

# 押し出し工法におけるPC橋の施工管理

石川 善信\*

## 1. はじめに

押し出し架設工法は、橋台の工法に桁製作ヤードを設け、一般的には8m~20mの長さのブロックを製作し、主桁の先端部分に鋼製手延べ桁を取り付け、押し出し装置を用いて主桁を順次前方へ押し出す工法である。この工法に適用される支間は、30m~60m程度であり、主に中規模多径間連続橋の架設に適した工法である。国内では、1973年北海道で幌萌大橋が完成して以来、150橋を超える実績を有している。施工の省力化・合理化を目指し、施工管理・品質管理に富んだ安全性の高い架設工法の一つである。

本稿においては、現在、第二東名高速道路において全外ケーブルにて押し出し施工中の大平高架橋の実例を踏まえて、押し出し架設の施工方法とその施工管理を中心に報告する。

## 2. 押し出し工法の特長

押し出し架設工法は、桁製作ヤードにて製作された主桁を順次押し出して架設する工法なため、桁下空間の条件に左右されずに施工可能で、架設地点上での直接的な作業がない。そのため、道路や鉄道、河川、峡谷などを跨いで施工するのに適した工法である。図-1<sup>1)</sup>に押し出し工法概念図を示す。

押し出し工法の特徴をまとめると、次の3点が挙げられる。

① 省力化と作業の合理化が極めて大きい。

- 鋼材、コンクリート等の資材運搬作業が主桁製作台付近に限定されるため、効率的な作業が可能となる。
- 労務配置は製作ヤード付近が中心となり、少人数で無駄のない作業が可能となる。
- 鉄筋のプレハブ化、型枠作業の機械化により省力化、工期短縮が可能となる。
- 上屋を設けることにより、天候に左右されず施工が可能となる。

② 施工管理・品質管理が行き届く。

- 施工場所が特定されるので、管理が行き届く。
- 桁製作は、反復作業となるため作業員の熟練度が早い。
- 型枠を機械化にすることにより、寸法精度が高くなる。

③ 安全な架設が行える。

- 桁製作ヤード上での施工のため、桁下空間とは無関係である。
- 架設地点上での作業がないため、第三者に対しても安全である。

## 3. 押し出し工法の概要

押し出し架設工法は、大きく分けて分散方式と集中方式の2つの方式に大別される(図-2, 3<sup>1)</sup>)。分散方式とは、鉛直、水平ジャッキを組み合わせた押し出し装置を各橋脚上に設置し、反力を各橋脚に分散させて押し出す方法で、集中方式とは、橋台の1カ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し出す方法である。以下に、分散方式、集中方式のそれぞれの特長を列記する。

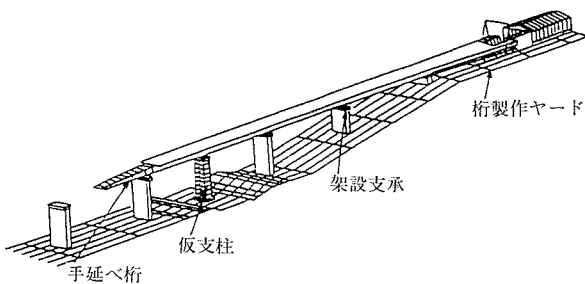


図-1 押し出し工法概念図<sup>1)</sup>

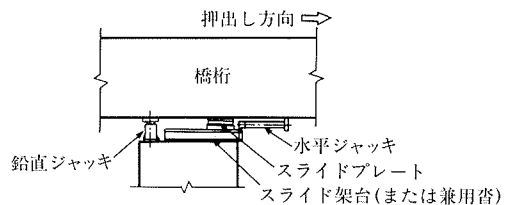


図-2 分散方式押し出し工法<sup>1)</sup>

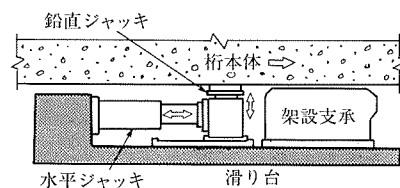
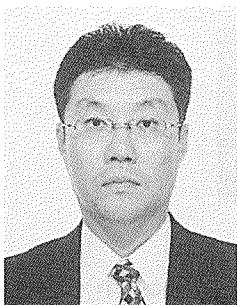


