

防風・防雪柵における小型風車の利用とその効果

正会員○ 内海 航介*¹同 野々村 善民*²同 小林 信行*³同 平原 裕行*⁴

マイクロ風車 防雪柵 風洞実験

1. はじめに

生活環境において快適な環境を創生することは重要な課題である。この課題は、日常においてその快適さを重視しながらよりよい生活環境を創るとともに、事故、災害など非日常的な問題の観点からも重要であろう。著者らは、市街地における風環境の制御方法として、量産型のマイクロ風車を開発し、風環境の改善と新エネルギー利用の2つの機能の両立を目指している。図1および写真1に示すように、この風車は、直径50cmのコンパクト設計となっている。本論文では、防風・防雪柵が主要道路に設置されている地域に適用した例について報告する。防風・防雪柵にマイクロ風車を組み込むと、ある程度の電力が確保されるとともに、通常の固定柵では得られない風の制御が可能になることが期待される。今回は、風洞実験により、既存の吹溜式防雪柵上部にマイクロ風車を取り付けた場合の風速分布を計測し、より効果的に風速の分布を制御するための小型風車の設置方法と柵後流の気流性状について検討したのでここに報告する。

2. 実験計画

2.1 計測機器および計測条件

表1に風洞実験で使用した計測機器および計測条件を示す。風洞装置は㈱フジタ技術センターのゲッチングン型風洞装置であり、測定断面は幅3m、高さ1.8mである。基準となる風速は、風洞測定部の床面から1200mmの位置としてピトー管を用いて計測した。また、I型プローブをトラバース装置に下向きに取り付け、主流の風速分布を計測した。実験では1/25スケールモデル風車を用いた。モデル風車の直径は20mmである。モデル風車には機械的な負荷は与えず自由に回転する。

図2に本風洞における風洞内床面からの主流風速分布を示す。なお通常用いる境界層制御用のラフネスは用いていない。計測の結果境界層厚さは、およそ300mmであることを確認した。これを元に、主流風速の測定位置を決定した。今回の計測での主流風速は8.6m/sである。

2.2 実験模型

防風効果の試験に用いた模型は、風車、吹溜式防雪柵および防風ネットの3種の組み合わせである。図3に、その組み合わせを示す。模型の高さ $H(=125\text{mm})$ は実用的な配慮から農業用構造物の高さを基準に定めた。図のcase1は従来の吹溜式防雪柵である。case2は吹溜式防雪柵

の上部に風車6台を取り付けたもの、case3およびcase4は風車のみの場合で設置個数と設置位置を変化させたものである。case5は防風ネットで、充実率は66.8%である。case6はモデル風車と防風ネットを組み合わせたものである。以上は、邪魔板、ネット、風車の3種の構造的な違いが、後流性状に与える影響について検討することを目的にしている。

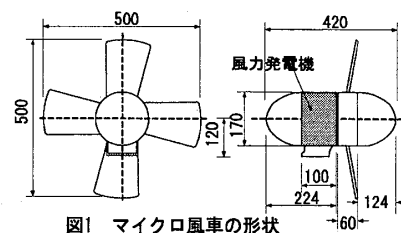


図1 マイクロ風車の形状



(a) マイクロ風車実機 (D=500mm) (b) モデル風車 (1/25, D=20mm)

写真1 マイクロ風車実機とモデル風車

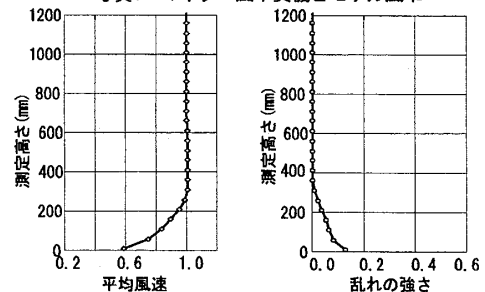
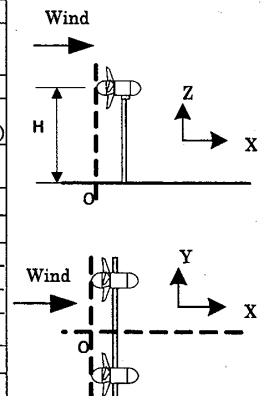


