

洋上風力研究室の活動について

迫 大介*・田所 篤博**・福永 勇介***

* (一財) 沿岸技術研究センター 企画部 主任研究員

** (一財) 沿岸技術研究センター 業務執行理事

*** (一財) 沿岸技術研究センター 研究主幹

本稿では、令和2年度の洋上風力研究室の活動内容について報告する。
キーワード：防食、洗掘、海底地盤調査、講習会、

1. はじめに

地球温暖化が全世界で喫緊の課題となるなか、日本も2050年のカーボンニュートラルを目指すことを2020年10月に宣言した。カーボンニュートラルを達成するためには、二酸化炭素の排出を削減することが重要であり、再生可能エネルギーの一つである洋上風力発電への期待が高まっている。2020年12月に策定された洋上風力産業ビジョン(第1次)では、年間100万kW程度の区域指定を10年継続し、2030年までに1,000万kW、2040年までに浮体式も含む3,000万kW~4,500万kWの案件を形成する、という導入目標が設定されている。日本の風力発電の導入量は、陸上と洋上を合わせても2020年時点で440万kW程度であり、意欲的な導入目標と考えられる。

洋上風力発電の導入促進のため、2016年5月に港湾法が改正され、港湾区域で占用公募制度が導入された。また、2018年12月には、「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の促進に関する法律」(以下「再エネ海域利用法」という。)が成立した。再エネ海域利用法は、一般海域において洋上風力発電を実施可能な促進区域を国が指定し、発電事業者を公募によって選定して、選定された発電事業者が海域を長期に(30年間)占有することを可能とする制度である。再エネ海域利用法の施行により、一般海域にも洋上風力発電設備を設置する環境が整備され、全国各地の適地で具体的な洋上風力発電事業が計画・検討されているところである。令和2年には、長崎県五島市沖、秋田県能代市・三種町及び男鹿市沖、秋田県由利本荘市(北側)・同(南側)、千葉県銚子市沖の4海域で公募が開始された。

沿岸技術研究センターでは、平成29年に「洋上風力研究室」を設置し、洋上風力発電に関する各種調査研究活動を進めている。

ここでは令和2年度における洋上風力研究室の主要な活動状況を以下に記載する。

2. 共同研究について

2.1 洋上風力発電設備支持構造物の防食工法に

関する共同研究

我が国では洋上風力発電設備の導入が進められているが、港外に大規模な洋上風力発電設備を建設した事例は殆どない。このため、先行する海外の設置事例や技術的知見、また我が国の港内における設置事例等をふまえ、洋上風力発電設備支持構造物の防食の設計と維持管理について、通常の港湾鋼構造物と異なる留意事項や参考となる技術情報を整理し、「洋上風力発電設備支持構造物の防食工法の手引き(素案)」を作成することを目的として、電気防食工業会(会員会社：株式会社ナカポーテック、日鉄防食株式会社、日本防蝕工業株式会社)と共同研究を行った。

共同研究で取り扱う、洋上風力発電設備支持構造物の防食上の主な課題としては、以下の用の事項が想定される。

- ◆洋上風力発電設備支持構造物の特徴
 - ・外洋の厳しい環境(波浪・潮流)：洋上風力発電設備は外洋に設置されることが多く、沿岸部の港湾施設とは異なり厳しい海気象条件にさらされる。
 - ・内面の複雑な腐食メカニズム：洋上風力発電設備支持構造物の内部は、半密閉の状態が多く、港湾施設にはあまり見られない複雑な腐食環境となる。
 - ・海洋生物の影響：海水や海底土の中の微生物による鋼材腐食への影響が懸念されている。
 - ・漂砂・洗掘による摩耗や埋設部の変化：海底の漂砂や洗掘の砂による鋼材表面の摩耗や海底面の変化により腐食環境(埋設土中部)も変化する。
 - ・限定された供用期間(腐食しろの導入)：腐食しろによりある程度の腐食を許容した方が、LCCの低減につながる場合がある。
- ◆先行する海外の知見の導入

- ・ 海外規格・基準との整合：DNV や ISO などの国際基準と港湾鋼構造物防食・補修マニュアルなどの国内基準との比較検証
- ・ 効率的なメンテナンス手法：遠隔監視などを活用した効率的なメンテナンス手法の導入など

