

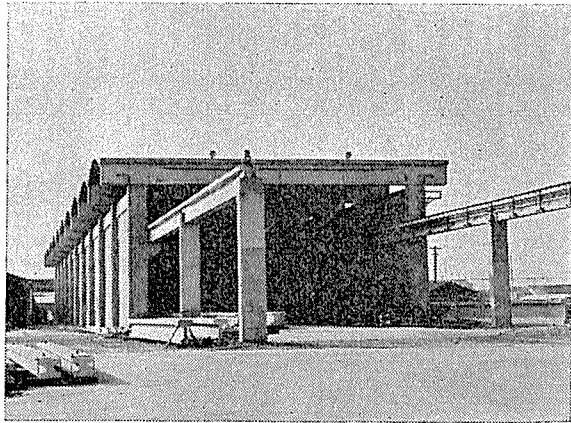
プレキャスト曲面版を使用した工場建築

青 木 基 輔*
 岸 野 秀 信*

1. 概 要

本建物は、ピー・エス・コンクリート（株）水島工場における、プレストレスト コンクリート 製作ヤードの上家として計画されたものであり、その概要はつぎのとおりである（図-1、写真-1）。

写真-1 完成 写真



建設地：倉敷市水島海岸通 ピー・エス・コンクリート（株）水島工場内
 設計施工：ピー・エス・コンクリート（株）
 建築面積：1750 m²
 構造：大ぶり、クレーンばり、屋根版；プレストレスト コンクリート構造
 壁版；プレキャストRC構造
 主 設 備：350 t、70 m アバット 2基
 10 t 天井走行クレーン 1基
 仕 上 げ：防水；合成ゴムシート防水シルバーペンキ仕上げ
 外壁；プレキャストコンクリート粗面仕上げ、天井・内壁；木毛セメント版打込み

2. 設計について

本建物の用途は、前述のようにコンクリート二次製品の製作工場の一部であり、すでに 350 t アバット 2基が

* ピー・エス・コンクリート（株）大阪支店

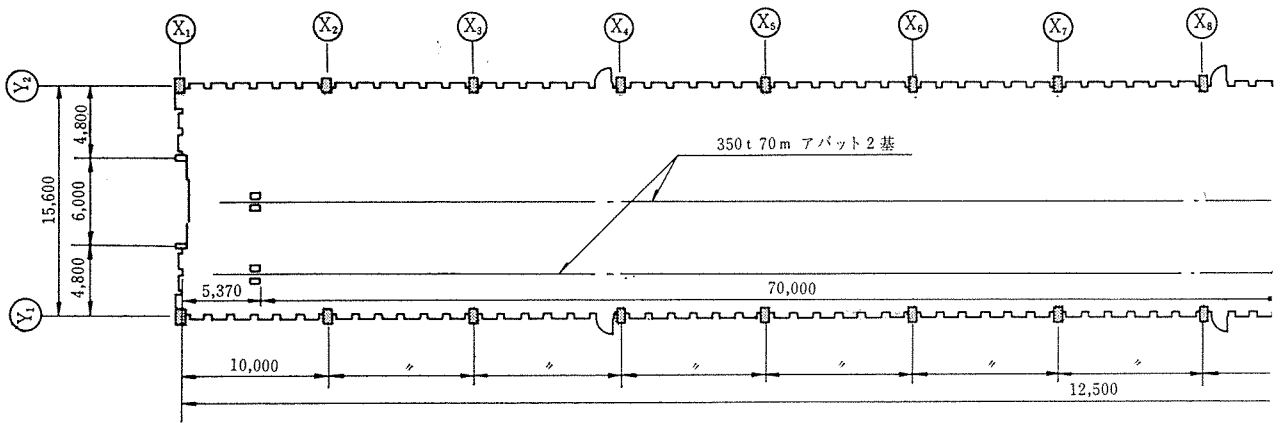
稼働状態にある。したがって、設計を進めるにあたっては、稼働休止の期間が極力短縮できること、プレキャストコンクリート製品により施工できるようにすることの2点が、基本的な前提となった。比較検討の段階においては、鋼構造スレートぶきの案も考えられ、工期短縮や施工時点における経済性にはメリットが認められたが、本敷地が海岸付近の工業地帯の真中に位置すること、建物内部が、促進蒸気養生を行なうために、比較的長時間高温多湿の状態にさらされることなどにより、防錆に関しては万全を期しがたいので、採用しなかつた。

