

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応答特性に関する研究 その2 風応答特性および振動数の変化
Title	
著者(和文)	市原 義孝, 佐藤大樹, 大木洋司, 盛川仁, 山田哲, 坂田弘安, 山中浩明, 笠井和彦, 和田章, 北村春幸
Authors	Yoshitaka Ichihara, daiki sato, YOJI OOKI, Hitoshi Morikawa, Satoshi YAMADA, HIROYASU SAKATA, HIROAKI YAMANAKA, KAZUHIKO KASAI, akira wada, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. B-2, , pp. 311-312
Citation(English)	, Vol. B-2, , pp. 311-312
発行日 / Pub. date	2008, 9
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/110007066310

観測記録に基づく超高層免震建物の応答特性に関する研究

その2 風応答特性および振動数の変化

免震構造 超高層免震 地震観測
風観測 固有振動数 揺れ応答

正会員 〇市原義孝* 同 佐藤大樹* 同 大木洋司** 同 盛川仁**
同 山田哲* 同 坂田弘安* 同 山中浩明** 同 笠井和彦**
同 和田章* 同 北村春幸

1. はじめに

本報その1では、東京工業大学 J2 棟の建物および計測概要、さらに地震応答特性について述べた。本報その2では、J2 棟の風応答特性および地震・風応答での固有振動数の変化について述べる。

2. 風応答特性

2.1 最大値分布

2006年3月17日(日最大平均風速 = 16.1m/s, 日最大瞬間風速 = 25.9m/s, 風向 = 南)の1時50分からの10分間の風応答記録と、2006年3月19日(日最大平均風速 = 17.2m/s, 日最大瞬間風速 = 26.1m/s, 風向 = 北西)の18時30分からの10分間に観測された風応答記録において、応答加速度および、本報その1と同様の方法で加速度波形を周波数領域で2階積分して求めた変位の最大値分布図を図1(a), (b)に示す。図1(a)の加速度の最大値分布図より、3月17日の頂部の最大加速度はX方向で1.45gal, Y方向で1.06galである。3月19日の10分間の頂部の最大加速度はX方向で、1.04gal, Y方向で0.79galである。これらは居住性能評価⁹⁾でH-10以下であった。図1(b)の変位の最大値分布図より、3月17日の頂部の最大変位はX方向で0.21cm, Y方向で0.07cm変位している。3月19日の頂部の最大変位はX方向で0.13cm, Y方向で0.06cmである。なお、免震層はほとんど動いていないことを確認している。

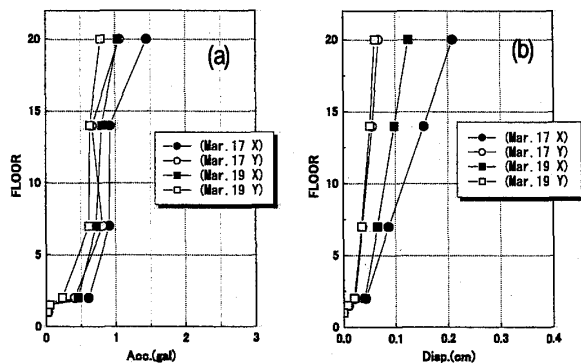


図1 風応答最大値: (a) 加速度, (b) 変位

2.2 風応答時の固有振動数

3月17日の1時50分から10分間の20階X方向およびY方向の加速度のパワースペクトル密度(以下、PSD)を図2(a), (b)に、3月19日の18時30分から10分間の20階X方向およびY方向の加速度のPSDを図3(a), (b)に示す。図2(a)および図3(a)よ

り、本報その1で示した地震応答時のPSDと異なり、X方向にはそれぞれ0.78Hz, 0.87Hzにスペクトルのピークが確認できる。ただし、図2(b), 図3(b)のY方向のスペクトルにはそのようなピークは確認できない。本報その1と同様の方法でピーク周辺の応答性状を調べた結果、図2(a), 図3(a)のX方向の0.49Hzは併進1次固有振動数、図2(a)の0.78Hz, 図3(a)の0.87Hzは、揺れ1次固有振動数であることが確認された。X方向の併進2次の固有振動数のピークが明瞭でない点も地震応答と異なる。

