

VI - 6

3 径間連続開床式 PRC 下路桁の設計・施工計画

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 ○福島 啓之
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 岩田 道敏
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 渡部 修

1. はじめに

現在、山形県が行う河川改修事業の一環として、奥羽線・高島～赤湯間で第一吉野川橋りょうの改築工事が仮線施工により計画されている。現橋りょう前後の線路線形は、平面的に直線、縦断的にほぼ水平になっており良好な線形条件である。さらに、現橋りょう箇所は山形新幹線が 130km/h で運転している区間であり、現在の線路線形を維持することを考え、仮線方式による線形計画とした。

本橋りょうは日本有数の豪雪地帯に位置し、除雪等の保守作業の省力化から開床式を選定し、また新河川の計画高水位が嵩上げされることから、橋りょう前後の取付け延長を考慮して下路桁形式を採用した。

本稿ではこの橋りょうの設計概要と施工計画について述べる。

2. 線形計画

仮線方式を用いて行う橋りょう改築区間は、奥羽線福島起点 53k896m～54k714m にかけての約 630m である。線形計画上の条件として、①仮線区間の徐行速度は 60km/h、②前後にある踏切に施工上影響を与えない、③橋梁区間はレベルとし縦曲線を挿入しない、を考慮した。また、施工上の設計条件として、①仮線は現在線との近接施工が可能、②仮線を使用しながらの本線軌道こう上ができることを考慮した。仮線は現橋りょうと並行して河川下流側に施工が計画されており、近接区分Ⅲ₀を避ける位置とし、図-1 に示すように軌道中心の離れを 15m と設定した。

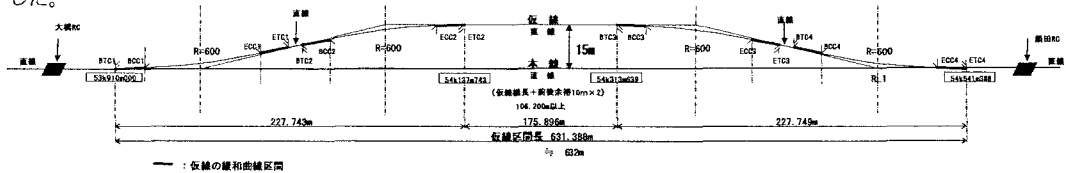


図-1 線路平面図

3. 景観設計

新橋りょうは 3 径間の PRC 連続桁であり、橋脚は河川構造令₂の低水路の河岸から離れた位置を原則とし、連続桁の経済的な径間を考慮して以下のスパン割を決定した。また、橋脚支点で桁厚が大きくなるが、桁上縁になだらかな曲線を配置することで連続性を強調し、さらに主桁下端の角を丸くすることで、長大コンクリート構造物特有の“重い”、“硬い”イメージを和らげることとした。図-2 に橋りょう全体図を示す。

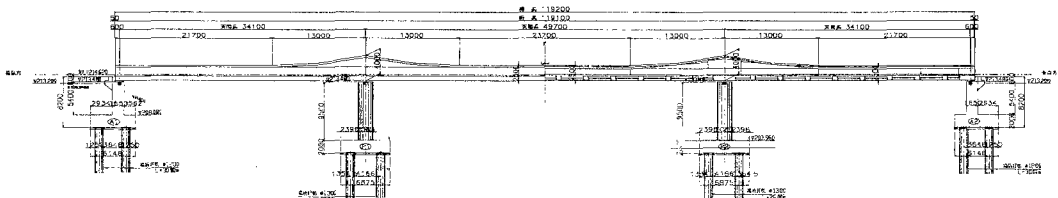


図-2 橋りょう全体図

4. 上部工の設計概要

設計手法は限界状態設計法を用いた。表-1に上部工の設計条件、表-2に受桁の設計総括表を示す。横桁・受桁は列車荷重が直接載荷するため、主桁に確実に力が伝達できるよう、また十分な安全性を確保することが必要である。通常、下路桁橋の場合、有効範囲内の床版を含む主桁部材と横桁からなる平面格子モデルを用いるが、本橋の場合、主桁とレール受桁という完全に独立した部材により断面が構成されており図心の位置が異なる両部材の影響を考慮するため、立体格子モデルを用いて解析を行った。