本建物計画上の条件としては、1) 現在のアバットに並行して、あと1基増設が可能であること、2) 製品搬出用クレーンは、天井走行で吊荷重 10 t のものを2基とし、巻上げ高さが 4.5 m 以上あること、3) 建家内に仕上場として、20~30 m 程度を確保し、それに続いて、30 m 程度のクレーン持出部分を設け、製品積込み作業が行なえるようにすること、4) 内部で促進蒸気養生を行なうので、ベンチレーター等による換気を考慮すること、5) 鋼わくの組みばらし、掃除、脱わく等、作業が著しい騒音を伴うので、音の残響、集中などの対策を考えること等である。

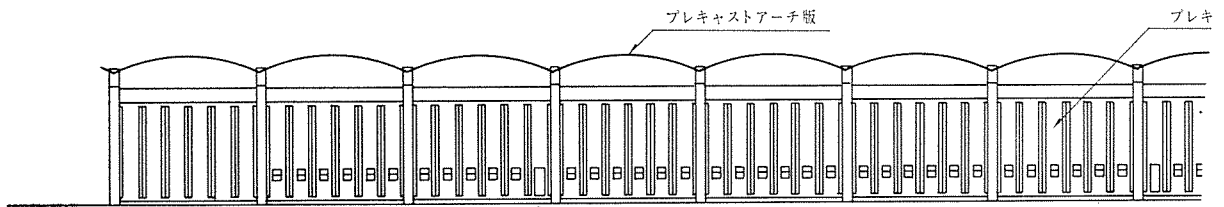
以上より検討した結果、張間方向に関しては、柱心間隔 15.6 m、クレーンスパンは 14 m とし、クレーンばりの支承方式はブラケット方式とし、柱断面を小さくして有効面積を増した。

桁行方向は、現存のアバット長さとし、仕上場を含めて 100 m とし、持出し部分は、25 m×2 スパンとした。柱割については、スパン 10 m 程度であれば、積載荷重も施工時に 60 kg/m² 程度であるので、どのような方法（たとえば、WT 版、小ばりとチャンネルスラブの組合せ、プレキャストアーチ版等）によっても屋根を施工することは可能であるし、主架構の断面が、それによって著しく変化することはないので 10 m を採用した。

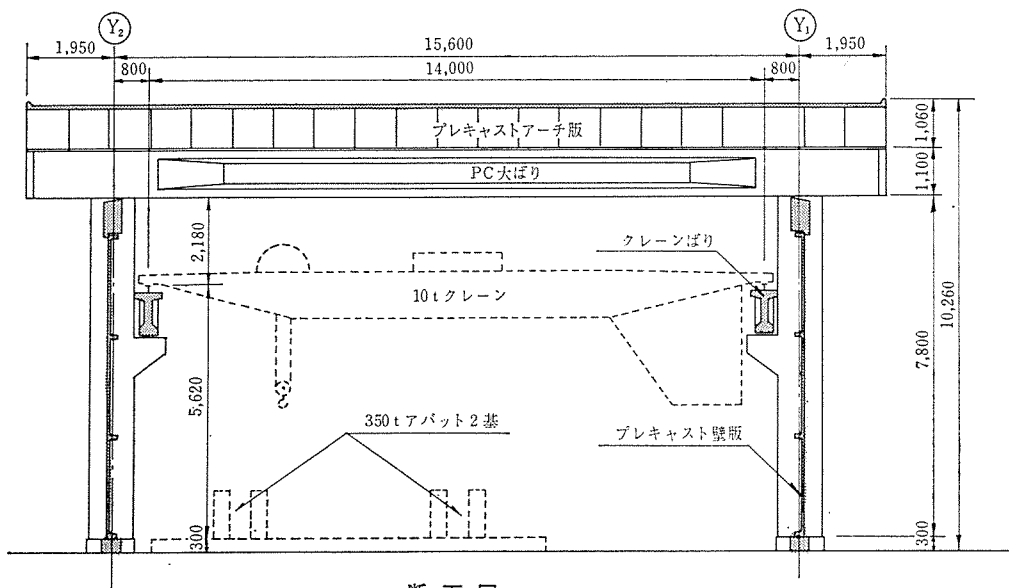
高さ方向に関しては、クレーン巻上げ高さが 4.5 m 以上、デッキ天端より上部障害物下端まで 1.8 m 以上必要であるので、アバットコンクリート天端より、張間方向大ぶり下端までは、最低 7~8 m 必要となる。張間



