

洋上風力発電施設建設における拠点港湾のあり方

日本埋立浚渫協会 技術委員会 洋上風力部会 部長 野口 哲史 (五洋建設)
 副部長 長坂 明典 (東亜建設工業)
 部会員 小倉 勝利 (東洋建設)
 部会員 中山 久之 (若築建設)
 部会員 力石 大彦 (五洋建設)

洋上風力発電施設の建設工事において、風車部材や基礎鋼材の陸揚げ、保管、事前組立、積出しといった作業を実施するためには拠点港湾が必要となるが、国内では拠点港湾の整備が今後の課題である。そこで洋上風力部会では、今後の実施工を見据え洋上風力発電施設の施工方法を想定し、公表されているプロジェクト計画から必要と考えられる拠点港湾の規模や仕様を検討し、2019年度の検討成果としてとりまとめた。なお、この成果は2019年12月に発足した「洋上風力発電施工技術研究会」〔会員：(一社)日本埋立浚渫協会、(一社)日本建設業連合会、オブザーバー：(一社)日本風力発電協会〕においても検討され、拠点港湾のあり方の重要性を洋上風力関係者に広めることができた。

1. はじめに

国内では、洋上風力発電の導入促進のため、改正港湾法や海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用促進に関する法律(再エネ海域利用法)が施行されるなど法整備が進められている。それらに伴って多くの事業者の間で8~10MW級の大型風車を採用したウィンドファームの計画が進められており、数年後には多くの事業が同時期に工事着手することが考えられる状況となっている。一方、洋上風力発電施設の建設工事に関しては、日本では実績に乏しい状況であり、実施工に向けた課題を解決していくことが求められている。

実施工に関する大きな課題として、事業動向に応じた拠点港湾の整備が挙げられる。そこで本検討では、国内で計画されるプロジェクトの案件数、対象風車の規模などを考慮し、それらの標準的な施工方法を想定し、必要となる拠点港湾の仕様や原単位*を、またその原単位の必要数を検討することで、拠点港湾のあり方を示すことを目的とした。また、物品輸入による通関、クレーンでの吊り荷走行、作業船に関する制約など、その他の課題についても検討を行った。

(原単位*:一定規模の洋上風力発電施設を建設するために必要な拠点港湾の規模、規格を示すものとして定義)

2. 検討条件

本検討では、国内で計画されるプロジェクトでの状

況を踏まえ、次のような10MW級風車(モノパイル式基礎)×50基のウィンドファーム(東北地方日本海側の想定)を検討対象として条件の設定をした。

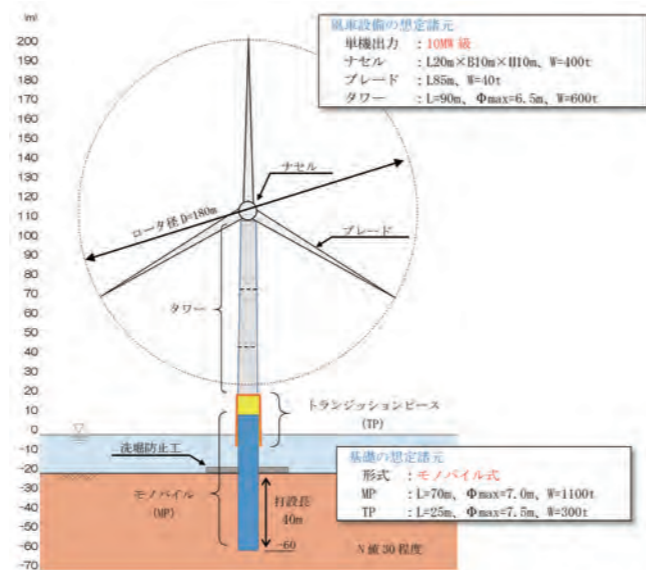


図-1 検討対象施設

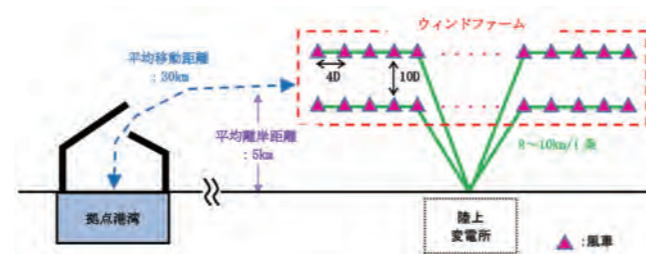


図-2 ウィンドファーム配置

3. 施工方法の検討

拠点港湾の検討に先立ち、2. 検討条件での想定に対する基礎構造や風車の各工種の施工方法、サイクルタイム、全体工程の検討を行った。

3-1 基礎(モノパイル式)の施工

SEP船については、国内調達の状況を踏まえて、1,500t吊級を想定したSEP(大)と800~1,000t吊級を想定したSEP(小)の2パターンでの施工方法を想定し、それぞれのサイクルタイムを設定した。なお、SEP(小)の場合は、吊り能力が不足しモノパイルの立て起こしが困難であるため、大型起重機船および台船を併用した施工となる。

