

地上設置型エネルギー蓄積装置の充放電特性の最適化

～充電特性の検討～

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

～ Evaluation of the Charge Characteristics ～

塚越 一成 (情報通信メディア工学科)

Kazunari TSUKAGOSHI

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では、閑散時は回生失効、ラッシュ時は電圧降下が発生していることが多い。先行研究では⁽¹⁾⁽²⁾この対策の一つとして、エネルギー蓄積装置（以下 ESS と称す）を饋電系統内に導入し、閑散時は ESS に充電することにより回生電力を吸収し、またラッシュ時には ESS から放電することにより電圧降下を抑制する手法の検討がされていた。本研究では地上側設置した ESS の充電特性について最適化を行い、饋電特性シミュレータで評価することを目的とする。

2. ESS の充電特性の最適化手法の検討

ESS に与える充放電制御は、先行研究⁽¹⁾⁽²⁾においては「I-V 特性」と「I-V 特性の電流パラメータの SOC 依存特性」を用いていた。これらの制御方法は、ESS の接続点電圧が一定の電圧以下になったときには放電して電圧の補償を行うことで、電圧降下を抑制する。反対に接続点電圧が一定の電圧より高くなったときには充電して電力を吸収することで、回生失効を防止するようにしている。しかし、実際にどの電圧範囲で充電および放電を行うかの議論はされていないため、本研究では充電制御について着目し、図 1 における V_e (高压側充電開始電圧) を絞込み発生電圧を基準にまず 25V ずつスライドさせ、饋電特性シミュレータから最適な充電電圧を検討する。この時、同時に V_d (低压側充電開始電圧) も V_e からの傾き 50V で、25V ずつスライドさせる。次に V_d から V_e の差を 10V ずつ変化させ、同様に饋電特性シミュレータによって最適な充電電圧値を検討する。なお、 V_d は変電所無負荷送り出し電圧 (1590V) よりも大きな電圧に設定、また、 V_e は絞込み発生電圧 (1785V) を基準にして設定する。

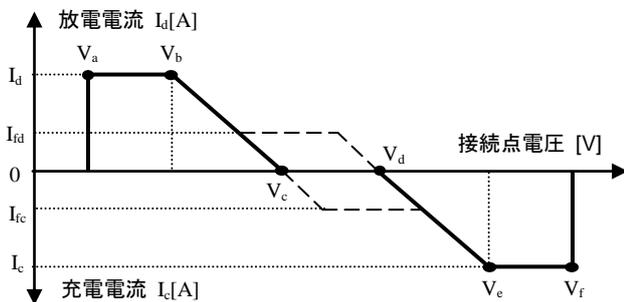


図 1 ESS に与える I-V 特性

3. シミュレーションについて

ESS の充電制御は、饋電特性シミュレータ (RTSS⁽³⁾) を用いて評価する。シミュレーションに用いる路線の概要を図 2 ならびに以下に示す。

- ・ 路線は直流 1500V 電化の 37.8km 複線
- ・ 駅数は 15 駅、変電所は 9 カ所、上下別饋電方式
- ・ 変電所には整流素子としてダイオードを用いる

- ・ 列車種別は各駅停車のみで、ラッシュ時 (20 本/h)、閑散時 (10 本/h) の列車本数とする
- ・ ESS 設置場所は SS1,SS3,SS5,SS6,SS8,SS9 とする
- ・ ESS 容量はすべて 300MJ で統一する

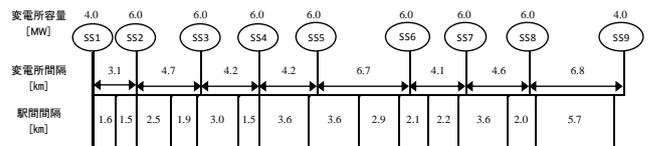


図 2 モデル路線図

4. シミュレーション結果

饋電特性シミュレータによる閑散時のシミュレーション結果を饋電特性評価量として図 3 に示す。

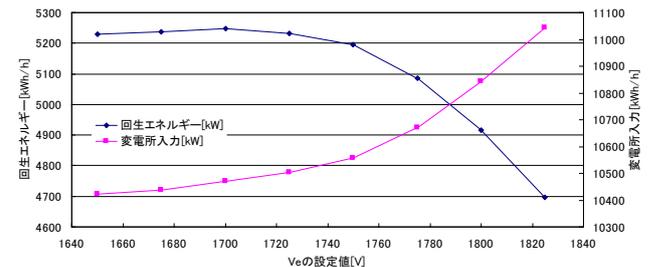


図 3 V_e の変更による回生エネルギーと変電所入力の変移

V_e の設定値が上がるにつれて、回生絞込みが発生しやすい。そのため、回生車が饋電システムに返せなかったエネルギーを変電所が補っているため、変電所入力が上昇する傾向にある。よって、 V_e の設定電圧は 1700V を設定することが望ましいと考えられる。

5. まとめ

本研究では充電制御の最適化を行なうため、ESS 全体の充放電制御としては放電側も検討する必要がある。また、列車の運行状態及び ESS 設置場所は充放電特性に大きな影響を与えるため、列車までの距離や饋電抵抗、力行電流の積を加味していく必要があると考えられる。

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)