

扁平断面柱、梁を活用した新構工法

(一財)建築コスト管理システム研究所・新技術調査検討会

1 はじめに

「柱や梁に制限されない、自由な空間を創造したい。」という想いは多くの人が持っている。しかし、地震国である日本では、建物自重による鉛直力に加えて、水平力に対しても抵抗できる柱、梁、壁などの構造材が必要となる。

鉄骨造系の事務所などでは、鉛直力に抵抗する鉄骨梁と地震の水平力に抵抗するブレースを併用して、比較的容易に柱のない大きな空間を提供することができる。一方、住宅や病院などRC造系の建物では、柱や成（せい）の大きい梁が支障となって使い勝手の良い空間を提供し難いことがある。せめて、柱型、梁型のない、すっきりとした空間が望まれる。

ゼネコン各社は、扁平な柱や扁平な梁を様々な活用して、柱型、梁型のない、付加価値の高い空間の創造に取り組んでいる。今回、これらの新構工法の具体例を取り上げ、その活用のねらいや効用等を調査したので報告する。

2 新構工法の特徴

断面が扁平であることは、断面性能が劣る欠点も生じる。軸断面積を保ったまま成を小さくすれば、軸力に抵抗する性能は変わらないが、曲げに抵抗する性能が小さくなる。つまり柱や梁を曲げる力に対して、剛性も耐力もどちらも小さくなる。また、柱と梁の接合部では断面が小さく、弱点となる。そのため扁平断面の柱梁と同様な形状である土木分野のカルバートでは、四隅のコーナー部分はハンチで構成されている。

柱、梁の断面を扁平としたいという要望は以前

から存在する。しかし断面成の大きな一般の建物に比して構造性能が劣るため、以前は低層の建物や、耐震要素が別途に確保されている建物に適用が限定されていた。

一方で、柱型、梁型が出ない室内空間の開放感が高く、集合住宅では明るく広い開口を設けることができ、眺望と採光に優れた空間となる。限られた階高の中で、天井高や梁下の空間が確保できる。建物全体の高さ制限の中では、周りの環境に配慮して建物高さを抑えることも可能となる。また階高を小さくすることで、1層多い建物を建設し、土地の有効利用を図ることも可能となる。梁型のないスラブ下では、天井内機器配管の梁貫通がなく、配置が容易であるだけでなく、将来の更新性に優れ建物を長寿命とすることができる。

躯体コストに着目すれば、型枠形状が複雑でないためコスト低減要素はあるが、コンクリートや鉄筋などの数量や施工手間が増え、明らかにコストアップとなる。しかし、建物の使い勝手、環境、長寿命など物量で計ることのできない効果を評価して多くの建物に用いられている。

3 活用事例

今回のレポートでは、扁平な断面をした柱や梁を組み合わせて活用し、付加価値の高い空間を提供している新構工法の例として、以下の5社の例を示す。

フラット免震構造システム	：竹中工務店
スマートラーメン® 工法	：鹿島建設
新構法SuKKiT（スキット）	：三井住友建設
知的制震システムTASMO®	：大成建設
Wise-Beam（ワイズビーム）構法	：安藤ハザマ

超高強度スリム柱を用いた竹中フラット免震構造システム

TAKENAKA Flat base isolation structural system using high strength slim columns

(竹中工務店)

システムの狙い

本架構システムは、総合病院などの大規模医療施設に向けて、設備配管をフレキシブルに変更できる利便性と、開放感のある室内空間を実現した架構システム（超高強度スリム柱を用いた竹中フラット免震構造）である。

構工法の概要

本架構システムは扁平梁と超高強度スリム柱によって構成されている（図1・2参照）。通常の1/2前後まで梁成を小さくした扁平断面梁は、設備配管を梁に貫通させず、梁の下部に吊り下げられるため膨大かつ複雑な設備配管の設計を自由に行うことができ、数十年後の用途変更にもフレキシブルに対応できる。図2は、本架構システムが複雑な医療関係施設の設備配管を、整然と設置できることを示している。地震時の耐震安全性は、構造実験を実施し確認している。超高強度スリム柱は通常のコンクリートの約5倍の強度を持つ設計基準強度（150N/mm²を使用）と高強度鉄筋（普通鉄筋の約2倍の強度を持つSD590～SD980を使用）を使用し、柱の断面積を通常の1/5前後に縮小することが可能である。

