

## 第Ⅲ編 評価事例

### 1. 評価事例の概要

---

第Ⅱ編の実施設計の評価事例として、北九州市響灘沖合の水深 50m 程度の浅海域に浮体式洋上風力発電施設を設置して稼働させる実証研究に関するフェージビリティスタディの成果である「次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究（バージ型）FS 報告書」<sup>12</sup>の設計事例を以降に示す。なお、第Ⅱ編の実施設計の評価方法以外についても必要に応じて検討を加えているため、併せて紹介する。

## 2. 環境条件の評価事例

### 2.1 風条件の設定

#### 2.1.1 極値風況の評価

極値風況の評価は、第Ⅱ編 2.1.2 項に基づいて行う。

##### 1) 設計に用いる 50 年再現期待値の算出

###### (1) 建築基準法に基づく方法

ハブ高さにおける再現期間 50 年の 10 分間平均風速を建築基準法に基づき、式 2.1-1 で算出する。

$$V_{ref} = V_0 \times 1.7 \times (Z_{hub}/Z_G)^\alpha \quad \text{式 2.1-1}$$

ここで、

$V_{ref}$  : ハブ高さにおける再現期間 50 年の 10 分間平均風速 (m/s)

$V_0$  : 地域ごとに設定される基準風速 (北九州市の場合 34m/s)

$Z_{hub}$  : ハブ高さ (=72m) ; 土木学会指針では、 $H_h$  (m)

$Z_G, \alpha$  : 地表面粗度区分に応じた係数 (ここでは、粗度区分 I 「極めて平坦で障害物がな  
いものとして特定行政庁が規則で定める区域」(第Ⅱ編の表 2.1-2~表 2.1-3 参照)  
を採用し  $Z_G=250\text{m}$ 、 $\alpha=0.1$  とする。)

従って、ハブ高さにおける再現期間 50 年の 10 分間平均風速は次のようになる。

$$V_{ref}=V_0 \times 1.7 \times (Z_{hub}/Z_G)^\alpha = 34.0 \times 1.7 \times (72/250)^{0.1} = 51.0 \text{ (m/s)}$$

###### (2) 台風シミュレーションに基づく方法

台風シミュレーションにより台風と季節風の合成気候における風速の発生頻度、極値風速(50年再現期待値)を求めた。また、季節風、台風および合成の年最大風速の非超過確率分布と 50年確率風速を図 2.1-1 に示す。合成気候における風速の 50 年再現期待値は次の通りである。

$$V_{ref}=47.0 \text{ (m/s)} \quad (Z_{hub}=72\text{m}; \text{ 照査対象風向 } 249\text{deg})$$

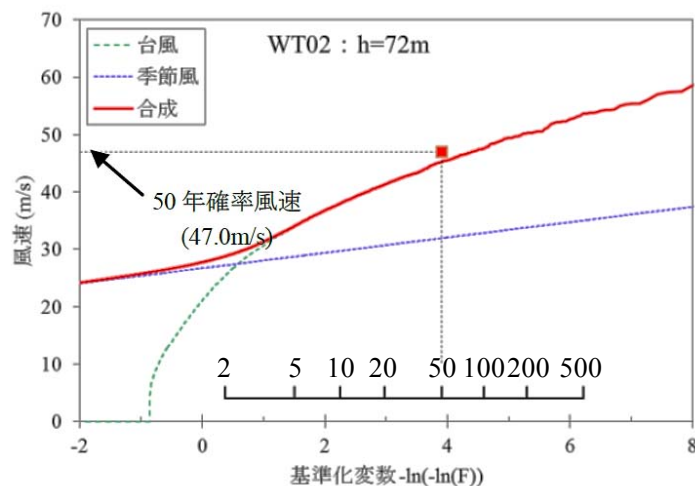


図 2.1-1 年最大風速の非超過確率分布および 50 年再現期待値

### (3) 気象庁 GPV データ

気象庁提供の GPV データを用いて各種統計値を求める。なお、GPV データは高度 10m での風速を表しており、上空での風速に換算するには各種観測値等から適したべき指数等を用いた補正が必要であり、付近の観測データ等より類推する。

風速の再現期待値を表 2.1-1 に示す。ここでは、べき指数 0.10 を用いて求めたハブ高さ 72m の風速も併せて示す。

表 2.1-1 気象庁 GPV データから得られた再現期待値 (m/s)

| 再現期間 | 高度 10m | 高度 72m |
|------|--------|--------|
| 50 年 | 29.0   | 35.3   |
| 5 年  | 23.1   | 28.6   |
| 1 年  | 18.6   | 20.5   |

### (4) 設計に用いる 50 年再現期待値の選定

「気象庁 GPV データ」、「建築基準法」および「台風シミュレーション」によるハブ高さにおける 10 分間平均風速の 50 年再現期待値を表 2.1-2 に整理する。設計には最も安全側となる「建築基準法」による風速を採用するものとする。

表 2.1-2 風速の 50 年再現期待値の比較

|             | Zhub = 72m    |
|-------------|---------------|
| 建築基準法       | 51.0 m/s (採用) |
| 台風シミュレーション  | 47.0 m/s      |
| 気象庁 GPV データ | 35.3 m/s      |

## 2) 乱流強度

台風シミュレーションによる風向 247.5deg の乱流強度、JIS C 1400-1<sup>5</sup>に示されている乱流強度を表 2.1-3 に示す。その結果、台風シミュレーションで求めた乱流強度のほうが大きくなっている。設計に用いる乱流強度は余裕を加えて  $I_{h1}=0.125$  とする。また、乱流強度の 1 時間値は、浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン (2012)<sup>4</sup>に従い、式 2.1-2 で求める。

$$I_{h1,1-hour} = I_{h1} + 0.2/V_{hub} \quad \text{式 2.1-2}$$

ここで、

- $I_{h1,1-hour}$  : 乱流強度の 1 時間値
- $I_{h1}$  : ハブ高さでの乱流強度
- $V_{hub}$  : ハブ高さにおける 10 分間平均風速

表 2.1-3 乱流強度

| 台風シミュレーション (風向247.5deg) | JIS C 1400-1 |
|-------------------------|--------------|
| 0.121                   | 0.11         |

## 3) 設計に用いる 1 年再現期待値の算出

10 分間平均風速の 1 年再現期待値は、JIS C 1400-1<sup>5</sup>に従い式 2.1-3 で算出する。

$$V_1(z) = 0.8V_{50}(z) \quad \text{式 2.1-3}$$

ここで、

- $V_1(z)$  : 10 分間平均風速の 1 年再現期待値 (m/s)
- $V_{50}(z)$  : 極値風速 (50 年再現期待値) (m/s)

従って、各ハブ高さでの 10 分間平均風速の 1 年再現期待値は次のようになる。

$$V_1 (Z_{hub}=72m) = 0.8 \times 51.0m/s = 40.8m/s$$

#### 4) べき指数

台風シミュレーションの結果を用いて風速分布のべき指数を定める。図 2.1-2 に、台風シミュレーションの風向 247.5deg の風速分布および  $\alpha=0.10$  より求めた風速分布を示す。台風シミュレーションと  $\alpha=0.10$  で求めた風速分布はよく一致しており、浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン (2012) <sup>4</sup>に記載の  $\alpha=0.11$  と近い値になっている。よって、 $\alpha=0.10$  とし、以下のように、建築基準法による上空風速に対して高度補正を行い、高度 10m における風速の再現期待値を算出する。

$$V_{50} (Z=10m) = 51.0 \times (10/72)^{0.10} = 41.9m/s$$

$$V_1 (Z=10m) = 40.8 \times (10/72)^{0.10} = 33.5m/s$$

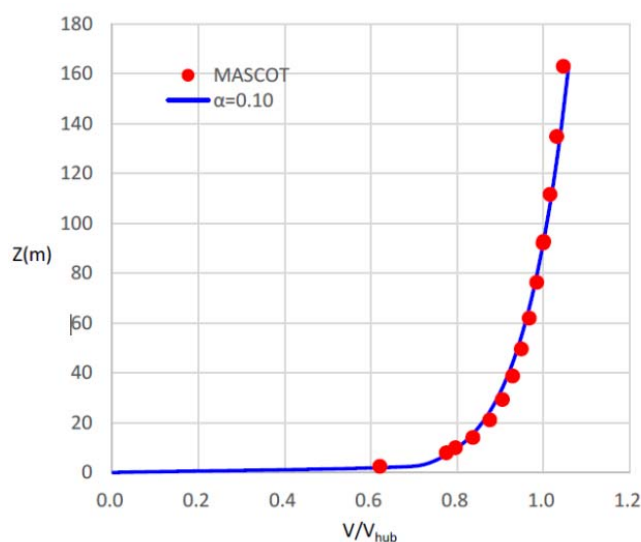


図 2.1-2 風速分布比較

### 2.1.2 通常風況の評価

通常風況の評価は、第Ⅱ編 2.1.3 項に基づいて行う。

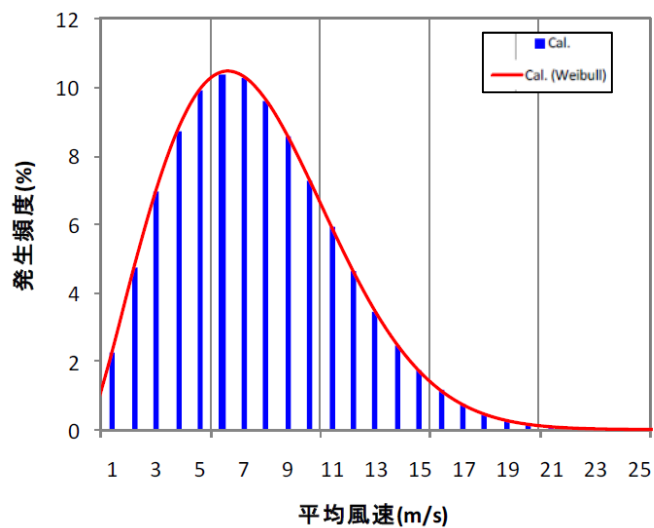
#### 1) 設計に用いる通常風況の算出

##### (1) 風況解析

MASCOT offshore より得られた各ハブ高さの 20 年間の風速階級別作用時間から風速階級別頻度分布図を作成した (図 2.1-3)。図 2.1-3 にはワイブル分布関数 (赤の曲線) も併せて表示している。風速階級別頻度分布より、階級値と頻度を用いて平均風速を算出した結果を以下に示す。高度 10m についても風速階級別作用時間が得られており、ハブ高さと同様の方法で平均風速を算出した。

【年平均風速】  $V_{ave} (Z=10m) = 6.46m/s$ 、 $V_{ave} (Z_{hub}=72m) = 7.58m/s$

また、20 年間の風速階級別作用時間を図 2.1-4 に示す。



(ワイブル係数 ;  $C=8.50\text{m/s}$ 、 $k=2.11$ )

図 2.1-3 MASCOT offshore より求めた風速階級別頻度分布

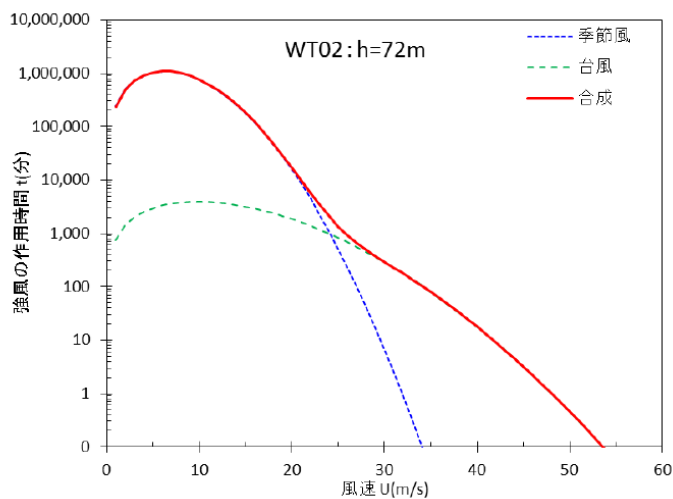


図 2.1-4 風速階級別作用時間

## (2) 気象庁 GPV データ

GPV データの地上風（高度 10m）を用いて、風速の発生頻度分布を求めた。期間 2007～2014 年度の 1 時間毎の平均風速（高度 10m）の時系列データについてべき指数を用いて高度補正を行い、ハブ高さにおける平均風速の時系列データを作成した。

