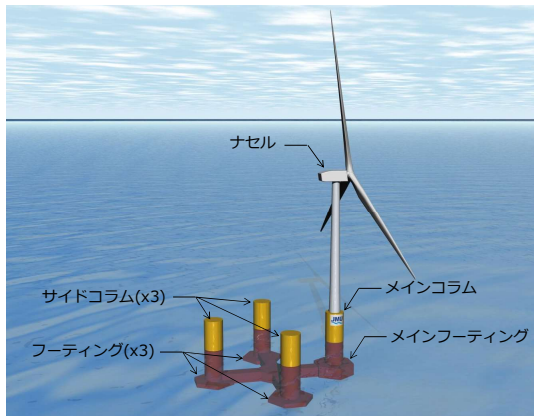


次世代セミサブ型洋上風力発電浮体

Next Generation Semi-submersible Floating Offshore Wind Turbine



1. はじめに

洋上風力発電浮体は他の海洋構造物と比較し非常に大きな風荷重を受けることが特徴である。設置後は厳しい気象海象にも耐えつつ 20 年以上に亘り正常に稼働することが必要なため、浮体には高い信頼性が求められる。

一方で浮体式洋上風力発電は着床式と比較し高コストであることが現状の課題であり、大規模な商用浮体式洋上ウインドファーム実現のため、高い信頼性を確保した上でより低コストかつ採算性の高い浮体デザインが求められている。

上記の要求を満足するため当社では、信頼性、製造&施工性、収益性の 3 点に着目し、これらを総合的に考慮した 4 本コラムのセミサブ型浮体コンセプトを、これまでの当社経験で培ってきた浮体の建造・設置・保守管理の知見を活かし開発した。

本稿では当社で新たに独自開発した、12MW 級以上の大型風車に対応した浮体式洋上風力発電向けのセミサブ型浮体デザインコンセプトについて紹介する。

2. JMU 浮体コンセプトの特徴

当社で開発した風車浮体のコンセプトは、12MW にとどまらず、15MW, 18MW といった更なる大型風車にも対応可能である。本コンセプトの開発にあたっては、風車連成解析、水槽試験、構造解析を行った。当社の技術研究所にて実施した水槽試験では、波浪中動揺特性や水中抵抗を計測し設計値と良好に一致することを確認した。また、想定風車の荷重を想定した FEM 解析を行い構造的な成立性を確認している。

本浮体デザインは、2021 年に DNV(ノルウェー船級協会)より STATEMENT OF FEASIBILITY を取

海洋・エンジニアリング事業部

海洋エンジニアリングプロジェクト部

洋上風力開発グループ

得した。特にシンプルな構造体とすることで、高い信頼性とライフサイクルコストの低減を実現できるとの評価を受け、本浮体が実用的技術であることが認められている。

2.1 波浪中動揺特性

本コンセプトではセミサブ型由来の低動揺性に加え、ナセルの動揺量を低減するよう浮体寸法や流体力特性等をチューニングしている。これにより浮体サイズをよりコンパクト化し、更に風車の損傷リスクを低減することができる。

特に、タワー基部構造にかかる荷重が低減される点で、ナセルの動揺量の低減は大きな効果を発揮する。10MW 以上の大型風車の場合、タワー基部の鋼板厚さは 100mm 程度になる可能性もあり、建造性の低下や製造コスト増加につながる恐れがある。本浮体はナセルの動揺量を低減することで、浮体性能の向上だけでなく建造性向上・コストダウンも実現している。

2.2 浮体形状

4 本の各コラムは没水している十字形状のローワールで接続され、下部にはフーティングを設けた形状となっている。

ウインドファームプロジェクトにおいて、浮体の製造コストや海上施工性は事業性に大きな影響を与えるため、プロジェクト全体のコスト削減のため浮体形状を工夫している。例えばメインコラムには大きなフーティングを配置している。風車が載るメインコラムは風車の重量により他のコラムに比べて荷重が大きくなるので、このフーティングには風車の荷重を相殺する浮力を発生させ、必要なバラスト水量を減らす役割がある。更にフーティングによって浮体各部の重量と浮力のバランスを取ることができると、ローワールにかかる曲げモーメントを減らす役割も持っている。結果として浮体鋼材重量の削減に寄与している。

また、大きなフーティングは曳航喫水における浮体の復原性の確保にも寄与しており、作業環境条件によ

っては浮体を着底させずに浮上した状態で風車を搭載することも可能である。

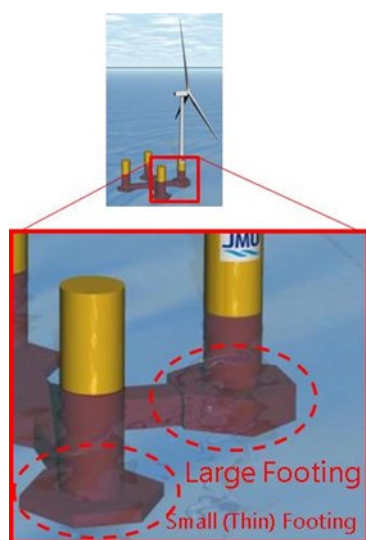


図 1 コラム下部のフーティング
Fig.1 Large footing

2.3 浮体の信頼性

現地に設置された浮体は原則 20 年間現地に係留され続けることを前提とする。一般商船のようにドック内での定期的な検査を行うことは難しいことから、風車浮体においては、その構造に高い信頼性が求められる。風車浮体に求められる信頼性を最大限に高めるために、本コンセプトでは可能な限りシンプルな構造形式を採用している。すべての部材はボックス構造で構成されており、ブレースやヒーププレートのような、特別な製作精度が要求されたり、継続的な検査が要求されたりする構造は使用していない。

また全ての区画に浮体内側からアクセスできるようにし、メンテナンス性を向上させることと併せ、電力の安定供給と事業の採算性に寄与するものとしている。

2.4 施工性への配慮

本コンセプトは風車浮体の製造性と、岸壁での施工性の双方の最適化を目指している。

施工性を高めるため、施工時の喫水を浅くしていることが挙げられる。岸壁で風車を搭載できない場合、沖合で大型の起重機船により作業する必要があるが施工コストが高くなってしまいが、施工時の喫水が浅いと多くの岸壁で制約なく風車搭載が可能となり施工コストを低減できる。また曳航時荒天避難の際に多くの港湾に入港が可能である。

更に、風車が浮体中心でなく浮体外周に位置するコラムに取り付けられていることも岸壁での施工性を高める特徴である。外周コラムに風車を設置してクレー

ンの必要旋回半径を最小化することで、ブーム高さを高く吊り荷重も大きくすることが可能である。今後、風車が大型化していく中で、クレーンの作業性を考慮する重要性は増していくと考えられる。

3. おわりに

当社は様々な仕様条件に合わせ、設計・建造・風車搭載・設置までを一貫して行うことが可能である。その技術力を生かし開発した次世代セミサブ型浮体の早期実現化を通じ、温室効果ガス排出量の削減が世界的に求められる中で環境保護と社会の発展に貢献していく所存である。

表 1 セミサブ型洋上風力発電浮体風車
(12MW 風車搭載用) 主要目

Table 1 12MW semi-sub FOWT Principal Particular

搭載風車	12MW クラス
浮体幅	約 80 m
稼働喫水	13.0 m
排水量	約 15,000 t