

講座

PC 橋梁の架設について

(その 5. 大型移動支保工による架設工法)

——ハンガータイプ（移動吊り支保工）——

講座部会

1

まえがき

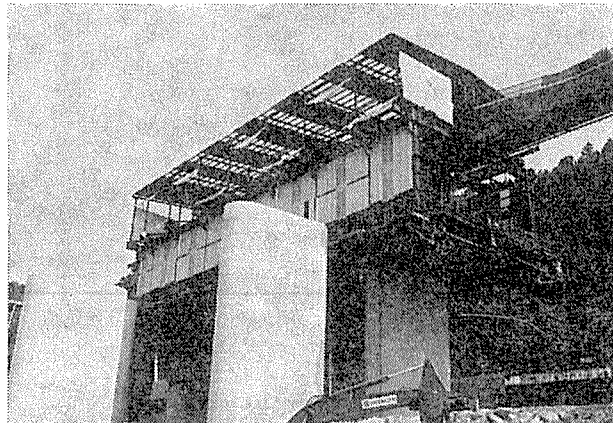
PC 橋梁工事の現場打ち工法としては従来固定式支保工が主に用いられて施工されてきたが、近年 PC 橋梁工事の大型化（連続多連化）に伴い、特に都市部における環境・公害問題、急速施工等を考慮した施工方法として大型移動支保工による施工が多く採用されるようになってきている。

本工法は西ヨーロッパより技術導入され表—1 に示

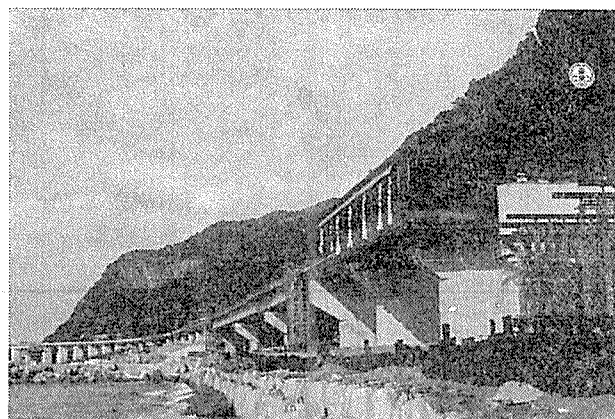
すごとく数多くの施工実績がある。

大型移動支保工を大別すると、メインガーダー（支持桁）を、橋体上方に設置するハンガータイプと、橋体下方に設置するサポートタイプとがある。またハンガータイプは西ドイツの GERÜSTWAGEN（ゲリュストワゲン）を代表とする剛構造と（写真—1）、フランスの AUTO-LANCEUR（オートランスール）を代表とする柔構造（写真—2）とに分けることができる。

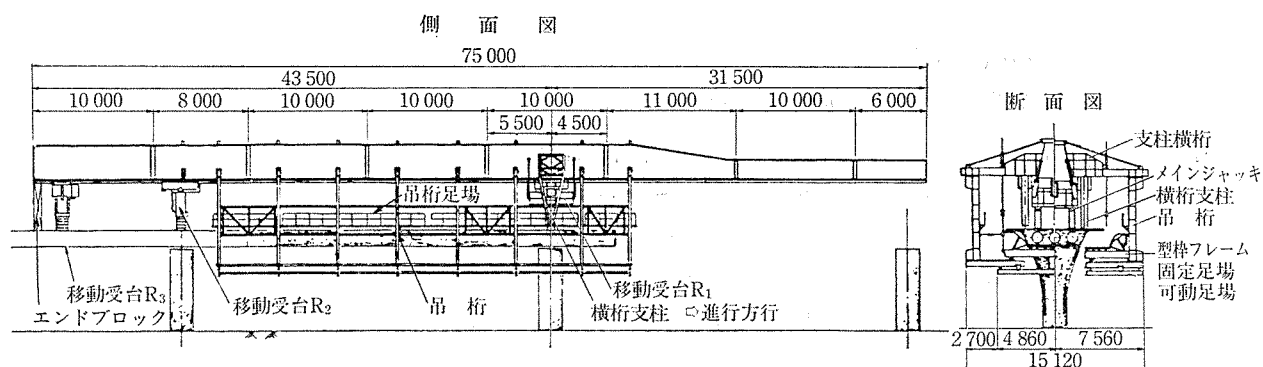
本編ではこのハンガータイプ（以下、移動吊り支保工という）についての架設工法の留意点について述べるこ



写真—1 剛構造施工例



写真—2 柔構造施工例



図—1 剛構造形式の例

表-1 大型移動支保工の施工実績

(昭和62年4月現在)

