

押出し工法による13径間連続PC箱桁橋の施工

—第二東名高速道路大平高架橋(PC上部工)工事—

武田正利・横山俊夫・石川善信

第二東名高速道路大平高架橋は、PC橋の施工方法の一つである押出し工法を採用し架設する。押出し工法は、主桁の先端に手延べ桁を取付け、押出し装置を用いて主桁を順次前方へ押出す工法で、省力化・合理化を目指した安全性の高い架設工法である。

本橋は、橋長833m、13径間連続PC箱桁橋で、橋台両側からの分散方式による押出し架設工法により施工する。押出し架設長490m、押出しスパン(仮支柱無し)64mは国内最大規模の橋梁となる。

キーワード：プレストレストコンクリート橋梁、押出し工法、外ケーブル工法、高強度コンクリート、リブ付き床版、免震構造

1. はじめに

第二東名高速道路大平高架橋は、押出し架設工法により施工される、橋長833mの13径間連続PC箱桁橋である(図-1、図-2参照)。

本橋梁は、部材断面の縮小化による軽量化、PC鋼材の点検や補修、取替えなどの耐久性向上を目的として全外ケーブル工法にて計画された。押出し架設工法では、桁内に一次鋼材としてPC鋼材を配置し、架設時の不足分と完成時に必要なPC鋼材を外ケーブルとして配置した施工例はあるが、全外ケーブルにより押出し施工を行った事例はない。仮支点を後方に7点設置することにより全外ケーブルでの押出し施工が可能となった。本報文は、全外ケーブル工法により施工される押出し架設の管理方法などを中心に報告するものである。

2. 工事概要

- ・工事名：第二東名高速道路 大平高架橋 (PC上部工) 工事
 - ・工事箇所：静岡県浜北市大平
 - ・発注者：日本道路公団静岡建設局
 - ・道路規格：第1種第1級A規格
 - ・橋種：プレストレストコンクリート道路橋
 - ・構造形式：PC13径間連続箱桁橋
 - ・橋長：833.0m
 - ・支間：63.1m + 11 × 64.0m + 63.1m
 - ・有効幅員：16.5m
 - ・活荷重：B活荷重
- 大平高架橋の特長を以下に列記する。
- ① 分散方式による押出し架設工法の採用。
 - ② 大容量PC鋼材(27S15.2)を用いた全外ケーブル工法の採用。

