

PC3径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋 (葛原1号橋) の設計・施工

(株)ピーエス三菱 正会員 工修 ○大沼 礼亨
 秋田県北秋田地域振興局 小松 繁
 (株)復建技術コンサルタント 平野 至史
 (株)ピーエス三菱 正会員 立山 陽一

1. はじめに

本橋は、秋田県大館市葛原地内に位置し、一般国道103号のバイパス事業の一環として架設される一級河川米代川と交差する橋長182.1m、全幅員12.0mのPC3径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋である。本橋の計画にあたり、3径間すべてが河川域であり増水期は常時の水位よりも約5.0m上昇することなどの自然条件から、施工時期は、湯水期に河川阻害を極力避けて、かつ、短期間に完了させる必要があった。一方で、橋梁建設位置は秋田県内陸であり、湯水期である冬季には気温が非常に低くなることから、低温環境における構造物の品質管理に留意する必要があった。本報告は、これらの課題を克服した合理的な計画に基づく上部工の計画・設計および施工について報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋の全体一般図を図-1に、設計条件を表-1に示す。平面線形は、P1からA2にかけてほぼ直線であるが、A1からP1にかけてクロソイド (R=420m・A=150)が入っており、A1からP1の1支間あたりの交角が7度31分53秒の曲線橋である。縦断勾配はA2側からA1側に下り0.3%の一定勾配であり、横断勾配はA1側で右側へ下り4.0%からA2側で様子2.0%に変化する。

橋軸方向の拘束条件は、全支点が免震バネであり、橋軸直角方向の拘束条件は、A1およびA2が下部工耐震壁による拘束で、P1およびP2が免震バネである。

表-1 設計条件

項目	内容
路線名	一般国道103号 葛原バイパス
道路規格	第3種 第2級
計画交通量	9,132台/日
設計速度	V=60km/h
平面線形	A=150 (R=420m) ~ R=∞
活荷重	B活荷重
雪荷重	W=1.0kN/m ²
地盤種別	I種地盤
適用示方書	道路橋示方書 (H14.3)
支承条件	免震
発注者	秋田県