図2 風洞のアプローチフロー

表1 実験条件

| | |
|--------------|------------------------------|
| H | 模型高さ(mm) |
| X | 風洞主流方向の距離(mm) |
| Y | 風洞主流に対して直角方向の距離(mm) |
| Z | 鉛直方向の距離(mm) |
| U_{∞} | 基準風速、風洞床面から1200mmの高さの風速(m/s) |
| U_x | 測定点における平均風速(m/s) |
| σ_x | 標準偏差(RMS風速) (m/s) |
| D | 風車直径 (mm) |
| 乱れの強さ | σ_x / U_x |
| 平均風速 | U_x / U_{∞} |
| 変動風速 | σ_x / U_{∞} |
| 測定時間 | 1 測定点あたり30 sec |
| 風速計 | I 型熱線風速計 |
| 測定周波 | 500Hz |



3. 実験結果および考察

図4および図5に、 $Z=70\text{mm}$ (実スケール 1.75m)における各ケースの平均風速と風速変動分布をそれぞれ示す。それぞれの比較の結果、以下の結果が得られた。

①吹溜式防雪柵と吹溜式防雪柵の上部にマイクロ風車を取付けた場合では気流分布に大きな変化は見られない。このことから、マイクロ風車を吹溜式防雪柵に取り付けたことによる防雪柵の防雪機能に対する影響はほとんどないと予測される。

②柵状に24台の風車を設置した場合、風下側における風速比はおよそ0.5に減少する。この場合、後流の気流には大きな変動は見られない。これに対し、防雪柵と防風ネットを用いた場合には風速に変動が見られる。

③マイクロ風車の活用には、実験結果により、2つの観点から効果を分ける必要がある。防雪柵風下側の平均流を減速しようとする場合、マイクロ風車と防雪柵の併用

が適している。次に、防雪柵風下側の風速変動を抑えようとする場合、マイクロ風車のみの配列での使用が適していると考えられる。以上のように、風車を用いると変動を小さくして流れを減衰させることが可能であり、配列によって効果的な防風・防雪柵を構築することが可能であることが示された。

謝 辞

本研究の一部は「平成17年度青森県小型風力発電システム開発補助金」によるものである。研究実施に当って、青森県、青森県立柏木農業高等学校の職員および生徒の皆様、笹沢哲也氏（当時、埼玉大学大学院生）、関野孝広氏（当時、神奈川工科大学卒業生）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 他2名 建築物を利用した風力発電技術の開発、日本建築学会技術報告集 No.20, Page151-156 2004.12
- 2) 千葉隆弘 他5名 防雪柵に用いる有孔板の特性に関する基礎的研究、寒地技術論文・報告集 Vol.19, Page762-766 2003.11