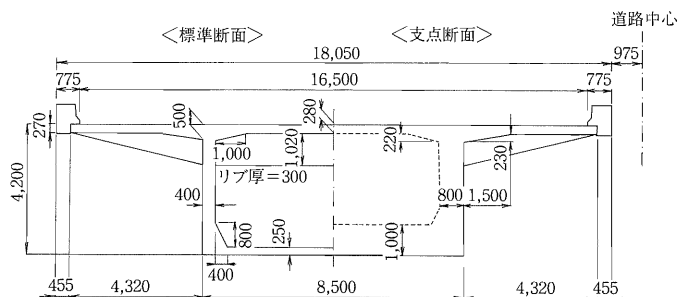


図-1 上り線主桁断面図

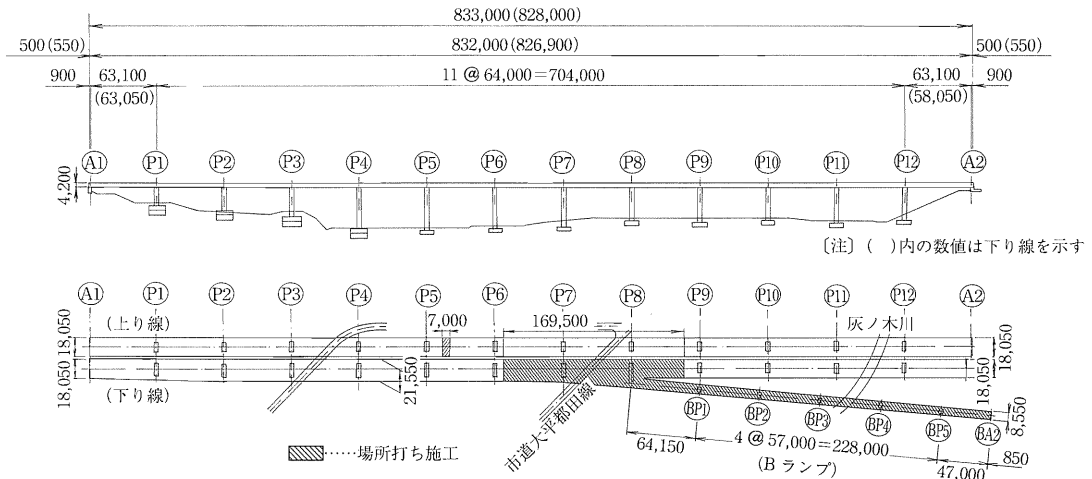


図-2 大平高架橋一般図

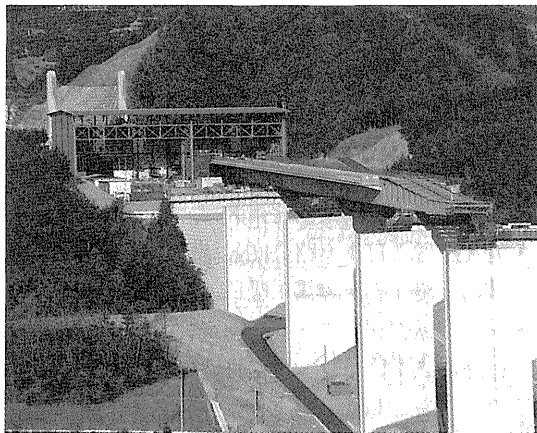


写真-1 施工状況

③ 高強度コンクリート ($\sigma_{ck}=50 \text{ N/mm}^2$) の採用。

④ リブ付き床版による張出し床版の長大化。

⑤ 免震支承を用いた免震構造。

本橋の施工状況を写真-1 に示す。

3. 全外ケーブル化に向けた取組み

本橋は、部材の軽量化、施工性の向上、維持管理の軽減を目的として、全外ケーブル工法を採用し計画設計を行った。全外ケーブルによる押し出し架設を可能とするために以下の対策を採った。

① 製作ヤードを橋台より7ブロック (1 ブロック 16 m) 後方に設置した (図-3 参照)。

② ケーブルは、2 径間ごとの支点横桁部にて定着し、配置形状は図-4 に示すように、架設時の引張り応力を打消せるよう、全断面に圧縮力を導入する目的で、たすき掛け配置とした。架設系外ケーブルは架設完了後にディテンションを行いすべて撤去する。

