

アンバランスな支間割りを有する PC・鋼混合箱桁橋の施工

- 塩坪橋 -

東北支店 土木工事統括部 PC 工事部 佐々木政行

東北支店 土木工事統括部 PC 工事部 村山 輪

東北支店 土木工事統括部技術部 古村 豊

概要: 塩坪橋は、福島県耶麻郡高郷村地内を流れる阿賀川に架かる、橋長 119.4m の道路橋である。本橋は橋脚の設置位置に制約を受けたことにより、支間長が $75.650+42.250\text{m}$ 、約 2:1 という非常にアンバランスな支間割りとなった。本橋の構造は、これを解消すべく、長径間側に引張力に有効で軽量の鋼桁を配置し、残りの短径間側に圧縮に有効で重量のある PC 桁を配置し、これら異種部材を接合桁を介して直接接合した PC・鋼混合構造¹⁾が採用された。本稿では、本橋の構造的特徴と施工的特徴について報告する。

Key Words: PC・鋼混合橋、不等径間、接合桁

1. はじめに

阿賀川に架橋されている旧塩坪橋(写真-1)は、老朽化が進んでいるほか、橋上での大型車両同士の交差が徐行を余儀なくされていることなどにより橋の架け替えが計画され、福島県喜多方建設事務所より架け替え工事が発注された。本橋の架け替え工事は、平成 14 年度に A2 橋台と P1 橋脚を、平成 15 年度に A1 橋脚を施工し、同じく平成 15 年度に上部工施工が着工された。

本橋は、河川規則の近接橋の特則により P1 橋脚の設置位置に制約を受け、約 2:1 という非常にアンバランスな支間割りとなったことから長径間側に軽量の鋼桁を配置し、残りの短径間側に重量のある PC 桁を配置し、これら異種部材を接合桁を介して直接接合した PC・鋼混合構造が採用されている。混合構造は、本橋のような特異的な条件下では橋梁全体としてのコスト縮減が可能な新しい構造形式であり、わが国の本構造形式の実績は、1991 年に供用された生口橋をはじめとして揖斐川橋・木曽川橋、なぎさブリッジ などがある。

本橋は、PC 桁部の P1～A2 径間を固定支保工架設し、次いで河川上となる A1～P1 径間 PC 部を張出し架設にて施工した。鋼桁は工場で製作して現場に輸送し、A2 側ヤードで地組立てを行ったあとに PC 桁上を送り出して一括架設した。



写真-1 旧塩坪橋



図-1 完成予想図



佐々木 政行



村山 輪



古村 豊

2. 橋梁概要

(1) 工事概要

本橋の工事概要は以下の通りである。また、橋梁諸元および主要材料を、それぞれ表-1 および表-2 に、橋梁一般図を図-2 に示す。

工 事 名：緊急地方道整備工事(上郷舟渡線 塩坪橋上部工工事)

発 注 者：福島県 喜多方建設事務所

施 工 者：ピーエス三菱・川田工業 特定建設工事共同企業体

工事場所：福島県耶麻郡高郷村字塩坪地内(阿賀川一級河川上)

工 期：平成15年10月14日～平成17年3月18日

構造形式：2径間連続 PC・鋼混合箱桁橋

表-1 橋梁諸元

橋 種	道路橋
設計速度	V=50km/h
活 荷 重	B 活荷重
橋 長	119.400m
桁 長	119.000m
支 間 長	75.650+42.250m
有効幅員	11.000～8.000m
斜 角	A1, P1:90°, A2:左 83°

表-2 主要材料

主 要 材 料		単位	数 量
PC 桁	コンクリート	m ³	854
	鉄 筋	t	107
	PC 鋼材	t	50
	型 枠	m ²	1960
鋼 桁	鋼 材	t	231
	コンクリート	m ³	195
	鉄 筋	t	23

