

椎名町アパートの設計・施工について

——鉄筋コンクリート造高層ビルの開発——

武 藤 清*
 久 田 俊彦**
 二 階 盛***
 別 所 佐 登 志****

1. はじめに

わが国では、1963年に建築基準法が改訂され、従来の31mの高さ制限が撤廃され、同法38条に基づいて高層ビルを建てることできるようになった。しかし、純粋のRC造による高層ビルは、海外には数多くの例をみるにもかかわらず、わが国ではいまだかつて実現しなかった。その理由として、

1) 過去の震災に見られるように、RC造はせん断ぜい性破壊を起しやすく、S造およびSRC造に比べて耐震性が劣る。

2) RC造は、施工において現場作業が多い上に複雑であり、品質管理が困難である。

といった点があげられる。だが、これらの考え方は、わが国における在来のRC造の設計・施工法によった場合のことである。

鹿島建設(株)では、RC造による高層ビルの経済的なメリットに注目し、1969年以来、RC造の耐震性の向上と施工の合理化に関する基礎的な研究を進めて、RC造が従来かかえてきた設計・施工上のすべての問題に対して改善を行ってきた。その成果の一つとして、地上18階建の「鹿島建設椎名町アパート」をわが国における初めての本格的な高層RCビルとして試行建設した。

本建物には、基礎研究より得られた耐震性の高い部材を積極的に利用し、各種の構造実験および地震応答解析によって、S造やSRC造の高層ビルに優るとも劣らない耐震性を与えた。また、設計段階より施工の合理化、省力化を細かく配慮するとともに、実施に際しては各種の新工法の採用によって合理化を進め、品質の確保に万全を期した。

本文では、椎名町アパートの設計および施工の要点を全般的に紹介するとともに、特に本建物の外柱にはPS力を導入して耐震性を向上させる設計を取り入れたの

で、ここにその概要を紹介し読者のご参考に供したい。

なお、本建物は、建築基準法38条の適用により、建設大臣の特認を得て実施された。

2. 基礎研究の成果

(1) 柱の耐震的配筋方法の開発

RC建物を耐震的にするための研究は、約50年前の関東大地震の経験から本格的に始まり、その後の地震のたびに進歩してきたが、1968年の十勝沖地震、1971年のサンフェルナンド地震とあいついで近代的な耐震設計法によるRCビルが大被害を受けた。これらの被害のうち特に注目されたことは、柱のせん断によるぜい性破壊であった。強震時における繰返し力に対して、せん断補強方法が不適当なためRC柱は靱性を失ない履歴特性も劣下し、これが建物の被害をいっそう大きくしたのである。

したがって、RC造による高層ビルを実現するためには、まず耐震的なRC柱の開発が必要となった。特に強震時での多数回の繰返し力に対してRC柱の耐震性を向上させるためには、十勝沖地震等による柱の震害から判断して、在来の帯筋補強形式を根本的に改良する必要があるとの見解を持った。

図-1に検討された帯筋補強形式の代表的なものを示す。たが式は在来形式であり、十勝沖地震で被害を受けた柱はすべてこの帯筋形式で補強されていた。もちあみ式およびらせん式は、柱主筋およびコアコンクリートができるだけ均等に拘束しようとしたもので、複合式はもちあみ式およびらせん式の施工上の欠点を補うように考案されたものである。

図-2にこれらの帯筋で補強された柱に、正負繰返し荷重を加えたときの、繰返しによる耐力の低下状況を示す。帯筋量は同じであるにもかかわらず、もちあみ式およびらせん式による柱は、部材角が1/100 rad.といった大変形で繰返しても耐力がほとんど低下しないのに対して、従来形式のたが式による柱は、1/100 rad.での繰返しによって急激に耐力が低下して、最終的には主筋内

* 鹿島建設株式会社 副社長
 ** 同 技術研究所長
 *** 同 建築工務部長
 **** 同 技術研究所主任研究員

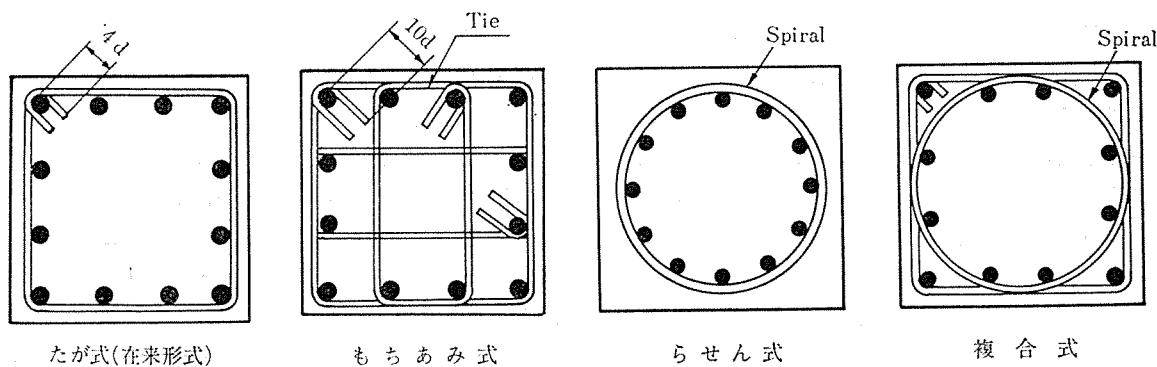


図-1 帯筋補強形式の代表例

部のコンクリートがばらばらになってしまった。

施工性を考慮して考案されたらせん式（スパイラルフープ）を主体として、たが式（角フープ）を併用した複合式による柱は、図-3 にその荷重・変形曲線の一例を示すように、その繰返し履歴特性もきわめて安定しており、もちあみ式およびらせん式と同様の耐震性能があ

る。

(2) 施工合理化を可能にする工法の開発

RC造ビルの高層化をさまたげていた理由の一つに、従来のRC施工法では、現場作業が多く複雑であり、品質管理上も問題が多いことが指摘される、

わが国の従来の施工法では、柱および壁（垂直材）とはりおよび床（水平材）の鉄筋、および型わくを同時に組んで、スランプの大きなコンクリートを水平材および垂直材に同時に打設する方法をとっている。これは、コンクリートの品質管理の面で問題が多く、乾燥収縮によるひびわれも発生しやすく、構造的にも再検討すべき問題であった。このことは、欧米におけるRC施工法のように、硬練りコンクリートを密実に打設するために、柱のコンクリートをはり下で打ち止め、はり・床を後打ちとする二段打工法の採用によって解決できる。