③ 標準ブロックを RC 部材として押し出し 4 ブロックごとの中間支点ブロックにおいて、外ケーブルを配置し緊張する。

④ PC 鋼材本数を減らす目的で大容量外ケーブル (27 S 15.2) を使用した。図-5 に上り線 A 1 側からの押し出し時のケーブル配置図を示す。

本橋の場合、左右両橋台から押し出しを行い、P 5

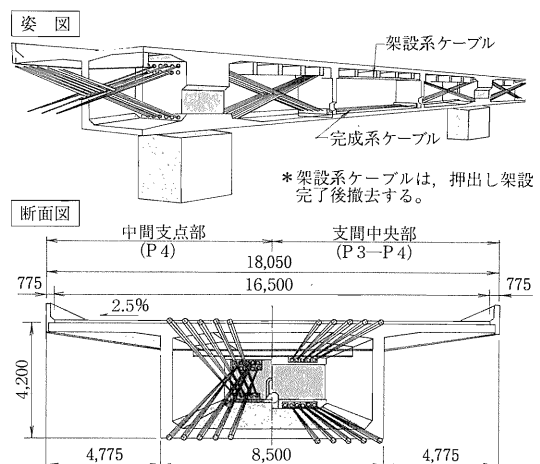


図-4 外ケーブル配置状況

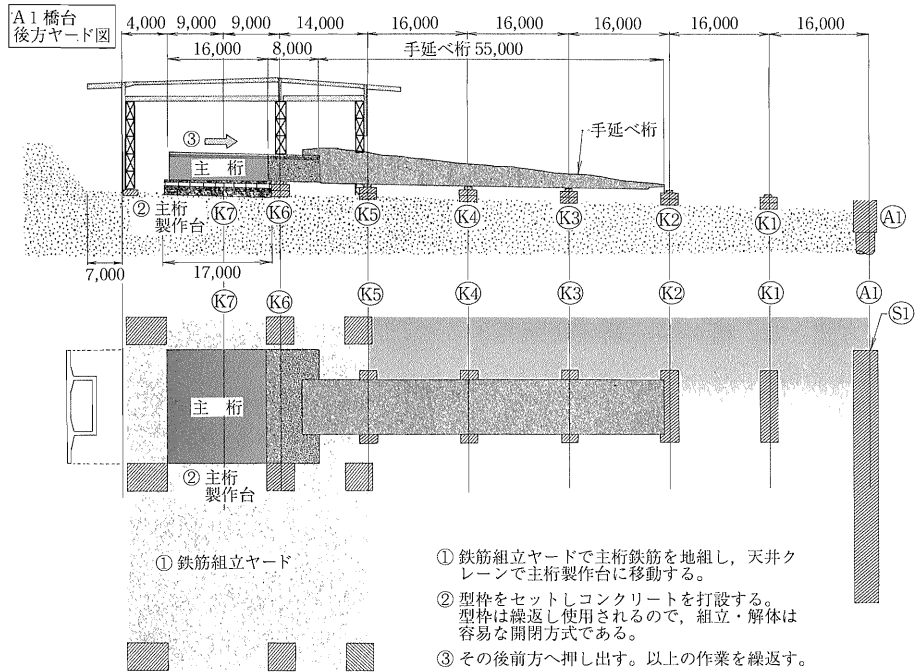


図-3 製作ヤード

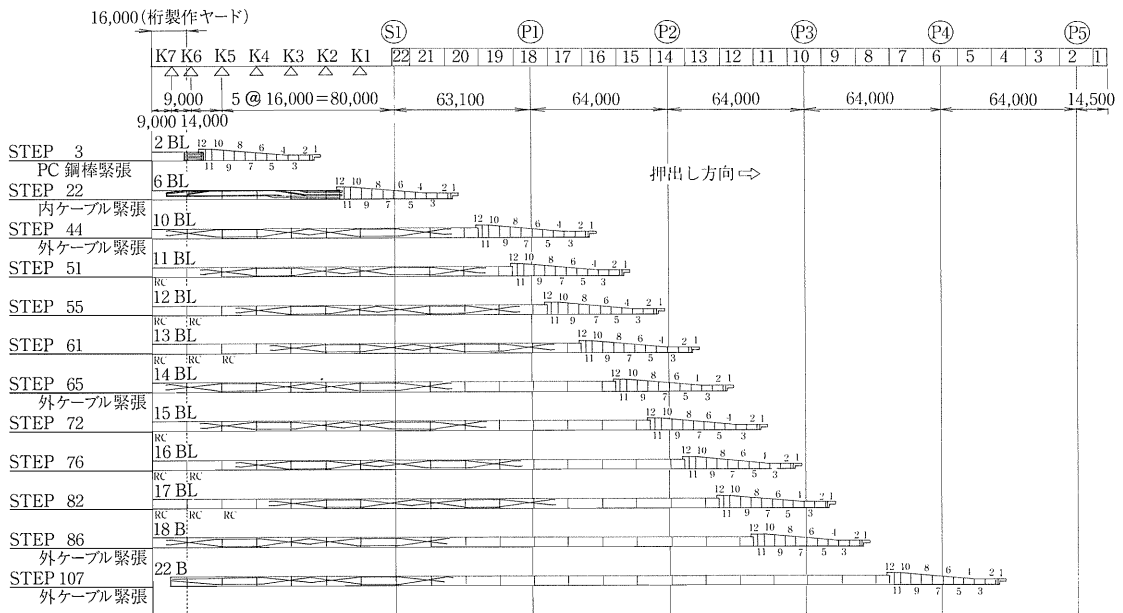


図-5 A1側からの押し出し時ケーブル配置

～P6 径間で中央閉合作業が生じる。しかし、押し出し先端部には支点横桁が無い為、外ケーブルの定着ができない。そのため、手延べ桁と主桁との連結 PC 鋼材を、架設時の断面力に抵抗する分

だけ延長し桁内に配置した。完成時には、完成系外ケーブルが配置されることより、この内ケーブルは架設完了後に撤去する。

4. 押し出し工法の概要と本橋施工の問題点

押し出し工法は、大きく分けて「分散方式」と「集中方式」に大別される。

分散方式とは、鉛直、水平ジャッキを組合わせた押し出し装置を各橋脚上に設置し、反力を分散させて押出す方法である。

他方、集中方式とは、橋台の一箇所に水平ジャッキを設置し各橋脚上には滑り支承を設けて押出す方法である。

大平高架橋は、分散方式による押し出し架設工法が採用された。反力分散方式の押し出し架設工法の特長を以下に示す。

- ① 水平力が各橋脚に分散されるため、一箇所に反力が集中せず、地盤条件の悪い橋梁にも適用可能である。
