

東名高速道路小牧高架橋工事報告

市 原 誠 夫*
 今 村 浩 三**
 加 納 久 道***

1. ま え が き

小牧インターチェンジで、名神高速道路と接続する東名高速道路は、小牧市北部を通過し春日井、岡崎、豊川を経て東京に向かっている。小牧高架橋は小牧市の中心部に近く、工場、宅地化の急速に進んでいる位置にあり、高架橋延長は1855 mである。

本高架橋は、設計協議、用地買収等が難行したため、工事工程が非常に圧迫され、この解決方法として、延長の大部分を、下部工はプレストレスト鉄筋コンクリート(PRC)円柱を用いたラーメン橋脚、上部工はPCプレテンション単純T桁による、セミプレハブ工法を採用した。

工事は、昭和41年9月に上・下部工とも着工し、昭和42年12月にしゅん工した。

PRC円柱を用いた橋脚を採用するに至った経過およびPC桁とRC床版構造等との経済比較については、すでに発表されているので、ここでは主として工場桁製作と、現場工事について報告する。

2. 工 事 概 要

高架橋総延長のうち、国道41号、都市計画道路および二級河川薬師川をそれぞれPCポストテンション単純桁で渡り、薬師川付近の土工部分との取り付けを一部RC床版構造としているほかはすべてプレテンションPCプレキャスト構造である。標準スパンは15 mであるが、スパン割りの関係で一部13 m、17 mとし、道路、鉄道

との交差部付近では9~17 m スパンで skew 構造となっているものもある。架橋地点の地質は表土約1 mの下に、N値60以上の良く締った砂れき層が深く続いており、高架橋基礎としては申しぶんのない地盤である。セミプレハブ工法を採用した工事の概要をつぎに記す。

(1) 延長および線形

延 長：1707.63 m
 幅 員：2×10.950 m
 平面線形： $R_{\min}=2000$ m
 横断勾配：2.0%
 設計速度：120 km/h

(2) 上部工概要

形 式：プレテンションPC単純T桁
 スパン長：15 m 98 径間
 13 m 9 "

17 m 2 "

9~17 m (skew) 7 "

桁 高：1.050 m

PC鋼材(スパン長15 mについて)：

7本より9.3 mm ストランド 30 本/桁

横方向PC鋼材12φ7 62.5 cm 間隔

(3) 下部工概要

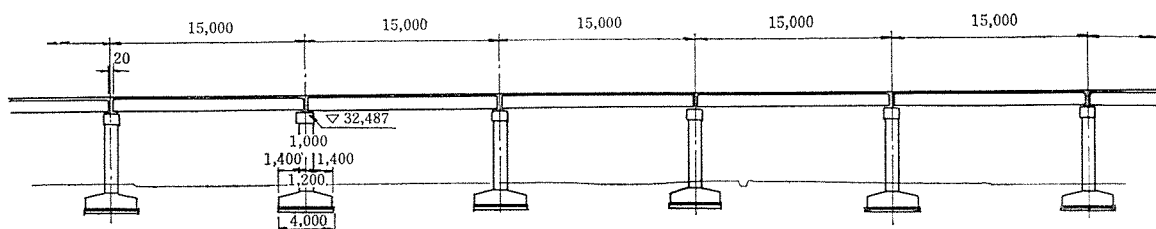
形 式：遠心力 PRC(プレストレスト鉄筋コンクリート)円柱橋脚

橋 脚 高：7.300~9.400 m

中空円柱：

外 径：1.000 m

図-1 小 牧 高 架 橋 縦 断 図



* 日本道路公団大阪支社大阪工事務所長 ** 日本道路公団名古屋建設局特殊設計課長
 *** 日本道路公団名古屋建設局特殊設計課

肉 厚; 0.160 m
 長 さ; 5.690~8.000 m
 P C鋼材; ウルボンφ9.3 44 本
 鉄 筋; D 29 または D 25 22 本
 基礎工法: フーチング基礎

3. 計画および設計

高速道路の高架橋形式として、日本道路公団においては、RC連続中空床版構造の標準設計を作成し、設計施工の合理化が行なわれているが、現場打ちコンクリート構造では、下部工完成後上部工にかからねばならず、支保工の転用、コンクリートの打設回数等、現場工事の作業量が多く、工程を早めるために、労務者および型わく

支保工等の資材を大量に投入することで解決するとすれば、労務者をどのように確保するかということと施工速度の経済性が問題となる。そこでこれらの問題に対処するため、できるだけプレハブ構造とし、施工も簡単にできる構造とすることを基本条件にして各種の構造について検討を行ない、概略つぎの結論を得た。

- 1) 上下部工をほぼ同時に着工できるので、工期が短縮できる。
- 2) プレキャスト部材は、設備の整った工場で大量生産するので、品質管理が行きとどき、ある程度までコストの低下が期待できる。
- 3) 大型機械による効率の良い施工が可能であり、現場施工がスムーズである。

4) 現場工事における労務者および技術者が少なくすむ。

5) 工費については、上・下部工合わせて、RC連続中空床版橋とほぼ同程度である。

小牧高架橋の場合、延長1700 m と大量にまとまっており、場所が搬入に便利な位置にあることは、プレハブ化にとって有利であった。

(1) 上 部 工

上部構造としてはつぎの形式について比較検討を行なった。

- 1) プレテンションPCプレキャスト単純桁
- 2) プレテンションPCプレキャスト合成桁
- 3) Hビームによる単純合成鋼桁
- 4) Hビーム埋込み単純コンクリート床版

5) プレキャストRC単純桁

鋼桁は、工費および維持費の点で高くなり、プレキャスト単純RC桁は、桁自重が約20 t と大きく、取扱いが容易でない。PC合成桁は、工費は最も安い、床版が場所打ちであり、配筋等の手間がかかり、工期短縮が容易でない。結局プレキャスト単純桁が最も

