

三鷹航技研上家プレストレスト・コンクリート工事ならびに測定について

建設省関東地方建設局 岡 村 勉
同 建築研究所 中 野 清 司

1. 工 事 概 要

この架構は図1～3に示す通りであつて、基礎杭（遠心力既成コンクリート杭、径350mm、長さ8.5m）、鉄骨鉄筋コンクリート柱（長さ15.6m）の上に柱部5.4m、アーチ部スパン20mのコンクリートを現場打ちし、ポストテンションによつてプレストレス導入を行つたものである。小架、桁行方向梁は工場製作のポストテンション梁であつて、一部は地上で、一部は架設後プレストレスを導入した。

鉄骨鉄筋柱とプレストレストコンクリート柱との結合部は、柱の鉄骨とP・C柱脚の支圧板とを介して電気溶接し、さらに上下の鉄筋も溶接によつて連結し、最後にコンクリートにて被覆した。施工の順序に大略次の通りである。

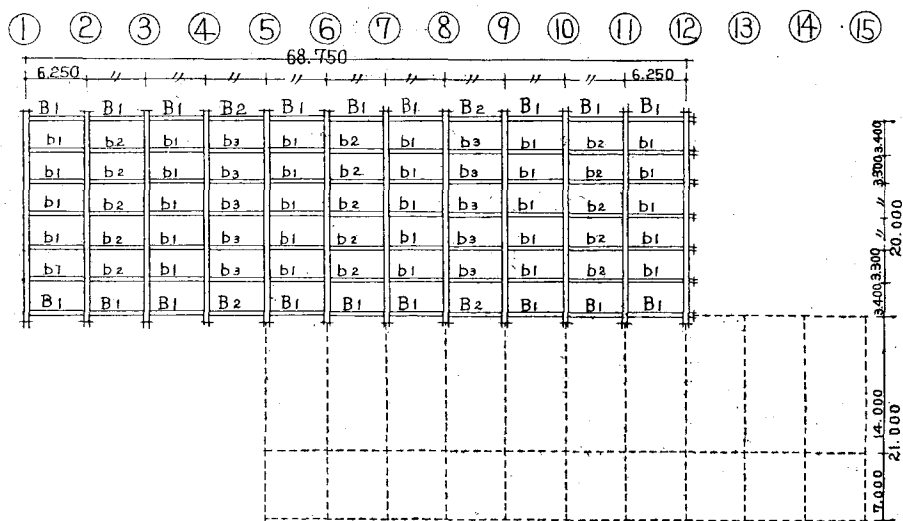
- 1) 基礎、柱、壁体の順に13.600mまでコンクリートを打ち上げる。（13.600m～15.600mの間はP・C部完了後に上述の方法で緊結する。）
- 2) 15.6mと云う高所でコンクリート打ちその他の作業を行うため、移動式ステージ（図4）を設け、P・C梁2本宛をコンクリート打ち、プレストレス導入した後にステージを次の場所に移動させた。
- 3) プレストレス導入は、架柱の順に行い。この際、柱脚は自由端になるように考慮した。
- 4) プレストレス作業終了後、支柱をゆるめ、柱脚を下部の鉄筋鉄骨柱上に据付け、溶接後、コンクリートで被覆する。
- 5) 工場製の小梁、桁行方向梁を所定の場所に架設し目地モルタル施工後3連宛プレストレスを行う。
- 6) 屋根スラブの軽量コンクリートの打込みを行う。

図1 梁状図

図2 軸組(1)

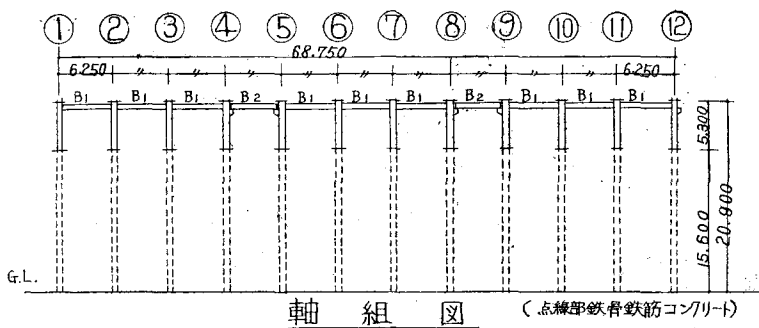
図3 “ (2)

