

# 小形電気車用制御弁式鉛蓄電池 SER38-12 の開発

## Development of Valve-Regulated Type "SER38-12" Lead-Acid Battery for Small Electric Vehicle

足立昌司\*      近藤 猛\*  
塩見正昭\*      大角重治\*\*

Masaji Adachi   Takeshi Kondo  
Masaaki Shiomi   Shigeharu Osumi

### Abstract

We have developed the valve-regulated type "SER38-12" lead-acid battery for small electric vehicle especially suitable for the electric wheelchair required the higher reliability because the main user is aged or physically challenged person. The following new technologies were adopted for this battery to meet the following demand : (1) The special alloy was used for the positive grid to prevent the phenomenon of PCL (Premature Capacity Loss), and (2) The high density fiber was used for glass separator to increase the cycle life.

The "SER38-12" lead-acid battery is found to show the cycle life performance over 1000 cycles under the electric wheelchair operating simulated pattern (70% depth of discharge at 25 °C ). The performance level would be quite enough to meet the basic criterion of its market.

## 1 ま え が き

近年、日本においては高齢化が急速に進行している。例えば、2000年に17.3%であった65歳以上の人口割合が、2010年には22.5%になると推定されている<sup>1)</sup>。これにともない、外出機会サポートのニーズが高まっており、ハンドル式の自走電動車いすの国内出荷台数は、1990年に約10000台であったが、2000年に約30000台となっており、年々急激な増加傾向にある<sup>2-4)</sup>。

現在、容量、コスト、ポジションフリーといった理由から、ほとんどのハンドル式電動車いすには制御弁式鉛蓄電池が搭載されている。ユーザーは歩行困難な肢体不自由者もしくは高齢者であることから、搭載される制御弁式鉛蓄電池には高い信頼性が求められる。

われわれは、電気自動車用制御弁式鉛蓄電池を開発し、市場実績を積み重ねながら、サイクル用途での長寿命化技術を確立してきた<sup>5)</sup>。これらの技術や研究成果をもとに、今回、主に電動車いす向けを市場ターゲットとしているSER38-12形制御弁式鉛蓄電池(以下、SER38-12という)を開発した。

\* GYM 技術開発センター 研究開発部

\*\* GYM 技術開発センター

## 2 SER38-12 鉛蓄電池の構成

開発したSER38-12の仕様を表1に、外観写真を図1に示す。SER38-12は電動車いす用制御弁式鉛蓄電池の標準サイズおよび標準定格容量と同じ設計になっている。また、同電池はサイクル寿命性能向上のために正極板集電体用特殊合金や高密度セパレータを採用したことを特長としている。また、サイクル中の電解液比重分布が不均一化し容量が低下する現象（成層化現象）を防止するために、電解液量の最適化もおこなっている。

充電器については、表2の仕様の専用充電器を開発した。この充電器では2段階定電流充電方式を採用しており、2段階目の電流へは所定の電池電圧に達したときに切り替えるように設定している。また、その電圧値は電池温度により補正される。2段階目の充電時間は、1段階目の充電時間の長さや電池温度によって自動的に調整され、使い方（放電深さ）や温度によって充電の過不足が生じないように工夫されている。

## 3 正極集電体の特殊合金

従来形電池の容量低下要因の一つとして、PCL (Premature Capacity Loss) という現象がある。これは、放電途中で正極集電体と活物質との界面（腐食層）が

優先的に放電するために  $PbSO_4$  の高抵抗層が形成されることが原因である。正極集電体合金に Pb-3%Sb 系合金を使用すれば PCL が防止できることは知られている<sup>9)</sup>。その反面、自己放電特性や減液特性が低下するために制御弁式電池に使用することは難しい。われわれは、Pb-3%Sb 系合金を用いた場合の PCL 抑制効果メカニズムを調査し、その結果をもとに、PCL 抑制効果の高い特殊合金を開発することに成功した。今回開発した特殊合金を集電体とした正極板を用いて制御弁式鉛蓄電池を製作し、充放電サイクル試験に供した。また比較用として、Pb-Ca 系合金集電体の正極



図1 SER38-12形制御弁式鉛蓄電池の外観

Fig. 1 Outside view of valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery.

