

沖縄自動車道 明治山第二橋，第三橋の床版取替え工事

— 合理化継手を使用した PC 床版取替え工事 —

福田 健作*1・野上 朋和*2・鮫島 力*3・西谷 朋晃*4

本工事は、沖縄自動車道の宜野座 IC～許田 IC 間に位置する非合成 I 桁橋の既設床版を取り替える工事である。取替え後の床版構造は急速施工に対応が可能なプレキャスト PC 床版が採用されている。プレキャスト床版の間詰め部に採用される軸方向鉄筋継手を一般的なループ継手とした場合、ループ鉄筋の最小曲げ半径により床版厚が決定され、床版厚が既設床版より増加することが課題である。また、床版の撤去、架設のために車両規制が可能な時期が、比較的交通量が少なく台風などの影響のない 1 月～3 月に限定されたため、架設工期の短縮が必要であった。そこで、床版厚増加の低減と施工性の向上のために、軸方向の鉄筋継手にねじ切り鉄筋とナットを用いた合理化継手を採用した。本報告では、床版取替え工事のうち既設床版の撤去から、床版取替えについて報告する。

キーワード：床版取替え，プレキャスト PC 床版，継手，急速施工

1. はじめに

明治山第二橋（下り線）と明治山第三橋（下り線）は、沖縄自動車道の宜野座 IC～許田 IC 間に位置する鋼 4 径間連続非合成 I 桁橋、鋼 3 径間連続非合成 I 桁橋である。

本橋は、1974 年の竣工から 40 年が経過し、高温多湿で海からの塩分が飛来する環境下に置かれている。さらに、建設当時のコンクリートには、骨材として十分な脱塩処理の行われていない海砂が使用されており、塩害による劣化

が確認されている。劣化状況やライフサイクルコストなどを考慮し床版の取替え工事が実施されることとなり、取替え後の床版構造は急速施工に対応が可能なプレキャスト PC 床版が採用された。本工事ではプレキャスト PC 床版の床版厚の低減と施工性、耐久性の向上を目的とし、プレキャスト PC 床版どうしの橋軸方向の接合構造にねじ切り鉄筋にナットを取り付けた合理化継手^{1,2)}を採用している（写真 - 1）。本稿では、プレキャスト PC 床版を用いた床版取替え工事に合理化継手を採用した事例の床版取替え工



