

南大隅ウインドファーム 1 期工事の試運転結果

Results of Commissioning and Tests of Legal Inspection of Minami Ohsumi Wind Farm 1st Stage

藤 井 衛 エネルギー・プラント事業本部電力事業部エネルギーソリューション部 部長
 久 保 典 男 エネルギー・プラント事業本部電力事業部エネルギーソリューション部
 飛 永 育 男 エネルギー・プラント事業本部電力事業部エネルギーソリューション部

当社は現在、日本で最大規模の風力発電所である南大隅ウインドファームの建設を行っている。本風力発電所は 1 300 kW の風力発電機 20 台から成り、合計の定格出力は 26 000 kW に達する。当社は本プロジェクトを EPC コンストラクタとして受注しており、調査、計画、設計、土木、電気工事、据付け、試運転を含んでいる。本工事は工期が 2 期に分かれており、1 期工事は 2003 年 1 月から社内試験および試運転を開始し、2003 年 3 月から商用運転を開始した。本稿では社内試験および試運転での主要項目について紹介する。

IHI is constructing one of the largest wind power plants (wind farms) in Japan, named Minami Ohsumi Wind Farm. This wind farm consists of 20 units of 1 300 kW Wind Turbine Generator systems (WTGs) and the total rated power output is 26 000 kW. IHI has taken on this project as EPC (Engineering Procurement Construction) contractor, including site survey, planning, design, construction and commissioning. This wind farm is divided into 2 stages, and the commissioning of 1st stage that consists of 10 units began in January 2003 and the commercial operation began in March 2003. The results of several tests performed during the commissioning of the wind farm 1st stage are discussed.

1. 緒 言

2001 年 6 月に、経済産業省の総合エネルギー調査会新エネルギー部会において、2010 年の風力導入目標が設備容量 300 万 kW に上方修正された。また 2003 年 4 月には「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」である、RPS 法 (Renewables Portfolio Standard) が施行され、よりいっそうの風力エネルギー導入が期待されている。

当社は 1993 年に、当時としては大型の 300 kW 機 (ピッチ制御機) を自社開発し、電力会社に 2 基納入した。この技術を基にドイツの NORDEX 社と提携し、現在ストール制御機とピッチ制御機を導入している。また、風力発電事業をエネルギーソリューション事業として位置づけ、風力発電設備の販売だけでなく、顧客満足を高めるため、風力発電の計画から建設、運転監視、アフターサービスまでを一貫して提供している。

2. 南大隅ウインドファームの概要

2.1 発電所概要

南大隅ウインドファームは、南九州ウィンド・パワー株式

会社から 2001 年に受注した案件であり、当社としては初めての大規模な風力発電設備となる (第 1 図、第 2 図、第 1 表)。また、調査、計画、設計から土木工事、電気工事、据付け、試運転までを EPC (Engineering Procurement Construction) コンストラクタとして受注している。

南大隅ウインドファームは工事が 2 期に別れており、



第 1 図 発電所位置図
 Fig. 1 Site location of wind farm



第 2 図 発電所風景
Fig. 2 Wind farm overview

第 1 表 工事概要
Table 1 Project outline

工 事		1 期	2 期
所 在 地		鹿児島県肝属郡根占町	鹿児島県肝属郡佐多町
発電所	単機出力 (kW)	1 300	1 300
	台 数 (台)	10	10
年間平均風速 (m/s)		6.2	7.1
観測点高さ (m)		20	20
着 工		2001 年 11 月	2002 年 10 月
竣 工		2003 年 3 月	2004 年 3 月予定

2 期工事が完成 (2004 年 3 月予定) すると発電所総出力は西日本最大の 26 000 kW となる。年間発電量は約 60 GW・h を想定しており、これを、CO₂ 換算すると約 19 800 t-CO₂ であり、原油換算⁽¹⁾すると約 14 135 kl である。発電所周辺は山岳や丘陵地帯であり、農業・牧畜を営んでいる場所でもある。

2.2 南大隅ウインドファームの特徴

南大隅ウインドファームは、以下の特徴をもっている。

(1) 風況シミュレーション技術の採用

風車の配置を地形データ・風況データを基に風況シミュレーションによって決定した。

(2) 自然条件への対策

台風が多い鹿児島県の建築基準法に準拠するため、風車タワーは国内で設計した。また、風車各部に落雷対策を施している。

(3) 輸送問題への対策

発電所は山間部であるため、輸送時にブレードを分割できる風力発電機を採用し、輸送時の道路拡幅スペースを最小にした。

(4) 騒音問題への対策

風力発電機の振動部には防振対策を施し、試運転で海外機で国内初となる JIS に基づく騒音試験を実施し、計画値内であることを確認した。また、発電所近傍に豚舎があるため、家畜への低周波騒音の影響を考慮し、低周波騒音試験を実施し、家畜への影響は極めて少ないことを確認した。

