

自動車用リチウムイオン電池の安全性について<sup>\*1</sup>

—安全性評価試験（類焼試験）の実施—

Methods of Evaluating the Safety of Lithium Ion Batteries in Vehicles

—Implementation of Safety Evaluation Test (Bonfire Test)—

小松 和則<sup>\*2</sup>  
Kazunori KOMATSU押野 幸一<sup>\*2</sup>  
Koichi OSHINO林 賢英<sup>\*2</sup>  
Kenei HAYASHI三石 洋之<sup>\*2</sup>  
Hiroyuki MITSUISHI広瀬 久士<sup>\*2</sup>  
Hisashi HIROSE渡辺 正五<sup>\*2</sup>  
Shogo WATANABE

## Abstract

Lithium ion batteries are required to have both superior performance and safety to promote widespread use of the next-generation vehicles. Methods for evaluating the safety of lithium ion batteries in vehicles have not yet been established. In the first stage, the safety of five items (overcharge, overdischarge, short circuits, bonfires, and immersion) was evaluated using commercially available lithium ion batteries. Basic data on the safety of lithium ion batteries were obtained.

## 1. はじめに

現在、リチウムイオン電池は、実用化されている二次電池の中で最もエネルギー密度が高く、携帯電話やノートパソコン等に広く使用されている。電池のエネルギー密度もこの10年で約2倍となり、今後はハイブリッドカー等への搭載に向け、さらなる小型・軽量・高出力化が要求されている。さらに車両への搭載にあたっては、その安全性の確保が重要な課題となる。しかしながら、自動車用リチウムイオン電池の安全性評価法はいまだ確立していない。

そこで今回、次世代自動車への搭載が期待されているリチウムイオン電池の安全性評価法確立の基礎データをを得ることを目的とし、その単電池（セル）ならびに電池モジュールによる安全性評価試験を実施した。

本研究では、高性能蓄電池搭載車両における安

全性を確保するために必要な項目の中から5項目（過充電、過放電、外部短絡、類焼、水中投下）について市販のリチウムイオン電池を用いた試験を行い、電池特性および安全性試験法の基礎データを得た。

本報では、前述の5項目の試験データから車両火災事故を想定した類焼試験について述べる。類焼試験については、既存の単電池試験法がないことから、既存の車両<sup>1)</sup>および高压容器用の火災暴露試験法<sup>2),3)</sup>をベースとして、試験法を検討して実施した。

## 2. 供試体

供試体としては、移動体用にも採用されているマンガン系リチウムイオン電池を使用した。供試体は、電池自体の火災時の挙動を確認するため、本来電池モジュールに取り付けられているBMS (Battery Management System) 等の保護回路を除去し、試験を行った。

\*1 原稿受理 2008年6月18日

\*2 (財)日本自動車研究所 FC・EVセンター

### 3. 安全性評価試験（類焼試験）

本試験は、車両に搭載された蓄電池が衝突事等により発生した火災に曝された場合を想定した試験である。

Table 1に試験手順を、Fig. 1に類焼試験の概略図を示す。

試験は、車両の火炎暴露試験法<sup>1)</sup>、高压容器の火炎暴露試験<sup>2), 3)</sup>、火炎暴露試験報告書<sup>4), 5)</sup>を参考とし、燃料面から約125mm上方に供試体である電池モジュールを設置し、火炎に曝されている間の電池の挙動について観察を行った。火炎暴露時間は、高压容器の火炎暴露試験法<sup>3)</sup>を参考に、20分間とした。火炎の燃料には、無色の火炎で電池事象の確認が容易であるという理由から、メタノールを使用した。試験データの計測時間は、火炎暴露試験<sup>5)</sup>を参考に、60分間とした。

Fig. 2に類焼試験時のモジュール電圧および火炎

温度の経時変化を示す。

電池モジュールの電圧は着火し、約5分経過後から低下がみられ、約10分経過後に0Vを示している。

電池モジュール下面付近での火炎温度は、着火後2分程で約800℃に達し、その後火炎暴露が終了する15分後までの間、約600℃～900℃の間で変動を示している。本試験では、供試体を燃料面から125mm上部に設置した。比較は難しいが、電池モジュール下面付近の火炎温度は専用の火災試験設備で実施した火炎暴露試験<sup>4)</sup>の場合（700℃～850℃の火炎温度）と比べて、温度変動は大きい、同程度の温度に達している。このことから、燃料面からの供試体までの設置高さは125mm程度必要と考えられる。これに関しては、今後、専用の火災試験設備で実施する類焼試験で確認する計画である。

電池モジュール下面付近の火炎温度は火炎暴露を終了する15分の時点で300℃以下となった。

Table 1 Bonfire test procedure

Test procedure	Conditions of battery	Measurement
The pan filled with methanol is placed under the battery in such a way that the distance between the level of methanol in the pan and the battery bottom is 125 mm. Ignite the methanol after the set of battery. The battery may be exposed to flame at least for 20 minutes.	Battery is fully charged. (SOC*:100%)	The voltage and temperature of battery are measured. The data of bonfire test may be measured at least for 1 hour.

