

1) 前回公開版からの修正箇所を変更履歴の形で明示しております。

< 主な変更理由 >

- ・用語及びその定義の不整合を修正
- ・3.4.2-1. と 3.4.2-2. の内容が重複するため統合
- ・その他、誤記修正

2) 今回公開の英語版は、前1) の修正が反映された内容となっております。

ClassNK

一般財団法人 日本海事協会
NIPPON KAIJI KYOKAI

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)

改訂履歴

I. 2012年7月 新規発行

II. 2021年12月27日付 新規発行（文書番号：NKRE-GL-FOWT01, Edition: December 2021）

- 文書番号を付与
- 文書名に副題として（浮体式洋上風力発電設備 船級検査）を追加
- 文書全体の体裁を新フォーマットに統一
- 以下の引用基準・規格に基づいて全面改訂
 - 浮体式洋上風力発電技術基準（国土交通省海事局安全政策課，国海安第286号 令和2年3月3日）
 - IEC TS 61400-3-2: 2019
 - IEC 61400-3-1: 2019
 - IEC 61400-1: 2019
 - IEC 61400-6: 2020

※2022年3月31日付で誤記修正及び軽微な修正を適用（文書番号に変更なし）

附則

1. 本ガイドラインは，2022年1月1日から有効とする。
2. 次に該当する船舶以外の船舶にあつては，本ガイドラインによる規定によらず，なお従前の例によることができる。
 - (1) 2022年4月1日以降に製造中登録検査等申込書が受理された洋上風力発電船

目次

1章	一般	5
1.1	一般	5
1.1.1	適用	5
1.1.2	同等効力	5
1.1.3	新しい概念による浮体施設	5
1.1.4	設計寿命及び供用年数	5
1.1.5	風力発電機（RNA）	5
1.1.6	浮体構造に搭載する機関及び電気設備	5
1.1.7	消火設備	5
1.2	引用規格	6
1.2.1	一般	6
1.3	定義と略語	6
1.3.1	用語及び定義	6
1.3.2	略語の定義	12
1.3.3	記号の意味及び単位	13
1.4	設置等	13
1.4.1	一般	13
1.4.2	提出文書	13
1.5	保守及び点検	13
1.5.1	一般	13
1.5.2	検査及び保守の安全に関する設計要求	13
1.5.3	メンテナンスマニュアル	14
1.5.4	緊急時対策要領	14
2章	外部条件	15
2.1	一般	15
2.1.1	一般	15
2.2	風況条件	15
2.2.1	一般	15
2.2.2	風車発電時の風況条件	15
2.2.3	風車暴風待機時の風況条件	16
2.3	海況条件	16
2.3.1	一般	16
2.3.2	風車発電時の海況条件	17
2.3.3	風車暴風待機時の海況条件	17
2.3.4	波	17
2.3.5	流れ	17
2.3.6	水位	18
2.3.7	海水	18
2.4	地震及び津波	18
2.4.1	一般	18
2.5	その他の環境条件	19
2.5.1	一般	19
2.5.2	海洋付着生物	19
2.5.3	積雪荷重	19
2.5.4	海水	19
2.5.5	海底変形及び洗掘	19
2.5.6	落雷	19
3章	荷重	20
3.1	一般	20
3.1.1	一般	20
3.1.2	重力荷重及び慣性荷重	20
3.1.3	空力荷重	20
3.1.4	運転荷重	20
3.1.5	流体力荷重	20

3.1.6	海水荷重	20
3.1.7	その他の荷重	20
3.2	設計条件及び荷重ケース	21
3.2.1	一般	21
3.2.2	設計荷重ケース	21
3.2.3	発電 (DLC 1.1~DLC 1.6)	21
3.2.4	発電中の故障発生 (電力系統接続の喪失を含む) (DLC 2.1~DLC2.6)	21
3.2.5	起動 (DLC 3.1~DLC 3.3)	21
3.2.6	通常停止 (DLC 4.1~4.3)	21
3.2.7	緊急停止 (DLC 5.1)	22
3.2.8	待機状態 (静止又はアイドルリング) (DLC 6.1~DLC6.4)	22
3.2.9	待機中に故障が発生した場合 (DLC 7.1~DLC7.2)	22
3.2.10	曳航, 設置, 保守及び修理 (DLC 8.1~DLC8.4)	22
3.2.11	海水設計荷重ケース	22
3.3	荷重及び荷重効果の計算	26
3.3.1	一般	26
3.3.2	流体力荷重の関連性	26
3.3.3	流体力荷重の計算	26
3.3.4	海水荷重の計算	27
3.3.5	その他の荷重の計算	27
3.4	シミュレーションに関する要求事項	27
3.4.1	一般	27
3.4.2	その他の要求事項	28
4章	材料及び溶接	29
4.1	一般	29
4.1.1	一般	29
5章	構造設計	30
5.1	一般	30
5.1.1	一般	30
5.2	構造仕様及び配置	30
5.2.1	一般	30
5.3	終局強度	30
5.3.1	一般	30
5.3.2	部分安全率	31
5.3.3	設計耐力	31
5.4	疲労強度	31
5.4.1	一般	31
5.4.2	疲労強度評価	31
5.4.3	疲労強度改善に関わる措置	32
5.5	防食措置及び腐食予備厚	32
5.5.1	一般	32
5.5.2	防食措置	32
5.5.3	腐食予備厚	32
5.6	その他設備の構造設計	34
5.6.1	一般	34
5.6.2	係留機器	34
5.6.3	フェンダー	34
5.6.4	はしご・手すり・その他	34
5.6.5	ヘリコプタ甲板	34
5.7	昇降設備	34
5.7.1	一般	34
5.7.2	材料・構造及び性能	35
5.7.3	配置等	35
5.7.4	安全係数等	35
5.7.5	安全装置等	35
5.7.6	特別措置	35
5.7.7	昇降設備検査記録簿等	35
5.7.8	昇降機の点検	35
5.7.9	制限荷重等の標示	36

6章	係留設備	37
6.1	一般.....	37
6.1.1	一般.....	37
6.1.2	係留設備の設計で考慮すべき状態.....	37
6.2	係留解析.....	37
6.2.1	一般.....	37
6.2.2	環境における平均荷重等.....	38
6.2.3	最大変位量.....	38
6.2.4	張力計算等.....	39
6.2.5	疲労強度.....	40
6.2.6	腐食及び摩擦及び耐久性.....	41
6.3	係留ラインの設計.....	41
6.3.1	一般.....	41
6.3.2	係留ラインの構成要素及び海底係留点.....	41
6.4	係留機器.....	43
6.4.1	一般.....	43
6.4.2	係留設備を構成する機器.....	43
6.4.3	チェーンストップ.....	43
6.4.4	フェアリーダ.....	43
6.5	一点係留システム.....	44
6.5.1	一般.....	44
6.5.2	構造に対する設計荷重.....	44
6.5.3	構造要素.....	44
6.5.4	機器構成.....	44
7章	復原性及び喫水線等	45
7.1	一般.....	45
7.1.1	一般.....	45
7.1.2	復原性資料.....	45
7.1.3	風による傾斜モーメント.....	45
7.2	非損傷時復原性.....	45
7.2.1	一般.....	45
7.2.2	半潜水型.....	46
7.2.3	バージ型.....	46
7.2.4	スパー型.....	46
7.2.5	TLP型.....	46
7.3	損傷時復原性.....	46
7.3.1	一般.....	46
7.3.2	浸水区画.....	47
7.4	水密区画及び閉鎖装置.....	47
7.4.1	水密区画.....	47
7.4.2	閉鎖装置.....	47
7.5	喫水線.....	47
7.5.1	一般.....	47
8章	浮体施設に関する検査	48
8.1	一般.....	48
8.1.1	一般.....	48
8.1.2	検査に関する一般規定.....	48
8.2	同等効力.....	48
8.2.1	一般.....	48
8.3	登録検査.....	48
8.3.1	一般.....	48
8.3.2	提出用図面その他の書類.....	48
8.3.3	工事の検査.....	52
8.3.4	水圧試験及び水密試験等.....	52
8.3.5	構造検査.....	53
8.3.6	浮体施設の設置工事に関する検査.....	53
8.3.7	洋上試験及び復原性試験.....	53
8.3.8	船上に保持すべき図面等.....	54
8.3.9	製造後の登録検査.....	54



- 8.4 定期的検査 54
 - 8.4.1 一般 54
 - 8.4.2 定期的検査の準備等 55
 - 8.4.3 年次検査 55
 - 8.4.4 中間検査 55
 - 8.4.5 定期検査 56
 - 8.4.6 検査計画書及び検査要領書の定期的な見直し 57
- 8.5 臨時検査 57
 - 8.5.1 一般 57

修正箇所明示版

1章 一般

1.1 一般

1.1.1 適用

- 1. 本ガイドラインは、鋼船規則 P 編に規定する洋上風力発電船 (RNA、タワー及び係留設備を含み、本ガイドラインにおいては「浮体施設」という。) であって、指定された洋上風車サイトに供用期間中は継続して係留されるもの (本ガイドラインにおいて「浮体施設」という。) の材料、溶接、復原性、構造、艀装、機関、電気設備、係留設備及び喫水線に関する要件並びに浮体施設に搭載されるタワーの材料、溶接及び構造について規定する。
- 2. 本ガイドラインは、原則として、保守、検査時以外は無人となる浮体施設に適用する。
- 3. 本ガイドラインでは、浅海影響を受けない水深の海域に設置される浮体施設を想定している。浅海影響が無視できない水深の海域に浮体施設を設置する場合、浅海影響を適切に考慮しなければならない。
- 4. 本ガイドラインの規定に加えて、浮体施設が設置される海域の国内法規等に適合しなければならないことに注意する必要がある。

1.1.2 同等効力

- 1. 本ガイドラインの規定に一部適合しない浮体施設及びタワーであっても、本会が本ガイドラインの規定に適合するものと同等以上の効力があると認める場合は、これを本ガイドラインに適合するものとみなす。

1.1.3 新しい概念による浮体施設

- 1. 本ガイドラインに定めるところと異なる形式又は設備を搭載する浮体施設にあつては、本ガイドラインの規定の原則的な考え方に準拠して個々に構造、艀装、設備などを評価する。ただし、別途リスク評価を実施しなければならない。

1.1.4 設計寿命及び供用年数

- 1. 浮体施設及びタワーの設計寿命は、搭載する風力発電機 (RNA) 設備の設計仕様上の供用年数又は 20 年のいずれか大きい方の値としなければならない。
- 2. 本ガイドラインは、風力発電設備・タワー及び浮体施設全体の供用期間を 20 年間とすることを前提としている。設計で想定する供用期間が 20 年を超える場合には、その期間に応じて別途追加の考慮が必要になることに留意しなければならない。

1.1.5 風力発電機 (RNA) 設備

- 1. 浮体施設に搭載する RNA 風力発電設備は、本会が適当と認めたものでなければならない。
- 2. 前-1.でいう本会が適当と認めた RNA 風力発電設備とは、ウィンドファーム認証を取得することによってその要求を満足することができる。なお、試験実施のための実証機の場合には、ウィンドファーム認証に代えてプロトタイプ認証を取得することとしても差し支えない。

1.1.6 浮体構造施設に搭載する機関及び電気設備

- 1. 浮体施設の安全性に係わる機関及び電気設備は、鋼船規則 D 編及び H 編の規定を準用しなければならない。

1.1.7 消火設備

- 1. 浮体構造施設に搭載する機関及び電気設備に応じて、適切な消火設備を備えなければならない。

1.2 引用規格

1.2.1 一般

-1. 次に掲げる基準、規格のうちで、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む）を適用する。

[J-01] 浮体式洋上風力発電技術基準（国土交通省海事局安全政策課，国海安第 286 号 令和 2 年 3 月 3 日）

-2. 前-1.に掲げた規格の要求事項を満足するため、次に掲げる規格は本ガイドラインに引用されることにより、規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む）を適用する。

[R-01] NKRE-GL-WFC01 ウィンドファーム認証 陸上風力発電所編，Edition July 2021

[R-02] IEC TS 61400-3-2: 2019 : Wind energy generation system

Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines

[R-03] IEC 61400-3-1: 2019 : Wind energy generation system

Part 3-1: Design requirements for fixed offshore wind turbines

[R-04] IEC 61400-1: 2019 : Wind energy generation system

Part 1: Design requirements

[R-05] IEC 61400-6:2020 : Wind energy generation systems

Part 6: Tower and foundation design requirements

[R-06] 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，平成九年通商産業省令第五十三号，最終改正：平成二十九年三月三十一日経済産業省令第三十二号）

[R-07] 発電用風力設備の技術基準の解釈について（経済産業省，20140328 商局第 1 号平成 26 年 4 月 1 日）

[R-08] 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説（経済産業省，令和 3 年 6 月 21 日改正）

[R-09] 洋上風力発電設備に関する技術基準の統一解説（令和 2 年 3 月版）（洋上風力発電施設検討委員会）

1.3 定義と略語

1.3.1 用語及び定義

-1. 本ガイドラインで使用する主な用語の定義を表 1-1 に定める。

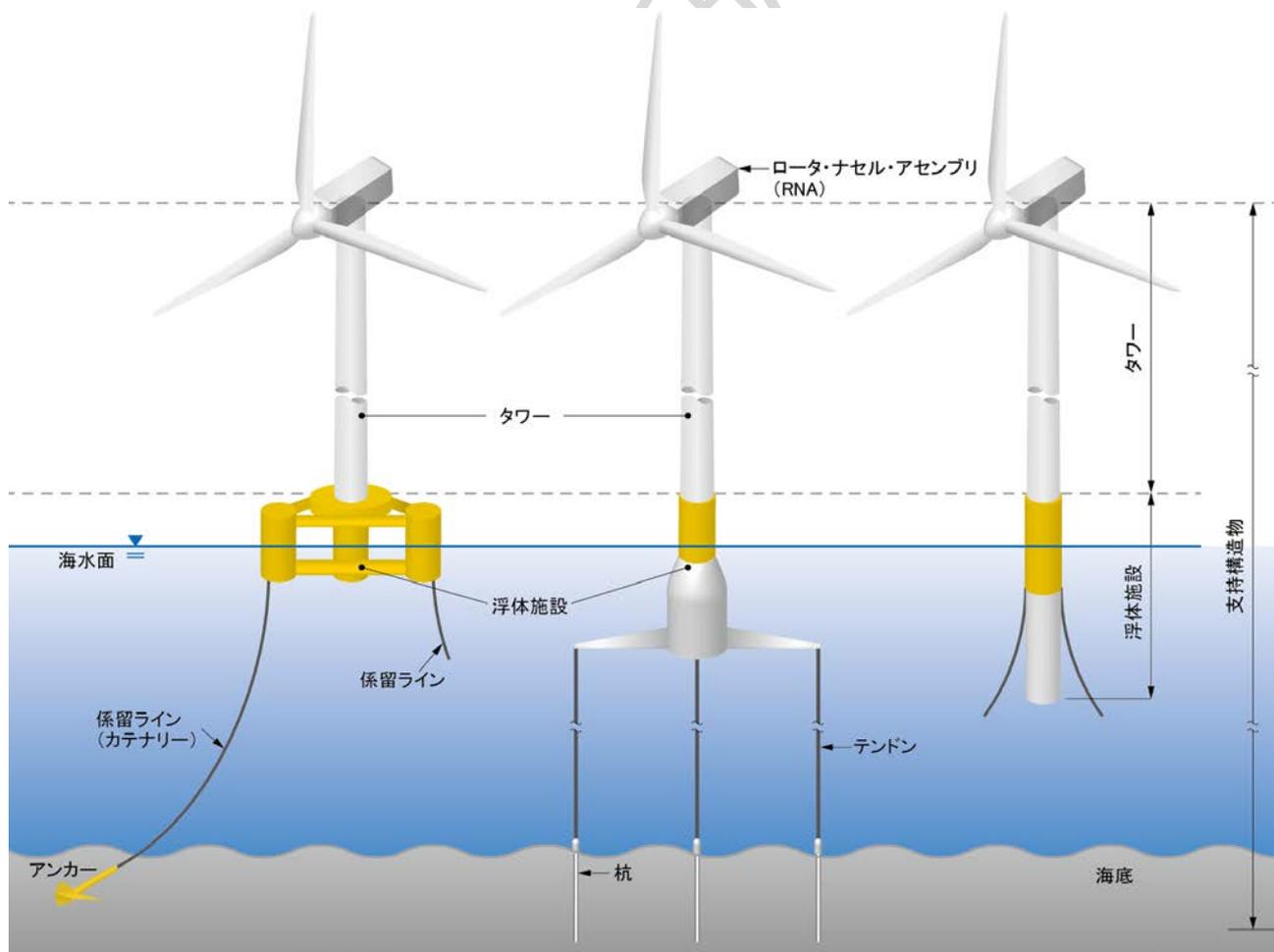
表 1-1 用語の定義

No.	用語	定義
1	（風及び波の）同一方向	同じ方向に作用する。
2	水流	通常、流れの速度及び方向で示される固定した場所を通過する水の流れ
3	設計波	浮体施設及びタワーの設計に用いられる、波高、周期及び波向が定義された決定論的な波。設計波は、特定の周期波理論の使用に関する必要条件が付随する場合がある。
4	設計者	浮体施設及びタワーの設計に責任を負う者
5	環境条件	環境の特性（風、波、流れ、水面、海氷、海洋付着生物、洗掘、全体的な海底変形など）であって、浮体施設洋上風車の挙動に影響を与える可能性があるもの
6	（浮体施設及びタワーの）外部条件	浮体施設洋上風車に影響を与える要素であって、環境条件、その他の気象要素（温度、雪、氷など）を含む。

