

スパー型浮体式洋上風力発電設備の安全性と信頼性 確保に関する研究

田中, 康二

<https://hdl.handle.net/2324/7396198>

出版情報 : Kyushu University, 2025, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名 : 田中 康二

論文名 : スパー型浮体式洋上風力発電設備の安全性と信頼性確保に関する研究

区 分 : 甲

論文内容の要旨

世界の気温上昇を産業革命以前の水準から 1.5°C に抑えるという目標に対し、エネルギーシステム転換の必要性が高まっている。浮体式洋上風力発電はポテンシャルの高いエネルギーであり、ネットゼロの達成に向け、国内外で大量に導入されることが予測されている。他方、エネルギーは人々の生活や経済活動の基盤となるものであり、利用にあたって安全性と信頼性が確保される必要がある。

浮体式洋上風力発電設備のうち、風車とタワーを支持する浮体構造物は疲労荷重と終局荷重のそれぞれに対して、構造物が安全であることを照査する必要がある。言うまでもなく、運転期間中における浮体式洋上風力発電設備は停止状態に比べ発電状態の頻度が高く、疲労荷重が構造設計に与える影響は大きい。しかし、アジアや北米のように台風やハリケーンが発生する地域では、発電状態だけではなく極値環境下における終局荷重が構造設計に与える影響が大きいため、極値環境下における浮体式洋上風力発電設備の動的応答も発電状態と同様に、適切に評価する必要がある。つまり、浮体式洋上風力発電設備を世界全体に導入するには、発電状態と極値環境下における停止状態のそれぞれの動的応答を適切に評価する必要がある。そこで、本研究では実海域に設置されたスパー型浮体式洋上風力発電設備から得られた実測データを用いて、当該浮体式洋上風力発電設備の設計に使用したシミュレーションツールを検証する。

また、供用期間が満了した場合は浮体式洋上風力発電設備の撤去が必要である。我が国では再エネ海域利用法の制定前である 2013 年に、商用規模のスパー型浮体式洋上風力発電設備が運転を開始している。さらに、国内外ではスパー型浮体式洋上風力発電設備が量産化された商用運転に移行している。そこで、本研究ではスパー型浮体式洋上風力発電設備の撤去手法について検討、計画する。計画した撤去手法に基づき実海域で実証試験を実施し、得られた実測データを用いて撤去手法に使用したポテンシャルエネルギーを用いた静的平衡解析の妥当性を検証している。

本研究では、エネルギーコストの低減及び気候変動問題の解決に向けた浮体式洋上風力発電設備の導入拡大によるエネルギーシステムの転換を目指し、スパー型浮体式洋上風力発電設備の設計・開発に使用したシミュレーションツール及び撤去手法に用いる解析手法を検証することで、スパー型浮体式洋上風力発電設備の安全性と信頼性の確保並びに最適設計に資することを目的としている。これらの研究結果をまとめた本論文は 5 章により構成されている。

1 章は緒論であり、本研究の背景と目的並びに本論文の構成について記述している。

2 章では、実海域における台風襲来時の 2MW スパー型浮体式洋上風力発電設備の動的応答シミュレーションについて記述している。台風が当該浮体式洋上風力発電設備の近傍を通過した際に取得した風速、風向、波高、波向、流速及び流向の時系列データを用いて、台風環境下における浮体式洋上風力発電設備の動的応答をシミュレーションしている。シミュレーションで得た動的応答を

同じ期間の実測値と比較し、当該浮体式洋上風力発電設備の設計に使用したシミュレーションツールの極値環境下におけるシミュレーション結果を検証している。また、入力する風況条件に着目し、浮体式洋上風力発電設備の応答に与える影響を確認している。

3 章では、実海域における発電時の 2MW スパー型浮体式洋上風力発電設備の動的応答のシミュレーションについて記述している。当該浮体式洋上風力発電設備の低風速から高風速の発電状態の際に取得した風速、風向、波高、波向、流速及び流向の時系列データを用いて、2 章で検証したシミュレーションツールにより発電状態における浮体式洋上風力発電設備の動的応答をシミュレーションしている。シミュレーションで得た動的応答を実測値と比較し、シミュレーションツールの発電状態におけるシミュレーション結果を検証している。また、当該浮体式洋上風力発電設備がダウンウィンド型風車であることに着目し、タワーシャドウの影響を確認している。

4 章では、これまでに国内外で量産化された商用運転に移行しているスパー型浮体構造物の撤去手法を検討し、実海域に設置された 2MW 級風車に対応する浮体構造物の撤去実証について記述している。風車を撤去した後に、浮体構造物内に搭載された海水バラストを排水し重量バランスを変化させることで浮体構造物を海面上に横向きに倒し、さらに洋上で半潜水式台船に積み込み、陸上岸壁まで運搬することで大型起重機船を使用せずに撤去する手法を計画している。撤去手順と併せて実証試験の結果を示している。また、実証試験で得られた浮体構造物の横倒しにおける姿勢の実測データと、ポテンシャルエネルギーを用いた静的平衡解析により算定した浮体構造物の姿勢を比較し、解析手法の妥当性を検証している。

5 章は結論であり、本研究成果を示すとともに、今後の課題について記述している。