

実測データに基づくメガソーラーの出力・応動特性分析

太陽光発電システムが電力系統に与える影響評価

Analysis of the output characteristics of a photovoltaic power station based on measured data

Analysis of their impact on the power quality

(系統運用部 系統技術G)

(Power System Engineering Section, Power System Operations Department)

近年、メガソーラー等の太陽光発電の導入量が急増しているが、メガソーラーが実系統に与える影響等の検証報告は少ない。このため、メガソーラーにおける電圧・電流等の実測データを基に、平常時や系統故障時の出力・応動特性を分析した。その結果、今後の太陽光発電の連系検討における重要な知見を得ることができた。

In recent years, there has been a rapid increase in the introduction of photovoltaic power stations such as mega solar systems; however, there are few reports verifying their impact on power quality and other related matters. Therefore, based on the measured data of voltage, current and the like in mega solar systems, the output and response characteristics during normal operation and under fault conditions in a power system were analyzed. From the results, we can obtain important knowledge concerning the interconnection of future photovoltaic power stations.

1 研究の背景・目的

地球環境保全の取り組みの一つとして、当社においては、再生可能エネルギーを用いた発電設備の開発・導入を進めており、すでにメガソーラーいいだ、メガソーラーたけとよ（第1図）が運転を開始し、平成26年度にはメガソーラーしみずの運転開始を予定している。

導入拡大するメガソーラーに対し、電力系統への影響を適切に把握する上で各種応動分析が重要であるものの、実系統における検証報告は少ない。

そこで系統技術Gでは、メガソーラーいいだ、メガソーラーたけとよ、実証実験設備の実測データを用いて、平常時や系統連系試験時、系統故障時におけるメガソーラー応動分析に関する研究を2年に亘り実施したため、その結果について報告する。



第1図 メガソーラーいいだ(左)・たけとよ(右)の全景

2 研究内容

当社を含めて、流通設備を保有する一般電気事業者はメガソーラーの連系申込みに対し、電力品質や公衆保安、設備保全などの観点から、系統を介して他の事業者等に悪影響を与えないよう技術的な検討を行い、連系を可能とするための技術要件を回答している。この連系検討の一助とするため、今回、大きく次の3点について実測データを用いて分析を行った。

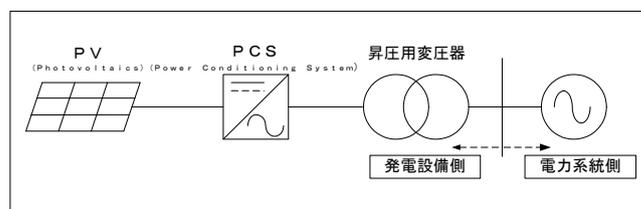
- (1) 平常時分析
- (2) 系統連系試験時分析
- (3) 系統故障時分析

まず(1)について、メガソーラーいいだ、メガソーラーたけとよの出力特性分析をはじめ、出力変動幅分析およびパネルの温度特性分析などを実施した。

次に(2)について、メガソーラーいいだに実装している電圧調整機能や周波数調整機能に関して、連系する実配電系統上で動作検証を行った。また、メガソーラーいいだ、メガソーラーたけとよの運転開始時に実施した負荷遮断試験についても、その影響分析を行っている。

最後に(3)について、メガソーラーいいだ、三菱電機尼崎地区スマートグリッド実証実験設備で得られた系統故障時の実測データを用いて、メガソーラーから流出する故障電流の大きさや継続時間などの応動分析を実施した。

第2図に今回実測したシステムの概要図を示す。



第2図 メガソーラー連系システムの概要図

3 研究結果

(1) 平常時分析

今回、各種平常時分析を行った中でも、パネルの温度特性の分析結果について紹介する。

太陽光発電はパネル温度に応じた出力特性を持ち、一般に温度が上がるほど出力が減少する傾向がある。これは温度が上昇することにより禁制帯幅（光子エネルギーを取り出せる範囲）が小さくなり、電圧が低下するためである。このパネル温度と発電出力の特性をメガソーラーいいだの実測データにて検証した結果を第3図に示す。第3図は年間の実測データから、日射量が1000W/m²となるパネル温度と発電出力を抽出し、プロットしたものである。パネル温度と発電出力は、この実測データからも負の相関関係を持つことが分かる。また、同一容量のPCS

に対し、同一の日射量であっても、夏季と冬季の間で最大20%程度の出力差が生じていることが分かる。

パネル温度は、外気温、すなわち立地地域の気候に大きく依存するため、特に夏場の気温上昇が大きい地域に設置されたメガソーラーについては、温度特性を考慮した出力予測が重要になる。

(2) 系統連系試験時分析

今回、各種実施した系統連系試験の中でも、無効電力一定運転機能の検証結果について紹介する。

メガソーラーいいだに実装している電圧調整機能には、①無効電力一定運転機能 ②定力率運転機能 ③母線電圧フィードバック制御機能がある。その中でも①無効電力一定運転機能は、系統電圧によらず任意の無効電力を出力することができる。

第4図に無効電力一定運転機能の有無によるメガソーラーいいだの有効・無効電力を示す。また第5図には第4図と同一時間帯におけるメガソーラーいいだと配電用変電所（系統側）の6.6kV母線電圧を示す。第5図のようにメガソーラーいいだの母線電圧が最も大きく低下したのは、無効電力の設定値が300kVarの場合であり、0.09kV程度低下した。つまり、本機能により太陽光発電端の電圧上昇を抑制する効果があることを示している。

