

東京・関東郵政局資材部倉庫の設計と施工

岩 木 暹*
倉 田 勝 弘*
中 江 新 太 郎**

1. はじめに

三公社（電々、専売、国鉄）四現業（郵政、林野、印刷、造幣）の一つである郵政省は、郵便、貯金、保険の三事業を、全国津々浦々にある郵便局を窓口として、日夜全国の皆様に親しまれる機関たるべく努力している。その郵便局で使われる赤自転車、ポスト、かばん、職員の制服や貯金の払出し用紙など千三百種に及ぶ物品を購入し、保管し、配給するのが資材部である。全国を12のブロックに分け、各ブロックごとに置かれる郵政局にそれぞれ資材部倉庫があるが、今回、東京、関東両郵政局の倉庫が手ぜまになったので、一つの建物に統合して新築することになった。東京・関東郵政局資材部倉庫は、一都七県にある4216局（56年8月現在）の郵便局を受け持つ大きな配送センターである（写真-1）。建築場所は東京都の白鬚防災拠点に近く、京成関屋駅前に位置し、敷地の南側を隅田川が流れている。

以下、当建物の設計に関しては郵政省が、各種の現場実験を含めた工事状況は奥村組・古久根建設JVが、それぞれ分担して報告する。

2. 設 計

2.1 基本計画

地上5階建ての基本計画案に対して、S造、SRC造、PRC造などが考えられたが、工期、工事費を総合的に配慮してPRC造とした。構造設計上の重点は躯体、外壁、屋根などのひび割れ防止、耐震性の確保に置いた。そのためには良質なコンクリートを打つ必要があり、使用水量を制限する代りに、高流動化剤を積極的に使用した。また、外壁は桁行方向をサッシ打込みのプレキャスト板、スパン方向妻面をアンボンドケーブル入りの現場打ち工法とし、内部耐震壁は後打ちコンクリート工法を指定した。屋根はアンボンドケーブルによるPRC構造とし、防水層に依存しないコンクリート防水とも呼ぶべき工法を採用した。以上は、当省が一昨年建設した近畿郵政局資材部倉庫の実績をふまえて、改良、発展させた

* 郵政省大臣官房建築部

** (株)奥村組技術研究所



写真-1 建物全景

ものである。

設計時点では現行の新耐震設計法が確立されていなかったが、中地震時、大地震時とに分けて、耐震設計を行った。ベースシヤ係数は中地震時0.2、大地震時0.4、耐震壁の評価は剛性低下率 β をそれぞれ0.3、0.9として、DEMOS-Eで解析した。また、耐震性の向上を図って、柱にPC鋼棒のスパイラルフープ（9.2φPC鋼棒—ウルボン）を50mmピッチで設計した。

各室の設計用積載荷重は表-1のとおりである。

表-1 各室設計用積載荷重

室名	単位：kg/m ²		
	スラブ・小梁用	ラ ー メ ン 用	地 震 用
屋 根	300	200	100
一 般 倉 庫	700	500	350
式 紙 倉 庫	1300	1000	400
事 務 室	500	300	150

2.2 建物概要

設 計：郵政大臣官房建築部

施 工：奥村・古久根・建設工事共同企業体

建築面積：4979 m²

延床面積：22771 m²

高 さ：軒高 21.8 m、最高部高さ 26.4 m

規 模：地上5階、塔屋1階

構 造：地上1階～5階 スパン方向 PC造
桁行方向 RC造

報 告

塔 屋 RC 造 示す。

地 業：場所打ちコンクリートぐい（ベント工法）
 外 部：プレキャスト板，一部 RC 現場打ち吹付
 けタイル仕上げ

屋 根：コンクリート防水，断熱ブロック敷き
 工 期：着工 昭和 55 年 10 月
 竣工 昭和 57 年 6 月

図-1 に基準階平面図，図-2 に断面図を示す。

2.3 構造概要

使用材料を表-2 に示す。

プレストレス導入には，CCL 工法によるシングル・
 ストランド・システムを採用した。写真-2 にボンデッ
 ド工法の定着具を，図-3 にアンボンド工法の定着具を

表-2 使用材料

コンクリート	$F_c=350 \text{ kgf/cm}^2$ ，導入時 $F_c=300 \text{ kgf/cm}^2$ 使用水量 180 l/m^3 以下 ベーススランブ 12 cm 打設時スランブ 18 cm（高流動化剤使用）
鉄 筋	SD 30（D 16 以下），SD 35（D 19 以上）
PC鋼材	低レラクセーション材 大 梁 PC 鋼より線 SWPR 19 B 19 本より 17.8φ 基礎梁 アンボンド PC 鋼より線 SWPR 7 B 7 本より 屋上スラブ 15.2φ 妻 壁 垂直方向 アンボンド PC 鋼棒 SBPR 15φ 水平方向 アンボンド PC 鋼より線 SWPR 7 B 柱フープ PC 鋼棒 SBPR 9.2φ

