

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分散設置した場合～

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

～ Using Distributed Storage Units ～

遠藤 正樹 (電気工学科)

Masaki ENDO

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

近年、電気鉄道の列車密度は高くなる傾向にあり、複数の列車が同時に加速をした時や、変電所から距離が離れている地点では電圧降下が顕著に発生する。また、回生車付近に負荷がない場合、電車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

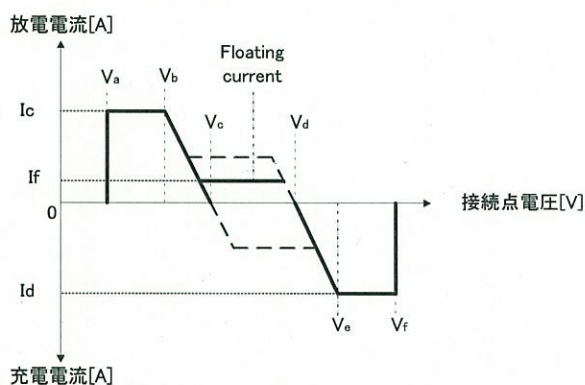


図1 蓄積装置のV-I特性

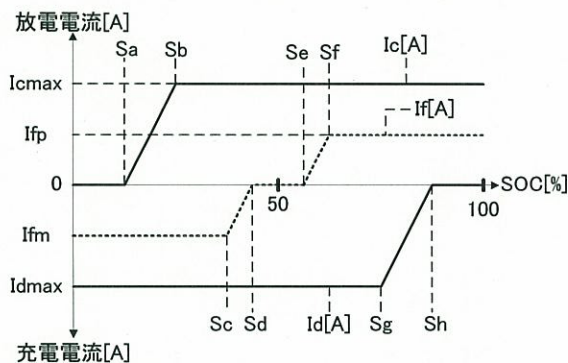


図2 SOCに応じた充放電特性

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。この特性は、装置の動作電圧を決める V_a から V_d までの6つの電圧とパラメータと図2に示すSOCに応じた充放電特性を与え I_{cmax} 、 I_{dmax} 、 I_{fp} 、 I_{fm} 、及び S_a から S_h までのSOCパラメータによって決定される。

3. シミュレーションについて

モデル路線として、実際に存在する大都市近郊を走る通勤路線のデータを用いた。条件を以下に示す。

- ・路線長は26.5km、複線、駅数は24駅、直流1.5kV電化
- ・変電所配置と容量は図3、上下一括饋電方式
- ・列車は8両編成(4M4T)で全列車各駅停車、4分間隔で運行
- ・エネルギー蓄積装置はモデル路線の各駅に設置した。

- ・装置の容量は列車1編成が停車時に持つ運動エネルギーより求めた数値を2.5倍した値を用いた。これは2列車同時回生に十分な余裕をもって対応するためである。



図3 モデル路線図

4. シミュレーション結果

まず、すべての装置に同じ特性与えたところ、変電所近傍の装置はほとんど動作しないものもあった。一例として変電所間隔がSS3とSS4の間の装置が入出力したエネルギー量のシミュレーション結果を表1に示す。

表1 装置に蓄えられたエネルギー量

変電所No	出力[MJ]	入力[MJ]
SS3	3108	-
Sta16	0.0	3.9
Sta17	10.6	18.5
Sta18	1.5	5.6
Sta19	0.0	36.9
SS4	2681	-

そこで、このようにほとんど利用されていない装置にのみ異なった特性を与え、特性が混在している状態でシミュレーションを行った。パンタ点電圧の分布の比較を図4に示すが、特性を変更することでパンタ点電圧分布が定格値(1500V)により近くなっていることが読み取れる。

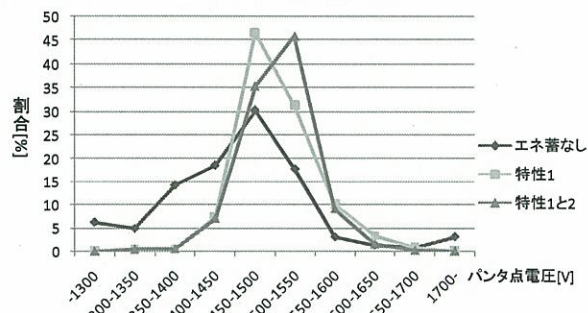


図4 パンタ点電圧の分布

5. まとめ

エネルギー蓄積装置の特性を変更することで電圧の変動が抑制され饋電システムの電圧平準化が行われていることが確認できた。地上設置のエネルギー蓄積装置を導入する際には変電所のV-I特性と蓄積装置の特性との関係が適切であるように配置しないと所期の効果が得られない可能性があるといえ、導入時には注意が必要であるといえる。

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) 大久保:「直流電気鉄道における地上設置エネルギー蓄積装置の導入に関する検討」-小容量の装置を分散設置する場合-, 工学院大学卒業論文(2008)