

〔研究紹介〕

風エネルギー吸収型減風・発電デバイスを用いた 防風林代替システムの開発

野 澤 壽 一¹⁾

Study on development of alternative technology for shelterbelt by wind turbine

Toshikazu NOZAWA

Abstract

The strong winds such as typhoons occur by global warming. We are developing a system for controlling those strong winds at a windmill device. The windmill device has a horizontal axis and straight blades. Firstly, the resultant aerodynamic forces for the different airfoils are measured using a section model installed on a force balance. Secondly, the rotational characteristics of windmill are investigated in smooth flows. Finally, the wind speed distribution downwind of the rotating windmill device is measured.

1. はじめに

東日本大震災で発生した津波で沿岸部に存在した防風林は壊滅的な被害を受けた。

本来、防風林の機能は、毎年来襲する台風などに代表される日常的な強風被害を防ぐ為に存在している。現在、従来の防風林を取り戻す為に、植林による防風林の再整備が進められているが、樹木が十分な防風機能を発揮するまで成長するには少なくとも数十年を要する。



図－１ 減風・発電デバイスを用いた防風林代替システムのイメージ

1) 東北工業大学新技術創造研究センター 助教

風エネルギー吸収型減風・発電デバイスとは、強風の風エネルギーを風車の回転力に変換することにより、風の強さを約1/10に弱めると共に、電力を発生することができる。本デバイスを連続して設置することにより、防風効果と同時に電力を発生することが可能である。現在、植林された苗木が、強風等により損傷を受けるなどしているが、本研究の目的は、風エネルギー吸収型減風・発電デバイスを応用することにより、植林されている防風林の成長を保護すると共に、防風林が本来の性能を発揮するまでの代替システムとして利用とするものである。図-1に風エネルギー吸収型減風・発電デバイスを用いた防風林代替システムのイメージを示す。

2. 風エネルギー吸収型減風・発電デバイスの基本性状について

風エネルギー吸収型減風・発電デバイスとは、直線翼を水平軸として取り付けた風車が風を受けて回転する時、風車風下側において風速を十分の一に減速する。又、回転している風車に発電機を接続すれば電力も発生させることが可能である。

写真-1に減風・発電デバイスの性能試験の概要を示す。実験は、東北大学工学部建築学科所有のエッフェル型風洞実験装置を用いて行った。風車左側には、トルク計および発電機が取り付けられている。



写真-1 減風・発電デバイス性能試験

減風・発電デバイスである風車後方の減風性能試験の概要と減風結果を図-2に示す。試験結果で明らかなように、風車後方では風速が約1/10程度に低減されている。又、図-3に示される発電性能は約16%程度となっている。

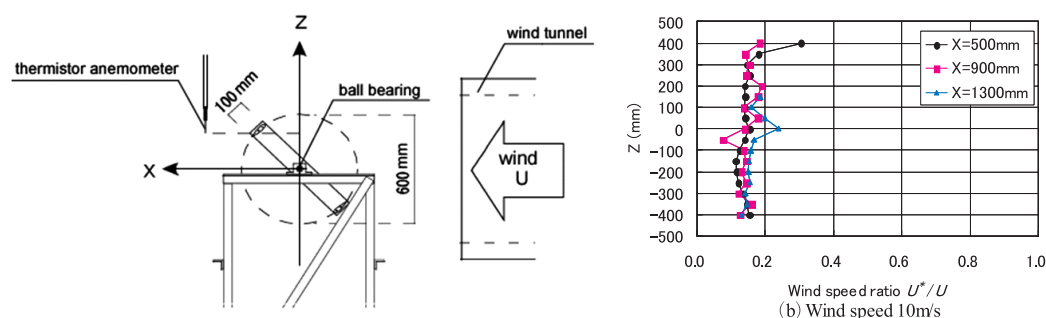


図-2 減風・発電デバイスの減風性能

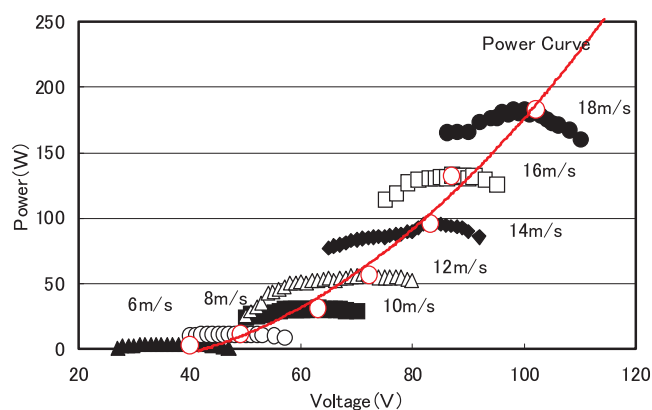


図-3 減風・発電デバイスの発電性能

3. 風エネルギー吸収型減風・発電デバイスを用いた制風システムの減風特性

ここでは、減風・発電風デバイスを複数台配置した制風システムとしての減風性能を明らかにする為に、実大サイズの制風システム実験模型を使用した大型風洞実験を行った結果得られた風エネルギー制風システムの性能について述べる。

