

フ レ ー ム

竹 田 清 二*

1. 設計計画

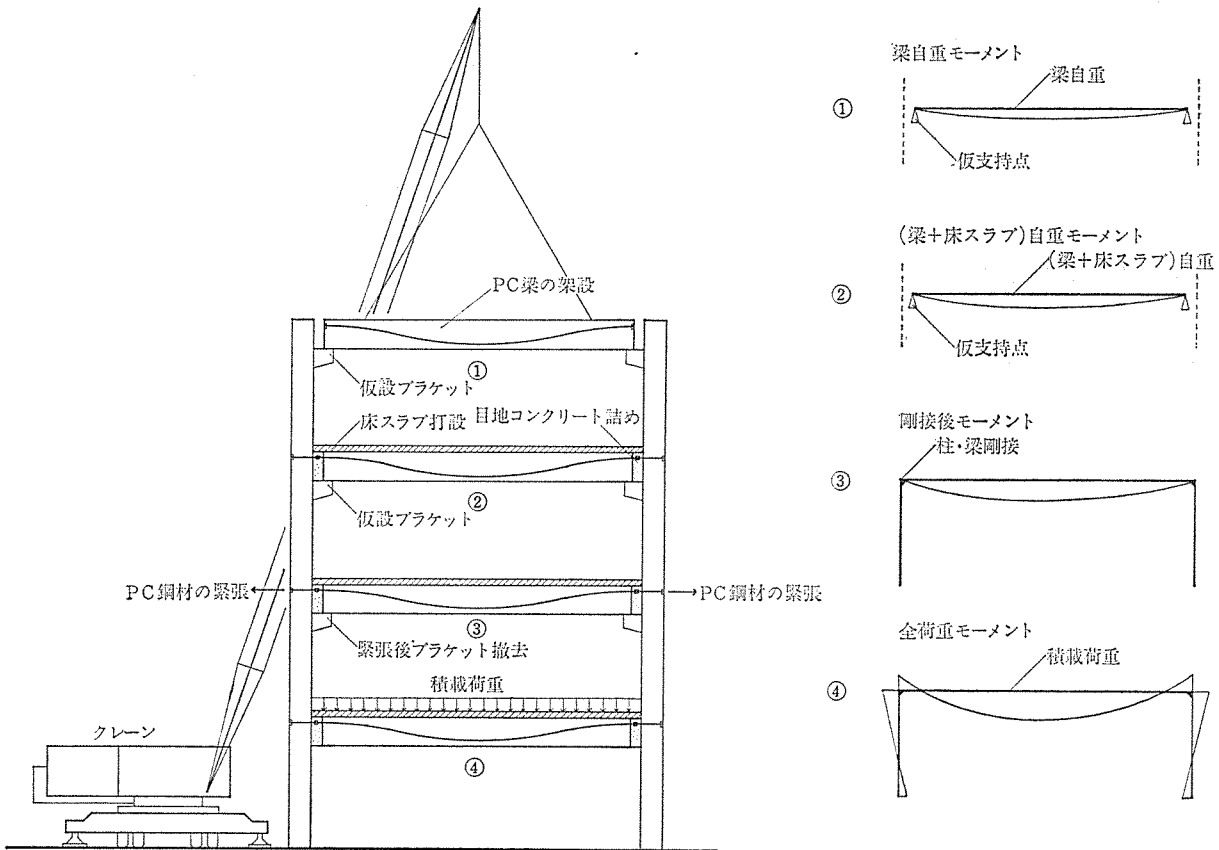
プレキャスト PC 部材をフレーム構造として組み立てる場合（プレキャスト組立て構造），接合部が設計・施工上の要点となる。また PC 部材の力学的性質と経済性を活かせる構造計画が必要である。併せて建設地の立地条件や付近の道路状況の検討も欠かせない。

