

北陸新幹線 福井高柳高架橋の施工

— 市街地の幹線道路における連続押し出し架設 —

菅原 外士男*1・山根 秀則*2・小永 浩二*3・柳沢 義貴*4

北陸新幹線 福井高柳高架橋は、福井市北部を流れる九頭竜川の左岸堤防より東西の大動脈となる国道 416 号線までを結ぶ延長 2 615 m の高架橋である。工事区間は市街地であり、都市計画道路をはじめとした 4 箇所の主要な交差道路に 50 ～ 60 m の単純 PC 箱桁 4 橋を反力集中方式による押し出し工法で夜間架設した。

当報告では福井市市街地で初めて行った第 2 高柳 Bv 他 3 橋の夜間押し出し架設について報告する。

キーワード：PC 箱桁，押し出し架設，市街地，都市計画道路

1. はじめに

北陸新幹線の金沢－敦賀間においては現在、延長 114.6 km に渡り、工事を進めている。

福井高柳高架橋は福井市内を南北に縦断する新設の県道敷を使い施工しており、国道 416 号をはじめ県道や都市計画道路などを跨ぐ主要な 4 か所の交差点は、主桁製作中に交通を阻害することのないよう PC 箱桁の押し出し架設工法が採用され現在までに 4 橋すべての架設を完了している。

本稿では平成 29 年 3 月に福井市市街地で初めて行った第 2 高柳 Bv の夜間押し出し架設における課題と成果、さらにはほか 3 橋の施工について報告する。

2. 橋梁概要

橋梁概要図を図 - 1 に示す。また工事概要と初回に施工した第 2 高柳 Bv の諸元を次に示す。

工 事 名：北陸新幹線 福井高柳高架橋他工事
 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：熊谷・日本ピーエス・坂川・轟 特定建設工事共同企業体
 施工場所：福井県福井市中藤新保町，寺前町，高柳町 および開発町地内
 工 期：平成 28 年 3 月 23 日～令和 2 年 10 月 31 日構

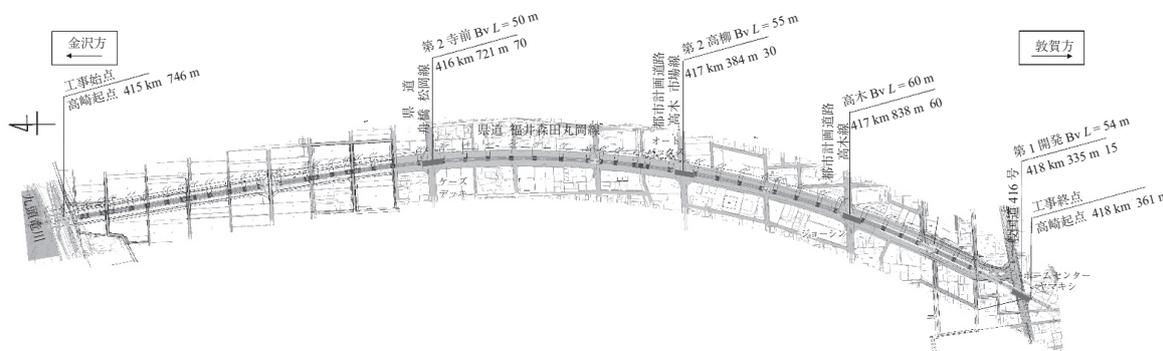


図 - 1 橋梁概要図



*1 Toshio SUGAWARA

(株) 日本ピーエス
北陸支店



*2 Hidenori YAMANE

(独) 鉄道・運輸機構
大阪支社



*3 Kouji ONAGA

(株) 熊谷組
北陸支店



*4 Yoshiki YANAGIZAWA

(株) 日本ピーエス
北陸支店

造形式：PC 単純箱桁橋
 架設方法：押し出し架設工法（反力集中方式）
 第2高柳 Bv 諸元
 橋 長：55.0 m
 幅 員：11.76 m
 桁 高：3.6 m
 平面線形：R = 2500 m（右） 縦断勾配：上り 0.3 %
 主桁重量：15 240 kN
 交差条件：都市計画道路 高木 - 市場線
 第2高柳 Bv の主桁断面図を図 - 2 に示す。

