

新大間池橋（仮称）の施工

— 平面曲線と幅員変化を有する PC 押し出し架設 —

古賀 崇朗*1・小川 剛*2・橋内 剛*3・片岡 智宏*4

新大間池橋（仮称）は、主要地方道筑紫野古賀線（須恵町・粕屋町工区）のバイパス整備工事の南側起点に位置する農業用貯水池である新大間池を跨ぐ橋長 175.0 m の PC 3 径間連続 2 室箱桁橋である。本橋の架設工法は、架設位置上空に高圧線が架空されているために上空作業に制約を受けることと、施工時における新大間池の水質汚濁などの阻害を最小限にする必要があることなどから PC 押し出し工法が採用された。押し出し架設における主な施工時検討として、各仮支点の反力分担率、手延べ桁と橋体の連結部および主桁短縮量に関する詳細検討を行った。また、本橋は平面曲線と縦断曲線を有する線形条件に加えて、15.90～18.65 m の幅員変化を有しているため、高精度な押し出し架設管理が必要であった。本稿では、本橋の押し出し架設における施工時検討と施工管理方法について報告する。

キーワード：PC 押し出し工法、平面線形、幅員変化、2 室箱桁断面

1. はじめに

1.1 事業概要

主要地方道筑紫野古賀線は、福岡県を南北に縦断する九州縦貫道路や国道 3 号線と並走する交通量の多い幹線道路であることから、交通渋滞が著しく、円滑な車両交通や歩行者の交通安全の確保が緊急の課題となっていた。このため、渋滞の抜本的な解決を図る目的から、筑紫野市から古賀市に至る延長約 14 km の 4 車線化工事に取り組んでいる。

このうち、本橋の架橋付近である須恵町・粕屋町工区においては、一日の交通量が 2 万台を超えており、さらに県

道福岡篠栗線と交差するため、図 - 1 に示す「門松交差点」が本路線の主要な渋滞ポイントとなっている。このため門松交差点付近の渋滞対策として、延長約 1.6 km をバイパス化することで、門松交差点を回避し、県道福岡篠栗線と新大間池を高架橋により跨ぐ計画とした。

1.2 工事概要

新大間池橋（仮称）は、主要地方道筑紫野古賀線のバイパス整備工事の一環として架橋される、新大間池を跨ぐ PC 道路橋である。本工事の工事概要を以下に示す。

工事名 県道筑紫野古賀線
新大間池橋（仮称）橋梁上部工工事
橋種 PC 道路橋
施工場所 福岡県糟屋郡須恵町大字植木
～粕屋郡粕屋町大字大隈
発注者 福岡県 福岡県土整備事務所
施工者 株式会社ピーエス三菱
工期 自) 平成 27 年 7 月 14 日
至) 平成 29 年 3 月 15 日

1.3 橋梁概要

本橋は橋長 175.0 m、最大幅員 18.65 m の PC 3 径間連続 2 室箱桁橋である。架橋位置上空に 22 万ボルトの高圧線（写真 - 1）が架空されているために、クレーン作業などの上空作業に制約を受けることと、施工時における新大間池の水質汚濁などの阻害を最小限にする必要があることなどから、本橋は PC 押し出し工法が採用された。本橋の橋梁諸元および上部工構造図（図 - 2）に示す。

