

# 建物の耐震性と微振動性能を両立する マルチステップ免震<sup>®</sup>

清水建設株式会社 杉山友也、福喜多輝、片山浩一



## 概要

生産施設においても、発災後の事業継続の重要性が認識されるようになり免震構造の採用が増加している。半導体をはじめとする超精密機器製造施設では、地震時の耐震性に加え、常時の微振動を制御する高い性能が要求される。これは、水平方向に揺れやすい免震構造の基本的性質と相反する要求であり、両者の両立が求められていた。

「マルチステップ免震<sup>®</sup>」は、通常の積層ゴムに加え、剛すべり、弾性すべりの既存の3種類の免震デバイスを最適に組み合わせることで、多段階の復元力特性を持つ免震システムである。常時や微小地震時には耐震構造と同等の挙動で微振動性能を維持し、中小地震以降では免震効果を発揮するとともに、免震層の滑り出し時の過大な加速度入力を抑制する独自のメカニズムを確立した。

## 選評

「建物の耐震性と微振動性能を両立させるマルチステップ免震」は、地震国日本において長年両立が困難とされてきた耐震性能と微振動性能という相反する要求に対し、技術的に極めて完成度の高い解決策を提示した点で高く評価できる。積層ゴム、剛すべり支承、弾性すべり支承という複数の免震デバイスを最適に組み合わせ、揺れの大きさに応じて段階的に応答特性を変化させる独自の仕組みにより、常時の微振動抑制と地震時の確実な免震効果を両立している。加振試験やFEM解析、実建物での検証を通じて性能を実証し、約20年にわたり国内外14棟、延床100万㎡超の実績を積み重ねてきた点は、技術の信頼性と汎用性を明確に示すものである。近年、日本政府は2040年に国内半導体売上高を40兆円規模へ拡大する目標を掲げており、超精密生産を支える建築技術の重要性は一層高まっている。本技術は、半導体関連施設の安定操業と事業継続性を支える基盤技術として、社会的意義も極めて大きく、業績賞に相応しい成果がある。(城所 竜太)

## システム及び特記事項

「マルチステップ免震<sup>®</sup>」は、地震時の耐震性能と日常の微振動性能という相反する要求を両立させる免震システムである。一般的な積層ゴムで構成される免震システムでは、風などの微振動により生産装置にエラーを引き起こしていた。本免震システムは、この課題を解決するため、通常の「積層ゴム」、微小な揺れを抑制する「剛すべり」、免震層の動き出しを滑らかにする「弾性すべり」の既存の3種類の免震デバイスを適切に組み合わせた免震システムである。

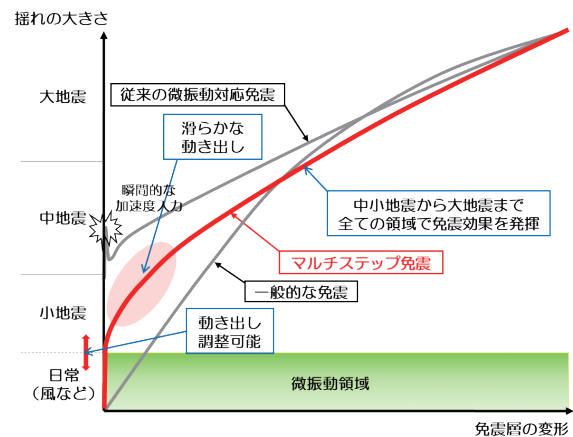
日常の風荷重などの微振動領域では、免震層の動き出しを止め、耐震構造と同等の挙動をすることで微振動性能を確保し、生産装置を微小な揺れから守る。中小地震時から、剛すべりが滑り出し、免震効果を発揮して建屋内の製造装置の損傷を防ぐ。

積層ゴムと剛すべりで構成される従来の微振動対応免震では、地震時に剛すべりが急激に滑り出し、その瞬間にパルス的な加速度入力を発生させる課題があった。本免震システムは、剛すべりと弾性すべりが段階的に滑り出すことで、免震層の滑らかな動き出しを実現し、パルス的な加速度入力を低減して、建屋内の生産装置を守ることができる。

開発にあたり、加振試験によりその有用性を確認し、微振動対応免震システムとして、清水建設技術研究所内のクリーンルーム棟での初適用を皮切りに、2006年の開発以来20年間で全14棟、100万㎡を超える実績を積み重ね、その効果を実証している。

	積層ゴム	剛すべり支承	弾性すべり支承
免震装置			
特性	水平力を受けると積層ゴムが変形する	摩擦抵抗力を超えるまでは水平力を受けても水平方向には変形しない	水平力を受けると積層ゴムが変形し、摩擦抵抗力を超える水平力ですべり出す

3種類の免震装置の特性



揺れの大きさに対する免震層の変形イメージ