

2 種類の大型移動支保工を用いた施工

— 第二東名高速道路 阿野高架橋 —

酒井 利忠*1・柴崎 克美*2・大久保 晋哉*3・加藤 正和*4・中曽根 彰*5

1. はじめに

阿野高架橋は、現在建設が進められている第二東名高速道路の内、愛知県内豊田JCT～豊明IC間の豊明IC寄りに位置し、国道23号線上の鋼橋構造から分かれ、国道1号線を越えた田園地帯に建設されている高架橋である。

本工事は14径間×3連のPRC連続2主版桁橋であることから、上下線とも大型移動支保工にて施工が行われている。

阿野高架橋の大型移動支保工施工について、上下線で異なる工法を採用している。上り線については、ハンガータイプで、移動方法として床版上にレールを敷き、移動させる工法である。一方、下り線については、同じハンガータイプであるが、移動方法として支持台上の電動ローラーにて移動させる工法で施工している。

本文においては、異なる移動支保工の比較を行うとともに、移動支保工を使用するにあたっての留意点について述べるものとする。

2. 工事概要

工事名：第二東名高速道路 阿野高架橋（PC 上部工）北工事・南工事

工事場所：自）愛知県豊田市阿野町奥屋
至）愛知県豊田市阿野町刈外山

工期：平成12年2月～平成14年11月

構造形式：14径間×3連 PRC連続2主版桁

橋長：1138.500m
(375.000m+386.400m+377.100m)

支間：西橋梁 23.95m+3@24.75m+9@27.60m+27.00m

中橋梁 27.00m+12@27.60m+27.00m

東橋梁 6@27.60m+7@26.50m+26.00m

幅員：有効幅員 14.520m～14.775m

全幅 15.675m～15.925m

平面線形：A=600m～R=1000m～A=400m～R=710m

縦断勾配：0.300%（▽）～1.700%（√）

横断勾配：2.000%（▽）～7.500%（√）

コンクリート：設計基準強度 $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$

PC鋼材：主方向、横方向 1S28.6（プレグラウト鋼材）

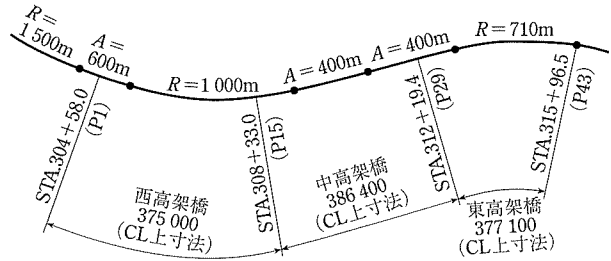


図-1 橋梁概略図

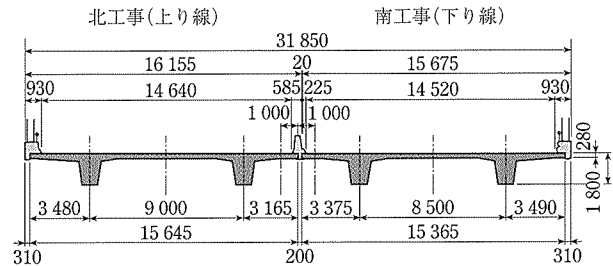


図-2 標準断面図

3. 大型移動支保工

大型移動支保工は、昭和47年に首都高速5号線において本格的に採用されて以来、定着されてきた架設工法である。

その優れた特性としては、

- ①従来の枠組支保工と違い、桁下空間が道路上、河川等の支障物があっても、容易に施工できる。
- ②支保工自体が機械化されているため、型枠および支保工を解体することなく、次の径間に移動し、橋体を施工できる。
- ③繰り返し作業となるため、省力化、急速施工が可能であるとともに、施工管理が容易である。
- ④上屋設備を有しているため、全天候作業が可能となり確実な工程管理ができる。

ただし、移動支保工を採用するにあたっては、下記の項目に留意して計画することが望ましい。

- ①桁の断面形状に特別な制約はないが、機械化による省力化、急速施工を図るうえで、同一断面が連続して

*1 Toshitada SAKAI：日本道路公団 中部支社 名古屋工事事務所 豊明工事区 工事長

*2 Katumi SHIBAZAKI：(株)日本ピーエス・(株)安部工業所 北工事共同企業体 所長

*3 Shinya OHKUBO：ピーシー橋梁(株)・川田建設(株) 南工事共同企業体 所長

*4 Masakazu KATO：(株)日本ピーエス・(株)安部工業所 北工事共同企業体 副所長

*5 Akira NAKASONE：ピーシー橋梁(株)・川田建設(株) 南工事共同企業体 副所長

いることが望ましい。

②適用スパン，適用幅員は，ガーダー等の架設機械の能力である程度は対応できるが，スパン40 m以下，幅員20 m以下の範囲である。また架設機械が大規模であるため，イニシャルコストがかかり，固定式支保工施工と比較して，施工延長を必要とする。

