

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	アンサンブル平均数が風応答評価に及ぼす影響 その2 超高層免震建築物の風応答評価
Title(English)	Influence of Number of Ensemble on Wind Response Evaluation Part 2. Wind Response Evaluation of Isolated High-rise Building
著者(和文)	齋藤元紀, 佐藤大樹, 吉江慶祐, 大熊武司, 片桐純治, 北村春幸
Authors(English)	Genki Saito, Daiki Sato, Keisuke Yoshie, Takeshi Ohkuma, Junji KATAGIRI, Haruyuki Kitamura
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-1, , pp. 261-262
Citation(English)	, vol. B-1, , pp. 261-262
発行日 / Pub. date	2016, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

アンサンブル平均数が風応答評価に及ぼす影響
その2 超高層免震建築物の風応答評価

正会員○齋藤 元紀*¹ 同 佐藤 大樹*¹ 同 吉江 慶祐*²
同 大熊 武司*³ 同 片桐 純治*⁴ 同 北村 春幸*⁵

風外力 多質点系 超高層免震建 時刻歴応答解析

1. はじめに

その1では、既往論文からアンサンブル平均数の調査を行った。その2では時刻歴応答解析を用いてアンサンブル平均数の違いが超高層免震建築物の風応答評価に及ぼす影響を検討する。

2. 検討対象建築物および解析対象モデル

本報における検証対象建築物を図1に示す。解析モデルは、超高層免震建築物を対象とした高さ $H = 200$ m、上部構造を1次モードが直線のモデル¹⁾とし、その下に免震層を設置した11質点せん断型モデルとする。構造減衰は、上部構造のみの1次固有周期 ${}_{1u}T = 5.0$ s に対して、減衰定数 $\xi = 2$ %の剛性比例とし、免震層には内部粘性減衰を考慮しない。ダンパーの降伏変位 ${}_d\delta_y = 0.028$ m とし、ダンパーの降伏せん断力係数 ${}_d\alpha_y$ (= 免震層におけるダンパーの降伏耐力 / 総重量, 以下, ダンパー量) = 0.02, 0.04, 0.06, 0.10 の4種類を用いる。

3. 風外力の概要

構造物に作用する風外力は風洞実験結果²⁾を用いた。実験気流は「建築物荷重指針・同解説」³⁾の地表面粗度区分Ⅲの気流を目標に作成された。実験方法および実験条件の詳細に関しては文献2)を参照されたい。本報における検討用風力性状は平均成分を含まない変動成分のみの風方向風力および風直交方向風力とする。風速は、再現期間500年に相当の頂部風速 $U_H = 63.8$ m/s および100年相当の $U_H = 54.9$ m/s の2種類を用いる。検討用風力波形は1 case につき10質点分の変動風力波形を0.05 s 刻み14,000 ステップとし、全体の風力データから一部重なるように 700 s \times 60 case 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 s にエンベロープを設けた後、50 ~ 650 s の間(10分)で各応答を評価する。

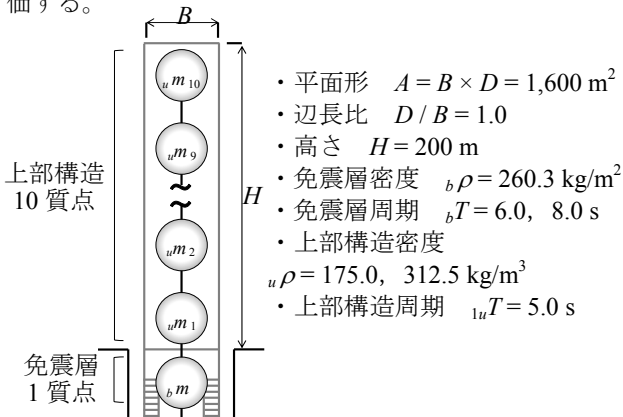


図1 弾塑性解析モデル概要

4. 解析条件および構成

本報では、時刻歴応答解析を用いて超高層免震建築物の風応答を算出する。本報では、60波におけるアンサンブル平均結果を基準値として、アンサンブル平均数の違いによる応答値のばらつきを検討する。表3及び図2に風洞実験により抽出した層風力のアンサンブル平均数と case の関係を示す。なお、case とは60波から1 ~ 60波の各アンサンブル平均数で算出した標本集団を示す。例えば、アンサンブル平均数5, case12とは、5波でのアンサンブル平均を行った結果が12case あるということである。ただし、アンサンブル平均数40波の場合のみ、検討風力60波のうち、1 ~ 40波および21 ~ 60波での結果を用いて評価しており、20個の結果が重複している。本報では文献4)を参考とし、(1)式から算出した各アンサンブル平均数における case ごとの応答の基準値(60波)との誤差 $R^{(n,m)}$ を、応答のばらつきを表す指標として導入した。また、各アンサンブル平均数でのばらつきの平均値 $\bar{R}_i^{(n)}$ を(2)式より算出した。

$$R(\sigma_{xi})^{(n,m)} = \frac{|\sigma_{xi}^{(n,m)} - \sigma_{xi}^{(60,1)}|}{\sigma_{xi}^{(60,1)}} \quad (1)$$

$$\bar{R}(\sigma_{xi})^{(n)} = \frac{\sum_{k=1}^m R(\sigma_{xi})^{(n,k)}}{m} \quad (2)$$

