

洋上風力発電事業における船舶への期待

2022年10月12日
一般財団法人 日本海事協会

目次

1. 日本海事協会の風力発電との関り
2. ウィンドファーム認証 について
3. Marine Warranty Survey
4. 関連業界からの船舶・海運への期待

1. 日本海事協会の風力発電との関り

- 2010年 浮体式洋上風力発電共同研究
- 2011年 福島沖洋上風力発電実証プロジェクト
- 風車型式承認、ウィンドファーム認証(陸上) へ拡大

型式認証

大型風車型式認証

設計適合評価や試験機による型式試験の評価など風力発電機に関連する様々な技術規格に基づいた評価を行い、最終的には型式認証書を発行。



小形風車型式認証

小形風車について、国際・国内規格等の要求事項（性能及び安全性）への適合性を評価し、型式認証書を発行。



風力発電所の認証

ウインドファーム認証

風力発電所を建設するサイトの環境条件の評価を行い、その環境条件に基づいて風車及び支持構造物の強度及び安全性が設計上担保されていることを評価・確認し、適合証明書を発行。→ 電気事業法による工事計画審査において活用されている。



風車支持構造物 材料認証

風車支持構造物に以下のいずれにも該当しない材料を使用する場合を想定した認証

- 建築基準法第37条の「指定建築材料」
- 国土交通大臣の認定を受けている材料
- 発電用風力設備に関する技術基準適合に係る性能評価に対する認定を受けている材料

ウインドファーム認証の概要

風力発電所を建設するサイトの環境条件の評価を行い、その環境条件に基づいて風車及び支持構造物の強度及び安全性が設計上担保されていることを確認する。（電気事業法による工事計画届の審査において活用されることを考慮した日本独自の認証）

<ウインドファーム認証に関する技術資料（抜粋）>

- ウインドファーム認証は、日本国内において電気事業法の適用を受ける1基又は複数の風車を設置するプロジェクトを対象とする。認証の対象範囲は、風車又は／及びその基礎を含む支持構造物とする。
- ウインドファーム認証の目的は、**型式認証された風車及び認証対象となる基礎を含む支持構造物の設計が、環境条件及び電気事業法に基づく要求事項に適合しているかどうかを評価することにある。**

<ウインドファーム認証 主な準拠基準>

- ◆ 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令（経済産業省 平成九年三月二十七日通商産業省令第五十三号、最終改正：平成二九年三月三十一日経済産業省令第三二号）
- ◆ 風力発電設備支持物構造設計 指針・同解説（土木学会 2010年）

一般財団法人日本海事協会は、公益財団法人日本適合性認定協会が当該協会の認定基準「風力発電システム：ウインドファーム」に基づき、ISO/IEC 17065（JIS Q 17065）の製品認証機関として認定した認証機関です。



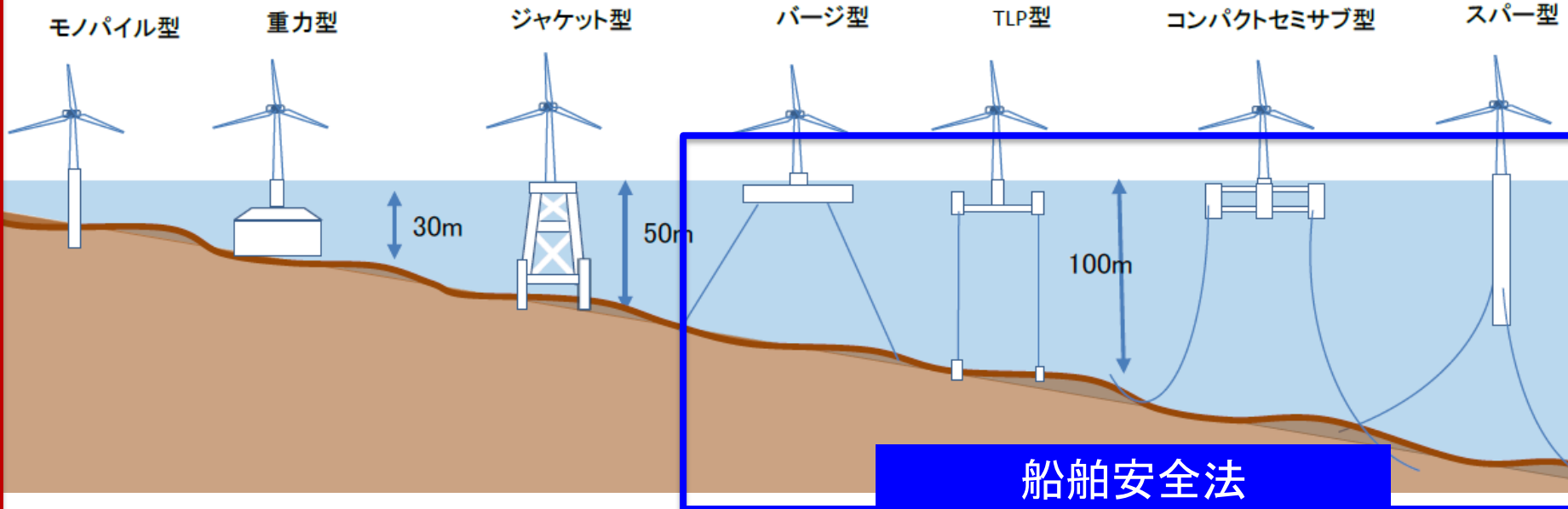
- 公益財団法人日本適合性認定協会ホームページ: <https://www.jab.or.jp/system/service/product/accreditation/detail/453/>

