

架線電圧適正化に関する車両側の取り組み

増山 雄一 ○安藤 裕隆 (東海旅客鉄道株式会社)

Approach to optimization of trolley voltage by the improvement of vehicle specifications

Yuichi Masuyama, Hirotaka Ando*, (Central Japan Railway Company)

Most of the vehicles which we operate have been with regenerative braking in recent years. However, the improvement of energy efficiency has not been insufficient because we need to set feeding voltage high to ensure minimum feeding voltage at the farthest pantograph from the substation for maximum power use. Rolling stock division and power supply division cooperate to analyze filed data from vehicle monitoring system and substation monitoring system and to optimize trolley voltage. Through this approach we can realize the higher level of energy saving.

キーワード：架線電圧，電力回生，313系電車 (Overhead line voltage, Regenerative electric power, Series 313)

1. はじめに

近年、当社の在来線管内において、電力回生可能な車両が大半を占めるようになったが、その能力を十分発揮することができず、省エネルギー効果が期待どおり得られない場面が散見されていた。これは直流電化区間の変電所からの送り出し電圧は、消費電力が最大となる時に変電所から最も離れた地点での最低パンタ点電圧を確保するため、常時高く設定せざるを得ないという事情に起因している。

そこで車両部門、電力部門の双方が現状のフィールドデータを持ち寄り、適正な架線電圧への検討、取り組みを実施した。その結果、更なる省エネルギー化を実現するに至った。

本稿では、このうち車両側が取り組んだ内容を報告する。

2. 架線電圧の状況と対策

〈2・1〉架線電圧と電力回生の関係

当社の主力車両である313系の場合、過電圧防止のため、制動時の架線電圧が1,730V以上に上昇すると回生電力を徐々に絞り込んで空気ブレーキの負担量を増やす制御を行っている。

先述の理由により、変電所送り出しの段階で架線電圧が1,700V以上となっているため、変電所からの距離や近傍を走行する他列車の影響等により、ブレーキ開始時点で架線電圧上昇に伴う回生電力絞り込み状態となり、電力回生能力を十分発揮できない場面が散見される。したがって、架線電圧を下げることで、少しでも回生絞り込み開始電圧1,730Vから遠ざけることが課題となる。

〈2・2〉最低架線電圧の保障に向けた課題

架線電圧を下げることは電力回生にとっては好都合であ

る一方で、大電力を消費する貨物列車の通過や検査のための変電所の一時停止に伴う電圧降下の影響を考慮する必要がある、これらが事実上のネックとなっていた。

架線電圧を下げるためには、こうした課題について問題がないことを検証する必要がある。

〈2・3〉対策の実施と検証方法

課題についての検証は、実際に走行する車両から得られるデータを解析する方式とした。313系の場合は車上の記録装置に架線電圧（パンタ点電圧）、力行電力量（消費）、回生・発電電力量、運転操作、列車速度等の情報を常時蓄積することが可能で、これらのデータを活用して架線電圧への影響を確認した。

