

# 地上設置型エネルギー蓄積装置の充放電特性の最適化 ～放電特性の検討～

Optimization of Charge / Discharge Characteristics of the Wayside Energy Storage Systems

～Evaluation of the Discharge Characteristics～

塩川 浩太 (電気システム工学科)

Kota SHIOKAWA

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

回生車を含む近年の直流電気鉄道においては、列車密度が低い時間帯（閑散時）は回生絞込みや回生失効、また列車密度が高い時間帯（ラッシュ時）は顕著な電圧降下が発生していることが多い。先行研究<sup>(1)(2)</sup>では、直流饋電システムにエネルギー蓄積装置（以下 ESS と呼ぶ）を導入し、閑散時は充電により回生電力を吸収し、またラッシュ時は放電により電圧降下を救済することで、これらの問題を軽減する手法の検討を行っている。しかし、ESS の充放電制御特性が饋電特性に及ぼす影響について十分な検討がなされているとはいえない。そこで、本研究では特に ESS の放電特性と饋電特性との関係を明らかにし、それを通じて充放電特性の最適化をめざす。

## 2. ESS の放電制御特性の検討方法

ESS の充放電制御特性のうち、図 1 のような制御特性（I-V 特性と呼ぶ）がある。先行研究<sup>(1)(2)</sup>ではこの制御特性を定めるとき、列車のパンタグラフにおける電圧より、ESS が補償するときの架線接続点電圧の範囲（図 1 における  $V_b$  から  $V_c$  の範囲で、以降出力絞込範囲と呼ぶ）を定めていた。しかし、具体的に出力絞込範囲をどのようにとるべきかまでは検討されていない。また浮動放電電流（図 1 における  $I_{fd}$ ）の値に関して、最大放電電流（図 1 における  $I_{dmax}$ ）の 1/2 倍や 1/4 倍と定めていたが、その比率に関しての検討はされていない。

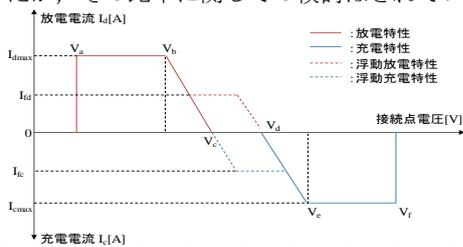


図 1：ESS に与える I-V 特性

そこで、まず図 1 における  $V_c$  を 1 p.u. (1500 V) から 0.94 p.u. ～ 1.06 p.u. の範囲で 0.02 p.u. ずつ変化させた場合についてシミュレーションを繰り返し、どの電圧で ESS の電力補償を終了させるべきか検討した（このとき出力絞込範囲は一定）。次に、出力絞込範囲を 10V ずつ変化させた場合についてシミュレーションを行い、どのように ESS の出力を絞り込むか検討し、これにより放電制御特性のうち電圧による制御特性を定めた。

## 3. シミュレーションについて

放電制御特性の検討は、饋電特性シミュレータ RTSS<sup>(3)</sup> による定量的な評価を用いて行う。シミュレーションに用いるモデル路線は先行研究<sup>(1)(2)</sup>とは異なる、首都圏に実在する通勤路

線を採用した。モデル路線の概要を以下に図 2 とともに示す。

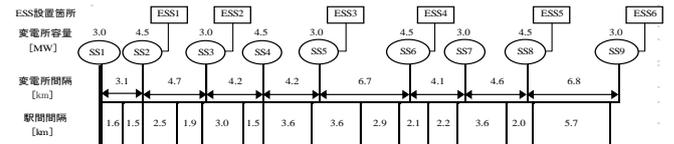


図 2：モデル路線の概要

- ・路線長は 37.8km で複線、直流 1.5kV 電化
- ・駅数は 15 駅で変電所は 9 ヶ所、上下別饋電方式
- ・ESS は変電所に併設、容量すべて 300MJ
- ・列車種別は各駅停車のみ
- ・列車本数は 10 本/h（閑散時）、20 本/h（ラッシュ時）

## 4. シミュレーション結果

ラッシュ時において  $V_c$  を変化させた場合の総加速時間と変電所総合入力の推移を図 3 に示す。

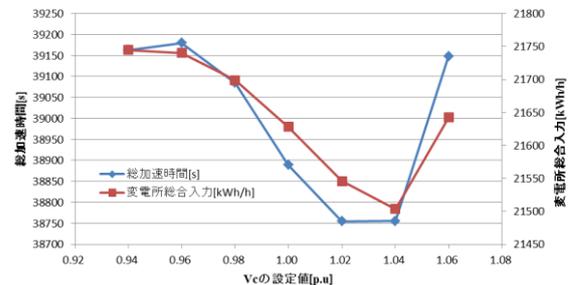


図 3： $V_c$  の変更による総加速時間と変電所総合入力の推移  
図 3 より  $V_c$  の設定値が 0.96p.u. 以下の場合、ESS による効果が発揮できていない。また  $V_c$  の設定値が 1.04p.u. より大きいと、ESS の動作機会が増加するためラインリセブティビティが低下する。その結果、回生失効が 1.04p.u. の場合より起こりやすくなるため、両評価量とも増加している。この結果から、 $V_c$  の値は 1.04p.u. に設定することが望ましい。

## 5. まとめ

地上設置型 ESS の場合、位置が固定されるため列車との距離は逐次異なる。そのため列車に補償させたい電圧値に、列車までの距離と饋電抵抗値、力行電流値の積で表せる電圧値も加味した上で、出力絞込範囲を定める必要がある。

文 献

- (1) 遠藤 正樹：「地上設置のエネルギー蓄積装置の導入による直流饋電システムの電圧平準化～エネルギー蓄積装置を集約設置した場合～」2008 年度工学院大学卒業論文(2009)
- (2) 飯尾 晋一郎：「直流饋電システムにおけるエネルギー蓄積装置の蓄積容量と充放電制御～エネルギー蓄積装置を分散設置した場合～」2009 年度工学院大学卒業論文(2010)
- (3) 高木 亮：「直流饋電系と列車群制御の統合インテリジェント化」, 東京大学学位論文(1995)