構造形式 PC 3 径間連続 2 室箱桁橋
架設工法 PC 押し出し架設工法（反力集中方式）
橋長 175.0 m

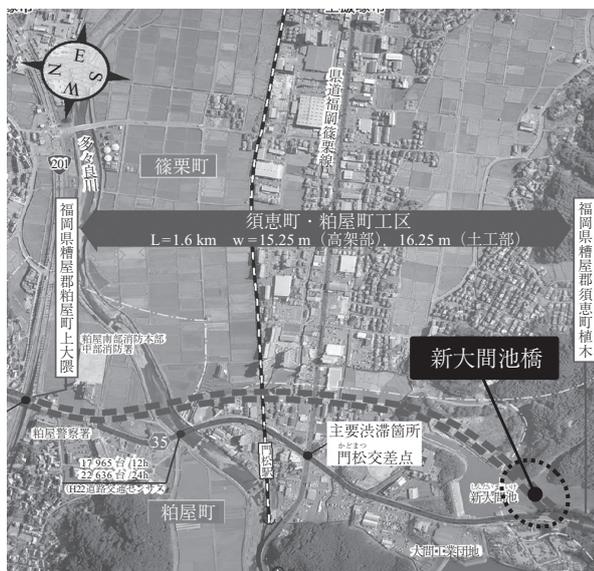


図 - 1 路線計画図

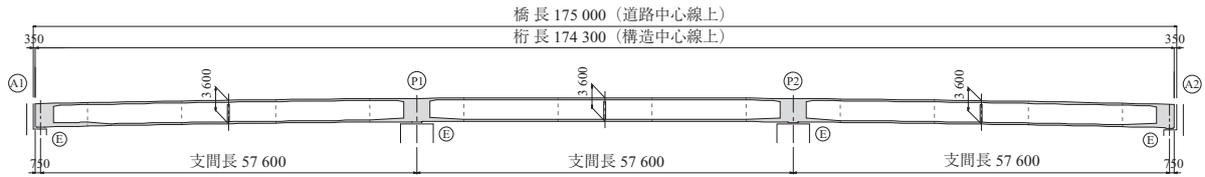
*1 Takaaki KOGA：福岡県福岡県土整備事務所 筑紫野古賀線バイパス建設室

*2 Takeshi OGAWA：(株)ピーエス三菱 九州支店 土木工事部

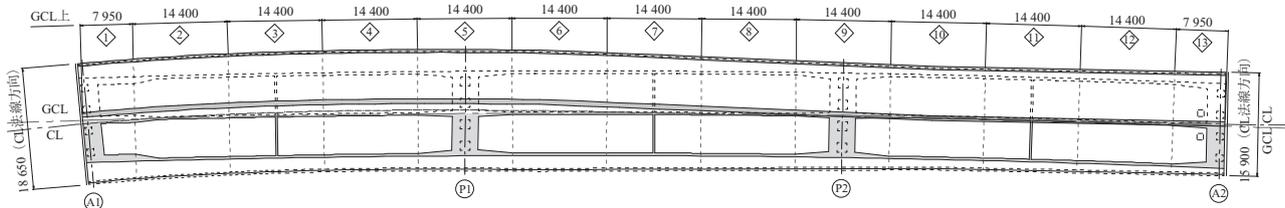
*3 Tsuyoshi HASHIUCHI：(株)ピーエス三菱 九州支店 土木工事部

*4 Tomohiro KATAOKA：(株)ピーエス三菱 九州支店 土木技術部

側面図



平面図



平面曲線 $R=2\,500\text{ m}$
 縦断曲線 $R=3\,740\text{ m}$

断面図 (拡幅区間)

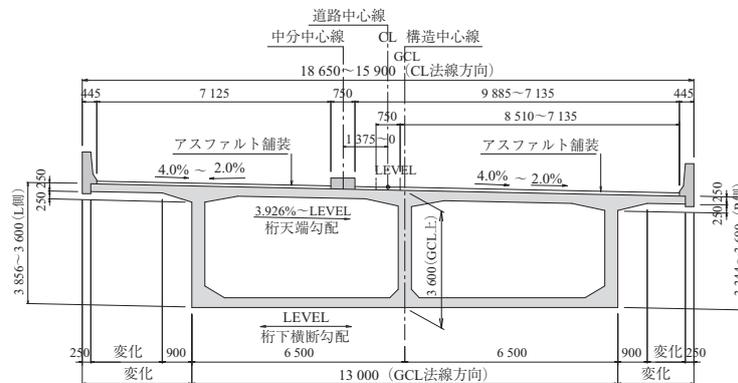


図 - 2 上部工構造図

- 桁長 174.3 m
- 支間割 3@57.6 m
- 幅員構成 7.125 m (車道) + 0.750 m (中央分離帯)
 + 7.135 m (車道)
- 総幅員 15.90 ~ 18.65 m
- 平面曲線 $R=2\,500\text{ m}$ (構造中心線上)
- 縦断曲線 $R=3\,740\text{ m}$ (構造中心線上)