No.	発注機関	橋 梁 名	上 部 工 構 造 形 式	施工延長	大 型 移 動 支 保 工 形 式
1	阪神高速道路公団	東 灘 第 五 工 区	T 桁 ビ ル ツ	635 m	サポートタイプ
2	日本道路公団	二 の 岡 高 架 橋	RC 5 径間連続中空床版橋	169 m	サポートタイプ
3	首都高速道路公団	5 7 6 工 区	PC 3 径間連続GH中空床版橋	230 m	ハンガータイプ
4	日本道路公団	内 川 高 架 橋	RC 5 径間連続中空床版橋	306 m	サポートタイプ
5	首都高速道路公団	5 6 2 . 5 6 3 工 区	PC 5 径間連続GH中空床版橋	913 m	ハンガータイプ
6	建設省	宿 院 高 架 橋 (その1)	PC 5 径間連続3主版橋	490 m	ハンガータイプ
7	建設省	宿 院 高 架 橋 (その2)	PC 5 径間連続3主版橋	550 m	サポートタイプ
8	日本国有鉄道	東北新幹線第一北上川橋梁1工区	PC 単純2室箱桁橋	1150 m	ハンガータイプ
9	日本国有鉄道	東北新幹線第一北上川橋梁2工区	PC 単純1室箱桁橋	1067 m	サポートタイプ
10	日本国有鉄道	東北新幹線第一北上川橋梁3工区	PC 単純1室箱桁橋	1100 m	サポートタイプ
11	日本国有鉄道	山陽新幹線箱崎高架橋	PC 単純1室箱桁橋	150 m	サポートタイプ
12	日本道路公団	新 居 高 架 橋	PC 5 径間連続2室箱桁橋	966 m	サポートタイプ
13	日本道路公団	舞 阪 高 架 橋	PC 5 径間連続2室箱桁橋	644 m	サポートタイプ
14	阪神高速道路公団	松 原 高 架 橋 (その1)	T 桁 ビ ル ツ	337 m	サポートタイプ
15	阪神高速道路公団	松 原 高 架 橋 (その2)	T 桁 ビ ル ツ	491 m	サポートタイプ
16	阪神高速道路公団	阿 倍 野 齊 場 工 区	T 桁 ビ ル ツ	376 m	サポートタイプ
17	日本道路公団	金 沢 高 架 橋 (その1)	PC 3 径間連続中空床版橋	1386 m	サポートタイプ
18	日本道路公団	金 沢 高 架 橋 (その2)	PC 3~4 径間連続中空床版橋	1398 m	サポートタイプ
19	日本道路公団	金 沢 高 架 橋 (その3)	PC 3 径間連続中空床版橋	1083 m	ハンガータイプ
20	日本道路公団	金 沢 高 架 橋 (その4)	PC 3 径間連続中空床版橋	1083 m	ハンガータイプ
21	日本国有鉄道	一 ノ 関 北 部 BL	PC 単純2室箱桁橋	644 m	ハンガータイプ
22	日本国有鉄道	津 志 田 BL	PC 単純2室箱桁橋	1417 m	サポートタイプ
23	日本国有鉄道	前 九 年 BL	PC 単純2室箱桁橋	1136 m	サポートタイプ
24	日本国有鉄道	山 田 南 BL	PC 単純2室箱桁橋	550 m	サポートタイプ
25	日本国有鉄道	小 野 BL	PC 単純3主版桁橋	655 m	サポートタイプ
26	首都高速道路公団	B T 2 0 8 工 区	PC 3 径間連続中空床版橋	480 m	サポートタイプ
27	日本道路公団	栄 町 高 架 橋	PC 3 径間連続中空床版橋	1264 m	ハンガータイプ
28	日本道路公団	若 松 高 架 橋	PC 3 径間連続中空床版橋	1050 m	ハンガータイプ
29	首都高速道路公団	A S 2 1 工 区	PC 9 径間連続一室箱桁橋	816 m	ハンガータイプ
30	首都高速道路公団	K S 4 6 工 区	PC 3 径間連続 GH 2 室箱桁橋	623 m	ハンガータイプ
31	首都高速道路公団	K S 4 7 工 区	PC 3 径間連続 GH 2 室箱桁橋	700 m	ハンガータイプ
32	日本道路公団	北 郷 高 架 橋	PC 3~5 径間連続2主版桁橋	1062 m	サポートタイプ
33	日本道路公団	小 木 津 高 架 橋	PC 3~6 径間連続中空床版橋	1146 m	サポートタイプ
34	日本道路公団	白 石 高 架 橋	PC 3~4 径間連続2主版桁橋	1709 m	サポートタイプ
35	日本道路公団	別 府 高 架 橋	PC 3 径間連続中空床版橋	852 m	サポートタイプ
36	茨 城 県	土 浦 高 架 橋 (その1)	PC 3~4 径間連続中空床版橋	421 m	ハンガータイプ
37	茨 城 県	土 浦 高 架 橋 (その2)	PC 3 径間連続中空床版橋	330 m	ハンガータイプ
38	本州・四国連絡橋公団	樫 石 高 架 橋 (その1)	PC 3 径間連続2室箱桁 RHM 橋	245 m	特殊併用タイプ
39	本州・四国連絡橋公団	樫 石 高 架 橋 (その2)	PC 5 径間連続一室箱桁橋	245 m	特殊併用タイプ
40	本州・四国連絡橋公団	樫 石 高 架 橋 (その3)	PC 5 径間連続一室箱桁橋	400 m	ハンガータイプ
41	日本道路公団	十 王 川 橋	PC 4 径間連続一室箱桁橋	517 m	ハンガータイプ
42	日本道路公団	側 高 高 架 橋	PC 3 径間連続中空床版橋	1050 m	サポートタイプ
43	阪神高速道路公団	布施畑第一工区(東行)	PC 3 径間連続一室箱桁橋	429 m	ハンガータイプ
44	阪神高速道路公団	布施畑第一工区(西行)	PC 3 径間連続一室箱桁橋	388 m	ハンガータイプ
45	本州・四国連絡橋公団	岸 ノ 上 高 架 橋	PC 4~5 径間連続3主版桁橋	351 m	サポートタイプ
46	日本道路公団	青 海 I C 橋	PC 3 径間連続中空床版橋	954 m	ハンガータイプ
47	日本道路公団	外 波 東 高 架 橋	PC 3 径間連続中空床版橋	943 m	ハンガータイプ
48	首都高速道路公団	581(その2)~582(その1)工区	PC 5 径間連続GH中空床版橋	500 m	ハンガータイプ
49	首都高速道路公団	K T 3 6 . 3 7 工 区	PC 7 径間連続箱桁橋	673.5 m	ハンガータイプ

