

斜角を有する鋼桁の床版取替え工事に適用した桁端部の高耐久化 中国道 西川橋

三井住友建設(株)	正会員	○中島 大樹
西日本高速道路(株)中国支社		松島 保博
西日本高速道路(株)中国支社		鶴田 義隆
三井住友建設(株)	正会員	中積 健一

キーワード：床版取替え，高耐久化，斜角，桁端部，セットバックジョイント構造

1. はじめに

西川橋は，中国自動車道の新見 IC～東城 IC 間に位置する橋長 117m の鋼 3 径間連続非合成鉄桁橋であり，供用開始から 40 年経過した橋梁である。本工事では，冬期の凍結防止剤により塩害劣化が顕著となった上下線の RC 床版を高耐久なプレキャスト PC 床版へ取替えを行った。床版下面の劣化状況を写真-1 に示す。本橋は，桁端部が約 62° の斜角を有していること，橋台がラーメン式橋台となっていることが特徴である。



写真-1 床版下面の劣化状況

計画時は，桁端部には延長床版構造が計画されていたが，A1 橋台において，頂版から舗装面までの土被りが小さいため，延長床版構造を採用できないことが分かった。そこで，頂版の高さに影響されないセットバックジョイント¹⁾構造を採用し，延長床版と同等の耐久性および維持管理性を確保した。桁端部の斜角が小さい場合は，形状が平面的に台形となるため，端部床版の場所打ち部ができる。この場所打ち部床版をプレキャスト化して，高品質化および工程短縮を図るため，プレキャスト分割方法や PC 鋼材配置・施工手順を工夫した。

本稿では，床版取替え工事に適用したセットバックジョイント構造の設計・施工および，実橋にて実施した載荷試験，斜角が小さい場合の桁端部床版のプレキャスト化への取組みについて報告する。なお，本工事は，2018年夏に下り線の床版取替えを，翌2019年夏に上り線の床版取替えを行う予定であり，ここでは完了した下り線の報告を行う。

2. 橋梁概要

下り線の橋梁諸元を表-1 に，断面図を図-1 に示す。本橋は床版支間が下り線 2.5m，上り線 2.8m の 4 主鉄桁橋である。全体一般図を図-2 に示す。本橋は，A1，A2 端支点の橋台および P1，P2 中間橋脚に斜角を有し，A1，P1 が約 62°，P2，A2 が約 68° である。

表-1 橋梁諸元

	西川橋	
	上り線	下り線
構造形式	鋼 3 径間連続非合成鉄桁橋	
橋 長	117.0m	
平面線形	R = 1000m	
縦断勾配	1.80%	
横断勾配	3.00%	
支間長	38.7m + 48.0m + 29.3m	29.3m + 48.0m + 38.7m
床版支間	3@2800	3@2500
有効幅員	9.755m	8.901m