高層ビルでは、繰返し作業のメリットを最大限に活用することによって施工の合理化が達成できる。このため

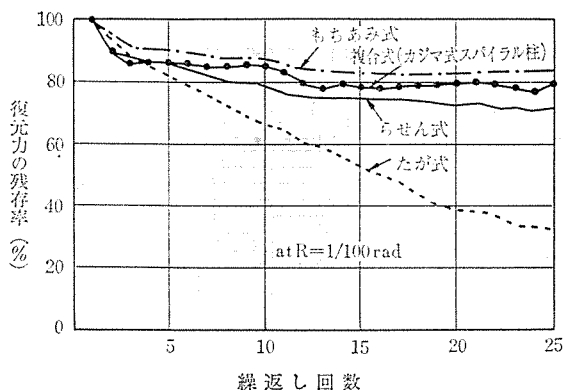


図-2 各種帯筋形式の耐力低下防止効果

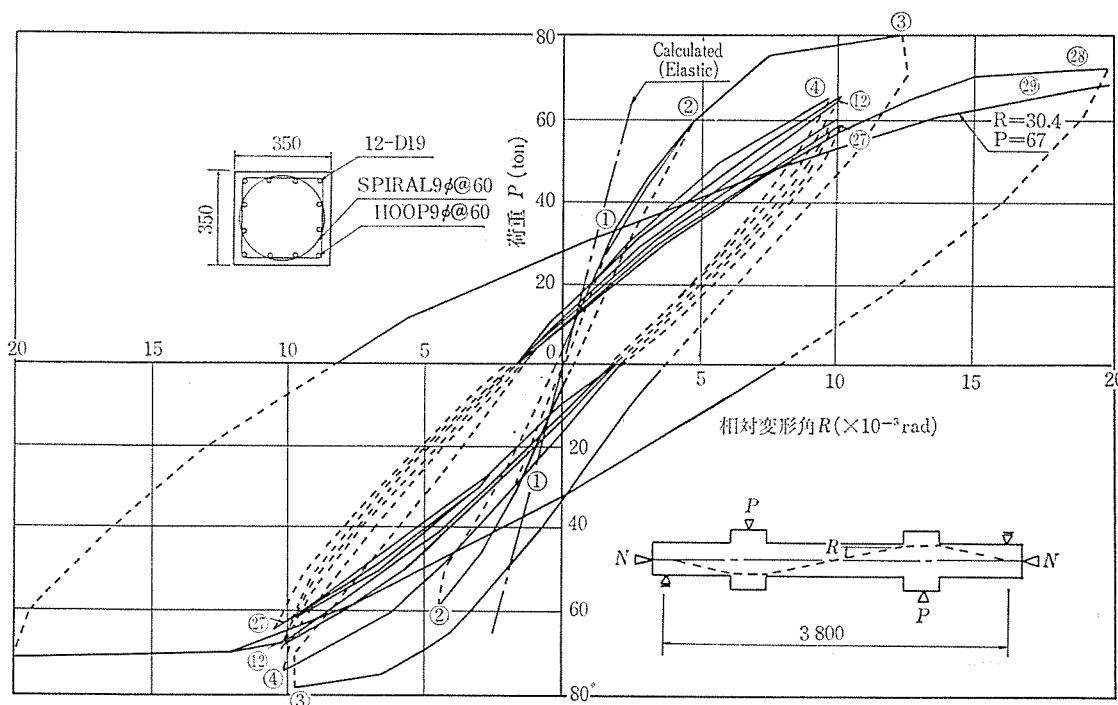


図-3 耐震的な柱の荷重・変形曲線の例

には、設計段階よりできるだけ単純な平面形を採用するとか、部材断面をできるだけ統一化および簡略化することが必要である。このためには、コンクリートの高強度化および軽量化、鉄筋の太径化および高強度化が有効な手段となる。部材寸法を統一化することによって、型わくのユニット化および大型化が可能になり、配筋の簡略化・統一化によって鉄筋のプレハブ化工法の採用が可能になる。これらの合理化工法の採用は、躯体の施工精度を向上させるとともに、工事のスピードアップおよび省力化につながり、総合的にコストダウンを図ることができる。

二段打ち工法およびはり筋のプレハブ工法の採用を前提に考えると、接合部および柱内に付着力を利用して定着する従来形式のはり主筋定着法の採用は困難となる。そこで、接合部内のみで処理でき、プレハブ鉄筋工法上も問題の少ないはり主筋定着法として、図-4 に示すよ

うな2種類の方法を考案した。一つは、はり上端筋と下端筋を接合部内で急角度に折り曲げ、U型に連続させた方法 (U型定着法と仮称)、他の一つは、はり上端および下端筋を接合部内で折り曲げることなく水平に延長し、鉄筋端にアンカープレート(Anchor Plate)を接合し定着する方法 (アンカープレート型定着法と仮称) である。図-5 にU型定着法を使用したフレームの荷重・変形曲線の一例を示したように、新考案のはり主筋定着法を使用した骨組は、従来形式の定着法による骨組より強度・剛性ともに高く靱性も十分にあり、新考案定着法は在来定着法に比べ優るとも劣らない性能を持つことが実証されている。

太径鉄筋を使用する場合、その継手工法が問題になる。そこで、アメリカにおいてはすでに実用化されているカドウェルド工法をわが国においても実用化することにした。この継手工法は信頼性が高く、品質管理が容易であり、施工時に鉄筋の移動もなく鉄筋のプレハブ用に

