

氏 名	こえ だか ゆう じ 聲 高 裕 治
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3923 号
学位授与の日付	平 成 19 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	鋼構造強柱立体骨組におけるエネルギー消費部材の必要塑性変形能力に 及ぼす偏心の影響
論文調査委員	(主 査) 教 授 井 上 一 朗 教 授 上 谷 宏 二 教 授 中 島 正 愛

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大地震時に鋼構造骨組の塑性化する鋼部材（エネルギー消費部材）に生じる塑性変形応答（必要塑性変形能力）を対象としている。地震外乱を受ける偏心骨組には、床平面の並進変位だけではなく捩れも生じるため、無偏心骨組と比べて最外縁構面の損傷が増大する。鋼構造骨組の耐震安全性を確認するためには、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力に及ぼす偏心の影響を把握することが重要である。本論文は、偏心を有する鋼構造立体骨組のエネルギー消費部材の必要塑性変形能力が、無偏心骨組と比べてどの程度増加するか（偏心による必要塑性変形能力の増加率）を定量的に把握する方法を提案することを目的として纏めたものである。本論文は序論と結論を含め、全7章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的を記述するとともに、関連分野の既往の研究について概観している。

第2章では、1層1×1スパンの単純な立体骨組を対象として、立体骨組の静的弾塑性挙動に及ぼす偏心量や辺長比、地震動の入力方向の影響を検討した。その結果、最外縁構面におけるエネルギー消費部材の必要塑性変形能力を定量的に把握するためには、立体骨組の初期降伏発生から崩壊機構形成までの部分降伏の過程を考慮する必要があることを指摘している。この結果に基づいて、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力に関する予測式（上界）を提案した。この予測式と詳細な立体骨組モデルを用いた時刻歴応答解析結果を比較し、立体骨組の短辺側に平行な入力方向に対する1軸偏心骨組の最外縁構面の応答が最も大きくなり、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力が上界によって予測可能であることを明らかにした。

第3章および第4章では、多層多スパン立体骨組におけるエネルギー消費部材の塑性変形応答を概括的に把握するための力学モデルとして等価1質点3自由度系を構築している。このうち第3章では、等価1質点3自由度系の弾性応答に関わる諸量を求めるための基本仮定やその算出方法を示し、その妥当性を弾性時刻歴応答解析結果に基づいて検証した。多層多スパン立体骨組を等価1質点3自由度系に置換するために、等価1質点3自由度系の重量および基本固有周期は元の骨組の全重量および基本固有周期と等しく、層モーメントー層間変位角関係の弾性剛性は元の骨組の転倒モーメントー有効構造回転角関係の弾性剛性と等しいとみなしている。

第4章では、等価1質点3自由度系の弾塑性層モーメントー層間変位角関係を構築するために必要な諸量の算出方法を示し、立体骨組におけるエネルギー消費部材の塑性変形応答を概括的に把握できることを確認した。等価1質点3自由度系の弾塑性応答解析法には、立体骨組の初期降伏状態および塑性崩壊状態を表す2種類の降伏曲面と一般化塑性ヒンジ法に降伏曲面の移動則を考慮した一般化硬化塑性ヒンジ法を採用している。等価1質点3自由度系によって得られるエネルギー消費部材の塑性変形応答と詳細な立体骨組モデルによるエネルギー消費部材の塑性変形応答を時刻歴応答解析結果に基づいて比較して、この力学モデルの妥当性を検証するとともに解析パラメータが塑性変形応答に及ぼす影響について考察した。その結果、詳細な立体骨組モデルの応答（特に、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力）は等価1質点3自由度系によって精度よく評価できることを確認した。

第5章では、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力が偏心によって増加する割合（偏心による必要塑性変形能力の増加率）の予測方法を提案した。予測式の構築にあたっては、第3章と第4章で示した等価1質点3自由度系の諸量を用いてい

る。広範なパラメータに対する時刻歴応答解析結果を詳細に分析した結果、立体骨組の重心の並進変位と捩れ角の関係は、立体骨組の塑性化状態が変化しても床面内の回転慣性の影響によって急変しないことを指摘している。また、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力に大きく影響を及ぼすパラメータは、偏心率であることを明らかにした。

第6章では、層ごとに偏心率が異なる骨組や形状係数を適用した骨組を対象として、偏心によるエネルギー消費部材の必要塑性変形能力の増加率の予測式の適用性を確認した。さらに、同一構面内における梁端の降伏時期が異なる場合に、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力に及ぼす影響についても検討した。これらの検討結果より、提案した予測式は時刻歴応答解析結果の最大値をとらえていることを確認している。最終的には、第5章で提案した予測式に基づいて、偏心によるエネルギー消費部材の必要塑性変形能力の増加率を動的解析によらずに簡便にかつ精度良く推定する手続きを提示した。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、偏心を有する鋼構造強柱立体骨組の損傷集中構面におけるエネルギー消費部材の必要塑性変形能力が、無偏心骨組と比べてどの程度増加するか（偏心による必要塑性変形能力の増加率）を定量的に把握する方法を提案したものである。得られた主な研究成果は次のとおりである。

1. 1層1×1スパン立体骨組を対象として、地震動の入力方向と偏心の軸がエネルギー消費部材の必要塑性変形能力に及ぼす影響について検討した。その結果、立体骨組の短辺側に平行な入力方向に対する1軸偏心骨組の応答が最も大きくなることを明らかにしている。さらに、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力を定量的に把握するためには、立体骨組の初期降伏発生から崩壊機構形成までの部分降伏の過程を考慮する必要があることを指摘している。
2. 多層多スパン立体骨組の弾塑性挙動を概略的に得るための力学モデルとして、等価1質点3自由度系を提案した。層数・スパン数・偏心のタイプ・辺長比をパラメータとして、等価1質点3自由度系と詳細な立体骨組モデルの時刻歴応答解析結果を比較した。その結果、詳細な立体骨組モデルの応答（特に、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力）は等価1質点3自由度系によって精度よく評価できることを確認している。
3. 等価1質点3自由度系の広範なパラメータに対する時刻歴応答解析結果を詳細に分析した結果、エネルギー消費部材の必要塑性変形能力に大きく影響を及ぼすパラメータは、偏心率であることを明らかにしている。
4. 以上の研究成果をふまえて、偏心によるエネルギー消費部材の必要塑性変形能力の増加率を、動的解析によらずに簡便にかつ精度良く推定する手続きを提示している。

以上、要するに本論文は、大地震を受ける鋼構造強柱立体骨組の応答に及ぼす偏心の影響を予測可能とするもので、鋼構造骨組の耐震設計法ならびに既設建物の耐震性能の評価法に貢献するものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年11月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。