

大賞部門 選考委員会賞

大型風車組立リフトアップ工法「ウインドリフト」

(株)大林組, (株)巴技研

1. 業務内容

近年の風力発電は大型発電機の採用により、風車自体が大型化している。大型化により、従来工法では最大部材重量 80 t のナセル、ローターを高さ 80 m のタワー上端に揚重・設置するために、ブーム長さ 90 m の超大型クレーンと相番の 200 t 油圧クレーンを使用していた。また、従来工法では、超大型クレーンを使用することに加えて、ローターを地上で地組した後、相吊りで揚重し、ナセルに設置していたため、広大な施工ヤードが必要になっていた（図—1）。さらには、風力発電建設工事は風が強い地域での工事になるため、クレーンによる部材揚重時には、風の影響を受けやすくなる。特に、ローターをナセルに設置する際は、地上で地組したローターを上空で建て起こす作業が必要になり、作業を中止しなければならないこともあるため、工程遅延の原因になっていた。

これらの問題を解決するために、大型風車組立リフトアップ工法「ウインドリフト」を新たに開発し、秋田県三種町の風車建設工事に我が国で初めて適用し、完成することができた。

2. 装置の構成

本工法は、タワーに沿って組み立てられた塔体と、塔体に沿ってエレベーターのように上下する昇降ステージを利用して風車を組み立てる。主な装置は、「塔体」、油圧シリンダーにより風車部材をリフトアップさせる「昇降ステージ」、風車部材を電動で水平移動する「門形フレーム」で、コンパクトに構成されている。ウインドリフト装置概要を図—2に示す。

