

## 中央道中田切川橋について

武 藤 隼 彦\*  
池 田 叔 彦\*\*  
伊 藤 守\*\*\*

### 1. ま え が き

中央高速道路は、長野県の伊那谷を通過する地点で、天竜川へ流れ込む急流で名高い通称三田切川と呼ばれる与田切、中田切、太田切川の各河川と交差している。

上記3河川の河相は、いずれも典型的な原始河川特有の巨石の累積する様相を呈しており、U字型の河岸段丘を形成している。

中央道中田切川橋は、この中田切川に架設されたディビダーク方式によるPC3径間連続箱桁橋であり、昭和47年9月初旬第1期工事(上り線)が着工され、翌年6月第2期工事(下り線)が追加施行され、昭和49年9月に完成した(写真-1)。

なお本橋は、名古屋側に発生する土量約25万m<sup>3</sup>をそのバランスを考へて諏訪方に搬土するために、完成が急がれたものであるが、これは中央道ルートと平行する国道153号線の幅員が狭く、約1万台/日の交通量を有し、一般交通に多大な支障を与えたと考えられたためである。図-1に本橋の架橋地点を示す。

以下、中央道中田切川橋の計画、設計、施工についての概要を報告する。

### 2. 構造形式の選定

本橋のような原始河川に架橋する場合、橋梁下部工の構造形式は最も重要な問題となるが、参考文献1)に詳しく報告されているので、ここでは上部工の比較検討について述べる。

本橋梁上部工については、鋼橋、PC橋各2案、計4案の計画がたてられた。

第1案：鋼3径間連続上路トラス 65.0+80.0+65.0

第2案：鋼4径間連続上路トラス 4@52.5

第3案：PC3径間連続箱桁(現場打ち)  
57.5+95.0+57.5

\* 日本道路公団名古屋建設局岐阜工事事務所岐阜工事区工事長(旧日本道路公団伊那工事事務所 駒ヶ根工事長)

\*\* 住友建設株式会社 中田切川橋作業所長

\*\*\* 〃 土木部橋梁設計課

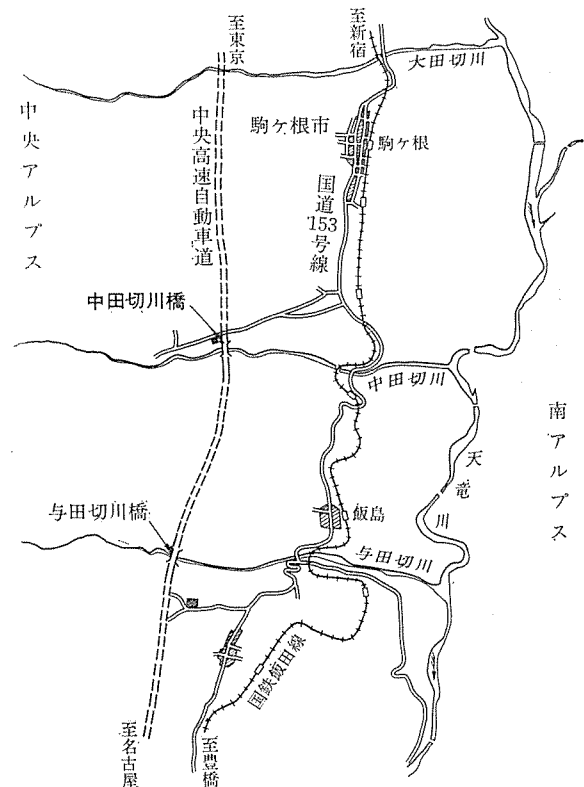


図-1 架橋位置図

第4案：PC4径間連続箱桁(プレキャストブロック工法) 41.0+64.0+64.0+41.0

PC橋案では、長大橋に有利な有ヒンジ形式もあげられるが、本橋が架設される地形に対しては、その有効なスパン割が考えられないので、本案では取りあげないこととした。

上記4案について、経済比較、施工の難易度等を勘案した結果、PC橋案が鋼橋案に比べて約5%安価となった。

PC橋案において、現場打ちによる3径間連続箱桁橋とプレキャストブロック工法による4径間連続箱桁橋を細部にわたって比較検討した。プレキャストブロック工法の場合、製作ヤードとしては中田切川の河川敷を使用し、エレクションノーズを用いた吊上げ方式が考えら

れる。

PCブロック工法はすでに数多くの実施例があるが、工事工程上、架設は冬期に行われることが予期され、河川敷を使用することは、河川管理上問題はなかったが、

架設地点では冬期の平均気温は 5°C、最低気温は -14°C と寒さが厳しく、ブロック間の接合目地材に推奨しうる物が見当らなかったため、第4案は不採用とし、結果的に第3案を採用した。