表1 SER38-12形制御弁式鉛蓄電池の仕様

Table 1 Specifications for valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery.

Model	SER38-12
Type	VRLA
Nominal voltage / V	12
Nominal capacity* / Ah	38
Dimensions / mm	
Length	163
Width	197
Height	174
Total height	174
Mass / kg (approx.)	14
Discharge capacity** / Ah	
at 0.05CA	38
at 0.2CA	32

\* : 20 hour rate

\*\* : at 25 °C

表2 SER38-12形制御弁式鉛蓄電池(2個直列)の専用充電器の仕様

Table 2 Specifications of charger for 2-battery module of valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery.

Model	S-SGD2405X
Charge method	SWR/2-step constant current charge
Input	AC100 V
Output	
Voltage	DC34 V max.
First step current / A	5.0
Second step current / A	0.7

板を用いた電池も同時に試験した。サイクル試験中の放電容量推移を図2に示す。なお、サイクル数は比較用電池のものを基準として表示した。Pb-Ca系合金集電体の電池に比べて特殊合金を用いた電池は、2倍以上サイクルを繰り返しても全く容量低下がみられなかった。それぞれの電池を放電後に解体調査したところ、Pb-Ca系合金集電体の電池は正極集電体/活物質界面に $\text{PbSO}_4$ が偏析していた。一方、特殊合金を用いた電池は $\text{PbSO}_4$ の偏析はみられず、PCL抑制効果が認められた。

#### 4 高圧迫セパレータ

サイクル用途に用いられる制御弁式鉛蓄電池は正極活物質の軟化もしくは正極格子腐食で寿命となることが多い。これらの劣化は、極板への圧迫を強くし、使用中もその圧迫力を維持することによって遅延することができる<sup>7)</sup>ので、SER38-12には繊維密度の高いガラス繊維セパレータを採用した。これによって、極板圧迫の強化および長期間の圧迫維持ができ、さらに長寿命化を図ることができるものと考えられる。高密度ガラス繊維セパレータを使用した制御弁式鉛蓄電池を製作し、サイクル寿命試験に供した。また、比較用に通常のガラス繊維セパレータを使用した制御弁式鉛

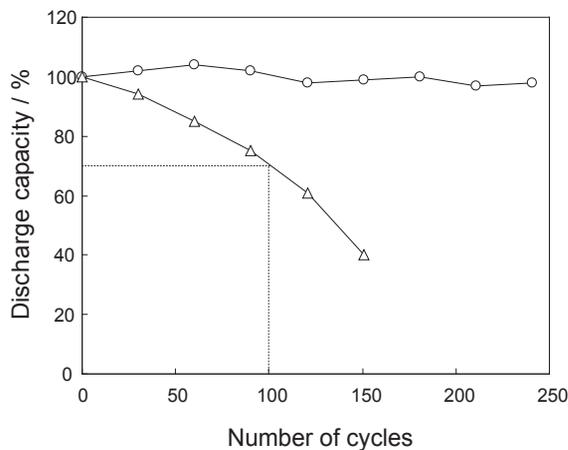


図2 正極集電体に新合金(○)およびPb-Ca合金(△)を用いた鉛蓄電池のサイクル寿命性能

Fig. 2 Cycle life performance for lead-acid battery using new alloy(○) and Pb-Ca alloy (△) for positive grid.

