

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	平面形状の違いが超高層免震建物の風応答に与える影響
Title	
著者(和文)	小川諒, 吉江慶祐, 佐藤大樹, 平井宏幸, 北村春幸
Authors	daiki sato, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 215-216
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 215-216
発行日 / Pub. date	2012, 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/110009654485

平面形状の違いが超高層免震建物の風応答に与える影響

風外力	多質点系	超高層免震建物	正会員	○ 小川諒 ^{*1}	同	吉江慶祐 ^{*2}
辺長比	弾塑性応答		同	佐藤大樹 ^{*1}	同	平井宏幸 ^{*3}
			同	北村春幸 ^{*1}		

1. はじめに

近年、免震建物の高層化が進んでおり、風外力に対する弾塑性範囲における応答評価の必要性が高まっている。風応答評価法としては、鈴木ら^{1), 2)}が、風向 0° 、辺長比1.0の超高層免震建物を対象とし、エネルギーの釣合に基づく構造物の弾塑性風応答を予測する手法を提案した。そこで本報では、異なる風向および建物形状に対する弾塑性構造物の応答予測に必要な弾塑性風応答性状を時刻歴応答解析に基づき検証する。

2. 解析モデルおよび風外力の概要

本報では、上部構造を1次モードが直線のモデルとし、その下に免震層を設定した11質点せん断型モデルを用いた。図1に対象モデルの概要を示す。なお、本報でのダンパーの復元力特性は完全弾塑性とする。上部構造の内部粘性減衰は、1次固有周期に対して2%の剛性比例型減衰とする。図2に検討建物の平面図と風向の定義を示す。なお、本報では平面積 $B \times D$ を等しく 1600 m^2 と設定しているため、辺長比ごとにそれぞれ D, B が異なる。本報ではダンパーの降伏せん断力係数 ${}_d\alpha_y$ を解析パラメーターとして ${}_d\alpha_y = 0.02, 0.04, 0.06$ としている。免震層の諸元は(1)~(3)式を用いて決定される。

$${}_dQ_y = ({}_uW + {}_bW) \cdot {}_d\alpha_y, \quad {}_dK_1 = {}_d k_0 \cdot {}_d\delta_y \quad (1,2)$$

$${}_d k_0 = \frac{{}_dQ_y}{{}_dK_1} = \frac{1}{{}_d\delta_y} \quad (3)$$

ここで、 ${}_dQ_y$: 免震層ダンパーの降伏耐力、 ${}_uW$: 免震層の重量、 ${}_bW$: 上部構造の重量、 ${}_dK_1$: ダンパーの初期剛性、 ${}_d k_0$: ダンパーの降伏耐力あたりの初期剛性(= 36 kN/m/kN)、 ${}_d\delta_y$: ダンパーの降伏変位(= $1/{}_d k_0 = 2.78 \text{ cm}$)。構造物に作用する風外力は風洞実験結果を用いた。実験気流は「建築物荷重指針・同解説」の地表面粗度区分Ⅲの気流を目標に作成された。実験模型は高さ $H = 50 \text{ cm}$ 、辺長比 $D/B = 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ 、平面積 $A = 100 \text{ cm}^2$ の角柱模型とし、層風力は10層分測定した。風洞実験方法およ

び実験条件の詳細については文献3)を参照されたい。風速は再現期間500年に相当するレベルとして、頂部風速 $U_H = 63.8 \text{ m/s}$ を想定した。本報では風力を構造軸(X, Y)で整理している。応答値は30波のアンサンブル平均により評価した。検討用風力波形は0.05秒刻み13000ステップの10質点分の変動層風力波形を1組とし、風洞実験結果から応答の評価時間部分が重ならないように650秒 \times 30組を取り出した。解析開始時の過渡応答の影響を避けるため、各風力波形の先頭50秒にエンベロープを設けた後、50~650秒の10分間で応答を評価する。解析は、免震層を含めた11質点せん断型モデルの時刻歴応答解析により行った。なお、本報では風向を解析パラメーターとして $0^\circ, 45^\circ$ としている。図3(a), (b)に風向 0° 、 $D/B=1.0$ での、7層における層風力の時刻歴波形例を示す。

3. 辺長比と風向の違いによる層風力および応答変化

図4(a), (b)に辺長比および風向の違いによる建物頂部の最大層風力 $F_{11, max}$ をX方向, Y方向それぞれ示す。なお、風向 45° の場合、 $D/B=1/3$ と3.0の結果は同値となっている。図4(a)より、X方向の風向 0° に着目すると、辺長比が大きくなるほど見付け面積は小さくなるので、層風力は小さくなっていることがわかる。風向 45° では、 $D/B \geq 1.0$ の範囲で、辺長比が大きくなるほど層風力は小さくなっていることがわかる。図4(b)の風直交方向風力に着目すると、風向 0° では、 $D/B=1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ が同程度であるが、風向 45° では $D/B \geq 1.0$ の範囲で、辺長比が大きくなるほど層風力も大きくなっていることが分かる。図5に、X方向およびY方向風力入力時における風向、辺長比の違いによる建物頂部の応答加速度 \ddot{X}_{11} 、変位 X_{11} 、免震層の応答変位 X_1 の最大値を示す。なお、風向 45° の場合、 $D/B=1/3$ と3.0の時刻歴応答解析結果は同値となっている。風向 0° のX方向風力入力時の応答加速度に着目すると、辺長比が大きくなる、つまり見付け面積が小さくなるほど、応答値は小さくなることが分かる。風向 0° のY方向風力入力時の応答加速度に着目すると、 $D/B=1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ の応答値