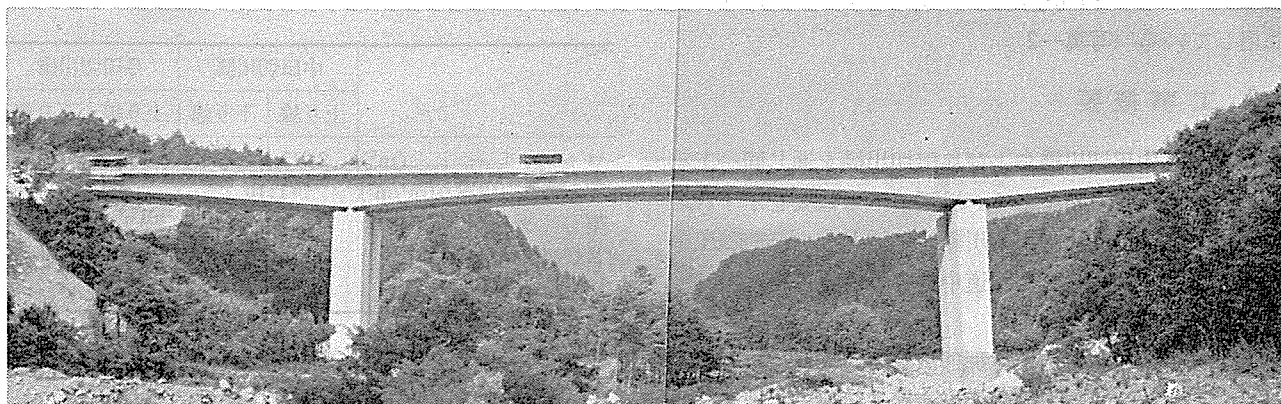


写真-1 中田切川橋

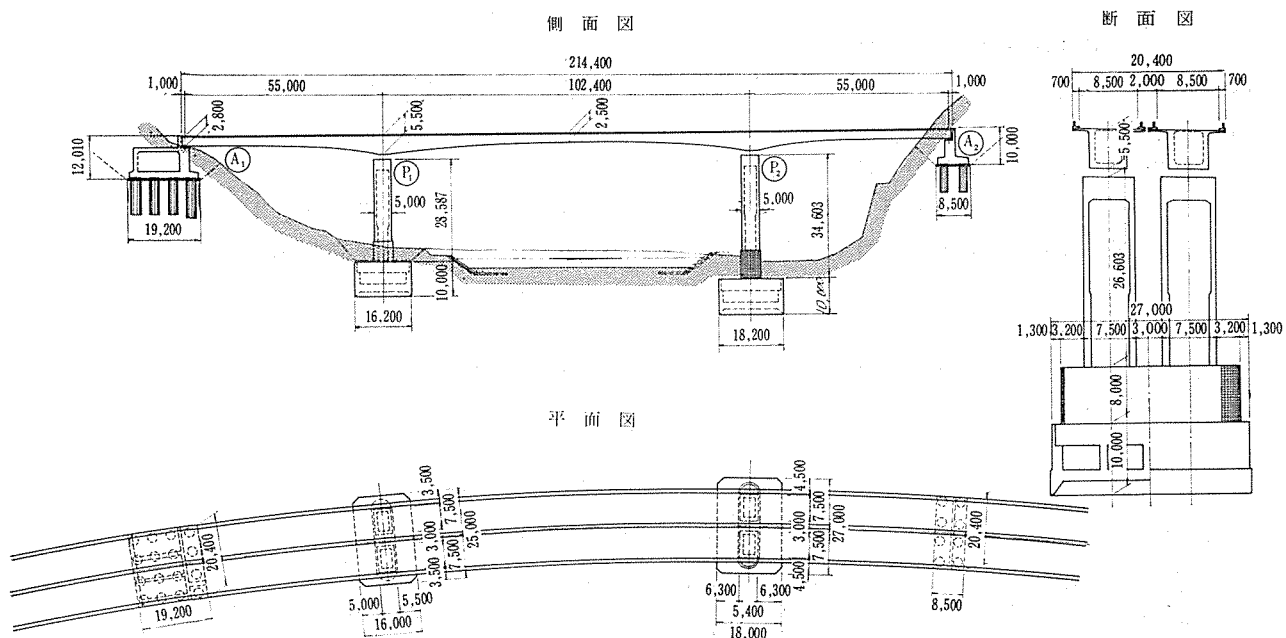


図-2 中田切川橋一般図

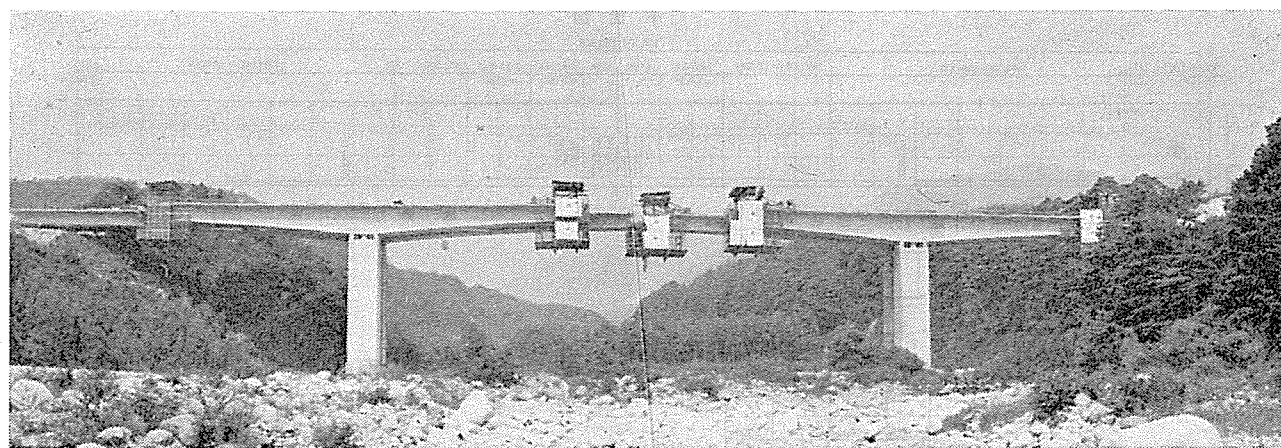


写真-2 施工中の与田切川橋

報 告

以上が形式決定に至る経緯の概略であるが、最終的に本橋は 図-2 に示すとおり最大支間 102.4 m、支間比 1:2:1 の連続箱桁橋に決定した。

なお、中田切川橋と隣接して架設されている与田切川橋においても 3 径間連続桁 (80.0+115.0+80.0 m) を採用している (写真-2)。

3. 工事概要

本橋梁は中田切川橋および与田切川橋を通じ同一工事として発注したものである。以下に工事概要を示す。

工 事 名：中央道与田切川橋他 1 橋 P C (上部工) 工事

路 線 名：高速自動車国道中央自動車道西宮線

工事箇所：

中田切川橋 長野県上伊那郡飯島町田切～  
同 駒ヶ根市赤穂大徳原  
与田切川橋 同上伊那郡飯島町岩間～  
同 北村

橋 種：P C 3 径間連続箱桁道路橋

橋 格：一等橋

橋 長：

中田切川橋 214.05 m = 0.90 + 55.0 + 102.4 + 55.0 + 0.75

与田切川橋 276.65 m = 0.90 + 80.0 + 115.0 + 80.0 + 0.75

有効幅員：8.50 m

工 事 費：上り線 4 億 2 400 万円

下り線 4 億 8 800 万円

工 期：上り線 S47.9.14～S49.9.3

下り線 S48.7.1～S49.12.22

施 工：住友建設株式会社

施工管理：千代田コンサルタント株式会社

主要使用材料：

	中田切川橋		与田切川橋	
	上り線	下り線	上り線	下り線
コンクリート (m³)	2 011	1 991	2 714	2 703
同上単位面積当り (m³/m²)	1.10		1.15	
型 わ く (m²)	7 205	7 140	9 979	9 936
P C 鋼棒 φ32, φ26 (t)	197.5	195.7	269.1	268.2
鉄 筋 (t)	151.9	150.9	243.7	242.7

4. 設 計

(1) 設計条件

上部工設計条件のうち、荷重および強度に関する諸条件は以下のとおりである。

荷 重：TL-20

衝撃係数：主桁  $i=10/25+L$  床版  $i=25/50+L$   
L；支間

破壊安全度：1.3 (死荷重)+2.5 (活荷重)

1.8 (死荷重+活荷重)

温 度 差：±5 deg (上スラブと桁との温度差)

不 等 沈 下：30 mm

材料諸元：

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

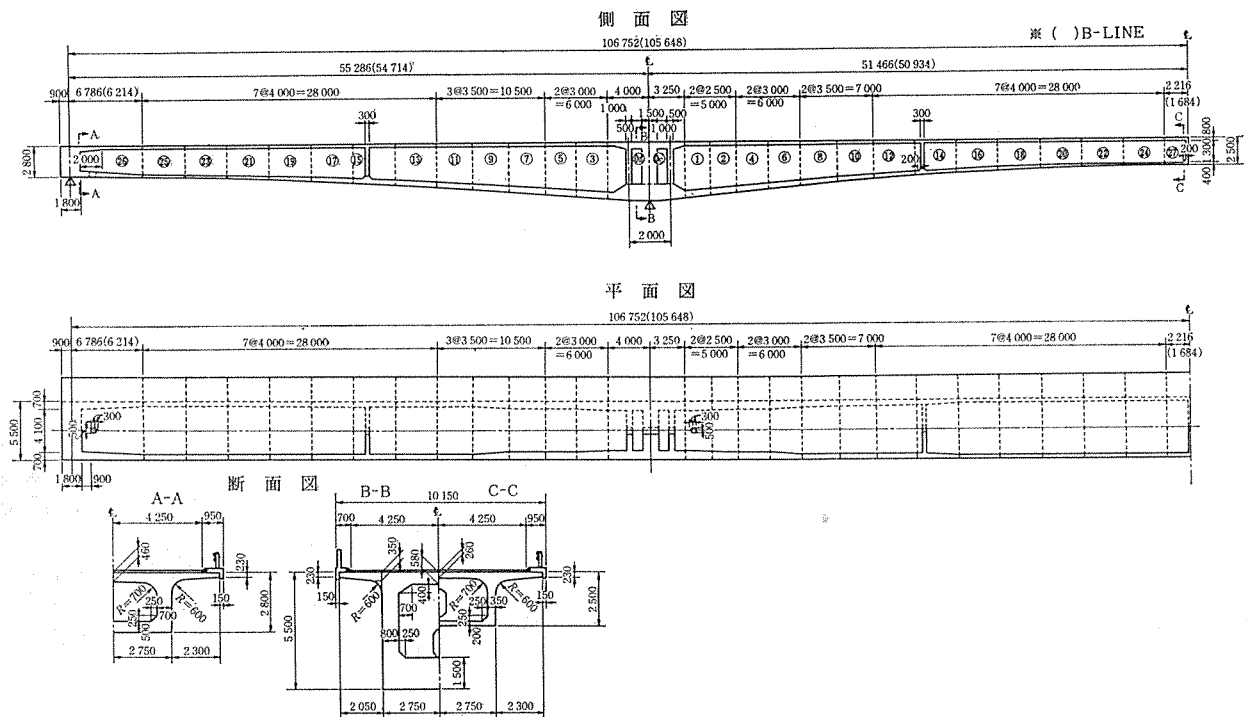


図-3 主桁寸法図

- 鉄 筋 SD-30
- P C鋼棒 縦締め SBPR 80/105  $\phi 32$
- 横締め, 斜締め SBPR 95/120  $\phi 26$
- ヤング係数  $E_c = 3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  (コンクリート)
- $E_p = 2.05 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  (P C鋼棒)
- クリープ係数  $\phi = 2.0$
- 乾燥収縮度  $\epsilon_s = 15 \times 10^{-5}$
- P C鋼棒レラクセーション 3%