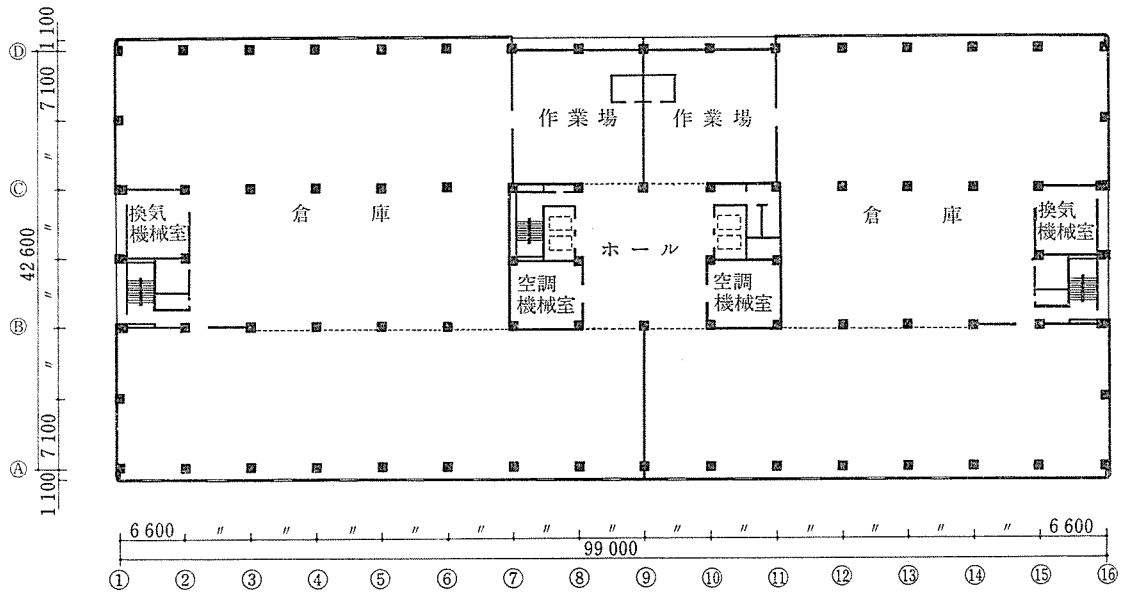


図-1 基準階平面図（3階）

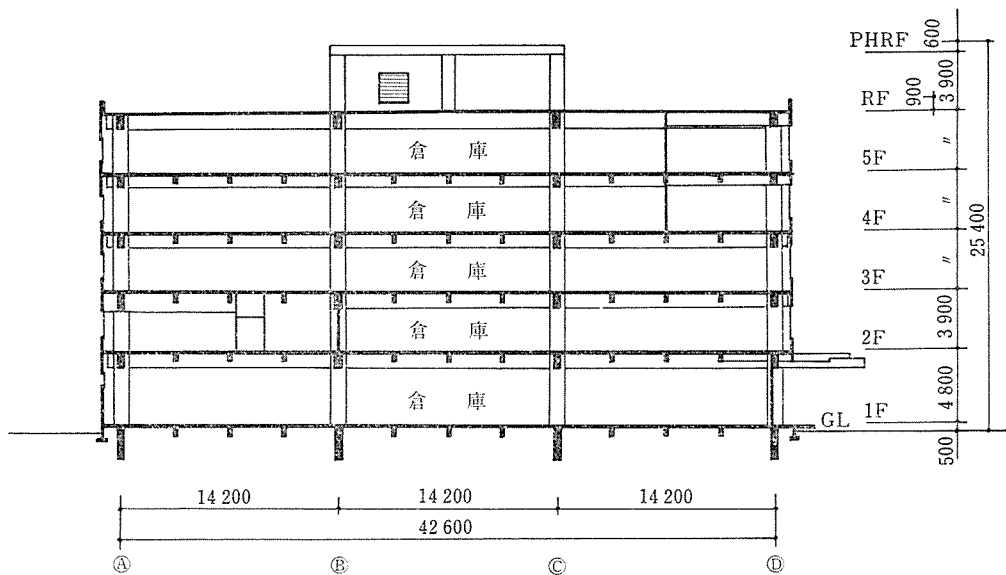


図-2 断 面 図

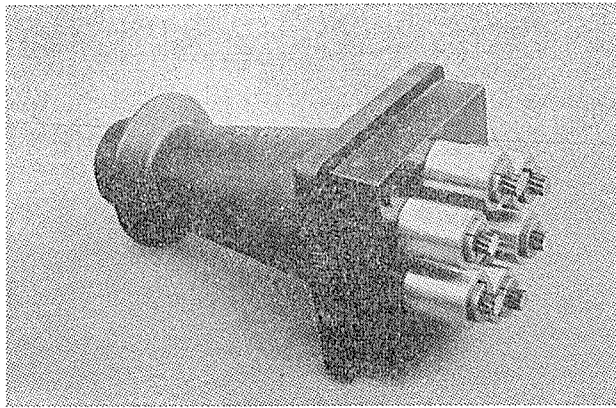


写真-2 ボンデッド工法の定着具

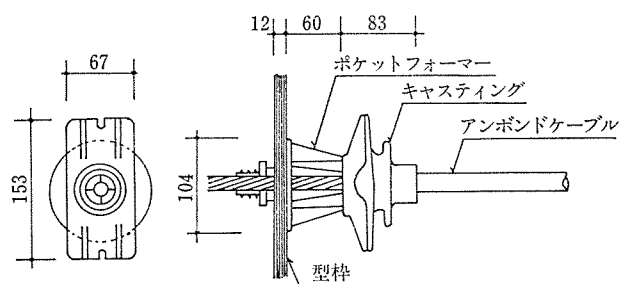


図-3 アンボンド工法の定着具

ことを考え、1階スラブを含む固定荷重のみを釣合荷重とし、積載荷重、水平荷重による応力に対しては、鉄筋コンクリート断面として設計した。

(2) 屋根スラブ

屋根スラブは図-5のようなアンボンドケーブルによるPRC構造である。断面設計は日本建築学会編「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説」に準拠した。応力設計は一方向スラブとし、有効軸応力は約20 kgf/cm²である。設計用角度変化に対する摩擦係数(μ)を0.12、波打ちに対する摩擦係数(λ)を0.0035とした。