Osaka University Knowledge Archive

Title	低降伏点円形鋼管を用いた間柱支持せん断履歴型ダンパー付き鋼構造骨組の地震応答性状
Author(s)	金, 眞佑
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/59592
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　　金　　眞佑　　）	
論文題名	低降伏点円形鋼管を用いた間柱支持せん断履歴型ダンパー付き鋼構造骨組の地震応答性状

論文内容の要旨

地震エネルギー吸収部材の一種としてせん断履歴型ダンパーがある。せん断履歴型ダンパーは柱・梁に間柱やブレースを介して設置され、鋼材のせん断変形によって地震エネルギーを吸収し、主要構造部材の損傷を緩和する。せん断履歴型ダンパーには、普通鋼より先行降伏し高変形性能を有する低降伏点鋼のパネルと、周辺枠フランジにより構成されるH形せん断パネルダンパーが多く用いられる。H形せん断パネルダンパーでは、せん断座屈の発生によるエネルギー吸収性能の低下を防止するため、パネルにスチフナを溶接し補強するが、同時に工数の増大、鋼材量の増加などのデメリットを伴う。

本研究では、製造性と経済性が高く、高変形性能が発揮できる新たなせん断履歴型ダンパーとして低降伏点円形鋼管を利用したダンパーを提案する。低降伏点円形鋼管ダンパー（以下、円形鋼管ダンパー）は、外力に対する方向性がないという特徴があり、将来的には免震層・連結制振などの任意方向に変位が生じる部位での利用が期待される。本研究では、円形鋼管ダンパーが間柱支持型として架構内に設置され構面内の力を受ける場合を対象とし、せん断履歴型ダンパーとしての有効性を評価し、その設計方法を確立する。また、任意方向載荷に対する円形鋼管ダンパーの力学性状に関する基礎的な知見を得ることを目的とする。

第１章では、本研究の背景と目的について記述し、せん断履歴型ダンパーに関する既往の文献について纏めた。

第２章では、円形鋼管ダンパー単体の弾性剛性・全塑性せん断耐力・破壊性状・変形性能などの力学特性を把握することを目的とし、鋼管径・アスペクト比・径厚比・鋼管種・載荷振幅をパラメータとしたせん断加力実験とFEM解析を行い、これらの影響について考察した。その結果、鋼管径、アスペクト比、載荷振幅が小さくなるほど変形性能が増大し、径厚比20程度の試験体で変形性能が最も高くなることが分かった。また、同程度の弾性剛性・全塑性せん断耐力・鋼材量のH形せん断パネルダンパーと比較しても円形鋼管ダンパーが高い変形性能を有することを確認すると同時に、円形鋼管ダンパーの疲労曲線の推定式を提案した。

第３章では、任意方向に対する円形鋼管ダンパーの変形性能を把握する一環として、0°方向と90°方向の２方向に繰返しせん断加力する実験を行った。その結果、２方向加力した試験体の0°方向と90°方向に対する変形性能の合計は第２章の１方向載荷した試験体と同程度になることを確認した。

第４章では、間柱に支持された円形鋼管ダンパーの力学性状とダンパーと支持部材の相互関係を把握することを目的とし、せん断加力実験とFEM解析を行った。その結果、円形鋼管ダンパーは間柱支持されても単体と同様な履歴性状を示し、間柱が弾性を維持するように設計することで円形鋼管ダンパーが大きなエネルギーを吸収することを確認した。また、間柱とダンパーを接合する接合プレートと間柱端部に接合されるエンドプレートの局部的な面外変形を考慮することで、間柱支持された円形鋼管ダンパーの弾性剛性を適切に評価することができた。第２章で提案したダンパー単体の疲労曲線と比較することにより、円形鋼管ダンパーは間柱支持されても高い変形性能を発揮することを確認した。

第５章では、間柱支持低降伏点円形鋼管ダンパー付き鋼構造骨組の地震応答性状を時刻歴応答解析により検討した。解析に使用する骨組は、地震時の最大層間変形角を指定した設計法により設計した。また、２章の実験結果を適切に表現する円形鋼管ダンパーの履歴モデルを提案し、応答解析に適用した。応答解析結果より、間柱支持ダンパー付き骨組では間柱支持ダンパーを除外した骨組と比較して最大層間変形角が半分程度になることを示した。また、本論で提案した円形鋼管ダンパーの疲労曲線と解析より得られた必要変形性能とを比較し、円形鋼管ダンパーが十分な変形性能を有していることを確認した。