ここで不等沈下量としては、本橋梁の下部工は上下線  
 一体構造で、上部工は分離構造であり、上部工の施工は片車線ごとの架  
 設となるため、偏心荷重によって生  
 じる基礎工の変位が他の車線の主桁  
 に影響を及ぼすことを考慮して 30  
 mm とした。

(2) 主桁の設計

主桁の構造系は 図-2 に示すよう  
 に 3 径間連続桁であり、そのスパン  
 比は 1:2:1 である。主桁の形状は  
 架設時応力と完成時応力性状を考慮  
 して、また美観上および施工性から  
 側径間には正弦曲線、中央径間には  
 2 次放物線を用いた。主桁断面とし  
 ては、中間支点付近の剛性を大きく  
 中央径間中央付近の剛性を小さくす  
 るよう配慮した。図-3 に主桁寸法  
 図を示す。上記の方法により、本橋  
 においては、橋脚上の主桁の断面力  
 が、片持架設時と、設計荷重作用時  
 とが、ほぼ等しくなるようにして、  
 施工用鋼棒 (アウトケーブル等) お  
 よび仮支柱等の補助手段を用いるこ  
 となく、全径間をフォルバウワーゲ  
 ン、または吊支保工による施工を想  
 定した設計を行った。

片持架設の連続桁では、施工中と  
 完成時との構造系が異なることから  
 完成直後の主桁断面力は、全支保工  
 上で施工した場合の断面力と相異な  
 り、一般には、コンクリートのクリ  
 ープによって、この施工完了直後の  
 断面力は、時間とともに全支保工上  
 で施工した場合の断面力に近づく  
 とする。本設計においては、本橋が  
 完成直後、土運搬に供用されるため  
 コンクリートのクリープの時間的変

化を期待した設計では、主桁断面が大きくなり、さらに  
 P C鋼棒も増加し不経済となるので、プレストレスの導  
 入順序を考慮し、さらに主桁完成直後、支点反力調整を行  
 うことによって、主桁完成後の断面力が全径間を支保工  
 により架設した断面力とを一致させるようにした。図-  
 4 に施工順序に応じた曲げモーメント図を示す。支点反  
 力調整による中間支点上の曲げモーメントは、図-4 の  
 (⑤-④) となり 1 200 t·m である。支点反力調整は、  
 両側の橋台上で行うこととした。その調整反力量および

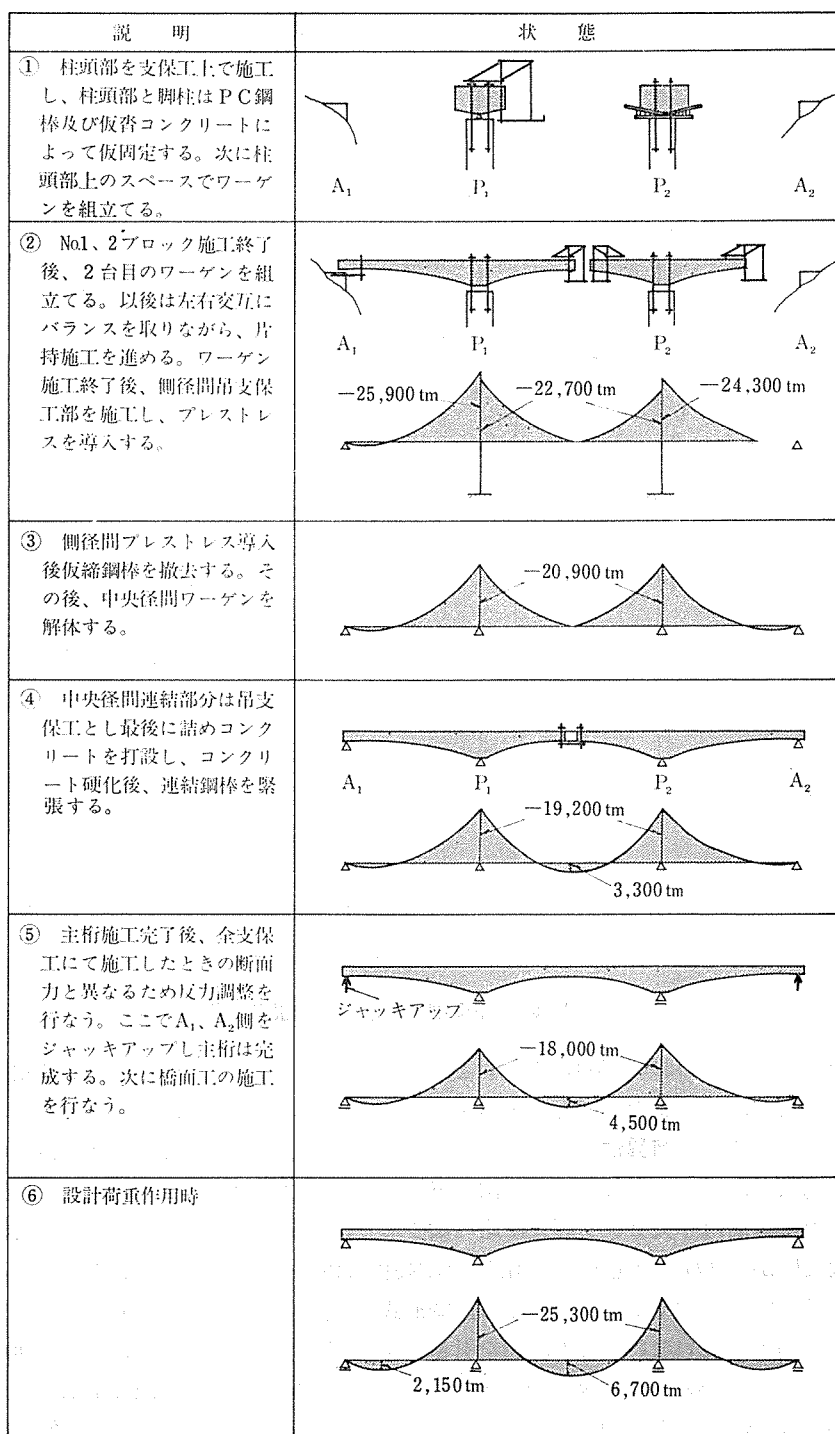
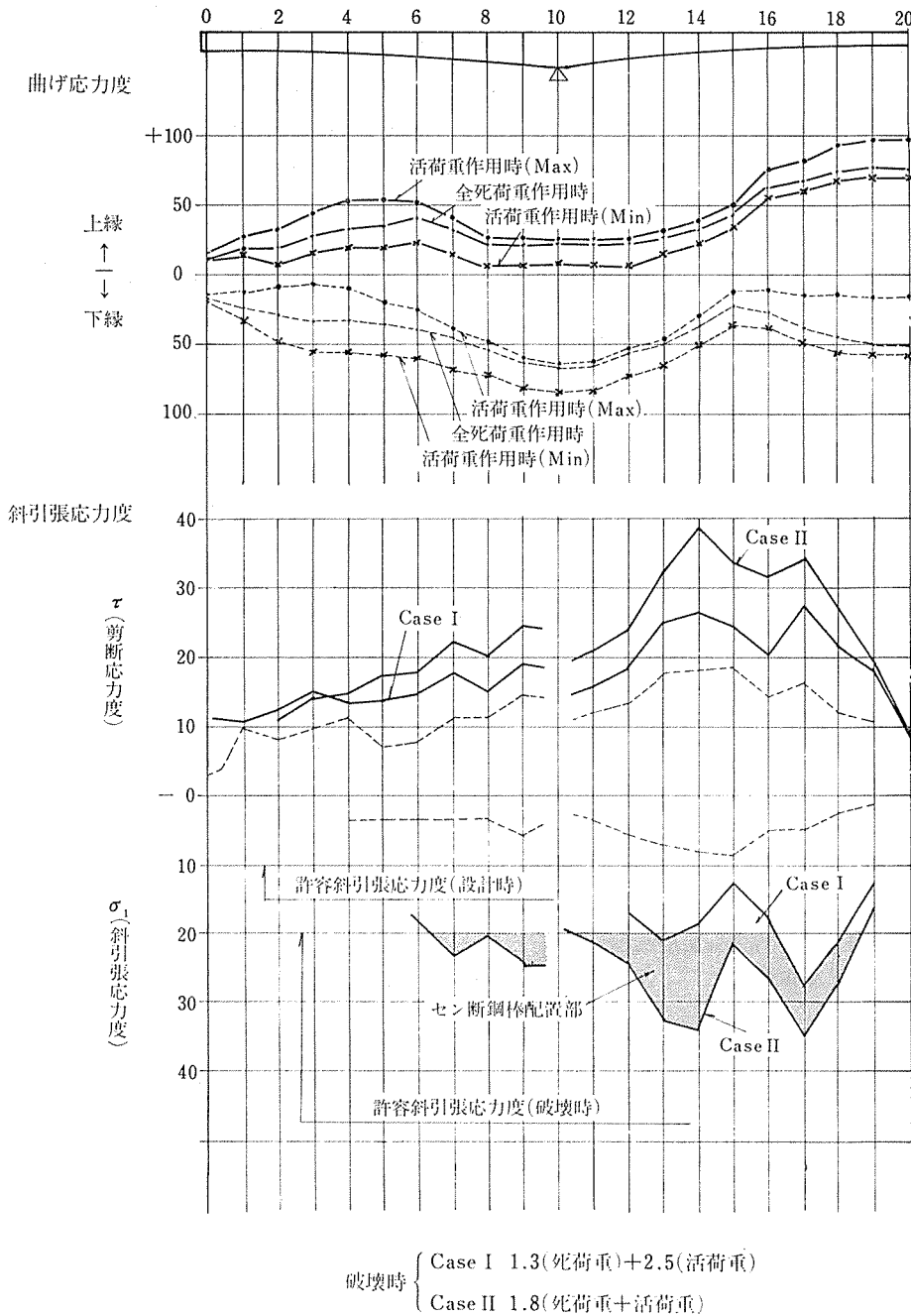