蓄電池もあわせて製作し、同様のサイクル寿命試験に供した。サイクル試験中の放電容量推移を図3に示す。高密度ガラス繊維セパレータを用いた電池は通常のセパレータを用いた電池に比べ、約60%寿命性能が向上した。試験途中でそれぞれの電池を解体調査したところ、高密度ガラス繊維セパレータを用いた電池の正極板の劣化は見られなかったが、通常のセパレータを用いた電池の正極板は、活物質の軟化と格子腐食が進んでいた。

以上の結果から、高密度ガラス繊維セパレータを使用したSER38-12は、従来品に比べて長寿命であるといえる。

#### 5 基本特性

##### 5.1 放電容量

SER38-12の放電電流と放電容量との関係を図4に示す。また、25℃の各率放電特性を図5に示す。低温および高率放電の際にも、汎用の制御弁式鉛蓄電池と比べて遜色ない特性を示している。

##### 5.2 サイクル寿命性能

SER38-12を、放電深さ(Depth of discharge : DOD)を変えたサイクル寿命試験に供した。試験条件を以下に示す。

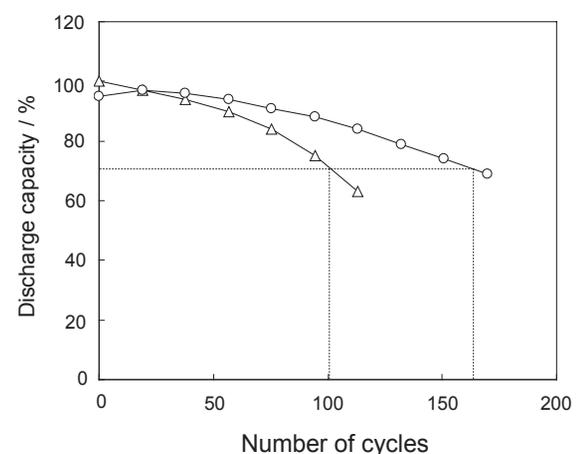


図3 高密度ガラス繊維セパレータ(○)および通常のガラス繊維セパレータ(△)を用いた鉛蓄電池のサイクル寿命性能

Fig. 3 Cycle life performance for lead-acid battery using high density separator(○) and standard separator(△).

放電：20 A でDOD30% およびDOD70% まで。  
 充電：電動車いす充電パターンを模擬した図6に示す方式で放電量の115%まで。  
 充電後の休止時間：1 h  
 温度：25 °C  
 寿命試験中の容量試験：100 サイクルごとに、0.2 CA で1.7 V/セルまで。

サイクル寿命試験中の放電容量推移を図7および図8に示す。上記条件下でのSER38-12の寿命性能は、DOD30%で1900サイクル、DOD70%で1000サイクルであった。したがって、SER38-12は良好な寿命性能であるといえる。なお、0.2 CA 定格容量に対し70%以下となった時点をも寿命とした。

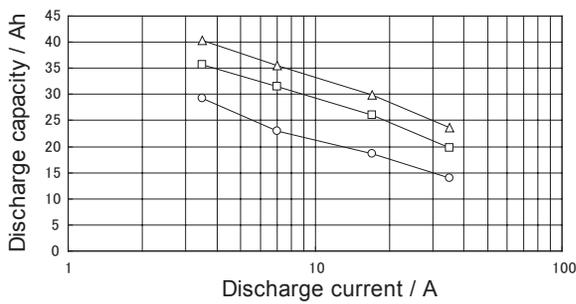


図4 SER38-12形制御弁式鉛蓄電池の0 °C (○), 25 °C (□) および40 °C (△) における放電電流と放電容量の関係

Fig. 4 Relationship between discharge current and discharge capacity for valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery at 0 °C (○), 25 °C (□), and 40 °C (△).

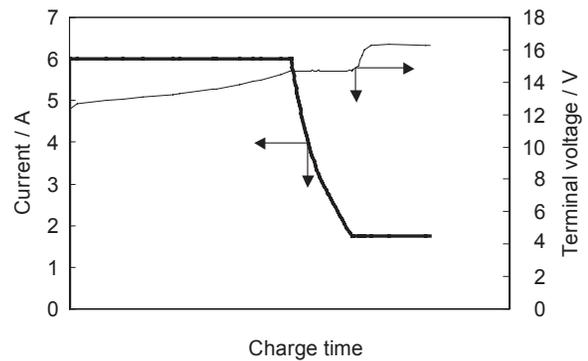


図6 サイクル寿命試験中におけるSER38-12制御弁式鉛蓄電池の充電電流(—)および端子電圧(---)の変化

Fig. 6 Change in charge current (—) and terminal voltage (---) for valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery during cycle life test.