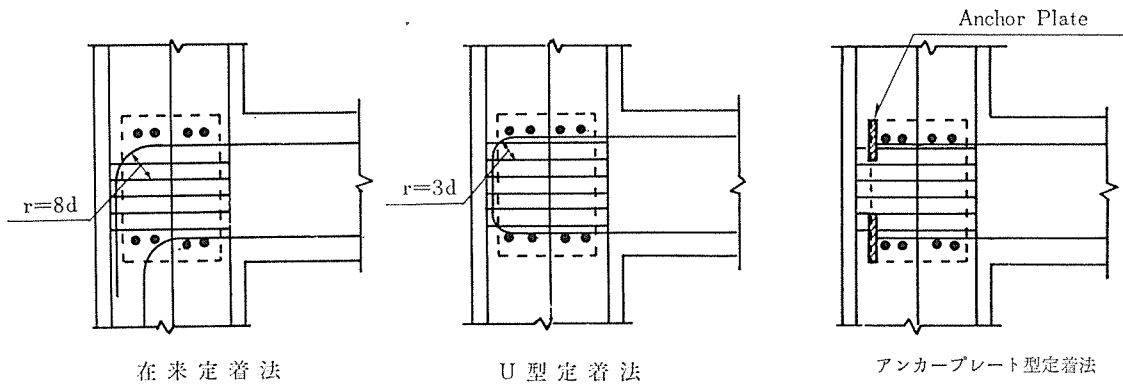


図-4 はり主筋定着方法

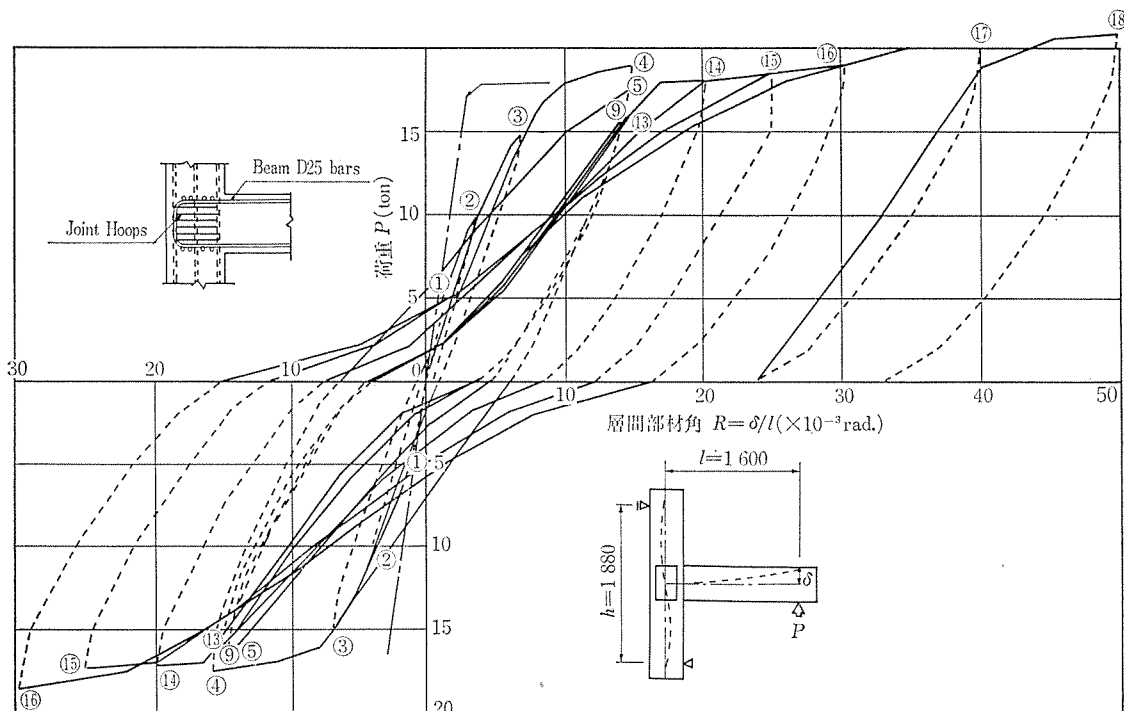


図-5 新考案のはり主筋定着法の性能例

適しており、また特殊な熟練工を必要としない点が非常に有利である。この実用化については、岡部株式会社と共同で数多くの基礎実験を行うとともに、当継手を使用した実大柱の実験を行い、その性状を確かめた。これによると、継手を部材の同一位置に集中せず、約 $10d$ (d : 鉄筋の直径) 程度の間隔をおき交互に配置すれば、継手のない場合と同等の部材性能が得られ、当継手は実用上問題のないことがわかった。

3. 椎名町アパートの設計

(1) 建物概要

本建物は、鹿島建設の社員福祉施設として計画されたもので、建物の基準階平面および短辺方向断面図をそれぞれ図-6および図-7に示す。建物概要は次のとおりである。

- 建物の名称：鹿島建設椎名町アパート
- 所在地：東京都豊島区南長崎6丁目3番地
- 設計・施工：鹿島建設株式会社
- 工期：昭和47年11月～昭和49年1月
- 面積：建築面積 351.33 m²
延床面積 6742.10 m²
- 階数：地上18階、地下1階、塔屋2階
- 高さ：基準階高さ 2.65 m
軒高 48.87 m
最高部高さ 53.57 m
- 構造：純鉄筋コンクリート造

(2) 構造計画

構造計画の骨子としては、すでに実施された基礎的な研究の結果に基づき、靱性の高いRC部材を積極的に利用するとともに、可能な限り施工の合理化を促進させることを意図した。構造形式は主体構造を靱性の高い曲げ降伏型架構 (Ductile Moment Resisting Space Frame) とするため、地上階の架構は、長辺方向が3.0mの8スパン、短辺方向が4.5mの3スパンの均等ラーメン構造とした。

地下階は基準階の柱間に準ずるものとし、短辺方向のみ両側に1スパンはね出すとともに、各柱間に耐震壁を配置した。地震力は剛強なこの階で基礎床に伝えられ、さらに径1.2mの現場造成杭により地下18mの礫層に伝わるように計画した。

(3) 構造設計

a) 主体構造の特徴 設計の手順としては、まず建築基準法施行令改訂案 (1969年7月) によって、ベースシャー係数 ($C_B=0.20$) とその分布を仮定し、この地震荷重によって断面設計を行い、最終的には構造実験および地震応答解析の結果をフィードバックして施設

