

鉄道地上設備用制御弁式鉛蓄電池 FCR 形の開発

Development of the FCR type Valve Regulated Lead-Acid Battery for Railway Ground Equipment

北山 智久*
Satohisa Kitayama

三浦 優*
Masaru Miura

Abstract

We developed the FCR type Valve Regulated Lead-Acid Battery for railway ground equipment. Specifications are six types of 12V-50Ah / 10HR, 6V-100Ah / 10HR, 2V-150Ah, 200Ah, 300Ah, 500Ah / 10HR. The feature is long life even under high discharge frequency operation. The expected life is about 10 years (25°C), the number of discharges per year is 50 times. Considering the replacement of the existing equipment, it made it compatible with the conventional model MSE type.

1. はじめに

スタンバイユース用の制御弁式鉛蓄電池は、通信機器、制御用機器、UPSなどのバックアップ用電源として幅広く使用されている^{1), 2)}。常時、浮動充電を行い蓄電池を満充電状態に保ち、停電が起こった時に蓄電池から電力を供給する。国内では停電が非常に少ないことから、寿命性能は年数回の放電を想定している。

サイクルユース用の制御弁式鉛蓄電池は、太陽光発電などの再生可能エネルギー併設用途や電力貯蔵用途として使用されている。頻繁に充放電を行う用途のため、充電受入性能が優れている。

鉄道会社で使用されている地上用設備では夜間に計画的な停電が頻繁に実施されることがある。スタンバイユース用でありながら、サイクルユースの要素が加わった運用になる。放電回数が多くなると、放電に対して十分な充電量が確保できないため充電不足から電池寿命が短くなるという問題がある。

このような用途においても、充分性能を満足する蓄電池の要求が高まってきた。そこで、鉄道地上用設備の様な放電回数が多い用途でも長寿命性能を有するFCR形制御弁式鉛蓄電池を開発した。

2. 開発目標

- (1) 主な用途：
計画的な停電が行われる鉄道地上用設備や電力事情が悪く放電が頻繁に行われる用途。
- (2) 期待寿命：周囲温度25°C 10年、年間想定放電回数50回、0.1C₁₀A、DOD50%以下 (Depth of Discharge: 放電深度)
- (3) 従来品のMSEと寸法互換性があること。
- (4) 従来品のMSEと初期性能が同等であること。
- (5) 開発品種：
12V-50Ah/10HR、6V-100Ah/10HR、2V-150Ah、200Ah、300Ah、500Ah/10HRの6品種。

3. 電池諸元

FCR形の製品ラインナップを表1に示す。また、代表例としてFCR-100-6及びFCR-200の外観写真を図1に示す。

12V-50Ah/10HRから2V-500Ah/10HRまで6品種あり、外形寸法はMSE形及びFVL形(長寿命MSE)と互換性を持たせるため、同一寸法である。

* 産業機器生産統括部 産業機器技術部

表1 FCR形制御弁式鉛蓄電池の諸元
Table 1 Specification of FCR type
Valve Regulated Lead-Acid Battery

蓄電池形式	公称電圧 (V)	定格容量 (Ah/10HR)	外形寸法 (mm) (H×W×L)	質量 (約kg)
FCR-50-12	12	50	220×128×363	22.5
FCR-100-6	6	100	220×128×345	22
FCR-150	2	150	365×170×106	12.5
FCR-200	2	200	365×170×106	15.5
FCR-300	2	300	365×170×150	22
FCR-500	2	500	365×171×241	36.5



図1 FCR-100-6とFCR-200の外観
Fig.1 Appearance of FCR-100-6 and FCR-200

4. 課題と対策

表2に開発目標を達成するために採用した対策を示す。

計画停電等、充放電を繰り返した際の正極の寿命原因の一つは活物質の軟化である。そこで、正極活物質粒子間の結合力向上を図るために活物質の高密度化を施し、新たな添加剤を採用した。また、格子腐食の対策として耐食性合金を採用し、極板製法の改善を行った。

