

審査の結果の要旨

論文題目

エンジニアリングモデルを用いた洋上風力発電所の建設コストに関する研究
(Assessment of initial capital cost for offshore wind farms by using engineering model)

氏名 菊地由佳

洋上風力発電所の開発には建設コストの評価が重要である。陸上風力発電の場合と異なり、日本では本格的な洋上風力発電所がなく、実績値に基づき建設コストが評価できないという問題がある。一方、欧米ではエンジニアリングモデルを用いて、風力発電所の建設コストを評価する手法が提案されている。しかし、風車のタワーと基礎のコストは水深等に依存し、様々な海域におけるコスト評価に多くの時間がかかる。また陸上に比べ、洋上風力発電所の施工稼働率は著しく低いため、気象・海象シミュレーションに基づき各種施工方法の施工稼働率を評価することが不可欠であるが、現状ではその評価精度は不明である。

そこで、本研究では、まず風車とタワーの共振回避条件および基礎における地震荷重を考慮して、モノパイル式支持構造物のコストと水深の関係式を提案する。次に、銚子沖洋上風力発電所建設時の施工稼働率を気象・海象シミュレーションにより評価し、実績値と比較することにより、その予測精度を評価する。最後に、水深・離岸距離・風車規模を考慮した洋上風力発電所の建設コストを評価するエンジニアリングコストモデルを構築し、欧州における建設コストの実績値を用いて検証するとともに、構築したコストモデルを用いて、日本における洋上風力発電の買取価格の妥当性および導入拡大のためのシナリオを評価する。

第1章は、洋上風力発電の導入拡大における技術と政策を概述し、本研究の背景と目的を明らかにすると共に、本論文の概要を示した。

第2章では、既存のコストモデルについてレビューし、実績値の回帰分析に基づきコスト要素とパラメータとの関係をモデル化するパラメトリックコストモデル、およびエンジニアリングの手法を用いてコスト要素とパラメータの関係をモデル化するエンジニアリングコストモデルの特徴を明らかにするとともに、実績の少ない日本洋上風力発電においてはエンジニアリングコストモデルの適用が必要であることを示した。

第3章では、風車のタワー・基礎をモデル化し、レイリー商とたわみ曲線法を用いて、風車の1次固有振動数と風車のタワー・基礎の直径と水深の関係式を導出し、動的解析により固有振動数の修正係数を求めた。また杭の長さとの関係式は基礎に作用する地震荷重と地盤反力により導出した。これらの式により、風車とタワーの共振回避条件に基づき、風車の固有振動数と

水深からタワー・基礎の直径を解析的に求めることを可能にした。

第4章では、銚子沖の洋上風力発電所を対象に、高度化した気象・海象シミュレーションにより風速、波高、波周期を求めるとともに、バイアス補正式を提案し、波高・波周期の予測精度を向上した。また波高・波周期の予測値および作業中止条件を用いて、銚子沖洋上風力発電所における各種施工方法の施工稼働率を評価し、波高・波周期の観測値を用いた評価と同程度の精度を有することを示すと同時に、本手法を北九州沖の洋上風力発電所に適用し、海象条件と施工方法が施工稼働率に与える影響を明らかにした。

第5章では、水深、離岸距離、風車の規模を考慮した洋上風力発電所のエンジニアリングコストモデルを構築した。欧州における建設コストの実績値を用いて、構築したエンジニアリングコストモデルは実績値に基づくパラメトリックコストより精度の高いことを示した。また、提案したエンジニアリングコストモデルを用いて、日本における洋上風力発電所の建設コストを水深別に評価し、中水深以降の開発において作業船・港湾のインフラ整備が必要であることを示した。

第6章は本研究の結論を示している。エンジニアリングモデルを用い洋上風力発電所の建設コストの評価手法を確立するとともに、構築したモデルを用いて日本における洋上風力発電のコストおよび今後日本における洋上風力開発のシナリオを示した。

以上のように、本論文は、風車とタワーの共振回避条件から水深と基礎の直径の関係式を導出するとともに、基礎における地震荷重から水深と杭の長さの関係式を構築した。また高度化した気象・海象シミュレーションにより各種施工方法の施工稼働率を評価し、観測値を用いた評価と同程度の精度を有することを示した。最後に、水深・離岸距離・風車基数を考慮した洋上風力発電所の建設コストのエンジニアリングコストモデルを構築し、実績値に基づく評価手法より精度の高いことを示した。本研究で提案したエンジニアリングコストモデルを用いて、洋上風力発電のコストを水深別に評価し、作業船・港湾のインフラ整備が今後必要であることを示した。

これらの研究成果により、洋上風力発電所の建設コストを実績値によらず評価することを可能にし、洋上風力開発のための事業計画の作成および導入拡大策の立案に貢献する。よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認める。