

合理化継手を使用したプレキャストPC床版取替工事について

めいじやま
～沖縄自動車道明治山第二橋（下り線）他 1 橋床版改良工事～

Floor Slab Replacement Using Precast PC Slab with Rationalized Joints

福田 健作 ^{*1}

Kensaku FUKUDA

村田 耕二 ^{*2}

Kouji MURATA

堀口 和広 ^{*3}

Kazuhiro HORIGUCHI

野上 朋和 ^{*4}

Tomokazu NOGAMI

賤川 智一 ^{*5}

Tomokazu SHIZUKAWA

吉松 秀和 ^{*6}

Hidekazu YOSHIMATSU

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部に採用される橋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、床版厚さが既設床版より増加するのが課題である。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、橋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、床版取替工事の設計と施工方法について報告する。

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工について報告する。



写真 1 合理化継手を使用したプレキャスト PC 床版

* 1 川田建設(株)西日本統括支店九州支店技術課 課長
* 2 川田建設(株)西日本統括支店（九州支店）事業推進部 次長
* 3 川田建設(株)西日本統括支店（九州支店）事業推進部工事課 工事長

* 4 川田建設(株)西日本統括支店（九州支店）事業推進部工事課 係長
* 5 川田建設(株)西日本統括支店大分事業所九州工場製造課
* 6 川田建設(株)技術部技術課 課長

