

園部大橋上部工における 技術的課題とその対応について

東口 洋介¹

¹近畿地方整備局 京都国道事務所 京都第二維持出張所 (〒604-8416京都市中京区西ノ京星池町213)

国道9号南丹市園部町本町地区では歩道整備事業の一環として園部大橋の架替え工事が行われており、本工事は園部大橋に新設橋梁を製作・架設する上部工の1期工事である。

本文では、本工事の現場条件および構造特性に対する技術的課題とその対応内容について述べる。

キーワード リバーブリッジ、溶接ロボット、出水期施工、暫定供用

1. はじめに

本工事は、国道9号南丹市園部町本町地区歩道整備事業の一環として、京都府南丹市を流れる一級河川である園部川を横過する園部大橋の架替え工事である。工事概要、完成時の状況(写真-1)を以下に示す。

工事概要

- (1) 工事名：国道9号園部大橋上部1期工事
- (2) 工事場所：京都府南丹市園部町上本町地先
～河原町地先
- (3) 工期：2022年6月9日～2023年11月29日
- (4) 橋梁形式：2径間連続中空合成床版橋
- (5) 橋長：62m
- (6) 支間長：36.35m+24.35m

施工内容として、工場製作工、鋼橋架設工、橋梁現場塗装工、床版工、橋梁付属物工となっている。

橋梁形式は、「出水期には河積阻害率を悪化させないこと」、「現況の流下能力を低下させないこと」、「橋



写真-1 園部大橋上部1期工事

脚は基準径間以上を確保すること」の条件から、総合的に優れる中空合成床版橋を選定している。

2. 合成床版橋の特徴

本工事で採用された合成床版橋(以下、リバーブリッジと称す)は、中小支間において適用されるコンクリート床版橋の主桁フランジに鋼突起付きT形鋼を使用することで、経済性を失うことなく構造高を支間長/構造高比は1/30～1/42、桁端部の高さは最小30cm程度まで低くできる橋梁形式である。計画高水位と計画道路高に余裕がない場合においてもリバーブリッジであればゆとりある道路線形の計画が可能である。

ずれ止めは、合成構造において鋼・コンクリートを一体として挙動させるための重要な役割を担う。リバーブリッジではこのずれ止めとして、主桁にDFTを使用している。DFT(Deformed Flange T-Shapes)とは、フランジ外面に圧延時に成形した横節状の突起を有するH型鋼(Deformed Flange H-shapes)を高さ方向に切断したT形鋼の呼称である。主桁高は継ぎ足しウェブの高さによって調整する。

リバーブリッジは図-1のとおり、充実タイプと中空タイプに二分され、支間長によって分別される。支間長が20m程度までは充実タイプ、それを超える場合は中空タイプを標準としている。本工事では支間長が20mを超えるため中空タイプを採用した。

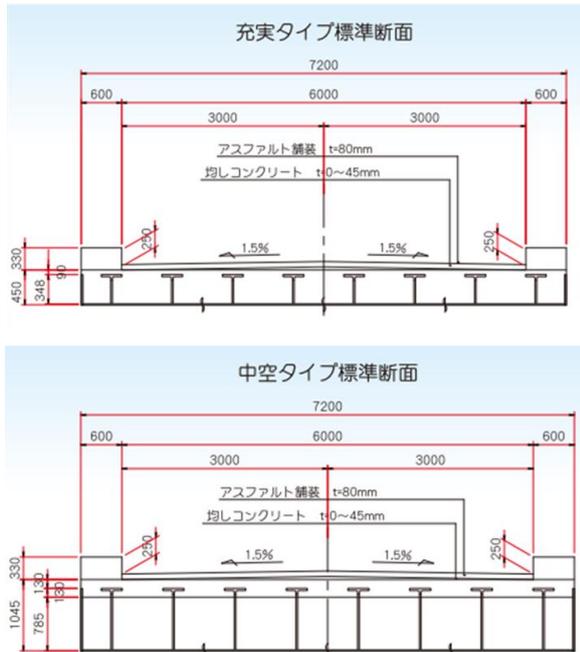


図-1 リバーブリッジ標準断面図

3. 桁製作における技術的課題とその対応

(1) 技術的課題

桁製作の課題としては、板厚12mmの薄い底鋼板と主桁ウェブが連続して溶接される点にある。薄板には溶接による多量の入熱が入ることにより、収縮・ひずみが発生する。そのため、部材寸法・平坦度に影響することから、下記2点の課題を生じる。