No.	用語	定義
7	極値有義波高	年間超過確率を $1/N$ （「再現期間」： N 年）とし、現地における有義波高の極値分布から外挿される、有義波高の期待値
8	極値波高	年間超過確率 $1/N$ （「再現期間」： N 年）の個々の最高波高（一般にゼロアップクロス法による波の波高）の期待値
9	定着氷盤	固く連続的に覆われた動かない氷
10	吹送距離	風がほぼ一定の風速及び風向で海上を吹き抜ける距離
11	最高天文潮位	天文学的条件と平均的な気象条件とのあらゆる組合せにおいて発生が予測できる静水面の最高水位。潮位の変化には、気象学的に発生し基本的に不規則である高潮が重なるため、全体的な静水面が最高天文潮位を超えることもある。
12	（風車の）ハブ高さ	風車ロータの受風面積の中心の平均海水面からの高さ
13	氷丘氷	大きな氷盤が互いにぶつかったときや浮体施設などの固い障害物にぶつかったときに、氷片や氷盤が起伏状に積み重なったもの
14	氷盤	大きさが数メートルから数キロメートルの板状の氷で、海岸にしっかりと凍り付いているのではなく、静止又は移動しているもの
15	着氷	洋上風車の一部が氷又は霜で覆われ、それが堆積したもので、荷重の増加や特性変化につながる可能性があるもの
16	荷重効果	単独荷重又は組合せ荷重の構造部品又はシステムに対する影響。内力、応力、ひずみ、運動など
17	最低天文潮位	天文学的条件と平均的な気象条件とのあらゆる組合せにおいて発生が予測できる静水面の最低水位。潮位の変化には、気象学的に発生し基本的に不規則である高潮が重なるため、全体的な静水面が最低天文潮位より低くなることもある。
18	製造業者	浮体施設及びタワーの設計／製造／及び建設の責任を負う者
19	海洋条件	海洋環境の特性（波、海流、水位、海氷、海洋付着生物、海底変形、洗掘など）であって、風車の挙動に影響を与える可能性があるもの
20	海洋付着生物	植物、動物及び微生物による構造部品（部材を含む）の表面被覆
21	気象海象	気象と海象とを合わせた略語
22	（風や波の）多方向	方向の分布
23	浮体施設洋上風車 Floating offshore wind turbine (FOWT)	RNA 風力発電設備、タワー、及び浮体構造施設（及び係留設備を含む）によって構成される構造物
24	サイト	単独又はウィンドファーム内の個々の洋上風車の位置又は計画された位置の総称
25	基準期間	風速、海面高さ、応答など与えられた確率的プロセスに対して定常性が仮定できる期間
26	ロータ - ナセル・アセンブリ Rotor nacelle assembly (RNA)	浮体施設及びタワー支持構造物によって支えられる風力発電設備の一部
27	海底面	海と海底との境界面
28	海底こう（勾）配	海底面の局所的な傾斜。砂浜と関連したものなど
29	海況	統計的に定常的な海の状態
30	海底	海底面の下
31	海底変形	自然の地質作用による海底の移動
32	洗掘	水流及び波による、又は海底面より上の自然流況を妨げる構造要素による海底土の除去

No.	用語	定義
33	有義波高	ある海況における波の高さの統計的指標で、ゼロアップクロス法による波全体の波高値の大きい方から 1/3 の平均波高、または σ_η を海面上昇の標準偏差とした場合に $4\sigma_\eta$ に等しい高さで定義される。区別が必要な場合、前者の高さは統計的有義波高と呼び、後者の高さはスペクトル有義波高と呼ぶ。 注記：通常、前者の高さは $H_{1/3}$ で表し、後者は H_s または H_{m0} で表す。なお、深海では波スペクトルの形にかかわらず、平均で $H_{1/3} \approx 0.956H_s$ となる。(ISO 21650:2007) (IEC61400-3-1 ^[R-03] Footnote 3 参照) また、IEC61400-3-1 ^[R-03] Annex B において合田式を適用する際には $H_{1/3} = H_s$ とすることとしている。
34	飛まつ帯	浮体施設の中で、波や潮汐の変化によって頻繁に水に濡れる外側部分。再現期間 1 年の最高静水面に再現期間 1 年の有義波高に等しい波高の波の波頂高を加えたレベルから、再現期間 1 年の最低静水面から再現期間 1 年の有義波高に等しい波高の波の谷を差し引いたレベルまでの領域と定義する。なお、水位が変化した場合でも一定の喫水を有する浮体施設にあつては、静水面から上方 5m、下方 4m までの領域として差し支えない。
35	静水面	波による変化は、除外して潮汐及び高潮の影響を考慮して計算した概念上の水面。静水面は、平均海水面より高い場合も等しい場合も低い場合もあり得る。
36	高潮	風及び大気圧の変化によってもたらされる不規則な海の動き
37	浮体構造施設	RNA 風力発電設備及びタワーを搭載する浮体構造物のことをいい、当該浮体構造物の係留設備を含む。 (図 1-1)
38	潮流	潮汐による水流
39	潮汐	天文学的な力によって発生する規則的、かつ、予測可能な海の運動
40	タワー	浮体構造施設とロータ・ナセル・アセンブリの間にある部分
41	津波	海底面の急激な垂直運動によって起きる長周期の海の波
42	(風や波の) 単一方向	単一の方向に作用する。
43	水深	海底面と静水面 (Water level) との垂直距離。なお、静水面にはいくつかのケースがあることから、水深の値も一つとは限らない。
44	波頂高	波の峰と静水面との垂直距離
45	波向	波が伝ばする平均方向。
46	波高	ゼロアップクロス法による個々の波の水面における点の最高点と最低点との間の垂直距離。
47	波の周期	ゼロアップクロス法による波の二つの基準線を超える間の時間間隔
48	波のスペクトル	ある海況における海面高さの周波数領域表現
49	ゼロアップクロス法による波	ゼロアップクロス点の間の水面変動の時系列波形の部分。ゼロアップクロス点は、海面が静水面より (下降するのではなく) 上昇する点である。
50	浮体施設の形式	本ガイドラインにおける浮体施設の形式を表 1-2 に示す。
51	係留設備	浮体施設を長期間あるいは恒久的に設置海域の定められた位置に保持するための設備のことをいう。係留システムは、一般的に表 1-3 の

No.	用語	定義
		形式に分類される。
52	係留施設	係留施設とは、浮体施設の係留用装置に連結される施設をいい、CALM における大型ブイや SALM における係留用構造物、ドルフィン、ジャケット等の固定構造物並びに海底に敷設されたシンカー/パイプから構成される、浮体施設から独立した別個の構造物等をいう。
53	風雨密	風雨密とは、いかなる海象状態においても、浮体施設及びタワーに風雨及び海水が侵入しないことをいう。
54	水密	水密とは、周囲の構造が設計された水圧の下で、いかなる方向にも水がその構造を通過しないことをいう。
55	海水流入	海水流入とは、非損傷時及び損傷時復原性を考慮する時に、水密又は風雨密に閉鎖できない開口、又は、運転上の理由から開放しておく必要がある開口から浮体施設への浮力構成部の内部へ水が浸入することをいう。
56	昇降設備	昇降設備とは、エレベーター及びその他の昇降機をいう。
57	エレベーター	エレベーターとは、レールに沿って上下移動するかご構造の昇降機をいう。
58	<u>支持構造物</u>	<u>RNA を支持する構造物で、タワー、浮体構造、係留設備で構成される。</u>



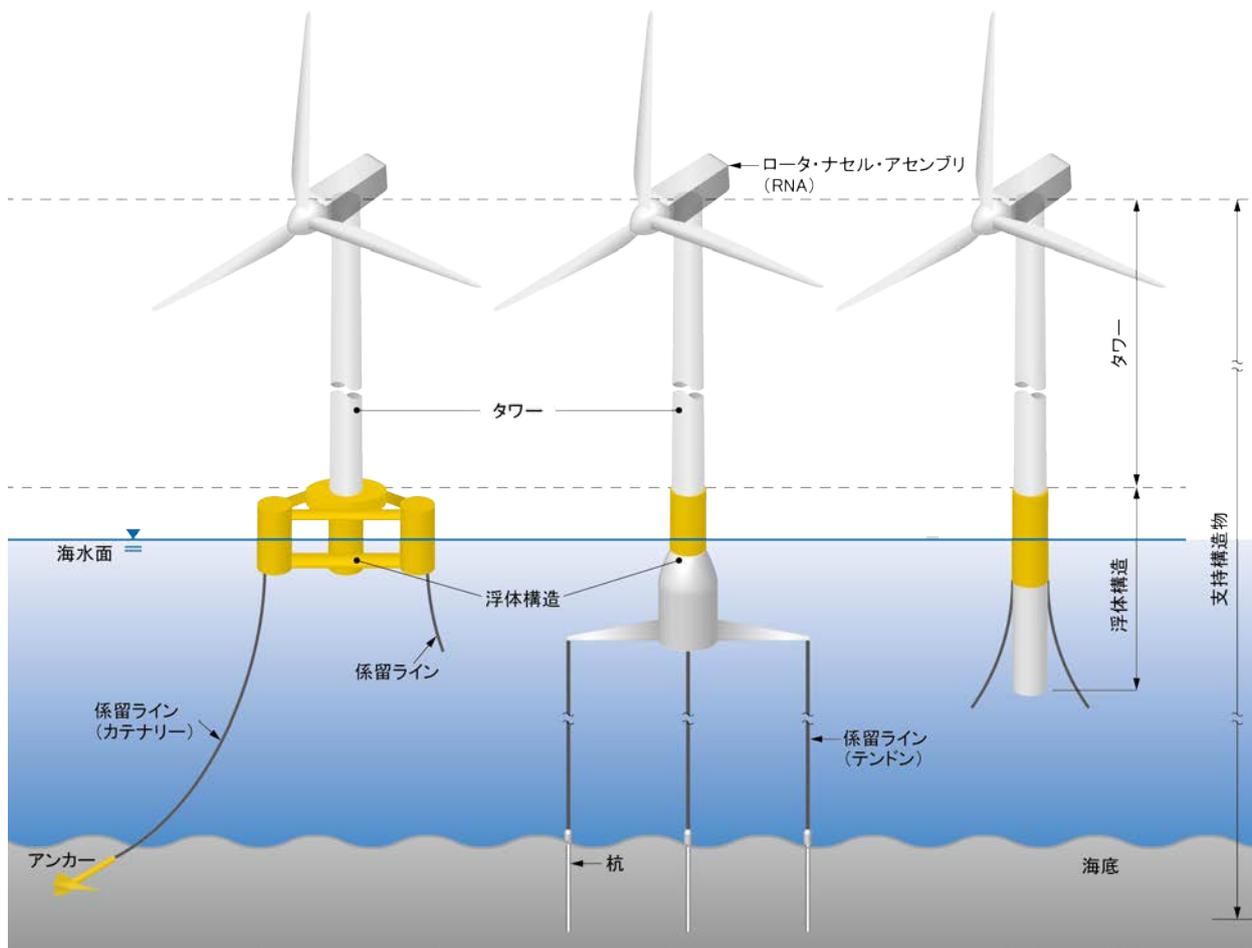


図 1-1 浮体施設の定義

修正箇所

表 1-2 浮体施設の形式の定義

No.	浮体施設の形式	定義
1	半潜水型	<u>RNA及びタワー風力発電設備</u> を搭載した甲板、コラム、フーティング又はロワーハル及びブレーシング等から構成され、所定の喫水まで沈めて半潜水状態となる型式のものをいう。
2	バージ型	通常のバージのような排水量型の型式のものをいう。
3	スパー型	浮力体を垂直方向に延長することによって水線面を小さくして浮力体の大部分を水没させる型式のものをいう。
4	テンションレグプラットフォーム (TLP) 型	強制的に半潜水させた浮体 <u>構造施設</u> と海底を緊張係留ラインで結び、強制浮力によって生じる緊張力を利用して係留される型式のものをいう。
5	その他	No.1～5 以外の形式のものをいう。

表 1-3 係留設備の分類

No.	係留設備	定義
1	多点係留システム (Spread Mooring System : SMS)	<p>海底のパイル、シンカー等に固縛された複数の係留ライン (Mooring line) により構成されるシステムであって、係留ラインの端部が個々に浮体<u>構造施設</u>のウィンチ又はストッパに連結されているものをいい、次の(1)から(3)に分類する。</p> <p>(1) カテナリ係留 (Catenary Mooring, CM) 主に懸垂線形状の係留ラインの自重 (中間ブイ又は中間シンカーを有するものにあつては、これらの浮力又は自重) によって係留力を得るものをいう。ここで、係留ラインとは、浮体<u>構造施設</u>の位置を保持するためのチェーン、ワイヤロープ、合成繊維ロープ又はこれらを複合したもの、シャックル等の連結具及び中間ブイ又は中間シンカー等からなるものをいい、パイル、シンカー等の海底にある係留施設は除く。</p> <p>(2) トート係留 (Taut Mooring, TM) 初期張力を調整して緊張状態にある係留ラインの伸びによって係留力を得るものをいう。ここで、係留ラインとは、前(1)に規定するものをいう。</p> <p>(3) 緊張係留 (Tension Mooring System, TMS) 海底に設置されたパイル又はシンカー等の支持基礎、鉛直方向に配置された複数の緊張係留ライン及び浮体<u>構造施設</u>に緊張係留ラインを取付けるための結合機器によって構成され、緊張係留ラインにより浮体<u>構造施設</u>を下方に引き込むことによって生じる浮力の増加及び係留ラインの張力によって浮体<u>構造施設</u>の上下揺、横揺及び縦揺を堅く保持しようとするものをいう。ここで、緊張係留ラインとは、鋼管、チェーン、ワイヤロープ又は合成繊維ロープ等から成る係留ラインであつて、高い張力状態で直線形状に配置され、主にその弾性伸びによる大きな張力を利用するものをいう。</p>
2	一点係留システム (Single Point Mooring, SPM)	<p>一点係留システムは風向、波向により浮体施設の向きが変わる、風向計の動きが可能な係留方式である。典型的なシステムを次に示す。</p> <p>(1) CALM (Catenary Anchor Leg Mooring) CALM はカテナリ係留ラインで<u>海底固定点海底係留点</u>に連結された大型ブイによるシステムである。浮体施設は係留ラインあるいはヨーク構造にてブイに係留される。</p>

No.	係留設備	定義
		<p>(2) SALM (Single Anchor Leg Mooring)</p> <p>SALM は海水面, あるいは海水面付近に位置する浮力を備えた係留用構造物によるシステムである。浮体施設は索あるいはヨーク構造にて, この係留用構造物に係留される。この係留用構造物自体は海底に連結されている。</p> <p>(3) ターレットムアリング (Turret Mooring)</p> <p>回転方向の相対運動以外をさせないような構造のターレットを浮体施設に有し, 風向計の動きが可能なシステムである。ターレットは浮体施設本体内部に内蔵式のもの, あるいは, 浮体施設の前方向又は後方に設置されたものがある。ターレットは多点係留方式で海底に繋がれている方式が一般的である。</p>
3	その他	No.1 ~ 2 以外の形式のものをいう。

1.3.2 略語の定義

- 1. 本ガイドラインで使用する主な略語の定義を表 1-4 に定める。

表 1-4 略語の定義

No.	略語	定義
1	COD	同一方向 (Co-directional)
2	DLC	設計荷重ケース (Design load case)
3	ECD	方向変化を伴う極値コヒーレントガスト (Extreme coherent gust with direction change)
4	ECM	極値流モデル (Extreme current model)
5	EDC	極値方向変化 (Extreme direction change)
6	EOG	運転時の極値突風 (Extreme operating gust)
7	ESS	極値海況 (Extreme sea state)
8	ETM	極値乱流モデル (Extreme turbulence model)
9	EWLR	極値水面範囲 (Extreme water level range)
10	EWM	極値風速モデル (Extreme wind speed model)
11	EWS	極値ウィンドシア (Extreme wind shear)
12	HAT	天文学的 highest 潮位 (Highest astronomical tide)
13	LAT	天文学的 lowest 潮位 (Lowest astronomical tide)
14	MIC	微生物腐食 (Microbiologically influenced corrosion)
15	MIS	方向の不ぞろい (Misaligned)
16	MSL	平均海水面 (Mean sea level)
17	MUL	多方向 (Multi-directional)
18	NCM	通常水流モデル (Normal current model)
19	NSS	通常海況 (Normal sea state)
20	NTM	通常乱流モデル (Normal turbulence model)
21	NWH	通常波高 (Normal wave height)
22	NWLR	通常水面範囲 (Normal water level range)
23	NWP	通常ウィンドプロファイルモデル (Normal wind profile model)
24	SSS	高波浪時海況 (Severe sea state)
25	SWL	静水面 (Still water level)
26	UNI	単一方向 (Uni-directional)

1.3.3 記号の意味及び単位

- 1. 本ガイドラインで使用する主な記号の意味及び単位を表 1-5 に定める。

表 1-5 記号の定義

記号	意味	単位
U	終局	-
F	疲労	-
N	通常	-
A	異常	-

1.4 設置等

1.4.1 一般

- 1. 浮体施設の製造業者は、浮体施設の設置に関する必要事項が明記された設置手順書を用意しなければならない。
- 2. 設置手順は、作業員に危険を与えたり構造物に許容外の荷重を作用させたりすることなく、必要に応じて作業を中断できるようなものでなければならない。
- 3. 浮体施設を輻輳海域に設置する場合又は大規模に展開する場合、リスク評価を実施しなければならない。

1.4.2 提出文書

- 1. 浮体施設及びタワーの製造業者は、8.3 に示す浮体施設及びタワーの設置、建設に関する図面、仕様書及び指示書を用意しなければならない。製造業者は、すべての荷重、重量及び浮体施設及びタワーを設置するために必要な特殊ツール及び手順についての詳細を用意しなければならない。
- 2. 前-1.に加え、製造業者は、次に掲げる事項を記載した浮体施設及びタワーの安全のための要領書を作成し、本会へ承認のため提出しなければならない。当該要領書は浮体施設及びタワーの管理責任者に供与すること。また、当該要領書に変更を生じた場合は、当該事項に関する要領書を作成し、同様の措置をとること。
- (1) 一般配置図
 - (2) メンテナンスマニュアル
 - (3) 危機管理マニュアル
 - (4) その他発電を適確に行うために必要な資料

1.5 保守及び点検

1.5.1 一般

- 1. 浮体施設及びタワーには、保守・点検のための安全な交通手段を備えなければならない。交通手段は、関連する地域及び国内法令並びに国際法規に準拠しなければならない。

1.5.2 検査及び保守の安全に関する設計要求

- 1. 浮体構造施設に設けられた通路やプラットフォームは、保守、検査時に海水を被る高さよりも上方に配置しなければならない。安全のため、海洋付着生物の除去も検討することを推奨する。着氷のリスクがある場合には、着氷条件下における梯子やプラットフォームへのアクセス制限も検討しなければならない。氷の落下によって構造が損傷するリスクについても検討しなければならない。
- 2. 設計には、回転中のブレード先端部と通路やプラットフォームとの間に適切な間隔を設けなければならない。
- 3. ヘリコプタの離着施設は、着陸プラットフォームの構造安全性、クリアランス、防火、標示等に関するあらゆる面について、関連する国内及び国際の法規・法令に適合したものでなければならない。
- 4. 航行及び飛行に関する障害灯及び障害標識は、関連する国内及び国際の法規・法令に適合したものでなければなら