3. 車両側の取り組み（データ解析）

〈3・1〉電力回生状況の解析

各車両に蓄積された停車駅間毎の力行、回生・発電電力量、最高最低架線電圧等のデータを地上端末に集め、地点毎の電力回生状況を把握した（図1）。

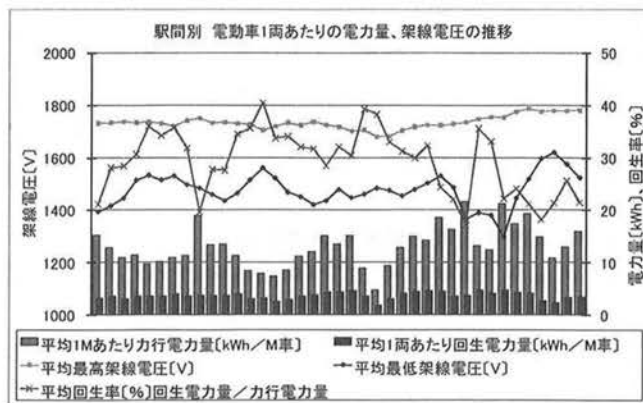


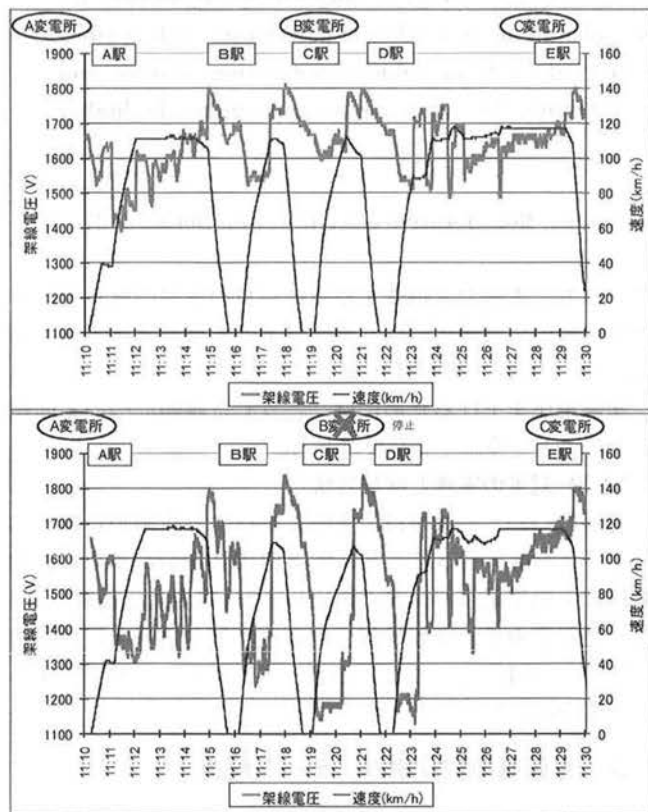
図1 線区別電力回生状況を解析した例

これらの解析により、変電所間隔と電力回生の状況、架線電圧の傾向を理解することができた。この解析により架線電圧を下げる事が可能な箇所、困難な箇所を選別した。

また、架線電圧を実際に下げた後の検証にも活用し、電力回生状況の変化について解析し、その効果を確認した。

〈3・2〉変電所停止時の影響

昼間に検査のために変電所からの送電を停止した場合、その近隣の変電所から電力を得ることになるが、その場合は送電距離の増大に伴う電圧降下が懸念される。これらの状況を把握するため、車上が記録している架線電圧や走行パターンを解析した(図2)。



同一列車番号における
上: 変電所通常運転時のパンタ点電圧の推移
下: 変電所停止時のパンタ点電圧の推移

図2 変電所停止時の影響調査の例

この解析の結果、架線電圧を下げることに影響のない箇所、影響が懸念される箇所を確認することができた。

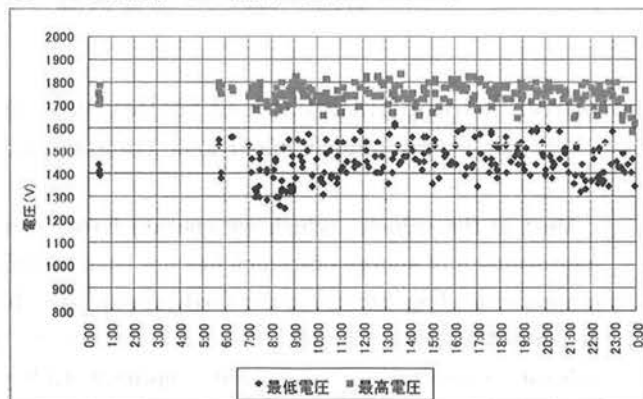
これらの解析により、駅間の最高最低架線電圧の傾向から変電所からの電力供給、電力回生状況を把握するための知見が得られた。

〈3・3〉時間帯別電力供給状況の確認

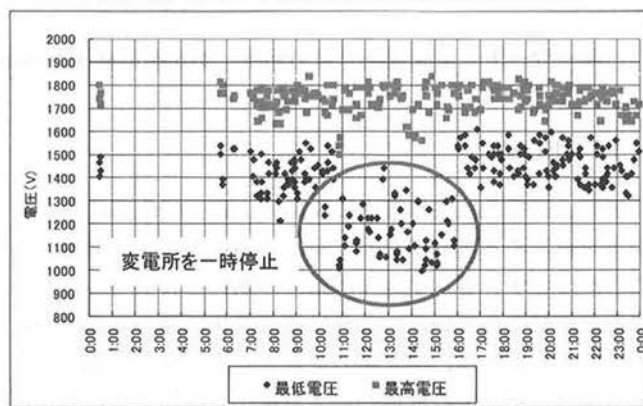
駅間の最高、最低架線電圧を時間帯別にプロットして解析した(図3)。

この解析では最高、最低架線電圧が帯のように連なる図になるが、その帯の間隔が狭い箇所、広い箇所と分類することができ、狭い箇所は電力供給が安定しており、周辺変電所との互いの電力供給、列車間の電力回生により変動が少ないところであることが確認された。

これにより、貨物列車のように電力消費量の大きい車両が通過した場合の架線電圧の落ち込みについてもある程度予測することができ、送り出し電圧を下げることによる問題のある箇所、ない箇所の選別ができた。



(a) 変電所通常時の時間帯別最高、最低架線電圧の散布図例



(b) (a)と同一箇所における変電所停止時の状況

図3 時間帯別電力供給状況の確認例

4. 取り組みの成果

本件は、電力、車両といった境界条件において、互いのデータを提示し解析することで、最適な解を見出すことができた事例となった。また、車両に蓄積されたモニタリングデータは、車両の状態監視に役立つだけでなく、地上設備に対しても有効であることが示された。

現時点では6箇所の変電所の送り出し電圧を下げて1,620Vとしているが、これら施策の実施前と実施後の1年間における車両キロ当たりの受電電力量を見ると、全体で約7.2%減少しており、更なる省エネルギー化に大きな成果を得ることができた。