図-4 施工順序および曲げモーメント



図一五 主桁の曲げおよび斜引張応力度

変位量は、おのこの 25 t, 12 cm となった。図一五に主桁の曲げおよび斜引張応力度を示す。

(3) 本橋の特異性

過去におけるディビダーク工法の実施例では、連続形式の道路橋は中央ヒンジ形式に比べ数少なく、加えて最大支間が 100 m を越す連続橋は、日本道路公団としても初めての経験である。そのため連続形式に付随するまだ解明されていない各種の問題を引き起す結果となった。なお本橋の支承状態は A<sub>1</sub> 橋台が固定、P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub> 橋脚および A<sub>2</sub> 橋台が可動となっている。

以下に諸問題のうち主な 2 例について記してみたい。

a) 中間支点部の主桁形状について 連続橋に通常用いられる張出し架設中の上下部仮固定工のため、主桁箱桁内に隔壁を設けたが、本橋では、この隔壁は完成後も撤去しないものとした。中央ヒンジタイプの柱頭部の形状についての解析方法や実験結果の報告例が多く見られるが、連続タイプの支点上の形状についての性状は、あまり述べられていない。ここで本橋の主桁において、図一6に示すような模型による載荷試験を行った。実験の結果、最適支点形状は見い出せなかった。本橋の横桁形状では、部分的に応力集中の傾向を呈するところが横桁と床版との隅角部に何点か生じたが、その点には十分に補強鉄筋を配置した。また、この応力集中については、壁壁の剛性を大きくした場合のほうが、その度合は大きくなるようである。

b) 固定支承部について 端支点において地震時の水平力を吸収させるような、連続形式の長大橋の場合。そのほとんどが、橋台から桁端に配置された P C 鋼棒と水平支承によって地震時の水平力を受けもたせる構造であったが、本橋では中小橋に見られるような橋台と桁端に埋め込まれたアンカー棒鋼によって、水平力を吸収する構造と

した。本橋で用いた固定支承を図一7に示す。基本設計段階においては、通常の橋梁支承の設計が行われただけで、支承と桁との緊結部における詳細検討はなされていなかった。この問題については、支承から桁の縁端までの距離を延ばせば、橋梁延長が増し、工費上の不利はまぬがれないため、支承のアンカーボルト部に P C 鋼棒を図一8のように配置し補強した。実際にはトライアルにより、上記箇所を設計を行い、最終設計条件のもとに、有限要素法により解析し、あわせてコンクリート模型により(図一9)、支承近傍の挙動を、実験的に求め設計の安全性を確認できた。図一10に有限要素法により求め

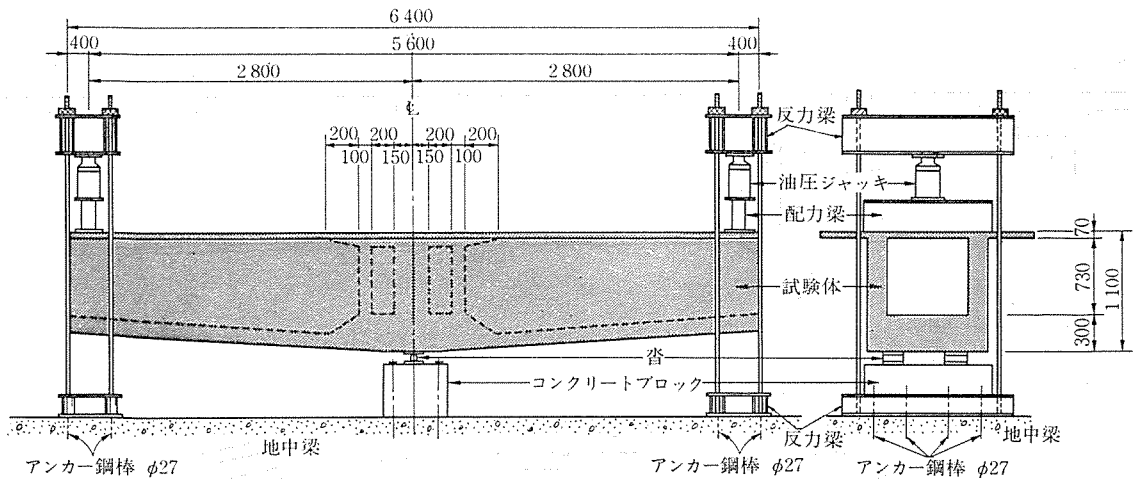
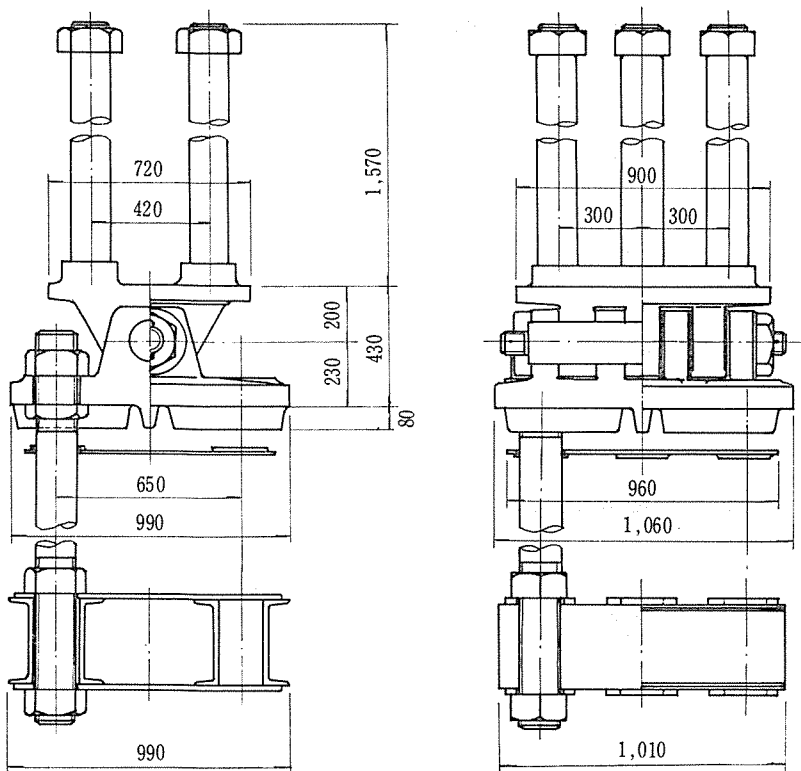