適用事例

2014年竣工予定の「医療法人豊田会 刈谷豊田総合病院」（愛知県刈谷市）の新病棟（地下1階、地上8階、鉄筋コンクリート免震構造）他1件で本システムを適用している（図3参照）。

狙いと効果

保有する高強度RC構造技術と免震構造の設計技術を融合させ、開放的な空間を提供すると共に、重要機器を保全し、建物の長寿命化を達成し、最先端の耐震性能と空間を提供できる。

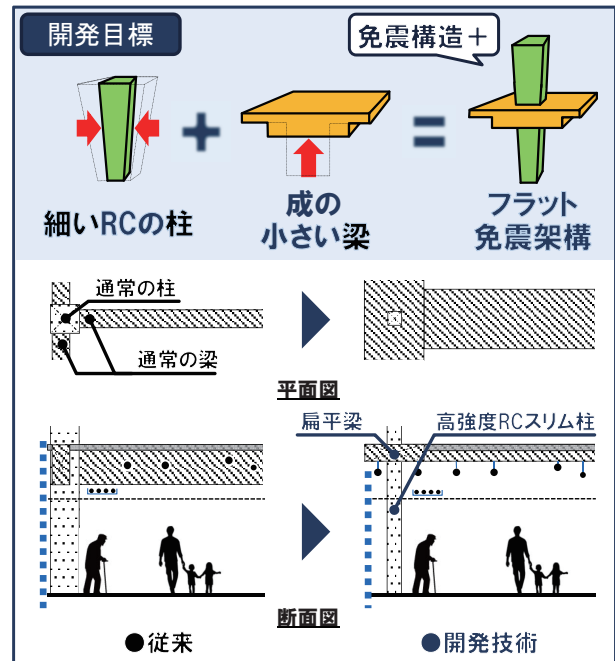


図1 本架構システムの開発目標と特長



図2 超高強度スリム柱を用いたフラット免震構造



図3 本架構システムを用いた建物パース例

今後の展開

今後は、医療施設などの重要機能施設などの建築物に本架構システムを適用し、免震構造による優れたBCP対応力と建物の利便性と快適性を併せ持った建築を提案していく。

スマートラーメン® 工法
-RC床梁・壁柱架構工法-

(鹿島建設)

工法の概要

スマートラーメン工法とは、主に中低層建物の桁行方向に適用することを想定した扁平断面の床梁と壁柱からなるRC床梁・壁柱架構工法である。

壁柱・床梁の成は、壁及びスラブと同厚程度の300mmが目安である。

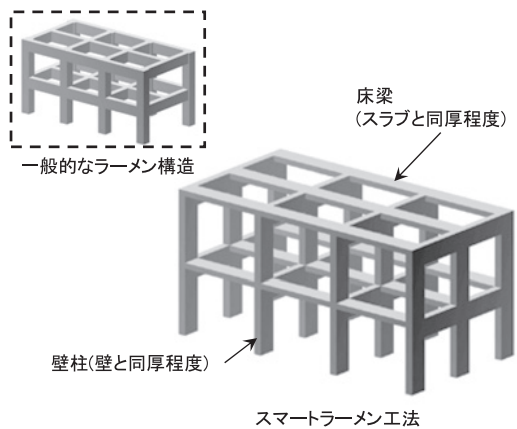


図1 スマートラーメン工法 架構イメージ

工法の特徴

(1) 梁型、柱型の現れない効率的で開放感の高い室内空間が特徴である。また耐震壁を設けずに隣接空間を繋げられるため、一般的な耐震壁付ラーメン構造より自由度の高い平面計画が可能となる。

