

# 中高層事務所の構造設計と施工

(住友電気工業(株)伊丹製作所事務棟新築工事)

鵜 飼 邦 夫\*

## 1. はじめに

この建物は、地下1階、地上8階、軒高 33.26 m、延床面積 9 710 m<sup>2</sup> からなる中高層事務所ビルである。

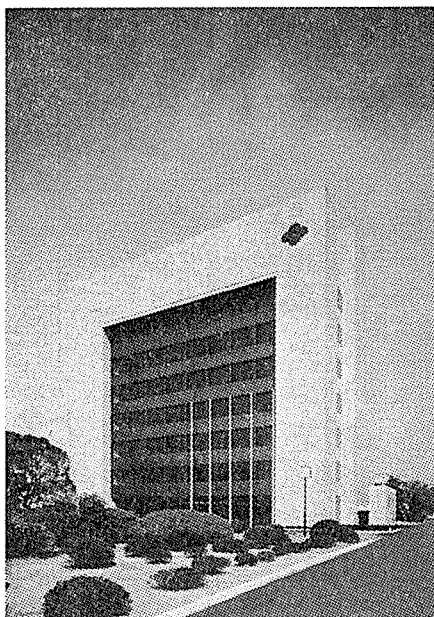


写真-1 全 景

建築計画上の特徴は、両側にコアを配し、中央部分の 25.24 m×27.45 m を 7 層の無柱空間とした点であり、このスペースは展示および事務室としてフレキシブルな活用が期待されている(図-1、写真-1、2 参照)。

この無柱空間部の床を支持する構造には、従来鉄骨合成梁による設計がよく行われている。この建物では、PC 梁を採用し、建築計画、設備計画、施工計画と整合性を持つ構造計画が可能となるように意図したものである。

