

## 三萩野高架橋の設計と施工

高 瀬 浩 一\*  
 樋 渡 則 章\*\*  
 熊 岡 禎 二\*\*\*

### 1. ま え が き

三萩野高架橋は、北九州市の小倉区を高架で通過する北九州道路の一部であり、国道 10 号線を立体交差するディビダーク方式 PC 橋である。

本橋の架設地点は、国道 3 号線との交差点に近く、路面電車（西日本鉄道）を中央に有し、両側に 3 車線の車道、その外側には歩道を有する交通量が当市で最も多い地点である。

本橋の特長は、上記交通量の多い地点に、安全に、かつ短期間に架設するため、4 車線の幅員（総幅 17.75 m）を有する、3 ボックス断面の PC 構造を採用したことである。

工事は昭和 47 年 2 月着工、昭和 48 年 7 月に完成した。

### 2. 計 画

本橋を採用するについて、次の条件を考慮し決定した。

当地点が日交通量 6 万台/日の交通量を有し、西日本鉄道の路面電車が、朝 6 時より 24 時まで運転している。また迂回路がないため交通止を行わない架設方法が必要である。また前後の高架を、鉄筋コンクリートホロースラブにしたため、美観的にもコンクリート構造がよく、また基礎構造も浅い位置に砂岩層があり、杭基礎で安全に施工可能と認められた。

以上の理由からディビダーク方式 PC 橋を採用することにした。

したがって、本橋の設計方針は次のことを満足するようにした。

1) 国道 10 号線の建築限界に支障のない最小限のスパンで跨げばよい。

2) 10 号線上が縦断線形上クラウン部にあたるので、できるだけワーゲン施工に必要な余裕高を小さくし、高

架全体の経済性をはかる。

3) 側径間はできるだけ短くし、高架全体としての経済性をはかる。

4) 施工上安全性の高いことが絶対条件であり、最も実績の高い施工方法を採用する。

5) 施工期間の短い構造とする。

以上のことを考慮してセンターヒンジ方式の 3 径間ラーメン橋とし、4 車線一体構造とし 3 ボックス断面構造とした。

### 3. 設 計

#### (1) 設計条件

橋 種：PC 道路橋

工 法：ポストテンション片持架設工法（ディビダーク工法）

形 式：3 径間連続有ヒンジラーメン橋

橋 格：一等橋

橋 長：139.0 m

支 間：34.5+69.5+34.5 m

幅 員：17.75 m（車道 8 m×2）

荷 重：TL-20

舗 装 厚：50 mm

地震係数： $K_H=0.14$   $K_V=0$

主要材料：コンクリート  $\sigma_{CK}=400 \text{ kg/cm}^2$

PC 鋼材 SBPR, A 種 2 号

鉄筋 SD 30

#### (2) 主桁の設計での問題点

a) 橋脚アンバランス モーメント 主桁の設計においての問題は、3 径間連続有ヒンジラーメン橋の場合、中央径間と側径間のスパン比が標準で 1.4 であるのに本橋では 2.0 であり、非常に側径間が短いという点にあった。このことが橋脚に大きなアンバランス モーメントを生じさせ（図-2 参照）、下部構造物に悪影響を与えたり、側径間端部の支承に上揚力を与えたりする。したがって、設計するときアンバランス モーメントを消すために、次のように PC 鋼材配置およびカウンターウェ

\* 日本道路公団北九州工事事務所工務課長

\*\* 住友建設株式会社 九州支店

\*\*\* " 土木部 PC 設計課

イトを設置を考慮して処置することとした。

1) PC鋼材配置：プレストレスによる偏心2次モーメントで橋脚アンバランスモーメントを消去しようとした。側径間のPC鋼材の施工ブロックでの定着数を片持架設に必要な最少限の数にし、できるだけ桁端部での定着数を増すようにした。また鋼材は桁の上縁に配置し、鋼材の曲げ下げは極力少なくした。その結果、側径間端部の有効プレストレスによる2次反力は133tの上揚力を生じ、それによる2次モーメントは-4609tmとなりアンバランスモーメントの大部分を打ち消した。

2) カウンターウエイト：側径間端部の上揚反力に抵抗するため、アンバランスモーメントを打ち消すために、橋脚の曲げモーメントを最大にする位置を、側径間から影響線で求め、その位置にカウンターウエイトを設置した。なおカウンターウエイトとして、コンクリートを125tを載荷した。

**b) 曲線桁による影響** 本橋はクロソイドを含む曲線桁(最小 $R=400$ m)である。したがって、桁の曲りによるねじりの影響が相当大きいと考えられ、ねじりによるせん断応力の検討を行った。

ねじりモーメントの計算をするための構造は中央スパンを取り上げ、等桁高・等曲率の円弧曲線突桁の単純化したモデルに、自重・静荷重を載し、活荷重を全載荷または片側車線のみを載荷することにより求めた。

せん断応力度は、単純ねじり理論により箱桁によるための2次せん断流を考慮して計算を行った。そのせん断応力度と、荷重によるものとを加算し、斜引張応力度を計算し、それが許容値内(せん断力とねじりによる応力)にあるかどうかを検討した。

(3) 床版の設計

床版の設計にあたって構造を図-3に示すボックス型

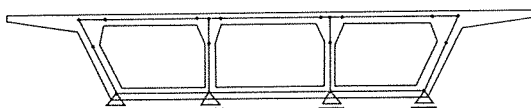


図-3

のラーメンと考えた。断面力はすべての格点の変位、回転量を未知数とする多元連立方程式を解く変位法の電算プログラムを用いて算定した。

荷重としては、自重および静荷重と活荷重はPC道示8.4に与えられている式によって解いた。プレストレスによるものは、軸力・偏心により生ずる応力と、その2次モーメントによる応力を計算した。計算する過程において、本橋のような多重箱桁でしかも幅員が大きい場合、プレストレス軸力による2次モーメントによる影響が相