2. 施工計画および施工方法

2.1 主桁製作ヤード位置および押出し架設工法の選定

主桁製作ヤード位置は、A1 橋台背面が渠道との合流位置となることから十分なスペースが確保できないため、A2 橋台後方を主桁製作ヤードとした。そのため、A2 橋台側から A1 橋台側への一方方向押出し架設を行う計画とした。

押出し架設工法には、反力分散方式と反力集中方式がある。本橋の P1、P2 橋脚は新大間池内に構築されることと、上空に高圧線が架空されていることなどから、各橋脚には押出し装置を設置することが困難であった。このため、押出し工法には、A2 橋台に押出し装置を設ける反力集中方式が採用された。

2.2 主桁製作工

主桁は製作ヤード (写真 - 2) において、1 ブロックあたりの製作長を 7.95 ~ 14.4 m として、全 13 ブロックによる分割施工とした。主桁製作工の標準サイクル工程を表 - 1 に示す。1 ブロックあたり 16 日の製作サイクル日数 (稼働率考慮なし) により主桁の製作を行った。

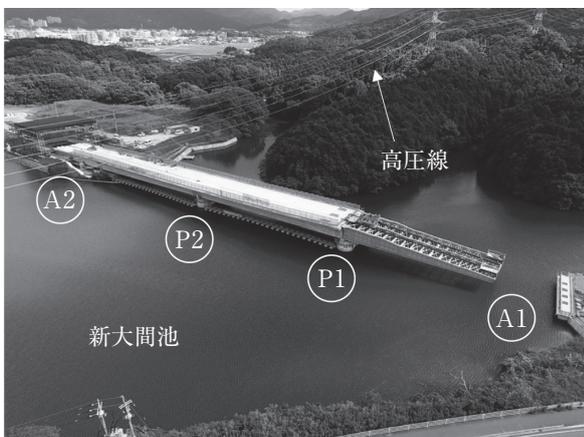


写真 - 1 押出し架設状況

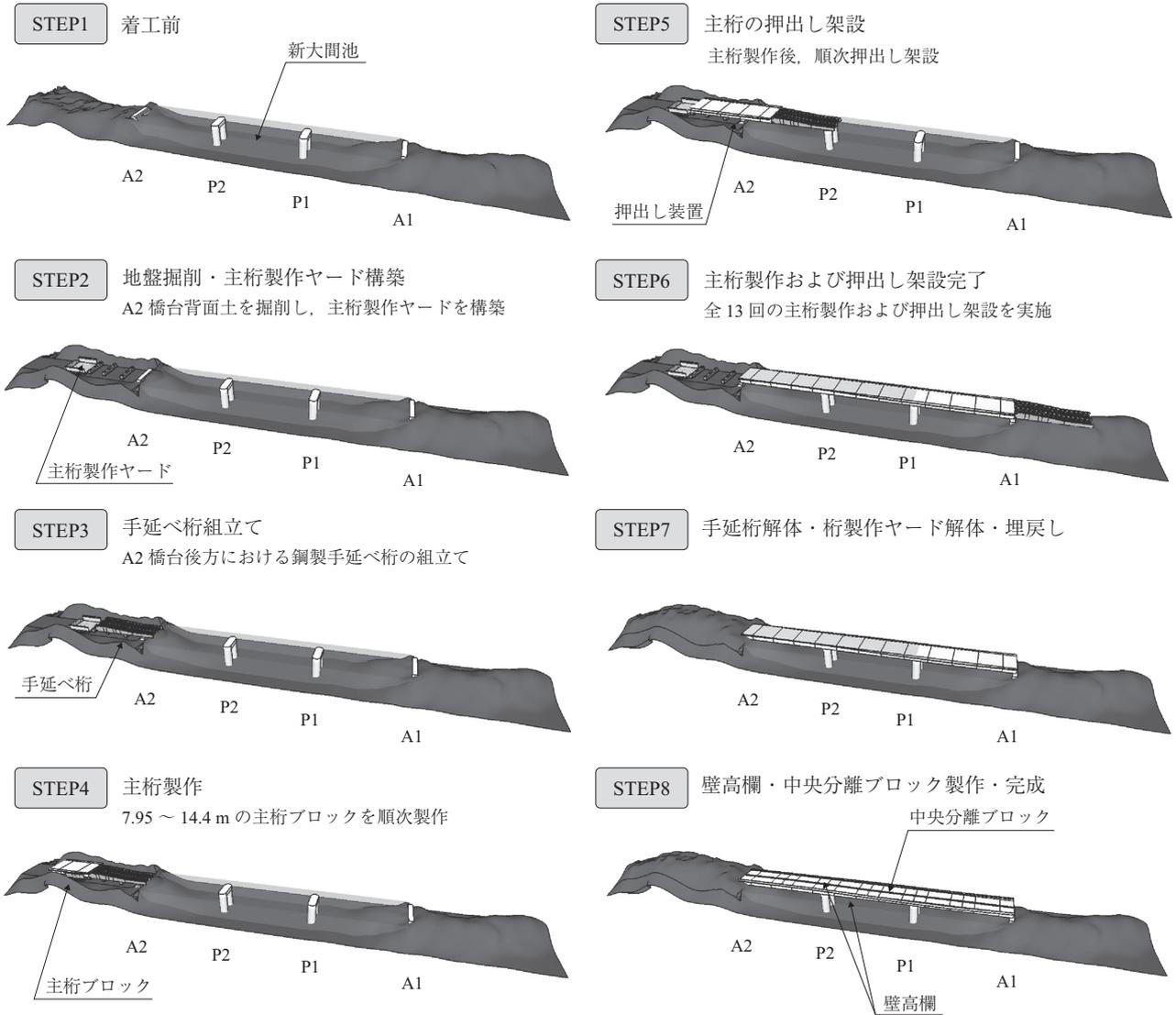


図 - 3 施工ステップ図

表 - 1 主桁製作の標準サイクル工程

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 押し出し架設 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 下床版 | 側型枠組立て | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉄筋・PC組立て | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 内型枠組立て | | | | | | | | | | | | | | | |