	SEP(大) 1500t吊級	SEP(小) 800~1000t吊級 + 大型FC+台船
使用船舶		
積込基数	SEPに3基 (MP・TP)	SEPに3基 (TPのみ) 台船に1基 (MPのみ)
作業内容	24h施工 : 基礎部材の積込み・曳航・移動 12h施工 : MP打設・TP設置・グラウト打設	

図-3 モノパイル基礎の施工方法

作業ステップごとの時間を想定し、サイクルタイムはSEP(大)の場合は12.5日/3基、SEP(小)+大型FC+台船の場合は12.0日/3基と設定した。

3-2 風車の据付

風車の据付についても基礎の施工と同様に、SEP船については、SEP(大)とSEP(小)の2パターンでの施工方法を想定し、それぞれのサイクルタイムを設定した。なお、SEP(小)の場合は、吊り能力および揚程が不足するため、風車タワーは拠点港湾でのプレアッセンブリー(仮組立)で一体化せず、2分割で運搬・設置する施工となる。

	SEP(大) 1500t吊級	SEP(小) 800~1000t吊級
使用船舶		
積込基数	SEPに4基 (タワー1本物)	SEPに2基 (タワー2分割)
作業内容	24h施工 : 風車部材の積込み・曳航・移動 24h施工 : タワー・ナセル・ブレード組立	

図-4 風車の据付方法

作業ステップごとの時間を想定し、サイクルタイムはSEP(大)の場合は8.5日/4基、SEP(小)の場合は5.5日/2基と設定した。

3-3 全体工程

基礎2パターン×風車2パターンの計4パターンに対して50基建設の全体工程を検討した。

工程検討の条件として、東北地方日本海側での施工を想定して海上作業期間は5月~10月、供用係数は作業船ごとの作業限界波高を考慮してSEP船は $\alpha = 1.40$ 、大型起重機船は $\alpha = 2.60$ と設定した。

各パターンで若干の差異はあるものの、概ねウィンドファームの建設期間は3ヶ年(1年目:基礎、2年目:基礎+風車、3年目:風車)となった。



図-5 全体工程表

4. 拠点港湾の検討

洋上風力発電施設の施工及び維持管理においては、重厚長大な資機材について仮置きやプレアッセンブリーを行うことが可能な耐荷重・広さを備えた埠頭、また作業船が係留する岸壁を有する拠点港湾が必要となる。しかし国内ではそれらに対応した拠点港湾は整備不十分な状況である。なお、拠点港湾の機能としては次の2種類が挙げられる。

- ・PA(Pre Assembly)拠点
風車部材の仮置き、組立、作業船舶の係留・停泊を行う拠点
- ・OM(Operation & Maintenance)拠点
運転開始後の維持管理、保守などを行う拠点

4-1 陸域施設の検討

陸域施設の必要面積は、風車部材搬入、プレアッセンブリー、風車据付のサイクルタイムを考慮して、風車部材の仮置き数が最大となるケースを保管ヤード面積とし、これにプレアッセンブリー作業エリア、クレーン稼働エリア、運搬路などを加え、陸域施設の原単位を設定した。