図4 ステージ



梁 伏 図

図 - 1



軸 組 図 (点検部鉄骨鉄筋コンクリート)

図 - 2

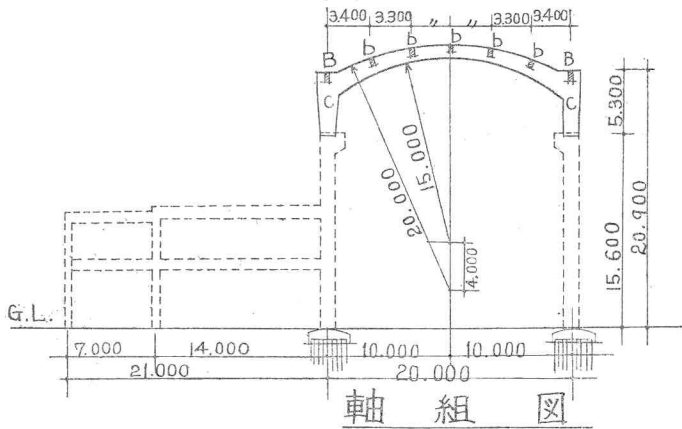


図 - 3

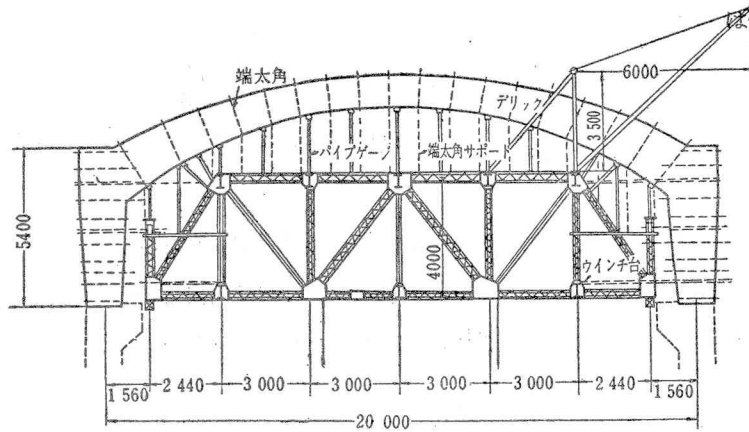


図 - 4

2 施行の概要

(2-1) ステージ

概要は図4に示す通りである。このステージ骨組は両端及び1/2スパンの点の計4点で支承され、PC梁20t、自重および積載荷重15.4tの荷重を想定してある。骨組トラスの上弦材、下弦材の上に板張作業床が作られ、上部床は作業用、下部床は主として

用いられた。移動はトラス両端のガイドレール中に鋼球4個宛を入れ下弦部両端に固定された手巻ウィンチによつて、移動先の一部に固定されたワイヤーを徐々に巻き並ら行つた。移動所要時間は約3時間程度であつた。

この外に一二の補助ステージを設けたが、こゝでは省略する。なお本工事のPC工事費の約15%が、ステージ関係の費用となつてゐる。

(2-2) 型枠および支保工
ラーメン梁の型枠は鋼製、本製の二種を使用した。前者は四回、

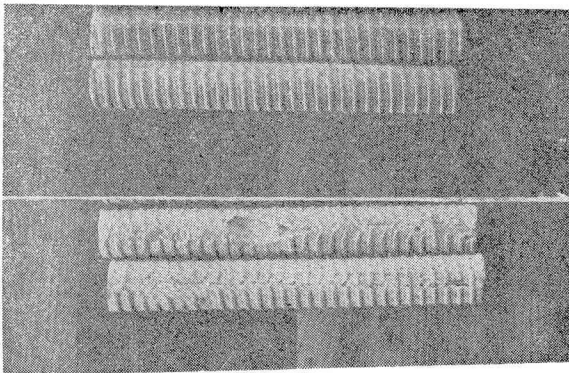


図-5 グラウトテスト結果
(上2本は下側、下2本は上側表面を示す)