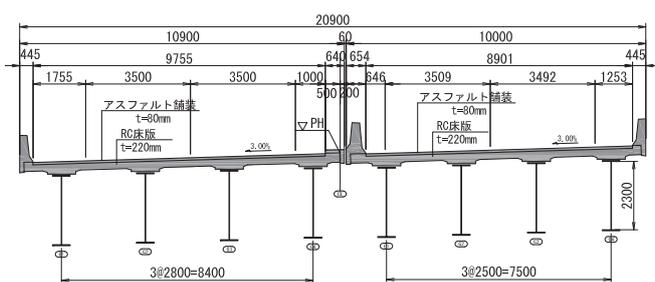


図-1 床版取替後の断面図

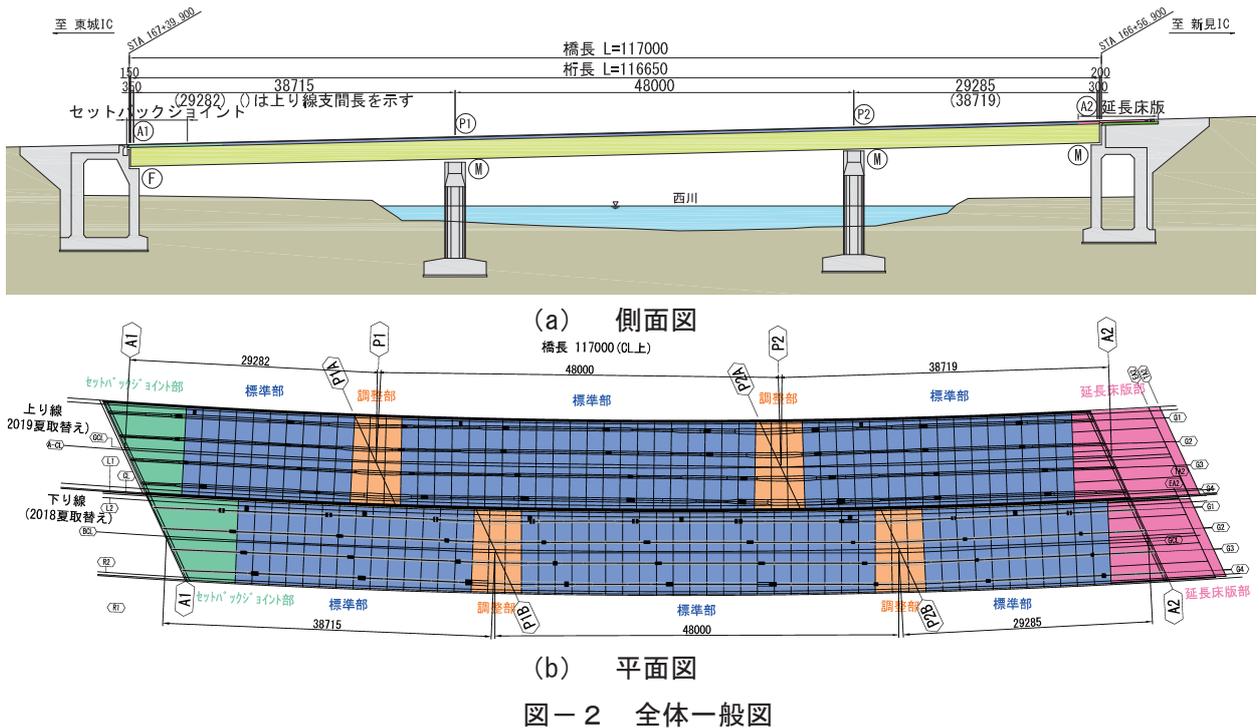


図-2 全体一般図

3. A1桁端部の構造

3. 1 セットバックジョイント構造の採用

本橋のA1, A2橋台の構造形式は高速道路下を車輛が横断可能なラーメン式構造となっており、特にA1橋台は建築限界を確保するために頂版を高く設定した構造となっている。このため、頂版から舗装面までの土被りが小さくなっており、頂版の上に延長床版を設置すると橋面の計画高を約270mm高く設定しなければならない。計画高を極端に高くすると橋梁の死荷重が増加するだけでなく、土工部での舗装のすりつけ範囲が広くなり、既設ガードレールの高さの修正も必要となるため望ましくない。そこで、延長床版と同等の耐久性を確保できるセットバックジョイント構造を採用した。セットバックジョイント構造とは、床版端部を延長して伸縮装置を橋台側へずらし、伸縮装置からの漏水をパラペット上部に設けた排水溝にて排水することで、桁端部の耐久性と維持管理性の向上を図る構造である(図-3)。排水溝幅は、点検および伸縮装置の止水材の交換作業ができる最低限の幅として500mm、高さ1m程度を確保することで桁端部の維持管理性に配慮した。また、ウイング側面に検査路を設置し、排水溝の点検を容易にできる経路とした。伸縮装置からの漏水は排水溝にて集水し、横断勾配の低い方に設置した排水溝にて橋台前面へ集水し導いた。セットバックジョイント構造を写真-2に示す。

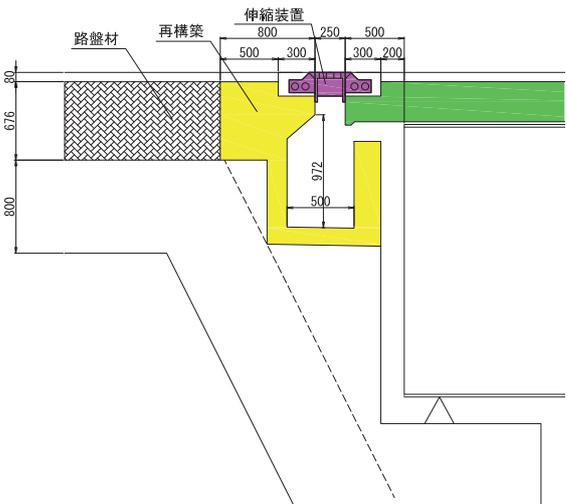


図-3 A1桁端部の構造(側面図)