平面図



立面図



断面図

方向は、すでにアバットのコンクリートが打ち込まれているため、つなぎばりが取れないので、柱脚はピン状態であり、根入れの深さを 1.5 m くらいとすれば、計算上の柱長が 9.3 m と非常に長いものとなる。したがって、トップヘビイの建物となり、屋根に使用する部材の重量が、構造設計を進めるうえで、非常に重要な要素となってくる。屋根材に、プレキャストの曲面板を採用した最大の理由の一つはここにある。

WT 版を使用した場合は、スパン 10 m で、版せいは 30 cm は必要であり、単位重量は 250 kg/m^2 である。アーチ版の場合は、6 cm の版厚で十分であるので、単位重量は 150 kg/m^2 である。この重量の差を具体的に比較してみると、総重量にして、屋根面積 2000 m^2 とすれば 200 t の差となる。建物総重量に対して約 10%、水平荷重時層せん断力に対して約 15%、曲げ応力に対する影響は 図-2 のようになり、PC 部材設計用

度は 18.4 kg/cm², 有効時 14.7 kg/cm²である。計算上はフルプレストレスで設計することもできるが、製作に難点があるので、ハンドリング時に 10 kg/cm²程度の引張応力度が生ずるのは可とした(図-4)。

アーチ版を使用すると、桁行ばりとアーチ版の間にカマボコ型の開口部分ができるが、これを密閉しても、建物の用途上、特に有利になる点はないのでそのままし、換気に利用した。蒸気による促進養生の時間経過は、特に夜業等を行なう場合は別として、普通の場合は、コンクリート打設後、放置時間をおいて送気を開始し、最高温度は午前2時~3時頃となり、以後は放置して自然に温度が低下するのを待つわけである。一般の換気方法が、発生した熱、湿度を直ちに除却して適正環境を保

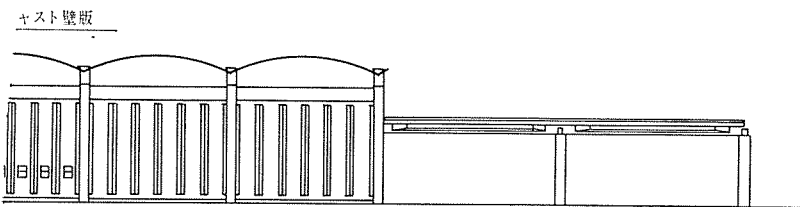
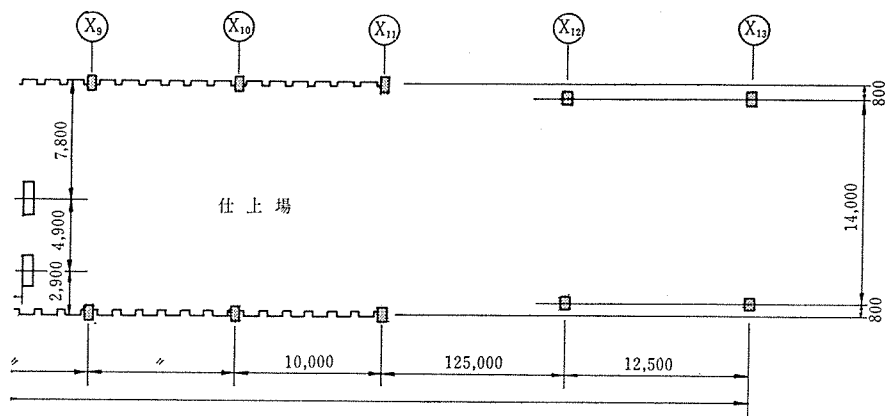
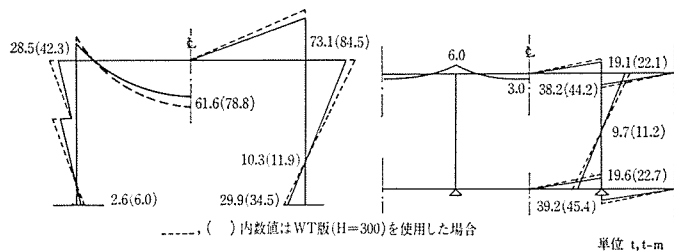


