

講座

大型移動支保工の留意点

1 まえがき

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、以来、実績を重ね、現在では、一般的な施工方法として、我が国の橋梁架設工法の中で定着してきている。大型移動支保工は、従来の枠組支保工等に代表される地上式支保工施工に対し、型枠および支保工を解体することなく、次の径間へ移動し、橋体を架設する工法で、機械化により、省力化および急速施工を可能にするとともに、施工管理が容易であること、桁下の交通を開放していても施工可能であることなどを特長としており、大規模な多径間橋梁や都市内高架橋等の施工に適した工法である。

このように時代の要求に合致した特長をもつ大型移動支保工について、計画・設計上の留意点を以下に述べるものとする。

2 計画上の留意点

大型移動支保工は、基本的には地上式支保工施工を前提とした計画で差し支えないが、下記の項目を考慮することが望ましいと考えられる。

- 断面形状は、中空床版橋・主版橋・箱桁橋と特に制約はないが、機械化による省力化・急速施工を図るうへでは、同一断面が連続していることが望ましい。
- 適用スパン・適用幅員は、ガーダー、鉛直ジャッキ等の架設機械の能力によって決まるが、現有の大型移動支保工では、スパン $L \leq 40$ m・幅員 $B \leq 20$ m の範囲で計画することが望ましい。

次に、大型移動支保工を採用するうえでのポイントと

して、他工法に対し、施工速度、桁下交通に対する安全性の面で優れた特長を有していることにもよるが、経済性の面も計画上、重要であることは言うまでもない。

大型移動支保工は、枠組支保工等の地上式支保工施工と比較した場合、機械化されており、そのため、積算上、施工延長を必要とする。実績よりみて、一般に 15 径間程度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。また、簡易なモデルを設定し、比