平成 26 年度洋上風況観測システム実証研究進捗報告<sup>40</sup>では、当該海域で観測塔による風況観測の報告が行われている。風況観測報告の対象期間は 2012 年 10 月～2014 年 6 月で、観測された風速から得られたべき指数の情報が示されている。図 2.1-5 のように風向が海からの風と、陸からの風に分けてべき指数が求められており、海からの風  $\alpha=0.073$ 、陸からの風  $\alpha=0.136$ 、全体  $\alpha=0.101$  となっている。

観測塔設置位置は陸から 1.4km で陸からの地形影響を受けると考えられるが、本実証試験の設置海域は沖合い 17km で陸からの影響は小さく、海からの風の観測値より  $\alpha=0.08$  程度が実際の風況に近いと考えられる。ただし、構造設計においては、浮体式洋上風力発電設備に関するガイドラインに従い、安全側となる通常風条件における標準値 0.14 を採用することとする。

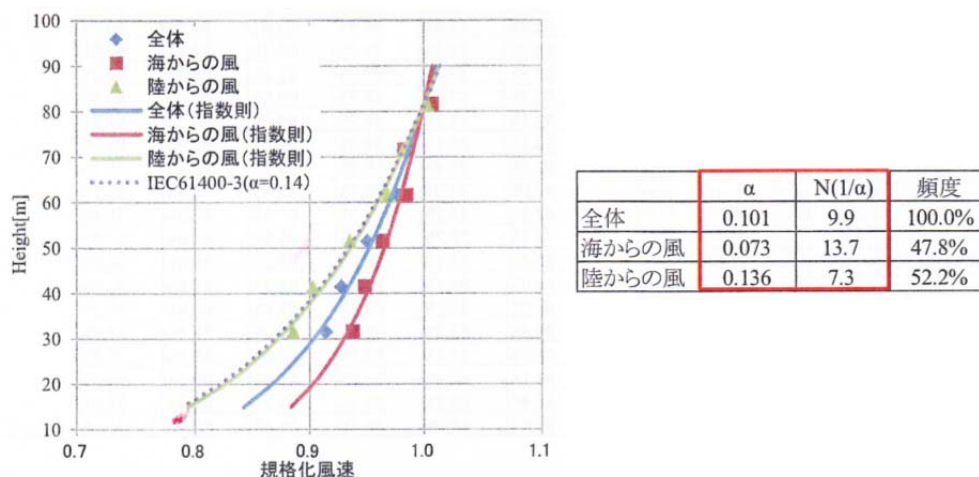
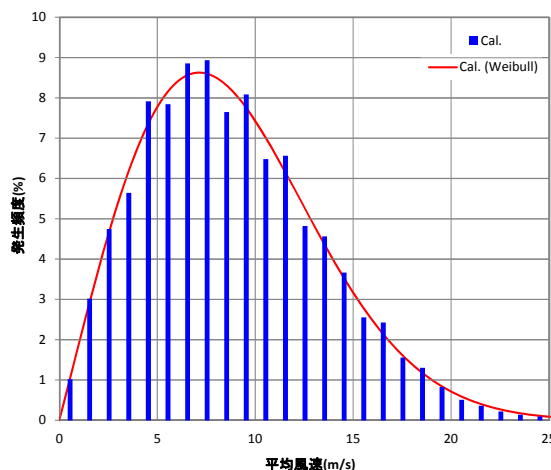


図 2.1-5 風速の鉛直方向分布<sup>40</sup>

時系列データから求めたハブ高さの風速階級別頻度分布およびワイブル係数を図 2.1-6 に示す。また、高度 10m およびハブ高さの風速時系列データの平均値を以下に示す。

【年平均風速】  $V_{ave}(Z=10m) = 6.71m/s$ 、 $V_{ave}(Z_{hub}=72m) = 8.85m/s$



(ワイブル係数 ;  $C=10.01\text{m/s}$ 、 $k=2.02$ )

図 2.1-6 気象庁 GPV データより求めた風速階級別頻度分布

### (3) 強度設計に用いる風速データ

「MASCOT offshore」および「気象庁 GPV データ」により求めた年平均風速を表 2.1-4 に示す。風速を比較すると、GPV データによる風速の方がやや大きめの値になっているが、両者の高さ方向の風速比はほぼ等しい。設計には安全側となる「気象庁 GPV データ」による風速階級別頻度分布を採用する。

表 2.1-4 年平均風速の比較 (括弧内は $V_z=10\text{m}$  との風速比)

| 対象としたデータ        | $Z=10\text{m}$         | $Z_{\text{hub}}=72\text{m}$ |
|-----------------|------------------------|-----------------------------|
| 気象庁GPV データ      | <u>6.71 m/s</u> (1.00) | <u>8.85 m/s</u> (1.32)      |
| MASCOT offshore | 6.46 m/s (1.00)        | 7.58 m/s (1.17)             |

## 2) 乱流強度

平成 26 年度洋上風況観測システム実証研究進捗報告<sup>40</sup>には、高度 81.6m に設置されている風速計の観測結果から得られた乱れの情報が示されている。観測された風速と乱流強度の関係は図 2.1-7 の通りで、併せて各風速階級の乱流強度の 90%分位値が示されている。また、JIS C 1400-1<sup>5</sup>には、標準風車カテゴリに対する乱流強度の 90%分位値を与える式 2.1-4 が示されており、図 2.1-7 には式 2.1-4 で得られる風車カテゴリ A、B、C の乱流強度の 90%分位値も表示されている。

$$I_{90\%} = I_{ref}(0.75V_{hub} + b)/V_{hub}, b = 5.6\text{m/s} \quad \text{式 2.1-4}$$

ここで、

$I_{90\%}$  : 乱流強度の 90%分位値

$I_{ref}$  : 基準乱流強度 (風車カテゴリ A、B、C でそれぞれ 0.16、0.14、0.12)

$V_{hub}$  : ハブ高さの風速 (m/s)



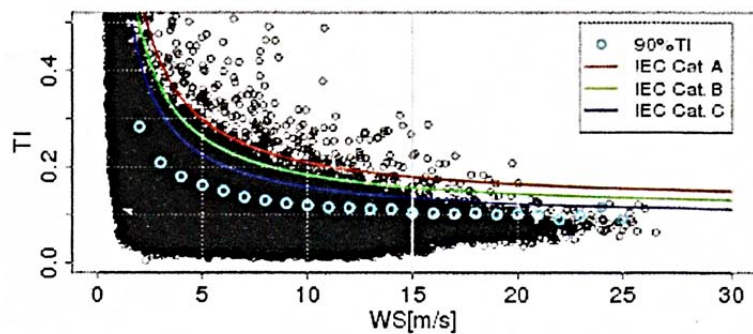


図 2.1-7 風速と乱流強度の関係<sup>40</sup>

図 2.1-7 より、観測された乱流強度の 90%分位値は、全風速階級において、式 2.1-4 で得られる風車カテゴリ C の乱流強度の 90%分位値を下回っていることが分かる。よって、設計に用いる基準乱流強度は風車カテゴリ C の  $I_{ref}=0.12$  とし、乱流強度の 90%分位値は式 2.1-4 で与えるものとする。

## 2.2 海象条件の設定

### 2.2.1 極値波浪の評価

極値波浪の評価は、第Ⅱ編 2.2.2 項に基づいて行う。

#### 1) 波浪推算による評価

今回入手した波浪推算データは以下の通りである。

- ・推算期間 2001年1月~2014年12月
- ・推算地点 (図 2.2-1)
  - i) 設置海域：北緯 34 度 6 分、東経 130 度 40 分
  - ii) 沿岸—設置海域中間点付近：北緯 34 度 0 分、東経 130 度 36 分
  - iii) ナウファス玄界灘観測点近傍：北緯 33 度 56 分、東経 130 度 28 分

推算手法の概要を以下に示す。

第3世代波浪モデル WAM (Cycle4) を用いて計算した「日本沿岸局地波浪推算データベース」を日本気象協会が保有しており、これから対象海域の波浪等のデータを抽出し入手した。推算は、表 2.2-1、図 2.2-1 に示す通り、広領域から狭領域までの境界データ (図 2.2-1 の青枠部分) を引き継ぐ形で、ネスティング計算により、当該海域の海象を推定している。これにより、毎時の有義波高、有義波周期、波向が提供される。

波浪推算データの計算メッシュと今回の推算点を図 2.2-2 に示す。

表 2.2-1 日本沿岸局地波浪推算データベース概要

| 領域           | 第1領域   | 第2領域                       | 第3領域       | 第4領域        |
|--------------|--|----------------------------|------------|-------------|
| 計算領域         | N11.0~58.4<br>E117.0~261.0                       | N22.4~47.6<br>E120.0~150.0 | 4領域        | 22領域        |
| 空間間隔         | 36' (約60km)                                      | 12' (約20km)                | 6' (約10km) | 2' (約3.7km) |
| 出力要素<br>時間間隔 | 有義波高、有義波周期、波向 (平均波向)<br>風向、風速 (海面上10m高度, 10分平均値) |                            |            |             |
| 入力風データ       | NCEP   | 気象庁 GPV (毎時大気解析値、MSM、RMS)  |            |             |
| 海上風<br>空間間隔  | 2.5°   | 東西 0.0625°、南北 0.05°        |            |             |
| 海上風<br>時間間隔  | 6時間  | 毎時                         |            |             |

