T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	風方向風力を受けるアクティブ制御とパッシブ免震を併用した超高層建物に対する制御系の設計方法 その2： 設計方法及び設計例
Title(English)	Design method for control system for high-rise base-isolated buildings combined with active structural control under along-wind force Part 2: Design method and design example
著者(和文)	山口雄大, 陳引力, 佐藤大樹, 佘錦華, 宮本皓
Authors(English)	Yudai Yamaguchi, Yinli Chen, Daiki Sato, Jinhua She, Kou Miyamoto
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 657-658
Citation(English)	Summaries of technical papers of annual meeting, , , pp. 657-658
発行日 / Pub. date	2020, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

日本建築学会大会学術講演梗概集
（関東） 2020 年 9 月

風方向風力を受けるアクティブ制御とパッシブ免震を併用した超高層建物に対する制御系の設計方法
その 2：設計方法及び設計例

アクティブ制御　風方向風力　ガストファクター
LQR　応答予測　設計方法

正会員　○山口雄大[*1]　同　陳　引力[*1]
同　佐藤大樹[*1]　余　錦華[*2]
同　宮本　皓[*3]

1. はじめに

本報その 1 では，風方向風力を受けるアクティブ制御とパッシブ免震を併用した超高層建物を対象とし，変位と制御力のガストファクターを提案した。提案されたガストファクターを用いて，最大変位と最大制御力を予測することができる。

本報その 2 では，その 1 で提案されたガストファクターを用いて，風方向風力を受けるアクティブ制御とパッシブ免震を併用した超高層建物を対象としての設計方法を提案する。また，設計例を用いて，設計方法の妥当性を示す。

2. 設計方法

Step 0. 風力の再現期間，建物の諸元（例えば：建物形状，質量マトリックス，剛性マトリックス，減衰マトリックス）を決める。
Step 1. 免震層の諸元（例えば：質量，免震周期，免震層減衰比）を決める。
Step 2. 最大変位と最大制御力の制限値を決める。
Step 3. 文献 2)より，モデルの平均変位と平均制御力を予測する。
Step 4. その 1 の式(10)と式(14)を用いて変位と制御力のガストファクターを計算する。
Step 5. Step 3 で得られた平均変位・平均制御力と Step 4 で得られたガストファクターを用いて，最大変位・最大制御力を予測する。
Step 6. Step 5 で予測された最大変位と最大制御力が Step 2 の制限値を全て満たす場合は，その重み関数を選択し，次の Step に進む。満たさない場合は Step 1 に戻り，免震層の設計値を見直す。
Step 7. Step 1 で設計された免震周期・免震減衰比と Step 6 で得られた重み関数を用いて，制御系を設計する。

3. 設計例

Step 0. 風力の再現期間：500 年
建物の諸元：その 1, 表 1 で示す（減衰比 5%）
Step 1. 建物の諸元：その 1，表 1 で示す（減衰比 5%）。
Step 2. 免震層最大限変位の制限値：40 cm
免震層最大限制御力の制限値：1×10^7 N
Step 3. 文献 2)より，予測された免震層の平均変位と平均制御力を Fig. 1 に示す。
Step 4. その 1 の式(9)と式(13)で計算された変位と制御力のガストファクターを Fig. 2 に示す。
Step 5. Fig.1 と Fig.2 を用いて，予測された最大変位と最大制御力を Fig. 3 に示す。
Step 6. Fig. 3 より$\alpha \in [12.4, 15.7]$の場合，Step 2 の制約条件を満たすことがわかる。本報では$\alpha = 13$を model 1（制御力重視モデル），$\alpha = 15$を model 2（応答重視モデル）と例にする。
Step 7. その 1 の式(8)を用いて，フィードバックゲインを計算して，制御系を構築する。

Fig. 4 に数値解析の結果より得られた models 1 と 2 の各層の最大変位($\max\{x\}$)，最大速度($\max\{\dot{x}\}$)，最大加速度($\max\{\ddot{x}\}$)と最大層間変位($\max\{\Delta x\}$)を示す。Fig. 5 に models 1 と 2 の制御力を示す。Figs. 4 and 5 より，以下の知見が得られる。

- model 1 と model 2 の免震層の最大応答は Step 2 の制約条件を満たす。
- model 2 の応答変位，応答速度と応答加速度は model 1 より小さい。
- アクティブ制御により各層の層間変位の低減率は小さい。その原因は，免震構造の使用とその 1 の式(6)の評価関数に層間変位を考慮しなかったと考えられる [5)]。
- model 2 の制御力は model 1 より大きい。

4. まとめ

本報その 2 では，風方向風力を対象として異なる重み関数の制御性能に与える影響について考察した。数値例から，重み関数の設定により制御系の性能が異なることがわかった。そのため，耐風設計における，重み関数の選択が重要である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費（201923456），JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム（JPMJOP1723），一般財団法人大成学術財団の助成を受けたものです。

参考文献

1) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説，2015.2
2) 陳引力，佐藤大樹，宮本皓，余錦華：アクティブ制御を併用した超高層免震建築物の風方向風力に対する制御系の設計方法，構造工学論文集，Vol. 64B，pp. 199-206，2018.3
3) 佐藤大樹，笠井和彦，田村哲郎：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. 75-82，2009.1
4) 森泰親：わかりやすい現代制御理論，2016. 2
5) K. Miyamoto, D. Sato, J. She: A new performance index of LQR for combination of passive base isolation and active structural control, Engineering Structures, pp. 280-299, 2018.2