ケーブルの配置は施工性、床開口の可能性を考えて、2本たばねて80cmピッチとした。床板軸力導入によるラーメンへの不静定力がかかなり大きいため、5階の柱を一部補強した。

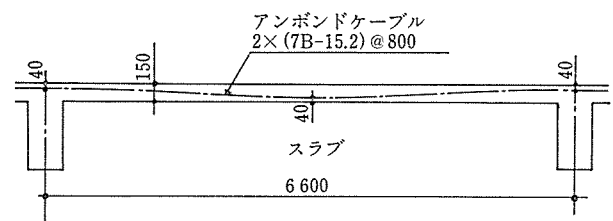


図-5 スラブアンボンドケーブル配線図

2.4 PC 部材の設計

(1) 大 梁

図-4に各階PC大梁の詳細を示す。2G~RGはボンデッド工法であり、固定荷重から積載荷重を含む全荷重をPC設計時の釣合荷重とした。FGのみをアンボンドPRC構造とした。FGについては、スパンが14.2mもあり、将来建物の用途が変わっても変形をおさえる

(3) 妻面外壁

妻面の壁は現場打ちコンクリート壁なので、当然乾燥収縮によるひび割れが入ると懸念された。その対策として、約10 kgf/cm²の拘束圧を加えるために、垂直方向には施工性を考慮してアンボンドPC鋼棒を、水平方向にはアンボンドPCケーブルを入れた。

予想どおり、1階には“V”字形の、最上階には“ハ”