図-2



単位 t, t-m

応力にして 15~25%, PC 大ばりに対して 25% の違いがあり、明らかにアーチ版のほうが有利である。おもな部材断面を 図-3 に示す。チャンネルスラブによる方式は、小ばり等を含めると、重量的には WT 版を使用した場合に近く、部材割が小さくなり架設手間が増え、目地総延長も増えるので、WT 版を使用した場合よりも、不利になることが多い。

アーチ版の設計について簡単に述べると、版幅は、後述の理由により木毛セメント版を打ち込むので、その幅を考慮して 92 cm とした。スパンは 964 cm, ライズは 98 cm で、形状は 2 次曲線 $y=4fl(l-x)/l^2$ の式により決定した。ライズを高くすれば、水平反力が小さくなるので有利であるが、PC 鋼材の曲げ下げ力が大きくなり、製作不可能となるので、この程度のスパンでは 100 cm が限度であると考えられる。ハンドリング時と完成時における引張応力度は、ハンドリング時に 22.9 kg/cm², 完成時に 4.2 kg/cm² である。PC 鋼より線 2×2.9φ を 6 本使用すれば、プレストレス導入時圧縮応力

図-3

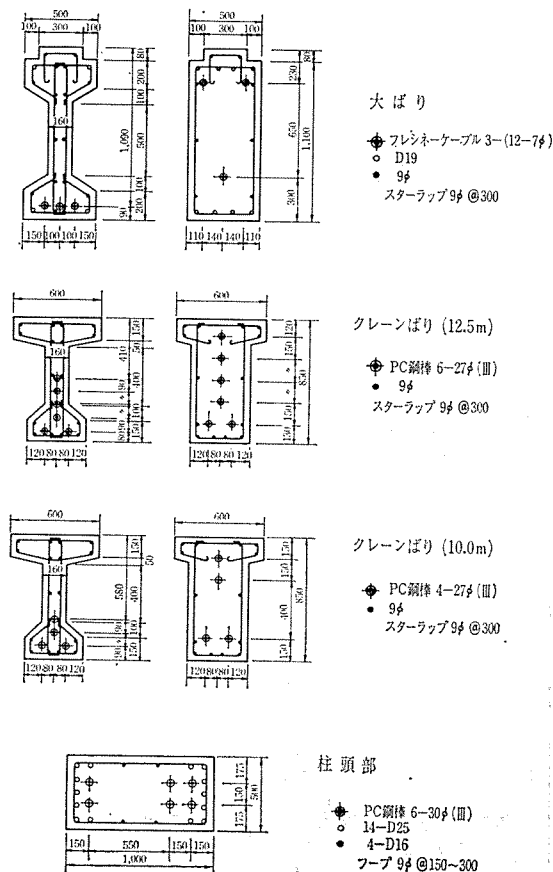
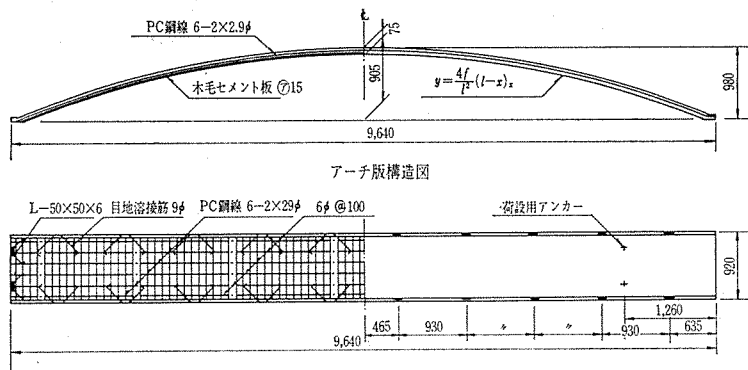


図-4



つと異なって、温度が降下を始めて、作業開始までに5~6時間の余裕があり、その間に適当な温度までに下がっていけばよいので、この程度であれば、開口の大きさ、内部容積から考えても、十分な換気効果を期待できるので特に換気についての装置は考慮しなかった。