実績より見ると，一般には橋長500 m，20径間以上の径間数が大型移動支保工を設定するうえでの境界線と考えられる。

なお，対象橋梁は連続してある必要性はなく，工区内に別工法の区間があっても差し支えない。

次に，移動支保工をタイプ，施工方法，移動方法などで分類すると，図-3のようになる。

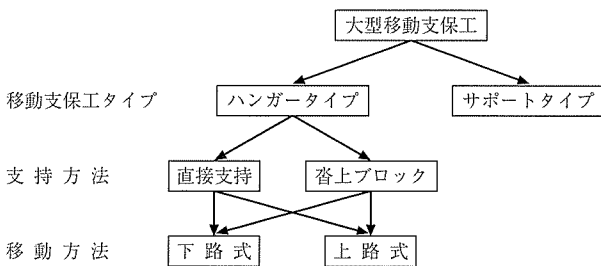


図-3 移動支保工分類

本工法には，2タイプがあり，橋体下面に数本のガーダーを配し，橋脚または橋体で支持するサポートタイプ（写真-1）と当該現場で採用している橋面上または橋脚上で支持されたメインガーダーで吊り下げたハンガータイプ（写真-2）に大別できる。

サポートタイプは，ハンガータイプに比べ，汎用性は乏しいが，構造がシンプルであり，吊り材を介し型枠を支持していないため，ガーダーの変形だけが支保工の変形となり，キャンバー量が少なくなることなどの特徴を有している。

ハンガータイプはガーダーが橋面より上に配置されているため，桁下空間に制限がある場合などに有利となる。

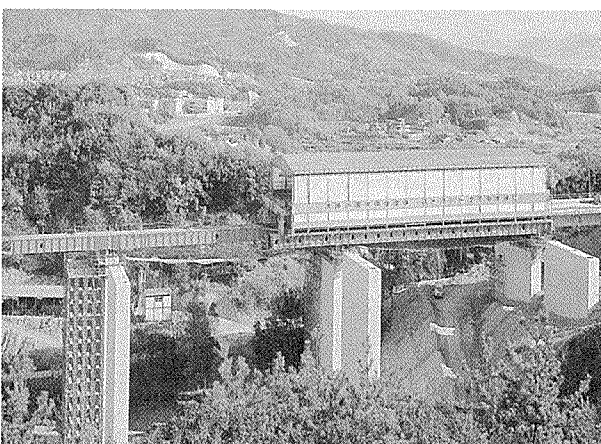


写真-1 サポートタイプ



写真-2 ハンガータイプ

4. ハンガータイプにおける支持方法

ハンガータイプにおいて，支持台を設置する方法として橋脚上に沓上ブロックを製作し，その上に支持台を据え付ける方式と，橋脚上に直接支持脚を設置する方式がある。各方式のメリット，デメリットを以下に記す。

4.1 沓上ブロックを製作する方法

(1) メリット

- ・中間支点部の複雑な構造をあらかじめ製作できるのでサイクル工程が短縮できる。

(2) デメリット

- ・打継部のせん断補強を検討しなければならない。補強方法として，コンクリート製せん断キーによる補強，鉄筋による補強，PC鋼材による補強がある。
- ・移動支保工の鉛直反力，移動時の水平反力が作用するので，回転変形や転倒を防止する処置が必要になる。
- ・プレグラウト PC ケーブル挿入用のダクトを設けなければならないと，その部分にグラウト注入が必要になる。

4.2 直接橋脚に支持台を設ける方法

(1) メリット

- ・不要な支保工およびせん断補強工等がないので，工費が安くなる。
- ・打継ぎ箇所が少なくなる。

(2) デメリット

- ・支持台脚解体用の床版開口部ができる。
- ・床版開口部および横桁が後施工になるので補強および形状の検討が必要になる。本工事においては，桁下空間が低く，横断道路もあることから，ハンガータイプを採用した。また，打継部を極力少なくする観点より直接橋脚に支持台を設ける方式とした。

