

フロアマシン向け制御弁式鉛蓄電池“DCS90”の開発

Development of “DCS90” Valve Regulated Lead-acid Battery for Floor Machine

田 中 陽 子* 奥 野 遼 司* 花 井 靖 男* 榎 本 朋 之*

Yoko Tanaka Ryoji Okuno Yasuo Hanai Tomoyuki Enomoto

Abstract

“DCS90” valve regulated lead-acid (VRLA) battery developed for floor machine. Discharge capacity of that battery is designed to be 40% higher than that of the same outer dimensions as “SEB65”. The battery is specialized in cycle life performance and shape for both easy handling and prevention of short-circuit between terminals resulting in the applicability for floor machine applications. New battery was verified to have a good performance with long duration and long life.

Key words: Valve regulated lead-acid battery; Floor machine; Cycle service battery

1 まえがき

ビルやショッピングセンター、公共施設などの床洗浄には業務用床清掃機器（以下、フロアマシンという）が広く普及している。中でもバッテリー式のフロアマシンは、電源コードが不要であるため作業性が良く、また、エンジンタイプと比較して騒音が少ない。このため、時間帯を選ばず作業できるなど利便性に優れている。このバッテリー式フロアマシンの動力源の一つに、補水が不要でメンテナンス性のよい制御弁式鉛蓄電池が使用されている。中でも当社の“SEBシリーズ”が広く使用されている。“SEBシリーズ”の中でも“SEB65”（65 Ah/5 HR）は、小型のフロアマシンに2個搭載され、一回の充電で2時間以上の連続使用が可能である。

今回、“SEB65”と同サイズでありながら、一回の充電で清掃面積の拡大が可能となる、フロアマシン向け制御弁式鉛蓄電池“DCS90”を開発したので、その適用技術の概要を報告する。

2 開発電池の特長

今回開発した“DCS90”は、小型のフロアマシン用途に適した電池性能を有するように設計したもので、同サイズである“SEB65”に対して、放電容量を約40%増加させた。これにより、“SEB65”を使用している小型のフロアマシンに本電池を使用すると、一回の充電による連続使用可能時間が延長し、清掃面積を大幅に拡大できるものである。また、本電池の蓋や端子はフロアマシンへの搭載を考慮した専用設計を行っており、利便性に優れた電池である。

* 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 開発電池の構成

3.1 コンセプト

開発電池のコンセプトを以下に示す。

- (1) フロアマシン用途に最適化したハイレート放電性能を有すること。
- (2) 小型のフロアマシンにおいて、一回の充電で連続3時間以上の使用を可能とすること。
- (3) “SEB65”と同等以上のサイクル寿命性能を有すること。
- (4) 補水が不要な制御弁式とし、電池形状は電池交換時の利便性を考慮すること。

これらのコンセプトに基づいて、電池開発を行った。

3.2 開発電池要項

Fig. 1 に開発電池の外観写真を示す。また、本開発電池と“SEB65”の外観寸法を Fig. 2 に、要項表を Table 1 に示す。

3.3 エレメント構成

小型のフロアマシンにおいて一回の充電で連続3時間以上の使用を可能にするためには、電池の放電容量を“SEB65”に対して40%以上増加させる必要があった。そのために、エレメントを構成する部品は、すべて新規に設計・開発し、容量の増加をはかった。なお、本電池ではハイレート放電性能を向上させるために、小型のフロアマシンで使用されている“SEB65”と比較して、極板反応面積を50%以上拡大することをねらいとした設計を行った。本電池の内部構造を

Table 1 Specifications of valve-regulated type “DCS90” and “SEB65” lead-acid battery.

Model	Unit	DCS90	SEB65
Nominal voltage	/V	12	12
Rated capacity*	/Ah	90	65
Dimensions	/mm		
Length		307	308
Width		170	176
Total height		229	237
Mass	/kg (Approx.)	30	22.5
Terminal type		Nut inserted	L type terminal

*5HR



Fig. 1 External appearance of newly developed “DCS90” valve regulated lead-acid battery.