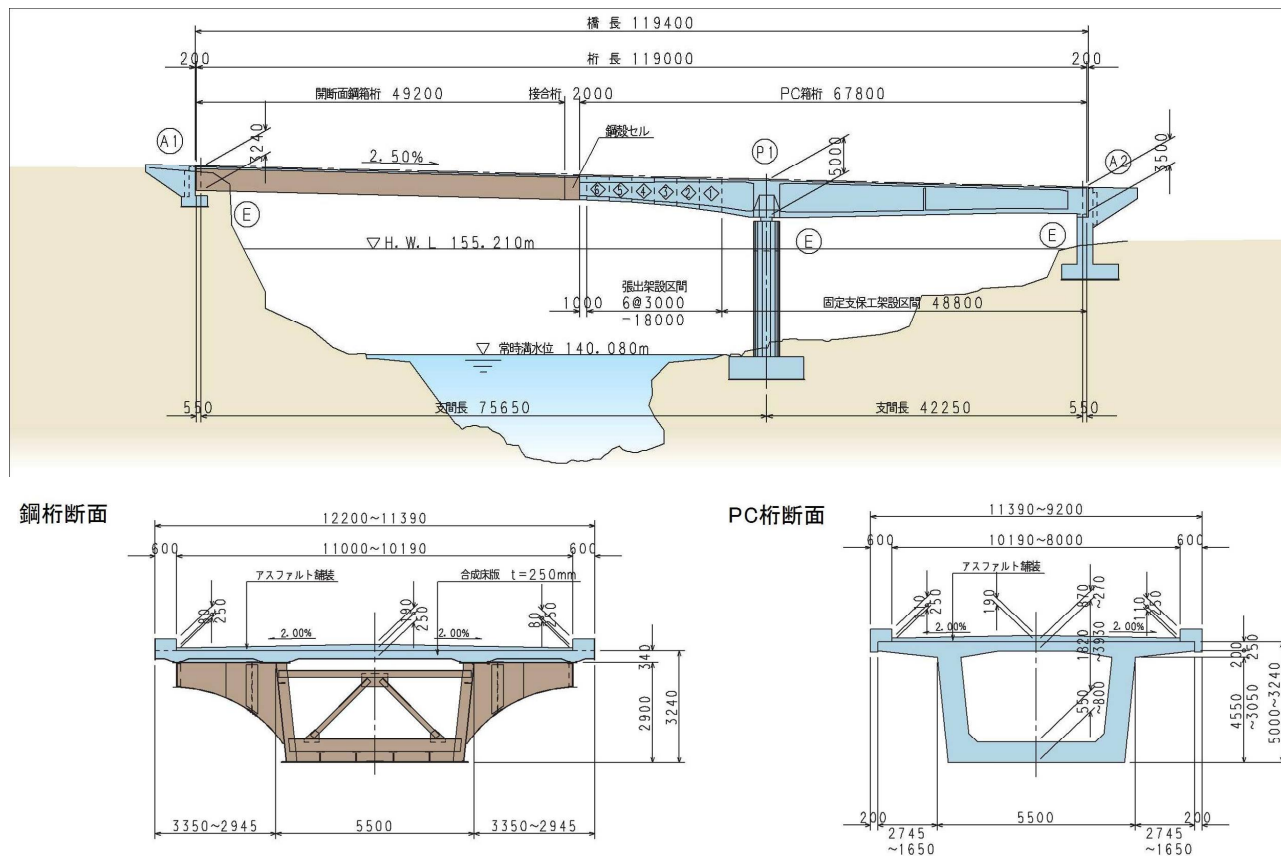


図-2 橋梁一般図

(2) 構造的特徴

1) 接合部の構造

PC 桁と鋼桁の接合部は、各荷重組合せ時において鋼桁部の床版が圧縮領域となるよう、曲げモーメントの正負交番点付近に配置している。接合桁となる鋼殻セルはマルチセル断面であり、図-3 に示すようにセル内に中詰めコンクリートを充填した後面プレート構造である。鋼殻セルと PC 桁を一体化させるためセル内には、ずれ止めとして孔あき鋼板ジベルを配置しているほか、後面プレートよりプレストレスを導入している。鋼殻セルに定着する PC 鋼材は、PC 鋼より線 SWPR7B 12S15.2×26 本、PC 鋼棒 SBPR930/1180 $\phi 32 \times 4$ 本を配置している(図-4 参照)。接合桁と鋼桁の接合方式は、2 面摩擦高力ボルト接合である。