図-3 集中方式押し出し工法<sup>1)</sup>



\* Yoshinobu ISHIKAWA

オリエンタル建設・川田建設・  
銭高組共同企業体

### 3.1 分散方式

- ① 水平力が各橋脚に分散されるため、1カ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。

### 3.2 集中方式

- ① 押し出しに必要な水平力を1カ所に設置したジャッキで受けるため、各橋脚上には、滑り沓を配置するだけでよく、仮設備が簡便である。
- ② 滑り支承の上に乗っているため、横方向の修正移動が容易である。
- ③ 滑り支承を完成時の桁とレベルと同一にしておくことで、押し出し完了後、レベル調整を行わずに本沓のセットができる。また、主桁を各橋脚上で上下しないため、主桁に悪影響を及ぼさない。

## 4. 大平高架橋の概要

第二東名高速道路大平高架橋は、全外ケーブル構造で計画された橋長 833 m、13 径間連続 PC 箱桁橋で、橋台両側から分散方式による押し出し架設工法により施工し、押し出し架設長 490 m、押し出しスパン（仮支柱なし）64 m は国内最

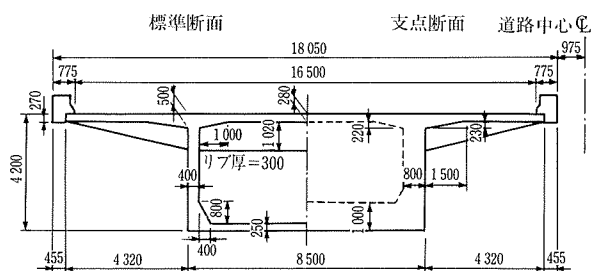


図-4 上り線主桁断面図

大規模の橋梁となる。

図-4に上り線主桁標準断面図、施工中の本橋の写真と写真-1に示す。また、図-5に全体図を示す。

本稿では、分散方式による押し出し架設工法を採用した大平高架橋の施工を例に、押し出し施工上、押し出し管理上の留意点について説明する。

## 5. 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、自重反力も大きくなっている。その主桁重量は、上り線A1押し出し施工22BLで1万2,000tf、A2押し出し施工32BLで1万7,000tfとなっている。したがって、この重量のある主桁を押し出す押し出し装置も当然大がかりのものになる。橋脚に発生する架設時の最大反力は2,500tfとなり、800tf鉛直ジャッキを各橋脚に4台配置した。

図-6に押し出し施工要領図、写真-2に押し出し装置を示す。押し出しは、図に示すように8つの工程が1サイクルとなる。押し出し作業に要する時間は、標準で1サイクル約47

