

論文・報告

北陸新幹線 手取川橋りょうの施工

～河川内において施工時期が限定された施工～

Execution of Tedoru River Bridge construction for New Hokuriku Line

小山 和則 *1
KOYAMA Kazunori

中野 和之 *2
NAKANO Kazuyuki

有川 巨章 *3
ARIKAWA Kiyooki

茨山 雄世 *4
IBARAYAMA Yusei

石出 宗峻 *5
ISHIDE Munetaka

北陸新幹線 手取川橋りょうは、日本有数の急流と清流で知られる一級河川手取川を渡る橋長 558 m の連続 PC 箱桁橋であり、手取川河口から約 2.5 km 上流に位置している。金沢・敦賀間に構築される橋梁の中で、手取川橋りょうは最大の橋長を有し、施工期間が上下部工を含め計 4 回の非出水期（10 月 16 日～6 月 14 日）に限定されていたため、周辺環境に考慮しつつ、施工の進捗に合わせ、仮締切堤の形状を変えながら施工した。

キーワード：非出水期、ブラケット支保工、作業床先行設置、デッドアンカー

1. はじめに

北陸新幹線は、上越新幹線と分岐する高崎から長野間の約 117 km が長野五輪に合わせて 1997 年 10 月に開業し、長野から金沢間の約 228 km が 2015 年 3 月に開業している。現在、金沢から敦賀間の線路延長 125 km のうち、工事延長 115 km を 2022 年度末の開業に向けて、鋭意、工事を進めている。

手取川橋りょう（以下手取川 B）は、高崎起点 364 km396 m に位置しており、支間長 75 m～83 m の PC3 径間+PC4 径間連続ラーメン箱桁橋である¹⁾。架設工法は移動作業車による張出施工である。長大橋のため軌道工事を含めて上げ越し管理を行い、開業時に軌道がレールレベル（RL）高になるようにした。

図 1 に橋梁位置図、図 2 に手取川橋 B の工事概要図を示す。

2. 橋梁概要

当工事の橋梁概要は以下のとおりである。手取川 B の橋梁概要を図 3、主桁断面図を図 4 に示す。

工事名：北陸新幹線 手取川橋りょう他工事
発注者：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
大阪支社
施工者：清水・川田・豊蔵・表 特定建設工事
共同企業体

工事箇所：石川県能美郡川北町地内

工期：2015 年 8 月 4 日～2021 年 7 月 9 日

手取川 B

構造形式：PC3 径間+PC4 径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：234 m | 324 m

支間長：75 m+82 m+75 m | 78 m+2@83 m+78 m

列車荷重：P-16

曲線半径：R=4 000 m の緩和曲線

斜角：87 度（手取川に対して）

軌道種別：スラブ軌道

使用 PC 鋼材：内ケーブル 12S15.2

床版横締めケーブル 1S28.6(プレグラウト)

