

プレキャスト化構工法のシステム化

高崎 哲哉¹⁾ 三浦 康成
 本間 宏記²⁾ 加藤 政利³⁾
 白石 憲治¹⁾ 工藤 康幸
 野田 光明³⁾ 壁下 晃³⁾

要旨

建設業界は、熟練労働者への依存性が高いこと、自然条件に左右されること、多品種一品生産であること等により、製造業を始めとする他産業に生産性の点で遅れをとっていたが、工業化、プレファブ化的手法を採用し、このような問題点の解決にむかい始めている。当社もこのような社会的な情勢に対応すべく、プレキャスト化構工法の開発をすすめてきた。この成果として、プレキャスト鉄筋コンクリート造建物の建築に関わる、企画段階から施工段階にいたる一連の検討作業を効率的に行うための、各段階ごとの資料、マニュアル類を整備した。

1. 開発の背景

建設業界が他産業界に比べその生産性や安全性、作業環境、長時間労働の改善などの点で遅れをとっているのは、建物が一品受注生産であることや定置生産ができないこと、施工が自然条件に影響されること、さらには業界に重層構造が存在することなどに起因すると考えられ、将来の高齢化社会に向けての建設資本整備のためにも、これら問題の解決が必要不可欠であることは論拠を得たない。

他産業界においてはこれらの解決方法として、機械化(ロボット化)、情報化技術を活かした生産におけるさまざまなイノベーション(改革)が進められてきた。

建設業界においても、往年の建設ラッシュの時代に経験した熟練作業従事者不足とその高齢化現象が契機となって、ようやく建築生産のイノベーションが始まったといえよう。これは、苦渋作業の削減と生産性の向上を目的とした機械化推進という形はもとより、現場作業を建築生産の現場から離脱させる工場生産(プレファブ化)という形となって現れた。いずれの方法も、現場作業を軽減しながら要求される品質、コスト、工期、安全性(Q, C, D, S)のバランスをとり、建築生産の工業化を推進することを目的としている。

当社においても、この様な社会的情勢の変化に対応するべく、合理的な建築生産の方法として、特に熟練労働者に頼るところの大きい、鉄筋コンクリート構造建築を工業化することが急務となり、「プレキャスト化構工法」の研究・開発を進めてきた。

2. システム化の基本方針

1991年度から工業化構工法という命題の下に、プレキャスト化構工法の開発に着手した。「ラーメンプレキャスト工法」、「高層壁式プレキャスト工法」という2つの鉄筋コンクリート造構工法が開発対象とされ、図-1に示すように、研究開発、設計技術、施工技術を同時に満足し、かつ経済性を考慮するという前提条件の下に開発項目を検討した。

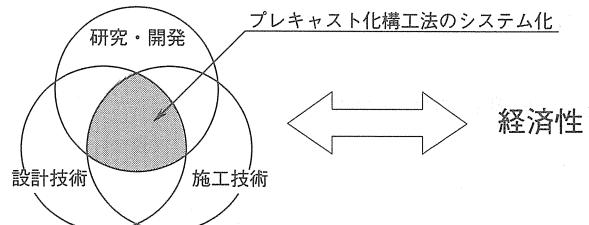


図-1 研究開発、設計技術、施工技術とシステム化

この図-1の概念は、以下の①~⑥に示す開発項目が満足されて始めて実際に機能しうる建築構築システムに組み込まれるものと考える。

- ①部位・部材ごとのプレキャスト化の検討および全体構築工法の提案
- ②プレキャスト部材の接合方法の開発
- ③合理的な施工方法および品質管理手法の確立
- ④在来現場打設工法に対する工期、コストの評価
- ⑤構造実験による耐震安全性の確認および接合部設計法の確立
- ⑥各検討段階において必要な資料、マニュアル類の整備

1) 東京支店

2) 山口大学 社会建設工学科 助手

3) 建築本部 建築設計部

表-1 建築生産プロセスと該当対応資料、マニュアル類

検討作業 資料、マニュアル類	構工法 計画	コ ス ト	行政 対 応	意匠 設 計	構造 設 計	施 工
プレキャスト化構工法 企画・検討マニュアル（案）	◎	○	○	◎		
プレキャスト鉄筋コンクリート造 建築物に関する行政への対応	○		○	○	○	
プレキャスト化構工法 積算ガイドブック		○			○	○
プレキャスト化構工法 構造設計マニュアル（案）	○			○	○	
プレキャスト鉄筋コンクリート造 建築物の施工・品質管理マニュアル（案）	○				○	○

