

氏 名	た がわ ひろし 田 川 浩
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3595 号
学位授与の日付	平 成 13 年 7 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	Static and Dynamic Collapse Behaviors of Weak-beam Building Frames Involving Deformation Concentration Phenomena (変形集中現象を伴う梁降伏型建築骨組の静的および動的崩壊挙動)
論文調査委員	(主 査) 教 授 上 谷 宏 二 教 授 辻 文 三 教 授 中 島 正 愛

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、梁降伏型多層建築骨組に生じる下層部への変形集中現象の発生機構を、頂点水平変位を受ける骨組に対する釣合経路の分岐理論に基づいて解明するとともに、変形集中領域の予測理論を構築し、大規模地震時における下層部への損傷集中を軽減するために有効な変形集中抑止法を提案したものであり、7章からなっている。

第1章は、序論であり、まず研究背景と研究目的を述べたあと、本論文の構成についてまとめている。

第2章では、一定鉛直荷重作用下で準静的頂点水平変位を受ける梁降伏型平面骨組に対し釣合経路の分岐理論解析を展開している。まず、一方向載荷時の分岐解析を行い、分岐点の存在を確認するとともに分岐条件を導いている。さらに、分岐後挙動について検討し、分岐点を超えると頂点水平変位に対し直線的に弓形変形モードが増大することを示している。また、初期不整が分岐挙動に及ぼす影響についても解明している。次に、繰返し載荷時の釣合経路を厳密に分析している。その結果、一方向載荷時に分岐後発生した弓形モードが、繰返しの度に一方向に累積していくこと、頂点反転数に対し指数関数的に増大していくことを示している。

第3章では、梁降伏型平面骨組の動的応答時の不安定挙動を単純モデルを用いて解析的に検討し、性質を解明している。まず、弾塑性骨組の瞬間固有値および固有モードに基づき弓形変形モードの成長過程を分析し、中間層質量に作用する慣性力が弓形モードの成長に及ぼす影響を明らかにしている。次に、周期地動を受ける梁降伏型骨組の応答に対し、弓形モード発生および振動中心ドリフト発生に関する2つの限界点を定義している。骨組応答が梁端部第2分枝剛性比により3種類の挙動に分類できることを示すとともに、不安定挙動の発生を抑止する手法の基本概念を提示している。ここで提示した不安定挙動の発生抑止法は、第5章において一般骨組に拡張される。

第4章では、3層1スパン模型骨組の静的載荷実験および振動台による動的崩壊実験を行っている。まず、柱材のひずみ計測を用いて梁端部挙動を同定する方法を示している。次に、実験供試体について弓形モード発生点および振動中心ドリフト発生点を予測する手法を構築している。静的載荷実験では、第2章で理論予測した分岐挙動および繰返し載荷時の弓形モード累積現象の存在を実証している。動的載荷実験では、弓形モードの発生および振動中心のドリフトを確認するとともに、骨組頂部の水平瞬間剛性を正に保つことでドリフトの進行が抑止されることを実証している。

第5章では、第2章で展開した梁降伏型骨組における釣合経路の分岐挙動解析結果に基づき、多層骨組の崩壊過程において下層部に変形が集中する領域を予測する理論を構築している。地震応答解析を通じて、多層骨組の崩壊挙動特性を明らかにするとともに、変形集中領域予測理論の妥当性を確認している。次に、変形集中領域を骨組の高さよりも大きくすることで、変形集中現象の発生を抑止する手法を提案している。なお一層高い耐震安全性を確保することを目的として、応答中の骨組接線剛性行列に対する瞬間固有値を正に保持することで振動中心のドリフトを抑止する手法を提案している。これら不安定挙動発生抑止法の適用により、大規模地震下においても変形集中が軽減されることを数値応答解析により実証している。

第6章では、多層骨組の大規模地震下における崩壊挙動について、設計条件および入力地震動特性に関するパラメタ解析を行っている。まず、梁端部の第2分枝剛性比を増大させることで、骨組が倒壊に至るときの地震動レベルが増大すること

を確認し、第5章で提案した変形集中抑止法が倒壊防止に有効な手段であることを実証している。さらに、柱梁耐力比や限界時ベースシア係数等の骨組特性および入力地震動特性等を規定するパラメーターが、多層骨組の地震時崩壊挙動に及ぼす影響を明らかにしている。

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、梁降伏型多層建築骨組に生じる下層部への変形集中現象の発生機構を、頂点水平変位を受ける骨組に対する釣合経路の分岐理論に基づいて解明するとともに、変形集中領域の予測理論を構築し、大規模地震時における下層部への損傷集中を軽減するために有効な変形集中抑止法を提案したものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 一定鉛直荷重作用下で準静的頂点水平変位を受ける梁降伏型平面骨組に対し釣合経路の分岐解析を行い、分岐点を超えると弓形の分岐モードが発生することを明らかにした。さらに、繰返し載荷時には、弓形モードが繰返し回数に対して指数関数的に増大することを理論的に示した。また、骨組の動的弾塑性応答を瞬間固有値・固有モードに着目して分析し、中間層質量に作用する慣性力が弓形モードの成長に及ぼす影響を明らかにした。
2. 3層1スパン模型骨組の静的載荷実験および振動台による動的崩壊実験を行い、分岐挙動および繰返し載荷時の弓形モード累積現象の存在を実証した。動的載荷実験では、弓形モードの発生を確認し、骨組頂部の水平瞬間剛性を正に保つことでドリフトの進行が抑止されることを実証した。
3. 梁降伏型多層骨組の崩壊過程における変形集中領域を予測する理論を構築し、地震応答解析を通じて予測理論の妥当性を確認した。また、変形集中現象の発生を抑止する手法を構築し、それにより下層部への変形集中が軽減できることを数値応答解析を通じて実証した。

以上要するに、本論文は、梁降伏型多層建築骨組に生じる変形集中現象の発生を予測する理論を構築し、大規模地震時における下層部への損傷集中を軽減するための手法を提案したものであり、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13年5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。