

功労賞

免震構造の普及推進に尽力

須賀川勝



須賀川勝氏は、協会創立時より現在に至るまで18年間にわたり、免震構造の普及・推進に尽力され、また、日本免震構造協会の活動と発展に貢献されました。その功績は極めて顕著であり、ここに、功労賞を贈ることになりました。

主な功績

出版部会委員長（現在はオブザーバー）として、会誌「menshin」創刊号～No72号まで、発行しました。会誌「menshin」は、年4回発行し、免震建築・技術に関わる情報誌で、免震建築訪問記、設計例、部材の性能、免震関連技術等を掲載しています。機関誌として定着しました。須賀川氏は、15周年記念事業の広報部会・コンペ部会の委員長として活躍され、また普及委員会委員長としても、現在も活躍されています。

須賀川氏は、人脈広く・フットワーク良く柔軟性と、スピーディさを持ち合わせ、そのおかげで常に締め切りと背中合わせの会誌を、順調に発行し、免震普及に貢献されました。

功労賞

免震構造の普及推進に尽力

中山光男



中山光男氏は、協会創立時より2009年までの16年間にわたり、免震構造の普及・推進に尽力され、また、日本免震構造協会の活動と発展に貢献されました。その功績は極めて顕著であり、ここに、功労賞を贈ることになりました。

主な功績

1995年1月の阪神・淡路大震災の同年10月に、「免震構造入門」講習会を全国で開催し、その後、常設講習会「免震構造設計の実際」を開催し、好評を博しました。また、事業企画委員会委員長として、「免震フォーラム」を開催しました。2000年度よりスタートしました当協会の認定資格制度「免震部建築施工管理技術者」（2011年4月現在で2,629名が登録）と、2004年度よりスタートしました性能評価事業の創設の中心となり、軌道にのるまで活動されました。このふたつの事業は、現在は当協会を支える事業となりました。

中山氏は、アイデアマンで優れた指導力と決断力、実行力を備えていました。

残念なことに、中山氏は、昨年2010年11月2日に逝去されました。哀悼の意を表します。

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。

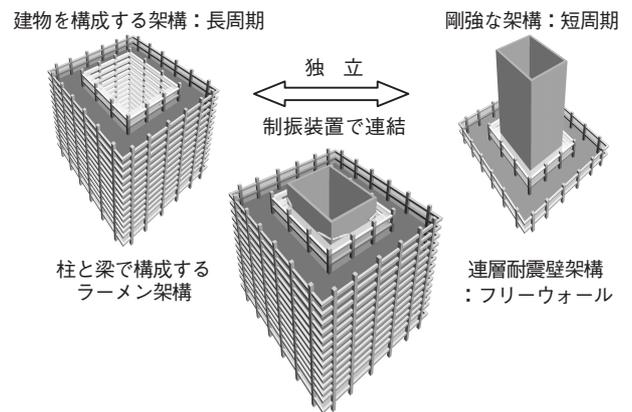
以上より、本技術は制振効果を活用した建物として、免震構造協会賞・技術賞（奨励賞）に相応しい技術開発および実施であると評価できる。

(木林長仁)

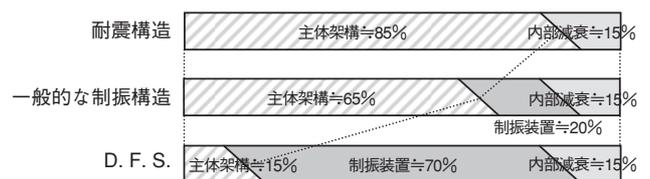
システム及び特記事項

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入力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

大林組技術研究所新本館 (スーパーアクティブ制震構造)

株式会社大林組 勝俣英雄、石川郁男、山中昌之、蔭山 満、遠藤文明



建物外観 (撮影：クドウフォト)

