

プレキャストブロックを用いたPC橋脚の施工について

—首都高速 3 号線 (314 工区)—

思 田 道 至*・鈴木 貫 太 郎*・内 藤 誠 一*

1. ま え が き

首都高速 3 号線は渋谷区大和田町より千代田区隼町に至り、4 号線に通ずる路線であるが、現在一部完成している区間をのぞく港区青山高樹町～溜池間は本年 9 月に供用開始の予定で床版工事が行なわれている。

当路線は都市計画街路 放射 22 号線を 40 m に拡幅して、その中央部に高架構造物を建造するものであるが、ほとんど全線にわたり都電と平行しており、また自動車の交通量も多く、都内でも有数の施工条件の悪い所である。

ここに報告するプレキャストブロック橋脚は、この 3 号線のうち 314 工区下部構造新設工事の一部として、高樹町交差点付近で施工されたものである。

プレキャストブロックによる PC 橋は、当公団ではすでに 214 工区および 2 号分岐線で施工され、いくつかの報告書が発表されている。構造および施工法は PC 橋とあまり大差はないが、橋脚にプレキャストブロック工法を用いたのは初めてなので報告する。

2. 工 事 概 要 (図-1, 2, 3 参照)

工 事 名：第 314 工区下部構造新設工事

構 造：T 形橋脚 2 基 (全工事の一部)

施 工 者：株式会社大林組

請負金額：総 額 229 690 000 円

PC 部 5 600 000 円

主要材料：コンクリート

場所打部 67 m³

プレキャスト部 68 m³

鉄 筋 11.59 t

PC 鋼線 (縦締用)

12-φ 8 2.90 t

PC 鋼棒 (鉛直用)

φ 27 0.19 t

架設鋼材 11.0 t

3. 設 計

(1) 計 画

当初計画では、都電のレール、架空線および自動車の交通に施工上支障のないように橋脚の位置と形式 (RC による T 形橋脚) が決められていた。

図-1 一般平面図

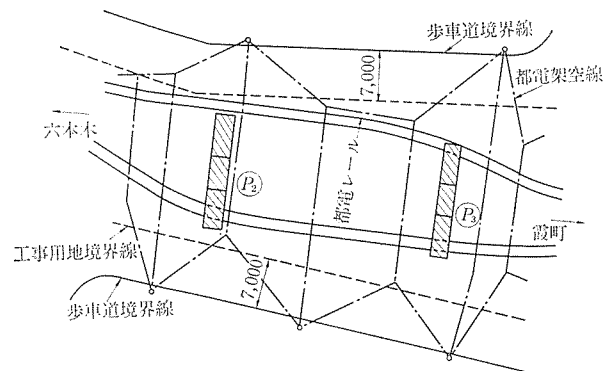


図-2 一般側面図

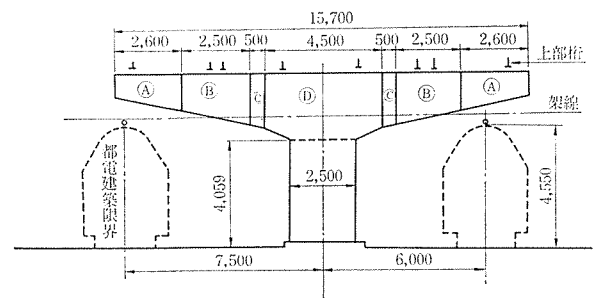
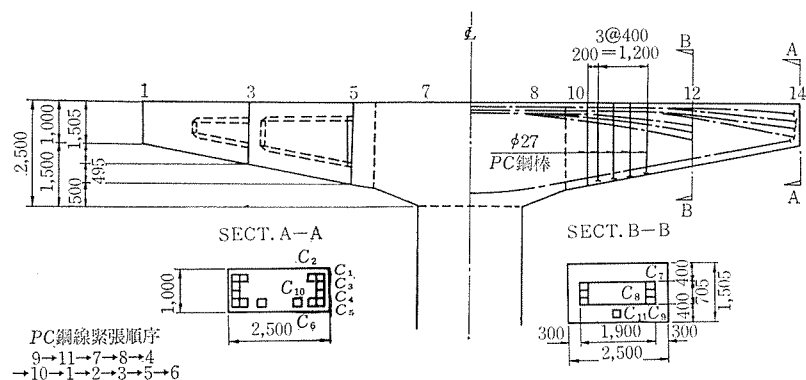


図-3 PC 鋼線配置図



* 首都高速道路公団

しかし工事発注後都電の移設位置が変更になったため、T形橋脚の張出部のコンクリート打設用支保工が都電のレールおよび架空線に支障となってきた。一方すでに一部完成している高速道路に隣接しているため、平面線形および縦断線形を変更することは許されなかった。そこで、当初設計の位置および外観を考えずに、支保工を必要とせず、しかも短時間の間に橋脚を施工するという条件のもとに考えだされたのがこのフレシネーケーブルを用いたプレキャストブロックによる橋脚の施工方法である。

