



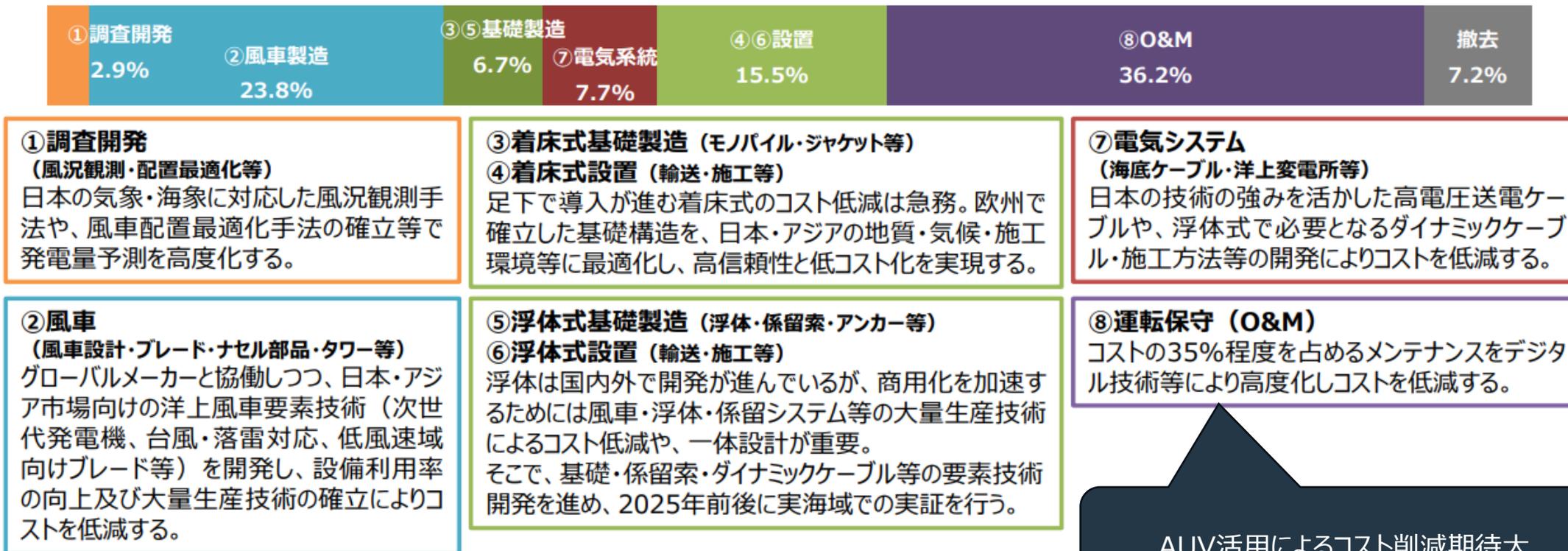
洋上風力の維持管理

2024年8月29日

エクイノールジャパン合同会社
島崎 純志

