

平成29年度 住宅・建築物技術高度化事業

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

(安全対策等分野)

(平成27～29年度)

豊橋技術科学大学 (株)熊谷組 前田建設工業(株)
(株)安藤・間 西松建設(株) 戸田建設(株) 佐藤工業(株)

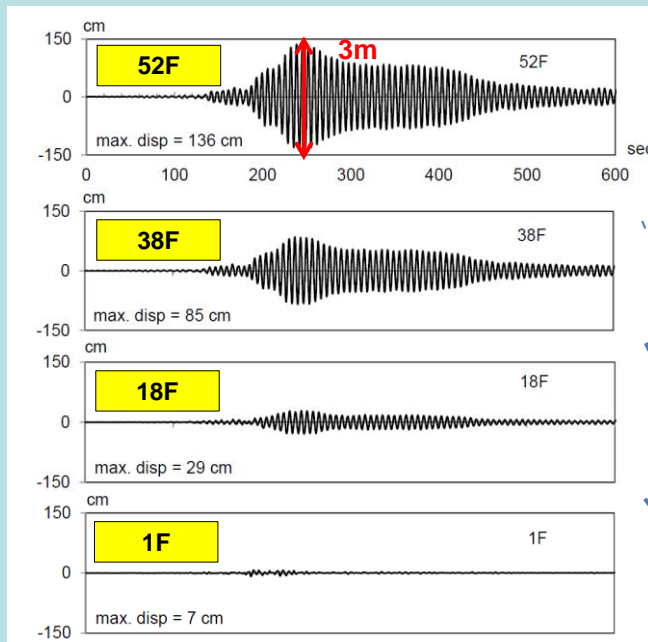
技術開発の概要

長時間・長周期地震動による超高層建築物の揺れを低減する方法として、構造物にワイヤと滑車でダンパー装置を接続し、動滑車の原理によりダンパーの減衰効果を高める新しい制振構造システムを開発する。

1. 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、**超高層建築物**が大きく揺れて、非構造部材等に被害が発生した事例が多く見られた。近い将来の**南海トラフ巨大地震**では、さらに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。
- 超高層建築物は、曲げ変形が卓越するために、**従来のせん断変形に依存するブレース型の制振ダンパー**では十分に揺れを抑えることが**難しい**問題がある。
- そこで、本技術開発では、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開発する**。

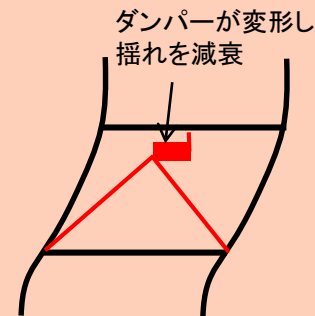
技術開発の必要性、緊急性



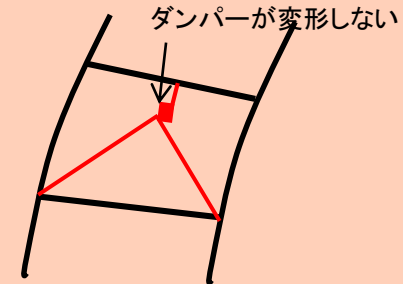
東日本大震災では、**長時間・長周期の地震動**によって、**超高層建築物**が大きく揺れて、非構造部材等に被害が発生した事例が多く見られた。近い将来の**南海トラフ巨大地震**では、さらに規模の大きな長時間・長周期の地震動が発生することが懸念されており、**超高層建築物の安全対策が急務**である。

東日本大震災により最上階で3m近い揺れを観測した大阪の超高層オフィスビル(観測記録: 建築研究所)

そこで、本技術開発では、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新しい制振構造システムを開発する。