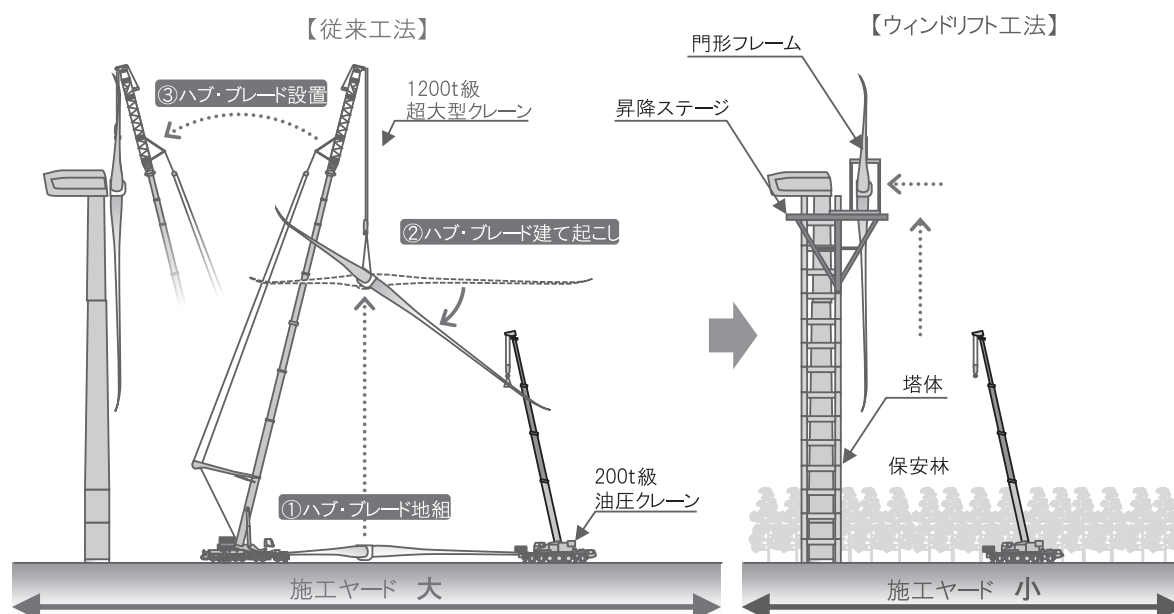
3. 施工方法

『ウインドリフト』による風車組立手順を図—3に示す。

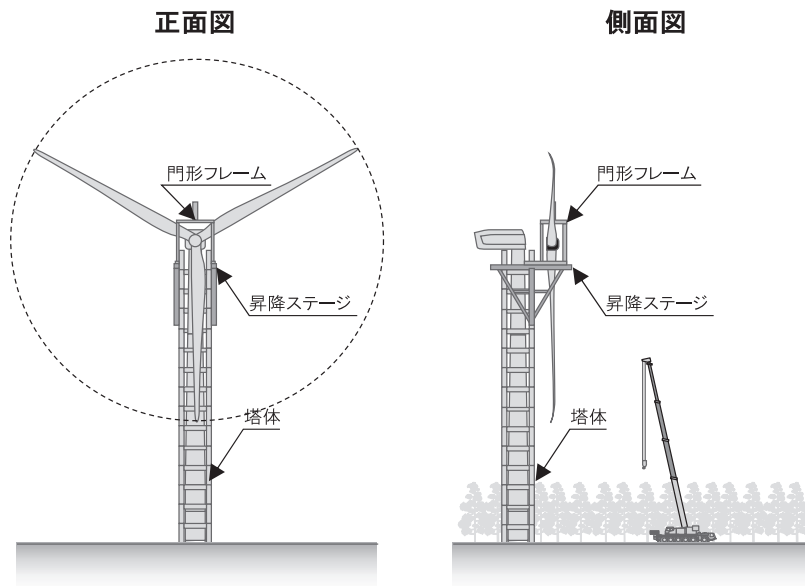
4. 『ウインドリフト』実用に向けた課題と解決策

①ローター建て起こし装置の開発

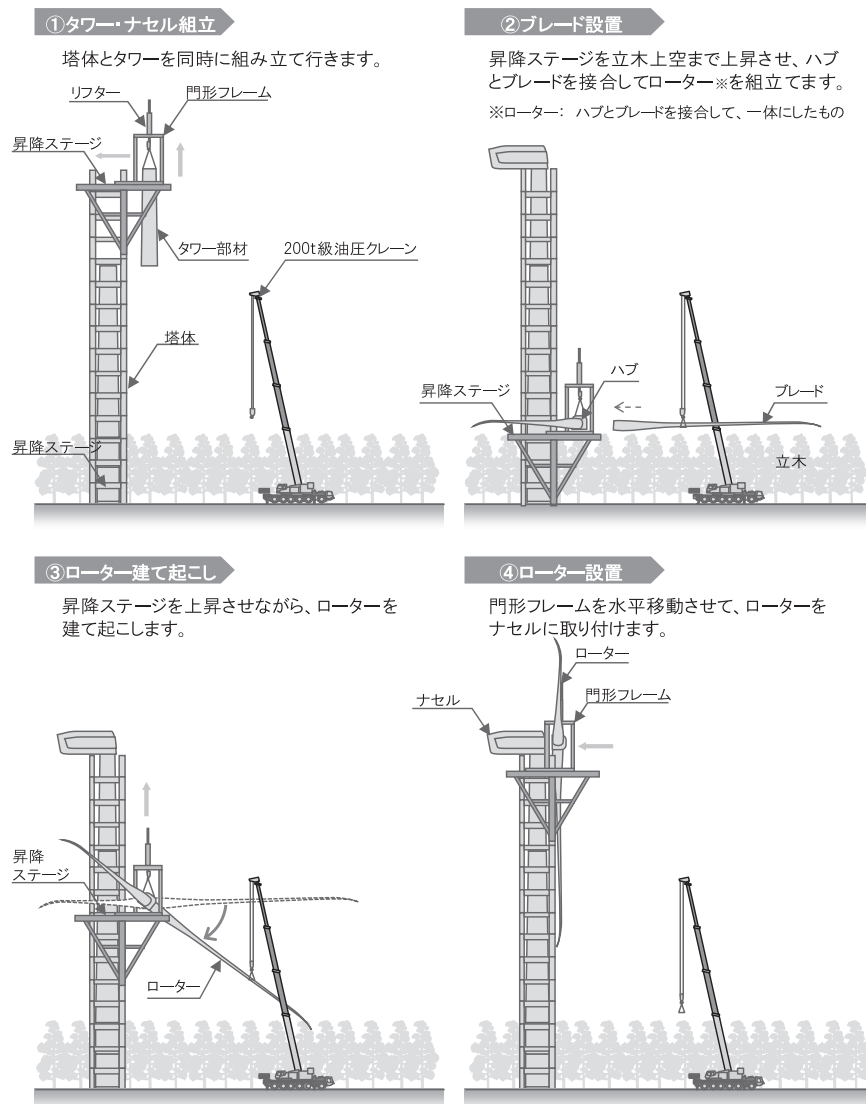
今回開発した本工法では、ハブとブレード部分を立木などの障害物より高い昇降ステージ上で接合し、上昇させながら油圧シリンダーを動力とするリフターを使用して、建て起こしていく、今までにない工法である。装置概要を図—4に示す。