※◎：大きく関わり、必読のもの、○：関わっているもの

そこで、前述の①～⑤の開発過程から発生したプレキャスト鉄筋コンクリート造建物を実際に建てるまでの企画段階から施工段階に至る各検討段階における資料、マニュアル類を整備し、鉄筋コンクリート造建物構築方法の体系化（システム化）を図った。同時に代表的な建物のケースシミュレーションを行い、システムとしての有用性を確認した。また、プレキャスト化を含む複合化工法についての疑問を、様々な部署の人が簡単に解決できるように、基本的な疑問点に答えた「プレキャスト化構工法Q & A」を作成した。

3. 各資料およびマニュアル

ここでは特に上記⑥として整備された資料、マニュアル類について簡潔に紹介する。

プレキャスト化構工法による建物を施工するまでに必要とされる検討作業は、概略として受注→構工法の検討→経済性の検討→プレキャスト化構工法特有の接合部設計法の検討→プレキャスト化構工法特有の施工、品質管理方法の検討という流れをとる。これらの検討がなされ、構工法として必要な条件の洗い出しとそれとの整合性が確認された上で選択された構工法についてのコンセンサスが得られて、当該建物の施工が実施できると言えよう。このような構工法の企画・検討段階から施工段階に至る諸検討作業段階で、担当者の作業の迅速化が図られるように、表-1に示す各段階での利用を想定した各資料の作成・整備を行った。

- ①プレキャスト化構工法企画・検討マニュアル（案）
- ②プレキャスト鉄筋コンクリート造建物に関する行政への対応
- ③プレキャスト化構工法 積算ガイドブック

④プレキャスト化構工法構造設計マニュアル（案）

⑤プレキャスト鉄筋コンクリート造建物
の施工・品質管理マニュアル（案）

以下に各資料およびマニュアル類の概要を示す。

①プレキャスト化構工法 企画・検討マニュアル（案）

本マニュアルは、比較的大規模なプレキャスト化構工法を用いた場合の物件において、「設計施工物件においては、企画検討段階から.」、また「既に設計が終している物件においても、プレキャスト化構工法の採否検討や設計変更をすすめる際に.」、設計・積算・施工等の諸業務を迅速にすすめるための一助となるように、検討事項や留意点を提示したものである。構工法に関する企画・検討会は、図-2に示すように設計的検討要素が多い初期段階から必要である。

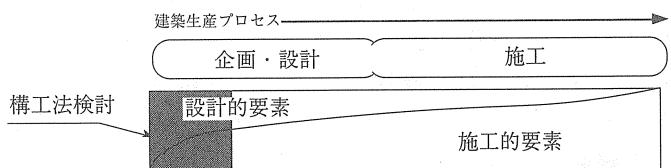


図-2 新しい建築生産プロセスと構工法検討会の時期

②プレキャスト鉄筋コンクリート造建物に関する行政への対応

すべての建築物は、建築基準法、同施行令、建設省告示、建設省住宅局建築指導課長通達、行政府の条令等の関係法令や種々の規準・指針が最低限遵守され、設計・施工される必要がある。ここでは、プレキャスト鉄筋コンクリート造建物の法令上の構造規定、その建築構造行政上の取扱いについて述べるとともに、当社としての

