

多摩橋の設計と施工について

川 嶋 勇*・駒 井 秀 文*
田 辺 大 三 郎**・斎 藤 雄 三**

1. ま え が き

近年、構造物のプレハブ化ということが世界的傾向にあり、その背景として労務者の不足と不熟練をあげることができる。橋梁構造物においてもこの例にもれず、技術革新の急速な進展につれてより高度化しており、計画設計はもちろんのこと、その施工性も高度な技術と精密さを要求されるようになった。

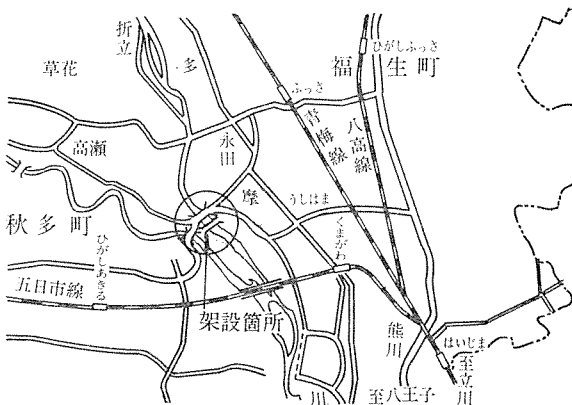
多摩橋においても接着剤を用いた本格的なブロック工法を採用したが、わが国における本方式の参考資料が乏しく、その成果の比較ができない。設計施工を通じて、この誌面を借りて御批判を仰ぎたい。

2. 計 画 概 要

(1) 架設地点の現況および地質

架設位置は図-1に示すように国鉄青梅線福生駅の南

図-1 多摩橋位置図



西 1.3 km、多摩川とその支川、平井川との合流点から約 400 m 上流に位置する。また西多摩郡の玄関口にあたり、秩父多摩国立公園、明治の森、高尾国定公園をはじめとして、滝山、高尾、陣場多摩丘陵、羽村丘陵などの都立自然公園を後背地にひかえ、多摩川により分割されている東京都西部の主要な市町村を結ぶ重要な路線の

* 東京都建設局道路部橋梁課

** ピー・エス・コンクリート株式会社東京支店土木部

一つで、産業、経済、観光ルートの要衝となっている。

一方、地質は図-2に示す通りである。

本地域周辺は草加丘陵、加住丘陵、狭山丘陵などにかこまれており、これらの丘陵は、第三紀層、ロームなどの洪積層によって構成されている。

そして架設地点は、これらの丘陵地にはさまれた沖積低地にあり、付近は約 1 km の幅で多摩川の氾濫原が広がっている。

(2) 架設位置の選定

橋梁計画に、架設位置の選定にあたっては、地域開発計画に順応させるとともに、地域住民の意向を十分に反映させる主旨から、新橋の架橋位置は、現在橋梁の下流ほぼ 50 m とし、橋軸線は流心に直角とした。

またこの部分は上下流に比較して狭小であり、河川の将来計画を勘案して 50 m の橋梁を継ぎ足す条件で左岸側橋台をピアアバットにした。なお、計画護岸法線に合わせて 86° の斜橋となった。

(3) 構造形式の選定

多摩橋は次のような理由で、プレキャストブロック工法を採用した。

この工法は、その構造形式のいかんを問わず常に有利であるといえるものではなく、架設地点の地形、構造物の規模、工期、工費の比較等によって左右されるものであり、多摩橋においては、以下の諸条件に基づいて選定したものである。

a) 工期 本工法の大きな特徴は工期の短縮による早期の交通開始、現場諸経費の節減や必要労務者数の減少等による工費節減である。特に工期を急ぐ必要のあるもの、大規模な橋梁での工期の短縮は大きな利点である。多摩橋においては工期が限定されていたこと、そのうえ橋台部分の用地解決の遅延が想定されたことなどの諸条件が重なり、多摩橋では特に工期を重視した。

b) 架設地点 ブロック工法では、ブロックの製作ヤードが架設地点の近くにあるかどうか、重量の大きなブロックの運搬手段と経済性からきわめて重要なポイントとなる。ブロックの製作ヤードの広さとともに、下