らない。

-5. 浮体施設及びタワーに昇降設備を備える場合、昇降設備は、5.7.40に規定する要件に適合しなければならない。

1.5.3 メンテナンスマニュアル

-1. 本 1.5.3 に適合するメンテナンスマニュアルを作成し、1.4.2-2.に定める書類に含めなければならない。また、当該書類は作業員に提供しなければならない。

-2. メンテナンスマニュアルに記載される保守及び点検の各手順は、作業員の安全を考慮したものでなければならない。

-3. 閉鎖された区画に入る作業員について、危険な状況を必ず待機人員が認識し、必要に応じてただちに救助を開始できる安全措置が必要と明記しなければならない。

-4. メンテナンスマニュアルは、作業員が理解できる言語で作成しなければならない。

-5. メンテナンスマニュアルには、少なくとも以下の事項について記載しなければならない。

- (1) 保守及び点検要領
- (2) 保守及び点検を行う間隔
- (3) 浮体施設施設への安全なアクセス手段
- (4) 悪天候時の行動
- (5) 海洋付着生物のモニタリング要領
- (6) 浮体施設及びタワーの設置、建設に関する図面
- (7) 1.5.4 に基づく緊急時の対策

-6. メンテナンスマニュアルには、保守点検記録を添えなければならない。保守点検記録には、少なくとも以下の事項について記載しなければならない。

- (1) 実施した保守点検の概要及び日時
- (2) 発見した不具合の概要及び発見した日時
- (3) 不具合に対する対策
- (4) 不具合を修理した日時

1.5.4 緊急時対策要領

-1. 想定される緊急事態がメンテナンスマニュアル中で特定され、作業員が実施する処置が規定されていないなければならない。

-2. メンテナンスマニュアルには、火災並びに洋上風車浮体施設の部品及び構造が損傷している場合、当該リスクが明確に評価されない限り、誰も洋上風車浮体施設に近づかないことが望ましい旨を記載しなければならない。

2章 外部条件

2.1 一般

2.1.1 一般

- 1. 浮体施設及びタワーの荷重、及び耐久性及び運転は、環境条件の影響を受ける。適切な水準の安全性及び信頼性を確保するため、環境条件に係るパラメータを考慮して設計し、これらのパラメータを設計図書に明記しなければならない。環境条件は、主に風況条件、海況条件、地震及び津波条件並びにその他の環境条件に分けられる。
- 2. サイトの地質については、海底固定点海底係留点の仕様に照らして、海底変形、洗掘、その他の海底の不安定性による地質の時間的変化の影響を受ける場合、その影響を適切に考慮しなければならない。
- 3. 外部条件は、通常外部条件及び極値外部条件に細分される。通常外部条件は、一般に再現性のある構造荷重条件に関するものである。極値外部条件は、稀な外部設計条件を表す。設計荷重ケースは、これらの外部条件と風車の運転モードやほかの設計条件との重要と考えられる組合せによって構成しなければならない。
- 4. 基本的な設計パラメータの値を設計文書に明記しなければならない。
- 5. 浮体式洋上風力発電技術基準^[J-01]の第2編 第1章の規定に加えて、本章の規定に基づき外部条件を算定しなければならない。

2.2 風況条件

2.2.1 一般

- 1. 浮体施設及びタワーは、設計基準として採用した風況条件に安全に耐え得るように設計されなければならない。

2.2.2 風車発電時の風況条件

- 1. 風車発電時の風況条件として、それぞれの浮体施設のハブ高さにおける以下に掲げる値を算定しなければならない。なお、方位別に算定する場合、その分割は30度以下とし、全方位の代表値は方位別の風速出現頻度分布及びエネルギー密度分布のそれぞれに基づく加重平均値を示さなければならない。
 - (1) 平均風速（方位別の風速出現頻度分布及び全方位の加重平均値／方位別のエネルギー密度分布）
 - (2) 乱流強度【通常乱流モデル（NTM）及び極値乱流モデル（ETM）】（方位別／代表値）
 - (3) ベキ指数（方位別／代表値）
 - (4) 気流傾斜角（方位別／代表値）
 - (5) 空気密度
 - (6) 通常温度範囲
 - (7) その他、風車の型式認証で設定されている条件
- 2. 風車発電時の風況条件の算定においては、以下に掲げる規格を適用しても差し支えない。ただし、サイトの条件に照らして、これらの規格に基づく規定を適用できることの妥当性を示さなければならない。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019^[R-02] 6.1.1, 6.1.2
 - (2) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.4.3
- 3. サイトが日本国内に位置し、かつ電気事業法の規制を受ける場合、前-2.に加えて、以降-4. から-7.の要求事項も満足しなければならない。
- 4. それぞれの浮体施設に対する風車発電時の風況条件の算定は、洋上における計画ウィンドファームを代表する一つ又は複数の地点に設置した風況観測マストによる観測データ、もしくは風況観測マストと同等の精度を有することが確認されたリモートセンシング機器による観測データに基づいて行わなければならない。
- 5. 前-4. に規定する観測について、その観測高さは計画ハブ高さの2/3以上としなければならない。観測期間は信頼

できるデータを得るのに十分な期間とし、季節的な影響が入るように少なくとも1年以上としなければならない。なお、これらの条件を満足する観測データについては、その代表半径を10kmとすることができる。

-6. 風況観測マスト及びリモートセンシング機器のうち鉛直ライダー等による観測を実施する場合は、NKRE-GL-WFC01^[R-01] 附属書 A に従い、観測データの評価については、NKRE-GL-WFC01^[R-01] 2.2.2 に従うこと。また、リモートセンシング機器のうち、スキャニングライダーやフローティングライダー等による観測を実施する場合は、本会の適当と認めるところによる。

-7. それぞれの浮体施設に対する風車発電時の風況条件の算定は、その妥当性が十分に確認された気流解析により行わなければならない。気流解析の妥当性の検証については、気流解析により観測データ位置の風況条件を算定し、平均風速・乱流強度・ウィンドシアについて方位別に観測データとの比較による検証を行わなければならない。この気流解析の妥当性の確認について、その詳細は NKRE-GL-WFC01^[R-01] 附属書 B.2 に従わなければならない。

-8. 前-1. (2) の乱流強度については、必要に応じて発電中の隣接風車の後流影響を考慮した有効乱流強度を算定しなければならない。また、風車の運転について、セクターマネジメントを設定する場合には、その影響も適切に考慮しなければならない。有効乱流強度の算定については、NKRE-GL-WFC01^[R-01] 2.2.7 に従うこと。

2.2.3 風車暴風待機時の風況条件

-1. 風車暴風待機時の風況条件として、それぞれの浮体施設のハブ高さにおける以下に掲げる値を算定しなければならない。

- (1) 再現期間 50 年の 10 分間平均風速
- (2) 再現期間 50 年の 3 秒間平均風速
- (3) 再現期間 1 年の 10 分間平均風速
- (4) 再現期間 1 年の 3 秒間平均風速
- (5) 再現期間 50 年及び 1 年の風速に対応する乱流強度
- (6) 再現期間 50 年及び 1 年の風速に対応するウィンドシアのべき指数
- (7) 再現期間 50 年及び 1 年の風速に対応する空気密度
- (8) その他、風車の型式認証で設定されている条件

-2. 風車暴風待機時の風況条件の算定においては、以下に掲げる規格を適用しても差し支えない。ただし、サイトの条件に照らして、これらの規格に基づく規定を適用できることの妥当性を示さなければならない。

- (1) IEC TS 61400-3-2:2019^[R-02] 6.1.1, 6.1.2
- (2) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.4.3

-3. サイトが日本国内に位置し、かつ電気事業法の規制を受ける場合、NKRE-GL-WFC01^[R-01] 2.3 に基づき風車暴風待機時の風況条件の算定を行い、前-2. に基づいて算定した風況条件も考慮した上で設計値として採用する値を決定しなければならない。

-4. それぞれの浮体施設に対する風車暴風待機時の風況条件の算定は、その妥当性が十分に確認された気流解析により行わなければならない。気流解析の妥当性の検証については、気流解析により観測データ位置の風況条件を算定し、平均風速・乱流強度・ウィンドシアについて方位別に観測データとの比較による検証を行わなければならない。この気流解析の妥当性の確認について、その詳細は NKRE-GL-WFC01^[R-01] 附属書 B.2 に従わなければならない。

2.3 海況条件

2.3.1 一般

- 1. 浮体施設及びタワーは、設計基準によって採用された海象条件に安全に耐え得るように設計されなければならない。
- 2. 浮体施設及びタワーの設計は、洋上風車サイトを代表する海洋条件を含む環境条件に基づかなければならない。

-3. 海況条件の算定においては、以下に掲げる規格を適用しても差し支えない。ただし、サイトの条件に照らして、これらの規格に基づく規定を適用できることの妥当性を示さなければならない。

- (1) IEC TS 61400-3-2:2019^[R-02] 6.3.3
- (2) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.4.3

2.3.2 風車発電時の海況条件

-1. 風車発電時の海況条件として、それぞれの浮体施設位置における以下に掲げる値を算定しなければならない。

- (1) 年平均有義波高及びその有義波周期
- (2) 風車ハブ高さにおける方位別の10分間平均風速に対応する有義波高・有義波周期の結合確率分布
- (3) 水位
- (4) 流れ
- (5) その他、風車の型式認証で設定されている条件

2.3.3 風車暴風待機時の海況条件

-1. 風車暴風待機時の海況条件として、それぞれの浮体施設位置における以下に掲げる値を算定しなければならない。

- (1) 再現期間50年及び1年の極値有義波高
- (2) 再現期間50年及び1年の極値有義波高に対する有義波周期の範囲
- (3) 再現期間50年及び1年の最高波高
- (4) 波スペクトル
- (5) 再現期間50年及び1年の極値水位
- (6) 再現期間50年及び1年の極値流れ
- (7) その他、風車の型式認証で設定されている条件

2.3.4 波

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき波については、以下に示される規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.2

2.3.4.1 通常海況 (NSS)

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき通常海況 (NSS) については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.2.2

2.3.4.2 高波浪時海況 (SSS)

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき高波浪時海況 (SSS) については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.2.3

2.3.4.3 極値海況 (ESS)

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき極値海況 (ESS) については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.2.4

2.3.5 流れ

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき流れについては、以下に示される規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.3.1

-2. 水中流及び吹送流については、2.3.5.1及び2.3.5.2の規定によらなければならない。なお、水中流及び吹送流を同時に考慮し、その妥当性が実験等によって確認されているにあつてはこの限りではない。

2.3.5.1 水中流

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき水中流については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.3.2

2.3.5.2 吹送流

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき吹送流については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.3.3

2.3.5.3 通常水流モデル (NCM)

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき通常水流モデル (NCM) については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.3.4

2.3.5.4 極値水流モデル (ECM)

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき極値水流モデル (ECM) については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.3.5

2.3.6 水位

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき水位については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.4.1

2.3.6.1 通常水位変動域 (NWLR)

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき通常水位変動域 (NWLR) については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.4.2

2.3.6.2 極値水位変動域 (EWLR)

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき極値水位変動域 (EWLR) については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.4.3

2.3.7 海水

-1. 浮体施設の設計において考慮すべき海水については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC 61400-3-1:2019^[R-03] 6.3.3.5

2.4 地震及び津波

2.4.1 一般

-1. 地震の影響について適切に考慮しなければならない。考慮する地震は、サイト周辺において過去発生した最大レベルのものとするか、サイトが日本国内の場合はサイト周辺の地方自治体が定める地域防災計画等を参考に設定しなければならない。また、**海底固定点海底係留点**において鉛直力が発生する係留形式を採用する場合は、特に地震が生じた場合の地盤の液状化についても適切に考慮しなければならない。

-2. 津波の影響について適切に考慮しなければならない。考慮する津波は、サイト周辺において過去発生した最大津波とするか、サイトが日本国内の場合はサイト周辺の地方自治体が定める地域防災計画等を参考に設定しなければならない。ただし、設置海域の水深が十分大きい場合は、津波による影響は、潮位変動及び流れとして取り扱って差し支えない。

-3. 本ガイドラインの適用上、地震及び津波を同時に考慮する必要はない。また、地震もしくは津波を考慮する際の風況条件及び海況条件は年平均値を考慮することで差し支えない。

2.5 その他の環境条件

2.5.1 一般

- 1. 浮体施設及びタワーは、サイトの条件に照らして、2.5.2 ~ 2.5.6 に示すその他の環境条件にも安全に耐え得るよう設計されなければならない。
- 2. その他の環境条件の算定においては、以下に掲げる規格を適用しても差し支えない。ただし、サイトの条件に照らして、これらの規格に基づく規定を適用できることの妥当性を示さなければならない。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 6.3.5
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 6.4.5

2.5.2 海洋付着生物

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき海洋付着生物については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 6.3.3.6

2.5.3 積雪荷重

- 1. 浮体施設及びタワーに対して積雪の影響が無視できない場合、適切に考慮しなければならない。

2.5.4 海氷

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき海氷については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 6.3.3.5

2.5.5 海底変形及び洗掘

- 1. 浮体施設の海底固定点海底係留点に対する海底変形及び洗掘の影響が無視できない場合、適切に考慮しなければならない。

2.5.6 落雷

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき落雷についての考え方は、以下に掲げる基準を参照すること。
 - (1) 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令 [R-06]
 - (2) 発電用風力設備の技術基準の解釈について [R-07]
 - (3) 発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説 [R-08]

3章 荷重

3.1 一般

3.1.1 一般

- 1. 2章に規定する外部条件に基づく浮体施設及びタワーに対する荷重を考慮すると共に、RNA から支持構造物浮体施設及びタワーに働く荷重を適切に考慮しなければならない。
- 2. 前-1. に示す荷重を適切に算定するために、浮体施設及びタワー支持構造物に RNA を加えたモデルに対して時間領域での連成解析を行わなければならない。解析は、荷重を正確に把握するために十分なシミュレーション時間を確保しなければならない。なお、本会が適当と認める模型試験によって荷重を算定しても差し支えない。この場合、設計荷重算定に関わる資料を本会に提出しなければならない。
- 3. 浮体式洋上風力発電技術基準^[J-01] の第2編 第2章 第2節の規定に加えて、本章の規定に基づき荷重を算定しなければならない。

3.1.2 重力荷重及び慣性荷重

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき重力荷重及び慣性荷重については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.3.2
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.3.2

3.1.3 空力荷重

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき空力荷重については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.3.3
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.3.3

3.1.4 運転荷重

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき運転荷重については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.3.4

3.1.5 流体力荷重

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき流体力荷重については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.3.5
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.3.5

3.1.6 海水荷重

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべき海水荷重については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.3.6
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.3.6

3.1.7 その他の荷重

- 1. 浮体施設の設計において考慮すべきその他の荷重については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.3.7
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.3.7

3.2 設計条件及び荷重ケース

3.2.1 一般

- 1. 浮体施設及びタワーは、供用期間中に経験すると思われる最も重大な状態を網羅した条件に基づいて構造的健全性が検証されなければならない。

3.2.2 設計荷重ケース

- 1. 設計荷重ケースは、運転モード又はその他の設計条件（特定の組立、建設又は保守の条件と外部条件との組合せなど）に基づき、表 3-1 の設計荷重ケースを考慮しなければならない。この表では、設計荷重ケースは、各々の設計条件について風況条件、海況条件、電気的條件、その他の外部条件によって規定されている。
- 2. 浮体施設が海氷の発生が予想されるサイトに設置される場合には、前-1. に加えて表 3-2 に示す設計荷重ケースも考慮しなければならない。
- 3. 各設計荷重ケースに対して、適切な解析タイプとして“F”及び“U”で示す。“F”は、疲労強度の評価に用いる疲労荷重の解析を意味する。“U”は、材料強度及び構造安定性に関係した終局荷重の解析を意味する。
- 4. “U”で示される設計荷重ケースは、通常状態(N)及び異常状態(A)に分類される。通常設計荷重ケースは、浮体施設及びタワーの設計寿命期間を通じて頻繁に発生するものである。風車は通常な状態か、場合によっては、軽度の故障又は異常状態にある。異常設計条件は、発生頻度が低いものである。これは、通常、保護システムの作動に至る重大な不具合を伴った設計条件に相当する。設計条件 N 及び A によって、終局荷重に適用される部分安全率 γ_f は異なる。この安全率は、表 5-1 による。
- 5. 前項までの規定に加えて、設計条件及び設計荷重ケースの設定については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.4.1
- 6. 浮体形式によって構造安全性に影響が出ると考えられる設計荷重ケースが表 3-1 に示しているもの以外に考えられる場合には、それを適切に考慮しなければならない。

3.2.3 発電 (DLC 1.1~DLC 1.6)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.4.2

3.2.4 発電中の故障発生（電力系統接続の喪失を含む）(DLC 2.1~DLC2.6)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.4.3

3.2.5 起動 (DLC 3.1~DLC 3.3)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.4.4

3.2.6 通常停止 (DLC 4.1~4.3)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.4.5

3.2.7 緊急停止 (DLC 5.1)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.4.6

3.2.8 待機状態 (静止又はアイドルリング) (DLC 6.1~DLC6.4)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.4.7
- 2. バックアップ電源を設けることで表 3-1 に示す DLC6.2 を省略する場合、ウインドファーム認証における風車 (RNA) 設計評価として別途本会の審査を受け、その妥当性について確認を受ける必要があることに留意しなければならない。RNA に対する要求事項については、NKRE-GL-WFC01 ^[R-01] 5.4 を参考にすることができる。

3.2.9 待機中に故障が発生した場合 (DLC 7.1~DLC7.2)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.4.8

3.2.10 曳航, 設置, 保守及び修理 (DLC 8.1~DLC8.4)

- 1. この設計条件については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.4
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.4.9

3.2.11 海水設計荷重ケース

- 1. 海氷が発生すると予測されるサイトに設置する浮体施設洋上風車では、浮体施設その設計において表 3-2 に示す荷重ケースも考慮しなければならない。
- 2. 海水設計荷重ケース D1 から D7 についての考え方は、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.4.10

