

リチウムイオン電池構成材料の圧縮試験 Compression test for construction materials of lithium-ion battery

■はじめに Introduction

リチウムイオン電池は小形で軽量であることから、携帯電話やノートパソコンなどの携帯電子機器や、電気自動車やハイブリット車まで広く使われています。その内部の構造材料は、製造工程にて外力を、使用中には圧力を受けているため、品質を保つ上で構造材料単独での強度の評価は重要です。今回は構造材料の中でも薄い材料や微小な材料に注目して強度測定を行いました。セパレータは引張試験や突き刺し試験などにより評価され

ていますが、圧縮される工程もあることから圧縮試験も重要です。また、電極近くにある $10\mu\text{m}$ 程度の大きさの活物質も、塗りつける工程で破壊しない圧縮強度を持っている必要があります。ここでは、「島津微小圧縮試験機 MCT-211 シリーズ」を用いてこれらを圧縮試験した事例を紹介いたします。

T. Nishimura

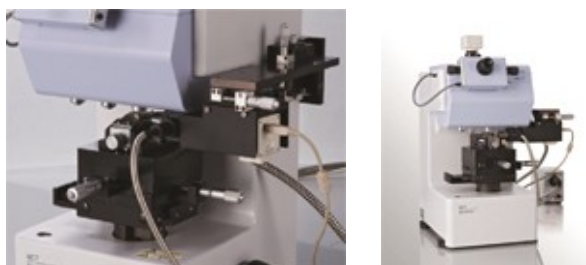


Fig.1 MCT-211 シリーズ外観図(サイド観察キット付)
Overview of testing system

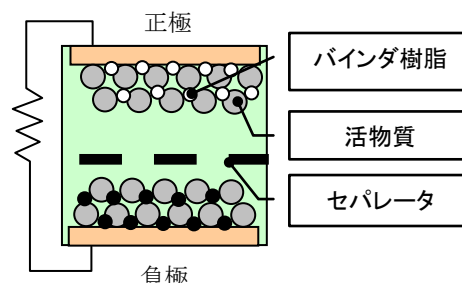


Fig.2 リチウムイオン電池の構造
Structure of lithium-ion battery

■セパレータの圧縮試験 Compression test for separator of lithium-ion battery

測定に使用したサンプルは、Table 1 に示す 3 種です。試験は、Table 2 による機材、条件により実施しました。また、測定のご概念図を Fig.3 に示します。

3 種の試料を圧縮試験した試験結果を Table 3 に示します。同じ試験力まで達したときの圧縮率にて評価し、3 種類の試料の違いがはっきり出ています。また

各試料についての「試験力-変位」の関係を示すグラフは Fig.4 のようになりました。②の試料では変曲点が 10mN (圧力約 5MPa) あたりに見られ、圧縮圧力を大きくしすぎるとセパレータに塑性変形を与えていることがわかります。

Table 1 試料
Samples

1) 試料名	セパレータ		
2) 試料番号	①	②	③
3) 厚さ	$20\mu\text{m}$	$20\mu\text{m}$	$10\mu\text{m}$

Table 2 試験条件
Test conditions.

1) 上部加圧圧子	平面圧子(先端ダイヤモンド製) $\phi 50\mu\text{m}$
2) 試験の種類	負荷除荷試験
3) 試験力 (mN)	50
4) 負荷速度 (mN/sec)	2.2
5) 保持時間 (sec)	0
6) 試験方法	ガラス上に水糊を薄く塗りセパレータを接着した後、上部加圧盤にて圧縮試験しました。(Fig. 2 参照)

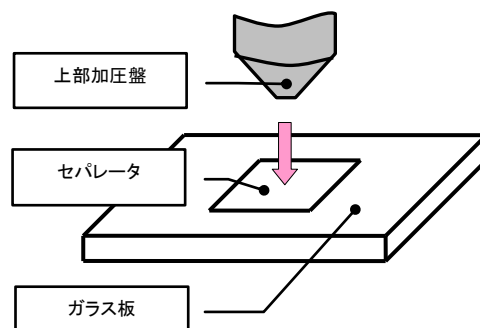
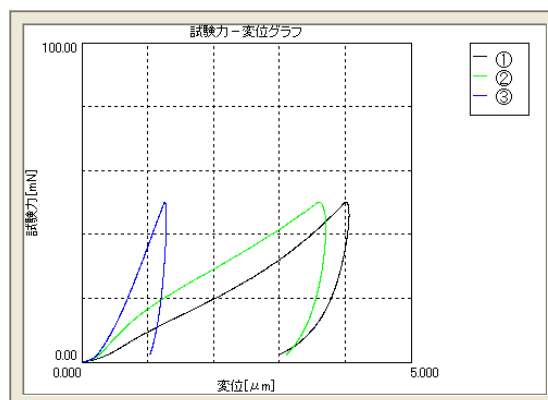