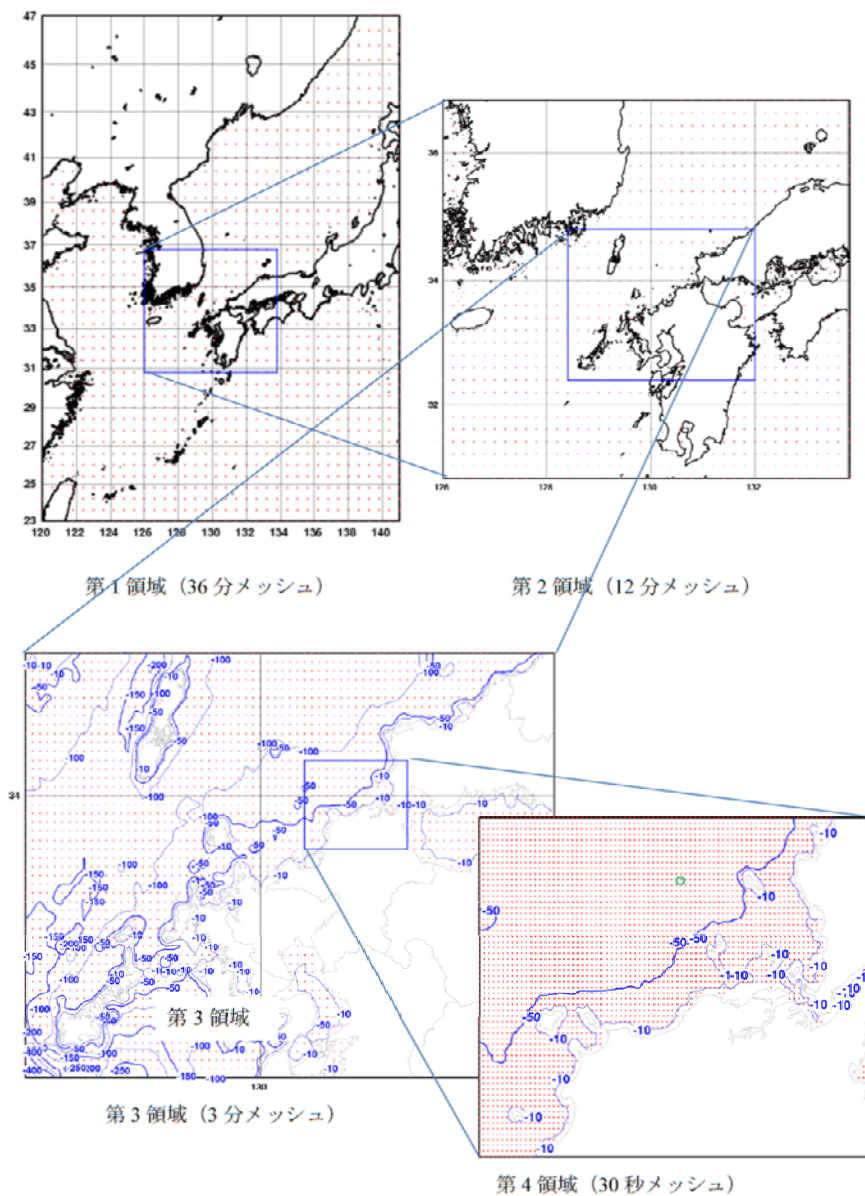


図 2.2-1 波浪解析における波浪推算領域とネスティング（図中の青線は等水深線）

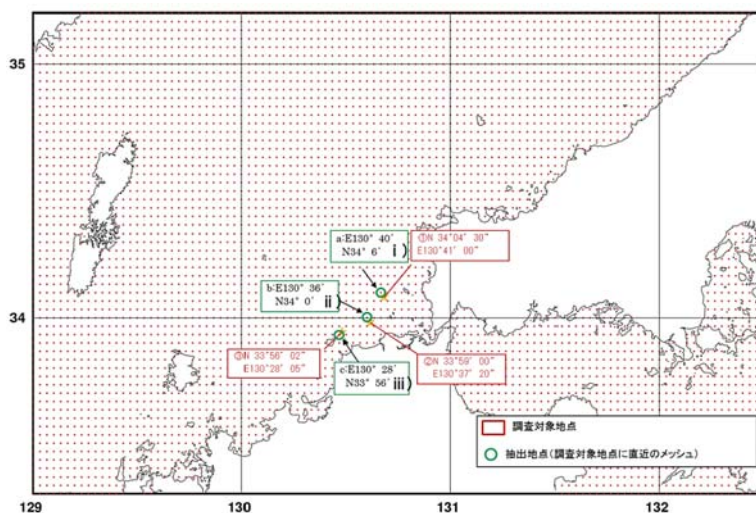


図 2.2-2 波浪推算データの計算メッシュと今回の推算点

推算結果確認のため、国土交通省港湾局配信のナウファス玄界灘観測値との比較を行った。図 2.2-3 に比較図の例を示す。推算値は、玄界灘至近にある第4領域の当該位置（北緯 33 度 56 分、東経 130 度 28 分）のデータを使用している。高波浪時の一例であるが良い一致を示し推算精度の高いことが分かる。

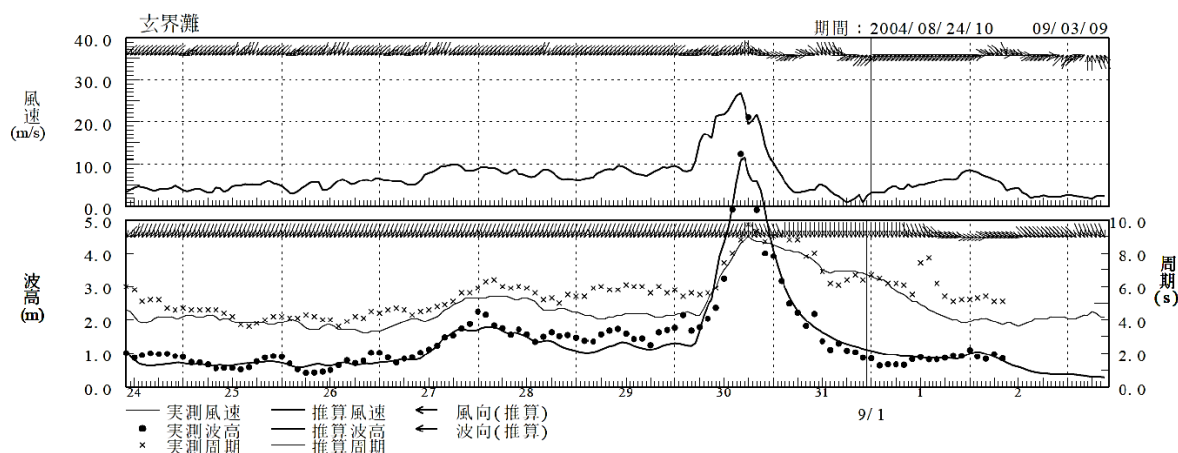


図 2.2-3 高波浪時の波浪解析による推算値と実測値（玄界灘）の経時変化図

観測および波浪推算により得られた長期統計値を基に再現期間毎の最大期待値を算出した。その結果を表 2.2-2 に示す。なお、推算結果においてナウファス既往最大波高生起時を比較した結果、推算値が下回る場合がある事が分かり、この部分は観測値を用いて補完した。

波高に関して沿岸からの距離の変化をみると、推算値間では若干沖合が高くなっているものの、観測値とほぼ同等の値を示している。また、周期に関しては推算値が観測値より低い値を示す傾向にある。推算はスペクトルの履歴を用いるが、直前のスペクトルの残差が影響する場合があります、それらが影響したものと考えられる。これらの差については、図 2.2-4 に示す周辺の観測データ、推算データを参照して設計条件に反映する事とした。

表 2.2-2 波浪推算値から求めた再現期待値

| 再現期間 | i) 設置海域 |      | ii) 中間地点 |      | iii) 玄界灘推算値 |      | iv) 玄界灘観測値 |      |
|------|---------|------|----------|------|-------------|------|------------|------|
|      | 波高 m    | 周期 s | 波高 m     | 周期 s | 波高 m        | 周期 s | 波高 m       | 周期 s |
| 50 年 | 8.74    | 10.8 | 8.80     | 10.7 | 8.45        | 10.9 | 8.73       | 12.4 |
| 5 年  | 6.35    | 9.2  | 6.37     | 9.1  | 6.48        | 9.2  | 6.61       | 10.6 |
| 1 年  | 4.50    | 7.7  | 4.48     | 7.6  | 4.74        | 7.8  | 4.87       | 9.1  |



図 2.2-4 今回の波浪推算位置と拡大した周辺エリアの観測、推算データ地点<sup>41</sup>

## 2) 周辺エリアに拡大した観測データの調査

上述の波浪推算は想定海域に特定して波浪条件を詳細に調査したものであるが、より安全を期するため周辺海域に拡大して各種データを収集し、比較することとした。

設置海域付近の他の観測データとして、iv) ナウファス玄海灘観測点、v) ナウファス藍島観測点、vi) 白島石油備蓄基地観測点がある(図 2.2-4)。各地点での波浪観測の状況を以下に、再現期待値、観測最大値等を表 2.2-3 に示す。

iv) ナウファス玄界灘の波浪観測データは、1985 年～2012 年の 28 年間について年最大有義波高、対応周期等の値が公開されている。このデータを用いて、有義波高の期間再現期待値と対応周期を求めた。

v) ナウファス藍島の波浪観測データは、1980 年～2012 年の 33 年間について年最大有義波高、対応周期等の値が公開されている。このデータを用いて、有義波高の期間再現期待値と対応周期を求めた。

vi) 白島石油備蓄基地付近で 1989 年から 1993 年までの 5 年間、毎隔正時 20 分間の波浪観測が行われている。観測最大有義波高は 1991 年 9 月に観測された 5.96m、1 年再現期待値は 4.73m、20 年再現期待値は 6.10m である<sup>42</sup>。

表 2.2-3 観測データから求めた再現期待値、観測最大値

| 地点           | 50年再現期待値 |       | 1年再現期待値 |       | 観測最大値 |       |
|--------------|----------|-------|---------|-------|-------|-------|
|              | 有義波高     | 有義波周期 | 有義波高    | 有義波周期 | 有義波高  | 有義波周期 |
| iv) ナウファス玄界灘 | 8.73m    | 12.4s | 4.87m   | 9.1s  | 8.03m | 9.7s  |
| v) ナウファス藍島   | 5.46m    | 11.3s | 3.12m   | 7.9s  | 5.61m | 12.1s |
| vi) 白鳥石油備蓄基地 | 6.10m    | 11.5s | 4.73m   | 10.6s | 5.96m | 11.1s |

※白鳥石油備蓄基地のデータは50年再現期待値ではなく20年再現期待値を示している

### 3) 国土交通省九州地方整備局による推算値

国土交通省九州地方整備局により確率波高計算処理システムとして、1時間毎の波浪推算データに基づき、16方位毎に設計波高がまとめられている<sup>23</sup>。設置予定位置付近では、有義波高の50年再現期待値（16方位のうち最大値）として表2.2-4の値が示されている。

表 2.2-4 国土交通省九州地方整備局による設計波高

| 地点             | 50年再現期待値 |       |
|----------------|----------|-------|
|                | 有義波高     | 有義波周期 |
| vii) WSTS.188  | 9.72m    | 13.6s |
| viii) WSTS.234 | 8.49m    | 12.9s |
| ix) WSTS.216   | 7.98m    | 12.0s |
| x) WSTS.277    | 9.28m    | 12.9s |

### 4) 設計波高の設定

1)～3)の調査結果をまとめたものを表2.2-5に示す。有義波高の50年再現期待値について、国土交通省による設計波高vii)が最も高く9.72mである。よって、設計に用いる有義波高の50年再現期待値は9.8mとする。

浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン(2012)<sup>4</sup>において、DLC6.1のシミュレーション時間が1時間となっていることから、3時間有義波高から1時間有義波高に変換する係数(k2=1.09)が規定されている。

一方、表2.2-5の波浪推算および国土交通省の設計波は1時間毎の連続データから算出されたものであることから、50年再現期待値は9.8mを係数(k2=1.09)による変換後の1時間有義波高として扱うものとする。よって3時間有義波高の50年再現期待値は、1時間有義波高9.8mとk2より9.8m/1.09=8.99mと設定する。

有義波高の1年再現期待値について、値が得られているi)～iv)、vi)のうち最大はiv)ナウファス玄海灘の4.87mである。一方、50年再現期待値は、i)～iv)、vi)の最大値8.80mより大きな値9.8mを採用していることから、1年再現期待値についても50年再現期待値と同等の安全性を確保するよう値を割り増すものとする。1時間有義波高の1年再現期待値は、4.87m×9.8m/8.80m=5.42mとし、3時間有義波高の1年再現期待値を、5.42m/1.09=4.97mと設定する。

