

## 押し出し工法による西芦田橋の施工

(株) 富士ピー・エス 正会員 ○伊藤 定之  
 (株) 富士ピー・エス 正会員 潮田 博孝  
 (株) 富士ピー・エス 正会員 西 弘  
 国土交通省 近畿地方整備局 中平 弘満

### 1. はじめに

西芦田橋は、春日和田山道路（北近畿豊岡自動車道）青垣町西芦田～同町口塩久地先間に架橋される PC2 径間連続箱桁橋であり、橋長 上り線 115.5m、下り線 111.0m、幅員 10.4m の橋梁規模を有している。架橋位置は、住宅開発地域に近接した場所に計画されており、町道西芦田口塩久線、町道口塩久田井縄線、遠阪川を跨坐するため、周辺環境に対する配慮が必要となる工事であった。架設方法は、春日和田山道路の開通予定日を遵守しなければならないこと、河川地盤が軟弱であり、河川占用期間に制約があること、騒音・振動など住宅開発地域に対する配慮が必要であることなどから、分散方式押し出し工法による架設工法が採用された。しかし、本橋の斜角は極めて小さく、平面・縦断線形に曲線区間を有することなど、架設時、主桁据付時の支点反力管理や配置調整に関して、比較的煩雑な施工管理が必要であった。本稿では、分散方式押し出し工法によって架設した西芦田橋の施工報告を行うものである。

### 2. 工事概要

工 事 名：春日和田山道路西芦田橋上部工事

施工場所：兵庫県丹波市青垣町西芦田

～同町口塩久地先間

工 期：平成 16 年 5 月 28 日

～平成 17 年 7 月 20 日

道路規格：第 1 種 第 3 級 (V=80km/h)

構造形式：PC2 径間連続箱桁橋

活 荷 重：B活荷重

橋 長：上り線 115.5m 下り線 111.0m

幅 員：全幅員 21.150m

斜 角：右 42° 00' ～ 51° 00'

線 形：平面 A=600～R=1500m 縦断 R=7100m



写真-1 押し出し架設状況（分散式）

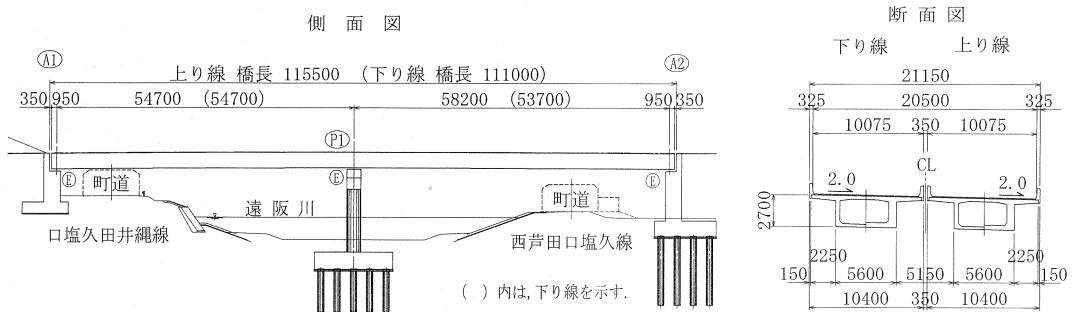


図-1 全体一般図

### 3. 架設工法選定の経緯

本工事の基本計画は支柱式支保工による架設であったが、以下の理由から発注直前に計画の見直しが必要とされ、最終的に「分散方式押し出し工法+仮支柱」の併用方法が選定された。

- (1) 春日和田山道路の開通予定日などの関係上、工期的に制約があり、標準計画の工程と比べ工期短縮が必要となった。
- (2) 遠阪川を占用した場合、河川濁水時期の制約など工程調整が必要となることや、固定式支保工を選定した場合、当該河川の地盤が軟弱であることから、支保工基礎としての支持杭が必要となり、比較的大掛かりな杭打ち作業が発生する。
- (3) 住宅開発地域への影響を極力軽減する必要があり、上記(2)を採用した場合、騒音・振動が発生するため、これら類似的な工法は基本的に選定できなかった。
- (4) 地域周辺への配慮から、作業時間帯(8:00~17:00 まで)の厳守や休日、祭日作業の禁止など、作業時間的に制約があり、押し出し工法を採用した場合には、工期の関係で、上り線、下り線の順に1ブロックを交互(ほぼ同時)に押し出すこととなった。
- (5) 基本計画では、支柱式支保工方式による合理的な主桁断面(桁高スパン比 1/20)、鋼材配置で決められていたため、押し出し工法の場合、架設時に対する構造(桁高スパン比 1/16)が問題となり、架設時の主桁の応力改善を図るためにA1, A2橋台前面に仮支柱を2箇所設置することとした。

