

超音波によるプラスチック材料中に浸入したエタノールの浸入評価

日大生産工 ○酒井 哲也 日大生産工 大野 茂
 東工大大学院・理工 久保内 昌敏 東工大大学院・理工 津田 健

1. はじめに

バイオマス燃料、いわゆるバイオエタノールは二酸化炭素排出抑制の有効な手段と考えられ、すでに 3%エタノール含有ガソリン (E3 ガソリン) が試験販売されている。さらに、今後は 10%エタノール含有ガソリン (E10 ガソリン) の導入も検討されている。しかし、エタノール含有ガソリンはエタノールが混在することによって様々な問題が懸念され、これまでガソリンを貯蔵していた容器では対応できない場合があることが、危険物保安技術協会、「バイオマス燃料が強化プラスチックに与える影響に関する検証実験報告書ー浸せき期間1年ー」(平成 19 年 1 月 24 日)において報告されている。特にガソリンスタンド等の燃料貯蔵用タンクでは液と接する面にプラスチック材料が用いられているが、従来のガソリンに対する耐久性は優れているものの、エタノール環境では劣化する場合がある。

そこで本研究では、プラスチック材料へのエタノールの浸入について、超音波によって検知および計測する方法について検討する。

2. 実験および評価方法

試験片は厚さ 2mm のポリアミド 6 (PA6) を 20×40mm に切断し、30℃、40℃、50℃の 99mass%エタノールに単純浸漬した。所定の時間経過後、試験片を取り出し重量を測定した。さらに Fig. 1 に示すように試験片平面部に周波数 2.25MHz の超音波探触子を接触させ、得られた超音波エコーチャート (Fig.2 参照) から、試験片内部を透過した超音波音速を、伝播時間の計測によって次式から求めた。

$$C = \frac{2d_0}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

ここで、 C : 試験片内を伝播した超音波の音速、 d_0 : 浸漬前の試験片厚さ、 t_1 : 第 1 底面エコー時間、 t_2 : 第 2 底面エコー時間である。

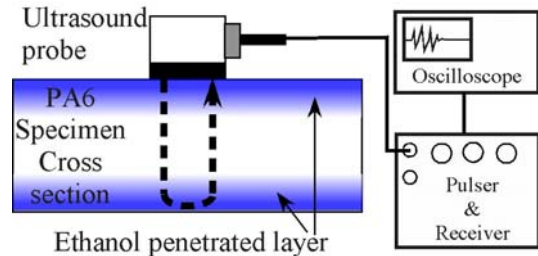


Fig.1 The schematic diagram of measurement of ethanol penetration into PA6 by ultra sound.

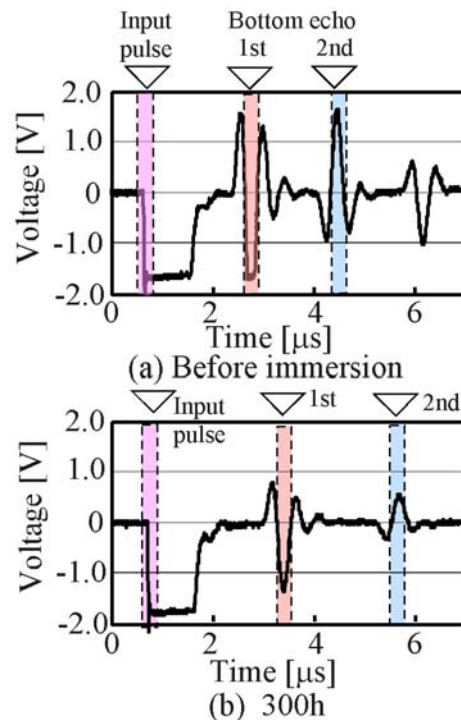


Fig.2 Ultra sound wave forms of PA6 immersed in ethanol.

3. 結果および考察

30℃(▲)、40℃(■)および 50℃(●)のエタノールに浸漬した PA6 の重量変化率を Fig.3 に示す。時間とともに重量は増加していることから、PA6 中にエタノールが浸入し、さらに、50℃では約 100 時間で飽和に至っていることがわか