- ② 各橋脚上の押し出し装置をすべて中央制御盤によって集中管理が可能である。また、反力管理、反力調整が可能のため、十分安全な応力状態での押し出し施工となる。
- ③ 押し出し架設中、橋脚の不等沈下など不測の事態が発生しても、鉛直ジャッキにて高さ調整が可能のため、主桁に悪影響を及ぼさない。

先にも述べたように本橋は、全外ケーブルによる押し出し架設工法である。そのために、橋台後方に、7箇所の仮支点部を設けた。この間、主桁はRC部材で押出される。主桁の剛性が高いことより、また、仮支点の数が多いため、押し出し管理に際しては細心の注意が必要となった。

5. 手延べ桁

手延べ桁は、押し出し架設時に主桁に作用する断面力を減少させるために、主桁先端に取付けられる鋼製のガーダである。また、手延べ桁は、橋脚上の押し出し装置にスムーズに乗上げるためのガイドの役割も兼備している。

手延べ桁の長さは、一般的に、最大支間の70%程度と言われている。しかし、大平高架橋のように支間64mを仮支柱を設置せずに押出す計画である。そのため、通常の支間の70%程度の手延べ



写真-2 手延べ桁

桁では主桁に作用する断面力が大きくなる恐れがあった。手延べ桁の剛性と長さをパラメータとして比較検討した結果、長さ $L=55\text{ m}$ (スパンの86%)、剛性 $I=1.8\text{ m}^4$ (重量 $W=260\text{ tf}$)、材質はSS 400材の手延べ桁を採用した。手延べ桁を写真-2に示す。

6. 主桁製作ヤード

主桁製作ヤードは、主桁製作台(鋼製型枠)、鋼材組立て台で構成される。上り線A1側押し出し施工の場合、仮支点を多く設置した関係で主桁製作台の後方に鋼材組立て台を設置することが出来なかった。その対応として、上屋を横に大きく取り(写真-3;縦方向35m、横方向50m)、鉄筋組立てヤードを主桁製作台の側面に設置した。鉄筋ヤードにて部分プレハブ化し地組みした主桁鉄筋