図-6 中間支点載荷試験



R=250 t H=600 t

図-7 固定支承

た水平力による主応力状態を示す。さらに実験等の詳細については他日、本誌に発表する機会を得たい。

## 5. 施 工

### (1) 施工概要

本橋の架設地点は図-2に示すとおりU字形をした深い渓谷であるため、主桁の架設は柱頭部を除いては、フォルバウワーゲンと吊支保工を用いた空中施工を行った。

フォルバウワーゲンは中型を用いて同時4台使用し、上下線を通じて2回転用とした。施工方法は図-4のと

おりである。図-11に実施工程を示す。

コンクリートおよび、その他資材の運搬にはケーブルクレーンを仮設した。コンクリートは生コンクリートを使用し、打設方法は種々検討した結果、ケーブルクレーンより橋面上のグラウンドホッパーを経てカート車による打ち込みとした。これは富配合の硬練りコンクリートを、型わくのすみずみにまんべんなく行き渡らせ、鋼材の適度な間隔と相まってその後の締固めを有利に導いた。

ディビダーク工法における施工報告については、すでに本誌に数多く述べられているので、本文においては、資材運搬設備、柱頭部の施工、ワーゲン施工部の冬期養生、上げ越し管理方法、および支点反力調整工の範囲にとどめた。

本橋に用いた生コンクリートの示方配合を以下に示す。

コンクリートの示方配合 ( $\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$ )

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	単位セメント量 (早強) (kg)	水セメント比 (%)	単位細骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	ポリス No. 5 (kg)
25	3~8	2~4	400	39.2	689	1190	1.00

### (2) 資材運搬設備

本橋の架設場所は、前項にも述べたような特殊な地形であるため、施工能率を左右する資材運搬設備の選定が大きなポイントであった。設備としては、タワークレーンまたは、ケーブルクレーンが考えられたが、架設時期

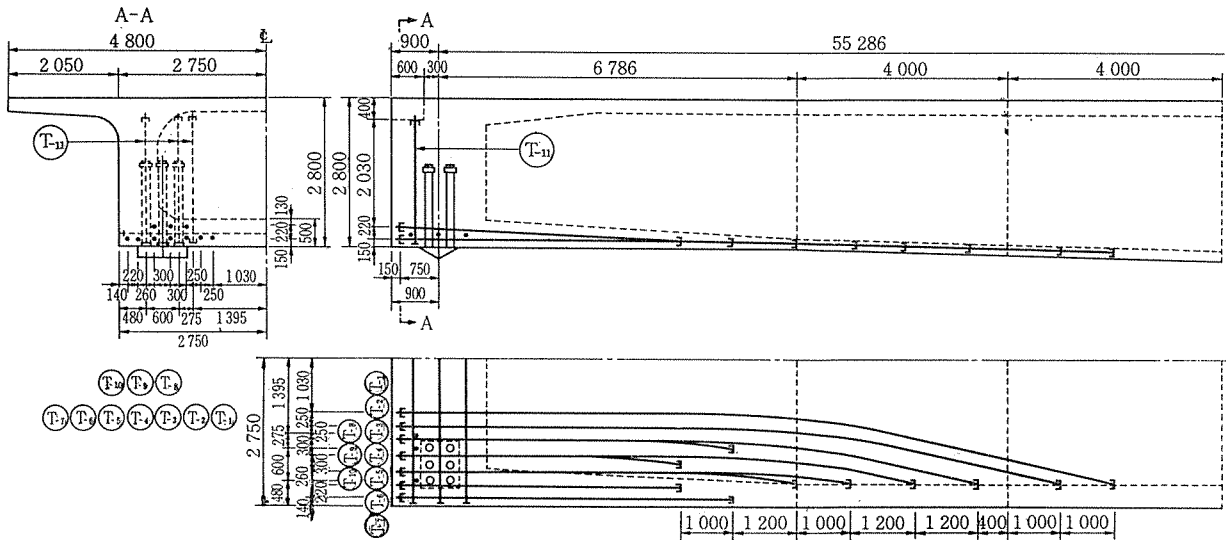


図-8 固定支承部の補強 PC 鋼棒の配置

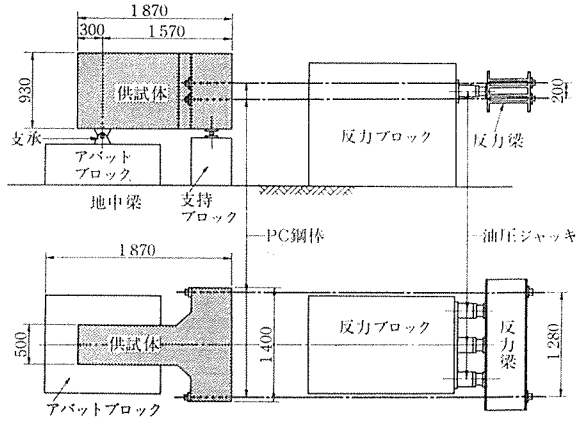
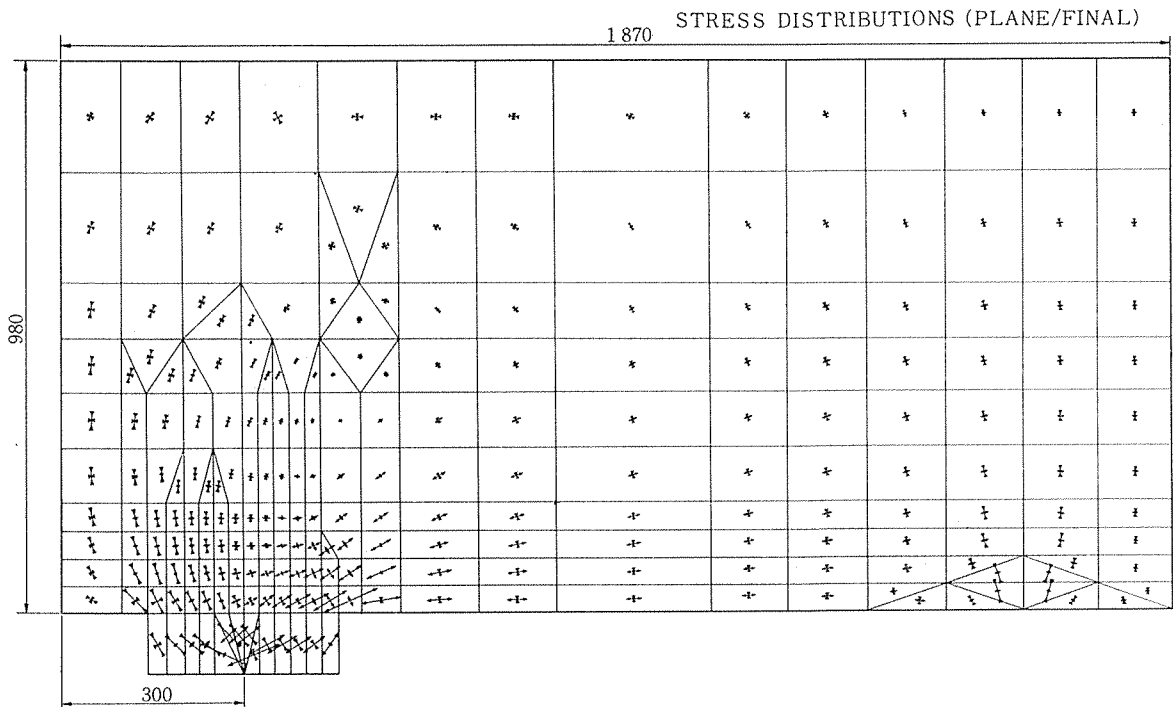


図-9 固定端模型実験

(鉛直力+右向き水平力)



