

平成 25 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：H25～H26 [平成26年度も研究継続]

課題番号：132003

研究課題名（和文）：様々な形状の超高層建物の空力不安定振動に関する研究

研究課題名（英文）：Study on Aeroelastic Instability of Tall Buildings with Unconventional Configurations

研究代表者：大竹和夫

交付決定額（当該年度）：930,000円

※平成25年度で終了となる研究課題は最終成果報告書となりますので、下記項目について詳細な報告をお願いします。

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用していただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

1. 研究の目的

近年の超高層建築物のさらなる高層化には目を見張るものがあるが、その高層化の一方で、矩形や円形といった整形で一様な断面ではない種々の建築物形状を持つ超高層建築物、超々高層建築物の出現があり、形状の多様化も注目されている。不整形な建築物形状は、高層になるほど多い傾向にあり、不整形で独創的な形状の超高層建築物が、都市のランドマーク・アイコンとしての役割を担って増加している。これらの建築物には、建築意匠的な面白さや美しさだけでなく、風に対する空気力学的な合理性も含まれている。それは、不整形な建築物形状が、風直交方向風力を低減させる点にあり、これらが重要な課題となる超々高層建築物においては、安全性、経済性に大きな影響を与える。

本研究メンバーらは、昨年まで、高さ400m、体積一定の45種類の建物形状の空力特性を系統的小および定量的に検討してきており、空力特性に優れた建物形状はある程度絞り込まれてきた。しかし、空力特性に優れた建物形状でも、最大変形角は1/100程度となることが予測され、振動依存風力の影響について検討することが残された課題となっていた。そこで、本研究では、空力特性に優れた建物形状である Helical モデルの振動依存風力について検討する。

2. 研究の方法

空力特性に優れた建物形状である Helical モデルと基本形状である Square モデルについて、空力不安定振動実験（ロッキングモデル）を実施し、既往の研究で得られている風力を外力とした応答解析結果と比較し、振動依存風力の影響を評価する。

ロッキング振動モデルの諸元は表1のように設定した。

表1 ロッキング振動モデルの諸元

| | 実建物 | 振動モデル |
|-------------------------|-------------|----------|
| 模型縮尺 | 1/1 | 1/694 |
| 質量(kg) | 1.78E+08 | 0.532 |
| 回転慣性(kgm ²) | 9.03E+12 | 5.59E-02 |
| 高さ(m) | 400 | 0.576 |
| 代表長(m) | 50 | 0.072 |
| 建築面積(m ²) | 2,500 | 5.18E-03 |
| 体積(m ³) | 1.00E+06 | 2.99E-03 |
| 密度(kg/m ³) | 178 | |
| 設計風速(m/s) | 70.6 | 10.2 |
| 固有振動数(Hz) | 0.1 | 10 |
| 減衰定数 | 0.005, 0.02 | |

3. 研究成果

Square モデルについて、本振動実験（ロッキングモデル）と既往の研究で得られている風力を外力とした応答解析結果を比較した結果を図 1, 図 2 に示す。図の横軸は高さ 400m での平均風速、縦軸は転倒角の標準偏差である。

減衰が 0.005 と小さい場合の風直交方向については、頂部風速 50m/s 以下では、振動実験結果が応答解析結果を下回っているが、頂部風速 55m/s を超えると、振動実験結果が応答解析結果を上回っており、負の空力減衰が作用したと推察される（図 1(a)）。頂部風速 55m/s を超えると、風方向においても、振動実験結果が応答解析結果を上回る結果となった（図 1(b)）。なお、この実験ケースでは、過大な応答により模型が破損することを避けるために、頂部風速 60m/s 相当で実験を終了した。

減衰が 0.0205 と大きい場合の風直交方向については、振動実験結果と応答解析結果は概ね対応しているが、頂部風速 50m/s を超えると、振動実験結果のバラツキが大きくなっている（図 2(a)）。風方向については、振動実験結果が応答解析結果を下回る結果となり、パフェッティング振動による正の空力減衰が作用したと推察される（図 2(b)）。

