

# 国際科学技術博覧会 F ブロック外国館 プレキャスト PC 工事の施工

田 辺 恵 三\*  
亀 尾 保\*\*

## 1. はじめに

本建物は国際科学技術博覧会の F ブロックに属し、F-1 号館（ソ連館）、F-2~4 号館（ADB、OECD、パキスタン、ブルガリア、南太平洋）として使用される。昭和 59 年 3 月に工事着工して昭和 60 年 3 月に開会せねばならないことから、急速な架構方法を必要とし、また、6 か月の短期間しか使用しない仮設建築物に等しく、使用後は、このプレキャスト PC 構造部材（柱、梁、地中梁、床版、壁版）を再使用するために、損傷することなく撤去でき、再構築が可能であることが条件づけられて、設計および施工計画が行われた。このことから、基礎以外の地中梁・柱・大梁・床・壁等の構造部材はすべて、工場生産によるプレキャストプレストレストコンクリート構造（プレキャスト PC 造）を適用して、組立工法化を図っている。比較的小スパンであり、柱割が 4.8 m グリッドで統一された多連続ラーメン構造物である。地中梁と大梁の断面を同じくして、構造部材の種類を少なくし、高品質の密実なコンクリート使用による工場生産化を可能にしている。架構システムは、プレストレスによる圧着接合を最大限に生かして、プレキャスト PC ラーメン構造を形成する方法をとっている。台座に多柱列の丸柱がのり、これに矩形断面の梁が接合する架構の

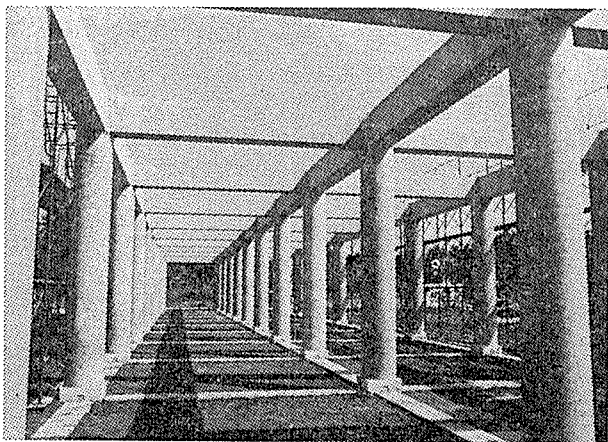


写真-1

\* 黒沢建設（株）設計部長

\*\* 黒沢建設（株）工事部長

外観は、日本古来の神社建築をイメージさせており、また、木造建築のほぞ接合方式の技術を把えて、軽快で現代的な PC 構造物を創造している（写真-1）。

## 2. 概 要

### 2.1 工事概要

工事名称：外国展示館（F-1）号館…ソ連館建築工事  
工事場所：筑波郡谷田部町大字水堀字若名窪 472 番地  
設 計：（株）大高建築設計事務所  
監 理：同 上  
構 造：青木繁研究室  
施 工：竹中工務店（株）・青木建設（株）・日東建設（株）・昭和建設（株）共同企業体  
PC 施工：黒沢建設（株）

### 2.2 建物概要

	F-1 号館	F-2 号館
建築面積	3768.47 m <sup>2</sup>	3996.81 m <sup>2</sup>
延床面積	3312.18 m <sup>2</sup>	3884.49 m <sup>2</sup>
構 造	プレキャスト PC 造、鉄骨造（ドーム）	

### 2.3 構造概要

基礎は、会期終了後撤去しなければならないゆえ、地表面近くの粘性土を支持地盤とし、10 t/m<sup>2</sup> の地耐力で設計を行っている。フーチングのみ現場打ち鉄筋コンクリート構造であり、他の構造部材は工場生産によるプレキャストコンクリート部材を使って、現場で建物全体を立体的にポストテンション工法により一体にし、ラーメン構造を形成している（図-3 参照）。展示スペースに架ける鉄骨の最大スパンは F-1 号館で 28.8 m、F-2 号館で 24.0 m であり、4.8 m グリッドのプレキャスト PC ラーメン構造の梁間に、2.40 m ピッチの 3 ヒンジ鉄骨アーチを載せている。