建築物に関する確認申請の基本方針について記述した。なお、ここで取り扱う法令上の構造規定は、地上階だけを対象とした。図-3に確認申請までのフローを示す。

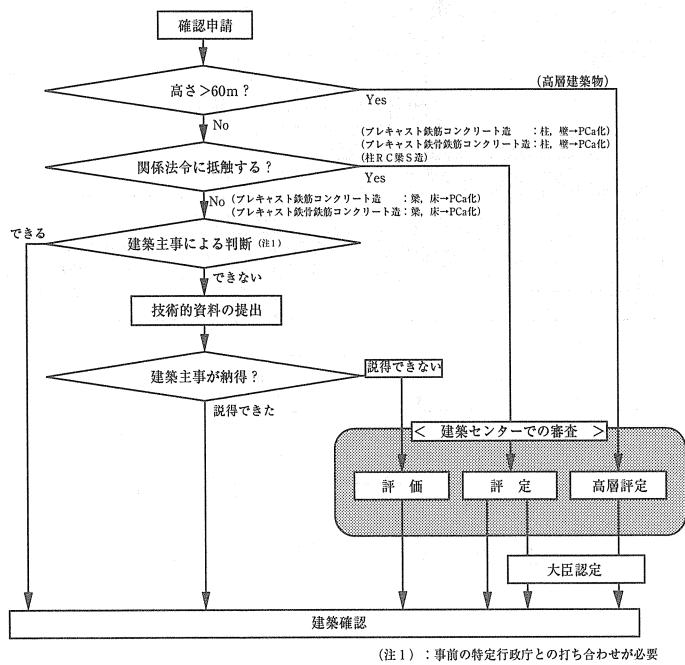


図-3 建築確認申請フロー

③プレキャスト化構工法 積算ガイドブック

試設計・試積算および工法計画による工期とコストの比較、現状のプレキャスト部材生産価格の調査、および実施物件による歩掛調査を実施し、構工法検討に資する基礎的データを蓄積した。本書では、これらの資料から得たプレキャスト化構工法の積算・見積・契約についての留意点を記述した。内容としては、固定工場およびサイト工場でのプレキャスト部材製作費に関する事項、プレキャスト部材の建方と後施工に関する事項、さらにこれらを基に3つのモデル建物（超高層RC住宅、高層壁式住宅、大規模店舗）でケースシミュレーションを行った結果を示した。図-4には、ある一つの想定建物における固定工場とサイト工場の製作費構成の比較を示す。

固定工場製作費の構成		ストック・補修費		工場管理費	
材料費	工場製作費	工場費		運搬費	諸経費
サイト工場製作費の構成					
材料費	製作費	現場経費	諸経費	機械費	
		養生ライン設備費 養生設備費			

図-4 固定工場とサイト工場の製作費構成の比較

④プレキャスト化構工法 構造設計マニュアル（案）

プレキャスト化構工法には、プレキャスト部材間またはプレキャスト部材と後打ち部分間において、接合面が必ず存在する。これに対して、プレキャスト化構工法の構造設計が一体打ちと同等に行われることを保証する、接合部の設計方法のよりどころとなる公認された基準、指針等は、現在のところ存在していない状態である。そこで本マニュアルは、建設省建築研究所、(財)日本建築センター、(社)プレハブ建築協会、(社)建築業協会による共同研究：PREcast Seismic Structural Systems（以下、PRESSSという）に準拠した設計方法として、接合部形状ごとの強度算定方法と接合部での存在応力の考え方を示すことを目的として作成した。また、プレキャスト化構工法における部材断面の決定は、躯体の断面寸法や、建物の平面計画に直接影響を及ぼしかねず、またその決定の際にプレキャスト化するにあたって効果を発揮するノウハウが非常に多い。このため本設計マニュアルは、部材断面決定のノウハウ例についても記載した。

⑤プレキャスト鉄筋コンクリート造建築物の施工・品質管理マニュアル（案）

現在、プレキャスト化構工法の品質管理に関する規準・指針には、(社)日本建築学会の「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 10 プレキャストコンクリート工事 1991年」（以下JASS10と略す）や(社)プレハブ建築協会の「壁式プレキャスト鉄筋コンクリート施工技術指針」等があるが、これらは主に壁式プレキャスト構造を対象としたものである。一方、PRESSSによって、JASS 10 をベースにラーメン構造および壁式ラーメン構造も対象とした「プレキャスト鉄筋コンクリート部材を用いる建築物の施工品質管理指針（案）1993年」が研究成果として策定された。

本書は、前述のJASS等の関連規準・指針を総括した内容を吟味し、対象範囲をPRESSSと同様にラーメン構造を中心としたプレキャスト化構工法の施工時における品質管理の重要事項（管理計画、管理規定および試験・検査方法）や在来工法とは異なるプレキャスト化構工法を適用した施工ノウハウについて記述した。施工・品質管理組織の一例について図-5に示す。