写真-2 セットバックジョイント構造

3. 2 斜角による場所打ち部のプレキャスト化

桁端部の斜角が小さい場合、端部床版の平面形状は台形となるため場所打ち部とし、床版横締めは放射状に配置するのが一般的である。場所打ち部の横締鋼材の緊張は、長辺側ではスタッドの拘束によるプレストレス不足、短辺側では鋼材の過密配置によりスタッド耐力が不足しれ止めの効果が失われる懸念がある。また、限られた規制期間の中で行う床版取替工事において工程遅延のリスクとなる。そこで、場所打ち部をすべてプレキャスト化し、端部床版の高耐久化を図った。プレキャスト PC 床版は運搬可能な寸法とするため橋軸直角方向に鋼桁直上で分割し (図-4、床版①~⑤)、横締め PC 鋼材を緊張することにより一体化する構造とした。

(1) 横締め PC 鋼材配置

長辺側の横締め PC 鋼材をすべて短辺側へ定着すると、PC 鋼材が密配置となり定着部の切欠きが大きくなるため、壁高欄の鉄筋が配置できない。そこで、G2 桁上にて PC 鋼材 5 本 (1 次ケーブル) を定着することで、短辺側へ定着する本数の低減を図った (図-4)。これにより定着具同士を独立した切欠きとすることができ、壁高欄鉄筋の配置が可能となった。しかし、G2 桁上の 1 次ケーブル定着部はスタッドジベル孔を兼ねており、ジベル孔後打ちコンクリートのひび割れによる定着部の劣化が懸念された。その対策として、G2 桁のジベル孔のみ、後打ちコンクリートを 2 次ケーブル緊張前に先行打設し、プレストレスを導入することで高耐久化を図った。

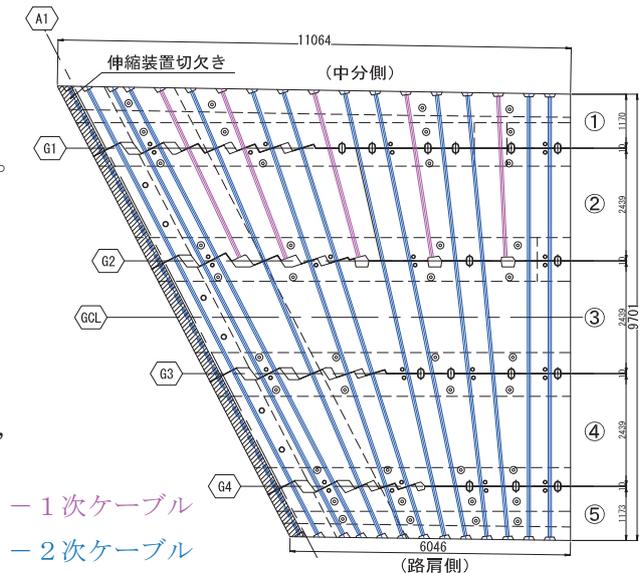


図-4 横締め PC 鋼材配置

(2) 橋軸方向 PC 鋼材について

本橋のセットバックジョイント構造は桁端部から500mm張出した構造であり、斜角が小さいため複雑な挙動を示すことが懸念された。そこで3次元FEM解析を行い、その構造の挙動について確認を行った。床版の先端にT荷重を載荷して橋軸方向の発生応力を確認した。解析の結果、橋軸方向に最大で-3.0N/mm²の引張応力が発生することが分かった。FEM解析結果を図-5に示す。橋軸方向に発生する引張応力に対しては桁端部という環境を考慮して橋軸方向にプレテン鋼材1S15.2を400mmピッチで配置しPC構造とすることで高耐久化を図った。

