

目 次

I. 技 術 論 文

施工計画

- 1 現道の道路打換え工事における工夫…………… 1
- 2 シールド二次覆工におけるモルタル湿式吹付け工法の採用…………… 5
- 3 多軸台車を用いた七条通架道橋活線切替工事…………… 9
- 4 ケーブルエレクション架設工法でのコンクリートブロック構造の検討……………13
- 5 高速道路上の夜間一括架設の計画と設計……………17
- 6 連続トラス鉄道橋の中間支点部ジャッキアップにおける工夫……………21
- 7 床版取替工事における施工時の工夫……………25
- 8 支承取替え時の鋼製ブラケットの採用……………29
- 9 新名神高速道路高槻ジャンクション橋の架設工事について……………33
- 10 橋梁架設の技術を活かした旧橋撤去工事……………37
- 11 道路上横取り架設における課題と対策……………41
- 12 通行止め時間の短縮に配慮した小規模吊橋の主索防食と吊索取替え……………45
- 13 ケーブルクレーン直吊り架設における解体計算を用いた架設検討……………49

工程管理

- 14 霞 4 号幹線橋梁上部工事における大幅な工程短縮……………53
- 15 県道上での鋼桁大ブロック架設について……………57
- 16 大遊間伸縮装置取替え工事の工期短縮に関する工夫……………61

品質管理

- 17 工事管理支援業務に見る背面処理工について……………65
- 18 柱頭部コンクリートに於けるひび割れ防止対策……………69
- 19 国道橋梁の拡幅工事……………73
- 20 耐寒剤を使用した冬期コンクリート供試体の現場養生方法について……………77
- 21 現場で行うコンクリート透気試験と養生効果について……………81
- 22 御船川橋方杖部の架設管理について……………85
- 23 インターチェンジ工事における函渠構造物と ICT 土工の施工について ……89

安全管理

- 24 金溪川橋の施工～送り出し架設時の更なる安全対策の取組み～……………93
- 25 見えない危険から作業員を守る取組み……………97
- 26 鹿島川砂防林下流床固工その 6 工事における出水災害対策工について ……101
- 27 浦川斜面对策工事における取組み ……105

維持管理

28	危機管理対策について	109
29	観光都市金沢の繁華街で老朽化した犀川大橋の補修工事	113
i-Construction 等		
30	レーザースキャナーの各種計測による現場への活用について	117

Ⅱ. 技術報告

施工計画

1	硬岩掘削における施工方法とリユース	123
2	三田西 IC ランプウェイ全面舗装補修工事	125
3	自然・周辺環境を考慮した仮設構台の設置	127
4	急傾斜狭所部での工事用道路の検討	129
5	パイプトラスアーチ架設時の課題と工夫	131
6	周辺環境の影響低減を目的とした架設工法の選定	133
7	鋼矢板引き抜きにおける工夫	135
8	河川阻害に配慮した架設方法	137
9	軟弱地盤および積雪のある地域での多径間橋梁工事の施工	139
10	曲率の大きい鋼床版多室箱桁橋の架設	141
11	狹隘占用帯内での橋梁上部工の架設について	143
12	鋼単純箱桁橋の撤去工事	145
13	特殊な構造の人工リーフ施工について	147
14	応急復旧工事における橋桁の横移動及びリベット撤去に関する工夫	149
15	危機管理型ハード対策ブロック据付について	151
16	ユニフロートを用いた主桁地組立て、クレーン相吊り横取り架設について	153
17	JR 工事における緊急災害復旧工事	155
18	設計変更による、施工計画の立案	157
19	東名高速道路上への1250 t 吊り大型クレーンによる鋼桁大ブロック一括架設について	159
20	汚濁防止効果の高い沈殿式と、ろ過式を組み合わせた沈砂池の設置について	161
21	デジタルカメラ3次元計測による当板補強部材の計測手法について	163
22	交差点上の桁架設における課題と対策	165
23	鉄道橋下路スルー桁の回転移動	167
24	高速道路本線上のキャリヤを用いた大ブロック一括架設工事に関する報告	169
25	夜間全面通行止めによる国道上の送り出し架設計画時の工夫	171
26	架設系を考慮した鋼床版箱桁橋の製作・架設の工夫と現地条件変化への対応	173

工程管理

27	鞘管工のプレキャスト製品による工期短縮・品質確保	175
28	新鑄川橋（仮称）の施工～工程短縮への取組み～	177
29	出水期の護岸工事	179
30	鋼橋架設工事における工程遅延防止の工夫	181
31	農道舗装工事における全作業員週休2日確保と地域貢献について	183

品質管理

32	コンクリート打設後の自動散水システムの作成・運用について	185
33	橋脚部分施工における架設報告	187
34	県道上の横取り架設における形状管理と安全対策	189
35	場所打杭施工における杭径不足防止対策について	191
36	覆砂工事における海砂の品質管理について	193
37	寒冷下での法枠工の品質確保	195
38	福岡208号筑後川橋上部工工事の工場製作について	197
39	ICT 建設機械と施工 CIM を活用した盛土工の品質向上	199
40	マスコンクリートの内部温度について	201
41	集水井の沈下及び変形対策について	203
42	函渠工のマスコンクリートにおける暑中コンクリート対策	205
43	供用中の都市高速道路における拡幅工事の応力計測と FEM	207

安全管理

44	大口径下水管（Φ1100mm）耐震化工事における施工上の工夫	209
45	高速道路建設工事における土運搬の安全管理について	211
46	供用道路上に於ける桁架設	213
47	河川掘削における施工・運搬時の安全対策について	215
48	災害復旧における事故防止と杭基礎の品質確保	217
49	安全性向上の工法提案と創意工夫	219
50	施工状況の変化対応と地域の自然環境保全	221
51	補強土壁組立作業時の転落防止柵の工夫	223
52	石工事に於ける指詰め等のクレーン災害防止対策、及び作業の効率化	225
53	国道に近接した狭隘な施工ヤードでの橋梁下部工事における取組み	227

環境管理

54	住宅での施工配慮について	229
55	早期緑化可能な施工方法による現地植生の回復	231

i-Construction 等

56	i-Construction で生産性が高く、魅力的な現場をめざして	233
57	水中部の可視化について	235

I. 技術論文

現道の道路打換え工事における工夫

鹿児島県土木施工管理技士会

株式会社島津建設

倉園 洋一[○] 遠矢 章

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：加治木維持出張所管内
舗装修繕工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
鹿児島国道事務所
- (3) 工事場所：鹿児島県曾於市
- (4) 工期：平成30年4月2日～
平成30年10月31日

今回の工事は九州を南北に結ぶ主要道、国道10号の鹿児島県曾於市において片側1車線、上下線計2車線のL=400m区間の舗装修繕を行うものである。

当初設計は全区間、切削オーバーレイ2層となっていた。

2. 現場における問題点

受注後まず、路面のわだち掘れ深さやひび割れの発生状況を調査すると起点側L=100mの状態が特に悪く損傷が進んでいると思われた。

その後、発注者から舗装台帳を借用し確認したところ、終点側については過去に路床から打換えされた履歴があり、それを踏まえて試掘による開削調査、CBR試験を行うこととした。

試掘調査の結果、終点側については良質な路床土で構築され舗装構成にも異常は無く、設計CBR

は20%であり残存等値換算厚(TA0)を用いて構造設計した結果、1層の切削オーバーレイで修繕可能と判断したが、起点側については表-1の設計条件のとおり設計CBRが4%となり、既存の舗装構成では必要とする等値換算厚に満たないため打換え工法を検討する必要がある。

よって、以降、終点側は省略し、起点側の打換え工法について記述していくものとする。

表-1 設計条件

設計期間	10年
信頼性	90%
舗装計画交通量	N6
疲労破壊輪数	7,000,000回/10年
設計CBR	4%
必要TA	31.6

打換え工法を検討するにあたり、①現道での交通規制作業(片側交互通行+時間制約)、②地下掘削による埋設物損傷、③施工時期は当初、8月下旬～9月上旬を予定しており暑中期の急速施工による開放温度や温度わだちの発生(平坦性低下)などの問題が懸念された。

また工事案内(チラシ配布)を行った際、住民より、大型車走行時に振動が発生するとの意見が数件あり、今回の工事で少しでも改善できないか検討していくこととした。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 工法選定

まず、打換え工法の選定については現道での交通規制（片側交互通行）による時間制約があることと、地下埋設物の埋設深さがH=40cm程度であったため、掘削深度を最小とする必要があると考えた。

従来の打換え工法や、様々な層数・材料での舗装構成をピックアップし、施工性・経済性等を総合的に勘案した結果、大粒径アスファルト混合物による打換え工法が妥当であると判断し、発注者と協議し、本工事に採用されることとなった。

この大粒径アスファルト混合物は基層と上層路盤を同時に最大25cmまでを1層で施工する方法で、上層路盤の等値換算係数を1.0として設計できるため、厚さ・コスト低減が図れる。

また、厚層で骨材の噛合せによる安定性、耐流動性が高いアスファルト混合物であるため、走行する大型車両の輪荷重を分散することができ、供用後の振動低減にも繋がるのではないかと期待した。

それらを踏まえ、舗装構成は図-1のとおりとなり、従来工法の施工層数7層に比べ3層施工と層数が減り施工性が良く、また施工厚さも28cmであるため、地下埋設物深さ（H=40cm）より上方で施工できるため、安全性も向上した。

施工の流れとしては、まず、初日に車道全面を

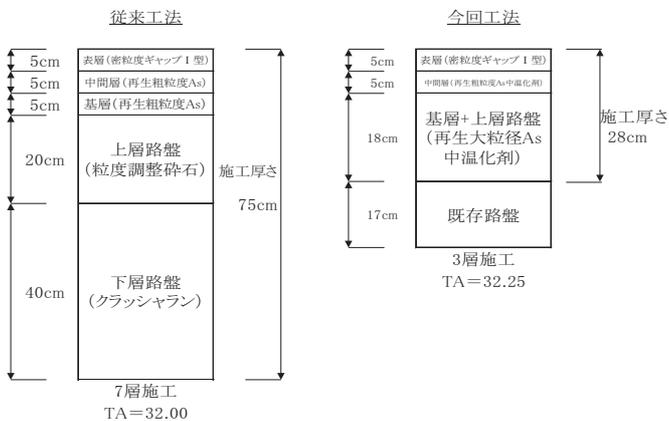


図-1 舗装構成図



	通常バインダ	中温化剤配合
最適混合温度	160°C	140°C
最適締固め温度	145°C	125°C

図-2 中温化剤配合試験練および温度値

5cm切削し、段差摺り付けを行い交通開放。2日目以降に、掘削→基層+上層路盤（t=18cm）→中間層（t=5cm）までを日々施工し交通開放。最後に全面の表層を行う流れで計画した。

しかし、施工時期は9月初旬で、過去の気象データを見ると日平均気温が27°Cと高く、厚層施工での交通開放温度の問題と交通開放後の温度わだちの発生が懸念されたため、打換え工に使用するアスファルト混合物の中温化技術を検討した。

中温化剤を混合し、再度、配合設計を行った結果、通常配合のアスファルト混合物より20°C低減でのプラント出荷が可能となり、暑中期の打換え工法での温度低減が図れるため採用に至った。

3-2 施工時の工夫

打換え工法は、図-3の断面にて施工を行うものとするが、大粒径アスファルト混合物は1層の仕上り厚さが18cmと通常のアスファルト混合物施工の3倍程度の厚さとなることから、締固め度を確保するための対策についてもよく検討してから工事に臨むものとした。

まず、大粒径アスファルト混合物の敷均し作業は施工指針に基づき、仕上り厚さの20%程度の余盛り量を見込んで敷均しを行い、タンパバイブレータを搭載したアスファルトフィニッシャーを使

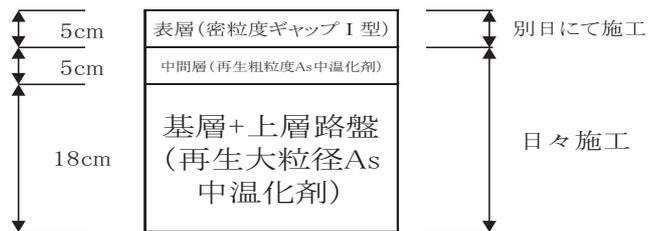


図-3 打換え工施工断面

用し、舗設時の締固め効果を向上させた。(図-4)

転圧作業については、締固め効果の増大を期待し、初転圧に8 t級の振動ローラを使用した。

また中温化技術を採用したことにより、通常の温度範囲とは異なり、初期締固め温度管理には特に留意する必要があるため、初転圧機械(振動ローラ)に放射温度計を取付け、敷均し後の混合物温度を計測し、それを運転席前方で目視確認できるデジタル表示機を取付け、ローラ運転手がリアルタイムで温度を把握し、最適締固め温度付近での転圧作業を行うことで品質向上に役立てた。(図-5)



図-4 舗設状況

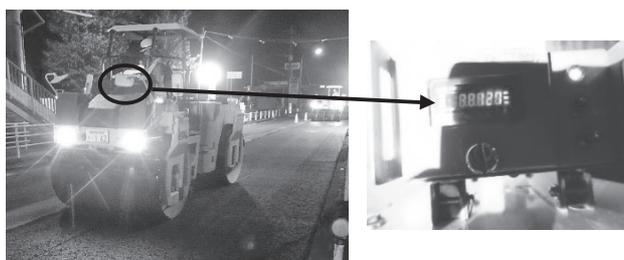


図-5 振動ローラ・温度表示機

初転圧後、マカダムローラにて二次転圧を行い、仕上げ転圧をタイヤローラにて行う流れとし、平坦性の向上を目指し施工した。

また、その日に中間層まで施工するため、その場で密度測定のできる非破壊密度測定機を用い(図-6) タイムロス無く基層の締固め度を確認した後に中間層(再生粗粒度アスファルト混合物中温化剤)の施工を基層+上層路盤の施工同様に行った。



図-6 非破壊測定器による密度測定状況

中間層施工完了後、摺り付け舗装を行い交通開放するが、本工事では交通開放前の1時間を冷却養生期間となるようタイムスケジュールを作成したことで、日々の施工面積は若干減少するものの、全施工期間の開放温度を50度以下とすることができた。(表-2)

表-2 タイムスケジュール

	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
交通規制開始										
舗装破砕・積込										
掘削・不陸修正										
基層+上層路盤										
中間層										
摺り付け舗装・仮区画線										
冷却養生										
交通開放										

3-3 適用結果

大粒径アスファルト混合物を採用したことで従来の打換え工法に比べ、施工日数を6日減(表-3)の50%とすることができ、大幅な路上工事の縮減が図れ、近隣住民やドライバーの負担を軽減することができた。

地下埋設物に対しても、埋設深さH=40cmに対し、本工事の掘削深さはH=28cmであるため、

表-3 施工日数対比表

1 工事(730m2) 当り			
従来工法		本工事	
路面切削(5cm)	1日	路面切削(5cm)	1日
打換え工	10日	打換え工	4日
表層	1日	表層	1日
合計	12日		6日

緩衝され、事故防止および施工性の向上に繋がった。

また、当初、懸念された温度わだちの発生（平坦性低下）については中温化技術の採用、交通開放前の冷却時間を設ける等の工夫により、平坦性1.1mmと良好な数値を得ることができた。

それと現場における問題点の1つにあった、路面からの振動についてであるが、本工事で試験的に工事の着手前と完成後の振動調査を実施し、比較することとした。（図-7）

振動調査は、着工前と完成後それぞれ同じ位置、同じ時間帯で行い、結果は表-4のとおりである。

着工前の平均値60.3dbに対し、完成後の平均値は48.6dbと大幅に振動が低減した。

また、着工前は大型車両が測定器付近を走行すると、振動値が大きく変動していたが、工事完成後は変動がほとんど無い結果となった。

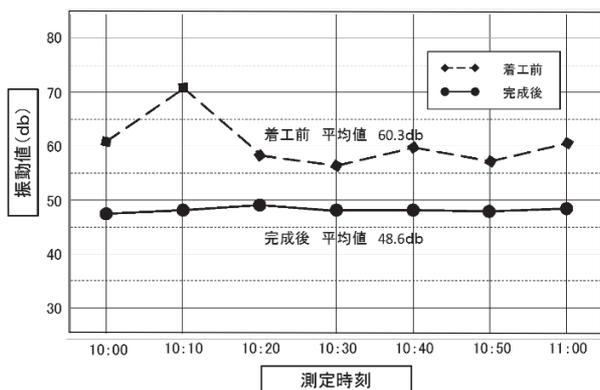
舗装修繕により、路面の平坦性が良くなり振動値が下がったことも考えられるが、-11.7dbと大幅に低減できたのは大粒径アスファルト混合物の特性である、厚層で骨材の噛合せ効果により安定性・対流動性の高いAS層が走行車両の輪荷重を分散させていると推測する。



着工前 完成後

図-7 振動調査状況

表-4 振動調査結果表



4. おわりに

大粒径アスファルト混合物の最大の利点は、冒頭で述べたとおり、基層と上層路盤を同時に1層で施工できるため、特に条件の厳しい、現道での交通規制による打換え工法においては工期短縮、コストダウンに繋がり有用な工法であると認識できた。

また、暑中期の打換え工法の課題となる温度わだちについても中温化技術を併用することで平坦性を確保することができた。

今回は数値的なものまでは実証できなかったが、中温化技術を用いたアスファルト混合物製造においては通常より混合温度を下げることができ、二酸化炭素の排出削減となることから今後の需要が増えることで、環境対策にも貢献できると思う。

それと、工事完成後に周辺住民へお礼と報告に伺ったところ、沿線の住民より「以前より大幅に振動がしなくなった」等、数軒から感謝のお言葉をいただき、地域に貢献する工事が行えたと実感することができた。

最後に、本工事に当たり夜間施工にご協力いただいた近隣住民の皆様、ご指導、助言いただきました発注者職員の方々、安全施工で工事にご協力いただきました協力業者の方々はこの場をかりて感謝を申し上げます。

シールド二次覆工における モルタル湿式吹付け工法の採用

東京土木施工管理技士会
東洋建設株式会社
工事主任
坂田 哲 教

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：新宿区河田町、市谷本村町付近再構築工事
- (2) 発注者：東京都下水道局
- (3) 工事場所：東京都新宿区河田町他
- (4) 工期：平成24年6月15日～平成29年3月24日

2. 現場における問題点

本工事は、泥土圧式シールド工法による一次覆工までの工程が支障物の発生や地山に木くずや鉄くずが含まれていたことにより遅延し、本年度中に工事が完了しないのではないかという問題が発生した。シールド一次覆工到達後の残工種は、各工種で3.5か月の工程の短縮を迫られた。

3. 工夫・改善点と適用結果

二次覆工については、当初計画では、設計通りのビーム式セントルを使用してのコンクリート打設を計画したが、工程短縮を目的として施工実績の少ないモルタル湿式吹付け工法・TDR ショットライニングシステム工法を提案した。

発注者と協議を続け、二次覆工の設計変更で認められるものとなった。

4. モルタル湿式吹付け工法

(TDR ショットライニングシステム)

4.1 工法について

モルタル湿式吹き付け工法は、TDR ショットライニングシステムという工法となる。一次覆工の鋼製セグメント区間を二次覆工として、充填モルタル、耐硫酸モルタルを吹き付けて、左官仕上げをしていく工法。図-1のAが充填モルタル、Bが耐硫酸モルタルである。

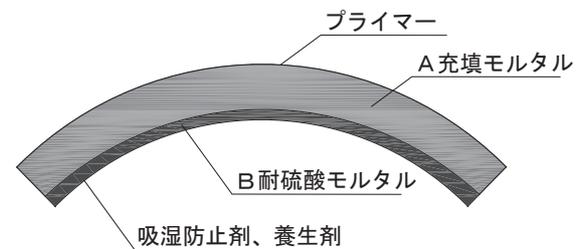


図-1 二次覆工断面図

4.2 工法の特徴

以下の6点が挙げられる。

- ① 充填が困難な鋼製セグメントのリップの内側も確認しながら施工できること。
- ② 急曲線部や特殊な断面形状にも対応できる。
- ③ 硬化促進剤の使用で上向きでも吹き付け可能。
- ④ 表面仕上げのモルタルは、仕様に応じた材料が選定できる。
- ⑤ 連続練りミキサーを使用し、大容量の吹付け施工が可能。

⑥表面はナイロン繊維を添加し、剥落抵抗性をUPしている。

4.3 施工計画段階でのメリット、デメリットの検証

本工法での施工は、当社では初めてとなることから施工計画の段階でメリット、デメリットを検証した。

メリット

- ①工程が短縮できること。
- ②覆工厚20mm で品質が確保されるので、セトルでは施工が困難な47mm 区間にも対応できること。

デメリット

- ①施工実績が少ないこと。
- ②工費が上がること。
- ③材料供給などモルタル25kg 入の袋を人力で多量に扱うので、労力が掛かる。

4.4 施工フロー

4.4.1 断面構成

スチールセグメント部に充填モルタルを吹き付け、仕上げの20mm は耐硫酸モルタルを吹きつける。

その他に、スチールセグメントとモルタルの間には、プライマー、充填モルタルと耐硫酸モルタルの間には吸湿防止剤、仕上がり面には表面養生剤を塗布する。

4.4.2 機械構成

特殊配合のプレミックスモルタルを専用のミキサーで混ぜて、モルタルポンプで圧送しコンプレッサーのエアで吹き付ける。充填モルタルは、硬化促進剤を添加し、吹き付ける。

4.4.2 施工フロー図

施工フローは図-2の通りとなる。

4.4.3 セグメントリブ内の充填について

本工法では、従来工法では施工がしにくかった、鋼製セグメントのリブ内への充填も目視で行えることが特徴である。材料の特殊性と専用のノズル

の向きを変えることで上向きでもモルタルが剥落することなく、施工が可能となる。(図-3、4)

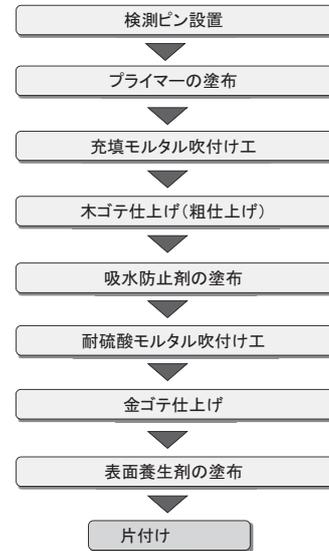


図-2 施工フロー

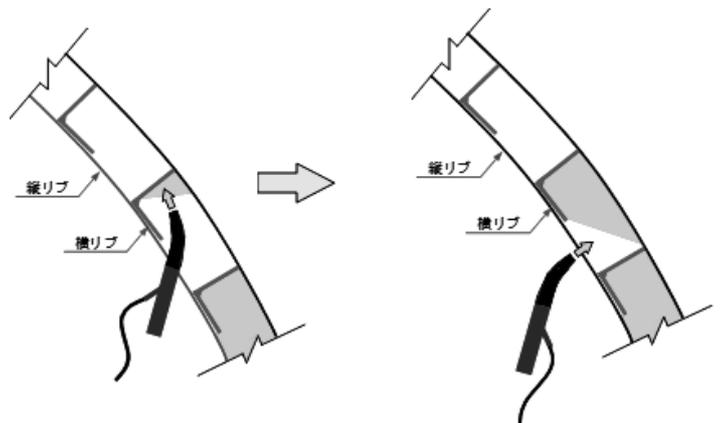


図-3 リブ内への充填方法

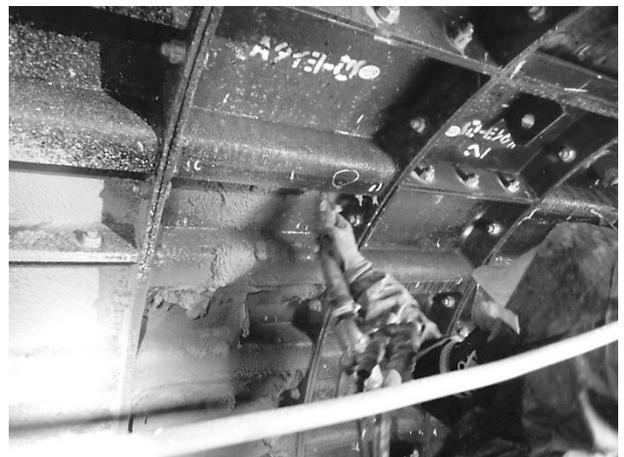


図-4 リブ内への充填状況

4.4.5 左官仕上げによるトンネルの施工

従来工法のように型枠は使用しないので、吹付けと同時に左官仕上げを続けて施工を行っていく。左官職人が検束ピンを目印に円を描いていく。



図-5 吹き付け完了

4.4.6 材料の供給方法

大量のプレミックスモルタルは、25kg入り袋での取扱とした。パレットで搬入したモルタルを、地上から立坑へ投入する。立坑下で専用のバッテリーカー（コンパクトシールド工法用のタイヤ式）に乗せて運搬し、最後は坑内で人力で降ろして、ローラーコンベアで押して練り混ぜ班に渡す。

4.5 実施工程

計画工程と実施工程を比較した結果、充填モルタルの施工日数については、約1.7倍の施工進捗が得られた。耐硫酸モルタルの施工については計画とほぼ同日数の施工進捗となった。工程短縮のためには、充填モルタルの施工期間で工程を縮めていかなければならない工法である。

充填モルタル： 積算 $3.0\text{m}^3/\text{日}$
実施 $5.3\text{m}^3/\text{日}$
耐硫酸モルタル：積算 $1.0\text{m}^3/\text{日}$
実施 $1.1\text{m}^3/\text{日}$

4.6 品質管理

4.6.1 ミニスランプ、温度管理

打設日毎の施工管理方法として、ミニスランプと練混ぜ温度の管理を実施した。平均値は基準値に近い値が得られた。施工管理面でも、プレミックスモルタルであることと、専用のミキサーを使用することで安定した材料の供給が可能であった。

4.7 出来形管理

4.7.1 覆工厚の確認方法

従来の型枠設置に代わり、施工段階毎に検束ピン（ステンレスピン）の長さを計り厚みを管理していく。

①全厚（充填モルタル+耐硫酸モルタル分）

吹付け施工前に所定の箇所での総厚み分の検束ピンをスタッド溶接にて設置する。

仕上がり面からピンが出ないように、2mm下がった長さとする。

②充填モルタル施工後

充填モルタル施工後に、耐硫酸モルタルの厚みがピンの残尺として残っているか確認する。本工事では、耐硫酸モルタルの厚みが20mm以上必要であったため、ピンの長さは残尺として18mm以上必要であった。

③内空を確認しながらの施工

吹付け作業を行いながら、左官仕上げの際に再度内空を確認、検束ピンが隠れているかの確認を行った。

④内空スタッフによる出来形確認

シールド二次覆工の出来形管理基準の $\pm 10\text{mm}$ 以内での施工が確認できた。

4.8 使用材料

①プライマー

セグメントとモルタルの接着用

②充填モルタル

二次覆工の充填材

③硬化促進剤

モルタルと混ぜて使用し、厚塗りを可能とする。

④吸湿防止剤

耐硫酸モルタル施工時の水分損失の防止

⑤耐硫酸モルタル

二次覆工の表面仕上げモルタル

⑥ナイロン繊維

耐硫酸モルタルに混練りして、モルタルの剥落防止、ひび割れ防れ

⑦養生剤

仕上げ面の乾燥ひび割れ等の養生剤

4.11 作業エリア

本工事では、二次覆工施工区間は、10スパンあり、施工延長は全長で259.8mあった。施工数量は、269m³となる。

二次覆工の施工については、2班体制で行う必要があったが、作業基地は、割込人孔の1箇所しか使用できないという制約があった。

A班、B班で発進立坑側と到達立坑側と施工エリア分けをして、工程の短縮を計画したが、B班の材料や機械をA班の施工中に供給することは不可能なため、材料のストック日・移動日を設けて、坑内施工区間外をストックヤードとして、1日20t以上のモルタルを坑内で運搬して仮置きする日もあった。

4.10 施工上の課題

本工法を施工しての課題点を下記に挙げる。

①左官工

- ・トンネルの真円をモルタルで描くことは非常に少ないので、慣れが必要となる。出来形に影響する。
- ・本工事のような内空2200mmのトンネル空間での施工経験が浅い。坑内という特殊な場所での作業に不慣れである。施工上、シールド工とのセットで作業パーティーとなる。

②材料の食い込み

- ・耐硫酸モルタルが品質管理上20mm以上必要となることから、高価で高品質な耐硫酸モル

タルが必然的に設計よりも多く食い込む。

③内空確保、出来形管理方法の改善

- ・ピンが隠れてしまうと厚みがわからなくなり、再度計測もしくは内空の確認が必要となる。
- ・充填モルタル施工時は、特にピンが左官仕事の支障になることが多い。

④現場の出来映え

- ・トンネル内空の出来映えが職人の技量に左右される。

⑤特殊プレミックスモルタルの使用

- ・材料が特注品であるため、材料の不足や生産に対しての確認が必要となる。

食い込み率が大幅に多くなった場合を想定する在庫管理が難しい。

4.11 まとめ

本工法の項目毎の評価

- ・工程：従来工法に比べて短縮 ◎
- ・品質：リブ内の充填及び、高強度 ◎
- ・費用：工費は従来工法（セントルによるコンクリート打設による二次覆工）よりも高くなる ×
- ・出来形管理：計測ピンに変わる方法が必要 △
- ・出来映え：表面は、金コテ仕上げとなり非常にきれい ◎
円形曲線線形は職人の熟練度で左右される。
- ・機械計画：日々の進捗確認と日ごとに機械配置計画を行う ○
- ・材料管理：日々の使用量、残量管理を袋体で目視確認できる ◎
- ・その他：施工実績のある施工会社及び職人が少ない △

課題点の克服のためにも継続的に本工法が採用されていくことで、技術の向上につながると考える。

施工計画

多軸台車を用いた七条通架道橋活線切替工事

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

牟田口 豊[○] 甲 斐 博 信

1. はじめに

本工事は、多くの来場者でにぎわう京都鉄道博物館や京都市水族館、梅小路公園の近くに設置される山陰本線（以下、嵯峨野線）の新駅設置（駅名：梅小路京都西駅）に伴う工事である。現在の府道梅津東山七条線（以下、七条通り）上空にある七条通架道橋の橋梁形式では側主桁がホーム新設に支障するため、ホームと橋梁が一体となった橋梁への架け替えが必要となった。

- (1) 工 事 名：大工事28第13号
京都・丹波口間新駅外新設他工事
- (2) 発 注 者：西日本旅客鉄道株式会社
大阪工事事務所 京都工事事務所
- (3) 請 負 者：大鉄工業株式会社 土木支店
- (4) 工事場所：京都府京都市下京区観喜寺町
- (5) 工 期：平成28年9月1日～
平成30年2月20日

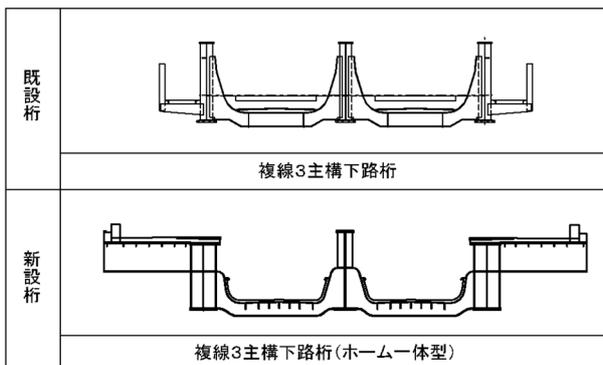


図-1 既設桁と新設桁断面

施工方法については、桁下に京都市の主要な東西の通りの一つである七条通りがあり、長期間の通行止めが困難であること、近隣に大型クレーンが設置できるヤード確保が困難であることから多軸台車を用いた架け替え工法が採用された。多軸台車2台を1組とし撤去用と架設用それぞれ2組（合計8台4組）使用した。多軸台車上には1組に2台のスーパーテーブルリフト（能力：250t/台）を載せ既設桁をジャッキアップ撤去、新設桁をジャッキダウンし設置した。

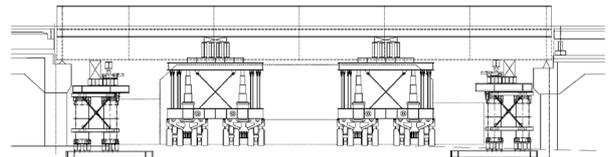


図-2 多軸台車配置要領

新設桁の地組、多軸台車組立および既設桁の解体については、梅小路公園の一部をヤードとして使用した。そのため、多軸台車は梅小路公園内から歩道を横断し、七条通りへ進入した後七条通りを走行し、桁下空間へ入る必要があった。

また、既設桁を載せた多軸台車は、新設桁を載せた多軸台車と七条通り上にてすれ違う必要があるため、撤去後一度貨物専用道路に進入し、新設桁通過後、新設桁の架設調整時間を利用し梅小路公園内に戻るものとした。図-3に、多軸台車による既設桁撤去と新設桁架設ステップを示す。



Step1 撤去用台車移動

Step2 撤去用台車貨物道路へ移動
新設桁台車移動、待機

Step3 撤去用台車ヤードへ移動
新設桁台車架設

図-3 施工ステップ

2. 現場における問題点

(1) 施工時間の問題点

桁架け替え当夜は、嵯峨野線の列車運行中止に伴う振替・代行輸送や京都市バスの経路変更、七条通りの全面通行止めが実施される予定であり、これ以上公共交通機関へ負担を掛けることは避けなければならなかった。そのため、適正で確実な施工時間の設定が重要課題であった。この課題の中において、道路勾配を考慮した安全な走行時間の設定は特に重要視された。

(2) 道路勾配変化の問題点

新設桁および既設桁の運搬においては、信号柱やバス停などの移設不可能な支障物を避けるために桁下フランジが地上より6.5m高い位置を維持した状態で走行する必要があった。結果、多軸台車は重心位置が高く不安定な状況で走行することとなるため、桁は安全性確保のため1.5%以内の傾きで運搬、走行することが要求された。

複雑な道路勾配変化の対応にあたっては、多軸台車に搭載された油圧サスペンションの調整能力±300mmを使用し対応するものとした。しかし、道路勾配が一定でなく、特にヤードから七条通りに入る箇所にあたっては、公園、歩道部、車道部と勾配変化が複雑なことが予想されたため、調整も煩雑になり調整時間が必要となることが予想された。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) タイムスケジュールの設定

タイムスケジュールのリスク管理においては、計画想定外の状況発生を避けることが重要である。

まず、過去の多軸台車の施工実績より、タイヤ旋回時間から多軸台車上のジャッキ操作時間まで細かく時間を設定し、走行速度を現場条件に合わせて、タイムスケジュールを設定した。結果、多軸台車による既設桁撤去および新設桁設置に要する時間は7時間と設定した。また、これらに交通管制や保線作業時間などを考慮し、七条通りの通行止めを9時間半、嵯峨野線の線路閉鎖時間を9時間とした。

表-1 タイムスケジュール

作業内容	時間	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	
七条通り通行止め	9h30m	[Bar chart showing 9h30m duration]											
線路閉鎖開始	8h55m	[Bar chart showing 8h55m duration]											
通行止め作業、解除		[Bar chart showing work periods]											
軌道除去撤去、信号停止撤去		[Bar chart showing work periods]											
既設桁撤去	275	[Bar chart showing 275m duration]											
既設桁ジャッキアップ、撤去	65	[Bar chart showing 65m duration]											
新設桁設置	240	[Bar chart showing 240m duration]											
桁位置調整作業、ジャッキダウン	45	[Bar chart showing 45m duration]											
ベント上桁位置調整	115	[Bar chart showing 115m duration]											

(2) 3Dによる支障物と勾配確認

本工事では、多軸台車の走行ルートの確認のため3Dスキャナを使用した。3Dスキャナの結果に新設および既設桁の多軸台車の動きを反映した。そうすることで、3次元的にバス停や信号柱その他支障物がないことを確認した。

また、多軸台車の走行ルートにおいては、ヤードから七条通りに入るまでの道路勾配は最大3.54%勾配、七条通りを走行時は最大3.15%あることが判明した。これら測量結果より、あらかじめ多軸台車走行ルートの道路勾配にあわせて多軸台車の油圧サスペンションの高さ調整量を設定した。

設定条件の検証作業としては、各種リハーサルを行いタイムスケジュールおよび調整量の確認と作業員の習熟度向上に努めた。実際に行ったりハーサルについては下記のとおりである。

(3) 各種リハーサルによる確認

① 既設桁の縁切り確認

既設桁の下部工との縁切りにおいては、セットボルトが路盤コンクリート内にあり撤去が困難であった。そのため、沓のサイドブロックを撤去することで上沓と下沓とを分離し、桁と上沓を一体で撤去する方法を採用した。事前に桁を片側ずつジャッキアップすることで、確実に縁切りが可能であることが確認できた。特に固定沓側が固着や内部応力が作用などしていることにより、ジャッキアップ不可能状態であることも予想されたが、問題なくジャッキアップできた。

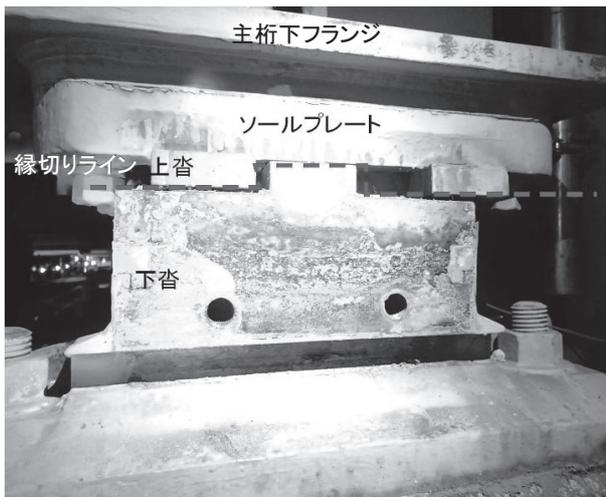


図-4 サイドブロック撤去状況

② 撤去用台車の走行試験及び荷重試験

荷重試験は七条通りを夜間片側通行止めすることで、撤去用多軸台車を実際のルートを走行させ、

既設桁の下に配置しスーパーテーブルリフトをジャッキアップさせることにより想定荷重を載荷した。

既設桁のジャッキアップ点における路床コンクリートが健全で耐力を有し、既設桁の耐荷力として問題がないこと、多軸台車が想定的时间及び精度で走行可能であることが確認できた。また、既設桁のジャッキアップ時の固定方法について確認し、更にリハーサル時の写真を活用することで、実施工時の周知会にて利用した。



図-5 既設桁荷重載荷試験

③ 新設桁用台車の走行試験及び勾配調整確認

既設桁の走行試験と平行し、新設桁の走行試験も行った。桁の勾配調整方法としては、前述した通り、事前に設定したサスペンションの調整量を用い確認を行った。新設桁移動中、桁の勾配を設定した1.5%維持するために追加調整した箇所については、実施工時に修正を加えた。また、各種調整作業に要する時間の確認を行いタイヤ旋回や、サスペンション調整に要する時間が想定時間と大きく誤差がないことを確認した。



図-6 新設桁勾配調整試験

④ 公共交通機関解放のためのリスク分散

本工事における公共交通機関の閉鎖は大きく分けて七条通りとJR嵯峨野線がある。多軸台車にて桁の据付誤差を可能な限り小さくすることは場合によっては、七条通り上に多軸台車が長時間にわたり居座ることになり、七条通りおよびJR嵯峨野線双方へ解放遅延のリスクが伴う。そのため、桁の調整方法は多軸台車にてあらかじめ設定した範囲内に設置し、その後については橋台前面に設置したベント上のXY調整装置にて最終据付位置まで調整することで、多軸台車を早期に解放し、調整作業と多軸台車の移動を平行に作業できるようにした。これにより、据付完了後の軌道調整作業時に七条通りを解放することが可能となった。管理値設定については、XY調整装置の調整能力が $\pm 100\text{mm}$ であることから、その80%を多軸台車の管理目標値とした。また、桁の最終据付精度については、杓のアンカーボルトの許容範囲から $\pm 10\text{mm}$ と設定した。

更に、最終据付位置への調整方法確認のために新設桁の地組立完了後、公園ヤード内にて多軸台車の操作性、調整能力の確認とXY調整装置による操作手順の確認および調整時間を確認した。



図-7 XY調整装置による位置調整確認

4. おわりに

本工事において、多岐にわたるリハーサルを行い時間の把握を務めた結果、多軸台車走行計画時間7時間対し、予定通り無事に作業を終えること

ができた。また、桁の据付精度においては誤差が $\pm 0\text{mm}$ であった。

これは、事前告知などにより想定以上に早期に交通規制が完了し、線路閉鎖作業着手までの間に時間的余裕ができたことを考慮しても、かなりの精度で施工が完了したと言える。

今回、多軸台車による1夜間での桁の架け替え作業において、時間および据付の高い精度での実現が可能となったが、実際、多軸台車による工法が採用される場合においては、ヤード制約により選定されることが多いため本現場の様に実際に多軸台車を走行させるなどの試験施工を行うことは困難であることが予想される。しかし、決められた時間内においてリハーサルを行うことはタイムスケジュール管理上においても、作業員の習熟度向上の点においても非常に重要である。

最後に、本工事の施工にあたり西日本旅客鉄道株式会社大阪工事事務所京都工事所ならびに大鉄工業株式会社土木支店の皆様他ご協力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。



図-8 貨物用道路に移動する既設桁



図-9 ビルの直前を走行する新設桁

ケーブルエレクション架設工法での コンクリートブロック構造の検討

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

齊 藤 雄 輝

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：（仮称）飯能大河原線橋りょう新設工事（上部工）
- (2) 発 注 者：埼玉県飯能市
- (3) 工事場所：埼玉県飯能市飯能～大河原地内
- (4) 工 期：平成28年12月9日～平成30年8月31日

本工事路線は、埼玉県飯能市の新たな産業拠点となる「飯能大河原工業団地」と圏央道狭山日高ICを結ぶアクセス道路であり、その区間のうち、延長84mの橋梁架設工事である。橋梁形式は、鋼単純上路式ローゼ橋（鋼重約300t）である。架設工法については、橋梁下に河川が流れており、移動式クレーンの進入やベントの設置が困難な場所のため、橋梁形式・施工性を考慮して、ケーブルエレクション斜吊工法が採用された。（図-1）

2. 現場における問題点

現場において問題となったのが、A1側コンクリートブロックの施工方法及び構造形式であった。当初計画では、コンクリートブロック構造は高さ4m、幅4m、長さ13mとしていた。（図-2）掘削条件は、型枠組立の作業空間を確保するためにコンクリートブロックから0.8m離れたところから法面とし、掘削勾配は労働安全衛生規則356条から75度であった。（表-1）

実際に掘削をすると、掘削深さ約3.8m付近から地山が崩れ始めた。これ以上掘削作業を続けると崩壊につながる可能性があるため、予定掘削量の約3分の1程度で掘削作業を中止した。このことにより、当初計画のコンクリートブロック構造では用地の制約があるため、施工方法及び構造形式を再検討する必要が生じた。

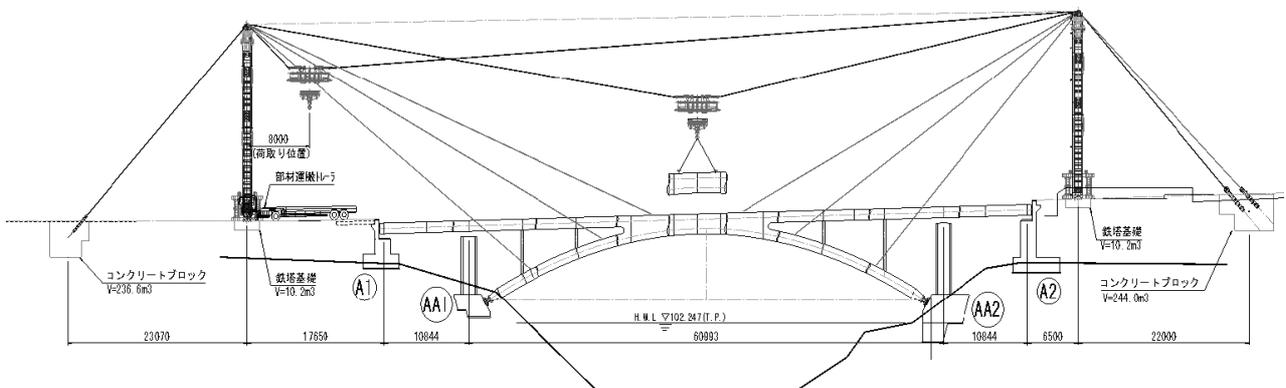


図-1 架設計画図

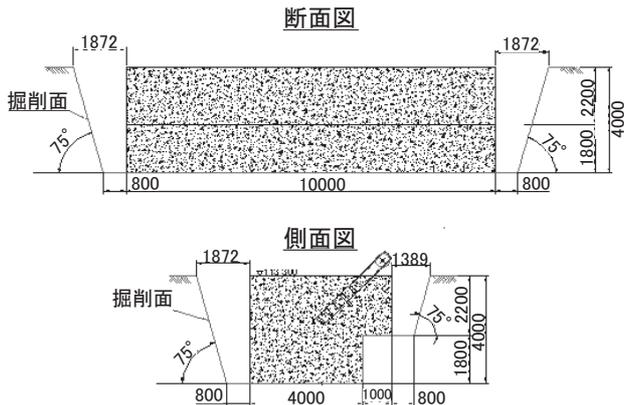


図-2 A1側コンクリートブロック(当初計画)

表-1 掘削面の勾配基準(安衛則356条)

地山の種類	掘削面の高さ(単位:m)	掘削面の勾配(単位:度)
岩盤又は堅い粘土からなる地山	5未満	90
	5以上	75
その他の地山	2未満	90
	2以上5未満	75
	5以上	60

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. 掘削方法の検討

地山が崩れない掘削方法について、下記3つの事項について検討を行った。

- ①掘削勾配を75度以下にする。
- ②土留め杭及び土留め壁を施工し、予定深さ(約4m)まで掘削する。
- ③掘削深さを浅くする。

まず①に関して、当初計画の段階で擁壁から掘削範囲までの距離が約1mであるため、掘削勾配を75度以下にすると、擁壁や民家との境界に設置してあるパネル固定杭に影響を与える可能性があるため、この方法は使用できなかった。(図-3)

次に②に関して、掘削後の地層(図-4)を確認すると岩盤層があるため、土留め杭の施工方法はダウンザホールハンマー工法を用いることになる。

この工法は施工上振動が発生し、また現状よりさらに擁壁に近いところで施工することになるため、上記①と同様に擁壁やパネル、さらには周辺の家屋に対して影響を与える可能性があるため、この方法も使用できなかった。

上記①および②が使用できないため、③の掘削

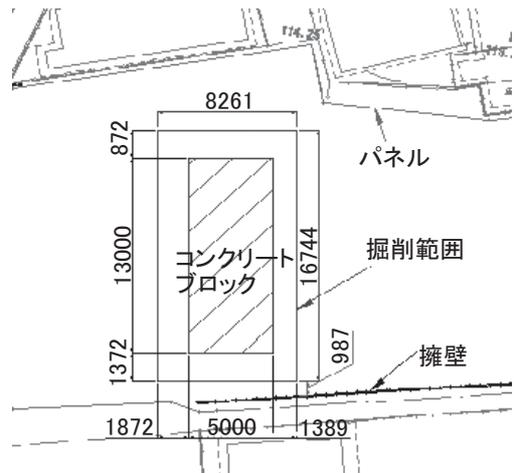


図-3 A1側コンクリートブロック平面図(当初計画)

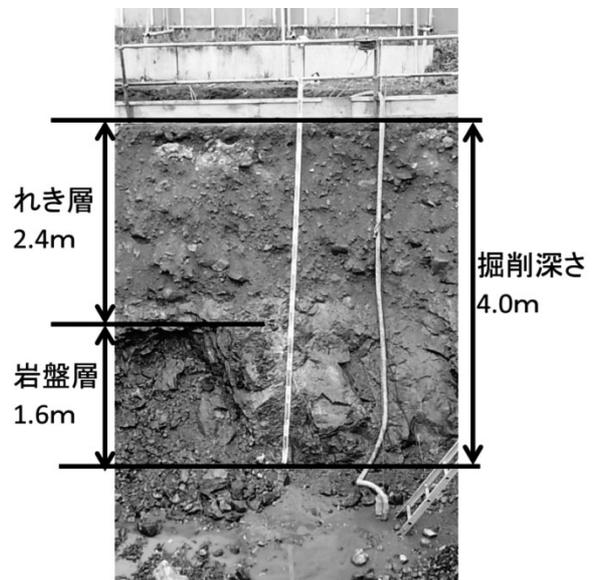


図-4 掘削後の地層状態

深さを浅くすることとした。掘削後の地層状態(図-4)は、表層から2.4mは礫層、さらに1.6m下までが岩盤層であった。また、礫層と岩盤層の境目で地下水が流れていることが把握できた。このことから、「地山が崩れない深さ」かつ「コンクリートブロックに浮力が働かない深さ」を考慮して、掘削深さを2mとした。

3-2. コンクリートブロック構造の検討

コンクリートブロックの高さを2mとし、施工面積を広げる方法は、現場ヤードの広さでは施工可能な構造が無かったため、地盤から上方に飛び出す構造とした。しかし、当初計画と同様な形状にして地盤から飛び出す構造にすると、新たな

問題が生じてしまう。コンクリートブロック構造の設計において考慮すべき事項は、浮上りに対する安全率（1.2以上）と滑動に対する安全率（1.5以上）である。当初計画と同様な形状で2つの安全率の条件を満たす構造は、高さ5m、幅5.5m、長さが15mとなる。しかし、この構造にすると橋桁部材を運ぶ車両が通行できず、架設作業を行うことができないため、車両通行が可能な構造にする必要があった。そのため、下記2つの構造について検討を行った。

①完全に2つに分割した構造。（図-5）

②地上部のみ分割した構造。（図-6）

①及び②に案について、それぞれ浮上りと滑動に対する安全率を満たす構造寸法を求めて、2つの安全率の対比を行った。（表-2）

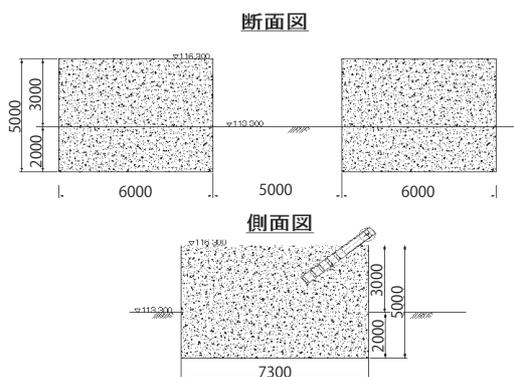


図-5 コンクリートブロック構造（案①）

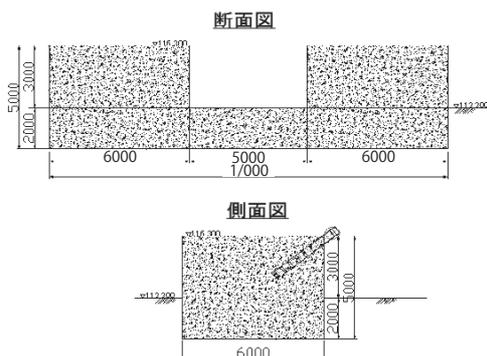


図-6 コンクリートブロック構造（案②）

表-2 ①及び②の各安全率

	コンクリート 体積(m ³)	浮上りに対する 安全率(1.2以上)	滑動に対する 安全率(1.5以上)
①	438	4.338	1.516
②	420	3.948	1.540

2つの案は共に浮上りに対する安全率に余裕があるが、滑動に対する安全率には余裕があまりな

い。よって、滑動に対する安全率が大きい②の案を採用した。

3-3. コンクリートブロックに対する安全対策

①地盤下部と地盤上部の一体化

当初計画でのコンクリートブロック構造の場合、コンクリートの打設回数は1回の予定であった。しかし、地盤から出た構造となり、地盤下部と地盤上部との2回に分けてコンクリート打設を行うほうが経済性が優位であり、打継目が生じる構造となった。このことにより、架設作業中に打継目箇所には亀裂が入り、地盤下部と地盤上部がずれる可能性が考えられる。そのため、地盤下部と地盤上部を一体化するためのつなぎ部材を加えて施工する方法を採用した。（図-7、8）

②コンクリートブロックの滑動に対する安全対策

今回採用したコンクリートブロックの構造は、滑動に対する安全率においてあまり余裕が無かったため、コンクリートブロックが滑動した場合に即時把握できるような監視システムを使用した。

この監視システムの概要は、鋼桁の架設作業中は自動計測システム（3Dブリッジ）を用いて、

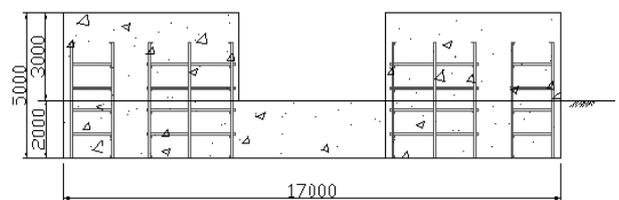


図-7 つなぎ部材形状



図-8 コンクリートブロック施工状況

コンクリートブロックの変動を自動で常時監視することが可能である。(図-9) コンクリートブロックが架設作業前の位置から20mm以上動いた場合、メールで警告文を送付するように設定できるため、即時に異常を把握することができる。この監視システムを使用したことで架設作業時の安全確保を図った。

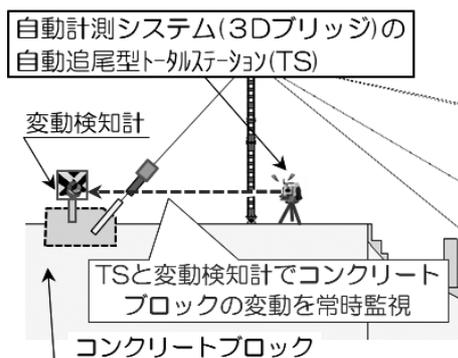


図-9 コンクリートブロック変動監視の概要図

3-4. 現場施工の結果

コンクリートブロックの掘削方法について、当初計画の掘削深さ4mから2mに変更したことにより、地山は崩れることなく施工することができた。また、擁壁やパネル固定杭、周辺民家への影響を与えることなくコンクリートブロックの施工を完了することができた。(図-10)



図-10 コンクリートブロック施工完了

コンクリートブロックの構造については、図-6の様に地盤から飛び出す構造とし、かつ車両を通行可能にするため地上部分を分割した構造としたことにより、支障無く橋桁を運ぶ車両は通行す

ることができた。

コンクリートブロックへの安全対策として、地盤下部と地盤上部を一体化するつなぎ部材を埋め込むことにより、打継目箇所に入裂が入ることなく、架設作業中にコンクリートブロックがずれることは無かった。また、監視システムを使用した結果、架設作業中のコンクリートブロックの変動量はほぼ0mmであったため、コンクリートブロックが動くことは無く、無事故・無災害で工事を完了することができた。

4. おわりに

本工事はケーブルエレクション斜吊工法であり、施工ヤードを広く使う架設工法であったが、民家と隣接しており、ヤード条件が厳しい状況であった。コンクリートブロックの施工方法や形状に変更が生じたが、架設作業は問題なく完了することができた。(図-11)



図-11 工事完了

今回の工事において、当初計画していた施工方法および構造形式では施工できず、変更を余儀なくされ、当初計画時の工程に遅れが生じた。しかし、現場の地盤状態や周辺環境に即した施工方法を計画し、工程を新たに見直すことが非常に重要である。今後の工事でも、当初計画から変更が生じた場合は、今回の経験を役立ていく所存である。

最後に、当該工事の施工に当たりご協力頂いた関係者の皆様に感謝いたします。

高速道路上の夜間一括架設の計画と設計

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

本 山 潤一郎[○]

計画担当

寺 本 剛 士

現場代理人

池 田 和 男

1. はじめに

一般県道諫早外環状線は、諫早市破籠井町を起点に諫早 IC に至る環状道路であり、諫早市街地の慢性的な交通渋滞を緩和することを目的に計画されている。本橋は外環状線の一画として、長崎自動車道を跨ぐ箇所であり、高速道路の夜間通行止めを伴う施工が必要であった。

長崎自動車道は高速バスが多く運行するため、通行止め可能時間は最終便と始発便の間の22:00～翌6:00の8時間に限られた。しかし、複数の制約条件から、架設工法の選択肢の幅が少なく、その中で、夜間通行止めの時間内で確実に架設するため、施工時間の短縮および安全確保が課題であった。

工事概要

- (1) 工 事 名：一般県道諫早外環状線道路改良工事（諫早 IC 合流橋上部工）
- (2) 発 注 者：長崎県県央振興局
- (3) 工事場所：長崎県諫早市貝津町
- (4) 工 期：平成27年3月20日～平成31年3月25日

2. 現場における問題点

当初の計画では、長崎自動車道を夜間通行止めし、近隣のインターチェンジの一部で地組した桁を、移動多軸台車にて高速道路上を走行して架橋地点まで輸送し、リフトアップして一括架設する計画であった。（図-1）

しかし、一括架設を行うにあたり、以下の2点が問題となった。

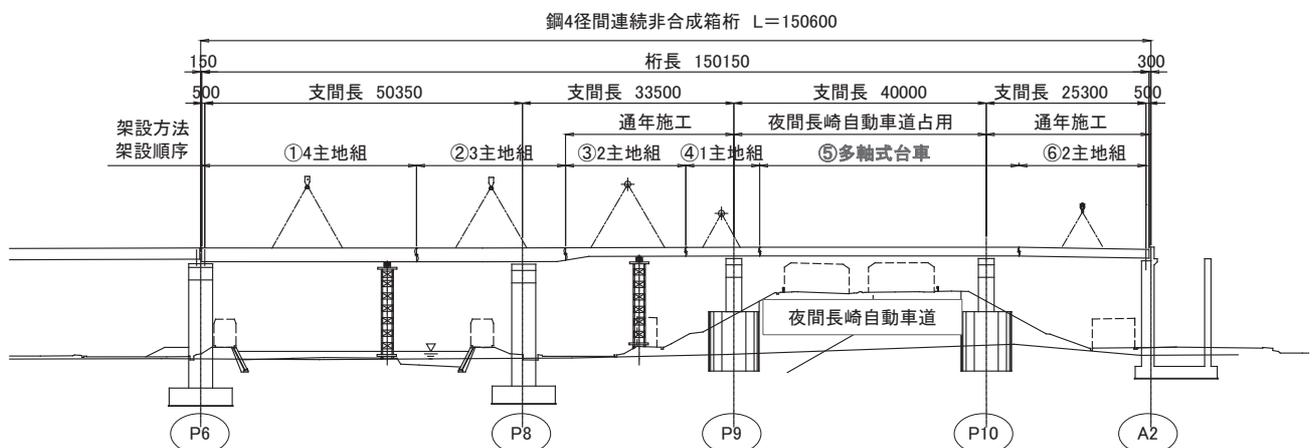


図-1 架設計画図（当初計画）

(1) 移動多軸台車での輸送時間

移動多軸台車に架設桁を積載した状態での移動速度は1 km/h 以下（ランプ部では0.25km/h に低下）であり、インターチェンジから架橋地点までの1.3km を輸送するには約3時間必要となるため、通行止め時間内での架設は困難であった。

(図-2)

また、架設桁を積載した状態の移動多軸台車を通行させるには、標識やガードレール、中央分離帯等の施設を撤去する必要があるため、通行止め後の作業となるため、作業時間がさらに逼迫される状況であった。

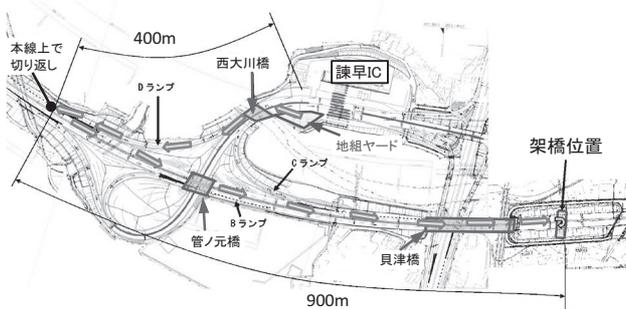


図-2 地組桁輸送経路図

(2) 移動多軸台車走行路の耐力

移動多軸台車の走行経路には、既設橋が3橋存在しており、移動多軸台車の走行荷重に対する既設橋の耐力照査が必要であった。

照査の結果、設計断面力に対し、2.2倍以上の断面力が生じるため、既設橋への補強または支保工が必要であることが判明したが、既設橋の桁下には鉄道や車両が走行しており、既設橋とのクリアランスが小さく、補強を施すことができない状況であった。

3. 架設工法の検討

前述の問題点を解決するには、架橋地点近くでの地組・架設が必要となるが、架橋地点の高速道路は盛土構造となっており、地組ヤード・クレーン据付位置が架橋地点から離れてしまうため、クレーンサイズが過剰となってしまう。そのため、下記の点を見直した架設計画とした。(図-3)

- ・法面部を造成し、架橋地点の近くでの地組、クレーン据付、架設
- ・造成地からのクレーンの架設能力を考慮した、一括架設ブロック範囲の見直し
- ・一括架設範囲の見直しに伴う、P9側桁の高速道路上への突出に対し、桁の暫定的なセットバックと、夜間一括架設後の縦取り

4. 工夫・改善点と適用結果

決定した架設工法に対し、本工事にて実施した工夫・改善点を述べる。

1) 昼間作業による夜間施工時間の短縮

夜間施工時間を短縮するため、P9側の縦取り作業と、P10側のクレーン据付は、関係機関と協議した上で、夜間架設当日の昼間の車線規制にて行うこととした。

一連の架設ステップを図-4に示す。P9側の桁を昼間に走行車線の俯角範囲まで縦取りし、P10側では、クレーンのアウトリガーを走行車線部に張出した据付作業を行う。クレーン据付完了後は、地組み桁の試験吊を実施し、玉掛け状況や落下物の有無を確認しておくことで、夜間通行止め

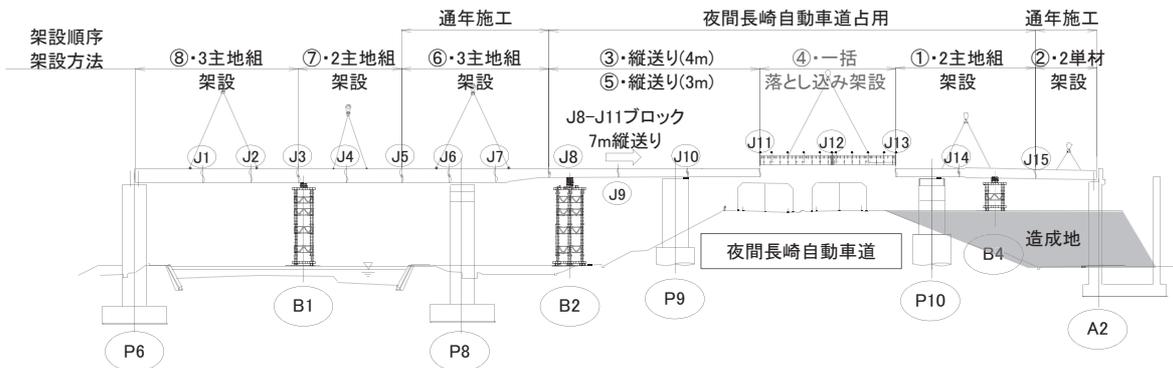


図-3 架設計画図 (変更後)

開始直後の吊上げが可能な状態とした。P9側の桁の縦取りは、B2ベントとP9橋脚に設置した重量物移動装置を用いて、全7.0mの内、昼間に4.0m、夜間に3.0m縦取りする。なお、本橋は曲線桁であり、縦取りにより支点位置で横方向のずれが生じるため、事前にずれ量を算出し、随時ずれ量を修正しながら施工した。

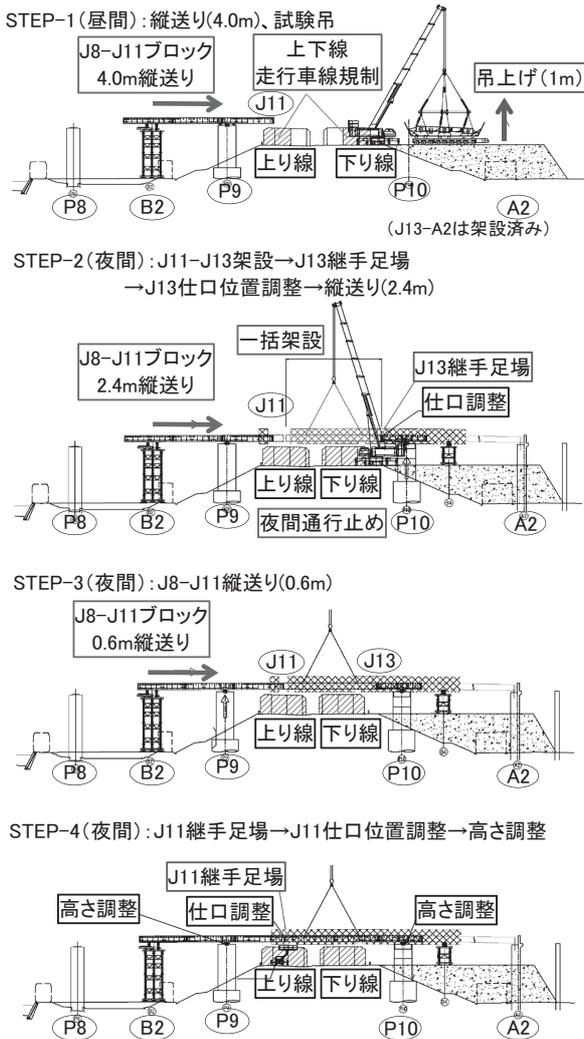


図-4 架設ステップ図

2) 一括架設ブロックの仕口調整作業の軽減

モーメント連結とするためには、両ブロックの仕口形状を合わせる必要がある。夜間一括架設となる大ブロックは、吊上げた状態で両仕口が下側を向くのに対し、既架設桁も、張出し状態で仕口が下側を向く。特にP9側は張出し量が大きく、仕口の向きも大きく異なる。仕口合せの方法として、連結部にジャッキを設置し、モーメント連結

に必要な断面力を導入する方法があるが、仕口の向きが大きく異なるため、仕口調整が難航することが懸念された。そのため、事前に大ブロック吊上げ状態の変形と、P9、P10側の既架設ブロックの変形量を確認し、J13仕口調整時のP10橋脚上のジャッキアップ量と、J11仕口調整時のB2ベントとP9橋脚上でのジャッキアップ量を算出した。また、調整量を軽減するため、吊上げ状態の変形を考慮して架設桁の吊点位置を決定した。算出結果より、J13の仕口調整時にはP10支点位置を14mm、J11仕口調整時にはP9支点位置のみを3mmと、最小限のジャッキアップ作業とすることで、夜間架設時の仕口調整作業を軽減できた。

3) 足場設置のための通行止め回避

桁架設後の床版や橋面工を行うために必要な足場を設置するためには高速道路の通行止めが複数日必要となってしまう。そのため、地組み時にパネル式板張り防護足場を設置しておき、桁と一緒に架設した。既架設桁の方にも足場を設置しておき、一括架設のボルト連結完了後に、連結部の隙間の足場を設置することで、夜間通行止めの作業時間内に足場設置を完了させた。(図-5)

4) 足場解体時の通行止め回数の低減

足場解体時にも同様に通行止めが複数日必要となるが、車線規制を併用することで、通行止めの日数を低減した。作業手順としては、上り線と下り線の走行車線を規制して俯角範囲外の足場を撤去する。次に夜間通行止めで上下線直上の範囲を撤去する。最後に、夜間通行止め時間内で撤去で



図-5 夜間一括架設状況

きない中央分離帯上の足場を、上下線の追越車線規制により撤去する。それにより、1日だけの通行止めで足場解体が可能となった。(図-6)

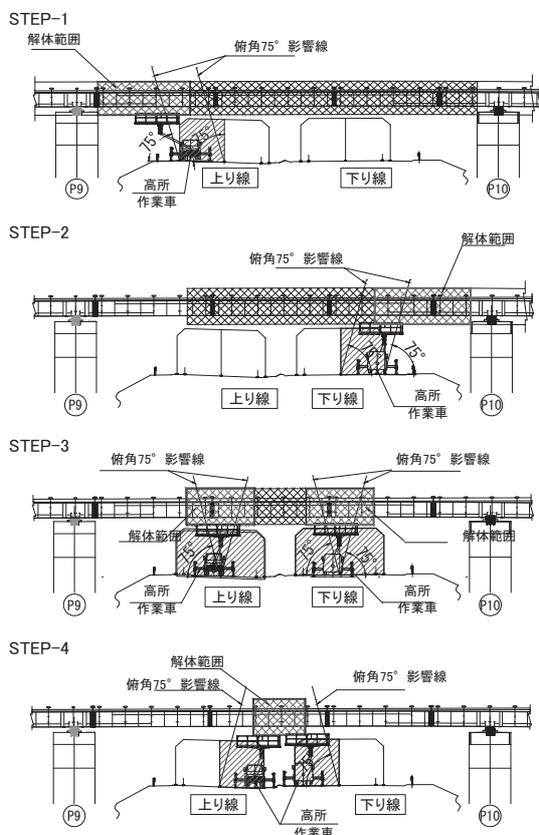


図-6 足場解体ステップ図

5) 地組時の高速道路への安全対策

P10側では、高速道路に近接しての地組作業となり、走行車線への飛散物による車両への被害が懸念された。元々はガードケーブルが設置されていたが、夜間通行止め以外の規制作業時にも造成地から作業車両が出入りし、撤去復旧作業が繰り返し生じることを考慮し、ガードケーブルをH鋼ガードレールに置き換えるため、H鋼ガードレールに防護フェンスを一体化した構造とすることで、地組ヤードから走行車線への飛散物を防止した。(図-7) なお、P10橋脚上での作業時やP10橋脚上の桁架設時の際は、高速道路車線の俯角に入る作業となるため、走行車線を規制しての作業とすることで、地組時の走行車両の安全を確保した。

6) 夜間通行止めの解除遅れリスク回避策

夜間通行止めの解除遅れが一般利用者に与える

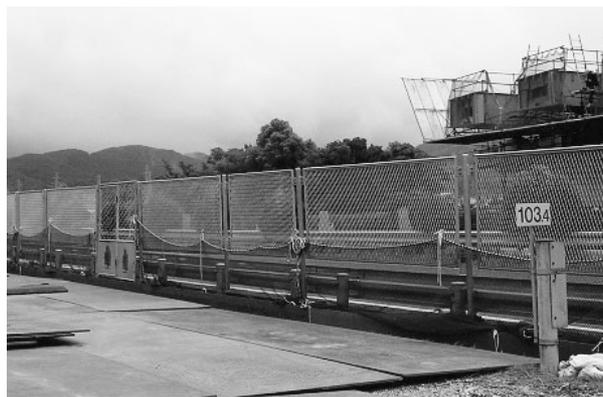


図-7 H鋼ガードレール+防護フェンス

影響は大きいため、夜間架設日のタイムスケジュールを作成し、現地作業の進捗状況を管理した。加えて、作業中止の判断となる要因をリストアップし、判断すべき時間を明記することで、通行止め解除遅れなどのリスクを回避した。

作業中止判断は以下の3点とした。

- ①通行止め開始時間に遅れが生じた場合
- ②P10側継手の仕口調整に問題が生じた場合
- ③高力ボルト本締めの問題が生じた場合

なお、当初予定していた夜間架設日は、小雨ではあったが落雷警報が発令されており、①判断時刻までに発注者より中止の指示を貰い、翌日に改めて夜間架設を実施した。夜間作業は、2)の対策などにより仕口合せも順調に進み、確実な連結作業を実施し、通行止めを解除できた。

4. おわりに

本稿では、高速道路上の夜間一括架設の架設計画と夜間作業時間の短縮と安全対策について紹介した。高速道路や鉄道を跨ぐ橋梁の施工は、様々な制約条件をクリアする必要があるため、本稿の報告が他現場の課題解決の一助になれば幸いである。



図-8 完成写真

連続トラス鉄道橋の 中間支点部ジャッキアップにおける工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
瀧上建設興業株式会社

係長

藤 永 勝 敬

1. はじめに

天竜川橋りょうでは過年度の検査により、3径間連続トラス橋の中間支点における沓座の不等沈下に伴う支承の傾きが検出された。この変状対策では営業列車を徐行することなく、中間支点をジャッキアップして沓座モルタルの打替えを実施した。本稿では、ジャッキアップにおける施工の工夫について述べる。図-1に施工後の支承、図-2にジャッキアップ要領図を示す。

- (1) 工事名：静岡地区浜松保線所管内
土木構造物大規模改修
その他工事（鋼橋 H29）
- (2) 発注者：東海旅客鉄道(株)
新幹線鉄道事業本部施設部
- (3) 工事場所：静岡県磐田市



図-1 施工後の支承

- (4) 工期：平成28年11月24日～
平成30年3月28日

2. 現場における問題点

2-1 重量部材の取込方法

施工箇所の橋脚は天竜川の流水部にあり、非出水期であっても施工箇所まで重機を搬入することができない。また、一部の補強部材は分割することが困難であることから、1部材の最大重量が約1tとなる。陸上部から軌道内に搬入した部材を軽便トロで施工箇所まで運搬した後、軌道面から

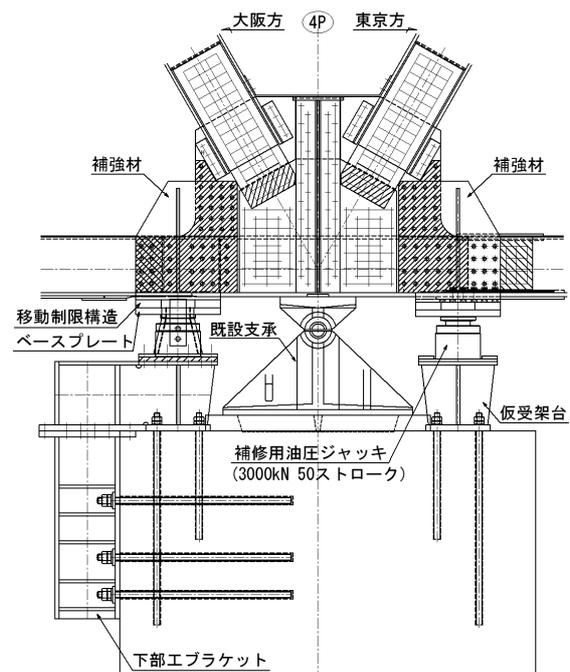


図-2 ジャッキアップ要領図

橋脚上まで約3mの取込作業を行う。しかし、1部材重量が約1tの重量物の取込作業に必要な吊点を橋りょう部材（主構トラス）から取ることができないため、軌道面から橋脚上への部材の取込方法が課題であった。

2-2 既設リベット取替方法

ジャッキ位置の補強材は高力ボルトにて取付ける構造であるが、下弦材の補強位置がトラス格点に近接しているため、補強材の一部が下弦材のリベット接合の現場継手と重なる。補強材取付用高力ボルト孔の一部に既設リベット孔を使用することから、応力の伝達機構を合わせる必要があり、補強材取付用高力ボルトとして打込み式高力ボルトが採用された。しかし、下弦材が箱形状であり打込み式高力ボルトを外側から打ち込むと内側でナットの締付ができない。そのため、詳細設計時に検討を行い、下弦材内側から打込み式高力ボルトを差し込み、引き込みジャッキを用いてボルトを挿入する方法とした。しかし、引き込みジャッキを用いた打込み式高力ボルトの施工は、これまで実橋での施工実績がないため、打込み式高力ボルトの施工方法が課題であった。

2-3 仮受け時の常時監視

天竜川橋りょうの中間支点反力は、東海道新幹線における鋼橋の支承取替工事の中で最大級であるとともに、営業列車を徐行することなく（設計速度280km/h）トラス橋中間支点をジャッキアップする施工実績はこれまでない。大反力のジャッキアップであり、列車走行時の支点部の異常（支点部の沈下等）が懸念されたため、発注者から24時間常時監視の要請があり、常時監視方法の検討

を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 重量部材の取込方法

(1) 施工方法の検討

1部材重量が約1tの部材を軌道面から橋脚上まで取り込む方法について、①2線式クレーンによる方法、②部材取込設備による方法を検討した。

2線式クレーンによる方法は、図-3に示すように上り線と下り線との間にクレーンブームを受け渡し、運搬台車の搭載された重量部材を橋脚上に取り込む方法である。東海道新幹線の鋼橋の支承取替工事において過去に施工実績がある。しかし、保守用車を使用するため搬入日が限定されること、軌道工事業者との調整が必要となること、部材の積込みと現地での取込で2台のクレーンが必要となり工費が増えることから不採用とした。

部材取込設備による方法は、東海道新幹線との交差道路から軌道上の軽便トロにラフタークレーンで補強部材を取り込み、施工位置まで運搬する。その後、施工当夜に組み立てた部材取込設備上でギヤードトロリーとチェンブロックを用いて補強部材を軌道面から橋脚上に取り込む方法である。部材取込設備の製作および施工当夜での組立・解体が必要となるが、確実に施工ができ工費が安価になることからこの方法を採用した。図-4に部材取込設備による施工要領、図-5に軽便トロによる運搬状況を示す。

(2) 施工上の工夫

軌道上を作業時間として使用できる時間は0：00から4：30までの間であり、しかも点検車両が

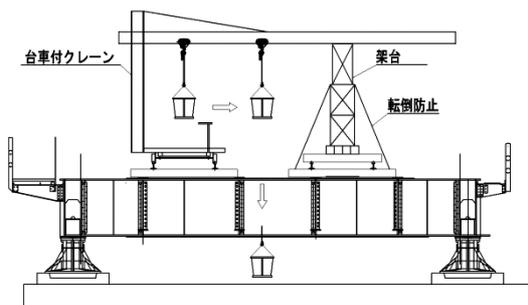


図-3 2線式クレーンによる施工要領

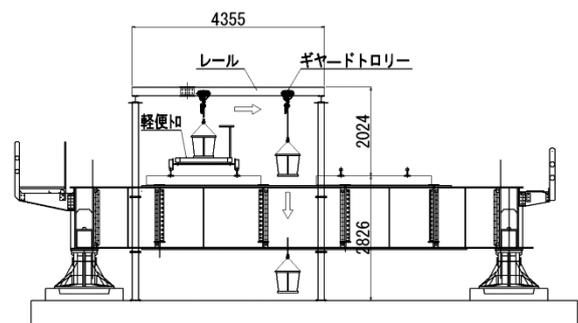


図-4 部材取込設備による施工要領



図-5 軽便トロによる運搬状況

通過する30分前までに軌道上を開放しなければならない。このため、実質的な作業時間は0:00から4:00までとなる。施工位置での部材取込み作業において、その間に足場の組立・解体、部材取込設備の組立・解体、部材の取込を行う必要がある。施工日のタイムスケジュールを立案するにあたり、足場の組立・解体に必要な時間は想定できるが、部材取込設備は新規に製作された仮設備であるため、組立・解体に必要な時間の想定が難しい。そこで、資材ヤードにおいて、仮設降下設備の仮組立を行い、計画した組立方法およびタイムスケジュールで施工できるかを確認した。図-6に部材取込設備の仮組立状況を示す。

また、部材取込設備は橋脚天端から組み上げる設備であり、全てを組み立てると作業時間が不足することが懸念された。そこで、列車走行に支障をきたさない軌道面より下側までを部材運搬の施



図-6 部材取込設備の仮組立状況

工日までに組み上げておき、施工の当夜に軌道より上側部分のみを組立てることで、部材取込設備の組立・解体時間を短縮することとした。

これらの工夫により、全ての部材の取込を計画した日数で完了することができた。

3-2 既設リベット取替方法

引き込みジャッキを用いた打込み式高力ボルトの引込み概念図を図-7に示す。油圧の力で打込み式高力ボルトを所定の位置まで引込む方法であり、施工手順は以下の通りとなる。

- ①引き込みジャッキを打込み式高力ボルトに設置する。
- ②手押しポンプで引き込みジャッキをストロークエンドまで引込む。
- ③ストロークエンドまで引込んだら、ジャッキと板と間に馬蹄スペーサーを取付けて再度引込みを行う。ボルトを所定の位置まで引込むまで馬蹄スペーサーを積上げて引込みを繰り返す。

打込み式高力ボルトは、引き込みジャッキによる引き込みストロークを考慮し、ボルトのねじ切り部より外側が定着長を含めて一般の引き込み式高力ボルトに比べ長く、特別仕様となっている。図-8に打込み式高力ボルトを示す。上側に一般の打込み式高力ボルト M22、下側が引き込みジャッキで使用した特殊型打込み式高力ボルト M24を示す。

引き込みジャッキを使用した打込み式高力ボルトの施工実績がなく、施工性の確認が必要であった。そこで、施工箇所において既設リベットから打込み式高力ボルトへの取替試験施工を行い、作業手順・作業時間・施工性を確認した。図-9に

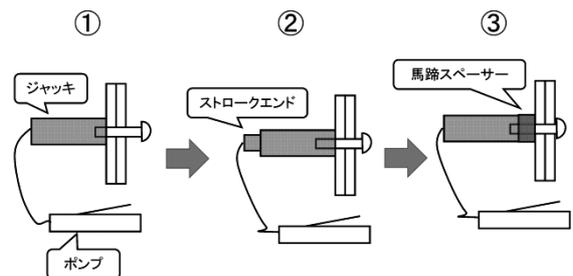


図-7 引込み概念図



図-8 打込み式高力ボルト



図-9 高力ボルト引込み状況

高力ボルト引込み状況を示す。

本工事で使用する M24の打込み式高力ボルト孔は $\phi 25.5\text{mm}$ であり、アトラーを用いて $\phi 23.5\text{mm}$ の既設リベット孔を $\phi 25.5\text{mm}$ に拡大する。孔拡大にはリベット中心にアトラーのキリの中心を合わせる必要がある。既設リベット撤去の一般的な方法は、アトラーを用いてリベットの傘を除去し、リベット抜きとハンマーにてリベットを撤去する手順である。しかし、リベット頭中心とリベット軸心とがずれることにより、既設孔と拡大孔とのずれが懸念された。そこで、リベット頭をサンダーで切削した後、磁粉探傷器を用いてリベットと鋼板との境界部を検出し、ポンチシート(透明プラスチック板にリベット孔と孔中心をマークした罫書用治具)を用いてリベット中心を正確に罫書くことで、孔ずれを防止した。

事前の施工試験と施工の工夫により、打込み式

高力ボルトを効率的に施工することができた。

3-3 仮受け時の常時監視

発注者からの24時間常時監視の要請に対し、1～2日程度では現場担当者が交代で監視することができる。しかし、ジャッキアップした状態の日数が約25日あり、現場員による常時監視は困難である。そこで、下弦材の変位異常値を早期発見するため、常時監視システム(静値)を取り入れた。下弦材に設置した変位計からのデータは制御パネルに10分毎集積され、観測サーバーに送信される。登録したパソコンおよびスマートフォンを用いて観測サーバーにアクセスすることで、いつでも変位計のデータを閲覧可能とするシステムである。常時監視システムは停電等の異常事態を想定し、ソーラー電源による稼働とした。また、異常値(沈下量 2mm 以上)が発生した場合には、関係者にメールで通知し、早急に復旧体制を構築できる環境を整えた。図-10に常時監視システムを示す。

常時監視システムにより、支点部の異常の常時監視を省力化することができた。



図-10 常時監視システム

4. おわりに

本工事は平成29年3月に着工し、約1年の工期を経て平成30年3月に無事故・無災害で施工を完了できた。連続トラス橋の中間支点をジャッキアップする工事であり、これまでに前例のない方法を取り入れて施工を行った。今後、同様の工事を施工する一助となれば幸いである。

施工計画

床版取替工事における施工時の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社横河ブリッジ

現場代理人

江野澤 正義[○]

計画担当

木村 剛

設計担当

高田 基 樹

1. はじめに

小仁熊橋は、長野自動車道の麻績ICから安曇野ICの区間に位置し、小仁熊ダム上に架かる橋長197mの鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版）を有する鋼4径間連続非合成钣桁橋である。

（図-1）平成5年に供用が開始されてから、車両の大型化と交通量の増加、凍結防止剤の使用が影響したことにより、RC床版は下面に格子状にひび割れが発生し、地覆の水切り部付近にはく落が見られるなどの変状が生じていた。

本工事では、高速道路リニューアルプロジェクトの一環として、小仁熊橋の変状が生じているRC床版の取り替えを行った。取り替え後の床版形式には、施工期間の短縮および床版自体の耐久性の向上を図るため、プレキャストプレストレストコンクリート床版（以下、プレキャストPC床版）を採用した。（図-2）

工事概要

- (1) 工 事 名：長野自動車道小仁熊橋床版取替工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路株式会社 関東支社
- (3) 工事場所：長野県安曇野市豊科 KP33.2～
長野県東筑摩郡麻績村 KP56.2
- (4) 工 期：平成27年12月9日～
平成29年12月27日
- (5) 施工数量：Ⅰ期施工（上り線） 2,023m²
Ⅱ期施工（下り線） 2,179m²



図-1 現場写真

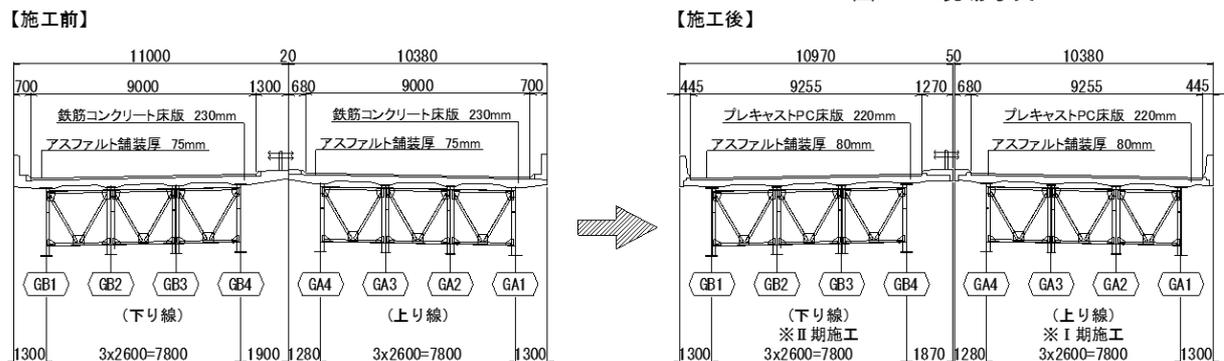


図-2 橋梁断面図

2. 現場における問題点

1) ダムへの濁水流出

既設床版は、運搬車両（25tトレーラー）で搬出できる大きさ（W=2.4m）にするため、床版はコンクリートカッター、地覆部および壁高欄部はワイヤーソーを使用してコンクリートの切断を行った。（図-3）そのため、コンクリート切断時に発生する濁水を橋梁下面に位置する小仁熊ダムへ流出させない工夫が必要であった。



図-3 地覆部・壁高欄部コンクリート切断状況

2) 降雨による工程遅延

床版取替は、160tと120tのオールテレーンクレーンを橋梁中央部に配置し、両側の橋台部にクレーン2台が拡がるように移動し、既設床版の撤去とプレキャストPC床版の敷設を順次繰り返しながら施工を行った。この期間の作業は、昼間に既設床版の撤去を行い、夜間にプレキャストPC床版の敷設と床版の固定を行った。1日の施工延長は、2台のクレーンで約16mであり、プレキャストPC床版の敷設は8枚であった。

床版敷設後の固定は、主桁上フランジ面にスタッドジベルを溶植し、床版下モルタルの打設を行い、主桁と一体化させた。この工種については、何も対策をしない場合、降雨時の施工は不可能であり、天候により工程が遅延する可能性があった。

3) コンクリートポンプ車の閉塞

プレキャストPC床版間同士をつなぐ間詰め部のコンクリートは、プレキャストPC床版の敷設が全て完了した後に打設した。コンクリートを供給するプラントから現場までの輸送所要時間を事前に確認したところ、50分程度要することがわか

った。そのため、橋台部にポンプ車を配置して圧送する打設方法では、スランプロスの影響により閉塞する危険性があった。

4) 壁高欄間詰めモルタルの充填不良

Ⅱ期施工では、工程短縮を図るためにプレキャスト壁高欄を採用した。プレキャスト壁高欄と床版の接合部は、モルタルを充填して床版と一体化する構造であり、このモルタルの施工で充填不良が生じる危険性があった。

3. 対応策と適用結果

1) ダムへの濁水流出

濁水流失の対策として、中段足場と吊り足場の2層の床面を養生シートで覆う対策を行った。（図-4）さらに、吊り足場は、組立時の安全性および床面養生の施工性を考慮し、隙間および段差が生じないシステム足場（クイックデッキ）を採用した。（図-5）



図-4 シート養生状況（下段・中段）

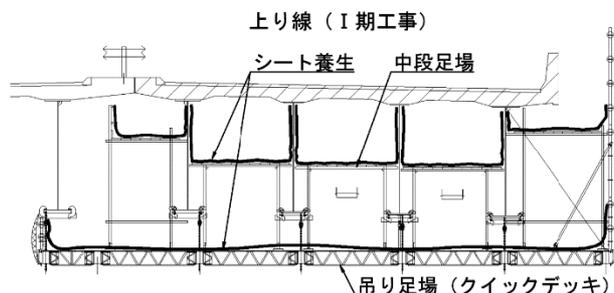


図-5 足場構造（上り線）

2) 降雨による工程遅延

降雨状況下でもプレキャスト PC 床版の固定のためのスタッドジベルの溶植および床版下モルタルの施工ができるように、プレキャスト PC 床版上に上屋設備を設置した。(図-6) 上屋設備の大きさは、幅員方向で2分割(約4.5m)、長さ方向は1日で敷設するプレキャスト PC 床版長(2.0m/枚×4枚=8.0m)を考慮して約11.0mとした。上屋設備は、クレーンにより一括で移設ができる重量とし、トラス部材を組み込む構造とすることで軽量化を行った。

床版取替工事は、交通規制を伴う工事のため、交通混雑期を避けた時期に計画される。本工事では、I期施工を夏季混雑期後の9月、II期施工をゴールデンウィーク後の5月に着手した。平成28年9月に施工したI期施工の床版取替施工時期は、雨が続く悪天候となったが、この上屋設備が活躍し、当初計画した工程通りに施工を行うことができた。これにより、部材搬入車両の調整が計画通りに進めることができ、施工を円滑に行うことができた。

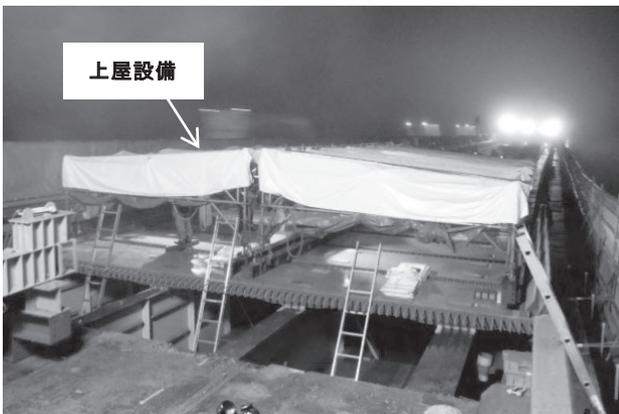


図-6 上屋設備設置状況

3) コンクリートポンプ車の閉塞

間詰め部のコンクリートは、ポンプ車およびアジテータ車を間詰め部が施工されていないプレキャスト PC 床版上に進入させ、直接打設する施工方法を採用した。コンクリート打設のための車両の進入は、プレキャスト PC 床版上にゴムマット