Fig.3 測定のご概念図
Conceptual diagram of measurement

Table 3 試験結果
Test results

試料名	試料番号	最大試験力 [mN]	圧縮量 [μm]	圧縮率 [%]
セパレータ	①	49.9	3.651	18.3
	②	49.9	3.371	16.9
	③	50.0	1.038	10.4

備考) 圧縮率は、次の式より計算しました。
 $\text{圧縮率}(\%) = (\text{圧縮量}) \div (\text{厚さ}) \times 100 (\%)$

Fig.4 圧縮試験結果
Compression test result of separators

■ 活物質の圧縮試験

Compression test of particles for electrode

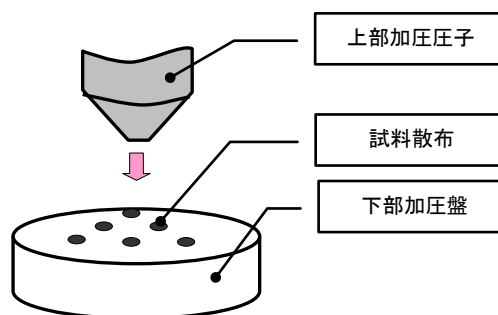
リチウムイオン電池正極用の活物質粒子2種類の圧縮試験を行いました。試験条件を Table 4 に、試験(負荷部)のイメージを Fig.5 に示します。測定は各試料とも10回の測定を行い、平均的なものを代表させて、2つの試料の結果を並べて表示しています (Table 5, Fig.6 参照)。2種類の活物質の強度の違いがはっきりと現れており、

コバルト酸リチウム (LiCoO_2) の強度が高いことがわかりました。

このように、「島津微小圧縮試験機 MCT-211 シリーズ」を利用すると、リチウムイオン電池内の薄い材料や微小な材料の圧縮特性を、正確に効率よく評価することが可能です。

Table 4 試験条件
Test conditions

1) 上部加圧圧子	平面圧子(先端ダイヤモンド製) $\phi 50 \mu\text{m}$
2) 試験の種類	圧縮試験
3) 試験力 (mN)	50
4) 負荷速度 (mN/sec)	2.2
5) 保持時間 (sec)	0
6) 試験方法	下部加圧盤の上に試料を極少量だけ散布し、1粒子ずつ圧縮試験しました。(Fig.5 参照)

Fig.5 負荷部の概念図
Conceptual diagram of measurementTable 5 試験結果
Test results

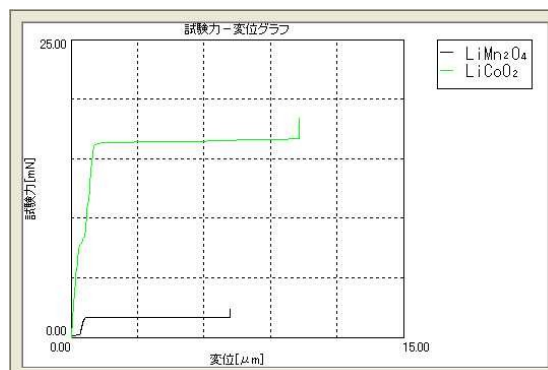
試料名	破壊試験力 [mN]	粒子径 [μm]	強度 [MPa]
LiMn_2O_4	1.67	13.0	7.79
LiCoO_2	16.23	13.3	72.75

備考) 破壊強度は、次の式より計算しました (JIS R1639-5^{*1} より)。

$$Cs = 2.48P / \pi d^2$$

Cs: 強度 [MPa] P: 破壊試験力 [N] d: 粒子径 [mm]

※1: ファインセラミックス-か(顆)粒特性の測定方法-第5部: 単一か粒圧壊強さ

Fig.6 試験力-変位グラフ
Compression test results of particles

初版発行: 2010年6月