

既設延長床版と新設PCaPC床版の合理的な接続構造の実験的検討

(株) 大林組 正会員 ○秦聡一朗
正会員 富永高行
正会員 木須芳男
西日本高速道路(株) 正会員 浅野貴弘

1. はじめに

中国自動車道(吹田JCT～神戸JCT間)は開通後50年以上が経過し、床版の損傷や老朽化が進行しているため、床版取替などの大規模更新工事が進められている。本稿の対象橋梁である生瀬高架橋においても床版取替を実施する。一方、生瀬高架橋は2000年に騒音対策として延長床版(RC床版)が追加されたため、比較的健全な状況である。そこで、既設の延長床版は残置し、新設のプレキャストPC床版(以下、PCaPC床版)と接続させる方針とした。しかし、既設RC床版と新設PCaPC床版の接続構造は前例がなく、確立されていない。そこで本稿では、既設RC床版と新設PCaPC床版の合理的な接続構造を実験的に検討した結果について報告する。

2. 工事概要と延長床版の課題

図-1に施工位置図、表-1に工事概要、図-2に橋梁一般図、図-3に床版取替時の断面図、図-4に延長床版構造図を示す。なお、図-2は起点側の1連の図を代表して示す。本橋は2連の橋で構成されており、起点側A1～P4は6主桁、終点側P4～A2は5主桁となっている。また、支間割は等スパンで、建設当時は単純合成桁であったが、伸縮装置の削減や耐震性の向上などを理由に桁が連結され、4径間連結合成鈑桁となっている。

宝塚IC～神戸JCT間は重交通路線であり、大規模な交通規制により国道176号線周辺の渋滞発生が予測される。そのため、3車線の内、夜間2車線規制(昼間1車線規制)を行い、幅員方向分割施工で床版を取り替えることとした。架設機材はクレーンまたは移動式床版架設機を使用し、施工はⅠ期施工で路肩側、Ⅱ期施工で中央分離帯側の順に行うこととした(図-3)。本橋は活荷重合成桁のため、床版取替のステップによる応力変動が生じる。したがって、FEM解析によりステップ解析を実施し、架設時の安全性を確認した¹⁾。建設当初、本橋は橋台部に伸縮装置がある橋梁であったが、過年度に騒音の低減を目的に延長床版構造に更新された。本工事では比較的健全である既設延長床版は更新しない方針とし、かつ交通規制条件より施工時間も限られる



図-1 施工位置図

表-1 工事概要

工事名称	中国自動車道(特定更新等)宝塚IC～神戸JCT間 土木構造物更新工事
発注者	西日本高速道路株式会社 関西支社
施工場所	自)兵庫県宝塚市安倉 至)神戸市北区有野町
工期	2021.3.27～2025.5.22(設計業務)
橋梁名	生瀬高架橋 上り線
橋長および 支間割	L=102.7m(鋼4径間連結合成鈑桁橋x2連) (25.1+25.1+25.1+25.1m)×2連
幅員	既設14.9m → 更新後14.59m
床版取替え	RC床版(t=250mm) → UFC複合PCaPC床版(t=220mm)
建設年	1974年(昭和49年) 2000年(平成12年)延長床版(RC構造 t=335mm)
規制条件	3車線のうち、夜間2車線規制 昼間1車線規制