当に大きく、許容値内におさめるのが非常に困難であった。

4. 施 工

(1) 概 要

架設地点は前述のとおり交通量の多い国道上であり、飛来落下防止に細心の注意を払わねばならなかった。

西日本鉄道の路面電車の架線と橋体の下スラブ下端との余裕が2mと制限されている。

このためワーゲンの構造を一部改造した。また作業床は上昇、下降ができるよう配慮した。以下施工の概略を述べる(図-4)。

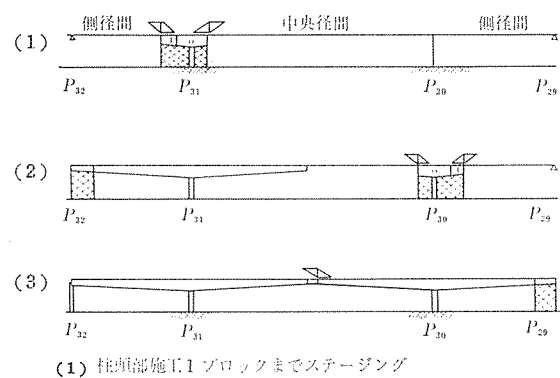


図-4

1) 柱頭部の施工：作業用地が橋面下のみに限られているため、ワーゲンの組立順序の関係上、柱頭部0ブロックと側径間の1ブロックをステージング施工を行った。

中央径間側のワーゲンを組立て、連続的に側径間側のワーゲンを組立てる。この間には中央径間側の型わく、鉄筋その他の工事を並行して作業した。そして、各ブロックごとにバランスを保ちながら作業を進めた。

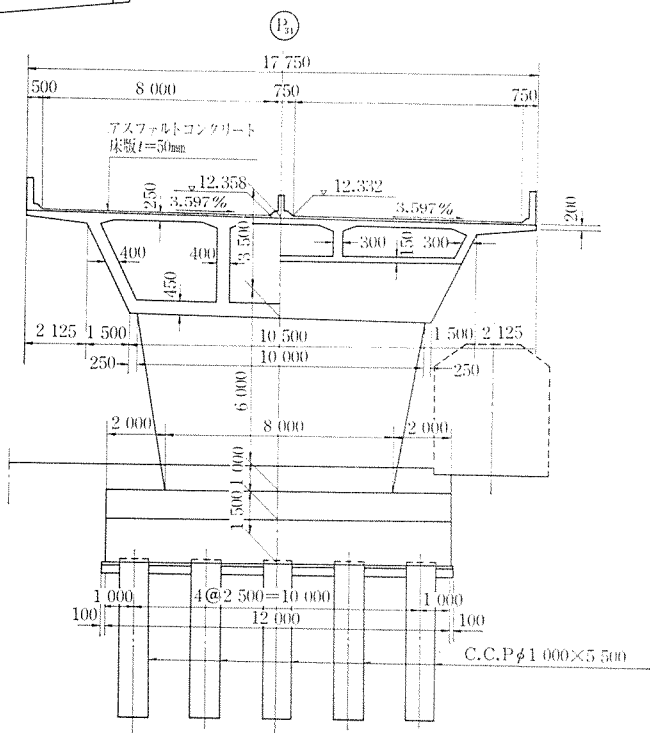
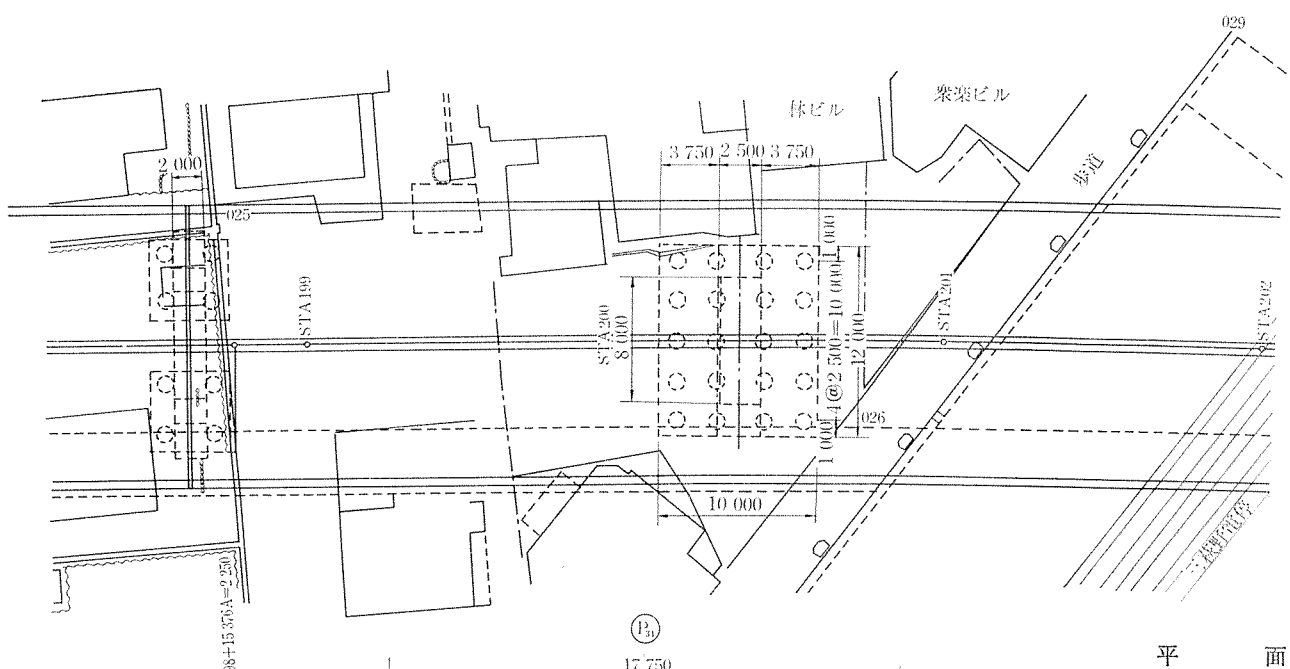
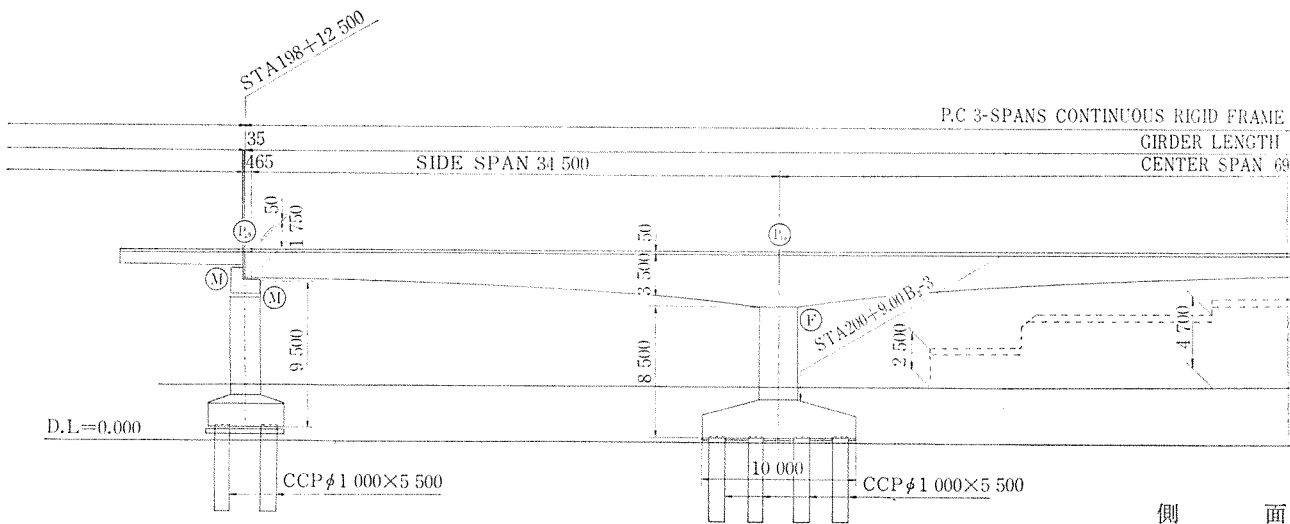
2) ワーゲンで所定の位置まで施工され、側径間の支保工部分と中央径間の連結部を残しワーゲンは撤去される。この期間までにP30側の柱頭部は施工が完了された状態となる。