を敷き、コンクリートの施工が完了していない間詰め部には鋼製の渡り板を設置して、コンクリートを打設する位置まで車両を接近させて施工した。(図-7)



図-7 間詰め部コンクリート打設状況

間詰め部は、1日あたり約25箇所での打設を行った。順次打設するため、鋼製渡り板は人力で移設ができるように、部材両端に取っ手の切欠きを設けて1部材の重量を50kg未満となるように設定した。(図-8)

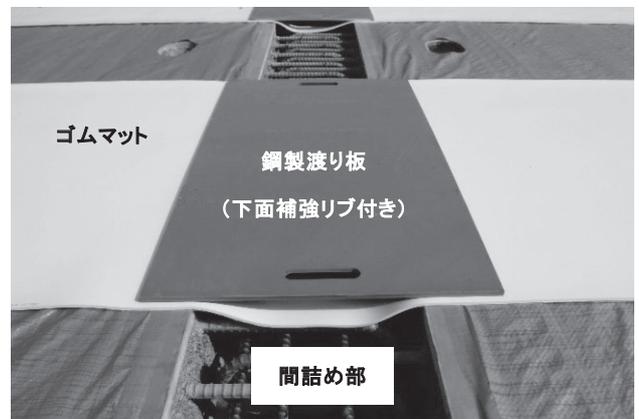


図-8 鋼製渡り板設置状況

4) 壁高欄間詰めモルタルの充填不良

プレキャスト壁高欄は、部材長を4.0mとし、床版との接合部がループ形式の仕様(図-9)を採用した。プレキャスト壁高欄の設置は、夜間のプレキャスト PC 床版の敷設と並行して行った。1日あたりの施工長は、2台のクレーンで16.0mであり、プレキャスト壁高欄4ブロックを設置し

た。床版との間詰め部のモルタル打設は、プレキャスト PC 床版の敷設および間詰めコンクリートの打設が完了してから行った。

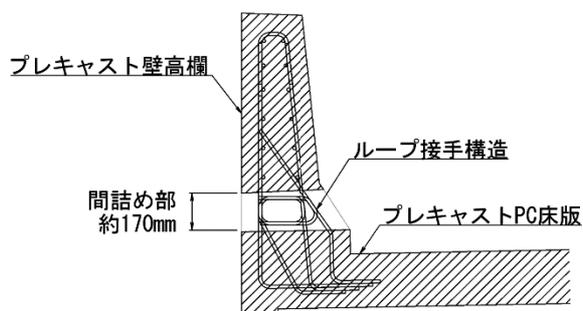


図-9 プレキャスト壁高欄部詳細

間詰め部の橋面側の型枠には、現場の型枠加工を省略するために工場で製作した鋼製型枠を使用した。(図-10) 外側の型枠には木製型枠と併用して、モルタルの充填状況を目視で確認できるように20m 間隔で透明の亚克力板を利用した観察窓を設置した。モルタルの打設は、外側に設けた注入口からモルタルポンプを使用して圧入した。注入および排出パイプは、それぞれ4.0m 間隔とした。観察窓を設置したことで、施工中にモルタルの充填状況を目視確認することが可能となった。(図-11)



図-10 鋼製型枠設置状況

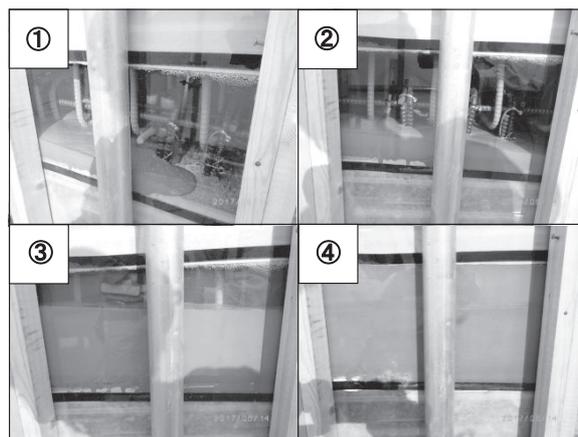


図-11 モルタル充填状況

4. おわりに

床版取替工事の施工は、観光シーズン等の交通混雑期を避けた時期で計画される。このため、限られた期間で工事を完了させる必要がある。本工事では、計画段階から工程遅延が予想される工種について、上述した施工時の工夫を行うことで、計画工程および所定の品質を守ることができた。また、同じ橋の上下線を順番に施工したことで、上り線工事の課題および反省点を改善し、下り線工事に望むことができた。特に大きな改善点としては、壁高欄を場所打ちコンクリートからプレキャスト製に変更したことである。プレキャスト壁高欄を採用したことで、プレキャスト PC 床版の敷設作業と並行作業が可能となり、床版取替期間で約0.5ヶ月短縮することができた。

最後に、高速道路リニューアルプロジェクトに参画するのは本工事が初めてであったが、工事全体を通して無事故・無災害でしゅん工することができた。施工にあたり規制・広報等の関係機関との調整や安全対策のアドバイスを頂いた発注者および工事関係者の方々に、深く感謝の意を表します。また、本報告が床版取替工事のさらなる合理的な施工に役立つことになれば幸いです。

施工計画

支承取替え時の鋼製ブラケットの採用

広島県土木施工管理技士会
極東興和株式会社

中 森 武 郎[○] 福 万 慎 三 寄 井 治

土佐国道事務所

- (3) 工事場所：高知県土佐市中島
(4) 工 期：平成29年10月4日～
平成30年6月29日

1. はじめに

愛媛県から高知県に流れる一級河川仁淀川（によどがわ）の渡河橋として昭和40年に供用された仁淀川大橋において耐震補強工事を行った。（図-1、2）本工事では、支承取替えや橋脚補強等を行うための支保工足場を河床上に設置する計画となっていたが、支保工足場は、河川渇水期（10月～3月）に組立から解体までを実施する必要があり、支保工足場上での作業となる工種の工程厳守が求められた。ここでは、支承取替工において渇水期施工を厳守するために行った他技術の応用や創意工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成29年度仁淀川大橋耐震補強（その1）工事
(2) 発 注 者：国土交通省四国地方整備局

2. 現場における問題点

- (1) 支承取替えの概要

支承取替えは、既存の支承に作用している上部工反力を他部材に受け替えて（仮受け）、新たな

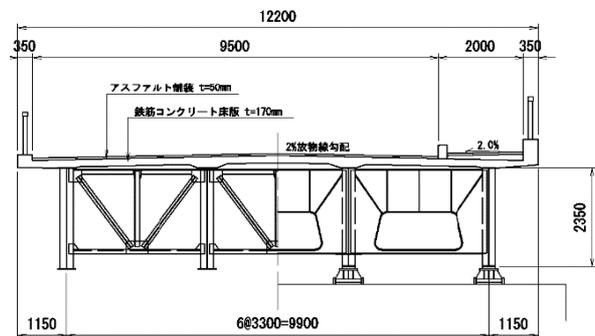


図-1 橋梁断面図

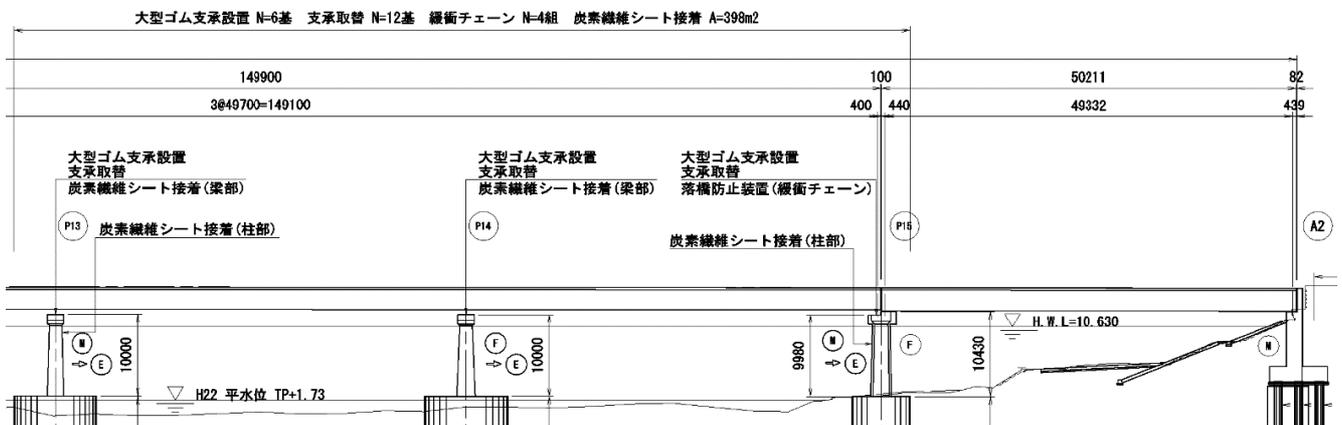


図-2 橋梁側面図

支承を据え替える作業となる。発注時の計画では、油圧ジャッキを用いて鋼桁をジャッキアップして上部工反力を油圧ジャッキで仮受けする方法が採用されていた。さらに、本橋は下部工橋座幅が狭く、橋座面に油圧ジャッキ（2000 kN 型）を配置できる十分な空間を確保できないことから、鋼製ブラケットを橋座前面に取付け油圧ジャッキの配置空間を確保する計画となっており、ブラケット自体は既存下部工にアンカーボルトを打ち込んで固定する構造であった。（図-3）

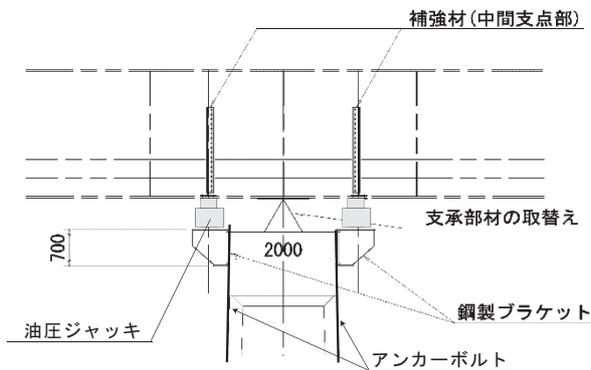


図-3 ジャッキアップ概要図

(2) 支承取替えの問題点

アンカーボルトで固定する鋼製ブラケットの設置は、既存橋脚の鉄筋探査結果を基にアンカー孔の削孔位置を決定し、さらに鉄筋探査では把握できなかった部材深部の配置鉄筋に応じて削孔位置を調整する必要がある。そのため、工場製品となる鋼製ブラケットの製作はアンカー孔削孔完了（アンカーボルト位置の確定）後に開始する必要がある。鋼製ブラケットの製作期間（2ヶ月）を考慮すると、削孔から鋼製ブラケット製作までに3ヶ月以上を要する事が考えられ、渇水期内での足場解体を含む支承取替え工事の完了が困難となる可能性があった。（表-1）

また、鉄筋探査で把握できなかった部材深部の配置鉄筋に応じてアンカー削孔位置を調整する作業（再削孔）は、既存部材に不要な削孔痕を残す事となり、一時的ではあるが橋脚部材を欠損させてしまう。また、削孔痕補修部（モルタル充填）においては、充填材料の収縮による継目部の隙間に伴い水みちの形成が懸念され、長期耐久が低下

することが考えられた。

表-1 現場工程

	11月	12月	1月	2月	3月	4月
足場工	組立					解体
アンカー設置 (鉄筋探査・削孔)						
ブラケット 工場製作						
支承取替え						

渇水期

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 鋼製ブラケットの設置方法の変更

渇水期内に支承取替え作業を完了させるためには、「複数の工種を同時に進行」させるか、「工種毎の工程を短縮」させる対策等が必要となる。そこで本工事では、工程予測が困難なアンカー削孔作業を不要とする工程短縮とアンカー削孔と鋼製ブラケットの製作を同時進行させる方法として、アンカーボルトを用いた固定を必要としない鋼製ブラケットの設置を検討した。ブラケットの設置構造の検討は、PC桁の架設工事で一般的に使用される門型クレーン基部に設置する鋼製ブラケットを参考として、これを準用する事とした。（図-4、5）この鋼製ブラケットの利点として、橋脚側面の左右に取付けた鋼製ブラケットをPC鋼棒で繋ぎ止める構造となっており、PC鋼棒は橋座天端面より上に突出させたブラケット上部へ配置するため、既存の橋脚に削孔を必要としない。

本工事の上部工構造は、図-1に示すように鋼鉄桁橋であり、端部対傾構下には支承高程度の空

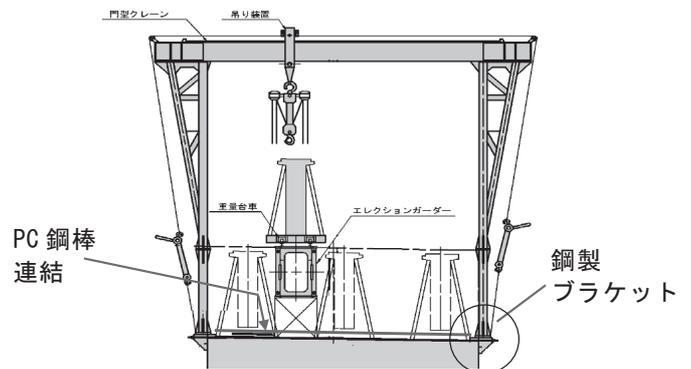
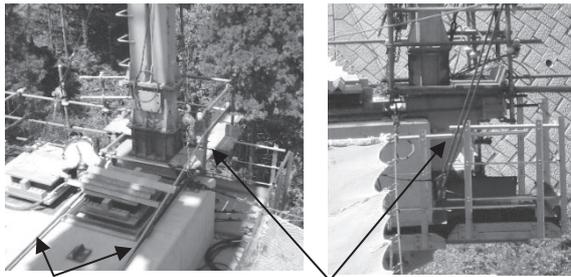


図-4 門型クレーン概要



PC鋼棒
鋼製ブラケット
図-5 門構クレーン基部の鋼製ブラケット

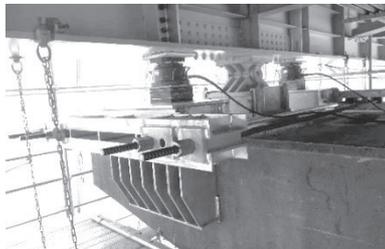
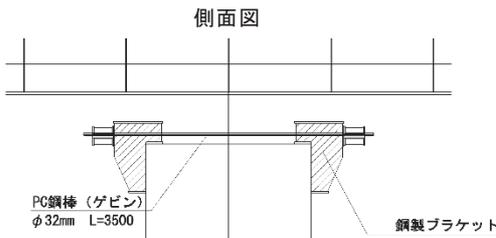


図-6 鋼棒連結ブラケット

間が存在しており、PC鋼棒の配置が可能と判断できたことから門型クレーン基部の鋼製ブラケット（以下、鋼棒連結ブラケット）と同様の構造を採用した。（図-6）採用にあたっては、ブラケット本体の応力検討の他、ブラケット設置部のコンクリート支圧・せん断耐力等の妥当性を確認した。

鋼棒連結ブラケットは、取付け箇所空間や耐力が使用条件を満足すれば、繰り返し転用が可能なため、橋脚1箇所あたりの施工工程を短縮するだけでなく、他橋脚への転用使用により全体工程を発注時計画に比較して1ヶ月程度短縮することが可能となった。

(2) ジャッキアップ時の計測による安全管理

鋼棒連結ブラケットを用いたジャッキアップ作業においては、レーザー変位計を用いてブラケットやPC鋼棒の変位を監視した。（図-7）

監視に使用するレーザー変位計を、複数個所の変位を1台のタブレットパソコンにデータ集約可能（ワイヤレス方式）なシステムとする事で、ジ

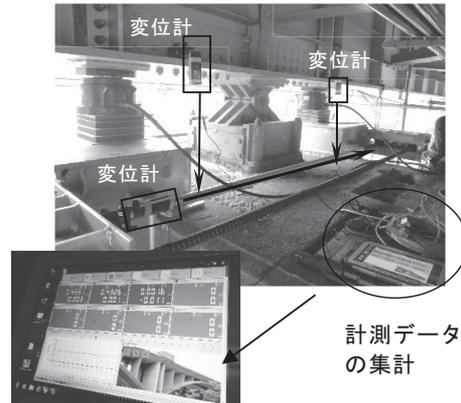


図-7 変位計測状況

ャッキアップ時の水平変位（PC鋼棒伸び量）やジャッキ据付け部の鉛直変位をリアルタイムに管理し、不足の事態に早期対応が可能な体制とした。ジャッキアップ作業は、変位計の値を確認しながら安全に予定工程内で終わることが出来た。

(3) 足場構造変更による遅延時のリスク排除

湧水期内での支保工解体を厳守するために、鋼棒連結ブラケットを採用することとしたが、工事箇所である仁淀川の過去数年における河川水位は、湧水期末の3月（最高水位2.7m）を過ぎた4月では7mを超える最高水位が計測されており、（表-2）工程遅延による支保工残置は、河川を阻害するとともに増水時の資機材流出の危険性から、支保工にいかなる補強対策を実施しても許容できない現場であった。そのため、支承取替え作業に遅れがあった場合を考慮して、全体工程の遅延対策を合わせて実施した。

全体工程の遅延対策としては、河川内に構築す

表-2 仁淀川の過去10年間河川水位

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
2005	1.71	2.18	2.58	2.03	2.75	1.57	5.62
2006	2.20	2.81	2.24	7.06	4.23	4.94	3.95
2007	1.56	1.80	2.17	1.69	1.84	2.56	9.96
2008	1.90	1.77	2.66	2.49	2.81	3.05	1.97
2009	1.83	2.30	2.55	1.77	1.47	2.85	2.83
2010	1.49	2.04	2.54	3.01	3.99	4.61	3.40
2011	1.50	1.75	2.03	1.87	4.09	3.91	6.31
2012	1.45	2.18	2.33	2.82	2.77	4.29	3.05
2013	1.83	1.95	1.85	2.49	2.73	3.03	2.84
2014	1.55	1.80	2.28	1.97	1.97	3.20	4.31
2015	1.90	1.71	2.40	2.48	1.91	2.91	3.32
2016	2.59	2.26	2.05	2.44	2.64	3.68	2.93
最高水位	2.59	2.81	2.66	7.06	4.23	4.94	9.96



図-8 足場支保工の組換え前



図-9 足場支保工の組換え後

る足場構造の変更を実施した。支取替以外の橋脚周囲に炭素繊維を巻き立てる繊維補強工事では、作業足場を下部工下端から上端まで橋脚全周を囲む構造とする必要があり、支保工足場は河床上に構築されるため渇水期内の支保工解体が必須となる。一方、支取替作業においては、橋脚上部付近に足場があれば作業が可能である。

そこで、支保工足場を作業の進捗に応じて、河床から立ち上げる支保工形式（図-8）から、鋼桁上からの吊り下げる支保工形式に組み替える事とした。（図-9）河川を阻害しない支保工形式とする対策により、渇水期を超える時期においても支取替の取替作業が可能で工程余裕を確保することができた。

4. おわりに

(1) 本工事での成果

河川渇水期（10月～3月）での施工制約を遵守するための工程短縮および工程余裕を確保する対策により、渇水期での支保工撤去（改造）および施工完了を実現することが可能となった。これらの対策は、施工計画作成時及び当該工種を開始する前から事前に計画していたため、後手に回らな

い対応が可能となった。

本工事で採用した鋼棒連結ブラケットによる既設鋼桁のジャッキアップは、四国地方整備局管内では施工事例が無く、採用にあたっては関係者の協力や発注者の理解によるところが大きかったと感じる。

(2) 今後の展開の可能性

補修・補強工事は現地条件に応じた施工が必要で、発注時の鋼製ブラケット形式（アンカーボルト固定）では、現場毎にブラケットを製作して破棄を繰り返す事となるが、鋼棒連結ブラケットは他橋脚・橋梁に転用することが可能で他工でも使用できる可能性があり、現場単位でなく類似工事を含めて工費や工程の縮減が期待できる。

また、河川水位が低く河床から支保工を構築してジャッキアップ空間を設ける事ができた場合（図-10）でも、ジャッキアップ反力の影響による地盤沈下に対して、沈下の進行が収まるまで施工が出来ない場合や、別途地盤補強対策を追加する事例があり、鋼棒連結ブラケットを採用することでそれらの問題が解決できると思われる。ただし、本工法の鋼製ブラケットには、上部工と下部工間にP C鋼棒を配置する必要があるため、全ての橋梁形式（隙間が狭い構造）に採用できないといった留意事項があり、今後の検討課題と考える。

最後に、現場工程や工費の縮減に限らず、近年では鋼製部材の製作（材料入手）には時間を要すとともに作業員不足が問題になっており、今回報告したブラケット構造の使用が、それらの事項を少しでも解決する事に繋がればと思います。

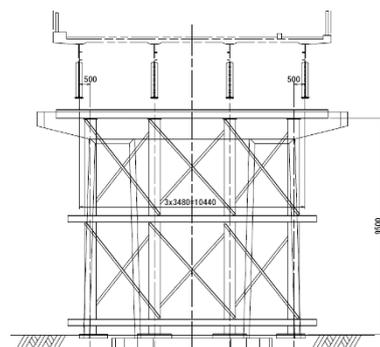


図-10 支保工を用いたジャッキアップ

施工計画

新名神高速道路高槻ジャンクション橋の 架設工事について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

監理技術者

施工計画担当

工場製作担当

坪井 行一[○]

嬉 克 徳

山下 修 平

1. はじめに

本工事は、主要幹線道路である名神高速道路および中国自動車道における慢性的な交通渋滞の解消による関西圏の道路ネットワークの利便性や信頼性の向上、そして自然災害時や交通事故などの人的災害時の緊急輸送ネットワークの確保を目的とした新名神高速道路の鋼上部工の製作・運搬・架設工事である。(図-1)

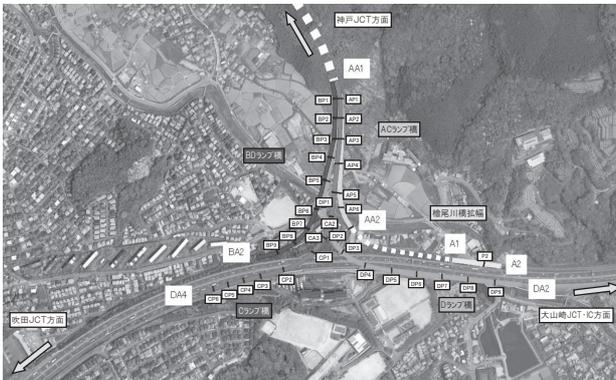


図-1 高槻ジャンクション橋 全体位置図

本工事の内、現場架設工事における鋼桁架設工法としては、トラッククレーンベント工法、トラベラー工法、送り出し工法、そして多軸台車による一括架設工法等、様々な工法にて架設作業を実施したが、本稿では、トラッククレーンベント工法、トラベラークレーン工法および送り出し工法の内容について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：新名神高速道路 高槻ジャンクション橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：ACランプ橋・檜尾川橋（拡幅）
大阪府高槻市大字成合～安満磐手町
BDランプ橋
大阪府高槻市大字成合～美しが丘
- (4) 工期：平成24年4月6日～
平成28年6月13日
- (5) 鋼重：鋼桁 W1=7,474tf
鋼製橋脚 W2= 854tf
鋼重合計 W=8,329tf

2. 現場における問題点

本架設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) AC/BDランプ橋においては、現場作業条件からトラッククレーンベント工法を採用したが、本施工においては大規模な盛土地盤上に大型重機（大型クローラークレーン）を設置し、鋼桁の大ブロック架設を実施する必要があったため、作業ヤードとなる盛土地盤上での大型クローラークレーンの安全性確保が問題となった。
- (2) Cランプ橋の鋼桁架設においては、作業ヤードが名神高速道路と市道に挟まれた非常に狭隘な場所となり、その中での施工が必要であり、鋼桁架設時における一般交通車輛の安全性確保

が問題となった。

- (3) Dランプ橋においては、現場作業条件から桁下空間の利用が困難なことから、送り出し工法を採用したが、本施工では作業ヤードが擁壁に近接した位置であったため、当該箇所への送り出し荷重載荷時における支持地盤の崩壊を防止し、安全性を確保するための補強対策が問題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当該橋梁部の架設計画の立案に際し、前述した各問題点に対して、重点的に下記の検討を行い、安全性を十分確保した上で、現場施工を実施した。

- (1) 大規模な盛土地盤上での安全性確保について

AC/BDランプ橋においては、部分的に府道および河川上を横過する箇所があり、安全性確保の観点から近接した作業ヤードの確保ができなかったため、対岸の高さH=約8.0mの盛土地盤上に大型重機（500tf吊りクローラークレーン）を設置するとともに、予め施工ヤードで地組み立てした鋼桁ブロックを架設する計画とした。（図-2）

盛土表面の地盤改良（浅層改良）は、既に下部工業者にて実施されていたが、鋼桁架設時の500tf吊りクローラークレーンからの盛土地盤上への作用荷重は、予想をはるかに超える大きな荷重であったため、盛土地盤の崩壊が懸念された。そこで、当該地盤全体の円弧滑りの検討（図-3）を実施するとともに、あわせて盛土地盤の沈下検討も実施することとした。その結果、盛土地盤は本施工条件において、所定の安全率を確保できないこと

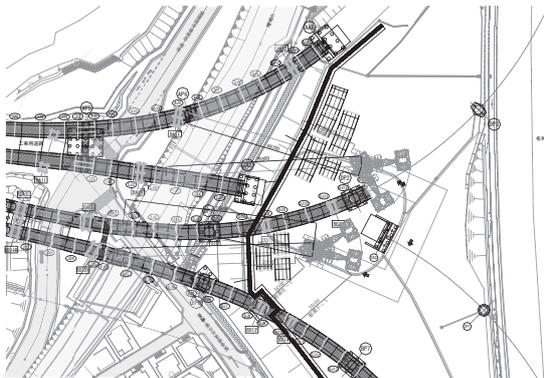


図-2 架設計画平面図

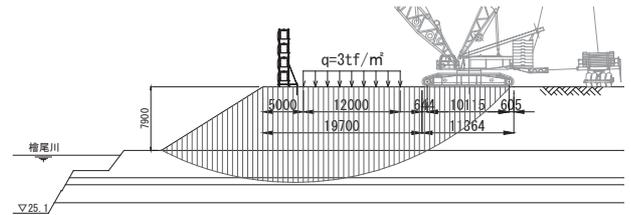


図-3 円弧すべり検討断面図

が判明したため、500tf吊りクローラークレーン設置位置を再検討し変更するとともに、クレーンの足元には杭基礎形式のクレーン専用の作業構台（図-4）を構築することとした。

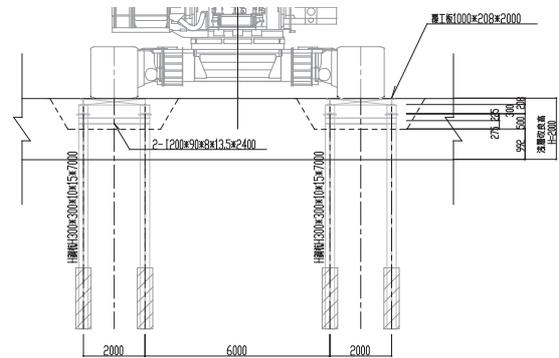


図-4 クレーン構台断面図

基礎杭の施工は、盛土地盤に与える影響が少ないプレボーリング工法にて実施することとし、加えて杭先端部には高さH=2.0mのモルタルを充填する構造を採用した。今回、新たにクレーン専用の作業構台を設置したことで、盛土地盤の崩壊に繋がる円弧滑りおよび地盤沈下を防止することとなり、その結果、鋼桁架設時における安全作業の確保を可能とした。

- (2) 狭隘なヤードでのトラベラー架設について

Cランプ橋の作業ヤードは、名神高速道路と市道に挟まれた非常に狭隘な場所であり、その中で鋼桁架設を実施する必要があったこと、また、市道の全面通行止規制を極力少なくすることの制約から、トラベラークレーンベント工法にて鋼桁を架設する計画を採用した。ただし、当該橋梁の鋼桁中間支点部は鋼製橋脚との剛結構造が採用されていたため、本支点部は市道を全面通行止規制し、先行してトラッククレーンを用いて鋼桁架設を実施することとした。（図-5、6）



図-5 剛結部鋼製橋脚架設状況



図-6 トラベラークレーンによる鋼桁架設状況

トラベラークレーン架設区間の鋼桁は、少数鉦桁の2主桁橋形式で、その主桁間隔は $B=5.3\text{m}$ であったことから、JV構成会社が所有する既存のトラベラークレーンの専用ガーダーでは、軌条間隔が狭く対応できなかった。そのため、新規に本橋の主桁間隔に対応可能な短尺のガーダーを製作し対応することとした。(図-7)

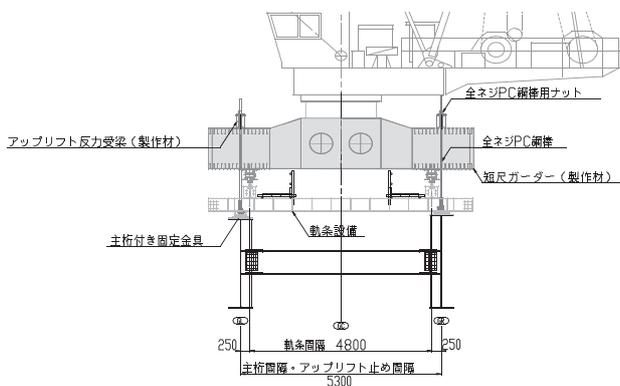


図-7 トラベラークレーン据付断面図

また、主桁間隔が狭いことから、鋼桁架設時におけるトラベラークレーンの旋回時には、クレーンの足元を専用の仮設(支持)金具で固定している主桁自体にアップリフトが生じることから、主桁上フランジの仮設金具を利用したアップリフト止め設備を設置したが、更なる安全性確保に配慮し、供用中の名神高速道路側および市道側については、レーザー光を面状に照射することでバリアを作り、そのバリアに侵入する物体を検知してオペレーターへ警報通知を行うことが可能なレーザーバリアシステムをヤード境界部に設置し、トラベラークレーンの旋回範囲を制限することで、アップリフトの軽減を図った。また、フェールセーフの目的で、橋台および各ベント設備からも主桁拘束設備(図-8)を設けて、アップリフト対策を施し、桁架設中の安全確保に努めた。

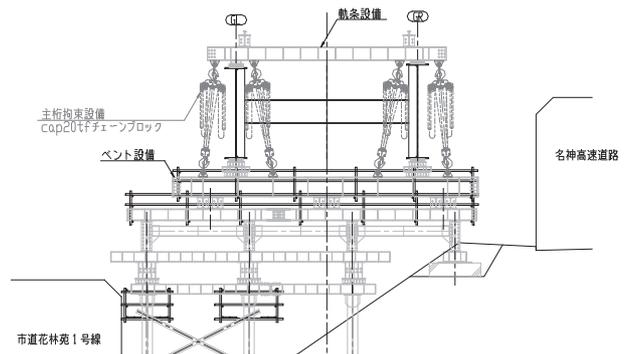


図-8 主桁拘束設備図

(3) 送り出し時の地盤補強対策について

Dランプ橋の送り出し作業は、供用中の名神高速道路と土留め擁壁に挟まれたパーキング跡地を作業ヤードとして使用し、送り出し架設を実施した。そのため、送り出し設備および軌条設備はともに擁壁に近接した位置に配置するしか方法がなく、送り出し架設時の各種設備からの多大な載荷荷重に対する土留め擁壁および支持地盤の安全性確保が必要となった。

軌条設備部の対策としては、鋼桁の送り出し勾配を調整するとともに、土留め擁壁の側圧軽減を目的とした地盤の掘削を実施し、作業ヤード面の整形を行った。(図-9)

また、送り出し設備部および軌条設備部につい



図-9 軌条部ヤード状況

では、事前に土留め擁壁の安定性および地盤の強度確認を実施した。その結果、先端の送り出し設備箇所において、所定の安全率が確保できないことが判明したことから、支持地盤への反力分散幅を増大する目的で、設備直下にH鋼部材を埋設するとともに、表土H=1.5m分を採石に置き換え強化路盤を構築することとした。(図-10、11)

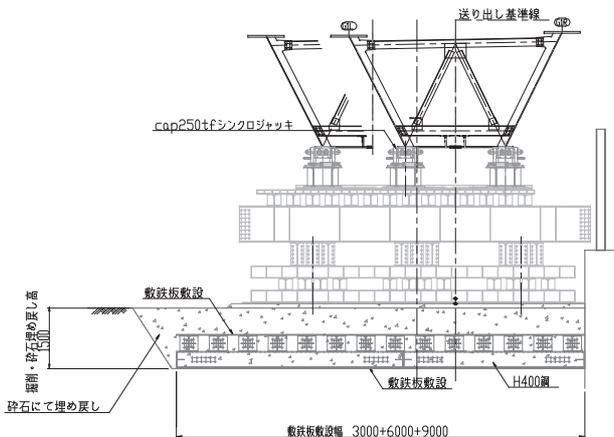


図-10 送り出し設備断面図



図-11 強化路盤状況

事前調査の結果を基に、強化路盤等の対策を施したことで地盤沈下を防止し、送り出し架設作業における安全性を確保した上で安全に作業することを可能とした。

4. おわりに

本工事は、新名神高速道路の高槻第二ジャンクションの鋼上部工工事であり、詳細設計業務着手から現場施工完了まで、多種多様な架設工法を駆使し鋼材重量8,329 tを現場で組み上げた5年9ヶ月におよぶ長きに渡る高度な技術を要した工事であったが、工事関係者の努力により平成30年1月に竣工を迎えることができた。(図-12)

本橋の施工では、供用している名神高速道路、府道および市道に近接している箇所が多く、また、作業ヤードに軟弱地盤が多く存在していたことから、施工計画立案時には一般交通の安全性確保、各種仮設備の安全性、鋼桁の品質および出来形の確保、そして現場における施工性を重点的に考慮することで、種々の問題を解決した。

本工事が、今後の同種工事の参考となれば幸いである。

最後に、本工事を進めるにあたり、西日本高速道路株式会社ならびに関西支社の方々をはじめ、共同企業体構成員である日本ファブテック株式会社、そして本工事に関わった全ての協力会社の関係各位に深く深謝する次第である。



図-12 完成全景写真

橋梁架設の技術を活かした旧橋撤去工事

宮崎県土木施工管理技士会

清本鉄工株式会社

製品事業本部工事部工事二課工事係係長

片岡雅志

1. はじめに

本工事は、宮崎市中心市街地の交通渋滞の緩和・解消を目的として整備を進められた宮崎西環状線「新相生橋」の開通に伴い、その下流側に架かる「旧相生橋」の鋼桁部分を撤去する工事である。

相生橋には架け替えの歴史があり、今回撤去する旧相生橋は3代目で、昭和45年（1970年）に建設され、約50年もの長い間、一級河川「大淀川」を跨ぐ重要な役割として、人々の生活を支えてきた橋である。今まで慣れ親しんできた相生橋に対する感謝の気持ちを込めて、丁寧に撤去作業に望むことになった。

ここに、橋梁架設の技術を活かした旧橋撤去方法を述べる。

工事概要

- (1) 工事名：平成27年度交建防安第17-73-1号
県道宮崎西環状線松橋工区
旧橋撤去工事
- (2) 発注者：宮崎土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県宮崎市大字跡江
- (4) 工期：平成28年2月18日～
平成28年6月30日
- (5) 工事範囲：全体橋梁のうち
ランガー桁部1径間(81.1m:260t)
鋸桁部3径間(50.1m×3:179t)
(合計232.0m、439t)



図-1 旧相生橋 着工前

2. 現場における問題点

本工事は施工にあたり、下記の2点が主な問題点となった。

・ランガー桁部の撤去方法について

ランガー桁部は、ベントを1径間に3基設置し160t吊トラッククレーンにて部材を切断しながら撤去する計画であった。

しかし、ランガー桁の現状での荷重のかかり具合や、桁を切断した時の応力の伝わり方が不明確であり、また桁切断時に応力が残っていて、桁が逸走する恐れがあった。

・鋸桁部の撤去方法について

鋸桁部は、主桁上部分のみ床版コンクリートが残っている状態で3径間あり、ベントを1径間の中央に1基ずつ設置し、160t吊トラッククレーンにて主桁を1本ずつ撤去する計画であったが、

合成鈹桁で支間長が長いうえにフランジ幅が狭いので、主桁を1本ずつ撤去すると、不安定な状態になる恐れがあった。

また、鈹桁部の真下がゴルフ場の駐車場で、すぐ隣にゴルフコースがあるため、主桁の他、横桁・対傾構などの小物部材を駐車場内の上空で切断する際の火の粉の飛散や、鈹桁部撤去後、桁上に付いている床版コンクリートを破砕しなければならないため、一般車両やゴルフ場利用者への安全・騒音対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1. 計画（工夫・改善点）

まず、ランガー桁部と鈹桁部の桁撤去工事を行うにあたり、通常の桁架設工事と「逆の手順」という考え方をした。

桁架設工事の手順は、

- ①施工前
- ②ベント設置
- ③桁架設（多点支持状態）【無応力状態】
- ④桁架設完了（支点支持状態）

桁撤去前の状態は、桁架設完了時の状態にあると考え、桁撤去工事の手順を考えてみると、

- ①桁撤去施工前（支点支持状態）
- ②ベント設置（多点支持状態）【無応力状態】
- ③桁撤去（多点支持状態）【無応力状態】
- ④桁撤去完了

つまり、桁撤去時はベントを設置し、ジャッキにて桁を持ち上げ、桁の反力を抜いて多点支持状態、すなわち「無応力状態」にすることで、安全に撤去できると考えた。（図-2）

桁撤去手順の考えを基に、約50年前の手書きの図面を入手し、実際の桁・各部材の板厚・寸法を測定し、図面と照らし合わせて、ランガー桁部・鈹桁部の形状を復元し、実際のベント設置位置の桁の反力、切断時の最適な桁のそりの解析を行った。

次に鈹桁部は、合成鈹桁で支間長が50.1mと長いうえにフランジ幅が0.23m、0.45mと狭く、ベントが1基の状態では桁を1本ずつ撤去すると、フ

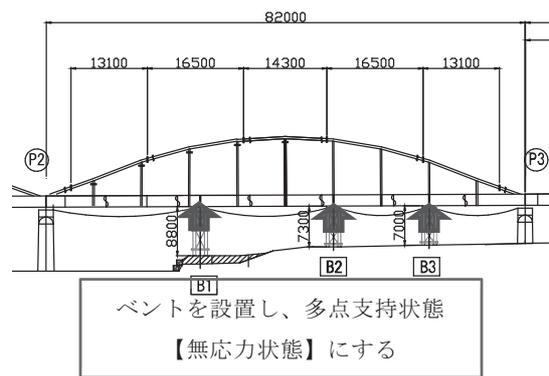


図-2 ランガー桁部 ベント設置図

ランジ幅に対する支持支間が長くなり、桁撤去作業時に横倒れ座屈を生じる恐れがあった。（図-3）

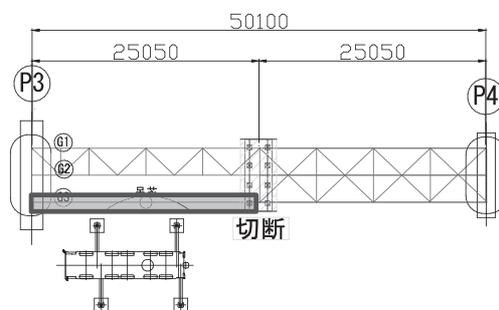


図-3 【当初案】鈹桁部 撤去方法

【当初案】（主桁単材撤去の場合）

撤去長さ：25.05m

撤去幅（フランジ幅）：0.23m、0.45m

横倒れ座屈の検討

$$25.05\text{m} \div ((0.23\text{m} + 0.45\text{m}) / 2) = 73.7 > 70 \cdots \text{OUT}$$

しかも、横桁・対傾構などの小物部材を高所作業で撤去しなければならない、施工性も悪く、切断作業に時間がかかりそうであった。

そこで、施工性を考慮しなるべく高所作業を低減できるように検討した結果、鈹桁3主桁を一括で撤去できるように、ベントの基数を1基から2基に増やして、一度に撤去する主桁の長さを支間長の1/3（16.7m）にし、幅を桁全幅6.0mと広くすることで、桁の横倒れ座屈を防ぎ、大ブロックの安定した状態で桁を撤去する計画をした。

（図-4）

そうすれば、高所で切断する箇所は主桁のみと

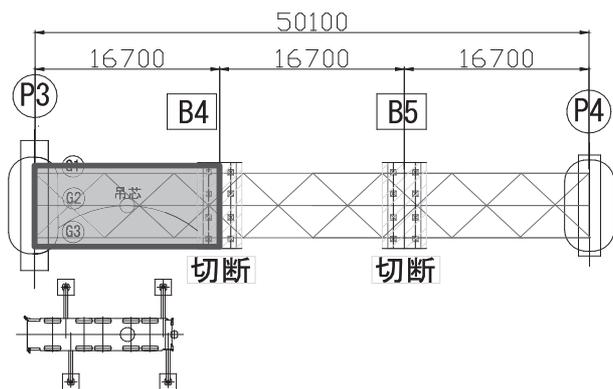


図-4 【提案】 鋸桁部 撤去計画

なり、横桁・対傾構などの小物部材は大ブロック撤去後に地上で小ばらしできると考えた。

【提案】(3主桁一括撤去の場合)

撤去長さ：16.7m

撤去幅(全主桁幅)：6.0m

横倒れ座屈の検討

$16.70\text{m} \div 6\text{m} = 2.8 > 70 \cdots \text{OK}$

3-2 施工(適用結果)

・ランガー桁部

ランガー桁部の撤去前に、クレーン設置位置が河川内であるため、搬入路と設置位置の造成を行い、切断する最大吊り荷重の時のクレーン反力を求めて、地盤支持計測器(キャスポル)にて、地耐力を確認した。足場は、桁を撤去すると吊る箇所がなくなるため、上弦材や垂直材は高所作業車にて、下弦材は桁下にワイヤーブリッジを設置した。

そしてベントを3基設置し、解析で求めた反力までジャッキを用いて桁を上げて「無応力状態」にした。

さらに計算上は無応力状態であっても、実際は応力が残っている可能性があるため、桁の初期切断時に残応力によって桁が逸走しないように、初期切断箇所に孔を明けて、エレクションピースを設置した。(図-5)

(エレクションピースは、両外側2列のPLが2重で下のプレートが長孔になっているため、切断時に万が一、桁が逸走しても長孔部分で移動を制限できる構造になっている)



図-5 エレクションピース取付

そのエレクションピースを用いて、慎重に初期切断をした結果、解析通り桁の逸走は全くなく、初期切断をすることができた。(図-6)



図-6 初期切断状況
(エレクションピースを取り付けて切断)

ランガー桁部の初期切断後は、上弦材⇒垂直材⇒下弦材の順番で、撤去する重量(吊り重量)を図面より計算・確認しながら切断した。

また、ランガー桁の真下は竹林と芝生になっており、ガス切断時に火の粉が飛散して、火災にならないように、散水車1台と高圧洗浄機2台を常備し、切断前に切断箇所と周囲に散水を行い、切断後も周囲に散水を行うことで、安全にランガー桁部を撤去することができた。

・鋸桁部

鋸桁部のクレーン設置位置と走行箇所は芝生と、ゴルフ場の駐車場内であったため、芝生の上に50cmの碎石を敷設し、その上に敷鉄板を設置する

ことで、地盤の強化を行った。

また、ゴルフ場の駐車場内は160t吊トラッククレーンが走行時に舗装面を損傷する恐れがあるので、舗装面走行時の検討を行い、舗装敷鉄板を設置し、さらに敷鉄板が沈んで舗装面に影響を与えないように、走行位置及びアウトリガ設置位置の敷鉄板の下にゴムマットを設置し、舗装面の養生を行った。

そして、1径間に2基ずつベントを設置し、ランガー桁部同様に、解析結果で求めた反力までジャッキを用いて桁を上げて、吊りH鋼を桁下に2本設置してから、3主桁を同じラインで切断し、桁を一括で撤去した。(図-7)



図-7 鉄桁部撤去状況

(駐車場内をバリケードで囲い誘導員、看板、矢印板で誘導)

大ブロックの安定した状態で桁を下した後は、地上にて横桁・対傾構などの小物部材を切断することで、高所作業をなくすことができ、墜落災害の低減や、周囲の火の粉の飛散防止にも繋がった。

また、鉄桁部真下にあるゴルフ場の駐車場は、規制範囲を撤去する桁の箇所に応じて変化するので、規制予想区域と予告看板を設置し、ゴルフ場の営業が終わり、一般車両がいなくなったと同時に、次の日撤去する箇所の範囲をバリケードで仕切り、日々変化する規制区域に誘導員や、矢印板で丁寧に誘導を行うことで、一般車両から苦情もなく、工事を進めることができた。

さらに、鉄桁部の桁上コンクリート撤去は、真下駐車場への飛散や、近接しているゴルフ場にできるだけ騒音を出さないように、撤去した桁をト

レーラーが運べる長さに切断し、駐車場やゴルフ場から離れた河川側に主桁を横持ちした。

また、ゴルフ場利用者の騒音対策として、周囲に防音シート（高さ3m、延長30m）を設置し、騒音計にて管理することにより、規定未満の騒音に抑えることができ、利用者からの苦情もなく作業することができました。(図-8)



図-8 桁上コンクリート破碎時

騒音測定 (写真奥：防音シートの裏側がコンクリート破碎場所)

4. おわりに

今回の工事は、橋梁架設方法の「逆の手順」の考えを基に、ランガー桁部では、反力管理や初期切断時の逸走を防止するためのエレクショピースを用いた切断作業、鉄桁部では大ブロックの安定した大ブロック状態での撤去後、小物部材を地上で切断することで、高所作業の低減と施工性を向上させることができた。

部材切断の作業前後には、散水車と高圧洗浄機を用いた周辺の散水や、鉄桁部真下のゴルフ場利用者に対して、日々変わる規制区域を規制予想図や看板・矢印板を用いて適切な誘導を行い、また桁上コンクリート破碎の際には、場内で騒音を出さないように、一度河川側に主桁を横持ちし、防音シートで周囲を囲い破碎することで、安全に桁を撤去することができた。当社並びに協力会社のスタッフの方々には助言や協力をいただき、深く感謝の意を表します。

道路上横取り架設における課題と対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社巴コーポレーション

現場代理人

監理技術者

伊 東 卓 二^〇

小 泉 利 和

1. はじめに

当該工事は、平成30年度開通を目指し、三重県内で建設中である東海環状自動車道 東員IC～大安ICの内、いなべ市員弁町に位置する宇賀川を跨ぐ箇所に架設する鋼橋上部工事である。

宇賀川橋は、下層が供用中の国道365号、上層が東海環状自動車道となる2層構造であるため、当初計画から、架橋箇所から18m上流側に架設し・横取りする、トラッククレーンベント+横取り工法が採用されている。

工事概要

- (1) 工 事 名：東海環状宇賀川橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省中部地方整備局
- (3) 工事場所：三重県いなべ市員弁町
- (4) 工 期：平成29年5月30日～

平成30年5月31日

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) 非出水期間内の架設工程厳守

工事箇所が供用中の国道365号上であり、工事箇所のすぐ下流で員弁川と合流するため下流側は作業ヤードとして使用できないことから、ヤードとして使用出来るのは、宇賀川橋上流側の河川区域内であった。宇賀川の非出水期間は、11月1日から4月末迄の6ヶ月間であり、この期間内で右岸及び左岸の河川区域を作業ヤードとして整備し、架設工完了後、整備した作業ヤードを撤去しなければならない。なおかつ別途発注の床版工事に引渡すため、架設工事の完了時期が4月末と決められていた。このため工程が当初から厳しい工事である。

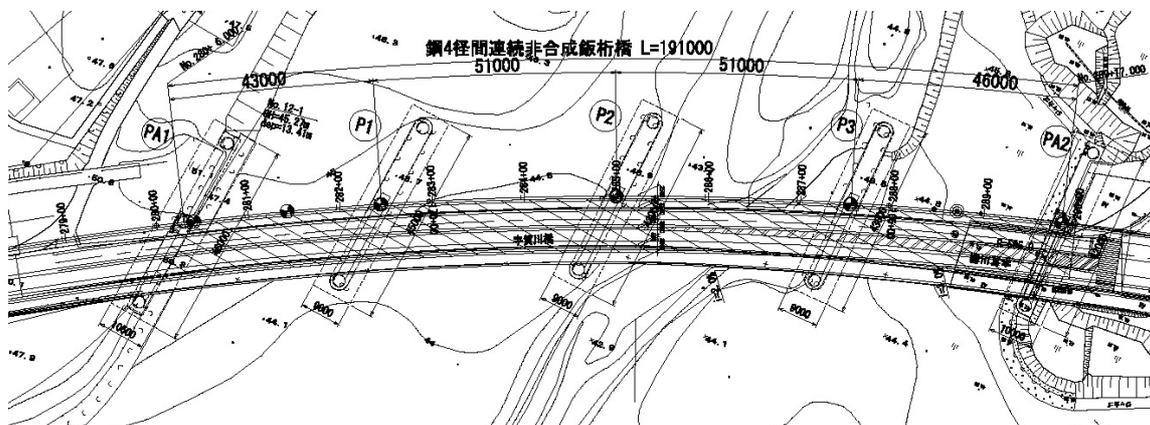


図-1 宇賀川橋 橋梁一般図

(2) 複雑な線形への対応

橋梁形式は、鋼4径間連続非合成鋼桁橋（5主桁）・橋長191.0m・総幅員11.766mである。平面線形が、A=300~R=800~A=500であるため、横断勾配が約6%あり、主桁の横断差はG1桁からG5桁で約700mmとなる。横断差をカバーするため、台座（約1m角）が幅2mの鋼製橋脚上に溶接されており、なおかつ端支点の掛け違い橋脚の台座前には段差防止が溶接されていて、橋脚上はかなり狭隘であった。斜角は、起点側のPA1橋脚で54度から終点側のPA2橋脚で73度と、5橋脚全てで異なる構造となっている。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 作業ヤード整備工

当初数量は、作業ヤード盛土1,600m³・置場からの積込、土砂運搬2,000m³・砕石舗装（t=200）2,170m²・作業ヤード盛土撤去2,000m³・土砂運

搬2,470m³である。現地調査時に河川内は盛土材として使用出来る良質な土砂が堆積していることを確認、協議により流用することにした。土砂運搬を砕石舗装分の430m³に削減することにより、工程を約1ヶ月短縮することができた。

(2) 横取り用ベント設備

横取り用のベントを設置する橋脚の脇は、既に2期線の橋脚基部まで完成している。フーチングのコンクリート奥行は4m・高さは現地盤から約2.5m上り、2期線の橋脚基部も埋設されていて、フーチング上のベント設置範囲が非常に狭かった。現地盤からベントを立ち上げるとベント基部の構造が複雑になり、設置に時間を要することが予想された。そこでフーチング上に収まるように設置するため、パイプベントを選定し設置幅を抑えることにした。

横取り用のベントは、仮橋脚であるため架設時における橋軸方向への転倒の危険性があり、架設完了までの間、不安定な状態となる。今回ベント

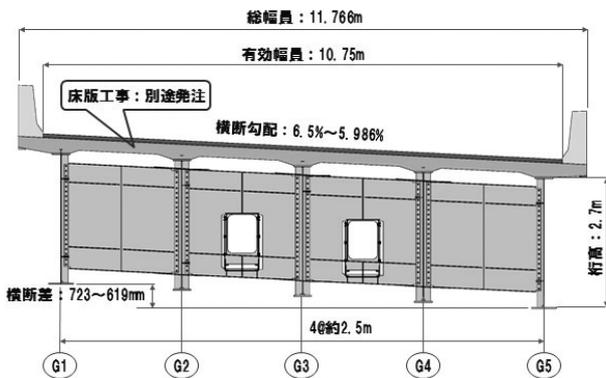


図-2 横断面図



図-3 作業ヤード整備

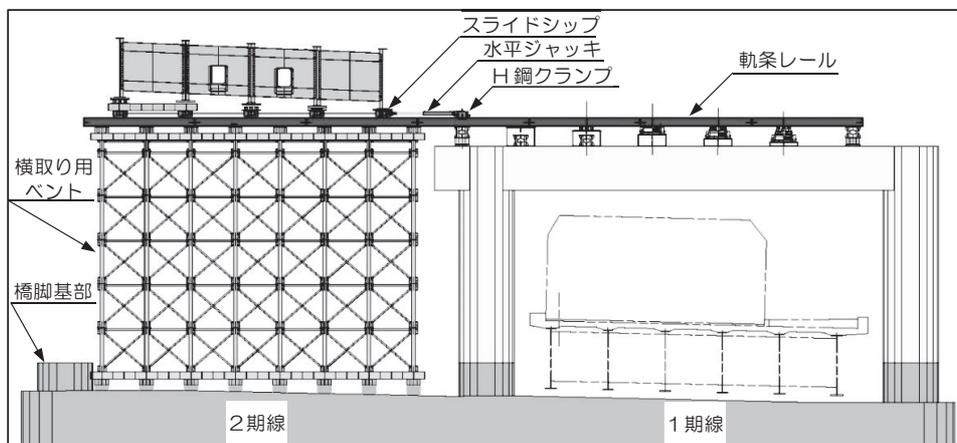


図-4 横取り用ベント



図-5 ベント転倒防止

を設置したのはフーチング上で、十分な支持力があったため、水平力について検討を行った。風速24m/sにおける風荷重を水平力とした時のベントの転倒モーメント M' 及びベント自重による抵抗モーメント M を計算すると、安全率 $SF=0.7$ (<1.2) となりNGであった。ベント自重を増加させるため、23kN/1基のコンクリートブロックによるウェイトを片側4基・計8基配置し、ベント頂部からワイヤーロープで控えを取り、転倒防止処置を行った。これにより安全率 $SF=1.4$ (>1.2) となり安全性を確保できた。

(3) クレーンベント架設

中間ベントは橋脚間に1基ずつ計4基配置し、右岸側のPA1から1主桁を2本ずつ地組して順次架設し、中央に位置するP2橋脚に達したところで、左岸にクレーンを移動、PA2から地組・架設し、最後に流域部上を落とし込み、架設完了した(架設重量600t)。架設期間中は、ベント設置1班、地組・架設1班、足場組立2班、ボルト締付2班の計6班体制でサイクル施工し、工程を約1.5ヶ月短縮した。

(4) 板張防護工

横取り後、現場塗装工及び別途発注の床版工事を施工するため、当初から橋梁足場工には板張防護工(2,250㎡)が工事箇所全線に含まれていた。吊り足場(板張防護を含む)は、規制日数を削減するため、横取り時に緩衝する橋脚廻りを除き全線を横取り前に設置したが、パイプ足場ではなくシステム足場を選定し、作業の効率化を図ることにより工程を短縮した。



図-6 架設・足場設置状況

(5) 軌条設備

軌条レールは、台座が高くなるG1及びG2桁の支承を後設置とすることにより、台座の直上に設置した。これにより横取り後の降下量を支承高さ分抑えることができた。設置角度は、橋梁の中央に位置し、全橋脚の斜角を平均した角度となるP2橋脚に平行に設置した。P2以外の橋脚のレールは、G3桁の支点を中心にP2橋脚との斜角差分を回転させて設置した。ずれ量はG1・G5桁で最大360mmとなり、全て台座上で受けるように設置した。レール受点を台座及びレールのジョイント部直下のみとすることにより、仮設材の削減及び作業の効率化を図った。

横取りには、軌条レールからH鋼クランプジャッキで反力を取り、動力には水平ジャッキを使用した。架設時支点反力(鋼重+足場重量)が最大となるP3橋脚(2065kN)から、引き能力400kNのジャッキを選定し、支点部の滑り装置は、架設時支承反力が最大となるP3橋脚のG5桁(537kN)より1000kNのスライディングシップ(摩擦係数0.1)を使用した。



図-7 軌条設備

(6) 降下作業

今回の降下量は、約1,100mm（主桁の横断差700mm + 滑り装置高290mm + 軌条レール高400mm - 支承高300mm）とした。降下用ジャッキを端支点は端横桁の下フランジ、中間支点は台座前の主桁下フランジに配置し、鋼製サンドルは支承上に配置し、狭隘な橋脚上での作業の効率化を図った。

1回の降下量は150mmで検討し、その時の最大支点反力は660kNとなるため。降下用のジャッキは、能力1000kN・ストロークは200mmの物を使用した。

ジャッキダウンSTEPは図-9のとおりで、150



図-8 降下設備

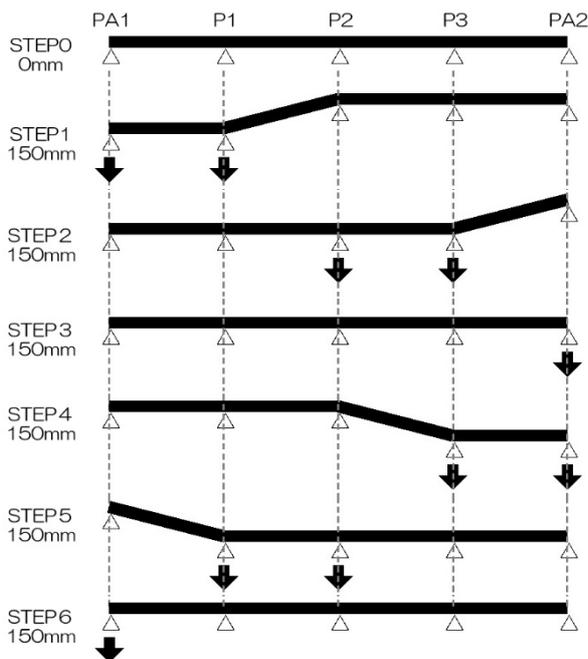


図-9 降下ステップ

mmのジャッキダウンを3STEPで行う。往復で300mmの降下量となり、これを4回繰り返しい、約1,100mmのジャッキダウンは3班×3日で完了した。

(7) 規制作業

当初、架設工（横取り設備・降下設備・桁降下）・支承工・落橋防止装置工は、夜間通行止めで行う予定だった（横取り架設は終日通行止め）。しかし、隣接工区でも同じ規制範囲の作業があったため、規制作業が同じ時期になるよう工程を調整し、全体（当該工事+隣接工事）の規制日数を短縮することを条件に、警察と夜間通行止めを昼間通行止めに変更することを協議した。これが認められ、昼間作業となったことにより、作業効率が上がり、通行止めで行う作業は、支承設置・横取り設備設置で11日間（昼間規制）、横取り架設1日間（終日規制）、横取り設備解体・支承設置・降下設備で6日間（昼間規制）、桁降下で3日間（昼間規制）、落橋防止装置2日間（昼間規制）の23日間で完了することができた。



図-10 完成写真

4. おわりに

今回の施工で、狭隘な箇所における短期間での大ブロック一括横取り架設工事を行えることの立証ができた。同様の工事に少しでも参考になれば幸いです。

最後に、当該工事の施工に当たりご協力頂いた関係者の皆様に感謝致します。

通行止め時間の短縮に配慮した 小規模吊橋の主索防食と吊索取替え

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

本多 賢 悟[○]

計画担当

上 田 香 奈

設計担当

中 原 智 法

1. はじめに

本工事は、熊本県天草上島から櫛島と坊主島を
経由して八代海に浮かぶ樋島を結ぶ、樋島大橋に
おける主索防食と吊索取替えの補修工事である。
樋島大橋は、1972年に完成した図-1に示す支間
長171.0mの小規模吊橋であり、主索には建設当
時の最先端技術であったPWS（パラレルワイヤ
ストランド）が使用されている。本稿では、現地
条件を踏まえた規制時間短縮のための施策につ
いて述べる。

工事概要

- (1) 工 事 名：樋島大橋補修工事
- (2) 発 注 者：熊本県上天草市
- (3) 工事場所：熊本県上天草市
- (4) 工 期：平成30年3月～平成31年2月

2. 現場における問題点

本工事は施工に際して、以下の問題点があった。

2-1 生活道路としての交通の確保

樋島には約二千人の島民が居住しているが、渡
船等は運行されておらず、天草上島との交通手段
は樋島大橋のみに限られている。島民の通学、通
勤、通院のほか、観光地として島内には宿泊施設
も多く、昼間は十数台の車両が連なって通行する。
また、夜勤帰宅者や生活物資配送などで、深夜や
早朝にも車両の往来がある。このため、昼間の通
行止めはできず、夜間についても通行止め日数を
少なくし、かつ、通行止め2時間ごとに30分間の
開放が必要である。また、連続した夜間通行止め
は4週間までで、次の夜間通行止めまでは数週間
の間隔を空けるようにして欲しいとの要望がある。

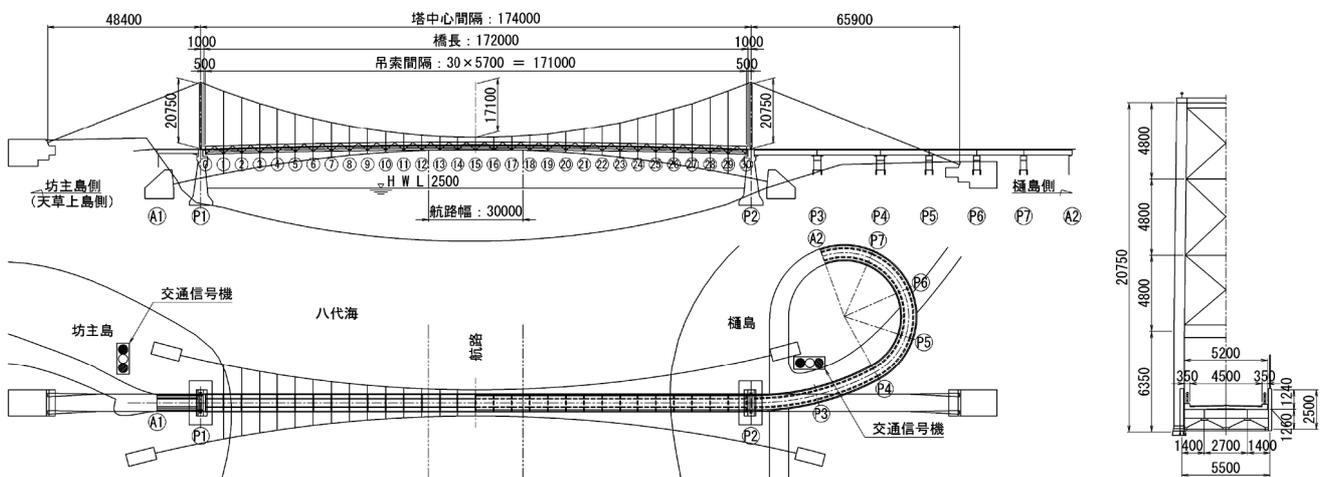


図-1 樋島大橋一般図

2-2 樋島大橋の幅員

樋島大橋の幅員は図-2に示すように4.5mと狭く、橋上で大型車どうしの行き違いができないため、取付道路両端に交通信号機が設置され、自動車は交互通行で供用されている。大型の路線バスや自転車等の軽車両、歩行者が混在して通行するため、交通解放時には4.0m以上の有効幅員が必要であり、橋面上に足場や仮設資材を仮置きする常設の施工ヤードは設置できない。施工箇所から離れた場所に部材や仮設資材を仮置きした場合、搬入や搬出に時間を要してしまうため、施工箇所付近に仮置き場の確保が必要となる。

また、樋島大橋が唯一の交通手段であり、緊急時には作業を速やかに中止して、緊急車両を通す対応が必要となる。

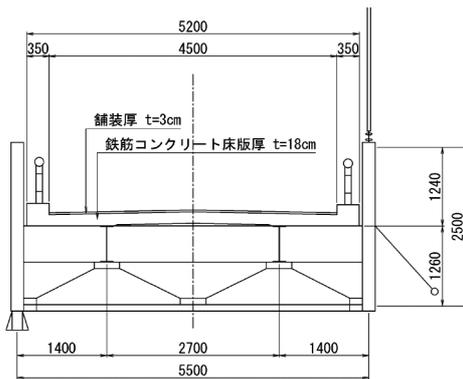


図-2 樋島大橋の幅員構成

2-3 主索防食と吊索取替えの施工順序

主索防食の方法は、ケーブル用防食テープ巻工法である。この工法は防食テープの重ね代の関係から、高い側から低い側に向かって、すなわち、塔頂サドルからアンカーレッジや支間中央に向かって施工していく必要がある。

吊索取替えは、応力状態や形状管理の観点から、橋軸方向にも橋直方向にも対称に施工していくのが望ましい。また、吊索取替え時には一時的に吊索の張力を負担する仮吊索を設置するが、主索防食施工後に仮吊索を吊すハンガー金具等を取り付けると、施工済みの防食テープを傷める可能性があるため、吊索取替えは主索防食よりも先に施工しておく必要がある。

施工に必要な延べ日数は、吊索取替えが76日、主索防食が102日であり、高所作業車等を利用した2班体制の夜間施工で順番に実施すると、3ヶ月以上の夜間通行止めが必要になる。このため、主索防食と吊索取替えにおいては、同時施工も考慮した施工順序や夜間通行止めを伴わない施工方法の検討が必要となる。

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事では、橋上に防護工を兼ねた大小4つの移動式構台を設置して、交通を確保しながら昼間の施工を実施するとともに、足場の設置や吊索取替え装置の使用により作業効率を向上して、夜間通行止め回数を削減する工夫をした。

3-1 移動式構台

移動式構台は図-3に示す門型の構造で、内側は大型車の通行が可能な、幅4.1m、高さ4.5mの空間を確保している。構台長は13mと9mの2タイプがあり、両者とも天端には足場板を敷き詰めて防護工としての機能も有している。設置方法は、橋面上に150×150のH形鋼を軌条として敷設し、小型台車（ガイドローラー付きチルトンク）を介して構台を載せる構造とした。軌条は水平に敷設して1.5m以下の間隔で剛なサドルにより支持し、橋面の不陸吸収と床版への集中荷重を軽減するため、設置面は調整モルタルで平坦化した。

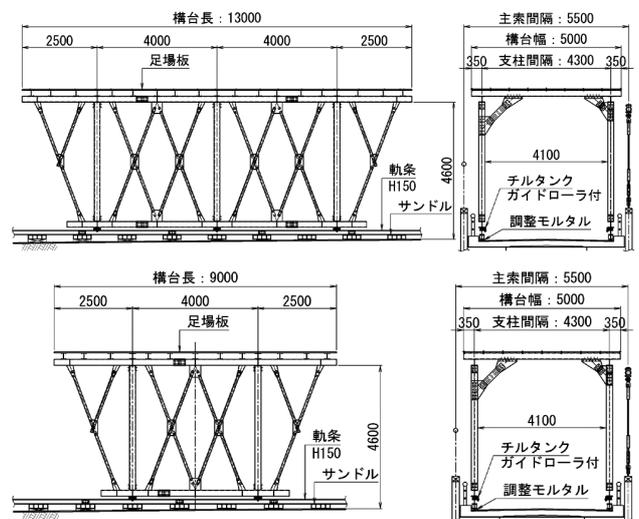


図-3 移動式門型構台

13mタイプは構台上にくさび緊結式足場を組み立て、作業足場としての機能を持たせた。9mタイプは部材や仮設資材の仮置き場所として使用した。この2タイプ各1基を1組として、起点側と終点側にそれぞれ1組ずつの計2組を配置した。構台の移動は、足場や仮置きした部材を載せたまま、図-4に示すように小型ウィンチで牽引した。

3-2 吊索取替え装置

樋島大橋のような小規模吊橋の吊索取替え作業では、一般的にチェーンブロック等の汎用工具を使用して仮吊索に張力を盛替えることが多いが、

本工事では油圧ジャッキを組み込んだ吊索取替え装置を用いた。この吊索取替え装置は、図-5のように油圧ジャッキ、PC鋼棒、デジタル張力計などで構成され、仮吊索長の微調整が可能のほか、吊索の張力を精度良く管理できる特徴がある。さらに、仮吊索は主索と補剛桁に堅固に連結されており、デジタル張力計横のPC鋼棒を締めて固定すると、仮吊り状態で交通の開放が可能である。

3-3 適用結果

移動式構台を用いた主索防食と吊索取替えは、図-6に示す順序で施工した。



図-4 小型ウィンチによる構台の移動

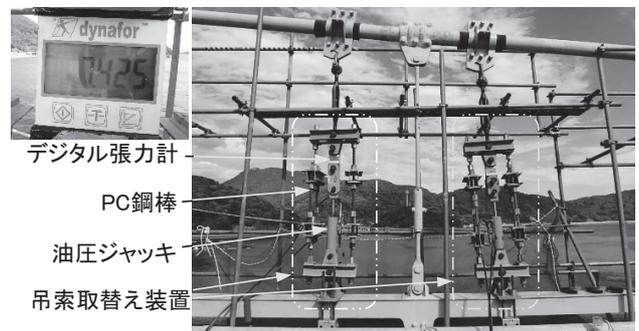


図-5 吊索取替え装置

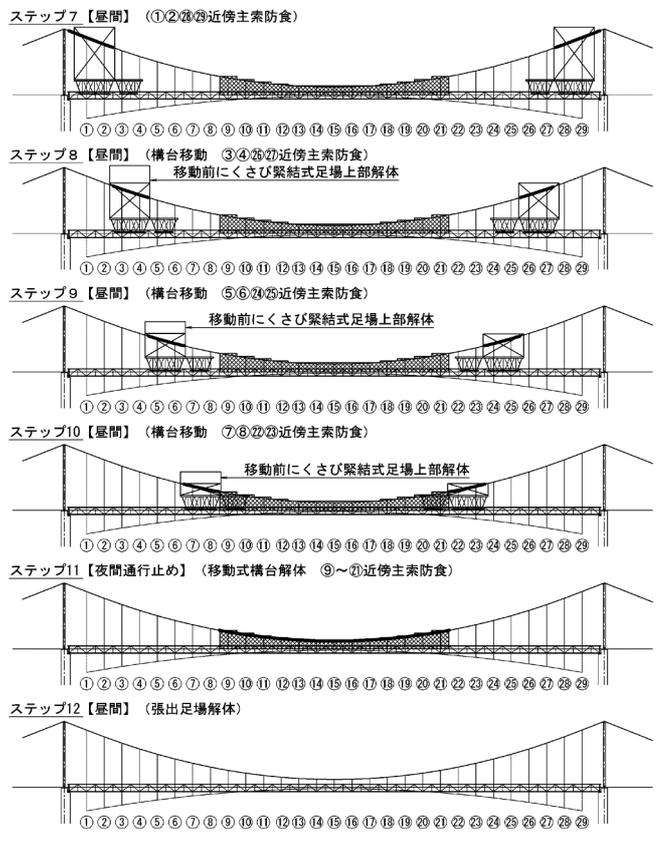
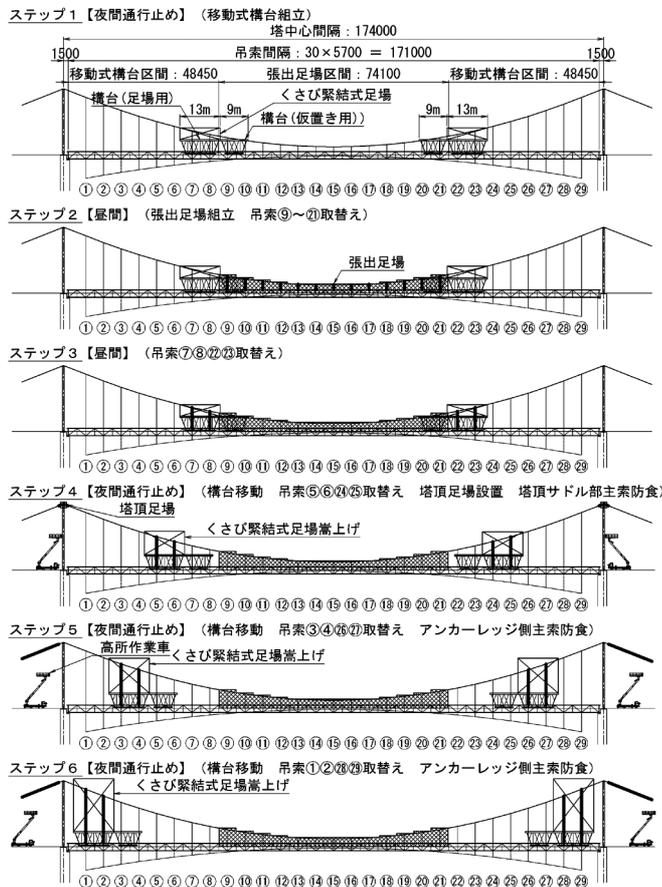


図-6 移動式構台を用いた主索防食と吊索取替えの施工順序

ステップ1は構台の組立て、夜間通行止め8日で施工した。なお、軌条はモルタルの強度発現に時間を要することから、別途、昼間に敷設した。

ステップ2は支間中央付近の吊索長が4m未満の吊索取替で、補剛桁上に張出足場を組み立てて施工した。構台上を仮置き場所として利用し、基本的には通行止めを伴わない昼間の施工としたが、部材や仮設資材の入搬出に4日の夜間通行止めを要した。

ステップ3は構台上のくさび緊結式足場を使用した吊索取替で、昼間に施工した。施工に必要な部材は、ステップ2の段階で構台上に仮置きしておいた。

ステップ4～6は、構台上のくさび緊結式足場を使用した吊索取替と、高所作業車を使用した塔頂サドルからアンカーレッジの主索防食を並行作業で実施した。吊索取替のみであれば、部材や仮設資材の入搬出を除き、昼間の施工が可能であるが、主索防食は高所作業車を道路上に設置するため、27日の夜間通行止めを実施した。このうち、連続した夜間通行止めは23日（日曜の夜は休工としたがそれを含めると26日）であった。また、この部分の吊索長は最大17.1mと長く、旧吊索の撤去や新吊索の取付に時間を要することが予想されていた。結果的には、構台上に設置した安定した広い足場の存在と、微調整が可能な吊索取替装置の使用は予想よりも作業効率が良く、吊索1本の撤去が最長80分、取付が最長30分で施工でき、2時間ごとの交通開放にも問題なく対処することができた。このため、撤去部材の搬出を含めて、1班1夜間で最低でも吊索2本の取替えを実施できた。

ステップ7～10は構台上のくさび緊結式足場を使用した主索防食で、構台の移動を含めて昼間に施工した。足場を使用した主索防食の施工は、高所作業車を使用した場合に比べて施工速度が向上した。くさび緊結式足場上部の解体により生じた仮設資材は、仮置き用構台上に滞貨した。

ステップ11は、構台の解体と仮設資材の搬出、



(a) 主索防食

(b) 吊索取替え



(c) 一般車両通行

(d) 仮設資材仮置き

図-7 移動式構台を用いた施工状況

および補剛桁上の張出足場を使用した主索防食で、夜間通行止め7日で施工した。

最後のステップ12は補剛桁上に設置した張出足場の解体で、昼間に施工した。ただし、仮設支材の搬出等に3日の夜間通行止めを要した。

風雨の影響で作業を中止した日を含めても、夜間通行止め実施を合計52日に削減することができた。これは、交通を開放したまま昼間施工が可能な構台の設置と、さらに、構台を移動式とすることで構台や足場の組立回数や解体回数を最低限に抑えた結果であると考えている。また、夜間通行止め中に緊急車両を通す事態は生じなかったが、緊急車両の通行に支障となるのは短時間で自走移動が可能な高所作業車等のみであり、緊急車両の通行に対応できる施工方法であった。

4. おわりに

本工事では、移動式構台等の活用により、全てを高所作業車等による夜間施工とした場合に比べて、夜間通行止めの回数を減らすことができた。補修工事の必要な小規模吊橋は多数存在するが、迂回路の確保が難しい場合が多く、工事に伴う通行止めの少ない施工方法が望まれる。本工事における工夫や改善点が、参考になれば幸いである。

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

ケーブルクレーン直吊り架設における 解体計算を用いた架設検討

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

工事主任

小谷博紀[○]

監理技術者

岩間賢司

現場代理人

新井克典

1. はじめに

岡崎 IC ランプ橋（鋼単純下路式ランガー橋、橋長：102m）は、渋川市（関越自動車道渋川伊香保インターチェンジ）を起点とし、長野県東御市（上信越自動車道東部湯の丸インターチェンジ）まで、総延長約80キロメートルの広域的ネットワークを形成する重要路線の一部であり、当社が群馬県上信自動車道建設事務所から製作・施工を請け負った工事である。

工事箇所は、橋梁下の空間が急峻な谷地形になっており、桁下にベントの設置やクレーンの進入ができない状況であったため、架設工法として『ケーブルエレクション直吊り工法』が採用された。ケーブルクレーン設備の全景を図-1に示す。ケーブルエレクション直吊工法とは、架設地点の両側にアンカーブロックで固定された鉄塔設備を配置し、その鉄塔設備の間を張り渡した主索と主索から吊り下げられた吊索と受け梁により橋梁部材を吊り下げ支持しながら架設する工法である。また、部材の運搬および据付は同じ鉄塔設備に併設したケーブルクレーン設備により実施する。

本工事では架設橋梁に対して仮設鉄塔設備の位置が非対称となることや現地の地形が複雑であることから、架設途中における架設部材の挙動を把握するために解体計算を用いた詳細な架設検討を実施した。本論文は、その内容および施工時にお



図-1 ケーブルクレーン設備（全景）

ける対策を述べる。

2. 工事概要

本工事における工事概要を以下に示す。

- (1) 工事名：社会資本総合整備（活力・重点）
（仮称）岡崎 IC ランプ橋上部工
製作架設工事
- (2) 発注者：群馬県 上信自動車道建設事務所
- (3) 工事場所：群馬県吾妻郡東吾妻町岡崎
- (4) 工期：平成28年12月～平成30年3月
- (5) 工事内容：工場製作工、工場製品輸送工、
鋼橋架設工、橋梁現場塗装工、
鋼橋足場等設置工 等

3. 架設作業における問題点

3-1 架設工法特有の形状変化の大きさ

架設する桁部材により作用する死荷重は、受け

梁・吊索そして主索を介して鉄塔及びアンカーブロックへと伝達されていく。特に主索は、作業ステップで架設ブロックを連結していく毎に作用荷重が増加し、その形状が変化していく。桁部材の架設順序は、当初計画においてはSTEP1で支間中央のブロック（ブロック6および7）を架設し、STEP2以降は端支点に向かって老番側と若番側のブロックを交互に架設する順序を採用していた。当初計画の架設ステップを図-4に示す。この架設順序においては、主索ケーブルは最大で1.5mを超える鉛直方向の変位が発生することが解析結果より予想できた。このような鉛直方向の変位が発生する原因としては、架設ブロックを支持したときにケーブルに作用する張力によるケーブルの伸びや、鉄塔の径間側への傾きが挙げられる。

3-2 解体計算による架設順序の見直し

当初の架設計画が妥当であるかどうかを完成系から逆に架設ステップ毎に部材重量を除荷していく解体計算を実施し、主索の変位量を算出した。解体計算の出力結果を図-2に示す。また、架設ステップ毎の変位一覧を図-3に示す。

解体計算の結果、当初計画の架設順序ではSTEP1において変位量が1559mmと大きくなったため、架設ステップの途中で支間中央付近にせり出した山肌と足場が干渉することが判明した。

また、見直し後の架設順序においてもSTEP1およびSTEP2において端部の架設ブロックが橋台前面のフーチングと干渉することが判明した。このように架設中における部材の変位が大きいことに起因する他の構造物との干渉により架設できないことが判明し、架設順序等の計画見直しや架設ブロックが他の構造物と干渉しないようにする対策が必要となった。

4. 工夫・改善点と適用結果

本工事の問題点である、主索の変形量を抑制する手法として、以下の2項目について対策を実施することとした。

4-1 架設時における変位量の軽減対策

架設順序の見直しは解体計算を用いて、各受梁の変位が最小となるように架設順序を検討した。

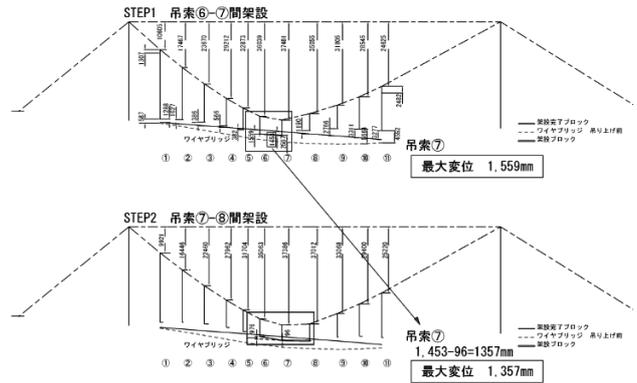


図-2-(1) 解体計算出力結果（当初計画）

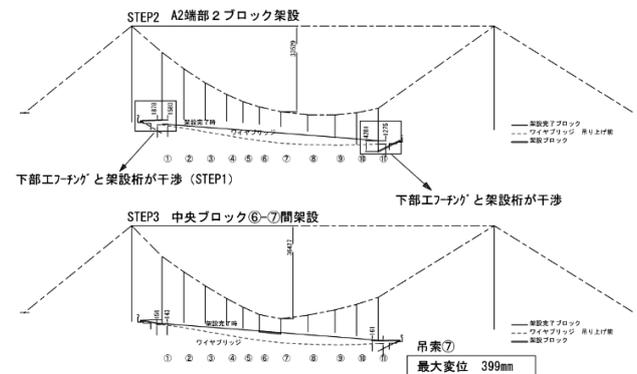


図-2-(2) 解体計算出力結果（変更計画）

変形量が大きく山肌に干渉する

サグの変位量単位: mm (完成系を基準とする)											
NP	STEP0	STEP1	STEP2	STEP3	STEP4	STEP5	STEP6	STEP7	STEP8	STEP9	完成系
A1BK											
受梁1	(18.5)	1,288.4	1,972.5	1,780.3	2,222.3	1,184.4	1,526.4	718.2	1,041.3	70.5	0.0
2	(40.7)	1,626.8	2,647.9	2,265.7	2,955.7	1,122.7	1,678.0	282.4	614.7	111.9	0.0
3	(75.9)	1,385.9	2,595.5	1,969.9	2,842.3	155.4	894.7	(37.2)	611.0	144.4	0.0
4	(124.1)	565.7	1,615.5	892.9	1,882.3	(493.5)	293.0	(240.6)	430.1	168.0	0.0
5	(67.5)	(381.5)	787.1	(398.4)	629.6	(753.8)	(24.3)	(303.5)	321.0	190.6	0.0
6	184.0	1,558.5	(582.4)	(1,125.9)	(243.5)	(600.1)	(210.0)	(274.3)	247.7	230.0	0.0
7	642.6	(1,452.3)	1,357.0	(1,270.4)	(857.4)	(560.1)	(279.1)	(116.0)	185.4	289.1	0.0
8	1,029.7	1,190.1	(766.9)	(234.9)	(829.2)	159.2	(134.3)	223.3	120.3	332.4	0.0
9	1,059.3	2,766.3	1,504.1	2,107.5	49.3	1,317.4	245.2	699.3	52.6	325.4	0.0
10	933.5	3,311.4	2,456.8	3,063.7	1,388.9	2,579.0	733.6	1,193.0	8.8	295.2	0.0
11	794.9	3,277.3	2,681.8	3,238.7	1,881.8	2,934.9	1,403.6	1,802.8	(12.1)	256.1	0.0
A2BK											

(a) 当初計画

ベントにて仮受けすることで解消

サグの変位量単位: mm (完成系を基準とする)											
NP	STEP0	STEP1	STEP2	STEP3	STEP4	STEP5	STEP6	STEP7	STEP8	STEP9	完成系
A1BK											
受梁1	(18.5)	784.5	2,519.3	(142.6)	694.9	621.6	1,179.3	370.5	772.5	70.5	0.0
2	(40.7)	1,083.1	(1,371.1)	1,017.5	1,975.8	1,671.4	2,388.9	792.4	1,365.5	111.9	0.0
3	(75.9)	1,119.9	(565.9)	1,474.6	2,452.1	1,878.2	2,704.8	274.6	994.3	144.4	0.0
4	(124.1)	895.0	(103.7)	1,226.1	1,233.8	1,241.9	2,126.9	(84.1)	667.8	168.0	0.0
5	(67.5)	632.5	87.9	620.1	1,376.5	234.7	1,126.6	(234.4)	464.3	190.6	0.0
6	184.0	378.3	226.9	(311.5)	230.5	(382.7)	371.5	(266.7)	309.9	230.0	0.0
7	642.6	(85.4)	206.6	(398.6)	(570.1)	(640.6)	(281.6)	(151.5)	159.2	289.1	0.0
8	1,029.7	(1,163.9)	(424.1)	1,210.7	(606.7)	(143.7)	(604.2)	192.8	13.7	332.4	0.0
9	1,059.3	(2,910.0)	917.4	1,599.2	702.9	1,228.7	(404.5)	738.0	(101.6)	325.4	0.0
10	933.5	(4,205.1)	3,414.0	1,070.7	728.8	1,347.1	151.0	1,334.3	(159.4)	295.2	0.0
11	794.9	(6,761.0)	3,353.7	(160.7)	(50.0)	622.3	(187.3)	990.9	(172.4)	256.1	0.0
A2BK											

(b) 実施計画

図-3 架設ステップ毎の変位一覧

変更計画における架設順序は、STEP 1 および 2 で最初に A 2 側の端部ブロックを 2 ブロック架設することとした。次の STEP 3 および 4 で A 1 側の端部ブロック 2 ブロックを架設することとした。そして、STEP 5 で支間中央ブロック（ブロック 6 および 7）を架設し、STEP 6 以降は端支点に向かって老番側と若番側のブロックを交互に架設する順序を採用した。変更の架設ステップを図-5 に示す。

その結果、まず両端部の 2 ブロックを架設することにより、架設途中における支間中央付近に作

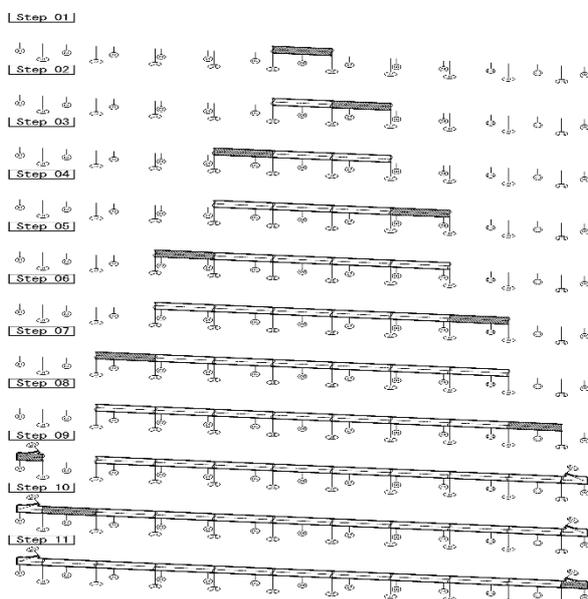


図-4 当初架設ステップ（補剛桁閉合まで）

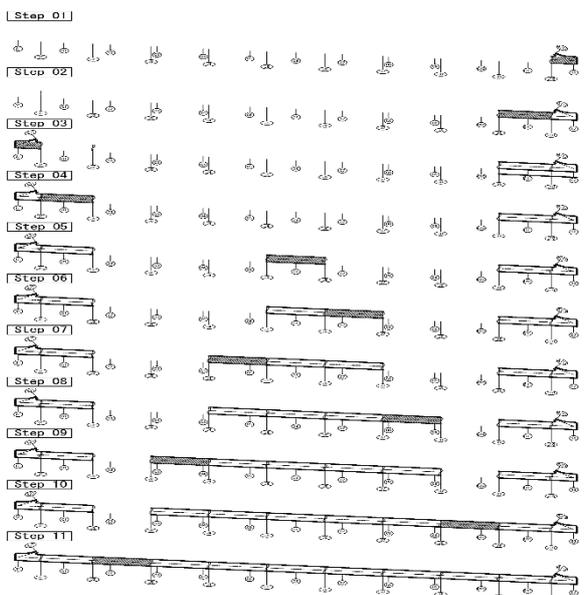


図-5 変更架設ステップ（補剛桁閉合まで）

用する荷重が軽減される効果があることが判明し、図-3 に示すとおり支間中央付近のブロックが山肌干渉せず架設可能な変位（STEP 5 において最大変位 641mm）に小さくすることが可能となった。この架設順序により、支間中央付近の山肌と補剛桁が架設途中で干渉する問題を解消した。

4-2 端部ブロックに対する架設時の工夫

橋台前面のフーチングと端部ブロックの干渉については、端部ブロックを橋台フーチング上に設置したベントにて仮受し、主索のたわみによる補剛桁の変位を拘束することで橋台前面のフーチングとの干渉を回避した。仮受けベントの設置状況を図-6 に示す。所定の高さをキープした状態で隣接するブロック（2 ブロック目）と連結させる手順を採用することで問題を解消することができた。



図-6 端部ブロック架設状況

なお、隣接ブロック（2 ブロック目）架設時には直吊りの吊索および受梁で支えることとなるが、解体計算の結果、2 ブロック目施工時（STEP 2 および 4）において、主索が鉛直方向へ大きな変位（A 2 側で最大変位 6762mm）が発生することが判明した。その対策として受梁直下にベントを設置して、架設の途中における大きな変位の発生を抑制することとした。ベントの設置状況を図-7 に示す。また、設置したベントの高さは完成時の高さを保持できるように設定したことで、架設時における形状管理と閉合時における高力ボルト継手の施工（断面の仕口あわせ）を容易にするこ



図-7 受梁直下バント設備

とができた。

5. 今後の課題

工場製作時において、架設時と同様の橋梁全体系でおこなう立体仮組立とした。これにより、事前に架設時の架設順序の妥当性を確認できた。

主構造の架設は、まず、補剛桁の架設から実施した。架設方法は前述したとおり、ケーブルエレクション直吊工法による架設であった。補剛桁架設後に鉛直材の架設を実施した。その後、アーチリブの架設を端支点側から順次おこない、アーチリブの中央付近のブロックで閉合をおこなった。

補剛桁の端部ブロック架設以降の施工状況について、図-8に補剛桁の架設状況を図-9にアーチリブの架設状況を示す。

本橋梁の形状に起因する課題としては、縦断勾配が8%と非常に大きく、架設したブロックが勾配の低い側に移動してしまうという問題があった。そのため、閉合時にブロックの落としこみ作業が必要となるが、ワーキングスペースがなくブロックを所定の位置に設置するのに苦労した。予め引き込み作業が行えるように設備を工夫するなどの対策が必要であったと考える。また、ケーブルエレクション設備の吊索と受け梁に対して水平移動を拘束するような構造を設けるなどの対策が必要であった。

