

# 鉄道用途向け制御弁式据置鉛蓄電池 「SNS-TN シリーズ」の開発

## Development of “SNS-TN” Valve Regulated Lead-acid Battery for use of railway transportation systems

渡嘉敷 亮\* 喜多見 俊男\* 吉田 知\*

Ryo Tokashiki Toshio Kitami Tsukasa Yoshida

### Abstract

We developed “SNS-TN” of Valve Regulated Lead-acid Battery for use of railway transportation systems. “SNS-TN” is so durable that it can be used at a higher discharge frequency than conventional batteries. The expected life time of “SNS-TN” is 12 years under 50 times discharging per year (25°C).

*Key words* : VRLA; Standby use; Railway transportation systems

## 1 はじめに

制御弁式据置鉛蓄電池（VRLA）の SNS シリーズは、MSE シリーズの長寿命品として約 20 年の生産実績がある。現在に至るまで、防災防犯装置、通信システムなどのバックアップ電源に組み込まれるなどして数多く使用されている。その用途は主にスタンバイユースであり、常時浮動充電を行うことで充電状態を保ち、商用電源などが停電した際に負荷へ電力を供給する。このような用途では、国内の電力事情や自然災害の頻度などを鑑みて、年間 3～4 回程度の停電を想定している。

しかし近年、スタンバイユースでありながら、鉄道用途や計画停電などの比較的放電頻度の高い使用の要求が高まっている。

今回、従来品である MSE/SNS シリーズと外形寸法や容量は同じでありながら、放電頻度の高いフロート使用での耐久性を向上し、長期間の使用が可能となる「SNS-TN シリーズ」を開発した。

本報告では、2020 年度から新たにラインアップする鉄道用途向け制御弁式据置鉛蓄電池「SNS-TN シリーズ」について紹介する。

## 2 開発電池の特徴

今回開発した「SNS-TN シリーズ」は、特に計画停電などの放電頻度の高い鉄道地上設備等のバックアップに適した性能を有し、従来品である MSE/SNS シリーズと互換性を持つように同サイズの外形寸法とした。また、主に正極活物質処方最適化を行うことで、スタンバイユースでありながら年間 50 回の充放電が繰り返される環境下においても 12 年の寿命が期

\* 産業電池電源事業部 産業電池生産本部 技術部

待できる性能を有する。

### 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) 従来品（MSE/SNSシリーズ）と寸法・容量に互換性があること。
- (2) 年間50回、DOD50%\*\*にて充放電を繰り返した場合に、12年の期待寿命を満足すること。
- (3) その他特性は、JIS C 8704-2-2:2019『据置鉛蓄電池 要求事項』を満足すること。

#### 3.2 開発電池要項

Fig.1にSNS-TNシリーズの外観（一例）を示す。また、Table 1にSNS-TNシリーズの仕様を示す。

#### 3.3 正極活物質

正極板は、充電と放電の繰り返しに起因して活物質が軟化し、劣化することが知られている<sup>1-3</sup>。これは充放電サイクルによって二酸化鉛の体積分率が低下



図1 SNS-TN型鉛蓄電池の外観  
Fig. 1 Appearances of SNS-TN.

表1 SNS-TN型鉛蓄電池の仕様  
Table 1 Specifications of SNS-TN.

Model		SNS-50-12TN	SNS-100-6TN	SNS-150TN	SNS-200TN	SNS-300TN	SNS-500TN
Nominal voltage	V	12	6	2	2	2	2
Rated capacity	Ah/10hR	50	100	150	200	300	500
Rated capacity	Ah/1hR	32.5	65	97.5	130	195	325
Dimensions	H mm	217	217	354	354	354	354
	L mm	363	345	170	170	170	171
	W mm	128	128	106	106	150	241
Mass (approx.)	kg	23	22.5	12.5	15	21.5	35.5
Terminal types		Bolt (M6)	Bolt (M6)	Threaded insert (M10)	Threaded insert (M10)	Threaded insert (M10)	Threaded insert (M10)

し、導電経路が減少した結果、放電過程で生成される硫酸鉛によって二酸化鉛が導電経路から孤立する確率が高くなり、放電容量が低下する現象、と考察されている<sup>4</sup>。「SNS-TNシリーズ」では、従来品に対して約10%高密度化した正極活物質処方を採用することで、充放電サイクルによって二酸化鉛が導電経路から孤立する確率を下げ、正極活物質の軟化を抑制した。