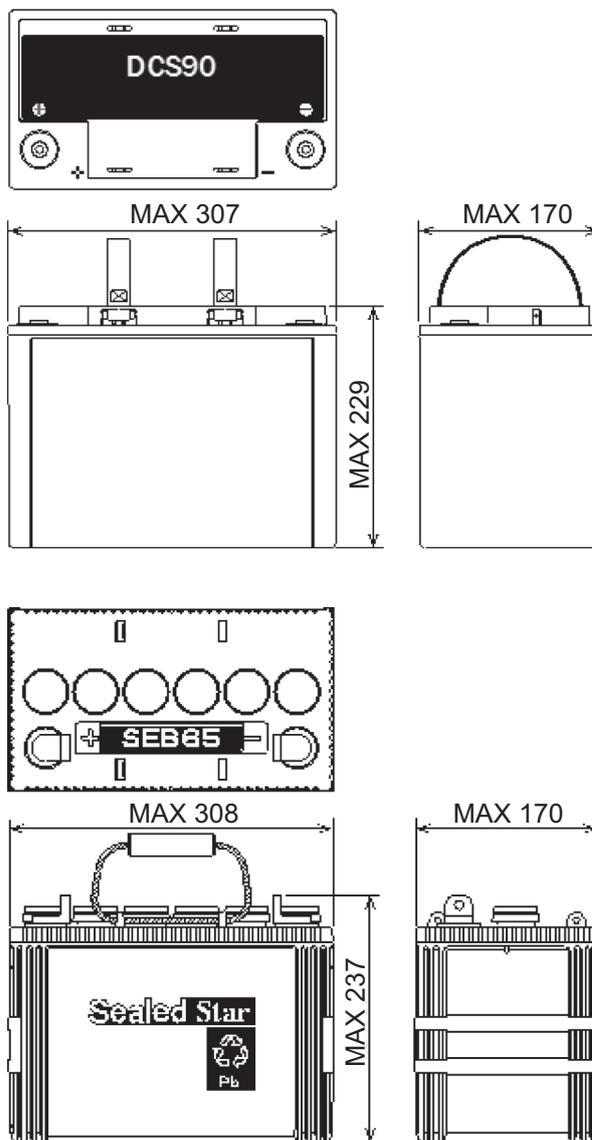


Fig. 2 Comparison outside view between newly developed “DCS90” and “SEB65”.

Fig. 3 に示す。

市場でのフロアマシン用途における電池の劣化モードは、深い放電と充電の繰り返しによる正極活物質の軟化が一般的である。しかし、一部の電池では過充電または比較的高い温度環境下で使用されることによる正極格子体の腐食劣化したものも見受けられた。そこで、本電池の開発では良好なサイクル寿命性能を実現するため、以下に示す部品構成とした。

(1) 正極活物質

正極活物質は、充電と放電の繰り返しに起因する劣化モードである軟化を抑制するために、高密度活物質を採用した。さらに活物質の利用率高め、放電容量を増加するために、活物質内の空孔容積を増加させる効果がある、カーボンの一種を添加した。

(2) 正極格子体

フロアマシンは、ユーザーによって一回の充電あたりの使用時間がまちまちである。一方、使用される充電器は一般的な定電流定電圧充電方式が多く、使用時間が短いユーザーでは過充電傾向となることが多い。そこで、本電池の格子体は、過充電による格子体腐食による性能劣化を遅延させるために、“SEB65”と比較して約10%骨太の設計とし、耐過充電性の向上をはかった。

(3) 負極板

ハイレート放電性能向上のために、極板反応面積の拡大と活物質の十分な確保をはかった。極板厚さを“SEB65”と比較して約10%薄くしたうえで、1セ

ルあたりの負極活物質量を約50%以上増加させた。

(4) セパレータ

正極活物質の軟化による性能低下を抑制するために、セパレータは高圧迫において反発力の低下が少ない高密度ガラス繊維セパレータを採用した¹⁾。また、セパレータの厚さは、“SEB65”よりも約10%薄くすることにより、ハイレート放電性能の向上をはかった。

(5) 電解液

電解液は、放電容量とサイクル寿命性能のバランスおよび“SEB65”で使用されている充電器との互換性を考慮した設計を行った。電解液には、深い放電と充電を繰り返すことによっておこる、電池内部の電解液比重の不均一化（成層化現象）を防止するための成層化抑制剤を添加した。さらに、電池を放電したあとに充電せず長時間放置時に、正極板と負極板の間に発生する微小短絡（浸透短絡）を防止するため、浸透短絡抑制剤を添加した。

3.4 電槽および蓋

良好なサイクル寿命性能を得るためには、エレメントに高い圧迫力を加え続ける必要がある。電槽は、この高い圧迫力を維持するために必要十分な強度となるように構造設計を行い、短側面の厚さを一般的な同サイズ電池に対して約2.3倍とした。

