

JWIND あわら北潟風力レセプタ脱落事故の原因および対策について

2014/2/14

JWIND

1. 事故状況

2013年12月14日、10:30頃、6号風車（日本製鋼所製 J82）の点検をしていた風車メーカー作業員が、#3翼からレセプタ（アルミ製 4.8kg）が脱落しているところを発見。当該ブレードは、11月30日に補修を受けた際に健全であることを確認しているが、12月14日以降に実施された現地調査では、ブレードに4箇所の落雷痕が認められた。フランクリンジャパンの雷観測データによれば、11月30日～12月14日までの間に、6号風車を中心とする3kmの範囲で10回の雷撃が観測されている。レセプタの脱落日時は特定できていないが、当該期間の発雷状況やブレードの落雷痕から、レセプタ脱落は落雷によるものと推定される。なお、現在は事故機を含めて、全台停止中である。

風車配置図、レセプタ飛散状況、レセプタ落下状況を以下に示す。



2. ブレード損傷状況

ブレードの損傷状況を以下の図に示す。落雷痕 C の雷撃時に後縁が裂けたものと思われる。落雷痕 C の雷撃は、内視鏡による調査により、外皮を貫通した後ブレード内のダウンコンダクタに直撃していることが確認された。

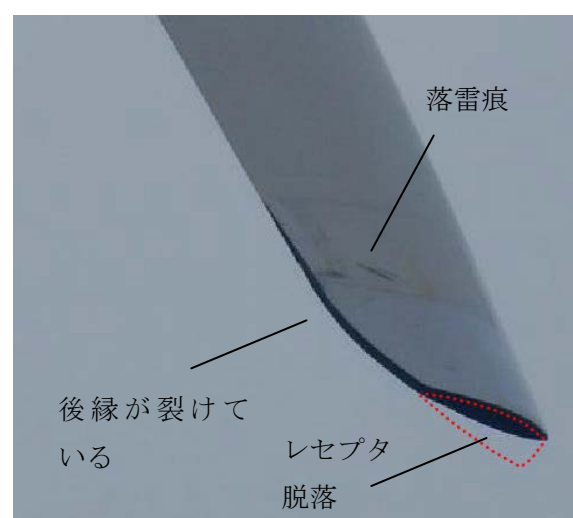
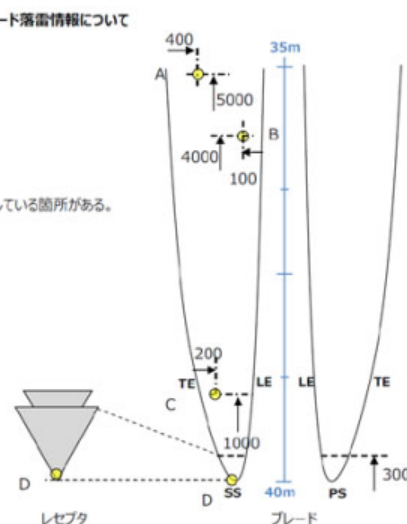
2. あわら北潟風力発電所、6号機3軸ブレード落雷情報について

落雷箇所	位置	備考
A	ブレード SS	5000
B	ブレード SS	4000
C	ブレード SS	複数の落雷痕
D	レセプタ先端	(0)

備考：ブレードの TE(Trailing edge)が損傷している箇所がある。



ブレードの損傷



3. レセプタの固定方法と脱落のメカニズム

レセプタは右図に示す通りブレード先端に固定されていた。ダウンコンダクタに雷撃が直撃することで、翼先端内部の空気が膨張し、後縁側の接着と、レセプタ根部と外皮の接着が剥離し、レセプタの外皮による保持力が喪失した。しばらくはダウンコンダクタでレセプタを支えていたと見られるが、最終的には遠心力により銅製スリーブの箇所から引き抜け、飛散したものと推定される。銅スリーブの支持力は $3,200\text{N} \times 10$ 秒であったが、遠心力約 770N が継続的に掛かることで脱落に至ったと推される。