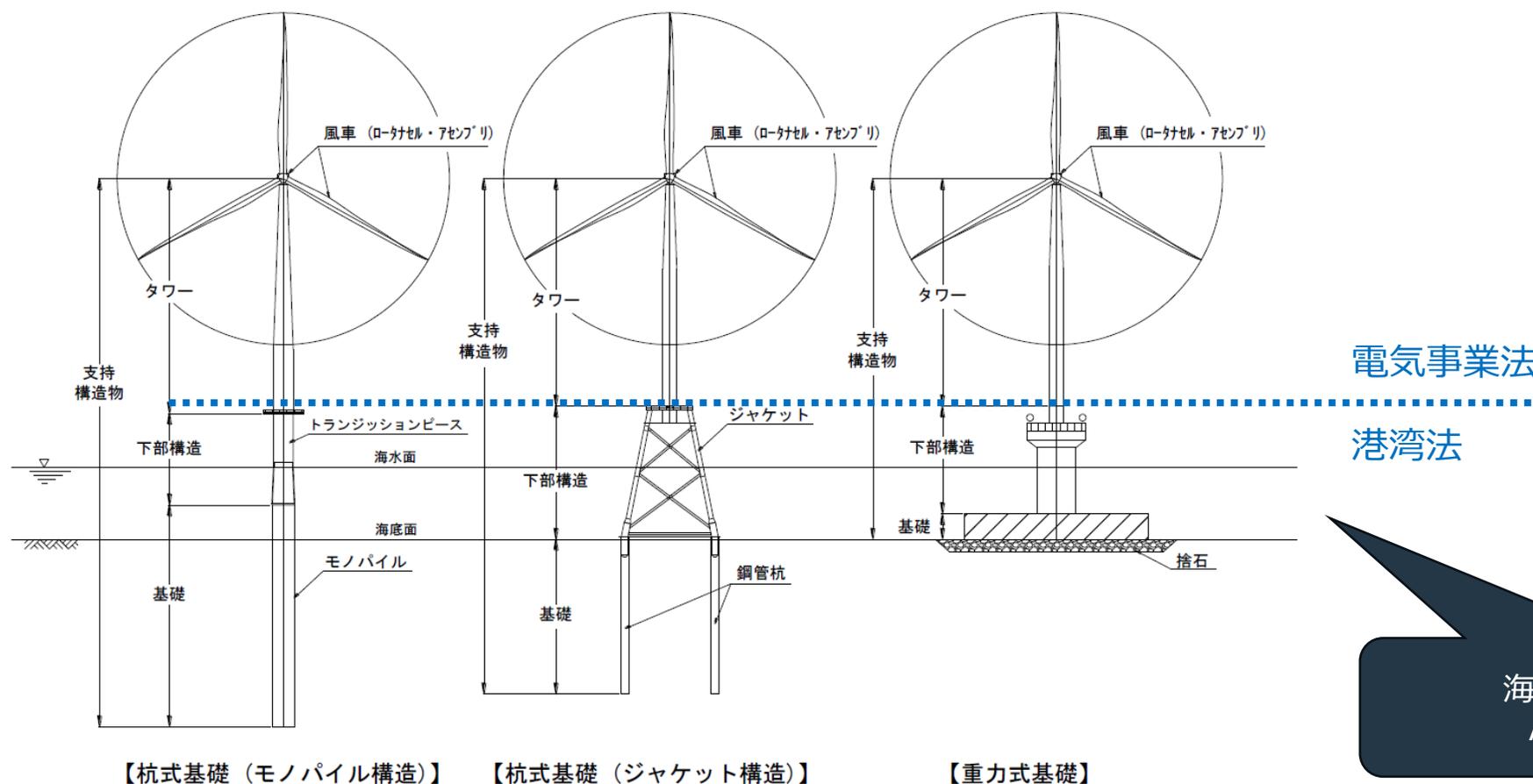
洋上風力のコスト構造で大きな割合を占める維持管理において、AUVの活用期待大

洋上風力サプライチェーンのコスト構造（欧州の着床式の例(※)）



