第23回 国土技術開発賞 最優秀賞受賞

免制振構造を利用した壁柱架構システム TASMO/TOLABIS の開発

〔受 賞 者〕 大成建設株式会社
しのざき ようぞう こ むろ つとむ
(本稿執筆者) 篠崎 洋三, 小室 努

以下に,第23回 国土技術開発賞 最優秀 賞を受賞した「免制振構造を利用した壁柱架 構システム」を紹介します。

1. はじめに

一方,従来の建物 に採用されてきた連

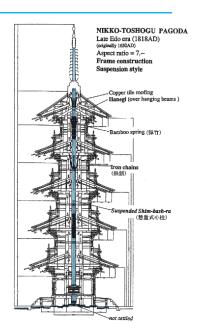


図-1 五重塔心柱

層耐震壁は柱と薄い壁板で構成される形式が多く、剛性・耐力の向上に付与するものの、単に水平剛性を高めるだけでは地震力の増大をまねき、耐震壁のせん断破壊のような脆性的断破に至ってしまう(図-2)。

そこで、筆者らは、従来の連層耐震壁に代え、壁板の厚さを柱と同厚とする壁柱を全層に配置する壁柱架構によって心柱効果を得て(図-3)、さらに免制振技術を組み合わせることで高い耐震性能を有する架構システムを開発した(図-4)。

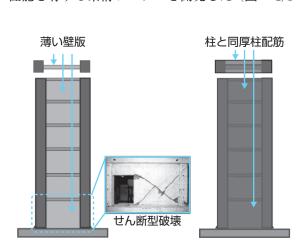


図-2 従来の耐震壁架構 図-3 壁柱架構

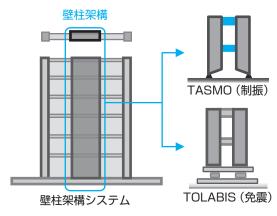


図-4 壁柱架構と免制振の組み合わせ

本架構システムは、以下の二つに分類される。

- (1) TASMO (制振タイプ)
- (2) TOLABIS (免震タイプ)

以降に、本技術の概要とその効果について述べ る。

技術概要

(1) TASMO (制振タイプ)

TAisei Smart MOnitoring system

壁脚回転性能を有した壁柱を鉄骨制振梁で連結 することで剛性を付与するとともに、大地震時の 入力エネルギーを鉄骨制振梁に集中的に吸収さ せ、建物本体の損傷を最小化するシステムである (図-5)。壁脚部の柱せいをテーパー形状とする ことによって、無理に抵抗せず過大な曲げモーメ ントを抑制し、損傷に至ることを避けている。ま た, 脚部の回転変形によって境界梁への変形を集 中させることで、より効率よくエネルギー吸収が できる。

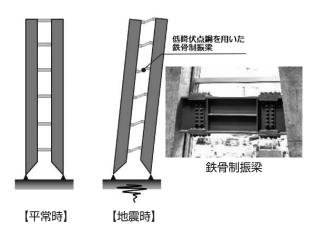
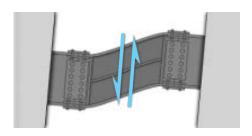


図-5 TASMO の地震時の挙動メカニズム



低降伏点鋼を採用した靱性に富む鉄骨制振梁によ って、大地震時の地震エネルギーを集中的に吸収

図-6 境界梁によるエネルギー吸収

鉄骨制振梁には高い塑性変形能力を有する「低 降伏点鋼材」を採用し(図-6),かつ,損傷度 をモニタリングすることで、地震後の建物の健全 性を把握するとともに, 万一, 当該制振部材の疲 労限界に達した場合には交換し、建物が健全であ る状態を保てるようにした。地震発生直後に、建 物の応答記録や鉄骨制振梁のモニタリング情報が インターネットで建物所有者・設計者に送られ、 建物の状態や制振梁の損傷度を定量的に確認する ことができる。

低層建物の場合, 建物コア部をこの壁柱架構で 設計することにより地震力のほとんどを受け持た せ、自由な外周部のデザインが可能となる(図ー 7)。また、本壁柱架構システムは、コア部のみな らず、外壁を兼用した外殻構造とすることも可能 である (図-8)。

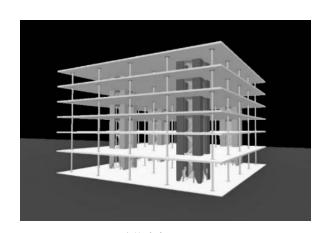


図-7 建物内部のコア TASMO

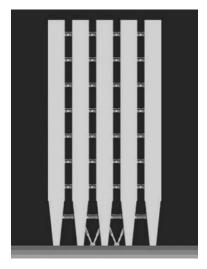


図-8 外壁を兼用した外周 TASMO

(2) TOLABIS (免震タイプ)

