

船舶へ搭載した縦軸型風力発電装置について

浅治 邦裕，村井 宏行（日本飛行機株式会社）

池田 和人（株式会社 MTI）

About Vertical Axis Wind Turbines for Ships

Kunihiro ASAJI, Hiroyuki MURAI (Nippi)

Kazuhito IKEDA (MTI)

1. はじめに

当社では，平成 14 年度から縦軸型風力発電装置の研究を行っている．そして平成 15 年度には日本郵船株式会社と共同で省エネ新技術を搭載した新造の自動車運搬船（以下，本船：図 1 参照）に搭載するための船用直線翼垂直軸型風力発電装置（以下，本装置：図 2 参照）の開発を行なった．

開発の目的は，以下となる．

- (1) 洋上の風況下で運用して得られる電力量の評価
- (2) 船内電源への系統連系技術の確立
- (3) 船舶に搭載するにあたっての問題点の抽出

本船は平成 16 年 8 月末に就航し，現在まで主に愛知県と北米西海岸間を約 4 週間かけて往復運航している．

以下にその構成と得られた結果について述べる．



図 1 搭載船「ANDROMEDA LEADER」
（全長約 200m，航海速力 20 ノット）



図 2 船用直線翼垂直軸型風力発電装置
“NWT - 30”

2. 構成について

2.1 縦軸型風力発電装置

本装置は発電部と制御部に分けられ，発電部は本船の中央付近にある航海用マストの後方に設置されている．設置位置については，船舶に搭載する風車としては最大級のサイズになることから，船が受ける衝撃，揺動などの負荷に対して考慮を行い選定した．制御部は前方ブリッジの居住区内に専用の搭載室を設け，系統連系保護装置とともに格納されている．発電部と制御部の距離は約 100m あり，ケーブルは専用のパイプに通し配線されている．

調整用モニタパネルは搭載室のとなりにあるミーティングエリアにある．ここで試運転，運転監視などを行っている．

2.2 システムについて

システム諸元を表 1，図 3 に示す．

表 1 システム諸元

ロータ直径	4.0 m
ロータ高さ	4.5 m
受風面積	18.0 m ²
ブレード枚数	3
ソリディティ	0.48
ブレード構造	アルミサンドイッチ構造
全高	7 m
制動装置	ディスクブレーキ
空気圧源	船内圧縮空気
動揺検知装置	ジャイロセンサー
発電機	誘導発電機
最大出力	30 kW
カットイン風速	5.0 m / s
カットアウト風速	25.0 m / s

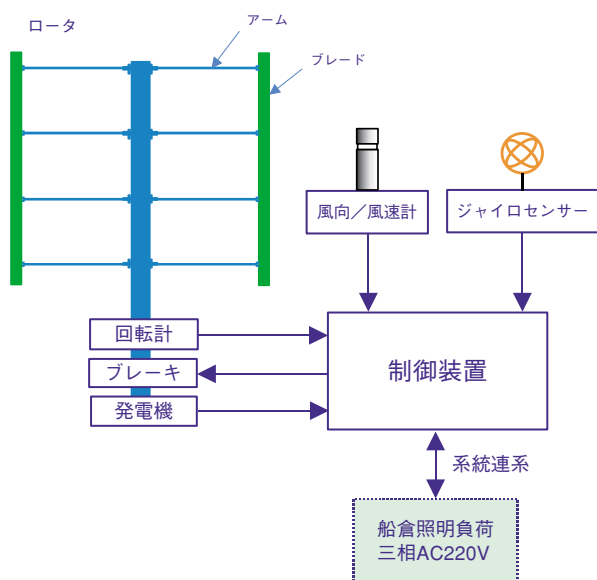


図 3 システム概要図

安全装置は、過回転によるブレードの破損を防ぐ為、ロータと発電機にそれぞれ回転計を設け冗長性を持たせている。ブレーキシステムは、電源断または空気圧源が断となった場合に作動させる方式としている。また、通常時と非常時で使用する系統を分け、片方が故障した場合に備えた構成にしている。

他に駆動伝達用ベルト切断の検知機能を有し、風速計については故障に備えて冗長性を持たせた機構にしている。

陸上設置と異なる点は設置場所が動揺することである。ロータが回転している状況で船が動揺するとロータにはジャイロモーメントが働き、ブレードを支持するア

ームに曲げ荷重が作用する。従来の構造ではアームの役割はブレードの回転時の遠心力とトルクを回転軸に伝えることであるため、断面形状は薄い翼型が採用されてきた。

本装置では、曲げ荷重を軽減する対策としてロータ径を絞りブレードを軽量化しジャイロモーメントを小さくしている。さらにアームの断面形状を見直すとともにブレードを支持する本数を増加させ曲げ荷重に耐えうる設計とした。制御面では船全体の動揺速度を監視し、設計条件以上になった場合に回転を停止する機能を持たせ、安全面に配慮した設計としている。

尚、この動揺に関する安全機構については、日本郵船株式会社と共同で特許出願中である。

発電した電力は系統連系され、倉内の安全点検のために点灯されている電灯用として消費される。この電力は、系統連系保護装置により母線側との切り替えを行い消費負荷側へ送られている。発電電力が負荷量を上回った場合には保護装置が働き本装置が停止することにより発電電力の供給がストップする。これにより母線側への逆流を防止している。