## 3. プレキャスト PC 組立工法の概要

### 3.1 取付け作業工程

プレキャスト PC 組立構造の作業工程を 図-4 に示す。

### 3.2 プレストレスによる圧着接合の架構概要

(1) 台座ブロックと地中梁との圧着接合

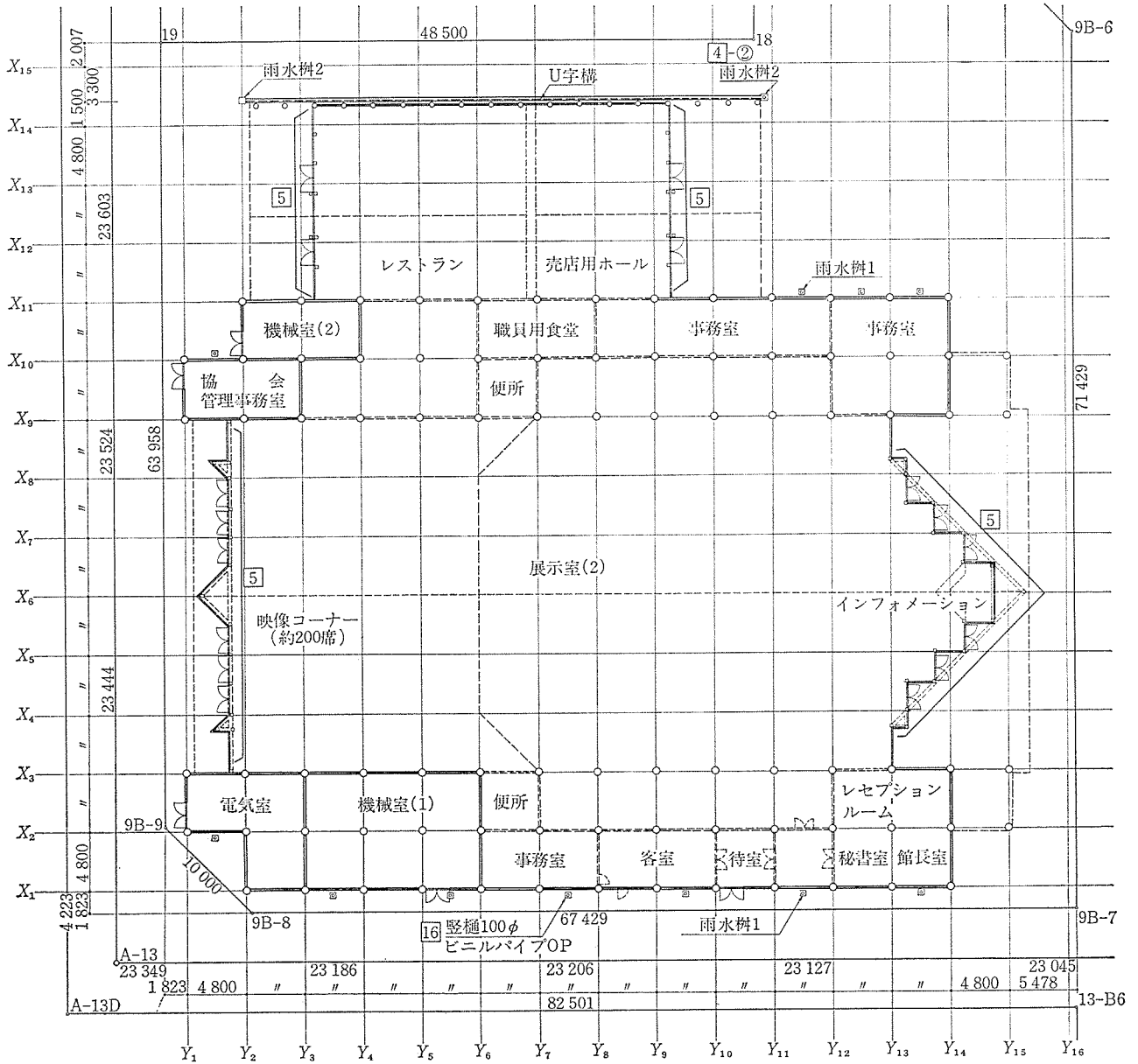


図-1 平面図

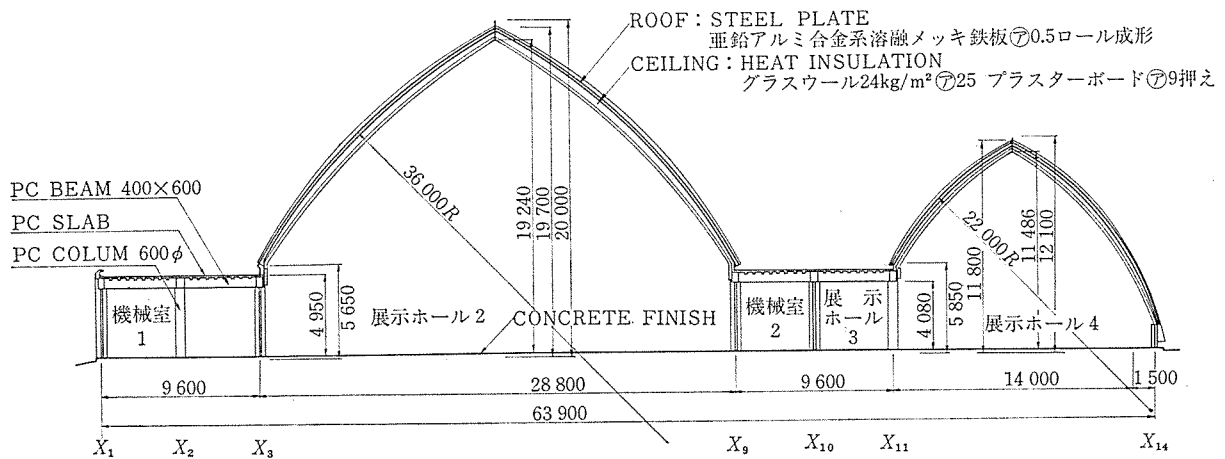


図-2 断面図

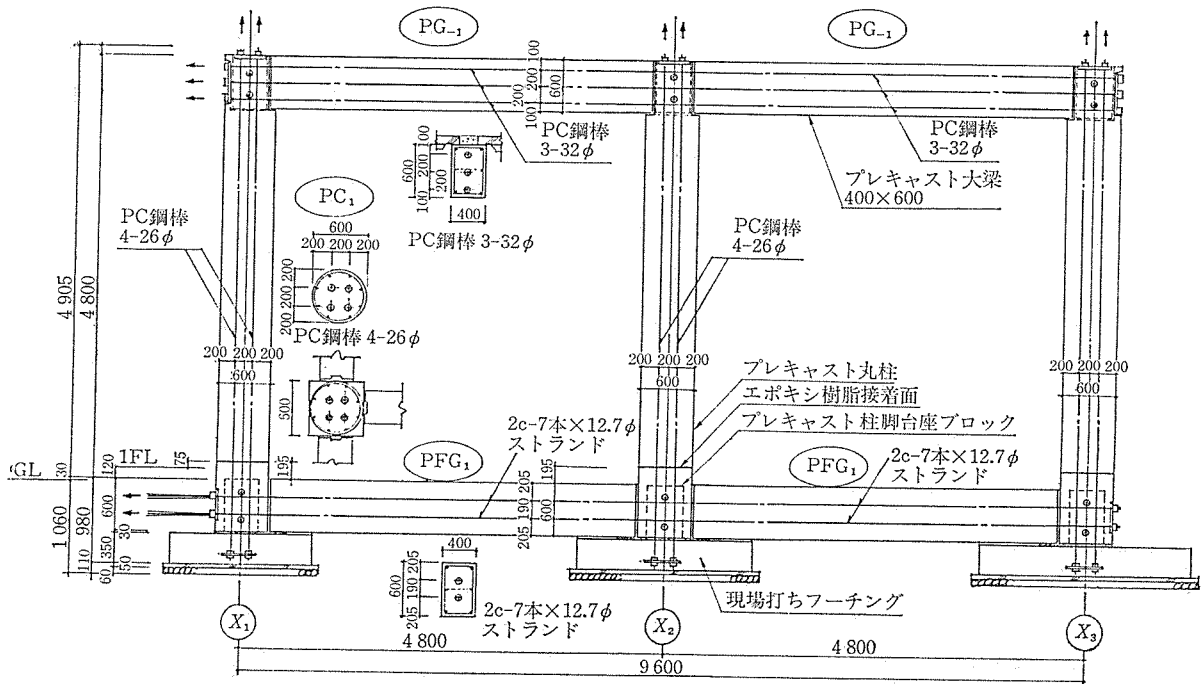


図-3 Y<sub>3</sub> 通り架構図

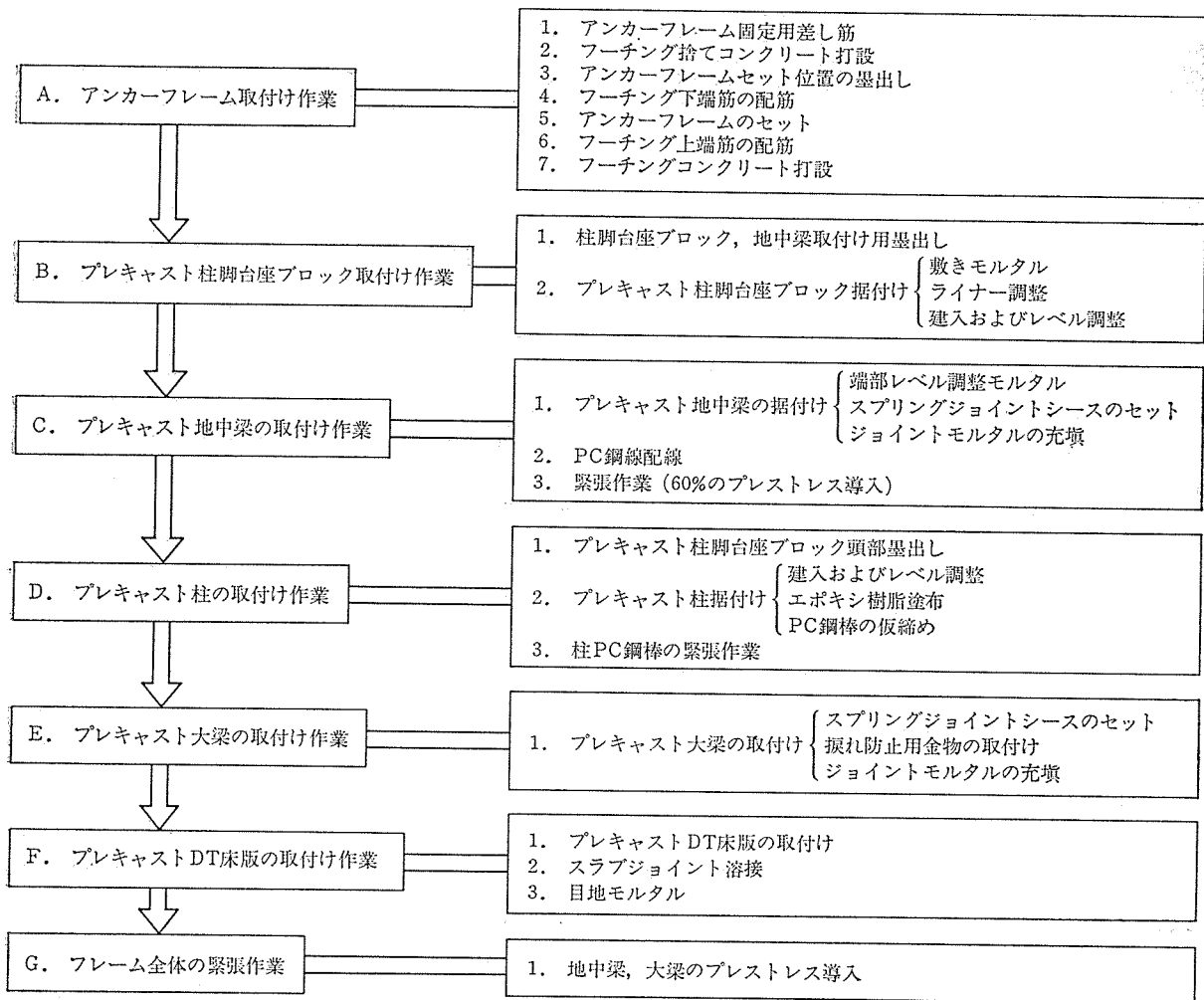


図-4 プレキャスト PC 組立工法の取付け作業工程

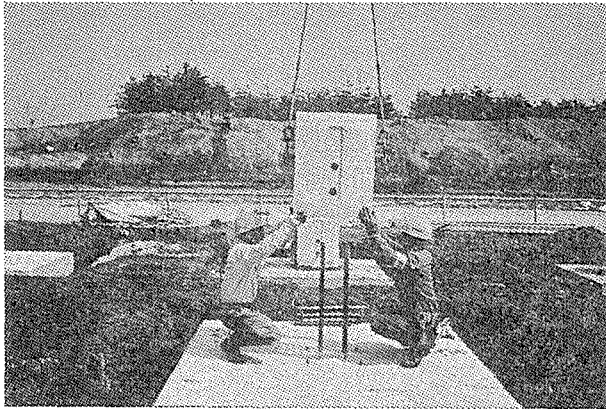


写真-2

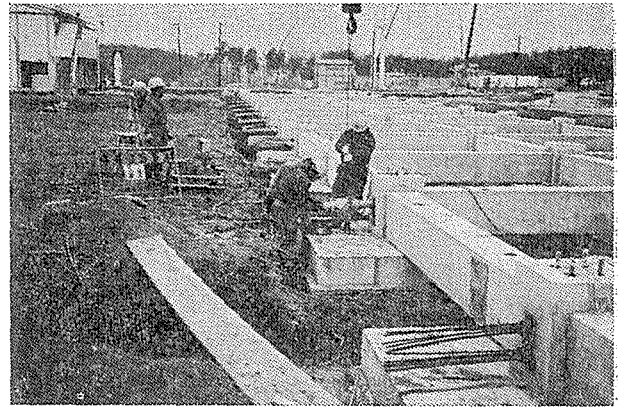


写真-4

