

非常用発電機能を備えた蓄電システムの開発



木幡 陽介*1



西 健太郎*2



保坂 朋子*3

Development of the power storage system with emergency generation function

Yosuke KOHATA*1, Kentaro NISHI*2, and Tomoko HOSASKA*3

*1 Assistant Chief Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR EAST Group

*2 Chief Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR East Group

*3 Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR East Group

Abstract

The static power switching equipment and the emergency generator have some problems for a maintainability and environmental performance. To solve the problems, we developed the power storage system with emergency generation function by replacing the two facilities with one battery. Moreover, this system is capable of peak cut by connecting with solar power generation and energy management system. This system is now under the demonstration experiment in Isogo Station on Negishi Line to evaluate the energy-saving effect and other performance. By using this system, we can save energy by 14 % according to our calculations.

●**Keywords:** Strage battery, Energy management system, Emergency generator, Energy saving, Static power switching equipment, Facility streamling

*1JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 副主幹研究員
*2JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 主幹研究員
*3JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 研究員(現:電気システムインテグレーションオフィス)

1. はじめに

当社の首都圏等における駅では電力系統から常用と予備の2回線で受電しており、駅で使用する負荷へは低圧電源切替器を介して電源供給している。代表的な駅の電源構成を図1に示す。券売機、エスカレータ等の重要設備に関しては3ms~10msでの電源切替が必要であるため、サイリスタを用いて瞬時に切替えを行うことで切替時の瞬時停電を補償する機能を有した静止型切替器を設備しているが、設備点数が多く、メンテナンスや故障対応などの保守性に課題がある。また、消防負荷を設備する駅や乗降人員等が一定以上の駅には非常用発電機(以下、「EG」)を設置しているが、EGは稼働率が低く燃料に軽油等を使用しており、保守・環境性に課題がある。

そこで、これら2つの設備を1つの蓄電池で代替することで保守を軽減し、さらに太陽光発電(以下、「PV」)、エネルギーマネジメントシステム(以下、「EMS」と)連系することで、ピークカット可能な蓄電システムを開発した。現在、根岸線磯子駅にて省エネ効果などを確認するための実証試験中である。本稿では、本蓄電システムの概要と効果の検証、実設備における切替え試験の結果について報告する。

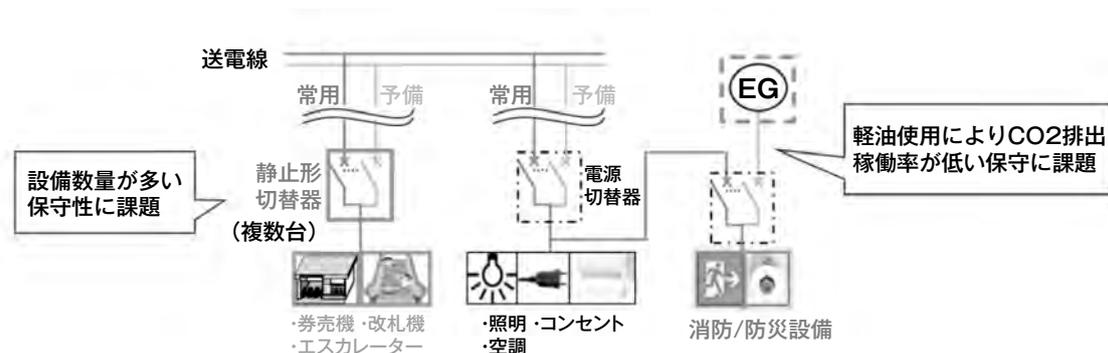


図1 当社の首都圏等における代表的な駅の電源構成

2. 非常用蓄電システムの全体の設備構成

2・1 設備構成

非常用蓄電システムを導入した場合の駅の電源構成を図2に示す。本システムは下記の機能を有している。

- ・静止型切替器とEGの機能を集約し蓄電池で代替することで、設備を削減し保守性が改善する
- ・PVとEMSにより、PVでの発電と蓄電池の充放電を制御し受電電力のピークカットを行い省エネを行う
- ・非常時には蓄電池に加えPVからの電源供給も可能とし、災害時の対応力を向上している

