T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	地震入力レベルの違いが積層ゴムの応答引張軸力の特性に与える影響
Title	
著者(和文)	本郷貴之, 佐藤大樹, 福田 優輝, 北村春幸
Authors	daiki sato, Yuuki Fukuda, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 441-442
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 441-442
発行日 / Pub. date	2013, 8
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf:http://ci.nii.ac.jp/naid/110009682587

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

Architectural Institute of Japan

21221

日本建築学会大会学術講演梗概集
（北海道） 2013 年 8 月

地震入力レベルの違いが積層ゴムの応答引張軸力の特性に与える影響

正会員 ○本郷 貴之*
同 佐藤 大樹*
同 福田 優輝**
同 北村 春幸*

免震建物　地震観測記録　アスペクト比
積層ゴム　引張軸力

1. はじめに

建物重量を支える免震部材の積層ゴムの鉛直剛性は，水平剛性に比べて 1000 倍以上高いことから，免震構造の上下方向については，一般の構造物と同様の応答性状を示すことが確認されている。従って，免震構造では，時刻歴応答解析などにより，常時荷重と水平地震動に加えて上下地震動によって積層ゴムに作用する軸力が検討されている。免震部材の引き抜きの検討方法は，応答転倒モーメントによって生じる変動軸力や上下地震動による変動軸力の組み合わせに対して，引き抜き力を評価することが一般的である。また，水平動と上下動による応答値の時刻歴上での組み合わせには，水平動と同時に観測された上下動の位相を用いることが水平動との整合性に関して有効とされている。

本報では，文献 1)で提案されている中高層・超高層免震建物の観測記録を精度良く評価できる立体架構解析モデルを用いて，地震動の震源位置や入力地震動レベルの違いが積層ゴムの応答引張軸力の特性に与える影響を検証する。

2. 対象建物および地震動の概要

2. 1 建物概要と観測概要

東京理科大学野田キャンパス講義棟（以後，講義棟）は，RC 造，高さ 36.1m，平面形状 36.5m×70.4m であり，比較的平面形状の大きな建物である。東京工業大学すずかけ台キャンパス総合研究棟 J2 棟（以後，J2 棟）は，S 造，高さ 90.9m，平面形状 15.8m×42.6m，上部構造のアスペクト比が 5 と比較的スレンダーな形状である。対象建物の免震部材配置図を図 1(a)，(b)にそれぞれ示す。なお，図中の ${}_{K}I_1$～${}_{K}I_4$，${}_{J}I_1$～${}_{J}I_4$ は，本報で変動軸力の検討を行う積層ゴムの名称である。

2. 2 使用地震動

本報で用いる地震動は，対象建物の近傍で発生した地震動（K-1~3 および J-1~3），比較的遠方で発生したもの（K-4~6 および J-4~6）を，6 地震動ずつ選定した。また，観測記録の最大水平速度を 50cm/s に基準化したレベル 2 相当の地震動（以後，レベル 2）も用いて検討を行う。

3. 積層ゴムに加わる応答引張軸力の検討

X，Y，Z の 1 方向入力の応答解析から得られた積層ゴムに作用する変動軸力において，引張側最大値をそれぞれ ${}_{X}N_{max}$，${}_{Y}N_{max}$，${}_{Z}N_{max}$ とし，各方向入力時の変動軸力を時刻歴上で足し合わせた軸力（総和軸力）の引張側最大値を最大引張軸力 ${}_{S}N_{max}$ とする。

3.1 引張軸力に対する上下動寄与率

${}_{S}N_{max}$ の発生時刻に着目して，${}_{S}N_{max}$ に占める上下動の割合について検討する。${}_{S}N_{max}$ の発生時刻における上下動の変動引張軸力の応答値を ${}_{S}N_{max}$ で除した値を「上下動寄与率」と呼ぶ。上下動寄与率を縦軸に，対象建物からの震央距離を横軸に取り，講義棟と J2 棟について観測原波とレベル 2 入力時の偶各部アイソレータ毎の応答値を図 2(a)，(b)にそれぞれ示す。図 2(a)講義棟の観測原波では，積層ゴ