2. 橋梁および工事概要

橋梁，工事概要と全体一般図（図1）を以下に示す。

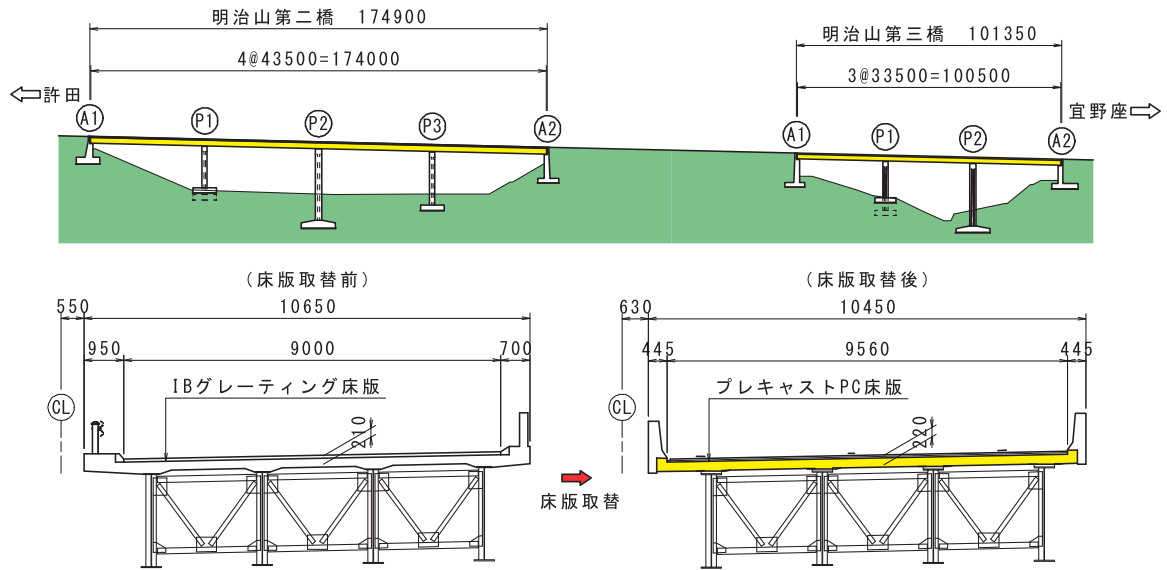


図1 全体一般図

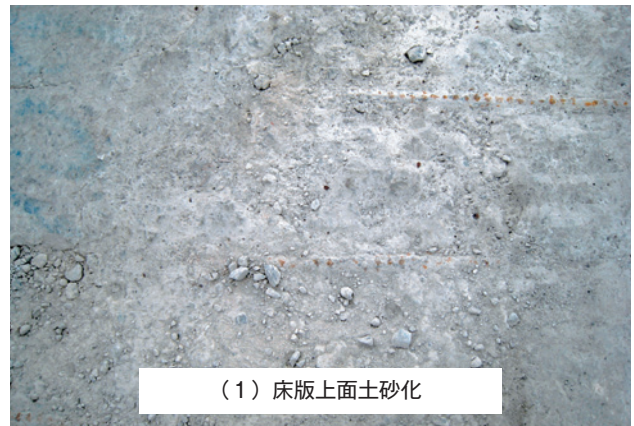
工事名：明治山第二橋（下り線）他1橋
床版改良工事
発注者：西日本高速道路株式会社 九州支社
沖縄高速道路事務所
路線名：沖縄自動車道（図2）
工事箇所：宜野座IC - 許田IC間
工期：2014年4月18日
～2016年1月7日
施工範囲：床版取替工，添接ボルト交換，金属溶射工
塗替塗装工，橋面工，検査路工
構造形式：鋼4径間連続非合成I桁橋（明治山第二橋）
鋼3径間連続非合成I桁橋（明治山第三橋）
床版形式：IBグレーティング床版
橋長：174,900m（明治山第二橋）
101,350m（明治山第三橋）
支間長：4@43,500m（明治山第二橋）
3@33,500m（明治山第三橋）
竣工年月：1974年10月



図2 沖縄自動車道と橋梁位置図

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）。



（1）床版上面土砂化



（2）床版断面水平ひび割れ

写真2 床版上面の劣化状況

床版下面側については、型枠材として配置されていた鋼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、型枠鋼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、 $1.7\text{kg}/\text{m}^3$ 以上あり、発錆限界と言われる $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ を超過していた。



写真 3 床版下面の劣化状況

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るため、鉄筋応力度から定まるループ部の曲げ内半径 112mm（D19 の場合）を確保すると、床版厚が 260mm となる。既設の 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（図 3）。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 4）。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。

