

論文・報告

沖縄自動車道 福地川橋の床版取替工事

～鋼トラス橋の床版取替工事～

Construction Report of Slab Replacement on the Okinawa Expressway
Fukuchigawa Bridge

福田 健作 *1
Kensaku FUKUDA

黒川 浩 *2
Hiroshi KUROKAWA

臂 公博 *3
Kimihiro HIJI

黒木 武 *4
Takeshi KUROKI

有働 義徳 *5
Yoshinori UDOU

河野 永吉 *6
Eikichi KOUNO

本工事は、沖縄自動車道の金武 IC～宜野座 IC 間に位置する鋼 3 径間連続非合成トラス橋のグレーチング床版をプレキャスト PC 床版に取り替える工事である。トラス構造は冗長性に乏しい橋梁形式であることから、架設時、床版取替後のトラス部材の応力照査を実施する必要がある。また、本橋の床版はトラス部材で直接支持するのではなく、横桁や片持ちブラケットに設置した縦桁で支持する構造である。そこで、床版を直接支持している縦桁に対する応力照査も実施した。トラス部材、縦桁の照査結果よりプレキャスト PC 床版の架設クレーン、施工ステップを決定し、安全性を確認して施工を行った。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：KK 合理化継手、床版取替、プレキャスト PC 床版、トラス橋

1. はじめに

福地川橋は、沖縄自動車道の金武 IC～宜野座 IC 間に位置する鋼 3 径間連続非合成トラス橋である (図 1)。沖縄自動車道では、大規模更新事業として北部区間を中心

に床版取替工事が推進されており、本工事も既設のグレーチング床版をプレキャスト PC 床版に取り替える工事である。トラス橋の床版取替工事は、沖縄自動車道で初の試みであり、本稿では設計、施工にあたり留意した点について報告する。

