

苫前ウィンビラ風力発電所の概要と建設工事

佐々木 伸也・志水 伸二

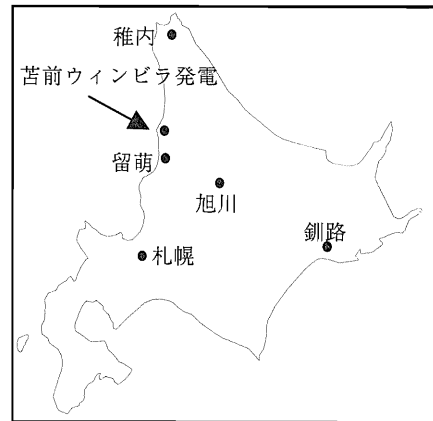
北海道苫前町の苫前ウィンビラ風力発電所の出力 30,600 kW は、わが国の風力発電所のなかでは最大規模である。限られた敷地内でより多くの電力を得るため、商用機としては世界最大級の風力発電機（単機出力 1,650 kW, 1,500 kW）を採用している。分割した風力発電機は、ヨーロッパから海上輸送し、留萌港から苫前町の現地まで約 37 km を陸上輸送した。輸送物品は、風力発電機の羽根（ブレード）の長さが 32 m を超えるなど超大型品であったため、交通の妨げにならないように夜間に輸送を行い、550 t 油圧クレーン等を用いて組立てを行った。

キーワード：発電，風力，大型品輸送，風力発電機組立て

1. はじめに

電源開発(株)においては大規模な風力開発に力点を置いている。北海道苫前町において出力 30,600 kW の「苫前ウィンビラ発電所」を運転中であり（図—1、写真—1 参照）、また秋田県仁賀保町において出力 24,750 kW の「仁賀保高原風力発電所」を建設中である。さらに、岩手県葛巻町においても出力 20,000 kW 規模の開発計画を推進中である。

本報文では苫前ウィンビラ発電所の概要，風力発電機の輸送及び建設工事について紹介する。



図—1 苫前ウィンビラ発電所位置

2. 発電所の概要

(1) 概要

- 所在地：北海道苫前郡苫前町字上平「上平共同利用模範牧場」内
- 発電所出力：30,600 kW
- 風車発電機：単機出力 1,650 kW（ヴェスタス社製）14 台
単機出力 1,500 kW（エネルギーコン社製）5 台
- 年間平均風速：約 6.6 m/s（高さ 60 m）
- 工事工程：平成 11 年 10 月着工
平成 12 年 10 月系統受電開始
平成 12 年 12 月竣工



写真—1 苫前ウィンビラ発電所全景

- 発生電力量；年間約 5,900 万 kWh（設備利用率 22% を想定）
- 総事業費：約 65 億円

(2) 特徴

- (a) 国内最大規模の出力

* ウインビラ：Wind+Villa からの合成

当発電所の出力 30,600 kW は、わが国の風力発電所のなかでは最大規模である。既設北海道電力株式会社 66 kV 苫前線の受電可能容量と、牧場地内の利用できる面積約 170 ha の風資源を最大限有効に活用している。

(b) 大容量風力発電機の採用

限られた敷地内でより多くの電力を得るため、商用機としては世界最大級の風力発電機（単機出力 1,650 kW, 1,500 kW）を採用している。

(c) 風況シミュレーション技術の適用

複雑な地形条件や地表条件が風況に与える影響を、シミュレーション技術により解析し、風力エネルギーをより多く利用できる風力発電機の配置を決めた。

(d) 牧場経営との共存

牧場機能への影響を最小限にとどめるために、風力発電機用変圧器は風車タワー内に収納し、また風力発電機と変電所間のケーブルは地下埋設としている。

3. 風況調査

大規模ウィンドファームの開発には、詳細かつ正確な風況調査が必要不可欠である。このため牧場内全域に合計 14 本の風況観測マストを設置した。そのうち 1 本については地上高 45 m とし、風速の鉛直分布解析の精度を高めた。観測は平成 8 年 11 月から平成 11 年 6 月までの期間にわたり

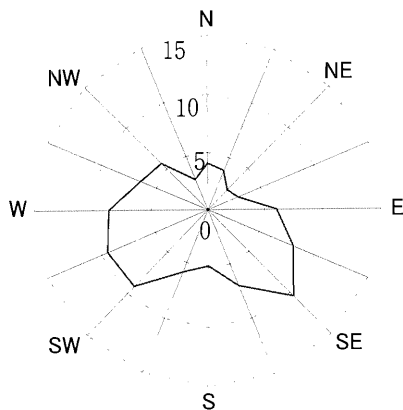


図-2 風向出現率 (%) (高さ 15 m, 平成 9 年)

