

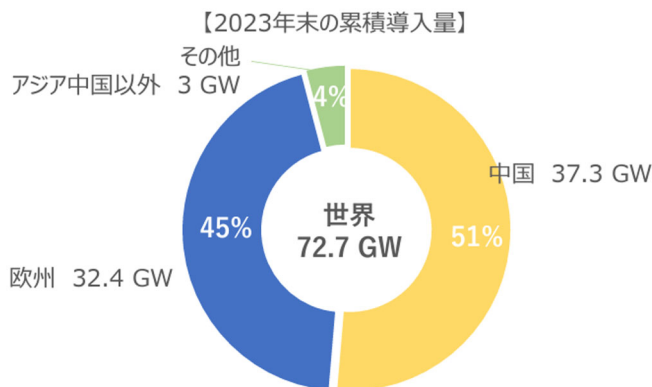
特集：洋上風力発電

洋上風力発電設備の認証について

一般財団法人 日本海事協会  
岩下 智也・中山 伸

1. はじめに

世界的な脱炭素の潮流において、再生可能エネルギーの開発・活用が加速しており、特に洋上風力発電については、**図 1** に示す通り世界各国で開発が進んでいる。このような状況において、我が国でも 2019 年に洋上風力発電を推進する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（再エネ海域利用法）が施行され、洋上風力発電所を建設する海域の指定と開発事業者を選定する入札が開始された。また、2020 年には「洋上風力産業ビジョン」の発表があり、洋上風力発電については、2030 年までに 1 ギガワット (GW)、2040 年までに最大 4.5 ギガワット (GW) の導入目標が掲げられた。なお、第 6 次エネルギー基本計画におけ 2030 年時点における電源構成を **図 2** に示す。



(GW)	2022		2023	
	新規導入量	累計	新規導入量	累計
<b>合計/累計</b>	<b>7.7</b>	<b>62.0</b>	<b>10.7</b>	<b>72.7</b>
<b>欧州</b>	<b>3.1</b>	<b>29.5</b>	<b>2.9</b>	<b>32.4</b>
英国	2.6	13.8	0.9	14.7
ドイツ	0.3	8.1	0.3	8.4
ベルギー	0.0	2.3	0.0	2.3
デンマーク	0.0	2.3	0.4	2.7
オランダ	0.1	2.6	1.4	4
その他	0.0	0.3	0.0	0.4
<b>アジア</b>	<b>4.6</b>	<b>32.5</b>	<b>7.8</b>	<b>40.3</b>
中国	4.1	30.5	4.1	37.3
日本	0.0	0.1	0.0	0.2
その他	0.5	2.0	0.6	2.8
<b>アメリカ</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
米国	0.0	0.0	0.0	0.0

図 1 各国地域別の洋上風力発電の導入実績

出典：自然エネルギー財団 インフォパック「洋上風力発電の動向：世界と日本における現状（第 5 版）」

## 2030年度の発電電力量・電源構成

[億kWh]	発電電力量	電源構成
石油等	190	2%
石炭	1,780	19%
LNG	1,870	20%
原子力	1,880~2,060	20~22%
再エネ	3,360~3,530	36~38%
水素・アンモニア	90	1%
合計	9,340	100%

※数値は概数であり、合計は四捨五入の関係で一致しない場合がある

[億kWh]	発電電力量	電源構成
太陽光	1,290~1,460	14%~16%
風力	510	5%
地熱	110	1%
水力	980	11%
バイオマス	470	5%

※数値は概数。

図2 2030年度の発電電力量・電源構成

出典：[経済産業省資源エネルギー庁 2030年度におけるエネルギー需給の見通し](#)

また、2020年10月に日本政府から2050年カーボンニュートラルに係る宣言が発表され、これを実現するため、エネルギー・産業部門の構造転換、大胆な投資によるイノベーションの創出といった取組を大きく加速することを目的にグリーン成長戦略が策定されている。このグリーン成長戦略において、洋上風力発電に対しては、規制緩和や法令に基づく審査の合理化などに加え、「技術開発ロードマップ」（2021年4月策定）に基づき、特にサプライチェーン構築に不可欠な風車や中長期的に拡大の見込まれる浮体式等について、グリーンイノベーション基金の活用などによる実海域での実証や、要素技術開発を加速している。