通常運用時は蓄電池は上位の電力系統との間で充放電を行い、重要負荷と消防負荷に対しては上位の電力系統及び蓄電池から電力を供給する。非常時は上位系統の停電時には系統から分離した後、重要負荷と消防負荷に対して蓄電池から電力を供給するよう自動で切り替わる。停電補償時間は重要負荷は5分、消防負荷は消防法により120分とし、停電補償時間の違いについては、重要負荷回線にタイマー制御を設けることで対応する。

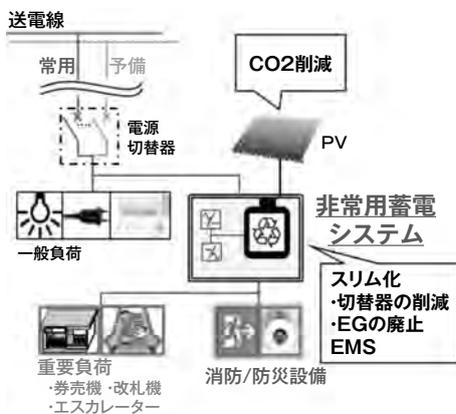


図2 本システム導入した場合の駅の電源構成

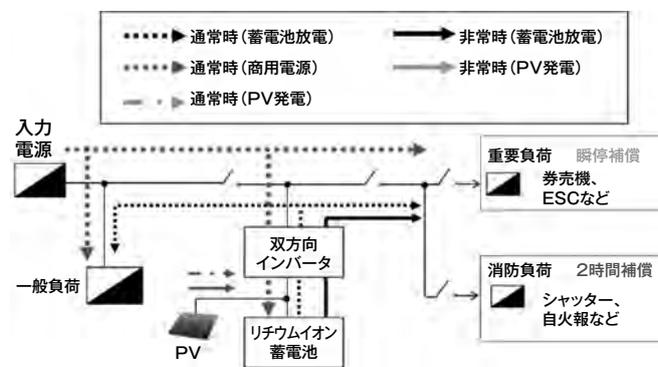


図3 通常時、非常時の電力供給の概要

2・2 蓄電池容量

本蓄電システムでは、蓄電池を平常時は受電電力のピークカットに使用し、非常時は停電の補償に使用する。そのため蓄電池の容量において、非常時に必要な電力容量を確保し、全容量から非常用の容量を差し引いた残量分でピークカット用途の充放電を行う。蓄電池は経年により蓄えられる容量が低下するため、導入15年後にはSOH^{註1)}が約70%となり、平常時に充放電できる容量も当初より減少する。SOHの変化に伴う蓄電池容量の推移を図4に示す。非常用の容量を下回らないよう、適切な平常時の充放電制御と蓄電池の残量管理が重要となる。

