

報 告

[1128] 遠心成型薄肉プレキャストコンクリート型枠の適用検討報告

鈴木忠彦\*1・村山重春\*2

1. はじめに

鉄筋コンクリート工事では、合板型枠を使用することが従来より行われている。しかし、型枠工事を含めての建設廃材の削減、森林資源の確保、不足する熟練作業員への対応などにより、型枠工事についても合理化が必要となってきた。本報告は、これらの改善を目標として実施した、コンクリート打設後に取り外しをしないセメント系の埋込み型枠における、遠心成型薄肉プレキャストコンクリート型枠（厚さ3cmから4cm）の、製造方法の概要、成型品の各種試験結果、および約1000本を使用した適用事例についてまとめたものである。

2. 製造方法の概要

2.1 成型用型枠

小型遠心成型機により必要断面の成型性を把握した。これらを基に、実機で成型品の製作を検討した。中空柱型枠は、各種寸法の外型枠（強固な鋼製箱型、製品の形状・長さが決まる）と内型枠（鋼製、肉厚が決まる）を配置し、これらを円盤状の車輪に乗せて遠心成型を可能にした。中空柱型の成型状況を写真-1に示す。

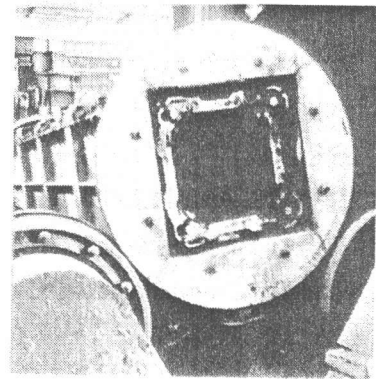


写真-1 遠心成型型枠

2.2 成型方法

メッシュ筋を配筋した鋼製型枠を回転させながら、水セメント比35%、セメント：骨材=1：2、減水剤=C×1%のモルタルを投入した。投入されたモルタルが遠心力によって型枠表面に押しつけられ、水が型枠内側に絞り出され、緻密で高強度、耐久性のある成型品を得ることが出来た。材料投入時は、約5Gの遠心力を与え、以後約30Gで10分程度締固めた。仕上げ処理後、最高温度60℃の蒸気養生を行なった後、型枠を外すことによって、所定寸法の成型品を得ることが出来る。成型品の断面形状および寸法を図-1、表-1に示す。また、耐震壁と一体化するために、開口部のある柱成型品の断面形状を図-2、写真-2に示す。この形状の物を試験体として使用した。

3. 成型品の側圧対応実験

3.1 実験種類

コンクリート打ち込み時における側圧に対する型枠の変形性状確認実験、型枠の物性確認実験として切片を切りとり曲げ強度、圧縮強度確認試験および促進炭酸化試験を行った。

3.2 試験体形状

側圧実験における試験体は、応力状態の変化が比較検討できるように、厚さ3cmで開口部

\*1 清水建設（株）技術開発センター建築生産技術開発部 副部長（正会員）

\*2 ティビュー（株）技術研究所、研究員（正会員）

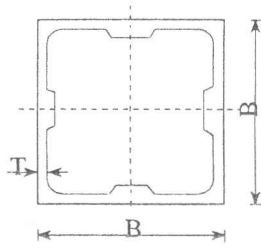


図-1 断面形状

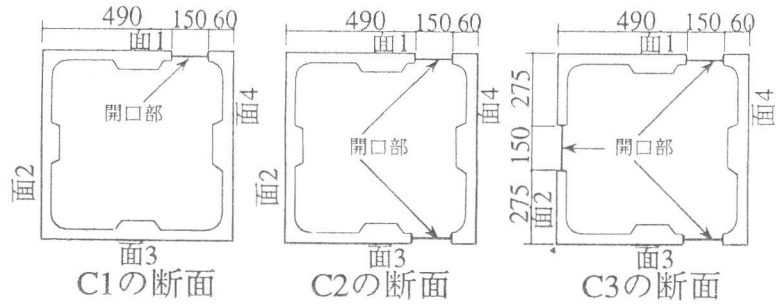


図-2 開口部のある中空柱成型品断面形状

表-1 成型品の寸法種類

B (mm)	T (mm)	重量 (kg/m)
700	30	482
750	30	762
800	30	860
850	30	591
900	30	941
950	40	1356
1000	40	1204