ケーブルクレーン設備の課題としては、鉄塔設備の位置が橋梁本体と近かったため、端部ブロッ



図-8 補剛桁架設状況



図-9 アーチリブ架設状況

クを支承に収める際にケーブルクレーンの横行設備が端支点の直上まで寄せきれなかった。対策としては、ケーブルクレーンによる架設可能範囲を確認の上、鉄塔設備の位置を決定する必要がある。

6. おわりに

解体計算を用いた詳細な架設検討を実施したことにより、未然に不具合を防止して安全かつ計画工程どおりの施工が実施できた。また、今回の施工方法の改善により架設途中の変位抑制できたため、完成時における出来形精度の向上にも効果があった。本工事においては、地元とも交流が多く、工事の進捗を楽しみにされていた方々の温かいご支援により、公共工事の重要性と完成時の感動を強く感じる事ができた。最後に当工事に関係した全ての皆様に感謝申し上げたい。

霞4号幹線橋梁上部工事における大幅な工程短縮

日本橋梁建設土木施工技士会

JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人

監理技術者

工事担当

西村 章[○]

山中 栄

奥 泉 諭

1. はじめに

当工事は、三重県四日市市霞ヶ浦北ふ頭～伊勢湾岸自動車道みえ川越 IC 付近を結ぶ約4.1kmの臨港道路「霞4号幹線」のうち、海上に位置する橋長320mの4径間連続鋼床版箱桁を架橋する工事である。(図-1)

工事概要

- (1) 工事名：平成29年度四日市港霞ヶ浦北ふ頭地区道路（霞4号幹線）橋梁（P9～P13）上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：三重県三重郡川越町高松地先
- (4) 工期：平成29年4月11日～平成30年10月31日（橋梁部分は、平成30年3月30日まで）



図-1 霞4号幹線全景（国土交通省中部地方整備局 HP より）

- (5) 架設工法：1400 t 吊起重機船による大ブロック架設工法（4ブロック）

2. 現場における問題点

霞4号幹線は、平成30年4月に開通させる必要があり、特に当工事は橋梁部分の最終施工箇所の一つで、受注時より橋梁上部工の工場製作から架設及び橋面工までの全体工程を大幅に短縮することが最重要課題であった。さらに、当工事の施工範囲は壁高欄施工までで、その後工程の舗装工事、道路付属物工事施工期間を確保するため開通の20日前までに橋面を引き渡す必要があり、様々な制約がある施工条件と他工事との調整を図りながら、標準工程に対し、実質約4.5ヶ月の工程短縮を実施しなければならなかった。(表-1)

工程短縮を検討するうえで主な施工条件と問題点は以下の通りである。

- (1) P9側（霞ヶ浦北ふ頭側）は先行工事にて橋梁上部工床版まで施工済みで、舗装工事との調

表-1 当初工程表（標準工程）

工程	H29年				H30年						
	8月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
工場製作	[Bar]										
地盤立工											
海上輸送工											
架設工 (足場工含む)											
現場組立工 (溶接・ボルト)											
養生工 (照面防錆塗布等)											
橋梁付属物工 (壁高欄・付属物)											

整が必要なものの地上からのアクセス可能。P13側（みえ川越IC側）は橋梁未施工部があるため、車両の乗入れは不可能。

- (2) 橋面への資機材の揚げ下ろしは桁下のP10付近にある仮栈橋上のクレーンからしかできない。
- (3) 大ブロック架設を短期間に4回行ううえで、起重機船の係留可能な岸壁付近に4ブロック分の地組立スペースが必要であり、ブロック製作から地組立をほぼ同時期に実施しなければならない。
- (4) 現地架橋位置が石油精製会社係留栈橋及びパイプライン上空であるため、営業を阻害しないよう架設作業は企業との協議・調整を行ったうえで船舶の入出航のない土・日にしかできない。
- (5) 壁高欄施工のため、鋼床版の外側全線に亘り型枠組立解体用の張出し足場の設置が必要である。
- (6) 当工事壁高欄施工時にP13より先の工区への他工事車両の乗入れ、通行が可能な状態としなければならない。

3. 工夫・改善点と適用結果

当工事受注後すぐに、スピーディーな設計照査と材料手配ができる体制を取ったうえで、前述の施工条件、問題点を踏まえ、平成30年3月上旬橋面引き渡しのための方策を以下の通り立案し発注者と協議を行った。

- (1) 大ブロック継手位置、架設方向の変更による橋面作業効率化

発注図においては、大ブロックの現場継手位置が各ブロックとも橋脚のP9側としており、架設方向がP13側からP9側に向けてとなっていた。しかしながら、当工事の橋梁のスパン割は全長の中心からほぼ対称であったため、架設作業途上での橋面作業着手可能とすべく、車両乗り入れ可能なP9側からの架設を行うこととし、大ブロックの継手位置を各ブロックともP1橋脚のP13側に変更することについて照査し、大きな断面変更なしに変更可能であることがわかった。

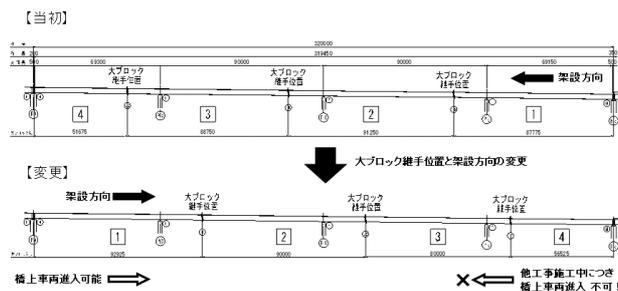


図-2 大ブロック継手位置と架設方向の変更

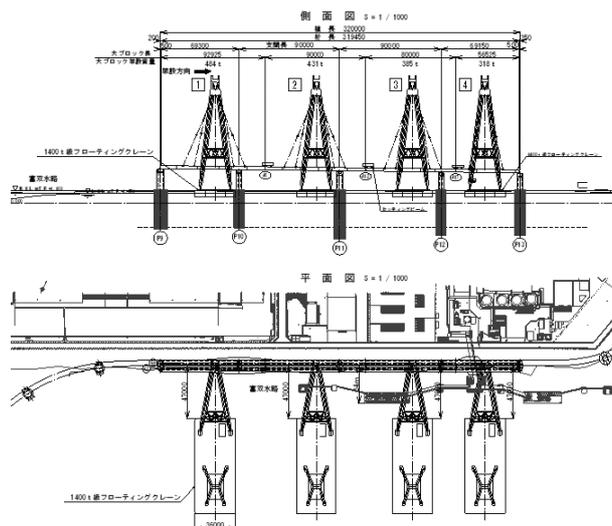


図-3 架設計画図（実施）

これにより、架設後の作業全般の効率化に大きく寄与することとなった。（図-2、3）

（工程短縮効果：橋面上全工種について作業効率向上）

- (2) 数値シミュレーション仮組立の採用と地組立ヤードにおける塗装時養生設備の設置

実仮組立に替えて、数値シミュレーション仮組立にて検査を実施することとした。またそれに必要な各部材の計測は部材製作の終盤に並行して実施し、工程短縮を図った。

また、地組立時における継手塗装時は塗装用の養生設備を設置し簡易な密閉空間を構築し、さらに除湿器とヒーターを併用することにより塗装時における風雨の影響を低減し適正な塗装作業環境として、天候による工程遅延を防いだ。（図-4）

（工程短縮効果：1.5月）

- (3) 工場岩壁ヤードでの大ブロック地組ヤードの確保と大ブロック輸送単位の細分化による架設



図-4 地組立継手塗装作業時の養生設備

開始日の前倒し

架橋地点より約20湮[かいり] (約37km) 離れた三重県津市の弊社津製作所の岸壁に大ブロック地組立を4ブロックほぼ並行してできるスペース(60m×200m)を確保し、岸壁前面海域に係留した1400t吊起重機船にて問題なく吊上げ、浜出し可能な位置にて大ブロックの地組立を行った。

(図-5)

なお、起重機船は地組ヤード～架設現場の回航させることにより、浜出しと架設は同一のものを使用する。発注時の想定では、大ブロックの輸送台船を2隻用意し、浜出し、架設を2ブロックずつ行い、起重機船の回航を2往復とされていたが、架設地点の石油精製会社入出航船舶の関係により土・日しか架設ができないため、地組ヤードでの2ブロックの台船艀装、浜出しに時間を要し、架設のタイミングを2週分失うこととなる。よって、起重機船の回航回数は4往復となるが、台船1隻にて浜出し、架設を1ブロックずつのサイクルで行い、インターバルを短縮した。(図-6)

(工程短縮効果：0.5月)

(4) 支承構造の変更

発注図において、コンクリート橋脚上に据付する支承はアンカーボルト一体型であったが、全てのブロックの架設が終わらないと全体位置調整ができず、無収縮モルタルによる固定もできないため、仮固定設備や支承モルタル充填・養生完了まで橋上を車両が通行できない。

支承をベースプレート式に変更し、下沓より四



図-5 大ブロックの4ブロック並行地組立状況



図-6 1400t吊起重機船による大ブロック架設

方75mm大きいベースプレートは架設に先行してあらかじめ橋脚上に無収縮モルタルにて固定しておき、支承本体は主桁大ブロックに地組ヤードにて取付けて架設時には、ベースプレート上に支承が搭載され、ベースプレートに仮固定設備を設けることにより架設後の作業期間を短縮することができた。(工程短縮効果：0.5月)

(5) 壁高欄外型枠にPCF壁高欄工法の採用

壁高欄外側の作業のうち、外側の張出し足場の組立はあらかじめ地組ヤードで大ブロック地組立時に取付けるが、地組立完了後の作業として工程上クリティカルとなり、現地での壁高欄外側の型枠組立とコンクリート養生完了後の解体及び張出し足場の解体作業も同様に工程を要することになる。

そこで、橋梁全線に亘り「PCF型枠工法」を採用し、プレキャストの外型枠(本体構造物)を地組立ヤードで橋面上から先行取付けすることで、



図-7 PCF型枠工法の壁高欄外型枠への適用（地組立時先行取付）



図-8 大ブロック架設後橋面状況

壁高欄外側の張出し足場が不要となり、その組立・解体日数及び現地での壁高欄外側型枠の組立日数、コンクリート養生日数、型枠解体日数を大幅に短縮することができた。（図-7、8）

（工程短縮効果：2.0月）

以上により、標準工程に対し、合計4.5月の工程短縮ができ、予定通り平成30年3月上旬に舗装工、付属物工に橋面を引き渡すことができた。

（表-2）

表-2 実施工程表

工程	H29年				H30年							
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	
工機製作	[Bar chart]											
地組立工			[Bar chart]									
海上輸送工			[Bar chart]									
組立工 （現場工事七）			[Bar chart]									
現場養生工 （現場工事七）				[Bar chart]								
養生工 （現場工事七）					[Bar chart]							
橋梁付属物工 （現場工事七）						[Bar chart]						

4. おわりに

「四日市・いなばポートライン」と命名された霞4号幹線は平成30年4月1日に予定通り開通式、セレモニー及びウォーキングイベント開催後、夕方17時に供用開始された。発注者、地元関係者ならびに受注者ともに胸をなで下した1日であった。（図-9）

今回当工事にて大幅な工程短縮が実現できたことは、種々の制約条件、問題点あるなかでも構造的、地理的さらに冬期とはいえ比較的天候に恵まれた部分があり、各種の対応策を講じることができたので良かった。そして、何よりも関係者の皆様の知恵と努力とご協力を賜った結果であるところをお借りして、心より感謝する次第である。



図-9 開通式セレモニー（平成30年4月1日）

県道上での鋼桁大ブロック架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

宮地エンジニアリング株式会社

現場代理人

施工計画担当

阿部 幸夫[○]

中垣内 龍二

1. はじめに

本橋は、沖縄県における国道58号（浦添市）と国道329号（西原町）を東西方向に連結する浦添西原線の「翁長～嘉手刈」の区間に位置する全三径間の内、第一径間（A1～P1間）において県道241号上空を横過する鋼3径間連続細幅箱桁橋（2主桁橋）である。（図-1）

本橋の鋼桁架設においては、トラッククレーンベント架設を基本としたが、県道上交差部の鋼桁については500t吊りトラッククレーンによる県道の夜間通行規制を伴う大ブロック架設工法を採用した。

本稿では、県道上交差部の鋼桁大ブロック架設の現場施工について報告する。（図-2）

工事概要

- (1) 工事名：浦添西原線1号橋整備工事
（本線橋下り線上部工H28）
- (2) 発注者：沖縄県
- (3) 工事場所：浦添市前田地内
- (4) 工期：平成28年10月14日～
平成30年2月28日

2. 現場における問題点

本橋の鋼桁大ブロック架設において使用する500t吊りトラッククレーンの施工ヤードへの据付作業は、県道の全面交通規制が完了した後、県

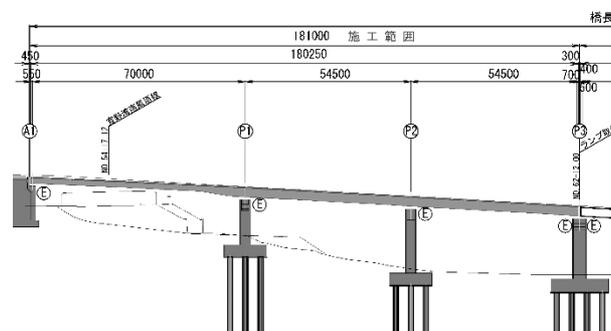


図-1 橋梁一般図

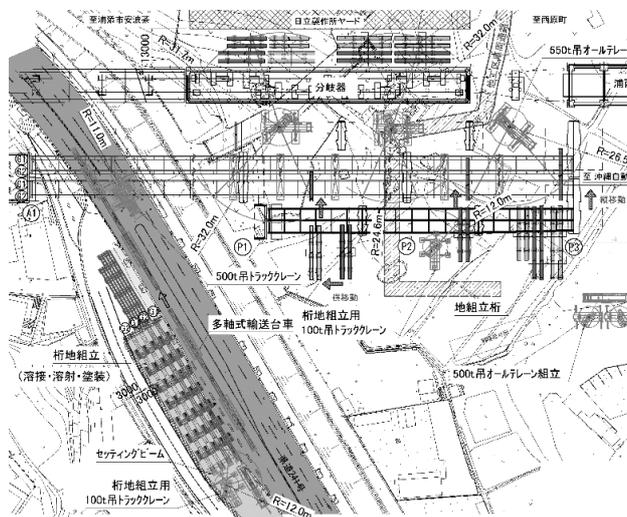


図-2 架設計画平面図

道沿いに設営した鋼桁大ブロックの地組立ヤードに待機させた当該クレーンを架設位置まで移動させ、養生用の敷き鉄板および当該クレーンのカウンターウエイトを取り付けて完了させることになる。そして、500t吊りトラッククレーンの施工ヤードへの設置作業完了後、上記の鋼桁大ブロッ

クの地組立ヤードにて地組立された当該ブロックを積載荷重180tの多軸台車2台にて荷受けを行い、架設位置まで運搬するとともに、鋼桁大ブロックの夜間架設を実施する架設計画を立案した。

前述したように、鋼桁大ブロックの架設範囲は近隣住民の生活の足となっている路線バスの供用区間でもある県道上となることから、当該路線バスにおける最終バスの通行時間23：00と始発バス通行時間6：00の間（7時間）に鋼桁大ブロックの架設を安全性を確保した上で確実に完了させるとともに、県道の交通解放を実施する必要がある。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 大ブロック架設時の現場継手部の精度確保

本工事における鋼桁大ブロック架設の詳細計画の作成に当たっては、架設大ブロック桁と待受桁（既架設桁）との現場継手部の仕口角度の挙動と、仕口調整に必要なベント上でのジャッキアップ量についての解析（図-3）を実施した。その結果、当該鋼桁大ブロック現場継手部の仕口調整に必要なベント上でのジャッキアップ量は微量であることを確認できたことから、現場継手におけるジョイント作業はヒンジ連結ではなく、モーメント連結を採用することとした。その際、待受桁側の現場継手部の仕口角度は、中央径間に設置したB2ベント反力（作用荷重）を開放することに加えて、B1ベント上にて50mmのジャッキアップ作業に対応することにより、現場継手部の仕口角度を+2.1mmradにすることとした。

架設桁側の仕口調整は、大ブロック架設桁の複数の吊りワイヤーの長さを調整することで対応することとし、500t吊りトラッククレーンの吊り荷重開放前に側径間のB1ベントを開放しP1橋脚へ大ブロック吊り荷重を移行することに加え、A1橋台上を+121mmにて荷重支持することで、現場継手部（J8）に作用する曲げモーメントを低減させるとともに、エレクションピースの設計荷重を超過しないように配慮し、安全性を確保した。

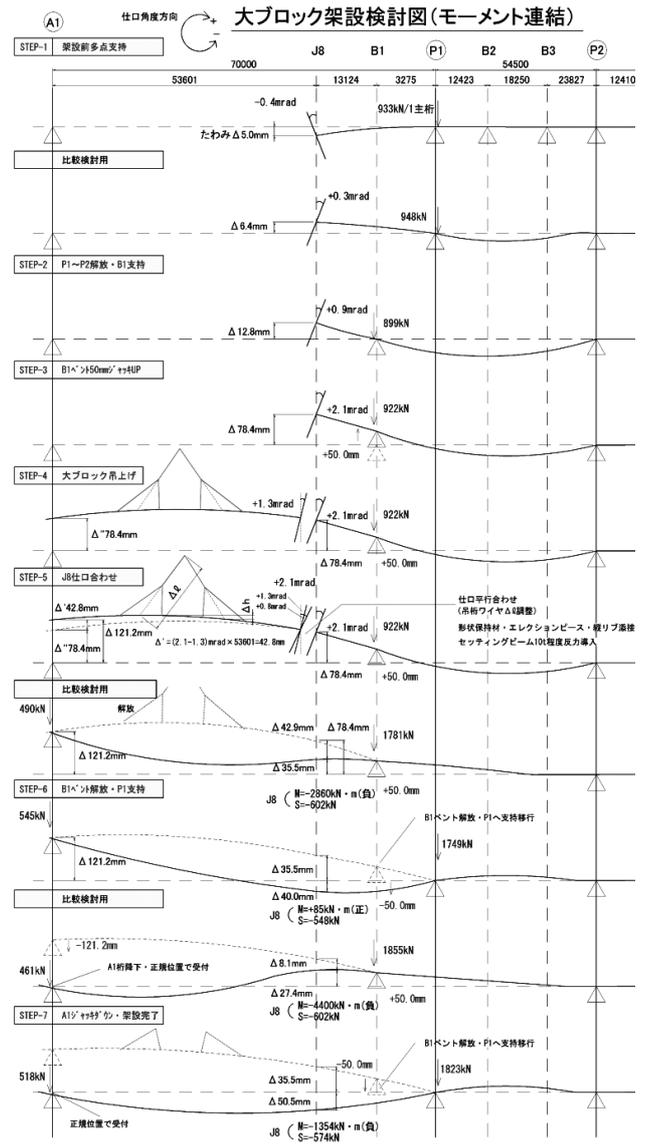


図-3 解析図

(2) 各種作業時間の短縮

県道の全面通行止時間を短縮する検討方針は、通行止め作業の詳細を検討し、下記の通りとした。

- ①工夫により事前作業に変更可能な作業は事前作業とする。
- ②作業方法の工夫により作業時間の短縮可能なものを採用する。
- ③当日作業を事前作業に変更し作業時間を短縮する。

具体的には以下の対策を実施した。

1) 大型クレーンの選定

大ブロック架設に使用する大型クレーンは、事前に地組立ヤードにてキャリア、旋回体、ブーム



図-4 大型クレーンの自走状況



図-6 多軸台車への支持荷重の受け替え作業状況



図-5 大ブロック桁上の玉掛け設備の事前設置状況



図-7 大型クレーンへのカウンター設置状況

を組立てるとともに、架設作業位置まで自走にて移動可能なクレーン機種を選定した。(図-4)

2) 玉掛け設備の先行設置

架設大ブロックの重量は、仮設物を含めてG1桁で117.5t、G2桁で112.2tとなることから、鋼桁架設時に所定の安全率を確保するためにはφ75の玉掛ワイヤーおよび30tチェーンブロックが必要となる。これらの設備は大規模となることから架設作業に先立ち、大ブロック桁上へ玉掛け設備を設置することで、作業時間の短縮を可能とした。(図-5)

3) 多軸台車による大ブロック架設桁の荷受け

大ブロック架設桁の地組立架台からこれを架設場所まで運搬する多軸台車への支持荷重の受け替え作業は、架設当夜に先立ち事前(日中)に実施することとし、加えて惜しみ設備についても同様の処置を施すことで、多軸台車への支持荷重の荷受け時間を短縮した。(図-6)

4) 大型クレーン自車によるウエイト組立作業

大ブロック架設に使用する500t吊りクレーンは、架設位置までの走行完了後、カウンターウエイトを組み立てる(自車への設置)必要がある。

通常、本作業は500t吊りクレーンに搭載された25tの補助クレーンを使用して行うが、本工事では、別に手配したクレーンを使用することで作業時間を短縮した。(図-7)

5) 多軸台車上での桁架設勾配の事前設定作業

大ブロック架設桁の運搬作業を担う多軸台車の桁受点上に設置した架台の高さにて大ブロック架設時の架設桁勾配を再現することで、台車ストロークによる勾配調整の最小化を図り、作業時間を短縮した。(図-8)

以上における対応策(1)と(2)の実施により作業時間を短縮し、実作業時間7時間のタイムスケジュールとして鋼桁大ブロック架設作業に対応・実施した結果、各対応策による具体の効果は下記の通りとなった。

[大ブロック架設時の現場継手部の精度確保]



図-8 多軸台車による大ブロック架設桁運搬状況



図-9 大型クレーン桁旋回状況

500t吊りトラッククレーンにより、大ブロック桁を積載荷重180tの多軸台車により地切り完了後、大ブロック桁を施工ヤードの所定の位置まで旋回させ、現場継手J 8を添接したが、その際、待受桁側のJ 8の現場継手部の仕口角度については、概ね解析値と近い値となり、問題なく安全に添接作業を完了した。その後、架設クレーンのカウンターウエイトおよび養生用敷鉄板を全て撤去した。(図-9)

今回の架設作業は2主桁を2夜間通行止にて架



図-10 架設完了状況

設する作業であったが、2夜間共に通行止め時間時間内に架設を完了することが出来た。(図-10)

[架設クレーン設置作業]

500t吊り架設クレーンの設置作業は、通行止め実施後、クレーンのアウトリガ養生専用敷鉄板を25t補助クレーンにて敷設し、あらかじめ地組立ヤードにて組立てられた架設クレーンを自走で所定の位置へ据付後、カウンターウエイト110tを搭載することで、目標時間(2時間)内で完了した。

[玉掛設備の設置]

玉掛設備の設置は、事前作業にて設備の組立てを桁上で行い、当日作業はクレーンのフックへの設置のみとした結果、当初計画時間(30分)内で完了した。

[大ブロックの架設桁運搬]

大ブロックの架設桁運搬は、地組立ヤードにて、2台の多軸台車を使用して桁を横取りした後、所定の位置まで運搬した。多軸台車の桁受点上に設置した架台と道路勾配にて架設桁の架設勾配を再現したため、勾配調整の時間を10分で完了した。

その際、桁運搬はGPSとレーザーポインタを使用して2台の多軸台車の位置を確認した。

4. おわりに

本橋の県道上の鋼桁大ブロック架設工事においては、県道を通行する路線バス運行時間からの制約により、夜間交通規制(通行止め)を伴うなど、作業時間が限定される中での架設作業となったが、前述した大ブロック継手部の仕口解析や各種施工における時間短縮対策の実施により、所定時間内で無事に大ブロック架設を完了させ、交通解放時間の遅延なく県道を開放することが出来た。

今後も道路開放・第三者に対するリスクを考慮して施工を検討することが必要である。

本稿が今後の同種工事に少しでも役立てば幸いです。

最後に、本工事の施工に当たりご指導いただいた発注者の皆様および本工事に関わった協力会社を含めた全ての皆様に深く感謝申し上げます。

大遊間伸縮装置取替え工事の 工期短縮に関する工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

製作時現場代理人

施工時現場代理人

日下部 和 弘[○]

畑 中 栄 太

1. はじめに

本工事は、2002年に供用が開始された国道302号（伊勢湾岸自動車道）における弥富木曾岬ICから湾岸桑名IC間に設置された伸縮装置の内、図-1に示す下り線2基と上り線3基の計5基を図-2に示す止端仕上げおよび面取り加工を施した疲労耐久性の高い鋼製フィンガージョイントの伸縮装置に取り替える工事である。

本路線は物流の大動脈であり、現場工事期間中の交通規制に伴う社会的な影響を最小限に抑えるため、昼夜連続で1～2車線を供用し続けた状態での施工となる。従って、伸縮装置は一括での取替が不可能となるため、1～2箇所の現場溶接継手を有した分割構造を採用している。

本稿では、重交通路線における伸縮装置取替工事における現場作業期間短縮に関する分割構造部の工夫について述べる。

工事概要は以下のとおりであり、フェースプレート[○]の厚さは100mmで、1基あたり20tを超える伸縮装置の設計から製作、現場施工を実施した。

- (1) 工 事 名：伊勢湾岸自動車道桑名管内伸縮装置改良工事（平成28年度）
- (2) 工事場所：愛知県弥富市上野町 KP40.5～三重県桑名市福岡町 KP48.3
- (3) 発 注 者：中日本高速道路株式会社名古屋支社桑名保全・サービスセンター
- (4) 工 期：平成29年4月22日～平成30年10月13日
- (5) 施工範囲：鍋田高架橋下り AP0125.6(t)
：木曾岬高架橋下り P5 25.3(t)
：木曾岬高架橋上り APA226.8(t)
：湾岸木曾川橋上り APA321.0(t)
：長島高架橋上り P21 24.0(t)
- (6) 道 路 名：伊勢湾岸自動車道



図-1 現場位置図（二重枠箇所：下り線、一枠箇所：上り線）

2. 現場作業期間の短縮における課題

本工事での伸縮装置の取替は、前述の通り高速道路上を昼夜連続で車線規制する。しかし、車線規制できる期間に限られており、現場における作業工程を厳守する必要があった。

車線規制期間には、伸縮装置分割部の現場溶接および溶接部周囲の滑り止め塗装の作業時間が含まれている。この現場塗装作業は、夜間拡幅規制を必要とするため、現場の作業工程を逼迫させる原因の一つとなる。そのため、作業時間短縮のため、現場溶接部の滑り止め塗装の省略を検討したので、その結果について述べる。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 滑り止め塗装の省略方法

伸縮装置の滑り止め塗装は、走行車両のスリップ防止を目的としており、本工事では摩擦素子コート工法を採用した。なお、現場溶接部の熱影響範囲は片側200mmが一般的とされており、両

側400mmの範囲は滑り止め塗装を現場溶接後に実施する計画となっていた。しかし、伸縮装置のフェースプレートの遊間設計において考慮する自動二輪車の前輪幅70mm以下¹⁾となる滑り止め未塗装範囲であれば、滑り止め塗装は省略可能と考えた。

そこで、現場溶接の熱影響を受けても滑り止め塗装が健全である限界範囲を確認するため、現場溶接部の熱影響確認試験を実施した。試験に先立ち、滑り止め塗装の耐熱温度は、180℃以下であることをメーカーから確認している。これを受けて本試験で用いる温度チョークは175℃判別用を選定した。熱影響確認試験は表-1に示す条件の通り2段階に分けて実施し、1次試験は溶接熱による母材への熱影響の確認を行い、1次試験において温度チョークの判別温度175℃を超える範囲が両側70mm以下の場合、より詳細な確認をするため2次試験を実施するものとした。2次試験では滑り止め塗装の耐熱確認試験を実施した。

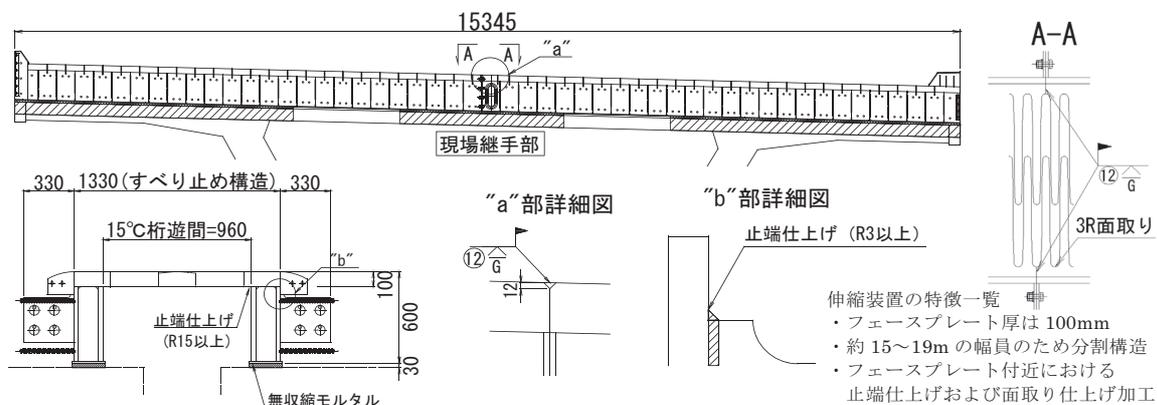


図-2 伸縮装置一般図 (例：下り線 AP01鍋田高架橋)

表-1 熱影響確認試験条件

	1次試験	2次試験
母材寸法(mm)	200x235	500x235(2台1組)
母材板厚(mm)	100	100
母材の開先加工	なし	30度, 50度
溶接パス数(回)	1	30度:1, 50度:2
溶接方法	ガスシールドアーク溶接	
シールドガス	CO2ガス	
鋼材のPCM値	0.24	
電流(A)	200~300	
電圧(V)	20~40	
速度(mm/min)	250~500	
最大入熱量(J/mm)	2880	

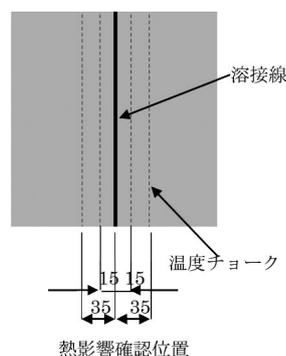


図-3 熱影響1次試験の試験体概要図

3.2 熱影響確認1次試験

1次試験は、図-3の通り試験体の中央の溶接線より15mmと35mmの位置に175℃で溶ける温度チョークで線引きを行い、熱影響の確認を行った。ここで、15mmは溶接線近傍を確認する位置であり、35mmは未塗装範囲70mmを想定した工場塗装部との境界位置である。また、溶接速度は250~500mm/minと幅があることから、速度の違いによる熱影響の変化が及ぼす試験体の表面温度の違いを確認するため、最小速度250mm/minと最大速度500mm/minの2ケースで試験を実施した。この試験は溶接熱による母材の温度変化の計測が目的のため、試験体の板厚は実際のフェースプレートと同じ100mmとし、試験体は分割せず、溶接は表面へのすみ肉溶接とした。試験の結果、2ケース共に溶接線から15mm離れた位置の温度チョークは残存していなかったが、35mm離れた位置の温度チョークは溶けずに残存していたため、溶接線から35mmの距離では、試験体の表面温度が175℃以下であることが判った。

1次試験の結果を踏まえ、滑り止め塗装の未塗装範囲は70mm以下とすることが可能であると考察し、2次試験に移った。

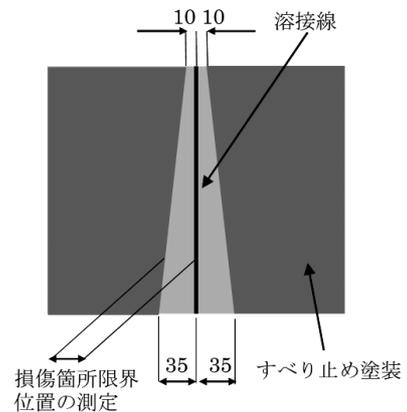
3.3 熱影響確認2次試験

2次試験は実施工に近い条件に関する確認であり、1次試験との主な違いは、試験体の開先加工、温度センサーによる温度変化の計測および試験体への滑り止め塗装の塗布、浸透探傷試験を用いた溶接ビードの欠陥確認の実施である。また、実施工に近い試験内容の再現性を高めるため、実際の現場作業者が溶接することとした。

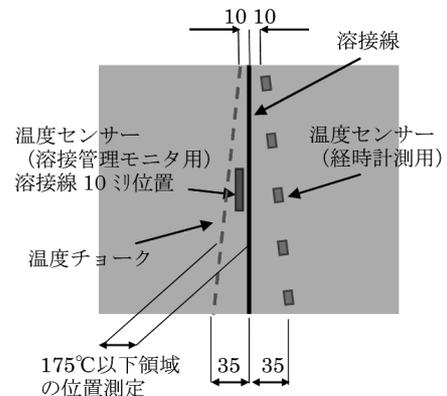
そして、図-5の通り、それぞれ溶接線から10~35mm離れた位置に滑り止め塗装を塗布した試験体と温度センサーを設置した試験体の2種類を用意し、滑り止め塗装の損傷および耐熱温度である180℃以下となる溶接線との距離を確認した。また、溶接部の開先角度は狭開先である30度（1層1パス施工）と標準的な50度（2層2パス施工）の2種類をそれぞれで用意した。



図-4 熱影響1次試験の試験体の溶接状況



(a) 滑り止め塗装の塗布例



(b) 温度センサー設置例

図-5 熱影響2次試験の試験体概要図

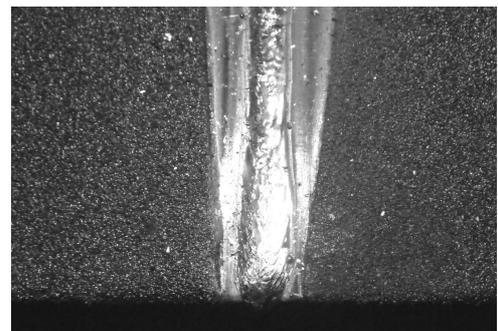


図-6 滑り止め塗装を施した試験体の溶接状況

滑り止め塗装を施した試験体は、開先角度30度と50度共に滑り止め塗装の剥離は見られなかった。試験体の温度が最も上昇した開先50度の溶接線から10mmの位置における溶接後の滑り止め塗装の状況を図-6に示す。上記の位置では、温度センサーの計測結果は1パス目に250℃、2パス目に350℃を超える結果となり、2回の溶接施工において、耐熱温度180℃を超過していたが、滑り止め塗装に剥離は生じなかった。その要因として、温度上昇が一時的であったこと、耐熱温度180℃の値が余裕を含む数値であったことが考えられる。

温度センサーを設置した試験体より得られた計測結果を表-2および図-7に示す。これらの結果より、開先角度50度の場合は溶接を2回実施する

表-2 熱影響確認2次試験の試験結果

溶接線との距離	鋼材表面温度(℃)		開先50度		開先30度
	溶接前	2パス目開始前	1パス目	2パス目	1パス目
	最高温度(℃)				
10mm	約19	約40	248.6	374.5	308.5
15mm			178.9	234.6	250.4
22mm			133.4	172.9	184.0
30mm			109.3	135.2	132.0
35mm			91.0	107.5	101.7

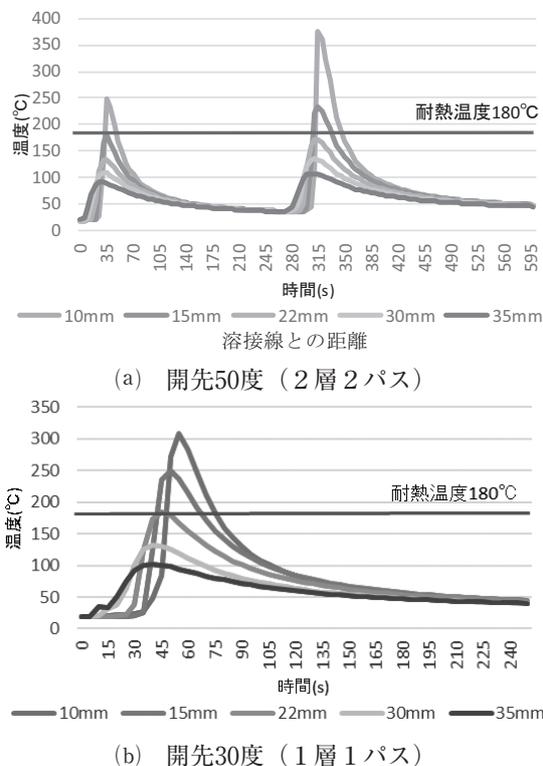


図-7 熱影響確認2次試験における母材温度変化

が、1パス目および2パス目の溶接時の温度は、溶接線から30~35mmの位置では鋼材表面温度より約70~90℃高くなり、パス数による温度変化は見られず、ほぼ等しい温度上昇量となった。耐熱温度180℃と溶接線からの距離の関係は、開先角度30度と50度共に類似した結果となった。また、本試験の目的である車輪幅70mm以下となる溶接線から30~35mmの位置の最高温度は、耐熱温度を下回ることが確認できた。これにより工場塗装範囲は、溶接線から片側30mmとした。そして、現場溶接後の幅60mmを通常の補修塗装仕様であるh-1塗装とした。

なお、浸透探傷試験の結果は、開先角度30度と50度共に溶接ビード表面に割れが生じていないことが確認でき、表-1に示す溶接条件により健全な溶接結果が得られることが判った。

4. おわりに

上記の試験結果より、本工事では開先角度50度、現場溶接部の無塗装範囲を片側30mmとして、現場の滑り止め塗装の施工を省略し、夜間拡幅規制日数を削減した。これにより、限られた期間の昼夜連続の車線規制の日数が削減でき、渋滞による社会的影響の軽減が可能となった。

そして、事前の試験施工の実施等により品質を確保しつつ、図-8のとおり工事期間内に無事故無災害で施工を完了することができた。



図-8 伸縮装置の設置・施工の完了状況

【参考文献】

- 1) (株)高速道路総合技術研究所：設計要領 第二集 橋梁建設編 P6-37、平成28年8月

工事管理支援業務に見る背面処理工について

(一社) 現場技術土木施工管理技士会
日本振興株式会社 名古屋支店
山本明善

1. はじめに

工事概要

(1) 委託業務名：橋梁補修工事の内、工事管理支援業務委託

(2) 発注者：愛知県東三河建設事務所

同事務所管内において発注された背面処理工について、工事管理支援業務を通し、感じた事柄、問題点について報告する。表題の背面処理工とは、踏掛版未施工箇所、鋼製六角パネル(以後、パネル材)とアスファルト混合物の複合体により、橋梁部と土工部との段差対策を実施するものである。

2. 施工管理からみえる施工上での問題点

工種の区分では、背面処理工は、パネル材と舗装の合体である。しかし、パネル設置については専門性が高い為、ほとんどの場合、舗装工と同一の施工業者が、施工する事は少ない。

施工フローの中では、撤去工である路盤調整が完了した時点で、背面処理工のパネル施工を開始する。本工事における夜間施工の場合、午後8時から翌朝5時までの規制時間内で、最終工程である表層舗装を完了し、交通開放しなければならない。これら条件の下、問題点と対応した結果について列記する。

[問題点①] 樹脂モルタル硬化判定基準とその対応について

背面処理工は、パラペットとパネルを繋ぐ為の



図-1 鋼製六角パネル

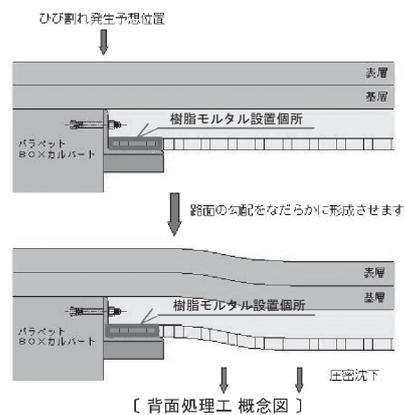


図-2 背面処理概念図

施工フロー(背面処理工 タイム表)

主工程	施工内容	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
規制開始													
撤去工	既設舗装版・路盤撤去(路盤調整)												
背面処理	不等辺山型鋼取付												
	鋼製六角パネル設置												
舗装工	背面部 密粒(10)改質Ⅱ型As混合物舗装												
	基層As混合物舗装												
	中間層As混合物舗装												
	表層As混合物舗装												
規制解除													

図-3 背面処理施工フロー (タイム表)

アングル材とパネルに樹脂液と硬化材を混合したものを流し込み、硬化による接着後、舗装工に進む事が出来る。硬化判断基準として、混合液の色が緑色から黄白色へ変化した後としている。図-4の写真では左側を先に打設し、右側は、左側の後に打設したものである。写真からは左側は先に打設したにも関わらず、色が変化していない。

表面温度をレーザー温度計（図-5）にて確認した所、打設後40分経過した時点で、右側の表面温度は、45℃前後となっていたが、左側は、外気温と同じ23℃前後を示していた。温度の変化は、1時間経過しても変わらなかった。

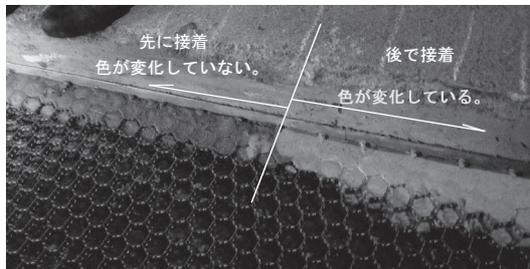


図-4 樹脂モルタル施工箇所



図-5 レーザー温度計

その理由として考えられるのは、多少の雨粒がはいった可能性があるか、材料混合時の計量ミスや添加量の違いも考えられる。いずれにしても今回の事象のように色だけの変化により、判断する事は、正確性を逸するものと考えられる。

施工箇所で、部分的に色の変化がない箇所においては、施工時に作成した供試体により強度確認を行った結果、4週強度で30N/mm²が確認された為、構造体としては、必要強度は確保されたと考えているが、所定の硬化強度発現を確認するには、色以外で判断できる指標を数値で示す事が必要である。

今回現場において使用したレーザー温度計は、作業時間が限られる中で、舗装材料や舗装転圧作

業時、又、道路供用開始時での開放温度（50℃以下）確認の為、用意したものであるが、混合材の反応温度についても、十分に確認出来るものであった。

混合材の色の変化は、規制時間内で施工を行う必要がある為、後日、確認できるように路肩側に箱抜き箇所を設け交通開放した。（図-6）

これとは別に、平時における色の変化を見る為、供試体を作成し、色の変化を確認した。以下、供試体作成時の試験結果を示す。

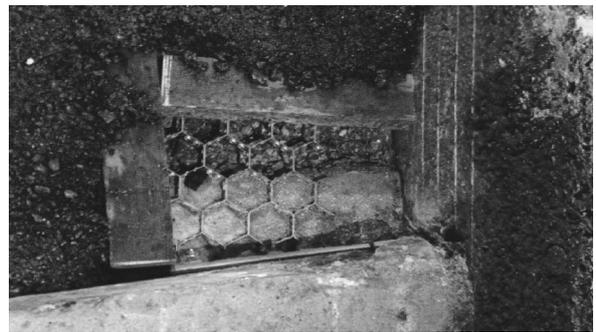


図-6 箱抜き箇所状況

図-7は、室内にて供試体を作成し、時間経過による色の変化を示したものである。（40分経過後は、大きな変化は確認出来なかった）

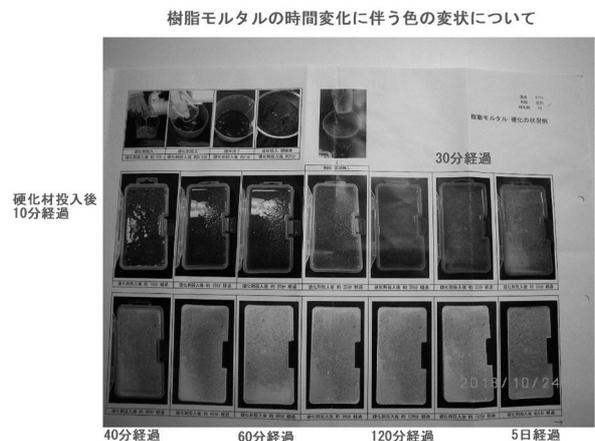


図-7 時間経過による色の変化

図-8は、施工要領に記載されている樹脂モルタルの強度発現のグラフである。グラフから樹脂モルタルは硬化開始後から約30分後には、24N/mm²程度の圧縮強度が発現した状態となっている。

又、後日実施した、箱抜き箇所補修時に作成した供試体の色と温度変化は、以下の通りとなっている。

4. 樹脂モルタル打設後の舗設のタイミングについて

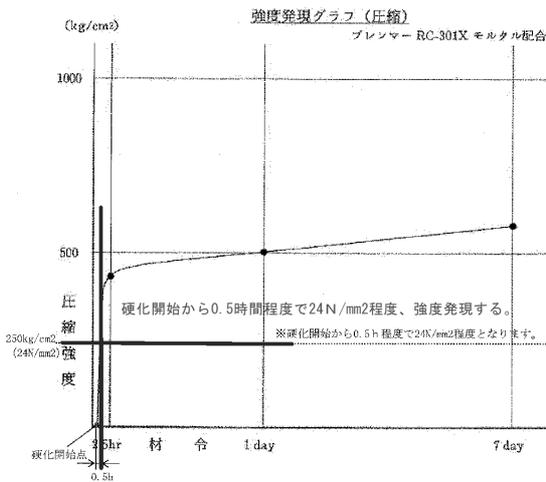


図-8 樹脂モルタル強度発現グラフ

図-9、表-1より、良好な施工環境の中では、降雨や温度の急激な変化がなければ、時間と表面温度、色の変化は相関関係にあると考える事が出来る。(反応温度が最大後、色の変化が起きる)

今後採用する数値については、目安として、攪拌後、40分経過で表面温度が50℃以上発現していれば、圧縮強度も十分確保されるものと考えます。その際の表面の色は、感覚的な判断基準であるが、黄白色に変化していれば問題ないと考えていいのではないかと。ただ、図-8に記載されている「樹脂モルタル強度発現グラフ」は、圧縮強度の発現

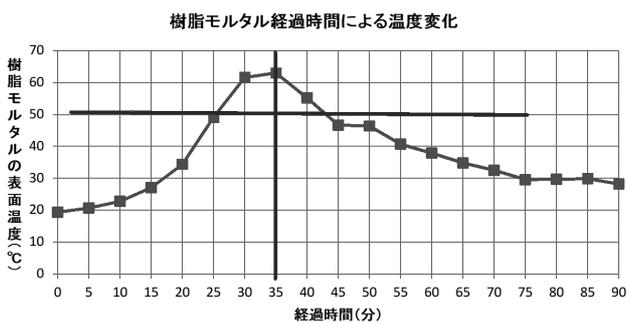


図-9 樹脂モルタル経過時間による温度変化

表-1 供試体作成時の表面温度と色の変化

経過時間(分)	色	指圧	温度変化
0~10	緑	軟弱	開始~3℃程度上昇
15	緑	軟弱	開始~8℃程度上昇
20	緑	硬化、表面の樹脂が粘着性あり	開始~15℃程度上昇
25	緑~黄白色	硬化、表面の樹脂が粘着性あり、脱型	開始~29℃程度上昇
30	黄白色	硬化、表面の樹脂が粘着性あり	開始~42℃程度上昇
35	黄白色	硬化、表面の樹脂が粘着性あり	開始~42℃程度上昇
40~90	黄白色	硬化、表面の樹脂が粘着性あり	温度下降

グラフである。本来は、地震発生時における水平力に対して、実際の使用材料に即した樹脂モルタルの付着強度、接着力等の強度確認が必要ではないだろうか。

今回の結果を踏まえ、今後の施工時の対応としては、

- ①施工前に試験練りを実施し、配合を決める。
- ②施工日毎、現場配合の樹脂モルタルにて供試体を作成し、打設後は、5分ピッチで表面温度を計測する。
- ③試験練りと比較し、差異がないか確認の上、写真と共に記録に残す。
- ④材料計量については、細心の注意を払い施工する回数分だけ容器を準備する。
- ⑤色の判定の為、事前に準備した色見本と対比する等の対応が必要ではないかと考える。

[問題点②]管理基準項目とその対応について

通常工種であれば、土木工事標準仕様書があり、出来形、品質管理において測定項目が詳細に記述されている。本工事での工種については、仕様書での記載が無い為、材料メーカーにより作成された要領書で対応している。

図-10の出来形管理基準表では、施工範囲の幅と長さしか、管理測定項目の規定がない。出来形管理基準については、舗装は、下がり高さ管理で行っている。パネルについては、複合体として考えても、道路勾配(縦断、横断)を考慮した、基準高さを設け管理する必要があるのではないかと。

出来形管理基準及び要領書

工種	測定項目	規格値	社内目標値	測定基準	測定箇所	測定
背面処理工	不平等凹凸間隙係数 W'	-	-	1箇所以上/施工箇所(L, Wによって変化する) (例: 1箇所/5m ² とC)		
	不平等凹凸間隙係数 h	設計値以上	設計値以上	1箇所以上/施工箇所(L, Wによって変化する) (例: 1箇所/5m ² とC)		
	縦断六角形凸設置係数 W	-	-	1箇所以上/施工箇所(L, Wによって変化する) (例: 1箇所/5m ² とC)		
	縦断六角形凸設置係数 L	-20mm	-20mm	1箇所以上/施工箇所(L, Wによって変化する) (例: 1箇所/5m ² とC)		
	固定機器の打設係数 W1	設計値以上(設計値: 埋厚10mm)	設計値以上(設計値: 埋厚10mm)	1箇所以上/施工箇所(L, Wによって変化する) (例: 1箇所/5m ² とC)		

図-10 出来形管理基準表

その高さは、あくまでも、路盤施工時の基準高と同じになるべきである。その為、背面処理工の出来形としては、長さ、幅の他に、不等辺山型鋼、中間部、端部の高さ基準が必要である。又、写真管理においても、下がり写真を撮り、舗装工と同様な写真管理が必要であると考ええる。

[問題点③]作業手順書とその対応について

箱抜き箇所(図-6)では、樹脂モルタルの厚さが確保されていない状況が確認された。箱抜き写真から一部パネル材料が見える状態となっているが、本来ならばパネルが樹脂モルタル中に埋設されている必要がある。考えられる原因としては作業時に施工箇所周辺が乱され、路盤部に不陸が生じた事。路盤整正時に、本来は、不等辺山型鋼(以後、アンクル)の底面上側に路盤の天端がくるはずであるが、路盤の上にアンクルをおいた為、アンクルの厚さ分だけ段差が出来、パネルが水平に設置されない状況となった事等が考えられる。

以上より、アンクルの設置については、路盤の不陸を極力減らし平滑に仕上げ、アンクルの厚さ分だけ路盤を下げ、パネルを水平とする内容を作

業手順書に追加する。

作業箇所においては、敷砂やコンパネ等を設置し、樹脂モルタル施工前に、パネル高さのチェックを行う等の記載も必要である。

現場の箱抜き箇所では、一部樹脂モルタルが不足していた箇所については、部分補強を行い対応した。背面処理工として、アンクルとアンカー、パネルと樹脂モルタルの施工は、本工事で最も重要な工程である。施工を進める上では、舗装工とパネル設置工の施工管理を明確に分け、作業手順に記載すると共に、各工種が完了した時点では、チェックリストにより、施工状況、引継ぎ箇所の点検を確実にを行う必要がある。これらは、背面処理工(パネル工施工前)の作業手順書として、準備しておく項目であると考えている。

4. 終わりに

同様の工事は、全国で施工され、すでに20年程度、経過している中で、多くの施工実績が報告されている。大規模工事でもなく、単体の橋梁修繕工事としての位置付けとなる背面処理工ではあるが、この構造物が実際に活躍するのは、あくまでも地震災害が発生した時点でなければ実証されないものである。施工に当たっては、作業の慣れや規制時間等により左右されるものでなく、慎重かつ細心の注意を払って工事を行うべきである。

今後も幹線道路の耐震性確保の意味から、さらに施工箇所も増え、必要性に迫られる工事であると想定される。今後、施工される工事においては、出来形管理基準や品質管理項目において、さらなる改良が加えられ、想定する地震強度に耐えうる構造物が出来ることを願いつつ終わるものとする。

最後に報告書をまとめるにあたり、発注担当者、施工業者、専門工事担当者の皆様に多くの助言や協力を得て、作成できたものでありここに感謝するしだいである。

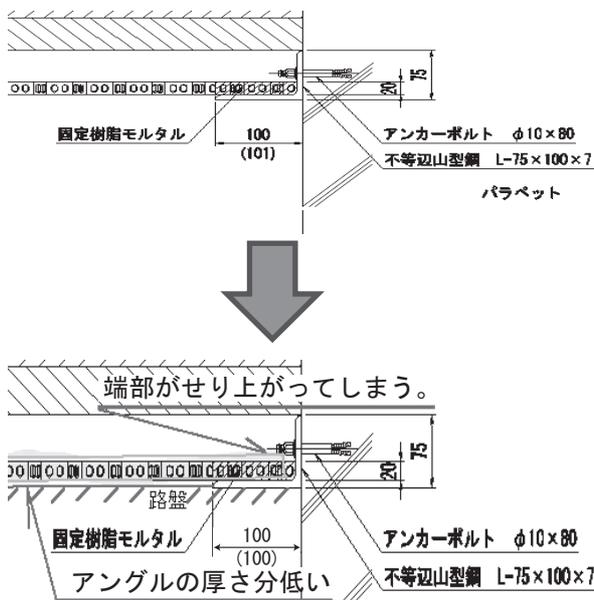


図-11 パネル端部高さのズレの要因

柱頭部コンクリートに於けるひび割れ防止対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

石口重企[○]

設計担当

狩野哲也

設計担当

吉浦健太

1. はじめに

新名神高速道路は、愛知県名古屋市を起点とし三重、滋賀、京都、大阪の各府県を結び、兵庫県神戸市に至る延長約174kmの高速道路である。このうち高槻第一JCT～神戸JCT間は、名神高速道路および中国自動車道との適切な交通機能分担を確保することにより、名神高速道路等の混雑を解消し、利用者へのサービスの向上を図るとともに、災害や事故等による交通規制時には、名神高速道路等と相互に代替機能を発揮して、的確に交通処理を行う役割を担っている。本工事は、図-1に示す川西IC～神戸JCT間の宝塚北SA付近の鋼上部工3橋の設計と施工を行う工事である。

本橋は、図-2に示す中間支点部が下部構造と剛結される連続ラーメン構造である。本報告では、

柱頭部コンクリートの品質を確保するための対策について紹介する。

工事概要

- (1) 工事名：新名神高速道路 坊川第一橋
他1橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社
関西支社
- (3) 工事場所：兵庫県宝塚市切畑～玉瀬
- (4) 工期：平成25年11月6日～
平成29年6月27日

2. 現場における問題点

橋脚柱頭部のコンクリートは、設計基準強度30 N/mm²のマスコンクリートとなるため、温度応力によるひび割れが生じる懸念があった。これを防止するため、施工過程の温度応力を把握し、適



出展：国土地理院電子地形図

図-1 現場位置図

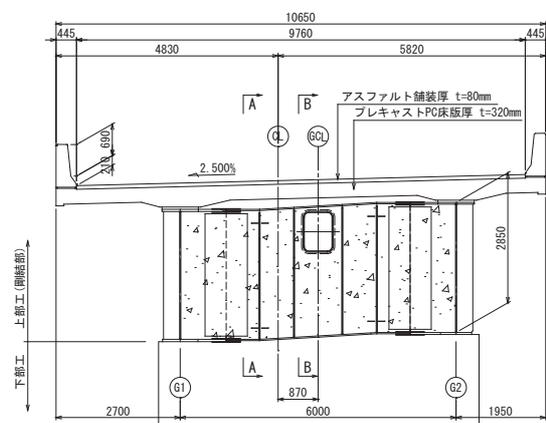


図-2 剛結部構造図(1)

切な対策を施工に反映し品質を確保することが求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 概要

懸念事項解消のため、温度応力解析および施工試験を実施し、ひび割れ抑制効果の高い対策を検討した。具体的には、剛結部内部のパイプクーリングと断熱養生による温度差の抑制効果を検証した。なお、温度応力解析は、ASTEAMACSを用いた。

パイプクーリングを反映した温度応力解析の実施と、その結果に基づく施工により、柱頭部コンクリートのひび割れ発生を抑制し、品質を確保することができる。

3.2 温度応力解析と施工試験

(1) 解析、施工試験フロー

下記の要領で解析および施工試験を実施した。図-4に解析および施工フローを示す。表-1に解析ケースを示す。

①予備解析

図-3に示す実構造物の1/4をモデル化した温度応力解析により、温度分布と応力分布を算出し、パイプクーリングと断熱養生の効果、および内部拘束と外部拘束を受ける柱頭部コンクリートのひび割れ指数を算出した。

②施工試験

予備解析の結果をもとに、実構造物の1/2をモ

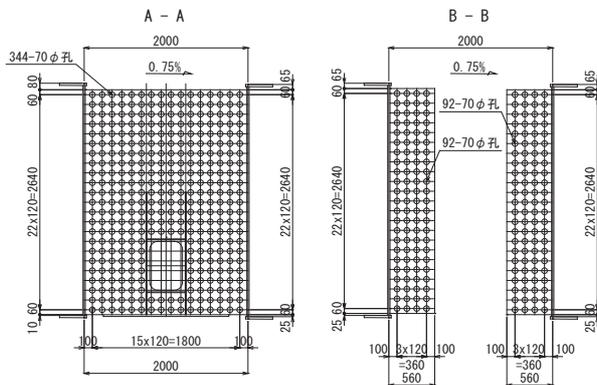


図-3 剛結部構造図(2)

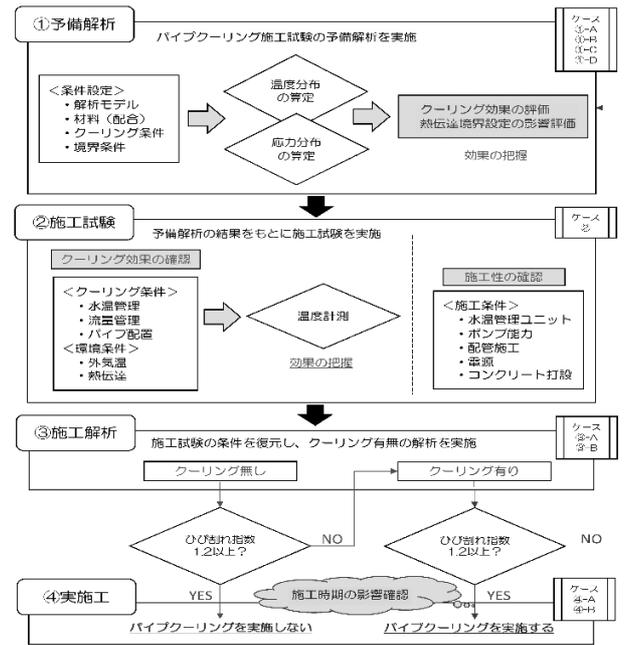


図-4 解析および施工フロー

表-1 解析ケースと施工条件

	ケース名	施工条件		
		外気温	断熱養生 (気泡シート)	パイプ クーリング
①予備解析	①-A	25℃	×	○
	①-B	25℃	×	×
	①-C	25℃	○	○
	①-D	25℃	○	×
②施工試験	②	実温度(変化)	×	○
③施工解析	③-A	実温度(変化)	×	○
	③-B	実温度(変化)	×	×
④実施工	④-A	5℃	×	×
	④-B	5℃	○	×

デル化した供試体(2m×3m×3.85m)を製作し、パイプクーリングの効果を確認した。

コンクリート試験結果はスランプ10.5cm(設計8cm)、空気量4.6%(設計4.5%)であった。打設は3回に分割して最初に高さ1m打ち上げ後、さらに1m打ち上げ、最後に試験体天端まで約2mを打ち上げた。

また、施工性の確認も併せて行った。

③施工解析

施工試験時の条件を反映した温度応力解析を行い、パイプクーリングの結果の再現性を確認した。

④実施工

柱頭部に適するひび割れ対策、施工時期の外気温を解析に反映し、その効果を確認した。

(2) 各検討項目の結果

1) 予備解析

パイプクーリングと断熱養生による温度差抑制の効果を確認するため、予備解析を実施した。その結果、モデル中心部において、ひび割れ指数は1.5程度であり、内部温度上昇を抑制するには、パイプクーリングの効果が大きいことが確認できた。また、既設橋脚による外部拘束の影響を受ける部位の指数が1.0程度となった。最大温度履歴を図-5、ひび割れ指数履歴を図-6に示す。

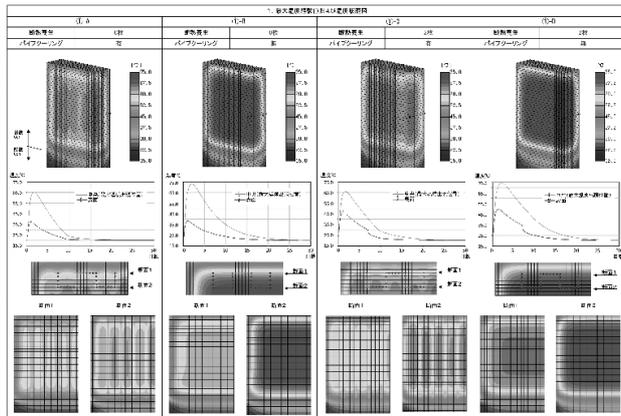


図-5 最大温度経験値および温度履歴図

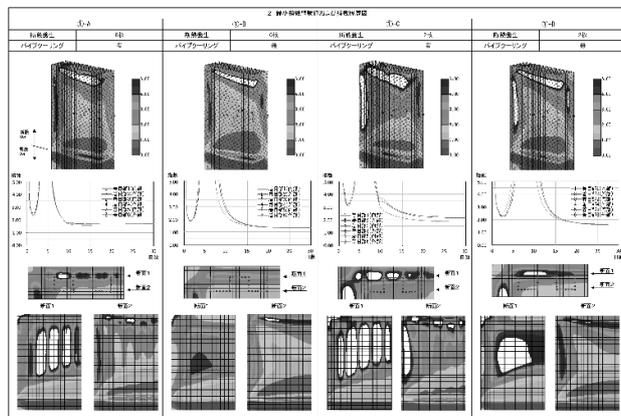


図-6 最小指数経験値および指数履歴図

2) 施工試験

施工試験では、図-7に示す水温管理ユニットを用いて、実構造物の1/2をモデル化した供試体にて、予備解析により算出した水温変化を再現し、パイプクーリングの効果を検証した。パイプクーリング配管要領を図-8、施工試験供試体図-7に示す。施工試験でのコンクリート内部の温度を計測した結果を図-9に示す。パイプクーリング無

しの予備解析結果(①-B)と比較して、最大温度が約16℃低下した。また、パイプクーリング有りの結果(①-A)と比較すると約6℃の温度低下が確認できた。これは解析時の外気温25℃と実外気温20℃の温度差による影響と考察できる。流量および水温の管理は、計画値と整合しているため、施工試験により、パイプクーリングによる温度差抑制効果が立証された。

3) 施工解析

施工試験の結果を温度応力解析に反映させ、コンクリート内部の温度履歴とパイプクーリングの



図-7 水温管理ユニットおよび施工試験供試体

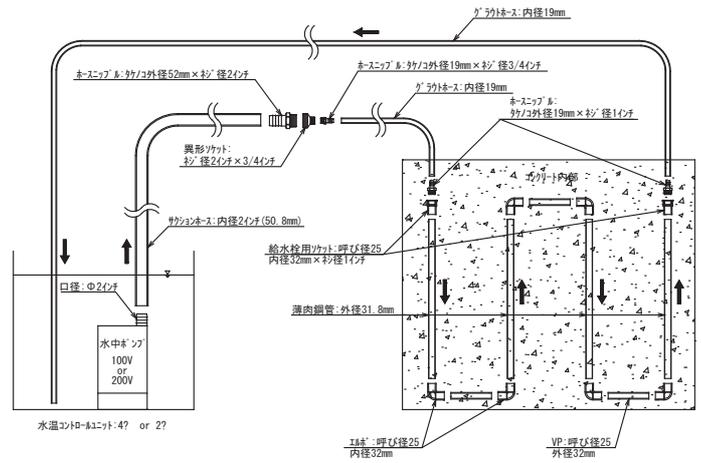
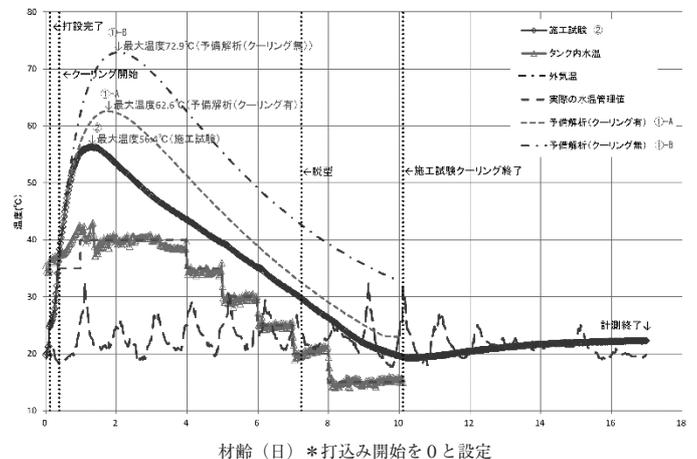


図-8 パイプクーリング配管要領図



材齢(日) * 打込み開始を0と設定

図-9 施工試験結果

有無によるひび割れ指数を比較した。その結果、温度履歴は施工試験とほぼ一致した。

3.3 実施工への反映

施工解析の結果から、パイプクーリングにより内部拘束に対するひび割れ指数は1.6程度、外部拘束に対しては1.0程度確保できることがわかった。ただし、施工が冬季に変更となったため、外部温度を5℃として、パイプクーリングを含めずに温度応力解析を行い、外部温度の低下に対する検討を実施した。その際、断熱養生（気泡シート2重張り）の影響だけを施工条件に加え、ひび割れ指数の検討を行った。その結果、ひび割れ指数は、内部拘束に対して1.5程度、外部拘束に対して1.0程度となり、実際の施工では、パイプクーリングは実施しないこととした。

3.4 柱頭部の施工

中間支点剛結ラーメン構造は一般的に柱頭部を先行架設し、コンクリートを打設して剛構造とした後に支間部を架設する施工順序となるが、本橋では、送り出し架設の発注であったため、全長の鋼桁架設完了後にコンクリートを打込む施工順序で計画を進めた。実際にはクレーンベント架設工法に変更となったが、工程短縮のため、柱頭部の打設時期の変更は行わずに工事を進めた。

これにより、柱頭部コンクリート打ち込み完了後、鋼桁全体が連結済みの状態となり、1日の最高気温、最低気温の差により、鋼桁が橋軸方向に伸縮するため、強度が発現するまでの柱頭部コンクリートに対して、この影響を抑制することが重要となった。そこで、コンクリートの打ち込みから強度発現まで、図-10に示す鋼桁を支持する固定架台に対し、鋼桁の温度変形（水平変位、回転変位）を抑制する機能を付加した。また、柱頭部の横桁には、温度伸縮の影響により、面外変形が生じる可能性があったため、それを防止するため、図-11に示すトラス形状の補強用仮設材を横桁外側に設置した。

柱頭部のコンクリートは、温度応力解析および施工試験の結果より、パイプクーリングは行わず、図-12に示す気泡シートによる断熱養生を実施した。また、下部工との境界部は、補強鉄筋を加え、配筋を密にし、外部拘束によるひび割れ抑制対策を行った。配筋状況を図-13に示す。

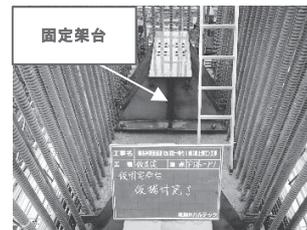


図-10 鋼桁固定架台

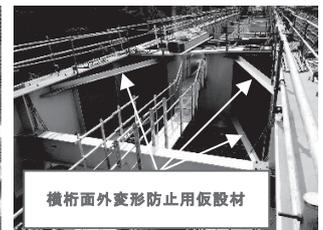


図-11 面外変形防止用仮設材



図-12 気泡シート養生

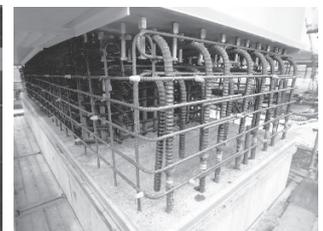


図-13 下部工境界部配筋

4. おわりに

本工事は、中間支点剛結の連続ラーメン構造であり、柱頭部のコンクリートにひび割れ発生の懸念があった。パイプクーリングを適用したマスコンクリートの温度応力解析および施工試験を実施し、実施工に反映した。最終的に冬季にコンクリート打設を行うことになったため、パイプクーリングは不要となった。また、コンクリート強度発現まで温度変形を抑える機能を持たせた固定架台や、横桁の面外変形を防止する仮設材を設置した。これらの対策を講じた結果、施工時および初期点検時にひび割れの発生がなく、柱頭部のコンクリート品質を確保することができた。

最後に、本橋の施工に伴い、ご指導とご協力をいただいた西日本高速道路株式会社をはじめとする関係各位に深く感謝いたします

国道橋梁の拡幅工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

工事主任

真嶋敬太[○]

谷口真世

1. はじめに

工事概要

円行寺橋は、兵庫県淡路島を縦断する国道28号の三原川に架かる橋梁（図-1）で、昭和37年に建設され供用後55年余りが経過している。本工事は、円行寺橋に隣接する交差点の慢性的な渋滞の緩和と歩道の設置を目的とした拡幅工事と既設橋梁部部の補修・補強を合わせて行った。

- (1) 工事名：国道28号円行寺橋上部拡幅他工事
- (2) 発注者：国土交通省 近畿地方整備局
兵庫県道事務所
- (3) 工事場所：兵庫県南あわじ市八木寺内地先
- (4) 工期：平成28年1月9日～
平成29年6月30日



出展：国土地理院電子地形図

図-1 位置図

2. 現場における問題点

(1) 拡幅工程の問題点

国道28号は比較的交通量の多い国道であり、拡幅に伴う片側交互通行規制による一般交通への影響が大きい。そのため、交通規制期間を極力短くする必要があった。

(2) 鋼桁接続の問題点

鋼桁の接続は、新設主桁と既設主桁を横桁と対傾構で接続する設計であったが、既設橋梁は橋長が15mのため分配横桁が設置されておらず、本工事にて既設部から拡幅部まで連続する分配横桁を追加した。

ここで、主桁を接続するための問題点として、新設桁部に床版を施工する際の死荷重による新設桁の横倒れ変形の防止として、既設桁と新設桁を連結する必要があるが、新設桁の製作時に付与される『そり』は鋼重および拡幅床版の荷重によって順次変形していくため、既設桁との鉛直変位差を吸収する方法が問題点と考えた。

(3) 床版拡幅の問題点

本工事における新設床版と既設床版を接続するための問題点を以下に示す。

- ①既設床版配筋は、既設地覆部を撤去し鉄筋を露出させるまで配筋状態が判断できない。

- ②国道を供用しながら拡幅工事を行うため、既設床版上面高さは舗装を撤去するまで切断ラインでしか観察できない。この結果、新設桁部の高さ方向の施工誤差は床版上面の誤差として集中し、床版上面が不連続となる可能性がある。
- ③間詰床版の施工時に、新設部と鋼桁で接続された既設道路部を車両が通行することで、走行振動によるコンクリートの初期ひび割れが危惧された。また、間詰床版コンクリートは、既設床版と拡幅床版の両側によって収縮を拘束されることによるひび割れも懸念された。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 拡幅工程の工夫

発注時の施工計画では既設橋梁の下流側に仮橋を設置して上り線を拡幅し、完成した上り線を片側交互通行としながら上流側下り線を拡幅する計画であった。(図-2)

これに対し、河川内に施工ヤードを造成し、上り線と下り線の拡幅床版までを先行して施工し、一時的な交通規制のみで床版接続を行う施工方法を提案した。(図-3、4) 河川内に施工ヤードを造成する工法は、下部工の拡幅工事において実績があり、杭施工に比べて河川協議がスムーズにまとまることが予想された。この提案により、国道28号の規制期間は9割近く削減することができた。さらにこの工法では、河川内の杭基礎工事が不要となることで河川環境や周辺住民への影響も最小限に抑制する結果となった。

(2) 鋼桁の接続

鋼桁接続における問題点の解決方法として、本工事では新設部と既設部を接続するための仮連結板を設置した。(図-5) これにより新設床版が完了するまでの間、新設部の水平移動と転倒を防止する。また、既設側の本連結板から外れた位置に長孔を設置することで、新設部の鉛直変位を吸収できる構造とした。なお、本連結板の既設側のボルト孔は新設床版施工後に新設横桁に合わせて削孔し連結した。

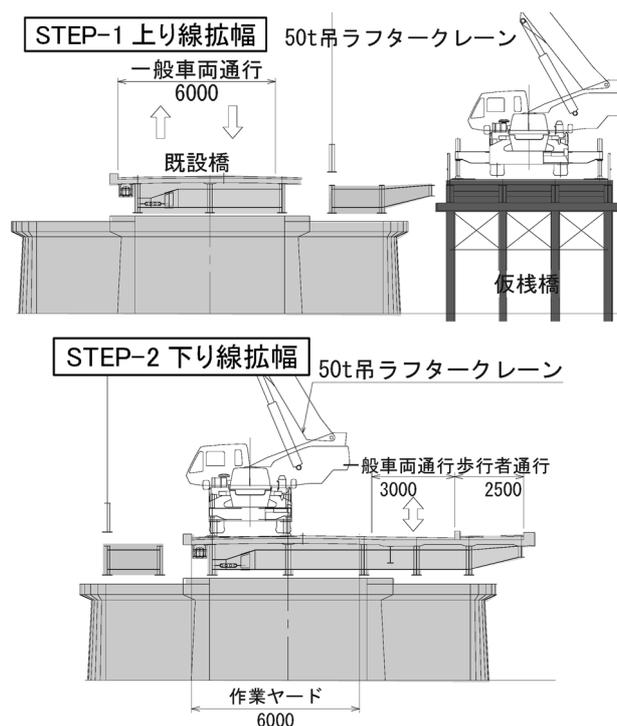


図-2 発注時施工計画

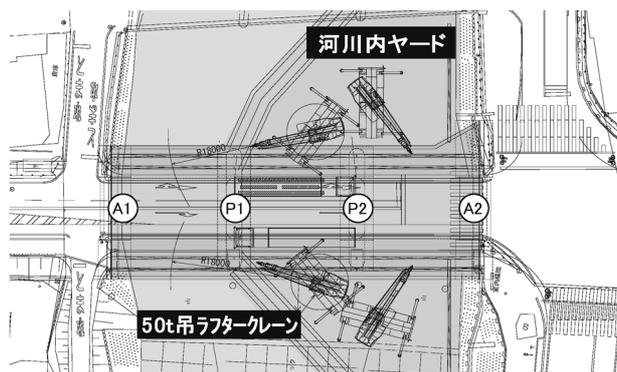


図-3 変更施工計画平面図

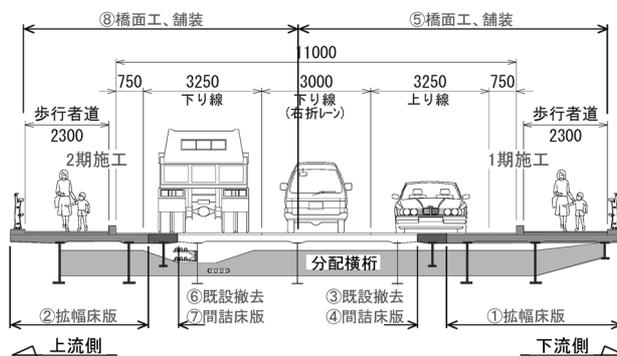
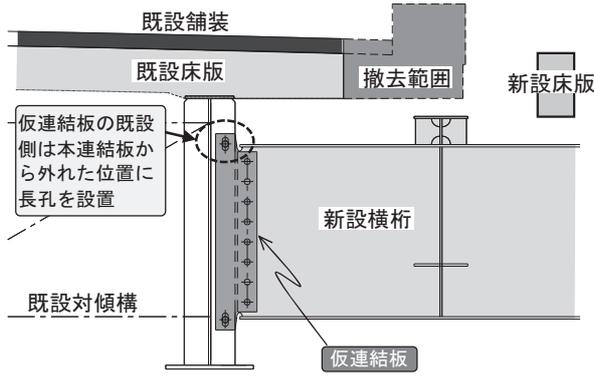
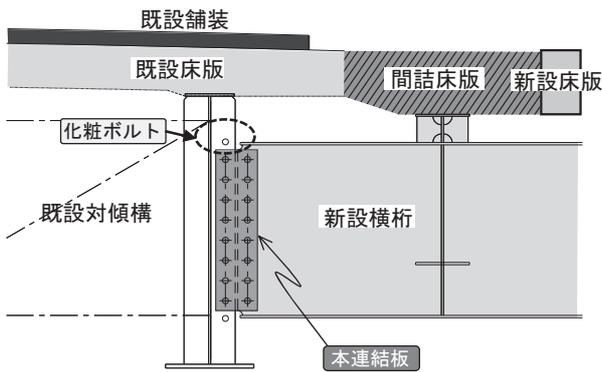


図-4 変更拡幅要領図



ステップ 1：新設床版施工完了まで



ステップ 2：完成時

図-5 仮連結板要領図

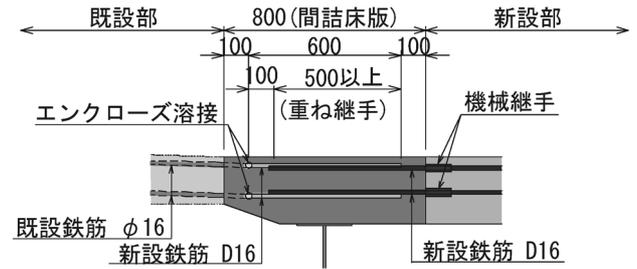


図-6 床版接続断面図

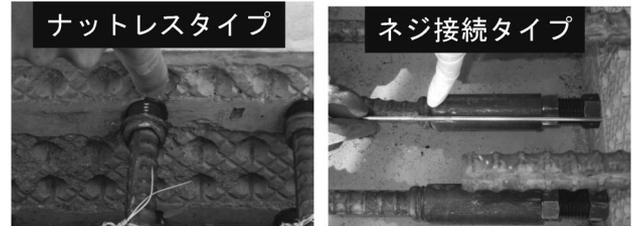


図-7 鉄筋の機械継手



図-8 鉄筋の溶接継手

(3) 床版拡幅の工夫

RC 床版の拡幅は、鉄筋接続のための間詰床版部（図-5の斜線部）を設ける方法を採用した。あらかじめ拡幅部の新設床版（図-5の太枠）を施工してから既設地覆部分を撤去し、既設床版の鉄筋と新設床版の鉄筋を接続して間詰コンクリートを施工した。

【問題点①の対策】

既設床版の鉄筋配置は事前に確認できないため、本工事では鉄筋の接続を重ね継手とすることで対応した。標準部の床版接続方法を図-6に示す。

新設床版側は、主鉄筋の既設側端部に機械継手を設置し、既設床版側は、フラットソー切断とウォータージェット工法の併用にて鉄筋を100mm露出させて溶接継手により延長した。（図-7、8）ここで、機械継手は締付方法の違いにより、直線鉄筋は直接鉄筋を回転させる「ナットレスタイプ」を、曲げ加工鉄筋は鉄筋を回転させない「ネジ接続タイプ」をそれぞれ採用した。

実際の施工では、既設鉄筋は図面どおりの本数が存在し、配置についても極端な誤差がなく無事に重ね継手を行うことができた。

なお、本橋は非常に古い橋梁のため、床版図面は1枚のみであり、既設鉄筋は『φ16』という図面表記のみで材質等が不明であったため、撤去した床版から抜き取った既設鉄筋と新設異形鉄筋とでエンクローズ溶接継手を行った試験体を作り、引張試験と曲げ試験を実施した。結果は、いずれも継手部分での破壊はなかった。

【問題点②の対策（③にも関係）】

既設橋床版の状態は、道路規制したうえで部分的に舗装を撤去して調査・測定する方法が考えられたが、費用と国道交通への影響を考慮すると、効果が見合わないため採用しなかった。

高さ方向の懸念事項は、主に床版厚（特に上段主鉄筋のかぶり）の確保であり、確実な方法とは言い難いが、本工事では床版厚を確保するために新設桁の高さ管理値を設計値よりも3mm低く設

定した。これは支点部の許容値が± 5 mm のため、その範囲内で最大限低く設定した値である。なお、着工時に道路部の数点を削孔して床版上の高さを計測しており、この時の数値も参考とした。

以上の方針により、新設床版厚を確保して間詰部の床版を施工したが、既設床版の劣化と舗装打替え時の床版削り込みのために床版上面が不連続となる部分が数か所あった。床版上面の線形は既設部が山勾配で新設部は水平となっているため、この不連続部には既設床版側での床版上の滞水を防止するため、床版水抜きパイプを設置した。

(図-9)



図-9 床版水抜きパイプの設置状況

【問題点③の対策】

間詰部を設置しての床版拡幅工法はこれまでも多数採用されているが、間詰部コンクリートにひび割れの発生しているケースが多いため、本工事については、間詰床版を含めたコンクリート全体について、発注者に対して以下の提案を行った。

1) 示方配合について

配合は収縮補償の膨張材を加えた早強コンクリートとし、呼び強度を24N から30N へ上げることによるひび割れ抵抗性の向上を目的とした。

2) 構造詳細について

コンクリートの品質向上対策の概要図を図-10 に示す。

- 間詰床版の拘束影響部にガラス繊維ネットを設置 (図-11)
- 打継面の補強として、突起形成シート (図-11) とエポキシ樹脂接着剤を使用
- 地覆部、歩車道境界および歩道部の調整コ

ンクリートは、配力鉄筋や伸縮・誘発目地の追加等を提案した。

床版打設時には、これらの対策に加えて確実な施工を行うために、専任の品質管理者を配置した。さらに、国道交通の振動については、打設日の朝9時から翌日17時まで32時間連続で近接側1車線を通行規制して振動の影響を最小限にした。

以上の結果、間詰床版部にはひび割れは発生せず、打継面からの漏水等は見られず一定の効果があったと考えられる。

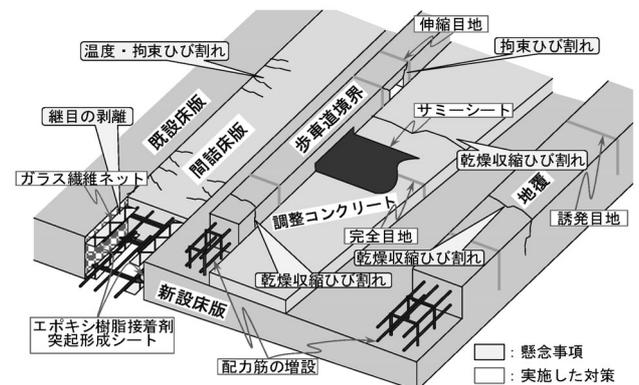


図-10 コンクリート品質向上対策概要図

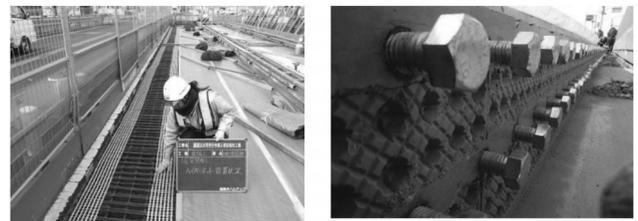


図-11 ガラス繊維ネットおよび突起形成シート

4. おわりに

現道を供用しながらの橋梁拡幅工事は、今後の道路橋更新において非常に需要が高いと考えられる。本工事の実績が少しでも今後の工事の参考になれば幸いである。

最後に、施工にあたりご指導いただきました国土交通省 洲本維持出張所の皆様ならびに関係された皆様に感謝を述べさせていただきます。

耐寒剤を使用した冬期コンクリート供試体の 現場養生方法について

勇建設株式会社

渡 邊 大 輔

1. はじめに

冬季施工となるプレキャスト部材製作時の型枠・支保工取外し時期の確認を、現場養生供試体で確認を行うため、現場養生供試体の現場での保管方法を検証した結果を取りまとめた。

工事概要

- (1) 工 事 名：小樽港-10m 岸壁その他工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局小樽開発建設部
- (3) 工事場所：北海道小樽市
- (4) 工 期：平成29年11月21日～
平成30年7月31日

表-1に当工事で使用したコンクリート配合を示す。

耐寒剤の種類は、AE減水剤（促進形）I種であり、添加量は標準添加量であるセメント100kgあたり4ℓで施工を行った。

表-1 コンクリート配合

配合区分	セメント種類	スランパ*	空気量	W/C	s/a
RC-8S(2)	普通	12 cm	6.0 %	43.9 %	46.4 %
W	C	F	S	G	耐寒剤
156 Kg/m ³	355 Kg/m ³	19.88 Kg/m ³	808 Kg/m ³	958 Kg/m ³	4 I/C=100kg

2. 現場における問題点

耐寒剤を用いたコンクリートの型枠および支保工の取はずし時期の適否の確認は、港湾・漁港工事仕様書内の【耐寒剤を用いる寒中コンクリートの施工指針（案）】に、『現場のコンクリートとで

きるだけ同じ状態で養生した供試体』によるか、『コンクリート温度の記録から積算温度を求め、あらかじめ調べた積算温度と圧縮強度の関係から推定した圧縮強度』によって、確認するよう規定されている。

当現場では『できるだけ同じ状態で養生した供試体により確認を行う』こととしたが、同施工指針（案）には、『実構造物のコンクリート温度と同じ温度に制御できる簡易な装置が付いた養生箱があればそれをを用いるのがよい』と記載されているが、当該装置は一般に流通しておらず、新たに製作することとなり、開発期間がかかってしまいプレキャスト部材の製作が遅れることにより、後の工程に影響が出てしまうため、温度制御装置を使わずにコンクリート内部温度を同じになるよう養生方法の検討を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

供試体の養生方法を保温性に優れ容易に入手することができる発泡スチロール箱 t=20mm（以後養生箱）を用いることとし、電力を必要とする加温装置等を使わずに実構造物コンクリートと同じ温度状態で養生できるか検討を行った

(1) 事前調査

・調査条件

養生箱内を加熱する装置を使用せずに養生箱内部温度の推移を確認することを目的とするため、養生箱内の温度を、打設時のコンクリート温度で

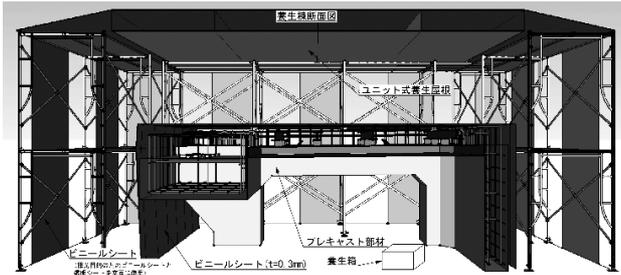


図-1 養生棟断面図

ある15℃程度となるように現場休憩所にて養生箱内に温度記録計を設置し密閉作業を行い、密閉後養生棟内部（図-1）に養生箱を移設し、実構造物と同じ環境で養生箱の保温性の確認できるよう立案した。

事前調査温度グラフ（図-2）に示すように密閉後24時間までの温度低下は大きかったものの24時間以降は穏やかな温度低下であることが確認できた。また、養生棟内に養生箱を設置しているため、直接外気に曝されることが無く、日照によって養生棟内部が温められ内部温度が外気温と比べ3～5℃程度高く急激な温度低下が無いので、養生箱内部温度の温度降下が緩やかになったと推測される。

38時間で養生箱内部温度が5℃を下回ったが、初期凍害を予防できる打込み後24時間まで0℃以上が確保されていることが確認された。

実構造物コンクリートの部材厚さは最低箇所が300mmであり水和熱による温度上昇も小さいと推測されることと、実際に養生箱で供試体を養生した場合には、養生箱内であれば一定の温度を保っているため、供試体の水和熱による温度上昇も期待できることから発泡スチロールによる養生箱で十分実用できると判断し供試体養生は養生箱を用いて行うこととした。

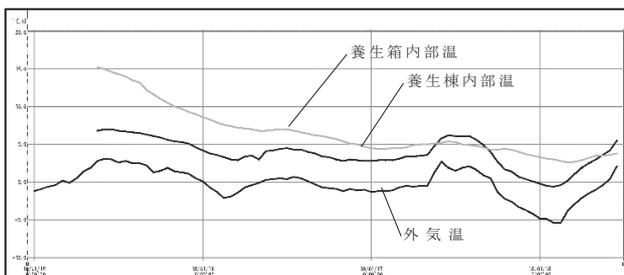


図-2 事前調査温度グラフ

(2) 1月度現場養生供試体養生

・供試体養生条件

事前調査時とは違い実際に供試体を保管するために湿潤養生を行う必要があるが、発泡スチロールの水密性の高さから確実に密閉されていれば養生箱から外部へ水分が逸散する可能性が低く封かん養生と同等の効果があると考えられるが、水分供給補助として供試体天端に木製の板を敷きその上から温水を浸み込ませた養生シートを一緒に入れ、すき間から水分が逸散しても養生箱内の湿度を保てるようにし湿潤養生対策として行うこととした。

供試体はコンクリート打設当日に実構造物の打設に用いたコンクリートから試料採取し供試体（φ100×H200）を作製し、供試体の内代表1本の供試体中心部で温度測定を行い養生箱内温度と供試体内部温度の2箇所を測定した。（図-3、4）

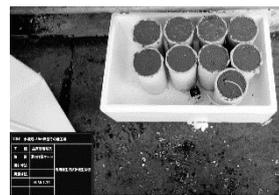


図-3 養生箱密閉前

図-4 供試体養生状況

養生箱内の初期温度は事前調査同様に15℃程度とし養生箱の密閉作業を行った後に養生棟に移設し、135時間後まで継続して測定し温度推移を確認する。

・1月度供試体養生結果

養生棟内部温度と養生箱内部温度を比較すると、1月度供試体養生温度グラフ（図-5）に示すように、養生棟内部温度は外気温と連動し上下しているが、養生箱内部温度は緩やかな曲線を描いて温度低下していることがわかる。

