

建築物を利用した風力発電技術に関する研究 (その9)

複数の風車の周辺における気流性状

正会員 〇野々村 善民*1 同 平原 裕行*2
同 小林 信行*3

風洞実験 風力発電 制風システム 気流性状

1 はじめに

大都市部において、新しく建設される建築物は、事業性の追求と法的な支援(経済特区、総合設計制度など)により、さらに高層化になろうとしている。高層建築物周辺においては、ビル風が発生しており、市民生活に強い影響を及ぼしている。

ビル風の予測技術は、風洞実験のように実務的には確立しており、CFDも実務に採用されるようになってきている。一方、防風対策については、依然、緑地面積などの制約もあり、植栽に頼ることが多くなっている。局所的に強風が吹く建築物の隅角部などにおいては、防風対策として配置した植栽が枯れてしまう例も見られる。

ビル風の対策技術は、予測技術の発展に比べ、途上状態にあるものと思われる。本研究の目的は、実務的な側面から市街地の風環境における予測および制御技術について研究開発を行うことである。これまでに、筆者らは、マイクロ風車(直径50cmのプロペラと超小型発電機)を用いて、発電を行いながら、防風対策を行う装置を開発している。(写真1)。

文献¹⁾では、単体のマイクロ風車の後流域における気流性状について報告した。本報では、25個の風車を柵状(5列×5段、以下、制風システム)に配置して、これを通過する風の気流性状について報告する。

2 実験方法

風洞装置およびマイクロ風車の実験概要は、文献¹⁾を

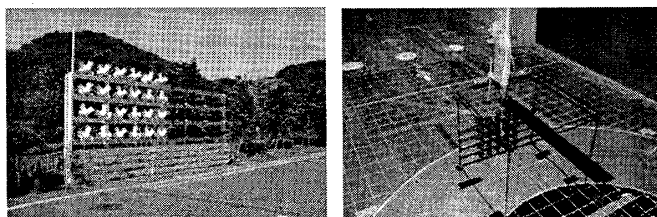


写真1 マイクロ風車の設置例

写真2 計測の様子

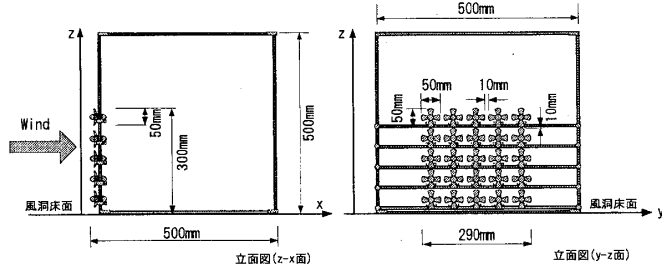


図1 複数のモデル風車(直径50mm)の試験体

参照のこと。図1に、試験体である風車(以下、モデル風車)を示す。モデル風車は、実機であるマイクロ風車の形状を1/10のスケールで再現したものである。モデル風車には、発電機能はないが、風に当たると翼は回転する。モデル風車の設置間隔は、上下左右ともに60mmであり、翼間の距離は10mmである。風洞内の風速は5m/sである。実験で用いた風速計はI型熱線風速計(500Hz)であり、測定時間は30secである。写真2に計測の様子を示す。

3 実験結果

図2に単体のマイクロ風車とモデル風車の中心部分における平均風速比分布の比較を示す。両者の平均風速比の分布は、概ね同じになっている。単体風車の風下直後では、平均風速比は急激に低下している。風車との距離に比例して、平均風速比は、概ね一定(約0.9)になっている。図中にPIVによる単体モデル風車の周辺のベクトルコンター(可視化画像)を示す。

図3に単体のマイクロ風車とモデル風車の中心部分における乱れの強さの比較を示す。図2と同様、両者の乱れの強さの分布は概ね同じである。従って、複数のマイクロ風車を設置した場合における気流性状は、風洞実験

