

風力発電所における事故の傾向

2013年3月12日、京都府伊根町にある太鼓山風力発電所の風力発電機の1基¹が鉄塔高さ約46mの部分から折れ、ブレード（翼）やナセル（発電機・増幅機等の格納部分）が落下する事故が発生した。運営する京都府は原因調査チームを設置予定で、3月20日には専門家による現地視察が行われた。この時点では、鉄塔の破断は金属疲労が原因との見方が示されている。

本稿では、再生可能エネルギーの1つとして導入が進んでいる風力発電の近年の動向と、事故の発生状況等をまとめる。

1. 日本における風力発電の動向

日本における風力発電は、1990年に「地球温暖化防止行動計画」が閣議決定されて以降、二酸化炭素の排出が少ないエネルギー供給を目指し、徐々に進展してきた。1997年の「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」では、金融上の支援等が規定され、2002年の「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」では、電気事業者に対して一定割合の新エネルギー（風力等）による電力の調達義務が課せられた。さらに2012年に施行された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」では、固定価格買取制度が導入された。

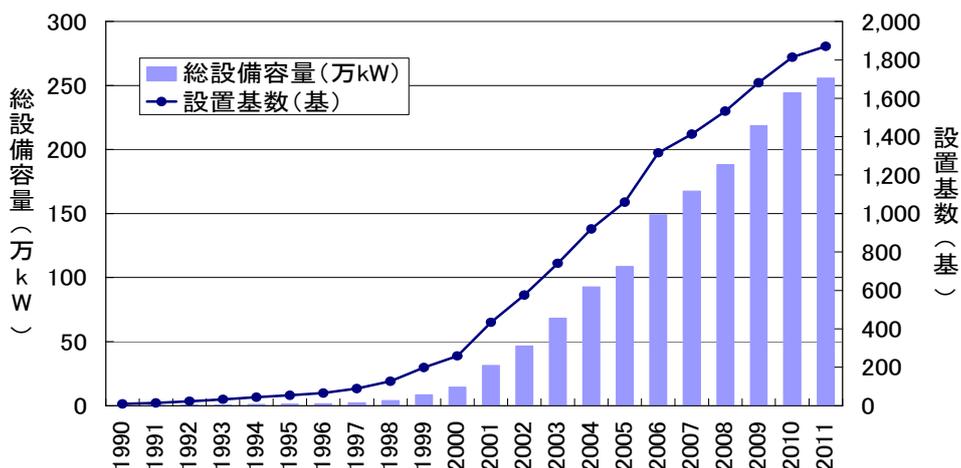


図1 日本における風力発電導入量の推移²

¹ 鉄塔の高さ約50m、風車の重さ約45t、最大出力750kW/h、オランダ製、2011年11月から稼動

² 新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDOと表記）ホームページより弊社作成

<http://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/index.html>

これらの制度的背景を受け、日本における風力発電の導入は増加しており、2011年度末時点での総設備容量は255万kW・1,890基となっている。都道府県別では、青森県（31万kW・202基）・北海道（29万kW・280基）が突出しており、次いで鹿児島県・秋田県・静岡県・福島県等が多い。近年の傾向としては、国産風力発電機の導入が増加し全体の3割弱・新規導入分の6割強を占めることや、風車の大型化（発電出力1,000kW～2,000kWクラス）や、1つのサイトに複数の風車を設置する「ウインドファーム」が増加していることが挙げられる。

事業者の構成として、事業者数では地方自治体（第3セクター等を含む）と民間企業の割合は半々である。一方、設備容量では発電事業者が8割以上を占めており、大規模なウインドファームの担い手となっていることがわかる。

海外でも風力発電の総設備容量は毎年増加しており、2011年末では2.38億kW（前年比2割増）となっている。国別では、中国が26%、アメリカが20%を占め、次いでスペイン・フランス・イタリア・イギリス等の欧米諸国とインドが続き、日本は13位となっている。

