

建築物を利用した風力発電技術に関する研究 (その7)

複数のマイクロ風車による出力特性

正会員○川村 成彦*1 同 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 発電量 制風システム

1 はじめに

前報(その5, 6)^{1), 2)}では, 単体のマイクロ風車(直径50cmのプロペラと超小型発電機)の出力特性および気流性状について報告した。マイクロ風車は, 取り付け架台に複数設置して, 制風を行いながら発電することを想定している。制風の効果を高めるために, 複数のマイクロ風車を重ねて設置することも考えられる。本報(その7)では, 風洞実験により主流方向に複数のマイクロ風車を並べた場合における後方のマイクロ風車の出力特性について報告する。

2 実験方法

風洞装置およびマイクロ風車の概要は, 文献^{1), 2)}を参照のこと。図1に計測システムを示す。風洞は, 株式会社フジタ技術センターの風洞装置(空気取入口と排出口は大気に開放)を使用した。風洞内のマイクロ風車は, 風上側に2つの発電機B, C(以下, 基準風車), 風下側に1つの発電機A(以下, 計測風車)を配置している。風洞内の風速は, 7m/sと4.8m/sの2種類である。負荷抵抗値は50Ωである。

3 実験結果

計測風車は, 風上側に設置した基準風車から生じた気流の影響を受け, 発電量は低くなる。基準風車の影響を受けた風の風速が回復するためには, 基準風車と計測風車の距離(Lw)は, プロペラ直径の数十倍になると思われる。図2に示すように風洞計測部のほぼ全域(Lw=-15.5m~9m, 全長24.5m)において, 単体のマイクロ風車の出力特性について計測した。

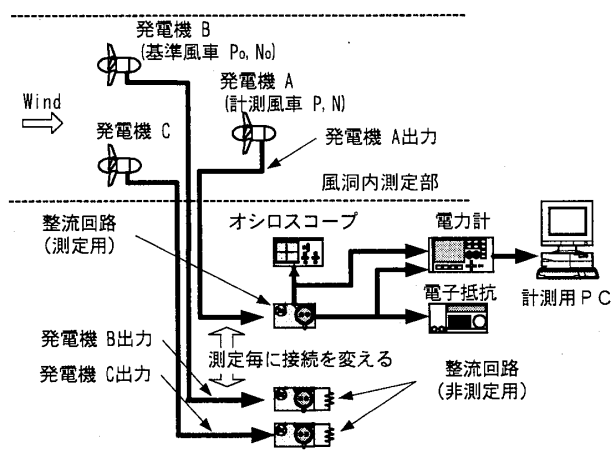


図1 計測システム

図3に風洞内の主流方向における単体マイクロ風車の出力分布を示す。風速は7m/s, 電気負荷値は50Ωである。単体マイクロ風車の発電量は, 7.6~9.3(W)になっている。風洞測定部の風上から風下側にかけて, 発電量は, 徐々に小さくなっている。

図4に基準風車の影響による計測風車の回転数の変化を示す。基準風車の設置間隔は5段階(L1/D=0.1~0.8)とした。電気負荷値を50Ωとし, 風速は4.8m/sである。基準風車の風下側近傍(L1=4まで)において, 計測風車の回転数(N/No)は急激に低くなっている。基準風車の設置間隔(L1/D=0.2)を狭くした場合, L2/D=2の回転数(N/No)は0.48となり, L2/D=4の場合では, 0.20になっている。L2/D=8以上の風下側では, 風洞測定部の上方と下方から風が入り込むため, プロペラの回転数は増加している。しかし実際は, 図3に示すように, 単体プロペラの出力分布と同様に, L2/D=8以上の風下側から計測風車の回転数は概ね一定になるものと思われる。

図5に基準風車の影響による計測風車の発電量の変化を示す。基準風車の設置間隔に比例して, 計測風車の出力の落ち込みは小さくなっている。基準風車の風下側(L2/D=8)において, L1/D=0.6の発電量(P/Po)は, 0.33になっており, L1/D=0.4の場合では, P/Po=0.19になっている。

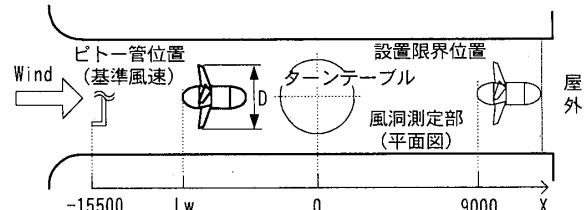


図2 単体のマイクロ風車の測定範囲(平面図)

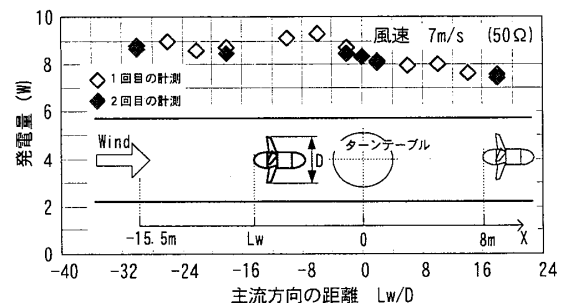


図3 主流方向の単体マイクロ風車の出力分布

Wind power generation making use of wind flow around the building (part7)

The output characteristic of the wind power of The Micro Wind Turbines by wind tunnel test

KAWAMURA Shigehiko, NONOMURA Yoshitami, HIROYUKI Hirahara, and KOBAYASHI Nobuyuki