負極の寿命原因は充電不足によって生じるサルフェーションによるもので充電受入れ性を向上するために、添加剤の種類とその適正化を行った。

充放電を繰り返すことによるセパレータ中の硫酸濃度分布が生じる成層化の対策として新たな添加剤を採用した。

表2 開発目標に対する対策
Table 2 Measures of development targets

要素	寿命原因	対策	
正極	活物質の軟化	活物質粒子間の結合力向上	高密度化添加剤
	格子腐食	耐食性向上	耐食性合金 極板製法の改善
負極	サルフェーション	充電受入れ性向上	添加剤の種類
		硫酸鉛粗大化抑制	添加剤の適正化
電解液	成層化	成層化防止	添加剤

5. 特性試験

次に、開発品であるFCR形制御弁式鉛蓄電池の電気特性の結果について記述する。

5.1 各率放電試験

電気特性の確認にあたり、FCR-200を用いて各率放電試験を行った。その結果を図2に示す。MSEと同等の特性を確認した。

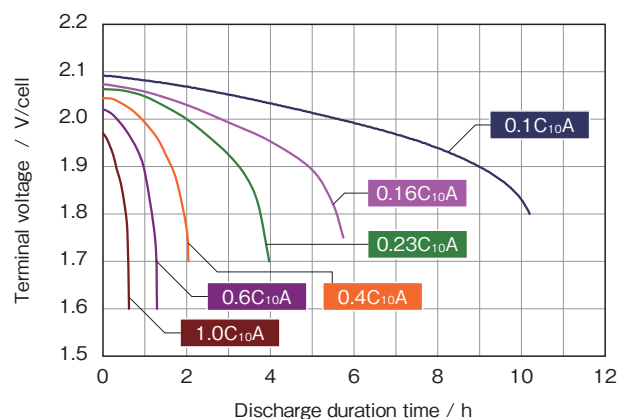


図2 25°C各率放電特性図
Fig.2 Discharge characteristic of various current rate at 25°C

5.2 温度加速寿命試験

図3にFCR-200の温度加速寿命試験の結果を示す。この結果より、期待寿命の25°C、10年を満足することが確認できた。

鉄道地上設備用制御弁式鉛蓄電池FCR形の開発

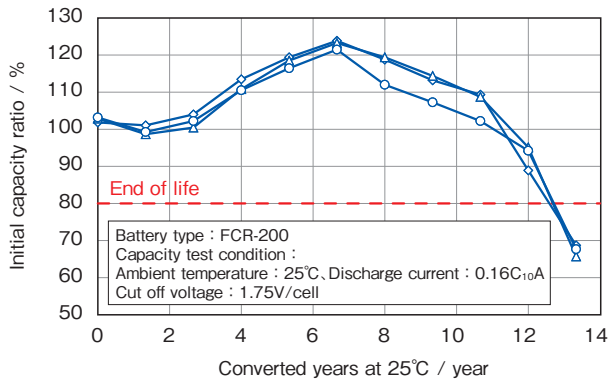


図3 温度加速寿命試験結果
Fig.3 Result of temperature acceleration test

5.3 サイクル寿命試験(0.1C₁₀A DOD50%)

次に、開発品のFCR-100-6と弊社従来品のMSE-100-6を用いて、DOD50%のサイクル寿命試験を行った。1日1サイクルの放電を行い、充電電圧はスタンバイユースで用いられる2.23V/セルとした。スタンバイユース用は年に数回の放電を想定しているため非常に厳しい試験である。