このような状況において、一般財団法人日本海事協会（以降、NK）では、洋上風力発電に対する法規制に基づく構造上の安全に係る審査やファイナンス等に利活用される認証サービス、洋上工事の保険付保で必要となるマリンワランティサーベイなど様々なサービスを提供している。本稿では、洋上風力発電の安全に対する法規制の内容と、それらの法規制に対応するNKのサービスについて概説する。

## 2. 洋上風力発電設備の種類と法規制の概要

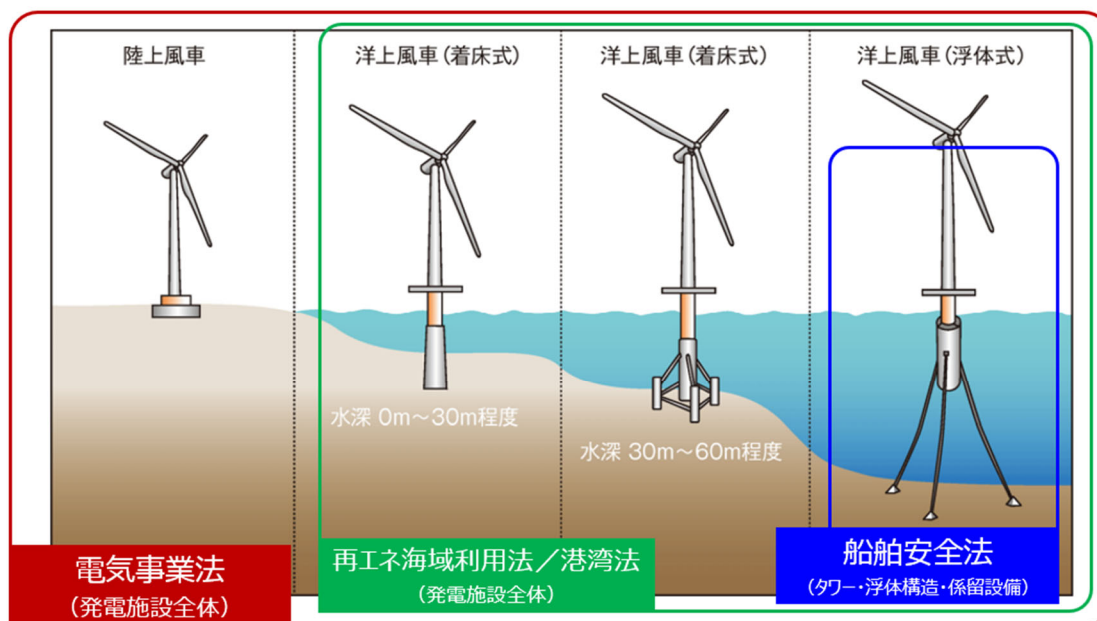
洋上風力発電設備については、図3に示すように着床式と浮体式に分類され、構造上の安全に係る法規制としては、発電施設全体に対して電気事業法、再エネ海域利用法（同法に基づく一般海域の場合）、港湾法の規制が適用される。また、浮体式の場合は、タワー・浮体構造・係留設備に対しては船舶安全法による規制も適用される。

## <風力発電所の安全に対する法規制の概要>

風車・発電所全体：電気事業法

洋上風車（着床式・浮体式）：港湾法

浮体構造・係留（浮体式）：船舶安全法



図の出自：NEDO再生可能エネルギー白書

図3 風力発電所の安全に対する法規制の概要

(NEDO 再生可能エネルギー白書の図に筆者が加筆)

### 2.1 電気事業法による規制

風力発電所については電気事業法による規制の対象であり、出力 500 キロワット (kW) 以上の風力発電所の場合には、工事計画の事前届出が必要とされている。また、同時に、当該工事計画のうち、風車及びその支持構造物（タワー／下部工／基礎／浮体構造／係留設備）については、電気事業法に基づいて定められている「発電用風力設備に関する技術基準」に適合するものであることについて、経済産業大臣の登録を受けた者の確認（以降、適合性確認）を受けることが定められている。