キーワード 床版取替, 延長床版, 載荷試験, 幅員方向分割施工, 連結合成鈑桁

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 橋梁技術部 TEL 050-3829-3099

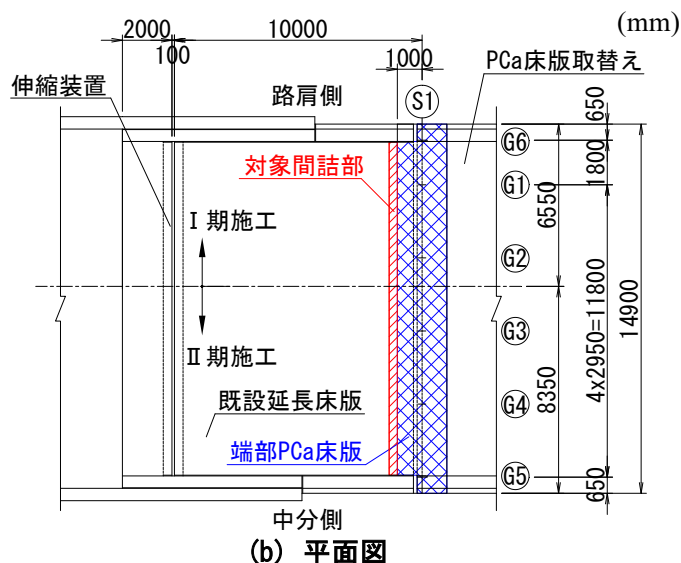
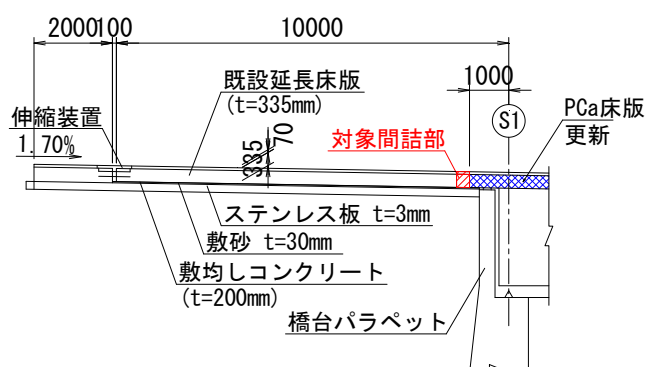
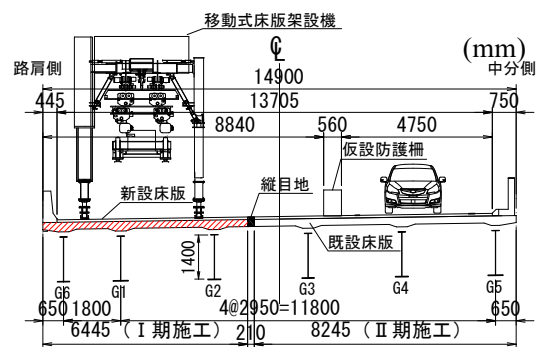
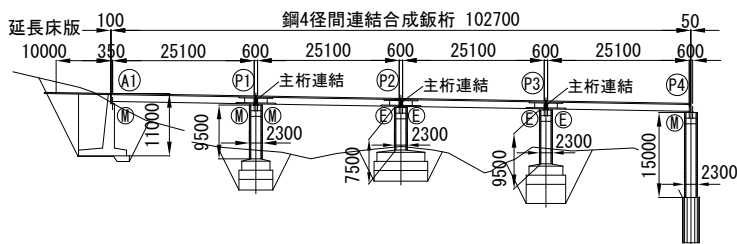


図-4 延長床版構造図

ため、施工性の良い接続構造を採用する必要があった。そこで、既設の RC 構造の延長床版と新設の PCaPC 床版の合理的な接続構造を検討し、静的載荷試験により性能を検証した。

