

超長寿命サイクルサービス用制御弁式 鉛蓄電池“SLR-1000”の開発

Development of “SLR-1000” Super Long Life Cycle Use Valve Regulated Lead-acid Battery

中尾 浩一郎* 前田 真之* 喜多見 俊男* 榎本 朋之*

Koichiro Nakao Masayuki Maeda Toshio Kitami Tomoyuki Enomoto

Abstract

We developed “SLR-1000” super long life cycle use valve regulated lead-acid battery. Newly developed “SLR-1000” has excellent characteristic on cycle life performance of over 5000 cycles more than twice as large as existing “SLE-1000” battery by using newly designed positive grid and high density positive active materials.

Key words: Long life; Cycle use battery

1 まえがき

現在、電力分野では、環境への負荷が少ない再生可能エネルギーの導入が進められている。その中でも設置地域に制限がない太陽光発電や発電コストが比較的低い風力発電の普及が進んでいる。

しかしながら、これらの再生可能エネルギーは、気象状況によって、発電量の出力変動が大きく、電力供給が不安定である。電力系統への再生可能エネルギーの接続量が増加すると、電力の品質へ与える影響が大きくなるため、電力供給の安定化は必要不可欠となってきた。

その対策の一つとして、蓄電池の活用が進んでいる。蓄電池は、電力需要が少ないときに発電された余剰電力を貯蔵し、電力需要が多いとき放電できるようにす

るためのものである。その一つとして、安定した性能とメンテナンスが簡単なサイクルサービス用の制御弁式鉛蓄電池が使用されている¹。

今回、当社の既存製品である長寿命サイクルサービス用制御弁式鉛蓄電池“SLE-1000”（1000 Ah/10 hR、以下、現行電池という）と比較して、サイクルサービス使用での寿命性能を大幅に向上させた“SLR-1000”を開発した。本報告では、超長寿命サイクルサービス用制御弁式鉛蓄電池“SLR-1000”（以下、開発電池という）について、適用技術の概要を報告する。

2 開発電池の構成

2.1 コンセプト

開発電池のコンセプトを以下に示す。

- (1) 公称電圧 2 V、定格容量 1000 Ah/10 hR とする。
- (2) サイクル寿命性能は、DOD 70%^{**}、25℃で現行電池の 2.5 倍となる 5000 サイクルとする。

* 産業電池電源事業部 産業電池生産本部
産業電池技術部

- (3) 蓄電池は、横置き設置用金枠（以下、ユニットという）に収納して使用するものとする。
- (4) 省スペース化を実現している既存ユニットと同等のスペースで設置可能とするため、蓄電池の外形寸法は現行電池と同等とする。

2.2 開発電池要項

Fig. 1 に単電池外観写真, Fig. 2 にユニット外観写真を示す。



Fig. 1 External appearance of newly developed "SLR-1000" valve regulated lead-acid battery.



Fig. 2 External appearance of newly developed "SLR-1000" battery unit.

Fig. 3 に単電池外形寸法, Fig. 4 にユニット寸法を示す。また、開発電池と現行電池とを比較した要項表を Table 1 に示す。

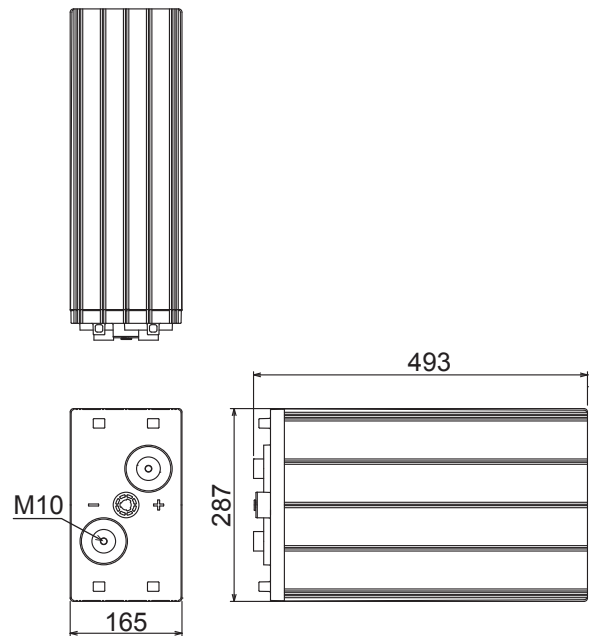


Fig. 3 External dimensions of newly developed "SLR-1000" valve regulated lead-acid battery.

