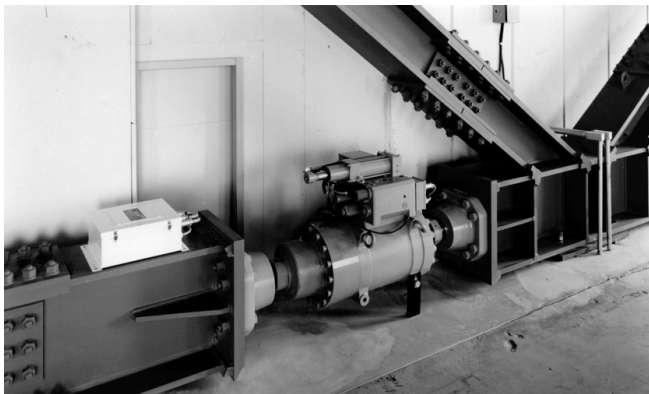
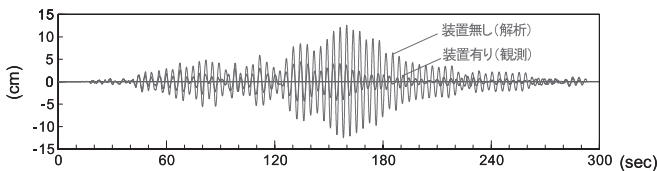


エネルギー吸収効率を最大化する ON/OFF制御型オイルダンパの開発と実用化

鹿島建設株式会社：栗野治彦、山田俊一、田上 淳
清水 幹、松永義憲



セミアクティブ型装置の設置状況（撮影：佐藤翠陽）



30階建て超高層建物の建物頂部変位の例

概要

本技術は、1990年代に入って普及が進んだ建築構造用オイルダンパ技術をベースにしなが、ON/OFF作動のための単純な機構をダンパに付与するだけで応答低減性能の飛躍的向上を実現した、画期的な制震オイルダンパである。実質的なブレース剛性の不足に陥りやすいスレンダーな超高層建物において従来型ダンパを大きく上回る減衰効果を実証的に見込めるほか、建物周期に応じた減衰特性調整などが不要で適用範囲も広く、地震から風揺れまで広い範囲の振動に対する高い制震性能と優れた実用性・汎用性を両立させている。

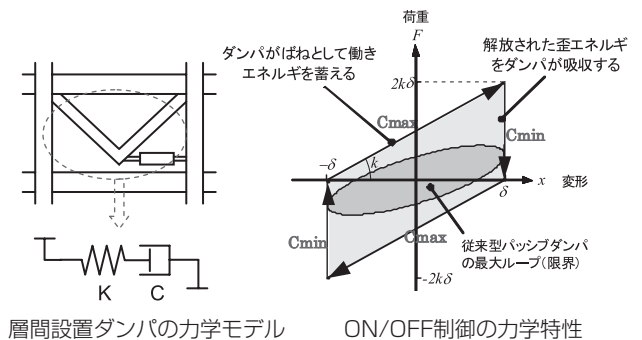
選評

一般的にパッシブ型のオイルダンパの減衰係数には理論的に最適値が存在し、その効果は取付け部の剛性の影響を受ける。これに対し本技術は、減衰係数を最大/最小の2段階に切り替えるだけで吸収エネルギー量が最大となる制御が可能であることに着目したものである。具体的にはダンパ左右の油圧室を連結する流路に設けた電磁弁を開閉し、歪エネルギーの蓄積および熱としての吸収を繰り返すことで、振動数依存性がなく設置条件に応じて自動的に最大のエネルギー吸収性能を発揮する。こうして開発されたセミアクティブ型のダンパは、性能確認実験による検証を経て多くの建物に採用され効果が確認されている。さらにチームは継続して改良に着手し、バッファ部の圧力をセンサと制御弁駆動力両方に利用することにより、電力を用いることなく前例と同等の効果をもたらすダンパの製品化に成功している。減衰係数を制御することでエネルギー吸収限界を乗り越えるというアイデアによって理論を現実の部材として具体化し、検証実験を経て多くの建物に応用したほか、さらに研鑽を重ねて改良型の開発にも成功している。このあくなきチャレンジ精神とそれによって生み出されたダンパの独創性は技術賞にふさわしいと考える。

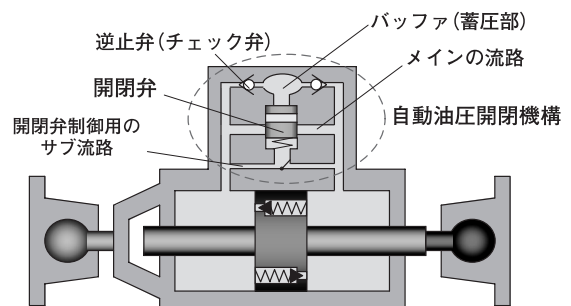
(小堀 徹)

システム及び特記事項

オイルダンパを建物の層間にブレース等を介して設置する場合、その力学特性は減衰要素Cとばね要素Kを直列結合した、Maxwell型モデルで表わされる。この系の減衰性能はCとKの関係から上限付けられ、特にKの実効値を大きく設定し難い超高層建物などでは、十分な減衰性能が得られず、ダンパ付建物の制震設計を苦しめてきた。この限界を打破することが本技術の開発命題であったが、その決め手になったのが、建物の振動状況に応じて減衰係数を最大/最小に切り替える新考案の「ON/OFF制御」である。本手法では、装置は振動中は弁を閉じて減衰係数を最大に保持し、振動エネルギーをばね要素に蓄えておく。そして、振動の向きが反転した瞬間に弁を一時的に開いて減衰係数を最小にする。すると、これまでばね要素に蓄えられていた歪エネルギーが急速に開放・除荷され、効率よく熱として吸収・消散される。このプロセスを半周期ごとに繰り返すと、その系が発揮し得る履歴ループの面積は、従来型ダンパの減衰係数を最適に調整した時（＝従来型の上限性能）の2倍以上となり、減衰性能の飛躍的向上が図られる。この動作を実現する具体的な装置として、セミアクティブ型およびパッシブ型の2種類を実用化し、超高層建物を中心に既に多くの建物に適用した。また、適用建物の一部では、大規模な強制加振実験や地震・風観測もっており、当技術の有効性と優れた性能は、多面的に時間をかけて検証されている。



層間設置ダンパの力学モデル ON/OFF制御の力学特性



パッシブ型装置の内部機構概念図