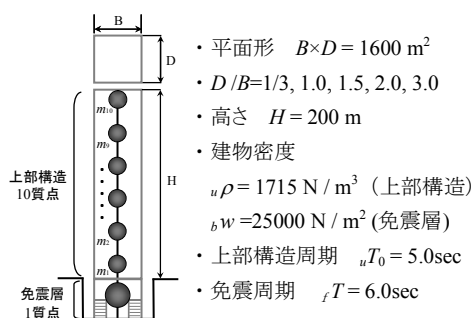


図1 弾塑性解析モデル概要

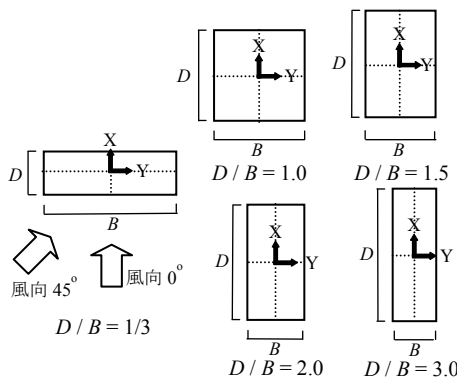


図2 検討建物の平面図と風向の定義

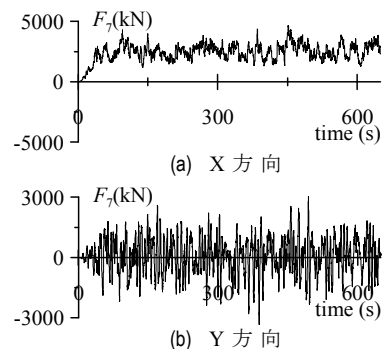


図3 7層における層風力の時刻歴波形例(風向 0° 、 $D/B=1.0$)

が同程度になっていることが分かる。これは図 4 (b)より、 $D/B = 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ の頂部層風力が同程度のためであると考えられる。X 方向, Y 方向風力入力時ともに、以上の傾向は応答変位, 免震層の応答変位でも確認できる。風向 45° の X 方向風力入力時の応答加速度に着目すると、 $D/B \geq 1.0$ の範囲で、辺長比が大きくなる程、応答値は小さくなること分かる。これは、図 4 (a)に示したように、風向 45° の X 方向風力は $D/B \geq 1.0$ の範囲で、辺長比が大きくなるほど層風力が小さくなるためであると考えられる。風向 45° の Y 方向風力入力時の応答加速度に着目すると、 $D/B \geq 1.0$ の範囲で、辺長比が大きくなるほど、応答値も

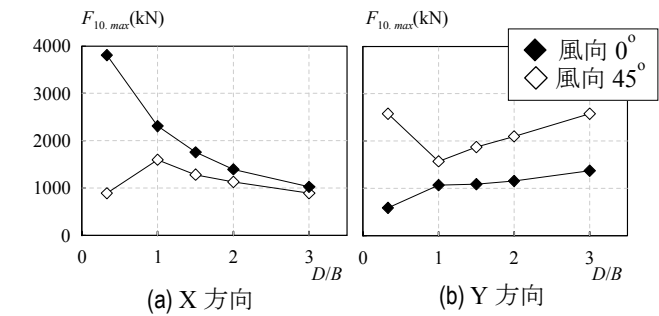
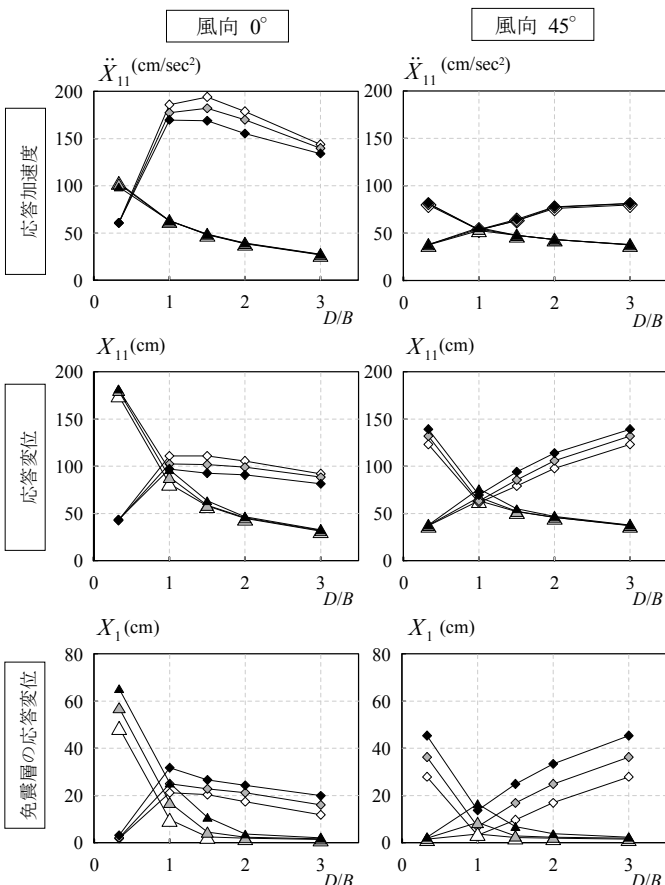