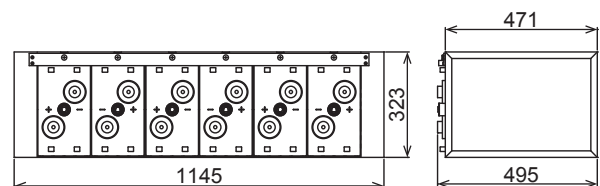


Fig. 4 External dimensions of newly developed "SLR-1000" battery unit.

Table 1 Specification of newly developed "SLR-1000" and existing "SLE-1000" valve regulated lead-acid batteries.

Model Number	SLR-1000	SLE-1000
Norminal Voltage / V	2	2
Rated Capacity(10 hR) / Ah	1000	1000
Expected Life / cycles (DOD 70%, 25°C)	5000	2000
Outer Dimensions		
Length / mm	287	287
Width / mm	165	165
Height / mm	493	493
Mass / approx. kg	67	64

** DOD : Depth of discharge (放電深度)

2.3 エレメント構成

(1) 正極格子

制御弁式鉛蓄電池の格子にはカルシウム系鉛合金を用いるが、カルシウム系鉛合金の格子は、腐食を受けると伸びやすいという欠点がある。格子が伸びると、格子から活物質の剥離が起きることで、容量が低下する。さらに伸びると、やがて破断に至り寿命となる。これが、制御弁式鉛蓄電池の劣化原因の一つとなっている。開発電池においては、サイクル性能を向上させる上で、この格子の伸び対策が重要であった。

格子は断面積の大きい方が、格子伸びを抑制できることから、格子断面積を現行電池よりも大きくする検討をおこなった。また、格子の破断を抑制するためには、格子が伸びることによって発生する応力を吸収するような升目形状を用いることが効果的であると考え、CAE解析を用いて格子形状についてシミュレーションした。その結果から、格子の長手方向の断面積を現行電池よりも20%大きくすることと、格子升目の縦横の長さの比率および断面積の比率を最適化することで、目標サイクル寿命5000サイクルが達成できると判断した。Fig. 5にCAE解析で得た情報を基に設計した格子(タイプA)と升目形状の異なる2種類(タイプB, C)の格子を用いた電池のフロート加速寿命試験結果を示す。タイプAの格子を用いた電池は、目標である25°Cでのフロート寿命25年相当を大幅に上回る結果を得た。この結果から格子形状はタイプAを採用することにした。

次にタイプAの格子を用いた開発電池でのDOD 70%におけるサイクル寿命試験をおこなった。Fig. 6にサイクル寿命試験で1500サイクル到達時の格子断面を示す。また、Fig. 7にサイクル寿命試験における残

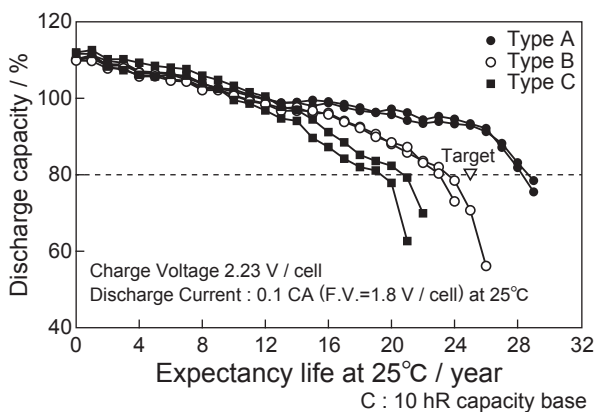


Fig. 5 Accelerated floating charge life test for newly developed 3 types of positive grid.

存格子断面積の変化を示す。Fig. 7では比較のために現行電池のサイクル寿命試験における残存格子断面積の変化も示す。開発電池の残存格子断面積は、現行電池の残存格子断面積推移から想定した推移を示しており、DOD 70%のサイクル寿命は、5000サイクル到達可能であることを示している。

(2) 活物質

鉛蓄電池は、正極活物質を高密度にするほどサイクル寿命性能が向上するが、放電容量は低下する。また、活物質全体に対する放電反応に関与する活物質の比率(利用率)を下げるとサイクル寿命性能は向上する。開発電池では、高密度活物質を採用すると同時に活物質の利用率を下げることで目標のサイクル寿命を確保することにした。一方、負極活物質は、充電受入性能を重視した活物質処方を採用することで、PSOC (Partial state of charge) 使用での寿命性能の向上をはかった。