表 3-1 設計荷重ケース (DLC)

DLC	風況	波	風及び波の方向性	流れ	水位	その他の条件	解析のタイプ	部分安全率
1) 発電								
1.1	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	*1.1	U	N (1.25)
1.2	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS H_s, T_p 及び V_{hub} の 結合確率分布	MIS 及び MUL	NCM	NWLR 又は MSL 以上	—	F	—
1.3	ETM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	—	U	N
1.4	ECD $V_{hub} = V_r - 2 \text{ m/s}$, V_r 及び $V_r + 2 \text{ m/s}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	MIS 及び 風向変化	NCM	MSL	—	U	N
1.5	EWS $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	—	U	N
1.6	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	SSS $H_s = H_{s,SSS}$	COD 及び UNI	NCM	NWLR	—	U	N
2) 発電中の故障発生								
2.1	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	*2.1	U	N
2.2	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	*2.2	U	A
2.3	EOG $V_{hub} = V_r \pm 2 \text{ m/s}$ 及び V_{out}	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	*2.3	U	A
2.4	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	NWLR 又は MSL 以上	*2.4	F	—
2.5	NWP $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	*2.5	U	N
2.6	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	SSS	MIS 及び MUL	NCM	NWLR	*2.6	U	A
3) 起動								
3.1	NWP $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	NWLR 又は MSL 以上	—	F	—
3.2	EOG $V_{hub} = V_{in}$, $V_r \pm 2 \text{ m/s}$ 及び V_{out}	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	—	U	N
3.3	EDC $V_{hub} = V_{in}$, $V_r \pm 2 \text{ m/s}$ 及び V_{out}	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	MIS 及び 風向変化	NCM	MSL	—	U	N

DLC	風況	波	風及び波の方向性	流れ	水位	その他の条件	解析のタイプ	部分安全率
4) 通常停止起動								
4.1	NWP $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	NWLR 又は MSL 以上	—	F	—
4.2	EOG $V_{hub} = V_r \pm 2 \text{ m/s}$ 及び V_{out}	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	—	U	N
4.3	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	SSS 又は制御もしくは保護システムの安全上の閾値となる最も厳しい条件	MIS 及び MUL	NCM	MSL	*4.3	U	N
5) 緊急停止								
5.1	NTM $V_{hub} = V_r \pm 2 \text{ m/s}$ 及び V_{out}	NSS $H_s = E[H_s V_{hub}]$	COD 及び UNI	NCM	MSL	—	U	N
6) 待機中（静止又はアイドリング）								
6.1	EWM $V_{hub} = V_{ref}$	ESS $H_s = H_{s50}$	MIS 及び MUL	ECM $U = U_{50}$	EWLR	—	U	N
6.2	EWM $V_{hub} = V_{ref}$	ESS $H_s = H_{s50}$	MIS 及び MUL	ECM $U = U_{50}$	EWLR	*6.2	U	A
6.3	EWM $V_{hub} = V_{ref}$	ESS $H_s = H_{s50}$	MIS 及び MUL	ECM $U = U_{50}$	EWLR	*6.3	U	N
6.4	NTM $V_{hub} < 0.7V_{ref}$	NSS H_s , T_p 及び V_{hub} の結合確立 分布	COD 及び MUL	NCM	NWLR 又は MSL 以上	—	F	—
7) 待機中の故障の発生								
7.1	EWM $V_{hub} = V_1$	ESS $H_s = H_{s1}$	MIS 及び MUL	ECM $U = U_1$	NWLR	—	U	A
7.2	NTM $V_{hub} < 0.7V_{ref}$	NSS H_s , T_p 及び V_{hub} の結合確立 分布	COD 及び MUL	NCM	NWLR 又は MSL 以上	—	F	—
8) 曳航, 設置及び保守								
8.1	個別に規定					—	U	N
8.2	EWM $V_{hub} = V_1$	ESS $H_s = H_{s1}$	COD 及び UNI	ECM $U = U_1$	EWLR	—	U	A
8.3	NTM $V_{hub} < 0.7V_{ref}$	NSS H_s , T_p 及び V_{hub} の結合確立 分布	COD 及び MUL	NCM	NWLR 又は MSL 以上	*8.3	F	—
8.4	個別に規定					—	F	—

<備考>

(1) その他の条件の注記については、次の通り。

- *1.1 : RNA に対する極値荷重の外挿時
- *2.1 : 制御システムの通常故障、電力系統接続の喪失又は第 1 階層の制御機能の故障
- *2.2 : 制御システムの異常な故障又は第 2 階層の制御機能の故障
- *2.3 : 外部又は内部の電気故障（電力系統接続の喪失を含む）
- *2.4 : 制御システム、電気装置の故障又は電力系統接続の喪失
- *2.5 : 電力系統故障のライドスルー
- *2.6 : 海象状態極限防御システムの故障
- *4.3 : 最大運用海象条件（限界値）
- *6.2 : 電力系統接続の喪失
- *6.3 : 極地ヨーミスアライメント
- *8.3 : 据付け期間中に電力系統接続なし

(2) 表 3.1 では、次の略語を用いている。

$V_r \pm 2 \text{ m/s}$: この範囲内のすべての風速に対する感度を解析しなければならない。

- (3) 表 3.1 に一つの風速範囲が示されている場合、浮体施設及びタワーの設計に対して最も厳しい条件になる風速を考慮しなければならない。風速範囲は、離散値の数列で表してもよい。この場合、分解能は計算精度を確保する十分なものでなければならない（一般に、分解能は 2 m/s で十分とみなされる）。設計荷重ケースの定義においては、2 章に記載した風況条件及び海況条件を参照しなければならない。
- (4) 一般に、平均風向の過渡的変化を伴う設計荷重ケース（DLC 1.4 及び DLC 3.3）及び待機中（静止又はアイドリング）設計条件の風車に対する設計荷重ケースを除くすべての設計荷重ケースにおいて、浮体施設及びタワーに作用する荷重の計算では、風及び波の方向は、同一と仮定してよい。
- (5) 幾つかのケースにおいては、多方向からの風及び波は、浮体施設及びタワーに作用する荷重に重要な影響を及ぼすことがある。これは主に、浮体施設及びタワーがどの程度非軸対称であるかに左右される。表 3.1 に示す設計荷重ケースの中には、風及び波が最悪のケースの一つの方向（単一方向）から作用すると仮定して荷重計算を実施してよいものもある。ただし、この場合、算出した最悪のケースの荷重を浮体施設及びタワーの該当方向に適用することによって、構造的健全性を実証しなければならない。
- (6) それぞれの設計荷重ケースについて考慮すべき平均又は極値ヨーミスアライメントは、IEC 61400-1:2019^[R-04] の規定に従うものとする。ヨーミスアライメントは、風車主軸の風向に対する水平方向の偏差と定義される。

表 3-2 設計荷重ケース【海氷】(DLC)

DLC	海氷条件	風況	水位	解析のタイプ	部分安全率
発電					
D 1	温度変動による水平荷重	NTM $V_{hub} = V_r \pm 2 \text{ m/s}$ 及び V_{out} 最大スラストとなる風速	NWLR	U	N
D 2	温度変動又はアーチ効果による水平荷重	NTM $V_{hub} = V_r \pm 2 \text{ m/s}$ 及び V_{out} 最大スラストとなる風速	NWLR	U	N
D 3 極値事象 の外挿	該当速度の移動氷盤による水平荷重 $h = h_{50}$ 又は移動氷盤よりも大きな値	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NWLR	U	N
D 4	該当速度の移動氷盤による水平荷重 $h = h_{50}$ in open sea (外洋) $h = h_m$ for land-locked waters (湖)	NTM $V_{in} < V_{hub} < V_{out}$	NWLR	F	—
D 5	水位変動による結氷板の垂直荷重	風荷重は適用しない	NWLR	U	N
待機状態					
D 6	氷丘氷及び氷稜による圧力	EWM 乱流風モデル $V_{hub} = V_1$	NWLR	U	N
D 7	該当速度の移動氷盤による水平荷重 $h = h_{50}$ in open sea (外洋) $h = h_m$ for land-locked waters (湖)	NTM $V_{hub} < 0.7 V_{ref}$	NWLR	F	—
D 8	該当速度の移動氷盤による水平荷重 $h = h_{50}$ 又は移動氷盤よりも大きな値	EWM 乱流風モデル $V_{hub} = V_1$	NWLR	U	N

3.3 荷重及び荷重効果の計算

3.3.1 一般

- 1. 荷重及び荷重効果の計算は、該当する外部条件の組合せに対して風車及び浮体施設の動的応答を適切に考慮した方法を用いて行わなければならない。
- 2. 浮体施設の荷重及び荷重効果については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.5.1
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.5.1

3.3.2 流体力荷重の関連性

- 1. 流体力荷重の関連性については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.5.2
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.5.2

3.3.3 流体力荷重の計算

- 1. 流体力荷重の計算については、以下に掲げる規格を参照すること。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.5.3

(2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.5.3

3.3.4 海水荷重の計算

-1. 海水荷重の計算については、以下に掲げる規格を参照すること。

(1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.5.4

3.3.5 その他の荷重の計算

-1. RNA, タワー及び浮体構造浮体施設及びタワーに作用する静的な風圧を求める場合は式(3.1)によって算定してもよい。なお、風圧を算定する際に遮蔽効果を考慮する場合には、別途詳細な検討を行わなければならない。

$$P = 0.611C_s V(z)^2 \quad (3.1)$$

ここで、

C_s : 抗力係数で表 3-3 に示す。

$V(z)$: 高さ z [m] における風速

表 3-3 抗力係数 C_s

構造部分	C_s
球殻構造	0.4
円筒形構造	0.5
主殻	1.0
甲板室	1.0
独立した構造部分 (クレーン, 形鋼, 梁等)	1.5
甲板下の部分 (平滑面)	1.0

-2. RNA の搭載などの施工中に浮体構造施設を着底させる場合には、底部マット等を使用するなどの施工上の仕様を考慮し、あらゆる想定される外力に基づいて最も厳しい状態での浮体構造施設に対する荷重を算定しなければならない。

-3. 海水バラストを積載するタンクについては、タンクを構成する構造部材に対する荷重として鋼船規則 C 編 14 章の規定もしくは本会が適当と認める規格・基準等に基づいてオーバーフロー管の位置に基づく水頭及び浮体施設の動揺による付加水頭を適切に算定しなければならない。なお、海水以外をバラストとして使用する場合は考慮すべき荷重は、本会が適当と認めるところによる。

3.4 シミュレーションに関する要求事項

3.4.1 一般

-1. 浮体施設の荷重及び荷重効果の算定では、構造力学モデルを利用した動的シミュレーションを用いなければならない。また、ある特定の荷重ケースには、対応した確率論的な風や波の情報を入力する。これらのケースでは、特性荷重効果の推定結果の統計的信頼性を確保するために、荷重データの時間は十分に長くしなければならない。一般には、応答解析動的シミュレーションで考慮するそれぞれの風車ハブ高さでの平均風速及び海況に対しては、原則として 10 分間の確率論的シミュレーションを 6 個以上 (又は連続 1 時間を 1 個) 実施しなければならない。

-2. 荷重及び荷重効果の算定を行うシミュレーションについては、以下に掲げる規格を参照すること。

(1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 7.5.6

(2) IEC 61400-3-1:2019 [R-03] 7.5.6

-3. 動的シミュレーションについては、適用するモデル及びその結果の妥当性が十分に確認されなければならない。

この妥当性の検証については、水槽試験による実測データや実証機等での実測データとの比較により行われるものとし、複数の異なるモデルによる動的シミュレーションによる結果を組み合わせる場合は、適用するそれぞれのモデル単体での妥当性検証結果に加えて、異なる動的シミュレーションの間での結果の比較による検証も行わなければならないことに留意すること。

3.4.2 その他の要求事項

-1. 設計荷重ケースの設定や荷重及び荷重効果の算定にあたっては、浮体施設に搭載する風車の特性やサイトの条件に照らして、例えば以下に掲げる項目規格も併せて考慮する必要があることに留意する。

- ~~風車そのものによる風速場のじょう乱（擾乱）（風車後流による誘導速度、タワー後流など）~~
- ~~ブレードの空力特性に対する三次元流の影響（例えば、三次元失速及び空力翼端損失）~~
- ~~非定常な空力効果~~
- ~~構造動力学と振動モードの連成~~
- ~~空力弾性効果~~
- ~~風車の制御及び保護システムの挙動~~
- ~~風車のブレード又はその他の部品の氷結による空力特性及び動的特性に対する影響~~
- ~~堆積した海洋付着生物の質量が支持構造物の固有振動数及び動的荷重に及ぼす影響~~
- ~~空力荷重と流体力荷重との組合せに対する風車の動的応答~~
- ~~風車および浮体施設の制御および保護システムの挙動~~
- ~~渦励振による浮体や係留システムの動揺~~
- ~~減衰を含むカタナリ係留、セミトート、トート係留の非線形性とダイナミクスの影響~~
- ~~係留ラインおよびアンカーの海底との非線形相互作用~~
- ~~スラミング衝撃荷重による浮体構造の動的励起（ホイッピング）と振動（スプリングング）~~
- ~~スロッシング~~

~~2. 前1. に示す項目については、以下に掲げる規格を参照してもよい。~~

- (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.5.7
- (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.5.7

~~2.3. 減衰に係る一般的な事項については、以下に掲げる規格を参照してもよい。~~

- (1) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.5.5

4章 材料及び溶接

4.1 一般

4.1.1 一般

- 1. 支持構造物浮体施設に用いられる材料及び溶接については、以下の(1)から(4)によらなければならない。
 - (1) 主要構造に用いられる材料は、**鋼船規則 K 編**の規定に適合するものでなければならない。なお、**鋼船規則 K 編**に規定がないもの又は**K 編**の規定により難しいものについては、本会の適当と認める規格を準拠基準として、本会が特に承認した場合に、これを用いることができる。
 - (2) 主要な荷重が鋼材の板厚方向に加わる場合、板厚方向特性が特別に考慮された鋼材を使用しなければならない。
 - (3) 主要構造の溶接工事は、**鋼船規則 M 編**の規定によらなければならない。なお、**鋼船規則 M 編**の規定により難しいものについては、本会の適当と認める規格を準拠基準として、本会が特に承認した場合に、これによることができる。
 - (4) 係留設備に用いられる以下の部品・機器は、**鋼船規則 L 編**の規定に従い本会が承認したものでなければならない。なお、**鋼船規則 L 編**に規定がないもの又は**L 編**の規定により難しいものについては、本会の適当と認める規格を準拠基準として、本会が特に承認した場合に、これを用いることができる。
 - ・ チェーン
 - ・ ワイヤロープ
 - ・ 合成繊維ロープ
 - ・ 係留ラインに用いる機器及び装具
 - ・ アンカー及び関連部品
 - ・ チェーンストップ及びフェアリーダ
- 2. 前-1. の規定に関わらず、タワーに用いられる鋼材、フランジ、フランジ接合用ボルトナット平座金セットについては、本会の適当と認めた場合には以下に掲げる材料とすることができる。ただし、指定もしくは認定された内容に基づいて製作されていることについて、別途本会の確認が必要であることに留意すること。
 - (1) 建築基準法第 37 条の「指定建築材料」
 - (2) 平成 14 年以前に国土交通大臣の認定を受けている材料
 - (3) 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

5章 構造設計

5.1 一般

5.1.1 一般

- 1. 3章の規定に基づいて算定した全ての荷重及び荷重効果に対して、浮体**構造施設**及びタワーを構成する構造部材が健全であることを検証し、許容水準の安全性を確認しなければならない。
- 2. 本章の規定は原則として鋼製による浮体**構造施設**及びタワーを想定した内容となっていることに留意すること。鋼製以外の浮体**構造施設**及びタワーの場合は、本会が適当と認めるところによる。
- 3. 浮体式洋上風力発電技術基準^[1-01]の第2編 第2章 第3節の規定に加えて、本章の規定に基づき構造設計を行わなければならない。
- 4. 氷水域に設置する浮体施設にあっては、本章の規定に加えて**鋼船規則 I 編 5章**の規定を準用するか、ISOなどの一般に認められた海洋構造物の設計に係る基準/規格に従うことで差し支えない。
- 5. 曳航及び設置時の浮体**構造施設**及びタワーの強度については、本会の適当と認めるところによる。
- 6. 地震及び津波に対して、浮体施設の崩壊及び漂流に至らないようにしなければならない。
- 7. 本会が適当と認める場合、モデル試験及び試作機試験によって構造設計を検証してもよい。

5.2 構造仕様及び配置

5.2.1 一般

- 1. 浮体**構造及びタワー施設**の構造部材の分類及び鋼材の使用区分について考慮しなければならない。鋼材の使用区分については、**鋼船規則 P 編 6.2**の規定を準用してもよい。なお、**鋼船規則 P 編 6.2**に規定される板厚を超える場合は、本会が適当と認めるところによる。
- 2. 浮体**構造施設**にムーンプールやターレット係留装置等の大きな開口を設ける場合は、必要に応じて補強し、強度の連続性について留意しなければならない。
- 3. 浮体**構造施設**にタンクを設ける場合、その大きさはタンク内液体が浮体施設の縦揺れ又は横揺れに同調して動揺することのないようなものとするか、タンク内に制水隔壁を設けなければならない。ただし、タンク内液体の動揺による荷重に対し、タンク内構造部材が十分な強度を有する場合は、この限りでない。
- 4. その他構造の配置については、本会の適当と認めるところによる。

5.3 終局強度

5.3.1 一般

- 1. 3章で規定される終局荷重に対する設計荷重ケースにより算定される荷重及び荷重効果に対して、浮体**構造施設**及びタワーを構成する構造部材が健全であることを示さなければならない。
- 2. 部分安全係数法を適用する場合は、部分安全率を用いて荷重及び材料の不確かさとばらつき、解析方法の不確かさ及び破壊が発生した場合の構造部材の重要性を考慮しなければならない。この場合の詳細については、以下に掲げる規格に従うこと。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.6.1
 - (2) IEC 61400-3-1:2019 ^[R-03] 7.6
- 3. 許容応力度法を適用する場合は、以下に掲げる規格に従うこと。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 ^[R-02] 7.6.6
- 4. 前項までの規定に加えて、**3.3.5-3**について、**鋼船規則 C 編 14章**に基づいて水頭及び付加水頭を算定した場合は、構造仕様は**鋼船規則 C 編 14章**の要求事項を満足しなければならない。本会が適当と認める規格・基準に従って水頭

