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)	観測記録に基づく超高層免震建物の時刻歴応答解析モデルの構築 その5 振幅を用いた解析結果の分析
Title(English)	Construction of Time-History Response Analysis Models of High-Rise Base-Isolated Building Based on Observation Record Part5 Analysis of amplitude
著者(和文)	呉嘉瑞, 佐藤大樹, 普後良之, 田村哲郎
Authors(English)	Kazui Go, Daiki Sato, Yoshiyuki Fugo, Tetsuro Tamura
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 29-30
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , , pp. 29-30
発行日 / Pub. date	2020, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

日本建築学会大会学術講演梗概集
（関東） 2020 年 9 月

観測記録に基づく超高層免震建物の時刻歴応答解析モデルの構築
その 5　振幅を用いた解析結果の分析

正会員　○ 呉　嘉瑞*1　同　佐藤　大樹*2
同　普後　良之*3　同　田村　哲郎*2

超高層免震建物　応答観測記録　頻度分布
時刻歴応答解析

1. はじめに

近年，超高層建物にも免震構造が採用される例が増えてきた。建物の高層化に伴い風力も増大し，免震層が塑性化する可能性が増えたため，風荷重は地震荷重とともに重要な設計用外力となっている。風応答を正しく評価するためには，設計段階において風応答時刻歴解析による検討が望まれるが，地震応答と風応答では応答の振幅が大きく異なるため，解析モデルの剛性や減衰などの構造特性も異なることが考えられ，解析モデルと実際の建物の動的特性の整合性は不明な点が多い。また，風力を直接計測することができないため，風応答観測記録に基づく評価を行った例は少ない。

本報その 5 では，本報その 4 [1)]で得られた応答結果をより詳細に分析するため，20 階加速度波形の全振幅の頻度分布を用いて風応答観測値と解析値を比較し，分析を行う。

2. 風応答解析モデルの概要

2.1 風応答解析の概要

本報では，21 質点等価せん断型モデルを用い，時刻歴応答解析を行なう。本報で用いる風応答観測値は，地上 20 階，塔屋 2 階であり，上部構造が S 造の高さ 83m，搭状比（$H/\sqrt{BD}$）3.1，辺長比（B/D）3 の非常に扁平な形状の超高層免震建物である東京工業大学の J2 棟で観測された，Faxai（2007 年台風 20 号）の最大瞬間風速発生時 10 分間のデータを用いる。解析モデルには，免震層に摩擦要素を加えた摩擦モデルおよび粘性要素を加えた粘性モデルを用いる。文献 2）より，風応答解析時各層に与える風外力（頂部風速 18.5m/s，風向 NNW）を求める。各同定モデルの免震層および上部構造の減衰定数は文献 3），4）と同様のものを用い，振動数は風応答観測記録より同定した値のレーリー比例減衰とする。なお，時刻歴応答解析の時間刻みを 0.02s とする。また，X 方向の風応答観測記録は並進成分を用いる [3)]。

2.2 同定モデルの諸元

本章では，検討したモデル [3)-5)]および本報で検討するモデル名をまとめる。Table1 にこれまで作成した設計および同定モデルの名前を示す。文献 3)－5)において，設計モデルの固有モードおよび風応答観測記録の振動数より同定した層剛性 $D_\phi W_f$ を示し，伝達関数のカーブフィット法により同定した減衰を FK_C と示す。免震層に何らかのエネルギー吸収が行われていることが確認できるため，解析モデルの免震層に摩擦要素 Fr 或いは粘性要素 Vi を加える。

表 1　解析モデルの諸元

Model No.	Supersturcture		Isolation layer		Ref.
	Stiffness	Damping	Stiffness	Damping	
0	DeE	0	DeE	0	
11	$D_\phi W_f$	FK_C	$D_\phi W_f$	Fr(FK)	part3
12	$D_\phi W_f$	FK_C	$D_\phi W_f$	Vi(FK)	part3

3. 風応答解析の分析

本章では，2 章で示した全解析モデルの 30 波の風応答解析結果のアンサンブル平均およびその標準偏差を用いて分析をする。図 1 の(a)に 20 階の加速度の最大値 A_{20max}，(b)に標準偏差 A_{20rms} および(c)にピークファクター g_A（A_{20max} / A_{20rms}）の各モデルの応答の比較を示す。なお，図中の破線は観測値を意味する。