その場合，横桁の構造を RC 構造とし，補強筋には機械継ぎ手を多用した。

5. 移動支保工構造

本橋の移動支保工の構造を図-4，図-5に記す。

図-4は，上り線施工の移動支保工の構造図である。上り線は阿野高架橋北工事（以下「北工事」という）が担当している。

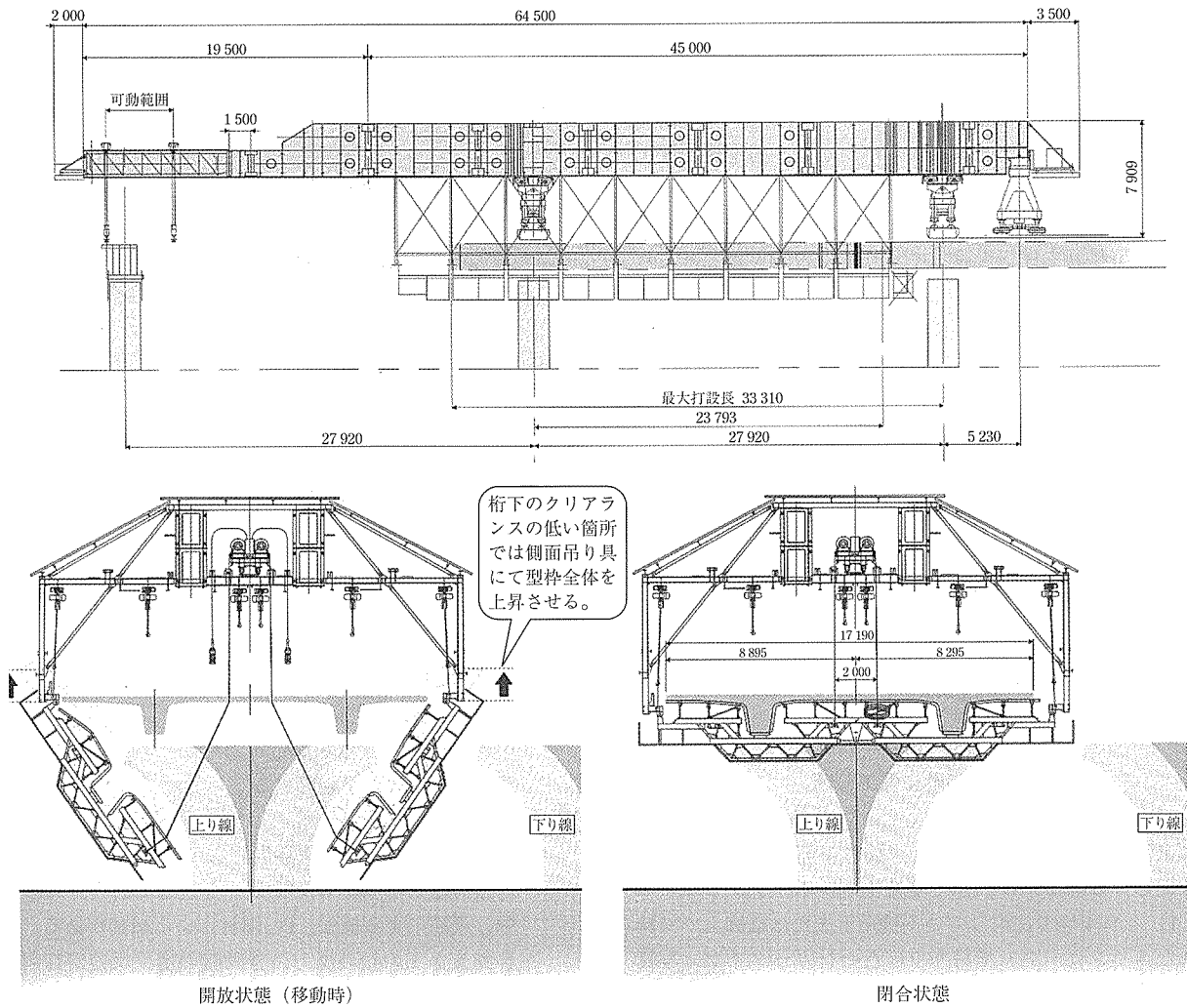


図 - 4 北工事移動支保工構造図

図 - 5 は、下り線施工の移動支保工の構造図である。下り線は阿野高架橋南工事（以下「南工事」という）が担当している。

北工事、南工事とも第二東名高速道路の3車線広幅員に対応するため、支保工の幅を18.5mとしている。また、コンクリート荷重の増加に対応するため、主方向のガーターを2段重ねにすることにより耐荷力を上げる構造としている。

南工事に関しては、左右の形状が非対称となっている。これは、南工事の移動支保工を北工事橋体施工後にセットしなくてはならないためである。移動支保工の移動時に吊り材を通過させるため、南工事の床版を1m切り欠き、左右を非対称としている。

移動支保工の支持台の基礎として、前述したように双方とも橋脚上に支持脚を立て、その上にスライドベースを載せ支持台を置くという方法を採用している。

上記のスライドベースとは、平面線形に対応するために支持台より上部を横にスライドさせる構造の物を指している。このスライドベースには、横方向への移動が可能になるようスライドジャッキをセットしており、線形に応じてシフト量をとれるようにしている。