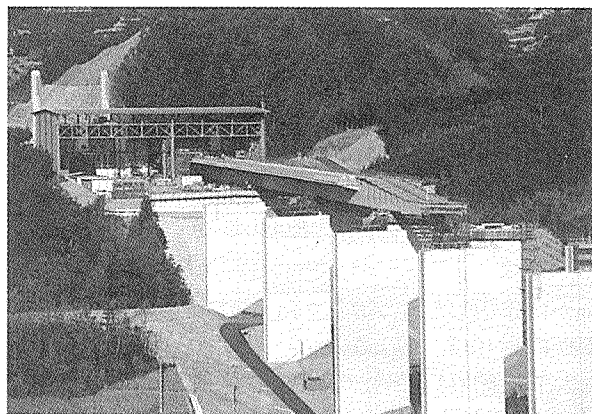


写真-1 施工状況

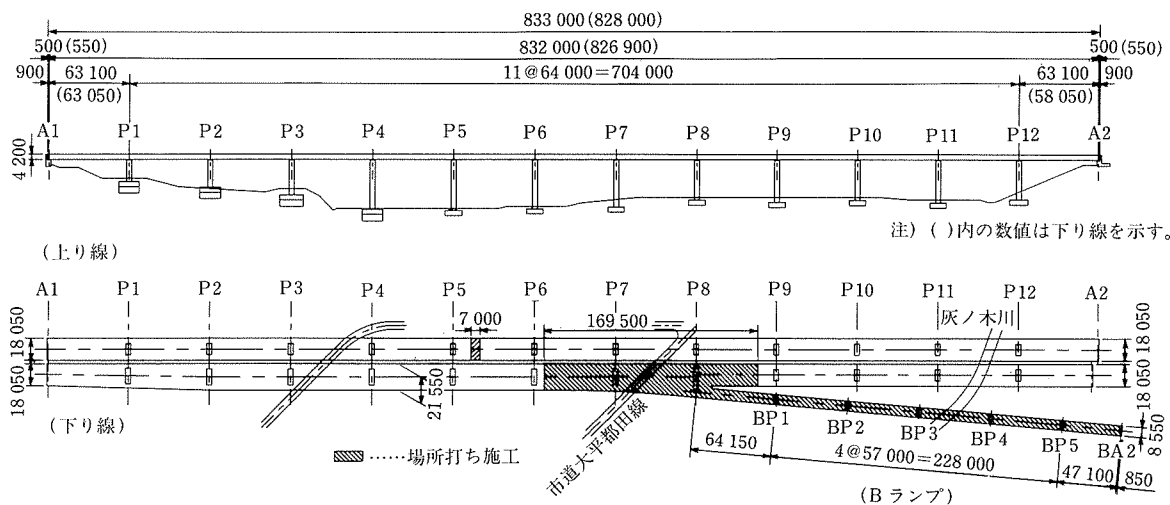


図-5 全体図

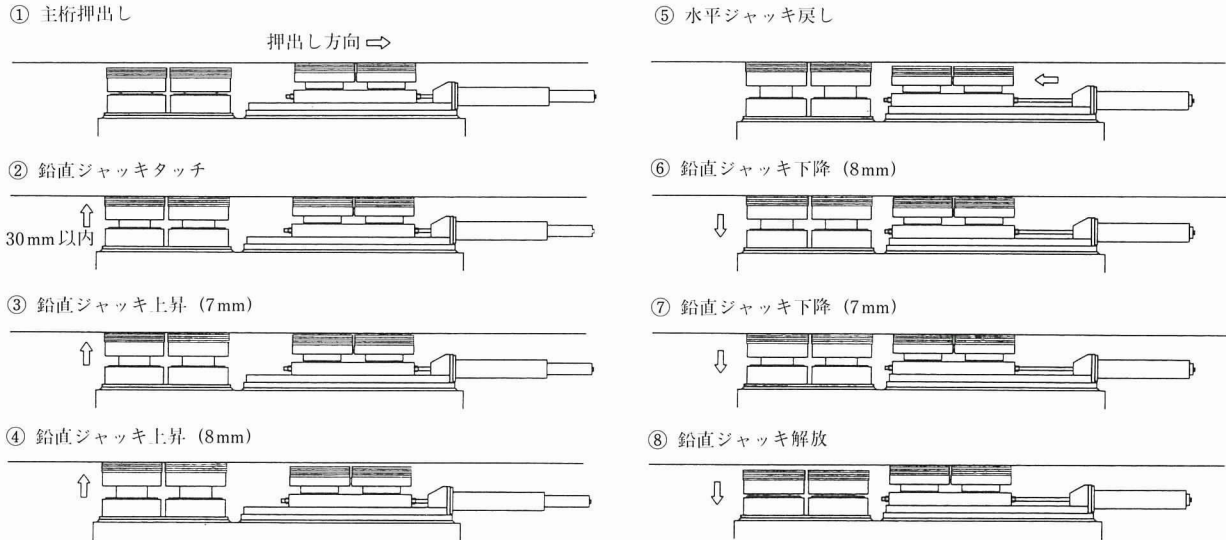


図-6 押し施工要領図

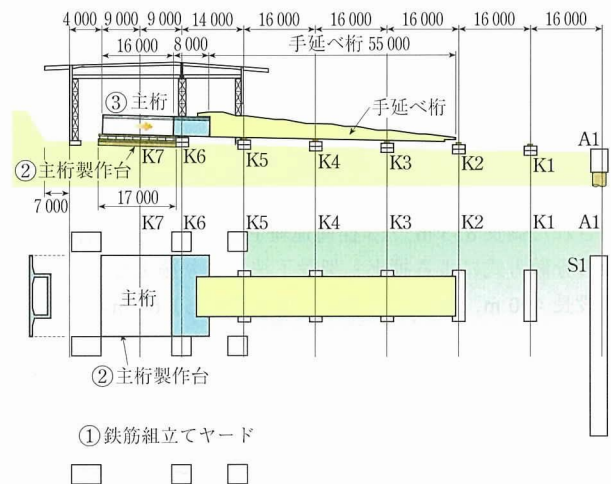


写真-2 押し装置

cmが10分程度で、1ブロック16mの押しを準備から含めて約1日の作業工程となる。

大平高架橋は、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、完成系において全外ケーブル工法となるよう計画された。製作ヤードを図-7に示すように橋台より7ブロック（1ブロック16m）後方に設置した。外ケーブルは、2径間ごとの支点横桁部にて定着し、配置形状は図-8に示すように、架設時の引張応力を打ち消せるよう、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。大平高架橋では、橋台後方16mの仮支点上をRC部材として押し出されることになる。

このように大平高架橋では、製作ヤード上をRC部材にて押し出すため、仮支点的の不等沈下、ジャッキの不連動による各ジャッキのストローク差などの影響により、主桁に設計では考慮していない応力が作用し、施工段階におけるひび割れの発生など不測の事態が生じる恐れが懸念され、主桁に悪影響を及ぼす可能性がある。そのため、押し施工システム、押し施工管理には細心の注意を払う必要があった。



- ① 鉄筋組立てヤードにて主桁鉄筋を地組し、天井クレーンにて主桁製作台に移動する。
- ② 型枠をセットしコンクリートを打設する。  