せん断変形



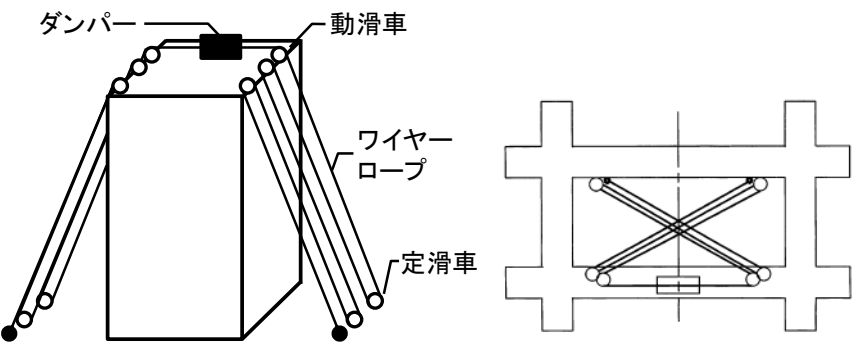
曲げ変形

超高層建築物は、曲げ変形が卓越するため、従来のせん断変形に依存するブレース型の制振ダンパーでは十分に揺れを抑えることが**難しい**問題がある。

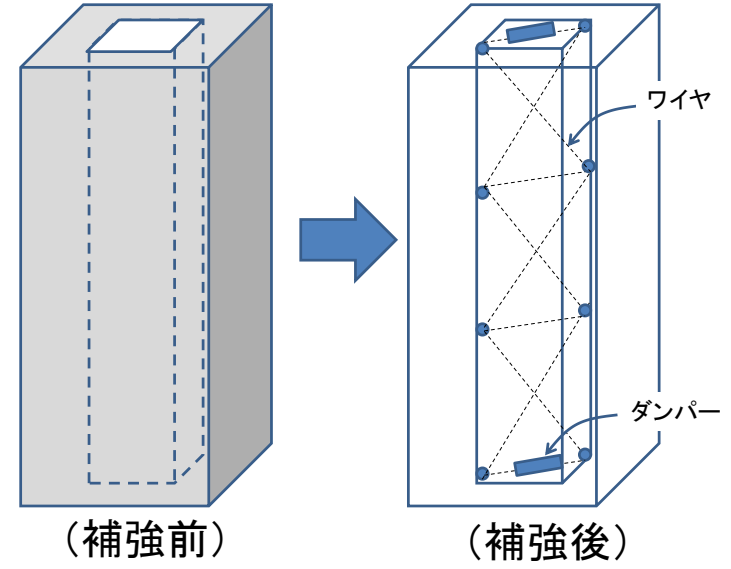
技術開発の概要

動滑車・ワイヤ・ダンパーからなる新しい制振構造システムの開発

基本構成



様々な設置方法が可能



動滑車を用いてワイヤの移動量を拡大し、ダンパーの減衰量を格段に大きくして制振効果を増大する。

既存の超高層マンションへの適用イメージ

実用化への課題

- 滑車とワイヤの摩擦、ワイヤ自体の重さやたわみ、高振動数の揺れによるワイヤの暴れ、温度によるワイヤの伸縮などの影響の把握
- ワイヤの弾性変形を減らす工夫(最適な素材の選択など)
- 設計目標に応じた最適な制振構造システムの構成(滑車、ワイヤ、ダンパーの配置)に関する設計方法の開発

H27年度の採択に当たっての附帯条件

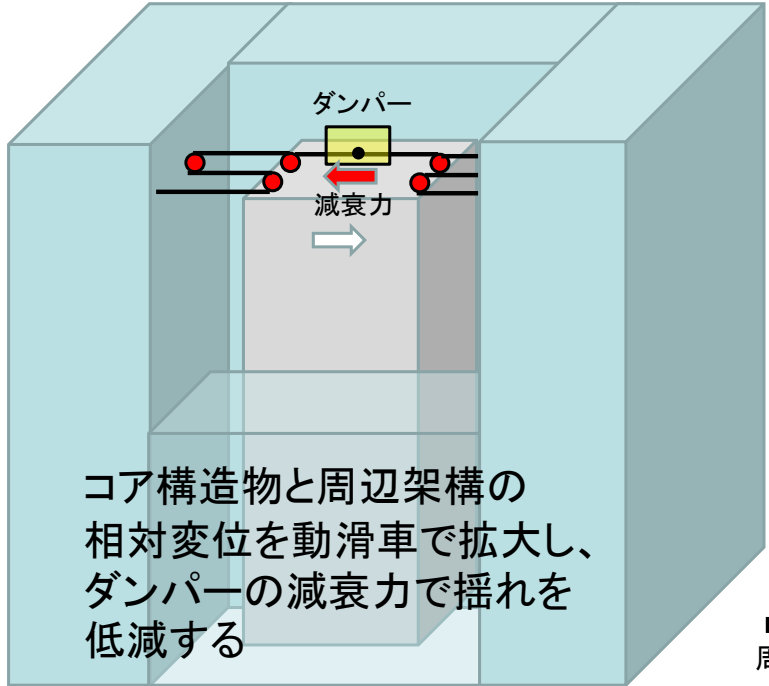
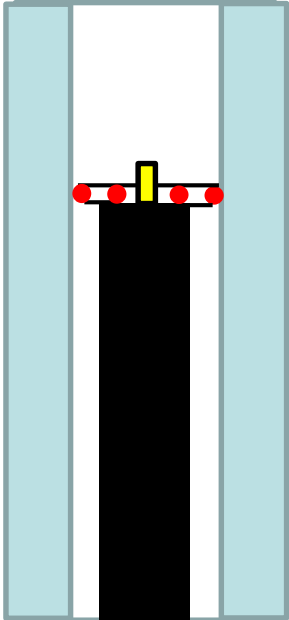
層(フレーム)ごとのシステムと超高層の曲げ変形に対する2つの技術開発について、両者の関係性を十分に整理すること

