

(継続提案)

N0.	19	技術開発提案名	長時間・長周期地震動を受ける超高層建築物の新しい制振構造システムの開発		
事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>国立大学法人豊橋技術科学大学</li> <li>株式会社熊谷組</li> <li>西松建設株式会社</li> <li>佐藤工業株式会社</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>前田建設工業株式会社</li> <li>株式会社安藤・間</li> <li>戸田建設株式会社</li> </ul>		
技術開発経費の総額(予定)	約 18 百万円	技術高度化の期間	平成 27 年度	～	29 年度

住宅等における環境対策や健康向上に資する技術開発  
 住宅等におけるストック活用、長寿命化対策に資する技術開発  
 ■ 住宅等における防災性向上や安全対策に資する技術開発

**背景・目的**

東日本大震災では、長時間・長周期の地震動によって、固有周期の長い超高層建築物が共振により大きく揺れて、非構造部材等に被害が発生した事例が多く見られた。近い将来に発生すると考えられる南海トラフ巨大地震では、東京・名古屋・大阪等の大都市において、規模の大きな長時間・長周期の地震動が発生することが懸念されており、超高層建築物の安全対策が急務である。超高層建築物の長周期地震動対策としては、柱・梁の内部に斜材（ブレース）として制振ダンパーを組み込むことが一般に行われているが、ブレースでは建物の各層のせん断変形を抑える効果はあるものの超高層建築物の曲げ変形を抑えることができない問題がある。

そこで、本提案では、構造物に設置された滑車を往復するようにワイヤを張り、ワイヤの端部にダンパーを設置する安価かつ設置自由度の高い新たな制振構造システムを開発する。開発する制振構造システムでは、ワイヤを伸ばすことで複数の層やスパンをまたいで変形を制御することができ、超高層建築物のように曲げ変形が卓越する背の高い構造物の地震時の揺れを低減する方法として効果が期待できる。また、本技術の実用化により、既存および新築の超高層建築物の長周期地震動対策が促進されることが期待される。

■技術開発の概要

①開発する制振構造システムの概要

本提案で開発する制振構造システムの概要を図1、図2に示す。図1は、地面と構造物の頂部にワイヤを張設する構成の例であり、図2は構造物の架構内にワイヤを張設する構成の例である。図1の構成は、超高層建築物のように、曲げ変形が卓越する背の高い構造物の揺れを抑えるのに適している。一方、図2の構成は、従来の制振ダンパーと同様に、ブレースとして構面のせん断変形を抑えるのに適している。ワイヤは複数のスパンや層をまたいで設置できるため、図1や図2に示す以外の様々な構成が可能であり、制振システムの設置自由度が高い特徴がある。

基本構成は、ダンパー部、滑車部、それらをつなぐワイヤ部であり、動滑車の原理から構造物の揺れによるダンパーの移動量を増幅させることで、減衰力の小さな安価なダンパーでも減衰力の大きな高価なダンパーと同等のエネルギー吸収性能を確保することができる。

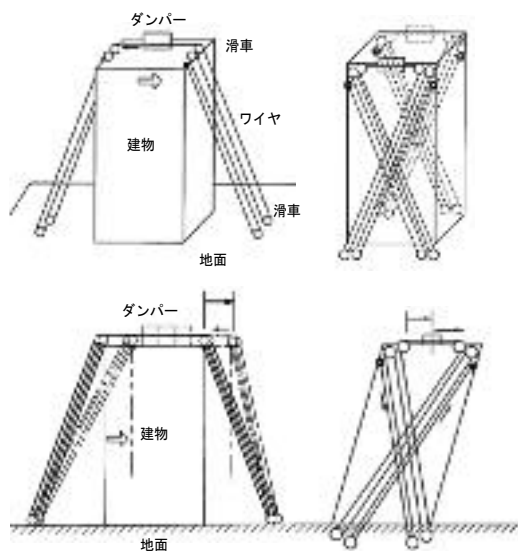


図1 地面と構造物の頂部に張設する構成の例

**【提案する制振構造システムの原理】**  
 滑車群の間を往復するようにワイヤを張設し、もう一端をダンパーに接続する。建築物が移動すると、滑車群が移動することでワイヤの移動量は往復するワイヤの本数分のN倍に増幅される。一方、ダンパーの減衰力はN倍に増幅されて動滑車に作用する。

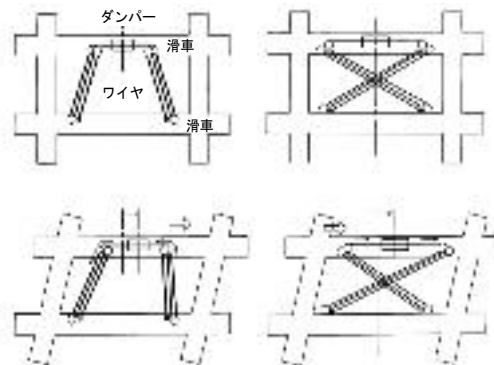


図2 構造物の架構内に張設する構成の例

■研究計画の概要

本技術開発の期間を3年に設定し、1年目に制振構造システムの要素実験と基本特性把握を行う。2年目以降に制振構造システムのプロトタイプを作り、振動台実験によって効果を検証する。3年目に開発した制振構造システムを実際の構造物に設置する試設計と実証解析を行い、実用化の道筋を付ける。

