

## 首都高速道路 3 号線 (Ⅱ期) の片持式 PC プレキャストブ ロック工法による高架橋の設計と施工について (その 3)

首都高速道路公団  
日本建設コンサルタント株式会社  
オリエンタルコンサルタンツ株式会社  
ピー・エス・コンクリート株式会社  
横河工事株式会社

首都高速道路 3 号線の第 381 工区高架橋および第 383 工区高架橋を PC ブロック工法で実施するなかで、PC ブロック工法の今後の大きな課題としては、ブロック目地の設計方法および片持式架設の閉合施工性の 2 点が考えられる。

ここでは、片持式架設の閉合施工性について工事記録をもとにして検討を加える。

### 1. 閉合の施工性

#### (1) 閉合誤差の施工記録

閉合誤差は縦断方向と平面方向に生じた。

閉合誤差の記録は 図-1, 2, 11 に示す。

#### (2) 閉合誤差の原因

まず、図-1 および 図-2 の縦断方向の誤差について、施工計画高と実測図を比較してみると、

1) 全体的な傾向として中間橋脚から両側に片持架設した桁は上方向に向かう様子が図によってわかる。

2) 測定値が急激に変化し、折れ線状態になっている箇所が部分的にみられる。

これらの 2 項目のうちで、1) については原因を述べることとし、2) については明らかに 測量誤差または PC ブロック製作時の誤差によるであろうと考えられる。

測量時に用いたスタッフは PC ブロックの上床コンクリート面に印を記入しておいて、その上に直接立てた。そのためにコンクリート面の凹凸の影響が出てしまったのであろう。コンクリート上床面の測点には鋸を埋込んでおくのも一方法であらう。

ここで、1) の原因について項目を上げると

- a) ブロック製作誤差
- b) 架設用基準線の設定誤差
- c) 基準ブロック据付け誤差
- d) その他の要因

計算時のコンクリートの定数 (ヤング係数, クリープ係数, 単位重量など)。

プレストレスの影響

製作キャンバーの上げ越し量

施工上の要因として考えられたなかで、閉合誤差に最も大きく影響を与えているのは基準ブロックの据付け誤差であらう。

また、その他の原因は、数値的にはそれぞれ小さいと考えられるが、累加してゆくと多少の誤差を発生する。これらの数値については、必ずしも実験的に求められるものではなく、施工実績をもとにして今後も追求してゆかなければならないであらう。

次に、a)~d) の内容について説明を加える。

a) ブロック製作誤差 製作台の設置についてはかなりの精度をもって施工されており、製作台の沈下は 0 ということはあり得ないが、その値は小さいものであろう。万一、不等沈下等があってもブロックの出来高を逐次測量しているので、次のブロックのコンクリート打設の際に補整を行なうことができる。

