と連絡を密に取り、現場近くの敷地に資機材を仮置きさせてもらった。また、規制材については複数業者からレンタルし分散して仮置きすることで施工ヤードを確保した。

断面図

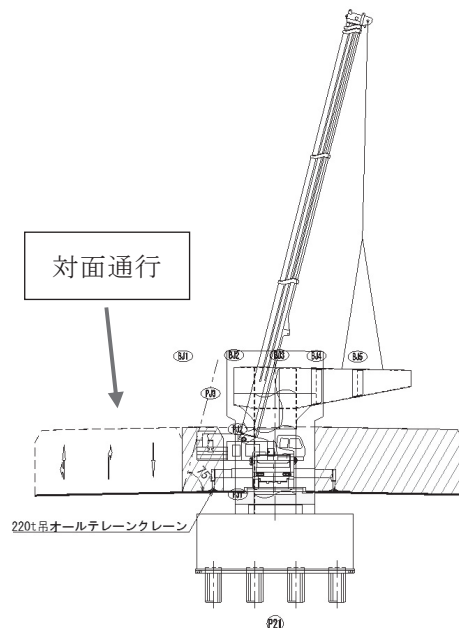


図-3 架設要領図

4. おわりに

本工事は国道1号線近接作業で常に緊張感を伴う工事でしたが、より一層の安全対策をしたことと、日々朝礼やミーティング等で安全意識を高めたことにより、無事故無災害で工事を竣工することができました。特に、第三者災害やもらい事故もなく作業することができたのは関係者の努力の賜物だと思います。

今後もこのような条件での施工が多くあると思いますが、本工事の実績が同類工事の参考になれば幸いです。最後に工事に携わった全ての関係者の方に厚く御礼申し上げます。



図-4 完了時全景(西側から撮影)

39 施工計画

開削型自走式シールド（従来工法に代わる 新土留工法 オープンピット工法）

株式会社パレスコンストラクション
中村 一弘

1. はじめに

工事概要

軟弱地盤におけるボックスカルバート布設工事

工事名 公共下水道会之堀川整備工事

発注者 春日部市建設部

ボックスカルバート3500×2400 2連 140m

2. 現場における問題点

施工環境が従来工法では施工が困難な住宅地や道路片側一車線での施工およびN値1程度の軟弱地盤上にボックスカルバート布設に際しての沈下対策

3. 工夫・改善点と適用結果

施工占有面積の縮小と急速施工を実現し、軟弱地盤対策として使用したジオセルマットレス工法を用いたことで隣接工区に比較し沈下量を抑制（10mm程度）できた。その他、①杭の打抜きが減少し振動騒音対策が図れた②工期の短縮が実現した（施工延長150m、3か月程度）③ボックスカルバートは従来工法と同じ仕様で対応可能であったことから2021年2月1日通水を実現した。

工法概要

開削型自走式シールド工法（登録商標 オープンピット工法）は、これまで鋼矢板等による従来土留工法に代わり、オープンピット工法を使用し掘削・基礎・函渠布設・埋戻しを連続して行う函渠埋設時の土留工法である。

本工法は、埋設する函渠に反力をとらず自走することが最大の利点である。したがってボックスカルバート・U字フリーム・ヒューム管・FRPM管等あらゆる管渠埋設時の土留工法として使用が可能である。



図-1 シールド機仮組立状況

施工手順

本工法はシールド機前方に配置されたバックホウで切羽を掘削・掘削土を搬出、同時にシールド機フレーム周面に配置されたメッセルを1枚ずつ地山に貫入する。全てのメッセルを地山に貫入（図-2）後、全てのメッセルを同時に縮めるとメッセル内部のフロントフレームが伸びたメッセル内を前進する。（図-3）この時シールド中間部に設置された中間ジャッキが伸びた姿となる。続いて中間ジャッキを縮めるとテールフレームが前進する仕組みになっている。（図-4）

シールド自走状況図解

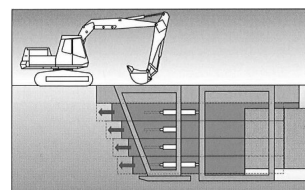


図-2 メッセル貫入状況

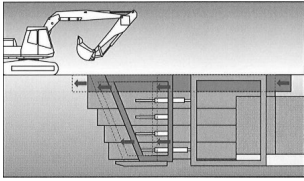


図-3 フロントフレーム前進状況

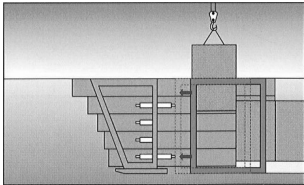


図-4 テールフレーム前進状況(掘進完了)

図-2～図-4を4回程度繰り返すとテールフレーム内に函渠1本分のスペースが確保されるので、基礎工を行う。



図-5 基礎碎石(ジオセルマットレス)状況



図-6 基礎コンクリート施工状況

また本現場ではN値1程度の軟弱地盤で函渠布設後沈下が想定された。そこでジオセルマットレス工法を併用し基礎工を行った。

ボックスカルバートの布設が完了すると、再びシールドの掘進を始め、シールド後方では埋戻し作業を並行して行う。



図-7 ボックスカルバート布設状況

本工法で使用する基礎コンクリートはW/C 30%程度の転圧コンクリートとなっている。(図-6)

検証 本工法には多くのメリットがあるが、施工にあたって以下の点につき留意を要する。

① 軟弱地盤での基礎工法の選定

軟弱地盤における補助工法には上述したジオセルマットレス工法・トップベース工法など多数の工法が存在するが地盤や土留工法(軟弱地盤対策工法によって基礎幅が変わる)に適した工法の選定が重要である。いずれの工法も沈下量があることから、①あげ腰で布設②函渠布設箇所を排水を確実に(塩ビ有孔管を布設するなどして基礎が倦んでしまわないようにする)③ボックスカルバートのボルト連結の検討-など工夫が必要である。

② 埋戻し

埋戻しは一般に掘削残土を用いて埋戻している。シールド機幅によっては埋戻土の転圧ができない。この場合、埋戻土を購入土に変更し水締めを行う、または埋戻した後にCB(セメントベントナイト)注入を行う必要がある。本工法では家屋近接施工が多いことから、いずれかの方法を行い施工後周辺地盤に影響を与えないように留意する。本件では再生砂と水締めで対応した。

③ 埋設函渠について

あらゆる管渠に適応可能とのことであるが、①一般に使用できる管渠長は2mまで②曲線施工はR=30m以上③落差部材は1箇所あたり300mm程度まで-となっているため留意を要する。

4. おわりに

オープンピット工法について記述したが、類似工法が他に2工法あり、その合計施工実績は1000件超となっている。今後、狭隘地での函渠埋設工事に従来工法に代わる新土留工法として活用が期待される。

40 施工計画

築堤強靱化工事における流用土運搬時の対策

株式会社 中本屋工務店
現場員
逸見 奉文

1. はじめに

本工事は平成30年7月豪雨災害等に伴う災害復旧関連工事であり、一級河川真谷川の右岸の堤防高上げ及び補強を行う工事である。(図-1)

工事概要

- (1) 工事名：33-8 33-2
公共河川工事（築堤工その2）
- (2) 発注者：岡山県備中県民局建設部
激甚災害対策班
- (3) 工事場所：倉敷市真備町服部 地内
- (4) 工期：令和元年11月1日～
令和2年9月30日

2. 現場における問題点

問題点① 築堤盛土の盛土材として、真谷川ストックヤード(図-2)の流用土(県の他工事発生土)を使用するが、ストックヤードの管理を当工事で担当する事になり、他工事のダンプの出入りも頻繁であるため、砂ほこりの飛散及びタイヤに付着した泥で県道を汚すことへの対策が必要であった。

問題点② 築堤盛土の施工延長がL=400mと長く、ダンプ運搬において場内に方向転換場所を設けるスペースもなく、既設堤防天端も通り抜けられなく、またバック運転でのダンプ搬入は、効率面・安全面においても悪く運搬作業の経路の検討が課題であった。

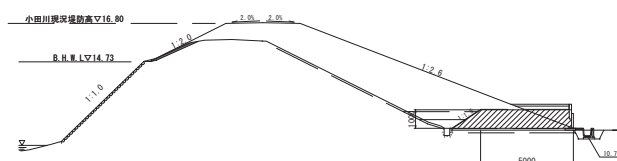


図-1 標準断面図

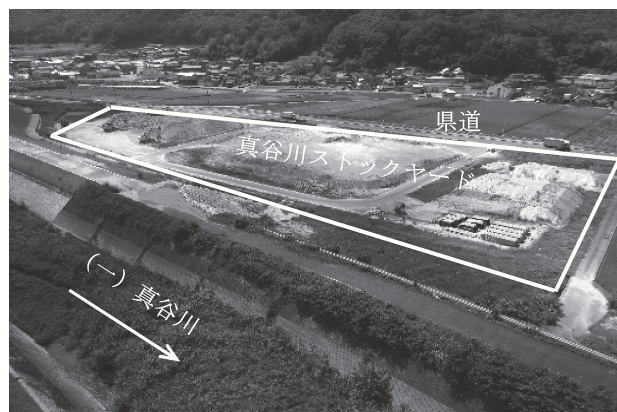


図-2 真谷川ストックヤード

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点①の工夫として、砂ほこりの飛散対策としては、散水車を常駐させ適時通路の散水を行い、また仮設水道を引き込み、出入口は作業員にて散水を行った。

タイヤに付着した泥については場内通路を一方通行とし、出口手前に深さ30cm長さ10m弱の水溜場(図-3)を設け、必ずこの水溜場を通過して出るよう周知徹底した。

粘粘土質の泥が付着している場合は水溜場の中で2, 3回前後進をすることにより、タイヤの溝の中の泥も洗浄された。水溜場には上下2箇所

排水パイプを設け、適時濁り水を排出し仮設水道により水を張り替えた。このストックヤード内の通行ルールを他工事業者にも周知徹底することにより、県道に泥を持ち出すことなく、工事が進められた。



図-3 スtockヤード水溜場

問題点②の工夫として、現場東側に市道（農道）が現存しており、この市道を利用してダンプ運搬する事を検討した。そのためにまず市道に隣接する地権者、耕作者に説明をし、空荷の大型ダンプ通行の承諾を得た。そして最北部の田を借地し、仮設道を真砂土にて構築した。（図-4）

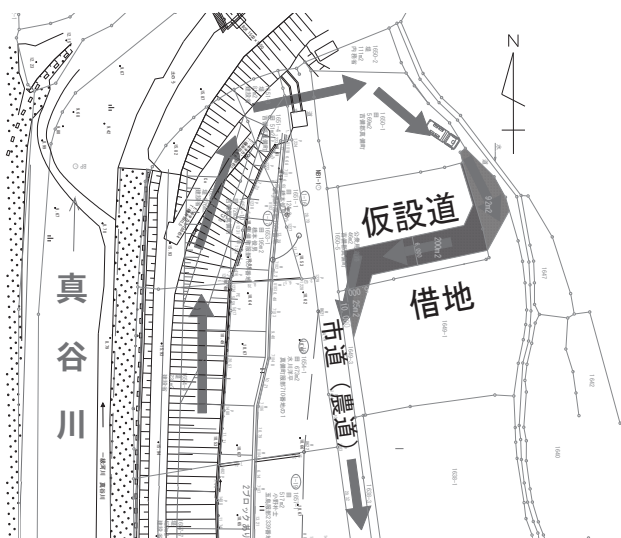


図-4 仮設道

ダンプの市道（農道）通行時期が12月～5月中旬ということもあり、地元地権者の理解が得られた。

ダンプ運搬経路としては、現场上流側から前進で進入し、場内で荷下しを行い、そのまま前進で

下流側（北）へ進み、仮設道を通り市道（農道）へ出る時計回りの運搬経路とした。

結果、ダンプが前進で現場に入り、前進で現場を出るといふ、運搬サイクルが実現でき、安全で円滑な運搬作業をすることができた。仮設道設置・撤去に10日程要したがそれ以上に効率的であったと思われる。約12,000m³運搬したが、空荷での通行のため、市道（農道）の損傷もなく、地元地権者からのクレームもなく運搬作業を完了できた。

4. おわりに

問題点①について、真谷川ストックヤード付近の住民は平成30年7月豪雨災害で被災しており、本工事でも地元住民から注目されていた。地元住民の生活環境を悪化させない様にストックヤードを管理するにはさまざまな要素を考慮する必要があると感じた。単に散水設備を設置するだけでなく、他工事の業者との密な連絡及びルール確立・周知、降水確率・風向き・風速等の天気予報の確認を怠らないことが重要であった。またストックヤードに出入りする者全員が「粉塵の飛散注意・道路を汚さない」という意識を持つことが大切であった。

問題点②についても、今回の築堤盛土施工カ所付近の田畑、周辺家屋も浸水の被害に遭っており、迅速な堤防強化が地元住民・耕作者の願いであった。地元企業として、そのような気持ちを理解した上でコミュニケーションを図ることが大切であると思った。丁寧に分かり易く説明することにより市道（農道）をダンプが通行することに協力が得られ、借地も快諾してもらえた。地元貢献として付近の草刈り・排水機場の清掃の手伝い等を率先して行い、様々な地元要望に対応しつつ工事を進められたことが円滑な現場運営につながったものであると思う。

41 施工計画

築堤盛土工事における ICT 施工及び法面保護対策

株式会社 中本屋工務店

現場員

西島 浩太

1. はじめに

本工事は平成30年7月西日本豪雨災害等に伴う災害復旧関連工事であり、一級河川真谷川の右岸の堤防嵩上げ及び堤防拡幅を行う工事である。

(図-1)

工事概要

- (1) 工事名：33-1 33-57
公共河川工事（築堤工その1）
- (2) 発注者：岡山県備中県民局建設部
激甚災害対策班
- (3) 工事場所：倉敷市真備町服部 地内
- (4) 工期：令和2年10月27日～
令和3年9月30日

2. 現場における問題点

問題点① 築堤盛土の施工延長が $L=400\text{m}$ あり法面整形の施工面積が $A=約6000\text{m}^2$ であった。堤内の盛土法面整形の法長は 12.5m あり3回に分けて整形しなければならないが、 400m という延長に対して丁張を 10m 間隔で設置することを3回繰り返す労力と、的確に法面整形ができる熟練したオペレーターの手配が困難であることが課題であった。

問題点② 築堤盛土の法面整形完了後に植生シートを敷設する設計となっているが、植生シートの施工には1カ月程の日数を要し、また完成検査及び植生シートの発芽までに期間があき、夕立

などの降雨による法面のガリ侵食対策が課題であった。

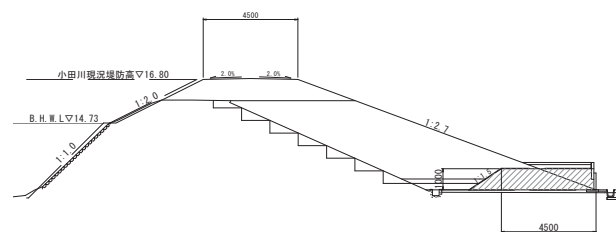


図-1 標準断面図

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点①の工夫として、法面整形の施工において、ICT建機による施工を検討した。ICT建機メーカーにローライゼーションは依頼したが3次元データ作成は自社で行うこととした。そのためまず、CADソフトに追加でソフトを購入し、設計図書を元に三次元設計データを作成した。三次元設計データチェックリストに準じてデータのチェックを行いICT建機（0.45バックホウ）にLAndxmLデータとして取り込んだ。ICT建機としては後付けのマシンガイダンスであるレトロフィットを採用した。(図-2)現場は山の影等にもなっておらず、GNSSの受信状況は良好であった。誤差確認のため、1人で測量できる杭ナビで法尻や路肩を適時確認しつつ法面整形を行った。熟練した運転技術の優れたオペレーターではなかったが、法面の凹凸もなくきれいな仕上がりであった。事前の準備としての、ローライゼーションや三次元設計データ作成に時間はかかった

ものの、丁張の不必要や水糸を張ってのチェック等、現場員の労力は大幅に軽減され、円滑な作業をすることができ工程短縮につながった。また安全面においても、下手間の作業員が不要なため作業員とバックホウの接触という危険もなく安全に法面整形をすることができた。

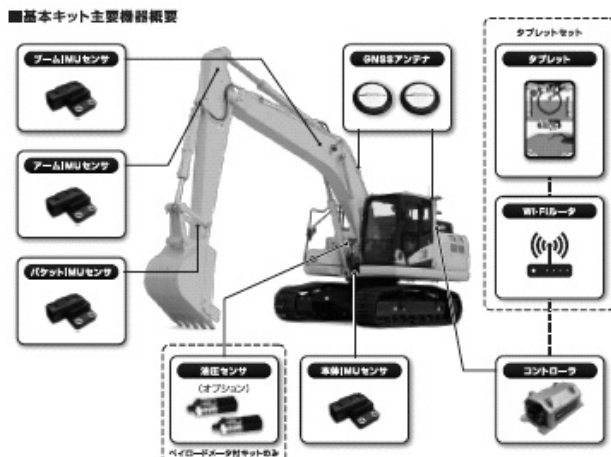


図-2 後付MG レトロフィット

問題点②については、法面のガリ侵食の要因として築堤天端の雨水が法面に流れ込み侵食を大きくすることが考えられるため、築堤天端の雨水処理が重要であった。築堤天端の雨水が法面に流れない様に路肩盛土を施工し、真谷川側に30m間隔で排水パイプ（Φ100）を法面に沿わせて設置し天端排水処理とした。（図-3）

排水パイプは計12カ所設置し特に排水パイプ周りは入念に転圧し水漏れを防いだ。路肩盛土・排水パイプ施工前に一度夕立により大きくガリ侵食されたが、路肩盛土・排水パイプ施工後は夕立等の大雨が数回あったが大きくガリ侵食されることもなく、補修の手戻りもなく植生シートの施工を進めることができた。

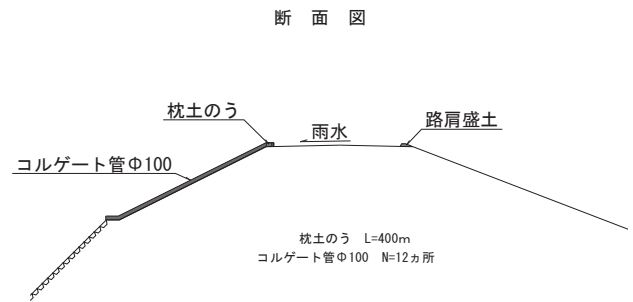


図-3 築堤天端の雨水処理

4. おわりに

問題点①について、今回の工事の様に施工延長が400mと長く、法面整形の面積が大きい現場ではICT建機による施工が大変効率がいいと実感した。バックホウのオペレーターも始めは半信半疑であったが、モニターの操作にもすぐ慣れとても好評であった。モニター画面に随時設計に対する数値が表示されるため、削りすぎの心配がないため、最初の荒仕上げまでがとても早いと感じた。今回はバックホウによる法面整形のICT施工であったが、また機会があればローラー転圧のICT施工や、UAVもしくはレーザースキャナーによる現況及び出来形測量等、多様化しているICT施工技術を勉強し実践してみたいと思った。

問題点②について、盛土法面の雨水による侵食は天候に左右され、法面の補修作業は工程に大きく影響するため、法面整形完了後だけでなく施工中も天気予報に注意しつつ、水勾配をよく考慮して作業を進めることが重要だと思った。土のう・排水パイプ設置等には手間はかかるが、何度も法面を補修することを考えれば早めの対策が有効であると感じた。

42 施工計画

陸閘解消に伴う防水擁壁工事の施工について

株式会社 中本屋工務店
松田 義彦

1. はじめに

本工事は平成30年7月豪雨災害等に伴う災害復旧関連工事であり、一級河川小田川の支流背谷川で、合流付近でもあり、陸閘設備廃止のための堤防補強工事である。

- (1) 工事名：41-2-2 4-1-4
単県道路工事（防水擁壁その2）
- (2) 発注者：岡山県備中県民局建設部
工務第二課第一班
- (3) 工事場所：倉敷市真備町妹 地内
- (4) 工期：令和2年10月29日～
令和3年10月27日

2. 現場における問題点

この工事は国道486号線を横断する河川工事でもあり、主要国道として大型車両の通行も多かった。しかし、大型車両等が迂回する回り道もないため、切り回し道路を設けて車線を変更し、1期目施工上流側、2期目施工下流側と半分ずつ施工しなければならなかった。

① 民家と民家の間（迂回幅）50mという範囲で幅員ぎりぎりの切り回し道路を設置し、作業ヤードの広さも十分とはいえなかった。（図-1）

② ボックスカルバートの掘削中、現況車道部以外の掘削地盤の土質が軟弱な砂質土で地表から1.5mの地中では砂状態で素手でも掘れる状態であった。掘削法面の設計勾配は、1：0.5である

が、勾配を緩くしてもとても保持できるような土質ではなかった。

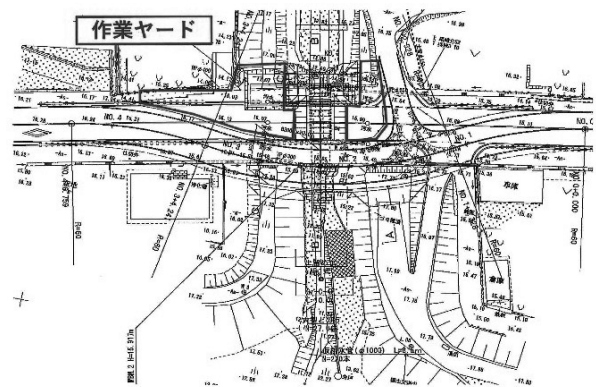


図-1 1期施工仮設平面図

3. 工夫・改善点と適用結果

① 通行中の道路横を掘削するので、安全面からすれば、単管にネットのような仮囲いが理想ではあったが、高さのある囲いで仕切ると現地が山間部から居住区域に変わる場所で非常に風当たりが強く、転倒のリスクが高い。それに加えて元々の道路が直線であり、切り回し道路の見通しが悪くなり交通事故が発生しやすいと判断した。また、作業ヤードも十分ではなく、適宜、片側通行とすることがあるので、容易に移動することができる施設の必要があった。

そのため、電光掲示板・電光矢印板・視界性のよい単管バリケードにチューブライト設置という組合せとした。尚、視認性向上とイメージアップをあわせて周囲環境に目立つ黄色いアヒルのキャラクターの物を使用した。



図-2 安全施設設置状況

② 発注者と協議により、大型土のうで掘削法面の土留めを施工する事となったが、掘削すればするほど砂状砂質土が崩れ、床付高（3.5m下）に大型土のうを設置するころには掘削機械バックホー 0.7m³が届かないくらい後退した。

後に設置するボックスカルバートの1基重量が10トン強。現場に設置可能な吊込機械の限界は、75トンラフタークレーンの施工作業半径15mでそれを超えていた。設計規定の幅（余掘りを含む）ではなく、新設構造物が施工可能な限界幅で土留めをする必要があった。そこで最下部の土留めは軽量鋼矢板を打ち込み、そこへ5×10の鉄板を矢板に建掛け土留めとした。（図-3）



図-3 土留工 鉄板・大型土のう設置

これにより最小幅の掘削で収まった。残り上部も地上後退が最小となるよう大型土のうを積み上げた。これによって、75トンラフタークレーンでのボックスカルバート据付作業が無事に完了できた。

4. おわりに

別工事ではあるが、市発注の工事が河川上流の隣で施工していたため、市の職員及び、請負業者と工事の連絡調整を頻繁に行い、工程管理に努め、スムーズな作業の流れで工事を終えた。

平成30年7月の豪雨災害の当日、私も県の緊急出動要請に対し夜間出動して交通誘導に当たっていた。増水して国道部から水が流入し浸水していくのを目の当たりしている分他人事ではなく、完成したことで安堵の気持ちでいっぱいになった。

この工事は、交通量の多い主要国道を規制しての工事であり、第三者による事故や通行車両の事故等の安全を最優先に考えて取り組んできて、ゼロ災害という結果を残すことができたことは、本当に良かったと思う。とりわけ、大型車両のドライバーの皆様には、自らゆずりあい片側交互通行をしている様を拝見できた。プロドライバー精神に敬意を表します。

現場及び、切り回し道路に隣接した近隣の皆様には、頻繁に工事のお知らせと報告を行い、顔を合わせれば挨拶してお話をしたりとコミュニケーションを図ったことで、クレームもなく、多大な御理解と御協力を頂き、無事に工事を終えることができた。

43 施工計画

配水池内部耐震補強工事における 移動式支保工を用いた生産性向上

橋本建設株式会社
橋本 善康

1. はじめに

工事概要

本工事は、三重県企業庁より発注された土木工事であり、着水井・凝集池耐震補強工、沈殿池築造工、配水池耐震補強工、造成及び整備に関する工事である。現在も使用している施設であるので沢地浄水場250,000m³の浄化能力の1/2 (125,000m³/日) を確保しながら既存施設の耐震補強工事を施工するものである。

- (1) 工事名：沢地浄水場耐震補強工事
- (2) 発注者：三重県企業庁
- (3) 工事場所：三重県桑名市多度町力尾7丁目
- (4) 工期：2013.10.23～2016.3.25
- (5) 施工数量：コンクリート11,000m³鉄筋工：
1,600t型枠工：20,000m²足場工：
10,000掛m²支保工：7,100空m³

2. 現場における問題点

本工事における配水池築造工は既存の構造物の中を耐震補強する工事である。その為、車両による運搬やクレーンを使用するの楊重作業が不可能なことや非常に狭い空間での作業となるので、施工性が悪く作業効率の低下が予想された。

本工事における配水池内部の構造としては、外周部また中央部に底盤の増打ちコンクリートがある。(図-1) 上部には梁の増打ちコンクリートさらに壁の増設コンクリートがある。(図-2)

上記の条件にて施工するにあたり当初施工計画では、底盤部の構造物をすべて仕上げた後、上部の梁また壁の増設を計画としてみており実質の施工期間を6ヶ月考えていた。ただし現段階での施工期間では全体工期に間に合わなくなる恐れが考えられた。

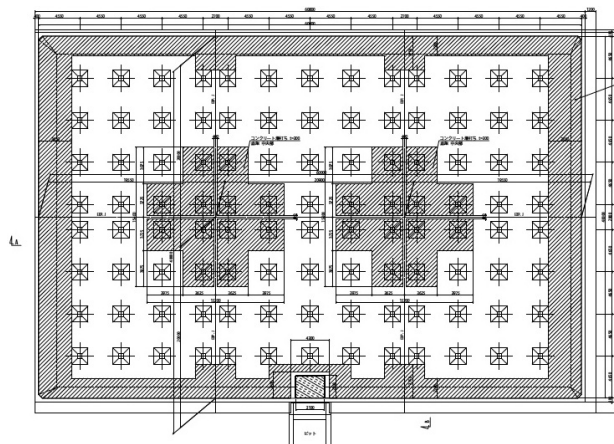


図-1 底盤部構造物平面図

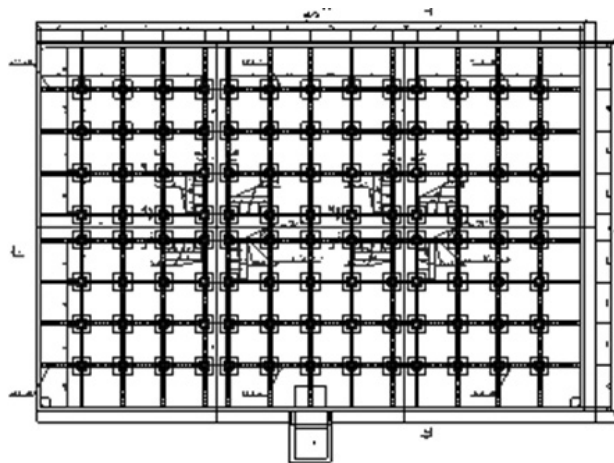


図-2 梁部構造物平面図

以上のことより、施工計画の見直しを図り工事期間の短縮が本工事の課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

施工計画の見直しをするにあたり以下の項目を提案事項として検討した。

- (1) 底盤部の増打ちコンクリートを後施工にして底盤部の平坦性を保つように考えた。
- (2) スラブに2カ所開口部を設け材料の投入と搬出の際に使用した。さらに開口部の位置を決めることで施工順序も確定した。
- (3) 支保工を足場兼用にし、さらに横移動できるようにレールまた下部には車輪を設置(図-3)して足場支保工の組立・解体を低減するとともに、使用する型枠材や支保工材さらには鉄筋材を支保工上部にステージ化することで、人的労力による横移動が無くなり工程短縮にも役立てた。(図-4)



図-3 移動式支保工における車輪・レール



図-4 梁足場支保工上部ステージ化

- (4) 支保工に材料を乗せた状態で移動することで下方には材料が残置されていない状況であるので上部の施工が完了した部分より底盤部の施工を開始することで工程の短縮につながった。

上記の項目を基本として、施工計画の段階で詳細な施工手順まで施工協力会社と協力して計画した。また事前に検討しておくことで工程管理によるものだけではなく、安全管理にも大きく目を向けることができた。さらに労務者数には影響されず工程が非常に把握しやすいことで協力会社の人員不足や資材の不足による問題点がほとんどなかったことで施工全体も円滑に進んだのではないかと考える。

以上により適用結果としては、全体の工程が1ヶ月短縮し稼働人員は20%さらに足場支保工のリース期間を1ヶ月短縮したことで費用面においても非常に多くの成果が達成できた。

今回の工事に関しては非常に難工事であったが問題無く無事完工した。

4. おわりに

本工事の題名になっている”配水池内部耐震補強工事における移動式支保工を用いた生産性向上”この工法は以前弊社の工事でカルバートボックスを施工するにあたり用いた移動式支保工を基に立案したものである。

先人たちが、建設業界全体の技術の発達に現在より貧困だった時代に、どのような工夫をすれば生産性が上がるのかと経験と知恵で多くの難工事を成し遂げてきた。

昨今の建設技術はICTを利用した技術の発達により非常に便利になってきている。ただし昔の技術無くしては今日のICT技術の開発は成し遂げられないと私個人は考えている。今回の資料も今後の建設業界に少しでも役に立てることを切に願ひ私自身も先人たちより受け継ぐこの技術力を次の世代に引き継げるように日々、工夫・改善を繰り返し生産性向上に努めこの変化の激しい建設業界に挑戦していくつもりである。

44 工程管理

排水ポンプ場新設工事における 工程短縮及び品質向上対策

愛知県土木施工管理技士会
株式会社 新井組
現場代理人兼監理技術者
山崎 吾郎

1. はじめに

大阪府枚方市は、河川より低い土地が多いため、一定規模以上の雨が降った場合、内水氾濫の防止対策として、9つの雨水ポンプ場が稼働している。

本工事は新安居川ポンプ場の整備事業の一環として、本体築造工を主体としたコンクリート構造物である除塵機水路・大ポンプ棟の地下部分・吐出槽を構築することが目的であった。

工事概要

- (1) 工事名：公共下水道第61工区新安居川ポンプ場整備工事（その1）
- (2) 発注者：枚方市 上下水道局
- (3) 工事場所：枚方市大垣内町3丁目地内
- (4) 工期：平成28年9月9日～平成30年6月29日

2. 現場における問題点

(1) 『土工事の工期短縮』

工期は1年10ヵ月とポンプ場を構築する上では、短期間であり着手当初から工事工程が懸念されていた。1期工事で導水渠・除塵機水路、大ポンプ棟の地下部分を構築して、2期工事で吐出槽を構築する計画であった。

1期工事において、土留仮締切工を先行して、約1万 m^3 の掘削を行ってから構造物の施工となるため、2期工事を含めた次工程を考慮すると、1期工事の掘削工及び躯体工の工程をいかに短縮できるかが重要となった。

(2) 『コンクリートのひび割れ抑制対策』

鉄筋コンクリート構造物として、1期工事で3,400 m^3 、2期工事で670 m^3 のコンクリートを打設して構築するにあたり、マスコンクリートのひび割れ抑制対策が検討事項であったため、特記仕様書にも記載されていたひび割れ対策を検討するために、新たに温度応力解析を実施することとした。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 『高強度腹起しの設置』

切梁腹起しの段数は、導水渠・除塵機水路が2段、大ポンプ棟で3段の仕様となっていたが、導水渠・除塵機水路は高強度腹起しを使用することで、2段を1段に変更することができた。



図-1 高強度腹起し設置

(2) 『除去式アンカー工法の採用』

大ポンプ棟は、切梁を無くすことにより作業空間を広げるため、除去式アンカー工法の採用を検討した。土留周辺の既設埋設管との干渉がなく、

占用敷地内での定着と限られた条件でアンカーを設置できたのが東面であった。東面で採用した計算結果により、切梁1～2段目は東西をなくして、南北方向の切梁設置という内容に変更することができた。

除去式アンカー工法とは、「アンボンドPC鋼より線」(PC鋼より線とポリエチレン被覆の間にグリスを充填したもの)を使用し、地中先端部でUターン状に耐荷体と一体化(テンドン)して、これを深度方向に複数組み合わせることで支持地盤との摩擦抵抗力に優れたアンカー一体を構成するものである。定着前に適正試験・確認試験を実施して、グラウト材の圧縮強度確認後、緊張定着を行った。昨今の除去作業は、1孔内のPC鋼より線をアンカー先端で切断した後、まとめてPC鋼より線を引抜く方法が一般的であるが、当現場で使用した耐荷体が従来型であることから、一方向からの除去作業となった。アンカー打設は、1段目12本(全長17.5m自由長9.5m定着長8.0m)、2段目18本(全長13.5m自由長5.5m、定着長8.0m)の合計30本のアンカーを打設した。

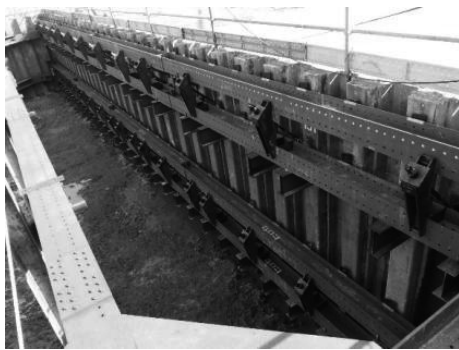


図-2 同時緊張型除去アンカー打設完了

アンカーによる効果として、東西方向の切梁を無くすことにより、掘削工の作業効率が向上し、躯体工においても、長尺鉄筋の荷降ろしが可能となり、工期短縮に繋がった。

(3) 『低熱セメントの使用による品質確保』

枚方市が事前に行っていた温度応力解析結果において、ひび割れ指数が1.0を下回る部位の存在が指摘されていた。

コンクリートの打設割計画や施工時期を踏ま

え、当社技術部で温度応力解析を実施したところ、やはりひび割れ指数が1.0を下回る箇所が判明した。

ひび割れを抑制するため、ひび割れ指数の改善目標値を1以上と定め、そのための対策を取りまとめ、枚方市と協議した結果、下記対策案とした。

「導水渠・除塵機水路」

堅壁1 低熱セメント使用

「大ポンプ棟、吐出槽」

堅壁1 低熱セメント使用

堅壁2 膨張材の使用

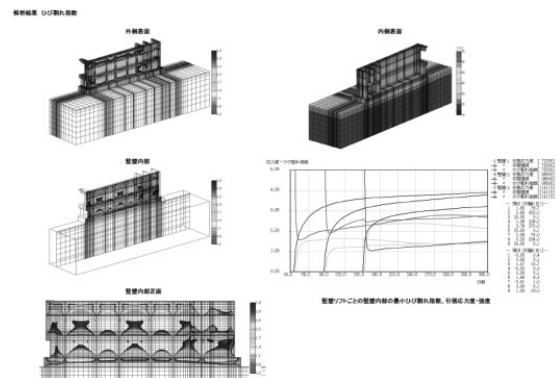


図-3 対策案 低熱セメント・膨張材使用
解析結果(大ポンプ棟)

低熱セメントや膨張材を使用して打設した結果については、打設後にひび割れ調査を実施して、有害なひび割れが発生していないことを確認した。

4. おわりに

1期工事で高強度腹起しや除去式アンカー工法を採用したことにより、掘削工・躯体工の施工性が向上し、無事工期限内に完成することができた。

今後のための検討課題としては、除去式アンカー工法を他現場で採用する際には、施工中の濁水処理と水槽に沈殿させた汚泥処理が発生するので、事前に計画しておくことが大事である。