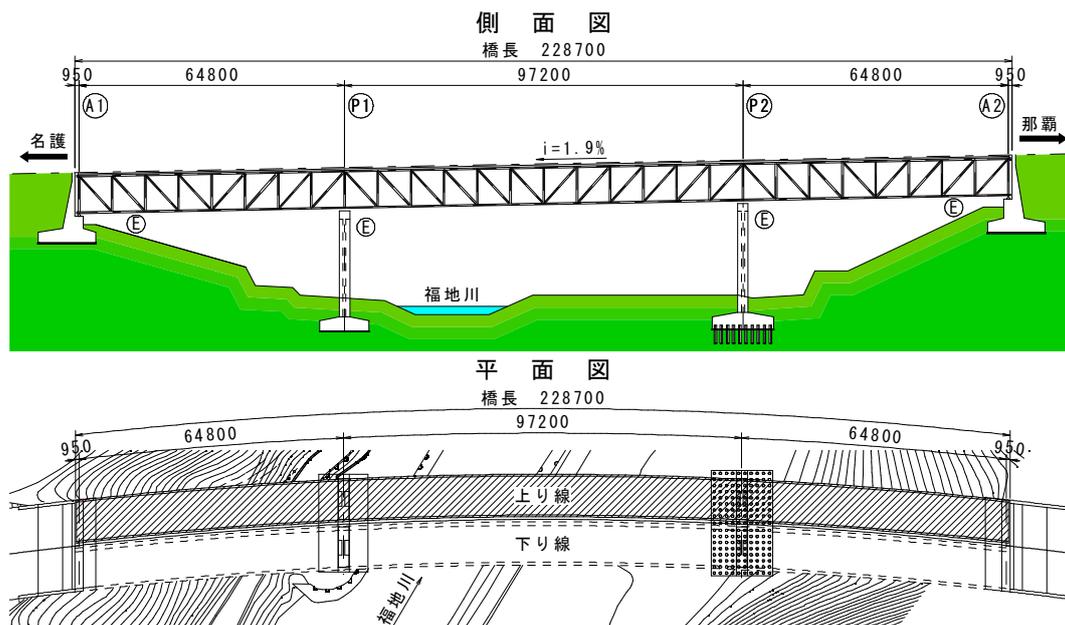


図 1 一般図

*1 川田建設㈱九州支店事業推進部技術課 課長

*2 川田建設㈱東京支店事業推進部 部長

*3 川田建設㈱九州支店事業推進部 次長

*4 川田建設㈱九州支店事業推進部工事課 工事長

*5 川田建設㈱九州支店事業推進部工事課

*6 川田建設㈱プレキャスト部生産管理部九州工場製造課

2. 橋梁および工事概要

橋梁, 工事概要を以下に示す。

工事名	: 沖縄自動車道 (特定更新等) 福地川橋(上り線)他1橋床版取替工事
発注者	: 西日本高速道路株式会社 九州支社
路線名	: 沖縄自動車道
工事箇所	: 金武IC-宜野座IC間(上り線)(図2)
工期	: 2017年2月17日 ~2019年2月6日
構造形式	: 鋼3径間連続非合成トラス橋
橋長	: 228.700 m
支間長	: 64.800 m + 97.200 m + 64.800 m
床版形式	: IBグレーチング床版(既設)(図3) : プレキャストPC床版(取替後)
既設竣工	: 1975年1月
架設方法	: 橋上からのクレーン架設
設計活荷重	: TL-20(既設) B活荷重(床版取替後)



図2 位置図

3. 既設床版

建設時の既設床版構造は, RC床版の主鉄筋方向に I

形鋼を配置した IBグレーチング床版となっている。床版はトラス主構間に配置された中縦桁(G2, G3桁)と, 片持ちブラケットによって主構外側に配置された外縦桁(G1, G4桁)によって支持されており, トラス主構には直接床版荷重が作用しない構造である(図3)。床版上面は, 竣工時に橋面防水層が設置されていなかったため, 雨水の影響で土砂化している箇所があった(写真1)。既設の竣工時に設置されていた床



写真1 既設床版腐食状況

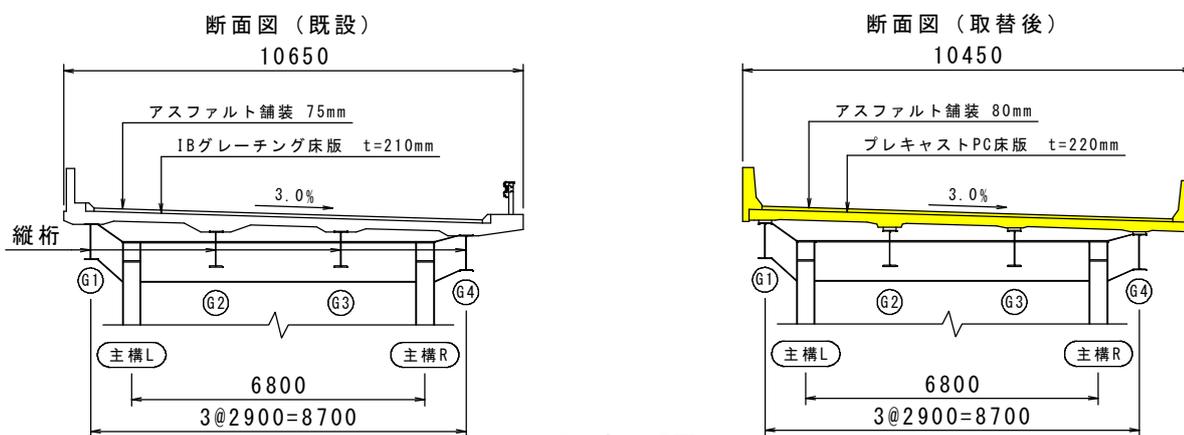


図3 床版断面図

版下面の鋼製型枠は腐食のため撤去されており、I形鋼下面が露出していた。露出したI形鋼下面の一部には錆が発生していた。

4. プレキャスト PC 床版の設計

(1) 橋軸方向の継手構造

PC床版間の橋軸方向鉄筋の継手構造には、鉄筋の先端にナットを配置し、ナット面の支圧により鉄筋の定着力を確保するKK合理化継手を採用した^{1),2)}。ナットは防食性を高めるためにステンレス製とした(写真2)。KK合理化継手の採用により、床版厚を薄くし、かつ間詰め



写真2 KK合理化継手(架設前)