図-2 プレテンション PC プレキャスト桁断面図
 INSIDE GIRDER OUTSIDE GIRDER

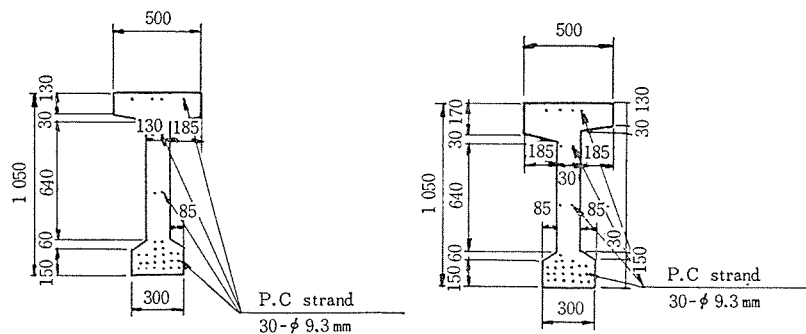


表-1 上部工工事別施工内容

工 事 別	延 長 (m)	桁本数	請負金額 (100 万円)	請 負 会 社
その 1 工事	575.12	858	237	{ビー・エス・コンクリート (株) 日本鋼管コンクリート (株)}
その 2 工事	559.78	836	230	{オリエンタルコンクリート (株) 日本ビー・エス・コンクリート (株)}
その 3 工事	572.73	858	234	{興和コンクリート (株) 豊田コンクリート (株)}

図-3 小牧高架橋円柱橋脚構造概要図

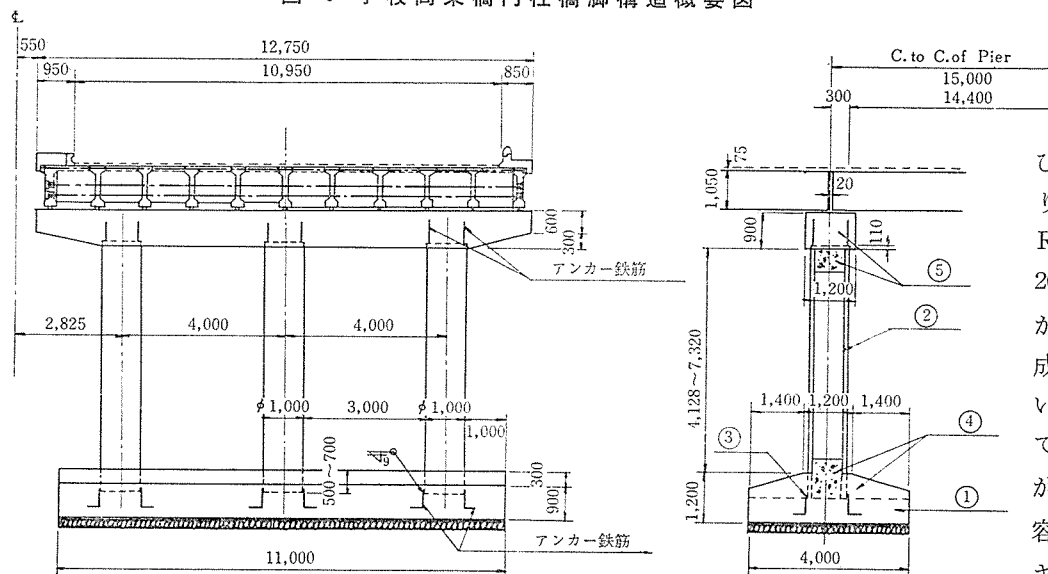
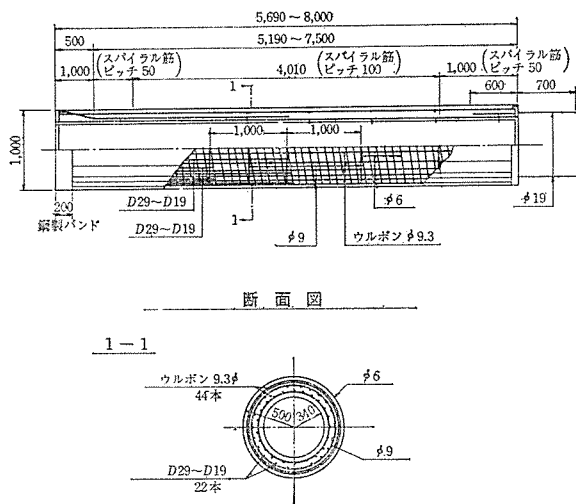


図-4 PRC 中空円柱詳細図



目的に合致し、工費比較の結果も上・下部工合わせてRC連続中空床版とほぼ同額となった。プレキャスト単純桁については高速道路調査会・コンクリートプレキャスト構造分科会においても、同じような目的で研究が行なわれ、改良型として JIS 桁の型わくをそのまま利用して腹部を 15 cm 高くし、桁高を 105 cm にしたプレキャスト PC 桁が経済的であるとの結論が得られていたので、この桁を採用することとなった¹⁾。

これにより、主桁間隔は 120 cm、間詰めコンクリート幅 70 cm (JIS 桁使用のときはそれぞれ 70 cm, 20 cm) となり、一連 (車道幅員 10.95 m, 片車線総幅員 12.75 m) あたりの主桁本数は JIS 桁の 16 本に対し、11 本使用となった。また、支間 17 m までは同一断面で良いので高架橋の計画上有利である。

横締めとしては、PC 鋼棒 (φ27) および PC 鋼線 (12φ5, 12φ7) を比較検討した。本高架橋設計当時は 2 種鋼棒について考えていたので、工費的には鋼棒の方がわずかに有利であったが、横締め本数が多くなり、また幅員が広く鋼棒そう入が困難であることから、鋼線 12φ7 を使用し施工能率を上げるよう考慮した。このため、定着コーンを設ける理由で耳桁の外側上フランジを大きくした。

