

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	再現期間1年の風速における超高層免震建物の応答加速度観測記録の分析 その1 再現期間1年風速の算出および台風概要について
Title(English)	Analysis of observed acceleration records of seismically isolated high-rise buildings under one-year return periods wind speeds. Part.1 Calculation of one -year wind speeds and overview of target typhoons
著者(和文)	普後良之, 佐藤大樹, 清谷直樹, 陳引力
Authors(English)	Yoshiyuki Fugo, Daiki Sato, Naoki Kiyotani, Yinli Chen
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 , , pp. 63-64
Citation(English)	, 構造 , , pp. 63-64
発行日 / Pub. date	2025, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

再現期間1年の風速における超高層免震建物の応答加速度観測記録の分析

その1 再現期間1年風速の算出および台風概要について

超高層免震建物 風応答観測記録 長期観測
再現期間1年

正会員 ○普後良之*1 同 佐藤大樹*2
同 清谷直生*2 同 陳引力*2

1 はじめに

筆者らは免震建物特有の問題の抽出と設計手法の提案を目的として、実在の超高層免震建物の風・応答の長期観測を実施している。

東京科学大学J2棟を対象とした観測調査¹⁾では対象建物端部の加速度で並進よりも振れ成分が大きい記録があり、対象建物の平面形状が扁平であることが原因と考察した。その後、J2棟は増築により建物形状が扁平ではなくなり、この増築後(J2-3棟)を対象に、複数の台風接近時の加速度記録を用いて居住性能評価を行った²⁾。振れの影響が大きく、J2-3棟が免震建物であるために並進と振れ成分の1次固有振動数が近接したことが原因と考察した。

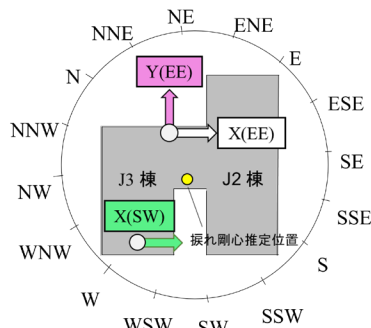
筆者らはこのJ2-3棟を対象に、屋上付近の風速と加速度の観測を継続している。本報その1、その2で再現期間1年以上の風速を観測した2つの台風から再現期間1年相当の風速発生時のデータを抽出し、風向が居住性に与える影響を確認する。既報に対し並進・振れ成分の1次モードの固有振動数が近接し振れの影響が大きい実例を追加して示すとともに、高次モードが居住性評価に対して顕著な影響を与えるデータについて詳細に検討した内容を報告する。本報その1では再現期間1年風速を算出し居住性評価の対象とするデータを選定する。

2 対象建物および風向・風速計測システムの概要

J2-3棟はJ2棟とJ3棟の2棟が剛に連結された高さ91.4mの超高層免震建物(図1)であり、免震層は1階と2階の間にある。風向・風速計はJ2-3棟屋上階の北側と南側にそれぞれ1機ずつあり、屋上外壁の頂部から約4mの高さに設置されている。風向・風速のサンプリング



図1 J2-3棟外観

図2 加速度計位置
(最上階)

周期は1秒である。平均風速は10分間平均で評価される。風向は正16方位で記録され、10分間の最多出現風向で評価される。図2に建物20階の加速度計設置位置を示す。X方向2点(X(E), X(S))とY方向1点(Y(E))の計3点が常時計測されている。本報で扱うJ3側の加速度計は、30Hzのアナログローパスフィルタを介しており、100Hzで収録されている。また、図中には平島ら³⁾が推定した振れ剛心位置を併記した。

3 再現期間1年風速の算出

再現期間1年の風速を建築物荷重指針³⁾を参考に長期記録を風向ごとにグンベル分布に当てはめる手法で算出する。分析には2014年1月1日から2023年12月31日までの10年間の日最大風速を使用する。J2-3棟では南北2か所で風観測を行っているため、その10分毎に平均風速を比較し、その値が大きい方を代表風速とした。対象期間には、欠測日や一部の時間帯に欠測がある日が含まれている。これらの日のデータを除くと、3069日であった。表1に算出した風向別グンベルパラメータ a_i 、 b_i と日最大風速の風向出現頻度 p_i を示す。再現期間は風向別非超過確率の和から算定され、風速 U に対応する非超過確率 $F(U)$ は(1)式により求まる。 $F(U)$ が1/365.25となる風速 U を収束計算により求めた結果、21.7m/sとなった。

$$F(U) = \sum_i p_i \exp\{-\exp(-a_i(U - b_i))\} \quad (1)$$

表1 J2-3棟頂部の風向別グンベル分布のパラメータ

風向 i	a_i	b_i	p_i (%)
NNE	0.67	6.40	1.9
NE	0.81	6.36	1.7
ENE	0.84	6.03	1.2
E	1.01	5.87	2.2
ESE	0.88	6.06	3.6
SE	0.28	8.09	0.5
SSE	0.44	6.61	2.5
S	0.44	7.89	13.4
SSW	0.40	7.97	11.7
SW	0.38	8.10	13.1
WSW	0.31	9.49	4.2
W	0.44	9.09	0.8
WNW	0.58	5.81	1.3
NW	0.49	6.81	16.9
NNW	0.56	6.91	21.8
N	0.59	6.80	3.3

Analysis of observed acceleration records of seismically isolated high-rise buildings under one-year return periods wind speeds.