また、低熱セメントの使用に関しては、高炉セメントより強度発現に時間を要するため、工程上の配慮を行うとともに、十分な養生期間を確保する必要がある。

45 工程管理

不整地運搬車使用による、 残土搬出箇所変更に伴う工期短縮

京都府土木施工管理技士会

西田建設株式会社

代表取締役

西田 英生[○]

工事部主任

西田 達哉

上田 祐二

1. はじめに

本施工は、河川内に堆積した土砂の撤去工事である。

上流・下流の二か所に分けて掘削及び集積を行い、残土搬出する事となっている。

下流側残土搬出路において、幅員が狭く、周辺住民の生活道路を運搬路に指定されている為、事故等の交通災害が生じる可能性が示唆される事から、生活道路の通行止めも検討された。

ついでには、生活道路を通行止めにする事なく、円滑に工事を遂行する為の工程管理方法について述べる。



図-1 河川下流側生活道路

工事概要

- (1) 工事名：野田川広域河川改修（重要インフラ・防犯）工事 他
- (2) 発注者：京都府丹後土木事務所
- (3) 工事場所：与謝郡与謝野町字弓ノ木地内他
- (4) 工期：令和2年11月27日～
令和3年5月31日

2. 現場における問題点

現場周辺状況として、本施工区の中央付近に鉄道が横断しており、此れを軸に上流・下流と分け掘削及び集積作業を行う事となっている。

しかし、上記の通り施工した場合、残土処理に伴う集積を上下流の二ヶ所で行う必要があり、下流側においては、歩行者・自転車専用の生活道路上に、175枚もの敷鉄板を設置し、大型ダンプの乗り入れを行なうものであった。

更に、予定されている運搬経路の現道幅が非常に狭く、残土積込場から一般道路への距離も長い事から、敷鉄板設置時の段階で、すでに困難を極めるものと考えられた。

仮に残土を搬出可能な状態にする事が出来たとしても、工事車両と歩行者等の接触災害といった、様々な交通災害が引き起こされる可能性が大いに考えられた為、生活道路を通行止めにする必要があり、住民からの反発により工程に遅延が発生する可能性が危惧された。

3. 工夫・改善点と適用結果

下流側より残土搬出を行う工法は、様々な潜在的リスク要因を含んでおり、有益性が乏しいと判断した為、京都府監督職員と事前協議した後、鉄道会社（WILLER TRAINS（株））とも綿密な協議を行った。

その結果、弊社からの提案として、下流側で掘

削した土砂を、不整地運搬車を使用した小運搬により、鉄道下をくぐり抜け、上流側へ全て運搬集積し、残土搬出するものとした。

尚、鉄道会社との協議時に、鉄道下を不整地運搬車等が通行するに際し、鉄道との離隔や列車通行時の作業中断といった条件が提示された。

これより支障となり得る条件として、

- ① 現況地盤面から鉄道までの高さが約4.3m。
- ② 不整地運搬車の全高が約3.0m。
- ③ 鉄道橋脚部より10m以内は列車通過時に、走行作業中止。

以上を克服する対策として、鉄道から上下離隔距離を設ける為、現況地盤を0.3m程掘削し地盤高を下げ、次いで、高さ3.5mにて単管パイプで囲いを作り、鉄道橋脚部より10m離隔した箇所に『通行時安全確認ゲート』として、上下流二ヶ所に設置し、此れを通行時は必ずくぐるものとした。

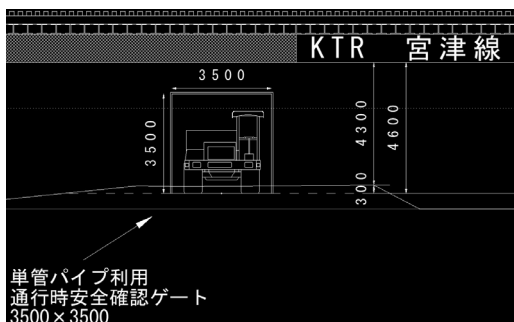


図-2 通行時安全確認ゲート計画図



図-3 通行時安全確認ゲート設置

また、作業する際は、鉄道会社と列車ダイヤ運行状況等の連絡を逐一取るものとし、実際に現場において列車見張員を配置し、列車見張員の指示の元、細心の注意を払い運搬作業を行った。



図-4 通行時安全確認ゲートによる測定

4. おわりに

通行時安全確認ゲート等対策により、鉄道下をくぐっての作業が許可された事で、掘削箇所より集積箇所まで最短距離となる直線で運搬する事が可能となった事で、作業効率が飛躍的に上昇したことを受け、工程を大幅に短縮する事が可能となった。



図-5 残土小運搬（不整地運搬車）

また、当初計画による、危険を伴う敷鉄板設置撤去作業を行う必要が物理的に無くなった事で、工程を短縮する事が可能となっただけでなく、潜在的リスク要因を排除可能となった事で、結果として工程遅延を抑止出来たものと考ええる。

また、当初計画では、危険回避の観点から、やむなく通行止めをせざるを得なかった生活道路を完全に開放する事が可能となった事で、地域住民との調和を図る事が出来、円滑に施工を進捗させることが叶ったものと考えられる。

最後に、本施工にあたりご尽力頂きました関係者の皆様へ、厚く御礼申し上げます。

46 工程管理

下水管きょ改築工事における 工期短縮並びに寒冷期施工時での創意工夫

兵庫県土木施工管理技士会

株式会社大永建設

代表取締役 管理課

徐 彰 宣[○] 南 秀 雄

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：東難波町地内下水管きょ改築工事
- (2) 発注者：尼崎市公営企業局
- (3) 工事場所：兵庫県尼崎市東園田町地内
- (4) 工期：2019.9.24～2020.3.20
- (5) 適用工種：管更生工事
- (6) 工事概要

この管きょ更生工事は、公益財団法人日本下水道新技術機構による建設技術審査証明を得た下水道管渠更生工事の「自立管の製管工法」であり、下水道管内の汚水流水を止めずに施工したものである。現場は3箇所と離れており、1箇所目：既設管径 ϕ 1,200→更生管径 ϕ 1,105 施工延長L=113.9m 2箇所目：既設管径 ϕ 1,000→更生管径 ϕ 915 施工延長L=57.6m 3箇所目：既設管径 ϕ 800→更生管径 ϕ 726 施工延長L=109.6mである。

2. 現場における問題点

① コロナ禍における地域住民対応

現場は兵庫県でも有名な総合病院の汚水管につながっている管渠更生工事である。例年、安定的に下水道管渠更生工事を竣工してきた中で、この現場はまさに緊急事態宣言が発令されていた中のコロナ禍での現場ということもあり、地域住民の現場に注がれる視線は例年の施工時と比べ、衛生

面・環境面での視線が神経質なものであった。コロナ患者が隣接する病院内にいて、コロナウィルスを含んだ汚水が管きょに流入しているのではというような風評などもあり、現場の検査も延期になったこともあった。そのような工期の延伸が予想される中、いかに工程管理を徹底し工期内に竣工するということが課題であった。

② 点在型現場による工種の調整

現場が3箇所に点在しているという属性もあり、工種が3箇所ごとで検討しないといけなかったため、施工方法を含め、工程管理が困難であった。

③ 寒冷期におけるモルタルの品質確保

寒冷期においての施工ということで、モルタル注入の工程時に水温が低いことがモルタルの強度などの品質管理、養生期間における工程管理に影響が出るのではという懸念があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

① コロナ禍における地域住民対策

まず、工事工法PR看板(図-1)を作成し、近隣住民及び通行人から見えやすい位置に掲示し、何の工事を行っているかをわかりやすく説明した内容を掲示した。下水管きょ内の換気を伴っての施工性であり、コロナ禍ということもあり、地域住民・歩行者に現場の環境による不毛なトラブルがなきよう心がけた。よって地元住民・歩行者から工事に対するご理解を頂き、苦情は無く工事を進めることに繋がったものである。



図-1 工事工法PR看板

② 点在型現場による工程調整

マンホールを塞がない画期的な、リング型送風機（図-2）を使用し、施工を行った。リング型形状になっている為、マンホール空間を確保しながら作業が可能な送風機である。また、ダクトが不要の為、人と機材の出入りが自由で、連続送風が可能である安全性だけでなく作業性も優れている。この「リング型送風機」を多用して、地点の移動の機敏性を高め、施工効率を高めることができ、工期短縮を図ることとなった。

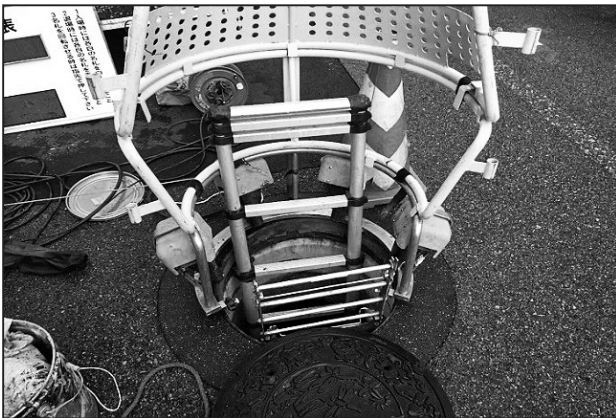


図-2 リング型送風機

③ 寒冷期におけるモルタルの品質確保

まず、寒冷期の充填材注入の為、水タンク内ヒーター（図-3）をセットし、水温の上昇を図ることとした。通常時5℃前後→常時25℃に保たれることができ、充填材の練り混ぜ状況もよく、フロー試験も問題もなく、スムーズな施工に繋がった。

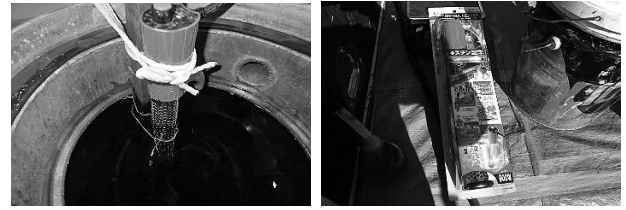


図-3 水タンク内ヒーター

次に、強度計算書より強度の高い充填材を使用して、構造物の品質を高めるように心がけた。（図-4）早強セメントの為、早期に支保工の解体が可能になり工程短縮を図ることができた。



図-4 強度の高い充填材

4. おわりに

管更生工事は全国の各自治体が大きな予算を確保し、推進している工事でもあり、今後必要不可欠な工事と思われるので、様々な自治体にも生かされることと感じているところである。

また、寒冷期のコンクリート施工は建設業において避けては通れない課題であると思われるので、水平展開されることで、よりよい施工品質に繋がるものと感じる。



図-5 完成写真

47 工程管理

パワーブレンダー工法による 地盤改良工の施工について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
監理技術者
宮原 弘幸

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：宮ノ陣地区外改良工事
- (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：福岡県久留米市宮ノ陣地先外
- (4) 工期：自 令和2年4月1日
至 令和3年3月15日

本工事は、国道3号鳥栖久留米道路事業に伴う道路改良工事の一部である。国道3号鳥栖久留米道路事業とは、久留米市内における国道3号の負荷軽減と、久留米市街地における交通を整流化するため計画された道路改築事業で、平成23年度から工事着手している。今回行った地盤改良工は、擁壁の基礎となる地盤の支持力増加を目的とした幅6.9m・長さ21.3m・深度4.5mの改良体をスラリー噴射方式により造成するものであった。

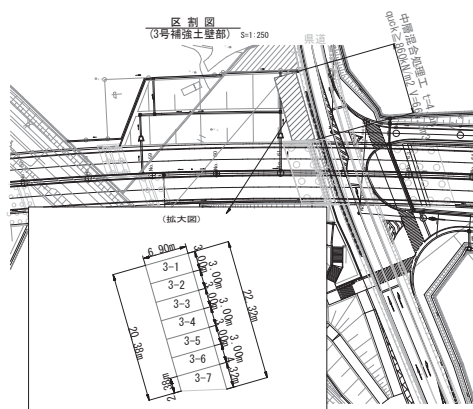


図-1 平面図・区画割り図

2. 現場における問題点

(1) 雨天時の地盤改良作業

地盤改良工の施工時期は、工程の都合により梅雨と重なる7月に行うため、降雨を考慮した施工の対応及び対策が必要であった。

(2) 県道に面した地盤改良作業

地盤改良工の施工箇所は、県道88号線に面した箇所であったため、改良時に発生する流動性が高い土砂が飛散して通行車両及び歩行者へ危害を与えないようにする必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 雨天時の地盤改良作業

降雨を避けて施工すれば考慮する必要もないと考えられるかもしれないが、改良途中に降雨に見舞われることも想定し考慮する必要があった。

降雨に対する対策として、改良面に降り注ぐ雨を遮断する囲い等を設ける案が真っ先に思い立つと思うが、改良機のブーム高以上（改良深度+2.5m程度）で重機の往来が頻繁にできる安定した構造の囲いを、仮設として設けることは経済的にも困難である。そこで、今回の改良（スラリー噴射方式）において降雨による影響の有無、また、設定水量より過剰に混入された場合の許容範囲となる基準がないか、事前に把握するようにした。

降雨による影響は、晴天下・曇天下の作業状況

と大気の状態が変化するので、セメントを使用する全ての工事で影響が無いという事は言い切れないため、改良中の区画に降雨が浸水してきた場合を想定し、改良作業の可否を検討した。

配合試験の結果が判明次第に、計画していた区画割計算書に時間雨量を当て込み、混入する水量を算出した。許容範囲となる管理基準値としては、スラリー噴射方式の管理項目である「改良材スラリー比重」を基にして、時間雨量毎に降雨時の想定スラリー比重を算出し改良作業の可否を判断できるようにした。

中層混合処理の箇所による影響範囲について
時間雨量10mm/h → 時間雨量20mm/hで算出

作業名： 区画別改良工事

区画番号	区画形状	平均深さ(m)	①時間雨量10mm/h		②時間雨量20mm/h		改良材	セメント	スラリー	比重		
			時間雨量	時間雨量	時間雨量	時間雨量						
1	3-1	3.00	27,945	22,355	31,549	2,841.12	207	415	22,771	414	829	23,185
2	3-2	3.00	27,945	22,355	31,549	2,841.12	207	415	22,771	414	829	23,185
3	3-3	3.00	27,945	22,355	31,549	2,841.12	207	415	22,771	414	829	23,185
4	3-4	3.00	27,945	22,355	31,549	2,841.12	207	415	22,771	414	829	23,185
5	3-5	3.00	27,945	22,355	31,549	2,841.12	207	415	22,771	414	829	23,185
6	3-6	3.00	27,945	22,355	31,549	2,841.12	207	415	22,771	414	829	23,185
7	3-7	2.38	20,845	16,845	23,219	2,184.83	231	465	25,438	462	927	25,897
	合計	21.35	147,321	118,825	166,862	15,088.88	1,461	2,921	18,221	3,642	7,284	7,284

※ スラリー比重算出式

スラリー比重算出式
 改良材+セメント+水
 セメント比 (W/C) : 80%
 セメント : 3.04 (材料試験より)
 改良材 : (1kg+9.8kg) ÷ (1kg+3.04+9.8kg×1.00)
 = 1.584 : 改良スラリー比重
 = 1.562 : 現場
 規格値 = ±2% : スラリー比重の規格値 (ケーブレンダー±2.0%)

中層混合処理の箇所による影響範囲について
時間雨量10mm/h → 時間雨量20mm/h → 時間雨量30mm/hで算出

<p>・計画スラリー比重 (標準1区画 (3-1) で算出)</p> <p>= (27945kg + 22355kg) ÷ (27945kg × 3.04 + 22355kg × 1.00)</p> <p>= 1.594 : 標準スラリー比重</p>	<p>・算出内容</p> <p>1区画を改良する時間に降り注ぐ雨量を、①10mm/h、②20mm/h、③30mm/hで算出して、降り注ぎ時の計画水量を足して、総水量でスラリー比重を求めた。</p>
<p>・①降雨時スラリー比重 (時間雨量10mm/hの場合)</p> <p>= (27945kg + 22771kg) ÷ (27945kg × 3.04 + 22771kg × 1.00)</p> <p>= 1.587 : 降雨時スラリー比重 OK</p> <p>= 1.562 ~ 1.626 : スラリー比重の規格値 = ±2%</p>	<p>・結果</p> <p>改良面積に降り注ぐ雨量を考慮して算出した結果、降雨時においても、スラリー比重は規格値内である。</p>
<p>・②降雨時スラリー比重 (時間雨量20mm/hの場合)</p> <p>= (27945kg + 23185kg) ÷ (27945kg × 3.04 + 23185kg × 1.00)</p> <p>= 1.579 : 降雨時スラリー比重 OK</p> <p>= 1.562 ~ 1.626 : スラリー比重の規格値 = ±2%</p>	<p>・現場の対応</p> <p>①降雨時は、改良面積の場外より流入しないようにする為、改良する区画の周囲に土嚢を設ける。</p>
<p>・③降雨時スラリー比重 (時間雨量30mm/hの場合)</p> <p>= (27945kg + 24014kg) ÷ (27945kg × 3.04 + 24014kg × 1.00)</p> <p>= 1.565 : 降雨時スラリー比重 OK</p> <p>= 1.562 ~ 1.626 : スラリー比重の規格値 = ±2%</p>	

図-2 降雨による影響範囲の検討図

結果、改良中の区画内に場外より流入しないようにすれば、時間雨量30mm/hの場合でも改良材スラリー比重は許容範囲内であることが判った。その結果を踏まえ、改良期間内に小雨が降った時でも改良作業を継続して、改良体の強度・改良体の均質性とも異常なく完了できることが確認された。

今回の検討結果は、1つの手段として記載している。実際は、地中への浸透による含水比の上昇・地下水の上昇等も考慮すべきであるが、様々な条件を詳細に算出するのは困難なので省略している。前提として、安全作業ができない悪天候(強い雨が降り注ぐ中)の場合は、作業中止を判断しなければならない。

(2) 県道に面した地盤改良作業

今回の地盤改良はスラリー噴射方式により行ったので、改良中の現地土は流動性の高い土砂に変化するため、隣接している県道への飛散対策が必要だった。そこで、今回行った飛散防止対策は、県道と地盤改良の施工箇所面に面する箇所を、仮囲い(防音シートH=3.0m)で遮断して、通行車両及び歩行者へ危害が及ばないようにした。

4. おわりに

今回の工事に関しては、個々の作業を円滑に進捗できるように、試行錯誤を繰り返した日々だったが、様々な状況を想定し対策を練っていたこともあり円滑に工事を終えることができたと思う。また、工事関係者の協力・地域住民のご理解ご協力により無事故・無災害で工事の完成を迎えることができた。

これからも最善な方法を模索しながら、皆様に喜ばれる現場を造っていただけるように日々努力していく。

48 工程管理

16 径間連続合成桁の施工の工夫と工程短縮

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

現場代理人

担当技術者

弓田 清美[○]

渡 辺

毅

上野 慶太

1. はじめに

本橋は、第二東海自動車道横浜名古屋線 伊勢原大山IC～新秦野IC間に位置する葛葉川を跨ぐ橋梁である。橋梁形式は5径間連続合成桁2連と16径間連続合成桁1連からなり、橋梁全長は約1km、最大幅員約40mの長大橋である。

工事概要

- (1) 工 事 名：新東名高速道路
葛葉川橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：中日本高速道路株式会社
東京支社秦野工事事務所
- (3) 工事場所：神奈川県秦野市
- (4) 工 期：平成29年3月18日～
令和3年5月25日
- (5) 橋梁形式：
分離区間 上り線5径間連続合成鋼桁
（合理化合成床版）207m
下り線5径間連続合成鋼桁
（合理化合成床版）219m
一体区間 上下線16径間連続合成鋼桁
（場所打ちPC床版）794m

2. 施工上の課題、問題点

連続合成桁の設計は、施工ステップに応じた床版コンクリートと鋼桁との逐次合成効果を踏まえ、桁断面とキャンバーを決定する。そのため構造系が大きく変わる作業の同時施工（桁架設、床

版コンクリート打設）は応力形状管理が出来ないため、通常は桁架設完了後に床版コンクリートを打設する。しかしながら本橋の一体区間は16径間連続合成桁であるため、工程の大幅な遅延が懸念された。



図-1 橋梁全景

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 床版コンクリートの打設順序

床版コンクリートの打設順序は、中間支点上の床版に有害な引張応力を発生させないため、径間中央を先行打設し、その後、支点上を打設する順序とした。また、1回当たりの打設量は、日当たり施工可能量から150m³程度を基本としたことで、床版コンクリートの打設ブロック割は約40ブロックにおよんだ。そのため、綿密な工程管理の立案とともに生コン工場を2社使用することなどにより工程遅延リスクを排除し、床版施工を行った。

(2) 工期短縮の工夫

工程短縮および連続合成桁の構造系を踏まえた

施工ステップを以下に示す。

STEP-1 P5-P10桁架設

STEP-2 P10-P15桁架設

STEP-3 P15-A2桁架設

STEP-4 P5-P10 PC床版打コン（※STEP 3と並行）

以降、順次A2まで床版コンクリートを施工。

工程短縮のため、上記ステップのとおり、桁の架設と床版コンクリートの打設を並行作業（STEP-3、STEP-4）とする工程を立案した。

この施工方法を実現するため、当初はP15付近の桁連結部に仮設ヒンジを設け、桁架設完了後に本来のモーメントを導入する施工方法を検討した。しかしながら、仮設ヒンジを設ける場合、P15付近の桁架設時にセッティングビーム設備やモーメント導入設備が必要となり、工程短縮効果を阻害することが考えられた。

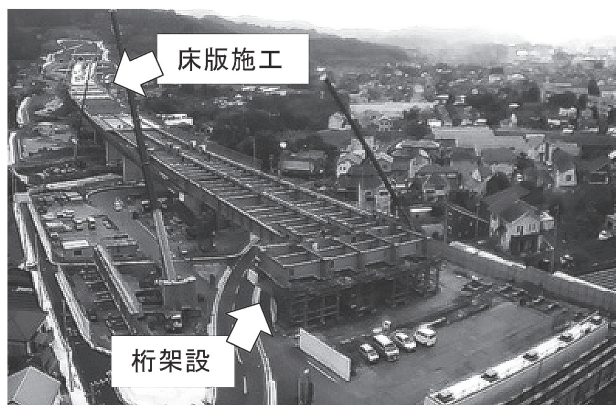


図-2 桁架設工と床版工の同時施工状況

そのため、立体骨組み解析モデルを用いて施工ステップの再解析により桁応力・形状変位を照査した結果、桁架設と床版コンクリートの施工が5径間程度離れた場合、同時施工による桁の応力・形状変位が施工に影響ないことが判明した。

以上によりP15-A2間の桁架設作業とP5-P10間程度離れた場合、同時施工による桁の応力・形状変位が施工に影響ないことが判明した。

以上によりP15-A2間の桁架設作業とP5-P10間の床版コンクリート打設作業の同時施工が実現でき、工程を1ヶ月短縮することができた。

(3) 支承の固定方法の改善

16径間連続合成桁のゴム支承であるため、桁の温度変化量が大きく、遊間調整が必要とされた。支承全体を大きくするには、経済性に欠けるため支承をベースプレートタイプにし、現場溶接構造としベースプレートは桁の移動量に対応して100mm大きく製作をした。せん断変形は主桁下FLGにブラケットを取付し油圧ジャッキによる調整方法とした。

支承施工フローチャートとして①支承仮置き②無収縮モルタル打設（アンカーホール）③桁架設（温度変化している桁に合わせるように支承の位置調整を行い支承は鉛直状態で設置）④支承せん断変形（上部工をジャッキアップして桁温度伸縮量分のせん断変形を支承に与える）⑤下沓溶接（上部工をジャッキダウンし支承を現場溶接）⑥無収縮モルタル打設（上部）⑦施工完了

施工時期により、移動量は大きかったが、反力ブラケットを取り付けたことにより、施工が容易く行えた。

4. おわりに

工事遂行にあたり、一般の方々のご理解・ご協力、工事関係者の方々の多大なるご助力に深く感謝申し上げます。

も、出来形管理及び出来形精度の向上は非常に重要である。

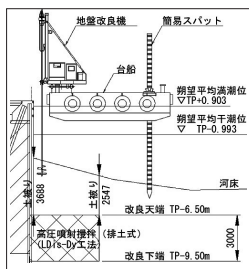


図-2 断面図

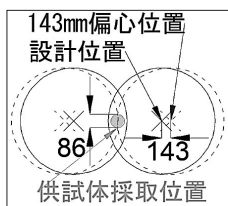


図-3 偏心量概念図

3. 工夫・改善点と適用結果

施工位置誘導システム『ピクチャーナビ (自動追尾式TS版)』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) 位置確認測量の改善と改良機誘導の時間短縮

ピクチャーナビは、計画位置と改良軸の偏心量数値、計画位置と改良軸の相互位置関係、施工済み箇所、法線に対して改良機の向き情報が、施工管理モニター (図-4) で確認でき、造成完了杭の座標位置及び偏心量がアウトプットできるシステムである。

そこで、自動追尾式TSを2台 (図-5) 使用し (GNSS版もあるが、本工事では近接に高压鉄塔があり、電波障害を考慮した)、常時改良軸の座標位置情報を取得し、出来形管理を行うシステムを導入した。

これにより、固定位置へTSを設置し、基準点からの確認作業を行うのみで、人力による常時観測が不要となり、作業時間の短縮 (約10%) ができた。

(2) 施工条件による偏心や改良機損傷の危険性

測量誤差は、測量機器の持つ公差のみとなり減少した。

また、改良機移動時に、打設済箇所や改良機方向等をモニター確認することで、測量機器の故障や、ヒューマンエラーが未然に防げた。



図-4 施工管理モニター

施工台船には簡易スパット (図-2、

図-6) を装備し、

波浪等に対応できるようにした。

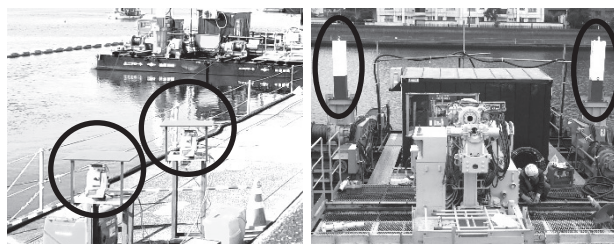


図-5 自動追尾式TS

図-6 簡易スパット

(3) 不可視部となる改良体の出来形管理

ピクチャーナビは、画像と数値で計画改良位置と改良軸の位置関係を常時確認ができる。

よって、改良杭の全数で定量的に出来形管理を行うことができ、かつ出来形精度の向上が見込めることから、出来形管理値を100mmに設定し、全数を計測数値で管理した。

また、発注者と出来形管理の協議を行い、杭頭視認による出来形確認を省くことが出来た。

更に、人力による常時観測が不要となり、工程短縮も踏まえて人件費コストを低減 (約25%) することができた。

今回の対策を行った結果、出来形の成果 (表-1) は非常に高精度な結果を得た。

また、供試体の採取に際してもピクチャーナビを使用した。全採取箇所 (N=8箇所) で、健全で良好な供試体が採取できた。

表-1 改良杭偏心量結果 改良杭N=63本

項目	規格値	最小値	最大値	平均値
偏心量(mm)	100	0	13	6

4. おわりに

事前に、施工条件を基に現地にて検討会 (職員、施工業者が参加) を開催し、問題点の抽出及び対策、並びに規格値の設定を協議し、対策を講じたその結果、全杭において高精度な成果を得ることが出来た。更に従来の施工方法と比べ、ピクチャーナビを使用したことで作業能率と効率が上り、当初工程で10%、管理人件費を25%低減することが出来たことも踏まえ、非常に効果的であった。

50 工程管理

PC コンポ桁の施工

宮城県土木施工管理技士会
東日本コンクリート株式会社
現場代理人
伊藤 広 監

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：国道45号浪板大橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省東北地方整備局
- (3) 工事場所：宮城県気仙沼市浪板地内
- (4) 工期：2019年9月13日～2021年1月29日
- (5) 型式PC 5 径間連結コンポ桁
橋長145.6 m

本工事は、三陸自動車道宮城県内最後の未開通区間の気仙沼地区にかかる三陸自動車道整備工事であった。

2. 現場における問題点

本橋施工箇所は、先の東日本大震災で甚大な被害を受けた宮城県気仙沼市の鹿折地区にあり、復興道路として位置づけられている三陸自動車道宮城県内最後の未開通区間として早期の完成が求められていた路線であった。



図-1 浪板大橋施工前状況

2019年9月の工事受注以来、翌年の12月の工期末まで16か月の工期であり非常に厳しい工程であったので直ちに社内で施工検討会を開催し、設計照査、発注者を交えての三者会議を経てセグメントの製作を開始した。2021年3月開通が発表されている中での現場施工であったので、以下の事項が懸案事項として挙げられた。

- 1) 発注は仮設桁と門構を使用した架設であった。仮設桁及び主桁上をA1背面で接合・移動するための軌道が必要で軌道撤去後に床版を施工した場合工程遅延が予想される。
- 2) 通常は2径間目以降の架設に使用する軌道は2本の桁を跨ぐためH鋼を使用する。そうするとH鋼が干渉するためPC板の施工が不可能で床版施工に遅延が生ずる。また、次径間の主桁を移動する際に開口部が発生しやすく安全面での不安が生ずる。
- 3) 東日本大震災発生時から宮城県では、度々震度4クラスの地震が発生しており横組施工時までの主桁転倒防止の施工方法に工夫が必要である。などが挙げられた。

3. 工夫・改善点と適用結果

- 1) 床版の施工に関しては、工程表作成の結果主桁を仮設桁+門構で行い架設完了後に床版を施工すると工期が2か月ほど不足することが判明した。
対策として、3径間目まで仮設桁+門構に

て架設を行い4径間目以降は、門構を解体し架設桁のみを使用しセグメントの荷上げには550tクレーンを使用することとした。そうすることで3径間目架設完了後、軌道を解体し床版の施工が可能となった。

- 2) 2径間目の軌道はG2, G3桁上に設置しセグメント移動には巾広台車を使用した。桁間に軌道を敷かないことで架設完了後直ちにPC板を設置できたので2径間目以降の架設作業時には開口部が発生せず安全に作業することが可能となった。



図-2 クレーンによる主桁の架設

- 1) 主桁の転倒防止には、通常の場合ミドル又は強力サポートを使用するが多い。しかしそれでは横組施工時に一時的に外すことがあるため、地震発生時は不安定な状況が発生する。そこで橋台から離れた箇所にアングルで構成された対傾構を使用した。対傾構を使用したことで、横組施工時の転倒に対する不安は払しょくされた。



図-3 対傾構による転倒防止

4. おわりに

数々の問題点があった現場であったが、社内で数回にわたる施工検討会を開催し、施工方法の工夫を行ったことで、2月中旬に無事竣工することができ、三陸自動車道の仙台～宮古間で唯一の未開通区間であった気仙沼港IC～唐桑IC間が3月6日に無事開通し、三陸沿岸の方々の悲願が達成されたのであった。いま思えば私が担当した現場においても土工事、下部工業者などと作業が交錯し続け打ち合わせ、協議が難航し続けた。私の長い現場生活においても1, 2を争う工程の厳しさであった。幸い気仙沼地域の気温は低いものの、降雪量はさほどでもなかった。これで降雪量が数十センチであったらと思うと今でも背筋が凍る思いである。工程が厳しい中熟練した技術を持った協力業者、厳しい工程を守り抜いた若手職員には感謝である。若手社員は、近年橋梁工事においては大規模な現場が減少する中で、工法や工種が盛り沢山のこの現場の施工に携わったことで貴重な経験をしたといえる。

私自身も、これからの現場施工に貴重な財産が増えたと感じている。この経験をこれから若手に伝承することが私のこれからの使命と考えている。

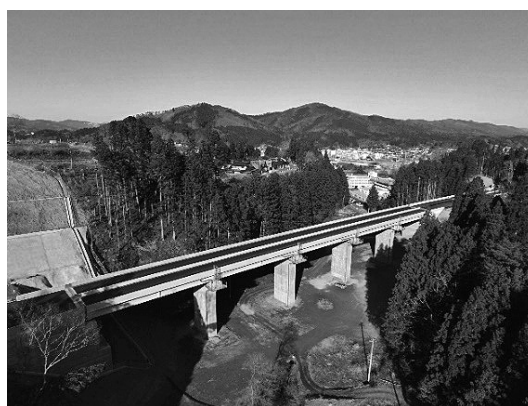


図-4 浪板大橋完成

51 品質管理

マシンコントロールによる路面切削機の利用

(一社) 北海道土木施工管理技士会

丸彦渡辺建設株式会社

西 里 涉[○] 工 藤 瑠 華 高 橋 剛

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：市債務負担行為 清田通線
(白石連絡線～北野136号線間)
舗装路面改良工事
- (2) 発 注 者：札幌市建設局土木部
- (3) 工事場所：札幌市清田区北野 6 条 1 条目ほか
- (4) 工 期：令和 3 年 4 月 1 日～
令和 3 年 8 月 26 日

清田通は、白石区流通センターを起点、清田中央通交点を終点とする、札幌新道や南郷通、国道12号線等の札幌市の主要幹線道路と接続する重要な道路である。当該道路が経年劣化等による路面状態の損傷が激しかったため、舗装修繕を目的とする当工事が発注され、弊社が受注した。

(図-1)



図-1 該当道路着手前損傷状況

2. 現場における問題点

当工事はICT活用工事の対象で、受注者の希望によりICT施工を行える事となっており、路面切削工でICT施工を行う事とした。実施に当たっては下記の事項が課題となった。

- ① 施工場所は市街地で建物もあり、ICT建機のGPS受信が不安定である事。
- ② 切削の出来形管理の施工誤差（規格値）は7mmであるため、GPSの測量精度では対応できない。
- ③ 施工管理システムに対応している切削機はなく、ICT施工はマシンコントロールによる施工のみとなり、施工管理は別途行う必要がある。
- ④ ③により、出来形測定は3次元測量となる。
- ⑤ 施工延長の一部がカーブとなっており、その部分はマシンコントロールが作動しない可能性がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述した問題点①、②を解消するために、GPS受信を活用した施工を変更する事とした。GPSによるマシンコントロールは、GPSから位置情報受け取る事によって切削機が自らの位置を認識し、予め取り込んだ切削計画データの通り切削を行うシステムである。GPSからの受信以外の方法で、切削機が位置情報を得られる方法を検討し、トー

タルステーションを採用した。

ただし、採用した施工方法では、切削機とトータルステーションの間に障害物があると、トータルステーションから発信される位置情報が遮断され、切削機が誤った切削深さで施工する恐れがあった。

図-1の通り、建物がある事、施工する車道両端には植樹が点在していた事、一部施工区間内に曲線があった事から、上記の懸念事項があった為、施工時、どの位置からでも障害物が無い状態で施工できるように、道路両端に基準点を50m毎に千鳥配置した。(一般的にトータルステーションを用いた施工では、基準点の設置間隔は150m程度で良いとされている。)

路面切削のマシンコントロールで良い点は、事前に切削計画データを機械に読み込ませている為、マーキング作業が不要である。従来工法では、事前に切削する路面に、スプレーで切削深をマーキングしていた。市街地でよく使用される切削機は、切削幅約2.0mであり、施工幅が10mとすると、横断的に5箇所マーキングする事が必要であった。縦断的には、平坦部で20m毎(曲線部や勾配変化が大きい範囲についてはさらに詳細に必要)にマーキングが必要となるが、ICT施工を取り入れると、マーキングの手間や交通規制による安全管理が不要となる。ただし、本工事では、出来形管理は三次元測量で行ったが、施工完了後に行うので、施工時リアルタイムで出来形確認を行

うために二重管理を行った。その他、路面切削工で重要であった、経験豊富なオペレータは必要がなく、担い手不足を見据えた工法であると言える。(図-2)