建築概要

建設地：東京都清瀬市下清戸4-640
 建築主：株式会社大林組
 設計：株式会社大林組一級建築士事務所
 施工：株式会社大林組東京本店
 建築面積：3,370.51m² 述床面積：5,535.38m²
 階数：地上3階 高さ：16.092m
 構造種別：鉄骨造

選評

一般的な免震構造に加力装置を加えて、建物の揺れを1/30～1/50に低減しようという野心的試みを実現した建物である。その試みは、建物と地面に設置したセンサーが地震動を感知し、コンピュータが瞬時的に求めた最適な制御力を油圧アクチュエータが加えることによって実現されている。アクティブ制御のしくみは、地動からの入力を打消すフィードフォワード制御と建物の応答を低減させるフィードバック制御の組み合わせとなっている。

アクチュエータの動力源は停電時でも働くようにアキュムレータ（蓄圧器）に大量にためられているが、震度6以上の地震では、通常の免震建物に戻るようしくまれ、また、アクチュエータからの不安定な振動を防ぐためのしくみもとられている。これらのしくみは、解析、実験などで確認されている。

免震構造を採用したことが建築計画に反映され、500φの細い高強度CFT柱が支える建物は、空中に浮いているかのように思わせる。また、室内は18m×16.2mの大スパンに、さらに大きな吹き抜けをもうけ、軽快な室内ブリッジを付け加えることにより、開放的で快適な空間となっている。

(深澤義和)

免震化した経緯及び企画設計等

本建物は、最先端の研究施設創造をコンセプトに掲げ、最高級の耐震性能を確保しつつ開放的な大空間を実現する事を構造設計の目標とした。

最高級の耐震性能は、世界で初めてスーパーアクティブ制震構造を導入することにより達成できた。さらに、超高強度材料を用いることにより、開放的な大空間を実現した。執務空間であるワークスペースの柱には、超高強度鋼（H-SA700B）および超高強度コンクリート（Fc160）を組み合わせた超高強度CFT構造を採用し、500φ柱による18mの大スパンを実現した。また室内ブリッジには、高じん性高強度モルタル「スリムクリート」を採用し、ブリッジのせいを350mmにすることができた。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

スーパーアクティブ制震構造は、免震構造をさらにバージョンアップさせた構造で、免震構造にアクチュエータによる制御を付加したシステムである。

アクチュエータは指令に基づき、地盤が動いた分だけ建物を反対方向へ動かす。その結果、建物は位置を変えることがなくなる。地面の揺れに影響されず、言わば建物が空中に静止するかなような状態を実現することができる。



ワークスペース (撮影：クドウフォト)



アクチュエータ (撮影：クドウフォト)

建築主：三菱地所株式会社 村田 修

設計者：株式会社三菱地所設計 岩井光男、山極裕史、小川一郎、野村和宣



建物外観1（撮影：小川泰祐）

建築概要

建設地：東京都千代田区丸の内二丁目6番2号
 建築主：三菱地所株式会社
 設計：株式会社三菱地所設計
 施工：株式会社竹中工務店
 建築面積：1,260.00m² 述床面積：6,212.43m²
 階数：地上3階、地下1階 高さ：23.028m
 構造種別：煉瓦組積造

選評

一度は取り壊して都市から消えたレンガビルを、約40年後に復活させ、多くの人々が訪れる美術館にする——。超高層ビルが林立する東京・丸の内エリアに登場したこの低層のレンガビルの外観は異彩をはなちながら、景観的にも都市環境的にも、ヒューマンスケールの「落ち着き感」を街に与えている。

意欲的な試みに驚かされるのは、表面にレンガを貼った「見かけのレンガビル」ではなく、人の手でレンガを一つひとつ積み上げた正真正銘の組積造ということだ。

この本物のレンガビルに、100年以上の長寿命を想定した耐震性能を持たせるため、建築主が採用したのが免震構造。地下の躯体に、鉛プラグ入り積層ゴムと積層ゴムなどによる免震部材を介してレンガビルが載る。

