

太陽光発電の導入を想定した高圧配電線路の力率改善用 コンデンサと線路電圧に関する研究

比江島大輝*, 甲斐貴大*, 林則行*
(宮崎大学*)

1 はじめに

近年、自然エネルギーへの関心の高まりから、分散型電源の導入が進んでいる。分散型電源で発電された余剰電力は配電系統に逆潮流することで売電できるが、近年配電系統の電圧上昇によって逆潮流が困難になり、余剰電力が売電できない問題が発生している。この原因の一つに、受電家が負荷の力率改善を目的に設置している進相コンデンサ(SC)が系統電圧を上昇させる現象が上げられ、この現象はフェランチ効果と呼ばれている。今後も分散型電源の導入が見込まれる中で、フェランチ効果の抑制は非常に重要な課題となっている。

本稿では、太陽光発電システムが 1 つ接続された高圧配電線路を対象として、線路上における進相コンデンサの容量や設置場所とフェランチ効果による電圧上昇特性との関係を調査する。実線路における実態調査のみでは十分な検討ができないため、今回はシミュレーションによる解析結果に基づき、進相コンデンサの容量や設置場所がフェランチ効果による電圧上昇に及ぼす影響を検討する。

2 解析方法

本解析では、潮流計算の代表的手法として電力回路網の節点アドミタンス行列をもとにした Newton-Raphson 法と閉路インピーダンス行列をもとに、Microsoft visual C++ で作成したプログラムを使用した。

今回潮流計算を行った系統図を図 1 に示す。図 1 は配電系統をモデル化した仮想的な系統である。20MVA 容量の変圧器から給電される 6.6kV 配電系統で、20 軒の需要家から構成されている。契約電力は 2.44MW、総 SC 容量は 1.02MVAR となっている。また、太陽光発電システムは変電所から一番遠い地点に設置し、発電量は 1.47MW (総契約電力の 6 割)とした。

図 1 で、線路の支点にある丸記号はノード、番号付けされている四角枠は需要家、そして長さは変電所からノードや需要家への距離を示しており、変電所からの距離を基準に 4 つにエリア分けを行った。また、ノード間の線路はアルミ架空絶縁線路、銅ケーブル、及びアルミケーブルを想定し、 $R=0.0309 \Omega/\text{km} \sim 1.1500 \Omega/\text{km}$ 、 $X=0.1007 \Omega/\text{km} \sim 0.4463 \Omega/\text{km}$ とした。

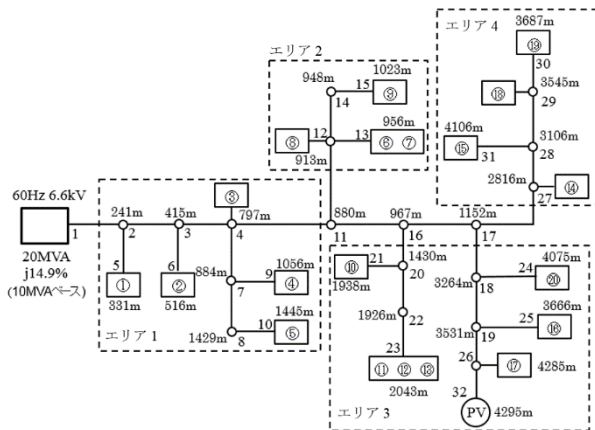


図 1 6.6kV 配電系統図

3 解析結果

3.1 重負荷時シミュレーション結果

重負荷時はすべての需要家が契約電力を 100% 使用していると仮定して、各エリアの SC を開放させた際の線路電圧の計算を行った。表 1 に各エリアを開放した際の各ノードにおける電圧の変化量を示す。全ての SC を開放した場合、PV では 0.79%、ノード 31 では最大で 1.29% の電圧上昇が低減した。

次に、各エリアの SC を開放していった場合、開放したエリア内において最も SC 容量の割合が大きいノードで電圧上昇が一番低減した。また、PV での電圧上昇は、PV が設置されているエリア 3 の開放時において一番低減した。

表 1 各ノードにおける電圧の変化量

ノード番号	SC 全開放	エリア 1 開放	エリア 2 開放	エリア 3 開放	エリア 4 開放
	変化量 [%]				
9	0.51	0.079	0.18	0.12	0.13
12	0.57	0.066	0.21	0.14	0.15
24	0.85	0.060	0.18	0.42	0.19
31	1.29	0.069	0.20	0.18	0.84
PV	0.79	0.056	0.17	0.39	0.18

3.2 軽負荷時シミュレーション結果

軽負荷時は全ての需要家が契約電力の 5% を使用しており、SC 容量は変化していないと仮定して、各エリアの SC を開放させた際の線路電圧の計算を行った。表 2 に各エリアを開放させた際の各ノードにおける電圧の変化量を示す。SC を全て開放した場合、PV では 0.79%、ノード 31 では最大で 1.27% の電圧上昇が低減した。

次に、各エリアの SC を開放していった場合、重負荷時と同様にエリア内で最も SC 容量の割合の大きいノードで電圧上昇が一番低減し、PV での電圧上昇は PV が設置されているエリア 3 の開放時において一番低減した。

表 2 各ノードにおける電圧の変化量

ノード番号	SC 全開放	エリア 1 開放	エリア 2 開放	エリア 3 開放	エリア 4 開放
	変化量 [%]				
9	0.52	0.079	0.18	0.13	0.14
12	0.57	0.066	0.21	0.14	0.16
24	0.85	0.059	0.18	0.42	0.19
31	1.27	0.066	0.20	0.17	0.83
PV	0.79	0.055	0.17	0.39	0.18

4 まとめ

PV が設置された高圧配電線路のシミュレーション解析を行い、進相コンデンサによる電圧上昇の特性との関係を調査した。その結果、PV での電圧上昇は、PV が設置されているエリア内の SC を切り離すことで低減することが分かった。