写真-2 開口部のある柱型枠

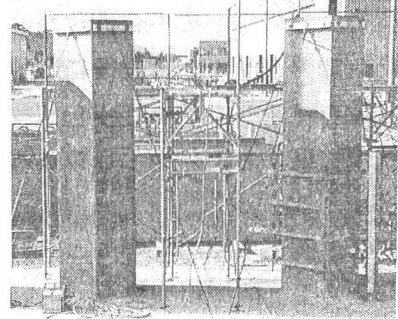


写真-3 側圧実験状況

のない幅0.75mおよび0.9mで高さ3.6mと、3種類の開口部のある幅0.7m、高さ3.0mの試験体をそれぞれ採用した。曲げ試験体、圧縮試験体、促進炭酸化試験体として、成型品より80cm x 30cm x 3cm、4cm x 4cm x 8cm、15cm x 30cm x 3cmの切片を切りとり使用した。

### 3.3 実験方法

#### (1) コンクリート側圧実験

試験体区分と実験条件を表-2に示す。

コラムクランプを4段使用したものとし、ものを比較した。施工時における安全性などを検討するために、コンクリートは呼び強度240kgf/cm<sup>2</sup>、スランプ21cmとし、ポンプ車を用いるとともに高周波バイブレーターで加振しながら一気に打設した。型枠面の各所にひずみゲージ、変位計、側圧計を設置し計測した。図-3、図-4に測点位置を示す。測定位置は、幅0.75mと幅0.9mとも同じである。実験状況を写真-3に示す。

表-2 試験体区分と実験条件

試験体	A1	A2	B1	B2	C1,C2,C3
製品種類	□750	□750	□900	□900	□700 (開口部あり)
コラムクランプ	4段	なし	4段	なし	なし
コンクリート打設速度 (m/hr)	37.9	35.7	44.6	44.4	58.6
コンクリート打設高さ (m/hr)	79.5	74.9	63.2	63.0	140.0

#### (2) 各種物性把握試験

曲げ強度試験は、 $\lambda^3 > 50\text{cm}$ で一点集中載加で行った。圧縮強度試験は、断面4cm角高さ8cmの角柱で行った。促進炭酸化試験は、CO<sub>2</sub>濃度100%の容器に試験片を入れ、2kgf/cm<sup>2</sup>で加圧したまま120時間保持し、その後試験片をカットして、フェノールメチン溶液を散布し、中性化深さを測定した。

### 3.4 実験結果

#### (1) 中空柱型型枠側圧対応実験結果

平均打設速度40m<sup>3</sup>/hrで、最上部までコンクリートを打設した時の、コラムクランプ有りにおける最下部の最大側圧は、約7tf/m<sup>2</sup>あった。試験体別の打設高さ各点のたわみ測定結果を図-5から図-8に示す。コラムクランプを使用することによって、たわみは0.7mm以下になり、ひび割れは生

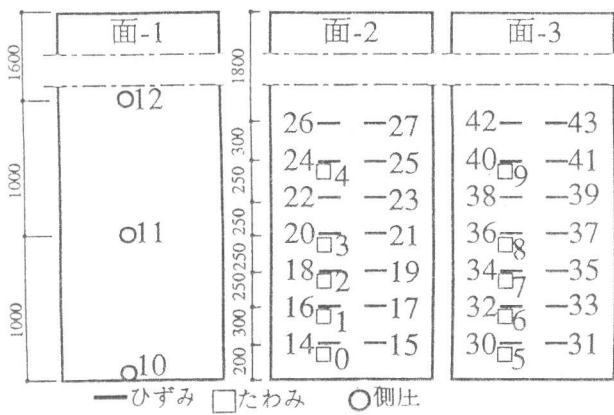


図-3 測点位置 (開口部なし)