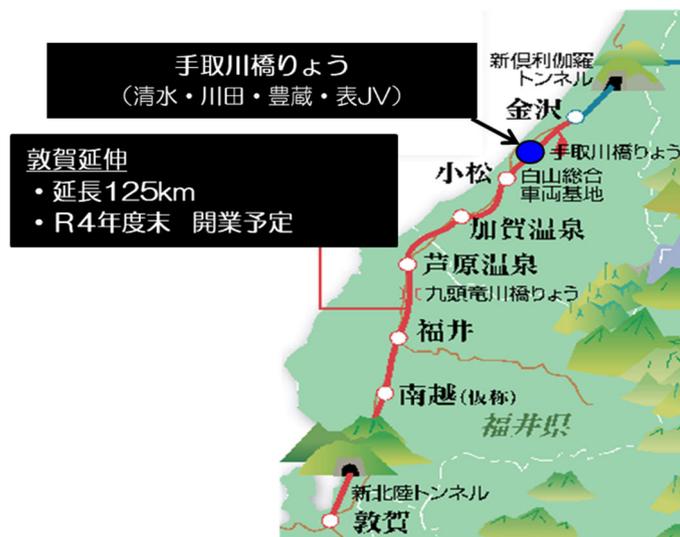


図 1 橋梁位置図

*1 川田建設(株)北陸支店工事事務課 担当工事長

*2 川田建設(株)北陸支店工事事務課 担当工事長

*3 川田建設(株)北陸支店工事事務課 担当工事長

*4 川田建設(株)北陸支店工事事務課

*5 川田建設(株)北陸支店工事事務課

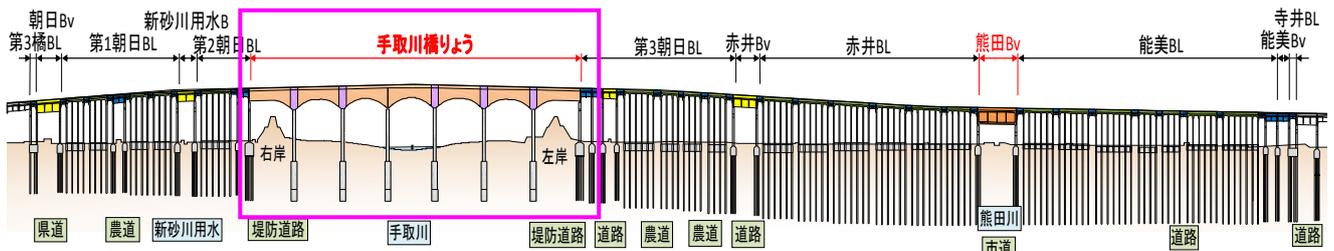


図2 手取川橋りょう工事概要図

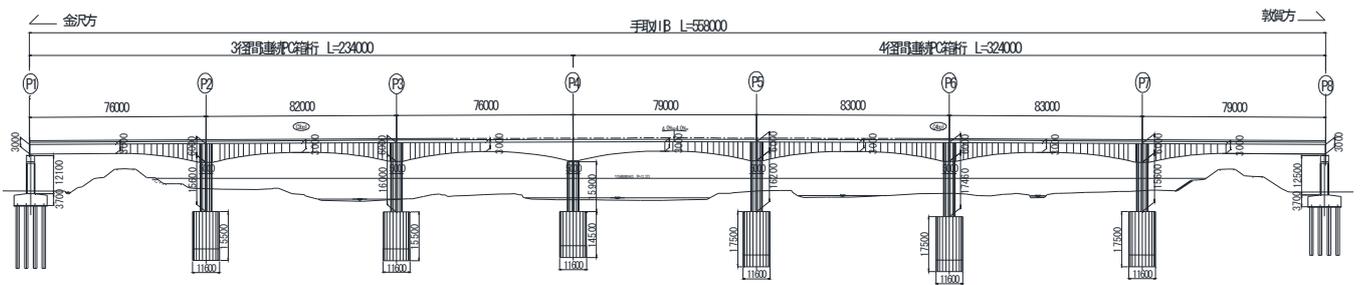


図3 手取川B橋梁一般図

