紫外線劣化を生じたプラスチックの劣化形態と

超音波による評価

日大生產工(院)〇福田 直也 日大生產工 酒井 哲也 日大生產工 矢野 耕也

1. 緒言

プラスチック材料は金属材料に比べて軽量 であり,耐食性にも優れていることから様々な ところで利用されている.しかし,屋外での使 用において,一部の熱可塑性プラスチック材料 は太陽光中の紫外線によって劣化を生じ問題 となっている¹⁾.これを未然に防ぐためには環 境に適した材料の使用はもちろんのことであ るが,それに加えて健全性を評価するための定 期的な検査と評価が必要であると考えられる. さらに,その検査は材料を破壊せず劣化を検知 する非破壊検査が特に望ましいと思われる.

そこで本研究では、数種類のプラスチックに 簡易的な紫外線装置により紫外線を照射し劣 化の有無を検討した.さらに紫外線劣化の検知 を目的に超音波によってこれらの材料を測定 し、劣化との関係を検討した.

2. 実験方法および分析方法

試験材料として、ポリカーボネート(PC)、ポ リプロピレン(PP)、ポリエチレンテレフタレー ト(PET)、ポリエチレン(PE)およびポリアセタ ール(POM)の5種類のプラスチックを用いた. PC, PP, PET, PE, の試験片サイズは 60×20×2mmとし、POMの試験片サイズを 60×20×5mmとした. これらの試験片を、6W 波長253.7nmの殺菌燈式電気消毒器内に配置 し紫外線照射試験を行った. 500時間毎に試験 片表面を目視および顕微鏡により外観観察し、 質量と厚さを計測した. その後、試験片の紫外 線照射面に対し超音波パルスエコー法による 測定を行い試験片の音速を次式より求めた.

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

さらに次式より減衰率を求めた.

$$\alpha = \frac{dB}{2d_0} \cdot \cdot \cdot (2)$$

ここで, *do*:照射前の試験片厚さ, *t*₁:第一底 面エコー時間, *t*₂:第一底面エコー時間, *dB*:デシベル値とする.

超音波装置の受信器にはSpike波および Square波の2種類,探触子には周波数1MHz, 2.25MHz, 5MHzを用いた.さらに超音波測定 後,これらの試験片について曲げ試験を行い, 曲げ強さおよび曲げ弾性率を測定した.以上の 超音波測定および曲げ試験の結果は,照射前の 値で除す曲げ強さ保持率および曲げ弾性率保 持率で比較検討した.

3. 結果および考察

照射後の試験片の外観写真をFig.1に示す. PCおよびPETに関しては透明であった試験片 内に照射後ピット,ボイドが発生した.PEは 白色だったものが黄変し,PPおよびPOMは試 験片表面が顕著な白化を示した.

Fig.2に各試験片の質量変化率を示す.すべての試験片において時間とともに減少し,特に PPおよびPOMは著しい質量の減少が確認された.また,試験片の厚さの変化についても同





UV Degradation form and Degradation Evaluation of Thermoplastics by Ultrasonic Technic Naoya FUKUDA, Tetsuya SAKAI and Koya YANO



Fig.2 Weight change of plastics under UV



Fig.3 Change of mechanical property of plastics under UV irradiation.

様の傾向を示した.

Fig.3は曲げ強度および曲げ弾性率の保持率 を示したものであるが、PPおよびPOMは曲げ 弾性率および曲げ強度の低下が見られた.特に PPは弾性率、曲げ強度の低下が顕著で、最も 質量、厚さの減少が見られたPOMよりも機械 的特性が低下した.

以上の外観観察, 質量変化等の結果から, 紫 外線による熱可塑性プラスチックの劣化につ いて検討した. POMは紫外線照射側の表面か ら白化とともに減肉が確認されたため, 表面反 応型とした. 次にPPは紫外線照射側表面にお



Fig.4 Three forms of degradation of plastics under UV irradiation.

いて白化とともにクラックが確認され,照射時間が増加する毎にそのクラックの数が増加し, 曲げ強度および弾性率も低下したことから腐 食層形成型とした. PEに関しても黄変すると ともに若干のクラックが発生はしたが,機械的 強度は低下しなかった.しかしこの劣化形態に ついても腐食層形成型とした. PCおよびPET に関してはピット・ボイドが発生したものの, これ以外は変化しなかった.したがって,ピッ ト・ボイド発生型の劣化形態に分類した.以上 をまとめたものをFig.4に示す.

そこで、特に試験片厚さ、質量そして機械的 特性の低下が確認された. POMおよびPPにつ いて超音波測定との関係について検討した.

Fig.5は表面反応型を示すPOMについて超音波の音速(Spike波5MHz)を一定とし、劣化後の伝播時間の変化より厚さを算出した.この厚さとマイクロメータと比較した結果をFig.5に示すが、照射面側および非照射面側の



Fig.5 Three forms of degradation of plastics under UV irradiation.

測定ともにマイクロメータと同等の値を示す. したがって,表面反応型は超音波音速が既知で あれば評価可能である.

次に, PPは紫外線照射が長くなるにつれて, 音速, 減衰率が低下したことから, 超音波によ り劣化を評価できる可能性が示された.

4. 結言

紫外線によるプラスチックの劣化は3つの形 態に分類され,超音波測定により評価できるこ とが明らかになった.

<参考文献>

 杉森博和,東京都立産業技術研究センター 研究報告,10号 促進耐候性試験と発光計測に よる劣化評価 (2015) p.114.