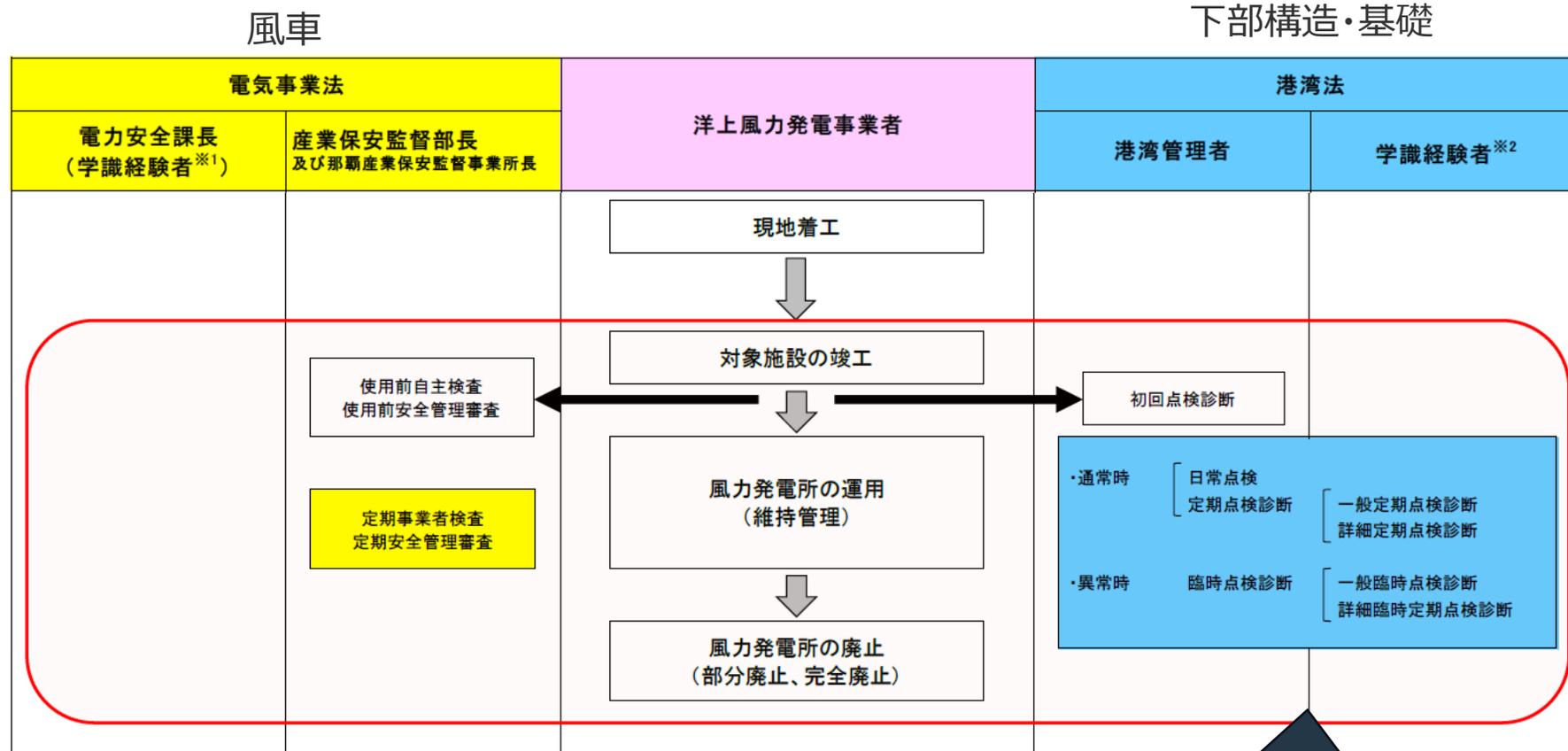
出典：洋上風力の産業競争力強化に向けた 技術開発ロードマップ（NEDO 2021年4月1日）