表-1 設計条件

桁形式	単線2主桁式PRC段下段桁3跨連続橋		
桁長	118.100m		
軌道構造の種類	直線軌道		
軌角	右: $\theta = 73^{\circ} 43' 00''$		
列車荷重	EA-17(制限時重量)		
列車の最高速度	V=130km/h		
質量係数	主桁・受桁	側桁間隔 ≥ 0.23	中央間隔 ≥ 0.28
橋脚	側桁間隔 ≥ 0.51		
設計水平変位	1.1m設計水平変位	橋脚方向 $\Delta h \leq 0.282$	橋脚垂直方向 $\Delta h \leq 0.746$
設計最大応答変位	橋脚方向 $\Delta h_{max} \leq 0.300$	橋脚垂直方向	—
部材の種類	主桁	受桁	横桁
設計基準強度	40N/mm ²	40N/mm ²	—
プレストレス導入時の強度	40N/mm ²	40N/mm ²	—
クリープ係数	既設施工のため許容変位量算出材料より算定		
低収縮縮み	—		

表-2 設計総括表

設計状態	項目	単位	断面標準			制限値	
			P1	中央間隔中央	P2		
橋梁性能	構造安全係数	γ_1	—	1.2	—	—	
	設計係数	γ_2	—	1.15	—	—	
	設計曲げモーメント	Md	kN・m	142.7	253.8	144	—
	設計曲げ耐力	Mud	kN・m	741.5	585.2	725.9	—
	安全性の目安	$P = \gamma_1 M_d / M_{ud}$	—	0.231	0.52	0.238	≤ 1
使用材料	荷重組合せ合わせ						
	1.3D1+1.2D2+P+1.15w+SH+SH+1.1L+1.1W+LF						
	コンクリート	プレストレス量	上線 σ_{cpk}	8.05	5.88	7.88	—
		下線 σ_{cpk}	18.74	14.84	18.74	$-3.9 \leq \sigma \leq 38.9$	
		永久増上作用時	上線 σ_{cd}	8.2	3.73	8.27	$0.0 \leq \sigma \leq 18.0$
		下線 σ_{cd}	8.83	3.78	8.87	—	
	鉄筋	実効増上作用時	上線 σ_c	8.06	3.48	8.92	$-2.0 \leq \sigma \leq 32.5$
		下線 σ_c	11.78	-1.31	11.78	$-2.5 \leq \sigma \leq 33.0$	
	鉄筋の耐力	プレストレス量	上線 σ_{cpk}	1084	975	1071	≤ 1302
		永久増上作用時鋼筋応力 Zmax値	894	830	899	≤ 1302	
実効増上作用時鋼筋応力 Zmax値		950	952	895	≤ 1302		

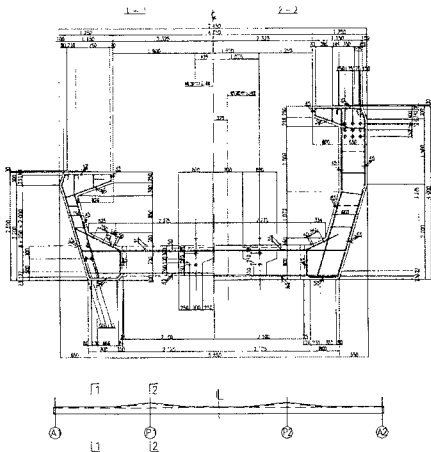


図-3 桁断面配筋図

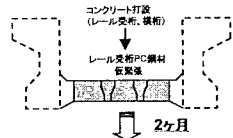
5. 施工計画

上部工の施工は図-4のように計画している。主桁コンクリート打設後の温度収縮を横桁が拘束することにより、主桁にひび割れの発生が想定される。その対策として横桁が主桁の温度収縮を拘束しない施工ステップにすることとした。つまり、主桁コンクリート温度降下後に主桁と横桁間を無収縮モルタルにより後埋めし、温度収縮による影響を受けない連結方式とした。また、受桁のプレストレスによる軸圧縮応力度は非常に高く、若材齢（4～7日）でプレストレスを導入した場合のクリープによる軸方向収縮量は、主桁と比較して非常に大きくなる。この影響によるひび割れ発生防止及び主桁・受桁の各部位に有効にプレストレスを導入するために、各部材のプレストレス導入時期と結合時期の検討を行なった。具体的には受桁へのプレストレス導入を全体的な工期等を考慮し可能な限りプレストレス導入時期を遅らせ、コンクリート打設後2ヶ月の期間を置くこととした。

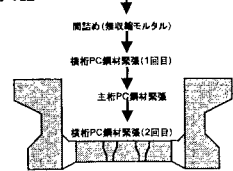
6. おわりに

本設計では、前例が少ない開床式のPRC下路桁について検討を行った。この設計を基に今後予定される新橋りょうの施工について、品質のよいものをつくるための施工管理をしていきたい。

①レールの受桁と横桁の施工



②主桁の施工



③レールの設置

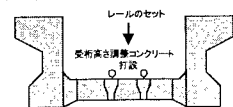


図-4 施工順序図