

機関番号：22604

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20760417

研究課題名（和文） 「京間型スケルトン・インフィル住宅」の開発

研究課題名（英文）

DEVELOPMENT OF A BUILDING SYSTEM FOR S/I TYPE RESIDENTIAL BUILDING CONSTRUCTED IN PRECAST CONCRETE WALL-FRAME STRUCTURE

研究代表者

門脇 耕三 (KADOWAKI KOZO)

首都大学東京・都市環境科学研究科・助教

研究者番号：40336524

研究成果の概要（和文）：従来スケルトン側から発想されることの多かった SI 住宅に対して、インフィル側からあらゆるビルディングシステムを構想する「京間型スケルトン・インフィル住宅」の開発を行う。具体的には、付加価値を高めた高機能インフィルパネルと、それをサポートする壁柱を用いた PCa ラーメン構造のスケルトンからなるビルディングシステムであり、これを実地適用可能なシステムとして完成させた。

研究成果の概要（英文）：We present a new building system for S/I housing in which all the building elements including structural elements were designed based on ideas originated from the infill system. We adopted the frame structure composed of flat pillars, bearing walls and flat beams. The flat pillars and infill panels in the dwelling units are equally positioned, so only part of the infill panels are expected to be exchanged whenever the residents' need arises. The flat pillar will also work as a jig or guide for infill panel construction. In consideration of cost and construction efficiency, we adopted the precast concrete structure for the skeleton system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 ・ 都市計画・建築計画

キーワード：SI 住宅，集合住宅，ビルディングシステム，オープンビルディング，ハウジング

## 1. 研究開始当初の背景

サステナビリティを志向する現代社会において、SI 住宅の考え方の重要性は再三指摘されており、「200 年住宅」などといった住宅政策の理論的根拠を形成するなど、そこへ寄せられる期待はますます高まっている。その一方、SI 住宅の建築的ビジョンは、「ユニヴァーサルな純フレーム構造のスケルトン」と「躯体の制約なく計画されるインフィル」に

収斂しつつあり、特にハウジングの現場において、これに代わるビルディングシステムは、想像しがたいのが実情である。しかし、ユニヴァーサルな躯体は、建設コスト増大の要因ともなっており、また、大規模なインフィル更新が一度も行われなければ、オーバースペック（過剰投資）となるため、地球環境に対してかえって悪影響を及ぼすおそれさえある。加えて、躯体のすべてがインフィルで覆

われることを前提としているため、第三者が躯体の品質を確認することが難しい状況をも引き起こしてしまっている。このような状況は、技術的な閉塞感を生み出してしまっているが、その大きな要因として、既存の SI 住宅のほとんどが、スケルトン側からの発想により開発されていることが挙げられると考えられる。そこで、本研究では、インフィル側からあらゆるビルディングエレメントを発想する、新たな SI 住宅のシステムを開発することを目指す。

ここで、かつての我が国の住宅生産に目を移すと、異なるビルディングシステムが同時に存在することは、決して珍しくはなかった。たとえば、木造在来構法において、異なる寸法体系をもつ2つの構法が並存していたことは、よく知られている。すなわち、関東地方を中心として採用されていた「江戸間（関東間）」と、西日本で広く採用されていた「京間」である。

江戸間とは、柱の心々距離を3尺の倍数とした寸法体系であり、その中に敷かれる畳の大きさは、柱の分だけ小さくなる。したがって、躯体である柱梁の寸法は整然となる反面、畳の大きさや形状は、部屋の大きさや敷かれる位置によってまちまちとなる。それに対し、京間とは、畳の寸法を統一した考え方であり、畳の大きさ・形状は1種類で済むものの、柱の間隔は複雑な寸法となり、柱梁の加工手間も大きくなる。

このように、2つの地方で異なった寸法体系が採用されていた理由として、江戸では生産組織としての大工の勢力が強く、一方、京では畳屋の勢力が強かったことを挙げる説や、西日本では大量生産品を流通させるシステムが発達しており、畳・建具・欄間・窓などが既製品化されていたことを挙げる説がある。いずれにせよ、「江戸間」や「京間」の指すところは、単なるモジュラーコーディネーションの手法ではなく、生産体系や流通システムまで含んでいると見てよい。そして、本研究で開発しようとする「京間型スケルトン・インフィル住宅」も、現在の高度に発達した住宅生産体系・流通システムを前提として、今までの SI 住宅にない様々なアドバンテージを持たせることを目指した、ホーリスティックなハウジングシステムである。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、インフィル側から発想する新たな SI 住宅を開発することである。そして、ここで開発する SI 住宅は、従来にも増して高度にサステナビリティを志向したシステムでなくてはならない。そこで、開発の出発点とするのが、高度に規格化された、高機能パネルを用いたインフィルシステム

である。SI 住宅がその狙い通りに機能するためには、インフィルが適切に更新される必要があるが、更新時の資源循環効率の高度化を実現するには、規格化するとともにインフィルの付加価値を高め、パネルのリユースを促進させることが有効なのである。

