

プレキャストプレストレストコンクリート造射撃場の設計と施工

—警視庁射撃場改築工事—

大	場	貴	博*
大	杉	文	哉**
若	林		元†
竹	山	博	史††

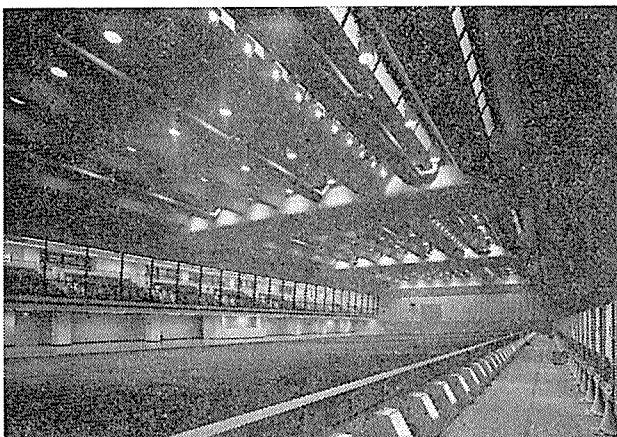
1. はじめに

東京都により、昭和 59 年から警視庁射撃場の改築計画が進められ、都内江東区新木場に、射撃場が昭和 60 年 10 月に着工され、昭和 62 年 4 月に竣工した。

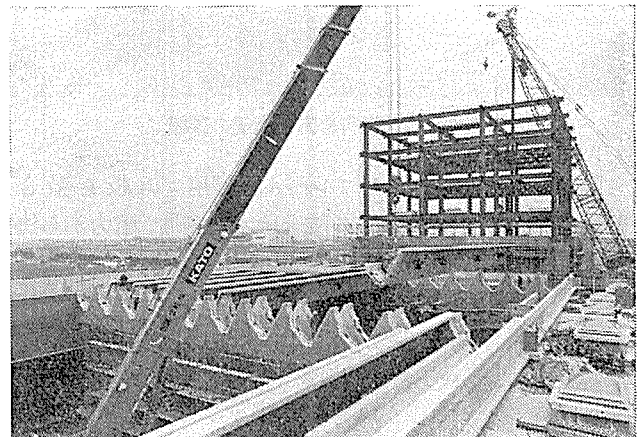
建設場所は、夢の島の南側に位置する荒川右岸沿いの埋立地で、首都高速道路・新木場ランプに近く、本年 12 月には、地下鉄有楽町線と JR 京葉線が開通予定であり、開通後は、有楽町駅や東京駅から 15 分程度で行ける交通の便利な場所である。

射撃場は、建築面積・5 650 m²、延床面積・6 894 m²の東洋一の規模である。射撃場は、第 1、第 2、第 3 の訓練場より構成され、それぞれ、40 m×27 m、40 m×63 m、40 m×27 m の大空間を有している。各訓練場は、それぞれ 2 階に観客席を設け、標的数は第 1、第 2、第 3 訓練場それぞれ、20 的、50 的、20 的である。

これらの訓練場の大屋根を構築する工法が種々検討されたが、1. 防弾性能、2. 遮音性能、3. 耐久性能等を満足しつつ、大空間の架構を可能にする工法としてプレストレストコンクリート工法が最適であることが判明し



