

高速回生車搭載のエネルギー蓄積装置の電車線電圧による充放電制御の検討 ～閑散時の場合～

Line-Voltage-Based Charge / Discharge Control of Energy Storage Systems

On-board High-speed Regenerative Vehicles

～Assuming Off-peak-hour Traffic Conditions～

徳丸 大樹 (電気システム工学科)

Daiki TOKUMARU

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

回生失効や電圧降下など、直流電気鉄道特有の問題の解決策のひとつとして車載エネルギー蓄積装置 (On-Board Energy Storage System: OBESS) の車載が提案されている。先行研究においてパンタ点電圧に基づく OBESS の充放電制御が提案されている。本研究では、この考え方を高速回生車向け OBESS に適用した場合について検討を行った。

2. 電車線電圧による充放電制御

本研究では、ある鉄道路線で運行している全列車に OBESS を導入すると仮定する。OBESS に与える I-V 特性を図 1 に示し、シミュレーションを行う。また図 1 のパラメータ $V_a \sim V_f$ は表 1 のように予め設定し、電車線電圧に応じた電流での充放電制御を行う。

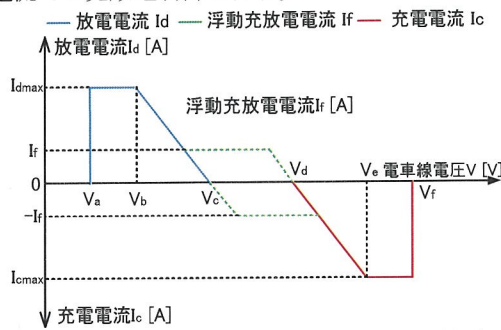


図 1 OBESS の電車線電圧による充放電

表 1 パラメータ概要

最低電圧リミッタ動作開始電圧[V]	V_a
最大放電開始電圧[V]	V_b
放電開始電圧[V]	V_c
充電開始電圧[V]	V_d
最大充電開始電圧[V]	V_e
最高電圧リミッタ動作開始電圧[V]	V_f
最大充電電流[A]	I_{cmax}
最大放電電流[A]	I_{dmax}
浮動充放電電流[A]	I_f

本研究では、図 1 のパラメータ V_a と V_f をそれぞれ 1200V と 1900V に固定し、パラメータ $V_b \sim V_c$ と $V_d \sim V_e$ の幅を 50V に設定し検討を行った。また最大加速電流は 2000A と設定した。

3. シミュレーション条件

シミュレーション条件の概要を以下に示す。

- ・路線：長さ約 37.5km, 複線, 15 駅
- ・饋電システム：1.5kV 直流電化, 上下別饋電方式
- ・饋電抵抗：0.03Ω/km

- ・変電所：9 箇所, 全てシリコン整流器を使用
- ・変電所容量：路線両端 3.0MW, 路線中間 4.5MW
- ・列車ダイヤ：6 両編成, 6 本/時間, 10 分間隔
- ・OBESS：全列車に搭載, 500MJ/編成

4. シミュレーション結果

結果を図 2 および図 3 に示す。

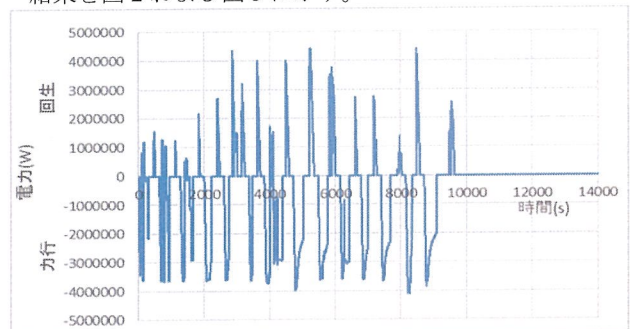


図 2 OBESS 非搭載時のパンタ点入出力電力

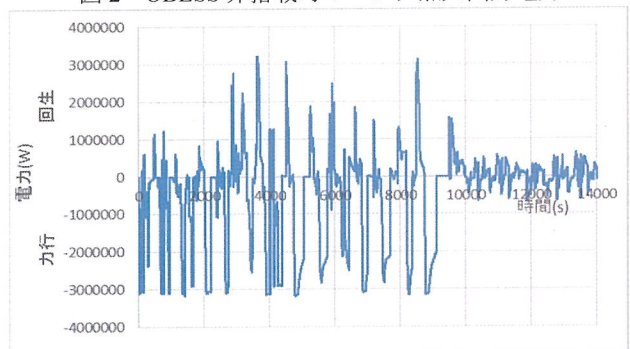


図 3 OBESS 搭載時のパンタ点入出力電力

上図を比較すると OBESS を搭載することにより、ピーク電力が力行・回生においても小さくなっていることが読み取れる。またピーク電力は抑えられているが停車中にもパンタ点電圧変動に伴い充放電電力が働いていることがわかった。

5. まとめ

以上のように高速回生車という点に着目して OBESS の充放電制御の検討をすることが出来た。今後の課題として車載した ESS の小容量化が挙げられる。

文献

- (1) 佐々木龍一：「直流饋電システムにおける車載蓄電装置の電車線電圧による充放電制御の検討～フィードフォワード制御との比較～」, 2011 年度工学院大学卒業論文 (2012)
- (2) 天野哲生：「饋電特性シミュレーションによる車載エネルギー蓄積装置の充放電制御の評価」, 2009 年度工学院大学卒業論文 (2010)