

北陸新幹線，福井高柳高架橋他 押出し架設

小 永 浩 二

当作業所は福井市内の比較的交通量の多い交差点での桁架設工事となっていて、動きだしたら所定の位置まで動かし切らなければいけないため、一般車の交通障害を極力なくすこと、確実に押し出せることを念頭に製作台、滑り面の計画、使用機械の選定等検討した。また当作業所で4橋押し架設があるので、実績を把握し次の押し出しに反映させていくため施工中の管理方法も検討し管理を行った事の報告である。
 キーワード：滑り面の平坦性と摩擦係数，ダブルツインジャッキ，エンドレス送り出し装置，スケジュール

1. はじめに

北陸新幹線，福井高柳高架橋他工事は福井市の市街地において延長2,615mの施工を行っており，PC橋は箱桁6橋とT桁6橋が計画されている。このうち4か所の主要な交差点を跨ぐ箱桁4橋は押し出し架設工法を採用している（表—1）。平成29年3月20日，21日の2夜間にて初めてとなる第2高柳Bvの押し出し架設を行い（写真—1）平成30年9月25日，26日の2夜間で4交差点目，当作業所で最後の押し出し架設を行っ



写真—1 県道の中央に走る新幹線 第2高柳Bv架設完了状況

た。

本稿では押し出し架設における検討と施工方法及び技術的ポイントについて報告する。

2. 工事概要

工 事 名：北陸新幹線，福井高柳高架橋他
 発 注 者：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構大阪支社
 工事場所：福井県福井市中藤新保町，寺前町，高柳町及び開発町地内

工 期：平成28年3月23日～令和元年9月24日

概 要：全長 2,615 m
 直線部及び曲線部（φ2,500 m）
 ラーメン高架橋 35連 3～6径間
 RC橋脚 31基
 RC場所T桁 54連 L=9m～20m
 PPCT桁 6連 L=25m～45m
 PPC箱桁 6連 L=40m～60m
 場所打杭 574本 φ1.2m～1.5m
 オープンケーソン基礎 2基 φ8m

上記PPC箱桁6連の内4連が交差点部押し出し工法で施工した。

表—1 押し出し工法（反力集中方式）4連の諸元

場 所	橋長 (m)	桁長 (m)	桁高 (m)	幅員 (m)	桁重量 (t)
第2寺前Bv	50.000	49.932	3.400	11.760	1,390
第2高柳Bv	55.000	54.932	3.600	11.760	1,560
高木Bv	60.000	59.932	4.000	11.760	1,755
第1開発Bv	54.000	53.932	3.600	11.760	1,500

3. 押し出し架設計画の立案

(1) 押し出し架設工法の選定

押し出し架設には、押し出し装置の推力によりPC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(図-1)。

本橋においては、市街地で昼間の交通量が多い交差点であることを考慮し、規制時間を短縮するため速度の早い反力集中方式を採用した。また、施工中に桁からの落下物等による一般車両安全確保のため交通規制を夜間通行止めとした。

(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基当たりの能力が150t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、アンカーブラケット金具を設置して取り付けた。

押し出し架設状況を(写真-2)に、主桁背面部のアンカーブラケット金具およびジャッキ設置状況を(写真-3)に示す。

・ダブルツインジャッキ諸元(図-2)

- 型 式 6RM-15040
- 能 力 1,500 kN × 2段
- ストローク 400 mm × 2段
- 機 械 高 1,400 mm
- 作動圧力 66.30 MPa
- 必要油量 9.2 ℓ
- 質 量 1,480 kg