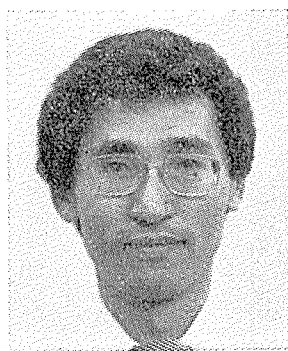
写真—1 第 2 訓練場内観



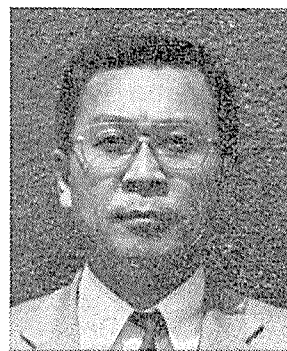
写真—2 PC 折版



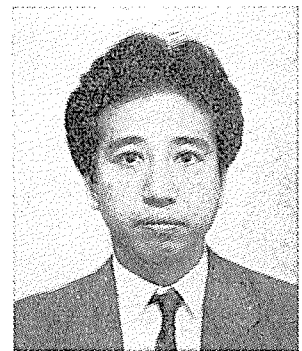
* Kimihiro ŌBA
警視庁総務部施設課係長



** Fumiya ŌSUGI
(株) 久米建築事務所

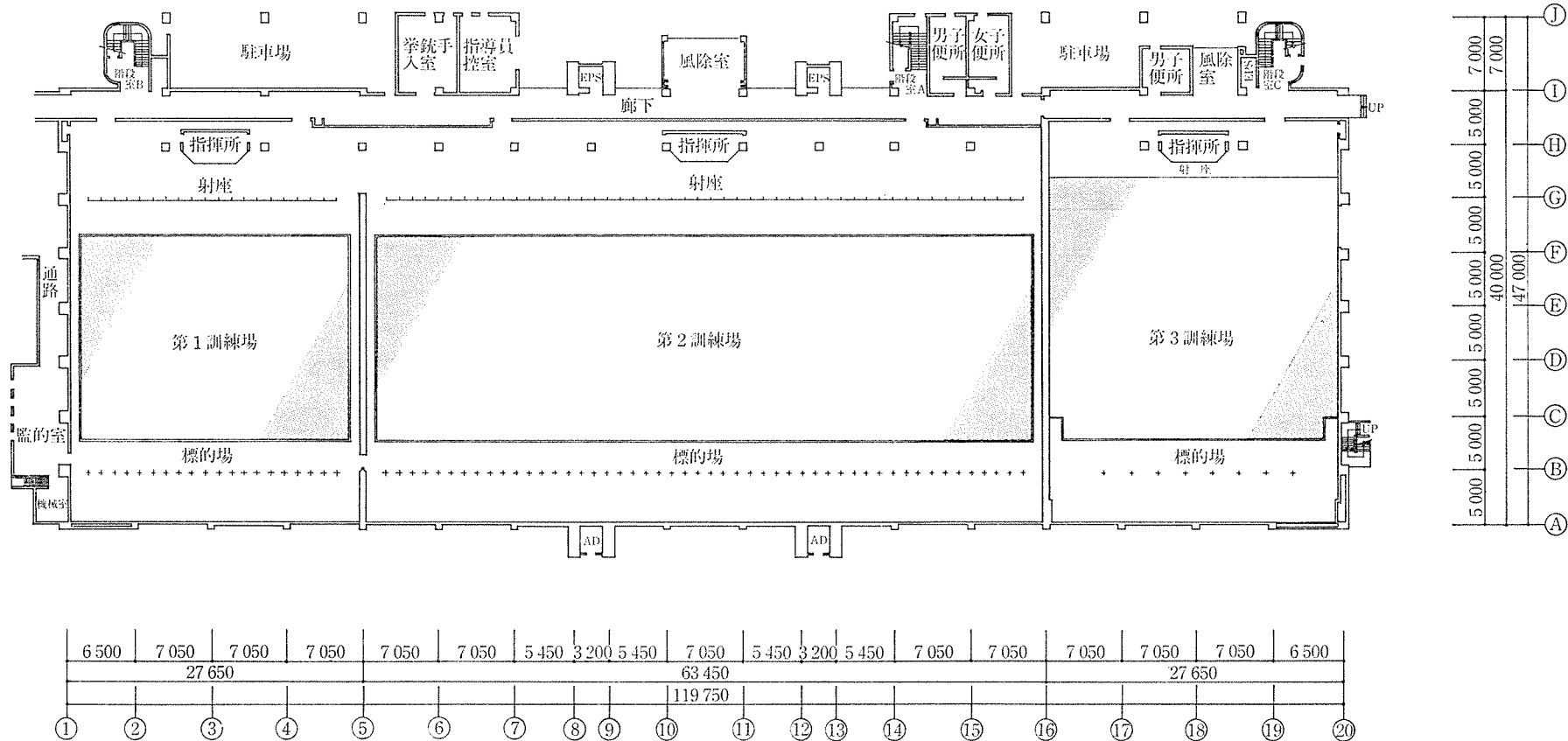


† Gen WAKABAYASHI
不動建設(株) 東京支店

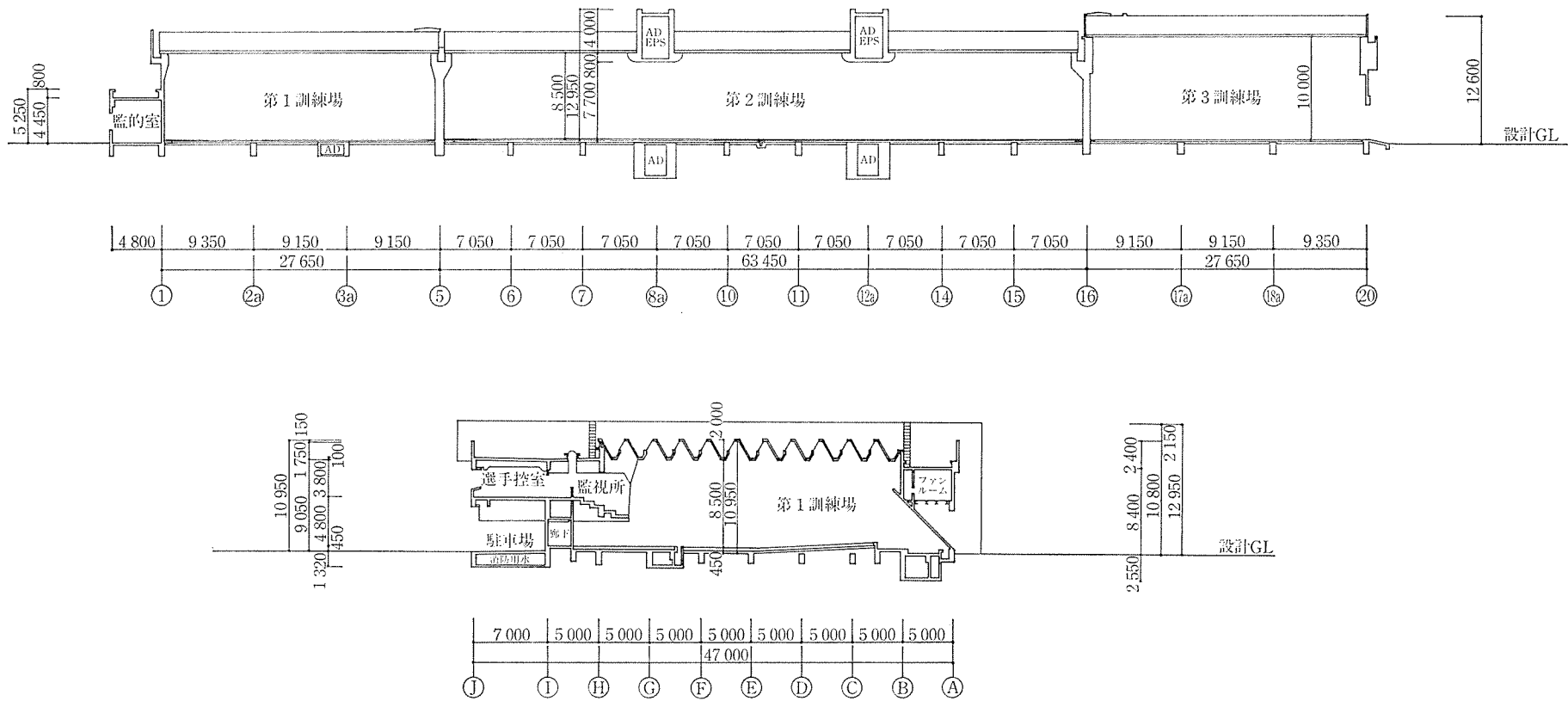


†† Hiroshi TAKEYAMA
フドウ建研(株) 東京支店
設計部

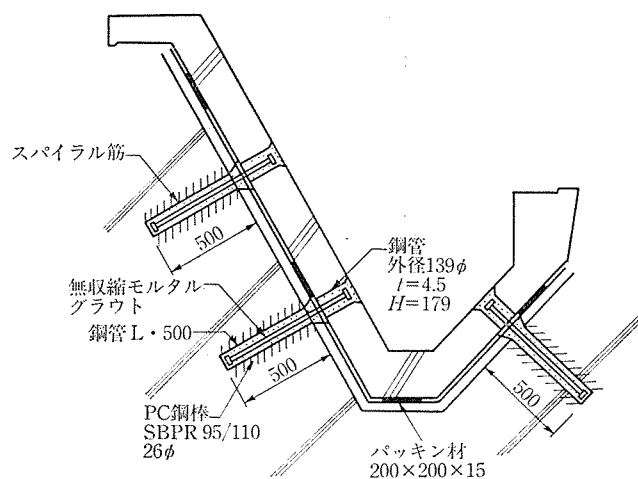
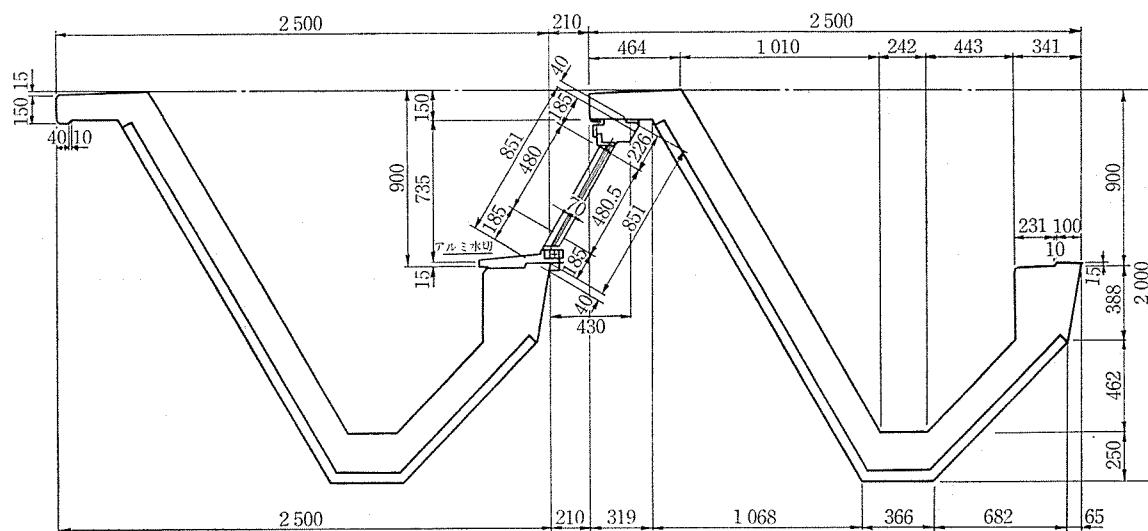
プレストレストコンクリート



圖—1 平 面 圖



図—2 断面 図



図—3 詳細図

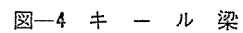
た。そこで、第1・第3訓練場はプレキャストプレストレストコンクリート折版（以下PC折版と略記）の単スパン架構とし、第2訓練場は場所打ちプレストレストコンクリート造のキール梁を2本設け、PC折版の3スパン架構とした。

また、PC折版が非対称断面のため、PC折版の製作に先立ち、PC折版に設計荷重を載荷して1か月間にわたる変形の計測実験を行った。以下にPC部分の設計・施工の概要と、これらの実験結果について報告する。

