

直流電鉄用地上設置型蓄電装置の超分散設置: V-SOE 充放電制御の適用

Ultra-distributed Installation of Stationary Energy Storage Systems in a DC Electrified Railway: Application of V-SOE Charge/Discharge Control

大竹 康平 (電気システム工学科)

Kohei OTAKE

電気鉄道システム研究室 指導教員 高木 亮 教授

1. はじめに

近年、直流電気鉄道では回生失効や電圧降下の対策設備として導入が進む地上設置型蓄電装置 (以下 Energy Storage System: ESS と記す) について、著者の研究グループでは超分散設置手法の検討を行っているが、一部 ESS の利用率低下が課題として挙げられている。本研究ではこの対策として ESS に V-SOE 充放電制御^[1]を適用する手法についてシミュレーションによる検討を行った。

2. ESS の超分散設置

ESS は比較的大容量の装置を 1 路線あたり 1~数か所設置するのが一般的である。これに対し、超分散設置は車載も可能なほどの小容量 ESS を各駅あたり 1~2 個、1 路線あたり数 10 個と多数設置する方法である。装置が小さいため駅スペースを有効活用できるなどの狙いがある^[1]。

3. V-SOE 充放電制御

V-SOE 充放電制御の概念を図 1 に示す。従来制御と同様、接続点電圧に応じ充放電電流を定めるが、閾値電圧は充電度(State of energy: SOE)に応じ図 2 のように変化させ過充電や過放電を防ぐ。

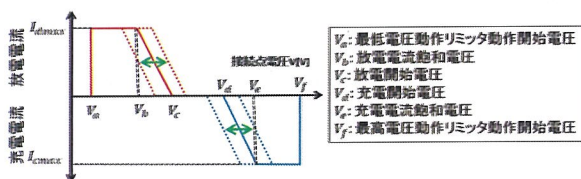


図 1 V-SOE 充放電制御

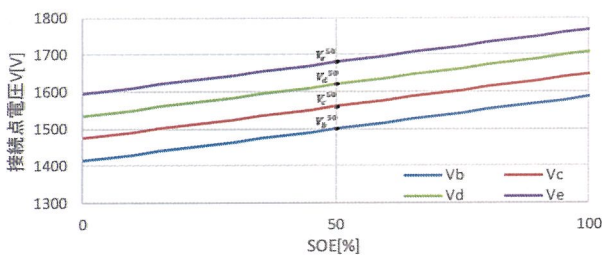


図 2 V-SOE 特性

4. シミュレーション条件

- ・路線: 26.577 km, 複線 24 駅
- ・1.5 kV 直流電化, 上下線別饋電, 変電所 5 箇所
無負荷送出電圧 1620V, 電圧変動率 8%
- ・全列車 8 両編成, 全各停平行ダイヤ(5 分間隔)
- ・ESS: 各駅 2 箇所 (下り ESS を A 群, 上りを B 群とする)

充放電とも定格出力 500 kW, エネルギー容量 525MJ

V-SOE 特性の SOE 値による電圧パラメータの傾きは

$$V_{b\sim e} = V_{b\sim e}^{50} + (SOE - 50)\tan\theta[V] \quad (\theta = 60^\circ)\text{とした}$$

5. シミュレーション結果

表 1 に示したパラメータを用いてシミュレーションを行った。A 群と B 群の RMS 電流はほぼ同一だったため、A 群 ESS の RMS 電流のみ図 3 に示す。変電所 RMS 電流を図 4 に示す。

表 1 充放電電圧パラメータ

	SOE=50%			
	$V_b^{50}[V]$	$V_c^{50}[V]$	$V_d^{50}[V]$	$V_e^{50}[V]$
case1	1500	1560	1620	1680
case2	1500	1580	1600	1680
case3	1520	1580	1600	1660

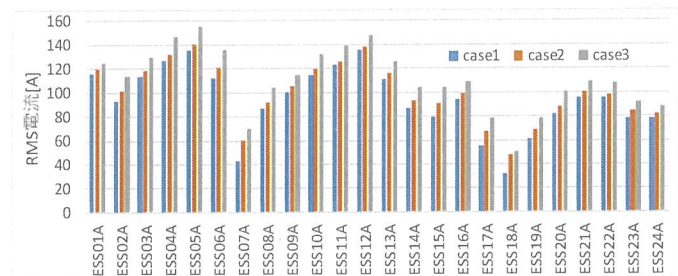


図 3 A 群 ESS の RMS 電流

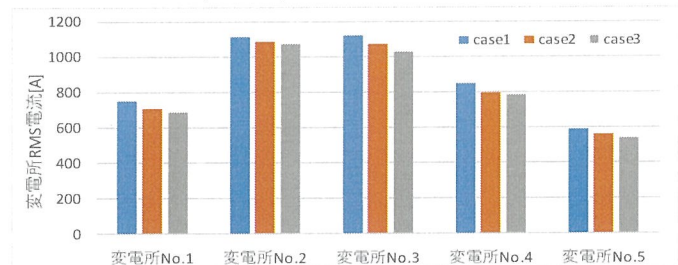


図 4 変電所 RMS 電流

図 3 をみると、case1 のパラメータよりも充放電の開始電圧をちかづけた case2, case3 のほうが ESS の RMS 電流の値が大きくなり、変電所の RMS 電流は小さくなる結果となった。

6. まとめ

超分散設置に V-SOE 充放電制御を適用できることが示された。しかし、パラメータを変えても ESS の利用率の平準化にはあまり効果がなかった。今回用いたような直線の V-SOE 特性ではない特性の適用による特性向上が今後の検討課題である。

参考文献

- 1) 大竹康平, 高木亮: 「直流電鉄用地上設置型蓄電装置の超分散設置:V-SOE 充放電制御の適用」 第 24 鉄技術連合シンポジウム (J-Rail 2017)