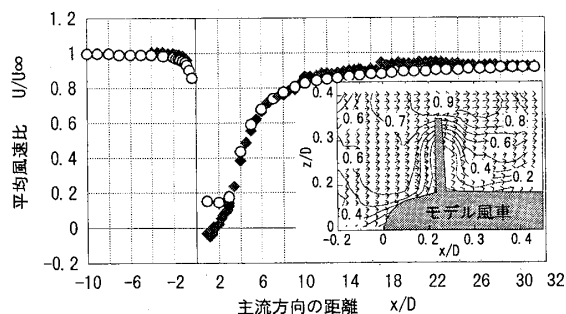


図2 単体のマイクロ風車とモデル風車の平均風速比の比較

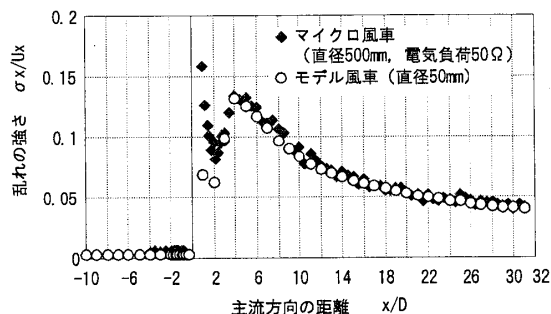


図3 単体のマイクロ風車とモデル風車の乱れの強さの比較

Wind power generation making use of wind flow around the building (part9)

The windfield around 25 sets of the Micro Wind Turbines put in order like a fence by wind tunnel test

