

浮体式洋上風力の風と波による機能限界評価手法の開発

長崎総合科学大学工学部 藤田謙



1. はじめに

風力発電の活用は、脱炭素社会およびクリーンエネルギー利用の実現に向けた国際的な目標の一つである。我が国においては、この目標に向けて洋上風力発電の計画が進められている。洋上風力発電の風車を浮体式とする場合、常に海面上で浮遊する状態にあるため、浮体式洋上風車の風と波に対する動揺評価や構造評価を扱った研究は多い。しかし、陸上構造物の地震リスク評価のように波と風に対する構造損傷リスクを扱った研究は少ない。

本研究では、浮体式洋上風車の長期運用における機能限界リスク手法の構築を目標に、風と波による風車の構造損傷を回転停止限界、浮体の傾斜による風車ブレードの接水を安定限界とし、両限界を評価する手法を開発した。

2. 評価方法

浮体式洋上風車の機能限界の評価にあたり、風に対する応答は静的に解析し、波に対する応答は動的に解析し、両解析結果を用いて応答の確率変数を評価した。なお、応答解析において、浮体式風車は有限要素法、海水領域は境界要素法によりモデル化し、動的解析における入射波は不規則現象として扱い、応答はウェットモード合成法と線形ランダム振動理論を用いて評価した。洋上風車の構造損傷発生確率は、構造信頼性評価における損傷確率の考え方に準じ、構造耐力および応答の確率変数を用いて評価した。また、傾斜による風車ブレードの接水確率は応答の確率変数を用いて評価した。

3. 評価結果

規模の異なる2種類のバージ型の浮体式洋上風車を対象に構造損傷発生確率およびブレードの接水確率を評価した。なお、風車は両モデルで共通の仕様とした。

構造損傷発生確率は風車基部の曲げ圧縮について評価した。風車運転時(風速10~25m/s)は規模に関わらず損傷発生確率が高くなる結果を示した。風車停止時(風速30~60m/s)においては規模の小さいモデルで損傷発生確率が高く、大きいモデルでは極めて低かった(図1)。規模の小さいモデルで停止時の発生確率が高くなる要因として、復原性が低いことにより傾斜しやすいこと、風荷重作用時の復原性に関する安全率が小さいことが挙げられる。

ブレード接水確率は、規模の大きいモデルでは0であるが、規模の小さいモデルでは高い確率となった(図2)。規模が小さい浮体では、復原性が低くなりやすく風速の増加に伴い傾斜も大きくなるためである。

4. まとめ

浮体式洋上風車の風と波による機能限界評価手法として、風と波の作用時における風車の損傷確率(回転停止限界)、および浮体の傾斜によるブレードの接水確率(安定限界)を評価する方法を構築した。

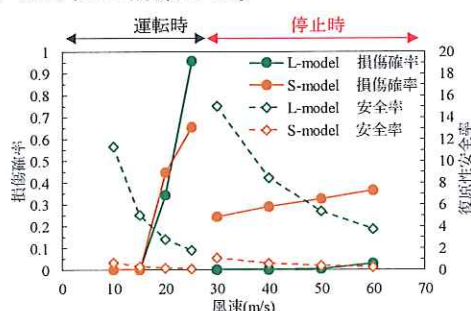


図1 風車基部の損傷発生確率

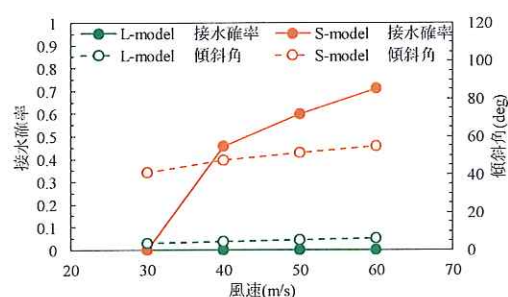


図2 ブレードの接水確率(風車停止時)