第 20 回 国土技術開発賞 優秀賞受賞

大型風車組立リフトアップ工法 ウインドリフト

〔受賞者〕 株式会社大林組

〔本稿執筆者〕 株式会社大林組 江副（えぞえ） 誉典（たかのり），三輪（みわ） 敏明（としあき）

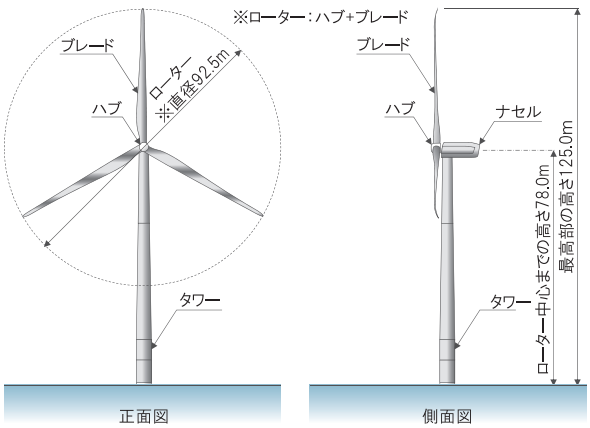
株式会社巴技研 五十畑（いそはた） 登（のぼる）

1. はじめに

近年注目されている再生可能エネルギーを利用した発電事業の一つとして，風力発電事業がある。風力発電については，発電効率を高めるために大型発電機の採用が進んできており，それに伴って風車自体も大型化している。

風車は複数に分割されたタワーと呼ばれる塔体，発電設備が搭載されているナセル，風を受ける 3 枚のブレードとブレードの軸にあたるハブにより構成されている。また，ハブとブレードが一体でローターと呼ばれている（図－1）。

従来の工法でも，風車建設には部材の組立に 1,200 t 級油圧クレーン（以下，「超大型クレーン」という）が必要となる。この従来工法には，「超大型クレーン組立とローター地組のために広大な施工ヤードが必要になること」，「超大型クレーンは国内の台数に限りがあり調達が困難なこと」，「風車部材揚重時に風の影響を受けやすく，工程遅延のリスクがあること」という主な課題があった。



図－1 風車概要

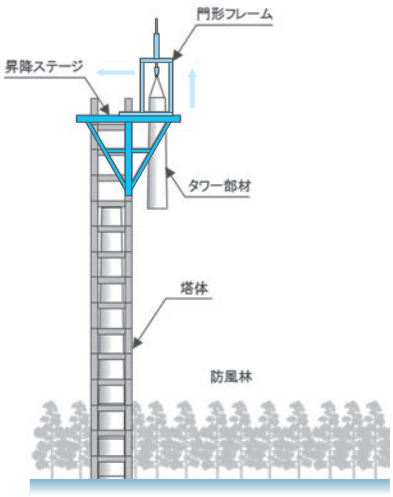
これらの背景から，リフトアップ方式で組立てることで超大型クレーンを使用しない工法「ウインドリフト」の開発に至った。

2. リフトアップ方式による施工方法の概要

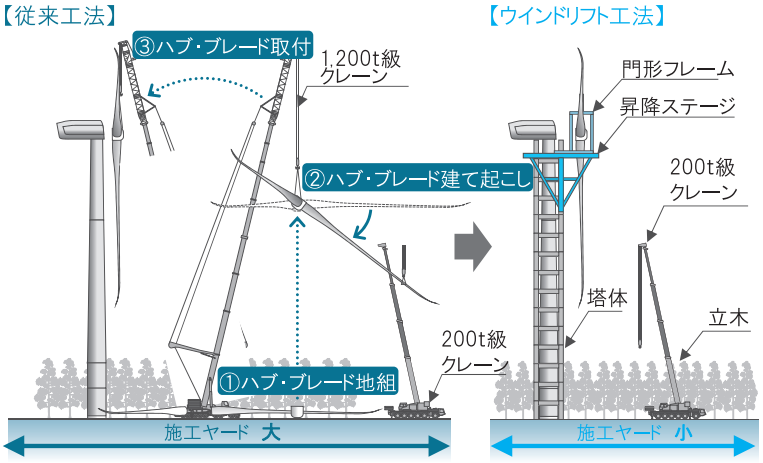
ウインドリフト工法を使用しての施工方法を説明する。まず，分割された風車タワーのうち，1 本目のタワーをクレーンで据え付けた後，タワーの周囲に支柱，クライミング装置，前後に移動する門形フレームを取り付ける。図－2 に装置概要を示す。