なお、複数のプロジェクトで連続的にPA拠点を使

用した施工を想定した場合の原単位は約 22ha となった。この規模は、欧州で供用中の拠点港湾における陸域面積と概ね同等である。

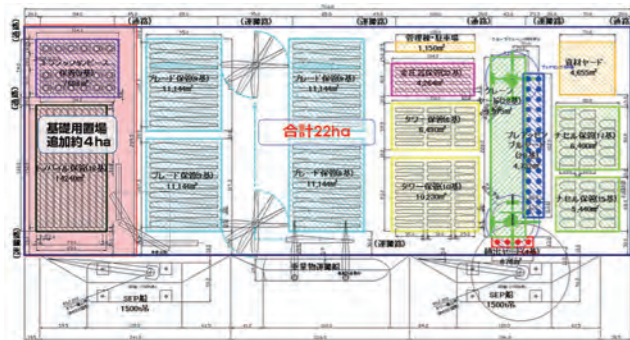


図-6 陸域施設の原単位

4-2 岸壁などの改良方法

既存港湾の岸壁や背後地を洋上風力施工の拠点港湾として使用するためには、風車部材の諸元、使用船舶・機械の規格に見合った改良が必要となる。改良の目的と範囲を整理し、本検討条件において必要となる地耐力の目安を例示した。岸壁部では重量物である風車タワーを事前に組み立てて岸壁本体の直上に置くことができ、また SEP 船をジャッキアップしてそれを積み込めるようレグを支える岸壁前面の地耐力も必要となる。

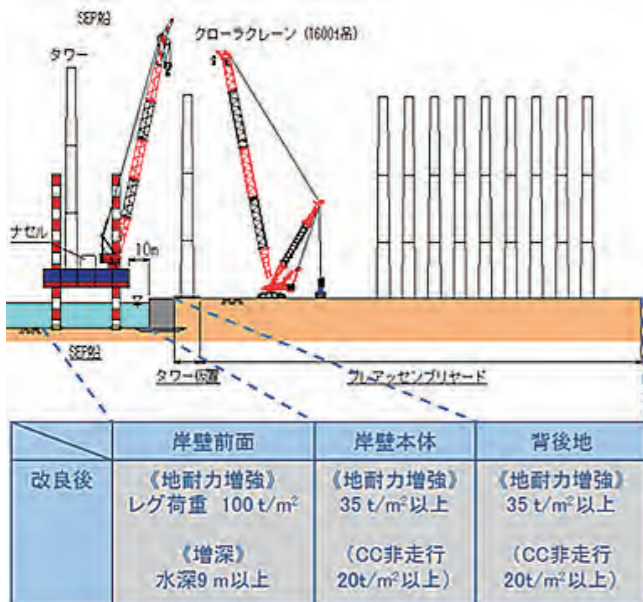


図-7 改良箇所と仕様例

4-3 水域施設の検討

風車部材の運搬船、モノパイル基礎や風車据付作業時に使用する SEP 船、海底ケーブル敷設船など、一連の作業で使用される作業船団の諸元と係留方法を整

理し、係留に必要な水域面積を水域施設の原単位とした。結果として必要な面積は約 11ha となった。

4-4 OM 拠点の検討

OM 拠点の検討に当たっては不明な点も多いため、まず運転中の OM に関する事項の根拠となる法令・指針などを調査した。次に OM 実施にあたっての点検項目、留意事項、使用船舶などを整理し、OM 拠点に求められる要件、作業船舶、原単位規模について検討した。OM 作業においては大型作業船の使用は想定されないため既存港湾を活用し、陸域施設についても 1~2ha 程度の陸域の原単位で済むものと考えられる。ただし、SEP 船での大規模修繕の場合には、PA 拠点の活用が必要となる。また、OM 拠点は日常点検や定期点検での使用が主となるため、作業を効率化するためにウィンドファームから 30 海里内にあることが望まれる。

5. 施工に関するその他の課題

実施工を想定し、以下の課題について検討、整理した。
・部材の通関

洋上風力発電施設の部材は多くが輸入品となるため、その通関を迅速に行う必要がある。なるべく保税区域に物品を持ち込まずとも通関できるように、特定輸入者申告制度(AEO)や、輸出入港湾関連情報システム(NACCS)を活用しつつ、円滑な通関体制を構築する準備が必要である。

・吊荷作業

重機による重量物の吊荷走行に関する制約を調査し、その対応について検討した。また吊りワイヤーの安全性確保については日欧の基準で大差は無いと判断できた。いずれの作業に対しても、その基準が成り立つ前提条件(例：定期的な点検と予防保全など)を整理し、これに対応することが肝要である。

・施工稼働率の向上

洋上風力発電施設の施工は、沖合にて 1~2 週間連続で作業を行うことが考えられる。したがって、稼働率算定にあたっては連続静穏時間を反映した算定方式を採用し、さらに気象予測の精度を上げるため実観測データによるキャリブレーションを行う体制の構築が必要である。

