

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Seismic Performance Evaluation and Design of Damped-outrigger System Incorporating Buckling-restrained Braces
著者(和文)	LINPao-Chun
Author(English)	Pao-Chun Lin
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11299号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:竹内 徹,坂田 弘安,五十嵐 規矩夫,田村 修次,佐藤 大樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11299号, Conferred date:2019/9/20, 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

論文審査の要旨および審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Lin, Pao-Chun	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	竹内 徹	教授	佐藤 大樹	准教授
	審査員	坂田 弘安	教授		
		五十嵐 規矩夫	教授		
	田村 修次	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Seismic Performance Evaluation and Design of Damped-outtrigger System incorporating Buckling-restrained Braces」と題し、センターコアならびにアウトリガーを有する高層建築物において、アウトリガー先端に振動エネルギー吸収部材を挿入したいわゆる Damped-outtrigger 構造のうち、エネルギー吸収部材に座屈拘束ブレース(BRB)を用いた形式における応答低減効果ならびに最適設計について論じたものであり、以下の 11 章で構成されている。

第 1 章「Introduction」では、本研究の背景について述べ、BRB を用いた Damped-outtrigger 構造の概念を説明し、その設計法において未だ明らかでない問題点を指摘し、本研究の目的と論文の構成を示している。

第 2 章「Literature review」では、過去に発表されたアウトリガー構造および BRB に関する研究を概観し、BRB を用いた Damped-outtrigger 構造の応答低減効果の評価手法や最適設計手法が確立していない点を述べている。

第 3 章「Analytical models」では、まず複数のアウトリガーを有する Damped-outtrigger 構造を単純な回転ばね付き片持ち曲げ部材にモデル化した UM モデルを構築し、D'Alembert の原理を用いてその振動特性を分析している。その過程で、 i 番目のアウトリガー高さ指標 α_i 、アウトリガー剛性 k_{ti} 、BRB 初期剛性 k_{di} 、外周柱軸剛性 k_{ci} 、コア曲げ剛性 EI をパラメータとしてその振動特性を表現している。さらに、16 層、32 層、64 層、96 層の異なる高さの Damped-outtrigger 架構について、単純化したモデルを有限要素で構成した DM モデルおよび柱梁架構を詳細に表現した MBM モデルを構築し、アウトリガー高さ指標 α_i 、BRB のアウトリガーおよび外周柱に対する剛性比 R_{dt} 、 R_{dc} 、ならびにそれらを合成したダンパー指標 R_{db} がコアに対するアウトリガーの剛性指標 S_{bc} や単純モデル回転ばね k_{gi} に与える影響を詳細に分析している。

第 4 章「Analysis methods」では、第 3 章で構築した各モデルを用いた応答評価手法について記述している。まず UM モデルおよび DM モデルを用いて、異なる高さのアウトリガーを有する架構の振動特性を論じ、さらに DM モデルおよび MBM モデルを用いた弾塑性応答を、等価線形化手法を用いた応答スペクトル法で評価する手法を提案し、時刻歴応答解析との比較によりその妥当性を確認している。その結果、Damped-outtrigger 構造がアウトリガーの無い構造や BRB の無い固定型アウトリガー構造より応答変形が低減されること、高次モードの影響により 1 段アウトリガーより 2 段アウトリガーを用いた方が応答低減効果が高くなることを確認している。

第 5 章「Programming for parametric study」では第 2 章において提案された各指標をパラメトリックに変化させて応答を最小化する最適解を探る探索手法を構築し、その詳細について述べている。

第 6 章「Preliminary analysis」では、予備解析を行い、BRB の降伏変形角を $1/350 \sim 1/750$ 、BRB のアウトリガーに対する剛性比 R_{dt} を 0.1 の範囲において実用解が存在することを明らかにしている。

第 7 章「Analysis results for optimal design」では、第 6 章で設定された条件下でアウトリガー高さやダンパー剛性比をパラメトリックに変化させ、応答を最小化する最適値を探索している。その結果、上部アウトリガーは全高さの概ね 0.5~0.8 倍の位置とし、 S_{bc} が 2~5 の範囲では R_{db} 、 R_{dc} を 1 程度、 S_{bc} が 1~2 の範囲では R_{db} 、 R_{dc} を 3 程度、 S_{bc} が 1 以下の範囲では R_{db} 、 R_{dc} を 4 程度とすることで応答を最小化できることを示している。また、必要ダンパー量が多すぎる場合や下部の転倒モーメントを低減するためには、1 段目の 0.4~0.8 倍の位置に第 2 アウトリガーおよび同量の BRB を導入することが有効であることを示している。

第 8 章「Design recommendation and design examples」では、得られた成果を整理し最適設計手順を示している。

第 9 章「BRB-outtrigger configurations」では異なる具体的な BRB の配置形式と設計用パラメータの設定方法について述べ、BRB を大きく斜めに配置した GB-type が最も効率が良いことを示している。

第 10 章「Application of BRB-outtrigger」では外周柱に CFT を用いた場合の影響について検討し、圧縮側と引張側の柱剛性が異なる場合でも、7 章で得られた最適値には大きな影響が無いことを確認している。

第 11 章「Conclusions」では得られた成果を総括している。

以上を要するに、本論文では Damped-outtrigger 構造においてアウトリガーの位置および BRB 特性が系の応答特性に与える影響を各種パラメータを用いて定量的に明示し、さらに応答を最小化するための最適設計手法を誘導した点で工学および工業の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士(工学)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:「論文審査の要旨および審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(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。