

# 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

～蓄電装置容量が大きめの場合～

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

～ Assuming Large Energy Storage Capacity ~

仲俣 友貴 (電気システム工学科)

Yuki NAKAMATA

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ことが知られている。そこで、本研究では充放電制御パラメータ群をPI制御を用いて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<sup>[1]</sup>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。

図2に本研究で用いるPI制御のブロック線図を示す。これを用いて図3に示すV-SOE特性の変化点P、P'を平行移動させることで目標値SOE\*へと収束させる。SOE'は図3のP点およびP'点のSOE値を、それぞれ示す。

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。

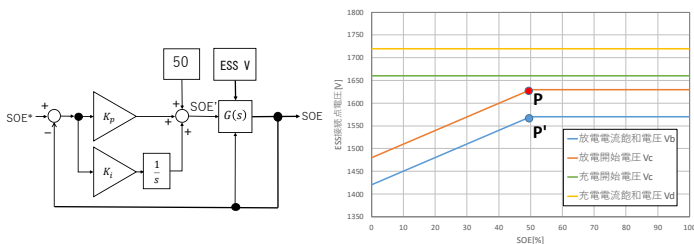


図1 ブロック線図

図2 V-SOE制御

### 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, 複線, 全24駅
- ・ 饋電系統：1.5 kV 直流電化, 上下線一括饋電
- ・ 変電所：5箇所, 無負荷送出電圧1620 V, 電圧変動率6%
- ・ 列車：8両編成
- ・ 列車ダイヤ：全各停平行ダイヤ(10分時隔, 在線本数10)
- ・ ESS設置場所：中央の変電所に併設
- ・ ESS定格出力：充電放電ともに1MW
- ・ ESSエネルギー容量：388 kWh

### 4. シミュレーション結果

PI制御を加えていない場合とPI制御を加え、途中で目標値を変更した場合のSOEの推移を比較した。図3にはPI制御を加え4800秒で目標値を50%から55%へ変更した場合のSOE推移と制御を加えていない場合のSOE推移を示し、図4にはPI制御を加え4800秒で目標値を50%から45%へ変更した場合のSOE推移と制御を加えていない場合のSOE推移を示す。

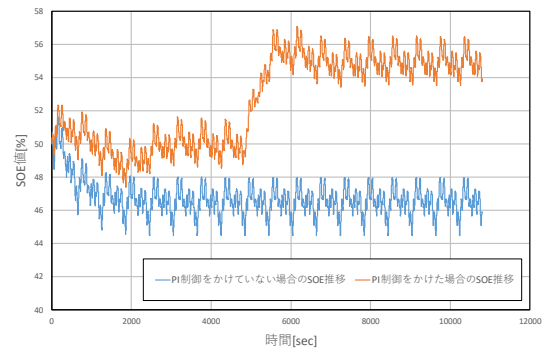


図3 目標値を上げた場合のSOE推移比較図

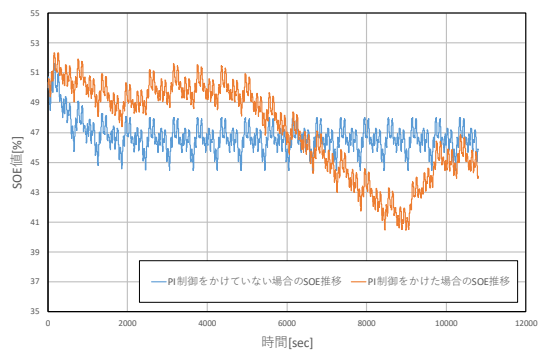


図4 目標値を下げた場合のSOE推移比較図

図3と図4を見ると収束SOEを目標値付近へと収束する結果が得られた。また、図3と図4を比較すると目標値を変化させた場合も目標値へと収束する結果となったが、目標値を上げる場合よりも下げる場合のほうが応答が悪くなる結果が得られた。

### 5. まとめ

PI制御を用いることで収束SOEを制御することができることが示された。アンチwindアップ制御を付加した場合や、放電側のパラメータも変化させた場合の特性の確認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～」工学院大学卒業論文(2015)
- [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25日