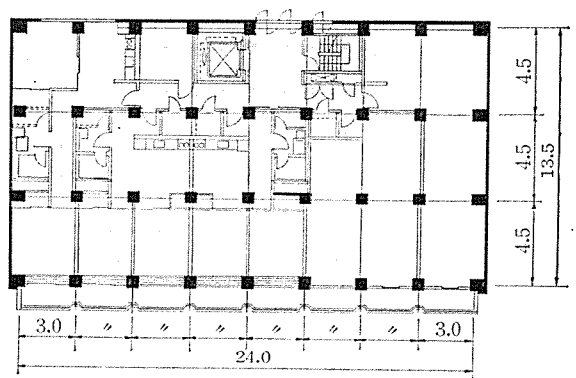


図-6 基準階平面図

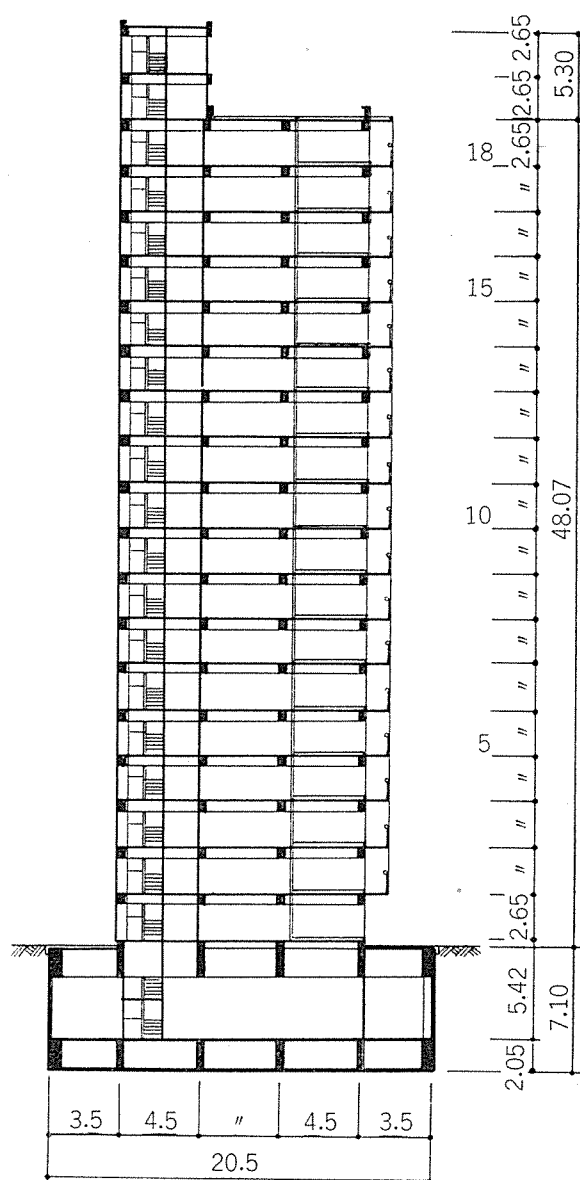


図-7 建物断面図

計が進められた。

最終的な設計骨組の概要を図-8に示す。部材断面の設計では、せん断耐力が常に曲げ耐力を上まわるように配筋量を定め、部材が万一破壊する場合には、曲げ破壊

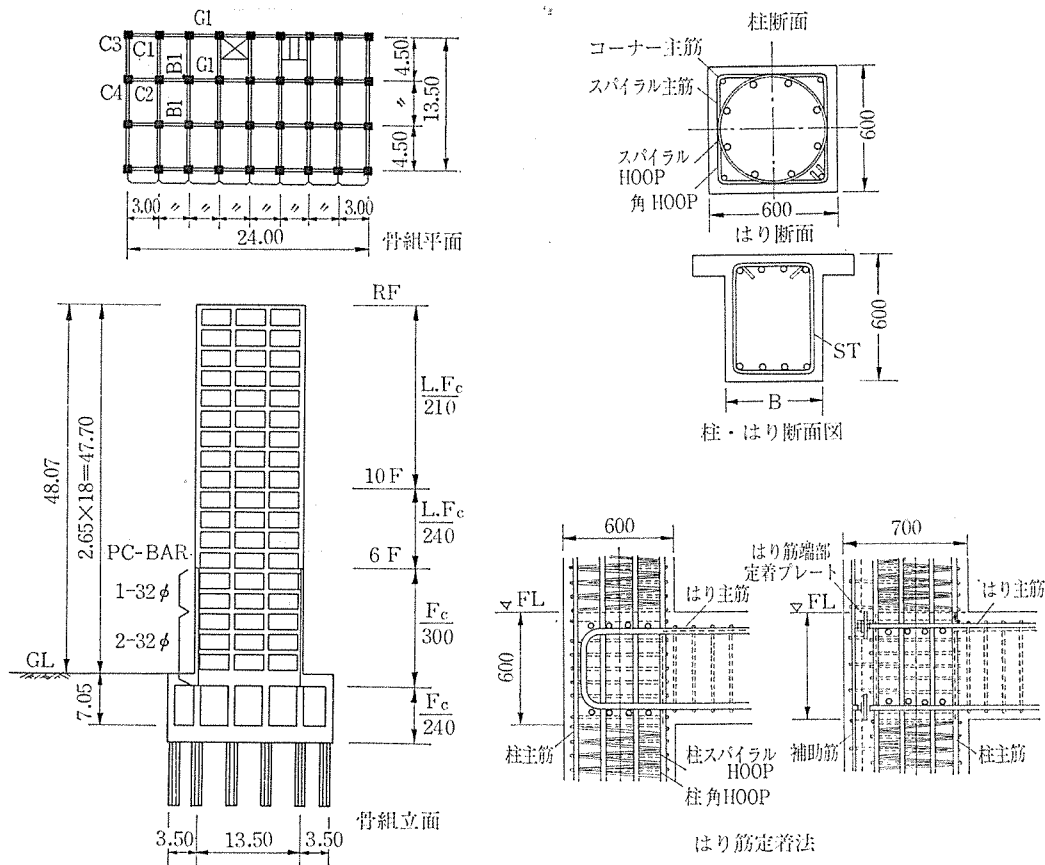


図-8 骨組の設計概要

機構をとることを原則とし、架構の最終耐力もはりの曲げ降伏によって決定するよう計画した。使用したコンクリートの設計基準強度は、地下は普通コンクリートの $F_c=240 \text{ kg/cm}^2$ 、地上 1～5 階は普通コンクリートの $F_c=300 \text{ kg/cm}^2$ 、地上 6～9 階は $F_c=240 \text{ kg/cm}^2$ 、地上 10～18 階は $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ の人工軽量コンクリートをそれぞれ使用した。設計された部材の特徴を次に述べる。

1) 柱材は、妻側外柱 8 本を除き、施工性を配慮してすべて 60 cm 角で統一し、かつ主筋は 12 本であり、そのうちコーナー筋 4 本が角フープ、他の 8 本がスパイラルフープで拘束されている。

2) はり材の幅は 35～45 cm と変化するが、丈は 60 cm で統一し、施工の合理化をはかった。主筋は上端下端とも 4 本で、このはり主筋の外柱への定着は、新考案の U 型定着法（短辺方向）およびアンカープレート型定着法（長辺方向）を使用した。

3) 主筋の接合は、鉄筋径に応じて、重ね継手、ガス圧接、カドウェルド継手 (D 38, D 35) をそれぞれ使用した。

b) 外柱へのプレストレス力導入 本建物において、さらに、特徴的なことは、外周柱 22 本に PC 鋼棒

を配置し、外周柱にポストテンションを与えたことである。これは断面算定上の所要配筋とは別に用心筋として採用したもので、激震時に下層部分の外柱に引張力が生ずることを予想し、その場合コンクリートに過大な引張応力が生じることを緩和することを意図したものである。

図-9 に示すように、1～3 階外柱に 2 本、4～5 階外柱に 1 本、おのおの径 32 mm の PC 鋼棒を断面中央に配置した上、激震時における柱の作用引張応力度が 20 kg/cm^2 以下になることを原則に、PC 鋼棒 1 本の有効プレストレス力を 45 t に設計した。緊張作業は地下 1 階において強剛な 1 階はり下端で、所要のコンクリート強度が発現されたのち行い、その後モルタルグラウトする。この方式は、各階に特別な緊張端部の突出がなく、ポストテンションのための躯体工事の待ち時間がない等の利点がある。

プレストレス力を導入された外柱の耐震安全性を把握するため、 $1/\sqrt{2}$ 縮尺相当の柱試験体を製作し、プレストレス力を導入したものと導入しない純 RC のものの 2 体について比較実験を行った。写真-1 にその実験装置を示すが、本実験では激震時に外柱が受ける応力を再現すべく、正負の繰返しせん断力に対応し、これによって

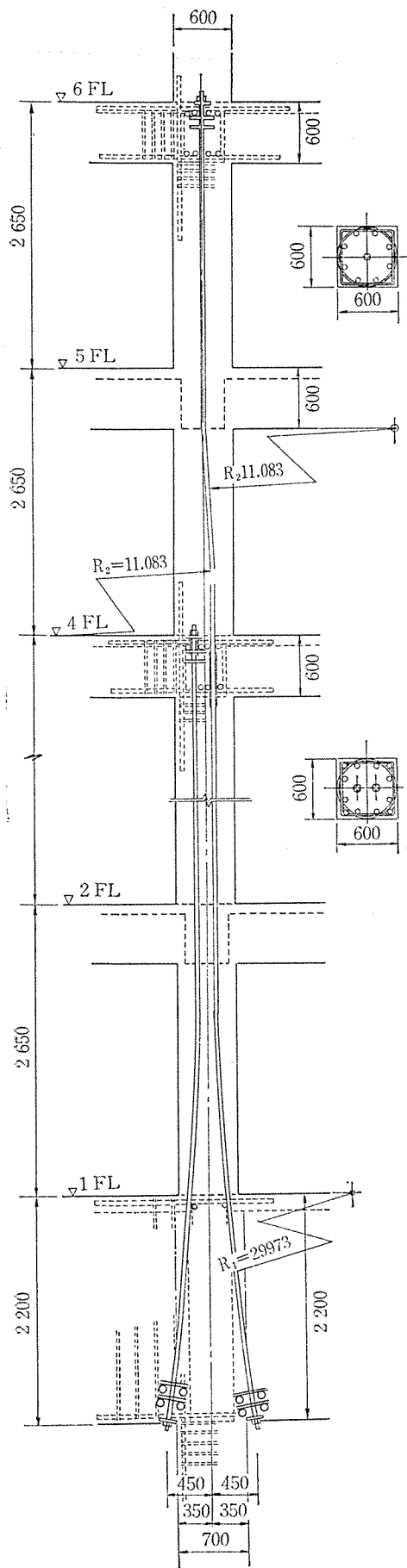


図-9 外柱の PC 鋼棒配置状況

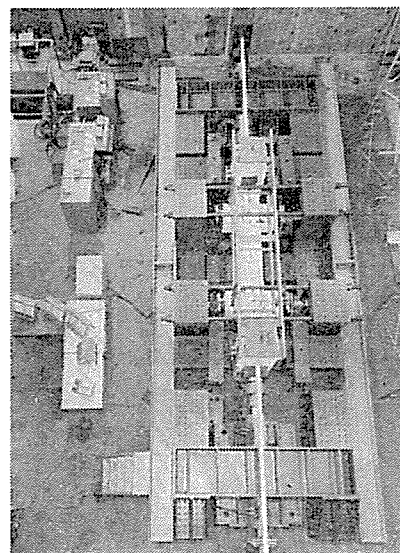


写真-1 外柱の実験装置

起生すると設計で想定した転倒軸力による正負の軸力変化も作用させた。

図-10 にプレストレスを導入した外柱 (No. 1 試験体) の荷重変形曲線を, RC柱 (No. 2 試験体) の包絡線と比較して示す。本実験結果より, 本建物の外柱は十分な耐震性を有し, 引張力を受ける RC柱に対して, プレストレスを導入する設計は, ひびわれ制限等の Damage Control の面からも十分メリットがあり, またスパイラル補強法と相まって RC外柱の靱性の向上にも付与することがわかった。

