

## 促進暴露試験によるポリプロピレンの光劣化に関する研究

飯塚, 智則

<https://hdl.handle.net/2324/1807123>

---

出版情報：九州大学, 2016, 博士（工学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 飯塚 智則

論 文 名 : 促進暴露試験によるポリプロピレンの光劣化に関する研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

高分子材料は軽量かつ成形加工性に優れ、自動車産業界を中心とした工業製品で需要が高まっている。自動車部品は多様で過酷な屋外環境下に曝され続けるため、高い耐久性が要求される。しかしながら、高分子材料は有機化合物であるがゆえ、金属やセラミックなどと比べ劣化が生じやすく、材料寿命を推測したうえで製品化することが重要となる。高分子材料において、屋外で劣化を引き起こす主因子は光であり、熱や水などの因子が複雑に絡みあうことで劣化が進行していく。これまで、屋外暴露と人工光源による促進暴露を相関させ、材料の寿命を予測した研究は多いものの、促進暴露試験における光、熱、水の劣化因子を個別に評価し、これらの因子が劣化に及ぼす相互作用について定量的に論じた事例は少ない。そこで、本論文では自動車部品に最も用いられているポリプロピレン (PP) を選択し、促進暴露試験機を用い、光に熱や水を加えた際の PP の光劣化挙動を分子構造および物性の両面から定量的に検討している。

供試料は射出成形法により作製し、人工光源は高分子材料の劣化に大きく関わる紫外線領域の波長分布が太陽光に最も近いキセノンアークランプを用い、50、100、250、500 時間の 4 水準で促進暴露処理している。日本工業標準規格 (JIS) に規定された促進暴露試験の標準条件は、放射照度  $60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 、ブラックパネル温度  $63^\circ\text{C}$  であるが、本論文では過酷な条件を 3 水準設定している。放射照度  $60 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  はそのままブラックパネル温度を  $83^\circ\text{C}$  にした条件 a、標準条件に水噴霧を追加した条件 b、さらには条件 a に水噴霧を加えた条件 c としている。

熱を促進した条件 a では、暴露表面におけるカルボニル基の生成量を指標とした酸化劣化の進行度は、標準条件と比較して 3 倍程度に高まった。暴露面近傍では、酸化劣化の急激な進行により、結晶の崩壊や分子鎖切断生じていることを見出している。また、暴露表面では多数のき裂が認められ、脆化も進行していた。き裂部位では応力集中が生じやすく、衝撃強度や伸びの物性値の低下率は、標準条件と比較して 1.8 倍程度と顕著であることを明らかにしている。

光照射中に一定時間水噴霧した条件 b では、劣化生成物のカルボニル基やヒドロキシ基が親水性であるため、より多くの水を収着することを見出している。PP の分子内に水分が収着されることで分子間力が弱まり、酸化劣化が助長される機構を提案している。また、水分の収着は深さ方向の酸化劣化を促進させることも見出している。条件 a の熱がもたらす促進性ほど顕著でないものの、暴露面近傍では、結晶の崩壊や分子切断が起こること、さらには、微少なき裂が発生することも明らかにしている。これまで、水分がもたらす光劣化の促進性について検討例はなく、本研究で用いた劣化解析手法が屋外暴露の評価に有効であることを提案している。

最も過酷な条件 c では、条件 a および条件 b と比較して、酸化劣化の進行度は約 2.5 倍と著しく高まることを明らかにしている。また、水分の収着量は約 1.8 倍、物性の低下率は約 2 倍であるこ

とを確認している。

以上、要するに本論文では、熱や水分が光劣化に及ぼす促進性を定量化することに成功している。近年では促進暴露試験機の開発に伴い、光のみならず、熱や水分に関しても高精度かつ多様な条件設定が可能となっている。本研究で得られた知見が、過酷な屋外環境の再現試験を短時間で検証する際の基礎情報に役立つと提案している。さらに、PP以外のポリオレフィンへの応用も期待できる。