

# 直流電鉄向け超分散地上設置蓄電装置の設置位置及び設置数の検討 ～IV 制御～

## Ultra-distributed stationary Energy Storage Systems for DC Electric Railways: Determining the Number of Units to Be Introduced and Their Positions ～Using the Standard I-V control scheme～

宮崎 祥 (電気システム工学科)

Sho Miyazaki

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

直流電気鉄道における再生失効や電車線電圧変動の対策として、エネルギー蓄電装置 (ESS) の採用が近年増加している。筆者らは、その設置方法として小容量の蓄電装置を各駅に多数配置する超分散設置の可能性について検討してきたが、各駅の設置数を均等とすると設備利用率の観点から問題が見られた。本研究では、各駅の導入数を均等化しない場合について検討し、同一の饋電特性を得るために必要な蓄電装置の総容量削減を試みる。

### 2. 本研究に用いた充放電制御

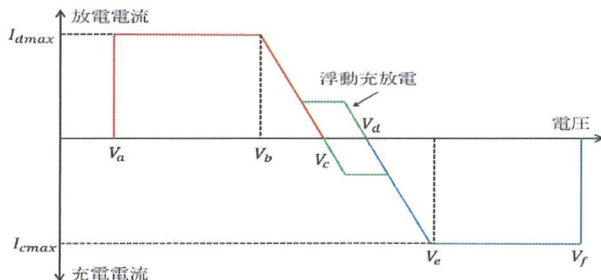


図 1. I-V 特性による充電制御

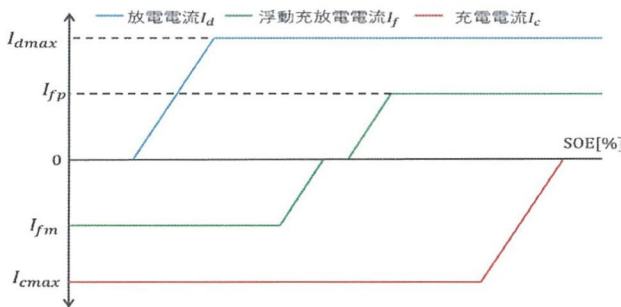


図 2. SOE に応じた充放電特性

蓄電装置に与える I-V 特性を図 1 に示す。

この特性は、装置の接続点電圧に応じて充電か放電かを制御する。しかしこの特性だけでは装置のエネルギー容量を考慮することができないので、図 2 の SOE に応じた電流パラメータ変更制御を加えることにより、過充電や過放電を防止する。

### 3. シミュレーション条件

- ・路線：1.5kV 直流電化, 複線, 26.6km/24 駅
- ・饋電方式：上下一括饋電方式, 饋電抵抗：0.018Ω/km
- ・変電所：5 箇所, すべ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 6.0MW
- ・列車本数：8 両編成, 閑散時 6 本/h, ラッシュ時 12 本/h
- ・ESS エネルギー容量：373MJ

### 4. シミュレーション結果

表 1 に、各駅すべてに ESS を設置した場合、および設置場所を変更させた場合の饋電特性評価量のシミュレーション結果を示す。

表 1. 饋電評価量の比較

設置方法	設置数変更前		設置数変更後	
	閑散時	ラッシュ時	閑散時	ラッシュ時
シミュレーション条件				
設置個数	24	24	13	13
時間	10分	5分	10分	5分
ESSエネルギー容量[MJ]	373	373	373	373
総加速時間[s](600[s]あたり)	1161.00	2337.50	1161.75	2340.00
再生エネルギー[kWh/h]	2546.85	5102.29	2543.78	5091.57
饋電損失[kWh/h]	112.32	248.08	128.97	308.39
変電所入力エネルギー[kWh/h]	2299.13	4616.39	2314.82	4678.27
再生失効率[%]	0	0	0	0
再生率[%]	53.64	53.72	53.62	53.66
平均バンタ点電圧[V]	1607.21	1592.08	1609.87	1548.67
最高バンタ点電圧[V]	1707.87	1751.49	1733.62	1796.62
最低バンタ点電圧[V]	1500.80	1468.38	1501.67	1446.88
力行平均バンタ点電圧[V]	1571.25	1551.56	1571.11	1595.63
力行最高バンタ点電圧[V]	1640.70	1650.47	1652.33	1674.18
力行最低バンタ点電圧[V]	1500.80	1468.38	1501.67	1446.88
最低バンタ点電圧の差	32.42		54.79	

RMS 電流の大きさを各駅の ESS の利用率とみて、利用率の低い ESS を取り除き、高い ESS が設置されている駅への設置数を増やすことにより、全体として設置個数を大幅に減らせる事が分かった。ラッシュ時と閑散時の最低バンタ点電圧の差が変更前に比べて大きくなっているが、問題になるほどの変化ではない。また、設置数減により饋電損失が増え変電所総合入力エネルギーも増えているが、再生失効はどのケースも 0 に抑えられている。

### 5. まとめ

今回の検討で、ESS の設置個数を各駅に均等化せず、各 ESS の利用率によって変更することによって設置個数を大幅に減らすことができた。今後の課題として、上下線の位相をずらした場合の検討が挙げられる。

文献

- (1) 萩原 建：「直流電鉄用地上設置型蓄電装置の超分散設置に関する基礎検討」, 工学院大卒業論文 (2017.3)