

風力発電設備の耐雷性能向上

風力発電設備の雷被害低減

Improvement of Lightning Performance on Wind Turbine Generators

Reduction of Lightning Damage to Wind Turbine Generators

(電力技術研究所 電力ネットワークG 送変電T)

日本においては風力発電設備の故障の主な原因は雷であり、その雷被害の復旧に多大なコストや時間を費やしているのが現状である。一般に風車の羽(ブレード)の耐雷対策としては雷撃電流を安全に大地に流すための受雷部(レセプタ)の取り付けなどがある。本研究では各種雷撃試験を実施し、様々な耐雷対策について、その有効性を検証した。

(Transmission and Substation Engineering Team, Power Network Group, Electric Power Research and Development Center)

One of the major causes of wind turbine problems in Japan is lightning. Lightning strikes to blades cause critical damage and require much time for recovery or replacement. In general, to prevent wind turbine blades from lightning damage, lightning receptors are installed which can lead lightning currents safely to the ground. A study on the development of a lightning receptor that can protect wind turbine blades under severe lightning conditions has been carried out. In this study, the authors show the results of lightning experiments for various lightning receptors that are generally used in wind turbines.

1 研究背景

近年、風力発電の急速な普及や大型化に伴い、落雷による被害が深刻化している。日本は世界有数の落雷発生地域であり、特に日本海沿岸では冬季雷として知られる電荷量が高い正極性の雷が多く発生し、甚大な被害を及ぼしている。太平洋側においても風車への落雷による設備故障が発生している。

落雷による被害は、ブレード、制御系などが多く、特にブレードへの被害は修理や輸送、取り替えに必要なコストが他の部位と比較して大きい。優れた耐雷性能を有するブレードが求められている。一般に風車ブレードの耐雷対策としては雷撃電流を安全に大地に流すために様々なタイプの受雷部(レセプタ)を取り付けているが、その効果については不明な点も多い。

本研究では様々なタイプのレセプタに対して雷撃試験を行い、その捕雷特性を検証することで、ブレードの耐雷性能を向上させることを目的にブレード先端部および縮小ブレードモデルを用いた試験などを実施した。

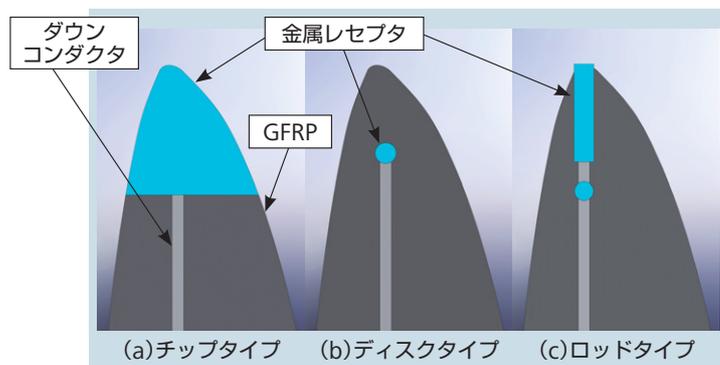
2 研究概要

(1) ブレード先端部の落雷特性評価(雷撃試験)

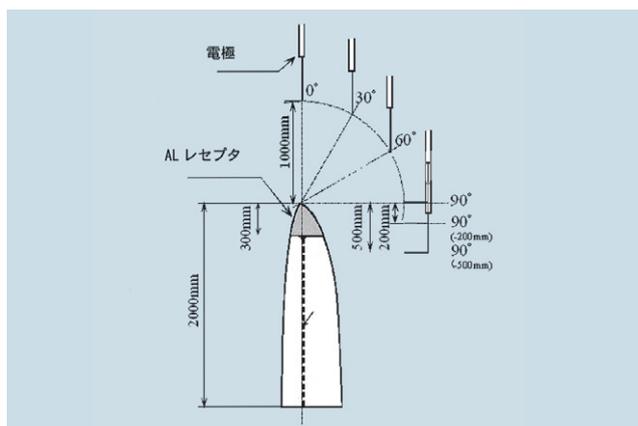
雷撃試験に用いた試験体は共同研究先である株式会社日本製鋼所製の2MW級風車ブレード(全長40m)の先端部2mを用いた。試験体はガラス繊維強化プラスチック(GFRP)製であり、レセプタはチップタイプと呼ばれるもので第2図(a)に示すように先端部を金属(アルミニウム)で形成し、大地へ雷撃電流を流すための引き下げ導体(ダウンコンダクタ)に接続されている。比較のため一般的なレセプタタイプとして円形の金属を埋め込んだディスクタイプ(第2図(b))と先端部に向かってさらに金属ロッドを埋め込んだロッドタイプ(第2図(c))を用意した。雷撃試験は当社電力技術研究所高圧実験棟



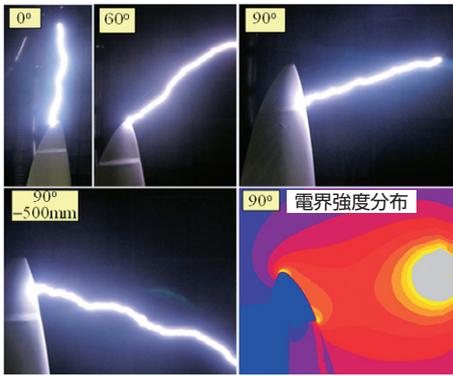
第1図 風力発電機の外観



第2図 試験に用いたレセプタ



第3図 ブレード先端部雷撃試験時の電極位置



第4図 先端部雷撃試験時の放電様相(チップタイプ)