ととする。

2

移動吊り支保工構造の概要

移動吊り支保工は橋体上方に設置されたメインガーダーに、直角方向に横梁を配し、その横梁より吊り材、足場材を吊り下げた構造の移動式支保工であり、吊り材の構造により剛構造と柔構造とに大別される。

(1) 剛構造形式

本形式の特徴は 図-1 に示すように、メインガーダーより肋骨状に配置された横梁、吊り材、足場材がその各々の接点において剛結されている点にある。

(2) 柔構造形式

本形式の特徴は 図-2 に示すように、型枠がチェーンまたはワイヤーによって吊り下げられている。

なお橋体コンクリート打設時は剛構造と同じく横梁をかいして吊り下げられた PC 鋼棒で受けもたせる。

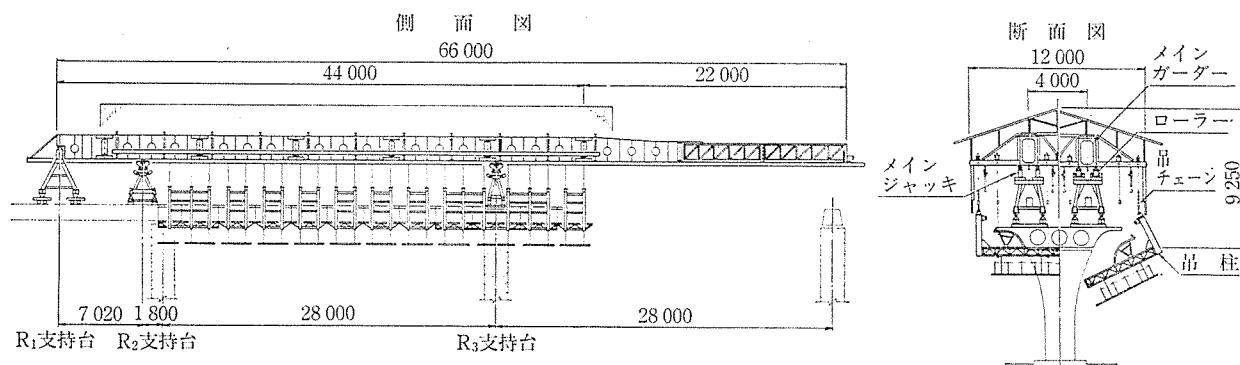


図-2 柔構造形式の例

3

計画上の留意点

(1) メインガーダーに生ずる断面力低減方法

従来の移動支保工の適用支間は通常 25～35 m 程度であるが、地形条件等により、上下線一体構造、あるいは支間の長大化に伴い、現在の移動支保工のメインガーダー耐力では許容できず、耐力を上げるために何らかの処置を行うか、または新規製作することとなる。しかしこれらの方法は、機械重量の増大により経済性を著しく損なう結果となる。

