

特集

開発が進む二次電池

電力貯蔵用ナトリウム-硫黄電池

Sodium-Sulfur Battery for Energy Storage

佐藤 晃*
Kouich Satou

1. はじめに

社会の発展・成熟に伴うアメニティー指向の高まりによって電力需要は、図-1のように年々増加しており、特に冷房需要の拡大に伴い真夏の昼間に発生する最大電力の伸びが著しく、電力需要のピーク化や昼夜間格差の拡大といった問題が生じている。

電力貯蔵用電池は、夜間電力を蓄え昼間のピーク時に放出することによりこの問題の解決を目指している。既存の電力貯蔵技術である揚水発電と異なり都市近郊に分散配置することが可能であるため、流通設備の利用率向上が期待できる点が大きな特徴である。また、他の電力貯蔵技術である圧縮空気貯蔵や超伝導貯蔵に比べて技術的成熟度が高いため次期貯蔵技術としては最も実現性の高い方式である。

本稿では、最近のNAS電力貯蔵用電池の動向について紹介する。

2. NAS電池による電力貯蔵技術

NAS電池は、負極物質にナトリウム、正極物質に硫黄、電解質にベータアルミナという固体電解質を用いた電池である。ベータアルミナはナトリウムイオンを伝導する性質をもったセラミックで、このベータアルミナを介して負極と正極間をナトリウムイオンが移動することにより充放電が行われる。

単電池の構造は通常の乾電池と同様な円筒形をしており中心からナトリウム、ベータアルミナ、硫黄の順に配置される。単電池は1本1本が金属容器で完全密封しており、内部の物質が単電池の外部に漏洩しない構造となっている。(図-2)

単電池は電圧が低く容量も小さいので多数の電池を直列並列に接続し集合化したモジュールを構成し、さ

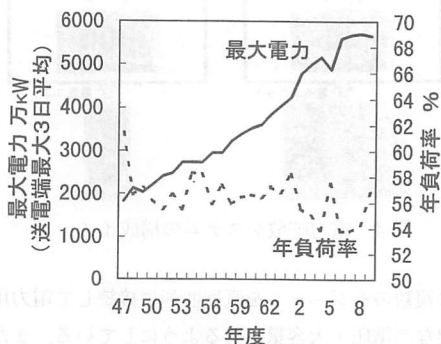


図-1 最大電力と年負荷率 (東京電力管内)



図-2 単電池構造

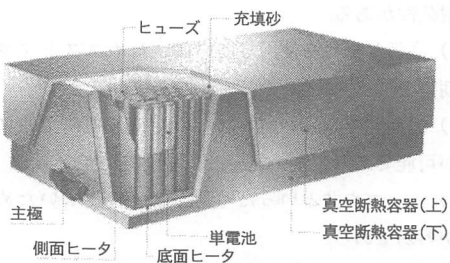


図-3 モジュール構造

* 東京電力(株)エネルギー・環境研究所電力貯蔵グループ主任 研究員

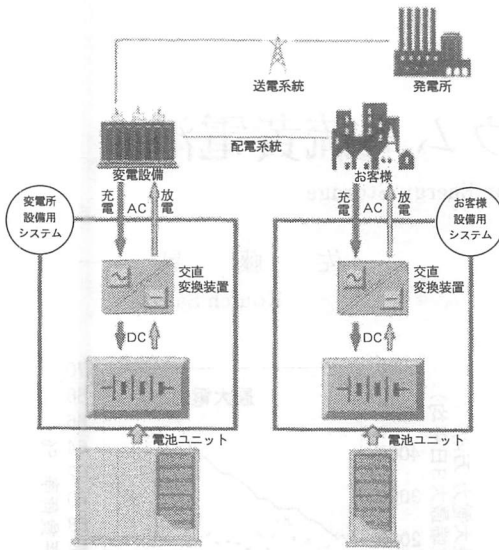


図-4 電力貯蔵システムの構成イメージ

らに複数のモジュールを直列並列に接続して電力用に必要の高電圧・大容量を得るようにしている。また、動作温度が約300℃であるため、モジュール単位に断熱を施して使用する。断熱容器はステンレス魔法瓶のように真空を利用したものである。(図-3)

運転開始時は電気ヒータで運転温度まで昇温するが、充電・放電時には電池が発熱するので、その熱を利用して動作温度を維持している。容器内の温度の微調整は電気ヒータで行う。

NAS電池による電力貯蔵システムは、電池ユニットと交流を連系するための交直変換装置とで構成する。(図-4)