(5) 家畜への疾病対策

工事中に車両に付着した病原菌から家畜に口蹄疫などが感染する可能性があるため、工事区域内に入るすべての車両に対して、毎日消毒を実施した。

(6) 24 時間アフターサービス体制の構築

建設後の風力発電設備の故障による停止は、事業採算に大きくかかわっており、運転支援およびメンテナンスのためのサービス体制 (IHI サービスパッケージ) を構築した。

2.3 風力発電設備

本ウインドファームの風力発電設備には、IN-1300 を用いた。IN-1300 は、NORDEX 社の 1 000 kW 級風力発電機的主力機種である。外観を第 3 図 - (a) に、構造図を - (b) に示す。主要仕様を次に示す。

定格出力	1 300 kW
ロータ直径	60 m
ハブ高さ (ロータ中心高さ)	60 m
ロータ回転数	19.0/12.7 min ⁻¹
カットイン風速	約 3 m/s
カットアウト風速	25 m/s
定格風速	15 m/s
耐風速	IEC Turbine Class I
出力制御	ストール制御
発電機電圧	690 V
発電機形式	極数切換型誘導発電機

IN-1300 は次の四つの特長をもっている。

(1) ストール制御方式

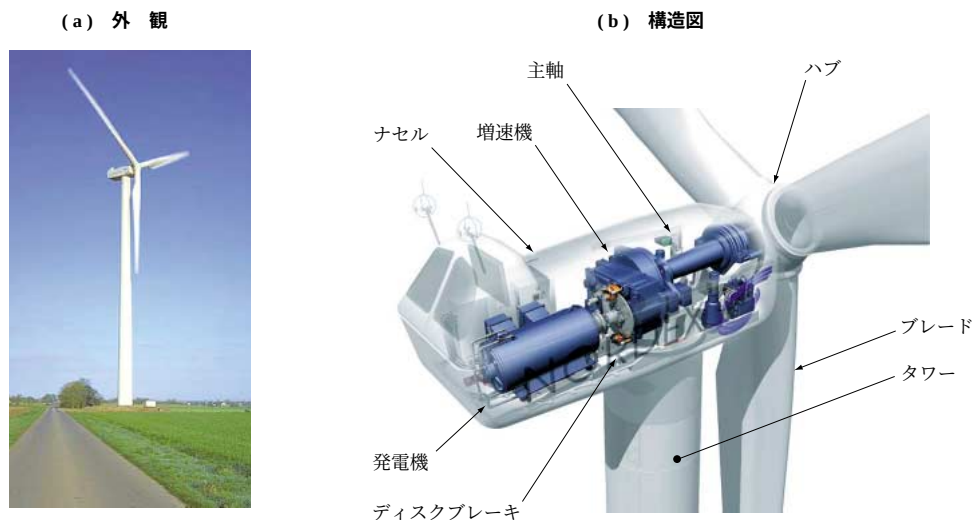
ストール制御を採用することで、風の変動が大きな場所でも安定した運転を行える。

(2) 良好な輸送条件

ブレード先端を取り外すことで、輸送時にはブレード長さを約 29 m から約 25 m にできる。

(3) 発電機の極数切換運転

発電機の極数を切り換えることで、風車の回転数を 2 段階に選択して高効率の発電を行う。またブラシなどの機械的接触部がないため、メンテナンスフリーで



第 3 図 IN-1300 の外観および構造図
Fig. 3 IN-1300 nacelle and construction

ある。

(4) 堅ろうな設計強度

IN-1300 の耐風速は国際規格, IEC1400-1 で最高ランクである, Turbine Class I となっている (第 2 表)。

3. 試運転および試験結果

南大隅ウインドファームの 1 期工事は 2003 年 1 月から社内試験および試運転を行い, 2003 年 3 月まで使用前自主検査を行った後, 客先に引き渡した。その後, 2003 年 5 月に九州経済産業局による安全管理審査を受けて合格し, 現在営業運転中である。

風力発電設備の試運転は NORDEX 社技術員とともにコミッショニング (NORDEX 社の引渡検査) を行うことから始まる。始めに電気系統の絶縁・導通・結線状態の確認を行った後, 補機類の動作確認を行う。その後低風速の状態から運転を開始し, 徐々に高風速下で運転を行っていく。定格風速での運転を確認後, 風車 1 台当たり約 2 日間運転状況をモニタリングし, 安定した運転状態を確認してコミッショニングを完了した。その後, 各種試験を実施した。

第 2 表 IEC で規定される Turbine Class ごとのハブ高さにおける耐風速

Table 2 Survival wind speed regulated by IEC at hub height for each turbine class