これらの検討結果から、設計に用いる極値有義波高は以下の通りとする。

【再現期間50年】3時間有義波高：8.99m

【再現期間1年】3時間有義波高：4.97m

表 2.2-5 各地点における有義波高の再現期待値の比較

| 地点     |                | 50年再現期待値           |       | 1年再現期待値 |       | 備考  |
|--------|----------------|--------------------|-------|---------|-------|---|
|        |                | 有義波高               | 有義波周期 | 有義波高    | 有義波周期 |   |
| 波浪推算   | i) 設置地点        | 8.74m              | 10.8s | 4.50m   | 7.7s  | 2001～2014年の1時間毎連続データより算出<br>iv) ナウファス玄界灘観測地を用いて補正 |
|        | ii) 中間地点       | 8.80m              | 10.7s | 4.48m   | 7.6s  |   |
|        | iii) 玄界灘観測点    | 8.45m              | 10.9s | 4.74m   | 7.8s  |   |
| 観測値    | iv) ナウファス玄界灘   | 8.73m              | 12.4s | 4.87m   | 9.1s  | 1985～2012年の28年間のデータより算出                           |
|        | v) ナウファス藍島     | 5.46m              | 11.3s | 3.12m   | 7.9s  | 1980～2012年の33年間のデータより算出                           |
|        | vi) 白鳥石油備蓄基地   | 6.10m <sup>※</sup> | 11.5s | 4.73m   | 10.6s | 1989～1993年の5年間のデータより算出                            |
| 国交省設計波 | vii) WSTS.188  | 9.72m              | 13.6s | —       | —     | 1958～1998年の1時間連続データより算出                           |
|        | viii) WSTS.234 | 8.49m              | 12.9s | —       | —     |   |
|        | ix) WSTS.216   | 7.98m              | 12.0s | —       | —     |   |
|        | x) WSTS.277    | 9.28m              | 12.9s | —       | —     |   |

※白鳥石油備蓄基地のデータは50年再現期待値ではなく20年再現期待値を示している。

### 5) 有義波周期の設定

JIS C 1400-3 (2014) <sup>6</sup>では波高と併せて用いる波周期の範囲として式 2.2-1 が示されており、設計に用いる有義波周期は式 2.2-1 で得られる範囲を考慮する。

$$11.1\sqrt{H_s/g} \leq T \leq 14.3\sqrt{H_s/g} \quad \text{式 2.2-1}$$

ここで、

- $H_s$  : 有義波高 (m)
- $g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )
- $T$  : 有義波周期 (s)

式 2.2-1 に従うと、考慮すべき有義波周期の範囲は以下のようになる。

- ・有義波高 8.99m (50年再現期待値)  $\Rightarrow T_{1/3}=10.6\sim 13.7s$
- ・有義波高 4.97m (1年再現期待値)  $\Rightarrow T_{1/3}=7.9\sim 10.2s$

## 2.2.2 通常波浪の評価

通常波浪の評価は、第Ⅱ編 2.2.3 項に基づいて行う。

### 1) 月別、季別、通年波浪発生頻度

設置海域を対象に、第3世代波浪モデルを用いた日本気象協会による波浪推算（期間 2001 年～2014 年）より得た季節毎および通年の波浪頻度分布を表 2.2-6～表 2.2-10 に、月別波高出現率を図 2.2-5 に示す。波高・周期別出現頻度は、累積疲労被害度の評価を行う際に考慮している。なお、波浪推算の手法は 2.2.1 項で示した通りである。有義波高、有義波周期の年平均値は以下の通りである。

【年平均有義波高】 0.95m 【年平均有義波周期】 5.5s

表 2.2-6 波高・周期別出現頻度分布（春季；3月～5月）

| Hs(cm)    | T(s) | 0_3   | 3_4    | 4_5    | 5_6    | 6_7    | 7_8   | 8_9   | 9_10  | 10_11 | 11_12 | 12_13 | 13_14 | 14_15 | 15_   | Sum.    |
|-----------|------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 701 - 800 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 651 - 700 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 601 - 650 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 551 - 600 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01%   |
| 501 - 550 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01%   |
| 451 - 500 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.05%   |
| 401 - 450 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.01%  | 0.01% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.05%   |
| 351 - 400 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.06%  | 0.14% | 0.05% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.28%   |
| 301 - 350 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.01%  | 0.21%  | 0.39% | 0.07% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.72%   |
| 251 - 300 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.14%  | 0.81%  | 0.42% | 0.11% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.52%   |
| 201 - 250 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.02%  | 1.33%  | 1.72%  | 0.51% | 0.21% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 3.82%   |
| 176 - 200 |      | 0.00% | 0.00%  | 0.13%  | 1.68%  | 1.15%  | 0.26% | 0.20% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 3.47%   |
| 151 - 175 |      | 0.00% | 0.01%  | 0.61%  | 2.36%  | 1.37%  | 0.34% | 0.11% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 4.86%   |
| 126 - 150 |      | 0.00% | 0.05%  | 1.45%  | 3.19%  | 1.79%  | 0.60% | 0.16% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 7.28%   |
| 101 - 125 |      | 0.00% | 0.18%  | 3.07%  | 3.94%  | 1.88%  | 0.72% | 0.19% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 10.04%  |
| 76 - 100  |      | 0.00% | 0.74%  | 5.81%  | 5.25%  | 2.53%  | 0.69% | 0.31% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 15.38%  |
| 51 - 75   |      | 0.11% | 2.36%  | 8.27%  | 5.69%  | 1.77%  | 0.42% | 0.11% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 18.73%  |
| 26 - 50   |      | 0.25% | 5.29%  | 8.40%  | 4.11%  | 1.23%  | 0.22% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 19.51%  |
| 0 - 25    |      | 1.00% | 5.81%  | 5.28%  | 1.88%  | 0.26%  | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 14.28%  |
| Sum.      |      | 1.36% | 14.45% | 33.04% | 29.57% | 14.80% | 4.77% | 1.59% | 0.41% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |



表 2.2-7 波高・周期別出現頻度分布（夏季；6月～8月）

| Hs(cm) | T(s)  | 0_3   | 3_4    | 4_5    | 5_6    | 6_7   | 7_8   | 8_9   | 9_10  | 10_11 | 11_12 | 12_13 | 13_14 | 14_15 | 15_   | Sum.    |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 701    | - 800 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 651    | - 700 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 601    | - 650 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 551    | - 600 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 501    | - 550 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01%   |
| 451    | - 500 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04%   |
| 401    | - 450 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.03% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.05%   |
| 351    | - 400 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.03% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.06%   |
| 301    | - 350 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.03% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.09%   |
| 251    | - 300 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.01%  | 0.12% | 0.05% | 0.02% | 0.01% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.23%   |
| 201    | - 250 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.06%  | 0.21% | 0.15% | 0.09% | 0.00% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.55%   |
| 176    | - 200 | 0.00% | 0.00%  | 0.03%  | 0.28%  | 0.20% | 0.15% | 0.07% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.74%   |
| 151    | - 175 | 0.00% | 0.00%  | 0.09%  | 0.68%  | 0.32% | 0.10% | 0.11% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.31%   |
| 126    | - 150 | 0.00% | 0.04%  | 0.49%  | 1.28%  | 0.52% | 0.16% | 0.11% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.63%   |
| 101    | - 125 | 0.00% | 0.07%  | 1.82%  | 2.51%  | 0.85% | 0.36% | 0.19% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.83%   |
| 76     | - 100 | 0.00% | 0.40%  | 4.71%  | 3.84%  | 1.30% | 0.43% | 0.19% | 0.01% | 0.00% | 0.01% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 10.90%  |
| 51     | - 75  | 0.16% | 2.12%  | 9.18%  | 5.70%  | 2.31% | 0.39% | 0.15% | 0.01% | 0.07% | 0.03% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 20.14%  |
| 26     | - 50  | 0.34% | 6.85%  | 12.68% | 9.14%  | 2.62% | 0.67% | 0.43% | 0.12% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 32.89%  |
| 0      | - 25  | 0.82% | 6.75%  | 11.46% | 4.77%  | 0.64% | 0.09% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 24.52%  |
| Sum.   |       | 1.32% | 16.25% | 40.46% | 28.27% | 9.13% | 2.61% | 1.47% | 0.23% | 0.18% | 0.05% | 0.02% | 0.00% | 0.01% | 0.00% | 100.00% |

表 2.2-8 波高・周期別出現頻度分布（秋季；9月～11月）

| Hs(cm) | T(s)  | 0_3   | 3_4   | 4_5    | 5_6    | 6_7    | 7_8   | 8_9   | 9_10  | 10_11 | 11_12 | 12_13 | 13_14 | 14_15 | 15_   | Sum.    |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 701    | - 800 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 651    | - 700 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 601    | - 650 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01%   |
| 551    | - 600 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.03% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03%   |
| 501    | - 550 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.04% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.06%   |
| 451    | - 500 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.02% | 0.04% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.08%   |
| 401    | - 450 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.01%  | 0.13% | 0.07% | 0.07% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.33%   |
| 351    | - 400 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.05%  | 0.22% | 0.07% | 0.04% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.42%   |
| 301    | - 350 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.36%  | 0.34% | 0.09% | 0.05% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.87%   |
| 251    | - 300 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.13%  | 0.88%  | 0.59% | 0.22% | 0.05% | 0.07% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.93%   |
| 201    | - 250 | 0.00% | 0.00% | 0.03%  | 1.00%  | 1.66%  | 1.20% | 0.34% | 0.10% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 4.37%   |
| 176    | - 200 | 0.00% | 0.00% | 0.06%  | 1.34%  | 1.37%  | 0.72% | 0.12% | 0.09% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 3.70%   |
| 151    | - 175 | 0.00% | 0.00% | 0.29%  | 2.01%  | 1.88%  | 0.86% | 0.26% | 0.08% | 0.07% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.46%   |
| 126    | - 150 | 0.00% | 0.01% | 0.86%  | 3.01%  | 2.30%  | 1.10% | 0.38% | 0.05% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 7.75%   |
| 101    | - 125 | 0.00% | 0.09% | 2.28%  | 4.23%  | 2.46%  | 1.32% | 0.33% | 0.01% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 10.74%  |
| 76     | - 100 | 0.00% | 0.57% | 4.95%  | 5.58%  | 3.41%  | 0.88% | 0.21% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 15.63%  |
| 51     | - 75  | 0.03% | 2.02% | 6.77%  | 7.01%  | 3.07%  | 0.64% | 0.17% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 19.73%  |
| 26     | - 50  | 0.21% | 3.58% | 7.40%  | 5.99%  | 1.24%  | 0.62% | 0.17% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 19.23%  |
| 0      | - 25  | 0.48% | 2.88% | 4.05%  | 1.61%  | 0.54%  | 0.09% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 9.64%   |
| Sum.   |       | 0.72% | 9.16% | 26.69% | 31.90% | 19.21% | 8.74% | 2.54% | 0.63% | 0.39% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |

表 2.2-9 波高・周期別出現頻度分布（冬季；12月～2月）

| Hs(cm) | T(s)  | 0_3   | 3_4   | 4_5    | 5_6    | 6_7    | 7_8    | 8_9   | 9_10  | 10_11 | 11_12 | 12_13 | 13_14 | 14_15 | 15_   | Sum.    |
|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 701    | - 800 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 651    | - 700 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 601    | - 650 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 551    | - 600 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01%   |
| 501    | - 550 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.02%   |
| 451    | - 500 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.01%  | 0.04% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.06%   |
| 401    | - 450 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.01%  | 0.18%  | 0.20% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.41%   |
| 351    | - 400 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.10%  | 0.67%  | 0.22% | 0.05% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.07%   |
| 301    | - 350 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.01%  | 0.83%  | 1.37%  | 0.26% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.50%   |
| 251    | - 300 | 0.00% | 0.00% | 0.00%  | 0.31%  | 3.18%  | 2.18%  | 0.37% | 0.09% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 6.16%   |
| 201    | - 250 | 0.00% | 0.00% | 0.02%  | 2.26%  | 5.41%  | 2.40%  | 0.68% | 0.21% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 11.05%  |
| 176    | - 200 | 0.00% | 0.00% | 0.17%  | 2.51%  | 3.19%  | 1.37%  | 0.57% | 0.18% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 8.03%   |
| 151    | - 175 | 0.00% | 0.01% | 0.67%  | 3.67%  | 3.34%  | 1.54%  | 0.72% | 0.12% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 10.08%  |
| 126    | - 150 | 0.00% | 0.02% | 1.58%  | 4.46%  | 3.68%  | 2.13%  | 0.69% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 12.59%  |
| 101    | - 125 | 0.00% | 0.08% | 2.39%  | 5.44%  | 4.20%  | 1.87%  | 0.27% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 14.26%  |
| 76     | - 100 | 0.00% | 0.25% | 3.31%  | 5.91%  | 4.45%  | 1.14%  | 0.03% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 15.11%  |
| 51     | - 75  | 0.01% | 0.56% | 2.98%  | 5.00%  | 2.41%  | 0.41%  | 0.01% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 11.38%  |
| 26     | - 50  | 0.01% | 0.58% | 1.97%  | 2.69%  | 0.64%  | 0.06%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.95%   |
| 0      | - 25  | 0.06% | 0.33% | 0.52%  | 0.35%  | 0.85%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.30%   |
| Sum.   |       | 0.07% | 1.81% | 13.62% | 32.61% | 31.50% | 15.33% | 4.07% | 0.82% | 0.16% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |