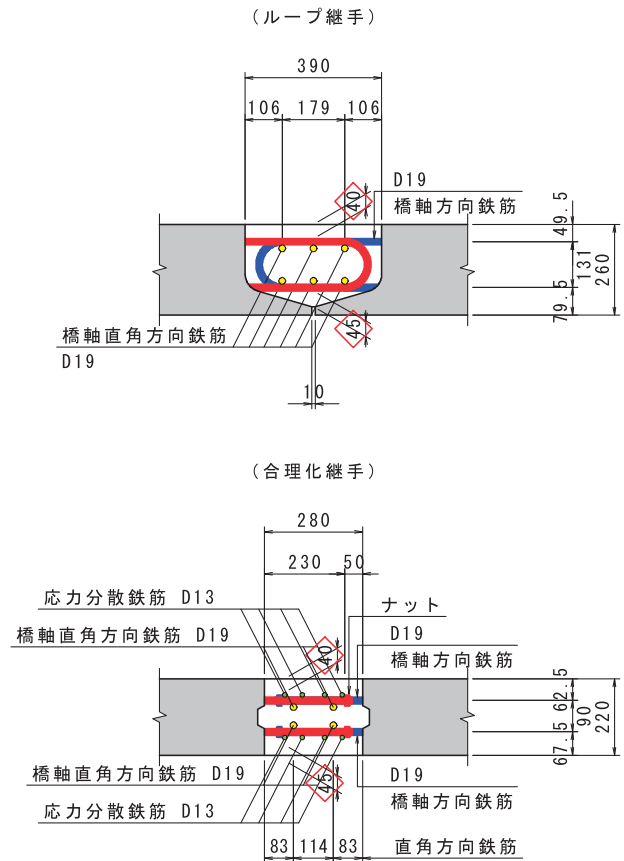


図 3 床版厚比較

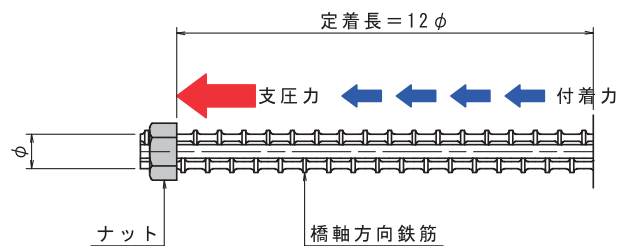


図 4 合理化継手構造

5. 間詰め部の施工性、耐久性向上

（1）架設、配筋作業の軽減

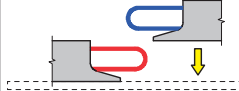
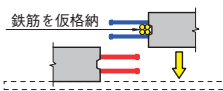
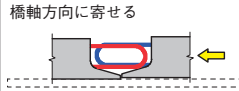
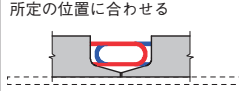
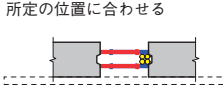
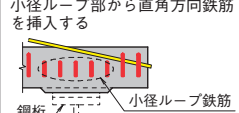
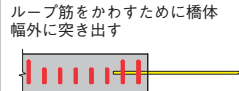
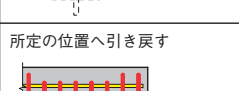
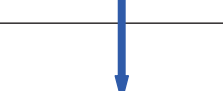
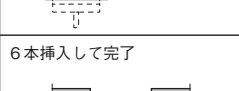
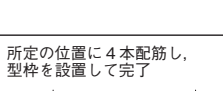
プレキャスト PC 床版の架設は、ループ継手ではコンクリートのアゴ先端が隣接するループ鉄筋と干渉しないように橋軸方向にずらして吊り降ろし、その後橋軸方向へスライドさせる必要がある。一方、合理化継手は、コ

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。合理化継手の場合は、架設時にプレキャスト PC 床版に鉄筋を仮格納しておき、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現場施工性が向上した（表 1、写真 4）。

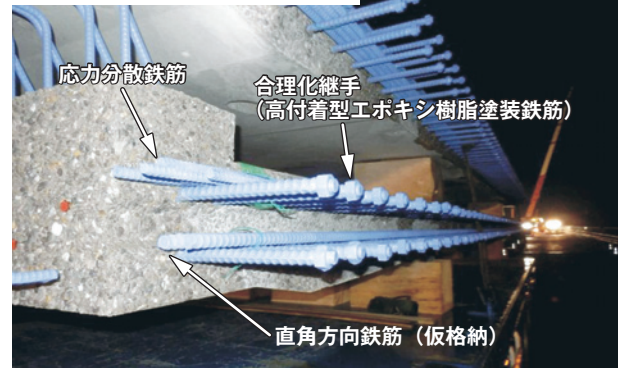
表 1 施工要領比較

	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 

(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 D19 の場合、ループ継手では間詰め幅が 390mm となる。一方、合理化継手の場合は、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 25 φ から 12 φ へ低減でき、間詰め幅を 280mm まで低減できた（図 3）。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

(1) プレキャスト PC 床版搬入



(2) プレキャスト PC 床版架設



(3) 架設完了



(4) 間詰め部配筋完了

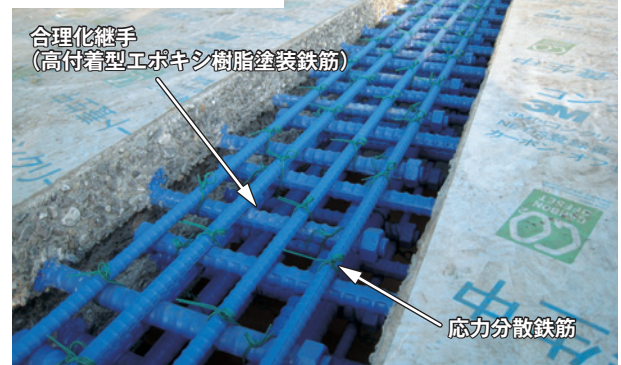


写真 4 間詰め部施工要領

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、川田建設(株)九州工場の第一工場Bラインを使用して行った。製作するプレキャスト PC 床版枚数は、明治山第二橋、第三橋をあわせて、標準版 108 枚、異形版 17 枚の合計 125 枚である。表2にプレキャスト PC 床版の製作工程表を示す。

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						■

(1) コンクリートの養生

今回製作した PC 床版は、塩分遮へい性を高めるため早強セメントを高炉スラグ微粉末で 50% 置換したコンクリートを使用しているので、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、Q マット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る。この時の温度管理は自動養生装置を用いて管理する。

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う（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う。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する。

(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、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、施工性の確認も行った（図5）。