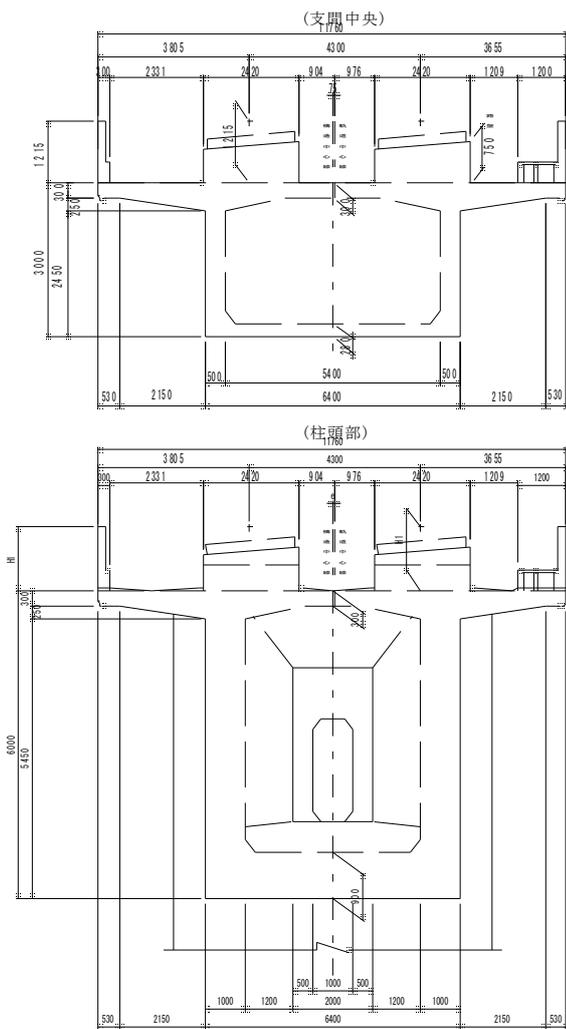


図4 手取川B主桁断面図

3. 手取川Bの施工

(1) 施工ステップ

施工順序を図5示す。河川内は各年の非出水期ごとに上流から瀬替えをして滞筋を変えながら仮締切堤を構築した。仮締切堤内の施工は、河川増水による作業員の安全確保と資機材の流出防止のため、作業中止退避基準を設けるとともに、雨量・ダム放流などインターネットで情報収集し、増水までの時間を予測しながら行った。しかし、ひとたび増水すると、水が引くまでの期間は河川内での作業ができず、仮締切堤を再施工しなければ、作業の見通しができなくなり、工程に多大な影響が出る状態となった(写真1)。