#### 3.4 正極格子

正極格子は、腐食によって伸びることで活物質との密着性が低下し、放電容量の低下を引き起こす要因となる。当社が2015年に開発したSLR-1000型鉛蓄電池で、格子断面積および格子伸びによって発生する応力を吸収する格子形状をCAE解析によるシミュレーションを用いて設計した実績があり<sup>5</sup>、「SNS-TNシリーズ」でもこの技術を応用し、従来の格子形状から全面的にデザインの見直しを行った。これにより、放電頻度の高いフロート使用における耐久性の向上を図った。

#### 3.5 セパレータ

セパレータの圧迫力特性は鉛蓄電池の寿命特性に大きく影響を及ぼす。「SNS-TNシリーズ」では、高圧迫かつ長期間の使用においても十分な圧迫力を維持できる高密度ガラス繊維セパレータ（リテーナーマット）を採用した。

#### 3.6 電解液

正極活物質を高密度化することで、充放電サイクルにおける活物質の軟化抑制を図ったが、一方で高密度化により放電容量は低下する。そのため、電解液は正極活物質の高密度化に伴う放電容量への影響を考慮した電解液比重とした。これにより、従来品と同等の放電性能を維持している。また、充放電を繰り返すと、電解液の上部と下部に比重差が生じる成層化が発生するため、電解液にはこの成層化を抑制するための添加

\*\*DOD: Depth of discharge (放電深度)

剤を採用した。

### 3.7 電槽，蓋および端子

電槽，蓋および端子は従来品（MSE/SNS）との互換性を考慮し，従来品と同一形状とした。また，長期間の使用でもエレメントへの圧迫力が維持できるよう，十分な強度を持つABS樹脂を採用した。

### 3.8 構成の最適化

放電深度が比較的浅い放電を繰り返した場合に，正極格子と活物質の界面近傍まで電解液が侵入し，その電解液濃度が高くなるにつれて，正極格子表面に硫酸鉛の不導体層が形成され，早期容量低下（PCL: Premature Capacity Loss）が発生することが知られている<sup>6</sup>。「SNS-TNシリーズ」では，上述の特徴に加えて，当社が培ってきた蓄電池の長寿命化技術によって早期容量低下の抑制を図った。

## 4 電池特性

### 4.1 放電性能

Fig. 2にSNS-TN型鉛蓄電池の代表的な各率放電特性を示す。0.1 C<sub>10</sub>Aから1.0 C<sub>10</sub>Aの各放電率において，従来品と同等の放電容量を有している。

### 4.2 高温加速寿命性能

Fig. 3にSNS-TN型鉛蓄電池の高温加速寿命試験の結果を示す。本試験結果において，開発電池の寿命性能は3.1項に記述した12年の寿命を満足することを確認している。

### 4.3 サイクル寿命性能

Fig. 4にSNS-TN型鉛蓄電池のDOD40%サイクル寿命試験による放電終期電圧の推移を示す。本試験結

果において，放電終期電圧が寿命判定となるまでに，従来品であるSNSシリーズは約340サイクルであることに對して，「SNS-TNシリーズ」では約900サイクルを達成している。本試験の積算の放電電流量から換算すると，DOD50%で充放電を繰り返した場合に，12年相当となる600サイクルを満足する十分な性能を有していると考える。

### 4.4 市場用途を想定した検証試験

Fig. 5にSNS-TN型鉛蓄電池の市場用途を想定した検証試験による放電終期電圧の推移および10時間率放電容量の推移を示す。本試験では比較的放電深度の浅い充放電を繰り返す使用方法を想定している。試験結果において，従来品であるSNSシリーズは約50サイクルで早期容量低下が見られたことに對して，

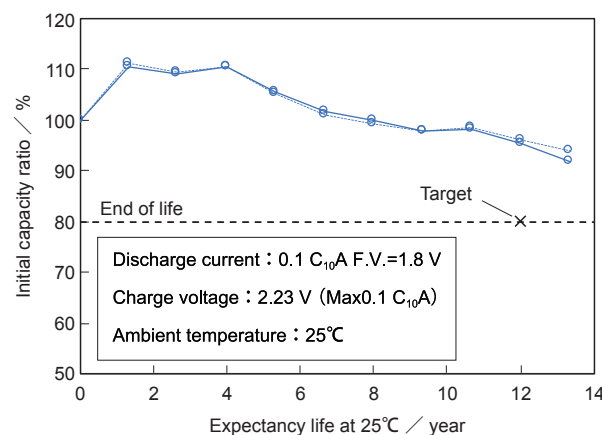


図3 加速フロート寿命試験結果  
Fig. 3 Accelerated floating charge life test with SNS-TN.