本装置の発電状況などの運転状態、相対風向/風速、周囲温度などの環境データ、船の運航に関する位置や船速などのGPSデータ等についてはデータを自動保存し評価を行っている。

2.3 構造について

ブレードはアルミサンドイッチ構造で軽量と高強度を実現している。また、強度試験用供試体を製作し静強度試験を実施した。

カットアウト風速25m/sの1.5倍である37.5m/s下の運転時荷重を100%負荷と設定し、150%まで負荷しても破壊しないことを確認した。また回転部の固有値解析試験にて共振回転数が常用域から外れていることを確認した。組立後の陸上試験では、定格回転試験を行い異常振動、共振の無い事を確認した。これらの試験により、設計・製造の妥当性を確認した。

3. 取得データ

3.1 風況について

図4、5に取得データの代表例として第4回目の航海分のデータを示す（以下、同様）。図4は日本から北米へ向かう間、図5は北米から日本へ向かう間の風速出現率とその累計グラフを示す。

本船は自動車運搬船という特質上、形状的に風の抵抗を受け易い。その為、なるべく追い風を受けるように航

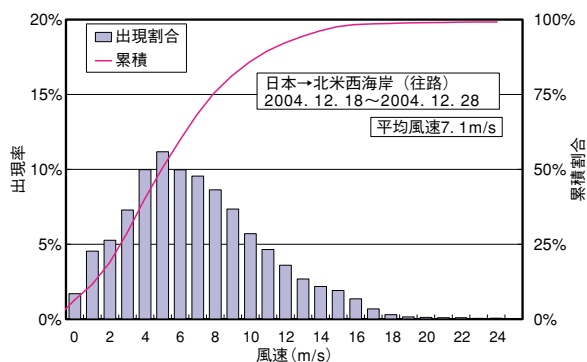


図 4 往路での風速出現率

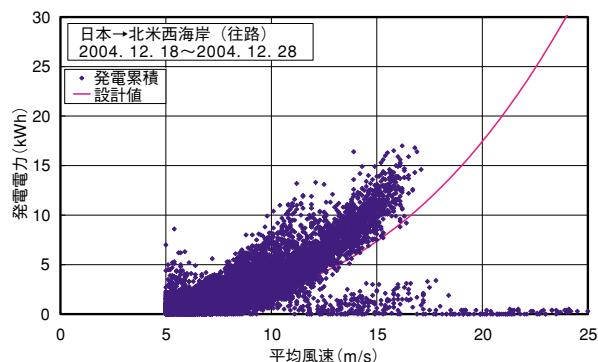


図 6 往路での発電例

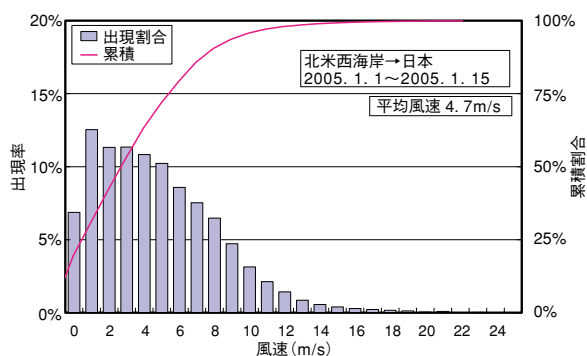


図 5 復路での風速出現率

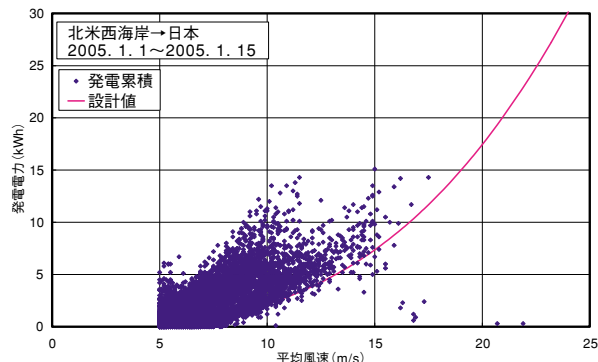


図 7 復路での発電例

行するため、風車で受ける風は船速分よりも低い風速になることがある。また偏西風や貿易風、海流などの影響で往路と復路とで異なった経路により航行されていることが多い。グラフからは風車が受ける風が、往路、復路でかなり異なっていることが分かる。

3.2 発電状況

図 6, 7 に往路、復路での航海中の発電例を示す。

平均風速と発電量の関係は概ね設計計画値以上であった。

4. 結び

設計の際には、十分な配慮をしても運航して初めて実感できるものもあり、まだ検証が必要な箇所もあると思われる。

最後に本原稿の作成に際し株式会社 MTI からは貴重なデータを提供して頂いている。ここに謝意を表します。

5. 参考文献

- [1] “縦軸型風車の船舶への応用について”，浅治，千葉，村井，藤田，羽入：第 26 回風力エネルギー利用シンポジウム（2004）
- [2] “船舶へ搭載した縦軸型風車の稼動状況”，浅治，村井，池田：第 27 回風力エネルギー利用シンポジウム（2005）