端子部は、スパナなどの金属工具が電池上面に落下した場合に、両端子が金属工具と同時に接触することによる短絡を防止するために、蓋上面よりも低く配置した。端子部を蓋上面より低くするために、蓋の端子封口部は“SEB65”よりもコンパクトな構造が必要となった。そのため、“DCS90”の蓋では、“SEBシリーズ”など一般的に広く採用されている鉛ブッシング方式から、Oリングとエポキシ樹脂による封口方式に変更した。これにより、端子部は“SEB65”と比較して、約50%コンパクトな構造を実現した。一方、“SEB65”で採用している鉛ブッシング方式では、端子部と鉛ブッシングが溶接で接合されているため、ボルト締付け時に必要な端子強度は容易に得られるのに対して、開発電池の端子封口部は、エポキシ樹脂の密着強度で対応する必要があった。“DCS90”の蓋では、エポキシ樹脂充填部に複数のリブを設けた構造とし、表面改質処理を施すことでエポキシ樹脂と蓋の密着強度の向上をはかり、使用上十分な端子強度を確保した。

また、蓋裏には、フロアマシンの振動や充放電の繰り返しに起因する格子の伸びによる端子封口部の破損を防止するため、端子部保護構造（ストッパー）を設

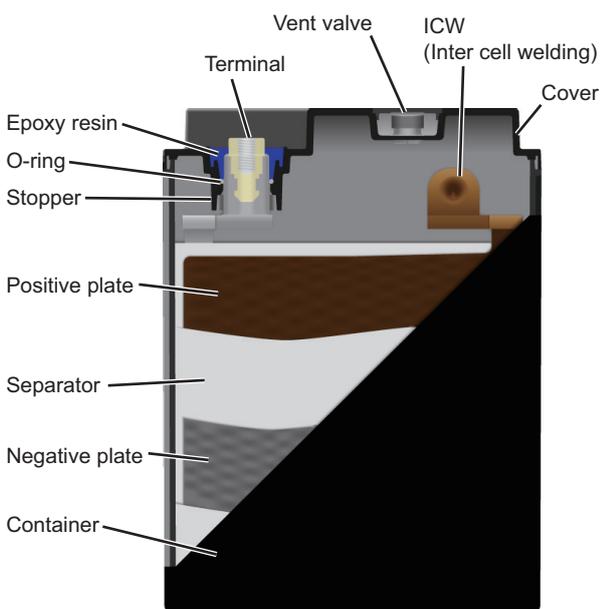


Fig. 3 Internal structure of newly developed “DCS90”.

けた。

さらに、蓋側面には、電池の温度監視を行うためのサーミスタ用ポケットを2箇所配置し、電池温度測定による制御などを行う場合の利便性向上をはかった。

3.5 端子

本電池は、端子部をコンパクトにするために、“SEBシリーズ”で初めてナットインサート方式を採用した(M8ボルト使用)。本電池の端子部は、特殊な形状のナットを表面処理し、鉛合金に鑄込んだもので、ボルトの推奨締め付けトルク値が980 N/mに対して、2000 N/m以上の強度を確保した。

3.6 取っ手

本電池の取っ手は、2本構成とした。これは、本電池の質量が約30 kgと重量物であるため、二人での電池運搬および交換作業時の利便性を考慮した設計である。蓋の取っ手取り付け部は、同様の取っ手を使用している電池と比較して、取っ手支持部の寸法拡大と厚肉化を行うことにより、大幅な強度向上をはかった。電池運搬時に取っ手にかかる荷重は、約75 N/1箇所であるのに対して、取っ手部の耐荷重は約980 N/1箇所であり、十分な強度を有している。また、取っ手は折りたたみ可能であり、本電池を機器へ収納した際、機器との干渉を防ぐことができる。

4 電池性能

4.1 放電性能

“DCS90”の30℃における各率放電特性をFig. 4に示す。放電率が0.2から1 CAで良好な放電性能を示している。また放電電流が0.28 CAの場合、3時間以上放電が持続している。これは小型のフロアマシンへ搭載した場合の放電を想定しており、連続3時間以上の使用が可能であることがわかる。

4.2 充電性能

“SEBシリーズ”専用充電器を用いた場合の充電性能をFig. 5に示す。この専用充電器での充電でも良好な充電推移を示しており、充電器についても互換性があることを示している。また、市場の一般的な定電圧充電器にも適応できることがわかる。

4.3 サイクル寿命性能

サイクル寿命試験の放電容量推移をFig. 6に示す。放電深度(Depth of discharge : DOD) 70% (30℃)において、サイクル寿命性能は500サイクルであった(定格容量の80%を寿命判定基準とする)。“DCS90”は良好な寿命性能であることを示している。

4.4 安全性試験

JISおよび社内規格に基づいて信頼性試験を実施した。その結果をTable 2に示す。電槽、蓋の振動、衝撃、熱冷などのほか、電池での振動試験、フロアマシンへの搭載を想定した性能試験、制御弁の作動、端子漏液など諸特性について試験を行い、いずれも問題は認められず、安全性の高い電池といえる。

