

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	風応答における免震建物の減衰モデルに関する研究 (その1 免震建物概要ならびに風荷重設定)
Title(English)	Damping Model of Base-Isolation Buildings by Wind Response Analysis Part 1: Analysis Model and Wind Loads
著者(和文)	白山敦子, 山下忠道, 二宮正行, 佐藤大樹, 梁川幸盛
Authors(English)	Atsuko SHIRAYAMA, Tadamichi YAMASHITA, Masayuki NINOMIYA, Daiki SATO, Yukimori YANAGAWA
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造II, , pp. 1005-1006
Citation(English)	, 構造II, , pp. 1005-1006
発行日 / Pub. date	2025, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

風応答における免震建物の減衰モデルに関する研究 (その1 免震建物概要ならびに風荷重設定)

免震建物	風荷重	高減衰ゴム系積層ゴム	正会員	白山 敦子 ¹	同	山下 忠道 ²
復元力特性	モード別減衰	応答層せん断力	同	二宮 正行 ³	同	佐藤 大樹 ⁴
			同	梁川 幸盛 ⁵		

1. はじめに

免震建物の耐風検討¹⁾では、風荷重に対して時刻歴応答解析が必要とされる場合がある。しかしながら、建物諸元については、設計段階において、重量と剛性は得られるが減衰は、免震層を固定としたモデルの1次固有周期に対して、減衰定数を仮定しているだけであり、厳密な減衰モデルは不明である。そこで、本研究では、免震層を固定とした各次固有モードに対して、風速再現期間1年の居住性評価で用いられる減衰定数を一律1%^{2,3)}とした内部粘性減衰を仮定し、風荷重レベルや建物のアスペクト比、免震層の歪レベルに応じて、どのように変化するのか検討を行う。本報その1では、免震建物の概要と風荷重の設定方法について説明し、風応答解析を行う。

2. 解析モデルの概要

2.1 免震建物モデル

上部構造は、図1に示すような、10、20、30階建て、階高4m(高さ40m、80m、120m)、長辺方向・短辺方向ともに、8mスパン、平面40m×40m(辺長比1:1)とした整形な鉄骨造の基礎免震建物である。

解析モデルは、それらを質点系に変換した等価せん断型線形モデルである。各質点の重量は、約10kN/m²であり、初期剛性はA_i分布に基づくものとし、建物の固有周期を表1に示す。上部構造の内部粘性減衰は、モード別減衰とし、各次モードに対して一律1%とする。

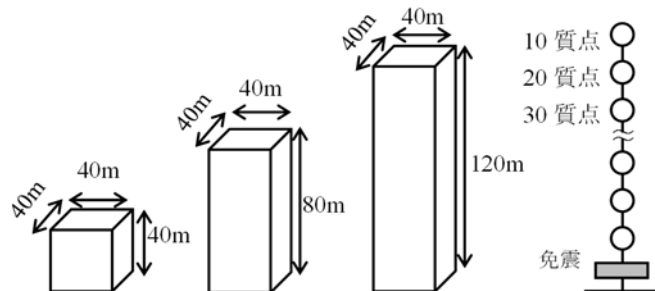


図1 解析モデル概要

表1 上部構造の固有周期

次数	10質点(s)	20質点(s)	30質点(s)
1次	1.954	2.793	3.606
2次	0.708	1.009	1.373
3次	0.436	0.615	0.840
4次	0.321	0.446	0.603
5次	0.258	0.350	0.474

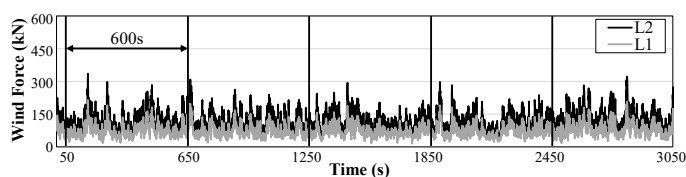
2.2 免震部材

免震部材は、高減衰ゴム系積層ゴム支承(以下、「HDR」)で構成し、X0.6Rタイプ、ゴム総厚200mm、せん断弾性率 $G_{eq}=0.620\text{N/mm}^2$ 、等価減衰定数 $h_{eq}=0.240$ であり、せん断ひずみ250%で等価周期が5秒程度となるように設定した。