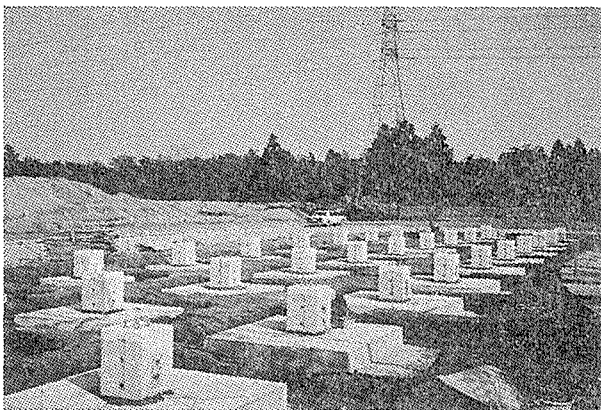


写真-3

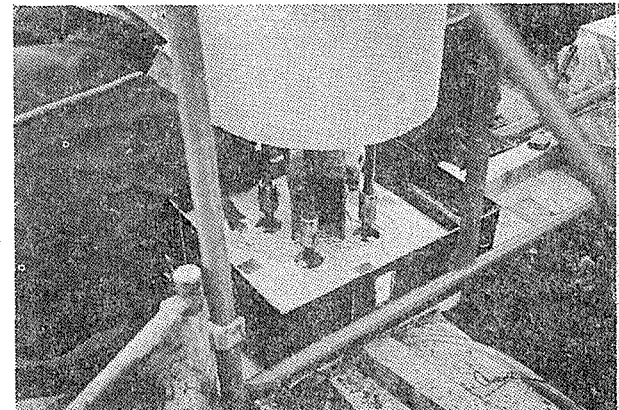


写真-5

現場打ちフーチング内に、予め柱の垂直 PC 鋼棒 (4-M26) 用アンカーフレームの位置保持を堅固にして据え付けた後、配筋しコンクリート打設を行い、フーチングを形成する。このフーチング上にプレキャスト台座ブロックおよびプレキャスト地中梁の取付け芯の墨出しを行い、レベル調整ボルトを併用し、モルタル敷きを行い、自立した PC 鋼棒に台座ブロックを据え付ける (写真-2, 3)。同様にプレキャスト地中梁のセットは、フーチング上にレベル調整モルタルを敷き載せていく。ジョイント目地部の PC 鋼材用シーすは、フレキシブルなスプリングジョイントシーすを使用し、垂直の溝をガイドにして所定の位置まで落とし込み、バックアップ材で目地周囲のシールを行っておく。次に、地中梁シーす内への PC ケーブル挿入を先行させてから、目地部に高強度モルタルの充填を行う。