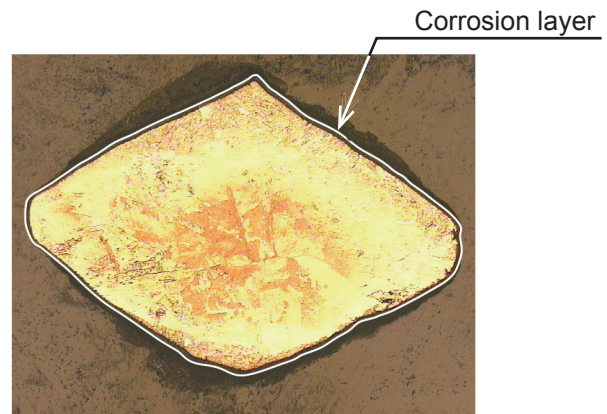


Fig. 6 Cross-section view of newly developed positive grid at the point of 1500 cycles life test.

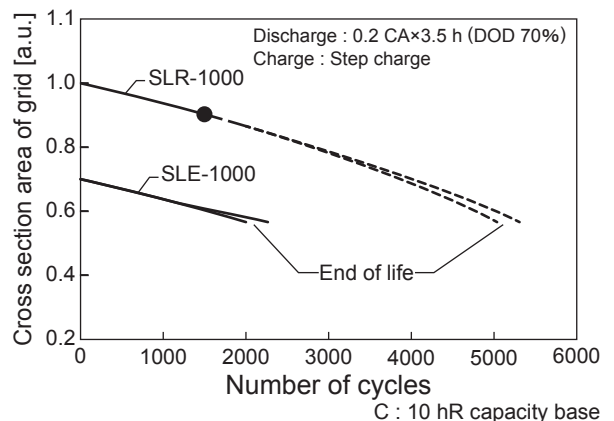


Fig. 7 Expectation of positive grid corrosion at the end of cycle life test.

(3) セパレータ

セパレータは、充放電の繰り返しによる正極活物質の脱落を抑制するために高圧迫で反発力低下の少ない高密度ガラス繊維製のリテナーマットを使用した。また、開発電池は現行電池と比較して、ガラス密度を約10%高くすることで、蓄電池寿命まで高い反発力を維持し、サイクル寿命性能の向上をはかった。

2.4 電槽蓋

サイクルサービス用制御弁式鉛蓄電池は、電力不足が深刻な海外でのさまざまな環境での使用も見込まれるため、水分透過をより抑制できるポリプロピレン樹脂を採用した。

2.5 設置方法

サイクルサービス使用での寿命性能を向上させるためには、電解液の成層化を抑制することが重要となる²。電解液の成層化を抑制し、エレメントにおける電解液の濃度差を解消するために、開発電池の設置方向は極板が水平となるような横置き設置を基本とした。組電池はユニットに蓄電池を収納したモジュールを段積みした状態で使用する。開発電池の専用ユニットは耐震強度面で十分な強度を有した設計をおこなった。開発電池24セルの組電池外形図をFig. 8に示す。

3 開発電池の性能

3.1 放電性能

Fig. 9に開発電池の放電性能を示す。開発電池の25℃各率放電性能は、現行電池と比較して、同等の性能を示している。

3.2 サイクル寿命性能

Fig. 10に開発電池のDOD 70%サイクル寿命試験による容量推移を示す。2500サイクルを経過している

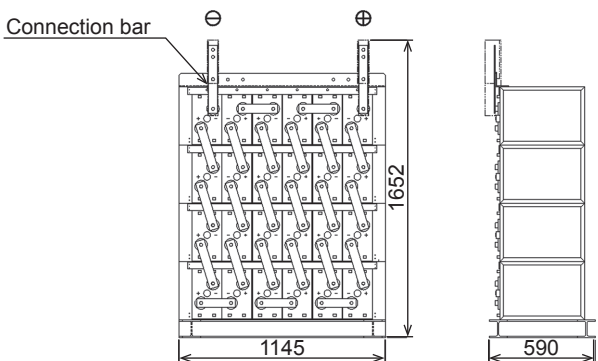


Fig. 8 External dimensions of newly developed "SLR-1000" assembled battery.