2. ウィンドファーム認証【洋上風力発電所】

洋上風車の場合、風車・支持物の構造に対して電気事業法に加えて港湾法と船舶安全法が適用されることを考慮した対応を行っている。

電気事業法

(発電施設全体)



船舶安全法

(タワー・浮体構造・係留設備)

港湾法

(発電施設全体)

ウィンドファーム認証のモジュール【洋上風力発電所の場合】

(1) サイト条件評価

- 建設場所の環境条件の評価（環境条件には風条件、気温条件、湿度の条件、といった一般的な気象条件や海象条件（洋上の場合）、高度条件、地形、地勢、地震、落雷、系統連系に係る運転方法の変化等を含む。）

(2) 設計基準評価

- 安全な設計及びプロジェクト遂行のために、型式認証の際に適用した設計基準を踏まえて、サイトの条件を考慮した適切な設計基準（設計方針など）が設定されていることの評価

(3) 全体荷重解析評価

- 風車に加え、支持構造物及び支持地盤を含む風車構造全体へのサイト固有の環境条件に対する荷重及び荷重の影響が設計基準に適合するように算定されているかどうかの評価

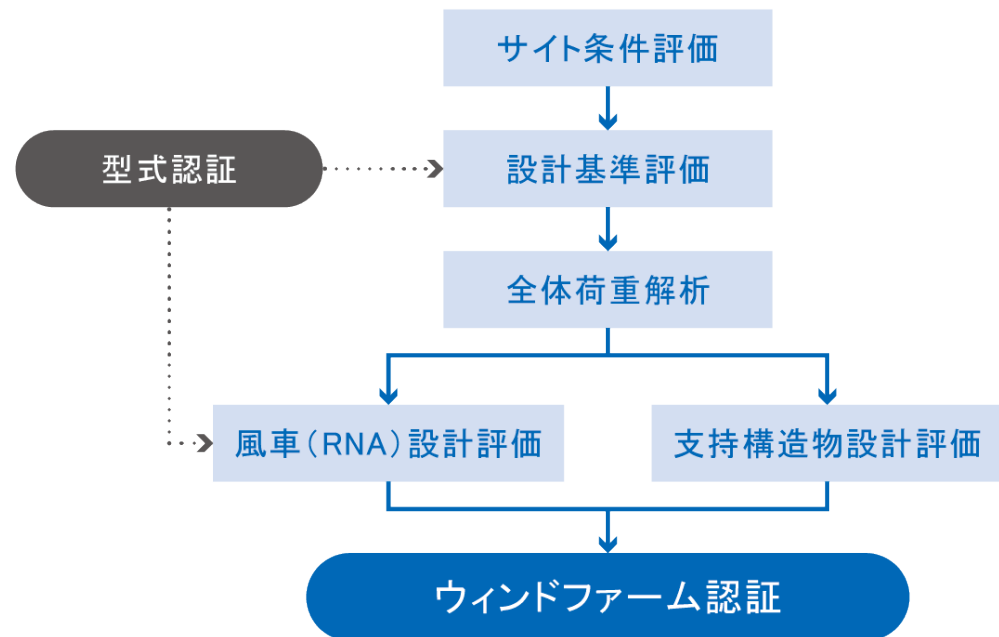
(4) 風車(RNA)設計評価

- 建設場所の環境条件に対して、型式認証された風車(RNA)が構造的な健全性を有することの評価

※RNA: Rotor Nacelle Assembly

(5) 支持構造物設計評価

- 建設場所の環境条件に対する支持構造物の構造的な健全性の評価



※ 洋上風力発電所の場合は、発電事業者からの審査申請のみ可能。
(モジュールごとに分割した審査申請は不可。)

