

技術紹介:

偏光テラヘルツ波イメージングによる樹脂内部劣化の非接触・非破壊検査方法の確立

令和3年5月19日
有限会社スペクトルデザイン

要約:

高強度かつ軽量の樹脂材料は、次世代自動車や航空機で多く利用されているが、金属に比べて劣化や変形に対する評価方法が確立しておらず、品質保証が課題となっている。その課題解決のため、樹脂への透過性が高いテラヘルツ波イメージング技術に、物質の状態変化を高感度に計測可能な偏光光学系を付加する方法により、樹脂内部劣化の非接触検査の実現可能性を検証した。サンプル測定を容易にする偏光測定イメージングプローブを試作し、負荷を与えた工業用樹脂材料の測定によりその有効性を示した。

支援補助金名: 2019年度 戦略産業産学官金連携プロジェクト支援補助金事業
(栃木県産業振興センター)

実施期間: 令和元年7月30日～令和2年2月29日, 令和2年4月10日～令和3年1月29日

成果:

試作した偏光測定イメージングプローブを図1に示す。このプローブは弊社の販売するTeraMetrix社製の高速テラヘルツイメージングシステムと組み合わせて偏光測定イメージングを実現するモジュールとなっている。同軸反射型のプローブで、テラヘルツ波照射軸と同軸上にサンプルから反射するテラヘルツ波を検出するため、様々な構造のサンプルの計測を可能にした。プローブには、直線偏光子を自動回転させるステッピングモータステージが取り付けられており、プローブで検出するテラヘルツ波の偏光状態を選択できるようになっている。テラヘルツ波の照射・検出位置を移動させ、各位置で偏光状態を測定することにより、材料の状態変化の面内分布を可視化できる。

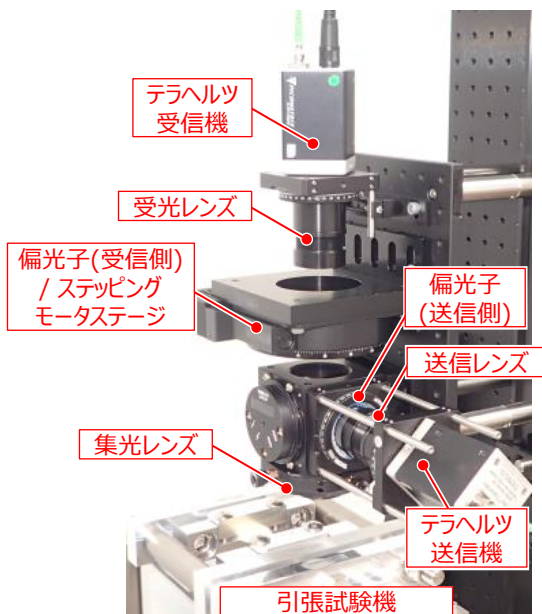


図1 偏光測定イメージングプローブの構成。

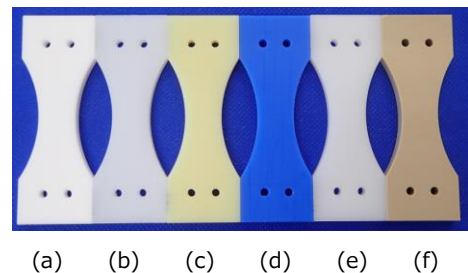


図2 測定した工業用樹脂材料外観写真。
(材料の詳細情報は次頁表1に記載。)

図2及び表1に示す6種の不透明工業用樹脂材料を偏光測定イメージングした結果を図3及び表1に示す。各樹脂は4条件(引張荷重を与える前, 引張荷重を与えた状態2条件, 負荷から解放した状態)で測定した。各樹脂が固有にもつ光学的異方性と、引張荷重による光学的異方性変化の状態を捉えた。樹脂劣化につながる応力負荷が加えられている材料では光学的異方性が変化し、その変化を偏光テラヘルツ波イメージングにより捉えることにより、樹脂内部の劣化状況を確認できることを確認した。