また、72時間後以降は非常に緩やかな温度低下となり供試体内部温度と養生箱内部温度の差がほとんどなくなっていることが分かる。

事前調査時よりも養生箱内温度の低下が早いのは事前調査時よりも外気温度が低下し、日照時間も短かったため、養生棟内温度が上昇しなかったことが原因であると思われる。

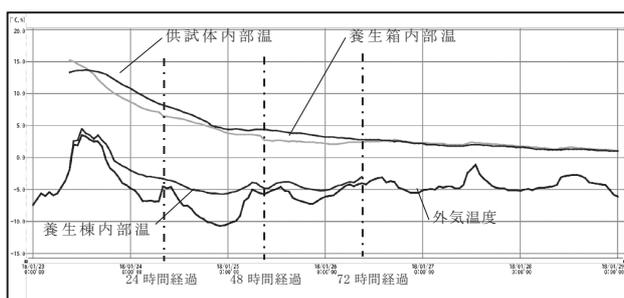


図-5 1月度供試体養生温度グラフ

供試体採取から24時間後（ $\sigma 1$ ）にキャッピングを行うために養生箱を開けた時と、48時間後（ $\sigma 2$ ）に供試体取り出し時に蓋を開けたことによって養生箱内温度がおよそ1℃ずつ低下してしまいましたが、加温することなく再度密閉した。また、24時間後の段階では、蓋内側に水滴があり養生シートにも若干の湿り気があり、箱側面部も水滴が目視で確認できるほど湿っていたため追加の湿潤養生を行う必要が無いと判断し再度密閉したが、48時間後には蓋内側及び箱側面部を指で触ってわずかに湿り気を感じる程度になっていたため、現場養生 $\sigma 3$ 以降の強度確認を行う場合は追加の湿潤措置を行う必要があると思われる。

実構造物コンクリートは72時間後に養生棟を移設しビニールシートのみでの養生を行っていたが、供試体も同様に外気に曝してしまうとコンクリート温度が外気温度まで急激に低下することが予想されるため引き続き養生箱内で135時間後（ $\sigma 5+15H$ ）まで養生を行い温度推移の確認を行った。

一番の心配事である供試体の初期凍害については、供試体内部温度ではあるが、24時間0℃以上を保っており、48時間経過段階で養生箱内部温度も5℃あったことから初期凍害を受けてはいないと判断し、圧縮強度試験を行った結果 $\sigma 2$ で平均14.2N/mm²の強度発現を確認できたため、養生箱での供試体養生は初期凍害を防止することには、有効であることが確認できたが、実構造物コンクリートとの温度差については、実構造物・供試体内部温度グラフ（図-6）に示すとおり、供試体内部温度は採取直後から6時間後までほぼ横ばい

に温度推移し、その後一定温度ずつ下降し続けることから養生箱の効果はある程度はあったと判断できるが、実構造物コンクリート温度は打設終了から24時間後まで発熱してから緩やかに温度が下降しており供試体と実構造物コンクリートの最大温度差が供試体採取から29時間後に最大温度差10.1℃と大きいため、2月度供試体養生時には温度差を小さくなるよう対策を行うことにした。

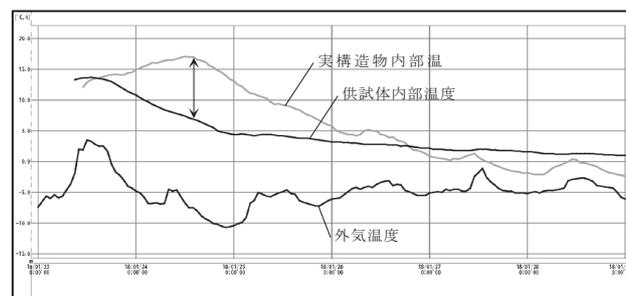


図-6 実構造物・供試体内部温度グラフ

(3) 2月度現場養生供試体養生

・2月度供試体養生条件

1月度供試体養生結果より、養生箱内部温度の低下を防止するために、空気層を増やし保温効果が高くなることを期待し養生箱外側からビニールシート（ $t=0.3\text{mm}$ ）で覆うと同時に、外気温度の低下が見込まれ、養生箱直置きのみだと地表への放熱による養生箱内の温度低下も考えられるため、養生箱底部に厚さ20mmの発泡スチロールを敷きその上に養生箱を設置するよう変更し、養生箱内温度と湿潤養生方法については前回と同様に行った。

・2月度供試体養生結果

2月度供試体養生温度グラフ（図-7）に示すように、1月度供試体養生時と比べると供試体内部温度と養生箱内部温度の温度低下がかなり緩やかになったことが確認された。

1月度と比較すると外気温度が高く養生棟の内部温度が高くなったことに併せて、ビニールシートと養生箱底部の発泡スチロール敷設により養生箱の放熱が少なくなったと思われる。

供試体内部温度と養生箱内部温度差は前回とほぼ同じ75時間後に無くなりその後緩やかに温度が

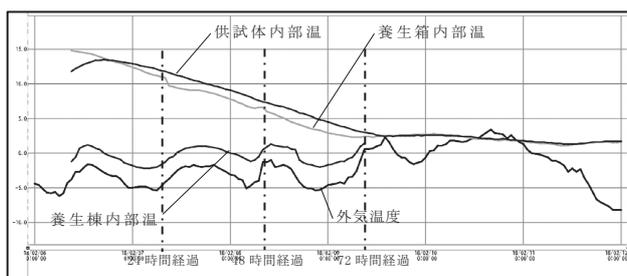


図-7 2月度供試体養生温度グラフ

低下していることがわかる。この事から供試体採取後3日間は供試体の発熱がありその後保管されている空間温度と同じになるが、供試体の初期凍害は十分予防することができると言える。実構造物コンクリートとの温度差については、実構造物・供試体内部温度グラフ（図-8）に示すとおり最大温度差は供試体採取から31時間後に4.9℃となり1月度の時と比較すると最大温度差が半分程度となった。

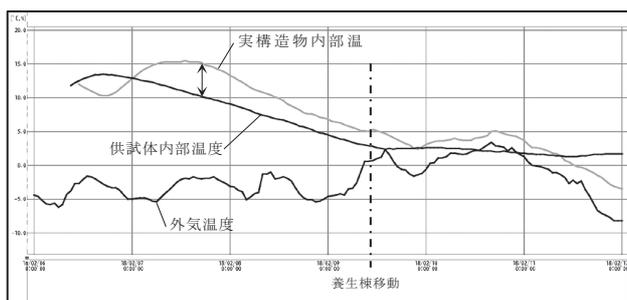


図-8 実構造物・供試体内部温度グラフ

その後の温度推移は、実構造物内部温度の方が高いものの概ね同様の温度推移になったが、72時間後に養生棟を移動してからは、実構造物内部温度は外気温に影響され上下するに対し、供試体内部温度は養生箱内で保管されていることから横ばいとなってしまう実構造物コンクリートの温度が低くなってしまった。この事から $\sigma 3$ 以降の現場養生による圧縮強度試験を行う場合には、実構造物内部温度と供試体内部温度がほぼ同じとなった

段階で実構造物と同様に養生箱から出し、実構造物コンクリートと同様に養生する必要がある。

2月度供試体の $\sigma 2$ 圧縮強度試験の結果は、1月度の供試体より 0.5N/mm^2 上昇し 14.7N/mm^2 であったが、サンプル回数がないため、供試体の誤差なのか保管箱の効果によるものなのかは不明である。

1月度、2月度共に供試体内部温度の方が実構造物コンクリートより低い温度で推移しているため、実構造物より発現強度は低くなっていると推測されるが、強度確認という意味合いでは安全側になっているため、発泡スチロールによる現場養生供試体の保管は有効だと判断できる。

養生箱内の湿潤状態は、24時間経過時は1月度と同様であったが、48時間経過時も養生箱内部に水滴を確認できた。ビニールシートで包んだことにより水分の逸散が減ったと思われる。

4. おわりに

今回の調査により、耐寒剤を使用した供試体の現場養生には発砲スチロール内で養生することで、72時間程度までは、実構造物内部温度とほぼ同様の温度推移となることが分かった。72時間以降に関してはさらに検証が必要ではある。

当現場のように養生棟内で養生箱を保管し、さらに養生箱の外部を断熱して実構造物内部温度と同様になったことから、当現場よりも気温が下がる地区では更なる工夫が必要であると思われるが、耐寒剤使用時の供試体保管手法の一助となればと思う。

最後に現場施工中での検証でありましたが、快く検証を快諾していただいた関係各位厚く御礼申し上げます。

現場で行うコンクリート透気試験と養生効果について

長崎県土木施工管理技士会
株式会社 吉川組
現場代理人
満尾裕也

1. はじめに

1.1 工事概要

本工事は、国道57号森山拡幅（交通混雑の緩和および交通環境の改善を目的とした事業）の一部として、橋梁下部工（場所打杭工 ϕ 1000×8本・ ϕ 1500×4本、橋台工2基、RC橋脚工1基、他1式）を行うものである。

- (1) 工事名：長崎57号下井牟田赤崎高架橋下部工 P15・ランプ A1 外工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：長崎県諫早市
- (4) 工期：平成30年2月17日～平成30年11月30日



図-1 完成写真

1.2 コンクリート現場透気試験の目的

コンクリート構造物の劣化（鉄筋腐食）は、コンクリート表面部の緻密性（透気性能）と関係があることから、かぶり厚とともにコンクリート表面部の品質確認は、耐久性能を考える上で特に重要であると考えられる。表面部が密実であれば劣化因子が表面から浸透しにくくなり、構造物の劣化（内部鉄筋の腐食）を防ぐ事ができる。

そこで、表面部の品質を決定する上で重要な項目の一つである『養生』に着目し、事前に幾つかの試験養生を行い、表面部の品質（緻密性）を透気試験を行い評価し、適切な養生方法を本施工に採用する事を目的とする。

2. 現場における問題点

前項の目的とは別に、以下に対する検討も同時に行う。

本工事にけるコンクリート温度応力解析の結果は、最小ひび割れ指数=1.0から1.53の範囲にある。型枠解体の時期は σ 7以降の脱枠となるが、コンクリートの乾燥収縮とコンクリート表面の冷却によるひび割れに対し、さらなる抑制効果を期待し別途対策を講じる。なお、型枠の残置期間を7日からそれ以上に変更すると最小ひび割れ指数は増加傾向にあり、ひび割れの発生確率は抑制される事は理解しているが、工程（工期）の都合により脱枠時期を7日に設定し検討する。

また養生方法およびその検討については、限られた工事予算内で行うことから、高コストに繋がる材料や工法等は予算を圧迫するため採用し難いのが実情である。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 各養生パターンの供試体作成

本施工に先立ち、施工と同配合の生コンクリート（24-12-20BB+石灰石及び高性能 AE 減水剤）を用い、角300程度で図-2 ①～④で供試体を作成する。供試体のパターンは当現場で実現可能であり、費用対効果を考慮した上で高コストなものは除外している。

- ①温度応力解析に基づく一般養生
- ②側面部の保水養生テープによる養生
- ③保水養生テープによる養生に加え、コン中にハイパーネットを使用
- ④上面部に被膜養生、側面部に浸透型養生剤を使用

各供試体の共通事項とし、材令7日までは一般養生を行い、その後脱枠し材令28日まで各養生を行う。天端被膜養生については材令0日で行う。また本施工は主に構造体表面の乾燥防止対策として構造物外部をブルーシートで覆い直射等に晒さない事を前提としており、供試体も同条件とする。

コンクリート表面の緻密性については、上記の養生面に着目する以前に、打設や締固めを適切に



図-2 供試体作成（左より①②③④）

行わないと効果が薄いので留意する必要がある。詳細は割愛するが、本工事においてもコンクリート打設時の打ち込み高さ調整、打設時間の調整、バイブレータの振動間隔や深さ、再振動などの対策を行い施工方法を規定している。

3.2 現場透気試験（本施工前供試体）

表層透気試験の留意点として、コンクリート表面の含水率が計測結果に影響を与えることが分かっているため、国土交通省東北地方整備局のコンクリート構造物の品質確保の手引き（案）平成27年12月版を参考に、コンクリート表面の含水率の上限目安である5.5%以下であることを含水測定機（CMX 2）を使用し確認した上で透気試験を行う。透気試験はパーマツール（Torrent 法）【NETIS:QS-150029-A】を使用する。

透気試験の原理及び評価は、新技術概要説明情報より抜粋し、それぞれ図-3 及び表-1 に示す。

透気試験は各供試体の側面4カ所を計測し評価を行う。天端面の評価は各供試体の上面を計測する。計測状況を図-4 に示す。

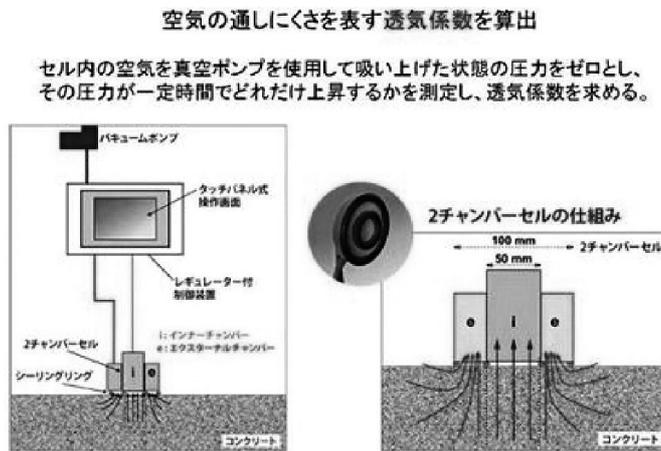


図-3 原理（ダブルチャンバー法）

表-1 一般的な透気係数（KT 値）の評価

クラス	透気係数 (KT 値)	評価レベル	コンクリートの品質
PK1	0.01未満	非常に透過しにくい	◎（非常によい）
PK2	0.01以上～0.1未満	透過しにくい	○（よい）
PK3	0.1以上～1.0未満	一般的な透過性能	○（普通）
PK4	1.0以上～10未満	透過しやすい	×（悪い）
PK5	10以上	非常に透過しやすい	×（非常に悪い）



図-4 透気試験状況

3.3 現場透気試験測定結果

各供試体1箇所のみでの測定だと、計測結果にバラツキが生じる可能性が過去の経験から予見されるため、1供試体4カ所の結果を見て判断を行う。

計測結果を下表(表-2)に示す。

実施工と同様に供試体もブルーシート養生(σ28まで)を行っている影響もあり、一般養生、保水養生テープ、浸透型養生剤による養生結果(透気係数)は、平均でKT値=0.315から0.283の間に納まっており表-1の品質評価では一般的な透過性能となっている。

次にハイパーネット+保水養生テープの結果に

表-2 測定結果一覧

供試体名	測定場所	透気係数(KT値)	含水比	品質評価
一般養生	①	0.12	5.20%	○ 普通
	②	0.33		○ 普通
	③	0.56		○ 普通
	④	0.25		○ 普通
	平均値	0.315		-
保水養生テープ	①	0.12	5.40%	○ 普通
	②	0.5		○ 普通
	③	0.25		○ 普通
	④	0.33		○ 普通
	平均値	0.300		-
ハイパーネット + 保水養生テープ	①	0.052	5.40%	○ 良い
	②	0.12		○ 普通
	③	0.093		○ 良い
	④	0.13		○ 普通
	平均値	0.099		-
浸透型養生材(側面)	①	0.35	5.20%	○ 普通
	②	0.48		○ 普通
	③	0.15		○ 普通
	④	0.15		○ 普通
	平均値	0.283		-
被膜養生材(天端)	①(一般養生)	0.0032	5.20%	◎ 非常に良い
	②(一般養生)	0.0062		◎ 非常に良い
	③(一般養生)	0.018		○ 良い
	④(被膜養生)	0.084		○ 良い

ついて、まずハイパーネットはコンクリートの内部拘束に起因するひび割れや、乾燥収縮等によるコンクリート表面より発生するひび割れに対して有効であるとされているため、その効果に期待して利用する。結果一覧の①と③の値はそのハイパーネットに平行した面であり、そのKT値は、0.05と0.09となっている。②④の値と比較すると僅かではあるが優れた値となった。明確な根拠を示す事は目的がそれではないのでできないが、ハイパーネットの収縮抵抗がコンクリート表面に作用し密度を保っていると考察する。何れにせよ、KT値の平均は、0.1を下回っており、透過しにくいという評価になっている。

被膜養生剤を用いた養生(供試体の天端面)では、一般養生(湿潤)が3供試体と被膜養生剤が1供試体での比較となるため、参考値となるが共にKT値=0.1未満となっており、透過しにくいという評価であり、特に湿潤養生では非常に透過しにくい結果となった。

3.4 現場養生方法の採用と結果

前項の結果から、透気係数(KT値)の平均値が最小であるものを採用し、本施工時の養生方法をハイパーネット+保水養生テープに決定する。打継目処理後の養生は、基本的に一般養生とし、常時湿潤状態となるようタイマー式の簡易散水設備を設けている。天端面においては長期的な養生効果を得るため被膜養生を行う。

前述したが、コンクリート構造物の密実性や緻密性は養生効果だけでは得られないため、コンクリート打設時の締固めや所定のかぶり厚確保など適正な施工が成された上での付加的な対策(追加養生)であることを再度申し上げておく。

本施工時の現場透気試験(図-5)はRC橋脚工の柱部で4カ所、供試体確認時と同じ材令(30日)で行った。材令28日経過後、試験箇所の保水養生テープを角30cm程度に切り取り、直後は保水効果を保っており表面含水比が高め(5.5%以上)であるため2日程度乾燥させた後、透気試験



図-5 透気試験（本施工時）

を行う。

本施工時の透気試験結果は以下の通り（表-3）となり検討時の供試体と比較すると、より良好な結果となった。これは比較する部材の厚さによる保水性の違い、施工方法（良好な転圧）、また供試体の作成から試験は7月から8月、本施工は9月に打設し10月に試験を行っており平均外気温がコンクリート養生に有利に働いたと考察される。

以上のことから、一般養生の緻密性よりも優れた結果となり、コンクリート構造物の初期の耐久性向上としては評価できるものとする。

表-3 測定結果（本施工時）

試験箇所	測定場所	透気係数 (KT値)	含水比	品質評価
RC橋脚工 (P15・柱部)	起点側	0.0046	4.3	◎ 非常に良い
	左側	0.012	4.8	○ 良い
	終点側	0.014	4.7	○ 良い
	右側	0.001	4.4	◎ 非常に良い
	平均値	0.008	-	◎ 非常に良い

4. おわりに

コンクリートひび割れ抑制対策としてのコンクリート養生や材料、施工方法については、さまざまな文献や実例を基に現場で工夫など行っているが「コンクリート表層の緻密性」に着目し養生方法の検討から透気試験を行ったのは今回が初めて

である。その緻密性をより向上させるため、本文中で述べたような対策を行っているが、一般的なコンクリートの透気係数の値は1.0未満であり、そこを目標とした場合、表-2の一般養生の測定結果を見てもKT値は0.12から0.56の範囲であることや、供試体との材令が異なるため参考値であるが、本施工の際に興味本位で測定した通常養生面（フーチング部）での結果は、KT値=0.019から0.48の範囲であった。このことから適切な施工を行い適切な養生を行えば、一般的な透気係数を下回る（1未満にする）のはそう難しくはないと考えている。

コンクリート構造物が十分な耐久性を発揮するために必要な、初期品質としての表層コンクリートの緻密性は明らかになっていない。共用後はその構造物の使用環境等から受ける影響が大きいとされているからである。しかし環境作用の影響を受けたとしても十分な耐久性を発揮させるには、現状、ひび割れ抑制対策とコンクリート表層の緻密性の初期値をより向上させることが努めだと思っている。

最後に、現場透気試験は外注して行った事は何度かあるが、これは単純に、特に対策を行っていない通常施工の供試体と、ある対策を施した供試体の2パターンのみで結果を比較する程度であった。今回初めて本施工前に養生パターンの検証を行い、施工現場で直接的に「見える効果（数値）」として確認し自信をもって本施工に採用できた事に意義を感じる。

これまで感覚や経験、またメーカー仕様の数値に頼ってきた事を、現場で数値として見える化できたことは、土木技術者として有意義に感じ事が出来たので、今後のさらなる技術力向上に繋げていきたいと思う。

御船川橋方杖部の架設管理について

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

現場代理人 監理技術者

上 歳 生[○] 木 原 亨

1. はじめに

本工事路線は九州縦貫自動車道（熊本県-嘉島JCT）と東九州自動車道（宮崎県-延岡JCT）を結ぶ九州横断自動車道延岡線（全長95km）で、本工事は熊本県側嘉島～山都間（23km）のなかで緑川水系御船川を跨ぐ橋長117mの鋼方杖ラーメン橋（図-1）の製作・架設工事である。現場は河床から計画路面高までの高低差が約40mあり、また各橋脚まで急峻な地形となっており、架設工法は桁下空間の地形・橋梁形式・施工性を考慮し、ケーブルクレーンエレクション吊り工法が採用された。

工事概要

(1) 工 事 名：九州横断道（嘉島～山都）

御船川橋上部工工事

(2) 発 注 者：国土交通省 九州地方整備局

(3) 工事場所：熊本県上益城郡金内地内

(4) 工 期：平成29年1月13日～

平成30年10月31日

2. 現場における問題点

本橋梁の架設は、①中央径間方杖部（ π 形部）の架設、②側径間の架設の順（図-2、3）に行った。方杖両脚部架設後の閉合部の出来形管理が重要となった。方杖部（ π 形部）両橋脚部ヒンジ支承間の位置・高さ・スパンが最も重要となり、支承アンカーボルトはフレーム構造となっているため、橋脚コンクリート打設後の調整が不可能であることからアンカーフレームの据付精度を確保

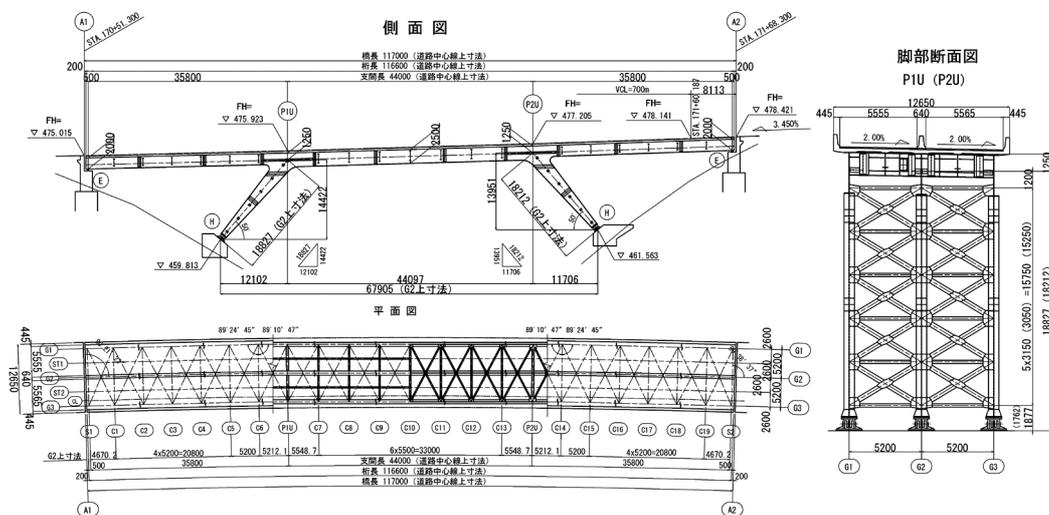


図-1 橋梁一般図

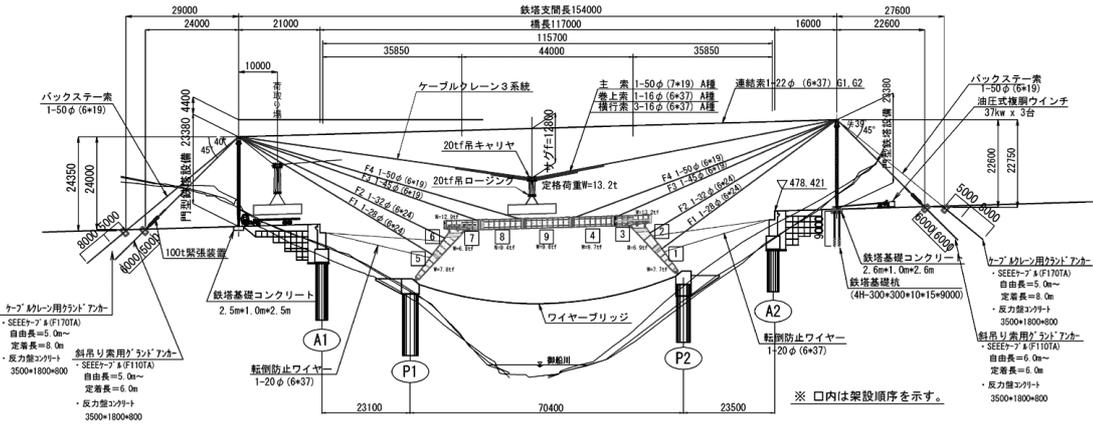


図-2 架設計画図 (その1)

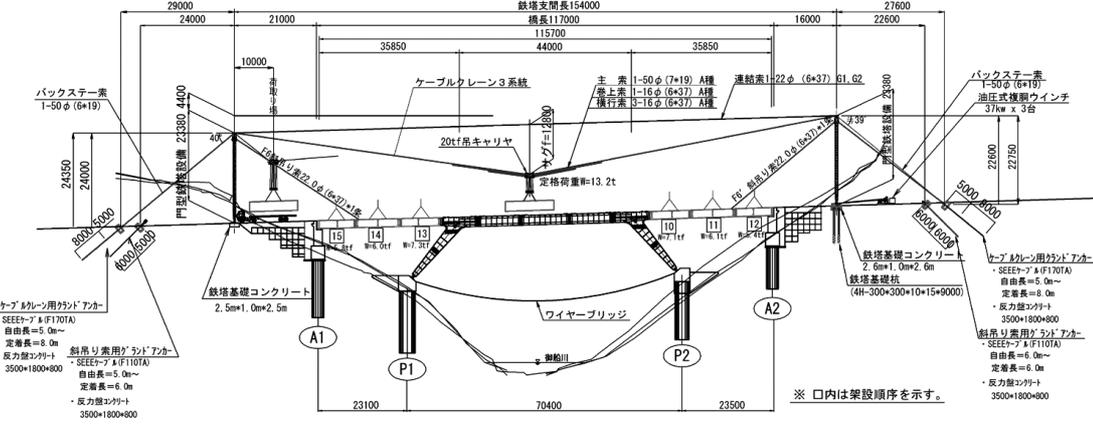


図-3 架設計画図 (その2)

することが問題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

一般的には工場ヤードの問題より橋脚と主桁を分割して仮組立を行うが、今回はヤードを調整し脚・桁一体での逆さ組立を行い製作精度の向上を図った。現場で最も重要となる脚支点間隔については入念に計測・調整を行った。また、仮組時の実測データを用いて現場の施工管理値の設定を行

った。(図-4)

支承アンカーフレームの据付作業は、平面位置、高さ、スパンを仮組立実測寸法に対して±0を目標に調整を行った。アンカーボルトを直接計測することが困難であったため、フレームの製作誤差を考慮し、テンプレート上に基準墨を設置し管理した。(図-5)

各調整完了後、橋脚コンクリート打設時の移動を防止するため振れ止め設備を設置した。支承压据付



図-4 仮組立状況



図-5 支承アンカーフレーム据付状況

作業もアンカーフレームと同様の調整を行い、平面位置、高さ、スパンともに±5mm以内に収めた。

中央径間方杖部（ π 形部）の架設は、橋脚部から中央に向けて順に行い、対岸側も同様に架設し、最後に中央閉合桁の架設を行った。（図-6）

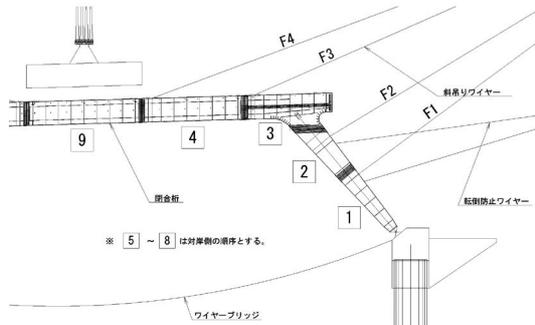


図-6 架設順序図

閉合桁の架設作業は落とし込み時のクリアランスを確保するため、斜吊りワイヤーを設置した後に両側仕口高さの調整を行い、仕口間の距離を閉合部材長+約30mmになるように管理した。また、斜吊りワイヤーF4の位置で設計値+20mm程度の高さになるよう調整を行った。（図-7）調整について、橋脚部の支承はヒンジ構造であるため、斜吊りワイヤーにより比較的容易に調整・管理が

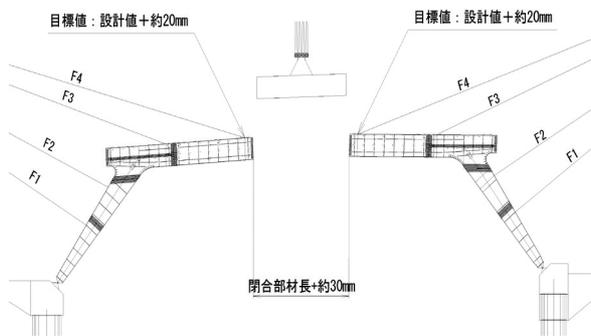


図-7 閉合部材架設管理図



図-8 斜吊り調整状況

出来たため実測値と比較しても±5mmの精度で収まった。（図-8）

調整には定着金具と吊りワイヤーの間に緊張装置（100t用）を設置して行った。また架設前に、各仕口の上下フランジの間隔をスチールテープにて計測し、閉合部材が問題なく収まることを確認した。

結果、閉合部材の架設作業において、主桁3ブロックともに大きな調整もなくスムーズに架設完了することができた。（図-9）

架設完了後の架設キャンバーや主桁の通り、橋長・支間長等の出来形は規格値の50%に収まり、精度について問題なく完了することができた。（図-10）

桁架設完了までの期間に橋梁桁変位自動計測システムを活用して桁変位の連続監視を行い、パソコン等の端末でリアルタイムに把握できるようにした。異常時に迅速な対処を行えるようになり、突風や地震等による桁の転倒や落下を防止した。

また、当現場は山間の河川上であり、風雨の気象条件が厳しい場所あった。台風や異常低気圧による強風等での災害を防止するため、携帯・事務所パソコンで計測値が閲覧できる気象データ計測



図-9 閉合ブロック架設状況



図-10 閉合ブロック架設完了状況

機を設置しリアルタイムでデータを収集し、現場状況の把握に努めた。主桁が閉合するまでは対岸へのアクセスは車両で地元道を使うしかなかった。地元周辺環境へ配慮するとともに作業効率をあげるために中央径間ある御船川上にワイヤーブリッジ足場を設置し作業員の往来を可能にすることで施工環境の改善を図った。橋台から橋脚にアプローチするための急勾配斜面にアルミ合金製法面昇降階段を設置した。

ケーブル設備のグランドアンカー材について、当初はアンカーランクBのKTB式で設計されていたが、常に繰り返し荷重が作用することや土中の高腐食条件を勘案し、より防食・防錆機能を有し安全面で有利なアンカーランクAのSEEE式アンカー材に変更した。結果、施工終了までアンカーの変状は全く見られなかった。

また、ケーブルクレーン架設工法では、クレーンのキャリアが主桁直上に張り渡されたメインケーブルの上を動くため主桁外側への荷上げ作業は困難であった。主桁外側作業のために仮設備を工夫しH鋼でキャリア外側へ張出した吊冶具を組立て朝顔パネルの設置作業を行った。

また、朝顔はあらかじめ地上で骨組・落下物防止ネットまで組立を行ってパネル化し、ケーブルクレーンで設置箇所まで運搬して設置することで、高所での足場組立作業を少なくし、墜落・転落災害に対するリスクを低減し作業環境の改善に努めた。

また、鉄塔支柱添接足場もあらかじめ地上で骨組・落下防止ネットまで組立を行いクレーンで鉄塔にかぶせて固定することで高所での足場組立作業を少なくした。

A2側の鉄塔基礎は下部工埋戻し土範囲であったため杭基礎を打設した上にコンクリート基礎を配置する構造となっている。当初は無筋コンクリートで設計されていたが基礎を配置する構造となっている。当初は無筋コンクリートで設計されていたが基礎部分に曲げモーメントが発生するため応力度の照査を行い鉄筋を配置した。結果とし

て、桁架設作業中適宜コンクリート基礎の形状観測を行った際、ひび割れや沈下は見られなかった。

P2橋脚右側地山が急勾配で、降雨時には勢いある雨水が流れ橋脚背面埋戻し土が洗掘され流出するおそれがあったため、翼壁内側にセメント改良土入りの対候性大型土嚢を配置し背面土の流出防止対策を行った。架設完了までの期間中、大雨などの荒天後も背面土の流出は見られていない。

4. おわりに

本橋梁は、鋼方杖ラーメン橋・ケーブルクレーンエレクション斜吊り工法という数少ない構造・架設工法であったが、方杖部分(π形部)の架設作業、その後の側径間の架設作業も問題なく完了することができた。

現場沿道住民全戸に対して、着工前と桁搬入前に”工事のお知らせチラシ”をお渡しして工事への理解を頂き、適時なにかご意見・ご要望がないかも聞いてまわり、「工事現場を見てみたい」との意見を頂いたため近隣住民対象の見学会を開催するなど地域住民とのコミュニケーション作りに努めた。

近隣住民を対象とした現場見学会を開催し、掲示パネルによる工事概要・工事の流れの説明、ドローンによる空中からの現場説明、現場内工事風景の見学、質疑応答を行い最終的に金内地区からの感謝状を頂き地域住民との良好なコミュニケーションが築けた。

架設工法がケーブルクレーン斜吊り工法であり、統計的には架設全体の5%しかない珍しい工法であったためか、多くの見学・視察があり現場説明・案内の対応を行った。

また工事において、発注者様の御指導ならびに工事関係者の協力により効率よく作業を進めることができた。工期内に無事故・無災害で完工することができた。

最後に、熊本河川国道事務所(益城監督官詰所)の関係各位に適切な助言、ご協力を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

インターチェンジ工事における函渠構造物と ICT 土工の施工について

株式会社 森組
所長

野 中 哲 夫

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：洋野 IC 道路改良工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 東北地方整備局
- (3) 工事場所：岩手県九戸郡洋野町種市第25地割
- (4) 工 期：平成29年12月4日～
平成31年1月16日

(5) 主な施工内容

道路土工	掘削（土砂）	7,900m ³
	路体盛土	100,210m ³
	土砂等運搬（土砂）	111,000m ³
	法面整形（切土・盛土）	8,920m ²
地盤改良工	自走式土質改良工	17,900m ³
函渠工	場所打函渠(7,900×6,100)	1基

2. 現場における問題点

課題1. 現場打ち函渠工の品質確保

工事箇所の洋野町は、積雪量が約60cmと多く積雪寒冷地域であり、下記のような問題点が懸念された。

- ・凍結抑制剤散布による塩分の影響を受ける地域である。
- ・凍結抑制剤に由来するアルカリシリカ反応が発生する可能性が高い。
- ・コンクリート中水分の凍結融解の繰り返しによる凍害が発生する可能性が高い。
- ・塩害・ASR・凍害による複合劣化

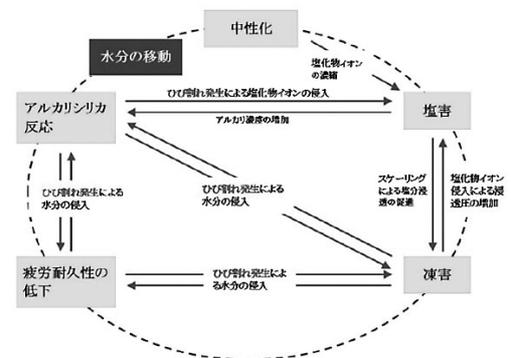


図-1 複合劣化相関図

図-1に示す通り、ひび割れ発生により各劣化要素が相乗的に高める傾向が確認できる。したがって、コンクリートの内部品質（強度に関わる品質）に加え、表面品質（耐久性に関わる品質）を確保することが課題であった。

課題2. ICT 施工による出来形精度の向上

本工事はインターチェンジ工事であり、ON・OFFランプでは曲線半径約50m～80mが計画されていた。出来形精度を確保する上で、下記のような問題点が懸念された。

- ・情報化施工での3次元設計データでは、通常20m毎の横断図を作成し各横断を繋げるが、20m毎では滑らかな曲線を表現できない事が推測された。
- ・路体盛土工での法肩部の転圧方法は、50cm程度の余盛を行い、転圧後に剥ぎ取り整形を行うが、マシンコントロール（MC）では半自動制御システムに抵触するため、システム切断による従来施工となることが予想された。

上記の問題点を踏まえ、出来形精度の向上及び施工の省力化、合理化が課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

対応策1. 現場打ち函渠工の品質確保

本工事での函渠構造物のひび割れ抑制について、下記の3項目をテーマにかかげ対策を検討した。

- (1) 施工に起因するひび割れの抑制(内部・表面)
- (2) 温度ひび割れの抑制(内部)
- (3) 乾燥収縮ひび割れの抑制(内部・表面)

各テーマに沿って、事前にコンクリート打設前検討会を実施し問題点を抽出、専門部署と連携のうへ、それぞれについて下記の対策を実施した。また、施工中は適時品質証明員による履行状況の確認を行った。

(1) 施工に起因するひび割れの抑制

①詳細な打設スケジュールを計画し、一層の打ち上がり速度を0.5m/時間とし、コンクリートの沈降ひび割れの抑制を図った。

②型枠目地からの漏水は砂すじ・ジャンカの原因となり、将来的に表面品質の低下の原因となる。内面に「コーキング処理」、外面には「3Mコンクリート型枠ジョイント止水テープ2237CR:NETIS TH-140011-VE」を使用した。

③打設班体制を編成し、役割分担を周知した。締固めバイブレータとしてより振動効率の高いスパイラルインナーバイブレータ(NETIS:KT-110054-VE)、壁かぶり部分の締固めとして棒バイブレータを採用した。(図-2)

ポンプ圧送工 4名(2台×2名)
打設作業員 24名(うち左官工4名)



図-2 打設状況

バイブレータ φ504本、φ404本
φ302本、壁用2台

④バイブレータの挿入間隔を50cm程度(図-2)とし、また先打ちコンクリートに10cm程度挿入することにより、コールドジョイントの発生を抑制した。

⑤バイブレータの挿入時間は、試験施工においてバイブレータ挿入後にコンクリート容積の減少が止まり、表面にペーストが平均的に浮上した時間とした。また、挿入時間(14秒)を作業員が確認できるように、電子メトロノーム(図-3)を拡声器にて作業箇所に流し周知した。



図-3 電子メトロノーム使用状況

(2) 温度ひび割れの抑制

函渠構造物のマスコンクリート施工において、セメント水和熱による温度応力が構造物に有害なひび割れを発生させる可能性を検討し、誘発目地(間隔3.5m)を設置する事とした。コンクリート表面の品質は、養生方法により大きく左右されるため、乾燥収縮ひび割れの抑制対策を別途検討した。

改善効果は、ひび割れ指数0.71(無対策)から1.12(誘発目地設置)へと向上した。(表-1)また、打設後の内部温度をデータロガーにて測定・監視し、事前解析との整合性・妥当性を確認した。(図-4)

表-1 温度応力解析結果

		計算結果一覧表						
		内部温度(°C)			ひび割れ指数			ひび割れ幅
		CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-1	CASE-2	CASE-3	
	目地なし	誘発目地 (@4.0m)	誘発目地 (@3.5m)	目地なし	誘発目地 (@4.0m)	誘発目地 (@3.5m)	誘発目地 (@3.5m)	
底版	部材中心	45.89	45.89	45.89	1.41	1.49	1.38	0.20
壁	壁下部中心	47.35	47.35	47.35	0.71	0.92	1.12	0.28
	壁上部中心	53.66	53.66	53.66	2.33	1.64	1.66	0.12
頂版	部材中心	44.30	44.30	44.30	5.33	20.00	20.00	

凡例 強調赤文字: 目標ひび割れ指数「1.00」を満足しない箇所

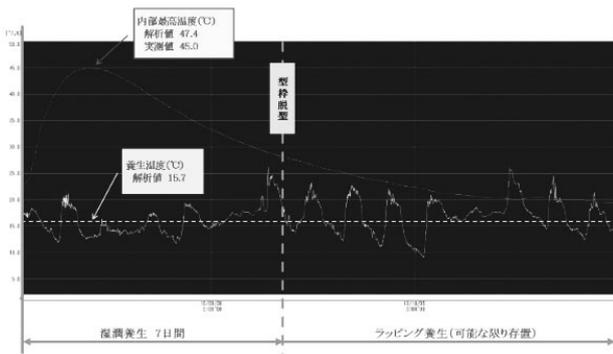


図-4 温度測定結果

(3) 乾燥収縮ひび割れの抑制

①養生時の風除け対策及び遮光対策を行った。

(図-5)

②スラブコンクリート打設後7日間の湿潤養生として湿潤効果の優れた湿潤・保温養生マット（アクアマット）を使用した。(図-6) また、型枠脱型後はコンクリート表面の乾燥を防止するため、ポリエチレンシートによるラッピング養生を行った。(図-7)



図-5 遮光養生状況



図-6 湿潤・保温養生マット



図-7 ラッピング養生

対応策2. ICT 施工士による出来高精度の向上
インターチェンジを施工する上で、平面・縦断

曲線を有する盛土法面の情報化施工による出来形精度・出来映えは、最大の課題事項である。また、情報化施工の基本である省力化・合理化を踏まえ、下記の3項目をテーマにかかげ対策を検討した。

- (1) 3次元設計データの作成方法
- (2) MC/MGバックホウの選定
- (3) 出来形精度向上

(1) 3次元設計データの作成方法

3次元データ作成には、「路線ファイル」と「TINファイル」の2種類の方法がある。道路土工では、「路線ファイル」を用いたデータ作成をすることが多い。線形に沿って横断形状をあてはめながら3次元の設計値を算出するもので、曲線部もなめらかに算出できる特徴がある。

本工事では、「路線ファイル」で作成したデータを合成し「TINファイル」を作成、さらに面形状を滑らかにするために作成間隔を約1.0mにし、精密な3次元データを作成した。(図-8) また、本線とランプとの接続部も詳細データにより精査し、精度向上を図った。

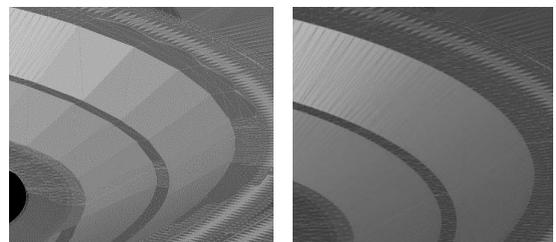


図-8 3次元データファイル

(2) MC/MGバックホウの選定

情報化施工による省力化・合理化を選定する上では、マシンコントロール (MC) の方が、半自動制御システムによりオペレータの技量に左右されることがなく合理的である。ただし盛土法肩部の余盛転圧及び剥ぎ取りには、半自動システムを一時的に切断する必要がある。曲線半径の小さい箇所では波打つなど出来形への影響が懸念される。本工事ではマシンガイダンス (MG) を採用し、熟練したオペレータによる施工とした。

(3) 出来形精度向上

出来形精度の向上を図るため、日常的に任意点

での盛土法面施工箇所の出来形測量を行い、計画値±30mm（社内規格値：計画値±40mm）を超えた場合は修正整形を行った。小段排水については、二次製品長さが2.0mのため、曲線部は1本毎（2.0m間隔）で丁張を設置し、施工後再確認を行った。

出来形測量については、3次元データをポリライン化し面的に任意箇所での設計値との比較（高低差）が容易に行える自動追尾トータルステーション（ロードランナー：NETIS OG-110031-VR）を使用した。

4. おわりに

寒冷地における現場打ち函渠工の施工及びインターチェンジ工事に於ける盛土施工（ICT）は、品質・出来形精度の向上に対して多数の課題があった。それに対し、事前に検討会を実施し問題点を抽出、専門部署と連携処置を講じることで、現

場打ち函渠の品質確保も満足できたと考える。品質評価については、目視評価判定結果（図-9）および表層透気試験結果（図-10、11）を添付する。結果も非常に良好であり、発注者からも高評であった。（図-12）

また、ICT 施工による出来形精度も良好に進捗しており、施工の省力化・合理化に繋がっている。工事完成まで現体制を継続する所存である。（図-13）



表層透気試験（トレント法）の計測結果に基づく品質（評価）のグレーディング

表層透気係数	優	良	一般	劣	極劣
kT (×10 ⁻¹⁶ m ²)	0.001~0.01	0.01~0.1	0.1~1	1~10	10~100

図-11 表層透気試験結果

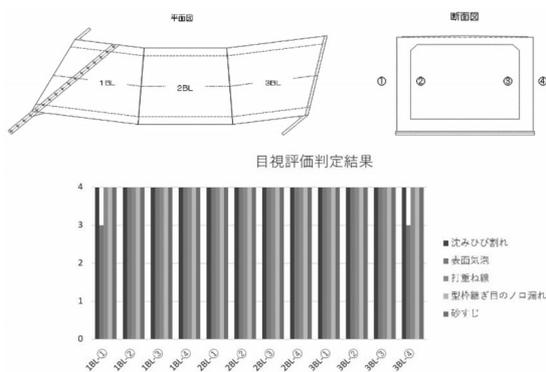


図-9 目視評価結果

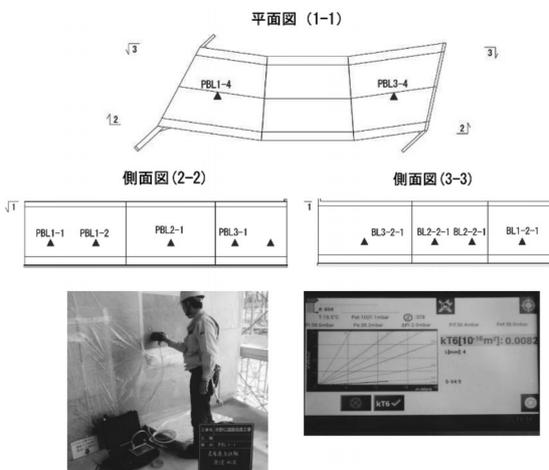


図-10 表層透気試験状況

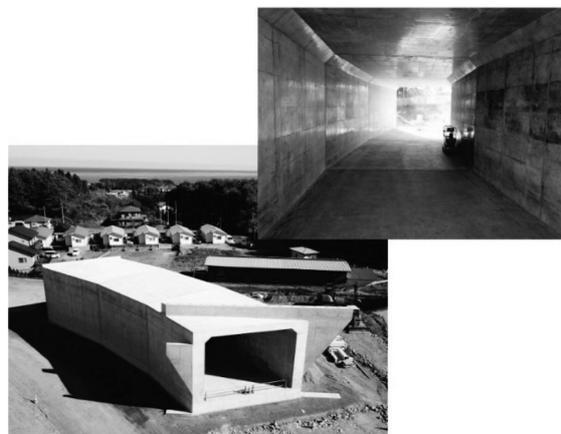


図-12 現場打ち函渠完成全景（内部状況）



図-13 洋野 IC 現況写真（2018年1月）

金溪川橋の施工

～送り出し架設時の更なる安全対策の取組み～

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

工事部東京工事課工事長

白崎 吉彦[○]

工事部工務課課長

加納 晋至

工事部東京工事課主任

小川 喜和

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：新名神高速道路
金溪川橋（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（四日市工事事務所）
- (3) 工事場所：三重県三重郡菰野町大字菰野
- (4) 工期：平成27年6月25日～
平成30年5月8日

本工事は現在建設中の新名神高速道路（高速自動車国道 近畿自動車道名古屋神戸線）における、三重県三重郡菰野町での金溪川橋（暫定上り線：鋼2径間連続合成少数鈹桁橋L=119.0m、下り線：鋼単純合成細幅箱桁橋L=78.5m）の架設、床版、橋面工および橋梁付属物工の施工を行うものである。

本橋架設地点の交差条件として二級河川金溪川および、付近住民の生活道路である町道山田水沢線があり、架設する橋桁下へのベント等仮設備の設置および橋桁架設用の大型重機の進入が困難であったため、起点側A1橋台背面を地組ヤードとした昼間作業による「手延べ式送り出し工法」にて架設を行うものとした。

平成28年春に相次いで発生した鋼製橋梁架設工事における橋桁の落下事故、ベントの転倒・倒壊事故を機に仮設構造物の安全対策や、据付前の

橋桁の落下防止対策を中心に見直しや更なる対策の向上を図る必要性があり、特に市街地や、道路または鉄道との交差・近接での仮設構造物に関連する事故は、第三者を含めた重大災害につながる恐れがあるため、「更なる安全対策」の向上を図るよう社会的に求められている。本工事では、供用中の付近住民の生活道路である町道山田水沢線に近接および交差・上空での橋桁架設となるため、「更なる安全対策」を立案、実施した。以降に、送り出し架設時に実施した「更なる安全対策」の立案についての問題点と実施状況および、その結果について報告する。

2. 現場における問題点

「更なる安全対策の立案」

付近住民の生活道路である供用中の町道山田水沢線の近接および交差・上空での橋桁架設となるため、第三者への影響や事故防止を考慮した、施工時の主な問題点（確認事項）は以下の通りであった。

- ①仮設構造物の施工時の転倒防止措置
 - ・橋台橋脚上設備の転倒に対するフェールセーフ対策（二段構えの対策）の実施を行うこと。
- ②仮設構造物の施工時の計測システムの運用
 - ・橋台上設備の変位を常時監視するシステムの構築を行うこと。（計測項目は傾斜とする。）
- ③送り出し施工時の逸走防止措置

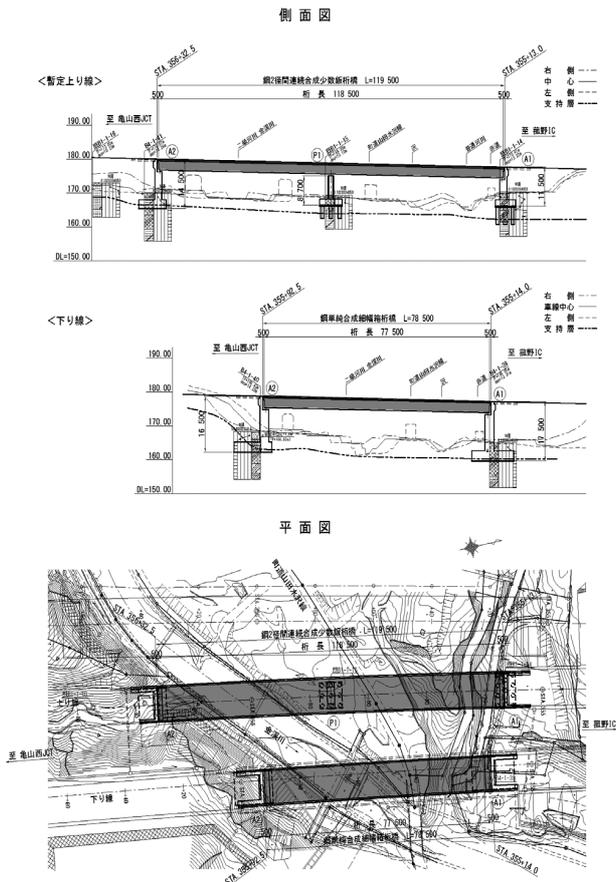


図-1 橋梁一般図

- ・ 送り出し作業における通常のおしめ設備（後方車部の軌条を掴むクランプジャッキ）以外の送り出し桁の更なる逸走防止を図ること。
 - ④交通規制解除時の橋桁の橋脚橋台の固定方法の確立
 - ・ 交通解放時の送り出し桁を確実に固定し落下防止を行うこと。
 - ⑤送り出し作業時の各ジャッキの反力の管理
 - ・ 油圧ジャッキを用いた全受け点反力値の一括集中管理を行い、送り出し架設時の過大な変形・荷重集中を防止・是正すること。
- 以上、5つの項目を「更なる安全対策」として立案した。

3. 工夫・改善点と適用結果

送り出し架設および送り出し後の桁降下作業中は生活道路である町道山田水沢線は通行止め規制を行い、架設作業を行わない時は交通解放するも



図-2 下り線 送り出し架設状況

のとした。仮設備の設計条件は、「鋼構造架設設計施工指針（土木学会）」に基づくほか、更なる安全の確保を目的に、転倒安全率を1.2→1.3とし約8%の余裕を確保、地震荷重をL1地震対応とし1/2を行わず2倍の余裕を確保するものとした。

以下に実施状況を示す。

①仮設備構造物の施工時の転倒防止措置

高さ約4mの橋台橋脚上設備において、下記に示す2系統の安定部材設置を実施することで、設備の転倒に対する冗長性の確保、フェールセーフ対策を実施した。

- ・ 橋台落橋防止孔を利用し、橋台上設備と橋台を直接φ22mmのワイヤーロープでつなぎ、更なる転倒防止を図った（1設備に対して2本以上のワイヤーロープを設置する）。これにより、転倒に対する水平耐力が約480kN増加した。

（図-3）



図-3 ワイヤーロープによる設備の固定

- ・ 橋台橋脚上設備の基部に通常設置する転倒防止アンカーとは別に、水平力作用位置にパラペット前面と設備を連結する転倒防止アンカー（M20ホークカットアンカー）を14本以上設置し設

備基部に作用する転倒モーメントを低減させる。これにより、転倒に対する水平耐力が約990 kN増加した。(図-4)



図-4 転倒防止アンカーによる設備の固定

通常の仮設構造物の転倒対策の他に上記2項目を実施することで、地震時水平力に対して約38%増の余裕ができた。通常の転倒防止対策に加え、仮設構造物を二段構えで物理的に制約することで転倒リスクを低減することができた。

②仮設構造物の施工時の計測システムの運用

・橋台橋脚上設備の傾斜や転倒を常時監視するため傾斜センサーを用いた傾斜計測システムを橋台上設備頂部の橋軸直角方向の梁上に設置し管理した。計測データは10分毎に記録され、パソコン・タブレット・スマートフォンから閲覧可能なもので、管理基準値($H/200 = 0.286^\circ$ 、 H ：設備高さ)を超過した場合は、職員のスマートフォンに警報メールが送信されるものとし、異常が発生した場合は現地での職員による確認・点検が直ちにできる体制を構築することができた。(図-5、6)

③送り出し施工時の逸走防止措置

・桁本体の逸走防止機能を常時確保するために、通常のおしみ設備(後方台車部の軌条を掴むクランプジャッキ)とは別に、更なる安全対策として送り出し桁と送り出シヤードのカウンターウェイトをワイヤーで連結した逸走防止装置を構築し、二重の逸走防止対策とした。(図-7)

④交通規制解除時の橋桁の橋脚橋台の固定方法

・交通解放時は、架設途中の桁の落下による第三者災害防止のために、橋桁架設用吊金具と各橋

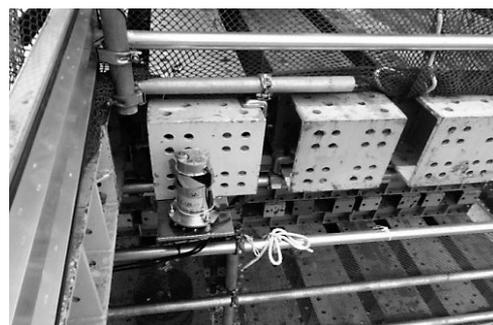


図-5 仮設備に設置された傾斜計

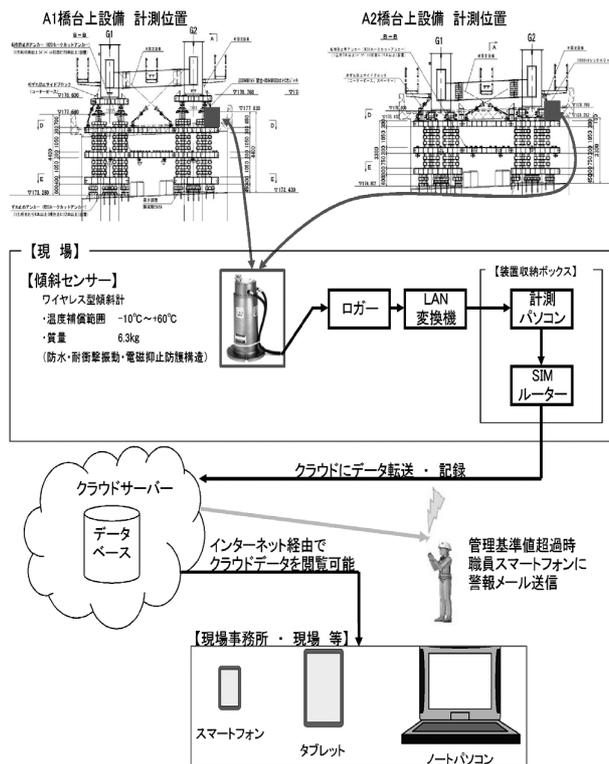


図-6 計測システム概要図



図-7 送り出シヤード後方の逸走防止装置

台橋脚上設備の梁材上に設置した10 t ~ 20 t 耐力アンカー金具とレバースタック (6 t 耐力) + $\phi 22\text{mm}$ ワイヤロープ (ループ使用) + シヤ

ックル RS16で確実に固定した。確実な桁固定を実施することで無事に交通解放することができた。(図-8)



図-8 橋台での桁固定状況

⑤送り出し作業時の各ジャッキの反力の管理
 ・ 送出し時は、各ジャッキの反力値の一括集中管理を実施し、事前の許容値の把握および、施工時の計測・管理により、架設時の過大な変形・荷重集中を防止・是正し、架設時の安全性の向上を行った。全受け点の油圧ジャッキの反力をパソコンにてモニタリングできるようにし、許容値との対比と是正を即座に行った。よって、安全な送り出し作業を実施でき、送り出し桁の変形を防ぐことができた。(図-9、10)

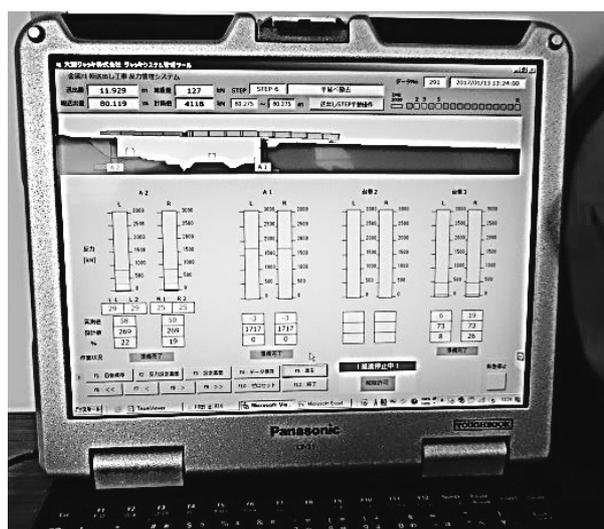


図-9 パソコンによる送り出し反力集中管理

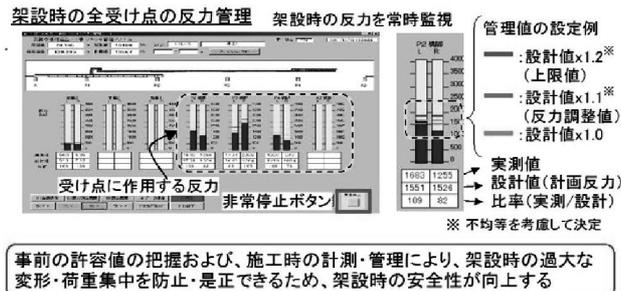


図-10 各ジャッキの反力の確認 概念図



図-11 完成した金溪川橋

4. おわりに

以上の「更なる安全対策」を立案・実施し、下り線の送り出し架設は2017年1月上旬より開始し、同年2月上旬に桁降下まで無事完了した。暫定上り線の送り出し架設は2017年5月上旬に第1回送り出し架設を開始、第2回送り出し架設を同年7月上旬に開始し、同年7月末に桁降下まで無事完了した。その後、それぞれ現場塗装、床版工、橋梁付属物工を経て、2018年5月上旬に無事故・無災害で無事竣工を迎えた。送り出し架設時にカザフスタンからの技術者の見学会を実施し、海外交流と技術者育成に積極的に取り組んだ。

本論文が今後同様な更なる安全対策を伴う架設計画の一助となれば幸いである。

最後に、本工事施工にあたり、東日本高速道路株式会社 名古屋支社、四日市工事事務所ならびに地域の皆様、協力業者の皆様など、関係者の方々には多大なるご指導、ご協力を頂いた。

ここに厚く御礼申し上げます。

見えない危険から作業員を守る取り組み

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社

課長補佐

西澤成範[○] 小林信敬

1. はじめに

本工事の施工箇所である、葛葉地区は平成7年の梅雨前線豪雨による姫川の増水時に、斜面直下で溪岸侵食を受けた。そこで、姫川への土砂流出を抑制するため、山腹斜面工事を進める事により、斜面の安定化を図ることを目的としている。

葛葉下流地域はブロック毎に対策工法が検討されているが、今回施工する箇所は、施工面積が約3600m²、法長も150m近くある長大法面が対象となる。(図-1)



図-1 作業業況

工事概要

- (1) 工事名：葛葉下流山腹工その13工事
- (2) 発注者：国土交通省北陸地方整備局
松本砂防事務所
- (3) 工事場所：新潟県糸魚川市大所地先
- (4) 工期：平成30年3月27日～
平成30年12月14日
- (5) 主な工事内容

高強度ネット張工	A=39m ²
密着型安定ネット工	A=818m ²
ロープ伏工	A=1610m ²
吹付工吹付厚5cm	A=2165m ²
吹付厚10cm	A=1057m ²
法枠工	A=130m ²
既設法枠補修工	N=1式

本工事は、急峻な長大斜面での法面施工となるため、法面からの墜落転落災害のリスクは明らかであった。

これらの『見える危険』に加えて、粉塵の舞う作業環境や、振動工具の使用など、現在は健康な状態であっても将来的に体に危険をもたらす、健康障害の発症するリスクなど目視することが出来ない『見えない危険』と併せ、施工箇所の死角からの落石など、現場状況により認識しづらい『見えない危険』もあった。

我々管理者は、『見える危険』から作業員の安全の確保をすることは元より、健康障害と死角という2つの意味での『見えない危険』に対しても検討及び対策が求められた。

2. 現場における問題点

①粉塵対策

本工事のモルタル吹付作業では、セメントや補強繊維を投入、攪拌する時に粉塵が飛散する為、目の損傷や呼吸器障害のおそれがある。障害発症時には、視力低下や、動悸により日常生活に支障をきたすおそれがある。

そこで、保護メガネや防塵マスク等の保護具着用の上での作業に加えて、作業環境を改善し、安全性を高める方法がないかと考え検討した。

②振動対策

密着型安定ネット工、ロープ伏工のアンカー削孔作業では、人力で削岩機を使用する必要がある。削岩機等の振動工具は、振動障害発症の危険性から1日当たりの作業時間が制限されている。振動障害が発症した場合には、指のしびれや感覚麻痺、握力低下等の症状が現れ、現場作業のみならず、日常生活においても支障をきたすおそれがある。

そこで、振動障害の発症リスクを低減させるため、予防処置と施工方法について検討した。

③落石対策

本工事の施工範囲には、斜面中腹から吹付作業を行う箇所があり、斜面上部の未対策箇所から落石が起こる可能性があった。そして、斜面上部は草木が繁茂しており、『見えない危険』もあった。

それらを踏まえて、落石の発生を想定した、現地条件に合わせた落石対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①粉塵対策

吹付プラント作業における粉塵障害の発症リスクを低減させるため、以下の取り組みを行った。

イ) 粉塵作業における保護具着用意識の向上

作業員各人にもセメント類を取り扱う粉塵障害のリスクを理解し、保護具の着用を常日頃から意識してもらおうと考えた。(図-2)



図-2 保護具着用状況

労働安全衛生法改正により、セメント類が含まれる特定化学物質の取扱いにおいて、リスクアセスメントの実施が義務付けられた。管理者として、作業員に対してリスクアセスメント実施を指導していたが、化学物質の取扱いについて、危険性の認識が低い作業員も中には見られた。そこで、安全教育等で事例の紹介などを行い、作業に潜む危険性を認識してもらえるように指導した。

ロ) 粉塵作業エリアの明示

吹付プラントヤードには、粉塵作業エリアであることを明示した。掲示物とカラーコーン等でエリア分けをすることで、誰が見ても他の作業とは区別されたエリアであると判るようにした。このような工夫により、新規で作業に携わる作業員にも危険性を意識してもらえるようにした。(図-3)



図-3 粉塵作業エリアの明示

ハ) 飛散養生と排気ダクト設置

吹付プラント作業の中で最も粉塵が飛散する瞬間は、攪拌ミキサーにセメントを投入する瞬間である。そこで、攪拌ミキサーの周りを防塵シートで囲い、投入口以外の3辺からの粉塵飛散を防いだ。(図-4)

また、材料の投入口には、井戸内作業に用いられる送風機の吸引側のダクトを設置した。そうすることにより、材料投入口から飛散する粉塵を吸引し、送風側のダクトの先につけてある集塵袋に集塵した。(図-5)



図-4 攪拌部の防塵シート養生



図-5 粉塵養生部の排気ダクト設置

(適用結果)

セメント類が含まれる特定化学物質を取り扱う作業リスクについて理解が不十分な作業員がいたが、安全教育を通して現場作業での安全意識向上が見られて、非常に効果的であった。また、通常作業エリアと粉塵作業エリアを区別することにより、注意喚起とあわせて、作業員各人の粉塵作業環境化に対する安全意識が向上したと感じた。

そして、送風機による集塵では、吹付プラント

ヤードの粉塵の飛散量が大幅に減少し、健康被害の要因を除去することにより作業環境の改善に繋がった。

② 振動対策

イ) 保護具の配布

安全教育での振動工具取り扱いに関するリスク説明と共に、手に伝わる振動が軽減される『防振手袋』を配布した。(図-6)



図-6 防振手袋 着用状況

ロ) 削岩機用ガイドレールの使用

密着型安定ネット工、ロープ伏工のアンカーの削孔作業をするにあたって、削岩機用のガイドレールを自作して活用した。削岩機用のガイドレールとは、削岩機を手で握らなくても固定できるように単管で加工した器具で、法面にアンカーピンやロープ等で控えを取り固定する。削岩機を取り付けた固定台を、ガイドレール中間部の手巻きウィンチにて巻き上げ、巻き下げることにより、削孔、引き抜きが出来る装置である。(図-7)

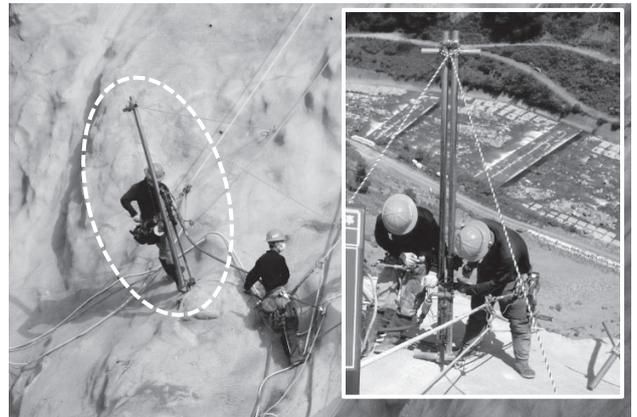


図-7 削岩機用ガイドレールを使用した削孔業況 (適用結果)

ガイドレールの使用により、作業員が直接削岩機を持つ時間を抑えつつ、削孔作業が出来るため

振動対策に繋がった。削岩機用ガイドレールは、機械セットに時間がかかるものの、土質条件が悪く、削孔が困難な箇所では、人力による削孔、引き抜き作業をより少ない労力かつ短時間で作業ができ、施工能率も向上した。

また、振動工具取り扱いのリスクについて理解が不十分な作業員もいたので、今後の安全項目として更に周知していく必要性を感じた。

③ 落石対策

落石対策の検討では、落下経路や落石エネルギー等の挙動を、把握することが重要である。

そこで UAV による写真測量を元にして落石対策の検討を行った。写真測量から3次元データを作成し、検討断面の横断図を作成し、条件設定や落石エネルギー計算をした。本工事では、計算結果を元に、条件にあった落石エネルギーを吸収できる落石防護柵を選定し設置した。(図-8)

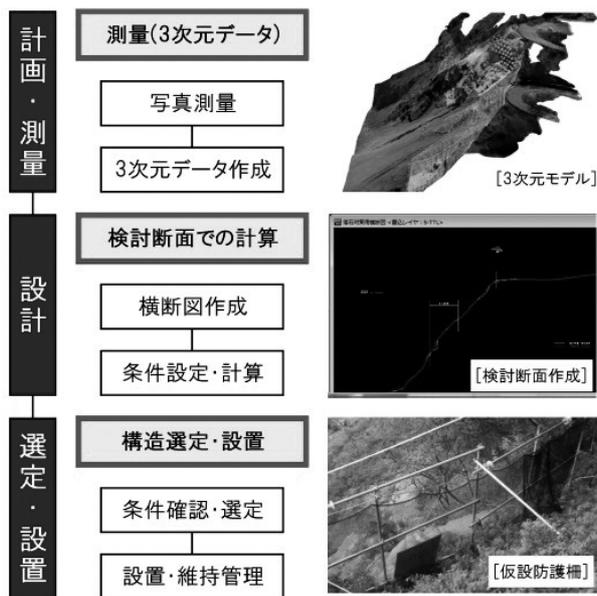


図-8 仮設落石防護柵 検討作業の流れ

(適用結果)

施工中には、落石防護ネットに約50cmの岩塊が捕捉されており、検討背景の妥当性と有効性が実証され、落石による事故もなく無事に施工を完了した。(図-9)

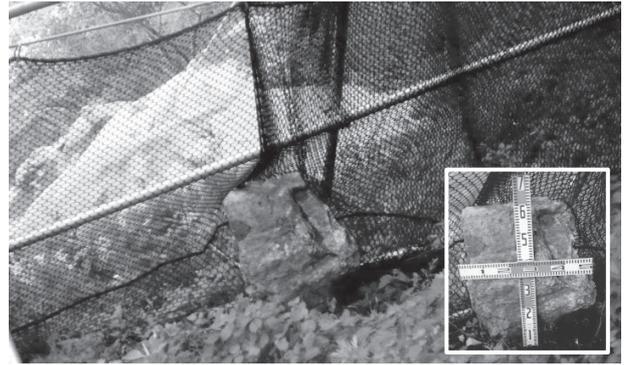


図-9 落石捕捉状況

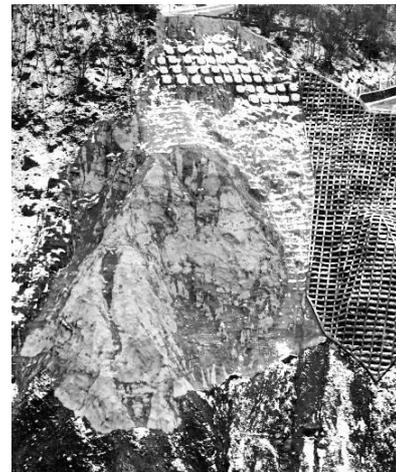


図-10 現場全景 (完成時)

4. 終わりに

本工事では、作業環境により、気づかないうちに発症するおそれのある健康障害と、現場状況により認識しづらい死角に潜む危険性、2つの意味での『見えない危険』をいかにして取り除くかを念頭に置き、作業環境の改善に努めた。

しかし現場には、これ以外にも工種や工法により潜んでいる、様々な『見えない危険』がある。現場管理者は、『見える危険』は元より、『見えない危険』を作業員に意識してもらうことで、日々の作業を安全、安心に取り組める現場環境を整えていけるように心掛けていくことも重要であると考えられる。

最後に、本工事の施工に当りご指導いただいた北陸地方整備局松本砂防事務所の皆様をはじめ、工事に関係した皆様に深く感謝申し上げます。

鹿島川砂防林下流床固工その6工事における 出水災害対策工について

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社

係長

西澤 邦彦

1. はじめに

本事業は、広い河床を利用し、自然の調節機能を持つ遊砂地（ゆうさち）空間を確保する床固工群の築造と、背後地の溪畔林（けいはんりん）を砂防林として位置づけている。それ故ハード対策を最小限にとどめ、できる限り現況の河川形態を有効に活用し、安全性の向上と自然環境の保全との両立を目的としている。本工事は多年度にわたり行われてきた最終年の工事として、①右岸側と②中央部に魚道工を施工するものだった。

工事概要

- (1) 工事名：鹿島川砂防林下流床固工その6工事
 - (2) 発注者：国土交通省 北陸地方整備局
松本砂防事務所
 - (3) 工事場所：長野県大町市 平地先
 - (4) 工期：平成30年3月13日～
平成30年12月4日
- ・魚道工 コンクリート-885m³

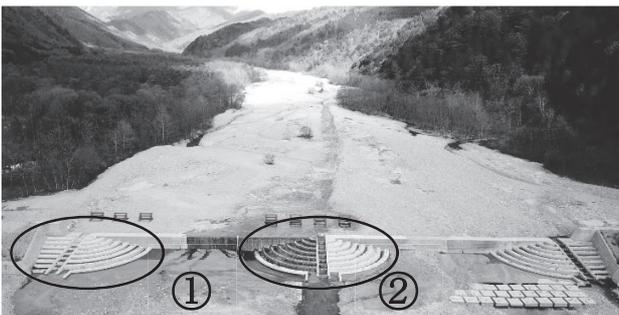


図-1 完成写真

巨石張工-283m³

石張工-255m³

- ・既設ブロック撤去工 8tブロック 22基
- ・工所用道路補修工 1式
- ・仮設工 1式

2. 現場における問題点

施工時期が梅雨と台風シーズンにかかることから出水期における災害対策が重要であった。前回の施工では2度の豪雨に見舞われ現場が水没するという苦い経験をした。

この経験から増水、出水時の災害から作業員を守るための安全対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 出水災害への安全対策



図-2 平常時の河川状況



図-3 出水状況

昨年7月、8月の豪雨は100mm/日を超える大雨で、特に7月の集中豪雨は3日間降り続き、その総雨量は250mmを超えた。そのため出水量も多く、仮締切対象流量に匹敵する程であった。

3.1.1 事前の現場状況把握

現場の付近には仮締切の補強に使える巨石が無く、砂分の多い河川土砂による締切だけでは簡単に流出してしまう恐れがあった。

前回工事では大型土のうを水衝部に設置したが、出水時は土砂混じりの濁流で大型土のう袋が破れ、せっかく積んだ大型土のうが崩れて流失してしまい、その都度補修をしなければならなかった。このことから大型土のうに代わる耐久性のある構造物の設置を検討した。

3.1.2 補強構造物の比較検討基本項目

機能の定義

- ・濁流に削られない強度を有する。
- ・仮締切補強に使用できる構造。
- ・より安価である。

表-1の3つの施工方法について検討した。

上記の比較表でL型擁壁が有効という結果であったが、さらに費用を抑えられないかと再検討を行った。

3.1.3 代替案の検討

上記の機能を満足する代替案を協力会社を交えて検討した。この中で敷き鉄板を使用することを提案し参画者の賛同を得たので次段階に進み、アイ

表-1 タイトル施工方法検討表

検討項目	補強方法		
	コンクリート止水壁	コンクリート詰め大型土のう	プレキャストL型擁壁
材料費	230万	170万	75万
人件費	△	○	○
撤去費用	△	○	○
産廃処理費	必要	必要	在庫保管
作業難易度	やや難	容易	容易
作業の安全性	○	○	○
総合評価	△	△	○

凡例 ×-費用が高む △-やや費用が高む ○-費用が低む

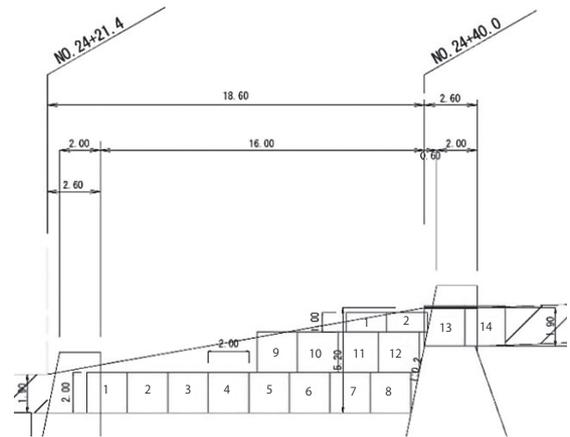


図-4 プレキャストL型擁壁による締切補強図

デアを評価し実施の可能性及び費用対効果も含め情報収集として当社のコンサル部門に強度計算等を依頼した。

コンサル部門の回答：

1. 増水時は鉄板を大型土のうに押し付けるように水圧がかかることから転倒の恐れはない。
2. 敷き鉄板の厚さ（ $t = 22\text{mm}$ ）があれば強度的に問題なし。
3. 金額的にはL型擁壁の購入費よりも敷き鉄板のリース料の方が安価である。

上記の検討結果を受け、材料手配からの設置に向けて取り掛かった。

固定方法は（図-5）テールアルメ工法を参考にし、後方にアンカー材としてH形鋼を配置、固

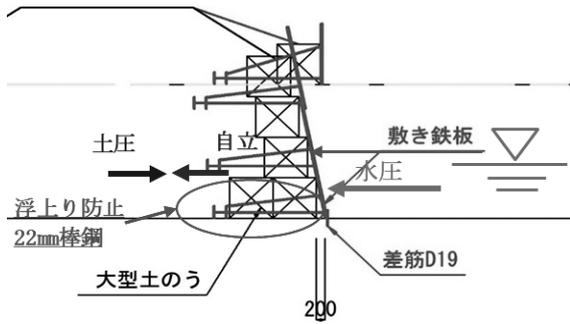


図-5 敷き鉄板による仮締切補強図



図-7 増水時状況写真



2段目のH形鋼の設置状況と2段目鉄板設置状況

図-6 固定状況写真

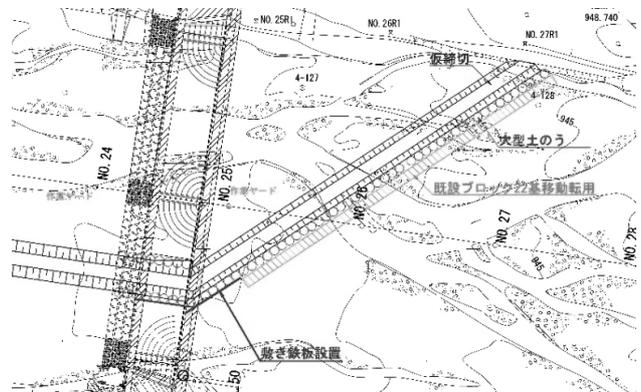


図-8 大型土のう異形ブロックの仮締切補強図

定後そのH形鋼と鉄板を22mm 棒鋼（引張材）で繋ぐように溶接固定した。

各段毎の鉄板の継ぎ目は10cm 程度重ね底辺部分を全溶接して固定した。

鉄板設置後大型土のうとの隙間に土砂を充填し締め固め後、大型土のうを積上げ引張材を設置、この作業を繰り返し鉄板を3段設置した。

水通し部の鉄板は濁流が散らないよう流れに突き出す形状とした。これにより増水時の濁流が鉄板の裏側へ進入するのを防ぐことが出来た。設置方法は下段の鉄板設置と同様に行った。

図-7は増水翌日の水位低下時に撮影したものであるが、水通し上に設置した鉄板が期待通りの機能を果たしているのが解る。

施工箇所の締切補強は上記のように施工し、上流側の仮締切補強は締切盛土の前面に大型土のうを配置し、その外側に着手時水叩上に設置されていた異形ブロック22基を移動して転用設置した。

以上の工夫により増水による災害を受けることなく施工を無事故で完了することができた。

今回は仮締切の水衝部の補強に設置したが、河川工事における半川締切等にも汎用利用ができると思われる。

3.2 熱中症対策

今年の夏の暑さは異常だった。“危険な暑さ”とテレビやラジオで再三耳にされたのではないだろうか。

そのような猛暑の中での作業で起こる熱中症から作業員を守るために、施工箇所に設置できる黒球式アラーム（図-10）を導入して熱中症対策に取組んだ。

一般的な熱中症指数計は炎天下に設置できないことから、通常は直射日光を避けるためにひさし等を設けて設置するので、作業員の体感温度や施工箇所の環境とは違いがある。

しかし、黒球式アラームは施工箇所のそれも炎天下に設置できることから、作業箇所での危険度



図-9 大型土のう異形ブロック設置状況写真



図-11 熱中アラーム測定時写真

〔 7月30日11:34の実際の表示 〕
 周囲の温度 34.0℃
 W B G T : 27.9℃



図-10 黒球式熱中症指数計カタログ

4. おわりに

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

最後になりましたが、施工にあたりご指導頂いた松本砂防事務所ならびに高瀬川出張所の皆様ならびにご尽力頂いた関係各位に紙面をお借りして厚く御礼申し上げます。

情報をリアルタイムで把握でき、また警報も的確であった。

サイズもコンパクトで見易いことから作業員も各自で確認するようになり結果熱中症予防への意識高揚に繋がり、無事故で施工を完了することができた。

浦川斜面对策工事における取り組み

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

係長

太田 克己[○]

課長

荻久保 武志

1. はじめに

本工事の施工箇所である浦川は、日本三大崩れの一つである稗田山の大崩壊地を抱え、出水時には土石流が頻発する国内有数の荒廃溪流である。その流域の災害防止のための効果的な土砂整備として、大規模な土砂の供給源である浦川砂防堰堤上流左岸の浸食対策が求められている。本工事はその対策工の中の一つで、風化速度の速い斜面に山腹工として吹付砕工を施工するものである。

工事概要

- (1) 工事名：浦川斜面对策その2工事
- (2) 発注者：国土交通省北陸地方整備局
松本砂防事務所
- (3) 工事場所：長野県北安曇郡小谷村北小谷地先
- (4) 工期：平成30年4月16日～
平成30年12月13日
- (5) 主な工事内容

砂防土工

法面掘削（高所法面掘削機無人化） $V=4200\text{m}^3$

法面整形（高所法面掘削機無人化） $A=4500\text{m}^2$

法面工

吹付砕（300-2000高揚程圧送工法） $A=505\text{m}^2$

吹付砕（300-2000） $A=1053\text{m}^2$

仮設工

工事用道路 一式

モノレール設置撤去 一式



図-1 工種配置図

2. 現場における問題点

①土石流災害



図-2 現場事務所より浦川上流域を望む

上の写真は現場事務所から浦川の上流方向を撮影したものである。上流域だけが雲や霧の中に入っている。現場ではよく見られる状態である。

施工箇所と大崩壊地の尾根の標高差は約500m。その間に降った雨が浦川に流れ込むので、現場で降雨が観測されていない時に、上流域に局地的な強い雨が降れば、急な増水や土石流が発生する可能性もある。

現場での作業はGW明けから雪が降るまでの間で、梅雨と台風シーズンを含んでいる。さらに、施工箇所である浦川左岸へ通じる道は無く、工事用道路を歩いて仮橋で浦川を渡ることになり、工事期間中は常に土石流を警戒しての作業となる。

浦川の工事連絡会による土石流監視体制は確立されているが、法面作業で避難に時間が掛かることもあり、土石流災害のリスクを低減させる必要があった。



図-3 作業箇所見取図

②近道・省略行動対策

本工事は法長が100mを超える長大法面での施工であり、作業員の移動や資材の運搬にモノレールを設置して作業を行った。モノレールの設置箇所は平均斜面勾配が47度あり、プラットフォームの設置場所も限られる。そのため、設置が終わったモノレールの終点プラットフォームの手前に、近道をしたくなるルートが出来てしまった。レールを跨げば、階段を昇降することなく、モノレールに乗ることができる。近道だが安全でないその通路を規制する必要があった。

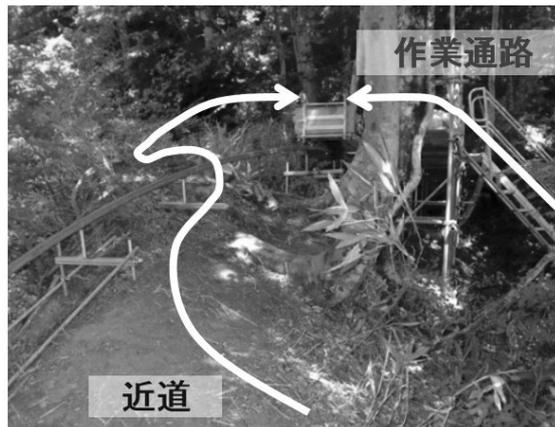


図-4 近道と作業通路

3. 工夫・改善点と適用結果

①土石流災害

土石流災害のリスク低減のため、現場での雨量観測に加え、上流域での雨量観測を行うこととした。観測場所はコルチナスキー場の上部、稗田山の山頂付近とした。崩壊地の縁に位置し、標高が高く、安全で、機材の搬入が容易な場所を選定した。しかしデータ通信に利用する予定の携帯電話の電波が不安定であったため、通信手段を変更する必要があった。そこで今回は“LPWA (Low Power, Wide Area)”という少ない消費電力で広いエリアをカバーする無線通信方式の一つ“LoRa (ローラ)”を採用した。LoRaは最大伝送速度が250kbps程度、伝送距離は最大10km程度で、低消費電力のためソーラーバッテリーのみの小さな設備で運用が可能である。

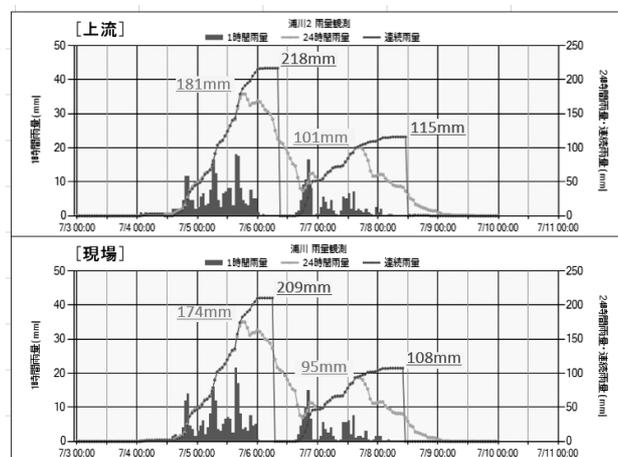


図-5 観測データ

西日本豪雨災害が発生した週における現場と上流の観測データを比較すると、ほぼ同じグラフを描き、上流域の雨量が約5%多いことが分かる。これは他の日のデータにもみられる傾向であり、現場での観測結果よりも多くの雨が浦川の上流域に降っていることがあらためて確認された。しかし観測場所が直線距離2km程と近いこともあり、予想していたほどの差も局地的な大雨も観測できず、観測場所の選定には課題が残った。観測データの通信は5ヶ月の観測期間中も絶えず良好な状態を保ち、今回のような山間部での通信にも適していることが確認できた。



図-6 観測箇所から大崩壊地を望む

②近道・省略行動対策

近道を規制して本来の作業通路を通ってもらうにあたり、段階的に注意喚起を行って、作業員の行動を観察することにした。使用したのは、数千円のセンサーカメラ2台のみ。熱を感知すると連続して3枚の写真を撮影するもので、これを本来の作業通路と近道に1台ずつ設置し、段階ごと撮影された枚数を3で割ってそれぞれの通行人数を集計した。



図-7 センサーカメラ設置場所

まず初期段階として、何も掲示していない状態でセンサーカメラをセットした。この段階で近道を通じた作業員の割合は63%。作業の初期で作業員数が少なく、同じ作業員が繰り返し通行した結果と思われるが、驚くほど高い数字である。

第2段階として、目に付きやすい場所に「作業通路」の掲示を行った。安全通路の方向を示すだけで、近道をする作業員に対しては、何も注意喚起をしていない状態である。

結果は57%と約1割減ったが、依然として過半数の作業員が近道をしたことになる。



図-8 第2段階

続く第3段階として、近道を禁止する旨の掲示を追加した。「近道はダメ」ということを初めて示したことになる。結果は約3割減の41%となった。41%はまだまだ残念な数字ではあるが、明確に“禁止”と伝えることが効果的であることがわかった。



図-9 第3段階

第4段階として、通行を禁止する箇所にトラロープによる明示を行った。あくまでも明示だけを目的とし、トラロープは一段だけ。意図的に、跨いだり潜ったりしやすいものとした。



図-10 第4段階（トラロープによる明示）

結果は19%と半減した。実際に通れるか通れないかということよりも、ロープを張って“通行禁止”を視覚に訴えたことで作業員の行動に変化が現れた。

トラロープによる明示が思った以上に効果を上げたが、まだ約2割の不安全行動が確認できたので、最終段階として単管柵を設置した。



図-11 最終段階（単管柵設置）

2段の単管柵で完全に閉鎖したため、全員が安全通路を通行する結果となった。

（まとめ）

近年よく耳にする「ゲリラ豪雨」と呼ばれる局地的な大雨は、天気予報による正確な予測が困難である。ならば少しでも早く観測して対応することで、土石流災害のリスクを低減させようとする試みであったが、“局地的”に対しても2 kmは近

表-1 集計結果

段階	対策	近道	作業通路
1	無し	63%	37%
2	「作業通路」掲示	57%	43%
3	「近道禁止」掲示	41%	59%
4	トラロープによる明示	19%	81%
5	単管柵設置	0%	100%



図-12 センサーカメラによる画像

すぎたのかもしれない。システムは十分機能しており、今後は設置場所を検討して観測を続けていきたい。

近道・省略行動は人間の本能的な行動であるので、注意喚起の“掲示”や“明示”も本能的な部分に訴えることが効果的である。緑色で安全通路を示すより、赤で通行禁止と掲示するほうが効果が高く、掲示よりもトラロープで明示する方が効果的だった。ただ嚴重に閉鎖するだけでなく、掲示・明示をうまく取り入れることで、作業員の行動をより安全で無駄のない形へ誘導することが可能となるだろう。

今回は、偶然できた近道で人間の行動特性を観察してみたが、最小限の費用と労力で結果を得ることができた。今後も現場における作業の中で、他の危険要因や不安全行動に対する取り組みを見つけていきたい。

4. おわりに

今年は例年以上に多くの土石流が発生し、工程に遅れが生じることもありましたが、無事故・無災害で工事を完成できました。これは、浦川工事関係者連絡会による監視・連絡体制に守られていたおかげであり、これまでに携わってこられた方々の苦勞の上に成り立っているものだと思います。この論文の中にも、今後の安全管理に活かせるヒントがあれば幸いです。

工事期間中、ご指導やご協力を頂いた姫川出張所および浦川工事関係者連絡会の皆様に深く感謝申し上げます。

危機管理対策について

佐賀県土木施工管理技士会
 富士建設株式会社
 監理技術者
 松 江 司

1. はじめに

ゲリラ豪雨・大地震・火山の噴火等、滅多に起こらないような災害が発生した際に、最近「危機管理」という言葉を耳にするようになった。ネットで「危機管理」というワードを検索すると、同時に「リスク管理」という言葉がセットになって表示された。調べてみたら、下記の通りであった。

・「リスク管理」とは

想定されるリスクが起こらないように、そのリスクの原因となる事象の防止対策を検討し、実行に移すこと。

・「危機管理」とは

危機が発生した際にその負の影響を最小限にするとともに、いち早く危機状態からの脱出・回復を図ること。

以上の意味合いで記載されていた。

建設現場での安全管理事例に置き換えて例えると、「リスク管理」が、リスクアセスメント形式のKY活動や、その他の事故防止対策で、「危機管理」は、事故発生時の緊急連絡網の計画等ではないのかと、自分なりに解釈した。