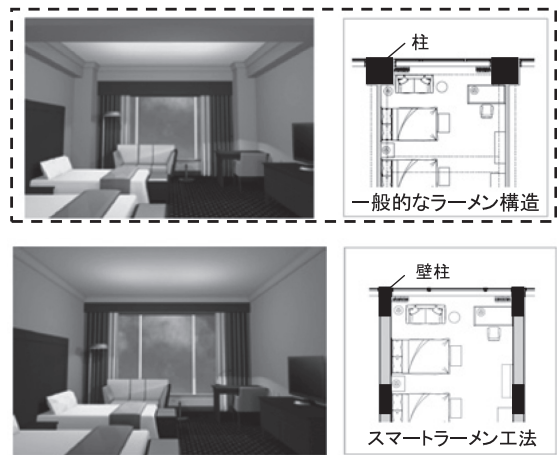


図2 居住空間イメージ (左：パース、右：平面図)

(2) 梁型が出ないため高い天井高が実現できるだけでなく、梁貫通の制約がないことから天井内の機器や配管等の配置・施工性が向上する。

また、室用途や設備機器の変更に伴う配管の更新も容易である。

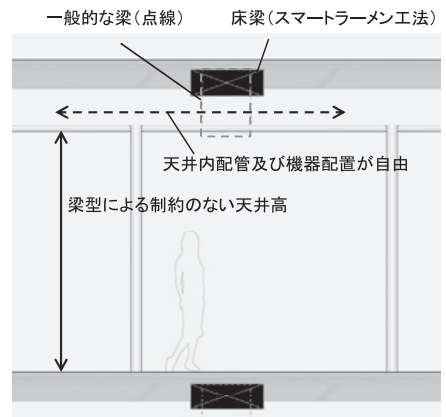


図3 断面イメージ

(3) 柱断面の小さい架構は、柱梁接合部が構造上の弱点となる。この問題に対し、スマートラーメン工法は、梁の曲げ補強筋により梁主筋の降伏位置を柱面から離すこと（ヒンジリロケーション）や接合部に高強度コンクリートを用いることで、脆性的な接合部の破壊を防止している。

また、ヒンジリロケーションによる見かけ上の梁耐力の向上も期待できる。

これらスマートラーメン工法の構造性能は、構造実験で検証し、建築技術性能証明を取得している。(GBRC性能証明 第10-3号)

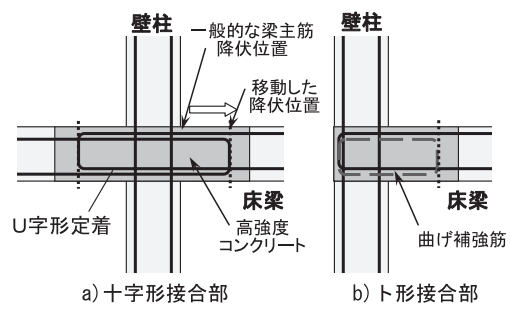


図4 接合部配筋イメージ (断面図)

適用実績

鉄筋コンクリート造2階建 診療所に適用。

快適な住空間を実現する新構法SuKKiT (スキット)

(三井住友建設株式会社)

はじめに

「開放感」と「自由度」の「合理的」な実現をコンセプトに、今回紹介する「SuKKiT (スキット)」を開発し展開中である。2009年秋にシリーズ第一弾として開発した「SuKKiT1トリプルフラットビーム (以下SuKKiT1)」は、扁平梁を用いて眺望と採光に優れた開放的な空間を実現する構法で、シリーズ最多17件の採用事例がある。

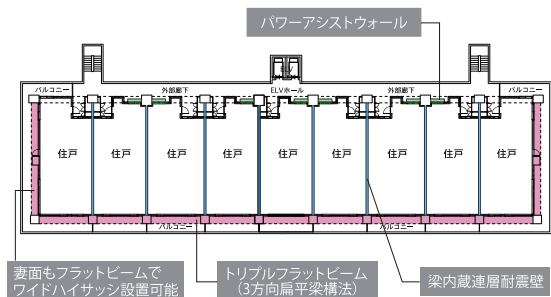


図1 SuKKiT1 基準階平面図の例

SuKKiT1トリプルフラットビーム

SuKKiT1は、15階建てまでの板状外廊下形式マンションに適用可能である。バルコニー側と両妻側にある3本の大梁を、梁成600mmの扁平梁として、階高3m未満でも2.2mのハイサッシを設置して開放的な住空間を実現できる。またサッシ高2mで階高を2.8mに抑えることで、高さ制限や日影規制に対応させる適用法もある。これは横浜や川崎で多く用いられ、高さ20m制限地域でも1階を地盤より下げずに7階建てが可能のため、マンションの事業性向上に貢献する適用法である。

