

昨今の基地港湾を取り巻く課題への対応案【着床式】

令和7年3月4日
国土交通省 港湾局

1. 本日議論いただきたい内容

2. 課題への対応案

⇒発電所の大規模化

⇒資機材の国産化

⇒案件形成の進展

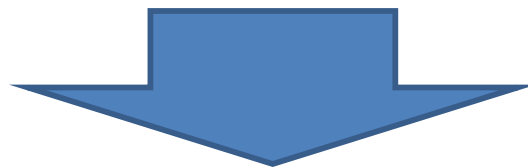
⇒風車の大型化

3. 今後の検討課題

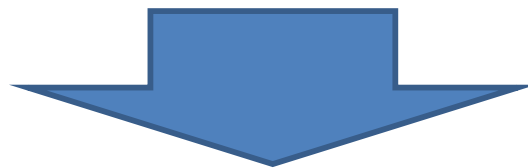
(1) 本日議論いただきたい内容

前回議論いただいた内容

- 前回の検討会では、以下の点について議論いただいた。
 - ①昨今の洋上風力発電を取り巻く状況の変化、これを踏まえた基地港湾の課題について、事務局案の他に確認すべき事項がないか。
 - ②対応案の検討の方向性について考え方が適当か。



- ご意見を踏まえて基地港湾の課題、対応案の方向性を修正した。
- その上で、課題への対応案を整理した。



本日議論いただきたい内容

- 指定済基地港湾利用に当たっての課題への対応について、事務局案でよろしいか、その他対応すべき事項があるかどうかご議論頂きたい。

課題に対する検討の方向性のまとめ

(青字:ご意見反映)

項 目	状況の進展・変化	課題	検討の方向性
1. 発電所の大規模化	・海外では1GWを超える発電所の増加 ・国内でも1GW規模の案件が見込まれる	・大規模発電所の風車建設にあたり、基地港湾をどのように利活用していくのか。	・風車建設にあたっての工夫、複数港湾或いは複数施設の利用など、様々な組み合わせによる利用検討も必要ではないか。
2. 資機材の国産化	・資機材の国産化及びサプライチェーンの構築 ・内航輸送等による荷役形態の多様化	・船舶からのロールオフ荷役時における岸壁への損傷や長大スロープ設置に伴う荷捌き地利用に支障が生ずる恐れ。	・ロールオフ荷役でも安全かつ円滑な荷役を可能とした施設構造の検討が必要ではないか。その際、船舶側の対応も考慮した検討が必要ではないか。 ・荷重制限エリアについて、施設改良により荷重制限を撤廃できる対策も必要ではないか。
3. 案件形成の進展	・導入目標達成に向けた案件形成加速 ・風車建設にあたっての工夫 ・再エネ海域利用法改正の動き	・制度創設(2020年)以降、基地港湾として7港を指定してきたが、利用スケジュールの緊密化等により、更なる有効活用を図る必要。 ・大規模修繕や突発的な事案に対応しなければならない場合、柔軟な基地港湾利用が困難。	・基地港湾利用効率の最大化を図るべく、基地港湾の有効利用に向けた広域的な連携枠組みが必要ではないか。 ・基地港湾の利用にあたり、周辺状況を踏まえた技術的助言や効率的な維持管理・運用手法の検討をすすめるべきではないか。 ・自然災害(落雷等)による迅速な復旧対応も含め、港湾行政側がコミュニケーションをとり、主導的に提案をするべきではないか。
4. 風車大型化の進展	・世界的な風車大型化の流れ ・20MW級風車の動き	・風車の大型化に対応した施工上の工夫に加えて新たな改良案が必要としつつも、既存の基地港湾利用が緊密化する中で効果的な「新たな改良等」の実施手法が明確になっていない。	・基地港湾事例、施工内容、実施時期等の観点からみた効果的な追加改良工事を実施する仕組み、経済的な対策検討が必要ではないか。 ・20MWを前提とした検討の場合、地耐力だけでなく、作業船等も大型化するので、水深等の検討も必要ではないか。

2.（1）発電所大規模化【前回検討会提示】

- 大規模な発電所に対応した基地港湾として、これまで50万KW規模を対象に検討を重ねてきた。
- 基地港湾に関する事業者アンケートによると、我が国の基地港湾にて確保する面積が小さく、建設にあたっての施工期間の短縮が困難などの意見がある。
- 一方、港湾は公共インフラであることを踏まえた検討が必要。

2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方検討会とりまとめ資料～基地港湾の配置及び規模～（令和4年2月）抜粋

発電所大規模化

- ・50万kW規模の発電所の施工に必要な面積 * 基礎1年、風車・タワーの1年の合計2年での施工を想定
 - : プレアッセンブリ(PA)等エリアの岸壁のみ利用する場合
 - プレアッセンブリ(PA)等エリア3.5ha+24～28.5ha程度の保管エリアが必要
 - : プレアッセンブリ(PA)等エリアの岸壁に加え、隣接岸壁も利用する場合
 - 隣接岸壁^(注1)も利用する場合は、保管エリアの面積9～11ha程度で施工が可能
- ・海外では発電所への風車の設置を効率的(短期間)に実施するため、基地港湾を補完する港湾を利用。

50万kW洋上風力発電所を施工するために必要な保管エリア面積等

◆基地港湾に関するアンケート結果

	PA等エリアの岸壁のみを利用した場合	PA等エリアと隣接岸壁を利用した場合
10MW機	24.0ha(27.5ha)	10.5ha(14.0ha)
15MW機	28.5ha(32.0ha)	9.0ha(12.5ha)
20MW機	26.1ha(29.6ha)	11.0ha(14.5ha)

- ・基地港湾の仕様(広さ、地耐力、バース数、バース長等)が欧州に比し不十分であり、施工期間の短縮が困難。
- ・基地港湾ならびに隣接する港湾管理者が確保する用地の面積が小さい日本の港湾においては、300m規模の強化岸壁を2バース確保し、部材搬入と部材搬出(風車プレアッセンブリの後)を同時並行に実施できる整備が必要。

(注)表中括弧内の数字は、プレアッセンブリ等エリア3.5haを加えた場合の面積

出典)第31回交通政策審議会港湾分科会環境部会洋上風力促進小委員会資料より抜粋

課 題

- ・大規模発電所の風車建設にあたり、**基地港湾をどのように利活用していくのか。**

検討の方向性

- ・**風車建設にあたっての工夫、複数港湾或いは複数施設の利用など、様々な組み合わせによる利用検討も必要ではないか。**

2. (1) 発電所の大規模化への対応案

課題への対応案

- ①発電所規模500MW以上の場合では、基地港湾(埠頭)に加え、他の埠頭(隣接岸壁、当該港湾内、他港湾)の利用を組み合わせることも選択肢として基地港湾(埠頭)を計画・指定する。
- ②日々進化している風車施工技術を基地港湾政策(整備、利用)に反映する。
- ③加えて、上記①及び②について、行政側から事業者に対して基地港湾の効率的な利用事例などの情報提供を行う。
- ④他の埠頭利用にあたっては、周辺の港湾利用への影響に配慮する(基地港湾等の計画策定時での留意、利用時の協力体制など)。

【今後の検討課題】

- ⑤各基地港湾の役割分担(分業体制)のあり方を検討。
- ⑥大規模な浮体式洋上風力発電所に対応した港湾のあり方(水域を含めた港湾機能、全国的な視点での基地港湾の配置、港湾間連携など)を検討。【再掲】

【参考】2. (1) 発電所の大規模化への対応案

【参考：発電所の大規模化に向けた具体的な検討項目（行政側の対応）】

- ① 基地港湾の施設機能を確保するため、風車のプレアッセンブリエリア、資機材保管エリアについて、これまでの発電所500MW規模での検討結果を参考に、単一施設の場合、隣接岸壁や複数港湾・埠頭の活用する場合など各々の場合での想定し得る施工オペレーションのシミュレーションを実施。
なお、シミュレーションでは、隣接岸壁や複数の港湾・埠頭の利用（風車建設のプレアッセンブリエリア、ブレード等や比較的軽量の資機材（基礎石材、ケーブル、コンテナ等）の保管エリアとしての利用）が想定されることを踏まえた施工サイクルのシミュレーションを実施。
- ② ①にて、単一施設でも対応可能との結論を得た場合には、オペレーション上のボトルネック要因を特定し、その要因を排除するための地耐力強化範囲を検討する。
- ③ ①にて、隣接岸壁や複数の港湾・埠頭の利用を想定する場合には、港湾施設や背後用地の施設諸元、利用状況等を踏まえて、現実的な利用の可能性を確認する。
- ④ 上記のシミュレーションを実施するにあたっては、資機材を陸揚げをしない瀬取り手法、基礎形式の変更（例えば、モノパイル式からジャケット式への変更など）するなど、風車建設の施工方法の観点から工夫の余地があることに留意する必要がある。

2. (1) 発電所の大規模化への対応案【既存の基地港湾のその他埠頭(隣接岸壁)】

◆ 指定済基地港湾のその他埠頭(隣接岸壁)の確保状況

2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会(概要)資料を基に加工

- 指定済みの基地港湾は、周辺用地が概ね15～20ha程度(*)利用できる。
- その他埠頭(隣接岸壁)は、資機材の搬入と搬出を平行して行うことにより、年間設置可能数の増や保管エリア面積の減に有効である。能代港、秋田港、鹿島港には、利用可能なその他埠頭(隣接岸壁)が存在し、北九州港にはその他埠頭(隣接岸壁)の計画を有しており、今後の発電所の大規模化に対応する際には、これらのその他埠頭(隣接岸壁)を利用することも一案である。

(*) 本検討会においては、15～20haの平均値18haを前提に各種検討を実施した。

指定済みの基地港湾における「利用可能な用地」及び「その他埠頭(隣接岸壁)」

黄色部分：利用可能な用地 緑色部分：隣接岸壁

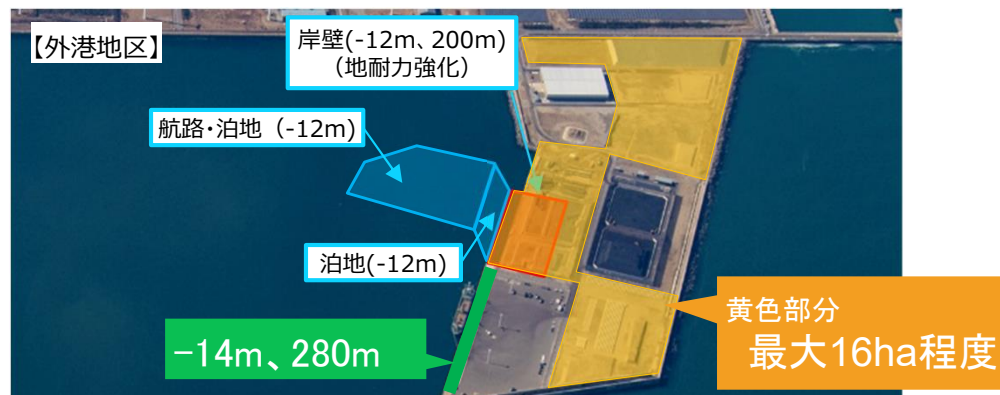
○ 能代港



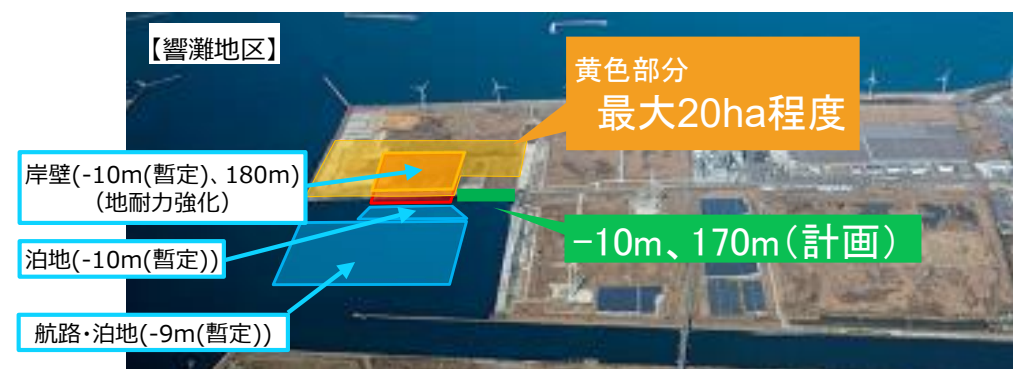
○ 秋田港



○ 鹿島港



○ 北九州港



2. (1) 発電所の大規模化への対応案【大規模発電所に対応するために必要な基地港湾の規模(面積)】

○50万kW規模の発電所の施工に必要な面積は、プレアッセンブリ(PA)エリア(注)の岸壁のみ利用する場合は約27.5～32.0ha、PAエリアの岸壁及び隣接岸壁を利用する場合は約12.5～14.5haのほか、複数埠頭を利用する場合は約23～27haを目安として、利用上のシミュレーションを行い、必要な面積を設定する。