・作業船の位置決めに関する制約

欧州では沖合での位置決めを行うために位置保持装置(DPS)を装備した SEP 船を使うことを前提とした基準が使われている。一方、国内では SEP 船以外の

国内作業船は未だこれに十分対応しておらず、補助船、ダブルアンカー等による対応をとる必要がある。

6. 事業計画を踏まえた拠点港湾数の試算

6-1 必要となる拠点港湾の原単位数

国内の事業計画を踏まえ、必要となる拠点港湾の原単位数を試算した。検討では、2020 年 4 月現在で公表されている 47 プロジェクトの事業者要望の発電容量(約 17.5GW)、既に環境アセスが進んでいるもの(約 14.7GW)、2030 年の想定目標(10GW)、さらに既に港湾区域および一般海域で有力とされるプロジェクト(約 6GW)、それぞれのケースで空間的統合(各港湾でのネットワーク化)と時間的平準化を考慮した効率的な拠点港湾の必要原単位数を算出した。その結果、国内の拠点港湾(PA 拠点)として 7 原単位(特に事業が集中する北海道・東北エリアで 5 原単位、北陸・九州で 1 単位、関東・中部・近畿で 1 単位)、また PA 拠点との兼用も含めた OM 拠点は 20 原単位に集約できるという結果を得た。ちなみに PA 拠点を 7 原単位整備した場合、1 原単位あたりは平均 6.7 事業者で計 12.4 年の使用期間となる。

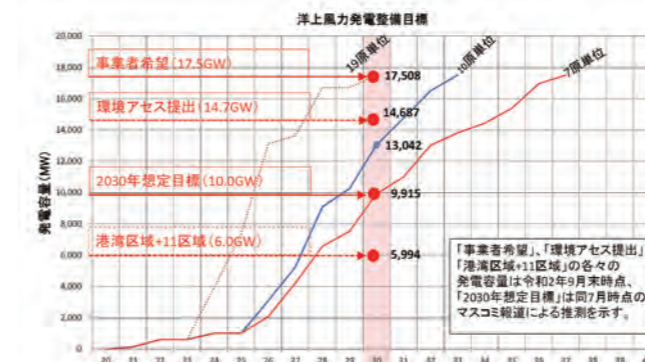


図-8 発電容量と整備拠点の原単位数

6-2 日本と欧州の拠点港湾比較

上記の検討結果を基に、日本と欧州の拠点港湾の位置関係を比較した。日本・欧州の両方とも約 1,000km 以内にプロジェクト位置と拠点港湾が分布している。欧州では約 18GW のプロジェクトを約 20 年かけて大小 17 の拠点港湾で対応してきたことから、7 原単位という今回の検討結果は過大ではないと考えられる。ただし、欧州の拠点港湾の中には風車の大型化に対応できないなど、後に使用されなくなった例もあるため、国内の拠点港湾整備については、今後の事業動向を踏まえて柔軟に対応していくことも必要であると考えられる。

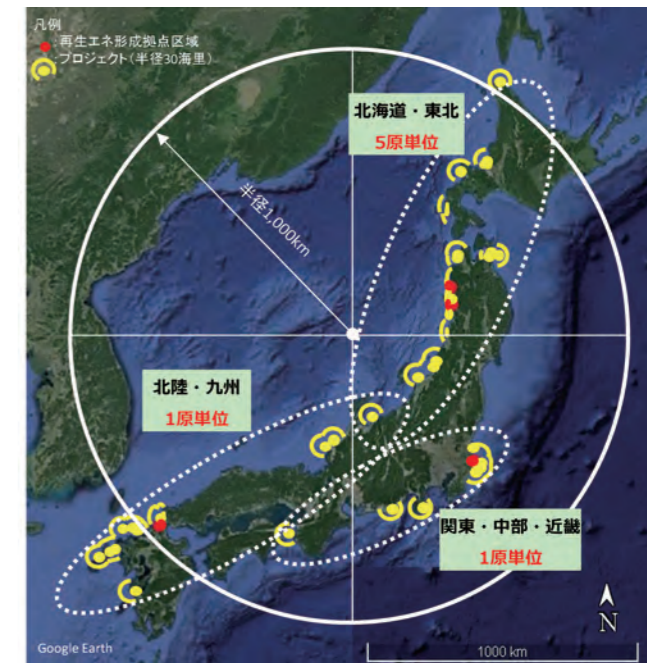


図-9 日本と欧州の拠点港湾比較 (上段:日本、下段:欧州)

7. おわりに

本検討は、海外事例や関係者ヒアリングを基にした様々な想定の下での試算結果ではあるが、今後の拠点港湾整備などの考え方の一助になると考えている。洋上風力発電の施工については、我が国で本格的な導入実績が少ないことから、様々な課題が残っているが、洋上風力部会では今後も実施工の観点から課題解決に取り組み、国内の洋上風力発電導入促進に貢献したいと考えている。