後者は二回使いとなった。柱部はすべて既製メタルマームを使用した。梁の型枠の現場組立に要した日数および人員は次表の通りである。本工事に関する限り鋼製の場合は工場製作の寸法誤差にともなう現場手直しが困難で、初めのうちは相当の日数を費すが回を重ねるに従って、作業員の熟練、寸法誤差の減少によつて組立期間が短くなる傾向にあるが、木製では逆になつてゐる。これは破損が相当甚しかつた事から当然推察できる。

表・1 梁型枠組立期日（人員）（支保工取付手直しを含む）

型 枠	梁 No.	No.3～4	5～6	7～8	9～10	11～12
		約 8日(52人)	約 4日(42人)	約 3日(32人)		
鋼	製					
耐水ベニヤ製					約 3日(24人)	約 5日(40人)

型枠な保工は105mm角の木柱を鳥居型につくり、型枠底部およびステージ床面との取合部に木製楔をかい、各部アーチ高の調整に便利なようにし、またプレストレス導入作業の際に支保工による抵抗が少なくなるように考慮した。

ラーメンの柱脚部は施工中は半自由端となつてゐるため、転倒を防ぐ意味で梁中央部においては隣接する梁相互間にパイプサポートを水平にかい、かつワイヤーロープにて梁相互間の距離が開かぬように連結した。柱部は、隣接する2本の柱の柱頭柱脚相互間に鉄筋にて筋道を施した。

(2-3) コンクリートの調合および打込み

(a) 調合および予備試験

本工事のコンクリートの品質は、すべて $F_{28} = 450 \text{ Kg/cm}^2$ と定めた。ただし最大骨材径は梁柱（現場打）25%、小梁桁行方向梁（プレキャスト）15%とした。調合設計は下表の通りである。

表・2 コンクリート調合設計表

a. 材 料

セメント	アサノベロセメント 比重 3.15
砂	相模川産、比重 2.60、吸水率 1.5、粒径 2.5mm
砂 利	多摩川（是政）産、比重 2.62、吸水率吸水率 1.1 粒径 2.5mm

b. 調 合 (1 m^3 当り)

	セメント	砂	砂 利	水 量	W/C	スランプ
梁	440 Kg	597 Kg	1170 Kg	175 Kg	40%	6 cm
柱	450	609	1135	180	40	8

上表にもとづいて現場ためし練りを行い、応力導入時所要強度350 Kg/cm^2 は材令5日にて得られる見通しをえた。

次に上記コンクリートの施工性、および振動機の配置を検討するため、ラーメン梁の中央部約3米の実大模型型枠を作りこれに打込みテストを行つた。この結果、スランプは柱梁共6 $cm \pm 2$ cm とし、振動機は次項に示す要領で配置することとした。

(b) 打 込 み

コンクリートは本建物より約100 m の距離にあるバッチャープラントよりダンプカーにて運搬し、コンクリートタワーホッパーに投入、ステージ高さまで上げネコ車にて打込場所に運搬した。打込みは柱部はネコ車より受箱にとり、スコップで投入、梁部は両端部はスコップにより、中央高所はベルトコンベヤー2台によつて高所まで上げこれを受箱にうけてコップで投入した。使用振動機は柱外部 $\frac{1}{4}$ HP16台、梁 $\frac{1}{4}$ HP4台であり棒パイプレーターも併用した。