| | コンクリート打設 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ウエブ版 | 内部支保工移動 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 型枠組立て | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉄筋・PC組立て コンクリート打設 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 養生 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 緊張 | | | | | | | | | | | | | | | | |

2.3 押し出し架設

本橋の押し出し架設時における最大総重量は 7 650 t (主桁重量 7 400 t, 大型鋼製 3 主構手延べ桁重量 250 t) である。押し出し装置の必要推力は、滑り支承の摩擦抵抗力、縦断勾配の影響および安全率を考慮して最大総重量の 10 % とし、押し出し装置には、200 t 油圧ジャッキ 4 台を使用した。



写真 - 2 主桁製作ヤード

2.4 施工ステップ

本橋の施工ステップを図 - 3 に示す。A2 橋台後方を地盤掘削して主桁製作ヤードを構築し、ヤード前方において

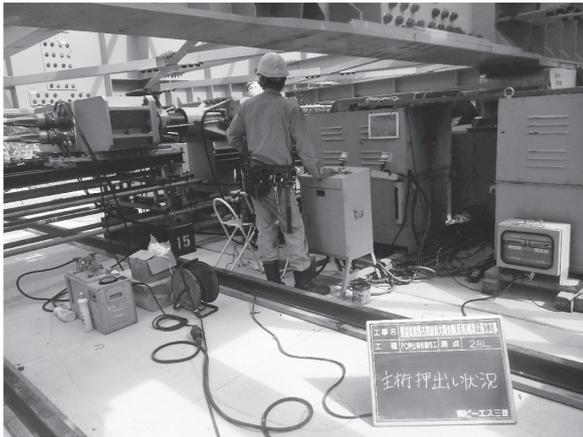


写真 - 3 押出し装置



写真 - 4 押出し状況 (滑り支承部)

約 43 m の大型鋼製 3 主構手延べ桁の組立てを行った。そののち、主桁製作ヤードにて主桁ブロックを分割施工し、順次押出し架設 (写真 - 3 および写真 - 4) を行った。押出し架設完了後、A1 橋台前方にて手延べ桁の解体を行った。