次に 2 本目以降のタワーとナセルは門形フレームに吊り下げ，クライミング装置が上昇し，所定の位置で門形フレームが接合位置に移動しタワーと接合する。

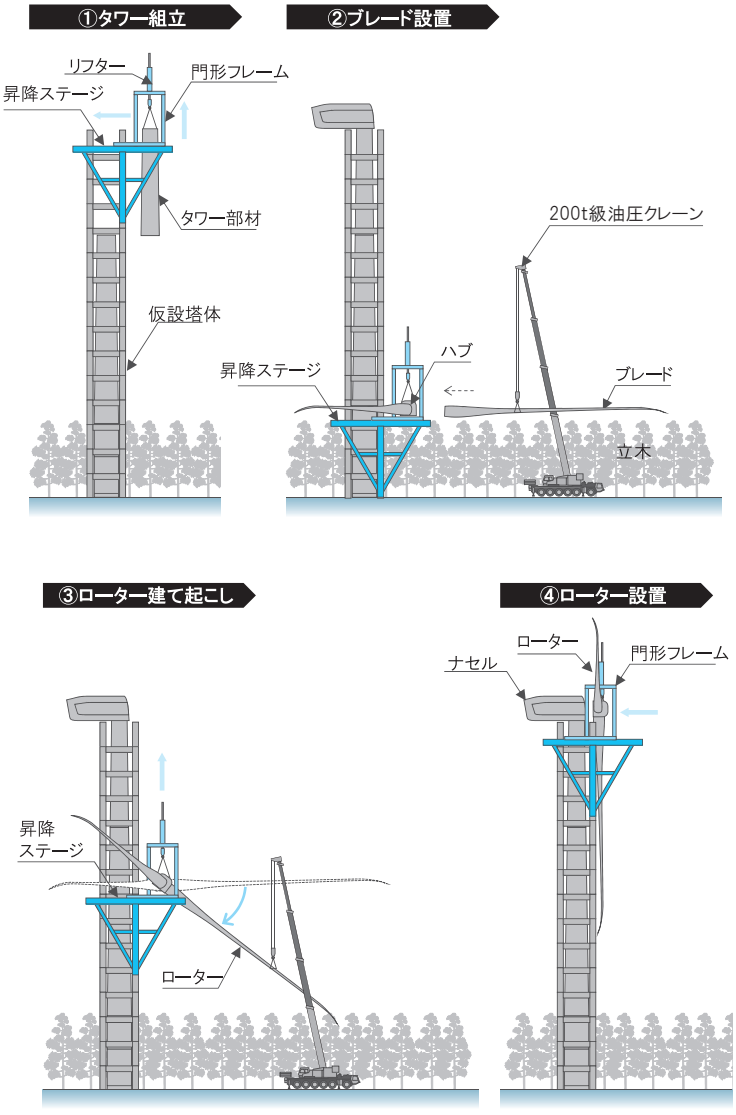
次のローター組立は，従来地上で行っていたローター地組をクライミング装置上で水平状態の



図－2　ウインドリフト装置概要



図－4　施工方法比較



図－3　施工ステップ

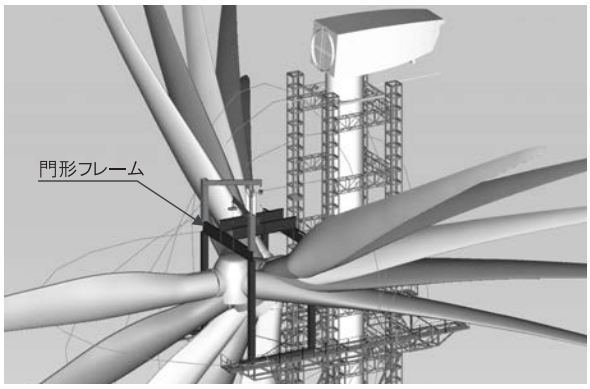
まま組立てることとした。立木などの障害物をかわす高さで組立てることにより，地組用の施工ヤードの伐採や造成が不要となり最小限の施工ヤードで工事を行うことを可能とした（図－3）。