写真-2 鋼殻セル

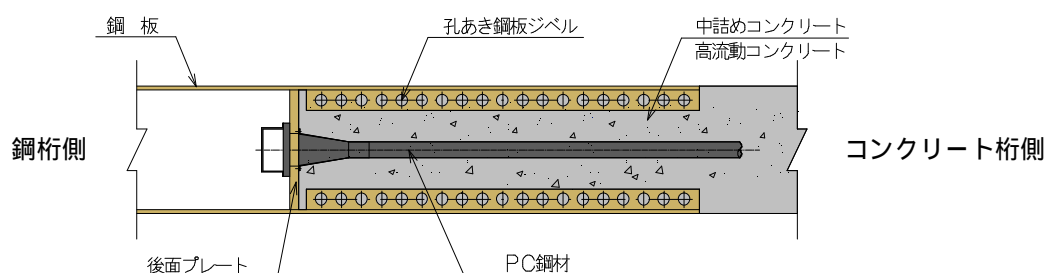


図-3 セルの内部構造

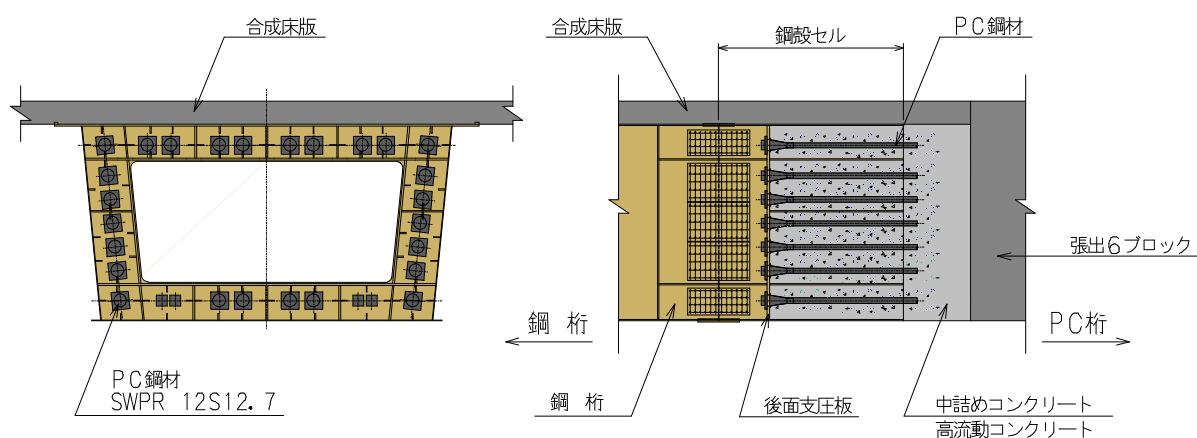


図-4 鋼殻セル構造

2) 鋼桁の構造

鋼桁部の構造は、合成床版を用いた耐候性鋼板裸仕様による開断面箱桁構造である。この構造は、大型断面の開断面箱桁に合成床版を用いることで、高い曲げ剛性とねじり剛性が得られ、従来の鋼箱桁橋に比べて縦桁、横桁および補剛材などを少なくすることができる。

合成床版は下鋼板と RC 床版を頭付きスタッドにより合成した構造である。合成床版の採用により床版支間を大きくできるほか、下鋼板が型枠となるため、作業足場が不要となり施工性に優れている(写真-3 参照)。下鋼板の取付けは、鋼桁の地組立て時に行い、鋼桁の送出し架設を行った。



写真-3 下鋼板(合成床版)

3. 施工手順

施工ステップ図を図-5 に示す。コンクリート桁区間の施工手順は、P1～A2 径間を固定支保工架設にて施工し、主桁にプレストレスを導入して支保工を解体する。次いで、P1 柱頭部に移動作業車を設置し、6 ブロックの片側張出し架設を行う。張出し架設後、工場にて製作した接合桁を現場に運搬し、移動作業車にて架設、中詰めコンクリートを打設、プレストレスを導入して接合桁と PC 桁を一体化させる。

鋼桁部は、鋼桁部材を工場にて製作、現場に運搬した後、A2 橋台背面の組立ヤードで地組立てを行う。鋼桁に手延べ桁および後方連結桁を接続し、A1、P1、A2 の各支点桁上に送り出し装置を設置し、PC 桁上を送り出す。所定位置まで送り出した後、降下装置にて鋼桁を降下し接合桁と接合して架設完了となる。その後、架設機材を撤去して鋼桁上の合成床版を施工、橋面工の施工を行い完成となる。