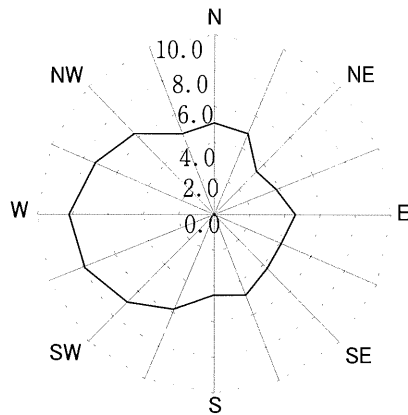


図-3 年間平均風速 (高さ 15 m, 平成 9 年)

行った (図-2, 図-3 参照)。

4. 台数と配置

風車台数及び配置の検討は下記に基づいて決定した。

- 風況実測データとシミュレーション結果をもとに、牧場内全域の地上高 60 m の面を 25 m × 25 m のメッシュに分割し、各メッシュごとの年間平均風速を求める。
- さらに、風車離隔や地形を考慮して、ケース (単機容量 × 台数) ごとに最適な設置ポイントを抽出する。
- 次に、各ケースごとの年間発生電力量を算出し、経済性を評価する。

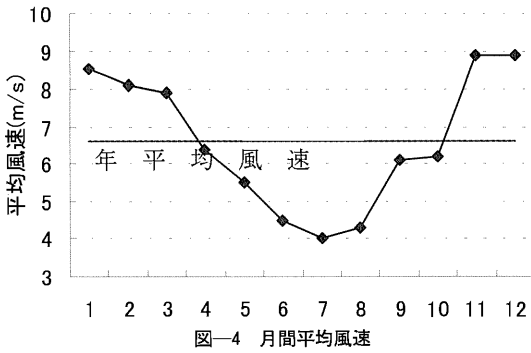
以上の検討により、1,650 kW × 14 台と 1,500 kW × 5 台を組合せた合計 19 台案を採用した。

5. 年間平均風速

各風車の地上高 60 m における年間平均風速 (m/s) は表-1, 図-4 のとおりである。

表-1 各風車の年間平均風速 (m/s)

風車 No.	1	2	3	4	5	6	7
平均風速	6.7	6.6	6.2	6.3	6.7	6.8	6.6
風車 No.	8	9	10	11	12	13	14
平均風速	6.7	6.6	6.5	6.4	6.6	6.9	6.7
風車 No.	15	16	17	18	19	平均	
平均風速	7.1	6.7	6.5	7.0	6.8	6.6	



6. 風力発電機諸元

表-2 に 2 機種 の風力発電機の諸元を示す。

表-2 風力発電機諸元

		V-66 1,650 kW, 14台	E-66 1,500 kW, 5台
機種台数		V-66 1,650 kW, 14台	E-66 1,500 kW, 5台
製造者		ヴェスタス社 (デンマーク)	エネルコン社 (ドイツ)
定格出力		1,650 kW/300 kW 大小切替え方式	1,500 kW
風車	種類	プロペラ型アップウィンド式	プロペラ型アップウィンド式
	回転数	19/15 rpm	8~22 rpm
	定格風速	17 m/s	13 m/s
	カットイン風速	4 m/s	2.5 m/s
	カットアウト風速	25 m/s	25 m/s
	ロータ直径	66 m	66 m
	ブレード枚数/材質	3枚/GFRP	3枚/GFRP
	ロータ取付け高	地上高 60.4 m	地上高 60.0 m
	風車支持物	鉄塔; テーバードモノパール構造	鉄塔; テーバードモノパール構造
	出力制御	ピッチ制御	ピッチ制御+可変速制御
ピッチ制御/ヨー制御	油圧式/電動式	電動式/電動式	
増速機	平行歯車+遊星歯車	無し	
発電機	種類	三相巻線型誘導発電機	三相同期発電機
	力率	99%/95%	99.5% (進み)
	電圧	690 V	400 V (インバート出力端)
	相	3相	3相
	周波数	50 Hz	50 Hz (インバート出力端)
	回転数	1,500/1,500 rpm	8~22 rpm
	冷却法	強制風冷式	強制風冷式
機	保護装置の種類	過電流継電器, 過電圧継電器, 不足電圧継電器, 周波数上昇/低下, 発電機温度上昇, 過速度	過電流継電器, 過電圧継電器, 不足電圧継電器, 周波数上昇/低下, 出力過大, 発電機温度上昇, 過速度
	起動方式	遮断機と並列に接続されたサイリスタ回路によるソフトスタート回路	インバータの制御により電流を緩やかに立ち上げるソフトスタート回路

