

3418 高容量型リチウムイオン電池を使用した 電力貯蔵装置のフィールド試験結果

正〔電〕 ○木山 和幸 (JR 西日本)

正〔電〕 梅田 繁樹 (JR 西日本)

正〔電〕 延原 隆良 (JR 西日本)

Field test result of the energy storage to DC railway feeding system which uses high capacity Li-ion battery

Kazuyuki KIYAMA, West Japan Railway Co. 2-4-24 Shibata Osakashikita-ku

Shigeki UMEDA, West Japan Railway Co.

Takayoshi NOBUHARA, West Japan Railway Co.

The energy storage to DC railway feeding system was introduced for the measure against feeding voltage drops when the substation stops at Shin-Hikida substation in 2006. The energy-saving effect of using regeneration energy effectively is also expected from Energy Storage to DC Railway Feeding System. But, introducing DC Railway Feeding System for the purpose of the energy-saving effect is not realized because of cost. Therefore, we are developing the energy storage to DC railway feeding system for the decrease the cost, by the general purpose using high capacity battery which may decrease the cost and the simplification of a part of the transduction of electric power.

Keywords : Energy Storage, Li-ion Battery, Regeneration Power

1. はじめに

近年、地球温暖化やエネルギー問題から省エネルギーや節電の需要が大きくなってきている。その中で、当社においては 2006 年に北陸線新正田変電所で架線電圧補償を目的としてリチウムイオン電池を用いた鉄道用電力貯蔵装置を実用化した¹⁾。この電力貯蔵装置には、回生エネルギーを有効活用する省エネルギー効果も期待されるが、省エネルギー効果を目的として電力貯蔵装置を導入することはコストの問題により実現されていない。

このような状況の中、電力貯蔵装置の更なる普及を目的として、コストダウンを目指した開発を行っている。今回、電力貯蔵装置のコストダウンに向けた試験機を製作し、フィールド試験を実施したので報告する。

2. 電力貯蔵装置試験機（以下、試験機）について

2.1 コストダウンに向けた検討

電力貯蔵装置のコストダウンを目指すにあたり、以下の項目に着目して試験機の仕様を検討した。

- 価格低下が期待できる電池の採用
- 機器構成の簡素化

一般的にリチウムイオン電池は高入出力型と高容量型の 2 種類に大別されるが、上述の新正田変電所電力貯蔵装置は前者を採用している。しかし、将来的な需要は電気自動車やエネルギー貯蔵の分野で利用される後の方が大きいと考えられ、電池価格の低下も期待できることから鉄道用電力貯蔵装置への適用が可能か検討を行う²⁾。

当社における電力貯蔵装置は、回生電力を貯蔵する電力貯蔵部と、架線と電力貯蔵部の電力融通を行う電力変換部で構成される。電力貯蔵部のリチウムイオン電池を並列接続することで電力変換部の台数を低減す。しかし、

リチウムイオン電池の並列接続数が増大すると電池間電流が大きくなるという問題も発生する。そこで、並列接続数を少なくする一つの方策として電力貯蔵部の高電圧化が考えられる。今回、電力変換部の台数低減のため、リチウムイオン電池の並列化および電力貯蔵部高電圧化の検討を行った。

2.2 試験機の仕様について

前項の内容を検討した試験機を製作した。Fig.1 に主回路結線図、Table 1 に試験機の仕様を示す。

電力変換部には双方向チョップの DC-DC コンバータを使用し、電力貯蔵部は、高容量リチウムイオン電池を採用し、最大公称電圧 1214V の 2 並列の構成とした。また電力貯蔵部のリチウムイオン電池は公称電圧 710V から 1214V まで約 100V 間隔の 7 段階で変更できる構造としている。

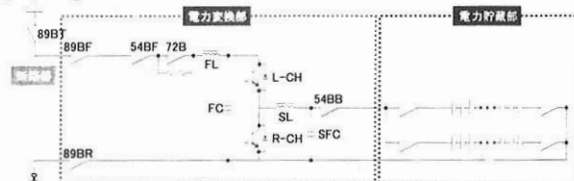


Fig.1 The connecting diagram of the main circuit

Table 1 The specification of the testing machine

使用電池	高容量型リチウムイオン電池
電力貯蔵部公称電圧	最大1214V (328セル直列)
電池並列数	2
電池容量	115kWh

3. フィールド試験実施場所について

製作した試験機の特徴を把握するために、試験機を営業線に設置してフィールド試験を行う。フィールド試験は、装置の基本動作確認を行う性能試験と連続運転における装置の耐久性確認を行う耐久試験の2段階に分けて実施する計画である。今年度、性能試験を行ったので、以下にその内容を記述する。

性能試験実施箇所として、小浜線美浜駅構内を選定した。小浜線の定期列車は回生車両である125系のみの運用であり、列車間隔は1時間当たり約1~3本程度の閑散線区である。さらに変電所間隔は約20kmであることから、定常的に回生絞込み制御が発生している線区である。また美浜駅は、Fig.2のとおり、小浜線の中で最も変電所間隔の長い栗野変電所~十村変電所のほぼ中間に位置する駅である。さらに、行き違い設備を有しており、上り列車と下り列車の同時進入(回生)や同時発車(力行)のダイヤが設定されており、架線電圧の変動が小浜線では最も大きいと考えられる。