以下に構造計画、設計、施工の概要を記す。

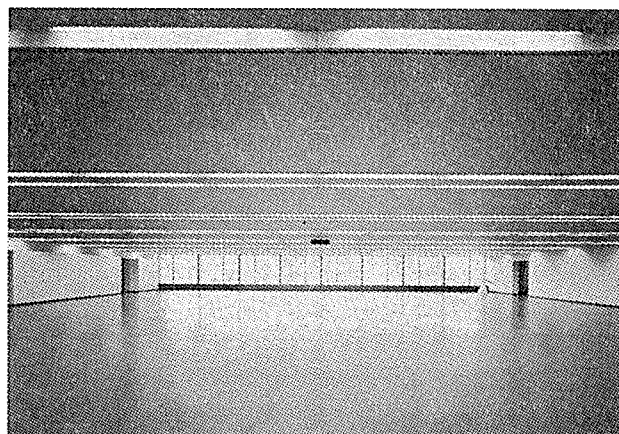


写真-2 事 務 室

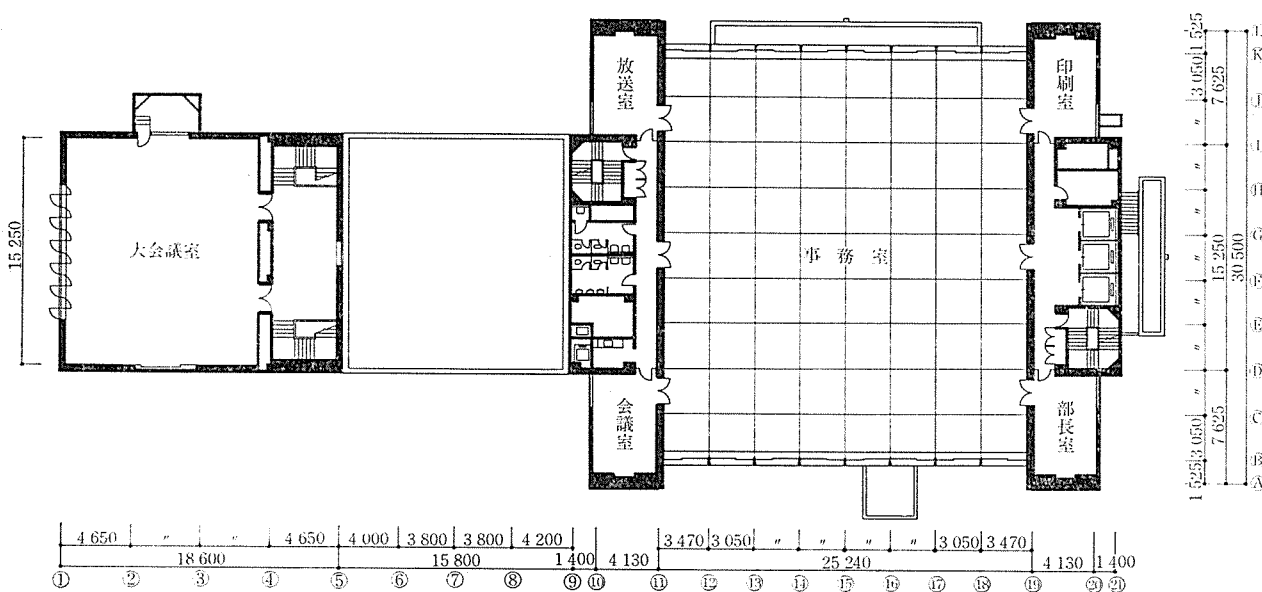


図-1 2階平面図

\* (株)日建設計大阪本社構造部副部長

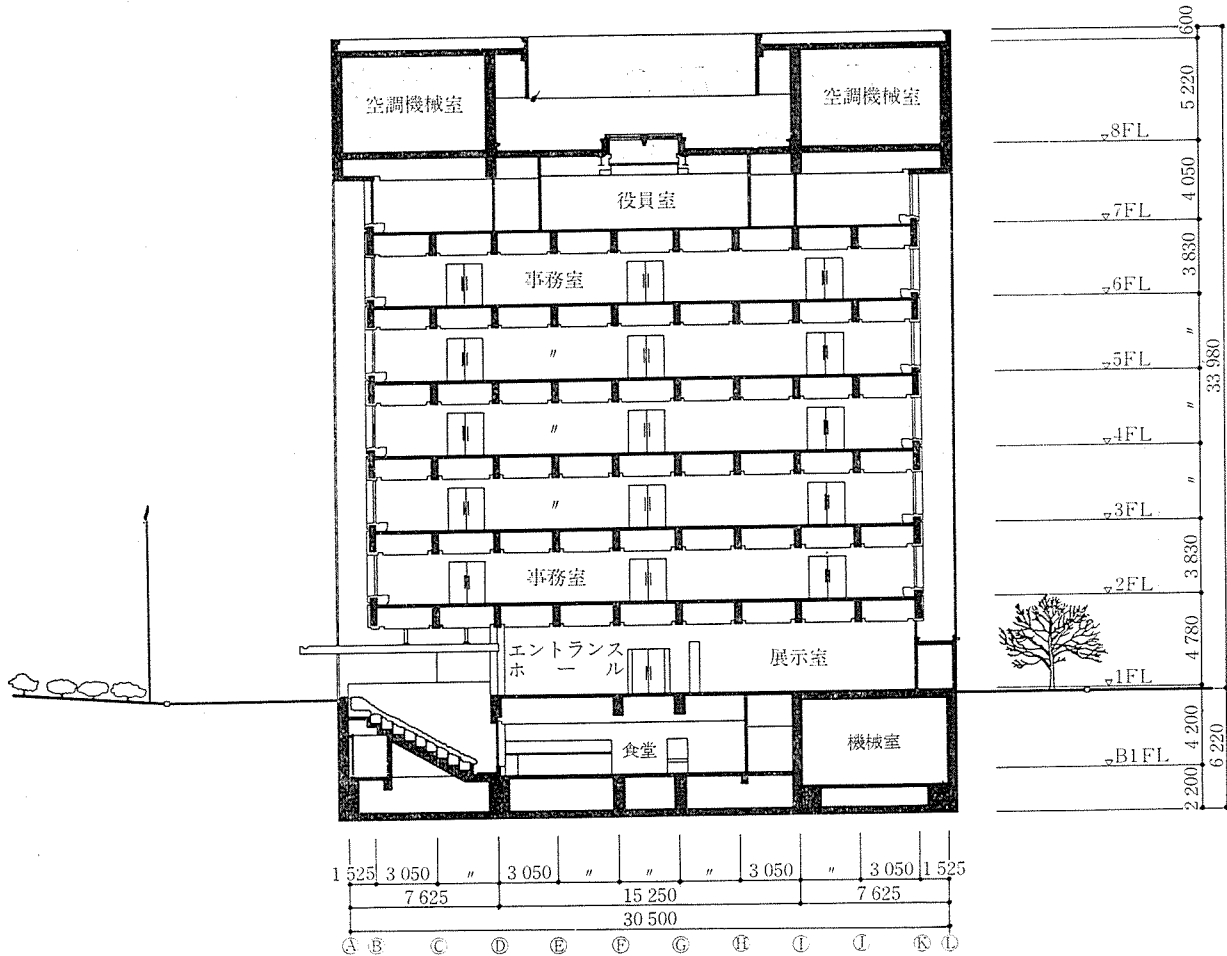


図-2 断面図

## 2. 建物概要

工事名称：住友電気工業（株）伊丹製作所事務棟新築工事

工事場所：伊丹市昆陽北1丁目1番1号

建築主：住友電気工業（株）

設計監理：（株）日建設計大阪本社

施工：鹿島建設（株）大阪支店（建築）

PC 工事：ピー・エス・コンクリート（株）大阪支店

規模：階数 地下1階，地上8階

建築面積 1675.38 m<sup>2</sup>

延床面積 9710.80 m<sup>2</sup>

軒高 SGL+33.260 m

最高部高 SGL+33.980 m

基礎深さ SGL-6.220 m

構造：基礎 鉄筋コンクリート造ベタ基礎

主体構造 鉄骨鉄筋コンクリート造

大スパン床梁…プレストレスト  
コンクリート造

工期：昭和56年11月～昭和58年2月

## 3. 設計

### 3.1 構造計画

#### (1) 架構計画

基準階の架構平面および X 方向軸組図を図-3(a), (b) に示す。なお X, Y 方向架構とも，主体架構は鉄骨鉄筋コンクリート造とした。

#### <X 方向架構>

コア部分の壁柱と B1 階および 8 階部分の 1 層分の成を有する壁梁とが口の字形のメガストラクチャーを構成する。この架構は，4 架構あり，これが建物の全水平力を負担する。したがってこの架構に十分な耐力を保有させるため，壁柱および 8 階壁梁に鋼板を入れた，鉄骨鉄筋コンクリート耐震壁として計画した。

#### <Y 方向架構>

コア廻りの鉄骨鉄筋コンクリート付帯ラーメンをもつ耐震壁架構を主体架構として計画した（図-3(a)）。

#### (2) 床構造計画

事務室空間として使われる 25.240 m×27.450 m の床は，コア部の壁付架構を支持架構とし，X 方向に 3.050 m 間隔に配された場所打ちプレストレストコンクリート

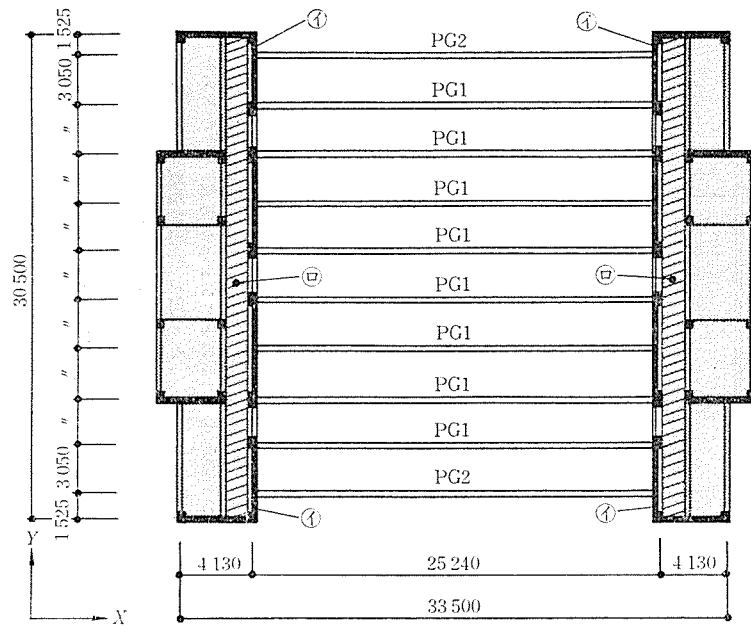


図-3 (a) 基準階架構平面

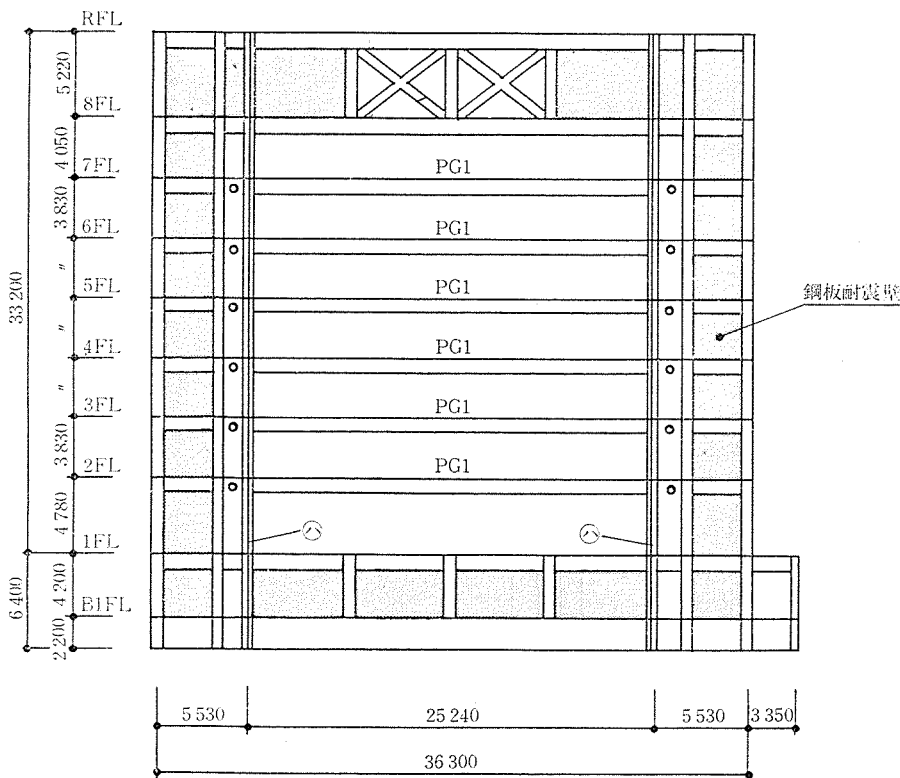
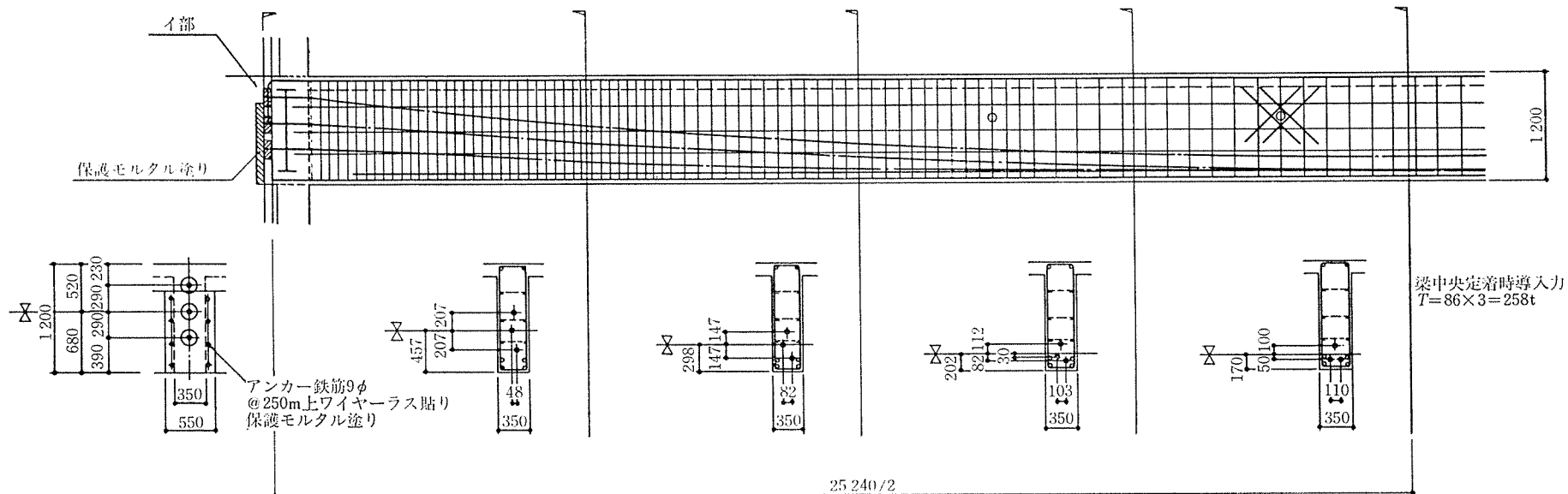