(2) 下 部 工

プレキャスト方式の橋脚として、PRC プレストレスト鉄筋コンクリート円柱の検討を行なった。この場合つぎのような利点がある。

- 1) RC にくらべひびわれモーメントが大きく、PC にくらべ、ひびわれモーメントから破壊モーメントまでのねばりが大である。
- 2) 運搬、架設中のひびわれが防げる。地震荷重が作用してひびわれが発生しても、RC にくらべひびわれ幅が小さく、復元性が良いので問題にならない。

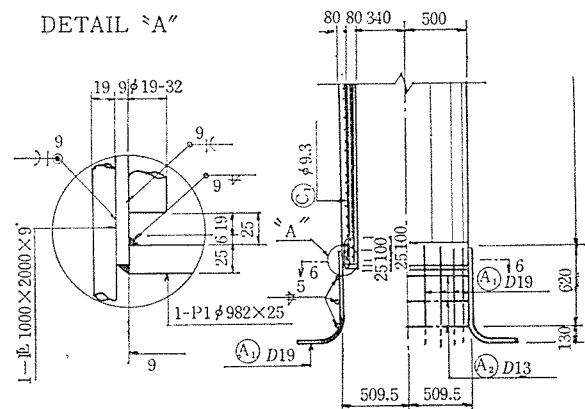
- 3) 橋脚としては、円柱を地震荷重に対してフルプレストレスにすることはいちじるしく不経済であり、PRC にすることにより、PC 鋼材が節約できるのみで円柱の価格が低下する。

PRC プレキャスト中空円柱採用に先立ち、PC, RC, PRC (A) および PRC (B) について、長さ 350 cm、外径 30 cm、内径 18 cm の供試体を製作し、各種の検討を行なうべく破壊試験を行なった。PRC (A) と (B) はプレストレス量を変えて (A: 60 kg/cm², B: 40 kg/cm²) 比較したものである。この結果ひびわれモーメント、破壊モーメントともに計算によく合致し、十分安全なことが確かめられた。また、プレストレス量については、軸力と曲げを受ける部材であるので、PC 構造物としての最小プレストレス量を導入しておき、それ以上は、鉄筋によって取らせた方がよいという考えにしたがって決定した²⁾。

プレキャスト円柱を橋脚に使用する場合、問題となるのは、接続部の構造および応力状態である。図-5 のように円柱下端は鋼板で巻き、あらかじめ埋込まれたアンカー鉄筋をこれに溶接し、埋込み部のコンクリートを打設する。上端は円柱にアンカー鉄筋を埋込み、横桁と結合する方法とした。この構造は地震時に問題となるので、実物大の円柱とフーチングおよび横ばりの結合部について、水平載荷試験および模型による光弾性試験を行ない結合部の安全性および応力状態を確かめた。この結果つぎのような事項が判明した。

- 1) 円柱フーチングへの埋込み深さは、円柱直径の 1/2 程度で安全であるが、表面の応力値は大きくなるので補強鉄筋が必要となる。特に大きなモーメントが作用する場合でも円柱直径の 3/4 程度にすると安全である。
- 2) フーチング縁端距離は、この設計程度の作用力では 100 cm あれば十分である。
- 3) フーチング結合部のアンカー鉄筋に生ずる応力は

図-5 円柱定着部詳細図



埋込み長が直径の $1/2$ の場合でも設計地震力に対して 200 kg/cm^2 であり、きわめて小さい。

設計計算は軸力と曲げモーメントの関係があるので、橋脚の高さおよび支間により 4 種類について行ない、製作および現場施工の上から円柱の種類をできるだけ少なくするため、埋込み長さは $50 \sim 70 \text{ cm}$ の間で変化させた。

4. 桁の工場製作

本高架橋の床版設計は鉄筋コンクリート道路橋設計示方書によっているが、JIS 改良桁の採用により主桁間隔が 120 cm と広くなったにもかかわらず、床版厚は 13 cm と変わらず、横方向 P C 鋼線の設計偏心量の許容誤差が 5 mm であり、桁のキャンパーの不揃いによる影響が大きく、特に桁の製作精度が要求される。キャンパーの不揃いになる原因としては、つぎに示すようなことが考えられ、以下実際の管理について述べる。

- 1) 桁中の各 P C 鋼線一本一本の引張力のばらつき。
- 2) 各桁に与えられた緊張力のばらつき。
- 3) プレストレス導入時のコンクリート材令、弾性係数、強度等のばらつき。
- 4) 乾燥収縮、クリープによるキャンパーの差。

桁製作にあたってはつぎのような管理方法で製作精度を高めるよう留意した。

(1) 桁中の各 P C 鋼線の引張力

ヤードに P C 鋼線を配線するとき、各 P C 鋼線のたるみが問題である。下フランジの鋼線は型わくに支えられているのに対し、上フランジの鋼線は自由にたれ下がり、その上鉄筋の重量まで受けている状態で鋼線を緊張することになる。そこで、一本一本の P C 鋼線をアバットへ定着する際に $4 \sim 5 \text{ m}$ の間隔で鋼線にスペーサーを設け鋼線のたるみ量を一定とするとともに、ばね計り等により $500 \sim 1000 \text{ kg/本}$ の範囲の一定力で、引揃えを行なった（写真—1,2）。

(2) 桁に与えられる緊張力のばらつき

緊張力をジャッキの圧力計と鋼線の伸びで管理している現在、ばらつきの原因はジャッキの精度と鋼線の弾性係数のばらつきである。

ジャッキについては $2 \sim 3$ ヶ月に 1 回程度、あるいは、異常が認められたときにダイジングボックス、テンションメーター、ヨハンソン荷重計あるいはアム

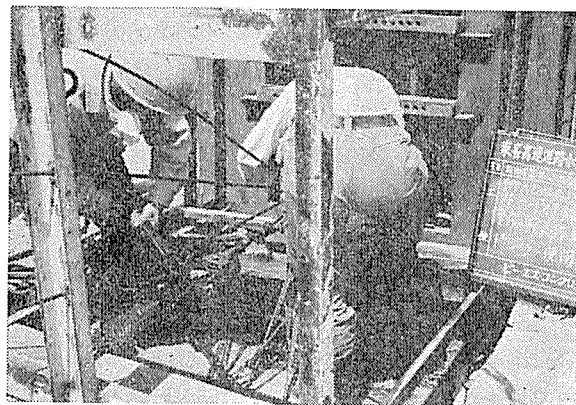
スラー等により検定を行ない、圧力計については、随時双針計によりキャリブレーションしたものを使用した（写真—3）。

