

氏 名	もんどう よしき 門 藤 芳 樹
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 4 5 4 号
学位授与の日付	平成 19 年 3 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 3 条第 3 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 機能科学専攻
学 位 論 文 題 目	動的立体梁-柱有限要素法の開発と筋かい付鋼骨組の強地震 時挙動の解析 (主査)
審 査 委 員	教授 森迫清貴 教授 岸 和郎 教授 小坂郁夫

論文内容の要旨

建物の性能を明確に評価しようとしている近年の建築設計において、建築構造の耐震性能評価はその最重要課題である。本論文は、強地震動をうける鋼構造骨組の大変形領域を含む挙動予測を行うための数値解析法の開発と、現行建築基準法で設計された筋かい付骨組の耐震安全性について、開発した解析法による数値結果を基に論じたものである。論文は以下の 6 章で構成されている。

第 1 章では、建築構造設計実務の立場から研究の背景を述べ、終局挙動まで追跡できる動的立体骨組解析法を開発することの意義と研究目的について記している。

第 2 章では、筋かい材の座屈挙動を含む強地震動下における骨組の動的挙動解析が行えるよう、梁-柱有限要素法による静的弾塑性骨組解析法の剛性行列を利用し、部材の大たわみ振動に関係する部材分布質量の影響を取り入れた質量行列とねじれモードなど高次振動モードにも対応する減衰行列を導入して動的立体梁-柱有限要素法を構築している。

第 3 章では、小型鋼立体骨組の振動台実験を対象として、開発した解析法の精度検証を行った結果を述べている。加速度応答からひずみ応答まで十分な精度で実験結果を追跡し得ることが確認されている。

第 4 章では、1 層筋かい付鋼骨組の強地震時挙動の解析を行った結果について述べている。筋かい材の座屈が生じる場合、繰り返しによって筋かいが真直にならず残留変形が蓄積し、復元力の低下が著しくなること、また筋かい構面が平面 1 軸対称に配置された場合には、片一方の構面の筋かい材が先に座屈しても慣性でもう一方の構面の筋かい材も相次いで座屈し、ねじれ挙動は殆ど成長しないことを明らかにしている。

第 5 章では、現行建築基準法に従って筋かい座屈が生じないものとして設計された鋼骨組について兵庫県南部地震の記録波形を入力とした解析を行い、その性能について論じている。ここでは 5 層と 10 層の 2 つの骨組について、それぞれ 3 つの異なるタイプの筋かい構面をもつ場合を対象としている。いずれの骨組においても設計用水平力を超える水平力が作用し、筋かい座屈を拘束したタイプ以外の骨組では低層部の筋かい材が座屈し、それらの層へ損傷が集中することを明らかにしている。また、ここでの対象骨組も筋かい構面が平面 1 軸対称に配置されており、ねじれ挙動が殆ど成長していないことを確認している。

第6章は、結章として以上のような研究成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

申請者は、建築構造設計における耐震性能評価には部材損傷状況を直接的に知ることのできる有限要素型の骨組解析法によるシミュレーションが不可欠であると考え、梁-柱有限要素を用いた静的立体弾塑性骨組解析法を基に、鋼立体骨組の地震時挙動を予測できる数値解析法の開発に組み、振動台実験との精度検証を経て、その開発に成功している。この数値解析法は、鋼骨組内における部材の座屈挙動や変形に伴う重力効果も捉えることができ、復元力特性の劣化に代表される終局挙動を追跡することができる。特に、地震時の筋かい材の座屈および座屈後の繰り返し大たわみ挙動を含む立体骨組解析を、ひずみ履歴を知ることのできる梁-柱有限要素によって行った結果はこれまで報告されていない。さらに申請者は、この解析法を用いて、実務設計における経験から、筋かい付鋼骨組の現行建築基準法による設計規範の安全性評価を考察している。筋かい材の座屈が生じないとして応力の割り増しを行って設計されていても、兵庫県南部地震のような強地震動を受けると座屈が生じ、それが発生した層に損傷が集中することを示し、設計に際し、筋かい座屈後における安全性能の確保が重要であることを指摘している。また、筋かい材の座屈によって構面の耐力差が生じ、ねじれ挙動が起こるのではないかという懸念は、筋かい構面が平面1軸対称に配置されていれば、特に問題ないことを明らかにしている。

以上、本論文は建築物の耐震性能評価に不可欠な部材ひずみ情報を与える動的立体弾塑性骨組解析法の開発と、これまで殆ど実施されたことのない筋かい材の座屈挙動を含む鋼骨組の地震時挙動解析結果を提示し、さらに現行建築基準法による筋かい付鋼骨組の設計性能について論じており、極めて有意義であり、高く評価できる。

本論文は、審査を経た以下の2編の論文をもとに構成されている。

- (1) 門藤芳樹, 金尾伊織, 森迫清貴: 梁-柱有限要素法による立体弾塑性骨組の動的なたわみ解析, 日本建築学会構造系論文集, 第572号, pp. 105-110, 2003. 10.
- (2) 門藤芳樹, 森迫清貴: 立体梁-柱有限要素法による筋かい付鋼骨組の強地震時挙動の解析, 日本建築学会構造工学論文集, Vol. 53B, 2007. 3. (掲載決定)

さらに、上記(1)の内容は次の著書にも収録され、日本建築学会構造委員会の査読も受けている。

- (3) 森迫清貴, 西村 督, 金尾伊織, 門藤芳樹: 最近の建築構造解析理論の基礎と応用, 藤谷義信編, 日本建築学会, 応用力学シリーズ 11, 第2章 立体骨組のなたわみ弾塑性解析, pp. 33-64, 2004. 5.

また、開発された解析法を用いて以下の成果も上げている。

- (4) 田中信司, 村本 真, 門藤芳樹, 森迫清貴: 剛性偏心を有する鋼骨組の地震時挙動の解析, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 第44号, pp. 41-44, 2004. 6.
- (5) 植 政人, 門藤芳樹, 村本 真, 森迫清貴: 耐力偏心のある鋼骨組の地震時挙動の解析, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 第44号, pp. 45-48, 2004. 6.