

中国自動車道における PCI 桁橋の架替え施工報告

中西 雅人*1・早矢仕 正尚*2・福島 夏樹*3

中国自動車道の福崎 IC～山崎 IC 間は供用開始から 40 年以上が経過しており、経年劣化などによる構造物の損傷が確認されていた。

本工事では、福崎 IC～山崎 IC 間のうち兵庫県神崎郡福崎町に架かる福崎新高架橋において桁下面や桁端部で漏水が原因とみられるコンクリート剥落や桁内部の鋼材露出および破断などの劣化損傷が確認されていた P8-A2 径間のプレテンション方式 PC 単純 I 桁橋のコンクリート桁架替え工事を上下線において行った。

本稿は、そのうち、上り線における PC 桁架替え工事の施工について報告するものである。

キーワード：PC 桁架替え、SCBR 工法、連結床版

1. はじめに

福崎新高架橋は、多径間の RC 中空床版橋を主とする高架橋である。このうち本工事で施工を行った P8-A2 径間は中国自動車道と国道 312 号線の交差部に位置している。PC 桁架替え工事前の劣化損傷状況は、桁下面においては剥落および鋼材露出破断（写真 - 1）、桁端部においては剥落が確認された（写真 - 2）。施工は上下線を 2 期に分けて高速道路本線を通行止め（対面通行規制）して実施した。通行規制は、交通混雑期および冬季雪水期間を避ける

ため、上り線を 2018 年 9 月～10 月、下り線を 2019 年 5 月～7 月とそれぞれ約 60 日間で施工した。PC 桁架替え後の上部構造は、支承数の低減ならびに支点部の維持点検管理性の向上により高耐久化が期待できる SCBR（Smart Connected Bridge）工法が採用された。SCBR 工法は支点部にプレキャスト横梁を設置して桁を架設する工法である。本施工では同工法では初めてとなる T 桁形式による施工を行った。また PC 桁架替え後には、P8 橋脚部において隣接する RC 中空床版橋との床版部を連結しジョイントレス化を図った。桁架替え概要図を図 - 1 に示す。