ここで、 $\sigma_{xi}^{(n,m)}$: アンサンブル平均数 n , case(m)における層間変位の標準偏差を示す。なお、加速度、エネルギー入力に関しても同様に算出する。

表3 アンサンブル平均数と case の関係

アンサンブル平均数 (n)	1	5	10	20	30	40	50	60
case (m)	60	12	6	3	2	2	1	1

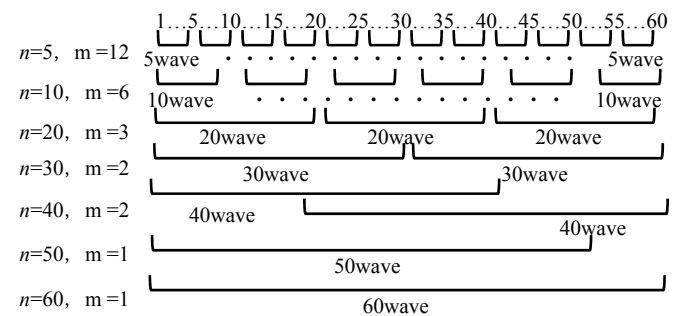


図2 アンサンブル平均数と case の関係

5. アンサンブル平均数の違いによる応答のばらつき

ここでは、頂部加速度最大値(${}_u a_{max10}$), 免震層変形の標準偏差(${}_b \sigma_x$), エネルギー入力(E_{input})に注目し、解析結果の一例として図 3(a), (b)に再現期間 500 年の結果を風方向と風直行方向でそれぞれ示す。図 3 より、アンサンブル平均数が増えるとばらつきは小さくなることが確認できた。図 3(a)(i)頂部応答加速度最大値より、アンサンブル平均数 5 波では、最大 40%、平均 5 ~ 6%程度、10 波では、最大 15%、平均 2 ~ 4%程度のばらつきを含む可能性があり、20 波以上でばらつきが 5%以内に収束することが確認できた。図 3(a)(ii)免震層変形の標準偏差より、アンサンブル平均数 5 波では、最大 70%、平均 15 ~ 20%程度、10 波では、最大 40%、平均 10 ~ 15%程度の結果となり、頂部応答加速度最大値と比べ 2 倍以上のばらつきを含む可能性があることが確認できた。40 波以上でばらつきが 5%以内に収束することが確認できた。図 3(a)(iii)エネルギー入力より、アンサンブル平均数 5 波では、最大 25%、平均 5 ~ 15%程度、10 波では、最大 20%、平均 3 ~ 5%程度の結果となった。30 波以上でばらつきが 5%以内に収束することが確認できた。図 3(b)(i)頂部応答加速度より、アンサンブル平均数 5 波では、最大 10%、平均 3 ~ 5%程度のばらつきとなり風方向の結果と比べ小さい値となった。図 8(b)(ii)及び図 8(b)(iii)においても図 8(b)(i)と同様の傾向がみられた。アンサンブル平均数の違いによる基準値とのばらつきは、風直交方向に比べ風方向の方が大きくなり、基準値(60 波)からばらつき 5%以内に抑えるためには、頂部応答加速度で 20 波、免震層変形のばらつきで 40 波、エネルギー入

力で 30 波必要であることが確認できた。

6. まとめ

本報その 2 では、時刻歴応答解析を用いてアンサンブル平均数の違いが超高層免震建築物の風応答評価に及ぼす影響を検討した。アンサンブル平均数によるばらつきの程度は応答によって異なり、基準値(60 波)からのばらつきを 5%程度にしたい場合、頂部加速度最大値で 20 波、免震層変形の標準偏差で 40 波、エネルギー入力で 30 波以上アンサンブル平均数が必要であることが分かった。5 ~ 10 回のアンサンブル平均数で応答を評価する場合、応答によっては最大で 70%程度の大きなばらつきとなる場合もあるため、余裕を持った設計を行うなどの対応が必要である。

謝辞

本研究は、神奈川県大熊武司教授、(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、東京工業大学佐藤研究室による新耐風設計法研究会の成果の一部です。