4. 既設レセプタ固定方法の問題点

既設のレセプタは、大型で着雷効率の高いものを採用しており、ブレード先端付近の雷撃は、レセプタ先端で受雷するものと想定していた。レセプタの固定は、根元部の接着とレセプタの根元を末広がり成形し、ブレードの前縁、後縁を接着することで生じる、くさび効果を用いているが、アルミ-FRPの接着力が弱いこと主たる固定はくさび効果によるものであった。この構造では口開きにより保持力が喪失するが、先端付近は大型のレセプタで保護されており、全てレセプタに着雷するため異常着雷による口開きはないと想定していた。他サイトにおいて、落雷によりブレード先端に口開きが発生しレセプタが脱落するケースがあったが、メーカーとの協議でこれはダウンコンダクタの損傷によりレセプタが非導通になった結果と考え、11月に当該風車のダウンコンダクタ部を修理している。

しかしながら、今回の事故で、あわらにおける冬季雷に関して以下の3点が明らかになった。

- ①大型のキャップレセプタを装着しても、レセプタを外して着雷することがある。
- ②ダウンコンダクタが損傷していなくても、レセプタを外して着雷することがある。
- ③翼先端付近でレセプタを外した異常雷撃があると、口開きが発生しレセプタが脱落する危険がある。

5. 再発防止策（案）

再発防止策として、以下の方法を検討中である。具体的方法とスケジュールについては次回報告予定。

①レセプタの脱落防止強化策（洋上風車で採用実績あり）

レセプタを風下側のブレード外皮と一体成形する。FRPの保持力は接着剤と比べて強力であり、エッジが口開きしても脱落しない。

②直撃雷検出装置設置と雷撃時の風車停止、点検

風車タワーに直撃雷検出装置を設置（12/30に設置済）し、雷直撃時に風車を停止、風車を目視点検した後に運転再開。

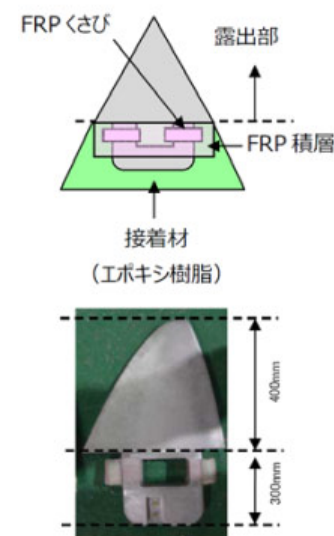
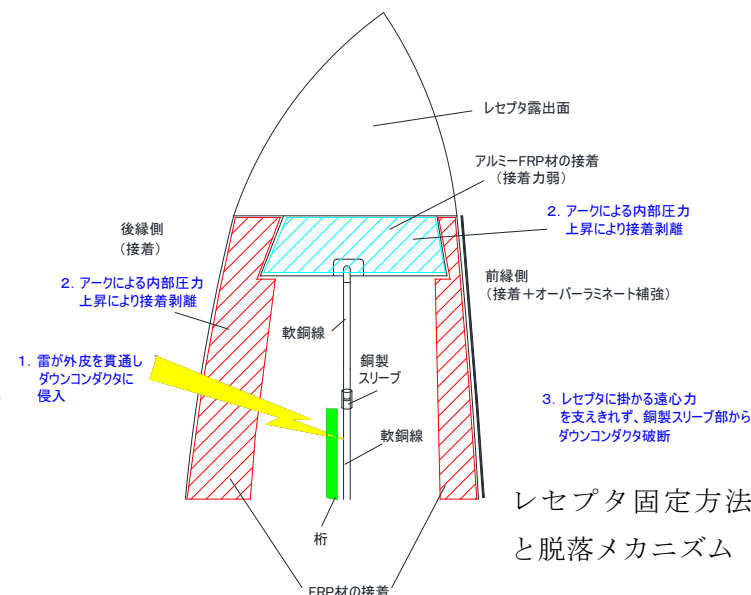
[冬季雷地域及び立地事情を考慮した追加策]

③機械的な脱落防止策

ワイヤーなどを用いた機械的な脱落防止策を追加する。

④雷接近時の風車事前停止

冬季雷の完全な予測は困難ではあるものの、雷発生情報などを用いて雷接近時に風車を極力停止し、雷撃被害の軽減を図る。

洋上風車用
レセプタ