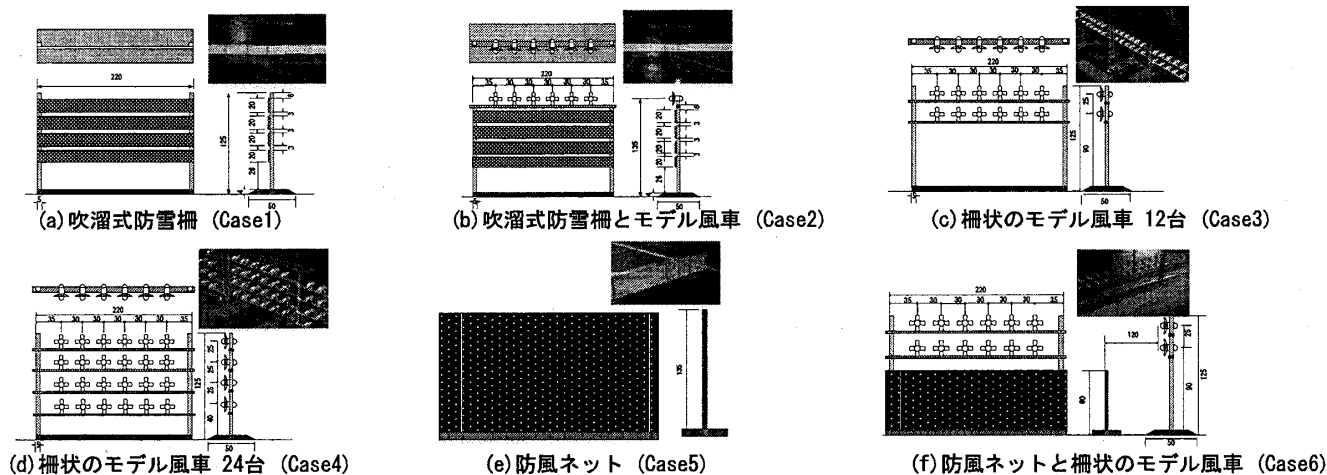


図3 実験模型の形状と概観

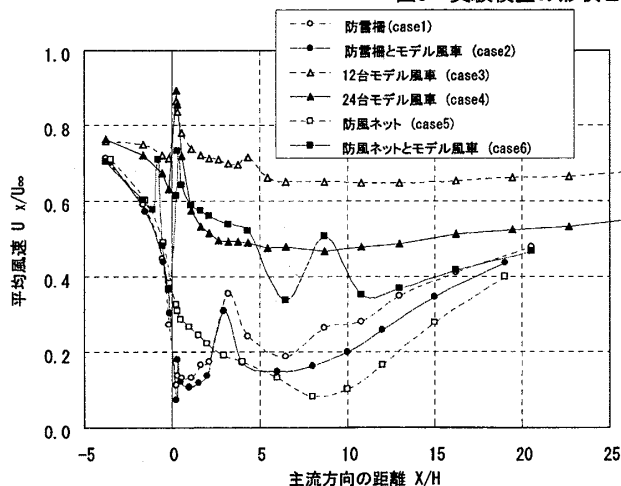


図4 計測高さ $Z=70\text{mm}$ の平均風速の分布

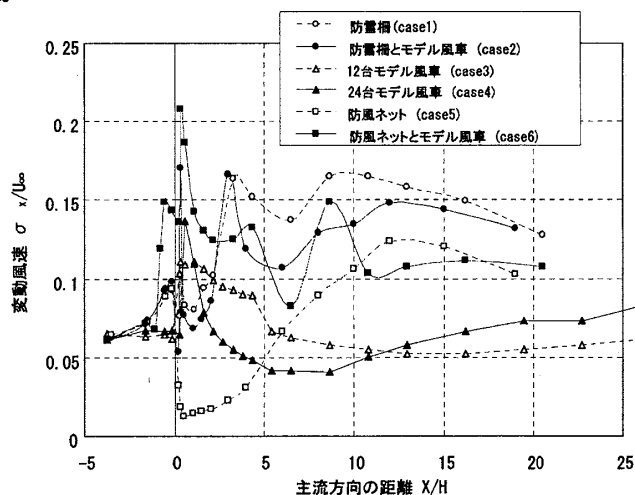


図5 計測高さ $Z=70\text{mm}$ の変動風速の分布

*1 埼玉大学大学院 大学院生
*2 株式会社フジタ技術センター
*3 東京工芸大学 工博
*4 埼玉大学工学部機械工学科 準教授 工博

*1 Graduate student, Saitama University
*2 Technology Development Division, Fujita Corporation
*3 Dr.Eng., Tokyo Polytechnic University
*4 Associate Prof, Dept of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Saitama University