2. 建物概要

工事名称：警視庁射撃場改築工事
 工事場所：東京都江東区新木場 4-1-1
 発注者：東京都
 基本設計：警視庁総務部施設課
 監理：警視庁総務部施設課

設計：(株) 久米建築事務所
 施工：不動建設(株)・(株) 福田組・アイサワ工業(株) 建設共同企業体
 PC施工：フドウ建研(株)
 ピー・エス・コンクリート(株)
 規模：平屋建て（一部2階建て）
 建築面積 5 650 m²
 延べ面積 6 894 m²
 施設：第1～第3訓練場、第1～第2観客席、教官席、監視所、本部席、本部控室、選手控室ほか。
 構造：主体構造 鉄筋コンクリート造
 キール梁 場所打ちプレストレストコンクリート造
 屋根 プレキャストPC折版
 基礎 PC杭による独立基礎



使用材料 コンクリート

PC 折版 $F_c=450 \text{ kg/cm}^2$

キール梁 $F_c=350 \text{ kg/cm}^2$

躯体全般 $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$

鉄筋 SD 35, SD 30

3. PC の設計

3.1 PS キール梁の設計

第2訓練場の設計にあたり、 $40 \text{ m} \times 63 \text{ m}$ の大空間架構のため、スパン 40 m のキール梁が必要となった。1本のキール梁は、 $40 \text{ m} \times \text{約 } 20 \text{ m} \approx 800 \text{ m}^2$ の屋根荷重を負担する。