3. 施工時検討および施工管理方法

3.1 施工上の課題

本橋の押出し架設時において、以下に示す施工上の課題があった。

3.1.1 事前検討課題

本橋の構造的背景を要因として、施工前に詳細検討が必要と考えられた主な課題を以下に示す。

- ① 2 室箱桁断面であることから、押出し架設時における外ウェブと中ウェブの直下に配置される滑り支承の反力分担率の確認が必要であった。
- ② 手延べ桁と橋体の連結部は、連結 PC 鋼材や鉄筋が密集しており、補強材同士の干渉が懸念された。
- ③ 支承のソールプレートは製作ヤードであらかじめ設置される一方で、主桁長が 175 m と長い為、主桁短縮量が押出し架設完了後の支承据付け精度に影響を及ぼすことが懸念された。

3.1.2 施工管理における課題

- ① 平面曲線、縦断線形および幅員変化を有することか

ら高精度な押し出し架設管理を要する。

- ② 曲線での押し出し架設となることから、左右のジャッキ圧力バランスや横ずれ対策が重要となる。

3.2 各課題に対する検討および施工管理方法

それぞれの課題に対する検討結果および施工管理方法を以下に述べる。

3.2.1 事前検討課題に対する検討

(1) 滑り支承の反力分担率の検討

押し出し架設時において、仮支点となる滑り支承には、最大総重量 7 650 t による大きな鉛直反力が作用するため、滑り支承の安全性および滑り支承から伝達される荷重に対しての主桁の安全性を確認する必要がある。安全性の照査を行ううえで、本橋は 2 室箱桁断面であるため、押し出し架設時の外ウェブと中ウェブに作用する反力分担率を明確する必要があった。そこで、3 次元 FEM 解析を実施し、鉛直反力の分担率を算出した。FEM 解析モデルを図 - 3 に示すが、主桁全体をソリッド要素でモデル化し、主桁自重を載荷した。解析ケースは、仮支点位置が横桁位置にある場合、および支間 1/4 位置にある場合の 2 とおりを解析した。

FEM 解析により得られた反力分担率を表 - 2 に示す。横桁位置および支間 1/4 位置は横方向の剛性が異なるため、仮支点位置によって、分担率への影響があることが確認された。押し出し架設時の各ウェブの鉛直反力分担率は変動するため、分担率の最大値より鉛直反力を算出し、滑り支承および主桁の安全性を検討、照査した。

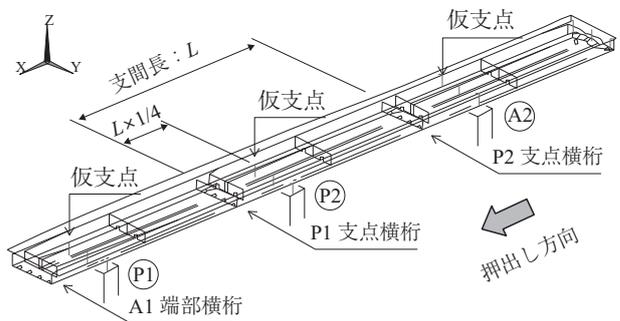


図 - 4 FEM 解析モデル (仮支点が支間 1/4 位置)

表 - 2 押し出し架設時の反力分担率

| 仮支点位置 | 反力分担率 (%) | |
|-----------|-----------|---------|
| | 外ウェブ | 中ウェブ |
| 横桁位置 | 28 ~ 30 | 40 ~ 44 |
| 支間 1/4 位置 | 29 ~ 32 | 36 ~ 42 |

(2) CIM による鋼材干渉チェック

手延べ桁を連結する A1 端支点横桁部は、一般的な箱桁橋の鉄筋、PC 鋼材 (主方向および横方向)、支承、落橋防止装置および伸縮装置に加え、押し出し工法特有の架設 PC 鋼棒および手延べ桁連結 PC 鋼棒などが密集しており、それら鋼材、付属物などの干渉が懸念された。そこで、事前に 3 次元モデルによる干渉チェックを実施した。作成モデルを図 - 5 および図 - 6 に示す。干渉チェックの結果、干渉する鉄筋については配置位置や加工形状を変更し、手