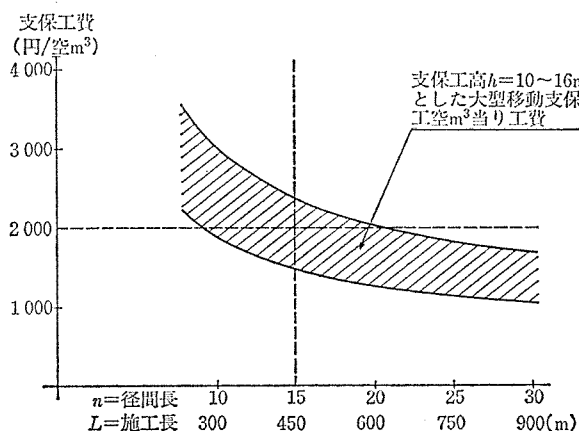


図-1 スパン $L=30$ m, 幅員 $B=12$ m, 中空床版橋

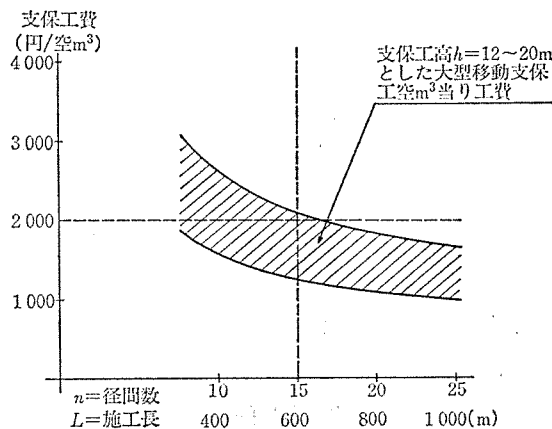


図-2 スパン $L=40$ m, 幅員 $B=12$ m, 箱桁橋

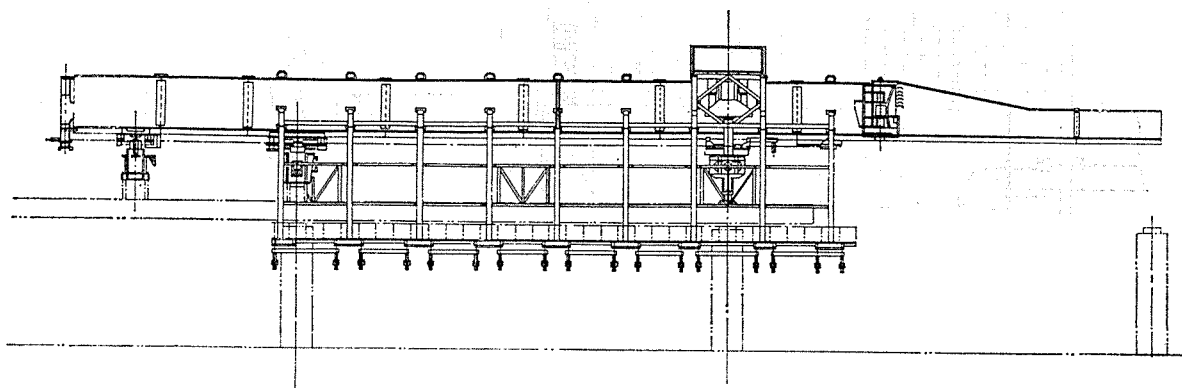
較した例を図-1, 2 に示す。

なお、径間数は連続してある必要はなく、例えば、工区内の途中に別工法による区間があっても差し支えない。

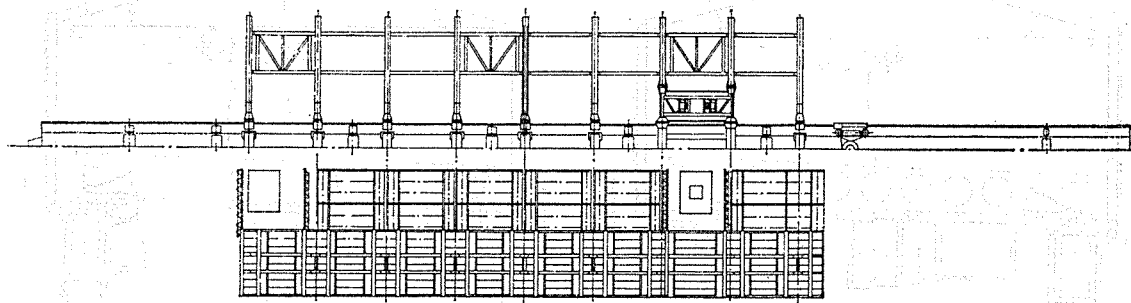
本工法に使用される架設機械には、2タイプあり、架設中のコンクリート重量等を既設の橋面上で支持されたメインガーダーで支持するハンガータイプ(図-3)と、橋面下面に数体のガーダーを配し、橋脚または橋体で支持するサポートタイプ(図-4)に大別される。

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に有利となる。また、橋脚の形状に制約がない、キャンバー調整が容易であるため、不等スパンへの対応が容易であることなどを特長としている。サポートタイプは、ハンガータイプに対し、汎用性には乏しいが、構造がシンプルであり、吊材を介し、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るため、キャンバー量が少なくなることなどを特長としている。