前年度、私が担当した工事の中で、「リスク管理」「危機管理」が重要な役割を果たす工事を経験したので紹介する。

工事概要

(1) 工 事 名：六角川管内堆積土砂掘削外工事

- (2) 発注者：九州地方整備局 武雄河川事務所
 (3) 工事場所：佐賀県武雄市甘久
 (4) 工 期：平成29年3月2日～
 平成29年12月28日

2. 現場における問題点

現場は、六角川水系・武雄川左岸に位置する高橋排水機場で、潮の干満の影響を受ける感潮区間



図-1 位置図

内にある。ちなみに、武雄川・六角川は白石平野を蛇行しながら九州最大の湾である有明海に注ぐ。流れが緩やかで、河口から約29kmまで海水の遡上が見られる。(図-1)

高橋排水機場は、河口部から河川延長で約27km上流に位置し、大雨等により高橋川の堤内地が浸水する恐れがある場合には、高橋川から武雄川へ強制排水することで、浸水を防止する役割を担っている。(図-2)



図-2 平面図

該当工事は、排水機場内に3基設置されている排水ポンプのインペラの点検をするために、1箇所ずつポンプピットに堆積している泥土を、吸引し除去する作業である。そのためには、ポンプピットに鋼製角落しを設置し、水中ポンプで排水した後、泥土吸引の作業を行う必要があった。

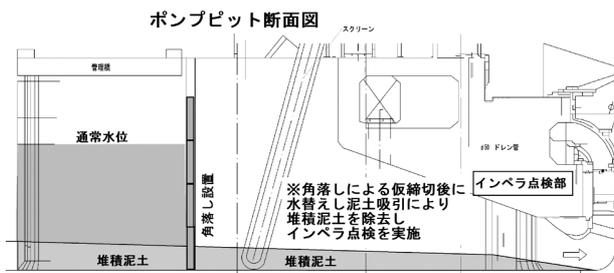


図-3 断面図

鋼製角落し設置から、インペラの点検を完了するまでの日数は約10日を要し、その間ポンプピットの流入口は、鋼製角落しで閉塞されているため、3基の排水ポンプのうち、その1基は稼働できない状態になる。もし、角落し設置中に大雨により、3基とも稼働させる必要性が生じる状況が発生したら、堤内地である武雄市朝日町一帯は浸水し、社会的にも大きな負の影響を及ぼす危険性があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

実施した項目は下記の5点

①完全週休二日制の非宣言

工事を受注時した当初から、前述の問題があることを懸念していたが、当工事は「完全週休二日制のモデル工事」でもあり、工事評価点加点の大きなチャンスでもあった。

受注後に社長も含めて行った社内検討会において、この「完全週休二日制」の履行が、気持ちの上で足枷になり、工事進捗の判断を鈍らせることを予防するために、あえて完全週休二日制を宣言しないことを選択した。

そのことに伴い、当工種を担当する協力会社には、天気予報の状況によっては、土日でも作業していただき、出来るだけ早くポンプの点検作業ができる状態にしてほしい旨を協力依頼した。

②角落し取り外し基準の設定

もし、角落し設置後のポンプピット内での作業行程中に緊急事態が発生し、角落しを撤去した場合、ポンプピット内には再度泥土が入り込み、これまでに行った泥土吸引作業が無駄になるため、経済的損失も考慮すると、角落し撤去の決断については難しいものがあつた。同時に、角落しの設置を行う時期についても、設置期間中の大雨等により取り外しの可能性が少ないタイミングを見計らう必要があつた。それらのことを踏まえて、角落しの設置・緊急撤去の判断基準を文書化することで、下記の効果を期待した。

- 1) 判断に個人差や、状況による私情が加わることなく、迅速に判断ができる。
- 2) 基準が明確であることから、緊急措置の心構えや事前準備が、発注者・施工者共に共有できる。

基準の設定は、下記のデータを基に、発注者との協議により決定した。

- 1) 撤去指示から撤去完了までの推定所要時間
- 2) 当年の実績で、大雨注意報が発令されてからポンプを稼働させるまでの所要時間

3) 過去10年間の10月～12月（本工事実施月）の排水機場の稼働実績日数

今回設定した基準は下記の通り。

1) 角落し設置延期の基準（角落し設置前）

- ・台風が東経124度から134度、北緯28度以北の範囲内を通過し、さらに台風予報円に佐賀県が含まれると予測される場合。
- ・大雨注意報・大雨警報・洪水注意報・洪水警報が発令されているとき。

2) 角落し撤去の基準（角落し設置中）

- ・台風が東経124度から134度、北緯28度以北の範囲内を通過し、さらに台風予報円に佐賀県が含まれると予測される場合、その前日までに撤去する。
- ・角落し設置後に大雨注意報・洪水注意報が発令された場合、重機・人員の確保を行い、さらに3時間以内に排水機場の内水位が始動水位（標高3m）を超えると予測される場合は主任監督員の指示により撤去にかかる。
- ・上記以外で、主任監督員から取り外しの指示があった場合。

③ 試験施工の実施

角落しの設置は、この排水機場では長年実施されていなかったため、本施工に先立ち2度の角落し設置・撤去の試験施工を実施し、動作確認を行い、問題点を洗い出し修正および是正を行った。

④ 社長名での協力会社への協力要請

緊急取り外しの指示を受けたときは、クレーン車・玉掛け人員の手配を協力会社に依頼することになるが、人員を他の作業現場から引き抜いてこちらの現場に向かってもらうのか、就業時間以外であれば事前に自宅待機をお願いするしかなかった。協力会社には、現場代理人はもとより、会社全体での協力依頼であるとの意識付けの意味も兼ねて、社長名での協力要請文書を送り確実な協力を依頼した。

⑤ 現地での対策

取り外し命令を受けてから、取り外し作業が迅速にできるように、施工現場では表-1の通り対

策を行った。

表-1 問題点に対する実施事項

問題点	実施したこと
1. 玉掛け作業は潜水士により行う必要があったが、潜水士の仕事の範囲は日本全国、又は海外にも及ぶため、緊急時の手配ができない可能性があった。	・角落し設置時に、取り外し用の玉掛けロープ（ワイヤー）を事前に取り付けておき、緊急時に地上で玉掛けできるようにした（図-4・5）。
2. 緊急で呼び出した人員が現場を熟知したメンバーである保証がなく、緊急時ということもあり施工順序にミスが生じる恐れがある。	・玉掛け順序を間違えないようにワイヤーに番号タグ及び4色のテープで色付けすることで玉掛け順序を識別した（図-4）。 ・作業手順の説明は、実施前に行うが、施工現場にも簡単な手順書を掲示することにより、初めての作業者の理解不足や、考え違いによるミスを防止した（図-6）。

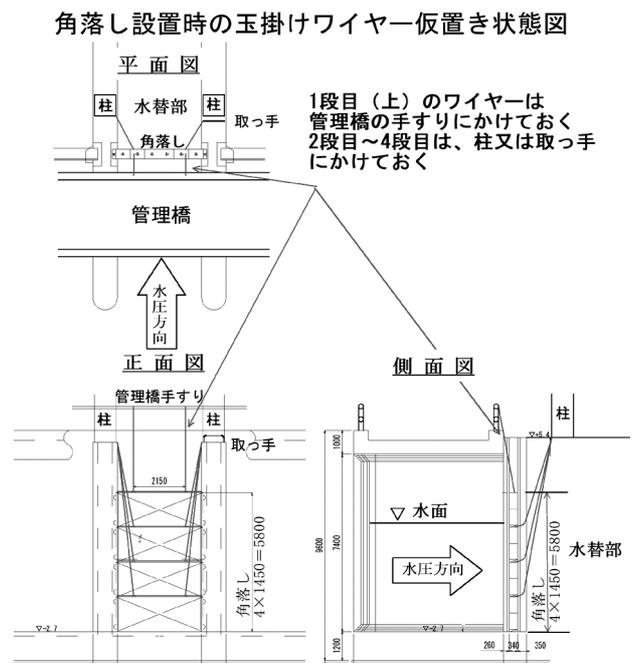


図-4 角落し設置時のワイヤー設置状態図

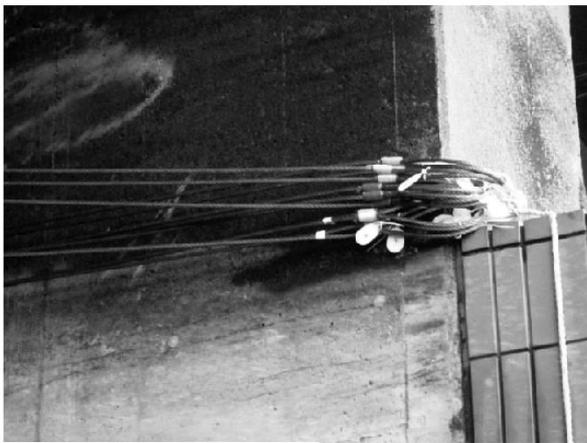
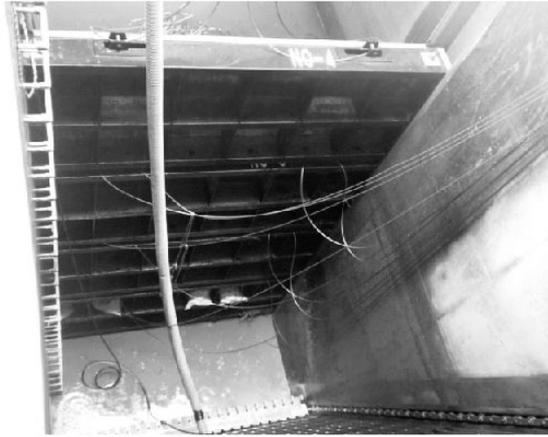


図-5 ワイヤーの設置状況

角落とし緊急撤去時の作業手順

- 1 立坑内のスクリーンの取り付け(復旧)
※使用ボルトM19 L型レンチ使用
 - 2 水中ポンプの撤去
4吋サンドポンプ1台 2吋水中ポンプ1台
 - 3 角落とし撤去
1段目 緑■ 2段目 黄■ 3段目 赤■ 4段目 白□
の順に引上げる
※角落し材は、管理橋外に移動すること
- ※ 管理橋欄干外では、安全帯使用のこと

図-6 現場掲示の手順書

⑥角落し取り外しの準備

10月28日は、夜の天気予報では大雨であり、角落し取り外し命令がでる可能性があった。

連絡の取れる昼間のうちに、当社作業員・ク

レーン会社に協力を依頼し、投光器の準備もしておいたが、幸いなことに事なきを得た。

適用結果

今回、10月23日～11月30日までの39日間で3箇所のポンプピットの泥土吸引・ポンプのインペラ点検を行ったが、その間幸いにも排水機場のポンプ稼働の必要性が生じたことはなかった。

もし、角落し設置時に大雨等の緊急事態が発生していれば、違った報告ができていたと思うのだが、今回準備していた対策は、実施することなく工事を終えた。また、完全週休二日制の実施も十分可能であった。

結果的にみると、今回の対策は準備しなくても、何の支障もなく終わっていた工事であった。悪い言い方をすれば「取り越し苦労」である。同時にこれらの準備していた対策に、不具合が無かったという確認も得られていない。なぜかといえば、危機管理対策は、緊急事態が発生して初めて効力が発揮できるものだからである。

4. おわりに

起こった時のことを、さまざまな方法で想像し、あるいはシミュレーションして、緊急時に備えることが「何もなかった」という、最善の結果を得るためのカギになるのではないだろうか。

何十回・何百回に一回でも起こすことが許されない災害・事故を防止するためには、日の目を見ない可能性が高い「リスク管理」「危機管理」を、愚直にしっかり準備しておくことの大切さを痛感した。

最後に、この工事の完成検査の前日、現場代理人兼監理技術者である私が、インフルエンザに罹ってしまい、完成検査に立ち会うことができないという事態になってしまい、発注者はもとより工事関係者には多大な迷惑をおかけしてしまった。意外なところで、予防接種という「リスク管理対策」を怠った私のミスであった。

観光都市金沢の繁華街で老朽化した犀川大橋の補修工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

杉本浩士[○]

監理技術者

得永孝樹

担当技術者

谷田健

1. はじめに

犀川大橋は、大正13年（1924年）に完成し95年を経た金沢市内を流れる二級河川犀川に架かる下路式鋼単純曲弦ワーレントラス橋である。

近年の点検において老朽化による様々な損傷が確認され、早急な補修を行う必要があったが、犀川大橋は観光地に近く繁華街とも隣接しており、日交通量も多いことから容易に交通規制を伴う補修工事は行えない環境下にあった。

このような条件から本工事は、ECI方式『技術協力・施工タイプ 設計段階から施工者が関与する方式』を適用することになった。

工事概要

- (1) 工事名：国道157号犀川大橋橋梁補修工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局金沢河川国道事務所
- (3) 工事場所：石川県金沢市片町地先～寺町
- (4) 工期：平成29年11月1日～平成30年7月31日



図-1 犀川大橋全景（片町側から野町側を望む）

2. 現場における問題点

犀川大橋は以下の箇所が損傷していた。

(1) 鋼材腐食損傷

上弦材や斜材から集水し雨水が落下したことによる下弦材格点部の部材腐食損傷及びレーシングバー部材欠損していた。

また、主構と床版交差部のグレーチング蓋からの雨水落下による格点部の狭隘な箇所の防食機能劣化と部材腐食損傷が確認された。

(2) 伸縮装置の漏水

経年劣化により伸縮装置が漏水し橋台部が湿潤状態となっていた。

(3) 床版下面の損傷

床版コンクリート下面の剥離・鉄筋露出、床版ひび割れ、漏水・遊離石灰・うき、の損傷が確認された。

また、犀川大橋を補修するにあたっては以下の現地制約条件があった。

(1) 観光資源

観光地近傍に立地しているため春季大型連休、お盆、秋季大型連休、年末年始、各種イベントなどの期間中は工事が出来ない。

(2) 現状交通量

24時間交通量30,000台/日以上、路線バス1200台/日以上の上社会的に重要な路線であるため通行止めが出来ない。

(3) 工事の交通規制条件

繁華街であるため交通規制は、平日夜間（月曜日～木曜日のみ）で、車道は対面二車線を確保する。

また、路上工事抑制期間として大型連休、お盆、年末年始、まつり（イベント）、土日祝日、降雪期（1～2月）、年度末（3月）には交通規制が出来ない。

(4) 河川の制約

吊り足場はHWL+余裕高（1.0m）を確保することと、河川敷内両岸の遊歩道は現状機能を確保する。



図-2 伸縮装置損傷状況（車道部の段差）



図-3 端縦桁の著しい腐食
（伸縮装置からの漏水が原因）



図-4 橋台損傷状況
（伸縮装置下部）

(5) 周辺環境

周辺環境として犀川左右岸堤内地には商業施設・住宅が多いため工事施工に配慮が必要となる。

そして、以下の箇所の損傷が激しく緊急性を要していた。

3. 工夫・改善点と適用効果

(1) ECI方式について

本工事では、契約方式として設計段階から施工者が関与する ECI 方式が適用され、技術協力業務として点検足場組立解体、施工計画、施工性及び費用の妥当性検討を行った。通常の補修工事と異なり設計書と現場条件の相違を無くすことにより、契約及び工事が円滑に進めることが出来た。契約交渉の結果、本工事では鋼部材と伸縮装置の取替工が主要工種となった。

(2) 伸縮装置撤去、交換について

厳しい交通規制制約条件から以下の工夫を行った。

①特注覆工板製作

劣化した床版及び橋台コンクリートの幅に合わせて特注覆工版を製作した。これにより昼間の交通解放を可能とした。



図-5 特注覆工板（昼間時交通開放）

②鋼製型枠（合成床版相当）の使用

床版コンクリート部にスタッドジベル付きの鋼製型枠を採用し、鉄筋量の低減と工程短縮及び橋桁との一体化を図った。また鋼製型枠は伸縮装置下部の漏水対策としても機能した。



図-6 鋼製型枠設置

③橋台パラペット鉄筋のプレキャスト化

橋台パラペット鉄筋は、夜間工事時間短縮のため、工場にてプレキャスト化した鉄筋を運搬し現場で設置した。これにより超速硬コンクリートの打設時間が早められ、圧縮強度を十分に確保した安全な状態で交通開放出来た。

④三分割施工

犀川大橋は片側2車線の4車線であるため、伸縮装置を3分割施工（1橋台当たり）とした。これにより車道を対面二車線確保しながらの施工が可能となった。

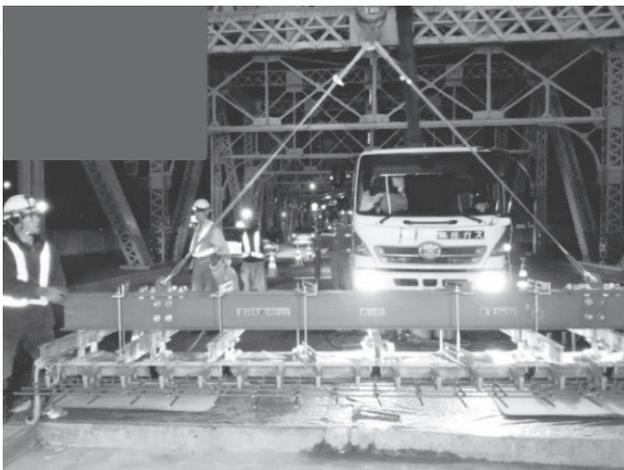


図-7 伸縮装置据付（パネル化）

また、工場専用治具を用いて一週間施工分をパネル化することにより伸縮装置据付時間の短縮が図れ、円滑に施工が出来た。作業時間の遅延及び交通規制時間延長（交通開放遅延）などの不具合も無く施工が完了した。

(3) 部材交換、当て板補強について

本工事では経年劣化した鋼桁部材を交換及び当て板補強を行った。

①当て板補強

斜材ガセットプレート、下弦材、端横桁は昼間交通開放時しながら施工を行うため部材取替ではなく、当て板補強を行うこととした。



図-8 斜材ガセットプレートリベット撤去
（アトラーで削孔）



図-9 下弦材当て板部リベット撤去
（アトラーで削孔）

犀川大橋は、主に形鋼と鋼板をリベット接合した部材でトラスを構成しており、リベット孔位置の詳細な図面は残存していなかった。

当て板を製作する前には、詳細な計測をして各部材ごとに添接板とリベット孔を原寸し製作した。リベットはアトラーにて頭部を除去後にハンマーで打撃撤去し、当て板は高力ボルトで連結した。

撤去したリベットは、変形していた箇所もあり経年劣化の影響もしくは当時の施工によるものかは不明である。リベット撤去時にはハンマー打撃と油圧ジャッキを併用しなければならないことが判明し、今後の補修工事の参考となった。

②部材交換

端縦桁、下横構、レーシングバーは腐食が著しいが活荷重載荷時の影響も少ないため昼間に構造の安全に配慮しつつ部材を交換した。当て板補強と同様にリベット孔位置を詳細な計測を行い原寸し製作した部材を設置した。



図-10 端縦桁交換



図-11 レーシングバーリベット撤去
(アトラーで削孔)

(4) 開口部カバーについて

下弦材への雨水侵入を防止するために開口部カバーを設置した。開口部カバーは、雨水侵入を防止しながら下弦材からの水蒸気を逃がす構造として工場製作を行った。また、維持管理性向上のため開口部カバーを取り外し可能な構造とした。開口部カバー設置作業は、歩行者の安全を確保するため歩道通行止め時に行った。

(5) 工程管理について

本工事は緊急性を要していたため、路上工事抑

制期間以外の平成30年4月～6月は昼夜間連続作業を行った。具体的には伸縮装置撤去・設置を夜間作業、部材交換を昼間作業としたことで工程短縮に繋げる事が出来た。



図-12 開口部カバー

(6) 現場作業環境改善について

本工事は繁華街での作業であり、作業員休憩所設置も困難であったことから、移動式休憩車と移動式快適トイレ車を使用することとした。休日及び河川水位上昇時は、移動することで周辺環境に配慮した。

(7) 現場見学会実施について

本工事では、建設業の担い手確保・育成と補修工事の重要性を地域にアピールするため地域学生と地域住民を対象に現場見学会を実施した。

犀川大橋は地域に愛されている橋梁であることから、見学会開催時にはテレビ・新聞等のマスコミ関係者から取材を受け、本工事を広く地域に周知することが出来た。

4. おわりに

橋梁補修工事において本工事で初めて弊社はECI方式による補修工事を経験することが出来た。このことが今後増加する橋梁補修工事への対応に有意義になると考えられる。

本工事にご指導を頂いた国土交通省金沢河川国道事務所の皆様を始め、関係各位の尽力のお陰で無事故にて工事を完了出来たことを深く感謝する。

レーザースキャナーの各種計測による 現場への活用について

大成ロテック株式会社

現場代理人

池田直輝[○]

高橋克典

1. はじめに

1-1 工事概要

- (1) 工事名：357号東京港トンネル（山側）
臨海地区舗装工事
- (2) 発注者：関東地方整備局 川崎国道事務所
- (3) 工事場所：港区台場～品川区八潮
- (4) 工期：平成29年12月8日～
平成31年3月31日

本工事は、2020年の東京オリンピック開催に向けた道路網の整備と、品川区大井町と港区台場とを往来する一般車の渋滞緩和を目的としており、国道357号を片側2車のセパレートでの通行帯を確保するために2期線を東京港海底部にシールド工法により施工したトンネルの新設工事のうち、坑内の舗装をコンクリート舗装にて行うものである（図-1）。

今回の工事では、舗装の仕上りの基準となる路側構造物（道路側溝）は施工済みであった。コンクリート頂版から上部の施工であることから、瀝青安定処理路盤（平均 $t=220\text{mm}$ ）の上部に、連続鉄筋コンクリート舗装（ $t=260\text{mm}$ ）をマシンコントロール（MC）技術を用いて施工した。

1-2 i-Construction と ICT 舗装工について

平成28年度に国土交通省は、建設業の生産性向上を目的とした「i-Construction」をはじめ、ICT



図-1 トンネル内部

（通信情報技術）を活用した工事として「ICT 土工」を開始した。平成29年度では、舗装工事の ICT 適用工種で初となる「ICT 舗装工（アスファルト）」を開始し、平成30年度には「ICT 舗装工（コンクリート）」も追加された。ICT 舗装工は、レーザースキャナーを用いた点群取得により、施工箇所を面的に出来形評価を行う。従来の測点管理とは異なり、一度に広範囲の計測が行えるが、実際の施工現場での事例は少ない。本論では、レーザースキャナーによる実際の現場での効率的な各種計測方法、ならびにその課題と対策についてまとめる。

2. 現場における課題と問題点

平成30年度から始まった「ICT 舗装工（コンクリート）」は、レーザースキャナーを活用した事例が少なく、社内の資料もなかった。そこで、実際の現場で使用することで、効率よく活用でき

る方法と課題、対策の検証を試みた。また、本現場はシールドトンネル内がコンクリート舗装部のため、社内技術の向上を含めてICT舗装工で要求される5つの項目（図-2）のうち1～4の項目を試行として実施することとした。

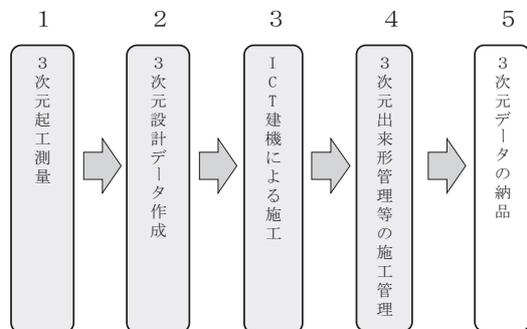


図-2 ICT舗装工の5つのプロセス

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 レーザースキャナーによる計測

ICT舗装工は起工測量にレーザースキャナーによる点群の取得を必須としている。

本現場では、地上型レーザースキャナー（TLS）（図-3）と、地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型LS）（図-4）で計測し、トンネル内空の点群データの取得を行った。（図-5）点群データは各点毎に3軸座標 X、Y、Zの座標値を持った点の集合体であることから、専用のソフトウェア上にて任意点の座標値をはじめ、任意点間の高低差や距離の確認が容易となる。今回の計測では特にトンネル空間における建築限界の干渉状況の確認が容易に把握できた。（図-6）

現地照査の資料の作成に関しても、具体的な数値が容易に把握できることから比較的短時間に作成することができた。

3-2 レーザースキャナーの作業時間の比較

TLSは固定式であり、計測作業では器械の据替えがあるのに対して、新技術として認可されている地上移動体搭載型LSは、トータルステーションで自動追尾し、位置情報を取得しながらレーザースキャナーを移動させるため、器械の据替え時間が省ける。本現場ではこの2種類のレーザー



図-3 TLSによる計測状況



図-4 地上移動体搭載型LSによる計測状況

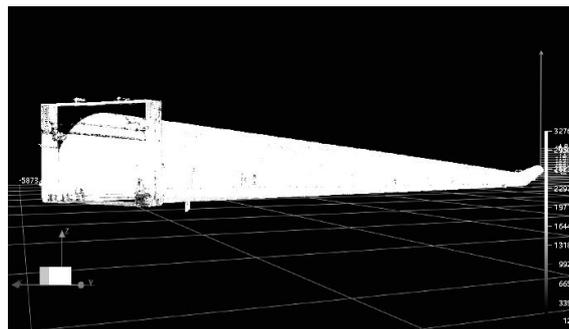


図-5 点群化したトンネル



図-6 トンネル内部の高さ計測の一例

表-1 作業時間の比較

	延長	種類	人数	作業時間	データ解析時間
瀝青安定処理 計測時	645m	TLS	3人	5時間	4時間
		地上移動体搭載型LS	2人	2.5時間	2時間
コンクリート舗装 計測時	645m	TLS	3人	4時間	4時間
		地上移動体搭載型LS	2人	3時間	3時間

スキャナーを用いて計測作業時間の比較を行った。表-1はTLSと地上移動体搭載型LSとの実作業時間の比較である。作業人数、作業時間、データ解析時間において、地上移動体搭載型LSはTLSよりも、約5割の効率化を確認できた。

一方で、地上移動体搭載型LSは、一式の価格が高価であり、維持費用が大きい。また、計測時は器械を移動させるための導線の確保が必要で、法面などの勾配箇所や、段差などは不適といえる。このことから、費用や現場環境に影響されることが課題といえる。

3-3 面管理による出来形評価

本現場では3次元設計データを作成し、TS出来形を用いた測点管理により出来形管理を行っている。ICT舗装工は面で出来形を管理するため、瀝青安定処理施工後と表層施工後の点群を取得し、3次元設計データを用いて出来形評価を行った。

(表-2) 擦り付け部など評価ができない箇所は控除し、出来形評価対象はICT舗装工の出来形管理項目である厚さと標高較差で行い、ともに合格であった。規格値は「平成30年度土木施工管理基準及び規格値(案)国土交通省」から引用した。

面的な出来形計測は、施工した全ての範囲が対象となり、計測を妨げるもの(レーザーを屈折させる水や車両、仮設材など)を取り除く必要がある。また、国土交通省で定められている「平成30年度地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)」に規定されている出来形計測時の点密度の取得のため、とくにTLSの据える位置は十分に注意する必要がある。

試行した対象範囲は、トンネル内だったため天候に影響されず、レーザースキャナーによる計測には好条件であった。さらに、コンクリート舗装で用いた品質向上の図れるMCを使用した施工も要素であると考え。レーザースキャナーの精密な計測を可能にするためには、計測環境を念入りに整備する必要がある。

表-2 出来形の結果(コンクリート舗装)

測定項目			規格値
項目	厚さ	標高較差	
平均値	3.3mm	1.8mm	-3mm
最大値(差)	55mm	24mm	-22mm(±22mm)
最小値(差)	-10mm	-14mm	-22mm(±22mm)
データ数	4,782	4,782	1点/m ² 以上
評価面積	4,656m ²	4,656m ²	
棄却点数	11	0	0.3%未満(14点以下)
規格値の±80%以内のデータ数	4668 (97.6%)	4782 (100.0%)	
規格値の±50%以内のデータ数	4230 (88.5%)	4705 (98.4%)	

3-4 その他(データ容量とパソコン環境)

計測から帳票出力までは図-7の流れで行った。②の変換作業は使用するTLSのメーカー独自のソフトウェアにより拡張子を変換することである。地上移動体搭載型LSの場合は、変換されたデータが出力されるためこの作業は不要である。③についてはデータの汎用性を考慮しTXTデータに変換した。④の作業で必要な密度を確保しつつ、点データの間引き処理を行い、⑤の出来形評価を行った。

表-3は645mのコンクリート舗装を計測した際のデータ容量である。点群データは何億もの点を記録しているため、計測したデータの容量は非常に大きなものになる。計測時の点群密度に応じて

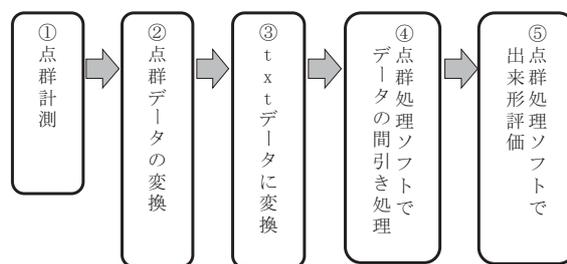


図-7 点群データの評価までの流れ

表-3 データ容量の参考

	コンクリート舗装	
	計測生データ	データ間引き処理後
点群データ(TXT)	55GB	4.5GB
点群処理ソフトデータ	40GB	10GB

容量は変わるが、点群密度の確認は後処理となるため、点群は高密度で取得することが望まれる。

表-4は計測後から帳票出力するまでに要した日数であり、計測してから出来形評価を行うまでに3日間を要した。パソコンのCPU（中央演算処理装置）やGPU（画像処理装置）の性能、記憶媒体によっては保存や処理データのコピーといった動作も20分～30分程度の時間を要する。

取得するデータの容量を少なくするために、計測範囲を出来形評価をする舗装面のみとする計測計画が重要である。また、施工面積に応じたデータ容量を想定し、使用するパソコンの環境や記憶媒体の整備を事前に行うことが重要である。

表-4 処理に経過した日数

処理内容	処理日数	備考
計測データを変換し、HDDに保存する	0.5日間	
HDDに保存したデータをTXTデータを書き出す	1.5日間	Co舗装面以外の点は削除する。パソコンがフリーズしない容量で処理を行う。
TXTデータの点群を、計測密度を満たす範囲内で点群を減らす	1日間	適宜密度確認を行う 容量を可能な限り少なくする
出来形データとして点群を読み込み、設計データと合わせる 出来形評価・帳票出力	1日間	設計データ上に点群が入っているか確認する。読み込み時にPCのドライブ容量を確認する。

4. おわりに

4-1 施工への活用

レーザースキャナーによる点群取得を行うことで、以下の内容が確認できた。

- ①現況構造物の位置情報（X、Y、Z座標）
- ②トンネル内部の建築限界
- ③設計照査による設計変更への活用

上記の3点は、工事を着手する上で重要な項目であり、施工計画の策定に十分に活用がされる。また、点群データは点群処理ソフトによって、距離計測や面積計算、土量算出など様々な情報が得られるため、発注者との協議資料にも活用ができる。

4-2 新技術の有効性

地上移動体搭載型LSは固定式のTLSと比較すると、作業時間と作業人員の数で生産性の向上が図れたが、価格や維持費など課題も確認された。

TLSなどの計測器械は各メーカーで日々改良され機能の向上が図られており、今後低価格になると推測されることから、細かく情報収集を行い、現場の環境に応じた計測器械を選定し、器械の特性や機能を把握する必要があると考える。

4-3 ICT 舗装への活用について

レーザースキャナーによる計測は、以下の3点が重要な留意点となる。

- ①計測面に車両や仮設材などが置かれていない
- ②水溜まりがなく、路面が乾いている
- ③規定される計測密度を考慮した計測計画

当現場は新設のトンネル内という点から、上記3点を満たすことができる好条件の環境であった。しかし、通常の新設工事では、

- (ア) 天候の影響
- (イ) 先行工事の遅れ
- (ウ) 計測に伴う他業との打ち合わせ

などの条件も加味した施工および工程の調整も必要になる。

4-4 今後の展望

レーザースキャナーによる効率の良い計測方法が確認できた一方で、新技術やデータ処理について課題があることも確認できた。ICTに関する知識だけでなく、パソコンや情報端末の性能といった、情報工学の知識も高めていく必要があると考える。

4-5 謝辞

最後に、今回のレーザースキャナーの計測に関して、現場の提供にご協力いただいた発注者の方々、および現場関係各位の皆様にご心から感謝いたします。

II. 技術報告

1 施工計画

硬岩掘削における施工方法とリユース

池田建設株式会社

安全・品質保証部長

加納 雅 則[○]

監理技術者

池田 龍 二

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：(一)朝阪山南線歩道設置工事
(その2)
- (2) 発 注 者：兵庫県丹波県民局丹波土木事務所
- (3) 工事場所：兵庫県丹波市氷上町朝阪地内
- (4) 工 期：平成29年3月30日～
平成30年3月23日

本工事は、工事延長 $L=700\text{m}$ の上下1車線(歩道なし)一般県道を片側通行規制で実施することにより、地山高さ $H=15\text{m}$ の硬岩を切土し歩道幅を確保し、路面排水溝設置・歩道舗装の新設並びに車道本線の舗装打替えを行う工事である。

(図-1 完成写真)

2. 現場における問題点

- ①硬岩掘削時に発生する破砕片の飛石による通学生並びに一般通行車両への損傷事故。
 - ②極めて堅固な硬岩の破砕作業での効率悪化による工程の遅延。
 - ③発注者が確保されていた残土仮置場のヤードの不足による、硬岩残土の有価処分の必要性。
- 以上3点を問題点と定義した。

3. 工夫・改善点と適用結果

上述の問題点に対して、社内での施工前検討会を実施し、改善案を検討した結果、下記の対策を



図-1 完成写真

講じた。

- ①片側規制道路沿いに仮設防護柵(親杭H型鋼+横鋼矢板Ⅲ型)の設置。
- ②大型ブレーカーに加えクローラードリルを導入し、併用稼働による硬岩掘削。
- ③掘削した硬岩を破砕機で破砕・粒度調整側溝工基礎材、舗装工路盤材へリユース。

①工事着手前に、所轄警察署、小・中学校、地元自治会と協議を実施し、仮設防護柵を含めた工事内容について説明を行い、硬岩破砕片の飛石防護対策に十分理解を頂いた。片側規制道路沿いに仮設歩行者通路を確保した上で、仮設防護柵(親杭H型鋼+横鋼矢板Ⅲ型)を高さ $H=4.0\text{m}$ で設置し(図-2)、一般道路帯への飛石防止対策を行った。仮設歩行者通路を通行する通学生には交通誘導員を帯同させ通行することで、一般車両運転手への視認性を高め、接触事故等の危険防止にも努めた。



図-2 仮設防護柵設置状況

②クローラードリルを導入し、50cm間隔で削孔することにより、自由面を増大させた後、大型ブレイカーにて硬岩掘削破碎することで（図-3）、サイクルタイムが早まり、工程を想定より1ヶ月短縮することが出来た。また、自由面を多くとることで飛石が格段に減少し、①の問題の抑制も図れた。



図-3 併用掘削状況

③掘削した硬岩を破碎機（図-4）で破碎・粒度調整した後、碎石としての材料試験を実施し、側溝工の基礎碎石・舗装工の下層路盤材としてリユースを行った。硬岩残土を再利用することで、破碎費用は掛かったものの、環境負荷の低減に加え、残土処分地への投棄料、並びに碎石の原材料費の縮減を図れた。

また、発注者へはこの事案をVEとして提案し、約1000万円の工事費縮減（表-1）を図り、好評価を得た。



図-4 破碎機による硬岩破碎状況

表-1 工事費縮減額（硬岩リユース）

種目	単位	数量	単価	金額
投棄料	m ³	3,600	2,600	9,360,000
再生碎石費	m ³	1,520	1,600	2,432,000
破碎費	m ³	3,600	500	-1,800,000
合計				9,992,000

4. おわりに

本工事は、平成30年3月末開通という制約条件の中で、極めて堅固な硬岩（岩盤判定で硬岩Ⅱ）掘削を伴う歩道設置工事であった。大型ブレイカーだけの掘削施工では工程の安定が図れず、また破碎時における飛石による事故等が懸念されたが、飛石防護柵設置に加え、クローラードリル削孔での自由面を増大し併用掘削することで、作業効率及び工程の安定化を図り破砕片による損傷事故防止対策が行え、無事故・無災害で竣工できた。

地元自治会・関係機関との綿密なコミュニケーションが取れ、スムーズな現場運営が出来たことに加え、発生土（硬岩）をただ単に残土処分地へ廃棄するのではなく、碎石へ再使用するという『発想の転換』で、発注者にVE提案として認めて頂き、工事費の縮減と、環境負荷の低減に寄与できたことには大変うれしく思う。今後も地元住民の方々へ十分な配慮を怠らないことは元より、全力で無事故・無災害に向けて取り組み、全従業員で現場完成を目指すと共に、本工事で経験したVE提案を含めた『発想の転換』をベースにし、今後の工事運営に活用したいと思う。

施工計画

三田西 IC ランプウェイ全面舗装補修工事

滋賀県土木施工管理技士会
株式会社 昭建
工事長
西村正道

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：福知山高速道路事務所管内舗装補修工事（平成29年度）
- (2) 発注者：西日本高速道路株式会社関西支社（ネクスコ西日本関西支社）
- (3) 工事場所：兵庫県三田市テクノパーク～福井県小浜市府中（舞鶴若狭自動車道）
- (4) 工期：平成28年12月9日～平成30年5月2日

2. 現場における問題点

当工事の中で、三田西 IC のランプウェイ全ての舗装補修工事がありその内容及び施工条件としては、

- ①全面積は11,000m²の切削オーバーレイであり、日々路面標示まで復旧。
- ②施工日数は5日間での夜間施工。（翌週が予備日5日間ある。）
- ③三田西 IC ランプウェイの通行止めに伴う上下線の走行車線規制、及び一般道の車線数減少規制。（ネクスコ主導ではあるが、現業は当社で行う）（図-1 施工区割り図）

ここで問題になった内容が、

- ①施工時間帯から割り出すと、4班体制での施工となり、当時比較的近くのアスファルトプラン

トでネクスコに対応できるプラントは1プラント（2班分）、であった。あとの2班分のプラントをどうするかが課題となった。

- ②4班が同時施工するので、10t DT の往来をうまく計画しないと IC 内で、10t DT の身動きが取れない状況になるので、スムーズな運行できるように計画（どこから入場し、どこから退出するかなどの計画）を作成する必要があった。（※10t DT は概ね各班に約20台の配備としていたので、全体では約80台の10t DT が順次 IC 内で運行していることとなる）
- ③4班分の重機の置き場や作業員の集合場所と10t DT の一時的な待機場所（時間ロスをなくすため）をどの辺りにどのくらい用意するかについても課題になった。

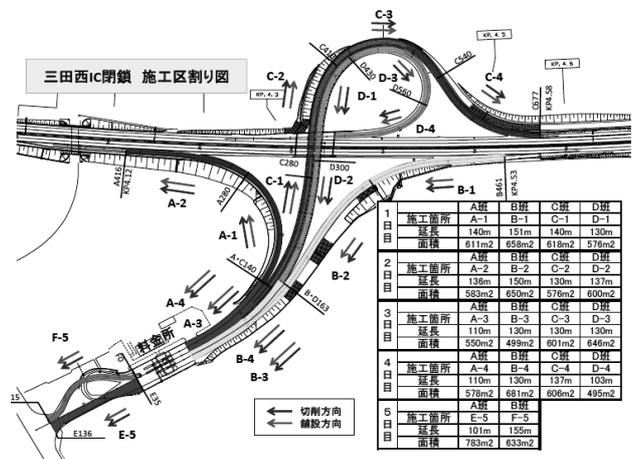


図-1 施工区割り図

3. 工夫・改善点と適用結果

問題点①については、比較的近くのアスファルトプラント（トウレキ AP 現場まで片道約21～25 km）の他に比較的近い AP は存在していないので、運搬距離がトウレキ AP の倍以上ある福知山の大成 AP（現場まで片道約60km）、茨木市の昭建 AP（現場まで片道約50km）を選定し、4 班集体での施工を可能とした。ただしあとから選定した AP の運搬作業ロスを減らす意味で、問題点②にも関係するが、施工箇所をどこに設定するかも根底での課題となった（図-2 運搬時間及び DT 待機場所）。

問題点②については、（図-1）を模式的に図化し、（図-2）での各 AP からの運搬時間等を勘案し、1 日毎に、どの班がどこの AP を使用し 10 TDT の入場箇所及び退出箇所を切削時 DT と合材 DT の運行ルートについての簡潔な計画（指示書）として作成し各班長、各 AP 及びその班付の 10 t DT に周知会等にて周知（指示）を行い、実施工に望んだ（図-3 施工パターン）。

問題③については、近隣は工業団地であり、少し離れた箇所に借地をすることが出来たのでそこ

想定運搬時間一覧 及び DT待機場所等

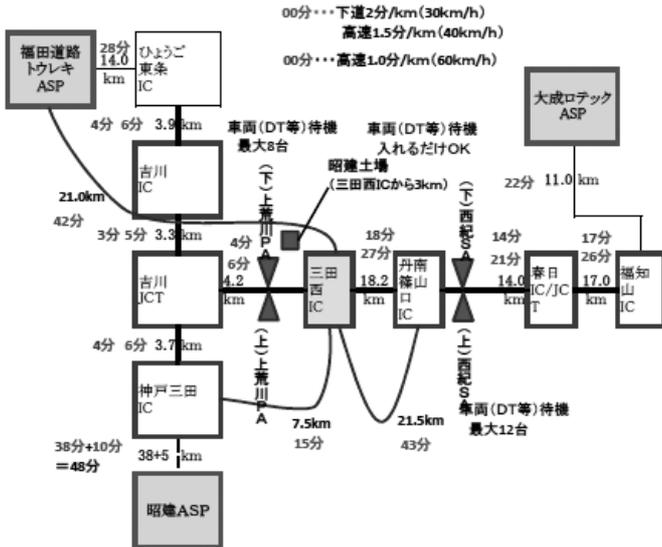


図-2 運搬時間及び DT 待機場所

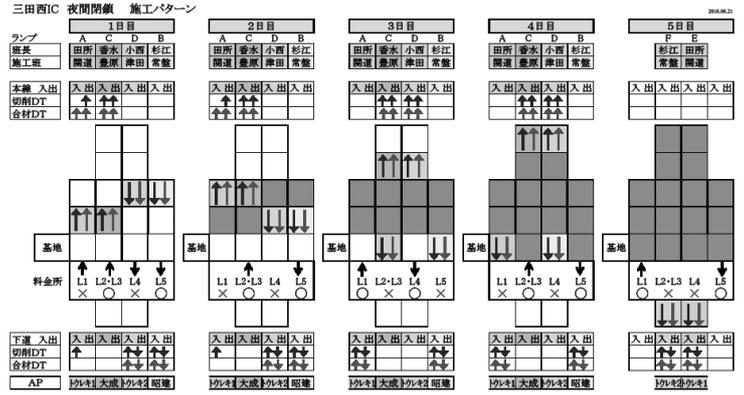


図-3 施工パターン

を DT の待機場所及び集集場所とした。（昭建土場）・・・ここで2 班分

同様に春日 IC 外プラ（少し遠いが）に1 班分 3 班を三田西 IC 内プラの外に置く事ができたので、最後の1 班は三田西 IC 内プラを集集場所とした。

問題点①②③に対して、現場の施工条件に現場の立地を深く掘り下げ、間違いなく5 日間での施工で終わるように計画したおかげで、特に懸念していた 10 t DT の運行について、スムーズに運行できたので夜間での時間厳守の施工を終えることが出来た。また事故ゼロでも終えることが出来た。

4. おわりに

施工のことを主として記載させていただきましたが、本線を上下の両車線を規制しその上通行止め（先頭固定での締め切り）を行いました。これについてはネクスコさんとの十分な打ち合わせを行い、確実に日々規制をかけました開放ということが出来たので事故なく終わることが出来たのだと思っています。（※締め切り方法及び施工中の締め切りの維持があまりと重大事故〔交通事故〕と成る場合がある）

次回またこのようなケースの施工を行う場合も、今回のようにしっかりとした施工条件・立地を勘案した計画を行い、安全・確実な施工をしていきたいと思っています。

施工計画

自然・周辺環境を考慮した仮設構台の設置

岡山県土木施工管理技士会
 梶岡建設 株式会社
 現場代理人
 太田 孝 弘

1. はじめに

本工事は、県道落合建部線の旦土橋バイパス事業の A2 下部工事である。

躯体構築に先立ち、場所打杭の施工を全周回転掘削機を用いたオールケーシング工法により行い作業ヤードとして旭川左岸側に盛土工 ($V \approx 13,000\text{m}^3$) と工事用道路を ($L=370\text{m}$) 計画していた。

施工箇所は一級河川旭川であり、下流に旭川ダムを有する特性上、河川の水位変動差が大きく、施工時最低水位 $\nabla 103.5\text{m}$ に対し最高水位は $\nabla 110.0\text{m}$ と約 6.5m の増減があった。

また流速変動も大きく、通常時の 1.0m/s に対し洪水時などのダム放流に伴う最高流速は 6.0m/s となり、これらの各増減に対応する必要がある。工事概要

- (1) 工 事 名：(仮称) 新旦土大橋 A2 下部工事
- (2) 発 注 者：岡山県美作県民局
- (3) 受 注 者：梶岡建設株式会社
- (4) 工事場所：岡山県美咲町西川上
- (5) 工 期：平成29年11月27日～
平成31年 3 月20日

2. 現場における問題点

下部工事の基礎である場所打杭の施工に伴い河川内へ工事用道路及び作業ヤードを構築(図-1)

する必要があり、非出水期(10/16～6/15)内に工事用道路の設置・撤去、場所打杭の施工完成が前提であった。河川水位はダム管理事務所において、ダム利水(水力発電)等の関係上、水位管理が行われており、本工事の施工中は一定の水位にて管理をされているが、雪解けや長梅雨による増水等に伴う水位の上昇については考慮されておらず、水位が変動する河川内での安全性確保と工期を短縮することが施工にあたっての重要な課題となった。

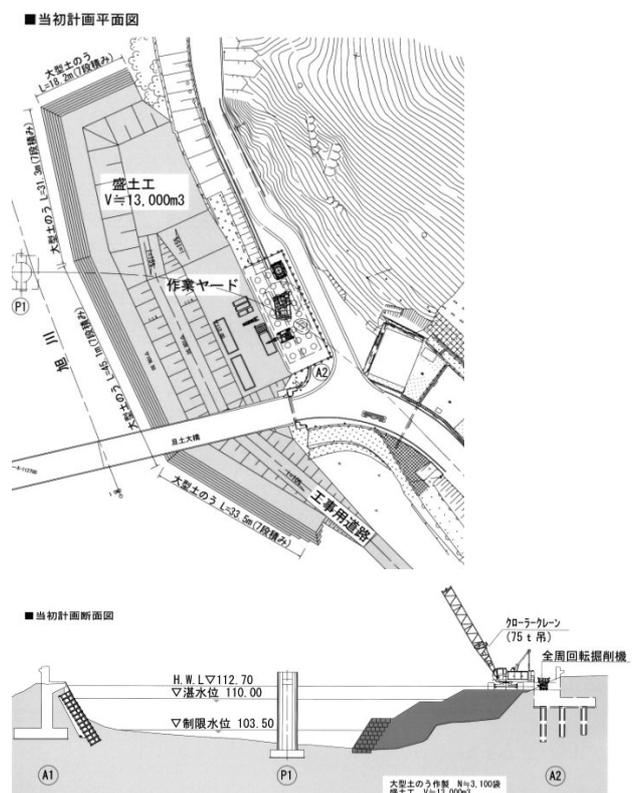


図-1 盛土工による作業ヤード構築

3. 工夫・改善点と適用結果

水位、流速の影響を最小限に抑え、確実に施工を行うために、以下の対策を実施した。

(1) 工事用道路及び作業ヤードの変更

設計では、河川内へ工事用道路および作業ヤードを盛土工にて計画していたが、増水時の対策が万全ではなく水害被害を受ける可能性があり、道路側からの施工も計画したが県道が狭く作業が出来ない状況であった。また、既設のA1橋台、P1橋脚工事では河川増水により被害を受けた事例もあり、HWL▽112.70より上での作業ができるように仮設構台への変更を行った。

仮設構台の支柱は高さはH=12m前後と低いことから、筋交いを必要としない単独支柱のみで構造計算をおこない流水圧6.0m/sに耐える必要最低限の幅と延長を構築し作業にかかる時間とコストを抑えることに配慮を行った。

これにより、高水位でも作業ヤードが使用できるようになった。(図-2)

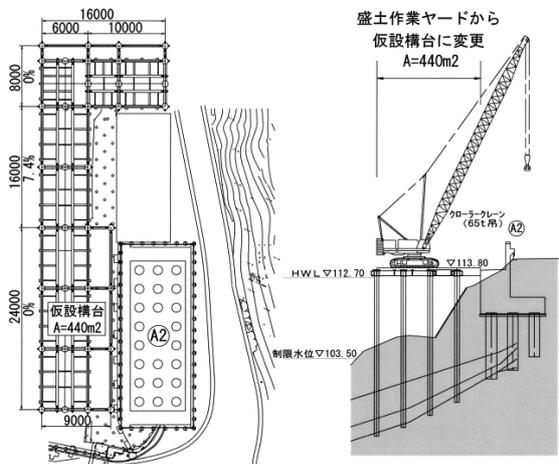


図-2 盛土作業ヤードから仮設構台に変更 (※LIBRA 工法)

(2) 工法変更に伴う工程管理

工事発注時期が非出水期の10月中旬を1ヶ月以上も過ぎての発注であったため、当初工程の見直しをする必要があった。出水期6月中旬までの6.5ヶ月で仮設・基礎工事を終わらせる必要があったが図-3に示すように、6月中旬までにすべての工程を終了させることは非常に厳しい状態であった。

工事種別	平成29年				平成30年				
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
準備・仮設工	準備工								
反回路		L=60m							
工事用道路・作業ヤード		L=470m, V=13,000m3							仮設道路・ヤード撤去
土留工					H350, L=14m, N=48本				
場所打杭工								φ1,200, L=6.5m, N=24本	
				非出水期 (10/16~6/15)					

工事種別	平成29年				平成30年				
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
準備・仮設工	準備工								
反回路			L=60m						
土留工				H350, L=14m, N=48本					
仮設構台					A=102m2				
仮設構台工						A=440m2			A=440m2
場所打杭工							φ1,200, L=6.5m, N=24本		
				仮設撤去期間 (12/20~4/27)					
				非出水期 (10/16~6/15)					

図-3 計画工程表

そこで、工程計画の見直しを行い、河川管理者とも協議を重ね、出水期の6月中旬以降も存置出来る仮設構台を計画した。また、土留工、場所打杭工の工程では夏期の作業となるため、周辺住民の理解のもと、作業開始時刻を1時間早めて開始し、作業性を向上させた。これにより、当初計画工程よりも盛土を含む仮設道路・ヤードの設置・撤去の工程が仮設構台に変える事で1ヶ月の工期短縮を行うことができた。

4. おわりに

今回の工事を通じ、仮設計画の重要性を認識すると同時に、現地調査、情報収集が大変重要であると感じた。水位の変化、流速に影響される困難な条件であったが、工法変更を行っていたことで、48年ぶりとも言われた西日本豪雨でも被害を受けることも無く無事に工事を完成することができた。

(図-4)



図-4 平成30. 7. 7 西日本豪雨時の状況

最後に施工に携わりご協力を頂きました関係各位の皆様には厚く御礼申し上げます。

※LIBRA 工法 (仮橋仮架橋吊式架設工法)

(NETIS: KT-990222-VE)

急傾斜狭所部での工事用道路の検討

佐賀県土木施工管理技士会
松尾建設株式会社
作業所長
真海 一昭

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：九重沢地区道路改良工事
- (2) 発注者：東北地方整備局岩手河川国道事務所
- (3) 工事場所：岩手県遠野市
- (4) 工期：平成29年7月19日～
平成30年11月21日

2. 現場における問題点

自動車専用道路の築造に伴う、プレキャストボックスカルバート設置位置が、一般道から110m離れており、高低差が16mあるため直線で工事用道路を築造すると、道路勾配が14.5%の急こう配となる。これでは、設置に使用する220tクレーン及びトレーラーが登れない。

3. 工夫・改善点と適用結果

工事用道路を築造する場所は谷間で、両サイドは民地であり切土などの造成ができなかった。進入路も民地であるが、盛土範囲になるため、工事後に現状復旧を行うことで借地が許可された。通

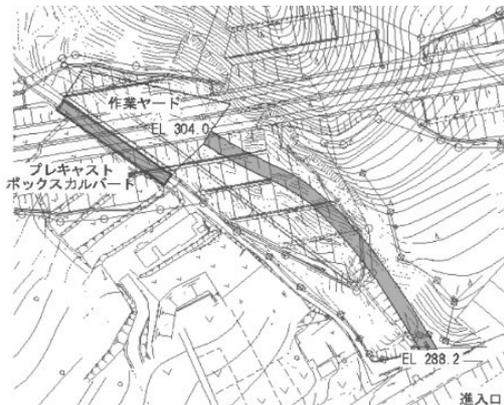


図-1 現状図

常は官地内でS形状の道路を築造し距離を増やして勾配を緩くするか高低差を小さくするのだが、今回は施工範囲が狭く、S形状でも道路勾配は14.2%程度にしか緩和されなかった。

次に計画に必要なポイントを洗い出した。

- ①クレーン最大作業半径14.5mを確保できる作業ヤードの築造。
- ②道路幅員は大型車後進に支障がないように路肩を含めて5mとする。
- ③道路面は車輪のスリップ防止のため砕石舗装とする。
- ④冬季施工により道路凍結による滑動、及び工事車両の登板能力により道路勾配は9%以下とする。この条件を考慮に入れて工事用道路の計画を行った。

まず①の条件においては、クレーンのアウトリガ最大張出し幅とボックスの吊り位置の関係から、ボックス施工面より2mまで施工ヤードが下げられることが分かった。これにより道路勾配は12.7%まで緩和された。

この計画の中で一番の問題が、②の幅員を確保し道路勾配が9%にするには、道路延長が156m

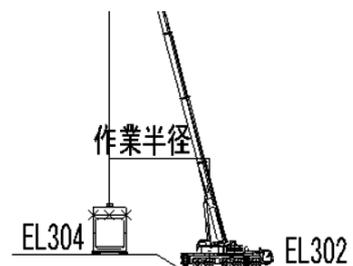


図-2 クレーン配置図

も必要なことである。ここで参考にしたのが、急峻な山岳地帯に列車を走らせる線路に採用される、スイッチバック方式の形状である。スイッチバック箇所は水平であり、登板するクレーン本体が収まるスペースが必要であり、作業ヤードでクレーンを組み立てるためのクレーン部材を運搬する10t車両が方向を切り返す幅員も必要となる。設計条件として、

- 1) 工事用道路は盛土であるため、折り返す上下間は法面勾配を1:1.5に設定する。
- 2) 出入口部の沢を塞がないように大型土嚢を設置するようにする。
- 3) 切土が発生する範囲は官地内として計画を行う。
- 4) 作業ヤードはボックス据付に必要なクレーン移動範囲及び、日施工に必要な製品の仮置場所を確保する。

以上の条件で図-3の形状を計画した。

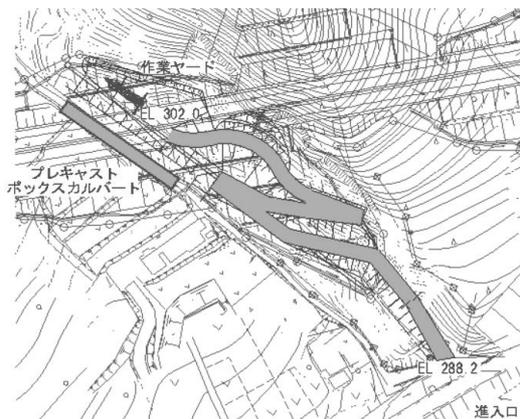


図-3 スwitchバック経路図

次に問題になったのが、形状が複雑であるのに加えて、上方の切土を下方の盛土に流用するため、工事範囲全体を造成するのに、丁張の設置が困難であることであった。急傾斜な山肌であるため、切り出し位置を設置に人が行くこともできない状況であった。

本線部の土工事においてバックホウのマシニングガイドスを行う予定であったため、機器の準備を前倒しして、該当箇所のドローンの飛行計画及び3次元測量を実施し、スイッチバック形状の3次元データを作成した。谷間であったため、基地局の配置を増設し、電波がくまなく届くように設置

した。着手当初、オペレータはスイッチバック形状がイメージできずに苦労したが、次第に設計通りの造成が進むにしたがい、現地との擦り付けの不一致を調整し提案できるようになってきた。

クレーンは計画通りに上方の作業ヤードで組立できるが、製品を運ぶトレーラーが切り返し登板できるほどスイッチバック部に余裕ができず、プレキャストボックス製品の受け取り場所について検討する必要が出てきた。トレーラーを一般道から後進させ、下方のスイッチバック部より製品を吊るしか方法がなかった。しかし、クレーン設置場所は盛土であるため強度がなく、製品を荷吊りしたときアウトリガに掛る荷重に法肩が崩れる可能性があった。そこでアウトリガの接地荷重を計算し、これに耐える強度に地盤改良を施工するようにした。



図-4 スwitchバック道路

4. おわりに

当初設計は工事用道路の計画がなく、本線の土工事中に他方から本線内を通して搬入する計画のようであったが、前後の工区には大型のクレーン、トレーラーが進入するような出入口は無く、受注後の現地調査により問題が発覚した。計画する時間と対処に追われたが、無事にボックスカルバートが設置できて良かった。



図-5 製品搬入状況

パイプトラスアーチ架設時の課題と工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会
エム・エムブリッジ株式会社

監理技術者

工事主任

工場製作時現場代理人兼設計

西村 匡介[○]

松元 丈臣

天羽 一貴

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：利賀ダム庄川橋梁上部工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局
- (3) 工事場所：富山県南砺市利賀村栃原～長崎
- (4) 工期：平成26年12月12日～
平成30年8月3日

本橋のアーチ部は、直径400mm～1,000mmのパイプを用いた三角トラス構造（図-1）とした鋼上路式アーチ橋（橋長368m、アーチ支間190m、アーチライズ43m）である。アーチ部をケーブルエレクション斜吊り工法にて、安全に架設した際の施工上の課題と工夫について報告する。

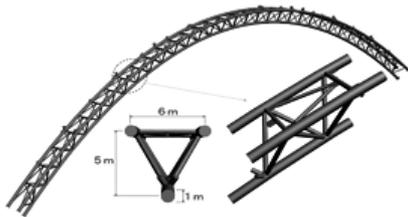


図-1 アーチ部構造図

2. 現場施工時における課題

現場施工時における課題は、下記の通り。

- a) 豪雪地域における効率的な架設計画と工期短縮
- b) 超高所作業や強風・地震時の安全確保
- c) パイプ部材添接部の品質確保

- a. 豪雪地域における効率的な架設計画と工期短縮

施工箇所は、富山県の豪雪地域に位置していることから、12月29日から翌年3月15日まで現場休工期間となっている。このため、施工可能期間は、

約9ヶ月となり、この期間内で①アーチ架設②補剛桁架設③アーチ部足場解体までの工程を確保する必要があった。現場は、地組・架設ヤードが狭小なため、地組・架設を効率的に施工するためには、ヤード確保が極めて重要であった。

- b. 超高所作業や強風・地震時の安全確保

現場は、橋梁センター部で湖面からの高さが60mの超高所作業となる。また、V字渓谷のため、上流部からの強風・突風や地震時における架設時のアーチ部材、作業足場との挟まれ事故等が想定されることから、作業員の安全確保が課題となった。

- c. パイプ部材添接部の品質確保

本橋のパイプ継手部は、主桁（直径1m）、斜材、支材（直径0.4m）である。特に斜材、支材部の小径口部の0.4mにおける本締作業時の高力ボルトの緩みばらつきなどの品質確保が課題となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

- a. 斜吊りアンカー拡幅梁とヤード確保

当初、地組ヤードは架設構台とA1-P1間の2箇所のみであったがP1-P2間補剛桁を先行架設し、地組ヤードを確保した。（図-2）また、A1橋台斜吊りアンカーに拡幅梁を新設することによりA1-P1補剛桁を先行架設しても斜吊りケーブルが補剛桁と干渉しない構造とした。（図-3、4）これにより、地組部材の大型化と地組・架設の連続作業が可能となり作業効率が大幅に向上し、約1.5ヶ月の工期短縮が実現し、降雪前の作業完了目標を達成した。

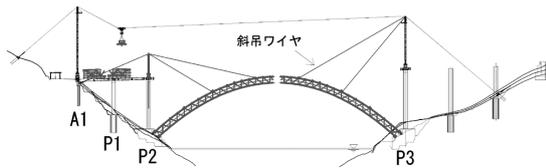


図-2 現地架設図

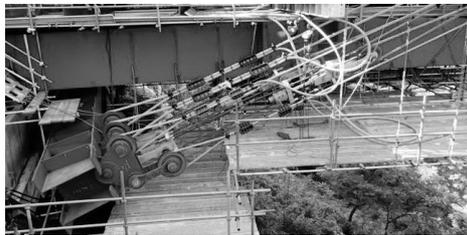


図-3 A1斜吊拡幅梁設置状況



図-4 アーチ架設状況

b. 超高所作業や強風・地震時の安全対策

地組を行った架設部材はP2斜吊り鉄塔上を乗り越える必要があるため、架設現地で架設部材の角度調整を行う必要があった。通常は手動チェンブロッックで、架設部材上に作業員が乗り込み角度調整を行う必要があったが、電動チェンブロッックを使用することにより架設完了部材上よりコントローラーで角度調整を行った。また、アーチ部吊り足場解体時は、ケーブルクレーンより大型搭乗設備（図-5）を利用し、足場解体作業を行うことによりパイプアーチでの墜落転落リスクの低減を図った結果、無事故で架設及び足場解体を実施できた。

また、強風時・地震時における横ぶれ防止対策として、アーチ基部に横ぶれ防止設備を設置した。

（図-6）架設中の強風や地震時における桁の横ぶれを低減することにより、アーチ部材、作業足場との挟まれ事故防止、アーチ架設中の安定性が図られ作業員の安全確保に努めることが出来た。

c. パイプ添接部の高力ボルト施工方法の工夫



図-5 搭乗設備による足場解体状況



図-6 横ぶれ防止設備

パイプトラス部材である上下弦材（ $\phi 1\text{m}$ ）斜材、上支材（約 $\phi 0.4\text{m}$ ）の添接部は、高力六角ボルトによる摩擦接合であった。アーチ地組開始時に通常の高力ボルト締付手順で本締め作業を行ったが、マーキングの回転角度にバラ付きが確認され、本締めボルトのトルクチェックを行ったところ、トルクのばらつきが確認された。添接板が円形であるため、予備締め、本締め時に部材がなじみ、締め付けトルクが安定しないことが原因と想定した。そこで一次締め付け方法の手順を下記の2パターンで実験を行った。予備締め時の、締め過ぎ防止を図るため、「建て方一番」（トルク調整機能付一次締付機械）を使用し一次締め付けを行った。

- a. 外側添接板が2枚～4枚に分割されているため、2名の作業員にて両面より同時に一次締めの実施
- b. 一次締め付け作業を2回実施

結果、2名同時作業では一次締め速度等が異なるため、少量のばらつきが見られたが、パターンbの一次締め付け2回実施することによりマーキングのばらつきは無くなり、トルクチェック結果も良好であった。アーチ部高力ボルト約7万本の内、締め付け確認での合格率99.94%で実施できた。

4. おわりに

今後のケーブルエレクション架設工事における安全対策及び、施工の一助になれば幸いです。

施工計画

周辺環境の影響低減を目的とした架設工法の選定

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 株式会社三井E&S鉄構エンジニアリング
 主任 課長補佐
 衛 藤 俊 介[○] 青 山 智 明

1. はじめに

本橋は、宮崎県宮崎市に位置し、東九州道の清武南ICから日南IC間にある県道340号線と水無川を跨ぐ橋梁である。

本工事では、隣接するトンネル工事が長期間継続して作業を行っており、本橋梁下の県道を工事用道路として使用していた。また、本工事の受注後に急遽発注された押え盛土工とも競合することになり、これら関連工事や周辺環境に影響を及ぼさない架設工法の選定が必要となった。(図-1) 工事概要

- (1) 工 事名：東九州道（清武～北郷）
水無川橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 九州地方整備局
宮崎河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県宮崎市清武町大字今泉地先
- (4) 工 期：平成27年11月19日～
平成29年6月30日

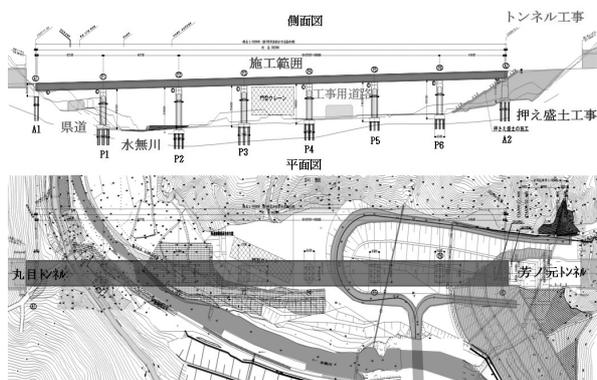


図-1 現場周辺図

2. 現場における問題点

(1) 交差条件

- ①A1-P1間：県道340号線
- ②P1-P2間：準用河川水無川
- ③P4-P5間：トンネル工事用道路

(2) 関連工事

A2背面のトンネル工事が長期間継続して作業を行っており、前述の①③を工事用道路として使用していた。この地区の関連事業では、このトンネル工事がメインであり、この工事の遅延が全体事業に与えるインパクトが非常に大きかった。

また、本工事受注後には、P6-A2間の押え盛土工が発注された。この工事は、本橋梁下での作業というだけでなく、トンネル工事に関連したものであったため、これら工事への影響を最小限にとどめる必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 関連工事との調整による施工方法の選定

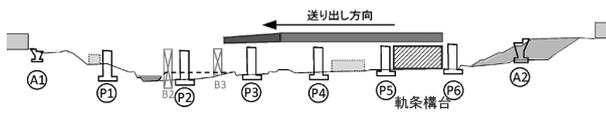
県道340号と、施工ヤードで交差するトンネル工事用道路に対する影響を小さくするため、起点側への架設は、当初から送出し工法を採用していた。

一方、終点側では、押え盛土施工業者との工程調整により、押え盛土工が施工されるP6-A2間の架設は、押え盛土工の完成後に行うこととした。この調整により、2工事間の干渉は回避することができたが、現実の架設となると、押え盛土工の完成により施工ヤードが更に狭小となり、ま

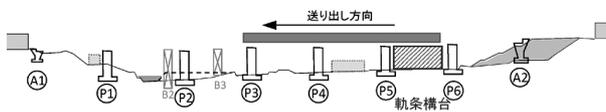
た、相反して架設用クレーンの大型化により進入路の改良が必要となるなど、周辺環境や事業工程に対する影響が決して小さくなかった。そこで検討の末、このような問題を解消するために、当該径間についても送出し工法を採用することにした。結果としては全く偶然であるが、P5～P6間を起点とする橋梁起点側と終点側の2方向への送出し架設となったわけである。(図-2)

P5-P6間に軌条構台を設置したのは、関連工事に影響が少ないという理由によるものであり、桁の組立てと送出し時の軌条設備として使用した。なお、この軌条構台は2方向への送出し架設に兼用できる構造とした。

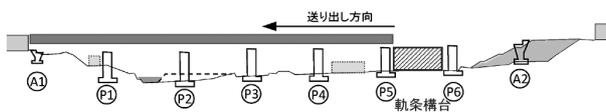
ステップ1 ・J1～J8桁組立、送り出し



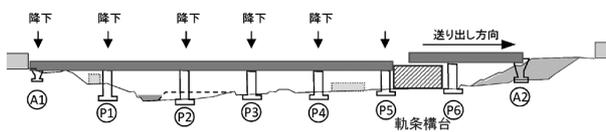
ステップ2 ・手延べ機撤去、送り出し
・GE1～J1, J8～J10桁組立



ステップ3 ・J10～J20桁組立、送り出し ※A1側送り出し完了



ステップ4 ・GE1～J20桁降下
・J23～GE2桁組立、送り出し ※A2側送り出し完了



ステップ5 ・J23～GE2桁降下
・J22～J23桁架設(落とし込み架設)

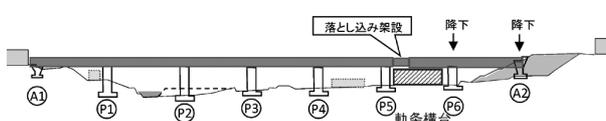


図-2 施工ステップ図

(2) 起点側への送出し架設

①手延べ機の使用について

起点側への送出し架設は、A1～P5間の5径間が対象区間で、前述の軌条構台を使用して実施した。この軌条構台の長さには限界があり、送り出す主桁の組立て長さが制限されることから、主桁の転倒を防止するために、先端には手延べ機を取り付けた。

しかし、起点側への送出しの最終径間(A1-P1間)では、県道340号線を横過する状況にあった。この最終径間の送出しに手延べ機を使用すると、手延べ機の撤去のために、県道の交通規制日数が増えることから、手延べ機の使用範囲は転倒の恐れがある必要最小限にとどめることとし、P3橋脚を通過した時点で撤去した。

②県道上の送出し架設

国土交通省からの通達により、送出し途中の桁の先端が橋梁下部工に固定されていない間は、県道の通行止め規制が解除できなかった。前述の通り、本工事では桁の組立てを行う軌条構台の長さに限界があったため、道路上をA1橋台まで一気に送り出せる桁は、組み立てることができなかった。そこで、規制日数を短くするため、発注者をはじめとする関係官庁と協議して、当該作業を昼夜間連続で実施した。具体的には、送出しを県道上で一旦中断し、交通規制を継続したまま、残り必要分の主桁を追加連結して主桁をA1橋台まで到達させた。

4. おわりに

本工事では、トンネル工事や押え盛土工事に隣接した工事であり、互いに支障を来さない施工方法の選定と良好な関係の構築が重要であった。

施工方法は、本稿に記載した通りである。関連業者との良好な関係については、非常にオーソドックスな方法であるが、毎日欠かさずに行った面談による施工打ち合わせが有効であったと思う。関係者の皆様には、本紙面をお借りして心より感謝の意を表し、厚く御礼申し上げます。

突っ張って押さえるように、土べら落とし板の形状寸法を設定した。

製作した土べら落とし板を使用して鋼矢板を引き抜いてみたところ、土砂の共上りを大幅に抑えることができた。(図-2)



図-2 土べら落とし板有り

また、試しに土べら落とし板を使わずに鋼矢板を引き抜いてみたところ、多量の土砂が鋼矢板に付着して共上りしてしまいました。(図-3) このような状況になってしまうと、引き抜き跡の充填も困難であり、見えないところに空隙を残してしまうことになる。



図-3 土べら落とし板無し

引き抜いた鋼矢板には土砂が付着するため、除去して返却するが、供用中の高速道路上のため作業は困難である。しかし、土べら落とし板の効果により除去作業が軽減され、土砂の余計な持ち出しも抑えることができた。(図-4)

鋼矢板引き抜き跡には砂を充填し、入念に締固めを行った。土べら落とし板によって土砂の共上りが抑えられたことにより引き抜き跡がきれいな状態であったため、充填作業は比較的容易に行うことができた。続いて舗装復旧を行い、交通開

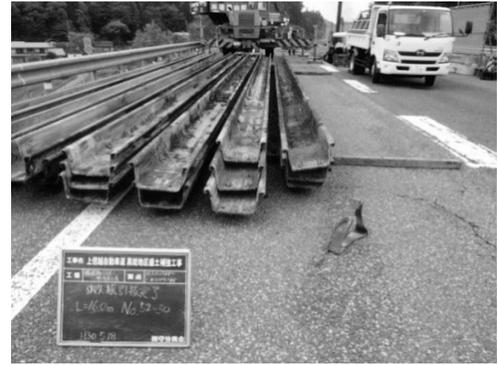


図-4 引き抜いた鋼矢板 (L=16m)

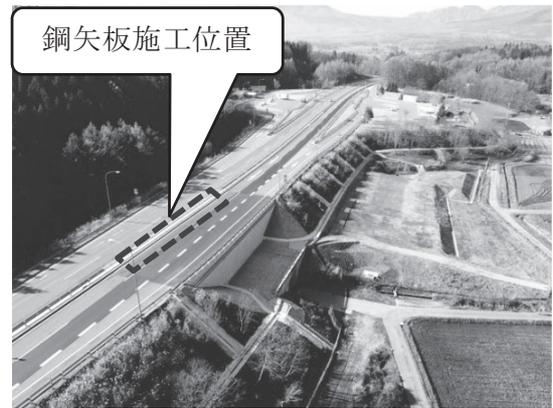


図-5 全景 (黒姫 PA 付近)

放を行った。無事竣工を迎えたが、現在のところ、路面の沈下や変状は見られない。(図-5)

4. おわりに

鋼矢板引き抜き時の土砂の共上りを抑える方法としては、鋼矢板の打ち込み時に油脂や瀝青材を塗布する方法、引き抜き前にベントナイト液を注入する方法等によって付着力を低減させるものがある。しかし、引き抜いた鋼矢板の洗浄には手間が掛かり、返却時に不利である。

製作し使用した土べら落とし板は、簡易で安価な装置ではあったが、路面の沈下によるトラブル防止と作業の省力化に大きな効果があったと考える。

今回、鋼矢板の片面はFCBの防水シートに接していたため、土砂の付着は片面に限られていた。通常の土留め壁は両面が土砂に接しているので、今後、機会があれば両面に対応した装置を検証してみたい。

河川阻害に配慮した架設方法

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

計画担当 現場代理人 設計担当
三谷隼人[○] 弓田清美 山内誉史

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：主要地方道相模原愛川
馬渡橋新設（上部工）工事
- (2) 発注者：神奈川県 厚木土木事務所
- (3) 工事場所：神奈川県愛甲郡
愛川町田代～半原地内
- (4) 工期：平成28年8月4日～
平成29年9月29日

県道54号（相模原愛川）は県央地域の主要な幹線道路であり、愛川町においては、地域の日常生活や物流、防災、医療、観光などを支える重要な道路である。

しかしながら、旧橋の馬渡橋は大正15年の架橋から90年が経過し、狭小幅員（4.85m）の構造と通行車両の大型化に伴い、車両のすれ違いが困難になるなど交通安全上の支障をきたしていた。

そのため、架け替えにより交通の利便性向上と交通安全の確保を図るものである。

新橋は、橋長61.0m、幅員9.5～11.0mの鋼単純鋼床版桁橋である。

架設方法は、河川内を大型土のうで仮締切りし、200t吊級の大型クレーンを用いたクレーンベント架設工法により実施した。



図-1 旧橋供用時

2. 現場における問題点

本橋の施工条件を以下に示す。

- (1) 一級河川中津川を跨ぐ位置にあり、河川内の一部を仮締切りし、作業ヤードとする。
- (2) 一般的な河川内工事の場合、河川内で施工可能な期間は非出水期（10月～翌年5月）であるが、本工事は供用時期との兼ね合いから通年施工をする必要がある。
- (3) 架設地点の上流にあるダムが、年に一度フラッシュ放水を行う。

上記の施工条件に基づいて施工計画を進めていく中で、2つの課題が浮かび上がってきた。

①河川阻害率の超過（流下断面の不足）

当初計画では、河川内に大型土のう4段積で仮締切りし、橋桁架設の支保工（ベント設備）を計

4基設置する計画であったが、出水期の流量・最大水位を再検討した結果、流下断面を確保できず、仮締切りを越流する可能性があることが判明した。

②仮締切り越流時の安全対策

当初計画において、仮締切り内のベント設備3基は直接基礎としていたが、仮締切りを越流した場合、ベント基礎の洗掘、流水圧によるベント設備の転倒・滑動による設備の崩壊が懸念された。

また、大型クレーン据付場所も浸水するため、緊急時の退避場所確保が必要となった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①河川阻害率の低減（流下断面の確保）

流下断面の確保にあたり、様々な検討を行ったが、出水期の最高水位における仮締切りの越流を回避する方法が見つからなかった。

そこで、出水時の越流を無理に抑えるのではなく、あえて越流させることとし、仮締切り内の設備を低減し、流下断面を確保した。

- ・大型土のう：2段積に変更（2段低減）
- ・ベント設備：2基に変更（2基低減）

また、上記の仮設備低減により、万が一の越流による流下物を低減することで、河川環境への影響も低減できる。

②出水期越流時の安全対策

出水期に越流させる方針としたことにより、ベント基礎の洗掘対策と大型クレーンの退避場所確保は避けることの出来ない課題となった。

ベント基礎については、コンクリート基礎に変更することも考えたが、コンクリート施工時に河川内へコンクリートのアルカリ成分が流出することも懸念されたため、杭基礎を採用することとした。

また、大型クレーンの退避場所については、越流時の最高水位以上の位置まで移動できるよう、河川内作業ヤードへの搬入路の勾配を大型クレーンが走行可能な緩やかな勾配に変更し、搬入路の標高の高い場所を退避場所とした。

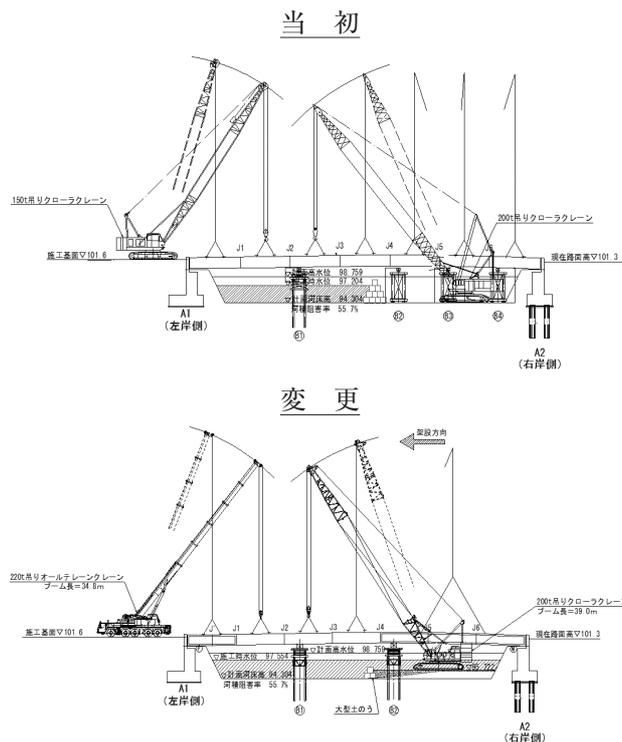


図-2 当初・変更施工計画図

前述の改善を行うことで、河川環境への影響を低減すると共に、工事費の大幅な増加も抑えることができた。

4. おわりに

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



図-3 新橋供用状況

施工計画

軟弱地盤および積雪のある地域での 多径間橋梁工事の施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

現場代理人

福谷 昌俊[○]

監理技術者

加藤 亮

工事主任

今村 裕一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：東北中央自動車道 白竜大橋（鋼上部工）工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社東北支社
- (3) 工事場所：山形県南陽市～東置賜郡高島町
- (4) 工期：平成27年3月6日～
平成30年2月1日

本工事は、東北中央自動車道の南陽高島IC～上山IC間に建設する多径間の鋼上部工事である。

架橋位置は、泥炭層等の湿地帯が広がる区間であり終点側にはトンネル区間もあるため、高盛土形式から橋脚において最長90mの鋼管杭を有する橋梁形式に変更となった場所である。また、冬季は積雪も考慮した軟弱地盤地域における橋梁工事の施工について報告する。（図-1、2）

2. 現場における問題点

本工事では、終点側の2/11径間を地盤補強、杭（H鋼）基礎ベントを設置し送出しヤードとした工事計画であったが下記の問題点があった。

(1) 各橋脚上の送出し設備

橋脚幅が2mと狭く、支承も大きいため送出し設備のスペースが確保できず設置が不可能であった。また、追加設備設置における軟弱地盤に対する対策及び転倒等の安全対策が必要であった。

(2) 冬季積雪を考慮した工程管理

本工事は場所打ちPC床版の施工を含めた発注



図-1 完成写真



図-2 架設状況全景

であり、足場・支保工等の仮設備設置が必須であり、積雪による損傷や崩壊が懸念されるため、冬季期間を考慮した無駄のない工程を管理し契約工期を厳守する必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 送出し設備の工夫

送出し設備の設置スペース不足に対して、図-3、図-4に示すように橋脚前面のベント設備による拡幅を採用した。直下には橋脚のフーチングコンクリートが設けられており、杭（H鋼）基礎

が施工できない代わりに必要最小限の地盤改良を施し本体構造物を支持地盤とした。ベント設備下端は敷鉄板上に基部梁及び無収縮モルタル充填による直接基礎にて施工し、沈下および転倒に対する安全性向上のため橋脚を囲うような構造にして転倒に対する安全性を十分確保した構造とした。また、上部軌条梁は橋脚上でも支持する構造にして、荷重をより多く分散させることで沈下の発生を防ぐ対策とした。(スペース的には片方のベント設備のみで対応可能)

さらに、送出し終了後の桁降下量を少なくし安定性も確保するため、上部軌条梁は支承横に設置し極厚H鋼(板厚40mm)を採用して耐力向上を図った。桁受梁についても支持間隔を広くしたことから同様に極厚H鋼(同)を採用し、送出し時

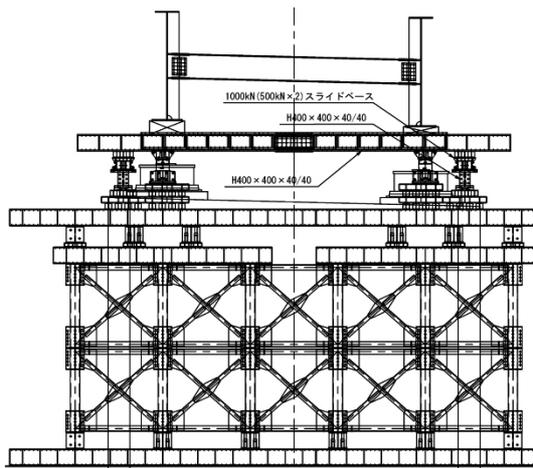


図-3 橋脚部ベント(正面)

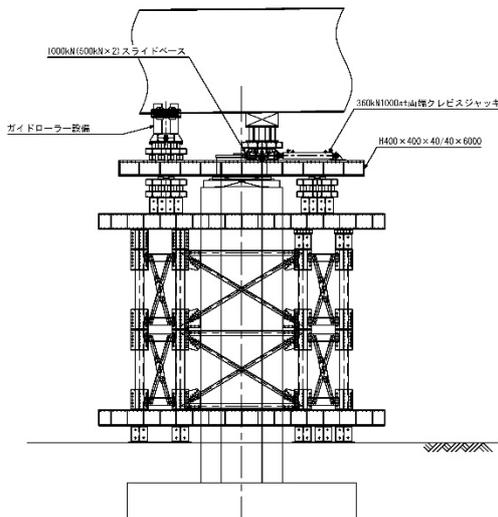


図-4 橋脚部ベント(側面)

の桁ずれにも対応した設備とした。

(2) 工程管理の工夫

本工事の期間は2年間で予定しており、冬季の2～3ヶ月間は積雪のため工事休止を考慮して工程管理した。大きな区分としては1年目を鋼桁の架設工事、2年目を床版工事と策定し各工種による作業員および機材等の確保を進めた。

架設工は送出し工法のため施工パーティー数をむやみに増やしても効果は限定されるため、桁の地組・送出し作業と仮設備の設置作業に分けて工事を進めた。送出しサイクルは1径間53mの桁組立および送出しを1サイクルとして施工し、送出し径間数の増加とともに作業員の増員を図り予定の作業を進めた。

桁架設終了後は、次年の床版工事開始にあわせ足場組立を開始しなければならなかったが、豪雪地帯でもあるため、図-5に示すように骨組のみ残置することとし、安全ネットについては一時撤去して床版工開始の直前に再度設置することで工程を進めた。

床版工においては、23打設ブロックを2箇所同時施工にて対応しブロック毎の作業を進め、床版施工完了後は、落下物防止柵等附属物工の施工が無い個所を優先に足場の解体作業を開始し、一部除雪しての作業が必要であったが順次資材等の搬出を行った。



図-5 足場(骨組)設置状況

4. おわりに

積雪等季節による工事制約があるなか、工程に合わせた作業員の投入(増員)を確実に実施できたことで予定通りの工事を終了することができた。改めて事前計画と作業員確保の重要性を認識した。

曲率の大きい鋼床版多室箱桁橋の架設

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
現場代理人・監理技術者
西村正治

1. はじめに

本橋梁は新名神高速道路の高槻インターチェンジのアクセス道路とし、大阪府により整備が進められてきた、主要地方道伏見柳谷高槻線（高槻東道路）に架けられた3径間連続鋼床版多室箱桁橋である（図-1、2）。

本報告では曲率の大きい鋼床版多室箱桁橋の架設について検討した内容を述べる。

工事概要

- (1) 工事名：主要地方道伏見柳谷高槻線（高槻東道路）仮称成合橋梁上部工事
- (2) 発注者：大阪府都市整備部
茨木土木事務所
新名神関連事業建設事業所
- (3) 工事場所：3径間連続鋼床版多室箱桁橋
- (4) 工期：平成28年3月25日～
平成30年5月31日

2. 現場における問題点

本橋梁の架設は当初、A1からJ17までクレ-



図-1 施工位置図

ンベント工法、府道横断面および渡河部のJ17からA2が送り出し工法で計画されていた。

しかし、逆台形1箱桁の断面構造かつ、曲率150mを有する鋼桁の送出し架設の実績は国内になく、さらに腹板の倒れ角度が大きく送り出し架設の誤差に伴う反力の集中が生じた場合は、腹板に大きなせん断力や付加応力が生じ、不慮の座屈等の事故が危惧されたことから、全径間をクレーンベント工法にて架設することとした。

本工事の架設計画中に国土交通省道路局より「供用中の道路上の橋梁架設工事に伴う安全確保について」が通知され、大阪府事業についても当該通知に基づく仮設備の安全確保対策を盛り込んだ架設計画を求められた。

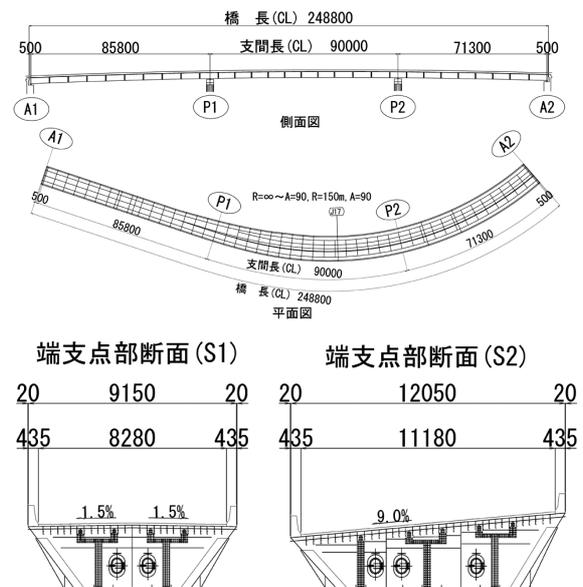


図-2 構造一般図

3. 工夫・改善点と適用結果

本工事での架設は図-3に示すとおり架設位置毎に条件に応じた手法で行った。

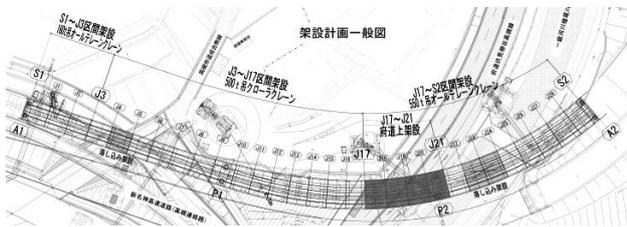


図-3 架設計画図

(1) S1～J3間の架設

当該区間は作業ヤードが狭いので、160t吊オールテレーンクレーンを使用し、単材架設を行った。1断面あたりの部材数が多いため、ベント上での組立作業性低下が懸念されたので、ベント設備を橋軸方向にH形鋼で連結し、その上に足場を設置することにより組立作業性低下を防いだ。

(2) J3～J17間の架設

1断面の地組立てを行い500t吊クローラクレーンによる1～2ブロックの大ブロック架設を行った。地組立てを行うことにより高所作業が低減され、架設作業の安全性を向上させることができた。

J4-J5ブロックは、市道を一時通行止めしたうえで落とし込み架設を行った。(図-4)生活道路直上での架設であるため、通行止め時間短縮のため次の対策を行った。

- ① 主桁腹板ボルト孔をφ26.5に変更し作業性を向上させた。
- ② センターホールジャッキによる主桁の引き込み装置を使用して、添接作業時間を短縮させた。(図-5)
- ③ セッティングビームを設置し玉掛け撤去作業を早めて架設完了までの時間を短縮した。



図-4 J4-J5架設

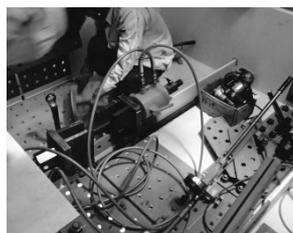


図-5 センターホールジャッキ

(3) J17～S2間の架設

当該区間は550t吊オールテレーンクレーンを使用したベント工法である。クレーンの性能と作業半径を最大限生かして大ブロック架設と単材架設を行った。

J17～J21間は府道を横断するため、道路局通知文に適合した施工を行うよう発注者より指導があり、次のことに留意して施工した。

- ① 府道横断部のベントは、単体状態で転倒しないよう、H形鋼を利用して橋脚と連結した。
- ② ベント設備と橋脚を接続しているH形鋼を利用して道路防護工を設置し、作業中の小物や資機材が府道に落下しない構造とした。
- ③ 夜間作業が0:00～4:00と短い時間であるため、昼間作業にてベント設備、主桁の地組を行い、一括架設を行うことにより、夜間作業時間の短縮を図った。

J21～S2間は作業ヤードが府道上に限定されており、作業半径と部材重量の関係から主桁断面両端の逆台形ブロックを分割し架設を行った。

河川上のJ22-J24のブロックは落とし込み架設を行った。(図-6) J4-J5間の架設と同様に主桁腹板ボルト孔の拡大孔処理、主桁引き込み装置を使用し、架設作業時間の短縮を行った。



図-6 J24-J25落とし込み架設

4. おわりに

本工事の架設計画時、新名神高速道路の鋼橋建設工事で重篤災害が連続し、業界を挙げて再発防止を策定中であった。

発注者および関係者のご指導ご鞭撻により、無事故で工事を完了することができ、皆様に謝意を申し上げます。次第である。

狭隘占用帯内での橋梁上部工の架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 株式会社三井 E&S 鉄構エンジニアリング
 現場代理人 監理技術者
 林 泰 充[○] 月 岡 義 晴