(4) 耐震性の確認

a) 構造確認実験 構造設計された骨組について, 各種の構造確認実験を行い, その強度・剛性を把握するとともに靱性を確認し, その耐震安全性をそれぞれ証明した。

これらの実験では, “塑性域における多数回の繰返し変形に対してせん断ぜい性破壊せず, 繰返しによる耐力低下も少なく (例えば 層間部材角 $R=1/100 \text{ rad.}$ の繰返し 10 回で耐力低下 20% 以内), かつ十分な靱性 (例えば柱材で $\mu \geq 4$, 架構で $\mu \geq 8$) を有していること” を構造材の耐震性能判定の目安に考えた。

構造確認実験の一例として, 長辺方向内フレームの $1/\sqrt{2}$ 縮尺模型による荷重・変形曲線を 図-11 に示す。これによれば, 激震時に想定される $R=1/100 \text{ rad.}$ の繰返しに対してきわめて安定した復元力を有し, $R=1/20 \text{ rad.}$ の大変形でも耐力を保持し十分な粘りがある。

b) 地震応答解析 振動解析では, 1階床位置を固定とし, そこを地震入力点として, 各階の床に質量を集中させた 18 質点系の振動モデルを設定した。このモデルでフレーム全体の変形は, 柱の伸び縮みによる全体曲