写真 - 1 合理化継手を使用したプレキャスト PC 床版



*1 Kensaku FUKUDA

川田建設(株)九州支店
技術課



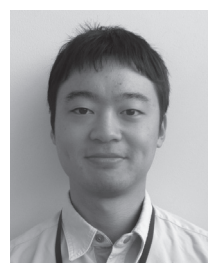
*2 Tomokazu NOGAMI

川田建設(株)九州支店
事業推進部 工事課



*3 Chikara SAMESHIMA

西日本高速道路(株)
九州支社 沖縄高速道路
事務所 改良課



*4 Tomoaki NISHITANI

西日本高速道路(株)
九州支社 沖縄高速道路
事務所 改良課

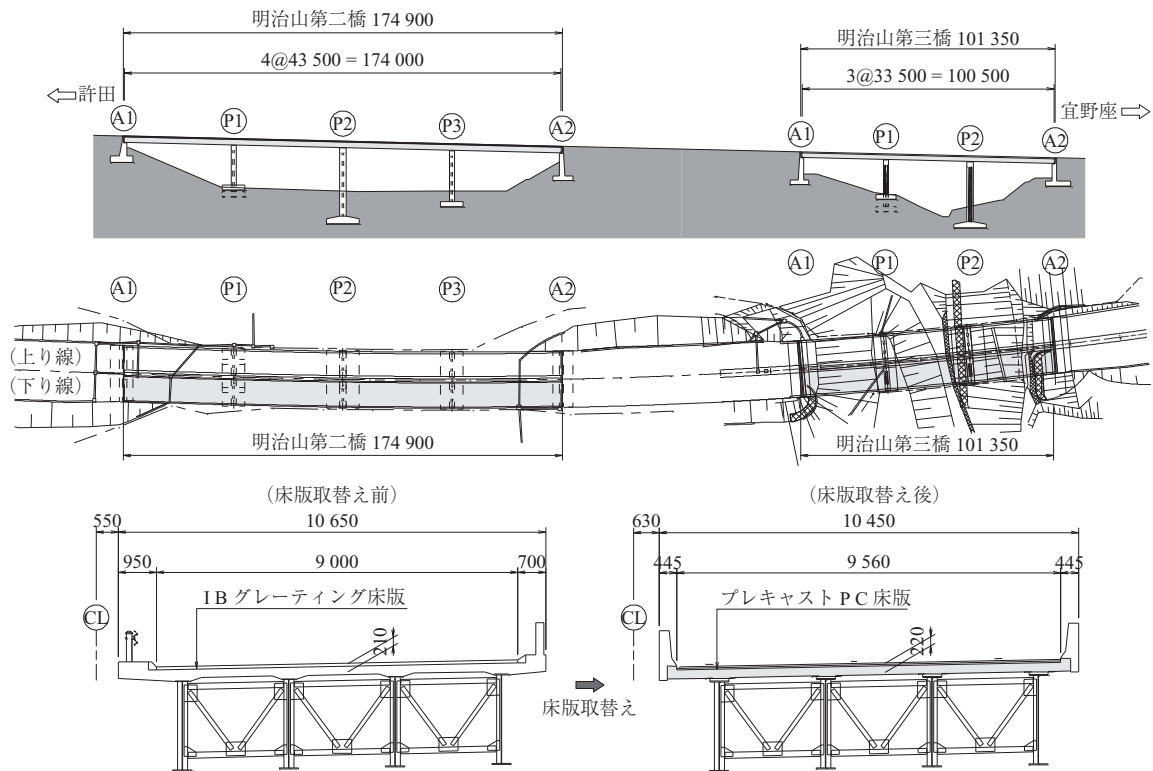


図 - 1 全体一般図

について報告する。

2. 橋梁および工事概要

橋梁, 工事概要を以下に示し。全体一般図を (図 - 1) に示す。

工事名: 明治山第二橋 (下り線) 他1橋 床版改良工事
 発注者: 西日本高速道路株式会社 九州支社 沖縄高速道路事務所

路線名: 沖縄自動車道 (図 - 2)

工事箇所: 宜野座 IC - 許田 IC 間

工期: 2014年4月18日 ~ 2016年1月7日

施工範囲: 床版取替え工, 添接ボルト交換, 金属溶射工, 塗替塗装工, 橋面工, 検査路工

構造形式: 鋼4径間連続非合成I桁橋 (明治山第二橋)

鋼3径間連続非合成I桁橋 (明治山第三橋)

床版形式: IB グレーティング床版 (図 - 3)

橋長: 174.900m (明治山第二橋)

101.350m (明治山第三橋)

支間長: 4@43.500m (明治山第二橋)

3@33.500m (明治山第三橋)