(注)PAエリアとは、下図では、PA・資機材搬出入エリア、PA・資機材搬出エリアと表記されている3.5haのエリアを指す。

発電所規模50万kWの基地港湾の必要面積

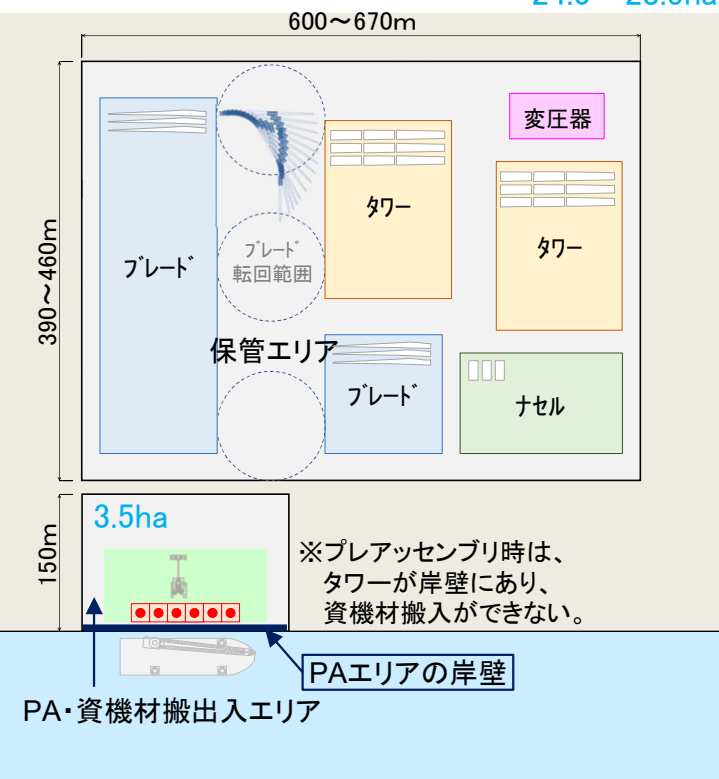
今回追加

○PAエリアの岸壁のみ利用する場合

PAエリアの岸壁のみを利用する場合は、資機材の全量を事前に搬入する必要があり、大きな保管エリアが必要となる。

【風車・タワー設置】

必要面積
27.5～32.0ha

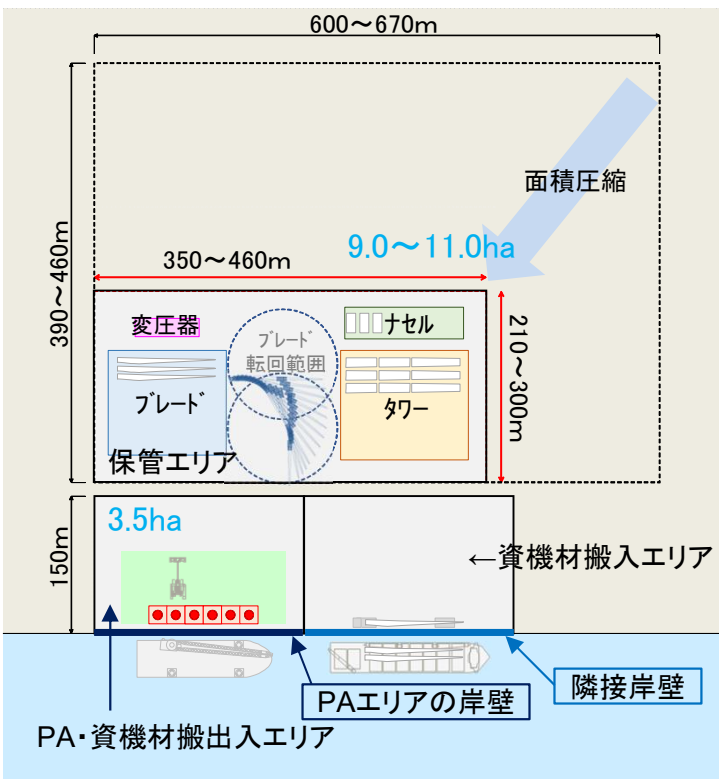


○PAエリア及び隣接の岸壁を利用する場合

PAエリアの岸壁及び隣接岸壁を利用する場合は、ジャストインタイムの資機材搬入により、保管エリアの面積を圧縮することができる。

【風車・タワー設置】

必要面積
12.5～14.5ha

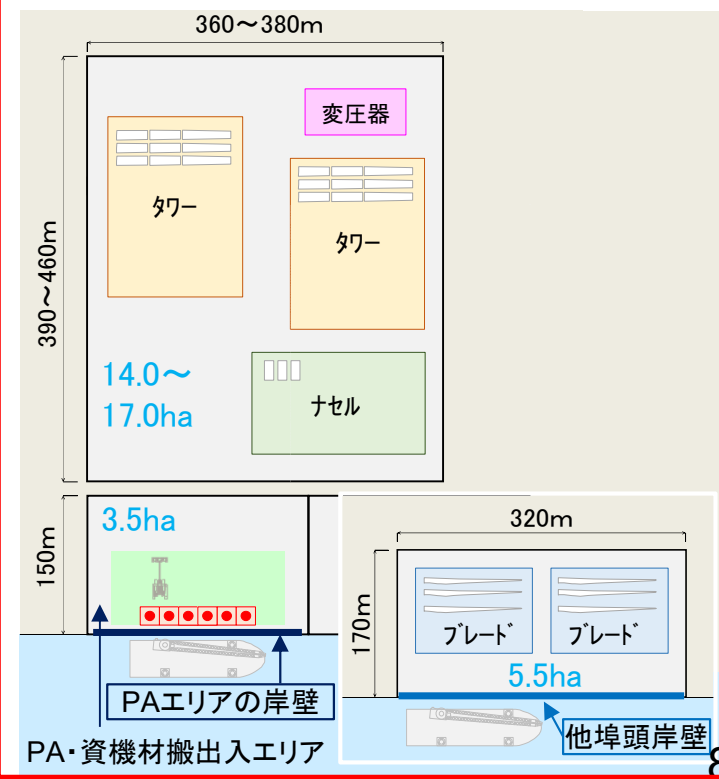


○複数埠頭を利用する場合

PAエリアの岸壁及び他埠頭を利用する場合は、効果的な資機材の保管・搬入により、保管エリアの面積を圧縮することができる。

【風車・タワー設置】

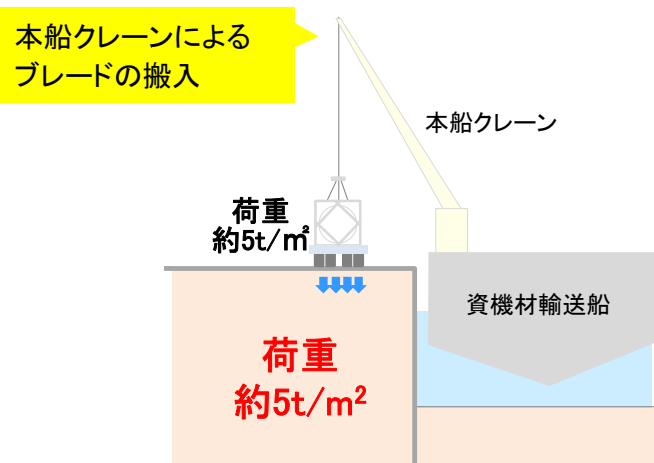
必要面積
23.0～27.0ha



2. (1) 発電所の大規模化への対応案【地耐力の観点からの基地港湾以外の港湾利用の検討】

- 一般岸壁を有する複数埠頭を活用する場合において、15MW級風車資機材の搬入時に作用する荷重を整理。
- ブレード及び洗掘防止材の搬入する場合では、船上クレーンでは5t/m²となり従来の岸壁構造でも対応可能である一方、陸上クレーンでは25t/m²(分散後荷重)となり、岸壁構造の強化が必要となる。

◆ 船上クレーンでのリフトオフ時の荷重 (15MW級)



< ナセル搬入の場合 >

	15MW
資機材重量	650t
岸壁等への作用荷重	10t/m ²

< モノパイル搬入の場合 >

	15MW
資機材重量	1200t
岸壁等への作用荷重	10t/m ²

< ブレード搬入の場合 >

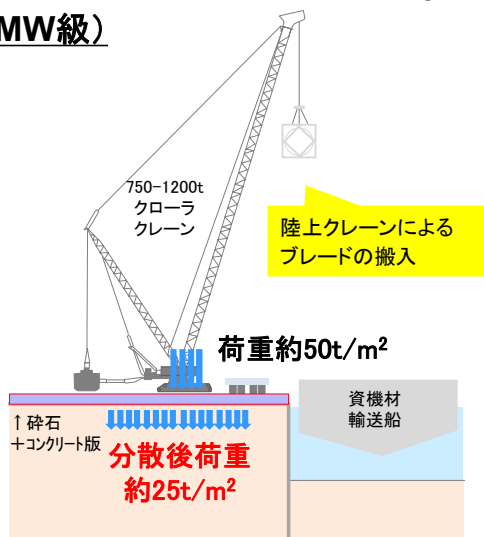
	15MW
資機材重量	180t／3枚
岸壁等への作用荷重	5t/m ² (*)

< 洗掘防止材搬入の場合 > * 3本同時に吊る場合は10t/m²

	15MW
資機材重量	2-3t／m ³
岸壁等への作用荷重	2-3t/m ² (**)

** 洗掘防止剤は、岸壁地耐力に応じ積み上げ高さを調整し保管。以下同様

◆ 陸上クレーンでのリフトオフ時の荷重 (15MW級)



< ナセル搬入の場合 >

	15MW
陸上クレーン重量	概ね能力と同じ(3200t吊り)
資機材重量	650t
岸壁等への作用荷重	175t/m ²

< モノパイル搬入の場合 >

	15MW
陸上クレーン重量	概ね能力と同じ(3200t吊り×2)
資機材重量	1200t
岸壁等への作用荷重	176t/m ²

< ブレード搬入の場合 >

	15MW
陸上クレーン重量	概ね能力と同じ(750-1200t吊り×2)
資機材重量	180t／3枚
岸壁等への作用荷重	50t/m ² (***)