撤去されたワーゲンはP30に移され繰り返しの施工となる。

3) 両側の側径間の施工が完了したのち、中央閉合部が施工される。

設計時と施工時の構造系の違いによる主桁の断面力の違いをなくすためP29, P32支点において反力の調整を行う。

設計計算は全ステージング状態で計算を行い、施工時は片持施工を行うために曲げモーメントの状態が違ってくる。



平面  
図-1

断面図  
図-1

新橋線  
STA202+0.900

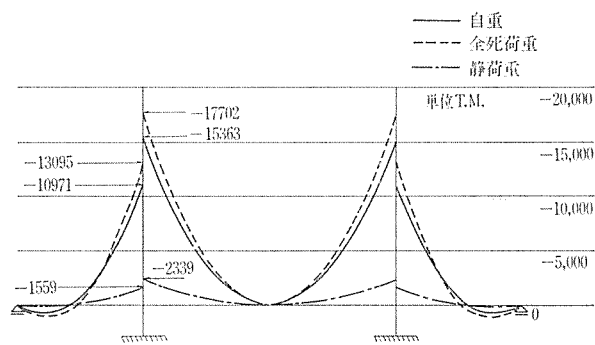
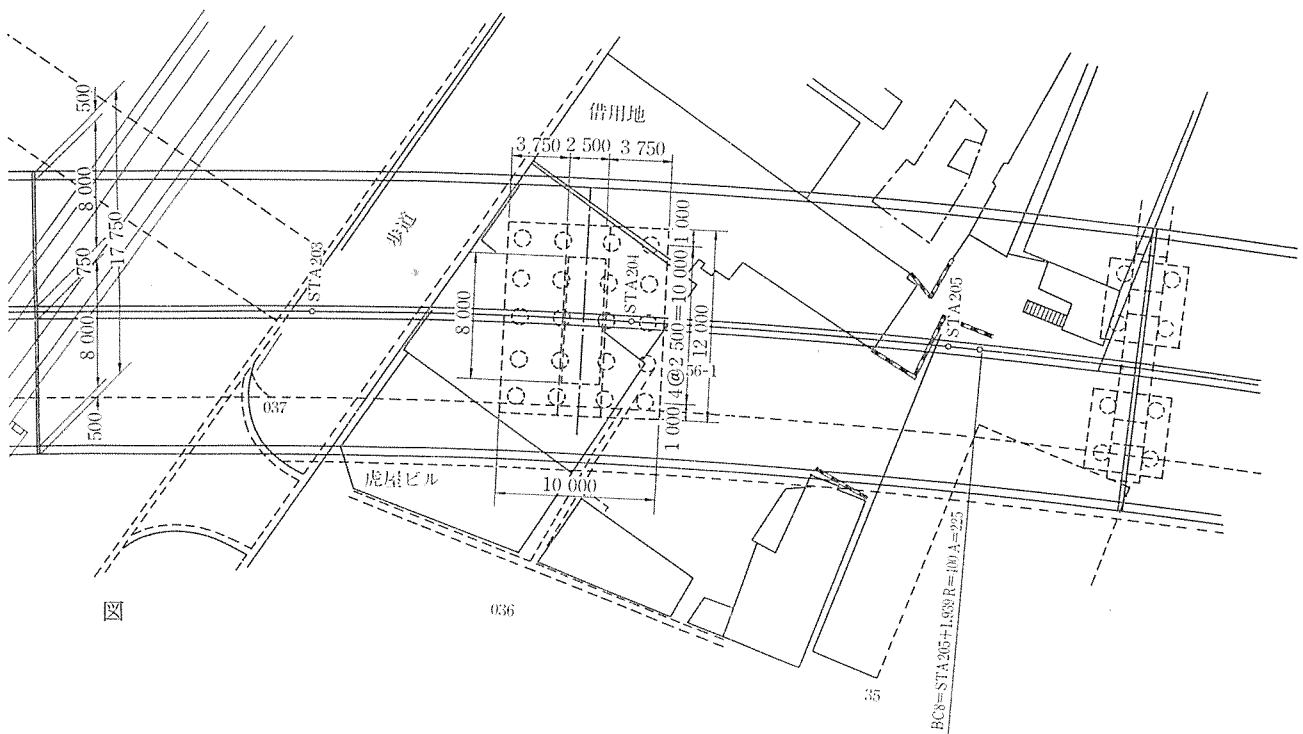
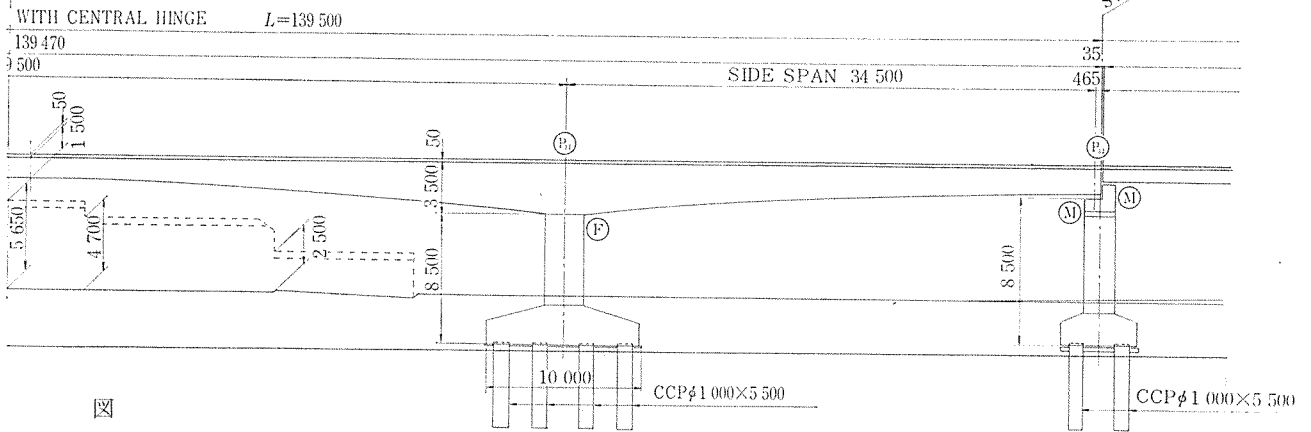