図-2 地 質 柱 状 図

深 度 (m)	土 質			地下水位	標 準 貫 入 試 験								
	図表	名 称	色		深 度 (m)	打込回 数(N)	0	10	20	30	40	50	60
0.00		盛土	暗褐色	4.95 m	1.45	36							
2.70		砂礫	暗褐色		3.15	反発							
4.60		玉石混り 砂礫	褐色		6.33	50/23							
		粘土混り 砂礫	黄灰		7.45	45							
8.90		砂礫	黄褐色		8.36								
9.70		礫混り砂	黄褐色		9.08	50/8							
10.65		砂礫	帯緑		11.25	50/20							
		粘土混り 砂礫	黄褐色										
19.85		砂礫	帯緑		19.16	50/11							
21.20		砂礫	暗褐色		21.41	50/16							
25.12		礫混り 粘性土	淡黄灰		25.12	50/7							

部工事等の施工中に製作しうるブロックのストックヤードの広さも必要とし、またこれらのスペースと架設地点までの運搬距離も重要な要素である。

多摩橋においては、これらの諸条件を十分に満足していた。

c) その他 多摩橋の架橋地点での河床勾配は比較的急で河川幅は狭あいであり、そして常時の流量は少ないが、洪水時の増水は大きく、洗掘の影響を受けるため、低水敷での支保工が無理であること。また、河川管理上、最小スパン 50 m 以上、そしてアプローチの関係で桁高の制限を受けていたこと等、諸々の検討を重ね、プレキャストブロックによる PC 4 径間連続橋と

した(図-3 参照)。

3. 設計概要

(1) 設計条件その他

橋 種：プレストレスト コンクリート道路橋

構造形式：ポストテンションング PC 4 径間連続桁橋

橋 長：202.00 m

スパン：50.00+50.30+50.30
+50.00 m

幅員構成：7.50 m (車道) + 2×2.00 m (歩道)

活荷重：TL-20

衝撃係数：主桁 $i=10/(25+l)$

床版 $i=20/(50+l)$

安全度：接着目地部については次の設計荷重状態で検討する。

$$1.05 M_d + 1.20 M_l$$

曲げ破壊に対しては

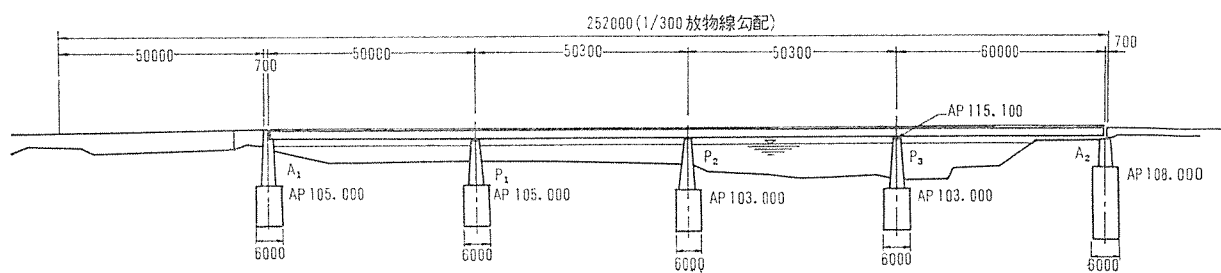
$$M_u > 1.3 M_d + 2.5 M_l$$

$$> 1.8 (M_d + M_l)$$

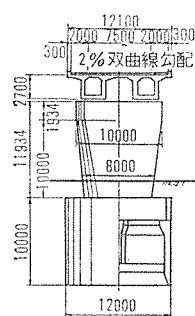
主桁用ケーブル：PC 鋼線 $\phi 8$ (フレシネーケーブル 12- $\phi 8$)

床版横桁用ケーブル：PC 鋼線 $\phi 7$ (フレシネーケーブル 12- $\phi 7$)