4. おわりに

本工事は、舗装修繕工におけるICT活用の試行的工事であったので、従来工法の事前準備である切削深マーキングと、マシンコントロールを併用、リボンロッドによる出来形測定と、三次元測量を用いた測定など、二重の管理を行った為、手間が多くあったように感じたが、従来工法の管理をなくす事で、出来形管理が容易になる事、準備工においては交通規制がなくなる事によるリスク低減と、メリットは多くあるように感じた。工法の違いで一番異なるのは、従来、切削機オペレーターの操作の熟練度によって左右されていた出来形も、どのような人でも操作でき、同様の出来形になるという事が一番のメリットである。



図-2 マシンコントロールによる切削状況

52 品質管理

コンクリート構造物構築における 品質の工夫について

愛知県土木施工管理技士会

株式会社 新井組

工事担当

川 畑 陸

1. はじめに

本工事は三陸沿岸道路「洋野階上道路」の改築事業の一環で、主な工事内容として、施工延長414m、掘削工（ICT）14,800m³、盛土工4,800m³、場所打函渠工1基、橋台工1基となる。

工事概要

- (1) 工 事 名：南玉川地区道路改良工事
- (2) 発 注 者：東北地方整備局三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県九戸郡洋野町
- (4) 工 期：2018年8月～2020年7月

2. 現場における問題点

(1) 橋台の内部拘束によるひび割れ

橋台の壁部は高さ4.82m、幅14.14m、壁厚2.7mとマスコンクリートに分類され、内部拘束による温度ひび割れの発生が懸念された。

温度応力解析の結果、堅壁内部のひび割れ指数が1.0以下、最大0.68と最大となり、継続してひび割れ指数が低くなることから、有害なひび割れが発生するおそれがあった。

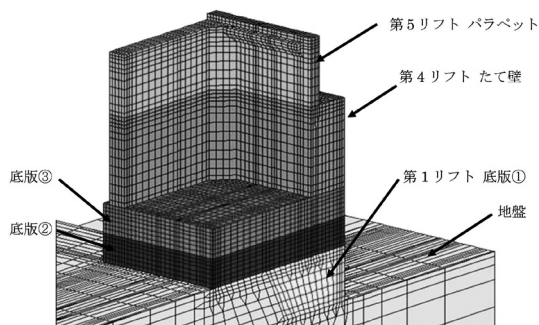


図-1 解析モデル

(2) 函渠の外部拘束によるひび割れ

函渠の壁部は底版に拘束されるため、コンクリート打設後、硬化による収縮ひび割れが発生するおそれがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 橋台ひび割れ抑制対策の実施

コンクリート構造物品質確保ガイドのデータベースの中から、今回施工する橋台の類似構造物データを抽出した結果、補強鉄筋によるひび割れ抑制が効果的と判断した。鉄筋比が高いほど最大ひび割れ幅が小さくなる傾向にある。原設計の鉄筋比は0.06%と非常に少なく、ひび割れ指数は0.68であることから0.20mmを超えるひび割れが発生する確率が高い。

今回の施工条件は秋期11月のコンクリート打設で、今回の橋台形状及び施工条件に類似する過去事例で最大ひび割れ幅を0.20mm以下に抑制した実績により、鉄筋比が0.3%以上となるように補強鉄筋を追加した（図2参照）。また、内部にてひび割れ指数が0.68となることから、補強鉄筋を堅壁中央に配置し、設置はひび割れ指数が低い鉄筋比0.25～0.93%の範囲とした。

補強鉄筋配置面積は13m²となり、原設計の配力鉄筋を補強鉄筋とみなすと、D13×19本、D16×29本で鉄筋比は0.06%である。さらに配力鉄筋にD13×37本、D16×47本、D19×88本の補強鉄筋を加え、鉄筋比を0.3%以上とした。

上記対策により、ひび割れの原因となる堅壁内

部に発生する引張応力を補強鉄筋にて抵抗させることで、堅壁にひび割れが発生せず、検討通りの結果を得た。

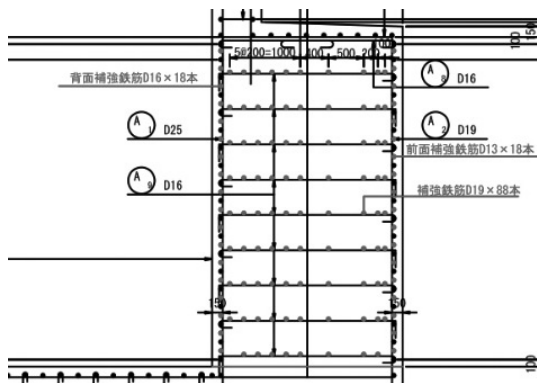


図-2 補強鉄筋配置図

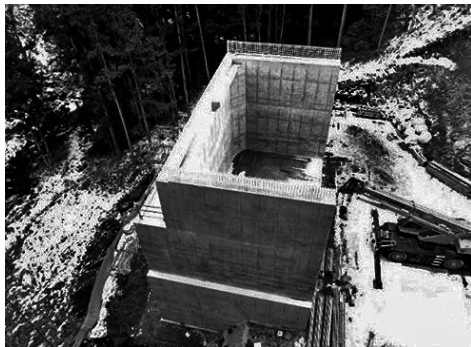


図-3 橋台完成写真

(2) 函渠のひび割れ抑制対策の実施

東北地方整備局ひび割れ抑制のための参考資料(案)に基づき、誘発目地の設置を行った。誘発目地のメカニズムとして、あらかじめ定められた位置に断面欠損部を設けて脆弱部を作り、コンクリート打設後、コンクリート表面で引張応力が働き、誘発目地部で解放される。引張力が解放された後、拘束長さが誘発目地により短くなり、コンクリートに作用する引張応力が小さくなるため、温度ひび割れが抑制される。

誘発目地にはKB目地 J-TYPEを採用した。KB目地はコンクリートと化学結合する特殊ブチルゴムを使用しており、止水性にも優れており、脱落の心配がない。埋込み化粧目地であるためコーキング処理が不要となる。また表面材は軟質樹脂であるため、衝撃や乾燥に強く東北地方のような厳しい環境下でも耐久に優れている。美観上では、面取りやハンチなどの加工が可能で仕上がり面は綺麗な仕上がりとなる。

ひび割れを誘発させるため、欠損率を50%程度以上とし、函渠側壁での断面欠損率を算定すると壁厚が $W=800\text{mm}$ であるから、必要欠損量は 400mm ($=800 \times 50\%$)となる。よって誘発目地の欠損部材は化粧目地 20mm 、化粧目地とKBホルダー離隔 30mm 、誘導鉄板 150mm 、以上を2セット設置し、合計 400mm とした。

配置間隔は東北地方整備局ひび割れ抑制のための参考資料(案)に基づき、壁厚が 500mm 以上の場合、 $L/H0.9$ 以下の間隔で設置し、当工事に置き換えると $H6.7\text{m} \times 0.9 = L6.03\text{m}$ 以下にて配置を行う事とした。また設置高について、函渠内側については側壁底面から頂版部の底面まで、外側は、側壁底面から頂版上面までとした。割付図を図4に示す。

上記対策により、あらかじめ誘発目地を設置し、誘発目地部にひび割れを誘発、集中させることで、函渠側壁のひび割れを抑制できた。

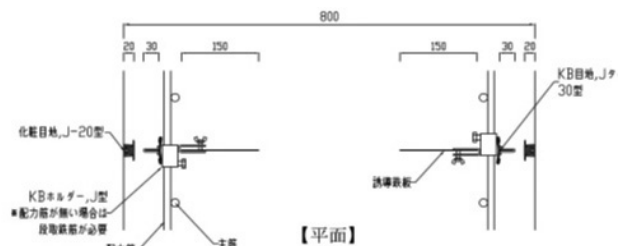


図-4 誘発目地割付平面図

4. おわりに

東北地方のコンクリート構造物は、厳しい環境作用に曝されるため、長期の耐久性が求められる。そこで、施工段階におけるコンクリート構造物の品質確保により、緻密性の高い構造物が提供でき、好ましい結果が得られた。

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致します。

(参考文献)

- ・ 山口県土木建築部：コンクリート構造物品質確保ガイドP44～P63 平成29年4月
- ・ 国土交通省東北地方整備局：ひび割れ抑制のための参考資料(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編) P1～P8 平成29年2月

53 品質管理

安全施設類における、現実的気象状況を考慮した 弊社独自の品質管理方法

京都府土木施工管理技士会

西田建設株式会社

工事部主任

工事部技術部長

安里 勝利[○] 安里 政男

1. はじめに

本施工は、治山ダム工及び土留工の設置工事である。

施工箇所下流域には、家屋等が存在しており、集中豪雨等により、土石流が流出した場合、大規模な災害が発生しかねない。

そこで本報告文は、災害抑止の要となる安全施設の品質管理を徹底する事で、此れらが保有する能力を最大限引き出すべく、施工中の品質管理のみならず、竣工後においても行った、弊社独自の品質管理方法について述べる。

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度治山事業(復旧治山)他
- (2) 発注者：京都府丹後広域振興局
- (3) 工事場所：京都府京丹後市
- (4) 工期：令和1年10月3日～
令和2年10月12日

2. 現場における問題点

現場周辺状況として、施工箇所は山間の傾斜地であり、そこは谷を形作る形状をしている。

上記箇所の下流域には、家屋や田畑が多数存在(※**図-1**参照)している事から、豪雨時等に山間において、土砂崩れ等が発生した場合、大規模な土石流が発生し、流出する事態が示唆されており、人命にも繋がりがかねない災害が発生する可能性が大いに危惧されていた。

そこで、土砂災害を引き起こす可能性因子を如何にして早期発見し、未然に災害を抑止するべく、予防処置を施すかが課題となった。

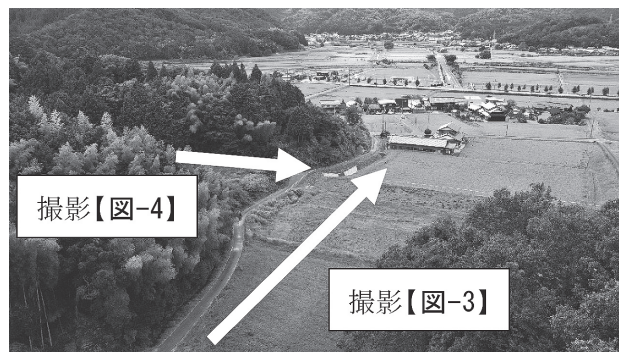


図-1 全景 (図矢印は土砂流出予想図)

3. 工夫・改善点と適用結果

安全施設の信頼性に繋がる品質確保を確固たるものとする為、施工完了後の安全施設が実際にどのように機能するのを見極める必要があると判断した。

これより、悪天候時も含めた、約1ヶ月間、安全施設を監視する事とした。

尚、上記取組を行う上で、長時間撮影を行う事が可能で、設置性にも優れる物として、SANWA SUPPLY製の防水セキュリティカメラ(以下、カメラ)を用いるものとした。

また、実際にカメラを設置した箇所とし、**図-1**に記した土砂流出予想図を意識した上で、安全施設周辺の立木等に緊結した。

結果として、本カメラは非常に優れた設置性を

誇るが故、確実に固定する事が出来ており、台風接近に伴う強風時においても、脱落等による映像の欠損が無く、信頼性の高い観測が可能であった。



図-2 現場周辺 カメラ設置状況

本観測を行う上で、まず、安全施設の施工完了後、カメラを安全施設周辺が映る位置に設置し、これより約1ヶ月間の期間、24時間体制でカメラによる監視を行った。

その際、降雨時の治山ダム水通し部より流出する水量の増減や、流路内を通過する流木等の様子、雨水等による浸食箇所といった、これら様々な事象を観測し、土石流等の自然災害に対し、十分に対応出来るか否かを弊社内において検討した。



図-3 実際の映像①【治山ダム工】

尚、観測期間中は秋雨前線や台風の影響で、大気が不安定な状態であり、局所的豪雨に見舞われたが、これら全ての事象において日付、時間をはじめ、気温も含め撮影する事が出来ており、また赤外線を使用しての撮影を行うことで、悪天候時の暗闇においても鮮明な観測が可能であった。



図-4 実際の映像②【土留工】

これら多岐に渡る情報を元にしたことにより、観測信頼性が高く、弊社内において、総合的且、客観的判断が可能となった。

以上より、工事完了後の構造物に対し、実際に人間の目を使用しての直接的な判断を盛り込む事で、現場周辺状況を真に考慮しての判断が可能となったものと考察する。

4. おわりに

実際の観測結果として、

- ① 安全施設周辺の土砂流出予想図上では、土石流を引き起こすと思われる事象は、長期的なカメラ観測をもってしても確認されなかった。
- ② 悪天候時後の現場巡回において、安全施設周辺の自然災害に直結する要因を精査したが問題が無かった。

これらより、施工箇所周辺住民の生活や人命を守る安全施設として、確かな品質が確約されたと弊社内で判断し、長期的に安全且、安心な構造物であることを裏付ける事が出来たものと考察する。

また、本取組による上記品質管理結果について官公庁及び、本施工区の区長様に安全施設類品質管理報告として、観測結果の開示を行った。

については、集中豪雨等の土砂災害時に有効なデータとして活用でき、将来的な自然災害に対する抑止を促す事が出来たものと考察する。

最後になりましたが、施工にあたりご指導頂いた関係者の皆様、およびご理解とご協力を頂きました住民の皆様に対し、深く感謝申し上げます。

54 品質管理

住宅密集地における施工管理についての課題と対策

兵庫県土木施工管理技士会

株式会社大永建設

管理課

土木部長

長 谷 翔[○] 古 下 茂 幸

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：社宅2号線道路整備工事
- (2) 発 注 者：尼崎市都市整備局
- (3) 工事場所：兵庫県尼崎市戸ノ内町5丁目地内
- (4) 工 期：2018.5.14～2018.11.30
- (5) 適用工種：道路工事
- (6) 工事概要

本工事は兵庫県尼崎市戸ノ内町地内の社宅2号線において、住宅密集地における排水構造物他、道路付属施設等の設置を行う道路の新設及び、改良を行う工事であった。

主な工種としては、掘削 $V=170\text{m}^3$ 、構造物撤去工 $V=62\text{m}^3$ 、L型街渠 $L=260\text{m}$ 、擁壁工一式、アスファルト舗装 $t=5\text{cm}$ $A=1090\text{m}^2$ という施工規模である。

2. 現場における問題点

① 住宅密集地内でのトラブルの防止

住宅密集地における生活道路の工事であることから、いかに地域住民の生活に支障をきたさず、円滑に工事を進められるかが課題となった。

② 夏期におけるコンクリートの品質管理

排水構造物工の中でも、現場打ち街渠の施工時期が7月～8月の日平均気温の高い時期にあたるため、夏期における日射や乾燥により生じるコンクリートのひび割れ対策が品質管理上の技術的な課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

上記の住民理解・品質管理上の技術的な課題を解決するために、以下の検討及び対応を行った。

①-1 地元説明会の実施

工事着手前に地域住民へ工事の概要と具体的な工事の進め方等についての説明会を実施した。この説明会により、地域住民の理解を得られ、工事期間中もコミュニケーションを良くとることができ、協力的に現場を進めることができた。

①-2 週間工程表の配布

毎週金曜日に工事ビラとして、週間工程表を地域住民に配布した。「いつ、どこで、どのような作業を行うのか」を事前に周知することにより、近隣に迷惑をおかけすることなく、円滑に工事を進めることができた。

②-1 打設日及び打設時間の選定

外気温が高く、日射の厳しい夏場では必然的にコンクリート温度も上昇する。それに伴い、運搬中のスランプ低下、コールドジョイントやひび割れの発生、強度や耐久性の低下といった問題に繋がる。そこで、外気温が 30°C を超えない時間帯にコンクリートの打設を行うよう検討し、週間天気予報から、打設時の気温が 30°C を超えないよう、比較的気温の高くない日の午前中を打設日とした。

②-2 プラントの選定及び施工単位の検討

土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕により、日平均気温が 25°C を超えることが予想され

るため、暑中コンクリートが適用される。そこで、出荷から1.5時間以内に打設が完了できるように、現場より近隣のプラントの選定、運搬経路、配車のタイムスケジュールの検討を行った。対応処置として、現場までの運搬距離約4 kmで運搬時間が約15分のプラントを選定し（図-1）、現場での作業能力を考慮のうえ、ミキサー車1台につき、出荷から打設完了までを1.5時間以内に終わらせる数量を発注し、車両の待ち時間を極力減らすよう、プラントとも密に連絡を取り合った。



図-1 運搬経路図

また、ミキサー車に遮熱製のカバーを装着し、コンクリート温度の上昇を抑える対策も行うようにした。

②-3 コンクリートの養生方法について

コンクリートが直射日光や風により急激な乾燥を生じないように、仕上げ作業後、速やかに養生マットの設置及び散水を行った。(図-2)(図-3)



図-2 養生状況

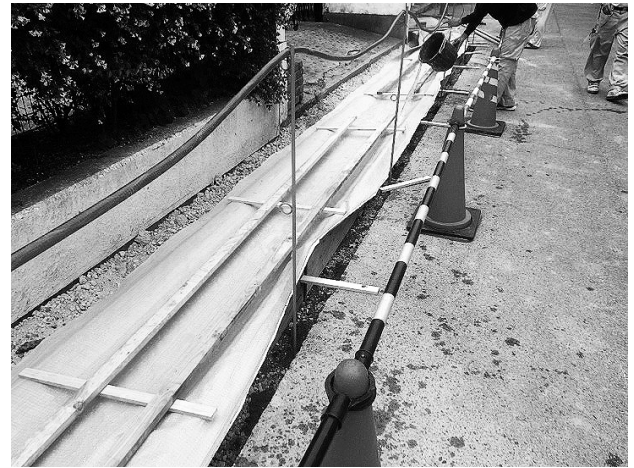


図-3 散水状況

4. おわりに

公共工事において、地域住民とのコミュニケーションは何よりも必要不可欠なものである。それはただ地域住民の生活に支障をきたさないようにするだけにとどまらず、ひいては建設業のイメージの改善にも繋がるものと思われる。

また、上記の対応処置の結果、コンクリートの品質を損なうことなく、見栄えの良いコンクリート構造物が完成し、発注者や近隣住民様より非常に良い評価を受けた。近年、世界的な問題の地球温暖化により、気温は年々上昇傾向にある。コンクリートは、気温の変化によって大きく品質に影響を及ぼすことから、夏には暑中コンクリート、冬には寒中コンクリートの十分な対策をより慎重に検討していかなければならない。



図-4 完成写真

55 品質管理

コンクリート施設の止水性向上について

岡山県土木施工管理技士会

アイサワ工業株式会社

監理技術者

現場代理人

竹 村

修〇

青 木

宏

1. はじめに

当工事は、農林水産省関東農政局の国営三方原用水二期土地改良事業計画において調整池並びにそれに付帯する設備を増設するものであり、貯水面積4,018m²の調整池および付帯構造物12箇所を構築し、φ1,000～1,500mmの管路を総延長L=340.401m敷設した。

工事概要

- (1) 工 事 名：三方原用水二期農業水利事業
西山調整池建設工事
- (2) 発 注 者：農林水産省関東農政局
- (3) 工事場所：静岡県浜松市西区西山町地内
- (4) 工 期：令和元年3月27日～
令和3年3月18日

2. 現場における問題点

当工事で施工する調整池は、逆T型擁壁で外周を構築し、調整池内部にコンクリートを打込んで底版とする構造である。それぞれ壁厚400mm、底版厚450mmで計画されており、マスコンクリートには該当しないものの、擁壁のL/Hが3.0と大きく外部拘束によるひび割れが発生しやすい形状であること、露出面積が大きく冬期には「遠州のからっ風」の影響で乾燥が促進されることから、外部拘束や乾燥収縮によるひび割れが多発し、構造物の止水性が低下する恐れがあった。



図-1 調整池外観（竣工時）

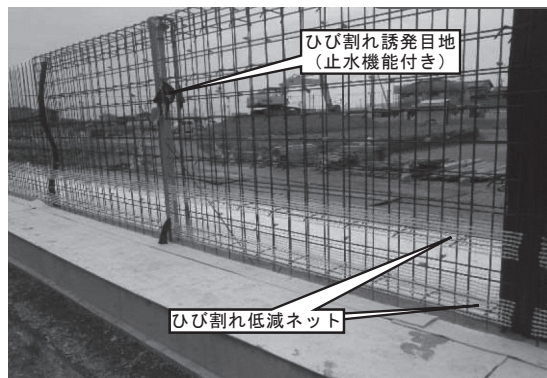


図-2 鉄筋・型枠組立時の対策

3. 工夫・改善点と適用結果

高い止水性を要する調整池をコンクリートで構築するにあたり、逆T型擁壁の壁部に対してひび割れの発生を抑制し表層を緻密化させるための対策を行った。以下に実施した対策を列挙し、その結果について述べる。

(1) 材料に関する対策

乾燥や温度変化による長期的な収縮ひずみ量を低減する為に、壁部に膨張材「ハイパーエキスパン」を20kg/m³添加したコンクリートを使用した。

(2) 鉄筋組立時の対策

引張応力を分散させてひび割れを抑制する為に、特に引張応力が発生する擁壁下部50cmの鉄筋表面にひび割れ低減ネット「ハイパーネット60」を2段設置した。

(3) 型枠組立時の対策

型枠付近に滞留する余剰水や気泡を除去し緻密性を向上させる為に、水位変動による乾湿差が大きい内壁に透水性型枠用シート「アバノン」を貼り付けた型枠材を使用するとともに、型枠材保持のためのPコンに水みち遮断壁と止水リングのついた「止水コンハイブリッド」を使用した。また、外部拘束によるひび割れを制御する為に、スパン中央に止水機能を有するひび割れ誘発目地を設置した。

(4) コンクリート打込み時の対策

コンクリートの落下速度を低減して材料分離を防止するために、ポンプ圧送に使用する端末ホースに「ライトウェイトホース」を使用した。

(5) 養生に関する対策

脱型後の急激な乾燥を防止し、硬化後の水和反応を促進させるために、擁壁および底版の水平部に保温層と保水層が一体となった「うるおんシート」を、擁壁の鉛直部には気泡層による断熱効果を持つ「モイスタチャータックプチ」を貼り付けて材齢28日まで保温保湿養生を行った。養生後は、擁壁両面に乾燥収縮低減剤「クラックセイバー」を塗布した。

(6) 打継ぎに関する対策

逆T型擁壁の底版部と壁部の打継ぎ目からの漏水を防止する為に、打継ぎ面のレイタンス処理後に「ジョインボンド工法」を実施し、接着剤によって新旧コンクリートを一体化させた。

(7) 適用結果

逆T型擁壁の施工は5月～12月の間に行われ、上記の対策を全20スパンに対して実施した。その結果、6～8月の夏期に施工したスパンに関しては、通常の日地とひび割れ誘発目地の間に微細なひび割れが発生したものの、その他の箇所では想定外のひび割れや豆板等の施工不良は確認さ

れず、型枠保持材位置や打継ぎ目からの漏水は認められなかった。また、表層の緻密性を測定する表層透気試験を行った結果、透水性型枠用シートを使用した内壁においては透気性状が優判定 ($KT=0.003 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 程度) であったのに対し、標準施工の外壁では一般判定 ($KT=0.3 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 程度) であり、透水性型枠シートの優位性が確認された。

以上のことから、当工事で行ったひび割れ・止水対策により十分な品質を確保できたと考える。しかしながら、暑中コンクリート施工部では微細なひび割れが認められたため、止水性を求められる構造物を夏期に構築する場合はさらなる対策が必要であると考ええる。

4. おわりに

止水性を要するコンクリート構造物に対して、品質確保のための対策を実施し、一定以上の成果を得ることができたと自負している。本報が類似の工事を施工する際の一助になれば幸いである。

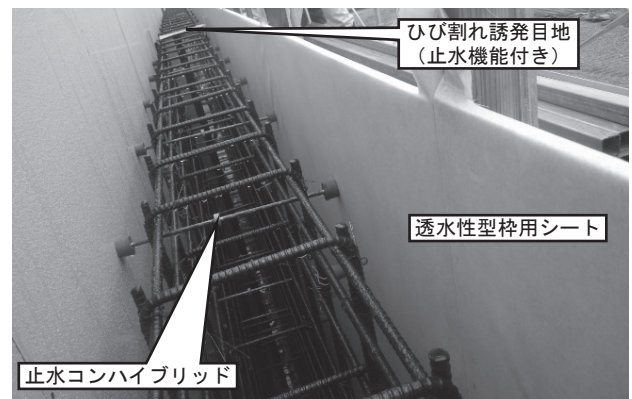


図-3 型枠組立時の対策

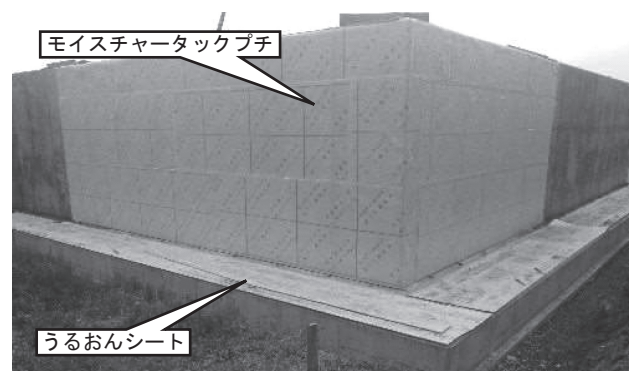


図-4 養生に関する対策

56 品質管理

現地発生土の特性を生かした 調整池堤体盛土の品質管理

岡山県土木施工管理技士会

株式会社 大本組

齋 藤 誠[○] 川 人 隆 寿 井 上 悟 士

1. はじめに

当該太陽光発電所建設は、森林地に太陽電池モジュールを設置するものであり、本工事はそのうち林地開発を伴う切盛土による造成と堤体盛土を含む調整池を構築する工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：洋野町太陽光発電所建設工事
- (2) 発 注 者：大和ハウス工業株式会社
- (3) 工事場所：岩手県九戸郡洋野町種市
- (4) 工 期：自) 2019年11月22日
至) 2021年 5月22日



図-1 事業区域 全景写真

2. 現場における問題点

本工事における調整池堤体は現地発生土（調整池貯水部を掘削した土砂）を利用したフィルダム形式であり、図-2に示すように地盤改良した現地盤上に盛土をする構造となっている。着手前の地盤調査では調整池堤体盛土の主材料となる「マ

サ土層」の他に、貯水部に堆積した「有機質砂質土層」「粘土層」「有機質土層」の分布が確認されていた。堤体としての遮水性はコンクリートマット敷設により確保されるものの、調整池堤体の構築にあたっては以下の課題について解決する必要があった。

- ① 現地における各土層の発生土量を詳細に把握し、品質に配慮した適切な土量配分計画が必要であった。
- ② 堤体盛土として要求品質を確保するための安定再検討及び室内配合試験による適切なセメント固化材添加量の検討が必要であった。
- ③ 堤体盛土の安定を確保するための施工中の品質管理手法の確立が不可欠であった。

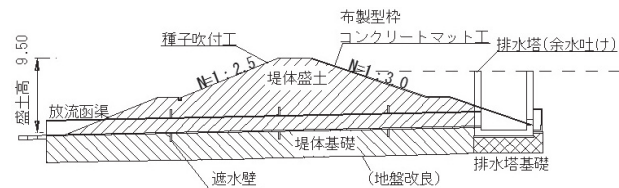


図-2 調整池堤体構造図

3. 工夫・改善点と適用結果

課題①について、調整池区域内の詳細地盤調査を追加実施した。調査は調査範囲を10m～40m間隔でメッシュ状に分割することで、詳細な流用土量が把握できるように計画し、調査方法は現地条件によりスウェーデン式サウンディング試験と簡易動的試験を併用した。特に、堤体盛土の基礎

地盤にあたるエリアでは多くの測点を設けて支持層深さを詳しく把握できるように留意した。また調査箇所において適宜試掘を行い、実際の土質を目視にて確認したうえで、調整池区域内の土層図面を作成した。さらに、良質の土砂が万一不足した場合に備えて、工事区域内で別途切土可能な箇所において予備調査を実施した。

上記の調査結果より地層分布、土層毎の発生土量算出、土質性状を把握し、現地条件に即した施工計画、土量配分計画を策定した。

課題②について、追加で実施した室内土質試験結果を反映した堤体の円弧すべりに対する安定計算を実施し、堤体安定に必要な強度（粘着力C、内部摩擦角 $\phi = 0$ 度とした）を算出した。

次に必要強度を満足する固化材の種類及び添加量把握のため、室内配合試験を実施した。室内配合試験は課題①で策定した土量配分計画を基に、品質、経済性及び環境面への影響を考慮し、複数の固化材の選定と発生土のブレンドを検討した上で、13パターンの配合試験を実施した。

固化材の添加量は、施工方法による室内強度-現場強度比を考慮した一軸圧縮強度 qu' を算出し、これを満たす添加量を一軸圧縮強度の関係曲線より算出した。なお、堤体基礎部はスタビライザー式バックホウによる原位置攪拌、堤体盛土部はバックホウによる改良を選定したため、室内強度-現場強度比をそれぞれ、0.65、0.50とした。

表-1 粘着力、一軸圧縮強度、強度比一覧表

	C	qu	強度比	施工方法	qu'
単位	(kN/m ²)	(kN/m ²)			(kN/m ²)
堤体基礎	100	200	0.65	スタビライザー	308
堤体盛土	70	140	0.50	バックホウ	280

課題③について、堤体盛土基礎地盤部においては、事前調査による必要改良深さを反映した改良範囲と必要固化材量の管理図面を作成し、強度不足とならないように留意して施工した。改良後は、フェノールフタレイン溶液噴霧による固化材の攪拌確認を行うとともに、ポータブルコーン貫

入試験を実施し、コーン指数 qc と粘着力Cの関係式 $qc = 10C$ から発現強度を管理した。また、適宜改良土をサンプリングし、一軸圧縮強度（ σ_7 、 σ_{28} ）を確認することで、強度管理を徹底した。

堤体盛土は上記に加えて、試験施工により敷均し厚さ及び転圧回数を事前に決定し、実施工へフィードバックした。また、施工時は現場密度試験による締固め管理を実施することで、盛土品質を表-2に示す規格・頻度で確認の上、施工を進めた。

表-2 品質管理一覧表

	項目	管理方法	規格と頻度
堤体基礎	改良強度	一軸圧縮試験	設計値以上 施工中3回
		ポータブルコーン貫入試験	設計値以上 1回/施工日
堤体盛土	締固め度	砂置換法	規格90%以上 1,000m ³ 毎
	改良強度	一軸圧縮試験	設計値以上 施工中3回
		ポータブルコーン貫入試験	設計値以上 1,000m ³ 毎



図-3 堤体盛土完了

4. おわりに

本工事は、現地盤土質性状や軟弱な現地土への改良効果が不明確な中で、強度や止水性などの高い品質管理を求められる調整池堤体盛土であったが、追加調査及び配合試験の実施により、詳細な施工計画と、品質確保のための管理手法を確立することで、良好な施工実施となった。

また、施工時には想定以上の「粘土層」が介在していたことから、「マサ土」「有機質砂質土」土量が見込みよりも不足する事態が発生したが、予備調査により代替材料の採取箇所を把握していたことで、工程を遅延することなく工事完了することができた。

57 品質管理

MRを活用した部材取付確認

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

設計担当

製作担当

検査担当

吉 嶺 建 史[○]

田 邊 雄 一

小 池 雅 史

1. はじめに

本工事は、都市計画道路の延伸に伴う浮戸川上への橋梁工事である。本橋梁は主桁間隔2.7m、7主桁の従来鋺桁で、60度という斜角を有している。橋台上には全主桁に対して横変位拘束構造が設置され、また、本工事の施工範囲外ではあるが、添架物として水道管と電力管が設置される。



図-1 仮組状況

工事概要

- (1) 工 事 名：橋梁上部工事（都市計画道路高須箕和田線（南袖延伸））
- (2) 発 注 者：袖ヶ浦市
- (3) 工事場所：千葉県袖ヶ浦市奈良輪地先
- (4) 工 期：令和2年6月25日～
令和3年11月29日

2. 現場における問題点

鋼橋の実仮組において、検査路、鋼製の排水管など主構造に取り付けられる部材については、実際に取り付けて位置の確認、干渉の有無を確認することが可能である。一方、下部工に取り付けられる部材や施工範囲外の部材は、現地で架設されるまで、実物での取り付け確認は行うことができず、仮に現地で不具合が発生した場合は工程だけでなくコスト面にも大きな影響を及ぼす。

鋼橋の塗装では、外面塗装であっても発注者によっては増塗の仕様や、巻き立てコンクリートな

どで部分的に塗装仕様が異なることが多い。通常は二次元で表現した塗装区分図を作成し、それをもとに塗装作業を行うが、すべてを表現できるものではなく、都度、設計者への塗分の確認や、最悪の場合、塗間違いが発生する可能性もある。

本橋梁は、図-1に示す仮組時に取り付けられない横変位拘束構造ブラケットや水道、電力の添架物が存在し、これらの部材について現地で不具合が発生させないための対策が必要であった。また、塗装区分においても桁端部および主桁ウェブ下端100mm範囲の増塗があり、区分としては複雑ではないが、確実な塗分施工のための工夫に取り組むこととした。

3. 工夫・改善点と適用結果

2の問題点を解決するために、本工事では、MR（Mixed Reality）を活用した確認作業を取り入れた。MRとは、現実世界の中に、仮想世界の情報があたかもそこにあるかのように存在させる

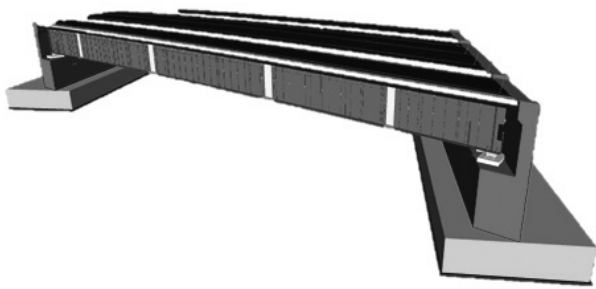


図-2 3次元モデル

ことが可能な技術である。この技術を用いることで、図-2に示す設計図面をもとに作成した橋梁全体の3次元モデルを、MR用のデバイスを通じて、仮組してある桁と重ね合わせて可視化することで、仮組では取り付けられない部材の位置確認が可能となる。今回は、MRを活用して、排水管、電力管、下部工天端に設置する横変位拘束構造の取り付け確認と、塗装区分の確認を実施した。

水道管を可視化した例を図-3に示す。水道管の設置高さが途中で変わるが、主桁に設置した支持金具は、3次元モデルの管を適切に支持できており、端横桁を貫通していることが確認できた。横変位拘束構造を可視化した例を図-4に示す。実物の桁に明いている取り付け用のボルト孔位置を基準に3次元モデルのブラケットと位置合せを行った結果、全7主桁のブラケットが相互に問題なく取り付けが可能であることが確認できた。

次に、塗装区分を実物の桁に重ね合わせた状態を図-3に示す。2次元の塗装区分図に比べ、3次元モデルに塗分けが表現され、さらに実物の桁と重ね合わせることで、桁が塗り分けされた状態の



図-3 MR実施状況 1



図-4 MR実施状況 2

イメージをつかみやすい。また、画像として記録を残すことが可能なため、塗装作業時に見返すことで不具合の削減につながることを期待できる。この確認作業では、デバイス装着者の見ている映像を、インターネットを通じて別の場所にいる設計者も同時に見ながら塗装区分の説明を行い、遠隔指示が可能であることが確認できた。今回は、比較的容易な塗装区分で実施したが、より複雑な場合での活用も目指していきたい。

本工事では、実仮組時に取り付けることができない部材を対象にMRを実施したが、設計図面をもとに作成した3次元モデルと桁を重ね合わせるため、製作工程内チェックに活用することで不具合の早期発見につながることや、工場製作時に限らず、現地架設時に設計者が遠隔で指示をするなど、活用の可能性は非常に大きいと感じた。

4. おわりに

国土交通省は、2023年度までに小規模な工事を除いてBIM/CIMを導入する意向を示している。BIM/CIMの導入を、これまで見落としがちであった不具合の早期発見や、製作、施工の効率化につなげ、橋梁技術者の育成や担い手不足へ一助としたい。