P C 鋼線の弾性係数については、試験成績表に弾性係数の試験値も記入されているが、 $19000 \sim 20500 \text{ kg/cm}^2$ くらいの範囲でばらついている。この試験値のばらつき

写真—1 鋼線スペーサー



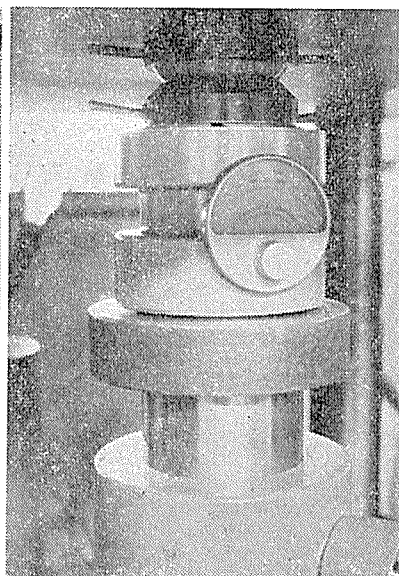
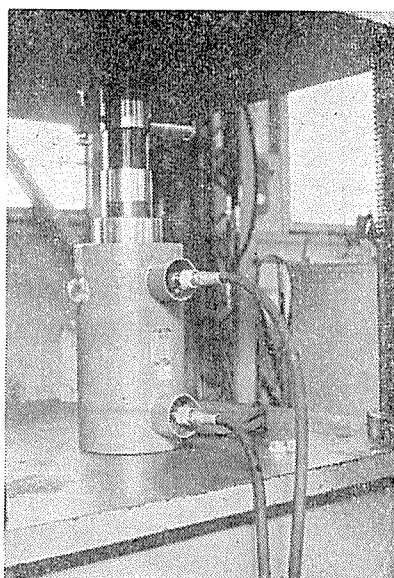
写真—2 鋼線引きそろえ



写真—3 ジャッキ検定

a) ダイジングボックスによる

b) ヨハンソン荷重計による



表—2 鋼より線弾性係数試験値

PC鋼材 製造会社	資料数	平均値 (kg/mm ²)	標準偏差 (kg/cm ²)	備 考
Aメーカー	301	19 590	103.0	昭. 27~昭. 41
Bメーカー	20	19 617	282.5	1ロット全数試験した結果による
Cメーカー	65	19 728	275.0	昭. 41.7~昭. 42.6, G.L.=200 mm
	27	19 819	179.0	〃 G.L.=500 mm

表—3 緊張図から推定した鋼より線弾性係数

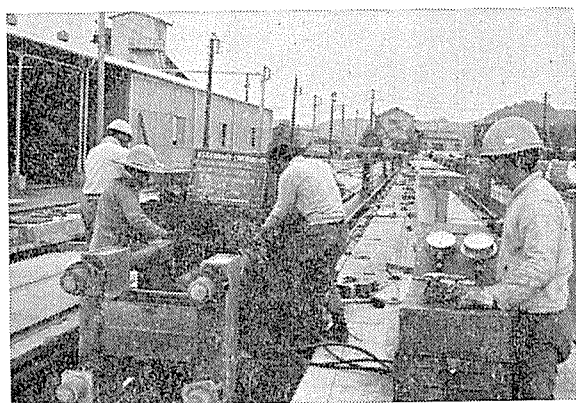
PC鋼材 製造会社	桁製作 工場	測定数	平均値 (kg/mm ²)	標準偏差 σ (kg/mm ²)	
Aメーカー	E	28	19 582	196 (1.00%)	試験成績表中のE 19 600
Bメーカー	B	102	19 408	427 (2.20%)	19 400, 19 500, 19 600
	E	87	19 643	146 (0.74%)	19 600, 19 650, 19 700, 19 750
Cメーカー	A	130	19 877	373 (1.88%)	19 200, 19 700, 19 800
	C	141	19 688	280 (1.42%)	19 600, 19 800, 20 050
	F	12	19 825	122 (0.62%)	19 600

は、試験の目的が降伏点強度、破断強度を測定するものであり、試験片の長さも一般には 600 mm であり、基線長としては 200 mm しか取っていないため、試験誤差および鋼線のよりによる影響が大きな割合で響いているものと思われる。実際には、弾性係数は原料の組成、製造方法が変わらない限り、ほとんど変動しないようであり、多数の試験値を平均した値の方がより実際の数値に近いようである。表—2 に示すものは PC 鋼より線メーカーの過去の試験値を集計したものである。

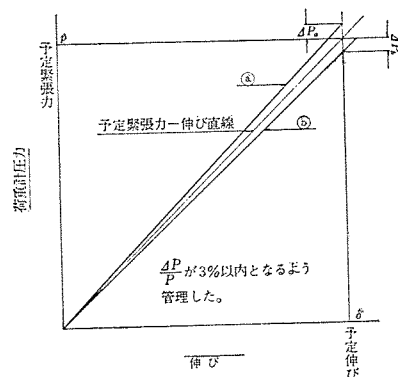
桁製作にあたっては、図—6 のような緊張図により緊張力の各段階に対する伸びをプロットしてゆき、試験成績表の弾性係数により計算した伸び量まで緊張し、このときの荷重計の示す緊張力と予定緊張力との差が 3% 以内になるように管理した。また、鋼線の伸びが計算値に達し、マンオメーターの示す荷重が予定緊張力に至らない場合は、さらに予定緊張力まで緊張した(写真—4)。

