

2-3. 主要な研究成果 (3)

2030年
戦略研究

洋上風力のブレードエロージョンで想定される衝撃力を数値解析する手法を構築

● 洋上風力の運転・保守 (O&M) のためのエロージョンリスク評価を現実的に

背景

欧州の洋上風力発電では、**雨などの衝突に起因して風車ブレードが損傷するブレードエロージョン**^{*1}が運転開始数年後に顕在化し、重大な収益損失が生じています。今後、洋上風力の導入が進む我が国では、欧州に比べて**降水量が2～3倍多く、黄砂や火山灰の影響もあります**。また、**風力発電機の大型化により風車ブレードの回転速度が増加するため、損傷の更なる深刻化が懸念されます**。そこで当所は、事前にエロージョン進行を評価して**損傷リスクの低減対策**を講じるため、リスク評価の基盤となる数値解析手法の構築を進めています。

*1 エロージョン：固体や液体、気体などの連続的な衝突・衝撃により材料表面が機械的に損傷を受け、一部が離脱していく機械的な浸食現象。

成果の概要

◇雨滴衝突時の液膜形成を含む流動・応力解析を用いたエロージョン評価の基盤数値解析手法を構築

リスク評価に不可欠なエロージョンの進行予測のため、雨滴の衝突により**ブレード表面に形成される液膜の厚さや流れの数値解析手法**を新たに開発しました(図1)。さらに、液膜形成時において、雨滴衝突により生じる**ブレード保護材^{*2}内の応力(衝撃力)の解析手法**を開発しました(図2)。これまでは雨滴の直径や衝突速度が増大した場合に衝撃力が増加するとの予測しかできませんでしたが、今回構築した一連の解析手法を用いることで、**液膜形成による衝撃力の緩和効果**を含めた雨滴衝突による保護材内の応力推定が可能となりました(図3)。これにより、現実的なブレードエロージョン損傷リスクの評価やリスク低減対策の検討ができるようになりました。

構築した解析手法は、黄砂や火山灰、雹(ひょう)等、これまで未解明の**固体粒子によるエロージョンの進行予測への応用**も期待できます。

*2 ブレード保護材：エロージョンを抑制するために風車ブレード表面に施工する、コーティング、テープ、シート、シェル等。

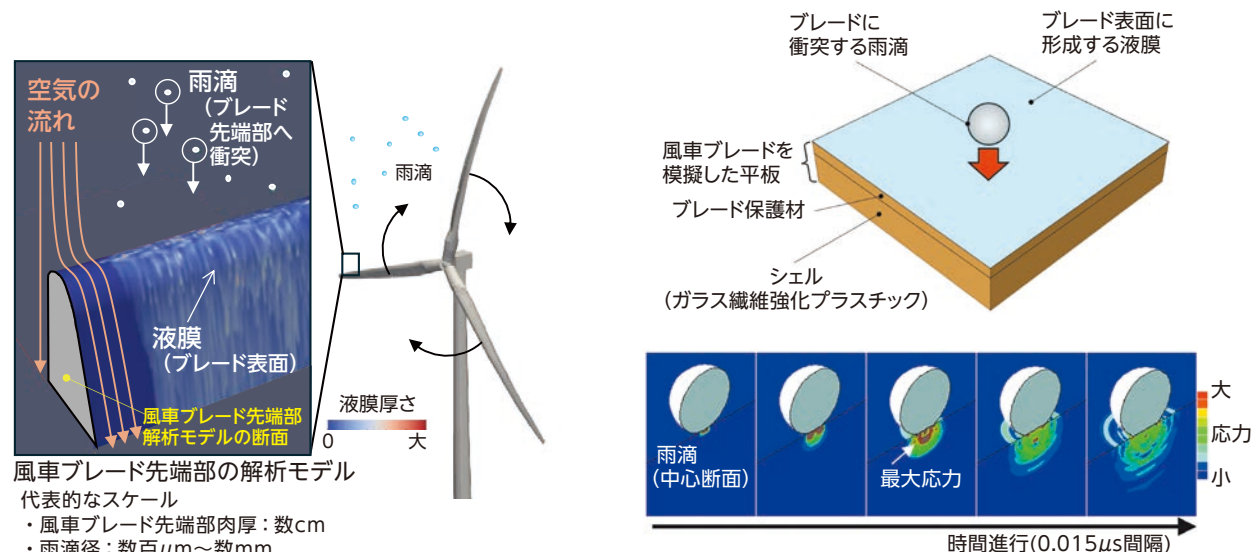


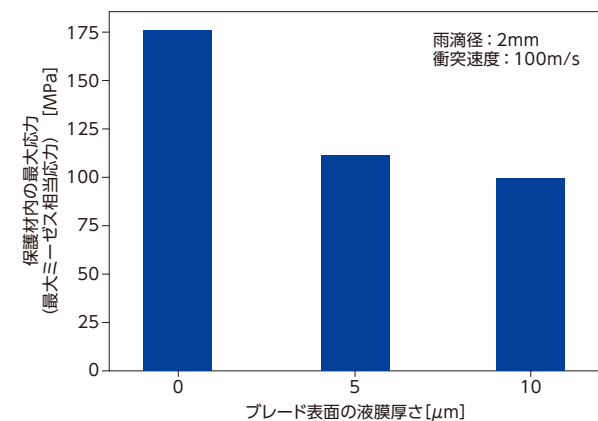
図2 雨滴衝突時の応力解析対象(上)と解析例(下)

有限要素法による弾性解析により、ブレード表面に形成する液膜による雨滴衝撃力の緩和効果を考慮することで、ブレード保護材内の応力場を現実的に評価できます。液膜厚さは、雨滴衝突・液膜形成挙動解析(図1)の結果を使用します。図は雨滴近くのモデル部分を表示しています。



図3 液膜厚さと保護材内の最大応力(衝撃力)の関係

既往文献などを参考に、平均的な雨滴径を2mmと仮定し、風車ブレード先端部の回転速度が100m/sに達することを踏まえた雨滴の衝突速度を設定した解析例です。液滴の数百分の1程度の厚さの液膜によって、保護材内の応力低減効果が期待できることがわかりました。雨滴径の分布や、ブレード回転に伴う遠心力の作用を考慮することで、解析結果の更なる精度向上を目指します。



成果の活用先・事例

構築した解析手法を用いたエロージョン進行予測手法を今後開発し、洋上風力に対するエロージョンリスクの評価やリスク低減対策の構築、エロージョンによる発電量低下と補修コスト増加を考慮した適正なタイミングでのブレード補修基準の策定に適用します。これにより、洋上風力の計画段階における**事業成立性検討**や運転開始後の**O&Mコスト低減**による採算性向上に貢献します。

(参考) 酒井ほか、第46回風力エネルギー利用シンポジウム 講演番号A2-05 (2024)