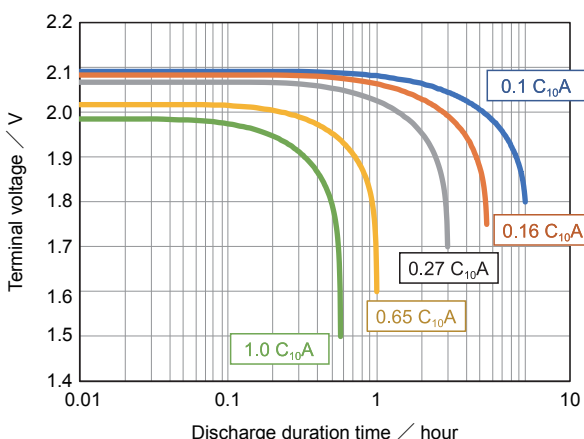


図2 放電特性 (25°C)  
Fig. 2 Discharge characteristics of SNS-TN at 25°C.

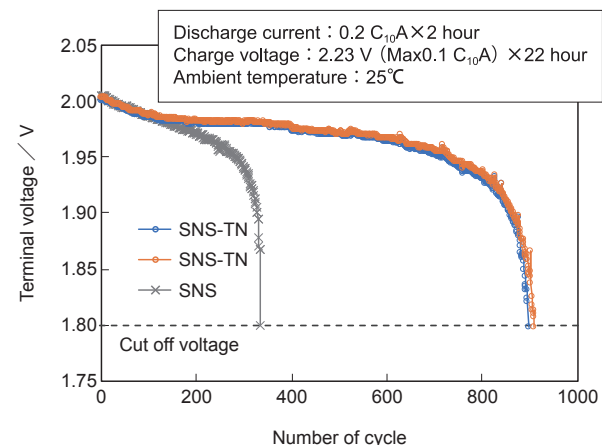


図4 サイクル寿命試験結果 (DOD40%)  
Fig. 4 DOD40% cycle life test with SNS-TN.

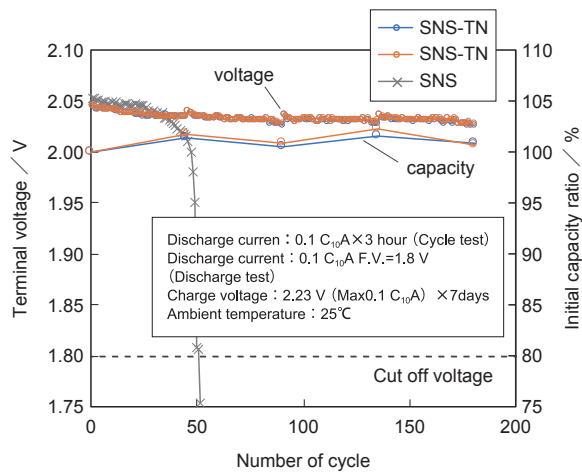


図5 市場用途を想定した検証試験結果  
 Fig. 5 Verification testing for market applications using SNS-TN.

「SNS-TN シリーズ」では約 180 サイクルを経過してなお、早期容量低下の兆候は見られず、良好に推移している。

## 5 まとめ

鉄道用途向け制御弁式据置鉛蓄電池として、年間

50 回の放電条件下で、12 年の寿命が期待でき、かつ耐 PCL 性能にも優れた「SNS-TN シリーズ」を新たに開発した。本電池は、需要が高まっている比較的放電頻度の高いスタンバイユースとして、頻繁な計画停電やさまざまな電力事情にもフレキシブルに対応でき、汎用性の高い設計となっている。

## 文献

1. 電池ハンドブック, 電気化学会電池技術委員会編, オーム社.
2. 橋本健介, 古河浩明, 古川淳, FB テクニカルニュース, **71**, 33 (2015).
3. 原田岬, 杉江一宏, *Panasonic Technical Journal*, **56** (2), 56 (2010).
4. 溝口泰紀, 岡田祐一, 秦公樹, 大前孝夫, *GS Yuasa Technical Report*, **16** (2), 8 (2019).
5. 中尾浩一郎, 前田真之, 喜多見俊男, 榎本朋之, *GS Yuasa Technical Report*, **12** (1), 21 (2015).
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).