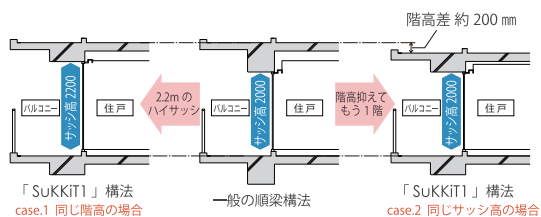


図2 構法の違いによる断面比較

これまで扁平梁採用マンションでは、梁成を増して構造耐力を調整してい

た。そのため梁幅が柱奥行より大きくなり、構造歩掛り上昇やバルコニーの避難ハッチ設置不可等の問題が生じていた。そこでSuKKiT1ではバルコニー側と外部廊下側の構造負担割合を敢えて変え、扁平梁により減じたバルコニー側構造耐力を、外部廊下に「パワーアシストウォール」を設置して補っている。これによりバルコニー側を扁平梁としながらも、柱奥行以下の幅とすることが可能となった。そのため眺望と採光に優れた住空間としながら、バルコニーに避難ハッチを支障なく設置でき、従来構法と躯体歩掛りがほぼ変わらない構造躯体を実現している。



写真1 パワーアシストウォール

柱型、梁型のない住空間の実現

「Sulatto3 Neo (スラット3ネオ)」は、バルコニー側にグリッドフレーム、外部廊下側に壁柱と床梁で構成したNeoフレームを用いて、住戸内外に柱型・梁型のないマンションを実現する構法である。眺望と採光に優れた住空間の実現は勿論、部屋内の有効空間が拡大し、サッシ幅を壁際まで広げられる。また住戸両面の梁貫通がゼロになるメリットもある。

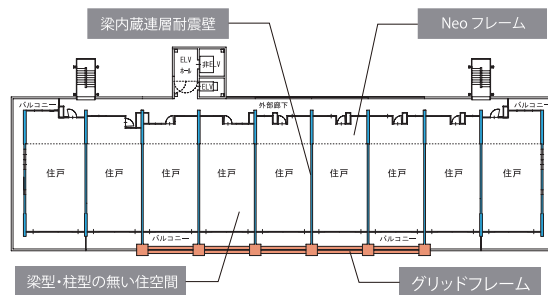


図3 Sulatto3 Neo 基準階平面図の例

SuKKiTは2010年の初採用以来、32件約4,000戸のマンションで採用され、13件約1,400戸が竣工している。

*SuKKiT: すまい (Sumai) 快適 (Kaiteki) きれい (Kirei) テクノロジー (Technology) の略語

高性能・長寿命を可能にした知的制震システム TASMO®

(大成建設)

知的制震システムTASMO®は、剛性の高い壁柱と、これを繋ぐ境界梁及び壁柱脚部のオイルダンパーにより構成される制震システムである。

空間自由度の拡大

地震時のエネルギーを吸収する部位を制震装置に集約し、ロングスパン・フラットスラブ・ポスト柱等を用い、鉛直荷重を支持する部位を完全に分離することで、自由度の高い建築計画を実現することができる。更に、柱型が室内に出てこない室内空間を実現することで、専有面積をアップすると共に、間仕切り位置や家具配置、設備計画の制約を解消することも可能である。



図1 柱型のないオフィス空間

建築デザインとの融合

部材の壁柱を外装と兼用することで、ファサードなど建築デザインと調和することができる。

高度な制震技術

地震入力エネルギーのほとんどをTASMO®に入力させる架構により、地震時の建物の固有周期を長周期化させ、制震装置が効率よく地震エネルギーを吸収することができる。よって揺れの大きさを制御できる高い耐震性能が、最小限の耐震抵抗部材で発揮できる制震技術である。