58 安全管理

工事現場における来庁者への安全対策

(一社) 北海道土木施工管理技士会
株式会社 富士サルベージ
小野 裕哉

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：美原地区路線バス乗降場整備工事
- (2) 発注者：北海道函館市土木部道路建設課
- (3) 工事場所：函館市美原町
- (4) 工期：令和2年6月10日～
令和3年3月25日

2. 現場における問題点

当工事は、函館市亀田支所の既設駐車場を取壊し、これまで4ヵ所に点在していたバス停を集約し、乗り換えの利便性を高めるための、路線バス乗降場の建設工事である。また、将来的には同乗降所とその周辺地域とを結ぶ新路線の展開するゾーンバスシステムを導入する考えであり、その先駆けとなる工事であった。支所の敷地内での工事となるため平日は、数多くの来庁者が行き来し、市営住宅も併設されているため第三者に対する安全対策を十分行う必要があった。

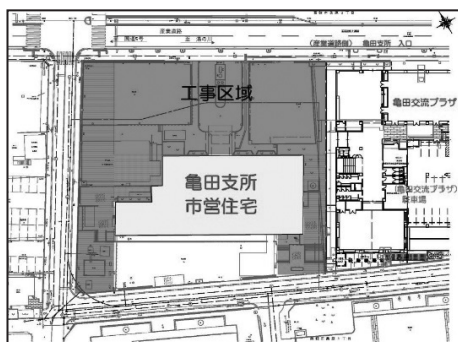


図-1 工事区域

3. 工夫・改善点と適用結果

工事着手前には、市営住宅の方達に工事のお知らせを配布し、十分な理解を持ってもらえる様に努めた。施工開始時は既設駐車場の半分を取壊し、もう半分を来庁者の駐車場とするために、駐車場入り口には誘導員を常時配備し駐車場を案内することと、今後駐車場が使用できなくなる事を説明するよう教育を行った。歩道部には複数の案内板や支所入口を示す電光掲示板を設置し、第三者の立入防止に努めた。駐車場取壊し完了後の来庁者の駐車場は、隣接施設となり工事完了後もその施設の駐車場が来庁者の駐車場となるため、工事完了後の駐車場案内も掲示し周知を行った。



図-2 案内看板・電光掲示板

現場外周には、工事柵を設置していたため車で来庁する方の多くは、駐車場や支所入口を見通すことができなく、また来庁者の多くは工事期間中に初めて来庁する方が多いため入口に迷うと予想し、現場出入口又は支所通路となる場所には常備

誘導員を配置し、工事柵には引き続き支所・駐車場を示した案内板や電光掲示板を設置した。施工箇所により来庁者の仮設通路を変更せざるを得ない時は、変更の掲示物と誘導員によって案内を行った。施工中はすぐ横を来庁者が歩行する場面においては、誘導員の合図により施工を中断し第三者の安全を第一にした施工を行った。

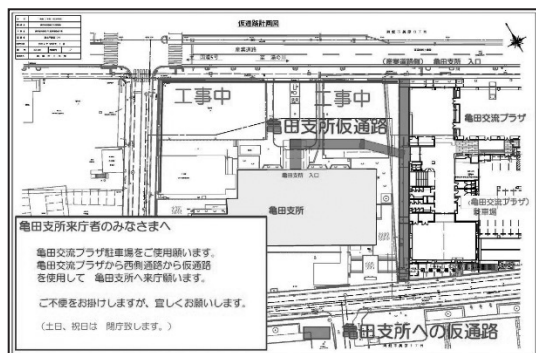


図-3 支所案内掲示物

また当工事の他に支所敷地内に庇工事・倉庫解体工事・エレベーター工事と支所周辺の路線バス走行の為の道路拡幅工事と多数の現場があり、当工事はその統括工事だった。そのため来庁者の仮設通路や誘導員の配置場所等を他現場の進捗を確認しながら、来庁者に対する安全対策について入念に打合せを行い、他現場誘導員の来庁者に対する駐車場案内等の教育も行い、第三者の現場立入防止対策に努めた。

支所に来庁する方の中には、年配の方や車いすの方、子供連れの方など様々な方が来庁するため足元の悪い仮設通路は仮舗装を行い、なるべく傾斜の少ない通路を心掛けた。また、作業の工程上仮舗装ができない場合は、敷砂を敷均しその上にゴムマットを設置し凹凸の少ない仮設通路を整備した。取り壊しの際に駐輪場も取り壊したため、仮設通路脇に自転車を止められるスペースを確保し自転車で来庁する方にも不便なく使用できる様にした。



図-4 仮舗装による仮設通路

冬期期間中は来庁者の転倒防止のために支所開庁前や積雪の状況を確認し、仮設通路と市営住宅者の通路の除雪や融雪剤の散布を行い、歩行しやすい環境の整備を行った。

また工事に対する興味や理解を持って頂ける様に歩道側工事柵には、工事完成予想図や函館市の景色を厳選した看板を掲示しイメージアップに努めた。現場事務所前にはウポポイや縄文土器に関する看板を掲示することで北海道全体にも興味を持って頂けるように設置した。

4. おわりに

工事着工前は、第三者の仮設通路に近い作業や苦情などの不安もあったが、工事従事者全員に第三者の安全確保について周知教育を行い安全第一で作業をしたことで、第三者との接触事故や苦情等もなく、工事としても無事故無災害で完了することができた。

発注者や亀田支所代表者からも日頃から第三者の安全を優先した作業のおかげで苦情もなく終えることができたことと感謝された。また他現場との綿密な打ち合わせを行ったことで、亀田支所の各工事でも第三者との接触災害等を防ぐことができた。

安全に対する意識は、元請だけでなく各協力会社、作業従事者、発注者等全員が「安全第一」を心掛けることで工事としての安全、また地域の安全・安心に繋がると改めて感じた。

59 安全管理

現場状況の変化に応じた自発的対応

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[○] 松澤 敬吾

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度 機能強化・老朽化対策事業第10-2号工事
- (2) 発注者：長野県北アルプス地域振興局 林務課
- (3) 工事場所：大町市 八坂 城
- (4) 工期：令和2年2月27日～令和3年1月25日

本工事は、土留工（コンクリート）2基、水路工（CF）L=97m、暗渠工（集水ボーリング）3群L=515m他の山腹工事である。

2. 現場における問題点

本工事は災害復旧工事が終了した市道谷側の急傾斜地の森林の中において、既設山腹構造物の維持修繕を行うものである。着工後間もなく融雪が起因すると思われるクラックが現地で発生したことにより、地すべり等の崩落の危険性が高まった。

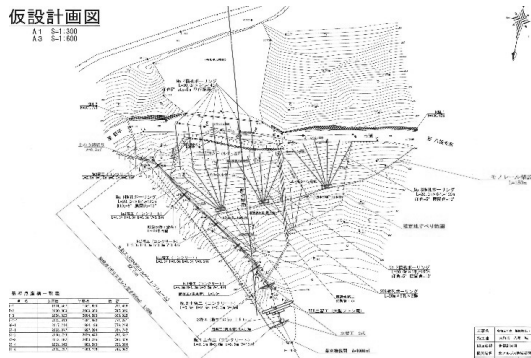


図-1 仮設計画図

また、当初設計では資材搬入はモノレールで計画（図-1）されていたが、設置条件が厳しい（急傾斜、木間狭い）ため資材が少量しか搬入できないと考えられ、さらに市道から搬入出場所までL=150mあり、運搬時間がかかり作業効率が悪くなることが予想された。以上の事から市道谷側下のクラック対応と施工場所までの資材運搬の効率化が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

市道谷側下のクラックは広範囲に発生していたので、降雨等の表面水が入らない様にクラック全体をブルーシートで覆った。クラック発生箇所に伸縮計（図-2）を設置して地すべりの観測を出来る様にしてクラックの変位を観察した。



図-2 クラック発生箇所に伸縮計設置

また、降雨量等も現場周辺の地すべりに影響すると考えられたので、現場事務所に雨量計（図-3）を設置して降雨量を把握した。当初設計されていた集水ボーリング工の施工箇所をクラック周辺まで増工し、観測と同時に集水ボーリングを実施して市道谷側下災害箇所の湧水処理と地下水位の低下を図った。



図-3 雨量計、データ表示計

クラック発生から約2か月間（3月下旬～5月連休明け）地すべりの変位を観測した結果、変位は確認されなかったため、発注者、コンサルタント調査担当者、地元地権者と立会い確認を行って下流側の山腹工事を再開した。再開後も毎日観測を続け、作業開始前には必ず地すべりの状況を確認してから作業を開始するように徹底した。その後竣工までクラックも広がらず、地すべり等も起こらなかった。資材運搬については、市道から現場までの運搬距離が長い事と、運搬資材の数量に制限があるため、施工性や作業効率化を図るため地元地権者の承諾を得て仮設道路（図-4）を作製した。立木等は地権者立会いの下最小限の伐採に努め、勾配を出来るだけ緩くし軟弱箇所には山砕（ $t=15\text{cm}$ 程度）を敷均し不整地運搬車の走行性を良くした。



図-4 仮設道路作成、山砕敷均し

地すべり下流側の土留工は生コンを使用するが、上流側からの地すべりによる土砂崩落の危険性を考え、土留工上流側の型枠に県産材の残存型枠を使用した（図-5）。脱枠作業が無い作業性が良く、工程短縮、出来形・品質も向上し

た。また生コン打設作業時は、資材荷受け場所の市道幅員が狭く、搬入時に生コン車が停車していると一般車両の通行に支障をきたすため、一旦荷受けした生コンを搬入用に作成した鋼製のコンクリート用箱（図-6）に移し、不整地運搬車に乗せて現場へ搬入した。1回に 0.6m^3 運搬でき、運搬往復サイクルタイムが約5分程度なので、全量 4m^3 を30分程度で打設完了した。生コン工場出荷から現場打設まで1.5時間以内であり、生コンの品質も十分確保でき、作業効率の向上に繋がった。



図-5 残存型枠組立



図-6 生コン運搬

4. おわりに

今回の工事は、予期せぬクラック発生から始まり、この先施工できるのか不安と緊張の中着工した。予測出来る事は事前に対応策を考え、クラックの観測を毎日続け日々現場状況の把握に努め、安全第一を考えて気持ちを落ち着けて現場に従事した。中でも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出された要望等に応える形で、現場周辺の草刈り、ゴミ拾い、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、現場周辺の既設水路の土砂や落葉を除去し排水機能を復活させ、破損している水路を補修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ました。この場をお借りして、発注者・工事関係機関の皆さんのご指導と、地元地域住民の方々の協力と善意に改めて感謝申し上げたい。

60 安全管理

通行人の多い施工での地域住民の 共感を得るための創意工夫

兵庫県土木施工管理技士会

株式会社 ダイイチコンストラクション

管理課長

工事課長

浅田 吉紀[○] 梶原 昭心

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成31年度伊丹緑地法面对策工事
(その3)
- (2) 発注者：伊丹市役所
- (3) 工事場所：兵庫県伊丹市春日丘6丁目外地内
- (4) 工期：2019.5.10～2020.2.25
- (5) 適用工種：法面对策工事
- (6) 工事概要

本工事は、ジオファイバー工法と言われる法面工事の工法で、地山繊維補強土工・地山補強土工・植生工の3つの工法を組み合わせた環境にやさしい工法である。連続繊維補強土工は、砂質土と連続繊維（ポリエステル）をジェット水とともに噴射・混合して、法面に厚い土構造物を構築した。また、地山補強土工は地山内に鋼棒の抵抗力を埋め込むことで、地山自体の抵抗力を高めるとともに、連続繊維補強土と地山との一体化をはかるものである。また、植生工は、連続繊維補強土の表面に施し、樹林化など質の高い植物環境を形成させるものである。

具体的には、鉄筋L=2m N=118本 L=3.5m N=374本を挿入後、植樹の伐採2003m²を行った。そして、D19・SD345・L=1.2mのプレート付きアンカーを771本打ち込み、裏面の排水処理を1384m行い、連続繊維補強土工をt=20cmでA=1939m²行い、植生基材吹付工を3cm厚で2000m²の規模の施工であった。

2. 現場における問題点

① 地域住民の歩行者への対応

現場は自然林の中に1.4キロの緑道を整備した「伊丹緑地」の一部であり、歩行者がサイクリングコースやウォーキングコースとして人気の緑地である。

(参考：<https://visithanshin.jp/spot/421/>)

このように、伊丹市民に親しまれている場所での施工で、いかに工期の長い工事をきめ細やかに対応し、トラブルなく進めるかが課題であった。

② 熱中症による労災事故の撲滅

昨今気温の上昇で、現場での作業時の熱中症による労働災害を起こさないための具体的な施策の徹底が必要であった。

③ 外国人の技能実習生の作業従事時の対応

下請け業者で外国の技能実習生が現場に従事していたため、作業の手順や作業内容の周知など、誤った工事による品質や出来形を損なわないための対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 地域住民の歩行者への対策

一つ目に、安全関係の対策として、工事工法PR看板(図-1)を作成し、近隣住民及び通行人から見えやすい位置に掲示し、何の工事を行っているかをわかりやすく説明した内容を掲示した。

二つ目に、社会性や地域への貢献等ということで、毎週1回、現場隣接道路・園路・水路等を作業員で一斉清掃を行い（図-2）、地域住民とのコミュニケーションを頻繁に取るよう心がけた。



図-1 PR看板



図-2 清掃状況

三つ目に、社会性や地域への貢献等ということで、今回工事の起点部分に隣接する既設法面の表面基盤材が流れ落ち、ラスや連続補強土の糸が見えて景観が悪かったので、今回基盤材吹き付け時に合わせて施工した。（図-3）その結果、崩れていた基盤材が修復され、景観が良好した。



図-3 施工前と吹付後

四つ目に、地元対策として、仮設電気を引き込み、分電盤を設置した。夜間に現場前園路解放時の照明・チュウブライト等の電源における発電機の使用が無くなりより騒音の低減が図れた。



図-4 分電盤の設置

② 熱中症の対策

危険気温・湿度の相対標掲示と温度計・湿度計・応急セットを設置し（図-5）、日々記録を取ることで、惰性で仕事をしないよう心がけた。



図-5 熱中症対策

③ 外国人の技能実習生の作業従事時の対策

外国人技能実習生の従事する箇所それぞれに、各国の言葉での掲示板の設置を行い（図-6）、施工の安定した品質を確保に繋げることと同時に、地域住民の方の安心を得ることに繋げた。



図-6 水タンク内ヒーター

4. おわりに

斜面地における法面工事は、国民の命を守る意味でも欠かすことのできない工事である。昨今、法面が崩れたことでの死亡事故に繋がる例も目立って来ており、今後も推進されていく必要不可欠な工事と思われるので、ただクレームなく工事を進めるという次元ではなく、共感を得ながら工事を進めるという観点は今後の建設業の発展においても必要ではないかと考える。



図-7 完成写真

61 安全管理

止水矢板工事に伴う安全対策について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
監理技術者
後 藤 貴 保

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：筑後川長田地区堤防補強工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 九州地方整備局
筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：福岡県朝倉市長田地先
- (4) 工 期：令和2年7月16日～
令和3年2月26日

本工事は、国土強靱化対策における堤防強化の一部区間である筑後川右岸44k600+150～44k800+150（L=195m）において、川表堤体基盤から浸透し堤内地でパイピング破壊による盤ぶくれを防止する為、止水矢板工を行う工事である。

2. 現場における問題点

本工事は筑後川の川表堤防法尻に大型クレーンを使用してハット型（25H）鋼矢板L=16.5m～17.5mを打ち込む工事であり、工事箇所の風通しがよく強風が吹きやすい場所である。クレーンで長尺物を吊り込んで作業する工事においては、風による災害防止対策が必要となり、それに附随してクレーンの転倒災害、吊り荷による災害などが考えられる為、それらに対する予防処置を講じた。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 着工前にクレーン足場の地耐力を調査した。
設計では高水敷に碎石を10cmの厚さで敷き込む

ようになっており、調査結果からもそれで作業可能となったが、より安全に作業する為に厚さ22mmの敷鉄板をクレーン足場全面に敷設することとした。多少の地盤沈下が見られたが、クレーンが傾くことはなく、安定した足場となった。



図-1 クレーン足場に敷鉄板

- ② 気象情報の入手方法として、クラウド型気象情報サービス『お天気クラウド』（NETIS登録）を使用した。このサービスは天気や降水量といった通常の情報だけでなく、上空の風・落雷などの情報をリアルタイムでパソコンやスマートフォンで入手でき、設定した基準値を超える数値の予報が発生した場合に、アラートメールで通知してくれる。元請職員や作業員まで登録することで、工事に係る全員が気象情報を容易に入手できるようにした。



図-2 天気クラウド アラートメール

③ 強風によるクレーンの転倒災害防止及び吊り荷と作業員の接触災害防止の為に、リアルタイムで風速を確認できる自動風速計を活用した。クレーンオペレーターに対して風速計器を運転席に設置して随時確認できるようにして、作業員に対して見えやすい場所にパトライトを設置してパトライトの色及び警報ブザーにて風速を周知した。強風による作業の判断基準として、瞬間風速8m/s未満（パトライト色：緑色）は通常作業、瞬間風速8m/s以上12m/s未満（パトライト色：黄色及びブザー通知）は作業要注意、瞬間風速12m/s以上又は平均風速10m/s以上（パトライト色：赤色及びブザー通知）は作業中止とした。気象予報では見えない不規則に変化する現場の風速を、リアルタイムに計測して表示することで作業の中止判断基準を明確にした。



図-3 クレーン運転席 風速計器



図-4 作業員に対して風速パトライト

④ 玉掛け及び吊り荷作業に対して、とても実践的で理にかなっている『玉掛け作業の3・3・3運動』を実施した。『玉掛け作業の3・3・3運動』とは、1. 確実に玉掛け作業ができているか3秒以上確認する。2. 吊り荷が大きく振れて接触しないよう玉掛け者は吊り荷から3m以上離れる。3. 一度に高く吊り荷を上げて大きな荷振れを抑える為に30cmで地切りして安定を確認することである。これらを徹底して習慣づけることで、玉掛け及び吊り荷作業に対する作業員の安全意識が向上した。

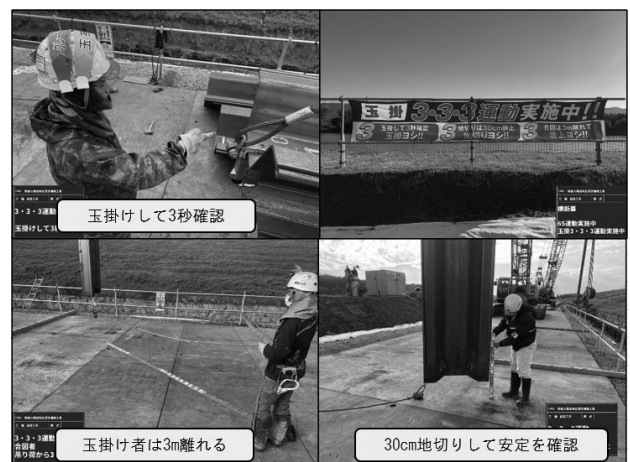


図-5 3・3・3運動

⑤ 介錯ロープに『音声ガイド付の吊り荷警報装置』を取り付けた。これは大音量の音声で知らせ、作業員全員に吊り荷の位置を周知することで、接触事故を防止できた。

4. おわりに

本工事で行った予防処置を報告してきたが、今後の工事の安全対策を検討する場合の参考になれば幸いある。

私としても、今後担当する工事に対して現場特有の安全対策を提案していきたい。

最後に無事故無災害で工事を終える事ができたのは、すべての工事関係者や地元住民皆様のご指導・ご協力の賜物であり、厚くお礼を申し上げます。

62 安全管理

道路付属物設置工事における安全対策について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
監理技術者
末次 優太

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号道路付属物設置工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
有明海沿岸国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県大川市三丸地先
～福岡県大川市小保地先
- (4) 工期：令和2年9月1日～
令和3年3月29日

本工事は、国道208号有明海沿岸道路の未開通区間大川東ICから大野島ICまでの開通に向けて、大川東IC及び大川高架橋上に、道路付属物を設置する工事である。

2. 現場における問題点

① 落下物防止柵の設置について

落下物防止柵は、現道各交差点上の新設高架橋に設置されるため、施工中に高架橋上から現道に資材等が落下する危険が考えられた。そのため、資材等の落下物を防止する方法及び現道を走行する一般車に、影響の少ない時間帯で施工を行う必要があった。

② 大川東IC区画線について

大川東ICについては、一般車が通行しており（ON、OFFランプ）、区画線の施工は、夜間全面通行止めで施工を行う必要があった。また、大川東ICの区画線施工時期は、大川東ICから大野島

ICまでの開通約1ヶ月前に施工を行うため、大川東ICのON、OFFランプ部の区画線（破線）を塗装してしまうと、一般車を視線誘導してしまう恐れがあった。そのため、施工時期を区画線（破線）のみ開通直前に施工を行うか、区画線（破線）を開通までの期間目隠しをするか、検討する必要があった。

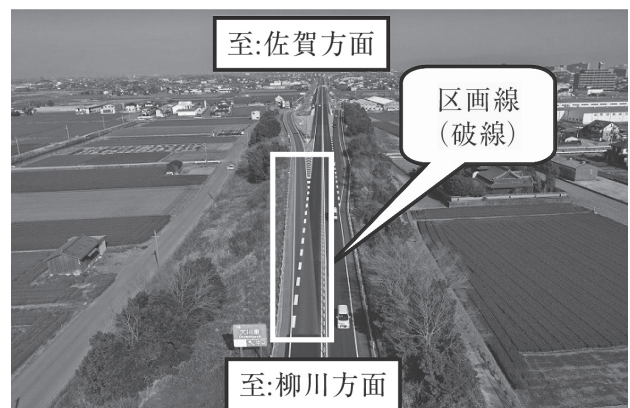


図-1 大川東IC全景写真

3. 工夫・改善点と適用結果

① 橋梁点検車の使用及び夜間工事

落下物防止柵は、高架橋の壁高欄上部にベースプレート式支柱を設置して、金網を設置する必要がある。高架橋下の現道は一般車が通行しており、資材やボルトナット等の落下物が無いように施工する必要があった。そのため、施工時は橋梁点検車を使用し、落下物防止柵設置時に、もし落下物があった場合でも、橋梁点検車のバケットで受け止められるように細心の注意を払って施工を

行った。また、橋梁点検車のバケットには、隙間からの落下物が無いようネットで覆った。

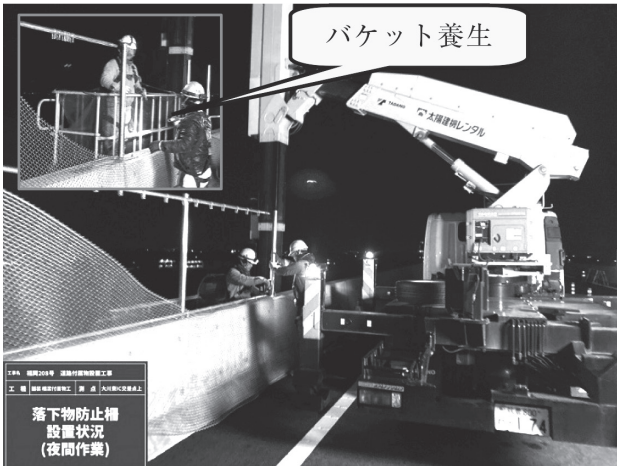


図-2 橋梁点検車による施工状況

上記の橋梁点検車による落下物防止対策の他に、俯角75度影響範囲については、一般車に影響の少ない時間帯での施工を行うため、夜間で施工を行った。落下物防止柵夜間工事では、交差点内道路は片側交互通行で施工を行い、高架橋に隣接する側道は全面通行止めで施工を行った。また、夜間工事の工程を短縮するために、5カ所の落下物防止柵設置箇所を各1日で施工を終えるよう施工人数を増員して施工を行った。

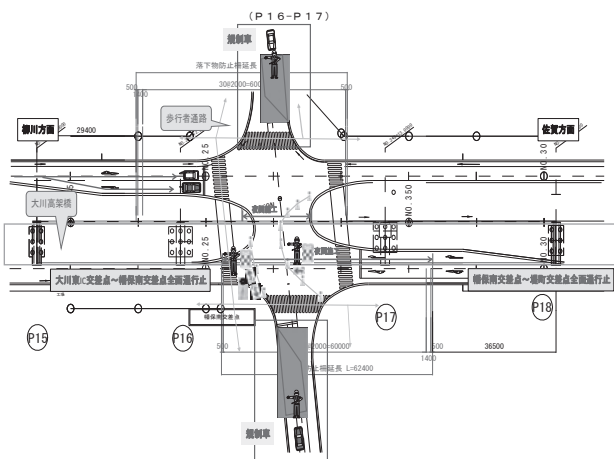


図-3 夜間工事交通規制図

② 区画線（破線）の目隠し

大川東IC部の区画線設置時期が開通の約1ヶ月前に塗装するため、開通前直前に塗布する場合と、区画線（破線）を塗装しておき、約1ヶ月間を目隠しして、開通前日に目隠しシートを撤去す

る場合と検討した。開通前直前に、区画線（破線）を塗装した場合は、有明海沿岸道路本線を再度全面通行止めで施工する必要があった。そのため、全面通行止めを行わない方法として、丈夫で長期間設置しても剥離しないシートが確保できたため、目隠しシートで対応することにした。

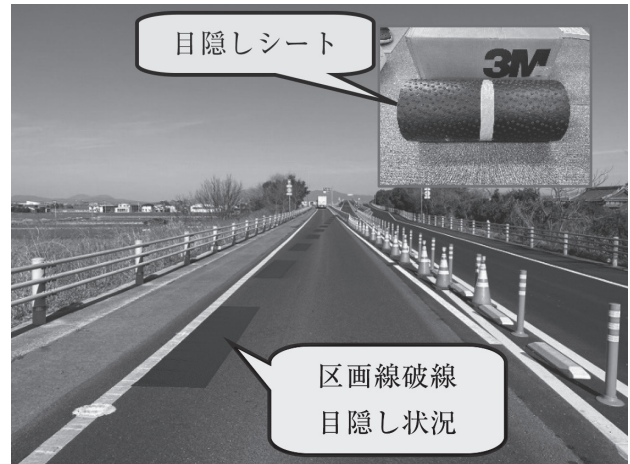


図-4 区画線（破線）目隠し状況

上記の区画線（破線）をシートで覆い目隠しすることで、開通前直前に有明海沿岸道路本線を再度全面通行止めして、施工する必要がなくなったため、工程を短縮する事ができた。目隠しシートは、長期間設置していたが、一度も剥離することはなく、修繕の必要がなかった。また、目隠しシートの撤去も容易にできたことで、無事に開通を迎えることができた。

4. おわりに

本工事は、有明海沿岸道路大川東ICから大野島ICまでの開通に向けて工程が厳しい中、発注者及び関連業者と工程調整を密に行い、安全に作業を取り組んだ結果、無事故・無災害で工事を完了する事ができた。

最後に、近隣の住民の皆様から、ご協力いただいたおかげで、大きなトラブル・苦情等もなく無事に工事を終えることができた。

63 安全管理

迂回路交通安全対策

佐賀県土木施工管理技士会
松尾建設株式会社
作業所長
真海 一昭

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：IC補助第0120014-004号鳥栖朝倉線（味坂SIC（仮称）工区）道路改良工事（道路改良工）
- (2) 発注者：佐賀県東部土木事務所
- (3) 工事場所：佐賀県鳥栖市酒井東町
- (4) 工期：2020年10月7日～2021年5月24日

本工事は、九州自動車道に新スマートインターチェンジを開設するにあたり、アクセス道路を佐賀県が整備する工事の一部である。アクセス道路は市道を乗り越えるように横断する構造となっているため、この交差部にボックスカルバートを設置する工事である。



図-1 現場全景

2. 現場における問題点

この市道は普段より一般車が通行しているため、ボックスカルバート施工中は、一般車が通行

するための迂回路を築造する設計となっている。しかし、ボックスカルバートの掘削深さは2.5mあり、迂回路と掘削箇所までの距離は5m程度で、非常に近接している。このため通行車両が転落すると重大事故になることが懸念される。しかも運転手は近隣の高齢者が多く、注意力、判断力の不足による事故が起こる可能性がある。また、市道には外灯がないため、夜間の視認性の確保も課題となっていた。



図-2 迂回路と床掘との落差状況

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 地元へのチラシの配布

市道での通行車両は地元住民が多いことから、施工内容、工事期間、位置図及び迂回路の形状や通行するときの注意点を、大きめの文字を使用したチラシを作成し、地元区長を通して、住民へ回覧を行い、事前に地域住民への周知を行った。

2) 仮設ガードレールの設置

転落の危険がある範囲の全線において、迂回路の掘削側にH鋼式仮設ガードレールを設置することにした。H鋼式仮設ガードレールの対衝突強度を向上するために、両端部をボルトで連結固定し、衝突に対してガードレール全体で力を受けるようにした。これにより迂回路利用車両が衝突しても脱輪、転落を防止しすることができる。また、迂回路がS字状になっているため、仮設ガードレールを路肩の曲線に合わせて設置することにより、道路形状の視認性が向上した。



図-3 仮設ガードレール、行動点对策

3) 迂回路行動開始点の安全対策

今まで直進で通行していた車両が、迂回路を通行するため、走路を変更し迂回路への誘導を行う必要がある。遠方から道路線形が変わったことを知らせるため、予告看板を片側6枚等間隔で設置した。曲線開始部には、いずれもソーラー式の矢印板、LED表示板を起終点側に設置し、迂回路へ誘導するための視認性を向上させた。

4) 夜間における視認性確保

看板類は全て反射型の高輝度看板とした。わずかな明かりでも看板に表示している文字が浮き上がり、看板の内容が読めるようになった。次に仮設ガードレールにチューブライトを全線において設置し、点灯することで夜間でも道路の曲線形状がわかるようにした。また、連動式赤色灯を5m間隔に道路の左右に設置した。赤色灯が同時に点滅するため路肩位置を認識しやすくなり、迂回路からの逸脱の対策として有効的に機能した。



図-4 夜間対策

5) 交通誘導員の配置

市道を通り止めにし、初期の通行期間が事故の発生確率が高いと判断した。運転手が迂回路に走行することに慣れるまでの、最初の1週間の期間において、起終点に交通誘導員を各1名配置した。旗及び笛を常備し、通行車両の誘導を行ったが、迷って迂回路手前で停止する運転手が数名いたが、速やかに誘導を行うことができた。

4. おわりに

走り慣れた直線の道が、工事のため線形が変わり、見通しが悪くなるため、運転手への影響を極力少なくする対策を講じることにより、事故の発生をゼロにすることを目標とした。切替後に夜間走行し、晴天時、雨天時の違いによる視認性を確認し、矢印板の割増や、工事看板の向きなどを調整した。線形のS字形状を緩やかにするため、道路延長が長くなったが、起終点の迂回路部分を借地し、また迂回路の幅を現道より1m広くしたため、通行のしやすさも向上した。交通対策が効果的に機能したため、事故もなく運転手からの苦情もゼロであった。工事中も地元区長へ訪問し、改善の要望等がないか聞き取りをおこなったが、特段の要望もなく、地元の協力を得て工事を無事に終了することができた。この経験を、今後の工事にも活用し、より良い安全対策を追求していきたいと思う。

64 安全管理

自然災害に備えた桁架設における安全への取組について

宮崎県土木施工管理技士会
清本鉄工株式会社
現場代理人
片岡 雅志

1. はじめに

本橋は、大分県佐伯市南部に位置し、佐伯市街から蒲江を抜ける県道37号沿いにある市道府坂棚野線の道路改良を目的として進められている工事である。

現場は、非出水期間中に河川内に工事用道路を造成して大型クレーンで桁を架設する、トラッククレーン工法による架設方法が選定された。

本稿では、自然災害に備えた桁架設における安全への取組について述べる。

- (1) 工事名：令和2年度 社交市道府坂棚野線 橋梁上部工（鋼桁架設）工事
- (2) 発注者：大分県佐伯市建設課
- (3) 工事場所：大分県佐伯市大字青山
- (4) 工期：2020年7月23日～
2021年6月3日
- (5) 橋梁形式：鋼3径間非合成鈹桁橋

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。

・大雨に伴う河川内の水位上昇について

当初発注図では、河川内に工事用道路を造成して、周囲に大型土のうを2段積みし、河川幅を9m確保したうえで、ベントを2基設置し、100t吊りトラッククレーンにて岸側から河川側に向かって桁を架設する計画であった。しかし、現場調査を進めていくと、本河川が堅田川の下流に位

置し、蒲江方面と黒沢ダムに渡る広範囲の雨が集まる河川であり、昨年も大雨により河川が増水し、甚大な被害があったことを地元の方や発注者から聞き、大雨に伴う河川内の水位上昇が懸念された。（図-1）

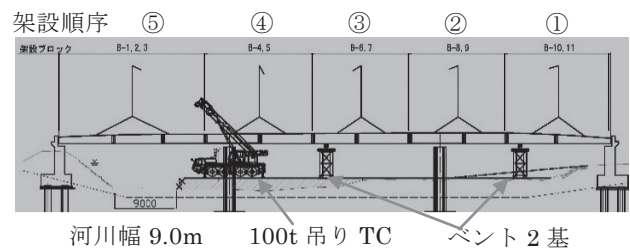


図-1 架設計画図（当初）

3. 工夫・改善点と適用結果

・3-1 計画（問題点の検討）

河川の特性を考慮し、施工時にできるだけ河川断面を確保できるように100t吊りトラッククレーンから130t吊りトラッククレーンに変更して工事用道路を造成する範囲を狭くし、河川幅を9mから14mに広げた。また万が一の増水に耐えられるように工事用道路の形状は大型土のうのラインをP1橋脚に当てて、その分大型土のうを2段積みから3段積みにし、工事用道路の強化を図った。

さらに河川上の桁をいち早く架設できるように「岸側から河川側に向かって架設」する順序を「河川側から岸側に向かって架設」するように変更することで、ベントを2基⇒1基削減し、架設回数を5回⇒4回に低減させた。（図-2）

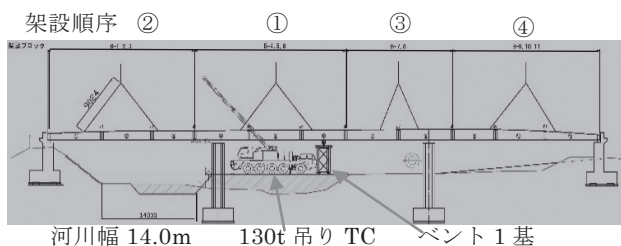


図-2 架設計画図 (変更)

・3-2 施工 (適用結果)

安全への取組① (衝突事故防止対策)

まず、河川内土砂で工事用道路の造成を行った。使用する重機は、「人検知衝突軽減システム搭載型」で、4台のカメラとモニタで周囲の状況を確認、回転時・走行時に人を検知した場合、機体を停止させる機能により、作業時に人との衝突事故発生を抑制でき、安全に作業することができた。

また、河床底の深さを現状よりも2m掘削することにより河川断面を拡大させ、さらに万が一河川増水した時にすぐに土のうを設置できるように、大型土のうを50袋製作・保管しておき、工事用道路が崩壊しないように備えた。



図-3 「人検知衝突軽減システム搭載型」重機使用

安全への取組② (高所作業低減対策)

ベント組立時は、柱、梁 (足場含む) を予め地上で地組し、一括で組み立てることにより、高所作業自体を低減し、また、吊り足場においても、予め地上で地組し、桁架設後に一括で吊上げて組み立てることにより、高所作業自体を低減し、墜落災害の防止に努めた。



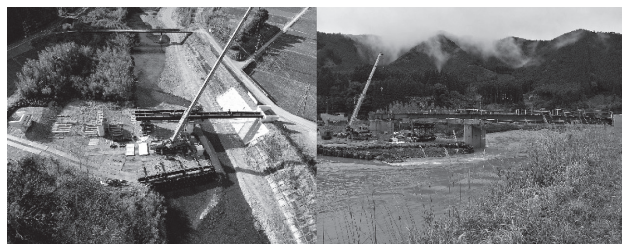
図-4 ベント組立時、高所作業低減対策

安全への取組③

(クレーンの大型化、桁架設順序の変更)