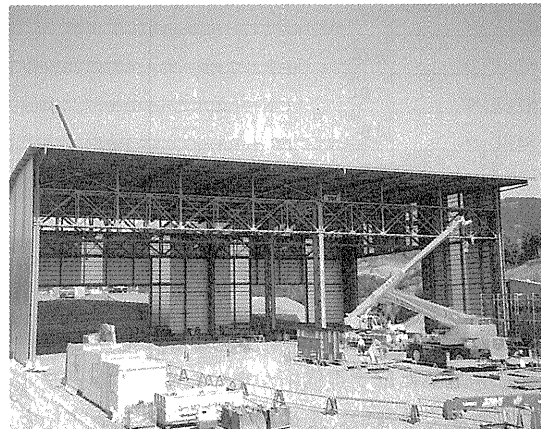


写真-3 製作ヤード上屋

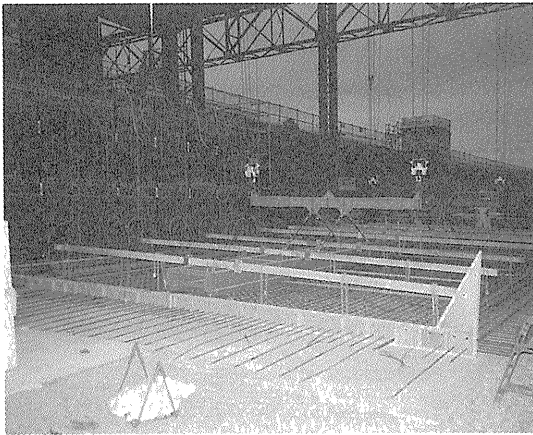


写真-4 下床版鉄筋のプレハブ化

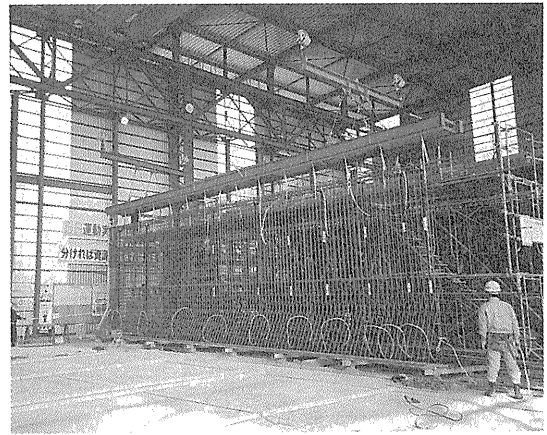
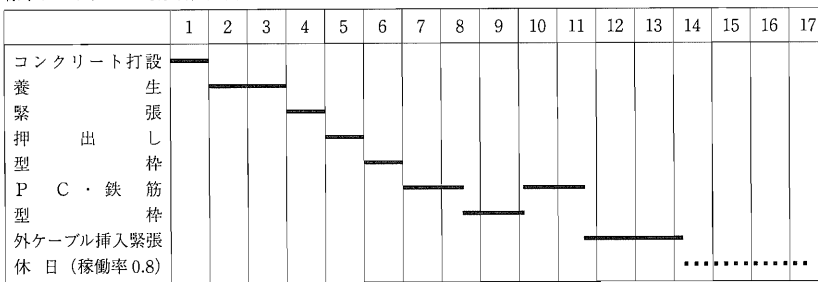


写真-5 ウェブ鉄筋のプレハブ化

標準ブロック 16.5日/サイクル



中間支点ブロック 23.5日/サイクル

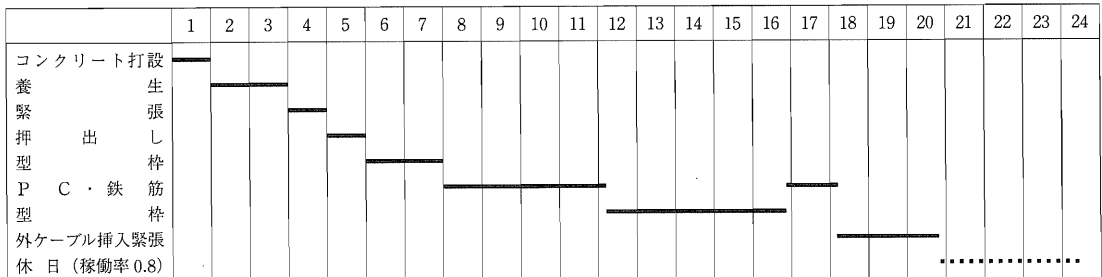


図-6 サイクル工程

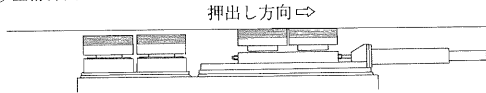
を天井クレーン (2.4t×2:2基, 4.8t:1基) にて主桁製作台に移動する。写真-4 に下床版鉄筋, 写真-5 にウェブ鉄筋の地組み状況を示す。