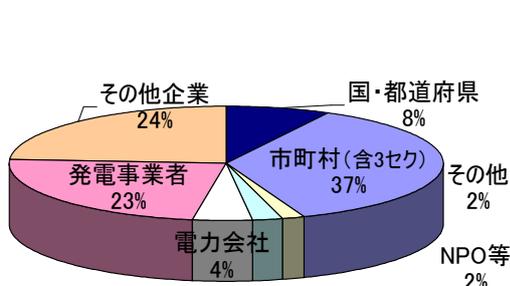


図2 事業者の構成（事業者数比）³

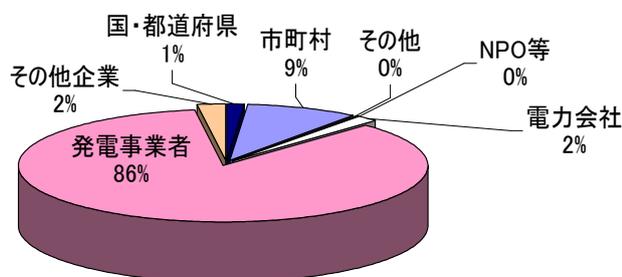


図3 事業者の構成（設備容量比）⁴

2. 風車の構造と設置時の検討事項

(1) 風車の構造

発電事業向けの中型以上の風車は、水平軸のプロペラ式（3枚翼）が主流となっている。

主な構成要素としては、ブレード（翼）とその回転軸（ロータ）・ハブ（ブレードとロータの接続部）、発電機・増幅機等が収納されたナセル、これらをサポートする鉄塔・基礎部分がある。現在主流となっている出力1,000kW～2,000kWのものでは、鉄塔高さ・ブレード直径共に約60m～90mと大型化している。

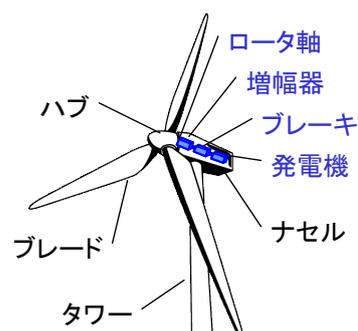


図4 風車の構造

(2) 風車の設置時の検討事項

風力発電の設置場所検討において、最も重要なのは風況である。風況とは平均風速・風向といった風の性質についての基礎データであるが、その他にも、斜面等の地形や障害物による風

³ NEDO 風力発電故障・事故調査結果（2011年度）対象事業者より弊社作成

⁴ 同上

の流れの変化について調査する。次に、事故や故障の発生要因となる落雷や台風の発生状況の他、着雪・着氷や塩害等の可能性についても調査する。

これらの自然条件の他に考慮が必要な項目として、周囲の送配電システムの容量や距離によっては、新設が困難であったり、建設や維持管理費用が高額となる可能性がある。山岳地では地形や周囲の交通網等が建設工事・維持管理に適した場所であるか、また特に市街地に近い場合には騒音等についての環境影響や景観等についても考慮して設置場所を選定し、その上で事業計画の経済性を検討する必要がある。

3. 風力発電における事故発生状況

設置時の検討を踏まえ、建築基準法等の設計基準に則って建設されていても、風力発電における事故や故障は多発している。NEDO の調査によると、2011 年度は回答の得られた風車 706 基のうち故障・事故発生件数は 195 件（事故発生率 28%）、故障・事故による平均停止時間は 1,022 時間（平均停止時間率 3%）となっている。これまでの調査でも、年度によって多少の変動はあるものの、概ね同様の傾向となっている。