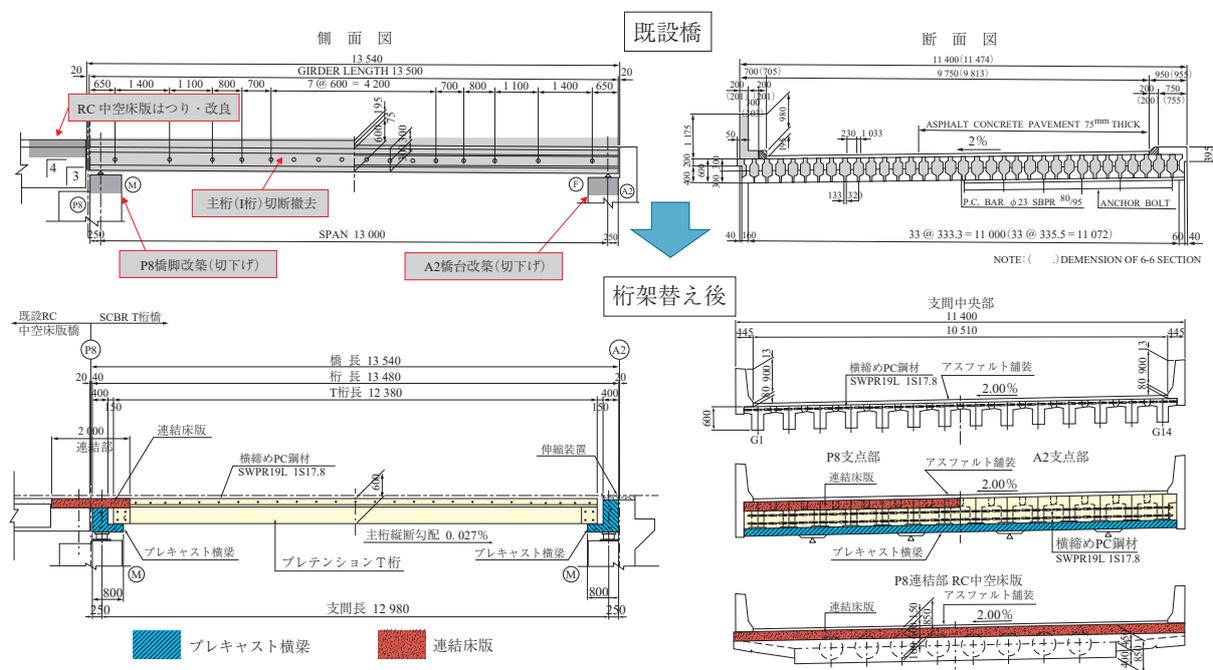


図 - 1 架替え概要図

*1 Masato NAKANISHI：オリエンタル白石(株)大阪支店 工事部 土木工事チーム
 *2 Masanao HAYASHI：西日本高速道路(株)関西支社 福崎高速道路事務所
 *3 Natsuki FUKUSHIMA：オリエンタル白石(株)大阪支店 工事部 土木工事チーム



写真 - 1 桁下劣化損傷状況



写真 - 2 桁端部劣化損傷状況

2. 橋梁概要

架替え後の概要（〔 〕は既設橋）を以下に示す。

工 事 名：中国自動車道（特定更新等）市川橋（上り線）
他7橋床版取替工事

構造形式：SCBR工法 プレテンション方式PC単純T
桁橋〔プレテンション方式単純I桁橋〕

橋 長：13.540 m〔同〕

支 間 長：12.980 m〔13.000 m〕

主桁間隔：13@790 mm〔33@333.3 mm〕

桁 高：600 mm〔同〕

有孔幅員：10.510 m〔9.750 m〕

斜 角：左 83°〔同〕

3. 桁下防護の設置

本工事は、国道上であり、既設桁の切断時に使用された水の漏出および撤去時のコンクリート片の落下などのおそれがあったため、H形鋼を主体とした桁下防護を設置した（写真 - 3, 4）。防護の高さは国道部のクリアランスを確保するため制限高さを4.0 mとなるように計画した結果、コンクリート桁下と防護とのクリアランスは最小15 cmとなった。なお、防護上にはカッター切断やウォータージェット作業で発生する汚濁水の漏出対策として全面防水シートを敷設した。防護上に滞水した汚濁水は、水中ポンプ

で汲み上げ、濁水処理装置を使用して処理した。



写真 - 3 着工前



写真 - 4 桁下防護設置完了

4. 既設桁の撤去

工事全体の施工フロー図を図 - 2 に示す。施工はまず既設壁高欄の撤去を行った。壁高欄は、3～4 m程度のブロックごとに25 t吊クレーンで吊りながらワイヤーソーで鉛直および水平に切断して撤去した。また、伸縮装置は人力によりはつり撤去した。既設桁（全34本）は、撤去重量および運搬重量を考慮して桁2本を1ブロックとして該当する間詰部をカッター切断し（写真 - 5）、120 t吊クレーンを使用して撤去した。また、既設桁とパラペットなど既設構造物との遊間が密着しており（設計：20 mm）既設桁の吊上げ撤去時に支障となることが十分に考えられたため、桁端部においてφ160 mm コアの連孔穿孔を行い遊間幅を広げクリアランスを確保したことで既設桁をスムーズにクレーンで吊り上げることができた（写真 - 6, 7）。また既設桁は、桁2本/ブロックを順次チェーンスリングにて吊り上げて撤去した。撤去した桁は、本線上に一旦仮置きし、トラックに積載が可能な長さおよび重量となるようにワイヤーソーで2分割し処分地へ搬出した。



写真 - 5 桁切断状況



写真 - 6 遊間部連孔穿孔



写真 - 7 桁吊上げ撤去状況

5. 下部工切下げ再構築

既設の支点部構造高（支承高+桁高）に対し、架替え後のプレキャスト横梁を含めた支点部構造高が約 500 mm 高くなるため、既設桁撤去後に下部工の切下げ再構築を行った。切下げ断面の概要図を図 - 3 に示す。まず、ワイヤ