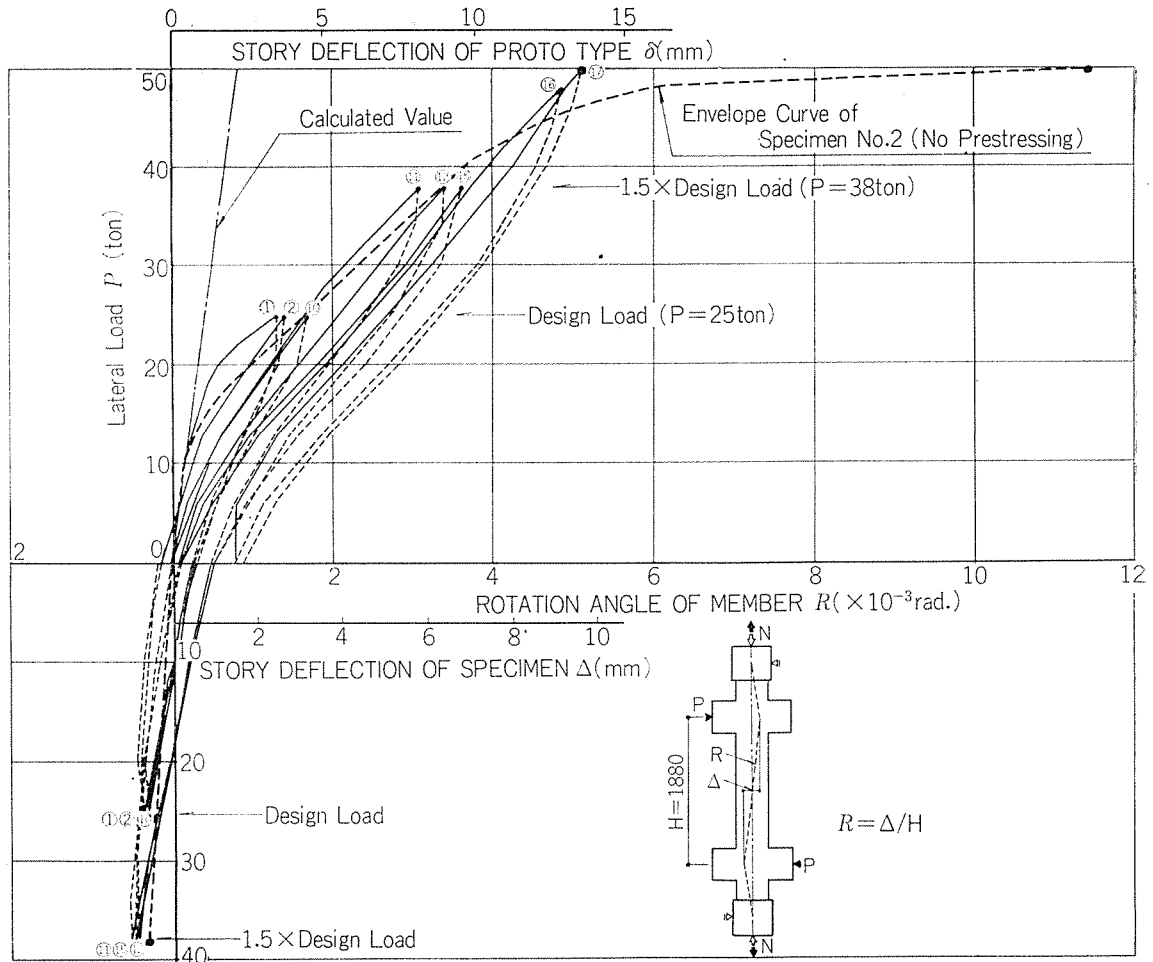


図-10 PS 力有無による外柱の荷重・変形特性

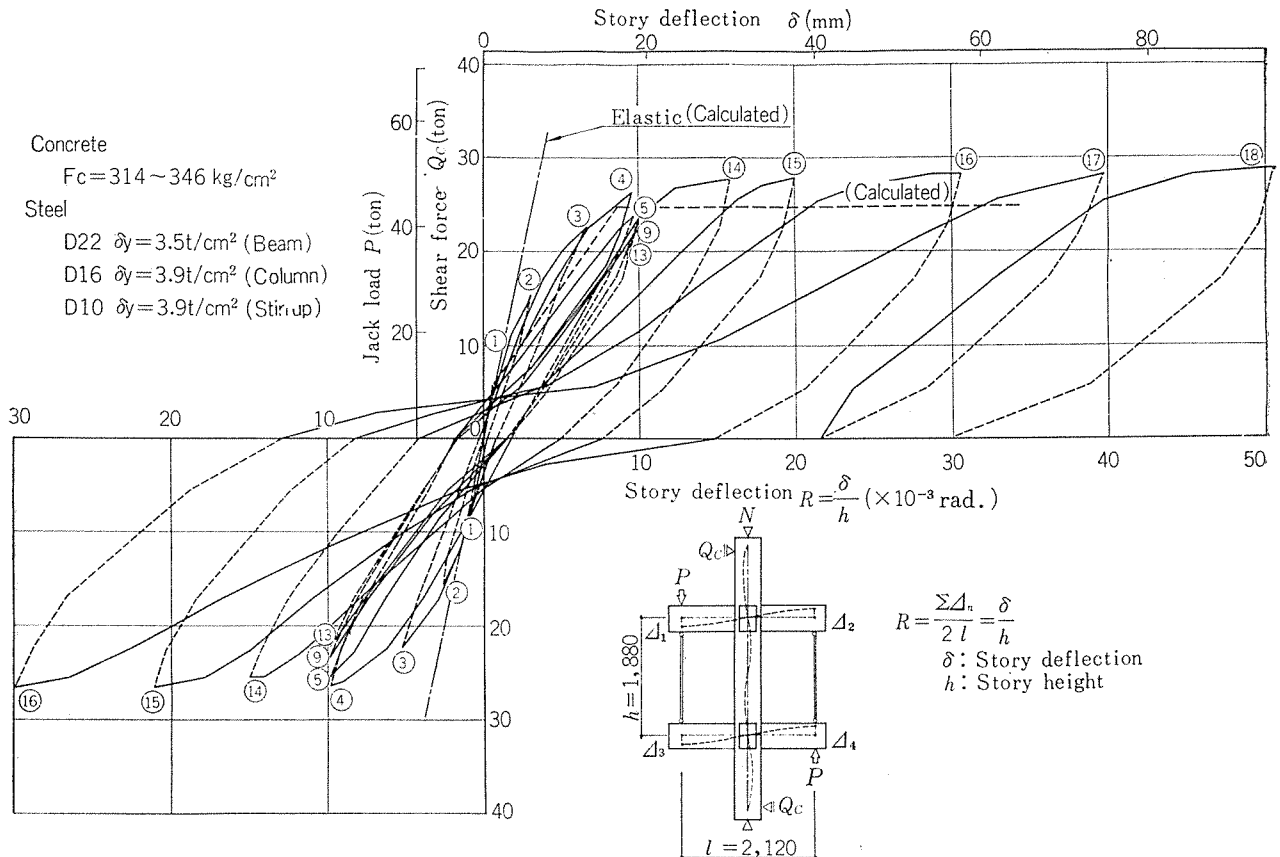


図-11 長辺方向フレームの荷重・変形曲線

げ変形と骨組のラーメン変形による層のせん断変形の和と仮定した。ここで、せん断変形の履歴特性は、構造実験を参考に Degrading Tri-linear 型の復元力特性を与えた。

地震応答解析は、El Centro 1940 NS の他合計 4 波について行い、地動の最大加速度を $0.1g$ 、 $0.3g$ および $0.5g$ としておのおのの外力の大きさに応じての動的挙動を考察した。ここで減衰は、内部減衰系とし、弾性時の 1 次振動に対する減衰定数を 3% とした。長辺方向骨組の解析結果は次のとおりである (図-12 参照)。

- 1) 弾性 1 次固有周期は 0.81 秒である。
- 2) 強震 ($0.1g$) では、最大ベースシャー係数 $C_B=0.17$ で、層間変位 $\delta_s=0.40$ cm (11 階) である。
- 3) 裂震 ($0.3g$) では、 $C_B=0.21$ 、 $\delta_s=1.22$ cm (10 階) であり、柱はりとも降伏せず、許容値以下である。
- 4) 激震 ($0.5g$) では、 $C_B=0.34$ となり大部分の階でははり降伏して、層間変位の最大が 2.5 cm (12 階) になるが、柱はまだ健全であり、骨組は十分靱性を有している。

4. 椎名町アパートの施工

(1) 施工法概要

RC造の施工の合理化、省力化、工期短縮によるコストダウン等を図り、また躯体の施工精度を確保し、高強度高品質のコンクリートを打設するために、図-13 に施工順序を示すように次のような 1 サイクルの施工法を採用した。

- 1) 柱筋建込み (柱筋のプレハブ化)
- 2) 柱型わく建込み (柱型わくのユニット化)
- 3) カジマトラスシヨア設置 (床・はり型わくの大型化)
- 4) 柱コンクリート打ち (二段打ち工法)
- 5) はり配筋 (はり筋のプレハブ化)
- 6) 床配筋 (メッシュ筋の採用)
- 7) 床はりコンクリート打ち (二段打ち工法)

1 階分の躯体の施工は、低層部では 7~10 日サイク

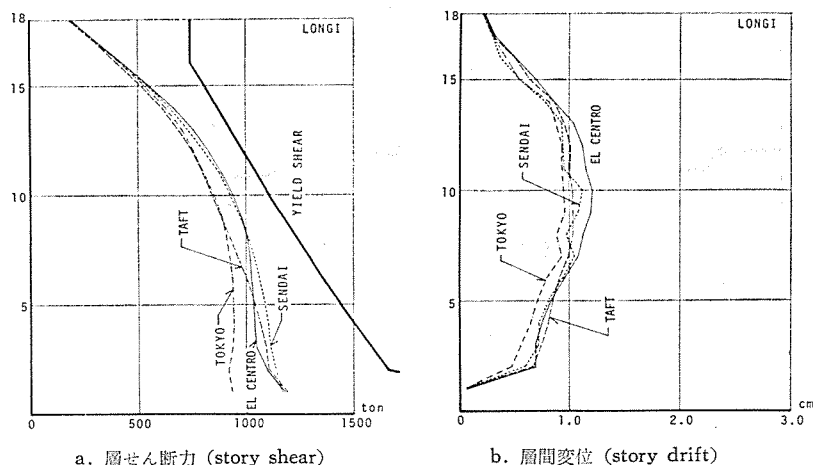


図-12 長辺方向骨組の地震応答結果

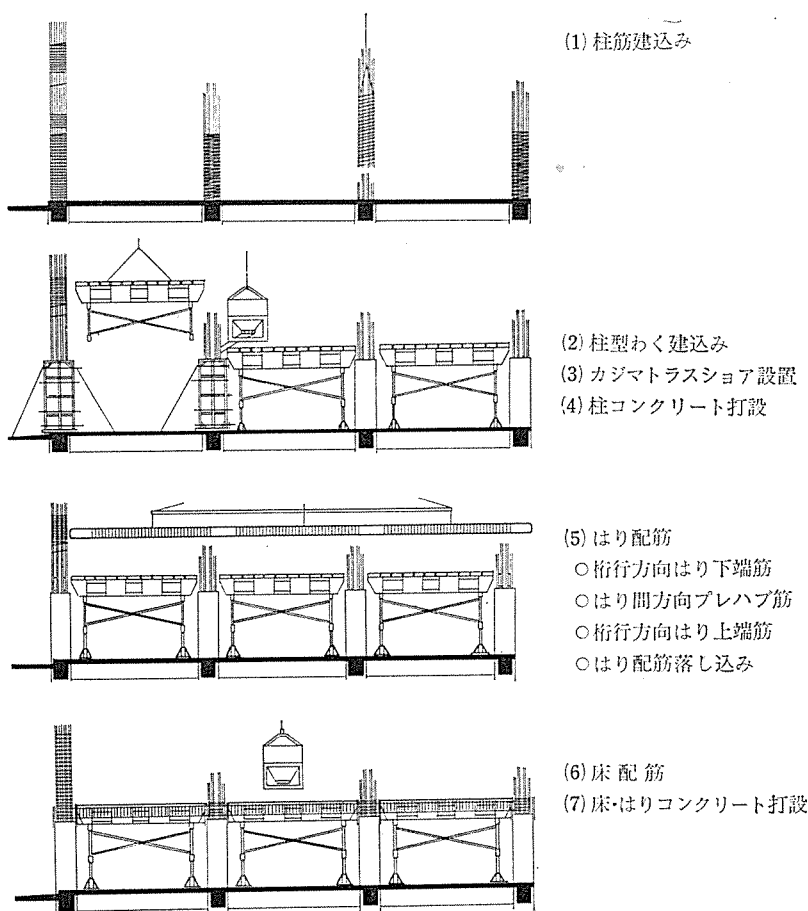


図-13 施工順序

ルで進めたが、同一作業の繰返しのため階数が高くなるにつれて能率が向上し、6日サイクルでも可能になった。このときの標準工程を図-14 に示す。全体工期は、13 か月であるが、一般の S 造や SRC 造の場合よりもむしろ工期が短縮されている。写真-2 に建物の施工状況を示す。

