T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	台風通過時における超高層免震建物の風応答評価 その1 風外力の作成方法
Title	
著者(和文)	神田亮, 扇谷匠己, 山下忠道, 梁川幸盛, 佐藤大樹, 原田浩之
Authors	Makoto kanda, Tadamichi Yamashita, daiki sato
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 217-218
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 217-218
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/110009654486

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

Architectural Institute of Japan

21109

日本建築学会大会学術講演梗概集
（東海） 2012 年 9 月

台風通過時における超高層免震建物の風応答評価
（その 1　風外力の作成方法）

正会員　○神田　亮*1　正会員　扇谷　匠己*2
正会員　山下　忠道*3　正会員　梁川　幸盛*4
正会員　佐藤　大樹*5　正会員　原田　浩之*6

台風　風速変化　風向変化
風洞実験　高層免震建物

1.　はじめに

兵庫県南部地震において，免震構造の有効性が立証された。その後，免震構造を採用した建物が急増し，近年ではその適用範囲も戸建て住宅や超高層建物へと拡大してきている。超高層建物に免震構造を適用する場合にはその特性上，耐震性能は向上するが，場合によっては耐風性能を低下させてしまう恐れがある。この場合，風荷重に対する安全性を十分検討しなければならない。

台風時における強風の継続時間は 4～5 時間程度に及ぶことがある。したがって，免震装置は長時間にわたり，多数回の繰り返し荷重を受けることになり，地震外乱に対して検討する最大応答時の安全性の他に，風荷重特有の部材の非線形性 [1), 2)]や水平クリープについても検討する必要性が出てくる。

そこで本論文では，高減衰系積層ゴムを用いた超高層免震建物の風応答評価について述べるものとし，その 1 では，台風通過時の風向・風速変化を考慮した風外力のシミュレーション方法について述べる。

これまで，台風通過時の風速，風外力については，松井ら [3)]，鈴木ら [4)]により，検討されているが，台風通過時の風向変化を連続的に再現しているとは言い難い。

そこで，その 1 では風洞模型を回転させることで風向変化を連続的に再現し，時間スケールの数値処理により風速変化を再現する手法について述べる。

2.　時刻歴風外力作成の概要

時刻歴風外力の作成手順を図 1 のフローチャートに示す。本手法は，風洞実験により測定した風力係数から台風通過時の風力波形を作成する。通常，風圧実験中に実験風速や風向を変化させた実験は特殊な場合を除いては行えない。しかし，台風通過時は平均風速や風向が変化するため，それに対応したシミュレーションが必要である。本手法では，風向変化を一定の速度で模型を回転させることで相対的に再現し，平均風速の変化を時間スケールに基づいてデータを加工することで再現した。

2.1　台風選定と風向・風速データのモデル化

参考にする台風の気象観測データは以下の①，②に基づいて選定した。

① 気象庁の定める台風クラスの中でクラス 5 以上の台風。

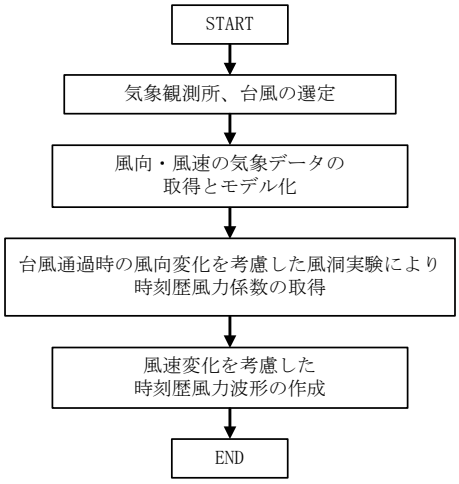

図 1　時刻歴風外力作成のフローチャート

② 選定する観測所は，過去にクラス 5 以上の台風が中央，左側，右側を通過した記録を持つもの。

本論文では，福岡県の朝倉観測所を選定し，観測所の中央，右側，左側を通過する台風として台風 199612 号，台風 199918 号，台風 200418 号を選定した。