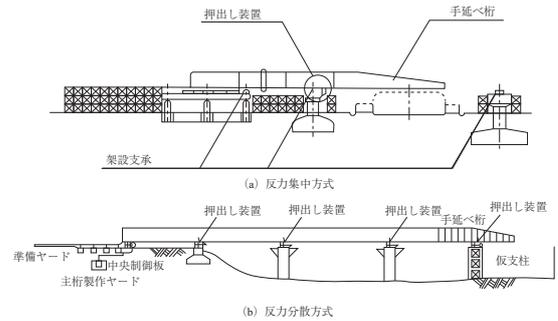


図 - 3 押し出し架設工法

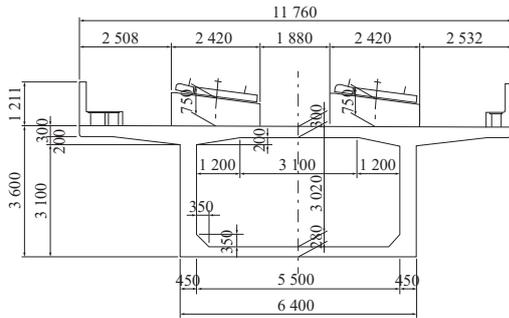


図 - 2 第2高柳 Bv 主桁断面図

3. 押し出し架設計画の立案

3.1 押し出し架設工法の選定

押し出し架設には、図 - 3 に示した押し出し装置の推力により主桁をスライドさせ移動する反力集中方式と橋脚上の鉛直および水平ジャッキの反復動作により移動を行う反力分散方式の2種類がある。

本橋においては、市街地における交通規制時間を短縮するため押し出し速度の速い反力集中方式を採用した。

3.2 押し出し機材の選定

押し出し機材の選定にあたっては、過去の使用実績より押し出し装置として1基あたりの能力が1500 kNのダブルツイ

ンジャッキを主桁背面に2基、主桁をジャッキで手繰り寄せる役割のアンカー鋼材としてPC鋼より線φ28.6を橋脚前面に4本、ブラケット金具を設置して取り付けた。押し出し架設概念図を図 - 4 に示す。

また、押し出し架設状況を写真 - 1 に、主桁背面部アンカーブラケット金具とダブルツインジャッキの設置状況を写真 - 2 に示す。

3.3 施工における課題と成果

(1) 主桁の製作台について

押し出しの際には主桁滑り面の平坦性と摩擦の軽減が課題となる。本橋では、主桁の左右ウェブ直下50 cm幅の部分を滑り面とし、下面にH-594鋼材を2本組で配置してレール桁とした。

レール桁上面にはSUS板(t=4 mm)を貼付け、滑材を塗布したうえでテフロン板(t=5 mm)を重ねて配置し2枚の界面をスライドさせることで、主桁を移動することとした。

レール桁を写真 - 3 に示す。

ここで押し出しに必要な推力は、SUS板とテフロン板の摩擦係数を製造会社固有のデータから0.1と仮定し、下記の計算により決定した。

- ・主桁 + 手延べ桁の重量：15 240 kN + 960 kN = 16 200 kN
- ・押し出しに必要な推力：16 200 kN × 0.1 × 安全率 1.5（初

