

開床式 3 径間連続 PRC 下路桁の設計・施工について

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○ 澁谷 聡一
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 佐藤 拓也
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 松尾 伸之

1. はじめに

山形県南陽市を流れる最上川水系一級河川吉野川では、現在山形県施行の河川改修事業が進められている。

この一環として、吉野川との交差部にあたる奥羽本線高島～赤湯間第一吉野川橋りょうを、橋長 52.78m の鋼上路桁から橋長 119.2m の開床式 3 径間連続 PRC 下路桁に架け替えを行った。

切換方式は仮線方式であり、現在線の下流側に仮線橋りょう(トラス工事桁)を構築し、現在線を仮線に切り換えた後に旧橋りょうのてっ去および新橋りょうの構築を行った。

本稿では、この橋りょうの設計および施工の概要について報告する。

2. 設計概要

一般図を図 1 に、設計条件表を表 1 に示す。

上部工は、橋面上に積雪しないよう、主桁のほかに縦桁と横桁から構成された格子状の開床式構造を採っている。

軌道構造は弾性バラスト軌道であり、縦桁は高さ調整コンクリートおよび PC マクラギにより間接的に列車荷重を支持し、横桁を介して主桁へ荷重を伝達する。

横桁間隔は、弾性バラスト軌道のマクラギによる開口率の減少を抑えるために、マクラギ敷設間隔を考慮して 3.75m (= マクラギ敷設間隔 0.75m × 5 本) を基本としている。開口部についてはグレーチングを設置しており、網目ピッチは雪の通り抜けを考慮して、羽越線山倉川橋りょうと同じ 60mm × 200mm としている。

図 2 に立体格子モデルを示す。通常の下路桁橋の構造解析の場合、有効範囲内の床版を含む主桁部材と、横桁から成る平面格子モデルを用いて解析を行う。本橋りょうの場合は、断面が主桁と縦桁で構成され、横桁で連結されている。主桁に曲げモーメントが発生した場合、図心位置の異なる縦桁には、軸引張力もしくは軸圧縮力が卓越するため、図心高さおよび剛性の違う両部材の相互の影響を考慮して解析を行う必要があり、立体格子モデルを用いた解析を行った。

ここで、雪荷重は開床式であるため、橋面上については考慮せず、主桁フランジ上部についてのみ考慮した。

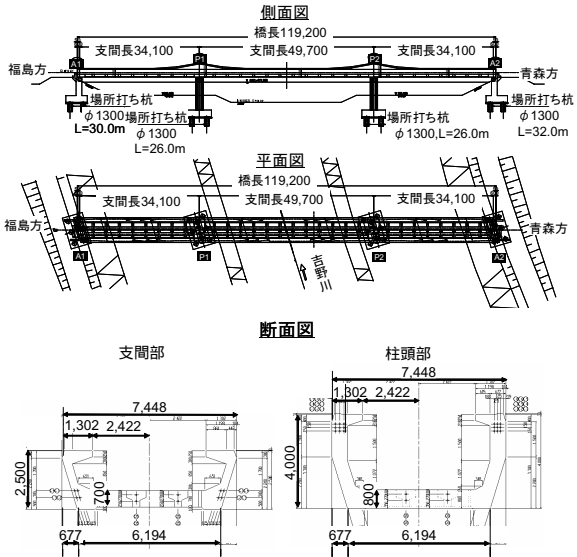


図 1 橋りょう一般図

表 1 設計条件表

橋 梁 名		第 一 吉 野 川 B					
桁 形 式		開床式 3 径間連続 PRC 下路桁					
桁 長 (支 間)		119.100 m (34.100 m + 49.700 m + 34.100 m)					
軌 道 構 造 の 種 別		弾性バラスト軌道構造					
曲 線 半 径		直 線 : R = ∞					
斜 角		右 : θ = 73° - 45' - 00"					
荷 重 の 特 性 値	列 車 荷 重		EA - 17 (橋梁車荷重)				
	列 車 の 最 高 速 度		V = 130 km/h				
	衝 撃 係 数	主桁側面間部	i = 0.23 (終局限界状態: 準線載荷時)				
		受桁中央側間部	i = 0.29 (終局限界状態: 準線載荷時)				
		横 桁	i = 0.51 (終局限界状態: 準線載荷時)				
	列 車 本 数	旅 客	35 本 / 日 (上下線各々)				
		貨 物	75 本 / 日 (上下線各々)				
	設計基準値	L1 時の設計水平変位	横 軸 方 向	kh = 0.378			
			横 軸 直 角 方 向	kh = 0.378			
		L2 時の最大応答変位	横 軸 方 向	khmax = 0.621			
横 軸 直 角 方 向			khmax = 0.715				
設 計 耐 用 期 間		100 年					
構造物の環境条件		寒 冷 地					
鉄 筋 の か ぶり		45mm	水切り部	桁上断面	55mm		
			底版部		50mm		
コンクリートの品質	部 材 の 種 類		主 桁		受 桁	横 桁	
	セメントの種類		早強セメント				
	設計基準強度		40 N/mm ²				
	アクリル購入時の強度		34 N/mm ²				
	最大水セメント比		50 %				
	粗骨材の最大寸法		25 mm				
	クリープ係数		3.0		2.6		
	乾重収縮ひずみ		350 × 10 ⁻²		200 × 10 ⁻²		
	鋼材の品質	鋼 材 の 種 類		PC鋼より線 12S12.7mm		PC鋼より線 1S28.6mm	
		鋼 材 の 材 質		SWPR7BL		SWPR19L	
引 張 強 度		1860 N/mm ²		1782 N/mm ²			
引 張 降 伏 強 度		1570 N/mm ²		1516 N/mm ²			
リフトセーション		1.5 %		1.5 %			
施 工 に 関 する 特 記 事 項		主ケーブルは両引き、横桁のは交互片引き緊張とする。					

