

小袖橋の床版取替え工事報告

—高強度軽量プレキャストPC床版による既設鋼橋RC床版の取替え工事—

群馬県沼田土木事務所	工務第1課	根津一明
群馬県沼田土木事務所	工事第2係	林 守
ピーシー橋梁(株) 東京支店工事部		吉原直樹
ピーシー橋梁(株) 東京支店技術部	正会員	○鈴木広幸

1. はじめに

小袖橋は、群馬県利根郡月夜野町の赤谷川溪谷に架かる単径間曲弦プラットトラス橋である。本橋は昭和10年の架設であり、竣功以来およそ65年が経過している。本工事に先立って実施された現橋調査により、鉄筋コンクリート床版(以下、RC床版と書く)および床版床組部などの損傷が確認され、損傷部の補修・補強が実施されることとなった。特に、RC床版部については、竣功以来維持補修を実施しておらず、経年劣化が著しかったことおよびB活荷重への対応を考慮して、新設床版への取替え工法が採用された。この際、B活荷重対応としたことによる既設鋼主桁への応力度負担の増加を軽減し、現行道路橋示方書に適合した床版厚を確保するため、新設床版に高強度軽量プレキャストPC床版が採用された。

本報告では、特に高強度軽量プレキャストPC床版の特長、取替え工事の概要、取替え後の床版および鋼主桁の挙動を調査した実橋載荷試験を中心に報告する。

2. 工事概要

工事名 : 単独道路維持修繕事業 小袖橋
 工事箇所 : 群馬県利根郡月夜野町大字月夜野地内
 施 主 : 群馬県沼田土木事務所
 構造形式 : 単純曲線プラットトラス橋
 橋 長 : 28.000m
 桁 長 : 27.900m
 支 間 : 27.000m
 幅 員 : 4.570m
 工 期 : 自 平成12年9月29日
 至 平成13年3月13日



写真-1 完成写真

図-1に構造一般図を、写真-1に完成写真を示す。

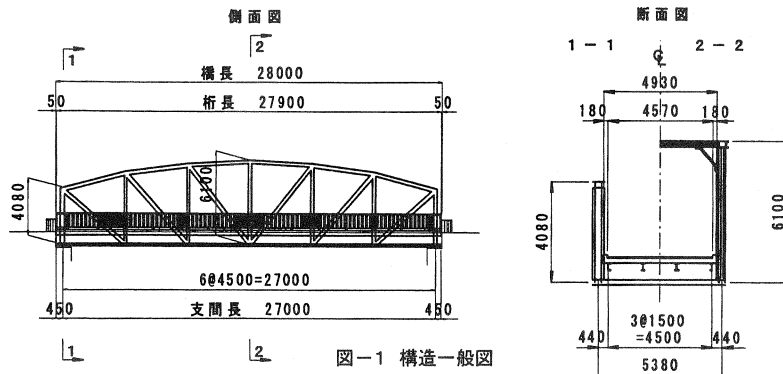


図-1 構造一般図

3. 高強度軽量プレキャストPC床版の特長

本橋の取替え工事に使用した高強度軽量プレキャストPC床版の基本構造を図-2に示し、主な特長を以下に示す。

- ・軽量：人工軽量骨材の使用により、既設RC床版より約20%の重量減（コンクリートの単位体積質量=約1.85t/m³）。
- ・高耐久性：高強度コンクリート（ $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ ）およびPC構造の採用。
- ・高品質：プレキャスト工場製品の採用。

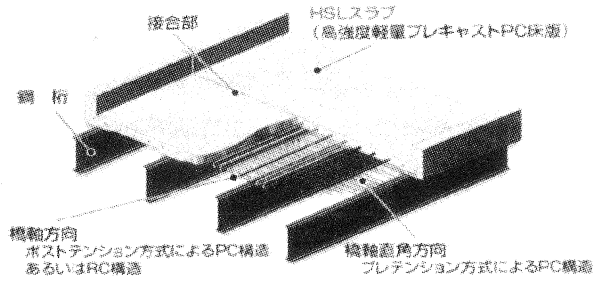


図-2 高強度軽量プレキャストPC床版の基本構造

高強度軽量プレキャストPC床版の性能については、別途に凍結融解試験、静的試験¹⁾および移動式荷輪重走行試験を実施し、要求性能を十分満足していることを確認している。