下部構造・基礎の維持管理にAUVを活用できる可能性大



出典：洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（国土交通省 2020年3月）

下部構造・基礎は港湾法に基づく定期・臨時点検が必要

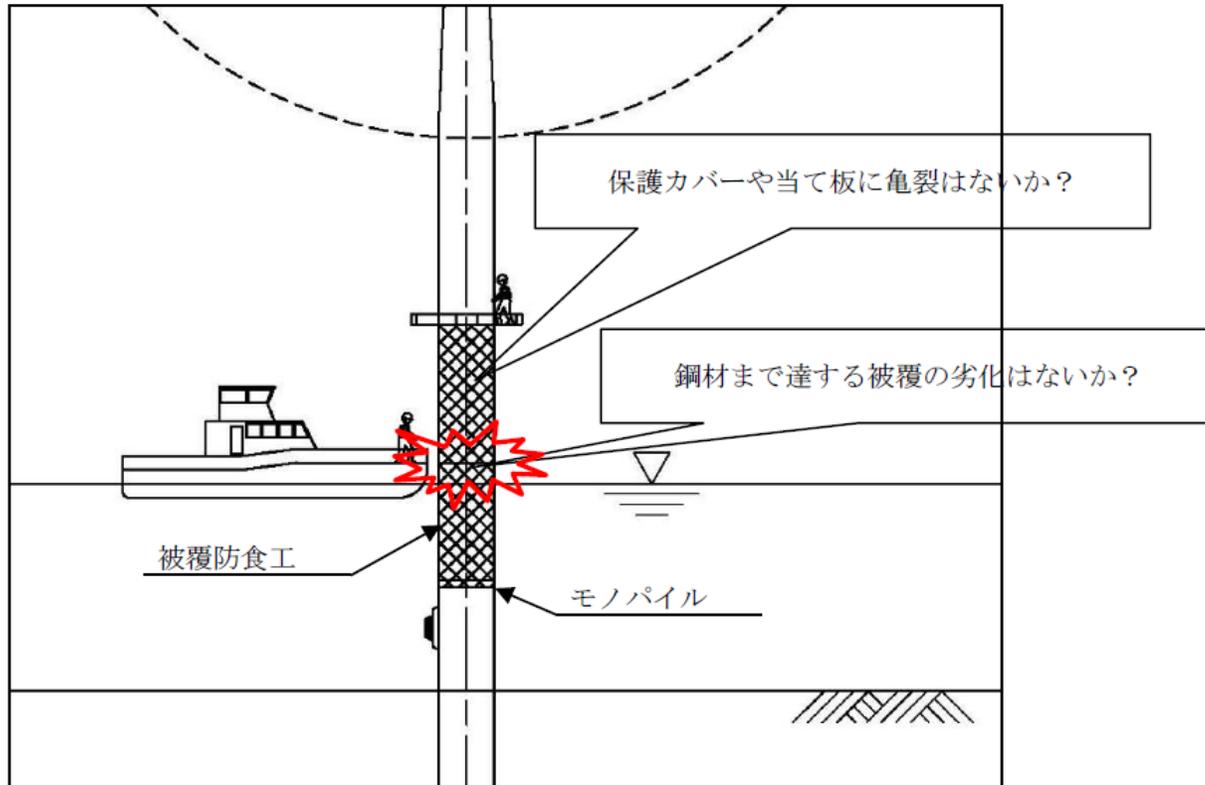


港湾法に基づく点検が必要

出典：洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（国土交通省 2020年3月）

点検例：被覆防食工（塗装）

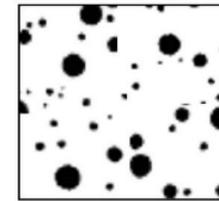
目視点検



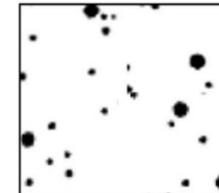
塗装材の健全性評価

i) 塗装の場合

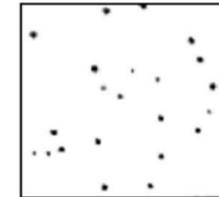
- ・ 塗装材のふくれ、割れ、はがれ、傷、塗膜下あるいは塗膜損傷部の鋼材表面の発錆
- ・ 欠陥面積率（ASTM-D610 を参考に定めた図-2.3.1.3 塗装の場合の欠陥面積率の目安による）