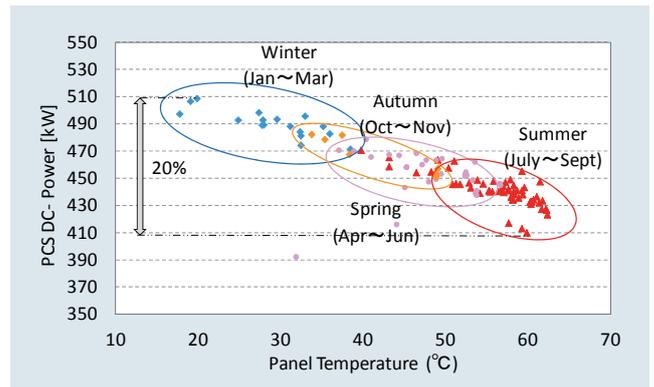
(3) 故障時分析

今回、各種実測した故障の中でも、三相短絡故障時の応動分析結果について紹介する。本データは三菱電機尼崎地区スマートグリッド実証実験設備を用いて試験を行った。なお、試験環境の制約によりPVは低出力での運転となっている。

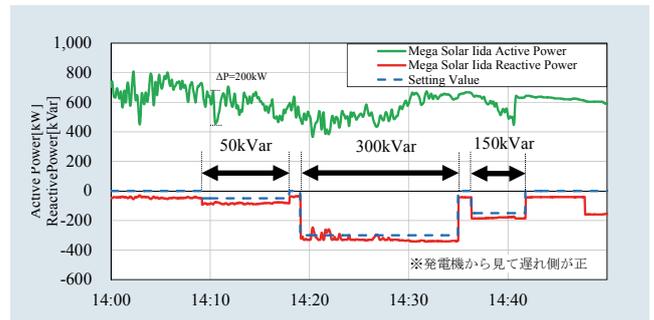
第6図、第7図に三相短絡故障時の500kW容量のPCSの電圧波形と電流波形を示す。故障直後、T相電流のピーク値は故障前の約10Aから約50Aへと増加している。そのあと、PCSが系統故障を検出し、ゲートブロックを実施することにより、数msで過電流は抑制されている。この結果から、系統故障発生時に、連系されたPCSが系統に与える影響は、従来の同期発電機に比べ小さいと考えられる。なお、本研究において、PCSの型式や容量が異なれば、故障発生時の応動に違いが生じる可能性があるという結果を得ている。

4 まとめ

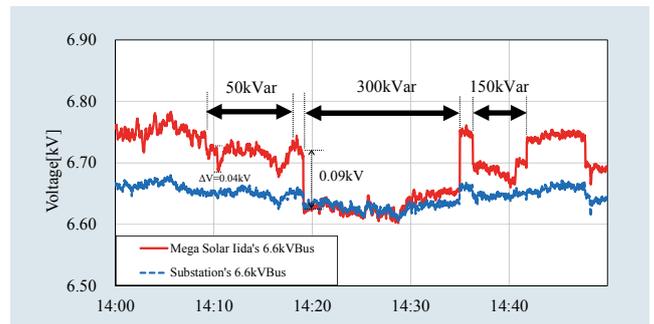
今回、メガソーラーいいだ、メガソーラーたけとよ、実証実験設備で測定したデータを用い(1) 平常時 (2) 系統連系試験時 (3) 系統故障時 のメガソーラーの応動分析を行い、これからメガソーラーの連系検討を行う上で重要な知見を得ることができた。本研究では、特定の機種における分析結果であるため、今後、他機種を対象とした分析などを実施することで、再生可能エネルギーの普及や系統の安定運用に貢献していきたい。



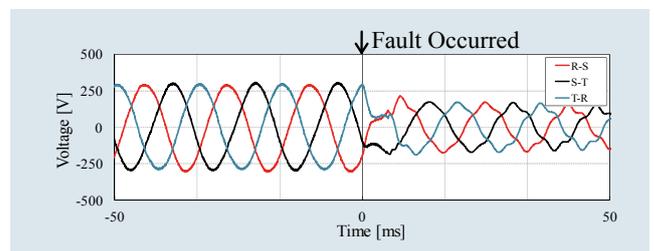
第3図 季節別に比較したパネル温度・出力特性



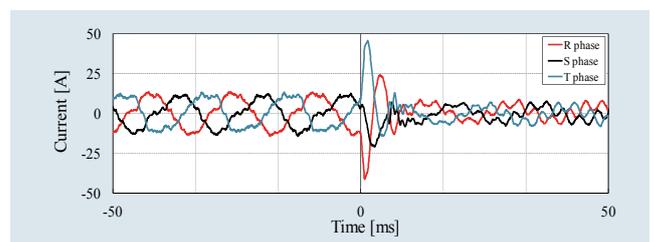
第4図 無効電力一定運転(有効電力・無効電力)



第5図 無効電力一定運転(母線電圧)



第6図 三相短絡故障時のPCS電圧波形



第7図 三相短絡故障時のPCS電流波形



執筆者 / 大崎聡志