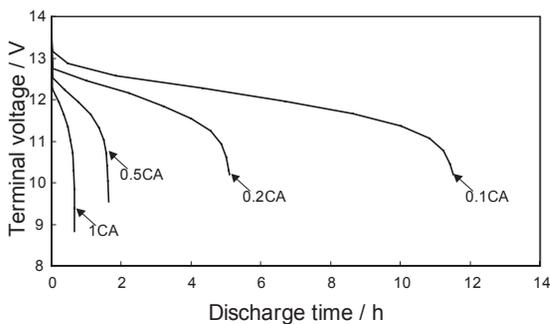


図5 SER38-12形制御弁式鉛蓄電池の25 °C各率放電特性

Fig. 5 Discharge characteristics of valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery at various rates at 25 °C.

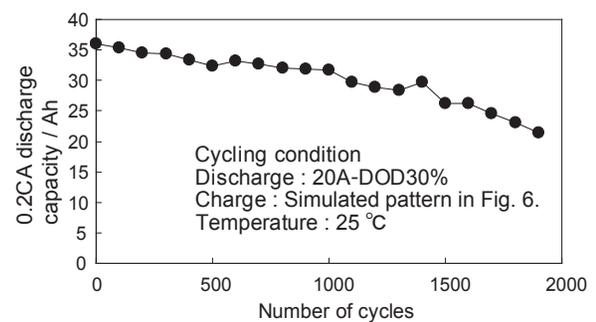


図7 SER38-12形制御弁式鉛蓄電池のDOD30%の充放電サイクル寿命性能

Fig. 7 Cycle life performance for valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery at 30% DOD.

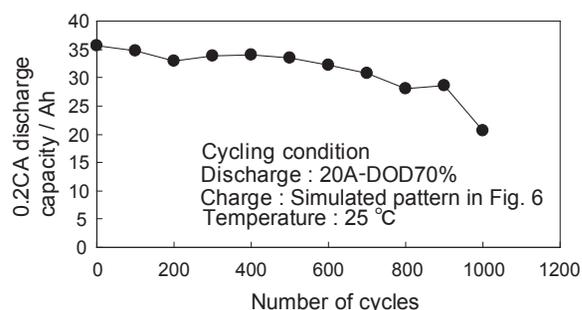


図8 SER38-12形制御弁式鉛蓄電池のDOD70%定電流放電サイクルでの寿命性能

Fig. 8 Cycle life performance for valve-regulated type SER38-12 lead-acid battery at constant current discharge of 70% DOD.

## 6 まとめ

今回開発した小形電動車用制御弁式鉛蓄電池SER38-12は、新開発した特殊合金を正極集電体に用いることによってPCLを抑制し、サイクル使用における信頼性を向上することができた。また、高密度ガ

ラス繊維セパレータを用いることで、長寿命化を達成することができた。

現在、各電動車いすメーカーにサンプル提供をおこない、フィールド試験などで性能確認をしていただいております。好評を得ています。

## 文献

- 1) 総務庁統計局 HP <http://www.stat.go.jp>
- 2) 林邦宏, 電動車いすの安全技術, 自動車技術会関東支部報<高翔> No. 41, 21 (2004)
- 3) 国土交通省 HP 公共交通機関におけるハンドル形電動車いすの取扱いについて(交通バリアフリー技術規格調査研究委員会報告書) [http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/01/010716\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/01/010716_.html)
- 4) 電動車いす安全普及協会 HP <http://www.den-ankyo.org>
- 5) 近藤猛, 高橋克仁, 鈴木一道, 西田一美, 坪田正温, *GS News Technical Report*, 56 (2), 13 (1997)
- 6) 岡田祐一, 坪井裕一, 塩見正昭, 大角重治, 井上直行, *GS News Technical Report*, 61 (2), 7 (2002)
- 7) 中村憲治, 塩見正昭, 高橋克仁, 坪田正温, *GS News Technical Report*, 54 (2), 31 (1995)