図-3 (b) X 方向架構

梁で支持される。コアと事務室との間の廊下部分天井内  
図-3 (b) の○印部分は、コンクリート床板のみで計  
画し、PC 梁施工時には施工用スペースとし、その後は  
ダクト等の設備用スペースとして利用できるように計画  
した。

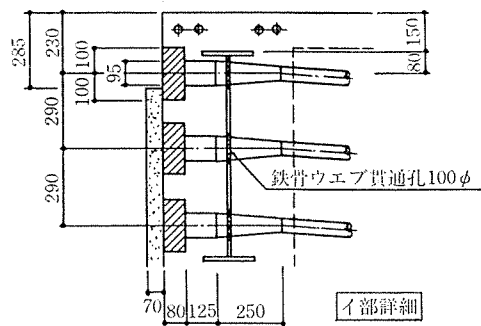
なお PC 梁採用に際しては、鉄骨合成梁との比較検討  
を行った。その結果、

- 1) コスト比較で、やや PC 梁の方が安い(地盤がよ  
く重量の増加による基礎構造費の増があまりない)。
- 2) 振動障害に対して有利である。
- 3) 意匠計画、設備計画とより整合した構造計画が可  
能(PC 梁を天井面に表わしたデザイン)。  
で有利であり、
- 4) 施工が複雑になる。



梁中央定着時導入力  
 $T=86 \times 3 = 258t$

アンカー鉄筋 $\phi$   
@250m上ワイヤーラス貼り  
保護モルタル塗り



イ部詳細

○ PC梁施工要領

- a) プレストレスの形式   ポストテンション方式(グラウトあり)
- b) コンクリートの設計基準強度  $F_c = 300$ , 緊張時強度  $240\text{kg/cm}^2$
- c) PC鋼材   DYWIDAG 3-5本ストランド, シース外径  $58\phi$
- d) 初張力   図示
- e) PC梁の主筋中心までのかぶり厚は65mmとする。

