

集中連系型太陽光発電システムにおける出力抑制回避技術の開発(1) -実証試験地区における出力抑制発生状況の調査-

正員 植田 讓 学生員 川崎 憲広 正員 黒川 浩助 (東京農工大学)
正員 田邊 隆之 正員 北村 清之 (明電舎)
正員 中島 栄一 正員 宮本 裕介 正員 杉原 裕征 (関電工)

Development of an output suppression avoidance system in “Demonstrative research on clustered PV systems” (1)

Yuzuru Ueda, Member, Norihiro Kawasaki, Student member, Kosuke Kurokawa, Member (TUAT)

Takayuki Tanabe, Member, Kiyoyuki Kitamura, Member (MEIDENSHA CORPORATION)

Eiichi Nakashima, Member, Yusuke Miyamoto, Member, Hiroyuki Sugihara, Member (Kandenko Co., Ltd.)

1. はじめに

太陽光発電(PV)システム等の分散型電源が既存配電システムの末端部分に連系された場合、余剰電力の系統への逆潮流により電圧上昇が発生する。PVシステム用パワーコンディショナ(PCS)は、配電システムの過度な電圧上昇を防止するための出力抑制機能を搭載しており、系統電圧上昇時には十分な日射がある場合でも出力を抑制するため、特に集中連系時においては発電効率の低下が懸念されている。平成14年度から行われている独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構による「集中連系型太陽光発電システム実証研究」では、蓄電池を出力抑制回避技術として用いる事により、実証試験サイトに数百軒規模で集中的に連系されたPVシステムの運転特性の評価及び出力抑制回避技術の効果等を検証するなど、汎用的な対策技術を開発し、その有効性を一般的な実配電システムにおいて実証すると共に、PVシステムの集中連系に関する応用シミュレーション手法を開発することを目的として研究を行なっている⁽¹⁾。

2. 出力抑制による発電損失の定量化手法

一般に、PVシステムの発電損失は、モジュール温度上昇や日陰、出力抑制など様々な損失要因の影響を同時に受けて発生していると考えられる。そのため、出力抑制による損失量の定量化には、同時に発生している可能性のある全ての損失要因による損失量をそれぞれ分離し定量化する必要がある。本研究では、PVシステム運転特性評価手法の一つであるSophisticated Verification(SV)法⁽²⁾を用い、1分周期で収録された計測データを用いて系統電圧上昇時の出力抑制による発電損失量の定量化を行なっている。SV法におい

て考慮される損失要因は、以下に挙げる13種類である。

- ① 日陰による損失
- ② 入射角による損失
- ③ システム最大出力低下損失
- ④ アレイ温度上昇による損失
- ⑤ 出力抑制機能による損失
- ⑥ 動作点ミスマッチ高電圧側による損失
- ⑦ 変動による損失
- ⑧ PCS容量不足による損失
- ⑨ その他
- ⑩ 直流回路抵抗による損失
- ⑪ PCSでの損失
- ⑫ 蓄電池システムによる損失
- ⑬ PCSオフ状態による損失

このうち、①～④に関しては出力抑制による損失と同時に発生する可能性のある損失として扱っており、出力抑制損失定量化時などにおいて、実際に出力抑制が発生した時の計測データから出力抑制が無かった場合のPVアレイ出力を算出する際にも考慮される。また、⑤～⑧は排他的に発生する損失としており、系統電圧上昇時の出力抑制による損失を含む、非定常的に発生する損失として分類している。一方、⑩⑪⑫は実際に発生した損失量を直接算出する為、出力抑制が無かった場合のPVアレイ出力を算出する際にも、実際に発生した損失量のみが考慮される。

SV法では、出力抑制状態の判定条件として、PCS出力端電圧が107[V]以上である事と、PVアレイの出力電圧が日射強度とPVモジュール温度から推定される最大出力動作電圧よりも高く、出力電流が最大出力動作電流よりも少ない事を用いている。しかし、一部のシステムではPCSへの入

力前に DC/DC コンバータを用いており、この場合の計測ポイントは DC/DC コンバータ通過後の出力となるため、直接的な最大出力点との比較が不可能である。そこで、このようなシステムにおいては簡易的に、PCS 出力端電圧が 107[V] 以上であり、⑤～⑨として分類された損失量の割合が日射強度と PV モジュール温度から算出される期待発電量の 5[%]を超えた場合に、出力抑制状態と判断した。

3. 結果および考察

2004 年 10 月から 2007 年 3 月までの全計測データに対して、出力抑制損失量の推移を 1 日毎にまとめた結果を Fig. 1 に示す。グラフには出力抑制損失量を左側縦軸に、右側縦軸には PV システム設置軒数と蓄電池設置軒数を示した。PV システムは 2006 年 5 月に全 553 軒の連系が完了しており、蓄電池の全軒への設置は 2007 年 7 月に完了している。一日あたりの最大の出力抑制損失は 2006 年 3 月 25 日に記録された 0.36[MW]であり、同日の総発電量は 10.3[MW]であった。季節的には 3、4 月が最も出力抑制による損失の多い時期となり、ついで 10、11 月が多い結果となっている。