※ 明治山第二橋および第三橋の竣工年月は 1974年10月

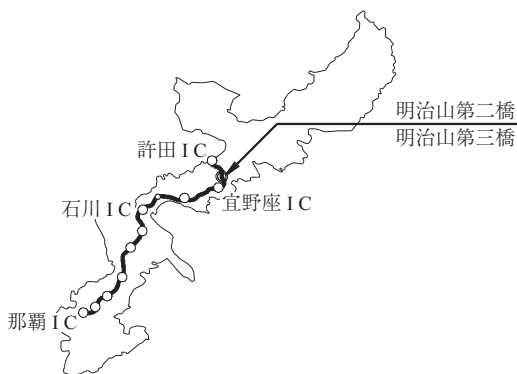


図 - 2 沖縄自動車道と橋梁位置図

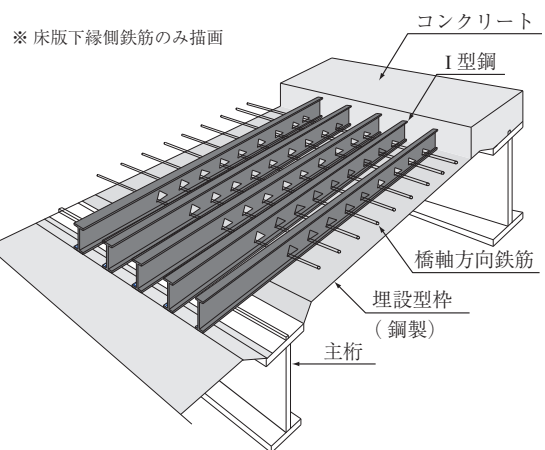


図 - 3 IB グレーティング床版概略図

3. 既設床版劣化状況

既設床版の舗装修復箇所の床版上面は土砂化しており, 床版取替え時に切断面を確認すると, 床版断面に水平方向ひび割れが確認された (写真 - 2)。

床版下面側については, 型枠材として配置されていた鋼



写真 - 2 床版上面の劣化状況



写真 - 3 床版下面の劣化状況

板が腐食したため撤去されており、I形鋼の下縁が床版下面より露出し発錆しているのが確認できた。また、型枠銅板が撤去されたことによりハンチコンクリートが剥離し、ハンチ鉄筋が露出して発錆している箇所も点在していた(写真 - 3)。床版コンクリートの塩化物イオン量は、 1.7 kg/m^3 以上あり、発錆限界といわれる 1.2 kg/m^3 を超過していた。

4. プレキャストPC床版厚の低減

当初、プレキャストPC床版の間詰め部の鉄筋接合にはループ継手が採用されていた。本橋は塩害対策区分Ⅱに位置し、標準よりかぶりを厚くする必要があり、鉄筋応力度から定まるループ部の曲げ内半径 112 mm (D19の場合) を確保すると、床版厚が 260 mm となる(図 - 4)。既設

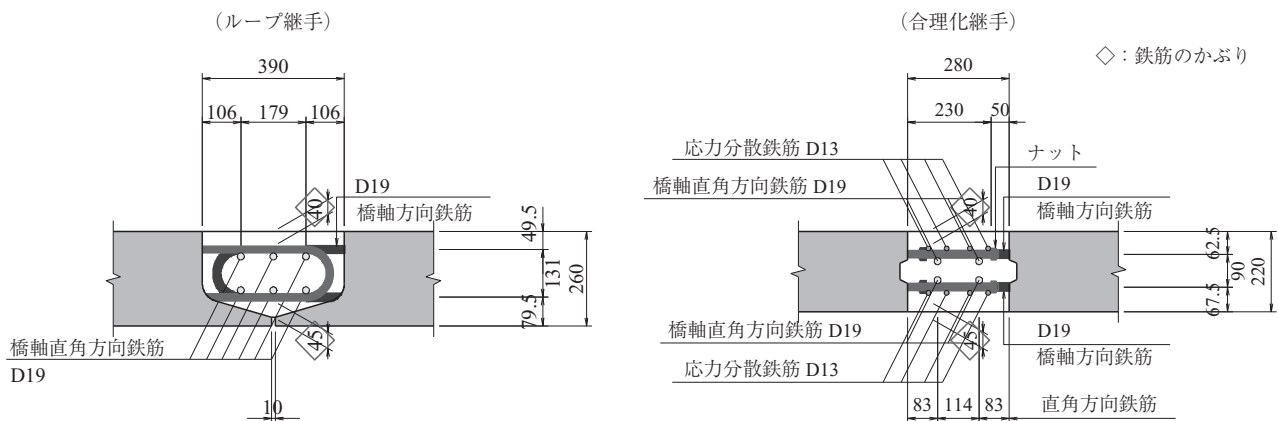


図 - 4 床版厚比較

のIBグレーティング床版厚は210mmであり、床版厚が約23%増加することとなる。鋼桁の耐荷力への影響を考えると床版自重の増加は望ましくなく、取替え後の床版厚を低減するために合理化継手を採用することとした。合理化継手は、接合部の鉄筋先端をねじ切りしナットを取り付け、ナット面の支圧により鉄筋の定着を確保する構造である(図-5)。床版の最外縁には、ナット部のコーン破壊を防止するために、応力分散鉄筋を配置する。合理化継手は、鉄筋がループ形状ではないため曲げ加工による制約を受けることがなく、床版厚を低減することができる。本橋の場合、合理化継手の採用により床版厚を220mmに設定することができた。

