



GSユアサによる運用保守サービス技術の開発の歩み

寿命予測に基づく ESS の最適設計

リチウムイオン電池設備を用いた蓄電システム(ESS)の導入が、世界的に拡大している。再生可能エネルギーによる発電設備などに併設されるESS(●図1)は、発電設備の規模や使用環境に応じて、電池の直列接続数や並列接続数(電池構成)が決定される。10年以上の使用期間にわたって充放電が繰り返される間に、リチウムイオン電池設備は徐々に劣化し、その蓄電容量が低下していく。劣化が進んだ状態でも要求される充放電能力を発揮できるように、ESSの電池構成は設計される。

GSユアサは、長年の研究から得たリチウムイオン電池の劣化メカニズムおよび数理モデルに関する知見^{※1}に基づき、電池設備の寿命予測のためのシミュレーターを開発し、ESSの電池構成の設計にもそれを役立てている。寿命予測のためには、ESSの充放電を数値で表現した仮想的な負荷パターンを用意する必要がある。本稿では、負荷パターンを用いた寿命予測およびESS設計の概要と、負荷パターンの生成や修正を簡単に行うための支援ツールを紹介する。

1. 負荷パターンを用いた寿命予測とESS設計

再生可能エネルギー発電設備などに併設されるESS(●図1)は、発電設備の発電出力が多い時はその余剰電力を電池設備に充電し、発電出力が少ない時は電池設備から放電し、それにより合成出力の変動を抑制する。これら充電や放電のパターンが、電池設備にとっての負荷パターンであり、季節や天候、ESSの設置環境や使用条件に応じ、多様な負荷パターンがESSの使用期間中に電池設備に与えられる。

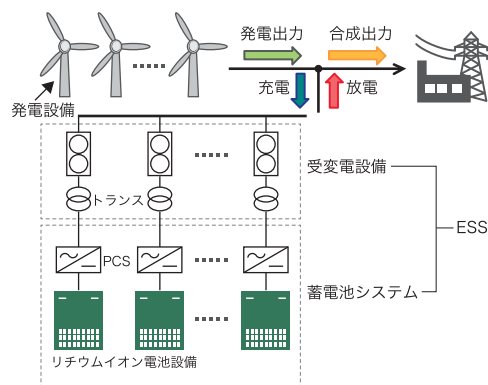
リチウムイオン電池の劣化は、電気が流れることによる通電劣化(サイクル劣化)と、通電以外の要因による非通電劣化(カレンダー劣化)とに分けることができる。電池に電気が流れている間はサイクル劣化とカレンダー劣化が進行し、流れていない間はカレンダー劣化のみが進行する^{※2}。

寿命予測のためのシミュレーターでは、ある電池設備に所定期間(1日、1カ月、1年、10年など)にわたる仮想的な負荷パターンを与えたときに、その電池設備においてサイクル劣化とカレンダー劣化がどの程度進行するかを算出する。

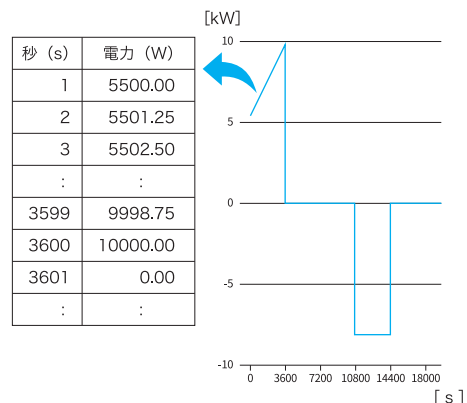
●図2に、仮想的な負荷パターンの一部を示す。右側の折れ線グラフの縦軸は、プラス方向に充電電力の大きさ、マイナス方向に放電電力の大きさを表し、横軸は時間(秒)を表す。この例では、0秒から3600秒にかけて、電池設備への充電電力が5.5キロワット(kW)から10kWに線形に増加し、その後10800秒まで電池設備は充放電が0kWのまま放置され、その後14400秒まで電池設備からの放電電力が8kWの一定値である。