地震が頻発におこる昨今、建築の構造に詳しくなくても「大地震のとき、昔風のレンガ造で大丈夫なのだろうか」という不安を抱く人が少なくない。「免震構造」にすることは、美術館に訪れる利用客に安心感を抱かせる心理的な「担保」にもなっていると思う。

（増田 剛）

免震化した経緯及び企画設計等

本建物は旧三菱一号館の復元であり、J. コンドルの設計思想や当時の煉瓦造の建築技術や工法の解明、近代都市の歴史を発信する意義から明治27年の竣工時を基本にし、残された資料（当初図、解体時の調査図と写真、保存部材）に基づいてできる限り忠実にを行うことが求められた。基礎を除いて煉瓦組積造建物を煉瓦壁、木造小屋組、スレート屋根、床組、窓枠石や隅石、内装仕上げ等極力改変せず忠実に復元し、かつ今後100年程度の長寿命耐用年数を考慮し、兵庫県南部地震クラスの地震にも耐えうる最新の耐震安全性を確保するため、免震構造が採用された。また用途としては当時のオフィスとは異なり、美術館として活用されることとなった。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

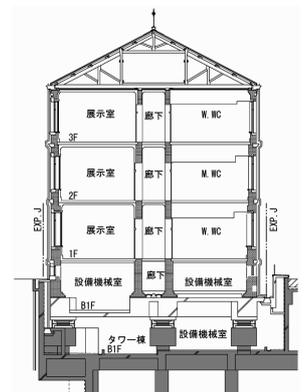
復元建物は純粋な煉瓦組積造であり、煉瓦を縦に貫通する鉄筋補強等一切ない構造である。塑性変形能力が全くないことに加え、過去に多数の被害例があるように耐震上のクリティカルは壁面外強度である。設計においては、構造実験で組積体の許容応力度を決定し、1層1スパンの実大壁の面外加力実験により面外強度を確認した。地震の上下動も考慮すると水平動の入力は極力小さく抑える必要があった。そこでRB,LRBとオイルダンパーを組み合わせた免震構造を採用し、想定する最大級の地震に対して壁脚部に極力ひび割れを生じさせないことを目標とした。免震構造にすることにより、上部構造の改変を行わず煉瓦組積造の復元を実現した。



建物外観2（撮影：村井 修）



復元1階カフェ（撮影：増田彰久）



復元断面図

建築主：富士ゼロックス株式会社 丸山 敏浩

設計者・施工者：清水建設株式会社 山田祥裕、中川健太郎、諸星雅彦、藍原弘司



みなとみらい21地区と建物外観（撮影：吉田写真事務所）

建築概要

建設地：横浜市西区みなとみらい6-1

建築主：富士ゼロックス株式会社

設計：清水建設株式会社

施工：清水建設株式会社

建築面積：11,343.12m² 延床面積135,253.62m²

階数：地上20階、地下1階 高さ：98.661m

構造種別：S造（柱CFT）、一部SRC造

選評

人と社会と環境をつなぐという企業理念を、自社のR&D拠点を建設するにあたり、建物を通して社会に実現しようという建設主の熱い意欲が感じられる作品である。このコンセプトは、フレキシビリティのある大空間のオフィス、外周回廊、スキップポイド、高い階高、高い環境性能、緑の丘などとなって建物各部に現れている。しかしながら建設地は軟弱地盤上であり、制震構造では地盤の周期を避けるのが難しい。高い耐震性能の要求もあり、長周期な免震構造の採用は必然的な解決策ともいえよう。ペDESTリアンデッキからのエントランスが3階であり、4階から上が免震の中間階免震であるが、4階の外壁をうまく下ろすことで、免震クリアランスが全く外部から見えない。免震とは思われない外観もおもしろい。建築主の建物に対する熱意に応え、設計者、施工者の努力が実った作品は免震協会賞として評価するものである。3月11日の地震には構造的被害はなく、什器・備品などの転倒や移動などもなかったと聞かすが、BCP対応として導入された構造ヘルスマニタリングシステムがどのように機能したかなども分析・報告をし、今後の参考となることを願いたい。