図—1 従来工法とウインドリフト工法の比較



図ー2 ウィンドリフト装置概要



図ー3 施工手順

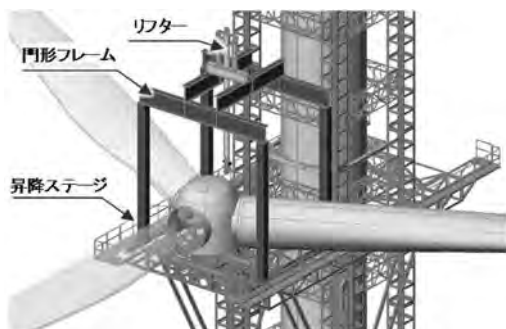


図-4 ローター建て起し装置概要

ローター建て起こし装置は実績が無いため、建て起こし時のローター軌跡、門形フレームとの干渉、実際の作業性が不明確であった。さらに、実工事時は繊細な製品の組み立てを風の影響を受けながらの工事が想定されるため実工事前に確実性を高める必要があった。そこで3D-CGアニメーションを用いたローターの挙動検討や実大模型の実証実験を実施した（図-5）。

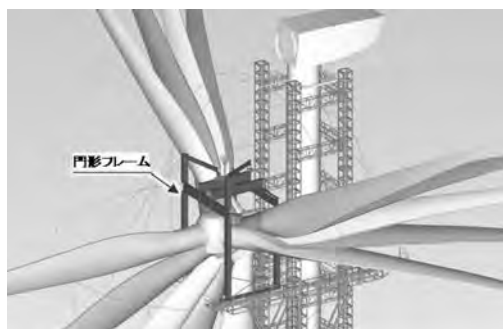


図-5 3D-CGアニメーションによる検討

②荷振れ防止対策

実証実験の確認と現地の風況を解析した結果から、より安全に建て起こし作業を行うため、風による荷振れを抑える必要があった。昇降ステージ上の門形フレームを利用して、ブレードの根元をスリングベルトで固縛することで、荷振れを防止した（図-6）。

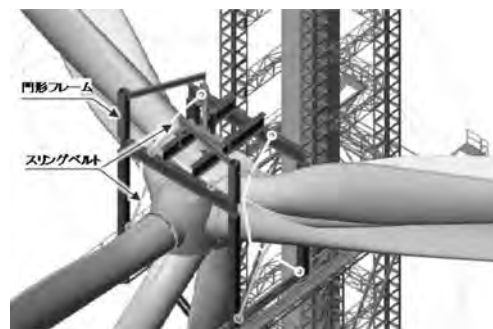


図-6 ローター荷振れ対策

このような入念な準備により、本工法は実工事において一切のトラブルもなく稼働した。

5. 技術的效果

①施工ヤード面積の縮小

従来工法は広大な施工ヤードが必要でしたが、本工法では超大型クレーンとローター地組エリアが不要になった。一般的に従来工法では約3,600㎡のヤードが必要だったが、本工法を適用した結果、約2,500㎡のヤードで施工可能となった（図-7）。これにより、施工ヤード面積が従来工法より30%縮小し、造成工事量の大幅な省略化ができ、生産性の向上と環境負荷の低減を実現できた。