騒音防止ということに関しては、プレキャストの表面のなめらかな部材により空間を構成する場合には、しばしば問題となることである。音響計画の立場からいえば、残響時間の適当でないものとか、反射音が1カ所に集中するような空間構成は避けなければならない。その点、アーチ版などは反射音が集中しやすい形であるが、屋根版、壁版の内部に木毛セメント版を打ち込んで、やわらかな粗面とし、吸音効果を期待した。

3. 施工について

3月下旬より、既存施設の撤去、整地を開始し、4月上旬より杭打ちを開始した。これと平行してプレキャスト部材の製作を行なった。実施工程は表-1に示す。当初は、約4カ月程度で完成する予定であったが、4月から5月にかけて、例年に比して雨天の日が非常に多いうえ、工場敷地全体の排水が悪く、排水作業がうまく行かなかったことと、旧施設(旧三菱重工業飛行機製作所)の基礎コンクリートなどの撤去に時間を取られたことによる。全体としての工事内容は、ごく一般的なPC構造物であるので詳細は省略して、新しい試みであるプレストレストコンクリートによる、プレキャスト

表-1 実施工程表

	4月		5月		6月		7月		8月	
	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
準備工										
現 杭 打										
場 土 工 事										
工 事	RC, PC工事									
	クレーンばり架設									
	大ばり架設									
	壁版架設									
	屋根版架設									
仕上補修										
部 材 製 作	クレーンばり									
	大ばり									
	壁版									
屋根版										

アーチ版の製作と架設の内容について報告する。

(1) 製作について

製作計画をたてるにあたっての問題点は、それぞれが相互に関連しているの、各々に切り離して考えることはできないが、その中のおもなものをあげると、1) 型わくの構造、形式をどうするか(平打ちにするか、立打ちにするか、PC鋼材による力加わるのか)、2) コンクリート打ちの方法によって、PC鋼材をどのような

装置で曲線配置とするか、3) 緊張装置はどうか、4) 脱わく、取り出しをどのような方法で行なうかなどである。

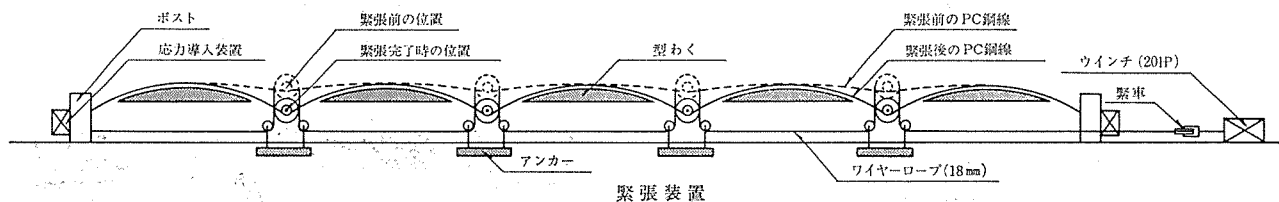
まず、型わくとコンクリート打設の方法であるが、立打ちの方法としては、アーチ版の内々を合わせて、紡錘形を連続させた方法が考えられるが、この方法の一番の利点は、PC鋼材を曲げるための反力(平打ちの場合の曲げ上げ下げ反力)が大きくなってもしつかえないこと、そのためのアンカーを必要としないこと、こて面が片側木端のみになるので、製品表面がきれいに仕上がるなどである。欠点としては、型わく面積が倍近くになるので、一列に何枚入れるかにもよるが、数量がまとまらないと割高となること、版厚によってはコンクリートの打込みができないことがあること、製品を起こすための装置が必要となることなどである。今回程度の数量(210枚)では引き合わないと考えられるので、平打ちとした。

平打ちによる場合の問題点は、PC鋼材の曲げ下げ方法と、アンカーである。型わくはランガー橋の骨組みのような構造とし、アングルを溶接して骨組みとし、上面に3.2mmの鋼線を張った。

アバットには、アンカーに使用するためのものが埋設されていないので、コンクリートをはつり取り、長さ1mのH型鋼を曲げ下げ点1カ所に2個埋め込んだ。1カ所につき8tの反力となるので、1個につき4tとなる。コンクリートの打継面の耐力に不安があったので、あらかじめ引抜き試験を行ない、10t以上の耐力があるのを確認した。