\* : State of Charge

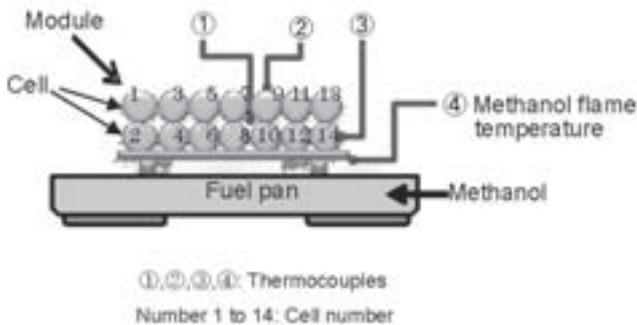


Fig.1 Outline of bonfire test

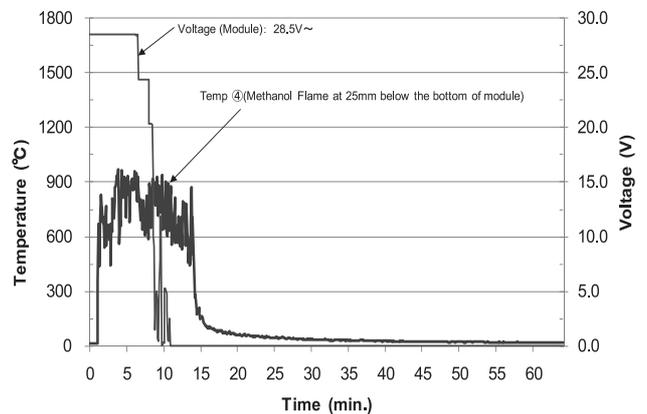


Fig. 2 Change of module voltage and flame temperature at bonfire test

Fig. 3に類焼試験時における電池モジュールを構成するセルの表面温度経時変化を示す。

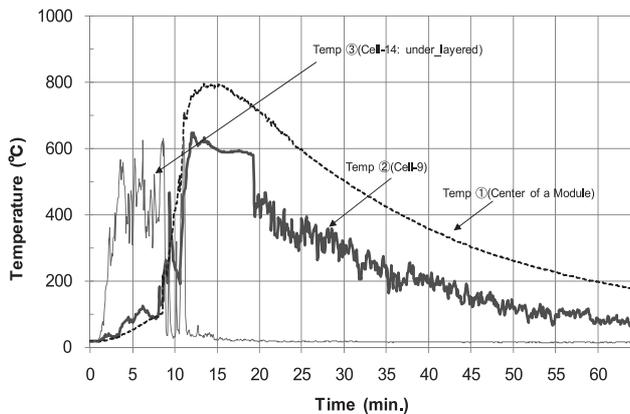


Fig. 3 Change of surface temperature on cell at bonfire test

セルの表面温度は、セルの位置により異なるが、着火後3分から10分間で約200℃～300℃に達している。この間に温度等に反応して各セルの安全弁が開放したと考えられる。また、電池モジュール中央部の温度が試験開始60分後に200℃を示している。試験者の安全性確保の観点から、試験データ

の計測時間は60分間程必要であると考えられる。

Fig. 4に類焼試験状況を示す。

類焼試験の観察では、着火から約5分後に1度目の安全弁開放が確認され、それ以降も断続的な開放が5分間程度続いた。これは、Fig. 2に示すモジュール電圧の変化とも一致している。その間、安全弁の開放にともない噴出したガス（電解液）に炎が引火し発生した噴出火炎（火炎長：約2m）ならびに発煙が目視にて確認されたが、破裂等による周辺部への電池部材の飛散は確認されなかった。

火炎の燃料として用いたメタノールに関しては、火炎が無色のため、Fig. 4に示すようにモジュールおよびセルの挙動を目視および映像上で観察することができ、その有効性が確認できた。

火炎暴露時間については、約15分間で火炎暴露を終了した。その間、約10分間ですべての安全弁の作動が確認できた。火炎暴露時間としては10～15分間は必要であると考えられる。

今後の試験では今回の結果をふまえ、設備や試験手法を検討する計画である。



Fig. 4 Situation of bonfire test

#### 4. まとめ

リチウムイオン電池の安全性評価法確立に向けた基礎データを得ることができた。

試験法としては、従来のリチウムイオン電池の安全性評価法に加え、新たに類焼試験における電池挙動の知見を得た。

今後は、今回試験したマンガン系のみならず、コバルト系ならびにその他の正極材料を用いたリチウムイオン電池についても調査を行うと同時に、試験法に関しても車両搭載時特有の事象を盛り込みながら、リチウムイオン電池の安全性評価法の確立に向け、試験を実施する計画である。

なお、本研究は（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による委託研究の中で実施した内容の一部である。

#### 参考文献

- 1) 道路運送車両法の細目を定める告示 別添16, 乗用車用プラスチック製燃料タンクの技術基準, 3.4項 (耐火性試験), 国土交通省
- 2) 圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準 JARI S001, 第13条 (設計確認試験における火炎暴露試験)
- 3) FMVSS 304 (米国自動車安全規格), 圧縮天然ガスの燃料コンテナの安全性, 8.3項 (Bonfire Test)
- 4) Jinji Suzuki et al.: Safety Evaluation on Fuel Cell Stacks Fire and Toxicity Evaluation of Material Combustion Gas for FCV, SAE Technical Paper Series 2007-01-0435.
- 5) 新型電池電力貯蔵システム開発費補助事業分散型電池電力貯蔵技術開発報告書2001年度, トータルシステムの研究, III・2-63~66, 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構