第1表 先端部雷撃試験結果(負極性雷撃、汚損無し)

電極位置	エッジ方向			フラップ方向		
	チップタイプ	ディスクタイプ	ロッドタイプ	チップタイプ	ディスクタイプ	ロッドタイプ
0deg	○	×	○	○	○	○
30deg	○	×	○	○	○	○
60deg	○	×	○	○	○	○
90deg	△	×	○	○	○	○
90deg -200mm	△	×	×	○	○	○
90deg -500mm	○	×	×	○	○	○

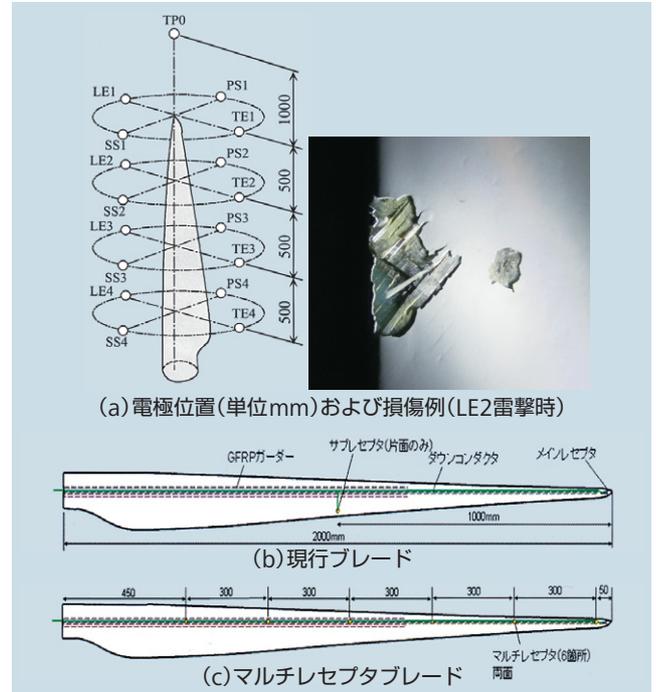
着雷位置 ○:レセプタ △:レセプタ/GFRP境界 ×:GFRP

の1200kV雷インパルス発生装置を用いて、第3図に示すように雷撃距離を1mに保ちながら、先端(0deg)から水平位置(90deg)、さらに電極を500mm下げた位置(90deg-500mm)まで雷撃試験を行い、着雷位置を確認した。試験は雷撃極性(正、負)、塩分汚損の有無、雷撃方向(エッジ(縁)側、フラップ(面)側)などの条件で実施した。チップタイプの雷放電の様子を第4図に示す。負極性雷撃、汚損なし、エッジ方向の試験であるが、すべての雷撃角度でレセプタへ着雷し、GFRPの損傷は発生しなかった。3タイプのレセプタの雷撃試験結果を第1表に示すが、先端を金属で形成するチップタイプは他の2タイプのレセプタに比べ、ほぼすべての雷撃に対して安全にレセプタへ着雷している。ただし90deg位置で電界の強いレセプタ/GFRP境界へ雷撃している場合がありGFRP損傷の可能性があるが、同部位に対する1000Cの大電流試験ではGFRP部は破損せず安全であることが明らかとなった。

(2) 1/20全長ブレードモデルによる落雷特性評価

ブレード全体の耐雷性能を検証するため、実際の1/20スケールの縮小ブレードモデルを用いて、先端部以外への雷撃に対する耐雷性能を検証した。電極位置は第5図(a)に示すLE1など計17点で、それぞれの高さで4方向からの雷撃試験を実施した。第5図(b)に示す現行ブレードの胴部には中間に1つのサブレセプターがあるだけで、レセプタのない部分への雷撃には十分な捕雷性

能が発揮できず、GFRPの破損が生じたが(例えばLE2雷撃時)、複数のレセプタを胴部に取り付けたマルチレセプタ(第5図(c))はあらゆる方向からの雷撃をすべてレセプタで受雷することができ、捕雷性能が非常に高いことが示された。



第5図 1/20全長ブレードモデル雷撃試験

3 研究成果

本研究成果を下記に要約する。

- (1) 先端部を金属で形成したチップレセプタは他のディスクレセプタやロッドレセプタよりも捕雷性能が高く、耐雷性能に優れている。またチップレセプタは大電流特性にも優れ、先端部はもとより、レセプタ/GFRP境界への1000Cの雷撃にも耐えることができる。
- (2) 縮小ブレードモデル実験により、胴部も含めたブレード全体の耐雷性能を高めるためにはマルチレセプタが有効であることが示された。

その他、導電性塗料を部分的に塗布することで、雷撃によるGFRP損傷を防ぐことができ、耐雷性能を向上させることができることも明らかとなった。

4 今後の展開

今後の新規風力開発における風力発電機の機種選定に際して、今回の研究結果を基に、各風車メーカーのブレードが必要な耐雷性能を保有していることを確認するとともに、既設風力発電機において、落雷が問題となる場合には、導電性塗料の塗布等による対応策の適用について検討したい。



執筆者/植田俊明