(c) 現場コンクリートの品質

打込みと全時に採取したテストシリンダー強度は $F_5 = 383 Kg/cm^2$ 、 $F_7 = 415 Kg/cm^2$ 、 $F_{28} = 504 Kg/cm^2$ である。

(2-4) グラウト

電動式高速回転ミキサーおよびグイヤフラムポンプを使用した。調合は $W/C = 43\%$ 、ヴィンゾール25cc/セメント1袋、亜硝酸ソーダー11.45cc/水1 l であり使用セメントは普通ポルトランドセメント、フロー値は11~12秒である。1ケーブルに当りの所要時間は4分~5分30秒程度である。

グラウト注入にさき立つて行つた注入テストの結果は図5の通りであつて概ね満足しうる結果をえられたと考えられる。

3 プレストレス導入作業に伴う測定の概要

(3.1) 目的と方法

応力導入の実態をなるべく正確につかむため、通常施工に伴つて行はれる鋼材の抜出し長さによる鋼材緊張力のチェックの外に 1) 鋼線および鋼棒に抵抗線歪計を貼付しS、材軸に沿う歪

図. 6 測定位置および鋼線歪測定法概要

a) ラーメン梁に用いた12- $\phi 7$ mmケーブルの歪みは図6に示すように2ヶのスペーサー間に等間隔に保持された12本の鋼線のうち一本おきの6本に2枚ずつ貼付した抵抗線歪計によって測定した。この方法による測定は36点である。このうちケーブル吊込み時に破損したもの、高圧力時にゲージの滑りが生じたもの等であるが、測定結果の1例としてAケーブル、測点C-10の結果を図7に示すことにする。一方ケーブルの抜き出し長さの測定結果は1例を図8に示す通りである。以上2種類の測定結果にもとづいてケーブルの緊張結果を検討する。図9は横軸に材端よりのケーブルの長さ、縦

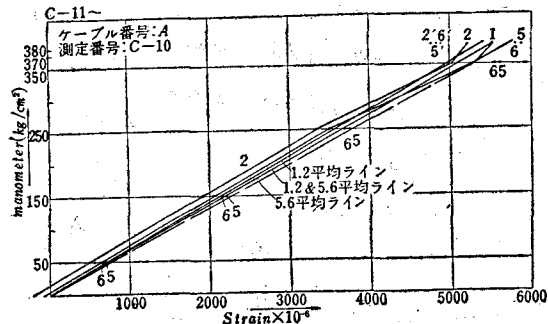


図7 梁のケーブル緊張作業にともなうケーブルの歪みの測定結果の1例

軸に鋼応力(鋼の弾性係数は 20,000

kg/mm^2 とした)をとりケーブルに沿つ

た各測定位置の応力を各荷重段階(ジ

ヤツキマノメーターの指針 $\mu=50$,

150, 250, 380 kg/cm^2)ごとにプ

ロットレ(図9では $\mu=380$ 以外は

省略),またケーブルの抜け出し長さ

から計算によつて求めた平均応力を,

伸びにもとづく平均応力として示して

ある。なお、この図の原点応力は直接

測定してゐないが、ジャツキマノター

ターは使用前に検定済みであ

り、ジャツキの内部摩擦損失

および鋼線がコーンを通る時

の摩擦損失を4%と仮定して

計算から求めたものである。

測定されたA、C、Eケー

ブルについて見ると、Eケー

ブルのG点を除けば至は梁にそつてほぼ直線的に変化しており、設計上仮定した応力分布法則が

實際上成立つ事を示してなる。また伸び量について、実測、歪分布から計算したもの、設計上の

予定伸び量の三者を比較すると表3の通りとなる。

表3 伸び量の比較

ケーブル	a 実 測	b SR-4より	c 設 計	b/a	* a/c	* a/c	a欄の米部 は実測値を 直線補正し たもの
A	127(123米)	118.5	133	96.5	95.5	92.5	
C	130(128米)	121.7	132	95	98.5	97	
E	124(121米)	121.4	125	100.1	99.2	96.7	