そこで以下に示すような支持支間を短くする施工方法またはコンクリートの打設量を低減する方法をとることにより、既存の移動支保工を用いて施工することが可能となる。

① 仮設鋼材を追加する方式

通常橋脚直上にある支持台を既設橋体の先端部に設置し、そのために発生する断面力に対し橋体に仮設鋼材を追加配置する(図-3 参照)。

② 仮支柱方式

①の仮設鋼材のかわりに、フーチング上より立ち上げた仮支柱により支持支間を短くする方法である(図-

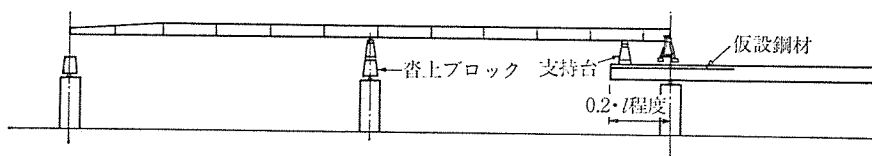


図-3 仮設鋼材を追加する方式

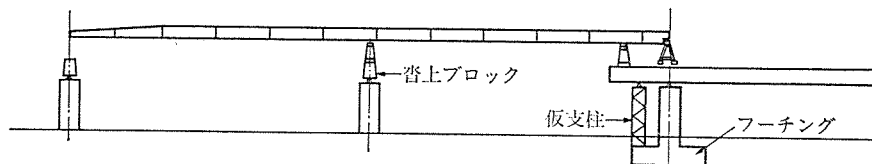


図-4 仮支柱方式

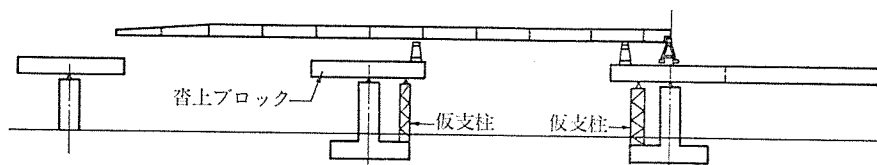


図-5 沓上ブロックを大きく造り仮支柱を用いる方式

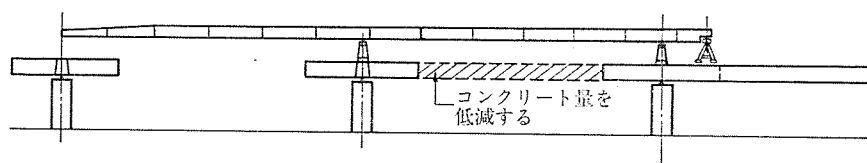


図-6 コンクリートの打設量を低減する方式

4 参照)。

㊦ 沓上ブロックを大きく造り仮支柱を用いる方式
通常沓上ブロックは支持台が載る程度の幅 (2~3 m) としているが、図—5 に示すように沓上ブロックを大きく造り、その先端部に支持台を設置し、その荷重を仮支柱により受け持つ方法である。

㊧ コンクリートの打設量を低減する方式

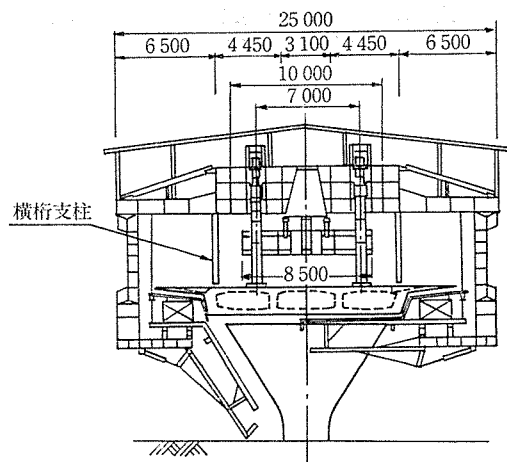
㊦ と同じく沓上ブロックを大きく造る。ただし支持台は橋脚直上に設置する (図—6 参照)。

