

高速回生車搭載のエネルギー蓄積装置の充放電制御

-回生失効の低減に主眼をおいた制御-

Charge/Discharge Control of Energy Storage Systems on Railcars with High-Power Regenerative Braking
-Control that Focussing on Decrease of Decrease of Regeneration Canceled-

進藤 貴明 (工学院大学)

Takaaki SHINDO

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

電気鉄道の電力回生ブレーキでは、高速域でのブレーキ力の低下、回生失効などの問題を抱えている。そこで我々の研究グループでは、高速域でのブレーキ力の低下に対しては大電流駆動方式を適用し高速回生車化することを提案している。しかし、高速回生車を用いることで回生時とパワーが大幅に増えるため、回生失効が起りやすくなってしまふ。そこで、エネルギー蓄積装置を車上に搭載し、回生失効をなくすことに主眼をおいた充放電制御の検討を行った。

2. 大電流駆動方式適用による高速時でのトルク向上

大電流駆動方式⁽¹⁾とは、駆動用モータの定格電流・電圧をそれぞれ現状の x 倍および $1/x$ 倍とし、現状と同一体格で大電流・低電圧定格としたモータに変更することにより、その過電圧耐量を活用して高速での出力増強を図ろうとするものである。これにより、高速域においてモータの過電圧耐量を活用した大電力回生と加速性能向上が同時に可能となる。

しかし、従来の x 倍のパワーでの力行・回生となれば、ブレーキ中の回生失効や加速中の電圧低下が起りやすくなる。そこで、図 1 のようにフィルタコンデンサと並列にエネルギー蓄積装置を接続し、その充放電制御によって電車線電流を従来並みに抑制することを考える。

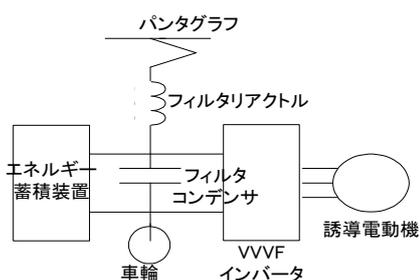


図 1: 大電流駆動方式。

3. エネルギー蓄積素子の充放電制御

本検討では、搭載容量を最小限に抑えたいと考え、そのために饋電回路への回生が不可能であった分の電力のみをエネルギー蓄積装置に受け入れさせ(充電)、のちに列車の力行時に蓄積されているエネルギーを放電し、常に余力があるように維持することを考えた。

4. シミュレーションによる SOC の推定結果

饋電システムシミュレータ RTSS⁽²⁾を用い、シミュレーションを行い検討した。シミュレーションにおいては東京

近郊に実在する通勤路線のデータを小変更のうえ用いた。路線長は 37.789km、変電所数は 9 箇所(すべてシリコン整流器式)、列車は最高速度 125km/h で頻度は 8 本/h である。

上記の条件のもと、3 節で述べたような制御を行った結果、エネルギー蓄積装置の充電状態(SOC)は図 2 のように変化し、搭載が必要な容量は約 80[MJ/編成]と求められた。

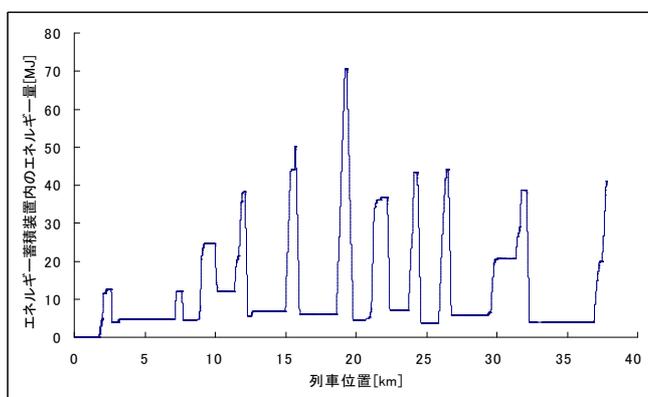


図 2: 列車位置による充電状態(SOC)の変化

この結果は、中田が求めた力行補助に主眼をおく場合の搭載量⁽³⁾に比べてかなり少なくなっている。ここで求めたものは回生失効を防ぐための必要最小限の充電量であり、上下線の列車位相の変動など数 10 秒単位の列車運行のわずかな乱れで大幅な増減が起きる可能性があるが、比較的小さな搭載量で回生失効を防ぐ可能性が明らかになったといえる。

ただし、大電流駆動方式では力行時のパワーも大幅に増加するが、回生失効を防ぐことだけを主眼に置いて搭載量を決定すれば、力行時の問題を車載エネルギー蓄積装置によって解決するのは難しいと考えられる。

5. まとめ

本研究により、比較的小さな量のエネルギー蓄積装置を車載することにより、自車の回生失効を防ぐ可能性が明らかになった。しかし、地上設備や他の列車との協調などの課題が残されている。

文献

- (1)佐藤司:「直流電気鉄道へのエネルギー蓄積素子導入の検討～高速回生能力向上及び回生失効対策を考慮した車両システムの概要設計」
2005 年度修士論文 工学院大学
- (2)高木亮:「直流饋電系と列車群制御の総合インテリジェント化」
1995 年度東京大学学位論文
- (3)中田真浩:「高速回生車搭載のエネルギー蓄積装置の充放電制御ー力行補助に主眼を置いた場合ー」
2007 年度卒業研究論文