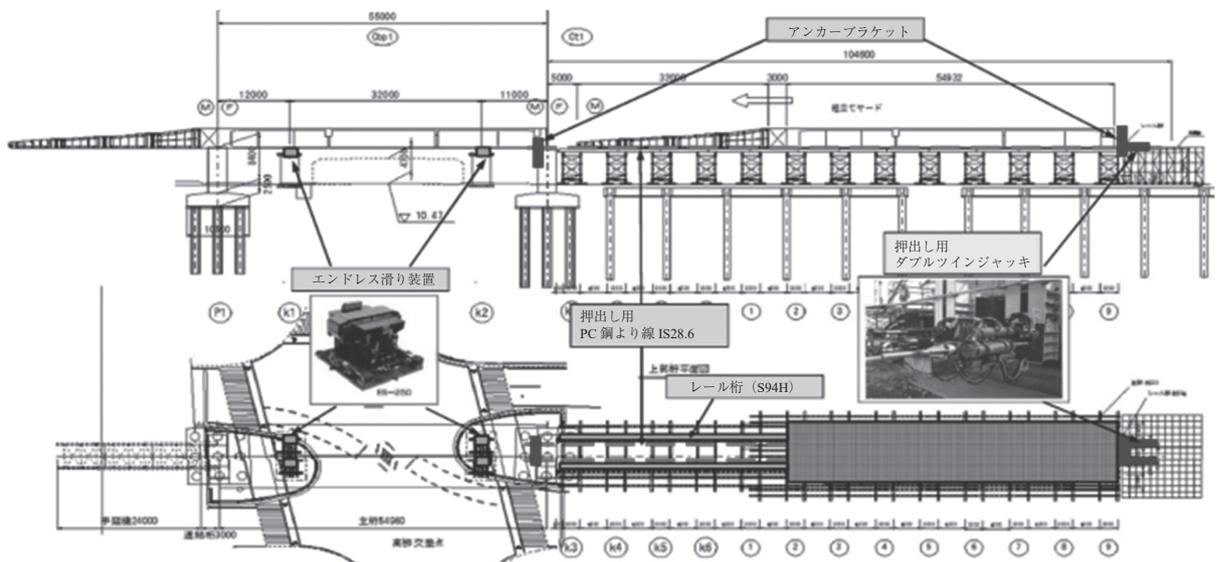


図 - 4 押し出し架設概念図

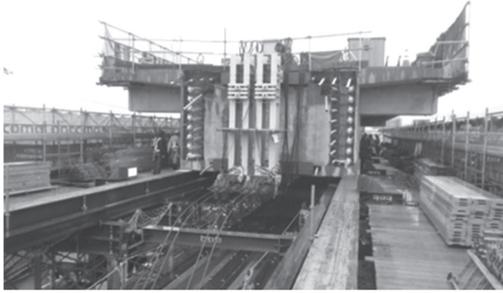


写真 - 1 押し架設状況

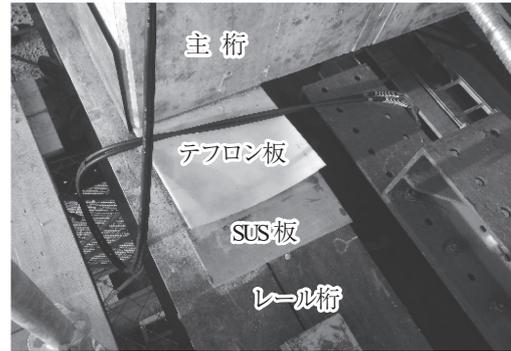


写真 - 3 レール桁

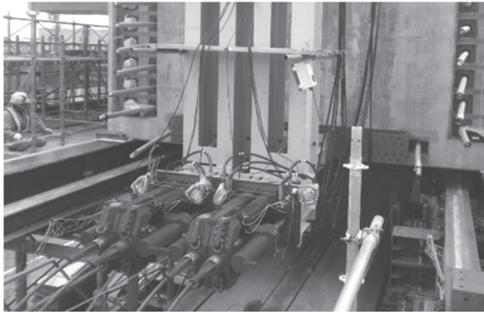


写真 - 2 ダブルツインジャッキ設置

動縁切り時の負荷考慮) = 2 430 kN

よって能力 1 500 kN のジャッキを 2 台使用し 3 000 kN の推力を与えれば主桁はテフロン板とともに移動可能となる。

これに対し実際の押し時の推力は初動縁切り時が

2 400 kN、押し中は 800 ~ 1 500 kN 程度、摩擦係数は 0.05 ~ 0.09 に収まり円滑な押し作業が行えた。

(2) 主桁の押し作業の管理について

押し作業では、交通規制時間内での押し量と時間の管理が課題となる。

タイムスケジュールの管理にあたっては、架設中の変位確認を慎重に行うためダブルツインジャッキを最低速度の 30 cm/分 (18 m/時) に設定し、夜間通行止め規制時間を 22 時より翌 5 時までの 7 時間として 2 日間での移動延長を 55 m + 40 m = 95 m で計画した。