対応方針

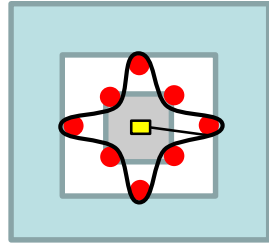
- 曲げ変形を含む全体変形を制御する
- 簡易で実用化の可能性が高い設置方式とする



超高層住宅のコア構造物(駐車タワー)と周辺架構を本制振システムで接続する方法を検討する

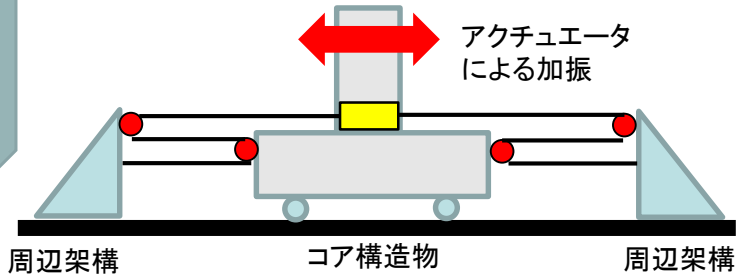


ワイヤを一周させることで2方向の揺れを低減できる



- 滑車 (roller)
- ダンパー (damper)

● 実験による効果検証 (H28年度)

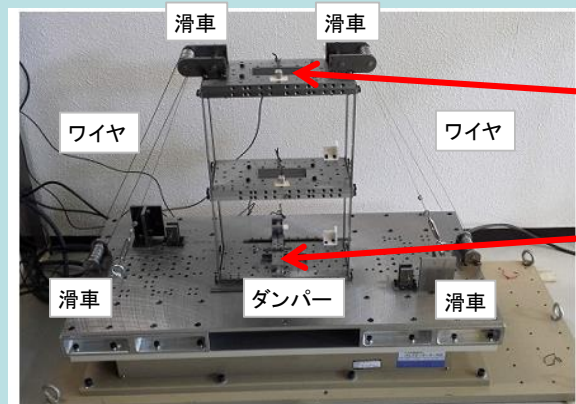


技術開発・実用化のプロセス

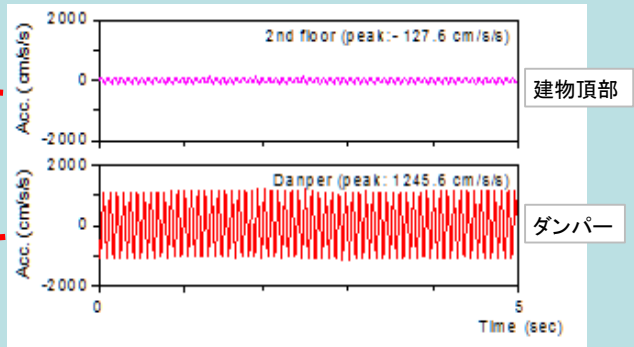
平成27年度の成果

制振構造システムの要素実験と基本特性把握

小型振動台を用いた模型実験による増幅効果の確認



小型振動台を用いた模型実験の実施

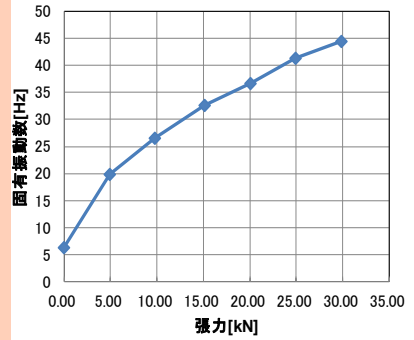


建物頂部とダンパー部の加速度波形
(動滑車によって、ダンパー部の動きが建物頂部の動きの10倍に拡大された)