プレキャストのブロック割りは、上部構造（格子桁）のシューの位置が継目にこないこと、およびトラッククレーンの作業能力から一ブロック当りの重量を15tくらいに押さえること等を考えて図-2のごとくA, B, Cの三つ割とし、断面は中空断面を用いることにした。なをブロックの重量はそれぞれ16.8t, 16.5t, 6.4tである。

(2) 設計条件

a) プレストレスの種類

プレキャスト部 フルプレストレッシング

断目部 (1.1×静荷重+1.2×動荷重) に対してフルプレストレッシング

場所打部 パーシャルプレストレッシング

b) 許容応力度

コンクリート $\sigma_{28}=400 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_{ca}=130 \text{ kg/cm}^2$

P C鋼線 ($\phi-8$) $\sigma_{pu}=155 \text{ kg/mm}^2$

$\sigma_a=85 \text{ kg/mm}^2$

P C鋼棒 ($\phi-27$) 2種 $\sigma_{pu}=95 \text{ kg/mm}^2$

$\sigma_{pa}=57 \text{ kg/mm}^2$

c) たわみ

クリープ終了後全設計荷重作用時に3mm以下（この制限を設けたのは、上部構造が活荷重格子合成桁なので桁支承部が3mm以上沈下すると、通常の計算方法で計算した荷重分配係数の値が異なってくるためである）。

(3) 応力計算

応力計算はつぎの場合について行なった。

- 1) Bブロック架設時
- 2) A, Bブロック架設時
- 3) 鋼桁架設時
- 4) 全死荷重作用時
- 5) 全設計荷重作用時
- 6) 破壊時

1), 2), 4) の状態の曲げモーメント図と応力図、および4) の状態のせん断力図を図-4~7に示す。

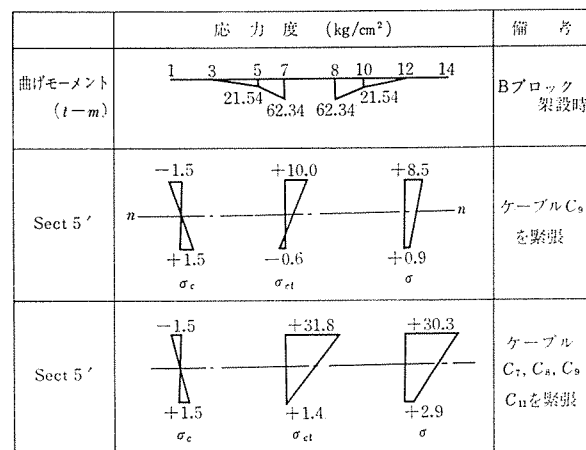
C_{10} , C_{11} のケーブルは、架設時にブロック継目部に引張力が起るのを防ぐために用いたものである。また、 C_2 ,

C_3 , C_5 , C_6 のケーブルは、床版コンクリート打設後に緊張した。

(4) 設計上考慮した点

a) ブロック継目の直接せん断力について 接着材の試験結果（後述）からは、曲げ引張強度、せん断強度とも使用コンクリートより強いことが判明した。しかしながら接着材を塗った面のコンクリートが、せん断力によって接着材と一諸に薄くはく離するおそれがある。特

図-4



σ_c : 荷重による応力 σ_{ct} : プレストレスによる応力 σ : $\sigma_c + \sigma_{ct}$

図-5

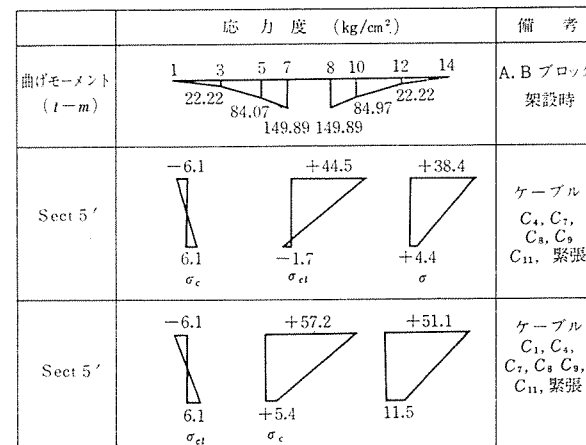


図-6

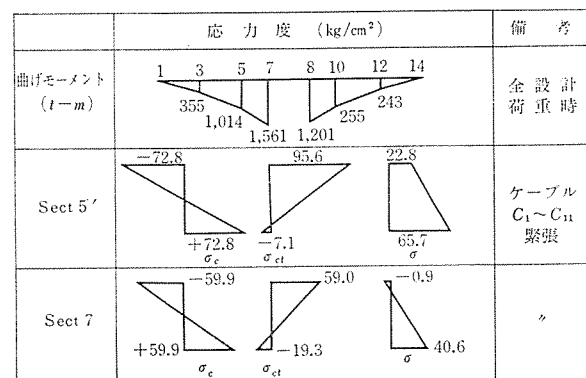


図-7

	斜 引 張 応 力 度	備 考
せん断力 (t)		全設計荷 重時
斜 引 張 応 力 度 (kg/cm ²)		$\sigma_i = \frac{\sigma_x}{2}$ $\sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + 2^2}$
Sect 5'		$\sigma'_i = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$ $\sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + 2^2}$