施工ステップ図を図 - 5 に示す。

また押し中に生じる主桁の横振れ対策として、製作台両側にサイドブロックを 10 m 以下の間隔で設置し、主桁とサイドブロックの間に 2 cm の空きを設けて緩衝材と SUS 板を配置した。

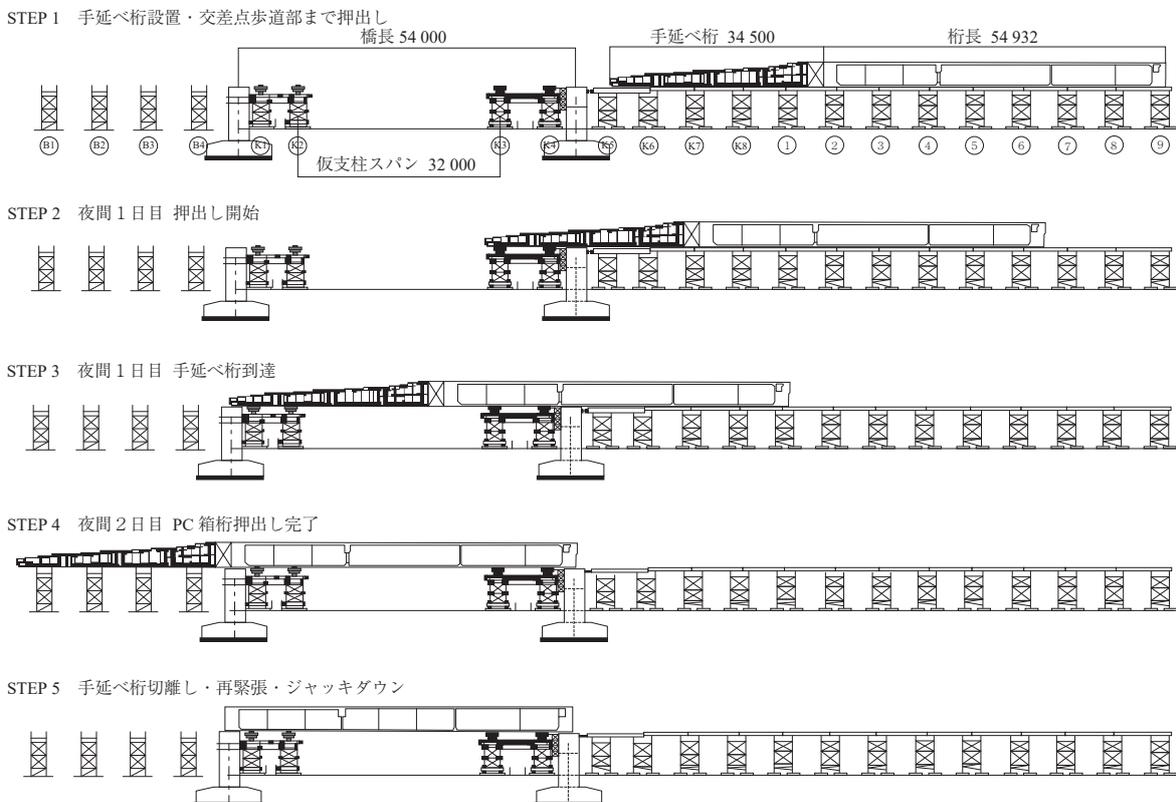


図 - 5 施工ステップ図

サイドブロックの設置状況を写真 - 4 に示す。
 これらの対策により計画どおり初日に手延べ桁を、2 日目に主桁を夜間の交通規制時間内で押出し架設することができた。