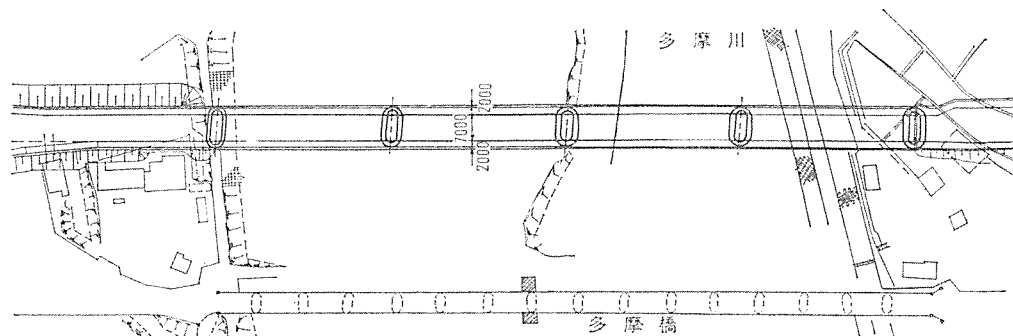
図-3 多 摩 橋 一 般 図



(a) 縦 断 面 図

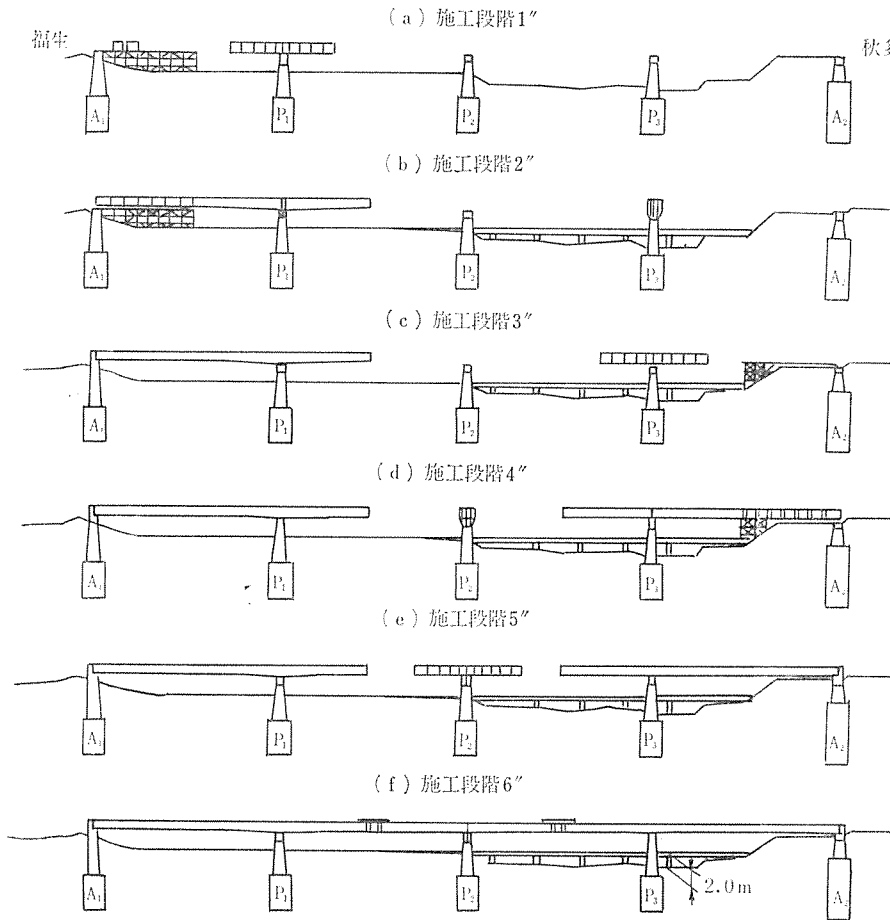


(b) 横 断 面 図



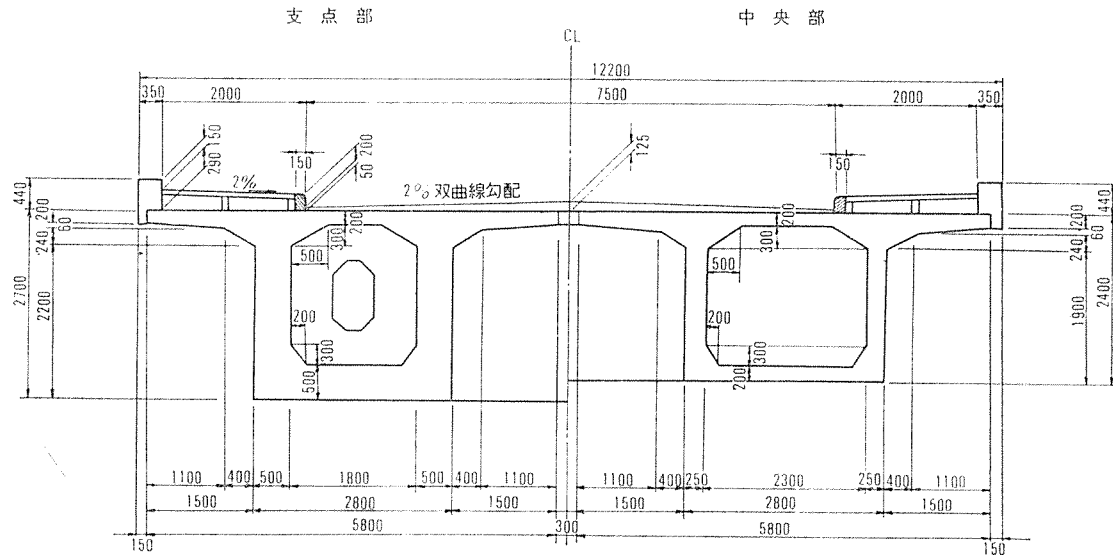
(c) 平 面 図

図-4 施 工 順 序



- ① P₁ 上基準ブロックをセットし、柱頭部を支保工上で施工
- ② 柱頭部をテンポラリーバーにて P₁ と緊結
- ③ P₁ より両側プレキャストブロックを A₁ 側 7 個、P₂ 側 7 個をゴライアスクリーンにて逐次架設
- ④ A₂ 側プレキャストブロックを支保工上に配置
- ⑤ A₁ 側プレキャストブロック間目地および端部を支保工上で施工
- ⑥ P₁ 上テンポラリーバー撤去
- ⑦ A₁ 側支保工撤去
- ⑧ P₃ 上基礎ブロックをセットし、柱頭部を支保工上で施工
- ⑨ 柱頭部をテンポラリーバーにて P₃ と緊結
- ⑩ P₃ より両側プレキャストブロックを P₂ 側 7 個、A₂ 側 7 個をゴライアスクリーンにて逐次架設。流水部は棧橋を作る
- ⑪ A₂ 側プレキャストブロックを支保工上に配置
- ⑫ A₂ 側プレキャストブロック間目地および端部を支保工で施工
- ⑬ P₃ 上テンポラリーバー撤去
- ⑭ P₃ 側支保工撤去
- ⑮ P₂ 上基礎ブロックをセットし、柱頭部を支保工上で施工
- ⑯ 柱頭部をテンポラリーバーにて P₂ と緊結
- ⑰ P₂ より両側プレキャストブロックを P₁ 側 7 個、P₃ 側 7 個をゴライアスクリーンにて逐次架設
- ⑱ P₁~P₂ および P₂~P₃ 間の中央部をつり型わくで施工連続する。ローラーシューであるので連続ケーブルの緊張作業は容易である
- ⑲ P₂ 上テンポラリーバー撤去

図-5 断 面 図



設計する際、あらかじめ施工順序を定めておかなければならない。ここでは設計計算と図-4に示すような施工順序で行なうものとして計算を進める。

断面は全幅員が 12.2 m であること、運搬架設などを考えて 1 ブロックをある程度以上重くしないこと、また