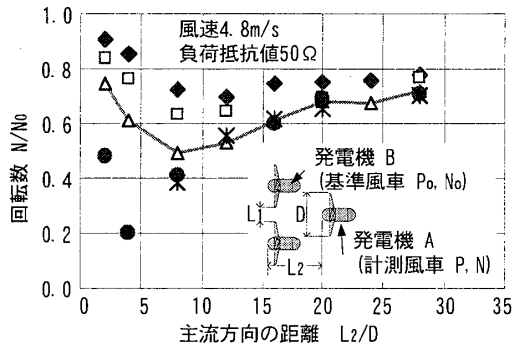


図4 基準風車の設置間隔による回転数の変化

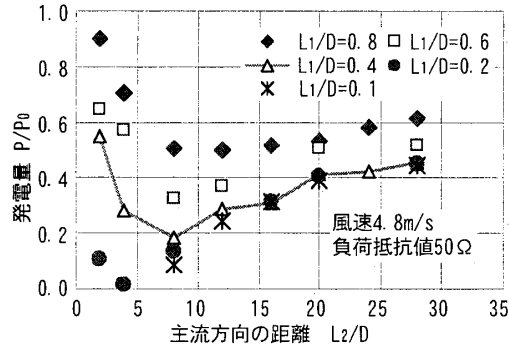


図5 基準風車の設置間隔による出力の変化

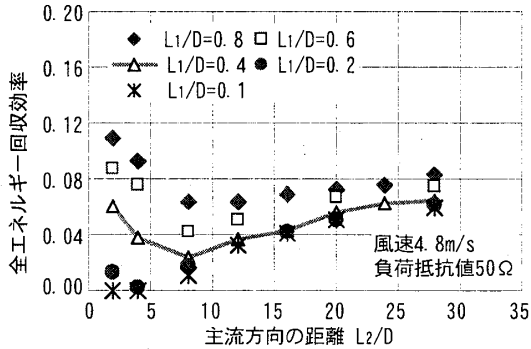


図6 全エネルギー回収効率の変化

図6に基準風車の影響による計測用風車の全エネルギー回収効率の変化を示す。L2/D=8において、L1/D=0.8の全エネルギー回収効率は0.06になり、単体のマイクロ風車の全エネルギー回収効率(0.26)¹⁾に比べ、約1/3になっている。マイクロ風車を重ねて設置した場合、制風効果は高まるが、風下側のマイクロ風車の発電量は、風上側の風車に比べて、小さくなる。

3 まとめ

本報では、風洞実験により主流方向に複数のマイクロ風車を並べた場合における後方のマイクロ風車の出力特性を計測した。以下に得られた知見を示す。

①図7に示すように、風上の基準風車の設置間隔が広くした場合(L1/D=0.4)、基準風車の風下近傍(L2/D ≤ 4)では、基準風車の後流が計測風車の発電量に与える影響は小さい。

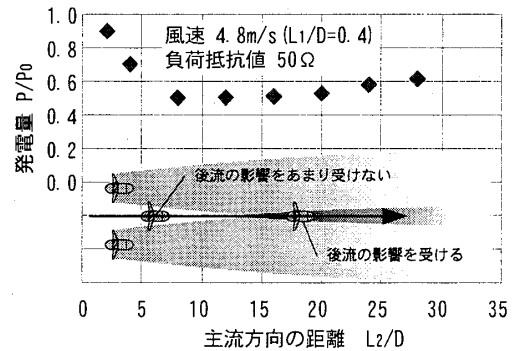


図7 後方のマイクロ風車の出力の変化(L1/D=0.4)

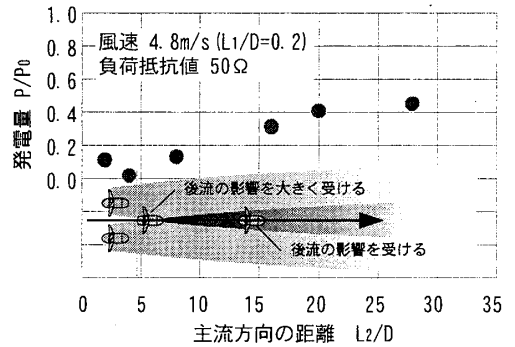


図8 後方のマイクロ風車の出力の変化(L1/D=0.2)

②図8に示すように、風上の基準風車の設置間隔が狭く(L1/D=0.2)、基準風車から風下側に離れた箇所(L2/D ≥ 8)では、上方と下方から風が入り込んでいる。

③マイクロ風車を重ねて設置した場合、制風効果は高まるが、風下側風車の発電量は、風上側の風車に比べて、小さくなる。

今後は、複数のマイクロ風車を設置した場合において、基準風車と計測風車の発電量と共に、基準風車の後流の気流性状について計測する予定である。なお、プロペラの耐久性に関する検討は、同題(その8)構造系で報告する。

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、埼玉大学の藤浪 賢君(当時、卒論生)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, 中山昌尚, 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5), マイクロ風力発電システムの出力特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp513~514, 2002年8月
- 2) 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), 単体プロペラの後流域における気流性状, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), 2003年8月(投稿中)

*1 (株)フジタ技術センター
*2 埼玉大学 助教授 工博
*3 東京工芸大学 教授 工博

Technology Development Division, Fujita Corporation.
Saitama University, Associate Professor, Dr.Eng.
Tokyo Polytechnic University, Professor, Dr.Eng.