図-2

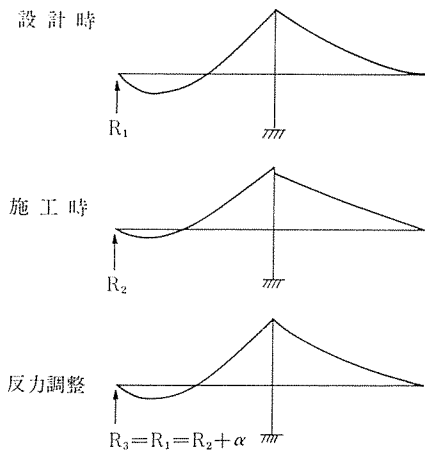


図-5

施工時の支点反力  $R_2$  にいくらかの反力を加えて  $R_1$  反力と同じくすることによって設計時の曲げモーメントと一致させることができる。

(2) 柱頭部の施工

市の中心部でビルや家屋が近接し、一般図に示す  $P_{31}$  横の 30 坪が唯一の借地可能な場所であった。しかし 5 m の歩道があるため 10 号線側からの車両の出入りを禁止し、すべて高架下の通路を使用した。 $P_{31}$  側は柱頭部施工後、すべての材料はこの借地より橋面にセットしたユニバーサルクレーン（最大 2.8 t 吊）により上げおろしをした。

しかし、 $P_{30}$  側においては借地もできず、高架下の用地内のみから材料の上げおろしを余儀なくされた。 $P_{30}$  側の側径間のワーゲンを組立てた後は材料の上げおろしは図-10のごとく 28 t 級のトラック クレーンが必要となった。

ワーゲンを組立てる最小スペースは 5.8 m 必要であ

り、2つ連続して組み立てる場合は約 12m のスペースが必要となる。

柱頭部を広く作るためにはそれだけ資材および工費がかかるが、工程からすれば2台目のワーゲンを組み立てる間に1台目のワーゲン部の型わく鉄筋鋼棒の作業が連続的に施工でき、工期の短縮ができる。

この場合は工程の短縮と側径間のワーゲンを組立る前に中央径間側の材料をできるだけ橋面に確保するために側径間1ブロックまでステージング施工とした。

支保工の支柱はペコサポート P-16、横ばり縦ばりは 200×200 の H 鋼材を使用した。なお、H 鋼材のウェブの座屈を考慮しキャンバーをかませた。つなぎは単管パイプ、張出部にはパイプサポートを使用し勾配の変化に対処した。

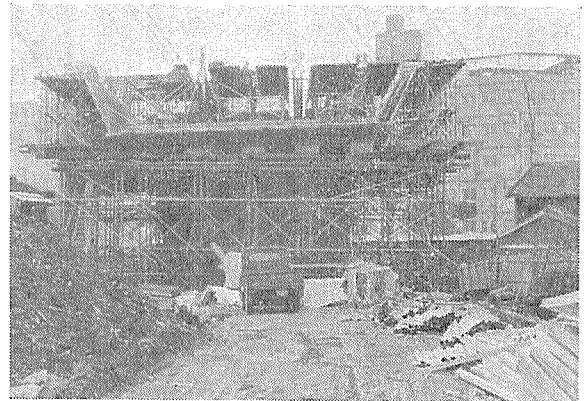


写真-1

なお、下スラブの縦断方向の変化（桁高変化による勾配）と横断方向に対する変化（カーブによる横断勾配 max 4.5%）に対して 図-6 のようにコンクリートにより勾配を取らせた。

