

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
 ～ラッシュ時の場合～

Line – Voltage – Based Charge / Discharge Control of Energy Storage Systems
 On – board High speed Regenerative Vehicles
 ～Assuming Peak-hour Traffic Conditions～
 幡野 達也 (電気システム工学科)

Tatsuya HATANO

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

回生失効や電圧低下といった直流電気鉄道が抱える問題を解決するため、エネルギー蓄積装置(On-Board Energy Storage System : OBESS)を車載する提案がされている。先行研究では、回生車においてパンタ点電圧に基づく OBESS の充放電制御が行われてきた。そこで、著者らの研究グループでは、高速回生車という点に着目してパンタ点電圧に基づく充放電制御を用いた車載 ESS による解決の可能性を検討した。

2. 電車線電圧による充放電制御 (I-V 制御)

本研究での充放電制御は、直流饋電システム内で運行している全列車に OBESS を導入し、それら全車が図 1 に示すような I-V 特性に従って、電車線電圧に応じて充放電制御を行う。I-V 制御は、図 1 のように充放電制御を行う。

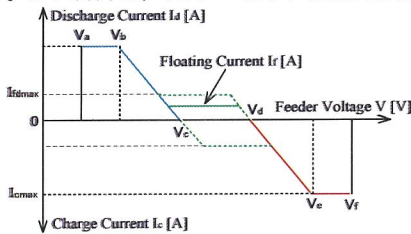


図 1. ESS の電車線電圧による充放電 (I-V 特性)

表 1 エネルギー蓄積装置の I-V 特性を決めるパラメータ

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 に設定した。また、最大加速電流を 2000A に設定して検討を行った。

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, 12 本/時間, 5 分間隔
- ・車載 ESS：全車搭載, 500MJ/編成

4. シミュレーション結果

シミュレーション結果として、図 2 及び図 3 にグラフを示す。

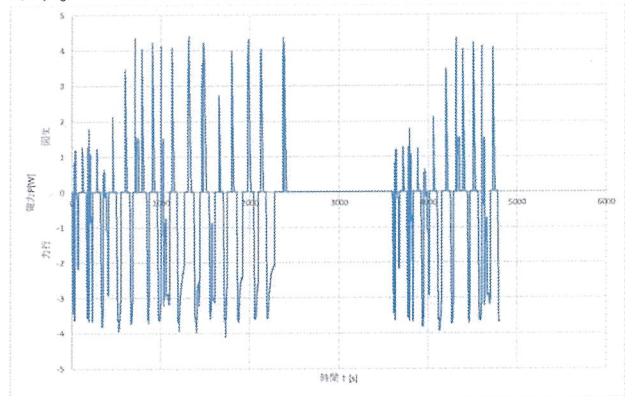


図 2 OBESS 非搭載時の電力値

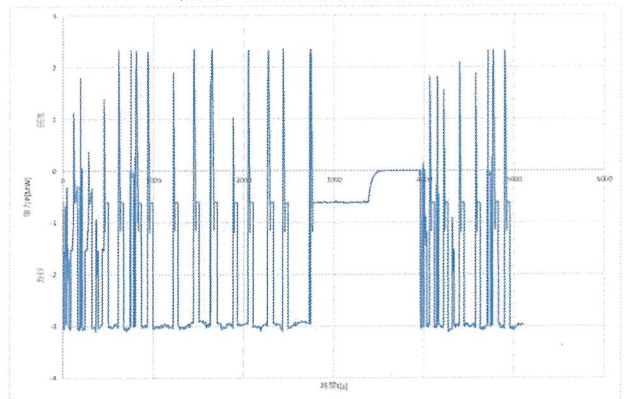


図 3 OBESS 搭載時の電力値

図 2 と図 3 を比較すると、2800～4000[s] の間に電力が 0[W] になる時間があるような結果となった。また、図 2 では回生電力が少ないところも見られたが、OBESS の搭載により改善することが出来た。

5. まとめ

今回の検討により、高速回生車という点に着目して OBESS の充放電制御を検討することができた。しかし、今回車載した ESS の容量が大きいため小容量化を行うことが課題である。

文献

- (1) 佐々木龍一, 高見澤裕太, 村山智史:「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」, 2011 年度工学院大学卒業論文(2012)
- (2) 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システム化」東京大学学位論文(1995)