本研究の詳細については、「洋上風力発電設備支持構造物の防食工法テクニカルレポート」を参照されたい。

2.2 洋上風力発電設備に係る洗掘防止工法の確立に関する共同研究

(1) 共同研究概要

洋上風力発電設備は、厳しい気象海象条件の外洋（一般海域）にも設置されるが、我が国では外洋に洋上風力発電設備を設置した事例はほとんどなく、洋上風力発電設備支持構造物（モノパイルなど）周りの洗掘機構及び洗掘を防止する対策工法については、必ずしも技術的知見が十分には蓄積されていない。洋上風力発電設備への洗掘の影響を図-1 に示す。

網状の袋材に石材を充填した袋型根固材は、防波堤や河川堤防の侵食対策として技術開発が進められ実用化されており、安定性、施工性、維持管理性、経済性の観点から洋上風力発電設備支持構造物周りの洗掘防止工法としても優位性が期待されている。

このため、洋上風力発電設備支持構造物周りの洗掘機構を明らかにし、袋型根固材を用いた洗掘防止工法の合理的で経済的な設計手法の確立を目的として共同研究を行うものである。

共同研究で取り扱う、具体的な研究事項としては以下の事項を想定している。

- ・ 洋上風力発電設備支持構造物周りの洗掘機構の解明
- ・ 袋型根固材の安定性及び洗掘防止効果の評価
- ・ 袋型根固材を用いた洗掘防止工法の設計手法の確立

【共同研究の実施体制】

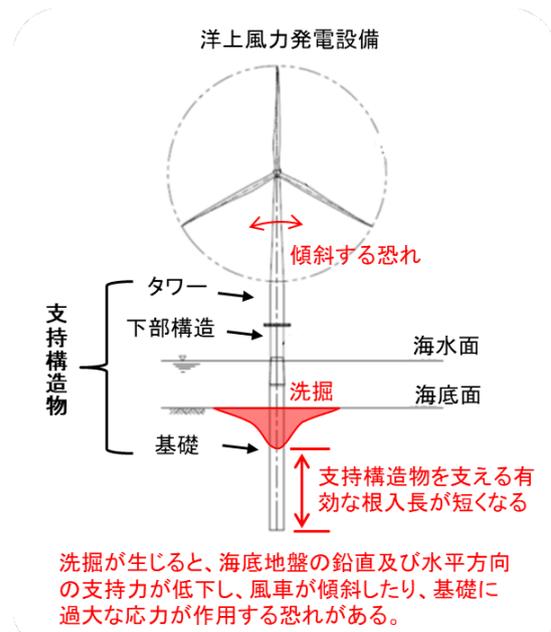
- ・ 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
- ・ 一般財団法人 沿岸技術研究センター
- ・ 洋上風力発電設備洗掘防止工法研究会（構成員）ナカダ産業株式会社、株式会社不動テトラ、前田工織株式会社

【共同研究期間】

令和2年9月30日～令和4年3月31日

【水理模型実験予定】

- ・ 基本実験（令和2年9月～12月）
- ・ 大規模実験（令和3年2月～9月）
- ・ 詳細実験（令和3年9月以降）



洗掘が生じると、海底地盤の鉛直及び水平方向の支持力が低下し、風車が傾斜したり、基礎に過大な応力が作用する恐れがある。

図-1 洋上風力発電設備への洗掘の影響

(2) 洗掘のメカニズムと洗掘防止工

洗掘は、波浪の影響や水の流れにより海底などの土砂が洗い流される現象である（図-2 参照）。

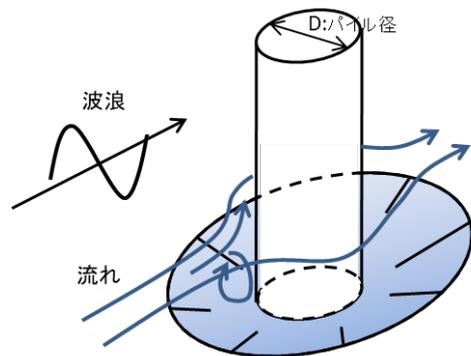


図-2 モノパイル周りの洗掘状況

海底に立設するモノパイル式の洋上風力発電設備では、波高・周期、流速、底質、水深などの要因により、パイル基部周辺に洗掘が発生する。洗掘深はパイル径以上に及ぶこともあり、施設の安全性に深刻な影響を与える恐れがある（図-3 参照）。