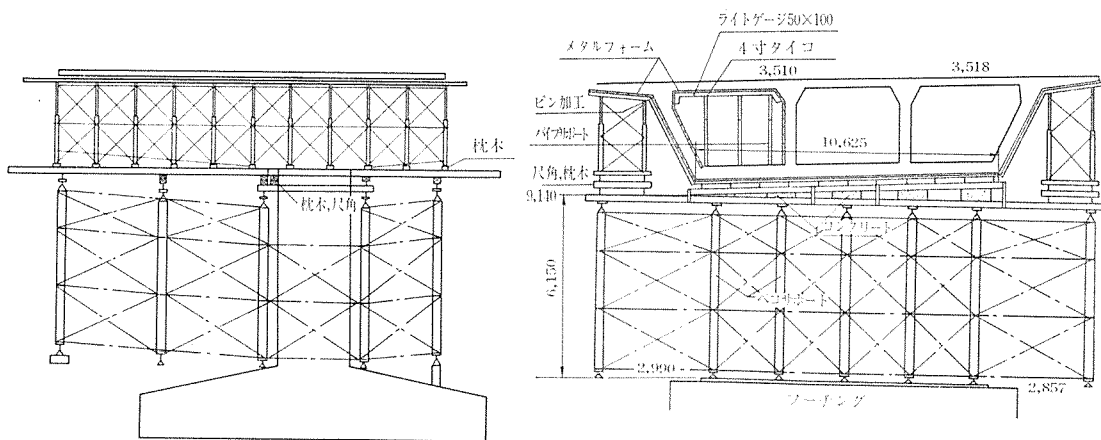


図-6 支保工計画  $P_{31}$

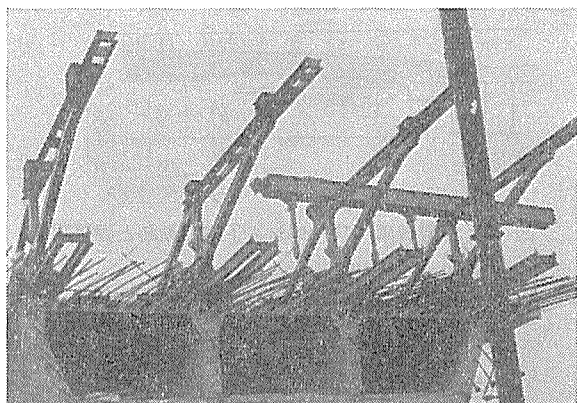


写真-2

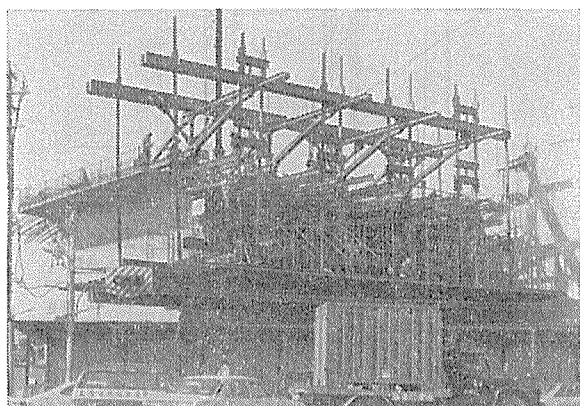


写真-3

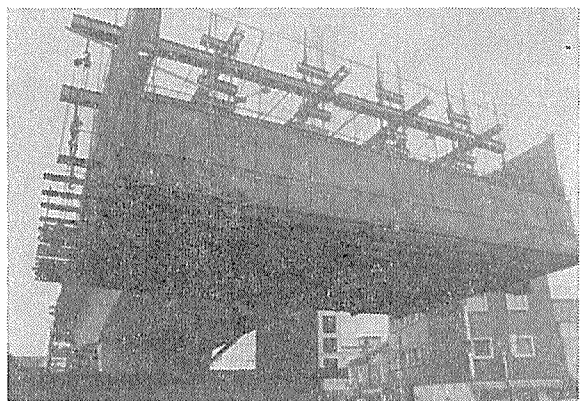


写真-4

型わくは外側全面メタルフォームを使用し、下スラブ、ウェブ、上スラブの3段階に分け組立てた。

コンクリート打設についてコンクリートタワーによる打設、クレーンによる打設、ポンプ車による打設等が考えられた。これらの方法について、設計および構造上、施工上の点についてメリットとデメリットの割合を総合して検討し、最終的にコンクリートポンプ車による打設にふみきった。

ポンプ車による打設の可否を判断するために試

験打設 (30 m<sup>3</sup>) を行い、配合、スランプ強度について検討した。

ポンプ車：三菱シュービング 125B5

スランプ：8 cm

コンクリート配合： $\sigma_{CK} \geq 2400 \text{ kg/cm}^2$

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg)	セメント (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和材 (kg)
38.0	39.5	152	400	734	1125	ポゾリス 1.0

打設速度：1時間 20 m<sup>3</sup> 程度

ポンプ圧：スランプ 8 cm - 60~70 kg/cm<sup>2</sup>

スランプ 6 cm - 70~90 kg/cm<sup>2</sup>

以上のような結果が得られた。

(4) ワーゲン施工

a) ワーゲン組立および解体 作業の略図は 図-7 のとおりである。

また組立順序は 図-8 に示すとおりである。

① レール組立、② 主体トラス、③ 横ばり、④ 吊材、⑤ 床受横ばり、⑥ 床の組立、⑦ 型わく受横ばり、⑧ 型わく受ばり、⑨ 上スラブ受ばり、以上の順序となる。

中央径間側のワーゲンは国道 10 号線側からの組立が電車架線、通信線、有線、動力線等のため不可能であるため、柱頭部に 11 t のトラック クレーンをあげ、このクレーンにより組立てた。