このような特徴を有しているため、試験機の基本動作確認に適していると判断し性能試験を実施した。

Fig.3に試験機の設置状況を示す。

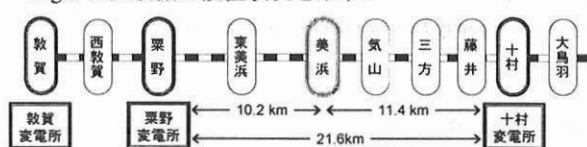


Fig.2 The location of around the Mihama Station

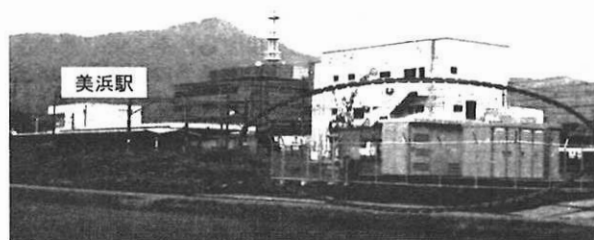


Fig.3 The installed condition of the testing machine

4. フィールド試験結果について

試験機は、Fig.4のように試験機直下の架線電圧の値により充電動作および放電動作を制御する。

以下に示す測定結果は、試験機の制御設定値をTable 2の通りとし、実施したものである。

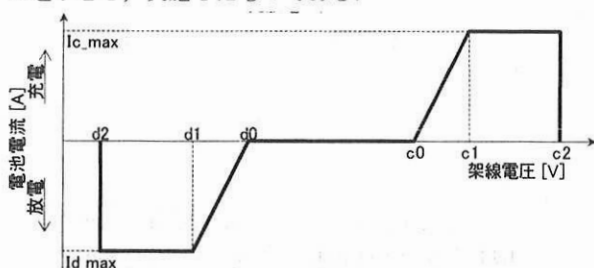


Fig.4 The pattern of discharge and charge

Table 2 The parameter of the testing machine

d2	d1	d0
1000V	1500V	1530V
c0	c1	c2
1600V	1650V	1850V

Fig.5に125系2両編成が単独で美浜駅に進入・進出する際の試験機直下の架線電圧および架線側の入出力電流の測定結果を示す。これにより、架線電圧の変動に対応して試験機が設定値通りに充放電動作していることが分かる。

Fig.6に、この列車が栗野駅~十村駅走行時の架線電圧の度数分布を示す。実線が試験機が稼働時で破線が非稼働時の結果である。試験機の稼働により架線電圧がc0より高くなる頻度およびd0より低くなる頻度が明らかに少なくなっており、架線電圧の変動を十分に抑制できていることが分かる。

これらの結果より、試験機が電力貯蔵装置として期待される動作(回生電力を吸収し、力行車両に供給する)をしていることが分かった。

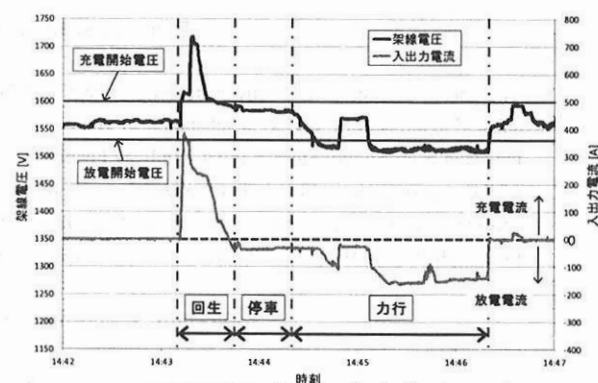


Fig.5 The measurement result when the train stop and start at Mihama Station

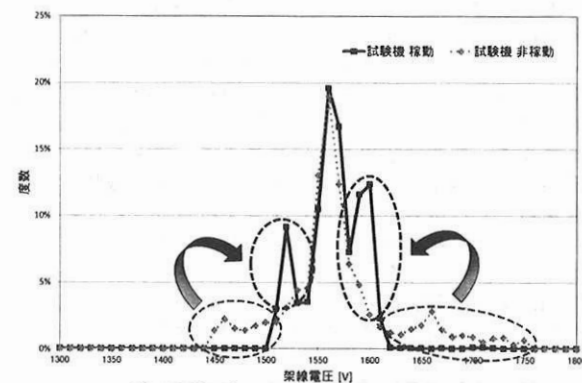


Fig.6 The frequency of distribution

5. 終わりに

電力貯蔵装置の更なる普及に向け、コストダウンを目指した開発を進めている。高容量型リチウムイオン電池の採用および機器構成の簡素化を検討し試作機を製作した。それを小浜線美浜駅構内に設置しフィールド試験(性能試験)を実施した。その結果、電力貯蔵装置として期待される動作が可能であることが分かった。

来年度は、この試験機を列車密度が比較的高い線区に移設し、フィールド試験(耐久試験)を実施する計画である。

参考文献

- 1) 梅田繁樹, 木山和幸: 鉄道と電気技術 2011 February pp.64-69
- 2) 木山和幸, 延原隆良, 西田淳: SOC制御に対する電池劣化特性の評価, 電気学会全国大会, 2012