

直流電鉄用地上設置型蓄電装置の充放電制御パラメータのPI制御による決定

～蓄電装置容量が小さめの場合～

Application of PI Control to Determine the Charge-Discharge Parameters of a Stationary Energy Storage System for the DC Electric Railways

～ Assuming Small Energy Storage Capacity ~

日笠 裕貴 (電気システム工学科)

Yuuki HIKASA

交通・電力・環境システム研究室 指導教員 高木 亮 准教授

1. はじめに

近年、直流電気鉄道において回生失効・電圧降下等の対策設備として地上設置型蓄電装置 (Energy Storage System: ESS) の導入が進んでいるが、その充放電制御のパラメータ設定は困難な作業であると知られている。そこで本研究では、充放電制御のパラメータ群をPI制御で決定する手法について検討を行った。

2. 充放電制御パラメータとそのPI制御による決定方法

地上設置型ESSの充放電制御には一般的に端子電圧が充電閾値を上回ったら充電を、放電閾値を下回ったら放電をそれぞれ行う、電圧に基づく制御が行われる。本研究では、これらの電圧閾値をSOE値により変えるV-SOE制御^[1]の特性をPI制御により変更することで目的を達成しようと考えた。

本研究で用いるPI制御のブロック線図を図1に示す。またこれを用いたV-SOE特性図を図2に示す。V-SOE特性の変化点P、P'を、平行移動させて目標値SOE*に収束させる。SOE'はPI制御をかけ算出した図2の点P、P'のSOE値を示す。

今回は、文献[1]と同一の充放電制御によるシミュレーション結果から地上設置型ESSの端子電圧の推移を取り出し、充放電制御の方法によらずこれが変化しないと仮定して、ESSの動作を推定する簡易シミュレーションを行った。

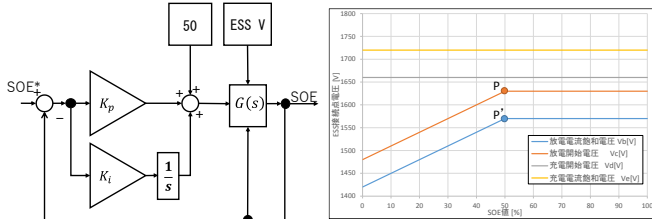


図1 ブロック線図

図2 V-SOE 特性

3. シミュレーション条件

シミュレーションに用いた路線モデルは実在の郊外鉄道に小変更を加えたものとし、以下のような条件を設定した。

- ・ 路線: 26.577km, 全 24 駅
- ・ 饋電系統: 1.5kV 直流電化, 上下線一括饋電
- ・ 変電所: 5 箇所, 無負荷送出電圧 1620V, 電圧変動率 6%
- ・ 列車: 8 両編成
- ・ 全各停平行ダイヤ(10分時隔, 在線本数 10 本)
- ・ ESS 設置場所: 変電所中央に併設
- ・ ESS 定格出力: 充電放電ともに 1MW
- ・ ESS エネルギー容量: 97kWh

4. シミュレーション結果

PI制御を加えていない場合と、目標SOE値=50%としてPI制御を加えたのちに4800秒時に目標SOE値=60%に変更した場合のSOE推移比較図を図3に示す。

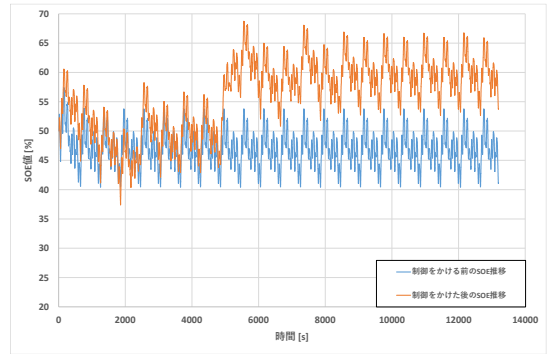


図3 SOE 推移比較図(1)

同様にPI制御を加えていない場合と、目標SOE値=50%としてPI制御を加えたのちに4800秒時に目標SOE値=40%に変更した場合のSOE推移比較図を図4に示す。

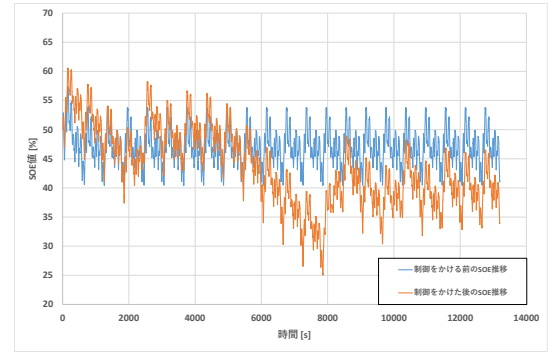


図4 SOE 推移比較図(2)

図3, 図4とも、まず50%付近に収束して、かつ目標値変更後も所定の値に収束している。また図3は8500秒に60%に収束しているのに比べて、図4の方は11500秒に40%に収束していることから、目標値を低くしたほうの応答が悪いことが分かった。

5. まとめ

提案するPI制御により、収束SOEを制御させることができることが示された。安定限界点の探求や、アンチwindアップ制御の付加、放電側のパラメータも変化させた場合の特性の確認などが今後の課題である。

参考文献

- [1] 名村伸生:「直流電鉄用地上設置型蓄電装置の電圧による充放電制御の改善手法～ラッシュ時におけるシミュレーション～」2015年度工学院大学卒業論文
- [2] 横山 修一 他:「基礎と実践 制御工学入門」コロナ社 2015年2月