に脚張出部では橋桁にくらべてせん断力が大きい。そこで安全のために図-3のごとく、ブロックとブロックの間に凸凹を設けて全設計せん断力を持たせるようにした。

b) 地震時橋軸方向曲げモーメントについて 地震時に上部工から橋脚に伝えられる水平力分布の計算、および橋脚張り出し部に生じる曲げモーメントおよびせん断力の計算は、上部工と橋脚とを切り離して考えた。

すなわち、水平力の荷重分布は各主桁の反力に相当する荷重が作用するものとし、モーメントおよびせん断力は片持ばりとして脚張出部を計算した。断面 5, 7 の計算結果を示すと図-8のとおりである。断面 7 の引張部には引張鉄筋を配筋した。

4. 施 工

主な施工順序はつぎのとおりである。

- 1) 柱部コンクリートの打設。
- 2) プレキャスト ブロック A, B, C を現場ヤードで製作。
- 3) Cブロックの架設。
- 4) D部コンクリートの打設。
- 5) 架設桁の製作および架設。
- 6) Bブロックの架設 (P C 鋼線の緊張, グラウト)
- 7) Aブロックの架設 (" ")
- 8) 鉛直用 P C 鋼棒の緊張, グラウト。

以下順を追って説明する。

(1) 柱部コンクリートの打設

図-2 でわかるように、柱の部分の施工はなんら都電の運行に支障をおよぼさないで昼間コンクリートを打設した。

(2) プレキャスト ブロックの製作

a) 型わくおよび製作台 A, B, C の三ブロックは完成時には一体の構造物となるものである。したがってブロックを架設したときに誤差を生じないように三ブロックを同一の型わく工で製作した。またコンクリート打

図-8 合成応力図

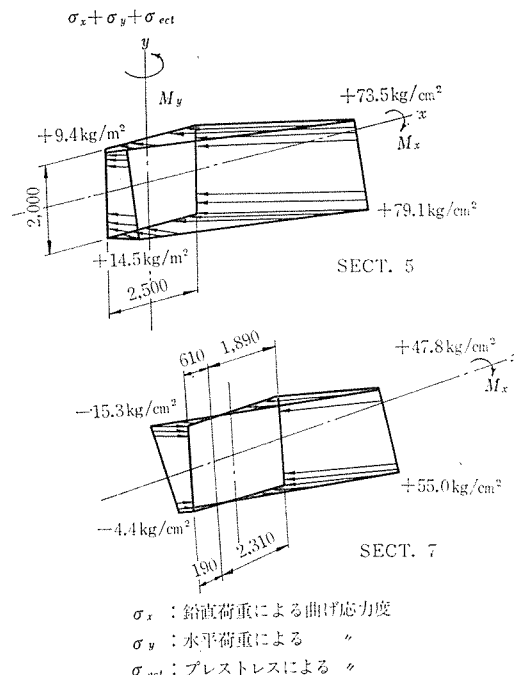
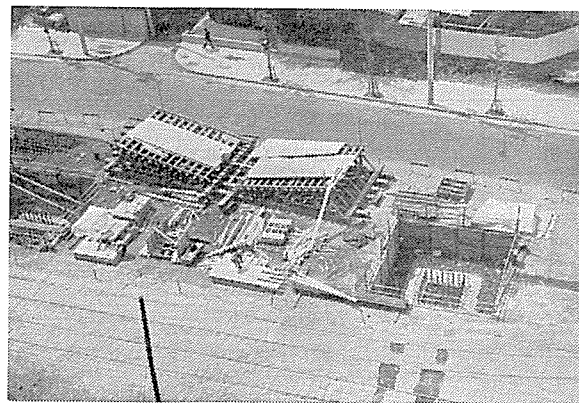


写真-1 製作台



設中に型わくが不等沈下を起さないように強固な製作台を設けた(写真-1)。製作台の基礎は捨てコンクリートを打設した。

b) コンクリートの打設 コンクリートは B → A → C の順に打設し、Bブロック端面を A, C ブロックのコンクリートを打設する際の型わく代りとした。なおコンクリートの接触面は粉末状石けんをペースト状にしたものを離剤として使用した。