上表からいえることは、i) 伸びによるケーブルの平均応力の値はSR-4実測値と5%以内

の差異であつて実用上一致する。ii) a^*/c の値から、伸びは3.0~7.5% だけ設計伸びに

対して不足してゐる。施工の際にはすでに a/c を95%以上とするように材端緊張力を上げてあ

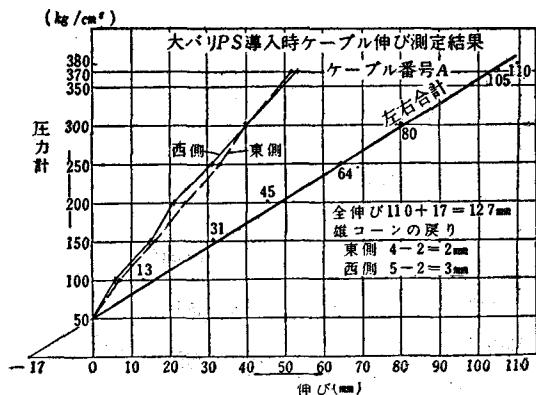


図. 8 梁のケーブル緊張作業にともなう
ケーブルの抜け出し長さの測定の1例

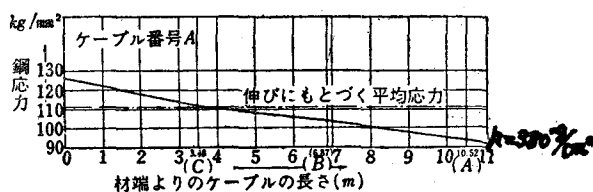


図. 9

る。そこで伸量の不足は設計上の摩擦係数 $\lambda\mu$ の仮定値が過少であつたと考えられる。いま材端応力の不変のまま伸量が γ % だけ低下したときのスパン中央の応力低下率を K とすれば、

$$K = \gamma + (\gamma - 1) \cdot \frac{1}{1 - \mu\alpha - \lambda x}$$

の関係が成立し、A～F ケーブルの平均値は $\gamma = 0.95$ 、 $K = 0.9$ となる。従つて、摩擦係数の値を過少にとつて設計すると、設計通りのプレストレスを与える施工が困難となる。

ラーメン梁のコンクリート歪みの実例結果は図-10に示す通りである。全図にみせる通り、

No.1～3 ケーブル緊

張の間は梁の支持方

法の影響が現はれて

ゐる。梁断面のほぼ

図心位置にある。

A-4、B-4、

C-4 ゲージの測

定値は表4の通り

である。

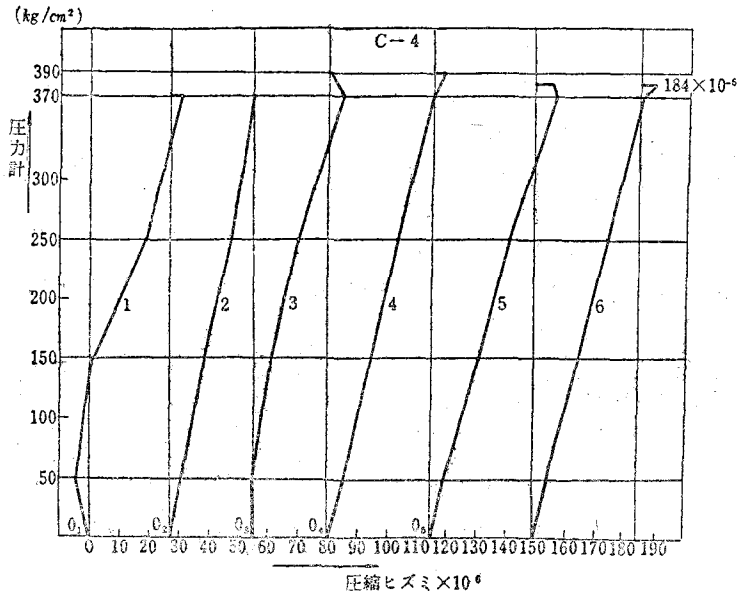


図 10 ラーメン梁、梁ケーブル緊張時のコンクリート歪み測定結果の一例

表 4

	A - 4	B - 4	C - 4
コンクリート歪にもとづく応力 δ_1 kg/cm^2	66.5	61.1	65.7
ケーブル歪にもとづくコンクリート応力 δ_2 kg/cm^2	74.6	75.5	68.9
δ_1 / δ_2 %	89.2	87.5	95.4