(古橋 剛)

免震化した経緯及び企画設計等

本建物の構造計画を行う上で、三つの解決すべき課題があった。一つは建築のコンセプトである新しい共創空間・特徴的な形態を実現すべく、構造架構形状も矩形ではなく、やわらかい曲線で構成すること。二つに埋立地による軟弱地盤であっても高い耐震性を確保し、災害時にも研究・開発拠点としての機能維持を目的とするBCPIに配慮した計画であること。そして1フロア6,000m²もの空間をフレキシビリティに富むワークスペースとするため、できる限り柱を少なくし、かつ細柱とすることであった。これら三つの課題を解決するために、中間階免震構造と高強度CFT柱を組合せた構造システムを採用した。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

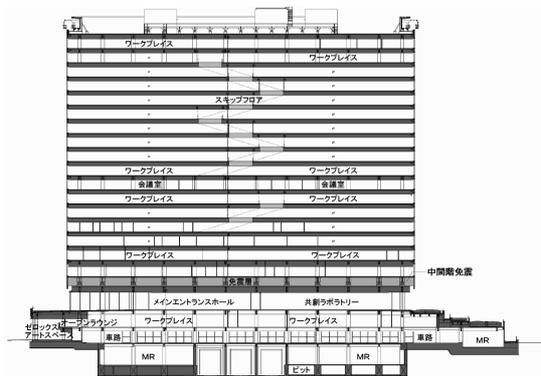
レベル2地震時における弾性設計をより確実なものとするために、鋼管に建築構造用高降伏点鋼材を用いた高耐力CFT柱を採用した。免震構造と組み合わせることで、約3,000m²のワークスペースを最小限の柱径・柱台数で実現できた。

本構造システムの採用により、耐震性能的にも経済性の面でも免震構造の有用性が発揮できた。フレキシビリティを高め、建築のコンセプトである楕円空間を無理なく、かつ合理的に実現した点も構造計画上の特徴である。



建物内観（外周縁側空間）
（撮影：NARU建築写真事務所）

緑の丘とファサード
（撮影：吉田写真事務所）



断面図

第12回協会賞 普及賞

■受賞者と受賞理由

□杉沢 充

当協会設立時の会員応募活動において、企業、大学等の研究機関に精力的に働きかけを行い、多数の賛同に尽力された。技術委員会委員として免震構造等の普及・発展に貢献された。

□小幡 学

当協会の社団法人化にあたり、法人化委員長として旧建設省と折衝し、社団法人設立に尽力された。協会理事として免震構造等の普及・発展に貢献された。

□三浦義勝

維持管理委員長として、免震構造の機能を永く維持するための維持管理基準の制定と基準書作成・発行に尽力された。免震建物の長期間の安全性を追求するなど普及・発展に貢献された。

□鈴木哲夫

基盤整備委員長として、協会事業収支の基本的考え方を構築され、現在の協会基盤を整備された。普及委員会社会環境部会の委員長として免震建物のライフサイクルコストの考え方を提案され、免震建物の普及・発展に貢献された。

□鳥居次夫

協会会誌の編集委員会では永年にわたって献身的に活動された。当協会出版の「はじめての免震建築」の編集幹事を担当するなど幅広く協会活動に協力され、免震建物等の普及・発展に貢献された。

□小山 実

協会会誌の編集委員会では永年にわたって献身的に活動された。当協会出版の「はじめての免震建築」の編集幹事を担当するなど幅広く協会活動に協力され、免震建物等の普及・発展に貢献された。

□猿田正明

協会会誌の編集、メディアWG、協会創立記念事業等で献身的に活動された。当協会出版の「はじめての免震建築」の編集幹事を担当するなど幅広く協会活動に協力され、免震建物等の普及・発展に貢献された。