

■特集

風力発電施設の故障・事故の現状

—主に NEDO 利用率向上調査結果のまとめ—

日本風力発電協会 事務局 中尾 徹
イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社 社長付 理事

1. 風力発電施設故障・事故調査の歩み

わが国において風力発電の導入量が進む一方で、技術面では、設置後の品質管理上の問題、トラブルへの対応やメンテナンス対応、また、わが国の特異な気象条件に起因する諸問題などにより、サイトによっては計画された発電量が得られないという課題が顕在化している。

そのため健全な風力発電事業を推進するには、風車の「利用可能率(Availability)」や「設備利用率(Capacity Factor)」の向上が必要であるとの認識が高まり、NEDOは平成16年(2004年)度に「風力発電利用率向上調査委員会」を設立するとともに、当該委員会のもとに風力発電施設の故障・事故に関する情報収集・整理を行う「故障・事故調査分科会」を組織した。これらの委員会は、中立性のある第三者機関として風力発電設備の故障・事故を調査し、得られた情報を開示して利用率向上を図るものである。「風力発電利用率向上調査委員会」は、平成17年度に学識経験者中心の意思決定機関として再編成されるとともに、「故障・事故調査分科会」については風力発電施設の稼働状況調査などの設備利用率向上に資するためのより広範な調査・検討を行う「風力発電故障・事故等調査委員会」として再構築され、調査の最終年度である平成18年度まで風力発電施設の故障・事故と稼働実態に係る調査が実施された。

最終年度の「風力発電利用率向上調査委員会」において、風力発電施設の故障・事故情報を長期間に亘り継続して収集・整理し故障・事故の実態と故障・事故対策に係る情報を広く発信することが重要であるとの委員諸氏の意見を踏まえ、平成19年度は、委員会を「風力発電故障・事故調査委員会」に改名して利用率の向上、つまり故障・事故による停止や品質管理上の問題、メンテナンス対応などに的を絞って引き続き調査を行い今日に至っている。

弊社(イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社)は、NEDO委託調査として「風力発電利用率向上調査委員会(平成16年度から平成18年度)」と「風力発電故障・事故調査委員会(平成

19年度～)」の調査の取りまとめに携っていることから、本特集である「風力発電に係る基準化などの動き」の前座として、ここでは風力発電施設の故障・事故の現状を紹介する事とした。

2. 故障・事故データの収集方法

2.1 故障・事故の対象

風力発電事業者(ケースによってはメーカ、代理店)に対して「風車の故障・事故速報」提出の依頼状ならびに速報フォーマットを送付し、発生した故障・事故に関する情報を収集した。故障・事故の対象は下記の通りである。

- ・ 対象風車：調査期間中に稼働していた定格出力10kW以上の系統連系型風車
- ・ 故障・事故の定義：何らかのトラブルにより3日(72時間)を超える停止時間となった故障・事故(大規模メンテナンスなどは対象外であるが、風力発電施設外部の系統故障による停止などは調査対象とした)。

2.2 故障・事故発生要因の分類方法

調査では、事業者からの報告による故障・事故発生要因を基本としたが、必要に応じて故障・事故発生時の状況などを精査し、その内容を考慮して「自然現象」、「風車内故障」、「人的要因」、「系統故障」および「原因不明・その他」の5つに分類し解析に供した。故障・事故発生要因分類を表2-1に示す。

表2-1 故障・事故発生要因分類(NEDO,2005)

故障・事故要因	要因内訳項目
1.自然現象	落雷、暴風(台風など)、乱流、凍結(低温)、浸水、塩害、飛砂
2.風車内故障	設計不良、施工不良、製造不良
3.人的要因	メンテナンス不備、オペレーション不備
4.系統故障	系統故障
5.原因不明・その他	原因不明、および上記に分類不能のもの

3. 故障・事故の発生状況

3.1 故障・事故の発生比率

表 3-1 に示すように、平成 16 年度から平成 19 年度までの風車の総故障・事故発生回数は 498 件で、平均故障・事故発生比率は 0.138 回/台・年であった(平成 19 年度の対象期間は 10.5 ヶ月であるため今後データを収集して再集計の予定)。これは年間に設置風車の約 14%が何らかの故障・事故で 3 日を超えて停止していることを表している。

表 3-1 故障・事故発生比率(NEDO,2008 を改定)

項目	H16-H19 年度
調査協力風車基数(延べ数)	3,618
故障・事故総発生回数	498
故障・事故平均発生比率	0.138
現在稼働中の風車基数 (調査依頼風車基数)	4,292

