

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分散設置した場合～

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

～Using Distributed Storage Units～

飯尾 晋一郎（電気システム工学科）

Shinichiro IIO

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、直流電気鉄道においては、列車密度が低くなる閑散時には回生絞込みや回生失効、列車密度が高くなるラッシュ時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⁾では、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、電圧が高いときには電力を吸収し、電圧が低いときには電力を放出して電圧変動を抑制し、これらの問題を解決しているが、ESS の蓄積容量が過大であった。本研究では、蓄積容量の算定方法を再考し、ESS の蓄積容量と充放電制御の関係を検討する。

2. ESS の蓄積容量と充放電制御特性の関係

過去の研究⁽¹⁾では、ESS の蓄積容量算定の際、列車の持つ運動エネルギーと位置エネルギーの総量より求める大雑把な推定方法を用いていたため、誤差が多かったと考えられる。本研究では、I-V 特性が最終的に設置される ESS と同一のものをを用いて蓄積容量の算定を行うことで、精度の高い推定を行うことができると考えた。

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、十分大きな蓄積容量のある ESS を、設置位置においてシミュレーションを行い、ESS の SOC（充電度）の時間変化を求め、その変化の peak-to-peak 値から蓄積容量を算定することで、それが ESS の容量の限界にあらず当該 I-V 特性で ESS が運用できる最小の蓄積容量を与える。

I-V 特性パラメータはわずかな変更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、結果の比較をした。

3. シミュレーション条件

ESS に与える I-V 特性の概要を図 1 及び表 1 に示す。

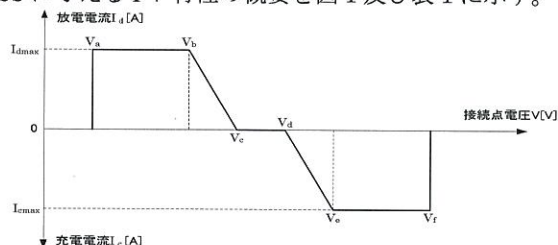


図 1 ESS に与える I-V 特性

表 1 ESS に与える I-V 特性の電圧及び電流パラメータ

	Va[V]	Vb[V]	Vc[V]	Vd[V]	Ve[V]	Vf[V]	Icmax[A]	Idmax[A]
特性A	1200	1500	1550	1650	1700	1900	4000	4000
特性B	1200	1400	1450	1550	1600	1900	4000	4000
特性C	1200	1400	1450	1650	1700	1900	4000	4000

シミュレーションに用いる路線の概要を図 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、上下一括饋電方式
- ・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
- ・200[MJ]の ESS を各駅に設置する

4. シミュレーション結果

以上の条件で RTSS⁽²⁾を用いてシミュレーションを行い、ESS の蓄積容量を算定した。その結果の一例として、特性 A を与えた場合の閑散時の ESS で SOC の時間変化が最も大きかったものを図 3 に、蓄積容量の算定結果を 5[MJ]単位でそろえたものを表 2 に示す。

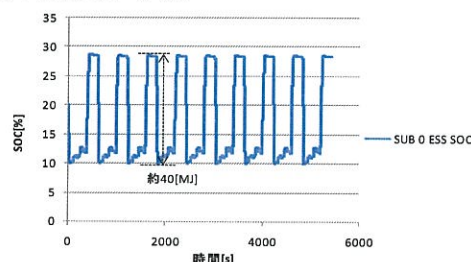


図 3 特性 A を与えた場合の SOC の時間変化（閑散時）

表 2 ESS の蓄積容量算定結果

	算定容量[MJ]	
	ラッシュ時	閑散時
特性A	40	40
特性B	55	25
特性C	30	55

5. おわりに

本検討により、ESS に異なる充放電制御特性を与えることによって必要とされる蓄積容量が変化することを示した。今後は、浮動充放電を行う特性を与えてシミュレーションを行い、饋電特性評価量を比較して各 ESS に適切な特性を見いだす必要がある。

文 献

- (1) 遠藤：「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～」，2008 年度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化」，東京大学学位論文(1995)