4. ケースシミュレーション

実際の物件が発生した場合には、できるだけ迅速に諸検討、計画が行われなければならない。このため、プレキャスト化構工法の適用が比較的期待できる代表的な建物として、以下の①～③を対象とした。

- ①超高層RC住宅
- ②高層壁式住宅
- ③大規模店舗

想定したこれらの対象建物について、各々数種類の構工法を組み合わせ、合計11ケースに対して仮設計画から工期算定、積算に至るケースシミュレーションを行った。超高層RC住宅、高層壁式住宅、大規模店舗の各々の代表的なプレキャスト化工法の概念図を図-6～8に示す。

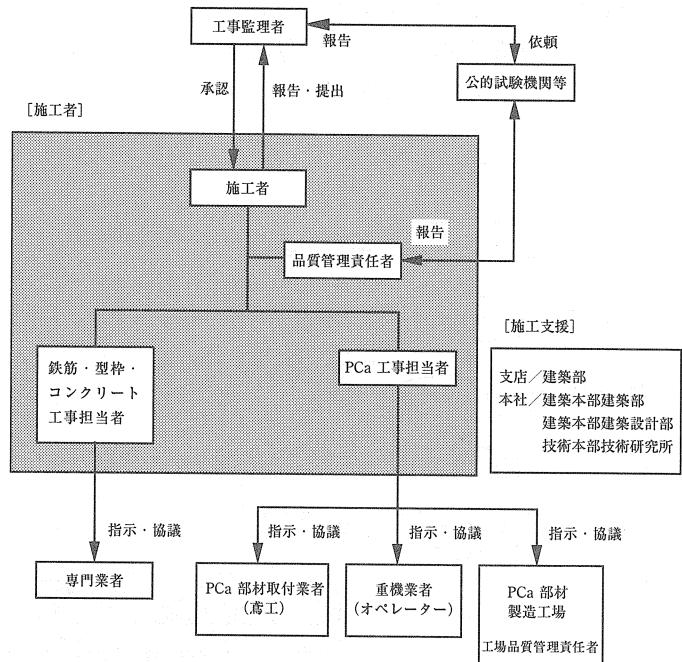


図-5 施工・品質管理組織の一例

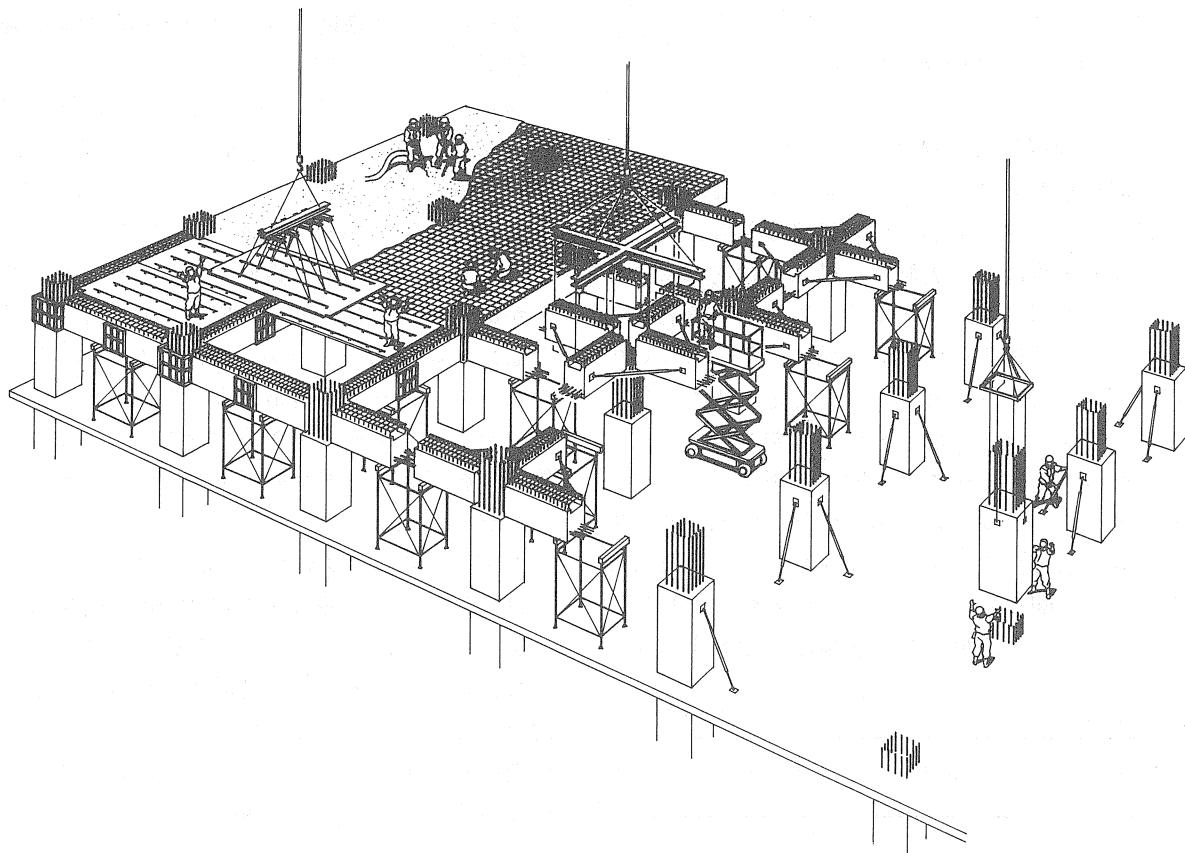


図-6 超高層RC住宅のプレキャスト化構工法適用例

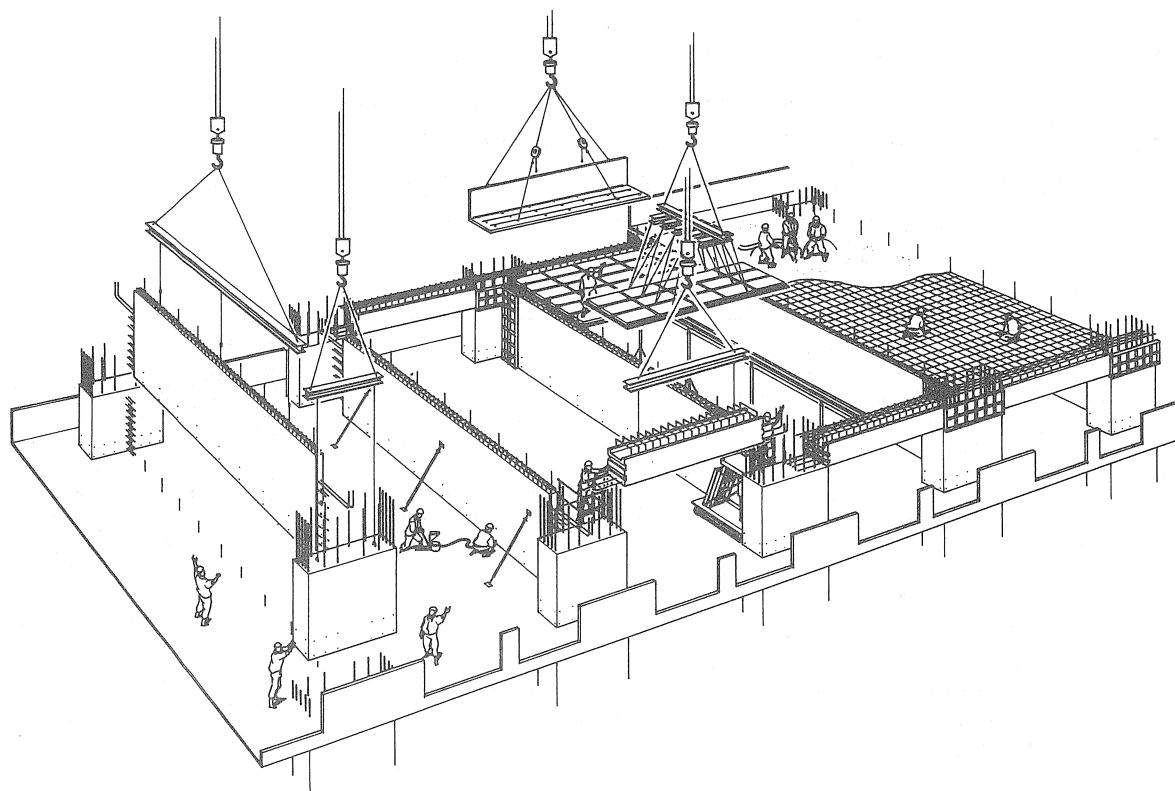


