

車上蓄電装置搭載編成の部分的導入による直流饋電システムの電圧平準化 ～ラッシュ時の場合～

Suppression of Voltage Fluctuation in the DC Railway Power Feeding Network by Partial Introduction of Trains with Energy Storage Systems

～Assuming Peak-hour Traffic Conditions～

國方 亮輔 (電気システム工学科)

Ryousuke KUNIKATA

交通・電力・環境システム研究室 指導教員 高木 亮 准教授

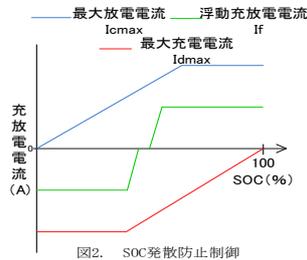
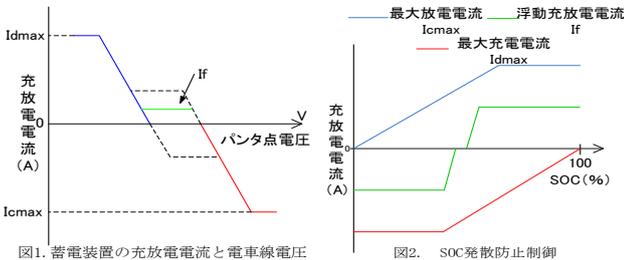
1. はじめに

回生失効や電圧降下など、直流電気鉄道が抱える問題を解決するため、車上蓄電装置の導入が提案されている⁽¹⁾。これまでの研究ではある鉄道路線を走行する列車すべてに車上蓄電装置を搭載する前提で検討を行っているが、搭載する列車を一部にとどめても同様の効果が得られる可能性がある。そこで、本研究では、車上蓄電装置を一部の編成にのみ導入し、その蓄電装置の充放電制御を電車線電圧により行うことで、蓄電装置搭載車自身だけでなく近隣の他車の回生失効や電圧降下なども防ぐことを狙う方式について、饋電特性シミュレータにより、定量的に評価することを目的とする。

2. 車上蓄電装置の電車線電圧による充放電制御

本研究においては、ある鉄道路線で運行している列車の一部に蓄電装置搭載車を導入すると仮定する。蓄電装置搭載車は自車のみならず近傍の蓄電装置非搭載車についても回生電力吸収や力行補助を行うため、電車線電圧により蓄電装置の充放電を制御するものとする。

例えば、電車線電圧が低い場合、蓄電装置搭載車が蓄電装置の放電を行えば電圧が上昇し、力行性能低下が抑制される。一方、電車線電圧が高い場合、蓄電装置搭載車が蓄電装置の充電を行えば電圧が低下し回生失効が防止される。車載蓄電装置は、上記の考えに基づいて図1のように電車線電圧に応じた電流での充放電を行う。ただし、過充電・過放電を防ぐため、図1における電流パラメータは図2のようにSOCに応じて変化させる。



本研究で取り扱うラッシュ時間帯には、パンタ点電圧降下防止のための放電動作が回生失効防止のための充電動作より頻度が多いと考えられるので、浮動充放電電流が0となるSOCの範囲を高い領域(50~60%程度)に設定した。

なお、停車時や低速域においてパンタグラフに大電流を流すとトロリ線断線などの問題が生じる可能性があるため、低速域では充放電電流を抑制することとした。

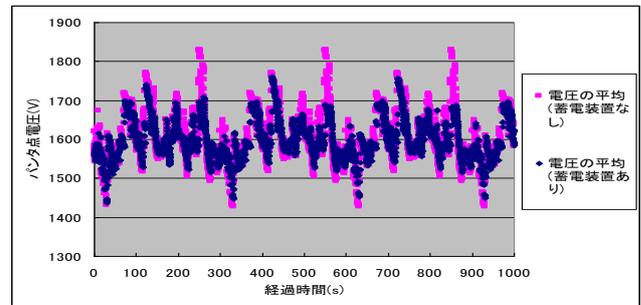
3. シミュレーション条件

モデル路線とシミュレーション条件の概要を以下に示す

- ・路線:長さ約 26.5km, 複線, 24 駅
- ・饋電システム:直流 1.5kV 電化, 上下一括饋電方式
- ・変電所:5 カ所, 全てシリコン整流器使用
- ・列車:8 両編成×20 本
- ・列車ダイヤ:5 分時隔, 全列車各駅停車の平行ダイヤ
- ・蓄電装置搭載車部分導入時の搭載編成数、容量:
20 編成中 5 編成に導入, 300MJ/編成
(閑散時と同じ本数の蓄電装置搭載車を走らせるため)
- ・蓄電装置搭載車と非搭載車の質量差分:2.25t/編成

4. シミュレーション結果

全編成が蓄電装置非搭載車の場合と、蓄電装置搭載車部分導入の場合とで比較を行った。全車両のパンタ点電圧の平均値を比較した結果を図3に示す。この結果から非搭載車のみの場合と比べ、蓄電装置を部分導入した場合のほうが、電圧変動の幅が抑制されていることがわかる。



また、変電所の総合入力エネルギーも蓄電装置の部分導入のほうが約9%低くなっている。

5. まとめ

以上のように、直流電気鉄道を走行する編成の一部に蓄電装置を搭載することにより、電圧変動抑制や省エネルギー化が可能であることがわかった。蓄積装置の容量、導入編成の割合、充放電特性パラメータ等の最適化が今後の課題である。

文献

- (1) 天野:「饋電特性シミュレーションによる車載エネルギー蓄積装置の充放電制御の評価」, 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年)