写真-2 押し出し架設状況



写真-3 ジャッキ設置状況

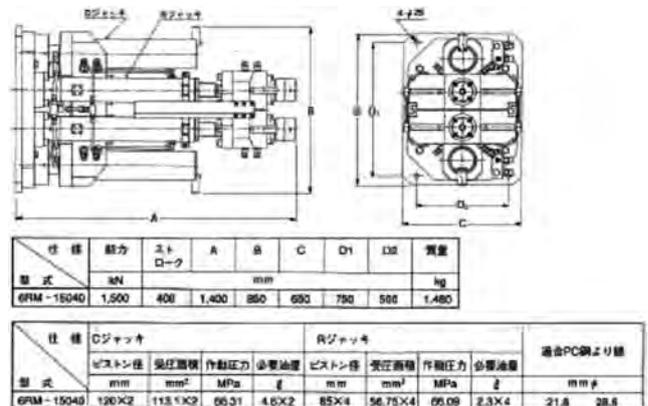


図-2 ダブルツインジャッキ諸元

(3) 施工における課題と成果

(a) 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50cm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=4mm)を貼付け、滑材を塗布したうえでテフロン板(t=5mm)を重

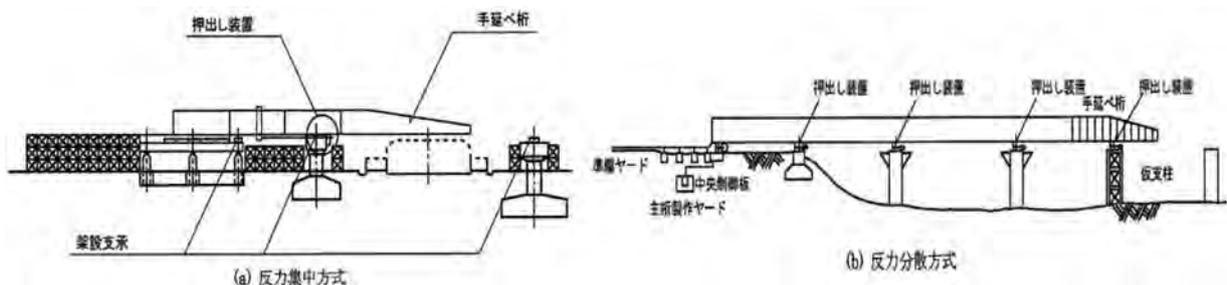


図-1 押し出し架設工法



写真-4 レール桁



写真-5 電動ポンプユニット

ねて配置し、2枚の面をスライドさせることで、主桁を移動することとした（写真-4）。

押出しに必要な水力は2枚の摩擦係数を0.1と仮定し、下記の計算により決定した。

- ・主桁+手延べ桁重量: 1,755 t + 96 t = 1,851 t (最大)
- ・必要な推力: 1,846 t × 0.1 × 安全率 1.5 = 276.9 t

よって能力150 tのジャッキを2台使用し300 tの推力を与えれば主桁はテフロン板と共に移動可能となる。これに対して実際押出した際の水力は80 t～150 t程度に収まり、円滑な押出し作業が行えた（写真-5）。

押出し力の管理は圧力変換荷重計を使用しデジタル表示が可能な集中操作盤（写真-6）で管理し、移動量の管理はH鋼レール毎に設置した2台のリニアエンコーダと集中操作盤で管理した。

（押出し力の計測精度は1 kN、リニアエンコーダの計測精度は1 mm）

(b) 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、主桁降下用のジャッキを橋脚上に設置できないため、押出