*** 分散後の荷重は25t/m²

< 洗掘防止材搬入の場合 >

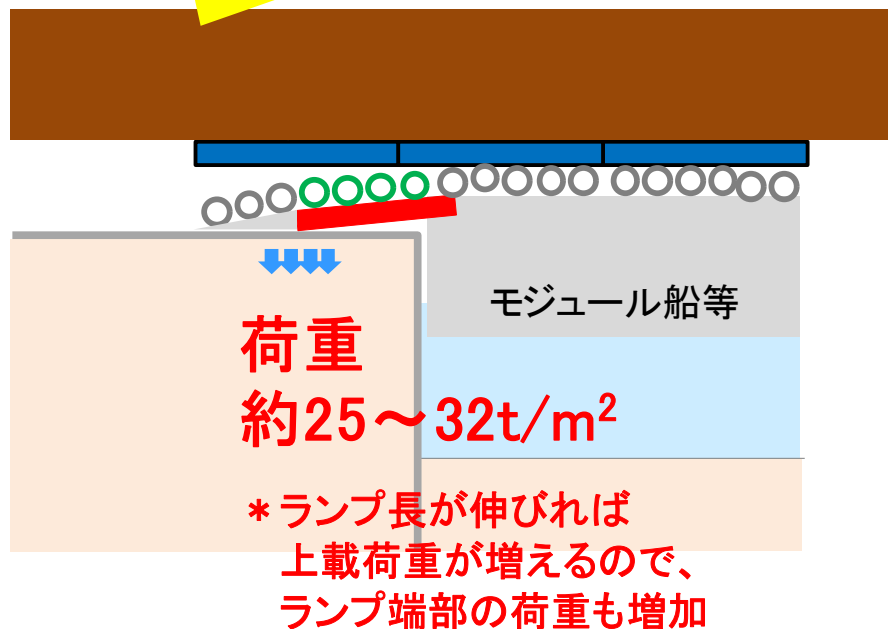
	15MW
陸上クレーン重量	—(ダンプ等輸送)
資機材重量	2-3t／m ³
岸壁等への作用荷重	2-3t/m ²

2. (1) 発電所の大規模化への対応案【地耐力の観点からの基地港湾以外の港湾利用の検討】

- 一般岸壁を有する複数埠頭を活用する場合において、15MW級風車資機材の搬入時に作用する荷重を整理。
 ○モジュール船でのロールオフする際の作用荷重は、モノパイルの場合では25～32t/m²、ブレードの場合では9～11t/m²となり岸壁構造の強化が必要となる。

◆一般岸壁においてモジュール船でのロールオフ時の荷重

モジュール船等からのロールオフ
 によるモノパイルの搬入



出所：第2回 2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会 資料3

<ナセル搬入の場合>

	15MW
資機材重量	650t
多軸台車重量	160t
岸壁等への作用荷重	23-29t/m ²

<モノパイル搬入の場合>

	15MW
資機材重量	1200t
多軸台車重量	260t
岸壁等への作用荷重	25-32t/m ²

<ブレード搬入の場合>

	15MW
資機材重量	180t／3枚
多軸台車重量	60t
岸壁等への作用荷重	9-11t/m ²

※モジュール船での洗掘防止材搬入は想定しづらいため、本検討から外した。

2. (1) 発電所の大規模化への対応案【効率的な施工方法の例】

○昨年9月に運転開始した、富山県入善町沖(再エネ海域利用法適用外)の基礎設置工事では、荷さばき地を使用せず、基礎部材を輸送船からSEP船へ直接積み替える荷役方法がとられており、これらの効率的な施工方法の活用も必要である。

◆輸送船で輸入した基礎部材を、輸送船からSEP船へ直接積み替え
(七尾港、令和5年4～5月)



出典: <https://windjournal.jp/116010/>

＜入善町沖プロジェクト概要＞



＜出典: (株)ウェンティ・ジャパンHP＞

事業会社	入善マリンウィンド合同会社 (株)ウェンティ・ジャパン、 JFEエンジニアリング(株)、 北陸電力(株))
所在地	富山県下新川郡入善町
発電容量	約7.5MW(着床式) (3MW機: 3基) ※明陽智能(中国)製
運転開始	2023年9月
売電期間	20年間

2. (1)発電所の大規模化への対応案【海外における水域を有効活用した例】

○水域を使った基礎の荷役に当たっては、SEP船等を係留する200m前後の岸壁とその前面にSEP船等とモジュール船等が停泊するため岸壁から85～150m程度の水域及び操船用の水域が必要となる。

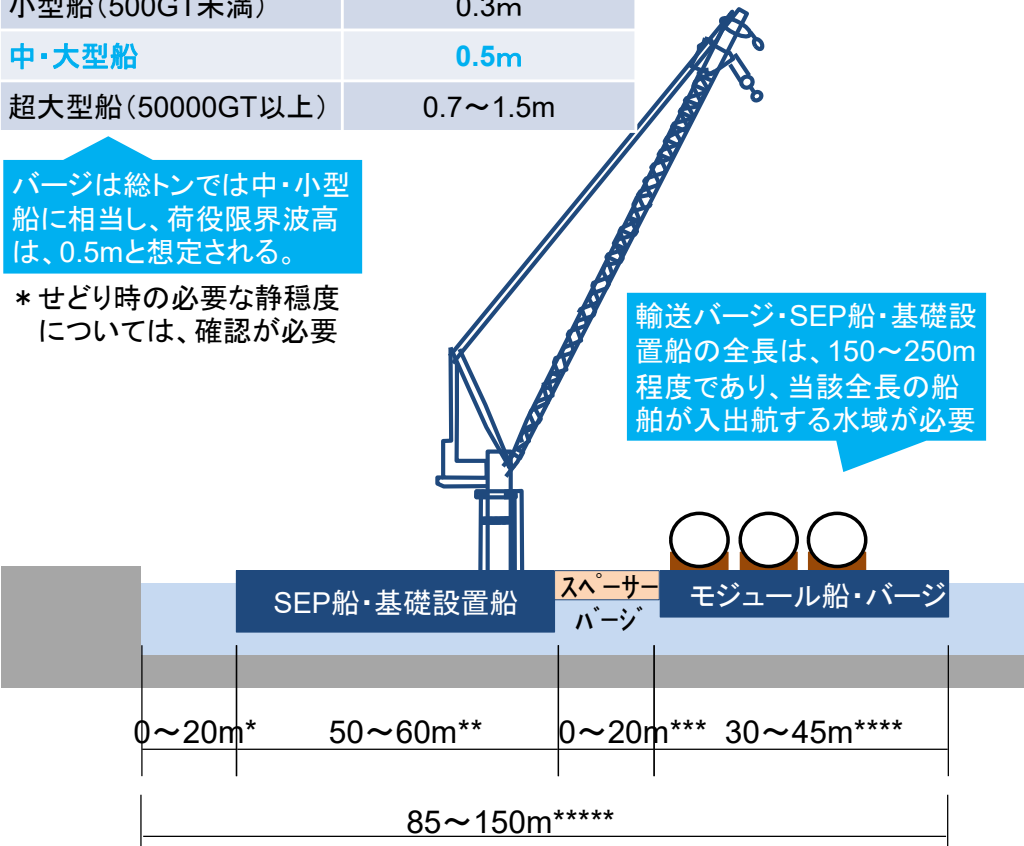
◆水域を活用した基礎の荷役時の必要水域の考え方(目安)

(静穏度)

船型	荷役限界波高(H _{1/3})
小型船(500GT未満)	0.3m
中・大型船	0.5m
超大型船(50000GT以上)	0.7～1.5m

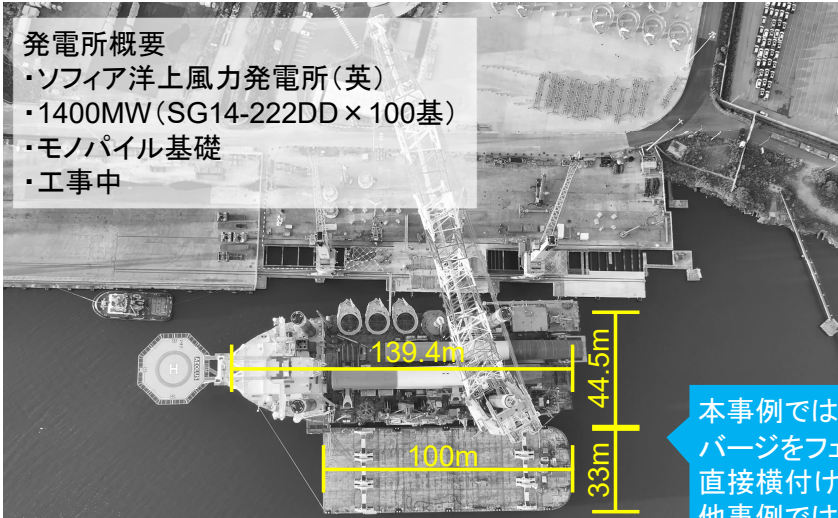
バージは総トンでは中・小型船に相当し、荷役限界波高は、0.5mと想定される。

* せどり時の必要な静穏度については、確認が必要



- * 岸壁からの離隔を最大20mと想定。岸壁に係留可能な場合は不要
- ** 最大規模のSEP船、基礎設置船のサイズより50～60mと想定
- *** スペーサーバージは、事例より15～20mを想定。使用しない場合は0m
- **** モジュール船・バージは、国内外事例より30～45mと想定
- ***** 防舷材等のスペースを5m想定し、総計に加算

◆水域(タイン港(英))を活用した基礎の荷役例



本事例では、SEP船とバージをフェンダーを介し、直接横付けしているが、他事例では、小型バージを介している事例もあった。



出所: <https://www.portoftyne.co.uk/news-and-media/news/key-milestone-reached-in-development-of-rwe-sofia-offshore-wind-farm>

○バージやモジュール船を活用した風車資機材の輸送にあたり、ロールオフ荷役時の岸壁へのランプウェイ干渉に伴う損傷や大型ランプウェイ使用による荷捌き地の占有が発生する恐れ。

◆ロールオフ可能な水面からの輸送船デッキ高さの検証

	Case1	Case2
輸送条件（積載重量）		
モノパイル重量	1300t	2000t
積載数	3基	3基
モノパイル重量総重量	3900t	6000t
検討結果（海面からのデッキ高さ）		
自航台船A	20000DWT	+4.5m※
自航台船B	13000DWT	
非自航台船A	25000DWT	
		+4.0m

上記表は、製造メーカーヒアリングにより国土交通省港湾局にて加工。
※輸送船の種類に応じて±0.1m程度のバラツキがあるため補正が必要。

課題

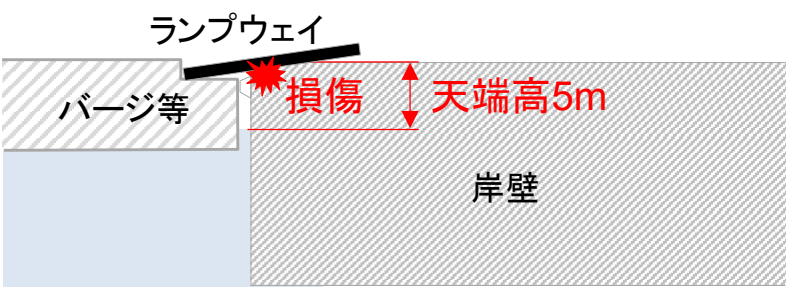
・船舶からのロールオフ荷役時における岸壁への損傷や長大スロープ設置に伴う荷捌き地利用に支障が生ずる恐れ。

検討の方向性

- ・ロールオフ荷役でも安全かつ円滑な荷役を可能とした施設構造の検討が必要ではないか。
- ・その際、船舶側の対応も考慮した検討が必要ではないか。
- ・荷重制限エリアについて、施設改良により荷重制限を撤廃できる対策も必要ではないか。

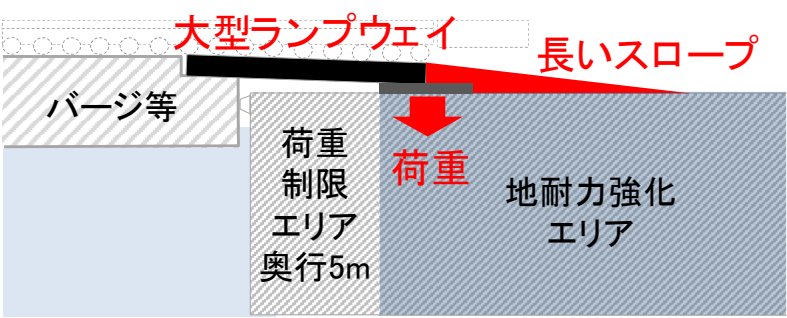
【課題となる事例①:岸壁高さに起因した課題】

A港では岸壁天端が水面から+5mに位置し、他の基地港湾より1.5～2.5m高いため、ランプウェイと岸壁の平坦性を確保できず、岸壁が損傷する恐れがある。



【課題となる事例②:荷重制限の課題】

荷重制限エリアを超えて大型のランプウェイをかけた場合、ランプウェイ端部の荷重が大きくなる。また、ランプウェイ断面の拡大に伴いスロープ長が伸びるため、基地港湾の運用に影響が発生する恐れがある。



