

構造用高分子材料の 先端計測を用いた損傷評価

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

近年、地球温暖化対策の一つとして輸送機器の軽量化・低燃費化が求められており、これまでの金属材料の代替材として炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の利用拡大が期待されている。CFRPは樹脂と炭素繊維からなる複合材料であり、樹脂にはアミン硬化エポキシ樹脂と呼ばれる熱硬化性樹脂が多く用いられている。同樹脂は、工業用材料(複合材料の母材,接着剤)として広範囲に使用されているにもかかわらず、疲労挙動に関する研究は少ない。また、輸送機器への利用の増加に伴い、静的荷重のみならず長期信頼性も要求されるようになっていく。

そこで本研究では、アミン硬化エポキシ樹脂について疲労による損傷評価を目的とし、引張試験・疲労試験を行い、これら機械的特性と電子顕微鏡による破面および損傷観察、ラマン分光法による結合エネルギー変化、陽電子消滅法による欠陥評価等の先端計測の結果の関係を解析した。

■ エポキシ樹脂

エポキシ樹脂とは、分子内にエポキシ基を2個以上含む化合物のことで、硬化剤との化学反応により優れた接着性・耐薬品性・耐熱性及び電気絶縁性の硬化物が得られる樹脂である。この特性を利用し、塗料・電子電気・接着・建築・土木・複合材料などの様々な分野で広く使用されている。

■ 機械的特性評価

ダンベル型試験片を用いて、様々なひずみ速度の静的引張試験、様々な応力振幅の疲労試験を行った。試験に用いた材料試験機を図1に示す。同試験機は油圧サーボ式で、油圧式のつかみ具を用いて試験片両端のつかみ具を一定圧力でつかむ方式である。疲労試験では荷重制御で応力比 $R=0.1$ 、周波数5Hzとした。その一例として応力-ひずみ線図を図2に示す。

■ ラマン分光

光が物質に入射し分子と衝突すると、その一部は散乱する。この散乱光の波長を調べると、大部分の成分は入射光(レイリー散乱光)と同じ波長であるが、極わずかな成分として、入射光と異なった波長の光が含まれている。この入射光と異なった波長をもつ光の振動数が、物質の分子の固有振動数になっている。

ラマン分光法とは、この入射光と異なった波長をもつ光(ラマン散乱光)の性質を調べることで、物質の分子構造や結晶構造などを知る手法である。(図3)

■ 陽電子消滅

陽電子消滅法は ^{22}Na を線源とした陽電子が材料に照射され、プラスの電荷より材料を構成する原子核とクーロン力による反発を受ける。行き場の失った陽電子は結果として原子核のない原子空孔やボイドなど空孔型欠陥に陽電子が捕獲される。そして原子核の周りに存在する自由電子と対消滅するという現象が生じる。この現象を利用することで空孔濃度の変化による損傷過程の同定が可能となる。(図4)



図 1.材料試験機

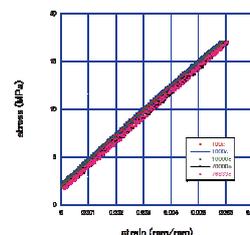


図 2.応力ひずみ線図

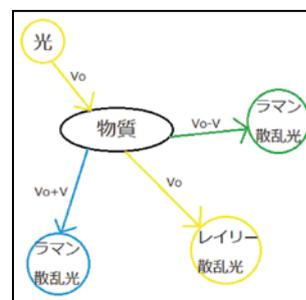


図 3.ラマン分光原理

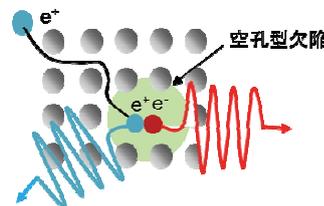


図 4.陽電子消滅法原理

代表発表者 原田 祥久' (はらだ よしひさ)
谷川 晴通' (たにかわ はるみち)
所 属 1:産業技術総合研究所 製造技術研究部門
2:筑波大学大学院システム情報工学研究科
構造エネルギー工学専攻
問合せ先 〒305-8564
茨城県つくば市並木 1-2-1 つくば東
TEL:029-861-7169 FAX:029-861-7853
MAIL: harada.y@aist.go.jp

■キーワード: (1)エポキシ樹脂
(2)ラマン分光
(3)疲労試験
■共同研究者: ブライアン オローク
大島 永康
産業技術総合研究所
分析計測標準部門