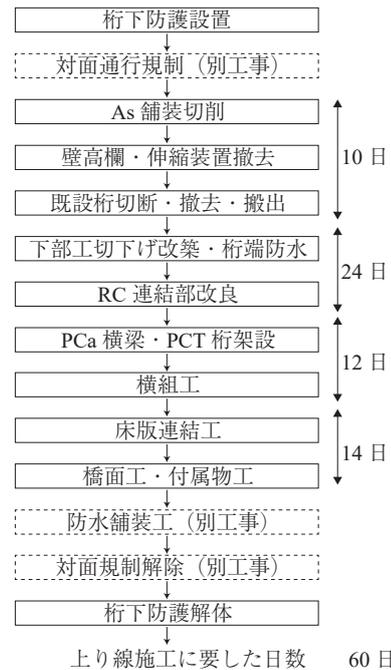


図 - 2 施工フロー図

ーソー切断とコア連孔穿孔を併用し切下げの対象となる部分のコンクリートをブロックに切断してクレーンで撤去し、再構築を行った。その後、再構築に必要な既設鉄筋部分においては、ウォータージェットにより必要寸法までをはつり撤去した。また、橋台部は橋座面を下げることで、その範囲のウィング部の鉄筋が定着できなくなるため、定着のとれない既設鉄筋をはつりだし、機械式継手（モルタル充填式）を接続して再構築するパラベット部に定着した。橋座面の再構築は、架替え後の免震支承位置に合わせて支承アンカー部をコア穿孔して再構築用の鉄筋を配置し、コンクリートを打ち込んだ。また、A2 橋台部には上部工架設前にパラベットおよび橋座部に桁端防水工を施工した。桁端防水材は、維持点検を可能にするため半透明色の材料を選定した。

6. プレキャスト横梁および PCT 桁の架設

工場で製作する PCT 桁およびプレキャスト横梁のコンクリートは、セメントの 50% を高炉スラグ微粉末に置換した配合とし、塩害などに対する耐久性向上を図った。表 - 1, 2 に配合表を示す。

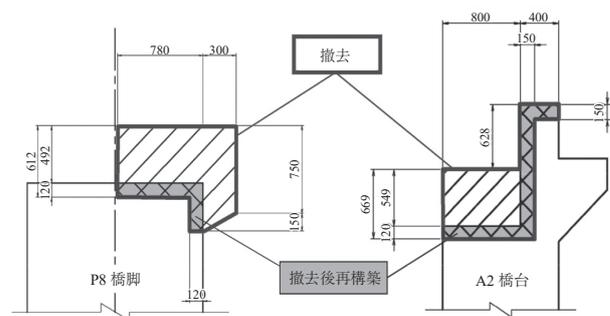


図 - 3 下部工切下げ再構築概要図

表 - 1 PC 桁製作コンクリート配合 (70-18-20H+BFS)

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	水結合材 比 W/B (%)	粗骨材 率 s/a (%)	単用量 (kg/m ³)						粗骨材 G G1 (1505) G2 (2010)	混和剤 高性能 AE 減水剤
			水 W	セメント C	高炉スラグ 微粉末 BFS	細骨材 S	粗骨材 G			
							G1 (1505)	G2 (2010)		
20	30.6	44.0	148	242	242	761	489	489	2.904	

表 - 2 横梁製作コンクリート配合 (50-18-20H+BFS)

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	水結合材 比 W/B (%)	粗骨材 率 s/a (%)	単用量 (kg/m ³)						粗骨材 G G1 (1505) G2 (2010)	混和剤 高性能 AE 減水剤
			水 W	セメント C	高炉スラグ 微粉末 BFS	細骨材 S	粗骨材 G			
							G1 (1505)	G2 (2010)		
20	33.7	43.0	143	212	212	772	516	516	1.908	