コンクリート幅を狭くすることが可能となった。また、間詰め部の直角方向鉄筋を架設するPC床版に事前配置することが可能となり、現場施工を省力化した(写真2)。

(2) PC床版の割付け

現場作業を省力化するため、PC床版幅を輸送可能な最大幅に設定し、標準部の床版配置間隔を2220mmとして、間詰め箇所数を低減した。また、PC床版は全て工場製作とし、現場打ちPC床版は配置しない割付けとした。

本橋は、斜角と平面曲線を有しているため、端支点部、中間支点部には異形版を配置した。また、支間長が長くなるP1-P2径間の中央部にも中間支点部と同様な異形版を配置した。その結果、PC床版は、標準版98枚、異形版5枚の合計103枚となった(図4)。

(3) 不等沈下により生じる付加曲げモーメントに対する検討

本橋は、床版を支持している各縦桁の剛性は等しく、大きな不等沈下は発生しないことが想定された。しかし、一般的なI桁と比較すると縦桁の剛性が小さいため、比較的大きな変位量の発生が懸念された。そこで、荷重載荷時の各桁の変位量から縦桁の不等沈下量を算出し、強制変位量として載荷して求められた付加曲げモーメントを用いて検討を実施した。検討の結果、床版に生じる応力度はコンクリートの曲げひび割れ強度以下となることを確認した(表1)。

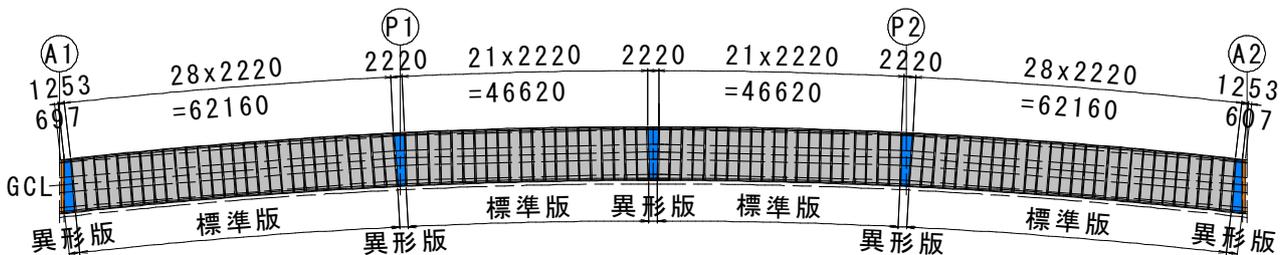
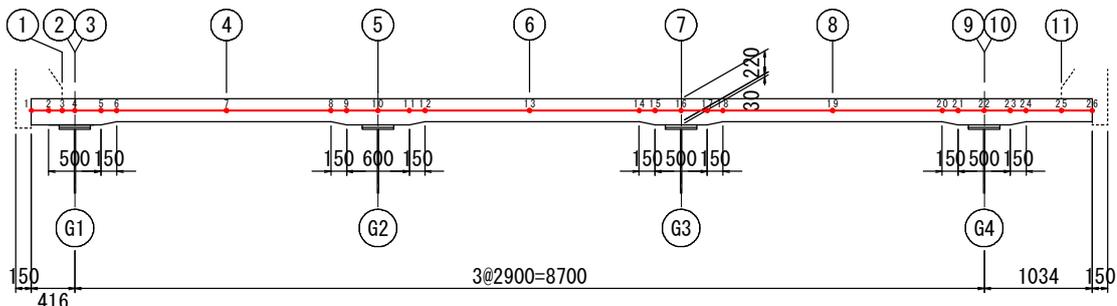


図4 PC床版の割付け

表1 付加曲げモーメント検討結果



設計断面	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	
付加曲げモーメント(kN・m) G2桁着目	—	—	—	31.96	63.92	40.22	16.51	8.25	—	—	—	
設計荷重時 $-3.17 < \sigma_c < 17.0 \text{ N/mm}^2$	上縁	3.18	4.76	0.60	12.55	6.51	13.11	4.44	10.87	2.56	0.41	2.57
	下縁	1.94	2.85	6.69	-1.27	4.65	-1.87	6.87	0.49	8.75	10.74	3.16