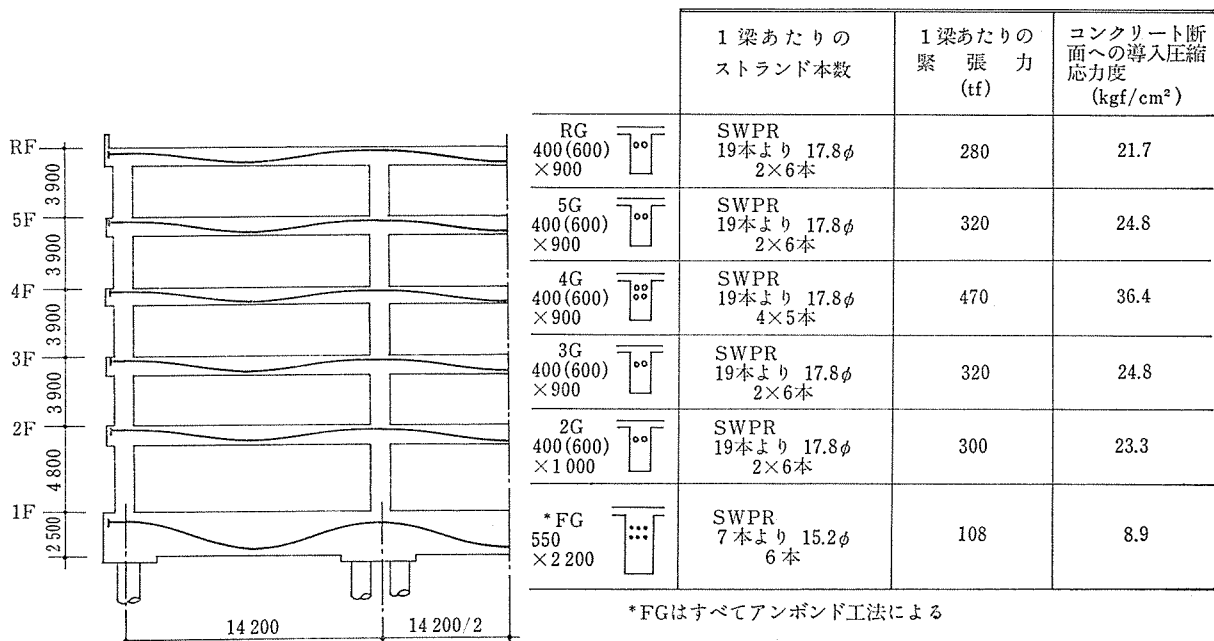


図-4 各階 PC 大梁の詳細

字形のひび割れが入ったが、エポキシ樹脂を併用しながら緊張した結果、外見上はひび割れが消滅し、完成後、かなり激しい風雨を受けても全く異常は認められなかった。

(4) 屋根断熱ブロックの設計

今回の設計ではコンクリートだけで防水することを一つのテーマとしてとりあげた。そのため、躯体への温度応力による影響を極力小さくする目的で、断熱ブロックを敷設した(図-6 参照)。

断熱性能試験の結果、表-3 のような値を得た。

今夏の数度にわたる集中性豪雨に対しても、屋根の防水機能は全く異常が認められていない。

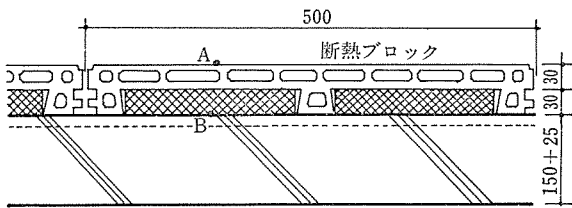


図-6 屋根断面ブロック

表-3 断熱ブロックの効果(57.4 測定)

単位:℃			
部 位	最高温度	最低温度	温度差
A (ブロック表面)	42	2	40
B (ブロック下のスラブ面)	16	13	3
室 温	15	13	2
気 温	18	8	10

3. 施 工

3.1 施工概要

各部材にプレストレスを導入するにあたり、他の部材に及ぼす2次応力が構造物に悪い影響を与えないよう管理することにした。特に、大梁にプレストレスを導入する場合、柱の一部に引張応力度が発生し、ひび割れが生じかねない。そこで、大梁に導入するプレストレス T (tf)、柱に作用している軸力 N (tf) および柱の発生最大縁引張応力度 σ_t (kgf/cm²) の関係をグラフ化し、 σ_t がコンクリートの許容引張応力度を超えないようにした。図-7 に2階柱の管理グラフを示す。ここで、コンクリートの許容引張応力度は $1.8\sqrt{F_c}$ (F_c は設計基準強度) とした。これらの考慮により、各大梁に導入するプレストレスのタイミングと割合を表-4 のように決定した。1階柱は2Gへのプレストレス導入力がFGに比べてかなり大きく、逆にFGの方が2Gよりも剛性が高いので、コンクリートのクリープ変形の影響が1階柱に及ぼすことが考えられた。そのため、FG, 2Gを