※岸壁直背後の地耐力が2～3t/m2までの荷重にしか対応できない

2. (2) 風車資機材の国産化に係る課題への対応案

課題への対応案

- ① 今後の基地港湾整備では、ロールオフ荷役(場合によってはロールオン荷役を含む)に配慮した施設構造にする。
- ② 岸壁高さの検討では、潮位等の海象条件、防波堤等による静穏度、船舶喫水等の船舶仕様を踏まえて設定する。
- ③ ②の設定を踏まえ、必要に応じて、部分的に段差を設けた岸壁構造(切り欠き構造)や設置するランプウェイに対応したスロープを設ける。
- ④ 縦付け係留を想定した泊地計画や係船柱・防舷材の設置計画では周辺の航行船舶や係留時の安全性確保に配慮する。

2. (2) 風車資機材の国産化に係る課題への対応案

【参考：施設構造設計の考え方及び改良に向けた検討項目】

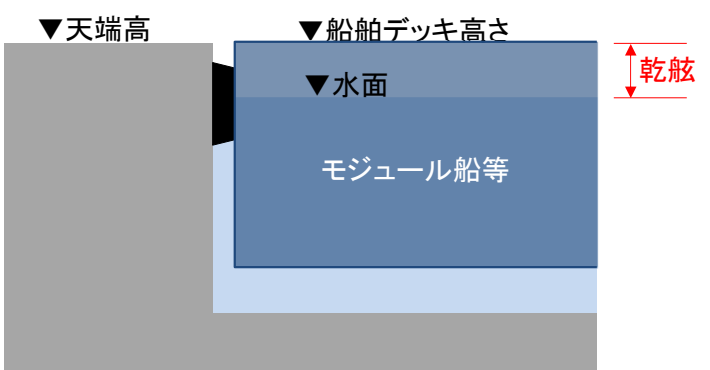
- ① 岸壁の天端高さを設定するにあたっては、先ず、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（令和6年）」に記載されている以下の考え方にに基づき設定。
- ・対象船舶が特定できる場合：対象船舶の乾舷と満載時・空載時の喫水との関係に基づいて設定
 - ・対象船舶が特定できない場合：潮位差3.0m未満は朔望平均満潮面を基準として最大+2.0mの天端高さを確保して設定
- ② ①に基づく設定の範囲内において、モジュール船からの荷役をするためのランプウェイを設置した際に岸壁本体に干渉しない、かつ船舶の喫水調整、潮位変動等を考慮して、許容水平勾配に対する岸壁高さが確保できるか、否かを確認。
- ③ ②において、現状の岸壁天端高さが高すぎるなどの設定範囲外の場合には、施設構造の部分的な改良有無を確認。
- ④ ③の部分的な改良が必要な場合には部分的に岸壁高さを下げる、或いは多軸台車の走行勾配の許容値の範囲内で陸側にスロープを設けるなどの改良手法を検討。
- ⑤ 荷重制限を有する施設構造の場合には、標準的サイズ（5m程度）のランプウェイを使用した場合の荷重を想定（ランプ端の線荷重：凡そ20トン程度）し、荷重に耐え得る岸壁構造とする。なお、岸壁の荷重制限を有する場合には、疑似重力式岸壁への改良による荷重制限を撤廃できる対策を講じるほか、大型ランプへの設置などの対策を講じることで荷重制限の影響を回避することを検討。

2. (2)風車資機材の国産化に係る課題への対応案

◆設定の考え方及び改良に向けた対策検討手順(前頁手順イメージ)

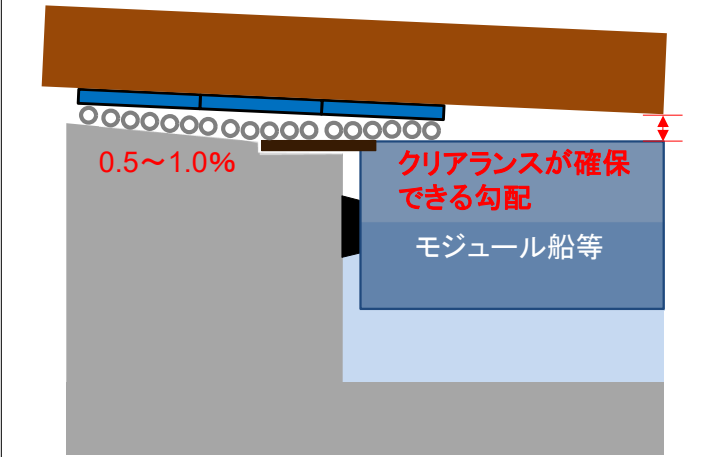
① 技術基準からみた岸壁天端高の設定

- ・ロールオフを行う岸壁について、船舶デッキ高さ
と岸壁天端高さが水平になるように天端高を設定



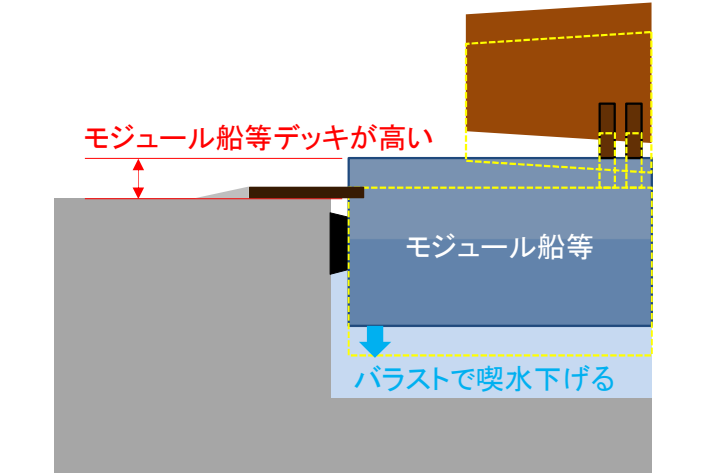
② ロールオフ時のランプウェイ設置条件の確認

- ・多軸台車の斜路走行時許容勾配0.5%を想定
したフラット性、走行性の確認



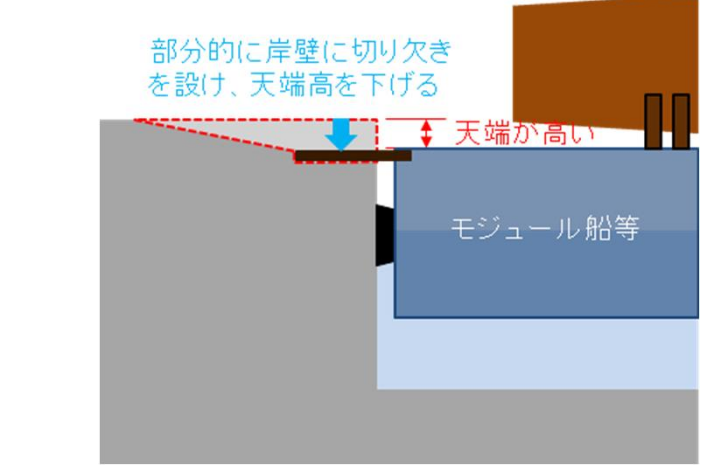
③ 岸壁改良有無の確認

- ・潮位、バラスト調整、ランプウェイ設置条件を
踏まえ、岸壁改良の有無を確認。



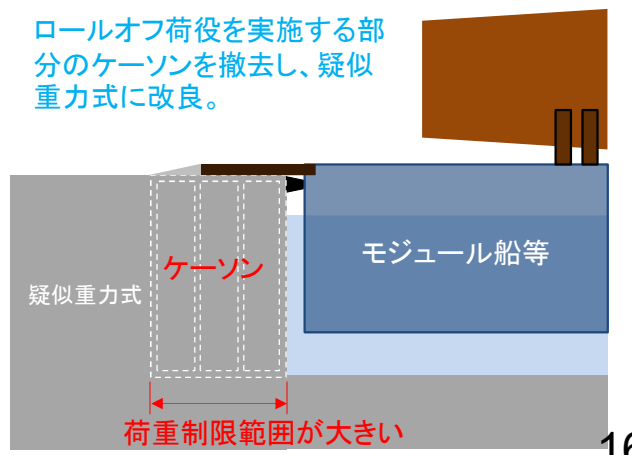
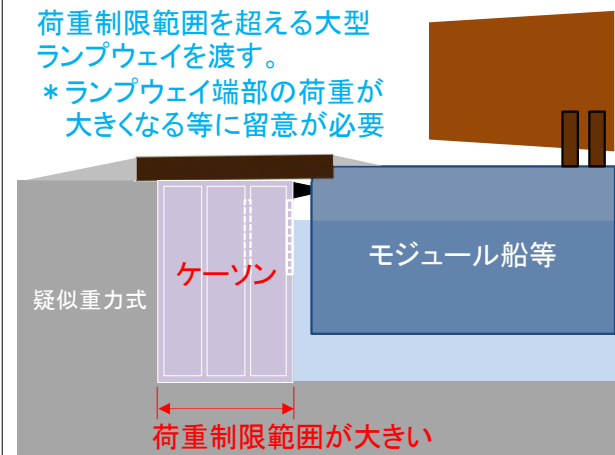
④ 部分的な改良案の検討

- ・岸壁側の天端高さが高い場合には、岸壁の一部切り下げ
やランプウェイからのスロープ設置などの改良がある。
岸壁の一部切り下げ(イメージ)



⑤ 荷重制限を有する場合の対応

- ・岸壁本体の荷重制限を有する場合には、大型ランプウェイの設置や載荷重に耐え得る
構造本体の改良がある。



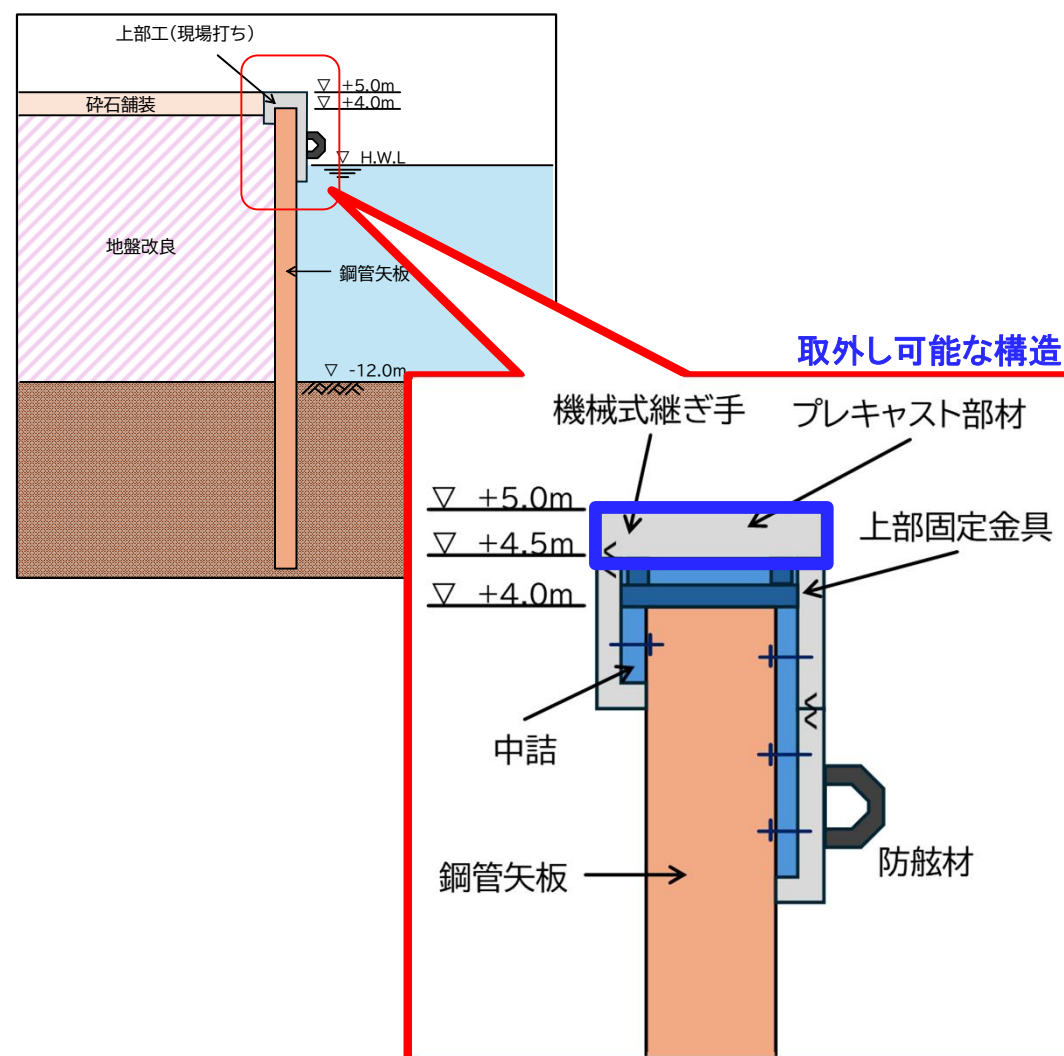
2. (2) 風車資機材の国産化に係る課題への対応案：岸壁の一部改良と配慮事項の検討