写真5 保温養生状況



写真6 平坦性確認試験

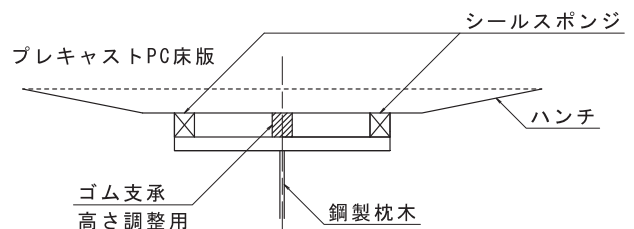


図5 プレキャスト PC 床版支持構造

7. 床版取替工

プレキャスト PC 床版の取替えは、下り線の通行車両を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。床版の取替えは以下の手順で実施した。

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する。橋軸方向は構造中心で 2 分割し、橋軸直角方向は 1.8m 間隔で切断する。スラブ止め鉄筋、ハンチ鉄筋はガス切断する。鋼桁から既設床版の剥離が完了した後、トラッククレーンで吊り上げて撤去する。

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	00:00	1:00
既設床版剥離																			
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																			

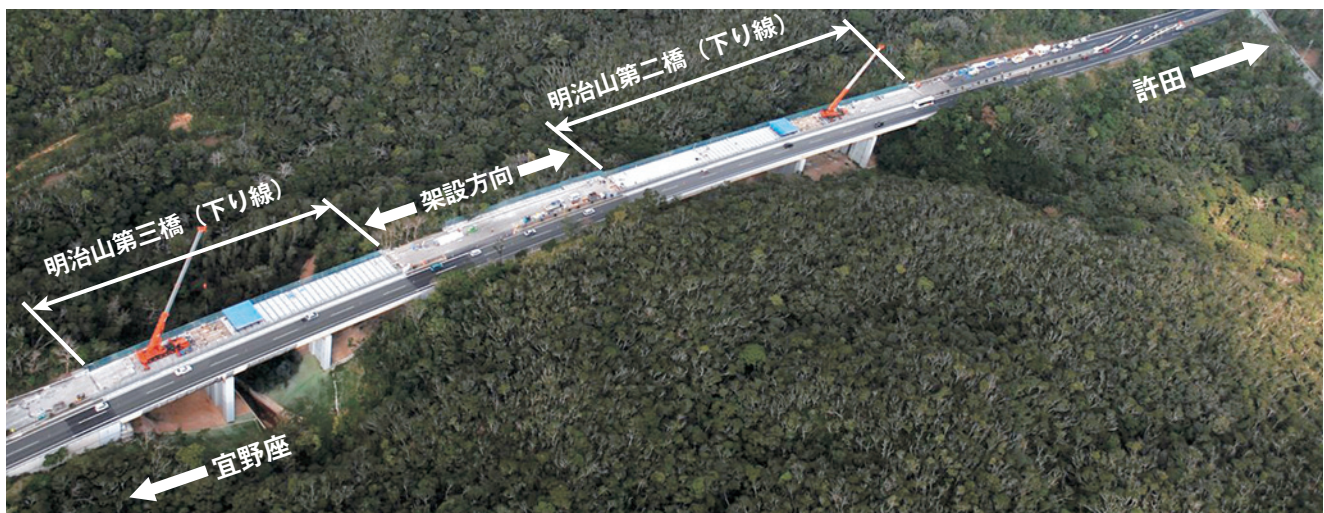


写真7 架設全景

②鋼桁ケレン，防錆処理

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する。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する。

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する。ゴム支承の高さは事前に測量した鋼桁標高を元に決定する。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る。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する。

④プレキャスト PC 床版の架設

160t トラッククレーンを使用し，プレキャスト PC 床版の架設を行う。プレキャスト PC 床版（13t/枚）の吊り上げ時の最大作業半径は 22.0m であるが，ブーム旋回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ことから，旋回時の作業半径を 10.0m 以下とした。クレーンの作業能力から 1 日当たりの架設枚数は 5 枚とする。

⑤スタッドジベル溶植，無収縮モルタル打設

架設完了後，ずれ止め用のスタッドジベルを上フランジに溶植し，無収縮モルタルを打設する。

床版取替えのタイムスケジュールを（表3）に示し，床版取替え状況を（写真7）に示す。

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.