表 2.2-10 波高・周期別出現頻度表（通年）

| Hs(cm) | T(s)  | 0_3   | 3_4    | 4_5    | 5_6    | 6_7    | 7_8   | 8_9   | 9_10  | 10_11 | 11_12 | 12_13 | 13_14 | 14_15 | 15_   | Sum.    |
|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 701    | - 800 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 651    | - 700 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 601    | - 650 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00%   |
| 551    | - 600 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01%   |
| 501    | - 550 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03%   |
| 451    | - 500 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.01% | 0.04% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.06%   |
| 401    | - 450 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.01%  | 0.08% | 0.08% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.21%   |
| 351    | - 400 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.05%  | 0.27% | 0.09% | 0.03% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.46%   |
| 301    | - 350 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 0.36%  | 0.54% | 0.11% | 0.04% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.05%   |
| 251    | - 300 | 0.00% | 0.00%  | 0.00%  | 0.15%  | 1.25%  | 0.82% | 0.18% | 0.05% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.48%   |
| 201    | - 250 | 0.00% | 0.00%  | 0.02%  | 1.18%  | 2.28%  | 1.07% | 0.33% | 0.09% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.00%   |
| 176    | - 200 | 0.00% | 0.00%  | 0.10%  | 1.47%  | 1.49%  | 0.63% | 0.24% | 0.08% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 4.02%   |
| 151    | - 175 | 0.00% | 0.01%  | 0.42%  | 2.20%  | 1.74%  | 0.71% | 0.30% | 0.07% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.47%   |
| 126    | - 150 | 0.00% | 0.03%  | 1.10%  | 3.00%  | 2.09%  | 1.00% | 0.34% | 0.04% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 7.61%   |
| 101    | - 125 | 0.00% | 0.11%  | 2.40%  | 4.05%  | 2.36%  | 1.07% | 0.24% | 0.02% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 10.27%  |
| 76     | - 100 | 0.00% | 0.49%  | 4.69%  | 5.16%  | 2.94%  | 0.79% | 0.18% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 14.28%  |
| 51     | - 75  | 0.08% | 1.76%  | 6.78%  | 5.84%  | 2.39%  | 0.46% | 0.11% | 0.01% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 17.46%  |
| 26     | - 50  | 0.20% | 4.05%  | 7.57%  | 5.45%  | 1.43%  | 0.39% | 0.15% | 0.03% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 19.26%  |
| 0      | - 25  | 0.58% | 3.91%  | 5.28%  | 2.13%  | 0.37%  | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 12.34%  |
| Sum.   |       | 0.86% | 10.34% | 28.36% | 30.63% | 18.76% | 7.89% | 2.42% | 0.52% | 0.18% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% |

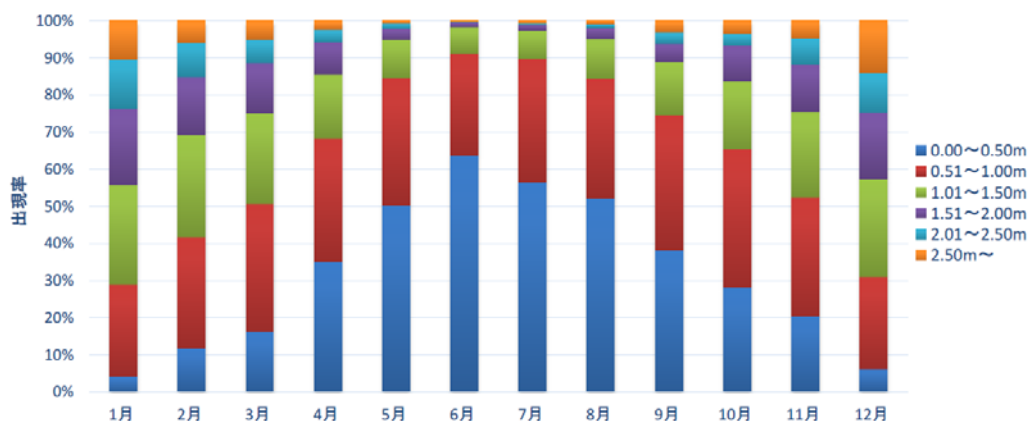


図 2.2-5 月別波高出現率

### 2.2.3 風と波の結合確率分布の評価

風と波の結合確率分布の評価は、第Ⅱ編 2.2.4 項に基づいて行う。

#### 1) 波高・波向き別発生頻度

波浪推算（期間 2001 年～2014 年）より得られた、波高・波向き別発生頻度を図 2.2-6 に示す。北から西よりの波浪が卓越していることが分かる。

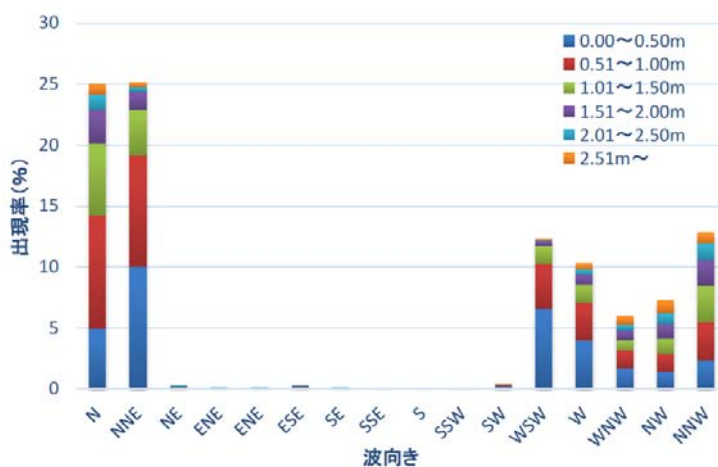


図 2.2-6 波高・波向き別発生頻度

#### 2) 風速と波高・波周期の関係

設置海域における気象庁 GPV データの海上風（高度 10m）と、波浪推算で得られた有義波の時系列データについて、両者の相関を調査した。2010～2014 年度の各月最大有義波高と同時刻の風速との関係を図 2.2-7 に示す。図 2.2-7 には SMB 法で得られる平均風速と有義波高の関係を併せて表示している。式 2.2-2 において、各月のデータと SMB 法による曲線との残差二乗和が最小となるよう吹送距離（ $F=200,000\text{m}$ ）を設定している。

$$H_{1/3} = 0.3V^2/g \left[ 1 - \left\{ 1 + 0.004(200000g/V^2)^{1/2} \right\}^{-2} \right] \quad \text{式 2.2-2}$$

ここで、

- $H_{1/3}$  : 有義波高 (m)
- $V$  : 平均風速 (m/s)
- $g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

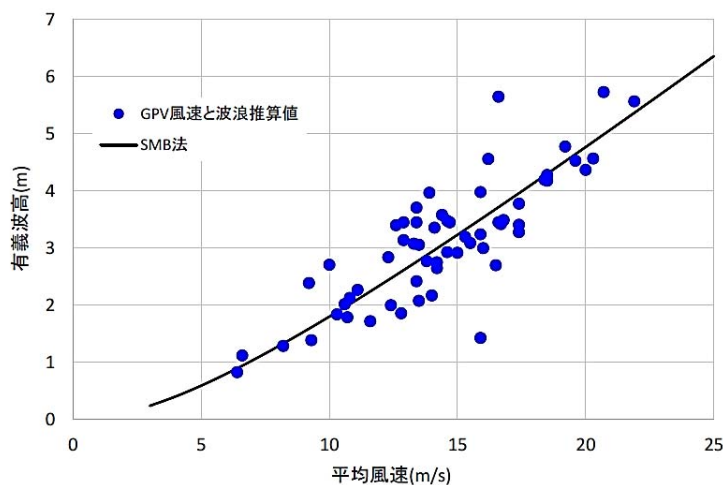


図 2.2-7 平均風速と有義波高の相関

次いで、平均風速と有義波周期の時系列データについて相関を調査した。2010～2014年度の各月の最大有義波高発生時の平均風速と有義波周期との相関を図 2.2-8 に示す。図 2.2-8 には SMB 法で得られる平均風速と有義波周期の関係式 2.2-3 を併せて表示している。各月のデータと SMB 法による曲線との残差二乗和が最小となる吹送距離は  $F=200,000m$  で、式 2.2-2 で与えた吹送距離と同じ値を用いている。

$$T_{1/3} = 1.37 \cdot 2\pi V/g \left[ 1 - \left\{ 1 + 0.008(200000g/V^2)^{1/3} \right\}^{-5} \right] \quad \text{式 2.2-3}$$

ここで、

- $T_{1/3}$  : 有義波周期 (s)
- $V$  : 平均風速 (m/s)
- $g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

通常風況に対応する有義波高と有義波周期は、SMB 法より求めるものとする。

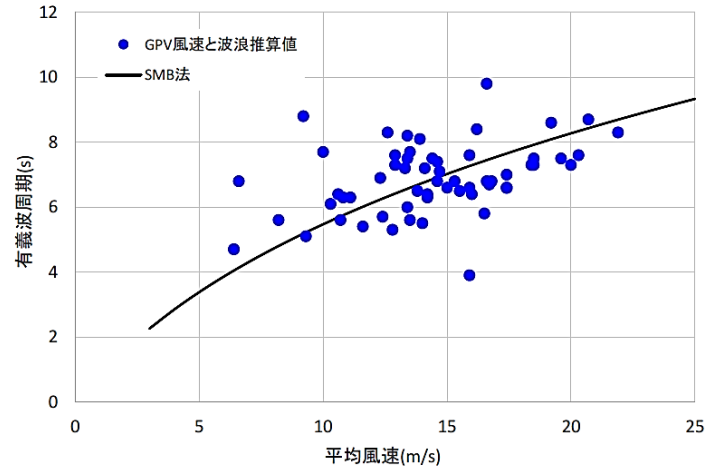


図 2.2-8 平均風速と有義波周期の相関

図 2.2-7、図 2.2-8 の相関図および近似式は疲労設計等に適用できるものであるが、使用に際してはデータのばらつきを十分考慮する必要がある。

## 2.2.4 海潮流条件の評価

海潮流条件の評価は、第Ⅱ編 2.2.5 項に基づいて行う。

### 1) 極値水流の設定

#### (1) JCOPE データによる海面流速の再現期待値

再現期待値の算出に、JCOPE-T データ（2011年1月1日～2014年12月31日の1時間毎の流向・流速の瞬時値）を用いた。JCOPE-T は、海流、潮汐流、吹送流の全てを含んだ流速データとなっている。月最大流速を用いて再現期待値の算出を行った。その結果を図 2.2-9 および表 2.2-11 に示す。