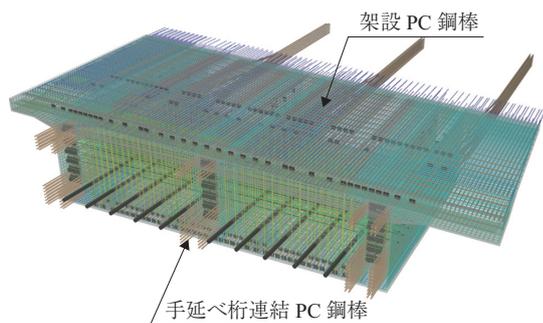


図 - 5 CIM モデル (A1 側端部ブロック)

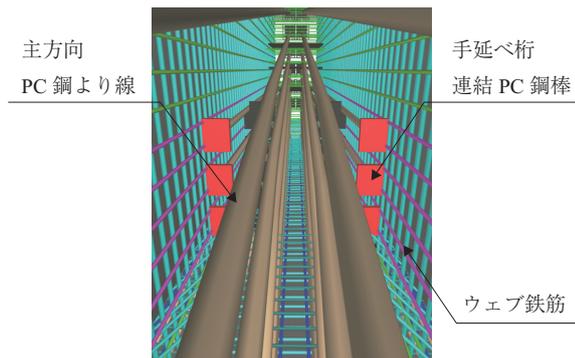


図 - 6 CIM モデル (ウェブ内の干渉チェック例)

延べ桁連結 PC 鋼棒についても、主方向ケーブルが密集する箇所に配置するため、鋼材相互の適切な空気が確保できるよう配置位置を検討した。また、3次元モデルを活用して鉄筋、PC 鋼材、シースなどの取り合いを現場作業員とともに確認を行い、各材料の組立て順序を事前検討を行うことで、現場作業をロスなく効率的に進めることができた。

(3) 主桁短縮量の検討

約 175 m の主桁を 13 ブロックで分割施工していく一方で、支承のソールプレートは製作ヤードであらかじめ設置されるため、各施工段階における短縮量を把握する必要があった。また、当初、弾性変形やクリープおよび乾燥収縮による主桁短縮量は全体で約 110 mm と大きく、押出し架設完了後の支承据付に影響を及ぼすことが懸念された。主桁短縮量を高い精度で求めるため、使用するコンクリートの物性値を試験より求め、主桁短縮量の再計算に反映した。実施したコンクリート物性試験を表 - 3 に示す。

表 - 3 コンクリート物性試験

| 物 性 | 試験方法 |
|--------|-----------------------|
| ヤング係数 | 静弾性係数試験 (JIS A 1149) |
| クリープ係数 | 圧縮クリープ試験 (JIS A 1157) |
| 収縮ひずみ | 乾燥収縮試験 (JIS A 1129) |

静弾性係数試験により得られたヤング係数は、 3.78×10^4 N/mm² であり、この値を用いて主桁短縮量の計算を行った。圧縮クリープ試験および乾燥収縮試験の試験期間 (材齢) は、準備工から主桁製作開始までの 6 カ月間とし、これらの試験から得られた試験値と、コンクリート標準示方

書 2012 年で示されるクリープ係数および乾燥収縮ひずみの予測式から求まる予測値との比較を行った。試験値と予測値を表 - 4 に示す。

表 - 4 試験値と予測値の比較

| 物 性 | 試験値 (6 カ月間) | 予測値 (コン標示) | 比率 |
|--------|----------------|---------------|-------|
| クリープ係数 | 1.866 | 1.523 | 1.225 |
| 収縮ひずみ | 625 μ | 395 μ | 1.582 |

試験値と予測値の比率を、道路橋示方書より算出されるクリープ係数、乾燥収縮度の数値に一律乗じて計算を行った。主桁短縮量は全体で約 125 mm となり、この結果を各ブロックの製作に反映することで、精度良く支承を据付けることができた。また、橋面工施工時点における桁長は -10 mm に収まっている。