(1) サイト条件評価 ①

- 建設場所の環境条件・外部条件について、事業者が設定した以下に示す設定値が妥当であることについて評価を行う。

分類	項目（例）	設定手法など（例）
風況	① 風車運転時の風況（風車位置・ハブ高さ） ・10分間平均風速、乱流強度、ベキ指数 空気密度など	① 風車運転時の風況 現地での観測データ及びシミュレーションに基づいて各風車位置・ハブ高さでの値を算定
	② 風車暴風待機時の風況（風車位置・ハブ高さ） 【50年再現期間】 ・10分間平均風速、乱流強度、3秒間平均風速 ベキ指数、空気密度など	② 風車暴風待機時の風況 建築基準法に基づく基準風速、シミュレーションに基づいて各風車位置・ハブ高さでの値を算定
海況	① 通常時（風車運転時）の海況（風車位置） ・有義波高、有義波周期、潮位、流れなど	① 通常時の海況 現地での観測データ及びシミュレーションに基づいて各風車位置での値を算定
	② 暴風波浪時の海況（風車位置） 【50年再現期間】 ・有義波高、有義波周期、潮位、流れなど	② 暴風波浪時の海況 建築基準法に基づく基準風速及びシミュレーションに基づいて各風車位置での値を算定

(1) サイト条件評価 ②

- 建設場所の環境条件・外部条件について、事業者が設定した以下に示す設定値が妥当であることについて評価を行う。

分類	項目（例）	設定手法など（例）
地盤・地質	① 海域の海底地形 ② 風車位置での地盤の構成や構造、地盤物性（物理的特性、力学的特性など）	① 海底地形調査 ② 物理探査、地盤ボーリング及びサンプリング、原位置試験及び室内試験などの結果に基づき、各風車位置での設計に必要な値を設定
地震	風車位置における地震波 ① スペクトル適合波 ② 観測波 ③ サイト波	①及び②については、「発電用風力設備の技術基準の解釈について」に規定される稀に発生する地震動及び極めて稀に発生する地震動として設定 ③については、港湾の施設の技術上の基準に規定される港湾レベル1 地震動として設定（必要に応じて港湾レベル2地震動も考慮する）
その他環境条件	津波、積雪、海氷・着氷、海中付着生物 温度・湿度、海水密度、落雷	関連法規、周辺自治体の条例、現地での観測データ等に基づき、サイト固有の値を設定

(2) 設計基準評価

- 安全な設計及びプロジェクト遂行のために、型式認証の際に適用した設計基準を踏まえて、サイトの条件を考慮した適切な以下に示す設計基準（設計方針など）が設定されていることを評価する。

設計基準 Part A サイト条件 (例)	設計基準 Part B 風車及びタワー関連 (例)	設計基準 Part C 基礎関連 (例)
作成者：事業者	作成者：風車メーカー	作成者：基礎設計者
1) 風車の設置地点 2) 風条件 3) 波条件 4) その他の海象条件 5) 地盤・地質条件 6) 地震条件 7) その他の環境条件 8) 制約条件など ※サイト条件評価と重複する内容を含む	1) 適用基準及び規格 2) サイト条件 3) 風車・タワーの仕様 4) 設計方針（要求性能と照査項目、使用材料など） 5) 荷重計算に関わる設計パラメータ、及びその荷重解析手法の妥当性 6) 荷重ケース表 7) 部分安全係数 8) 荷重解析モデルの概要 9) シミュレーションの詳細 10) 極値及び疲労に関する設計荷重及び応答解析 11) 材料及び溶接 12) 塗装及び防蝕システム	1) 適用基準及び規格 2) サイト条件 3) 支持構造物の仕様（付帯設備を含む） 4) 設計方針（要求性能と照査項目、使用材料など） 5) 荷重計算に関わる設計パラメータ、及びその荷重解析手法の妥当性 6) 荷重ケース表 7) 部分安全係数 8) 荷重解析モデルの概要 9) シミュレーションの詳細 10) 極値及び疲労に関する設計荷重及び応答解析 11) 材料及び溶接 12) 塗装及び防蝕システム

