

審査の結果の要旨

論文題目

数値シミュレーションを利用した極値風速と極値波高の予測に関する研究
(Prediction of extreme wind speed and wave height by using numerical simulation)

氏名 種本 純

洋上には気象台のような長期観測を行っている施設がなく、洋上風力発電所の設計に必要な50年再現期間の極値風速と極値波高を予測する手法の確立が急務となっている。熱帯低気圧に伴う洋上での極値風速を求めるためには、熱帯低気圧のデータベースが必要であるが、既存のデータベースでは地上観測値を用いているため、洋上におけるパラメータの同定率が低下している。また、風速を求めるための既存の数値シミュレーション手法は、熱帯低気圧の中心付近の風速を過小評価するという問題がある。一方、温帯低気圧による極値風速を求める際には、熱帯低気圧のようなデータベースが存在しないため、長期間のシミュレーションを実施する必要があるため、膨大な計算コストがかかる。さらに、現状では、荷重の評価に必要な風速、波高、波周期の結合確率分布モデルが存在しないため、散布図を用いており、観測期間が短い場合には正確な確率分布が得られない。

そこで、本研究ではまず、洋上において極値風速と極値波高の予測を可能にするための、観測値によらない熱帯低気圧のデータベースを構築するとともに、メソスケールモデルと台風モデルの合成風速場を提案し、熱帯低気圧に伴う風速場及び波浪の予測精度を向上する。次に、長期間の気象シミュレーションを実施し、洋上における予測風速を分析することにより、温帯低気圧による極値風速を予測するためのイベント抽出手法を構築する。最後に、長期間の数値シミュレーションにより得られた風速、波高、波周期のデータから、平均値、標準偏差、相関係数等の統計値を利用した風と波の結合確率分布モデルを提案する。

第1章に、以上の研究背景及び既往研究をまとめ、本論文の目的と構成を述べた。

第2章では、メソスケールモデル及び第三世代の波浪モデルについて概説し、本研究での計算条件と極値風速及び極値波高の評価方法について説明した。

第3章では、気象庁ベストトラックの15m/s風速の半径と全球大気再解析値の地上気圧を用いてパラメータを同定することで、地上観測値に依らない熱帯低気圧データベースを構築し、従来のデータベースで50%以下の場所も見られた日本周辺の洋上における同定率を90%以上に改善した。さらに、メソスケールモデルと台風モデルの予測値の合成による新しい

風速場の予測手法を提案した。従来のモデルでは熱帯低気圧の接近距離に依っては-30%以上の過小評価が見られたが、提案モデルにより熱帯低気圧の接近距離に依らず10%程度になり、風速場の予測精度を向上した。

第4章では、第3章で提案した合成風速場による波浪推算を行い、メソスケールモデルを用いた波浪推算では30%以上過小評価した極値波高の予測値精度が、本研究の提案モデルにより10%程度に改善されることを示した。また、台風モデルを用いた波浪推算では、熱帯低気圧の外側での風速を過小評価するため風波成分を過小評価し、有義波周期の時系列を正確に再現できない問題は、本研究で提案した合成風速場を用いることにより改善し、時系列の予測精度が向上することを明らかにした。

第5章では、関東周辺の洋上に設けた基準点における年上位10位の予測風速のみを用いて温帯低気圧に伴う極値風速のイベント抽出方法を提案した。提案した手法により、基準点の周辺40km四方において、18kmの計算領域における基準点の風速を用いたイベント抽出では5%程度、2kmの計算領域における基準点の風速を用いた場合には、2%程度の誤差で10年間の計算結果から得られた極値風速を再現できることを明らかにした。

第6章では、銚子沖洋上風力発電実証検証サイトの沖合にける10年分の波浪シミュレーションの結果を分析し、風速と有義波高、風速と有義波周期の平均値、標準偏差、1m/sの風速ビンにおける有義波高及び有義波周期の出現頻度、有義波高と有義波周期の相関係数を沖波条件下でモデル化した、風と波の結合確率分布モデル提案した。また、構築したモデルを用いてモンテカルロシミュレーションを実施し、浅水変形と砕波を考慮することで、観測された風速、有義波高、有義波周期の結合確率分布を概ね再現できることを示した。

以上のように本論文は、観測値によらない熱帯低気圧のデータベースを構築し、洋上におけるパラメータの同定率を向上するとともに、従来工学分野の台風モデルと気象分野のシミュレーション手法を融合した合成風速場を提案することにより、熱帯低気圧による極値風速と極値波高の予測精度を大きく向上した。また、温帯低気圧による極値風速を予測するためのイベント抽出手法を構築し、年間上位10位までの風速の予測値から長期シミュレーションと同じ精度での極値風速の予測が可能であることを明らかにした。さらに、数値シミュレーションにより得た風速、波高、波周期のデータにより、風と波の結合確率分布モデルを作成し、観測データにより高い精度を有することを示した。

これらの研究成果は、洋上において数値シミュレーションによる極値風速と極値波高の高精度予測を可能にし、今後洋上における風力発電所の設計に貢献するものである。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。