桁高が制限されていることを考え 2 箱桁とし、1 ブロック長 3.25 m とした。歩道部の段違いの部分は、コンクリートの台の上に軽量コンクリート版を置き、橋梁全体の軽量化を図った(図-5 参照)。

(2) 断面力の計算

図-8 多摩橋実施工程図

項 目	5月	10月
架設準備		
架 設	$P_1 \sim A_1$	
	P_2	
	P_3	
	$P_4 \sim A_2$	
閉合、養生、撤去、架設		

注：架設については柱頭部場所打も含む。

(1) ブロックの製作

本橋の場合、製作ヤードは河川敷がかなり広がった関係で十分余裕があり、製作ベースは支間の約半分の長さで 24 m のもの 2 基を設置し、型わく移動方式を採用して 7 ブロック（基準ブロックを含めて 8 ブロック）を連続的に製作した。

製作ヤードには同じ軸線上に 2 ブロック分同時に組立てられる鉄筋組立場を設け、ブロックの製作と鉄筋の組立ては別作業として行なった。

いま、ブロック製作についての過程として先行ブロックの脱型から 1 工程の初めと考えると、その標準的なブロックの製作作業工程を時間で示したものが図-9 である。また、本作業工程は鉄筋の組立を除き 4 ~ 5 人の作業としたものである。

図-9 ブロック製作工程

項 目	0時間	2	4	6	8	10	12
端面の型わく脱型または処理							
側型わくの脱型、移動、組立							
鉄筋、シース、定着具、補強筋の配置							
内型わくの組立							
コンクリート打設準備							
コンクリート打設							
養生等の準備							

注：作業員 4 ~ 5 人の場合の平均作業

次に、この工程の各項目について記述し、製作の概要を説明する。

a) 端面型わくの脱型または処理 養生の終了した先行ブロックの端面は製作ブロックの端面型わくとすると同時に、架設時においては接着面となる。このことを考慮しながら脱型した後、余分なシースをサンダー等でいねいに切断し、はく離剤として石けん液を塗布した。

b) 側型わくの脱型、移動、組立て 側型わくは 4 ブロック分用意し、ベースには常に 3 ブロック分組み立てられるよう段取りした。すなわち、連続的に製作する必要のあるブロックと単独に製作するブロックがあり、後者についてはベースの使用していない部分で製作できるからである。