写真 - 3 現場状況

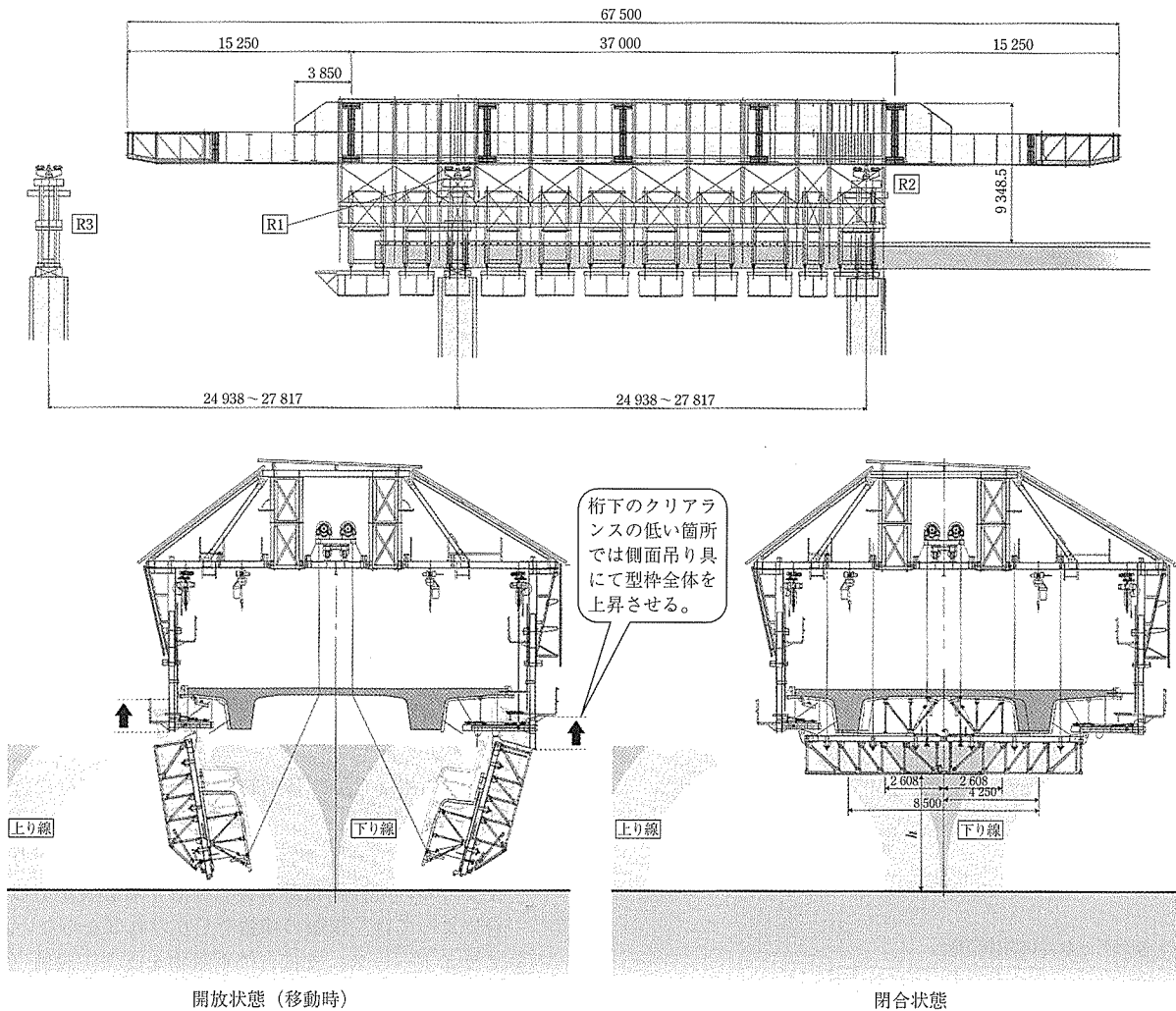


図 - 5 南工事移動支保工構造図

側面からの形状を見ると、北工事に関しては、手延べが前方のみについているが、南工事の移動支保工は前後に手延べがついている。移動支保工の重量は双方とも約 880 t の総重量となっている。