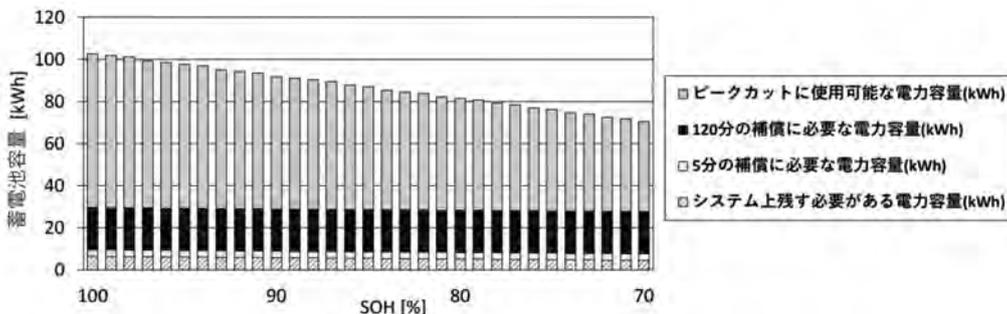


図4 SOHの変化に伴う蓄電池容量の推移

2・3 非常用容量の確保

本蓄電システムの運用は非常用容量を確保しつつ充放電制御と蓄電池容量の管理を、経年を加味したうえで行うことが必要となる。一般的に蓄電池は容量が空にならないよう事前に設定したタイミングで強制充電を行うが、従来は強制充電を行うタイミングをSOC^{註2)}の数値で行うことが多い。ここで、非常用の容量を確保するしきい値を最低SOCと定義する。強制充電の考え方に準じて最低SOCを固定値として本蓄電システムに適用すると、蓄電池は経年劣化するため、定期的に最低SOCを修正するか、一定経

年を見越した最低SOCを設定する必要がある。しかし、前者は定期的な設定変更という手間が発生し、後者は使用できる容量を有効活用できない課題がある。そこで、式(1)のようにSOHを加味した最低SOCを算出する補正機能を検討した。検討結果を図5に示す。これにより非常用容量を確保しつつ、残容量を有効に活用できる制御が可能となった。

$$\text{最低SOC} = \text{非常用容量} / (\text{定格容量} \times \text{SOH} \times 0.93) \quad (1)$$

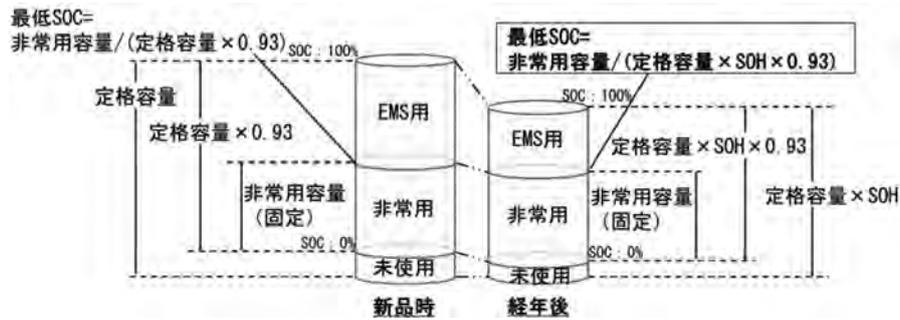


図5 最低SOCの補正^{注3)}

3. 本設備の省エネ効果

実証試験を行うにあたり、磯子駅における省エネ効果を試算した。EMSでは負荷の電力需要とPV発電電力を予測し、電気料金が最小となるよう蓄電池の充放電計画を策定する。

晴天時の充放電挙動を図6に示す。「PV発電電力>負荷消費電力」となる時間帯ではPVの発電に対して余剰電力が発生する。そこで、EMSの需給予測機能により事前に余剰電力を充電できるだけの容量を確保しておくことで、余剰分を蓄電池電池に充電し、夕方に放電することが可能となる。このような制御をEMSで実施することにより、PV発電電力を最大限活用できる。表1の条件における省エネ効果の見込みは年間▲77,455kWh、CO₂削減効果は▲22.46t-CO₂となる。これは磯子駅におけるCO₂排出量の約14%である。

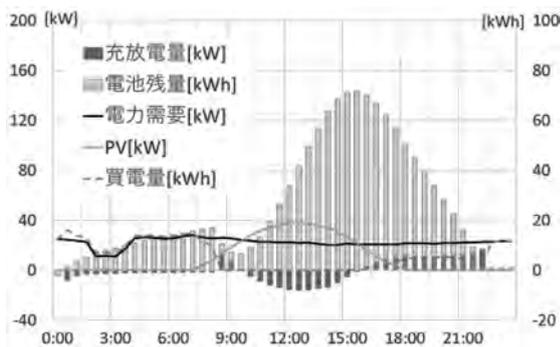


図6 晴天時の充放電挙動

表1 効果試算条件

項目	条件
PV容量	定格50 kW
電気料金	『東京電力 高圧季節別時間帯別電力A (契約電力500 kW未満)』の料金体系
蓄電池容量	全容量 : 104 kWh 平常時充放電可能容量 : 72 kWh
CO ₂ 排出係数	0.000290 [t-CO ₂ /kWh] ¹⁾