写真-6 集中操作盤

し後の主桁の降下が課題となる。

そこで鋼橋架設の際に用いる500 t級のエンドレス送り出し装置を仮支柱上で計8基用いた（図-3）。

・エンドレス滑り装置の諸元（図-4）

型 式	ES-50030
能 力	5,000 kN
鉛直ストローク	784 mm
長 さ	1,400 mm
幅	1,300 mm

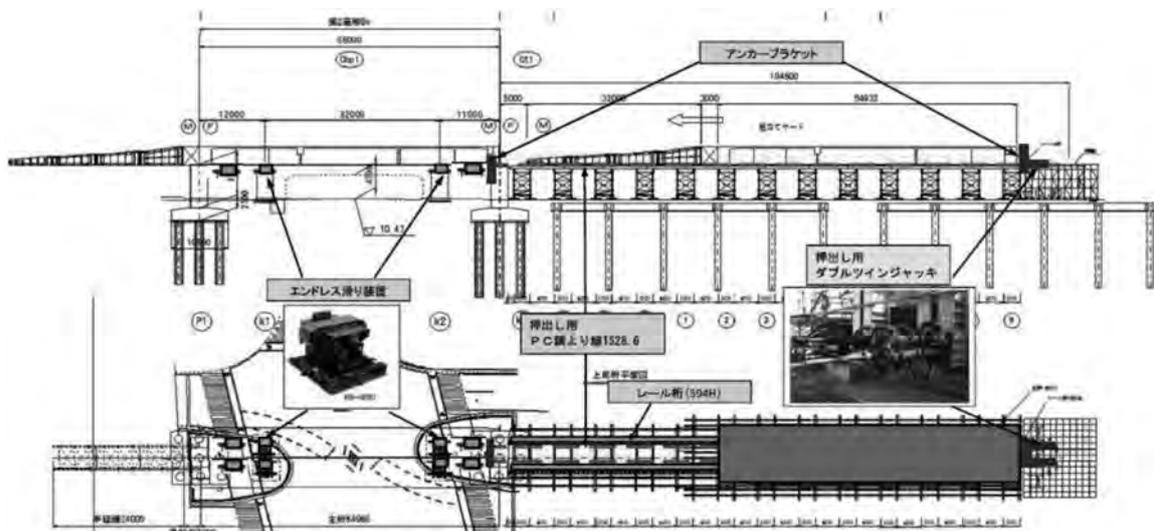
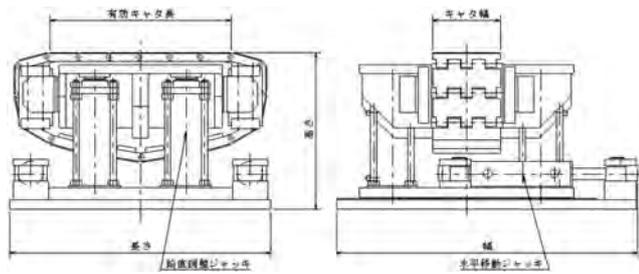


図-3 ジャッキ等仮設備配置図



図一４ エンドレス滑り装置の諸元

有効キヤタ長 1,280 mm

キヤタ幅 310 mm

キヤ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降下作業が制御できゴムシュー上に平面誤差2 mm以内の精度で桁架設が完了した(写真一7,8)。

(c) 主桁の押し出し作業の管理について

押し出し作業では交通規制時間内での押し出し量と時間管理が課題となる。タイムスケジュールの管理にあたっては、架設中に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、2夜間での移動延長を40 m + 55 m = 95 mとした。

また押し出し中に生じる主桁の横振れは、サイドブロックを10 m以下の間隔で製作台両脇に設置し、左



写真一9 サイドブロック

右2 cm以内となるよう制御を行った(写真一9)。

テフロン板を滑り面に固定した滑り装置をガイドブラケット全面に設置し、押し出し時はPC桁側面に設置したステンレス板と滑らせることにより横方向のガイドとする。

ステンレス板は1か所2枚用意し、順次後方から挿入する。ベント上のエンドレス滑り装置のガイドも同様のガイドブラケットを設置する。

横断方向の調整が必要時には、ガイドブラケットと桁間に板材を挿入し、移動を行う。

計画通り初日に手延べ桁を、2日目に箱桁を交通規制時間内で押し出し架設できた。

4. その他

押し出し架設中のPC桁は正負の曲げモーメントが交互に作用するため、事前の構造計算の確認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(図一5)。