具体的に述べると次のようになる。

- 1) 梁せいは大体スパンの $1/15 \sim 1/20$ が無理のない設計である。PC 工場から建設現場に部材を搬入する計画では，部材長さや重量についてあらかじめ検討する。非歩行用の屋根梁を除き，経済スパンは 15~25 m 程度である。PC 部材の重量や長さが運搬可能な範囲を超えたり，PC 工場の常設クレーンの揚重能力を超えるとき，部材を 3 個程度に分割して建設現場に搬入しポストテンションで圧着する方法（ブロック工法）

もとられる。建設現場に広い空地があり，部材数が多ければ現地製作も経済的である。

- 2) 柱割りや階高をできるだけ一定にし，部材の種類を少なくする。最少限の型枠でプレキャスト部材の量産効果を高めることは，建設費のコストダウンに直結する。フレーム構造ではプレキャストスラブ部材（たとえばシングル T，ダブル T）のような規格化が期待しがたく，型枠は一過性の工事単位で終わりやすい。型枠の回転数は鋼製では 100 回以上可能であるが，通常工期の制約などにより 1 型枠で 20~40 回転程度までが多い。種別ごとの部材数もこの数量を上まわると経済的になる。
- 3) プレキャスト PC 部材の接合部を一体化する方法に，鉄筋コンクリートによる結合，鉄骨を利用する結合方法などがあるが，ポストテンション方式による圧着工法が一般的である。この方法は地震の多いわが国