写真1 台風による増水状況

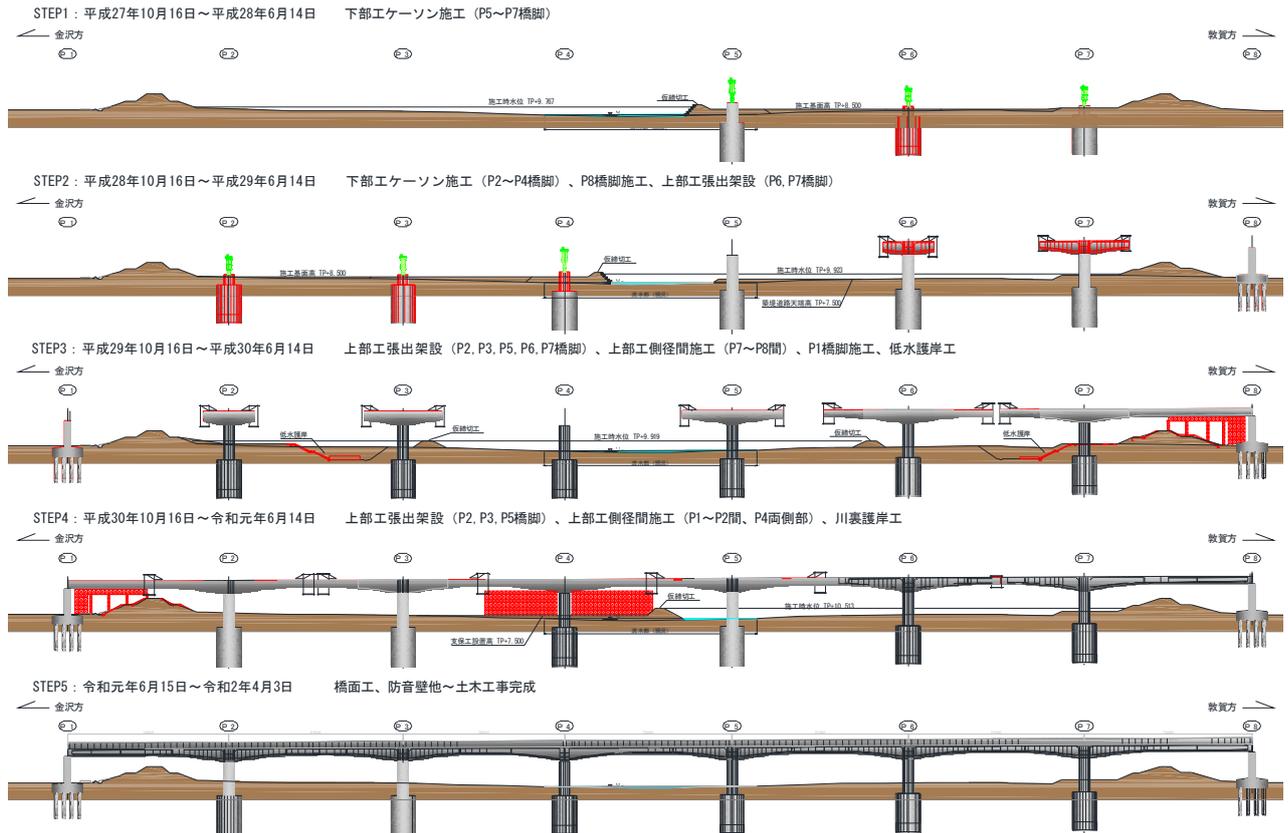


図5 施工順序 また、張出施工開始までの工程を短縮する目的で柱頭部のブラケット支保工の一部として移動作業車の作業床と型枠梁部材を先行設置した。(写真3)



写真2 ブラケット支保工および架設構台

(2) 柱頭部

下部工工事（ニューマチックケーソン）では、確実に仮締切堤内での施工となっていたが、上部工工事では、仮締切堤外で行う場合もあり、ブラケット支保工や昇降設備、資機材置き場などを、河川の障害物にならないよう、非出水期 H.W.L 以上の高さに設置した（写真2）。

当初設計においては、昇降設備、資材置き場などは盛り込まれておらず、一級河川内であるため国交省河川事務所および発注者との協議を重ね、設置させてもらった。

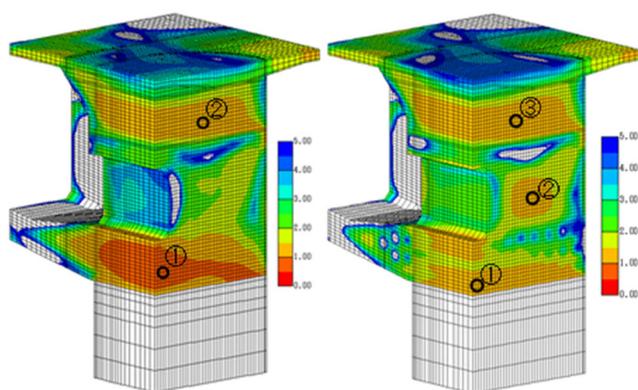


写真3 移動作業車作業床の先行設置

また、柱頭部横桁は、マスコンクリートになるため、パイプクーリングを行った。

実際に使用するコンクリートを用いて線膨張係数試験を行い、三次元温度応力解析を実施して、クーリングパイプの配置を決めた。

パイプクーリングによりひび割れ指数が 0.72 から 1.21 に改善されたことで、外観確認でも有害なひび割れは見受けられなかった（図6）。



パイプクーリング無し パイプクーリング有
 図6 柱頭部の三次元温度応力解析結果



写真5 迂回路設置状況

(3) 張出し施工

北陸地方特有の天候の急変に備えて、全天候型移動式作業車を採用した。外気を遮断するために、屋根のほかにも外周足場に採光型パネルを設置した(写真4)。

1回の非出水期中に張出し施工が完了しないので、移動式作業車は出水期間中、解体せず、主桁に過大な変形が生じないように、支点部付近まで戻し待機させた。

河川堤体管理道路上を張出し施工した場合、建築限界の4.7mを確保できないため、低床型ワーゲンも検討したが大型車両の通行を求められたため、河川堤体管理道路を通行止めにし、迂回路を堤防沿いに新設した(写真5)。



