

集合住宅に求められるPC構造

木村 匡*

1. はじめに

筆者は過去十数年間、公団住宅の構造設計に携わってきたが、PC構造についてはスラブや梁のひび割れ・たわみ防止の目的で一部において使用された程度である。しかし、最近、SI住宅と呼ばれる新しい集合住宅の実験棟に、プレストレス構造が採用された。

本稿では、まず公団住宅の構造・工法の歴史を振り返り、現在、PC構造が注目されている経緯を述べ、最後に今後のPC構造に対する要望について述べてみたい。

2. 公団住宅の構造・工法の歴史

公団住宅の構造・工法の歴史は、大きな流れとして、

- ① 壁式構造からラーメン構造へ
- ② 小型スラブから大型スラブへ
- ③ 小スパン架構から大スパン架構へ

と推移しているものと考えられる。これらについて以下に説明する。

2.1 壁式構造からラーメン構造へ

昭和30年に、公団住宅は2階建てのRC造壁式構造から建設が始まった。4階～5階建て中層RC造壁式構造は昭和35年頃から始まり、昭和46年頃まで公団住宅の中心となった。一方、6階～15階建ての高層住宅は、昭和40年から建設が始まり、徐々に建設戸数を増やした。高層住宅は、桁行方向がラーメン構造で張り間方向が連層耐力壁構造であった。その後、中層と高層は昭和46年頃から拮抗して推移するが、平成元年以降は完全に高層が中層を上回ることになる。なお、昭和58年からは、桁行方向の架構を偏平柱による壁式ラーメン構造とした高層住宅も数多く建設されている。階数20以上の超高層住宅は、昭和60年頃から建設が推進されるようになった。近年は、公団住宅建設戸数の1割～2割が超高層住宅である。超高層住宅は、両方向ともラーメン構造である。また、階数15以下の高層住宅の中にも、下層階が施設用途になるなどの理由で両方向ラーメン構造のものが、最近、都心部において出現している。



* Tadashi KIMURA

都市基盤整備公団
技術監理部 設計課

2.2 小型スラブから大型スラブへ

公団住宅の床スラブの厚さは、昭和30年当初は11cm以上、昭和50年に13cm以上、現在では遮音性能を満足させるため20cm以上としている。床スラブの面積について公団では従来、スラブのひび割れ・たわみの防止から30m²以下に制限してきた。これを超える大型スラブとして、昭和59年頃にアンボンド工法による現場打ちのPRC造スラブが登場した。これは、高層板状住棟の長辺方向にアンボンドPC鋼より線を連続して引くもので、1住戸(65m²前後)が1枚スラブで可能となった。その後、平成元年頃からトラス筋内蔵PCa板、ボイド型枠および場所打ちコンクリートによる合成床板(ボイドスラブ)が登場し、コスト面からこれがよく用いられた。これらに加え、スパンが大きくなる場合には薄肉PCa板にプレストレスを入れたPCa RC合成床板も一部で使用されるようになった。このようにスラブ工法にはいろいろ変遷はあるが、間取りの自由度と将来の可変性の要求が次第に強まり、平成12年からは1住戸1枚の大型スラブ(厚さ22cm～30cm程度)が全面的に採用されている。

2.3 小スパン架構から大スパン架構へ

階数20以上の超高層住宅に関して、当公団はわが国の約3割のシェアを有している。昭和60年頃から低コストのRC造で建設が可能となり、これ以降、超高層住宅の約9割をRC造で建設してきた。当初の柱スパンは4.0m～5.5m程度であり、小さいものであった。間取りの自由度と将来の可変性を考えると、柱スパンは大きい方が望ましい。SRC造にすれば大スパンは可能であるがコストが高い。実際にはRC造の技術が進み、柱スパンはコンクリートの設計基準強度の上昇に支えられ、徐々に増大していった。現在は、最大 F_c 100N/mm²のRC造超高層住宅が3棟建設されるに至った。最高で56階建てである。なお、これらの中には一部のPCa梁(柱スパン10m～12m程度)をPRC造としたものがある(図-1)。目的は梁のひび割れ・たわみの防止であり、地震時にはPCの影響を考慮しなくてよいように、梁端はRC造として設計がなされている。