引止めを伸びで確認したのは、緊張力は 200 t 程度で

写真—4 鋼 線 緊 張



図—6 緊張力管理方法



あり、マンオメーターの 1 t の目盛を読むのは困難であるのに対し、伸び量は、ベンチの長さによって異なるが、350~600 mm 程度あり、1 mm 単位で測定するのは容易だからである。

この緊張図の中間各段階の緊張力と伸びの関係を最小二乗法により計算し、推

定した PC 鋼より線の弾性係数は、表—3 のとおりである。

表—2 と 表—3 を比較してわかるように、鋼線メーカーの試験成績を集計したデータと、緊張図から計算した弾性係数の平均値は、ばらつきの範囲にくらべ近い値で一致している。また 表—3 の標準偏差を平均値で割った値は緊張誤差の標準偏差を示すものである。

この結果からつぎのようなことがいえる。平均ヤング率を用いて、所定の緊張力に対する伸びを算定する。緊張図に途中の荷重伸びの点をプロットしてゆき、伸びを先の計算値で引止めとするのが良い。ここで、平均弾性係数は同一工場で、一定方法で作られた鋼線のなるべく多くの資料から求めた方がよい。

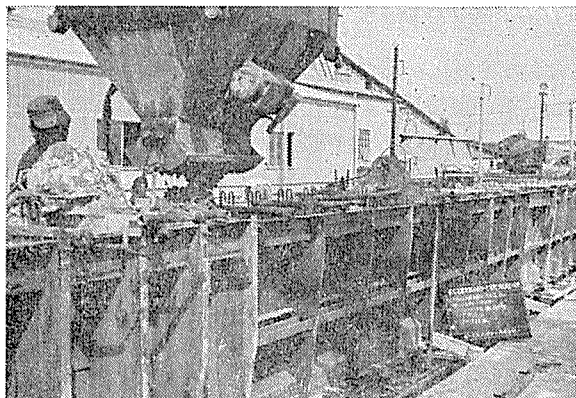
(3) プレストレス導入時のコンクリート材令、弾性係数、強度等のばらつき

プレストレッシングによる桁のキャンバーに影響する要素は、コンクリートの弾性係数であるが、弾性係数自体、コンクリートの配合、材令、強度、養生方法等によって異なるものであるから、できるだけこれらの条件を変えないよう、コンクリートの品質管理を厳重に行ない養生温度、時間、コンクリート打設からプレストレッシングまでの時間を各工場ごとに規定し厳守するようにした。

また、コンクリートの日常管理試験、およびプラントの定期検査は、公団の規定にしたがって行なったが、従来各工場で行っていたこれらの試験にくらべ、かなり厳しいものであった(写真—5)。

コンクリートの品質管理において、まず問題となった

写真-5 桁コンクリート打設



のは、日本道路公団高速道路土木工事共通仕様書に規定されたバッチャプラントの設備と桁製造工場の生コンクリート製造設備との差である。本工事請負業者の各工場はPCプレテンション桁については、JIS表示工場であるが、JIS桁の規格はプラント設備については直接ふれていない。また、生コンクリート製造工場について、JIS規格はあるが、これにもバッチャプラントの設備について具体的な規定はしていないようである。

公団仕様書のバッチャプラントの規定は一般工事の中央プラントについてのものであり（生コンクリート使用の場合も、この規定によっている）、コンクリート二次製品については、従来当規定を適用しないのが普通であった。しかし、主桁の製作は工事の主要部分であり、一工場あたりの桁製作本数も平均425本、コンクリート量としても1400m³を越え、他の橋梁上部工等にくらべ数量的にも多いので、仕様書の規定を遵守することとし型わく改造・製作と並行して、各工場とも設備の改良を行なった。改良を行なった主要な点は、つぎのとおりである。

- 1) 計量装置を重量計量方式とした。
- 2) 計量操作方法を自動もしくは半自動とした。
- 3) 表面水補正装置、ミックスセクター、ミキサタ

イマー等の付属設備を完備した。

プレテンションPCプレキャスト桁用コンクリートは公団仕様書、コンクリート class P₀ の規定から、配合試験を経て、示方配合を決定した。設計強度 $\sigma_{28}=500$ kg/cm²、目標強度 $\sigma_r=560$ kg/cm² として出発したが、各工事とも、650~850 kg/cm² と大きな強度となった。コンクリート打設から応力導入までの時間、養生温度、方法等は各工場によって異なるが、プレストレスング時のコンクリート強度も $\sigma_{ci}>400$ kg/cm² に対し 420~500 kg/cm² とかなり余裕のある値であった。 σ_{28} および σ_{ci} を満足し、桁製作工程に影響を与えなければ、いたずらに強度を上げるのは不経済であるので、以上の条件に合う工場のみ単位セメント量を 470 kg から 455 kg に減じ施工した。単位セメント量を 15 kg しか落さなかったのは、公団の規定にしたがったものである（従来一般のプレテンション桁のコンクリートは、単位セメント量 450 kg のプレーンコンクリートであるが、セメント分散剤を使用したコンクリートの場合は、単位セメント量を少なくし、経済的なコンクリートで施工できるものと思われる）。コンクリート示方配合および管理図の一例を表-4 および図-7 に示す。

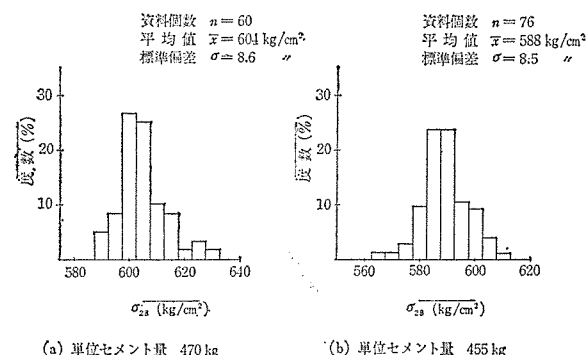
図-7 コンクリート強度 σ_{28} ヒストグラム

表-4 プレテンション PC プレキャスト桁用コンクリート示方配合 (例)

