

自動車電池用ラミネートフィルムの高速摩擦特性に関する研究

日大生産工(院) ○塚本 一輝 日大生産工 前田 将克
 日大生産工 鈴木 康介 日大生産工 高橋 進

1. 緒言

地球温暖化が国際的に問題視されており、その対策が求められている。また、化石燃料の枯渇に対応するために、省エネルギーとともに再生可能なエネルギー源へのシフトが本格的に検討されている。そのため、自動車メーカーでは電気自動車の開発が進められている。電気自動車の動力源としてリチウムイオン 2 次電池（バッテリー）が搭載されている。その外装材にラミネートフィルムが用いられている。ラミネートフィルムはプレス成形を行うが、成形のノウハウが少ないために、成形中に鋼板では発生しない欠陥が出現している。この欠陥を金型製作前やプレス成形前に予測するために FEM 解析の適用が期待されている。この解析には、ラミネートフィルムの摩擦特性と引張特性が必要となる。

そこで本研究では、自動車用バッテリーセルのラミネートフィルムと金型間での摩擦特性に速度依存性などが影響しているか、計測した。

2. 試験方法

2.1 実験装置

摩擦試験には、株式会社アマダプレスシステムのサーボプレス機（アマダプレスシステム社 SDE-2025 2000kN）を使用した。このプレス機に摩擦試験治具を取り付け、実験を行った。通常の方法試験機では、最大のクロスヘッド速度が約 15mm/s でラミネートフィルムの成形速度より遅い。成形速度での試験のために、プレススライドの速度と位置を任意に制御可能なサーボプレスを動力として使用した。本サーボプレス機ではスライドの速度を 5 から 500mm/s まで設定可能である。

2.2 試験片

供試材にはバッテリーセルに使われている 4 層構造のラミネートフィルムを使用した。その断面図を Fig.2-1 に示す。PET, Nylon, アルミニウム合金および PP の厚さはそれぞれ、12, 15, 40, 80 μ m で全体の厚さ

は 147 μ m ある。

試験片はバッテリーセルに使われているラミネートフィルムのロール材から成形方向に対して直角方向に切断して使用した。試験片の引抜き長さを充分にとるために、この切り出した試験片を 2 枚使用しそれらの端同士を溶着させた。溶接後の試験片の寸法は試験片図とした。

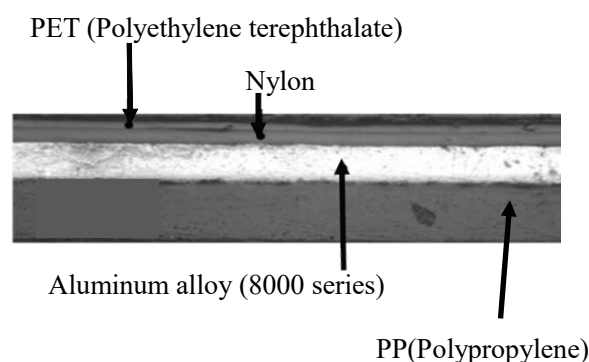


Fig.2-1 Materials for each layer of laminate film

2.3 摩擦試験治具

荷重を付加した金型間に挟まれた試験片を引き抜いて、摩擦を計測する摩擦試験治具を Fig.2-2 に示す。試験治具はサーボプレス機に固定して使用する。スライドにフィルム専用チャック（ねじ式平面つかみ具）で試験片の上端を挟み、スライドの上昇とともに試験片が引っ張られて、金型とフィルムの間で摩擦が発生する。その時の引張荷重をチャックに取り付けたロードセル（共和電業社 LUX-B-ID-500N）で計測する。摩擦係数の面圧依存性を検討するために上部のボルトを回すことで容易に圧縮荷重を変化させることができる。金型に付加された荷重を計測するために上金型の上にロードセル（共和電業社 LMA-A-500N-P）を設置した。

2.4 試験方法

Fig.2-3 の試験の概要が示すように、試験機のチャ

ックが上昇し、ラミネートフィルムが引き抜かれる。その際、摩擦試験治具の金型とラミネートフィルム間で摩擦が発生する。そのときの引抜力をチャックに取り付けられたロードセルで、ラミネートフィルムに付加した荷重を金型に取り付けられたロードセルで測定する。