型枠は繰返し使用されるので、組立て・解体は容易な開閉式。
- ③ その後前方へ押し出す。以上の作業を繰返す。

図-7 製作ヤード図 (A1橋台後方ヤード)

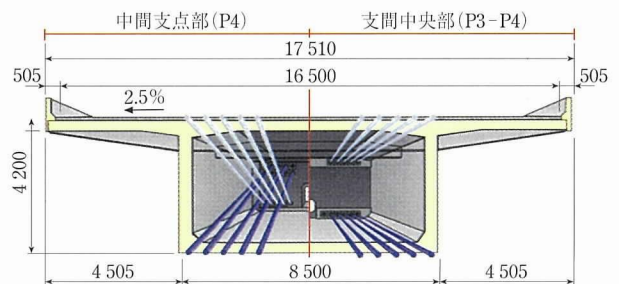
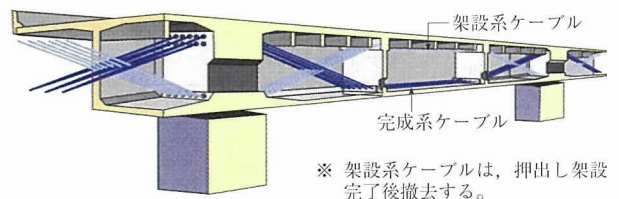


図-8 外ケーブル配置図

鉛直ジャッキの上昇・下降の量は15mmとしている。通常の分散方式のシステムは、この15mmを一気に上昇・下降する。しかし、先にも述べたように、ジャッキの不連動により各ジャッキのストロークの速さに差が生じてしまうのが現状である。まして、大平高架橋の場合、全外ケーブルに対応するため、仮支点を多く設置し、RC部材で押し出すという不利な状況下にある。そのために、鉛直ジャッキを15mm上昇・下降を行う改善策として、これを7mm+8mmの2段階に分けて行うこととした。これによりジャッキの不連動による影響を極力排除することに成功した。また、スライド架台上に鉄板のみで反力を受けるのではなくネオプレンゴム板を1層入れた。これにより主桁とジャッキの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。また、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。また、主桁に接する面の鉄板は、主桁に汚れがつかぬようSUS鉄板を据えて対処した。

上り線A2側仮支点部はサービスエリア内にあり、高盛土区間となっており地盤条件が悪い。そのため、押し出し架設時の仮支点部の不等沈下が懸念された。その対応策として、ベノト杭にて基礎を設置した。現在、上り線A2ヤードより押し出し施工を行っているが、仮支点の沈下は生じていない。