Turbine Class	I	II	III	IV
5 秒間平均風速 (m/s)	70.0	59.5	52.5	42.0
10 秒間平均風速 (m/s)	50.0	42.5	37.5	30.0

主な試験項目を以下に示す。

3.1 インタロック試験

風力発電設備の各種保護装置の動作確認を行い, 安全性を検証した。

3.2 性能確認試験

風車出力性能が計画値に達しているかを確認し, 必要に応じてブレード角度を調整する。この際, 風車下方から高精度望遠カメラで写真撮影を行い, ブレード 1 枚ごとの形状を分析し角度を調整した (第 4 図)。

本試験は年間を通した風況下での評価を行う必要があるため, 引き続き定期的に性能確認を実施する。



第 4 図 ブレード写真撮影結果
Fig. 4 Blade picture for blade shape analysis

3.3 騒音確認試験

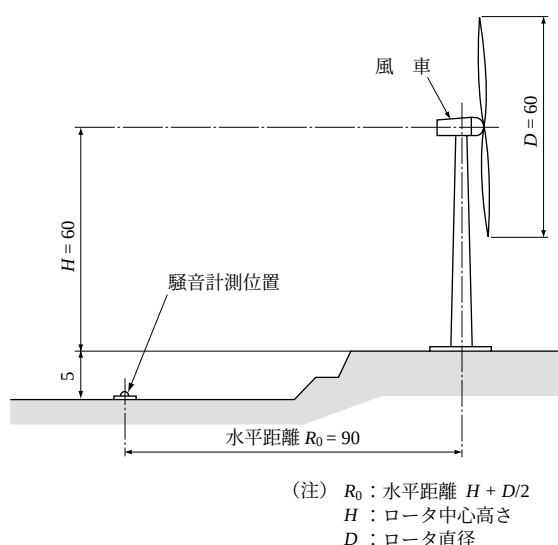
3.3.1 JIS に基づく騒音計測

JISに基づく騒音計測は、風車 5 号機において第 5 図に示す位置で実施した。風力発電設備の騒音計測は、通常の騒音計測と異なり風速による依存性があるため、計測は風力発電設備の出力から風速を換算し、風速と騒音との関係性を評価する必要がある。

計測結果の代表例を第 6 図に示す。計測結果から、本風力発電設備からの発生音は、計画値範囲内であることが確認できた。

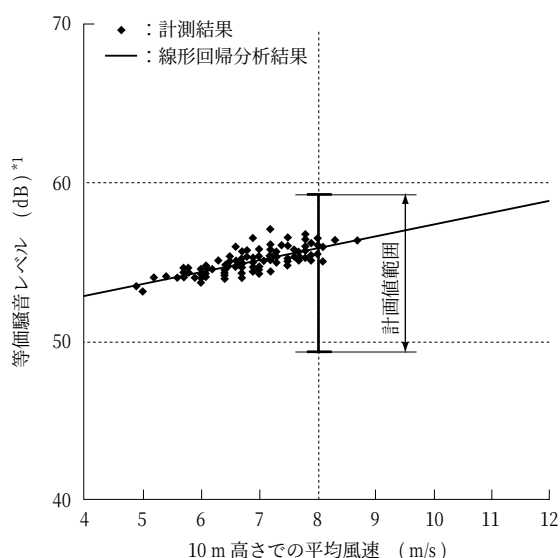
3.3.2 低周波騒音計測

低周波騒音計測は、豚舎に最も接近している風車 6 号機



第 5 図 騒音計測条件 (単位: m)

Fig. 5 Noise measurement conditions of wind turbine (unit: m)