これら電気事業法による規制への対応として、NK ではウィンドファーム認証（以降、WF 認証）を実施し、さらに適合性確認を行う機関として経済産業大臣の登録を受けており、これらを組み合わせたサービスを提供することで、発電事業者、風車メーカー、EPC 事業者など関係者のそれぞれのニーズに細かく対応している。これらの詳細については、次節にて紹介する。

### 2.2 再エネ海域利用法／港湾法による規制

再エネ海域利用法による海域の占有を行う場合は、同法による規制を受ける。また、港湾法及び港湾法施行規則により、洋上風力発電設備（着床式及び浮体式）については、港湾の施設の技術上の基準への適合が定められており、その適合性については国土交通大臣の登録を受けた確認機関による適合性確認が必要となる。

この港湾法に基づく適合性確認については、国土交通大臣の登録を受けた確認機関である一般財団法人沿岸技術研究センター（CDIT）が実施しており、CDIT と NK は合同審査を実施することで、適合性確認の申請者の負担軽減を図っている。

## 2.3 船舶安全法による規制

船舶安全法及び船舶安全法施行規則により、浮体式洋上風力発電設備は特殊な構造又は設備を有する船舶として定義されており、タワー・浮体構造・係留設備については同法の規制を受けることが定められており、浮体式洋上風力発電設備技術基準への適合及び国による検査を受ける必要がある。

これら船舶安全法の規制においては、国土交通大臣の登録を受けた船級協会が検査を実施すれば、国が検査したものとみなすことになっている。NK は国土交通大臣の登録を受けた船級協会であり、浮体式洋上風力発電設備に対する船級検査を提供している。

## 3. 洋上風力発電に係る認証業務

### 3.1 電気事業法の規制に対応する NK サービス

電気事業法による規制については、前 2.1 項において、工事計画の事前届出及び技術基準への適合性確認が必要である旨を紹介した。この適合性確認については、2023 年 3 月 20 日に施行された電気事業法の改正によって開始された制度である。この制度開始前には、民間認証である WF 認証が工事計画の事前届出に係る国の審査で活用され業界でも WF 認証の取得が一般化していたことを踏まえ、NK では、図 4 に示すように WF 認証と適合性確認を融合させる形でサービスを提供している。