(2) 型枠の開閉方法

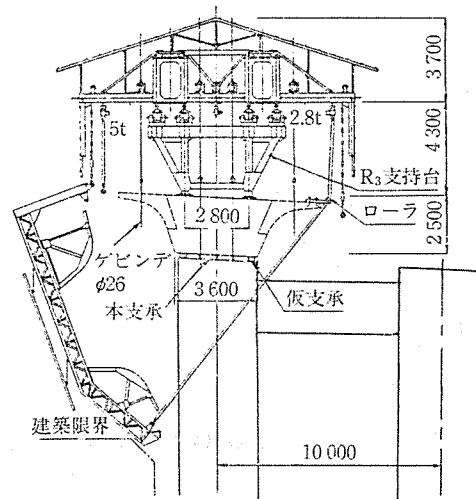
型枠の開閉方法としては、橋下交通条件と橋脚形状により、両開き (図—7、写真—3 参照) または片開き (図—8、写真—4 参照) の2通りの方法がある。

(3) 沓上ブロックの形状

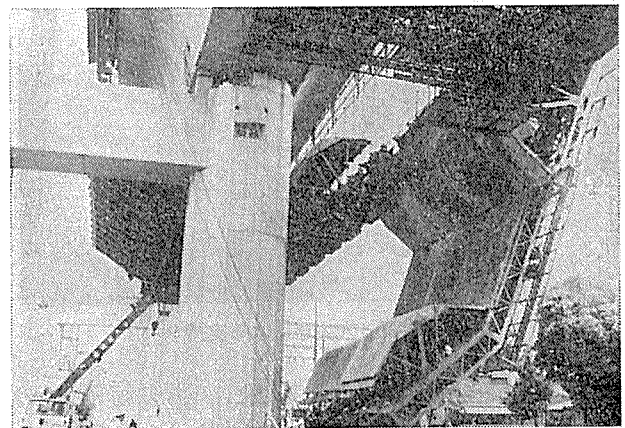
移動吊り支保工の前方支持台を支持するために、沓上ブロック (桁の一部となる) をあらかじめ製作および設置をしておく必要がある。製作に当たっては、支持台の大きさ、使用する PC 鋼材等を考慮してその形状寸法を決定する。



