

メガソーラの故障劣化診断技術の開発

鹿島建設(株) 正会員 ○新海貴史 塩谷正樹 土谷 学 成田裕介

1. はじめに

大規模太陽光発電システム（以下、「メガソーラ」）は、固定価格買取制度（FIT）により 2012 年 7 月の制度開始後に大量導入された。今後は、発電量確保の観点から導入されたメガソーラの運転・保守管理（O&M）市場のより一層の拡大が予想される。一方、実運転での日常の O&M 業務では、故障は迅速に対処することが要求され、オンラインでリアルタイムに故障検知を行い、故障原因の特定、程度の軽重および必要な対処方法を判断する必要がある。

本報告では、太陽光発電システムの損失パラメータを分離・定量化する SV 法を用いたメガソーラの故障劣化診断手法の概要と、当社設計施工のメガソーラを対象に、運転データを用いて損失パラメータを分離した結果をもとに故障劣化診断を試行した結果を紹介する。

2. SV 法の概要

SV (Sophisticated Verification) 法^{1,2)}は、太陽光発電の発電損失パラメータを分離・定量化できる手法である。30 日程度の比較的まとまった期間のデータを対象に、図-1 に示す処理により、影や汚れなど明確な損失因子をそれぞれ分離し除去できるため、故障原因の把握や経年劣化分析が可能である。SV 法で分離できる主要な損失パラメータは以下のとおりである。

- a) モジュール温度上昇による損失 b) 日陰による損失
- c) 直流回路抵抗による損失 d) 入射角による損失
- e) 負荷整合損失

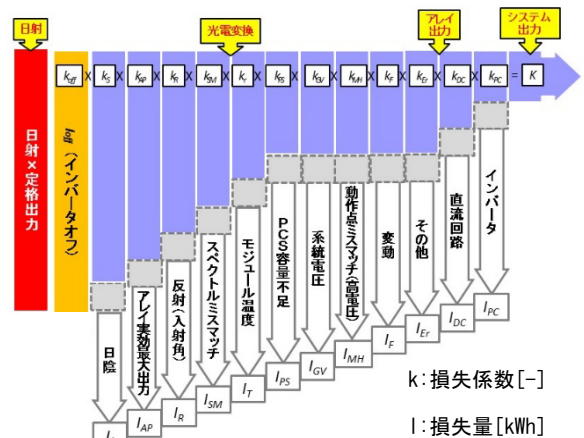


図-1 SV法の解析フロー

3. 実運転データを用いた故障劣化診断

3.1 システム概要

発電容量 1,990kW のメガソーラで、2013 年 11 月に運転を開始した。図-2 に対象とする発電所の外観を示す。発電システムの概要としては、合計 8,960 枚の単結晶太陽電池モジュール（設置傾斜角 20°）から構成され、定格出力 500kW のインバータ 4 台（以下、PCS1～PCS4）に接続されている。ストリング総数は 640 で、各インバータには、14 直 8 並列の太陽電池モジュールが 20 系統（接続箱単位）ずつ、すなわち 14 直列×8 並列×20 系統=2,240 枚の太陽電池モジュールが接続されている。本報告での解析は PCS1 を対象とした。



図-2 発電所外観

3.2 SV 法による損失パラメータ分析

(1) 通年・月変動

図-3 に 2014 年 5 月～2015 年 4 月の 1 年間における損失パラメータの割合を示す。図-4 に示す損失パラメータ割合の月推移と併せてみると、通年で「負荷整合損失」の割合が高く、季節別では、夏期は「直流回路損失」の割合が、冬期は「負荷整合による損失」の割合が多い。また、「温度上昇による損失」は夏期の方が、日陰損失係数は冬期の方が大きい傾向を示している。

(2) 時刻変動

比較的日射量が多く晴天とみなせる夏期、冬期の日（それぞれ 2014 年 7 月 26 日、2015 年 2 月 21 日）を対象に損失パラメータ分析を行った。図-5、6 に、一日のパラメータ別損失量[kWh]の時刻推移を示す。夏期（7/26）は、「直流回路損失」量が最も大きく、次いで日射、外気温度などの外乱の影響を受ける「温度」上昇による損失が大きい結果となった。また、朝夕に見られる「負荷整合」損失も大きい。一方、冬期（2/21）は午前の日陰損失量が多い。これは、太陽高度の低い冬期では、周囲樹木による日影の影響が強いためと判断される。

キーワード：メガソーラ、O&M、故障劣化診断、SV 法、損失パラメータ

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)環境本部 TEL 03-5544-0772

3. 3 損失パラメータ分離結果に基づく故障劣化診断

2014年5月～2015年4月の1年間での損失パラメータ分離結果のうち、日陰損失、入射角依存による損失、モジュール温度上昇による損失など故障劣化に起因しない要因を除き、直流回路損失、負荷整合損失および経年劣化を含むその他損失に着目する。図-3に示すように直流回路損失3.7%、負荷整合損失6.4%、その他損失1.4%であった。

直流回路損失は一般的に直流配線抵抗に起因するもので、通常2.5%程度である。この数字が大きい場合、バイパスダイオードの不良、端子の緩みなどが考えられる。負荷整合は一般的にインバータの動作のミスマッチに起因するもので、通常3～4%とされる。この数字が大きい場合、電流－電圧特性に影響を及ぼす異常が生じている可能性がある。今回、その他損失は小さく、大きな汚れや経年劣化は生じていないと考えられる。