そこで、設計上と施工上両面より検討した結果、場所打ちプレストレスト造と決定した。断面形状は、自重を低減し、横剛性を高める中空のボックス梁とした。

PC ケーブルは、VSL 工法 E 6-12 (12本-SWPR 7 A-15.2 mm) ケーブルを 24 本配置した。スパン中央部の総プレストレス力は、 3840 t である (図-4)。

3.2 PC 折版の設計

(1) 形状の選択

PC 折版の形状決定には、採光、換気、照明等の設計条件を満足し、かつ構造的にも可能なように、シミュレーションを重ねた結果、図-5 に示す非対称断面形を採用した。

本 PC 折版の梁せいは、スパン比からいえば少し大きくしているの、薄肉部材ながら剛性の高い形状となっている。

(2) 部材種類

PC 折版は施工条件により、版長に応じて、ポストテンション・ブロック折版 (以下 Pos 折版) と、プレテンション折版 (以下 Pre 折版) の2種類に分けた。

Pre 折版は、版長 $17.31 \sim 18.78 \text{ m}$ と比較的短いス

ン (第2訓練場) に適用し、Pos 折版は、版長 $27.05 \sim 27.25 \text{ m}$ の長スパン (第1, 第3訓練場) に適用した。

版厚は、 50 mm の防弾用木毛セメント版打込みを含め、Pre 折版で 150 mm 、Pos 折版で 200 mm とした。

(3) Pre 折版の設計

Pre 折版は、プレテンション方式の PC 部材で、両端ピン支持の単純梁として設計した。設計レベルは、フルプレストレスとし、導入力は $P/A \approx 36 \text{ kg/cm}^2$ である。

断面の応力度の算定にあたっては、非対称断面形のため、モーメントを強軸、弱軸廻りに分解し、それぞれの断面係数で除したものを再び合算して求めた。また、プレストレスによる曲げモーメントについても同様の方法で応力度計算を行った。

(4) Pos 折版の設計

Pos 折版も、Pre 折版と同様の方法で計算を行った (導入力 $P/A \approx 56 \text{ kg/cm}^2$)。

Pos 折版は版長 27 m 、重量 54 t のため、工場で3分割して製造し、現場でプレストレスを与えて一体化するブロック工法が採用された。

分割された個々のブロックは、プレストレスを与えられるまでは RC 部材であるため、ひびわれが生じないように、中央下端に 5-D 16 を配している。

(5) F.E.M. 法による PC 折版の解析

版の短辺方向の応力と、非対称断面形による、版のねじれ変形を求めるため、図-6 に示すような要素分割を行い、F.E.M. 法による解析を行った (Demos-E STR-AP を使用した)。

長辺方向は、スパン中央で二分し、半分の版にして解折した。スパン中央の各節点は、X 方向変位と、Y 軸廻りの回転のみ拘束し、他は自由として境界条件を与えた。また、支持部分については、X 方向変位と、Y 軸廻りの回転のみ自由とし、他の変位、回転に対しては拘