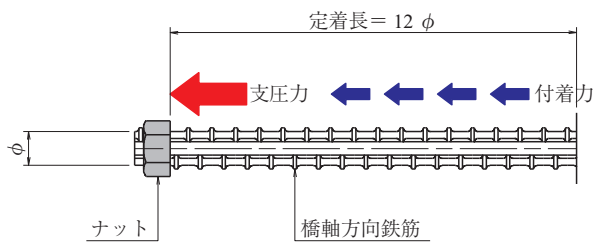


図-5 合理化継手構造

5. 間詰め部の施工性および耐久性向上

5.1 架設、配筋作業の軽減

ループ継手と合理化継手の施工要領を表-1、間詰め部の施工要領を写真-4に示す。

プレキャストPC床版の架設は、ループ継手ではコンクリートのアゴ先端が隣接するループ鉄筋と干渉しないように橋軸方向にずらして吊り降ろし、その後橋軸方向へスライドさせる必要がある。一方、合理化継手では、コンクリートと鉄筋の干渉がなく、鉛直に吊り降ろすのみであり架設が容易である。

また、間詰め部に配置する橋軸直角方向鉄筋の組立ては、ループ継手では、プレキャストPC床版の架設後に鋼桁上部付近に設けた小径ループ部より挿入し、一度橋体幅外へ突出させ所定の位置へ配置する必要がある。合理化継手では、架設時にプレキャストPC床版に鉄筋を仮格納してお

表-1 施工要領比較

	ループ継手	合理化継手
STEP-1	橋軸方向にずらして吊り降ろす 	鉛直に吊り降ろす 鉄筋を仮格納
STEP-2	橋軸方向に寄せる 	
STEP-3	所定の位置に合わせる 	所定の位置に合わせる
STEP-4	小径ループ部から直角方向鉄筋を挿入する 鋼桁 小径ループ鉄筋 	
STEP-5	ループ筋をかかわすために橋体幅外に突き出す 	
STEP-6	所定の位置へ引き戻す 	
STEP-7	6本挿入して完了 	所定の位置に4本配筋し、型枠を設置して完了 型枠

※ STEP1~3, 7は、PC床版の側面形状を示す。
STEP4~6は、PC床版の断面形状を示す。

き、架設後に所定の位置へ配置することができ、組立てが容易である。

合理化継手を採用することで型枠材が必要となったが、プレキャストPC床版の架設、間詰め部配筋作業が軽減されたことで施工性が向上した。

5.2 間詰め部の耐久性向上

間詰め部はRC構造となるため、床版の品質向上を考えると間詰め幅は小さい方が望ましい。橋軸方向鉄筋径が

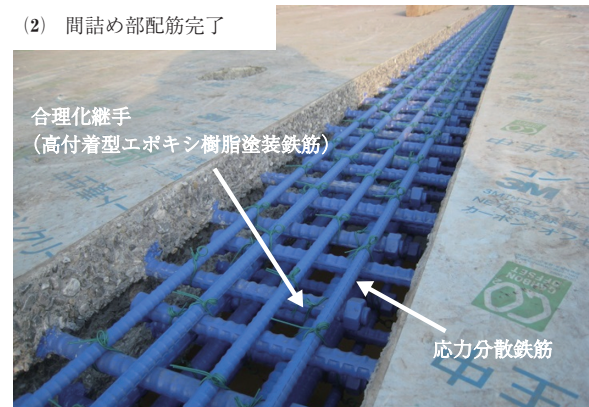
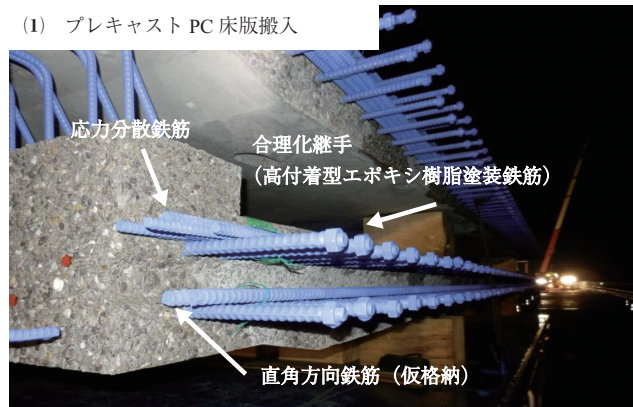


写真-4 間詰め部施工要領

D19の場合、ループ継手では間詰め幅が390mmとなる。一方、合理化継手では、ナットの支圧により定着する構造であるため鉄筋の定着長を25φから12φへ低減でき、間詰め幅を280mmまで低減できた(図-4)。また、塩害に対する耐久性向上のために、合理化継手に高付着型エポキシ樹脂塗装鉄筋を採用した。通常のエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用すると付着応力度が低下し、鉄筋の定着長が長くなり間詰め幅が大きくなるが、付着応力度の低下のない高付着型エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用することで間詰め幅を普通鉄筋の場合と同じにできる(写真-4)。