3.　ウインドリフトの開発

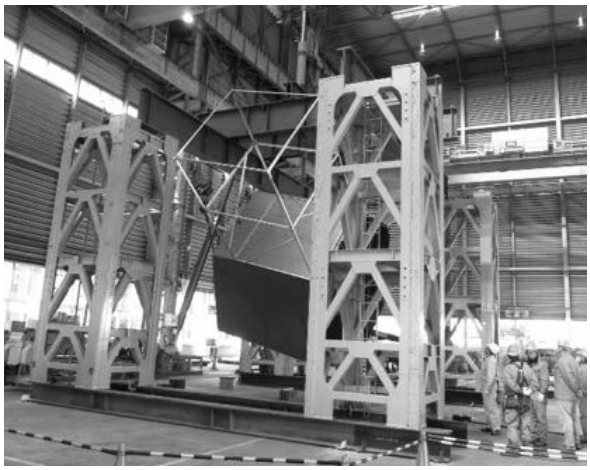
リフトアップ方式で風車部材を組立て，ローター建て起こし機能を搭載することにより，超大型クレーンを使用することなく建て起こしが可能となった。図－4にウインドリフト工法と従来工法の施工方法比較を示す。

実施工に先立ち，3D CG アニメーションを用いたローターの挙動検討および，建て起こし時の軌道確認およびブレードと門形フレームの干渉確認を目的とした実証実験を行った。実証実験では，門形フレームとローター簡易模型を同尺度で再現し，地組後から垂直に建て起こす過程の確認を行った。図－5にローターの挙動検討，写真－1に実証実験状況を示す。

実証実験の結果，ブレードと門形フレームの干渉がないことや建て起こし時の軌道が確認でき，実施工での注意箇所の把握につながった。

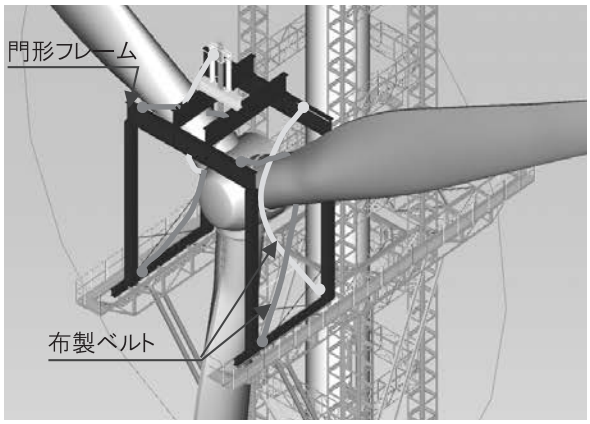


図－5　3D CG アニメーションによる挙動検討



写真－1　実証実験状況

実施工では突発的な強風下も想定されるため，風による荷振れ時のブレードと本装置接触予防策として，ブレードの根元に布製ベルトを使用して固縛処置を設置する対策を行った。図－6にローター荷振れ対策を示す。



図－6　ローター荷振れ対策

4.　施工成果

ウインドリフトを用いて建設を行った三種浜田風力発電所の工事概要および成果を以下にまとめる。工事概要を図－7に示す。

風車組立用の揚重機は，従来工法では1,200 t吊クレーン相当が必要なのに対し，ウインドリフト工法では200 t吊クレーンと大幅なサイズダウンが可能となった。

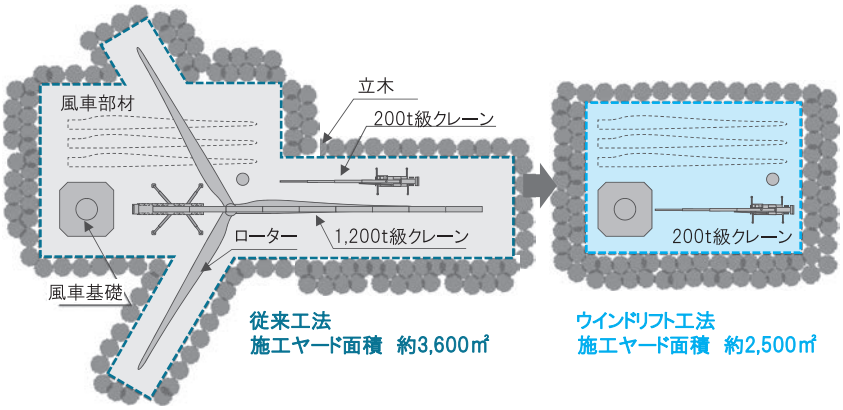
施工スペースに関しては，超大型クレーンによる占有面積が減少したこと，ローターの地組みスペースが不要となることにより，従来工法では3,600 m^{2}必要であった施工スペースがウインドリフト工法では2,500 m^{2}で施工できた。図－8に風車建設施工ヤード比較図を示す。