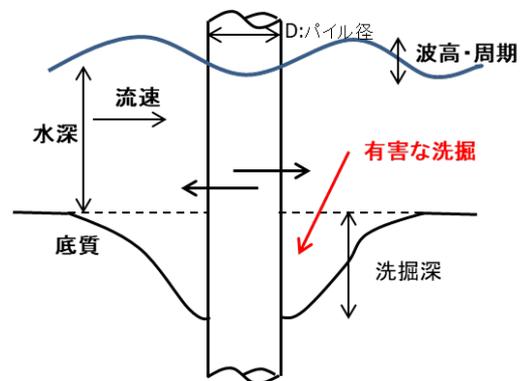


図-3 洗掘の要因

海底に構造物を固定して設置する際は、洗掘により

基部周辺の海底地盤が弛んだり流されないように、洗掘防止工が必要となる。図-4 は袋型根固め材を使用した洗掘防止工法である。

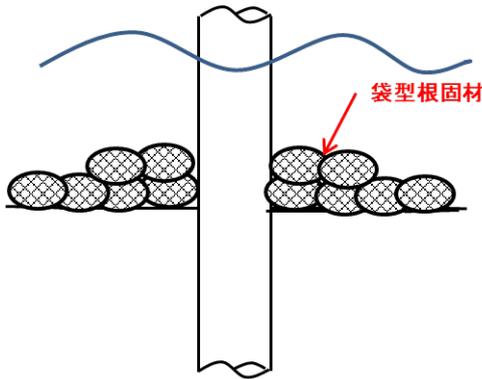


図-4 袋型根固め材による洗掘防止工法

(3) 袋型根固め材

袋型根固め材は、国内の港湾、海岸、河川などで使用される洗掘防止対策工法の一つである。この工法は、網地や構造を強化した網状の袋材に石材を充填して根固め材として使用するもので、被覆効果により海底面の砂の洗掘を抑制するとともに、施工端部の洗掘には追従することで安定するという効果を有している。また、製作・設置が容易で工期短縮が図れるだけでなく、維持管理の容易性も特性として有することから、施工時及び供用時にわたって経済的な洗掘対策工法である。

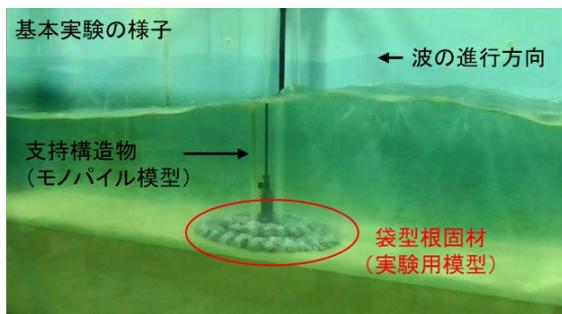


図-5 基本実験の様子

2.3 洋上風力発電設備の実施に向けた研究開発

洋上風力発電の実施に向けた研究開発として、以下の3テーマについて、海上・港湾・航空技術研究所、港湾空港総合技術研究センター及び当センターで2019年度より共同研究を行っている。研究期間は2021年度までであり、本年度に共同研究の結果を報告予定である。

- ① 洋上風力発電施設の建設に用いる船舶の動揺特性及び作業稼働率の評価
- ② 洋上風力発電施設の基礎杭の施工履歴及び変動荷重履歴を考慮した支持力評価
- ③ レグ貫入時の粘性土地盤の挙動や周辺構造物への影響と支持力特性・安定性に関する検討

3. 「洋上風力発電設備に係る海底地盤の調査及び評価の手引き」の作成

洋上風力発電設備はこれまで建設実績の多い港湾構造物と異なり、気象・海象条件が厳しい大水深に設置される。また、洋上風力発電設備の設置間隔は最低でも数百メートルになり、設置範囲も広範囲になるものと想定される。このため、通常の港湾構造物で採用される海底地盤調査の考え方を、洋上風力発電設備へそのまま適用することは難しい場合がある。

このような背景を踏まえ、洋上風力発電設備に係る海底地盤の調査及び評価をより効率的に実施し、安全で経済的な設計を可能とすることを目標として、「洋上風力発電設備に係る海底地盤の調査及び評価の手引き」を作成することにした。

本手引きは、必ずしも地盤調査を専門としない洋上風力関係者に、洋上風力発電設備の設計のための海底地盤調査の全体像を説明することに主眼を置き、以下の目次(案)を想定し全4章から構成する予定である。

また、本手引きの作成にあたり、その内容をより充実化させるため、学識経験者から構成される「洋上風力発電設備に係る海底地盤調査技術検討委員会(委員長:菊池喜昭東京理科大教授)」(以下「検討委員会」という。)を設置し、ご意見・ご指導をいただく。