図一 施工順序とモーメント分布

* フドウ建研（株）

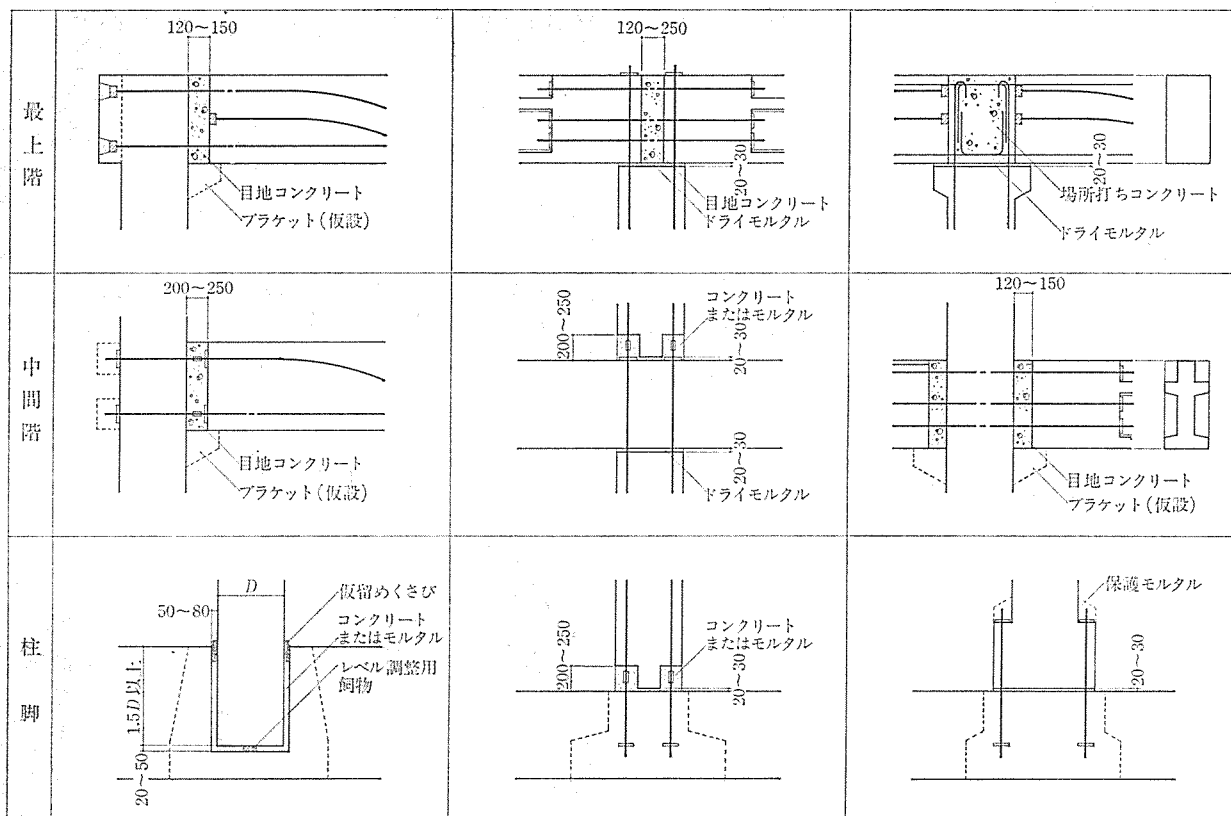


図-2 接合形式の例

では耐震構造上すぐれた方法である。

接合部の設計は施工順序を適当に選ぶことによって、曲げモーメントをスパン中央に集めて接合部のモーメントを小さくコントロールし、地震荷重時の設計を有利にできる(図-1)。

接合個所はできるだけ少ない構造とする。とくに短いスパンの剛接合はPCの構造的な利点がないだけでなく、工期の短縮が阻害されたり、コストアップにつながる。

実施例の多い接合形式を図-2に示す。

- 4) フレームはすべてをプレキャストにする必要はない。柱やスパンの短い梁、平面的に入り組んだ部材を鉄筋コンクリート造や鉄骨造にし、曲げモーメントの支配的な梁をプレキャスト梁にすることもしばしば行われている。

2. 材料条件

(1) コンクリート

プレストレストコンクリートに要求される主な性質は高強度・高密度で強度発現が早いこと、また乾燥収縮・クリープひずみが少ないことなどである。コンクリートの4週圧縮強度は $400\sim 500\text{ kg/cm}^2$ が一般に用いられ、プレストレス導入時強度は 300 kg/cm^2 が普通である。

作業性のよい工場製作では、水セメント比 $33\sim 35\%$ 、スランプ $5\sim 8\text{ cm}$ 程度の硬練りコンクリートを十分に締め固めて密実なコンクリートをつくることができる。

(2) PC 鋼材

ポストテンションに用いるPC鋼材は、PC鋼線またはPC鋼より線を何本かひとまとめにしたケーブルかPC鋼棒を用いる。PC鋼棒はねじ定着のため短い区間のプレストレスの導入が確実で、接合部などの圧着に最適である。ケーブルの定着工法には各種工法があって、工法ごとに緊張力の大きさ、鋼材位置の制限などがある。1ケーブル当たりの緊張力は $50\sim 130\text{ t}$ 程度が多い。

(3) 目地材およびグラウト

PC部材の圧着は目地材を介して行われる。目地材にはコンクリート、モルタル ($1:1\sim 1:2$, $W/C=30\sim 35\%$ 程度) または樹脂 (ポリエステル系, エポキシ系) が用いられる。母材強度と同等以上とする。目地幅はコンクリート $10\sim 25\text{ cm}$, モルタル $2\sim 3\text{ cm}$, 樹脂は $1\sim 2\text{ mm}$ が普通である。

グラウトはPC鋼材の腐食を防止し、PC鋼材とコンクリートを付着させる目的で用いられる。一般にセメントペーストが使用されるが、空げきへの充填性が良好であること、容積変化や収縮量が小さく、寒中での凍結安

建築構造物

定性があり、注入後適当な強度 ($F_c=200 \text{ kg/cm}^2$ 以上) が得られることを要求される。

3. 形 状

プレキャスト PC 部材は、型枠の自由性を利用して、場所打ちコンクリートでは難しい構造力学的に有利な断面を選択できる。柱では長方形または正方形が多く、梁では I 形がポピュラーである。I 形は曲げに効果的でないウェブの断面積を少なくして軽量化を図ることができる。スパンが短い場合には、長方形または T 形も使用される。T 形梁は構造的に必ずしも有利ではないが、建築のデザイン上、またはちりだまりを避けるためにしばしば採用される (図-3)。