主桁の型枠として、今回は施工延長 1.1km と長いことおよびケレン作業の省力化を考慮し、ステンレス製の型枠を使用している。

6. 移動方法

移動支保工の移動方法は、床版上にレールを敷き移動させる工法と、支持台上の電動ローラーにて移動させる工法の 2 種類がある。

本工事では、北工事、南工事の両方に異なる工法を採用しており、以下その移動方法について記す。

6.1 北工事移動支保工の移動方法

北工事は床版上を移動させる工法を採用している。以下この工法を下路式と呼ぶ。

北工事の移動支保工の移動サイクルを図 - 6 に記す。

移動手順は以下のとおりである。

①コンクリート打設・養生・緊張後、メインジャッキを

10 cm 降下させ脱型を行う。

- ②型枠を吊っている PC 鋼棒 (φ26) を撤去する。
- ③上部に設置してあるウインチ (10 t 吊り) 2 台を使用して型枠を開放する。桁下高さが低い場合は側面吊り柱をスライドアップさせる。
- ④平面線形に合わせて、スライド用のジャッキを使用して所定の位置に横移動する。
- ⑤R2 支持台を R3 支持台のジャッキを使用して反力を開放し、R2 支持台をスライドベース上より撤去仮置きする。
- ⑥R2 支持台下のスライドベースを既設のチェーンブロックを使用して先端の支持脚上に移動・据え付ける。
- ⑦R1 支持台のジャッキを降下させ、反力を R4 支持台 (アウトリガー) に受け持たせ、R1 支持台を既設のチェーンブロックを使用して先端のスライドベース上に移動・据え付ける。
- ⑧仮置きしてある R2 支持台を元の R1 支持台の位置に移動・据え付け、ジャッキを高揚させ R4 支持台の反力を開放する。
- ⑨R2 支持台上のローラーと R3 支持台下の車輪で推進ジャッキを使用して縦移動を行う。

移動支保工 (Step 1～Step 5 を繰り返す)