【目次(案)】

- 1章 はじめに
- 2章 海底地盤調査計画
- 3章 海底地盤調査手法
- 4章 地盤調査結果の取りまとめ方法
- 参考 設計用地盤定数の設定上の留意点

【実施体制】

- ・洋上風力発電設備に係る海底地盤調査技術検討委員会
- ・一般財団法人 沿岸技術研究センター
- ・一般社団法人 海洋調査協会

【経緯と今後の予定】

- ・令和2年 9月 1日 作成作業開始
- ・令和2年10月26日 検討委員会(第1回)
- ・令和3年 1月19日 検討委員会(第2回)
- ・令和3年4~7月 検討委員会(第3回・第4回)
- ・令和3年 秋頃 「洋上風力発電設備に係る海底地盤の調査及び評価の手引き」公表(出版)予定

4. 講習会について

洋上風力発電設備は、その安全性を確保するため、電気事業法・港湾法の各法が定める技術基準に適合する必要がある。これらの技術基準の統一的な解説書として、「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説」(以下「統一的解説」という。)が平成30年3月に

策定された。その後、平成31年4月からは再エネ海域利用法が施行され、港湾区域に加えて一般海域においても洋上風力発電設備の導入が進められていることから、令和2年3月に「統一的解説」の改定が行われた。

「統一的解説」の改定や適合性確認業務の開始など、洋上風力発電設備に関する最新の技術的動向を関係者と広く情報共有し、ひいては洋上風力発電の円滑な推進に寄与することを目的として、「洋上風力発電設備の設計技術・適合性確認に関する講習会」を開催した。

◆第1回講習会

第1回講習会は、Skype for business を用いた双方向通信による開催形式とした(図-6 参照)。聴講者数は約40名であった。講習会プログラムは以下のとおりである。

【講習会プログラム】

- ・ 占用公募制度の運用指針について(国土交通省港湾局海洋・環境課 課長補佐 針谷雅幸)
- ・ 「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説」の改定について(沿岸技術研究センター 主任研究員 岡田理)
- ・ 適合性確認業務について(沿岸技術研究センター 研究主幹 辰巳大介)

双方向通信が可能なSkype for business の特性を活用し、質疑応答の時間を設けることができ、活発な議論が行われた。講習会後のアンケート結果を見ると、オンラインによる講習会は遠方からでも気軽に参加でき効率的であるという、意見が多かった。

なお、第1回講習会は、国土交通省港湾局のご後援をいただいた。ここに記して、深甚なる謝意を申し上げる。



図-6 第1回講習会の配信の様子

◆第2回講習会

第2回講習会は、民間事業者を中心に幅広く参加者を募集したことから、多数の聴講者に対応できるよう一方のライブ配信形式とした(図-7 参照)。建設会社・建設コンサルタント等から、約200名の参加申込があった。講習会プログラムは、第1回講習会と異なり、早稲田大学の清宮理 名誉教授による特別講演を追

加した。講習会プログラムは以下のとおりである。

【講習会プログラム】

- ・ (特別講演) 洋上風力発電設備の設計技術について(早稲田大学 名誉教授 清宮理)
- ・ 「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説」の改定概要(沿岸技術研究センター 研究主幹 辰巳大介)
- ・ 洋上風力発電設備の技術基準について(沿岸技術研究センター 主任研究員 井瀬肇)
- ・ 適合性確認業務について(沿岸技術研究センター 研究主幹 辰巳大介)

講習会後のアンケート結果を見ると、第1回講習会と同様に、オンライン講習会は、会場への移動の手間もなく有益であるという意見が多かった。また、講習会当日は質疑応答の時間を設けなかったが、受講者の方は当センターホームページから講義内容について質問を提出できるようにした。ホームページによる質問受付は、発表内容の理解を深めるうえで有効であるという意見もいただいた。



図-7 第2回講習会の配信の様子

オンラインによる講習会は、沿岸技術研究センターにとって初めての試みであったが、大きなトラブルもなく講習会を実施することができた。新型コロナウイルス感染拡大防止に加えて、移動時間が不要であり遠方の方でも参加しやすいという長所があるので、今後もオンラインによる講習会で洋上風力発電の情報共有を推進して参りたい。

5. その他活動

参加している委員会等を以下に記載する。

- ・ 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(主催:国土交通省)
- ・ 洋上風力発電施工技術研究会(主催:日本埋立浚渫協会)
- ・ 浮体式洋上風力発電に関する勉強会(主催:横浜国立大学)