注：主方向は PRC 構造、横桁は PC 構造とする。

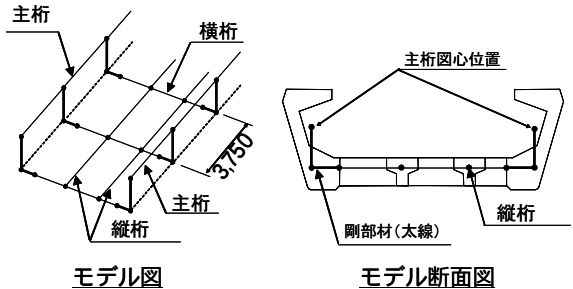


図 2 立体格子モデル

3. 上部工の施工

上部工の施工は、河川部はH鋼杭を打設し桁式支保工、地上部は地盤改良を行いパイプ支柱支保工にて場所打ち施工した。本橋りょうは開床式下路桁であるため、桁断面が複雑でコンクリートの充填が困難であり、スラブが格子状で施工時にひび割れが生じる可能性があることから、コンクリートの打設およびPCケーブルの緊張に十分な配慮が必要であった。

3.1 主桁コンクリート打設

桁断面が同じである左沢線須川橋りょうの施工実績を参考とし、図3に示す通り全体を4ブロックに分割しコンクリート打設を行った。分割位置は、設計断面力が小さくなく、桁式支保工の支持杭となるべく一致する断面とし、定着突起や横桁の影響のない位置で、1回のコンクリート打設量に偏りの出ない位置を選んだ。

打設は、図4に示すようにあらかじめ主桁上部の「返し型枠」を外しておいて、ウェブより行った。ただし、ウェブが斜めになっているため、棒状マルチパイプレーターを用いた。

下フランジハンチ部はコンクリートの充填を目視確認できないことから型枠孔を開け、型枠孔と打音でコンクリートの充填を確認した。

参考としてコンクリートの配合を表2に示す。

3.2 桁ケーブル緊張

本橋りょうは開床式下路桁で断面剛性の異なる主桁・縦桁および横桁が格子状に剛結されているため、乾燥収縮・温度応力およびプレストレスの不均衡により部材・接点にひび割れが発生する可能性が高い。特に、緊張時においてコンクリートは若材令であり強度が十分に発現していない。そこで、プレストレス力が部材に均等かつ段階的に導入されるよう緊張順序を決め、ひび割れの発生を抑制した。緊張順序を図5に示す。

4. おわりに

本橋りょうは2006年10月に完成し、11月に本線への線路切換工事を経て供用開始となった。(写真1)

3径間連続開床式PRC下路桁は、積雪地帯における鉄道橋として有利であることから、今後も同種構造形式の採用が見込まれる。本橋りょうでの実績を今後の計画、施工検討の参考にしていきたいと思う。

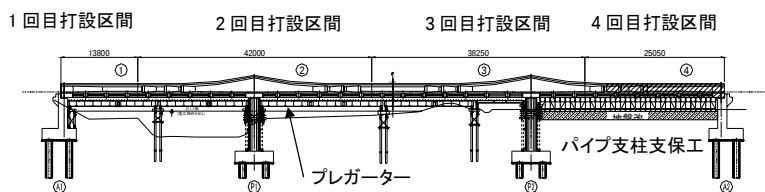


図3 支保工およびコンクリート打設分割

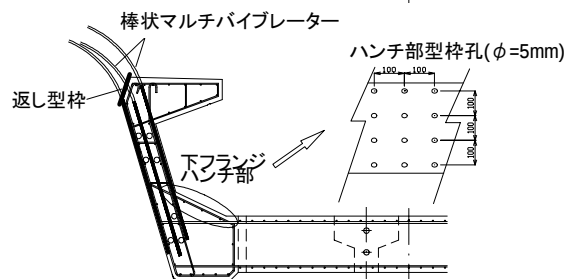


図4 主桁コンクリート締め固め

表2 コンクリート配合実績

単位 セメント量 kg/m ³	W/C %	設計基準 強度 N/mm ²	セメントの 種類	コンクリート ボリューム m ³	目標スランブ cm
452	36.5	40	早強セメント	634.4	15

STEP1 端支点横桁・中間支点横桁ケーブル緊張



STEP2 縦桁ケーブル1次緊張



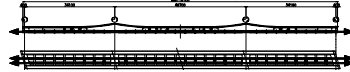
STEP3 一般部横桁ケーブル1次緊張



STEP4 主桁ケーブル緊張



STEP5 縦桁ケーブル2次緊張



STEP6 一般部横桁ケーブル2次緊張



図5 桁ケーブル緊張順序



写真1 完成後の第一吉野川橋りょう