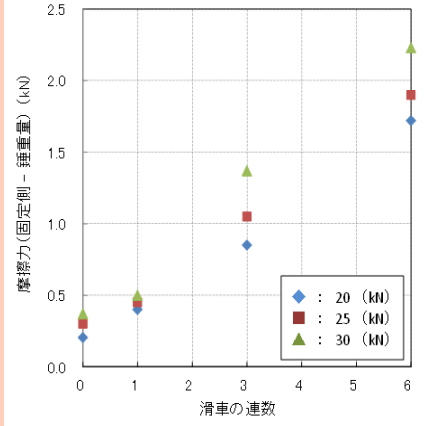
実大規模の要素実験によるワイヤ張力管理方法の提案および滑車とワイヤの摩擦力の把握



打診検査による振動数測定



打診検査による振動数(縦軸)とワイヤ張力(横軸)の対応関係
(実用的なワイヤ張力の管理方法が示された)

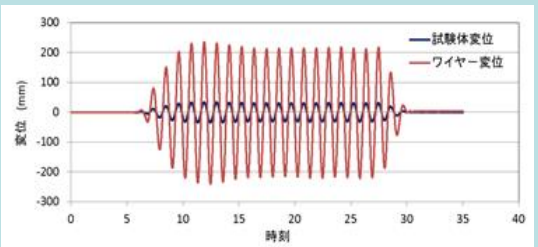
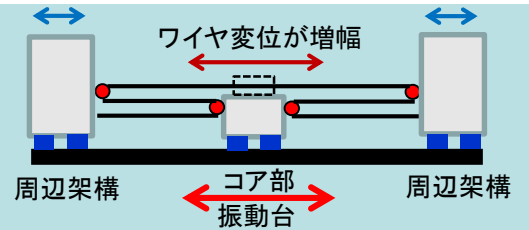
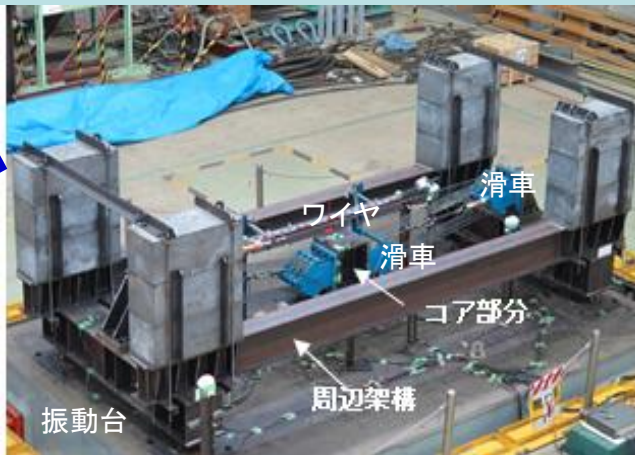
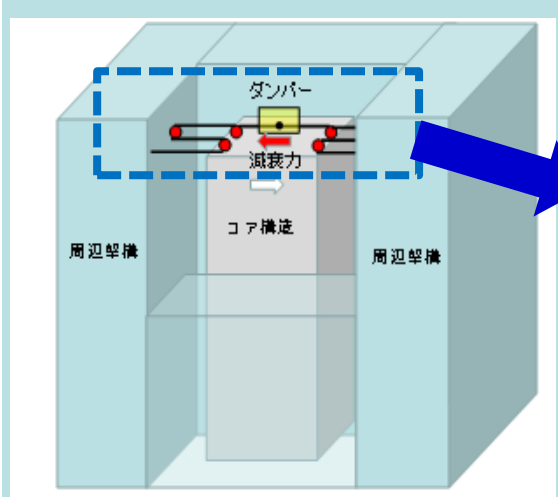


滑車の連数と摩擦力の関係
(滑車の摩擦力が比例関係にあり、張力に依存することが明らかになった)