図-4 P C 梁 図

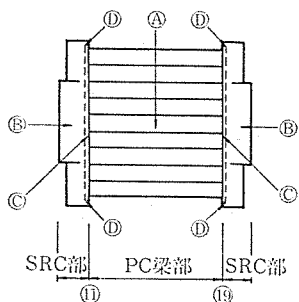


図-5 (a) コンクリート打設  
および PC 梁施工  
特記

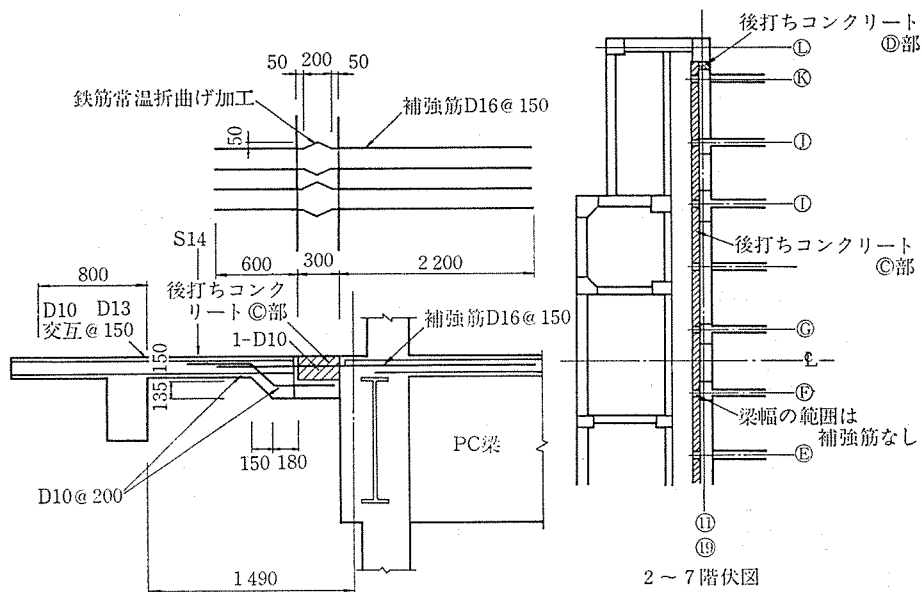


図-5 (b) 2~7 階後打ちコンクリート ◎ 部詳細図

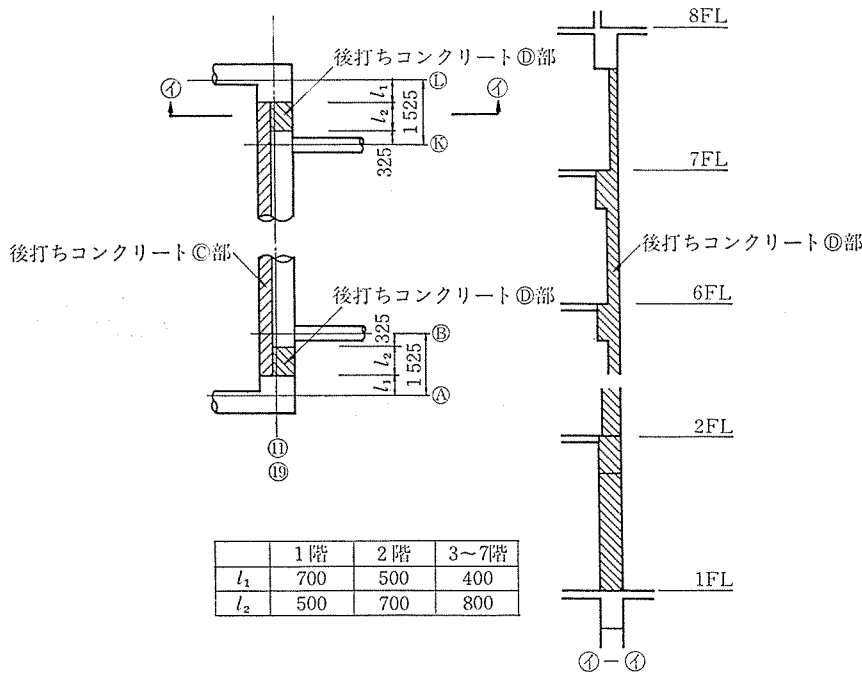


図-5 (c) 1~7 階後打ちコンクリート ◎ 部詳細図

5) 工期が長くなる。  
等では不利となる。この建物の設計では、1), 3) を重視し、PC 案を採用した。

(3) PC 梁の計画

1) 鉛直荷重支持梁とする：PC 梁は床の鉛直荷重のみを支える構造体として計画し、水平力を負担する他の構造体と区別した。このことにより、PC 梁の応力状態のより明快な把握と、地震時における応力集中の影響をさけることができた。したがって、この PC 梁は、小梁として考えることができ、パーシャルプレストレスとして計画した。

2) 不静定応力：PC 梁は、端部の拘束力、接続状況により不静定応力を生じる。この建物でも、支持する壁柱および床の施工方法、時期により不静定応力の大きさも異なる。したがって把握の不明確な不静定応力は、その影響を少なくするため(図-3 (a), (b) 参照), ① 部壁面 (垂直), ② 部床面, および ③ 部壁面 (水平) は、後打ちコンクリートとする、等の方法を採用した(後述の施工特記事項参照)。設計は、この施工法に基づいた応力解析を行い安全を確認する方針を採った。

3.2 PC 梁の設計

報 告

(1) 使用材料

コンクリート (PC 梁, 支持柱壁)  $F_c=300 \text{ kg/cm}^2$   
 コンクリート (その他)  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$   
 PC 鋼材 DYWIDAG 5本ストランド  $\phi-15.2$   
 鉄 筋 (D10~D19) SD30  
 (D22 以上) SD35

(2) 設計方針

- 1) 設計は長期荷重に対するものとし, 固定荷重, 積載荷重, 不静定2次応力, クリープ, 乾燥収縮による応力に対して検討する。
- 2) 上記応力に対して, PC 梁はパーシャルプレストレスとする (ただし実際は一部の case にのみ, わずかな引張応力が生ずるだけである)。
- 3) 工法は DYWIDAG ストランド工法とする。

(3) PC 梁設計荷重

仕上げ (モルタル) 60 }  $90 \text{ kg/m}^2$   
 (天 井) 30 }  
 積載荷重  $180 \text{ kg/m}^2$   
 固定荷重 (PG1 1本当り)  $1.88 \text{ t/m}$

(4) PC 梁 図

図-4 に示す。

(5) 施工特記事項

- 1) コンクリート打設および PC 梁ストレス導入順序 (図-5 (a), (b), (c) 参照)

- 1階床までの構造体は一体打ちとする。
  - 階柱壁から7階床までは ㊸, ㊹, ㊺, (㊸, ㊹打継部), ㊻, (壁後打ちコンクリート部) に分けて打設する。
  - 1階柱壁以上のコンクリート打設, PC 梁ストレス導入順序は, 次のとおりとする。
    - ① ㊸部2階床梁打設 (1階の柱壁は上部のみとし, 下部は打設しない)。
    - ② ㊸部3階床梁・2階柱壁打設。
    - ③ ㊸部2階 PC 梁ストレス導入。
    - ④ ㊹部2階床梁1階柱壁, および ㊸部1階柱壁下部打設。
    - ⑤ ㊸部4階床梁・3階柱壁打設。
    - ⑥ ㊸部3階 PC 梁ストレス導入。
    - ⑦ ㊹部3階床梁・2階柱壁打設。
    - ⑧ 以下同様に ㊹部6階床梁・5階柱壁を施工し, ㊸部7階 PC 梁ストレスを導入する。
    - ⑨ ㊹部7階床梁・6階柱壁打設。
    - ⑩ ㊸㊹部8階床梁・7階柱打設。
    - ⑪ ㊸㊹部R階床梁・8階柱壁打設。
    - ⑫ ㊺部2~7階打設および ㊻部1~7階打設。
- 2) ㊺部コンクリート打設時期 (後打ち溝部分, 図-

5 (a), (b), (c) 参照)

- ① ㊺部コンクリート打設は 8階梁支保工を撤去後 (RF および 8FL の押えコンクリート, 仕上げコンクリート施工済みであること), 下記により打設すること。
- ② 2階部分は同一階, ㊸部コンクリート打設後 16週以上経過したのち打設する。

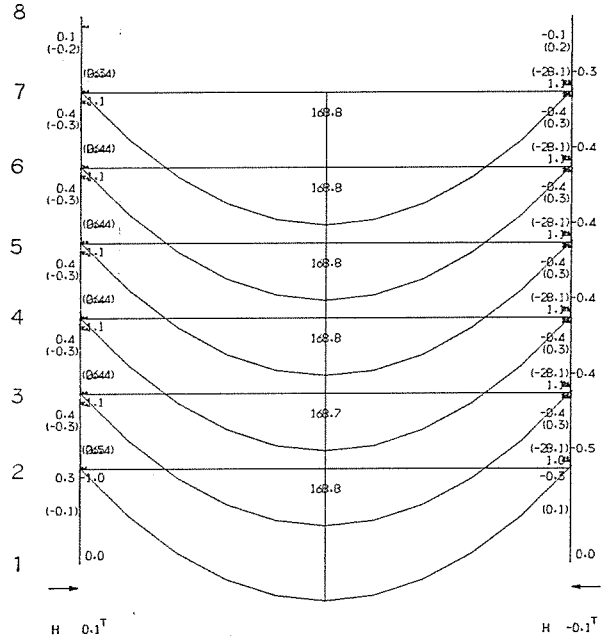


図-6 (a) ストレス導入時応力 [固定, 施工時積載, ストレス導入による不静定力] (曲げモーメント  $t \cdot m$ )

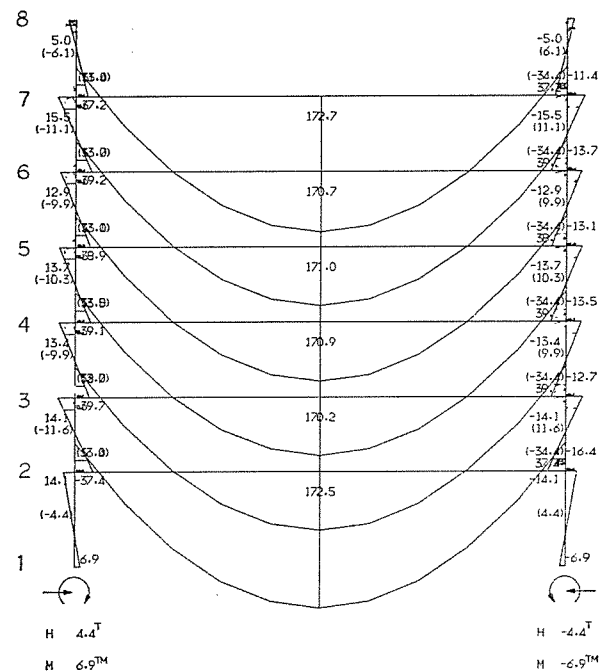


図-6 (b) 長期応力 [固定, 積載, 仕上げ, ストレス導入による不静定力] (曲げモーメント  $t \cdot m$ )