事故の発生原因としては自然災害が多くを占め、その中でも落雷が最も多い。

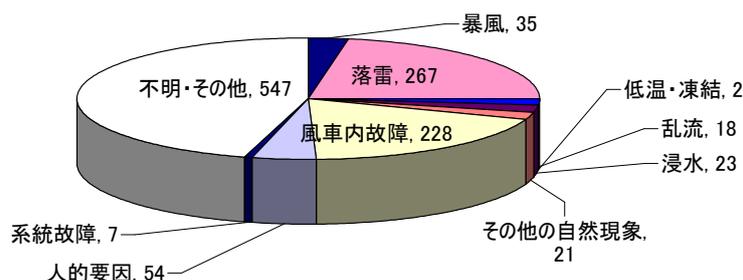


図 5 発生要因別の故障・事故数（2004 年度～2011 年度累計）⁵

(1) 落雷

落雷は冬季に日本海側で発生することが多く、風力発電の落雷による事故の発生も同様の傾向がある。落雷によって発生する事故形態としては、直撃雷⁶によるブレードの損傷・脱落事故が挙げられる。風車の大型化に伴ってブレードの被害件数は増加する傾向にある。ブレードが損傷した場合には、ブレードの再調達や積雪期・高所設置工事の難しさ等から復旧に時間を要し、停止時間が長くなる傾向がある。

直撃雷及び誘導雷⁷により測定・制御機器内の電子部品等が損傷した場合には、回転軸やブレーキ装置が正常に機能しなくなる。これにより主要構成機器が損傷したり、異常回転による想定外の荷重により鉄塔が損傷したり、火災に至ることもある。図 3 の「風車内故障」についても、落雷が原因となっているものがあると考えられる。

⁵ NEDO 風力発電故障・事故調査結果（2011 年度）より弊社作成

⁶ 雷雲から対象物に直接雷放電すること

⁷ 落雷に伴って電気回路に発生する瞬間的な異常過電圧

従って、特に落雷の危険性が高い地域に設置する場合には、ブレードの損傷を防止するためにレセプタ（保護装置）を設置することが重要である。その他の地域でも、発電機や制御機器類を保護するために避雷器を設置する等の対策が必要である。

（２） 暴風等

風況に応じた風車の選定については国際規格で決められており、日本でもそれに則っている。また、建築基準法等の国内の設計基準の耐風性能についても準拠している。但し、海外では平坦な地形（平野や遠浅の洋上等）に立地することが多いのに対して、日本では山地などへの立地も多く、地形による局地風⁸の影響を受けやすいという違いがある。また、大型台風や竜巻の襲来等、設計時の想定以上の暴風が発生する可能性もある。

暴風によって発生する事故形態としては、ブレードの損傷、鉄塔の座屈といった直接的で大規模なものが挙げられる。想定風速を上回らない場合であっても、風向風速計の損傷により風車の方向制御が不能となり、そのためにブレードの損傷等に至る場合もある。ブレードが損傷した場合には、落雷同様に停止時間が長期化する可能性がある。

風況のシミュレーション技術の開発も進んできているが、暴風等による事故発生を抑制するためには、より精緻な風況分析が必要である。

（３） その他の事故

落雷・暴風等の自然現象以外の事故原因としては、設計・施工ミスその他、保守点検が十分に行われていなかったことに起因する事故もある。今般の事故においても、破損部分の金属疲労を想定していなかったため、稼動開始以降、目視点検しか実施していなかったとの報道もある。保守点検不足を原因とする事故は、規模の小さい事業者における発生が比較的多い。事業計画の策定時に、予め適切な保守点検費用を見込み、計画を立てておくことが重要である。

4. 最後に

風力発電をはじめとする再生可能エネルギーは、政策動向からも今後さらに伸びていくことが予想される。また、国産風力発電機の割合が増加することに伴い、部品の再調達が容易になるなど、事故や故障の発生後の休止期間が低減することも期待できる。

一方で風力発電は、自然環境やそれに伴う事故や故障により発電量が変動するなど、事業リスクは比較的大きい。事業参入にあたっては、自然環境についての調査を精緻に行うと共に、保守点検や設備更新に対して適切な費用を見込むこと、既設の設備に対しても継続的に保守点検を実施することが重要である。

(2013年3月28日発行)

⁸ ここでの局地風とは、「やませ」「六甲おろし」といった季節性や地域性をもつ風だけではなく、所謂ビル風のような微細地形や障害物による風速の変化や乱流の発生等も含む。そのため、複数機が所在するウインドファームでは、各機に影響する風況がそれぞれ異なる場合もありえる。