所定強度 ( $F_c=350 \text{ kg/cm}^2$ ) の確認後、地中梁のプレストレス導入を行って圧着接合を完了する。この場合、1 ケーブルずつ Y 軸, X 軸方向に 60% のプレストレス導入を行っている (図-5, 写真-4 参照)。

(2) フーチングおよび台座ブロック、丸柱との圧着接合

柱脚台座ブロック天端に丸柱取付け用の墨出し, X, Y

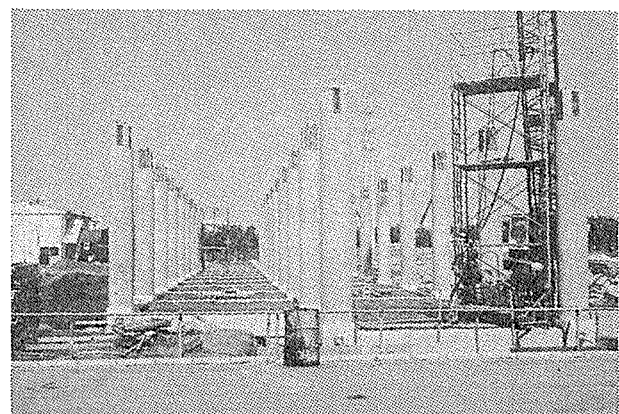


写真-6

軸通芯を出しておく。また、これに圧着させる丸柱にもあらかじめ工場において、柱脚、柱頭に墨出しを行っておく。現場サイトに横置きされたプレキャスト丸柱は、吊上げ前に柱 PC 鋼棒を挿入し、仮止めしてクレーンにて吊り上げ、所定の位置にセットする。この場合、柱脚台座ブロック天端と丸柱柱脚部のジョイント部分は、仮合わせをし、この丸柱の芯合わせ、建入れのチェックを行って、0.2~1.0 mm のプレートライナーを敷き、レベル調整を完了させてから、柱 PC 鋼棒の仮締めナットをとり、下げながらこのプレキャスト丸柱を再度 60 cm