(3) 全体荷重解析評価

- 風車に加え、支持構造物及び支持地盤を含む風車構造全体へのサイト固有の環境条件に対する荷重及び荷重の影響が設計基準に適合するように算定されているかどうかを評価

＜主な評価項目＞

1. 外部条件と設計条件の組み合わせ

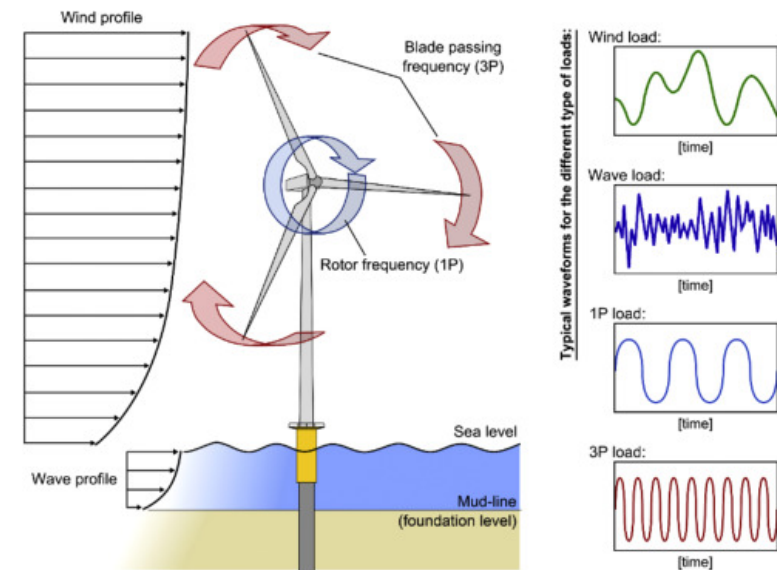
- 風車運転状態（風車運転時の風況＋通常海況）
- 風車暴風待機状態（風車暴風待機時の風況＋暴風波浪時の海況）
- 地震発生時（風車運転時／風車緊急停止時／風車待機時）

2. 現場の状況と風車の運転および安全システムを参照して定義された設計荷重ケース

3. 部分安全係数

4. 計算方法（シミュレーション手順、シミュレーションの数、および風と波の負荷の組み合わせなど）

5. 全体荷重解析として実施する解析モデル及びその結果の妥当性検証結果



風車運転状態の解析イメージ
 （風車運転・風・波・流れ・地盤の影響を同時に考慮して解析を実施）

図の出典：Wind Energy Engineering, A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines, P276

(4) 風車 (RNA) 設計評価

- 建設場所の環境条件に対して、型式認証された風車(RNA)が構造的な健全性を有することの評価

＜主な評価項目＞

- 以下の項目の内容を精査することにより、全体荷重解析で得られたサイト条件に基づくサイト固有の荷重に対して、風車が構造上安全であることの確認
 - ① 型式認証時に設定した設計荷重（認証設計荷重）と全体荷重解析から得られたサイト固有の荷重との比較
 - ② サイト固有の荷重が型式認証時に設定した設計荷重（認証設計荷重）を超えた場合の、各コンポーネントの詳細な計算／分析結果。
 - ③ 型式認証では完全に包含されていない、サイト向けに新たに変更された、または強化された部品およびシステムに関する仕様及びその妥当性検証結果。
- 電力ケーブルについて、海底面から風車基礎に取り込まれる部分の保護設計についても、風車 (RNA) 設計評価の対象とする。