図 1 の(a)～(c)より，設計モデル（No.0）は 3 つのパラメーターのいずれにおいても風応答観測値より最も大きいことが確認できる。図 1 (a)～(b)より，観測値と比較して風応答観測記録の振動数を用いて同定した No.11 と 12 のアンサンブル平均値は，最大値において X 方向で 1.35 と 1.00 倍 Y 方向で 1.44 と 1.19 倍大きいことがわかり，標準偏差において X 方向で 2.13 と 1.25 倍 Y 方向で 1.84 と 1.46 倍大きいことがわかる。X 方向に着目すると，No.11，12 は観測値に近づくことが確認できる。ここで，標準偏差において最も風応答観測値に近い値を示す免震層に粘性要素を加えたモデル No.12 は，最大値においても同様に最も風応答観測値に近い値を示し，ピークファクターも観測値と近い結果となることが確認できる。また，上記の傾向で Y 方向でも同様であった。既報の検討により J2 棟の構造特性は非線形な性質を示しており，No.0～No.12 の 3 つのモデルの応答解析結果を比較するとピークファクターが最大のばらつきを示した No.12 が，観測データに見られる非線形な性質を最も表していると考えられる。

ここで，最大値と標準偏差において同じモデルの同じ方向が観測値対する倍率が約 25%違うことが確認できたため，ピークファクターに着目して検討する。図 1(c)より，A_{20rms} において X 方向で 2.13 と 1.25 倍 Y 方向で 1.84 と 1.46 倍大きいことが確認できる。観測値と全応答値において乖離があることが確認でき，応答加速度の最大値と標準偏差は異なる大小関係があることわかる。

Construction of Time-History Response Analysis Models of High-Rise Base-Isolated Building Based on Observation Record
Part5 Analysis of amplitude
Wu Jiarui, SATO Daiki,
FUGO Yoshiyuk, TAMURA Tetsuro

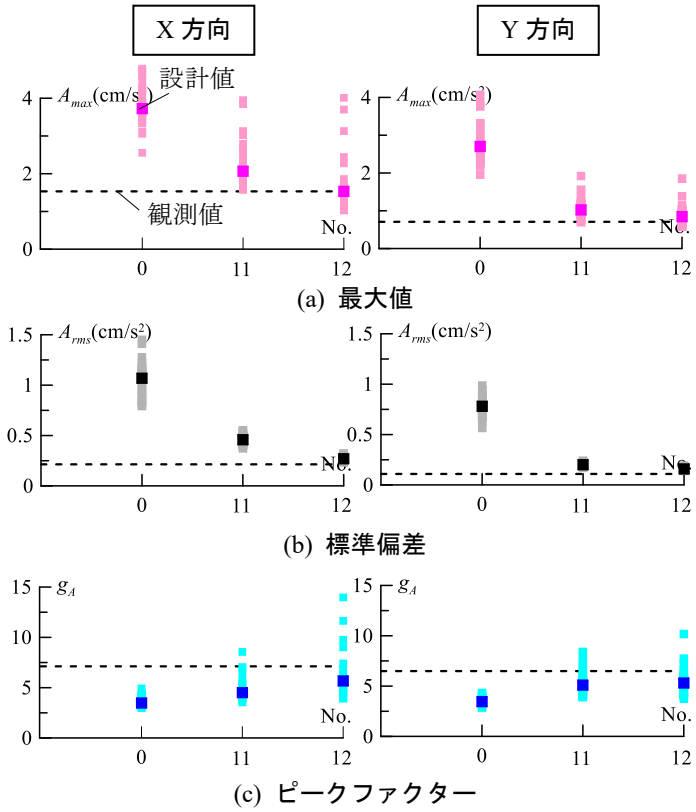

図 1　20 階加速度応答

より詳細な分析を行うため，20 階加速度波形のそれぞれの周期の最大値と最小値の差である全振幅を，本報では振幅として頻度分布を作成し，実建物と解析モデルの整合性を確認する。なお，ノイズ除去のため 30Hz のローパスフィルターをかけた。図 2 に各モデルの 20 階加速度応答の振幅の頻度分布を示す。図 2(a)より，設計モデルにおいて解析値は観測値に比べ振幅の大きいものが多いことが確認でき，頻度分布形状も一致しないことが確認できる。図 2(b)より，X 方向では 0.6 を Y 方向では 0.3 を境に解析値の振幅が多くなる。図 2(c)より，X および Y 方向において観測値と解析値の値が概ね等しいことが確認でき，両方向ともに解析値より観測値の 0.2 以下の低振幅が多いことが確認できる。同定モデルにおいて，X，Y 方向ともに解析値と観測値のピークの位置が異なることが確認できる。