図2(b), 図3(b)のY方向の0.57Hz, 0.60Hzはともに併進1次の固有振動数、同様にY方向の1.76Hz, 1.81Hzは併進2次の固有振動数であった。

表1に地震応答時(本報その1参照)、風応答時および解析結果⁴⁾での固有振動数をまとめて示す。地震応答と風応答の固有振動数を比較すると、風応答の方が並進の固有振動数が高い。これは、地震応答では免震層が変位しているためであると考えられる。解析結果と地震応答時を比較すると、地震応答時は免震層を固定した解析結果と、免震層が50%変形した場合の結果の間の値となった。

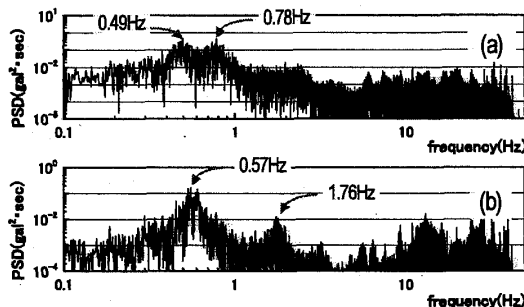


図2 20階加速度 PSD (3月17日, 風応答): (a) X方向, (b) Y方向

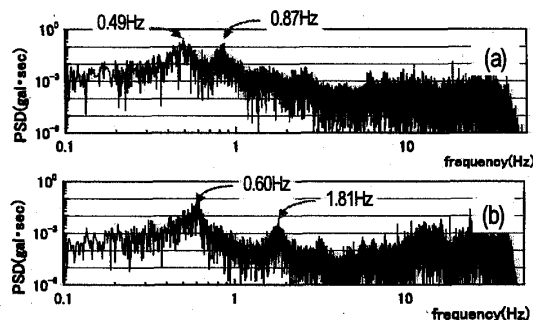


図3 20階加速度 PSD (3月19日, 風応答): (a) X方向, (b) Y方向

Study on Response Characteristic on Seismically Isolated Tall Building Based on Observed Data
Part 2 Wind-induced Response Characteristic and Change in Natural Frequency

ICHIHARA Yoshitaka, SATO Daiki, OOKI Yoji, MORIKAWA Hitoshi, YAMADA Satoshi,
SAKATA Hiroyasu, YAMANAKA Hiroaki, KASAI Kazuhiko, WADA Akira, KITAMURA Haruyuki

表1 固有振動数の比較

	方向	併進	振れ
千葉県北西部 (地震応答)	X	0.39Hz	-
	Y	0.42Hz	-
宮城県沖 (地震応答)	X	0.41Hz	-
	Y	0.43Hz	-
3月17日 (風応答)	X	0.49Hz	0.78Hz
	Y	0.57Hz	-
3月19日 (風応答)	X	0.49Hz	0.87Hz
	Y	0.60Hz	-
解析 (免震層固定)	X	0.46Hz	-
	Y	0.40Hz	-
解析 (免震層 $\gamma=50\%$)	X	0.28Hz	-
	Y	0.26Hz	-

3. 地震・風応答時の振れ特性の比較

2章において、風応答は地震応答時と異なり並進成分だけでなく、振れ成分が卓越することが確認された。ここで、風応答時の変形に対して、どの程度振れ成分が含まれているのか考えるために、振れ率 α_θ を次式のように定義する。

$$\alpha_\theta = \sigma_{\alpha} / \sigma \quad (1)$$

ここで、 σ_α = 振れによるX方向変位の標準偏差、 σ = X方向変位の標準偏差である。

3月17日の0時50分から3時00分までの10分間毎の13個のデータと、3月19日の17時30分から19時40分の10分間毎の13個のデータに対して、振れ率を図4(a)に、X方向の振れの回転中心を図4(b)にアンサンブル平均の標準偏差と共に示す。剛心位置の評価方法については文献2を参考にした。図4(a)中のNは北東方向、Sは南西方向に設置されている加速度計(本報その1、図2参照)より求めた値であることを意味する。