設計条件							使用材料				
配合種別	設計強度 σ_{28} (kg/cm ²)	配合強度 σ_r (kg/cm ²)	スランプ (cm)	粗骨材最大寸法 (mm)	空気量 (%)	単位セメント量 (kg)	混和剤	材料種別	材 料 名	採取地または製造業者名	備考
P ₀	500	560	0~3	20~25	2~4	470 (455)	ポゾリス No.5	セメント	早強セメント	日本セメント(株)大阪工場	
								細骨材	川 砂	安 曇 川	
								粗骨材	砕 石	敦賀市麻生口	
								混和材	ポゾリス No. 5 A ₂	ポゾリス物産 (株)	

示 方 配 合											
配合種別	粗 骨 材 最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	単位水量 W (kg)	単位セメント量 C (kg)	水セメント比 W/C (%)	絶対細骨材率 S/a (%)	単位細骨材量 S (kg)	単位粗骨材量 G (kg)		単位混和剤量 (g)
P ₀	25	2~4	2~4	157	470	33.4	39.8	702	5 mm~25 mm	mm~mm	2 350
P ₀	25	2~4	2~4	152	455	33.4	39.8	713	5 mm~25 mm	mm~mm	2 275

(4) 乾燥収縮・クリープによるたわみのばらつき

乾燥収縮，クリープによるたわみのばらつきを少なくするため，1 スパン分の桁を連続して製作し，桁製作から，架設までの期間がほぼ同じになるようにし，桁をストックヤードに仮置きする場合も，支点位置が各桁同一になるよう注意を払った（写真—6）。同一長さの桁であり，どのスパンにもかけられるので，このような間違いを防ぐため，すべての桁に番号を付け，桁の製作，運搬，架設など，すべてこの番号でチェックを行ない管理した。本工事では，桁のキャンバーのばらつきの状態を把握するため，プレストレス導入後，桁の製品検査までの日時を各工場について決め，製品検査時にキャンバーの測定を行なった。15 m の桁について行なった結果は表—5 のとおりである。この表で，キャンバーの平均値に工場間で差があるのは，ストレス導入から測定までの日数が異なるためであり，その間にクリープ等が進行したものである。また標準偏差 σ については 2.4~2.5 mm と大きなものもあるが，桁製作は 12 月頃始まり，翌年 9 月まで続いている，季節的変動も含まれ，実際より大きく出ている。従来の例ではキャンバーのばらつきの範囲が， ± 10 mm 程度あったのにくらべるとかなり良く管理できたといえよう。

5. 現場工事

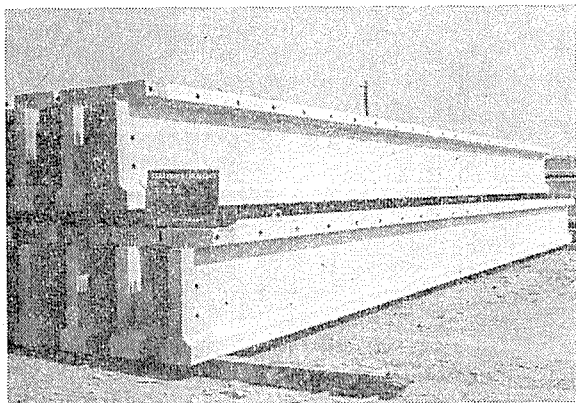
下部工工事は一般土工工事に含まれて施工され，一般工事 2 社，上部工工事 6 社が同時に現場作業を行なうこ

表—5 桁製作キャンバー比較表（桁長 15.00 m について）

製作工場	資料数	平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	ひずみ度	尖 度
A	374	13.6	2.39	0.104	2.521
B	309	10.9	1.26	0.006	2.037
C	374	19.1	1.11	0.079	2.373
D	374	17.3	1.41	0.258	2.370
E	583	18.4	1.95	-0.453	2.827
F	154	18.4	2.54	0.047	3.680

写真—6 桁ストックヤード

目地の直線性を確保するため中桁端部上フランジを 15 cm 切り取って製作されている



とになり，工事内容が重量物の運搬，架設をとともう工事であることから交通管理，出合帳場等，業者間の調査にかなり難しい問題があった。

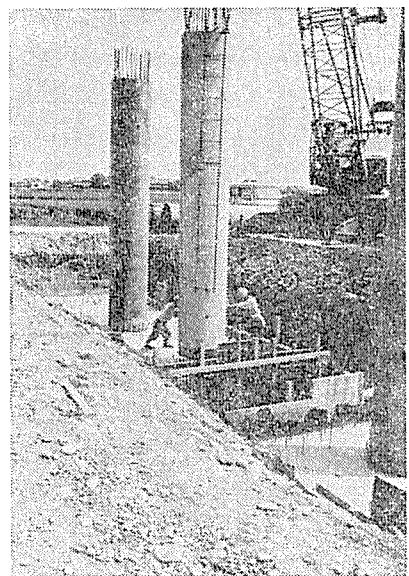
本工事の場合，ほぼ全線にわたり両側に 4 m の側道があり，円柱の建込み，P C 桁の架設は（1 本あたりとも最大重量約 8 t）いずれもトレーラーにより搬入し，トレーラーから直接 25 t ぶりトラック クレーンで施工した。