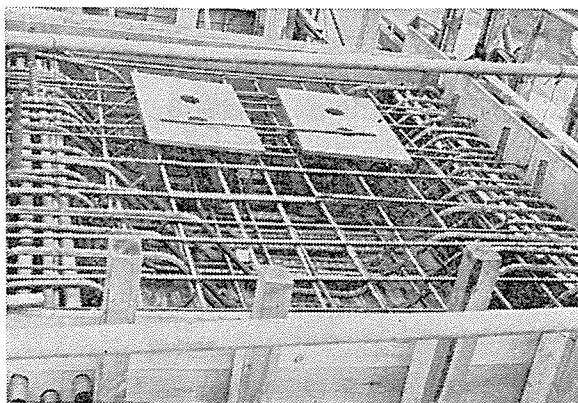
c) シューの固定について ブロックの上縁フランジ 40 cm 厚では、上部工合成桁のアンカーボルトの埋込み長さが不足するので写真-2のごとく形鋼でアンカーフレームを作り、シューをアンカーフレーム上側の鋼板に、現場でシューを溶接するようにした。

鋼板に二つ穴があいているのはコンクリートのまわりをよくするためである。

(3) Cブロックについて

Cブロックは、D部コンクリート打設の際の型わく代

写真-2 上床版配筋およびアンカーフレーム



りになるとともにブロック構造物の方向を定める役目を持つ基準ブロックである。もしこのすえつけに誤差があると B, A ブロックもそれにつれて方向が狂ってしまう。したがって、基準ブロックのすえつけは慎重に行なった。D部コンクリート打設中に移動しないように内側は鉄筋で固定し、外側はアングルで固定する。

場所打ちコンクリート (D部) との材着をよくするために接触面にはチップングを行ない、またD部分の鉄筋に重ね継手ができるように鉄筋を出して置いた。

なを架設は昼間 P & H で行なった。

(4) 架設桁、ブロックつり込み用受台の製作、架設
架設桁の断面は、ブロックつり込み用受け台をとおして加わるブロック荷重による たわみの制限 (5 mm) から定め、I-600×190×16×35 を 2本使用し横桁で結んだ。架設桁のアンカーにはD部コンクリートに埋め込まれたボルトで行なう。なおブロックつり込み用受け台と架設桁の間にはローラーを設け両者の摩擦を小さくした (図-9~11 参照)。

(5) B (A) ブロックの架設 () 内はAブロック)
主な作業順序はつぎのとおりである。

a) ブロックをトレーラーでつり上げ位置の下まで運んでくる。

b) 連結用 P C 鋼棒をカプラーで継いで長くする。

c) 受け台の穴 ④ をガイド用のパイプをさし込み、そのパイプをとおして連結用 P C 鋼棒を穴 ④ におし受け台にアンカーする。

d) 受け台の穴 ③ を用いてヒップラーでもって受け台を既設ブロック C (B) の方へ移動させる。

e) 両端ブロックの間が 2 cm くらいに接近したら、鉛直方向はセンターホールジャッキで、水平方向はヒップラーで調整しながらせん断力のために設けた凸部をガイドとして両ブロックが完全に一致させるように移動させる (仮設置)。これで第 1 日目の作業は終了するが、保安上の固定はもちろん行なっておく。

f) 仮設置したブロックを 20 cm 再び離し、接着材の

図-9 架設桁およびつり込用受台平面図

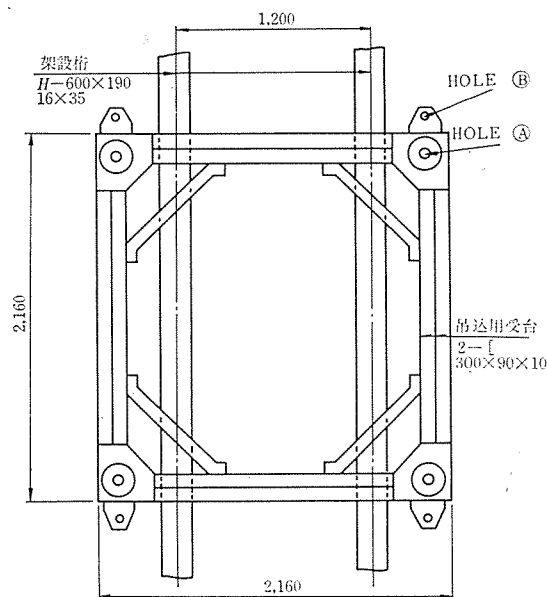


図-10 Bブロックつり上げ図 (1)