4.　まとめ

本報その 5 では，本報その 4 で得られた応答結果をより詳細に分析するため，20 階加速度波形の全振幅の頻度分布を用いて風応答観測値と解析値を比較し，分析を行った。

その結果，設計モデルにおいて解析値は観測値に比べ振幅の大きいものが多いことが確認でき，頻度分布形状も一致しないことが確認できた。同定モデルにおいて，X，Y 方向ともに解析値と観測値のピークの位置が異なることが確認できた。

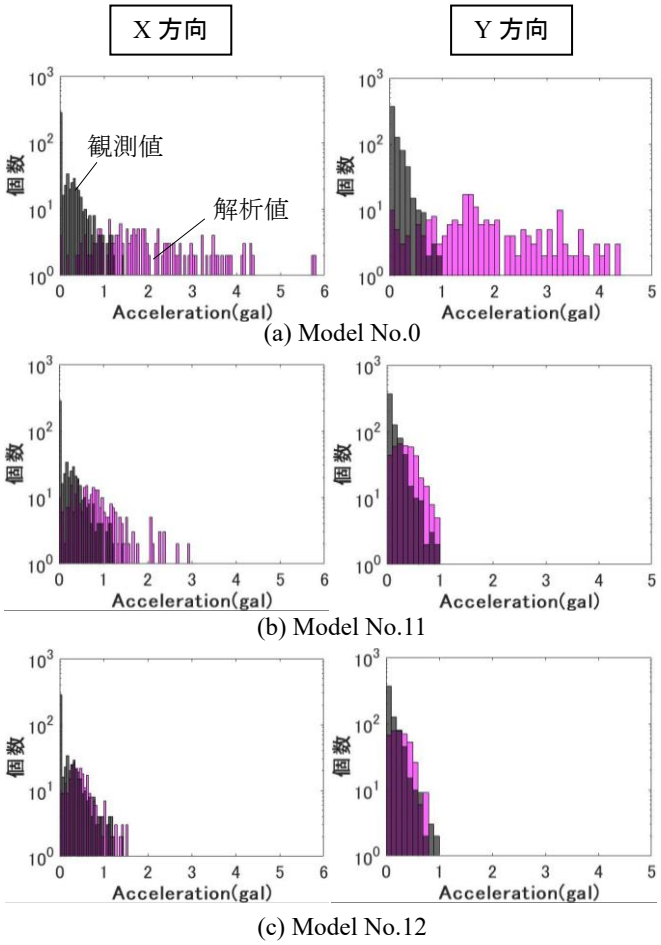

図 2　20 階加速度応答の頻度分布を用いた分析

謝辞

本研究の一部は，JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラムおよび公益財団方針大林財団より助成を受けました。本研究で用いた J2 棟の観測データは，東京工業大学 GCOE プログラムから提供して頂いたものであります。また，J2-風応答観測研究会の皆様には貴重なご意見を多数頂きました。ここに記して，厚く御礼申し上げます。

参考文献

1)　呉嘉瑞，佐藤大樹，普後良之，田村哲郎：観測記録に基づく超高層免震建物の時刻歴応答解析モデルの構築-その 4　モデル化手法による応答特性の分析，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅱ，21128，pp.255-256，2019.9
2)　普後良之，佐藤大樹，田村哲郎，勝村章：実在する地形および周辺建物が高層建物の風力に与える影響に関する研究，日本建築学会関東支部研究報告集(CD-ROM)，pp.401-404，2018.3
3)　呉嘉瑞，佐藤大樹，普後良之，田村哲郎：複数の地震応答観測記録から同定した解析モデルによる超高層免震建物の風応答解析，構造工学論文集，Vol.65B，2019.3
4)　平島裕大，呉嘉瑞，佐藤大樹，普後良之，田村哲郎：観測記録に基づく超高層免震建物の時刻歴応答解析モデルの構築-その 3 風応答観測記録に基づく建物特性の同定，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅱ，21128，pp.253-254，2019.9
5)　佐藤大樹，笠井和彦，田村哲郎：粘弾性ダンパーの振幅依存性が風応答に与える影響，日本建築学会構造系論文集，第 635 号，pp.75-82，2009.1

*1 元　東京工業大学　大学院生
*2 東京工業大学
*3 風工学研究所

*1 Former Graduate Student, Tokyo Institute of Technology
*2 Tokyo Institute of Technology
*3 Wind Engineering Institute