

株式会社構造計画研究所：高橋 治、富澤徹弥
清水建設株式会社：須原淳二、黒澤 到
カヤバシステムマシナリー株式会社：露木保男



建物外観（撮影：株式会社構造計画研究所）

概要

近年、地震に対する備えとして免震構造や制震構造が広く普及されつつあるが、従来までの免震システムは主に水平方向の地震動に対してのみ有効なものであった。その理由として、建物の損傷は上下動よりも水平動による影響が大きいと考えられてきたことが挙げられる。しかしながら、近年では全国的な地震観測網の整備と観測センサーの精度向上に伴い、上下動についてもこれまで考えられてきたよりも影響が大きいことが明らかとなってきている。特に、遠方の海溝型地震に比べて、内陸の直下型地震では水平動と同時に大きな上下動も起こる恐れがあり、実際に2008年の岩手・宮城内陸地震では4000Gal近い上下動が観測されている。

本技術は、水平上下方向を同時に免震化する3次元免震システムを考案し、実際の建物に適用したものである。3次元免震システムは従来、床や機器免震の分野で開発され、コンピュータ室などで部分的に適用されているが、建物全体の3次元免震は世界で初めての技術である。

選評

おそらく世界初の本格的な3次元免震建物であろう。床や部屋ではなく、建物レベルで水平免震に鉛直免震を付加して3次元免震とするのはそう簡単ではない。鉛直方向の免震機構は自重に対するたわみ量やロッキング振動の問題を生じがちである。また、建物に損傷を与えるのは主として水平成分であり、鉛直成分の影響は小さいとするその必要性に関する議論もある。これらにより建物を鉛直方向に合理的かつ経済的に免震するのは困難を伴っていた。本建物では技術的には、鉛直免震装置には空気ばねを用い、対角の鉛直オイルダンパーの油室のたすき掛け配管でロッキング抑制システムとしている。また近年、震源近傍では水平地震動と同等かそれ以上の大きな鉛直動が記録されていることからその必要性を主張している。こうして達成された3次元免震建物であるが、ここで実現された技術が十分合理的かつ経済的に完成されたかと問われれば課題は残る。コスト、免震効果、新規性、維持管理性など改良点は多々あろう。しかしながら多くの困難にも関わらずこれを実建物で実現したことが評価された。誰かが最初に壁を破らなければ新しい技術は進展しない。今後の発展に期待する技術賞である。

(古橋 剛)

システム及び特記事項

3次元免震システムは積層ゴム、空気ばね、スライダーで構成する3次元免震装置とロッキング抑制装置との組み合わせからなる。これらを地下ピットに設置して低層集合住宅全体を3次元免震化している。横揺れ対策として積層ゴム、縦揺れ対策として空気ばねを採用し、両方向の装置を組み合わせることによって生じる課題に対して、せん断力を伝達しながら上下方向への摺動を行う仕組み（スライダー）、上下運動を許容しながら建物のロッキング動を抑制する仕組み（ロッキング抑制装置）を考案している。建物は空気ばねにより支持され、着座状態から+100mm位置を規定状態とし、長期使用時は自動レベルング装置によるコンプレッサーからの空気供給で常に一定の高さを保つ機構を備えている。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の観測記録では、地表面の入力加速度の最大値は水平方向で89.5Gal、上下方向で45.9Galであったのに対し、1F床の最大応答加速度は水平方向49.9Gal、上下方向33.1Galとなっており、時刻歴加速度波形の最大値で比較すると、入力に対して、水平方向で44%、上下方向で28%程度低減され、3次元免震システムの効果が実証された。

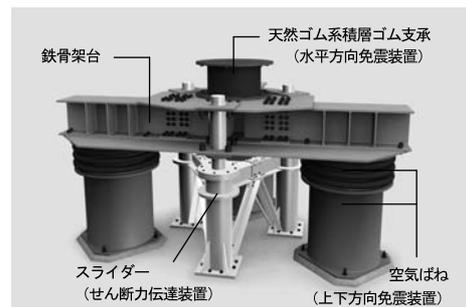


地下ピットの様子



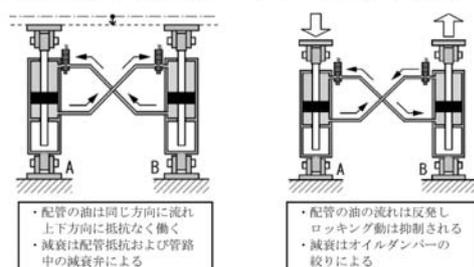
建物断面図

(撮影：株式会社構造計画研究所)



3次元免震装置

上下動に対して（稼働可能） ロッキング動に対して（稼働不可→抑制）



ロッキング抑制装置の仕組み