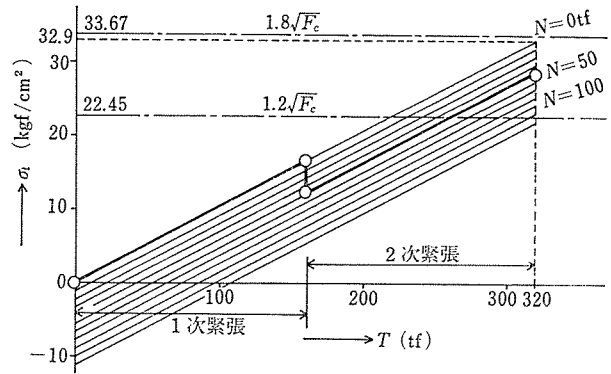


図-7 $\sigma_t \sim T \sim N$ の関係図

表-4 PS 導入のタイミングと割合

PC導入部材	時 期	割 合
FG	FG, 2Gコンクリート強度発現後	FG : 100% } 同時緊張 2G : 100% }
2G		
3G	3Gコンクリート強度発現後	3G : 50% 緊張
4G	4G, 3Gコンクリート強度発現後	3G : 50% } 同時緊張 4G : 75% }
5G	5G, 4Gコンクリート強度発現後	4G : 25% } 同時緊張 5G : 100% }
RG	RGコンクリート強度発現後	RG : 100% 緊張

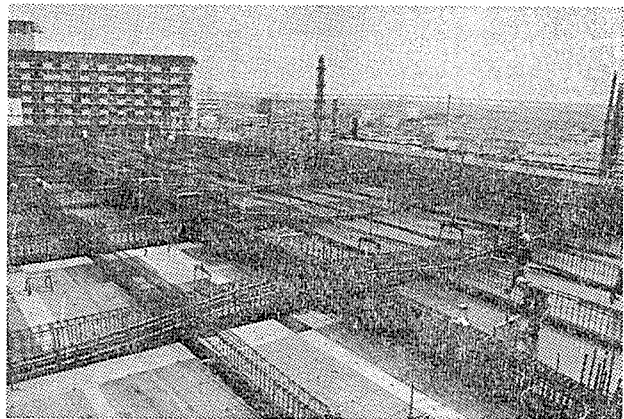


写真-3 シース配管



写真-4 大梁緊張作業

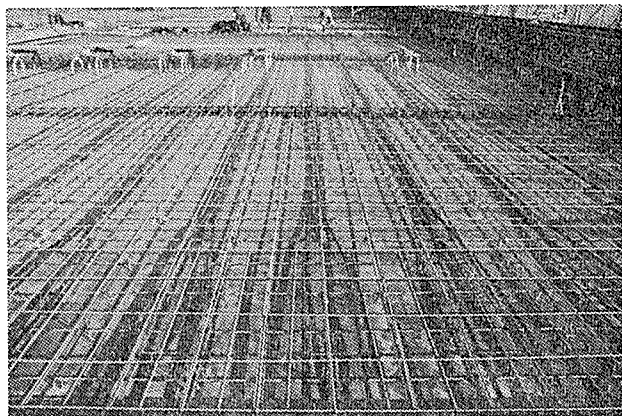


写真-5 屋根スラブアンボンド PC 配線

同時緊張することにしたものである。

PC 大梁の配線は、梁・スラブ型枠ができあがった後、梁筋を中吊りの状態で組立て、同時にシース配管した。コンクリート打設後 PC 鋼材をシース内に挿入し、所定のコンクリート強度発現後緊張した（写真-3, 4 参照）。屋根スラブアンボンド PC の配線状況を写真-5 に示す。

3.2 緊張力の管理

各工区ごとの PC 部材緊張前に、すべて試験緊張を行い、摩擦係数 μ , λ を決定した。摩擦係数試験結果の一例を表-5 に示す。方法は緊張端と固定端にロードセルをセットし、それらの各荷重を測定することと、 μ と λ との比を一定値と仮定することにより、 μ , λ を求めたものである。

PC 工事の緊張力管理は、荷重計の読みと PC 部材ののびとで管理する方法を採用した。

3.3 コンクリートの強度特性

設計基準強度 350 kgf/cm^2 のコンクリートの調合を表-6 に示す。2階は昭和 56 年 8 月に、5階は昭和 56

年 11 月に打設した。打設時には高流動化剤を後添加し、打設時スランブを 18 cm とした。高流動化剤添加によるスランブ変化量および空気量変化量の実測値を図-8 に示す。添加前の現場搬入時と添加後ポンプ打設