押し出し工法の場合, 主桁製作はすべてこの製作ヤードで繰返し作業を行うため, 作業の熟練度が上がり, サイクル工程は, 標準ブロックで16.5日, 中間支点ブロックで23.5日のペースで施工を行っている。図-6 に施工状況を示す。

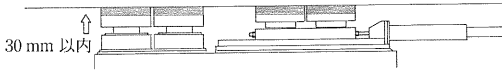
7. 押し出し施工

分散方式の押し出し装置は, 鉛直ジャッキ, 水平架台, スライド架台, 水平ジャッキとそれらを連動させる油圧ポンプと連動装置から構成されている。第二東名高速道路は3車線の上下線分離構造となっているため, 主桁断面が大きいのが特長である。そのために, 反力も大きくなっており, それを押し出す装置も大がかりのものになっている。架設時の最大反力は2,500tfとなり, 800tf鉛直

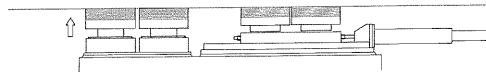
① 主桁押出し



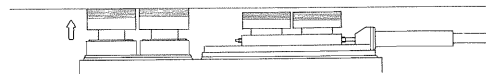
② 鉛直ジャッキタッチ



③ 鉛直ジャッキ上昇 (7 mm)



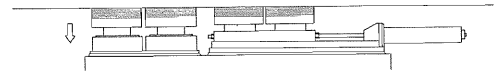
④ 鉛直ジャッキ上昇 (8 mm)



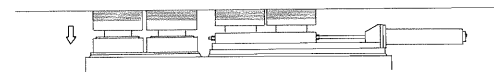
⑤ 水平ジャッキ戻し



⑥ 鉛直ジャッキ下降 (8 mm)



⑦ 鉛直ジャッキ下降 (7 mm)



⑧ 鉛直ジャッキ解放

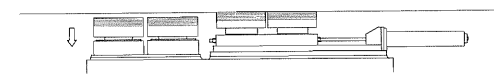


図-7 押し出し施工要領図

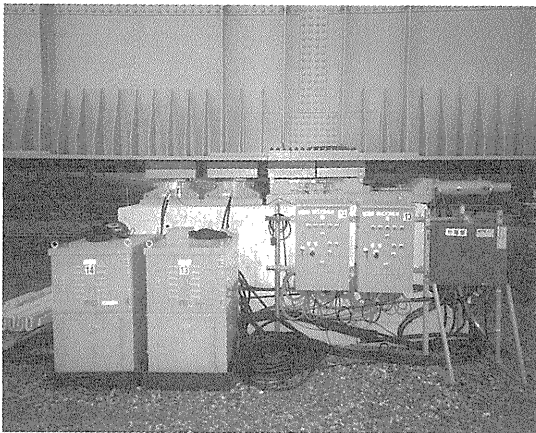


写真-6 押し出し装置

ジャッキを各橋脚に4台配置している。

図-7に押し出し施工要領図、写真-6に押し出し装置を示す。押し出しは、図に示すように八つの工程からなる。大平高架橋では、製作ヤード上をRC部材にて押出すため、仮支点の支点沈下、ジャッキの不連動による不等沈下などの影響により主桁にひび割れが発生する恐れがあるため、押し出し管理には細心の注意を払う必要がある。そのために、鉛直ジャッキを15 mm 上昇・下降を行うが、これを7 mm + 8 mm の2段階に分けて行うことで、ジャッキの不連動による影響を極力排除した。また、スライド架台上に鉄板のみではなくゴムを1層入れた。これによりなじみが良くな