次に、全ての出力抑制による損失量を曜日別にまとめたのが Fig. 2 である。結果より、ほとんどの損失が土日の週末に発生していることが分る。一方、端末番号別に集計した Fig. 3 では、特定の端末に偏って出力抑制による損失が発生している様子が分る。また、PCS メーカー別に集計した Fig. 4 からは、E 社製 PCS において最も多くの出力抑制が発生しており、C 社製ではほとんど発生していない事が分る。

なお、これら端末番号間、PCS メーカー間の比較においては、各システムの設置時期の違いや蓄電池設置時期・運用方法の違いの影響を含んでいるが、その影響は軽微である。

4. まとめ

本論文では、実証試験地区において実際に発生した出力抑制による損失を、SV 法を用いて定量化した結果について報告した。本解析により、季節的傾向、曜日別、PCS メーカー別など、実際の配電系統における出力抑制による損失の発生状況が明らかとなった。

なお、本研究は、「集中連系型太陽光発電システム実証研究」の一環として行っている。このような機会を与えていただいた(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、及び様々な協力をいただいた関係者各位に、この場を借りて感謝の意を表す。

文 献

- (1) ㈱関電工：平成 14 年度 NEDO 委託業務成果報告書「集中連系型太陽光発電システム実証研究」(2003)
- (2) Y.Ueda, T.Oozeki, K.Kurokawa, T.Itou, K.Kitamura, Y.Miyamoto, M.Yokota, H.Sugihara：“Quantitative Analysis Method of Output Loss due to Restriction for Grid-connected PV Systems” IEE Japan Vol. 125-B, No. 12, pp1317-1326 (2005-12) (in Japanese)
植田, 大関, 黒川, 伊藤, 北村, 宮本, 横田, 杉原：「系統連系型太陽光発電システムにおける出力抑制による発電量損失の定量化手法」, 電学論 B, Vol. 125, No. 12 pp. 1317-1326 (2005-12)

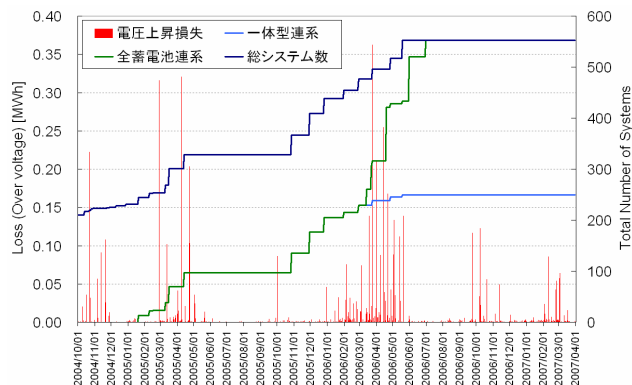


Fig. 1. Quantification result of the output energy loss due to the high grid voltage.

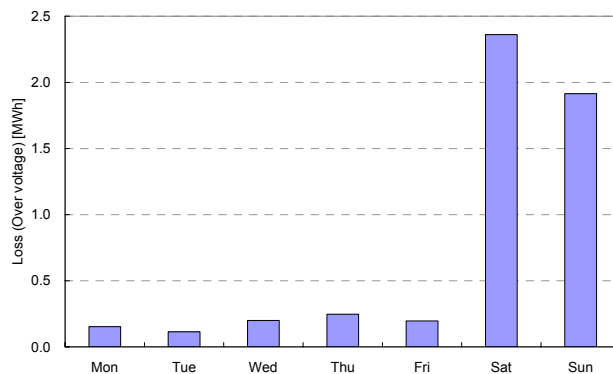


Fig. 2. Cumulative energy loss due to the grid voltage as a function of a day of the week.

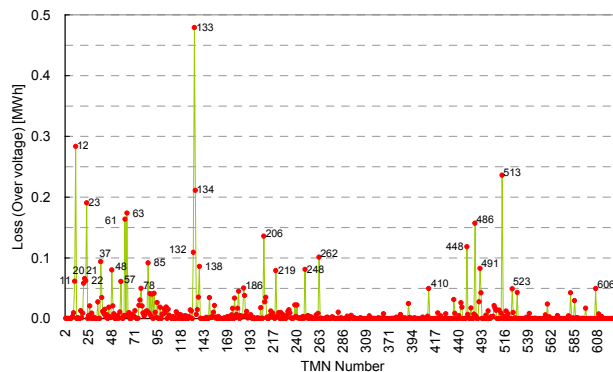


Fig. 3. Cumulative energy loss for each system.

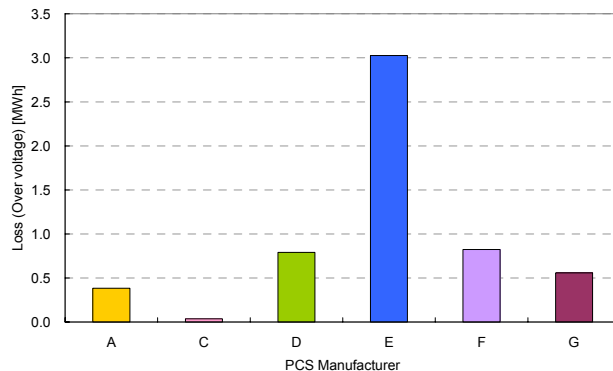


Fig. 4. Cumulative energy loss for each PCS type.