S1, S21 — 1000.00TON/M \* 2

図-10 FEM による主応力状態

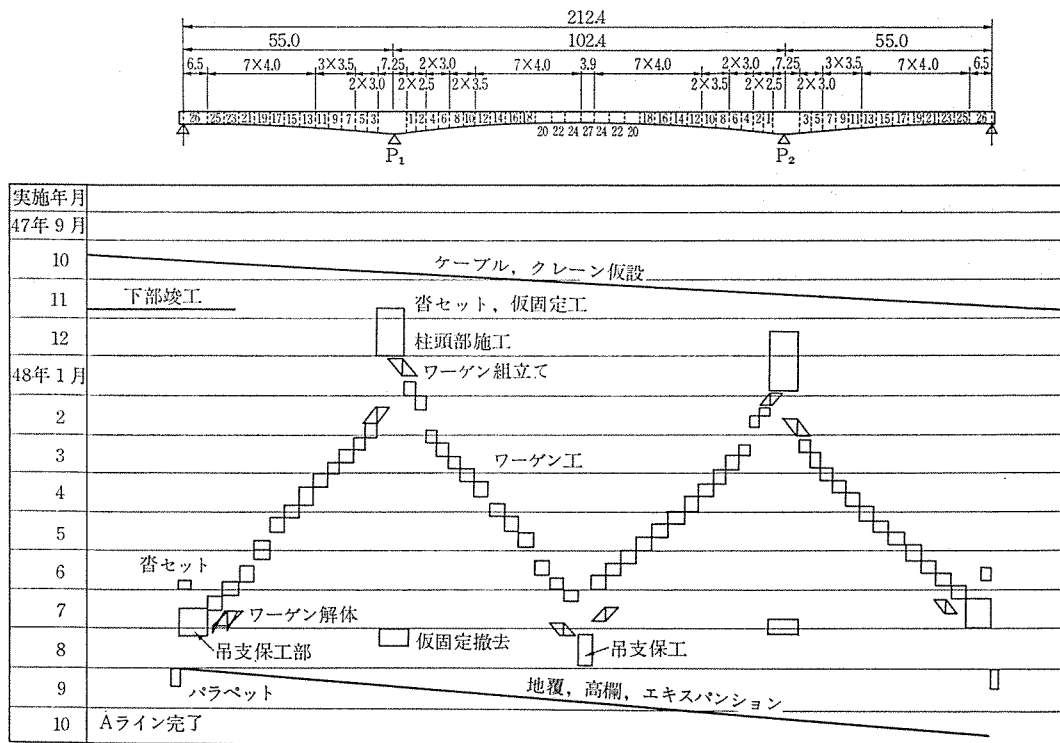


図-11 Aライン実施工程表

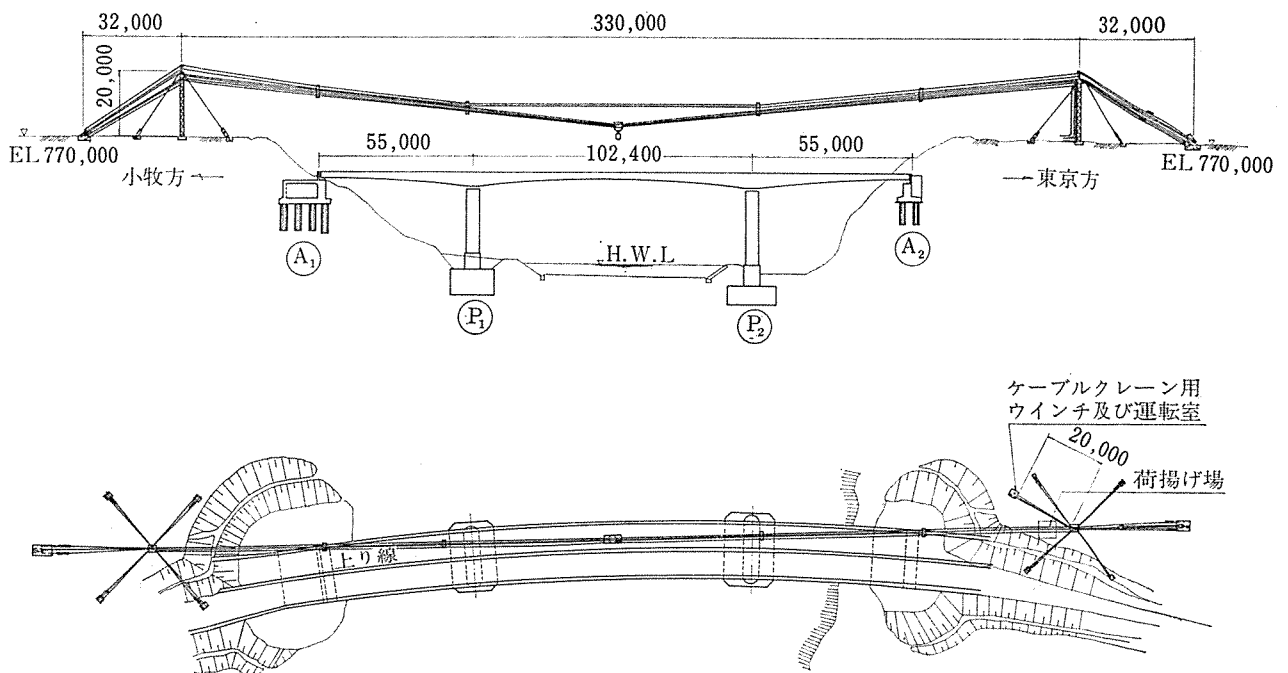


図-12 ケーブル クレーン仮設図

が洪水時にもかかるため、河川敷内の工事用道路が使用できないため、結果的にはケーブルクレーンを採用した。なお本橋は1000mの半径を有する曲線橋であるため、ケーブルクレーンは、P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>橋脚の中心を結んだ線の延長上に架設した。さらに本橋は土運搬用の工事用道路として土工事に先がけて着工したため、ケーブルクレーンの鉄塔は、切土予定地に建てざるを得なくなり、鉄塔間

隔が橋長214.0mに対して330.0mにもなった。図-12にケーブルクレーン仮設図を示す。ケーブルクレーンの能力は、吊荷重3.0t、巻上、横行最高速度はおのおの60m/min(40kW)、250m/min(50kW)である。生コンクリートの平均打設量は6.0m<sup>3</sup>/hであった。

(3) 柱頭部の施工

柱頭部の支保工は、写真-3に示すように橋脚天端と



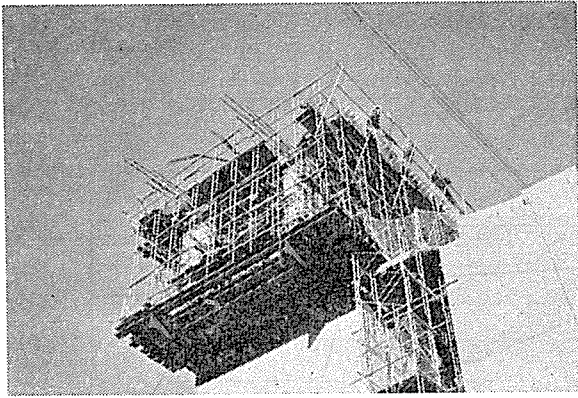


写真-3 柱頭部支保工

上部工との空間を利用して、橋脚頭部に I-600×200 を大はりとして P C 鋼棒で固定し、H-300×300 を横ばりとして組み立てた。

本橋は連続桁であるが、施工はディビダーク工法によりワーゲン架設を行う。張出し架設中は、上部工のアンバラス モーメントを橋脚で受け持たせなければならない。このため主桁と橋脚天端との間に鉄筋コンクリート製 ( $\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$ ) の仮支承を設け、柱頭部 コンクリート打設後、P C 鋼棒 (SBPR 80/105  $\phi 32$ ) を 32 本緊張し、仮固定工とした。さらに架設中の地震時水平力を考慮して、H-300×300 を 4 本配置した。本橋の仮固定工は 図-13 のとおりである。