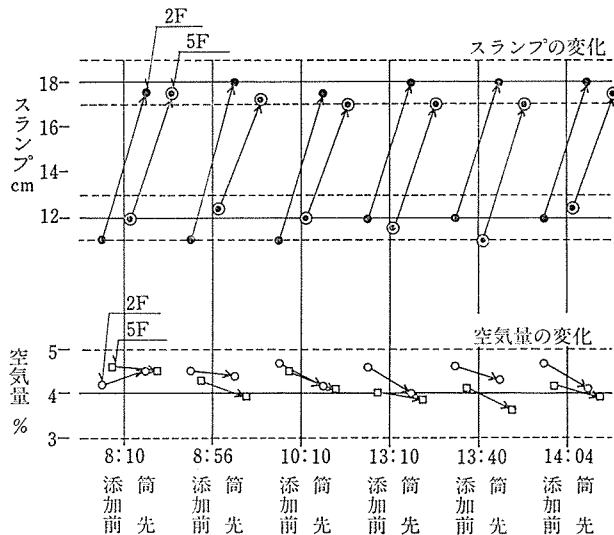


図-8 スランブ・空気量の変化

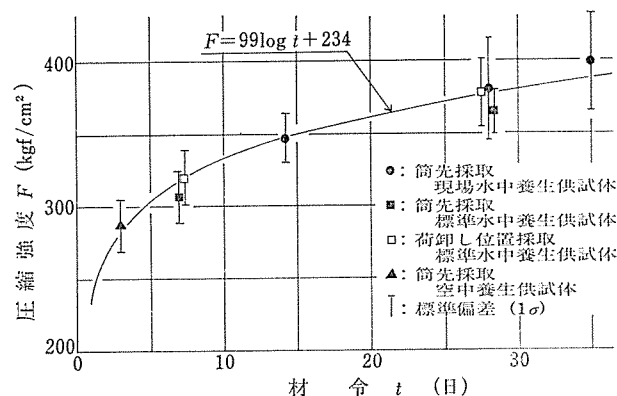


図-9 材令と圧縮強度との関係 (2階打設コンクリート)

表-5 摩擦係数試験結果

種 別	角度変化 rad.	長 さ m	緊張側荷重 t_f	固定側荷重 t_f	μ 1/rad.	λ 1/m	備 考
基礎梁アンボンドケーブル	6.565	45.566	20	13.6~14.9	(0.12) 0.042	(0.0035) 0.0012	4本の平均値
3Gストランド	0.912	42.816	20	12.9~13.8	(0.3) 0.298	(0.004) 0.0039	8本の平均値
RSアンボンドケーブル	1.678	33.315	13~14	10~11	(0.12) 0.119	(0.0035) 0.0035	2本の平均値

() は設計値

表-6 コンクリートの調合

場 所	ベーススランブ cm	空 気 量 %	水セメント比 %	kg/m³				細骨材率 %
				水	セメント	細骨材	粗骨材	
2 階	12	4±1	41.6	169	406	768	1016	43.9
5 階	12	4±1	39.5	172	425	730	1031	42.3

による筒先到着時との変化の状態をプロットしてある。

2階に打設したコンクリートの材令 t (日) と圧縮強度 F (kgf/cm²) との関係は、図-9 に示すとおりで、

$$F = 99 \log t + 234$$

の関係を得た。さらに、柱のひび割れ制御のための管理として、コンクリートの引張強度試験と曲げ強度試験も行った。その結果、引張強度： σ_t (kgf/cm²)、曲げ強度： σ_b (kgf/cm²)、圧縮強度： σ_c (kgf/cm²) とすれば、同一材令において、平均値で、

$$\sigma_t / \sigma_c = 1 / 11.4$$

$$\sigma_b / \sigma_t = 1.8$$

であった。プレストレス導入時の材令における許容引張応力度を、 $1.8\sqrt{F_c}$ と比較するとともに、これらの数値をも参考にして管理した。

3G のプレストレス導入は 50% を材令 20 日で、残りの 50% を材令 63 日で行った。この場合、材令 20 日におけるコンクリートの強度特性は、これらの実測値から、 ${}_{20}\sigma_c$ が 363 kgf/cm²、 ${}_{20}\sigma_t$ が 31.8 kgf/cm²、 ${}_{20}\sigma_b$ が 57.2 kgf/cm² と推定できる。許容値とした $1.8\sqrt{F_c}$ が 33.7 kgf/cm² であり、 σ_t とほぼ等しいが曲げ強度に対しては十分余裕がある。

3.4 梁緊張時の部材応力・変位

3G の④通りを対象として、梁緊張時における 3G および 2C (2階柱) の応力・変位の変化をワイヤ・ストレン・ゲージとリング型変位計により実測した。さらに、緊張後のコンクリートのクリープによる変形をも実測した。図-10 に緊張力導入後約 4 か月経過した時点

でトランシットにより計測したスパン方向の縮み量分布を示す。また、図-11 には 3G に 1 次緊張力を導入した (材令 20 日) 後 2 次緊張を行うまでの約 1.5 か月間計測した水平方向および鉛直方向変位量の経時変化を示す。

