

新エネルギー関連プラント メンテナンス（太陽光・風力）

緒方賢治 Kenji Ogata
近藤裕志 Hiroshi Kondo

キーワード 太陽光発電、風力発電、クリーンエネルギー

概要



新エネルギー関連プラント

近年の地球環境問題への意識の高まりを受け、世界各国で再生可能エネルギーを利用した発電システムの導入が進んでいる。我が国でも、特に2011年の東日本大震災以降、太陽光や風力などの自然エネルギー利用に対する関心が高まっている。2012年7月には経済産業省による「再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）」が施行され、太陽光発電システムの導入が急速に拡大した。既存の風力発電システムもその適用を受け、売電価格が大幅に上がった。これら再生可能エネルギーによる発電システムでは、公衆安全の確保と設備故障による逸失利益の抑制が重要である。このためには計画的な予防保全と不具合の兆候を察知する予知保全が求められる。当社は、重電メーカーとして長年培ってきたメンテナンス技術によって、設備を適切に維持するための診断・改善業務を展開している。

1 まえがき

当社は、太陽光PCS（Power Conditioning Subsystem）・風力用発電機・コンバータ・SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）などをお客様に多数納入しており、これらはメンテナンスが簡便な設計となっている。

しかし、太陽光や風力発電システムは直射日光や風雨・落雷などの自然環境の影響を受け、性能劣化や想定外の摩耗故障、落雷による重大事故が発生することがある。特に風力発電システムでは単独故障のみならず、故障部品の飛散など一般公衆に対する安全確保も急務となっている。

当社では納入以来、定期点検、遠隔監視、不具合発生時の緊急対応、改修の提案など一貫したメンテナンスに取り組んできた。しかし、近年では設備の故障や事故を未然に防止するため、予兆診断、故障

率低下対策などの要求が増えている。

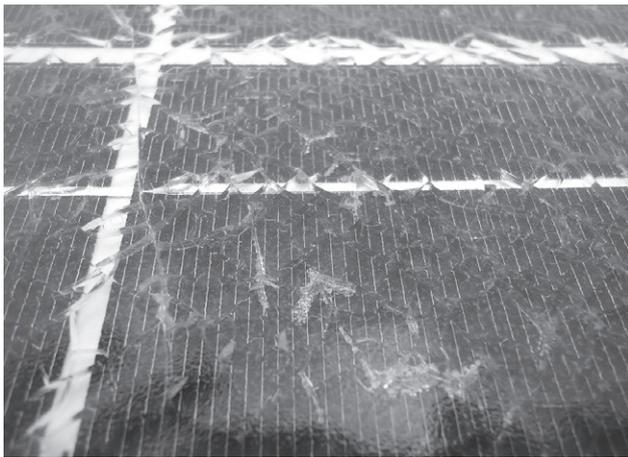
本稿では、お客様に安心して設備を利用していただくための新たな点検・診断・予防予知保全事例を紹介する。

2 太陽光発電システムのメンテナンス

2.1 太陽光パネル検査技術（I-V特性）

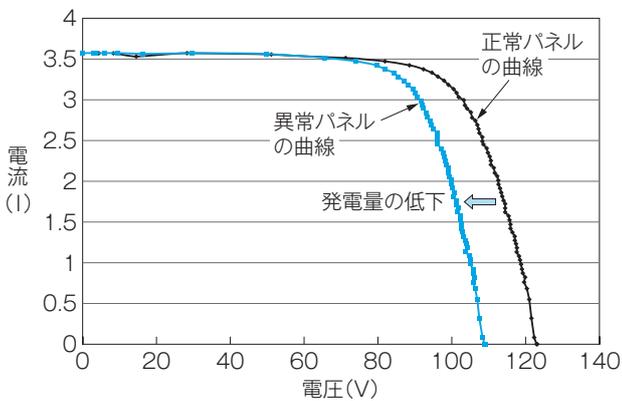
当社は、これまで太陽光パネルの不具合兆候を早期に発見するため、サーモグラフィによる熱画像診断を取り入れてきた。最近では新たな取り組みとして、I-V特性試験による異常ストリング検出診断を行っている。