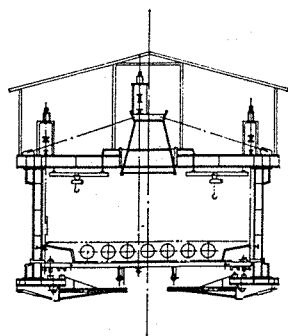
側 面 図



平 面 図



一 般 断 面



支 点 断 面

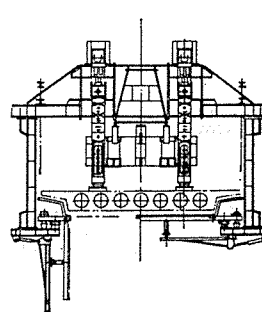
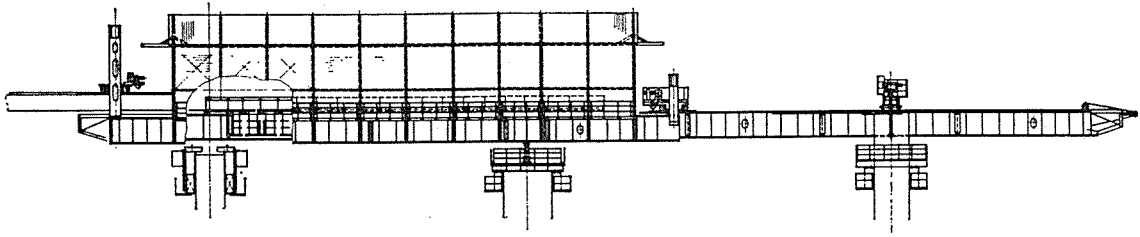
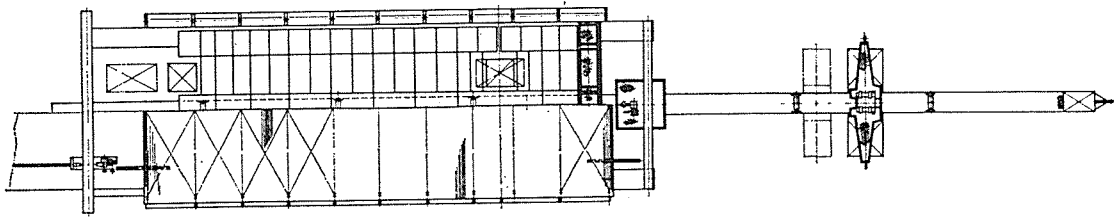


図-3 ハンガータイプ一般図

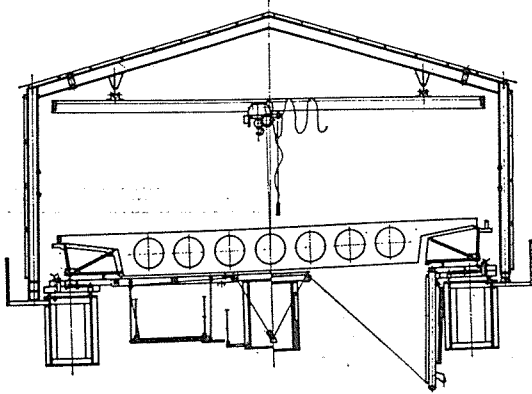
側 面 図



平 面 図



一 般 断 面



支 点 断 面

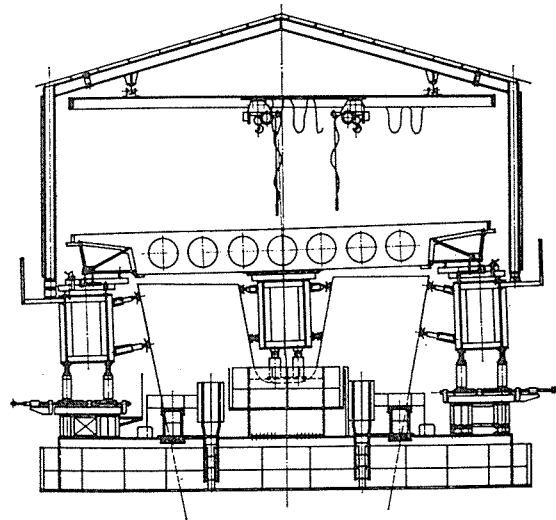


図-4 サポートタイプ一般図

3 設計上の留意点

構造形式として実績が多い、連続桁を例にし、大型移動支保工施工として、設計上、留意する項目について以下に示す。

図-5 に示すように、スパンの $1/4 \sim 1/5$ のインフレーションポイントに打継目を設け、一方向より、1 径間毎

に段階施工を行う。段階施工に伴うクリープの影響については、解析方法は、“プレストレストコンクリート” (Vol. 27, No. 2~3, PC 斜張橋クリープ解析の基本) で記載されているため、本稿では要点を述べるに留め、クリープ解析の結果について、主として述べるものとする。

クリープにより発生する断面力は、全部材クリープ係数が同一のとき、(1) 式となる。

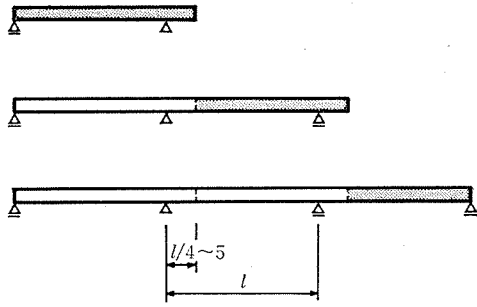


図-5

$$F_{\varphi} = (F_L - F_B)(1 - e^{-\varphi}) \dots\dots\dots (1)$$

F_{φ} : クリープにより発生する断面力
 F_L : 全支保工で架設したときの断面力
 F_B : 架設完了時に作用している断面力
 φ : クリープ係数

また、段階施工によるコンクリートの材令差を考慮したクリープにより発生する断面力は、変位法により電算を使用し、解析される場合が多い。

力と変位に関する条件式は (2) 式が表わされる。

$$F = \frac{1 - e^{-\varphi t}}{\varphi t} \cdot K \Delta - (1 - e^{-\varphi t}) F_f \dots\dots\dots (2)$$