また、SI 住宅の主流であるユニヴァーサルな躯体は、インフィル計画の手がかりに乏しいため、改修設計に高度な専門性を要し、かえってインフィルの更新を阻害しかねない。研究代表者らの SI 住宅に関する継続的な研究により、SI 住宅がそのメリットを存分に発揮するためには、スケルトンとインフィルが空間的に分離されていることよりも、むしろ両者の性能的な分担が明確になっていることが重要であるとの結論が見えつつある。つまり、本研究で開発するスケルトンの基本イメージは、躯体エレメントが住戸内に出現することを許容し、それがインフィルのガイドの役目を果たす、従来とはまったく異なるスケルトンシステムである。このスケルトンは、一部住戸内に表しとなることも想定しているが、このことは、スケルトンの健全性を保障する仕組みとしても機能するであろう。また、こうしたビルディングシステムにおいては、インフィルがスケルトンにより適度にアーティキュレートされるため、必要なときに、必要な部分のインフィルのみ更新されるシステムとなる。加えて、経済スパンで躯体を計画することが可能なため、建設コストおよび二酸化炭素排出量の縮減も期待できる。こうした特徴は、あらゆる面において、従来型のユニヴァーサルな躯体を持つ SI 住宅以上に、その基本思想に合致している。

以上のようなビルディングシステムを支える生産体制は、従来の SI 住宅のように、ゼネコンによって主導されるものではなく、インフィルメーカーによって主導されるべきである。本研究は、この「京間型スケルトン・インフィル住宅」の考え方を、インフィルメーカー主導による、新しい事業方式による集合住宅プロジェクトとして構想し、さらに、プロジェクトの構工法、コスト、事業方式、運営方式等の検証を通じ、その普及可能性を評価することが、第二の目的である。

## 3. 研究の方法

第一段階として、①提案する新たな SI 住宅のシステムを、実際のプロジェクトに適用可能なレベルにまで高めるとともに、②実際の集合住宅の新築計画を立案した。さらに、この結果に汎用性を持たせ、広く参照可能なものとするため、並行して③国内外におけるインフィル産業の実態調査を行い、その結果を開発にフィードバックさせた。

①に関しては、基本的な考え方は既に整理されており、これを②によって、具体的な構

工法システムにまで発展させた。③の実態調査は、国内、国外ともに、カタログ調査、メーカーへのヒアリング調査を行った。国外調査地としては、SI住宅の先進国であるオランダを主な対象とした。研究代表者らによる予備調査によれば、ヨーロッパ諸国においてもインフィル産業・インフィル製品が未発達であることが課題とされており、本研究の成果がヨーロッパにも波及することが可能性として見込めるため、住宅協会、現地設計事務所へのヒアリング調査をあわせて行い、普及のための法的・実務的課題を明確にし、開発に反映させた。

以上の結果を総合し、開発したSI住宅の汎用性を高め、システムとして完成させた。具体的には、プロジェクトの構工法、コスト、事業方式、運営方式、LCC、二酸化炭素発生量などの評価を行い、さらに、プロジェクトの条件を様々に変えた場合に実施可能であるかどうか、検証を行った。次に、結果を整理し、「京間型スケルトン・インフィル住宅」運営マニュアルとしてまとめた。

#### 4. 研究成果

まず、ヨーロッパにおける過去に建設されたオープンビルディング事例の現状調査、およびインフィル産業の実態調査を行った。具体的には、ロンドン、パリ、ロッテルダムにおいて、現地の建築設計事務所へのヒアリング調査を行い、各国のインフィル産業および建築設計実務におけるインフィル部品の活用状況を明らかにした。さらに、初期のオープンビルディング事例である「Les Marelles」(パリ)および「Molenvliet」(アムステルダム)の現地調査を行うとともに、住民・管理人等へのヒアリング調査により、その現状を明らかにした。

以上の調査を受けて、「京間型スケルトン・インフィル住宅」について、実施設計レベルまでの設計を進め、SI住宅のシステムとして完成させた。具体的には、実際に分譲集合住宅の条件に基づき、意匠設計を行うとともに、構造計算に基づいた躯体の構造設計および躯体の生産方式の検討を行った(図1・図2)。躯体システムは、プレキャスト鉄筋コンクリート(PCa)によるラーメン構造であるが、柱には壁柱を、梁には $h=300$ の扁平逆梁を採用している(図3)。壁柱の採用により、インフィルパネルとの寸法計画上の整合性を高めることが可能である。また、逆梁の採用は、インフィルパネル、および横引き管・ダクト等設備配管のレイアウトの自由度を損ねないためである。ただし、立体骨組み解析による構造計算の結果、壁柱のみでは保有水平耐力が不足することが明らかとなったため、戸境壁となる位置に、適宜耐震壁を設けている(図4)。