3. 試験概要

(1) 試験体概要

試験体は単純はりとして、実施工を考慮して延長床版を模擬した RC 床版($f_{ck}=30\text{N/mm}^2$)と PCaPC 床版($f_{ck}=50\text{N/mm}^2$)をそれぞれ製作した後、RC 床版に鉄筋を定着し、間詰部を打ち込むという製作順序とした。検討した試験体の諸元を表-2、接続構造として採用した Case5 の試験体図を図-5 に示す。また、間詰部の構造を写真-1 に示す。間詰部の定着構造は機械式定着、鉄筋定着、孔あき鋼板ジベルとした。機械式定着は間詰部で鉄筋の重ね継手を使用しない継手方法として採用した。鉄筋定着はさらに簡略化し、版厚方向の中央に鉄筋を入れることで、既設鉄筋との干渉を避けて施工性の向上を図るとともに、正曲げと負曲げに抵抗できる配置としており、鉄筋径を上げて曲げ引張に抵抗させている。また、孔あき鋼板ジベルは伸縮装置の定着構造を参考にした。鉄筋の定着長は一般的な 15D, 10D に加え、Case5~7 の鉄筋定着長は、実績のある超高強度繊維補強コンクリート ($f_{ck}=180\text{N/mm}^2$) (以下、UFC) を用いた PCa 床版接合構造を元に 6.5D とした。間詰材料は、本報告の箇所以外の PCaPC 床版同士の接合に UFC

	差し筋	間詰幅	定着長	間詰材料	目荒らし
Case1	機械式定着	600mm	15D	UFC	WJ
Case2	機械式定着	600mm	15D	UFC	JT
Case3	機械式定着	420mm	10D	UFC	WJ
Case4	機械式定着	420mm	10D	UFC	JT
☆Case5	鉄筋定着	285mm	6.5D	UFC	WJ
Case6	鉄筋定着	285mm	6.5D	UFC	JT
Case7	鉄筋定着	285mm	6.5D	UFC	B
Case8	孔あき鋼板ジベル	600mm	—	膨張コン	JT

WJ: ウォータージェット, JT: ジェットタガネ, B: ビシャン仕上げ
UFC: 超高強度繊維補強コンクリート Case5: 採用案

表-2 試験体諸元

	差し筋	間詰幅	定着長	間詰材料	目荒らし
Case1	機械式定着	600mm	15D	UFC	WJ
Case2	機械式定着	600mm	15D	UFC	JT
Case3	機械式定着	420mm	10D	UFC	WJ
Case4	機械式定着	420mm	10D	UFC	JT
☆Case5	鉄筋定着	285mm	6.5D	UFC	WJ
Case6	鉄筋定着	285mm	6.5D	UFC	JT
Case7	鉄筋定着	285mm	6.5D	UFC	B
Case8	孔あき鋼板ジベル	600mm	－	膨張コン	JT

