

二重構造による連結制振構造「デュアル・フレーム・システム」の超高層RC造建物への展開

株式会社大林組：西村勝尚、大住和正、福本義之、和田裕介



シティタワー大阪天満
(撮影：株式会社伸和)



制振装置：オイルダンパー
(撮影：株式会社エスエス大阪)

概要

免震構造や制振構造は地震時の損傷軽減のための欠くべからざる技術となりつつある。しかし、建物全体の構造性能（安全性）が免震装置に依存している免震構造では想定外の地震動に対してよりタフとなる工夫が望まれる。また、超高層建物では上部構造が長周期となるため免震効果は小さく、長周期地震動や強風時の揺れ、中小地震後のエキスパンション部での残留変形等の問題が残る。一方、数多く建設されてきた層間変形を利用したRC造制振構造では、主体構造のひび割れ等による履歴減衰が大きく、制振構造による大きな損傷低減効果は期待できない。

連結制振構造「デュアル・フレーム・システム」は、このような免震・制振構造の課題を解決した技術であり、1つの建物を固有周期が異なる2つの構造体で構成し、両者間の変形差に着目して粘性系の制振装置（オイルダンパー）で両者を連結した非常にシンプルで明快な発想のもとに生まれた技術である。この技術を高さ約155mの超高層RC造建物に適用した。（実績：竣工2件、事中5件、着工予定1件）

選評

本技術は、超高層集合住宅を対象に、既往の連結制振の概念を発展させた制振構造システムを提案・実施して、大地震時の耐震安全性を向上させる技術開発および実施を内容としている。

従来の連結制振に関する構造計画は、それぞれの構造体の固有周期の差（剛性配分比のみ）に着目したものであったが、本提案では質量配分比にも着目して改良した構造方法の提案であり、簡単明瞭ながら制振効果を大幅に向上させた技術である。建築計画的にも、中空口字型の居住部分と、空間を隔てて中空部分に立体駐車場を配置した二重構造的な配置となっており、構造計画と整合している。

本技術は、連結制振構造を利用して主構造体の地震応答レベルを一般耐震構造の場合の1/2～1/3にまで低減する耐震構造計画として、実務レベルでは先駆的なものであり、新たな方向性を示していると考えられる。ただし、本提案は作品賞ではなく、技術賞として応募されているにもかかわらず、提案技術の適用範囲に関する説明が不十分であり、各種設計因子と制振効果の関連がどこまで一般性を有するかも論理的に明示されておらず、今後の研究が必要と考えられる。

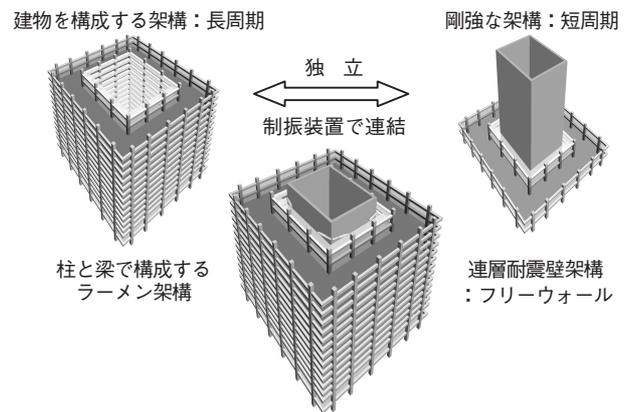
以上より、本技術は制振効果を活用した建物として、免震構造協会賞・技術賞（奨励賞）に相応しい技術開発および実施であると評価できる。

(木林長仁)

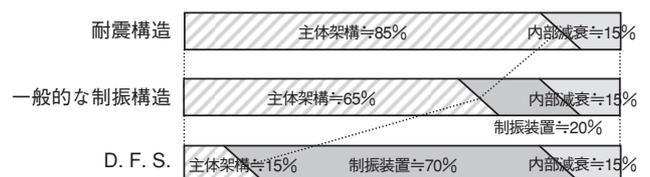
システム及び特記事項

タワー型超高層集合住宅では、一般的に眺望、開放性を重視し住戸の接空面を多く確保する計画となるため、中央部吹抜となる口の字形の平面計画となる。デュアル・フレーム・システムは、この中央吹抜部に立体駐車場を内蔵する剛強なRC造連層耐震壁架構を設け、住戸を構成する長周期化したRC造純ラーメン架構と、分離・独立した2つの架構で1つの建物を構成し、それぞれを制振装置で連結した連結制振構造である。RC造連層耐震壁架構により、2つの架構の固有周期差を大きくし、質量差を小さくし、連結制振構造の効果を高めている。多くの場合、トレード・オフの関係にある耐震性能の向上と空間のフレキシビリティを実現した建築計画に昇華した構造システムである。この技術は、次のような効果を生み出している。

- ・ リーズナブルなコストで高い耐震性能を実現：レベル2入り地震エネルギーに対する消費エネルギー：制振装置70%、主体架構15%程度。また、最大応答層せん断力係数が免震構造相当
→レベル2許容応力度設計が容易に可能
- ・ 高い耐風性能：受風架構である主体架構の風荷重を70%程度に低減
- ・ 間口の広い無柱、無梁空間を創出：平面計画のフレキシビリティ向上→建物の長寿命化
- ・ 騒音源となる立体駐車場をRC壁で囲むことによる住戸への遮音効果を増大
- ・ 2つの架構間を設備スペースに有効利用
→SI住宅対応可能
- ・ 駐車場が建物内にあり、敷地のオープンスペースを拡大およびランドスケープに寄与



デュアル・フレーム・システム (DFS) の概念図



構造種別による地震入力エネルギー消費割合概念図