下部工については，上部工工事の工程上，5 径間分を単位として，各上部工業者に均等に引渡しできるように各所に分断して施工を行なった。

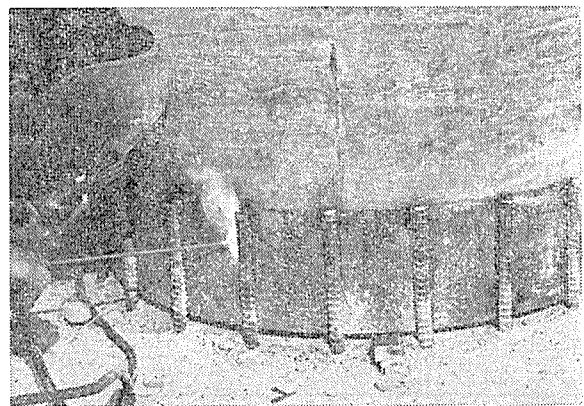
円柱の建込みは 1 日 9 本の速さであり，建込み後，円柱を鉛直に修正し，アンカー鉄筋と円柱下端の鋼製バンドを現場溶接する作業も，ほぼ同じ能率で進められた。桁受けばりの支保工，型わくは 2 業者が各 3 組ずつ用意して，順次転用して行なった。下部工工事においては，アンカー鉄筋の設置位置，円柱の鉛直度の修正，およびアンカー鉄筋の現場溶接に最も注意を払い，測量専門の担当者および熟練した溶接工を使用した（写真—7，8，9）。

写真—7 PRC 円柱の建込み

桁架設の能率は 1 日 22 本，2 径間分の速さであった。25 t クレーンはブームが短く，移動，すえ付けにかなりの時間を要している。一部鉄道と交差する箇所については，架線等があり，25 t クレーンでは橋脚間に入れないため特に 60 t トラッククレーンで架設し



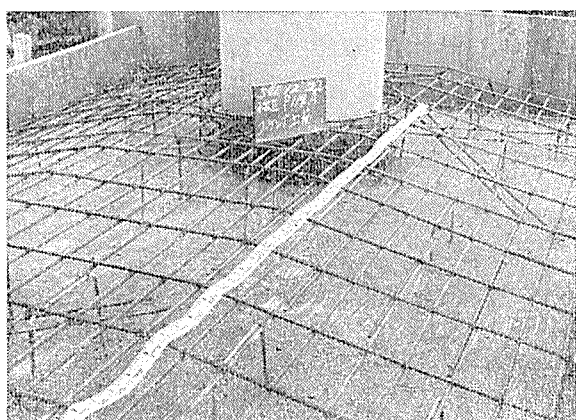
写真—8 円柱定着部現場溶接



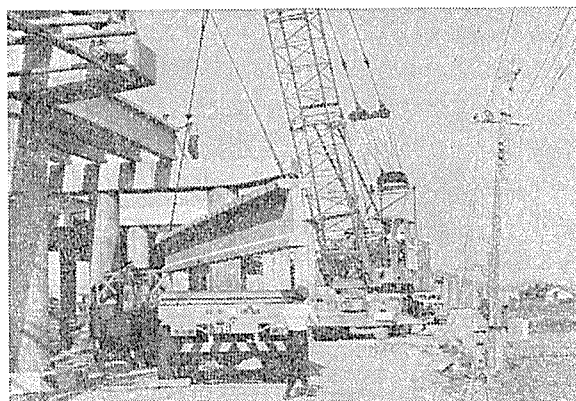
たが、ブームが長く、側道を移動するだけで、移動回数も少なく、1日5~6 径間分の架設が可能であった（写真—10）。

PC桁の間詰めは主桁から吊型わくを設置し、コンクリート打設は簡易タワーおよびねこ車で運搬打設を行なった（写真—11）。横締めについては、床版の厚さは130 mmであり、68 mmの位置にプレシネーケーブル12φ7で緊張を行なう設計である。コーンの大きさは120 mmあるので、耳桁外側の上フランジの厚さが170 mmとなっており、その部分でPC鋼線の位置は85 mmとなりちょうどケーブルの両端が下がった恰好である。シース

写真—9 フーチング上部配筋状態
円柱定着部と補強鉄筋を使用している。



写真—10 PC 桁 架 設

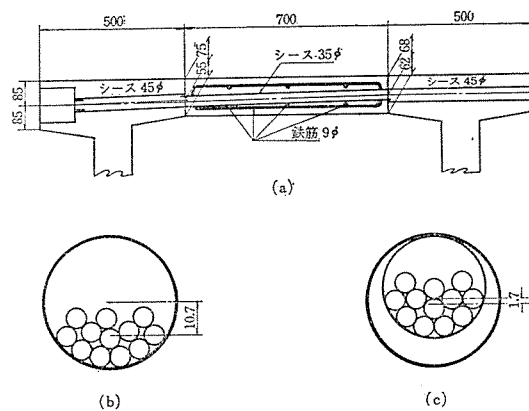


写真—11 間詰めコンクリート打設

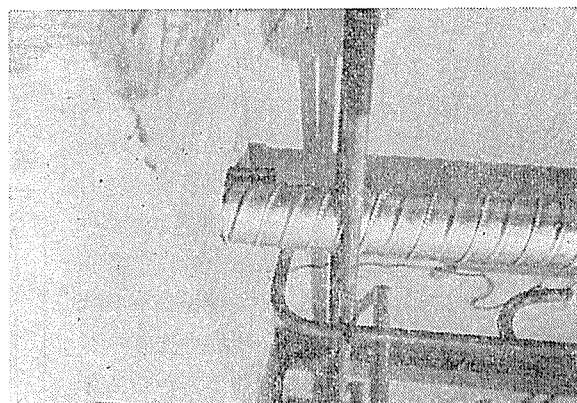


の径が45 mmであるのでそのまま緊張すれば、当然中桁部分のケーブルはシースの下側に集まり、偏心量は許容誤差を越え、床版上部に引張応力が発生する（図—8（b））。そこで図—8（a）のように耳桁とつぎの中桁の間のシースを35 mm径のものをを用い、中桁側においてシースの下に鉄筋等をそう入しシースを持上げるとか、上から結束線によりつり上げる等の処置を行ない、PC鋼線の図心になるべく設計どおりになるようにした。このため、プレストレス時のシース内の摩擦損失は普通の横締めよりも大きくなるものと思い、緊張に先立って、摩擦損失量を測定したのち、緊張作業を行なった。摩擦損失量は $\mu=0.3$, $\lambda=0.004$ として推定損失した値5.4%よ