第６章では本研究で得られた成果の総括を示し、本論文の結論とした。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　金　眞佑　）	
論文審査担当者	（職）　氏　名 主 査　准教授　桑原　進 副 査　教授　宮本　裕司 副 査　教授　倉本　洋 副 査　教授　多田　元英

論文審査の結果の要旨

地震エネルギー吸収部材の一種としてせん断履歴型ダンパーがある。せん断履歴型ダンパーは柱・梁に間柱やブレースを介して設置され、鋼材のせん断変形によって地震エネルギーを吸収し、主要構造部材の損傷を緩和する。せん断履歴型ダンパーには、普通鋼より先行降伏し高変形性能を有する低降伏点鋼のパネルと、周辺枠フランジにより構成されるH形せん断パネルダンパーが多く用いられる。H形せん断パネルダンパーでは、せん断座屈の発生によるエネルギー吸収性能の低下を防止するため、パネルにスチフナを溶接し補強するが、同時に工数の増大、鋼材量の増加などのデメリットを伴う。本論では、製造性と経済性が高く、高変形性能が発揮できる新たなせん断履歴型ダンパーとして低降伏点円形鋼管を利用したダンパーを提案している。低降伏点円形鋼管ダンパー（以下、円形鋼管ダンパー）は、外力に対する方向性がないという特徴があり、将来的には免震層・連結制振などの任意方向に変位が生じる部位での利用が期待される。本論では、円形鋼管ダンパーが間柱支持型として架構内に設置され構面内の力を受ける場合を対象とし、せん断履歴型ダンパーとしての有効性を評価、その設計方法を確立し、また、任意方向載荷に対する円形鋼管ダンパーの力学性状に関する基礎的な知見を得ることを目的としている。

第１章では、本研究の背景と目的について記述し、せん断履歴型ダンパーに関する既往の文献について纏めている。

第２章では、円形鋼管ダンパー単体の弾性剛性・全塑性せん断耐力・破壊性状・変形性能などの力学特性を把握することを目的とし、鋼管径・アスペクト比・径厚比・鋼管種・載荷振幅をパラメータとしたせん断加力実験と FEM 解析を行い、これらの影響について考察している。その結果、鋼管径、アスペクト比、載荷振幅が小さくなるほど変形性能が増大し、径厚比 20 程度の試験体で変形性能が最も高くなることが分かっている。また、同程度の弾性剛性・全塑性せん断耐力・鋼材量のH形せん断パネルダンパーと比較しても円形鋼管ダンパーが高い変形性能を有することを確認すると同時に、円形鋼管ダンパーの疲労曲線の推定式を提案している。

第３章では、任意方向に対する円形鋼管ダンパーの変形性能を把握する一環として、0°方向と 90°方向の２方向に繰返しせん断加力する実験を行っている。その結果、２方向加力した試験体の 0°方向と 90°方向に対する変形性能の合計は第２章の１方向載荷した試験体と同程度になることを確認している。

第４章では、間柱に支持された円形鋼管ダンパーの力学性状とダンパーと支持部材の相互関係を把握することを目的とし、せん断加力実験と FEM 解析を行った。その結果、円形鋼管ダンパーは間柱支持されても単体と同様な履歴性状を示し、間柱が弾性を維持するように設計することで円形鋼管ダンパーが大きなエネルギーを吸収することを確認している。また、間柱とダンパーを接合する接合プレートと間柱端部に接合されるエンドプレートの局部的な面外変

形を考慮することで、間柱支持された円形鋼管ダンパーの弾性剛性を適切に評価している。第２章で提案したダンパー単体の疲労曲線と比較することにより、円形鋼管ダンパーは間柱支持されても高い変形性能を発揮することを確認している。

第５章では、間柱支持低降伏点円形鋼管ダンパー付き鋼構造骨組の地震応答性状を時刻歴応答解析により検討している。解析に使用する骨組は、地震時の最大層間変形角を指定した設計法により設計している。また、２章の実験結果を適切に表現する円形鋼管ダンパーの履歴モデルを提案し、応答解析に適用している。応答解析結果より、間柱支持ダンパー付き骨組では間柱支持ダンパーを除外した骨組と比較して最大層間変形角が半分程度になることを示している。また、本論で提案した円形鋼管ダンパーの疲労曲線と解析より得られた必要変形性能とを比較し、円形鋼管ダンパーが十分な変形性能を有していることを確認している。

第６章では本研究で得られた成果の総括を示し、本論文の結論としている。

以上のように、本論文は円形鋼管ダンパーの制振デバイスとしての性能を明らかにし、建物に適用することでその耐震性能を向上させることを明らかにしている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。