NONOMURA Yoshitami, HIRAHARA Hiroyuki, and KOBAYASHI Nobuyuki

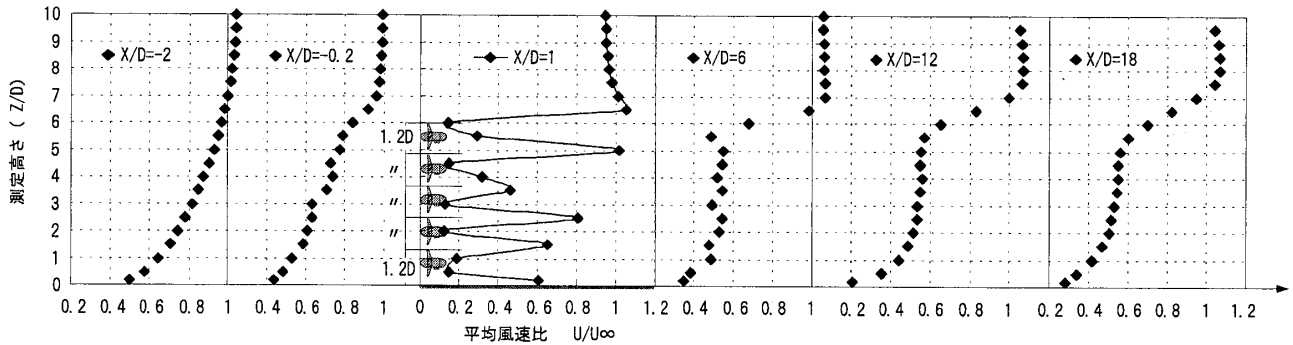


図4 制風システム（風車直径50mm, 25台設置, 風速5m/s）を通過する風の平均風速比の分布

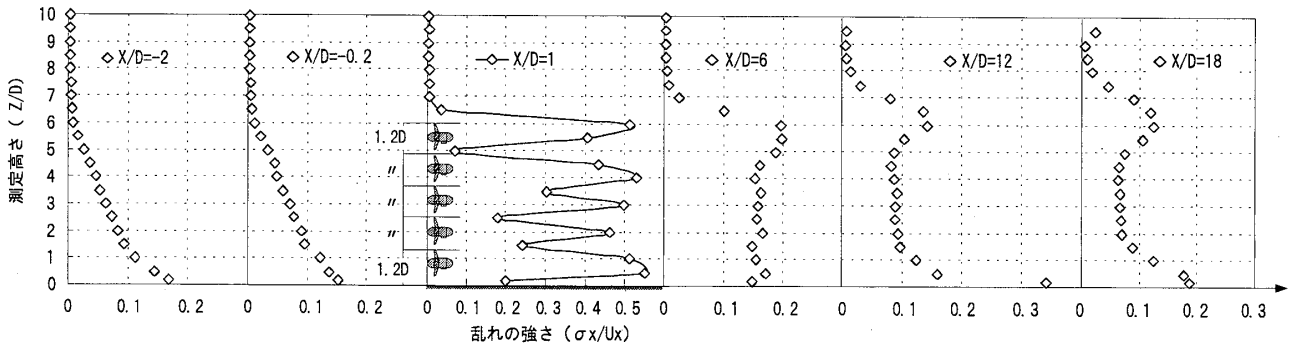


図5 制風システム（風車直径50mm, 25台設置, 風速5m/s）を通過する風の乱れの強さの分布

とモデル風車を用いて、計測できることがわかる。

図4に複数のモデル風車を配置した制風システムの風上・風下側における平均風速比の分布を示す。風車の風下側直後 ($x/D=1$) では、平均風速比の分布は大きく変化している。上端のモデル風車の翼端から渦が発生しているものと思われる。翼端からの渦による影響が、風車から風下側に離れた箇所 ($x/D=18$) での、 $z/D=6 \sim 9.5$ の高さ付近に残っている。制風システムの風下側後方 ($x/D=18$) における平均風速比は、 $0.2 \sim 0.6$ になっている。

図5に乱れの強さの分布を示す。風車の風下側直後 ($x/D=1$) では、風は大きく乱れており、風車から離れるに従って、風の乱れは小さくなっている。制風システムの上端部の高さ付近 ($z/D=6$) では、翼端からの渦と上部からの風が入り込んでいるため、乱れの強さは大きくなっている。

制風システムの風下側後方における風速は、弱まっている。制風システム上部のモデル風車から生じた渦により、風下側において山岳波（風が上下方向に移動しながら流れる）が生じているものと思われる。今後、制風システム上部から生じた剥離流の再付着域を確認し、山岳波の有無およびその影響範囲を確認する必要がある。

4 まとめ

25個のモデル風車（直径50mm）を棚状（5列×5段、以下、制風システム）に配置して、これを通過する風の

気流性状について風洞実験を行った。以下に得られた知見を示す。

- ①単体のマイクロ風車（実機）とモデル風車の中心部分における平均風速比と乱れの強さの分布は、概ね同じである。風下後方における平均風速比は、約0.9になっている。
- ②複数のモデル風車を配置した制風システムの風下側後方 ($x/D=18$) における平均風速比は、 $0.2 \sim 0.6$ になっている。
- ③制風システムの上端部の高さ付近 ($z/D=6$) では、上部からの風が入り込んでいるため、乱れの強さは大きくなっている。

謝辞

本研究の一部は、平成12年度革新的技術開発研究推進費補助金（環境分野）、「建築物を利用した風力発電技術に関する研究」（代表者 川橋正昭教授 埼玉大学工学部機械工学科）によるものである。研究実施に当たって、埼玉大学大学院生の橋本 修君、藤原 徹君に多大な協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 野々村善民, 中山昌尚, 平原裕行, 小林信行: 建築物を利用した風力発電技術に関する研究(その6) プロペラ後流域の気流性状, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 697-698, 2003年9月
- 2) 高橋岳生, 加藤信介, 大岡龍三, 村上周三, 大津朋博, 河野良坪, M. F. Yassin: 風力発電用風車建設最適地検討用の局所風況予測モデルに関する風洞実験(その8) 抗力測定からみた風車の配置計画に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 507-508, 2002年8月

*1 東京工芸大学大学院(株式会社フジタ) Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University Technology

Development Division, Fujita Corporation.

*2 埼玉大学 助教授 工博 Saitama University, Associate Professor, Dr.Eng.

*3 東京工芸大学 教授 工博 Tokyo Polytechnic University, Professor, Dr.Eng.