

# 産業用電力系統における電圧補償装置の容量推定手法

原田 友保 渡邊 政幸 三谷 康範 (九州工業大学)

## 1 はじめに

産業用電力系統は容量が限られた自家用発電設備により供給されることから、小規模な瞬時電圧低下であっても誘導電動機の影響により電圧が不安定となる<sup>[1]</sup>。そのため電圧補償による対策が取られるが、電圧回復に必要な補償量を決定するためには、系統モデルを用いたシミュレーションを試行錯誤的に行う必要があり、系統構成が複雑になるにつれて補償量を導出するのは困難となる。よって補償量を簡易的に求めるための推定手法を提案する。とくに産業用電力系統では、電圧の安定性は誘導電動機の特性に大きく依存する。そこで本研究では、誘導電動機の特性を考慮した無効電力感度なるパラメータを用いることにより必要容量を推定する。基準となる誘導電動機の負荷条件を事前に定めることで、負荷が増加した場合における電圧回復に必要な電圧補償装置の容量を簡易的に推定できる手法を提案している。本稿では電圧補償装置の中でも STATCOM を適用しているが、本手法は他の電圧補償装置や他の系統にも適用できると考えられる。

## 2 無効電力感度を用いた電圧補償装置の容量推定手法

STATCOM 必要容量の推定を行うために、系統に無効電力を注入したときの電圧の上昇量を調べ、その値を無効電力感度とする。ここでの無効電力感度は通常使われている短絡電流より求まる無効電力感度とは異なる。自立運転状態において STATCOM が定格容量分無効電力を注入した時の各誘導電動機の感度を(1)式で求める。

$$\text{無効電力感度} = \frac{\text{誘導電動機端子電圧最大増加幅 (pu)}}{\text{STATCOM 定格容量 (pu)}} \quad (1)$$

上記で示した無効電力感度を用いて STATCOM 容量を推定する方法を提案する。本研究で提案する手法は、電圧補償を考慮しない条件で自立運転に移行したときに正常に電圧が回復する限界の負荷条件を基準として、基準から負荷が増加した場合に必要な STATCOM 容量を推定する。推定方法の流れを以下に示す。

Step1 基準となる負荷条件の設定

Step2 推定条件における各誘導電動機の無効電力感度を測定

Step3 推定条件における各誘導電動機端子電圧を測定

Step4 (2)式より各誘導電動機の補償量を求める

Step5 Step4 で求めた補償量を合計した値を STATCOM の容量とする

誘導電動機回復必要容量 =

$$\frac{\text{基準条件解列時誘導電動機端子電圧} - \text{推定条件解列時端子電圧}}{\text{推定条件無効電力感度} * \text{推定条件解列時端子電圧}}$$

・・・(2)

Step1 よりまず基準となる負荷条件を設定し負荷を増加させた条件ごとに誘導電動機の無効電力感度を測定する。各条件において解列時の誘導電動機端子電圧を測定し、得られた測定値を用いて(2)式より誘導電動機ごとに回復必要容量を計算する。誘導電動機ごとに求めた必要容量の合計値を STATCOM 必要容量とする。ここで誘導電動機

ごとに補償量を求めるのは、1 台の再始動電流の増加に伴い電圧低下が大きくなった場合、他の誘導電動機にも影響を与えるためである。

## 3 系統モデルを用いた必要容量の推定

図 1 の産業用電力系統モデル<sup>[2]</sup>を用いて本推定手法を適用する。図 1 のモデルは数千台規模の誘導電動機を特性の近いものどうしで重要負荷 3 台、一般負荷 3 台、計 6 台に縮約し構成されている。このうち重要負荷の負荷割合を基準となる負荷割合から 1 % ずつ増加させ、自立運転に移行した際に電圧が回復しない条件とした。必要容量の推定結果および試行錯誤的に求めた厳密解を表 1 に示す。なお図 1 の値は基準となる負荷割合である。

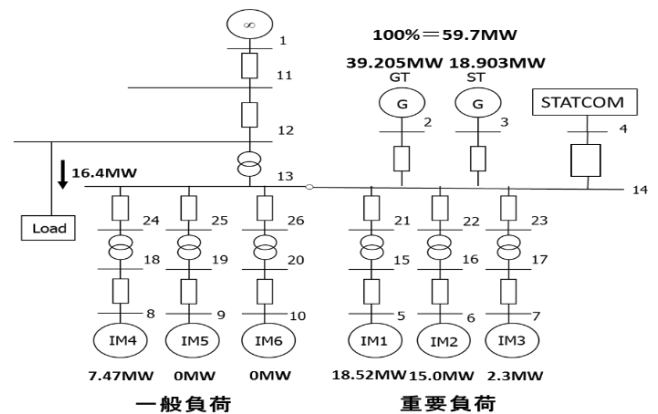


図 1: 産業用電力系統モデル<sup>[2]</sup>

表 1: 必要容量推定結果

条件	基準条件からの増加割合 (%)	厳密解 (Mvar)	推定値 (Mvar)
1	1.0	6.0	5.96
2	2.0	13.1	13.0
3	3.0	20.1	19.7

表 1 より推定値は厳密解に比較的近い値が推定できている。いずれも推定値は厳密解よりもわずかに小さい値になった。これは、誘導電動機の負荷が増加した場合、復電時に再始動電流が増加するため端子電圧がより低下することが考えられる。しかし産業用電力系統において用いられる STATCOM は 0.1 ~ 20 Mvar 程度であり、誤差は小さく許容できると考えられる。

## 4 まとめ

本研究では産業用電力系統において電圧補償装置の必要容量を系統の構成によらず推定できる手法を提案した。

## 参考文献

- [1] 壹岐浩幸、浦野恭博:「産業用電力系統の国内事情」、電学誌、131 卷 9 号、pp.621-625 (2011)
- [2] 高羽佑介、渡邊政幸、三谷康範:「Matlab/Simulink を用いた誘導電動機の特性を考慮した潮流計算ツールの構築」、平成 25 年電気学会全国大会、6-017 (2013)