図—7 両開き方式



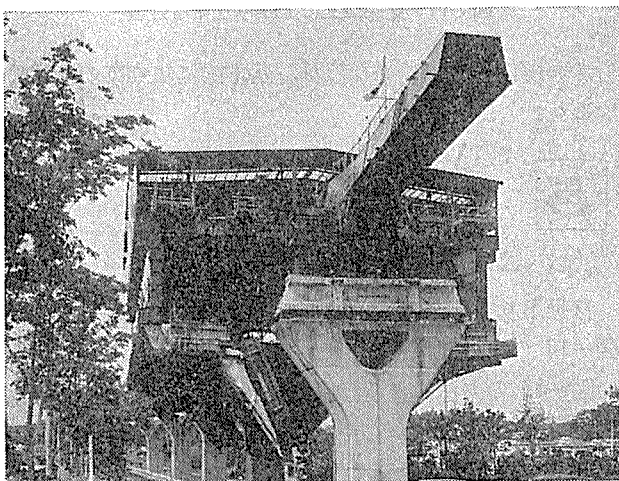
図—8 片開き方式



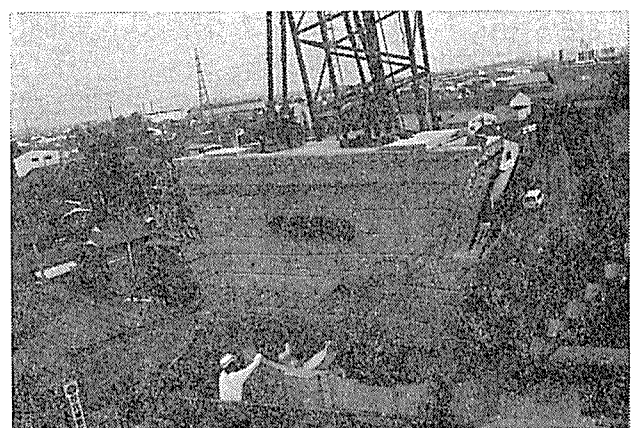
写真—4 片開きの施工例

また、主桁断面形状によっては沓上ブロックを用いず、断面の一部を穴抜きして支持する方法 (写真—7 参照) もある。

なお沓上ブロックはコンクリート打設中、施工中の地震および機械の移動に伴って生じる水平力に対し、PC 鋼棒等により橋脚と一体化する等の補強の必要がある。



写真—3 両開きの施工例



写真—5 横断面を欠損させた沓上ブロック形状例

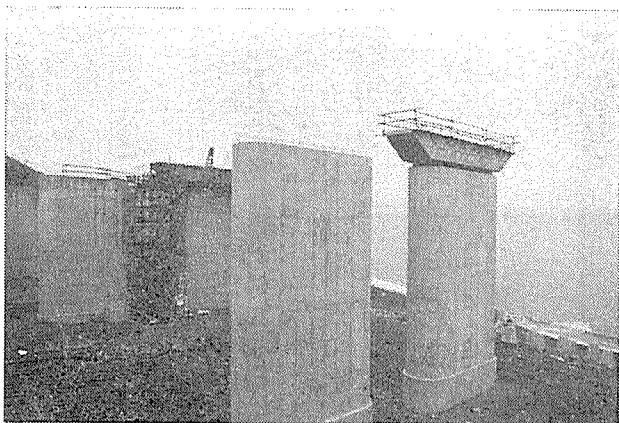


写真-6 横断面を欠損させない沓上ブロック形状例

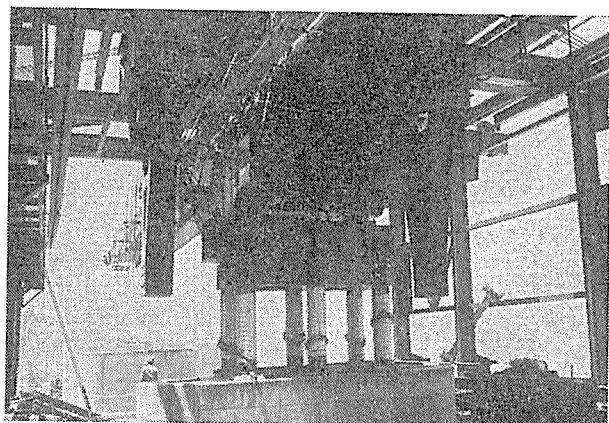


写真-7 穴抜きによる支持

なおプレストレス導入時は温度変化、乾燥収縮等主桁の橋軸方向の変形を拘束しないような方法を講じておかなければならない。

4

移動支保工の組立て、解体

移動支保工の組立ては現場条件により、以下に示すような3通りの方法が考えられる。

i) 地組して一括架設する方法

図-9 のように高架下の橋脚横でメインガーダーを地組可能な場合、トラッククレーンで一括架設し、手延桁ほか順次組み立てていく方法。

ii) 1 径間を先行施工して、その橋面上を利用して組み立てる方法

i) 項の施工が不可能か経済性が劣る場合は、図-10 のように1 径間固定支保工で先行施工して、既設橋面を利用して組み立てる方法

iii) 鋼製ベント または 枠組支保工上で組み立てる方法

図-11 のように枠組支保工上でメインガーダーを、地組同様1 ブロックずつ順次継いで組み立てていく方法でクレーンが側道を使用しなくても組立て可能である。

側面図

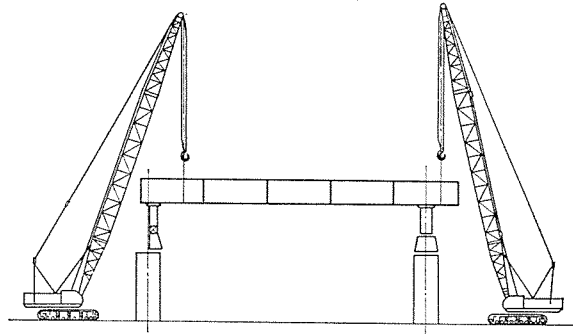


図-9 地組一括施工

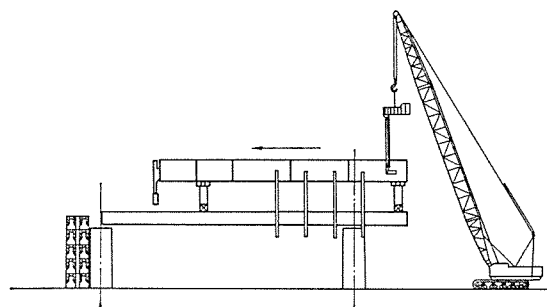


図-10 1 径間先行施工し橋面を利用して組み立てる方法

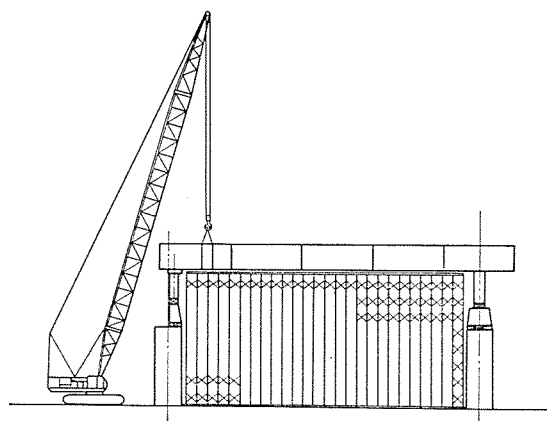


図-11 支保工上にて組み立てる方法

なお解体は多少は異なるが、基本的に組立ての逆作業である。

5

移動要領

(1) 一般的移動時の留意点

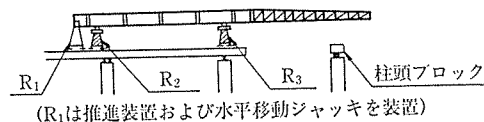
移動吊り支保工の一般的移動順序は 図-12 あるいは 図-13 の2通りがある。