(2) 鉄筋工事

a) 鉄筋のプレハブ化 柱・はりの鉄筋はできるだ

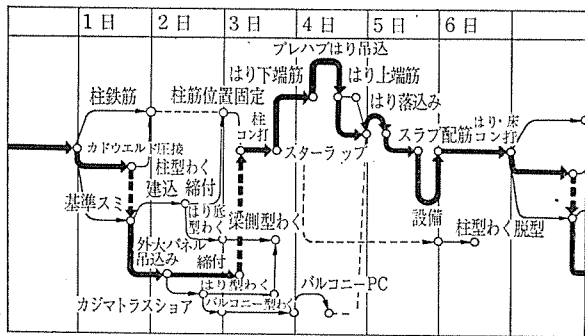


図-14 1 サイクルの標準工程



写真-2 建物の施工状況

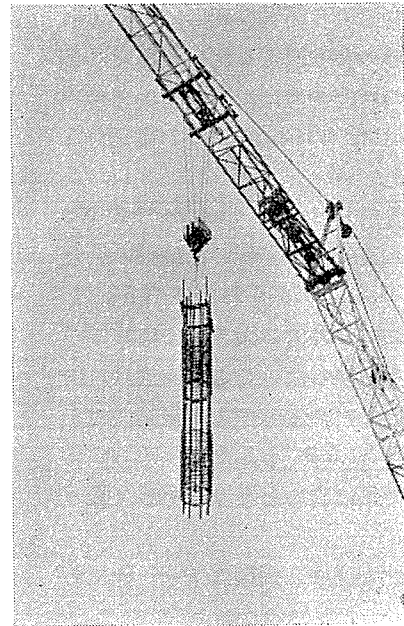


写真-3 柱筋のプレハブ工法

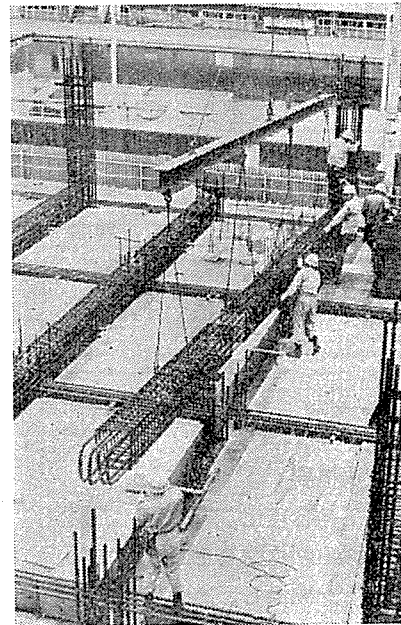


写真-4 短辺方向はり筋のプレハブ工法

けプレハブ化し、精度の向上および組立作業の省力化を図った。

外柱は2階分、内柱は1階分を1ユニットとし、あらかじめ地組みを行ったものを変形防止治具を用いて吊り込む(写真-3 参照)。

はり間方向のはり筋(全長 14m)はプレハブ化し、桁行方向のはりは現場組みとした(写真-4 参照)。すなわち、床型わく上でプレハブはり現場組みの桁行方向はりを一体に組み上げたのち、クレーンを用いて所定位置にセットした。

b) はり主筋の定着方法 はり間方向のプレハブはりは上下主筋を連続させたU型定着法、桁行方向の現場組立はりは主筋端を転造ねじ加工し、プレートを取付けナット締めしたアンカープレート型定着法を使用し、二段打工法が可能となった。

c) スパイラル加工機 柱帯筋にスパイラルを用いているので、写真-5 に示すように精度の良い高性能のスパイラル加工機を開発し、スパイラルフープの加工を行った。鉄筋はエンドレスのものが必要であり、バイーンコイルを使用した。

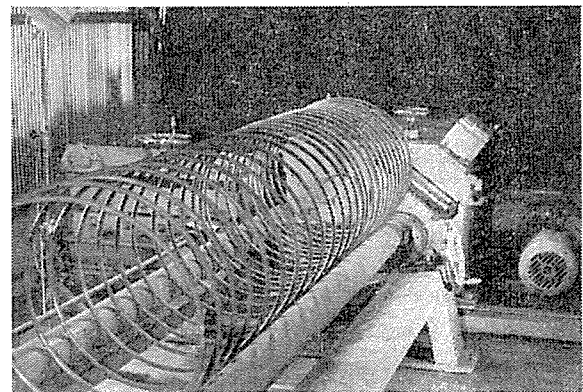


写真-5 スパイラル加工機

d) あばら筋の端部加工 あばら筋端部のつめは折
り曲げ角度 135° 、余長 $6d$ としているが、鉄筋組立上
あらかじめ曲げておくことの難しい桁行方向はりのあば
ら筋のつめ部分は、油圧ジャッキを応用したつめ曲げ機
により、組立後つめ曲げ加工を行った。

e) カドウエルド継手 太径鉄筋 (D 38, D 35) の
継手として、カドウエルド工法を採用した (写真-6 参
照)。この継手工法は、テルミットによる溶融金属をス
リーブと鉄筋の間げきに流し込んで接合するもので、施
工上高度な技量を必要とせず、信頼性が高く、ガス圧接
と異なり、接合による縮みがないので、プレハブ鉄筋の
継手に適している。

f) PC鋼棒の緊張 外周柱の中心に配置したPC
鋼棒は、コンクリート強度が十分得られた段階で1階は
り下より緊張し、緊張後グラウトを行った。したがって、
緊張およびグラウトによる工期の遅れはない。

(3) 型わく工事

設計の段階より柱およびはり寸法が全階統一されてい
るため、型わくの大型化、ユニット化が可能となり、作
業の単純化、省力化、型わくの転用効率の向上、さらに
躯体精度の向上を図ることができた。

a) カジマトラスショア工法 (KTS 工法) 2 個の
大きなトラスの上に床およびはり型わくを一体に組込ん
だもので、1ユニットの大きさが $12 \times 3.4\text{m}$ である。
これを一階あたり6台設置するだけで、あらましの型わ
く作業が完了する。トラスの下部にはジャッキを配して
おき、解体時にはジャッキを下げ、ローラーの上ののせ
て水平に外部へ押し出し、クレーンによってそのまま上
階へ盛り替える (写真-7 参照)。

b) 外周部大型型わく 高所作業の安全管理の面か

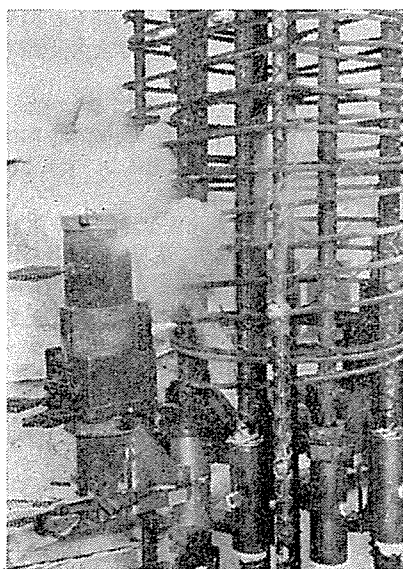


写真-6 カドウエルド継手の施工

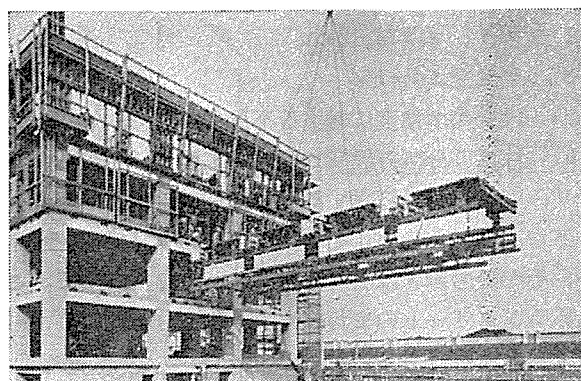


写真-7 カジマトラスショア工法

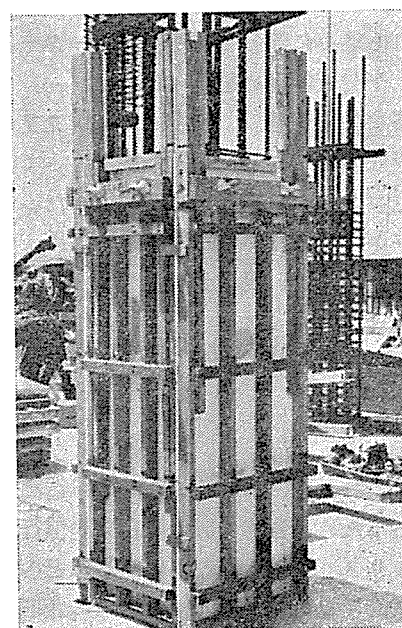


写真-8 柱型わく

ら、外周部は作業階とその下階の2階分をおおう大型パ
ネルとしている。このパネルを建込むことにより、その
階の作業は外周パネルで囲まれた内側で安全に行うこと
ができる。