1. はじめに

名二環は、名古屋の外周部を通り、名古屋市を中心に放射線状に伸びる幹線道路と主要地点で連結し、名古屋都市圏の骨格をなす総延長66.2kmの環状道路である。

本工事は、名二環（西南部）整備事業の一環であり、近鉄名古屋線と名古屋市道交差点と立体交差する箇所位置する。架設工事では、国道と並行した狭隘専用帯内のみでの作業、架設条件における交通規制の低減や夜間架設時の急速化が求められた。

本稿では、本橋で実施した現場施工における課題と対応策について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：平成27年度名二環
かの里1高架橋鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市中川区供米田～かの里
- (4) 工 期：平成28年3月19日～
平成30年5月28日
- (5) 橋梁形式：鋼4径間連続非合成少数鉸桁橋
- (6) 橋 長：215m
- (7) 支 間 長：51.0m+54.7m+54.5m+53.8m
- (8) 鋼 重：1004.6t



図-1 完成全景

2. 現場における課題

本工事の施工にあたり、以下の課題があった。

- (1) 交通規制の低減
円滑に工事を進めるには、狭隘ヤードでの作業のため、現場条件を踏まえ安全な架設工法の選定、交通規制渋滞などの発生低減について対策を立てる事が必要であった。
- (2) 近鉄上の架設
架設は近鉄名古屋線のき電停止3時間内で桁を閉合し玉掛けを撤去しなければならなかった。

3. 対応策と適用結果

- (1) 安全に対する配慮と交通規制の低減
側径間の架設工法はトラッククレーンベント+横取り工法を採用した。架設方法は作業ヤード内

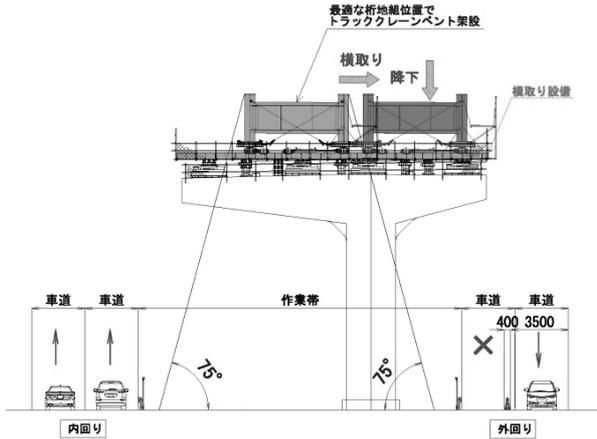


図-2 側径間架設概要図



図-3 内回り側径間架設状況

にて2ブロックを地組立てしたブロックを低床ポルトトレーラーに積込み、所定の位置まで運搬して架設を行った。架設は170t吊油圧クレーンにて外回りから内回りの順に地組、運搬、架設を繰り返し行い、桁調整、現場継手工（本締め、現場溶接）、吊足場組立完了後に横取り架設を行った。

横取りについては、作業帯の平板測量結果に基づいた再検討を行い、横取設備の延長を橋脚構造幅と一致させ、また推進装置をチルホールから油圧ジャッキに変更することで、交通規制を夜間2車線から昼間1車線に大幅に低減した。

(2) 近鉄上の架設

近鉄上の架設方法は作業ヤード内にて3ブロックを地組立てしたブロックを夜間通行規制して多



図-4 近鉄上の架設状況

軸式特殊台車にて所定の位置まで運搬して550t吊油圧クレーンにて架設を行った。

地組立ては、近鉄上の合成床版の敷設まで行い、多軸式特殊台車に搭載した。また、地組ブロックの運搬高さは当初2.0mとしていたが架設クレーン作業能力を90%以内に確保するため、桁吊上げ時に桁先端部とクレーン本体が干渉しないように運搬高さを3.5mに変更した。

架設作業を円滑に行うため、架設ブロックの試験吊り時に桁の仕口角度の計測をし、計測結果を基に終点側の架設済み桁を上げ越して桁先端部の仕口が所定の角度になるよう調整した。

落とし込み桁を所定の位置へ架設後、予めセットバックさせていた架設済み桁を30mmセットフォワードして添接作業を行った。架設作業は約2時間で無事に閉合し玉掛けを撤去することができた。

4. おわりに

本工事では事前に詳細な現地調査を行うことで問題点を早期に発見し、計画段階で検討を密に行い、作業手順の確認・改善を行うことで交通規制、架設ともに大きな問題なく無事故で施工完了することが出来た。

最後に、本工事の施工にあたり発注者様および関係者の皆様のご指導ご協力に深く感謝する。

鋼単純箱桁橋の撤去工事

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック
工事主任
桜井 宏之

1. はじめに

工事概要

本工事は、石川県金沢市で建設が進められている『金沢外環状道路 海側幹線Ⅳ期』の路線計画において支障となる千木大橋（せんぎおおはし）の撤去工事である。（図-1）既設橋梁の断面図および平面図を図-2に示す。

- (1) 工事名：金沢外環状道路海側幹線Ⅳ期地方道改築工事（千木大橋旧橋上部撤去工）
- (2) 発注者：石川県 県央土木総合事務所
- (3) 工事場所：石川県金沢市千木町（せぎまち）
- (4) 工期：2017年10月2日～
2018年3月9日



図-1 位置図

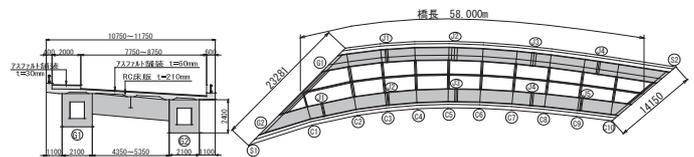


図-2 既設橋梁 断面図、平面図

2. 現場における問題点

床版の撤去は当初、橋面にブレーカを装備したバックホーを配置して歩道部のマウントアップコンクリートを破碎・撤去し、その後25t吊ラフタークレーンを床版上に据付けて、A1橋台側から順次フラットソーにて吊切りしてダンプトラックで搬出する、という工程であった。

また、鋼桁の撤去については、床版撤去後に河川内へ設置した杭基礎ベント上の工事桁で主桁を仮受けし、ベント上でG1桁、G2桁をそれぞれ3分割して、360t吊トラッククレーン（以下、ATC）で河川兩岸から撤去する計画であった。（図-3）発注時撤去計画の問題点を以下に示す。

- ① 橋面でのコンクリートや舗装の破碎作業および杭施工時に騒音と振動が発生するが、特に橋面上は拡散防止対策が困難で、近隣家屋等への影響が非常に大きい。
- ② 堤防部の地盤耐力はN値1～3程度と低く、スウェーデン式サウンディング試験による堤防部の安定照査を行った結果、当初計画の360t吊ATC据付位置ではアウトリガー部の必要耐力

を確保できない軟弱地盤であることが判明した。

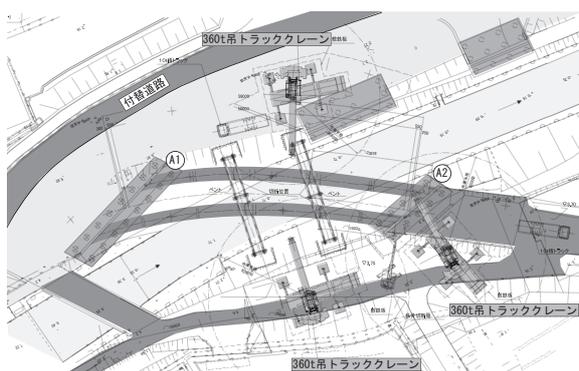


図-3 発注時の撤去計画図

3. 工夫・改善点と適用結果

前述の各課題を解決するための撤去計画として、次の撤去計画を提案した。(図-4)

- ① クレーンを450吊 tATC に大型化し、据付位置は地盤改良が行われている新設外環道路部および本橋 A1 橋台裏の元道路部に限定し、左岸側から全ての床版と鋼桁の撤去作業を行う。

床版は、フラットソー切断してから専用治具で主桁から引き剥したうえで断面方向を一体としてクレーンで撤去し、左岸部ヤード内で小さく分割して搬出した。

- ② 軟弱地盤である河川内および堤防部の杭基礎を省略するため、工事桁の数を3本に増やし、鋼桁は7分割して仮受けしながら鋼桁を撤去する。

この変更計画の立案にあたり、クレーンの据付位置は平板載荷試験により地耐力の照査を行った。また、鋼桁の撤去は新たに平面骨組解析を行って工事桁支点部の反力が最小となるステップを検討し、支持面積を拡大することで堤防部の軟弱な地盤でも工事桁の反力を支持することができるように工夫した。

主桁の切断位置は、工事桁での支持点と異なるため、切断後は撤去される主桁部材が自立できない。したがって、この主桁が落下しないよう常にクレーンで吊りながらの切断作業となる。さらに、

切断直後は残存している応力が解放され、主桁が衝撃とともに移動することが危惧された。この衝撃がクレーンへ伝わると、精密機械系統の故障や最悪の場合はクレーンが転倒する可能性が考えられる。

そこで、本工事ではこの衝撃を緩和させるためセンターホールジャッキとPC鋼棒を組合せた『鋼桁引込み装置』を設置した。この装置は、主桁切断線上に設置され、主桁のガス切断後に徐々に緩めることで部材の切り離しを安全に行うものである。

以上の結果、杭施工を省略したことで振動の拡散はなくなり、破碎作業による騒音は地上で防音パネルおよびシートによる拡散防止対策を確実に実施できたため、近隣からのクレーム等は一度もなかった。

また、これらの工夫によりヤード造成工事や杭基礎工事がなくなったことで、工程の短縮と全体工費の削減も実現できた。

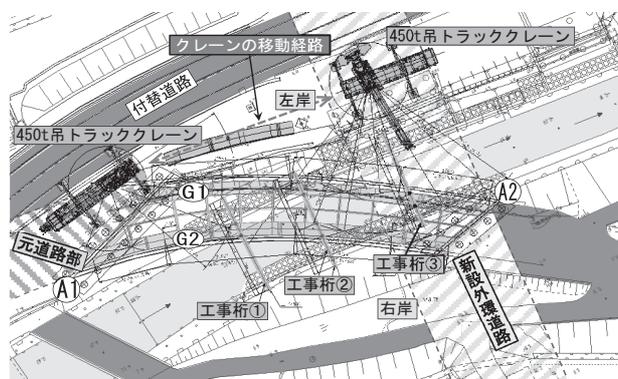


図-4 変更撤去計画図

4. おわりに

本工事は、撤去作業という難易度の高い工事であったが、無事に無事故で完了することができた。

本工事の遂行にあたりご指導いただいた石川県県央土木事務所の皆様をはじめ、関係者の皆様に感謝の言葉を述べさせていただきます。

特殊な構造の人工リーフ施工について

(一社)北海道土木施工管理技士会
 勇建設株式会社
 工事部工事長
 矢野好規

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：胆振海岸白老町高砂人工リーフ災害復旧外工事
- (2) 発注者：北海道開発局室蘭開発建設部
- (3) 工事場所：白老郡白老町
- (4) 工期：平成29年8月26日～
平成30年3月15日

2. 現場における問題点

工事内容は、平成28年8月の台風による波浪にて被災し傾いた灯台及び人工リーフを復旧するものであり、20 t 級異形消波ブロックの層積みで構成された二山人工リーフの陸側の山を全て撤去し、そこにアスファルトマット（厚さ60mm）を敷設し、製作した60 t /個のL型ブロックを24個、単塊ブロック6個を据付しその上に20 t 異形消波ブロックを層積。基礎捨石を投入し灯台基礎を設置するというものだった。

太平洋特有の力強いうねり等の海象状況の中で、特殊で複雑な形状の構造体であるL型ブロック（60 t）を安全に据え付けることが大きな課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当初の設計は、L型ブロック（9.3×1.5×5.1

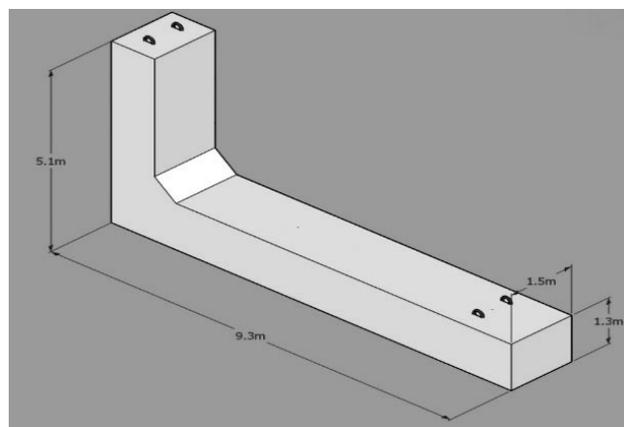


図-1 L型ブロック形状

m) を特殊な構造体（図-1）にも関わらず直接砂地盤の上にアスファルトマットを敷設し、その上に据え付けするというものであった。

ブロックの据付高の確保と据付時の安定を確保するため、床掘を1.0m厚で行い、その中に中割石を投入し、機械による重錘均しを±3 cm以内で行うこととした。均し面積が2000m²以上もあり時間は非常に掛ってしまっていたが、それだけの効果がありL型ブロックや単塊ブロックは傾くことなく安定して据付することができた。

アスファルトマット敷設は、隣接するマットとマットに50cmの重ね合わせがあり、一枚60mmの厚さがあるため、L型ブロックを敷設した場合、重ね合わせ部分上は傾き不安定な状態となるため、当初のマット形状が長方形だったものを、L型ブロック下はフラットになるよう変更した。（図-2）

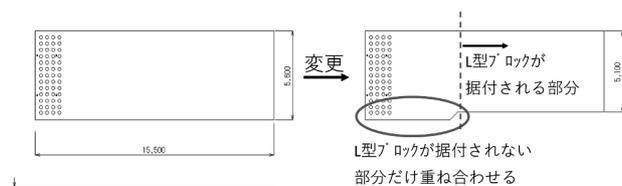


図-2 アスファルトマット形状

L型ブロックを単体ではなく、2個を連結プレートで固定し一体化することで、据え付け作業時の安定を図った。(図-3、4) 製作時から埋込アンカーを入れておき、 $t=16\text{mm}$ のプレートをM30のボルトで固定しブロック同士のずれを防止することにした。ブロック2個で120tもの重量になるが、据付時の安定と工程及び据付精度の確保には非常に有効であった。

L型ブロック据付後の消波ブロック層積みについても、当初設計の消波ブロック据付方向ではブロックとブロックのクリアランス確保が非常に困難(3cm以内)であったため、90度回転させた

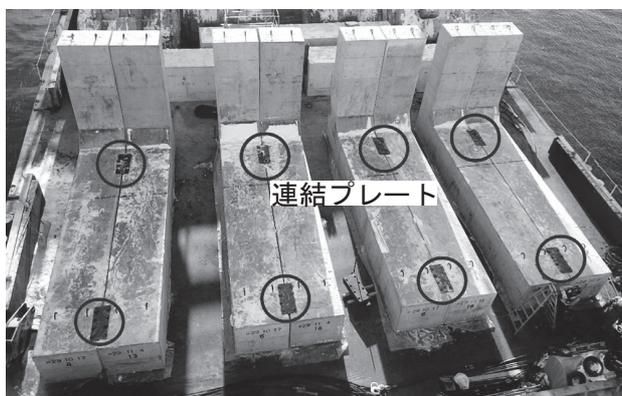


図-3 プレートによるブロック連結



図-4 連結したL型ブロック据付状況

向きで据え付けることで、L型ブロック内の必要重量を確保しつつ、施工性と安全性を確保することができた。

単塊ブロック(9.3×1.5×1.7)3段積の据え付けや、大割石、中割石の投入等、複雑な施工順序をサイクル分けして行わなければならなかったため、3D図面(図-5)やモルタルで製作した模型等を利用して、打合せを何度も重ねることで、数少ない海象条件の良好な日に最大限の施工量をこなすことができた。

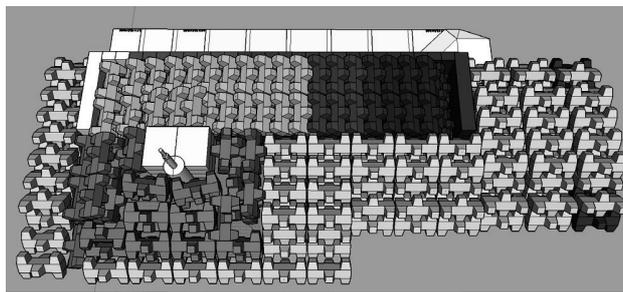


図-5 陸側リーフ完成工程3D図面

その他にも、当初設計にはなかったが、起重機船作業時の配置を考慮し、施工性や安全性を確保するために、沖側人工リーフの既設20t級消波ブロックの撤去(182個)や、単塊ブロック3段積の据付用H形鋼を取り付けることによる据付精度の向上と施工時の安全確保、さらにはL型ブロック内の20t級消波ブロック層積のクリアランス確保及び施工性向上のための鋼材及び木材を使用した架台を製作し活用する等々、数多くの工夫を行って施工した。

4. おわりに

陸上施工でも困難と感じたこのような特殊構造体の人工リーフの海中施工は類をみないと思われるが、多くの方々の知恵と協力を得て、厳しい海象条件の中、無事故で完了することができ、大変感謝していると共に、改めてコミュニケーションの重要性を感じた現場であった。

応急復旧工事における橋桁の横移動及び リベット撤去に関する工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

鋼構造事業部工事部工務課主任

笠 太 一[○]

鋼構造事業部工事部次長

岡 田 正 信

鋼構造事業部工事部工事課総括工事長

福 嶋 貴 生

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：予讃線本山・観音寺間
財田川橋りょう災害応急工事
- (2) 発 注 者：東洋建設(株)
- (3) 工事場所：香川県三豊市
- (4) 施工期間：平成30年7月～
平成30年8月

本工事は四国旅客鉄道予讃線の財田川橋りょうにおける災害復旧工事である。平成30年7月の西日本豪雨により、P4橋脚が洗掘され下流方向に傾斜したため上部工が変形し、列車の運行が中止された。本稿では、杭ベント支持による仮復旧を行う上での施工上の工夫について報告する。

2. 現場における問題点

本工事の施工にあたり、以下の問題点があった。

2-1 主桁の横取り作業

本工事は、P4橋脚前後に杭ベントを設置して主桁を仮受けし、横取りにて正規位置に戻す必要があった。図-1に鋼桁の被災状況を示すが、2主桁の左右で鉛直変位量が異なることや、横取り量が約800mmと大きいことから、仮受時の桁の挙動が想定できなかった。これにより、アンバランスな荷重に伴う予測不能な動きに対する逸走防止を検討する必要があった。

2-2 リベットの撤去方法

仮復旧は、P4橋脚前後の杭ベントで支持した

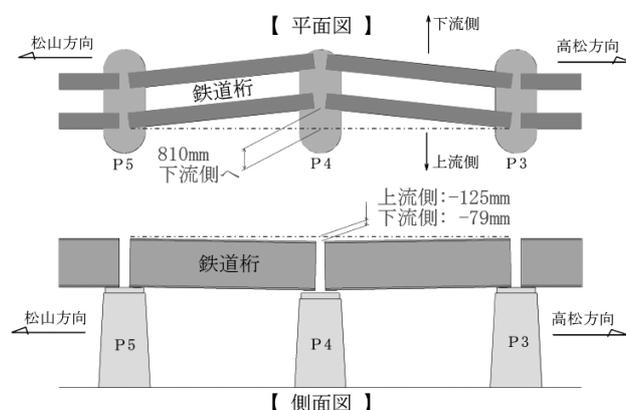


図-1 鋼桁の被災状況

後、P4の桁端部同士を連結する必要があった。本橋は大正2年に竣工した古い橋であるため、部材の連結は全てリベット接合であった。桁連結箇所にはアンゲル材がリベットにより取り付けられていたため、リベットを撤去し取り外す必要があった。リベット撤去時には、母材に傷をつけないことが前提となるため撤去方法を検討した。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 主桁の横取り作業

横取り作業は鉛直ジャッキとスライドジャッキを用いて行った。水平方向への移動については、スライドジャッキを使用せずにテフロン板上を滑らす方法も検討したが、反力管理が可能なスライドジャッキを採用した。逸走防止としてチェーンブロックを使用したおしめ設備を設置した。

図-2に横取り設備を示す。

始めに鉛直ジャッキにてジャッキアップを行い、

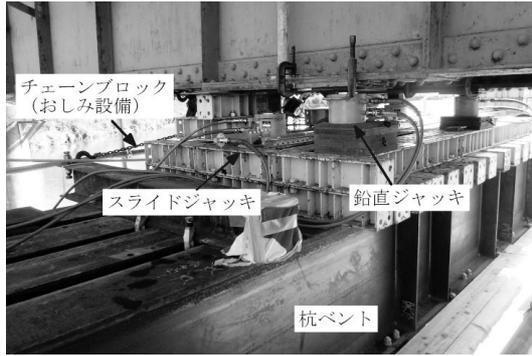


図-2 横取り設備

鉛直方向変位を正規の高さまで調整した。ねじりによる偶力により、反力が片側の主桁にのみ作用している懸念があったが、ジャッキのゲージで反力を確認しても反力差は微小であったため、ジャッキと主桁の摩擦が切れてしまう危険性もなく、スライドジャッキで押すには十分な反力であった。

次に鉛直ジャッキからスライドジャッキに盛り替え、おしみを緩めると主桁が上流側へ自然に移動した。これは主桁が橋軸直角方向に弾性変形していたのではないかと考えられる。30mm程度はおしみを緩めるだけで移動したが、以降は水平ジャッキによる横取りを繰り返し行い、正規の位置まで移動完了させた。

以上により、横取り作業は完了し、横取り後は主桁左右の反力差はなくなった。

3-2 リベットの撤去方法

リベットの撤去方法は、できるだけ母材を傷つけないようにすることが前提となる。母材を傷つけないでリベットの頭を撤去するには、グラインダーによる撤去方法と磁気ボール盤を用いた撤去方法とがある。グラインダーによる撤去方法は非常に作業時間を要するため、列車の運行再開時期が大幅に遅れる懸念があった。磁気ボール盤を用いた撤去は比較的短時間で施工可能ではあるが、桁表面に付着する厚い塗膜と不陸のため、磁気ボール盤の磁力が発揮できず、固定できない問題を解決する必要があった。

上記の問題を解決するために、図-3に示す磁気ボール盤固定用の治具を考案した。リベットを撤去して現れた孔を利用し、ボルトにて治具を固

定することで、磁気ボール盤の固定ができ、2つ目以降のリベットは磁気ボール盤を用いて撤去することが可能となった。

リベットの頭を撤去した後は、大ハンマにて打撃を加えリベットを完全撤去した。図-4に撤去後のリベットを示す。リベットの撤去本数は約70本であったが、概ね1日半（2パーティー）で撤去することができ、工期に遅延なく作業完了することができた。

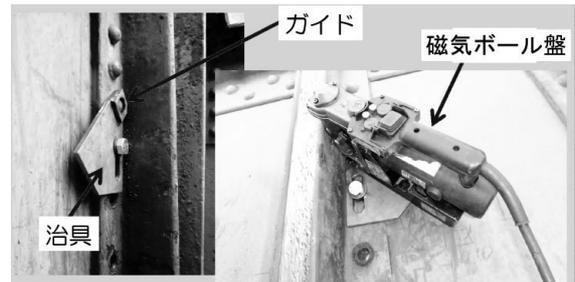


図-3 アトラ設置用治具



図-4 撤去後のリベット

4. おわりに

災害大国日本と言われるように、今後も未曾有の災害に見舞われる可能性は十分に考えられる。特に古くに竣工した橋は災害の影響を受けやすい。インフラを失うことは、日常生活に大きな支障をきたすことは間違いない。今後も旧橋の補修は重要であり、増加していくものと思われるが、本工事の実績が今後の別工事にも生かされれば幸いである。

本工事が無事故・無災害で完了できたことは、発注者のJR四国ならびに元請け業者の東洋建設株式会社の皆様の多大なるご指導によるものであり、ここに深くお礼申し上げます。

危機管理型ハード対策ブロック据付について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
現場代理人
末次 優太

1. はじめに

本工事は、国土交通省が推進する河川における氾濫リスクの高い河川において、当面の間、上下流バランス等の観点から堤防整備に至らない区間について、決壊までの時間を少しでも引き延ばすよう堤防構造を工夫する「危機管理型ハード対策」として、堤防天端及び堤防裏法尻を補強する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：小石原川菅野地区外
堤防法尻補強工事
- (2) 発注者：筑後川河川事務所
- (3) 工事場所：福岡県三井郡大刀洗町菅野地先外
- (4) 工期：平成29年3月11日～
平成30年2月28日

2. 現場における問題点

本工事において施工する「危機管理型ハード対策」は、堤防裏法尻を補強する法尻ブロックが2種類のブロックから構成されており、平場ブロックと法面ブロックを連結させて一体化させた構造になっている。また、平場部においては、用地の関係上ブロック据付けスペースが確保できない箇所においては、基礎ブロックタイプが採用されている。

現場は、法尻ブロックの施工が川裏下部で施工できる箇所については問題ないが、既設構造物等

の関係で川裏下部からの施工が困難な箇所があり、堤防上からの施工をする事が前提としてあげられた。

堤防天端から施工をするにあたり、天端幅が狭くラフテレーンクレーン(13t吊)のアウトリガーを完全張り出しで施工する事が困難であり、バックホウ(0.45m3級移動式クレーン仕様機)で施工するには作業半径が不足し、法尻ブロック据付けができない事が問題点としてあげられた。

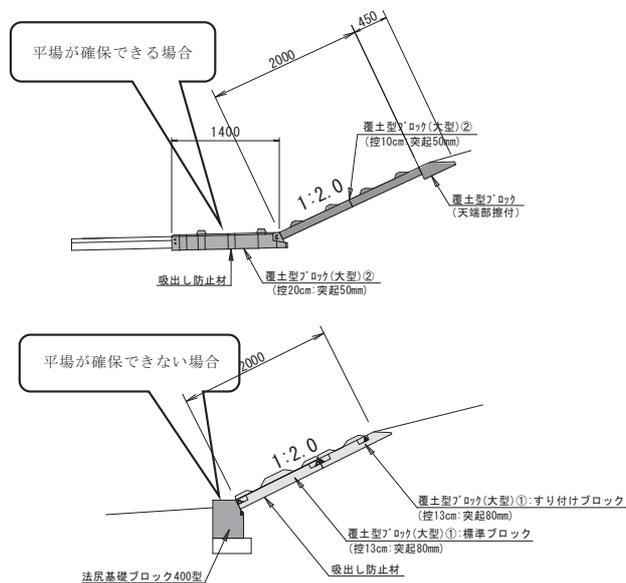


図-1

3. 工夫・改善点と適用結果

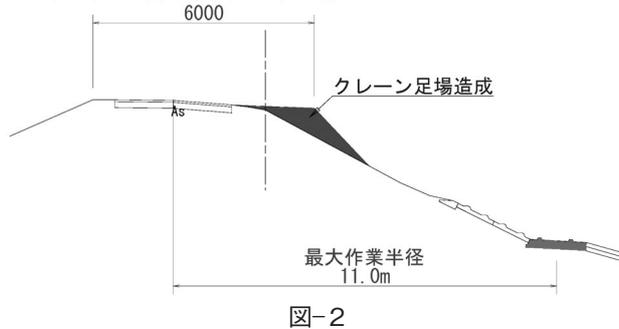
① クレーン足場の造成

平場部の法尻ブロックは、コンクリート製二次製品で重量が約1.1tと重量物になっており、作業半径も約11.0mである事から、バックホウ

(0.45m³移動式クレーン仕様機)での据付け作業は困難であると判断し、堤防天端にクレーンアウトリガーを完全張り出しで施工できるように、クレーン足場を盛土し、敷鉄板を敷設して盛土拡幅部の崩壊の無い様に強固に造成した。

クレーン足場を造成する事により、クレーンのアウトリガーを完全に張り出し、法尻ブロック施工時の作業半径を確保する事ができ、安全に施工する事ができた。また、高低差があった為、合図は無線機を使用するとともに、荷を吊って据え付ける際には、音声式の玉掛警報器により作業員に接近を知らせ安全に施工を行った。

13t吊ラフテレーンクレーン
アウトリガー完全張り出し時=全幅4.75m



②法面ブロックの据付

法面ブロックを据付けする前の法面整形は、バックホウ(0.45m³)では、作業半径が不足した為、超ロングバックホウ(12.3mブーム)を使用して法面整形を行った。

法面ブロック据付けは、ポーラス製二次製品であり、重量が0.22t程度であった。法面整形時に

使用した超ロングバックホウは、移動式クレーン仕様機であり、クレーン能力上法面ブロックを据付ける事が可能であった為、ラフテレーンクレーン(13吊)ではなく、超ロングバックホウによる据付け作業を行った。

ラフテレーンクレーンで据付け作業を行った場合は、吊荷の作業半径を超える前にクレーン本体の設置変えが発生し施工性が落ちる。その為、超ロングバックホウによる法面ブロック据付け作業を行う事により、クレーンの移動時間の短縮と施工性が向上し工期の短縮にも繋がった。また、法面ブロックを吊込む時に、予めブロックを2割勾配に傾けて吊る事により据付け作業を迅速に行う事ができた。



4. おわりに

本工事は、筑後川河川事務所管内での「危機管理型ハード対策」は、初となる工事であった。

法尻ブロックは、現況堤防法尻に沿って施工する計画になっていた為、法尻ブロックの法線及び据付け高さを入念に計画し施工を行った。また、施工については、施工班を4班体制で施工し手戻りなく施工できた事、現道の規制等も滞りなく行えた事、上記記載のとおり施工上の工夫を行う事により安全性が向上し、工期内完成を達成することができた。

最後に、近隣住民の皆様から、ご協力頂いたおかげで、大きなトラブル・苦情等もなく無事故・無災害で完成したことに感謝する。

ユニフロートを用いた主桁地組立て、 クレーン相吊り横取り架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
JFE エンジニアリング株式会社

現場代理人 猪股謙一〇
監理技術者 菊次敬人

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：定川大橋橋梁
災害復旧工事（上部工）
- (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
- (4) 工期：平成28年11月～平成31年1月

本工事は東日本大震災の津波により損壊した定川大橋の架け替え工事で、約10m離れて並行設置された仮橋が完成までの代用運行となっている。

新設橋梁は全長164.8m、有効幅員11.75m、鋼重592tの鋼3径間連続非合成箱桁橋であり、架設方法は既設仮橋を夜間全面通行止めして行うクローラクレーンベント架設である。本稿では現地状況を踏まえた施工上の工夫について報告する。

2. 現場における問題点

本工事での作業は、県道247号線（仮橋）の夜

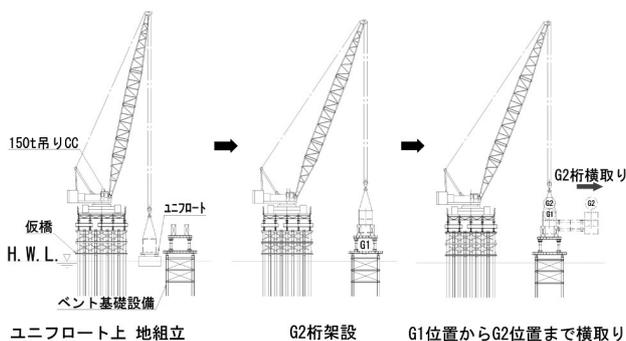


図-1 架設ステップ

間通行止め規制時間内で道路養生設置、クレーン入場、地組立て架台の組立て・位置決め・設置、地組立て、架設、架台撤去、クレーン退場、養生撤去の作業と多岐にわたる。これら一連の作業を通行止め規制内に終了し、規制解除する必要がある。また、河川内に配置するベント設備は旧定川大橋の下部工に近接しており、ベント基礎杭施工時に旧下部工基礎と干渉する恐れがある。干渉した場合はベント基礎杭を移動させる必要があり、架設計画の大幅な見直しによる工程遅延やベント受点部の主桁の補強改造による工場出荷の遅延等が懸念される。

3. 工夫・改善点と適用結果

当初計画では、仮橋上での主桁の地組立てを行うこととなっていたが、地組立て架台の組立て・設置・撤去や地組・架設について使用するボルト等の資機材の準備・片付け等に時間を要するため、



図-2 ユニフロート上での地組立

河川上に地組立て架台を搭載した組立式浮体作業床『ユニフロート』を設置することにした。

本工事では長さ5.51m、幅2.67m、高さ1.64mのユニフロートを使用した。設置場所は、仮橋と本橋の間へ2列×8行、合計16隻のユニフロートを並べて連結した。最大4ブロックの主桁地組立てが可能なスペースである。16隻の内、両端の2隻にては、干満差が約1.5mによる潮流上での地組立てにつき安定性を保つために追加したものである。更に、設置個所が仮橋と本橋との狭隘箇所であること、干満差が大きいことによりユニフロートの固定が困難であるため両脇に専用の河床打込みアンカーを設置し、仮橋や橋脚への干渉を防いだ。また、ユニフロートはタグボートでの曳航が容易にでき、架設位置付近での地組立てが可能である。

地組立て時はユニフロート（浮体）上に重量物を搭載するため重心が変われば本体の傾きも変わる。主桁の地組立てはユニフロート中央より両端へ向かう順でジョイント作業を行った。同じく搭載する機材に関しても本体を水平に保つための配置には特に留意した。地組立て後はユニフロート上でTCB本締め、桁上手摺、吊足場の設置を行い、架設することが出来た。

結果ユニフロートを使用することにより、地組立て架台の組立・設置・撤去、資機材の準備・片付け要する時間の省略し、規制時間内の作業終了を確実に遵守できた。



図-3 相吊り架設状況

次に、ベント基礎と旧下部工基礎との干渉についての改善点として、主桁の地組立てを2ブロックから4ブロックに大型化し、ベント設備を6基から3基へと変更した。地組ブロックを大型化したことによりブロック重量が増大し150tクローラークレーン1台による架設が不可能となった。また、仮橋上の幅員も制限がありクローラークレーンのランクアップも望めないため、2台の150tクローラークレーンを使用して相吊り架設を採用した。

架設に関して工夫した点として、相吊りのクローラークレーンの作業半径にも限界があったため、仮橋より奥側のG2桁を手前のG1ラインに架設した後にG2ラインまで8.4mの横取りを行い、G1桁を架設した。（図-1）

クレーン相吊り架設と主桁横取りを採用したことによりベント基礎と旧下部工基礎の干渉を防ぎ工程遅延リスクを回避した。



図-4 横取り完了

4. おわりに

地組ヤード、資材置場等の確保は計画立案時の最優先課題であるがユニフロートを使用することによりデッドスペースである河川上を有効活用できる。

今回の最大の利点は地組立て架台の組立・設置・撤去や地組・架設について使用するボルト等の資機材の準備・片付け等に掛かる時間を別の作業に割り当てられ、規制時間に左右されない作業を可能にしたことである。

JR 工事における緊急災害復旧工事

宮崎県土木施工管理技士会

株式会社 内山建設

工事部部长

工事管理者

中島純宏[○]

中島大仁

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：宗太郎・市棚間234k950付近右
築堤崩壊災害復旧他
- (2) 発注者：九州旅客鉄道株式会社
- (3) 注文者：九鉄工業株式会社
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市
- (4) 工期：平成30年7月24日～
平成30年12月1日
- (5) 工事概要：

JR 日豊本線の宗太郎地区において、台風24号通過に伴う大雨により、線路沿い斜面の土砂崩壊災害が発生した。現場は、法面上部からの多量な流下水により崩壊土砂が線路内に流入し、列車運行は不能となった。特に、当該区間は単線区間であることから、多くの旅客者に影響が発生し、緊急の災害復旧・対策工事を行うこととなった。

現場には、車両通行可能な隣接道路は無かったが、軌陸特殊機械や吹付モルタル工法による法面防護工法を採用することでその制約条件をクリアし、早期の災害復旧工事を完成させた。

2. 現場における問題点

当該現場の工事を進めるにあたり、次の様な問題点があった。

- (1) 不安定地層に対する早期の法面安定対策

当該地域の法面の地質は、古第三紀四万十累層群の砂岩・頁岩の互層により形成されており、堆

積岩特有のスレーキング性により、経年的な風化亀裂が顕著な箇所を有していた。そのため、大雨等による土砂災害が頻繁に発生する区間であり、早期の安定した法面安定対策が求められた。

- (2) 工事用道路の問題

現地には、災害場所までの工事用道路が存在せず、工事に使用する機資材等の車両搬入が困難であった。

3. 問題点の対応策と適用結果

上記問題点の対応策として次の対応を行った。

- (1) 不安定地層に対する、早期の法面安定対策

- ①初動対応（図-1、2）

法面災害は、多量の湧水を伴う土砂崩壊災害であり、早期の対応が求められた。そこで、JR 工事経験者を主体とした昼夜の施工体制を編成し、昼夜連続作業による崩壊土砂の処理と応急土留工による突貫作業を行い、早期の災害復旧に努めた。



図-1 夜間作業



図-2 法面湧水状況

- ②法面对策工

- (a)土砂崩壊箇所（図-3、4、5）

湧水箇所は、かご工と排水溝を通じて法面下方に流下させ、張コン及びモルタル吹付工にて地山

崩壊箇所の法面防護を施した。

張コンクリート施工時は、軌陸台車に13TONラフタークレーンを搭載し、線路載線上でのコンクリート打設を行った。

急斜面部：モルタル吹付工 (t=10cm)

斜面部：張コンクリート・かご工

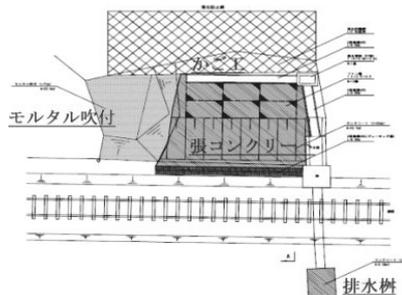


図-3 土砂崩壊箇所施工図



図-4 施工状況



図-5 完了

(b)崩壊対策法面 (図-6、7)

土砂崩壊現場以外にも、崩壊が懸念される不安定地層が存在した。施工法面は、崖錐層で形成されており、施工性や長期的な法面安定の観点から、次の工法から比較検討を行った。

- 1) 簡易吹付法枠
- 2) モルタル吹付工
- 3) ロックボルト併用ロープネット工法

検討の結果、安定性、経済性、施工性の面から、簡易吹付法枠 (150) を選定した。その際、吹付プラントの設置箇所については、品質向上の面から線路沿いに隣接して設置した。

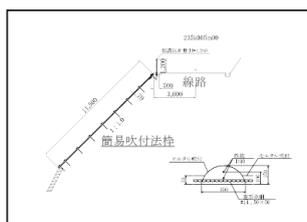


図-6 簡易吹付法枠図



図-7 吹付法枠施工

(2) 工事用道路問題の対応

当該箇所は、施工現場に行くための車両通行できる道路が存在しないため、線路本線を使用しなければならなかった。そこで、注文者と工事調整を行い、JR線路を走行できる特殊の軌陸車両を導入した。その車両を利用し、クレーンや使用機械・材料の運搬作業、吹付プラント設置を行った。

(図-8、9)



図-8 軌陸クレーン作業



図-9 吹付プラント

(3) 対応策による適用結果

以上の対応により、現場の地形・地質、湧水等に対応した適切な法面安定対策が行えた。特に、線路沿線上のプラント設置ヤードは、狭隘で設置箇所が限られていたため、災害施工箇所までの吹付圧送距離は、150mを超過したが、高压コンプレッサーや滑材ホース等を活用して吹付材の長距離圧送が可能となった。また、軌陸特殊機械を使用したことで、資機材の運搬も円滑に行え、早期の災害復旧に繋がった。弊社においても、日頃からJR工事における資格取得や安全・技術講習等に参加し、工事施工体制を整えていた成果が得られ社内の災害対応に対する意識向上も図れた。

4. まとめ

近年、自然災害による災害リスクは高まる一方であり、地域の建設業界に期待されるものも大きい。しかし、建設業の担い手不足、熟練技術者の技術伝承が進んでおらず厳しい生産性を強いられている。建設業に携わる若者が、少しでも明るい未来を抱ける様に、魅力ある建設社会の構築と技術発展に努め、今後も地域にとって必要となる会社として、災害対応に貢献していきたい。

3. 工夫・改善点と適用結果

設計変更により、切土後の法面の崩落を防ぐため切土直高を小さくし小段を多く設けるため、切土量が多く発生するとともに、人力掘削も増加し、大幅な工期の延長が必要となった。また、重機による切土作業が必要となったが、法面上部から下部からも勾配が急で進入が不可能であった。

そこで、法面对策工の鉄筋挿入工に使用する、削孔機（ボーリングマシン）の搬入方法も検討する必要があったため、索道（ケーブルクレーン）を設置することとした。

索道は吊り上げ荷重2.9tとして計画し、重機、削孔機は2.9t未満のものを選定した。また、索道設置箇所はダム軸として、堰堤本体作業にも使用できるように計画した。

法面掘削作業にあたり、切土法面の小段高に重機足場を設け（図-3）、索道で左岸側から重機を運搬した。その足場を利用し斜面を切り込み、重機作業で切土を施工することができた。

この足場（図-3）は、切土、法面モルタル吹付、鉄筋挿入工と進む中で、作業員の足場となり、直高約15mからの転落防止対策という安全面でも効果があった。さらに、鉄筋挿入工の仮設足場の基礎となり、足場組立作業の資材荷受場に利用



図-4 重機足場による切土作業状況



図-5 削孔機運搬状況

ことができ、資材の落下等に気を取られることなく施工できた。

4. おわりに

今回の、設計変更から生じた工程の遅延も索道を設置することで、堰堤本体工の工程も短縮できる副次的効果もあった。施工計画は、発注者と施工業者とのやり取りだけではなく、地元との調整を含めた、3者による総合的な計画が必要と強く感じた。

最後に、今回の防災工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者である長野県犀川砂防事務所の方々をはじめ、無事故で作業をしていただいた施工業者をはじめ、各関係機関の皆様、そして、工事期間中、多大なご迷惑をお掛けする中、ご理解とご協力をいただいた住民の皆様に対して、無事工事を完了できたことに感謝申し上げます。

本堤 正面図

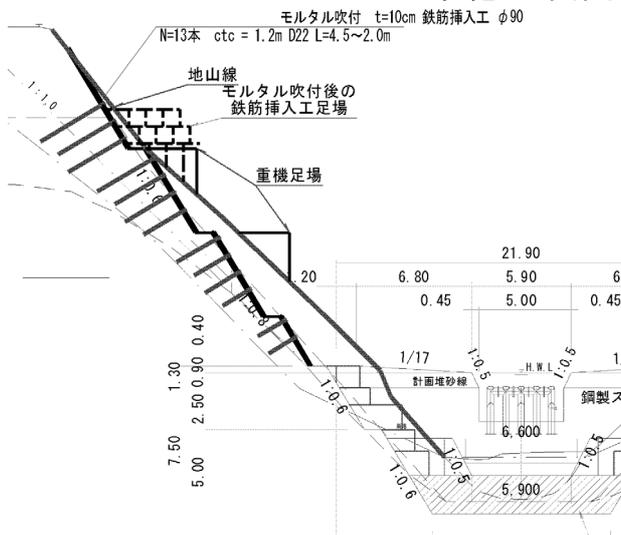


図-3 設計変更後（右岸法面对策工）

施工計画

東名高速道路上への1250 t 吊り大型クレーンによる 鋼桁大ブロック一括架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
宮地エンジニアリング株式会社

現場代理人 工場製作担当
小林 智 則[○] 木村 光 宏

1. はじめに

本橋梁は、首都高速道路株式会社発注の高速横浜環状北西線と東名高速道路との接続部となる横浜青葉ジャンクション橋（図-1）である。

その中で東名高速道路上を横過する範囲の鋼桁の架設工事については、首都高速道路株式会社より東名高速道路を管理する中日本高速道路株式会社に委託された。

本稿では、中日本高速道路株式会社に委託された架設工事の内、1250 t 吊り大型クレーンによる b, h 連結路の鋼桁大ブロックの夜間一括架設（図-2、3）について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：東名高速道路 横浜青葉 IC
（鋼上部工）東架設工事
- (2) 発 注 者：中日本高速道路株式会社東京支社
- (3) 工事場所：神奈川県横浜市青葉区下谷本町

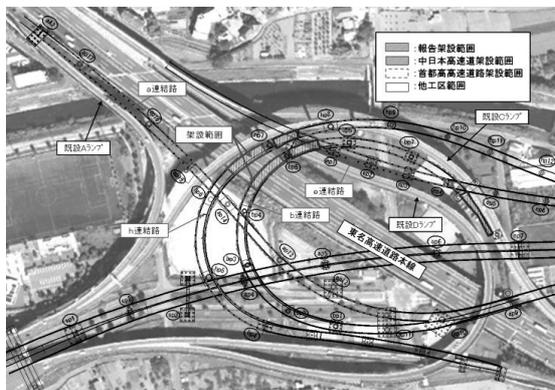


図-1 横浜青葉ジャンクション全体図

東名高速道路

- (4) 工 期：平成29年4月～平成30年10月

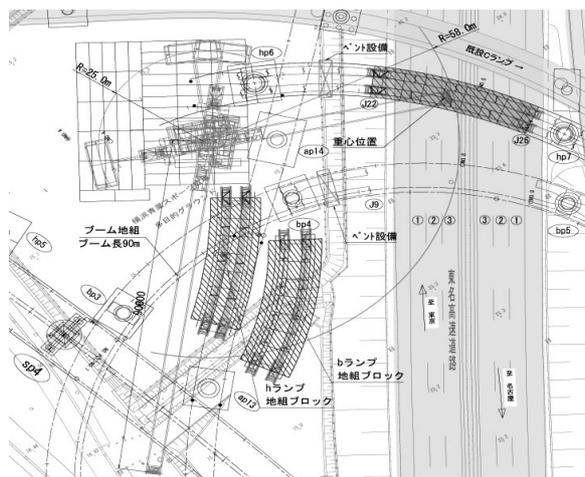


図-2 架設計画図



図-3 鋼桁大ブロック夜間一括架設状況

2. 現場における問題点

鋼桁大ブロックの夜間一括架設工事においては、下記の問題点があった。

(1) 軟弱地盤（遊水地）上でのクレーン作業

本鋼桁架設工事では、その施工ヤードは遊水地内に位置することから軟弱地盤となる。当該箇所には1250 t 吊り大型クレーンが設置される計画であり、その場合、大型クレーンのクローラシュー部およびカウンターワゴン部の設置範囲には、鋼桁架設時に支持地盤に大反力が作用することとなるが、その際、接地圧に耐えうる支持地盤の地耐力の確保が必要であった。

(2) 鋼桁ブロック落とし込み時の出来形精度管理

本橋梁では、鋼製橋脚と鋼桁が剛結されており、加えて鋼桁架設時では東名高速道路の夜間通行止規制時間の制限がある中で、2主桁地組大ブロックの落とし込み架設を実施する必要があった。このため、時間内での架設を確実に完了させるための鋼桁の出来形精度管理が求められた。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 軟弱地盤上での安全作業の確保

鋼桁架設時のクレーン旋回に伴うカウンターワゴンの移動により広範囲の地盤改良が必要と思われたため、鋼桁架設に先立ち、大型クレーン設置範囲のボーリング調査を実施し、地盤支持力の検討を行った結果、支持地盤は6 m下の深層であることが判明した。このため地盤改良方法は、紛体混合方式による中層混合処理方法であるパワーブレンダー工法を採用し、原位置の支持地盤層まで

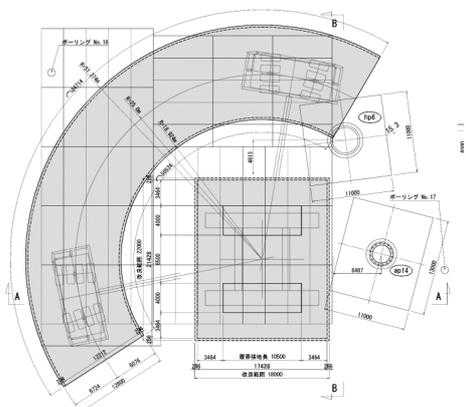


図-4 地盤改良範囲（平面図）

地盤改良を行った。（図-4）（首都高速道路株式会社発注工事による施工）

(2) 鋼桁架設時の出来形精度管理

鋼桁大ブロックは、架設時の既架設桁間（仕口間）の遊間（隙間）調整が困難な剛結橋脚間への落とし込み架設となるため、地組桁に $\pm 50\text{mm}$ の長さ調整桁（鋼桁仕口角度は逆ハの字）を設け、架設時期（10月）と日照の影響を考慮した同気温となる夜間に落とし込み遊間、仕口向き等の計測を行った。また、落とし込み架設は、片側モーメント連結、片側ヒンジ連結としたため、事前の試験吊り（図-5）にて仕口形状の計測を行った。以上の結果を長さ調整桁に反映した。仕口形状の調整は、張力管理が対応可能なイコライザーを使用したワイヤリング（8点+16点吊り）と油圧ジャッキを使用した玉掛設備にて、調整を行った。



図-5 試験吊り状況

(3) 適用結果

本施工では強固な地盤を形成することで、安全施工を実現し、また、架設に先立って地組桁の出来形精度を上げることにより、架設時の仕口調整時間等を短縮することで、規制時間内で架設を無事に完了することができた。

4. おわりに

本工事では、発注者や関係機関の皆様のご指導のもと、本工法に伴う形状管理や安全対策を講じることによって、無事に工事を完了することが出来た。

最後に、本施工にあたりご指導いただきました中日本高速道路株式会社東京支社及び首都高速道路株式会社 神奈川建設局 北西線事務所の方々に深く感謝し、誌上を借りてお礼申し上げます。

施工計画

汚濁防止効果の高い沈殿式と、ろ過式を組み合わせた沈砂池の設置について

(公社)高知県土木施工管理技士会

株式会社 児玉組

池田 智伸[○] 中城 一幸 増田 裕太

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：27災第391号松田川河川災害復旧工事
- (2) 発注者：幡多土木事務所宿毛事務所
- (3) 工事場所：高知県宿毛市橋上町奥奈路
- (4) 工期：平成28年9月28日～平成29年3月17日

2. 現場における問題点

愛媛県と高知県の2県に跨る二級河川、松田川の下流域に位置する当該現場は、アユ、川エビ等が豊富に生息する流域である。護岸工事の施工には、大型水中ポンプによる水替作業が必要であり、その際、河川への汚濁水の流出により生息する水生生物への影響に留意しなければならない。施工時期はアユの産卵時期と重なっており、いかに汚濁水を出さずに工事を完成できるが鍵となる。

また、近くには小・中学校もあり川遊びを行う子どもたちや漁業関係者自身へも、床掘等によって発生する汚濁水の流出による影響が懸念される。そのため、水替作業によって発生する汚濁水をろ過し、きれいな水にして放流することで、地域住民や漁協関係者とトラブルをおこさずに工事を履行することが重要である。

3. 工夫・改善点と適用結果

図-1、図-2、図-3のとおり、汚濁防止効果の高い沈殿式と、ろ過式を組み合わせた沈砂池を設置した。水中ポンプから排出された汚濁水を、第1沈殿層において砂利や砂を沈殿させる。その際、水中ポンプの排水口が沈殿槽の右側なら、次の沈殿槽の排水口は左側というように、交互に排水口を設置する事で水が蛇行して流れ、沈殿効果が高くなるようにした。

そして、第2沈殿槽へ排水し、吸い出し防止材（ヤシ繊維）2列配置によって浮遊ゴミ、小さな埃、濁りなどを、ろ過して放流口から排水している。

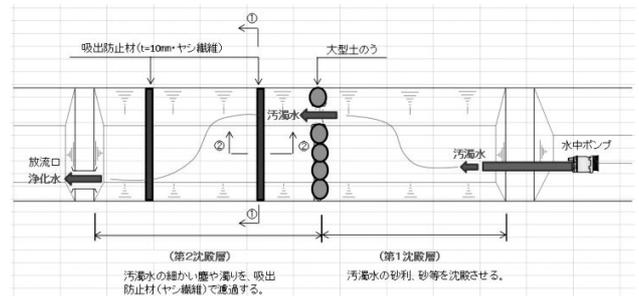


図-1 沈砂池設置図

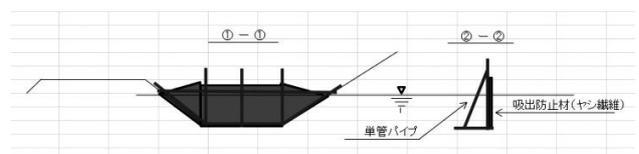


図-2 沈砂池断面図

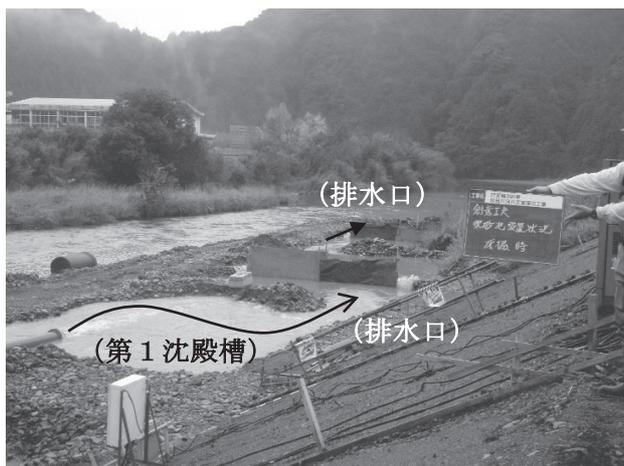


図-3 沈砂池設置状況写真

次の工夫点は、水中ポンプ設置方法である。図-4のとおり、通常なら水中ポンプ設置箇所にはポンプの吸口部が完全に水没するように、釜場を設置するものであるが、今回はポンプの揚程高の制約により床掘最下面より50cm 釜場の底を低く設置した。これによってポンプ吸口部からエアーを吸上にくくなりポンプの揚程能力が上昇し効果的であった。しかし長時間使用していると、土砂で埋まることもあるため、釜場の周りに方塊ブロック等を並べ、それを防止していった。



図-4 ポンプ釜場設置状況

また、今回使用した水中ポンプは20吋(直径500mm)の大型水中ポンプであり、吸い上げ能力が大きいのでサニーホースより丈夫な鋼製管によって排水した。配管設置については、図-5のように、排水側を吸水側より少し低く設置することに

した。通常ポンプのサニーホースの感覚で鋼製排水管を設置すると、水替水位を低くしたいために、ポンプ吸水側をできるだけ低く設置しがちであるが、そうすると鋼製排水管のポンプの排水効率が減少してしまう。鋼製排水管の水平部分は排水側を吸水側より低く設置することが重要である。



図-5 水中ポンプ配管状況

4. おわりに

通常の沈殿式の沈砂池より、さらに汚濁防止効果の高い、ろ過式の沈砂池を配置することで、汚濁水の流出を最小限に押さえる事ができた。

アユの産卵場所ではゴミや塵が産卵場所の玉石につくと、アユの産卵に悪影響を及ぼす。ろ過槽の吸出し防止材(ヤシ繊維)を設置し、ゴミや塵を取ることで、現場下流のアユの産卵場所への影響を最小限に押さえることにつながった。このように、地域住民や漁協関係者に、自然環境に配慮した姿勢を見せることによって、工事に対する悪いイメージを改善して、より良い関係を築く事ができたのではないだろうか。

今回の現場では、沈砂池設置場所の影響で第2槽までしか設置できなかったが、施工場所が広い場合は、ろ過槽を多く作れば作るほど、汚濁水の浄化効果が上がる。また、最下流の放流口は、中洲などの砂利層に放流できれば大変効果があると思われる。

デジタルカメラ3次元計測による当板補強部材の計測手法について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

製作担当

玉置 征二郎[○]

現場代理人

鈴木 琢也

工事担当者

北山 光美

1. はじめに

本工事は道央自動車道メップ川橋上部工（3径間連続上路トラス橋：上下線2連）の鋼部材腐食による損傷箇所に対する健全性調査と応急復旧を行う工事である。健全性調査の結果、特に腐食損傷が進行している下横構と下支材に対して、応力超過や部材落下の危険性が確認されたため、当板材による適切な補修を早期に提案して施工する必要がある緊急性の高い工事内容となった。図-1に架橋状況を示す。



図-1 道央自動車道メップ川橋

当板材の製作は、本体の製作時誤差、架設時誤差、キャンバー誤差や部材腐食における計測誤差等を適正に計測し製作する必要がある。本報告ではその手法としてデジタルカメラを用いた3次元計測を使用し、現場での効率的で精度の高い部材計測を行う一例としてその内容を報告する。

工事概要

- (1) 工事名：道央自動車道メップ川橋 応急復旧工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社
- (3) 工事場所：北海道白老郡白老町字竹浦
- (4) 工期：平成30年7月～平成31年7月

2. 現場における問題点

1) 当板材は既設ボルトを活かしたまま設置する必要があり、許容誤差3mmの円型開口に既設ボルトを通したまま既設添接板ごと接合する構造である。そのため既設ボルトの正確な位置出しが必要であり、腐食が著しいボルト部ではこれらの芯出し計測に対して、効率よく精度の高い測定が重要な作業であった。図-2に下横構部材交差部の当板材取り付け状況の例を示す。

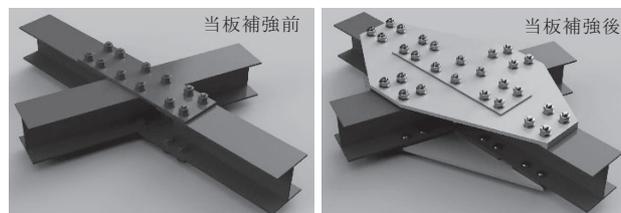


図-2 下横構部材交差部当板材の施工例

2) 腐食の進捗が著しく、応急復旧対象箇所が約70箇所、応急復旧使用ボルト本数約5000本と短期間に多くの当板材施工が必要な状況から、これらを従来の計測方法であるテープ計測や型板計測で行った場合、計測作業に多くの時間が必要となる

ことが懸念された。また、既設ボルトの腐食は均一ではなく、テープ計測ではボルトの腐食状態により、ボルトの芯出し精度が落ちることが懸念された。図-3にボルト頭部腐食状況を示す。

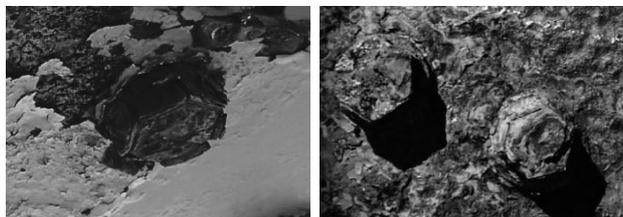


図-3 ボルト頭部腐食状況

ボルト頭の縁端を基準にボルト中心間隔を計測すると図-4のように計測誤差が発生し、当板材の孔あけ精度に影響することが確認された。

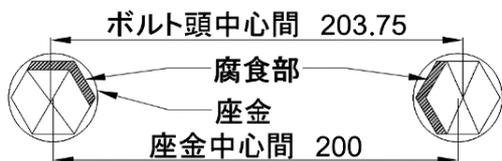


図-4 ボルト中心間計測状況

3. 工夫・改善点と適用結果

1) テープ計測の場合、計測者の技量やヒューマンエラー等による精度確保のリスクが、また型板による計測の場合、部材の凹凸による精度確保や型板が合わなかった場合の型板再製作など作業工数が大きく変動するリスクがあった。これらのリスクを改善する対策として「デジタルカメラ3次元計測」を採用し、作業と精度の効率化を図った。本技術は計測箇所にターゲットを設置し、カメラ撮影することで部材計測を行うことから、作業者は正確にターゲットを設置し、適正な写真撮影する技術のみが求められる。また、計測結果はそのままデジタルデータとして使用することができるため、図面データへの転換作業も効率化される結果となった。以下に計測項目毎の作業時間を示すが、テープ計測との比較では大幅な作業時間短縮が発揮され、デジタルカメラ3次元計測において約1/3で計測結果をまとめることが可能となった。表-1に計測作業時間比較表を示す。

表-1 計測作業時間比較表

内容	テープ計測	3次元計測
	所用時間(分)	
準備	20	10
計測	30	5
片付け(移動)	10	5
図面化(CAD)	30	10
計	90	30

2) ボルトの芯位置に正確にターゲットを設置する工夫として、ボルト座金に合わせたターゲット設置治具を製作し対応した。これは、ボルト頭部の腐食が著しい状態でも座金部に極端な部材腐食が見受けられないことから適用したもので、図-4に示すようにボルト頭部の変形腐食に影響されることなく、有効に機能した。治具は塩化ビニールパイプ(内径φ44)を使用したもので、治具内径中心にターゲットを設置できる構造とすることで既設ボルト中心位置を正確に捉えることが可能となった。この対応によりテープ計測時での算出値と竣工図書との乖離に対する精度向上が約10%向上する結果となった。図-5に治具を使用した計測状況を示す。

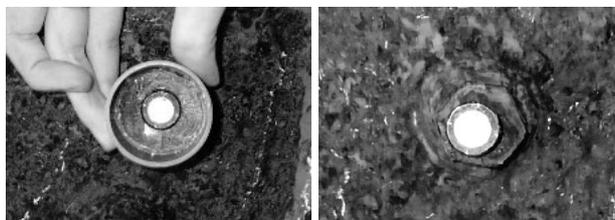


図-5 芯出し治具計測状況

4. おわりに

本工事において「デジタルカメラ3次元計測」の現場計測への適用性を検討した結果、精度と作業効率の向上を確認することができた。今後さらに現場での検証を行い、撮影可能距離や撮影時の天候、または3Dモデル化での実用性などを検証し、今後多く発注される補修保全事業において幅広く適用できるように検討していきたい。

最後に、本工事の設計・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。

交差点上の桁架設における課題と対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社巴コーポレーション

田 高 清[○] 飯 田 有 一

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：東海環状北金井3橋梁鋼上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：三重県いなべ市員弁町
- (4) 工 期：平成29年1月24日～
平成30年5月30日

本工事は、東海環状自動車道整備事業における国道365号宇賀川北交差点に架かる鋼橋上部工事である。橋の構造形式は、鋼6径間連続合成床版少数鈹桁橋である。

2. 交差点の桁架設における問題点

本工事の施工にあたり、以下の問題点があった。

2-1 交差点支障物件の問題点

発注時の架設計画図は（図-1）、交差点付近の地形や上空の架空線が考慮されておらず、歩道上での桁の地組立、交差点直下へのクレーンの設置は、極めて困難であった。そのため、桁架設計画及び交通規制計画の変更をする必要があった。

2-2 交差点に近接したB1ベントの問題点

図-1に示すように、B1ベントは国道365号に進入してしまっている。多少移動して道路から外れても俯角75度の影響範囲に入ってしまう。

従って、ベントの構造変更や設置位置の変更等、2-1と同様に、計画の変更が必要となった。

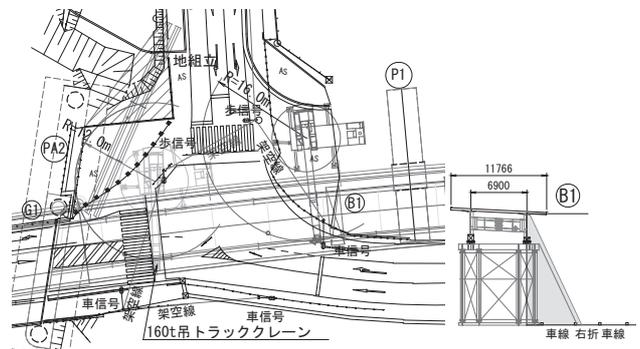


図-1 交差点部架設計画（発注図）

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 交差点支障物件の改善点と結果

架空線の移設は、長期日数が必要なため図-2のように桁地組立場所とクレーンの設置場所を変更した。

①桁地組立の場所を交差点歩道部から架空線や交通規制に影響されないヤード内（P5～P6間）に変更して、ポルトレーラーで架設する交差点まで運搬した。当初の計画では、桁架設の間は、国道と歩道の両方を全面通行止め規制を行う予定であったが、歩道は警備員を配置することで通行止めは解除することができ、国道の通行止め日数についても、地組立分の1日を削減することができた。さらに、狭い場所での地組立をする必要がなくなったため、電柱や架空線等との接触災害の不安も無くすことができた。

②発注時のクレーン位置は、架空線の直下に設置する計画であったが、クレーンの旋回で架空線と

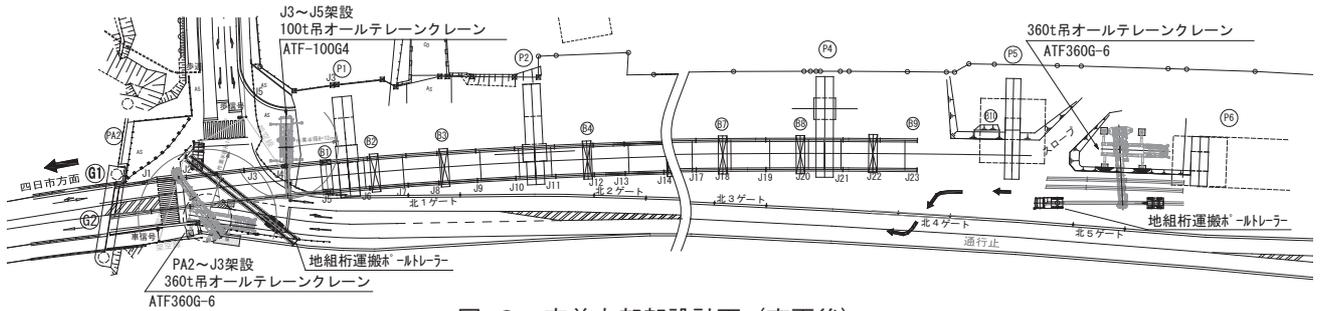


図-2 交差点部架設計画 (変更後)

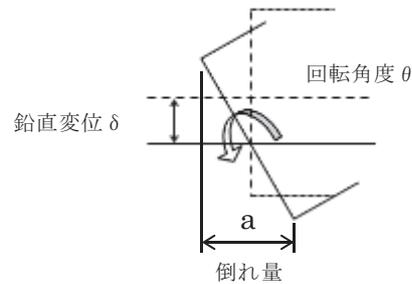
接触してしまうため設置不可能と判断した。

国道を全面通行止めしての作業であり、通行止めの案内は1月前から出しているため、急な延長も許されない。少しでも危険リスクを抑えたいため、クレーンを架空線の影響外に設置して、吊荷やクレーンブームと架空線の接触リスクを回避しておく必要があった。架空線は、発注時のクレーン位置側 (G 1 桁側) にのみ配線してあり、G 2 側には配線されていないため、クレーンも G 2 側へ配置変更した。この変更に伴い、クレーンの作業半径が12mから16mに大きくなったため、トラッククレーンを160 t 吊から360 t 吊へ変更した。

3-2 B 1 ベントの改善点と結果

まず初めに、B 1 ベント設置位置を道路利用者の安全を考慮してP 1 橋脚側へ変更した。しかし、変更したベント位置では、J 3 ~ J 5 の張出し長がG 1 桁で最大18mとなった。一般的にジョイント仕口は、製作キャンバーを付加した状態で鉛直となるように製作しているが、張出し仕口の鉛直変位、回転角度、回転による桁の倒れを図-3に示す。この結果、その後に架設するPA 2 ~ J 3 地組桁との連結は、不可能と判断した。

そこで、J 3 ~ J 5 桁を架設する100 t 吊トラッククレーンで桁を吊った状態でPA 2 ~ J 3 桁を架設してPA 2 支承に据付けた。これにより、B 1 ベントによる道路への影響を削減して無事に架設を終了することができた。



桁 J 3 仕口	鉛直変位 δ (mm)	角度 θ (度)	倒れ量 a (mm)
G 1	8.5	30.8	1383

図-3 張出し先端の仕口形状

4. おわりに

市街地及び現道近接での架設は、机上では把握出来ない問題点が発生する。

このような問題を解決するにあたり、早い段階の架空線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した。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、道路交差点を通行止めにした安全な架設工事ができた。



図-4 交差点桁架設状況

鉄道橋下路スルー桁の回転移動

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

担当係長

筒井 隆文[○]

担当課長

川口 博史

メンテ工事課長

市江 保昭

本工事は、橋長25m、3主桁の単純桁で上下線一体となる下路スルー形式の鉄道橋である。既に供用後50年以上が経過しており、経年劣化・損傷等が生じている支承12基を取り替える工事であった。本橋は、建設当初に、設計線形に対して、起点側で50mm程、偏心して桁が架設されており、列車の乗り心地改善を目的に、支承取り替え施工におけるジャッキによる仮受け時に正規の桁位置に戻す事となった。

本工事の支承取り替え作業にて、桁を補修用ジャッキによる仮受け状態になるが、仮受けする鉛直ジャッキと鉛直ジャッキを水平に移動させる水平ジャッキを組み合わせた送り台ジャッキを用いて夜間に桁移動を実施した。本桁移動作業に関して報告する。

表-1 橋軸直角桁変位量 (mm)

	1 A	1 P
M1主桁	49	4
M2主桁	45	0
M3主桁	41	4

2. 桁移動における課題・問題点

施工するに当たり、事前の検討課題として(1)桁移動方法の検討(必要ジャッキ能力、設置スペース、ジャッキ作業性等の確認)(2)桁移動時の干渉・障害物(下部工、既設架線関係、添加物、足場等)

の確認・対策(3)限られた作業時間(1夜間作業時間帯)における軌道作業を含めたタイムスケジュールの検討(1夜間作業にて、桁移動後に枕木に軌道を締結する作業時間帯を確保し桁移動作業を終える必要がある)

以下に具体的な実施内容を報告する。

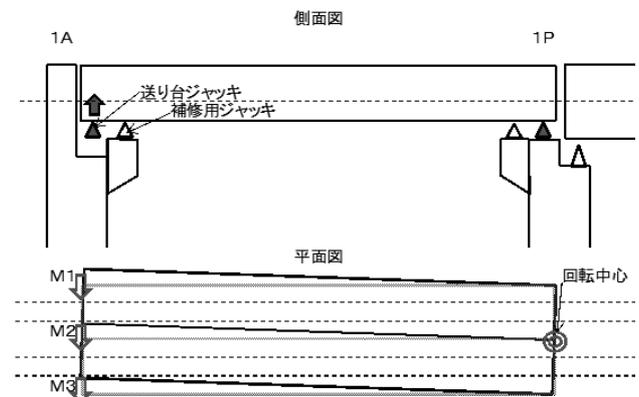


図-1 桁回転計画図

1) 桁移動方法の検討

桁の死荷重と作業スペースを確認し、送り台ジャッキのサイズと配置の検討を行い、送り台ジャッキ能力としては、最大積載荷重1000KN、ストローク150mmの送り台を用いる事とした。設置場所は、補修用ジャッキによる仮受け後、既設支承及びコンクリート台座をワイヤーソーにて撤去し、撤去後の下部工上面の平面を整形後、そのスペースに送り台ジャッキによる送り装置を設置する計画とした。

当夜の桁移動作業は、補修用ジャッキで支持し

た桁を作業当夜に送り装置のジャッキに盛り替え支持し、横移動を行う事とした。軌道設備に関しては、軌道業者と複数回の協議、作業時間の短縮に向けた工夫検討を行い、桁移動後に枕木位置を再度調整・確認し枕木受けに固定する作業は時間的に困難と判断し、最終的に作業時間が短く出来ると思われる、レールの締結装置のみ一旦解放し、枕木は桁と一体のまま横移動し、桁移動後、枕木に開孔を行い、再度、締結装置を枕木に固定する施工を行う事とした。

2) 桁移動時の干渉物確認

移動作業は、夜間の限られた時間内で施工する必要が有る為、施工当夜における既設部材との干渉等の対応は時間的に不可能で有り、事前調査等により、漏れ無く予測される干渉・傷害項目は全て洗い出し、必要な対策を事前に行う必要があった。下部工との干渉以外にも、耐震連結等の事前緩め作業の確認、サイドブロックの撤去、代替部材の設置、既設ケーブル等、設備関係に限らず足場等の施工設備に関してもの対策、検討段階に応じて複数回の現地調査を行い、項目のリスト化を行い、リストにより対策の進捗管理を行う事で対策漏れを防止した。

桁移動干渉部

No	干渉部位	対処法	対処部門	
1	1A-L1	遊間拡大	日車	
2		通信管移動	通信	
3	1A-L1-M1	1m通路	チェッカーPL一時撤去	日車
4		通信ブラケット		通信
5	1A-M1	1Ax主桁(Flg)	下フランジ切断+1A研り	日車
6		通信管	通信管移動	通信
7	1A-M1-M2	F1横げたx枕木	枕木下面切削	軌道
8	1A-ST1	1Ax縦桁(Flg)	コンクリート研り	土木(他社)
9		1Ax縦桁(Web)	コンクリート研り	日車
10	1A-M1-M2	枕木x緑石	枕木受け金具製作	日車
11		緑石研り+下面コンクリート	土木(他社)	
12		枕木交換	軌道	
13	1A-ST2	1Ax縦桁(Flg)	コンクリート研り	土木(他社)
14		1Ax縦桁(Web)	コンクリート研り	日車
15	1A-M2	1Ax主桁(Flg)	下フランジ切断+1A研り	日車
16	1A-M2-M3	F1横げたx枕木	枕木下面切削	軌道
17	1A-ST3	1Ax縦桁(Flg)	コンクリート研り	土木(他社)
18		1Ax縦桁(Web)	コンクリート研り	日車
19	1A-M2-M3	枕木x緑石	枕木受け金具製作	日車
20		緑石研り+下面コンクリート	土木(他社)	
21		枕木交換	軌道	
22	1A-L2-M3	50cm通路	チェッカーPL一時撤去	日車
23	1A-L2	手摺	遊間拡大	日車

図-2 干渉チェックリスト

3) タイムスケジュールの作成

施工当夜の作業手順としてレール締結装置の開放、既設の移動制限装置、落橋防止装置の撤去・緩開→送り装置のジャッキアップ(仮受けの盛り替え)→横移動→ジャッキダウン、移動制限装置・落橋防止装置の復旧→レール締結装置の復旧となる。レール締結装置の開放・締結は軌道業者の施工となるため、施主と軌道業者、弊社と合同検討会を複数回実施し、施主含め各施工会社の本作業に向けて一体感を醸成すると共に、各作業の必要作業時間、作業範囲・課題等を綿密に打ち合わせを行い施工タイムスケジュールを確定させた。

3. まとめ

施工当日は、昼間に機材の再確認、干渉チェックリストによる対策状況の再確認を行い夜間作業準備を終えた。

天気予報では、小雨が降る予報で有り、雨量次第では、軌道の再締結作業が不可能となり、作業中止の恐れもあったが、中止判断基準の雨量とはならず、予定通りに作業を開始した。

夜間の作業前に作業所に全作業員が集合し、作業手順の再説明・周知、人員配置、作業指示系統の確認・周知を行い作業時間と共に作業に着手した。危惧されていた縦横断勾配等の影響による移動傷害、固着等トラブルも無く、予定していたタイムスケジュールより早く目標移動量の桁移動を完了する事が出来、予定時間より早く軌道業者に引き渡す事が出来た。

本施工の大きな特徴として、限られた作業時間・他工事との調整であり、施主の指導・協力も有り、業者間において、無事に作業を完了するという一致した目標に向け、検討段階から実施工において実施した事が無事工事を終えた大きな要因と考える。今後も本工事の経験を踏まえ更なる技術向上に向け業務に取り組んでいきたいと考える。

高速道路本線上のキャリヤを用いた 大ブロック一括架設工事に関する報告

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

監理技術者

現場代理人

担当技術者

楠 本 栄 作[○]

柴 田 望

花 井 正 博

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：北関東自動車道太田パーキングエリアランプ橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：東日本高速道路株式会社関東支社
- (3) 工事場所：群馬県太田市大原町～東今泉町
- (4) 工 期：平成28年8月26日～
平成30年3月18日
- (5) 橋梁形式：鋼3径間連続非合成箱桁
(1-BOX)

本工事は、北関東自動車道・太田藪塚ICと太田桐生IC間に建設された太田強戸パーキングエリアと本線を結ぶ2つのランプ橋（太田強戸PA第3橋、太田強戸PA第4橋）の架設工事である。

本線を跨ぐ支間約50mの中央径間は、キャリヤを用いた大ブロック一括架設工法（以下、キャリヤ架設）を採用。本線脇の地組立ヤードで組み立



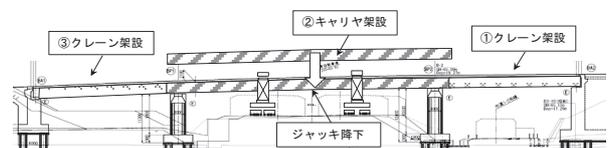
図-1 キャリヤ架設状況

てた大ブロック2橋の架設を、2夜間の本線通行止めにて行った。

2. 現場における問題点

本線上でのキャリヤ架設は通行止めを実施しての作業になる。通行止めは21時～翌朝6時までの9時間であり、この限られた時間内で作業を全て完了させなければならない。

発注者より提示された架設計画は、本線上のキャリヤ架設の前に側径間のクレーン架設を完了させ、キャリヤ架設した桁と側径間の桁との接続（ボルト継手）を通行止め時間内に行うというものであった。これは本橋の平面線形がR=80mと曲線半径が非常に小さいため、キャリヤ架設時に側径間の桁と接続することで桁の転倒を防止できるため、このような架設順序となっていた。



作業内容	作業時間
通行止め規制開始	60分
キャリヤ移動	190分
ジャッキ降下	100分
桁位置調整	90分
桁接続作業	90分
キャリヤ退避	30分
中分・路肩復旧	130分
通行止め規制解除	60分
	750分
規制時間	540分
超過時間	210分

図-2 架設概要図・作業時間（当初計画）

しかしこの計画では、通行止め時間内に作業を完了できない(210分超過)という問題があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当初計画では通行止め時間内に作業を完了させることが不可能だったため、架設計画を見直し、本線上のキャリヤ架設を先行して行い、その後に側径間のクレーン架設を行うことを発注者へ提案した。

また、キャリヤ架設を先行して行うのに伴い、桁の転倒防止対策として、大ブロック支点部の局率外側に転倒防止ブラケットを設置し、側径間の桁架設完了時までベント支持する構造とした。

架設順序の変更および転倒防止ブラケットの設置により以下の作業時間の短縮が図られた。

①ジャッキ降下

当初計画ではキャリヤ架設の際に架設済みの側径間桁の上を越えて移動する必要があったが、架設順序の変更により、低い位置での移動が可能となり、架設位置到達後のジャッキ降下量を少なくすることができた。

(当初) H=4.4m (変更) H=1.9m

短縮時間 20分

②桁接続

キャリヤ架設を先行することで、側径間桁と接続する必要がなくなった。

短縮時間 90分

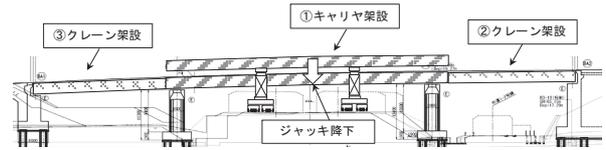
③桁位置調整

当初計画では、桁位置を調整し、側径間桁との接続が終わるまでキャリヤで支持しているため、桁位置調整が終わるまでキャリヤ退避は不可能であった。しかし、転倒防止ブラケットを設置したことで、桁位置調整時にキャリヤで支持している必要が無くなったことから、桁位置調整はクリティカルでなくなった。

短縮時間 90分

④キャリヤ退避、中分・路肩復旧

中分・路肩の復旧は、中分については退避するキャリヤが通過した時点から、路肩についてはキャリヤ退避に影響しない範囲からそれぞれ作業を



作業内容	作業時間
通行止め規制開始	60分
キャリヤ移動	190分
ジャッキ降下	80分
桁位置調整	(90分)
キャリヤ退避	15分
中分・路肩復旧	105分
通行止め規制解除	60分
	510分
規制時間	540分
超過時間	0分

図-3 架設概要図・作業時間(変更)

開始することが可能なため、キャリヤ退避を含め作業時間の見直しを行った。

短縮時間 15分+25分=40分

よって、①~④で合計240分短縮することができ、通行止め時間内に作業を完了させることが可能となった。

4. おわりに

本キャリヤ架設は平成29年9月19日・26日に実施し、両ランプ橋とも、予定より1時間早い翌朝5時に通行止めを解除することができた。

26日の作業においては現場見学会を開催したことから、夜間にも関わらず1,000人を超える一般の見学者が来場し、滅多に見ることができないキャリヤ架設の醍醐味を存分に味わっていただけたことだと思う。

本工事の施工にあたり太田市、東日本高速道路株式会社の関係各位に感謝を申し上げます。



図-4 完成写真

夜間全面通行止めによる 国道上の送り出し架設計画時の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

技術開発グループ技術開発チーム
チームリーダー

飯田 哲也[○]

工事グループ工事チーム
課長

上田 晃正

工事グループ計画チーム
係長

村上 寛幸

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成27年度 東海環状赤坂北
第一高架橋内回り鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省中部地方整備局
- (3) 工事場所：岐阜県大垣市福田町
- (4) 施工期間：平成28年3月18日～
平成30年3月31日

本橋は国道475号、東海環状自動車道が国道21号を跨ぐ区間の鋼桁架設を送り出し架設工法によって施工する。なお、送り出しおよび桁降下作業は、国道の全面通行止めを伴い4夜間で施工する。

また、桁架設は送り出し軌条桁上で、鋼桁および合成床版の組立を行い、鋼桁の先端は手延べ機と連結構造を接続し、送り出し総延長約160m、総重

量約960 tの送り出しブロックを橋脚上に設置するまでの架設計画である。本稿では、これらの制約等を踏まえた夜間全面通行止めによる国道上の送り出し架設計画時の工夫について報告する。

2. 現場における問題点

送り出し架設する区間となるP29R～P30Rの桁下には、国道21号が斜めに横断するため、鋼桁架設は夜間全面通行止めを実施し、その限られた時間内に送り出しおよび桁降下作業を安全かつ確実にを行い、国道の交通解放を行う必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

送り出し工法では、夜間の限られた交通規制の時間内で送り出しおよび桁の降下作業を確実に完了させるために以下の対策を実施した。



図-1 国道上の送り出し架設状況



図-2 送り出し自走台車

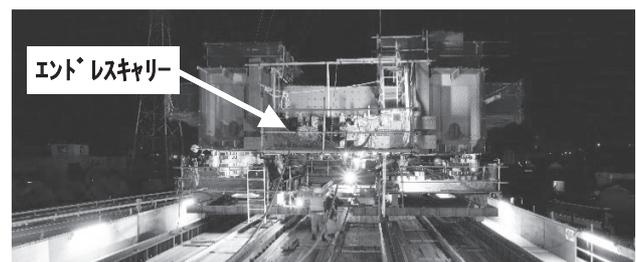


図-3 エンドレスキャリア

(1) 送り出し推進装置の工夫

本橋の送り出し支間長は85mであり、1夜間の限られた時間内に手延べ機を到達させる必要があった。このため、送り出しの推進装置には1分当たり1.5mの移動が可能な自走台車を使用した。

さらに、送り出し架設中における自走台車の万一の故障等による点検作業での中断を回避するため、自走台車に加え、同等の推進速度を有すると同時に、送り出し中の逸走防止機能を兼ねた、エンドレスキャリー装置を併用して設置した。

(2) 一括たわみ取り装置による作業の効率化

本橋の第1回の送り出しは、送り出し支間長が80mを超えるため、手延べ機先端が送り出し設備に到達する直前で自重により約2m程度のたわみが想定されたため、たわみ除去するためのサンドルでのジャッキアップによる引き上げ作業では多くの時間を要する。このため、制限時間内での送り出し時の手延べ機先端の到達と安定した状態で作業を進めるための対策として、ロングストローク油圧リフター設備を設置し、手延べ機先端を引き上げる時間の短縮と作業の効率化を図った。

(3) 桁降下量の低減対策

送り出し架設後の桁降下量を抑えるため、通常は送り出し軌条梁を橋脚天端に設置し、その上に高さ約2m程度の送り出し移動台車を走行させるが、桁降下量の低減対策として、橋脚間で送り出し軌条設備を分断し、その橋脚上にはシンクロジャッキを設置することで、橋脚天端からの送り高さを2mから0.6mに低減した。

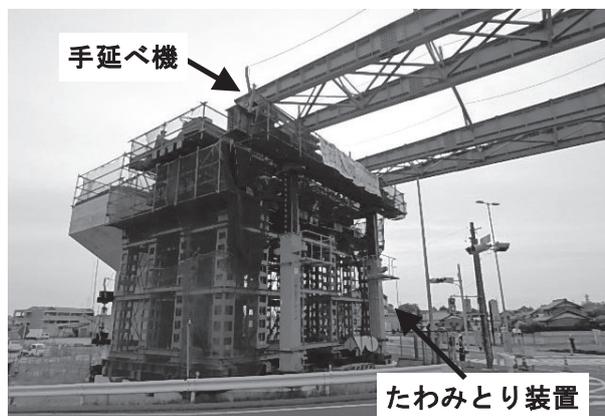


図-4 たわみとり装置

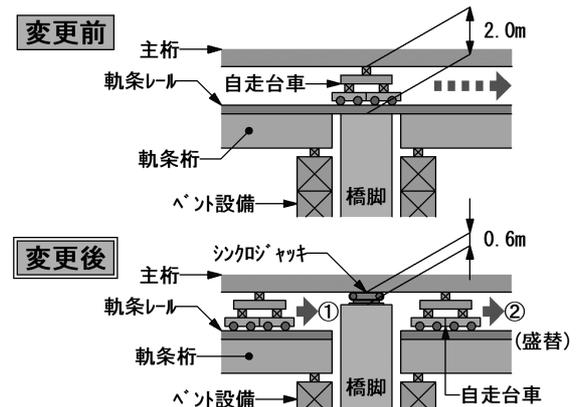


図-5 桁降下量の低減対策

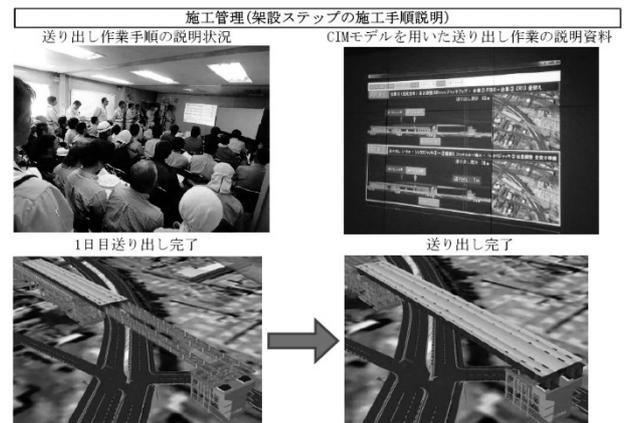


図-6 作業手順の見える化

(4) 作業員への見える化教育

送り出し架設前の職員および作業員が出席する作業手順書会議の場において、送り出し架設作業を視覚的に理解していただくツールとして、CIMを活用した作業手順の見える化を実施し、各担当箇所の施工方法および作業手順の確認を行った。

4. おわりに

夜間通行止めの限られた時間内で国道上の送り出し架設を可能にするため、送り出し作業の効率化や不測の事態に備えた対策および工夫が重要であったが、これらを取り入れた架設計画を実施工に反映することで大きなトラブルもなく無事故・無災害で送り出し架設を完了することができた。

なお、CIMを活用した手順書会議では作業員からは「自分が何処にいて何をやるべきかが視覚的に理解でき非常にわかりやすかった」等の意見が多く寄せられており、今後も引き続きCIMを活用した架設計画を積極的に取り入れて行き安全で効率的な架設現場を構築したいと考えている。

施工計画

架設系を考慮した鋼床版箱桁橋の製作・架設の工夫と 現地条件変化への対応

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

工事グループ 課長

佐藤 益弘[○]

工事グループ 課長

松原 年紀

管理グループ 主任

天野 貴文

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：白川明午橋上部工工事
- (2) 発注者：九州地方整備局熊本河川国道事務所
- (3) 工事場所：熊本市中央区新屋敷地先
- (4) 工期：平成28年6月29日～

平成29年12月28日

本工事は熊本市内を流れる一級河川白川に架かる明午橋の架け替え工事である。初代明午橋は木造橋で建造されていたが、昭和28年の洪水により流出され2代目はコンクリート橋として建造された。白川流域では阿蘇地方での降雨の影響や、市街地より高い天井川であることからしばしば洪水災害が発生している。そのため、河川改修工事に伴い3代目となる橋長103mの2径間連続鋼床版箱桁橋への架け替えとなった。図-1に完成写真、図-2に標準断面図を示す。



図-1 完成写真

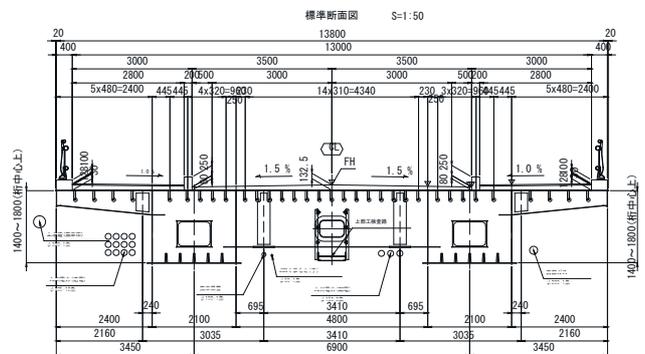


図-2 標準断面図

2. 現場における課題と解決策

(1) 架設系を考慮した仮組立

本橋の架設工法は河川内でのクレーンベント工法であるが、本体の設計は架設系を考慮した設計であった。すなわち、ベントの基礎杭撤去の際に側鋼床版が障害となるため、主桁・中鋼床版の架設後にベントを開放して支点支持状態としてから側鋼床版を架設する設計であった。そのため、製作時における主桁・中鋼床版のキャンバー量と側鋼床版のキャンバー量に差が発生し、その差により鋼床版の橋軸方向の添接部（縦継手）が仮組立時には添接できないことが懸念された。

このため、現場架設を想定した二段階仮組立を実施し形状を確認する工夫をした。まず一段階目に多点支持状態で仮組立を実施し、二段階目は支点支持状態とすることとした。このとき、現場での支点支持状態を精度よく再現するため、主桁と

中鋼床版の連結部は高力ボルトで必要本数を本締めした。支点支持後にはキャンバー量および全長の計測を実施し、社内規格値を満たすことを確認した。この結果、工場製作時での支点支持状態と現場架設時での支点支持状態で大きな数値の変化はなく、再現性の高い二段階仮組立が実施できたといえる。

(2) 河川内でのベント基礎杭施工

本橋のベントは全5基であり、そのうち3基は流水部にH鋼杭を打ち込む計画であった。H鋼杭打設に関して、先述の通り本橋が3代目であり、河川内には2代目の橋の橋脚（コンクリート基礎）が河床面から3m程度低い位置に残存していることが判明しており、図-3に示すようにH鋼杭打設位置は基礎位置を避ける計画をすることが課題となった。