図—8 横締め PC 鋼線の偏心量



写真—12 外桁・内桁間シース設置状態 φ35 mm
シースの下と9 mm鉄筋を入れ持ち上げている



表—6 床版完成時キャンバー（15.00 m スパン）

施工会社	測定数	平均値 (mm)	標準偏差 (mm)	ひずみ度	尖 度
A	102	14.6	5.53	-0.177	3.171
B	84	20.8	5.53	0.517	3.526
C	104	22.6	4.75	0.211	2.934
D	96	16.9	5.45	0.383	2.174
E	156	19.4	5.74	-0.891	4.389
F	42	21.2	5.66	-0.470	2.955

るコンクリート打設など今後改善すべき課題であると思われる。

最後に、本高架橋の計画、設計、施工に対し種々御指導頂いた白善前名古屋建設局長に深く感謝申し上げると

ともに、工事に従事された春日井工事事務所職員各位および請負業者各位の御協力に心から敬意を表する次第である。

表-8 PC および RC 高架橋 75m (5 橋脚, 5 径間)
当り現場工事工程および労務歩掛り比較

工 種	施工日数	10 20 30 40 50 60 70							P.C.高架橋歩掛り		R.C.高架橋歩掛り	
		人/日							人/日	人/75m	人/日	人/75m
下 部 工	基礎掘削	2							± 1A	3.2A	± 1A	4A
	基礎材	2.5							± 3A	7.5A	± 3A	7.5A
	基礎コンクリート	1.65							コン 3A	4.95A	コン 3A	4.95A
	フーチング型枠	2							大 2A	3.2A	大 3A	6A
	フーチング型枠	2.5							大 4A	10A	大 4A	10A
	コンクリート打設	1.65							コン 5A	12.5A	コン 5A	8.25A
	PC円柱 運搬架設	2.5							運 1A	9.9A	—	—
	柱 鉄 筋	1							—	—	大 3A	3A
	柱 型 枠	2.5							—	—	大 5A	15A
	柱コンクリート打設	1.65							—	—	コン 5A	9.9A
上 部 工	橋梁支保工型枠	1.65							± 4A	13.5A	—	—
	横ばり鉄筋	2.5							大 3A	10A	—	—
	横ばりコンクリート	1.65							コン 4A	8.25A	—	—
	コンクリート養生	5							—	—	—	—
	小 計		22.45	24.9					81.15A		68.6A	
	支 承 工	2							± 2A	4A	± 2A	4A
	PC桁 運搬架設	2.5							大 1A	17.5A	—	—
	RC 支保工 組立解体	8							—	—	大 2A	64A
	型枠組立	7							大 3A	30A	大 6A	32A
	鉄筋組立	7							大 4A	10A	大 6A	42A
合 計	コンクリート打設	5							コン 8A	40A	コン 1A	21A
	コンクリート養生	7							—	—	—	—
	PC橋梁張	5							R.C. 3A	15A	—	—
	グラウト工	2.5							R.C. 4A	10A	—	—
	型枠取外し	3							大 2A	2A	大 5A	9A
	花型工 型枠コンクリート	1.65							大 2A	12.5A	大 2A	6.6A
	高欄 防護柵	2.5							大 3A	11A	大 3A	11A
	小 計		43.9	35.25					15.2A		215.6A	
	合 計		66.35	60.15					232.15A		284.2A	

凡 例
—— R.C.高架橋工程
—— P.C.高架橋工程
土——土工
コン——コンクリート工
大——大工
オペ——オペレーター (クレーン等)
セ——セ工
鉄——鉄工
運——運転手
P.C.——P.C.I

参 考 文 献

- 1) 「短スパンPC桁 (プレテンション桁) の経済性について」, プレストレスト コンクリート, Vol. 9, No. 1
- 2) 「プレストレスされた鉄筋コンクリート既製中空円柱による高架橋橋脚の設計」, 土木技術, Vol. 22, No. 1
- 3) 「小牧高架橋 (東名高速道路) のセミプレハブ方式円柱橋脚」, 橋梁と基礎, Vol. 1, No. 12

表-9 工 費 比 較 表

	R.C.間々原高架橋	小牧高架橋
延 長	676.9 m	1 707.7 m
幅 員	2×10.95 m	2×10.95 m
橋 面 積	14 824 m ²	37 399 m ²
上 部 工	26 270 万円 17 800円/m ² 71.4%	70 050 万円 18 700円/m ² 69.4%
下 部 工	10 540 万円 7 100円/m ² 28.6%	30 940 万円 8 300円/m ² 30.6%
合 計	36 810 万円 24 900円/m ²	100 990 万円 27 000円/m ²

表-10 概算工事数量および工費構成

	項 目	数 量	工 費 (万円)	工 費 (%)	備 考
上 部 工	プレテン桁 (l=15 m)	2 552 本 (2 156)	40 150	57.4	外桁には横締めプレシネーコーンを含む ¹⁾
	中 詰	5 530 m ³	13 020	18.6	コンクリート ($\sigma_{28}=300 \text{ kg/cm}^2$) 型わく鉄筋を含む
	横 締 鋼 線	312 t	9 120	13.0	Skew 桁端部の P.C.鋼棒を含み, コーンを含まず
	支 承	154 m ²	1 080	1.5	ゴ ム 支 承
	地 覆 高 欄 等		6 680	9.5	ガードレール, オートガード, 縁石を含み舗装を含まず
合 計			70 050	100.0	
下 ²⁾ 部 工	基 礎 掘 削	42 000 m ³	2 250	7.3	基礎材を含む
	コ ン ク リ ー ト	17 000 m ³	18 840	60.8	フーチング, 桁受けばり, 鉄筋, 型わくを含む
	PRC 円 柱	4 630 m	9 610	31.1	運搬架設を含む
	雑 工		240	0.8	
	合 計		30 940	100.0	

- 1) 外桁の工費の中には横締めプレシネーコーンが含まれており, その数は約 14 400 個になる。
- 2) 上下線あわせて橋脚 228 基分のもので, PRC 円柱は 684 本ある。

1968.6.5・受付