6. プレキャストPC床版の製作

プレキャストPC床版の製作は、弊社工場にて行った。明治山第三橋のPC床版割付け図を図-6に示す。製作するプレキャストPC床版枚数は、明治山第二橋が標準版74枚、異形版5枚。第三橋が標準版42枚、異形版4枚で合計すると、標準版116枚、異形版9枚の合計125枚である。一般的に場所打ちPC床版とすることが多い、桁端部についてもプレキャストPC床版を配置し、現場施工を短縮した。表-2にプレキャストPC床版の製作工程表を示す。

6.1 コンクリートの養生

今回製作したPC床版は、塩分遮へい製を高めるため、セメントの50%を高炉スラグ微粉末で置換したコンクリートを使用した。養生初期のコンクリート温度が低くなる

と、強度発現が低下するため、以下の手法で確実に養生を行うこととした。

コンクリート打設完了後、湿潤養生ができる状態になり次第、湿潤養生シートを敷設して散水し、前養生を4時間行う。蒸気養生の最高温度は55℃以下として4時間継続し、徐々に温度を下降させた。この時の温度管理は自動養生装置を用いて管理した。

プレストレスの導入後、保温養生ボックスへ移動させ保温養生を行った(写真-5)。保温養生期間は7日間とし、コンクリート表面温度が15℃以上となるように温度管理しながら常時散水を行った。保温養生完了後は、コンクリート表面に保水養生テープを貼り付けて、コンクリートの乾燥を防止した。



写真-5 保温養生状況

表-2 プレキャストPC床版製作工程表

	7月	8月	9月	10月	11月	12月
準備計画	■					
材料手配	■	■	■			
鉄筋加工			■	■		
型枠製作	■	■				
PC床版製作			■	■	■	
湿潤養生				■	■	■
出荷						■

6.2 プレキャストPC床版の平坦性確認試験

プレキャストPC床版の架設後の隣接する床版同士の平坦性を確認するために、出荷前のプレキャストPC床版6枚を仮組みし、平坦性確認試験を実施した(写真-6)。

プレキャストPC床版の支持構造は、ゴム支承であるため、実施工と同様にゴム支承とし、モルタル充填用のシールスポンジも配置した(図-7)。試験の結果、ゴム支承を用いた場合でも、隣接する床版同士の平坦性を確保できることが確認できた。

7. 床版取替え工

プレキャストPC床版の取替えは、下り線の通行車両を

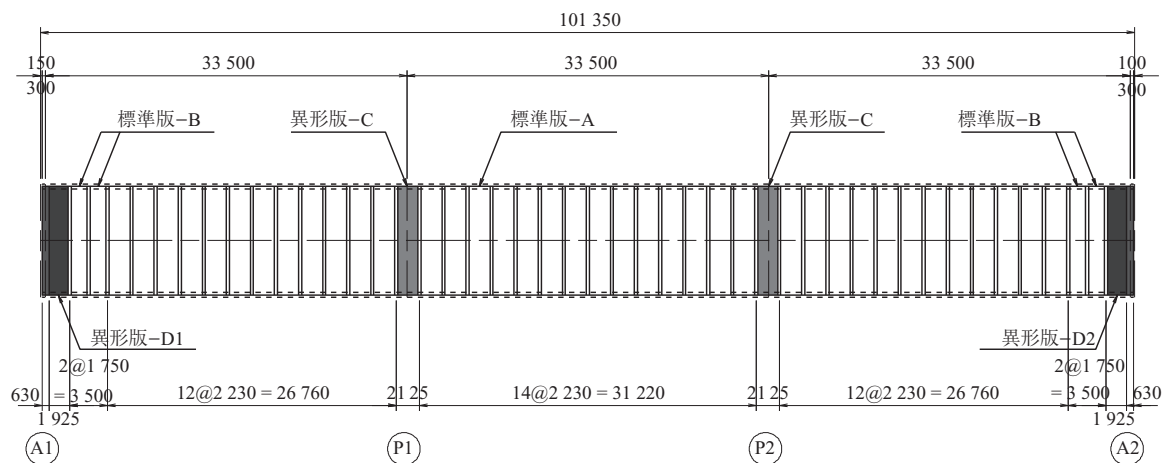


図-6 PC床版割付け図(明治山第三橋)



