

平成 28 年度環境・社会理工学院共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	環境・社会理工学院建築学系
研究者(フリガナ)	金子 健作 (カネコ ケンサク)
タイトル	大振幅の長周期地震動に対して超高層建物の安全・安心を実現する制振システムの開発
助 成 名	若手研究奨励賞
採択金額	800 千円

研究の背景

将来発生し得る南海トラフ地震動などの長周期地震動の実像が解明されつつあるなか、それを踏まえた大振幅地震動を設計に考慮すべき社会的状況になりつつある。従来よりも強い地震動に対して建物の安全性を確保するためには、層間ダンパーの数を増やすなどの必要がある。鋼材ダンパーの使用は特に有効であるものの、ダンパーの数を増やしすぎると、発生頻度の高い中小地震動では床応答加速度が悪化する。これにより、家具や什器が転倒したり天井などの非構造部材が損傷したりする可能性が高まる。ゆえに、従来の制振建物の延長では、建物の構造躯体と室内の安全性を両立することは困難である。

本研究では、広範な地震動強さに対して、層間変位と床応答加速度の抑制を両立するため、鋼材系の層間ダンパーと TMD を併用する制振システムを提案する(図 1)。この制振システムの実現への足がかりとして、制振システムの動的特性を理論的に明らかにしたうえで制振性能の優位性を示し、加えて、設計法を構築することにより、システムの社会への普及を目指す。

結果と考察

統計的等価線形化手法により誘導した Fokker-Planck 方程式を用い、不規則振動解析をとおして、制振対象が弾塑性応答する際の TMD の制振性能および動的特性を包括的に分析した。

結果を要約すると、以下のとおりである。

- 1) 層間ダンパーの塑性率および制振対象の非線形特性(建物の 2 次剛性比)と TMD の最適同調条件の関係を数値的に明らかにし、その簡易予測式を提案した(図 2)。

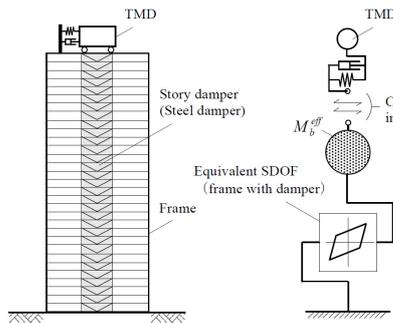


図 1 解析対象

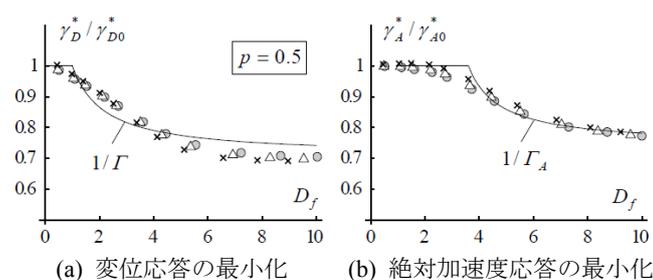


図 2 層間ダンパーの塑性化進展に伴う最適同調比の変化

- 2) TMD による層間変位と床応答加速度の低減効果を数値的に明らかにした。また、それを説明する理論を構築し、TMD による制振性能の簡易予測式を提案した(図 3)。これにより、層間ダンパーにどの程度の耐力を設定し、TMD の質量を如何に設定すべきかの設計方針が明確になった。
- 3) 層間ダンパーの塑性率および建物の 2 次剛性比と TMD の最大変形の間を明らかにし、その簡易予測式を提案した(図 4)。また、大振幅地震動に対して、建物の等価固有周期の伸張に伴う建物と TMD との同調ずれにより、過大な TMD の変形を抑制できる長所があることを理論的に示した。この事実により、数メートルの変形に追従できる減衰装置を特別に開発しなくても、従来の免震用のオイルダンパー等を用いて TMD のシステムを構成できる。

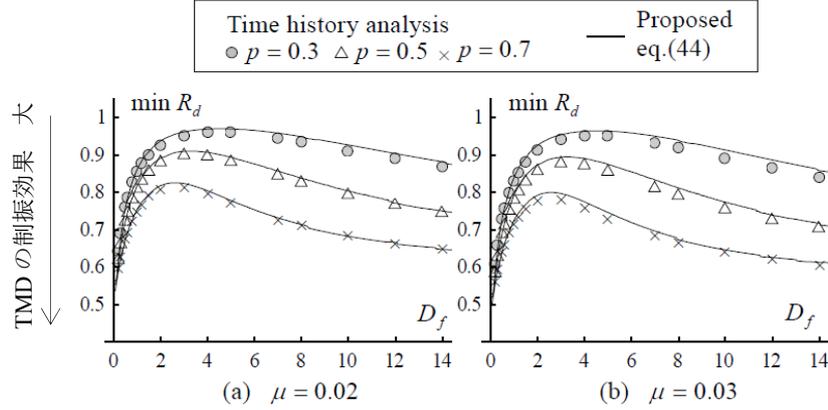


図3 TMDによる層間変位の低減効果の予測

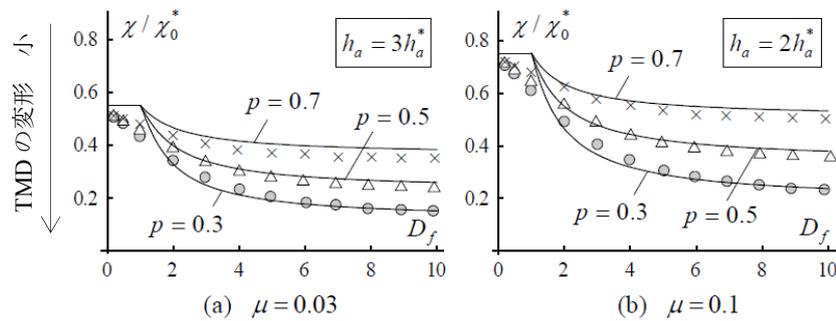


図4 TMDの最大変形とその予測 (凡例は図3と共通)

本助成による研究成果を日本建築学会大会学術講演梗概集（口述発表・査読なし）に投稿済みである。また、論文を日本建築学会構造系論文集に投稿する予定である（2017年4月中）。

結論と今後の課題

TMDの制振性能および各種の最大応答の簡易予測式を提案することにより、応答指定型設計法の下地を確立することができた。

ただし、本研究では、建物を等価1質点系とし、かつ入力ホワイトノイズとした、理想化した条件に限定した。建物を多質点系とし長周期地震動を対象とした場合についても、本研究と同様の結論が得られる見込みはあるものの、検証して確認する必要がある。その内容についても、日本建築学会構造系論文集に論文を投稿する予定である。

また、今後は、民間の設計事務所との共同研究あるいは日本建築学会傘下の委員会活動の中で、本研究成果を実際の建物に普及していけるよう、幅広く社会に還元していく予定である。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品1	MacBook pro (数値計算用)	29.2万円
備品2	—	—
消耗品	k-SHAKE (地盤震動解析プログラム), Parallels, 書籍	18.7万円
旅費	—	—
その他	論文掲載費 (日本建築学会構造系論文集 2016年11,12,2017年1月号) シンポジウム参加費 (巨大地震への備えを目指す免震構造の取り組み, 制振構造の性能評価と大振幅地震動に対する挙動, 建物の構造・機能評価に関するモニタリング技術の現状)	32.1万円
合計	—	80万円

記入上の注意:

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。