

研究成果報告書

(公財)スガウェザリング技術振興財団 研究助成事業

平成28年度研究助成 (第35回)

1. 研究課題 高分子材料のマイクロスケール耐候劣化層の短時間診断技術
2. 研究者所属・氏名 中央大学 理工学部・米津明生
3. 研究期間平成28年4月1日から平成29年3月31日まで
4. 研究成果の概要

(和文)

本研究では、高分子材料の耐候劣化を早期にかつ簡便に計測できるインデーション（押し込み）法を検討した。この試験法は材料表面のみの実験が行えるため、単軸引張試験のような定量的な力学試験法として応用できれば新たな耐候劣化評価法になりうると考えた。本提案手法は、押し込み試験の結果から逆解析的手法により劣化表面層の降伏強度を推定し、特に引張降伏強度を推定できる。つまり表面層 μm 程度の微小領域における引張降伏強度を推定でき、耐候劣化の健全性の早期評価として展開できると思われる。また別途フーリエ変換赤外分光分析 (FT-IR) を用いて表面の分子構造を特定することで表面劣化状況を調べて、上記の力学試験結果と照合した。

インデーション試験の逆解析では、球状圧子を用いた押し込み試験の結果から、Hertz の接触理論と無次元関数を用いて降伏強度を推定した。次に先端半径の小さな球状圧死を用いて押し込み試験を行い、その結果を無次元関数に代入することによって、材料定数 σ_y および α を求めた。なお、 α は圧縮と引張の降伏強度比を示す材料定数である。そのため、本手法では圧縮と引張の降伏強度を推定でき、その推定値は単軸引張試験（引張および圧縮）の結果とよく一致することを確認した。本研究では、高分子材料の一つであるナイロン6をモデル材料として選び、熱劣化試験を行った。様々な温度や熱劣化時間の加速試験より得た熱劣化材に対して本手法を適用した。その結果、加熱温度が高いほど、また劣化時間が長いほど降伏強度が上昇する傾向がみられ、熱劣化による力学特性の変化が顕著に表れた。また、別途行った FT-IR の測定結果から、高温劣化材においてカルボニル基が増加し、材料表面が酸化していることを確認した。これより、劣化進行度を示す酸化度と降伏強度の傾向が一致することがわかった。したがって、本供試材の分子構造変化（劣化）を、押し込み法によって捉えられていることから、本提案手法は高分子材料の表面劣化評価に有効であると考えられる。

(英文)

This study proposed a diagnostic method for weathering degradation layer of polymer materials by using indentation testing. First, elastic contact with Hertz theory readily estimates Young's modulus and compressive yield strength. Second, the reverse analysis estimates a materials constant α , which is the ratio of between compression and tension of yield strength. Thus, this proposed method identifies tensile yield strength, which is usually obtained by uni-axial tensile test. We applied this method to degraded polymer materials. It is found that the estimated yield strength changes, depending on the degradation level. In addition, the degradation mechanism was discussed by using FT-IR measurement. It is thus expected that our indentation method may be useful for diagnostic method of weathering degradation layer of polymer materials.