横梁および桁の架設は、既設桁撤去時と同様に 120 t 吊クレーンで行った (写真 - 8, 9)。横梁は支承本体 (A2 橋台側は支承と桁変位制限装置) を現場で組み付けて架設した。また、横梁は計 8 基配置 (2 列配置) した 100 t 油圧ジャッキにて計画高さに調整して仮受け保持した (写真 - 10)。その後の沓座モルタルの施工および横組工完了までジャッキを調整高さにて維持したことで、横梁と桁をずれることなく一体化させることができた。横梁上の T 桁据付部は、縦横断勾配および桁キャンバーに合わせて台座を設けているが、不陸の吸収と部材の欠け防止のため、桁架設前に厚さ 6 mm の感圧硬化ゴムを敷設し (写真 - 11)、桁架設を完了した。

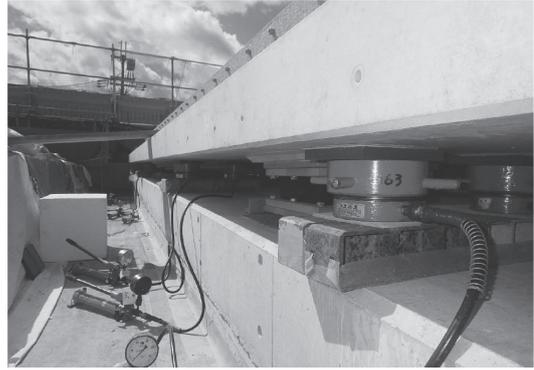


写真 - 10 油圧ジャッキによる横梁保持

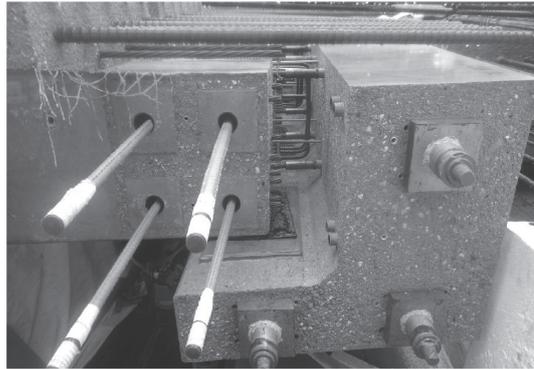


写真 - 11 感圧硬化ゴム

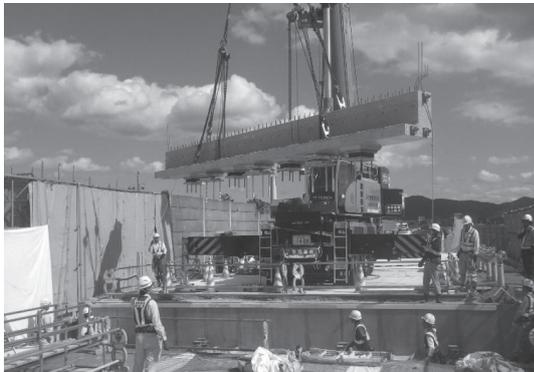


写真 - 8 横梁架設状況

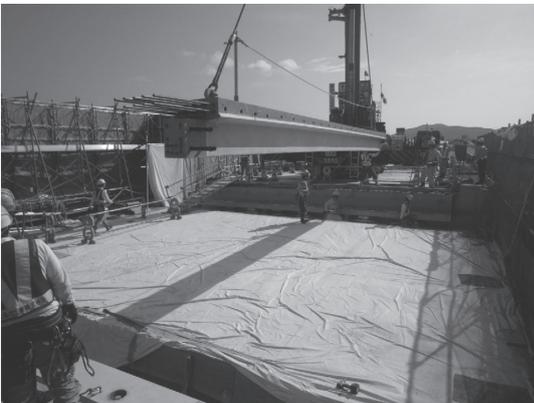


写真 - 9 桁架設状況

7. 横組工

SCBR 工法では、横桁部は横梁と機械式継手により連結し横桁コンクリート打込み後、横締め PC 鋼材により主桁と横桁および横梁が一体化される。横桁部の概要図を図 - 4 に示す。