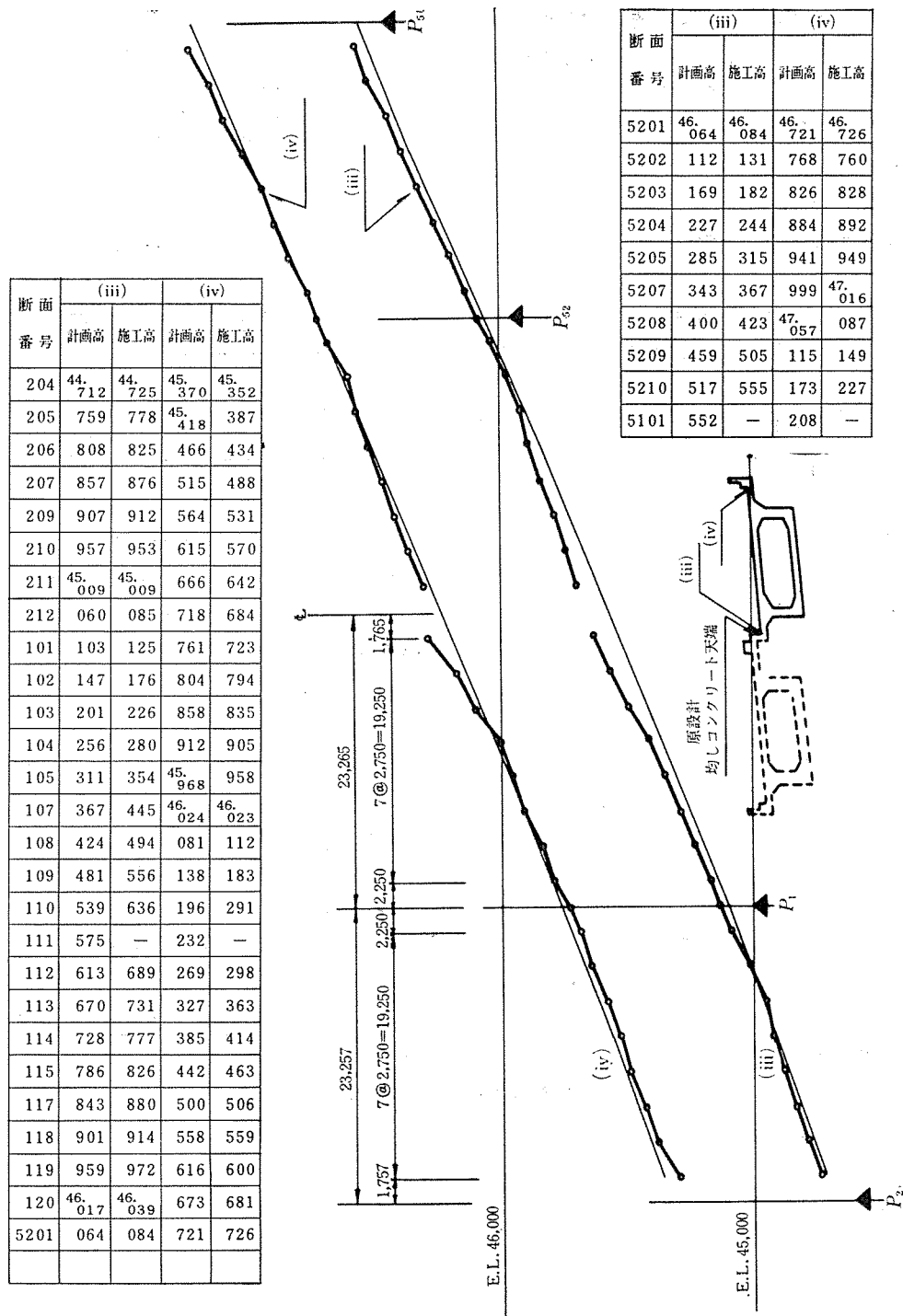
ブロック製作時のおもな誤差の原因はコンクリート上床面の仕上げ精度であらう。特に、本工事例のように床版厚が 20 cm であると、上床版の定着具付近では鉄筋のかぶりをとるためにコンクリートを盛り上げる傾向がある。また、横断勾配もかなり大きいので手ならしに不陸が加わり誤差が生じたものと考えられる。

PC ブロックの 1 シリーズが完了すると、ブロック搬出に先立って水準線を引いて (これは架設時にも使用する) その高低をチェックし、また、床版の施工高も再度測量される。

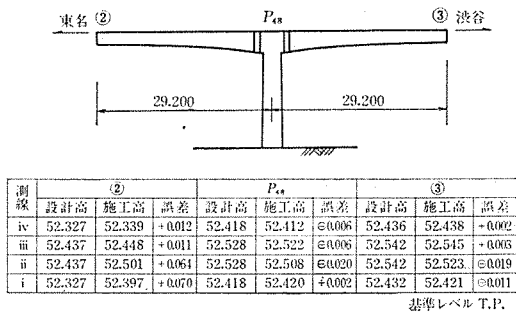
そして、ブロックの製作誤差は本工事例においても 1 ~2 cm と小さく、この誤差は基準ブロックを据え付けるときのブロックの傾きで調整できるものである。

b) 架設用基準線の設定誤差 架設用基準線の設定のための測量誤差としては、いわゆる“墨出し”とその墨に対する測量誤差に分けられる。まず、基準ブロック据付け用の垂直の基準線を設ける場合を例にとれば、

図一 第 381 工区施工高測定図



図—2 (a) 第 383 工区施工高測定値図 (縦断方向)