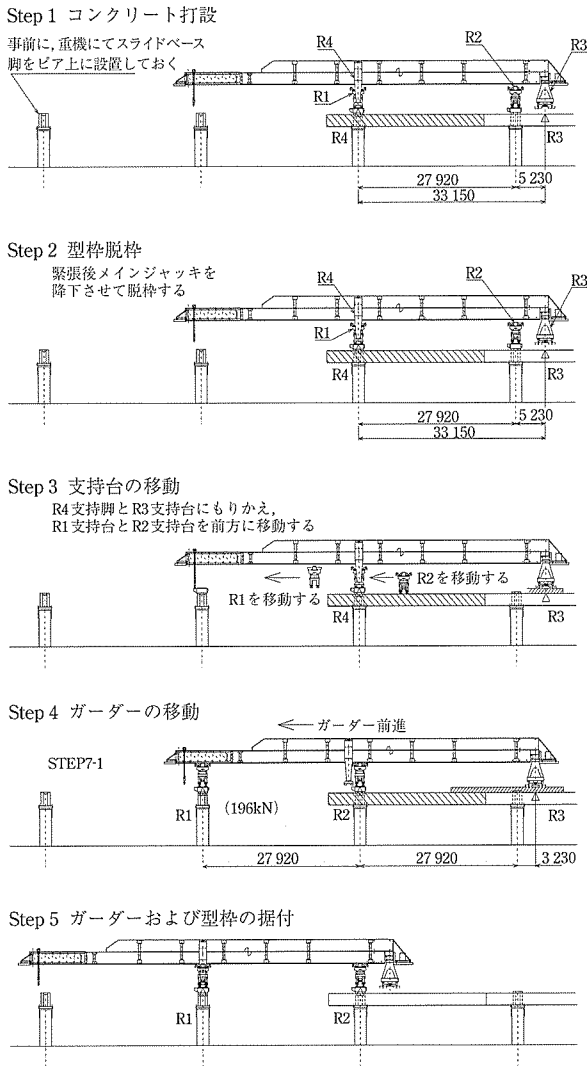


図-6 北工事移動支保工 移動サイクル図

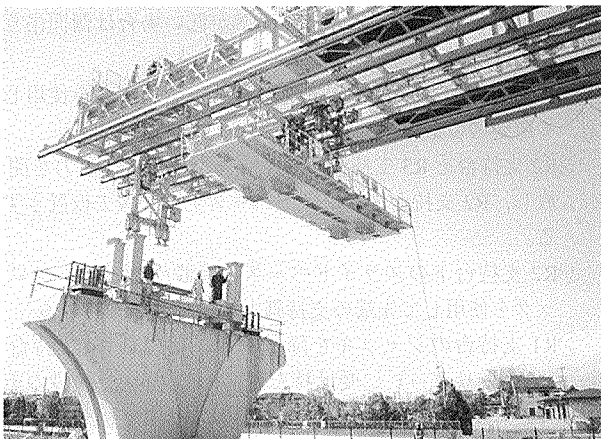


写真-4 スライドベース運搬

- ⑩型枠開放時と同様にウインチを使用して型枠を閉合する。
- ⑪スライドジャッキとメインジャッキを使用して所定の位置に据え付ける。

6.2 北工事移動支保工の特徴

(1) メリット

- ①支持台およびスライドベースを移動支保工設備のチェーンブロックで前方橋脚へ移動するので、橋下の条件(クレーンヤード・工事用道路の有無)に左右されることがない。また、支持台・スライドベース解体組立て・運搬用のクレーンおよびトレーラーが不要である。
- ②手延べ機が長いので、前方橋脚への資材の荷揚げを支保工設備のチェーンブロックにて行える。また、使用材料を前方スパン下に広く仮置きすることが可能である。
- ③前方橋脚に手延べ機がつねに届いた状態のため、作業通路として使用できる。
- ④側面吊り柱をスライド式にしたため、橋脚高の低い場所でも型枠全体を持ち上げることにより、型枠の開閉が可能である。(橋脚高5mまで可能)
- ⑤型枠支持トラスの剛性を大きくすることにより、鉄筋組立時にゲビンデ鋼棒を両サイドだけの支持にし作業空間を広くすることができる。
- ⑥移動支保工解体時は、ガーダーの前進のみで前方ピースを順次解体することができるので大きなクレーンおよび広いクレーンヤードが不要である。

(2) デメリット

- ①上記①に相反して、移動時間がサイクル工程に含まれてしまう。
- ②既設コンクリートが、R3支持台ローラーの反力荷重を受けるので、構造計算書を検討する必要がある。場合によっては、床版の補強をしなければならない。
- ③スライドベース、支持台等重量物を支保工設備(チェーンブロック)にて吊り上げ運搬するため、チェーンブロックを設置しなければならない。したがって、クレーン免許および労働基準監督署の落成検査が必要となる。
- ④支保工移動の途中での上下、左右の調整ができない。
- ⑤支保工を後退する場合の段取も、前進同様大がかりになる。

6.3 南工事移動支保工の移動方法

南工事は支持台上の電動ローラーにて移動させる工法を採用している。以下この工法を上路式と呼ぶ。

南工事の移動支保工の移動サイクルを図-7に記す。

移動手順は以下のとおりである。

- ①コンクリート打設・養生・緊張後、メインジャッキを10cm降下させ、型枠の脱型を行う。
- ②型枠を吊っている鋼棒の撤去を行う。
- ③外側の型枠をスライドさせ、線形によるスライド時、橋体との間隔を取れるようにする。
- ④上部に設置してあるウインチにより、ワイヤーを使用し型枠を開放する。
- ⑤線形に合わせてスライド用のジャッキを使い、横移動させる。
- ⑥支持台上に設置した電動ローラーにてガーダーを移動する。
- ⑦移動終了後、線形に合わせてガーダーの位置をスライド