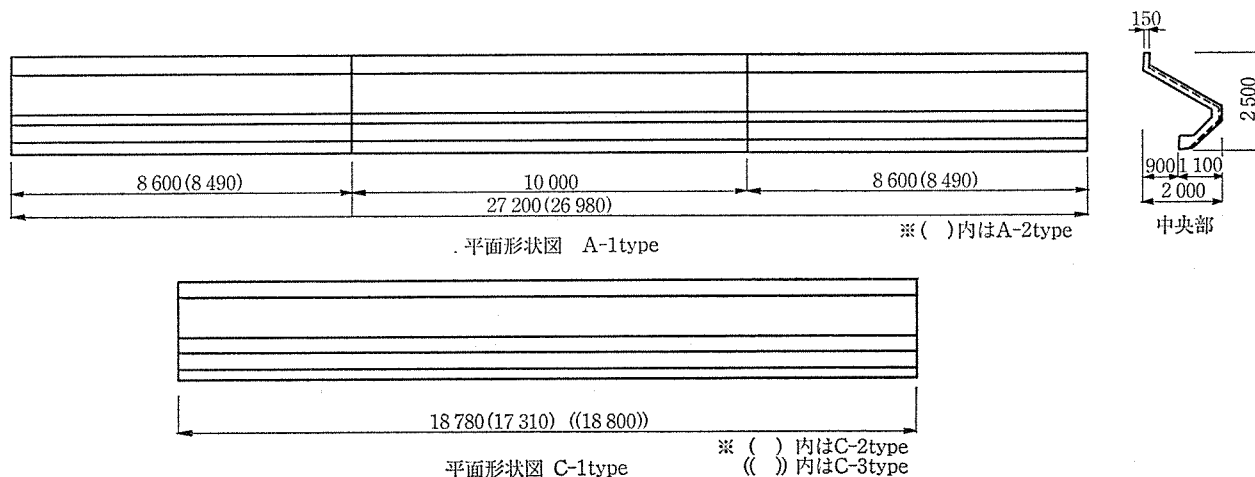
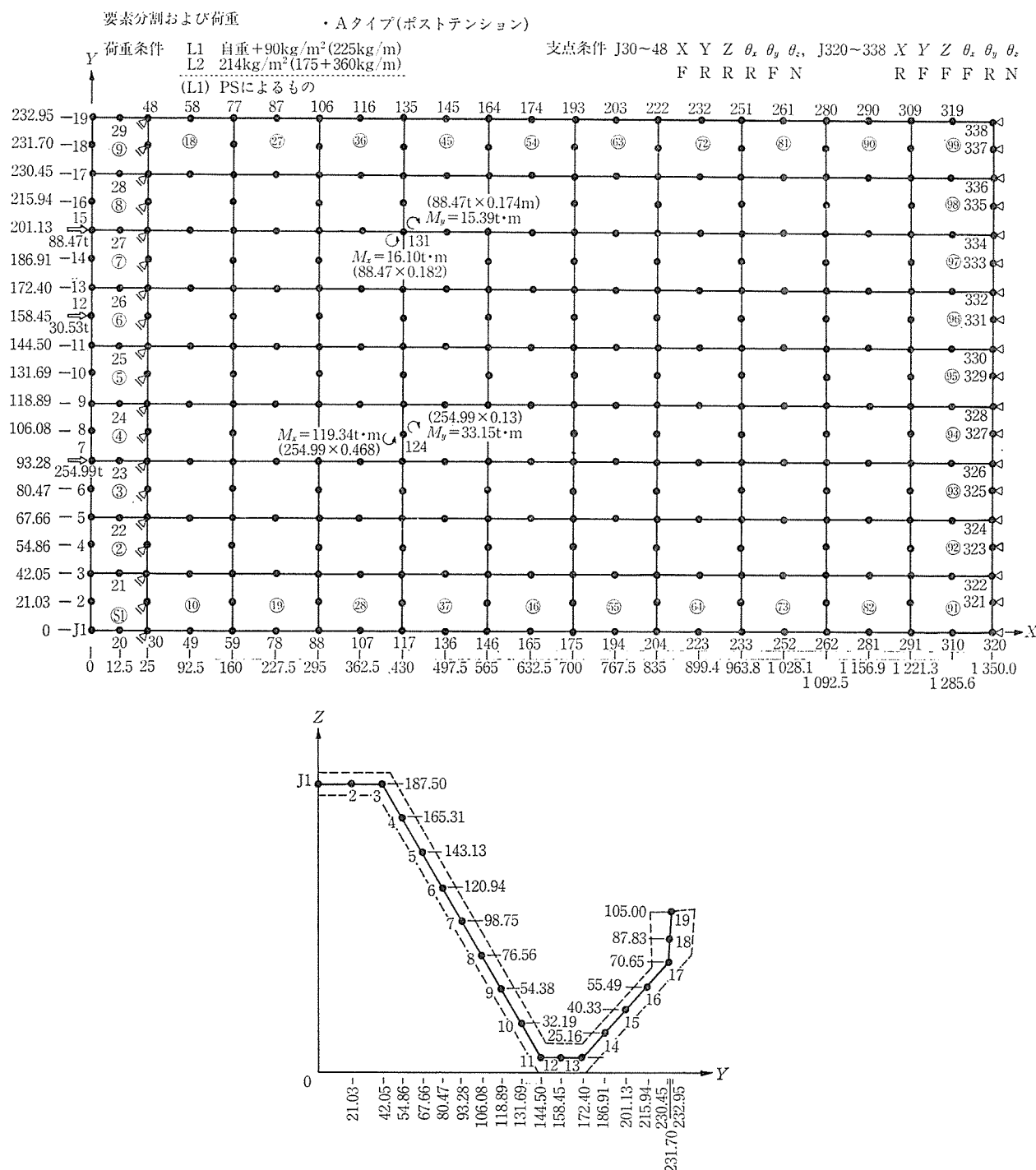


図-5 形状図



図—6 F.E.M. 要素分割図

束とした。

支持部分は、アンカーで拘束されるため、X 方向の変位に対しては、拘束とすべきであるが、解析上プレストレスの軸力を版に与えるためと、版の変形に対しては安全側の値を得るために、ローラー支持としてモデル化した。

自重および積載荷重は各要素に面荷重として与えた。プレストレスは軸力と上向きの曲げモーメントの2つに分け、軸力については版端に節点荷重として与え、上向

きの曲げモーメントは曲線配線区間の中央に節点の曲げモーメントとして与えた。

これらの F.E.M. の解析をもとに、版の短辺方向の配筋を求め、応力の大きい部分で D 10 @ 100, 小さい部分で D 10 @ 200 のシングル配筋とした。