Fig.2-2 Friction test jig

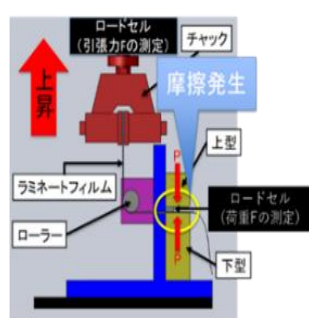


Fig.2-3 Schematic view of friction test

2.5 摩擦係数の導出方法

Fig.2-3 に示すロードセルで測定した引抜力 F と荷重 P を下式に代入して摩擦係数を導出する。

$$\mu(\text{摩擦係数}) = \frac{F(\text{引抜力})[\text{N}]}{P(\text{荷重}) \times 2[\text{N}]} \quad \dots (1)$$

3. 結果及び考察

3.1 試験条件

摩擦試験の試験条件を Table 1 に示す。それぞれの条件で 3 回試験を行なった。ラミネートフィルムを引き抜く距離を引き抜き長さとし、平均摩擦係数を導出する区間を評価長さとした。スライドが停止した時点で金型が挟み込む距離を考慮し評価距離を 115mm とした。

Table 1 Conditions of friction test

Test speed [mm/s]	15, 50, 100
Load [N]	5, 20, 50
Drawing length [mm]	175
Evaluation length [mm]	115

3.2 結果および考察

ラミネートフィルムが 1 枚の時の引張速度が 15, 50, 100mm/s の時の荷重に対しての摩擦係数を Fig. 3-1, ラミネートフィルムが 2 枚重ねの時の同様の条件に対しての摩擦係数を Fig. 3-2 に示す。図より、すべての引張速度において、荷重が増加すると摩擦係数は減少する傾向がみられた。100mm/s の場合およそ 0.4

から 0.2 まで摩擦係数が減少している。これは荷重が増加すると金型にラミネートフィルムの凹凸が押しつぶされ金型との接触面積が大きくなり、面の圧上昇率が減少するため摩擦係数が減少したと考えられる。また、1 枚での試験では、5, 20kN の荷重のときに引張速度による摩擦係数の増加が見られた。

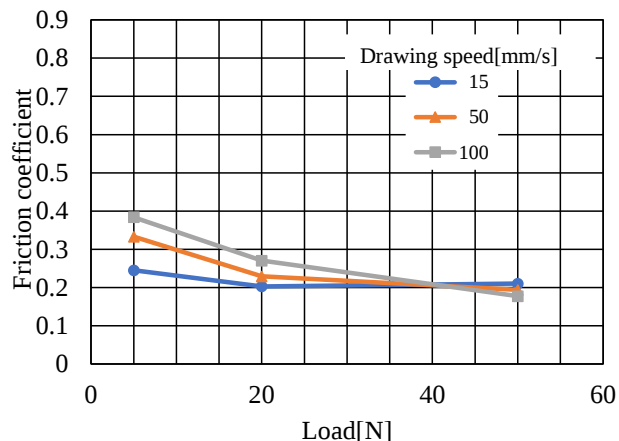


Fig.3-1 Relationship between friction coefficient and load with different drawing speed

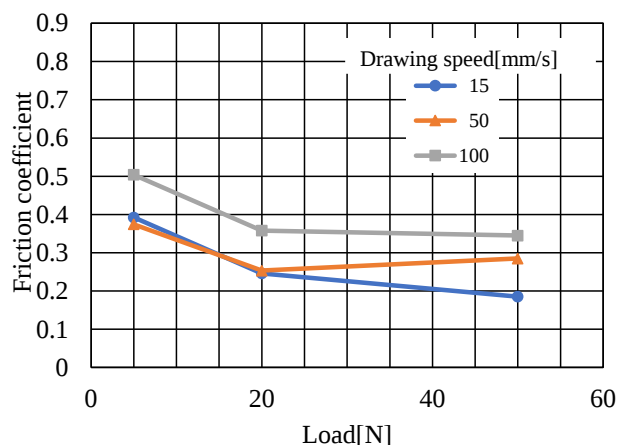


Fig.3-2 Relationship between friction coefficient and load due to difference in drawing speed when stacking two sheets

4. 結言

- 1) 摩擦係数は引張速度に関係なく、荷重が増加するのに伴って減少する傾向がみられた。
- 2) 1 枚の場合には、5, 20kN の荷重のときに引抜速度が増加に伴って、摩擦係数が増加した。

参考文献

- 1) 岸 宜仁：「電池」で負ければ日本は終わる，早川書房,(2012)。
- 2) 金村 聖志：自働車用リチウムイオン電池，日刊工業新聞社,(2010)