Design method for control system for high-rise base-isolated buildings combined with active structural control under along-wind force
Part 2: Design method and design example

YAMAGUCHI Yudai
CHEN Yinli,
SATO Daiki,
SHE Jinhua

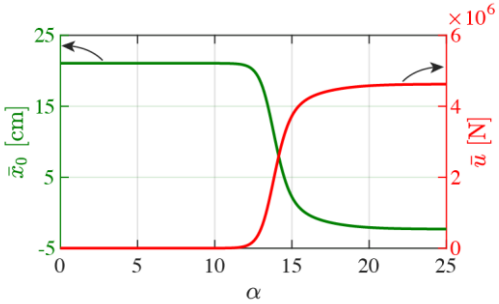

Fig. 1　Mean displacement and mean control force

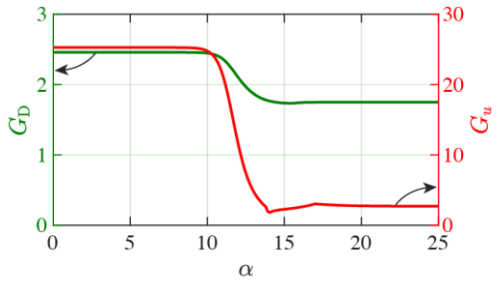

Fig. 2　Gust factors for displacement and control force

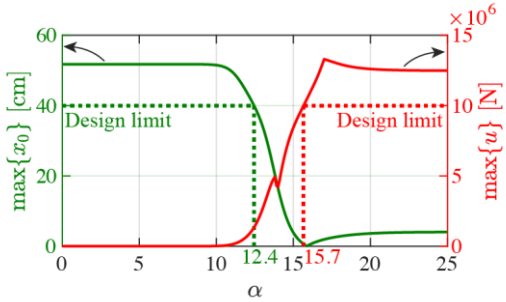

Fig. 3　Maximum displacement and mean control force

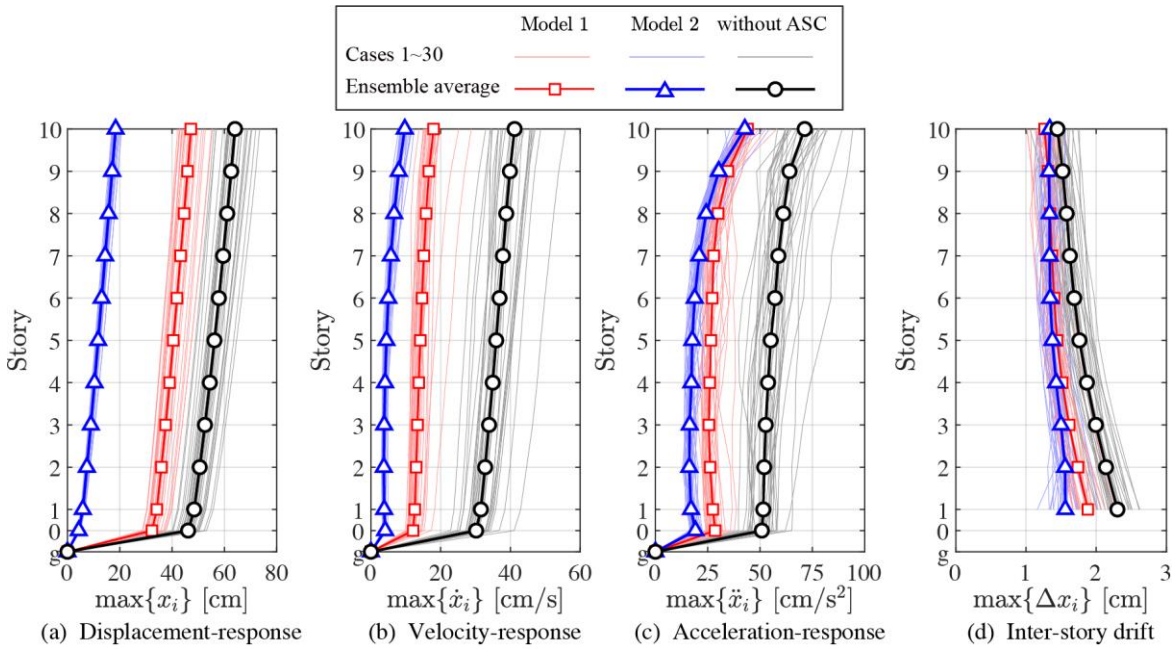

Fig. 4　Simulation results of models 1 and 2

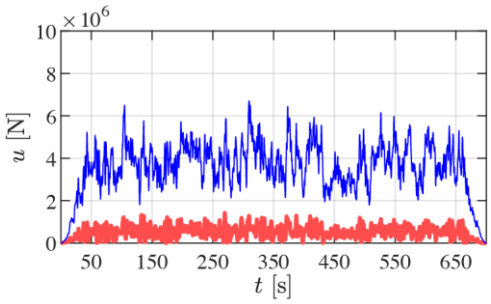

Fig. 5　Time-history waves of PBI story of models 1 and 2

*1 東京工業大学
*2 東京工科大学
*3 清水建設

*1 Tokyo Institute of Technology
*2 Tokyo University of Technology
*3 Shimizu Corporation