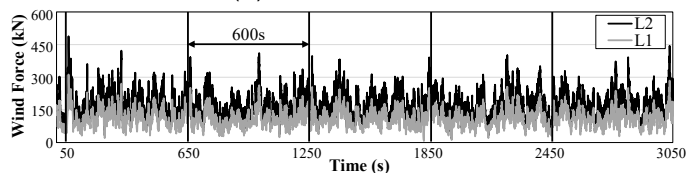
HDRの復元力特性は、修正バイリニアモデル(以下、「MBLモデル」)ならびに、HDRの変位依存性や、風外乱の平均成分により生じる水平クリープ特性を表現できる変形履歴積分型弾塑性復元力モデル(以下、「DHIモデル」)⁴⁾を用いる。尚、免震部材の内部粘性減衰は0%とした。

2.3 風外力の概要

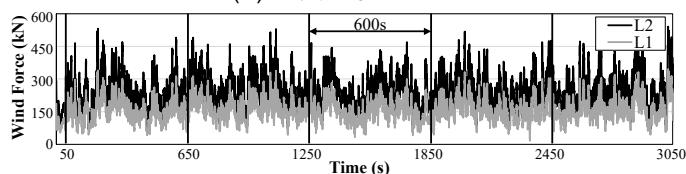
風応答解析に用いる風力波形は、東京工芸大学風工学研究センターにて公開されているデータベース⁵⁾より、幅：奥行：高さ=1:1:1、1:1:2、1:1:3とし、鉛直方向のべき指数1/4の風圧係数データに、各質点の負担面積と基準風速 $V_0=34\text{m/s}$ 、地表面粗度区分IVから得られる速度圧を乗じて作成する。風外力は、レベル1(再現期間50年相当)と、レベル2(再現期間500年相当)の2ケースとする。今回の解析では、風方向のみを対象に、1方向入力とした。継続時間は、評価時間を600秒(10分間)とし、入力初期に50秒の導入部を加えている。図2(a)~(c)に風方向風力の頂部時刻歴波形を示す。