参考文献

- 1) 佐藤大樹, 笠井和彦, 田村哲朗: 粘弾性ダンパーの振動数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.21-28, 2006.10
- 2) 丸川比佐夫, 大熊武司, 北村春幸: 風洞実験に基づく高層建築物の多層層風力によるエネルギー入力性状(その 2), 学術講演梗概集, pp.193-194, 2010.7
- 3) 日本建築学会: 建物荷重指針・同解説, 2004
- 4) 平井宏幸, 吉江慶祐, 佐藤大樹, 片桐純治, 鶴見俊雄, 北村春幸, 大熊武司: 風洞実験より得られた層風力のアンサンブル平均数が高層建築物の時刻歴応答評価に及ぼす影響, 日本建築学会技術報告集, pp.489-494, 2012

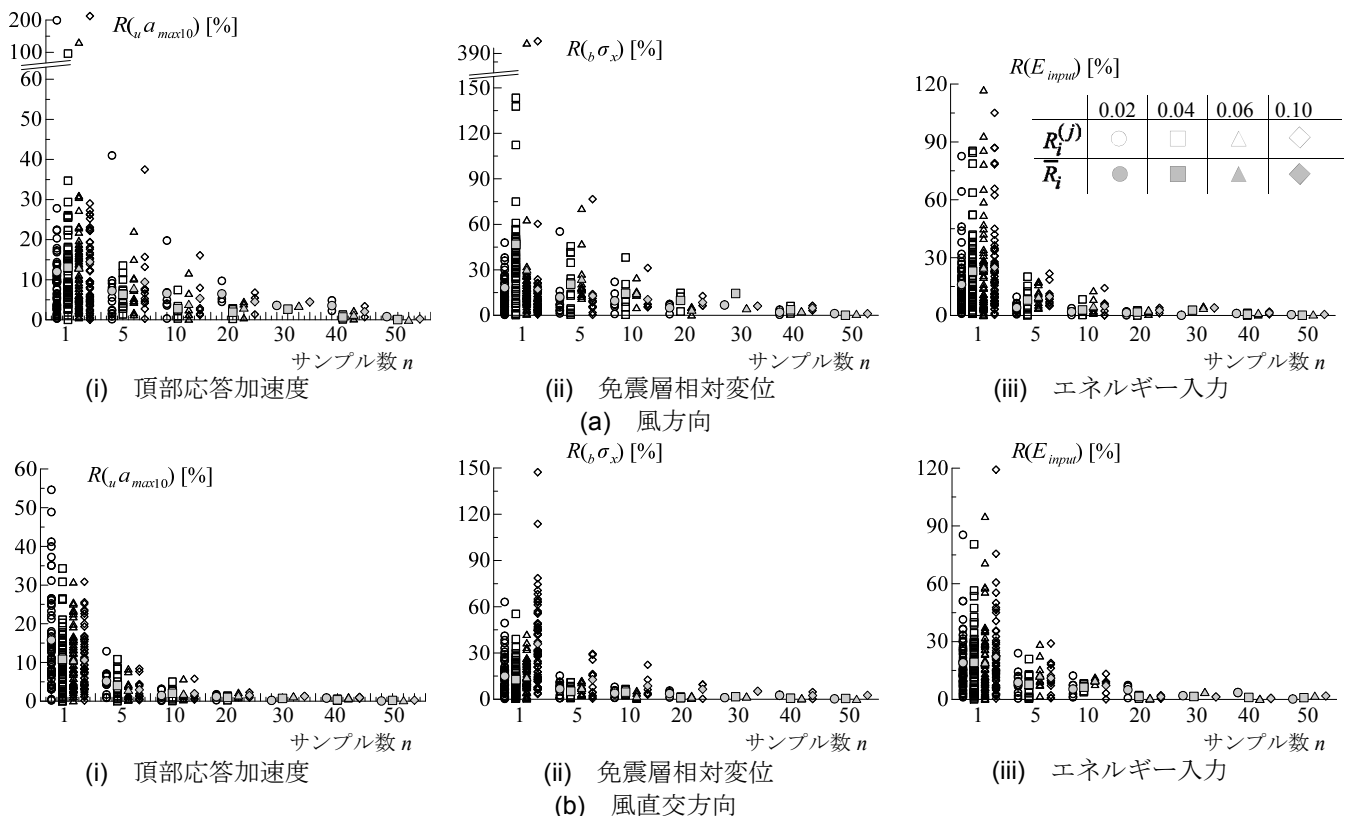


図 3 サンプル数の違いによる応答の誤差

*¹ 東京工業大学

*² (株)日建設計

*¹ Tokyo Institute of Technology

*² NIKKEN SEKKEI Ltd.

*³ 神奈川大学工学研究所

*⁴ (株)泉創建エンジニアリング

*³ Institute of Technology, Kanagawa University

*⁴ Izumi Sohken Engineering Co., Ltd.

*⁵ 東京理科大学

*⁵ Tokyo Univ. of Science