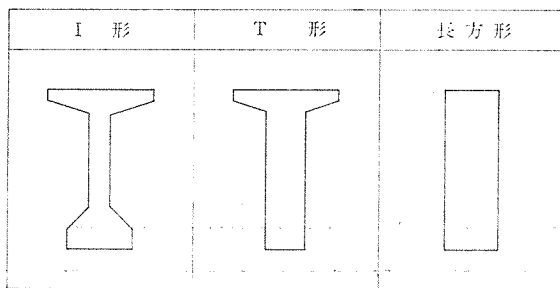


図-3 形 状

4. 製作方法

ポストテンション方式による PC 部材はプレテンション部材の製作に必要な強固な支柱は不要である。したがって水平な製作台さえあれば、工場に限らず建設現場でもつくることができる。型枠は硬練りコンクリートを棒状バイブレーターなどで打設するため丈夫にする必要がある。プレキャスト部材はプレストレスを導入することによって弾性収縮し、スパン中央が反り上がり自重が両端に集中するため端部の底型枠を取りはずせるようにするか、底型枠の下にローラーを敷いておく。型枠には耐水ベニヤと鋼製がある。耐水ベニヤの使用限度は 8 回程度であるが、それ以上のときには鋼製を用いる。

鉄筋は工期短縮のため型枠の外で組み立てておき、まとめて型枠に設置する方法がとられる。シースに収められた PC 鋼材は、型枠の片面をはずしておき、たな筋により設計図の寸法に従って配置し緊結する。たな筋はスターラップに溶接するなどして固定する。配置精度は梁せいの $\pm 1/50$ 以内におさえるようにする。

コンクリートの打設は製作台の沈下を考慮する必要がないので、一端から順次進めてゆけばよい。打設中に棒状バイブレーターがシースに触れてセメントペーストがシース内に流入しないよう注意する。打設したコンクリー