側型わくは 1 ブロック分 3 枚組（片側）とし、他に 1 枚は先行ブロックに残しておく方式とした（写真-1）。これは接着目地部の目違いを極力さけるためであるが、この 3 枚を 1 まとめてブロック運搬用の門型クレーンに併設されたホイストを利用して移動、組立てを行なった。

この工程中には、型わくの清浄、はく離剤の塗布、ホ

写真-1

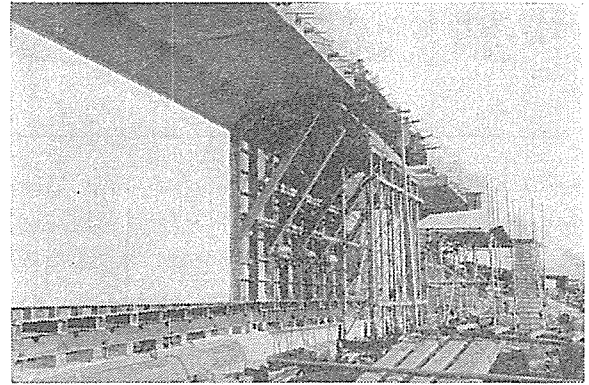


写真-2



ームタイ、インサート、横締め定着位置等を明示する。

e) 鉄筋、シース等の配置 1 ブロック分としてはほぼ組み立てられた鉄筋は、前記のホイストにて運搬され所定の位置にそう入する（写真-2）。また、主ケーブル用定着具等の配置された端板を取り付けると同時に、シース、横締め用定着具、補強筋等を置配する。主ケーブル用シースはスターラップ約 60 cm 間隔で計算された高さに柵筋で固定し、ケーブル形状の正確さを確保した。

d) 内型わくの組立て 内型わくは各ブロックの断

写真-3



表-1 コンクリート配合表

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	ポゾリス No. 5 (kg/m ³)
25	3.5~6.5	2~4	40.7	167	410	661	1 143	2.05

面形状が変化するために8種類となった。また、運搬の関係もあり木製とし、1ブロック分の型わくは腹部を8ブロックに、上床版は2ブロックに分割した。本項目にはホームタイ締め、上床版型わく支え、内ばり等の配置までとした(写真-3 参照)。

e) コンクリートの打設準備 打設準備としては腹部に取り付ける壁バイブレーター 12 基(両側面)の取付け、棒バイブレーター 3 基、配線、試動、生コンクリートの搬入準備等である。

f) コンクリートの打設 コンクリートの配合は表-1 に示すとおりである。コンクリートはすべて生コンクリートを使用し、全断面一度打ちとし、前述のホイストを用いて約 0.6 m³ のバケットをつり打設した。1ブロックの打設コンクリートの量は平均 11 m³ 程度である(写真-3)。

g) 養生等の準備 ブロックの製作期間が図-8 でもわかるように、11~5月で冬期となり、気温も最低-10°C 程度と予想されたので養生が必要となった。養生は種々の方法を試みた結果、結局、経済性、安定性、安全性から練炭を利用し、1ブロックあたり 14 個使用して行なった。またおおいとして養生わくをパイプ製とし、それにシートを張ったものを作り、ホイストを用い運搬、移動した。

以上が1ブロックの製作の過程であるが、他の作業として鉄筋の組立て、ベースのたわみ調整、ブロックの搬出、型わく等の整備があるが、主工程は前記の作業につぎ。

これらの作業の繰返しにより製作が行なわれるので、2~3 ブロック製作すれば作業内容は大体把握できるので軌道にのりやすい。

(2) ブロックの運搬、ストック (写真-4, 5)

ブロックの最大重量は 36.5 t, 最小なものは 26 t で、製作ヤードと架設ヤードに設けられた 2 基の門型クレーンにて、特殊つり装置を介して、製作ヤードからストックヤードへ、さらに架設地点へ運搬した。クレーンの能力はともに最大つり荷重 40 t/min でつったまま自走するものである。

なお、本橋の施工に際し、種々の理由から、でき上がったブロックをすぐ架設できず、予定したストックヤードでは収容しきれず、別にヤードを設けなければならなかったことは、本工法のメリットからはずれるものであ