図—2 (b) 下げふりによる傾き測量

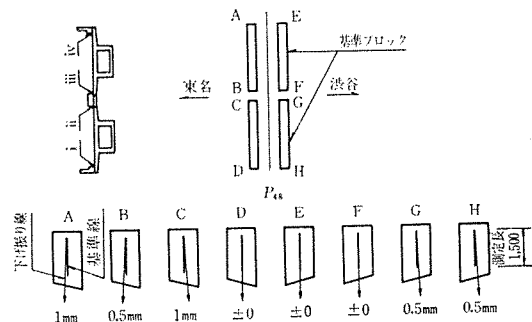
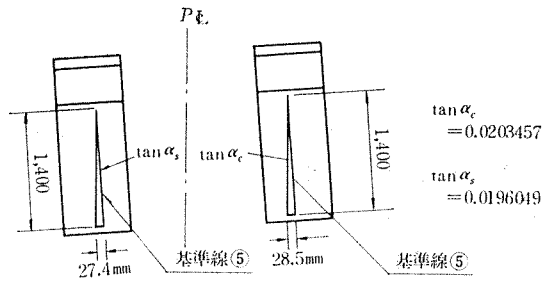




図-8



第381工区では、基準ブロック用支保工として橋脚に  
あらかじめアンカーボルト (φ25) を埋込み、それにブ

ラケットを取付けて支保工とする。

基準ブロックの架設・据付けにはトラック クレーン  
(35 t×2 台) で行ない、高さの微調整はブロックの下面  
にジャッキ (25 t 油圧式) を配置して木製キャンバーで  
固定させた。

ブロックの転倒防止およびコンクリート打設時のコン  
クリート側圧による開き止めに対しては、鉄筋 (D 16×  
10 本) を両ブロックの 埋込み鉄筋と溶接して連結固定  
した。なお、ブロック据付け時とコンクリート打設時と  
の間に鉄筋・シースの配置・型わく組立てなどで1週間  
ほどあったため、その間のブロックの変動に対してはコ

図-9 第381工区基準ブロック据付け図

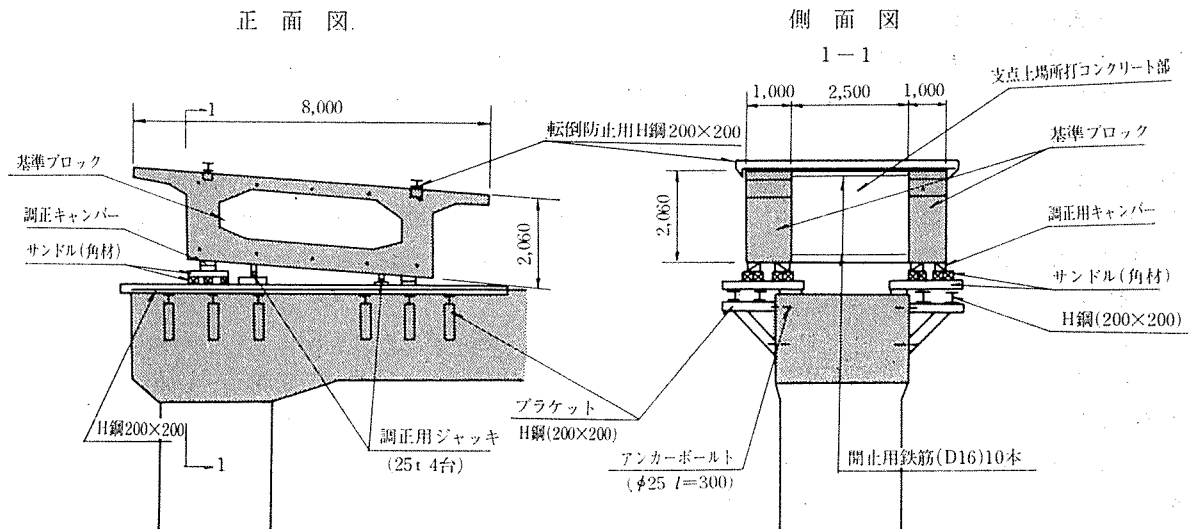
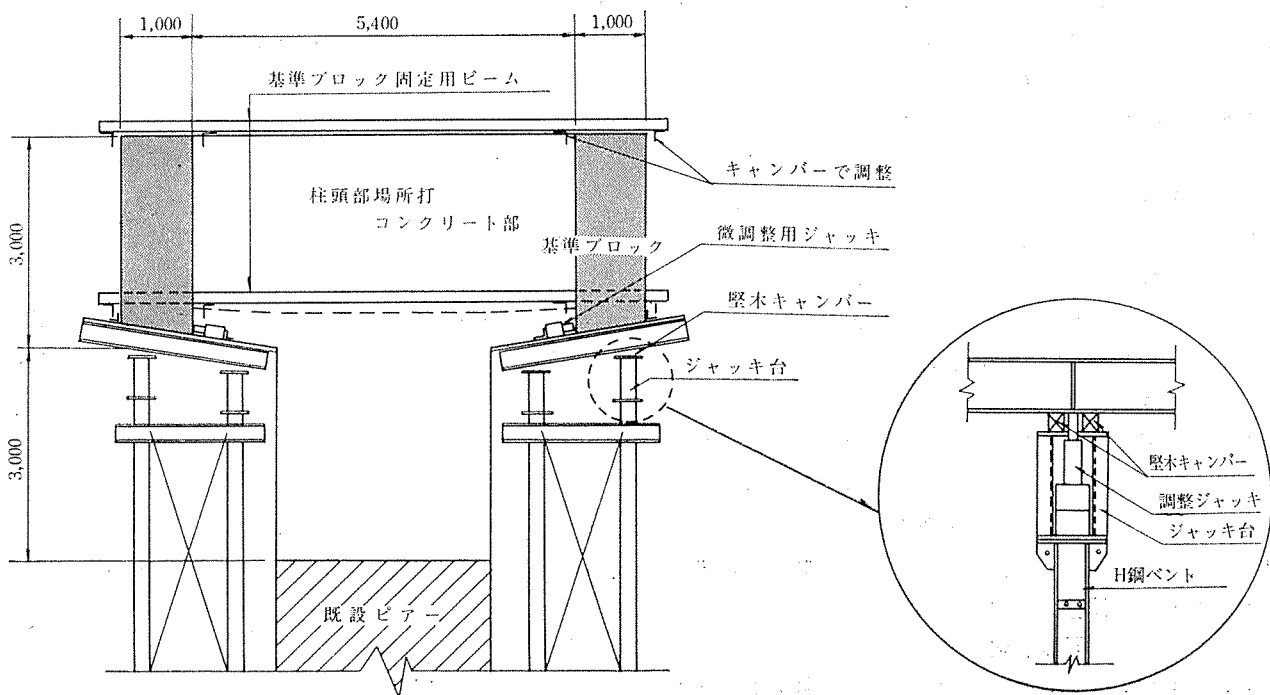