写真4 全天候型ワーゲン

(4) 側径間・中央閉合部

本橋の支間長は、すべての径間でほぼ80mの等間隔であるため、P4の側径間閉合部が40m程度となる。側径間閉合部の構築方法は支保工上での下床版+ウェブと上床版の2回打設で計画されていた。しかし、1リフト目の施工後に既設主桁の床版温度差による変形の影響を受け、1リフト目にひび割れ発生が懸念されたことから、閉合部を設け3分割する計画とした。3リフト目の閉合部は2.5mとし、断面1回打設とした(図7)(写真6・7)。

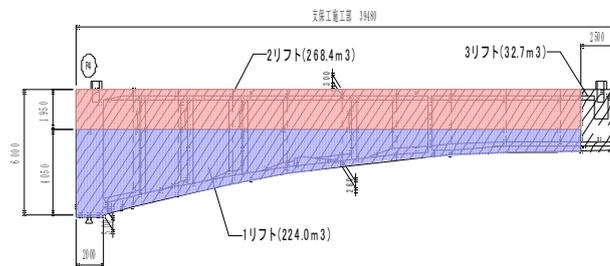


図7 側径間・中央閉合部リフト割図



写真6 3リフト内部状況



写真7 3リフト打設状況

マスコンクリートになる端支点横桁は、温度応力解析により、早強から普通コンクリートへの変更および膨張材の使用でひび割れ指数を0.57から1.03へ改善できることを確認して施工した。その結果、外観確認でも有害なひび割れは発生していない。

河川堤体上になる側径間の支保工は、堤体の損傷を極力減らす目的で、H鋼梁式支柱支保工を採用した(図8)。

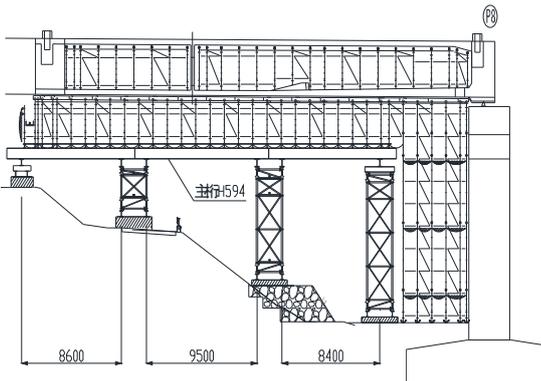


図8 堤防外側径間支保工図

ベンド基礎下の地盤については、平板載荷試験、現場密度試験、試料採取による三軸圧縮試験を実施し、堤体の耐力と円弧滑り抵抗力を確認した(写真8)。



写真8 支保工設置状況

また、中央閉合部は河川上になるため、移動作業車を使用して施工した(写真9)。

3径間と4径間のジョイント部が河川内にあり、発注当初は片側側径間のみ主ケーブルがデッドアンカーとなっており、片側側径間の施工が完了しないと次のステップに進めない施工手順となっていた。施工期間短縮を目的とし、両側径間の主ケーブルをデッドアンカーに変更し、両側径間分の支保工を先行して組むことにより(写真10)(図9)、2週間程度施工時期をずらし施工できるようになり、工期短縮を図れた。