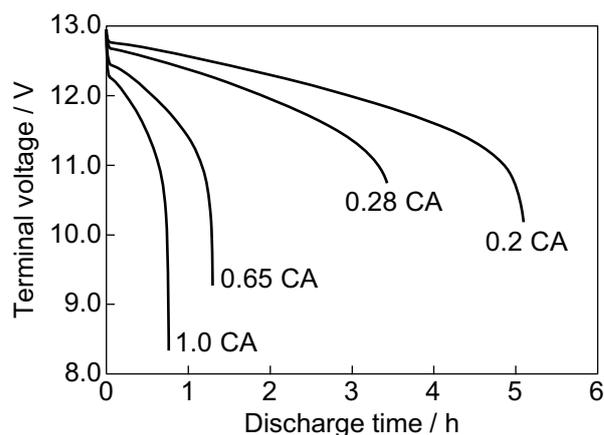


Fig. 4 Discharge characteristics of “DCS90” battery at 30℃.

Charge : Voltage = 14.7 V

Maximum current = 18 A

Charge time = 10 h (Maximum)

Temperature = 30℃

Discharge : Current = 0.2, 0.28, 0.65, 1.0 CA

Temperature = 30℃

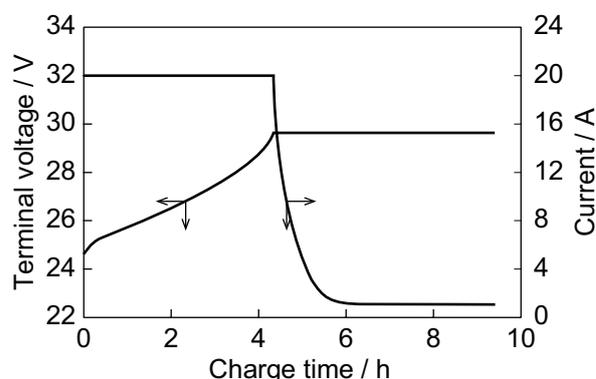


Fig. 5 Charging performance of “DCS90” battery with battery charger for “SEB series”.

Charge : Voltage = 29.4 V / 2 monoblocs

Maximum current = 20 A

Charge time = 9.5 h

Temperature = 30℃

Table 2 Result of safety test for newly developed "DCS90".

Test item	Standard	Condition	Result
Vibration test	SBA	A vibration 24.9 Hz frequency and peak to peak amplitude 2.5 mm is applied to the Z axis directions of a fully charged battery for 2 hours respectively.	No case deformation, breakage, and leakage. No voltage drop.
Heat-cycle test	GY	A battery is charged on the conditions from -10 degrees C to 65 degrees C. Test is repeated to 5 months.	No case deformation, breakage, and leakage.
Shock resistance test	SBA	A steel ball from 20 cm in height to 4.9 N is dropped.	No case deformation, breakage.
Operation of vent valve	GY	Pneumatic pressure is gradually applied to the vent valve 0.98 hPa to 196.1 hPa.	It operated 0.98 hPa to 196.1 hPa.

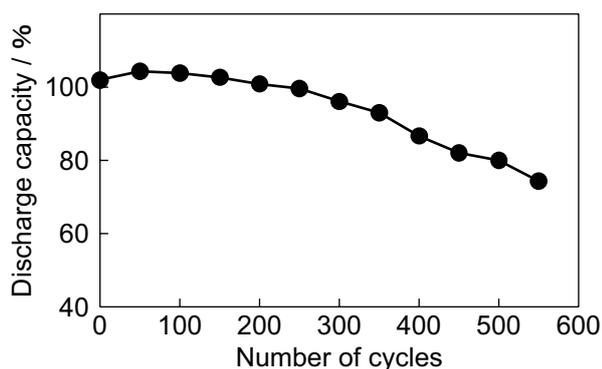


Fig. 6 Cycle life performance of newly developed "DCS90" battery at 30 °C.

Discharge : Current = 18 A

DOD = 70%

Temperature = 30 °C

Charge : Maximum current = 18 A

Voltage = 14.7 V

Charge time = 8.5 h

Temperature = 30 °C

End of life : 80% of initial capacity.

5 まとめ

制御弁式鉛蓄電池の“SEBシリーズ”に加え、新たに“DCS90”を開発した。本電池は、フロアマシン用途に特化したもので、“SEB65”と同サイズでありながら、エレメントの設計を最適化することで、放電容量を40%増加させるとともに、サイクル寿命性能は500サイクルを実現した。これにより、小型フロアマシンで3時間以上の連続使用を可能とした。

今後、電池品種の充実化をはかることと、さらなる性能の向上と利便性の高い製品を開発していく予定である。

文献

1. 中村憲治, 塩見正昭, 高橋克仁, 坪田正温, *GS News Technical Report*, 54(2), 31(1995).