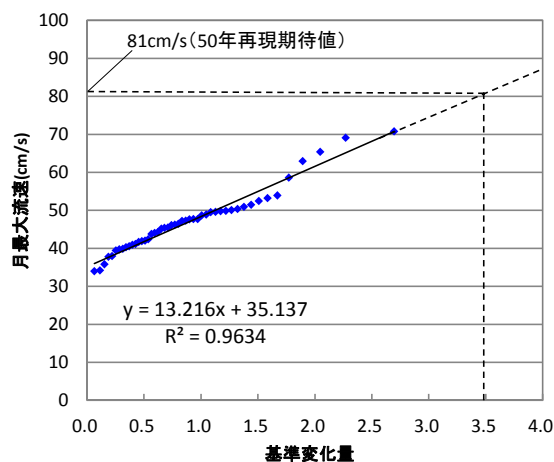


図 2.2-9 水流の極値統計解析結果（ワイブル;k=1.5）

表 2.2-11 JCOPE-T による水流の再現期待値（m/s）

| 使用データ    | 月最大値 |
|----------|------|
| 50年再現期待値 | 0.81 |
| 5年再現期待値  | 0.69 |
| 2年再現期待値  | 0.64 |
| 1年再現期待値  | 0.59 |

#### (2) 各深度における流速および水中流の再現期待値の算出

浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン<sup>4</sup>に示されている、水中流、吹送流の鉛直プロファイルを用いて、高さ  $z$  の流速  $U(z)$  を式 2.2-4 のように与える。

$$U(z) = U_{ss}(0)[(z+d)/d]^{1/7} + U_w(0)(1+z/20) \quad \text{式 2.2-4}$$

ここで、

- $U(z)$  : 高さ  $z$  の流速 (m/s)
- $U_{ss}(0)$  : 水中流の海面流速 (m/s)
- $d$  : 水深 (m)
- $U_w(0)$  : 吹送流の海面流速 (m/s)

式 2.2-4 右辺第二項の吹送流は、流速が海面下 20m の深さでゼロとなる線形分布として表され、海面下 20m 以深は式 2.2-4 右辺第一項の水中流成分のみとなる。

JCOPE-T では、流速の鉛直方向の分布が求められている。そこで、海面下 20m における月最大流速データから流速の 50 年および 1 年再現期待値を算出した。これらを水中流のみの再現期待値とみなし、海面から海底までの水中流の分布を求めた（図 2.2-10 の点線）。この場合、海面における水中流  $U_{ss}(0)$  の 50 年再現期待値は 64cm/s、1 年再現期待値は 54cm/s である。

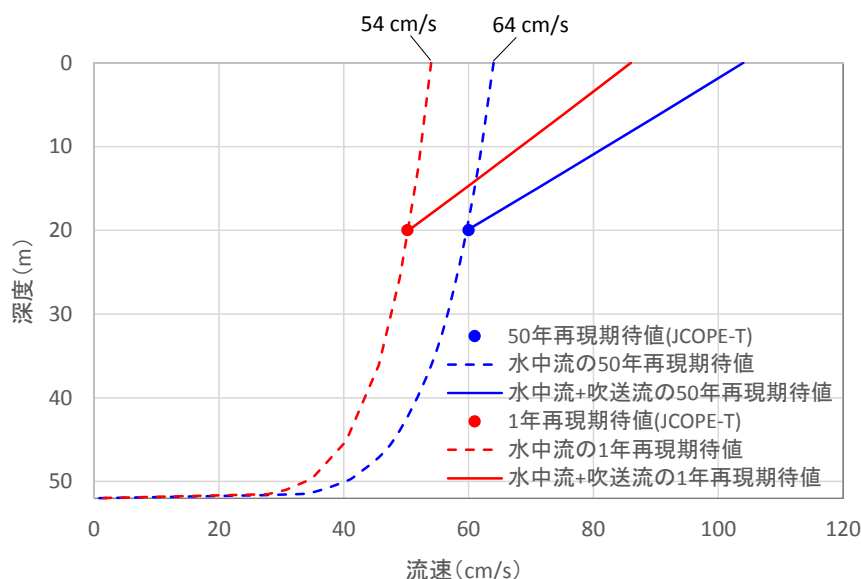


図 2.2-10 水流の極値統計解析結果

### (3) 設計に用いる極値水流の設定

水中流の再現期待値 ( $Z=0m$ ) は(2)で求めた、50 年再現期待値：64cm/s、1 年再現期待値：54cm/s を用いる。吹送流速 ( $Z=0m$ ) については、浮体式洋上風力発電設備に関するガイドラインに従い、高度 10m における風速から式 2.2-5 を用いて求める。

$$U_W(0) = 0.01 \times V_{1hour}(z = 10m) = 0.01 \times (0.95 \times V_{10min}(z = 10m)) \quad \text{式 2.2-5}$$

ここで、

$U_W(0)$  : 水中流の再現期待値 ( $Z=0m$ ) (m/s)

$V_{1hour}(z = 10m)$  : 高度 10m の 1 時間平均風速 (m/s)

$V_{10min}(z = 10m)$  : 高度 10m の 10 分間平均風速 (m/s)

設計に用いる極値水流 ( $Z=0m$ ) は、水中流と式 2.2-5 で求めた吹送流速の合計として以下のように設定し、鉛直プロファイルは式 2.2-4 に従い求めるものとする。

【再現期間 50 年 (Z=0m)】 0.64m/s (水中流) +0.40m/s (吹送流) =1.04m/s

【再現期間 1 年 (Z=0m)】 0.54m/s (水中流) +0.32m/s (吹送流) =0.86m/s

## 2) 年平均水流

2011 年 1 月 1 日～2014 年 12 月 31 日までの JCOPE-T (1 時間毎の流速の瞬時値) データを用いて、表層流速 (絶対値) の平均値および発生頻度分布を求めた。年平均流速は 0.17m/s で、流速の発生頻度分布は図 2.2-11 の通りである。

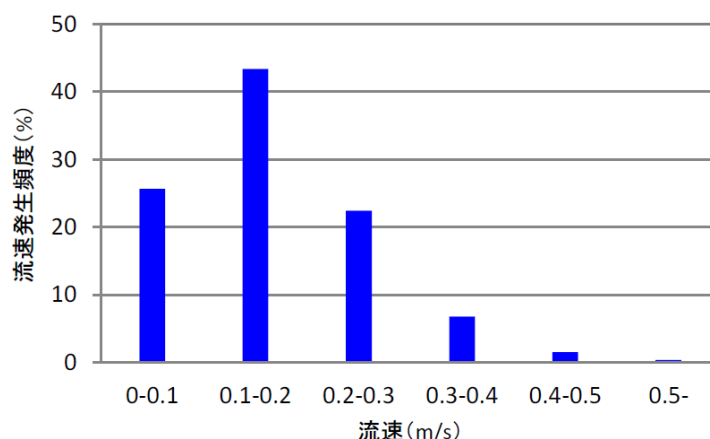


図 2.2-11 流速の発生頻度分布

## 3) 設計に用いる極値水流

以上の検討結果より、50 年再現期待値には JCOPE-T の月最大値から得られた 0.81m/s を、1 年再現期待値には関門港 (響航路) 潮流観測報告による観測最大値を用いるものとする。

【再現期間 50 年】 0.81m/s

【再現期間 1 年】 0.67m/s

【年平均流速】 0.17m/s

また、各深度における流速は、安全側となるように各深度の再現期待値流速が同時に同一方向に作用すると仮定し、②の検討結果より浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン (2012)<sup>4</sup> の指数法則 (1/7 乗則) を用いて流速を算出する。この流速には、水中流、吹送風の両方が含まれているものとする。

### 2.2.5 水位変化の評価

水位変化の評価は、第Ⅱ編 2.2.6 項に基づいて行う。

#### 1) 響灘験潮所の観測結果

響灘験潮所における潮位観測結果<sup>43</sup>として、下記数値が報告されている。設置予定位置と響灘験潮所の位置関係は、図 2.2-12 の通りである。

既往最高潮位 : +1.97m (S47.8.16)

朔望平均満潮位 (H.W.L) : +1.60m



|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| 平均潮位            | : +0.80m            |
| 朔望平均干潮位 (L.W.L) | : +0.09m            |
| 既往最低潮位          | : -0.61m (S59.2.18) |



図 2.2-12 設置予定位置と響灘験潮所の位置関係<sup>41</sup>

## 2) 港湾基準による台風時高潮

港湾の施設の技術上の基準・同解説<sup>28</sup>に従い、台風時の潮位偏差の50年再現期待値を式 2.2-6で求める。

$$\zeta = a(p_0 - p) + bV^2 \cos \theta + c \quad \text{式 2.2-6}$$

ここで、

- $\zeta$  : 潮位偏差
- $p_0$  : 基準気圧 (=1,010hPa)
- $p$  : 最低気圧 (hPa)
- $V$  : 10 分間平均風速 (m/s)
- $\theta$  : 主方向と最大風速  $V$  のなす角 (°)
- $a$  : 各地点の既往の観測結果から得られた定数
- $b$  : 各地点の既往の観測結果から得られた定数
- $c$  : 各地点の既往の観測結果から得られた定数

気圧低下量 ( $p_0 - p$ ) の50年再現期待値を、気象庁の観測結果<sup>44</sup>から算出する。設置海域に近い福岡、飯塚、下関の3点における1999年～2014年の年最低気圧データより、それぞれの地点における気圧低下量の50年再現期待値を算出した。その結果を表 2.2-12に示す。

表 2.2-12 気圧低下量の50年再現期待値

| 地点             | 福岡   | 飯塚          | 下関   |
|----------------|------|-------------|------|
| 50年再現期待値 (hPa) | 67.0 | <u>68.2</u> | 65.1 |

飯塚での気圧低下量が最も大きいことから、この値 (68.2hPa) を用い、Vには高度10mにおける50年再現風速41.9m/s、a、b、cには設置海域から最も近い地点 (下関) の値を用い、θは潮位偏差が最も大きくなるθ=0° を考慮すると、式 2.2-6で求められる高潮の50年再現期待値は次のようになる。

$$\zeta = a(p_0 - p) + bV^2 \cos \theta + c = 1.231 \times 68.2 + 0.033 \times 41.9^2 \times 1 + 0 = +142 \text{ (cm)}$$

### 3) 潮位偏差の再現期待値

気象庁の下関における潮位偏差 (天文潮位と観測潮位の偏差) の観測結果<sup>44</sup>から再現期待値を算出した。使用したデータは2002年～2011年の潮位偏差の年最大値で、プラス側、マイナス側それぞれの50年再現期待値の算出結果は図 2.2-13の通りである。プラス側潮位偏差 (高潮) の50年再現期待値は、2)の高潮計算で求めた値よりやや小さくなっている。

【再現期間 50 年】 プラス側潮位偏差 (高潮) : +125cm、マイナス側潮位偏差 : -40cm

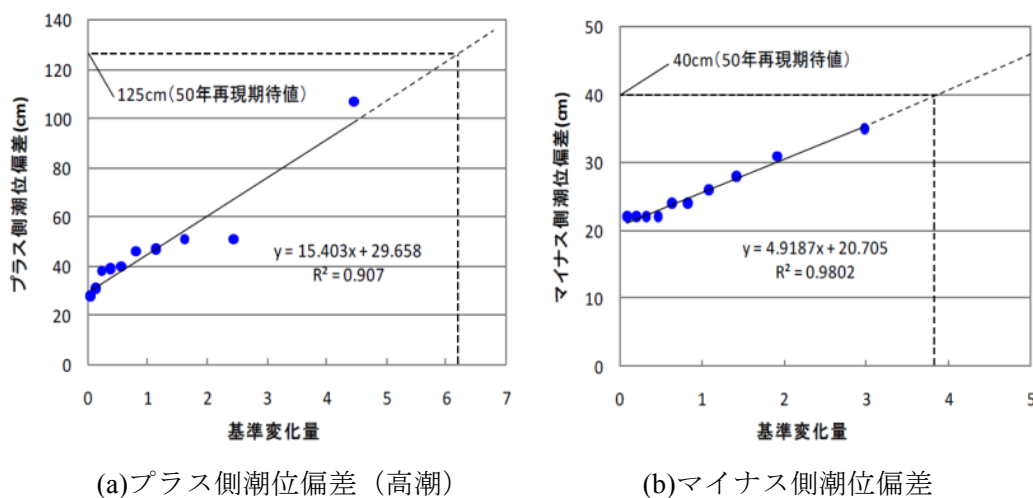


図 2.2-13 潮位偏差の極値統計解析結果

### 4) 設計で考慮する水位変動

1)～3)の検討結果より、設計に用いる水位変動を表 2.2-13の通りとする。再現期間50年のプラス側水位は響灘験潮所でのH.W.L (+1.60m)に、SMB法で得られた高潮を加えた水位とする。この値は響灘験潮所での既往最高潮位 (+1.97m)を上回っている。再現期間50年のマイナス側水位は響灘験潮所での既往最低潮位 (-0.61m)とする。この値は、L.W.L (+0.09m)にマイナス側潮位偏差の50年再現期待値 (-0.40m)を加えた水位よりさらに低い値となっている。