④通りのスパン 42.6 m に対する 1 次緊張完了時の縮み量が 1.39 mm、1.5 か月間のクリープによる縮み量が 5.13 mm、2 次緊張導入による縮み量が 1.66 mm であった。結局合計すると 8.18 mm 縮んだ。さらに、4 か

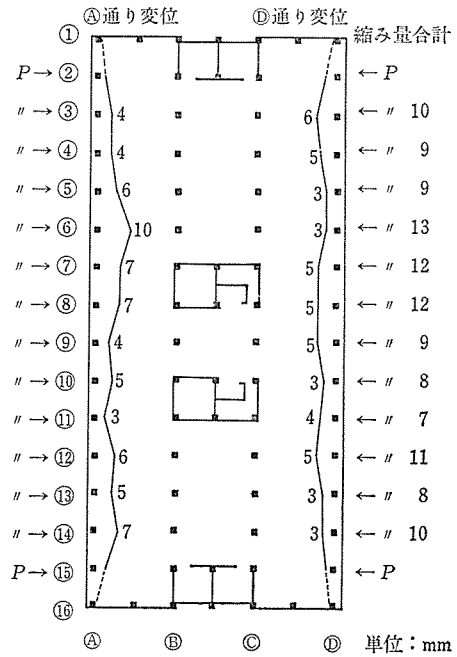


図-10 スパン方向の縮み量分布

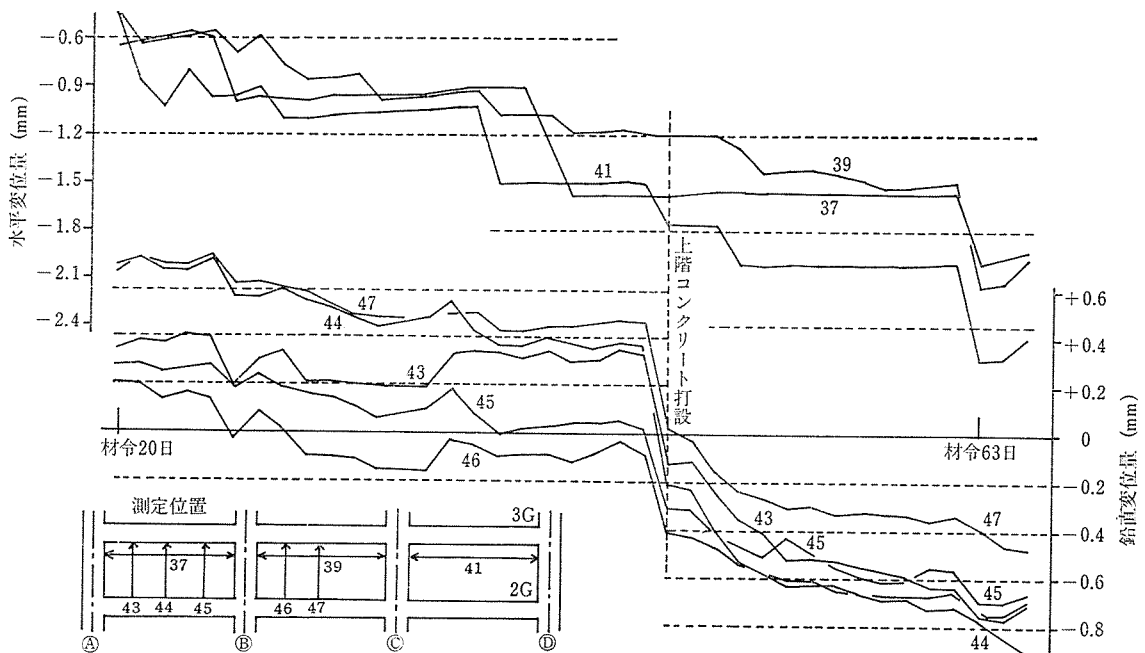


図-11 変位量の経日変化

月経過後この値は 9 mm となっていることがわかる。プレストレス導入による実測弾性歪はスラブの協力幅を桁行スパン分考慮すると計算値とほぼ一致する。梁の応力も計算どおりであった。クリープ歪はかなり大きな値がでた。しかし、実測したこのクリープ歪によるプレストレス有効率の低下は約 2% であり、4 か月という材令を考慮すれば、構造的には、設計用プレストレス有効率 85% に対して十分安全な値である。全体の縮み量絶対値が約 10 mm であり、仕上げ段階における納まりには十分注意をはらった。

図-12 に鉛直方向の各施工段階における変位分布を示す。一時的に型枠用パイプサポートがきかないような状態になることがあり、これらの管理に注意をはらう必要があった。