4. 施工概要

(1) 既設床版の調査結果

高強度軽量プレキャストPC床版による取替え工事に先立ち、既設床版の損傷状況およびコア採取によるコンクリート強度の調査を実施した。図-3に床版の損傷状況およびコア採取位置を、写真-2および写真-3に張出し床版部および中間床版部の損傷状況を示す。図-3から床版の損傷は、橋梁全般に渡って生じており、特に張り出し部に多く発生していることがわかる。損傷理由としては、コンクリートの中酸化、融雪剤による塩害および凍結融解作用が考えられる。また、張出し床版部での損傷が激しい理由としては、地覆を伝わって雨水等が浸入し、冬季の凍結融解作用によってコンクリートの耐久性が低下したものと推察される。また、張出し床版に水切りが、無かったことも劣化を促進させる結果となったと考えられる（写真-2参照）。これらのことから、新設床版では、張出し部の水切り形状、橋面および地覆部の防水には十分

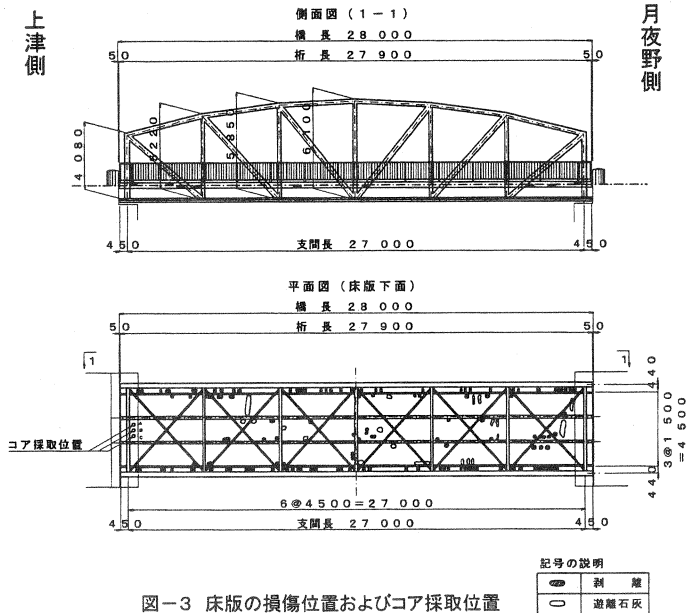


図-3 床版の損傷位置およびコア採取位置



写真-2 張出し床版部損傷状況



写真-3 中間床版部損傷状況

な配慮を行うこととした。表-1に、上津側の橋台付近の床版から採取したコアの材料試験結果を示す。コア採取は、比較的健全な部分の床版から採取した5本の供試体(圧縮試験用3体、引張試験用2体)より求めたものである。建設当時の設計図書は、現在残っていないため既設床版の材料特性を知るデータとしては、これ以外にない。単位体積質量は約 2.34t/m^3 で、現在使用されている普通コンクリートとほぼ等しいことがわかる。圧縮強度については、ばらつきが大きく強度の推定が困難であるが、建設年(昭和10年)を考慮すると設計基準強度で約 18N/mm^2 と推察できる。

表-1 コア供試体の材料試験結果

単位体積質量 (t/m^3)	圧縮強度 (N/mm^2)	割裂引張強度 (N/mm^2)
2.30~2.43 (2.34)	17.6~32.6 (24.5)	3.46~3.64 (3.55)