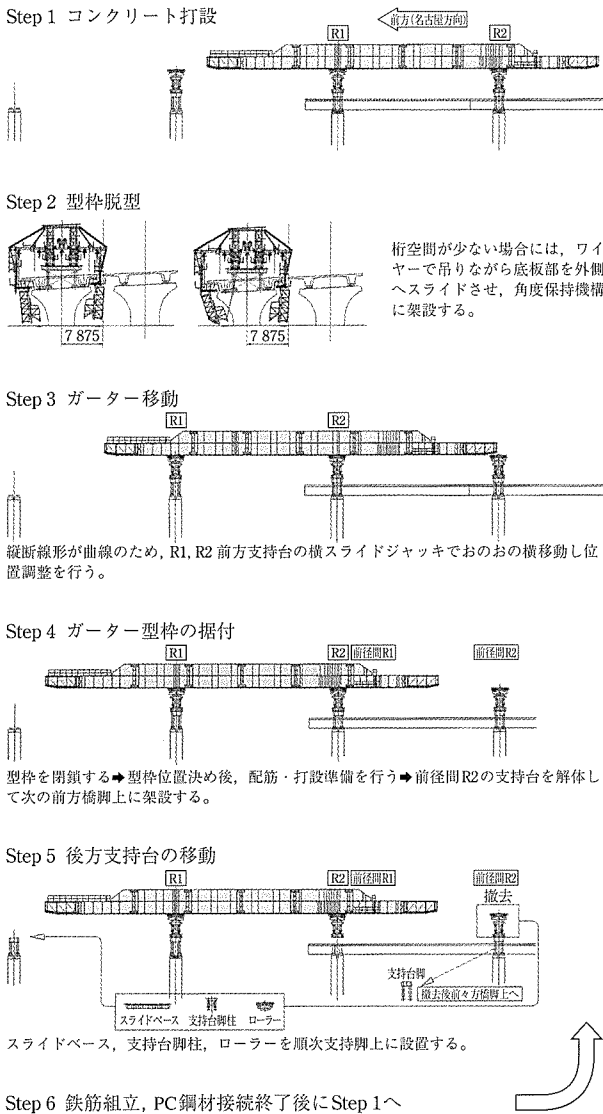


図-7 南工事移動支保工 移動サイクル図

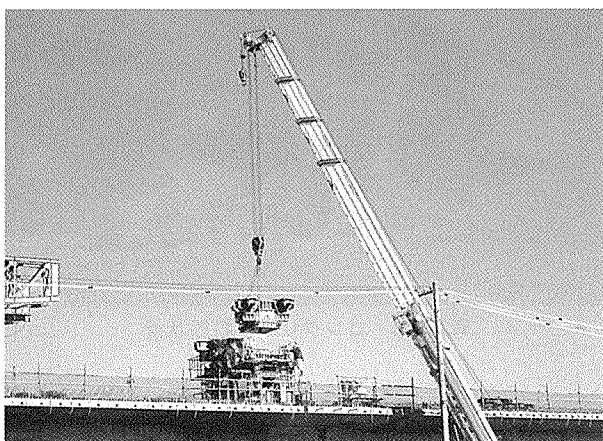


写真-5 支持台移動状況

ジャッキを用い決定する。

- ⑧メインジャッキを所定の高さまでアップさせる。
- ⑨型枠開放時と同様にウインチを使い型枠を閉合する。
- ⑩スライドさせていた型枠を元の位置に戻す。

⑪型枠セットは、吊り材が上下するので、吊り材および型枠にセットされているサポートジャッキを使いセットを行う。

⑫進行方向最後方の支持台を大型クレーンにて荷下ろしおよび前方への据え付けを行う。

6.4 南工事移動支保工の特徴

(1) メリット

- ①ガーダーの支持箇所が常に橋脚上であり、床版への影響がない。
- ②R3 支持台の運搬は橋体製作と関係がなく、サイクル工程に入らないことにより、主桁製作工程の短縮が可能となる。
- ③前後に手延べがあるため、前進後退が容易にできる。
- ④移動時、支持点が2点の場合には、スライドが容易にできる。
- ⑤下部のトラスの先端を折り曲げることにより、橋脚高の低い場所でも型枠の開閉が可能である。

(2) デメリット

①移動方法 ⑫におけるクレーンにての荷下ろし、据え付けは現場状況によってはできない場合がある。

条件：橋脚脇にクレーンの据え付け場所、運搬道路があること

橋脚の高さと支持台の重量との関係で経済的なクレーンが選択できること

以上の条件を満たさない場合、ホイスト等を使用して支持台を前方に運搬する構造を考えなくてはいけない。

②手延べが短いため、資材の荷上げ、とくに鉄筋の荷揚げに注意が必要である。

③移動途中で3点支持になった場合、スライドが困難であり、最初の時点での移動方向の決めが重要である。

最後に、当現場における条件を考慮し、移動支保工の採

表-1 移動支保工の有理性

施工条件	支保工タイプ			
	移動支保工		固定支保工	
	ハンガータイプ	サポートタイプ		
橋脚適用度	有	無	有	
全体工程短縮度	有	有	無	
桁下の拘束度	無	有	有	
桁下高さ	必要	必要	無	
組立解体難易度	容易	困難	容易	
	支持方法		移動方法	
	直接支持	巻上ブロック	下路式	上路式
橋体打継目箇所	少	多	/	
床版開口部	有	無		
桁下拘束度	無	有		
打設サイクル短縮度	無	有		
横桁横絞必要性	無	有		
工事建設費	安	高		
重機セットスペース				
床版の応力検討			有	無
打設サイクル短縮度			無	有
大型重機使用頻度			少	多

用条件をまとめると表-1のようになる。

表-1 移動支保工の有理性

7. 主桁製作工

7.1 主桁製作フローチャート

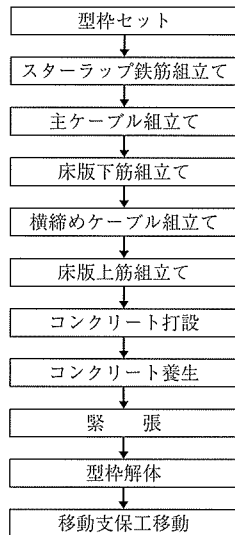


図-8 主桁製作フローチャート図

(1) 型枠セット

先に述べたように、型枠はステンレス製の型枠を使用している。セット方法は、移動支保工のメインジャッキにて大まかな高さを決め、その後計画値に合わせ、側面の吊り材、型枠にセットしてあるサポートにより高さを決めていく。