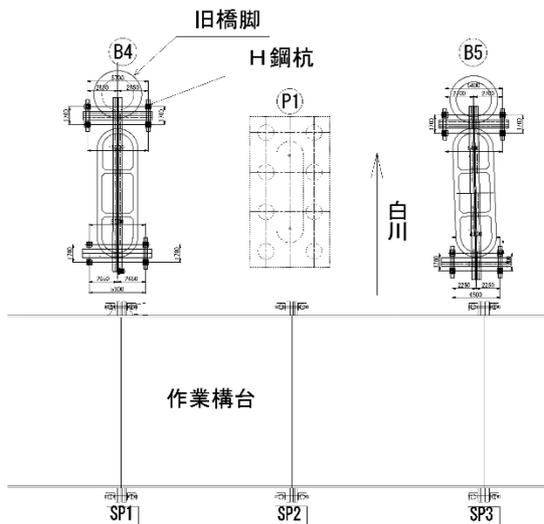


図-3 平面図 (H鋼杭打設位置)

河川内の障害物となる橋脚位置は、発注者資料によりCAD上の平面図で事前に確認したところ、計画ベント位置がほぼ旧橋の橋脚位置となることがわかった。このため、杭位置を想定される橋脚位置から50cm程度離れた位置に打ち込むよう計画した。実施工時には杭位置を構台上から光波測距儀を使用して確認したが、河川内のB4～B6ベントのH鋼杭24本のうち3本が、旧橋脚に干渉し0.4～1.0m設計深度に到達しない高止まり

となった。本工事の杭施工に採用したダウンザホール工法では、無筋コンクリートであればそのまま掘削することができるが、鉄筋がある場合は機械の破損や河川の汚濁の恐れがあるため、継続して掘削することは回避した。また、ベントの構造上、杭位置を変更して再掘削をすることも困難であったため基礎杭の再照査を行うこととした。高止まり量は最大で1mであり想定支持地盤への根入れ量が4.6から3.6mへと減少したが、再計算した設計支持力に対して現場施工の管理記録から算出した推定極限支持力が上回ることができ、高止まりに対する基礎杭の安全性を確認することができた。図-4ベント組立完了写真を示す。



図-4 ベント組立完了

3. おわりに

本工事では、ベントの基礎杭撤去のために、主桁・中鋼床版と側鋼床版と異なる架設系での架設となったが、工場の二段階仮組立およびパイロットホールの精度のおかげで現場の出来形精度も満足することができた。熊本市街の中心部での施工であったが、杭施工において騒音対策にも工夫し近隣からの苦情もなく無事に工事を完成することができた。最後に、本工事の施工に際しご指導をいただいた白川出張所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。

スト製品を採用して施工を行うことで工程短縮、品質確保を図ることが分かった。プレキャスト化の検討を行うにあたり、鞘管の形状（総高さ、断面形状、部材厚、橋脚との離隔）や鉄筋量、鉄筋かぶり等の基本構造は現場打ちから変更しないものとし、部材運搬上の制約から鞘管を分割で製作し、接合面が発生する箇所はPC鋼棒を配置し所定の緊張力を与えて一体化させることにした。適用結果を以下に示す。

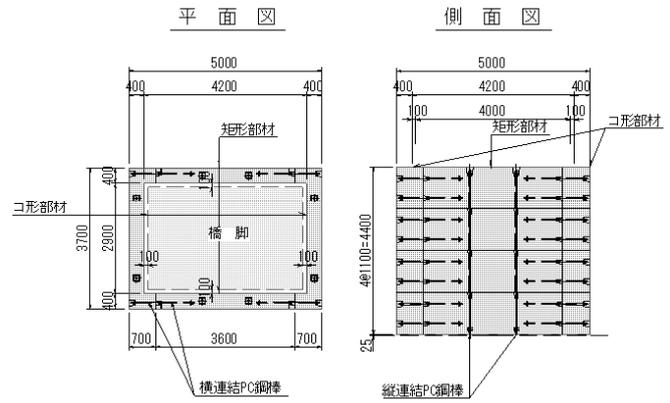


図-3 鞘管図面（プレキャスト変更図面）

- ①作業内容は据付及びPC鋼棒緊張と容易な作業だけとなり施工日数5日で完成することができ、当初予定していた工程から20日短縮することができた。
- ②プレキャスト製品での施工のため、発砲スチロール撤去作業、現場での困難な鉄筋工や型枠工を省くことができ出来形、品質を向上させることができた。
- ③据付、緊張と施工が容易な作業だけだったため高所作業車を使用することで高所での作業を行うことができた。この結果、足場組立・解体等の作業を省くことができ安全面向上、工程短縮につながった。

なお、設計上の課題と特筆すべき点は以下のとおりである。

①部材厚

一般に、緊張力を与えた場合、部材厚を薄くすることが可能となる。今回も同様であったが、部材厚を変更した場合、設計が全てやり直しとなり、想定した工期短縮以上の時間が掛かってしまうため、部材厚を同様とすることによって、時間短縮を図った。

②部材分割位置

部材は長手方向が直線、短手方向がコの字型として分割している。本来、分割位置は反曲点付近が望ましいが、本工事では、コの字型の足の部分を少し短く設定している。これは、張出部を有する橋脚に設置するため、吊り上げた際の安定性の向上を目的として、重心位置を短手方向の部材内に収めるためであり、安全確実な施工への工夫で

ある。

4. おわりに

鞘管工での工程を大幅に短縮できた結果、非出水期間で工事を完成させることができた。

河川構造令（第6条H9年11月）の変更を受け、堤防内に構築する橋脚は鞘管構造にすることが決定している。施工の困難な鞘管などは今後、i-Construction 施策の1つである部材の規格の標準化によるプレキャスト製品などの工場製作化が進むことで、コスト削減、生産性の向上を図ることが期待できる。



図-4 鞘管ブロック 据付状況



図-5 鞘管完成

新鑄川橋（仮称）の施工

～工程短縮への取組み～

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
工事部東京工事課総括工事長
三 浦 敏

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：社会資本総合整備(仮称)新鑄川橋
上部工製作架設工事（分割2号）
- (2) 発 注 者：群馬県
- (3) 工事場所：群馬県高崎市木部町外地内
- (4) 工 期：平成28年12月15日～
平成31年3月15日

主要地方道寺尾藤岡線（山名工区）バイパス事業は、群馬県高崎市根小屋町から藤岡市篠塚に至る延長2.7kmのバイパスであり、高崎市と藤岡市の連携強化や交流促進、上信越自動車道へのアクセス強化による利便性の向上、現道の朝夕の通勤時間帯を中心とした渋滞対策及び交通の安全確保を目的として整備が進められている。このバイパスの一部として施工されている(仮称)新鑄川橋は全長431.0mで、その内138.0m（鋼3径間連続少数桁橋）が当社の施工範囲(分割2号)である。

本橋の架設地点は、全径間に渡り、一級河川鑄川およびその高水敷と交差しており、白鳥の飛来や鮎が生息するなど自然豊かな河川の環境への配慮が必要である。河川内への立ち入りは非出水期（11月～5月）と制約があるため、厳しい工程管理が求められる中で「トラッククレーン+ベント工法」にて桁架設を行い、合成床版「SCデッキ」を用いて床版を施工した。

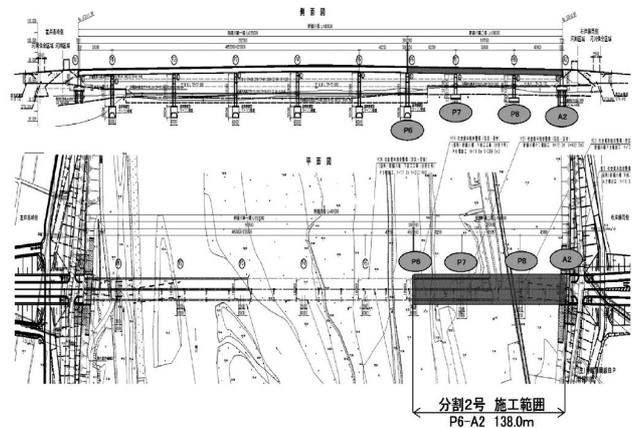


図-1 橋梁一般図

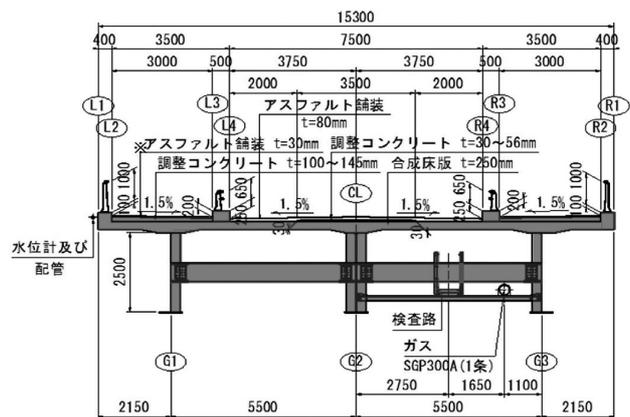


図-2 橋梁標準断面図

2. 現場における問題点

「非出水期施工における工程」

当初、2シーズンにまたがる非出水期での現場施工期間で計画されており、1シーズン目に桁架設・合成床版パネル設置、2シーズン目に床版コ

ンクリートの打設を行うこととなっていた。しかし、合成床版パネル設置からコンクリート打設まで夏期を含む5ヶ月間放置されるため、温度変化を伴う部材伸縮によりパネルがずれる恐れがあった。これにより2シーズン目の作業再開後の合成床版パネルの位置調整作業の発生等により作業が煩雑となり、床版の出来形・品質に影響が出る可能性が懸念された。



図-3 桁架設状況
(河川敷内でのトラッククレーン+ベント工法)

3. 工夫・改善点と適用結果

「1シーズン目で床版工完了まで行う工程の立案」
・架設工で以下の対策を行うことで約1ヶ月の工程短縮を実施した。

- ①架設用クレーンの他に、地組立用の100t吊クレーンを1台追加配置し、地組立と架設を並行して行う。(約10日間短縮)
- ②主桁の現場継手作業において、継手位置に雨除けの上屋設備を追加設置し、高力ボルト本締めを行い、降雨等による不稼働を低減する。(約10日間短縮)
- ③桁下吊足場設置に際し、橋脚間のヤード上で予め足場資材をパネル化しておき、桁架設完了した径間から、順次、パネルごとにクレーンで吊上げ設置する。(約15日間短縮)

・床版工で以下の工夫により工程短縮を行った。

- ①床版・地覆の配筋やコンクリート打設を桁下吊足場解体後に行えるようにするため、合成床版パネルの下面に張出し足場を事前設置する。(張出し足場設置後、桁下吊足場の先行撤



図-4 合成床版張出し足場設置状況

去を行うため足場の設置期間が短縮される)

以上の工程に対する対策、工夫により、平成30年5月上旬までに床版コンクリート打設を行う工程を立案し、実施・施工することが出来た。

4. おわりに

本工事は、床版コンクリート打設後、出水期での橋梁付属物の施工を経て、平成30年10月5日に無事故・無災害で無事完成を迎えた。1シーズン目の非出水期で床版工までを完了させることで当初工期の約5ヶ月前の完成となった。



図-5 完成した新錦川橋

また、若手技術者の学習の場として、客先技術者の見学会やインターンシップ見学会などを実施し、技術者育成に積極的に取り組んだ。本報告が今後同様な架設計画の一助となれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、群馬県県土整備部道路課、藤岡土木事務所ならびに地域の皆様など、関係者の方々には多大なるご指導・ご協力を頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

出水期の護岸工事

宮崎県土木施工管理技士会
日新興業株式会社 土木部
土木部次長
佐藤 宗 近

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：野田地区上流外掘削護岸工事
- (2) 発注者：延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：延岡市野田町
- (4) 工期：平成29年3月18日
(当初)平成29年12月8日
(変更)平成30年3月30日

本工事は、市街地を流れる五ヶ瀬川右岸7k400+87～7k600+112の河川敷に新たに護岸を造る工事で河川水位から1.45m掘下げて基礎を造りブロック積完了後に覆土を施工するものであった。

2. 現場における問題点

①出水期の安全管理

発注者と施工計画時の打合せの中で、台風や大雨で川の水位上昇が予想される場合は最悪破堤する事も考えられるので施工途中に埋戻す要望があったが、天気予報で予測できない上流での降雨やダムの放水による水位の上昇もあるので、埋戻しを完了させる事が出来ない時は退避を優先する事を伝えた。

②施工時の湧水

河川水位より1.45m掘下げる為、発注者と協議して施工箇所の上流側と下流側の2箇所で試験掘削を行い湧水の状況を確認した。その結果、2



図-1 試験掘削

箇所とも表土約50cmから下は砂利層（玉石混じり最大粒径約20cm）で表土に近い部分は幾分粘性土が混じっている為、崩れにくかったが掘り下げるにしたがって地山が安定せず、計画の高さまで掘り下げるには床掘箇所が大きく広がり、掘削土砂を場内運搬しての大規模なものとなった。（掘削3日、埋戻し3日）また湧水の量が多く8インチポンプ5台でも水替えを行うことが出来なかった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①工法の変更

試験掘削の結果より、発注者に設計変更協議会の開催を要請し止水矢板工法によるブロック積の施工を提案した。協議会の中では大型土のうによる土留め、2次製品による基礎の設置等の検討を行ったが出水時の安全対策がネックとなり、出水期の工事一時中止6月1日より10月31日が決定し

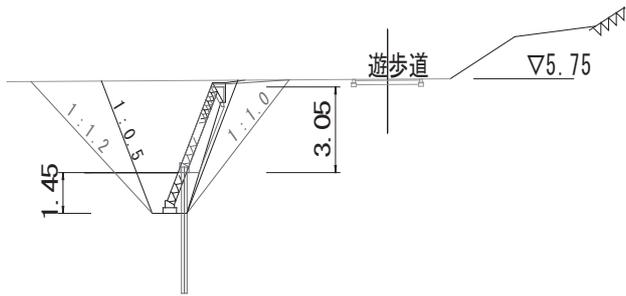


図-2 標準横断面図

た。また試験掘削で砂利層及び玉石が確認されたので、止水矢板工法が可能であるかの試験施工を行うことも併せて決定し9月13日に試験施工を行い止水矢板工法が可能である事を確認した。

②施工時の工夫

10月31日の工事一時中止解除に伴い、工期延長協議を行って3月30日までの工期となった。着手はブロック積施工の為、設計断面1:0.5勾配で掘削・床堀を行い、基礎底面を1.45m上げた事で湧水の発生なかったが、試験掘削同様に掘り下げるにしたがって地山が安定せずに崩れ落ち特に止水矢板打込み時に手元作業員への危険性があったので、発注者と協議して1:1.0勾配とした。(堤防側は遊歩道があるので1:1.0川側は承諾で1:1.2勾配での掘削) また止水矢板打込み時は、振動で掘削面の崩壊が予想されたので、その日の止水矢板打込み前にバックホウ0.7m³にて法面整形を行い、手元作業員の安全確保と地山の状態が確認できる様にグリーンネットを用いた。その結果、堤防側の地山の崩れは振動で地山が崩れるも



図-3 止水矢板打込み

のネットの下部に玉砂利が溜まる事で安全が確保され作業に支障はなかった。

③工期短縮の工夫

設計はm²当たり11個のコンクリートブロックでの標準施工であったが、設置時の手間及び日当りの施工量を比較検討した結果、人員の削減、施工量の増加が望める事から、材料費は割高になるがトータルしては大型ブロックを用いた方が有利と判断し横帯工も現場打をせず2次製品に代用できる物があったので発注者に承諾を得て使用した。ブロック積施工は1スパン100mまでブロックを積み上げ、次スパンの床堀土砂で埋戻しを行う事で、出水時の埋戻し時間の短縮を図った。その結果、大型ブロック及び2次製品を用いた事で機械費(バックホウ0.7m³クレーン仕様)及び材料費は高くなったが、施工量20m²(220個)/日が50m²になった。また11月以降は大雨が降った日はなく、急なダムの放水による水位上昇もなかったので、施工を中断しての埋戻しはしていない。



図-4 ブロック積

4. おわりに

今回の現場では、まず湧水の中でブロック積の基礎の施工ができるかが一番の課題であったが、工法の変更をした事で施工が可能となった。また発注者との協議は勿論であるが、同様の工事で苦勞をされた施工事例や同業者の意見を聞いて参考になるものがないか、その辺りも含めた柔軟な考え及びコミュニケーション能力の向上も必要性を感じた。

鋼橋架設工事における工程遅延防止の工夫

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

監理技術者

高須加 淳[○]

現場代理人

金野利彦

工場製作担当

川村弘昌

1. はじめに

南大社3高架橋（鋼7径間連続少数钣桁橋）は、東海環状自動車道の東員IC～大安ICまでの区間の一部（橋長：約307m）で、当社が「国土交通省中部地方整備局」より製作・施工を請負った工事であった。（図-1）



図-1 南大社3高架橋

東海環状自動車道「養老～四日市」区間は、養老山脈に隔てられた岐阜県西濃地域と三重県北勢地域を直結し、新名神高速道路と一体となって、三重県北勢地域の道路網を形成すべく、急ピッチで事業が進められている。したがって、本工事では早期開通を目的に、工期末より約1ヵ月前の橋面部分引渡し（舗装施工業者の準備作業）時期が設定された。

現場条件としては、国道365号が並走しており、朝夕は交通量が多く（うち1径間は県道が交差）配慮が必要であった。

また、施工ヤードは、国道365号と一級河川員弁川に挟まれており、極めて狭隘であった。

これらの諸条件の中で、鋼橋架設工事における工程遅延防止の工夫を行ったので報告する。

工事概要

- (1) 工事名：平成29年度
東海環状南大社3高架橋鋼上部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：三重県員弁郡東員町
- (4) 工期：平成29年5月18日～
平成30年10月31日
- (5) 工事内容：工場製作工、鋼橋架設工、合成床板工、橋梁付属物工（巻立てコンクリート工、地覆壁高欄工他）、仮設工

2. 現場における問題点

2-1 狭隘な施工ヤードでの架設

現場着手から、合成床板工・地覆壁高欄工までの施工が極めて短期間であったため、狭隘な施工ヤードの中で、作業ロスを少なくする工夫が必要であった。

2-2 交通規制の低減

県道交差部上空作業時（桁架設・足場組立解体・合成床板架設等）は、通行止め規制が必須であった。地域交通への影響低減と工程厳守を目的に、極力通行止め回数を減らすための工夫が必要であった。

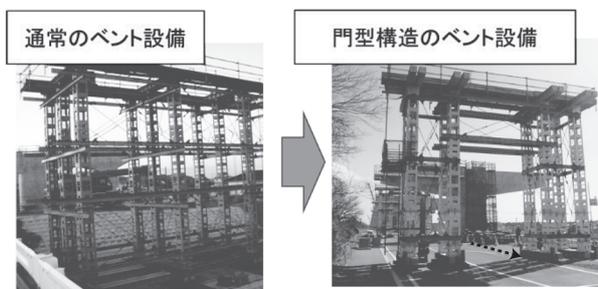
2-3 天候によるコンクリート打設への影響

天候に左右されやすいコンクリート打設（横桁巻立てコンクリート、地覆壁高欄等）施工時期が6月初旬からと梅雨時期であり、工程遅延が危惧されたため打設に関する対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 仮設備の工夫

狭隘な施工ヤードを有効に活用するため、桁架設時の支保工（ベント設備）の構造を、門型とし、大型クレーンや桁輸送トレーラーを自在に通り返けできる構造とした。これにより、作業ロスを低減し、工程が遅延することなく施工することが可能となった。（図-2）



大型クレーン等通り返け可能

図-2 ベント設備の構造

3-3 交通規制の低減

県道の通行止めを伴う作業内容を見直し、桁架設と足場組立を同時に施工することで規制回数を低減することができた。通行止め開始前の桁地組立て時に、地上にて取付け可能な吊足場を、主桁に設置してから桁架設を実施した。（図-3）これにより、桁架設と足場組立を別々に施工するよりも、通行止めを約2/3に低減することができた。



図-3 足場先行設置後の桁架設

3-3 コンクリート打設に関する対策

通常、巻立てコンクリート打設は、合成床板パネルを架設する前に施工するが、合成床板の底鋼板にコンクリート打設用孔を新たに設けることにより、後から施工できるように工夫した。（図-4）打設箇所の上空が塞がれる形状となるため、雨天時においても打設可能となり、工程遅延を防止した。また、全打設工程の中で最後となる地覆壁高欄コンクリートの配合を、設計24N/mm²から30N/mm²に変更し、強度発現を早めさせることにより、橋面部分引渡し時においても要求性能を確保することができた。

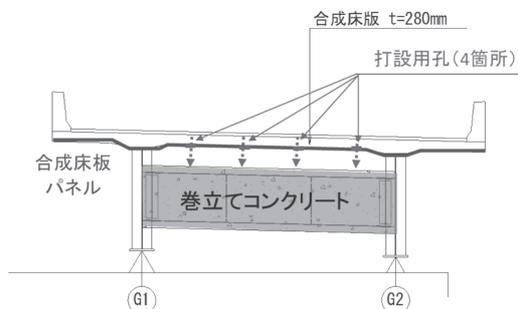


図-4 巻立てコンクリート打設用孔

4. おわりに

本工事は、9月末に無事橋面部分引渡しを終えることができた。決して好条件ではなかったが、前述の工夫と現場作業員一丸となった工程遵守の努力によりなし得たことに感謝する次第である。また、作業中は、住民から「お疲れ様でした」と声を掛けられた時、ほんの僅かでも地域の方々へ貢献することができたことに、改めて感動を覚えると同時に、周囲の方々の温かいご協力があったこそ、工事が無事完成したと感じた。

農道舗装工事における全作業員週休2日確保と地域貢献について

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

今回の工事は、週休2日休日確保するモデル工事であった。

工事概要

- (1) 工事名：県営農道整備事業舗装工事
- (2) 発注者：長野県諏訪地域振興局
- (3) 工事場所：諏訪郡原村中新田
- (4) 工期：平成29年7月13日～
平成29年11月27日

2. 現場における問題点

現在使用している農道を掘削し路盤工・表層工を行う工事であった事と、作物の収穫時期が工期と重なっていたため、如何にして地権者に迷惑のかからない工程で週休2日確保するかが課題であった。

また、地域の協力なくして施工できないため地域住人と密にコミュニケーションを取る必要があった。

3. 当現場で実施した内容

そこで現場では、週2日以上の日休確保と、積極的に地域住人の要望や自発的に現場周辺の環境整備を実施した。

(1) 工事現場の週2日休工

本現場は週休2日確保するモデル工事であった。着工から竣工までの期間、土・日曜日並びに祝日を休工とし工程を組んだ。

農道工事であったため、稲刈り時期を考慮し週休2日確保できる工程で、現場乗込み時期を8月中旬と決定し、監督員と協議し丁張りの設置、地権者立会を行った。



図-1



図-2

(2) 現場全労働者の週休2日への取組み

本工事は週休2日を確保するモデル工事であったため、自社及び下請企業を含む現場全労働者に週2日以上のお休みを確保した。下請企業に見積り依頼時書面にて当現場において週2日間の休日確保を要請した。

(3) 地域住民とのコミュニケーション

現地工事説明会の時に、BP付近に設置されている既設横断側溝に土砂が堆積し機能していないことから、下流側の道路及び畑に土砂が流れ込んでしまうので土砂を撤去して欲しいと要望があった。

道路土工時に土砂撤去作業を行い側溝の機能を回復させ、地域の要望に応えた。



図-3 土砂撤去



図-4 土砂撤去完了

(4) 作業現場の周辺地域との調和

道路土工時の大型ダンプトラック通行による道路の汚損防止と、農耕用車両が頻繁に通行し道路が汚れていたため、定期的に道路清掃並びに散水清掃を行った。

また完成後、路肩に堆積した土砂を路面清掃車にて除去した。

(5) 写真管理の工夫

現場の広範囲にわたる全容把握と地域住民への説明資料としてドローンによる写真撮影を定期的に行った。空中からの撮影を行うことにより、現場全体を把握できたことから、進捗状況を地元及び作業員に分かりやすく説明することができた。



図-5 空撮状況

(6) 地域の自然環境保全

保護箇所法面下にはBOXカルバートが埋設されていたこと、転落防止としてガードレールを設置するために限られた範囲での施工になったため、最小法面勾配が1:1.0になった。また、道路横断勾配が保護した法面側に1%ついていたので、雨水による法面の洗掘が懸念されたので法面を保護した。主任技術者が前回施工した現場で用いた植生シートがあり、調査の結果周辺にハギ等が確認されたので在来種を主とした種子配合で法面を保護し自然環境の保全に努めた。

(7) その他

現場事務所裏にリサイクルBOXを設置し、現場で発生した資源物の分別に努めた。

全作業員にゴミのポイ捨て、不法投棄等禁止を周知し徹底させた。また、分別した資源物は適正に処理しリサイクルを推進した。

このように様々な事に挑戦・実施し休日の確保、地域貢献を行い、地権者並びに周辺地域に喜ばれ、発注者にも高評価を得ることが出来た。

4. おわりに

余裕のある工程で施工出来たため、地権者・地域への配慮も行え、予定通り週2日休工を確保しながら現場を完成させることができた。

現場では実際に土曜日、日曜日、祝日を全作業員休工とし、なかなか取れない休日が取れ、普段行えない家族サービスや趣味の時間が出来た事で全作業員に大変好評であった。

また、新卒社員を現場代理人として配置していたが、休日が少ないことが若手技術者の離職理由につながっており、建設工事にもこのような取組がある事へのアピールとなった。

建設業における週休2日の確保は工期等の影響で難しい側面はあるが、今後もこのような取組みをしていきたい。

コンクリート打設後の自動散水システムの 作成・運用について

(一社)北海道土木施工管理技士会

近藤工業株式会社

土木部係長

土木部係長

藤原真一[○]

岩木真二

1. はじめに

コンクリートを取扱う工事ではコンクリート打設後の散水養生時に養生シートの湿潤度合いを自動で計測し乾燥時には自動で散水を行うシステムを作成・運用したことについて報告する。

工事概要

- (1) 工事名：小樽港-10m 岸壁その他工事
- (2) 発注者：北海道開発局小樽開発建設部
- (3) 工事場所：小樽港
- (4) 工期：平成29年11月21日～
平成30年7月31日

2. 現場における問題点

コンクリート構造物打設後には、コンクリートの水和反応を十分に促進させるため、養生シートをコンクリートに敷設し養生シートの上から散水を行う散水養生を行っているが、散水の可否の判定を目視による判断や、養生シートを触って養生シートが乾いていると判断された場合に散水を行うなどして行ってきた。

しかし、日差しの強い夏季などでは養生シートの確認が遅れたことにより、養生シートが乾いてしまってから散水を行うこともあり、養生シートが乾いてしまうとコンクリート表面の水分を養生シートが吸収してしまい水和反応に必要な水分が不足してしまい十分な水和反応が確保できない恐

れがある。

そのためコンクリートの品質確保のためには養生シートを常に湿潤状態に保つ必要である。

また、昨今建設業界でも働き方改革の一環として4週8休制などが行われるようになり、当工事でも大型連休中の休日確保に向けた取り組みとして、散水養生のために交代で出勤するのではなく、作業従事者全員が暦通りに休みを取得できるよう取り組む必要があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

当工事では、コンクリート構造物の打設作業が主の工事内容であり、コンクリートの品質確保が重要な工事であった。

施工箇所には常設の電気や水道施設がないため、散水車を使用して従来通りの散水を行っていたが、新たな機械等設備を追加することなく、散水の自動化を行うために、市販のマイコンボードとモジュールパーツの組み合わせで、養生シートの湿潤度を数値化し、設定した湿潤度により自動で散水を行い養生シートが湿潤状態になると自動で停止するシステムを作成することで、養生シートの湿潤状態確保と大型連休期間中の休日確保として行うこととした。

マイコンボードの電源確保のため、小型バッテリーをソーラーパネルで充電することで、小型バッテリーの電圧不足を予防するようにした。

散水のための水中ポンプの電源確保は、DC12V駆動の水中ポンプを使用し、散水車の搭載バッテリーから確保できないか検討のため、水中ポンプの実働時間（吐出時間）を2時間/日程度と仮定し、バッテリー容量と想定消費電力の計算を行い問題ないことを確認し散水車のバッテリーから確保することとした。

養生シートの湿潤度の判定方法は、養生シートに20cm程度間隔を離してセンサーを2個取り付け、出力側センサーより5Vで出力し、入力側センサーに入力がない状態（絶縁状態）を1023とし、5Vで出力された電圧が5Vで入力される状態（導通状態）を0として0～1023の1024段階で判定を行っている。

湿潤度の数値化の計算は、+側より5Vで出力された電圧が-側に3Vで入力された場合下記のようにマイコンボードで内部処理され算出している。

$$\begin{aligned} \text{湿潤度} &= \text{入力側電圧} \div (\text{出力側電圧} \div 1024) \\ &= 3\text{V} \div (5\text{V} \div 1024) \\ &= 614.4 \div 614 \end{aligned}$$

上記計算より養生シートの湿潤度を示す数値は614となる。（図-1）

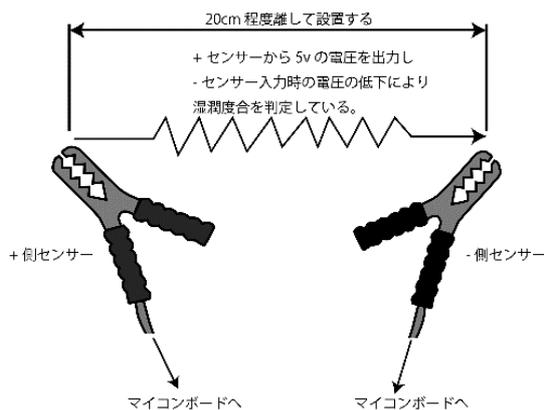


図-1 湿潤度判定方法

この湿潤度を養生シートの乾燥時と湿潤時でそれぞれ測定し、養生シートの乾燥時の判定値及び湿潤時の判定値としてプログラムに組み込み、自動で散水を行うようにした。

散水方法は、B=5.65m×L=6.60mの天端面にガーデニング用の散水チューブを敷設し、養生シート

の湿潤ムラを防止するために天端の水平面（幅約2.0m）に2本設置し勾配がある面（幅約3.65m）の中間部に1本設置し合計3本で養生を行った。

上記条件で稼働させると水平部の乾燥が早く勾配のある面は端部まで湿潤することが予想することができるので、乾燥が早い水平な天端面にセンサー（図-2）を現場で散水を行いながら養生シートの湿潤状態の確認を繰り返し、湿潤度の微調整を行い7日間の散水養生を行った。

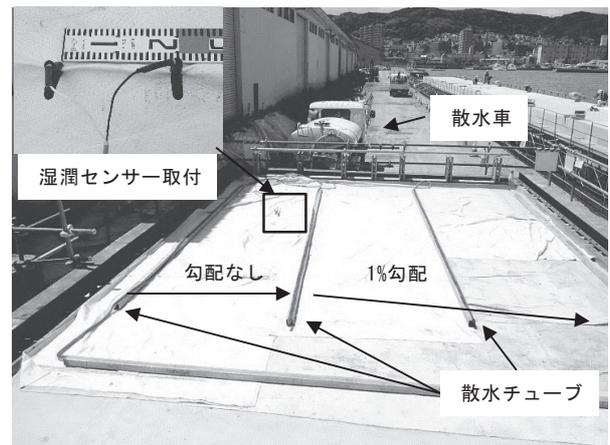


図-2 散水養生状況

天候に左右されることではあるが、従来通りの人力による散水時には、朝昼夕に併せて養生シートが乾燥したのを確認された時に散水を行って、4klの水を2日程度で使い切っていたが、当散水システムを使用し散水を行った場合は、7日で4klを使いきることもなく節水することもでき思いがけない副産物もあった。

このシステムを使用し養生した構造物と従来通りの構造物の両方で初期ひび割れなどの変状は確認されなかったが、養生シートの湿潤確保と休日確保は確実に行うことができ概ね満足いく結果となった。

4. おわりに

当散水システムを使用して散水を行う場合、湿潤センサーの取付け位置によってシート全体が十分な湿潤状態とならない場合もあり完成品とは言えないが、今後の散水養生時にも活用し改良を加えて完成品としていきたいと思う。

橋脚部分施工における架設報告

日本橋梁建設土木施工管理技士会
 日本ファブテック株式会社
 現場代理人・監理技術者
 岡田 健 児

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：高知中央 IC 第2高架橋下部第1工事
 (2) 発 注 者：国土交通省四国地方整備局
 土佐国道事務所
 (3) 工事場所：高知県高知市高須地先
 (4) 工 期：平成29年1月11日～
 平成29年12月15日

本工事は、高知県高知市高須地区の一般国道55号高知南国道路における高知中央 IC 第3高架橋（鋼4径間連続非合成少数鈹桁橋）と第3高架橋



図-1

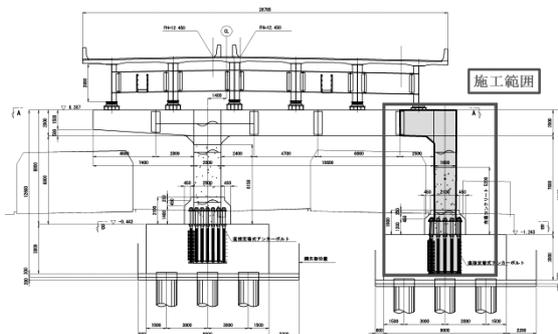


図-2 AP4構造一般図（正面図）

（鋼3径間連続非合成少数鈹桁橋）が架かる鋼製ラーメン橋脚8基のうち、2柱式ラーメン橋脚4基の右側柱2本と左側柱2本の製作・架設工事である。本稿においては、部分施工における施工精度の確保と工夫した事項について報告する。

2. 現場における問題点

2-1 アンカーボルト固定治具

今回施工した下部工躯体に埋め込まれる直接定着式アンカーボルトだが、設計上アンカーフレームを有しないためか、アンカーボルト固定治具が発注図には含まれていなかった。橋脚を支える16本（AP7は18本）のアンカーボルトは、約1t/本あり、バラバラのまま現場にアンカーボルトが搬入された場合、固定治具なしでの設置作業は不可能である予見できた。

2-2 別途工事にて施工されるボルト継手

今回施工した4橋脚の柱は、各橋脚とも2本柱のラーメン橋脚の片側1本のみの製作・架設が施工範囲であった。梁部先端のボルト継手は、本工事で施工されるのではなく、別途発注される工事での製作後に施工される梁部と接合される継手であるため、本工事で仮組立てを行う際に継手の接合確認が工程的に不可能であることが分かっていた。そのため、製作時での継手断面の寸法については、通常よりも厳しく管理するべき項目であることは明白であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 アンカーボルト固定冶具の設計と製作

アンカーボルト固定冶具は、発注図面になかったものの、施工上必要ありアンカーボルト設置後に架設する橋脚柱部の設置精度確保のためにも不可欠であると判断し、設計・製作を行った。このアンカーボルト固定冶具は、仮組立てをすることなく現場搬入することが一般的であるが、本工事では、アンカーボルトの製作精度の向上が橋脚架設時の設置精度確保にも繋がる重要事項であると判断し、工場での仮組立てを実施した。(図-3)



図-3 アンカーボルト固定冶具仮組み立て状況

3-2 工場製作時の寸法管理

橋脚の工場製作時においては、上記したように、別途工事で施工される梁部のボルト接合部の断面寸法について、その形状管理を厳しくして規格値の50%で管理することとし、フランジと腹板の寸法誤差については $\pm 2\text{mm}$ 、対角寸法誤差は $\pm 3\text{mm}$ を許容値として製作を行った。(図-4)

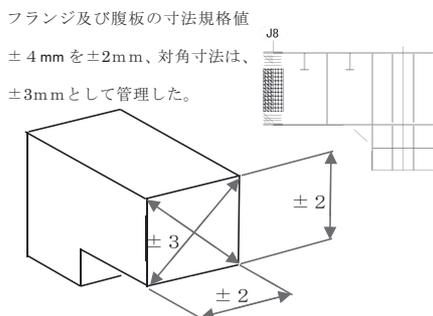


図-4 ボルト接合部寸法管理方法

現場着手後、下部工躯体施工業者との工程調整を行いながら、アンカーボルトの設置および橋脚の架設を行い、ほぼ予定どおりの工程で工事を完成することができた。品質面では、工場製作時に

行ったアンカーボルトの固定冶具の仮組立ての実施および梁部のボルト継手部の断面の寸法管理を通常より厳しく管理して製作したことなどが、架設精度の向上に結びつき、結果的に工事完成時における柱の天端の平面位置誤差の管理基準を遵守することに繋がったと考えられる。図-5に工事完了時の出来形管理図の抜粋を示す。施工した4橋脚の柱の測点16測点の内、13測点で50%以内、3測点が80%以内に取っていることが確認できる。

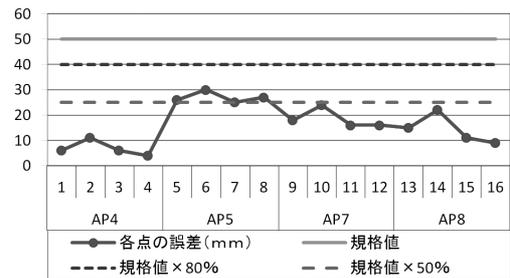


図-5 出来形管理図 (柱の平面位置の誤差)

4. おわりに

今回施工した4橋脚は、2柱式門型ラーメン橋脚の片側のみの柱が発注され、工事完了後に残りの部分が別工事にて製作・架設されるという特殊な施工条件であった。この場合、別工事で製作する梁部の取合い部分となるボルト継手部は、仮組立てができないため、この部分の製作精度が悪いと完成形で梁部が継手部で折れ曲がることになり、別途発注される工事での設計・製作にも影響が出る可能性があることが予想できた。そのため本工事では、製作前から設計・製作・現場が協力して施工を進めたことで、結果的に架設完了時の平面位置誤差が全箇所規格値の80%以下を確保した施工が可能となったよいケースに結び付いたのではないかと判断できる。



図-6 完成写真 (AP4右柱)

県道上の横取り架設における形状管理と安全対策

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 横河ブリッジ

現場代理人

監理技術者

藍 水 智 一〇

下 田 晃 伸

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成28-29年度 国分川橋上部工事
- (2) 発 注 者：国土交通省四国地方整備局土佐国道事務所
- (3) 工事場所：高知県高知市高須砂地地先
- (4) 工 期：平成28年12月7日～
平成29年3月26日

本工事は、高知龍馬空港ICと高知ICを結ぶ一般国道55号高知南国道路の、国分川を横断する鋼5径間連続ラーメン鋼床版箱桁橋のうち、KBP4（横梁含む）～KBP5までの1径間（支間長：65m）を施工する工事である。架設方法は、河川と県道44号線の制約条件から横取り工法が採用された。本稿では現地条件を踏まえた施工上の工夫について報告する。

2. 現場における問題点

本橋は3主桁の鋼床版箱桁で、既設桁のKBP5とKBP4横梁とは剛構造となる。架設順序は、最初にKBP4上に横梁を架設しG2桁をトラッククレーンベント架設する。このG2桁の上でG1桁を地組立し、横取り降下した後にG3桁も同様の手順で架設する。（図-1）これらの架設は県道上となるため、夜間作業が主体となった。横取りする桁のブロック重量は115ton、横取り量

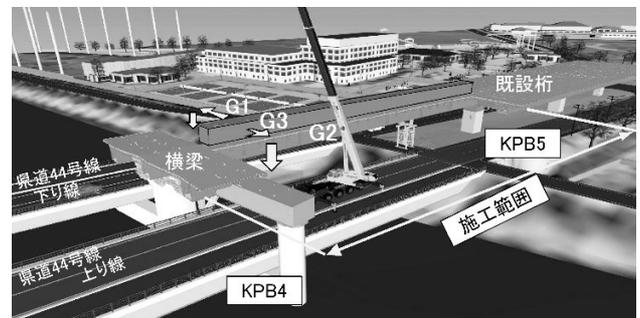


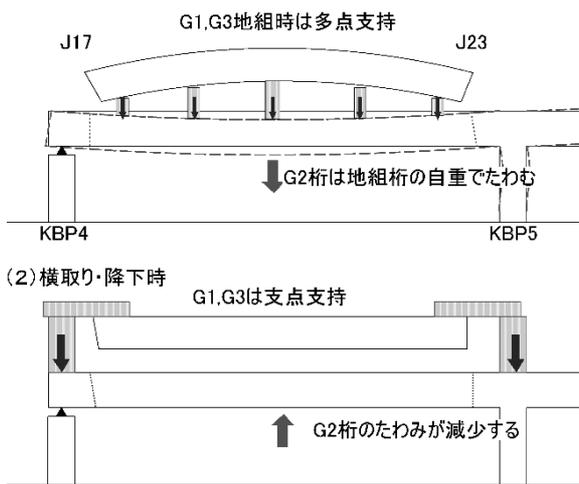
図-1 横取り・降下概要図

は8.63m、降下量は3.5mである。本工事は施工にあたり以下の問題点があった。

2-1 横取り・降下時の形状管理

- ①G1, G3桁を横取り降下する際は、KBP4横梁がG2桁により既設桁と連結されているため、KBP4横梁をセットバックして降下時のジョイントの隙間を確保できない。また、工程が厳しくG1, G3桁に現場実測を反映する調整ブロックを用いることが出来なかった。
- ②G2桁上でG1, G3桁を地組する時と、横取り降下する時では、地組立桁の支持条件が異なり、桁形状が各架設ステップにおいて複雑な挙動を示す。（図-2）
- ③工場製作時には上記架設ステップを反映して主桁形状を決定してあり、工場でも多点支持状態での実仮組立を行った。しかし、各主桁と横梁はG2桁ではモーメント連結でG1, G3桁はヒンジ連結のため架設系が異なり、各主桁間の整合性はダミースプライスによる確認となった。

(1) G2上での地組立て時



(2) 横取り・降下時

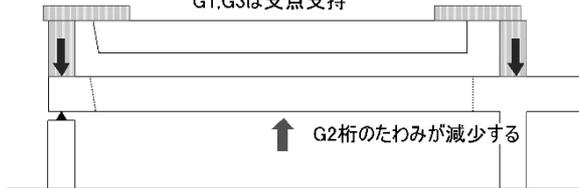


図-2 地組桁と横梁の形状変化

このため、現場での横取り・降下前に、地組桁の桁とジョイントの倒れ量、および横梁の仕口間隔とウェブの倒れ量を正確に把握する必要があった。

2-2 降下作業時の安全対策

①横取り後の降下作業は、油圧ジャッキと桁受け金具を用いた150mm ずつのサンドル降下であり、総降下量は3.5m にもなることから降下設備の変形（倒れ）が危惧された。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 横取り・降下時の形状管理

①J17, J23のワーキングスペースをそれぞれ10 mm とし、J17側の仕口形状を逆台形に加工することを、設計と桁製作に反映した。

②多点支持状況と支点支持状況での、地組桁の形状と横梁の仕口間隔を、桁温度が安定する夜間に複数回計測し、図-3 に示す骨組み解析の結果と照らし合わせて横取り・降下が可能か判断した。

上記対応により、横取り・降下作業は順調に推移し、心配された完成時の桁形状も「桁のそり」では全格点で規格値の50% 以内に収めることができた。

3-2 降下時の安全対策

①サンドル降下設備には、図-4 に示す様にそれ

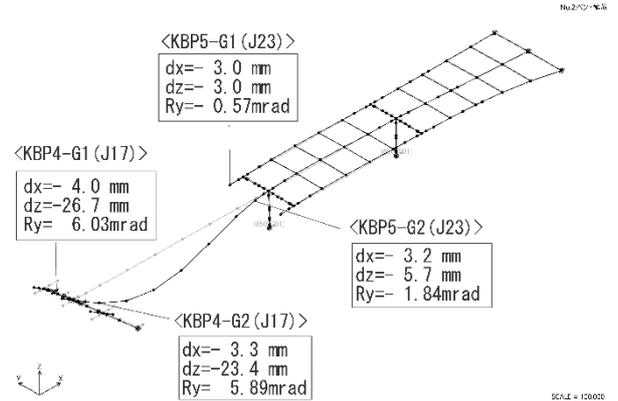


図-3 骨組み解析例

ぞれの降下設備を固定する水平材を設置し、倒れ止めのアングルおよび主桁上のスタッドボルトにて既設桁に強固に固定した。この対策により、サンドルの傾きを抑える事が可能となり、安全に降下作業が進み、3.5m を最短で1晩で降下することが出来た。



図-4 降下設備固定状況

4. おわりに

本工事では難易度が高い架設方法だったにもかかわらず、桁のそりに代表されるように出来形が良かった。これはG2桁上での形状管理を密に行ったことと、上下フランジの温度差が小さい夜間架設が主体だったことが一因と考えられる。

近年、中間支点が剛構造で規制時間などの制約条件も多い鋼橋工事が増えており、この工事報告が参考になれば幸いである。

場所打杭施工における杭径不足防止対策について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
監理技術者
川 島 智 伸

1. はじめに

当該工事は、有明海沿岸道路整備事業の内、筑後川橋梁（橋長1008m）を構成する橋梁下部工で、福岡県大川市大野島地内において、門型ラーメン橋脚1基を施工する工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：福岡208号
筑後川橋下部工（P11）工事
- (2) 発 注 者：国土交通省九州地方整備局
福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県大川市大野島地内
- (4) 工 期：平成29年4月25日～
平成29年11月20日
- (5) 主な工事内容：場所打杭工 杭径1500mm 杭長42.5m 8本、橋脚躯体工 門型ラーメン橋脚1基 コンクリート316^m 鉄筋58.9t 型枠261^m 型枠支保工63.9空^m 足場251掛^m



図-1 完了全景

仮設工 土留仮締切工 鋼矢板L=10.5m 126枚

2. 現場における問題点

場所打杭の施工において、大型重機（80t クローラクレーン及び全周回転掘削機）による施工を行う為、施工直後（コンクリート打設直後）の杭に荷重がかかることにより、杭が変形し、杭径不足（出来形不足）になる恐れがあった。このため、杭径不足防止対策についての検討を行った。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 施工ヤードについて

場所打杭の施工は大型重機（80t クローラクレーン及び全周回転掘削機）で施工する為、重機足場の地盤が不安定だと杭の出来形精度が悪くなる。また、重機の転倒の可能性も高くなり、作業の安全性にも問題が出てくる。よって、施工に先立ち、80t クローラクレーンの使用に対して、地盤の地



図-2 スウェーデン式サウンディング試験

耐力確認を行う為、スウェーデン式サウンディング試験を行った。

80tクローラクレーン使用時の必要地耐力 119.2KN/m^2 （敷鉄板使用時、 59.6KN/m^2 ）に対し、現地盤の支持力 140.6KN/m^2 という結果が出たが、出来形の精度、作業の安全性を考慮し、施工ヤード（重機足場及び場所打杭施工箇所も含め）を深さ1m程度の地盤改良を行い地盤を強固にした。



図-3 施工ヤード地盤改良

(2) 場所打杭施工順序の決定について

場所打杭の掘削作業は、全周回転掘削機によりケーシングチューブを揺動・反復回転させながら地盤に圧入し、ハンマーグラブにてケーシングチューブ内の土砂の掘削・拌土を行う工法である。

施工直後（コンクリート打設直後）の杭に近接して掘削作業を行うことにより、ケーシングチューブを圧入する際の土圧が、コンクリート打設直後の杭にかかり杭が変形する恐れがある。また、大型重機の荷重により、コンクリート打設直後の杭が押され変形し杭径不足（出来形不足）になる恐れがあるため、コンクリート打設直後の杭に極力近寄らない様、次工程の作業を行う必要があった。

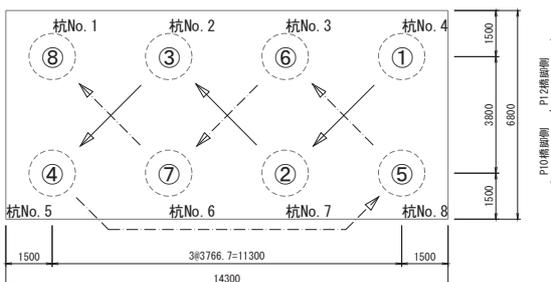


図-4 施工順序図

よって、杭の次工程の施工を近接して行わない様、図-4のとおり施工順序を決定し施工を行った。

(3) 大型重機足場の敷鉄板使用について

大型重機（80tクローラクレーン及び全周回転掘削機）の重機足場に敷鉄板を使用し、荷重を分散させることにより、施工直後（コンクリート打設直後）の杭への影響を抑えた。又、敷鉄板を使用することにより、80tクローラクレーン使用時の必要地耐力は 59.6KN/m^2 と敷鉄板未使用時の必要地耐力（ 119.2KN/m^2 ）の1/2倍程度となるため、より安全に作業を行うことができた。

(1)~(3)の対策を行った結果、杭の杭径不足（出来形不足）は無く、安全に作業を終えることができた。



図-5 施工状況（敷鉄板使用）

4. おわりに

現場周辺は民家や神社、介護施設等に囲まれており、また周辺道路が狭いこともあり騒音・振動・粉塵及び交通災害には十分配慮して施工を行った。場所打杭を施工する上で、施工ヤード、工事用道路等の問題もあったが、隣接工事業者及び地元との密な打合せ、連絡調整等の協力により工程どおり施工を完了することができた。

最後に近隣住民、工事関係者、隣接工事業者の協力のおかげで無事故・無災害で工事を終えることができた。

覆砂工事における海砂の品質管理について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
主任技術者
下 條 敬

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成29年度起工第10号
覆砂工事34第5工区
- (2) 発 注 者：福岡県農林水産部水産局
水産振興課
- (3) 工事場所：福岡有明地区
- (4) 工 期：平成29年6月1日～
平成29年9月8日

本工事は、福岡県が発注する水産基盤整備事業で施工される有明地区覆砂工事である。

有明海において陸域の開発などにより河川からの土砂が堆積し、底質の環境変化が進んでいるため、水域環境の保全のために覆砂（堆積した土砂を海砂で覆うこと）を行い、底質を改善し、海洋環境を浄化再生することにより、漁業生産力を向上させ沿岸漁家経営の向上を図る。

作業手順として、海砂を採取船で瀬取り海域に搬入し、海砂を砂撒船に積み替え、施工区域に運搬、海砂の投入作業を行う。

2. 現場における問題点

覆砂工事は、底質改善が目的であり使用される海砂の品質の確認が重要である。

品質管理の試験項目は、土の粒度試験、骨材のふるい分け試験、貝殻分混入率試験である。

室内試験の結果が出るまでに期間を要するため、搬入船毎に船上にて海砂品質の確認が課題となった。

また、貝殻分混入率の試験方法は、塩酸可溶率試験となっており、この試験方法は、貝殻分を溶かす必要があり時間を要し、船上で簡易に試験ができないことが課題であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

海砂採取船から試料を採取し、海砂投入船にて簡易試験を実施することとした。

現場での船上における簡易試験（粒度試験・ふるい分け試験）の精度向上として以下の対策を行った。海砂採取船1隻の搬入数量が1,600～4,100 m³となるため、採取時の海砂の偏りを考慮し、船艙の上層・中層・下層部の3箇所を試料採取し、それぞれ簡易試験を行うこととした。

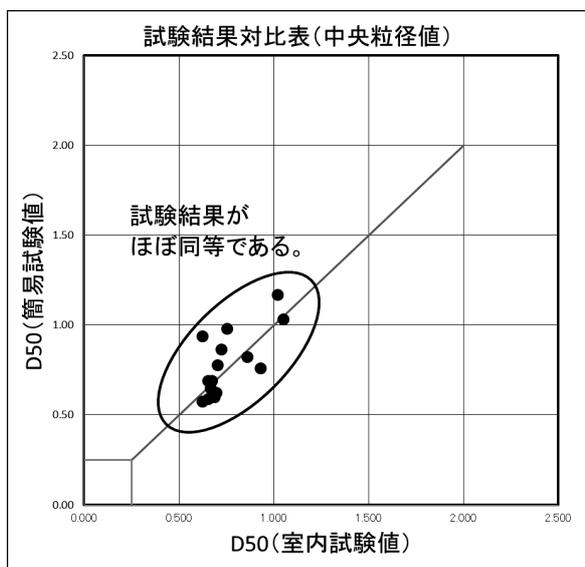
海砂の品質規格は、中央粒径値：0.25mm以上、シルト分：10%以下、レキ分：30%以下、粗粒率：概ね2.6以上、貝殻分混入率30%以下である。

- ①船上で試験をするため、質量計測時に雨風の影響を受けないよう作業船の一室を試験室として確保した。
- ②ふるい分け試験は、手動で行うとふるい方にムラが生じるため、電動振とう機を使用し、試験精度の向上を図った。
- ③ふるいの目は、土の粒度試験（中央粒径値、シ

ルト分・レキ分)、骨材のふるい分け試験(粗粒率)に準拠した2種類のふるいを使用した。

簡易試験の結果は、品質規格をすべての試験で満足していた。簡易試験の精度確認として、室内試験との対比を行った結果、中央粒径値、レキ分、粗粒率についてほぼ同等の値を得ることができた。シルト分(0.075mm以下)については、粒子が小さく、質量も軽いので室内試験との差があったが、規格値10%以下であることは明らかであった。

表-1 中央粒径値対比表



現場船上での簡易試験(ふるい分け)を行う環境、試験機器の整備により試験結果の精度向上を図ることができた。

貝殻分混入率試験については、船上での簡易試験方法の工夫として、海砂の質量を計測することで貝殻分混入率の判定を行うこととした。

材料承認時の試料を乾燥させ100ccの容器に充填し質量を計測した結果と塩酸化溶液率試験を対比した。(表-2)

対比の結果、海砂の質量が軽いほど貝殻分が高く、130g程度で貝殻分が30%となることが分かった。

海砂質量試験と貝殻分混入率試験の結果、材料承認時の対比結果と近似線の傾きがほぼ同じであること、海砂質量(100cc)が130gに近いと貝殻分が多い、近似線の延長部が130g/100cc=貝殻

分30%が適当であることが分かり、試験方法が適当であると判断できた。(表-3)

表-2 材料承認時の海砂試料対比表

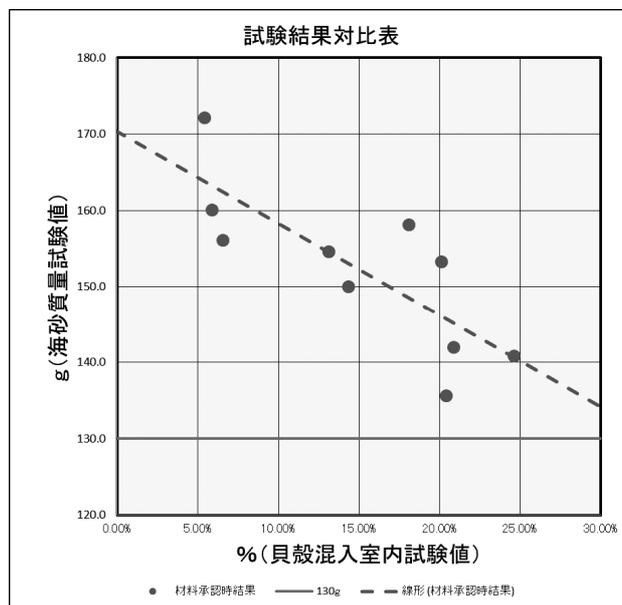
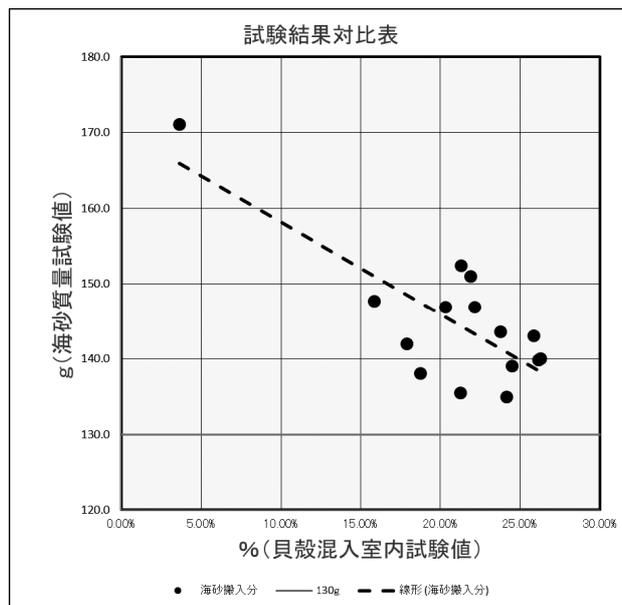


表-3 簡易試験結果



4. おわりに

使用材料の品質を確認することは重要であり、その材料に合った試験方法、試験環境の整備、試験機器の選定等を行い、今後も品質管理に留意しスムーズな施工ができるよう努める。

寒冷下での法枠工の品質確保

長野県土木施工管理技士会
株式会社倉品組
土木係長
酒井 裕美

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成29年度 県単道路防災工事
- (2) 発注者：長野県大町建設事務所
- (3) 工事場所：(主)長野大町線 大町市 大藤
- (4) 工期：平成29年9月1日～
平成30年1月26日

法面对策工 (図-1)

簡易吹付法枠工 $L = 23.5\text{m}$ 、 $A = 657\text{m}^2$

2. 現場における問題点

本工事は、過去に土砂崩落による交通障害が発

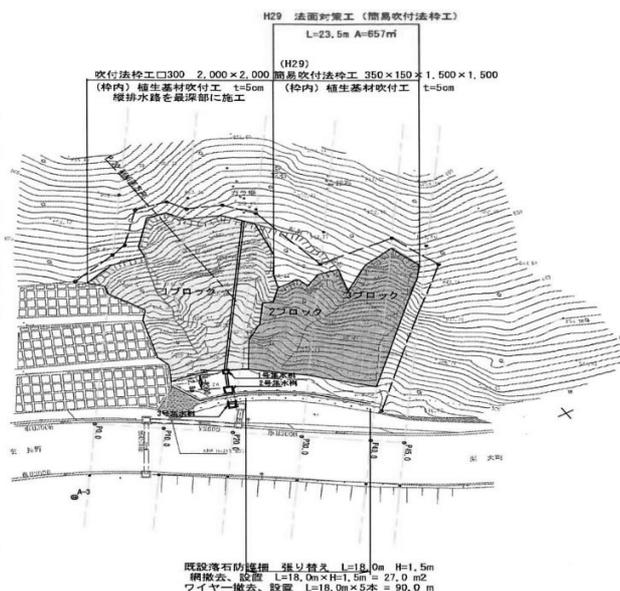


図-1 現場施工位置図

生している場所での法面对策工事である。現場は標高が高く、10月を過ぎると朝晩気温が下がり、11月には霜や降雪、凍結の心配される場所である。また、法面に面した道路は、縦断勾配が急で、現場手前には大きなカーブがあり見通しが悪い上に車両がスピードを出して通過している状況であった。以上の事から、

- ①気温の低い場所での法枠工の品質保持
- ②現場周辺での交通事故防止対策

上記の事項を問題点として対応する必要が生じた。

3. 工夫・改善点と適用結果

①の対策として、現場着手前に施工法面を事前調査したところ、地山法面からの湧水が確認された。法面表面での凍上による法枠工への影響が懸念されたので、地山表面の湧水箇所へ吸出防止材を敷設し、上部から下部に向かって湧水処理を行ってからラス張工を施工し、冬期間の凍上による法枠表面のクラック等の発生防止に配慮した。(図-2)

吹付け作業時は、外気温の低い環境になるので、吹付け材料の凍結防止と吹付法枠工の乾燥収縮によるひび割れ防止のため、ポーラセット(耐寒促進剤)、グレースマイクロファイバー(ひび割れ抑制剤)を資材に混入して、法枠工の品質確保に努めた。(図-3)



図-2 吸出防止材敷設



図-3 吹付け混合状況、巻き込みシート設置

また、混入作業時にベルトコンベアに作業員が巻き込まれない様に巻き込み防止シートを設置し、モルタルや基材の投入時に、資材の飛散防止シートを設置して作業員の安全確保と第三者への公衆災害防止に配慮した。(図-4)



図-4 飛散防止シート設置

次に②の対策として、現場周辺の県道は、カーブがとてもきつく見通しの悪い上、スピードを出して通行する車両が多いため、作業時の道路横断等で危険が予測される。そこでカーブ付近の2箇所カーブミラーを設置し、作業員の道路横断時や工事関係車両の駐車場所への出入り時に安全確認ができるようにして、通行車両にも、作業中で



図-5 カーブミラー設置

ある事を周知するようにした。(図-5)

さらに、現場周辺に設置されている道路標の清掃を行って運転者に標識がよく見えるようにするとともに、現場周辺の環境美化に努め、運転者の安全意識の向上、交通事故防止に配慮した。

4. おわりに

法面伐採処理後に地山からの湧水が見つかったため、簡易法枠で良いかどうか、工法の再検討も含め協議を行なった結果、現場での土質試験、設計根拠になった調査資料を基に、土質的に問題ない事を確認し、計画通り簡易法枠工の施工となった。法面での湧水処理は、施工方法の検討も含め、低コストで最も効果が期待できる資材として、吸出防止材を選択し、低価で施工も手間が掛からずに実施できた。結果、法面全体を安定させることに繋がった。外気温が低い環境での構造物の品質保持が課題となったが、施工後の法枠からコアを採取し、強度確認した圧縮強度試験でも所定の強度が確保され、枠内の植生も草の生育が良好である。11月後半には雪が降ってしまい道路等の凍結が懸念されたが、現場内の除雪や、現場周辺に塩カル散布を徹底して行い、転倒、転落、第三者への公衆災害、交通事故の防止に努めたことで、苦情も無く、本格的な冬期間になる前に無事故で竣工する事ができた。これは、発注者、工事関係機関からのご指導と、地元地域住民の方々の工事への御理解、御協力に感謝し今後の現場に生かしていきたい。

福岡208号筑後川橋上部工工事の 工場製作について

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

工場担当技術者

現場主任技術者

矢部 泰彦[○]

松岡 高廣

1. はじめに

福岡208号筑後川橋上部工（P4-P8）工事は、有明海沿岸道路の整備に関連して、一級河川筑後川を渡河し、大川市大字小保と同市大野島を結ぶ鋼4径間連続単弦中路アーチ橋である。（図-1）

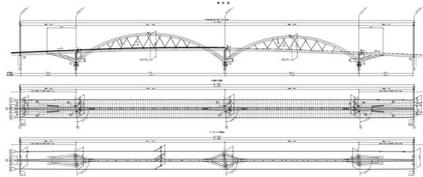


図-1 構造一般図

本工事は構造上1本のアーチリブ（スプリング）が支点上で2本に分岐する構造を日本で初めて2連アーチ橋として施工する。そのため、形状管理が非常に困難であった。CIMの活用や工場製作での一体組立による精度管理を行った。また、橋長は450mあり、JV3社での分割製作に伴い、部材移送や分割仮組立を行った。

本稿では、その内容について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：福岡208号筑後川橋上部工（P4-P8）工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局
福岡国道事務所
- (3) 工事場所：福岡県大川市大字小保地先～
大野島地先
- (4) 工期：平成28年3月1日～
平成32年3月10日

- (5) 橋梁形式：鋼4径間連続単弦中路アーチ橋
橋長：450m
径間長：62.9m+170.0m+153.0m+61.9m
有効幅員：全幅員：20.5～21.4m
桁高：アーチライズ30m, 27m
総重量：6,465t

2. 現場（工場製作）における問題点

本工事にあたっては、下記の問題点があった。

(1) 複雑な部材構造

本橋の基部、スプリング部および交差部等は、断面変化、分割構造等で複雑な構造となっており、設計図面だけでは把握しにくい箇所が多かった。

(2) 部材精度確保と仮組立方法

スプリング部、アーチ部および補剛桁が交差する部材の部材精度確保と全体精度管理が必要なスプリング部については、全体仮組立が望ましいが、工場設備及び工程上の問題で、全体仮組立をすることが出来なかった。

(3) 変形ブロックの輸送方法

スプリング部材は、現場架設クレーンの制約から現場での反転作業ができないため、工場出荷時から正立状態での輸送が不可欠であった。また、その構造形状から正立状態では自立しない部材もあった。

3. 工夫・改善点と適用結果

先の問題点に対し、下記に示す対策を実施した。

(1) CIM の活用

3 DCAD を活用し、設計・原寸段階で付属物や部材の干渉の確認、狭隘部作業スペース確保等の検討、図面変更を行った。また、製作時にも構造や施工手順について、施工要領書に3 DCAD 図を活用して工場作業員への周知をした。(図-2)

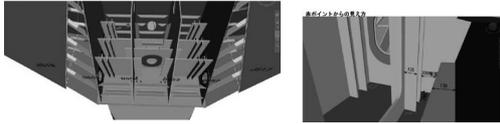


図-2 3 DCAD での検討例

(2) 工場内での一体組立と分割仮組立

スプリングと補剛桁の交差する部材は補剛桁・スプリングそれぞれに取り合いを持っており、個別部材での製作では形状管理が難しかった。また、交差部は基部、アーチ部、補剛桁に繋がる重要な部材であった。特に交差部のスプリング部は断面が3次元的变化にしている構造で、個別寸法管理による精度確保が困難であった。そこで3次元計測を併用して交差部全体を工場内一体組立することで、それぞれの取り付け精度を確保した。(図-3)



図-3 交差部一体組立

本工事では基部から補剛桁まで10m以上、全長120mあり一回での全体仮組立が困難であった。その為、合計7回の仮組立を行い、全ての仮組立で重複部材を設け形状の確保を行った。また、基部-鉛直材-補剛桁の仮組立は正立での仮組立が困難であったため、平面組立状態での仮組立を行



図-4 分割仮組立 (立体)



図-5 分割体組立 (平面)

った。(図-4、5)

(3) 輸送架台

スプリング部の斜材部材は工場から現場までは鋼船、現場では台船で輸送と積み替えが多く、構造上正立状態では自立しないため、輸送専用の架台を製作し使用することとした。輸送架台はスプリング全体を囲う形とし、海上輸送に際して浜出し、水切り時に輸送架台をそのまま吊り上げができるように設計した。架設時は輸送架台の一部を外すと、正立状態で架設できるような構造にした。(図-6、7)



図-6 輸送架台



図-7 架設状況

4. おわりに

本工事の工場製作は平成28年3月より着手し、無事に平成30年7月に当社製作範囲の補剛桁まで現場架設が完了することができた。近年では少なくなった大型案件に携われた事に感謝を申し上げます。引き続きアーチ部の製作架設が残っているが、安全施工と高品質確保に向け対応していく所存である。

最後に、本工事の施工にあたりご指導・ご協力いただきました発注者の皆様及び工事関係者の皆様に深く感謝し、誌上をお借りしてお礼を申し上げます。

ICT 建設機械と施工 CIM を活用した盛土工の品質向上

岡山県土木施工管理技士会
株式会社大本組
岡山支店土木部
尾崎 行雄[○]

岡山支店土木部 土木本部技術部
奥西 秀春 寺本 英敬

1. はじめに

本工事は、岡山県と岡山市が共同して、地域産業の振興と新たな雇用の創出により地域の活性化を図る産業拠点として、岡山空港近接地に大規模産業団地を造成する工事である。

本工事では、多様な盛土材による大規模造成工事に対して、国土交通省が推進している i-Construction (ICT 土工) を活用した ICT 建設機械と施工 CIM を活用した取組みを行ったので報告する。

- 工事概要
- (1) 工事名：空港南産業団地造成工事
 - (2) 発注者：岡山県産業労働部
 - (3) 工事場所：岡山県岡山市北区富吉地内
 - (4) 工期：平成28年9月29日～
平成30年12月28日

2. 現場における問題点

当工事では現地発生土のみで盛土工を行うよう計画されており、現地調査の結果多様な盛土材(砂岩・泥岩・礫岩等)を取扱う可能性が考えられた

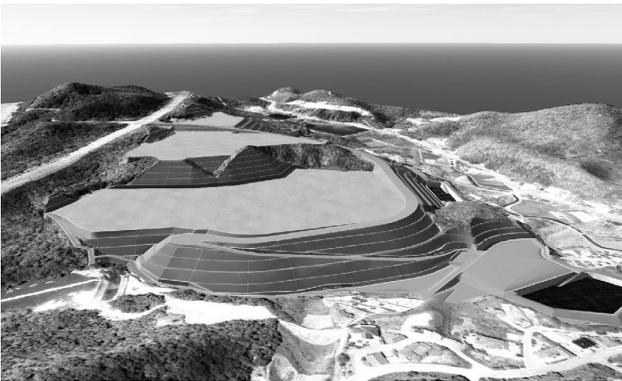


図-1 完成イメージ

ため、盛土材に応じた施工管理を行う必要があった。また、大規模造成工事(盛土量 $V=650,000 \text{ m}^3$) であるため工程上複数の施工箇所で行う必要があり複雑な施工管理や品質管理、またそれに対するトレーサビリティの確保(施工履歴の可視化)についても課題であった。

3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

3.1 対応策・工夫・改善点

多様な盛土材に応じた施工仕様と複数箇所での施工管理に対応するため、盛土工に「RTK-GNSS を用いた敷均しマシンガイダンスシステム」による敷均し作業と「RTK-GNSS による転圧管理システム」を導入し、ICT 建設機械による施工を行った。

「RTK-GNSS を用いた敷均しマシンガイダンスシステム」は、敷均しに使用するブルドーザ(20t 級)の運転席にパソコンを搭載しモニタにリアルタイム表示される計画高と現況高の差分から計算された敷均し厚を確認しながらオペレータは排土板を操作する。また、「RTK-GNSS による転圧管理システム」と締固め度を管理することを目的とした「加速度応答法による締固め管理装置 CCV」を振動ローラ(10t 級)に搭載し、運転席モニタに表示された規定転圧回数と転圧履歴を基に施工範囲が規定の締固め回数となるように振動ローラを操作する。

これら一連作業を行うシステムを施工パーティ毎(当現場では3パーティ)に搭載し、試験盛土に

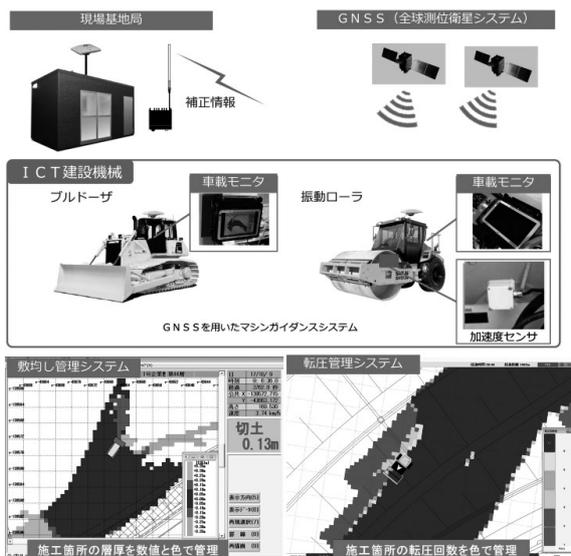


図-2 システム構成と管理モニタ画面

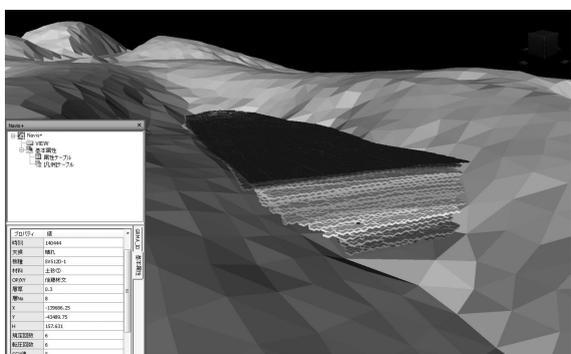


図-3 3次元施工 CIM

より決定した規定の締固め度を満足する施工仕様（敷均し厚、転圧回数）を盛土材毎に管理を行った。

品質管理に対するトレーサビリティの確保（施工履歴の可視化）について、各層施工完了後に自動作成される3次元ブロック（50×50×30cm）に施工情報（施工日、位置情報、天候、地盤剛性値、施工含水比、土取場等）を紐付けすることで、任意の3次元ブロックを選択すると施工データが表示される施工履歴の確認方法を採用した。

3.2 適用結果

(1) 施工性の向上

マシンガイダンスを導入することで、敷均し厚を管理する丁張を省略することができ、従来オペレータに任せていた転圧回数管理を面的に管理することができた。

(2) 施工精度の確保

マシンガイダンスにより効率的に所定位置へ誘

導でき、水平鉛直精度±5cm以内を確保できた。

(3) 監督職員及びオペレータの負荷軽減

事前に施工範囲と施工仕様を設定することでオペレータは盛土材に応じて現場で管理することができ、直感的に操作できるようにすることで簡単な操作指導で運用することができた。

(4) 施工CIMを活用したトレーサビリティの確保

盛土構造物を立体的に可視化し、3次元ブロックから施工履歴を容易に把握することができた。

(5) 安全性の向上

重機に近接する場所に作業員や誘導員を必要とせず、重機に搭載されているパソコンは事務所や重機から離れた場所からもリアルタイムに確認することができ、重機との接触事故が回避されることで安全性が向上した。



図-4 遠隔地からのシステム管理状況

(6) 帳票の自動作成

クラウド上で施工履歴を管理することで施工範囲の転圧管理および走行軌跡等の作業日報および発注者に提出する管理帳票を自動作成することができた。

(7) 留意点

a) 施工範囲が広大な場合や高低差のある場所を施工する場合には、事前にGNSSに関わる電波を現地で受信することができるかを確認する必要がある。

b) 3次元施工CIMモデルは大容量データであるため編集作業には高性能PCの導入が望ましい。

4. おわりに

敷均し作業と締固め作業にICT建設機械を導入することで複雑な施工を効率よく管理することができた。また3次元施工CIMによりトレーサビリティを確保（施工履歴の可視化）することができた。

マスコンクリートの内部温度について

栃木県土木施工管理技士会
東武建設株式会社
藤田 裕章

1. はじめに

本工事は、栃木県日光市にて平成27年9月の関東・東北豪雨の影響により発生した大規模土砂災害の復旧治山事業であり、今後起こりうる災害に備えコンクリート谷止工を構築する工事である。

工事概要

- (1) 工事名：H29復旧治山事業谷止工工事
- (2) 発注者：栃木県環境森林部
- (3) 工事場所：栃木県日光市岩崎地内
- (4) 工期：平成30年4月6日～
平成31年2月18日

2. 現場における問題点

マスコンクリート施工の留意点として、温度ひび割れ対策が挙げられる。対策としては、パイプクーリングや低発熱セメントの使用等が考えられるが、大幅なコスト増となるため難しい。

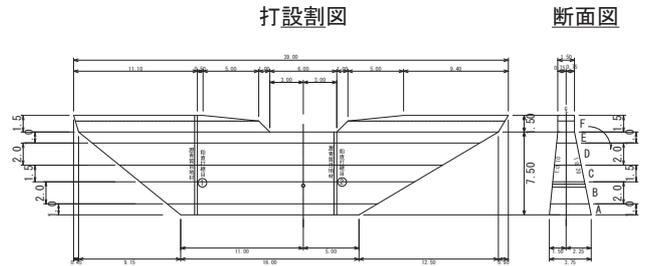
本工事で行った対策として、多少のコスト増となるが打設回数を増やし、1段当たりのリフト高を抑え部材厚を小さくし温度上昇を軽減することとしたのだが（図-1）、果たして温度上昇は部材厚の違いで大きく変わるのか、実際の温度を確かめたく行った検証結果を本稿にて報告する。

3. 工夫・改善点と適用結果

確認位置として部材厚の違う1段目（H=1.0m）と2段目（H=2.0m）とした。（図-2）

内部の温度測定器として使用したのがワイヤレスコンクリート温度センサー「SmartRock 2」という機器である。完全埋込型でワイヤレスのためコンクリート表面に出たケーブルの切断等が発生

しない。（図-3）



放水路まで高さ7.5mのため、最も少ない打設回数は4回であるが温度ひび割れ対策としてリフト高を小さくし打設回数を追加した。

図-1 打設計画図

設置・取り付け位置図(予)

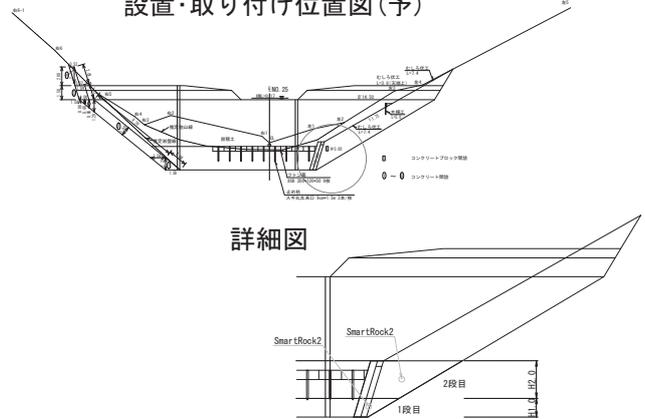


図-2 内部温度センサー設置個所位置図

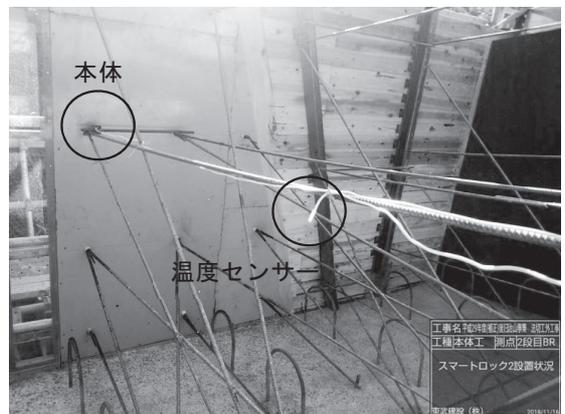


図-3 内部温度センサー設置状況

使用するコンクリート配合と荷下ろし時の試験結果は以下の通りである。(表-1) 水セメント比の関係で強度が18→21になり、配管圧送による打設(圧送延長約300m)となるため荷下ろし時のスランブを12cmとした。

また、圧送によるスランブロスほどの程度かを把握するべく圧送先(打設箇所)でもスランブ試験を行った。

表-1 設計配合及び現場試験結果

配合：21-12-40BB(配管による圧送のため12cm) 水セメント比60%以下	
1段目(H=1.0m)	2段目(H=2.0m)
CT:19℃ 外気:18℃	CT:18℃ 外気:15℃
スランブ:11.5cm	スランブ:13.0cm
圧送先投入時:8.5cm	圧送先投入時:9.0cm

次に測定した温度結果を示す。(図-4、5) 図-4は1段目(H=1.0m)、図-5は2段目(H=2.0)である。両箇所において、打設後の水和熱反応により温度上昇が見受けられ、ピークは2～3日後であった。結果を見るとやはり部材厚の大きい2段目の方がより高い温度となることが確認できた。ここまでは教科書通りである。

ここで注目していただきたいのが、上段打設後の温度上昇に伴い、下段も再度温度が上昇した点である。

1段目と2段目の測定個所の離れは1.5mあるがこの結果を見ると大きな影響を受けている。

また、2段目でも再度温度上昇があり3段目打設後の水和熱反応による内部温度上昇の影響を受けている。3段目はリフト高1.5mで施工したので1.75mの離れがある。離れ0.25mの差により多少温度上昇が1段目に比べて小さい。

また、共通して見受けられたことで、上段打設から約1週間後が影響を受けるピークとなっていることが言える。上段の水和熱反応の2～3日とは若干時間差があった。

ここで言えることは、型枠脱型により外部温度との影響を少なくするには、上段の温度上昇によ

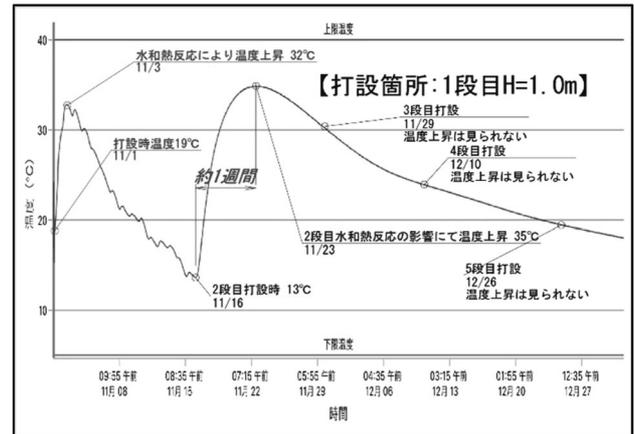


図-4 1段目内部温度グラフ

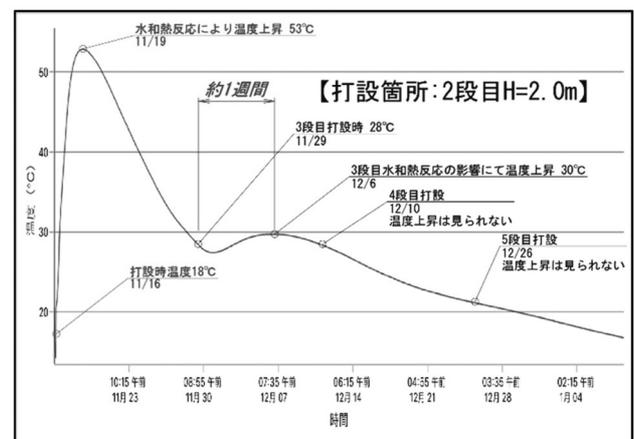


図-5 2段目内部温度グラフ

り再度温度が上昇することも考慮しなければならないということである。特に寒中コンクリートでは、より長期の養生期間を考えなければならない。

4. おわりに

最近ではコンクリート構造物の老朽化対策や予防保全によるライフサイクルコストの低減など限られた予算でコンクリートの長寿命化が行われているが、まずは高品質・高耐久のコンクリート構造物を造ることが重要であると考えます。

そのためには、コンクリートの性質を知り、求められた要求事項を満足するための施工・知識を得なければならない。地域や国民の皆様様に安心して生活できる社会資本を提供し、これからの建設業に貢献していきたいと考える。

集水井の沈下及び変形対策について

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
内海 竜介

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成29年度防災・安全交付金
 (地すべり対策) 工事
- (2) 発 注 者：長野県犀川砂防事務所
- (3) 工事場所：(地)宮の平 北安曇郡池田町
 宮の平 (2)
- (4) 工 期：平成30年4月21日～
 平成30年11月30日

本工事は長野県北安曇郡池田町宮の平地区の地すべり防止対策として、集水井の設置及び集排水ボーリングを行う工事であった。

2. 現場における問題点

当現場付近は過去にも地すべり対策工事が行われている地区でもあり、軟弱な地層である事が判明していたため、施工にあたって集水井の沈下及び変形の懸念があった。

そのため、集水井の沈下及び変形対策として①坑口の固定方法②孔壁崩壊対策が必要であった。

3. 工夫・改善点と適用結果

①坑口固定方法の検討、対策にあたり、本施工に先立って、集水井設置予定箇所での簡易貫入試験を実施し、地耐力の測定を行った。(図-1)

簡易貫入試験を行った結果、集水井設置予定箇所の地耐力は以下の通りであった。(図-2)



図-1

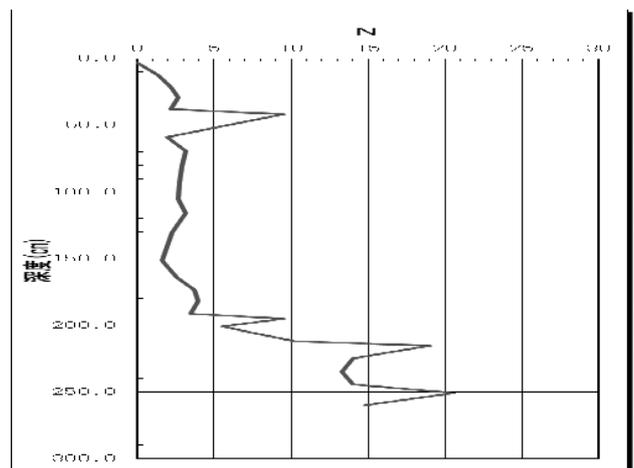


図-2

懸念されていた通り、GL-2.0m付近までは一部N値10程度の地層があるものの全体的にN値が5を下回る軟弱地盤であった。

GL-2.0m以深ではN値が10を超える数値とな

り、GL-2.5m付近においてはN値が20を超える地盤であった。

GL-2.5m以深は十分な地耐力があると判断し、当初設計はGL-1.0mであったが協議変更し、この位置を坑口固定位置とすることにした。(図-3)

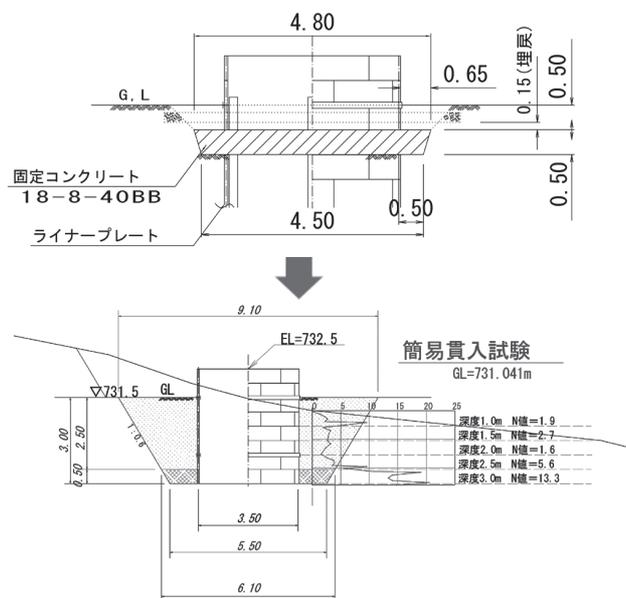


図-3

②軟弱地盤への集水井の設置では孔壁崩壊によるライナープレート背面に空隙が生じると(図-4通常は10cm程度)掘削が進行するにつれて空隙が拡大、進行し集水井の沈下、変形の原因となるばかりではなく、掘削土量の増加にもつながり経済面でもロスが出る。

そこで固定コンクリート打設時にライナー



図-4

プレート外側にモルタル注入用塩化ビニル管を設置し(図-5)掘削進行とともに逐次管を継ぎ足すことにより、孔壁崩壊が生じたときに工場練りモルタルを空隙に充填できるような対策を立て、本現場では合計4回の注入を行った。



図-5

4. おわりに

本工事では地滑り防止対策対象地域での施工であり、軟弱地盤の影響による集水井の沈下及び変形が懸念されていたが、過去事例が十分にあった事で問題点を事前にかつ明確に抽出する事ができ、対策を立てる事により、集水井の沈下及び変形を低減する事ができたと考える。

また工程のロスを減らす事も出来たため経済面でも効果があったと考える。

しかし、当初に設置する塩化ビニル管の本数をどのように決定するか等の課題を残すことになったため、情報の共有や蓄積をして今後に活かしていきたいと考える。

地球温暖化の進行による影響で増加すると予想される集中豪雨、及びそれに伴って発生する地すべりの予防工事にも、現場状況の精査を行ったうえで最良の施工方法を選定し、品質の確保、向上の取り組みをしていきたい。

函渠工のマスコンクリートにおける 暑中コンクリート対策

宮崎県土木施工管理技士会
株式会社 桜木組
守田 浩之

1. はじめに

都城志布志道路は、九州縦貫自動車道宮崎線（都城IC）や東九州自動車道（志布志IC）と接続することにより、一体となって地域相互の交流促進を図るとともに、空港、港湾を結び物流の効率化等に寄与する「地域高規格道路」である。

当道路は、都城市を起点に鹿児島県曾於市を経由して志布志市に至る、延長44kmの自動車専用道路であり、本工事は金御岳工区における内空断面幅6.8m、高さ6.1m、最大部材厚さ0.8m、2連式のマスコンクリートとなる現場打ち函渠を築造する工事である。

本稿では、函渠工のマスコンクリートにおける暑中コンクリート対策について、（主として材料、設備、施工面から）報告する。

工事概要

- (1) 工事名：金御岳1号函渠工事
- (2) 発注者：宮崎県
- (3) 工事場所：都城市梅北町
- (4) 工期：平成29年5月6日～
平成30年3月3日

2. 課題

通常、マスコンクリートの施工スケジュールは、コンクリートの品質確保のために、日平均気温が5℃以上25℃以下となるような時期（当地域では、11月頃から6月頃まで）を設定する。

しかしながら、当工事では函渠を築造後に他工種の施工が計画されていたことから、函渠の施工スケジュールは、日平均気温25℃を超える恐れのある7月から9月までの施工スケジュールに限られた。

そのため、函渠工のマスコンクリートにおける暑中コンクリート対策が課題となった。

3. 対策・結果

(1) 材料面

コンクリートの練混ぜから打設終了までの時間を90分以内に計画したが、配筋量が多く打設効率の低下が懸念された。そこで、コンクリートの打設時間を短縮するために、コンクリートのスランプ値を8cmから12cmに変更した。

スランプ値を大きくすることにより、コンクリートの練混ぜから打設終了までの時間を50分以内とすることができた。

(2) 設備面

温度ひび割れを制御するために、クーリングパイプ（鉄管φ50mm）を、側壁幅0.8mの中心に1m間隔で鉛直方向に配置し、水を循環させた。また、循環水自体の温度上昇を防ぐために、循環水は日中の2時間に1回新しい水と交換した。パイプクーリングの実施により、コンクリート打設後の温度上昇を最大で24.5℃抑制することができた。（図-1、2）

また、誘発目地の設置間隔を6.5mから4.5mと

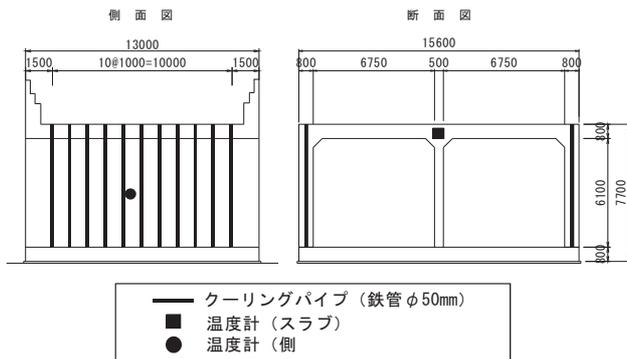


図-1 クーリングパイプ配置図

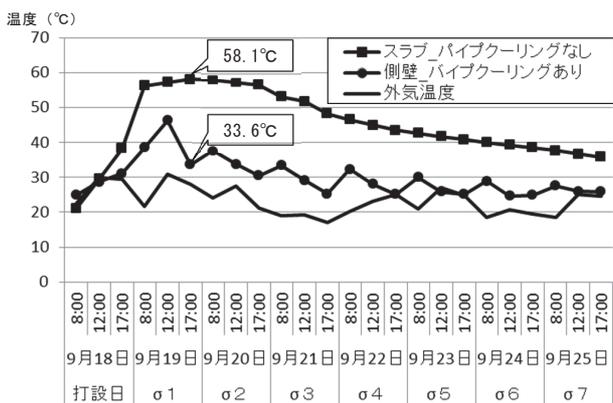


図-2 コンクリートの最高上昇温度

短い間隔に変更することで、所定の位置以外への温度ひび割れの発生を防止することができた。

(3) 施工面

コンクリートの打設割りについては、①底版部②壁スラブ部③高欄部の3回に分けて計画した。

コンクリートの打設日については、外気温の影響を低減させるために、比較的に日平均気温が低くなる日を設定した。その結果、壁スラブ部、高欄部については、日平均気温25℃以下の条件にてコンクリートを打設することができた。(図-3)