(5) 支持構造物設計評価

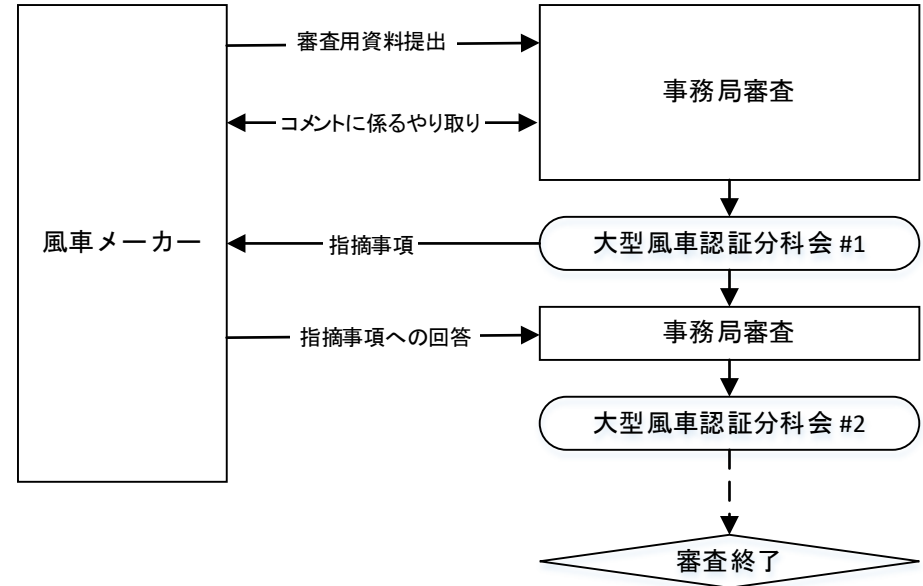
- 建設場所の環境条件に対して支持構造物が構造的な健全性を有することの評価

＜主な評価項目＞

- 以下の項目の内容を精査することにより、全体荷重解析で得られたサイト条件に基づくサイト固有の荷重に対して、支持構造物が構造上安全であることの確認
 - ① 全体荷重解析の結果に関する支持構造の詳細設計計算書
 - ② 支持構造の詳細な構造設計の設計図と計算書
 - ③ 洗堀防止工、着船設備等の支持構造物に関連する付帯設備に係る設計図と計算書

- 審査の流れ：
- (1) サイト条件評価【RNA関連のみ】
 - (2) 設計基準評価【RNA関連のみ】
 - (3) 全体荷重解析評価【RNA関連のみ】
 - (4) 風車（RNA）設計評価

- ① 事業者又は風車メーカーより提出された審査資料について、まずは本会職員で構成される事務局（以下、事務局）にて審査を実施。
- ② ①の内容が整った段階で大型風車認証分科会において専門家で構成される委員に対し事務局が説明する形での審査を実施。
- ③ 技術基準等への適合が確認されるまで①及び②の審査を繰り返す。
(図の破線の矢印は必要に応じて大型風車認証分科会を繰り返すことを意味する。)
- ④ 全ての項目に対して技術基準等への適合が確認されれば審査終了。



ウィンドファーム証明書及び認証評価報告書の発行体系【洋上風力発電所の場合】

ウィンドファーム認証書：Windfarm Certificate

サイト条件適合証明書：Site Condition Conformity Statement

認証評価報告書（サイト条件評価）

設計基準適合証明書：Design Basis Conformity Statement

認証評価報告書（設計基準評価）

全体荷重解析適合証明書：Integrated Load Analysis Conformity Statement

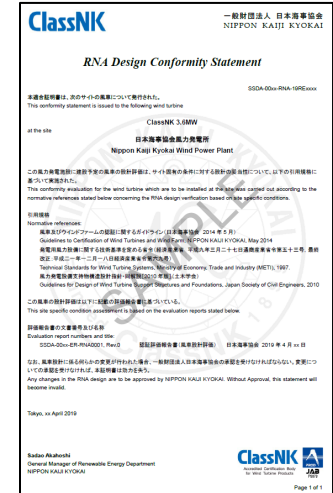
認証評価報告書（全体荷重解析）

風車設計評価適合証明書：RNA Design Conformity Statement

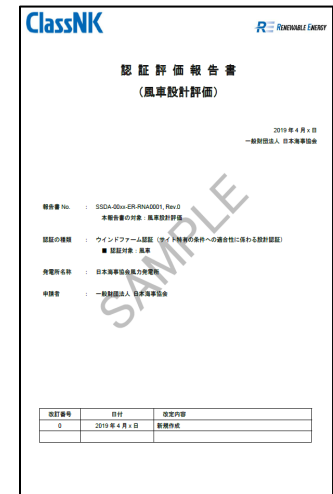
認証評価報告書（風車設計評価）

支持物設計評価適合証明書：Support Structure Design Conformity Statement

認証評価報告書（支持物設計評価） + チェックリスト



適合証明書の例



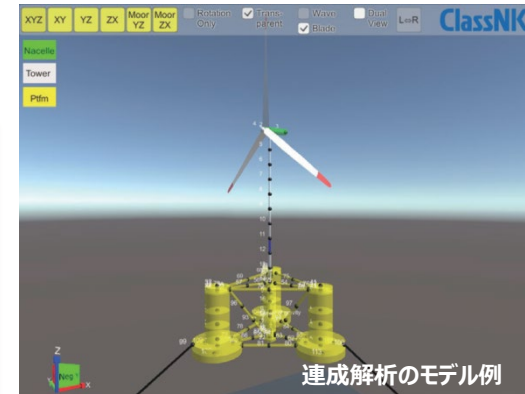
認証評価報告書の例

設計番号	日付	発行/発行
2	2019年4月8日	最終作成

船級検査

設計審査

- 浮体式洋上風力発電設備に関するガイドラインに基づき、浮体・タワー・係留設備に関する設計審査を実施。
- サイト条件（風況・海況など）の設定、風車／浮体連成解析、支持構造物の設計評価は、ウィンドファーム認証と同時に審査。
- 使用する鋼板・艀装品はNK承認品であることを確認。