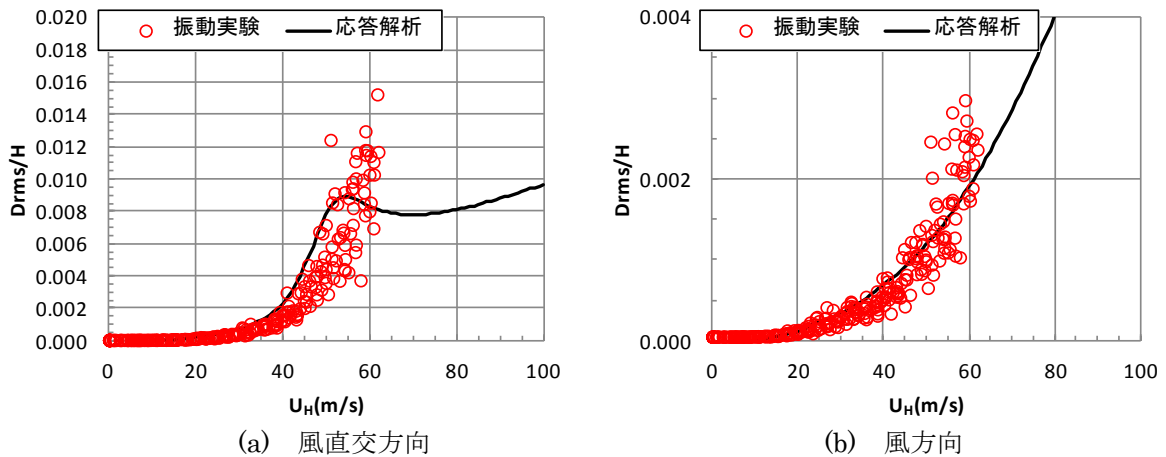


図 1 Square モデルの振動実験と応答解析の比較（減衰 0.005）

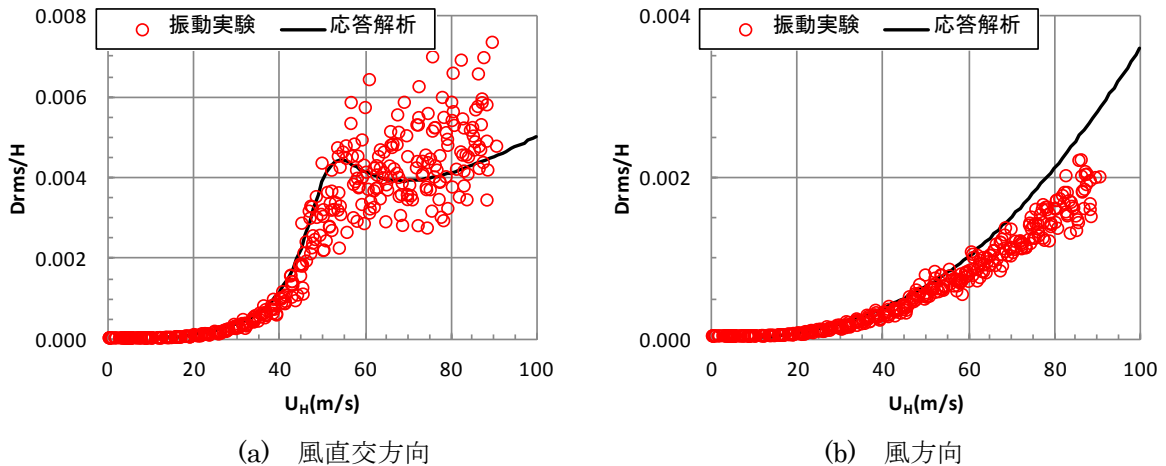
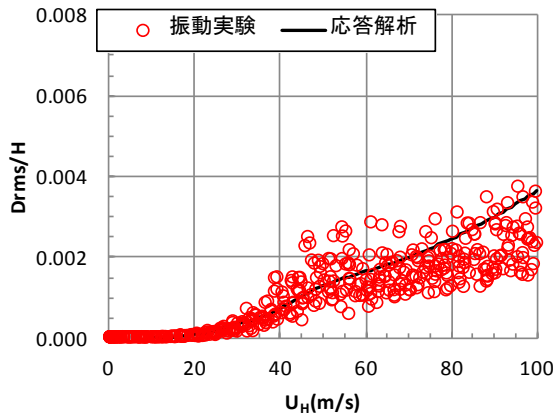