実験には岩手県一関市に存在するケイ・エム・アクトが所有する大型風洞実験装置を使用した。本風洞装置は、測定部断面が $4.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ を有し、最大風速約 20m/s （時速 70km ）の風を発生することができる。主に、自動車の C_d 値などの流れ特性の測定に使用されているものである。風洞実験装置の概要を図-4に示す。風速の測定は、サーミスター風速計（カノマックス社製）を使用した。

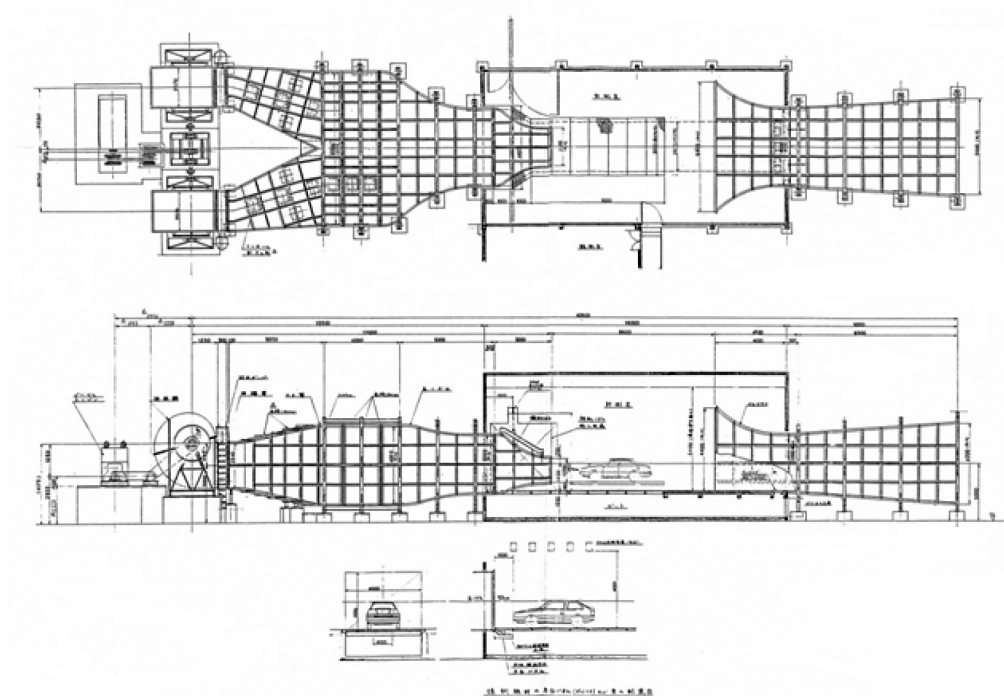


図-4 大型風洞実験装置（ケイ・エム・アクト所有）

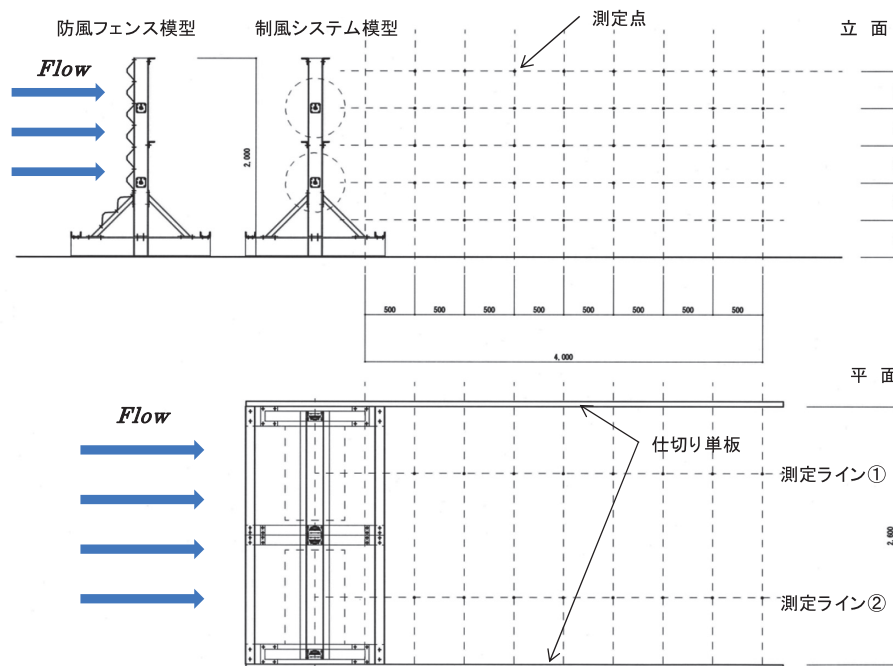


写真－２ 制風システム実大実験模型の概要

大型風洞実験に使用した風エネルギー吸収型制風システムは、水平軸直線翼風車でブレード長さ950mm、直径600mmを持つ制風デバイスを水平方向に2基、鉛直方向に2基設置したものを使用し、鋼製のフレーム（高さ2.0m）に内蔵して制風システムを構成した。

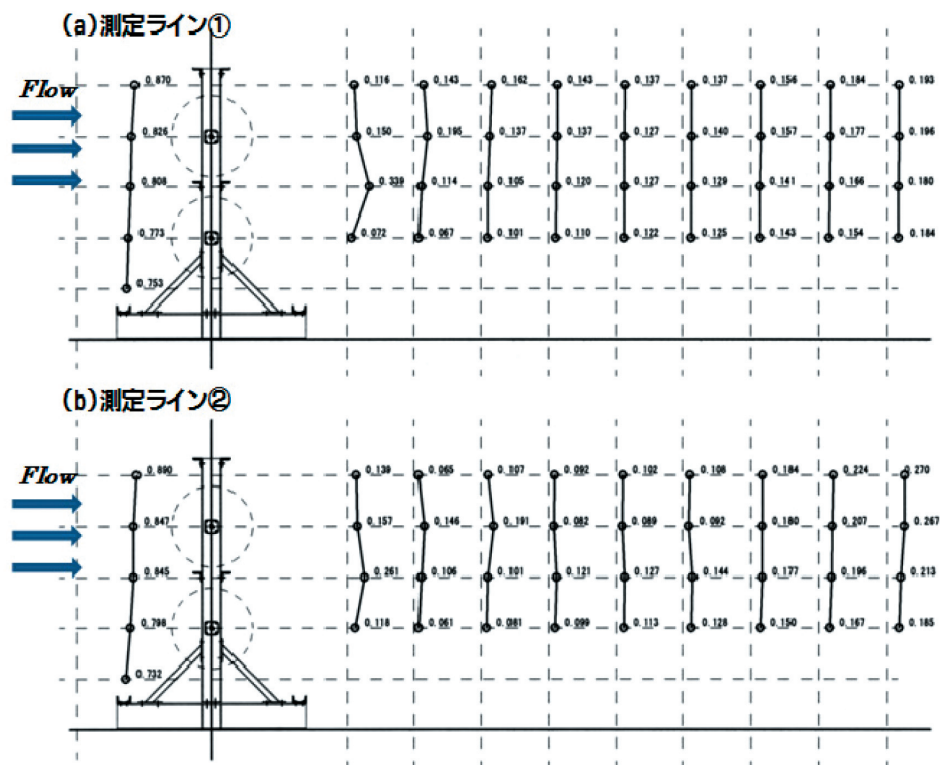
制風デバイスの翼断面形状は、NACA0015である。制風デバイス1基当たりの受風面積は、 0.57 m^2 、模型全体での受風面積の合計は、 2.28 m^2 である。模型縮尺は、実物大1/1である。制風システム実験模型の概要を写真－２に示す。

実験気流は一様流とした。一般に模型を用いた風洞実験では、模型縮尺に応じて自然風と近似させた鉛直方向の平均風速並びに乱れ強さ分布が必要となる。本実験では、実物大模型を使用する為、速度勾配を持たない一様流とした。



図－５ 実験概要と測定点

実験は、大型風洞測定部内に、実験模型を設置し、一定風速下（約 10m/s）で行った。ここで、実験模型の風直角方向の長さは風洞吹き出し口幅より短い為、実験時に模型側面より気流が回りこむこととなり、模型後方風下側の流れに影響を及ぼす。この為、模型側面には、両端に仕切り単板を設けた。模型後方の平均風速の測定は、制風システム後方 4 m の範囲において、予め一定間隔に設定した測定点上で測定した。実験概要並びに測定点を図－5 に示す。減風・発電デバイスを用いた制風システム模型後方領域における結果を基準風速で無次元化したものを図－6 に示す。