0.1C₁₀A、5時間目放電末期の推移を図4に示す。FCRは従来品MSEに比べ5時間目放電末期電圧の低下が少なく良好な結果が得られた。

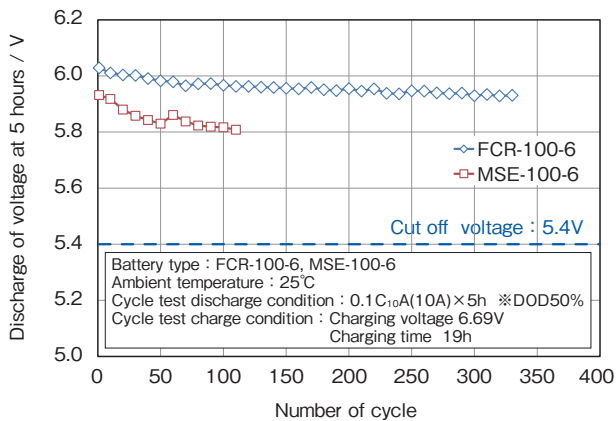


図4 DOD 50% サイクル寿命試験放電末期電圧推移
Fig.4 Change of EODV of FCR conventional battery under DOD 50% cycle test

5.4 サイクル寿命試験(0.23C₁₀A DOD70%)

5.3は、放電回数が多いスタンバイユース用のサイクル試験であるが、ここでは再生可能エネルギーと併設する用途や電力貯蔵用を想定してサイクルユース用の評価も行った。

試験電池は、開発品FCR-50-12と従来品のサイクル用鉛蓄電池SLM-50-12(太陽光発電用)を使用した。試験条件は放電電流:0.23C₁₀A、放電深度:DOD70%とした。その放電末期電圧の推移を図5に示す。

従来品SLM-50-12が約700サイクルで放電末期電圧が低下し寿命に至ったが、FCRは1800サイクル経過後も放電末期電圧の低下が認められなかった。

その結果、FCR-50-12はSLM-50-12に比べ、約2.5倍以上の耐久性があることを確認した。

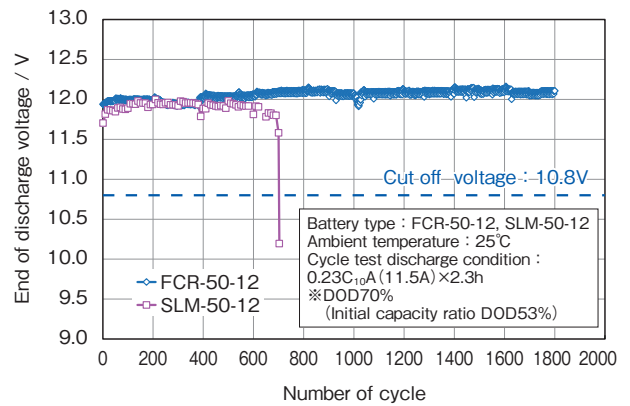


図5 DOD 70% サイクル試験放電末期電圧推移
Fig.5 Change of EODV of FCR, conventional battery under DOD 70% cycle test

6. 実証試験

現在、6つの駅舎にて実負荷を用いて実証試験を行っている。それらの内容を以下の表3に示す。全ての駅舎において鉄道地上設備特有の計画停電による蓄電池の放電が行われていることを確認した。定期的に蓄電池の状態を確認したところ、順調に運用されており異常は認められなかった。

一例としてA社、駅②のICカード用途に用いている実証試験の結果を示す。電圧-充放電電流の関係を図6に、試験期間中の内部抵抗の推移を図7に示す。(蓄電池形式:FCR-100-6×8個、48V系)

この機器室では、図6に示すとおり、頻繁に放電が行われており369日で74回の放電が確認されたが、図7に示す内部抵抗の推移は安定しており、劣化による内部抵抗の上昇は認められない。また、電

庄・外観についても異常は確認されなかった。

更に詳細な蓄電池の状態を調査するため約半年、約1年経過後に抵抗負荷による放電試験を行ったが、容量の低下は認められなかった。

従来品のスタンバイユース用鉛蓄電池は、年に数回の放電を想定した仕様となっており、このような放電回数が多し運用では充放電のバランスが崩れて、充電不足状態になる可能性がある。