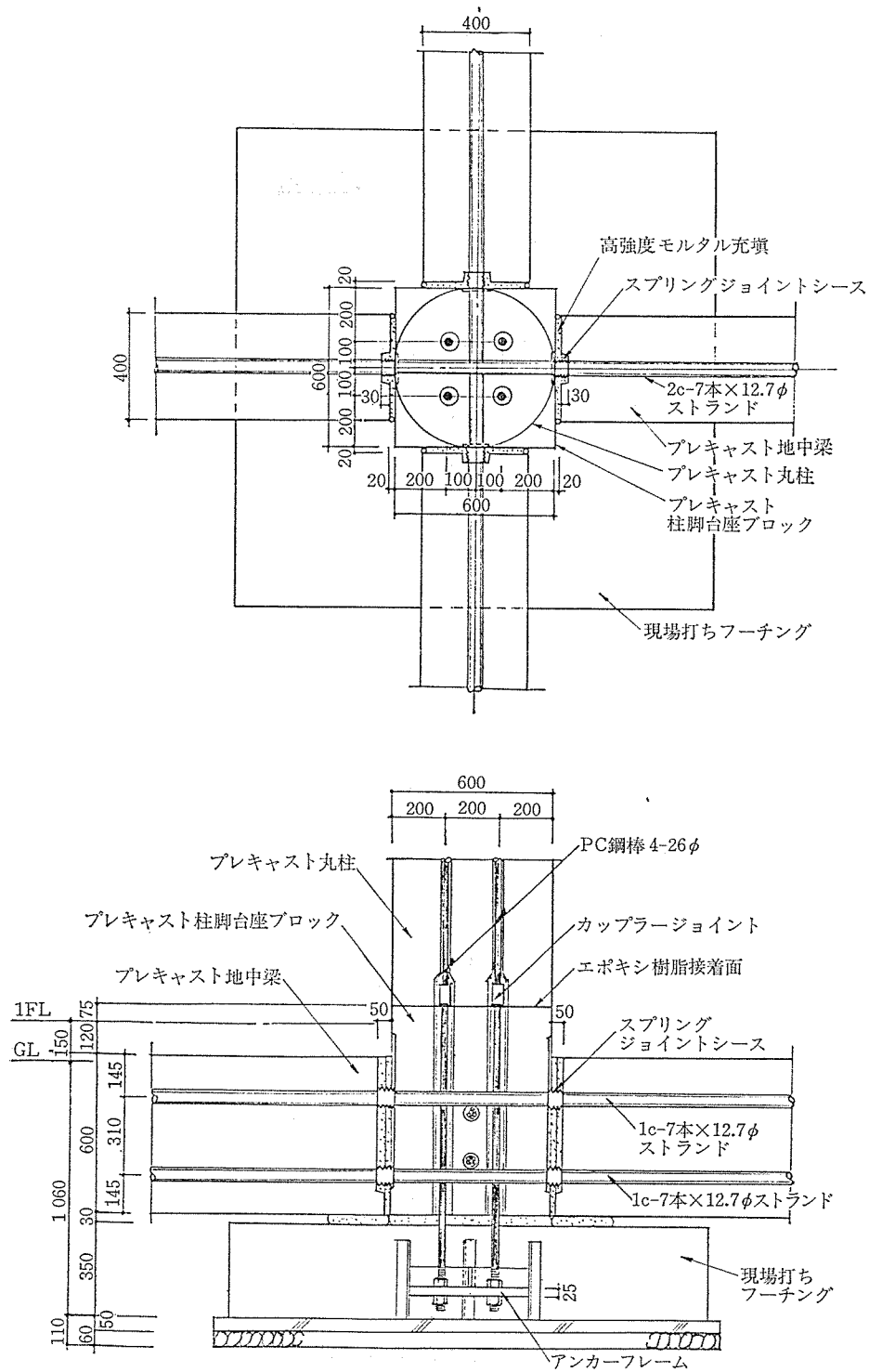


図-5 柱脚部詳細図

ぐらい上げ，柱脚台座ブロック内のアンカー PC 鋼棒とカップラージョイントを行う。

このジョイント面にエポキシ樹脂を塗布してセットし（写真-5），再度，建入れのチェックをしてから PC 鋼棒の仮締めを行い自立させて置く。次に，接着剤の可使用時間（2～4 時間）をまって，硬化を確認してから移動式足場上において柱天端からプレストレス導入を行い，

フーチング，および柱脚台座ブロック，丸柱との同時圧着接合を完了する（写真-6）。

### （3）丸柱と大梁との圧着接合

撤去後，再使用を可能とするため，プレキャスト柱とプレキャスト大梁のジョイント圧着面は，アンカー筋をつけた養生プレート（ $\text{P}-3.2$ ）を一面に埋設して養生を行っている。また，ジョイント圧着面は扇状曲面にし，