Part.1 Calculation of one -year wind speeds and overview of target typhoons

FUGO Yoshiyuki *1, SATO Daiki*2, KIYOTANI Naoki*2, CHEN Yinli *2

4 本報で対象とするデータについて

J2-3 棟竣工後、再現期間 1 年風速を超える風速を観測したデータは複数存在したが⁵⁾、本報では特徴的な傾向を示した 2018 年台風 24 号 (T1824) と 2019 年台風 15 号 (T1915) に着目する。表 2 に各台風の概要について、図 3 に台風経路図を示す。T1824 は J2-3 棟の北側、T1915 は南側を通過しており、各台風の最大風速観測時の風向はそれぞれ S と NNW である。図 4 に T1824 接近時の風向・風速時刻歴を示す。台風の通過に伴い風向が徐々に変化していく中で、J2-3 棟の壁面に正対する風向 SE となり、かつ再現期間 1 年相当 (21.7 m/s +10%) の風速となるデータが 3 つあった。同様に、T1915 では J2-3 棟の壁面に正対する風向 NW となり、かつ再現期間 1 年相当の風速となるデータが 2 つ確認された。本研究では、これら 5 データを対象に分析を行う。2 つの台風通過時の加速度時刻歴データに対し、10 分ごとに加速度時刻歴の最大値 A_{MAX} を求めた。図 5 に 2 台風のうち T1824 接近時に観測された A_{MAX} の時系列変化を示す。対象データにおいて風速は同程度であるのに対して、最大応答加速度にはば

表 2 台風概要について

名称	日付	最大風速 (m/s)	その風向	解析に用いた風速計
T1824	2018/9/30 - 2018/10/1	28.7	S	南側
T1915	2019/9/9	27.9	NNW	北側

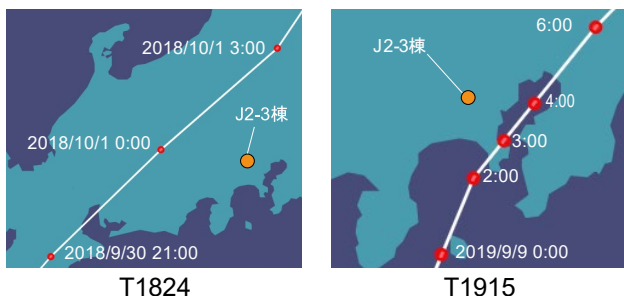


図 3 台風経路図⁷⁾

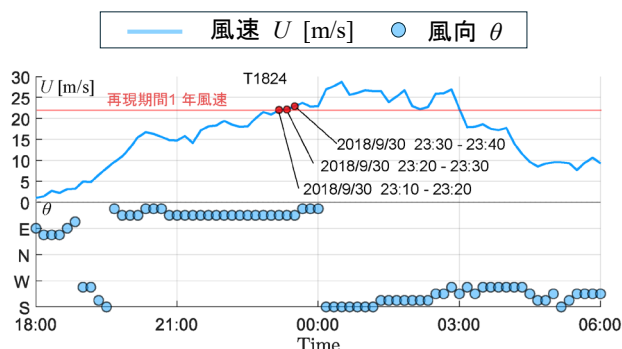


図 4 T1824 風速・風向時刻歴 (2018/9/30 18:00 - 2018/10/1 6:00)

らつきがみられた。そのため居住性評価を行う際には複数のデータでの評価が必要だと考え、その 2 で検討することとした。また、その 2 で波形を示し分析するが、加速度波形には複数のモードが含まれており、最大加速度のばらつきの一因となっている可能性がある。

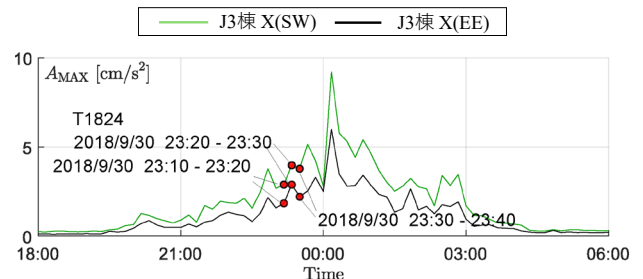


図 5 T1824 最大加速度の時系列変化 (2018/9/30 18:00 - 2018/10/1 6:00)

5 まとめ

本報その 1 では長期観測記録を用いて J2-3 棟頂部風速計位置での再現期間 1 年風速を算出した。再現期間 1 年風速を観測した台風概要と台風接近時に観測された風向・風速を確認し、評価の対象とするデータを選定した。評価対象とした時間帯の最大応答加速度にはばらつきがみられ、その一因として複数のモードが影響していることが挙げられる。そのため、本報その 2 ではスペクトル解析を用いてモードを分離した居住性評価を行う。

参考文献

- 鈴木他：超高層免震建物の観測記録に基づく風応答の分析，第 22 回風工学シンポジウム論文集，pp.251-256，2012.12
- 平島他：2 棟連結型超高層免震建物の強風観測記録に基づく揺れ応答挙動に関する研究その 2 並進・揺れ挙動の分析および揺れ成分を考慮した知覚確率の評価法の一提案，日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），構造 I，20045，pp.89-90，2021.9
- 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説，2015.2
- 日本建築学会：建築物の振動に関する居住性能評価規準・同解説，2018.11
- 清谷他：超高層免震建物の観測記録に基づく風応答および居住性評価その 1 2024 年台風 7 号の風速および加速度記録の評価，日本建築学会関東支部研究報告集，2049，pp.417-420，2025.3
- 清谷他：超高層免震建物の観測記録に基づく風応答および居住性評価 その 2 2024 年台風 7 号接近時の風揺れとアンケート調査の分析，日本建築学会関東支部研究報告集，2050，pp.421-424，2025.3
- ウェザーニュース
https://weathernews.jp/onebox/typhoon/past_index.html
(2025 年 3 月参照)

*1 (株)東京耐風コンサルティング

*2 東京科学大学

*1 Tokyo Wind-Resilience Consulting Co., Ltd.

*2 Institute of Science Tokyo