図-7 高層壁式住宅のプレキャスト化構工法適用例

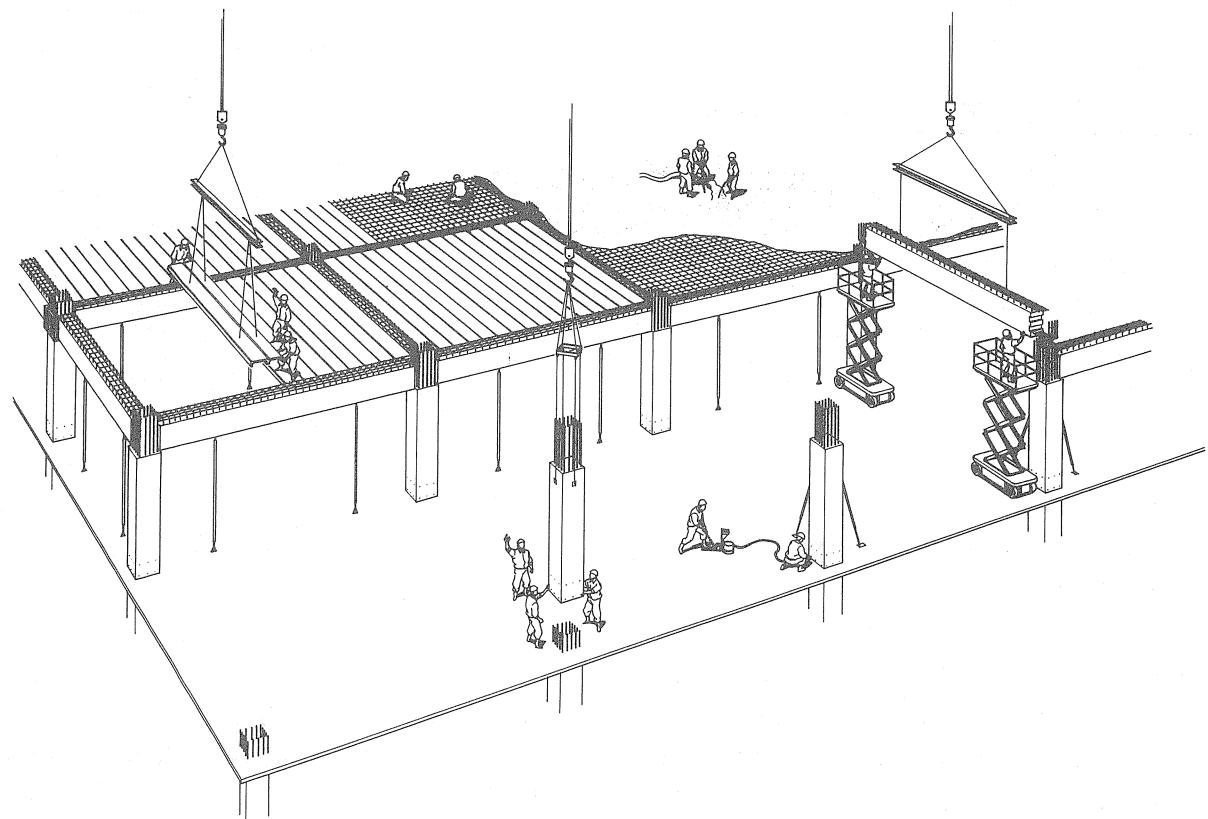


図-8 大規模店舗のプレキャスト化構工法適用例

①超高層RC住宅

超高層RC住宅の建設に関して表-2に示す構工法の組合せ4種類を想定し、各々に対して仮設計画、工程計画、労務計画、コスト積算を積算ガイドブックによって分析した。工程比較結果を図-9に示す。なお、労務計画、コスト比較については割愛する。