次に，風向，平均風速の経時変化は実台風の気象観測データをモデル化したものを適用する。風向・風速データのモデル化は以下の③，④に基づいて行った。

③ 風速の経時変化は，実観測記録を参考にし，最大風速が再現期間 500 年となるように基準化してモデル化。

④ 風向は線形に変化し，風速が変化しているときには風向は変化しないようモデル化。

図 2 にモデル化した風速と風向の経時変化を図 2 に示す。本編では紙面の都合上，観測所の左側を通過した 200418 号についてのみ示す。

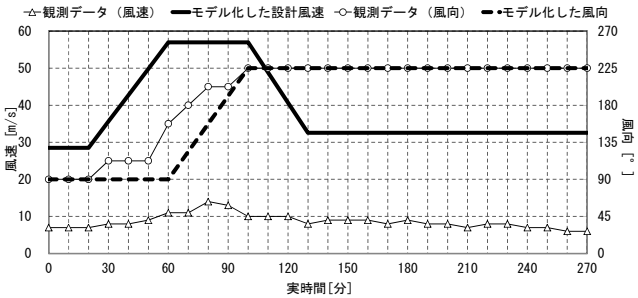

図 2　風速と風向の経時変化

Study on estimation of wind response of a base isolation super high-rise building under a typhoon passing
Part1 Simulation technique of wind excitation

KANDA Makoto, OUGIYA Narumi,
YAMASHITA Tadamichi, YANAGAWA Yukimori,
SATO Daiki and HARADA Hiroyuki

NII-Electronic Library Service

2.2　対象建物形状及び風洞実験概要

対象建物は，建物高さ 150m，塔状比 5 の超高層免震建物で，風圧模型は，100×100×500[mm]の正四角柱で作成し，風圧測定孔を 1 面に 50 点，全 4 面で 200 点設けた（図 3）。実験気流は地表面粗度区分Ⅱ相当，実験風速は 10m/s，サンプリング周波数は 400Hz として計測を行った。風向変化はターンテーブルに模型を固定し，一定のスピードで回転させることで再現する。回転させる速さは，風向が変化する間は風速変化が一定となるようモデル化したため，式(1)によって回転に要する実験上での時間を実時間から定めた。風外力のシミュレーションでは，時刻とともに平均風速が変化するので，一定風速で測定された風洞実験のデータをそのまま適用することはできない。シミュレーションデータの風速変化は式(1)の関係に基づいて時間スケールを変化させ再現した。

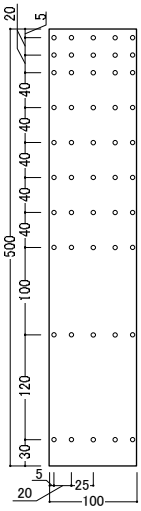

図 3　風圧模型［単位:mm］

$$T' = \frac{V}{V'} \times \frac{L'}{L} \times T \qquad (1)$$

T ：実時間 [sec]　，　T' ：実験時間 [sec]
L ：実建物の高さ [m]　，　L' ：模型高さ [m]
V ：平均風速 [m/s]　，　V' ：実験風速 [m/s]

2.3　風外力の作成

風洞実験により得られた風圧データを用いて式(2)より層風力係数を算定する。また，層風力係数は風向が変化するため構造軸，捩れ方向に対して評価する。

$$C_{fj} = \frac{\sum_{k=1}^{5}\{(P_k - P_k')A_k\}}{\bar{q}_H \sum_{k=1}^{5} A_k} \qquad (2)$$

C_f ：層風力係数　，　$P\,(P')$ ：速度圧(向い合う面) [Pa]
A ：負担面積 [m^2]　，　j ：層数（1～10 層）
$\bar{q}_H$ ：基準速度圧 [Pa]　，　k ：層毎の測定孔数 (5 点)

得られた風力係数と図 2 の平均風速から時刻歴風外力を作成する。作成した時刻歴風力波形を図 4 に示す。図は X 軸方向，Y 軸方向，ねじり方向の時刻歴波形を示しており，地表面高さ約 100m の位置における風外力である。