図-12 の方法による場合は工程③において R_2 支持下に、また 図-13 の方法による場合は工程⑥において R_3 支持下に正の曲げモーメントが発生するので、これに対する応力検討を行い、補強を必要とする場合には

工程①

コンクリート打設および脱型
コンクリート打設時には、主桁は支持台
(R_2, R_3) で支えられ、コンクリートの全
重量を受け持つ。

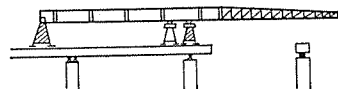
緊張後メインジャッキによって支保工全
体を約20cmダウンし、吊鋼棒を撤去して
型枠を吊り下げ、移動準備を完了する。



工程②

R_2 支持台の移動

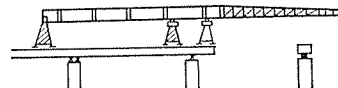
移動準備を完了した支保工は (R_1, R_3) で
支えられる。 R_2 はメインガーダーに吊り
下げ、前方に移動する。



工程③

R_3 支持台の移動

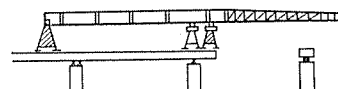
R_2 移動後、推進装置を作用して R_3 支持力
を R_2 に移行させる。その後、 R_3 をメイン
ガーダーに吊り下げ、床版先端に仮設置
する。



工程④

R_2 支持台の再移動

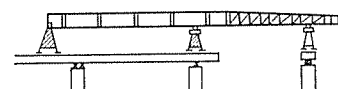
R_3 移動後、推進装置を作用して R_2 支持力
を R_3 に移行させる。その後、 R_2 を所定の
位置に設置する。



工程⑤

R_3 支持台の設置

(R_1, R_2) で支持された状態でメインガー
ダーに吊り下げ、前方柱頭ブロック上に
移動、設置する。



工程⑥

吊支保工の移動、設置

R_1 支持台に装着されている推進装置の作
動によりスムーズに前進し、所定の位置
に設置する。

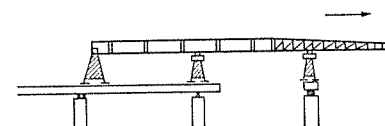
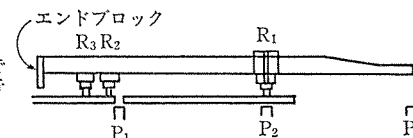
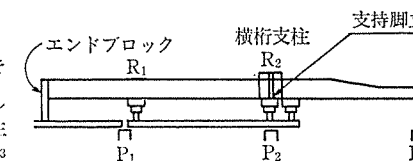


図-12 一般的な移動順序 (1)

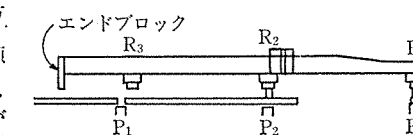
- ① コンクリート打設および緊張
(イ) ワーゲンを R_1 支柱および R_2 で
支持し、コンクリート打設を行
う。
(ロ) 養生期間をおいて緊張する。



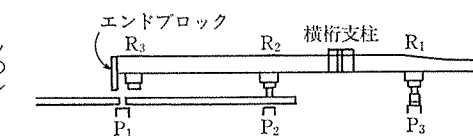
- ② 脱型および R_1, R_2, R_3 の移動
(イ) 緊張後、吊鋼棒を油圧ジャッキ
にて下げて脱枠する。
(ロ) 支持脚立を横桁支柱およびエン
ドブロックに移し、 R_1 を製作主
桁前方に、 R_2 を P_2 橋脚上に、 R_3
を製作主桁の後方に移動する。



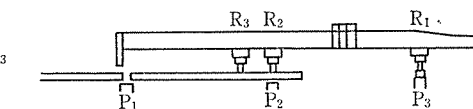
- ③ ワーゲンの前進、および R_1 の前方
橋脚 P_3 への移動
(イ) 型枠を解放しヒアールをかわす順
備をする。
(ロ) R_2, R_3 のセンターホールジャッ
キにより、 R_3 橋脚でワーゲンが
支持できる位置までワーゲンを
前進させた後、 R_1 を P_3 橋脚に設
置する。