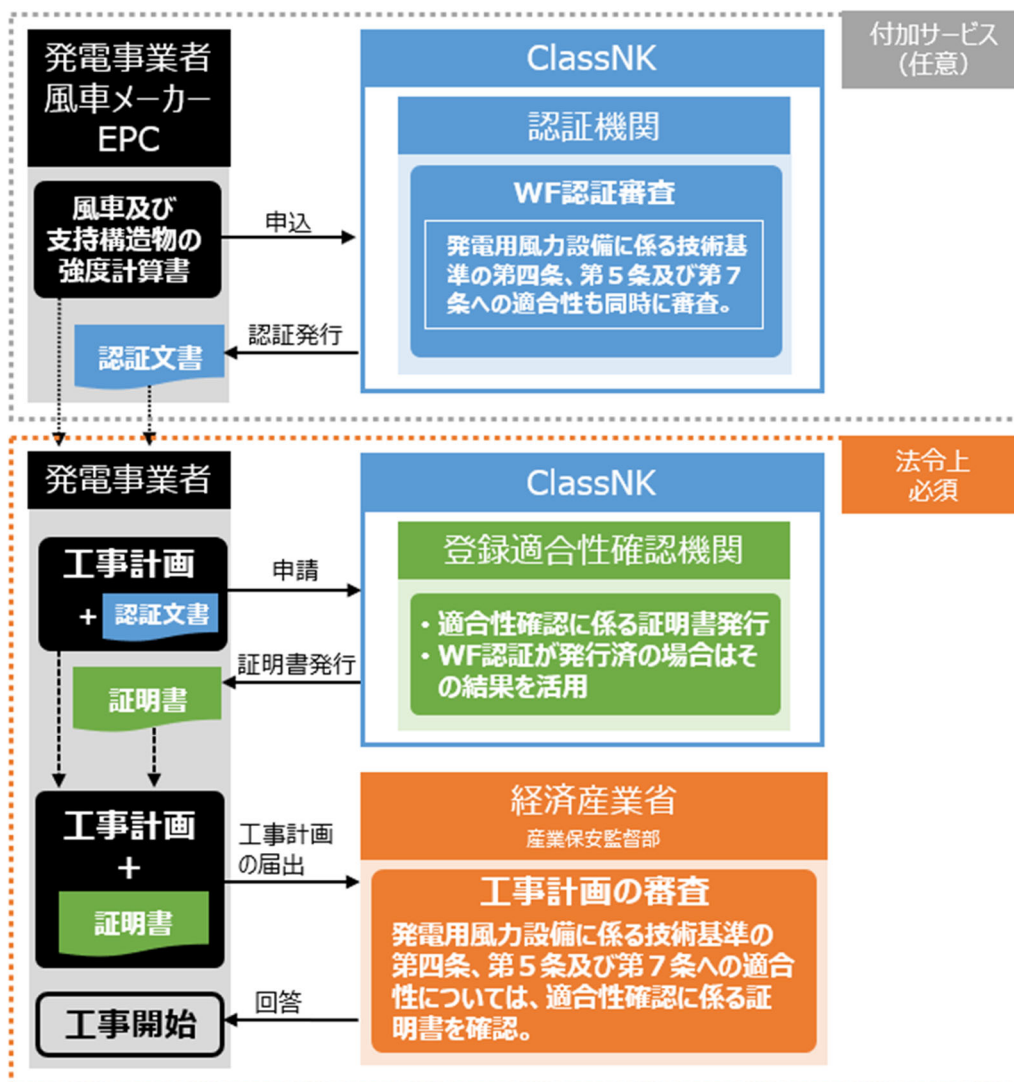


図 4 WF 認証と適合性確認を融合させたサービスの概念図

## 3.2 ウィンドファーム認証 (WF 認証)

### 3.2.1 WF 認証の概要

WF 認証とは、支持構造物を含む 1 基又は複数の特定の風車が特定のサイトに関する要求事項に適合していることを認証機関としての NK が書面を発行して証明する手続きのことで、原則として日本国内において電気事業法の適用を受け 1 基又は複数の風車を設置する出力が 500 キロワット (kW) 以上の風力発電所を対象とし、認証の対象範囲は風車及びその支持構造物 (タワー、基礎もしくは係留設備を含む浮体構造物) としている。

WF 認証の目的は、型式認証された風車 (この場合はタワーも含む) 及び支持構造物の設計が、外部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であり、型式認証を取得していない風車を採用する風力発電所に対して WF 認証を発行することは原則として認められない。

なお、NK は公益財団法人日本適合性認定協会 (JAB) から風力発電システムを認証する JIS Q 17065:2012 (ISO/IEC 17065IDT) による製品認証機関として認定を受けており、その認定範囲には形風車/大型風車の型式認証に加えて WF 認証も含まれている。認定書等については公益財団法人日本適合性認定協会のホームページで公開されている。

### 3.2.2 認証モジュール (洋上風力発電の場合)

WF 認証の審査は、型式認証された風車に対し、表 1 に示すモジュール全てで構成される。それぞれのモジュールの関係を図 5 に示す。これらのモジュールの審査においては、適合性確認として必要な項目も含まれており、全てのモジュールについて審査が完了すると、図 6 に示すようにそれぞれのモジュールに対する適合証明書と認証評価報告書が発行され、これらを統合する WF 認証書も併せて発行される。加えて、WF 認証発行後に行われる適合性確認などの許認可に係る審査向けに、技術基準等の適合性を示すチェックリスト等も同時に発行される。