側径間のワーゲンは、橋面のクレーンをおろした後 28 t のトラック クレーンにより組立てた。

解体の場合、側径間のワーゲンは最終ブロック部で中央径間のワーゲンは⑦⑧⑨の各部材を解体後、柱頭部の位置までバックさせ、床材の⑤⑥を解体させた後、再度橋面に乗せたトラック クレーン (11 t) によって①~④を解体した。

b) ワーゲン部の施工 工期が非常に緊迫しているため夜 10 時までの作業を通常とし、最初から突貫工事の態勢を取って臨んだ。

コンクリートはすべてポンプ車 (三菱シュービングポ

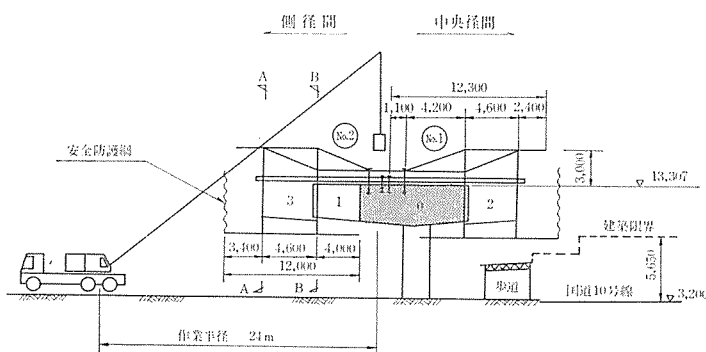


図-7 作業略図

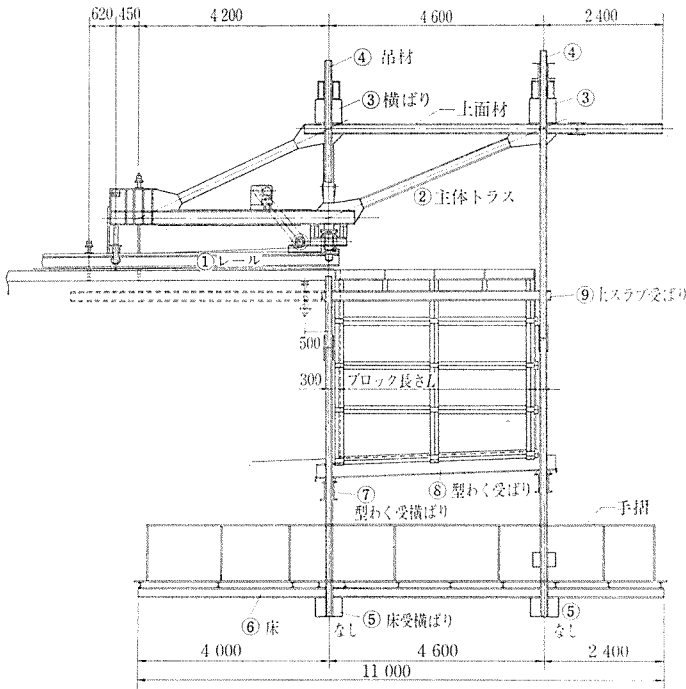


図-8

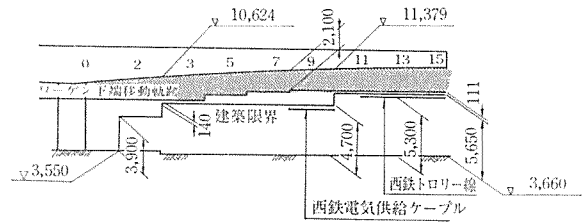


図-9 作業台車(ワゴン)下端の軌跡と建築限界

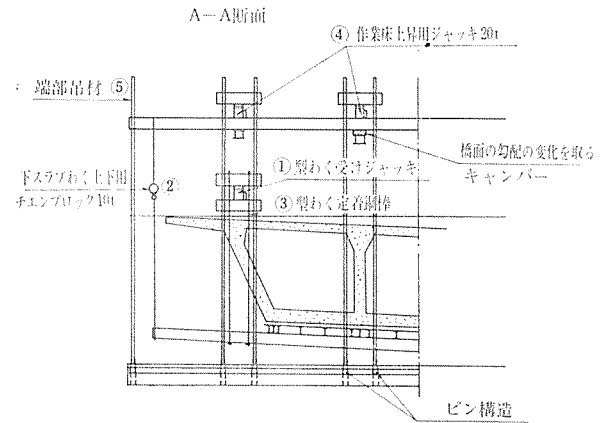


図-10 ワゴンの作業足場の引上げ

