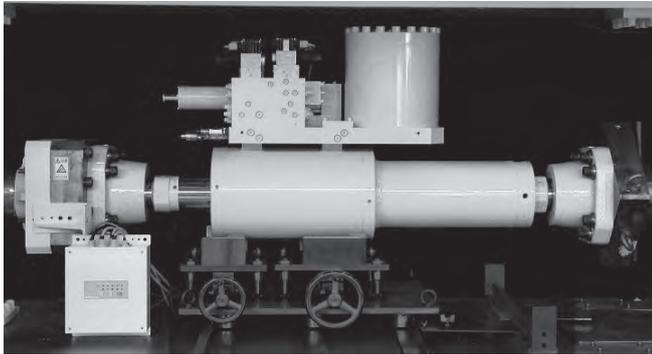


エネルギー回生を導入した 高効率制震オイルダンパの開発と実用化

鹿島建設株式会社：栗野治彦、福田隆介、田上淳
センクシア株式会社：銭志偉



エネルギー回生式オイルダンパ（撮影：株式会社アルモ設計）

概要

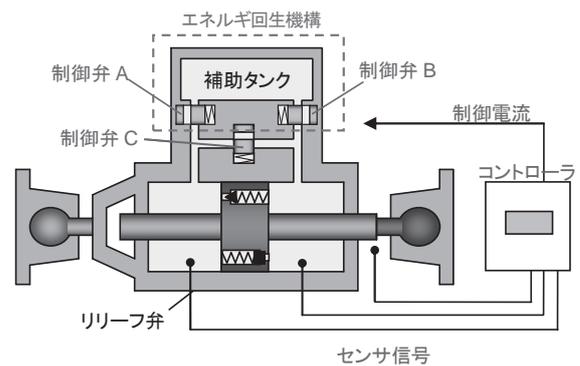
本技術は、2010年に当協会賞（技術賞）を受賞した「ON/OFF 制御型オイルダンパ」をベースに、その後の弛まぬ技術開発により大幅な性能向上を果たした画期的なオイルダンパである。更なるステップアップの鍵は独創的な「エネルギー回生機構」の導入にある。振動エネルギーを一旦補助タンク内の油の歪エネルギーとして回収し、ダンパ変形を拡大するアシスト力として再利用することにより、限界かと思われた前身技術の更に2倍ものエネルギー吸収効率の実現に成功した。20年近い実績を誇るセミアクティブ技術のノウハウを最大限活用することで、信頼性とコストを高次元で両立させただけでなく、フェイルセーフ時の性能も大幅に向上している。長周期地震動を含む大地震から風揺れまで極めて広い外乱に対して最高レベルの性能と高い信頼性を兼ね備えた本制震システムは、2017年時点で既に8棟もの超高層建物に採用が決定している。

選評

ダンパには多くの種類があるが、オイルダンパはその中で小振幅から大振幅まで対応できて適用範囲が広い。しかし、設置する場所の制約や、構造システム全体のバランスから、これまでのパッシブ型のダンパでは十分な性能が発揮できない場面も多かった。応募者らは、減衰係数可変型のオイルダンパを1999年に開発し、適用した多数の建物で実験や観測により効果の検証を行っている。本応募技術は、こうした多数の実績や経験に基づいて開発されたもので、エネルギー回生技術の導入により、前述の減衰係数可変型ダンパの約2倍に達する効率を実現したセミアクティブオイルダンパである。エネルギーの回生過程において、電気への変換をすることなく、振動エネルギーを一旦補助タンク内の油の歪エネルギーとして蓄え、再利用している。エネルギーロスを最小限に抑え、かつ機構をシンプルなものとする優れた提案である。電力供給が途絶された場合には、減衰係数可変型オイルダンパに機械的に切り替える仕組みを持ち、フェイルセーフにも万全な配慮がなされていて、制振構造の高度化に大いに資すると判断した。（三田 彰）

システム及び特記事項

建物の層間にブレース等を介して設置されたオイルダンパの力学特性は Maxwell モデルで表される。このモデルの減衰性能は剛性により上限付けられるが、実際の高層建物では実効的な剛性不足により十分な減衰性能が得られない場合が少なくない。本技術の前身「ON/OFF 制御型オイルダンパ」は、左右のシリンダ室を連結する流路に備えた制御弁を開閉することで、与えられた剛性条件下でエネルギー吸収効率を最大化するものであった。本技術は、前身のシステムに補助タンクと2つの制御弁を追加した構成となっており、これに伴う力学モデルの4要素化が Maxwell モデルの限界を超えるエネルギー吸収を実現する。振動中は全ての制御弁を閉じて歪エネルギーをブレース等に蓄える点は従来通りであるが、振動の折返し点で制御弁を A → C → B と連続的に開閉することにより、蓄えられていたエネルギーの一部を補助タンク内の油の歪エネルギーとして一旦回収し、それを反対側のシリンダ室に送り込むことでダンパの変形を層間変位以上に拡大できる。これにより ON/OFF 型ダンパの約2倍、一般のオイルダンパの実に4倍に達するエネルギー吸収効率を実現される。電気系・制御系を含む使用部品は20年近い実績を誇るものばかりであるが、万一の断電時にはパッシブ作動の ON/OFF 型ダンパに自動的に（機械的に）切り替わるフェイルセーフ機能も内蔵している。また、防水・防火カバー等により、屋外を含めた様々な環境に対応可能であり、汎用性、適用範囲は極めて広い。



エネルギー回生式オイルダンパの内部機構概念図