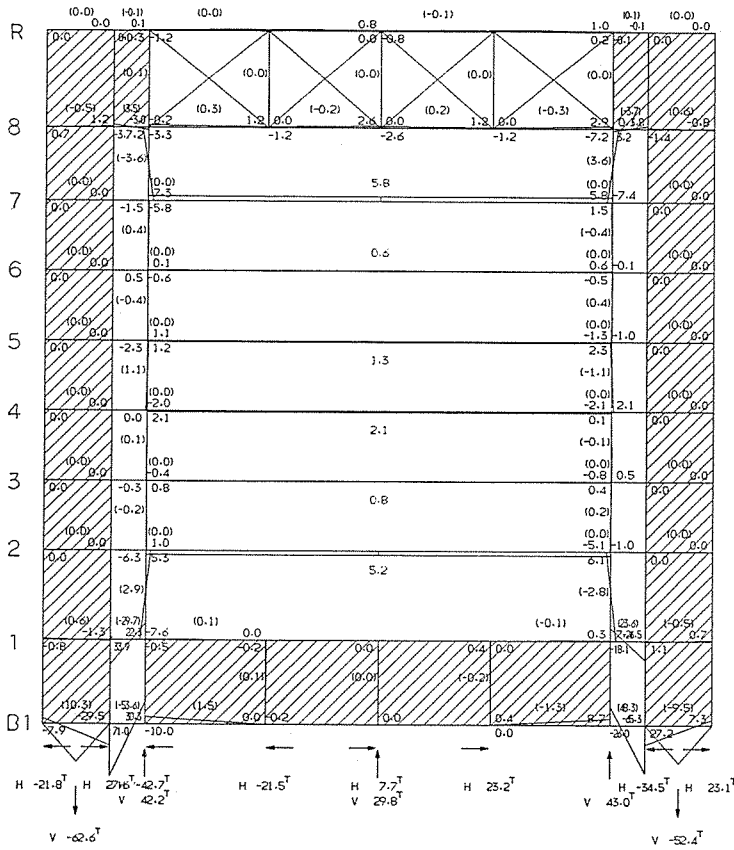


図-6 (c) クリープ・乾燥収縮による応力 (曲げモーメント  $t \cdot m$ )  
(注: PC 梁 1 本当たり応力は 1/5 とする)

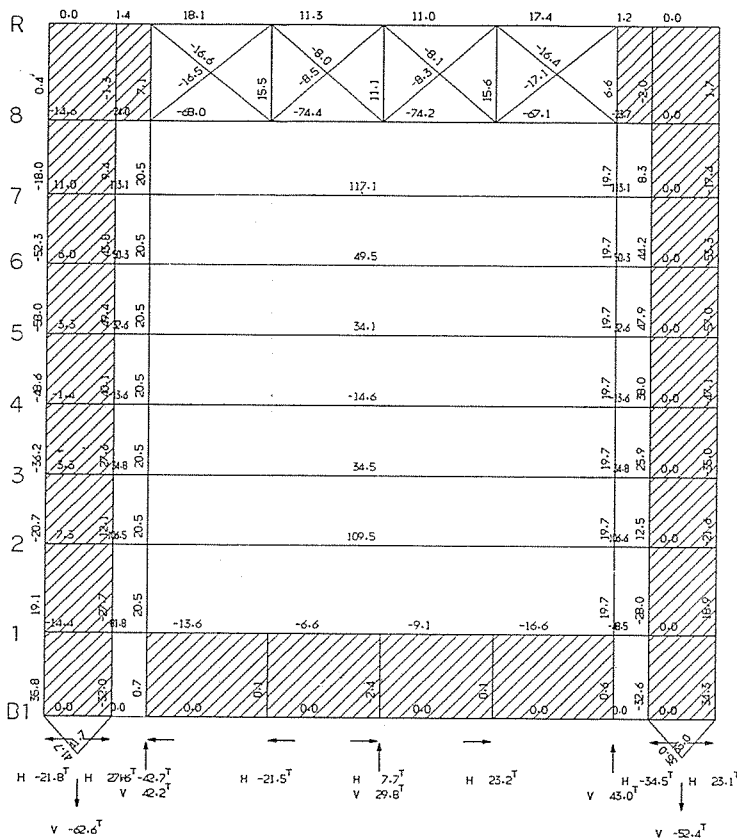


図-6 (d) クリープ・乾燥収縮による応力 (軸方向力  $t$ )  
(注: PC 梁 1 本当たり応力は 1/5 とする)

③ 3階部分は、同一階、A部コンクリート打設後12週以上経過したのち打設する。

④ 4~7階部分は、同一階、A部コンクリート打設後8週以上経過したのち打設する。

3) D部コンクリート打設時期 (後打ちコンクリート部分 図-5 (a), (b), (c) 参照) は、2) の ①, ②, ③, ④ と同じとする

(6) 応力解析

<解析手法および仮定>

① 施工特記により各応力算定時モデルを設定し解析する。

② クリープ、乾燥収縮によるPC梁の応力は、次の方法により算定した。

- PC梁とコア部分架構とは、スラブを通じて接続されるものとする。

- ストレス導入後所定の期間はPC梁とコア部分架構とは、構造的には切り離されている。したがって、PC梁とコア部分架構と切り離されている期間のPC梁のクリープおよび乾燥収縮によるひずみは自由収縮するものと見なし、スラブにより接続された以降の収縮に対して、PC梁部分とコア架構とが一体となったものとして解析する。

- 接続スラブは、コア架構中心までを部材長とする線材とする。

- PC梁および床スラブの剛性は、クリープ変形を考慮し、初期剛性の1/3とする。コア架構は、初期剛性のままとし、クリープおよび乾燥収縮による変形は無視する。

- 時間経過によるクリープ、乾燥収縮量の計算は、プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説による。