c) 柱型わく 柱の断面寸法は、1階から18階ま
で 60cm 角で同一であり、はり丈は 60cm で統一して
いるので、柱の型わくはパネル化し、特殊なクランプに
よって簡単に組立てるワンタッチシステムとし、型わく
の組みばらし作業を省力化している (写真-8 参照)。

d) 型わくの存置期間 カジマトラスショアは2階
分を準備し順次盛り替える。この脱型および盛り替えは各階
コンクリートの強度試験を行い、あらかじめ計算で求め
た解体時の所要強度が得られていることを確認した上で
作業を進めた。

(4) コンクリート工事

a) コンクリートの品質 高強度、高品質のコンク
リートを確保するため地上階のコンクリートは次の規定
値によった。

報 告

- 1) スランプ : 14 ± 2 cm
- 2) 空気量 : 4 ± 1 %
- 3) 設計基準強度に対する不良率 : 2.3%

b) 柱はり分割打設(二段打ち工法) 硬練りコンクリートを密実に打設するため、柱のコンクリートをはり下で一度打ち止め、その上にはりおよび床の配筋を行い、そののち床・はりのコンクリートを打設する。このためコンクリートのまわりもよく、十分な締固めも可能で仕上りも良好であった。

c) 打設方法 地上階のコンクリートは、すべてタワークレーンによるバケット(容量 1.5 m^3) 打ちとしている。打ち込み際にはバイブレーターによる振動打ちとし、十分な締固めを行った。

d) 厳格な品質管理 現場内にコンクリート試験室を設け、専任のコンクリート技術者によって脱型時の強度検査、生コンの成分検査を厳格に行った。コンクリートの練上りから打設までの時間管理のため、生コン車全数について出荷時間、現場到着時間、打設時間について厳重なチェックを行った。

5. む す び

本建物は、わが国における最初のRC造高層ビルの試行建設であるため、建物の設計は在来の慣行設計基準に比してかなり Conservative といえるほどの耐震性能を付与した設計であったが、今後はさらに合理的な設計を行うための研究を進める必要がある。ただし、本建物で使用したようなPS力を柱に導入する設計は、建物の耐震上の余力を持たせる意味で今後ともこの種の建物では必要と思われる。

施工については、在来のRC造の殻を破り、“耐震性向上”と“施工の合理化”のための新しい工法をいくつか試みた。これらの工法は、今回の試行建設の経験によってさらに改良され精練されるものと思われる。さらに、これらの技術は、一般の中低層ビルにも適用されることを期待するもので、広く建築界のRC技術の向上発展の一助となれば幸いである。

終りにあたり、本建物の実現のため御指導を賜った建設省住宅局建築指導課、建設省建築研究所、東京都首都整備局建築指導課、東京都建築材料検査所、日本建築

学会RC構造・材料施工委員会および日本建築センター高層建築物構造評定委員会の関係各位に、感謝の意を表する次第である。

付 記

本建物の開発は、武藤、久田を研究指導者とし、二階をコーディネーターとする鹿島建設(株)のプロジェクトチームによって達成された。本文執筆にあたり同建築工務部安部一郎、吉信正弘、金子宏、同技術研究所、亀田泰弘、岡本公夫、同構造設計部 山本光政、同武藤研究室 津川恒久、同建築部椎名町アパート作業所 大石治夫等の諸氏の御協力を願った。

<本建物に関する既発表資料>

- 1) 別所佐登志, 岡本公夫, 吉田新太郎: 帯筋拘束された鉄筋コンクリート柱の研究(その1~2), 日本建築学会大会梗概集, 昭和46年および昭和47年
- 2) 二階 盛, 亀田泰弘, 安部一郎, その他: RC造20階建ビルのR&D(その1~5), 日本建築学会大会梗概集, 昭和47年
- 3) 別所佐登志, 岡本公夫, 吉田新太郎: はり主筋定着法に関する実験的研究—20階建鉄筋コンクリート造ビルの開発, 鹿島建設技術研究所年報, 21号(昭和47年度)
- 4) 別所左登志, 岡本公夫, 吉田新太郎, 高層鉄筋コンクリート造柱はり骨組の構造実験—21階建鉄筋コンクリート造ビルの開発, 鹿島建設技術研究所年報, 20号(昭和47年度)
- 5) Kiyoshi Muto, Toshihiko Hisada, Tsunehisa Tsugawa, Satoshi Bessho: “Earthquake Resistant Design of a 20 Story Reinforced Building”, The 5th World Conference on Earthquake Engineering, Rome, Italy, 25~29, June, 1973.
- 6) T. Hisada, N. Ohmori, S. Bessho: “Earthquake Design Considerations in Reinforced Concrete Columns”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 1, 1972
- 7) 武藤清, 久田俊彦, 山本光政, 津川恒久, 別所佐登志: 高層鉄筋コンクリート建物の耐震設計と研究, 高層建築会議, 東京, 昭和48年8月
- 8) 亀田泰弘, 宇佐美滋, 小黑 明, その他: テルミット反応を利用した太径異形鉄筋の機械的継手に関する研究(継手に関する基礎実験), 日本建築学会大会梗概集, 昭和48年
- 9) 久田俊彦, 亀田泰弘, 別所佐登志, その他: テルミット反応を利用した太径異形鉄筋の機械的継手に関する研究(部材の曲げ性状に及ぼす影響について), 日本建築学会大会梗概集, 昭和48年
- 10) 武藤 清, 久田俊彦, 別所佐登志, その他: プレストレス力導入されたRC外柱の実験(高層RC建物の外柱の設計のために), 日本建築学会大会梗概集, 昭和48年

1974.3.20・受付

SEE工法
その他各種工法



プレストレスト・プレキャストコンクリート

栃木県庁議会棟

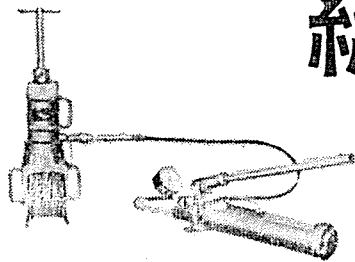
黒沢建設株式会社

取締役社長 黒沢 亮平

東京都新宿区三光町25番地 三立ビル TEL 03-356-3573(代)

PC工場 神奈川県秦野市三屋字川原135番地 TEL 0463-75-1324

PC用油圧機器の 総合メーカー



センターホールジャッキ・モリプラー

PAT.No. 467154

住友 DWジャッキ

PAT.No. 226429

製造元

K.K平林製作所

京都市宇治市槇島町目川8
TEL 宇治(0774) 22-3770番

発売元

草野産業株式会社

本社
大阪市東区備後町1丁目11番地
TEL 大阪(261)~8710-8720
東京事務所
東京都千代田区神田錦町3丁目21番地
柴田錦橋ビル TEL (201)~3546