

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Equivalent SDOF model for estimating wind-induced energy dissipation and responses of base-isolated tall buildings
著者(和文)	銭晓鑫
Author(English)	Xiaoxin Qian
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12939号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 大樹,山中 浩明,盛川 仁,石原 直,吉敷 祥一
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12939号, Conferred date:2024/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	銭 暁鑫	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	佐藤 大樹	准教授	吉敷 祥一	教授
	審査員	山中 浩明	教授		
		盛川 仁	教授		
		石原 直	教授		

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Equivalent SDOF model for estimating wind-induced energy dissipation and responses of base-isolated tall buildings」と題し、以下の6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、研究背景として、近年の免震建物の高層化により風荷重が増大していること、それによって免震層の鋼材ダンパーが強風時に降伏する可能性が高くなり、時刻歴風応答解析により鋼材ダンパーの疲労損傷を評価しなければならないことを課題として挙げている。さらに、多質点 (MDOF) モデルによる時刻歴風応答解析は数多くのアンサンブル数による評価が必要であり、設計の初期段階の検討では不向きであるため、簡易なモデルによる応答予測手法が必要であることを述べている。また、これまでに1質点 (SDOF) 弾塑性モデルによる風応答予測手法は提案されているが、その手法を耐風設計に用いるためには、風応答を対象とした MDOF モデルから SDOF モデルに変換する手法の構築が必要であることを述べている。以上の研究背景から、本論文の目的は、超高層免震建物の強風時における免震層の吸収エネルギーおよび応答変位を予測できる MDOF モデルと等価な SDOF モデルの提案であるとしている。

第2章「Evaluation of base-isolated tall buildings with steel dampers under strong winds」では、免震層に鋼材ダンパーを設置した超高層免震建物を対象として、上部構造の構造特性 (固有周期や減衰) および免震層の鋼材ダンパーの構造特性が免震層の風応答に及ぼす影響を、MDOF モデルを用いた時刻歴風応答解析により検討している。解析結果では、上部構造の構造特性が上部構造の応答変位だけでなく、免震層の応答変位や吸収エネルギーにも影響を及ぼすことを確認している。また、風方向に対しては平均成分の影響により免震層の吸収エネルギーが小さく、残留変形が大きくなるが、風直交方向に対しては免震層の吸収エネルギーが小さく、残留変形は無視できるほど小さくなることを明らかにしている。

第3章「Novel equivalent single-degree-of-freedom (ES) model」では、免震層の吸収エネルギーを MDOF モデルと等価に評価できる1質点 (ES) モデルを作成するためには、上部構造の固有周期と減衰を考慮する必要があることを示した上で、MDOF モデルの弾性または弾塑性時のモードを用いて ES モデルを作成する手法を提案している。様々なパラメータを用いた MDOF モデルと ES モデルの時刻歴風応答解析を行った結果、ES モデルが MDOF モデルの応答変位だけでなく、上部構造および鋼材ダンパーの吸収エネルギーを十分な精度で再現できることを示すと同時に、誤差が生じやすい傾向を分析している。また、ES モデルを用いることで MDOF モデルでの風方向における残留変形も評価できることを示している。

第4章「Practical use of ES model in base-isolated tall buildings with oil and steel dampers」では、第3章で提案した ES モデルを、より一般的な免震層にオイルダンパーと鋼材ダンパーを併用した場合に拡張するため、ES モデルで吸収したエネルギーを、上部構造の減衰だけでなく、免震層のオイルダンパーおよび鋼材ダンパーの吸収エネルギーに分配する手法を提案している。オイルダンパーを併用した場合の時刻歴風応答解析の結果より、MDOF モデルの応答変位だけでなく、上部構造、オイルダンパーおよび鋼材ダンパーの吸収エネルギーを ES モデルにて十分な精度で再現できることを示している。

第5章「Prediction method based on energy balance」では、ES モデルを用いたエネルギーの釣合に基づく風応答予測手法について述べるとともに、上部構造、オイルダンパーおよび鋼材ダンパーの吸収エネルギーの予測精度を検証している。上記の風応答予測手法を用いた検証により、MDOF モデルの上部構造、オイルダンパーおよび鋼材ダンパーの吸収エネルギーを、時刻歴風応答解析を行わずに十分な精度で予測できることを示している。ただし、予測精度が低下するケースもあり、これらの要因を分析することで本手法の適用範囲を示している。

第6章「Conclusions」では、各章で得られた知見と今後の課題について述べている。以上を要するに、本論文は超高層免震建物の上部構造および免震層のダンパーの特性が強風時における応答変位およびダンパーや上部構造の吸収エネルギーに及ぼす影響について、時刻歴風応答解析を用いて明らかにするとともに、その影響を考慮できる等価な1質点モデルを提案しており、建築構造学分野における学術的な価値は高く、博士 (学術) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。