WJ: ウォータージェット, JT: ジェットタガネ, B: ビシャン仕上げ

UFC：超高強度繊維補強コンクリート Case5：採用案

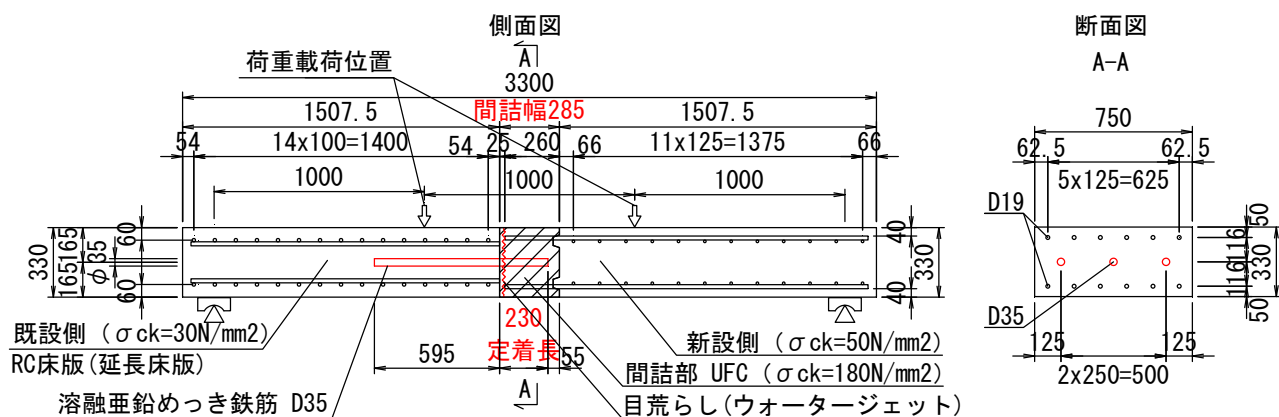
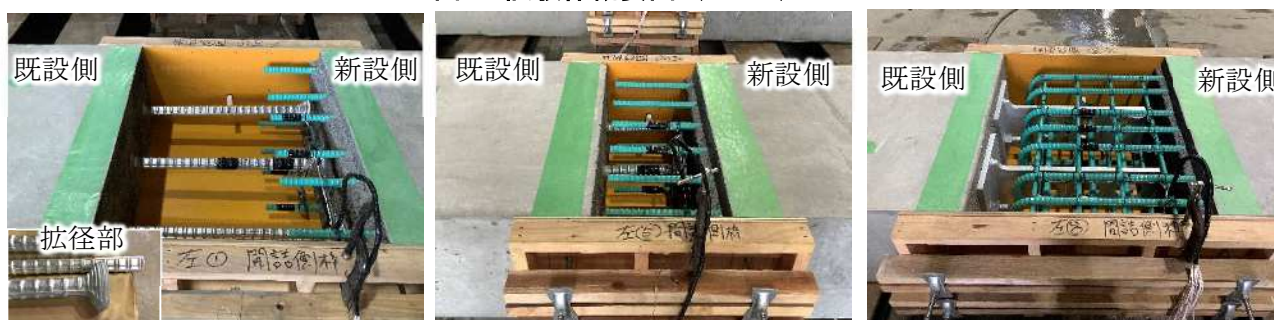


図-5 試験体概要図 (CASE5)



(a) Case1 機械式定着

(b) Case5 鉄筋定着

(c) Case8 孔あき鋼板ジベル

写真-1 試験体間詰

表-3 コンクリート物性値

を用いていることから、UFC とした。また、伸縮装置の構造を参考にした Case8 は膨張コンクリート ($f_{ck}=50\text{N/mm}^2$) とした。試験体を用いたコンクリートおよび UFC の圧縮強度など諸元を表-3 に示す。既設側コンクリートおよび UFC は設計基準強度と同等の圧縮強度が出ていることが確認できる。

既設床版側への鉄筋の埋め込み長は、コーン破壊および鉄筋付着力で決まる長さの最大値としており、今回は付着力より決定している。本試験体は鉄筋が 1 段配置で鉄筋 1 本当たりが負担する引張力が大きいため、17D 以上の定着が必要となった。さらに、間詰部のため耐久性を向上することを考慮し、鉄筋の防錆処理として溶融亜鉛めっきを施している。これは、普通鉄筋と比較して付着力を低減させることのない防錆仕様を選択することで、削孔長を大きくさせないことで、現場での削孔手間を減らすことが目的である。

(2) 既設 RC 床版の目荒らしの施工試験

既設 RC 床版の目荒らしは、施工の合理化および夜間施工における騒音の発生程度も構造決定の判断材料となるため、標準的なウォータージェット (以下、WJ) に、ジェットタガネ (以下、JT) 、ビシャン仕上げ (以下、B) を追加した。施工時は、既設延長床版と新設 PCaPC 床版は地盤の上に接地した状態での施工となるため、現地状況を再現して目荒らしすることで、施工性の確認も実施した。最も間詰幅が狭い Case5~7 (WJ,JT,B) のそれぞれの目荒らし施工状況を写真-2 に示す。このとき、実際の施工状況を再現するために、後ろには新設床版が設置済みであるとし、さらに延長床版は土工部に載っていることから、地面付近に試験体を設置することで、下から目荒らしはできず上からのみ