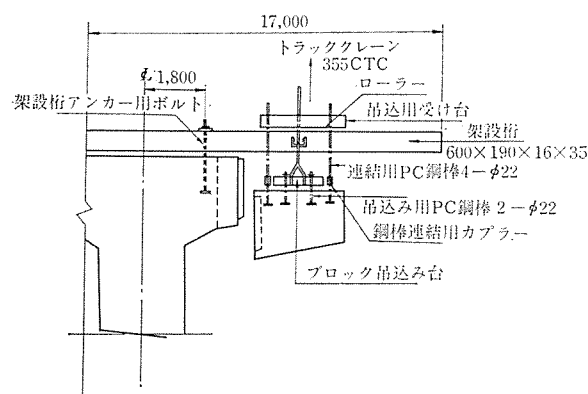
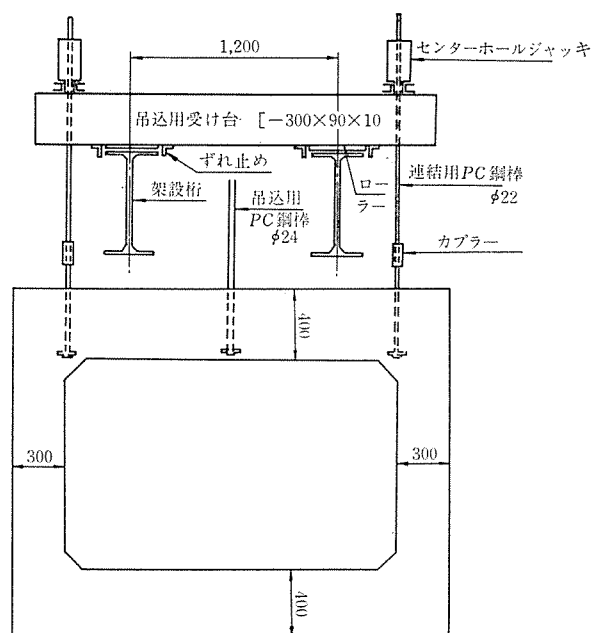


図-11 ブロックつり上げ図 (2)



塗布と C_9 (C_4) の鋼線入れを同時に行なう。

g) ブロックを再び微調整を行ないながら移動し本設置する。

h) PC鋼線の緊張を行なう。緊張は2本を同時に行ない緊張の際にブロックが水平方向に振れないようにする。図-4の応力図からわかるとおり、 C_9 (C_4) を緊張したときに自重が作用しないと下側に引張力がかかるので、マノメーターの読みで 100 kg/cm^2 のときに自重が作用するように連結用PC鋼棒のナットをゆるめた。第2日目終了。

i) 残りのPCケーブル C_7 , C_8 , C_{11} (C_1 , C_{10}) をそう入して緊張およびグラウトを行なう。

5. 工 程

ブロック架設は都電の送電が終ってから再び送電が始まるまでの0時～4時の間しか主な作業はできない。そのような条件のもとでは実際の施工に当たってブロックのつり上げ設置が最も重要なポイントである。前述のようにA, Bブロックのつり上げ本設置までの工程は、

- ① 第1日; ブロック(2個)つり上げ仮設置まで
 - ② 第2日; 接着材塗り, 鋼線2本緊張
- という当初の計画どおり作業を進めたが、準備、段取りおよび施工の慣れなどにより、全部で4回あったブロッ

クつり上げのうち、最後の2回は第1日でつり上げ緊張を行なうことができるようになった。ブロックつり上げ工事の日程はつぎのように行なわれた。

- ① 昭和41年8月19日; P_3 橋脚 Bブロックつり上げ仮設置
- ② " 20日; 同上鋼線入れ(2本), 本設置, 緊張
- ③ " 9月2日; P_3 橋脚 Aブロック(2個)つり上げ, 鋼線入れ(2本), 仮設置
- ④ " 3日; 本設置, 緊張
- ⑤ " 15日; P_2 橋脚 Bブロック(2個)つり上げ, 鋼線入れ(2本), 本設置, 緊張
- ⑥ " 26日; P_2 橋脚 Aブロック(2個)つり上げ, 鋼線入れ(2本), 本設置, 緊張

図-12, 13に P_3 橋脚と P_2 橋脚のBブロックつり上げ, 本設置までの実施工程および時間を示す(写真-3～7参照)。

6. 接着剤の試験

使用する接着材を決定するに先だって、主として接着効果の影響について試験を行なった。しかし結論を早急につけることは困難であり、現在の水準で使用しているエポキシ樹脂の性能を一応判定することにとどめた。試験は大林組技術部研究所材料研究室で行ない、その他エポキシメーカーに試験条件を与えて、基礎的資料を求めた。試験を行なった項目はつぎのとおりである。