I-V特性検査は電流（I）の変化を縦軸に、電圧（V）の変化を横軸にグラフ化したもので、実際の発電状況（発電効率）を直接的に測定するものである。ここに実際の現場で確認した2種類のI-V特性試験



第1図 パネル表面のガラス割れの様子

パネル表面がガラス割れをしている様子を示す。

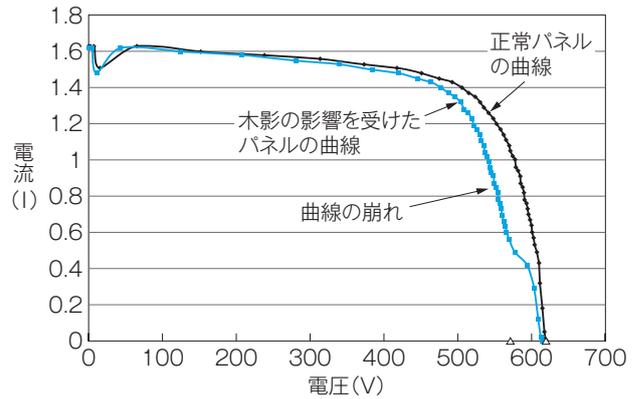


第2図 ガラス割れ対象ストリングのI-V特性曲線

パネル表面がガラス割れをしているストリングのI-V特性曲線を示す。正常パネルの曲線と比較して、明らかな発電量の低下が見られる。

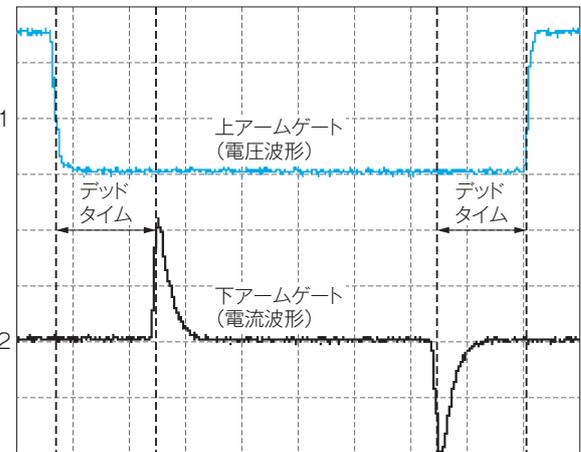
結果を紹介する。第1図にパネル表面がガラス割れをしている様子を、第2図にガラス割れ対象ストリングのI-V特性の曲線を示す。ストリングとは太陽光パネルを複数枚接続したものである。これは異常を確認した事例である。他の隣接する正常パネルに対して、著しく電圧が低下している。調査の結果、パネル内部の配線が断線していた。第3図に木影の影響を受けたパネルのI-V特性の曲線を示す。こちら他隣の隣接する正常パネルに対して、著しく曲線が崩れている。