表 1 WF 認証を構成する評価モジュール

モジュール	概要
[OM1] 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)
[OM2] 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
[OM3] 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
[OM4] 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)
[OM5] 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

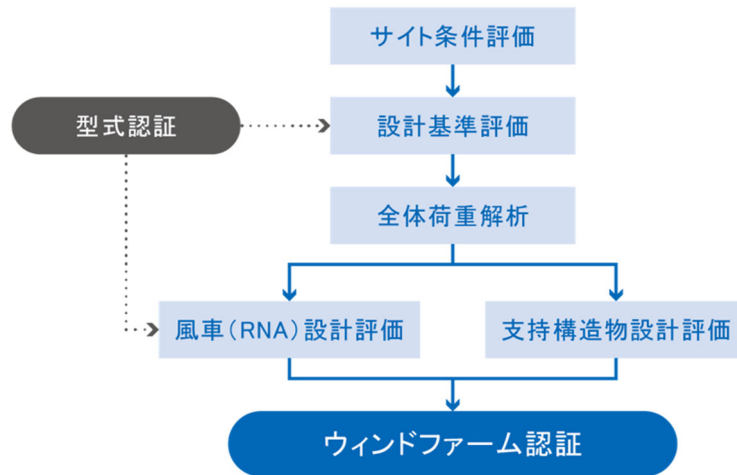


図5 WF 認証の評価モジュール

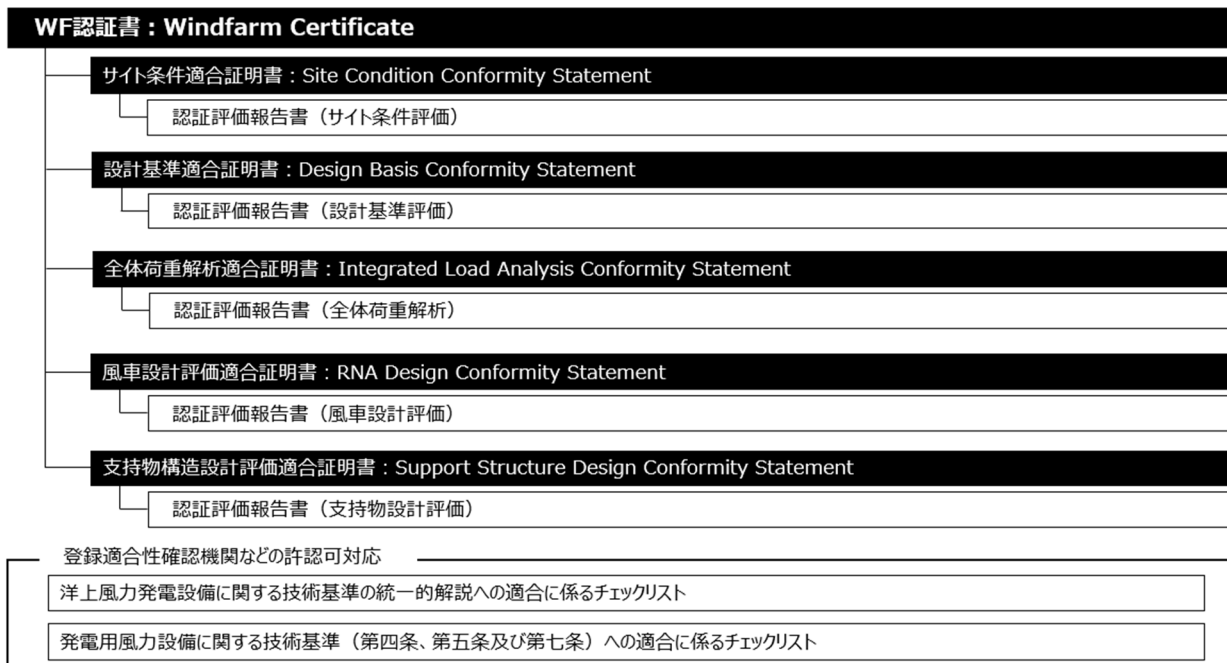


図6 WF 認証で発行される認証文書

### 3.2.3 認証分科会

WF 認証の審査では、表2に示す認証分科会／部会による審査を行うこととしている。このうち、支持構造物認証分科会／洋上（着床式）部会及び洋上（浮体式）部会の審査対象項目については、2.2 項で触れた港湾法に基づく規制における審査対象項目と重複しており、同じ項目に対して複数の審査を行わないために、審査申請者の希望があれば港湾法に基づく適合性確認に係る審査を行う場である CDIT の洋上風力発電部会と前述の支持構造物認証分科会／洋上（着床式）部会及び洋上（浮体式）部会を合同で開催する形としており、審査プロセスの一本化による申請者である発電事業者の作業負担の軽減を図っている。

表 2 WF 認証における認証分科会／部会

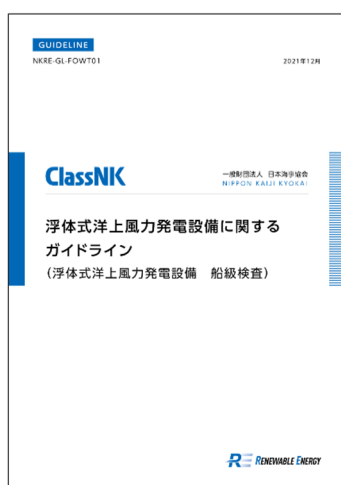
認証分科会／部会	審査対象項目
大型風車認証分科会	[OM4] 風車 (RNA) 設計評価 (洋上着床式, 洋上浮体式で共通) ※ [OM1] サイト条件評価 / [OM2] 設計基準評価 / [OM3] 全体荷重解析評価のうち, [OM4] 風車 (RNA) 設計評価に係る部分を含む。
支持構造物認証分科会 ／洋上 (着床式) 部会	洋上着床式の場合の, [OM5] 支持構造物設計評価 ※ [OM1] サイト条件評価 / [OM2] 設計基準評価 / [OM3] 全体荷重解析評価のうち, [OM5] 支持構造物設計評価に係る部分を含む。