4. 施 工

4.1 施 工 概 要

PC工事施工順序は、鉄骨建方完了後(写真-3)施工特記に基づく施工要領に従って行った。

PC工事の概要は次のとおり(全体工程は図-7に示す)。

1) 型枠、支保工組立(梁片側面開放、型

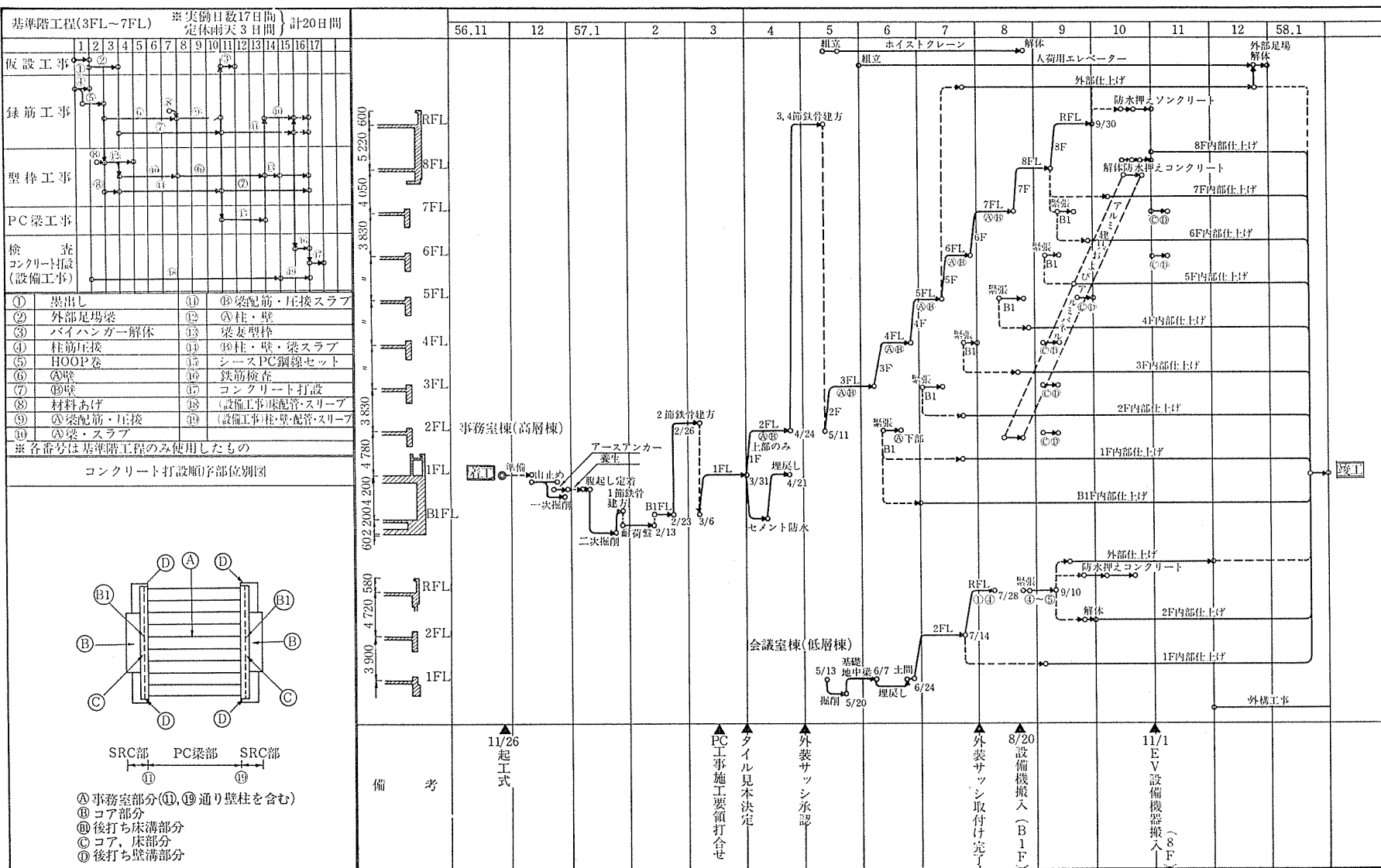


図-7 総合工程表



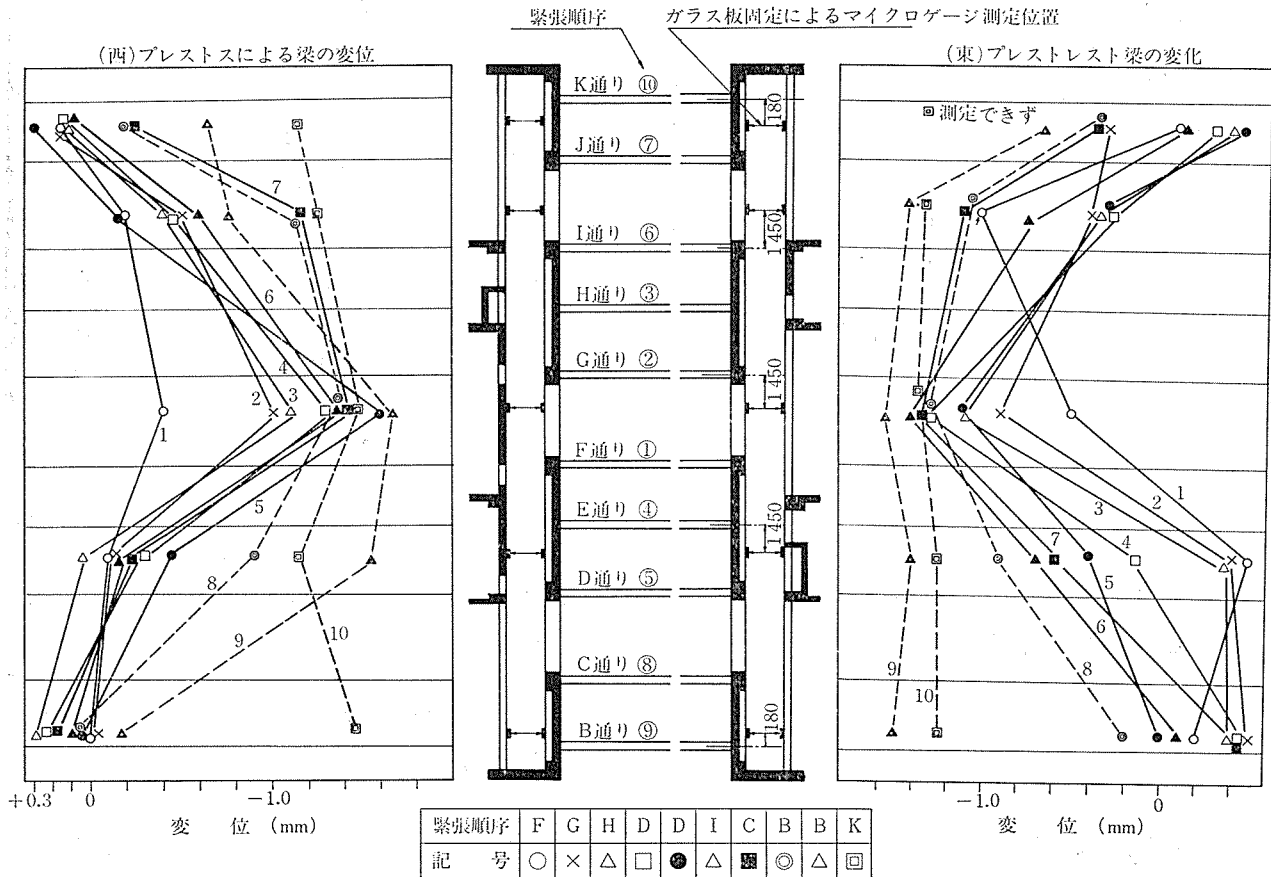


図-8 PC 梁縮み量 (2F 梁ストレス導入時)

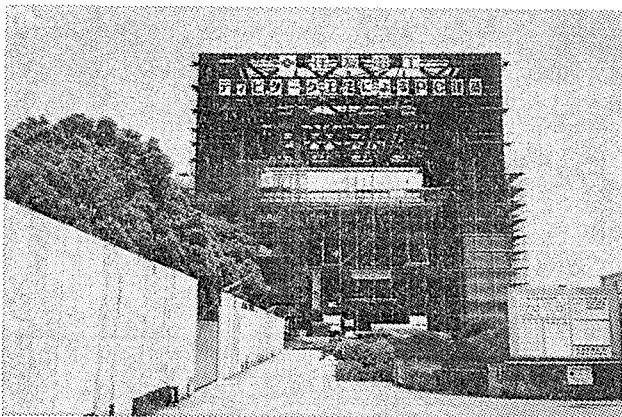


写真-3 鉄骨建方完了, コンクリート 4F 打設

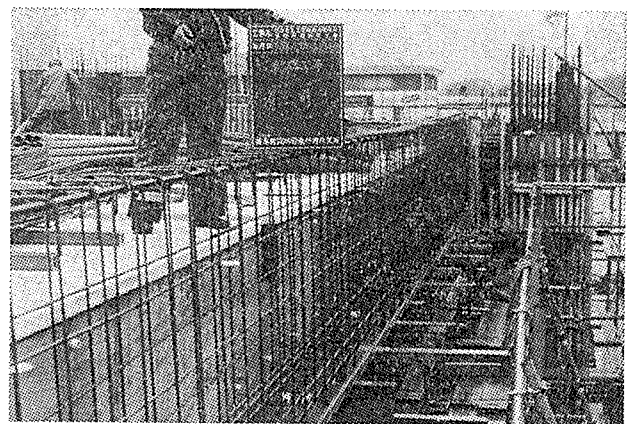


写真-4 型枠支保工組立

枠精度 1.7 mm 以内。写真-4)

