

過充電および内部短絡模擬試験による各種リチウムイオン電池の安定性評価

キーワード：リチウムイオン電池，安全性評価，過充電試験，内部短絡試験，全固体型リチウムイオン電池

報告書番号：Q15006

背 景

リチウムイオン電池を用いた電力供給安定化は、再生可能エネルギーの大量導入に対応する方策のひとつとして期待されている。しかし、リチウムイオン電池は有機系の可燃性溶媒を有し、大規模化により消防法の規制対象となる場合がある。リチウムイオン電池の安全性の検証は不可欠だが、これまでの評価法は発火・発煙の有無等の現象論的な評価が主流であり、定量的な比較が必ずしも十分ではなかった。

目 的

リチウムイオン電池の過酷条件での挙動を圧力容器内で評価可能な試験装置（強制破壊試験装置）を用い、容量・材料の異なる各種リチウムイオン電池を過充電、または内部短絡模擬試験を行う。これにより、強制的に熱暴走させた際の反応状況を、圧力変化から比較・検証する手法を開発し、正極、電解質材料の違いによる電池の安定性の違いを評価する。

主な成果

1. 強制破壊試験装置を用いた評価手法の開発

本装置（図 1）は、過充電、および内部短絡等のイベント時の電池から発生するガスを圧力容器内で圧力変化として捉えることを特徴とする装置であり（図 2）、圧力（ ΔP_e ）を指標とすることにより、従来の視覚的な判断や、電池表面温度解析（ ΔT ）と比べて再現性の高い評価が可能となった（図 3）。また、各種リチウムイオン電池に適用して、電極材料種によるガス発生挙動の違いを評価できることを確認した。

2. 正極材料、容量の異なるリチウムイオン電池の安定性評価

リチウムイオン電池は、その用途・設計により電池容量が多岐にわたり、横並びの評価に課題があった。電池の安定性の指標は、正極活物質当たりの電解液酸化反応量で比較できると仮定し、内部短絡模擬試験時の最大圧力、ガス発生速度、ガス発生量について、電池容量で規格化して定量的に比較した。正極、電池容量の異なる各種リチウムイオン電池を本手法に適用した結果、イベント前後で雰囲気温度の変化が少ない本条件では、 ΔP_e を指標として正極材料の違いによる電池安定性の相対比較が可能であることを示した（図 4）。

3. 電解質固体化による安全性の向上

同一の正極、負極材料を用い、電解質に従来の可燃性溶媒を用いた電池と、当所で検討している高分子固体電解質に代替した全固体型リチウムイオン電池を試作し、特性を比較したところ、内部短絡模擬試験時の電池からのガス発生に伴う圧力変化が 1/10 以下に抑制され、電解質の固体化が安定性の改善に寄与することを確認した（図 4）。

容量低下した電池に本試験法を適用し、電池劣化が安全性に及ぼす影響について、未劣化電池と比較を行う。また、全固体型電池の高容量化に伴う安全性検証を逐次行い、高安全電池設計に反映させる。

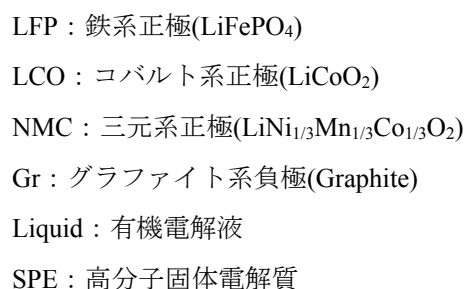
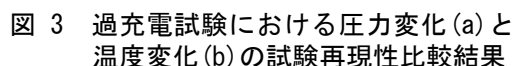
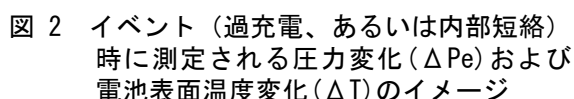
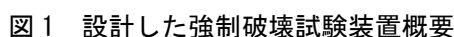


図4 各種リチウムイオン電池の120%充電状態の内部短絡模擬試験時、単位容量あたりの最大圧力差(ΔP_e)
いずれの電池でもイベント後の雰囲気温度が速やかに室温付近に戻ったため、本試験結果では、圧力変化と発生ガス量とは概ね相関し、圧力変化を指標にして相対比較が可能であることを確認した。

報告書の本冊(PDF版)は電中研ホームページ <http://criepi.denken.or.jp/> よりダウンロード可能です。
 [非売品・無断転載を禁じる] ©2016 CRIEPI 平成28年4月発行