



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	多数回繰返し加力における免震用鉛ダンパーの挙動に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	西村, 拓也
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13356号
Issue Date	2018-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71968
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Takuya_Nishimura_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 西村 拓也

審査担当者 主 査 教 授 菊地 優
 副 査 教 授 飯場 正紀
 副 査 教 授 蟹江 俊仁

学位論文題名

多数回繰返し加力における免震用鉛ダンパーの挙動に関する研究
(Behavior of lead dampers for seismic isolation under cyclic loading)

我が国では海溝型巨大地震に起因する長周期地震動の発生が危惧されており、免震建物を含む長周期構造物に対して地震時安全性の再検討が求められている。長周期地震動は従来の設計用地震動より継続時間が長くなると予測されており、免震建物に用いられる免震部材は、多数回繰返し変形を受けることになる。免震部材の中には、多数回繰返し変形により力学特性が変化するものもある。よって、長周期地震動に対する免震建物の地震時安全性の検討では、多数回繰返し変形における免震部材の特性評価が必要とされ、それを可能にする解析手法が求められている。本論文は、免震建物に用いる免震部材の一つである鉛ダンパーを対象に、多数回繰返し変形における力学挙動の評価を可能にする新たな解析手法を提案しており、全6章で構成されている。各章の概要は以下の通りである。

1章では、本研究の背景を記述し、研究対象としている免震用鉛ダンパーに関する既往の研究についてまとめている。また、本研究の主題である免震用鉛ダンパーの多数回繰返し加力における力学挙動評価法の必要性に触れ、解決すべき課題を示している。

2章では、鉛ダンパーと併用されることが多い天然ゴム系積層ゴムを対象とし、地震時の上下動や転倒モーメント作用時に生じる面圧変化時においても積層ゴムの大変形挙動が表現可能な解析モデルを提案している。提案された並列軸ばねモデルを用いたせん断加力試験のシミュレーションでは、平均面圧 1MPa 相当の引張荷重から面圧 15MPa までの圧縮荷重の領域において、大変形時の荷重変形関係を再現している。

3章では、多数回繰返し変形による影響を考慮できる鉛ダンパーの復元力モデルを提案している。初めに、実大の鉛ダンパーを用いた加力試験を実施し、鉛ダンパーの繰返し変形による力学特性の変化を把握している。続いて、試験データを基に鉛ダンパーの復元力モデルを構築している。この復元力モデルは、鉛ダンパーの降伏荷重の変化率をダンパーの累積吸収エネルギーの関数として示しており、累積吸収エネルギーの増加により降伏荷重を低減させている。また、実大の鉛ダンパーによる実験結果と提案モデルの比較検証を行っている。提案モデルは、漸増正弦波加振結果だけでなく、長周期地震動を入力地震動とした免震構造の地震応答解析にて得られた免震層変位を強制変位に用いた実大鉛ダンパーの荷重時刻歴を精度よく表現できている。

4章では、2章で提案した天然ゴム系積層ゴムの復元力モデルおよび3章で提案した鉛ダンパーの復元力モデルを用い、鉛ダンパーを用いた免震建物の長周期地震動に対する応答評価を行っている。応答評価手法は、時刻歴応答解析時に解析途中時々刻々とダンパーの繰返し変形による降伏荷

重変化を考慮する詳細法だけでなく、解析中に時々刻々のダンパーの繰返し変形による特性変化を行わない簡易応答評価法も用いている。簡易応答評価法は、まずダンパーの繰返し変形による特性変化を非考慮とした解析を実施し、その解析結果から繰返し変形による降伏荷重低下を見込んで低減したダンパー荷重を用いて再解析を行うものである。簡易応答評価法は、既往の応答解析プログラムになじみやすく、多くの技術者が利用しやすい。簡易応答評価法は、詳細法に対して免震層最大変位およびダンパーの累積疲労損傷度を概ね安全側に評価している。

5章では、繰返し変形が作用する鉛のせん断試験体および免震用鉛ダンパーに対して3次元有限要素法による熱・力学連成解析を実施している。まず、温度およびひずみ速度依存性を表す鉛の応力ひずみ関係を提案している。せん断試験体のシミュレーションでは、鉛内部の温度上昇ならびに温度上昇に伴う荷重低下を表現している。また、鉛の形状変化も実験と解析で同様な傾向を示している。形状の異なる2種類のダンパーを解析対象とした免震用鉛ダンパーの繰返し変形時挙動に対するシミュレーションでは、いずれのダンパーともに実大実験結果を模擬している。

6章では、多数回繰返し加力における鉛ダンパーの力学挙動を表現しうる解析手法の提案を行ってきた本研究を総括し、各章で得られた知見を要約して示すとともに、今後の研究課題について提示している。

これを要するに、本論文は、多数回繰返し加力における免震用鉛ダンパーの挙動を表現する解析手法を提案し、その有用性を明らかにしており、建築構造学および耐震工学に対して貢献するところ大なるものがある。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。