り主桁底版の不陸などによる影響を排除した。ゴム層を入れることにより、主桁の温度変化などによる移動にも対応可能となった。

押し出し作業に要する時間は、標準で1サイクル約50 cmが8分程度で、1ブロック16 mの押し出しを準備から含めて約6時間かかっている。

8. 反力管理システム

本橋に採用した押し出し施工管理システム図を図-8に示す。また、中央制御室内の中央制御盤と反力管理用パソコンを写真-7に示す。本橋の押し出しは作業は、すべて中央制御室のパソコンおよ

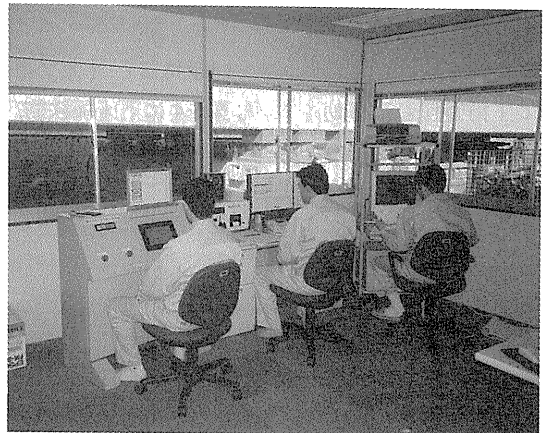
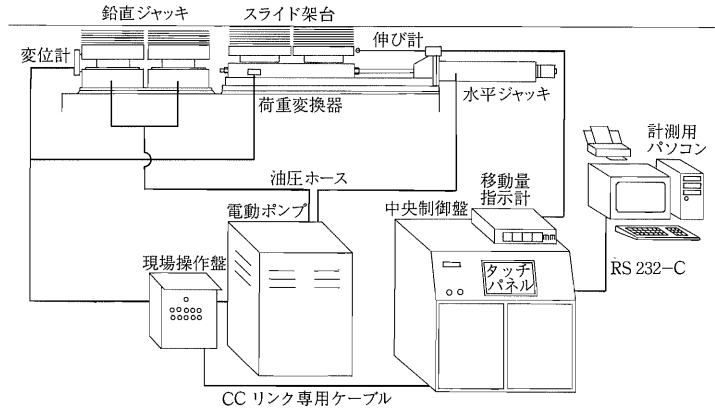
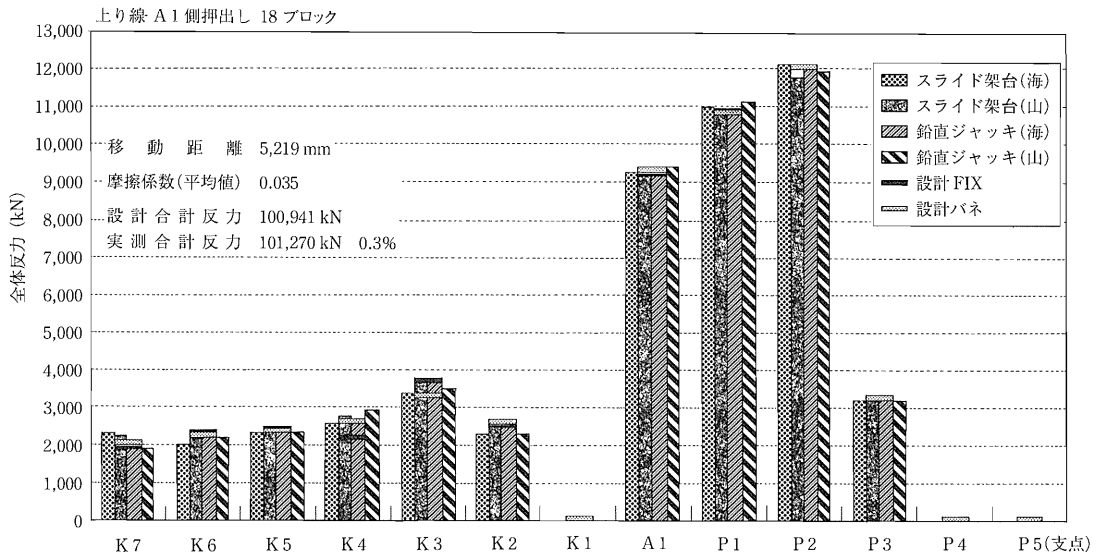