図 2 Square モデルの振動実験と応答解析の比較（減衰 0.02）

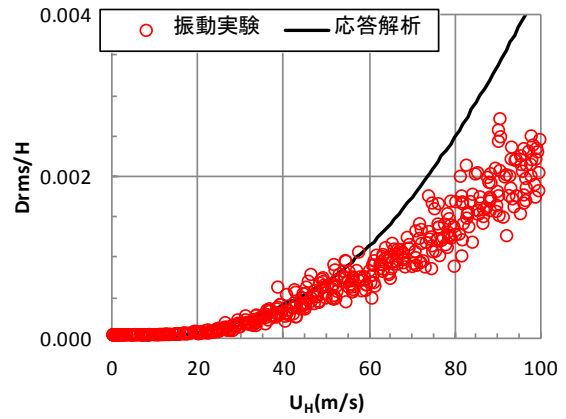
次に、Helical モデルについて、本振動実験（ロッキングモデル）と既往の研究で得られている風力を外力とした応答解析結果を比較した結果を図 3, 図 4 に示す。図の横軸は高さ 400m での平均風速、縦軸は転倒角の標準偏差である。

風直交方向については、減衰の大小にかかわらず、振動実験結果と応答解析結果は概ね対応しており、負の空力減衰は作用していないと推察される（図 3(a), 図 4(a)）。

風方向については、振動実験結果が応答解析結果を下回る結果となり、パフェッティング振動による正の空力減衰が作用したと推察される（図 3(b), 図 4(b)）。また、正の空力減衰の影響は、構造減衰が小さい場合（0.005）に顕著である。

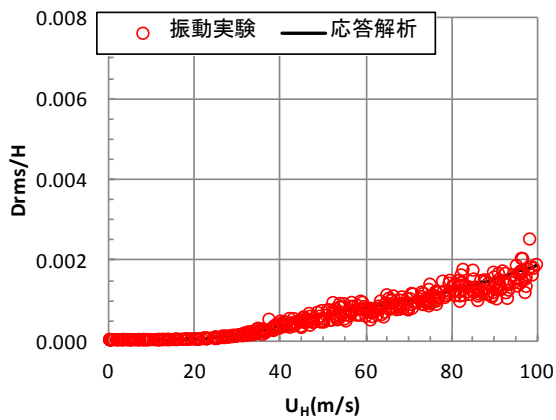


(a) 風直交方向

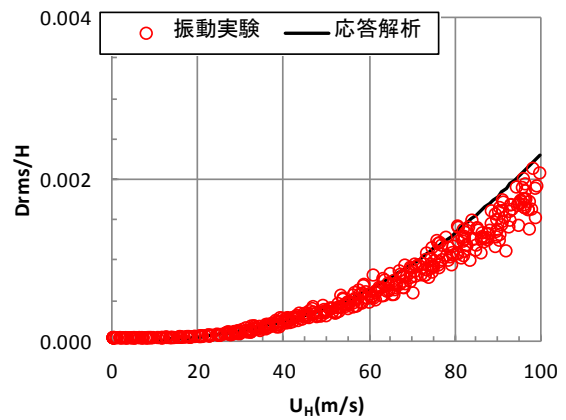


(b) 風方向

図3 Helical モデルの振動実験と応答解析の比較 (減衰 0.005)



(a) 風直交方向



(b) 風方向

図4 Helical モデルの振動実験と応答解析の比較 (減衰 0.02)

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)
無し

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計0件)

[図書] (計0件)

[その他]

産業財産権, ホームページ等

5. 研究組織

(1) 研究代表者

大竹和夫

(2) 研究分担者

田村幸雄 (拠点内研究担当者), 吉田昭仁, 田中英之, 今野尚子, Qinshan Yang