$\frac{1 - e^{-\varphi t}}{\varphi t} \cdot K$: 部材のクリープを考慮した剛性マトリックス
 Δ : クリープによる変位量
 F_f : クリープ進行直前に作用している断面力による両端固定梁としての固定端力

(2) 式の $\frac{1 - e^{-\varphi t}}{\varphi t} K$ を K_{φ} , $-(1 - e^{-\varphi t}) F_f$ を $F_{f\varphi}$ とすると、

$$F = K_{\varphi} \Delta + F_{f\varphi}$$

となり、弾性理論による変位法と同形の式となる。

図-6 に示す3径間連続桁を大型移動支保工により施工した場合のクリープの影響について、以下に示すものとする。

桁自重による弾性解を図-7 に示す。クリープにより発生する断面力を、全部材クリープ係数一定 ($\varphi=2.0$) とし、(1) 式によった場合と、材令を考慮し、クリープ進行曲線を、 $\varphi_t = \varphi_{\infty}(1 - e^{-x t})$ と仮定し、 $\varphi_{\infty}=2.0$, $x=1/70$ として、(2) 式で示す変位法によった場合について

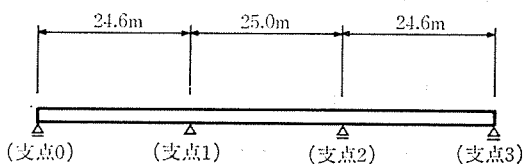


図-6 解析モデル

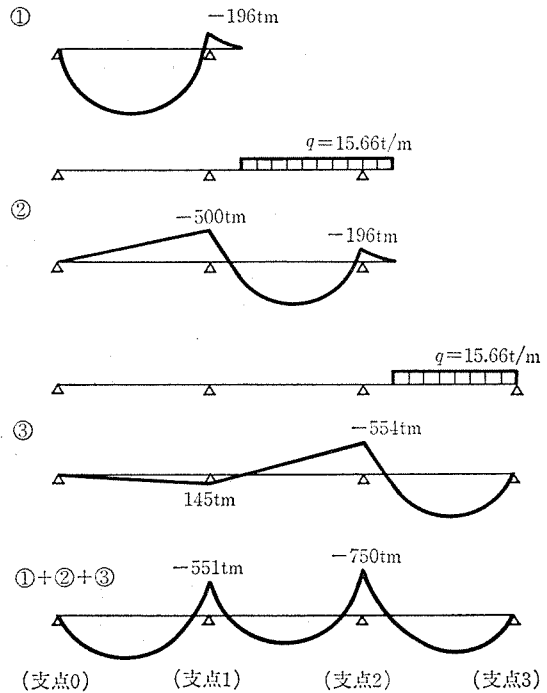
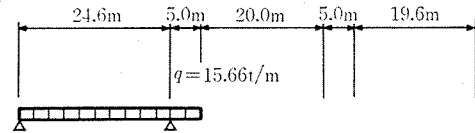
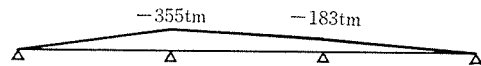


図-7 自重による弾性解

全部材クリープ係数一定のとき $\varphi=2.0$



材令を考慮したとき

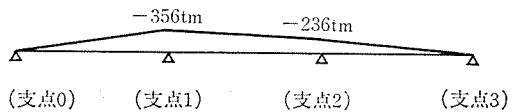


図-8 クリープによって発生する断面力

表-1

		全部材クリープ一定 クリープ終了時	材令を考慮 クリープ終了時	全支保工施工
支 点 1	曲げモーメント (tm)	-906	-907	-962
	比 率	0.942	0.943	1.0
支 点 2	曲げモーメント (tm)	-933	-986	-962
	比 率	0.970	1.025	1.0