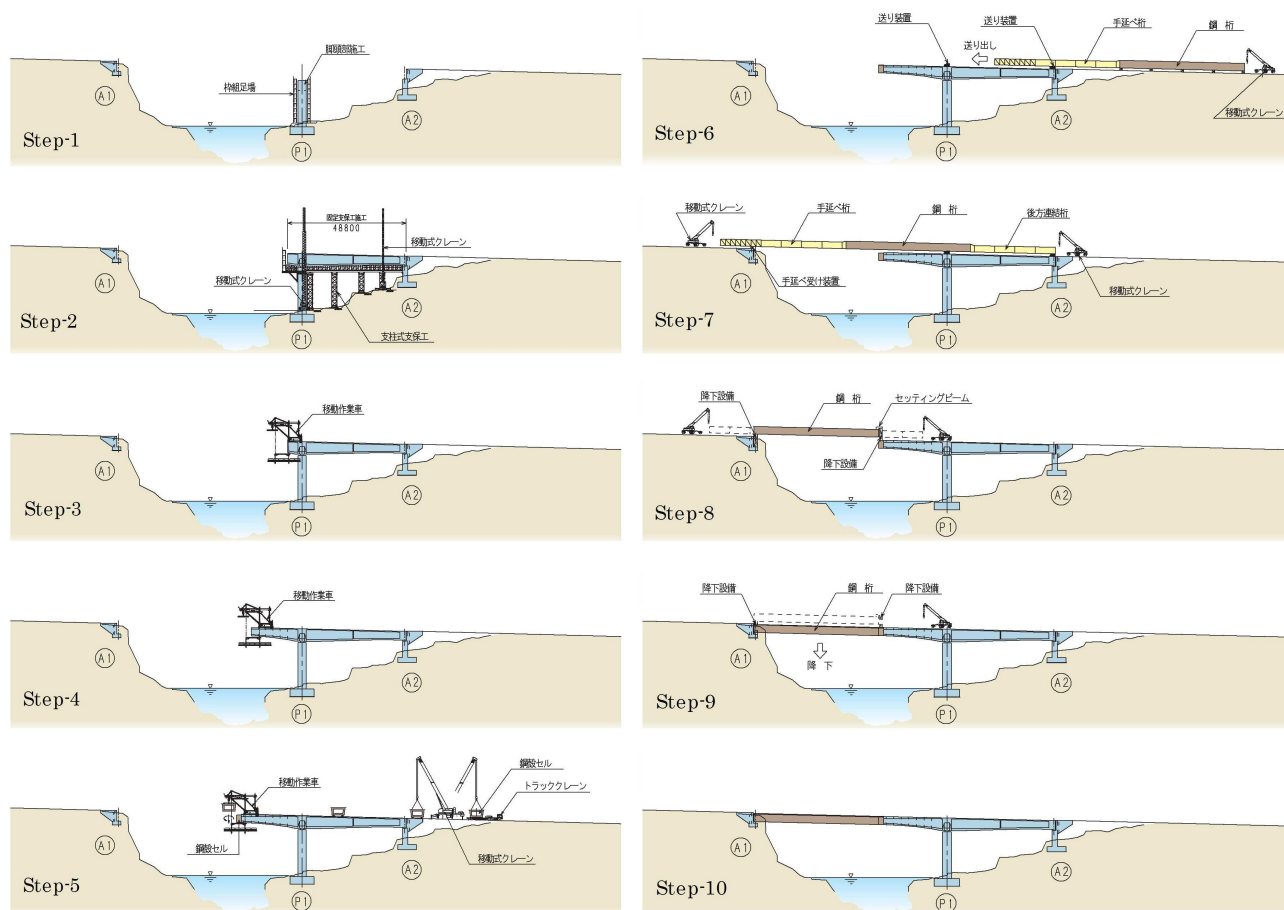


図-5 施工ステップ図

表-3 施工工程

		平成15年				平成16年											
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
準備工																	
脚頭部工																	
支承工																	
P C 桁	支保工組立																
	支保工架設部																
鋼 桁	製作工																
	張出架設部																
鋼 桁	鋼桁製作工																
	鋼桁架設工																
合成床版工																	
橋面工																	
付属物工																	
後片付け工																	

4. 施工上の問題点

(1) 固定支保工部

固定支保工部は、施工工程上冬期間の施工となった。架橋地点は県内でも有数の豪雪地帯であったため、鉄筋組立、型枠組立、コンクリート打設、養生などを行う上で、天候の影響を受けない設備が必要であった。