### 4. 施工順序と架設設備

図-2に示すように、本工事の施工順序は、まず、1ブロック目の主桁製作時に、主桁に直接接合する取付桁を組立て、1ブロック押し出しまでに順次先端桁を組立てる。次に、5ブロック目(中間支点横桁部)及び9ブロック目の押し出し前に全断面緊張力導入のため、架設外ケーブルを「たすき掛け」配置し、緊張後、押し出しを行う。仮支柱は手延桁先端が到達する前に順次組立て、A1に到達後、手伸べ桁を解体しながら所定の位置まで押し出しを完了させる。その後、架設ケーブルの開放、P1柱頭部内ケーブルを緊張、仮支柱の解体撤去、連続内ケーブルを緊張した後、所定の高さまで主桁をジャッキダウンさせ、据付ける。押し出し順序は、工期短縮を目的として、上り線、下り線をほぼ同時に

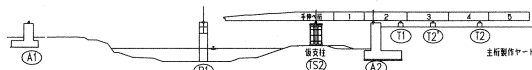
Step1: 1ブロック製作, 手延桁組立 → 1ブロック押し出し



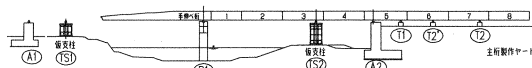
Step2: 2ブロック製作 → 仮支柱(TS2)組立 → 2ブロック押し出し



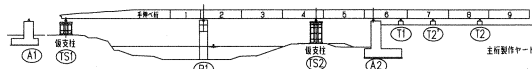
Step3: 5ブロック製作 → A1~P1間外ケーブル緊張 5ブロック押し出し



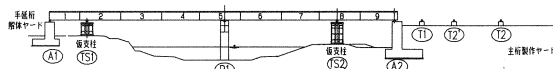
Step4: 8ブロック製作 → 仮支柱(TS1)組立 8ブロック押し出し



Step5: 9ブロック製作 → P1~A2間外ケーブル緊張 → 9ブロック押し出し



Step6: 押し出し完了 → 架設外ケーブル解放 → P1柱頭部ケーブル緊張(上床版内)



Step7: 仮支柱撤去 → 連続内ケーブル緊張(ウェブ内)