写真-4

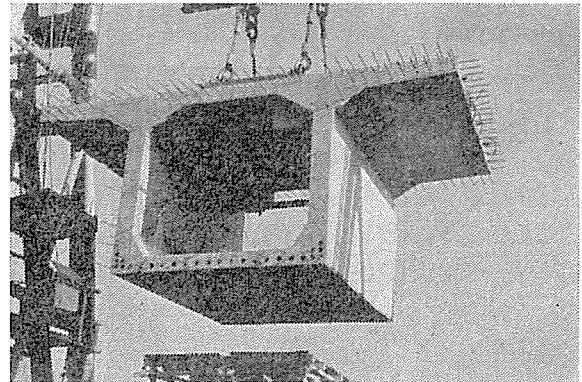
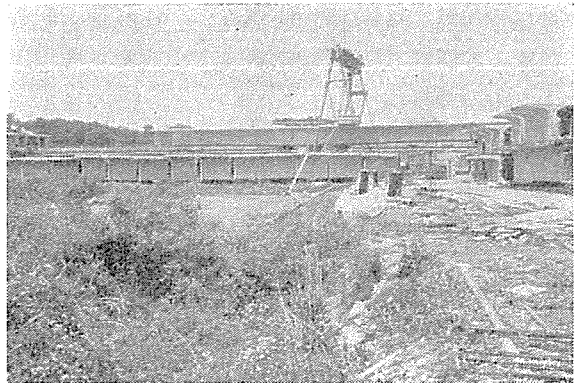


写真-5



た。

(3) ブロックの架設

ブロックの架設は前記の施工順序に従って行なった。まず橋脚上の部分(柱頭部)から施工するが、本橋は斜角が左 86° であり、ブロックは橋軸直角に切ったため柱頭部は左右非対称となった。またこの部分は基準ブロック(長さ 0.5 m)を含めて 4.0 m であり、現場打ちコンクリートで施工したが、橋脚天端幅は 2.0 m のため支保工を用いた。なお、1 橋脚あたりの施工期間は架設時に仮固定する仮シュー、仮締用 P C 鋼棒(φ 33, 48 本)および本シュー(4 基)の配置を含めて約 2 週間を要した(写真-6)。

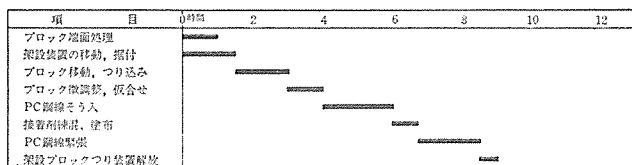
柱頭部の施工終了後、仮締用 P C 鋼棒で桁と橋脚を仮固定し、順次接着剤を用いて片持式に架設した。この工程については1ブロック(橋脚をはさんで各1ブロックの意味)の架設に要する時間を示したものが図-10 であり、その各項目については後に記述する。

側径間は片持式で架設終了したはりの先端を基として支間の半分を支保工上にブロックを 0.4 m の間隔を開

写真一6

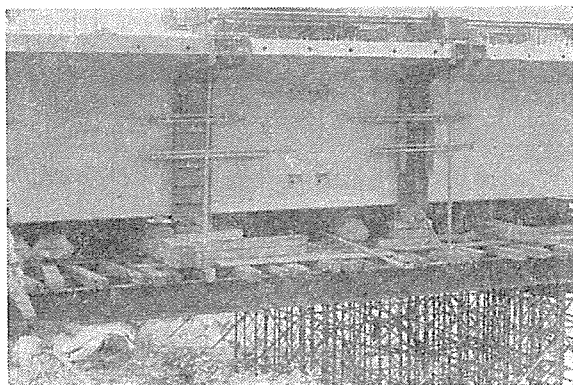


図一10 ブロック架設工程

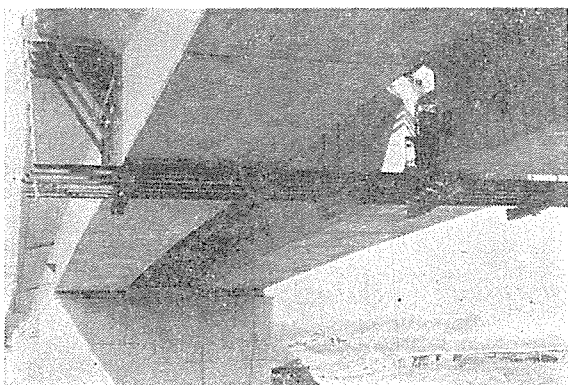


注：作業員4～5人で行ない、標準ブロックの架設

写真一7



写真一8



けてならば、橋台上の約 5.0 m 分とその 0.4 m の目地を現場打ちコンクリートで施工したが、支保工の組立てから緊張まで2主桁あたりで約1カ月間を要した(写真一7)。