130t吊りトラッククレーンを組み立てて、河川側から岸側に向かって桁架設を開始して間もなく、非出水期にもかかわらず、一晩で一か月分の雨量を超える大雨 (140mm以上) が降り、河川水位が一気に3m上昇し、工事用道路が浸水し始めたので、保管してあった大型土のうを設置することで浸水を防いだ。また、大雨前日に河川上の桁を架け終わって重機や資材を岸側に移動させたので、現場は被害なくまた全体工程に影響なく架設を完了させることができた。

予期せぬ自然災害を想定し、現場の特性を考慮して危険を回避できるような計画が活かされたものと思われる。



桁架設状況 (大雨前) 桁架設状況 (大雨後)

図-5 架設計画図 (当初)

4. おわりに

知らない土地での施工において、地元の方や発注者の話によく耳を傾け、現場踏査を確実にを行い、河川増水に備えて河川断面を広く確保し、また河川内作業を減らす為、クレーンを大型化させ、ベント基数の削減、架設回数の削減を行い、安全で効率の良い施工計画を立案・実施した結果、大雨の影響を回避させて架設を完了させることができた。

本工事を施工するにあたり、助言やご協力をいただいた関係者の皆様に感謝し、深くお礼申し上げます。

ICT による計測技術を活用した 吊荷と重機の越境防止対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宇部興産機械株式会社

現場代理人

清水 征也[○]

監理技術者

杉 浦 忠

施工担当者

谷 脇 敬 一 郎

1. はじめに

工事概要

黒崎バイパスは、八幡東区西本町から八幡西区陣原を結ぶ5.8kmの自動車専用道路である。八幡地区および黒崎地区の交通渋滞の解消や交通安全の確保を図るとともに北九州都市高速道路等と一体となっておりアクセス向上を目的とされている。東田高架橋はこの黒崎バイパスの一部の橋梁である。(図-1)

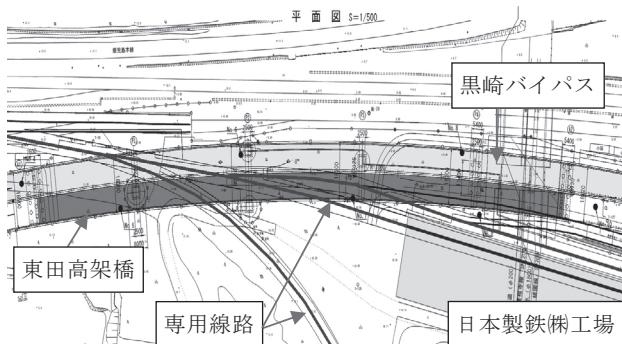


図-1 東田高架橋 (平面図)

- (1) 工事名：福岡3号東田高架橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
北九州国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県北九州市八幡東区前田地内
- (4) 工期：令和2年9月15日～
令和3年10月20日

2. 現場における問題点

本工事は、供用中の黒崎バイパス（以下バイパ

スと記述）に並行し、また施工ヤードは、日本製鉄株式会社様の敷地内であり専用線路と交差している箇所がある。敷地内を専用列車が走行するため、走行時の線路上空作業を極力避けるべく、列車の走行が少ない夜間に全ての架設作業を行った。また一部区間は、片側通行止め規制をしたバイパス上で地組・架設作業を行った。

視認性が悪い夜間作業のため、吊荷（架設桁等）やクレーンブームが近接構造物へ接触すること、バイパスや施工ヤード外に越境し第三者への被害等重大な災害につながる懸念された。また吹き流しも視認し難く目視による風速管理が困難であるため、風の影響による吊荷の荷振れが要因の越境も防ぐ必要があった。

現場で行った越境防止対策を以下に示す。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 3Dバリアによる吊荷等の3次元計測

視認性が低下している吊荷やクレーンブームの位置を正確に把握するため、施工領域安全監視システム「3Dバリア」(NETIS:KT-140100-VE)を用いて吊荷等の位置を管理した。

位置計測用の衛星測位(GNSS)受信機(図-2)を地組・架設桁の両端及びクレーンブーム先端に設置して吊荷等の位置を3次元座標で立体的に管理し、車載モニターにリアルタイムで表示した。それによりクレーン運転手が、作業中に車載モニターを用いて正確な位置を把握できるようにした。

作業可能エリアは、バイパスや施工ヤード境界から離隔1 m以上を確保した位置に設定し、位置座標をシステム入力することで車載モニターへ表示をした。

さらに、システムの監視プログラムにより吊荷等が作業可能エリア外に越境した場合、警告灯を自動で点灯させてクレーン運転手及び架設管理者へ警告するように設定した(図-3)。

GNSSを活用して桁位置等を3次元座標で定量的に管理する対策により、架設桁等の取り回し範囲の管理をクレーン運転手や作業員の目視監視より高精度に自動監視することで、近接構造物への接触や第三者への被害等の災害を生じさせることなく、架設作業を終えることができた。

2) 気象情報モニタリングによる風速管理

吊荷の荷振れに影響する架設中の風速を正確に把握するため、気象情報モニタリングを使用したデジタル常時観測による風速管理を行った(図-4)。

風速管理データは、10分毎の平均風速を24時間自動計測し、K-Cloud/WEBブラウザ(NETIS:KT-160109-VR)を利用してスマートフォンやタブレットにより遠隔から確認できる体制とした。

強風による作業中止基準は、標準の平均風速10m/secから社内管理値として8m/secに厳格化した。また平均風速が8m/secを超過した場合、予め登録した関係者へ警報メールが届くように設定した。

気象情報モニタリングで観測したデータを、K-Cloudを用いて任意の場所で管理できるシステムを構築したことで、吊荷の荷振れの要因となる強風時の正確な風速をリアルタイムに把握することができ、作業基準超過時における即時中止指示を出す体制も整えることができた。

4. おわりに

本工事において、専用列車への安全対策として架設作業を夜間施工に変更したことにより懸念された視認性の低下について、ICTによる計測技術

を活用することで安全性を確保し、無事故・無災害で完工することができた。本安全対策以外にも、作業員への周知・指導等の安全管理を徹底したことも要因であるとも考えている。

ご協力いただきました関係者の皆様にはこの場をお借りしてお礼申し上げます。



図-2 GNSS受信機設置状況

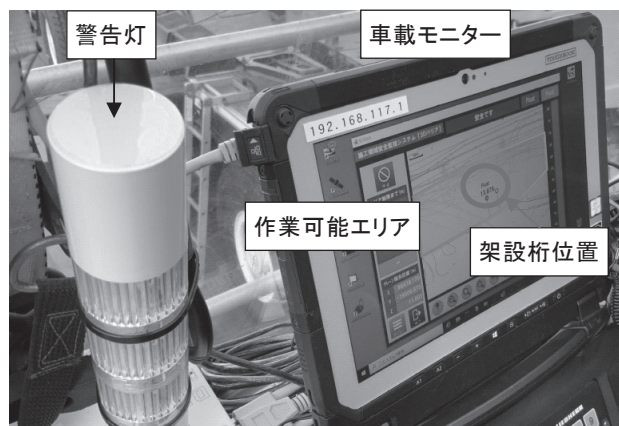


図-3 3Dバリア車載モニター・警告灯



図-4 気象情報モニタリング

66 安全管理

架設時の一般歩行者に対する安全確保

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社巴コーポレーション
田 高 清

1. はじめに

工事概要

本工事は、栃木県宇都宮市インターパーク地先の国道121号宇都宮環状線を横断する横断歩道橋架設工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：歩道橋上部工事121号その2
(快安道補)
- (2) 発 注 者：栃木県 宇都宮土木事務所
- (3) 工事場所：栃木県宇都宮市インターパーク
- (4) 工 期：令和2年12月1日～
令和3年10月5日

2. 現場における問題点

架設箇所の道路は主要幹線121号宇都宮環状線で近隣には大型ショッピングモールがあり、その周りには住宅が密集していて交通量もかなり多い所である。このような人が集まりやすい環境から近隣には幼稚園、小中学校があり架設箇所の歩道はスクールゾーンとなっている。また、24時間救急病院も近くにある。

これらの要因から以下のような問題点があった。
問題点① 南側階段桁と歩道が近接しているため、架設時は歩道の通行規制が必要であった。

図-1に示すとおり、架設する階段桁が歩道と平行に接するような状態にあるため、架設時には歩道及び車道の規制が必要となる。

問題点② 道路横断桁の地組場所で北側ヤード内

が狭く、北側の歩道上で架設前に地組立を行う必要があった。

図-1に示すとおり、下部工事の掘削残土がヤード内に堆積されており、クレーンを横付けしての横断桁L=30mを地組するスペースが無く組立が出来ない。そのため、北側歩道上で道路横断桁を地組立し、架設前には高力ボルト締付から現場塗装までを行い、地組立期間は歩道規制を行わなければならない。

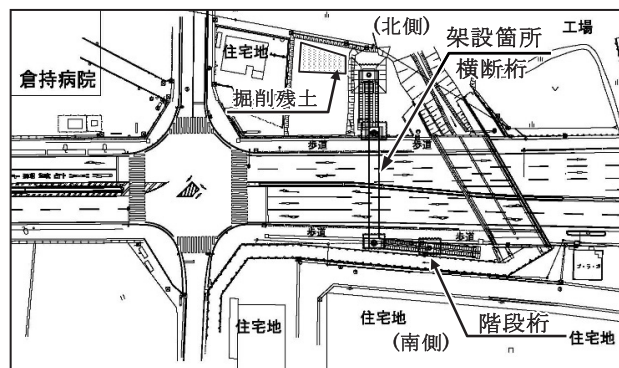


図-1 架設箇所平面図

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 南側階段桁と歩道が近接しているため、架設時は歩道の通行規制が必要になる点についての解決策として、図-2に示すとおり南側歩道を歩行者の通行の減少する夜間に通行止めとし、さらに、車道2車線の内、1車線を夜間規制してクレーンの設置及び輸送車両の搬入を行った。

南側歩道を通行止めにしたため、迂回路はインターパーク交差点から北側歩道に設置した。

規制に伴う周知方法としては地元自治会、学

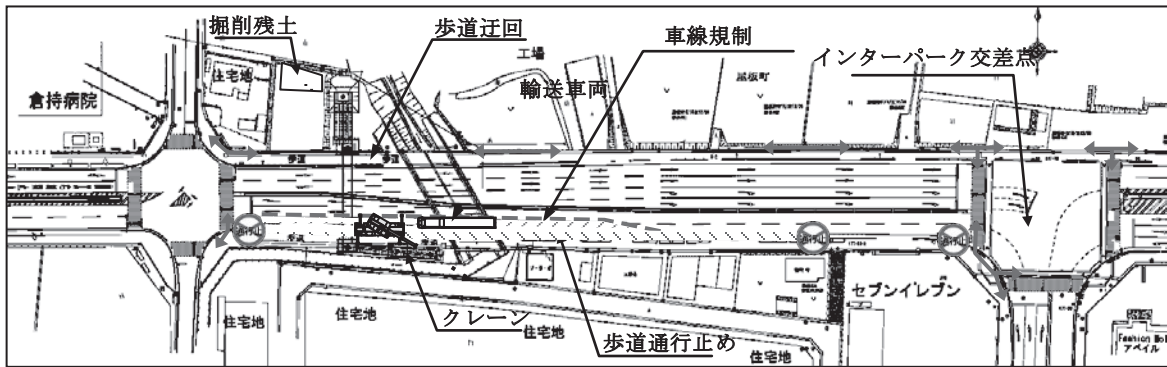


図-2 南側歩道通行規制平面図

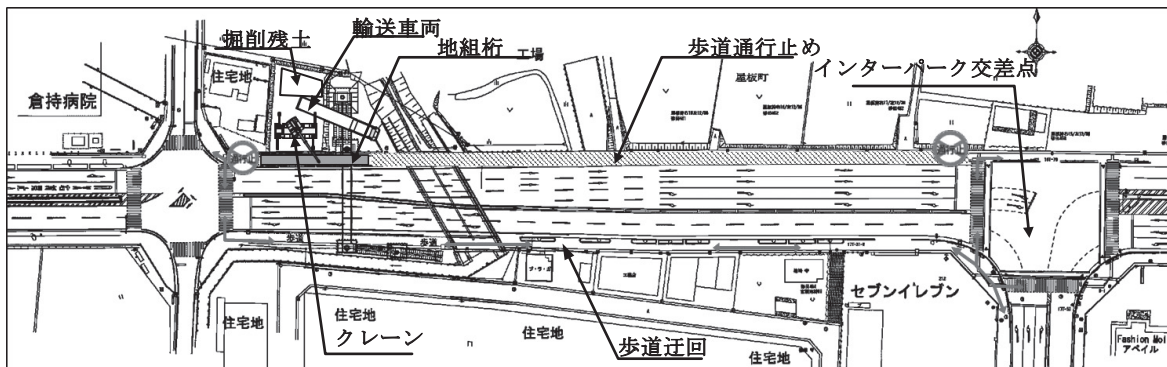


図-3 北側歩道通行規制平面図

校、近隣の住民、隣接する商店等に説明及びチラシを配布して理解を頂いた。

3-2 道路横断桁の地組場所で北側ヤードが狭く、北側の歩道上で架設前に地組を行う必要がある点の解決策としては、図-3に示すとおり地組立を行うスペースがないため、北側歩道を地組期間の約30日間程度、歩道通行止め規制をして地組立を行った。

地組立の内容としては、継手部の高力ボルト締付・現場溶接・現場塗装と別業者施工として目隠し板取付・照明配管・照明灯の設置を行った。

3-1 同様に歩道迂回路は南側歩道を通行して頂いた。

規制に伴う周知方法としては3-1と同様に地元自治会、学校、近隣の住民、隣接する商店、出入口になっている工場及び田畑の所有者への説明及びチラシの配布等で理解を頂き、歩行者への安全確保に繋がった。また、通行止めの際して、歩行者や自転車が快適且つ安全に通行できるように、歩行者マットやライト、バリケード等を、設置し、毎日点検・清掃することで事故が起きないように努めた。

竣工後は地域貢献として、近隣の小学校の方々に協力をしていただき、渡り初めを行った。車両交通量のとでも多い交差点を、児童が安全に通行できることを確認したことで、より大きな達成感を感じることができた。

4. おわりに

市街地及び現道近接での横断歩道橋架設は、机上では把握出来ない問題点が発生する。

このような問題に対して、早い段階での現地調査や発注者及び関係機関との協議及び現場を共有する下部施工業者との打合せを綿密に行うことによって、問題点を速やかに解決することが出来た。併せて、関係機関との調整や近隣住民に対する協力や説明・呼びかけ等を通して理解を頂くことで、歩行者に対する安全を確保できた。

また、竣工後に渡り初めを行うことによって、歩行者の安全を確保できたことを確認するだけでなく、地域の人々に知って頂くことができた。これをきっかけに、今後も市民と施工者が一体となって工事を行なえればと感じた。

67 安全管理

ベント安全管理への自立型無線式傾斜計による 遠隔モニタリングの活用

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
奥原 正大[○] 永谷 秀樹

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：高知中央IC第2高架橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 四国地方整備局
- (3) 工事場所：高知県高知市高須
- (4) 工期：平成30年9月4日～
令和2年8月31日

本工事は、高知東部自動車道のうち高知南国道路の橋梁上部工事として、4径間連続非合成少数鈹桁橋の製作・架設・床版工事である。

本工事では、県道高知北環状線及び県道高知南国線を夜間通行規制（全面通行止め・片側対面通行）を行って架設施工したが、昼間の解放時には一般車両や近隣住民の往来が頻繁にあり供用化における架設期間中のベント安全管理が求められた（図-1参照）。

そこで、ベントの変状を常時監視可能なICTを利用した傾斜計によるモニタリングシステムを活用した。本稿ではその適用内容について紹介する。



図-1 現場施工状況

2. 現場における問題点

各ベントは、工事占有帯の制限から柱の設置位置が限定されたため、柱間に横梁を渡して、梁で桁を支持している。また、歩道側のベントは歩行者の通行帯を確保するため柱幅が制限されている。

上記より、本架設において、ベント基礎の沈下、車輛の衝突等の不測の事態によりベントに損傷が生じた場合には、道路使用者および歩行者への影響は非常に大きく、それに備え、ベント設置時は常時の安全管理が行う必要があった。また、ベントの柱は国道を跨いで設置されており、電源の確保や配線が困難であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

ベントの健全性を監視することを目的として、柱の不等沈下により影響が生ずるベントの橋軸直角方向（断面方向）の傾きを、傾斜計を用いて常時監視を行い、ベントに変状が生じた場合に直ぐに安全対策を講ずることが可能なものとした。

今回適用したモニタリングシステム（M-STモニタリングシステム）は、自立型無線式傾斜計を用いており、電源および配線が不要施工性と冗長性に優れた特徴を有している。その計測精度は0.01°と非常に高く、微小な挙動の変化も検証可能であり、図-2に示すように傾斜計と通信用のSMSモジュールを設置することにより、常時監

視は0.1秒間隔で傾斜角度を計測が可能で、管理値（閾値）を超えた場合の警報機能として関係者の携帯に警報メールを発信させることが可能である。また、前日の6時間毎の傾斜計の計測データが自動的にクラウド上にアップされるため、翌日に前日までの傾斜角の変動状況も確認可能である。

モニタリング結果の一部を図-3に示す。ここで、モノクロのグラフは傾斜計設置位置の温度を、カラーのグラフは傾斜角を示している。ベント設置直後の架設時の荷重を支持する前から傾斜計を設置しているが、歩道側のベント支柱に設置した1つの傾斜計の計測値が設置直後から増加していることが確認された。

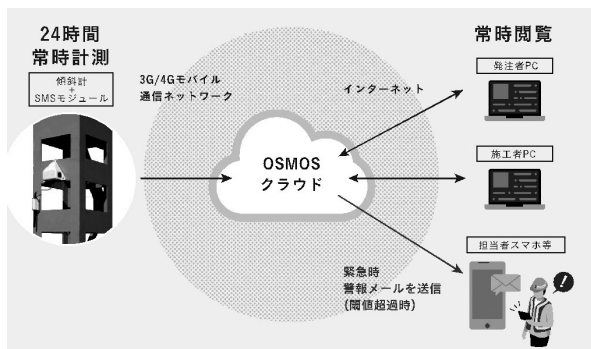


図-2 モニタリングシステム概要と傾斜計

これは柱基礎地盤の圧密による沈下が原因と考えられ、圧密沈下の収束後に安定した状態が続いていることがモニタリング結果から確認でき、その状態で再度ベントの設置調整を実施した。

本工事では、4機のベントに10台の傾斜計を設置し、8月から翌年の1月末までの約6カ月間のモニタリングを実施した。傾斜角の計測値は前述の大きな変状以外は、 $\pm 0.12^\circ$ 程度の非常に小さな値の中で変化していた。そのため、高精度の傾斜計を設置することにより、ベント支柱の傾斜角と温度との相関性、架設状態による角度の変化等の安全管理に対する有効な情報を、クラウドを通じて関係者が遠隔で情報共有できた。

また、現地での傾斜計設置は、事前の現場準備が不要で1日で完了し、モニタリングは設置直後から開始でき、撤去は半日で完了した。そのため、現場の施工条件に影響を受けずにモニタリングが容易に実施でき、現場の負担を大きく軽減できた。

4. おわりに

自立型無線式傾斜計を用いたモニタリングシステムを活用し、常時の高精度で定量的な安全管理による道路利用者への安全確保が簡単で確実に実施できたことにより、今後のこのようなモニタリング技術の更なる活用が期待できると思われる。

最後になりましたが、本工事の施工の際にご指導・ご協力頂きました関係者の皆様に感謝申し上げます。

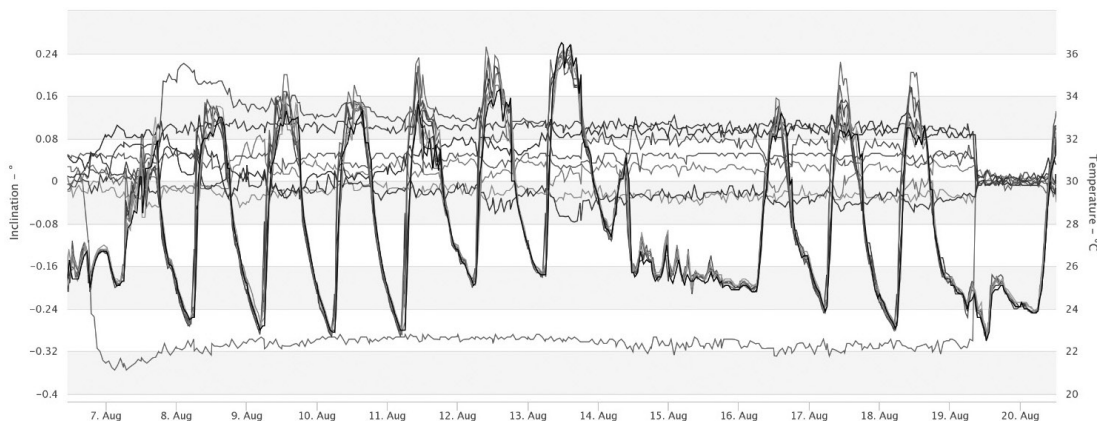


図-3 ベントの傾斜角モニタリング結果

68 安全管理

飛行空域制限下架設における 施工領域安全管理システムの活用

日本橋梁建設土木施工管理技士会
三井住友建設鉄構エンジニアリング株式会社
佐藤 秀仁

1. はじめに

本工事は、東京都大田区、東京国際空港国際線地区に位置する連絡道路橋ランプ部の桁製作・架設工事である。

架橋位置は、東京国際空港B滑走路の近接であると同時に、1日の交通量が約3万台ある空港二丁目交差点を含む、主要地方道環状第8号線中央の占用帯を施工ヤードと作業する場所であった。本稿では上空および隣接道路による空間的制限を受ける場所での大型クレーン使用による桁架設の監視システムについて報告する。

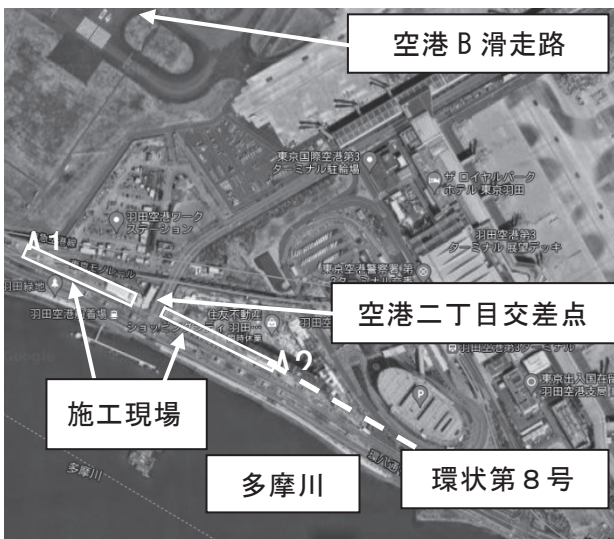


図-1 施工位置

工事概要

- (1) 工事名：東京国際空港国際線地区連絡道路橋ランプ部上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所
- (3) 工事場所：東京都大田区羽田空港国際線地区
- (4) 工期：自：平成30年9月13日 至：令和2年9月30日

2. 現場における問題点

本工事では地組立した主桁を大型クレーンで架設するにあたり、下記の2点が主な課題であった。

- (1) クレーン作業の上空制限
工事区間がB滑走路の飛行空域制限内にあるため、クレーンブーム先端が上空制限を超えない範囲で作業すると共に、監視する必要があった。
- (2) 一般通行車両に対する占用帯制限
地組立した主桁が架設される際に、占用帯から一般道路側に張り出して吊り移動させない範囲で作業すると共に、監視する必要があった。また、主に夜間作業で架設を行うので、目視では監視しきれない恐れがあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- (1) 3Dバリアシステムを用いた上部工架設
ここでは、飛行空域制限内へのクレーンブームの侵入や車両通行帯への吊荷の侵入を防止するため「施工領域安全監視システム（3Dバリアシステム）」を用いた。

事前に、施工制限エリアを設定し、飛行空域制限（施工高さ）と通行帯離隔制限ヤードの設定を行った。飛行空域制限に対する離隔高さを2.0m確保し、車両通行帯に対する施工エリア離隔幅を1.0m確保するように設定を行った。図-2に施工監視エリアの設定概要を示す。

クレーン作業時はブーム先端と架設する桁の両端部にGNSS（GPS受信機）を設置した。図-3に施工領域監視システム概要を示す。

設定した施工エリア以外でのヤードのクレーン作業時は、緑色の回転灯が点滅する。設定した施工エリア内でのクレーン作業の際は、常に黄色の回転灯が点灯し、施工エリア内より越境した際は赤色の回転灯が点灯する。同時にクレーン操作室内には、オペレーターが監視できるモニター画面と警報装置を設置し、飛行空域制限や車両通行帯への越境を未然に防止する管理を行った。

クレーンオペレーターへの警告に加えて、施工管理担当職員の携帯電話や現場事務所のPCに表示システムを導入し、施工領域の監視を多方面から行った。

クレーンが移動した場合や仮設備の組立・解体、地組立てと複数のクレーンを使用することとなった場合は、GNSS（GPS受信機）載せ替えが容易であった。また、施工エリアを工事区域全体の座標に基づいて管理しているため施工エリアの再設定が不要であり、複数台クレーンの同時使用を可能としたことから安全でスムーズな管理体制を行うことができた。

(2) 無線方式による機器の設置

クレーンへの機器設置については、電源を確保する方法、重機への配線の方法の違いにより、有線方式と無線方式の2種類を使い分ける。

本工事では、GNSS（GPS受信機）アンテナは無線方式を用いた。主にクレーンブームが伸縮するクレーンで用いるが、GNSSアンテナが常に頂点を向く仕組みとなっている。本方式は、ブームに沿った配線作業が不要のため、短時間での設置・撤去が可能であり容易であることの利点があ

る。しかし、バッテリーの交換・充電などの日々のメンテナンス作業が必要となる。

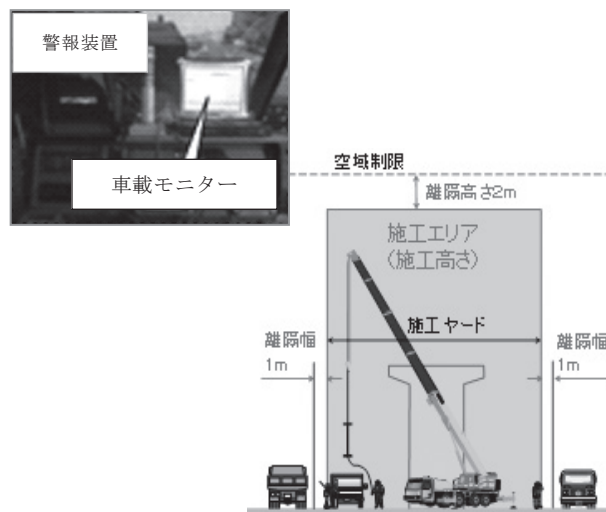


図-2 施工監視エリアの設定

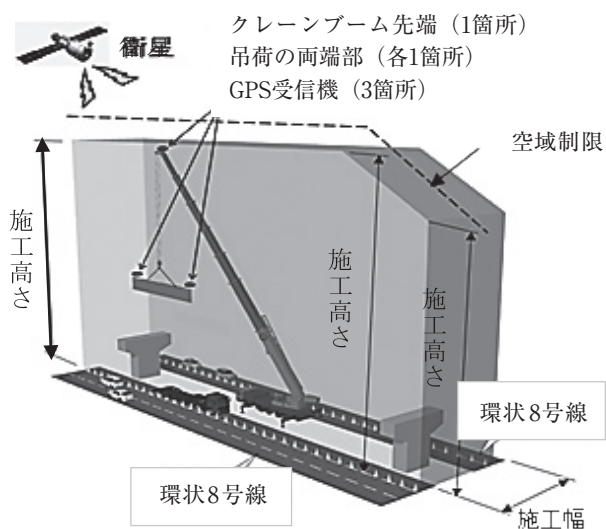


図-3 施工領域監視システム

4. おわりに

本工事のような上空に飛行空域制限や側面に車両通行帯離隔制限がある工事場所では、施工領域監視システムは有効的な監視手段の一つであると感じた。

最後に適切な助言を頂いた国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所はじめ、協力頂いた関係各位に、深く感謝の意を表します。

供用路線に近接する 神流川橋架設時における安全対策

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

社内担当者

浅野

剛

能見

和宏

1. はじめに

本工事で架設する神流川橋は、埼玉県深谷市岡から群馬県高崎市新町に架かる橋長290mの鋼7径間連続非合成5主桁桁橋で、深谷バイパス等と一体となって地域幹線ネットワークを形成する延長13.1kmに亘る国道17号本庄道路（バイパス）の一部である。供用中の現神流川橋は、片側1車線の対面通行のため渋滞が慢性的に発生しており、現橋を拡幅して交通容量を改善することが本工事の事業目的である。本稿では、この交通量の多い国道に近接する現場条件において、鋼桁架設作業を安全に施工するために実施した工夫を紹介する。

工事概要

- (1) 工事名：H31・32本庄道路神流川橋上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 関東地方整備局
大宮国道事務所
- (3) 工事場所：埼玉県児玉郡上里町勅使河原地先
- (4) 工期：令和元年5月31日～
令和3年5月31日

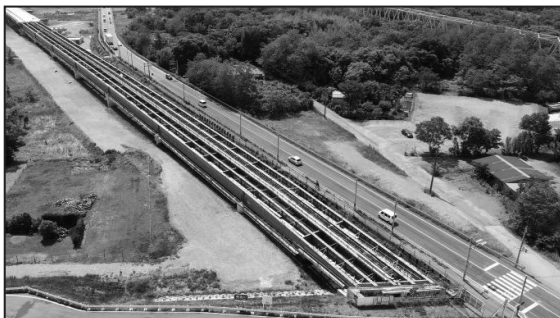


図-1 架設完了後の全

2. 現場における問題点

本橋の架設作業は、供用中の国道17号に対する近接施工となるため、国道方向への吊り荷越境による通行者（車両、歩行者等）との接触事故発生が懸念された。特にP11～A2の区間は、国道との離隔距離は最少で4m程度であり、特別な安全対策が求められた。さらに、本工事は開けた地形に位置し、「赤城おろし」や「上州空っ風」と呼ばれる地域特有の強風が吹きつける環境にあることから、吊り荷が煽られやすいことに対する配慮が必要であった。これらのことから、下記の対策を実施することとした。

- 1) 近接する部分の安全な鋼桁架設工法の採用
- 2) 介錯ロープに代わる吊り荷の安定化策
- 3) 越境監視システムの配置

3. 工夫・改善点と適用結果

- 1) 部分的な横取り架設工法の採用

前述のように本橋はP11～A2の4径間が国道に隣接するが、今回は、当該区間の5主桁のうち国道側のG1およびG2に着目し、国道に近接したクレーン作業を回避する架設計画を検討した。具体的には、G1とG2を国道から10m以上離れたG4およびG5位置でクレーンにより組み立て、横桁や対傾構で連結することにより2主桁の箱形状としたうえで、所定位置にスライドする横取り架設工法を採用した。これにより、国道直近でのクレーン作業を避けることができ、長尺の吊り荷となる

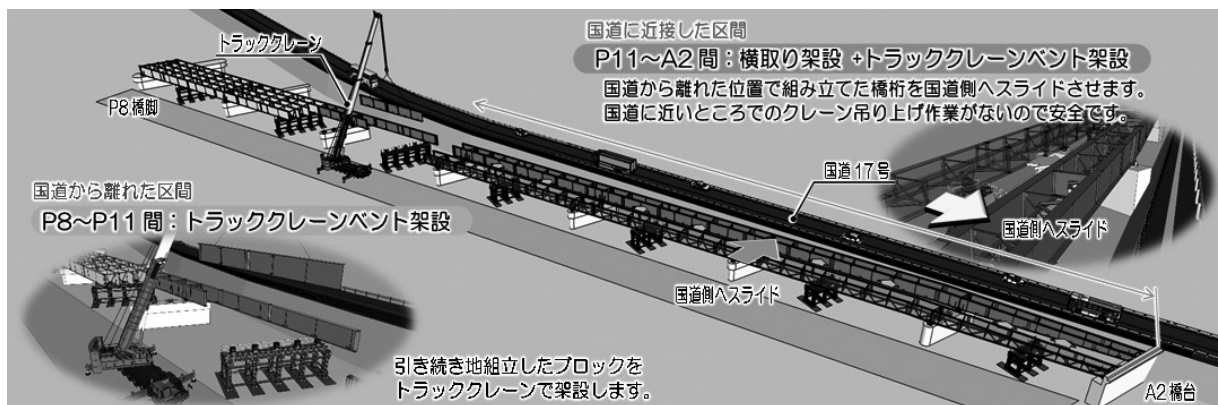


図-2 国道近接区間への横取り架設工法の採用

主桁が国道側に越境するリスクを根本から排除するとともに、道路通行者に恐怖感を与えない効果を得た（図1、2）。

2) 吊荷旋回制御装置の採用

通常は介錯ロープを用いて吊り荷の安定を図るが、クレーンの巻き上げや旋回により吊り荷が移動することに伴い、介錯ロープの受け渡しや作業員の複数個所への配置が必要となる。本工事では、この介錯ロープに代わる吊り荷制御方法として、「スカイジャスター」SJ-125型により連続的な吊り荷の安定化を検討した。まず、実際の架設作業に先立ち、①単体の主桁、②横桁・対傾構、③主桁を2本直列に連結した地組桁の3ケースで慣性モーメントを求めた結果、①と②のケースで定格性能内での制御が可能であることが分かった。①のケースでは定格性能の50%程度での使用であるため、リモコン（コントローラー）操作のみで十分旋回が可能であった。また、旋回を「保持（停止）」したときにも、介錯ロープによる引き込みができないほど、ロックがかかったように吊荷を停止させることができた。以上の検証を経て実際の鋼桁架設作業に使用し、地切りから所定位置まで連続した吊り荷制御による安定化を達成したが、以下の課題が残った。



図-3 吊り荷制御状況

- ・ ジャイロ効果による慣性モーメントを利用した介錯方法であるため、長尺で部材重量が大きい地組桁には適用しづらいこと。
- ・ 玉掛け長さが長くなることで制御の反応が遅れ気味であることや、「巻きしろ」の確保が必要となること。
- ・ スカイジャスターの自重2.78tを考慮したクレーン能力が必要となること。
- ・ 長時間の充電（8時間使用のためには一晩）や、使用前30分の準備運転が必要であること。

3) レーザー監視システムの2重配置

吊り荷の物理的な越境防止策に加えて、機械的に国道の建築限界への接近状況を監視する「レーザーバリアシステムLMSシリーズ」を併用した。システムは注意用として境界から2mの位置に1系統、警告用として同1mの位置に1系統の2系統配置し、監視員や作業員が接近の度合いを2段階で確実に把握できるようにした。

4. おわりに

橋梁上部工事は本件のように供用中の路線に近接する現場条件となることが多い。本稿で紹介した近接作業に対する安全上の創意工夫が、今後の同様なケースにおいて参考となれば幸いである。

最後に、本工事を無事に完成まで導いていただきました国土交通省関東地方整備局大宮国道事務所の皆さまをはじめ、計画や施工にご協力を賜りました全ての関係者に対し、深く感謝の意を表します。

70 安全管理

国道横断工事における環境及び安全対策

株式会社 中本屋工務店
主任技術者
中川 哲一

1. はじめに

本工事は、一般国道486号線と一級河川内山谷川が交差する箇所の陸開解消のためにボックスカルバートを撤去・新設し、防水擁壁を構築する工事である。(図-1)

工事概要

- (1) 工事名：単県道路工事（防水擁壁その1）
- (2) 発注者：岡山県備中県民局建設部
公務二課
- (3) 工事場所：倉敷市真備町妹 地内
- (4) 工期：令和2年10月8日～
令和3年9月30日