NAS電池が電力貯蔵用電池として適している特長として以下の点がある。

- (1) 鉛電池の約3倍の高エネルギー密度のため狭いスペースにコンパクトな設置が可能である。
- (2) 充放電効率が高く自己放電がないため、効率的な貯蔵ができる。
- (3) 耐用年数15年以上、充放電回数2250回以上の長期耐久性がある。
- (4) 高価な材料を使用していないためコストダウンが期待できる。
- (5) 短期間で建設が可能のため設備計画に柔軟に対応が可能であり、また建設後に移設も可能である。
- (6) ポンプや弁といった可動部品が必要ないため保守が容易である。
- (7) 電力負荷平準化用だけでなく、非常用のディー

ゼル発電機の代替など多様な使い方ができる。

3. 技術開発状況

東京電力では、NAS電池の開発を昭和58年に開始し、昭和59年からは日本ガイシ株式会社の協力を得てベータアルミナ、単電池、モジュールの開発を着実に進めてきた。平成4年にはそれまでの技術開発成果を基に実用原型機として50kW級電池の実用試験を開始した。この電池は現在も継続して運転中である。50kW級電池以降も単電池、モジュールに関する技術改良を実施し、実用上十分な性能および耐久性が得られている。

安全性に関しては、開発の当初から重要課題として取り組み、多重安全構造などの工夫を重ね、過充電・過放電・短絡・過電圧などあらゆる安全性確認試験を実施し、安全性を確認した。特に、平成6年度には学識経験者や消防行政に関わる方々等で構成された委員会の指導の下、電池の落下、火災・浸水・放水といった災害時の安全性試験も実施し、電池から活物質が漏洩する等といった危険性がないことを確認している。

平成7年からは、これらの単電池、モジュールを使用した各種電力貯蔵システムの実証試験を行っている。これについては次章で紹介する。

4. 実証試験状況

NAS電池は、高エネルギー密度・高効率で長期耐久性があるという特徴を生かして配電用変電所など需要地近傍設置用やお客様設置用としての利用を考えている。現在各種システムの実証試験を川崎市内の川崎電力貯蔵連系試験場、富津市内のTEPCO新エネルギーパーク、横浜市内の綱島変電所や栃木県内の鬼怒川発電所で実施している。

(1) 変電所設置用システム

変電所設置用システムは、都市近郊の配電用変電所に6MW程度設置することをイメージしたシステムである。現在、川崎電力貯蔵連系試験場において、その部分モデルとして500kW級システムが95年8月より運転試験中である。さらに綱島変電所において、6MW級システムが平成10年1月より運転試験中である。

a. 変電所設置用500kW級システム

500kW級システムは、写真1のように屋内設置型で12.5kWモジュール電池を20直列2並列にして構成している。実証試験は平日1日1サイクル(昼間500kW×8時間放電、夜間500kW充電)の充放電による



写真1 変電所設置用500kW級システム



写真2 変電所設置用6MW級システム

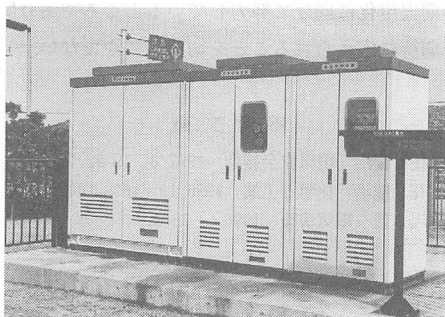


写真3 事務所ビル用50kWシステム

長期信頼性評価を目的としている。

b. 変電所設置用6MW級システム (写真2)

NAS電池としては6MW級は世界最大規模の電力貯蔵設備である。写真2の様に屋外設置型で25kWモジュール80台を3ユニット構成にしている。こちらでは、実用段階をにらんだ実証試験において、長期信頼性、実際の施工方法から運転・保守にいたる各種試験を行い、今後の本格導入に備えることとしている。

(2) お客様設置用システム

お客様設置用システムは、お客様の工場や事務所ビル内に設置していただき、構内の負荷平準化に利用していただいたり、非常用電源や無停電電源装置と兼用して利用していただくことをイメージしたシステムである。

現在、TEPCO新エネルギーパークにおいては、事務所ビル用として50kW級システムが95年12月より運転試験中である。また、川崎試験場において、非常用兼用として250kW級システムが95年12月より運転試験中であり、無停電電源兼用として200kW級システム