図-10 第383工区基準ブロック据付け図



ンクリート打設前日にキャンバー調整をする。

第 383 工区の場合も、鋼製支保工としてベンドを使用しているほかは、ほとんど同様な方法である。

基準ブロックの据付けに際しては正確を期して実施したが、本工事例のように小さい基準ブロックを端型わくとして柱頭部のコンクリート打設をする方法では、基準ブロックの移動および測量誤差から、据付け誤差が生ずる。

現場打コンクリートを打設する時点からそれが硬化するまでの間に種々の振動（たとえば自動車交通によるもの、コンクリート打設時の振動、地震）およびコンクリート打設に伴う内部圧力によって基準ブロックが微動することが考えられる。また、支保工の沈下等もある。

また、現在使用されてる下げふりによる“墨出し”であるが（図—8 参照）、基準線⑤上で測量する場合はブロックの高さなどから、基準線⑤の傾斜度を求める基準線長は約 1 m (1.0~1.5) である。下げふりによる墨出しでは前述するように約 1 mm の読み誤差が生じ、これが傾斜度を求める基準線長 1 m あたりで生ずるとすれば、片持式に張り出す桁長を 20~30 m の場合は片持ばりの先端ブロックでは 20~30 mm の上下移動となって表われる。

基準ブロックの固定方法としては、木製キャンバーの変動を避けるために、基準ブロックの下床版にアンカーボルトを貫通させて支保工と固定するのも一方法であろう。施工上からみた基準ブロックの大きさであるが、大きいほうが安定がよく測量の基準長も長くとれるので測量誤差が小さくなるという利点もあるが、大きくなると取扱いが困難となり、架設装置が組立てられてない（本工事例のように架設用ノーズを使用する場合）ときは、トラッククレーン等を使用するとしても重量のあるブロックを据付けることは、かなり高価なものとなろう。

d) その他の要因 コンクリートの単位重量として  $2.5 \text{ t/m}^3$  を用いて、曲げモーメントによりたわみ計算をした。しかし、実際には骨材、鉄筋量、シーすなどの関係で実際の数値を明確には決定しにくい、 $2.5 \text{ t/m}^3$  より多少小さいとすればコンクリート自重による主桁のたわみも小さくなり片持ばりは計算値ほどに下らない。