2. 現場における問題点

問題点① 一般国道486号線は片側1車線（車道片側3.5m、歩道3.0m）で倉敷方面と矢掛方面を結ぶ主要道あり、従来から交通量は多いため片側交互通行でのボックスカルバートの施工は重大な渋滞を招くため難しく、歩道部を利用しての迂回路通行での施工であった。(図-2) 迂回路を設置してボックスカルバートを半分施工し、また反対側に迂回路を設置して半分施工する計画であった。迂回路道路天からボックスカルバート床掘面までの高さが4.5mあるため仮設矢板の施工（矢板長12.5m）が必要であったが、深度10mの粘土層のN値が50と硬くまた、近隣に家屋があるため、仮設矢板の打設機械の選定が課題であった。

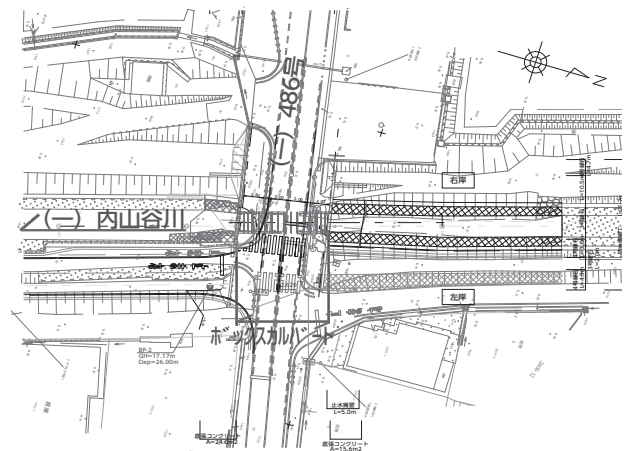


図-1 平面図



図-2 迂回路図

問題点② ボックスカルバート設置のための迂回路設置にあたり、警察と協議の結果ボックスカルバート設置箇所の東15mの所にある既設の横断歩道と押しボタン式信号機を撤去することになった。(横断歩道は白線除去) この横断歩道は付近の小学校の通学路であり、数人の児童が登下校に利用していたため、交通量の多い国道486号線を登下校で横断する児童の安全確保が課題であった。(図-3)



図-3 着工前 横断歩道

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点①の案として、油圧式可変超高周波型バイプロハンマとウォータージェット併用での施工を検討したが、近隣家屋への影響を最優先で考慮し、サイレントパイラーとウォータージェット併用での矢板打設が適切だと判断した。サイレントパイラー打設の場合、最初の4枚の打設時に圧入に対する反力が必要であった。反力としての荷重は通常、打設予定の材料(矢板)でまかなうことが多いが、今回は矢板の打設枚数が少ないため必要荷重の6tの重さを満たせなかった。そのため自社材料置き場に保管していたコンクリート二次製品の床版を利用することにより、10tの反力荷重をかけることができた。またウォータージェットの残水処理として、土のう等により泥水をろ過する設備を構築し、内山谷川の汚濁防止対策とした。結果仮設矢板を設計深度まで打設することができ、また近隣住民への振動・騒音を軽減するこ

とができ、クレームもなく仮設矢板打設を完了することができた。

問題点②の工夫として、小学校に通学路の変更を申し出たが、他の横断箇所は大変大まわりになるため断られた。そのため、運転手への注意喚起として人が横断することを明示する看板を数枚掲示した。そして毎日ガードマンは手配していたが通学時間帯である午前7時半から3人体制で児童の道路横断の誘導を行った。ガードマン2人・現場員1人の3人とし、工事期間中、登校日は1日も欠かさず誘導を行った。

小学校とも密に連絡をとり、行事予定等を把握しつつ工事を進め、児童の登下校の安全確保に努めた。結果的に事故もヒヤリハットもなく、また校長先生からも感謝され工事を完了できた。

4. おわりに

今回の工事は岡山県発注の工事であったが、関係する公の機関が多様であり、連携の難しさを痛感した。警察、倉敷市、水道局、国土交通省、小学校、中国電力、町内会と多数の打合せが必要であり、同時施工も存在した。こちら側の工程を分かり易く示し、その工程を守りきることが大切だと感じた。また狭い作業ヤードでの施工も他工事の業者と密な打ち合わせを重ねることで円滑に進めることができた。平成30年西日本豪雨災害復旧関連工事ではないものの、陸開解消目的の工事であり、地元住民の待ち望んでいた工事であったため無事に無事故で完工でき良かったと思う。

71 安全管理

下水道工事における地域住民(関係住民)対策

橋本建設株式会社
工事部所長
山本 勝之

1. はじめに

高岡市下麻生地内の県道下水道工事は平成30年度より5か年計画で行われており、下水道の復旧により、河川の浄化、生活環境の改善が顕著に表われている。

この現場は交通量も多く、事前調査した結果、平日に平均、約日/1,800台以上、一般車両、大型車両等も通行する、主要道路で通行止めが出来ない事と道路幅員は片側3.0mと狭く、一車線規制にて(深さ平均3.2m、幅1.100m)土留として建込簡易土留材(パネル)を使用し、塩ビ管Φ150mmを布設するもので掘削機(0.25m³級、ダンプトラック4t車両2台)で工事を開始すると、近隣住民の車両及び近隣工場の大型車両の出入りが出来なくなる。又歩行者等の通行にも不便をかけることになる。

工事を施工していく上で重要なことは関係住民とのトラブル又、工事に伴う交通事故を絶対起こさないようにしなければならない。当工事現場でも関係の近隣住民車両の仮駐車場や車両の移動など関係住民の方の理解、協力なしでは工事の完成させることが出来ない。いかにトラブルや事故を無くし工事を進めていくかについて苦心した事柄を述べたいと思う。

工事概要

- (1) 工事名：下麻生汚水枝線第4号工事
- (2) 発注者：富山県 高岡市上下水道局工務課
- (3) 工事場所：富山県高岡市下麻生地内
- (4) 工期：令和2年7月31日～
令和2年11月10日

2. 現場における問題点

工事区内は、学童の通学路になっており、寺院、公民館が有る。公民館はごみ集積場にもなっており、又近くには大型車両が多く出入りする工場も多く有るため、車両の出入りが頻繁で、現在の交通方法では接触事故が起こりやすくなる。又関係住民の方には迷惑をかけることになる。この問題は関係住民の方々の協力なしでは、解決できないので近隣住民及び工場の方々には書面により協力をお願いした。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 工事着手前に各種看板(工事看板、お願い看板、工事予告看板、徐行のお願い看板、右折工事中、左折工事中、この先工事中につき片側交互通行看板)矢印板、カラーコーン点滅等、工事用信号機を設置し、関係住民、工場関係者への方々には工事内容、工事期間、作業時間帯等紙面を持って、自治会長を通じて配布して頂き、関係住民の方の協力をお願いした。

- ② 関係住民の方との融和をはかるため書面を直接渡し、工事説明、仮駐車場への説明協力をお願いした。
- ③ 関係作業員には毎日挨拶運動を行う様周知徹底した。
- ④ 1週間に2回（火・金）工事に使用する道路の清掃を行った。
- ⑤ 下水道工事に興味が有り度々現場を訪れる近隣住民に対しては、第三者災害の発生する恐れが有るため、作業内容を説明し施工場所に近づかないように理解を求めた。
- ⑥ 工事施工範囲の車両の出入りが出来なくなる為、空地をお借りし施工範囲の車両の仮駐車場として移動をお願いした。またその部分の工事完了後には、関係住民の方に声掛けし車両移動のお願いをした。（図-1）
- ⑧ 関係住民、関係工場には、1週間の工程表および、進捗状況、平面図を配布し、工事及び通行がスムーズになるよう、配慮した。
- ⑨ 寺院の住職と、事前に打ち合わせをして法要等の行事などの時は交通誘導員を増員し車両の入出時交通事故が起きないように配慮した。
- ⑩ 近隣の工場にも平面図、工程表を持参し車両担当者と打ち合わせをして、大型車両の1日平均出入りの台数、搬入時間帯など聞き取りし、工場の稼働に迷惑が掛からないよう対策を考え、大型車両の通行が少ない時間帯に部分規制をかけ作業をし、また仮設材を準備し急遽、大型車両が来ても、対処できるようにした。
- ⑪ 工事区間は通学路でもあるため、学校にも工事説明資料を持参して、打ち合わせを行った。

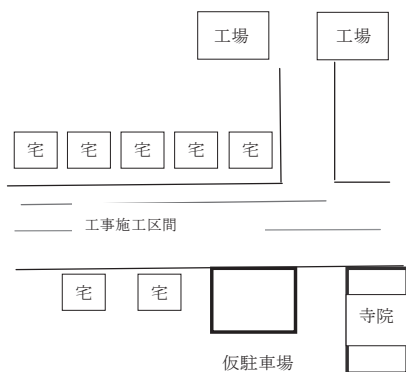


図-1 仮駐車場及び工事場所

- ⑦ 仮駐車場、の出入口付近には常に見えるところに交通誘導員を配置し、仮駐車場から出入りする時、通行車両との交通事故が絶対に起きないように配慮した。（図-2）



図-2 交通誘導員配置

登校時の時間帯は作業停止、下校時には、作業を止め、作業員が誘導し、通過したのを確認し作業を再開させるよう周知徹底した。

4. おわりに

関係住民、関係工場の方々のご協力、また工事関係者の協力にて無事故、無災害で工事を完成させることが出来ました。

これからも地域住民の方々との事前打ち合わせ、事前調査を行い、地域優先、安全優先で工事現場を運営して行きたいと思う。

鋼橋架設作業

東日本コンクリート株式会社
星野 仁志

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：(仮) 鎮守大橋上部工工事（右岸）
- (2) 発注者：宮城県東部土木事務所
- (3) 工事場所：宮城県石巻市門脇町地内
- (4) 工期：2018年12月13日～2021年1月29日
- (5) 型式：鋼3径間連続非合成钣桁橋
橋長 100m, 幅員12.5m

2. 現場における問題点

現場が位置するのは、石巻市と原発が立地する女川町と牡鹿半島方面を結ぶ県道で石巻工業港に近い日和大橋のすぐ脇であった。現地は東日本大震災で被災し復旧工事が完了している日和大橋が機能しているが片側1車線と狭く、渋滞している路線であった。この路線は緊急時の避難用道路として整備が進められており早期開通が望まれていた。



図-1 現場施工前状況（鎮守大橋右岸）

- 1) A1～P1径間は道路上での施工となり、近くには離島へと向かう船の発着場があり、車両を使用して乗降船する利用者が多いこと。また、隣接工事や周辺工事の工事用道路として大型車両の通行が頻繁に往来していた。そのため昼間の通行止めは不可能であり、夜間の通行止めにより施工しなければならなかった。さらに道路上は通行車両の安全を確保するため、板張り防護を行う必要があった。
- 2) 発注時の架設計画は、工場で製作した主桁をヤード内で組立てた後、120tクレーンで架設するというものであった。しかも、途中でベントを組立てて仮受けするという工法であった。しかし避難道路という性格を持つため早期の開通が求められた。

この橋梁は3工区に分割されており、側径間が鋼桁100mずつ両側にあり、中央径間がPC張り出し工法によって他業者が施工予定であった。右左岸の鋼桁それぞれ100mが早期に完成しないと中央径間の施工時期にも影響が出ること必至という状況であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

まず、A1～P1径間の主桁架設であるが、計画通り夜間架設の方針に決定したが、発注図書の架設計画図では主桁の接合部分がちょうど道路上にあり安全上問題があることが施工業者との検討会で判明した。そこで主桁接合部分を道路上からず

らすことにし、安全性を考慮してベント設置を中止し、クレーンを120tから250tにランクアップし架設することで安全に施工することができた。また、ベントとの併用架設からクレーンによる一括架設に変更することで、施工に要する日数を7日間短縮することが可能となった。

また、従来の板張り防護では、パイプやチェーンと交錯する場所では、どうしても隙間が発生するため桁下の通行車両への防護という観点からは万全ではなかった。そこでSKパネルによる防護を採用し、さらにパネル上全面に防災シートを敷設することで隙間のない防護を施工した。

工程の短縮と一般車両の安全確保が大きな課題であったので、上記の工法を採用したことで飛躍的な改善が図られた。工程の進捗及び第三者の安全確保が図られたことで発注者との協議も円滑に進んだことは言うまでもない。



図-2 足場、防護組立全景



図-3 主桁架設作業状況

4. おわりに

道路上の防護や架設作業での工期短縮など課題の多い現場であったが、2021年1月に無事竣工検査が完了した。振り返ってみると、私も鋼橋の施工は3現場目でだいぶ慣れてきたとはいえ、まだまだだなと実感する今日この頃である。

幸いなことに、左岸側の施工も当社が受注しており、同じ事務所で同時期に施工できたのが大きかったように思う。同種工事を同時期に施工し共通の課題、施工方法など互いに議論を重ねた結果品質、出来栄への向上につながったことは大なる喜びであった。自分単独では、ここまで踏ん張って発注者の要求に応えることができなかったと思う。

同僚の存在がこれほど頼もしく思えたのは今回が初めてであった。夜間架設も初めてではなかったが、桁を挟んで上下に気を配らなければならなかった。連絡には無線を使用し、職員と職長とのコミュニケーションは円滑にとることができた。道路上の防護工もSKパネルを使用したことで、落下物という不安が払しょくされ安心して足場内で作業することが可能となった。

道路上の架設作業は、橋梁工事に携わる我々にとって避けては通れないものであるが、今回の事例を参考に更なる安全な現場施工を目指していくつもりである。



図-4 工事完成（鎮守大橋 右岸）

73 環境管理

供用中の合成鈹桁における床版部分撤去、 拡幅工事における縦目地の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

エム・エムブリッジ株式会社

監理技術者

設計

計画担当

宮内 浩司[○]

坂下

悟

川村 誠司

1. はじめに

工事概要

- a) 工事名：駅西高架橋上部工事（31-1）
- b) 発注者：広島市
- c) 工事場所：広島市南区松原町ほか
- d) 工期：自）令和2年1月31日
至）令和3年7月16日

本工事は、広島高速5号線開通後に予想される交通混雑緩和のため、駅西高架橋の左折専用レーンを延伸し直進と左折の車の振り分けをスムーズにするため下流側を拡幅する工事である。供用中の合成鈹桁における床版部分撤去、拡幅工事における縦目地の施工について報告する。



図-1 施工前



図-2 施工完了

2. 現場における課題及び工夫・改善点と適用結果

現場施工時における課題を以下に示す。

- a) 市街地における床版部分撤去時の粉塵対策
 - b) 施工期間中の交通規制（固定規制）期間短縮
 - c) 既設橋梁に合わせた縦目地部の出来形確保
- 上記の課題 a)～c) に対して以下の通り工夫・改善を実施した。



図-3 ワイヤソー切断状況



図-4 ワイヤソー切断部養生状況

- a) 既設床版の切断方法には、湿式で行う施工と乾式で行う施工があるが、本橋梁は猿猴川の河川上での作業となることから湿式方法の施工では、汚濁防止の懸念が生ずるため、乾式ワイヤソーでの施工法を採用した。但し、乾式方法は湿式方法に比べ粉塵の飛散量が増えることから、供用中の道路への飛散対策が重要であった。

供用下での切断作業となる橋面上は、常設作業帯のB型フェンスに飛散防止用ネットを展張し、また、乾式ワイヤソー本体には本工事専用の飛散対策の養生枠を製作取付け、粉塵の飛散防止を行った。（図-3）更に切断箇所では発生する粉塵を掃除機にて吸引することで供用車線へ粉塵を飛散させることなく施工できた。

また、河川部となる桁下の切断部には専用の受

け樋（図-4）を設置することで河川内への飛散防止を行った。

b) 本工事では、1車線の固定規制を行い、既設桁の撤去と伸縮装置の設置を行った。本橋梁は、広島駅に隣接するため、朝夕の通勤時間帯は非常に混雑する道路である。このため、1車線の固定規制期間を短縮することも重要課題であった。

当初計画は床版撤去を先行し、拡幅部の橋梁を架設する計画であったが、供用中の既設橋梁に影響を及ぼさない主桁架設、足場組立を先行し既設橋梁の床版撤去後に縦桁の架設を行うことにより、固定規制期間を約1.5ヶ月短縮した。主桁の架設時は固定規制がないことから、吊り荷が供用中の道路に影響を及ぼすことが懸念されたが、旋回方向を限定するとともに、監視員を配置することで、道路への影響を回避した。（図-5）

また、事前に地元自治体、警察、消防、バス・タクシー協会等に規制期間を事前周知することで混雑を緩和し、大きな混乱もなく施工できた。



図-5 主桁部架設状況



図-6 固定規制状況



図-7 縦桁架設状況

c) 本工事は既設橋梁が単純桁3連に対し、新設桁拡幅部は3径間連続の橋梁であり、桁どうしを連結ができない構造形式であったため、既設桁との境目は縦目地伸縮装置を設置する計画となった。

縦目地の据付精度は高さが ± 3 mm以内、平坦性が3mm以下（長手方向に3mの直線定規で測

定）、仕上げ高さが舗装面より0～-2mmと新設桁と同様の精度管理が必要である。

しかしながら、縦目地の据付は既設橋梁の現況の高さに合わせる必要がある。また、新設の拡幅部側に排水装置が設置されているため、横断勾配が逆勾配とならないように据付けるため、据付高さの管理が重要であった。据付高さは、既設橋梁が40年前の橋梁であり設計値が不明であったため、着工前に既設舗装高さを計測し、桁の工場製作に反映するとともに、架設後の新設部の床版高さを再度計測することで縦目地の据付高さを決定した。



図-8 縦目地据付状況

施工にあたっては、あらかじめ作成しておいた高さ調整用の専用治具を使用し、水平器等で勾配を確認しながら細かな高さ調整を行った。（図-8）



図-9 縦目地平坦性確認状況

その結果、規格値の80%の精度で縦目地の据付を施工することができた。

3. おわりに

本工事は橋梁の拡幅工事であり、多工種が輻輳する中で安全管理、工程管理に苦慮したが、無事故・無災害で工期内に完了することができた。今回の報告が同種工事に寄与し、品質・安全向上に繋がることとなれば幸いである。

最後に、施工に当たりご指導、ご協力頂きました工事関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

74 環境管理

ICTを使用した仮設備の沈下・傾斜管理について

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

前田 一広[○] 村上 大和

1. はじめに

本工事は、復興道路として国土交通省により整備が進められた、三陸沿岸道路「田野畑道路（田野畑南～尾肝要）」の終点側に位置し、これにより国道45号の線形不良区間を回避し、走行性が向上することで所要時間が短縮され、アクセス性の向上、速達性向上等が期待される自動車専用道路です。本稿では、架設時の仮設備に使用したICTの活用について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：平井賀大橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省 東北地方整備局
三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県下閉伊郡田野畑村菅窪地内
- (4) 工期：自 平成31年1月10日
至 令和2年10月30日
- (5) 橋長：221.0m
- (6) 構造形式：5径間連続非合成鉄桁

2. 現場における問題点

本工事は、山間部の傾斜地や段丘堆積物上にある施工ヤードに、高さ10～15mのベント設備を設置し桁架設を行う計画であった（図-1）。

このため、設置したベント設備の沈下や傾斜によって発生するベントの転倒は、桁落下等の重大災害を引き起こすことが懸念された。

そこで、ベントの傾きや沈下を常時監視して、鋼桁架設中の安全を確保する方法を策定した。

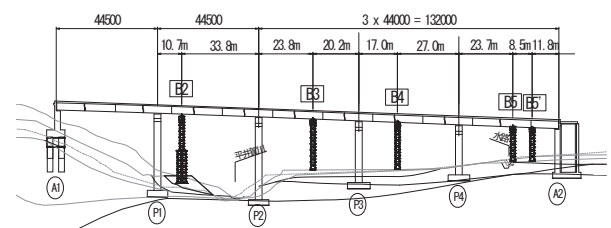


図-1 ベント配置図

3. 工夫・改善点と適用結果

ベント設備の沈下や傾斜が発生する要因は、ベントが設置された箇所地盤沈下や敷鉄板基礎と地盤なじみ、架設時の荷重によるもの、温度変化による鋼桁の伸縮の影響によるものなどの要因のほか、強風や地震などによる自然的な要因もあることから、定量的に動きの量を把握する必要性を感じた。

通常は、現場作業時の日常点検によりベント設備基部の沈下や倒れ等を目視と定期的な計測により監視を行っている。しかし、この方法では、監視を実施した時点の安全は確認できるものの、監視時以外では安全確認ができない。

これらを考慮し、本現場ではベントの傾斜量を傾斜測定管理システム『チルトウォッチャー』（NETIS：KT-170096-A）を設置し、常時監視する方法を選択した（図-2、図-3）。

このシステムは、傾斜センサーをベント設備に設置し、無線でデータを取り込み、WEBブラウザ（K-Cloud）に表示し、傾斜変位を観測するシステムである。商用電源の利用やバッテリーを装

備したソーラーパネルを使って電源を確保し、夜間を含めた24時間の監視を可能とした。



図-2 設置全景と『チルトウォッチャー』



図-3 データロガーとモデム・回転灯

なお、データは1分おきにX方向およびY方向の変位量を取得し(図-4)、傾斜の管理はチルトウォッチャーの設置した高さに対し1/250以下であることを管理値とした。



図-4 K-Cloudでの変位量表示

管理値を超過した際は、監理技術者の携帯電話に自動警報メールで通知するとともに、あらかじめベントに設置された回転灯が点灯することにより、現場で作業している作業員にも警告を発生し、作業を中断する指標とした。その場合は原因究明と必要な対策を講じたうえで、転倒の恐れなど異常がないことを監理技術者が確認した後に作業を再開することとした。

本工事で実施した結果は、作業時の振動などによる数値の微動はあったものの、管理値を超える変動は観測されなかった。ただし、管理値に近い数値が長期間観測された箇所(B5ベント)があったため、ベント上の桁支持を受けなおす処理を行うことで横力を一旦開放し、ベント転倒のリスクを未然に防止することができた。(図-5)

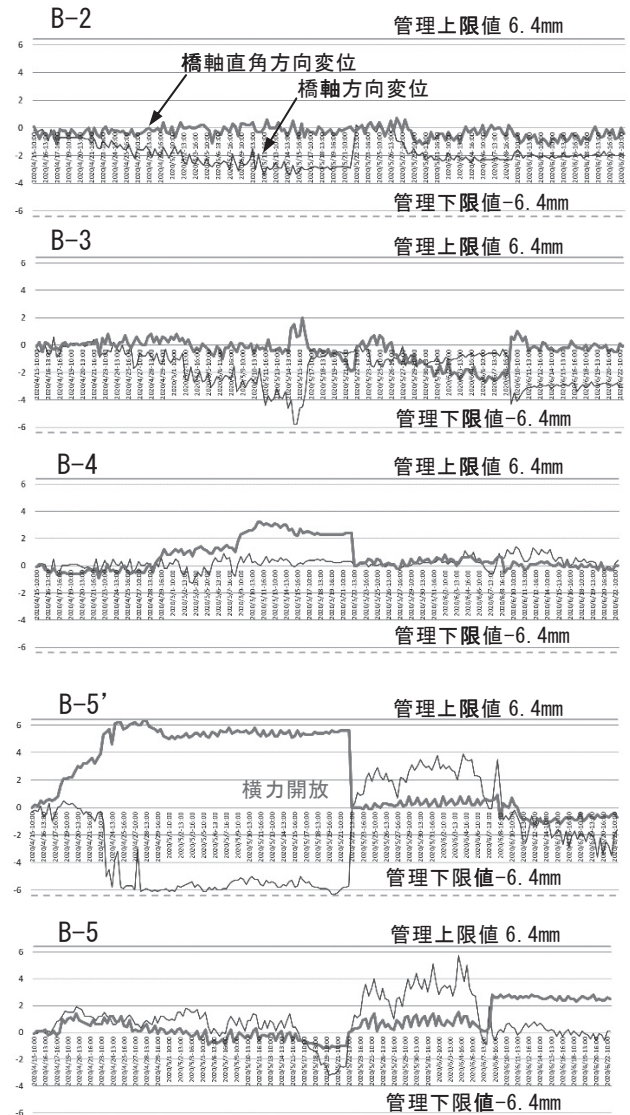


図-5 3時間毎の傾斜計のデータ

4. おわりに

今回、ベントの沈下・転倒防止管理に傾斜計チルトウォッチャーを用いることにより、ベントの傾斜を数値として明確化するうえ、現場作業を行っていない時間であっても異常があれば通知が来るシステムを採用することで安全性が高まり、管理者としても最新の状態を把握できるため、安心して管理できた。今後の現場で、ベント高さが比較的に高い現場での適用は有効と感じた。

最後に、本工事を施工するに当たりご指導・ご協力頂きました皆様に厚く御礼申し上げます。

75 その他

BIM/CIM の活用と今後の考察について

宮城県土木施工管理技士会
株式会社橋本店
主任
菊地 佑磨

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：仙台地区橋梁下部工工事
- (2) 発注者：仙台河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮城県仙台市若林区卸町4丁目
- (4) 工期：令和3年4月～令和4年3月

本工事は、国道4号線に付随する箱堤交差点の立体化に伴い、迂回路と下部工を設置する工事である。BIM/CIM活用工事（受注者希望型）であり、今回は、弊社で作成したBIM/CIMの取り組みについて記述していく。

2. 現場における問題点

本工事はBIM/CIMの活用において下記の問題に注目しモデル作成を行うこととした。

- ①迂回路の施工範囲が横断図のみの表記だった為、施工範囲を明示し既設構造物干渉箇所の検討が必要となる。
- ②継続して別工事が発注される為、遅れが出ないような工程管理が必要だった。
- ③橋台1基、橋脚2基の施工の為、鉄筋干渉の確認に時間が掛かる事が予想された。
- ④隣接する商業施設と交通量が多い所での工事の為、一般の方にもより分かりやすく工事を説明する必要があった。

以上の理由から本現場でBIM/CIMを活用することとした。

また、使用したソフトは下記の通りとする。

- ・TREND-POINT（点群処理）
- ・TREND-CORE（3次元モデル作成）
- ・Civil3D（3次元モデル作成）
- ・Navisworks（統合データ作成）

3. 工夫・改善点と適用結果

①現況点群と3Dモデリング

施工前と完成を比較する為、地上レーザースキャナーによる着工前の点群データを取得し、そこに作成した迂回路と橋台橋脚の3Dモデルを統合した。これにより、施工範囲と、既設構造物を可視化する事ができ、現場への移動時間を短縮し且つ詳細な作業内容の打ち合わせが出来る。また、従来であれば図面を元にイメージを膨らませながらの打合せも、視覚的に完成イメージを共有できることから、打合せ時間の短縮と手戻り防止にも繋がった。

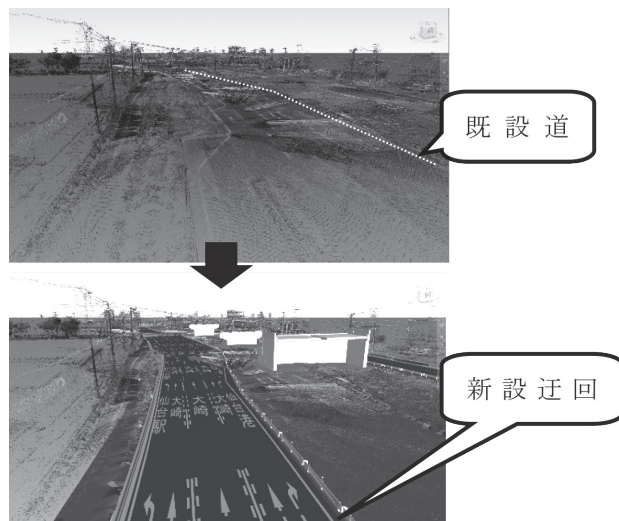


図-1 干渉確認(上：現況点群 下：モデル反映後)

②4Dシュミレーション

①に時間軸を付与し4Dシュミレーションを作成した。作成したモデルを工程に合わせ段階的に表示させた施工ステップを作成した事で、作業手順の可視化を行った。Navisworks内のTimeLinerの機能を使いモデルに時間軸を持たせ、日時を表示させることができる。これを行うことで、当初計画通りに施工できているか確認ができ、フォローアップ時には比較検討資料として活用出来る。また、施工ステップが可視化された為、経験が少ない若年層への作業手順の教育や、作業員への安全教育を行い、手順と安全に対する意識を向上させた。

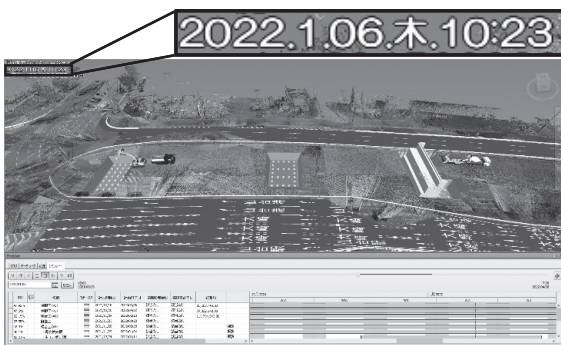


図-2 4Dシュミレーション (赤枠日時アップ)

③鉄筋干渉チェック

鉄筋1本1本を3次元化し、Navisworks内のClash Detectiveを実行する事で、図面の照査を行った。鉄筋同士の干渉している箇所に加え、今回は鉄筋モデルに構造物モデルを組み合わせて表示させたことで、鉄筋と水抜き穴との干渉箇所を見つけることができた。3Dモデルを見ながら打ち合わせをすることで、受発注者間の合意形成を促進させ、協議資料として活用することができた。

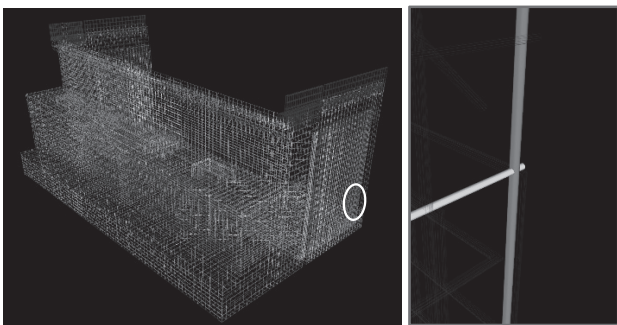


図-3 鉄筋干渉チェック

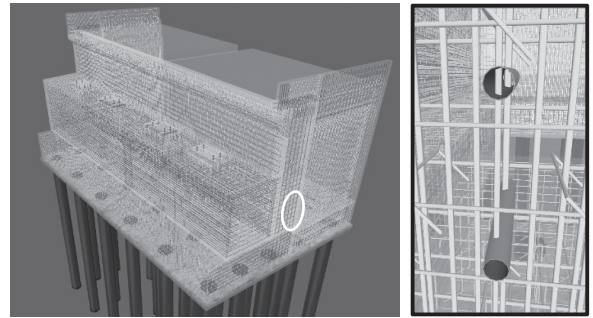


図-4 水抜き穴干渉 (赤枠干渉部アップ)

④工事説明

上記のBIM/CIMモデルを使い商業施設への工事説明を行った。図面を普段目にしない一般の方に完成イメージを伝えることは難しいが、BIM/CIMモデルを使うことで、もどんな工事になるかをスムーズに理解してもらうことができた。

4. おわりに

このようにBIM/CIMモデルを活用する事で多くの利点がある。だがその半面、一からモデルを作成するにはかなりの時間が掛かってしまう。

フロントローディングで生産性の向上を見込むためには、設計段階でのモデル作成が現状より普及し、早期に施工会社へ引き継ぎを行う必要がある。施工段階においては、部分的に詳細度を高く設定し、その他の詳細度を抑えるといった受発注者間の協議が重要であると感じた。

今までBIM/CIMモデルに取り組んできたが、活用工事は初めての取り組みである。今後は3Dモデルでの出来形の管理や属性情報を有効活用する技術を習得していきたい。竣工時に提出する報告書を含め、今回の取り組みをベースにし、今後の現場で活用できるBIM/CIMモデルを作成していきたいと思う。

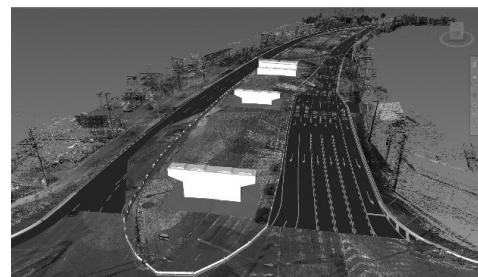


図-5 BIM/CIM完成モデル

76 その他

圃場整備 IoT で現場管理

栃木県土木施工管理士会

株式会社前原土建

工事主任

工事課長

上野 将大[○]

永井 誠司

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：令2県営経営体基盤薬師寺・柴第1工区圃整工事
- (2) 発注者：栃木県下都賀農業振興事務所
- (3) 工事場所：下野市柴地内
- (4) 工期：令和2年10月6日
令和3年4月23日

当該事業は約66haの農地を整備する圃場整備事業であり、本工事は敷地整備面積5.7ha（南北約460m、東西約200m）で、今回が当該事業の初段工事である。

2. 現場における問題点

冬季の施工に伴う日照時間の短さに加え、徒歩での場内移動など、現場各所における立会・確認・点検・測量等のそれぞれの作業において、時間的に制約されてしまうことが問題となった。

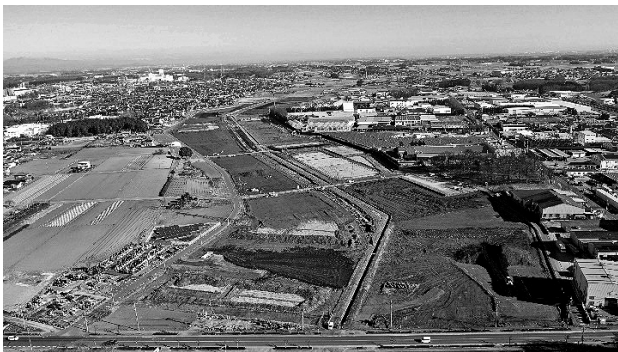


図-1 現場状況（施工中）

3. 工夫・改善点と適用結果

まず検討したのが、施工管理者の増員である。広範囲を移動するため、体力に自信があり、施工経験のある技術者を求めたが、即応することが出来ない。次に初心者に対し教育を施そうとしたが、一人に対応できるまでには、ある程度の時間を要する為に間に合わない。こちらも無理であると判断した。

そこでドローンを飛ばして常時、現場管理が行えないか考えた。しかしこれには多くの問題が発生した。まずバッテリーの持続時間である。飛行時間が30分以内であり、その都度バッテリーを交換したとしても、手持ち作業との兼ね合いで考えると、効率的では無い。現場内には架空電線が横断、送電塔が立地されている。悪条件の気象状況下では、安全が保証されない。併せて送信機の操作で両手が塞がってしまうと管理どころではなくなってしまう。

ドローンに代わる物は何か。広範囲を高視点から確認できるものは無いか。そこで現場の外周に支柱を設置し、ネットワークカメラを取付けられないか。しかしここでも問題が発生した。支柱を設置する場合の申請期間を考慮すると、時間的に厳しい。カメラの電源は確保できるか。ネットワークの環境を確保できるか。その場合ネットワークは有線・無線のどちらにするか。設置後に視点変更などの操作が可能か。こちらについても

断念する事となった。

そして「遠隔臨場」が活用できないかと考えた。「遠隔臨場」つまりウェアラブルカメラを用いて双方向の通信を可能にするシステムである。



図-2 遠隔臨場状況

今回は作業員にウェアラブルカメラを装着した。カメラを作業員の胸部に装着し、ヘッドセットを併用することで、映像と音声をリアルタイムに確認。現場事務所内には専用モニターを設置し、現場内の他箇所においてはスマートフォンにて対応する事とした。

利点として挙げられるのが、両手を開けた状態で常に作業が出来るのため、安全性を確保する点である。胸ポケットにクリップで装着するだけでそれ以外の配線も無いので、装備への障害にもならない。視線も作業員目線とほぼ変わらず、状況確認することができた。さらに防塵・防水機能のため、現場での砂埃や雨天にも機能することができた。カルバート内の暗所においても、LEDライトの照明により状況を確認することができた。また現場内の高圧電線などの影響により、通信がままならないのではないかと考えていたが、全くもって心配はなかった。高画質で鮮明な動画により、ライブ配信で作業員と会話をしながら、確認・指示を出すことができた。