図に示す風外力は，図 2 に示す平均風速の変化に伴って風力が増減し，風向変化することにより風力が正負に大きく変化しているのが確認できる。最大風速時に風向変化が起こる今回の風向風速変化のモデルでは，風向変化中に建物が風向に対して正対（風向 0°,90°など）する前後において，風力が正負に振れる現象が見られる。特に， X 軸方向風力波形における 87 分付近の前後において顕著に表れている。

上述のように，台風の特徴である風速変化や風向変化が，作成した波形において再現できていることから，台風通過時の風外乱を再現できていると考えられる。

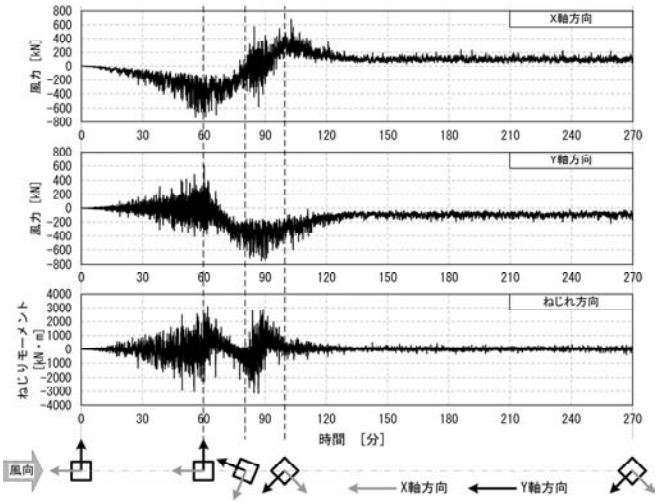

図 4　台風 200418 号モデル波形

3.まとめ

本報では，超高層免震建物に作用する台風通過時の風外力をシミュレーションすることを目的して，風洞実験による風外力作成の手順を示した。その結果，台風時の風向変化を風圧実験時に模型を回転させることで再現し，風速変化を時間スケールの数値処理により評価することで台風通過時の風外力を作成する手法を示した。

参考文献

1) 竹中康雄,飯塚真巨,鈴木雅靖,吉川和秀,山田和彦：鉛プラグ型積層ゴムを考慮した高層免震建物の風応答簡易評価法,日本建築学会構造系論文集,第 561 号,pp.89-94,2002 年 11 月
2) 安井八紀,大熊武司,丸川比佐夫：クリープ変形を伴う免震建物の風応答性状に関する研究,日本建築学会構造系論文集,第 619 号,pp.41-48,2007 年 9 月
3) 松井正宏,大熊武司,田村幸雄：経験的風況特性を用いた仮想台風による風速時刻歴の生成方法,日本建築学会大会学術講演梗概集(東北),pp.115-116,2009 年 8 月
4) 鈴木雅靖,竹中康雄,近藤明洋,飯場正紀,大熊武司,松井正宏：高層免震建築物の風応答時刻歴解析による検討(その 3 風向変化を伴う 3 方向風力時刻歴波形の作成),日本建築学会大会学術講演梗概集(関東),pp.613-614,2011 年 8 月

*1 日本大学生産工学部建築工学科　教授・博士(工学)
*2 (株)長谷工コーポレーション　技術研究所　研究員
*3 ダイナミックコントロールデザインオフィス
*4 (株)構造計画研究所　防災ソリューション部
*5 東京理科大学理工学部建築学科 助教・博士(工学)
*6 三井住友建設(株)　技術開発センター　博士(工学)

*1 Prof., Dept. of Architectural Eng., Collage of Industrial Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.
*2 Haseko Corporation, Technical Research Institute
*3 Dynamic Control Design Office
*4 Kozo Keikaku Engineering Inc. Disaster Prevention Solution Dept.
*5 Department of Architecture, Tokyo University of Science, Dr. Eng.
*6 Technology Development Center, Sumitomo Mitsui Construction Co. Ltd., Dr. Eng.

NII-Electronic Library Service