固定支保工部の主桁の配筋は、PC 鋼材の定着突起が多数存在していたことにより比較的密な配筋であった。PC 鋼材の定着部は、プレストレスを円滑に伝達するための重要な構造部材であるため、コンクリートの打設にあたっては密実なコンクリートとなるよう、特に入念な施工が要求された。

(2) 接合桁の設置

接合桁となる鋼殻セルの架設方法は、その設置位置が河川上であり移動式クレーンによる架設が困難であることから、移動作業車により行うこととした。このため移動作業車は、主桁コンクリートの打設のほかに、鋼殻セルの架設が可能な構造である必要がある。

鋼殻セルの中詰めコンクリートの施工では、鋼殻セル内にバイブレーターをかけるのが不可能であるため、バイブレーターによる締固めが不要なコンクリートの選定が必要であった。

鋼殻セルの上鋼板には、鋼殻セルと床版コンクリートを一体化させるため頭付きスタッドが溶植されている。鋼殻セルに定着される PC 鋼材を緊張するとプレストレスの流れは、鋼殻セルからスタッドを介して床版コンクリートに伝達される。このときプレストレスが分布した床版部分は鋼板と一体となって変形するが、プレストレスが分布していない床版部分は、スタッドをにより変形を拘束される。このことにより床版コンクリートには、局部的な応力が発生することにより、ひび割れなどの発生が懸念された。

(3) 鋼桁部

鋼桁とコンクリート桁の剛性には大きな差があることから、接合桁と鋼桁の接合部付近でたわみ角差が生じることが懸念された。

5. 実施工

(1) 固定支保工部

固定支保工架設部の施工が冬期間となったことから、支保工上に開閉可能な全天候型の上屋を設置して施工を行った。また、支保工の側面を養生シートで覆うことにより保温効果を高めた。主桁コンクリート打設後の養生方法は、外気が氷点下となるため、給熱養生を行う必要がある。主桁の下床版型枠下側には、ポリダクト型のヒーターを設置し、上床版付近にはジェットヒーターを設置することにより主桁全体に給熱養生を行った。



写真-4 上屋設備外観



写真-5 上屋設備内部

固定支保工部の主桁のウェブ、上下床版には PC 鋼材の定着突起が多数存在しており、比較的密な配筋となっていたことから、ワーカビティを向上させる必要があった。このため主桁コンクリートは、高性能 AE 減水剤を用いてスランプ値を 8cm から 12cm まで落すことによりワーカビティを確保して施工を行った。

(2) 接合桁の設置

鋼殻セルの架設は、移動作業車により架設を行うこととし、移動作業車として波形鋼板ウェブ箱桁橋用のものを採用した。この波形鋼板ウェブ箱桁橋用の移動作業車を選定した理由は、図-6に示すように通常の移動作業車よりも主構の位置が高く、主構の下を鋼殻セルが通過できる構造であったためである。移動作業車には、鋼殻セルの吊上げおよび架設を行うため、主構と主構の間にIビームを設置し、電動ギアトロリーにより橋軸方向に移動できるような改造を加えた。吊り上げ後は、主構の先端付近で鋼殻セルを回転させ、チェーンブロックにより降下、据付けした。