- 2) シースセット, PC 鋼線投入完了, 幅止めセパレーター取付け (写真-5)
- 3) PC 梁端部 (中段緊張完了。写真-6)
- 4) 緊張 (伸び測定。写真-7)
- 5) グラウト注入 (PC 梁端部養生)

なお各フロアの PC 鋼線の緊張は, 図-8 に示す順序で行い, 鋼線の伸び, 荷重のほか, 図-8 に示すように梁緊張による縮み量を, その階の全梁緊張完了まで連続して測定した。

#### 4.2 緊張力の管理

PC 工事の緊張力の管理は, 荷重計の読みと, PC 鋼線の伸びとで管理し, PC 部材の縮み量を参考とした。

#### 4.3 コンクリートの特性

設計基準強度  $300 \text{ kg/cm}^2$  のコンクリートの配合を表-1 に, 現場コンクリート記録を表-2 に示す。

#### 4.4 PC 梁の変位

##### (1) PC 梁の縮み量

PC 梁の緊張順序およびその時の各梁の縮み量を 図-7 (2 階梁緊張時の測定結果) に示す。

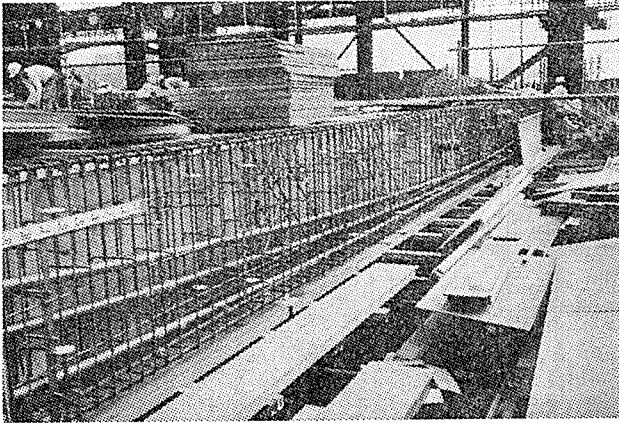


写真-5 シースセット, PC 鋼線投入完了, 幅止めセパレーター取付け

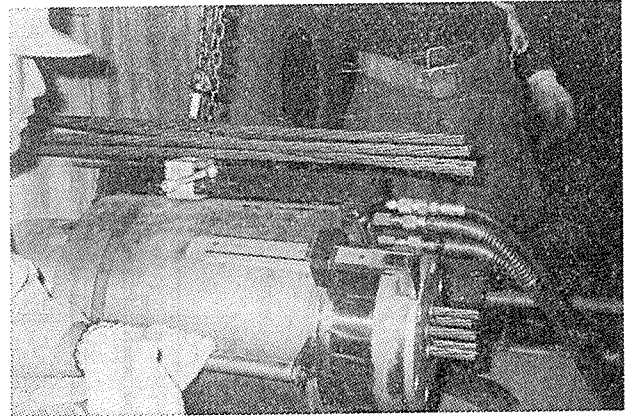


写真-7 緊張. 伸び測定

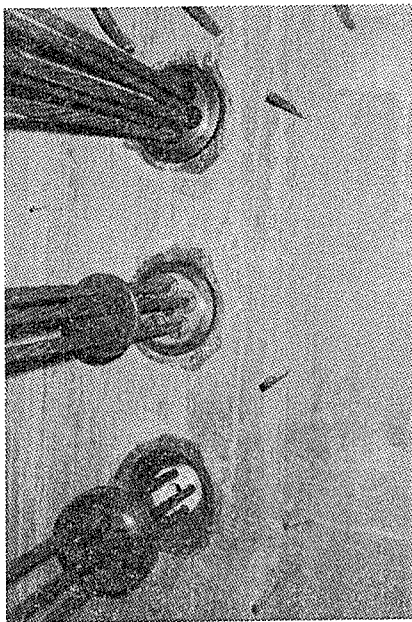


写真-6 PC 梁 端部

測定は梁端部とコア部梁間の距離をマイクロゲージ(最少読取り値 0.01 mm)にて測定する方法を採用した。なお、コア部梁と PC 梁とは、この時点では、構造的には切り離されている。

図-8 の縮み量の平均は 2.9 mm となっているが、この値は、ほぼ計算値と一致している。また他の階も同様に測定したが、2 階とほぼ同様の傾向を示している。

(2) PC 梁の鉛直変位

PC 梁の鉛直変位は、各階 2 本の梁について下記に示す各施工段階で測定した。

- ① 段階——測定階梁緊張後
- ② 段階——測定階梁支保工解体後
- ③ 段階——測定階の上階支保工解体後

表-3 は、2 階梁の各施工段階の状態と時期を示している。図-9 にこの梁の鉛直変位の測定値と、③ 段階での計算値を示し、図-10 にその場合の応力図を示す。重層の場合、このように施工時の応力が無視できな

表-1 コンクリートの配合表

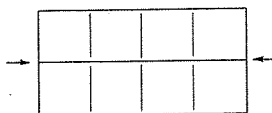
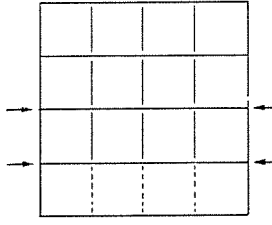
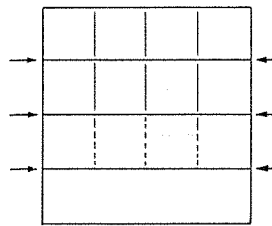
使用箇所	設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	セメントの種類	水セメント比	スランプ (cm)	空気量 (%)	細骨材料 (kg/m <sup>3</sup> )	単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	セメント (kg/m <sup>3</sup> )	細骨材 (kg/m <sup>3</sup> )	粗骨材 (kg/m <sup>3</sup> )	混和剤 (cc/m <sup>3</sup> )
2F~7F PC 梁 ⑩, ⑨ 通り柱壁	300	普通ポルトランドセメント	47	15±2.5	4±1	42.8	187	398	717	989	995