□平成27年度：「制振構造システムの要素実験と基本特性把握」

制振構造システムの性能に及ぼす要因として、とくに滑車とワイヤの摩擦の影響や動滑車による増幅効果に着目し、小型振動台を用いた模型実験や実大規模の要素実験を実施し、数理モデルを構築した。また、実用化に不可欠な打診によるワイヤの張力管理方法を検討した。

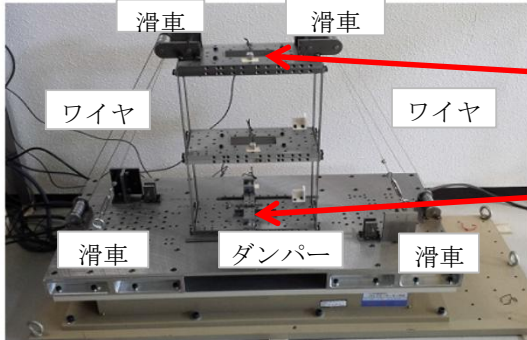


図3 小型振動台を用いた模型実験の実施

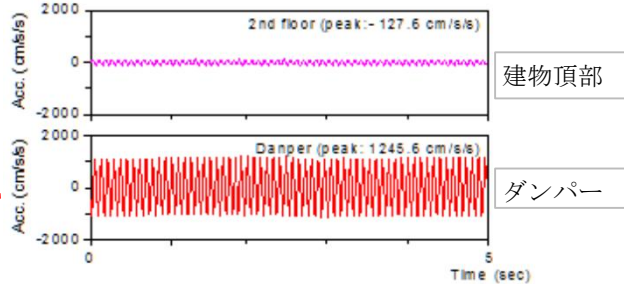


図4 建物頂部とダンパー部の加速度波形  
(動滑車によって、ダンパー部の動きが建物頂部の動きの10倍に拡大された)

□平成28年度：「制振構造システムの振動台実験と設計方法の開発」

超高層住宅のコア構造物（駐車タワー）と周辺架構（住宅部）を模擬した試験体に本提案で開発する制振構造システム（ダンパーなし）を設置し、ワイヤの張設方法や滑車連数を様々に変えて振動台実験を行い、試験体各部の変形や加速度、ワイヤの軸力・たわみ等を測定した。また、制振構造システムの力学的な構成式を誘導し、建築物の設計に使える地震応答解析ソフトウェアを開発した。

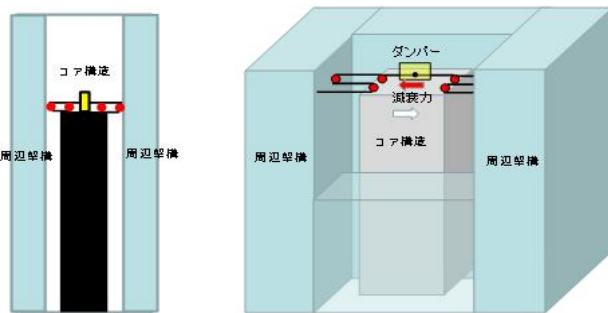


図5 開発する制振構造システムの概念

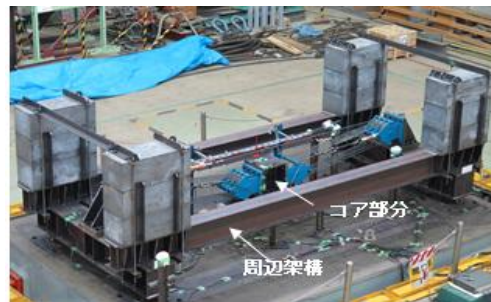


図6 振動台実験の実施

□平成29年度：「ダンパーを組み込んだ振動台実験の実施と実建物の試設計による実用化検討」

昨年度の振動台実験により、超高層住宅のコア構造物と周辺架構の間に制振構造システムを設置できる可能性が確認されたことから、本年度は、さらに試験体にオイルダンパーを設置した実験を行い、地震時の応答低減効果を確認する。また、本制振構造システムを実際の超高層住宅に適用する試設計と地震応答解析を行い、その効果を解析的に実証し、製品化への道筋を付ける。

■研究体制

制振構造システムの装置改良のための要素実験や振動台実験は、主に民間建設会社の技術研究所が有する構造実験施設において行う。豊橋技術科学大学は要素実験の一部と、数理モデルの構築や設計法の開発を主に担当する。また、試設計の実施は、民間建設会社が主に担当する。

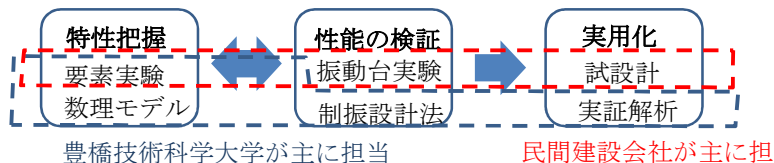


図7 研究体制・研究分担の概念図

総評

コア部を有する超高層建築物において、コア部と周辺架構をワイヤーで連結する制振システムを提案する技術開発として過年度に採択された継続事業の提案であり、計画通りの進捗が確認されたことから、引き続き実施するべきものと評価する。