版の変形については、F.E.M. 解析で得られた版の弾性変形と、予想される施工条件によるクリープ変形を加え算定した(図—8)。

したがって折版相互間の採光用サッシュには、変形に

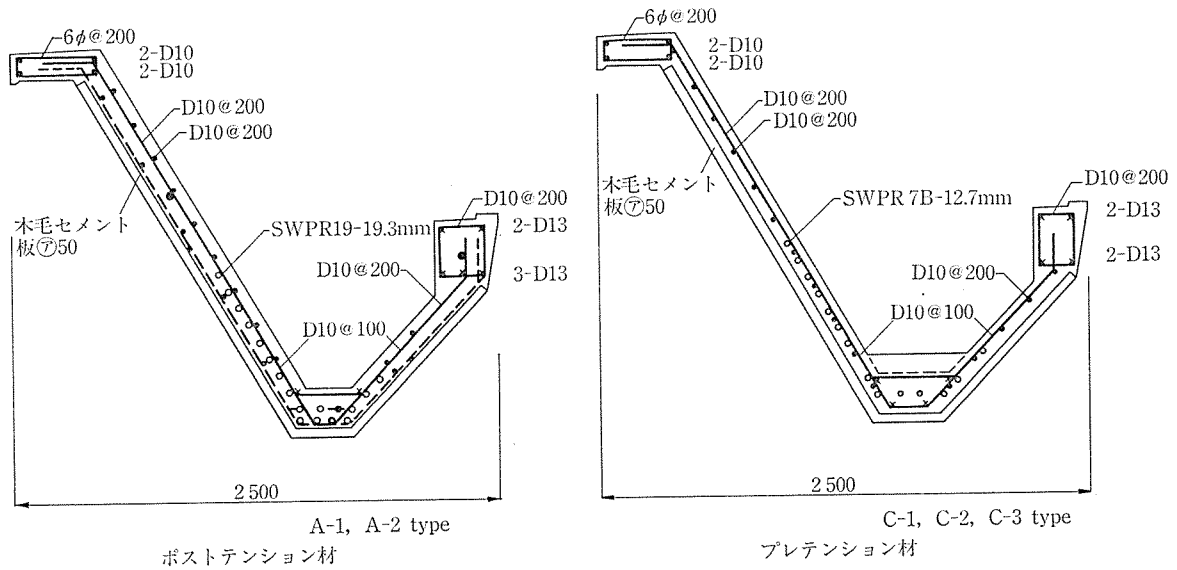
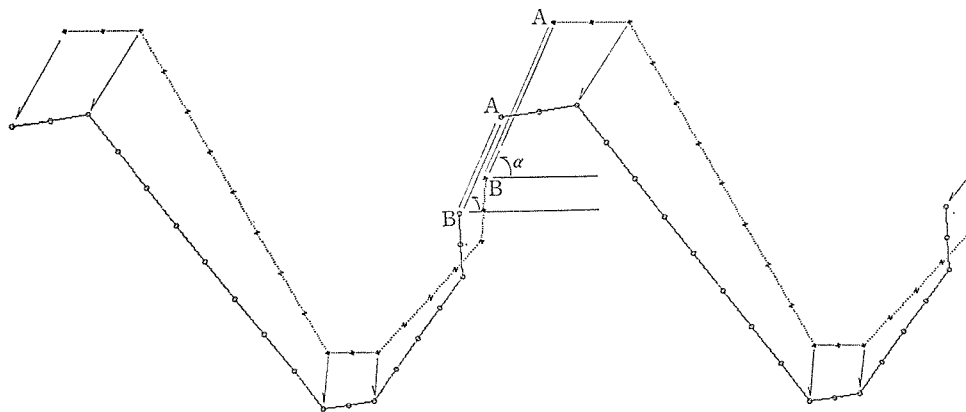


図-7 PC 折版配筋図



	A-B間寸法	A-B間の傾き
1 設計図寸法	$l=851$	$\alpha=59.67^\circ$
2 サッシュ施工時	835	59.94°
3 防水等施工時	829	60.08°
4 クリープ収束時	801	60.64°

図-8

対する十分な追従性能が要求され、図-3 に示すような、長期変形に対して 24.5 mm の変形を吸収できる納まりが採用された。

4. PC 折版の製造

PC 折版は、フドウ建研(株)北利根工場で製造した。Pre 折版, Pos 折版合わせて総数 55 本, 総重量 1770 トンを 3 か月半で製造した。

折版下面に木毛セメント版 50 を打ち込むため、鋼製型枠にボルトで木毛セメント版を固定し、90 cm 間隔の目地には目貼りテープを貼り、コンクリートのノロが表面に漏れるのを防止した。

薄肉部材で、かつコンクリート打設口から、最下面ま

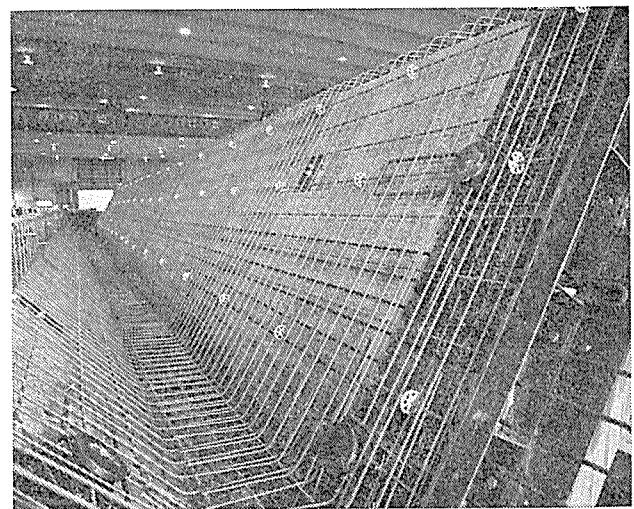
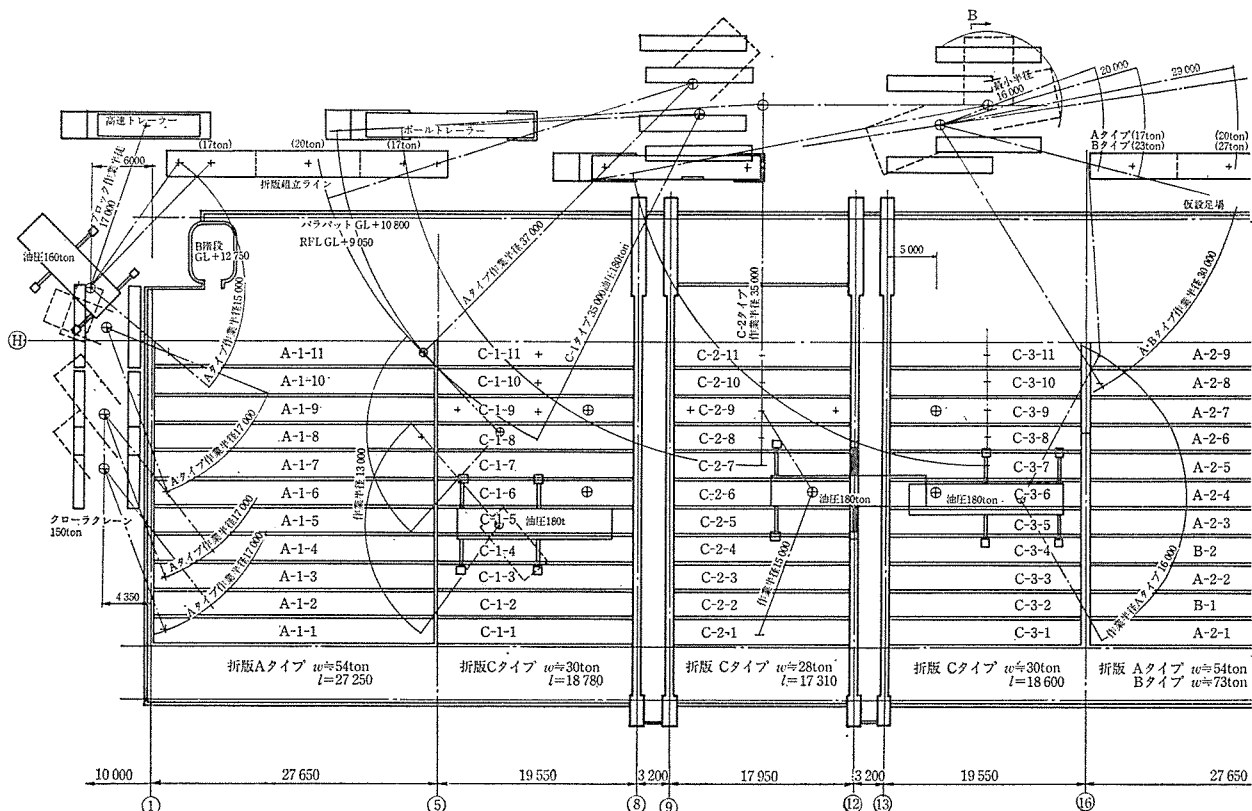