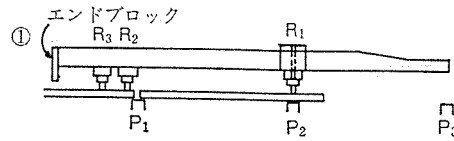
のクリープ解を図-8 に示す。表-1 に示すように、全支保工施工と比較すると、支点1においては、材令の影響は現われておらず、クリープにより、全支保工施工に

◇講 座◇

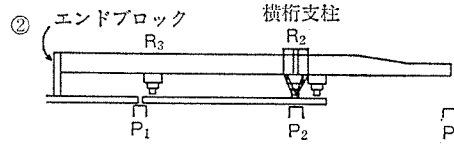
対し、5% 程度まで近づく。支点2においては、材令の影響は現われているが、クリープ係数の取扱いの問題やプレストレスによる逆作用や全支保工施工に対し ±3%

程度であることを考慮すると、段階施工による影響を常に材令差を考慮し、解析する必要はなく、設計レベルに応じ、適切な選択をしても差し支えないと思われる。

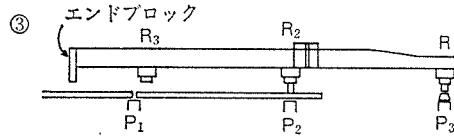
- ① コンクリート打設および緊張
 (イ) ワーゲンを R_1 支柱および R_2 で支持し、コンクリート打設を行う。
 (ロ) 養生期間を置いて緊張する。



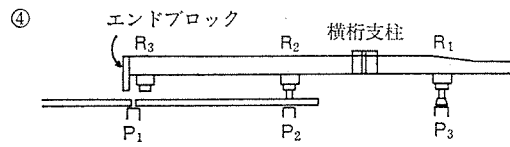
- ② 脱型および R_1, R_2, R_3 の移動
 (イ) 緊張後、吊鋼棒を油圧ジャッキにて下げ脱枠する。
 (ロ) 支持脚立を横桁支柱およびエンドブロックに移し、 R_1 を製作主桁前方に、 R_2 を P_2 橋脚上に、 R_3 を製作主桁の後方に移動する。



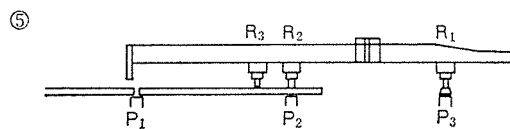
- ③ ワーゲンの前進、および R_1 の前方橋脚 P_3 への移動
 (イ) 型枠を解放しピアをかわす順備をする。
 (ロ) R_2, R_3 のセンターホールジャッキにより、 R_3 橋脚でワーゲンが支持できる位置までワーゲンを前進させた後、 R_1 を P_3 橋脚に設置する。



- ④ ワーゲンの前進
 R_2, R_3 のセンターホールジャッキにより、エンドブロックが R_3 のすぐ後方に位置するまでワーゲンを前進させる。



- ⑤ R_3 の移動
 ワーゲンを R_1, R_2 で支持し、 R_3 を前方に移動する。



- ⑥ ワーゲンの前進
 (イ) R_2, R_3 のセンターホールジャッキにより、次径間施工位置までワーゲンを前進し、支保工桁をセットする。
 (ロ) 開閉型枠を閉合し、所定の高さにセットし橋体製作作業を行う。