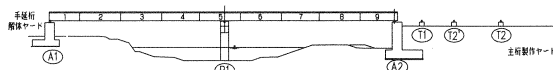


図-2 押し出し施工要領

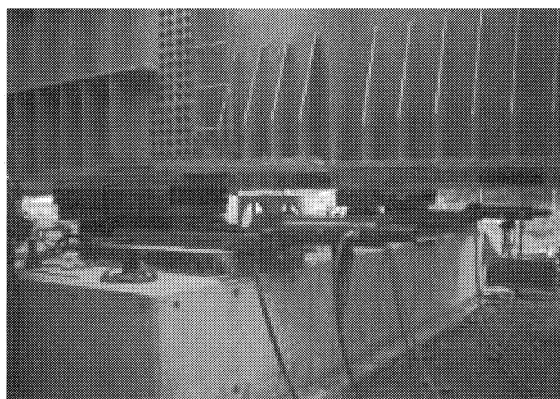


写真-2 押し出しジャッキ

押出し架設を行い、押出し架設機材を、上り線、下り線で交互に転用した。押出し架設の主要な設備は、主桁をジャッキアップ・ダウンさせる鉛直ジャッキと主桁を押出すための水平ジャッキの構成となる。ジャッキの設置箇所がウェブ直下に限定されることや、主桁に作用する支圧応力の分散を図るために、6500kNの鉛直ジャッキ（ストローク長50mm）と500kNの水平ジャッキ（ストローク長500mm）を片側線あたり8箇所（押出し装置基礎部3箇所、仮支柱部2箇所、橋台・橋脚部3箇所）配置した。また、高さ調整用にリブ補強付サドル材（100H, 150H）、5種類の厚さの鉄板（ $t=1.2\text{mm}$ ,  $2.3\text{mm}$ ,  $4.5\text{mm}$ ,  $9\text{mm}$ ,  $16\text{mm}$ ）、10mmの緩衝ゴムを使用し、それらを組合せることで高さ調整を行った。写真-2に押出しジャッキ（装置）の配置を示す。

5. 分散方式押出し架設時の施工管理

(1) 架設時反力の検討

押出し工法は、架設の進展に伴い主桁の構造系が、変化するため、架設時の反力の算出は、平面格子解析を用いて構造系変化前後の各支点反力を算出し、ステップ毎に支点反力分担率を求め、一方で、平面骨組解析により算出した各ステップの反力結果を、平面格子解析で求めた分担率で分配した。構造解析の結果、施工管理上の目標値は±20%に設定した。

(2) 反力管理

分散方式の押出し架設は、各支点の不等沈下、ジャッキのストローク差などによって、主桁に負荷がかからないように管理する必要がある。そのため、

反力や押出し量は、押出し装置（鉛直ジャッキ、水平ジャッキ、スライド架台、油圧ポンプなど）から中央制御室の中央制御盤に連動させ、集中管理が行えるような配置とした（写真-3）。反力管理は、あらかじめ算出した各支点反力を計測された反力と比較することで、反力挙動をリアルタイムで確認しながら架設および主桁の据付を行った。図-3に一例としてA2橋台のジャッキに着目した架設時反力管理図を示す。設計反力と計測反力はおおむね一致しており、左右の反力差を極力抑えることができた。

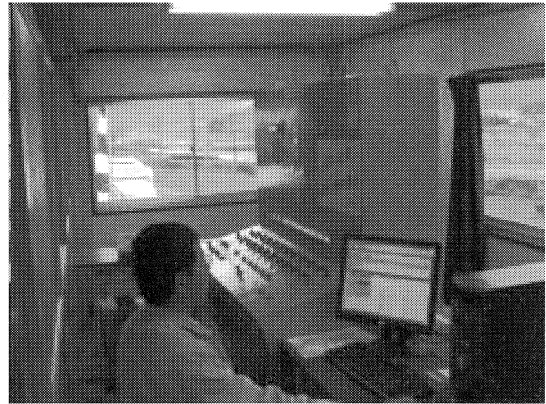


写真-3 中央制御室

(3) 平面位置の管理

本橋の平面線形はクロソイド曲線（ $A=600\sim R=1500\text{m}$ ）を有しており、押出し架設時には主桁の軌道管理が重要となった。押出し装置の平面配置は、押出し軸線に対して単曲線上に配置させ、軌道管理はあらかじめ、押出し作業（水平ジャッキのストローク）ごとの角度やシフト量を算出しておき、手述べ機材先端、主桁前方、後方にターゲットを設置し、トータルステーションにて確認・調整を繰り返し行った。主桁の軌道誤差は多少のばらつきは生じたが、押出し作業ごとに調整することで計画値におおむね一致させることができた。

架設時反力管理表 (A2ジャッキ反力値 単位:kN)

項目	A2-L側			A2-R側		
	設計値	計測値	目標値	設計値	計測値	目標値
Step 1	※手延べ機のみが支持されているステップ					
Step 2	27	30	-11%	27	25	7%
Step 3	1674	1754	-5%	1440	1385	4%
Step 4	638	680	-7%	1560	1458	7%
Step 5	1255	1202	4%	1390	1313	6%
Step 6	706	742	-5%	1031	998	3%
Step 7	3809	3697	3%	828	887	-7%

