

直流饋電システムにおけるエネルギー蓄積装置の蓄積容量と充放電制御 ～エネルギー蓄積装置を集約設置した場合～

Storage Capacity and Charge/Discharge Characteristics of Energy Storage Systems for DC Railways Power Feeding Networks

～Using Smaller Number of Large Storage Units～

佐宗 友裕 (電気システム工学科)

Tomohiro SASO

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

近年の直流電気鉄道においては、列車密度が低くなる閑散時間帯には回生絞り込みや回生失効、列車密度が高くなるラッシュ時間帯には電圧降下が顕著に発生する路線が多数みられる。過去の研究⁽¹⁾においては直流饋電システムにエネルギー蓄積装置(以下ESSと称する)を導入し、電圧が高い時には電力を吸収、電圧が低い時には電力を放出することによってこれらの問題を解決できることが示されているが、装置の蓄積容量が過大であり、有効活用されていない。本研究ではESSの蓄積容量と充放電制御を再検討し、少ない容量で回生失効や電圧降下の抑制を行うことを目標とする。

2. ESSの蓄積容量と充放電特性の関係

従来の研究⁽¹⁾では、ESSの容量算定において、I-V特性が全く異なる機器をESSの想定設置位置に設置して、シミュレーションを行った結果に基づいて容量を推定していたため、誤差が多かったと考えられる。従って、本研究では、I-V特性が最終的に設置されるESSと同一のモデルを用いることにより、より精度の高い推定を行うことを考えた。

ESSの設置位置とI-V特性パラメータを定めると、以下の手法により蓄積容量を算定することができる。まず、定めたI-V特性をもち、十分な蓄積容量を有するESSを設置してシミュレーションを行い、ESSの電力量の時間変化を求める。その変化のpeak-to-peak値を求めることによって、それがESSの容量の限界にあらずに当該I-V特性で運用できるESSの最小の蓄積容量となる。

I-V特性パラメータの変更はわずかでも、結果の大きな変動を招くと考えられる。本研究では、複数の特性を仮定し、各特性における蓄積容量を算定し、結果を比較した。

3. シミュレーション条件

I-V特性の概要を図1、与えた特性の電圧パラメータを表1に示す。蓄積容量を算定するためにシミュレーションを行うため、 V_c から V_d においては浮動充放電は行わないこととする。

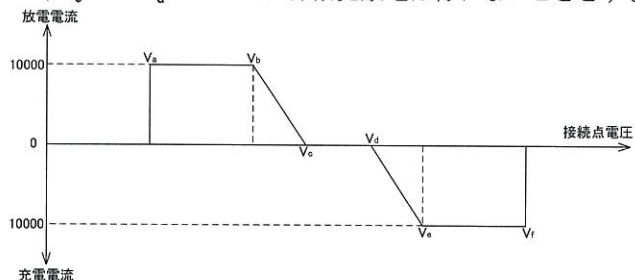


図1 ESSに与えるI-V特性

表1 ESSの電圧パラメータ

	V_a [V]	V_b [V]	V_c [V]	V_d [V]	V_e [V]	V_f [V]
特性A	1200	1500	1550	1600	1650	1900
特性B	1200	1450	1500	1550	1600	1900

シミュレーションに用いた路線の変電所配置、設置したESSの配置を図2に示す。ESSの設置位置はシミュレーション結果から、回生失効や電圧降下が発生している4ヶ所とし、蓄積容量は1000[MJ]とした。

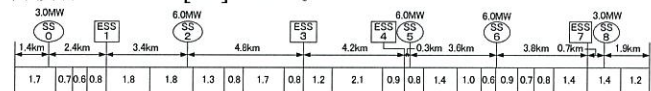


図2 変電所及びESSの配置

モデル路線の概要を以下に示す。

- ・路線長は26.5kmで複線、直流1.5kV電化、列車は8両編成
- ・駅数は24駅で変電所は5ヶ所、上下一括饋電方式
- ・ラッシュ時4分間隔、閑散時10分間隔、全列車各駅停車

4. シミュレーション結果

RTSS⁽²⁾によるシミュレーションの結果より、特性Aを与えた時の閑散時のESSの容量算出を図3、結果を表2に示す。図3のグラフは完全に周期的ではなく、時間とともに電力量の増加がみられるが、浮動充放電が導入されていないためであり、妥当な決め方であると考えられる。

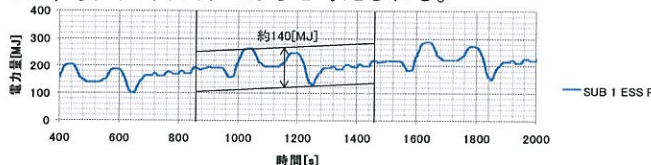


図3 特性Aの閑散時における蓄積容量の算出

表2 蓄積容量の算出結果

蓄積容量[MJ]	特性A		特性B	
	閑散時	ラッシュ時	閑散時	ラッシュ時
	140	72	110	110

5. おわりに

本検討により、ESSの充放電特性の与え方によって必要となる蓄積容量が変化することが示された。地上にESSを導入する場合は、すでに存在している変電所との協調が不可欠であり導入方法を誤ると所期の効果が得られないだけでなく、逆効果になる可能性もあるため十分な検討が必要であると考えられる。

文献

- (1) 加藤：「地上設置型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」、工学院大学卒業論文(2009)
- (2) 高木：「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)