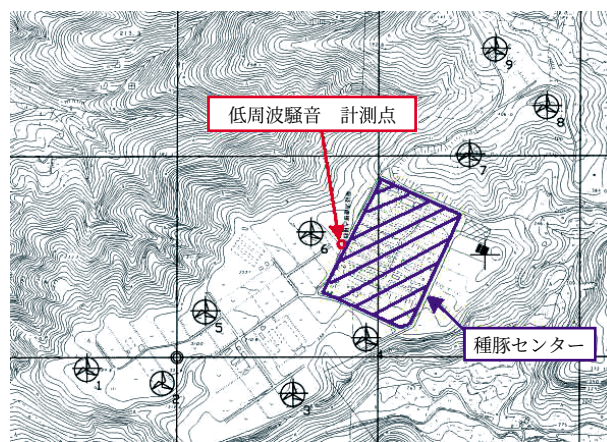
*1: 変動騒音を等価のエネルギーをもつ定常騒音に置き換えた値

第 6 図 騒音計測結果

Fig. 6 Results of wind turbine noise measurement

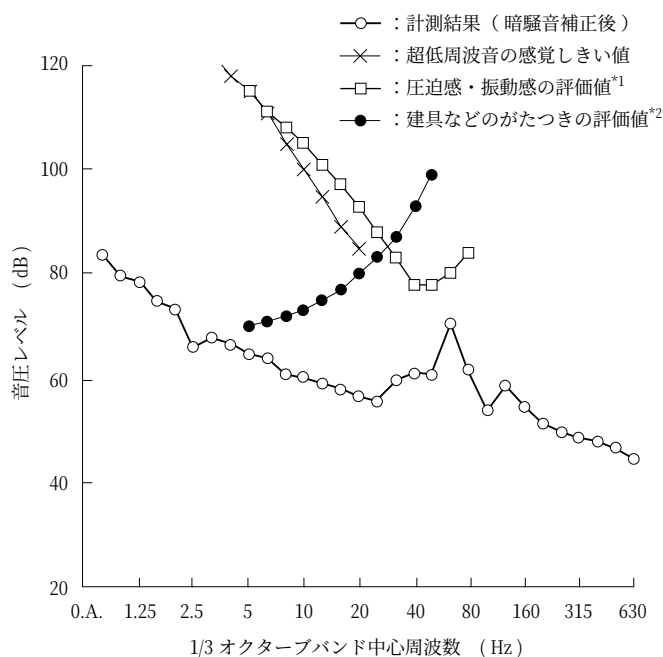
と豚舎の間の豚舎敷地境界線近傍で計測を行った (第 7 図)。計測結果を第 8 図に示す。低周波騒音の評価判断基準としては、豚に対する評価指標が存在しないため、人間に対する評価を行い、この評価結果に基づき豚への影響を考察した。評価指標は、文部省 (現、文部科学省) 特別研究結果「圧迫感・振動感の評価値」⁽²⁾と、ほかの二つの指標^{(3), (4)}に対して比較を行った。

その結果、いずれの指標に対しても本風力発電所の低周波騒音は十分に低い値となっており、豚など家畜への影響は極めて少ないと判断した。今後は、豚の生産性を監視することで計測結果を検証していく。



第 7 図 低周波騒音計測地点

Fig. 7 Location of wind turbine low frequency noise measurement

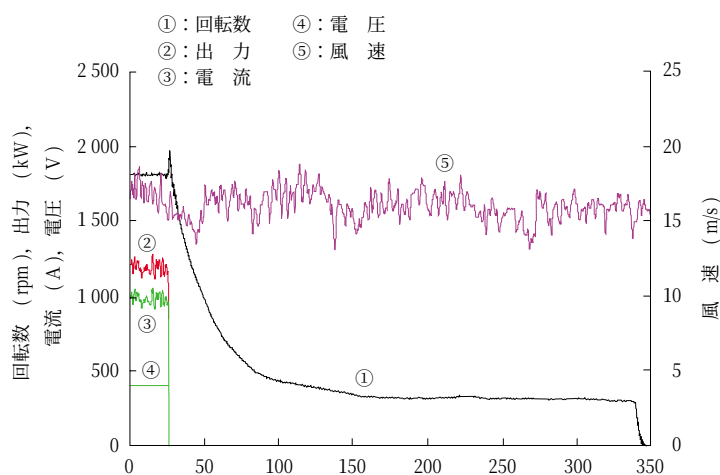


(注) *1: 参考文献 (2) に基づく評価指標

*2: 参考文献 (3) に基づく評価指標

第 8 図 低周波騒音計測結果

Fig. 8 Results of wind turbine low frequency noise measurement



第9図 負荷遮断試験結果（4/4 負荷）
Fig. 9 Results of wind turbine load reduction test (4/4 load)

3.4 固有振動数計測試験

風力発電設備の固有振動数は設計値と、かい離していないことを確認した。

3.5 負荷遮断試験

系統停電時の風力発電設備の安全性を確認するため、負荷を遮断した際に発電機の回転数が制限値を超えずに安全に停止することを確認した。このときの負荷遮断試験結果の一例を第9図に示す。

4. 結 言

今回の試運転で多くのデータと経験を得ることができた。今後導入計画を行っているウインドファームの客先の要求に対しては、本試運転結果を応用していく。そして、今回の EPC コントラクターとしての実績を基に、風力発電ソリューション事業の確立を目指す。

参 考 文 献

- (1) 資源エネルギー庁長官官房総合政策課：総合エネルギー統計（平成 13 年度版） 株式会社通商産業研究社 2002 年 7 月 p.15
- (2) 中村俊一，時田保夫，織田 篤：低周波音に対する感覚と評価に関する基礎研究 昭和 55 年度文部省科学研究費「環境科学」特別研究 財団法人小林理学研究所 1979 年
- (3) 環境庁：低周波空気振動の家屋等に及ぼす影響の研究 昭和 52 年度低周波空気振動等実態調査
- (4) 時田保夫：低周波音の評価について 日本音響学会誌 Vol.41 No.11 1985 年 11 月 pp.806－812