図-12 P_2 橋脚工程

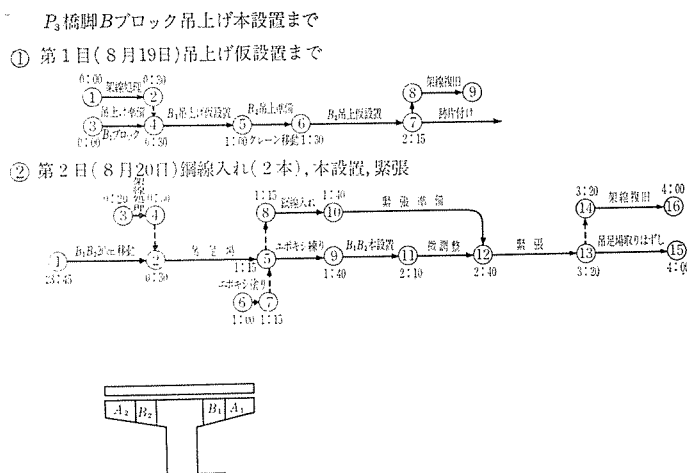


図-13 P_3 橋脚工程

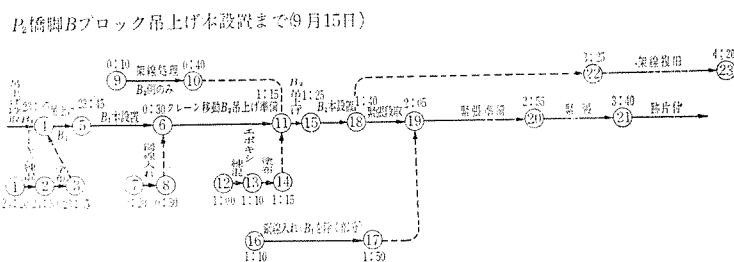
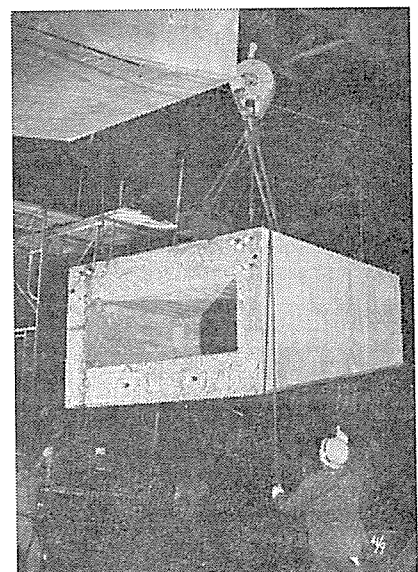
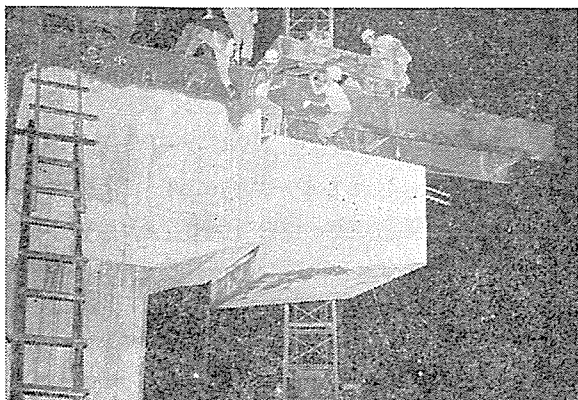