建造・現地工事の検査

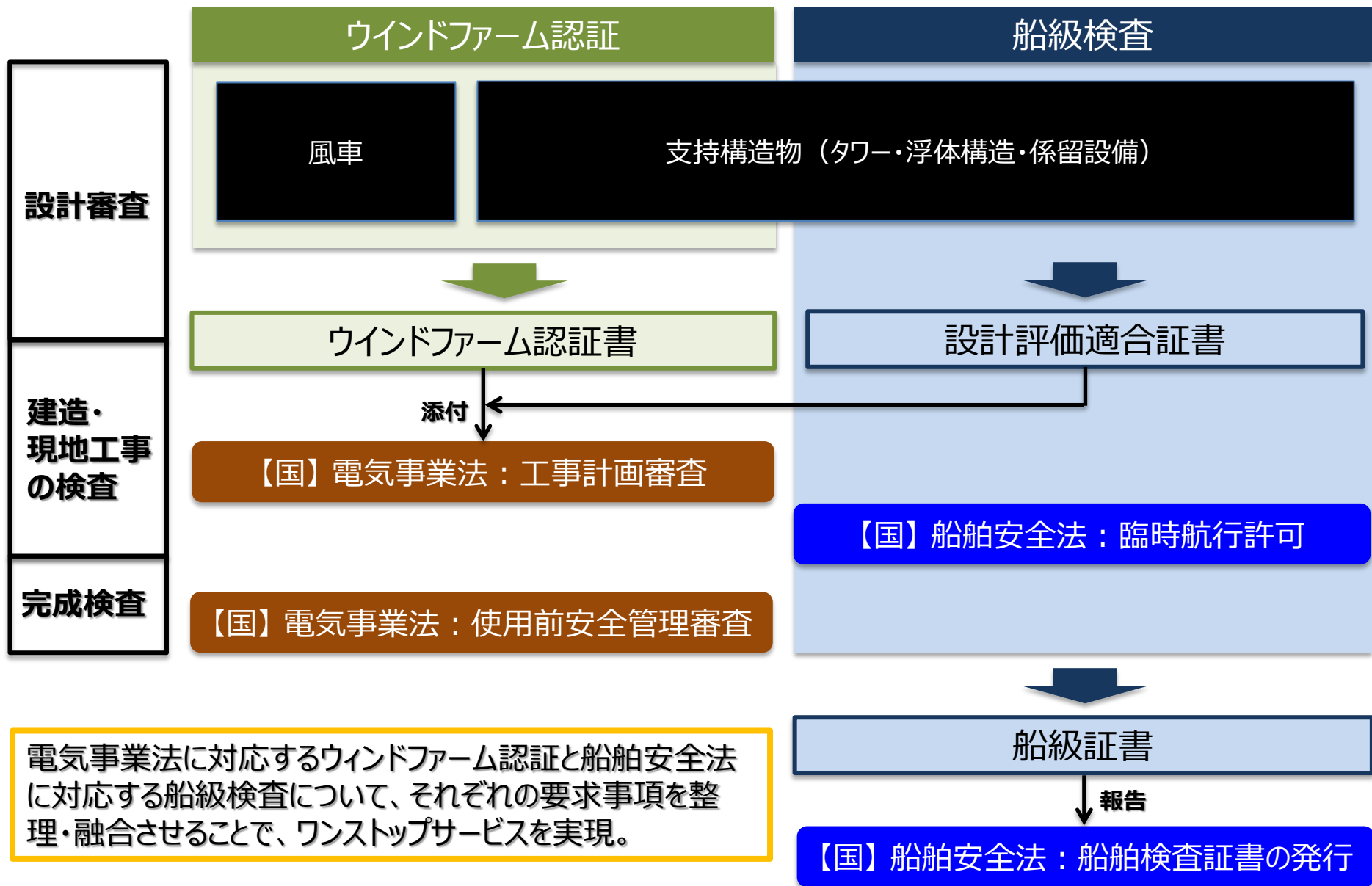
- 以下の項目に係る立会検査を実施。
 - 浮体構造・タワーの製造中立会検査
 - 係留設備に使用するチェーン・アンカー等の出荷検査
 - 製造工場での試験（水圧試験など）、設置工事での試験（把駐力試験など）への立会