7. 風力発電機用変圧器諸元

表-3 に 2 機種 の発電機用変圧器の諸元を示す。

表-3 風力発電機用変圧器諸元

		V-66, 1,650 kW	E-66, 1,500 kW
変圧器	機種	V-66, 1,650 kW	E-66, 1,500 kW
	電圧	690 V/6.6 kV	400 V/6.6 kV
	容量	1,670 kVA	1,800 kVA
	冷却方式	乾式自冷	乾式自冷
設置場所		ナセル内	タワー内

8. 輸送

ヨーロッパから海上輸送された風力発電機の部品は留萌港で水切りし、留萌港から現地まで交通の妨げにならないよう夜間に陸上輸送した。輸送品は超大型部品であるため、風力発電機の輸送は、一晩に1基とし、後述する様々な輸送機器を用いて、平成12年5月初旬から約1カ月間で行った。

1,650 kW 機 (ヴェスタス社製) の輸送諸元を表-4 に示す。

長さ 32 m のブレードの輸送には、図-5 トラックボールを使用した。3分割されたタワーのうち下部セクションは最大直径が 4m を超え、留

表-4 1,650 kW 機の輸送諸元

品名	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	質量 (t)
ナセル	10.5	3.4	4.0	56.5
ハブ	3.8	3.2	2.0	10.0
ブレード(1枚)	32.0	1.5	2.8	4.0
		(下端径)	(上端径)	
タワー(上)	24.4	2.310	2.771	29.3
タワー(中)	23.8	2.771	3.462	37.1
タワー(下)	10.4	3.462	4.028	24.5

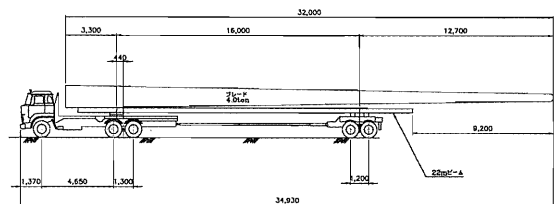
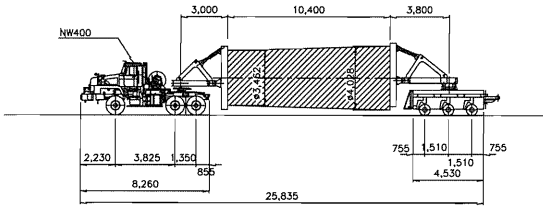
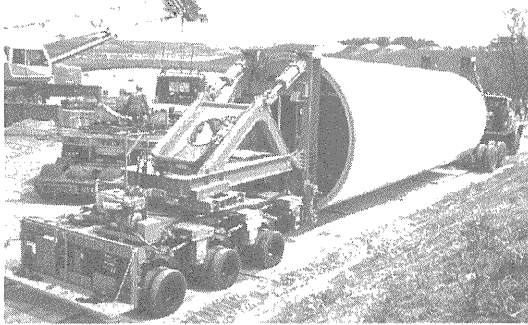


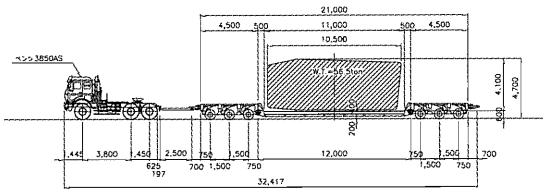
図-5 トラックボール姿図 (ブレード運搬用)



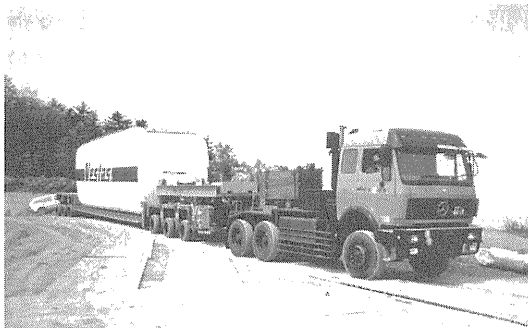
図—6 シュナーベル式ポルトレーラ姿図（タワー下部セクション運搬用）



写真—2 シュナーベル式ポルトレーラ



図—7 牽引式6軸ドーリ姿図（ナセル運搬用）



写真—3 牽引式6軸ドーリ

萌港から現地の間にある小平トンネルを台車に乗せて運搬することができないため、新たに図—6、写真—2のシュナーベル式ポルトレーラを海外より導入した。通過時には積載したタワーとトンネルの天井との隙間は、5 cm 不足であった。また、タワーの中部セクションを運搬するために電車運搬用トレーラを用い、重量 56.5 t のナセル（発電機内蔵）の運搬には、図—7、写真—3の牽引式6軸ドーリを用いた。

9. 組立て工事

実績工事工程を表—5に示す。

表—5 現地工事実績工程

項目	施工期間	備考
基礎工事	平成11年9月～平成12年5月	平成11年12月上旬～平成12年4月上旬中絶
本体組立て 電気工事	平成12年6月～8月 平成12年9月	連系用変圧器他
調査・試験	平成12年10月～11月	