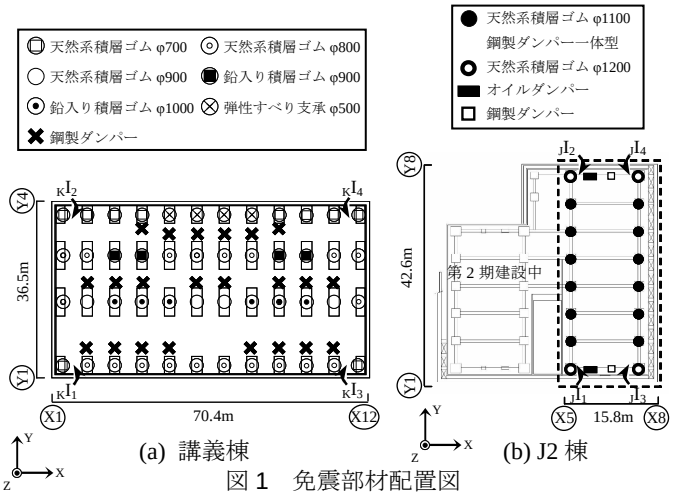

図 1　免震部材配置図

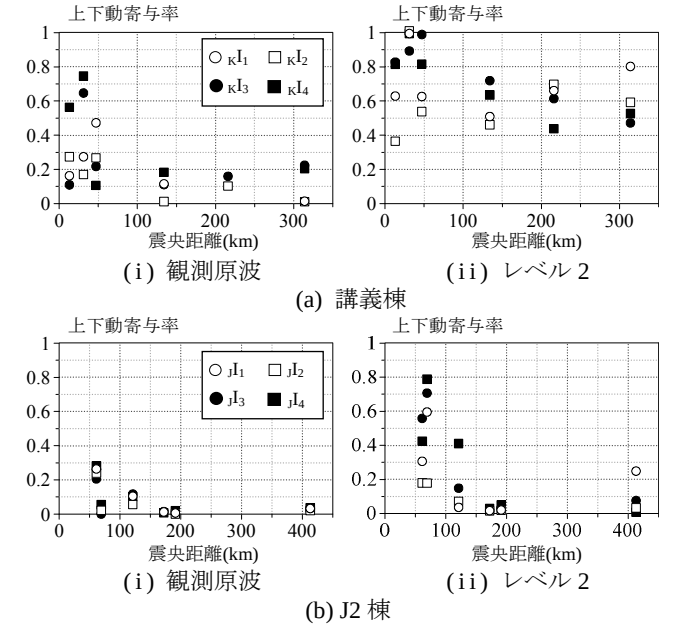

図 2　上下動寄与率と震央距離の関係

Evaluating for tensile force of the rubber bearings on the differences of Earthquake input levels

HONGO Takayuki, SATO Daiki
FUKUDA Yuki, KITAMURA Haruyuki

NII-Electronic Library Service

ムの位置によりばらつきはあるが，講義棟からの震央距離が 50km 以下の地震動では上下動寄与率が高く，震央距離が遠くなるほど上下動寄与率が低下していることが分かる。対して，レベル 2 では震央距離に関わらず上下動寄与率が高い値を示している。一方，図 2(b)J2 棟では，観測原波の全ての地震動において上下動寄与率が低い値を示しており，${}_S N_{\max}$ において水平動が支配的であることが分かる。レベル 2 では震央距離が 100km 付近の地震動における上下動寄与率が高い値を示しているが，講義棟と異なり，遠方地震の上下動寄与率は増加していない。

3.2 最大引張軸力の評価法

ここでは，各方向入力時の応答解析から求まる 3 つの最大引張軸力 ${}_X N_{\max}$，${}_Y N_{\max}$，${}_Z N_{\max}$ を用いて，総和軸力の最大引張軸力 ${}_S N_{\max}$ を推定する方法を検討する。最大軸力の組み合わせとして以下の 3 式を対象とする。

$$ {}_1 N_{\max} = {}_X N_{\max} + {}_Y N_{\max} + {}_Z N_{\max} \quad (1) $$

$$ {}_2 N_{\max} = \sqrt{{}_X N_{\max}{}^2 + {}_Y N_{\max}{}^2} + {}_Z N_{\max} \quad (2) $$

$$ {}_3 N_{\max} = \sqrt{{}_X N_{\max}{}^2 + {}_Y N_{\max}{}^2 + {}_Z N_{\max}{}^2} \quad (3) $$

図 3，4 に講義棟，J2 棟について，(1)～(3)式より求めた ${}_i N_{\max}$ と最大引張軸力 ${}_S N_{\max}$ の比を観測原波およびレベル 2，それぞれ示している。

(1)式は各成分の引張軸力の最大値が同時に発生すると仮定する評価であり，講義棟，J2 棟ともに全ての地震動で 1.0 を上回り ${}_S N_{\max}$ に対して安全側の評価式になる。(2)式は水平動入力時の引張軸力の最大値は同時に発生しないと仮定する評価であり，講義棟および J2 棟で ${}_S N_{\max}$ に対して危険側の評価になることもあるが，最も ${}_S N_{\max}$ に近い値を示している。(3)式は 3 つの引張軸力の最大値が同時に発生しないと仮定する評価であり，講義棟，J2 棟においてほとんどの地震動で危険側の評価となる。