写真9 P5-P6閉合



写真10 P4施工状況

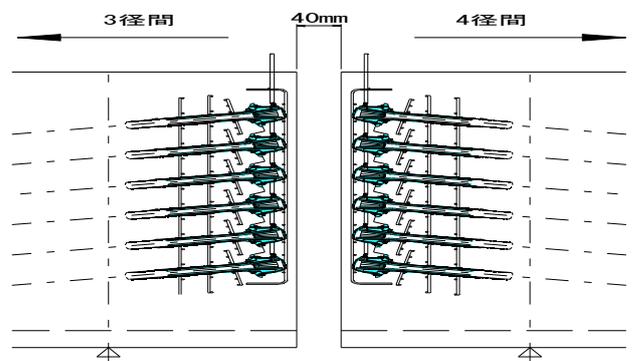


図9 P4デッドアンカー概略図

(5) 上げ越し管理

出来形管理基準における路盤高の許容誤差は±10 mm であり、本橋のような長大スパンの橋梁では、高精度の上げ越し管理が要求される。本橋では、開業時にレールレベル(以下 RL)高になるように上げ越し管理を行うものとし、主桁にクリープ分の残留変位が残っている状態で、路盤厚さで調整することとした(図 10)。

上げ越し量の算出には、張出施工の工程はもちろんのこと、分割して施工する地覆・路盤の施工順序および施工時期も細かく反映した。また、既設の路盤を剛性を含めた場合の変位量や全体温度差および上床版温度差による変位量も検討した。地覆や路盤の施工は、構築ブロックの割付けを設定し、ブロックごとに弾性変位を計測し設計値と比較しながら、次ブロックの路盤高さを修正した。本橋の場合、路盤のブロック施工による変位の実測値は、計算値の 81 %であった。



写真 12 手取川橋りょう完成

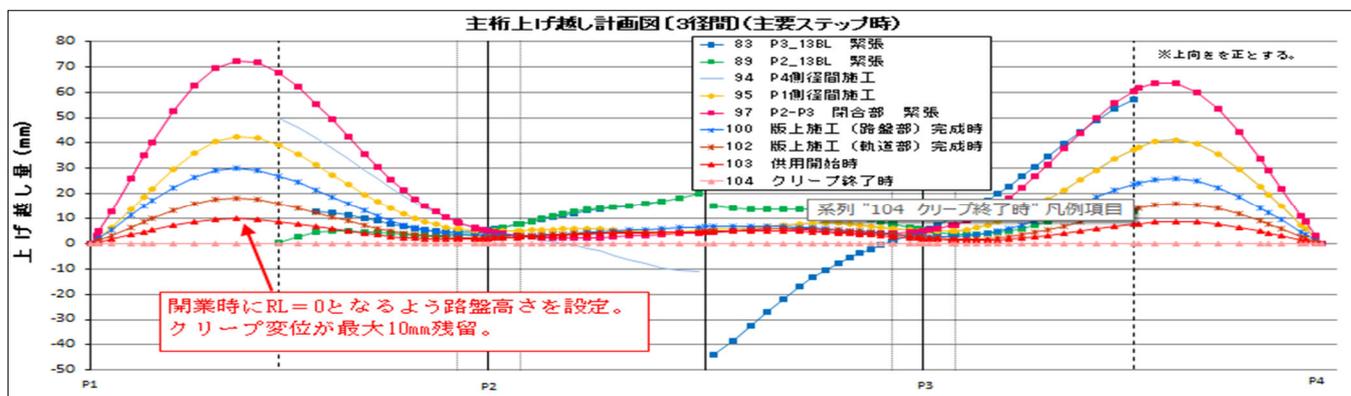


図 10 主桁上げ越し計画図(3径間)



写真 11 路盤施工完了

4. おわりに

本稿は、PC 連続ラーメン箱桁橋の張出し架設における施工方法およびその上げ越し管理方法についての報告であり、2020年3月に軌道工事に引き渡しを終えた(写真 11, 12)。今後同様の橋梁の施工に関する一助になれば幸いと考える。

最後に当橋梁の施工にあたり、貴重なご助言・ご協力をいただきました関係各位に対しまして、厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 古川, 坂本, 福山, 神田: 北陸新幹線手取川橋りょうの施工—張出し架設および市道上のジャッキダウン架設—, プレストレストコンクリート Vol.62 No.1, プレストレストコンクリート工学会, pp27-32, 2020