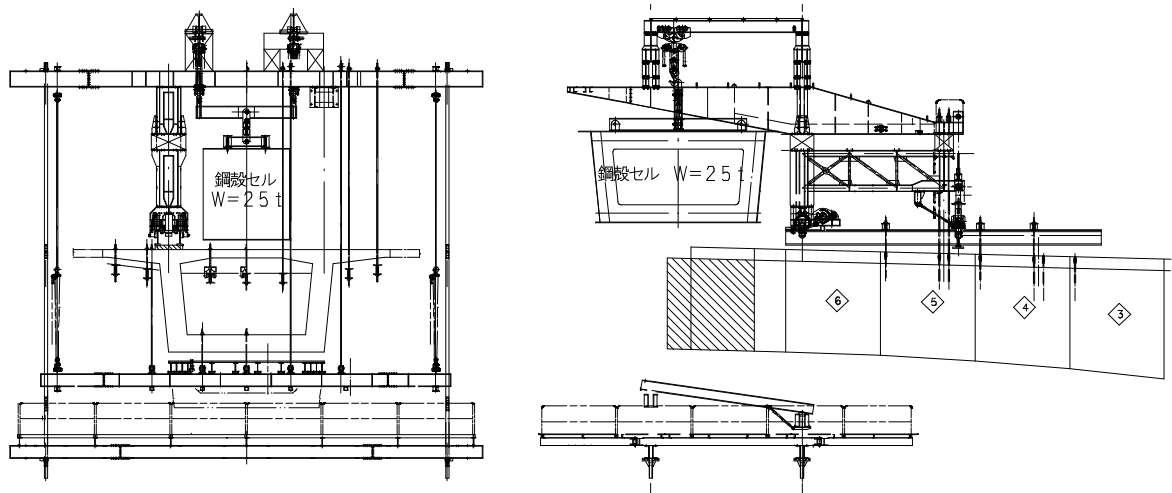


図-6 移動作業車構造図



写真-6 鋼殻セル架設

鋼殻セルの中詰めコンクリートの打設では、バイブレーターによるセル内のコンクリートの締固めが不可能であったため、通常のコンクリートが使用できない。このため自己充填型の高流動コンクリートを使用して打設を行った。各セルの上側鋼板には、エア抜き兼確認用の孔を数カ所設け、高流動コンクリートの充填状況を確認した。また、高流動コンクリート打設時の側圧により、鋼殻セルが橋軸方向に移動しないように鋼殻セルと PC 桁をボルトで緊結した。



写真-7 セル内部



写真-8 高流動コンクリート充填確認孔

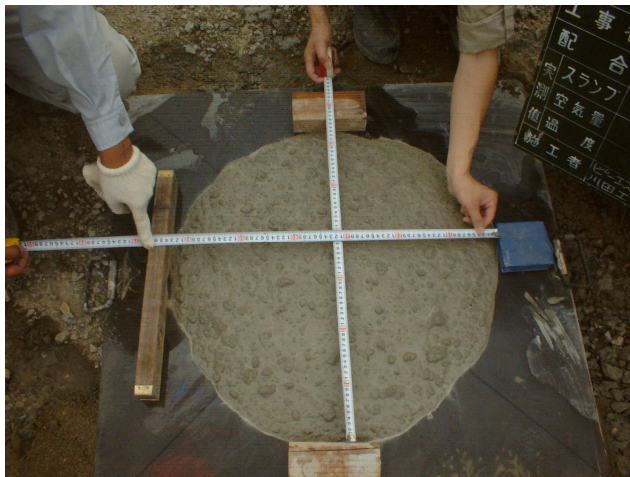


写真-9 スランプフロー65cm



写真-10 U字充填装置による隙間通過性試験

接合桁端部より導入されるプレストレスが分布しない部分の接合桁の床版コンクリートは、スタッドにより変形を拘束される。これを改善すべく、プレストレスが分布しない張出床版部のスタッドには、遅延硬化樹脂モルタル PRS²⁾ (Post Rigid System)を塗布した。

PRS は、配合調整により樹脂モルタル硬化までの時間を調整できるエポキシ系樹脂にケイ砂を混合したものをスタッドに塗布することにより、硬化までの一定期間非合成となり、鋼板とコンクリートの各々が自由に变形することが可能となるものである。この PRS の採用により、当初懸念されたひび割れの発生はなく、健全な床版コンクリートの施工が可能となった。



写真-11 鋼殻セル設置

(3) 鋼桁部

鋼桁と接合桁は高力ボルトにより接合した。接合部は、鋼桁と接合桁との接合面にたわみ角差が生じると予想された。このため接合部の添接板の製作は、鋼桁を PC 桁先端部のセッティングビームで吊り、鋼桁自重を PC 桁に預けた状態で接合面角度を計測した後に行った。



写真-12 鋼桁組立完了



写真-13 鋼桁送り出し装置



写真-14 鋼桁送り出し



写真-15 鋼桁送り出し



写真-16 ジャッキダウン



写真-17 鋼桁架設完了

6. おわりに

本橋は、平成17年2月に無事に竣工を迎えた。近年、複合構造を用いた橋梁が多く建設されてきているが、本橋のような混合橋梁の施工事例はまだ少ない。そのため、本報告が少しでも今後の同種工事の参考となれば幸いである。

謝辞

本橋の施工では、福島県喜多方建設事務所道路グループの方々をはじめとして、工事関係各位より多大なご支援をいただいている。この場を借りて深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 複合構造設計施工基準(案), プレストレストコンクリート技術協会, 1999.12
- 2) 膨張コンクリートによる構造物の高機能化/高耐久化に関するシンポジウム, 日本コンクリート工学協会, 2003.9



写真-18 完成写真