

長方形平面を有する建築物の風揺れ居住性に関する研究

— その2 居住性の検討 —

日大生産工(学部) ○酒井 真由 日大生産工 神田 亮 日大生産工(院) 小島 千里
(株)長谷工コーポレーション技術研究所 扇谷 匠己 日大生産工(院) 杉本 耕作

1 はじめに

その2では、その1で評価した時刻歴風力波形を用いて応答解析を行い、超高層免震建築物の居住性能の検討を行う。本論文では、平面形状や評価に用いる加速度の算定方法に着目した検討を行う。

2 対象建築物と解析緒元

本報では、その1の表1に示すような辺長比 (D/B) 2および3の純ラーメン形式超高層RC造の免震建築物を対象とし、居住性能の検討を行う。免震層は降伏せん断力係数を0.02, 水平振動時の免震周期が5秒程度となるように設定した。居住性能の評価は、対象建築物を立体フレームモデル(以下、フレームモデル)とせん断ばねマス系モデル(以下、質点系モデル)に置換して時刻歴応答解析を行い、モデル頂部の重心位置での最大応答加速度を算定して行った。解析に用いた外力はその1で求めたものとし、フレームモデルは3方向、質点系モデルは1方向入力とした。また、時刻歴応答解析を行わず学会指針¹⁾に従って応答加速度を求め評価した結果(以下、指針値)についても示す。各解析モデルの固有振動数を表1、表2に、構造軸と風向の関係を図1に示す。

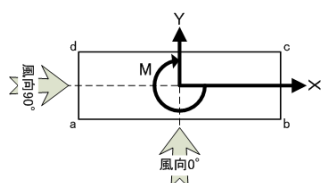


図1 構造軸と風向

表1 Model-1の固有振動数

固有振動数 f [Hz]		フレーム	質点系	指針値
	X 方向	0.38	0.39	0.38
	Y 方向	0.33	0.35	0.33

表2 Model-2の固有振動数

固有振動数 f [Hz]		フレーム	質点系	指針値
	X 方向	0.39	0.40	0.39
	Y 方向	0.33	0.34	0.33

3 最大応答加速度の算定方法

居住性能の検討は、文献2)を参考に建築物頂部の最大応答加速度を用いて行う。応答加速度の算定方法として時刻歴応答解析があり、その中で減衰定数は解析結果に大きく影響する。そこで本研究では、減衰定数を日本建築学会の「建築物の減衰」³⁾を参考に、上部構造の減衰定数は0.7%とした。免震層の減衰定数は0%とし、設計用風速は再現期間1年とした。また、指針値の算定では、固有振動数はフレームモデルと同じ数値を用い、風方向、風直交方向の最大応答加速度を式(1)、式(2)から求めた。

$$a_{Dmax} = \frac{q_H g_{aD} B H C_H C_g' \lambda \sqrt{R_D}}{M_D} \quad (1)$$

$$a_{Lmax} = \frac{q_H g_{aL} B H C_L' \lambda \sqrt{R_L}}{M_L} \quad (2)$$

ここに、速度圧: q_H [N/m²], 建築物の幅: B [m], 建築物の高さ: H [m], 変動転倒モーメントに関する係数: C_g' , 変動一般化風力の補正係数: λ , 共振係数: $R_{D(L)}$, 一般化質量: $M_{D(L)}$ [kg]とする。

4 解析結果及び考察

対象建築物に対して、時刻歴応答解析及び文献1)により算定した最大応答加速度を表3、表4に示す。また、図2、図3にフレームモデルの最大応答加速度 A_F (以下、基準値)で各応答値を基準化 (A/A_F) し、塔状比ごとに比較した図を示す。図より、指針値は正方形平面では基準値以上、長方形平面では基準値以下となった。そのため、指針値は辺長比が1を超える平面の建築物では過小評価する恐れがある。また、質点系モデルは、正方形平面では基準値と同等であるが、長方形平面では、長辺方向に風が吹く場合 (風向0°) の風方向で基準値以下、風直交方向では基準値以上となり、短辺方向から風が吹く場合 (風向90°) では風方向、風直交方向ともに基準値以上となる。これらの傾向は辺長比が大きくなるほど顕著であることから、辺長比が2を超える建築物では質点系モデルでは正確な応答値の評価は難しいと考えられる。このように解析モデルにより応答値に差異が出るのは、辺長比が大きくなるに従って風の流れが変化することやフレームモデルではねじれを考慮していることなどが考えられる。

Study on Habitability of Super High-rise Base Isolation Buildings Having Rectangular Plane
— Part2 Discussion of Habitability —