下り線A1押し出し施工部は、ランプ橋からの取付けのため、主桁断面が2ボックスタイプとなっている。主桁が3つとなり、押し出し装置も各橋脚で3セット設置する。底版幅は12m、仮支点スパンが16mとなっており、主桁の剛性が高いうえに連動するジャッキの数が多くなるため、ジャッキのストロークの差による主桁への悪影響がさらに懸念される。対応策として、鉛直ジャッキの上昇・下降の15mmを、さらに細かい上下作動の5mm+5mm+5mmの3段階に分けて施工することとした。

押し出し架設時の主桁の横方向位置に関しては、主桁構造中心を製作ヤード後方よりトランシットにて測量し、横方向のずれ量を測定する。仮支点、橋脚には横方向ガイドを設置した(写真-3)。このガイドにキャンバーを

かませ、押し出し架設中に発生する横ずれを修正する。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、主桁が直角方向に逸脱することを防止する機能も兼ね備えている。

## 6. 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を図-9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-4に示す。本橋の押し出し作業は、すべて中央制御室のパソコンおよ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、反力に不具合が生じた場合、1mmの薄鉄板を出し入れし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100tf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、地盤ばねを考慮した反力と無視した反力を算出し、実測反力がこのばねあり、ばねなしのそれぞれの反力値の間に入るよう設定した。図-10に反力管理図の一例を示す。この図は、あるステップの押し出し完了時の反力を示したものである。この際、左右の反力バランス、設計値に対する反力差などをチェックし、薄鉄板の出し入れを行う。図-11に、ある押し出しにおけるP3橋脚の架設時の反力挙動を示す。押し出しは、1ブロック16mで、その間に橋脚の左右に発生した反力である。反力はどれも左右100tf以内の差で管理している。また、押し出し架設時に水平架台の摩擦係数をチェッ