4. 根岸線磯子駅でのフィールド試験

4.1 磯子駅での実証試験

本システムの効果を検証するため、2021年10月より磯子駅で実証試験を開始した。設備構成と容量を図7に示す。導入時の蓄電池容量は104kWhである。磯子駅における非常用の容量は約30kWh必要であるため、導入時における平常時の充放電で使用できる容量は残りの約70kWhとなる。一方、導入15年後にはSOHが約70%になることから、平常時に使用可能な容量は40kWhとなる。なお、PVについては電源容量50kWの模擬電源装置により代替している。

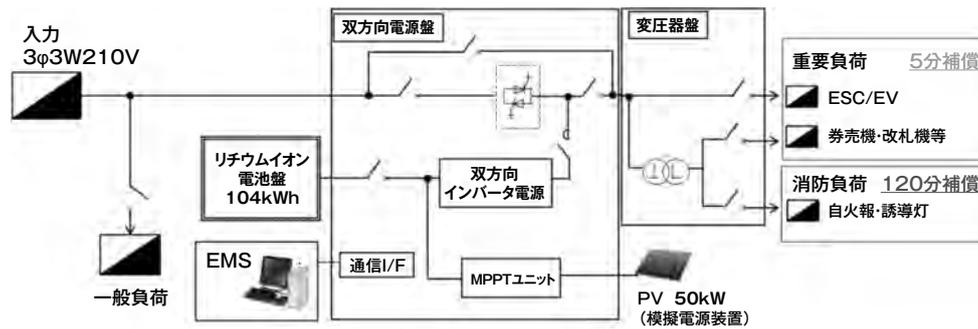


図7 磯子駅フィールド試験システム構成図

4・2 瞬時停電補償機能の試験概要

瞬時停電時に非常用蓄電システムの出力電圧波形を測定し、瞬時停電補償機能を確認した。測定結果を図8に示す。瞬時停電により電源を蓄電池からの放電へ切り替えたため波形が約2ms乱れているが、負荷の停電検知時間3ms~10ms未満で切替えを行っていることから、負荷の動作に問題がないことを確認した。

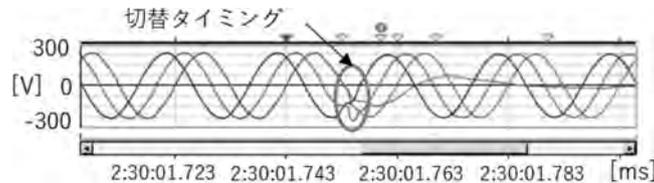


図8 瞬時停電時における非常用蓄電システムの出力電圧波形

4・3 停電補償機能の試験概要

続いて、消防負荷への停電補償機能確認を行った。最低限確保すべきSOCまで蓄電池を放電した後、電源を開放して重要負荷は5分間、消防負荷は2時間電源を供給し続けたことを確認した。これにより停電時の電力補償機能を有していることを確認した。

5. まとめと今後について

本研究では、静止型切替器、EG代替、駅受電電力のピークカットの3つの機能を1つの蓄電システムで実施する非常用蓄電システムの仕様検討と効果試算を行い、機能の確認後長期運用試験を開始した。運用開始後、これまで問題なく運転を継続している。今後は長期的な省エネ効果の検証、運用に伴う蓄電池劣化を定量的に評価し、展開を図っていきたい。

【注】

- (1) 蓄電池モジュールの劣化状態のことで初期に対する容量維持率を表す。(States Of Healthの略)
- (2) 蓄電池モジュールの充電率。SOC100%=満充電、SOC0%=完全放電となる。(States Of Chargeの略)
- (3) 実証試験で採用する蓄電池の未使用領域は蓄電池の定格容量の7%であるため、定格容量に0.93を乗ずる。

参考文献

- 1) JR東日本グループサステナビリティレポート2019,p.101