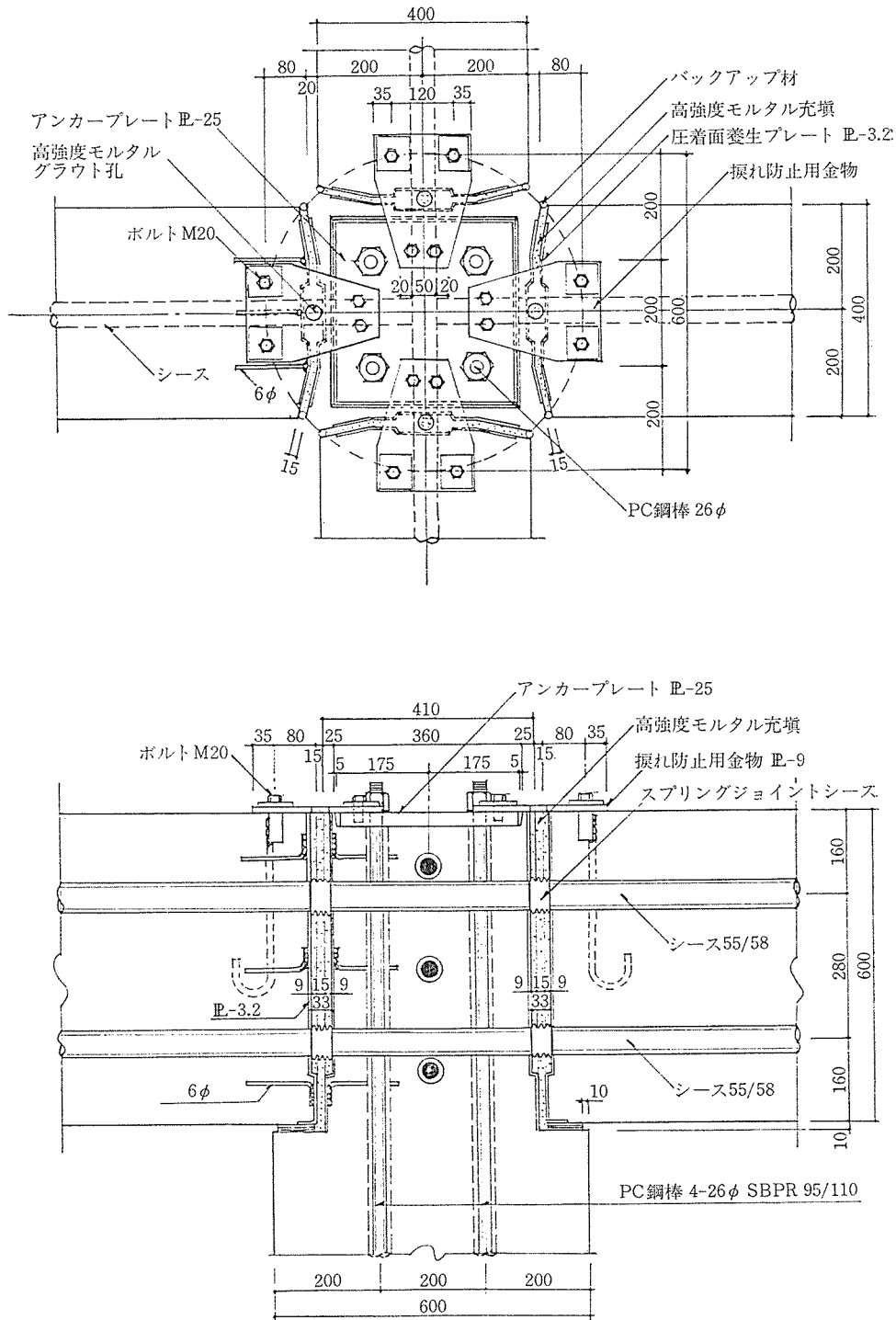


図-6 柱と大梁の圧着接合詳細図

更に、柱埋込みアンカープレートに取り付けられたインサートと振れ防止用金物にてボルト接合 (2-M 20) を行い、二重の振れ防止の安全策をとっている (図-6)。プレキャスト大梁の架設に当たっては、柱と梁の腰架け部に硬質ゴムパット (厚 10) を敷き込み、この上にセットし、振れ防止用金物の取付けを行う (写真-7,8)。次に、地中梁ジョイント部の施工方法と同様に、丸柱と大梁の垂直溝をガイドにして、PC 鋼棒用シース (スプリ

ングジョイントシース) を貫通孔位置まで落とし込み、PC 鋼材の挿入を行ってから、ジョイント周囲の目地シールを行う。このジョイント目地内に高強度モルタル充填を行って、硬化してからプレストレス導入を行っている。この場合、外側柱の PC 鋼棒のプレストレスを解放するとともに地中梁と大梁の緊張は同時緊張として、できるだけ柱に二次応力が生じないようなプレストレス導入方法を試みている。

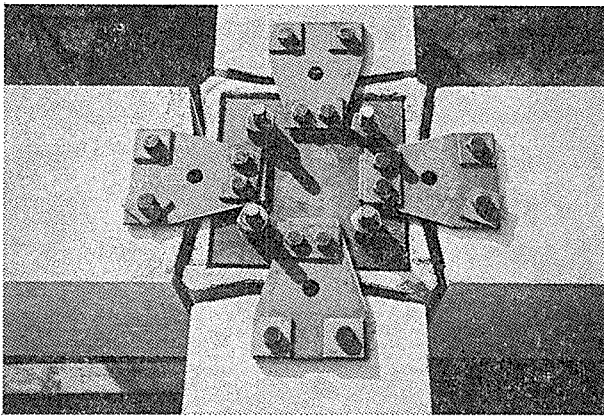


写真-7

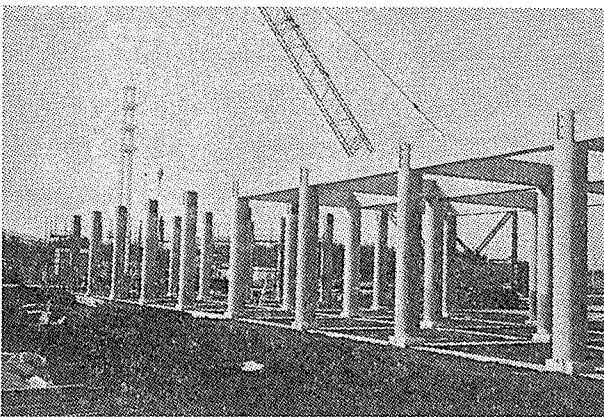


写真-8

#### 4. プレキャスト部材の製作と施工

##### 4.1 工場製作部材の形状とコンクリート強度(表-1)

DT床版は工場にてポストテンションされるが、その他の部材はすべて工場から現場搬入段階まで鉄筋コンクリート構造である。

##### 4.2 コンクリートの材料・配合

コンクリートは、設計基準強度  $F_{28} = 350 \text{ kg/cm}^2$  の条件から配合強度  $F = 350 + 2.5 \times 25 \div 415 \text{ kg/cm}^2$  を目標とした。セメントは宇部高級セメント(早強)で、骨材は神奈川県酒匂川産を使用している(表-2, 表-3を参

照)。

##### 4.3 蒸気養生

蒸気養生は、コンクリート打設後5時間以上経過した後に行う。養生温度の制御は自動温度制御装置により行い、自動記録計により記録される。図-7に示すように最高  $60^\circ\text{C}$  で約5時間等温養生を行い、蒸気を遮断して、翌日の作業開始時点までそのまま放置して自然に温度の降下を図っている。

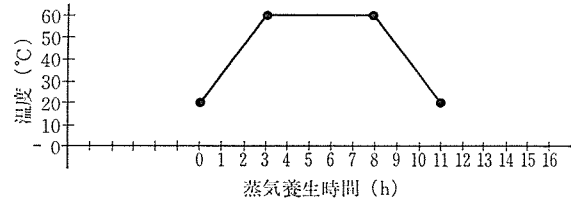


図-7 標準蒸気養生

##### 4.4 脱型

脱型は翌日に行う。脱型時強度が地中梁・柱・梁・壁において  $200 \text{ kg/cm}^2$  以上、DT床版において  $300 \text{ kg/cm}^2$  以上であることを確認した後、脱型を行った。

##### 4.5 運搬および架設

プレキャスト部材(地中梁、台座ブロック、柱、梁、DT床版、壁版)は、工場からトレーラーにて輸送し、現場内に仮置して、50tクローラークレーンにて架設を行った(写真-9)。