が、活物質の劣化は見られず、順調な推移を示していることがわかる。このサイクル寿命の推移から、5000サイクルは達成すると考える。

3.3 安全性

JIS C 8704-2-1: 2006(据置鉛蓄電池—第2-1部：制御弁式—試験方法)、JIS C 8704-2-2: 2006(据置鉛蓄電池—第2-2部：制御弁式—要求事項)および社内規格に基づいて実施した信頼性試験結果をTable 2に示す。衝撃、漏液試験などの特性を確認し、部材の損傷や漏液等の問題は認められず、信頼性の高い電池といえる。

4 まとめ

今回、開発した超長寿命サイクルサービス用制御弁式鉛蓄電池"SLR-1000"は、その優れたサイクル寿命性能が特長であり、満充電もしくはそれに近い状態

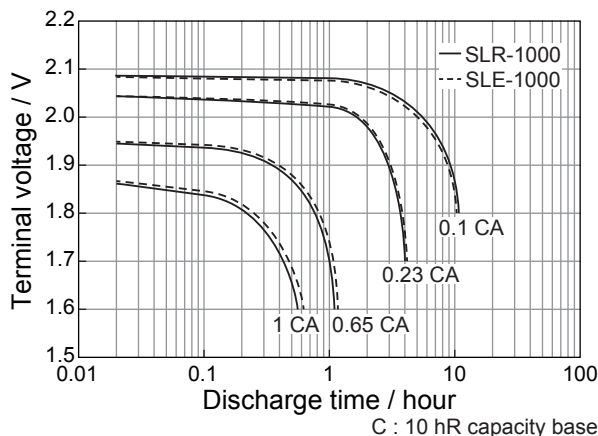


Fig. 9 Discharge characteristics for newly developed "SLR-1000" and existing "SLE-1000" battery at 25°C.

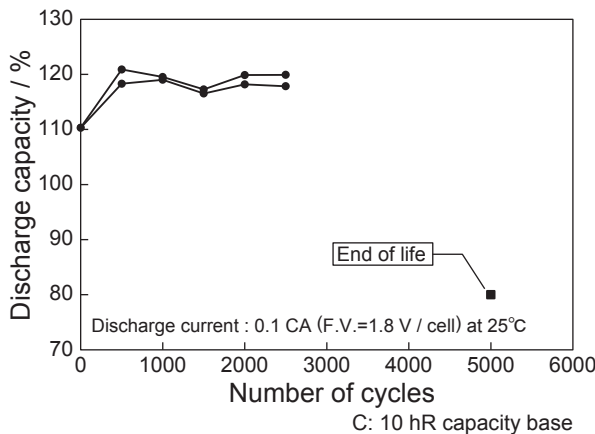


Fig. 10 Cycle life test for newly developed "SLR-1000".

Table 2 Results of safety test for newly developed "SLR-1000" battery.

Test item	Standard	Condition	Result
Shock test	JIS*	A fully charged battery is dropped in the upright position from height of 10 cm onto a hard board having a thickness of 10 mm or more. Test is repeated 3 times.	No breakage and leakage.
Large current discharge test	JIS*	A fully charged battery is discharged at 6 CA for 5 seconds.	No case deformation and breakage.
Vibration test	JIS**	A vibration 16.7 Hz frequency and peak to peak amplitude 4 mm is applied to the X-, Y- and Z-axis directions of a fully charged battery for 60 minutes respectively.	No case deformation, breakage and leakage.
Electrolyte leakage test	GY***	A fully charged battery is charged at 0.2 CA for 5 hours.	No case deformation, breakage and leakage.
Short circuit test	GY***	A fully charged battery terminals are connected with a bar of 50 m-ohms or less resistance.	No burn and burst. No leakage.
Heat-cycle test	GY***	A batteries are charged on the conditions from -15 degrees C to 65 degrees C.	No case deformation, breakage and leakage.

* JIS C 8704-2-1:2006 and JIS C8704-2-2:2006

** JIS C 8702-1:2009

*** Company standard

まで充電し、必要な時に放電する電力貯蔵用途に適している。

資源の枯渇がなく、環境への負荷が少ない太陽光発電や風力発電による電力供給の安定化対策として、従来から様々な用途で使用されている鉛蓄電池は、今後、再生可能エネルギー分野でも貢献できると確信している。

文 献

1. 塩見正昭, 栗沢勇, 田中秀基, 大角重治, 岩田政司, 坪田正温, *GS News Technical Report*, **60** (2), 13 (2001).
2. 吉岡俊樹, 水田治彦, 平城元, *GS News Technical Report*, **62** (1), 31 (2003).