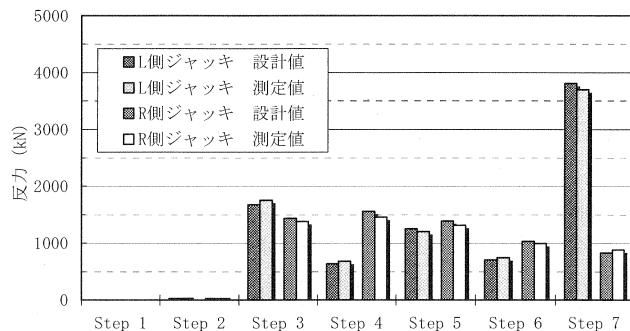


図-3 架設時反力管理図 (A2橋台のジャッキに着目)

6. 施工概要

(1) 主桁製作工

主桁製作ヤードは、写真-4に示すA2橋台背面長さ120m×幅34m、資材置き場を含め、面積約4400m<sup>2</sup>を使用した。主桁製作台から橋台までの押し出し区間には、押し出し装置基礎を片側線あたり3基(上り線、下り線 合計6基)設置した。主桁製作については、1ブロックの標準長さが13mであり(上り線、下り線 各9ブロック)、1ブロックのコンクリート打設は、上床版、ウェブ、下床版などの主要部材を一括で行った。なお、中間隔壁、ディビエータ、定着突起についても主要部材と同時に施工した。



写真-4 押し出し架設状況

(2) 主桁押し出し、据付要領

図-4に押し出し施工要領図を示す。主な作業は6種類の工程となる。鉛直ジャッキ上昇量は、10mmを目安値とし、各ジャッキのストローク差によって生じる主桁への影響を極力最小限に抑えるために、「5mm+5mm」の2段階に分割して作業を行った。スライド架台に荷重移動させるための鉛直ジャッキ下降も2段階に分割した。ジャッキ上昇、下降量の計測は、変位計と水準測量の併用で管理するとともに、上昇、下降速度の誤差を取り除くために同種の資機材を使用した。

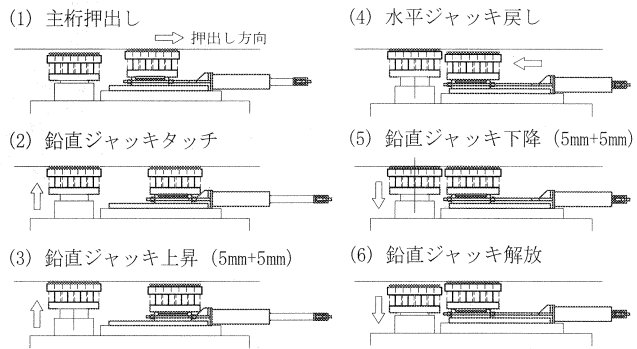


図-4 押し出し施工要領図

主桁据付(支承との接続)は、あらかじめ下部工に下沓を所定の位置に仮置きしておき、主桁の押し出し完了後、押し出し装置の一部を撤去、支承本体の挿入と下沓との接続、鉛直ジャッキによる反力調整、下沓部の無収縮モルタルの打設、鉛直ジャッキの荷重開放を行い、主桁据付を完了した。

本工事における押し出し架設の実作業日数は、水平ジャッキ能力から約50cm/サイクル、時間は約10分/サイクル、1ブロック(13m/ブロック)あたり、押し出し架設に要した時間は、主桁の方向、高さ調整を含め約1~1.5日(上り線、下り線を含め延べ250日)であった。

7. おわりに

本工事は、押し出し工法により騒音・振動などの影響を極力抑え、住宅開発地域に居住されている方々にもご理解、ご協力を頂き、無事、工期限内に竣工することができた。押し出し工法は、施工管理、品質管理、安全管理が容易であり、経済性に優れたPC橋架設工法のひとつである。本報告が、押し出し工法の更なる作業の省力化、合理化などの発展と、今後の橋梁架設計画の一助になれば幸いである。最後に本工事の施工にあたり、貴重なご意見、ご指導を頂いた関係各位に、ここに記して謹んで謝意を表します。

参考文献

1) 桑原, 富田, 入口: 押し出し工法による隼人港橋の施工について, 第2回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, プレストレストコンクリート技術協会, pp. 139~142, 1991. 11  
 2) 神川, 富田, 入口: 押し出し工法における自動反力測定管理, 第5回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, プレストレストコンクリート技術協会, pp. 153~156, 1995. 10