

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ブレースの座屈に着目した鋼構造骨組の終局耐震性能および最適設計
Title(English)	Ultimate Seismic Performance and Optimal Design Strategy of Steel Frames Focused on Brace Buckling
著者(和文)	寺澤友貴
Author(English)	Yuki Terazawa
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11166号, 授与年月日:2019年3月26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,堀田 久人,田村 修次
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11166号, Conferred date:2019/3/26, 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	寺澤 友貴	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	竹内 徹	教授	田村 修次	准教授
	審査員	坂田 弘安	教授		
		五十嵐 規矩夫	教授		
堀田 久人		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「ブレースの座屈に着目した鋼構造骨組の終局耐震性能および最適設計」と題し、鋼構造骨組内の鋼管ブレースが座屈を生じて部材破断に至るまでの累積変形性能および終局耐震性能、ならびにその座屈発生への制御を目的とした制振ブレースの最適設計手法について論じたものであり、以下の6章で構成される。

第1章「序論」では、本研究の背景について述べ、鋼管ブレース付鋼構造骨組に関する既往の研究を概観し、その耐震設計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「座屈後破断を伴う薄肉円形鋼管ブレース付鋼構造骨組の振動台実験」では、過大変形時のP- Δ 効果を再現した慣性質量実験装置および低層建物の第1層を抽出した円形鋼管ブレースを片流れ配置した架構による振動台実験を提案、実行し、径厚比42のブレースが座屈後に破断して架構が倒壊する動的崩壊挙動を分析している。同実験から倒壊はブレース局部座屈部の亀裂より全断面破断に至った直後に発生すること、また静的部材実験に基づいて構築された既往のブレース部材の破断時期評価手法が骨組に組み込まれた場合かつ動的入力に対しても適用可能であり、同手法を組み込んだ時刻歴応答解析は精度よく耐震性能評価を与えることを示している。また局部歪の評価結果から、全体座屈した強度型ブレースは、余震等の小地震の繰返しで破断する可能性が高い点を指摘している。

第3章「径厚比の異なる円形鋼管ブレース付鋼構造骨組の累積変形性能および構造特性係数」では、まず第2章の試験体架構のブレースの細長比と径厚比をパラメータにFEM解析を行い、骨組から付加曲げを受けるブレース部材の累積変形性能と破壊性状を分類し、部材破断時期評価手法が径厚比約90以下の範囲で適用可能であることを示している。さらに径厚比12の試験体の性能確認実験を行い、第2章との比較からブレース付鋼構造骨組の終局耐震性能は最大応答に関わる細長比のみならず部材破断時期に関わる径厚比の影響を受けることを示している。以上を踏まえ、上述の部材破断時期評価手法と等価繰返し回数を援用し、円形鋼管ブレースの部材破断を考慮した構造特性係数の略算法を提案するとともに、部材破断を考慮しない従来基準や鋼構造限界状態設計指針(LSD)の耐震性能指標の余裕率を検証し、ブレースの水平力分担率による割増が適用されないBAランクの余裕率が低いこと、告示の極稀地震1回ではLSDの径厚比制限35を満たす架構であれば余裕率35%以上を有すること、さらに長時間・長周期地震動入力等では余裕率は一般に低下することを示している。

第4章「一般化応答スペクトル解析法を用いた応答制御型ブレース付鋼構造骨組の地震応答評価」では、第3章までの強度型ブレース付架構の検討結果を受け、ブレース座屈の制御を目的とした最適設計を行うための複素固有値解析と応答スペクトル法の収斂計算に基づく一般化応答スペクトル解析法を提案している。提案評価法は従来の簡易自由度系を用いた等価線形化法と比べ、応力解析に用いる程度の骨組モデルのまま、詳細なダンパー量と配置を直接検討することが可能であり、曲げ系、軸力系に依らず実用的な精度で、時刻歴応答解析より高速で座屈やその他の応答制御への効果が検証可能であることを確認している。

第5章「座屈制御を目的とした鋼構造骨組へのブレース最適設計法の提案」では、第4章で提案された一般化応答スペクトル解析法を最適化アルゴリズムモジュールと組合せた設計手法へ拡張し、座屈拘束ブレース(BRB)を用いた改修が行われた実在トラス鉄塔や、一般的なBRB付骨組を対象に最適化計算を実施し、提案手法が時刻歴応答解析を用いた試行錯誤や等価一自由度系を用いた検討手法より優れた設計解を得られること、多自由度系で等価一自由度系と同様な性能曲線が導出できることを示している。さらに耐震要素を外周に集約した外殻構造物を対象に、強度型ブレースとBRBを混在させた複雑な配置最適化計算を行い、変位の低減を目的とする場合はBRBが鉛直方向に均一に、ブレース座屈の解消を目的とする場合は水平方向に集中的に配置され、従来の経験的構造計画で提案されてきた優良解を最適化アルゴリズムにより誘導することに成功している。

第6章「結論」では、各章で得られた成果を統括している。

以上を要するに、本論文ではブレース付鋼構造骨組においてブレースの座屈および破断が終局耐震性能に与える影響を定量的に明示し、さらに独自の一般化応答スペクトル解析法と最適化アルゴリズムを組み合わせ、ブレース座屈を制御し諸設計クライテリアを満足させる対話型自動設計への端緒を開い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:「論文審査の要旨及び審査員」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。