図1 モデル設計を行った分譲集合住宅の基準階(2・3階)平面図

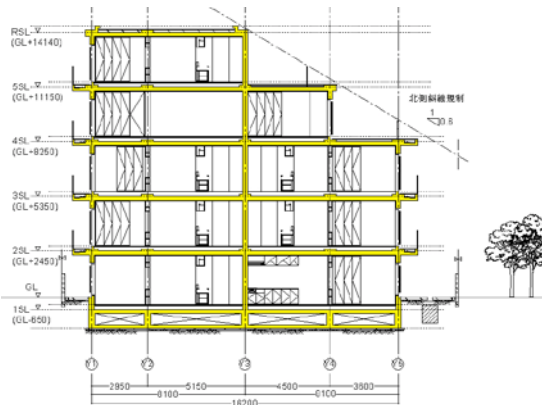


図2 モデル設計を行った分譲集合住宅の断面図

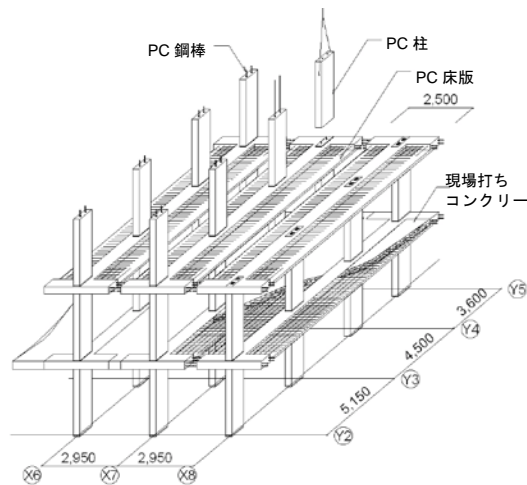


図3 PCa 組立概念図

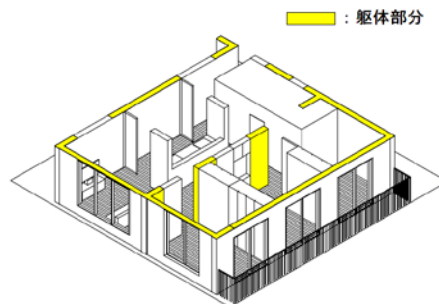


図4 住戸の構成



図5 開発したシステムの考え方を適用し実現した住宅の内観(1)



図6 開発したシステムの考え方を適用し実現した住宅の内観(2)

さらに、これに基づいたコスト検討を行い、複数以上のプロジェクトの実現の見通しが立てば、プレキャストコンクリート躯体の採用について、コストメリットが見いだせることを明らかにした。また、インフィルパネルの詳細設計を勧め、施工性や納まりの検討を進めた。パネルの資源再利用効率についても兼用を進め、研究代表者らが提案するシステムに付いて、ある程度の温室効果ガス排出量低減効果が見込めることが明らかになった。

また、「京間型スケルトン・インフィル住宅」の汎用性を高めることによって、システムとしての完成を目指した。具体的には、プロジェクトの構法、工法、コスト、事業方式、運営方式、LCC、二酸化炭素発生量などのシミュレーションおよび評価を行うとともに、プロジェクトの条件を様々に変えた場合に実施可能であるかどうか、検証を行った。また、得られた結果を整理し、「京間型スケルトン・インフィル住宅」運営マニュアルとしてまとめた。さらに、プロジェクトのプロセス全体の分析を行い、要求と設計の対応関係を明らかにすることによって、この開発で用いられた一連の技術を体系的に整理し、居住者の様々な要求に対応可能な、多様な住まいを実現するシステムとして完成させた。

以上の成果の現地検証を目的として、「京間型スケルトン・インフィル住宅」の考え方

を応用した戸建て住宅一件を、研究協力者との協働により完成させた(図5・図6)。完成させた住宅は、「適切なモジュールにより整理され、生活行為の起点となる構造壁」と「可動間仕切りおよび位置変更等が可能な家具収納」によって構成されるものであり、「京間型スケルトン・インフィル住宅」の考え方が実際の建物に対しても有効であることが確認できた。

##### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

- 1) 門脇耕三：集合住宅における住戸の建築特性の影響構造，日本建築学会計画系論文集 第75巻，第651号，pp. 1103-1110，2010年5月

〔学会発表〕(計2件)

- 1) 門脇耕三，深尾精一：ヨーロッパにおける初期オープンビルディング事例の現状調査，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-1分冊，pp. 1177-1178，2009年8月
- 2) 馬場兼伸，古澤大輔，門脇耕三：壁柱を用いたPCaラーメン構造によるSI型集合住宅の開発，日本建築学会大会デザイン発表梗概集，pp. 86-87，2009年8月

〔その他〕

○一般誌・専門誌における発表(計2件)

- 1) メジロスタジオ (古澤大輔，馬場兼伸，黒川泰孝)：次世代集合住宅の環境配慮型デザインを考える，住宅設計REPORT, No. 123, pp. 6-9, パナソニック電工株式会社，2008年11月
- 2) メジロスタジオ (古澤大輔，馬場兼伸，黒川泰孝)，門脇耕三：目白台の住宅，コンフォルト，120号(2011年6月号)，株式会社 建築資料研究社，2011年5月

##### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

門脇 耕三

首都大学東京・都市環境科学研究科・助教  
研究者番号：40336524

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

古澤 大輔

(メジロスタジオ・パートナー)

研究者番号：なし

馬場 兼伸

(メジロスタジオ・パートナー)  
研究者番号：なし