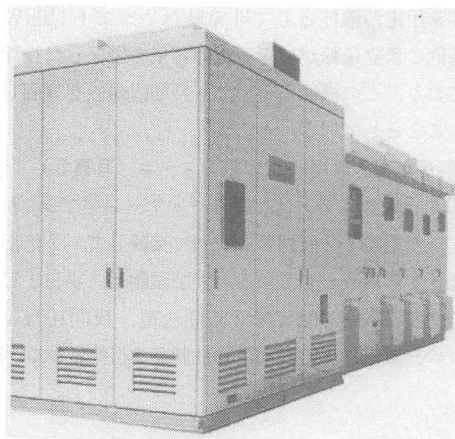


写真5 無停電電源兼用200kW級システム

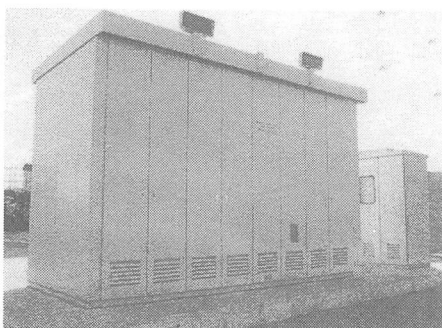


写真4 非常用兼用250kW級システム

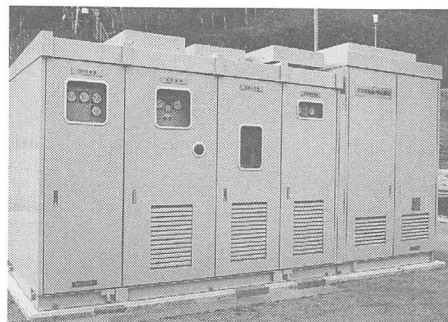


写真6 お客様設置用200kW級システム

ムが96年6月より運転試験中である。さらに鬼怒川発電所において、200kW級システムが平成10年1月より運転試験中である。

a. 事務所ビル用50kW級システム

50kW級システムは写真3ようにコンパクトな屋外パッケージ型で25kWモジュール電池を2台直列に接続して構成している。実証試験は、1日1サイクル（昼間50kW×8時間放電、夜間50kW充電）連続充放電試験による長期信頼性評価（土日を含む）を目的としている。

また、本システムは、TEPCO新エネルギーパーク内に設置している風力発電の急峻な出力変動を吸収し平準化する付加機能についても検証を行っている。

b. 非常用兼用250kW級システム

250kW級システムは、写真4ように屋外パッケージ型で12.5kWモジュール電池を10列×2並列に接続して構成している。実証試験は、平日1日1サイクル（昼間275kW×6時間放電、夜間232kW充電）の充放電による長期信頼性評価を目的としている。

また、本システムでは、上記負荷平準化機能に加えて非常用電源機能として非常時はいつでも110kW×6時間の自立運転ができる電池容量を確保した設計としており、この機能についても長期信頼性を評価していくこととしている。

c. 無停電電源兼用200kW級システム（写真5）

200kW級システムは、屋外パッケージ型で25kWモジュール電池を2直列×2並列に接続して、2倍出力で運転する構成としている。実証試験は、平日1日1サイクル（昼間200kW×3時間放電、夜間100kW充電）の充放電による長期信頼性評価を目的としている。

また、本システムは、上記の負荷平準化機能に加えて無停電電源機能として瞬時電圧低下等にはいつでも200kWh分の無停電電源出力を確保できる設計としており、この機能についても長期信頼性を評価していくこととしている。

d. お客さま設置用200kW級システム

鬼怒川発電所に設置したNAS電池システム（写真6）は、193kW×4時間および100kW×8時間の運転を可能としている。平日1日1サイクルの充放電による長期信頼性評価および、お客さま使用を考慮した運転パターンを模擬し、当事業所負荷により実際の負荷平準化効果や運転・保守性能の検証を行うこととしている。

今後の研究計画と課題

NAS電池システムは、実用上十分な信頼性、耐久性、安全性を有するに至っているが今後の課題はコストダウンと規制緩和である。現在コストダウンをターゲットとした技術開発として、電池の材料や構造の一層の工夫や電池を短時間に歩留まり良く生産するための量産技術の開発、電池の性能を一層向上させて価値を高める研究等に取り組んでいる。また、安全性検証結果をもとに規制緩和の実現を目指している。

早期実用化に向けて努力しているところであり関係者の期待に応えられることを切望してやまない。

参考文献

- 1) 立花 慶治 電気協会雑誌 1997.3 19-22
- 2) 立花 慶治 化学と工業 1996.12 1639-1642
- 3) 堀川 豊 電気情報 1996.4 58-61