

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～

Suppression of Voltage Fluctuation with Ground-side Energy Storage Systems in DC Electric Railways

～ Using Smaller Number of Larger Storage Units ～

加藤 智章 (電気工学科)

Tomoaki KATO

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

直流電気鉄道において、複数の列車が同時加速した時や、変電所から距離が離れている地点では、電車線電圧が大きく低下する。また、回生車付近に負荷がない場合、架線電圧は大きく上昇する。本研究では、直流饋電システムに地上設置エネルギー蓄積装置を導入し、電圧が高いときには電力を吸収し、電圧が低いときに放電を行うことによるパンタ点電圧の平準化を狙い、装置の設置場所・特性の検討を行った。

2.エネルギー蓄積装置の充放電特性

エネルギー蓄積装置に与える V-I 特性の概要を図 1 に示す。

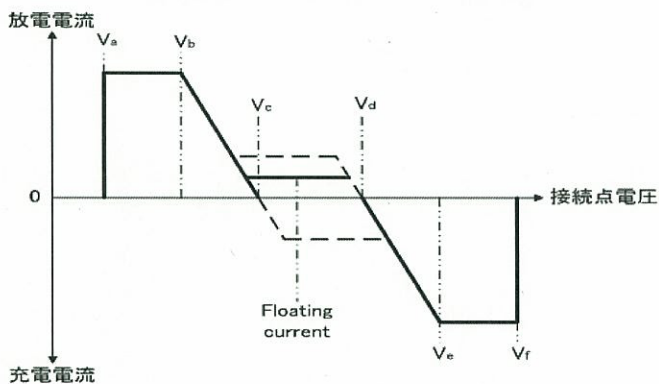


図1 蓄積装置の充放電制御特性

接続点電圧が低い場合、装置は付近で列車が力行中であると判断し、架線電圧を保証するために放電を行う。逆に、接続点電圧が高い場合には、列車が回生ブレーキを使用していると判断し、充電を行う。接続点電圧がこれらの間である場合は蓄積装置の充電度 (SOC) に応じた浮動充放電を行う。

なお、図中のパラメータは、ラッシュ時・閑散時により負荷状態が異なるので、時間帯により変更を行う。

3.シミュレーションモデル

シミュレーションに用いた路線の概要を図 2 に示す。

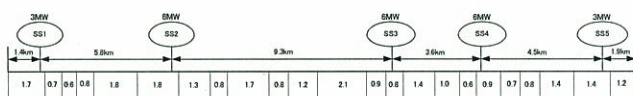


図2 モデル路線

- ・路線長は 26.5km で複線、直流 1.5kV 電化
- ・駅数は 24 駅で変電所は 5 ヶ所(ダイオード変電所)

- ・列車は 8 両編成で全列車各駅停車
- ・ラッシュ時 4 分間隔、閑散時 10 分間隔で運行
- ・上下一括饋電方式

エネルギー蓄積装置の設置場所はシミュレーション結果から回生失効を起こしている付近の 2 ヶ所と電圧降下が発生している付近の 1 ヶ所の計 3 ヶ所に設置した。

4.シミュレーション結果

閑散時のシミュレーション結果を表 1 に、ラッシュ時のシミュレーション結果を表 2 に示す。

表1 閑散時のシミュレーション結果

パラメーター	エネルギー蓄積装置なし	エネルギー蓄積装置導入後
総加速時間[s]	9824	9416
回生エネルギー[MJ]	8902	12081
力行エネルギー[MJ]	23081	22666
列車消費エネルギー[MJ]	14179	10585
饋電損失[MJ]	1313	956
変電所総入力エネルギー[MJ]	15492	11541
回生失効率[%]	29	1
回生率[%]	39	53
力行車最高パンタ点電圧[V]	1825	1714
力行車最低パンタ点電圧[V]	1290	1386
力行車平均パンタ点電圧[V]	1533	1537

表2 ラッシュ時のシミュレーション結果

パラメーター	エネルギー蓄積装置なし	エネルギー蓄積装置導入後
総加速時間[s]	24592	23372
回生エネルギー[MJ]	33389	33974
力行エネルギー[MJ]	68712	67911
列車消費エネルギー[MJ]	35323	33936
饋電損失[MJ]	4810	3362
変電所総入力エネルギー[MJ]	40133	37299
回生失効率[%]	4	1
回生率[%]	49	50
力行車最高パンタ点電圧[V]	1826	1803
力行車最低パンタ点電圧[V]	1041	1306
力行車平均パンタ点電圧[V]	1450	1494

シミュレーション結果、閑散時とラッシュ時ともに架線電圧平準化を行うことができた。

5.おわりに

エネルギー蓄積装置を回生失効や電圧降下を起こしている場所に設置することによる饋電線電圧の平準化とそれによる省エネルギー化の効果を定量的に示した。今後、エネルギー蓄積装置の導入位置、特性や蓄積容量などの最適化手法を見だし、システムの設計手法を確立することが課題である。

文 献

- (1) 高木：「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)
- (2) 高木、曾根：「直流鉄道電力シミュレーションプログラム RTSS」，日本シミュレーション学会第 12 回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス，(1993)