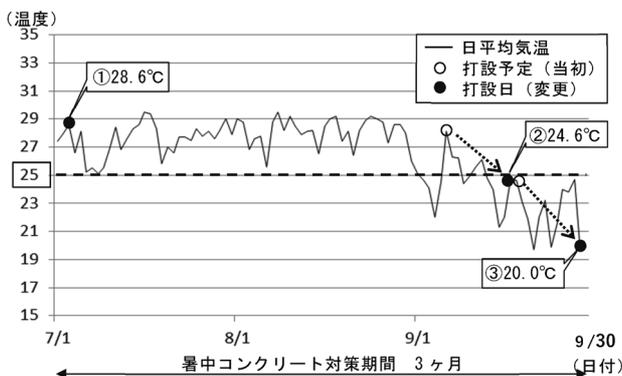


図-3 打設時の日平均気温実績

コンクリート打設後の養生方法については、散水による湿潤養生を計画していたが、日射、温度による外気の影響により乾燥しやすい状態であった為、浸透型コンクリート表面養生剤を併用した湿潤養生とすることで、乾燥収縮によるひび割れの発生を抑制することができた。

暑中コンクリートの対策と結果について表-1に示す。

表-1 暑中コンクリート対策と結果

対策	方法	結果
打設時間の短縮	コンクリートスランプ値を変更 8cm→12cm	打設時間 50分 (90分以内)
温度ひび割れの制御	パイプクーリングにて冷却	打設後の温度上昇 24.5℃抑制 パイプクーリングなし：58.1℃ パイプクーリングあり：33.6℃ (58.1℃ - 33.6℃ = 24.5℃)
	誘発目地の設置間隔を変更 @6.5m→ @4.5m	所定の位置以外への温度ひび割れの発生 なし
打設時における外気温の影響低減	比較的に日平均気温が低くなる日を設定	打設時の日平均気温 壁スラブ部 24.6℃ 高欄部 20.0℃
コンクリート表面からの水分蒸発の抑制	浸透型コンクリート表面養生剤を活用した湿潤養生	乾燥収縮ひび割れの発生 なし

4. おわりに

函渠工のマスコンクリートにおける暑中コンクリート対策は、予定通り9月で終了した。

スランプ12cmのレディミクストコンクリートを用いたが、コンクリートの打込みでは、側壁の配筋量が多く、かつ側壁の高さが高かったことから、ワーカビリティの確保が難しかった。

冒頭に述べたように、マスコンクリートとなる構造物を築造する工事では、施工スケジュールの設定が難しい事例が多いと思われる。

本工事が当会の技術蓄積の一助となれば幸いである。

供用中の都市高速道路における 拡幅工事の応力計測と FEM

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

杉 坂 憲 明

1. はじめに

本工事は名古屋第二環状自動車道の延伸工事（名古屋西～飛鳥）に伴う名古屋西ジャンクションの拡幅工事である。昭和58年度に施工した1期施工時には、2期施工である本工事は考慮されていたが、供用中の既設桁の拡幅工事であるため、解決すべき課題が多くあった。1期施工は7主桁を施工、2期施工は2主桁（一部区間は3主桁）を増設する拡幅工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：市道高速1号名古屋西JCT工区
上部工事及び名古屋第二環状自動車道名古屋西ジャンクションFランプ橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：名古屋高速道路公社
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市中川区島井町
- (4) 工 期：平成26年6月24日～
平成30年3月15日

2. 現場における問題点

本工事の架設順序として、既設7主桁の隣接に増設2主桁（一部区間は3主桁）を架け、増設主桁上の床版打設後に既設桁・増設桁接合部の横桁を連結し最後に接合部の床版を打設するステップである。既設桁上の交通を解放しながらの拡幅工事であるため、また、特殊な架設ステップなため、設計上想定しない応力が発生する可能性があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 応力計測

増設桁と既設桁を接合する前段階から3軸ひずみゲージ（一部は1軸ひずみゲージ）を接合部の横桁部材に取り付けひずみ計測を行った。得られたひずみ値より最大主応力／最小主応力を算出し、各段階で問題となるような応力が発生していないかを確認した。

(2) 散水車載荷による応力計測

増設桁上のランプ車線中央、並びに、接合部の

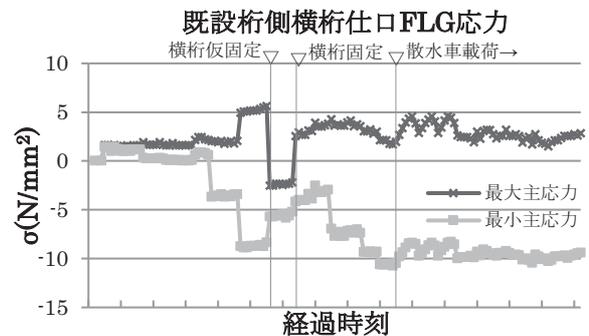


図-1 既設桁側応力計測結果

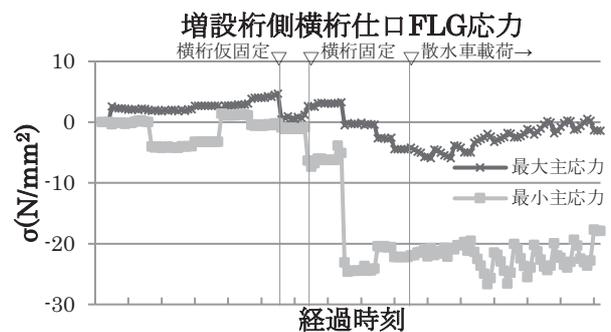


図-2 増設桁側応力計測結果

床版上に公社所有の散水車を載荷させ応力計測を行った。散水車の荷重を計測したところ、後輪合計が138kNであり、道路橋示方書のT荷重の69%であった。

図-1に接合部横桁下フランジの既設桁側仕口の計測結果、図-2に増設桁側仕口の計測結果を示す。縦軸が発生応力度を示し、横軸は経過時刻を示す。接合部の横桁を仮固定、本固定した際に応力の変化が見られたので、その時点を図中に記載した。また、散水車を載荷した際の開始点を記載した。計測結果より、施工時の接合部横桁の発生応力度は $-24\text{N}/\text{mm}^2$ と小さく、施工上、問題となる応力は見られなかった。道路橋示方書のT荷重の69%である散水車載荷時の発生応力度も $-27\text{N}/\text{mm}^2$ であり、将来的にゼブラ上に輪荷重が載荷されても問題とならない結果となった。

(3) FEMによる接続部の応力確認

橋梁の設計においては、格子解析モデル（梁モデル）により作用断面力を算出し、得られた断面力より主桁・横桁等の主部材の応力を求めている。しかし、本橋の架設ステップが特殊なため、梁モデルでは想定できない二次応力が発生する可能性がある。そのため、床版・壁高欄を含めた全橋モデルのFEMを実施し、応力状態を確認し、耐久性・疲労上の問題点がないかを明らかにした。また、散水車載荷時のひずみゲージによる応力測定結果とFEM応答値を比較し、FEMの検証も行った。

表-1に接合部横桁の上下フランジの応力計測結果とFEM応力の比較を示す。先の図-1は表-1のゲージNo4であり、図-2はゲージNo12である。計測とFEMの応力値は全く同じではないが、各計測点の応力傾向は似たものとなっておりひずみゲージの計測結果とFEMモデルの妥当性を確認できた。

続いて図-3にFEMの最大主応力分布、図-4に最小主応力分布を示す。接合部全体の応力分布を明確にするために最大主応力の上限を $15\text{N}/\text{mm}^2$ 、最小主応力の下限を $-10\text{N}/\text{mm}^2$ と設定した。また、図-1、2に示したひずみゲージによる計

表-1 ひずみ計測・FEM 応力比較

設置箇所 ゲージNo.	横桁上フランジ下面		横桁下フランジ上面		横桁上フランジ下面		横桁下フランジ上面		
	1	2	3	4	9	10	11	12	
最大主応力	計測	-0.2	-0.3	4.5	4.5	0.3	0.3	7.7	8.0
	FEM	0.1	0.0	5.4	5.4	0.6	0.6	6.7	7.2
最小主応力	計測	-2.8	-2.4	0.1	0.1	-1.6	-1.5	1.1	1.1
	FEM	-1.4	-1.4	0.0	0.0	-1.2	-0.9	0.0	0.0

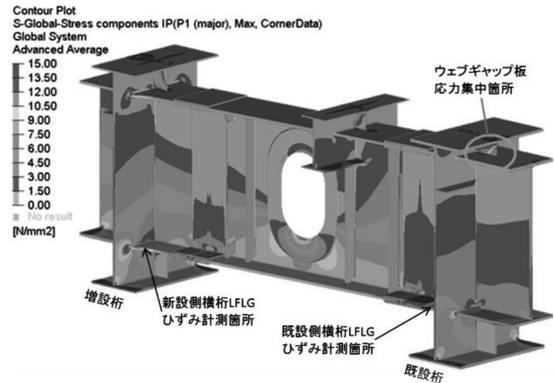


図-3 最大主応力分布図

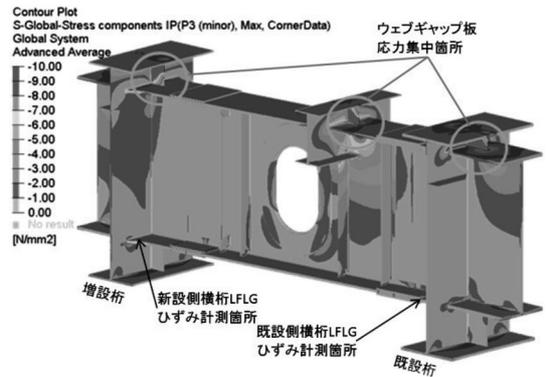


図-4 最小主応力分布図

測ポイントも図中に示した。結果より、一次部材の横桁本体もしくは形状が複雑な横桁・縦桁交差部ではなく、ウェブギャップ板（図○印）への応力集中がみられた。このウェブギャップ板の作用応力度は $40\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の結果であった。ウェブギャップ板の溶接疲労亀裂はよく知られており、それを反映する結果となった。

4. おわりに

本工事は、供用中の都市高速道路における拡幅工事であり、既設桁・新設桁に対して設計時に想定しない応力が発生しないかを把握し、確実に既設桁と増設桁を一体化することが重要であった。

最後に、名古屋高速道路公社の方々から適切な助言、多くのご指導をいただきました。ここに深く御礼を申し上げます。

大口径下水管（Φ1100mm）耐震化工事における 施工上の工夫

石川県土木施工管理技士会
株式会社 高田組
工務部課長
千 田 博

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：平成29年度七ツ屋水管橋耐震化に伴う下水道管布設工事（右岸部）
- (2) 発 注 者：金沢市企業局
- (3) 工事場所：石川県金沢市浅野本町地内
- (4) 工 期：平成29年8月1日～
平成30年5月31日

2. 現場における問題点

（問題1）既存下水圧送管の下に新設下水圧送管を推進工法で布設する為、既存基礎松杭が支障しつつ、掘進不能や軟弱地盤（粘土層）であるので管精度が著しく低下する可能性があった。（図-1）

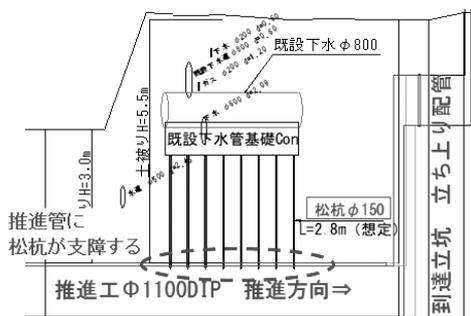


図-1 推進工縦断図（松杭の支障予想図）

（問題2）使用する管種が耐震管 DIP（UF）であった為、管内継手工になり、管内足場が必要であったが、内面塗膜されたΦ1100mm90°曲管の上

に設置することは不可能であった。（図-2）

又、製造メーカ及び配管業者に問い合わせても DIP（UF）Φ1100mmの立ち上り配管は全国的に施工例が皆無であった。

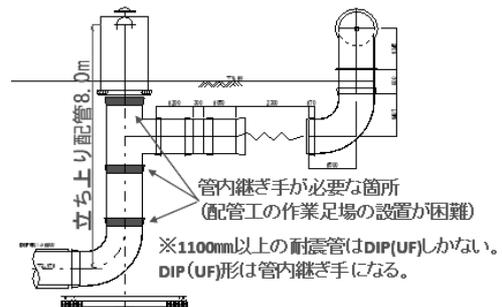


図-2 立ち上り配管断面図

（問題3）高圧送電線の影響下でのクレーン作業（立坑築造工事及び管布設工）が継続的に必要であった。（図-3）

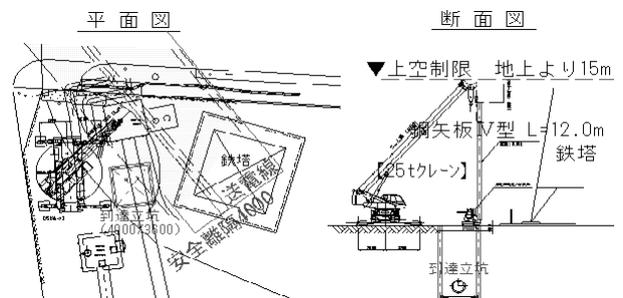


図-3 高圧送電線下での作業

3. 工夫・改善点と適用結果

（問題1）の対策として支障物（松杭）により切羽が閉塞した際に、圧気工法を併用することによ

り掘進機内部の点検扉を取り外し、支障物を除去できるCMT工法を採用した。又、掘進機面板は松杭を破碎することを前提としたローラービット付きマルチヘッド型を採用した。(図-4)

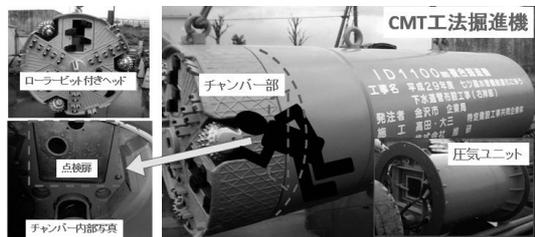


図-4 CMT工法

軟弱地盤対策として、面板開口率を10%まで上げ破碎した木くずや粘性土を取り込みやすいようにした。(取り込み率が下がり同じ箇所停滞すると掘進機がノーズダウンを起こす為)

上記の結果、松杭に支障しながらの掘進になったがすべての管において、基準高・蛇行の出来形規格値が±25mm以内に収めることができた。

(問題2)の対策として90°曲管内に人力にて設置撤去可能な小型土嚢及び大型土嚢を敷き詰め土台を作り、円形木製足場(Φ1000×h1500)を作成しロケット鉛筆方式で足場を足していく工法を採用した。

鋼製の足場材等を使用しない為、内面塗膜された管を傷めることもなく安全な作業床を確保することができた。(図-5、6)

管内作業時は、酸欠の恐れがあった為、送風機

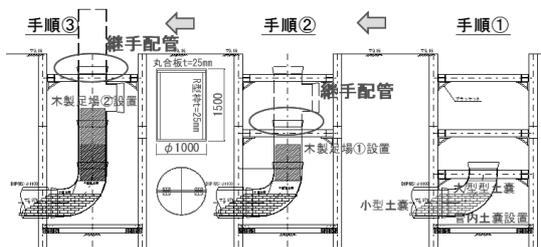


図-5 管内足場計画図



図-6 管内足場設置・使用状況

にて常時換気を行い、酸素濃度測定後、作業員にポケット酸素計を携帯させ、作業を実施した。

上記の結果、管内縦配管作業を安全かつスムーズに行うことができた。

(問題3)の対策として、高圧送電線の離隔を監視する方法を4種類の対策を実施した。

1) クレーンレーザーレベルの採用

クレーン先端にレーザーバリアを設置し、安全離隔距離を割った場合には警報音及び回転灯を稼働させ、オペレーター及び作業員に知らせる体制を確保した。鋼矢板の建込作業や推進機回収等の大きな資材の揚重作業にも対応できた。(図-7)

2) クレーンリミッターの設定

ラフタークレーンは、エンジンを切るとリミッターが解除されるモデルもあるので、休憩完了時の毎にリミッターの稼働の有無を確認した。

3) レーザー距離計によるクレーン高さの監視

職長及び監視員にハンドタイプのレーザー距離計を持たせクレーン高さを随時計測した。

4) 見張り台の設置

枠組足場H6.0mを作業箇所から50m程度離れた場所に設け、専属監視員を配備した。監視員には、同時通話無線機を持たせ、オペレーターと現場代理人と同時通話できる体制を確保した。

上記の結果、高圧送電線の下で安全に作業することができた。



図-7 クレーン作業中の高圧送電線の監視

4. おわりに

本現場の問題点を解決する上で、過去の施工方法だけではなく、新しいやり方や新技術を取り入れることができたことは現場を進める上で大変おもしろく、有意義でもあった。本報告が今後の現場に少しでも活用できれば良いと思う。

高速道路建設工事における土運搬の安全管理について

株式会社 森組

現場代理人

吉 田 洋

1. はじめに

新名神高速道路は、三重県四日市市～三重県亀山市間に建設中の延長27.8kmの高規格高速道路である。新名神高速道路の開通により、慢性的に悩まされている東名阪自動車道の渋滞が緩和される。また、ネットワークを構築する事により、物流の効率化・地域の活性化・異常時の迂回路機能が期待できる。

本稿では、一般道を使用した捨土掘削工の安全管理について報告する。

2. 工事概要

- (1) 工 事 名：新名神高速道路水沢南工事
- (2) 発 注 者：中日本高速道路(株)名古屋支社
- (3) 工事場所：三重県四日市市水沢町～
三重県四日市市水沢野田町
- (4) 工 期：平成27年9月25日～
平成30年9月28日
- (5) 工事延長：708m
- (6) 道路土工：切土工 771,000m³
道路掘削 92,300m³
捨土掘削 678,700m³
- (7) そ の 他：法面工，橋梁下部工
函渠工，用排水工

3. 現場における問題点

当工事の主たる工種である道路土工において、切土量の約9割を占める大量な掘削残土（10tダンプトラック約15.1万台）を、場外へ搬出する事となる。一般道を用いて土砂運搬を行うため、交通事故等の第三者を巻き込む災害が懸念された。

また、搬出する残土運搬箇所が6箇所に点在していたため、通常的手法では10tダンプトラックの運行管理(常時50台/日)が困難であると考えられた。

したがって、ダンプトラックの運行管理を安全かつ効率良く行うことが課題であった。

4. 工夫・改善点と適用結果

4-1 運搬ルートを選定

指定土砂運搬箇所は、6箇所に点在していた。運搬箇所各々に対して、安全な走行ルートを決定する必要があった。また、運搬距離は、平均片道約18kmであったが、最長区間は片道35kmの運搬となり、往復約2時間を要する長距離であった。

(図-1) 走行ルートの選定に当たっては、実際に運転を行うダンプトラック運転手および地元自治会の要望を取り入れて、安全最優先で行った。

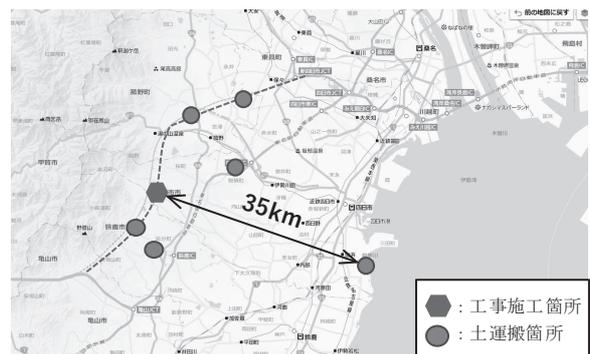


図-1 土砂運搬箇所

ルート選定後は、運行ルート毎に危険ポイントの洗い出しを行ったハザードマップを作成し、運転手へ周知した。(図-2)

4-2 運行管理システムの採用

各々のダンプトラックが、安全に所定のルート



図-2 ハザードマップ (抜粋)

を運行していることを把握するために、GPS内蔵型の『安全運転エコドライブシステム』(NETIS登録商品)を運行する全車両に搭載し、運行管理を行う事とした。

<特徴① 設置撤去が容易>

システム機器 (GPS 車載端末) 設置が、シガーソケットに差し込むだけである。撤去・移設が容易に行える機器であるため、運行車両の入替えに対応可能である。(図-3)



図-3 取付状況

<特徴② 運行状況のデータ化>

端末機器に取込んだデータを解析する事により、運転手各人の運転レポートの作成が可能である。(図-4) 運転レポートには、走行速度分布や波状運転、急発進や急減速状況が数値化され、現状での改善点が示される。また、総合評価として点数が示され、ランキングシートの作成も可能である。

項目	評価点(数値)	ランク
波全体	100.0 (6.5)	EX
状	~40km/h	100.0 (4.2) EX
運	~60km/h	100.0 (7.8) EX
転	~80km/h	100.0 (7.1) EX
指	100km/h	(-) EX
急加速回数	100.0 (0)	EX
急減速回数	100.0 (0)	EX
速度分布	100.0	EX
アイドリング率	51.2 (22.1%)	B
走	~20km/h	(8.6%)
行	~40km/h	(32.5%)
速	~60km/h	(57.4%)
度	~80km/h	(0.5%)
分	80km/h	(-)
布		
合		
総	100.0	EX
評		

改善点: 波状運転指数
あなたが「運行」に対する姿勢は、概観的に大変優秀なドライバーです。このまま、安全運転を続けてください。

改善点: 急加速・急減速
あなたが「急加速・急減速」が少なく、概観的に優秀なドライバーです。このまま、安全運転を続けてください。

改善点: 速度分布
あなたが「速度分布」の観点から、概観的に優秀なドライバーです。このまま、安全運転を続けてください。

改善点: アイドリング率
あなたが「アイドリング率」の観点から、概観的に優秀なドライバーです。このまま、安全運転を続けてください。

図-4 運転レポート (抜粋)

<特徴③ 安全運転サポート>

GPSによる挙動監視を行う事により、運転中の危険挙動 (急加速・急減速・速度超過等) を、

ビーブ音にて運転手へ通知を行う。

4-3 システムの活用

GPSシステムにより取込んだデータを解析し、前述の運転レポートおよび危険運転箇所(図-5)を運転手毎に明示することにより、運転手各々の運転特性をお互いに把握する事が可能となった。



図-5 危険運転箇所明示 (抜粋)

4-4 システムの効果

運行システムを用いて運行状況を数値化する事により、運転手毎に場所と数値を示して具体的な指示を行うことが可能となった。また、運行状況の改善が数値により把握できるため、運転手と改善内容を具体的に共有する事が出来た。また、運転手が共有認識の下に具体的な改善を進める事により、運行管理の重要性を認識する事に繋がった。レポートの点数を、安全教育訓練時にランキング方式で開示する事により、運転手相互および協力業者間の競争意識も高まり、より一層安全運転に対する意識向上を図ることができた。

5. おわりに

GPS機能内蔵型のエコドライブシステムを用いて、効率的な運行管理を遂行した事により、当初危惧された一般道を使用した大量な残土運搬を、地元自治会からの苦情もなく無事故・無災害で終えることが出来た。

また、運転手個々がレポート数値の向上 (安全運転の向上) を意識する事で、急加速および急減速等の波状運転のないスムーズな運転を行う結果に繋がった。

これらの安全運行動の二次的効果として、燃費の向上およびCO₂排出量の削減に繋がった事も考慮すると、今回の工事においてエコドライブシステムの活用が非常に有効であったと考える。

供用道路上に於ける桁架設

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

原 田 裕 也

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：閉伊川橋上部工（北工区）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：岩手県宮古市千徳第8地割地内
- (4) 工 期：平成28年8月17日～
平成29年11月17日
- (5) 工事内容：鋼4径間連続非合成鈹桁橋
橋 長：194.000m 有効幅員：12.000m
架設工法：トラッククレーンベント工法
鋼 重：694.7t
施工範囲：工場製作工、輸送工、鋼橋架設工
現場塗装工、橋梁付属物工、支承工、道路切回し工



図-1 完成写真

2. 現場における問題点

本橋が一部を成す三陸沿岸道路「宮古田老道路」は、宮古市松山から宮古市田老を結ぶ約21kmの自動車専用道路である。

本工事は、橋梁の一部が供用された国道106号と交差条件の夜間架設計画であったが、現場周囲には、全面通行止め時の迂回路がない状況で、仮に全面通行止めを行うと約4kmの規制区間となり、施工が難しい条件であった。また、地組ヤードは、深夜営業店舗との隣接、一般住宅も多数あり、騒音等による音の配慮が必要な作業条件であった。

以下に、検討課題を示す。

- ・架設時に於ける全面通行止めから一時通行止規制への変更の検討
- ・夜間使用工具の検討

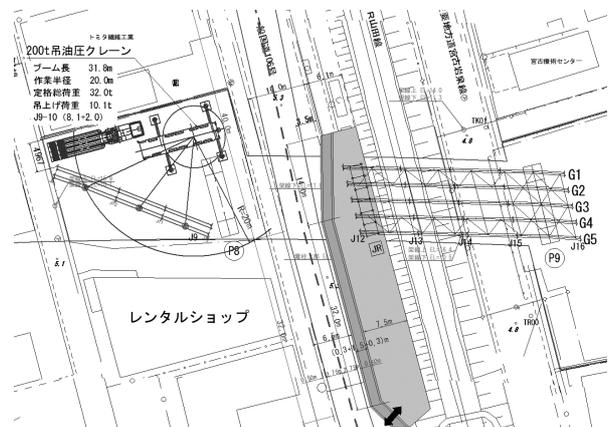


図-2 地組・架設ヤード図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 架設時に於ける全面通行止めから一時通行止規制への変更の検討

全面通行止めを一時通行止めにするには、一般国道106号上空の桁架設に於ける一時通行止めの所要時間の検討、国道通行車両・歩行者等に対する安全確保の検討を行った。

まず初めに、一工種ごとのタイムスケジュールを算出し、国道利用者の安全を確保するには、どのタイミングで一時通行止めをするか検討を行った。結果、断続的に一時通行止めを行うのではなく、主桁及び二次部材等の国道に影響のある旋回時に一回、玉掛を外す際に1回とし、一時通行止めの一回当たりの所要時間を5分～10分程度に抑え、国道に影響する通行止めを数回に分けた。また、国道への安全の配慮として、予め地組された主桁の添接は、当初に予定された仮ボルトで架設する計画から地組の段階で高力ボルト本締め施工に切替ることにより、仮ボルトやドリフトピン等の落下危険リスクを軽減した。

【結果】

国道に影響する一時的な通行止め時間を数回に分け、短時間の通行止めを行った。また、通行止めの間隔を必ず1時間経過後とした。結果、国道に影響する時間が5分～10分程度と軽減でき、大きな渋滞もなく完了することができた。また、国道への安全確保とした地組段階で仮ボルトから本ボルトに切替えたことで、主桁の落下やボルト等の落下が防止でき、第三者への安全確保ができた。

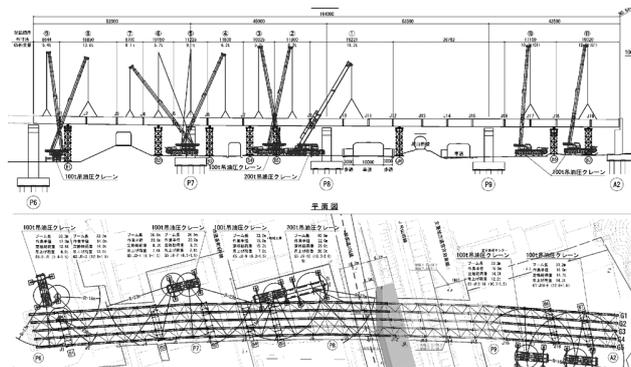


図-3 架設計画図

(2) 夜間使用工具の検討

橋桁の添接（接合）に使用する工具は、鉄製のピンを打撃することから非常に大きな騒音を発生する大ハンマーとボルトを締付ける際に使用する打撃機構があるインパクトレンチを使用するのが一般的である。

本工事の地組・架設ヤードは、一般住宅や深夜営業店舗と隣接してる。深夜営業店舗に於いては、営業時間が深夜1:00となっており、架設作業時と重なるため、夜間作業時に発生する騒音対策(使用工具)の検討を行った。

【結果】

当現場では、打撃機構がない一次締付専用レンチと油圧式のピン圧入機械を使用し、施工を行った。結果、深夜営業店舗や近隣住民からの苦情もなく、完了することができた。



図-4 ピン圧入機械使用状況

4. おわりに

本稿では、供用道路上に於ける桁仮設の安全管理を報告した。今回の工事に於いて、国道を利用する方や近隣住民に対する配慮の対策を重点項目とした。工事を円滑に遂行するには、地元協議、警察協議、発注者との協力が不可欠であるが、それと共に近隣住民に対し、誠意ある対応、常日頃からの調和が必要である。今回の経験を同種工事の施工に役立ててく所存である。最後に、ご指導、ご協力頂いた三陸国道事務所及び施工に携わった協力業者の皆様には誌上をお借りして御礼を申し上げます。

河川掘削における施工・運搬時の安全対策について

福岡県土木施工管理技士会
株式会社 廣瀬組
担当技術者
松 藤 隆 起

1. はじめに

本工事は、筑後川4k450～4k850において平成29年度7月九州北部豪雨により河川内及び河川高水敷に堆積した土砂の掘削を行い、流下能力を向上させるための工事である。

工事概要

- (1) 工事名：筑後川古川地区上流掘削外工事
- (2) 発注者：国土交通省 九州地方整備局
筑後川河川事務所 吉井出張所
- (3) 工事場所：福岡県うきは市浮羽町古川地先
- (4) 工期：平成30年1月6日～
平成30年5月31日



図-1 平面図

2. 現場における問題点

- ① 掘削時に発生する濁水拡散防止対策。
- ② 運搬土量が約24000m³と多量に発生するため、ダンプトラックによる運行時の安全対策。
- ③ 水中掘削の不可視部及び複雑な形状である高

水敷部の掘削制度向上。

3. 工夫・改善点と適用結果

- ① 河床掘削作業前に掘削箇所を取り囲んで土堤を築造し、先行して土堤内側の河床掘削を行い土堤内の濁りがなくなったことを確認して土堤を撤去したことで土堤撤去時の多少の濁水は発生するものの、河床掘削時に発生する継続した濁水は無くなり下流域への濁水流出を低減した。
(図-2)



図-2 土堤内先行掘削

- ② 1つ目に、道路状況の説明や危険ポイントの写真に掲載した運搬経路ハザードマップを作成し事前に周知することで近隣の小学校の位置やUターン箇所・離合箇所・注意箇所などを全運転手・作業員に周知し交通管理対策を実施した。2つ目に、河床掘削土は水分を多く含んでいる

ことから一般道で濁水を垂れ流す恐れがあったため、高水敷へ仮置きを行い、仮置き周囲に素堀側溝を設置し脱水を促進したことで仮置翌日には積込・運搬が可能となりスムーズなダンプトラックの運行と一般道での濁水落下防止に繋がった。(図-3)



図-3 仮置き・素堀側溝（脱水）

3つ目に、河床掘削土は玉石を多く含み高水敷掘削土は砂であったことから、重量測定が可能なバックホウにてバケット1杯当たりの土砂重量を測定し、玉石・砂それぞれの積込回数を決定し積込を行い、ダンプトラック自重計による重量確認も行い二重確認とした。

それに加えて決定した積込回数を基に「積込みライン」を明示することでバックホウ運転手とダンプトラック運転手に認識してもらうことで過積載防止と安全意識向上に繋がった。(図-4)



図-4 積込ライン明示（教育）

4つ目に、ダンプトラックの台数を多く運行する現場であり現場内での混雑や出入り口付近での渋滞を防止し、バックホウとダンプトラックのスムーズな現場内運行確保を行うために、誘導員とバックホウ運転手（2台）を無線機（3台）による連絡体制をとることでスムーズな土運搬に繋がった。

③ バックホウ（0.8m³）1台にGNSSを用いたバックホウマシンガイダンスを導入し、水中内の不可視部及び複雑な形状である高水敷においてもバックホウモニター画面にて位置・高さ・方向を確認することができバックホウオペレーターの技術に依存することなく作業ができた。その結果、出来形管理は規格値の50%以内で完了できた。

また、水中での丁張り設置作業及び掘削時の補助作業が減少したことで、重機作業半径内に立ち入る回数が必要最小限に抑えられたことで事故防止にも役立ち、施工精度と安全性の両面において向上できた。

4. おわりに

今回の工事では、運搬経路は交通量が多く道路幅員が狭い箇所があり、通行車両との交通事故が懸念されたが、協力業者と入念に打合せを行うことで全作業員へ注意箇所などを周知できたので事故を防止することができた。

また、河床掘削時には鮎の遡上、鮎の放流等の兼ね合いがあり工程的には厳しい部分もあったがバックホウマシンガイダンスを導入することで、水中の不可視部についての作業が大幅に短縮できた。

今後も無事故・無災害に向けて取り組み、近隣住民の方々とコミュニケーションをとり、全作業員で現場完成を目指して行くと共に、今回の工事での経験を今後の工事に活用したいと思う。

災害復旧における事故防止と杭基礎の品質確保

長野県土木施工管理技士会
株式会社倉品組
土木部長
木村良紀

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度 県単道路防災・道路維持（災害関連）工事
- (2) 発注者：長野県大町建設事務所
- (3) 工事場所：川口大町線 大町市 辺尾滝
- (4) 工期：平成29年1月17日～平成29年5月12日

本工事は、梅雨時期に続いた降雨により県道に面した法面上部から巨石等が崩落し既設の落石防護柵が破損してしまい、今後も通行車両や通行者に対して落石等で災害が起こる危険が考えられたので、大きな石等でも十分に落石防護ができる高エネルギー吸収タイプの落石防護柵工を新たに設置する災害復旧工事であった。（図-1）

2. 現場における問題点

落石防護柵工の施工にあたり、以下の2点が問



図-1 巨石崩落状況

題となった。

- ①法面全体の特に上部からの不安定岩盤が確認でき落石の危険がある。
- ②構造物施工箇所の法尻に湧水が見られ落石防護柵工の杭基礎部が侵食されるおそれがある。

3. 工夫・改善点と適用結果

前述した問題点を改善するために以下のような対策を講じた。①については、落石による施工中及び第三者への被災を防止するためには、不安定部分を取り除き、崩落の危険を回避するか、現状の不安定岩盤の法面を保護するかであったが、不安定部分を切崩し（人力）すればさらに浮石、転石等地山全体の不安定化に繋がり、日数も掛かる事から、作業性、コスト面等の比較検討もふまえて現状を保護する対策を選択し、法面上部の地山不安定部分にモルタル吹付工を実施した。（図-2）

モルタル吹付工により、上部法面不安定部分の

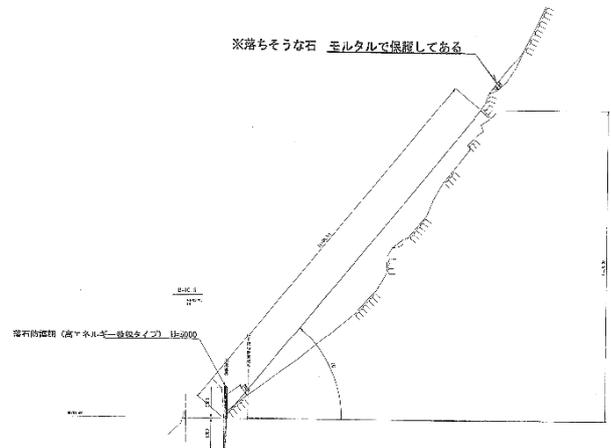


図-2 施工現場横断図（モルタル吹付工法面上部）

地山が安定し落石の危険は軽減した。しかし、吹付工を実施していない中段から下方法面地山部分には転石も多く見られることから、法面上の立木、倒木を伐採除去し、現場周辺の県道に及んでいる枝等も伐採除去して、法面の状態が、平常時はもちろん、降雨時や自然災害時（地震等）で変状していないかを、すぐ発見できるように見通しをよくすると共に周辺の環境美化に努め、施工中は片側通行規制（時間帯により全面通行止規制）を行いながら、監視員による施工周辺の法面状態の監視を続け、施工中の作業員の安全確保はもちろん、第三者への公衆災害防止に配慮した。（図-3）



図-3 監視員配置

②については、着手時に現場周辺の道路脇の排水工が、土砂が堆積し道路表面に雨水が流れ、防護柵周りにも流れてきていたので構造物に影響が無い様に排水工の土砂撤去を行い既設の道路構造物の機能を回復させた。防護柵基礎部の杭に湧水による侵食等の影響が無い様にするため、支柱杭をダウンザホールハンマーにて打込み後、杭内部をモルタル充填し、養生後さらに杭支柱表面の周りに2～3cm程度の厚さでモルタルの施工を行った。これによって杭と杭固定のモルタルの隙間から湧水等の浸透を予防することができ、構造物への品質確保になった。（図-4）



図-4 杭基礎周りモルタル保護

また、湧水等の影響で足元が滑り易く転倒の危険が予想されたので、防護柵ワイヤーケーブル設置作業時には作業スペース全体にシートを敷き均し、靴裏への泥等の付着を防ぐことで高所作業時における転倒・墜落のリスクを軽減するとともに、ケーブル引き込み時の資材製品の汚れ防止にも努め、ボルト・ナット等の付属品を現場内で紛失するリスクを軽減するよう作業環境の改善を行った。（図-5）



図-5 シート敷きによる作業環境の改善

4. おわりに

今回の災害現場は、災害発生から復旧工事開始までに長い時間を要した。災害要因は明らかでも現場の地理的環境とコスト面との調整や災害現場を重要な生活道路として使用する近隣集落の住民への配慮等の課題があり、簡単には着手に至らなかった。発注者・資材メーカー等との協議を経て、交通規制の設定も最小にして地元車への配慮を優先にしながら施工することができた。地元地域住民の協力と発注者をはじめ関係機関の指導により事故も無く竣工できた事に改めて感謝したいと思います。（図-6）



図-6 落石防護柵工竣工

安全性向上の工法提案と創意工夫

長野県土木施工管理技士会
株式会社 倉品組
川田 幸二

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：平成28年度通常砂防工事
(砂)北原沢
- (2) 発注者：長野県土尻川砂防事務所
- (3) 工事場所：大町市美麻湯の海
- (4) 工期：平成28年9月21日～
平成30年9月25日

2. 現場における問題点及び工夫・改善点

本工事地である北原沢は、大町市北東部に位置する旧美麻村地籍の湯の海に位置する土石流危険渓流Ⅰである。信濃川水系の支流で金熊川に流入後、犀川に至る流域面積 $A=0.028\text{km}^2$ 、堰堤計画位置付近の平均溪床勾配 $I=1/6$ の急勾配渓流である。(図-1、2) 本工事は、この北原沢に長野県第1号となるJSウォール堰堤工法による砂防堰堤(本堤)を造り、ハード防災対策として、構造物によって土石流災害に備える目的の工事である。施工計画立案時に危険性の高い工種工法を見直し、



図-2

より安全な工法を提案し、コストダウン、工期短縮にも直結する創意工夫を実行した。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) JSウォール堰堤工法の安全性

JSウォール堰堤工法は安全面での優れた特徴として、上下流外部保護材の組立作業、内部材の敷均し・転圧作業が全て内部から施工可能であるということがあげられる。このため危険性が極めて高い外部足場の設置が不要で安全性の高い工法といえる。(図-3、4、5)

(2) 危険性の予測

北原沢JSウォール堰堤は $I=1/6$ の袖天端勾配で設計され、この袖天端勾配に上下流外部保護材が対応不可能なため、天端保護コンクリート ($t=300$) を施工する際、堰堤天端部(延長85m×



図-1

上下流) 外側に型枠組ばらし作業の跳ね出し吊り足場の設置が必要となり、この足場は高さ10~15mの高所作業で危険性が極めて高く、転落・墜落のリスクが事前に想定された。(図-6)



図-3 外部保護材組立

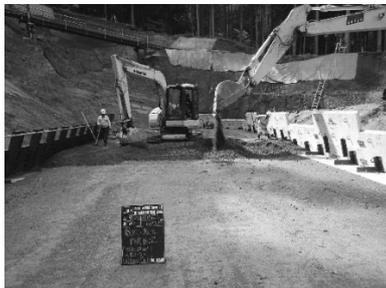


図-4 内部材投入・敷均し



図-5 内部材転圧

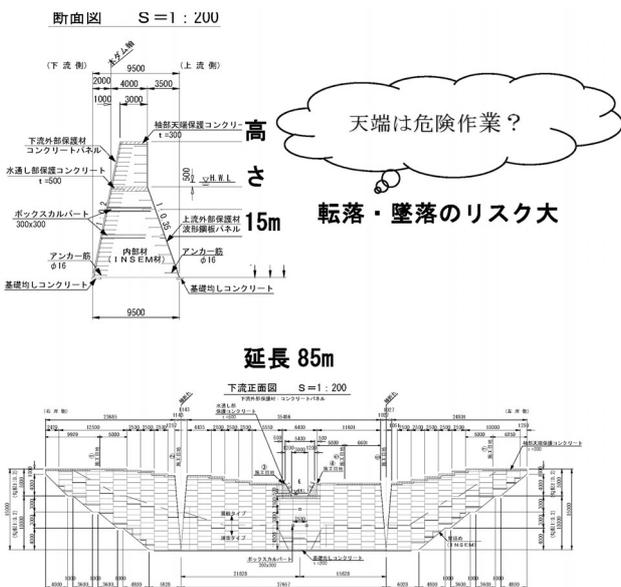


図-6 天端変更図(インクラ→階段式)

(3) 安全性向上の発想から提案

JSウォール堰堤の天端保護コンクリートを施工する際の危険作業(跳ね出し吊り足場)を行わず安全に施工する方法はないのか?という発想を起点に「そもそも袖天端勾配を無くし、天端を水平にし階段状にすれば、外部保護材も全て長方形のパネルになり、袖天端最上部まで工場製作可能となる!!よって、現場での型枠作業が不要→跳ね出し足場も必要なし。」という考えに至った。その後、協議を重ね、「危険リスクの大きな工法より安全性の高い工法を優先採用する」この共通認識のもと、変更が決定し最善工法選択に至り、工事全体の安全に直結した。

4. おわりに

今回のJSウォール堰堤工事は、天端形状の変更と合わせて、50tクレーンを使わずに下流側を本体と同時に仮設盛土によりBH0.70m³の作業ヤードを確保しつつ堰堤を打上げる方法を提案し実行した。この盛土工法(創意工夫)によって、作業の見える化!(図-7)・コスト削減・工期短縮も同時に達成できた。より単純な施工方法を選択し、最も安全性が高い手順・方法を探り、立案する事が工事の安全性向上、品質・工程・原価管理に繋がっていくと改めて感じた。

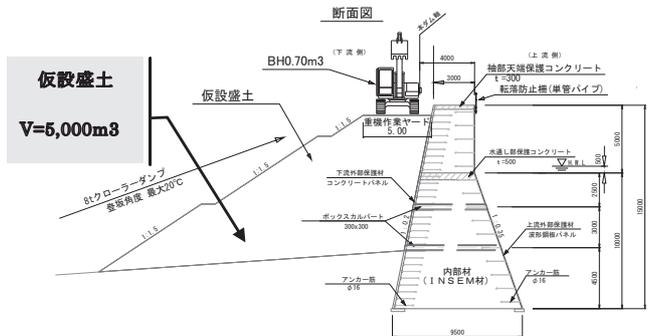


図-7 作業の見える化!

施工状況の変化対応と地域の自然環境保全

長野県土木施工管理技士会
株式会社倉品組
技術係長
寺嶋 孝 雄

1. はじめに

工事概要

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

本工事は、以前沢上流で土石流等が発生し、集落内に土砂流出した事を受けて計画された砂防堰堤工事に先立ち、施工場所までの管理用道路工
L = 32.5m W = 3.0m 法面工 吹付法枠工
(300*300) A = 560m² 鉄筋挿入工 N = 69本
を施工する工事である。(図-1)

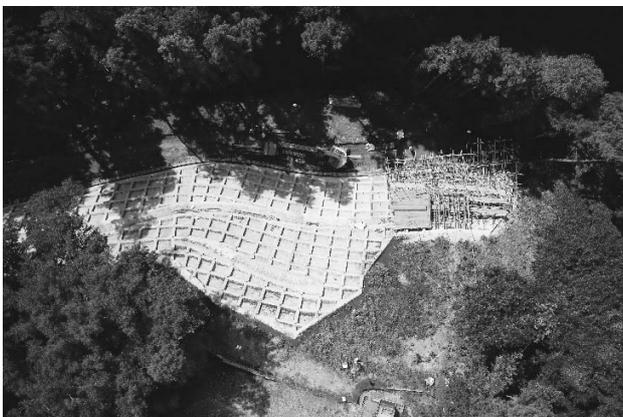


図-1 法枠工施工状況

2. 現場における問題点

当現場は、地山を切土し道路を新設する工事である。現地での事前調査によると表面は岩質であるが、下にレキ質土の脆い部分が見られた。また、地山は岩盤で草木が少ないため法枠施工後地山が雨水等で侵食される事が懸念された。よって

- ①土質変化による地山の安定性の確保
- ②法枠工施工後の地山の侵食防止

上記の事項を問題点として捉えた。

3. 工夫・改善点と適用結果

①への対応は以下の通りである。法面切土工後、終点側付近で土質の変化した箇所が降雨により崩落した。勾配を緩くし再度切土工を行ったが、少し離れた箇所で再度崩落が発生し、さらに法面の広範囲で同じ様な崩落を引き起こしそうな小規模な剥離面を確認した。そこで監督員と現地立会い協議を行った結果、法枠工の施工手順を変更して行なう事とした。当初の手順は、ラス張り→型枠→鉄筋組立→モルタル吹付け（枠内）→アンカー工であったが、協議後は、ラス張り→モルタル吹付け（全面）→型枠→鉄筋組立→アンカー工に変更した。型枠工に先行して切土法面にモルタルを全面吹付けする事で法面が安定し、転石、浮石が保護されたため、作業性、安全性（崩落、落石等が防止）が向上し、その後の施工が順調に進み事

故も無く竣工できた。②の対応策には、法枠と地山の境目に基盤材を吹付ける事を考えた。施工場所の地山は岩盤で草木が少し生えている程度（図-2）であり、その上ラス網やモルタル等の影響で草が生育しにくくこのままでは、降雨時に雨水による法肩の侵食が懸念された。



図-2 地山と法枠境目状況

そこで法枠と地山の境目に基盤材を吹付ける事により、草の生育を促進し、法肩部分の侵食を防止すると共に構造物と地山の一体化を図り、地山の緑化促進と環境保全、周辺地域との調和に配慮する事ができた。（図-3）



図-3 地山境目基盤材吹付け

4. おわりに

法面土工は、現場で掘削して見なければ土質状況は解らないものである。今回は、事前に土質調

査を行い地山の状況を把握はしていたが、降雨によって法面を崩落させてしまった。幸い作業中に崩落は発生しなかったため現場作業員の被災はなかったが、安全第一で現場管理をしなければならない事を再認識し、土質変化等を早期に予測し、対応することの必要性を痛感した。今回は、ラス張り後に法面全体へのモルタル吹付工を実施できたことが地山の安定につながり、法面での作業性が向上し、危険要因（崩落、墜落、転落災害）を取除くことが出来た。

このように施工手順を変えることで現場がスムーズに進捗していくのであれば、あまり既成概念にとらわれなくて、施工環境や現場条件の変化に柔軟に対応していくことも必要と感じた。この経験をこれからの現場で生かしたい。

また、工事の進捗には地域住民とのコミュニケーションも欠かせない要因の1つである。地元の生活道路を工事車両が通過させていただくので、事前に工事工程を集会所前に事前看板を設置して知らせ、現場周辺の草刈りの実施や、地域住民との共同作業（市道協の水路清掃）を行ってコミュニケーションを図った他、現場から発生した伐採木を地元住民に無償提供（図-4）するなどして、日頃の工事への理解、協力が得られるように努めた。



図-4 現場伐採木地元無償提供

最後に、本工事が無事故、無災害で竣工した事に対し、ご指導いただいた発注者はじめ関係機関の方々、工事に理解・協力いただいた地域住民の皆様へ感謝申し上げ報告といたします。

補強土壁組立作業時の転落防止柵の工夫

佐賀県土木施工管理技士会
松尾建設株式会社
秋村 智 詩

1. はじめに

本工事は、東北震災復興事業の三陸沿岸道路にて道路改良工事の一部 擁壁工 帯鋼補強土壁工での施工において安全設備 転落防止柵について工夫をしたことについての報告です。

工事概要

- (1) 工 事 名：釜石甲子地区道路改良工事
- (2) 発 注 者：東北地方整備局南三陸国道事務所
- (3) 工事場所：釜石市甲子町第13地割
- (4) 工 期：平成29年4月1日～
平成30年3月23日

2. 現場における問題点

今回施工した帯鋼補強土壁工の形状は高さが1.5m～22.5m、延長200m、総面積4,000m²の規模であった。(図-1)

今回使用した帯鋼補強土壁工のパネルは1枚のサイズが1.5m×1.5m厚さ140mmのパネルと0.75m×1.5m厚さ140mmのパネルであった。そ

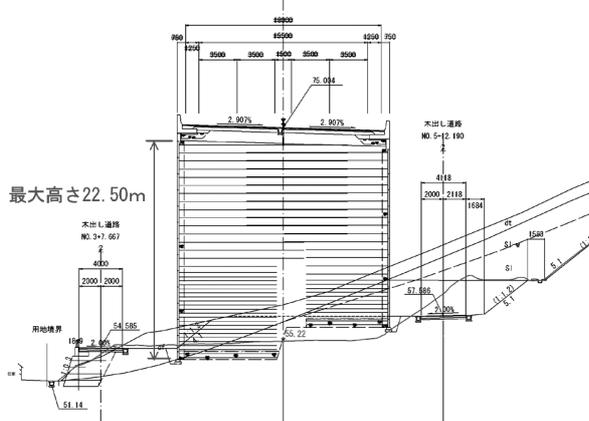


図-1 補強土壁断面図

のためパネル組み立てでは図-2のように1枚毎に750mmの段差ができ、開口部ができる為(図-2 A部)転落防止のため手摺を取りつけなければならない。

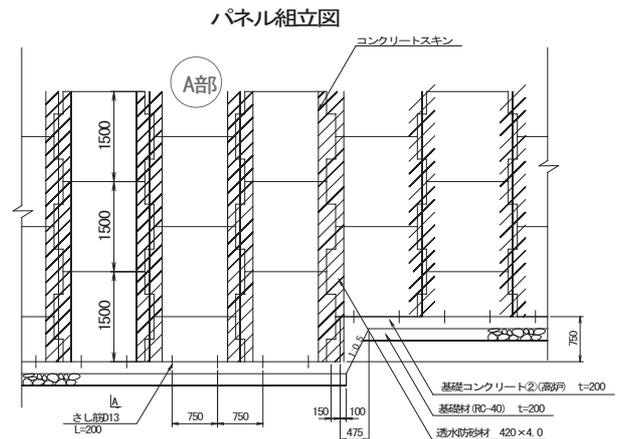


図-2 パネル組立図

今まではパネルの背面に単管等を打ち込んで単管を組立て転落防止の手摺を取り付ける方法や、パネル背面についている爪を利用し単管で固定する方法で行っていた。しかし、パネルの背面に単管を打ち込む方法はパネル背面に排水のための碎石(厚さ500mm)があるため単管の打ち込みに大変手間と時間を要していた。また、パネル背面の爪に単管を固定する場合は番線などで固定するため強固に固定するのが困難であった。今回は補強土壁の施工面積が多く、施工延長と施工高さから転落防止の手摺の組立、解体作業が何回も繰り返されるため、転落防止手摺を工夫して作業手間を省力化出来ないか検討を行った。候補としては

H鋼に支柱を取りつけ手摺を付けたものや支柱にコンクリートの重りが付いたもの、支柱の基礎部をパネルにはめ込むものなど案が出た。H鋼に支柱を取りつけ手摺を付けたものや支柱にコンクリートの重りが付いたものはパネル背面の碎石の不陸や進捗具合の高低差によって設置が困難になるなどの短所があるため不採用となった。支柱の基礎部をパネルにはめ込むものはパネルの設置が同じ高さで進行するため移動設置は問題なく行えるという結論に至り、今回は支柱の基礎部をパネルにはめ込む方法を採用した。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 工夫・改善点

支柱の基礎部をパネルにはめ込む方法では4mの単管を一様につないでいくのでは単管の打ち込み手間は省略できるが手摺となる単管の組立、解体は省略できない。そのため支柱の基礎部をパネルにはめ込む数を増やし4mで一組となるように支柱と手摺を一体化させた。支柱と手摺を一体化させ支柱の基礎部をパネルにはめ込むようにすれば単管の打ち込み手間は省略でき手摺となる単管の組立、解体も省略できる。実際に設置した写真が図-3である。

図-3のように支柱基礎部をパネルにはめ込む方法で手摺を一体化した転落防止柵を複数作製し、手摺の隙間を無くすように並べる構造とした。また、一組を4mとすることで1組当たりの重量



図-3 支柱基礎部をパネルにはめ込む方法で手摺を一体化した転落防止柵

も軽くすることができた。軽量化することで人力での設置撤去も可能となった。しかし、実際は作業員がパネルから身を乗り出す要素があったためバックホウでの着脱とした。また、製作寸法も4mで作製したため工事の進捗に合わせた移動が可能となった。

3.2 適用結果

補強土壁の組み立ては、工事の進捗具合によってパネルに開口部ができ手摺を設置するまで開口部が長時間そのままの状態になることがあるが、今回採用した支柱基礎部をパネルにはめ込む方法で手摺を一体化した転落防止柵は、補強土壁の組み立ての進捗に合わせた移動を行う事ができたので、組み立て時のパネルの開口部をすぐに塞ぐことができ、パネルの開口部を長時間そのままの状態にしておくという問題点も解決することができた。さらに単管の組立、解体の手間が省略されたことによって工事の進捗は良くなり、単管の組立、解体の手間が負担となっていた作業もなくなり作業員の労働力軽減という点でも有効であった。一組の長さも単管の長さに合わせているので端部での調整や寸法の違う区間など簡単に調節することができる。また、単一作業の中での工期短縮は非常に難しい問題であるが支柱基礎部をパネルにはめ込む方法とし手摺を一体化した転落防止柵は作業効率も向上させた点で非常に有効であった。

4. おわりに

支柱基礎部をパネルにはめ込む方法とし手摺を一体化した転落防止柵は支柱基礎部を製作するのに費用がかかったが補強土壁工事の規模も大きくそれに見合う効果もあったので採用できたが、規模の小さい工事であれば既製品でパネルに合うサイズや形状のものを見つける必要があると思われる。

今回の報告が今後の類似工事の参考になれば幸いです。今回の工事にあたり、ご指導いただいた東北地方整備局南三陸工事事務所、ならびに各関係者の方々に感謝の意を表します。

石工事に於ける指詰め等のクレーン災害防止対策、及び作業の効率化

株式会社 神山組
専務

塚 脇 剛 一[○] 富 田 昌 秀 横 谷 幸 平

1. はじめに

本工事は、兵庫県の加東市に新たに民間施設の建設工事に伴う大規模な事業の外構工事、主に石工事を担当し、基礎コンクリート上にモルタルを敷き均して、中国産花崗岩錆系の板石（図-1）1800×900×60（約250kg）の石材を目地幅5mmで石材の長辺方向に6000m²土間石張りを行う工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：HMC 施設建設工事
- (2) 発 注 者：ヒューマンアンドメンタルヘルスケア
- (3) 工事場所：兵庫県加東市
- (4) 工 期：平成13年7月～平成24年4月

2. 現場における問題点

通常人力で行う石張り工事には使用しない大きさの板石を使用するため揚重機と相番での施工が必要であり、揚重機と作業員との接触災害や吊荷による指詰め、挟まれという災害が起きる要素が多分にあり、更に作業員の石材取り扱い時（特に玉掛け玉外し作業時）に発生しやすい指詰め、梱包の荷崩れによる災害防止を未然に防ぐと共に、石材の破損防止、施工品質精度の向上を図らなければならなかった。その問題点を下記に列記する。

主な問題点

- ア. 石材重量が250kg/枚と人力で施工できる重量ではなく、揚重機が必要である。
- イ. 揚重機が相番となるクレーン作業時の吊荷の落下や挟まれ、指詰め等の危険等のクレーン関連

災害が発生する可能性がある。

- ウ. 木枠に包まれた梱包の為、石材同士が密着し玉掛け時のワイヤー通し作業が非常に困難であり、ボール等を使用するので指詰めや石材の倒壊等が発生する可能性が大変高く安全に作業ができないことが問題であった。
- エ. 石材が仕上げ表面の美観的要素が高いため石材に従来の玉掛ワイヤーやナイロンスリングベルトを掛ける方法では石材に欠けや傷、割れが生じる可能性が大変高く品質の確保が問題であった。
- オ. 施工完了時の石同士の目地幅は5mmで指定されているので石材重量を許容できる玉掛ワイヤー、ナイロンスリングベルトが指定目地幅内に納まる物が容易に存在しておらず、1日に何十枚もの石材の揚重作業に耐えうる素材のものが一般的になかった。

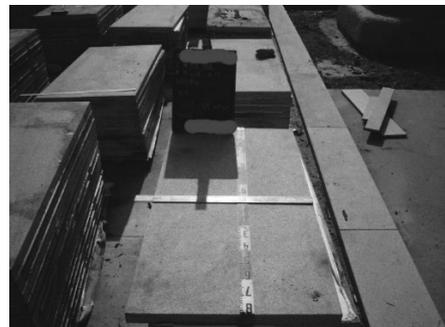


図-1 石材写真

3. 工夫・改善点と適用結果

ア～オの順に記述する

- ア. 施工場所に応じて、揚重機の種類を0.2m³～

0.8m³クラスのクレーン付バックホウやクローラクレーン、25t～50tクラスのラフタークレーンを使用した。

イ. 専用吊具の取り扱い説明とクレーンの作業計画書の作成、周知して専用吊具（図-2、3）を使って吊荷の落下、及び吊荷による指詰めを防ぐことができた。

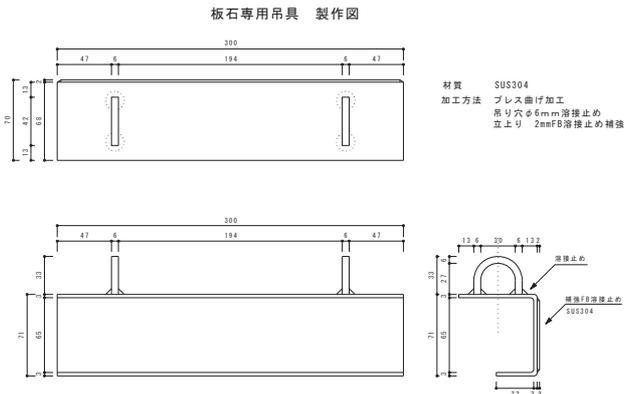


図-2 吊り具製作図

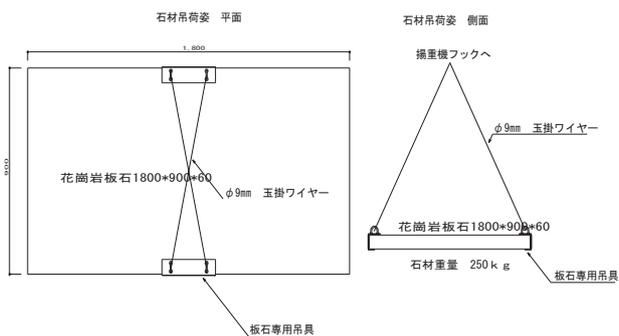


図-3 石材吊荷姿図

ウ. 専用吊具を使用すること従来の玉掛ワイヤーを使用した玉掛方法である石材の下に手を入れることが無くなり、パール類の使用のみで石材の外周部からの専用吊具をはめ込むことだけで玉掛が可能になった。（図-4、5）

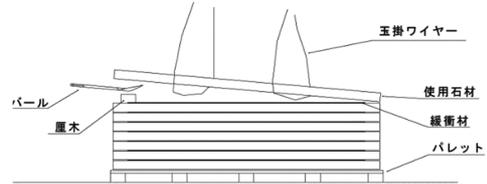
エ. 専用吊具を使用することで石材を吊り具の下部で面状に荷重を受けることができ、且つワイヤー・ナイロンスリングベルト等による目地部での抜き差しが無く、専用吊具をスライドさせて玉外しを行えることで石材の損傷を防いだ。

オ. 専用吊具の材質 SUS304を使用することで吊り具の部材厚薄くでき、補強部分も含めて目地部の吊り具厚みは5mmとなるので目地幅を確保でき、吊具の繰り返し作業による強度、仕上



図-4 使用状況

従来はパールで浮かせてワイヤーを通していた



今回は石の下に5mm程度の隙間があれば玉掛可能

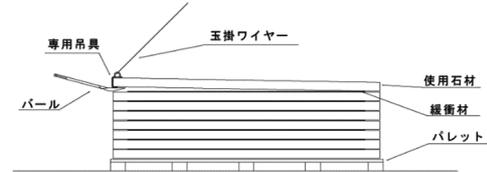


図-5 玉掛作業比較図

げ寸法とも満足出来るものとなった。

4. おわりに

本工事期間中、クレーン関連災害を含め同様のヒヤリハット等もなく無事完了できたことを工事関係者全員に感謝する。

しかしながら作業員が普段何気なく作業をしている中にもよく目を凝らせば危険の芽は発見できて除去できるものが沢山現場には存在し、日々それを認識し関係者全員で工夫しながら除去し。且つ除去に掛かる手間、労力を惜しんではいけないが継続し易い動作や器具なければならない。

今回製作した専用吊具を使用した作業員に聞くと「新しいものを使うと別の角度から何が危険であるということが改めて認識できた」と話していたそれは体感し経験することが安全意識高揚を図る上で重要であるということが再認識できた。

国道に近接した狭隘な施工ヤードでの 橋梁下部工事における取り組み

株式会社 森組
現場代理人
松 羅 圭 介

1. はじめに

名古屋環状2号線は、愛知県名古屋市の外周部を通り、名古屋市を中心に愛知県春日井市、東海市等の主要都市を連結する延長約66kmの環状道路である。(図-1)

工事は、名古屋環状2号線の橋脚を構築するものである。国道の上下線に挟まれた狭隘な施工ヤードにて、通行車両を供用させながら施工を行うため、一つのミスが道路に与える影響が大きく、重大災害を引き起こす危険性が考えられた。

施工にあたり事前に検討を行い、災害に対するリスクを低減する対策を行った。

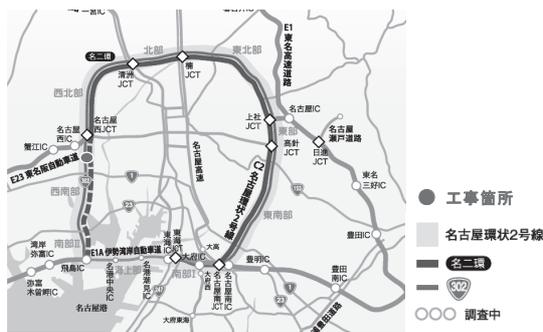


図-1 名古屋環状2号線事業概要図

2. 工事概要

- (1) 工事名：平成29年度 名二環春田6
高架橋南下部工事
- (2) 発注者：国土交通省 中部地方整備局
- (3) 工事場所：名古屋市中川区供米田2丁目
- (4) 工期：平成29年8月8日～
平成30年11月30日
- (5) RC橋脚工：RC張出し式橋脚(PRC梁)1基

(6) その他：道路土工、仮設土留工他

3. 現場における問題点

当工事の施工ヤードは、非常に交通量の多い国道302号に東西を挟まれた、狭隘なものである。(幅員約13m、図-2)

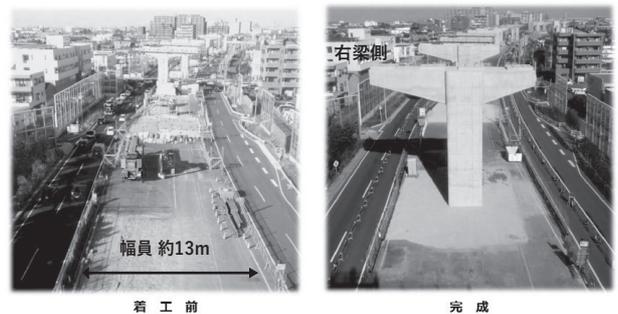


図-2 着工前・完成写真

特に、梁部(右梁側)においては、国道上に約2m張り出した形状であるため、型枠支保工や足場工施工中の飛来落下災害が懸念された。また、躯体構築に伴う鉄筋組立やコンクリート打設などの作業についても、飛来落下災害が発生した場合は第三者を巻き込む重大災害に繋がる恐れがあった。

したがって、施工中の第三者災害に対する安全対策・災害防止対策を、どのように効果的且つ具体的に実践するかということが、本工事における課題であった。

4. 工夫・改善点と適用結果

4-1 特殊支保工の工法選定

当初設計における特殊支保工の形状は、ブラケット方式が採用されていた。(図-3)

このブラケット方式を支柱式支保工(RöRoパ

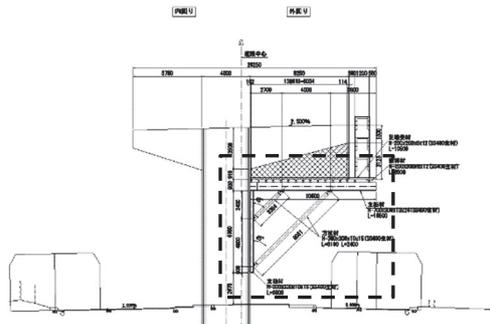


図-3 特殊支保工図（当初：ブラケット方式
イプ支柱システム）に変更することで、当初計画
に比べてより安全性を高め、第三者に対する施工
中の影響（国道の車線規制）も低減することがで
きた。（図-4）



図-4 支柱式支保工（RöRo パイプ支柱システム）

この支柱式支保工は、システム化された部材（支
柱・水平材等）を陸組みし、ブロックとして組み
立てるため、高所作業の削減や工程短縮が可能と
なった。また、解体作業においては、近接した道
路へ影響を与えない位置まで支保工全体を横引き
し、解体を行った。これにより、道路への影響を
最小限に抑えることができた。（図-5）



図-5 陸組み状況、横引き状況写真

道路規制作業や夜間作業を低減したことにより、
当初設計のブラケット式支保工に比べ、安全性が
向上した。

4-2 3Dモデルによる配置鉄筋の事前照査

鉄筋の事前照査に3Dモデルを活用することで、
現地で実際に施工を行う際の危険性をより詳細に

確認することができた。当初設計では、梁部の配
力鉄筋が、国道上空の特殊支保工及び足場内にて
施工不可能であることが、事前照査にて判明した。
鉄筋を分割し、配筋手順を変更することで、特殊
支保工内でより安全に施工を行うことができた。

（図-6）

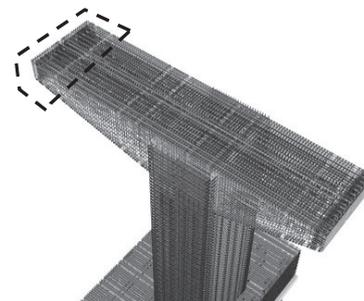


図-6 3Dモデル（梁配筋図）

4-3 機械式鉄筋継手工法の活用

当初設計では、柱主鉄筋（D51、SD490）の継
手としてガス圧接継手が選定されていた。特に柱
や梁の高所でのガス圧接継手では、火花の飛散養
生や国道を通行する一般車両運転者への視覚的な
対策など、大掛かりな養生が必要と考えられた。

鉄筋継手を機械式鉄筋継手工法に変更すること
により、上記の防護対策が不要となり、またガス圧
接継手のように施工者の熟練度や天候に左右され
ない工法であるため、生産性の向上にも繋がった。

5. おわりに

非常に狭隘な施工ヤードにおける橋梁下部工の
構築作業であった。事前に現地にて検討会（店社
職員や安全担当が参加）を実施し、課題を抽出、
リスク低減に向けた各種取組みを実践することで、
全工期を通じ無事故無災害で工事を完成した。

特に、特殊支保工に支柱式支保工（RöRo パイ
プ支柱システム）を採用したことで、

- ・国道の車線規制期間の短縮
（→第三者災害発生の低減）
 - ・高所作業の減少
（→墜転落災害、飛来落下災害発生の低減）
 - ・より安全な重機（クレーン）作業の実施
（→重機災害発生の低減）
- などに繋がったと考える。

住宅での施工配慮について

東日本コンクリート 株式会社

監理技術者

島山 慎 吾[○]

現場代理人

門間 博 通

担当技術者

栗原 悠

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：宮沢根白石線（南鍛冶町工区）
橋梁上部工工事 その4
- (2) 発 注 者：仙台市建設局道路部南道路建設課
- (3) 工事場所：宮城県仙台市若林区南鍛冶町地内
- (4) 工 期：平成30年2月6日～
平成31年3月29日

当現場は、8径間連結プレテンション方式中空床版橋で、橋長182.3m、有効幅員15.5mの工事です。本工事はこのうちの3径間分の施工をするものである。

平成30年6月上旬に着手し、仮設工、支承工と施工をおこなった。7月上旬から架設工の施工が始まり、架設ヤード整備後200tクローラクレーンの組立を行う。その後、亘理町にあるPC工場



図-1 現場全景図

から製作したPC桁を夜間運搬する。そこから昼間に200tクローラクレーンにより主桁の架設を行う。主桁架設完了後、床版・横組、地覆・壁高欄の順で橋面上の施工を行う工事である。

2. 現場における問題点

本工事の施工場所が仙台駅周辺であり、多くの住宅や公共施設が密集している地域であった。現場内のヤードは砂地になっており、風が吹くと砂埃が舞い上がる状態になっていた。そのため、本工事の施工を行う際、砂埃や騒音等で近隣の苦情が発生しないように発注者から指示を受けました。

本工事の工事内容で、コンクリート塗装と主桁架設作業があります。架設方法は200tクローラクレーンの背面架設を計画しています。そのためクレーン機材や主桁運搬するトレーラーから発生する砂埃、騒音の対策が必要になる。主桁端面と橋台にコンクリート塗装があり、エポキシ系の塗料を使用するため発生する悪臭の対策も必要になる。また、作業ヤード近隣に保育園や一般住宅もあることから、第三者への配慮が必要になった。

3. 工夫・改善点と適用結果

現場ヤード内は砂地で風が吹くと砂埃が舞い上がります。主桁架設作業において、クローラクレーン機材及び主桁運搬トレーラーの搬入路を確保するため、盛土や整地など作業ヤードを整備する必

要があった。盛土・ヤード整地する際、大型ダンプ、ロードローラー、バックホウ等の重機を使用するため砂埃が発生しやすくなる。

砂埃発生を防ぐ対策として、あらかじめ植物性の粉塵防止剤を散布しておき、尚且つ作業中は、定期的に散水車などで水撒きを行った。ヤード整地完了後は、敷鉄板を敷設して定期的に散水車で水撒きを行った。その結果、砂埃発生がほぼ無くなった。(図-2)

200tクローラクレーン機材、主桁を運搬するトレーラーは、特殊車両のため夜間通行である。また、トレーラー搬入路確保の為、ゴミ集積所を移設しなければならなかった。そのため、近隣の住宅等に周知する必要があるがあった。近隣の住宅等に理解してもらうために、2ヶ月に1回現場地域の町内会へお知らせを配布し、重要な作業等があれば、その都度近隣住宅へお知らせを配布して周知した。

コンクリート塗装において、近隣に保育園があり塗装時に発生する悪臭を考慮すると、昼間の施工が困難になる。そこで、保育時間外の夜間で作業した。また、施工開始前にお知らせを配布してかつ保育園に連絡をしてから開始した。

仮設トイレは汲み取り式が多く、悪臭が漏れることがある。悪臭を改善するため水洗式仮設トイレを使用し、柵で囲うように設置した。結果コンクリート塗装時、仮設トイレからの悪臭の苦情はなかった。(図-3)

以上の対策を実施した結果苦情もなく無事故無災害で作業が無事に終了した。



図-2 散水車による散水状況



図-3 コンクリート塗装状況

4. おわりに

当工事は、床版・横組工、地覆・壁高欄工といった工事が続くのでその際、コンクリート打設に使用するコンクリート圧送車、資材等を吊り上げるクレーン等を使用します。その際も引き続きお知らせ等で近隣住宅等へ周知する予定である。今後も近隣住宅等の第三者の影響対策をしていきながら無事故無災害かつ品質の良い構造物を目指して竣工したい。

早期緑化可能な施工方法による現地植生の回復

長野県土木施工管理技士会
北陽建設株式会社
篠崎 泰輔

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：崩沢第4号砂防堰堤改築工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局 松本砂防事務所
- (3) 工事場所：北安曇郡 白馬村北城 崩沢
- (4) 工期：平成30年8月27日～
平成30年10月3日

本工事は、姫川水系平川の支流となる崩沢の砂防堰堤改築工事に含まれる工事用道路にて、落石対策のため「簡易吹付法砕工」を施工した。簡易吹付法砕工の砕内処理には、降風雨による法面侵食と周辺環境との調和を図るため、植生工（植生基材吹付工）により法面保護を行う計画であった。

2. 現場における問題点 〈自然生態系の保全〉

一般的に植生基材吹付工の吹付配合は、現場の自然環境・立地条件に配慮して目標の植生群落から種子選定を行い、現場にて基盤材と混合して吹付を行う。しかし、本現場は中部山岳国立公園内に位置しているため、自然生態系の維持のため、植生工に用いる種子には、外来種や他地域から持ち込まれた種子の使用は適していない。あわせて、現地の在来植物での保全と修復に努めなければならなかった。以上の条件から、本現場では、種子を配合しない植生基材吹付を行うこととした。

しかし、現地植物と付近山林から飛来する在来種子の発芽に期待した植生群落の形成を目指した場合、施工後の発芽や生育には、現場の地質条件が大きく影響する。そこで、現地で事前調査をしたところ、現場斜面は表土が薄く、その以深には節理が発達した風化岩（蛇紋岩）が分布していた。節理の多い風化岩は浸透性が高いため、保水力が低く、植物の生育に必要な肥料養分も有していない。その為、飛来種子による発芽・生育には厳しい地質条件であることが判明した。（図-1）



図-1 斜面法尻部の地山状況

3. 工夫・改善点と適用結果

節理の多い風化岩は、植生に適していないため、飛来種子による発芽・生育には特に厳しい環境下である。この地質条件下において、確実に飛来種子の発芽、生育を促進するためには、供給肥料を

効率的に根系に運び、早期に法面の植生保護を行う必要があると考えられた。特に今回のような種子配合をしない植生基材吹付では、早期に緑化回復の有効性が高い工法を選定する必要があった。

そこで、種子の発芽、生育促進に効果が高く、植生基材吹付工において早期に緑化回復を図ることが可能である「フジミン吹付工法 (NETIS:KT-170082-A)」を提案して実施した。

本工法の特徴は、植物活性剤 (フルボ酸) と有機肥料 (グリーンドレッシング)、基盤材 (バーク堆肥) を工場で混合して作られた特殊基盤材 (ネクストソイル) を現地で吹付け、枠内の緑化基盤を形成するものである。植物活性剤であるフルボ酸は自然界の森林や土壌の中に存在する有機質の一つで、植物にミネラル (肥料養分) 供給する役割を担っている。また有機肥料は化成肥料に比較して浸透水による養分の流出が少なく、長期間にわたり植物に養分を供給することが可能となる。

植生基材吹付を完了した直後から、植生工の生育状況を観察した。施工中には、斜面下部の工事用道路への落石対策として大型土嚢を設置していたことから、植生基材を吹付した箇所と大型土嚢を設置した植生工の未施工箇所とで植生生育状況を比較することとした。(図-2)



図-2 施工完了直後

施工して一週間後には、吹付工施工箇所に自生植物の発芽が確認された。また、二週間を経過すると、順調な植生生育が確認できた。その一方で、未施工箇所には、この時点での植物の発芽は確認できなかった。(図-3)

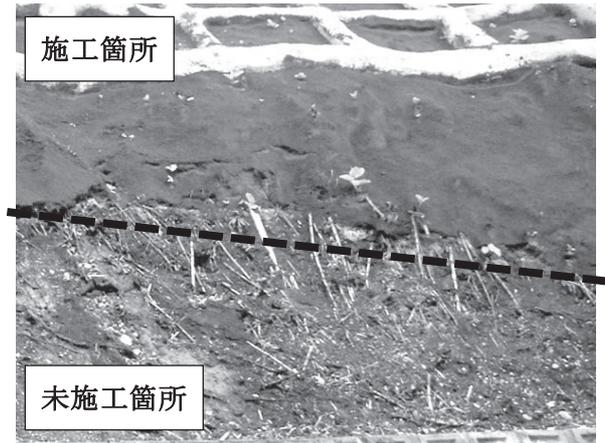


図-3 二週間後の植生発育比較

以上の結果から、本工法を活用した施工箇所と地山箇所での生育に違いが見られ、早期の緑化回復により影響を与えていることがうかがえた。また、斜面上部の吹付工施工箇所から未施工箇所への養分流出がない点も、生育状況の違いから確認された。以上の点から、本工法を活用した植生基材吹付工は、植生工に適さない地質条件下でも、施工範囲内を効率的に緑化回復するのに有効であることが確認された。

その後の経過観察でも、施工して一ヵ月後には、約15cm まで在来植物の生育が確認され、今後の順調な緑化回復に期待される。(図-4)

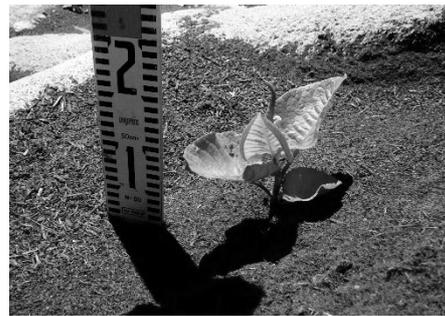


図-4 一ヵ月後植生状況

4. おわりに

施工箇所は、別荘地が近い中部山岳国立公園内に位置するため、現場周辺を散策される方も多くみられました。今後も、地域の観光資源となる在来植物の保全の観点も踏まえて、生態系に調和した工法提案をしていきたいと考えています。

i-Construction で生産性が高く、 魅力的な現場をめざして

栃木県土木施工管理技士会

株式会社前原土建

工事課長

工事主任

永井 誠 司[○]

宇賀神 努

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：大松山運動公園拡張整備事業2次造成工事
- (2) 発注者：下野市
- (3) 工事場所：下野市大松山地内
- (4) 工期：平成29年6月7日～平成29年9月29日

2. 現場における問題点

競技場の形状（トラック部とスタンド及びエントランス部）に即した施工を行うために、一般的な丁張を設置した場合、測点箇所が多数となる。木杭・貫等の材料費、設置に伴う測量員・補助員の労務費、施工途中の破損修理に伴う再設置費用。

周辺住宅地の住民、及び併設されている公共プール利用者に対するの重機の騒音・振動。

運動公園内での同一発注工事（水道工事・伐採工事）の工程調整。

3. 工夫・改善点と適用結果

3次元測量（ドローン測量）を導入した。

従来のレベル測量は測量員・補助員（スタッフマン）の複数構成での作業が強いられていた。ドローン測量を導入したことにより補助員が削減できた。

現地での作業時間はドローンの実飛行時間が1時間程度、準備・片付けを含んで半日で終了したため、従来の測量と比較して1日以上低減した。

これにより現場での丁張り作業が削減された。丁張り作業が削減されたことにより、木杭・貫等の材料費を制約できた。従来の丁張りでは接触等の危険回避のため、カラーコーン等の目印なども併設していたが、これらの付属物も節約できた。結果的に施工現場内に支障物が無く、広範囲で活用することが可能となった。

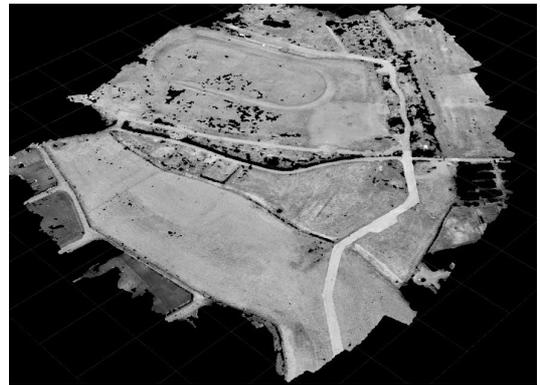


図-1 解析画像

三次元測量の点群データを基にマシンコントロールを導入した。測量データを重機に転送したことにより、従来の熟練オペレーターの技能に頼る作業ではなく、重機の自動制御により、技能が劣るオペレーターでの施工が可能となった。併せて作業機械への過度な負荷が低減されたことにより、作業効率が向上し、二酸化炭素の排出を抑制

することができた。

敷均し・転圧の施工斑を均一にすることが可能となり、高精度の施工ができた。重機周辺での丁張作業が無くなったことにより、重機オペレーターによる周囲の安全確認が減少し、高効率な施工も可能となった。



図-2 完成

4. おわりに

今回 i-Construction を弊社として初めて導入した。先ず従来の作業・施工を比較して作業効率が高いことだ。

ドローン測量を行うことにより、丁張材を削減でき、現場での障害物を低減することができた。以前のような丁張では施工を情報として把握することが出来なかったが、3次元測量を導入したことにより情報が連続的に把握することが出来たことは、職員間・作業員間の相互認識に大いに寄与した。

マシンコントロールシステムで重機を操作することにより、過度な負荷をかけずに重機を稼働することができた。よって施工面への障害も無くなり、精度の高い施工ができた。建設機械を高効率で稼働することが出来たので燃料消費も良く、一定レベルで低騒音の施工ができた。施工だけでなく建設機械周辺での作業が減少したことは安全に対しても大いに貢献できたと考える。

現場ごとに基準点の設置が必要となったため、

費用負担が大きい。

大規模な施工現場や線形が複雑な現場ほど利点は多いと思った。市街地や航空制限があるため、周辺情報や法規制を十分に把握する必要があると考える。施工現場の規模・内容にもよるが、マシンコントロールと併せて熟練技術を併せ持った重機オペレーターの存在は必要であると思う。

施工期間中に、発注者に対し創意工夫としてドローン測量、マシンコントロールの説明会を開催した。担当課以外にも多数の出席があった。新技術を導入し、実作業を見学・試乗したうえで意見交換をし、相互理解を深めることが出来たことは、受注者として感慨深いものがあった。



図-3 ドローン測量施工説明会

計測時間短縮による省力化が大きかった。複数で行う測量・丁張・丁張掛け直しが省かれ、特に今回の高温時での作業が減少したことは管理者側の疲弊を抑えることができた。

今回の新技術を導入して、弊社の建設現場において新しい波が渡来したと思った。初回であったため外部の力を必要とした。データは情報量が高いため、パソコンのやり取りで画像表示に時間が掛かるなど新たな問題も生じた。今回の技術全てを自社で行うのは不可能であるが、社内で水平展開し、技術を共有することは可能だ。一過性にすることなく、次現場において更に活用し、もっともっと魅力的な現場をめざしたい。

水中部の可視化について

東京土木施工管理技士会
東亜建設工業株式会社
現場代理人
田代 玄

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：相馬港（災害復旧）消波築造工事
- (2) 発注者：国土交通省 東北地方整備局
- (3) 工事場所：福島県 相馬港
- (4) 工期：平成29年9月15日～
平成30年3月30日

2. 現場における問題点

当工事は、防波堤の仮設消波堤を本設消波工と据え直す工事として出件された。

国交省発注の災害復旧最終工事として、相馬港内に津波で飛散してしまい海底に残置する消波ブロックの撤去およびブロックが飛散して痩せてしまった本体消波工の補充も変更で追加された。

海底に残置する消波ブロックの撤去に関しては、音響測深調査で海底に異常点が存在することは把握できていたが、それがどの程度の大きさか、航路水深を支障しているか否かが分からなかった。消波ブロック撤去では、起重機船にブロック撤去



図-2 ブロック撤去状況

専用のバケツト（32t用）を装着し行う事としたが、能力以上の大きなブロックの撤去を行うとそのバケツトが破損してしまい、災害発生につながる危険性も高い。また、発注者の工期および経済的な判断から、航路水深を確保することを目的に撤去作業を進めることとなった。

ブロックが飛散してしまって痩せてしまった本体消波工の補充については、目視観察で痩せている部分があることは明らかであったが、本体消波工全域を計画的に補充するために、現況を定量的に把握することが必要であった。従来の音響測深や水中スタッフによる測量は測線のみの把握しかできず、異形ブロックを積み上げた凹凸のある防波堤を正確に把握することはできず、その上、防波堤沖側の測量作業は非常な危険が伴う。

3. 工夫・改善点と適用結果

海底に残置するブロックに関しては、現況を詳



図-1 施工場所（相馬港）

細に把握するためにナローマルチビーム測深調査を行い、測線だけでは無く海底を面的に把握することとした。

この測深調査は、従来の単一ビームによる測量船直下の水深を計測する音響測深（測量船が航行した測線のみでの把握）と違い、測深ソナーから広角のソナーを発することで海底面全体を把握することができ、GNSS 位置情報も利用することで、精度も高いものである。

この測量システムは20年以上前から現場で利用可能ではあったが、調査費用が高価なことから一般的なものにはなっていない。

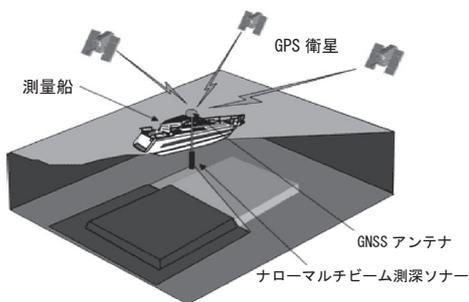


図-3 ナローマルチ測深調査概念図

この調査で海底に残置する消波ブロックの座標及び水深を正確に把握することができたので、撤去箇所の選定（航路水深以浅 or 以深）ことができ、また撤去する際のバケットの位置決め精度を起重機船に艀装したGNSSシステムも使用し向上させることができた。

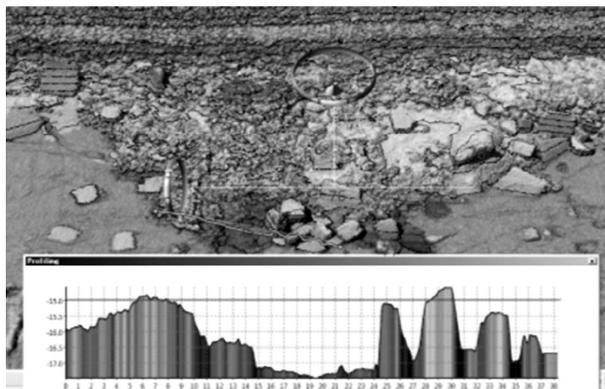


図-4 鳥観図及び断面図（ナローマルチビーム測深）

また、海底面を詳細に把握することができたので、既存の調査結果では分からなかった航路水深を支障する箇所も新たに発見することができた。

また、この調査で取得した3Dデータを解析することで、海底の消波ブロックの大きさ（重さ）を推定することができたので、安全に作業を行うことができた。

既設本体消波工の現況測量では、水中部をナローマルチビーム測深、気中部はドローンを用いた写真測量を採用した。この方法を採用したことで、既設消波工を測線だけではなく全域の測量を安全かつ短時間で行うことが出来た。

この測量で取得したデータを利用し、本体消波工の鳥観図を作成することにより全域を把握し、断面図を2m毎（通常は10m）に作成し断面計算することで、設計断面との相違（補充すべき消波ブロックの容積）を正確に把握することができた。

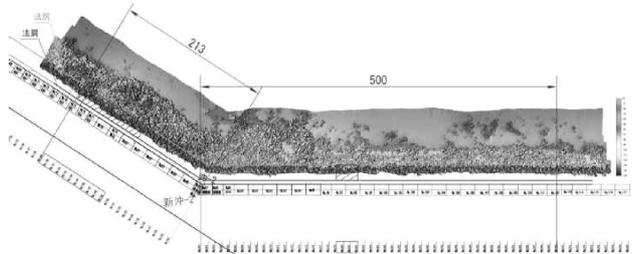


図-5 深浅鳥観図



図-6 断面図

この結果を基に消波ブロックの必要個数を算出することができ、補充すべき位置 (X, Y, Z) を特定できたので、計画的に消波ブロックの補充を行うことができた。

4. おわりに

この工事で行ったこれらの調査は、設計変更頂くことはできなかったが、計画の確実性、作業の安全性の向上および調査時間の短縮には、十分有効であった。

近年、国土交通省がICT 施工技術の推進を行っているが、海洋土木工事においても、これらの測量技術が汎用技術として広まることを期待する。

第23回土木施工管理技術論文・技術報告表彰者一覧表

賞	題名	執筆者名	会社名	技士会	頁	
技術論文	最優秀	支承取替え時の鋼製ブラケットの採用	中森 武郎 福万 慎三 寄井 治	極東興和(株)	広島県	p. 29
	優秀	現場で行うコンクリート透気試験と養生効果について	満尾 裕也	(株)吉川組	長崎県	p. 81
		高速道路上の夜間一括架設の計画と設計	本山 潤一郎 寺本 剛士 池田 和男	エム・エムブリッジ(株)	日本橋梁建設	p. 17
		通行止め時間の短縮に配慮した小規模吊橋の主索防食と吊索取替え	本多 賢悟 上田 香奈 中原 智法	日本橋梁(株)	日本橋梁建設	p. 45
	i-Construction賞	レーザースキャナーの各種計測による現場への活用について	池田 直輝 高橋 克典	大成ロテック(株)	非技士会員	p. 117
	特別	見えない危険から作業員を守る取り組み	西澤 成範 小林 信敬	北陽建設(株)	長野県	p. 97
技術報告	最優秀	水中部の可視化について	田代 玄	東亜建設工業(株)	東京	p. 235
	優秀	コンクリート打設後の自動散水システムの作成・運用について	藤原 真一 岩木 真二	近藤工業(株)	(一社)北海道	p. 185
		急傾斜狭所部での工事用道路の検討	真海 一昭	松尾建設(株)	佐賀県	p. 129
		河川阻害に配慮した架設方法	三谷 隼人 弓田 清美 山内 誉史	エム・エムブリッジ(株)	日本橋梁建設	p. 137
		デジタルカメラ3次元計測による当板補強部材の計測手法について	玉置 征二郎 鈴木 琢也 北山 光美	日本橋梁(株)	日本橋梁建設	p. 163
	特別	鋼矢板引き抜きにおける工夫	刈間 亘二	(株)守谷商会	長野県	p. 135

第23回土木施工管理技術論文報告集（平成30年度版）

令和元年6月30日初版発行

編集・発行 一般社団法人 全国土木施工管理技士会連合会
〒102-0076 東京都千代田区五番町6-2
ホームATTホライゾンビル1F
TEL 03-3262-7421（代表）
URL <http://www.ejcm.or.jp/>

不許複製

落丁本・乱丁本はお取り替えいたします。

印刷・製本 第一資料印刷株式会社