曲げ下げ装置は、現在一般的には、ウマを設けて、ジャッキか人力によりハンドルを回転させ、PC鋼材を上げ下げする方法が行なわれているが、人力による場合はPC鋼材破断、器具の損傷に伴う、万に一つの危険が付きまとうこと、型わくを5連かそれ以上にも連ねる場合は、各点の曲げ下げ速度の違いにより、各点に導入される緊

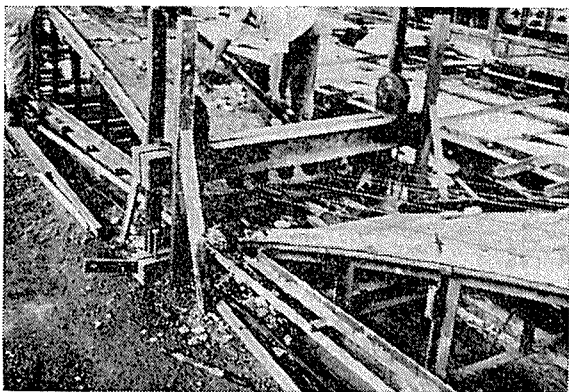
図-5



張力にアンバランスを生じる。この影響は、P C鋼材と他物体との間に摩擦がある場合には特に著しい。今回の場合はこれに該当するので、図-5 のような方法を考案した。

P C鋼材は、所定の長さに切断して、プレテンションに使用する応力導入装置を介して定着する。今回の場合アーチ版のライズが大きいために、緊張後のP C鋼材の長さから緊張による伸びを差し引いた長さが、型わく頂点を直線で結んだものより大きいので、曲げ下げする前に予備緊張を行なう必要はなく、図-5 の破線のようになる。したがって、緊張力は、曲げ下げを行なうことによって導入することになる。P C鋼材を曲げ下げる装置は、溝形鋼を2丁合わせにし、P C鋼材を受けるところは、外径 86 mm のベアリングを配置し、ワイヤーロープを受けるところは外径 200 mm のベアリングを配置した。曲げ下げるときに、横振れ、転倒を起こさないように、埋め込んだアンカーにガイドを取り付けた(写真-2)。

写真-2 アーチ版製作



ウインチを巻き、ワイヤーにより曲げ下げ装置が引き下げられると、所定の位置のストッパーにより位置が決められて、ピンをさし込んでアンカーする。つぎに両端の応力導入装置を逆に使用し、両端の版の緊張力を補正してやり、ワイヤーロープをゆるめ、配筋、わく組み、コンクリート打設をするわけである。スペーサーは 40 × 40 mm、厚さ 30 mm のコンクリート片を用いた。コンクリートの配合を表-2 に示す。

なお、製作中にループ計、ループリング計を用いて緊

表-2 アーチ版コンクリート調査表

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	水セメント重量比 (%)	セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	絶対細骨材率 (%)
15	6±1	38.5	430	165.5	777.5	1 024	44

写真-3 アーチ版製作

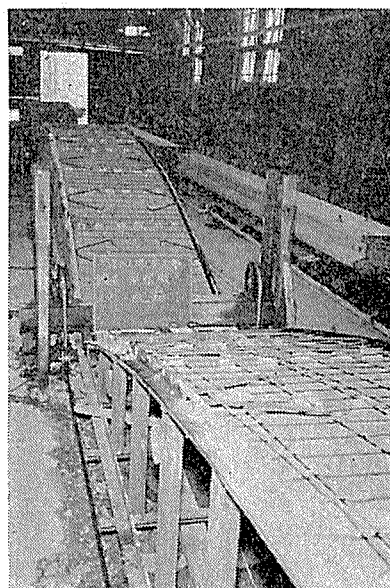
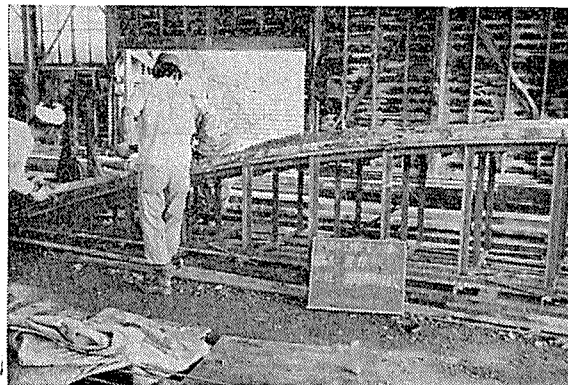