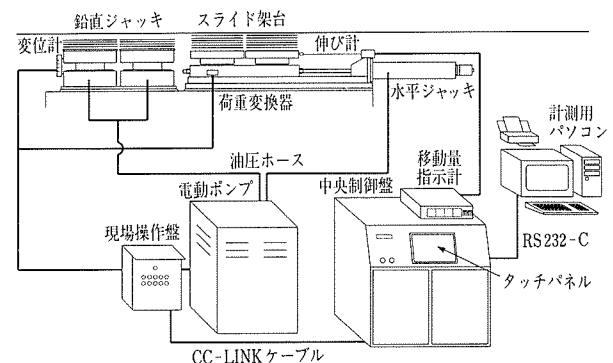


図-9 押し出し管理システム図

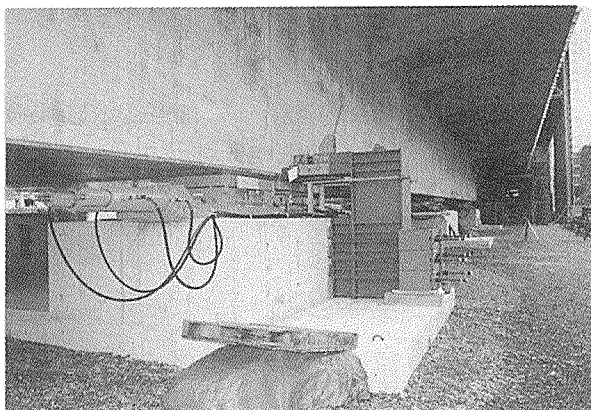


写真-3 横方向ガイド

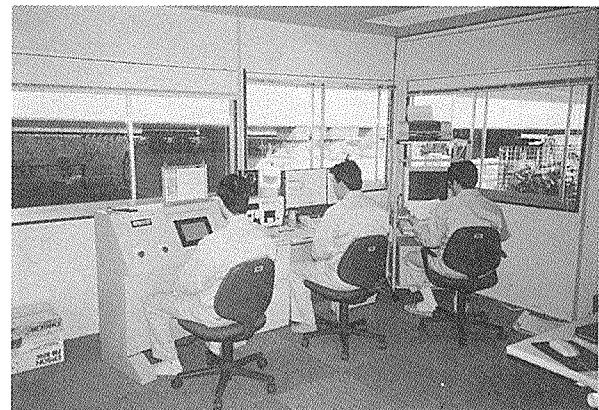


写真-4 中央制御室

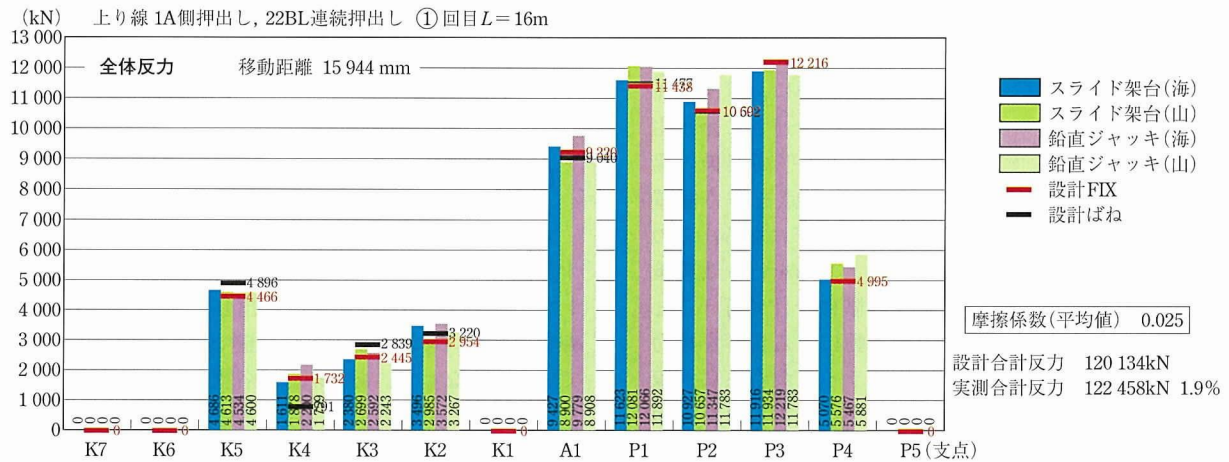


図-10 反力管理図

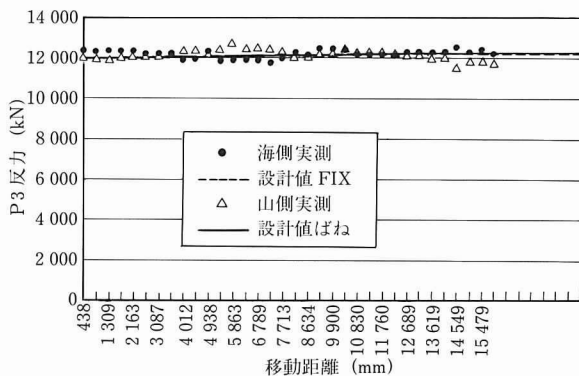


図-11 押し出し時における橋脚の反力

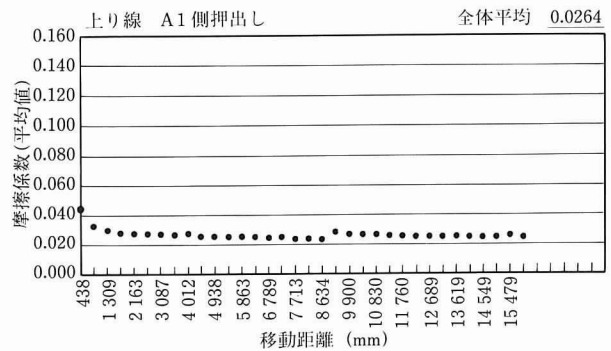


図-12 押し出し時の摩擦係数

クしておく必要がある。摩擦係数が大きい場合、どこかのジャッキが競るなどして負荷がかかっていることが予想される。また、摩擦係数が極端に小さい場合などは、主桁が過走する危険性を秘めている。図-12に押し出し時の摩擦係数を示す。このように、押し出し架設の場合、反力管理を行うと同時に摩擦係数も把握しておく必要がある。

### 7. サイクル工程短縮に向けての取組み

押し出し架設工法の最大の特徴として、製作ヤードにおい

ての繰返し作業を行うことで、作業員を熟練させ、いかにサイクル工程を短縮させるかが課題となる。

大平高架橋の場合、以下の対策を講じることで、更なるサイクル工程の短縮を試みた。

- ① 鉄筋の部分プレハブ化施工 (写真-5)
- ② 内リブ鉄筋・型枠一体プレハブ化施工 (写真-6)
- ③ 内支保工のプレハブ化 (写真-7)