最後に橋脚相互から張り出された桁は中央で1.8 mを残して架設は終了し、その部分を施工して連結構造とする。

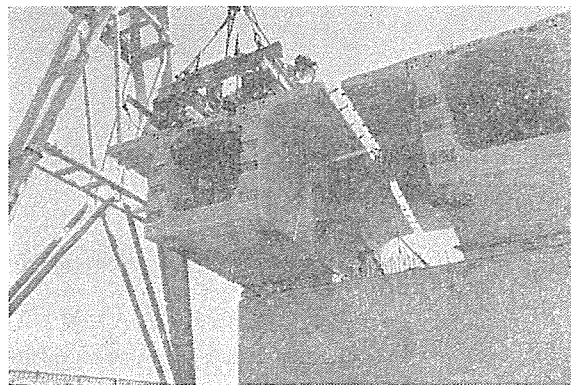
ここで 図一10 を再び参照し、各項目についてブロック架設の概要に触れてみたい。

a) ブロック端面の処理 ブロック端面は製作時型わく代りとなっていたため、はく離剤などが付着しており、またシーすもジョイントされているので、接着効果を増すため処理を施す必要があった。本橋では、接着面の処理としてディスクサンダーにより研磨し、水洗いを行なって1日放置した。

b) 架設装置の移動、すえつけ 架設装置はノーズ形式でI型鋼4本1組とし、反力受けばり、台車(4基)等を一体にして門型クレーンで移動し、所定の位置にすえ、反力受けとしてPC鋼棒(φ24-4本)にて架設されたブロックに固定した。

c) ブロックの移動、つり込み ブロックは上下方向 250 mm、左右方向 300 mm 移動可能な特殊つり装置とブロックをPC鋼棒(φ24-4本)で連結し、門型クレーンにてつり上げ移動する。架設位置には架設装置がすでに設置されており、つり装置とブロックの間へそれがそう入されるようにつり込み、台車につり装置はあずけられる(写真一9)。

写真一9



d) ブロックの微調整、仮合せ 既設ブロック桁の端面と架設ブロックの接着面は密接するように製作されているので、その面が合致するように微調整を行なう。微調整は特殊つり装置に設けられた上下方向用のセンターホール ジャーナルジャッキで腹部にあるせん断キーを利用して行ない、左右方向はそのジャッキベースを左右に動かすことにより上床版にあるガイドキーを利用して行なった。また前後方向は台車の移動で行ない仮合せをした。

e) PC鋼線のそう入 一般にこの種の架設法ではパイロットワイヤーを用いてウインチでPC鋼線を引き出す方法を用いているようだが、本橋では、主ケーブルは

フレッシュケーブル 12-φ8 を使用したが、これに対してシース径は φ52 とし、ケーブル長も最長約 50 m であったので、人力で十分能率的に行なえ、全ケーブルとも支障なくそう入することができた。ケーブルそう入後架設ブロックを 0.2~0.3 m 移動し、接着面を引離した。

f) 接着剤の練り混ぜ、塗布 練り混ぜは機械練りとし(ミキスタを使用) 1バッチの量を 5 kg とし、2分間行なった。これは1ブロック架設する場合接着目地は2カ所で、本橋の場合は両面塗りとしたのでブロック端面は4カ所となり、1面平均 0.5 mm 厚程度としたので、標準断面ではロスも見込んで 10 kg を要し、2回に分けて練り混ぜを行なった。練り混ぜ後は専用容器に二分(2.5 kg)して作業場所に移した。

塗布は施工時の気温が最高 34°C であったので、接着面では直射日光を受けないため、最高 30°C 以下と考えられるが、接着剤の性質上かなり粘性が低く、また架設ブロックは微調整がすみ、PCケーブルをそう入した状態で張出し桁の端面とは 0.3 m 程度の間隔を取ったため、接着剤塗布用足場は不安となったが、塗布作業はゴム手袋による手塗りが最も能率的であった(写真-10)。