3.2.2 施工管理方法

(1) トータルステーションによる 3 次元計測管理

本橋は平面曲線と縦断曲線を有する線形条件に加えて幅員変化を有しているため、押し出し架設の各施工ステップにおいて、計画軌道に対する橋桁の全体挙動を詳細に把握する必要があった。このため、トータルステーションを用いた 3 次元計測管理を実施 (写真 - 5 および写真 - 6) した。トータルステーションのターゲットは、図 - 7 に示すよ



写真 - 5 トータルステーション計測



写真 - 6 橋面上のターゲット

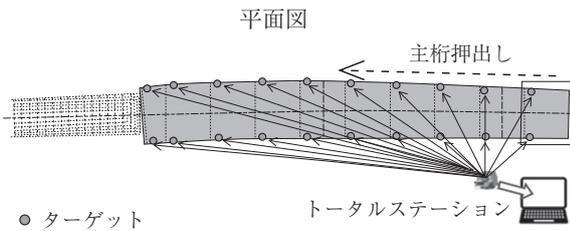


図 - 7 ターゲット設置位置

うに1ブロックあたり2箇所設置し、出来形管理を行った。本施工管理方法により主桁の据付け精度を向上させることができた(表 - 5)。

表 - 5 架設完了時における主桁の据付け誤差

| 橋軸方向 | 橋軸直角方向 | 計画高さ |
|---------------|--------------------|------------------------|
| 7 mm (桁端部) | 0 ~ 6 mm (橋梁全体) | - 16 ~ 11 mm (橋梁全体) |

(2) 押し出し量とジャッキ圧力の一元集中管理

平面曲線を有する本橋の押し出し架設作業では、左右のジャッキ圧力のアンバランスにより、左右の押し出し量に差が生じると、計画軌道から外れることが懸念された。このため、押し出し量と押し出し装置のジャッキ圧力の一元集中管理を行った。一元集中管理の概要および施工状況をそれぞれ図 - 8 および写真 - 7 に示す。これにより、各データを 0.1 mm, 0.1 Mpa 単位のデジタル情報でリアルタイムに把握することで、左右のジャッキ圧力管理を迅速に行うこと

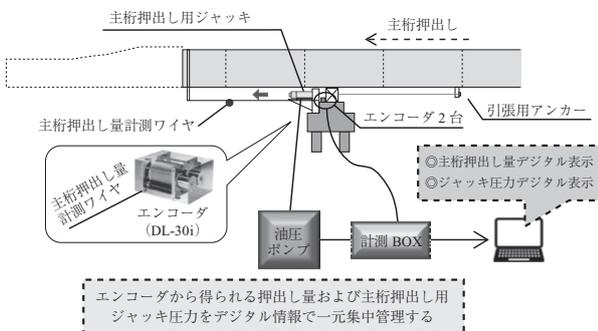


図 - 8 一元集中管理計画図



写真 - 7 押し出し量とジャッキ圧力の一元集中管理

が可能となり、押し出し架設作業中における橋軸方向の押し出し量の管理精度を向上させることができた。

(3) 横方向制御装置による平面曲線対応

平面曲線を有する押し出し架設となるため、押し出し作業中は横方向(橋軸直角方向)のずれが懸念された。このため、A1 橋台と主桁製作ヤードとの間に複数台のジャッキによる横方向制御装置(写真 - 8)を配置することで、押し出し作業時の横方向ずれを修正しながら押し出すことにより、横方向の据付け精度を向上させることができた。



写真 - 8 横方向ジャッキ

4. おわりに

本工事は、主桁の押し出し架設を終え、平成 29 年 3 月の完成にむけて橋面工を施工中(写真 - 9)である。本橋は平面線形や幅員変化を有する広幅員の 2 室箱桁断面であったことから、高精度な押し出し架設管理が必要となったが、本稿で報告した事前検討および施工管理方法により、押し出し架設における計画軌道と計画高さを高い精度で管理することができた。

最後に、本工事は、計画、施工に際して、これまでにご指導、ご協力をいただいた関係各位に、この場を借りて感謝の意を表しますとともに、本橋の完成により周辺地域の交通利便性向上に寄与できることを期待したい。



写真 - 9 現況写真

[2017 年 2 月 28 日受付]