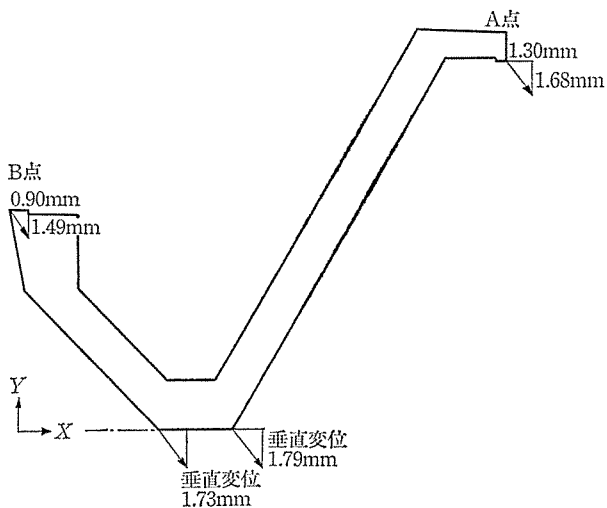
写真-3 製造(PC 折版配筋)

脱型には鋼製の特殊治具を用い、版に埋設したインサートを用いて治具を版の内側に固定し、この治具をクレーンで吊ることにより脱型した。

F.E.M. の解析値と比較すると、水平方向の変形は若干大きく、鉛直方向の変形は若干小さくなっている。し



プレストレストコンクリート



			FE.M.解析	実 験 値
変位	A点	X方向	1.10mm	1.30
		Y方向	1.83	1.68
	B点	X方向	0.71	0.90
		Y方向	0.93	1.43
回 転			0.0214°	0.0078°

図—9 スパン中央の変形図

かし版のねじれによる回転変形は小さく、断面の弱軸に対してほぼ垂直な変形になっている。

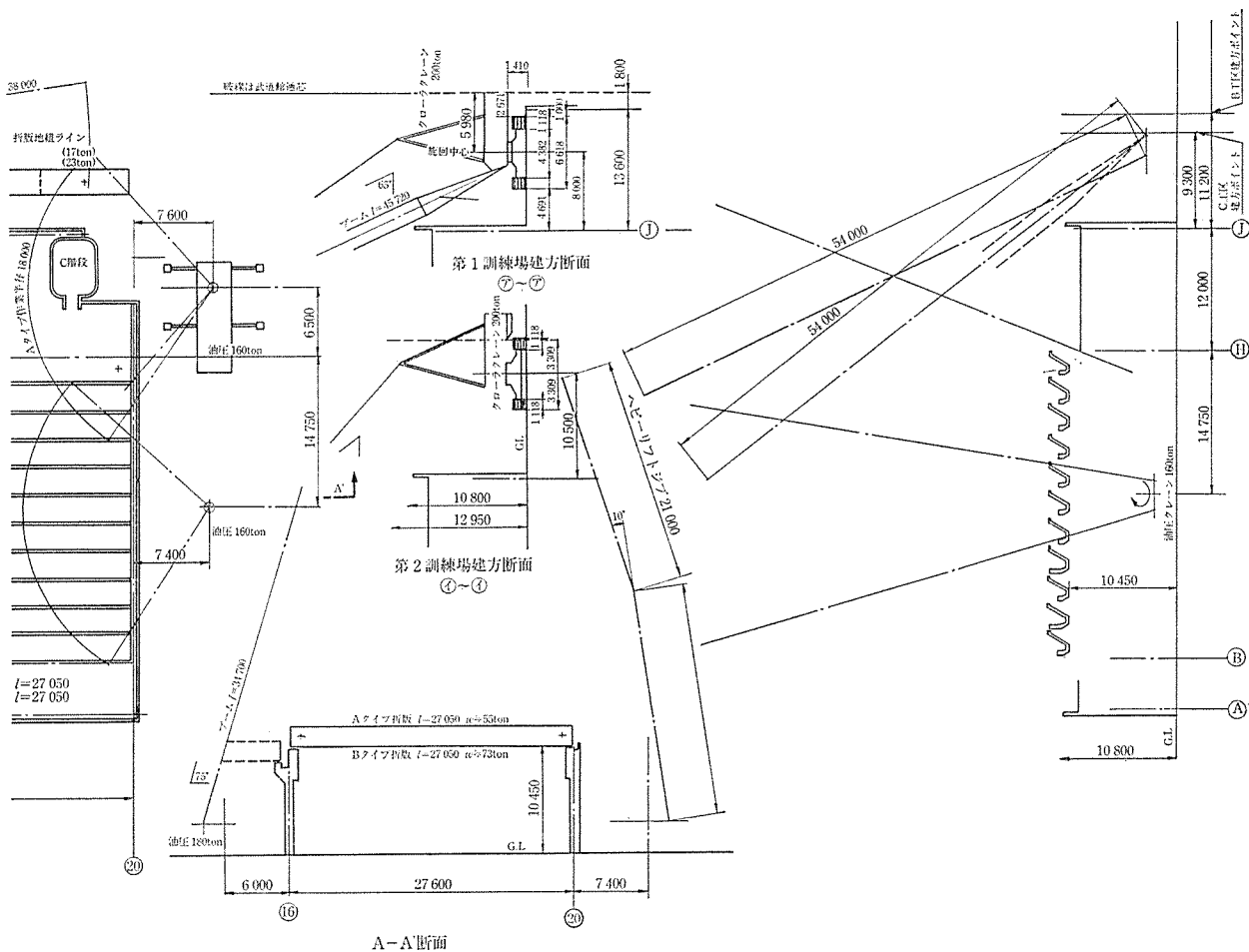
F.E.M. 解析の支持条件が、スパン方向に対し自由（ローラー支持）としているため、回転変形の差が生じたと考えられるが、全体の変形としては、ほぼ解析値の正当性が確認された。