第2高柳Bv(L = 55 m 桁高3.6 m)の場合、本設ケーブル42本、架設ケーブル10本配置

Step1 押し出し時 1次緊張

架設ケーブル10本緊張状態

本設ケーブル16本状態

Step2 ジャッキダウン前 2次緊張

架設ケーブル10本緊張状態

本設ケーブル26本状態

Step3 架設完了後 3次緊張

架設ケーブル10本撤去

本設ケーブル42本状態

5. 施工実績(写真一10, 11)

①押し出し架設は反力集中方式を採用し、2本引きダブルツイン型油圧ジャッキを用いた。油圧ジャッキは、主桁後部の反力架台に設置し、P2橋脚を



写真一7 エンドレスジャッキ配置状況



写真一8 エンドレスジャッキ使用状況

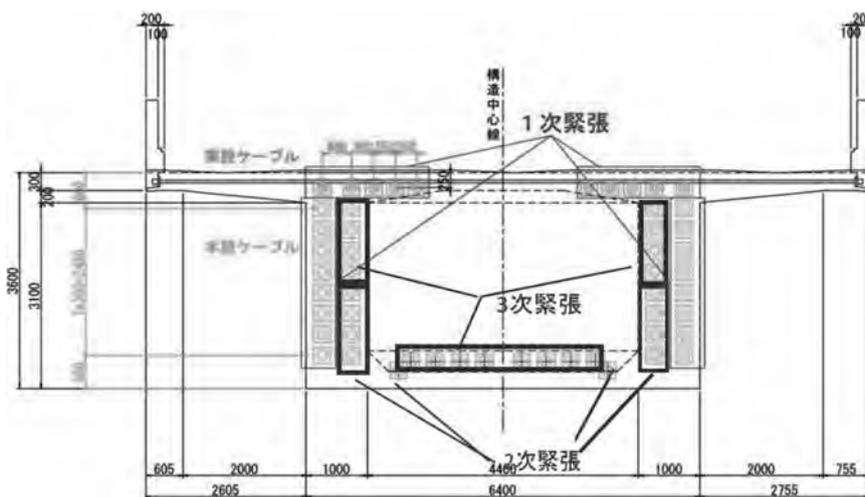


図-5 ケーブルの緊張管理



写真-10 施工実績



写真-11 施工状況

アンカーとしたPC鋼材（φ 28.6 × 4本）を引き込むことで、主桁を移動させる。ジャッキ2台の最大推力は3,000 kNとし計画どおり押出した。

②製作ヤードからP2橋脚までは、H鋼レール上面に設置したステンレス板上を滑らせる。なお、主

桁下面の滑り面にはテフロン板を設置し摩擦力を低減する。動摩擦係数は実質0.06程度（≦0.1）であった。

- ③ P2橋脚からP1橋脚までは、架設構台に設置したエンドレス滑り装置（全8台）上を移動させ、左右の位置調整と降下作業を高精度で実施した。
- ④夜間交通規制時間内での押し出し量と時間管理では、ダブルツイン型油圧ジャッキを最低速度30 cm/分（毎時18m）に設定し、2夜間の移動延長を40 m（1日目）+ 55 m（2日目）= 95 mに設定した。計画通り2夜間とも交通規制時間内で押し出し架設を完了した。
- ⑤押し出し架設中に生じる横振れは、製作台両側に設置したサイドブロックにより左右2 cm以内に制御した。

6. おわりに

今回、道路交差点を跨ぐ箱桁4橋を押出し工法で限られた時間内に安全かつ迅速に架設するために、事前の検討と綿密な準備並びに詳細な施工方法・手順の全員周知を行った結果、大きなトラブルも無く計画工程通りに安全に施工することができた。今後は令和元年

9月の竣工に向け引き続き鋭意努力する所存である。

J|C|M|A

【筆者紹介】

小永 浩二（こなが こうじ）
熊谷・日本ピーエス・坂川・轟特定建設工事共同企業体
高柳高架作業所