サイクル工程は、標準ブロックで16.5日、中間支点横桁ブロックで23.5日のペースで施工を行っている。図-13にサイクル工程を示す。

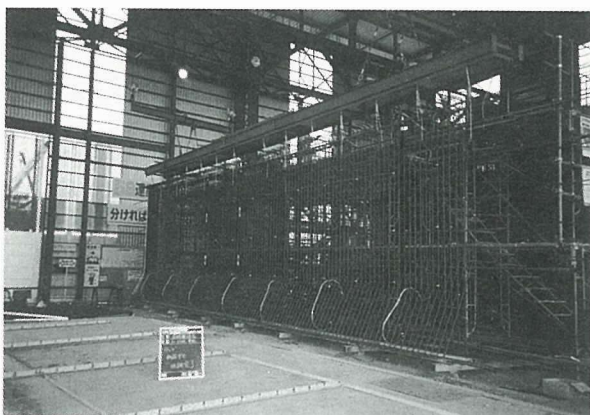


写真-5 ウェブ鉄筋のプレハブ化

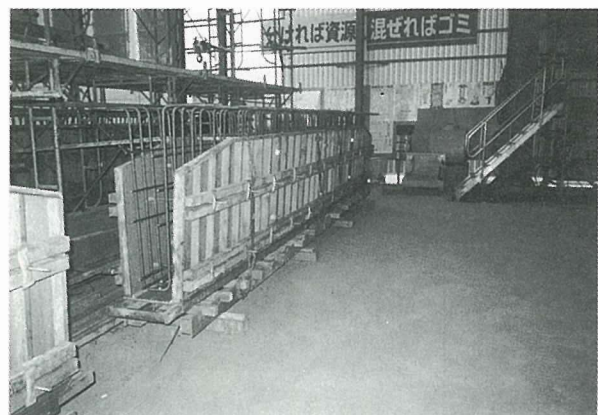


写真-6 リブ地組状況

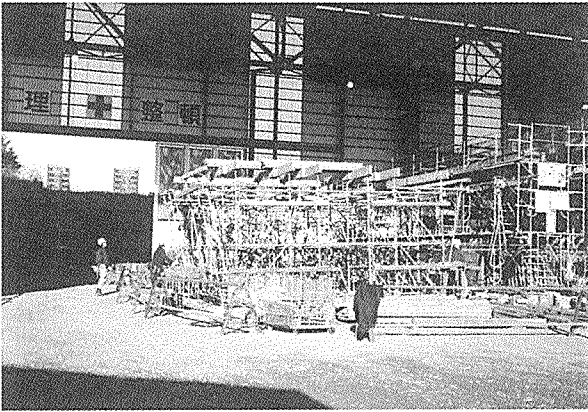


写真-7 内部支保工のプレハブ化

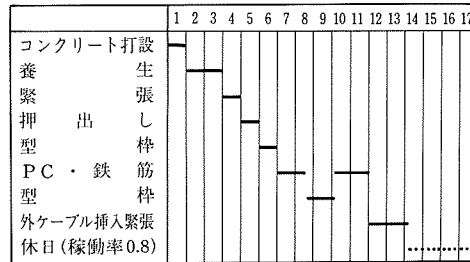
## 8. おわりに

第二東名高速道路大平高架橋を例にとり、押出し架設工法の施工管理について言及してきた。

押出し架設工法は、省力化・合理化を目指し、かつ施工管理・品質管理が容易であり、工程短縮を図ることにより、より経済性を追求できる工法の一つである。

今後、押出し工法の更なる発展と、多くの橋梁において、押出し架設工法が採用されることを期待している。

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

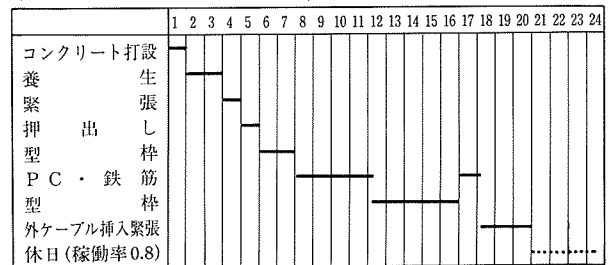


図-13 サイクル工程

### 参考文献

- 1) 押出し工法協会：PC押出し工法(Q&A集)，1991.10

【2001年10月15日受付】