

浮体式洋上風力発電技術ガイドブック

平成 30 年 3 月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

はじめに

わが国は世界でも第6位の排他的経済水域を持つ世界屈指の海洋大国である¹。浮体式洋上風力発電の設置可能な水深の海域は、着床式洋上風力発電施設の適地とされる50m以浅²の海域の賦存量を大きく上回り、将来的にわが国の再生可能エネルギーの有望な産出地となりうるものである。

わが国では、環境省、経済産業省・資源エネルギー庁による浮体式洋上風力発電施設の実証研究および事業化が進められてきた。発電出力2MWクラス以上の浮体式洋上風力発電プロジェクトのうち、2018年3月現在、運転中および建設中のものを含めると半数以上は日本の海域で実施されており、わが国の浮体式洋上風力発電に関する技術は、世界をリードしている状況ともいえる。

一方、浮体式洋上風力発電施設は洋上に浮かぶ構造物であり、風が風車に与える荷重に加え、波・流れが浮体に与える荷重が加わる。また、浮体の上に風車を設置することから、動揺する浮体を制御する技術も求められる。さらに、浮体に由来する復原力を基礎とすることから、浮体式洋上風力発電施設の実用化に向けては、様々な技術的課題を解決しなければならない。

わが国では、浮体式洋上風力発電施設の普及・促進に向け、浮体式洋上風力発電施設技術基準(2012)³、浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン(2012)⁴、JIS C 1400-1(2010)⁵やJIS C 1400-3(2014)⁶が公開されている。これらには、合理的かつ効率的な安全設計を促進するための要求事項が記載されており、これらの技術基準や設計要件をベースに、設計者が実務的に参照できる技術的解決策を体系的に提供するものが求められている。

「浮体式洋上風力発電技術ガイドブック」(以下「本技術ガイドブック」という。)は、次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究の成果に基づき、国内外の最新の知見も参考としながら、設計者が浮体式洋上風力発電施設の設計を進めるうえで、推奨される技術的アプローチを紹介する資料として取りまとめたものである。なお、本技術ガイドブックは基本的に着床式洋上風力発電導入ガイドブックの考え方を踏襲している。

経済産業省において取りまとめられる「浮体式洋上風力発電導入マニュアル(以下「浮体式導入マニュアル」という。)」と本技術ガイドブックの関係を次表に示す。本技術ガイドブックは、浮体式導入マニュアルの「4. 実施設計パート>(1) 構造設計」に相当する。

今後、浮体式洋上風力発電施設の普及促進を目指すと同時に、国内の浮体式洋上風力発電関連技術の国際競争力強化につながるための一助となれば幸いである。

浮体式導入マニュアルと本技術ガイドブックの関係

浮体式導入マニュアル (経済産業省)	本技術ガイドブック
1. 立地環境調査	—
2. 海域・気象・海象調査	—
3. 基本設計	—
4. 実施設計 (1) 設備設計 (2) 工事設計 (3) 工事計画	第Ⅱ編 浮体式洋上風力発電施設の評価 <ul style="list-style-type: none"> 1. 設計の概要 2. 環境条件の評価 3. 復原性の評価 4. 荷重評価 5. 構造評価
5. 建設工事	—
6. 運転保守	—
7. 撤去・解体	—
8. 環境影響評価	—

※本技術ガイドブックの第Ⅰ編は導入部であること、第Ⅲ編は評価事例であることから、浮体式導入マニュアルとの直接的な関係性は考慮していない。

本技術ガイドブックの作成・検討にあたり、各種専門分野の委員（下表）から構成されるガイドブックワーキングを設立し、指導・助言を得て取りまとめた。委員長をはじめ、各委員の方々には深謝申し上げる。

ガイドブックワーキング委員

委員	所属／役職
宇都宮 智昭 (委員長)	九州大学大学院 工学研究院 海洋システム工学部門／教授
石田 茂資	佐賀大学 海洋エネルギー研究センター／教授
岩下 智也	一般財団法人 日本海事協会 再生可能エネルギー部／主管
吉田 茂雄	九州大学 応用力学研究所 自然エネルギー統合利用センター／教授
石原 孟 (プロジェクトリーダー)	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻／教授

(委員長、プロジェクトリーダーを除き 50 音順、敬称略)

※本技術ガイドブックの参考文献は巻末に記載するものとする。

目 次

第 I 編 総則	1
1. 概説	1
2. 技術ガイドブックの適用範囲	4
3. 浮体式洋上風力発電施設の基礎知識	5
3.1 浮体式洋上風力発電施設の定義	5
3.2 浮体式洋上風力発電施設の形式	5
3.3 浮体式洋上風力発電施設に対する法規制	15
4. 浮体式洋上風力発電施設の構造	16
5. 用語・略語の定義	17
第 II 編 浮体式洋上風力発電施設の評価	20
1. 設計の概要	20
2. 環境条件の評価	21
2.1 風条件の設定	21
2.2 海象条件の設定	34
2.3 その他の環境条件の設定	43
3. 復原性の評価	51
3.1 主要寸法および区画配置の設定	53
3.2 非損傷時の復原性の評価	53
3.3 損傷時の復原性の評価	56
4. 荷重評価	57
4.1 設計荷重ケース（DLC）設定	57
4.2 モデルの設定	62
4.3 連成解析の実施	68
4.4 連成解析の検証	72
5. 構造評価	75
5.1 概要	75
5.2 風車の構造評価	76
5.3 浮体施設の構造評価	77
5.4 係留施設の構造評価	86
第 III 編 評価事例	98
1. 評価事例の概要	98
2. 環境条件の評価事例	99
2.1 風条件の設定	99
2.2 海象条件の設定	107
2.3 その他環境条件	124
2.4 気象海象調査結果まとめ	125

3. 復原性の評価事例	126
3.1 主要寸法および区画配置	126
3.2 評価方法の概要	127
3.3 非損傷時の復原性の評価	129
3.4 損傷時の復原性の評価	130
4. 荷重評価事例	131
4.1 設計荷重ケース（DLC）の設定	131
4.2 モデルの設定	132
4.3 連成解析の実施	135
4.4 連成解析の検証	143
5. 構造評価事例	151
5.1 浮体施設の構造評価	151
5.2 係留施設の構造評価	160
参考文献	