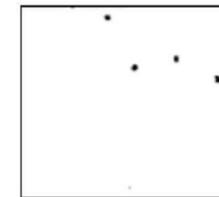
劣化度：a（欠陥面積率=10%）



劣化度：b（欠陥面積率=3%）



劣化度：b（欠陥面積率=0.3%）



劣化度：c（欠陥面積率=0.03%）

劣化度 a：欠陥面積率 10%以上、劣化度 b：0.3%以上 10%未満、

劣化度 c：0.03%以上 0.3%未満、劣化度 d：0.03%未満

図-2.3.1.3 塗装の場合の欠陥面積率の目安

目視や画像解析による外観検査

出典：洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（国土交通省 2020年3月）

点検例：電気防食工

防食電位計測

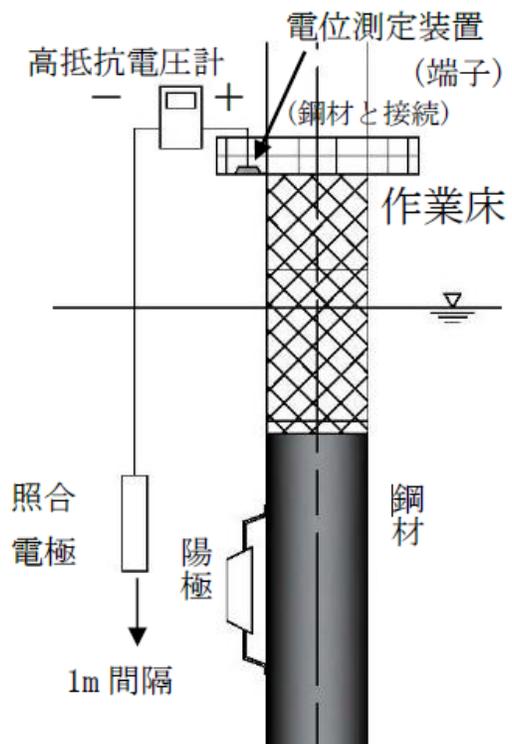


図-2.3.1.5 電位測定方法

犠牲陽極の外観検査



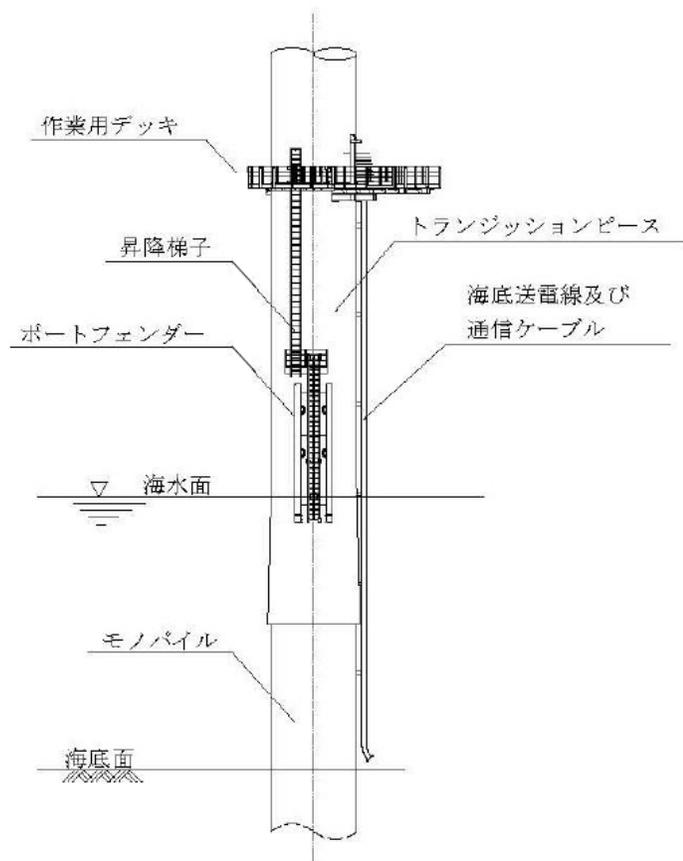
陽極の形状寸法測定状況

電位測定・目視による検査

出典：洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（国土交通省 2020年3月）

点検例：鋼材

モノパイル・トランジションピース・付帯設備



モノパイルの外観検査



潜水目視状況写真

目視による検査
(腐食、亀裂、損傷、変形)

