

高速鉄道変電所における電力平準化制御

電力指令値の検討

相尾哲也* 船曳繁之 山本真義

(島根大学)

1. はじめに

著者らは先に、鉄道変電所に SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) を用いたファジィによる電力平滑化制御システムを提案した⁽¹⁾。本報告では、非ファジィ化のスケールングファクタを修正する電力指令値の決定について検討する。

2. 電力制御装置を用いた鉄道変電所

図 1 に電力制御装置を導入した変電所の概略図を示す。SMES から有効電力 P_{CT} 、 P_{CM} 、無効電力 Q_{CT} 、 Q_{CM} を吸放出して有効電力の平準化、三相平衡化、無効電力補償を行う。

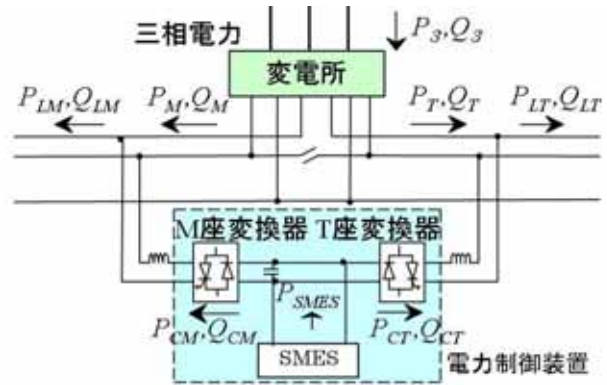


図 1 変電所の電力平準化システム

3. ファジィ制御を用いた電力平準化制御

平準化制御のファジィルールは、「ルール 1; 負荷電力に追従するように電力指令値を制御する。」「ルール 2; SMES の動作範囲を超えないよう電力指令値を制御する。」「ルール 3; 電力放出のときに電力指令値を制御範囲内にするように電力指令値を制御する。」の 3 つである。

4. 電力指令値の修正

この平準化制御は、上記 3 つのルールの状態変数 x_1 、 x_2 、 x_3 からのファジィ推論結果 c_g を用いて、負荷電力の平均値 P_{ave} を中心にして制御する。従って電力指令値 P_3^* は次式となる。

$$P_3^* = P_{ave} + c_g \times C \quad \dots(1)$$

ここで、 $C = 22 \times 10^6$ で、電力指令値の幅を決めるスケールングファクタである。負荷電力が増加し、SMES の蓄積エネルギーが上限に近づいているとき、ルール 1 は電力指令値を増加させ、ルール 2 は減少させる。この場合、 x_1 は増加、 x_2 は減少するため c_g は小さくなる。従って、電力指令値も小さくなり、負荷電力との差が広がる。この差を補償するため、大容量の SMES が必要となる。よって、 $(x_1 - x_2)$ が設定値以上になるとき、一時的に電力指令値が負荷電力に追従するように電力指令値を修正することで、SMES 容量の低減が期待できる。

そこで、式(1)中の C を修正し追従性を改善する。この修正に、負荷電力と電力指令値の差に比例した x_1 を用いる。 $(x_1 - x_2)$ が k 以上になったときの電力

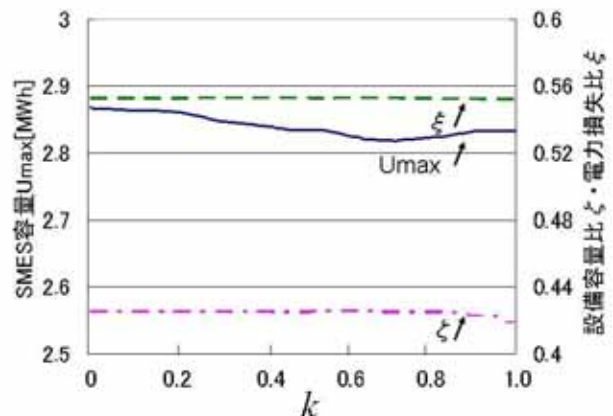


図 2 SMES 容量と ,

指令値を次式により決定する。

$$P_3^* = P_{ave} + c_g \times (22 + x_1) \times 10^6 \quad \dots(2)$$

k の大きさを変化させたときの SMES 容量と、ファジィ制御を行う前と行った後の設備容量比 と電力損失比 ⁽¹⁾ の変化を図 2 に示す。図 2 において、 $k = 0.7$ と設定することで SMES 容量が最も小さくなり、その値は 2.19 MWh となった。

5. むすび

本報告では電力指令値に修正を加える方法を提案し、シミュレーションにより SMES 容量を低減できることが確認できた。

参考文献

(1) 岡本 船曳:「高速鉄道変電所の電力平準化制御」, 平 16 電気・情報関連学会中国支部連大, 170420