写真 - 4 サイドブロック

夜間および施工日ごとの押出し架設全景を写真 - 5 ~ 7 に示す。

(3) 主桁の降下について

本橋は支承のクリアランスが 15 cm と狭く、降下用ジャッキを橋脚上に設置できないため押し後の主桁の降下が課題となった。そこで鋼橋架設の際も用いる 5 000 kN 級のエンドレス滑り装置を仮支柱上に計 8 基設置した。



写真 - 5 第 2 高柳 Bv 夜間押し架設



写真 - 6 第 2 高柳 Bv 押し架設 1 日目



写真 - 7 第 2 高柳 Bv 押し架設 2 日目

キャタピラ状の荷重支持部で主桁をスライドさせ、また内蔵の鉛直・水平ジャッキにより速やかな左右の位置調整と上昇降下作業が制御でき、ゴムシユール上に誤差 2 mm 以内の精度で主桁架設を完了した。

仮支柱上エンドレス滑り装置を写真 - 8 に示す。

4. 押し管理の配慮事項

押し架設中の PC 桁は正負の曲げモーメントが交互に



写真 - 8 仮支柱上エンドレス滑り装置

作用し、たわみが下側 (+) と上側 (-) に変化するため手延べ桁を一体とした事前の構造計算と基準高の設定に加え、本設ケーブルと架設ケーブルの段階的な緊張管理が不可欠である。

よって主桁の緊張作業を 4 段階に分けて実施した。押し架設前にはウェブ部と主桁上縁に配置した架設ケーブルの 1 次緊張を行い、架設直後に主桁反力が仮支柱からゴム支承へ移行したところで 2 次緊張を、さらに架設ケーブルのディテンション (緊張力除荷) を経て下床版ケーブルまでの 3 次緊張を行った。

主桁緊張順序図を図 - 6 に示す。

5. 交差道路部におけるほか 3 橋の押し架設

第 2 高柳 Bv で得た実績を基に、ほか 3 箇所の主要な交差点において第 2 寺前 Bv、高木 Bv、第 1 開発 Bv の主桁

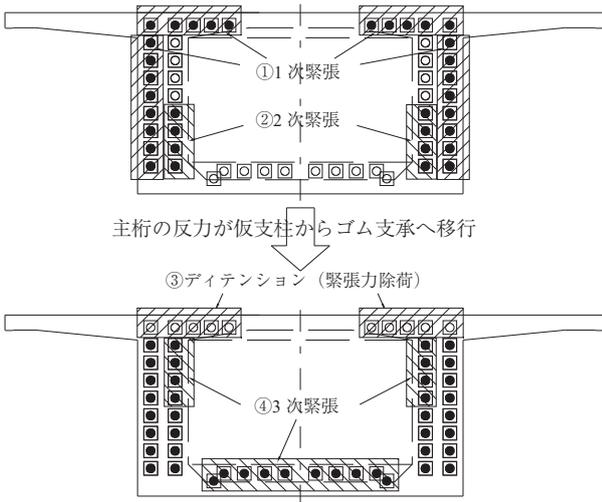


図 - 6 主桁緊張順序図

製作と押し出し架設を順次行った。

5.1 第2寺前 Bv

以下に第2寺前 Bv の諸元を示す。

施工箇所：第2寺前 Bv

構造形式：PC 単純箱桁橋

橋 長：50.0 m

幅 員：11.76 m

桁 高：3.4 m

平面線形：R = 2 500 m (右) 緩和曲線中

縦断勾配：下り 0.3 %

主桁重量：13 890 kN

交差条件：県道 舟橋 - 松岡線

主桁断面図を図 - 7 に、押し出し架設の写真を写真 - 9、10 に示す。

5.2 高木 Bv

以下に高木 Bv の諸元を示す。

施工箇所：高木 Bv

構造形式：PC 単純箱桁橋

橋 長：60.0 m

幅 員：11.76 m

桁 高：4.0 m

平面線形：R = 2 500 m (右)