及び付加水頭を算定した場合は、その構造仕様は当該規格・基準の要求事項を満足しなければならない。

5.3.2 部分安全率

- 1. 終局荷重に対する部分安全率は、表 5-1 に規定された値としなければならない。
- 2. 実測データなどにより荷重に対する不確実性が小さいことが証明されている場合、前-1. によらない部分安全率を用いることができる。ただし、適用する部分安全率が妥当であることを定量的に示さなければならない。

表 5-1 荷重に対する部分安全率 γ_f

好ましくない荷重 ^{a)}		好ましい荷重 ^{b)}
設計条件のタイプ (表 3-1 及び表 3-2 を参照)		すべての設計条件
通常(N)	異常(A)	
1.35	1.1	0.9

注 a) 重力荷重が好ましくない荷重とみなされる場合、重力荷重の部分安全率は 1.0 とする。

注 b) 全体的な荷重応答を大幅に軽減する初期張力及び重力荷重は好ましい荷重とみなされる。

ただし、曳航、設置、保守及び修理の荷重ケースにおいて、DLC8.1~DLC8.4 に代えて製造者が輸送及び建造を一括して規定する場合には、設計荷重に対する部分安全率は 1.5 とする。

5.3.3 設計耐力

- 1. 浮体構造施設及びタワーの設計耐力は、ISO などの一般に認められた海洋構造物の設計に係る基準/規格に従って求めなければならない。なお、浮体構造施設及びタワーの材料強度の特性値には、材料の規格降伏強度を用いなければならない。なお、タワーの設計耐力は、IEC61400-1:2019^[R-04] もしくは IEC61400-6:2020^[R-05] によっても差し支えない。
- 2. 複数の基準/規格を組み合わせる場合、その妥当性について示さなければならない。

5.4 疲労強度

5.4.1 一般

- 1. 3 章で規定される疲労荷重に対する設計荷重ケースにより算定される荷重及び荷重効果に対して、浮体構造施設及びタワーを構成する構造部材が健全であることを示さなければならない。
- 2. 繰り返し応力を受ける部材は、繰り返し応力の大きさ、繰り返し数、平均応力、部材の形状等を考慮し、疲労に対し十分な強度を有するものでなければならない。
- 3. 疲労強度に係る設計寿命は、浮体構造施設及びタワーの供用期間を下回る期間としてはならない。
- 4. 疲労強度に係る考え方については、以下に掲げる規格を参照すること。

- (1) IEC TS 61400-3-2:2019^[R-02] 7.6.3

5.4.2 疲労強度評価

- 1. 有害な疲労き裂の発生のおそれのある応力集中部、係留装置からの反力を受ける箇所のほか、本会の必要と認める板部材同士の結合部について、疲労強度を評価しなければならない。
- 2. 疲労強度を検討する際は、あらゆる種類の繰り返し荷重を考慮することを原則とする。また、評価対象部材に存在する切欠部又は構造の不連続部に対しては応力集中についても適切に考慮しなければならない。
- 3. 疲労強度を検討する際は、8 章に規定する定期的検査が実施可能であるか、もしくは検査のために個々の構造部材に近づきやすいかどうかを考慮し、検査の実施が困難な場合は安全率を増すなどの特別な対応を行わなければならない。
- 4. 疲労強度評価は、線形被害則に基づく累積疲労損傷度を算定することにより評価しなければならない。なお、疲労強度評価に用いる手法の適用の妥当性と S-N 線図や板厚効果などに関わる係数など適用したパラメータの設定の妥

当性を示さなければならないことに留意すること。

5.4.3 疲労強度改善に関わる措置

- 1. 腐食環境下にある疲労強度上問題となる部分に対しては、電気防食等により腐食の防止に努めなければならない。
- 2. 疲労強度上重要な部分に対しては、工作の際の溶接欠陥等に特に注意を払わなければならない。また、これらの部分の溶接には、完全溶け込み溶接に加えて適切な表面処理の実施を推奨する。

5.5 防食措置及び腐食予備厚

5.5.1 一般

- 1. 浮体構造施設及びタワーの防食措置について、浮体構造施設及びタワーの想定供用期間、保守方法、腐食環境等を考慮して、適切な腐食対策を施さなければならない。

5.5.2 防食措置

- 1. 浮体構造施設及びタワーの構造部材が曝される腐食環境に応じ、表 5-2 に掲げる防食措置を施すことを標準とする。

表 5-2 防食措置標準

対象構造部材			防食措置
飛まつ帯より上部	外殻部材	上甲板，側部外板	耐錆性及び耐候性を有する塗料による塗装
飛まつ帯	外殻部材	側部外板	有効な塗装又はライニング。飛まつ帯の腐食環境は、他の部材に比べ、厳しいことに留意しなければならない。
飛まつ帯より下部	外殻部材	側部外板，底部外板	耐海水性を有する塗料による塗装又は電気防食あるいはそれらの併用
バラスタタンク内		隔壁，フローア，ガーダー等の桁部材，縦通材等の防撓材	耐海水性を有する塗料による塗装又は塗装と電気防食の併用
上記以外の主要構造部材及び区画内部材			耐錆塗料による塗装

5.5.3 腐食予備厚

- 1. 構造部材が曝される腐食環境に応じた腐食予備厚は、表 5-3 による。なお、腐食環境が著しく厳しい場合には、表 5-3 に規定する腐食予備厚より大きな値又は適当な防食措置を追加で要求する場合がある。
- 2. 浮体構造施設及びタワーに本会が適当と認める追加の防食措置が講じられた場合、前-1.に定める腐食予備厚につき、本会が適当と認める軽減を行うことができる。

表 5-3 構造部材の片面の腐食予備厚

腐食環境		片面の腐食予備厚 (mm)	
		想定供用期間 20 年	想定供用期間 30 年
バラスタタンク内環境	桁部材の Face	1.0	1.3
	上記以外	0.8	1.0
大気暴露環境 (飛まつ帯より上部)		1.0	1.1
飛まつ帯		1.0	1.1
海水暴露環境 (飛まつ帯より下部)		0.5	0.6
上記以外		0.5	0.6

(備考)

想定供用期間が、表中の中間の場合は、線形補間により求め、小数点第 2 位を切り上げた値とする。また、想定供用期間が、30 年を

超える場合は、20年と30年の値から線形補外により求め、小数点第2位を切り上げた値とする。

修正箇所明示版

5.6 その他設備の構造設計

5.6.1 一般

- 1. 浮体施設に設置される付帯設備についても、浮体構造施設及びタワーを構成する構造部材と同様に2章に規定する外部条件に対して、その付帯設備の構造が健全であることを検証し、許容水準の安全性を確認しなければならない。

5.6.2 係留機器設備

- 1. チェーンストップやフェアリーダなどの係留設備に係る機器を浮体構造施設に取り付ける位置については、応力集中部となることが想定されるため、取付位置の構造健全性の評価には十分に注意を払わなければならない。
- 2. 係留ラインからチェーンストップやフェアリーダが受ける荷重が、浮体構造施設を構成する構造部材に適切に伝達されるようにその詳細構造を十分検討しなければならない。また、必要に応じて浮体構造施設の構造部材の補強を行うこと。

5.6.3 フェンダー

- 1. 作業船などが浮体構造施設に接舷する箇所には、フェンダーを設けるなど適切な保護を施さなければならない。
- 2. 2章に規定する外部条件に基づいて、フェンダーに対する荷重を適切に算定しなければならない。また、フェンダーが作業船などから受ける荷重については、以下に掲げる規格を参照すること。

(1) IEC ~~TS~~ 61400-3-12:2019 ^[R-039] 7.4.9.2

- 3. 前-2. により想定される荷重に対するフェンダー自体の構造健全性に加えて、フェンダーが浮体構造施設に取り付けられる部位についても構造健全性の検証を行い、必要に応じて浮体構造施設の構造部材の補強を行うこと。
- 4. フェンダーについては、その用途から着船位置及びその周辺の衰耗が激しいことに留意し、強度評価においてその点を十分考慮すること。また、使用性の観点からも、例えば交換を可能にするなどの対策を講じること。

5.6.4 はしご・手すり・その他

- 1. 浮体構造施設及びタワーの暴露部において、移動や点検・検査用にはしごや手すりを設置する場合、2章に規定する外部条件に基づいて、はしご・手すりに対して想定される荷重を適切に算定しなければならない。
- 2. 前-1. により想定される荷重に対するはしご・手すり自体の構造健全性に加えて、はしご・手すりが浮体構造施設及びタワーに取り付けられる部位についても構造健全性の検証を行い、必要に応じて浮体施設の構造部材の補強を行うこと。
- 3. その他、浮体構造施設及びタワーの暴露部において2章に規定する外部条件に基づく荷重を受ける可能性がある付帯設備についても、同様の検討を行わなければならない。

5.6.5 ヘリコプタ甲板

- 1. 浮体施設にヘリコプタ甲板を設ける場合、その甲板荷重は鋼船規則P編3.2.7に従ってもよい。
- 2. その他の構造健全性については、本会が適当と認めるところによる。

5.7 昇降設備

5.7.1 一般

- 1. 本節の規定により難しい特別な事情がある場合には、本会が昇降設備の構造、使用方法等を考慮して適当と認めたものに限り、本節の規定によらないことができる。
- 2. 本節に規定していないものにあつては、本会が当該浮体施設及びタワーの昇降設備の効用に支障があるかどうかを考慮してその使用を承認する。

5.7.2 材料・構造及び性能

- 1. 昇降設備に用いる材料は、別に定める場合を除き、耐火性のものであり、かつ、耐蝕性のものでなければならない。ただし、本会が適当と認める場合は、この限りではない。
- 2. 昇降設備は、通常の使用に際して、取扱者に危険を与えない構造のものでなければならない。
- 3. 昇降設備は、浮体施設及びタワーが傾斜している状態においても保守作業及び検査に支障を生じないものでなければならない。
- 4. 昇降設備は、浮体施設及びタワーの振動によりその性能に支障を生じないものでなければならない。

5.7.3 配置等

- 1. 昇降設備は、危険なく昇降することができるような場所に配置しなければならない。

5.7.4 安全係数等

- 1. 昇降機は、通常の使用状態において、制限荷重に相当する荷重を負荷したときに、その重要部分の破壊強度に対する安全係数が、表 5-4 に定める数値以上となるものでなければならない。
- 2. 昇降機は、制限荷重の 1.25 倍の負荷をしても異常を生じないものでなければならない。
- 3. 昇降機は、制限荷重の 1.10 倍の荷重を負荷しても確実に動作するものでなければならない。

表 5-4 昇降機の安全係数

区分	安全係数
主索又は鎖	10.0
かご	7.5
支持はり	5.0
その他の金属構造部	5.0

5.7.5 安全装置等

- 1. 昇降機には、乗員を保護するために安全装置を設けなければならない。
- 2. 昇降機には、主索が、巻上機のドラムに平らに巻きつくような装置を設けなければならない。
- 3. 昇降機の主索は、3 本以上使用し、1 本の切断による転落を防止する強度でなければならない。

5.7.6 特別措置

- 1. 昇降設備には、本節に規定するもののほか、当該昇降設備の構造、使用条件に応じて、本会が必要と認める追加要件に適合しなければならない。

5.7.7 昇降設備検査記録簿等

- 1. 浮体施設の所有者は、昇降設備について、昇降設備検査記録簿を作成しなければならない。
- 2. 浮体施設の所有者は、昇降設備検査記録簿に 8.3.3-3. に規定する昇降機制限荷重等指定書を添付しなければならない。
- 3. 浮体施設の所有者は、昇降設備について、5.7.8 に規定する点検を行った場合は、その旨を昇降設備検査記録簿に記入しておかなければならない。

5.7.8 昇降機の点検

- 1. 浮体施設の所有者は、8.3.3-3. の規定により制限荷重及び定員を指定された昇降機について、異状がないかどうかの点検を行わなければならない。

5.7.9 制限荷重等の標示

- 1. 浮体施設の所有者は、昇降設備の見やすい箇所に指定を受けた制限荷重及び定員を標示しなければならない。

修正箇所明示版

6章 係留設備

6.1 一般

6.1.1 一般

- 1. 浮体施設の位置保持のために、係留設備は、計画されたすべての運転条件に対して浮体施設を所定の位置に保持するために十分な能力を有し、かつ、海底の設備に対して安全なものでなければならない。
- 2. 係留設備は、本章の規定を満足しなければならない。ただし、本章の規定に代えて ISO19901-7 の規定を満足することでも差し支えない。また、以下に掲げる規格を参照してもよい。
 - (1) IEC TS 61400-3-2:2019 [R-02] 14
- 3. 低温、凍結、着氷などが想定される海域に設置される浮体施設の係留設備にあつては、それらの影響を考慮したものとするか、適切な保護対策を施さなければならない。
- 4. 表 1-1 の No.52 に定義する係留施設と浮体施設の係留設備を連結することにより、浮体施設の位置を保持するシステムの場合、係留施設の構造及び係留設備は、本会が適当と認めるものでなければならない。
- 5. 浮体式洋上風力発電技術基準^[J-01] の第 2 編 第 3 章の規定に加えて、本章の規定に基づき構造設計を行わなければならない。

6.1.2 係留設備の設計で考慮すべき状態

- 1. 係留設備の設計においては、下記に掲げる係留状態を含み、想定されるあらゆる係留状態を考慮しなければならない。
 - (1) 非損傷状態
浮体施設及び係留設備のすべての構成要素が正常である状態。
 - (2) 単一係留ライン破断状態
浮体構造施設は非損傷状態で、係留ラインの 1 本が破断したと仮定したときに係留ラインの張力が最大となる状態をいう。非損傷状態において最大張力が発生するライン（リードライン）の破断を仮定することが必ずしも最も過酷な状態になるとは限らないため、リードライン破断、あるいは隣接するラインの破断等様々なケースに対して解析を行い、最も過酷な状態について特定された状態をいう。
 - (3) 単一係留ライン破断時の過渡状態
係留ラインの 1 つ本が破断（原則リードラインとする）し、浮体施設が過渡的な運動（オーバシュートを含む）の後、残った係留ラインにより浮体施設が定常な状態に達するまでの状態をいう。
 - (4) 浮体構造施設の損傷状態
浮体構造施設が 7.3 に規定する損傷を仮定した状態であつて、係留設備のすべての構成要素が正常である状態をいう。
- 2. 単一ライン破断時の過渡状態の解析にあつては、浮体施設のオーバシュート等により係留ラインの張力増加等の影響について検討しなければならない。また、浮体施設周辺の施設との間隔についても評価しなければならない。
- 3. SALM（Single Anchor Leg Mooring）に対しては単一係留ライン破断に代えて SALM の単一区画損傷による浮力損失に対して解析を行わなくてはならない。
- 4. スラストによる支援を含む場合の係留解析については本会の適当と認めるところによる。

6.2 係留解析

6.2.1 一般

- 1. 係留解析は 2 章に規定する外部条件に基づいて行わなければならない。解析には、この外部条件から生じる流体

- 力及び浮体施設の応答、並びにそれに対応するラインの張力を評価することを含むものでなければならない。
- 2. 係留設備は、想定されるすべての係留状態に対して本会が適当と認める係留解析を行わなければならない。この場合、浮体施設の喫水変化の影響についても考慮しなければならない。また、浮体施設から独立した別個の CALM ブイ等の係留施設に係留する場合は、これらの係留施設も含めた全体系として、係留解析を実施しなければならない。
 - 3. 係留ラインを用いる場合、フェアリーダ等浮体構造施設に取付けられる係留機器と係留ラインが接触する箇所において、係留ラインに過大な曲げが生じないような構造及び配置であることを前提に、係留解析を実施しなければならない。
 - 4. 浮体施設の係留設備及び係留施設の海底固定点海底係留点（アンカー、シンカー、パイル等）は、想定される係留ラインからの張力等によって、滑り、持ち上がり及び転倒しないものでなければならない。
 - 5. 係留解析は、係留設備に風力、潮力、及び波漂流力等の定常成分並びに風及び波による動的荷重が作用するものとして実施されなければならない。この場合、荷重は全方向から来るものと仮定し、係留設備に作用する荷重が、最大となる状態について解析しなければならない。ただし、浮体施設が設置される海域のデータ等に基づき方向性が特定できる場合にあっては、当該海域に固有の方向性に基づく検討を認める場合がある。
 - 6. 解析の対象に応じて準静的解析又は本会が適当と認める動的解析を行い、浮体施設の最大変位量及び最大ライン張力を計算しなければならない。

6.2.2 環境における平均荷重等

- 1. 風及び流れによる定常的な力の計算は 2 章に規定する外部条件に基づいて行わなければならない。なお、定常的な風荷重の算定を行う場合、以下の(1)及び(2)によること。
 - (1) 1 分間平均の風速を用いなければならない。風速のデータが 1 分間の平均風速で与えられていない場合は、データから適当なスペクトルを求め、統計的手法を用いて 1 分間の風速に換算するか、適切な変換係数を適用する必要がある。
 - (2) 5.3.2 に規定する部分安全率は考慮しなくてもよい。
- 2. 定常波漂流力及び変動波漂流力は模型試験、あるいは模型試験結果等により実証済みの流体力学的な数値計算プログラムを用いて決定しなければならない。なお、定常波漂流力については、本会が適当と認める規格により決定しても差し支えない。
- ~~-3. 荷重に関する情報は適当な解析又は模型試験に基づき作成し浮体施設に備えなければならない。~~

6.2.3 最大変位量

- 1. 最大変位量とは、風、流れ及び波による外力のうち定常成分による変位量（定常変位）並びに波による外力のうち変動成分（長周期成分及び短周期成分）による運動変位を加えたものとする。
- 2. 最大変位量は、本会が適当と認める模型試験又は解析手法により算定された定常変位と最大変位の有義振幅あるいは最大振幅を用いて、以下に示す式 6.1 及び式 6.2 に基づいて算定される値の大きい方としてもよい。ただし、時刻歴運動計算を行う場合、この限りではない。

$$S_{max} = S_{mean} + S_{lf(max)} + S_{wf(sig)} \quad (6.1)$$

$$S_{max} = S_{mean} + S_{lf(sig)} + S_{wf(max)} \quad (6.2)$$

ここで、

- S_{mean} : 風、流れ及び定常漂流力による浮体施設の定常変位量
- $S_{lf(sig)}$: 長周期動揺による変位の有義振幅
- $S_{wf(sig)}$: 有意な波周期と同じ周期の動揺による変位の有義振幅