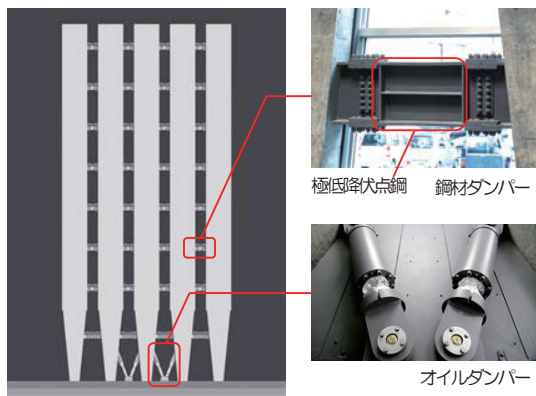


図2 制震システムの概要

環境に配慮した長寿命建築

更新性の高い建築計画・設備計画とあわせて構造架構を設計することで、供用期間の長い長寿命建築は実現される。このTASMO®では、床や境界ダンパーに測定装置を取り付け、疲労・損傷を常時モニタリングすることにより、建物全体の健全性を常に把握することができ、建物の寿命を延ばすことが可能である。

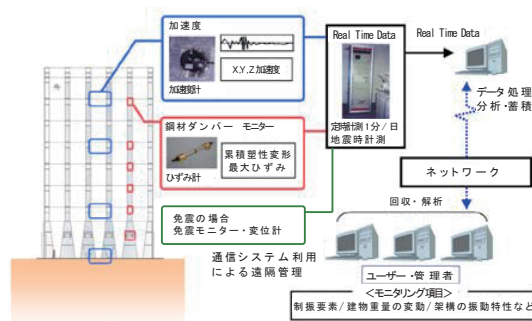


図3 モニタリングシステムの概要



大成建設(株)札幌支店ビル
札幌市中央区南1条西1丁目4



広島ビジネスタワー
広島県広島市中区八丁堀3-33



みなとみらいセンタービル
神奈川県横浜市西区みなとみらい3丁目6-1

図4 適用事例

空間配慮型のRC造扁平梁構法

(安藤ハザマ)

はじめに

鉄筋コンクリート造の梁はその幅を柱幅より狭くするのが一般的である。そのため限られた梁幅の中で必要な耐力を確保するためには太径の鉄筋や強度の高い鉄筋を用いるか、梁成を大きくする必要はある。梁成を大きくすることで、建築物に必要な耐力や剛性を確保できるが、室内空間を有効利用するという観点では好ましくない。そこで、空間に配慮した構造躯体として扁平梁構法が考えられる。

扁平梁構法の特徴

Wise-Beam（ワイズビーム）構法は柱幅よりも広い梁幅を有している扁平梁構法であり、2013年10月に日本建築総合試験所（GBRC）の建築技術性能証明（第13-13号）を取得している。扁平梁は梁成が小さく、通常の梁と比較して断面性能が不利になるため、使用するコンクリート量や鉄筋量が増加する。

図1 bに示すように扁平梁構法を用いることで明るく広い開口を設けることが可能となる。また、各階の階高を抑えることで、建築物全体の高さを低くしたり、建築物の高さに制限がある地域において、1層多くしたりすることも可能となる。このように従来の鉄筋コンクリート造と差別化を図ることができる。

Wise-Beam構法は独自の設計指針に基づいて設計されるが、建築物全体の設計法は従来と同じ

であり、柱も特に断面を変更する必要がない。扁平梁は平面的あるいは層毎に通常の梁と併用することができ、任意の箇所に用いることができる。本構法による梁幅は柱幅の3倍以下、かつ片側の張出し幅が柱幅の1.25倍以下としている。

適用可能な建築物用途

例えばWise-Beam構法を集合住宅のバルコニー側に使用することでハイサッシを設けることができ、開けた空間を提供できるようになる。また、Wise-Beam構法は直交する二方向の梁を扁平梁とすることも可能であり、一般的なRC造にも適用させることができる。例えば医療施設や生産施設のように将来的に設備機器の変更が必要な建築物においても、梁成が小さいため、配管等の取り回しが容易になるという利点もある。