ここで重要なことは、計画値を計算するにあたり、橋体の変形（死荷重、クリープ、乾燥収縮、緊張による変位）を考慮するのは当然だが、支保工の変位としてガーターのたわみ、型枠を吊る鋼棒の伸び量、横梁の変位などを考慮することである。



写真-6 型枠組立

(2) 鉄筋・PC 鋼材組立

当現場でのスターラップ鉄筋は、型枠上で通常どおりの組立を行っている。当初スターラップ鉄筋を別の場所で約

10 m 程のブロックに組み上げ、それを型枠内に納める方法も考えたが、今回は組立ヤードの関係、桁高が 1.8 m と低めであることなどからその方法は採用しなかった。

しかしながら、桁高が高い場合、組立ヤードが確保できるなどの条件次第では、製作サイクルを短縮する方法として鉄筋のブロック化を検討する価値はあると思われる。

PC 鋼材として、当現場はプレグラウト 1S 28.6 mm を使用している。プレグラウト鋼材は、その樹脂の関係上、ストックができないため、移動支保工の施工サイクルに合わせて搬入時期を決めることが重要である。



写真-7 配筋・配管状況

(3) コンクリート打設

コンクリート打設は、ポンプ車 2 台を用いて支保工先端部より打設を行い、最後に打継目部分の打設を行っている。これは、ガーター等のたわみを先に起こさせ打継目部にクラック等を発生させないための配慮である。

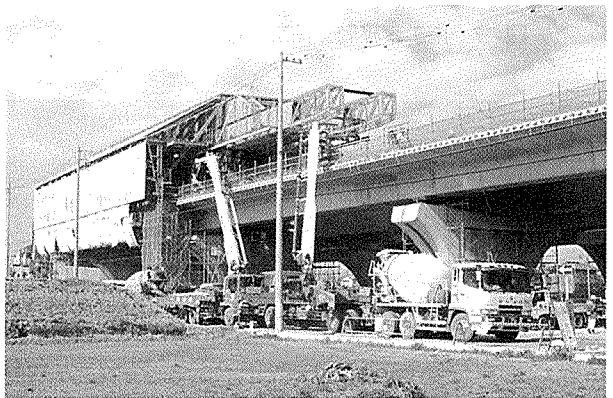


写真-8 コンクリート打設状況

(4) 緊張

緊張は、張出し床版、中間床版が広い 2 主版桁橋の特徴を考慮して、最初に横締めケーブルを緊張し、次に主ケーブルの緊張している。

7.2 施工サイクル

1 径間の施工サイクルは、基本的に 15 日となっている（図-9）。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
型枠組立て						■	■	■							
鉄筋組立て							■	■	■	■	■	■			
PC鋼材組立て								■	■						
コンクリート打設												■	■		
養生工													■	■	■
緊張工	■	■													
型枠解体		■	■												
移動支保工移動				■	■	■									

図-9 施工サイクル図

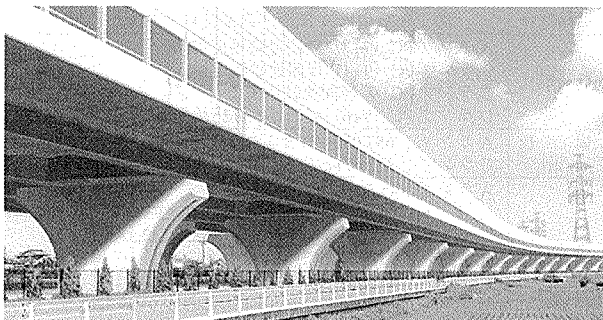


図-10 完成予想図

8. おわりに

本文においては、上下線で採用した移動支保工の移動方法の違いを比較し、おのおのの留意点について述べた。移動支保工の採用にあたっては、現場条件を十分に把握する必要がある、当現場における実績が、今後移動支保工を施工されるうえで少しでも参考になれば幸いです。

最後に、本橋の設計・施工にあたり、ご指導・ご助言を賜った関係者の方々に感謝の意を示すとともに、残された施工を無事故で完成させることを誓います。

参考文献

- 1) 成瀬：広瀬高架橋の設計と施工 プレストレストコンクリート Vol.42, No.5, pp.74～80, 2000
- 2) 板井：大型移動支保工の留意点 プレストレストコンクリート Vol.28, No.2, pp.86～93, 1986

【2002年7月15日受付】



刊行物案内

第 8 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

(平成10年10月)

本書は、平成10年10月に松山で開催された標記シンポジウムの講演論文集です。

頒布価格：会員特価 10 000 円 <非会員価格 1 200 円> (送料はいつでも 600 円)
体 裁：B5判，箱入り