ヤング係数についても、各ブロックがそれぞれ別な値であろうが便宜上ある数値（本工事の場合  $3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ ）を用いていること、さらに上床版と下床版では鉄筋量も異なるために断面的にも異なった値になることも考えられ、したがって、仮定したヤング係数以下の場合には、たわみに誤差が生ずる。

プレストレスの緊張管理もいくつかあるが、どの方法においてもプレストレスに  $\pm 5\%$  程度の誤差が含まれ

る。そして、現場で施工管理する場合に、特に片持ばりで架設されてゆく本工法のときには、プレストレスの誤差が  $-5\%$  の側は危険側になるという心理も働いて、プレストレスを  $+5\%$  側に導入する傾向がある。

ブロック目地には接着剤を塗布してるが、接着剤の厚さが接着目地部の開きに影響を与えるように思われる。

ブロック目地部の断面では、上縁と下縁では応力度に差があり、第 381 工区の例では上縁のほうが下縁より 3 倍強のプレストレス応力が導入されている。したがって、ブロックを接合してゆくとき、断面の下縁にあるすき間がプレストレスによって生じて接着剤が固まるようなことも考えられるからである。

また、中央でキャンバーが下がってると美観上も好ましいことではないので、支間中央で上げ越しキャンバーを 10~15 mm ブロック製作時に設けた。これは必ずしも誤差とはいえないが、路面計画高からみるとアスファルト舗装厚などに影響を与える。

たとえば、第 383 工区の施工誤差についてであるが、約 30 m の片持式架設で 70 mm の誤差について次のような推測をしてみた。

ブロックの製作誤差	10 mm
基準ブロックの据付誤差	30 mm
製作キャンバーの余越し	10 mm
その他	20 mm
$\Sigma$	70 mm

以上が施工誤差の考えられうる発生原因であるが、これらに対して現在の時点では実際に即した明確な解答が出なかったが、これからの課題として、さらに実績を重ねるなかで解析を加える必要があろう。

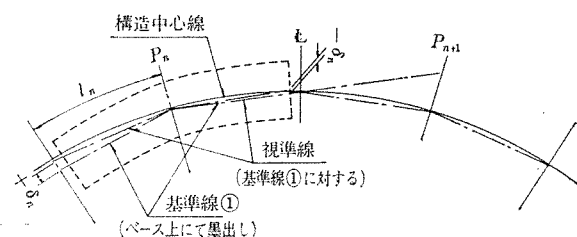
### (3) 片持式架設終了時の平面誤差

これについて、第 381 工区の曲線桁の架設を例にして述べる。

図—11 において、片持式架設終了時において先端のブロックで視準線と基準線との差を  $\delta_u$  とし、曲線桁内側（曲率中心方向）に対して（一）の付号を付するものとすれば 表—1 のような結果となった。

次にこの誤差の発生原因について考えてみると縦断方向の誤差の場合と同様なものである。そして、最大の要

図—11



表—1

	$P_{52}$		$P_1$	
	$P_1$ 側	$\Phi$ 側	$\Phi$ 側	$P_2$ 側
上 り 線	-6	+3	+4	+10
下 り 線	-8	+7	-3	+17

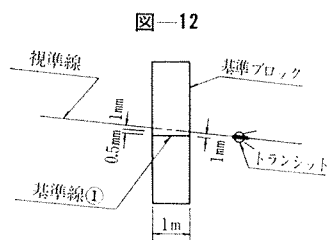


図-12 因としては基準ブロックの据付けが問題である。

ここで基準ブロックの据付けの際の平面方向の測量方法を簡単に述べる。

橋脚上にトランシットを据えて視準線を合わせ、この視準線と基準ブロックの基準線①に引かれた墨に合うようにブロックを動かす。この場合、トランシットと墨とは距離が非常に近い（約1.5~2m）ので、墨の線はかなりの太さで見られる。しかし、基準ブロックの微調整では1~2mm動かすのは不可能に近く、どうしても合わせにくい場合は視準線と基準線の墨の線を少なくとも1mmの範囲で平行に近づけるようにした（図-12）。