出典：洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（国土交通省 2020年3月）

下部構造・基礎の主な補修工法

部材	維持管理レベル	主な変状	主な補修工法	補修工法を検討する際に参考のできる資料
上部工 (RC)	Ⅱ	コンクリートの劣化・損傷	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ注入 断面修復 電気化学的防食 撤去、更新等 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート標準示方書[維持管理編] 2013年制定(土木学会、平成25年10月) ・港湾コンクリート構造物 維持管理実務ハンドブック(財団法人 沿岸技術研究センター、平成21年9月)
下部工※1 (被覆防食)	Ⅱ	劣化、損傷	<ul style="list-style-type: none"> 部分補修 全面補修 	<ul style="list-style-type: none"> ・港湾鋼構造物 防食・補修マニュアル(財団法人 沿岸技術研究センター、平成21年11月) ・港湾鋼構造物 新しい防食工法・補修工法・維持管理 実務ハンドブック(防食・補修工法研究会、2013年度版)
下部工※1 (電気防食)	I または Ⅱ	防食管理電位が維持されていない	<ul style="list-style-type: none"> ・陽極の取り替え、設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・港湾鋼構造物 防食・補修マニュアル ・港湾鋼構造物 新しい防食工法・補修工法・維持管理 実務ハンドブック
下部工※1 (鋼管杭)	I	腐食による開孔や変形・損傷	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋コンクリートを用いた補修・補強 ・鋼板を用いた補修・補強 	<ul style="list-style-type: none"> ・港湾鋼構造物 防食・補修マニュアル ・港湾鋼構造物 新しい防食工法・補修工法・維持管理 実務ハンドブック
土留護岸 上部工 (RC)	Ⅲ	コンクリートの劣化・損傷	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ注入 表面被覆 断面修復 電気化学的防食 撤去、更新等 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート標準示方書[維持管理編] 2013年制定 ・港湾コンクリート構造物 維持管理実務ハンドブック

部材	維持管理レベル	主な変状	主な補修工法	補修工法を検討する際に参考のできる資料
エプロン	Ⅲ	舗装の劣化・損傷 吸出し、空洞化	<ul style="list-style-type: none"> ・オーバーレイ ・打換え ・撤去、更新等 	<ul style="list-style-type: none"> ・舗装標準示方書 2007年制定(社団法人 土木学会、平成19年3月) ・コンクリート標準示方書[維持管理編] 2013年制定
海底地盤	Ⅲ	洗掘、堆積	<ul style="list-style-type: none"> ・洗掘の場合は埋め戻し等 	—
液版	Ⅲ	損傷、塗装のはがれ等	<ul style="list-style-type: none"> ・交換等 	—
附帯設備	Ⅲ	損傷、変形、腐食、塗装のはがれ等	<ul style="list-style-type: none"> ・交換等 	—

ひび割れや断面の補修、取替などの補修作業が発生

出典：洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（国土交通省 2020年3月）

下部構造・基礎の補修を実施するにあたっての配慮事項

- 施工期間の制約
- 作業時間の制約
- 作業スペースの制約（栈橋の場合は海面と上部工下端とのクリアランス）
- 仮設工（作業足場等）の要否
- 波浪、潮位、潮流の影響
- 船舶を使用する場合はアクセスの難易度
- 関係機関との調整事項 等



AUVによる改善期待

出典：洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説（国土交通省 2020年3月）

ダイバー作業をAUV・ROVに置き換えるメリット

洋上風力や洋上石油・ガスに関連する外洋での作業はダイバー作業を減らす方向で計画されている

- 無人作業による安全性向上：洋上風力では岸から遠く離れた外洋での作業になるため、港湾や沿岸部での作業と異なり波・潮流などの影響を受けやすくダイバーの安全確保がより困難になる。
- 総作業時間の短縮：ダイバーが水中で作業できる時間には制約があり、特に大水深での飽和潜水では水深に比例して作業時間が短くなるため、AUV・ROVに置き換える事で作業時間の制約を減らす事ができる。
- 作業中止基準の緩和：ダイバー作業では危険が伴うような海象条件でもAUV・ROVであれば作業できる可能性がある。



© Equinor ASA

This presentation, including the contents and arrangement of the contents of each individual page or the collection of the pages, is owned by Equinor. Copyright to all material including, but not limited to, written material, photographs, drawings, images, tables and data remains the property of Equinor. All rights reserved. Any other use, reproduction, translation, adaptation, arrangement, alteration, distribution or storage of this presentation, in whole or in part, without the prior written permission of Equinor is prohibited. The information contained in this presentation may not be accurate, up to date or applicable to the circumstances of any particular case, despite our efforts. Equinor cannot accept any liability for any inaccuracies or omissions.