

同期化力に着目した太陽光発電量の定量評価の基礎的検討

寺師 純 西村 直己 植村 尚喜 三谷 康範

(九州工業大学)

1. 序論

西日本 60Hz 系統は、6 電力会社を連系した長距離くし型系統を構成している。そのために系統両端間の慣性に基づく長周期の動揺が発生している。一方で、再生可能エネルギー導入量が急激に増加してきた近年、天候により発電量が大きく変動する太陽光発電が電力会社によっては全体の発電のおよそ4割を占める時間帯も生じるようになり、これが系統の信頼性の低下につながっていくことが懸念されている。

そこで本研究は、位相差情報から得られる広域動揺成分を用いて、系統全体の同期化力を把握することで太陽光発電のような同期化力を持たない発電機の稼働量の定量評価方法を提案し、リアルタイムでの監視・制御技術に寄与することを目的としている。

2. 原理

西日本 60Hz 系統の広域動揺を対象に一機無限大母線系統を想定した動揺方程式が以下のように得られる。

$$M \frac{d^2\Delta\delta}{dt^2} + D \frac{d\Delta\delta}{dt} + K\Delta\delta = 0 \dots\dots\dots (1)$$

M : 慣性定数 D : 制動係数 K : 同期化力係数

ここで同期化力係数 K は以下の式で求めることができる

$$K = \frac{\Delta P}{\Delta\delta} \dots\dots\dots (2)$$

ΔP : 潮流 $\Delta\delta$: 位相差

3. 推定手法

本研究では西日本 60Hz 系統全体の動特性を確認するために PMU(Phasor Measurement Unit)を設置した九州工業大学と大阪大学の遠隔 2 地点の位相差情報(Fig.1)を用いる。また、潮流情報として、基幹系統の有効電力偏差(Fig.2)を用いる。位相差を横軸、潮流偏差を縦軸にデータをプロットすることで Fig.3 に示すような $P-\delta$ 曲線の一部を得ることができる。式(2)から明らかなように、Fig.3 のプロットの傾きが同期化力係数となる。

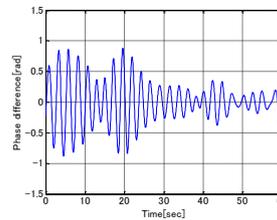


Fig.1 Phase difference

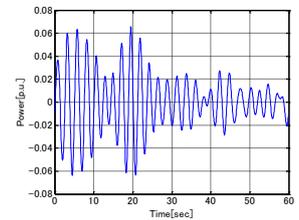


Fig.2 Power difference

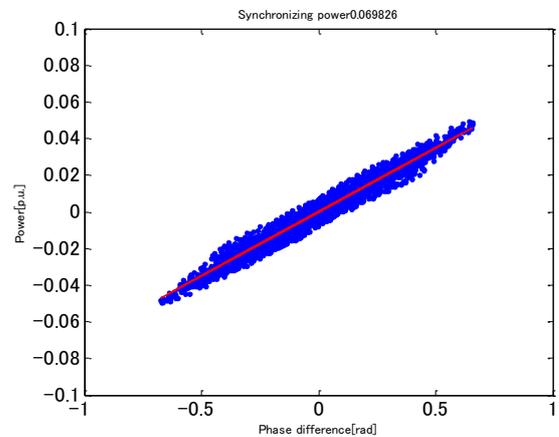


Fig.3 $P-\delta$ curve (single mode)

晴天時に比べ、日射量の少ない雨天時は太陽光発電の稼働量は少ないため、系統全体で稼働する同期機が多く、同期化力は高くなると予想して以下の解析を進める。

4. 解析結果

本研究では総発電量の中の太陽光発電の割合が相対的に高く太陽光発電の影響を確認しやすい低需要期の休日に着目し観測する。解析時の日射量の目安として、本研究では気象庁が提供する福岡市、熊本市、鹿児島市の全天日射量を足し合わせたものを九州の日射量の指標として取り扱う。Fig.4 にゴールデンウィーク中の日射量の指標の推移を示す。この中から雨天である 5/3 と、晴天である 5/1、5/4 について解析を行い、比較検討する。