- a) 溶接入熱による部材の収縮
- b) 不均等なひずみが発生することによる底鋼板平坦性への影響(図-2参照)

(2) 課題への対応

a) 溶接入熱による部材の収縮対応

過去の実績を踏まえ、パネルごとに、構造に応じて(縦リブあり、なし等を踏まえ)溶接で縮むことを想定し、鋼材の長さを伸ばして(0.3mm/m~0.5mm/m)を製作データに付加してモデリング(原寸)を行い、切断加工を行った。その結果、最終的に各部材溶接収縮後の形状で部材精度を保つことができた。

b) 不均等なひずみが発生することによる底鋼板平坦性への影響

底鋼板平坦性に対して主に影響する主桁ウェブと底鋼板を、溶接作業による半自動溶接(炭酸ガスアーク溶接)から写真-2に示すロボットによる溶接に変更した。ウェブプレート両側の溶接をロボットで同時に溶接することにより、底板のひずみ低減を図ることができた。また、電子制御によるトーチの均一な移動により、部材製

作後、本工事は全量の実仮組立(写真-3, 4, 5参照)を1度で行い仮組立精度の確認を行った。ここまでの対応により、最終的に仮組立精度・部材精度は計測点数のうち90%を規格値の50%以内に収めることができた。

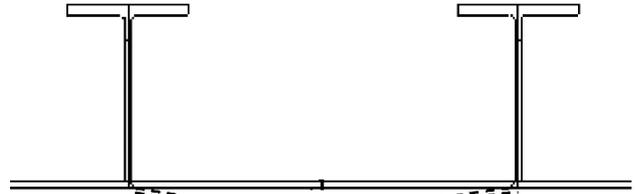


図-2 底鋼板ひずみイメージ図



写真-2 ロボットによる溶接状況



写真-3 平坦度確認状況



写真-4 仮組立搭載



写真-5 仮組立全景

4. 現地施工における技術的課題とその対応

(1) 技術的課題

a) 出水期施工時の桁下作業

本事業(図-3参照)は下部工事を濁水期、上部工事を出水期に施工することで早期に架替えを行う計画であった。しかしながら、河川内における施工については近年豪雨災害の激甚化・頻発化に伴い、出水期施工期間はHWL+1m以上の施工を厳守する必要があった(図-4参照)。本工事では架設工及び支承工において橋梁下における作業が発生するため、上記条件を満足した施工計画の立案が必要であった。

b) 将来系を見越した暫定供用時の対応

本事業は将来的に橋梁幅を拡幅する計画であり、本工事の施工後に、走行車線ラインの切替えや歩車道境界ブロックの増設が予定されていた。本橋を暫定系として供用させるため、完成系の構造物を予め本工事の構造に設置する必要があった。暫定系では、橋梁幅拡幅時必要な歩車道境界の継手鉄筋及び一部の排水柵が舗装内に埋設する構造となっていたため、橋梁幅拡幅時に問題なく施工できるように対応が必要であった。(図-5参照)

(2) 課題への対応

a) 出水期施工時の桁下作業への対応



図-3 園部大橋上部1期工事 側面図

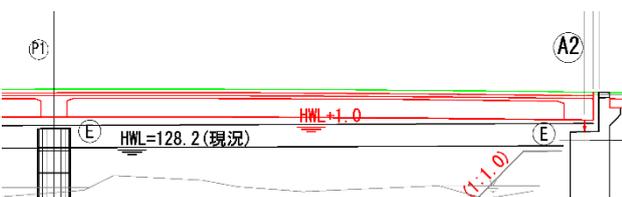


図-4 本工事とHWLの関係

出水期に河川上で施工が必要な箇所として、A1, P1, A2の支承工における無収縮モルタル打設作業, J3の現場継手工における鋼橋架設時の添接作業が挙げられる。上記の作業において桁下での作業が必要となり、協議事項であるHWL+1.0m以上高を満足できる施工案の検討を行った。