橋脚上の可動支承は、1 個 10 t 近くにもなったため、ケーブルクレーンの能力に応じて、下沓、ローラー、中沓、続いて上沓の順に組み立てた。さらに下沓、中沓、

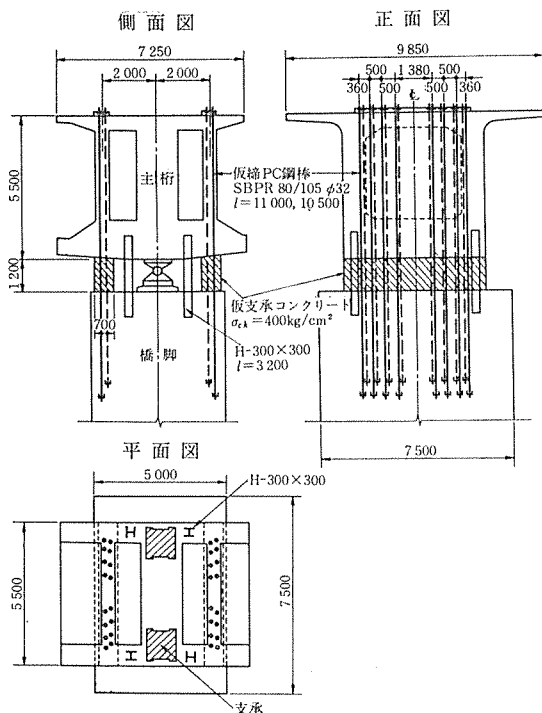


図-13 上下部仮固定工

上沓を仮溶接して固定し、柱頭部の施工完了後、下沓の下に配置した支承高調整用の豆ジャッキを撤去して、主桁に支承が吊下げられた状態となるようにした。張出し架設中の主桁の荷重は、すべて仮支承コンクリートを通して橋脚に伝達させた。これは主桁と橋脚頭部において仮支承コンクリートと支承との剛性の相違、および主桁の支持状態が、2 点支持か 3 点支持かにより、上下部工の固定状態が大幅に異なることを考慮したためである。なお、沓座無収縮モルタルは、上下部工の仮固定工を撤去する 1 か月前に打設した。

柱頭部の施工中は、作業場所が狭いうえに高所作業となるため、支保工の周囲には手すりのみならず防護ネットを張りめぐらせて安全施工を心がけた。

(4) ワーゲン施工部の冬期養生

ワーゲンをを用いた施工については、数多くの報告が見られるのでここでは割愛することにする。特に架設箇所が中央アルプスと南アルプスとの間に位置する寒冷地であるため、冬期のワーゲン施工部のコンクリート養生は以下の方法によった。

- 1) ワーゲンに屋根を設け、ワーゲン全体を耐火防水シートで完全被覆し、外気からしゃ断する。
- 2) コンクリート打設直後、上スラブ表面全面に電熱マット (200 V, 800 W) を敷き、そのに放熱および乾燥を防ぐため防水シートで覆った。
- 3) 既設主桁箱桁内にジェットヒーター (白灯油, 100 V, 250 W, 暖房能力 38 000 kcal/h) を 1~2 台設置した。

冬期の施工中には、上記の処置を講じて、上・下スラブ、ウェブに温度計をそう入し、コンクリート打設後のコンクリート硬化温度を測定管理した。その結果、プレ

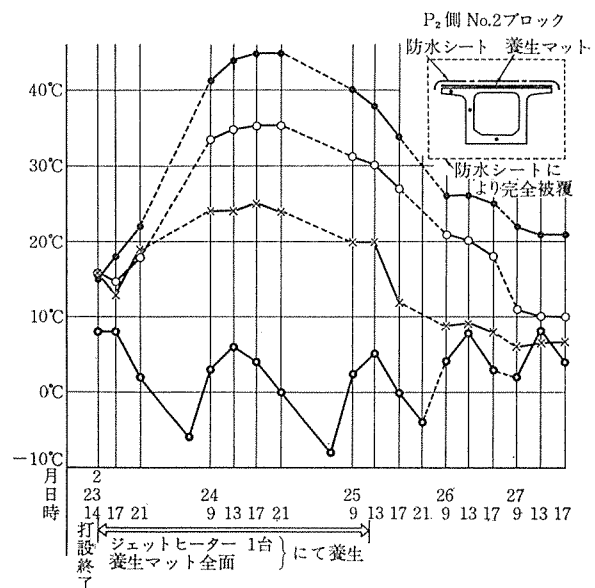
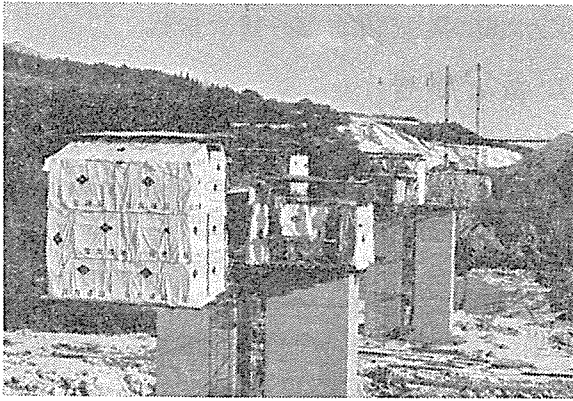


図-14 コンクリートの硬化温度の測定



写真—4 ワーゲン部冬期施工

ストレス導入時に必要なコンクリート強度 ( $\sigma_c=260 \text{ kg/cm}^2$ ) を2日から3日で得ることができ、さらに十分な所要強度 ( $\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$ ) を有するコンクリートを打設することができた。図—14 に冬期養生におけるコンクリート硬化温度の測定例を示す(写真—4)。

(5) 上げ越し管理

本形式の橋梁では、架設中のたわみを考慮することは上げ越し管理をするうえに特に重要である。

たわみの要因として、

- ① コンクリート打設
- ② プレストレッシング
- ③ ワーゲンのフレームの変形および移動、組立解体
- ④ 吊支保工の組立、解体
- ⑤ 仮固定工の撤去
- ⑥ 支点反力調整
- ⑦ 橋面荷重
- ⑧ クリープおよび乾燥収縮
- ⑨ 温度変化

等があげられる。以上を考慮し、橋梁完成後に橋面高が計画高となるように管理しなければならない。

上げ越し管理は、施工前に、各ブロック架設ごとの上げ越し量を算出しておき、ブロック打設時に所定の上げ越し量で型わくを設置し、出来型を各施工順序ごとに管理する。

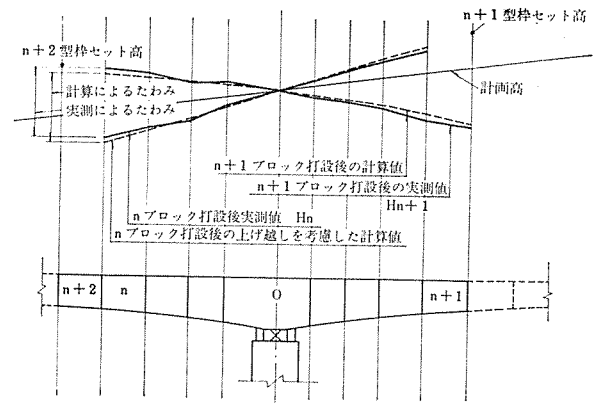
以下に本橋で用いた上げ越し管理手順を、張り出し架設中について述べる。

○ 作 業

- 1)  $n$  ブロック打設後、橋面高のレベリング……EL.  $H_n$
- 2) ( $n+1$ ) ブロック型わく高の決定(上げ越し量を加えた EL.  $H_{n+1}$ )
- 3) ( $n+1$ ) ブロック打設後、橋面高のレベリング……EL.  $H_{n+1}$
- 4) 上記の作業を上げ越し管理表(表—1)および上げ越し管理図(図—15)に表わし、3)の  $H_{n+1}$  と1)の

表—1 上げ越し管理表

施工ブロック				測定日	年	月	日
測点	計画高 1	上げ越し 2	1+2	実測値 3	3-1	3-1+2	前回の計測によるたわみ差



図—15 上げ越し管理図

$H_n$  の打設状態の同一ブロックにおいての実測値の差を求め、上げ越し計算値と比較検討して ( $n+2$ ) ブロックの型わく高を決定する。なお管理を描くことにより、設計値と異なったたわみの性状を生じた場合、主桁の剛性によるものか、または橋脚の剛性かによって起因したものであるかが、一瞥して判明し、ただちに修正を行うことができた。

連続桁の上げ越し管理は、従来のTラーメン橋等と、同様に行えばよいが、上下部仮固定工については、本支承に反力を取らせないようにすべきであろう。

(6) 支点反力調整工

本橋梁の施工方法は、分割施工を行うため、3.(2)項で記述したごとく、主桁完成直後の応力は、全支保工によって施工した場合の応力と異なっているので、 $A_1, A_2$  橋台支点上をジャッキアップすることにより、主桁の応力調整を行った。