このようにI-V特性試験は、パネルの外観検査や開放電圧測定だけでは判別不可能な場合でも、曲線の形状によって異常を特定できるため、大変有効な手法である。



第3図 木影の影響を受けたパネルのI-V特性曲線

木影の影響を受けたパネルのI-V特性曲線を示す。正常パネルの曲線と比較して、明らかな曲線崩れが見られる。

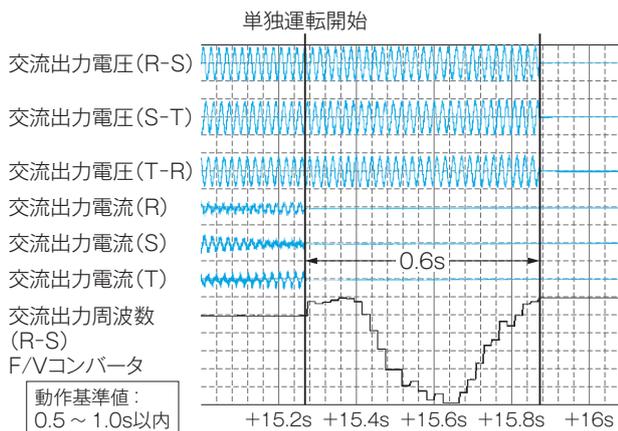


第4図 デッドタイム測定波形

上アームゲート（電圧波形）と下アームゲート（電流波形）の測定波形を示す。

2.2 PCSの精密点検提案

当社は従来の普通点検に加え、より高度な当社独自の特性試験を含む精密点検を推奨している。制御装置の模擬動作試験によるゲート信号のデッドタイムを観測することで、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) や制御プリント基板の劣化を早期に発見できる。デッドタイムが基準値より短くなると、最終的には上下アームが短絡し、装置が故障する。第4図にデッドタイムの測定波形を示す。PCS装置のようなインバータ回路では、上下アーム短絡防止のため、ON/OFFの切り替えのタイミングにデッドタイムを設定する必要がある。



第5図 故障検出時の波形

系統側が停電した後、基準値内で装置は停止する。

2.3 単独運転検出（能動）

お客様の要望による特殊な点検として、単独運転検出の模擬試験を紹介する。太陽光発電設備では、電力系統が停電しても発電を継続する場合があります、電気工事作業員の感電事故や同期ずれによる再閉路失敗や機器損傷を引き起こす危険があるため、単独運転防止機能（受動・能動）が備えられている。単独運転検出（能動）は、実発電量と負荷側の電力平衡及びプリント基板内のパラメータ設定変更が必要となる。第5図に故障検出時の波形を示す。系統側停電（単独運転開始）から装置が故障停止するまでの時間を測定し、当社基準値0.5～1.0s以内にあることを確認した。

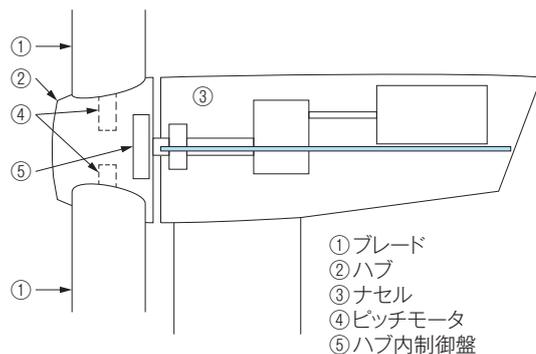
3 風力発電システムのメンテナンス

3.1 公衆安全の確保

3.1.1 ロータの過速度保護

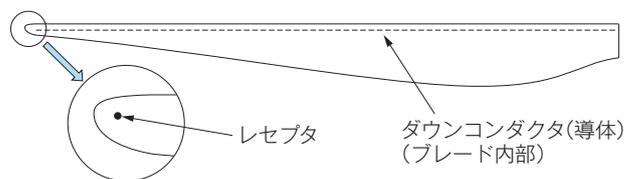
第6図にナセルの構造図を示す。風力発電システムでは制御異常などで、ロータが過剰に回転すると、ブレードが破損し飛散することがある。このため、当社では普通点検に加えて下記の点検を実施している。

(1) ピッチバッテリーの内部抵抗値測定 風速上限に達すると、交流電源によるピッチ制御でブレードをフェザリング位置（風を逃がす角度）に戻して停止する。系統が停電した場合、これをハブに内蔵し



第6図 ナセル構造図

ハブにはブレード（羽）が3枚取り付けられている。



第7図 ブレードの落雷対策

ブレード（羽）の中には雷電流を大地に放電するための導体がある。

たピッチバッテリーを使用して行う必要がある。ピッチバッテリーの点検では、バッテリーの内部抵抗を測定し、測定結果の経時的傾向を管理することで動作の確実性を高めている。

(2) 速度継電器の動作特性試験 当社がメンテナンスしている風力発電システムでは、複数の独立した速度継電器によって信頼性の高い設計となっている。この継電器の動作特性試験を追加することで、更に確実性を高めている。

3.1.2 ブレードの破損対策

ブレードは、風雨・紫外線・落雷などにさらされて劣化していく。中でも落雷対策は重要で、ブレード先端のレセプタ（受雷器）とブレード内のダウンコンダクタ（接地用導体）に異常があると、雷電流を安全に大地へ逃がすことができなくなる。この状態で被雷するとブレードが大きく損傷する。第7図にブレードの落雷対策を示す。