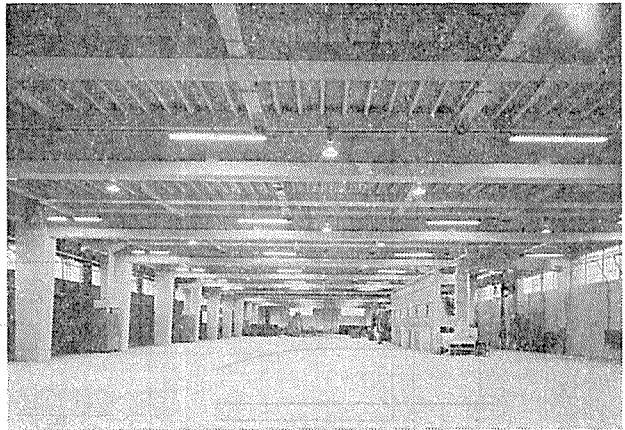


写真-1 池田物産真岡工場

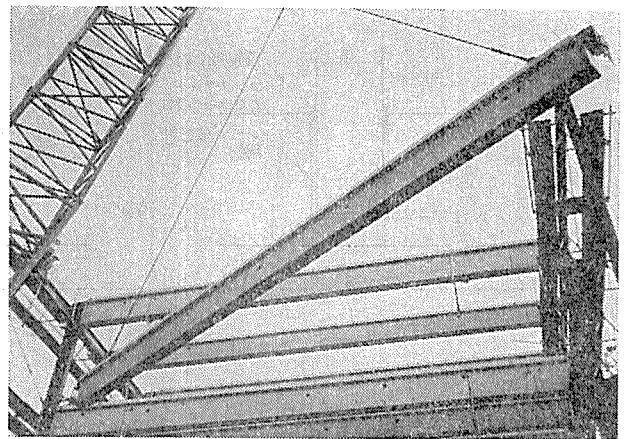


写真-2 東京農業大学 13 号館

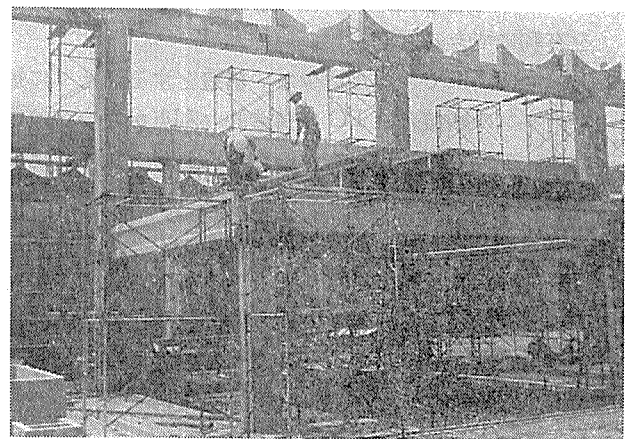
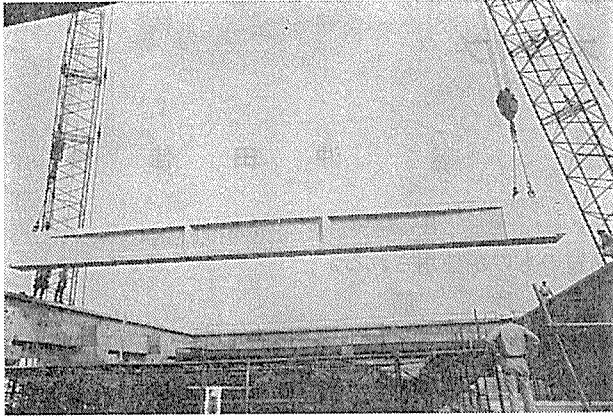


写真-3 フドウ建研(株)滋賀工場

トは 3 時間程度の前養生をとって蒸気養生を行う。温度上昇の割合は 1 時間当たり 20°C で、最高温度は 65°C 以下とする。

プレストレスングに当たって、テストピースの圧縮試験を行い、導入強度以上あるかどうかを確認する。

緊張材のプレストレスングは、全数量であるか一部分であるかは設計図書に従う。残りの PC 鋼材は架設後



写真—4 安威川流域下水処理場

接合部を圧着するとき、まとめて緊張する。

プレストレッシングは緊張ジャッキの荷重計の読みと PC 鋼材の伸びで管理する。摩擦係数を考慮した緊張計算値と 5% 以上の差があれば、摩擦係数の修正を行う。最後にグラウトを行って製作は完了する。

5. 設計上の注意事項

- 1) プレキャスト PC 造の梁は、RC 造や SRC 造に比べて小さい断面で設計でき、また大スパンへの有利性から、柱の少ない広い空間構成となることが多い。この場合注意すべきことは、建物が柔らかい構造になりがちで、地震時の変形が大きくなりやすく、架構の変形能力とじん性確保に留意する。耐震壁を積極的に設

けることも必要である。

- 2) たわみや振動障害についても、PC 部材の減衰性が乏しいことと相まって注意する。
- 3) 大スパンの場合、地中梁の剛性が低下しやすいので、地中梁の中間に杭などを打つなどして剛性を確保する。
- 4) 鉄筋コンクリート造などと併用されることもしばしば行われるが、設計理念の違いによる破壊安全度の不一致がないようにする。

6. 施工上の注意事項

(1) 架設・組立て順序

プレストレストコンクリート工事では、設計図書に特記仕様書を付けることになっており、構造計算書に従って架設・組立て順序が記入されている。プレキャストコンクリートには荷重がストック・運搬・架設の施工段階における支持状態で働くので厳密に行う。

(2) 地盤補強

プレキャスト部材の重量は 10~30t 程度になり、トラッククレーンを用いると経済的になることが多い。この場合トラッククレーンの走行路の地盤補強は、作業安全上重要である。

(3) 溶接作業

PC 鋼材およびシーす周辺での溶接作業は避ける。やむを得ず行うときには十分な保護が必要である。