

社団法人日本電機工業会 平成21年度 電機工業技術功績者優良賞 受賞 鉄道き電系に電力貯蔵装置導入時の効果検証ソフト開発

1. まえがき

近年の電気鉄道分野において、更なる高効率化のため、大容量の電力蓄電媒体であるリチウムイオン二次電池を使用した蓄電システムの導入が検討されている。

しかし、この蓄電システムをき電系へ追加する場合、最も効率よくエネルギーの回収・再利用ができる地点はどこか、また、蓄電システムの容量はどの程度が適当であるかを決定することが難しく、設置箇所及び容量を最適化する手法はいまだ確立されていないのが現状である。

そこで今回、実線区における架線電圧変動を再現し、蓄電システムを設置した場合の効果を検証するためのシミュレーションソフトを構築した。

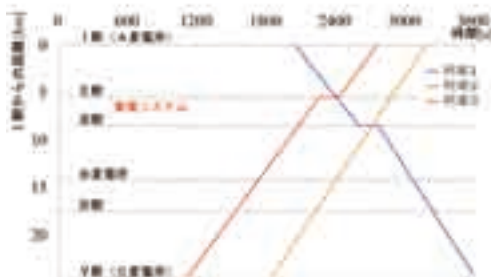
2. シミュレーション条件

今回は一区間の中で変電所をA, B, Cと3箇所設定し、それぞれの責務バランスの検証を行う。蓄電システムは、A変電所とB変電所の中間付近に配置する。なお、変電所モデルは定格出力、送出電圧、電圧降下率を入力した。また、き電抵抗についても考慮している。

列車の負荷モデルは電流源で扱うが、すれ違いを含む複数編成の移動する負荷配置の検証を行う。図1に、き電系モデル区間を移動する3編成の列車ダイヤを示す。ここでは列車1をVVVF車と想定し、列車2及び列車3は抵抗制御車を想定した。更に、列車1の回生条件には、電圧制限制御を想定して、パンタ点電圧が1750Vを越える場合は回生電流を抑制する機能もモデル化することで、回生車の回生失効状態の改善検証も行える。

■ 図1 列車ダイヤ

Fig.1 Running pattern of trains



列車の移動状態の実現は、図1の列車ダイヤ(表定速度)を10秒間隔で区切って列車の位置を計算し、き電抵抗を修正し

ながら、時々刻々(10秒毎)の各変電所及び蓄電システムの出力電流、各列車のパンタ点電圧を求める方法とした。

3. シミュレーション結果

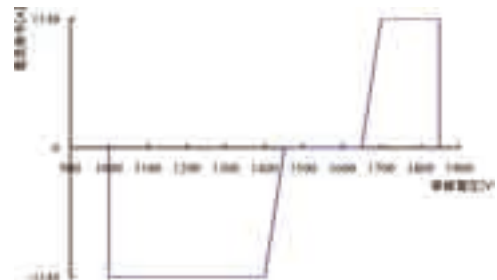
図2に蓄電システムの電池電流指令を示す。蓄電システムは、図2のように、架線電圧が変動した場合、架線電圧に応じてリチウムイオン電池を充放電して架線電圧を制御する。

図3に負荷点における電圧を示した結果を示す。点線はすべての変電所が通常の4000kW変電所である場合を、実線は蓄電システムを設置した場合を示している。

図3より、蓄電システムを設置した効果により架線電圧が補償されていることが分かる。

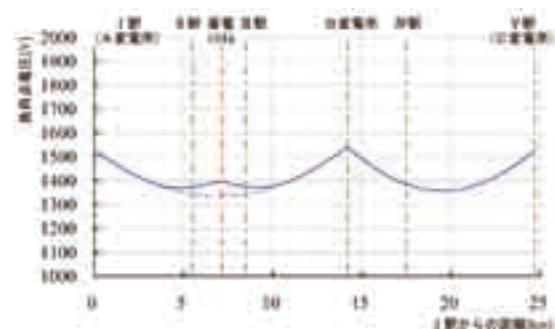
■ 図2 電池電流指令

Fig.2 Battery current command



■ 図3 蓄電システムの電圧補償効果

Fig.3 Voltage compensation effect of electric storage system



4. あとがき

蓄電システムは充電時に回生エネルギーを利用するため、効率が良い。設置にあたっては、変電所間隔が大きい線区において効果が大きいとされる。以上の結果が、今後蓄電システムの導入を考慮する際の一助となればと考える次第である。