なお、長周期動揺の最大振幅 $S_{lf(max)}$ 及び波周期と同じ周期の動揺の最大振幅 $S_{wf(max)}$ は、それぞれに対応する有義振幅に係数 C を乗じて計算しても差し支えない。

この場合、係数 C は次による。

$$C = \frac{1}{2} \sqrt{2 \ln N}$$

$$N = \frac{T}{T_a}$$

T : 荒天状態として想定される持続時間 (秒) とし、10,800 秒 (3 時間) を最小とする。

ただし、台風の来襲する海域等にあつては T を大きく取る必要がある。

T_a : ゼロアップクロス周期の平均値 (秒)

長周期成分に対しては、 T_a は係留設備を備える浮体施設の固有周期 T_n として差し支えない。 T_n は浮体施設の質量 m (付加質量等を含む)、及び浮体施設の水平面内の動揺 (左右揺れ、前後揺れ、回転揺れ) に対する係留設備の剛性 k により、次のように計算することができる。

$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

この場合、係留設備の剛性、減衰力等、長周期動揺の最大振幅に関するパラメータを参考資料として本会に提出しなければならない。

-3. 一点係留システムにあつては、波による運動に対しては非線形時刻歴運動計算又は模型試験により最大変位量を算定しなければならない。この場合、波の不規則性及び風の変動性について考慮しなければならない。

6.2.4 張力計算等

-1. 係留ラインの最大張力の計算にあつては、再現期間 50 年の暴風波浪状態で各係留ラインにとって風、波及び潮流の最も厳しい組合せ (一般にすべてが同一の方向) を考慮し、十分な数の入射角の組合せを考慮しなければならない。特定の海域においては、より高い張力を引き起こすおそれのある互いに異なる方向の風、波及び潮流の組合せを必要に応じて考慮しなければならない。

-2. 係留ラインの張力の計算には、少なくとも次の(1)から(3)に掲げる項目を考慮しなければならない。必要に応じ、(4)の項目を検討しても差し支えない。計算された係留ラインの最大張力は、係留ラインの規格切断荷重に対して表 6-1 に掲げる安全率を有することを原則とする。安全率について、表 6-1 に掲げる以外の値を採用する場合は、その値を適用することの妥当性を示さなければならない。

- (1) 係留ラインの自重及び浮力による係留ラインの静的張力
- (2) 風、波、及び潮流による浮体施設の定常的な水平方向の変位による係留ラインの定常的な張力
- (3) 波による浮体施設の運動による係留ラインの準静的な変動張力
- (4) 係留ラインが比較的緊張した状態 (一般に水深の浅い場所) で使用される場合又は合成繊維ロープのように剛性の低い係留ラインを使用する場合、係留ラインの弾性伸びを考慮した張力

表 6-1 係留ラインの安全率

状態	安全率	
	チェーン及びワイヤロープ	合成繊維ロープ
非損傷時		
動的解析を行う場合	1.67	2.50
準静的解析を行う場合	2.00	3.00
単一索破断状態 (破断後の平衡状態)		
動的解析を行う場合	1.25	1.88
準静的解析を行う場合	1.43	2.15
単一索破断時の過渡状態		
動的解析を行う場合	1.05	1.58
準静的解析を行う場合	1.18	1.77

-3. 係留ラインの最大張力 T_{max} は、以下に示す式 6.3 及び式 6.4 に基づいて算定される値の大きい方としてもよい。ただし、時刻歴運動計算を行う場合、この限りではない。

$$T_{max} = T_{mean} + T_{lf(max)} + T_{wf(sig)} \quad (6.3)$$

$$T_{max} = T_{mean} + T_{lf(sig)} + T_{wf(max)} \quad (6.4)$$

ここで、

T_{mean} : 風、流れ及び波漂流力の定常成分による係留ラインの定常張力

$T_{lf(sig)}$: 長周期変動成分の張力の有義振幅

$T_{wf(sig)}$: 波の周期と同じ周期の変動成分の張力の有義振幅

長周期変動成分の最大張力 $T_{lf(max)}$ 及び波の周期と同じ周期の変動成分の最大張力 $T_{wf(max)}$ は 6.2.3-2. に示す長周期運動及び波周期運動を算定する際の手法と同じ手法で算定しなければならない。

-4. 単一ライン破断状態において、残された係留ラインは連鎖的に破断を引き起こさないものでなければならない。残された係留ラインの張力は、それぞれの係留ラインの破断荷重に対して、表 6-1 に掲げる安全率以上であることを原則とする。なお、破断後の平衡状態における係留張力の算定にあたっては、考慮する外部条件の再現期間を 1 年としてもよい。

-5. 前-4.の単一ライン破断状態の解析において、当該浮体施設に近接して他の構造物が設置される場合、当該浮体施設の係留ラインのうち近接構造物の反対側に施設されるものにあつては安全率を表 6-1 に掲げる値の 1.5 倍としなければならない。

-6. 前-2.に加えて次の(1)及び(2)を考慮に含める場合は準静的解析手法において要求される係留ラインの安全率について斟酌することができる。

- (1) 一般に水深の深い場所で使用される場合、係留ラインに働く減衰力及び慣性力による係留ラインの動的張力
- (2) 係留ラインが十分弛緩した状態で使用される場合（一般に浮体施設の水平面内の動揺の固有周期が通常の波の周期より十分に長い場合）、不規則波中における浮体施設の長周期運動による係留ラインの準静的な長周期変動張力

-7. 前-1.から-5.に加え、トート係留システムの場合にあつては、次の規定に適合しなければならない。

- (1) いずれの係留ラインにあつても張力変動によって緩みが生じないように設計しなければならない。
- (2) 天文潮及び高潮を含む潮位差による係留ラインの張力の変動を考慮しなければならない。
- (3) 積載物の重量変化及び移動が係留ラインの張力に及ぼす影響に留意しなければならない。
- (4) 係留ラインの非線形挙動の張力に及ぼす影響が無視できない場合は、非線形挙動による張力も考慮しなければならない。

-8. 前-1.から-5.に加えて、緊張係留システムの係留解析については鋼船規則 P 編 10.4.2 の規定によるか、ISO / API などの海洋構造物に係る国際基準によることで差し支えない。

-9. 前-1.から-5.に加えて、一点係留システムの係留解析については鋼船規則 P 編 10.5.2 の規定によるか、ISO / API などの海洋構造物に係る国際基準によることで差し支えない。

6.2.5 疲労強度

-1. 変動張力範囲 T 及びその繰り返し数 n を考慮して係留ラインの疲労寿命を検討しなければならない。係留ラインの疲労寿命の評価は、変動張力範囲とラインが破断に損傷に至る繰り返し数に関する線図 ($T-N$ 線図) を適用し、マイナー則に基づき算定された式 6.5 に示す疲労損傷度 D_i による。また、全ての想定される海象状態 NN (有義波高・有義波周期の結合確率分布に示されるもの) に対する累積疲労損傷度 D は式 6.6 により算定され、 D に 3.0 を乗じた値は 1 を超えてはならない。

$$D_i = \frac{n_i}{N_i} \quad (6.5)$$

$$D = \sum_{i=1}^{NN} D_i \quad (6.6)$$

ここで、

- n_i : 与えられた海象状態 i における張力の間隔範囲 i 中の繰返し数 i ブロックにおける変動張力範囲の繰返し数
- N_i : 変動張力範囲 T_i が作用した場合に対応する、ラインが損傷に至る繰返し数

- 2. 前-1. において変動張力範囲 T を算定する場合には、再現期間 50 年の暴風波浪状態も含めて考慮しなければならないことに留意すること。
- 3. 個々の係留ラインについて疲労寿命を検討しなければならない。複合ラインの場合の T-N 曲線は疲労試験データ及び回帰解析に基づくものでなければならない。
- 4. 係留ラインと浮体施設との結合部、及び係留ラインと海底係留点との結合部の疲労強度には特別な考慮を払わなければならない。
- 5. 本会が必要と認める場合、渦抵抗による振動の影響について考慮しなければならない。

6.2.6 腐食及び摩擦及び耐久性

- 1. 係留ラインにチェーンを採用する場合には、腐食及び磨耗に対して、設置海域の塩分濃度等を考慮してリンク径を適切に増やさなければならない。なお、腐食及び磨耗に対するリンク径の予備分は以下を標準とするが、サイトの条件に照らして適切に判断しなければならない。
 - ・ 飛まつ帯及び硬質地盤の海底との接触部 : 年間 0.2mm～0.4mm
 - ・ その他 : 年間 0.1mm～0.2mm
- 2. 係留ラインに合成繊維ローブを採用する場合には、想定する供用期間に亘りサイトの外部条件に対して必要な耐久性を有することを十分確認しなければならない。また、太陽光への暴露、海底面との接触、土壌粒子の侵入、海洋付着生物に対する保護など、その施工時も含めて様々な制約があることに十分留意しなければならない。

6.3 係留ラインの設計

6.3.1 一般

- 1. 係留設備の各構成要素は、それぞれに対して最も厳しい荷重条件を確認できる設計手法を用いて設計しなければならない。
- 2. 合成繊維ローブのように剛性の低い係留ラインを使用する場合、係留ラインの弾性伸びを考慮する必要がある。この場合、係留ラインの設置時や定期的検査時に弾性伸びの発生の有無を確認するなどの対応を行わなければならないことに留意すること。

6.3.2 係留ラインの構成要素及び海底係留点

- 1. 係留ラインと浮体構造施設及び海底係留点との連結箇所に用いられる連結用シャックル、リンク等の強度は、係留ラインの破断張力又は当該構造の最終強度に対し、表 6-2 に示す安全率を有することを原則とする。
- 2. カテナリ係留システムの場合、係留ラインは十分長いものとし、想定している設計条件に対し海底係留点において揚力がかからないようにしなければならない。ただし、海底土質が軟粘土質である場合における単一ライン破断状態の検討においてはラインと海底面との間の微小角度を認めることがある。
- 3. 6.2.4 により想定される係留ラインの張力に対して海底係留点が十分な保持力を有することを示す資料を参考の

ため本会に提出しなければならない。

-4. 海底面との水平摩擦力に依存する海底係留点の場合で、係留ラインの海中での単位長さあたりの重量が一定の場合、海底係留点に働く最大荷重 F_{anchor} は式 6.7 及び 6.8 により算定して差し支えない。なお、海中部にある係留ラインが単一でない場合や、中間シンカー／ブイを用いる場合は、その影響を考慮する必要があることに留意すること。

$$F_{anchor} = P_{line} - W_{sub}WD - F_{friction} \tag{6.7}$$

$$F_{friction} = f_{st}L_{bed}W_{sub} \tag{6.8}$$

ここで、

- P_{line} : 係留ラインの最大張力
- WD : 水深
- f_{st} : 滑っている状態での係留ラインの海底との摩擦係数で、海底土質と係留ラインの種類等を考慮して適切に定めた値とする。なお、軟土質、砂、粘土質の場合の f_{st} 及び滑り始めの摩擦係数 f_{st} については表 6-3 の値によっても差し支えない。
- L_{bed} : 設計上の荒天状態における海底の係留ライン長さであって係留ライン全長の 20% を超えないもの
- W_{sub} : 係留ラインの海中での単位長さ当たりの重量

-5. カテナリ係留システム及びトート係留システムにおける海底係留点の水平保持力に関する設計上の安全率は表 6-4 を原則とする。必要とする保持力の最大値を係留ラインの動的挙動を考慮に入れた動的解析に基づき決定する場合は、この限りではない。

-6. トート係留システムにおける海底係留点の鉛直保持力に関する設計上の安全率は表 6-5 を原則とする。緊張係留システムについては、本会の適当と認めるところによる。

-7. 洗堀による影響が無視できない場合は、海底固定点海底係留点の埋設代を調整するか、あるいは、海底固定点海底係留点付近の流れを制御する等の必要な措置を講じなければならない。

表 6-2 安全率

安全率	
非損傷時	2.50
単一索破断状態	1.43

表 6-3 摩擦係数 f

対象	滑り始め (f_{st})	滑っている状態 (f_{sl})
チェーン	1.00	0.70
ワイヤロープ	0.60	0.25

表 6-4 カテナリ係留システム及びトート係留システムの海底係留点の水平保持力に関する安全率

安全率	
非損傷時	1.50
単一索破断時極限状態	1.00

表 6-5 トート係留の海底係留点の鉛直保持力に関する安全率

安全率	
非損傷時	1.20
単一索破断時極限状態	1.00

6.4 係留機器

6.4.1 一般

- 1. 係留機器については、以下の(1)から(3)によらなければならない。
 - (1) 係留機器は十分な冗長性を有しなければならない。
 - (2) 機器の1つが作動不良になっても、係留機器の通常運転が維持又は復帰できるような措置を講じなければならない。特に駆動装置については機能が喪失しないように考慮を払わなければならない。
 - (3) セミサブ型の浮体施設において使用される係留機器にあつては、任意の方向に22.5°の動的傾斜した状態で作動するものでなければならない。ただし、浮体施設の形式、大きさ及び運転条件を考慮して本会が認める場合にあつてはこの限りではない。
- 2. 緊張係留システムに用いられる係留機器等については、以下の(1)から(3)によらなければならない。
 - (1) 緊張係留ラインの敷設に際しては、全てのラインの初期張力がほぼ均一となるように調整しなければならない。必要に応じ、係留ラインの張力を調整できる動力装置を備えなければならない。
 - (2) 各々の緊張係留ラインに対して、ラインの張力を監視できる装置を備えなければならない。
 - (3) 海底係留点を保持する機器支持基礎がいかなる設計荷重状態にあつても持ち上がらないように設計されたものであることを示す資料を参考として提出しなければならない。

6.4.2 係留設備を構成する機器

- 1. 係留設備を構成する機器は、4章の規定を満足するものでなければならない。ただし、鋼船規則L編3.2に規定する第R4種チェーン又はそれ以上の強度を有するチェーンを使用する場合、スタッドの緩み、チェーン径の衰耗及び欠陥等は、原則として溶接による補修ができないことに注意しなければならない。
- 2. 中間シンカー、中間ブイ、海底係留点となるアンカー、シンカー、パイル等、サイト向けに特化した設計を行う機器の場合は、本会の適当と認めるものでなければならない。

6.4.3 チェーンストッパ

- 1. 係留設備に使用されるチェーンストッパは、係留ラインの最大張力に対して本会が適当と認める十分な強度を有するものでなければならない。
- 2. トート係留ラインの敷設に際しては、全てのラインの初期張力がほぼ均一となるように調整しなければならない。必要に応じ、係留ラインの張力を調整できる動力装置を備えなければならない。
- 3. トート係留ラインに対しては、各々のラインの張力を監視できる装置を備えなければならない。

6.4.4 フェアリーダ

- 1. 係留ラインにチェーンを用いる場合、フェアリーダとチェーンが接触する箇所の長さは、チェーンの長径の7倍以上とすることを標準とする。
- 2. 係留ラインにワイヤ又は合成繊維ロープを用いる場合、フェアリーダとワイヤが接触する箇所の長さはワイヤの呼び径の14倍以上とすることを標準とする。
- 3. 前-1.又は-2.に規定する標準値を満足しない場合、係留ラインに作用する曲げ荷重を考慮した詳細な解析を行うか、あるいは鋼船規則PS編表PS4.2.1に示す安全率の値を本会が適当と認める値まで増加し、曲げの影響を考慮しない係留解析を実施しなければならない。

6.5 一点係留システム

6.5.1 一般

- 1. 一点係留システムを採用する場合、6.5.2 及び 6.5.3 の規定によるか、本会が適当と認める基準・規格に基づかなければならない。

6.5.2 構造に対する設計荷重

- 1. 一点係留システムの構造部分及び構成機器については少なくとも次に示すものを含む様々な荷重について最も厳しい組合せについて検討しなければならない。詳細検討書は参考資料として本会に提出しなければならない。
 - (1) 自重による荷重
 - (2) 運動（ターンテーブル回りの回転運動に対する考慮を含む）による動的荷重
 - (3) 係留荷重
 - (4) 疲労荷重
- 2. ターレット係留における設計荷重の検討においては、係留ラインからの荷重、重力、浮力、慣性力、流体力等を考慮しなければならない。

6.5.3 構造要素

- 1. 構造要素は原則として、本会が適当と認める規格あるいは基準等に適合し、かつ、FE 解析等の適当な手法により構造強度について評価されたものでなければならない。
- 2. 前-1.の解析において von Mises 等価応力に対する許容値は当該部分の材料の規格降伏強度（引張応力の 72%を上限とする。）の 60%とする。ただし、係留ライン破断時の過渡状態においては 80%まで許容値の増加を認める場合がある。
- 3. 構造部材は、その部材形状、寸法、周囲条件等を考慮して、座屈に対し十分な強度を有するものでなければならない。
- 4. ターレット及びヨーク等の主要部材のうち本会が指定する個所については疲労強度を検討しなければならない。
- 5. 係留施設の構造及び係留設備との結合部及び係留施設の海底固着点との結合部は適当な基準又は規格に適合したものでなければならない。
- 6. ターレット及びヨーク等からの荷重を浮体構造部分へ伝達し適当に拡散する箇所（ターレットのベアリング部分等）にあつては、荷重に耐え得るよう適切に補強されなければならない。

6.5.4 機器構成

- 1. 一点係留システムに使用される構成機器（ターレット軸受、駆動装置、各種連結具等）については、鋼船規則 PS 編 7 章の規定及び本会が適当と認める規格基準等に適合したものでなければならない。
- 2. 回転構造物と係留ラインからの荷重を受けるベアリング（ターレットベアリング等）にあつては、ベアリング受圧面の降伏破壊強度に対して 2 倍の安全率を有するものでなければならない。
- 3. 前-2.にかかわらず、荷重を受けないスィベルベアリング等にあつては、適当な規格又は基準に準拠したものととして差し支えない。