(2) コンクリートの品質管理および床版の製造

高強度軽量プレキャストPC床版は、品質の行き届いた工場において製造を行った。高強度軽量コンクリートの品質管理は、原則として材齢28日で管理したが、必要に応じて弱材齢時での材料試験を実施した。品質管理項目としては、圧縮強度および単位体積質量の管理を行った。図-4に示すように、材齢28日での平均圧縮強度は 63.2N/mm^2 で、平均単位体積質量は 1.84t/m^3 であり、いずれも設計で考慮したコンクリートの特性値を満足し、ばらつきもほとんどないことが確認された。コンクリート打設後、3時間の前養生を行い、その後蒸気養生を行った。プレストレス導入は、プレテンション方式により材齢2日で実施した。製品の製作精度管理は、(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会のプレキャスト床版設計施工マニュアル²⁾に準じて行った。また、本橋の場合、プレキャスト床版は地覆一体型を採用しており、地覆近傍の水切りおよびPC鋼材の端部処理には図-5のような形式を採用した。

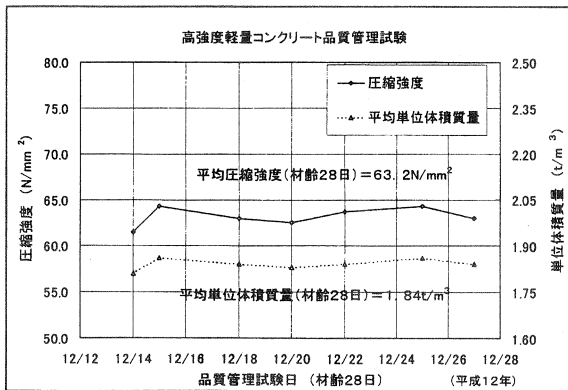


図-4 高強度軽量コンクリートの品質管理試験結果

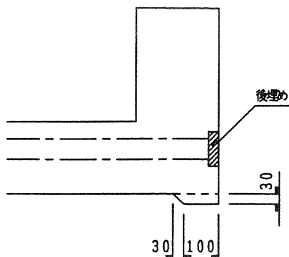


図-5 床版の端部処理

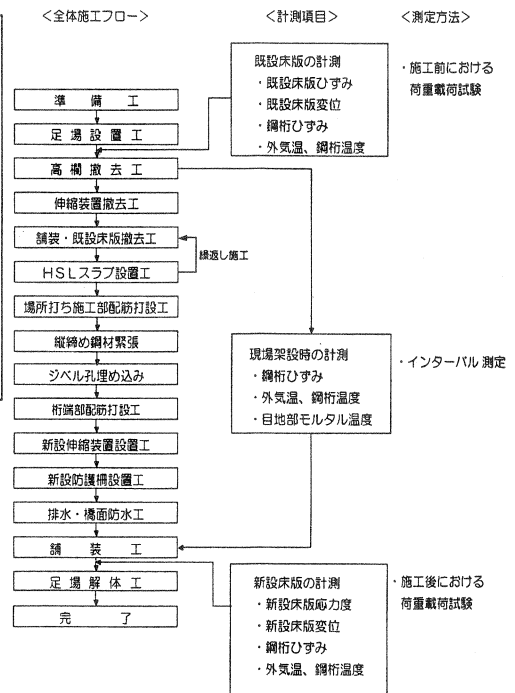


図-6 全体施工フロー図及び計測工

(3)現場施工フロー

現場施工の全体フロー、計測工時期および計測項目を図-6に示す。

(4)床版取替え工

床版取替え工は図-6のフローに示すとおり、舗装・既設床版撤去工とプレキャスト床版設置工の繰返し施工とし、1日あたり3枚のプレキャスト床版を設置する工程で進捗した。

既設床版の切断は28分割(図-7)とし、鋼主桁と床版の分離は油圧ジャッキ(30t)を用いて行った。床版の切断後、25tラフタークレーンにより床版を撤去し、主桁上のケレンおよびシールゴム、スポンジゴムの設置後、プレキャスト床版の架設を行った(写真-4)。プレキャスト床版の架設は、トラス橋の作業空間の制限から25tラフタークレーンで自走運搬して実施した。プレキャスト床版設置完了後、端部場所打ち床版の施工、床版目地の無収縮モルタルの打設を行った後に縦締め鋼材に所定の緊張力を導入し、プレキャスト床版を一体化させた。その後、スラブ止めのスタッドジベルを溶接し、ジベル孔に無収縮モルタルを充填した。床版取替え工完了後、橋面防水を施した。床版部は塗布系の防水材を、地覆部にはシラン系の高性能撥水材を塗布し耐久性の向上を図った。