3. KSI住宅の開発

3.1 KSI住宅とは

SIとは、スケルトン(skeleton)とインフィル(infill)の頭文字をとった略語である。KSIとは、この「SI」にKodanのKをかぶせたもので、公団型のSI住宅を意味している。KSIは、住宅を長期耐用性の求められるスケルトン(躯体、共用設備)と、住み手のライフスタイルやライフステージに合わせて自由に作り変えることのできるインフィル(内装、専用設備)とに明確に分離し、S(スケルトン)を都市の基

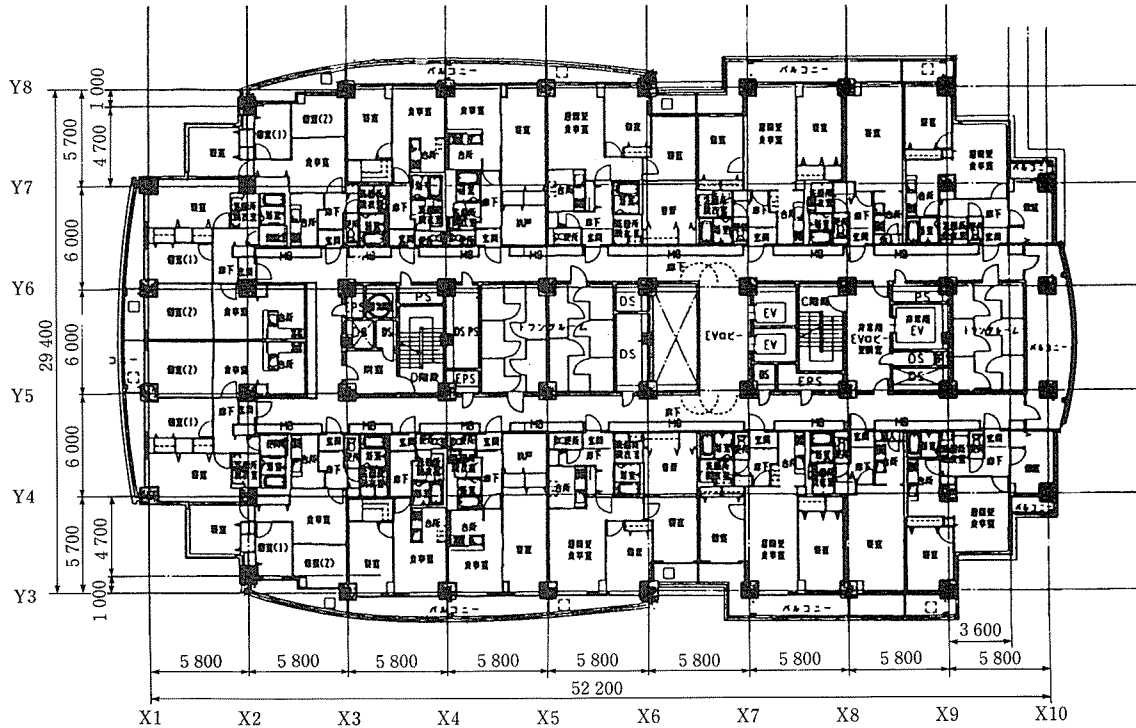


図-1 最近のRC造超高層住宅の例 (41階建て、1999年)