The evaluation of ethanol penetration into plastics by ultrasonic measurement

Tetsuya SAKAI, Shigeru ONO, Masatoshi KUBOUCHI and Ken TSUDA

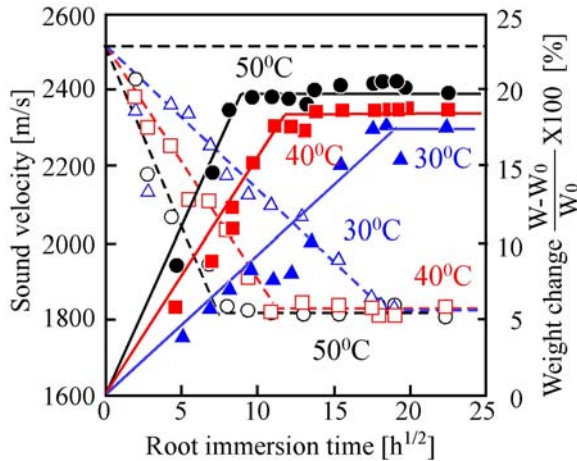


Fig.3 Ultrasound velocity and weight change vs. root immersion time of PA6 immersed in ethanol.

る。次に、Fig.2 に超音波エコーチャートを示すが、浸漬によって新たなエコーピークは観察されなかった。これはエタノール中におけるPA6では、溶液浸入部と健全部の界面が明確に存在しないためである (Fig.1 参照)。しかし、Fig.2 に示したとおり浸漬によって第1底面エコーと第2底面エコーの時間差が大きくなった。そこで、超音波音速を求め、Fig.3 上にプロット (30°C(△), 40°C(□), 50°C(○)) したところ、重量増加率と相関を持ちながら、PA6の音速は低下する傾向が認められた。さらに、重量増加率と音速を比較するために Fig.4 にプロットしたところ、両者には相関をもつことが確認された。

4. 浸入評価方法

超音波音速の変化によって、PA6 中へのエタノールの浸入程度を評価することが可能と思われるため、Fig.5 に示した浸入モデルを考え、予測式を用い実測値と比較検討した。 C : 試験片内を伝播した超音波の音速, d : 厚さ, t : 超音波到達時間, Pr : 浸入率, 添字 p : 浸入部, n : 未浸入部を示す。

超音波到達時間は浸入部, 未浸入部の和であるから、

$$t = t_p + t_n \quad (2)$$

となる。さらに、到達時間は音速および厚さの関係から

$$\frac{d}{C} = \frac{d_p}{C_p} + \frac{d_n}{C_n} \quad (3)$$

となり、この式(3)を音速 C で解き、 dp/d を浸入率 Pr とし、この Pr で整理すると

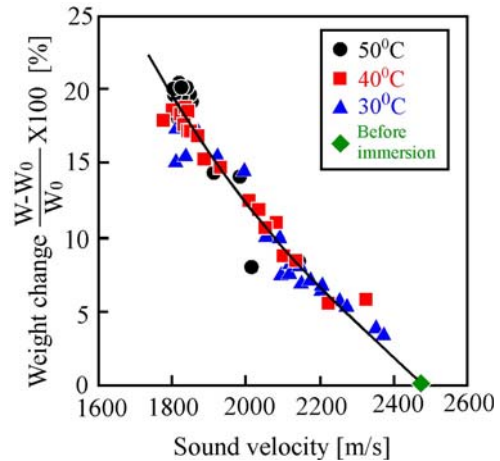


Fig.4 Weight change vs. Sound velocity of PA6 immersed in ethanol.

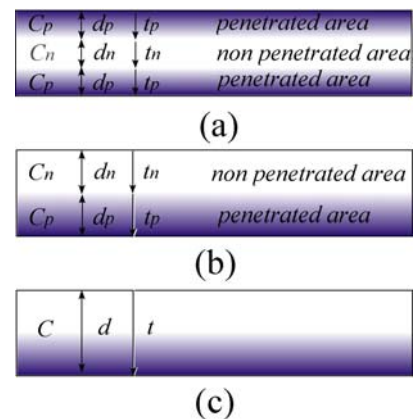


Fig.5 Model of sound velocity for ethanol penetrated PA6.

$$Pr = \frac{C_p(C_n - C)}{C(C_n - C_p)} \quad (4)$$

となる。未浸せき時の PA6 の音速は実測から $C_n=2500\text{m/s}$, エタノール飽和時 PA6 の音速は同様に $C_p=1800\text{m/s}$ であるから、これらを(4)式に代入し、さらに、音速 Pr を重量変化率に換算し Fig.4 上に示した (ーライン) とし、実測値と計算値はほぼ一致していることがわかる。

5. 結論

エタノール環境に浸せきしたプラスチック材料について超音波測定を行ったところ、溶液の浸入によって音速が変化することを確認した。さらに、この超音波音速の変化を利用、特に、未飽和時と飽和時の音速がわかれば、エタノールの浸入の程度を評価できることが明らかになった。

本研究はマツダ財団「第23回マツダ研究助成」による研究を行いました。ここに厚く御礼を申し上げます。