既設床版カッター目位置図
平面図
桁長 27 900

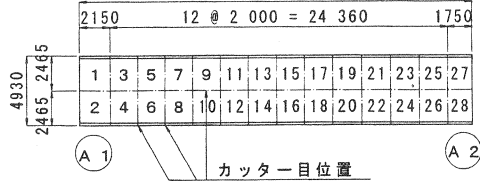


図-7 既設床版カッター目位置図

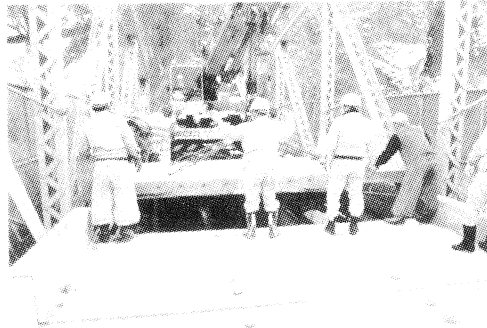


写真-4 プレキャスト床版設置状況

(5)実橋載荷試験およびFEM解析による検証

本橋では、床版取替え完了時での床版および鋼桁の応力度を計測し、現状での応力状態と今後の維持管理を行う上での基礎データを得ることを目的として実橋載荷試験を実施した。計測状況写真を写真-5、写真-6に、計測内容を表-2に示す。

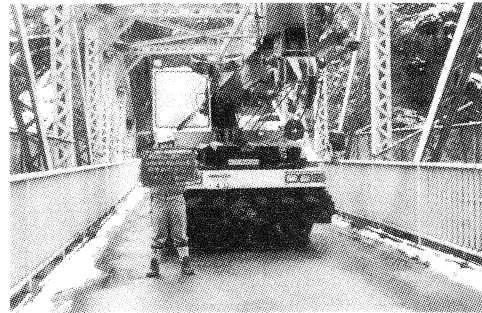


写真-5 載荷状況

表-2 計測工一覧

計測内容	計測項目	計測方法
①既設床版の計測	・既設床版ひずみ ・既設床版変位 ・鋼桁ひずみ ・外気温、鋼桁温度	施工前における荷重載荷試験(荷重: 25tクレーン車)
②現場架設時の計測	・鋼桁ひずみ ・外気温、鋼橋温度 ・目地部モルタル温度	インターバル測定(3時間間隔)
③新設床版の計測	・新設床版ひずみ ・新設床版変位 ・鋼桁ひずみ ・外気温、鋼桁温度	施工後における荷重載荷試験(荷重: 25tクレーン車)

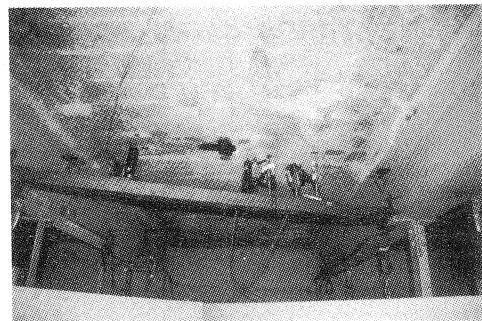


写真-6 計測器設置状況

1) 事前解析

荷重による応力度分布を正確に把握するために、実橋載荷試験の事前解析として3次元FEM解析を行った。トラス材はロッド要素、床版部はソリッド要素および鋼主桁はシェル要素でモデル化した。新設床版の弾性係数は試験練りより 26.3kN/mm^2 とし、床版と鋼桁の接合は便宜上、完全付着と仮定した。FEM 解析モデルを図-8に示す。