4. まとめ

メガソーラの場合、太陽電池パネルは数万～数十万枚もの多数に及ぶことがあるため、故障劣化診断に多大な労力とコストがかかる。SV法を用いた故障劣化診断は、インバータ単位で発電量低下の原因を損失パラメータ毎に推定できるため、故障に対する対処の軽重と迅速性の判断の根拠として期待できる。SV法自体は既に確立した技術で公知のものであるが、本手法では、新たな故障劣化診断アルゴリズムを加え、当社独自手法として再構築し、自社保有の太陽光発電所での適用を試みた。その結果、発電量損失要因の推定ができることがわかった。

今後の課題として、継続的にデータを分析することでさらに知見を蓄積し、経年劣化の評価および発電量損失による逸失利益額の推定とその回復余地の評価を行う。また、今回はオフラインでのデータ解析を行ったが、オンラインでの解析および監視システムを構築により、実運転での日常O&M業務での適用と、リアルタイムな対処が可能になると期待できる。

最後に、本手法の開発とデータ分析に協力頂いた株式会社フィールドロジック宮林修一氏に、記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) T. Ozeki, T. Izawa, K. Otani, and K. Kurokawa: "An Evaluation method of PV systems", Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol.75, No.3-4, 2003, p.687.
- 2) 植田譲, 伊藤雅一, 黒川浩助, 工藤満, 小西博雄: 「アモルファス太陽電池アレイの計測データを用いた故障検出と故障箇所特定手法」, 平成21年度 日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 公演論文集, 2009.11.

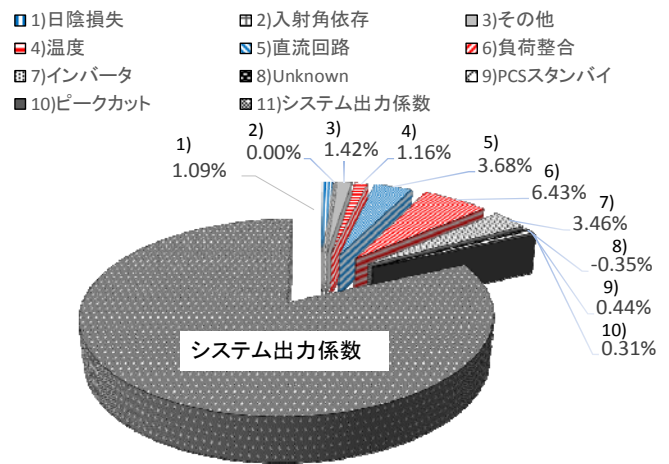


図-3 損失パラメータの年間割合

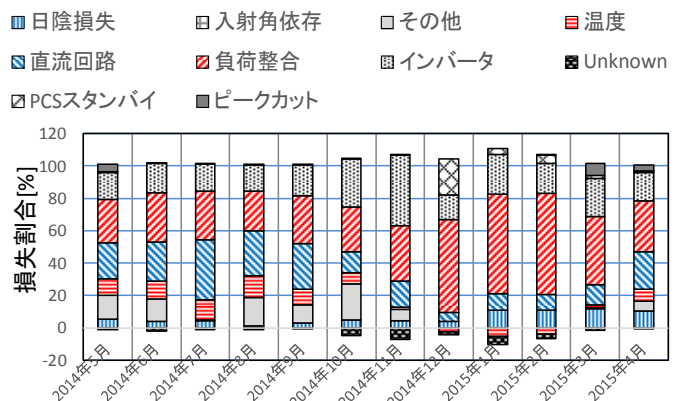


図-4 損失パラメータ割合の月推移

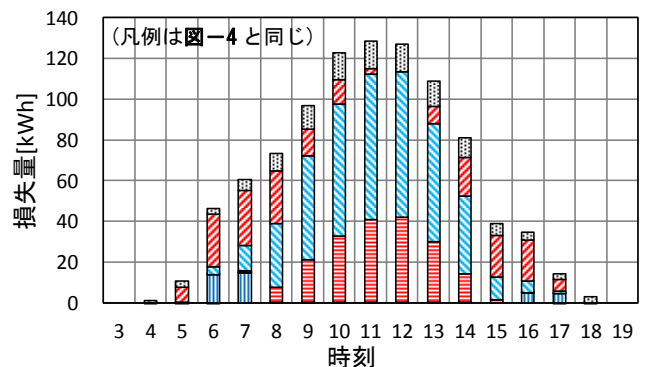


図-5 損失パラメータ割合の時刻推移 (夏期)

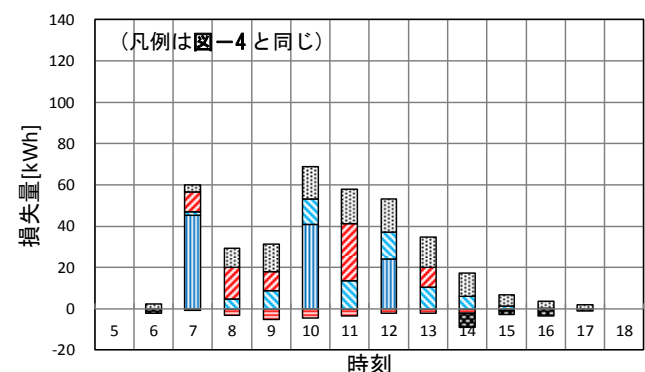


図-6 損失パラメータ割合の時刻推移 (冬期)