このことから理論的には1mmの施工誤差ともなるが、さらに測量誤差などによって基準ブロックの橋軸方向の長さ（本工事では1m）に対して0.5mmのずれがあれば、片持式架設桁長（20m）であるから約10mmの平面誤差が生ずるものと思われる。

## 2. 閉合誤差の補正

ここでは、縦断方向の閉合誤差について次の4つの方法が考えられるので、それらについて述べる。

### (1) カウンターウェイトによる方法

#### a) 荷重載荷による方法

#### b) 支点を中心に回転させる方法

### (2) ブロック目地にパッキング材を入れる方法

### (3) 片持ばりの途中に場所打部を設ける方法

### (4) 縦断曲線を変更する方法

これらの各項目の内容について説明を加える。

#### (1) カウンターウェイトによる方法

a) 荷重載荷による方法 片持式架設完了後、桁の先端に荷重を載荷し（桁が下がっている場合は支保工を設けて下から突き上げる）桁のたわみを利用して補正する。

荷重として「水」、「砂」、「鋼材」、「コンクリートブロック」、「ジャッキ」などを使う。

しかし、応力変動による桁の変形を利用するために荷

重の大きさに制限があるばかりでなく、設計条件の仮定を検討する必要がある。構造的には桁に相当大きな応力が入り、これらは最終的にはクリープで70~80%消えるとはいうものの応力は残る。

また、両端から張り出した桁が閉合部でくい違いを生じている場合、H鋼等の鋼材を用いて桁をはさみジャッキの圧力により桁相互を変形させて調整する方法も応力変動について設計時点に検討を加えておく必要がある。

b) 支点を中心に回転させる方法 この方法はどんな場合にも適用できるものでないが、桁自身には大きな応力変動を生じさせないで行なえる利点がある。

図-13には、第381工区高架橋で行なった例を示す。

なお、この場合に仮シューにサンドジャッキ形式の一部に試験的に用いた。

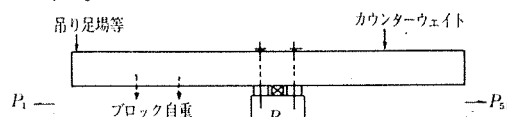
### (2) ブロック目地にパッキング材を入れる方法

これは架設の途中の段階で、ブロック先端の閉合誤差が最終状態でどの程度になるかを想定して、ブロック目

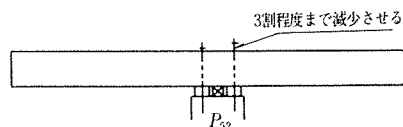
図-13

#### イ) 左右張出し桁のバランスを保つ

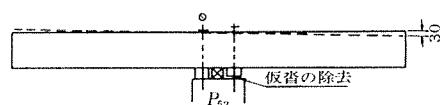
中央径間側と側径間側との桁の重量はブロック形状が異なり多少中央径間側の方が重く、また工程的に $P_1$ より張り出した桁との閉合に対する吊り足場重量等も考慮して、アンバランスにならぬよう側径間側に架設装置を利用してカウンターウェイトとする。