◆ 船舶側の対応も考慮した上での安全かつ円滑な荷役を可能とした施設構造の検討

【前提条件】

- 対象船舶：DWT13000トン、型深さ8.72m、最大喫水7.22m、資機材搭載時4.2～4.5m
- 潮汐：HWL: +0.5m、L.W.L: 0.0m
- 岸壁天端高：+5.0m（現状）

【岸壁構造の一部改良の例（切り欠き改良）】

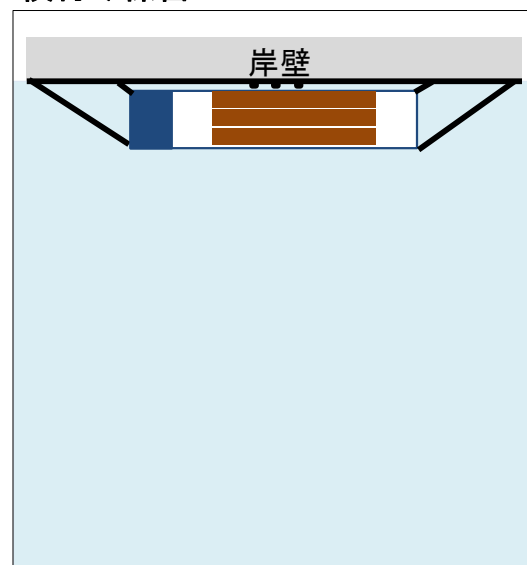


【配慮事項】

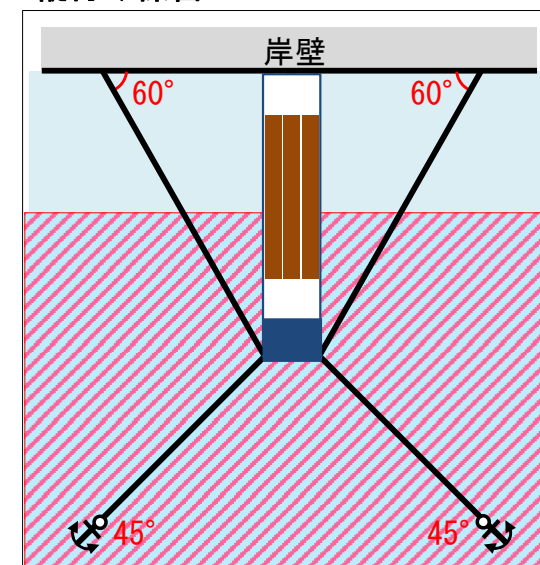
- ・ モジュール船の岸壁係留では縦付け係留が行われることが頻繁にある。
- ・ その場合、泊地を広く占有することとなるため、他の船舶利用への影響があることを考慮しなければならない。

船舶の係留方法

横付け係留



縦付け係留

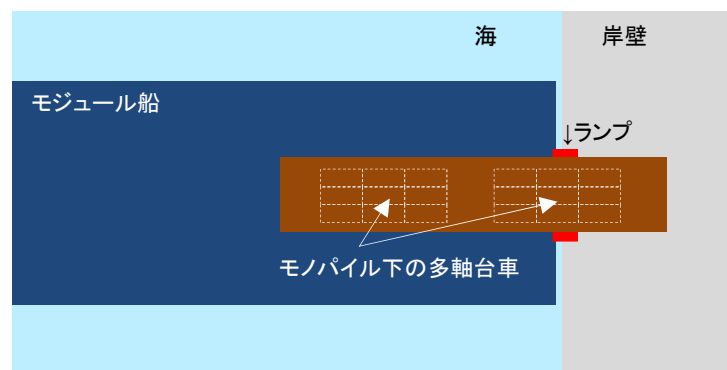


モジュール船等の係留では、縦付け係留による泊地を広く占有することとなるため、他の船舶利用への影響が生じる

2. (2) 風車資機材の国産化に係る課題への対応案: 岸壁の荷重制限への検討

◆ 岸壁の荷重制限の撤廃事例

船からロールオフ時の走行車両の走行範囲イメージ

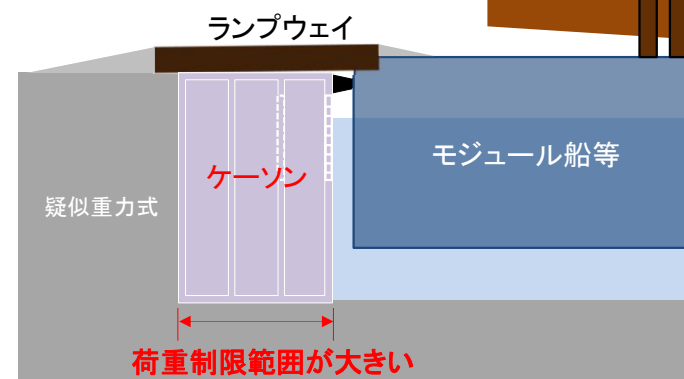


(出所) MAMMOET社提供

ケーソン式から疑似重力式の岸壁構造へ改良

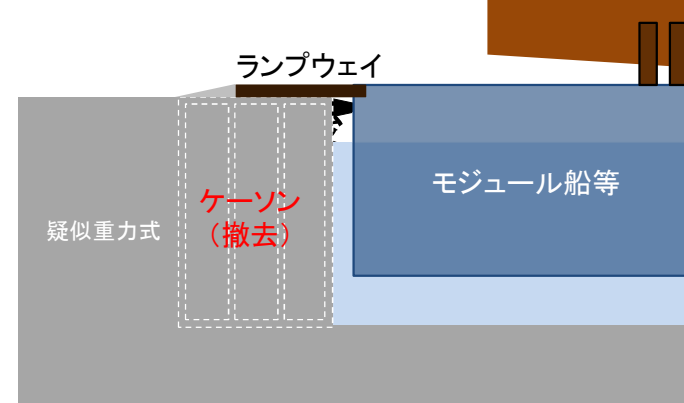
改良前 断面図

荷重制限範囲を超える大型ランプウェイを渡す。
* ランプウェイ端部の荷重が大きくなる等に留意が必要



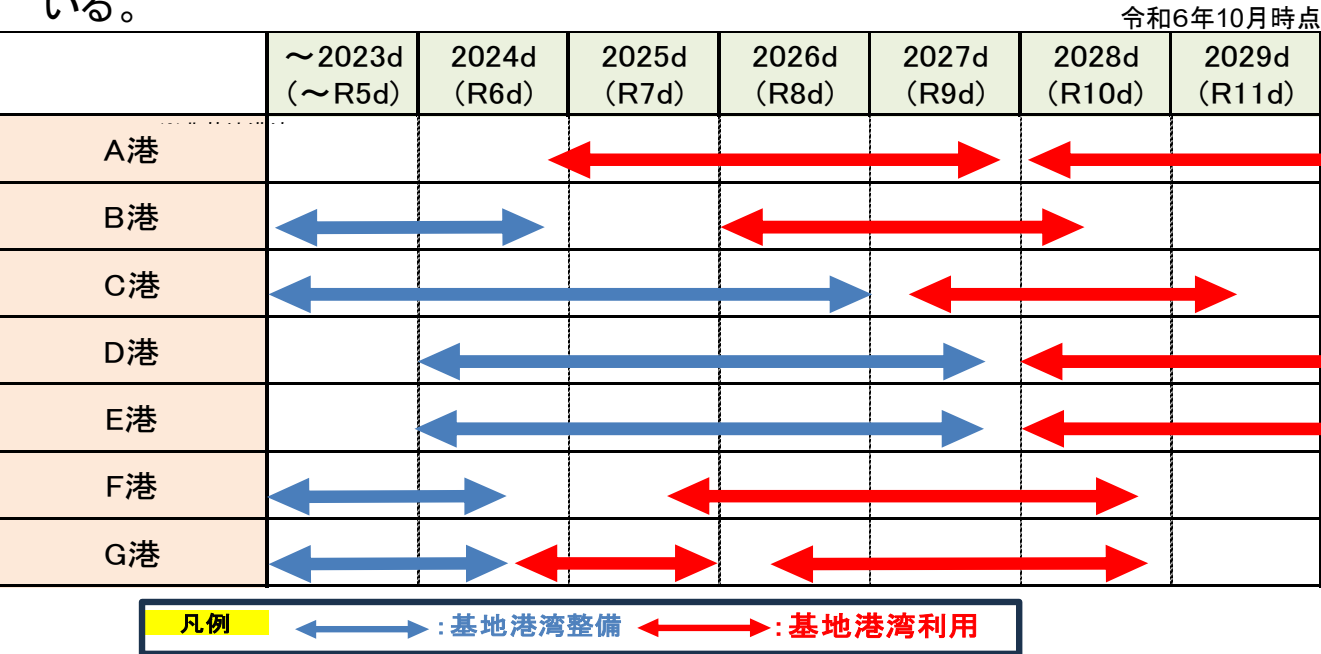
改良後 断面図

ロールオフ荷役を実施する部分のケーソンを撤去し、疑似重力式に改良



- 案件形成の進展に伴い、基地港湾の整備・利用のスケジュールが密になりつつある。
- 事業者からは「現状の基地港湾仕様では、施工期間の短縮が困難」との意見、また、港湾管理者からは「災害等の突発的事案が発生した際、迅速な復旧対応のための基地港湾の利用提供が困難」との意見がある。

◆案件形成の進展に伴い、基地港湾の整備・利用スケジュールが緊密化している。



課題

- ・制度創設(2020年)以降、基地港湾として7港を指定してきたが、利用スケジュールの緊密化等により更なる有効活用を図る必要。
- ・大規模修繕や突発的な事案に対応しなければならない場合、柔軟な基地港湾利用が困難。

検討の方向性

- ・基地港湾利用の最大化を図るべく、基地港湾の有効利用に向けた広域的な連携枠組みが必要ではないか。
- ・基地港湾の利用にあたり、周辺状況を踏まえた技術的助言や効率的な維持管理・運用手法の検討をすすめるべきではないか。
- ・自然災害(落雷等)による迅速な復旧対応も含め、港湾行政側がコミュニケーションをとり、主導的に提案をするべきではないか。

◆基地港湾に関するアンケート結果

- ・基地港湾の仕様(広さ、地耐力、バース数、バース長等)が欧州に比し不十分であり、施工期間の短縮が困難。

出典)第31回交通政策審議会港湾分科会環境部会洋上風力促進小委員会資料より抜粋

◆港湾管理者の意見

- ・今後想定し得る基地港湾の過密な利用状況下でひとたび自然災害による風車等の被害が発生した場合には、建設時の基地港湾が利用できず、また、他の基地港湾利用に向けた利用調整や技術的観点での照査などに時間を有し、迅速な復旧対応が困難となる恐れがあります。