また、設計荷重とプレストレスのかかった状態で、4週間にわたり変形を測定した。このデータを用いて、クリープを含めた最終的な変形を予測した。

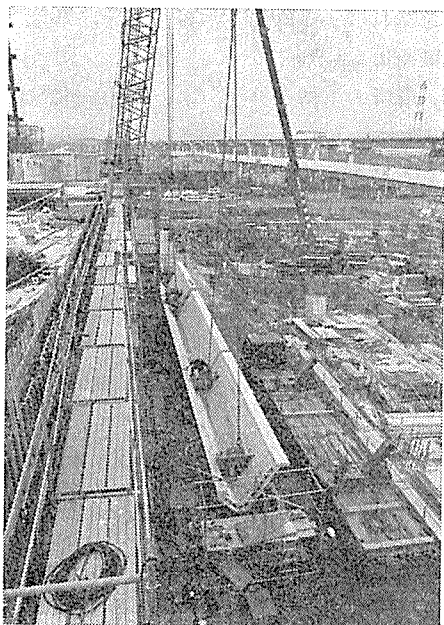
その結果、サッシの鉛直方向の変形量は、14.5 mm となり、当初の解析値による 24.5 mm の約 60% に納まっており、現状のサッシで、性能は十分であることが確認された。

6. PC の施工

Pos 折版は、現場でポストテンションをかけて一体化する必要があるため、接合用の地組ラインを作った。中央ブロックを固定し、両端のブロックで、上下、横方向および回転の調整を行った。接合面に接着剤を塗付し、13本のPCケーブルを通線してから、両端のブロック



計 画 図



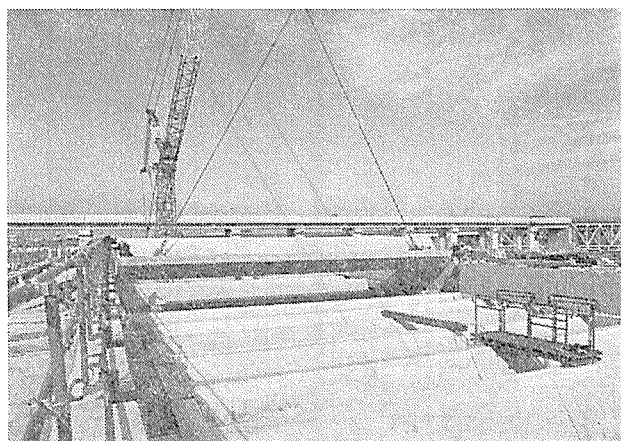
写真—5 PC 折版ブロック組立

を引き寄せ、ケーブルを順次緊張した。

一体接合後の重量は、普通タイプで約 54 t、特殊タイプで 73 t になるため、版の架設は 160 t と 180 t の 2 台の油圧クレーンにより行った（図—10）。

Pre 折版は、ポールトレーラーから直接 400 トンのクローラクレーンで吊り上げた後、建物内部に待機していた 180 t 油圧クレーンによる片吊りで架設した。

PC 版の受け梁との接合は、26 φ PC 鋼棒のアンカーボルト方式を採用し、受け梁に埋設した鋼管に、PC 版にあけた貫通スリーブから PC 鋼棒を差し込み、無収縮モルタルを注入し固定した（図—3）。



写真—6 PC 折版架設

7. あとがき

非対称断面形による長スパンの PC 部材は、これまで実施例が少なく、本工事のような版相互の接合が行われない版については、変形の量を正しく把握し、変形量に応じた納まりを検討することが第一の課題であった。

幸い、電算技術の進歩により、有限要素法による構造物の解析手法が比較的容易に利用することができ、版の長期的な挙動を十分正確に予測することができた。

本建物は、射撃場という特殊な用途に供せられ、種々の性能が要求されたが、PC 構造を採用することにより、品質の高い建物を設計することができた。

最後に、工事の設計・施工にあたり、多大なご協力をいただいた関係各位の方々に心より御礼申し上げます。

【昭和 63 年 1 月 26 日受付】