

5. 大型風車組立リフトアップ装置の開発

株式会社大林組 ○江副 誉典
三輪 敏明
中島 康弘

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。大型化には上空の強い風を捉えられるという利点があるが、資材運搬や施工条件の制約などもあり、現在国内陸上用では高さが90m程度である発電容量3MWクラスの風車が最大となっている。

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。

風車の建設には複数の施工方法があるが、ローターを地面で水平に組立て、建て起こしながらナセルへ接合していく地組工法や、ハブとブレードをそれぞれ直接ナセルへ取付けていくシングルブレード工法が一般的である。いずれの工法でも風車建設には、部材の組立てに超大型クレーンが必要となり、かつ広大な施工ヤードが必要になることが課題であった。

また、風車部材をリフトアップ方式で組立てる工法は存在していたが、ローター取付け工程において、地組みや建て起こしの為に従来工法と同じく超大型クレーンや広大な施工ヤードが必要であった。

これらの背景から、既存のリフトアップ方式で組立てる装置に新たにローターの建て起こし機能を備えた装置「ウインドリフト」の開発に至った。

今回実際に秋田県三種町の三種浜田風力発電所建設において本装置を使用し、施工したので、その成果を報告する。

2. リフトアップ方式による施工方法の概要

既存のリフトアップ方式による組立装置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。写真-1に装置概要を示す。

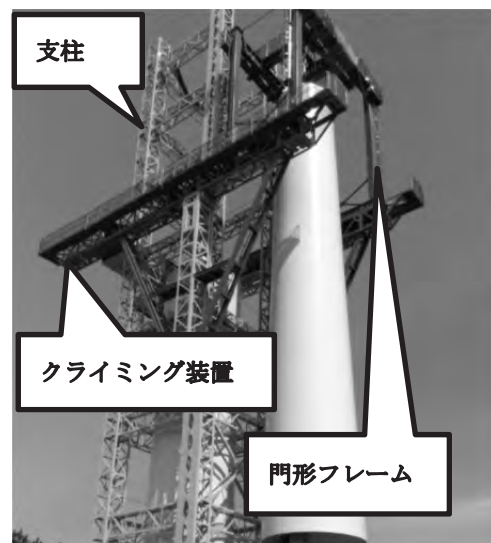


写真-1 ウインドリフト装置概要

次に2本目のタワーをクレーンにて、門型フレームに吊り下げる。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ボトムタワーと接合する。3本目以降のタワー、ナセルも同様の組立を行う。

支柱を継ぎ足す際は、地上まで下げたクライミング装置の油圧ジャッキで、支柱群を一体で持ち上げて空間を造り、新たな支柱群を挿入する。この作業を繰り返し所定の高さまで本装置をせり上げる。

次工程でローターを地上で地組みし、クレーンを用いてナセル付近の高さまで揚重し、門形フレームに吊り変えてからナセルへ取付け、風車完成後に装置の解体を行っていた。

3. ウインドリフトの開発

今回開発したウインドリフトは、既存のリフトアップ方式で組立てる工法の課題を克服するために、以下の機構を追備したものである。ナセル取付けまでは既存のリフトアップ方式による施工方法と同様である。今回実施した一連の施工ステップを図-1に示す。



図-1 施工ステップ

今回はローター地組することなく、クライミング装置上で水平状態のまま組立てることとした。立木などの障害物をかわす地上10m程度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。

ローター組立て後は、クライミング装置による上昇とともに、門形フレーム上に設置したリフターの動力によってローターを徐々に垂直に建て起こす。所定の高さに達した後、門形フレームの水平移動によりナセルへ接合する。これ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-2にローター建て起こし装置を示す。

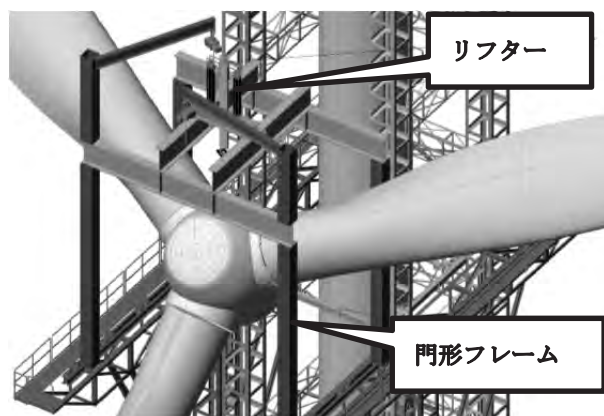


図-2 ローター建て起こし装置

実施工に先立ち、建て起こし時の軌道確認およびブレードと本装置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、地組み後から垂直に建て起こす過程の確認を行った。写真-2に実証実験状況を示す。