DT床版は架設後、DT版相互および大梁と  $1.20 \text{ m}$  ピッチに溶接して剛接合を行って、ラーメン全体の一体

表-1

部材	部材寸法	重量 (t)	部材数	コンクリート強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )
地中梁	$400 \times 600 \times 4160$	2.40	136	350
台座ブロック	$600 \times 600 \times 795$	0.69	90	350
丸柱	$600 \phi \times 4605$	3.00	90	350
大梁	$400 \times 600 \times 4360$	2.50	138	350
DT床版	$1137.5 \times 4580$ ( $D=200$ )	1.20	208	350
壁版	$2080 \times 4160$ ( $t=150$ )	3.12	50	300

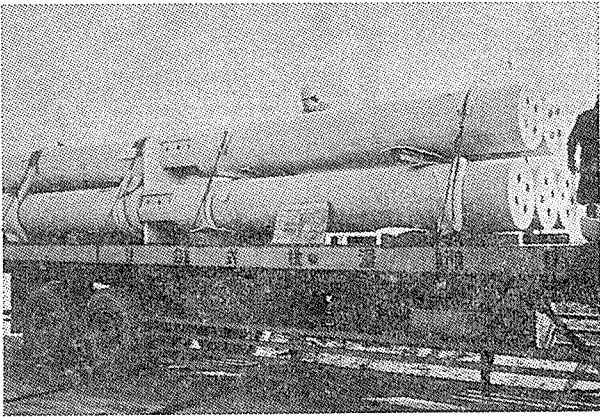
表-2 セメント試験成績表

種類	比重	比表面積 ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	凝結		フロー値	圧縮強さ ( $\text{kg/cm}^2$ )				酸化マグネシウム (%)	三酸化硫黄 (%)	強熱減量 (%)
			始発	終結		1日	3日	7日	28日			
早強	3.14	4300	2時53分	3時52分	244	136	282	385	480	1.4	2.9	1.4

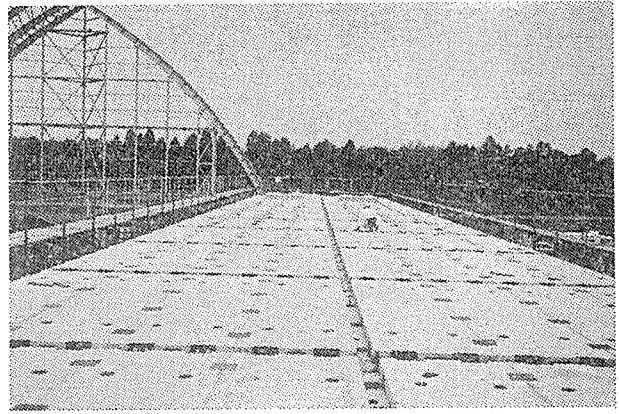
表-3 コンクリート配合表

使用部分	設計基準強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	セメントの種類	水セメント比 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	砂率 (%)	単位水量 ( $\text{kg/m}^3$ )	セメント ( $\text{kg/m}^3$ )	細骨材 ( $\text{kg/m}^3$ )	粗骨材 ( $\text{kg/m}^3$ )	混和剤* ( $\text{kg/m}^3$ )
柱・梁・床版	350	早強	42.0	8.0	3.0	42.5	157	374	757	1076	0.935

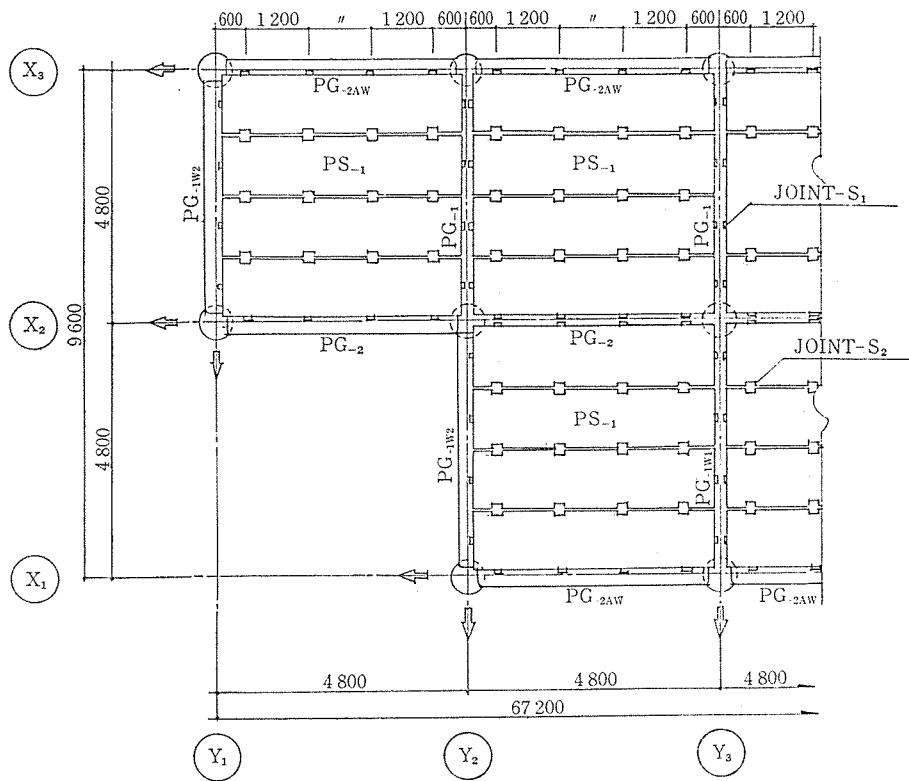
\* ポゾリス No. 70 A<sub>2</sub> (AE 減水剤)