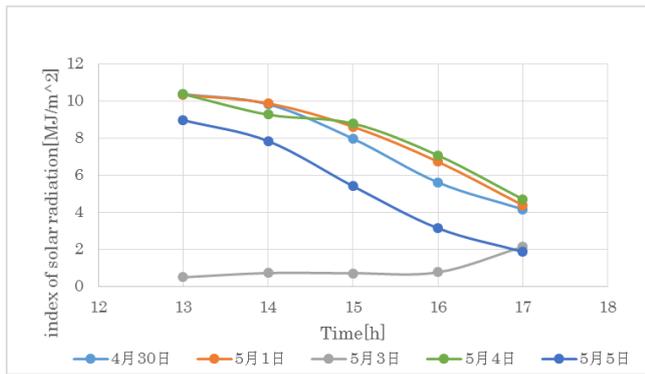


Fig.4 index of solar radiation

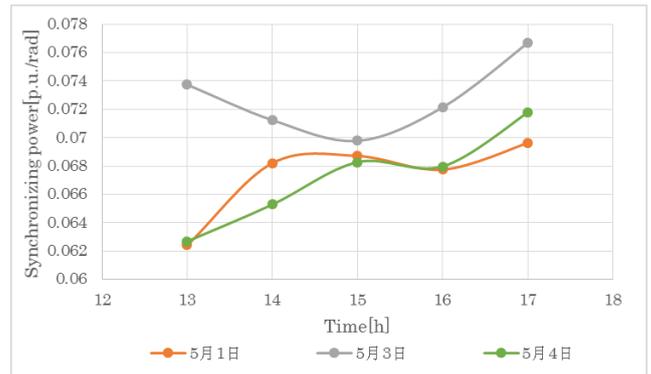


Fig.6 Synchronizing power

Fig.3 とは別の時間帯で解析した $P-\delta$ 曲線を Fig.5 に示す。Fig.5 からわかるように、観測したいモードとは異なる他のモードも混在している。そこで、Fig.3 のように単一モードが観測された時を基準として、そのモードに近い特性を持つものを選択して、昼間から夕方にかけての同期化力の推移をプロットした。

Fig.6 に同期化力の推移を示す。Fig.6 から雨天日である 5/3 は晴天日である 5/1、5/4 と比較すると全体的に同期化力が高くなっていることが分かる。また、電灯負荷のために需要が増えることに備えて同期発電機の稼働量が増えることが予想される夕方の時間帯はいずれの日も同期化力が上昇していることが分かる。雨天日に比べて晴天日は全体的に同期化力が低く、雨天日と同様に夕方に向けて同期化力が上昇していることが分かる。

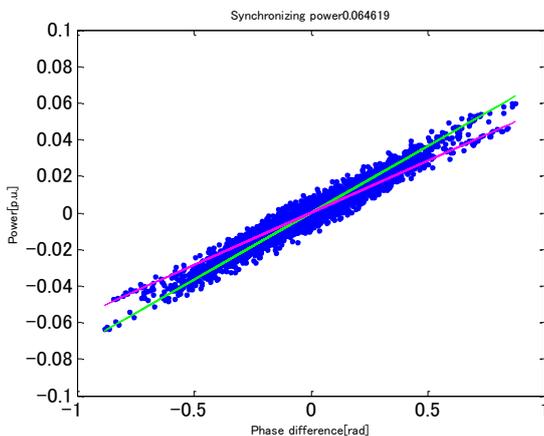


Fig.5 $P-\delta$ curve (multi modes)

6. まとめ

本研究では同期化力から太陽光発電の稼働量を推測できる可能性を示した。これにより PMU から得られる位相情報と潮流情報から得られる同期化力を用いて、太陽光発電の導入量の評価法を示すと共に、時々刻々と変化する電力系統の状態を監視する1つの手法の基礎的検討となったと考えている。

謝辞

本研究では九州電力株式会社の協力の下で実施されたものであり、関係者の皆様に感謝するとともに厚く御礼申し上げます。

文 献

- (1) 長谷川 淳/大山 力/三谷 康範/斎藤 浩海/北 裕幸, 電力系統工学, オーム社, 2010.
- (2) 渡邊政幸/橋口卓平/三谷康範/佐伯修/北條昌秀/鶴飼裕之, “多地点同期位相計測にもとづく電力系統広域安定度推定における観測地点変更時の精度向上,” 電気学会論文誌 B 電力・エネルギー部門誌 Vol.128 No.1 2008 pp.84-90, 2008 年.
- (3) 国土交通省 気象庁, “過去の気象データ検索,” [オンライン]. Available: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?sess=6ef525a9cdef28cea634ce58ca736e68>