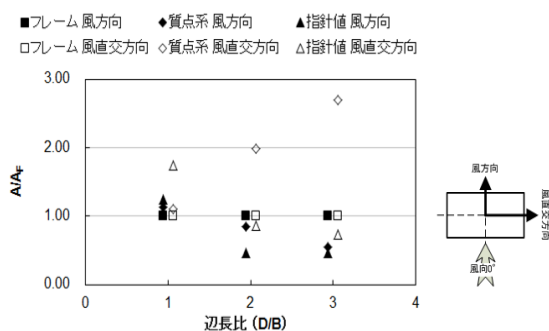
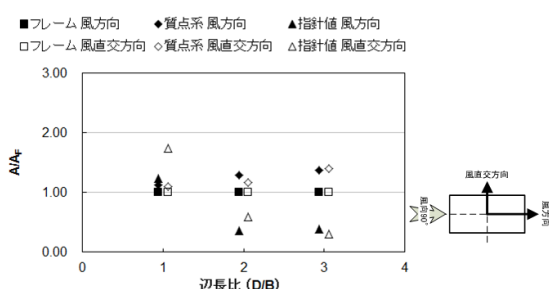
Mayu SAKAI, Makoto KANDA, Chisato KOJIMA,
Narumi OUGIYA and Kousaku SUGIMOTO

表3 Model-1の最大応答加速度

風向 0°		
Model-1	風方向	風直交方向
フレーム	5.94	3.49
質点系	5.04	6.92
指針値	2.78	2.99
風向 90°		
Model-1	風方向	風直交方向
フレーム	3.57	8.88
質点系	4.62	10.39
指針値	1.30	5.23

表4 Model-2の最大応答加速度

風向 0°		
Model-2	風方向	風直交方向
フレーム	5.27	2.28
質点系	2.88	6.15
指針値	2.45	1.69
風向 90°		
Model-2	風方向	風直交方向
フレーム	2.18	7.46
質点系	3.01	10.42
指針値	0.86	2.25

図2 風向 0° の辺長比と A/A_F 図3 風向 90° の辺長比と A/A_F

次に、文献1)に示されている水平振動に対する居住性能評価曲線を用いた居住性能を評価した結果について図4に示す。ここで、図中のH-10、H-30、H-50、H-70、H-90は、それぞれ知覚確率²⁾10、30、50、70、90%を意味する。図4は、表3、表4の値の最大値をそれぞれの評価値として示している。表から確認できるようにModel-1、Model-2および各評価値において風向90°の風直交方向で最大となる。これは、建築物が高層になることで風方向振動より風直交方向振動の方が大きくなっていると考えられる。また、Model-1、Model-2ともに質点系モデルの知覚確率が最も高く、フレームモデルと共に知覚確率が90%を超える結果となった。また、最大値で評価する居住性能では、フレームモデルと質点系モデルはほぼ同じ知覚確率となった。しかし、指針値は、Model-1で知覚確率70%程度、Model-2で知覚確率20%程度となり、フレームモデルと比べ大きく下回る結果となった。そのため、長方形平面の超高層建築物の場合、指針値での居住性の評価は過少評価となる恐れがあるため注意が必要である。

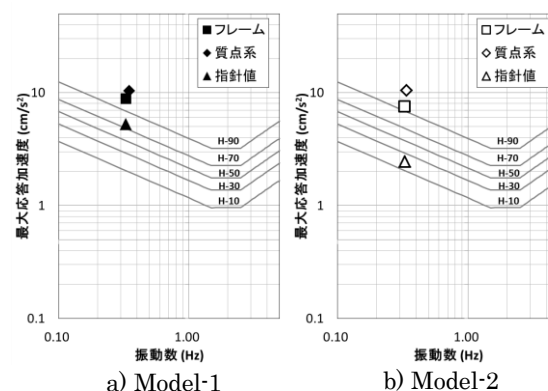


図4 居住性能評価

5 まとめ

本論文では、超高層免震建築物の居住性能を検討することを目的に、平面形状や評価に用いる加速度の算定方法に着目し検討を行い、以下のような知見を得た。

- ・ 指針値は、長方形平面では基準値以下となり、辺長比が1を超える平面形状では過小評価となる恐れがある。
- ・ 質点系モデルは、長方形平面では、基準値と差異が大きくなり、これらの傾向は辺長比が大きくなるほど顕著であることから、辺長比が2を超える建築物では正確な応答値の評価は難しい。
- ・ 長方形平面の超高層建築物の場合、指針値での知覚確率がフレームモデルの知覚確率を大きく下回る結果となったことから、指針値を用いた居住性の評価は過少評価となる恐れがあるため注意が必要である。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説, 2004年
- 2) 日本建築学会：建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説, 1991年
- 3) 日本建築学会：建築物の減衰, 2000年