5. トラス部材の照査

設計活荷重を TL-20 から現行の B 活荷重に変更した場合の耐力安全性の確認を行った。また、プレキャスト PC 床版架設時には既設床版上にクローラクレーンを配置するため、架設時の耐力照査もあわせて実施した。断面力は立体格子解析により、B 活荷重有効幅員載荷時、B 活荷重レーン載荷時（図 5）、架設時の断面力を算出した。軸力部材である主構は、B 活荷重有効幅員載荷時、B 活荷重レーン載荷時、架設時で照査を行った。曲げ軸力部材である横桁、縦桁、ブラケットは、断面力の組合せが多く、設計が煩雑になるのを避けるため、断面力を比較した。比較した結果、架設時の断面力は、B 活荷重レーン載荷時より小さいことが分かったため、B 活荷重有効幅員載荷時の断面力で照査し、応力超過する箇所は B 活荷重レーン載荷時の断面力で照査を行い、安全性を確認した。中間支点片持ちブラケットは、B 活荷重レーン載荷時に応力超過することが分かったため、既設ブラケッ

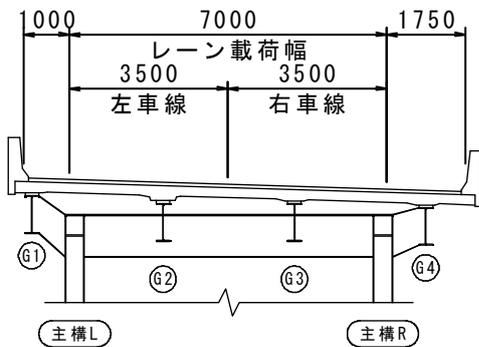


図 5 レーン載荷

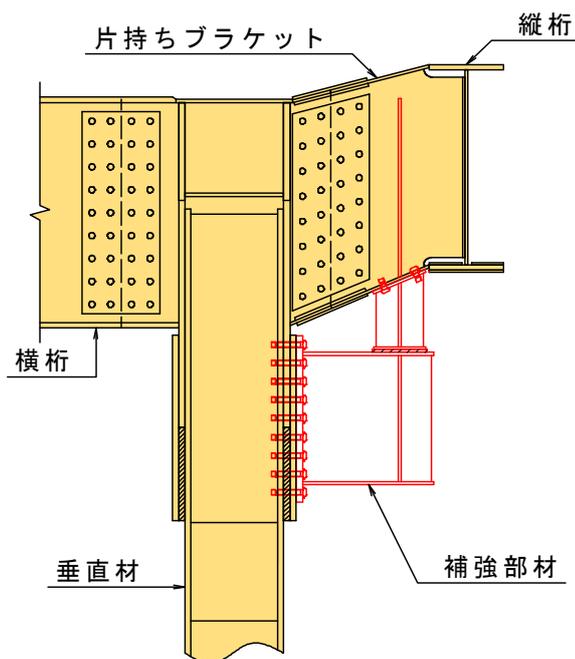


図 6 片持ちブラケット部補強

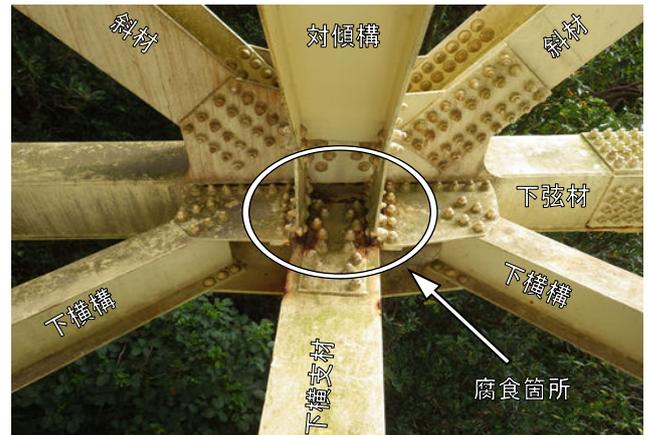


写真 3 下横支材格点部腐食状況

トの下縁側に補強部材を追加配置した（図 6）。

架橋位置が飛来塩分の影響をうけることと、竣工後 40 年が経過したことから、トラス部材の各部に腐食が生じていた。そのため、プレキャスト PC 床版の架設に先立ち適宜補修を実施した（写真 3）。