2. (3) 案件形成の進展に係る課題への対応案

課題への対応案

- ①複数の基地港湾の関係者(国・港湾管理者・事業主体等)が一堂に会する協議会を設置し、広域的な連携の下で基地港湾の一時的な利用の際の技術的課題と対応策を協議する。その際、港湾行政側が関係者にコミュニケーションをとり、主導的に提案する。
- ②そのためにも、協議会に研究機関が参画して技術的な助言を行うことができる体制を効果的に運用する。
- ③基地港湾の効率的な維持管理、最新技術の知見を活かした施設利用可否の判断など研究機関による継続的な技術研究を進める。
- ④なお、港湾の利用効率の向上を図るためには、作業船や海上工事の作業上の工夫も重要な要素であり、深化する風車施工の技術を適切に反映する。

【今後の検討】

- ⑤基地港湾の一時的な利用にとどまらない利用調整を検討。
- ⑥基地港湾の利用期間短縮や事業者の利便性向上に資する運営施策を検討。
- ⑦各基地港湾の役割分担(分業体制)のあり方を検討。【再掲】

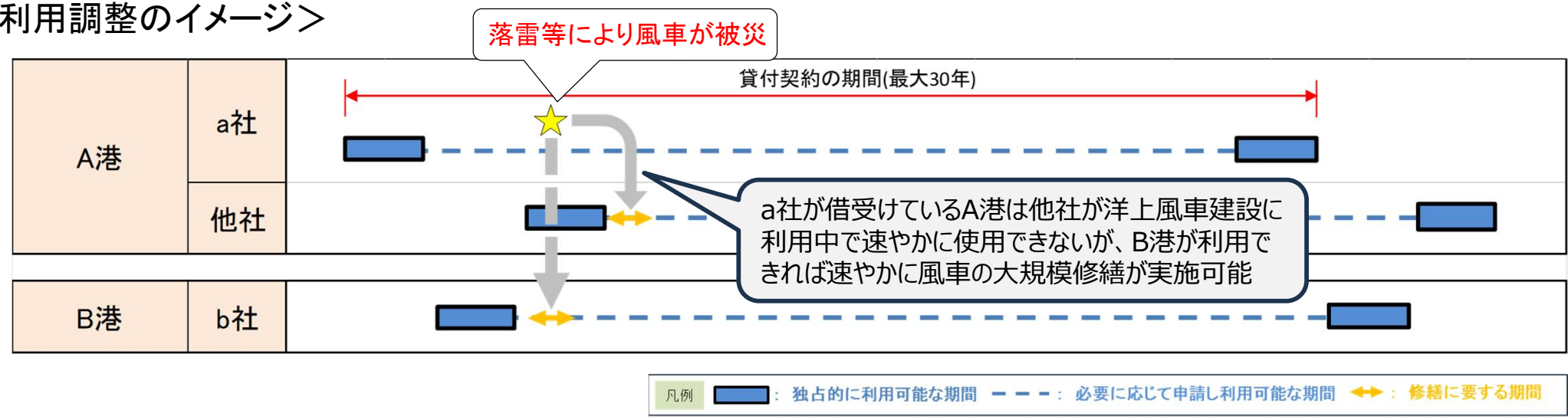
2. 課題への対応案

2. (3) 案件形成の進展に係る課題への対応案

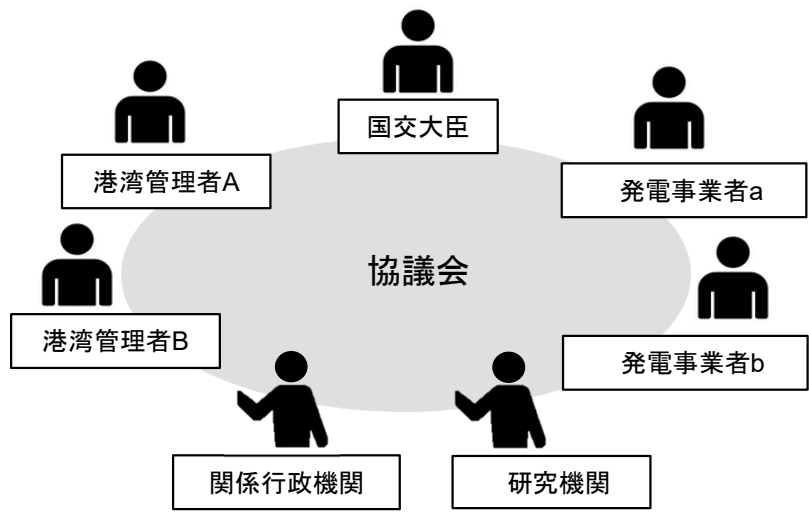
◆ 案件形成の進展に伴う利用調整の枠組み(案)

○ 利用調整会議を拡大して広域的な連携枠組みを実現するとともに、緊急時や風車修繕時においても諸手続きを経て、貸付契約を締結していない基地港湾を利用できる枠組みを設ける。

< 利用調整のイメージ >



< 協議会のイメージ(案) >



< 協議会の効果 >

- ・関係者が一堂に会する協議の場を設けることで多数の関係者との利用調整を円滑に行うことが可能。

2. 課題への対応案

2.(3)案件形成の進展に係る課題への対応案:作業上の工夫

◆輸送船で輸入した基礎部材を、輸送船からSEP船へ直接積み替え



SEP船

輸送船



出典: <https://windjournal.jp/116010/>

◆ジャケット式基礎の組立



◆風車建設状況



出典: ひびきウインドエナジー(株)



出典: (株)グリーンパワーインベストメント

2. (4)風車の大型化【前回検討会提示+委員ご指摘】

○これまでの検討会では20MW風車に対応するためには、岸壁の地耐力の観点から、施工上の工夫に加えて新たな改良等が必要と整理したところ。

○利用が緊密化する中で、どのように追加改良工事を実施するかを検討が必要。

2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方検討会とりまとめ資料～基地港湾の配置及び規模～(令和4年2月)抜粋

風車大型化

- ・20MW機までの大型風車に対応可能な新たな岸壁の地耐力
→約200t/m²のクレーン荷重に対応できるよう整備する必要あり
* 必要な地耐力は、仮に荷重分散を1/4とする場合は50t/m²となる。

岸壁の地耐力

- ・大型風車のプレアッセンブリ(PA)時の荷重に対する評価
: 10～15MW機 → 砕石等による荷重分散など施工上様々な工夫により可能
: 20MW機 → 施工上の工夫に加えて、**新たな改良等が必要**
- ・資機材搬入時の荷重に対する評価
: 本船クレーン利用 → 20MW機までの資機材搬入が可能
: 陸上クレーン利用 → 多くの場合、資機材搬入時に岸壁の安定を評価する必要あり

洋上風力発電設備の設置可能数

- ・プレアッセンブリ(PA)等エリアの岸壁(海洋再生可能エネルギー発電設備等取扱埠頭のこと、以下同じ。)のみ利用する場合に比べ、これに加えて隣接岸壁も利用する場合の方が、風車の年間設置可能数が大幅に増加する。

課 題

- ・風車の大型化に対応した**施工上の工夫に加えて新たな改良案が必要としつつも**、既存の基地港湾**利用が緊密化する中で効果的な「新たな改良等」の実施手法が明確になっていない。**

検討の方向性

- ・基地港湾事例、施工内容、実施時期等の観点からみた**効果的な追加改良工事を実施する仕組み、経済的な対策手法の検討**が必要ではないか。
- ・**20MWを前提とした検討の場合、地耐力だけでなく、作業船等も大型化するので、水深等の検討も必要ではないか。**

2. (4)風車の大型化に係る課題への対応案

課題への対応案

- ①これまで検討した基地港湾の規模等の考え方を基本的に維持しつつ対応する(ただし浮体式は別)。
- ②既設の基地港湾の改良(機能向上)が必要な場合には、基地港湾の混雑状況次第ではあるが、利用と並行して柔軟かつ効果的な追加改良工事を実施する。そのために必要な仕組み(賃貸借契約等)を整備する。
- ③基地港湾整備(追加改良工事を含む)にあたり、経済的かつ迅速な対策工法を開発する。
- ④作業船の大型化(基礎施工船の国内投入含む)を踏まえ、陸側の港湾施設だけでなく、停泊にあたっての水域施設の機能確保も併せて考慮する。

【今後の検討】

- ⑤大規模な浮体式洋上風力発電所に対応した港湾のあり方(水域を含めた港湾機能、全国的な視点での基地港湾の配置、港湾間連携など)を検討。【再掲】

2. 課題への対応案

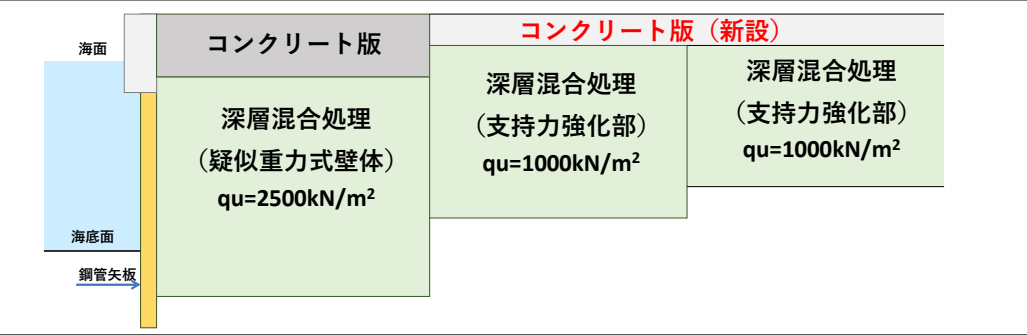
2. (4) 風車の大型化に係る課題への対応案 (20MWタービンへの対応方法の検討)

◆ 想定荷重条件 (20MW機風車の想定すべき荷重)

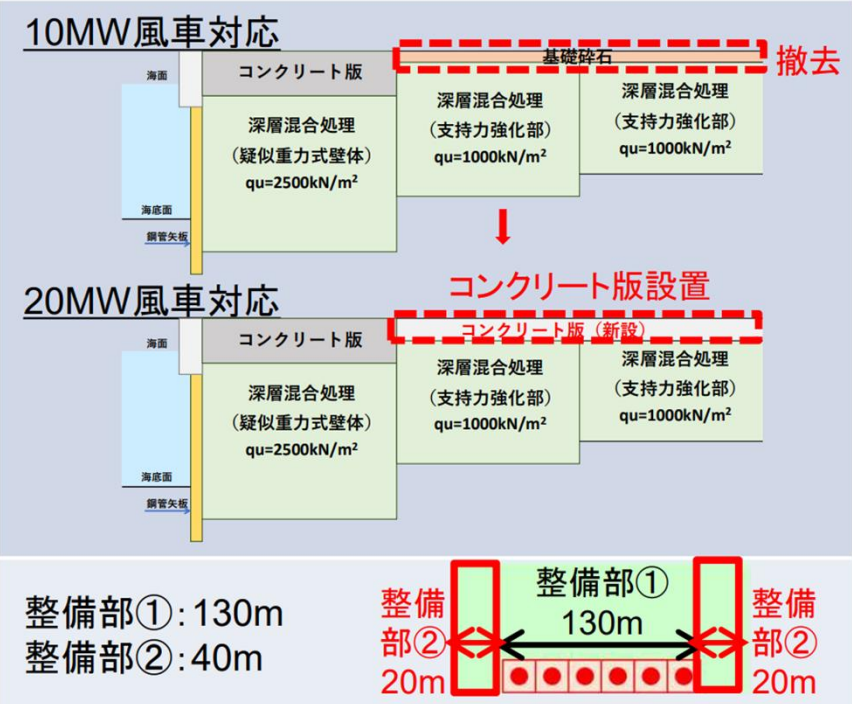
作業区分別の吊り荷種類		利用 クレーン	クレーン・資機材に よる荷重
プレアッセンブリ	20MW機トップタワー	3200t吊	約156t/m ²
資機材 搬入	20MW機ナセル	3200t吊	約192t/m ²
	20MW機モノパイル	3200t吊 × 2	約192t/m ²