図－6 制風システム風下側後方域の風速比

制風システム模型後方の風は、風上側の風速と比較して低くなっており減風されていることが確認される。実験では、実験開始と共に減風・発電デバイスである風車が個々に回転を始め徐々に回転数が増加する。その後、一定時間経過した後一定回転数に達し定常状態を維持する。初期に、個々に起動した風車は、定常状態においては毎分 840 回転前後とほぼ同一値をとる。又、風車定常回転時に振動等は特に見られない。減風性能に着目すると、後方 2 m の範囲において風速比 0.1 前後、後方 4 m で風速比 0.2 前後となっており、減風・発電デバイスを用いた制風システムは風速を約 10 分の 1 に減風させることができる。風流れ方向における測定ラインにおいても傾向に違いは見られない。尚、比較の為に、従来強風対策として広く普及している有孔折板を用いた防風フェンスについても同様な性能試験を行ったが、制風システムの方がより高い減風効果を有していた。以上のことより、高速道路上において強風発生時に生じる速度規制などの各種障害の低減や高層ビル群周囲に生じるビル風の制御などへ応用の可能性があると考えられる。

4. 実証試験計画

本研究開発の目的である防風林の代替システムとして用いた場合の問題点等を明らかにする為に、沿岸部に当該システムを設置して実証試験を行う。

実証試験は、東日本大震災で巨大津波が発生し防風林が壊滅した仙台市若林区荒浜地域で行う。図－7に実証試験装置設置位置概要を示す。



図－7 実証試験装置設置位置概要

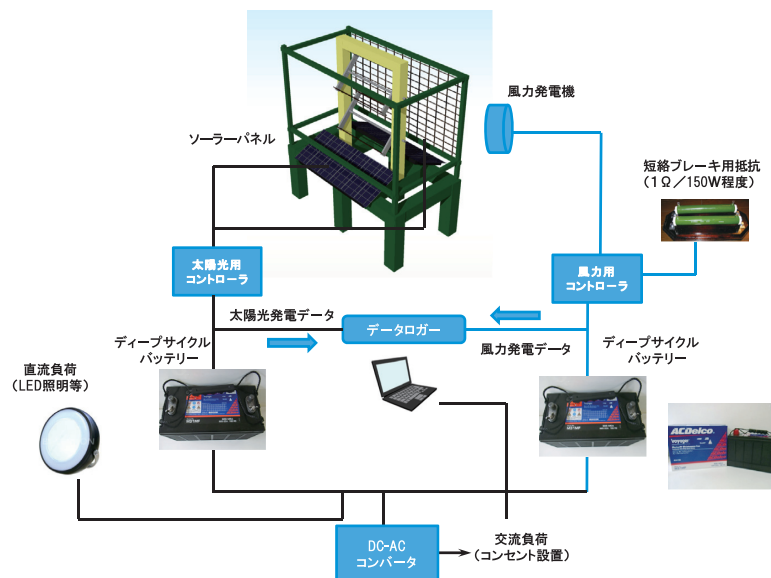
実証試験装置は、減風・発電デバイスを鉛直方向に2機積み重ねたものとする。

減風・発電デバイスは、翼長さ90cmを持つ直線翼2枚で構成され、風車直径は60cmである。下段風車の下側には、風速の増加と発電性能向上を目的とし、太陽光パネルを約30度の角度で設置した。実証試験装置には、危険防止の為にその周囲にメッシュフェンスを取り付けた。尚、風車、太陽光により発生した電力は、実証試験実施位置傍に存在する震災の犠牲者を追悼する為に建立された慰霊塔における照明器具の電力源として利用されることとなる。図－8に実証試験装置概要をイメージとして示す。

実証試験における発電性能等各種データの計測システムについては、その概要を図－9に示す。



図－8 実証試験装置概要



図－9 計測システム概要

5. 今後について

本報告では，研究開発を行っている風エネルギー吸収型減風・発電デバイスを用いた制風システムを防風林の代替システムとしての実用化について検討する為の実証試験の概要について述べた。実証試験装置自体は，2013年9月初旬に設置を完了し，現在，2014年3月の本格稼働に向けて準備調整を行っている。実証試験の詳細については，次報で紹介する。