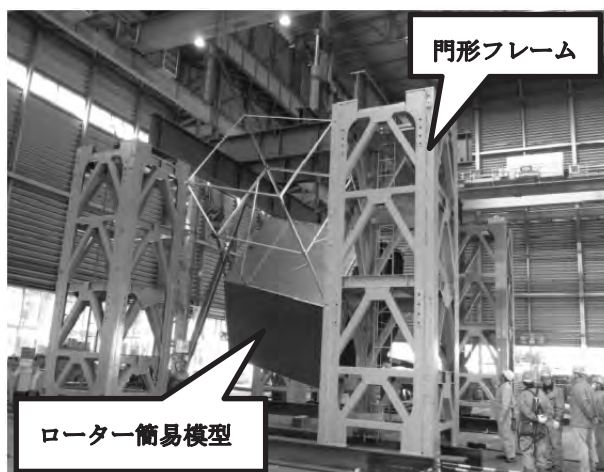


写真-2 実証実験状況

実証実験の結果、ブレードと本装置の干渉が無

いことや建て起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。

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、ブレードの根元にスリングを使用して固縛処置を設置する対策を行ったため、荷振れ時の制御も安易であった。図-3 にローター荷振れ対策を示す。

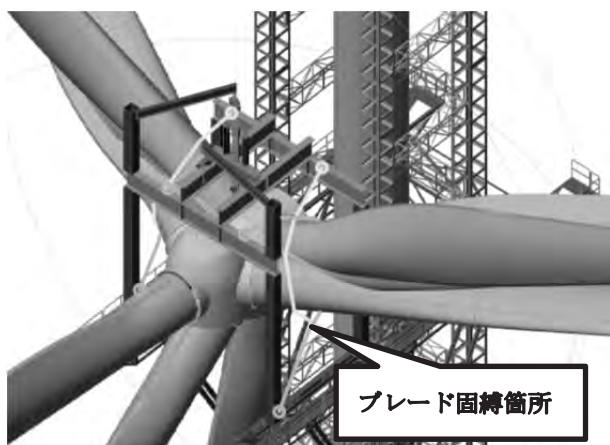


図-3 ローター荷振れ対策

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。工事概要を表-1 に示す。

表-1 工事概要

工事名称	三種浜田風力発電所 建設工事
風車建設基数	3基
1基当りの定格出力	1,990kW
ローター直径	92.5m
ローター中心高さ	78m

風車組立用の揚重機は、従来工法では 600 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 m² 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 m² で施工できた。図-4 に風車建設施工ヤード比較図を示す。

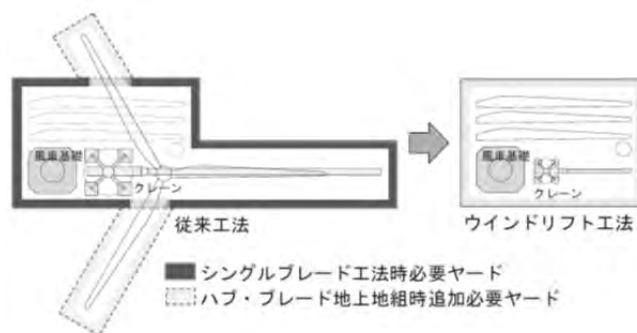


図-4 風車建設施工ヤード比較

風車部材のリフトアップ中は、従来工法と異なりクレーンを占有しないため、風車部材の現場受入れ用にクレーンを充てることができ、風車建設の進捗に関係なく部材輸送・受入を可能とした。

これにより、風車部材の港保管期間が従来工法で 75 日必要なところ、ウインドリフト工法では 36 日となり、50% 程度の低減を実現した。写真-3 に風車部材仮置状況を示す。



写真-3 風車部材仮置状況

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。具体的にはタワー、ナセル取り付け時に瞬間風速 9m/秒以下で、ローター取付け時に 6m/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、タワー、ナセル取付け時は最大で 13m/秒、ローター取付け時は最大で 8m/秒の突風が吹いたが、荷振れもなく安定して取り付けることができた。

ローター径が 92.5m 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-5 および図-6 にウインドリフトによる作業時風速を示す。



図-5 作業時風速（タワー、ナセル）

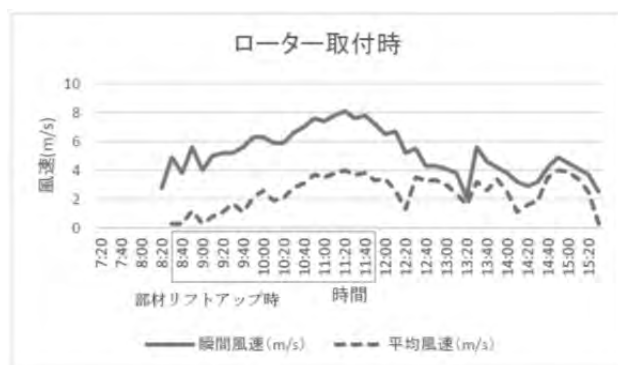


図-6 作業時風速（ローター）

立木の伐採や造成などの準備工事を減らすことができること、超大型クレーンが不要であること、風車組立工程と港保管期間を短縮できることから、最終的に従来工法と比べて 10%程度のコスト低減を実現した。表-2 に工法比較表を示す。

表-2 工法比較表

項目	ウインドリフト工法	従来工法
建設コスト	0.9	1
施工ヤード	0.7 (約2500㎡)	1 (約3600㎡)
工程 (1基)	12日 (実績値)	12.5日 (風況リスク含む)
風車部材 保管・輸送期間	36日 (実績値)	75日

5. おわりに

大型風車の組立てにおいて、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。

建設コスト削減効果は、3MW クラス以上の風車など発電容量が大きくなると、より顕著となる。また、より良い風況下で発電可能な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 100m から 120m 相当の大型風車や、ハイタワーの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予定である。