②工程の短縮

風車建設は風が強い地域での工事になるため、従来工法では、クレーンによる部材の揚重時に風の影響を受けやすく、一般的には、ローターの取付け時には風速5.5 m/秒以上で、作業中止の目安だった。しかし、本工法では、門形フレームから荷振れ対策ができるため、ローター取付け時に風速8 m/秒でも荷振れを抑えることができた（図-8）。これにより、風による作業中止を格段に減らすことができるため、従来工法に比べて2日間の工程短縮が可能である（図-9）。

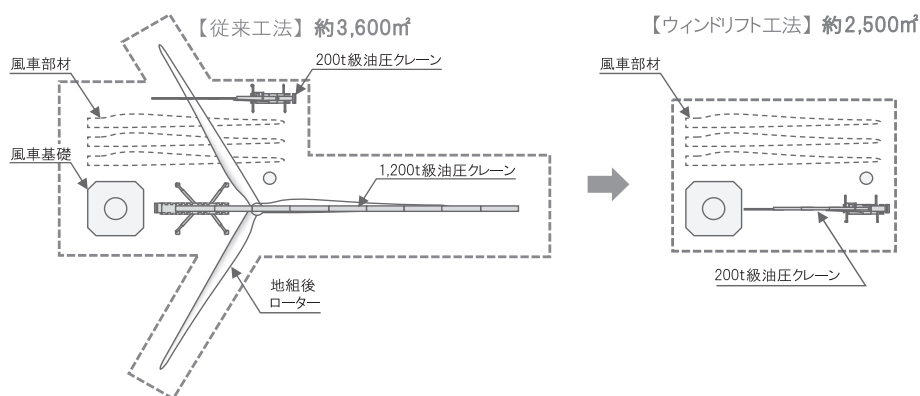
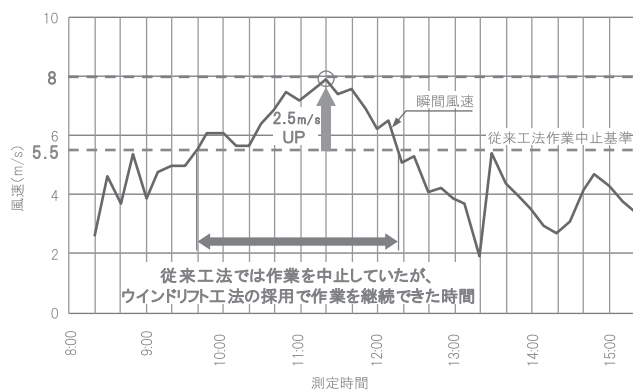


図-7 ウィンドリフト工法・従来工法ヤード比較



図—8 ローター取付け時の風況



図—9 工程比較

6. 経済的効果

①建設コストの縮減

本工法により施工ヤード面積の縮小が図られ、伐採や造成工事における作業員の人件費や重機の賃貸費も大幅に削減される。これにより、従来工法と比べて10%程度の建設コストを縮減できる。

②超大型クレーン賃貸費の縮減

超大型クレーンは、国内に台数が少ないため賃貸費用も高価になる。また、東京オリンピックをはじめとする大規模工事との競合により、ますます調達が困難になることが予想されている。本工法は超大型クレーンを使用しないため調達が不要となり、賃貸費を縮減できる。

③現場管理費の縮減

本工法は、風による工程遅延リスクが低く、従来工法よりも組立工程を2日間短縮できる。また、従来工法では、施工ヤードをできるだけ広く使用したいことから、全部材の先行搬入は行わず、1部材ずつ搬入し、組み立てるという方法がとられていた。しかし、本工法により、風車組み立てとは関係なく施工ヤード内に全部材を先行して搬入できるようになり、工程を短縮できるようになった(写真—1)。これにより、現場管理費を縮減できる。