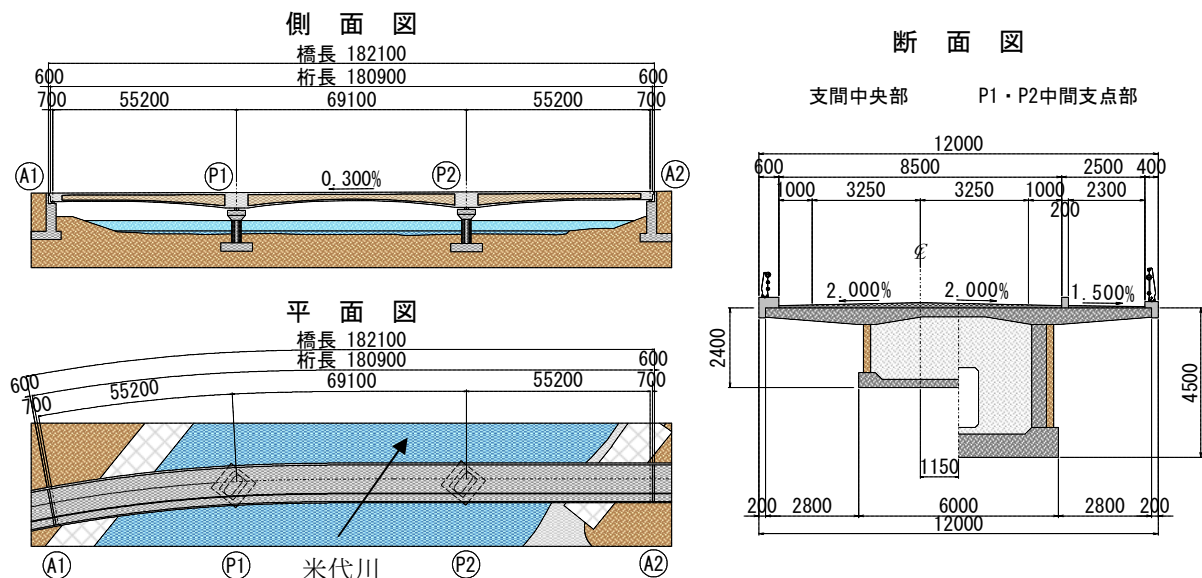


図-1 橋梁全体一般図

3. 主要材料と上部工構造細目

本橋における主要材料と数量を、表-2に示す。

主方向PC鋼材は架設内ケーブルと連続外ケーブルの内外併用ケーブル構造とした。

波形鋼板は、耐候性鋼材を使用し、その平面形状を確保するため、曲げ内半径を板厚の7倍以上とした。

波形鋼板同士の接合方法は耐候性高力トルシアボルトによる一面摩擦接合とし、

波形鋼板と上床版コンクリートの接合はツインパーフォボンドリブ接合、波形鋼板と下床版コンクリートの接合は埋込み接合とした。

4. 上部工計画時の課題

4.1 橋梁と河川の交角

本橋では橋脚のスリム化をねらい、上部工反力の少ない波形鋼板ウェブ箱桁構造を採用しているが、この構造はコンクリートウェブ箱桁構造よりもねじり剛性が小さいため、ねじりモーメントの影響を受けやすい構造である。一方で、本橋は一級河川米代川と約48度の角度で交差しており、河川阻害の制約から、橋脚を河川流心方向に設置する必要がある。そのため、一般的な壁式橋脚を用いる場合、河川流心方向に支承を配置しなければならず、必然的に上部工構造は厳しい斜角を有することとなり、主桁はねじりモーメントの影響を大きく受ける構造上の課題があった。

この課題に対し、本橋では図-2に示すとおり、支承を上部工構造中心線に対して法線方向に配置できるように、増水時の水位よりも高い部位で橋脚天端を拡幅することで、上部工の斜角によるねじりモーメントの影響を軽減する構造を採用することとした。

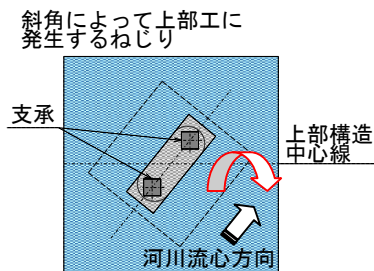


図-2 P1・P2 橋脚平面形状

表-2 主要材料と数量

項目	内容	単位	数量
コンクリート	$\sigma_{ck} = 40\text{N/mm}^2$	m ³	1684
鉄筋	SD345	tf	240
波形鋼板	SMA490BW-7Lおよび-7C	tf	118
	外面塗装：耐候性鋼材無塗装 内面塗装：D5系塗装	m ²	577
PC鋼材	内ケーブル：SWPR7BL 12S15.2	tf	31.5
	外ケーブル：SWPR7BL 19S15.2	tf	23.8
	横締めケーブル：SWPR19L 1S28.6	tf	18.5
支承	LRB（鉛プラグ入りゴム支承）	箇所	8
伸縮装置	鋼製フィンガージョイント	m	22
高欄	A種鋼製高欄	m	399