表 2.2-13 設計に用いる水位

| 項目                   | 設計値    | 備考   |
|----------------------|--------|--|
| 【再現期間50年】<br>プラス側水位  | +3.02m | H.WL (+1.60m) +高潮 (+1.42m)                                 |
| 【再現期間50年】<br>マイナス側水位 | -0.61m | 響灘験潮所の既往最低値 < L.WL (+0.09m)<br>+マイナス側潮位偏差 (-0.40m) =-0.31m |
| 発電時の水位               | +0.80m | 響灘験潮所の平均値  |

## 2.3 その他環境条件

### 2.3.1 津波

津波の評価は、第Ⅱ編 2.3.4 項に基づいて行う。

津波による潮位偏差と最大流速は、日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書<sup>45</sup>で記載されている。報告書では、日本海における最大クラスの津波断層モデルによる津波高さの想定結果がまとめられており、これによると北九州市では海岸での津波高が最大で2.6mになるとされている。実証試験機の設置予定水深は52mと沖合であることから、津波高はこれより小さくなると考えられるが、設計では安全側として津波による潮位偏差±2.6mを想定する。

また、津波の流速は港湾の施設の技術上の基準・同解説<sup>28</sup>に従い式 2.3-1 のように求める。

$$u = \eta\sqrt{g/h} = 2.6\sqrt{g/52} = 1.13 \text{ (m/s)} \quad \text{式 2.3-1}$$

ここで、

- $u$  : 津波の流速 (m/s)
- $\eta$  : 津波による潮位偏差 (m)
- $g$  : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)
- $h$  : 水深 (m)

## 2.4 気象海象調査結果まとめ

以上の調査に基づき、設計に用いる値を表 2.4-1、表 2.4-2 の通り設定する。

表 2.4-1 外部条件に基づく設計値【暴風時】

|               |                             |                     |                               |
|---------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 10 分間<br>平均風速 | 50 年再現期待値 ( $Z_{hub}=72m$ ) | 51.0m/s             | 建築基準法                         |
|               | 1 年再現期待値 ( $Z_{hub}=72m$ )  | 40.8m/s             | NK ガイドライン ( $V_1=0.8V_{50}$ ) |
| べき指数          |                             | 0.10                | 台風シミュレーション                    |
| 乱流強度          | 50%分位値 (10 分間)              | 0.125               | 台風シミュレーション                    |
|               | 90%分位値 (1 時間)               | $0.125+0.2/V_{hub}$ | NK ガイドライン                     |

|           |                       |              |                          |
|-----------|-----------------------|--------------|--------------------------|
| 波高        | 50 年再現期待値 (3 時間有義波高)  | 8.99m        | 波浪推算、観測データ、国交省の設計値を比較し設定 |
|           | 1 年再現期待値 (3 時間有義波高)   | 4.97m        |                          |
| 有義波<br>周期 | 50 年再現期待値 (3 時間有義波周期) | 10.6~13.7s   | NK ガイドライン                |
|           | 1 年再現期待値 (3 時間有義波周期)  | 7.9~10.2s    |                          |
| 波スペクトルモデル |                       | ピアソン・モスコビッツ型 |                          |
| 水流        | 50 年再現期待値 (水中流+吹送流)   | 1.04m/s      | JCOPE-T による推算値           |
|           | 1 年再現期待値 (水中流+吹送流)    | 0.86m/s      | 〃                        |
| 水位        | 50 年再現水位変動域           | -0.61~+3.02m | 響灘験潮所、高潮潮位偏差             |

表 2.4-2 外部条件に基づく設計値【発電時】

|                     |                               |                                       |   |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---|
| 平均風速<br>(強度評価<br>用) | 年平均風速 ( $Z=10m$ )             | 6.71m/s                               | 気象庁 GPV データ<br>(高度 10m) を $\alpha=0.14$ により高度補正 |
|                     | 年平均風速 ( $Z_{hub}=72m$ )       | 8.85m/s                               |   |
| ワイブルパ<br>ラメータ       | 形状パラメータ $k$ ( $Z_{hub}=72m$ ) | 2.02                                  |   |
|                     | 尺度パラメータ $c$ ( $Z_{hub}=72m$ ) | 10.01m/s                              |   |
| べき指数                |                               | 0.14                                  | NEDO 北九州観測、MASCOT                               |
| 乱流強度                | 基準乱流強度                        | 0.12                                  | NEDO 北九州観測                                      |
|                     | 90%分位値                        | $I_{ref} (0.75V_{hub}+5.6) / V_{hub}$ |   |

|           |  |              |                        |
|-----------|--|--------------|------------------------|
| 波高        | 年平均有義波高 (津波検討用)  | 0.95m        | 波浪推算                   |
| 波周期       | 年平均有義波周期 (津波検討用)   | 5.5s         |                        |
| 水流        | 年平均水流 (津波検討用)  | 0.17m/s      | JCOPE-T による推算値         |
| 潮位        | 年平均潮位  | 0.80m        | 響灘験潮所                  |
| 風速と波高の関係  | $H_{1/3}=0.3V^2/g[1-\{1+0.004(200000g/V^2)^{1/2}\}^{-2}]$            |              | 波浪推算値と気象庁 GPV 風速データの比較 |
| 波高と波周期の関係 | $T_{1/3}=1.37 \cdot 2\pi V/g[1-\{1+0.008(200000g/V^2)^{1/2}\}^{-5}]$ |              |                        |
| 津波        | 潮位偏差   | $\pm 2.6m/s$ | 国交省報告書                 |
|           | 最大流速   | 1.13m/s      | 港湾基準                   |

### 3. 復原性の評価事例

#### 3.1 主要寸法および区画配置

浮体本体は水密隔壁により 16 区画に分割する構造となっている。復原性の検討に用いた主要諸元を表 3.1-1、主要寸法と区画配置を図 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 主要諸元

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| 長さ×幅×深さ×喫水    | 45.0m×45.0m×10.0m×7.5m (スカート含まず) |
| ムーンプール (長さ×幅) | 26.2m×26.2m                      |
| 排水量           | 9,858t                           |
| 重心高さ          | 7.27m                            |
| 横メタセンター高さ     | 24.1m                            |
| 縦メタセンター高さ     | 24.1m                            |
| 風車寸法          | ロータ径：100m、ハブ高さ：72m               |

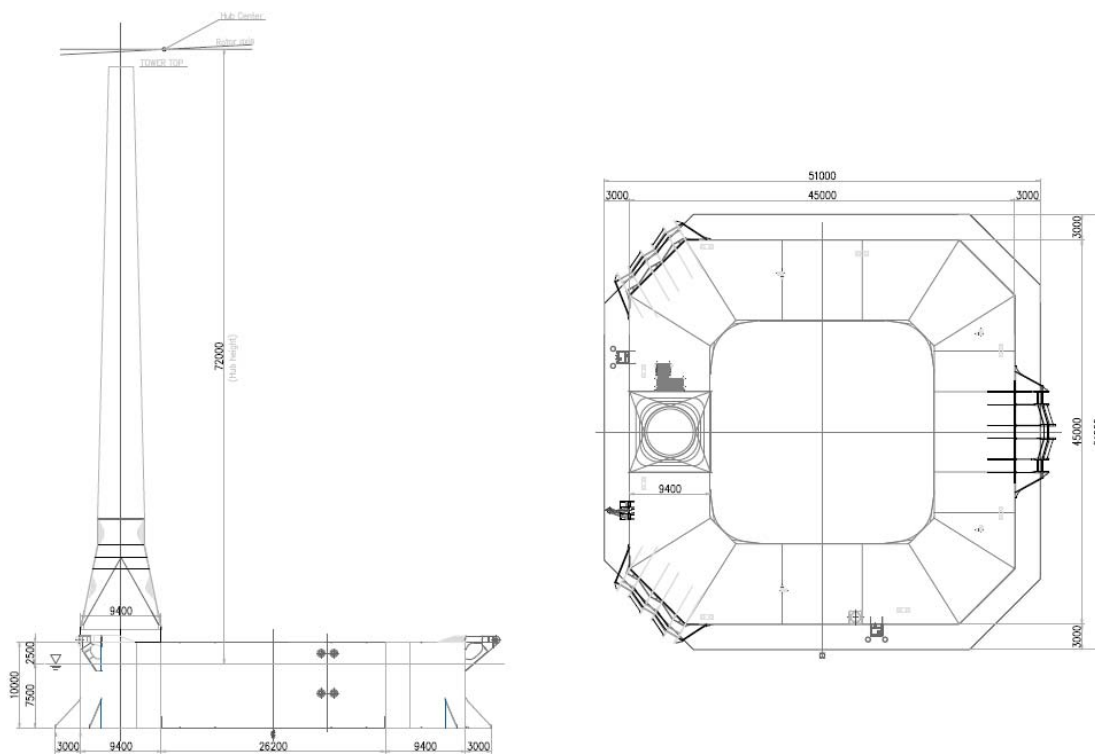


図 3.1-1 主要寸法と区画配置

### 3.2 評価方法の概要

汎用ソフト MOSES を用いて復原性の検討を行う。浮体、タワー、RNA に風荷重を作用させ、風による傾斜モーメント曲線を計算する。ここで、浮体部各区画の浮力のみを考慮し、タワーの浮力は考慮しないものとする。MOSES による復原性検討モデルを図 3.2-1 に示す。

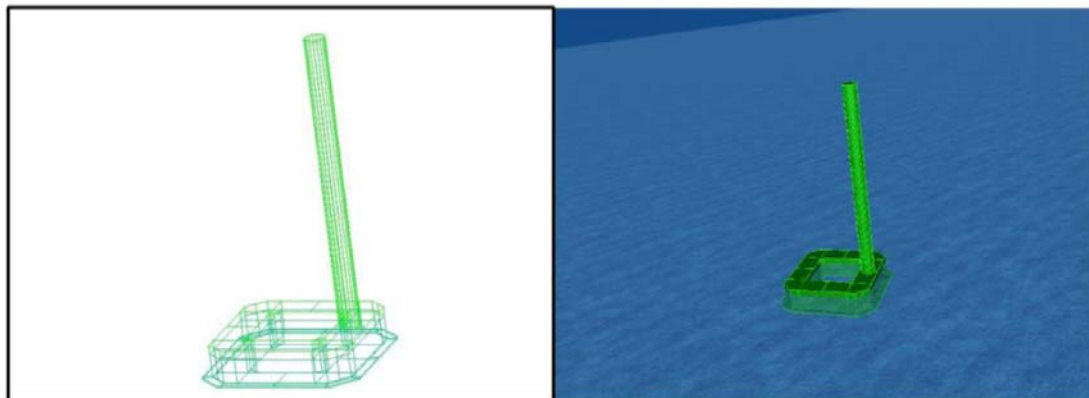


図 3.2-1 MOSES による復原性検討モデル

復原性の評価には浮体、タワー、RNA に作用する風荷重を考慮する。風速は浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン（2012）<sup>4</sup>および鋼船規則 P 編に従い設定する。