6. 既設床版の撤去

既設床版は、橋軸直角方向に 2 分割、橋軸方向には 2.0 m 間隔となるようにコンクリートカッターを使用して切断した。その後、油圧ジャッキを使用して床版の縦桁からの剥離を実施するが、縦桁上フランジに配置されたライナープレートと床版ハンチ筋が一体化されており、剥離時の作用力により剛性の小さい縦桁が損傷する恐れがあった。そこで、縦桁の曲げ耐力から、縦桁に損傷を与えない剥離時の最大ジャッキ反力をあらかじめ算出し、施工時のジャッキ圧力が最大ジャッキ反力を越えないように管理を行った（写真 4）。



写真 4 既設床版撤去状況

7. プレキャスト PC 床版の架設

(1) 架設クレーンの選定

PC床版の架設にトラッククレーンを使用する場合、アウトリガー反力が外縦桁に集中して載荷され、外縦桁の応力が許容値を超過する。そこで、架設に使用するクレーンは荷重分散効果があり、載荷幅が小さくトラス主構の

内側に配置が可能な120tクローラクレーン(図7)を採用した。PC床版の架設順序は、橋梁の中央付近となるP1-P2径間の既設床版上に2台のクレーンを設置し、各々起点側、終点側に向かって順次架設を行う計画とした(写真5)。また、クローラ設置面には床版の縦横断勾配を解消するために勾配調整架台を配置した。

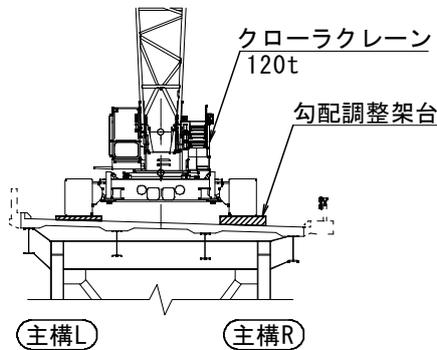


図7 架設クレーン設置状況



写真5 PC床版架設状況

(2) 架設時の発生応力計測

既設床版撤去時からプレキャストPC床版架設時までは、床版による横拘束がない状態なので、対傾構に過大な応力が発生することが懸念された。そこで、既設床版撤去時からプレキャストPC床版架設時の部材に発生する応力を把握するため、主構のねじれ挙動に抵抗する対傾構と、対傾構が連結されるガセットのひずみを動的に計測することとした(図8)。計測は、中間支点部と径間部について実施した。計測の結果、ガセットプレートには、ほとんどひずみは発生しなかった。対傾構部は、中間支点部で10 μ 程度、径間部において20 μ 程度の最大ひずみが発生したが、ひずみゲージ貼付時の応力度を0.0 N/mm²として、その後の変化量は4 N/mm²程度であり問題ないことを確認した。

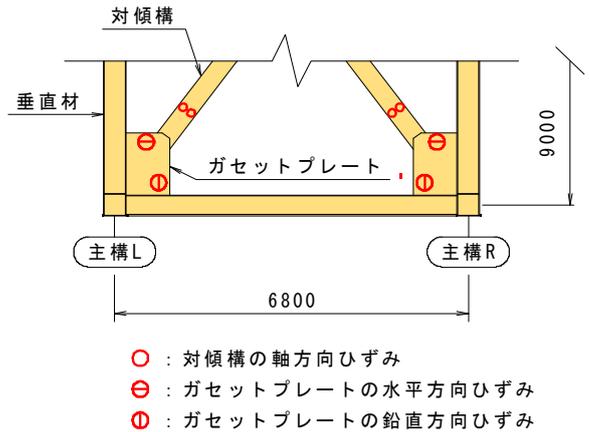
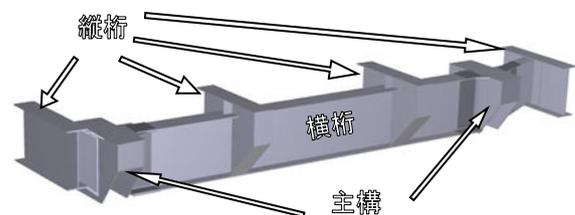