改善点としては、今回胸部へ装着したことで、身体の向きや服装のずれなどで、撮影箇所が外れることがあった点である。もちろん一時的に脱着してカメラを手を持ち替えて、上下左右や遠近と指示出しをしたが、その都度、作業員に対して負担をかけているので申し訳なく思った。また夕刻に全体を撮影することができないため、最終的に、懐中電灯と徒歩で安全確認を行う事とした。

暗視撮影は求めないが、機能の向上を待ちたいと思った。

4. おわりに

施工管理を行っている立場で視得てくるのが、現場での慢性的な人手不足と高齢化である。

最初は人に頼ろうとしたが無理。若者はいないし、高齢者もない。人が無理ならば機械に頼るしかないと判断して、「ウェアラブルカメラ」にたどり着いた。今回のカメラ使用で、現場を管理をする上でプラスとなり得たが、機能を十分に使いこなすところまでは至らなかった。例えば録画機能を活用し、後からデータを振り返る。また位置情報と移動軌跡を併用して、動線の見直しや作業員の配置を改めることなどもできた。先輩社員と映像を共有して、助言を受けることができた。これらのデータが蓄積し検証することまで出来れば、会社にとっても、私個人としても、貴重な財産となったはずである。これらについては反省すべきで、「このレベル」まで活用して本当の意味でプラスとなるはずだ。

私自身は31歳で、建設業界においては、まだ若い分類に入らと思う。まだ未熟ではあるが、今回の経験を踏まえて、次現場の施工管理では「このレベル」に達したいと思う。



図-3 現場状況 (完成)

77 その他

港湾工事における BIM/CIM の取り組みと活用

東京土木施工管理技士会
みらい建設工業株式会社
熊 井 崇

1. はじめに

港湾工事をはじめとする、官公庁発注の土木工事にもBIM/CIMが適用されつつある。官庁発注の土木工事が建築工事と大きく異なる点は、会計法および地方自治体で設計・施工が分割発注されることである。この分割発注により、基本設計、詳細設計、BIM/CIMモデル作成、基礎工、本土工、上部工、消波工、維持管理、すべてにおいて受注会社が異なる特徴がある。

土木工事におけるBIM/CIM活用の目的としては、測量・調査、設計、施工、維持管理・更新の各段階において、情報を充実させながらBIM/CIMモデルを連携・発展させ、併せて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで、一連の建築生産・管理システム全体の効率化・高度化を図ることを目的としている。

2. 工事概要

- (1) 工 事 名：令和3年度八代港大築島土砂処分場護岸築造工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 九州地方整備局
- (3) 工事場所：熊本県八代市大築島地先
- (4) 工 期：R3.6.10～R4.3.11
- (5) 工事概要：海上における土砂処分場の共通工、基礎工及び被覆工を施工し護岸築造するものである。

3. BIM/CIM適用における課題

施工段階においてBIM/CIMモデル活用工事に指定されたことから、調査・測量・設計・前施工段階におけるCIMモデルの引継ぎがなかった。

実施にあたっては、国土交通省「CIM導入ガイドライン（案）第11編港湾編」「BIM/CIM活用工事実施要領」「BIM/CIMモデル等電子納品要領」等のガイドライン・要領に従い、BIM/CIMを工事に適用させていく必要があった。

4. 施工段階からのBIM/CIM適用方法

港湾における公共工事でCIMを実施するには、「CIM実施計画書」を作成・提出することとなっている。実施結果についてはBIM/CIM実施報告書としてBIM/CIMモデルとともに納品する。

「CIM実施計画書」には、次の事項を記載する。

- ・業務もしくは工事概要
- ・担当者の配置(CIM担当技術者、体制組織図)
- ・工程表(CIMに関する事項がわかるように)
- ・CIMに関する実施内容
 - 実施目的、属性情報の付与、CIMモデルによる数量/工事量/工期の算出、CIMモデルによる効果的な照査の実施、設計・施工段階でのCIMモデルによる効果的な活用
- ・成果品の作成(使用ソフトウェアについても記載)
- ・実施成果(成果物一覧、成果物の納品ファイル形式および閲覧方法)

CIMモデルは、当社にてSketchUpで作成後、TREND-COREにて変換し作成した。作成したCIMモデルに属性情報（使用材料、品質管理、出来形管理）を付与していくものとした。

5. CIMモデルの活用

1) CIMを用いた工事数量算出

工事着手前に現地盤の3次元点群データを得るために、海域部はマルチビーム測量、陸域部はUAVレーザー測量を行った。

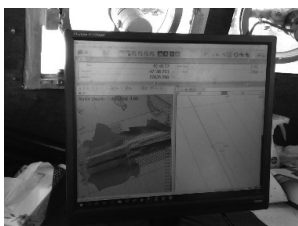


図-1 マルチビーム測量による点群データ収集

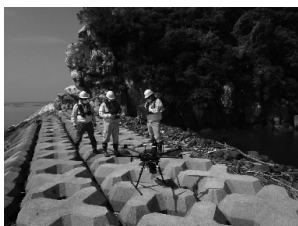


図-2 UAVレーザー測量による点群データ収集

3次元点群データから作成されたTINにより体積を求める方法（プリズムイダル法）とCIMモデルの設計数量を対比することにより工事数量を確定した。

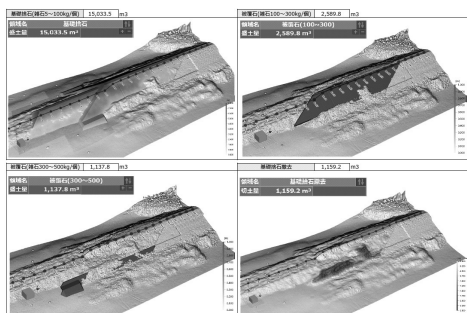


図-3 CIMを用いた基礎捨石数量の照査

2) 説明資料、打合せ資料へのCIMモデルの活用

施工に先立ち、CIMモデルにて施工ステップを作成して、施工をイメージしてから作業を行った。

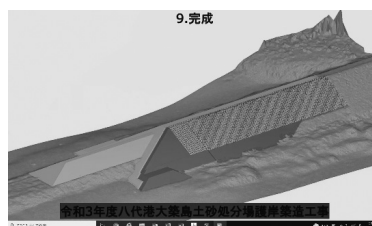


図-4 CIMを用いた施工イメージ

CIMモデルの視点を任意に設定することにより、造形が複雑な部分や干渉部分の確認を行い施工を行った。

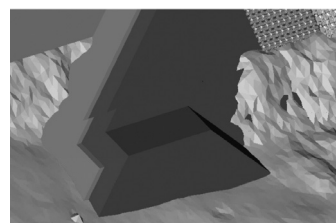


図-5 任意箇所における視点移動

3) CIMによる属性情報の付与

CIMによる属性情報は、完成形では隠れてしまう工種であっても、レイヤの表示を変えることで確認できる。施工期間中に属性情報を付与していくことにより、材料・品質・出来形のデータとリンクするため、トレーサビリティを随時に行うことができた。

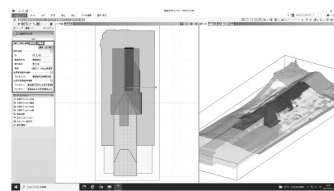


図-6 CIMによる属性情報の付与

6. おわりに

土木工事のCIMは、前工程からの引継ぎが重要であるが今回は施工段階からのBIM/CIMへの適用についての、ガイドライン・要領、実施した事例を紹介した。

土木工事は、公共性の高い構造物が多い。BIM/CIMによるトレーサビリティを実施することで維持管理や災害復旧時に活用できる構造物のカルテとして期待できる。DX（デジタルトランスフォーメーション）に向けての、BIM/CIM活用についてのノウハウを蓄積していきたいと考える。

78 その他

タイムラプス動画による張ブロック工の歩掛把握

東京土木施工管理技士会

東亜建設工業株式会社東北支店

鳥嶋 勇一 ○ 柏木 亮太

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：国道45号坂ノ下地区道路改良工事
- (2) 発注者：国土交通省 三陸国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県九戸郡洋野町
- (4) 工期：2018（平成30年）年1月24日～
2020（令和2年）年11月6日

2. 現場における課題

工区内には、町道をアンダーパスするウイング付きボックスカルバートが既存（別件工事にて施工済み）し、当工事ではウイング側方に計画されていた張ブロック工を施工した。張ブロック工は4面あり、その面積は440m²であった。

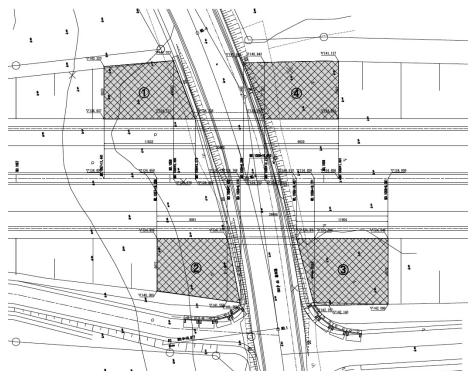


図-1 張ブロック工平面図

当社から協力会社へ張ブロック工を外注するにあたり、工事金額（施工単価）が折り合わないために着手時期が遅れる懸念があった。ひとまず設計単価（発注者積算の金額）で契約し、実際の歩掛を把握して契約変更をする事として工事に着手した。

以上の経緯から、張ブロック工の歩掛を正確に把握し、元請会社、下請会社が共に納得できる契約変更を結ぶ事が重要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

従来の歩掛を把握する手法は、元請け職員等が子細にメモを取ることや写真をきめ細かに撮ることで対応していた。この手法は、歩掛をメモする人員が常時現場へ張り付く必要があることや、撮影される写真は間隔が開くために記録されない場面が多く、現場の流れを把握しづらいといった負の面があった。

そこで、本件では歩掛把握の手法としてタイムラプス動画を撮影して記録を残した。タイムラプス動画は、一定間隔で撮影された静止画を連続して再生される動画として見られるため、通常の動画に比べ、短時間の視聴で状況の進捗や変化を把握できる。

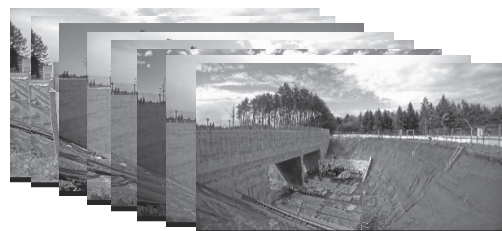


図-2 タイムラプス動画のイメージ

タイムラプスを撮影するためのカメラは、フルハイビジョンサイズでの記録が可能なBrinno製TLC2000を用いた。設置にあたっては、TLC2000本体を専用の防水ハウジングに入れることで防水性を確保した。また、ハウジング内に乾電池を装

備してカメラ本体に電源を供給することで、本体のみでの設置に比べ、撮影期間を4倍に延長した。カメラ本体とハウジングを図-3に示す。



図-3 Brinno製TLC2000とハウジング

カメラは1台の設置とし、法肩の土中に打ち込んだ鋼製パイプ（高さ120cm）にゴムバンドでハウジングを固定した。複数台のカメラ設置を検討したが、施工班が1パーティーであることや4面のうち複数の面が同時に施工されることは無いいため、1台の設置であっても4面全体の歩掛を把握できると判断した。

撮影間隔の設定は、これまでに十分なノウハウが無かったため、設置前に試験撮影を実施し、試行錯誤のうえで10分間隔とした。撮影間隔が短い場合はデータ容量が増え、閲覧に時間を要する事となる。その反対に撮影間隔が長すぎる場合は、工事の流れが十分に把握できない動画となるおそれがある。張ブロック工においては、1時間を6コマで表現できる10分間隔で撮影されたタイムラプス動画が扱いやすいと感じられた。なお、短い間隔で撮影し、データ編集により不要な映像を省くといった手法も考えられるので、機材能力や編集時間に余裕がある場合は1分間隔などでの撮影も可能だと言える。

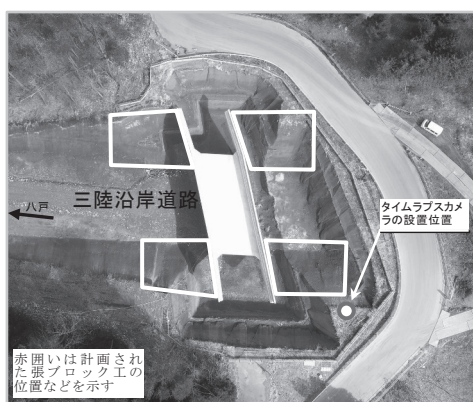


図-4 タイムラプス動画のイメージ

本件でのタイムラプスカメラを設置した期間は、令和2年4月23日から令和2年6月19日の58日間となった。期間中、風雨が強くなる場面も

あったがトラブルは皆無であり動画データは問題なく記録された。データファイル数は7つとなり、概ね1週間に1度のデータ回収であった。



図-5 タイムラプスカメラによる画像

タイムラプス動画の結果から、本件の張ブロック工に要した日数は以下となった。

歴日数=58日

稼働日数=48日、不稼働日=10日

積算における張ブロック工の日当たり施工量は $36.9\text{m}^2/\text{日}$ （令和元年度積算基準）であり、当工事の施工数量である 440m^2 に対する標準的な日数は以下となる。

実日数=12日、

不稼働日=8日（雨休率0.61とした場合）

予定歴日数=20日

以上の結果となり、実際の稼働日を比較した場合で4倍、歴日数で比較すると3倍、実施工のほうが長い時間を要した事が判明した。

動画からは、使用機械と労務が明確に把握されたため協力会社とは適正な価格での契約を結んだが、積算価格（受注した価格）と実費用の乖離が大きい結果となった。

4. おわりに

タイムラプス動画により、実施工における歩掛の把握が正確にできることがわかった。これにより元請、下請間の契約における紛争を未然に防ぐことが可能ではないだろうか。また、カメラを設置することにより、作業員が「見られている」意識を持つ効果が確認されており安全管理に対しても有効と考えられる。

発注者積算と実施工で歩掛が乖離している件については今後、業界団体を通じて解決したい。

79 その他

砂防堰堤の UAV による 3 次元出来形測定 of 工夫

新潟県土木施工管理技士会
株式会社 森下組
常務取締役
森 下 真 朋

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：檜ノ又谷砂防堰堤その 2 工事
- (2) 発 注 者：国土交通省湯沢砂防事務所
- (3) 工事場所：新潟県南魚沼郡湯沢町土樽地先
- (4) 工 期：令和 3 年 3 月 11 日～ 11 月 22 日
- (5) 工事内容：コンクリート堰堤工 2663m³、
間詰工 31m³ 工事用道路工 1 式、仮設工 1 式

本工事は魚野川上流域の檜ノ又谷において檜ノ又谷砂防堰堤の設置を行うもので、前年度に続き本堰堤右岸側の施工を進める工事である。

2. 現場における問題点

本年度の施工は右岸側のコンクリート堰堤工の施工を進めるもので、完成検査時には地上との高低差が 10m を超え、また右岸側が急峻なため堤体上に上がることが困難となり、現地で実測できない箇所が多くなることが考えられた。そこで堰堤本体の出来形を 3 次元化することにより 3 次元モデル上で計測、検査が行えないかと考えた。

前述のとおり現場の右岸側は急峻なため(図-7 参照)、堰堤天端より高い位置に地上レーザースキャナ(以下 TLS)の設置を行う事が困難であり、堰堤天端の計測が難しくなることから、UAV での空中写真測量による測量を行い、3 次元モデルの取得を進める事とした。

UAV による空中写真測量で 3 次元モデルを取得するに当たり、以下のような問題点が考えられた。



図-1 完成写真

① 空中写真測量の精度

空中写真測量の出来形における要求精度は ΔX 、 ΔY 、 ΔH ともに $\pm 50\text{mm}$ となっているが、コンクリート堰堤の出来形管理基準の規格値は基準高で $\pm 30\text{mm}$ 、幅で -30mm となっており、空中写真測量における要求精度よりも小さい値となっている。

② 急勾配箇所の点群密度

UAV での空中写真測量は一般的には自動航行ソフトによる撮影が多く、カメラを鉛直下方向に向け、指定したラップ率で撮影を自動で行う。砂防堰堤の場合は上下流面の勾配が大きく 1:0.2 や鉛直となる箇所があり、真上からの写真のみでは急勾配箇所の点群密度が小さくなると予想され、鉛直箇所は点群が取得できない事も考えられた。

3. 工夫・改善点と適用結果

① 空中写真測量精度の確認

測量の精度については土工施工時に空中写真測量

とTLSによる測定の比較を行っていたため、そこで得た3次元点群を比較し、さらに実在点3箇所をトータルステーション（以下TS）で測定し3次元点群との差を確認した。結果は（表-1）の通りとなり、コンクリート堰堤の出来形計測に十分な計測精度が得られていることを確認した。

表-1 実在点との誤差（標高）

	A	B	C
UAV	+12mm	+1mm	-6mm
TLS	+14mm	-6mm	-18mm
UAVとTLSの差	2mm	7mm	12mm

② 急勾配箇所の点群密度確保

自動航行ソフトを使用して撮影した写真のみを使用してSfMソフトで3次元点群を取得した結果が（図-2）である。事前に予測されたとおり鉛直部や急勾配箇所の点群が十分に取得できていない。

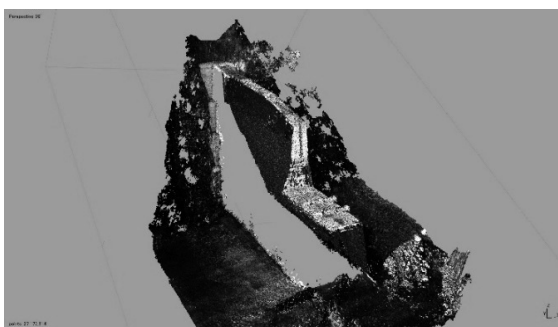


図-2 鉛直写真のみでの3次元点群

対策としては（図-3）の様にカメラの角度を45°前後に傾け堰堤上流面、下流面が写るように撮影し、これに自動航行で撮影した写真を合わせてSfMソフトで3次元化した。この結果（図-4）の様な3次元モデルを取得でき、精度も△X5mm、△Y7mm、△H7mmと十分な精度が得られた。

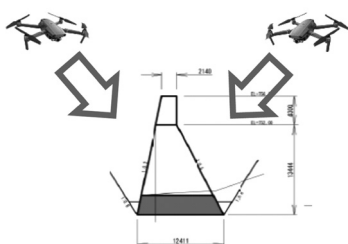


図-3 斜めからの撮影

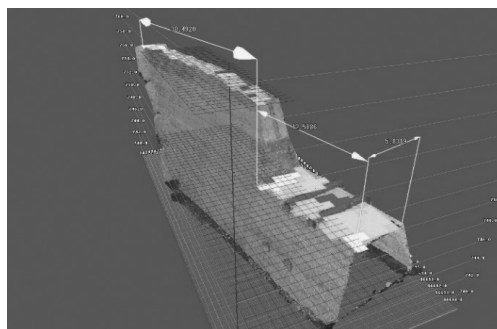


図-4 3次元モデル上での計測

3次元モデルを取得することにより、基準高の面管理だけでなく、（図-4）のようにモデル上で幅員や延長の計測を行う事ができ、検査のための足場の設置や高所での作業を軽減することができたと考える。実際の完成検査においてはノンプリズムのTSを使用して測定を行い、3次元モデル上での測定の妥当性についても確認できた（図-5）。



図-5 ノンプリズムTSでの確認

4. おわりに

天端の測定はUAVで行い、側面の測定はTLSで行い、それぞれの弱点を補う形で点群を合成することにより、精度の高い3次元点群を取得できる事も可能であるが、今回の施工ではUAVによる空中写真測量にこだわり工夫をしてみた。数分間の飛行時間を追加することで、点群の合成作業や、TLSでの測定時間を短縮できたのではないかと考える。今後も砂防工事における3次元データの利活用の可能性を検討していきたい。

80 その他

3次元CADを活用した現場管理

長野県土木施工管理技士会
株式会社 塩川組
曾我 卓利

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(道路)工事
- (2) 発注者：長野県北信建設事務所 整備課
- (3) 工事場所：長野県 中野市 柳沢
- (4) 工期：平成30年12月11日～令和1年9月13日

2. 現場における問題点

本工事の主たる工種は、道路築造工（L=130m W=6.0m）であった。

土木構造物を表現するのは現在2次元の図面が主流だが一つの構造物でも複数枚必要になる平面図、断面図さらには詳細図と見合わせながら説明するがうまく伝わらないこともある。さらに住民にして見れば完成してみなければわからないのが現状だ。

施工場所は、近隣に住宅地や田畑などがあり、工事の協力を得る為、地元の方にもわかりやすい工事説明が必要となった。

また、今回の工事は新しく道路を造ることと構造物や田畑への馬入れなどがたくさんあるので作業員の理解不足や創造不足による、事故やイメージミスによる手待ち・手戻りなどが懸念された。

上述の問題を改善する工夫として3次元CADのデータを作成し、施工管理及び安全管理に活用した。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 3次元CADのデータを使用し地元説明

①地元説明会の実施

3次元CADを使用し、完成予想図及び工事明資料を作成し柳沢地区民や田畑の地権者の説明会を行い工事への理解向上を図った。

説明会では、プロジェクターを使用し壁に完成予想図を映しながら発注者と現場代理人とで工事説明を行った。



図-1 地元説明会①



図-2 地元説明会②

施工に係わってくる田畑の地権者の方々には、3次元データを拡大や回転させながら馬入れなどがどういう形になるか1つ1つ説明し理解していただくとともに、施工時期になったら現場での立会をお願いした。

②工事看板・現場新聞 掲示・配布

3次元CADを活用し、工事完成予想図や工事説明図の工事看板を作成し掲示した。また、工事新聞を作成し柳沢地区に毎月一回配布しました。結果、今回の説明会などで3次元CADを使用した説明もあり、たくさんの方々に工事への理解を深めていただき、納得していただくことができました。地元の方からは、「とても分かりやすかった」などでの声を掛けていただきました。そして、工事中の苦情やトラブルもなく工事完成に導くことができました。

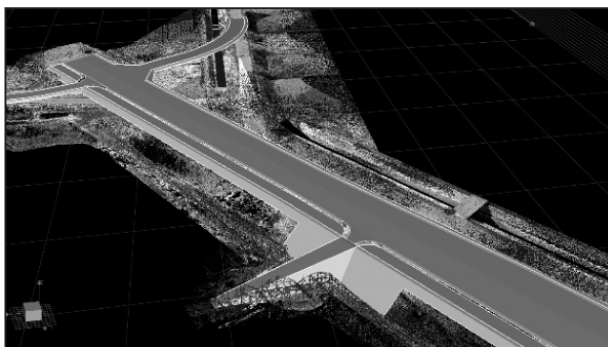


図-3 完成予想図

2) 3次元CADの現場内利用

① 安全教育・新規入場者教育の実施

工事を安全かつ円滑に進めるため、3次元CADを使用し、毎月の安全教育や新規入場者教育を実施しました。

馬入れやすりつけ多く形状が複雑なものが多々あり、すべてを理解するのは難しい。なので、3次元CADを回転や拡大させながら作業員が理解するまで説明することで作業員の理解度を向上させることができました。また、細部まで指示出来るようになったため色々な意見が出やすくなったことでミスや手直しなどがなく作業を円滑に進めることができました。

② 安全掲示

完成予想図や施工フローなどを現場事務所や目の付きやすい場所に掲示しいつでも見られるようにした。

いつでも見れるようになりなったことから常に工事への理解促進を向上させることができた。

結果、作業員全員の意識が向上していたことにより工期の遅れや事故などなく無事に工事を完成することが出来た。

4. おわりに

今回の工事は、3次元CADやICT施工など初めてやるが多かった。そのため、不安や葛藤がたくさんあった。だが積極的に取り組んだ結果、発注者や作業員の理解向上や創造のしやすさなどたくさんのメリットあった。ともに、地元の方からの工事に対する理解を得られ、3次元CADを使用した工事説明への感謝をいただき、工事完成への感謝の言葉も頂くことができました。

今後、新しい技術や施工方法が増えてくるとおもいますが、臆することなく何事にも挑み続けていきたいと思えます。

そして、一人の技術者として技術や知識を向上させていくこと、そして会社の一員として沢山のひとと協力し合いながらより良い構造物を造り上げていきたい。また、後輩たちの道筋になれるよう記録し伝えていきたい。

81 その他

現場付近の近隣住民へ現場新聞の作成・配布

長野県土木施工管理技士会
株式会社 塩川組
上原 瀬那

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度 社会資本整備総合交付金（街路）工事
- (2) 発注者：長野県 長野建設事務所
- (3) 工事場所：（都）高田若槻線 長野市 桐原～吉田2工区
- (4) 工期：令和元年10月25日～令和3年3月26日

2. 現場における問題点

本工事は、SBC通りと北長野通りを結ぶ道路築造工事である。施工箇所は市街地であり、現場付近には、近隣住民宅や、コンビニエンスストア等が多く混在しており、現場には近隣住民の方の出入りが多くあった。また、現場では我々塩川組以外に複数社が同時期に施工を行っている状況であった。そのため、工事が始まっていくと近隣住民の方が現場に立ち入ることができなくなってしまったため、現場の状況等が把握しづらくなってしまっていた。工事を円滑に進めるには、近隣住民の方が工事の進捗状況などをご理解いただけたほうが良いと考えた。そこで講じた工夫等を述べる。

3. 工夫・改善点と適用結果

現場新聞の作成・配布

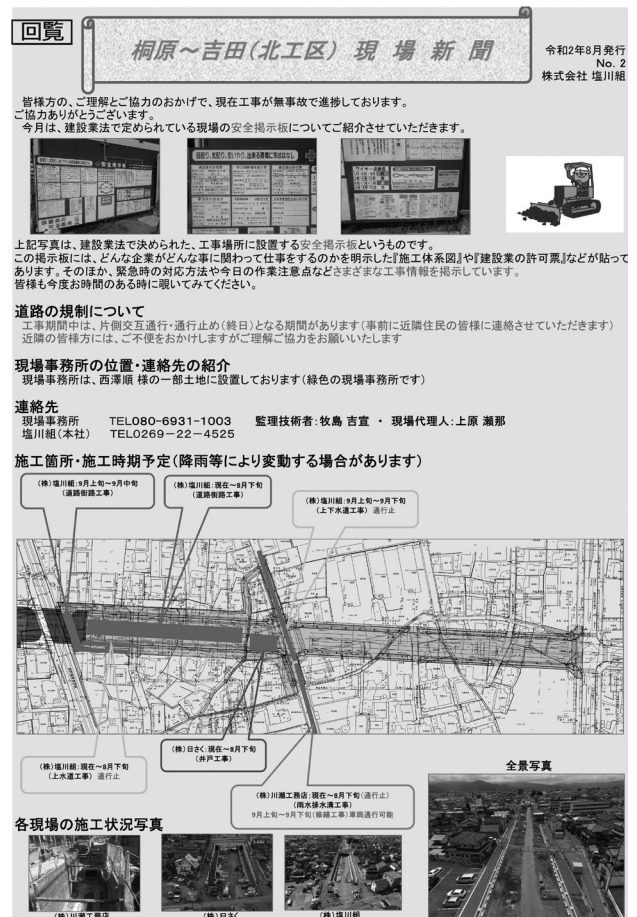


図-1 現場新聞

問題点で述べた工夫・改善点として、図-1の現場新聞の作成・配布を行った。

現場新聞の内容として、まず建設現場の紹介を行った。安全掲示板、施工機械、機器の用途等の

説明を記載した。我々作業従事者であれば、上記に挙げたものが実際何に使用し、どんな役割を果たすかなど当たり前のよう理解しているが、近隣住民の方は、日頃から稼働している現場を見て、初めて目にする方も多いと考えた。そこで写真と一緒に説明文を記載することにより、実際に現場を見ていただいた際に、より建設現場をご理解いただき身近に感じてもらえたと思う。

また、現場付近にはお子さんのいるご家庭もあり、高齢化が進んでいる建設業にとって、興味を示してもらえる、いいきっかけになったのではないかと考えている。

次に、現場平面図を利用し、そこに施工箇所、施工時期、道路規制内容など分かりやすく色分けし記載した。また、当社以外で施工を行っている業者様の今後の施工予定も一緒に記載することにより、より分かりやすく工事の進捗具合をご理解いただけたと思う。施工箇所や道路規制の変更がある場合は、地元区を通じて各業者が工事案内の配布を行っていたが、月初めに現場新聞にて早めに周知することにより、道路規制等の変更の際に、近隣住民の方が混乱することなくスムーズに行うことができた。

また、道路規制に伴い仮駐車場の設置を行った際にも、現場新聞を通じて何台分の駐車スペースを確保しなければならないかと時間に余裕をもって把握、準備することができ、地元区の皆様からご不満等なく施工できた。

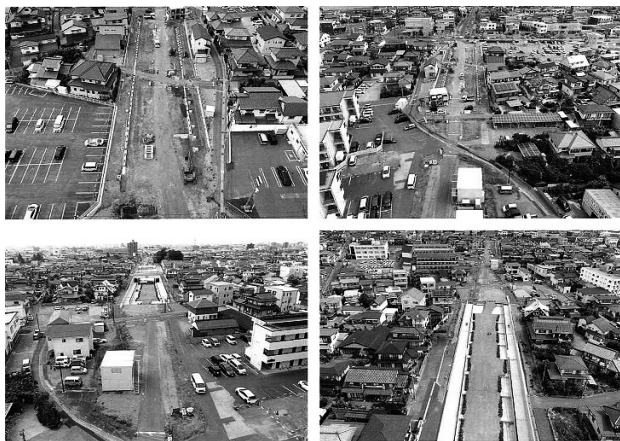


図-2 ドローン空撮

次に、月に一度当社の保有のドローンを使用し、図-1、図-2のように現場空撮を行った。

問題点でも挙げた通り、工事が進捗するにしたがって道路規制の範囲も増え、近隣住民の方が現場全体の進捗状況等を把握することが困難になっていた。そこで上記に記載した通り、月に一度、現場全体が分かるような現場空撮を行い、現場新聞に載せた。空撮することによって、現場全体が一目でわかるので、先月度の現場新聞と見比べてもらうと現場の進捗状況がとても分かりやすく地元区からも好評の声をいただけた。

4. おわりに

今回、施工させて頂いた現場は、市街地であり、現場付近には数多くの住宅、コンビニエンスストアが混在していた。近隣住民の方には、日頃から工事に伴う騒音や振動、住宅への出入りに関して、ご迷惑をおかけしていた。工事を円滑にスムーズに進めるためには、地元区の皆様とのコミュニケーションや、工事対するご理解とご協力が一番重要であった。

現場新聞を作成・配布することにより、地元区の皆様から好評の意見を頂けると同時に、工事に対するご意見やご不満等も聞くことができ、すぐに対処することができた。地元区の皆様のご理解とご協力に大変感謝している。

今後も、このような市街地に限らず、現場新聞を作成・配布していき、地元区の皆様に、工事現場をより身近に感じてもらい、工事対するご理解とご協力を促していきたい。

82 その他

市街地における大型建設機械による鋼矢板設置について

長野県土木施工管理技士会
庫昌土建株式会社
新村 洋次郎

1. はじめに

本工事は、下諏訪町に位置する承知川において施工延長約300mの河川改修工事であった。市街地内を流れる河川が令和元年9月に氾濫し、住宅が床下浸水し幹線道路が冠水するなどの被害が発生した河川であった。施工区間は3工区に別れており中間の100mに鋼矢板を設置し河川を拡幅する工事であった。

工事概要

- (1) 工事名：令和元年度 災害対策等緊急工事
- (2) 発注者：長野県諏訪建設事務所
- (3) 工事場所：長野県諏訪郡下諏訪町
- (4) 工期：自) 令和2年5月1日～
至) 令和3年3月26日
- (5) 工事内容：護岸工(矢板護岸工)SP-45H・50H
L=9.5～10.5m N=223枚
橋梁工 N=1橋

2. 現場における問題点

はじめに記述したとおり、施工区間の中間での施工であったために近接工事との同時進行で工事車両出入りや作業スペースに多大な制約があった。その中での問題点を下記に記す。

1) 90tクレーンの作業ヤードの確保

当初設計段階では、70tクローラクレーンにて右岸と左岸別々に施工することになっていたが、近接工事の影響によりベースマシーン(90tクロー

ラクレーン変更)のみでの施工を余儀なくされた。現場の作業スペースは幅員3mの現道しかなく出入りできる進入路も1箇所しかない極めて限られたスペースしかない中で如何にして矢板打設を行うかが課題であった。

2) 鋼矢板打設時において、市街地での施工であったため住宅が近接(最小近接5m程度)しており、矢板設置時の振動や建設機械の移動等による建物損傷が大変懸念された。

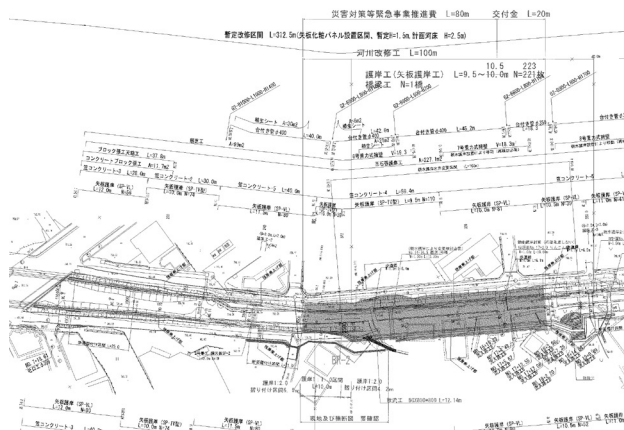


図-1 計画平面図

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 作業ヤードの確保について、①計画段階でクレーンの選定を再度実施した。鋼矢板SP-45Hの最大重量における作業半径を算出し決定した。②決定したクローラクレーンは90tであったが、機体が重く現道を使用するにあたり、現道舗装版が自重に耐え得るかの検討を実施し

た。試掘により舗装版厚さ路盤厚さを確認した結果、重さにより舗装版を破壊し沈下する恐れがあった。このため、舗装版上に30cmのクッション砂を敷き詰め1mの盛土を行い沈下対策とした。盛土上部には敷き鉄板を2重に敷き90tクローラークレーンの足場を確保した。③右岸側を施工ヤードとして使用するために、右岸の鋼矢板設置から行った。理由として左岸側の矢板設置の際に作業半径を確保するためには河川側に寄る必要があり足場崩壊によるクレーン転倒を防止する役割を兼ねるように右岸側から矢板設置を実施した。

①～③を検討・実施したことにより限られたスペースしかない中で安全に鋼矢板を設置することができた。

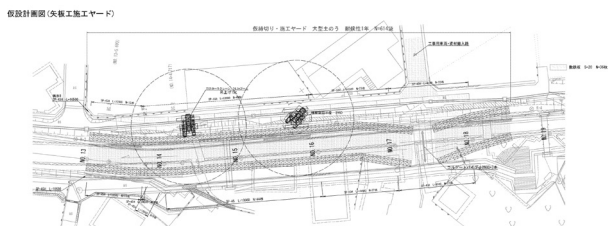


図-2 作業ヤード計画

2) 市街地での鋼矢板設置について以下の対策を実施した。①本工事の矢板線形は複雑で異形鋼矢板を設置する箇所が複数あり異形鋼矢板及びその前後の矢板はバイプロハンマにて打設することから、振動・騒音が少ないバイプロハンマの選定を先ずは行った。本工事で採用したのは、油圧式可変超高周波型を使用した。特長は、国土交通省指定の「低振動」「超低騒音」型建設機械の認定を取得し、最大起震力約780KNを有しており硬質地盤への矢板打込みの急速施工が可能なることから使用した。②鋼矢板SP-45H・50Hの設置に超低騒音型油圧式圧入機を選定・使用した。

砂礫層や玉石層などの硬質地盤でも圧入工法の優位性を損なわずに矢板を圧入できる「硬質地盤クリア工法」が可能なる機械で、パイルオーガによる掘削を最小限に抑えることで周辺地盤を乱さないことから使用した。また、国土交通省の環境基