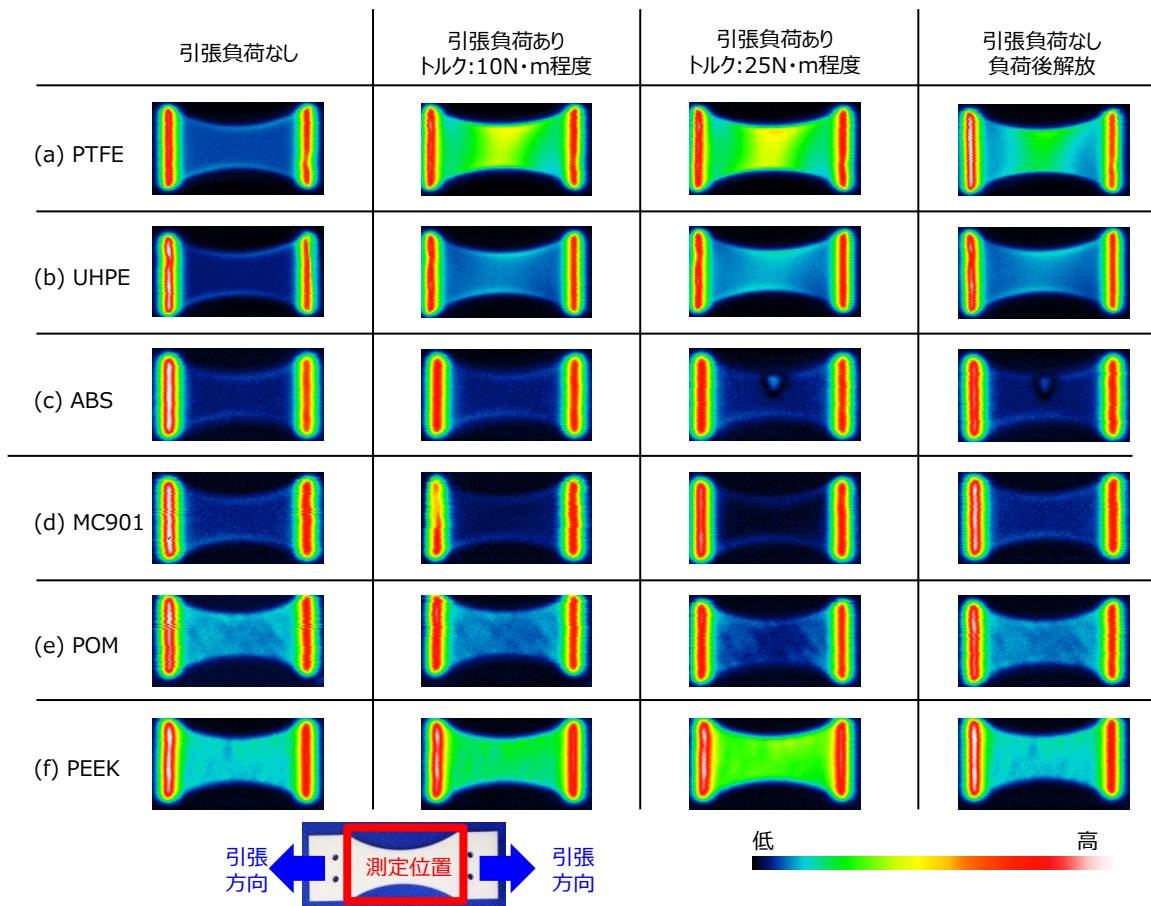


図3 不透明工業用樹脂材料の偏光測定イメージング結果。

表1 測定した工業用樹脂材料の種類と測定結果の特徴。

| | サンプル名 | 固有異方性 | 空間的ばらつき | 応力変化(引張による変化) | 解放時(トルク25N・m引張後) |
|-----|--------------------------|-------|---------|---------------|----------------------|
| (a) | フッ素(PTFE) | 有 | 無 | 大:異方性が大きくなる | 異方性が残る-塑性変形(サンプルに伸び) |
| (b) | 超高分子ポリエチレン(UHPE) | 無 | 無 | 中:異方性が大きくなる | 異方性が残る-塑性変形(サンプルに伸び) |
| (c) | アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン(ABS) | 無 | 無 | 無:ひびが入る | 異方性残らず(ひびが入る) |
| (d) | MCナイロン(MC901) | 無 | 無 | 小:異方性が小さくなる | 異方性残らず-弾性変形 |
| (e) | ポリアセタール(POM) | 有 | 有 | 中:異方性が小さくなる | 異方性残らず-弾性変形 |
| (f) | ポリエーテルエーテルケトン樹脂(PEEK) | 有 | 有 | 大:異方性が大きくなる | 異方性残らず-弾性変形 |



光センシングと非破壊検査の

有限会社 **スペクトルデザイン**

〒324-0403 栃木県大田原市湯津上285-1
 TEL:0287-98-3066 FAX:0287-98-3067
 E-mail: ask@spectra-dsn.co.jp
 http://www.spectradsn.com/