HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	鉛プラグ入り積層ゴムの水平二方向加力時の力学挙動に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	仲村, 崇仁
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11132号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53883
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Takahito_Nakamura_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　仲村 崇仁

審査担当者　主　査　教　授　菊地 優
副　査　教　授　緑川 光正
副　査　特任教授　林川 俊郎

学位論文題名

鉛プラグ入り積層ゴムの水平二方向加力時の力学挙動に関する研究
(Mechanical Behavior of Lead Rubber Bearings under Bi-directional Loading)

近年, 超高層免震建物の実地震応答特性を調べる目的で実大積層ゴム支承の水平二方向加力試験が実施され, 主要な免震支承の一つである高減衰積層ゴム (以下,HDR) を水平二方向に加力すると, 破断限界ひずみが水平一方向加力時よりも低下する現象が確認された. 本来, 地震動は三次元的に建物に入力されることから, 水平二方向加力時における破断限界ひずみの低下現象は免震建物の安全性に直接的に関わる課題である. そこで, 本論文ではHDR とともに主要な免震支承の一つである鉛プラグ入り積層ゴム (以下,LRB) に着目し, 水平二方向加力時の力学挙動を解明している. 論文は全 5 章で構成されており, 各章の概要は以下の通りである.

第 1 章では, 本研究の目的として免震構造に供用される積層ゴム支承の基本原理と要求性能を示し, 近年の研究で課題となった水平二方向加力による HDR の履歴ループ面積の増大や破断限界ひずみの低下現象に関する知見をまとめている. 続いて,LRB の水平二方向力学挙動の解明に必要とされる検討項目を整理し, それらの具体的な検討方法について示している.

第 2 章では,LRB の水平二方向特性を詳細に把握するための実験計画を策定している. LRB の水平二方向力学挙動に影響する設計因子を抽出し, 試験体パラメータを設定した結果, 試験体パラメータは丸型, 角型の 2 種類の断面形状, ゴム層の構成, 鉛プラグの断面積, 角型断面の LRB については鉛プラグの配置と本数としている. 続いて, 水平二方向加力試験を行うため, 水平二方向と軸力の三軸を独立に制御できる専用試験機を新たに開発している. 最後に, 加力試験に使用する水平二方向変位波形について検討を行い, 一方向, 楕円, 真円の変位軌跡を統一的に表現可能な位相差入力を採用することで, 積層ゴムに与えるエネルギー量が加力パターンによらず同等となる加力プログラムを作成している.

第 3 章では,LRB の水平二方向加力試験を行い, 復元力特性の分析を行っている. 水平二方向加力による LRB の履歴曲線には,HDR で確認された履歴ループ面積の顕著な増大は生じず, 試験体断面形状による差も少ない. したがって,LRB の設計で従来用いられている評価式が, 水平二方向加力時の履歴曲線にも概ね適用できると結論づけている. 続いて, 水

平二方向加力の加力オービット上の復元力ベクトルを分析することで, 原点方向へ向かう弾性力が積層ゴムのゴム部弾性剛性から計算される荷重に対応すること, および変位増分と反対方向に生じる減衰力が鉛プラグの降伏荷重に対応することを明らかにしている. 最後に LRB の水平二方向加力特性のシミュレーション解析を行い, 試験結果を良好に再現している.

第 4 章では限界加力試験を行い,LRB の設計因子による限界特性の変化を明らかにしている. LRB の限界ひずみは鉛プラグの無い天然ゴム系積層ゴム (以下,RB) と同等であり, 水平二方向加力による限界ひずみの低下はあまり見られない. また, 断面形状および鉛プラグの配置や本数などの試験体形状による限界ひずみの差も少ない. 画像解析による LRB の変形状態の分析からは. ねじれ変形による局部ねじれせん断ひずみが, 低せん断ひずみ領域では試験体パラメータによる違いが影響するものの, せん断ひずみ 400% 以上の限界ひずみ領域ではその影響が小さくなることを見出している. 最後に LRB と RB の限界ひずみ領域における復元力ベクトルを分析し,LRB の限界ひずみが水平二方向加力において大きく低下しない理由について検討している.LRB は水平二方向加力時においても履歴ループ面積が増大せず, せん断応力も過度に増加しない. したがって, せん断ひずみが増加しても復元力ベクトルの方向は原点方向に収束するために, 限界ひずみ低下の要因とされるねじれモーメントは増大せず, ねじれ変形も少ないことが原因であると結論づけている.

第 5 章では, 本論文の成果をまとめ, 今後の課題と展望について述べている.

これを要するに, 本論文は, 免震構造における主要な構成要素である鉛プラグ入り積層ゴムの水平二方向加力時の力学挙動を詳細に解明し, 免震構造の安全性評価に関する新たな知見を得ていることから, 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.