#### ロ) $P_{31}$ 側テンボラーバーの緊張力の低減（緊張力の約3割まで減少させる）

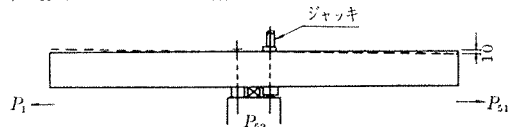


#### ハ) $P_{31}$ 側仮省の除去（ $P_1$ 側テンボラーバーの応力増加量のチェック）



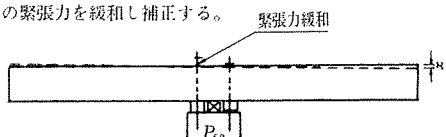
この時点で約30mmの修正が予想される（ $P_{31}$ 近辺にて）。

#### ニ) $P_{31}$ 側テンボラーバー緊張



この場合ジャッキ操作により約10mm修正する

なお、これで所定の修正が出来ない場合には $P_1$ 側のテンボラーバーの緊張力を緩和し補正する。



地にパッキング材をそう入して補整してゆく方法である。

その方法としては、フィラー（珪砂・金剛砂等）を入れるもの、メタルラス・グラス繊維をはさむもの、鋼製ライナー・エポキシ樹脂プレートなどをはさむもの等がある。

これらの方法は応力的、構造的に充分検討する余地があり、実験等によりその挙動を明らかにする必要がある。

### （３）片持ばりの途中に場所打部を設ける方法

設計時に施工誤差を予想して、ブロックの一部に場所打コンクリート部分を設けて、第二の基準ブロックを用意しておく方法である。

数ブロックを架設してから、施工誤差を測量して補整するので誤差の予想は正確である。

しかし、架設装置の微調整機構、架設作業途中で作業を一時中止して場所打コンクリート施工を行なうので工期が伸びるなど、架設工程・経済性に影響を与える。

### （４）縦断曲線の変更による方法

この方法は、自動車走行、舗装厚など道路橋の機能、構造からして好ましいものでなく、安易に用いてはならない。

施工例の少ない現在ではこれも１つの方法として数えられるが、上記のいろいろな方法で補整できない場合にやむを得ず採用すべきである。

本工事例においては、（１），a）の方法は条件が不適当のため採用できず、（１），b）の方法は一部の箇所で行い

た。また、（２）の方法はその結果が明確でなく、（３）の方法はブロック個数が少ないので採用しなかった。本工事例では路面の横断勾配を上床版にならしコンクリートおよびアスファルトコンクリートで盛上げる原設計になっていた。また、他の方法も具体的に良いものがなかったもので止むを得ず（４）の方法を用いた。

## 3. あとがき

ここに、首都高速道路３号線のプレキャストブロック工法の工事報告を行ない、この報告書で（その１），（その２），（その３）の３回にわたり本工法の設計と施工の問題点について述べてきた。

プレキャストブロック工法の設計と施工では今後多くの課題が残っているが、目地部の設計では特に重交通下における床版の継目部に対する配慮をした高速道路橋に適用できる目地部設計要領が必要である。ブロック目地部の設計方法、片持式架設の閉合施工性をはじめとして、ブロック工法では設計と施工の両面にわたって解決すべき問題は多々あるように思われる。

この工事報告は下記によった。

首都高速道路公団第一建設部駒沢工事々務所長	深沢道郎
〃 〃 駒沢工事々務所	石井英雄
〃 〃 設 計 課	根本 洋
日本建設コンサルタント（株）	中村恒一
オリエンタルコンサルタンツ（株）	横溝幸雄
ビー・エス・コンクリート（株）用賀作業所長	鎌田 太
横河工事（株）	用賀作業所長 梅津芳一

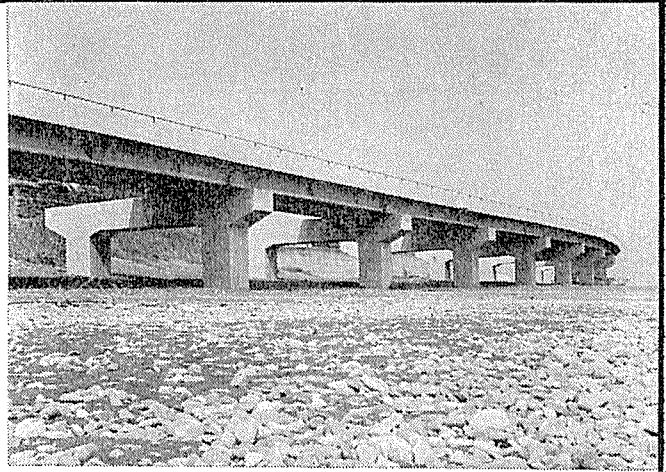
1972. 1. 20・受付

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



建設省 西湘バイパス道路



日本鋼弦コンクリート株式会社

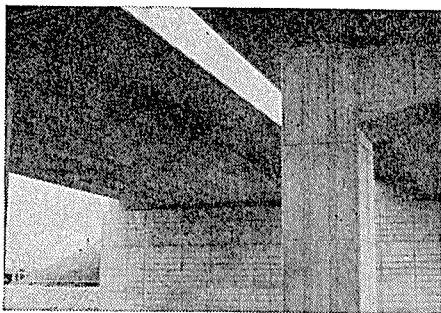
取締役社長 仙波 隆

本 社 東京都新宿区西新宿1丁目21番1号 電話 (343) 5281 (代表)  
営業所 東京 Tel 03(343)5271 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P.C.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