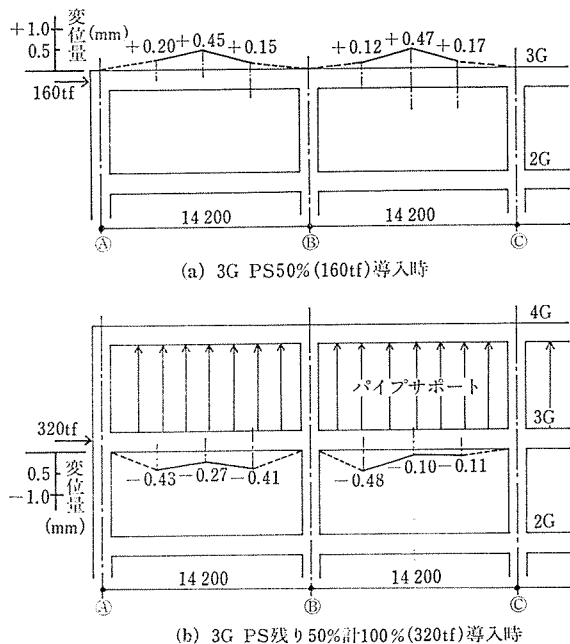


図-12 鉛直方向変位分布

3.5 屋根スラブ緊張時の部材応力・変位

屋根スラブについても、前項と同様に、スラブの応力・変位を計測した。表-7 に水平方向の変位実測値を、図-13 に鉛直方向の変位分布を示す。スパン方向については大梁に、桁行方向については直接スラブにプレストレスを導入し、スラブコンクリートにひび割れを発生させないようにすることにより、防水層機能をコンクリートスラブのみに持たせている。これらの計測で所定のプレストレスが均等にバランスよく導入されていることが確認できた。

4. おわりに

当建物は、コンクリートのひび割れ発生をプレストレ

表-7 水平方向変位実測値

計測場所	実測縮み量 mm	
	RSのPS導入時	8日間放置後
⑥通り~⑦通り間	0.58	0.83
⑤通り~⑥通り間	0.47	0.73
④通り~⑤通り間	0.48	0.72
③通り~④通り間	0.47	0.68
②通り~③通り間	0.53	0.75
①通り~②通り間	0.39	0.61
合計	2.92	4.32

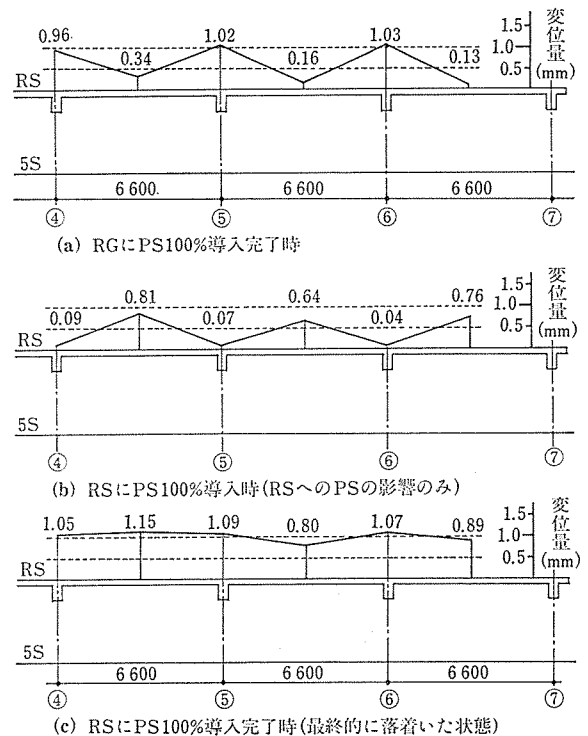


図-13 鉛直方向変位分布

スでコントロールすることにより、屋根スラブをコンクリートのみで防水したという大きな特長をもっている。PC 構造のこのような利用には、大きなメリットがある。屋根スラブとともに、一般階における PC 構造の設計および施工もあわせて、ここに報告した。

末稿ながら、この建物の設計・工事の両面にわたって、懇切な御指導を賜った京都大学教授六車熙博士に対して深甚の謝意を表する次第であります。

参考文献

- 1) 倉田, 中江: プレストレストコンクリート 部材施工時の応力・変位変動に対する管理 (東京・関東郵政局資材部倉庫新築工事における実測例), 日本建築学会 57 年度大会 学術講演梗概集
- 2) 六車: アンボンドプレストレストコンクリート, GBRC
- 3) 岩木他: アンボンドケーブルを使用した倉庫の設計と施工 (近畿郵政局資材部倉庫), プレストレストコンクリート, Vol. 22, No. 6