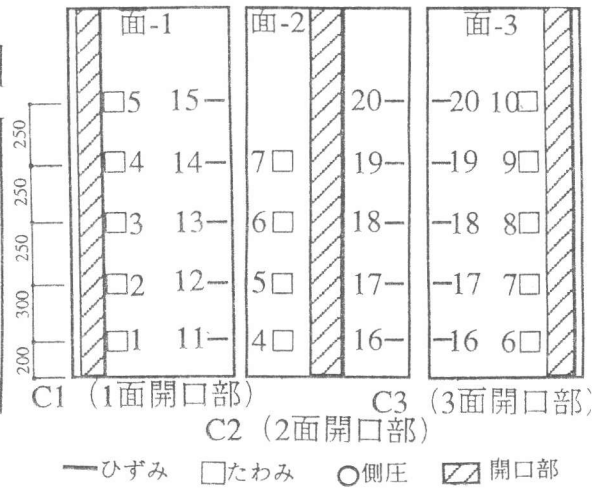


図-4 測点位置 (開口部あり)

じなかった。クランプなしの場合、柱幅0.75mでは約3.1m、柱幅0.9mでは約2.5mの打設高さの時ひび割れが発生した。ひび割れは、いずれも高さ1.7m以下に発生しており、4辺拘束した板に等分布荷重を載加した時の典型的な状態を示した。開口部のある3種類の試験体の打設高さとの主な点のたわみ測定結果を図-9から図-11に示す。最大側圧は、ほぼ4.5tf/m<sup>2</sup>となった。打設後1時間では、ワイメッシュからの水抜けのため、約60%減少している。打設高さ2mで、開口部付近に約5mmのたわみが生じた。開口部分の補強が必要であることがわかった。当該形状で内部から均等に圧力が加わる場合、壁面中央最大曲げモーメントは  $PL^2/24$ 、コーナ部は  $PL^2/12$  となる。各種別別に、側圧  $p$  kgf/cm<sup>2</sup> が加わった場合、中央部およびコーナ部の歪値から求めた最大曲げ応力度および幅1.0mを1.0とした時の応力度比を求めると、表-3のようになる。幅90cmと75cmの中央部の応力度比は、1.4:1.0となっている。

(2) 各種物性把握実験結果

長さ80cm、幅30cm、厚さ3cmの曲げ試験結果の例を図-12に示す。部材として

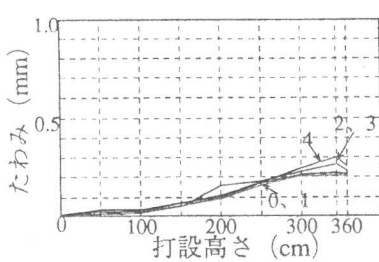


図-5 A1 (クランプあり)

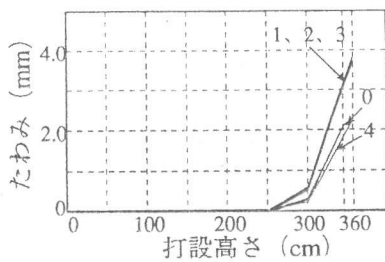


図-6 A2 (クランプなし)

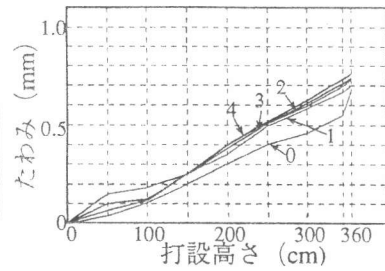


図-7 B1 (クランプあり)

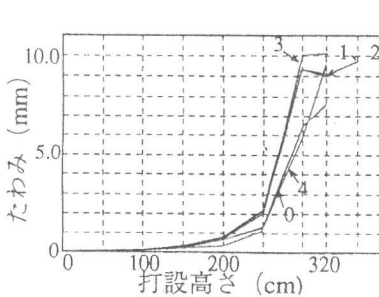


図-8 B2 (クランプなし)

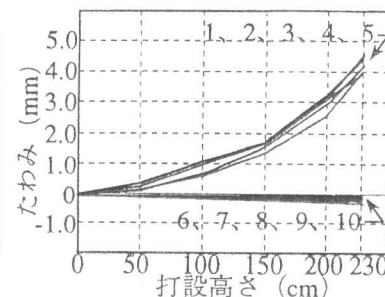


図-9 C1 (クランプあり)

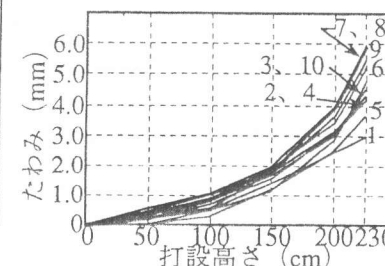


図-10 C2 (クランプなし)