写真-7 中央制御室

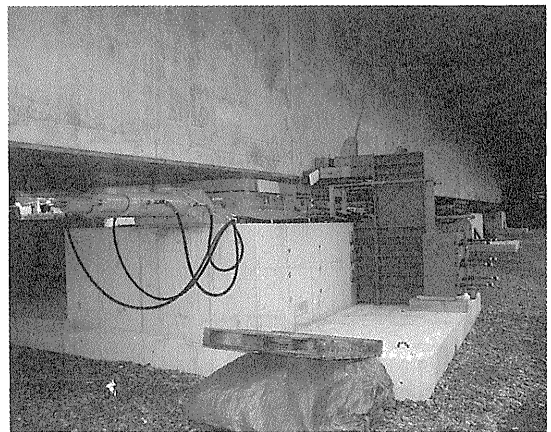


図—8 押し管理システム図



図—9 反力管理図

び中央制御盤で集中制御・管理を行っている。すなわち、あらかじめ各支点の設計反力値をパソコンに入力しておき各ジャッキから計測される反力と比較を行い、不具合が生じた場合、1 mm の薄鉄板を出し入れて反力調整を行った。反力管理の目標値は、基本的に左右支点の反力差が 100 tf 以内となるよう設定した。また、仮支点上の反力管理として、地盤バネを考慮した反力と無視した反力を算出し、実測反力がこのバネ有り、バネ無しの間に入るよう設定した。図—9 に反力管理図の一例を示す。



写真—8 横方向ガイド

9. 横方向ガイド

押し出し架設時の桁の横方向位置に関しては、押し出し中構造中心をトランシットで測量し、横方向のずれ量を常に測定している。仮支点、橋脚には横方向ガイドを設置した。このガイドに、キャンバーをかませ押し出し架設中にそのずれを修正する。また、この横方向ガイドは、架設時に地震が発生した場合に、直角方向に桁が逸脱することを防止する目的も兼ねている。写真—8に横方向ガイドを示す。

10. 終わりに

第二東名高速道路大平高架橋は、新技術、新工法を積極的に取入れ、安全性、耐久性、施工性などを追求し、合わせて建設コスト縮減に取り組んでいる。現在、上り線A1側からの押し出し施工中で、今年(2001年)の夏ごろから上り線A2側押し出し、下り線A1側押し出し施工に入り、平成17年度の完成を目指している。上り線A2側仮橋台部は盛土区間で地盤条件が悪い。また、下り線A1側押し出し部は、サービスエリアからのランプ橋が

交差する関係で主桁断面が2ボックスタイプとなっており、今後これらの諸問題をクリアにし、さらなる押し出し施工に関する品質管理を追求していきたいと考えている。今回の取組みが、今後の押し出し施工の参考になれば幸いである。

【筆者紹介】

武田 正利 (たけだ まさとし)
日本道路公団
静岡建設局浜松工事事務所
浜北西工事区
工事長



横山 俊夫 (よこやま としお)
オリエンタル建設株式会社・川田建設株式会社
株式会社銭高組・共同企業体
所長



石川 善信 (いしかわ よしのぶ)
オリエンタル建設株式会社・川田建設株式会社
株式会社銭高組・共同企業体
設計課長



建設機械用語集

(建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典)

- 建設機械関係基本用語約2000語(和・英)を集録。
- 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 約200頁 定価2,100円(消費税込)：送料600円
会員1,890円(")： " "

社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289