写真 - 6 平坦性確認試験

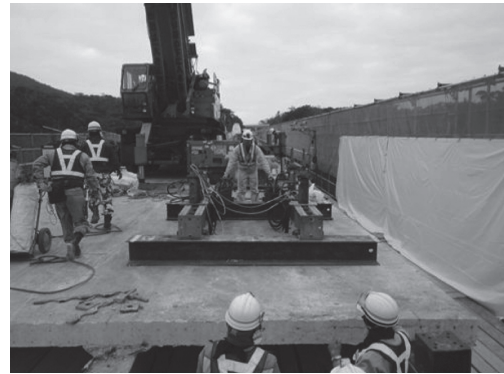


写真 - 7 既設床版はく離状況

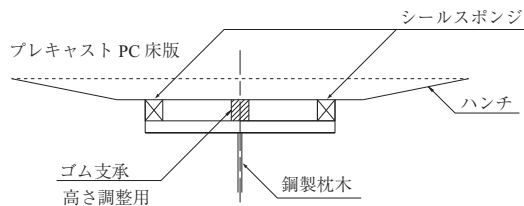


図 - 7 プレキャスト PC 床版支持構造



写真 - 8 防錆材塗布状況

上り線側に切り替え、上り線を終日対面通行規制して行うこととした。規制時期は、比較的交通量が少なく台風などの影響のない1月～3月とした。床版取替えのタイムスケジュールを(表 - 3)に示す。

7.1 既設床版撤去

既設床版をコンクリートカッターで切断した。橋軸方向は構造中心で2分割し、橋軸直角方向は1.8m間隔で切断した。スラブ止め鉄筋、ハンチ鉄筋はガス切断した。鋼桁からの既設床版のはく離には、油圧ジャッキを使用した(写真 - 7)。はく離が完了した既設床版は、トラッククレーンで吊り上げて撤去を行った。

7.2 鋼桁ケレン, 防錆処理

鋼桁の上フランジに残ったコンクリート殻、スラブ止め鉄筋および、ライナー材を撤去し防錆材を塗布した。防錆材は次工程への影響がないように、速乾性の材料を使用した(写真 - 8)。

7.3 ゴム支承設置, シールスポンジ貼付

プレキャスト PC 床版1枚あたり8基のゴム支承を設置

した。ゴム支承の高さは事前に測量した鋼桁標高を元に決定した。上フランジの両側にはモルタル充填用のシールスポンジを貼り付けた。シールスポンジ厚は、ゴム支承高さに応じて適切なものを選定した(写真 - 9)。

7.4 プレキャスト PC 床版の架設

橋面上に設置した160tトラッククレーンを使用し、プレキャスト PC 床版の架設を行った(写真 - 11)。プレキャスト PC 床版(13t/枚)の吊上げ時の最大作業半径は22.0mであるが、ブーム回転時に外桁側のアウトリガーに反力が集中すると、鋼桁に発生する応力度が許容値を超過する。そのため、回転時の作業半径を10.0m以下とした。クレーンの作業能力から1日あたりの架設枚数は5枚とした(図 - 8)。

表 - 3 床版取替タイムスケジュール

	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	25:00	
既設床版はく離		■																		
既設床版撤去・搬出			■																	
スラブ止め鉄筋切断 鋼桁ケレン				■																
フランジ防錆塗装																				
ゴム支承 シールスポンジ設置																				
PCaPC 床版 搬入・架設 (5枚)																				
スタッドジベル設置																				
無収縮モルタル打設																				
足場取替																				