また，従来工法では，超大型クレーンを使用して高所へ風車部材を吊り上げた状態のままでの取

■ 工事概要

工 事 名　：三種浜田風力発電所建設工事
工事場所　：秋田県山本郡三種町
工　　期　：平成28年6月29日～平成29年7月31日
発 注 者　：大林ウィンドパワー三種
概　　要　：風力発電風車3基
風　　車　：定格出力1,990kW×3基＝5,970kW、ローター直径92.5m、ローター中心までの高さ78.0m、最高部の高さ約125.0m
基　　礎　：RC構造物、場所打ち杭径1,500mm(8本/基)
仮　　設　：道路造成980m、発電所仮設ヤード2,500m²/基

図－7　工事概要

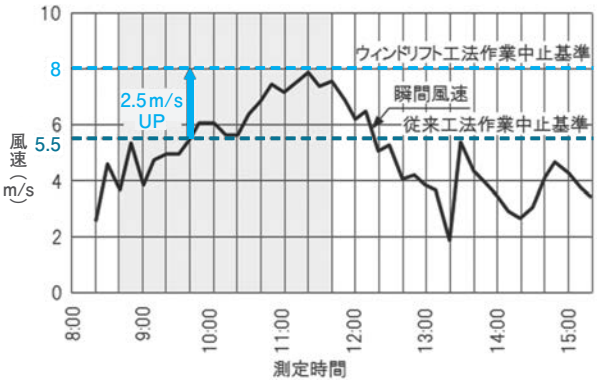


図－8　風車建設施工ヤード比較

付け作業となる。そのため，風の影響により工程が大きく左右されていた。従来は，ローター取付け時に 5.5 m/ 秒以下を目安に作業を行っていた。実際にウインドリフト工法では，ローター取付け時最大で 8 m/ 秒の風速を計測したが，荷振れもなく安定して取付けることができた。

ローター径が 92.5 m に対して比較的強風下においても風の影響を受けにくく，安定した工程のもと施工可能であることが証明できた。図－**9** にローター取付時風速結果を示す。

ウインドリフト工法は従来工法と比べて，最小限の施工ヤードで可能なため，立木の伐採や造成工事を減らすことができ，超大型クレーンが不要となり，風の影響を受けにくいため，工程遅延リスクを軽減し，10% 程度のコスト低減を実現した。表－**1** に効果の比較を示す。



図－9　ローター取付時風速結果

表－1　効果の比較

	従来工法	ウインドリフト工法
建設コスト比率	1	0.9
施工ヤード比率	1 （約 3,600 m²）	0.7 （約 2,500 m²）
組立工程	13 日/基～ 14 日/基 （風況リスク含む）	12 日/基 （実績）

5.　おわりに

大型風車の組立において，超大型クレーンを必要とせず最小限の施工ヤードでの工事が可能なウインドリフトを開発したことにより，建設コストの削減を実現した。今回は海岸沿いの環境であったが，伐採・造成工事量が多くなる山間部の環境ではより顕著な効果が期待される。

また，より良い風況下で発電可能なハブ高さ 100 m 以上のハイタワー風車では，超大型クレーンでも所定の高さに届かず建設できないケースが想定される。

今後は，3MW クラスから 4MW クラスおよびローター径 100 m から 120 m 相当の大型風車や，ハブ高さ 100 m 程度のハイタワー風車への適用を目指し，ウインドリフトの改良を行っていく。

さらに洋上風力では，一般的に風車数が多く，長期にわたって港内ヤードでタワーを地組し，地組後のタワーを洋上へ輸送する。タワー地組時に本工法を適用し，超大型クレーン賃貸費や超大型クレーンを設置するための地盤改良費を大幅に縮減することで，今後の事業進展にも貢献できる。