施工案として、「①案：吊足場をHWL+1.0m以上高となるよう橋桁の高さを嵩上げる」、「②案：吊足場をHWL+1.0m以上高となるよう都度巻上げる構造にする」という案を検討することとした。①案では、各支承を鋼製サドル材で嵩上げを行って架設作業を実施、濁水期に入った後に油圧ジャッキを使用して橋梁を所定の高さまでジャッキダウンするという施工方法である。吊足場をHWL+1.0m以上にでき桁下作業が可能となるが、濁水期以降も作業が必要となり、予定工期を厳守することが困難であった。②案では、架設作業中に吊足場を組立て、吊足場に設置したワイヤー及びレバーブロックを使用して吊足場をHWL+1.0mまで都度巻上げる施工方法である。作業時は一時的にHWL+1.0m内に立ち入る必要が生じるが、作業後は直ちに足場の巻上げを行うことで、河川の増水時に吊足場が流出するリスクを排除することが可能になるとともに、工程に大きな影響を与えることなく施工が可能となる。表-1に以上の検討結果を整理したものを示す。

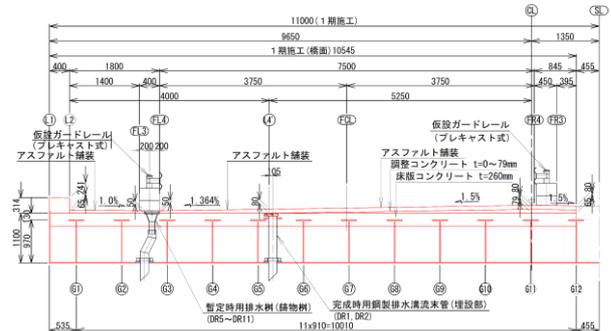


図-5 園部大橋上部工事標準断面図(暫定系)

表-1 施工案比較

通常系 吊足場を組み立てる		①案 吊足場をHWL+1.0m以上高となるよう橋桁の高さを嵩上げる		②案 吊足場をHWL+1.0m以上高となるよう巻上げる構造にする	
概要	・桁下作業が発生する前に吊足場を組み立てて作業を実施する。				
河川協働条件	・HWL+1.0m以下に吊足場を設置することになる。	評価	×	・HWL+1.0m以上高のため満足している。	評価
施工性	・従来の施工方法のため施工性に問題はない。	評価	○	・架設作業中に吊足場を組立て、ワイヤー及びレバーブロックを使用して吊足場をHWL+1.0mまで都度巻上げる。	評価
工程面	・従来の施工手順のため工程面に影響はない。	評価	○	・施工手順に大きな変更はないため、工程面に大きな影響はない。	評価
総合評価	河川協働条件を満足しないため×とした。	評価	×		評価
概要					
河川協働条件	・HWL+1.0m以上高となるため満足している。	評価	○	・吊足場を巻上げる作業が追加となるが、桁下作業は通常通り施工可能である。	評価
施工性	・桁下作業は通常通り施工可能であるが、濁水期中に吊足場を組立てないといけない。	評価	△		評価
工程面	・通常作業に加えて、橋梁のジャッキダウン等の追加作業を濁水期に施工する必要がある。	評価	×		評価
総合評価	工期内で施工が不可能となり工程面を与える影響が大きいため×とした。	評価	×	河川協働条件、施工性、工程面を総合的に判断して○とした。	評価

結果として、「②案：吊足場をHWL+1.0m以上となるよう巻上げる構造にする」を提案し、河川管理者から承認を得ることが出来た。(図-6, 7参照)

これにより、出水期間中に架設工及び支承工において制約条件を満足しつつも、工程を遵守して施工することが出来た。

b) 将来系を見越した暫定供用時の対応

本橋の付属物の配置図を図-8に示す。歩車道境界配筋用の継手鉄筋において本工事の完工時に機械式継手が露出する状態となる。暫定供用のため舗装を実施した際、機械継手内に合材等が流入し完成時の歩車道境界の施工を実施する際に目詰まりが発生し将来工事において機械式継手を使用できなくなる懸念があった。

また、完成時の排水柵は暫定時供用時仮フタを設置して舗装直下に埋設した状態となる。しかし、暫定時に排水柵の直上は車道として利用されるため、暫定供用時に車両の通行により仮フタがたわみ、舗装が損傷することが懸念される。そのため将来工事や暫定供用時を見越した、配慮を当工事で行う必要があった。

歩車道境界の継手鉄筋の養生方法として、機械継手の径に対応した仮ボルトを設置した。また、床版水抜きパイプ床版突出部施工要領図(図-9)と同様に舗装に使用する合材等の温度に対して耐久性のある養生テープをボルトの頭に追加で貼付することによりボルトと機械継手の隙間から舗装材料が流入し、機械式継手の目詰まりが発生しないよう対策を行った。(写真-6参照)