●図2左側の負荷パターン(数値ファイル)は右側の折れ線グラフに対応するもので、電池設備における1秒きざみの電力の推移を表し、0秒から3600秒までは電力の数値が線形に増加している。寿命予測のために、このような仮想的な負荷パターンを、シミュレーターに投入する。シミュレーターは、電池設備において、0秒から3600秒までは、増加する充電電力の大きさに応じて進行するサイクル劣化と時間経過に応じて進行するカレンダー劣化とを算出し、その後10800秒までは時間経過に応じて進行するカレンダー劣化のみを算出する。

●図1 風力発電向け大規模蓄電システム



●図2 負荷パターンと折れ線グラフ



電池構成(例えば、並列接続数)を仮に設定してシミュレーションを行うことを繰り返す試行錯誤によって、ESSの長期の使用期間にわたって所定の充放電能力を発揮可能な、最適サイズの電池構成が決定されて、ESSが設計される。

2. 負荷パターン生成ツール

寿命予測のために必要とされる負荷パターン(数値ファイル)は、●図2の例のような単純な形状の折れ線グラフに対応するものであれば手作業で作ることも可能である。しかし、実際のESSの設計のためには、複雑な形状の折れ線グラフに対応する負荷パターンが何種類も必要とされ、そのような負荷パターンを手作業で作ることは極めて煩雑である。

そこで、負荷パターンの生成や修正を簡単に行うために、パーソナルコンピューターやタブレットといった端末装置で動作する支援ツール(ソフトウェア)が開発された。

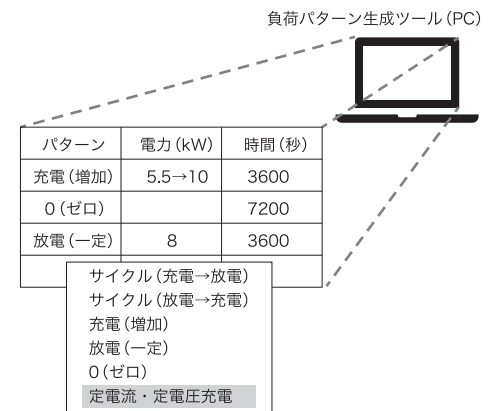
●図3に示すように、端末装置の表示部に、ESSの充放電に関する選択や入力を受け付けるための受付画面が表示される。「パターン」の列では、複数種類の充放電動作がプルダウン表示され、いずれかを選択可能になっている。「電力」の列には、選択された充放電動作に対する設定値が入力される。「時間」の列には、選択された充放電動作が継続する時間が入力される。

●図3に示す入力内容でパターン生成を実行すると、●図2右側の折れ線グラフが端末装置の表示部に示される。折れ線グラフによって、意図したとおりの負荷パターンかどうかを視覚的に確認できる。充電の到達値を変更する(例えば、10kWを12kWに変更する)など、変更が必要な場合は、●図3の受付画面に戻って値を修正する。その後、ファイル出力(●図2左側の数値ファイルの出力)が実行される。これら一連の操作は、ほんの数分で完了する。負荷パターンを手作業で作る場合に比べ、大幅に工数を削減でき、ヒューマンエラーも低減できる。

●図4に示すように、受付画面では各種の効率も設定される。ESSには電池設備に加え、PCS(パワーコンディショナー)やトランス、それらを接続する電力線がもうけられる(●図1)。PCSやトランスの変換効率と、電力線の伝送効率を考慮することで、電池設備に実際に入出力する電力を反映した負荷パターンを生成することができ、シミュレーターによる寿命予測の精度が向上する。

本稿では、仮想的な負荷パターンを用いたESS設計の概要と、負荷パターン生成ツールを紹介した。GSユアサは長年の研究に基づく、詳細な条件を考慮可能なリチウムイオン電池の寿命予測技術を活用し、使用環境に最適なESSを提供していく。

●図3 負荷パターン生成ツール※3



●図4 各種効率の入力※3

PCSの変換効率	<input type="text" value="0.98"/>
トランスの変換効率	<input type="text" value="0.98"/>
電力線の伝送効率	<input type="text" value="1.00"/>

※1 https://www.gs-yuasa.com/jp/newsrelease/article.php?ucode=gs210415592602_975

※2 https://www.gs-yuasa.com/jp/technology/making_history/pdf/no18.pdf

※3 日本特許第 6835140 号、日本特許第 7173180 号 (2019 年出願)