復原性の評価に用いる風速を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 復原性の評価に用いる風速

| 浮体の状態 | 条件       | 風速（海面上 10m） |
|-------|----------|-------------|
| 非損傷時  | 最大スラスト風速 | 9.7m/s      |
|       | カットアウト風速 | 19.0m/s     |
|       | 暴風時      | 51.5m/s     |
| 損傷時   | 1 区画浸水時  | 25.8m/s     |

次に、動解析に用いる浮体、タワー、RNA に作用する風荷重を算出する。

浮体、タワーに作用する風圧  $P$  ( $\text{N}/\text{m}^2$ ) は式 3.2-1 で求める<sup>46</sup>。

$$P = 0.611C_h C_s V^2 \quad \text{式 3.2-1}$$

ここで、

$P$  : 風圧  $P$  ( $\text{N}/\text{m}^2$ )

$V$  : 風速 ( $\text{m}/\text{s}$ )

$C_h$  : 高度係数

$C_s$  : 形状係数

高度係数、形状係数は表 3.2-2 による。

表 3.2-2 高度係数および形状係数

|     | 高度係数 $C_h$ | 形状係数 $C_s$ |
|-----|------------|------------|
| 浮体  | 1.0        | 1.0        |
| タワー | 1.2        | 0.5        |

浮体設備・タワーそれぞれの風荷重  $F$  (N) は式 3.2-2 で求める。

$$F = P \cdot A$$

式 3.2-2

ここで、

$F$  : 風荷重 (N)

$P$  : 風圧 ( $N/m^2$ )

$A$  : 風向に対する垂直面での各構造物の投影面積 ( $m^2$ )

RNA に作用する荷重は表 3.2-3 の通りとする。

表 3.2-3 RNA に作用する風荷重

| RNA の状態 | 条件       | 風荷重 (kN) | 浮体の状態 |
|---------|----------|----------|-------|
| 運転時     | 最大スラスト風速 | 391.0    | 非損傷時  |
|         | カットアウト風速 | 172.0    |       |
| 停止時     | 暴風時      | 115.7    | 損傷時   |
|         | 1区画浸水時   | 28.8     |       |

浮体の構造は  $x$  軸に対して対称であるため、図 3.2-2 のように 5 つの風向 ( $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $180^\circ$ ) に対して検討を行うものとする。

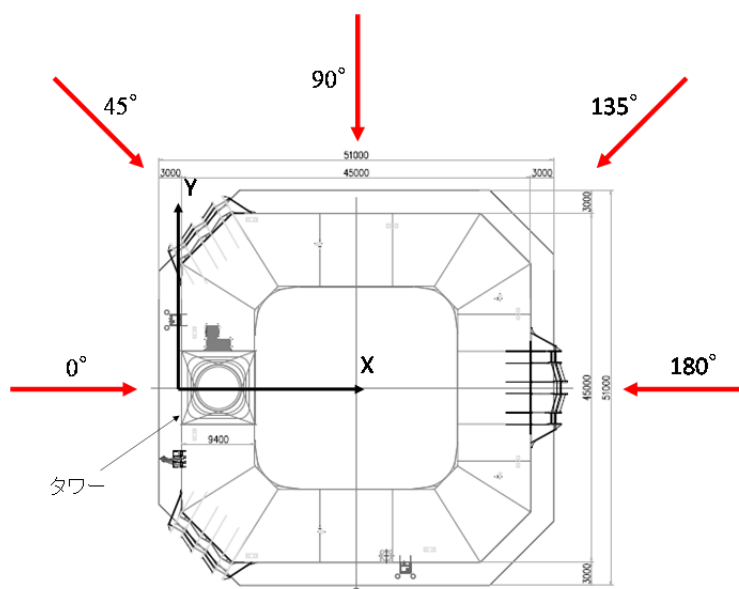


図 3.2-2 検討を行う風向

### 3.3 非損傷時の復原性の評価

非損傷時の復原性の評価は、第Ⅱ編 3.2 節に基づいて行う。

非損傷時の復原性については、浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン (2012) <sup>4</sup> に従い、最も厳しいケースにおいて、図 3.3-1 における面積比  $(A+B) / (B+C)$  が 1.4 以上を満足するか否かで評価する。検討の結果、最も厳しいケースは暴風時におけるケースとなる。非損傷時の復原力曲線図を図 3.3-2 に示す。

非損傷時の評価結果を表 3.3-1 に示す。面積比が最も小さいのは 4.42 となり、面積比 1.4 以上を満足している。

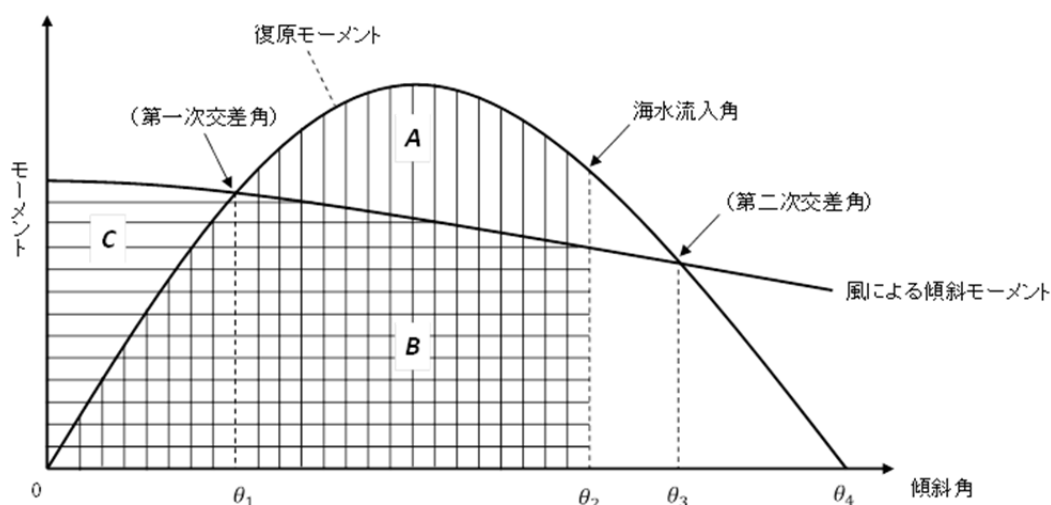


図 3.3-1 復原力曲線図

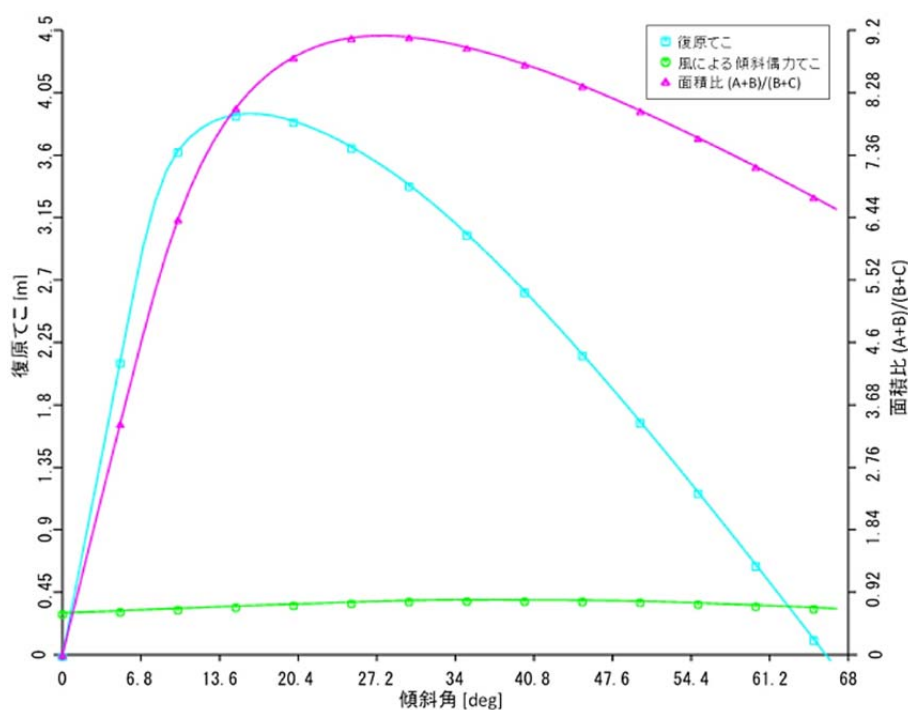


図 3.3-2 非損傷時の復原力曲線図



表 3.3-1 非損傷時の評価結果

| 計算条件               | 暴風時               |
|--------------------|-------------------|
| 風速 [海面上 10m] (m/s) | 51.5              |
| 風向 (deg)           | 0                 |
| 最大復原てこ (m)         | 3.90[17deg]       |
| 風による最大傾斜偶力てこ (m)   | 0.40              |
| 第二次交差角 (deg)       | 64                |
| 面積比 (A+B) / (B+C)  | <u>4.42</u> ≥ 1.4 |

### 3.4 損傷時の復原性の評価

損傷時の復原性の評価は、第Ⅱ編 3.3 節に基づいて行う。

損傷時の復原性については、図 3.4-1 に示す第一次交差角と第二次交差角からなる復原性範囲を計算することで、風によるモーメントおよび浮体の波による動揺に対して復原性を有していることを確認する。損傷時の検討で最も厳しいケース（復原性の最小範囲；図 3.4-1 参照）は、図 3.4-1 の区画 Sb4 浸水時の風向 135deg のケースである。その結果を表 3.4-1 に示す。復原性範囲は 20deg で、全ての DLC における浮体の最大傾斜角目標値 (15deg 以内) より大きく、風によるモーメントおよび浮体の波による動揺に対して復原性を有している。

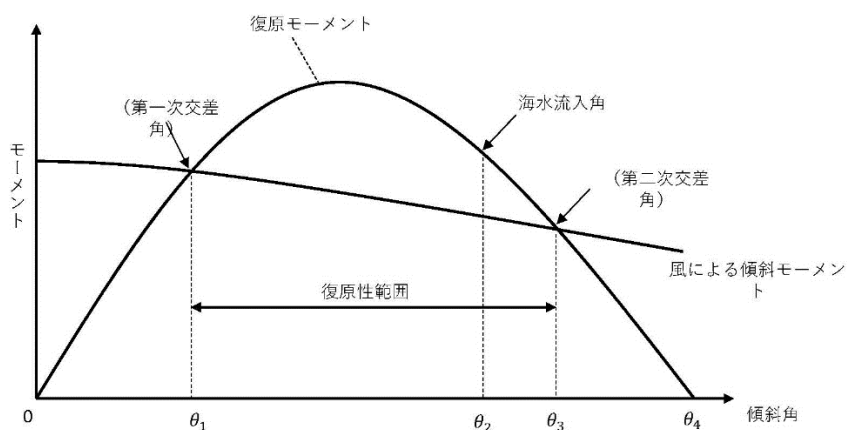


図 3.4-1 復原性範囲の例

表 3.4-1 損傷時の評価結果

| 区画浸水箇所               | C2 浸水時         |
|----------------------|----------------|
| 風速 [海面上 10m] (m/s)   | 25.8           |
| 初期ヒール-風方向傾斜角 (deg)   | 0              |
| 初期トリム-風直角方向傾斜角 (deg) | 3.48           |
| 風向 (deg)             | 90             |
| 横メタセンター高さ (m)        | 20.1           |
| 縦メタセンター高さ (m)        | 22.5           |
| 25.8m/s 風速下ヒール (deg) | 0.35           |
| 25.8m/s 風速下トリム (deg) | 3.48           |
| 復原性範囲 (deg)          | <u>23</u> ≥ 15 |