暫定供用時に車両通行時の仮フタのたわみによる舗装の損傷を防止するためには、仮フタ下の排水柵内を何らかの部材で一時的に充填させ、完成時の施工の際に容易に

撤去できる構造にすることが望ましい。以上を踏まえて本工事では、排水管接続部に鋼板を設置した上で空洞に砂を充填することにより排水柵内を密閉することで、暫定供用時の仮フタのたわみによる舗装の損傷の懸念を解消した。

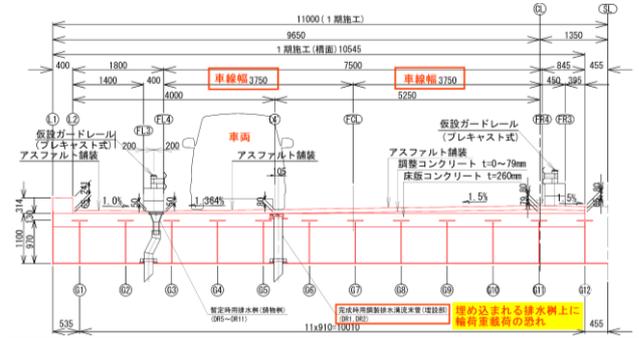


図-8 橋梁付属物配置図

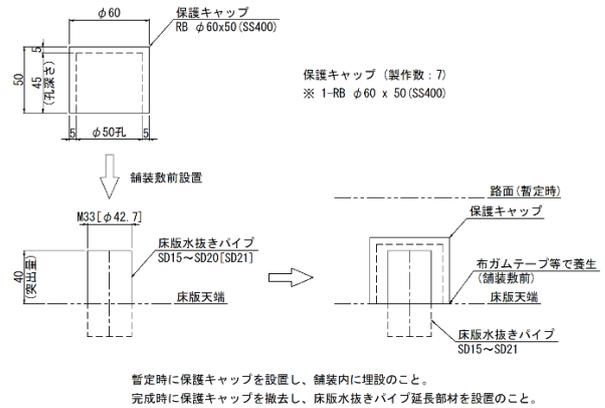


図-9 床版水抜きパイプ床版突出部施工要領図

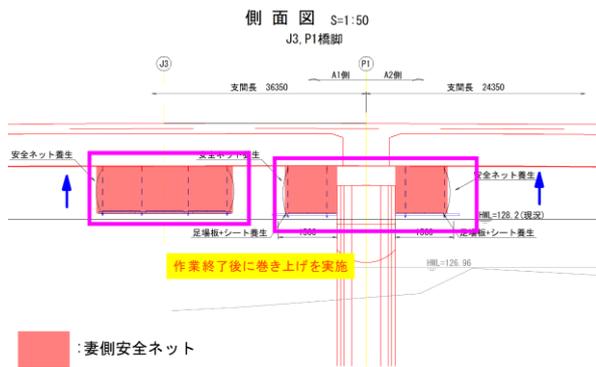


図-6 吊足場計画図



写真-6 機械継手養生状況

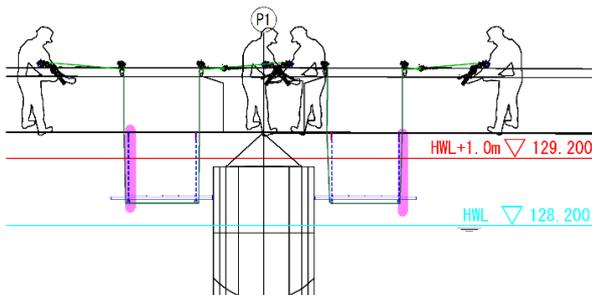


図-7 吊足場巻上げ詳細図

5. おわりに

リバーブリッジは計画水位と計画道路高に余裕がない場合においてもリバーブリッジであればゆとりある道路線形の計画が可能であるが、本工事における製作及び現地施工の課題点を洗い出し、対応策を述べた。他のリバーブリッジ案件において、製作及び現地施工の検討をする際の参考の一助となれば幸いである。

謝辞：本工事に対してご尽力、ご協力いただきました関係機関の皆様に深く御礼申し上げます。



写真-7 排水柵鉄板養生状況



写真-8 排水柵密閉状況