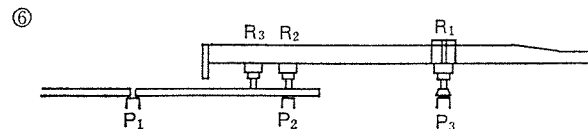


図-9 ハンガータイプ移動方法例

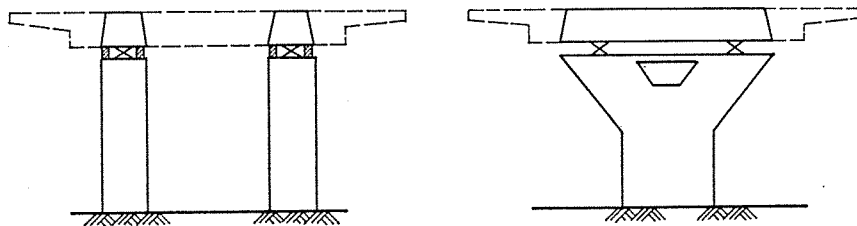
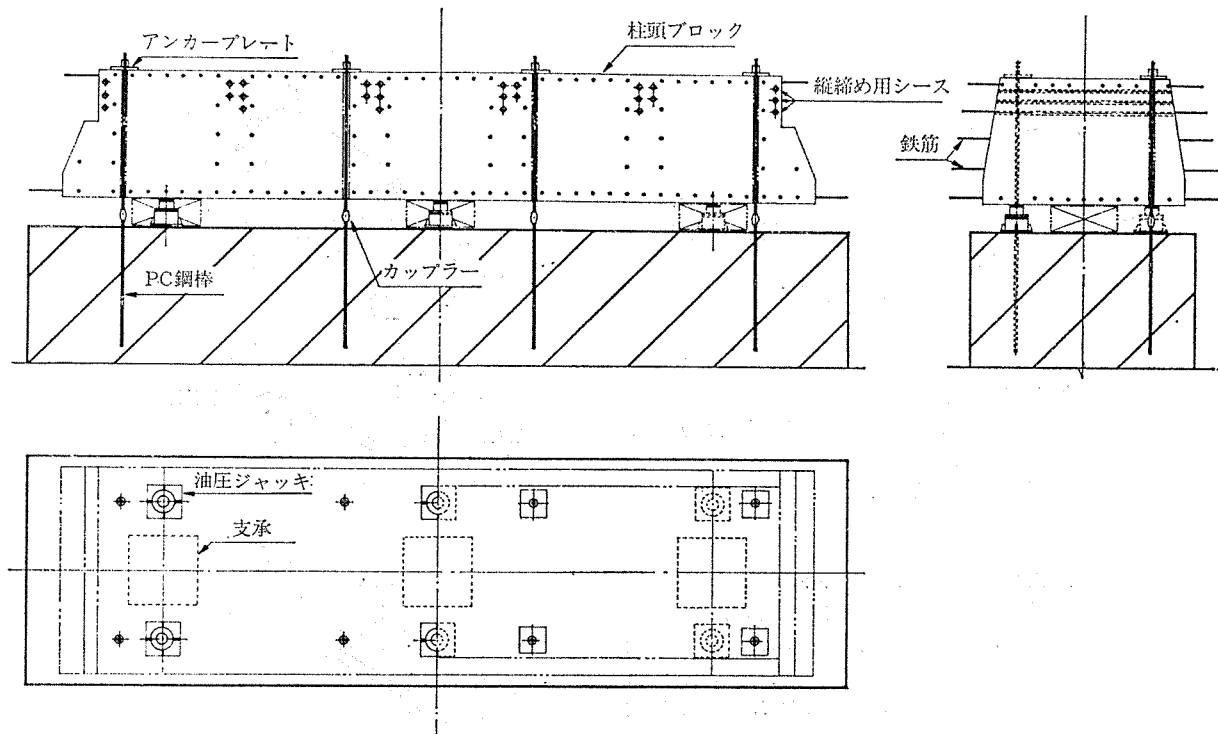


図-10 柱頭ブロック形状



上図は柱頭ブロック施工の一例を示したものである。

図-11 柱頭ブロック図(例)

大型移動支保工に伴い生じる特有の施工上の細部検討項目について以下にその概要を述べる。なお、架設機械により差違があるため、タイプ別に述べるものとする。

ハンガータイプについては、その移動方法を図-9に示すが、移動方法に伴い下記の検討項目が生じる。

i) 移動時およびコンクリート打設時における主桁の応力検討

この検討に伴い、架設時補強用 PC 鋼材が配置された事例はない。なお、サポートタイプについても同様のことが言える。

ii) 柱頭ブロックの設置およびその検討

前方の脚立を橋脚上に設置するため、柱頭ブロックを前もって製作する。柱頭ブロックの形式としては図-10に示す形式があり、架設中の地震および移動に伴い生じる水平力に対し、安定であるように、鉛直ジャッキ、コンクリートブロック、PC 鋼材等で補強する。図-11に柱頭ブロック補強例を示す。

iii) 支承反力および横桁の応力検討

移動時およびコンクリート打設時において、支承反力および横桁の応力検討を行う必要がある。検討の結果小反力の端部沓を鉛直ジャッキまたはコンクリートブロックで補強することがある。