試験体種類	材令 (日)	圧縮強度 N/mm ²		設計基準強度 N/mm ²		曲げ強度 N/mm ²	
既設側 コンクリート	41	31.4	31.1	30	3.98	4.37	
		30.6			4.52		
		31.2			4.62		
新設側 コンクリート	41	62.5	62.4	50	7.7	6.87	
		63.2			6.3		
		61.5			6.6		
間詰部 コンクリート	25	56.1	56.2	50	3.47	4.30	
		55.5			4.7		
		57.0			4.72		
間詰部 UFC	21	181	181.3	180	16.4	16.3	
		181			17.0		
		182			15.4		



(a) WJ 施工



(b) JT 施工



(c) B 施工

写真-2 試験状況

目荒らしできる状況とした。

(3) 載荷試験概要

写真-3 に示すとおり載荷試験方法は4点曲げとした。支点はピン支点としている。荷重は単調載荷とし、設計荷重(46.1kN)付近の 50kN までは 5kN 単位、それ以降は 10kN 単位でひずみや変位の計測を実施し、上縁の圧壊で載荷終了とした。ただし、荷重の増加が見込めなくなった場合は、変位管理で載荷を続けた。なお、ここで設計荷重は延長床版の設計で得られた床版応力を換算して算出し、正曲げと負曲げのうち最大となる値(正曲げ)を用いている。



写真-3 載荷試験状況

4. 試験結果

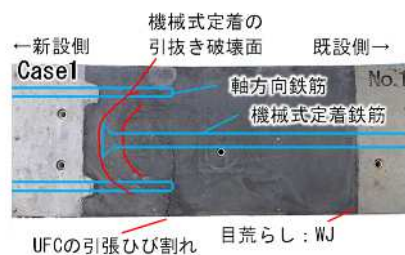
(1) 目荒らしの施工試験結果

写真-2 より、WJ および JT は施工可能であり、B は機械が入らないことがわかる。したがって、WJ や JT の場合は新設床版設置後でも目荒らしが可能であることに對し、目荒らし方法を B として間詰幅 285mm を採用する場合、背面には床版が無い状態、つまり、既設床版を撤去した際に目荒らしをする必要がある。一方、WJ において目地幅が 285mm の場合、水圧による反力を作業者が抑える必要があるが、施工姿勢が良くないため、負担が大きい。作業安全性を向上するには床版の版厚程度(本試験体としては 330mm 程度)は既設延長床版と新設床版の離隔は確保した方が良いことが確認できた。また、騒音の発生程度については JT や B は金属音により響くような音が発生するのに対し、WJ は比較的響かない音であることが確認できた。したがって、騒音の観点では WJ が優位であると判断した。

(2) 載荷試験結果

荷重と変位の関係を図-6 に示す。全ケースで設計荷重を超えてから曲げひび割れが発生することを確認した。さらに、最大荷重は設計荷重の 5 倍程度以上 (Case5 は 8.1 倍) であり、いずれの構造でも耐荷性能は確保できていることが確認できた。Case1,3,5,6,7,8 の載荷完了時である上縁の圧壊時の側面図を写真-4 に示す。破壊状況を比較すると、既設側の目荒らしが WJ の Case3,5 は既設側のコンクリートでひび割れが生じている。これに対して JT と B の Case6,7,8 は境界部で目開きが生じており、WJ の付着力が高いことが確認できた。Case2,4 も同様の結果であった。また、図-6 に示す通り、既設側の目荒らしが WJ である Case1,3,5 の初期剛性はそれ以外のケースと比べて大きく、目荒らしの違いが初期剛性に影響していると考えられる。また、全ケースで RC 構造としての弾性限界であるひび割れ発生強度が設計荷重を超えることを確認した。