完成検査

- 現地サイトへの設置完了後に、風車の制御システムや浮体のバラストシステムなどの確認試験に立会する。





電気事業法に対応するウインドファーム認証と船舶安全法に対応する船級検査について、それぞれの要求事項を整理・融合させることで、ワンストップサービスを実現。

3. Marine Warranty Survey

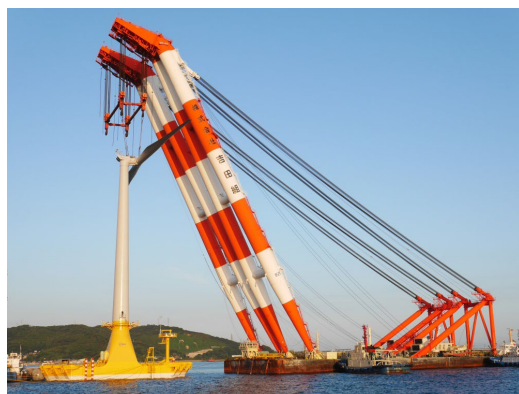
積出し



輸送



設置



ケーブル敷設



□ MWS検査員は作業を開始する前に**承認証明書**（Certificate of Approval: CoA）を発行する。

大型案件については、再保険会社が指定したMarine Warranty SurveyorがMWSを実施することが保険の条件。NKは大手再保険会社（4社）からMWS実施機関として指定を受けている。

Accreditation from major Re-insurance companies

CODAN

Codan Group AG
Eckstrasse 10
Dietrich
Telephone: +45 33 05 51 51
info@codan.dk

Copenhagen, 2018-11-08

To whom it may concern

The Codan Group is part of the RSA Insurance Group plc. RSA is one of the world's leading multinational insurance groups and has approximately 13,500 employees and services roughly nine million customers. RSA operates globally and provides products and services in over 100 countries.


Codan offers a broad portfolio of insurance products and solutions to private and commercial customers across the global scale. Codan is known as the market leader for offshore wind energy.

Related to wind turbine insurance for onshore and offshore wind farms, we have approved ClassNK (NIPPON KAIKI KYOKAI, 4-7, KIOI-CHO, CHIYODA-KU, TOKYO, 102-8567, JAPAN) as Marine Warranty Surveyor. This approval covers the geographies of Japan, Taiwan, Korea, China, Hong Kong and Vietnam.

Yours sincerely,


Jonas Desgard
Senior Sales Manager
International Offshore Wind Energy

Direct: +45 3355 5321
Mobile: +45 3037 8770
Email: jds@codan.dk

 **Swiss Re**

To Mr Daniel Alexander Hein
NIPPON KAIKI KYOKAI, 4-7, KIOI-CHO,
CHIYODA-KU, TOKYO, 102-8567,
JAPAN

Swiss Reinsurance Company Ltd
Hong Kong Branch
51st Floor, Central Plaza
18 Harbour Road
Wanchai, Hong Kong
Phone +852 2 827 4345
Fax +852 2 827 6033
www.swissre.com

December 14, 2016

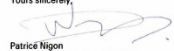
Accreditation of Class NK as Marine Warranty Surveyor for Offshore Windfarms

Dear Sir,

We have the pleasure to confirm the accreditation by our company of Class NK (NIPPON KAIKI KYOKAI, 4-7, KIOI-CHO, CHIYODA-KU, TOKYO, 102-8567, JAPAN) as Marine Warranty Surveyor for the construction and operation of offshore windfarms.

This accreditation is valid for the windfarms in operation until 31/12/2018 and for the construction projects (including before 31/12/2018). The territory of this accreditation is the Asia/Pacific region, including Japan, Taiwan, Republic of South-Korea, PR China, Hong Kong, and Vietnam.

Yours sincerely,


Patricia Nigon
Head of Global Engineering Asia
Swiss Reinsurance Company Limited HK Branch

 **GCube Underwriting Ltd.**

GCube Underwriting Limited,
155 Fenchurch Street,
London EC3M 6AT,
17 July 2017

Dear Sir / Madam,

Further to the presentation kindly given by ClassNK ("Nippon Kaiji Kyokai"), we, GCube Underwriting Limited, can confirm that we are satisfied with the services that ClassNK is able to provide. As such, ClassNK has now been added to our pool of approved Marine Warranty Surveyors. The territories which we hereby approve ClassNK to undertake Marine Warranty Surveying services are: Japan, South Korea, China, Hong Kong, Taiwan, and Vietnam.