縦断勾配：上り 0.3 %



写真 - 9 第2寺前 Bv 夜間押し出し架設



写真 - 10 第2寺前 Bv 押し出し架設全景

主桁重量：17 590 kN

交差条件：都市計画道路 高木線

主桁断面図を図 - 8 に示す。

高木 Bv 押し出し架設の写真を写真 - 11、12 に示す。

5.3 第1開発 Bv

第1開発 Bv の諸元および主桁断面図を図 - 9 に示す。

施工箇所：第1開発 Bv

構造形式：PC 単純箱桁橋

橋 長：54.0 m 幅 員：11.76 m

桁 高：3.6 m

平面線形：R = 2 500 m (右) 緩和曲線中

縦断勾配：下り 0.2 %

主桁重量：15 020 kN

交差条件：一般国道 416 号線

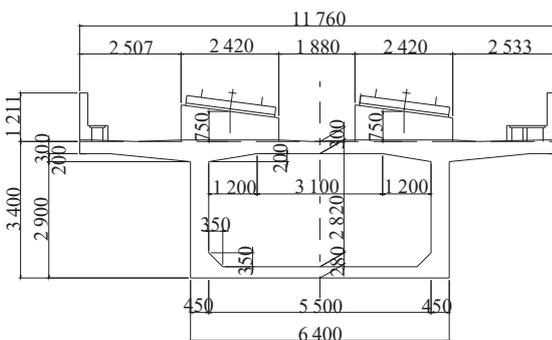


図 - 7 第2寺前 Bv 主桁断面図

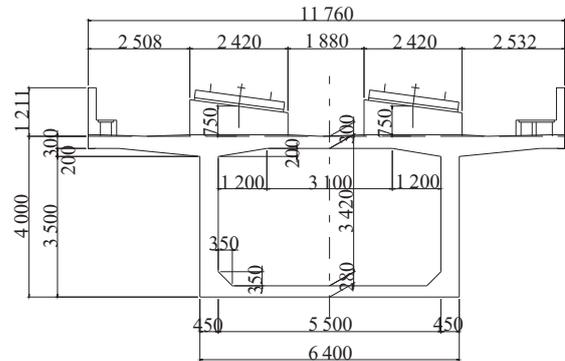


図 - 8 高木 Bv 主桁断面図



写真 - 11 高木 Bv 夜間押し出し架設



写真 - 13 第 1 開発 Bv 夜間押し出し架設



写真 - 12 高木 Bv 押し出し架設全景



写真 - 14 第 1 開発 Bv 押し出し架設全景

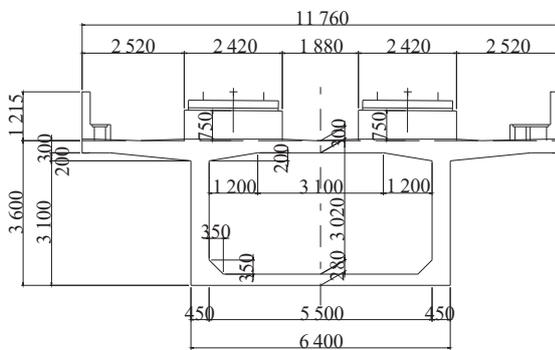


図 - 9 第 1 開発 Bv 主桁断面図

参考文献

- 1) 木寺久幸, 山藤義幸, 登田宏史, 齋藤謙一: 周布川大橋の施工
プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, 2009.10
- 2) 石崎太郎, 佐藤茂美, 菅原広道, 神田 昭: PC 押し出し工法による
新水前寺架道橋の施工, プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, 2010.10
- 3) PC 押し出し工法協会: PC 押し出し工法設計・施工マニュアル
2008.7

【2021 年 1 月 28 日受付】

第 1 開発 Bv 押し出し架設の写真を写真 - 13, 14 に示す。

6. おわりに

押し出し架設工法は、架設位置に直接設備を設けないため市街地交差点でも交通規制による影響を極力抑えることに適した工法と思われる。本報告が今後の同種工事の参考となれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたりご指導ご支援を賜りました関係各位に深く感謝の意を表します。