盤と考えることにより集合住宅に関する制度や技術を再編しようとする概念である。そして、このSとI(インフィル)の分離の概念は、単にモノの分離だけでなく、生産、供給、所有、使用、管理などの面での分離を含んでいる。たとえば、土地とスケルトンは賃貸しインフィルはユーザーに委ねる、あるいはスケルトンの一部をまとめて他の事業者者に賃貸し、その事業者がさらにエンドユーザーに賃貸する、などの新しい供給方式が考えられる。また、生産システムの面からも、SとIの生産組織を分離することで、インフィル産業という新しい業態が生まれる。

3.2 KSI 住宅の概要

SとIの区分は図-2のとおりである。スケルトンとしては、構造躯体のほか、共用設備も含まれている。SとIの各部分に要求される性質は表-1のようになる。

これらを考慮し、KSI住宅の設計要件として、以下の4項目が設定された。

- ① 100年の耐久性のある構造躯体とする。→コンクリートの水セメント比50%以下、かぶり厚さの確保
- ② 段差や小梁のない大型一枚床板とする。→大型ボイド床板の採用
- ③ 排水共用立て管を共用部に設置する。→排水ヘッダーの採用 (図-3)
- ④ 電気配管を躯体から分離する。→テープケーブル配線の採用 (写真-1)

これらの要件を満たす構造躯体とは、次のようなものとなる。

- ①の要件により30 N/mm²以上の高強度コンクリートを使用する。
- スラブは、③の要件により住戸内スラブには貫通孔が

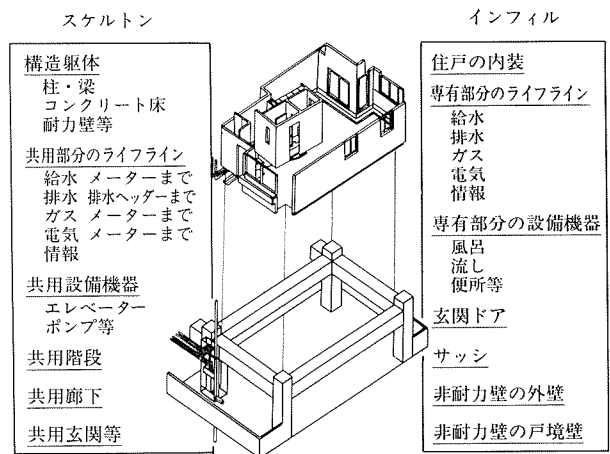


図-2 スケルトンとインフィルの区分

表-1 SとIの区分と要求される性質

区分	部分	要求される性質
S (スケルトン)	構造躯体	耐久性, 耐用性
	共用設備	維持管理性, 更新性
I (インフィル)	共用インフィル (二次壁・サッシ)	可変性, 更新性 (長期的)
	専用インフィル (内装・専用設備)	可変性, 更新性 (短期的)

なく、④の要件によりスラブ内に埋込みがない一枚スラブとなる。

- 架構は、必要に応じて純ラーメン構造を採用する。

3.3 実験住宅の建設

以上の考え方に基づいて、公団八王子技術センターにKSI実験住棟を建設し、検討を進めている (表-2, 図-4, 写真-2, 3)。この実験棟の目的は、以下の3点である。

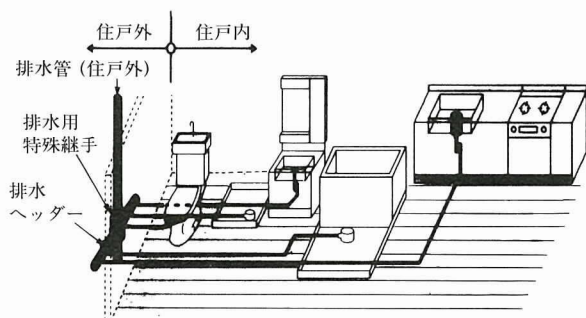


図-3 排水共用立て管の住戸外設置



写真-1 テープケーブルの天井貼付け

- ① SIの要素技術の検討を行い、実験的検証を行う(表-3)。
- ② 関連技術を有する民間企業との共同研究・開発を行う。
- ③ 広く一般に公開することによりSI住宅の普及を図る。