支持構造物認証分科会 ／洋上 (浮体式) 部会	洋上浮体式の場合の, [OM5] 支持構造物設計評価 ※ [OM1] サイト条件評価 / [OM2] 設計基準評価 / [OM3] 全体荷重解析評価のうち, [OM5] 支持構造物設計評価に係る部分を含む。

### 3.3 船舶安全法による規制に対応する船級検査

#### 3.3.1 船級検査の概要

2.3 項で紹介した船舶安全法による規制に対応する船級検査は、NK が発行し、国土交通大臣に届け出た鋼船規則に従って実施する。鋼船規則 P 編 (海洋構造物等) において、風力発電設備を搭載した主推進機関を有しない船舶であって、所定の場所において、原則として無人の状態でも長期間又は半永久的に係留されるものを「洋上風力発電船」と定義している。この「洋上風力発電船」に対する具体的な要求事項は、NK が発行し、国土交通大臣に届け出た「浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン」によることが定められている。

このガイドラインは、図 7 に示す目次で、国土交通省による浮体式洋上風力発電技術基準や、IEC (国際電気標準会議) 等の国際規格を引用する内容となっている。さらに、これまでの国の実証事業で得られた知見等を盛り込んだ内容としていることに加え、前 3.2 項で紹介した電気事業法の規制に対応するための WF 認証による要求事項との整合性を考慮した内容としている。



#### 目次

- 1章 一般
- 2章 外部条件
- 3章 荷重
- 4章 材料及び溶接
- 5章 構造設計
- 6章 係留設備
- 7章 復原性及び喫水線等
- 8章 浮体施設に関する検査

図 7 浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン

### 3.3.2 船級検査の実施内容

船級検査は、建設工事段階では、表3に示すように、設計審査に加えて、使用する材料、係留設備を構成する機器等の承認、浮体製作中の立会検査、浮体設置海域での洋上工事の立会検査、完成検査を実施する。ここで実施する設計審査については、前3.2項で紹介した電気事業法の規制に対応するためのWF認証の審査と共通する部分はWF認証の審査結果を流用することとしている。また、使用する材料、係留設備を構成する機器等の承認については、次節で詳しく紹介する。この表3に示す内容が全て合格となった場合、船級証書が発行される。