靱性に優れている結果が得られた。3体の平均曲げ強度は、ひび割れ発生が104kgf/cm<sup>2</sup>、破壊時が209kgf/cm<sup>2</sup>となった。12カ所から採取した角柱試験体(4.0x4.0x8.0cm)の平均圧縮強度は776kgf/cm<sup>2</sup>であった。促進炭酸化試験結果では、炭酸化(中性化)の傾向は見られなかった。組織が緻密になっていると言える。

#### 4. 適用事例

埋込み型枠としての適用が可能となったため、山口県下松タウンセンタービル工事の柱、約1000本(型枠面積約12,000m<sup>2</sup>)に適用した。柱幅は、0.7mから1.0mであり、開口部有りも含まれている。打設速度を遅くし、巧ムクワなしで施工を行った。適用状況を写真-4に示す。1/3の工期短縮、約70%程度の廃材削減など効果が挙げられた。

#### 5. まとめ

(1) 遠心成型方法によって、平板および中空柱型の厚さ3cmおよび4cmの、薄肉プレキャストコンクリート型枠を製造する技術を確認することが出来た。(2) 薄肉プレキャストコンクリート型枠は、構造体断面を大幅に変更することなく埋込み使用出来る。(3) 打設高さあるいは打設速度を小さくすることによって、巧ムクワなしでも型枠へのひび割れ発生を防止することが出来る。しかし、打設速度の調整が困難な場合は、簡単な周辺拘束をする必要がある。(4) 開口部を設けることによって、柱と耐震壁との一体化が可能である。(5) 緻密な部材が形成されるため、耐久性向上に有効である。

#### 6. おわりに

長方形断面形状の製作も可能である。構造体断面への組込み構造実験については、別に報告する。<sup>1)</sup>末筆ながら、下松タウンセンターの現場の方々および工事に関係された方々に深謝致します。参考文献

- 1) 津村浩三ほか：1方向及び2方向水平力を受ける外殻PCa柱に関する実験研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 16, No. 2, 1994. 6

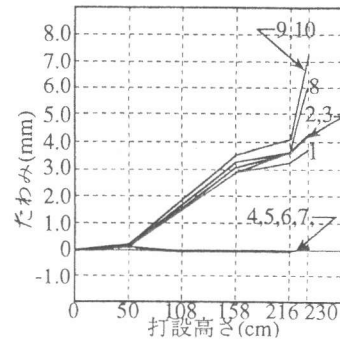


図-11 C3 (クワあり)

表-3 各種類別の応力度比

種類	肉厚 (mm)	応力度 $\sigma$ (kgf/cm <sup>2</sup> )		応力度比
		コーナー部	中央	
□ 700	30	283.9×p	147.8×p	0.9
□ 750	30	325.0×p	168.8×p	1.0
□ 800	30	368.9×p	191.1×p	1.1
□ 850	30	415.6×p	214.9×p	1.3
□ 900	30	465.0×p	240.0×p	1.4
□ 950	40	283.9×p	152.9×p	0.9
□ 1000	40	325.0×p	168.8×p	1.0

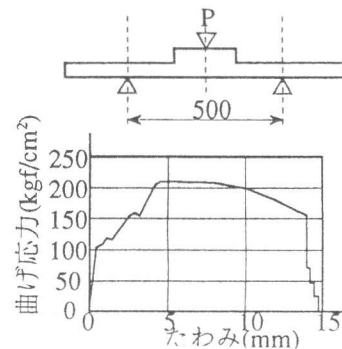


図-12 曲げ応力とたわみ例

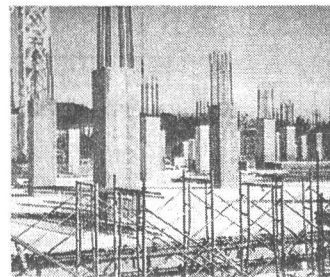


写真-4 使用状況

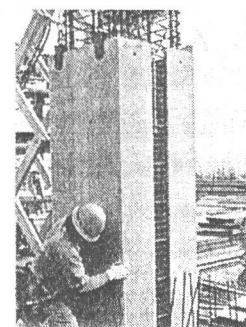


写真-5 施工状況