サポートタイプについては、その移動方法を図-12

に示すが、移動方法に伴い下記の検討項目が生じる。

i) コンクリート打設時における主桁の応力検討

ハンガータイプと同様であるが、この場合、残留応力による完成系の応力検討が必要となる場合もある。

ii) 鋼製ブラケットの設置およびその検討

橋脚に鋼製ブラケットを設置し、前方でのコンクリート打設時等の反力を支持するため、取付け部の検討を行う。図-4に鋼製ブラケット設置例を示す。

その他にも、図-13に示すような構造形式において、施工方向により、架設中の水平力の固定方法を検討し、図-14に示す補強をする等、留意する項目は各種あるが、架設機械の機能を十分理解し、安全確実な施工ができるよう検討することが望まれる。

4 あとがき

大型移動支保工を計画・設計するうえでの留意点について、その概要を述べてきたが、各架設機械により細部については、異なる点も多々あるため、工事報告が掲載されている文献も参考にし、本稿の不備を補って、今後、ますます大型移動支保工が発展することを願っている。

- ① コンクリート打設および緊張
 - (イ) 支保工桁は、前方橋脚ブラケットおよび後方橋脚ブラケットにて支持される。また、送り桁はジャッキを介して橋脚中央部で支持される。
 - (ロ) 養生期間において緊張する。
- ② 脱型、開放
 - (イ) 緊張後、支保工桁および送り桁をジャッキダウンして脱型する。
 - (ロ) 開閉型枠を開放する。
- ③ 支保工桁の移動およびセット
 - (イ) 前後の橋脚ブラケットを開放する。
 - (ロ) 支保工桁を前前方ラーメンの台車により、次径間の所定の位置まで移動した後、前方および後方の橋脚ブラケットにて、支保工桁を支持する。
- ④⑤ 送り桁移動およびセット
 - (イ) 送り桁を前方後方の橋脚上の油圧ジャッキにて下げ、移動用ローラーに乗せ、移動させる。
- ⑥ 送り桁、型枠のセット
 - (イ) 所定の位置まで移動した後、前方および後方の橋脚上のジャッキにて送り桁を支持する。
 - (ロ) 開閉型枠を閉鎖して型枠を閉合する。支保工桁、送り桁を上げて型枠を所定の高さに設置する。