技術開発・実用化のプロセス

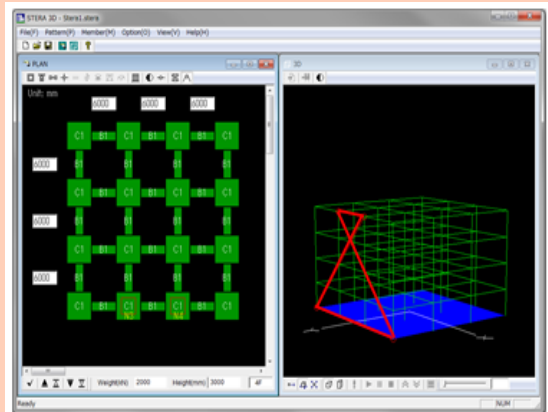
平成28年度の成果

連結制振構造への適用を考慮した要素実験と解析

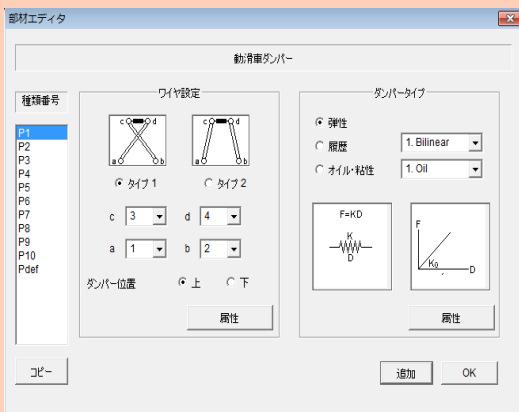


振動台上の試験体全景
(免震装置の上に設置し、超高層の周期を再現)

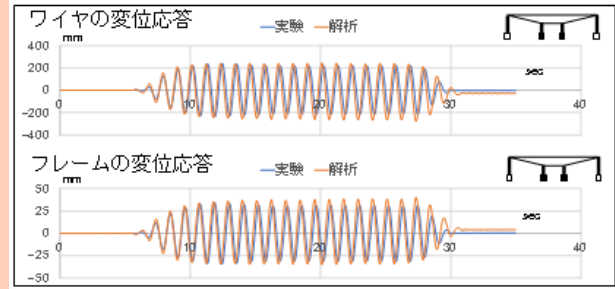
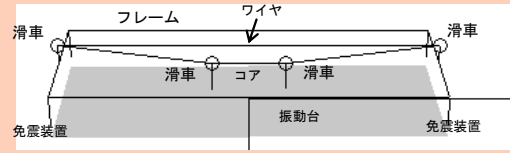
周辺架構とワイヤ中央部の変位応答
(ワイヤ変位が約7倍に増幅されることを確認)



設計用解析ソフトウェアの開発
(任意の位置に滑車とワイヤを設置可能)



ダンパー入力画面
(ダンパー位置、種別を入力可能)




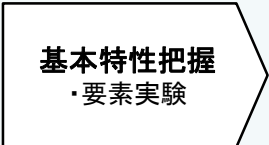
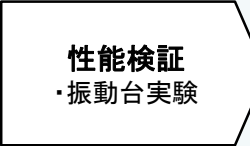

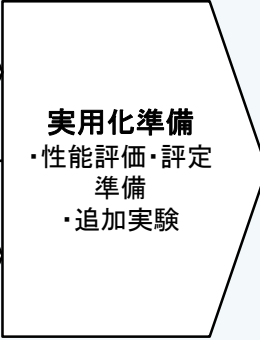
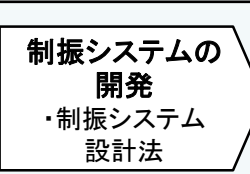
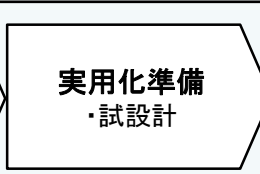
実験結果のシミュレーション

技術開発の計画

平成29年度

**ダンパーを組み込んだ振動台実験の実施と試設計による
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振動台実験**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。

技術開発項目等	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度
要素実験と基本特性把握	 補助事業期間				
	 基本特性把握 ・要素実験				
振動台実験と性能検証		 性能検証 ・振動台実験	 設計法の開発 ・性能検証	 実用化準備 ・性能評価・評定準備 ・追加実験	
試設計による実用化検証		 制振システムの開発 ・制振システム設計法	 実用化準備 ・試設計		