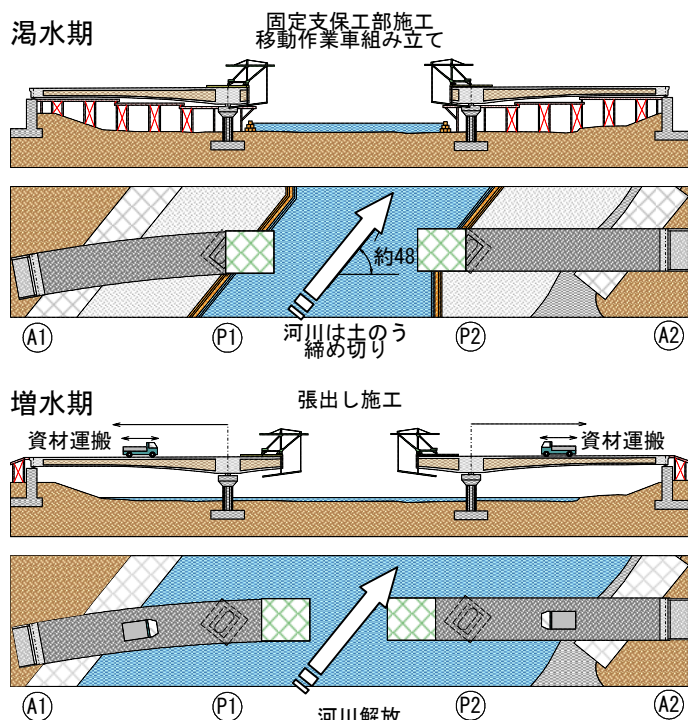


図-3 上部工施工計画概要図

4. 2 渇水期施工に関する計画

本橋の側径間は、渇水期に河川阻害を極力避けて短期間に施工を行う必要があった。

この課題に対し、本橋では図-3に示すとおり、渇水期に側径間を固定支保工で先行施工し、増水期に側径間を資材搬入路として使用して中央径間を張出し施工する、固定支保工・張出し施工併用工法を採用することとした。これにより側径間施工時は、渇水期に土のうによる一時的な仮締め切りを要するが、増水期には完成した側径間部を資材搬入路として使用することができるため、張出し架設時の工事用栈橋を省略でき、かつ、渇水期・増水期の施工を合理的に組み合わせる事で通年施工が可能となることから、上部工工期の大幅な短縮が望めた。

また、連続桁の張出し架設を行う場合、仮固定構造を採用することが一般的であり、橋脚天端より約5.0mの部位を上部工柱頭部と同時期に施工する必要があるが、仮固定構造を採用すると1渇水期(180日)で張出し施工可能な状態まで施工できない工期上の課題があった。

この課題に対し、本橋では、P1・P2橋脚の本支承を架設時の仮支承として機能させることで仮固定構造を不要とした張出し架設工法を採用することとした。

これらの計画に基づき、図-4に示すように工期約1年半で上部工構造体を構築する計画とした。

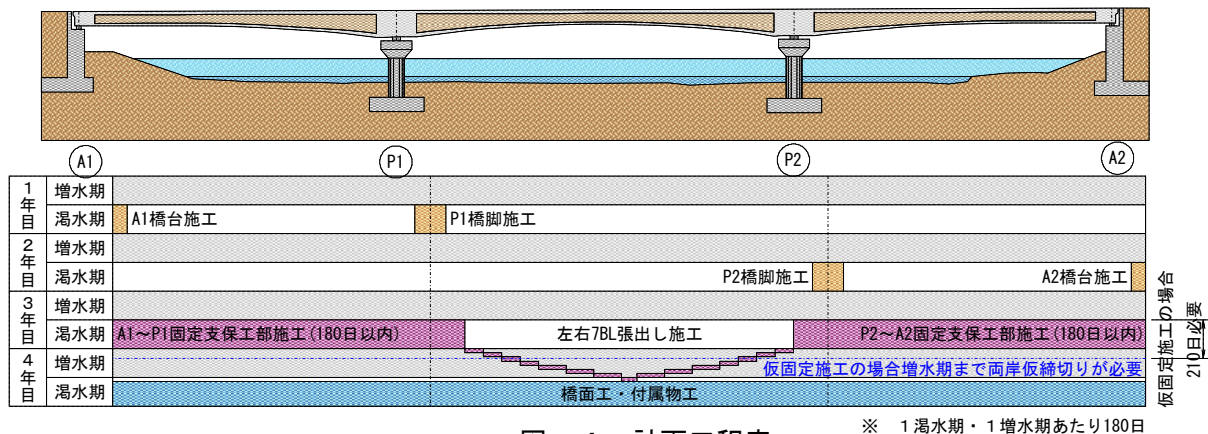


図-4 計画工程表

5. 上部工設計・施工時の課題

5. 1 側径間部を資材搬入路として使用する際の主桁の設計

本橋の上部工施工計画では、先行施工した側径間部を資材搬入路として使用するため、A1-P1ならびにP2-A2を支間とした構造系(単純桁)において、資材運搬荷重(T-20)を施工時荷重とした合成曲げ応力度が施工時の許容応力度を満足する必要があった。