表3 船級検査の実施内容【建設工事段階】

項目	実施内容
設計審査	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン（浮体式洋上風力発電設備船級検査）に基づき、浮体・タワー・係留設備に関する設計審査を実施</li><li>■ 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、WF認証と同時に審査</li><li>■ 使用する材料、係留設備を構成する機器等はNK承認品であることを確認</li></ul>
使用する材料、係留設備を構成する機器等の承認	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 主要構造に用いられる材料は鋼船規則K編（材料）に準拠することを確認</li><li>■ 係留設備に用いられる機器等は、鋼船規則L編（艀装品）の規定を準用し、NKが承認</li></ul>
浮体製作中の立会検査	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 主に、以下の項目に係る立会検査を実施<ul style="list-style-type: none"><li>- 浮体構造・タワーの製造（溶接部等の確認など）</li><li>- 浮体構造の試験（水圧試験など）</li></ul></li></ul>
浮体設置海域での洋上工事の立会検査	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 主に、以下の項目に係る立会検査を実施<ul style="list-style-type: none"><li>- 設置工事での試験（把駐力試験など）</li><li>- 浮体と係留の接続工事等</li></ul></li></ul>
完成検査	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 主に、以下の項目に係る立会検査を実施<ul style="list-style-type: none"><li>- 風車の制御システムの動作確認試験</li><li>- 浮体のバラストシステムなどの動作確認試験</li></ul></li></ul>

前述の船級証書の有効期限は5年となっており、これを維持するには、運転開始後も表4に示す定期的検査を受ける必要がある。年次検査、中間検査及び定期検査のサイクルを適切に実施し、5年に一度の定期検査に合格すれば、船級証書の有効期限が延長されていくことになるため、NKは浮体式洋上風力発電設備がその運転を終了するまでその構造上の健全性を継続して確認することになる。

表 4 船級検査の実施内容 【運転開始後】

項目	実施内容
年次検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 毎年実施する検査</li> <li>- 保守点検記録や浮体が遭遇した自然環境に関する記録, 浮体の移動量に関する記録などを確認 (書類審査のみ)</li> </ul>
中間検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2~3年に一度実施する検査</li> <li>- 年次検査の内容に加え, NK 検査員が浮体に赴いて運転中に可能な範囲で現状検査を実施</li> </ul>
定期検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 5年に一度実施する検査</li> <li>- 中間検査の内容に加えて, NK 検査員が浮体に赴いて浮体のバラストタンクの内部検査や, 係留設備の現状検査などを実施</li> </ul>
臨時検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 以下の状況の場合に, 定期的検査とは別に実施する検査</li> <li>- 浮体施設が, 設計時に用いられた環境条件を超える外力に遭遇した場合</li> <li>- 浮体施設の要部又は本会の検査を受けた重要な設備等に損傷が生じたとき, 又はこれを修理, 変更, もしくは改造しようとする場合</li> </ul>

#### 4. 洋上風力発電に使用する材料、係留設備を構成する機器等の承認について

現在、NK で進めている洋上風力発電設備に使用する係留設備を構成する機器等の承認について、下記に紹介する。前章に示したように、浮体式洋上風力設備は船舶安全法の対象となるため、浮体構造等に使用する材料や、係留設備に使用する機器については、原則としてNK 鋼船規則 K 編（材料）や L 編（艀装品）に適合する必要がある。

NK 規則では、船舶等に使用する材料や機器について、製品の均一性を担保するため、製造要領と品質管理要領に関する承認（製造法承認）の取得と、個品ごとの製品検査の実施を求めている。ここで製造法承認とは、実機用材料、機器の製造に先立ち、代表的な個品について製造方法、品質管理及び製品に関し、NK 規定の審査及び試験を行い、当該製品の製造法の適合性を証明するものである。これと合わせて、実際の製品の品質が所定の要件を満たしていることを個品ごとに製品検査で確認する。このため、製造法承認を取得するためには、機器の仕様や設計が確定されている必要がある。