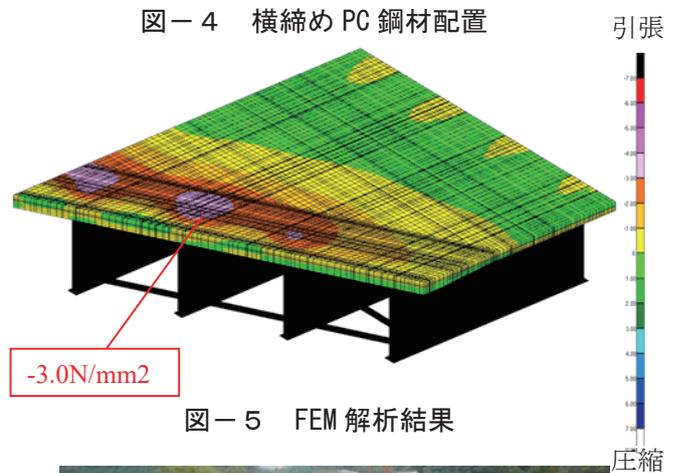


図-5 FEM 解析結果

(3) 施工ステップ

桁端部床版を含めたセットバックジョイント構造全体の施工ステップを示す。

【排水溝の構築】①既設橋台パラペット・ウイングの切断・撤去、ウォータージェットはつり→②樹脂アンカー打設、鉄筋組立→③型枠組立→④再構築



写真-3 1次ケーブル緊張状況

パラペット・排水溝コンクリート打設

【端部床版の構築】①端部プレキャストPC床版架設→②伸縮装置据付け→③後打ちコンクリート打設の順に行った。端部プレキャストPC床版は、1次ケーブル緊張分の中分側プレキャスト床版2枚（図-4の床版①と②）を架設して、パネル間の目地に無収縮モルタルを打設、無収縮モルタルの圧縮強度を確認してから1次ケーブルの緊張を行った（写真-3）。その後、残りのプレキャストPC床版（図-4の床版③から⑤）も同様に架設、パネル間の目地に無収縮モルタルを打設して、2次ケーブルの緊張を行った。なお、張出し床版（図-4の床版①と⑤）は、桁下の地盤から支保工を組み立てて架設を行った。



写真-4 架設完了

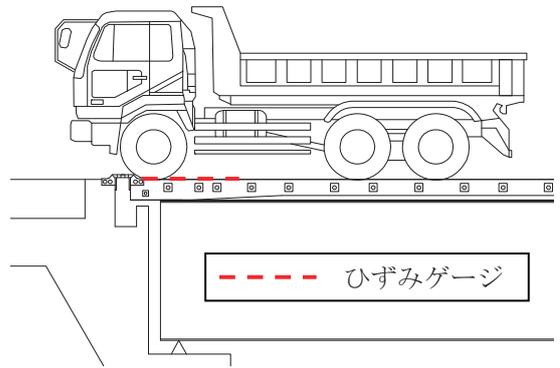


図-6 G2上ひずみゲージ

4. 実橋載荷試験

セットバックジョイント構造は橋軸方向へ桁端部から張り出した複雑な構造であり、床版取替え工事において実績が少ない。そこで設計時に用いた3次元FEM解析の妥当性を確認する目的で実橋載荷試験を行った。

計測は床版のG2桁上にひずみゲージを一定間隔ごとに設置して、橋軸方向に発生するひずみを測定した（図-6）。荷重は、FEM解析にて引張応力が最大となる位置に10tダンプトラックを2台載荷した（写真-4）。

試験の結果、床版の橋軸方向のひずみ分布を図-7に示す。計測値は、載荷荷重規模が小さかったため、FEM解析値と比較して小さかったものの、同様の分布を示したことから設計で用いたFEM解析モデルの条件設定はおおむね妥当であると考えられる。

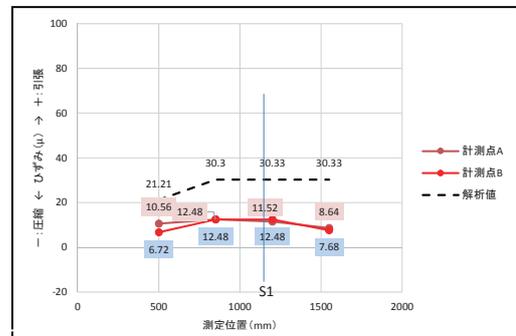


図-7 ひずみ分布

5. おわりに

本橋は、ラーメン式橋台の土被りが小さいため延長床版が採用できなかった桁端部へ、セットバックジョイント構造を適用した。本稿ではセットバックジョイント構造の設計、施工および実橋にて実施した載荷試験について、また、斜角による端部床版のプレキャスト化への取組みについて述べた。

本橋のA1側で実施したセットバックジョイント構造は、斜角の小さな橋梁であったため、端部プレキャスト床版部の施工に多くの労力と時間を要し、A2側の延長床版と比較して同程度の工程を費やした。斜角がほとんどない橋梁の場合は、端部版が標準部のプレキャスト床版と同じになるため、延長床版構造と比較して省力化や工程短縮が期待できる。本報告が今後の同種橋梁の計画や設計・施工の参考となれば幸いである。

参考文献

1) 鈴鹿ら：高耐久化を目指した床版取替え（中国自動車道 大峯橋（下り線）），第27回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム2018. 11, pp. 45-48