Case1 は新設床版側からの軸方向鉄筋の無い範囲が広いために、ひび割れ強度の高い UFC であって



(a) Case1 機械式定着 15D



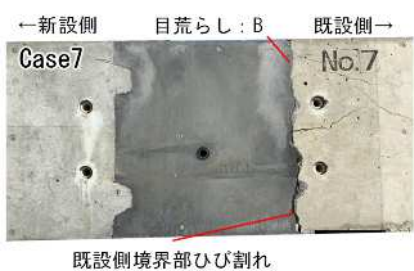
(b) Case3 機械式定着 10D



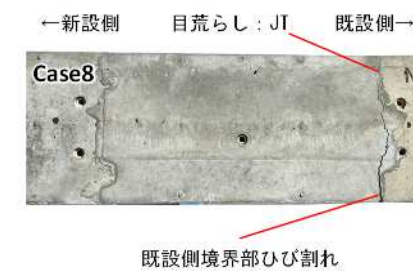
(c) Case5 鉄筋定着 WJ



(d) Case6 鉄筋定着 JT



(e) Case7 鉄筋定着 B



(f) Case8 孔あき鋼板ジベル

写真-4 破壊時側面状況

も機械式定着の引抜きによるひび割れで破壊している。機械式定着付近には新設床版の接合鉄筋の配置および UFC による補強効果を期待したが、接合鉄筋の定着長が不足したため、ひび割れにより耐力が低下したと考えられる。したがって、新設側からの鉄筋定着長を伸ばすことで改善される可能性がある。

WJ の場合は境界部のひび割れが発生しなかったことから、狭隘な施工環境でも十分な目荒らしできていたと推測できる。

5. まとめ

既設 RC 延長床版と新設 PCaPC 床版の接合構造を静的載荷試験により検討した。その結果、Case5（間詰幅 285mm，鉄筋定着 6.5D,WJ）の試験体が、耐荷性能・騒音の観点から有利であることに加え、間詰幅が狭いことで経済性にも優れることから、延長床版との接続構造に採用した。実施工においては、施工性を考慮して間詰幅を版厚程度(330mm)確保することとした。なお、疲労耐久性については今後の検討課題とする。

6. 参考文献

- 1) 素ら，床版取替工事における既設延長床版と新設 PCaPC 床版の接続構造に関する性能確認試験，第 80 回年次学術講演，V-468，2025.9

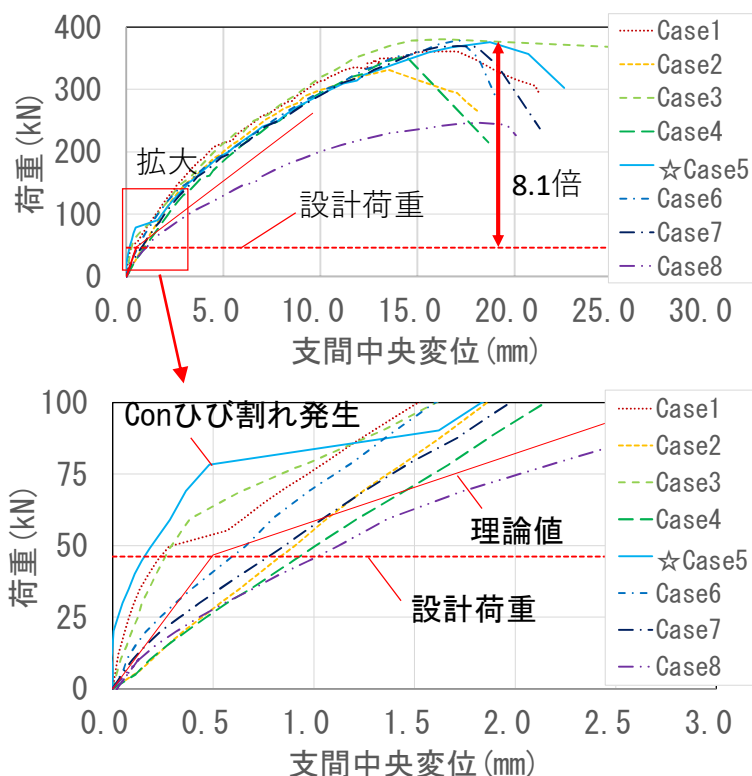


図-6 載荷試験結果