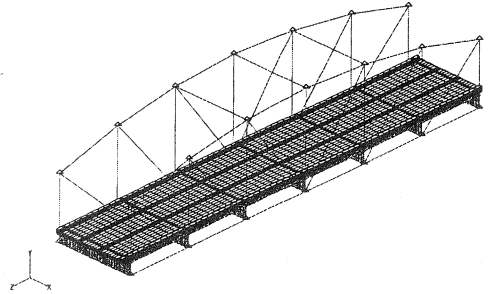


図-8 FEM 解析モデル

2) 試験方法

実橋載荷試験は 25t ラフタークレーンを用いて行った。既設床版計測時の輪荷重載荷位置は垂直トラス材位置および垂直トラス材支間中央位置とし、新設床版計測時には垂直トラス材位置、床版目地部およびプレキャスト PC 床版中心位置として、繰返し載荷を行った。新設床版載荷試験の載荷位置図を図-9に示す。

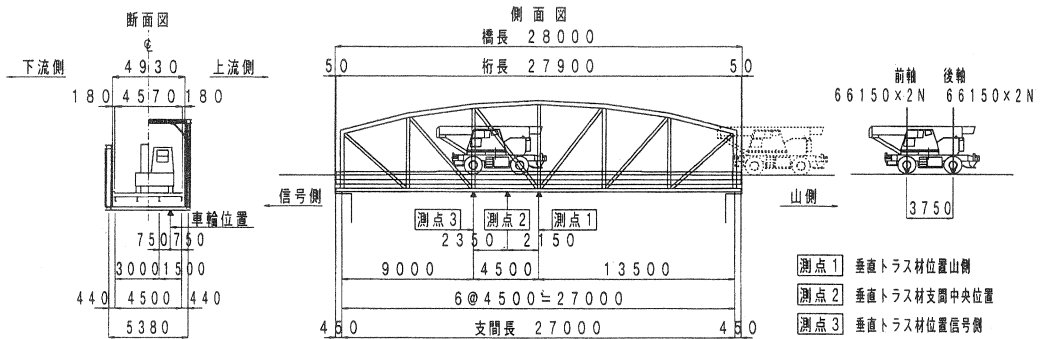


図-9 載荷位置

3) 試験結果

① 鋼縦桁ひずみ

床版取替え前後の鋼縦桁ひずみの比較を図-10に示す。鋼縦桁の下フランジの発生ひずみは床版の取替えにより約 50%小さくなった。また、上フランジの発生ひずみは床版取替え前に 120×10^{-6} 程度の圧縮ひずみであったが、取替え後には 20×10^{-6} 程度の引張ひずみとなった。これは、PC 床版と鋼主桁を非合成として設計しているが、スラブ止めのスタッドジベルおよび無収縮モルタルと鋼主桁との付着により、PC 床版と鋼桁が合成挙動を示していることが考えられる。ただし、本橋は単純桁構造であるため、連続桁の支点上のように床版部引張応力を発生させるような挙動ではないことは計測結果からも明らかである。

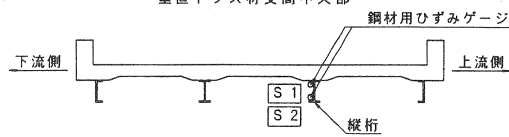
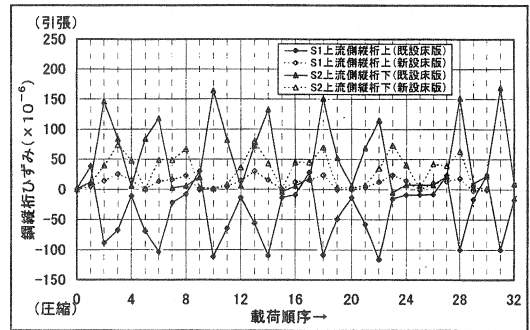