また、設計の基本方針は以下のとおりとした。

- ① 標準的な住棟形態と住戸規模を想定する。→片廊下形式11階建て、住戸面積75m²とする。
- ② 用途可変・規模可変・間取り可変を実現する架構とする。→両方向純ラーメン構造とし、張り間方向は約10mのスパンとする。

躯体の構造は張り間方向の梁を現場打ちのPC造とし、その他の梁および柱をRC造とした。PC構造に関する実験としては、PC梁のひずみ計測を行い、クリープ挙動を検証した。また、スラブは、現場打ちボイドスラブ、PCa RC合成床板(ボイドスラブ)およびPCa板にプレストレスを入れたPCa RC合成床板(ボイドスラブ)の3種類とし、それぞれ短期・長期たわみの計測を行った。

4. PC構造に対する要望

前節までに述べてきたことから、集合住宅にPC構造が必要とされている状況が理解いただけだと思う。しかし、PC構造が実際に集合住宅に普及するかどうかは分からない。恐らく、それは当公団を含めた関係者の今後の努力にかかっているのではないかと。経済性を含め十分検討していく必要がある。

あくまで私見であることをお断りしたうえで、以下にPC

表-2 KSI実験棟の概要

構造	鉄筋コンクリート造、張り間方向の梁はプレストレスコンクリート造
階数	2階建て(ただし、構造設計上は11階建てを想定)
階高	1階: 3600mm 2階: 3000mm
床面積	1階: 約260m ² 2階: 約230m ²

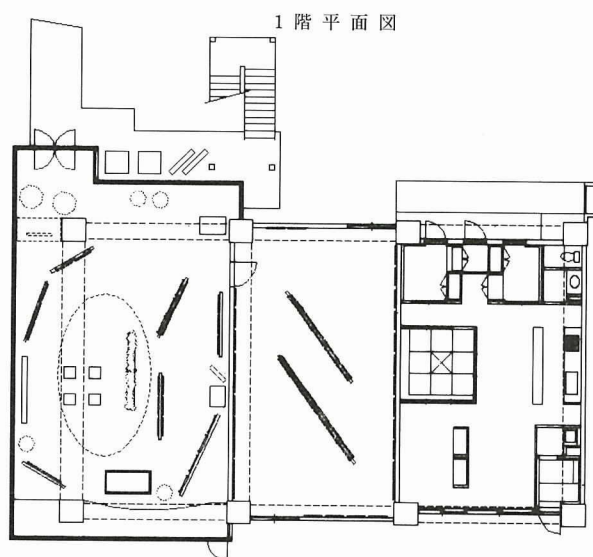
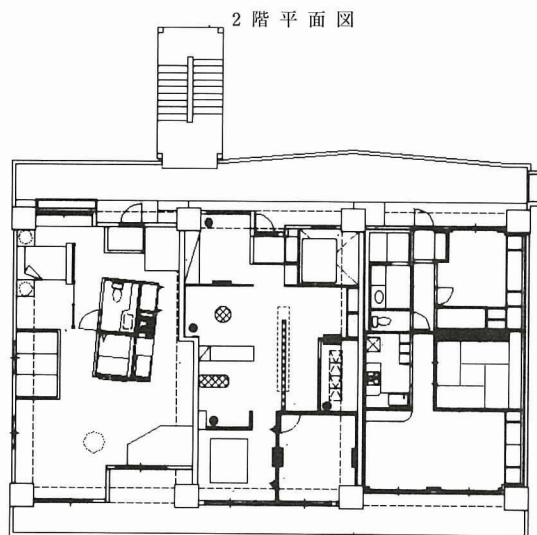