Taisei Outer pLAte column Building system with Isolation Story

TASMO (制振) と同様,壁柱構造を採用することにより高い建物剛性を確保し、大地震時の入力エネルギーを免震構造で集中的に吸収させるシステムである。壁柱をつなぐ境界梁は鉄筋コンクリート梁とする(図ー9)。免震構造により入力地震動を大幅に低減し、かつ、壁柱を建物外周部に配置することで、内部空間の自由度を最大限確保できる架構システムである(写真-1)。

TOLABIS のもう一つの特長は、壁柱と梁を偏心接合させることにより壁柱間にサッシュを納め、外周壁柱が外装を兼ねることで内部の有効ス

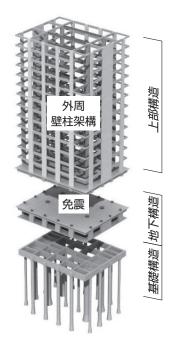


図-9 TOLABIS 架構システム概要

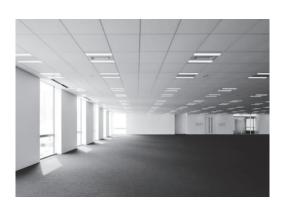


写真-1 壁柱架構によって実現する内部空間

ペースを確保できる点である(図-10)。この偏心接合によって、縦連層の美しいデザインも実現可能となる(写真-2)。

偏平な断面形状である壁柱と梁の偏心接合を実現するため、偏心量をパラメータとした実大の構造実験を行った(図ー11)。適切な接合部のボリューム確保と補強を行うことで、十分な強度と剛性が得られることを実験的に確認し、設計式を構築した。

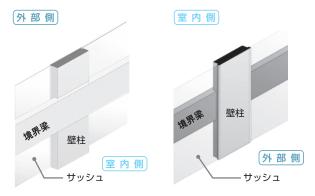
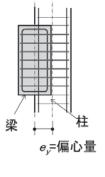


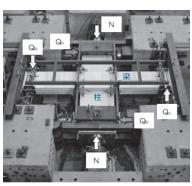
図-10 柱梁偏心接合と外装材





写真-2 縦連層の美しい外観(毎日日本橋ビル)





壁柱と RC 梁の偏心量をパラメータ とした実大実験によって性能を確認

図-11 柱梁偏心接合部の実大構造実験

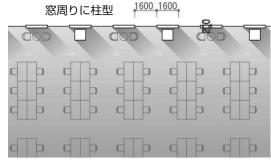
3. 技術の効果

建築計画に対する有効性として、壁柱架構を外 周部に配置する場合,内部は柱のない空間とな り、計画の自由性や更新性に富んだ空間を実現す ることができる (図-12)。柱型の出ない内部空 間の実現により、整形で広く使い勝手の良いプラ ンを実現することができる。

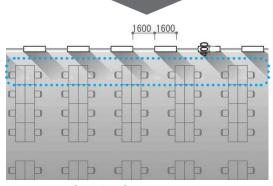
また、壁柱は外装を兼ねており、熱負荷低減の みならず、コスト低減にもつながっている。さら に,壁柱に対して梁を室内側に偏心させて接合す ることで、壁柱とサッシュを一体化して室内の有 効スペースを広げるとともに、高さ方向に連続し た美しい縦連層の外装デザインを実現できる。写 真-3, 4に TASMO と TOLABIS を適用した建 物の外観写真を示す。

おわりに

建物の耐震性能に対して、社会ニーズは「人命 保護 (人命さえ守れれば建物の損傷は許容する)」 から「BCP(機能継続)」に高まっている。本架 構形式は, それらの要求に応える代表的なシステ ムとして広く社会に公開されている。連層の壁柱 架構は、例えば熊本地震におけるパルス波動のよ うに、想定外の地震動に対して大きなロバスト性 を有している。連層の壁柱架構を利用した構造シ ステムとして、木構造との組み合わせや、さらな る超高層建物への適用など、今後も発展が考えら れる。



【一般構法】外壁+サッシュ+柱



【壁柱架構】 サッシュ+柱

図-12 壁柱架構による柱型のない室内空間



大成札幌ビル



みなとみらいセンタービル

写真-3 TASMO 適用建物



京急グループ本社



D タワー西新宿

写真-4 TOLABIS 適用建物