

技術開発成果報告書

事業名 ・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	課題名 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																					
1. 技術開発のあらまし (1) 概要 本研究では、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地震時の揺れを低減する方法として、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提案し、その実用化に向けた装置の開発、地震応答解析のための構成式の誘導、振動台実験による効果の検証、設計法の構築を行った。																						
(2) 実施期間 平成27年度～平成29年度																						
(3) 技術開発に係った経費 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">技術開発に係った経費（実施期間の合計額）</td> <td style="text-align: right;">18,000千円</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">補助金の額（実施期間の合計額）</td> <td style="text-align: right;">9,000千円</td> </tr> </table>		技術開発に係った経費（実施期間の合計額）	18,000千円	補助金の額（実施期間の合計額）	9,000千円																	
技術開発に係った経費（実施期間の合計額）	18,000千円																					
補助金の額（実施期間の合計額）	9,000千円																					
(4) 技術開発の構成員 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">齊藤 大樹</td> <td style="width: 30%;">豊橋技術科学大学</td> <td style="width: 50%;">建築・都市システム学系 教授</td> </tr> <tr> <td>前川 利雄</td> <td>株式会社 熊谷組</td> <td>技術研究所 主管研究員</td> </tr> <tr> <td>龍神 弘明</td> <td>前田建設工業 株式会社</td> <td>技術研究所 主管研究員</td> </tr> <tr> <td>境 茂樹</td> <td>株式会社 安藤・間</td> <td>技術研究所 建築研究第一部長</td> </tr> <tr> <td>金川 基</td> <td>西松建設 株式会社</td> <td>技術研究所 建築技術グループ 上席研究員</td> </tr> <tr> <td>西村 英一郎</td> <td>戸田建設 株式会社</td> <td>技術開発センター 技術創造ユニット 構造チーム</td> </tr> <tr> <td>内川 誠</td> <td>佐藤工業 株式会社</td> <td>建設事業本部 構造設計部 課長</td> </tr> </table>		齊藤 大樹	豊橋技術科学大学	建築・都市システム学系 教授	前川 利雄	株式会社 熊谷組	技術研究所 主管研究員	龍神 弘明	前田建設工業 株式会社	技術研究所 主管研究員	境 茂樹	株式会社 安藤・間	技術研究所 建築研究第一部長	金川 基	西松建設 株式会社	技術研究所 建築技術グループ 上席研究員	西村 英一郎	戸田建設 株式会社	技術開発センター 技術創造ユニット 構造チーム	内川 誠	佐藤工業 株式会社	建設事業本部 構造設計部 課長
齊藤 大樹	豊橋技術科学大学	建築・都市システム学系 教授																				
前川 利雄	株式会社 熊谷組	技術研究所 主管研究員																				
龍神 弘明	前田建設工業 株式会社	技術研究所 主管研究員																				
境 茂樹	株式会社 安藤・間	技術研究所 建築研究第一部長																				
金川 基	西松建設 株式会社	技術研究所 建築技術グループ 上席研究員																				
西村 英一郎	戸田建設 株式会社	技術開発センター 技術創造ユニット 構造チーム																				
内川 誠	佐藤工業 株式会社	建設事業本部 構造設計部 課長																				
(5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 なし 発表した論文 <ol style="list-style-type: none"> 1. 2019年3月 構造工学論文集（豊橋技術科学大学 齊藤大樹ほか） タイトル：滑車装置を用いた制振構造システムの実験的研究ーダンパーを組込んだ連結制振構造の要素実験 2. 2018年7月 日本建築学会大会梗概（豊橋技術科学大学 齊藤大樹ほか） タイトル：滑車装置を用いた制振構造システム（その1～その11） 3. 2017年8月 IGNITE 国際会議（豊橋技術科学大学 齊藤大樹ほか） タイトル：Small Scale Test for Seismic Response Control Structure Using Block & Tackle 																						

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

提案する制振構造システムの特徴として、ワイヤは軽く長さの調整ができるため、複数の層やスパンにまたがって張設することで曲げ変形を含む建物全体の変形を抑えることができる。類似のシステムは他になく、成果の先導性は大きい。また、安価な（小さな制御力の）ダンパーでも、移動量を増やすことで、高価なダンパーと同等のエネルギー吸収量が発揮できるなど、経済性・実用性が高い。

(2) 技術開発の効率性

民間建設会社では、技術研究所が有する構造実験施設を活用した大型振動台実験の実施や、制振構造システムの試設計など、実用化に向けた研究開発を担当した。一方で、大学では、制振構造システムを解析プログラムに組み込む数理モデルの開発や小型振動台実験など、理論的な研究開発を担当し、役割を分担した。研究資金は、おもに構造実験の材料費・人件費に使用し、提案する制振構造システムの効果検証を行うことができた。

(3) 実用化・市場化の状況

振動台実験による制振効果の確認や張力管理方法の提案、設計用の解析ソフトウェアの開発、実用化に向けた試設計と地震応答解析による効果検証を行ったが、実用化・市場化の課題として、滑車が接続する部材の剛性や耐力の評価方法、ワイヤ張力を維持する方法、ワイヤの張り替え方法などが明らかになった。今後、本制振システムの適用対象を天井等の軽量非構造部材に広げることで、市場化が可能と考えている。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

制振構造システムの数理モデルを開発し、設計用の解析ソフトウェアに組み込みが完了した。また小型および大型振動台実験により、制振効果も確認できている。ただし、試設計により、滑車部分に作用する制振力に対する取り付け部の剛性や耐力の確保が難しいことが明らかとなった。技術開発終了後に、天井等の軽量非構造部材を対象に本制振システムを適用する研究を進めている。

(5) 技術開発に関する結果

- ・ 成功点
 - ・ 振動台実験により、地震時の建物揺れを抑制する制振効果が確認された。
 - ・ ワイヤの打診によるワイヤ張力管理方法を提案した。
 - ・ 制振構造システムの数理モデルを開発し、設計用の解析ソフトウェアに組み込みが完了した。
 - ・ 試設計を行い、地震応答解析により制振効果を検証した。

- ・ 残された課題
 - ・ 直交方向の揺れに対する制御方法
 - ・ 滑車が接続する部材の剛性や耐力の評価方法
 - ・ ワイヤ張力が経年で抜ける場合に、張力を維持する方法
 - ・ ワイヤの張り替えなど現場での作業計画

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

開発された制振構造システムは、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システムである。今後、天井などの非構造部材や立体倉庫などの軽量の設備構造物に適用範囲を広げることで、装置の軽量化とコストの低減を図り、製品化を目指す予定である。