7章 復原性及び喫水線等

7.1 一般

7.1.1 一般

- 1. 浮体施設は、すべての状態に対して本章の復原性基準を満足しなければならない。なお、テンションレグプラットフォーム型の場合は別途本会が認めるところによる。
- 2. 浮体構造施設の動揺が、タワー及びRNA風車に悪影響を及ぼさないよう、適切に浮体構造施設の動揺を抑制しなければならない。
- 3. 復原性の計算は、係留設備からの影響がない状態及び係留設備からの影響がある状態について検討し、厳しい方の状態に基づかなければならない。
- 4. 復原性の計算を行う際は、タンク内の液体による自由表面の影響を考慮しなければならない。
- 5. 復原性の計算を行う際は、必要に応じ、浮体施設が設置される海域のデータに基づく積雪及び着氷による荷重の影響も考慮しなければならない。
- 6. 浮体構造施設への電力ケーブルの引き込み箇所の水密性について注意しなければならない。
- 7. 曳航及び設置時の浮体施設の復原性については、本会の適当と認めるところによる。

7.1.2 復原性資料

- 1. 復原性資料を本会に提出し、本会の承認を得なければならない。復原性資料は、代表的な状態及び、必要に応じ、係留設備を構成する機器等の損傷状態における復原性検討結果を含むものでなければならない。

7.1.3 風による傾斜モーメント

- 1. 風荷重の算定は、2章に規定する外部条件に基づいて行わなければならない。ただし、風荷重の算定を行う場合、以下の(1)及び(2)によること。
 - (1) 1分間平均の風速を用いなければならない。風速のデータが1分間の平均風速で与えられていない場合は、データから適当なスペクトルを求め、統計的手法を用いて1分間の風速に換算する必要がある。
 - (2) 5.4.2に規定する部分安全率を考慮しなくて差し支えない。
- 2. 損傷時復原性の検討にあたっては、風速25.8 m/s（海面上10m）の風を受けるものとすることができる。
- 3. 風による傾斜モーメント算定のためのこの長さは、水線下浮体構造施設の横方向の抵抗中心又はできれば動的圧力中心から風による圧力中心までの垂直距離としなければならない。
- 4. 風による傾斜モーメントは、浮体施設の各状態に対して適当な傾斜角毎に計算しなければならない。
- 5. 本会が適当と認める場合、風による傾斜モーメントは傾斜角の余弦関数として差し支えない。
- 6. 前-2.から-4.の規定に代えて、本会が適当と認める風洞試験により風による傾斜モーメントを決定して差し支えない。このモーメントを求める場合は、種々の傾斜角における抗力効果及び揚力効果を含むものとしなければならない。

7.2 非損傷時復原性

7.2.1 一般

- 1. 浮体施設は、静水中の初期平衡状態において正の復原力を有していなければならない。
- 2. 浮体施設は、あらゆる水平方向からの風による傾斜モーメント及び浮体施設の波による動揺に対して、十分な復原性を有していなければならない。
- 3. 図7-1に示される復原力曲線及び風による傾斜モーメント曲線を用意しなければならない。
- 4. 復原力曲線及び風による傾斜モーメント曲線は、最も影響の大きい軸方向に関し、浮上中の十分な数の状態につ

いて考慮しなければならない。

-5. 浮体施設は、直立時から図 7-1 に示される θ_3 の傾斜角まで正の復原力を有していなければならない。また、傾斜角は、風車のブレードが水面に接触しない角度までとしなければならない。

7.2.2 半潜水型

-1. 浮体施設は、図 7.1 において、以下の条件を満足しなければならない。

$$\text{面積}(A+B) \geq 1.3 \times \text{面積}(B+C)$$

ただし、傾斜角は θ_2 までとする。

7.2.3 バージ型

-1. 浮体施設は、図 7.1 において、以下の条件を満足しなければならない。

$$\text{面積}(A+B) \geq 1.4 \times \text{面積}(B+C)$$

ただし、傾斜角は θ_2 又は θ_3 のうち小さい方の角度までとする。

7.2.4 スパー型

-1. 浮体施設は、半潜水型及びバージ型と同等以上の復原性を有しなければならない。

7.2.5 TLP 型

-1. 浮体施設は、本会が適当と認める方法において適切な復原性を有していることが確認されなければならない。

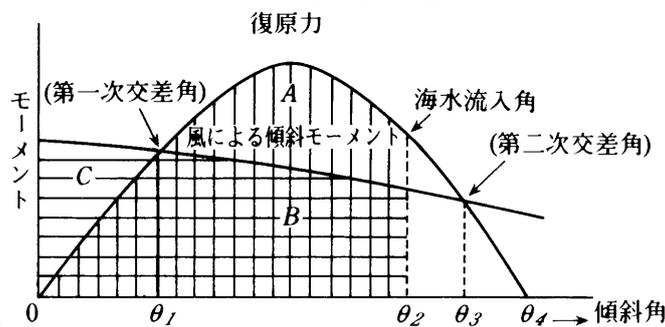


図 7-1 復原力曲線図

7.3 損傷時復原性

7.3.1 一般

-1. 浮体施設は、7.3.2 に規定するいかなる 1 区画への浸水に対しても浮力と復原性を確保するために、適切な乾舷を有し、水密甲板又は隔壁により区画割りされなければならない。

-2. 浮体施設は、7.3.2 に規定する 1 区画への浸水に対しても、あらゆる水平方向からの風による傾斜モーメント及び浮体施設の波による動揺に対して、正の復原性を有していなければならない。

-3. 浸水後の最終水線は、水密でないいかなる開口の下縁よりも下方でなければならない。

-4. 損傷時復原性の計算においては、損傷区画室の排水、バラスト調整、他の区画への漲水又は係留力を考慮することによる傾斜角の減少を考慮してはならない。

-5. 浮体施設の設置海域における航行状況や区画への浸水を防止するための措置等を考慮して、本会が適当と認める場合にあつては、本会は-1.から-4.の規定と異なる方法を認めることがある。

-6. TLP 型の浮体施設にあつては、本会が適当と認める方法で適切な損傷時復原性を有していることが確認されなければならない。

7.3.2 浸水区画

- 1. 浸水区画は、次の(1)から(3)に示す区画とする。
 - (1) 喫水線上の上方 5.0m 及び下方 3.0m の範囲にかかる外板に隣接する区画
 - (2) 海底ケーブル引き込み箇所等の喫水線下の貫通部がある区画
 - (3) 係留ラインからの反力を受ける箇所がある区画及びその他浸水の可能性が考えられる箇所

7.4 水密区画及び閉鎖装置

7.4.1 水密区画

- 1. 水密な床及び隔壁の配置及び部材寸法は、損傷時復原性に適合するのに必要な点まで有効なものでなければならない。
- 2. 損傷時の復原性計算で有効とみなされる隔壁は、管装置、通風装置、電装品等の貫通部を含め、水密としなければならない。

7.4.2 閉鎖装置

- 1. 海水が浸入する恐れのあるすべての開口の構造及びその閉鎖装置は、鋼船規則 C 編又は CS 編の該当規定によらなければならない。
- 2. 浸水区画の区画外にあり、特別の考慮が払われているものには、本会の適当と認めるところによる。

7.5 喫水線

7.5.1 一般

- 1. 浮体施設の乾舷は、浮体施設の復原性、水密性及び構造強度を考慮して決定しなければならない。
- 2. 喫水線付近には、ドラフトスケールを付けなければならない。

8章 浮体施設に関する検査

8.1 一般

8.1.1 一般

1. 浮体施設の船級検査は、本章の規定に従って実施しなければならない。
2. 浮体施設には、浮体施設の設計条件である環境条件（主として、風況条件、海況条件等）を監視できる装置（風向・風速計、波高計・流速計等）を備え付けなければならない。ただし、浮体施設の設置場所近くの海域の環境データが得られる場合には、浮体施設ごとに監視装置を備え付ける必要はない。

8.1.2 検査に関する一般規定

1. 8.3 に規定する登録検査に関する一般的な規定は、鋼船規則 B 編 1 章の規定を準用する。登録検査では、それぞれの場合に応じ、必要な事項について検査又は試験或いは調査を行い、検査員が満足する状態にあることを確認する。
2. 8.4 に規定する定期的検査については、以下に掲げる検査計画書及び検査要領書に基づいて実施される。定期的検査では、それぞれの場合に応じ、必要な事項について検査又は試験或いは調査を行い、検査員が満足する状態にあることを確認する。
 - (1) 検査計画書
検査計画書とは、浮体施設の定期的検査に関して、点検時期、検査立会時期、検査対象箇所及び検査手法を記載した書類で、本会の承認を得たものをいう。
 - (2) 検査要領書
検査要領書とは、検査手法の詳細な内容（検査手順等）及び判断基準等を記載した書類で、本会の承認を得たものをいう。
3. 8.4 に規定する定期的検査については、同型浮体施設の実績等により浮体施設の安全性に関して十分信頼できる情報が得られる場合であって、本会が承認した場合には、浮体施設ごとの検査を省略することができる。
4. 浮体施設の検査は、本章の規定に適合することに加えて、沿岸国の国内法規等に適合しなければならないことに注意する必要がある。

8.2 同等効力

8.2.1 一般

1. 本章の規定にかかわらず、本章に規定する定期的検査の検査計画、検査方法、検査手順等と同等以上の効力があると認められる検査計画、検査方法、検査手順等を本会は認める場合がある。

8.3 登録検査

8.3.1 一般

1. 製造中登録検査では、構造、艀装、機関、電気設備、復原性及び喫水線について、それらが本ガイドラインの該当規定に適合することを確認する。
2. 登録検査では、材料、構造、艀装、機関等に応じ、鋼船規則 B 編 2 章の該当規定を準用するほか、8.3.2 から 8.3.8 の規定による。

8.3.2 提出用図面その他の書類

1. 製造中登録検査を受けようとする浮体施設については、工事の着手に先立ち、次に掲げる図面及びその他の書類を提出して本会の承認を得なければならない。

- (1) 一般
 - (a) 検査計画書
 - (b) 検査要領書
 - (c) 浮体式洋上風力発電施設の安全のための要領書
- (2) 浮体施設構造及び係留設備
 - (a) 一般配置図
 - (b) 横断面構造図（喫水、曳航時の喫水を記載したもの）
 - (c) 縦断面構造図
 - (d) 点検設備図
 - (e) タワーの支持構造図
 - (f) 溶接施工要領書及び溶接施工計画書
 - (g) 防食及び塗装要領書
 - (h) 曳航設備図
 - (i) 係留設備の配置図及び構造図
 - (j) 復原性資料（曳航時も含む）
 - (k) 半潜水型の浮体構造施設にあつては、コラム、ローワーハル、フーティング、ブレーシング等の構造図
 - (l) 浮体構造施設の安全に係わる機関及び電気設備では、鋼船規則 D 編及び H 編該当各章に規定される承認図
 - (m) その他本会が必要と認める図面又は書類
- (3) タワー
 - (a) 一般配置図
 - (b) 主要構造部の詳細図
 - (c) ボルトの仕様
 - (d) フランジの仕様
 - (e) 防食及び塗装要領書
 - (f) タワーの台板
 - (g) アンカーボルトに関する図面
 - (h) その他本会が必要と認める図面又は書類
- (4) 昇降機（昇降設備を備える浮体施設及びタワーに限る。）
 - (a) 昇降設備配置図
 - (b) 昇降設備の構造図
 - (c) 昇降設備の強度計算書
 - (d) 昇降設備の使用材料を示す書類
 - (e) 昇降設備の使用方法を示す書類

-2. 製造中登録検査を受けようとする浮体施設について、前-1.の規定による承認図面その他の書類のほか、次に掲げる図面その他の書類を参考として本会に提出しなければならない。

- (1) 一般
 - (a) メンテナンスマニュアル（風車のメンテナンスに関する事項を含む）
 - (b) 洋上試験要領書
 - (c) 復原性試験要領書
- (2) 浮体施設構造及び係留設備
 - (a) 外部環境条件の設定に係る資料（設定根拠を示す内容も含む）
 - (b) 設計基準書

- ・設計基準 Part A：サイト条件（以下の項目を含むものとする。）
 - 風車の設置地点
 - 風況条件
 - 海況条件
 - 地盤・地質条件（必要な場合）
 - 地震・津波条件
 - その他の環境条件
 - 制約条件など
 - その他本会が必要と認める項目
- ・設計基準 Part C：浮体・係留関連（以下の項目を含むものとする。）
 - 適用基準及び規格
 - サイト条件
 - 浮体**施設構造**の仕様（タワー定着部及び付帯設備を含む）
 - 設計方針（要求性能と照査項目、使用材料と材料定数、形状の許容公差及び腐食予備厚など）
 - 荷重計算に関わる設計パラメータ、及び当該荷重解析手法を適用することの妥当性
 - 荷重ケース表
 - 荷重係数及び荷重低減係数
 - 荷重解析モデルの概要
 - シミュレーションの継続時間及びその時間
 - 極値及び疲労に関する設計荷重及び応答解析
 - 材料及び溶接
 - 塗装及び防蝕システム
 - その他本会が必要と認める項目
- (c) 連成解析に係る資料
 - ・ RNAに加えてタワー・浮体構造・係留設備を含む風車構造全体に対するサイト固有の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確認できるものとし、以下の項目を含むものとする。
 - 外部条件と設計条件の組み合わせ
 - サイトの条件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
 - 部分安全率
 - 計算方法（例えば、シミュレーション手順、シミュレーションの数、風と波の組み合わせなど）
 - 解析モデル及びその結果の妥当性検証結果（複数の解析モデルによる結果を組み合わせる場合は、適用する解析モデル単体での妥当性検証結果に加えて、解析モデル間の結果の比較による検証結果も示すこと。）
 - その他本会が必要と認める項目（風車の型式により異なることに留意すること。）
- (d) 非損傷時及び損傷時の復原性計算書（次に示す項目も含めること。）
 - 排水量曲線図
 - 復原性曲線図及び風による傾斜モーメント曲線
 - タンク容量図及びその検討書並びに測深図表
 - 復原性計算に必要な水密区画配置、開口類及び閉鎖装置等を記載した図面
 - 着水による復原性及び受風面積への影響を示す資料
- (e) 浮体構造の設計計算書
- (f) 係留設備の設計計算書

- (g) 前(b)から(f)に関連し、適当な模型試験及び解析方法を用いた場合はそれに関する資料
 - (h) 浮体施設構造の安全に係わる機関及び電気設備では、鋼船規則 D 編及び H 編該当各章に規定される資料その他の書類
 - (i) 建造工程の概要を示す資料
浮体施設の設置海域への設置に先立ち、造船所及びその他の中間建造工事を行う場所において完了する建造工事、搭載される機器等を示す資料
 - (j) 曳航時の強度計算書、曳航方法を示す資料
 - (k) 設置海域までに実施される試験及び設置時に実施する試験等の試験要領書
 - (l) 係留設備の搭載要領及び設置海域における設置工事に関する手順書
 - (m) その他本会が必要と認める図面又は書類
- (3) タワー
- (a) 設計基準書
 - ・設計基準 Part B：風車及びタワー（以下の項目を含むものとする。）
 - 適用基準及び規格
 - サイト条件
 - 風車及びタワーの仕様（タワー定着部も含む）、及び型式認証時の仕様からの変更がある場合はその変更前後の仕様の比較
 - 荷重計算に関わる設計パラメータ、及び当該荷重解析手法を適用することの妥当性
 - 荷重ケース表
 - 荷重係数及び荷重低減係数
 - 荷重解析モデルの概要
 - シミュレーションの継続時間及びその時間
 - 極値及び疲労に関する設計荷重及び応答解析
 - 塗装及び防蝕システム
 - その他本会が必要と認める項目
 - (b) 連成解析に係る資料
 - ・ RNA に加えてタワー・浮体構造・係留設備を含む風車構造全体に対するサイト固有の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確認できるものとし、以下の項目を含むものとする。
 - 外部条件と設計状況の組み合わせ
 - 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
 - 部分安全率
 - 計算方法（例えば、シミュレーション手順、シミュレーションの数、風と波の組み合わせなど）
 - 解析モデル及びその結果の妥当性検証結果（複数の解析モデルによる結果を組み合わせる場合は、適用する解析モデル単体での妥当性検証結果に加えて、解析モデル間の結果の比較による検証結果も示すこと。）
 - その他本会が必要と認める項目（風車の型式により異なることに留意すること。）
 - (c) タワー構造の設計計算書
 - (d) タワーの搭載要領
 - (e) ボルトの締付け要領
 - (e) ボルトの保守管理要領
 - (f) その他本会が必要と認める図面又は書類

-3. 前-2.(2)(1)にいう設置手順書には、次に掲げるもののうち、該当するものを含むこと。各作業手順には、作業の妥

当性に対する確認方法，判断基準等を含むこと。

- (1) **係留設備を含めた**浮体施設及び周辺施設の一般概要
 - (2) 設置場所の海底状態の調査結果を記載した資料
 - (3) アンカー，シンカー，パイル等の海底係留点の設置手順及び係留ラインと海底係留点との接続手順（少なくとも次の項目を含むもの。）
 - (a) 設置するために必要な準備及び作業手順（アンカー，索具，使用される各種作業台船等の情報を含む。）
 - (b) 海底係留点の位置及び設置方向の決定手順（位置及び方向に関する許容誤差/判断基準を含む。）
 - (c) 海底係留点の方式（アンカー，シンカー，パイル等）に応じた設置工事完了時の確認事項及びパイル打込み量，シンカー埋設量等の判断基準
 - (d) 係留ラインの海底係留点への設置手順書（設置中の係留ラインのねじれを防止する措置を含む。）
 - (4) 係留設備の引張試験手順
 - (a) 係留ライン，海底係留点の引張試験の索具の配置
 - (b) 引張試験を行うために使用する作業船の仕様
 - (c) 引張試験の詳細を記した手順書
 - (5) 海上の係留施設への係留ラインの取付け手順
 - (a) 海上の係留施設に浮体施設を取付ける際に必要な浮体施設の位置決めのための索取り及びタグ等による牽引の手順書
 - (b) 取付け前に必要とされる浮体施設のバラスト状態
 - (c) 係留ラインの取付け順序，浮体施設の再位置決め及び係留ラインへの張力付加に関する手順書
 - (d) 係留ラインの張力の修正方法及び浮体施設の位置の許容設計範囲の決定方法
 - (e) ターレットを用いた係留システムにあっては，ターレットの回転を抑制する方法及び係留作業全般に関する安全上の注意書き
 - (f) 浮体施設のバラスト調整による張力付加手順（緊張係留の場合等）
4. 前-1.及び2.の規定に関わらず，同一の事業所において，既に承認された図面その他の書類を用いて浮体施設及びタワーを製作する場合には，本会が別に定めるところにより，前-1.及び2.に掲げる図面及び資料の一部の提出を省略することができる。