写真-4 アーチ版製作



張力を実測したが、その誤差はほとんど無視できるものであった(写真-3, 4)。

(2) 架設について

アーチ版の重量は、版1枚あたり 1.5t である。アーチ版の水平反力は 2.7 t/m となるので、P C 大ばりの横方向剛性を無視した計算を行ない、タイバーにより処

図-6

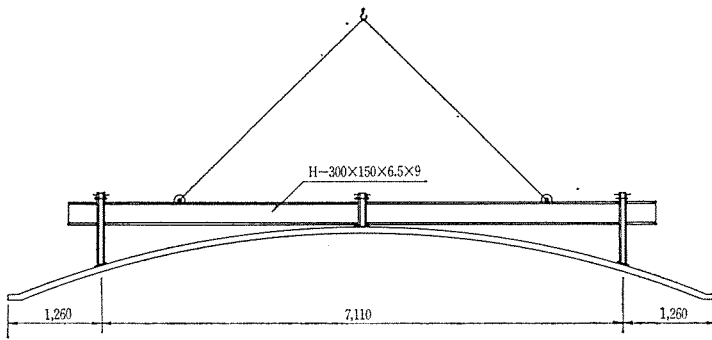


写真-5 PC 大ばり架設

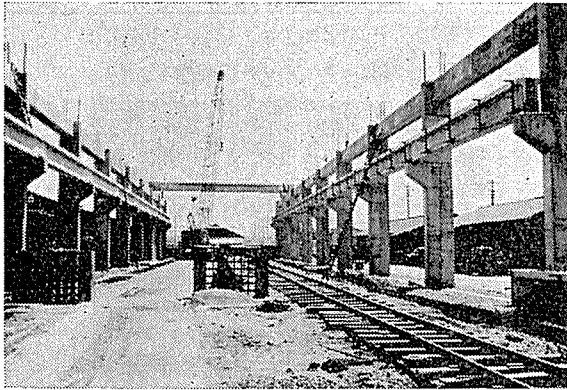


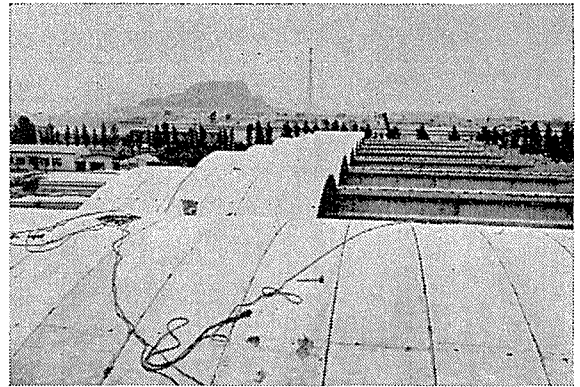
写真-6



理することにし、
25φ丸鋼を2.6m
のピッチで1スパンに5本使用した。架設、すえつけまでは版の水平反力が取れないので、版の上表面にアンカーを埋め込んでおき図-6に示すようなサブビームにより版形を保持させて、脱わく、小運搬、架設を行なった。仮置きは、3点の高さを保持する仮置き台を設けて、栈木を間にはさみ、10枚を限度に積み重ねた。

架設は、15tトラッククレーンにより行なった。架設の順序は、まず建物の外側から架設可能な6枚を、順次10スパン架設し、つぎにクレーンを、アーチ版を架設する一つ手前のスパン内に入れ、PC大ばり越しに、まずタイバー5本を張り、残りのアーチ版15枚を架設し、つぎのスパンに移動するという工程を繰り返した

写真-7



(写真-5~7)。

仮置きの際の、仮置き台の高さの不一致で、版形に狂いが生じたが（仮置き期間が約2カ月と長かったため）0.5cm くらいのライズの違いならば、版剛度が非常に小さいので、バール、鋼棒等でこねて、容易に調整することができた。架設完了時の隣り合った版のライズの違いは、およそ2cm 以内におさまっている（写真-8）。