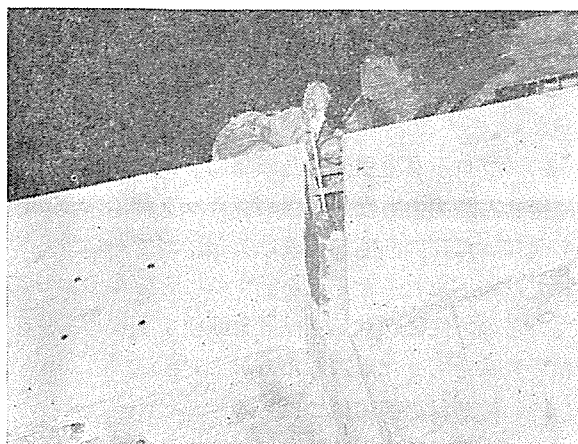
写真-3 ブロックつり上げ



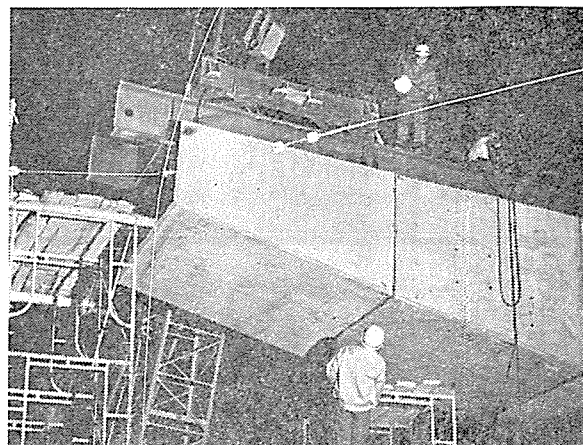
写真一4 連結用鋼棒と受け台にアンカー



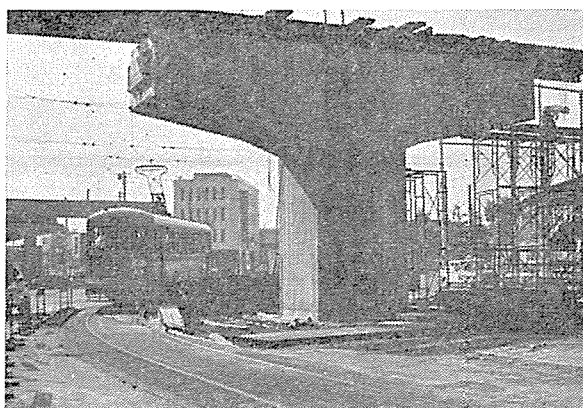
写真一5 接着材の塗布



写真一6 つり上げたブロックが既設ブロックと一致したとき



写真一7 Bブロック本設置完了



1) コンクリート ブロックの接着強度試験

- a) 横締めを行なわない場合
- b) 横締めを行なう場合

2) エポキシ樹脂強度試験

- a) エポキシ樹脂単純引張試験
- b) エポキシ樹脂接着強度試験

3) エポキシ樹脂メーカーによる基礎試験

試験は一応3社の製品を選び行なったのであるが、簡単にその内容と結果について述べる。

(1) コンクリート ブロック接着強度試験

実際に現場で使用するものと同じ配合のコンクリートによりコンクリート ブロック (15×15×53 cm) を製作し、それをコンクリートカッターにより半分に切断し、その切断面を接着した。またPC鋼棒により締付けを行なう場合も行ない、その場合ブロック上縁に $\sigma_u = 25.7 \text{ kg/cm}^2$ 、下縁に $\sigma_o = -2.5 \text{ kg/cm}^2$ の応力が生ずるように偏心距離 3.1 cm の位置に穴を設けた。試験はコンクリート材令 14日 (早強セメント使用)、接着後7日に行なった。一社の例外をのぞいて、すべてコンクリート部分で破壊した。PC鋼棒で横締めしたものの下縁に生ずる引張応力は接着効果を低下させる要因にはならなかったと思われる。

(2) エポキシ樹脂強度試験

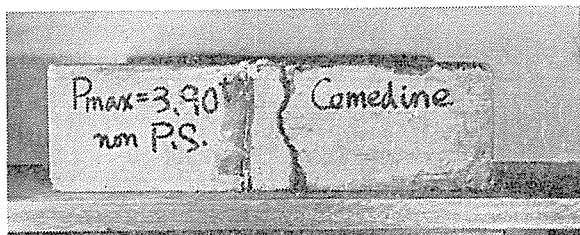
エポキシ樹脂単純引張試験は、型わく樹脂を流し込み 20×20×0.5 cm の樹脂板をつくり、材令3日および7日のものについて引張試験を行なった。エポキシ樹脂接着強度試験は、清掃したコンクリート板にエポキシ樹脂を厚さ 0.5~1 mm 厚に塗布し、その上に接着試験用鉄片 (3×3 cm) を接着し、材令7日のものを建研式接着強度試験器により行なった。24 のテストピースのうち一例をのぞいてすべて破断はモルタル部分であった。

(3) エポキシ樹脂メーカーによる試験

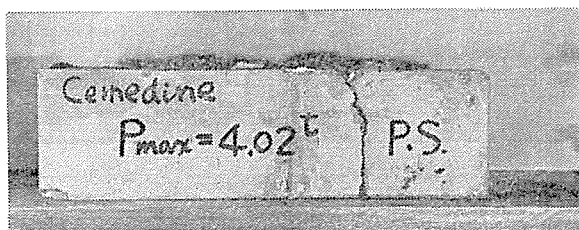
3社のメーカーに依頼して、(1) 可使時間 (h)、(2) 粘度、(3) 指触乾燥時間 (h)、(4) 伸び、(5) 引張強度 (引張速度 10 mm/min)、(6) 試験温度は 15°、20°、30° で行なった資料を提出してもらった。

以上のような試験を行なったのであるが、メーカーから提出した資料のうち大林組研究所で行なった同じ項目、すなわち、伸びおよび引張強度について比較検討してみた結果C社製のものを使用することにしたのであるが、現段階でエポキシ樹脂を現場で使用する場合は、温度、湿度の影響によりばらつきが大きくなることが予想されたので、特に指触乾燥時間、可使時間等をチェックするため、現場においてブロック内部空間を利用して施