- 基本断面は10MW機対応疑似重力式断面に対する改良とする。
- 岸壁際でプレアッセンブリを行うものとする。
- 架台数は6基とする。
- 岸壁法線直角方向の範囲は、クレーン作業範囲に大きな差がないことから、モデル断面を参考に岸壁法線から100mの範囲とする。
- 架台幅はタワー径の2倍を想定する。

◆ 20MW風車に対応した基地港湾断面 (例)

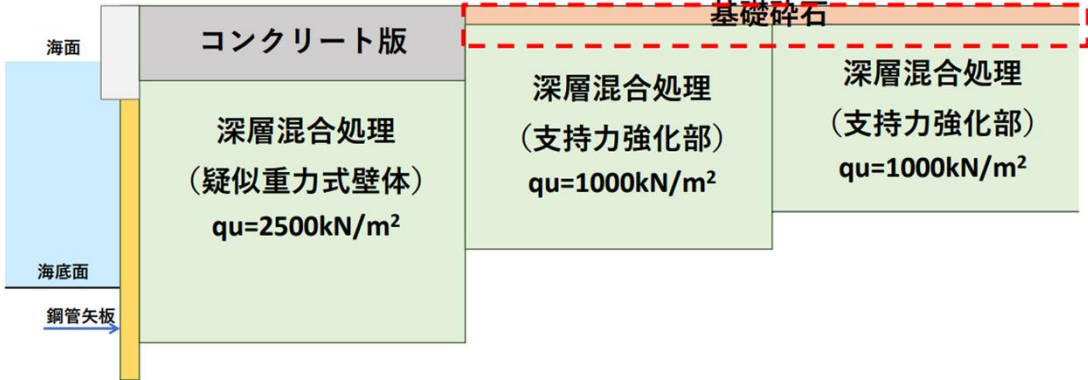


Case1 (10MW→20MWに整備: 段階整備)



整備部①の整備方法

STEP1: 原断面 (Case0) から赤破線部 (基礎碎石と支持力強化部の改良体の一部) を撤去する。



STEP2: 撤去後の場所にコンクリート版 (有筋) を設置する。



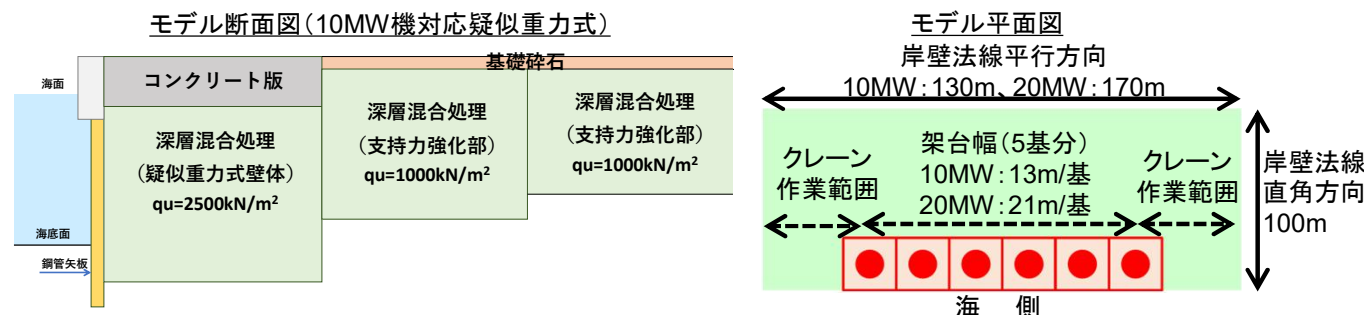
※ 整備部②及びCase2はSTEP1を経ずにSTEP2のとおり施工する。

2. (4) 風車の大型化に係る課題への対応案 (20MWタービンへの対応方法の検討)

2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方検討会第2回資料3～20MW機対応への改良方法～(令和3年8月)抜粋

○10MW機対応の疑似重力式断面をモデルとし、10MW機から20MW機対応の断面に段階的に整備したケース (Case1) と、最初から20MW機対応の断面に整備したケース (Case2) を一定の仮定を置いた上でコスト比較を行った。
 ○今後の風車の大型化に対応するための施設整備にあたり、更なる経済性を考慮する必要がある。

- 基本断面は10MW機対応疑似重力式断面とする。
- 岸壁際でプレアッセンブリを行うものとする。
- 架台数は6基とする。
- 岸壁法線直角方向の範囲は、クレーン作業範囲に大きな差がないことから、モデル断面を参考に岸壁法線から100mの範囲とする。
- 岸壁法線平行方向の範囲は、架台の大きさ及びクレーンの作業範囲を考慮し、右図のように設定する。架台幅はタワー径の2倍を想定する。



	Case0 (現基地港湾: 10MW対応で整備)	Case1 (段階整備: 10MW→20MWの順に整備)	Case2 (一括整備: 最初から20MW対応で整備)
想定断面	10MW風車対応疑似重力式断面	10MW風車対応 20MW風車対応 ※コンクリート版の設置にあたっては、コンクリート版同士が確実に荷重を伝達し、クローラクレーンの接地圧等に対し十分な荷重分散効果を発揮できるように工夫や対策を講じる必要がある。	20MW風車対応 ※詳細検討の結果、本モデルでは20MW風車対応でも改良体の強度に変更はなかった。
改良延長	岸壁法線平行方向 130m	整備部①: 130m 整備部②: 40m	岸壁法線平行方向 170m
単価*1) (単位延長当り)	22.6 (百万円/m)	整備部①: 25.6 (百万円/m) 整備部②: 24.6 (百万円/m)	24.6 (百万円/m)
概算総工費	50.0億円 (29.4億)*2) (1.00)*3)	72.9億円 (42.9億 = 33.1億 + 9.8億)*2) (1.46)*3)	70.9億円 (41.7億)*2) (1.42)*3)

*1) 直接工事費の単価 *2) 工事費 = 直接工事費 × 1.7、()の数値は直接工事費 *3) 括弧内の数値は、Case0に対する概算総工費の比率を表す。

*4) Case1 (段階整備) については、発電事業者が利用しない時期に整備を行うことを想定。 *5) Case1 及び Case2 とともに改良体の強度は変更しない。

※構造形式や利用方法など様々な仮定をおいて試算したものであり、整備に必要な概算総工費は整備する埠頭の地盤によって当資料と異なることもある。

2. (4) 風車の大型化への対応: 作業船の大型化傾向

○風車の大型化に伴い作業船等も大型化している。直近では、新しいタイプの作業船として、基礎設置船(全長200m超、喫水10m超)も登場しており、国内港湾でも対応が必要となる可能性がある。

風車の大型化に伴う作業船・重量物船等の変化

区分	建設時期	2000年代初頭	2005年頃～	2015年頃～	2020年頃～	2025頃後から	2030年頃
主な風車サイズ		□2MW :ローター径 約80m :タービン重量 ーt	□3MW機 :ローター径 約110m :タービン重量 ーt	□4～8MW機(下記サイズは6MW機) :ローター径 約150m :タービン重量 約650t	□9.5～13MW機(下記サイズは10MW機) :ローター径 約190m :タービン重量 約1100t	□14～15MW機(下記サイズは15MW機) :ローター径 約240m :タービン重量 約1800t	—
主な風車		V66-2、V80-2.0等	V90-3.0、V112-3.0 SWT2.3-93、SWT3.6-107	V164-8.0 SWT4.0-130、SWT6.0-154	V164-9.5、V174-9.5 SG8.0-167DD、SG11.0-200DD等	V236-15.0、SG14-222DD GE-HaliadeX	—
事例 * 大規模発電所を 選定(構想除く)		Blyth(2000,UK,最初のMW機,2基) Middelgrunden(2001,デンマーク,20基) Horns Rev 1(2002,デンマーク,80基)	Kentish Flats(2004,UK,30基) Burbo Bank(2006,UK,30基) Thanet(2009,UK,100基)	Gemini(2015,オランダ,150基) East Anglia ONE(2018,UK,102基) HornseaProjectOne(2018,UK,174基)	MorayEast(2019,UK,100基) Seagreen(2021,UK,114基) DoggerBankA(2022,UK,95基)	Sofia(2023,UK,100基) CVOW Commercial(2024,USA,176基) Norfolk Vanguard(2026,UK,145基)	—
主な港湾		Blyth、Copenhagen、 Esbjerg 等 	Esbjerg、Belfast、 Mostyn 等 	Esbjerg 、Eemshaven、Oostende等 	Seaton、Rotterdam、Eemshaven等 	Great Yarmouth、 NEW JERSEY 等 	—
主なSEP船		□250トン ・Wijslift 6(250t) ・Blyth(2MW) 	□500～1000トン ・MPI Resolution(600t) ・Thanet(3MW) 	□1000～1500トン ・WindOspray(1200t) ・Gemini(4MW) 	□1000～1500トン ・Innovation(1500t) ・DoggerBank A(13MW) 	□2500～3000トン ・BlueWind(2500t) 	・VColtaire(3200t) 
その他の大型作業船 * 基礎の設置はSEP 船で実施されること も多いが、杭打船、 クレーン船、基礎設 置船が使用される 場合もある。			□杭打船 ・Svanen(800t) ・Anholt(3MW) 	□クレーン船 ・Seaway Yudin(2500) ・Triane Windpark Borkum 1(10MW) 	□クレーン船 ・Saipen 7000(14000t) ・Seagreen(10MW) 	□基礎設置船300～5000t ・Seaway Alfa Lift(3000t) 	・ORION(5000t) 

(出所) 風車サイズは、ローター径とタービン(ナセル、ブレード、タワーの総称)重量は、10～20MWは、基地港湾あり方検討会資料、6MWはASSESSMENT OF PORTS FOR OFFSHORE WIND DEVELOPMENT IN THE UNITED STATES(2014)、2～3MW機は主な風車のサイズから求めた。 Esbjerg港の写真はEsbjerg港ヒアリング資料。 Mostyn港の写真はUK OFFSHORE WIND PORT PROSPECTUS(2009)。 Rotterdam港の写真は4Coffshore記事。 New Jersey港はNEW JERSEY WIND PORT港ホームページ。 その他の大型作業船は各社ホームページ。

2. (4) 風車の大型化への対応: 作業船の大型化傾向

○国内建設会社では大型基礎施工船への投資を発表している。

海上施工会社による大型基礎施工船への投資

船舶建造概要

船型	自航式大型起重機船 (HLV)
船籍・船級	日本・ClassNK
クレーン (対象モノパイル(MP))	5,000t 吊全旋回クレーン (重量 3,000t クラス)
自動船位保持装置	DPS2
CN 対応	バッテリー蓄電システム、メタノールレディー
基本設計	Ulstein (オランダ)
船体建造	Seatrium (シンガポール)
クレーン・MP 立起し装置等	Huisman (オランダ)
保有体制	共同保有 (当社子会社 50%・ 芙蓉総合リース株式会社 50%)
建造費	約 1,200 億円 (当社投資額 約 600 億円)
資金調達	自己資金および借入