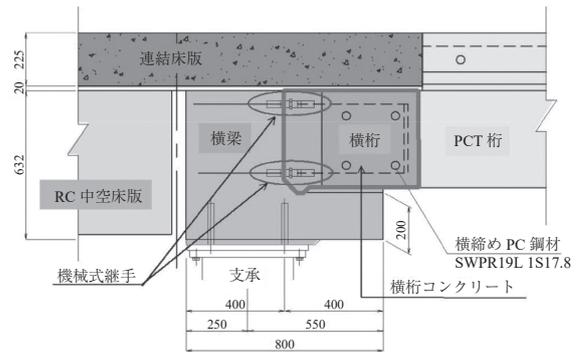


図 - 4 横桁部の概要図

また、桁間詰部の底型枠は、狭隘な桁下空間での型枠組立撤去作業を不要にするため埋設型枠を採用することで工程の短縮を図った。埋設型枠は、T 桁フランジ側面の形状を型枠設置時の安定性を高めるため下端にテーパを設ける形状とし、材質は引張や衝撃に強い高密度ポリエチレン製の埋設型枠を製作・採用した。また、埋設型枠本体には将来的な型枠の脱落およびコンクリートの剥落などの防止などを目的として、ステンレス鉄筋を型枠底面の孔に通し

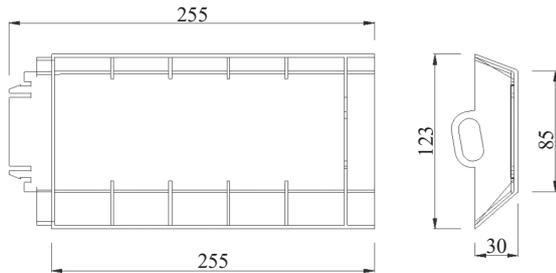


図 - 5 埋設型枠図

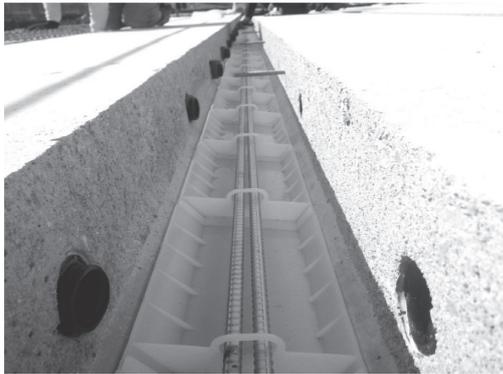


写真 - 12 埋設型枠設置状況

しておくことで打込み後のコンクリートと型枠材を一体化させた。埋設型枠図を図 - 5 に、型枠設置状況を写真 - 12 に示す。

横組工（間詰部と横桁）のコンクリートは桁および横梁と同様にセメントの 50% を高炉スラグ微粉末に置換した配合とし、塩害などに対する耐久性向上を図った。表 - 3 に配合表を示す。また、横締めにはプレグラウト PC 鋼材を使用し、緊張力導入完了後にポリエチレンシース内に PC グラウトを充填した。

表 - 3 横組工コンクリート配合 (50-15-20H+BFS)

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	水結合 材比 W/B (%)	粗骨 材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)									
			水 W	セメント C	高炉 スラグ BFS	膨張材 E	細骨材		粗骨材 G		減水剤 (g/m ³)	混和剤
							S1 (砕砂)	S2 (砕砂)	G1 (1505)	G2 (2010)		
20	37.0	43.0	150	193	193	20	449	296	357	662	3341	

8. 連結床版

P8 橋脚部においては、伸縮装置設置部の車両の走行性や近隣への騒音防止を目的として、隣接する RC 中空床版橋とのジョイントレス化を図った。また、構造は架替え工事を行った PCT 桁の床版部のみを連結化する構造としている。その構造は、連結床版厚 225 mm で、遊間部における応力集中を低減させるため床版下面には厚さ 20 mm のクロロプレングムを敷設することにより RC 中空床版橋と PCT 桁橋との縁切りを行っている。連結床版の概要図を図 - 6 に示す。