(a)10質点系モデル



(b)20質点系モデル



(c)30質点系モデル

図2 風外力の時刻歴波形

3. 免震建物の風応答解析結果

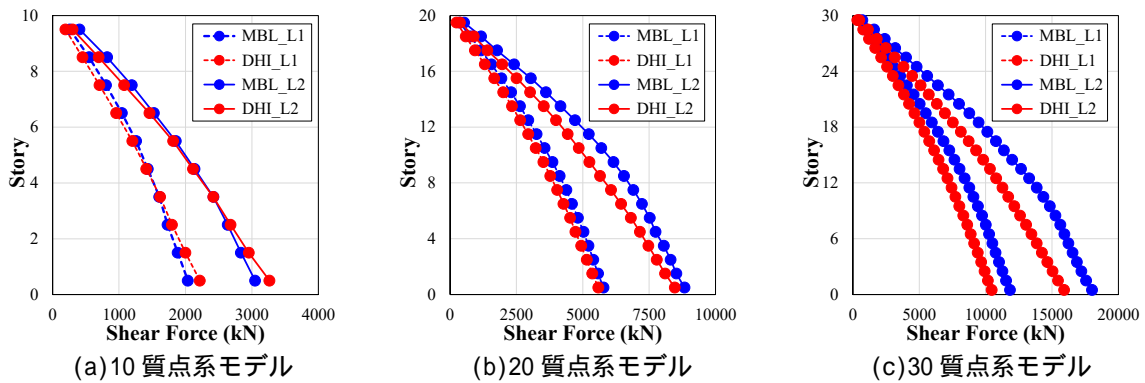


図3 最大応答層せん断力

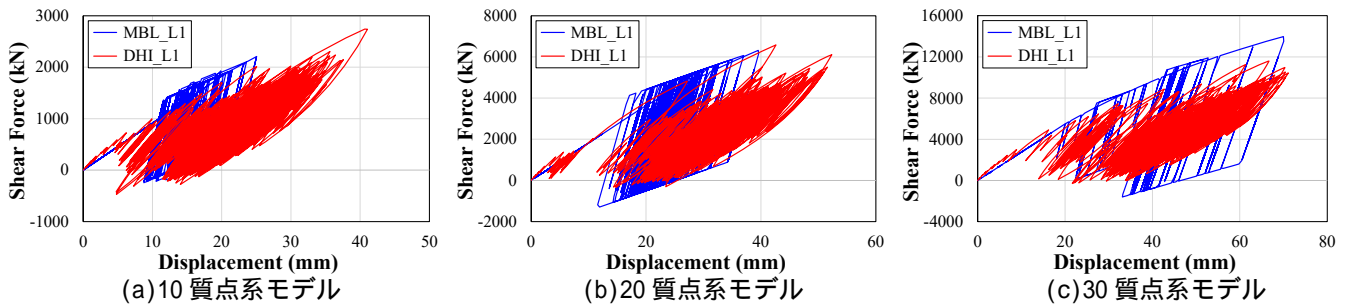


図4 レベル1 風荷重時における免震層の履歴性状

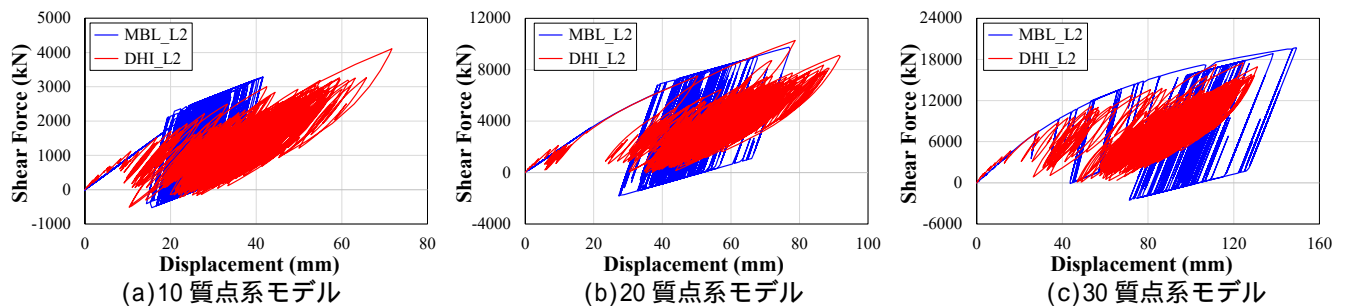


図5 レベル2 風荷重時における免震層の履歴性状

図3(a)～(c)に、免震建物モデルにおける10、20、30質点系の最大応答層せん断力(5波のアンサンブル平均)を示す。これらの図から、免震層のMBLモデルとDHIモデルの違いに着目すると、10質点系では、同程度の応答となるが、20質点系、30質点系のように高層免震モデルとなると、MBLモデルの最大応答層せん断力が大きくなり、その差異も大きくなる傾向にある。

図4(a)～(c)と図5(a)～(c)に、風外力レベルの異なる免震層の履歴性状を示す。10、20質点系ではMBLモデルよりDHIモデルのほうが免震層の変形が大きく、30質点系と高層になるほど、免震層の変形は、MBLモデルのほうが大きくなり、その結果、図3(a)～(c)で示した最大応答層せん断力の差異となる。また、履歴面積もモデルによって差異がみられることがわかる。

4. まとめ

本報その1では、免震建物概要と解析に用いた風荷重の設定方法について説明するとともに、レベル1ならびにレベル2を対象とした風応答解析を実施した。

謝辞

本研究における免震部材の設定に関して、(株)ブリヂストンの竹内貞光氏にご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本免震構造協会：免震建築物の耐風設計指針，2023.3
- 2) 日本建築学会：建築物の減衰，2000.10
- 3) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説(2015)，2015.2
- 4) 森 隆浩 他：風荷重の動的成分が高減衰系積層ゴムの応答特性に与える影響に関する実験的研究及びその解析モデルの検討，日本建築学会構造系論文集，第676号，pp.823-832，2012.6
- 5) 東京工芸大学 風工学研究センター <http://www.wind.arch.t-kougei.ac.jp>

*1 徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 講師・博士(工学)
 *2 ダイナミック コントロール デザイン オフィス 代表・博士(工学)
 *3 株式会社エム・イー・エム
 *4 東京科学大学 総合研究院 准教授・博士(工学)
 *5 構造計画研究所

*1 Assoc. Prof., Graduate School of Tokushima Univ., Dr. Eng.
 *2 Dynamic Control Design Office, Dr. Eng.
 *3 MIZUNO ENGINEERING MANAGEMENT Inc.
 *4 Assoc. Prof., Institute of Science Tokyo, Dr. Eng.
 *5 KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.