写真-10

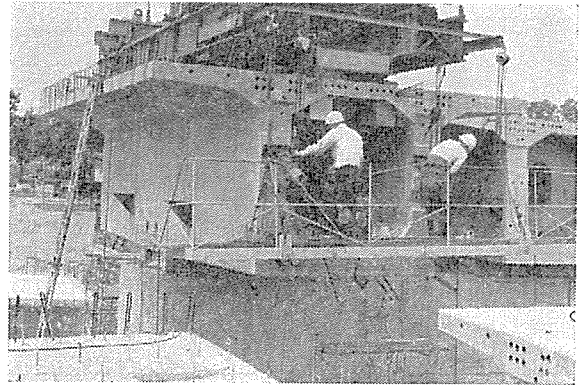


また接着面にあるシース内への接着剤の流入に対しても配慮し、架設の終了したブロックのシース内へ塩ビ管等をそう入し流入状態を調べたが支障をきたす程度に至らなかったため、防止策は別に講じなかった。

g) PC鋼線の緊張 1ブロックあたりのケーブル

定着本数は最も多いもので 18 ケーブルであるが、大半は 7~9 ケーブルである。緊張は最も本数の多いブロックを除いては両引きで電動油圧ポンプ付きのフレッシュジャッキ(E型) 2台で行なった(写真-11)。

写真-11



h) 架設ブロックのつり装置の解放 緊張が終了した後、ブロックをつっているPC鋼棒を撤去、プレストレスのみによりブロック自重をもたせ、次のブロックの架設準備をするものである。

以上 a)~h) が、架設作業の1サイクルであるが、工程としては、最も短時間で行なえたものは6時間程度、最も困難であったものでも 12 時間程度であり、本橋の場合1日で 6.25 m の架設速度となる。なお、参考までに条件は異なるが、側径間の支保工で架設した場合1カ月で 25 m × 2 = 50 m 片持架設では柱頭部の施工をも含めても約 80 m となり、本架設法の有利さがうかがえる。

5. あとがき

本橋も上部仕上げにとりかかり、まもなく完成の予定である。

わが国においては、接着剤を用いた本格的ブロック工法の施工例が少ないため、設計については猪股俊司博士、または施工については、多摩橋プレキャストブロック工法施工管理検討会のご指導を得ましたことを深く感謝する次第である。

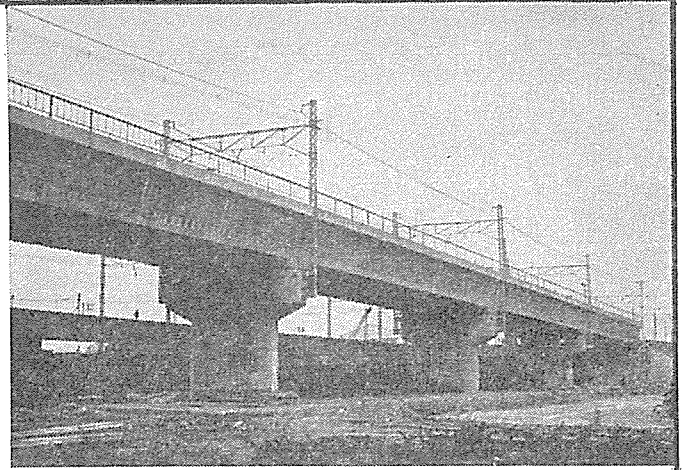
1970. 1. 12・受付

プレストレスト

コンクリート

建設工事 — 設計施工

製 品 — 製造販売



日本国有鉄道 — 東北本線・荒川橋りょう



日本鋼弦コンクリート株式会社

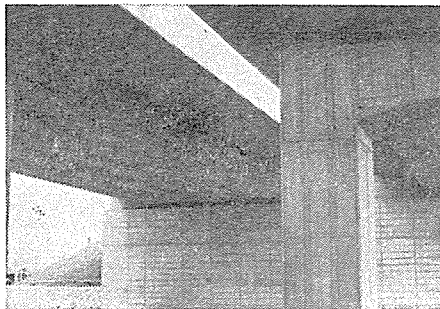
取締役社長 仙波 隆

本社	東京都中央区銀座1の19の1	電話	(563) 3911 (代表)
営業所	東京 (Tel 563) 3911	工場	多摩工場 (Tel 0423(64)2681~3)
	大阪 (Tel 06(371)7804~5)		滋賀工場 (Tel 07487 (2) 1212)
	中部 (Tel 07487 (2) 1212)		相模原工場 (Tel 0427 (78) 1351)
	仙台 (Tel 0222(23) 3842)		



最高の技術を誇る

鋼弦コンクリート用



是政第1橋

PC

ワイヤ
インデントワイヤ
ストランド
2本ヨリ, 7本ヨリ

日本工業規格表示工場 B.B.R.V.工法用鋼線認定工場 P.C.I. (アメリカPC協会) 会員

興國鋼線索株式会社

本社 東京都中央区宝町2丁目3番地 電話 東京 (561) 代表 2171
工場 東京・大阪・新潟