8.3.3 工事の検査

- 1. 製造中登録検査における構造，艀装，機関及び電気設備関係の工事の立会の時期は，鋼船規則 B 編 2.1 の該当規定及び 8.3.4 から 8.3.8 に規定する試験及び検査を行う時で，8.3.2 に規定する検査及び試験に関する提出資料の内容について，本会の確認を得た時期とする。
- 2. 昇降設備関係工事の立会の時期は次のとおりとする。
 - (1) 昇降設備の荷重試験を行うとき
 - (2) 昇降設備の効力試験を行うとき
- 3. 本会の検査を受け，これに合格した昇降機（はじめて荷重試験を行ったものに限る。）について，制限荷重及び定員を指定し，昇降機制限荷重等指定書を交付する。
- 4. 前項の定員は，荷重試験を行った場合の制限荷重を 75kg で除して得た最大整数に等しいものとする。
- 5. 前-1.に掲げる立会の時期は，製造所の設備，技術，品質管理等の実状に応じて減ずることがある。

8.3.4 水圧試験及び水密試験等

- 1. 製造中登録検査における水圧試験，水密試験等は，鋼船規則 B 編 2.1.5 の規定による。
- 2. 設計条件等を考慮して，本会が承認した場合には，前-1.にかかわらず，本会の適当と認めるところによる。

8.3.5 構造検査

- 1. 浮体施設の構造を建造する造船所等における検査にあつては、通常の船舶と共通の項目については鋼船規則 B 編 2 章に準じて検査を行う。
- 2. ドラフトスケールを設置するとき
- 3. 風車のタワーについては、タワーの内業加工及び組立中本会が指定した時に加えて及びタワーが浮体構造施設に搭載される時に行わなければならない。タワーの検査は、以下の(1)から(3)によらなければならない。
 - (1) 溶接部及びボルト接合部を含むタワーの外観検査を行う。
 - (2) 主要構造部材及び特に応力が生じやすいと考えられる箇所の溶接継ぎ手について、非破壊検査を行う。
 - (3) タワーが設計上の位置に搭載されていること（許容設計範囲内であること）を確認する。
- 4. 設置場所に浮体施設を曳航するために必要な検査を行う。
- 5. 係留設備、風車等を建造造船所以外の建造所（設置海域を含む。）において搭載する場合、搭載品の支持構造部等の検査は、設置海域における最終検査までの適当な時期に検査を行わなければならない。

8.3.6 浮体施設の設置工事に関する検査

- 1. 係留設備の設置工事中の検査として、次の事項を本会検査員立会の下で確認及び検査すること。
 - (1) 浮体施設の係留設備の構成要素は、設置する前に異常の無いことを確認する。
 - (2) 製造所工場等における試験が必要な機器の試験結果の確認
 - (3) 設置前に、浮体施設を係留する場所付近に障害物がないことを確認するダイバ又は ROV による調査報告
 - (4) 海底係留点への浮体施設の設置中に次のことを確認すること。
 - (a) 係留ラインから海底係留点、係留ラインと接続シャックルの適切な固定
 - (b) ケンターシャックル固定ピンのシール
 - (c) 係留ラインの構成要素が正しい大きさ及び長さであることの確認
 - (d) 海底係留点が設計上の位置及び位置決め基準点に位置されていること（許容設計範囲内であること）の確認
 - (5) 係留ラインが所定の手順に従って設計通りに展開されていることの確認
 - (6) 係留設備を設置海域で展開した後、各係留ラインに対し以下の引張試験を行う。
 - (a) 非損傷時における最大荷重で 15 分間行い、海底係留点から係留ラインの浮体施設への連結端までの健全性及び海底係留点の移動等がないことを確認する。
 - (b) 前(a)にかかわらず、本会が適当と認める場合、軟粘土質に対する引張試験荷重は非損傷時最大荷重を減じることができる。ただし最大荷重の 80% を下回ることはいできない。
 - (c) 前(a)及び(b)にかかわらず、詳細な検討書が提出され本会が適当と認める場合、係留ラインに対する引張試験を省略する場合がある。ただし、この場合、個々の海底係留点に対し最大保持力を生じるのに必要な予備荷重を負荷する必要がある。この予備荷重はいかなる場合も非損傷時の平均引張力より小としはならず、この予備荷重負荷により係留ラインの健全性及び係留ラインの適切な配置を確認する。
 - (7) チェーンストップへの取付け確認
 - (8) 係留ラインのカテナリ角度を測定し、設計要目及び許容に従って正常な状態であることの確認
 - (9) 設置が完了した時点で、浮体施設及び周辺施設との接続が設計要目に適合していることを確認する。必要に応じてダイバ又は ROV により検査員の適当と認める範囲について検査を行う。
- 2. 設置工事の結果は設置工事完了報告書として本会に提出しなければならない。また、ダイバ又は ROV 等により画像や映像で確認した場合は、記録データのすべてを提出しなければならない。

8.3.7 洋上試験及び復原性試験

- 1. 浮体施設の洋上試験として、次のことを本会検査員立会の下で確認および検査すること。
 - (1) 風車の制御システムの確認
 - (2) バラストシステム等浮体施設の喫水、姿勢等を調整するために必要なシステムの効力試験
 - (3) 浮体施設の安全に係わる機関、電気設備等の作動状態（その運転中における浮体施設の状態について異常のないことの確認）
 - (4) 浮体の動揺固有値及び減衰係数を確認するための動揺試験
 - (5) 1.1.7の規定により、消火設備が備えられる浮体施設にあつては消火設備の作動確認
 - (6) なお、上記項目のうち、建造所で設置状態を模擬した状態で確認された事項については設置後の試験を省略して差し支えない。
- 2. 洋上試験を行った結果は洋上試験成績書として本会に提出しなければならない。
- 3. 運転開始後のみ使用可能な機器に関連するなどの避けがたい理由により、洋上試験によって確認できなかった設備は、次の年次検査までに確認すること。
- 4. 復原性試験
 - (1) 製造中登録検査においては、工事完了後復原性試験を行わなければならない。なお、風車を搭載した状態で復原性試験を行うことが難しい場合、風車搭載前の状態で復原性試験を行い、その結果に風車の影響を加えることで差し支えない。復原性資料等を、試験結果に基づいて定めた復原性に関する要目により作成し、本会の承認を得なければならない。
 - (2) 復原性試験を行った結果は復原性試験成績書として本会に提出しなければならない。
 - (3) 同型浮体施設の復原性試験の成績等により浮体施設の復原性に関して十分信頼できる情報が得られる場合で、本会が承認した場合は、浮体施設ごとの復原性試験を省略することができる。

8.3.8 船上に保持すべき図面等

- 1. 登録検査の完了に際しては、1.4.2-2.に規定する図面その他の書類が浮体施設又はタワーに備えられていることを確認する。

8.3.9 製造後の登録検査

- 1. 当該浮体施設の建造後の経過年数、形式等に応じ、構造、艀装、機関、電気設備、昇降設備、復原性及び喫水線について、製造中登録検査を受けた浮体施設の建造後の経過年数又はその経過年数に最も近い経過年数において受けるべき定期検査と同じ程度で現状を検査し、それらが本ガイドラインの該当規定に適合することを確認するほか、浮体施設及びタワーの構造の主要部材の寸法を実測する。
- 2. 前-1.の登録検査を受ける浮体施設は、8.3.2に規定する図面その他の書類を提出しなければならない。
- 3. 水圧試験及び水密試験は、8.3.4の規定に準じて行わなければならない。
- 4. 洋上試験及び復原性試験は、8.3.7の規定に準じて行わなければならない。ただし、洋上試験及び復原性試験の成績に関する資料を有し、当該資料に記載された内容に直接関係のある事項に変更のないことが確認できる場合には、当該諸試験を省略することができる。
- 5. 製造後の登録検査の完了に際しては、8.3.8に規定する図面等が浮体施設又はタワーに備えられていることを確認する。

8.4 定期的検査

8.4.1 一般

- 1. 浮体施設の定期的検査は、検査計画書及び検査要領書に基づいて行う。
- 2. 浮体施設の所有者及び設計者は、あらかじめ検査計画書及び検査要領書を提出し、本会の承認を得なければなら

ない。

8.4.2 定期的検査の準備等

- 1. 検査を実施する前に、前回までの検査結果及び点検結果を示す写真、記録（試験結果の記録等）並びに検査計画書、検査要領書、浮体式洋上風力発電施設の安全のための要領書を検査員に提示すること。
- 2. 前回の検査から検査申請日までに遭遇した最大の自然環境についての記録を検査員に提示すること。
- 3. 検査に使用する検査用機器等の較正記録を検査員に提示すること。
- 4. 検査対象箇所となる箇所については、清掃を行う等検査する際に危険がないようにしておくこと。
- 5. 水中検査を実施する場合は本会の承認した事業所が行い、水中カメラ操作及び水中テレビ操作等に熟練したダイバーによる実施又は遠隔制御機器については操作に熟練した操縦者によって実施すること。

8.4.3 年次検査

- 1. 年次検査では、次の(1)及び(2)に掲げる記録を確認するほか、本会又は検査員が特に必要と認めた事項又は船主から特に申込みのあった事項については、定期検査に準じて検査を行うことがある。
 - (1) 1.5.3-6.に規定する保守点検記録
 - (2) 8.4.2-2.に規定する自然環境に関する記録
 - (3) 浮体の移動量に関する記録

8.4.4 中間検査

- 1. 中間検査では、年次検査と同様の検査を行うほか、検査計画書及び検査要領書に基づいて検査を行う。また、本会又は検査員が特に必要と認めた事項又は浮体施設の所有者から特に申込みのあった事項については、定期検査に準じて検査を行うことがある。なお、中間検査では、次の(1)から(5)に規定する検査を行うことを原則とする。
 - (1) 構造及び艀装の中間検査
中間検査では、次に掲げる項目について検査を行う。
 - (a) 現状を見ることができるところが範囲内の次に掲げる項目の現状検査
 - i) 喫水線より上方の外板及び暴露甲板
 - ii) 通風筒及び空気管
 - iii) 水密隔壁
 - iv) 喫水線位置の確認
 - v) 排水管、吸入管、排出管及び弁
 - vi) 喫水線より上方の係留設備及び係留設備の周囲の構造
 - vii) 喫水線より上方の検査できる範囲内にある開口部周辺の構造
 - viii) 消火設備（備えられている場合）
 - (b) 水密性及び風雨密性が要求される戸等の開口部の現状検査並びにそれらの閉鎖装置の検査及びそれらの所属具の点検
 - (c) 建造後 5 年以上経過した浮体施設にあっては、代表的なバラスタンクの内部検査。ただし、本会が適当と認める腐食、疲労強度等に対する特別な考慮が払われている場合、検査を省略することができる。
 - (d) 前(c)の検査の結果、検査員が必要と認めた場合、当該バラスタンクの板厚計測を行わなければならない。
 - (e) 係留設備の中間検査においては、次を行う。なお、本会が適当と認める腐食、疲労強度等に対する特別な考慮が払われている場合、検査を省略することができる。
 - i) 係留ラインのストッパの構造部分（基礎部分含む）の現状検査
 - ii) 係留ラインの張力を保持する装置の現状検査
 - iii) カテナリ係留を採用している場合は、係留ラインのカテナリ角度を計測し、係留ラインにかかる

張力が設計許容範囲内であることを確認する。その他の場合には、他の適当な方法で張力が設計許容範囲内であることを確認すること。

- iv) 摩耗及び断裂の無いことを確認するための係留ライン海面上部分の目視試験
 - v) ターレット式係留システムの場合、旋回用軸受けの現状検査（潤滑システムの有効性確認等を含む）
 - vi) その他海面上にあり実行可能な範囲について構造、機器の現状確認を行い有害な腐食、衰耗、損傷等が無いことを確認する。
 - vii) 係留装置に使用される機器（ウィンチ、ウィンドラス等）について作動状況に異常がないことを確認する。
- (2) 機関及び電気設備の中間検査
機関及び電気設備に対する中間検査では、浮体**施設構造**に搭載する機関、電気設備の種類に応じて**鋼船規則 B 編 4.3**に規定する検査を行う。
- (3) **RNA 風車**及びタワーの中間検査
RNA 風車及びタワーの中間検査では、次の(a)から(e)に掲げる検査を行う。
- (a) タワー及び**タワーの支持構造並びに**タワーと浮体**施設構造**との接合部の現状検査（塗装状態の確認も含む）
 - (b) 可能な範囲でボルトの締め付け状態の確認
 - (c) タワーの溶接部の補修を行った場合、溶接部の補修箇所について、非破壊試験を行う。
 - (d) 水密性及び風雨密性が要求される戸等の開口部の現状検査並びにそれらの閉鎖装置の検査及びそれらの所属具の点検
 - (e) **RNA 風車**の制御システムの確認
- (4) 昇降設備
昇降設備の中間検査では、次の(a)及び(b)に掲げる検査を行う。
- (a) 昇降設備の現状検査
 - (b) 昇降設備の緊急停止装置の作動確認
- (5) その他
8.3.8の規定により浮体施設**又はタワー**に備えられる書類及び図書について、それらの管理状況を確認する。

8.4.5 定期検査

- 1. 定期検査の開始と完了に関する取り扱いについては、**鋼船規則 B 編 5.1.1**の規定による。
 - 2. 水中検査の作業は、本会の承認した事業所が行うこと。
 - 3. 定期検査では、中間検査と同様の検査を行うほか、検査計画書及び検査要領書に基づいて詳細な検査を行う。なお、定期検査では、次の(1)から(5)に規定する検査を行うことを原則とする。
- (1) 構造及び艀装の定期検査
定期検査では、次に掲げる項目について検査を行う。
- (a) 浮体**施設構造**の内部及び外部、コファダム、海水バラストタンクの内部及び外部。なお、本会が適当と認める腐食、疲労強度等に対する特別な考慮が払われている場合、検査を省略することができる。
 - (b) 設計範囲内で、防食システムが有効であることを確認するための電位計測。また、流電陽極方式を採用している場合には、代表的な陽極の減少量を把握しなければならない。
 - (c) 前(a)及び(b)の検査の結果、検査員が必要と認めた場合、次の i) 及び ii) に掲げる部分について構造部材の板厚計測を行われなければならない。この場合、適正な超音波板厚計を使用するか、又はこれと同等な方法によりその厚さを計測し、計測記録を本会に提出しなければならない。
 - i) 構造部材の腐食が著しいか、又は衰耗の進行が著しいと思われる部分

- ii) 喫水線付近（飛沫帯）における代表的な部分
- (d) 係留設備は、次の i) から x) に掲げる検査を行う。なお、本会が適当を認める腐食、疲労強度等に対する特別な考慮が払われている場合、検査の一部を省略することができる。また、係留設備の検査は、継続検査方式を採用して差し支えない。
 - i) 浮体施設及び海底係留点の設置位置の確認
 - ii) 係留ライン全長（接続端部を含む）の現状検査
 - iii) 係留ラインにおいて腐食磨耗の進行し易い箇所（例えば海底係留点との連結部分のように擦過を生じ易い部分、係留ラインの海面付近の飛沫帯等）については精査のうえ衰耗量の計測を行わなければならない。
 - iv) チェーン及びストッパ（海面上側）を清掃のうえ現状検査を行う。検査員が必要と認めた場合、非破壊試験を行わなければならない。
 - v) ターレット及び関連装置の現状検査。構造部材等で腐食磨耗が著しい箇所、及び就役後 15 年以上を経過した浮体施設の場合は衰耗量を計測する。
 - vi) 高応力箇所及び疲労寿命が短い箇所について清掃のうえ現状検査
 - vii) 係留ラインと海底係留点の連結部分について清掃のうえ現状確認
 - viii) 設計範囲内で、防食システムが有効であることを確認するための係留設備の代表的な水中位置からの電位測定
 - ix) 係留設備に使用される機器の現状検査及び作動試験
 - x) 緊張係留設備であって、緊張係留ラインがパイプの場合、当該パイプの詳細な検査及び板厚計測
- (e) 応力の集中する箇所で本会の指定した箇所について、非破壊試験を要求することがある。
- (2) 機関及び電気設備の定期検査
機関及び電気設備に対する定期検査では、浮体施設構造の機関及び電気設備の種類に応じて鋼船規則 B 編 5.3 に規定する検査項目の検査を行う。
- (3) RNA 風車及びタワーの定期検査
RNA 風車及びタワーの定期検査では、中間検査と同様の検査を行う。
- (4) 昇降設備の定期検査では中間検査と同様の検査を行うほか、現状検査の結果、検査員が必要と認めた場合は昇降設備の巻上げ機主要部又は駆動部分の解放検査を行う。解放検査は整備記録等により検査員が適当と認める場合には、立会検査を省略して差し支えない。
- (5) その他
8.3.8 の規定により浮体施設又はタワーに備えられる書類及び図書について、それらの管理状況を確認する。

8.4.6 検査計画書及び検査要領書の定期的な見直し

- 1. 定期的検査の結果、異常な環境状態等を考慮して、浮体施設の構造部材の検査対象箇所及び当該検査対象箇所に適用される検査内容を定期的に見直さなければならない。
- 2. 前-1.の見直しの結果、検査計画書及び検査要領書の変更又は追加が生じた場合は、変更届並びに追加した検査計画書及び検査要領書を提出し、本会の承認を受けなければならない。

8.5 臨時検査

8.5.1 一般

- 1. 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、浮体施設の所有者は、構造物の臨時点検を行い本会に報告するか、又は、本会に臨時検査の申請を行わなければならない。
- 2. 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を生じたとき、又はこれを修理、変更、もしくは改

造しようとするとき、本会に臨時検査の申請を行わなければならない。

修正箇所明示版

Copyright © 2021 NIPPON KAIJI KYOKAI
禁無断転載

修正箇所明示版

修正箇所明示版

GUIDELINE

NKRE-GL-FOWT01 / 2021年12月

ClassNK

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)

一般財団法人 日本海事協会

〒102-8567 東京都千代田区紀尾井町4番7号 TEL 03-5226-2032 E-mail re@classnk.or.jp

 RENEWABLE ENERGY