今後の展開

Wise-Beam構法は、長期優良住宅などのハイグレードな集合住宅にも対応できる躯体構法である。現在までに多くの躯体構法が開発されてきたが、このような空間に配慮した付加価値の高い躯体構法のメニューを揃えることで、単なる価格競争だけでなく、顧客のニーズに応じた住環境空間を提供していきたいと考えている。

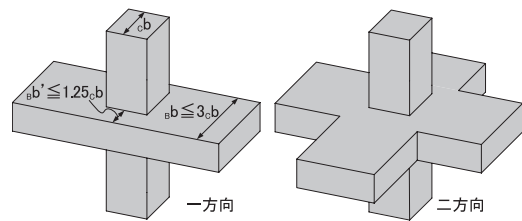


図2 扁平梁の例

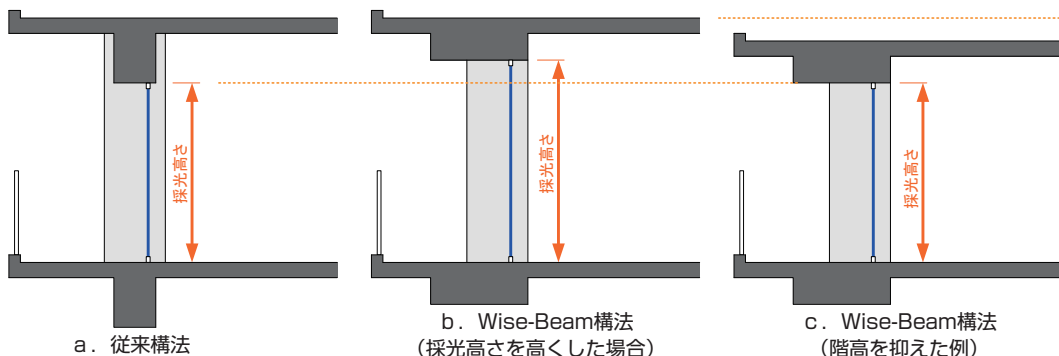


図1 従来構法との比較

4 おわりに

かつては低層の建物に限定されて用いられていた扁平断面柱、梁も、様々な工夫を実施することによって中層、高層の建物にも広く適用されていることが報告された。

詳細な構造解析、実験による確認を行って安全性を確保した構法。梁主筋の降伏位置を柱面から意図的に離すヒンジリロケーション手法により耐力を向上させる構法。高強度コンクリートを使用し、免震構造と組み合わせて安全性を確保する構法。面内方向の高い剛性を持つ壁柱と境界梁を組み合せ、オイルダンパーを付加した制震システム。今後も新しい技術を取り入れて、更なる進化が期待される。

最後に、本報告をまとめるにあたって、事例資料を提供いただいた各社の方々に改めて感謝したい。

参考) 各社ホームページの情報

●竹中工務店

TOP>情報一覧>リリース 2014年2月19日
大規模医療施設の利便性と快適性を向上させる架構システムを開発
～配管設備変更の利便性など建物のリニューアルが容易で、施設の長寿命化に貢献～

●鹿島建設

ホーム>技術とサービス>ホテル・旅館（宿泊施設）
安心・快適な空間でくつろぎたい
柱・梁が出ない空間
柱・梁が出ない「スマートラーメン® 構造」

●三井住友建設

TOP>新着情報一覧>リリース 2014年4月21日
Neoシリーズ第2弾“Sulatto 3 Neo（スラット3ネオ）”発表～住戸内に梁型・柱型が無い住空間を実現～

●大成建設

TOP>サービス・ソリューション>スペシャルサイト
耐震ネット>Library>大成の技術
知的制振システム TASMO
- Taisei Smart suppression system with Monitor -
高いエネルギー吸収力がフレキシブルな空間を生み出す、新しい制震技術。
TASMOは建物にかかる風や地震のエネルギーをすべて吸収し、揺れを緩和する究極の制振機構です。

●安藤ハザマ

トップページ>新着情報一覧>2013年>安藤ハザマ
2013年10月17日
RC造の扁平梁構法「Wise-Beam（ワイズビーム）構法」を開発し、建築技術性能証明を取得
- RC造建築物の梁せいを小さくすることで、広い空間を実現 -