出典: 五洋建設(株)ホームページより



2.本検討会で提示した課題への対応案のまとめ

項目	課題	検討の方向性	主な課題への対応案
1. 発電所の大規模化	・大規模発電所の風車建設にあたり、基地港湾をどのように利活用していくのか。	・風車建設にあたっての工夫、複数港湾或いは複数施設の利用など、様々な組み合わせによる利用検討も必要ではないか。	・基地港湾（埠頭）に加え、他の埠頭（隣接岸壁、当該港湾内、他港湾）を組み合わせることも選択肢とした利活用。 ・進化する風車施工技術の基地港湾政策（整備、利用）への反映。 ・基地港湾の効率的な利用事例などの情報提供。 ・他の埠頭利用にあたり、周辺の港湾利用への影響に配慮。
2. 資機材の国産化	・船舶からのロールオフ荷役時における岸壁への損傷や長大スロープ設置に伴う荷捌き地利用に支障が生ずる恐れ。	・ロールオフ荷役でも安全かつ円滑な荷役を可能とした施設構造の検討が必要ではないか。その際、船舶側の対応も考慮した検討が必要ではないか。 ・荷重制限エリアについて荷重制限を撤廃できる対策も必要ではないか。	・ロールオフ荷役（場合によってはロールオン荷役を含む）に配慮した施設構造とし、岸壁高さの検討にあたっては、海象条件、静穏度、船舶仕様を踏まえた上で、必要に応じて構造やランプウェイに対応したスロープの設置。 ・係留方法に応じて周辺の航行船舶や係留の安全性確保に配慮。
3. 案件形成の進展	・制度創設（2020年）以降、基地港湾として7港を指定してきたが、利用スケジュールの緊密化等により、更なる有効活用を図る必要。 ・大規模修繕や突発的な事案に対応しなければならない場合、柔軟な基地港湾利用が困難。	・基地港湾利用効率の最大化を図るべく、基地港湾の有効利用に向けた広域的な連携枠組みが必要ではないか。 ・基地港湾の利用にあたり、周辺状況を踏まえた技術的助言や効率的な維持管理・運用手法の検討をすすめるべきではないか。 ・自然災害（落雷等）による迅速な復旧対応も含め、港湾行政側がコミュニケーションをとり主導的に提案をするべきではないか。	・複数の基地港湾の関係者（国・港湾管理者・事業主体等）が一堂に会する協議会を設置し、基地港湾の一時的な利用の際の技術的課題と対応策を協議。 ・協議会では行政側が主導的な役割を果たす。 ・研究機関は協議会に参画するとともに、効率的な維持管理や最新技術の技術研究を進める。 ・風車施工の技術を生かして港湾の利用効率の向上を図る。
4. 風車大型化の進展	・風車の大型化に対応した施工上の工夫に加えて新たな改良案が必要としつつも、既存の基地港湾利用が緊密化する中で効果的な「新たな改良等」の実施手法が明確になっていない。	・基地港湾事例、施工内容、実施時期等の観点からみた効果的な追加改良工事を実施する仕組み、経済的な対策検討が必要ではないか。 ・20MWを前提とした検討の場合、地耐力だけでなく、作業船等も大型化するので、水深等の検討も必要ではないか。	・これまで検討した基地港湾の規模等の考え方を基本的に維持。（ただし浮体式は別）。 ・基地港湾の改良が必要な場合には、柔軟かつ効果的な工事を実施出来る仕組み（賃貸借契約等）の整備。 ・基地港湾整備（追加改良工事を含む）では経済的かつ迅速な対策工法を開発。 ・作業船の大型化（基礎施工船の国内投入含む）を踏まえた水域施設の機能を確保することを考慮。

3. 今後の検討課題

3. 今後の検討課題

- ①各基地港湾の役割分担(分業体制)のあり方を検討。【再掲】
- ②基地港湾の一時的な利用にとどまらない利用調整を検討。【再掲】
- ③基地港湾の利用期間短縮や事業者の利便性向上に資する運営施策を検討。【再掲】
- ④洋上風力発電のライフサイクルの各フェーズにおける港湾利用ニーズに対して港湾機能を効果的に発揮させるための港湾のあり方の検討。
- ⑤資機材製造拠点を含めた産業集積港にかかる検討。
- ⑥大規模な浮体式洋上風力発電所に対応した港湾のあり方(水域を含めた港湾機能、全国的な視点での基地港湾の配置、港湾間連携など)を検討。【再掲】

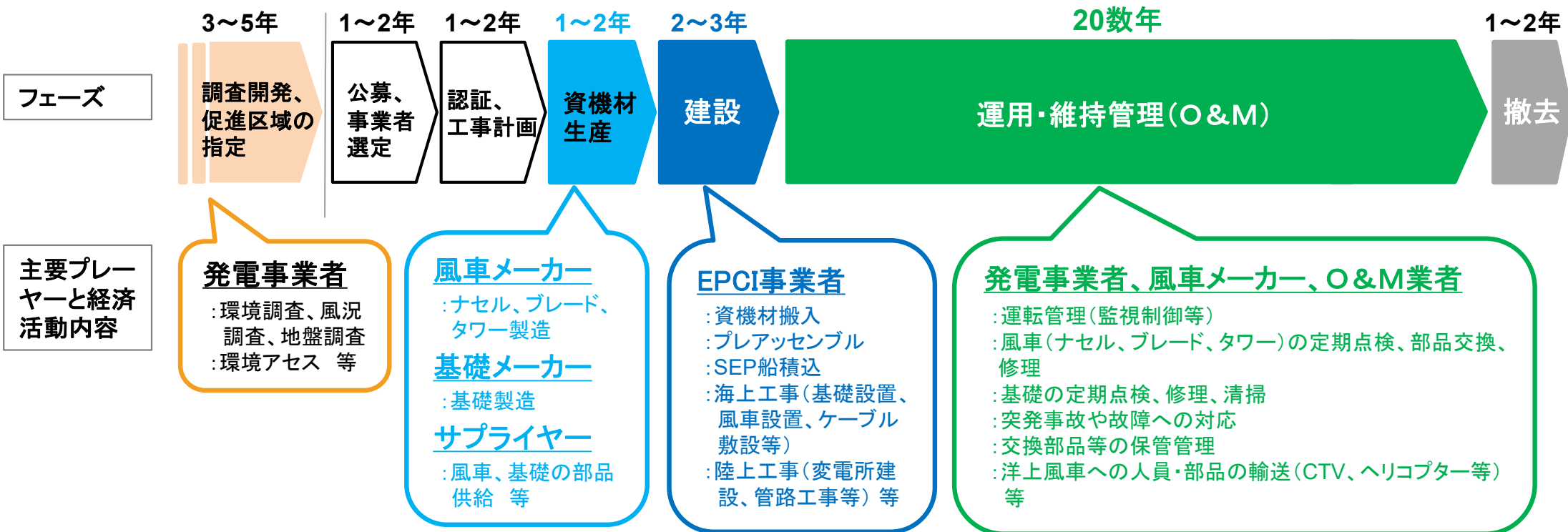
3. 今後の検討課題

地域振興の考え方: 洋上風力発電のフェーズ(時間軸)

洋上風力発電の導入促進に向けた港湾の在り方に関する検討会資料(令和5年5月)～抜粋

- 洋上風力発電のフェーズは、調査開発～公募・事業者選定～資機材生産～建設～運用～撤去の段階があり、実際に開発が決定(事業者選定)してから撤去まで、**約30年にわたって地域との関係が発生することになる。**
- 資機材調達をほぼ海外に依存している現時点では、地先の洋上風力発電所の**建設、運用・維持管理**の段階における、**地元企業の参入(ビジネスチャンス)**や、**地域での洋上風力関連のクラスター形成**が期待される。

洋上風力発電のフェーズ(促進区域における開発の場合)



注: ライフサイクルの各段階の期間は、想定される標準的な期間。促進区域の占有許可の期間は、最大30年間。

洋上風力発電のために必要となる港湾機能の基本的な考え方

洋上風力発電の導入促進に向けた港湾の在り方に関する検討会資料(令和5年5月)～抜粋

- 洋上風力発電事業において求められる機能に応じた役割を有する港湾が存在。
- 効率的な港湾利用の観点からは、求められる場面の異なる港湾機能であっても、必要な施設・能力が近い場合は、同じ港湾に機能を集約することも考えられる。

	港湾に求められる機能	必要な施設・能力(例)	想定される港湾(例)	基本的な類型(案)
各手順 共通	作業船拠点機能 ・SEP船、CTV、調査船等作業船の係留、艀装等	・作業船係留のための船だまり ・艀装用設備や装備製造のための背後用地	作業船拠点港	産業集積港
生産	資機材生産機能 ・風車資機材の生産、保管、搬出入	・重量物である風車資機材を取り扱うための地耐力 ・工場立地のための背後用地	資機材生産港	
施工	設置・組立機能 ・風車資機材の搬入、保管、事前組立、SEP船による積出	・重量物である風車資機材を取り扱うための地耐力	設置・組立港	基地港湾※ (ふ頭)
維持管理	維持管理機能(大規模修繕) ・大規模資機材の交換、修理等	・重量物である風車資機材を取り扱うための地耐力	大規模修繕港	
	O&M機能 ・事務所、資材の保管、CTVの係留	・事務所設置のための背後用地 ・日常的に利用可能なCTVの係留施設	O&M港	O&M港
撤去	維持管理機能(撤去) ・撤去後の風車資機材の保管、解体	・重量物である風車資機材を取り扱うための地耐力	撤去港	

※港湾法に基づき指定され、かつ長期貸付を行うことができる、洋上風力発電設備の設置及び維持管理に利用される埠頭を有する港湾

3. 今後の検討課題

海外の基地港湾におけるO&M拠点の例

○グリムスビー港(イギリス)は、6.5GW(内、建設中2.8GW)の洋上風力発電所の立地を背景に、4か所のO&M拠点があり、複数の発電所のO&Mを集約して実施している拠点も立地している。

◆グリムスビー港におけるO&M拠点



出所: 企業ヒアリングより作成

北九州港におけるO & M拠点、生産拠点の集積に向けた取組事例

洋上風力発電を通じた地域振興ガイドブック(令和4年2月)抜粋

○「風力発電関連産業の総合拠点」の4つの拠点機能

・本市の目指す「風力発電関連産業の総合拠点」は、洋上風力発電事業を支える4つの拠点機能の集積を目指す

①風車積出拠点	風車設置場所へ向けた最終積出基地としての機能
②輸移出入拠点	風車部品の輸出入、移出入拠点としての機能
③O&M拠点	風車のオペレーション及びメンテナンスを行う機能
④産業拠点	背後地に風車関連産業を集積し産業拠点としての機能



○○O&M機能の誘致

(株)北拓グループ
(株)北拓・ジャパン・リニューアブル・エナジー(株)

【提案内容】

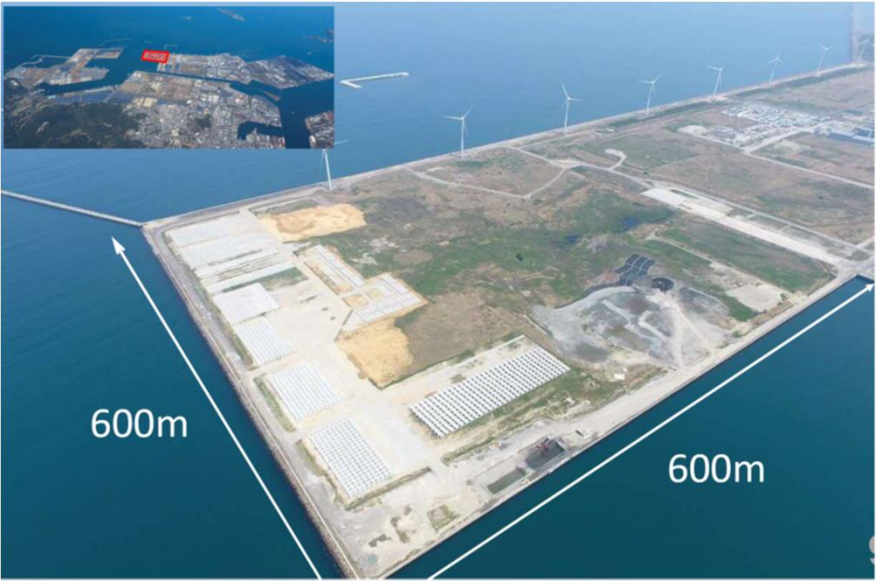
- ・大型風車 3.3MW (洋上設置モデル) ×2基 (H30.1運転開始)
- ・太陽光 3MW (H29.9運転開始)
- ・メンテナンス倉庫兼トレーニングセンターの設置

平成28年10月
メンテナンスパーツの物流倉庫
及びトレーニングセンター開設



【設置風車】
Vestas社製
機種:V112-3.3MW
(洋上設置モデル)

○広大な産業用地



○風車部品の製造経験のあるモノづくり産業

◆技術・ノウハウを有する企業の集積



- ベアリング、軸受け
- ジャケット基礎
- ケーブル
- 発電機、コンバータ
- 増速機

(出所)風力発電関連産業の総合拠点」の形成を目指して(令和2年11月、北九州市港湾空港局)