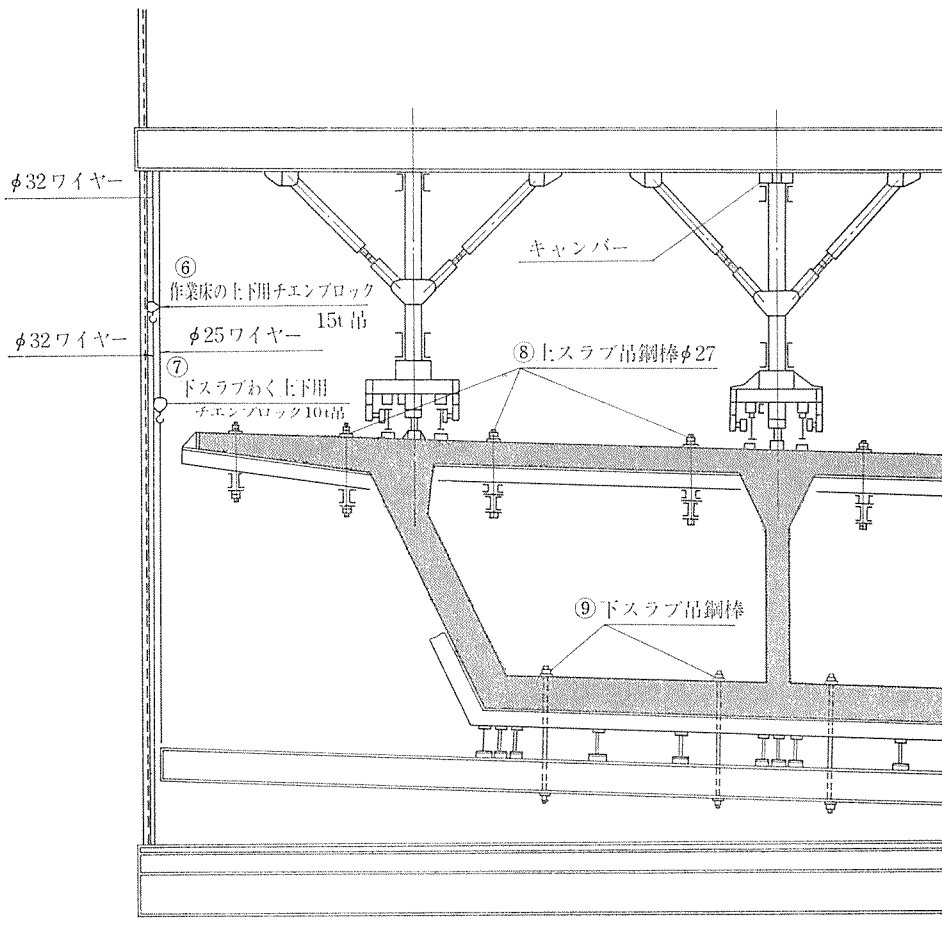


図-11

ンプ、5インチパイプ使用)にて打設した。最長の配管距離は70mに達したが、何等支障はきたさなかった。

ただし生コン車の切れ目の時間は20分を越えることは許されなかった。なお配合は前記のとおりである。

配管段取：約1時間

打設速度：約15~20m<sup>3</sup>/時間

スランプ：8~10cm

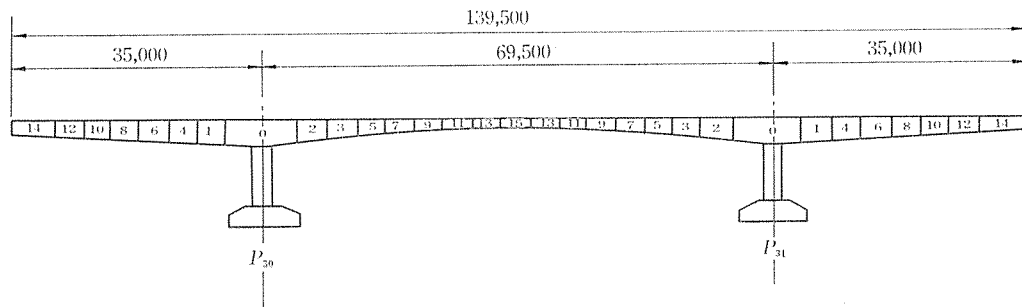
コンクリート強度：平均  $\bar{X}=454.8 \text{ kg/cm}^2$  ( $\sigma_{28}$ )

測定弾性係数：平均  $\bar{E}_C=4.04 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  ( $\sigma_{28}$ )

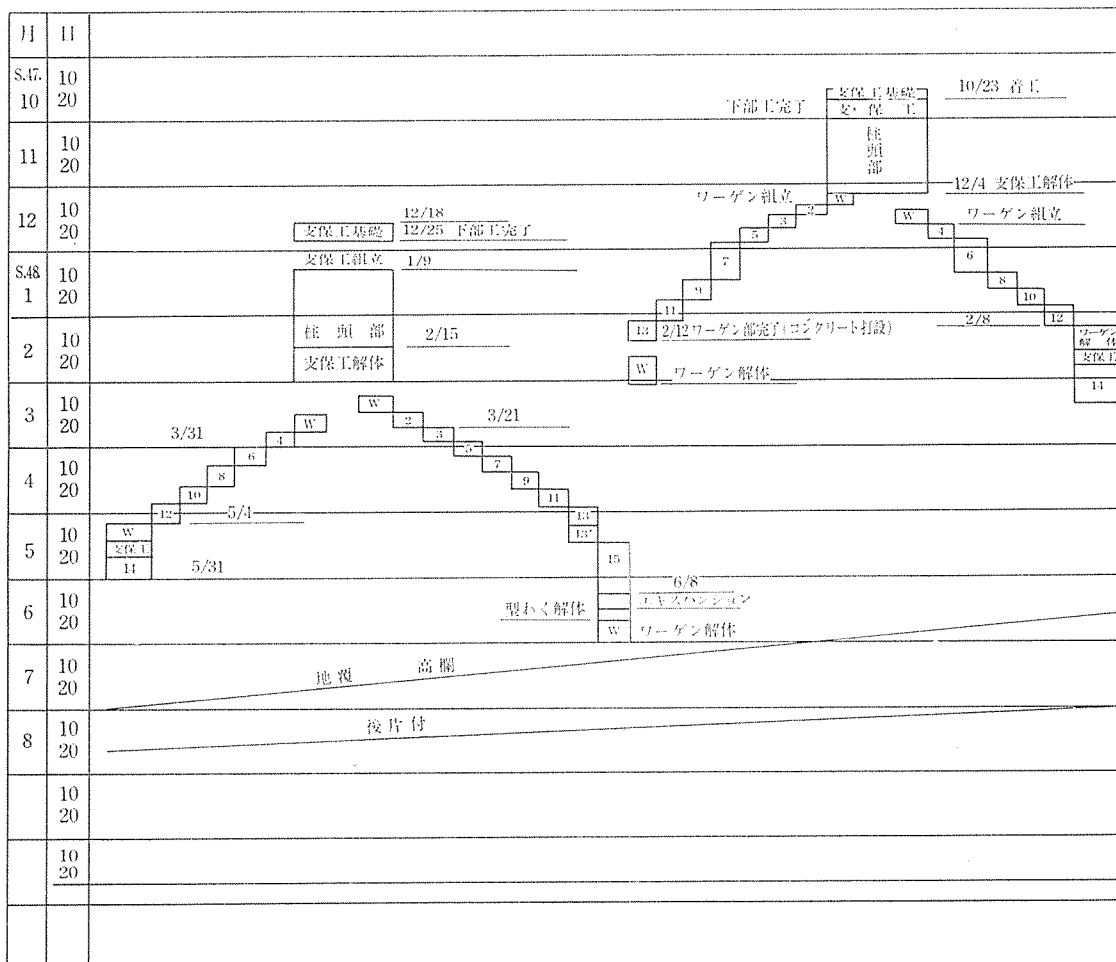
c) ワーゲン移動と床の上げおろし ワーゲン下端と建築限界との関係は図-9に示すとおり余裕がほとんどないといってよかった。