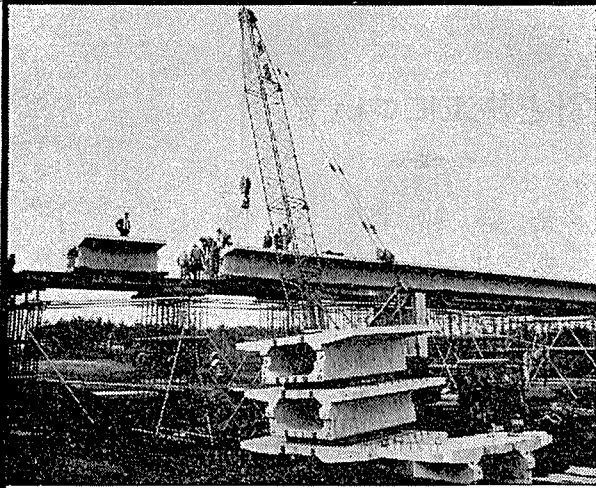
架設に要した期間は、延べ9日、70時間で、1日平均約23枚強を架設したことになる。

4. 結 び

本建物は完成後約半年を経過し、現在稼動中である。最も懸念された音響障害のクレームも、今のところ出ていないようである。本報告は主として、プレキャストアーチ版の設計・製作・施工を中心に行なったが、プレストレストコンクリートによるプレキャストアーチ版とすることにより、重量を大幅に軽減することができた。

その特異な形状により、建築意匠、使用場所に制限を受けることになるが、アーチ版の持つ特性をうまく生かして使えば、まだまだ用途が開けるものと思う。本報告が多少とも読者諸賢の参考になれば幸いである。

1971.3.22・受付



プレストレスト・コンクリート

○各種構造物の設計・施工

BBRV, フレシナー, MDC, SEEE工法

○セメント二次製品の製造・販売

PC製品(桁, ハリ, 版類, マクラギ)

ボール

パイル(PC, RC)

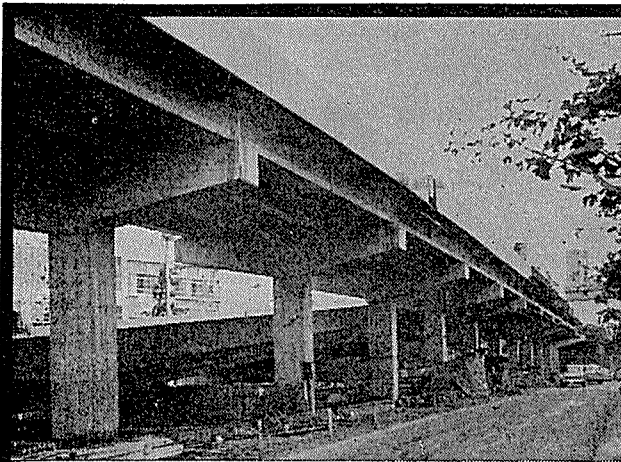
ブロック類

日本道路公団 東関東自動車道架道橋
(ブロック工法による2径間連続箱桁)



北海道ピー・エス・コンクリート株式会社

本社・東京営業所	東京都豊島区北大塚1丁目16番6号(大塚ビル)	電話 東京(918)6171(代)
札幌営業所	札幌市北三条西4丁目(第一生命ビル)	電話 札幌(24)5121
大阪営業所	大阪市北区万才町43番地(浪速ビル東館)	電話 大阪(361)0995~6
福岡営業所	福岡市大名1丁目1番3号(石井ビル)	電話 福岡(75)3646
仙台事務所	仙台市元寺小路172番地(日本オフィスビル)	電話 仙台(25)4756
名古屋事務所	名古屋市中区錦3丁目23番31号(栄町ビル)	電話 名古屋(961)8780
美唄工場	美唄市字美唄1453の65	電話 美唄4305~6
幌別工場	北海道幌別郡登別町字千歳	電話 幌別2221
掛川工場	静岡県掛川市富部	電話 掛川(2)7171(代)



首都高速度道路高架橋

プレストレスト コンクリート 建設工事 フレシナー工法 MDC工法

設計・施工
部 材
製造・販売

豊田コンクリート株式会社

取締役社長 西田 赫

本 社	愛知県豊田市トヨタ町6	電話 0565 (2) 1818(代)
名古屋営業所	名古屋市中村区笹島町1-221-2	電話 052 (581) 7501(代)
販売本部販売部	東京都港区西新橋2-16-1 全国タバコセンタービル2階	電話 03 (436) 5461~3
工 場	豊田工場・海老名工場	