調整用ジャッキとしては、側径間支点の反力が、最終調整後に約 260 t になるので、橋台上に 300 t 油圧ジャッキを2台使用した。反力調整工は、中央径間吊支保工部が完成し、全プレストレスの導入が完了した後、ただちに行った。この際ジャッキの操作は、2台を連動にして、両側の支点を同時にジャッキアップした。ジャッキアップ中の測定は、ジャッキの揚力が調整前の反力(240 t)に達するまでは、ポンプの圧力により(それまでは桁の変位はほとんどない)その後は、桁の動きが大きくなるので、調整量の誤差をできるだけ、小さくするため変位量によった。支点上の反力および変位量の測定には、

前者は電動ポンプのマノメーターにより、後者は桁端に 1 mm 読みの定規を固定し、水準器により測定した。支

点反力調整の実施結果を 図—16 に示す。

7. あとがき

中田切川橋の建設にあたって遭遇した一連の問題を振り返って見るとき、その問題の持つ意味の軽重を問わず、とにかく一応の解答を出し、検討し、割り切り、そして実施に移して、白聖の姿を伊那谷に佇ませることができたいま、無上の喜びを感じるものである。

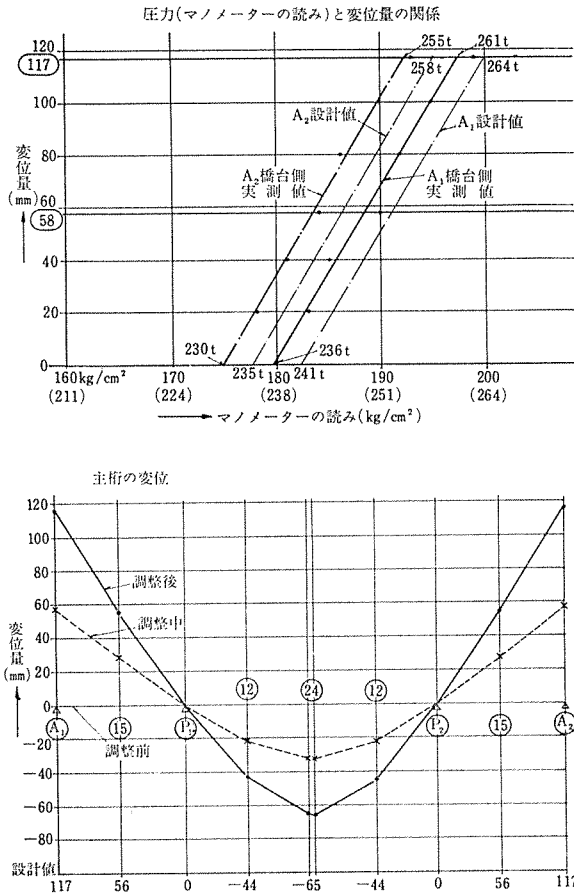
本橋と隣接して同形式の与田切川橋も現在工事実施中であるが、中央道完成後には、そのスレンダーな影をおのおのの原始河川の川面に、春夏秋冬それぞれ半永久的に映し出すことができるのは、橋梁技術者の特権とでもいえようか。

本小文は計画、設計、施工の全般にわたり述べたものであり、詳細に欠けている面もあると思われるが、将来同形式の橋梁を施工するうえで、いくらかでも参考になれば望外の喜びとするところである。なお本橋の計画から施工に至るまで御指導頂いた、日本道路公団名古屋建設局特殊設計課、千代田コンサルタント(株)、住友建設(株)技術研究所ほか多数の方々から感謝する次第である。

参 考 文 献

- 1) 栗原利栄, 近藤健雄: 橋梁基礎構造の計画とその課題, 土木施工, 1968 年 No. 11, p. 19

1974.12.10・受付



図—16 支点反力調整実施結果

工 事 ニ ュ ー ス 提 供 の お 願 い

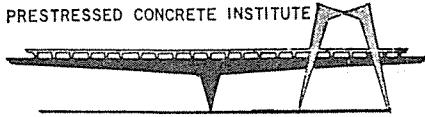
工事ニュースは、現在どこで、どんな PC 構造物が作られているかを知る上で非常に参考になり、また関心をもって読まれていることは会員諸兄の知るところですが、編集委員の守備範囲内だけではすべての工事を網羅することはできません。

現場におられる会員諸兄から、是非現在このような工事がここまで進行している、または完成したといったニュースを、簡単な文章と、写真・図面等を添付されたうえで協会誌編集委員会あてお寄せ下さいますようお願い致します。特にむずかしい規定はありません。採用の分には薄謝を呈します。

送付先：東京都千代田区麴町 1 の 10 の 15 紀の国やビル

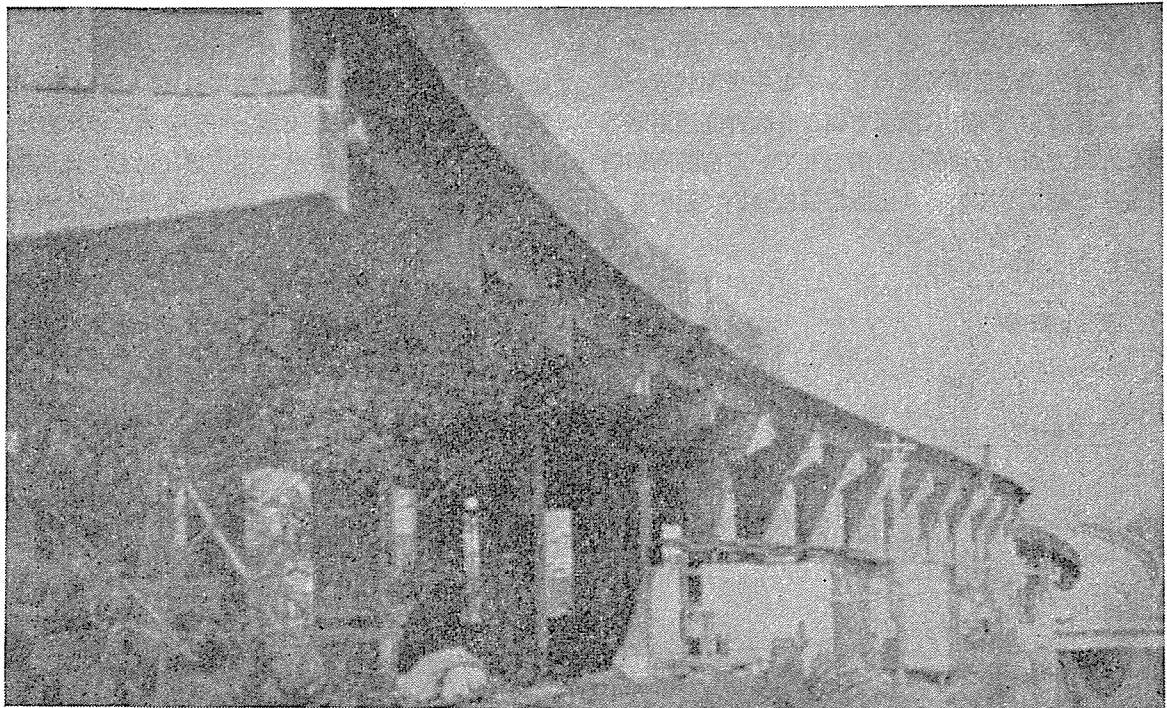
PC 技術協会編集委員会 電話 03 (261) 9151

MEMBER  
PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE



# 興國のPC鋼線

## 鋼線・より線・異形線



★興國のPC鋼線・より線・鋼棒は国内はもとより海外の土木・建築に好評を得ております★



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

## 興國鋼線索株式會社

本社	東京都中央区宝町2丁目9番地 宝町清水ビル	電話	東京 (561) 2 1 7 1 代表
大阪営業所	大阪市西区阿波通り1の67の1 大急ビル550	電話	大阪 (541) 3 5 9 5 代表
東京工場	東京都江東区亀戸町九丁目19-15号	電話	東京 (681) 5 3 7 1 代表
大阪工場	大阪府貝塚市堤300番地	電話	岸和田貝塚(3)3701代表
新潟工場	新潟県加茂市上条1369番地	電話	加茂(2) 0 2 8 0 代表