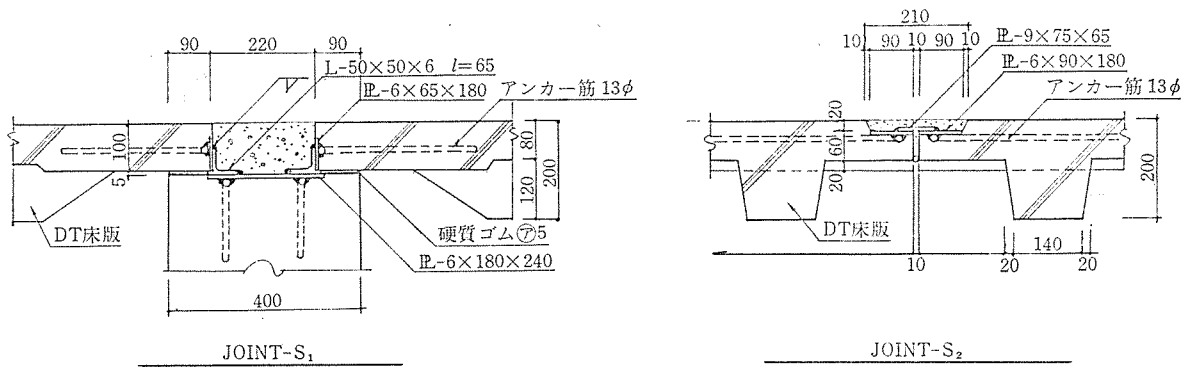
写真—9



写真—10



図—8 2階 KEY PLAN



図—9 DT 床版取付け詳細図



性を保持させるとともに、3 ヒンジ鉄骨アーチを受ける大梁の振れ防止にもなっている（図-8, 9, 写真-10）。

## 5. プレストレスの導入方法および順序

プレストレスの導入に当たっては、できるだけフレーム全体に均等にプレストレスが与えられることを原則とする。本建物は桁行方向が 67.2m と長いので、プレストレスによって生ずる軸方向の弾性収縮量が大きい。そのため、外端部分の柱は、プレストレスによって生ずる二次応力で、施工時に過大な応力を受ける。したがって、プレストレスの導入方法は、上部大梁と下部地中梁の同時緊張方法を行うことにしている。また、最後に行うフレーム全体のプレストレス導入前に、中央部から離れた外柱の垂直方向の PC 鋼棒は、緊張を解放して、フレーム全体に均等にプレストレスが配分され、二次応力が生じないようなプレストレス導入方法をとっている。

### • 緊張順序

#### <下部地中梁>

1. Y 軸(梁間方向)は  $Y_1 \rightarrow Y_{15}$  の方向へ緊張とする。
2. X 軸(桁行方向)は下部 PC 取付け完了時に 60% 緊張, 上部 PC 取り付け完了時に 100% 緊張する。
3. Y 軸, X 軸(各ケーブル 2 段)とも, ケーブルは下段ケーブル, 上段ケーブルの順に緊張する。

#### <上部大梁>

1. Y 軸(梁間方向)は  $Y_1 \rightarrow Y_{15}$  の方向へ緊張とする。
2. X 軸(桁行方向)は下部地中梁と同時緊張とする。
3. Y 軸方向(3-PC 鋼棒)は, 中央, 下段, 上段の順で行い, X 軸方向(2c-7 本 $\times$ 12.7 $\phi$ ストランド)は, 下段, 上段ケーブルの順に行う。

## 6. 移設可能な PC 組立工法の制約とその解決方法

本建物は、6 か月間という短期間しか使用されず、殆んど仮設物に近い。また、再使用のため、容易に撤去可能であることが条件づけられている。したがって、プレストレストコンクリート構造において、グラウトを行った部材の再使用は難しい。したがって、次の配慮を行うことにより、その解決を試みた。地中梁においては、Y 方向(短軸方向)の一方の定着体はストランドを圧着して固定させるタイプ(VSL-P タイプ)を使用し、他端および X 方向は VSL-E タイプを使用し、緊張後は余長ストランドを緊張解放用として、切断せずに 80cm 以上突出させ、2 つ割塩ビパイプを型枠として、モルタル充填を行い、クサビ定着の保護と発錆に対する安全性を考慮している(写真-11)。上部構造部分の定着方法において、柱および Y 軸方向(短軸方向)は PC 鋼棒と



写真-11

し、ナット定着工法を採用している。X 軸方向(長軸方向)は、ストランドによるクサビ定着工法であることから、外端部の 1 スパンは確実にグラウトを行って、建物全体の安全性を図っている。また PC 鋼材のかぶり厚さは、5.0cm 以上とし、2 時間以上の耐火性能を満足させている。プレキャスト大梁天端部は、柱天端の埋込み支圧版と一体となったインサートと振れ防止用金物でボルト締めして振れに対して十分な配慮をすると同時に、施工中の安全性をもかねている。

## 7. おわりに

コンクリートという重い部材を使用して、あたかも木造建築のごとく軽快な空間構成で、しかもシンプルなほぞ形式をデザイン化し空間を創造し得たことは、大高建築設計事務所、並びに青木繁研究室の創造力と PC 施工関係者一同の努力の賜物であると感謝の意を表します。

また、このソ連館のように、立体的格子構造全体を最もシンプルなプレストレスによる圧着接合を適用して、多連続空間を構成していく方法が、より多くの人達に理解されることによって、今後ますます、プレキャスト PC 構造が一般化し、発展されることを期待します。

### 参 考 文 献

- 1) 田辺恵三, 中村英一: 鉄骨鉄筋プレストレストコンクリート構造の施工——足立区総合体育館——, コンクリート工学, Vol. 18, No. 2, 1980.2
- 2) 田辺恵三: プレストレストコンクリート構造ボックスげたによる築地中央卸売市場の施工, コンクリート工学, Vol. 20, No. 6, 1982.6
- 3) 井之上洋, 田辺恵三: プレキャスト SPC 構造による三郷浄水場ポンプ所上家の施工, コンクリート工学, Vol. 21, No. 2, 1983.2
- 4) 田辺恵三: SPC 合成構造, コンクリート工学, Vol. 21, No. 12, 1983.12
- 5) 岡本 伸: プレストレストコンクリートを用いた「人工土地」のモデル実験, コンクリート工学, Vol. 21, No. 2, 1983.2

【昭和 59 年 12 月 28 日受付】