施工は、RC 中空床版側の連結床版区間 ($t = 225$ mm)

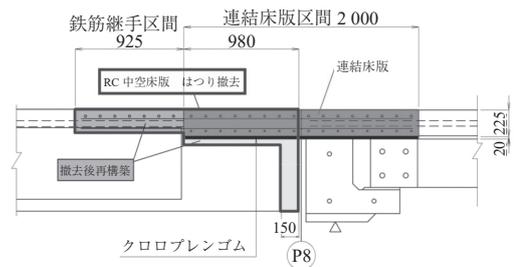


図 - 6 連結床版概要図

と重ね継手鉄筋部 ($t = 200$ mm) および鉛直面桁端劣化損傷部 ($t = 150$ mm) の既設コンクリートを人力およびウォータージェットによりはつり撤去した。張出し床版部においては、連結床版が配置できるような打下げ構造に改良するため、鉄筋継手区間まですべてはつり撤去した。はつり完了状況を写真 - 13 に示す。はつり完了後、再構築し連結床版下面となる部分にクロロプレングム ($t = 20$ mm) を敷設し、連結床版鉄筋を組み立てて連結床版コンクリートの打ち込みを行った (写真 - 14)。連結床版部には大きな断面力が作用するため、断面力の低減ならびにひび割れ分散性の向上を目的として、低弾性高じん性セメント複合材を使用し、また、移動式ミキシングプラントによる現場練



写真 - 13 はつり完了

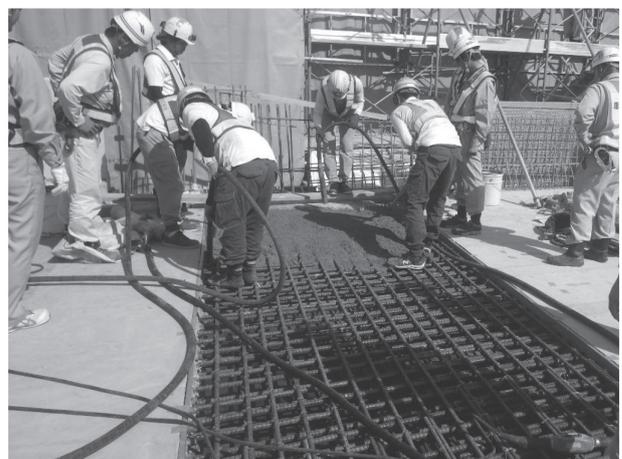


写真 - 14 連結床版打込み

○ 工事報告 ○

りを行って打ち込んだ。練上りの性状は比較的粘性が高いもので連結床版部の鉄筋配置も密であったため、コンクリートの打込みは入念に締固め作業を行った。

9. おわりに

本工事は、ウォータージェット・ワイヤーソーなどにより既設構造物を傷めずに桁を撤去し、下部工を再構築する必要があり、それらの作業に時間を要した架替え工事であった。また、本線ならびに桁下国道の交通および周辺地域に影響することのないように事前に近隣の警察署・消防署および小学校などと打合せをおこない、細心の注意をはらいながらも、当初の予定日数で施工を完了することができた。

また、架替え後の上部構造は、SCBR 工法による初めての T 桁構造の採用と免震支承への変更により維持管理性の向上と耐久性の向上ならびに床版連結化による走行性の向上と桁端防水による桁端部の劣化防止を図ることができた。写真 - 15, 16, 17 に架替え完了状況として、橋面および桁下・側面の完成写真を示す。

最後に、本工事施工にあたり、発注者をはじめ御協力いただいた関係各位に御礼を申し上げます。また、本稿が今後の同種工事において参考となれば幸いです。

【2020 年 10 月 30 日受付】



写真 - 15 架替え完了状況（橋面）



写真 - 16 架替え完了状況（桁下）



写真 - 17 架替え完了状況（側面）