ワーゲンの作業床の上昇のための作業順序は図-10の中で説明すると

① 型わく受けジャッキを下げ、型わくをおろす。この時点で②の下スラブわく上下用のチェンブロックも同



ワーゲン2組(千台)



(注) デイビダーク橋の外にホーンスラブ橋およびPC単純T桁橋の施工を同時に行ったために若干の工程のむらが出てきている。

図-13 三萩野高架橋実施工程



時にゆるませておく。ある程度下った状態で下スラブの型わくの荷重を②のチェンブロックにかける。③の型わく定着鋼棒を完全にゆるませ解放する。次に作業床の上昇用ジャッキ④を使用し作業床を徐々に上げていく。ワーゲンの先端部はこの方法で繰り返される。

図-11の後方においては、⑧上スラブ吊鋼棒、⑨下スラブ吊鋼棒をゆるめ、下スラブの型わくは完全に⑦の下スラブわく上下用のチェンブロックにかけるようにする。この状態では前方の②で吊られるIビームと後方の⑦で吊られるIビームが不安定となり、ねじれる状態となるので、中間にねじれ防止のチャンネルを配置した。

床の上げおろしは⑥の床上下用のチェンブロック(15t)で行った。

なお道路幅員が約18mあるために、従来の中型ワーゲンを2台連結させた。その連結部はピン構造とし、横断勾配の変化に対処した。しかしこのピン構造も解体時にはワーゲンを組立時の位置まで後退させなければならなかったため、ピン構造部の補強をしなければならなかった。

d) 工 程 ワーゲン施工区間の1サイクルの工程は図-12に示すとおりである。

e) 実施工程 (図-13)

f) 安全設備 写真-2に示すとおり、側面および

工 種	日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
型 わ く		■	■	■	■						
鉄 筋		■	■	■							
鋼 棒		■	■	■							
コンクリート						■					
養生						■	■	■	■		
緊張									■	■	
ワーゲン移動										■	■
作業床の上下											■

図-12

前面に対して金網(10mm目)を2重に張り、その内側をシートで張り完全に覆った。作業床には万能鋼板(t=3.2mm)を完全に敷きつめ、その上をシートで覆った。

あとがき

以上三萩野高架橋の設計施工の概要を述べたが、今後の市街地でのディビダーク方式PC橋の施工に参考になれば幸いである。

なお、床版、主桁の応力の状態を確認するため、応力測定を実施したかったが、工期的な問題からできなかったのは残念である。

1973.11.13・受付

PC構造物設計図集発売について

当協会では、「PC構造物設計図集」を本会編集、(株)技報堂発行の形で出版しておりますのでお知らせします。

本書は、本協会誌「プレストレスト コンクリート」の末尾に掲載致しておりました折込付図を、協会誌編集委員会の手により、PCの設計・施工にたずさわるの方々のご使用に便利なように、土木編(32編)・建築編(28編)・その他(4編)の三部門にわけ、それぞれに写真・説明等を入れ、わかりやすく編集したものです。皆様のお手元にぜひお備え下さいませよう、おすすめ申し上げます。

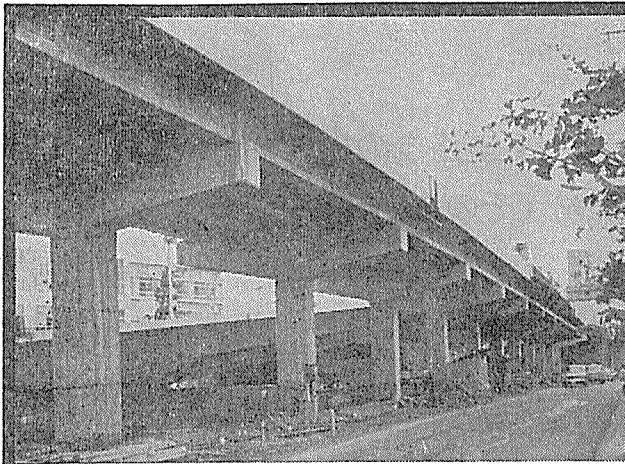
体 裁：B4判 133 ページ 活版印刷

定 価：1500 円 会員特価：1200 円 (〒200 円)

申 込 先：〒102 東京都千代田区麴町1の10の15 紀の国やビル2階

社団法人 プレストレスト コンクリート技術協会

TEL (261) 9151 振替 東京 62774 番



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 愛知県豊田市亀首町向イ田65 電話 0565(45)1888(代)  
名古屋販売本部 名古屋市中村区笹島町1-221-2 電話 052(581)7501(代)  
東京販売本部 東京都港区西新橋2-16-1 電話 03(436)5461~3  
工場 豊田工場, 海老名工場



阪神高速道路/守口高架橋

## プレストレストコンクリート

構造物の設計・施工  
(BBRV・フレシナー・SEEE工法)  
製品の製造・販売  
(けた、はり、パイル、マクラギ、版類)

# ASCC 北海道ピー・エス・コンクリート株式会社

本社 (東京営業社)	東京都豊島区北大塚1丁目16番6号(大塚ビル)	☎ (03)918-6171
札幌営業所	札幌市北三条西4丁目(第一生命ビル)	☎ (011)241-5121
大阪営業所	大阪市北区万才町43番地(浪速ビル西館)	☎ (06)361-0995
福岡営業所	福岡市大名1丁目1番3号(石井ビル)	☎ (092)75-3646
仙台事務所	仙台市本町1丁目1番8号(日本オフィスビル)	☎ (0222)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)	☎ (052)961-8780
広島事務所	広島市立町1番20号(広島長銀ビル)	☎ (0822)48-3185
美唄工場	美唄市字美唄1453の65	☎ (01266)3-4305
幌別工場	北海道登別市千歳町130番地	☎ (01438)5-2221
掛川工場	静岡県掛川市富部	☎ (05372)2-7171
京都工場	京都市南区久世東土川町6	☎ (075)922-1181