(b) ラーメン柱の応力導入

使用した鋼棒は $\phi 23 \cdot 28 \text{ mm}$ 20本である(図・6 参照)。抵抗線歪計による結果(1例を図・11に示す)は計算値の97.5~101.1%で良好な一致を示す。

(c) 桁行方向の梁

桁行方向の梁は図12に示すように柱を介して3連毎に片引きでケーブル緊張を行った。測定はケーブルの伸びとコンクリート表面の歪み(図・12)について行った。伸びの結果からみると摩擦係数 λ が0.0007程度であつて測点5~8で約7%、1~4で12%程度の応力低下

を生じてみると考えられる。一方コンクリート歪みの測定結果は表5の通りであつて、この表からわかる事は歪みはすべて圧縮方向であり、また梁上端では、平均応力の33~67%増、下端では0~9%減という結果になつている。

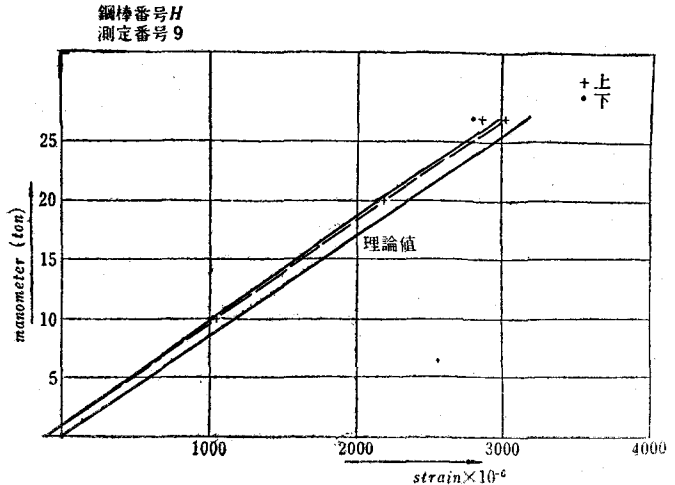


図11 鋼棒の歪み測定結果の1例

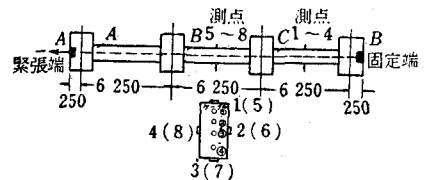


図12 桁行方向の梁のケーブル緊張

表・5 桁行方向梁のプレストレス

緊張 ケーブル	ゲージNo.	端スリコンクリート歪 $\times 10^{-6}$				中央スリコンクリート歪 $\times 10^{-6}$			
		1	2	3	4	5	6	7	8
No. 2		60	40	40	36	65	46	32	36
No. 3		47	42	41	42	61	40	40	40
No. 1		59	43	42	36	60	43	40	39
No. 4		35	31	27	29	55	40	34	39
計		201	156	150	143	241	169	146	154

む す び

本工事の実施結果からみて、大型架構のプレストレスにおいては、設計、施工の有機的な総合計画の有無が、経済性、工期、安全性等を大きく左右する事が痛感される。今後引続いて、この点の研究を行いたいと考えてゐる。

終りに、本工事及び測定の実施について種々御指導を賜つた関東地方建設局建築第二課長大島久次博士、工事の実施に当られたKK大林組、興和コンクリートKK三磨現場の方々に厚く感謝の意を表する次第である。