図4(a)より、3月17日のNの振れ率は7~20階で65%程度、2階は42%と2階のみ低い値を示した。Sについては、7~20階で35%程度であるのに対して、2階では65%の高い値を示した。また、下の階ほどばらつきが大きい。3月19日のNについて、2~20階とも振れ率は35%程度であるが、下の階ほど振れ率が高く、ばらつきも多い。Sについて2~20階とも40%であるが、こちらも下の階に行くほど振れ率が高く、ばらつきが大きくなっている。

図4(b)の振れの回転中心について、3月17日は20階、14階が南側、7階、2階が北側に回転中心がくる。2階については回転中心が、建物中心($y=2310\text{cm}$)よりも大きく北側にずれているが、これは2階加速度応答が小さく、回転中心の算出精度が低いと考えられる。3月19日に関しては2~20階とも回転中心が建物中心に近い位置にあるが、2階は7、14、20階に比べて建物中心からのずれが大きく、またばらつきも大きい。3月17日と3月19日で振れ率、回転中心位置の値、プロットの傾向ともに違いがみられた。これは風向の違い(2.1節参照)が原因ではないかと考えられるが、現時点では不明であり、今後の課題とする。

* 東京理科大学
** 東京工業大学

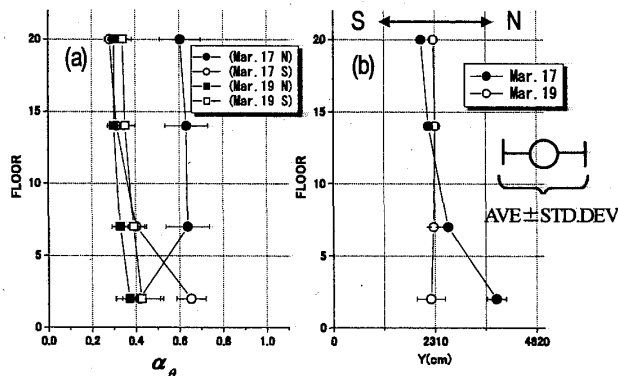


図4 風応答時の振れ応答(a) 振れ率, (b) 振れ中心

4. まとめ

超高層免震建物の観測記録を基ついで地震・風応答特性についての検討を行った。本報その1,2より得られた知見を以下にまとめて示す。

- 1 地震応答では免震層が変位しているが、風応答では免震層がほとんど変位していないため、地震応答時の固有振動数は風応答時に比べ低い値となった。
- 2 地震では並進によるスペクトルピークだけが確認されたが、風応答では並進によるスペクトルピークの他に、振れによるピークが確認され、かつ併進と同等のパワーを有しており、超高層免震建物の風応答において、振れ応答は無視できないことが分かった。
- 3 振れ率、回転中心位置は観測日によって違いがみられた。原因については今後の課題とする。

謝辞

本研究は、東京工業大学21世紀COEプログラム「都市地震工学の発展と体系化(代表者:大町達夫教授)」と共同で行ったものであり、J2棟の観測データを提供して頂きました。風速データについては東京工業大学田村哲郎教授より提供して頂きました。また、本研究の一部は東京理科大学卒業研究として海老原崇弘君の協力によって行われたものであります。記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 安井八紀, 大熊武司, 小賀伸一, 下村祥一: 中高層免震建物の強風時実挙動観測, 第17回風工学シンポジウム論文集, pp.445-450, 2002
- 2) 荒川利治, 吉瀬維昭: 実測データに基づく鉄骨造建物における振動特性の評価と振幅依存性に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 第22号, pp.157-162, 2005.12
- 3) 大木洋司, 山下忠道, 盛川仁, 山田哲, 坂田弘安, 山中浩明, 笠井和彦, 和田章: 超高層免震建物の長期観測システム構築に関する具体的取り組み, 日本建築学会技術報告集, 第21号, pp.73-77, 2005
- 4) 菊池岳史, 藤森智, 竹内徹, 和田章: メガブレースを用いた超高層免震鋼構造建築物の設計, 日本建築学会技術報告集, 第22号, pp.217-222, 2005.12
- 5) 山田哲, 大河原勇太, 山中浩明, 坂田弘安, 盛川仁, 大木洋司, 笠井和彦, 和田章: 超高層免震建物における地震観測の概要, 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp.963-964, 2007.8
- 6) 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, 丸善, 2004.5