平成 16 年度から平成 19 年度までの年度別故障・事故発生比率の推移を図 3-1 に示す。最大発生比率は、観測史上最多(10 個)の台風が上陸した平成 16 年度の 0.213 回/台・年であったが、最小発生比率(0.105 回/台・年)を呈した平成 18 年度の台風上陸数は 2 個であった。なお、平成 19 年度には前年度よりも 3 割程度高い発生率となっている(台風上陸数：3 個)。

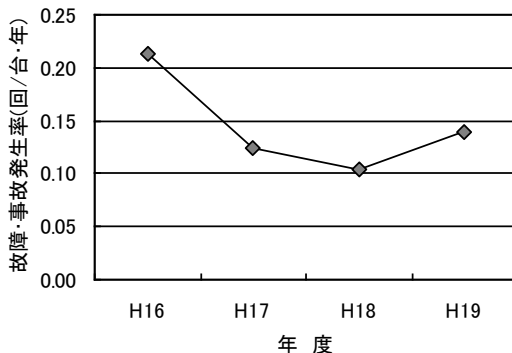


図 3-1 年度別故障・事故発生率の推移(NEDO, 2008)

3.2 故障・事故の発生要因

平成 16 年度から平成 19 年度までの故障・事故要因別の発生頻度は、「自然現象」と「原因不明・その他」がほぼ同じ割合で約 35%、次いで「風車内故障」の約 27%、その他、「人的要因」と「系統故障」を合わせて約 4%であった(図 3-2)。なお、「風車内故障」には台風によって風向風速センサーが破損し、それが原因となってブレードが壊れるなどの暴風による間接的な故障・事故が発生している事例もあることから「自然現象」による故障・事故は広く捉えれば半数を

占めるものと考えられる。

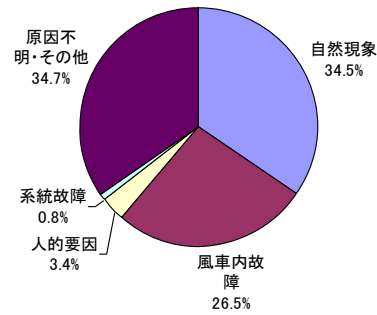


図 3-2 故障・事故要因別発生頻度(NEDO, 2008)

故障・事故発生要因の内訳で、故障・事故原因が特定された結果をみると(図 3-3)、「自然現象」の落雷が約 25%、「風車内故障」の設計不良が約 13%、製造不良が約 11%と、これら 3 要因で約半数を占める。また、特徴的なこととして暴風による故障・事故発生頻度が 5%と比較的少ないことと、「原因不明(特定できず)」の発生頻度が約 20%と多いことがあげられる。故障・事故の原因が特定できないことは、再発防止を図る上で看過できない問題である。なお、「その他」は経年劣化(磨耗など)によるものがほとんどで、その約 6 割が運転開始後 5 年を経過した風車である。

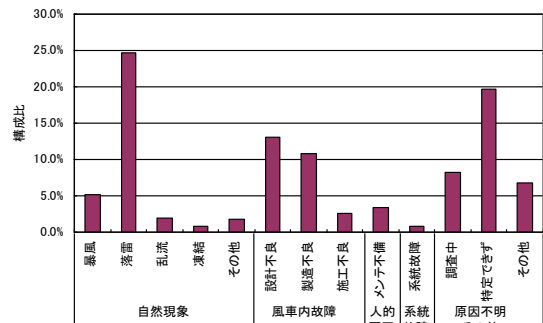


図 3-3 故障・事故要因別内訳の発生頻度(NEDO, 2008)

3.3 故障・事故の発生部位

故障・事故発生要因の内訳の中で発生頻度の多い落雷、原因不明、設計不良、製造不良および暴風を取り上げて(図 3-3 を参照)、平成 16 年度から 18 年度の 3 年間の資料を元にそれぞれ故障・事故発生部位を集計した(図 3-4)。

その結果、「落雷」ではブレードと制御装置の故障が多く、特にブレードは全体の 80%弱(48 回のうち 38 回)が「落雷」による故障であった。

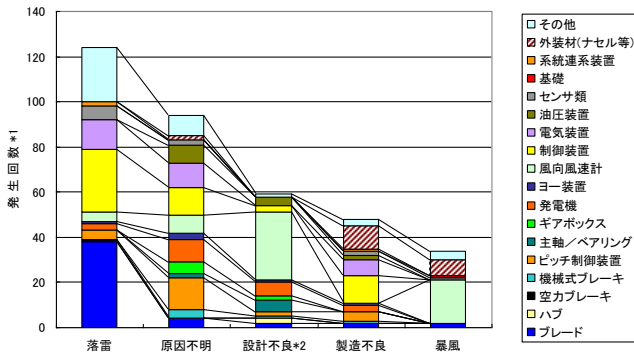


図 3-4 故障・事故発生要因別の故障部位別発生状況 (NEDO, 2007)