- 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。

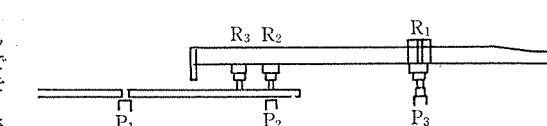


図-13 一般的な移動順序 (2)

適切な方法を講じなければならない。

(2) 後方に既設桁がない場合の留意点

移動支保工組立て位置の後方に、既設桁あるいはスレージングがない場合は、図—12 に加え R_4 支持台が必要となる。この時の移動順序を示すと 図—14 のとおりである。

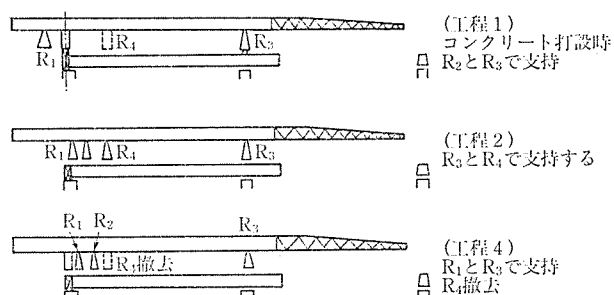
この場合、工程②において R_4 支持台下に設計荷重を超える正の曲げモーメントが発生するのが一般的である。この場合は仮設鋼棒等で補強する必要がある。

(3) かけ違い部における支承の補強

かけ違い部における端部支承反力は、通常施工時反力（機械自重＋次径間のコンクリート重量）より小さい場合が多いので、ジャッキまたはコンクリートブロック等により補強する必要がある。

(4) 床版応力の検討

支持台が主桁ウェブ位置になく、床版部にあるような場合は、床版の応力検討を行い適切な処置を講じる必要がある。



図—14 後方に既設桁がない場合の移動順序

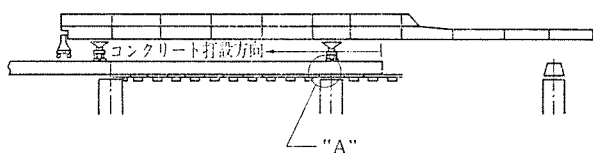
6

コンクリート打設

コンクリート打設順序は理論的には、ガーダーのたわみを先に出す方法をとることが良いとされているが、実際の現場施工では現実的でなく、一般的には先端部より順次打設していくのが普通である。

(1) コンクリート打設における留意点

a) 図—15 に示す“ A ”部（支点部付近）沓上ブロッ



図—15

ク廻りは最後に再振動をかける。

b) メインガーダーにねじりが起きないように、主桁断面について対称に打設する。

(2) メインガーダーのたわみ管理

a) 第一回目のコンクリート打設はメインガーダーおよび各部材節点のなじみ分を考慮して上げ越す必要がある。

b) 型枠吊り鋼棒の伸び量分だけ上げ越しておく。

c) レベルによるガーダーのたわみを逐次チェックして、理論値との対比を常に行い施工精度を高めなければならない。

d) 先端部の上向きのたわみは、コンクリート打設完了時に設計値より小さく生じる傾向にある。これはコンクリート打設の時間差によりある程度の剛性を持つようになるためである。

7

緊張

主桁縦締めを行うことにより、主桁はメインガーダーの復元力によって突き上げる力を受ける。このため、全プレストレス量を導入すると主桁上縁にひび割れを発生させる原因ともなるので、自重分のプレストレスを導入した時点で型枠を脱型しなければならない。

8

あとがき

大型移動支保工の架設工法における留意点について、移動吊り支保工を中心に記述してきたが、型枠開閉方法移動要領などは各架設機械により異なる場合もあり、すべてを網羅していない面もあるので、プレストレストコンクリート Vol. 28, No. 2, Mar. 1986, 講座 No. 8 に“大型移動支保工の留意点”があるので参考としていただきたい。

大型移動支保工工法は現在においてはもはや特殊工法ではなく多用化の傾向にあり、本講座等を通じ広く理解、発展していくことを願うものである。

【記：板井栄次^{*1}，仙洞田将行^{*2}，中村一樹^{*3}

長尾徳博^{*4}，理崎好生^{*5}】

^{*1} 住友建設（株）

^{*2} 興和コンクリート（株）

^{*3} オリエンタルコンクリート（株）

^{*4} 富士ビー・エス・コンクリート（株）

^{*5} ビー・エス・コンクリート（株）