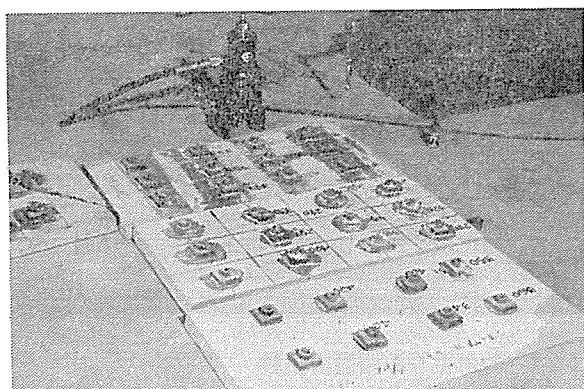
写真—8 横締めをしない場合



写真—9 横締めをした場合



写真—10 接着強度試験 テストピース



工時間と同じ深夜に試験を行ない確認をしたのち、実際の施工に移ったのである。

写真—8, 9 はコンクリート ブロック接着強度試験の結果を、写真—10 は接着強度試験の試験体を示す。

7. そ の 他

(1) 中空断面について

3. (1) で述べたような理由から 中空断面を採用したが、橋脚では橋脚自重による荷重よりも上部工からの荷重の方がはるかに大きい。特にせん断力についてはそのことがいちじるしい。したがって断面を中空にしてコンクリート量および PC 鋼線量がへることによるプラス面よりも、マイナス面の方が大きかった。すなわち中空断面にしたことにより

a) 上部工荷重によるボックスラーメンとしての鉄筋が必要なこと。

b) せん断力補強のための鉄筋および鉛直締め PC 鋼

棒が必要なこと。

c) コンクリート打設が困難なこと。

等である。

(2) ブロック継目部のシースについて

ブロック継目部を一致させ、PC ケーブルを緊張したら接着材が押し出されてシース内に入ってきてしまった。これは PC 鋼線で突っついて何とか取り去ることができた。これを防ぐためにはシース孔のまわりに接着材を塗らないでおけば良いが、シース孔が隣接している場合には、接着材を塗らない部分にわずかながらすき間ができて、今度はグラウトをしたときにモルタルが他のシース孔に入るおそれがある。そこでつぎから継目シース内に大根をさし込んで接着材がシース内に入るのを防いだ。大根を取り去るのは鋼線で突いて大根をくずしてからエアークンプレッサーでふかした。この方法はうまくいった。

(3) ブロック継目部の凸凹部について

直接せん断力をもたせるためブロック端に大きく、しかも角ばった形の凸凹部を設けると、わずかながらでもずれてはめ込まれるとそれを直すのに苦労する。したがって、どの方向にブロック位置を調整するのにも抵抗の少ない丸味をもった形にした方がよい。

(4) 接着材の保護について

ブロック継目部における接着材の接着強度は構造的には考慮していないが、接着材の経年変化による退化により雨水等の浸入を防ぐ目的で、継目部表面にチオコーク系のシール材で接着材を防護した。

8. あと が き

以上述べたように、今回のプレキャスト ブロックによる PC 橋脚の施工については、当初場所打ちの RC 橋脚で計画されたものを工事途中で施工条件が変わったため急きょ PC ブロックに変更したもので、必ずしも経済設計とはいえない面もある。また施工においても橋脚として当工法は初めてのケースなので今後検討すべき点も種々あると思われる。しかしこの工法は、今後の市街地における有利な急速施工の一例として必ずや伸びてゆくであろうことを関係者一同確信している。

最後に、この施工に当り御指導、御協力して下さった元第三建設部 岡沢部長を始め関係各位に深く感謝する次第である。

1967. 5. 31 ・ 受付

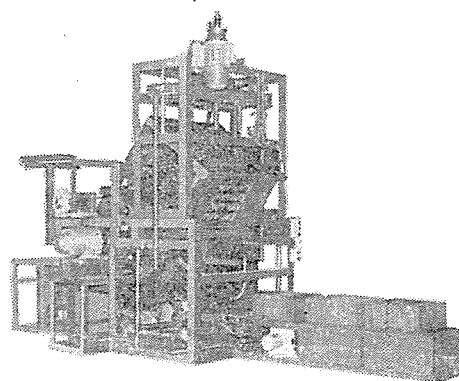
プレキャスト コンクリートと 製造装置の 設計、製作監理並調査、研究

不二9月の出来事

◎ 山口県における 有力な 中小企業団体である企業組合
大和コンクリート工業所より、この程建築用コンクリ
ートブロック 超大生産用 RK-700成型機を含むプラント
一式を受託いたしました。

RK-700成型機は、技術革新時代の先端をゆく、画期
的な平衡強制振動方式による振動機を内蔵し、きわめて
生産性に富み、堅牢にして操作容易、高品質なブロック
の量産に適し、さらに労働力の供給不足を解決し、企業
経営の安定をはかり、企業近代化の夢を満すものとして
多大の期待をよせられております。

超大生産用コンクリート ブロック成型機 (RK-700型)



(カタログ進呈 乞雑誌名記入)



不二設計所

本社 東京都品川区西五反田4丁目12番1号 電話(492)8462(代表)
研究工場 宮城県玉造郡岩出山町駅前 電話 岩出山 174

PAT No. 467154
532878

LPPセンターホール
ジャッキ

PC同時緊張機

PAT No. 569584

PC・各工法用ジャッキ・ポンプ・油圧機器・試験機

OX山本扛重機株式会社

東京都中央区新富町二丁目八番地
TEL 東京(551)局 2115~9