図-10 鋼縦桁ひずみの比較

② 鋼横桁ひずみ

床版取替え前後の鋼横桁下フランジひずみの比較を図-11に示す。鋼横桁下フランジの発生ひずみも鋼縦桁と同様に約 50%小さくなった。鋼縦桁の分担荷重が床版の合成効果により軽減されているため、鋼縦桁の荷重を分配する鋼横桁の分担荷重も同程度軽減されていることがわかる。

③ 床版たわみ計測結果

床版取替え前後の床版たわみの比較を図-12に示す。ここで、床版たわみは鋼縦桁からの相対変位量とした。既設床版の変位は最大3.5mmであったが、新設床版では1mm以下となっている。これは、既設床版では、損傷による剛性低下が顕著であったことが主要因と考えられる。

4) FEM 解析結果との比較

FEM 解析結果(最大値)と同じ荷条件での新設床版荷試験結果の比較を表-3に示す。ここで、計測結果のPC床版応力度は、計測したひずみにFEM解析条件と同様の弾性係数(26.3kN/mm²)を乗じて算出した。計測結果は、FEM解析値の約75~85%となっている。この理由としては、FEM解析では鋼・コンクリートの合成効果を便宜上、100%見込んだが、実際は80%程度であると推察できる。

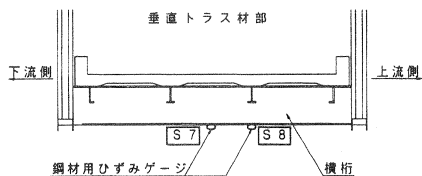
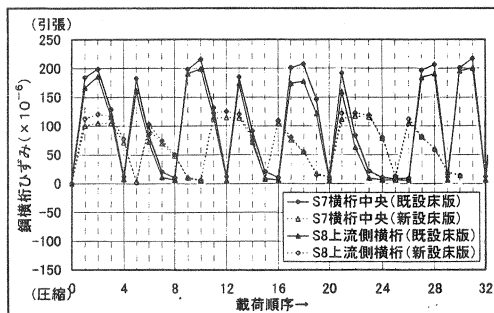


図-11 鋼横桁下フランジの発生ひずみの比較

表-3 FEM 解析結果との比較 (単位: N/mm²)

	FEM解析結果	計測結果	比率
鋼横桁上フランジ (S1)	6.8	5.0	0.74
鋼横桁下フランジ (S2)	17.4	14.8	0.85
PC床版横軸方向	1.56	1.32	0.85
PC床版横軸直角方向	2.57	1.95	0.76

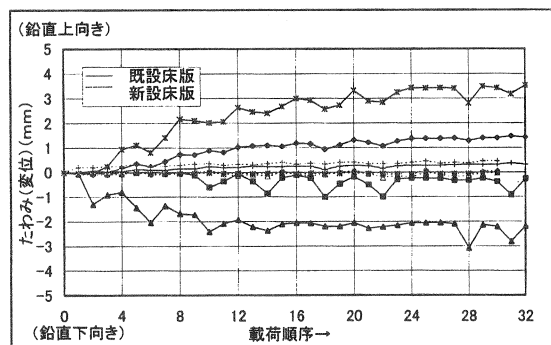


図-12 床版たわみの比較

5) まとめ

実橋荷試験により得られた結果を以下に要約する。

- ①床版取替え前後で鋼縦桁および横桁のひずみは約50%となった。この理由として床版取替え後はPC床版が健全かつ、鋼桁との合成効果があるためと考えられる。
- ②新設床版に発生するコンクリート応力度および鋼縦桁フランジ応力度は、FEM解析値に対し約80%となった。

5 おわりに

本工事は、高強度軽量プレキャストPC床版を用いて鋼橋の既設RC床版取替えを行ったものであり、製造、施工および実橋荷試験を中心に報告を行った。尚、工事は、平成13年3月に無事終了した。最後に、紙面をお借りして、関係各位の皆さんに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中村定明, 深山清六, 山崎淳: 高強度軽量コンクリートを用いたプレキャストPC床版に関する研究, 第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集, pp.101-106, 2000.10
- 2) (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会: PC床版設計・施工マニュアル, 1999.5