浮体式洋上風力設備では、各種機器の選定時に原則として当該機器が船級承認を取得していることを求められている。一方で、浮体式洋上風力設備では係留系を含めた全体系の特性で風力発電設備の応答が決まるため、各種機器類の選定後の詳細評価によって機器の仕様が規定されることもあることから、機器選定時に製品仕様が明確でない場合がある。このように仕様に変更され、設計が変更される場合、設計変更の内容によっては製造法承認を再度取得する必要がある。

製造法承認には、前述のように製造法の適合性を確認するため、数週間～数か月を要することから、再度取得が必要となる場合には、作業スケジュールへの影響が大きく、機器選定の段階では、機器の図面承認（設計承認）に止め、仕様確定後に成立性評価を行い、製品の製造法承認を取得するという段階を追ったスキームを進めることを希望されることがある。そこでNK では表 5 に示すように、浮体式洋上風力発電設備に使用する材料や、係留設備に使用する機器に関する製造法承認を設計承認と、製造法承認に分割すると共に、Approval In Principle (AIP) を設置し、検討段階に応じた承認を希望する申込者の要望に合わせて支援できるような取組みを行っている。

表 5 係留設備を構成する機器等の承認の種類と必要情報の一部

船舶	承認段階	必要情報	申込者（証書の発行先）
船舶・海洋構造物 （従来）	製造法承認	設計基準，製品仕様，設計図面， 成立性評価結果，製造要領， 品質管理要領，品質評価結果 製品試験結果	機器メーカー
浮体式風力発電設備	設計承認	設計基準，製品仕様，設計図面， ならびに成立性評価結果	機器メーカー 機器設計会社 <sup>*1)</sup>
	製造法承認	機器の設計承認，製造要領， 品質管理要領，品質評価結果 製品試験結果	機器メーカー

1) 船舶用途では、製造場所毎に製造法承認を発行していたが、浮体式洋上風力発電設備では、製造拠点が設計会社と同一でない場合もあるため、機器設計会社が設計承認のみを取得し、NK が承認した設計図面に基づく製造法承認を取得するケースもある。

## 5. まとめ

2050 年カーボンニュートラルに係る宣言を契機に日本国内での導入が進む洋上風力発電設備に係る法規と NK の役割について概説した。国際的にも関心の高い浮体式洋上風力発電設備については、洋上着床式や陸上の風力発電設備と異なり、電気事業法による規制に加え、船舶安全法による規制も受けるため、浮体に付随する浮体式洋上風車固有の設備に関する NK による検査が必要となる。

一方で、浮体式洋上風力発電設備に対しては、従来の船舶と使用条件や設計検証のプロセスが異なる点を考慮し、NK では検討段階に合わせて承認範囲を制限する等、柔軟な対応を心掛けている。

今後、グリーンイノベーション基金の実証プロジェクトや商用プロジェクト等が順次開始されるため、随時状況を見極めながら、風力発電に係る認証機関、及び船級協会として可能な支援を継続していく予定である。

<略歴>

**岩 下 智 也 (いわした ともや)**

---

- 2002年 大阪大学 工学部地球総合工学科 卒業
- 2002年 一般財団法人日本海事協会 入社 船体部配属
- 2011年 風車認証事業室にて風力発電関連の事業開発に従事
- 2014年 再生可能エネルギー部 主管 現在に至る

**中 山 伸 (なかやま しん)**

---

- 2003年 九州大学大学院工学府 建設システム工学専攻 博士課程 修了
- 2003年 三菱重工業株式会社 入社 技術本部長崎研究所配属
- 2004年 強度研究室にて風力発電設備の設計開発、船体構造用材料・溶接に関する技術開発に従事
- 2022年 一般財団法人日本海事協会 入社 材料艀装部配属
- 2022年 洋上風車用艀装品の承認業務に従事 現在に至る