Yours faithfully,


Tracy Ailin Ming ACU
Head of Offshore Wind

GCube Underwriting Limited
155 Fenchurch Street
London
EC3M 6AT
Tel: +44 (0) 207 977 0265
Mob: +44 (0) 752 766 3447



GCube Underwriting Ltd, Fenchurch Street, 155 Fenchurch Street, London EC3M 6AT, UK. (020) 7577 0267. www.gcube.com
An Insurer and Regulated by the Financial Conduct Authority (Registration - Fingerprint: 360496) (UK) No. 594791-16



canopi.us
PO Box 81, 1001
Boschweg 100, 1000
The Netherlands
T +31 (0) 20 562 9510
info@canopi.us

Amsterdam, December 1st 2016

Accreditation of Class NK as Marine Warranty Surveyor for Offshore Wind Farms

To whom it may concern

We have the pleasure to confirm the accreditation by our company of Class NK (NIPPON KAIKI KYOKAI, 4-7, KIOI-CHO, CHIYODA-KU, TOKYO 102-8567, JAPAN) as Marine Warranty Surveyor for the construction and operation of offshore windfarms. The approved territories are: Japan, South Korea, China, Vietnam and Taiwan.

Yours sincerely,


Naamen Khatib MSc, Eng.
Head of Renewable Energy
Canopus Managing Agents Ltd

Phone: +31 20 760 544
Mobile: +31 6 4010 1026
Email: naamen.khatib@canopus.com

Rijksoverheid
Directie van de Rijksinspectie voor de Arbeid
Postbus 10000, 2500 CA Den Haag
T +31 (0) 70 300 0000
W www.rijksoverheid.nl

MWSにおける検査項目

書面審査(設計計算書、施工方法、施工マニュアル)

- 施工場所の海底地層評価、海象条件
- 積出し解析(吊上げ、吊金具)
- 曳航、輸送中の解析(固縛、安定性解析、ボラードの強度)
- 投錨位置及びアンカーハンドリング方法(ケーブル等とのクリアランス)
- 作業場所の位置決め手順
- (洋上での)吊上げ、吊上げ状態の解析(クレーン能力、吊金具)
- 設置作業手順(パイル打設、グラウチング)



画像出典:IOEC社 HP (ioec.com)

MWSにおける検査項目

洋上施工に使用される船舶及び設備の事前検査

- タグボート
- クレーンバージ
- SEP
- アンカー、チェーン、接続金具
- ワイヤー、吊金具
- 係留ロープ
- ウィンチ
- その他

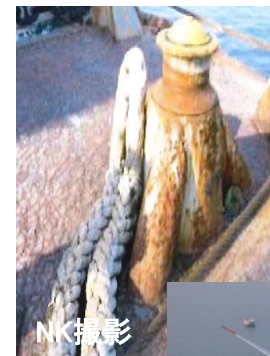


NK撮影

MWSにおける検査項目

施工中の現地検査及び作業承認書の発給

- 作業開始時の気象海象条件チェック
- 積み出し作業の手順、バラスト状態
- 曳航準備の手順(ウィンチ、ホーサー、ワイヤー保護・管理)
- 輸送(固縛状態、経路、天候の変化)
- 係留位置及び手順
- 洋上での吊上げ作業(クリアランス、荷重チェック)
- 設置作業(位置、水平度、パイリング、グラウチング)



NK撮影



NK撮影



"offshore wind construction"
searched by Google engine

4. 関連業界による船舶・海運への期待



SEP船



CTV



ケーブル敷設船



SOV

作業船の需要

- Europe's offshore wind expansion will depend on vessel availability
- ウクライナ侵攻➡ REPowerEU(2022年5月)
- ヨーロッパにおける再エネ拡大加速

関連業界

- 官庁
- 発電事業者
- EPC

まとめ

- Marine Warranty Survey : 船舶に関する知見をフル活用 → 安全な洋上工事で官民一体のコスト削減に貢献
- 洋上工事 : 海象と船舶の許容有義波高
- 2030年に10GW達成のための洋上工事に必要な作業船の確保
需要予測、輸入、開発、建造



THANK YOU

for your kind attention