準値をクリアした「超低騒音設計」であった。

この他に、図-3のように目隠しシートを兼ねた防音シートを設置して近隣住民のプライバシーに配慮した施工を行った。



図-3 油圧式圧入機による圧入

①～②の対策を検討・実施したことにより騒音による苦情はなく、事後調査による家屋の損傷は確認されなかった。



図-4 矢板設置完了

4. おわりに

現在の工事現場では様々な技術開発により、地域の環境に配慮した施工ができることから積極的に取り入れることが大切だと感じる。

本工事における鋼矢板設置は極限られたスペースでの施工であったが、様々な工夫を検討・実施したことにより、市街地で狭隘な箇所での施工が可能なることがわかった。

今回の経験を今後生かし実践していくことが、環境に配慮した安全な現場につながると考える。

83 その他

従来工法に縛られない施工方法による 客先要求の対応と設計変更について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
JFE エンジニアリング株式会社
積算担当
伊 佐 和 人

1. はじめに

本工事は、鋼10径間連続合成少数桁橋の道路橋で、A1-P6間の6径間を350t吊りクローラークレーンによるベント工法で、P7-A2間の3径間をA2側背面ヤードから手延べ送り出し工法にて架設を行い、P6-P7間で桁を落とし込み連結する架設工事である。図-1に橋梁写真を示す。

工事概要

- (1) 工 事 名：一般国道397号（仮称）新小谷木橋上部工工事
- (2) 発 注 者：岩手県
- (3) 工事場所：岩手県奥州市水沢佐倉河、真城及び羽田町地内
- (4) 工 期：平成27年12月12日～令和3年4月30日

2. 現場における問題点

本工事は当初、送出し架設の施工時期は渇水期を予定していたが、工期の修正により送出し架設を出水期に施工し、完了させる必要が生じ

た（図-2工程表を示す）。当初計画では、渇水期中に河川内の橋脚P8, P9の脚上に仮設機材（以下、脚上設備と称す）を設置し、送出しを完了させ、手延べ機を解体し、降下作業を開始する計画であった。これはクレーンを河川内および河川敷内に設置することが前提となっているため、出水期に施工することが不可能な計画であった。

そこで、出水期中に、クレーンを河川敷内に設置することなく送出し架設・降下作業を完了させ工程短縮を実現させる施工計画を立案する必要が生じた。

3. 工夫・改善点と適用結果

先述した問題を解決する一般的な架設方法は、河川外のA2橋台背面に大型クレーンを設置して河川内に脚上設備を設置したのち、送出しを行い、渇水期を待って手延べ機の解体・橋桁の降下作業を行う方法となる。しかし、これは大型クレーンの費用増と送出し完了後から渇水期まで約1か月半の待機時間が発生し、工程短縮とはならない。そこで、下記のような工夫を考案し、施工

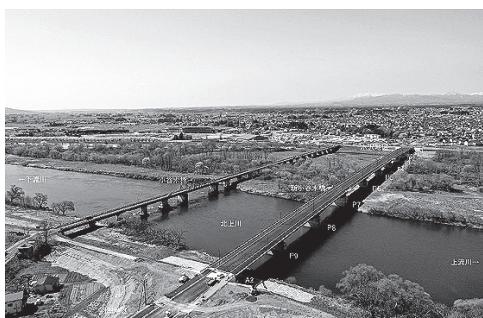


図-1 橋梁写真

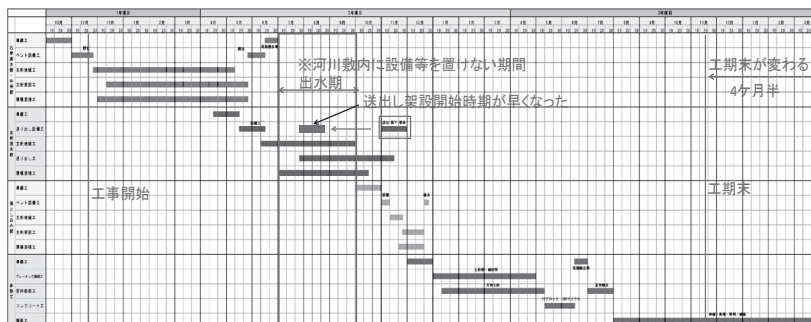


図-2 工程表

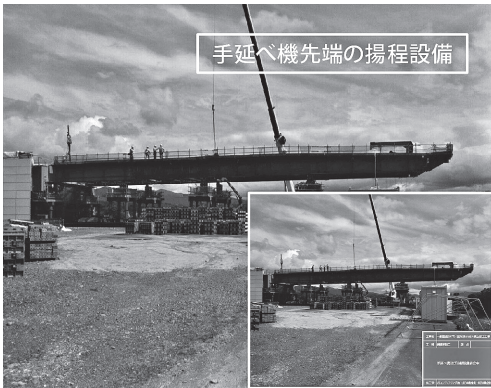


図-3 手延べ機先端揚程設備写真

計画を立案・実施した。

1) 河川内脚上設備の組立・解体方法の工夫

出水期中は河川内に、クレーンを設置するための盛土施工が出来ない。栈橋を渇水期中に設置し、出水期中に送出しおよび降下作業完了後、渇水期になるのを待って撤去する方法も考えられるが、施工に使用しない供用期間が発生するため、経済的ではない。そこで、手延べ機の先端に仮設機材の吊上げ・吊下げを可能にする設備（特許出願公開番号 特開2020-176488）を設置し、それを使用して脚上設備の組立・解体する計画とした。図-3に設備写真を示す。手延べ機の先端が脚上に到達後に設備組立を行うため、脚上設備損料期間も短く（それぞれ手延べ機が到達する送り出し日数分減る）することが出来た。

2) 手延べ機および連結構造撤去の工夫

工程を短縮するには、出水期中に手延べ機と送出し桁を分割し降下作業を完了させる必要がある。

そこで、先行して架設した桁の天端高さより手延べ機の到達高さを高くすることで、干渉を避けることを可能とした。さらに、先行して架設した桁上に残置し、送出し桁の降下作業を先行することで、残置した手延べ機および連結構造を渇水期にクレーンにて撤去を行うことが出来るため、出水期内に送出し、降下作業を完了することを可能にした。図-4に手延べ機と架設完了桁の干渉回避のイメージ図を示す。出水期中に施工することが可能となったが、送出し桁の降下量は5.4m（当初3.0m）となるため、脚上設備が増え、工事費が大きく増加することが予想された。そのためよ

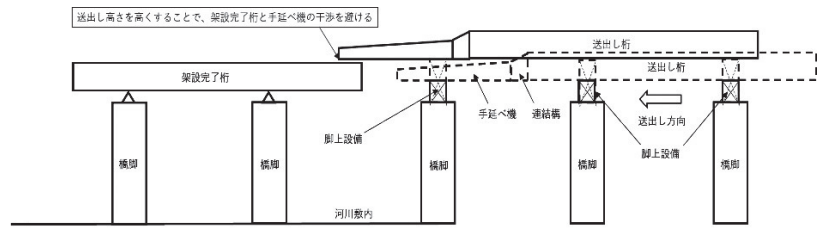


図-4 手延べ機と架設完了桁の干渉回避のイメージ図



図-5 従来技術と本工事の手延べ機および連結構造の比較

り増加する工事費を抑える計画になるよう更に工夫を行った。下フランジ下端に手延べ機および連結構造を合わせる従来の方法ではなく、あえて手延べ機および連結構造下端と主桁下フランジに段差を付ける計画とした。図-5に従来技術と本工事の手延べ機および連結構造の比較図を示す。

これにより、設備高さを先述した段差分低くすることが出来き、降下量を4.3mに抑えることが出来た。

4. 設計変更の交渉

計画立案当初は、現地のヤード状況・施工方法に変更点がないため、任意仮設として設計変更の協議は進まなかった。しかし、工程を短縮するために送出し架設が出水期施工になったことによる現場条件変更により、河川敷内にクレーンを設置できなくなったことを当社の架設技術力で効果的な設備になるよう工夫したことを説明することで客先の理解を得られ、契約変更として対応してもらうことが出来た。

5. おわりに

本工事は、工程短縮による施工時期変更の対応を従来のような大型重機を用いた施工で安易に採用することなく、より効率的な施工になるよう工夫した事で、当社の技術が飛躍したとともに客先要求に経済的に対応することが出来た。

コロナ禍における施工であったが、無事竣工を迎えることが出来たのは、客先と近隣住民の皆様のご理解・協力があったからこそと感謝致します。

84 その他

複数拠点からの遠隔臨場検査

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

市原工場長

主任技術者

廣中 敬治[○] 武田 有佑

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、感染防止対策の一貫としてのテレワークやweb会議については、その適用が急速に拡大され、今や「働き方改革」「業務効率化」との位置付けとしても定着しつつあり、施主との打合せについても、web会議での対応を要請される事が当たり前ようになってきている。これと足並みを揃えるように、施主の段階確認や技術提案履行確認等の立会検査についても、遠隔臨場検査の適用を要請される事案が増加傾向となってきており、施主要請に応えるべく、各種立会検査において、その適用について要領を模索し、改善を加えながら、これまで対応を図ってきた。

本稿では、鋼橋の工場製作において、遠隔臨場での立会検査を実施した事案について報告する。

2. 遠隔臨場検査の概要

<背景>

施主が製作工場に臨場しての立会検査の場合の多くは、受注者側の配置技術者、品質証明員並びに各担当者が同席しての検査となる。特に現物での出来形精度や、品質・出来栄確認のため、多くの関係者が一堂に会しての臨場検査となるため、新型コロナウイルス感染症拡大の原因とされる3密「密閉・密集・密接」のうち、「密集・密接」が、従来の臨場検査の方式に当てはまってし

まう。また、製作工場への臨場に際しても、多くの場合が公共交通機関等を利用しての（他県を跨ぐ）移動を伴うため、これらを避けた検査方式として、遠隔臨場検査を要請される事案が急増傾向となった。

一方、数年前より施主側では、施工管理業務効率化の一環として、特に建設現場において、長時間の移動を伴う立会頻度の多い検査については、遠隔臨場検査の適用が試行され始めてきてはいたものの、ごく限られた範囲での事案であり、昨今の新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、その適用範囲・頻度について急加速したという背景がある。

<遠隔臨場検査システム>

遠隔臨場検査のシステム概要を図-1に示す。

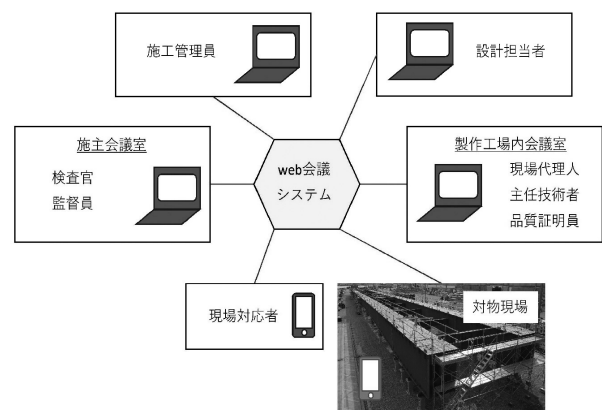


図-1 システム概要

基本的には、汎用のweb会議システムを利用して、施主と、各拠点の検査対応者および現場とを繋いで、ビデオ会議形式を応用した検査である。

3. 遠隔臨場検査における工夫と適用結果

遠隔臨場検査については、実施案件毎に、施主との意見交換、社内での反省会を通じて、課題抽出および対策としての工夫を重ねてきた。

① web会議システム

遠隔臨場検査には、Microsoft社のweb会議システム「Teams」を活用して、複数の拠点を繋いでの検査を実施している。施主と受注者側との、各種検査資料や図面等の情報共有には、web会議システムの「画面共有」機能を活用している。対物検査ではこの機能を応用し、現場で撮影している映像と検査資料とを説明者がタイムリーに切り替えながら、対物検査状況の中継配信に合わせて、検査内容の説明等を同時に行っている。

② 使用機器

現場での対物検査に用いる撮影用のカメラについては、web会議システムをインストールしたスマートフォン(iPhoneSE)のカメラ機能を活用している。カメラ機能としての使用台数は2台とし、1台は検査状況の全景が分かるように、遠景カメラとして専用スタンドに固定して配置、もう1台は近景用の手持ちカメラとして、手振れ防止用スタビライザー(djiOM4)にセットして使用している。

音声の共有については、スマートフォンからBluetooth接続のヘッドセットで共有、また現場での説明者は、屋外での風等の影響を軽減させる目的でノイズキャンセル機能付きのヘッドセットを使用している。

特殊なケースでは、部材検査や塗装検査等、検査対象の全体員数や部材配置を確認するケースもあり、ドローンを飛ばしての全景撮影映像をブロードキャスト配信機能を活用した中継映像の配信も実施している。

また、検査が長時間に渡るケースもあり、電力消費ペースの早いスマートフォン用には、モバイルバッテリーも予備として準備している。

③ 施主側の情報セキュリティー環境対策

施主側の情報セキュリティー環境によっては、パソコン、モニター、スピーカー等の必要機材一式を必要最少人数で施主側事務所に持ち込んでの遠隔臨場検査を行っている。施主側事務所へは、配置技術者等が臨場して、機器のセッティングを行い、検査状況の補足説明等を兼ねている。

当初は、施主側からの要請に応えるべく、ごく短期間で推進・対応しなければならない状況であったため、課題や不慣れな部分も多々あったものの、これらの工夫による改善も重ね、現状では遠隔臨場検査の要領については、概ね確立されてきているものと考えている。



図-2 対物検査状況

5. おわりに

遠隔臨場検査については、施主側からの要請に対応する形で推進してきたが、従来の施主臨場立会での検査と比較すると、受注者側の検査対応人数が多くなりがち傾向があり、必ずしも検査自体の効率化となっていない場合も見受けられる。また、対物検査については、画面を通しての確認や評価となるため、見栄えや色彩など主観的な評価となる部分が、映像では正確に伝わりにくい面があり、遠隔臨場での限界を感じる場面もある。

一方で、総合的には「働き方改革」「業務効率化」対策としては効果があると評価できるため、今後も工夫を重ね、改善に繋げていきたい。

85 その他

耐震補強工事におけるカメラ計測技術の活用

日本橋梁建設土木施工管理技士会
日本鉄塔工業株式会社
中村 公春

1. はじめに

本技術報告では、耐震補強工事におけるICT技術の活用例として、ロッキング橋脚に対する耐震補強として落橋防止ブラケットを設置する際に行った、デジタルカメラを用いたアンカー削孔位置の3次元計測について報告する。

2. 現場における問題点

今回設置した落橋防止ブラケットは、ブラケットの設置位置に余裕があるPCケーブルによる連結構造と異なり、次頁に示す図-4のように上下部を1つのピンで連結する構造であった。本構造の場合、上下部のブラケット設置位置を正確に決定する必要があるため、事前にアンカー削孔箇所の位置関係を高精度で3次元的に把握しなければならない。

従来、上下部連結構造となるブラケット位置を3次元で計測するためには、ブラケット毎に模型を作成する必要があり、計測作業に多くの労力や時間を要していた。(図-1)

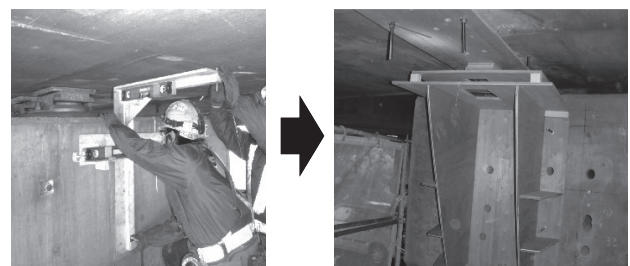
こういった問題を解決するため、デジタルカメラによる3次元計測システムをアンカー削孔位置の計測に適用することで、手計測と同程度の計測精度を保持しながら、作業の省力化や計測時間の短縮に繋げることができないか現場検証を行った。

3. 概要

デジタルカメラによる3次元計測システムは、計測対象物に対して複数の角度から写真を撮影し、ソフトウェアに取り込み画像処理を行うことで、計測対象物の位置や大きさ、形状等を3次元で計測できる技術である。レーザースキャナー計測と比較して、本技術は計測に必要な場所のみを部分的に撮影するだけで良いため、計測時間を大幅に短縮できる。また吊足場上でも計測可能であり、測定場所の制約が少ない等の利点がある。

アンカー削孔位置の計測に適用した際の作業手順は次の通りであった。(図-2)

- ①アンカー削孔箇所の中心位置を表示するため、ターゲットを貼り付ける。
- ②デジタルカメラでアンカー削孔面を多方面から撮影する。
- ③撮影した画像データをソフトウェアに取り込んで画像処理を行い、3次元モデルを作成する。
- ④アンカー削孔位置を反映した製作図の作成や材料手配等に活用する。



墨出し作業

ブラケット取付確認

図-1 従来計測方法



図-2 計測状況

また本技術では、カメラ撮影した範囲全体の3次元モデルを作成できるため、ターゲットを設置していない箇所も計測可能である。そのため、桁の縦断勾配や横断勾配、桁と橋脚の斜角等の情報が計測後に必要となった場合でも、3次元モデル上で計測して、図面等に反映できる。

4. 工夫・改善点

カメラ撮影に先立ってアンカー削孔箇所の孔中心を求めるためにターゲットを貼り付ける必要があるが、貼付け作業に多くの時間を要することや貼付け時に人的ミスが発生する可能性があった。

また、アンカー削孔に先立って削孔面の鉄筋探査を行うが、コンクリート中の深い位置にある鉄筋については鉄筋位置を正確に把握することが難しく、アンカー削孔時に干渉する場合がある。そういった場合は、鉄筋位置からずらした位置で再削孔を行うが、重複孔となってしまった場合、正確な孔中心位置にターゲットを設置することが難しいといった課題があった。

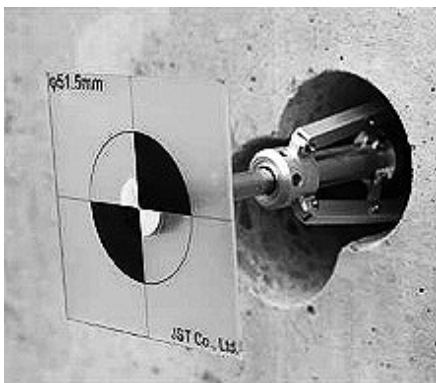


図-3 アンカー削孔中心表示治具

これらの課題を解決するため、アンカー削孔中心表示治具（図-3）を使用し、現場計測を行った。本製品は自動でターゲットを孔中心位置に設置できる製品であり、設置時の人的ミスを抑制し、かつ重複孔の場合でも孔中心にターゲットを設置することができた。

5. 適用結果

前述の工夫や改善を行い、デジタルカメラによるアンカー削孔位置の3次元計測を行った。計測結果の精度確認を行うため、落橋防止ブラケット1基分の透明フィルムを作成し、計測精度を検証した結果、 $\pm 2\text{mm}$ 以内の精度で計測でき、手計測と同等の計測結果が得られることを確認した。また、計測作業時の労力や時間も25%程短縮することができた。

本計測結果をもとに落橋防止ブラケットを製作し、干渉等の問題もなく無事現場に設置することができた。（図-4）



図-4 落橋防止ブラケット設置完了

6. おわりに

デジタルカメラによる3次元計測システムをアンカー削孔位置の計測に適用することで、手計測と同等の精度を確保しつつ、作業の省力化や計測時間の短縮に繋げることができた。

また今回の現場検証により、削孔位置計測にアンカー削孔中心表示治具が有用であると確認できたため、今後は支承部のアンカー位置計測等に活用できないか検討していきたい。

86 その他

現状の建設業

橋本建設株式会社
土木部所長
澁 和 彦

1. はじめに

工事概要

本工事は、富山県高岡市より発注された土木工事であり、都市計画道路下伏間江福田線とJR城端線京田踏切の立体交差に伴う工事で、ボックスカルバート・U型擁壁・重力式擁壁で構成され、延長L=333m（内 U型擁壁L=33m）を施工するものである。

- (1) 工事名：下伏間江福田線立体交差整備
その5工事
- (2) 発注者：高岡市
- (3) 工事場所：富山県高岡市下黒田地内
- (4) 工期：令和2年6月25日～
令和3年6月10日
- (5) 施工数量：現場打ちU型擁壁工
床掘3100m³、埋戻し730m³
コンクリートV=1263m³
型枠A=1370m²、鉄筋106t

2. 現場における問題点

本工事では土工、鉄筋工、型枠工、防水工、足場工、仮設工、楊重工、コンクリート圧送工等とさまざまな職種の作業を行ってきたが、どの業種も人材不足のため、外国人実習生・研修生が現場で施工を行っていた。

近年建設業では人手不足に伴い、若年入職者の割合が減少しているとともに、高齢者化が進行

し、次世代への技術継承が心配される。

また、外国人労働者の現状は現場では職長を中心に同僚・仲間から仕事（作業内容）等を指示され作業を行っていたが、本当に内容を理解しているかは疑問であった。

また危険な作業（近道行為）を行おうとした時の注意の仕方にも管理者は戸惑いがあった。

今後、日本の建設現場には外国人実習生はなくてはならない存在である。日本人と外国人労働者の会話・コミュニケーション・考え方の違い、また、日本人の若者が建設業に就職し飽きずに長く続けて働けるかがこれからの課題だと思う。

3. 工夫・改善点と適用結果

日本人の若者には、まだ建設業界は3K（きつい・汚い・危険）のイメージが有るのか就業率が低いと思う。そこで、次のことを考え実施した。

(1) 建設現場の環境整備

現場事務所、休憩所等にエアコン、電子レンジ、ウォーターサーバー等の設備を設置し、労働者の環境を整えた。また、AEDの設置も行った。緊急事態の際、素早く救命救助が行えることができ、建設現場周辺の通行人にも応急処置が出来ると考えた。

(2) 建設業のイメージを変える

建設業は外での仕事なので、夏は暑く冬は寒いイメージが有るが、作業服を空調服にすることや今までの地味な作業服ではなく、オシャレな作

作業服を着て、作業員・周辺住民にアピールした。

(図-1)



図-1 オシャレな作業服 空調服

(3) 建設現場のトイレ

建設現場では、まだまだ汲み取り式トイレが一般的に使用されているが、周辺住民へのニオイの問題・衛生的環境に配慮し、水洗トイレの使用を行った。近年では女性も建設業に携わる方が増えてきているので、男女別のトイレを設置した。

(4) 学生に建設業の魅力を伝える

建設現場の魅力や作業内容を知ってもらうため、建設業協会主催の工業高校生の現場見学会を行った。学生達に建設業を知ってもらい、興味を持ってもらうことが、若年入職者を確保する第一歩だと思う。(図-2)



図-2 工業高校生の現場見学会

(5) 外国人とのコミュニケーション

建設現場では必ず危ないこと、危険作業が伴う。その時、日本語で『危ない』と言っても外国人には伝わらない。そこで、事前に作業内容のマンガ絵を書き、日本語、外国語で注意点を書いた。また、作業前に周知会を行い、言葉・紙・ジェスチャーを使い作業の確認を行った。

外国人が日本語を覚える、日本人が外国語を覚えるのは、これからの建設業では大切な事になると思う。(図-3)

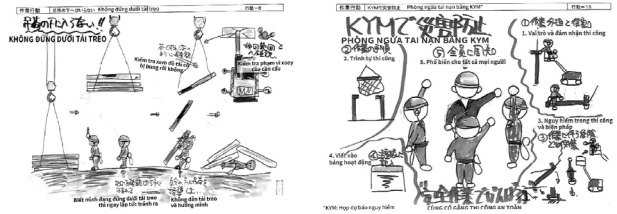


図-3 マンガ絵で外国語での説明

4. おわりに

建設業はこの世から絶対に絶やしてはならない業界であるのに、年々就業者は減っている。

建設業就労者は55歳以上が約35%、29歳以下が約11%と高齢化が進行し、次世代への技術継承が課題になっていると思う。

今はまだ大丈夫かもしれないが、安心はできない。

10年後には60歳以上の人達は引退している可能性がある。建設業界は半年、1年で伝承できるものではないので、今から若年入職者の確保、育成が大切だと思う。

人材確保の為には、積極的に学校に足を運んで建設業の魅力をアピールし、悪いイメージを腐食することが大事である。その為には、これから就職活動が始める学生達が夏休みを利用してインターンシップを行うことで建設業に興味を持ち、足を踏み入れる一歩になる。インターンシップによって、多くの学生の声を聴くことが出来る。その、学生達の声に耳を傾ける事で、建設業の改善点などが分かり、これからの建設業界の発展につながると思う。

87 その他

鋼橋架設作業に従事して

東日本コンクリート株式会社
現場代理人
稲山 博之

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：(仮) 鎮守大橋上部工工事（左岸）
- (2) 発注者：宮城県東部土木事務所
- (3) 工事場所：宮城県石巻市川口町地内
- (4) 工期：2018年12月13日～2021年3月26日
- (5) 型式：鋼3径間連続非合成鈹桁橋
橋長：100m, 幅員12.5m（車道8.0m）
- (6) 施工内容

主桁製作、運搬、架設、橋面工（舗装を除く）



図-1 施工前状況（鎮守大橋左岸）

2. 現場における問題点

本橋は、市道門脇3, 4丁目1号線の上に架かる鋼橋で災害発生時日和大橋の避難道路としての機能増強を図るため整備計画が進められている路線である。発注図をみてまず気づいたのが鋼橋の3径間の橋梁であるが、工事起点のP6の支点付

近で桁高が4.1mから1.8mに急激に変化する変断面の主桁という特徴があった。bvそのため以下のような課題があげられた。

1. 主桁運搬時に低床のトレーラーを使用しても公道走行時の高さ制限4.1mをクリアーすることは不可能である。
2. 主桁の取り卸しに際しても、重心位置の確認、組立用架台の微調整と地組時の転倒防止等の安全確保が必要である。
3. 最終径間の下には市道湊西13号線があり、架設作業、全面防護の吊り足場組立作業中は全面通行止めが可能となったが、当該区間は湊西地区の準工業地域になっており、近隣には各社企業の工場・倉庫・物流施設等が立ち並んでおり、輸送・通勤ルートの一部となっていることや生活道路であるため地元の要望で早期の交通開放が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

1. 桁高4.1mの主桁をそのままの状態に運搬することは誰の目にも不可能であった。そこで主桁を傾けたまま運搬することにした。専用の輸送用架台を製作し高さ制限をクリアーできる構造とした。現地で荷下ろしする際にも荷ブレが生じないように吊位置および方法を工夫した。
2. 主桁荷降ろし時の吊位置および架台については、本社技術課に依頼し綿密に重心位置を確認し吊位置を決定した。荷降ろしに際しては、ク

レーンの親フックや子フックにワイヤーロープと共にチェンブロックを使用して重心位置の微調整を行った。また、介錯ロープ使用して横ブレが起きないように細心の注意を払った。



図-2 主桁運搬状況



図-3 主桁荷降ろし状況

3. 市道の早期解放に関しては、地上でできるだけ地組みを行い高所作業を減少させることで工程の短縮と安全確保を図った。発注時の架設参考図にあったスパン中央部のベント組立を中止し、1径間分の主桁を地上で組立て大型のクレーンで架設した。この作業は、当社の右岸工事でも採用していたので工程の短縮日数の把握が容易であった。また、右岸工事と同様に足場の防護をSKパネルを用いて行い、防護組立所要日数の短縮および桁下の安全確保に努めた。主桁架設、及び足場組立、防護工組立で約1か月の通行止めを発注者、所轄警察署、地元の方々に説明していたのだが、実質3週間で防護工組立までを完了し無事交通開放することができた。



図-4 主桁架設状況

4. おわりに

今回施工した現場では、対岸の右岸側で先行して同種工事を施工しており私が後を追うような格好となった。全く同様の施工内容であったが、先行する右岸側の工事に協力する傍ら、独自の発想で工事を進めていったこともあった。同僚がすぐ近くで同種工事を施工することは、滅多にあることではない。私も20年近く現場にいるが初めての経験であった。傍から見ると相当楽な状況に映ったことであろう。しかし、当日の作業が終了してから議論を戦わせ翌日の作業に直ちに反映したことも度々あった。中央径間に他業者が施工しており、発注者からは早期の開通を求められ頭を悩ます日々の連続であったが、2021年3月に無事無事故で竣功できたことは、大いなる喜びであり、今後の現場施工においても今回の経験を役立てて安全・安心な現場運営と地元の方々に喜んでいただける橋づくりをしていきたいと思う。また社会の未来を考慮して、これからの社会を支えていく若手の育成、技術の継承を行っていきたく考える。



図-5 工事完成(鎮守大橋 左岸)

トラス橋の補強材設置

東日本コンクリート株式会社
菅野 剛

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：柳津大橋橋梁耐震補強工事
- (2) 発注者：宮城県東部土木事務所
- (3) 工事場所：登米市津山町柳津地内
- (4) 工期：平成30年3月23日から令和元年12月28日まで

2. 現場における問題点

本工事は床版がトラス構造のなかにあるタイプの橋梁保全工事だった。工種はいくつかあったが、その中でとくに支承取替工の補強材設置では既設部材と新設補強材の干渉、ボルト孔のズレと削孔機の問題などの課題があった。

まず、設部材と新設補強材の干渉については竣工当時の完成図と本工事の設計図の照査、および現地調査を実施したところ、支点部において既設部材と新設のジャッキアップ補強材が干渉することが判明した。干渉する既設部材は地覆・地覆鉄筋本橋防護柵歩・道橋高欄・落橋防止装置・排水管取付金具・補強リブ・添接板と多くあった。その中で、地覆から高欄は、現地調査後改めて各図面を重ねて補強材の位置を確認すると図面上でも新設補強材と干渉することが確認できた。落橋防止装置から補強リブについては完成図上に記載がなく、添接板は完成図上に記載はあるものの図面と現地の形状が一致しなかった。

干渉物を撤去しなければ補強材が付けられず、支承取替工を行えないという問題があった。

続いてボルト孔のズレと削孔機の問題については、既設添接板を避けるための部材数が多く、補強材を現場に合わせて設置すると孔がズレてボルトが挿入できない懸念があった。さらに、今回の補強材は組み合わせた合計の厚さが120mmと厚く、既存の現場用削孔機では100mm程度までしかあけられないという問題が発生した。



図-1 補強材設置作業

3. 工夫・改善点と適用結果

既設部材と新設補強材の干渉については、撤去して問題がないものは撤去し、撤去できるが構造上重要なものは施工中撤去・施工後復旧、撤去できないものは補強材の形状を変更して対応した。撤去工の範囲は、補強材を上から直接挿入できかつ補強材設置に際して削孔機やトルクレンチが十分に作業できる範囲とした。

しかし、この撤去範囲では、施工範囲内の地覆

を全撤去しなければならず、新たに撤去した箇所
に落ちる恐れが出てきた。そこで、補強工事施工
中に地覆撤去箇所歩道側にはフェンスを設置、
車道側では仮設ガードレールを設置して歩行者及
び車両の撤去箇所への落下防止措置を行った。さ
らに、フェンス・仮設ガードレール両方の前後の
点滅灯付きのカラーコーンを置き危険箇所を明示
した。



図-2 地覆撤去箇所フェンス設置

地覆の復旧の際には、地覆と鋼材が一体化する
とお互いの伸縮性の違いにより地覆に新たなひび
割れが発生する恐れがあったため、地覆に干渉す
る補強材のリブを撤去し目地材を用いて鋼材と縁
切りして、トラス橋と地覆が一体化しないように
復旧した。

ボルト孔のズレと削孔機の問題は、表層の補強
材にのみ工場で孔をあけ、現地ではその孔をガイ
ドにその他部材に削孔位置の痕を付け表層の補強
材を一度外し、その痕に沿って部材およびトラス
橋に孔をあけ、もう一度補強材を付け直すという
方法で孔をあけることにより全てのボルトを無事
挿入できた。

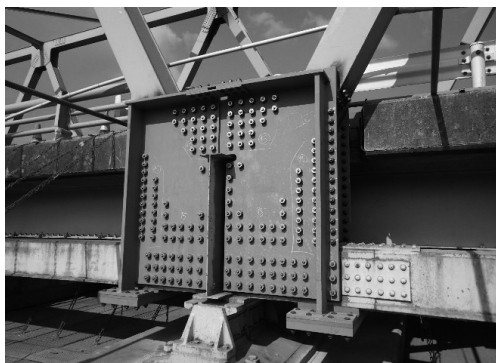


図-3 補強材設置完了

4. おわりに

本工事では、本報告以外にも多くの課題があ
り、変更や協議が必要だった。補修・補強工事で
は避けられない課題であるが、設計図面の内容は
施工方法も含めて一から確認・検討しなければなら
ないことを肝に銘じるようにする。また、今回の
対応が最善だったとは思っていない。例えば、
既設部材と新設補強材の干渉については、既設落
橋防止装置は発注者と協議のうえで一時撤去と再
設置を行ったが、再設置するためにはジャッキ
アップ用に設置した補強材のリブの一部を切断撤
去しなければならならなかった。今回の役割を終
えた後ではあるが、将来や緊急時にジャッキアッ
プが必要となった場合を想定すると、補強材のリ
ブを存置することが望ましいと考える。時間と費
用を要するが、落橋防止装置と補強リブの両方を
存置する方法の検討が必要だと考える。

最後に、施工過程で問題もあったがトラス橋の
補強材設置（支承取替）の貴重な経験ができた。
本工事にご協力いただいた皆様に厚く御礼申し上
げる。

第26回 土木施工管理 技術論文・技術報告 表彰者一覧

賞名	題名	執筆者名	会社名	技士会名	頁	
技術論文	最優秀賞	地震により損傷したスパンドレル・ブレースド・バランスド アーチ橋の撤去	北川 淳一 森谷 和貴 梅林 栄治	エム・エム ブリッジ(株)	日本橋梁建設	p. 26
	優秀賞	地元企業が無人化施工 合理的対策で生産性向上	満尾 裕也	(株)吉川組	長崎県	p. 66
		土工CIM<土工事におけるCIMの活用>について	宮脇 潤 岡田 康平	(株)荒木組	岡山県	p. 118
		3次元シミュレーションを活用した送電線近接の鋼橋一括架設	西 憲一郎 宮崎 丈幸 竹内 聖治	(株)横河ブリッジ	日本橋梁建設	p. 34
		鋼橋架設現場におけるMRデバイスの試行	半田 和久 壽系 亘平	高田機工(株)	日本橋梁建設	p. 134
	i-Construction賞	3DMG特殊斜面掘削機による急斜面での安全作業環境の構築について	木下 哲治	旭建設(株)	宮崎県	p. 90
	特別賞	実現場におけるICTバックホウの施工効率調査とオペレータ訓練システムの開発	瀧瀬 かおり 佐藤 欣治 近藤 里史	(株)砂子組	(一社)北海道	p. 110
技術報告	最優秀賞	多軸式特殊台車による夜間一括架設におけるCIMの活用事例	田村 有治 高柳 美里 藤本 叶望	(株)駒井ハルテック	日本橋梁建設	p. 190
		砂防堰堤のUAVによる3次元出来形測定工夫	森下 真朋	(株)森下組	新潟県	p. 296
	優秀賞	飛行空域制限下架設における施工領域安全管理システムの活用	佐藤 秀仁	三井住友建設鉄構エンジニアリング(株)	日本橋梁建設	p. 274
		桁下から鋼製桁間の狭隘な開口部より長尺物の荷揚げ方法について	堀尾 謙太	(株)栗本	広島県	p. 170
		港湾工事におけるBIM/CIMの取り組みと活用	熊井 崇	みらい建設工業(株)	東京	p. 292
		経験と発想に基づく仮締め切りの止水対策について	吉田 淳	若生工業(株)	宮城県	p. 148
		タイムラプス動画による張ブロック工の歩掛把握	鳥嶋 勇一 柏木 亮太	東亜建設工業(株)	東京	p. 294
	特別賞	現場付近の近隣住民へ現場新聞の作成・配布	上原 瀬那	(株)塩川組	長野県	p. 300

第26回土木施工管理技術論文報告集（令和3年度版）

令和4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

ホームマットホライズンビル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