しかし、開発品であるFCR形はこの様な運用においても異常は確認されなかった。

表3 実証試験一覧表
Table 3 List of the proof examination

場所	開始日	期間	電池仕様	放電回数	電池状態
駅① A社	2016.7.14	369日	FCR-100-6×8個 48V系	66回	異常なし
駅② A社	2016.7.14	369日	FCR-100-6×8個 48V系	74回	異常なし
駅③ A社	2016.7.15	370日	FCR-100-6×4個 24V系	23回	異常なし
駅④ A社	2016.7.15	370日	FCR-100-6×4個 24V系	25回	異常なし
駅⑤ B社	2016.11.2	251日	FCR-100-6×8個 48V系	7回	異常なし
駅⑥ B社	2017.4.20	82日	FCR-50-12×4個 48V系	2回	異常なし

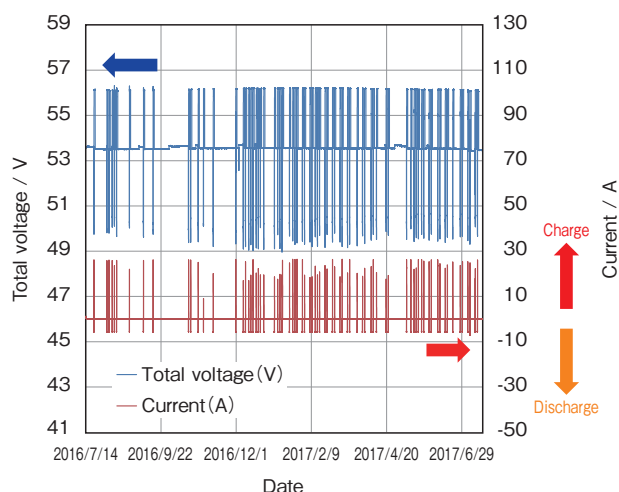


図6 電圧—充放電電流の推移 (駅②)
Fig. 6 Change of the voltage and the current in the proof examination (Station ②)

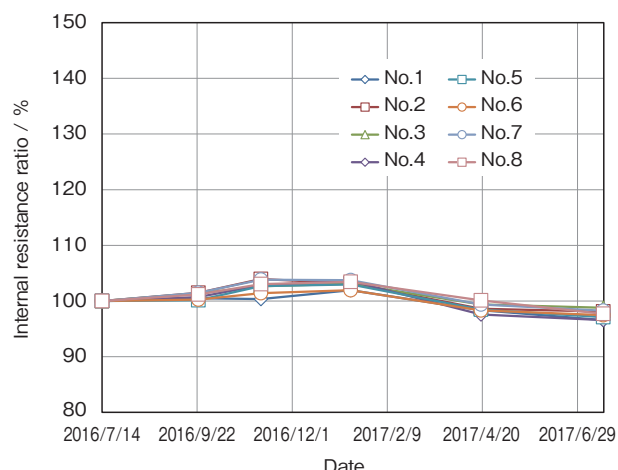


図7 実証試験における内部抵抗推移 (駅②)
Fig. 7 Change of the internal resistance in the proof examination (Station ②)

7. まとめ

今回開発したFCR形制御弁式鉛蓄電池は、鉄道会社で行われる計画停電を想定して蓄電池の設計に反映させた。

その結果、サイクル寿命試験では、従来品であるMSE形蓄電池やSLM形蓄電池よりも良好な結果が得られた。

また、実際の設備を用いて行っている実証試験では計画停電が多数確認されているが、その様な環境下においても充電電圧・内部抵抗など電池特性に異常な点は確認されない。これらの結果より、FCR形制御弁式鉛蓄電池の優位性が確認された。今後も試験継続し、電池特性を逐次解析していく。

参考文献

- 1) 大出康樹, 若尾将士, 河内英樹, 細谷俊明, 飯塚博幸, 高性能制御弁式据置鉛蓄電池 (FMU-S形) の開発, FBテクニカルニュース, No.56, 42, (2000)
- 2) 町田一幸, 若尾将士, 佐藤亮太, UPS用モノブロック電池 (新FVH形) の開発, FBテクニカルニュース, No.61, 28, (2005)