写真—1 風車部材仮置状況

7. 施工実績

■実証実験

・大林組東京機械工場

実施時期：平成29年2月

検証項目：建て起し装置

・载荷試験

・ローター実大模型を使用しての建て起し時軌道および干渉確認

・注意箇所の把握確認

検証結果：建て起こし装置の機能、耐久性の確認と、ローター建て起し時の軌跡と干渉確認を行った。また、作業時の注意点や課題の抽出を行った(写真—2)。これにより、荷振れ対策の必要性を確認でき、入念な事前準備ができた。

■現場適用

発注者：大林ウインドパワー三種(株)

工事名：三種浜田風力発電所建設工事

適用期間：平成29年4月(約2.5ヶ月)

適用作業：風車3基組立作業

適用結果：本工事では一切のトラブルもなく稼働することが確認でき、風による影響を受け難いことも確認できた。

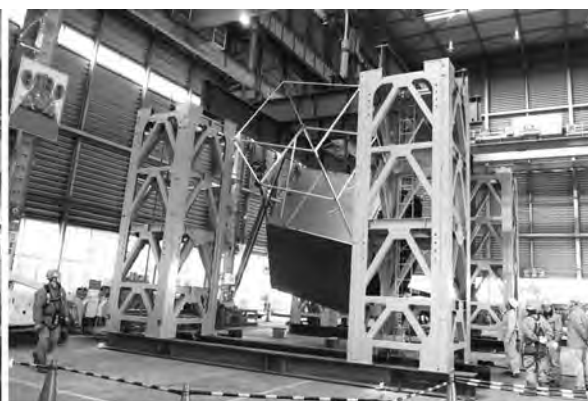
8. 類似工法との比較

■従来工法(超大型クレーンを使用)との比較

『ウインドリフト』を使用することによって、超大型クレーンを使用する従来工法と比べて、現場適用実績により、建設コストの10%縮減、施工ヤード面積の30%縮小、組立工程の1日から2日短縮を実現した。さらに、風の影響に関しては、ローター取付け時の作業中止風速が従来工法では5.5 m/秒以上なのに対して、本工法は8.0 m/秒でも安定した作業が可能になり、工程遅延リスクを低減した(表—1)。



載荷試験の様子



実物大のハブを用いた建て起こしの様子

写真—2 大林組東京機械工場 実証実験状況



写真—3 風車完成時全景

表—1 ウインドリフトと従来工法の比較表（当社比）

	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 m ²)	0.7 (約 2,500 m ²)
組立工程	13 日/基～14 日/基 (風況リスク含む)	12 日/基 (実績)
ローター取付け時 作業中止風速	5.5 m/ 秒	8.0 m/ 秒 (実績)

9. 波及効果

今後は、本装置の改善、改良を図ることで、以下の効果が期待できる。

①風車の大型化およびハイタワー化への対応

発電効率のさらなる向上を図るために、発電容量は 3 MW から 4 MW クラスに、ローター径は 100 m から 120 m になる大型化や、高さ 100 m を超えるハイタワー風車が計画されている。超大型クレーンでは重量、揚程から対応が困難だったが、昇降ステージを上下させる本工法では十分対応することができる。

②海外事業も視座した風力発電事業加速化への貢献

従来工法で使用する超大型クレーンは、台数が少なく、賃貸費用も高価なため、調達に課題があった。本工法により、大型風車組立時におけるクレーンの調達課題が解消され、国内の風力発電事業をはじめ海外事業にも貢献できる。

③洋上風力発電事業進展への貢献

洋上風力では、一般的に風車数が多く、港内ヤードでの組み立てが長期に及ぶ。本工法により、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。

お断り

この JCMS 報告は、受賞した原文とは一部異なる表現をしています。