また、ブレードの表面にできたピンホールなどのような小さな傷でも、内部のダメージが大きいことがある。この状態で運転を継続していくと、クラックへ進行し、部品の飛散や折損など大きな事故とな

る可能性がある。地上からの望遠カメラなどを含む目視確認だけで劣化状態を判断することは難しいため、ブレードに近づいて打音検査などで確認する必要がある。

しかし、ブレードは地上30m以上の高所にあり、容易に近づいて点検することができない。当社では高所作業車とロープ高所作業の両面から作業方法を検討し、お客様の要望及び設置環境に適した方法を提案し、実施している。作業にあたっては、製造者指定もしくは経験豊富な協力会社を選定し、安全管理の徹底と品質向上に努めている。

3.2 稼働率向上

3.2.1 予防・予知保全

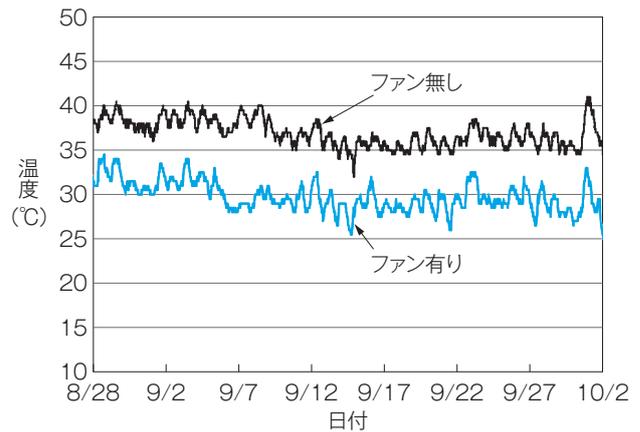
風力発電システムの初号機納入から12年が経過した。当社では、蓄積された故障履歴及び当社の他製品のメンテナンスで培った知見によって部品交換周期表を作成し、稼働率の向上に有効な提案を行っている。また、定期点検では風車メーカーの標準点検に加え、当社独自の電気関係の点検を追加することで、故障の予兆を検出し、お客様に有効な対策を提案している。

3.2.2 補修部品適正管理

当社は初号機納入時から予備部品を常に在庫し、風車故障時の停止時間の短縮に努めてきた。現在では故障データを蓄積することで、部品在庫の最適化を図っている。また、標準在庫品としていないものは、複数の調達先を確保するなどして短納期を図っている。一方、海外製部品に対しては同等の仕様の国内製品を選定・調達することで、お客様の運用コストの低減に寄与している。

3.2.3 部品故障率低減対策

部品ごとの故障頻度を分析した結果、ハブ制御盤内の部品の故障率が高い傾向にあった。ハブの中にはピッチモータが3台あり、この排熱がハブ内部に滞留していた。この熱で制御盤の温度が上がり、内部の電気部品の故障につながっていると推測した。これを改善するためにハブ内を冷却するファンを増設し、制御盤内部の温度を約5℃下げることができた。第8図にハブ制御盤内の温度の比較を示す。



第8図 ハブ制御盤内の温度比較

北条砂丘風力発電所の隣接する号機での温度比較を示す。ハブ内冷却ファンの設置によって、盤内の温度が約5℃低下した。

4 むすび

再生可能エネルギーによる発電システムのメンテナンスについて、当社の取り組みを紹介した。

当社はサービスの品質向上のため、技術開発部との連携を図るほか沼津技術センター内で太陽光発電システムの実機による技術教育を定期的実施している。また、風力発電装置では、海外風車製造メーカーの専門教育を定期的受講することで、更なる技術力の向上を図っている。

今後も当社は点検診断技術の実践データを蓄積し、設備のライフサイクルを通して、お客様に満足していただける質の高いサービスを提供していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



緒方賢治
Kenji Ogata

㈱明電エンジニアリング
電力変換システムのメンテナンス業務に従事



近藤裕志
Hiroshi Kondo

風力システム部
風力発電設備のメンテナンスに従事