図-4 KSI実験棟平面図



写真-2 KSI住棟外観



写真-3 KSI 実験棟の純ラーメン架構

表-3 KSI 実験棟で採用した要素技術

採用したスケルトン要素技術	公団インフィルで採用した要素技術
① 高耐久躯体	① 床先行内装工法
② 純ラーメン構造・プレストレストコンクリート梁	② 片面先行仕上げ間仕切りパネル
③ 大型一枚床板	③ 躯体分離配線方式・テープケーブル工法
④ 供給設備・供給配管配線集中立てシャフト方式	④ 緩勾配排水システム
⑤ 排水共用立て管の住戸外設置・排水ヘッダー	⑤ 二次壁の乾式工法

構造に対する要望を述べてみたい。

4.1 地震時における挙動を明らかにすること

現在でもプレストレス構造は、集合住宅の一部の床スラブや梁のひび割れ・たわみ防止用として用いられている。しかし、これはRC構造の脇役として使用されているにすぎず、PC構造にとって本望ではないであろう。PC構造が高層住宅用の耐震構造として認められなければ、PC構造は主役になれない。将来的には、PC構造を免震構造と組み合わせる使い方が有力かもしれないが、地震時の挙動を明らかにしておくことはやはり必要であろう。また、現時点では免震構造を採用した場合のコストは高く、その性能が公団住宅にとって適当であるとの整理はできていない。当面は制震デバイスと組み合わせた使い方が有力なのではないか。そのためには、動的解析を行うときの復元力特性や減衰特性について明確にする必要がある。

4.2 オープンシステムで開発を行うこと

現在、当公団が建設する集合住宅のほとんどがRC造である。これは昭和60年頃からの高強度コンクリートを中心とした技術開発によるところが大きい。具体的には建設省を中心として実施した共同研究「高層壁式ラーメン鉄筋コンクリート造研究開発プロジェクト(HFW)」(1985~1987)、

建設省総プロ「鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術の開発(New RC)」(1988~1992)、日米共同研究「PRESS」(1989~1993)などの成果をもとに設計を行っている。当公団においてRC造が普及した原因として、共同研究によりオープンなシステムで標準化・汎用化が進められたことがあると考えられる。オープンシステムのメリットとしては、以下のことが考えられる。

- ① 実験等による研究の成果を共通に使えるため、結果として設計に使える研究成果の量が多く、設計の信頼性が増す。
- ② 部品やディテールが標準化・汎用化され、特許等にも縛られないため、とくに公共工事の設計においては煩わしさが少ない。

一般に、建築に用いる部品・工法・設計法は、標準化・汎用化により普及が促進されるものと考えられる。過去の例を見ても、標準化・汎用化されないものは、シェアの拡大がなされていないのではないかと。たとえば免震アイソレーター、オイルダンパー等がそうである。

PC構造はどうであろうか。1996年から3年間で共同研究「PC構造設計・施工指針の作成」が建設省建築研究所の呼びかけにより実施された。これにより一定の成果が得られたのであろうが、今後の研究もできる限りオープンなシステムで進めていただきたい。これを進めるには業界をリードする社の姿勢が重要と考える。当初は技術力のある社が中心となって開発を進めるとしても、標準化・汎用化して最終的には多くの社が利用できた方が利点が多いのではないかと。また、日本が世界の中で生き残るために必要なのではないかと。

5. おわりに

以上、公団住宅におけるPC構造の有用性とPC構造に対する要望を述べてきたが、最後に当公団が何をすべきかについて考えた方がよいであろう。当面、4月からPC技術協会内に発足する「PC造柱梁接合部共同研究」に参加することになっている。また、近々、当公団においても独自に集合住宅への適用に関する研究を行い、成果がまとまればオープンにしたいと考えている。これらの研究を通じて初めてお会いすることになる方々も多いと思われる。現在は、それを楽しみにし、また多少の緊張を感じている。

「何をすべきか」に対する答えは現時点で明確にできないが、PC構造のことをよく知り、多くの方のご意見に耳を傾け、イメージを合わせながら事を進める必要があると考えている。

【2001年5月2日受付】