表-2 構工法の組合せ（超高層RC住宅）

	柱	大梁	小梁	壁	床	バルコニー
ケース1	システム型枠	大型テーブル型枠	大型テーブル型枠	——	大型テーブル型枠	ハーフレキャスト材
ケース2	システム型枠	システム型枠	在来工法	——	ハーフレキャスト材	ハーフレキャスト材
ケース3	システム型枠	システム型枠	在来工法	——	ハーフレキャスト材	ハーフレキャスト材
ケース4	フルプレキャスト材	ハーフレキャスト材	ハーフレキャスト材	——	ハーフレキャスト材	ハーフレキャスト材

※ケース2とケース3の違いは、大梁、床の各メーカーの違いで区別してある。

②高層壁式住宅

①超高層RC住宅と同様、構工法の組合せを表-3に、工程比較を図-10に示す。

③大規模店舗

①超高層RC住宅と同様、構工法の組合せを表-4に、工程比較を図-11に示す。

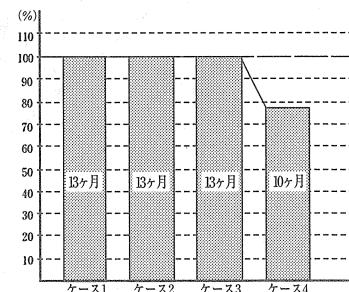


図-9 超高層RC住宅の工期比較

表-3 構工法の組合せ（高層壁式住宅）

	柱	大梁	小梁	耐震壁	床	バルコニー
ケース1	在来工法	在来工法	在来工法	在来工法	在来工法	ハーフレキャスト材
ケース2	フルプレキャスト材	ハーフレキャスト材	——	システム型枠	ハーフレキャスト材	ハーフレキャスト材
ケース3	フルプレキャスト材	ハーフレキャスト材	——	フルプレキャスト材	ハーフレキャスト材	ハーフレキャスト材

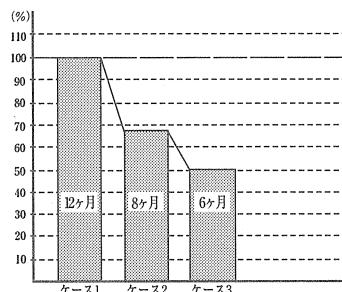


図-10 高層壁式住宅の工期比較

表-4 構工法の組合せ（大規模店舗）

	柱	大梁	小梁	壁	床	バルコニー
ケース1	在来工法	在来工法	在来工法	在来工法	在来工法	——
ケース2	システム型枠	システム型枠	ハーフレキャスト材	在来工法	鋼製合成床板	——
ケース3	打込型枠	ハーフレキャスト材	——	在来工法	ハーフレキャスト材	——
ケース4	フルプレキャスト材	ハーフレキャスト材	——	在来工法	ハーフレキャスト材	——

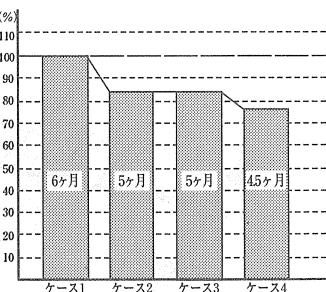


図-11 大規模店舗の工期比較

5. おわりに

プレキャスト鉄筋コンクリート造建物を建築する際に行なう一連の検討作業を効率的に行うための資料は、一応ここに提示できた。しかしこれでいわゆる「システム化」が終了したと考えるのは過ちであろう。情報収集、構工法立案、コスト・工期評価、構造確認実験、実施設計、資料、マニュアルの作成による社内技術の整備を行っただけでは、システム化としてはまだ十分とは言えず、今後のさらなる実験研究による開発、およびプレキャスト工事の施工実績を重ねることによってより洗練された「システム化」を図り、マニュアル類をより充

実させていくことが必要である。このような意味から考えれば、プレキャスト化構工法のシステム化は、今が始まりであると言えよう。

謝 辞

本システム化の中での各資料、マニュアル類の作成を行うにあたり、建築本部技術課、積算課の諸氏には貴重な御意見を頂いた。また、全国の鉄筋コンクリート造建物建設工事現場から、なかでもプレキャスト構工法を採用した建設工事に携わる方々から、貴重な資料を頂いた。ここに深く感謝の意を表するものである。