4. まとめ

本報では，平面形状の大きい中高層免震建物とアスペクト比の大きい超高層免震建物を対象に，地震動の震源位置や入力地震動レベルの違いが積層ゴムの応答引張軸力の特性に与える影響を検証した。

謝辞
本研究は、東京工業大学グローバル COE プログラム「震災メガリスク軽減の都市地震工学国際拠点」と共同で行われたものであります。特に，東京工業大学 笠井和彦教授には多大なご協力を賜りました。記して謝意を表します。

参考文献
1) 佐藤大樹，福田優輝，北村春幸：多点同時地震動観測記録に基づく免震建物の上下応答解析手法，日本建築学会構造系論文集第 682 号, pp.2853-1862, 2012.12

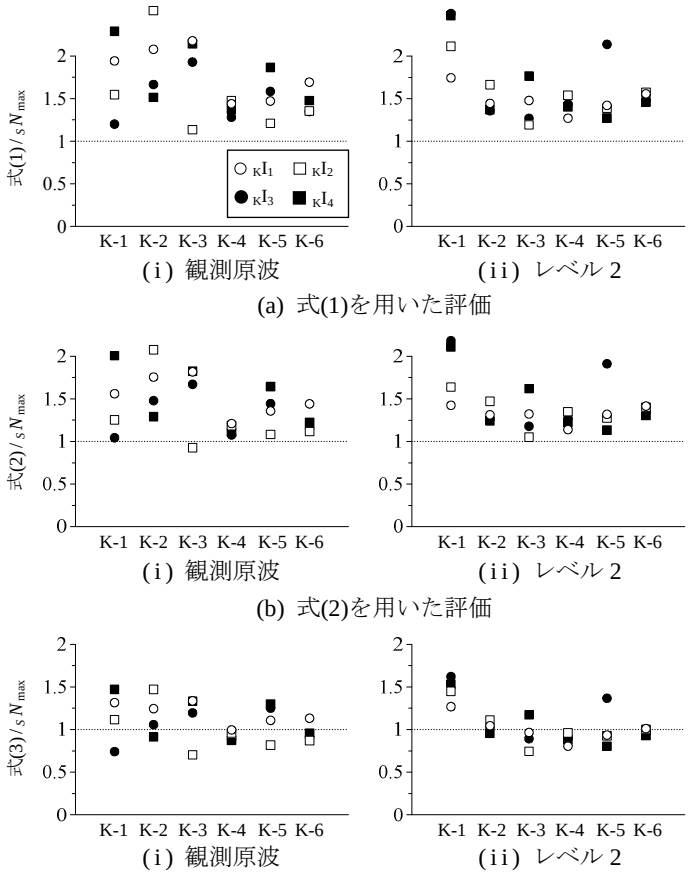

図 3　引張軸力の評価法　講義棟

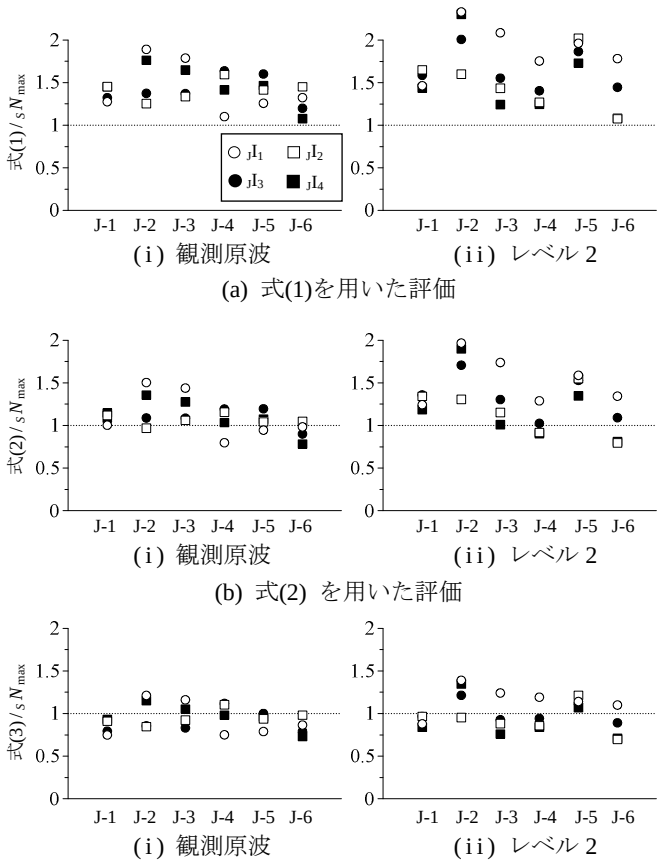

図 4　引張軸力の評価法　J2 棟

*東京理科大学
**元 東京理科大学
* Tokyo University of Science
** Former Tokyo University of Science

NII-Electronic Library Service