また、「原因不明」は様々な部位がみられ、なかでもピッチ制御装置、発電機、制御装置、電気装置、油圧装置などの故障発生回数が比較的多くなっている。「設計不良」による風向風速計の故障は平成 16 年度の台風来襲時に風車の耐風速設計基準以下の風速で故障したあるウィンドファームの事例であり、その他、「設計不良」には主軸/ベアリングや発電機の故障発生回数も比較的多い。「製造不良」では制御装置、電気装置、外装材などの故障の多発、「暴風」では風車の耐風速設計基準を超えた風速で壊れた風向風速計の事例が最も多く、次いで外装材の被害があげられる。

3.4 故障・事故発生部位別発生回数と平均停止時間

平成 16 年度から平成 18 年度までの 3 年間における故障・事故発生部位別発生回数と平均停止時間の関係を図 3-5 に示す。同図に示すよう

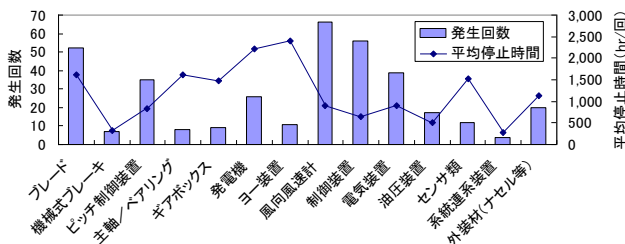


図 3-5 故障・事故発生部位別発生回数と平均停止時間の関係 (NEDO, 2007)

に、最も発生回数の多かった故障部位は、「風向風速計 (66 件)」であり、次いで「制御装置 (58 件)」、「ブレード (52 件)」、「電気装置 (39 件)」、「ピッチ制御装置 (35 件)」の順であった。なお、「風向風速計」の故障は、前項でも述べたようにこれらは大半が台風来襲時に破損した特異的なものである。これらの点を勘案すると、わ

が国における風車の故障・事故発生部位としては「制御装置」、「ブレード」、「電気装置」および「ピッチ制御装置」が多いと言える。

また、図 3-5 には 1 回当たりの故障・事故平均停止時間を併せて掲げているように、「ブレード (1,619hr/回)」、「主軸/ベアリング (1,619hr/回)」、「ギアボックス (1,467hr/回)」、「発電機 (2,209hr/回)」、「ヨー装置 (2,401hr/回)」および「センサ類 (1,522hr/回)」では停止時間が長い傾向がみられる。一方で、「電気装置 (974hr/回)」や「制御装置 (658hr/回)」では、発生回数が多いものの 1 回当たりの停止時間はブレードなどに比べれば短い。

これら故障・事故の発生回数と平均停止時間の関係から発生回数が多く、且つ停止時間の長い部位 (例えば、ブレード) が最も利用可能率の低下に関係するものであるが、発生回数が少なくても停止時間の長い部位 (例えば、ヨー制御、発電機、主軸/ベアリング、ギアボックスなど) も利用可能率を押し下げるもので留意する必要がある。

図 3-6 は、ドイツの風力発電施設に関する過去の 15 年間の操業データから 250MW/1,500 基の風車を調査の対象として分析された故障・事故発生部位別発生回数と平均停止時間の関係である。ドイツにおける故障・事故の対象は、1 時間程度の停止事例まで集計されており 72 時間超を対象とした NEDO 報告とは異なるものの、故障・事故発生部位と停止時間の関係は、わが国のそれと一部を除きほぼ同じ傾向を示している。ただ、両者の大きな相違点は日本に比べてドイツにおける停止時間が著しく短いことである。日本の停止時間が長い理由として海外からの機器・部品調達やスーパーバイザーの派遣などに長時間を要することが考えられ、機器・部品の速やかな調達・供給 (メンテナンス体制の不備)、故障・事故原因の究明などが利用可能率の向上に重要であることが再認識された。

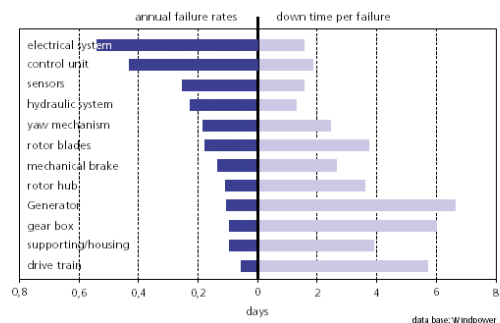


図 3-6 ドイツの故障・事故発生部位別発生回数と平均停止時間 (Durstewitz, M. et al., 2006)