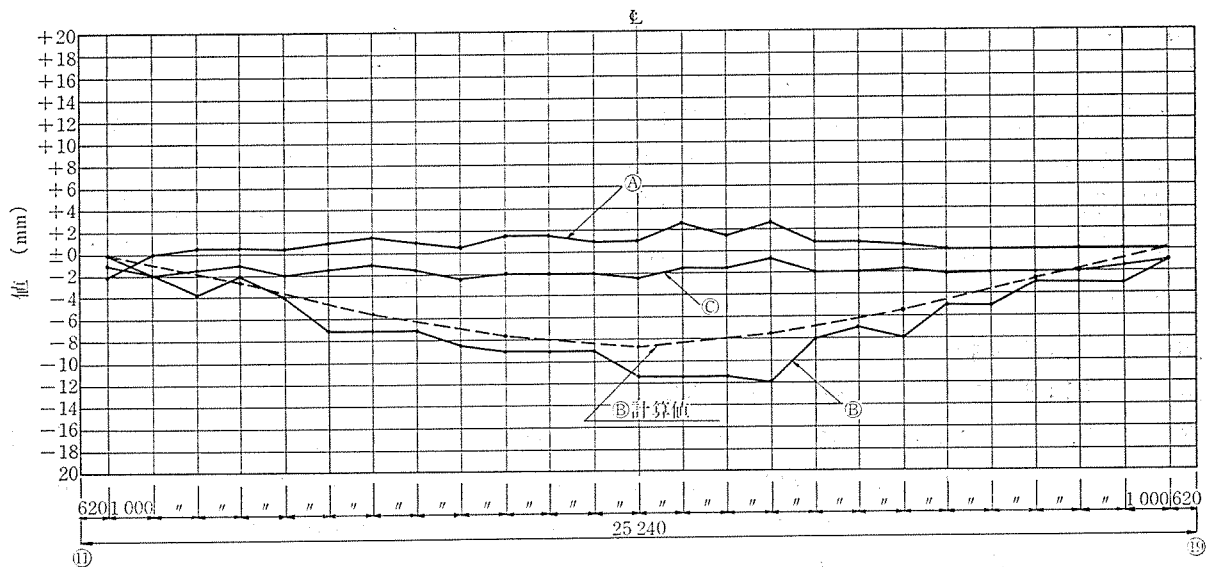
(注) 混和剤は、AE 減水剤ポゾリス No. 70。細骨材 (海砂除塩, 塩分 0.04% 以下), 粗骨材 (碎石)。

表-2 現場コンクリート記録

打設場所	打設年月日	スランプ (cm)	空気量 (%)	平均温度 (°C)			(kg/cm <sup>2</sup> ) 試験結果 (標準)		(kg/cm <sup>2</sup> ) 試験結果 (現場)	
				7 日	14 日	28 日	7 日	28 日	7 日	28 日
				2F (F <sub>c</sub> =300)	57. 4.23	13.5	4.3	16.0	15.4	15.7
2F ( " )	57. 4.23	15.1	4.6	16.0	15.4	15.7	—	351	242	346
3F ( " )	57. 6. 4	15.8	4.1	23.5	24.0	24.7	244	325	240	340
4F ( " )	57. 6.24	14.1	3.9	24.7	24.6	25.9	255	354	266	378
5F ( " )	57. 7. 9	14.7	4.2	26.5	27.1	27.8	263	368	267	377
6F ( " )	57. 7.28	14.8	4.1	28.5	28.3	29.2	255	383	262	386
7F ( " )	57. 8.12	15.7	4.1	26.5	26.6	27.2	11日 298	355	11日 304	357

表-3 施工段階と時期 (2階梁)

		コンクリート打設	緊 張	支保工解体	測定日
(A) 	3 F	6/4			
	2 F	4/23	6/18~6/22		6/24
	1 F				
(B) 	5 F	7/9			
	4 F	6/24			
	3 F	6/4	6/29~7/1		
	2 F	4/23	6/18~6/22		7/13
	1 F			7/1~7/3	
(C) 	5 F	7/9			
	4 F	6/24	7/16~19		
	3 F	6/4	6/29~7/1		
	2 F	6/4	6/18~6/22	7/20~7/22	8/3
	1 F			7/1~7/3	

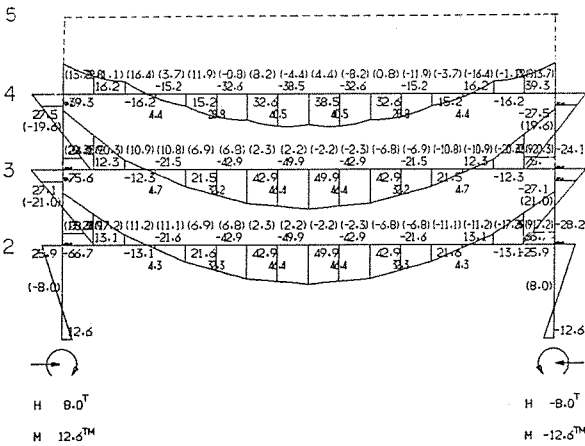


- Ⓐ 3, 2Fコンクリート打設, 2F梁ストレス導入時
- Ⓑ 5~3Fコンクリート打設, 2, 3F梁ストレス導入, 1階支保工撤去時
- Ⓒ 1, 2階支保工撤去時

図-9 2階 PC 梁 鉛直変位

い。施工時応力は、図-10 に示す値が最大となるが、これによる断面の応力度は、施工時の引張許容応力度を  $28\sigma_t = 1.8\sqrt{F_c}$  ( $F_c$  設計基準強度) とすると、2F, 3F

PC 梁は充分余力があるが、4F 梁 (未緊張) および ⑩ 通りと ⑬ 通りの支持壁柱の引張応力度がほぼ  $28\sigma_t$  になり、かなり大きな値となる。



図—10 施工時応力 (B) (注: プレストレスによる項  $P \cdot e$  は荷重項として解析した)

### 5. おわりに

以上、この建物の設計と施工について概要を説明したが、この種の重層の建物では、施工方法により応力、変形の生じ方が異なり、その影響も無視できない。

本建物においても、設計時点から施工条件を明示するとともに、施工時応力についても検討を加え工事を進行させていったが、工期等の制約から下階の支保工を長期にわたって存置できないため、支保工解体に伴う下階の変位が上階に及び、コンクリート打設時の変位がそのままとたわみとなるので注意を要する。

また場合によっては、コンクリート若材令時に変位させること(値は小さいが)にもなる。

これらの点は、更に今後詳細に検討する必要があると考えられる。

なお工事および測定にあたり、住友電気工業(株)特殊線事業部の方々をはじめ工事関係各位のご努力に対して、心より感謝いたします。

### ◀ 刊行物案内 ▶

## プレストレストコンクリート世界の動向と 新道路橋示方書による設計計算例

本書は第7回技術講習会のためのテキストです。その内容は、前半は世界におけるPCの動向として、諸外国の特殊なPC橋施工例 Alm 橋ほか数橋と LNG タンクについて、また建築構造物については最近世界的に関心の高まってきたアンボンド PC 工法をとりあげ、その理論と利用法について詳しく説明されている。後半には新しいコンクリート道路橋示方書に基づいた設計計算例として、静定構造物についてはポストテンション単純Tげた橋について、また不静定構造物については連続げた橋について詳細折込付図を添付し詳述されている。実務者には必携の図書としてお勧めいたします。希望者は代金を添えプレストレストコンクリート技術協会にお申し込みください。

体 裁 : A4判

定 価 : 3,000 円 送 料 : 450 円

内 容 : プレストレストコンクリート世界の動向——(A) 土木構造物——Alm 橋, Ruck-A-Chucky 橋, Columbia 斜張橋, Brotonne 橋, Carpinto 橋, Fos-sur-Mer, Montori-en-Bretagne の各 LNG タンクほか, (B) 建築構造物——アンボンド PC 工法の発達の歴史, アンボンド PC 鋼材と防せい材, アンボンド PC 部材の曲げひびわれおよび曲げ破壊耐力, 曲げひびわれおよびたわみ特性と普通鉄筋の必要性, アンボンド PC 部材の曲げ疲労耐力, フラットスラブ構造, III種アンボンド PRC 構造, 新コンクリート道路橋示方書による設計計算例, (C) 静定構造物設計計算例——設計計算の対象, 材料強度・許容応力度等, 曲げモーメントが作用する部材としての設計, せん断力が作用する部材としての設計, (D) 不静定構造物設計計算例——不静定構造物の断面力の算定, 設計条件, 各部の設計ほか, 折込付図4枚