図 4 建物頂部の最大層風力



$d\alpha_y$	0.04	0.05	0.06
X 方	▲	△	△
Y 方向	◆	◇	◇

図 5 建物頂部および免震層の応答変化

大きくなること分かる。これは、図 4 (b)に示したように、風向 45° では $D/B \geq 1.0$ の範囲で、辺長比が大きくなるほど、風力も大きくなるためであると考えられる。X 方向, Y 方向風力入力時ともに、以上の傾向は応答変位, 免震層の応答変位でも確認できる。図 6 に、辺長比および風向の違いによる、 E_{input} に占める免震層の累積塑性ひずみエネルギー ${}_bW_p$ の割合を示す。図 6 より、ダンパー量が少ないほど E_{input} に占める ${}_bW_p$ の割合は増加することが分かる。これは免震層の応答変位の傾向と同様である (図 5)。

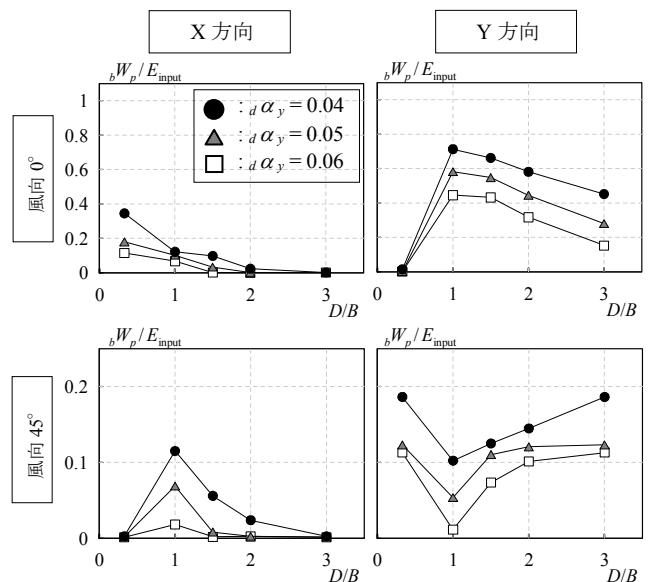


図 6 E_{input} に占める ${}_bW_p$ の割合

4. まとめ

変動風力を受ける超高層免震建物を想定した多質点系モデルを対象として、建物の平面形状を変化させ、建築物に作用する変動風力特性および超高層免震建物の弾塑性範囲での応答性状の変化を検証し、以下の結論を得た。

- (1) X 方向風力入力時は、応答加速度および変位は風向に関わらず辺長比が小さくなる程見付け面積が大きくなるため、応答値が大きくなることを確認した。
- (2) Y 方向風力入力時は、風向 0° では $D/B = 1.0, 1.5, 2.0, 3.0$ の応答値が同程度になるが、風向 45° では $D/B \geq 1.0$ の範囲で、辺長比が大きくなる程応答値も大きくなることを確認した。
- (3) エネルギー入力 E_{input} に占める免震層の累積塑性ひずみエネルギー ${}_bW_p$ の割合は、ダンパー量が少ないほど増加することを確認した。

謝辞

本研究は、神奈川大学大熊武司教授、(株) 泉創建エンジニアリング、(株) 日建設計、東京理科大学北村研究室による新耐風設計法研究会の成果の一部です。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 鈴木悠也, 佐藤大樹, 吉江慶祐, 北村春幸: エネルギーの釣合に基づく変動風力を受ける超高層免震建物の応答予測手法, 日本建築学会学術講演梗概集 B-2, pp.281-282, 2010.7
- 2) 平井宏幸, 佐藤大樹, 吉江慶祐, 鈴木悠也, 北村春幸: 多質点系モデルを用いた変動風力を受ける超高層免震建物の上部構造の応答評価, 日本建築学会学術講演梗概集 B-2, pp.283-284, 2010.7
- 3) 片桐純治, 大熊武司, 鶴見俊雄: 高層免震建築物の一般化風力特性, 日本建築学会学術講演梗概集 B-2, pp.139-140, 2010.9

*1 東京理科大学

*2 株式会社 日建設計

*3 戸田建設株式会社 (元東京理科大学)

*1 Tokyo University of Science.

*2 NIKKEN SEKKEI Ltd.

*3 TODA CORPORATION