4. 故障・事故の事例

風力発電施設の故障・事故に関する要因として、自然現象と人的要因を取り上げて、その事例を概観した。

4.1 自然現象

(1) 落雷

落雷による風力発電施設の故障・事故に至るプロセスを図4-1に示す。風力発電施設の落雷による故障・事故は発生頻度の最も高い要因としてあげられる。特に、日本海側の冬季雷による落雷は高電流で比エネルギーも大きくブレードの損傷など、多くの被害事例が報告されている。

落雷は、直撃雷と誘導雷に区分され、直撃雷はブレード、ナセルなどの破損や電子部品などの焼損を引き起こし、損傷部が飛散して家屋の窓を壊した事例がある。誘導雷は、主としてサージ電流による電子部品等の焼損を引き起こすもので、時に火災の原因となる場合がある。

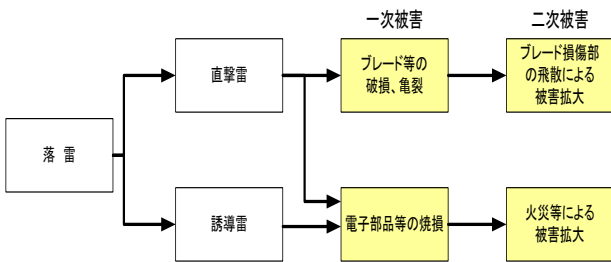


図4-1 雷による故障・事故に至るプロセス (NEDO, 2007)

(2) 暴風

暴風による風力発電施設の故障・事故に至るプロセスを図4-2に示す。暴風による風速が風車の耐風速(IEC61400-1で定められた基準)を上回った場合には、ブレードの破損やタワーの座屈のような非常に大きな事故を引き起こす可能性がある(平成15年9月、宮古島に來襲した台風14号は同島に設置されていた全7基の風車に甚大な被害を与えた。その時の風車のハブ高での風速は、最大風速で60m/s、最大瞬間風速で90m/sと推定されている(沖縄電力株, 2004))。このようなケースでは自然現象の暴風による重大事故と言えるのであるが、風速が風車の耐風速を下回っても、例えば停電や風向風速計の破損によりヨー制御ができなくなりブレードの損壊を招く事例においては暴風は間接的な要因としてNEDO調査において「風車内故障」の範疇として集計を行っている。

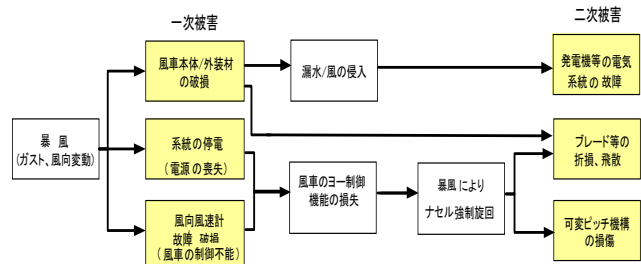


図4-2 暴風による故障・事故に至るプロセス (NEDO, 2007)

4.2 人的要因

人的要因による風力発電施設の故障・事故は、風力発電事業者側の問題と風車メーカー側の問題に区分される。事業者側の操作ミスに起因する故障・事故は、保守・点検時に本来取らなければならなかった手順を踏まなかったために、風車の設計風速を下回っているにも拘らず過回転を起こして倒壊事故を引き起こした事例、また、台風時の急激な風向変化の状況下において強制的にロータブレーキを作動させたことと共にナセル内の整理・整頓不備が重なって火災が発生した事例がある。一方、風車メーカー側の責任が問われる故障・事故はブレード製造時の異物混入や、接着剤の脆性耐力不足によりブレードの破損、脱落が発生した事例があげられる。

5. 最後に

風力発電施設の故障・事故に関して、風力発電事業者、風車メーカーなどの協力を得て調査を進めているが、本取り組みが風力発電施設の導入促進や安全性確保に活かされるよう今後とも故障・事故情報を可能な限り収集して実態を把握したいと考えている。

前述のように、故障・事故の発生要因で「原因不明・その他」が35%程度とかなりの割合を示していたが、故障・事故の原因を一つ一つ究明して同じ事故を起こさないことが重要である。そして、故障・事故に係る情報(実態と対策)を積極的に開示することによりトラブルを未然に防ぎ、円滑な風力発電事業の遂行は無難なこと、風力発電に対する国民の理解を得る必要がある。風力エネルギーは、新エネルギーの中でも経済性(発電コストが安価)、効率性(設備利用率が大きい)、環境性(エネルギーペイバックタイムが短い)などに優れていることから、地球温暖化防止、エネルギーセキュリティ確保の切り札と成り得る。今後、国民の総意に基づいて風力発電の一層の導入促進が図られることを期待したい。