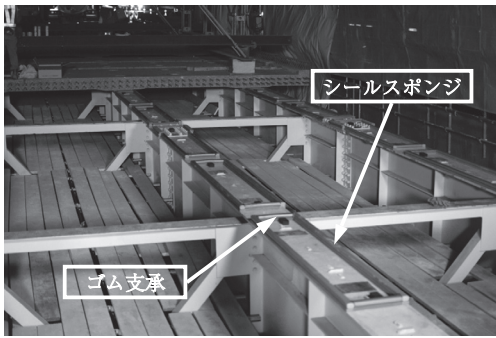


写真 - 9 ゴム支承, シールスポンジ設置状況

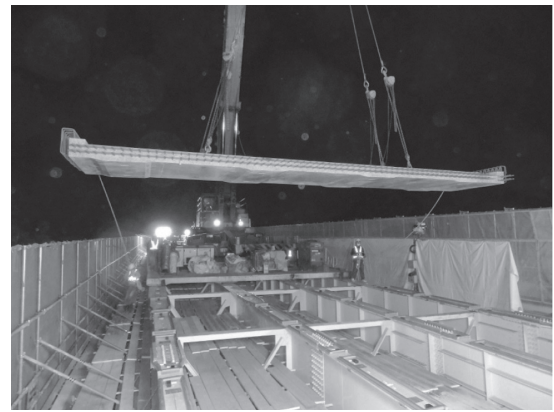


写真 - 11 PC 床版架設状況

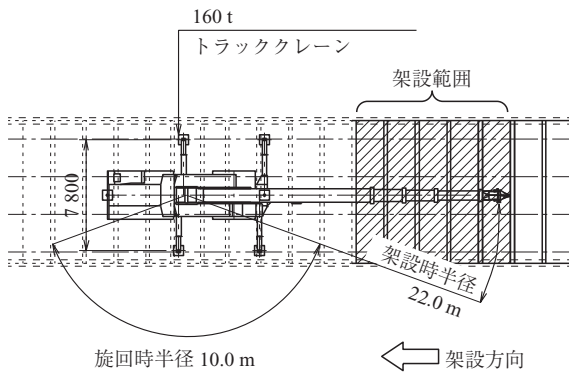


図 - 8 PC 床版架設状況



写真 - 12 スタッドジベル溶植状況

PC床版の架設方向は、明治山第二橋では、宜野座側から許田側へ、明治山第三橋では、許田側から宜野座側とした(写真 - 10)。

7.5 スタッドジベル溶植, 無収縮モルタル打設

PC床版の架設完了後、ずれ止め用のスタッドジベルをPC床版に設けたジベル孔に配置し、上フランジに溶植した(写真 - 12)。その後、鋼桁の上フランジ上面に無収縮モルタルを打設し、PC床版と鋼桁を一体化した。

8. おわりに

本工事の床版取替えは2015年3月に完了した。関係各

位に対し深く感謝の意を表すとともに、本稿が今後の床版取替え工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 表, 吉松, 中山, 松井, 林川: 床版取替え用プレキャスト床版の合理化継手の開発, 構造工学論文集, Vol.60A, 2014.3
- 2) 吉松, 松井, 大澤, 中山, 水野, 表: 床版取替え用プレキャストPC床版の合理化継手の開発, 構造工学論文集, vol.60A, 2014.3

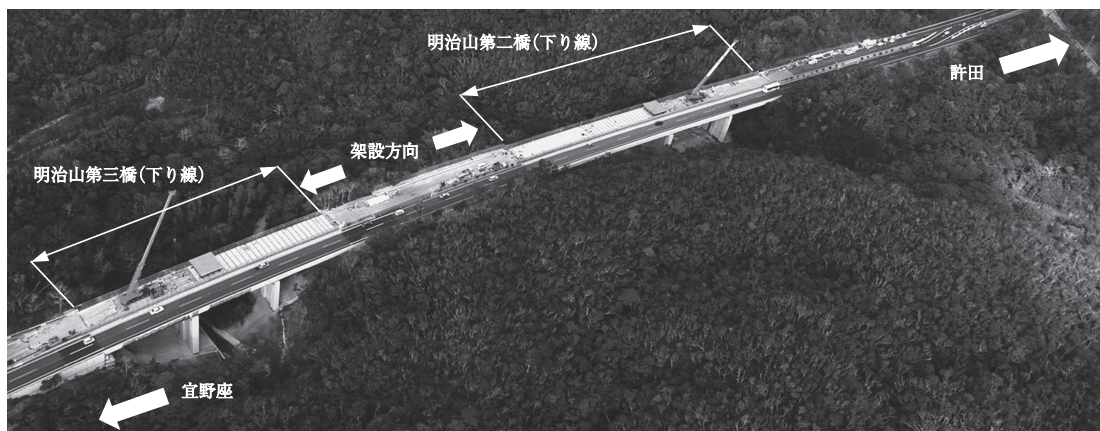


写真 - 10 架設全景

【2016年1月14日受付】