図8 ひずみゲージ設置位置

8. 伸縮受台の施工

伸縮装置には、アルミ合金製ジョイントを採用した。伸縮装置の設置のための床版切欠き厚が200 mmと大きく、桁端の床版を支持している縦桁端部は、トラス鉛直材より橋軸方向へ張出した形状となっており、縦桁同士をつなぐ横桁が配置されていない状況であった。そこで、伸縮装置を支持するためにコンクリート製の伸縮受台を設置することとした(図9)。コンクリートと鋼部材の境界部にはスタッドを溶植し、一体化を図った。

(1) 伸縮受台設置前



(2) 伸縮受台設置後

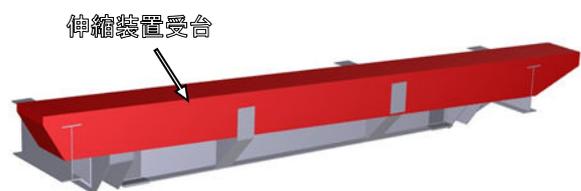


図9 伸縮装置受台

9. 排水ます

橋面の排水にはFRP製排水ますを採用した。排水ますと周辺コンクリートの付着が切れると、そこから雨水が流入して床版コンクリートが劣化する可能性があった。そこで、床版コンクリートと排水ますの境界部からの漏水を防止する構造を有する新型排水ますを開発し採用した(写真6)。新型排水ますは、コンクリートとの境界部

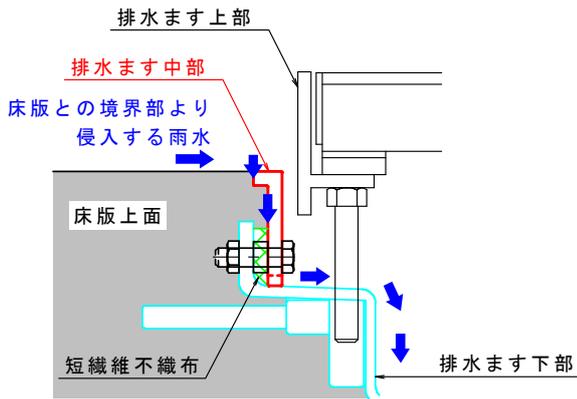


図10 雨水の流れ

に本体中部を新たに設けて境界部から流入した雨水が本体下部に流れ込む仕組みになっており、雨水が直接床版コンクリートに流入しない構造とした（図10）。

10. おわりに

本工事の床版取替、橋面工の施工は、終日対面通行規制期間の2018年1月～2018年3月に完了した（図11）、（写真7）。関係各位に対し深く感謝の意を表すとともに、本稿が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 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
- 2) 福田, 野上, 鮫島, 西谷: 沖縄自動車道 明治山第二橋, 第三橋の床版取替え工事, プレストレストコンクリート, vol. 58, No. 2, Mar. 2016

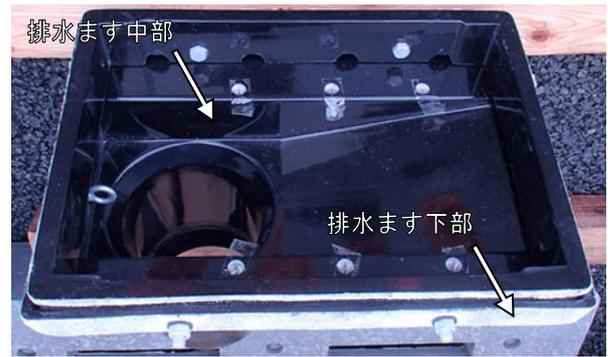


写真6 新型排水ます



写真7 床版取替後全景

	平成29年												平成30年											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
終日対面通行規制																								
中央分離帯規制																								
走行車線規制																								
詳細設計・準備工																								
PC床版製作・輸送																								
高力ボルト取替																								
床版取替・橋面工																								
塗替塗装工																								
足場設置・撤去																								

図11 工程表