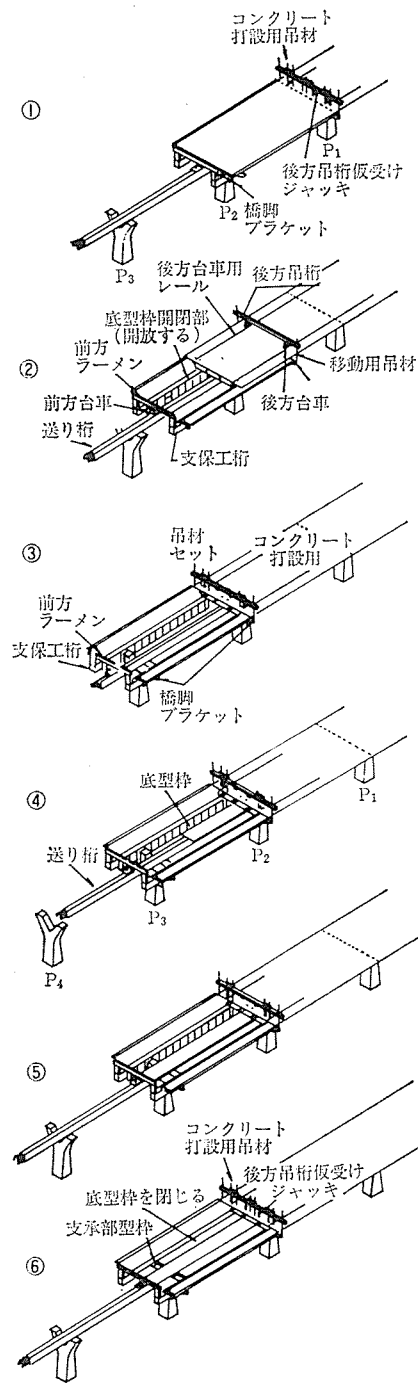


図-12 サポートタイプ移動方法例

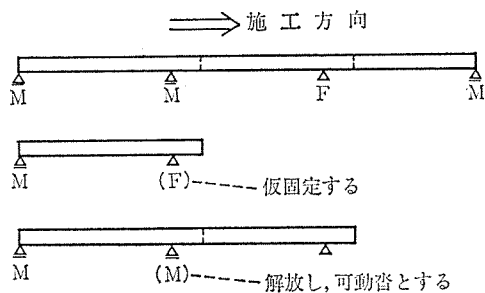
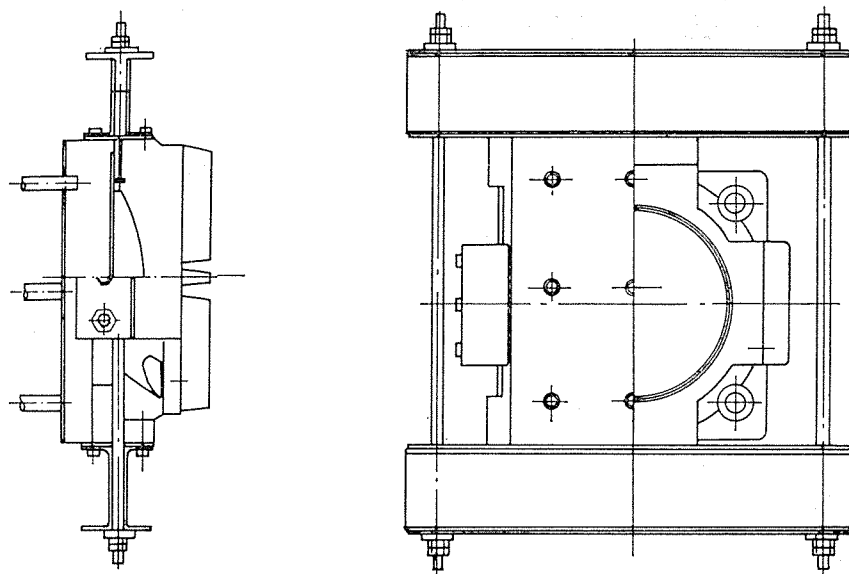


図-13



上図は施工中の地震時等の水平力に対処するため、可動沓の上沓と下沓を溝形鋼を介しPC鋼棒φ32を2本用い仮固定した例である。

図—14 仮固定装置図（例）

参 考 文 献

- 1) 本間, 森田: 不静定 PC 構造物のクリープによる影響, プレストレストコンクリート, Vol. 19, No. 4
- 2) PC 建設業協会: PC 橋標準積算要領, 大型移動支保工編, 昭和 60 年 4 月
- 3) 機械化協会: 橋梁架設工事の積算, 昭和 59 年度版

【記: 板井栄次 住友建設(株)土木部】

◀刊行物案内▶

プレストレストコンクリート構造物設計図集 (第2集)

本書は協会設立 20 周年行事の一環として、前回発行した設計図集の様式にならい編集した、その第2集です。協会誌第 10 巻より 21 巻に亘る巻末折込付図を主体とし、写真ならびに説明を付し、その他参考になる PC 構造物についてとりまとめた設計図集で、PC 技術者の座右に備え付けるべき格好の資料と考えます。

希望者は代金（現金為替または郵便振替 東京 7-62774）を添え、下記宛お申し込みください。

体 裁: B 4 判 224 頁

定 価: 9,000 円 (会員特価 7,000 円) 送 料: 1,000 円

内 容: PC 橋梁 (道路および鉄道) 74 件, PC 建築構造物 25 件, その他タンクおよび舗装等 10 件

申 込 先: (社) プレストレストコンクリート技術協会

〒102 東京都千代田区麹町 1-10-15 (紀の国やビル) 電話 03 (261) 9151