分割して輸送した風力発電機は、油圧クレーンを用いて組立てた。3分割されたタワーのうち下部セクションと中部セクションを200 t油圧クレーンで組立て、その後、550 t油圧クレーンを用いてタワー上部セクション、ナセル、ブレードを組上げた。

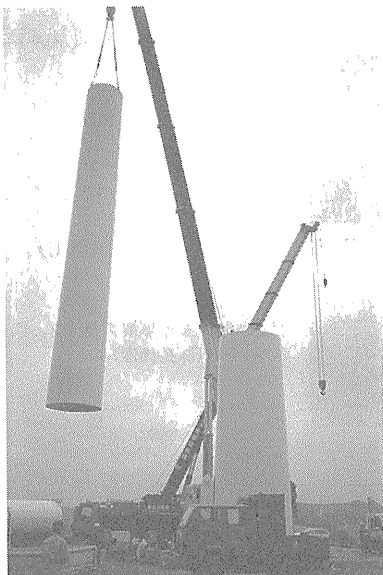
風力発電機組立て工事の流れを写真—4～写真—11示す。



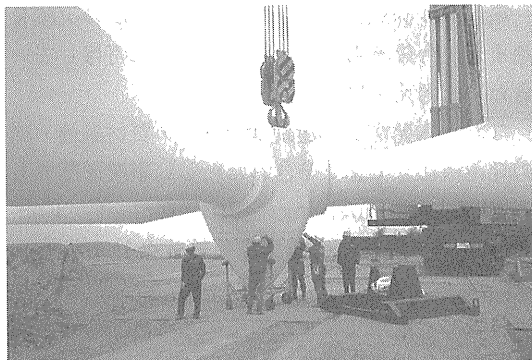
写真—4 制御板据付け



写真—5 タワー（下部セクション）据付け



写真—6 タワー（中部セクション）据付け



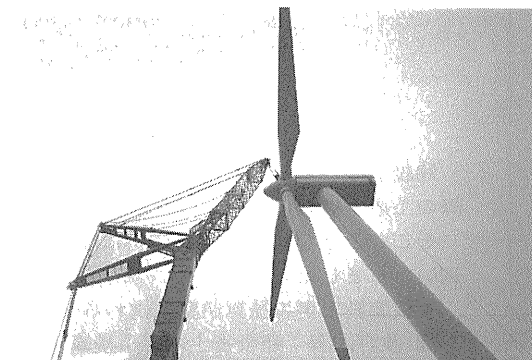
写真—9 ブレード吊上げ準備



写真—10 ブレード吊上げ



写真—7 ナセル吊上げ



写真—11 ブレード取付け



写真—8 ナセル取付け

10. おわりに

苫前ウィンピラ発電所は、現在、順調にクリーンエネルギーを生み出し続けている。

再生可能エネルギーである風力発電の導入は、地球環境問題の高まりのなか、大きな期待が寄せられているとともに、町おこしの核としても期待されつつある。

電源開発株式会社としては、本発電所の実績を踏まえ、今後とも、風力発電の導入に寄与していきたいと考えている。

なお、本発電所の建設は、設計・資材調達・風力発電機組立てまでを含めた新しい事業形態であるEPC（Engineering, Procurement, Construction）により、開発電気株式会社が実施した。

最後に、本報文をまとめるにあたり、ご協力頂いた関係各位に謝意を表します。



【筆者紹介】

佐々木 伸也（ささき しんや）
電源開発株式会社
新事業開発部
自然エネルギー事業グループ
リーダー（課長）



志水 伸二（しみず しんじ）
電源開発株式会社
新事業開発部
自然エネルギー事業グループ
メンバー（課長代理）

//橋梁架設工事業務の必携書//

橋梁架設工事の積算

——平成12年度版——

建設省においてはこのたび「土木工事積算基準」の改正を行い、平成12年4月1日以降の工事の積算に適用されました。

そこで、当協会では当該資料に準拠した「橋梁架設工事の積算 平成12年度版」を発刊いたしました。

橋梁架設工事の積算業務に携わる関係者には、必携の書です。

■ 改訂内容：建設省土木工事積算基準、建設機械等損料算定表（平成12年度版）の改訂にあわせて、鋼橋・PC橋とも複合損料の改正を行い、また鋼橋のベント設備の見直し等を行っております。

■ B5判 941頁 カラー写真入り

■ 定 価：会 員 7,560円（本体7,200円）、送料 700円

非会員 8,190円（本体7,800円）、送料 700円

（官公庁（学校関係を含む）は会員価格です）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel.: 03(3433)1501 Fax.: 03(3432)0289