この課題に対し、資材運搬荷重に対するPC鋼材として、側径間部に外ケーブル SWPR7BL 19S15.2を合計4本配置することとした。資材運搬荷重時の合成曲げ応力度を、図-5に示す。

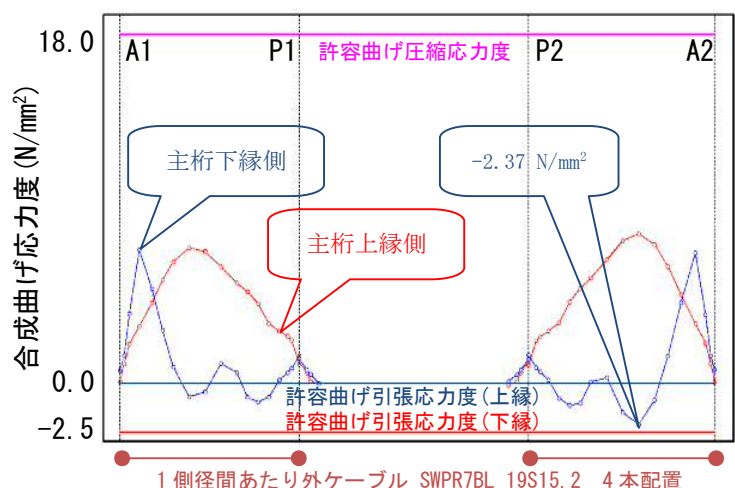


図-5 架設時の合成曲げ応力度

5. 2 低温環境における施工の品質確保

本橋の渇水期は10月から3月までの低温環境となる6ヶ月間であり、その期間内に側径間部の施工を完了させる必要があったため、側径間部の波形鋼板同士の接合に施工実績の多い溶接接合を採用すると、施工方法や養生を十分行ったとしても、溶接欠陥が発生するリスクがあった。

この課題に対し、本橋における波形鋼板同士の接合方法は、耐候性高力トルシアボルトによる一面摩擦接合を採用した。耐候性高力トルシアボルトによる一面摩擦接合を用いることで、低温環境における波形鋼板ウェブ同士の接合を確実に行うことができ、かつ、低温時の溶接を行わないことで、波形鋼板ウェブ同士の溶接接合に潜在する品質的リスクを軽減した。本橋における波形鋼板ウェブ設置状況を、写真－1に示す。

また、湧水期施工におけるコンクリート打設は、冬季の交通事情による生コンクリートの運搬遅延により許容打ち重ね時間を満足しない可能性があった。

そこで本橋の生コンクリート打設の際に使用するアジテーター車にはGPS車載器を搭載し、走行位置ルートをリアルタイムで監視することで、生コンクリートの出荷時間の調整を行い打ち重ね時間を詳細に管理した。アジテーター車に搭載したGPS車載器とその管理状況を写真－2に示す。

5. 3 埋込み接合部の品質確保

本橋では、波形鋼板ウェブと下床版コンクリートの接合方法に、埋込み接合を採用している。

本橋の側径間のように、先行施工された上部工を資材運搬路として使用する場合、構造系完成前であることから、埋込み接合部のコンクリートの乾燥収縮や波形鋼板のアコーディオン効果による変形がより発生しやすく、早期に波形鋼板とコンクリートの間に肌隙が生じる可能性があった。

そこで本橋では、波形鋼板埋込み部の鋼板表面に接着剤を用いて砂を付着させ、コンクリートと波形鋼板の一体化を図ることで、埋込み接合部に潜在するリスクを軽減することとした。

6. おわりに

本橋の完成予想パースを図－6に、現在の施工状況を写真－3に示す。今後両側径間の施工が完了後、中央径間の張出し架設に向かい、2014年中の橋体完成を目指している。最後に本報告が、類似する橋梁の計画・設計・施工の一助となれば幸いである。



写真－1 波形鋼板ウェブ設置状況
(A2よりP2を望む)



写真－2 アジテーター車に搭載したGPS
とアジテーター車運搬管理状況



写真－3 2014年4月1日現在施工状況
A2側よりA1側を望む



図－6 完成予想パース