

研究紹介 炭素繊維強化プラスチックの疲労寿命推定について

1.はじめに

航空宇宙や自動車産業、スポーツ用途等で広く活用されている炭素繊維と熱可塑性樹脂の複合材料（CFRTP）は、疲労評価に多くの時間を要するだけでなく、試験環境の影響を受けるため、疲労寿命の推定が難しいという課題があります。本研究では、温度を変えながらCFRTPの両振り平面曲げ疲労試験を行い、ラーソン・ミラー指数を活用したプロットの近似式から疲労寿命を推定しました。

2.実験方法

試験片は、炭素繊維の3K綾織クロス材とナイロン6樹脂を複合化したCFRTPを用いました。また、疲労試験はインストロン製8802型疲労試験機を使用し、「JIS K 7082」に基づいた両振り平面曲げ疲労試験を各温度で行っています。式（1）に示すラーソン・ミラー指数（ P_{LM} ）を算出し、疲労寿命を予測しました。（図1参照）

$$P_{LM}=T(\log t+C) \cdots (1)$$

T：温度(K)

t：破断までのサイクル数(回)

C：定数

疲労試験後に破断しなかった試験片については、超音波探傷測定で内部剥離の有無を確認しました。

3.実験結果

図1に評価したCFRTPに関する応力と P_{LM} のプロット結果を示します。ナイロン6樹脂のガラス転移温度(50°C)前後でCFRTPの物性が変化するため、グラフを分けて分析すると信頼性の高い近似式となることが確認できました。また、超音波探傷試験結果(図2)より試験片が破断していない場合でも、破線部に示すとおり、試験片の内部で剥離が発生していることが分かりました。

4.まとめ

本研究では、疲労評価を試験片破断時で評価しましたが、内部剥離が発生した時点で評価すると、より厳しい基準の評価ができると推察されます。（図2参照）研究詳細につきましては、当センターHPにて公開しております「熱可塑性FRPの疲労評価・推定・診断に関する研究(H30～R2)」および「高強度FRTPの評価技術に関する研究(R3)」をご確認ください。

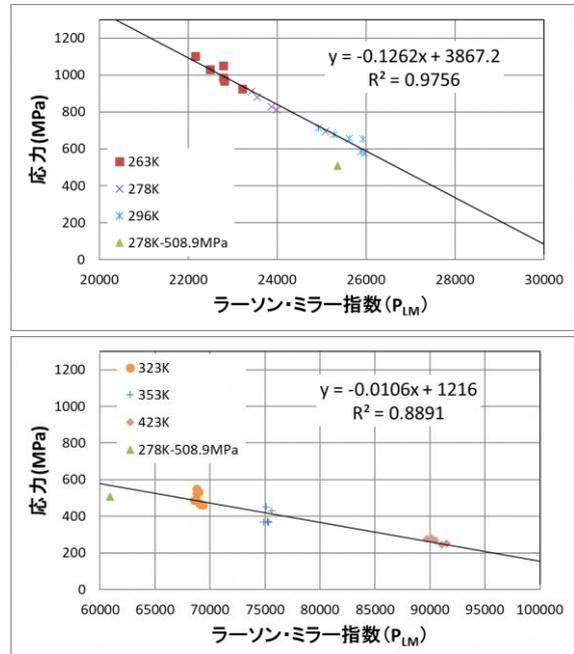


図1 両振り平面曲げ疲労試験の回帰分析結果
上：ガラス転移温度以下の温度区分
下：ガラス転移温度以上の温度区分

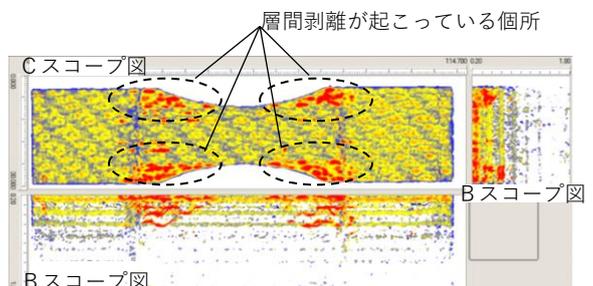


図2 超音波探傷試験結果

当センターでは依頼試験において異物の定性分析を行っております。ここでは、異物分析によく用いられる分析装置をご紹介します。分析をご希望の場合はお気軽にお問い合わせください。

○フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR)

依頼

開放

主に樹脂などの有機物を定性する際に用いられる装置です。固体・液体状態であれば測定が可能であり、試料は米粒1つ程度あれば十分です。

異物分析にはなくてはならない装置の1つです。

★ポイント

- ・有機物の定性に優れている
- ・混合物などの場合は、主成分が分析結果となる
- ・一部の無機物（シリカ、無機系ポリマー等）も分析可能



○小型低真空電子顕微鏡 (SEM)

依頼

開放

SEM観察とともに元素分析（EDS分析）が行える装置です。FT-IRとは異なり、金属等の無機物を定性する際に用いられる装置です。低真空下での測定も可能なため、樹脂をそのままの状態でも測定することも可能です。

★ポイント

- ・無機物（金属や鉱物等）の定性に優れている
- ・SEM観察と元素分析が同時に行えるため、異物の形状も同時に観察可能
- ・低真空下において有機物の試料も測定可能



○ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC-MS)

依頼

開放

試料を熱でガス化させて定性分析・定量分析を行う装置です。FT-IRよりも少量の試料があれば測定可能ですが、ガス化する物質はすべて検出してしまうため試料汚染には注意が必要です。

★ポイント

- ・微量の試料で測定可能
- ・気体状態の試料でも測定が可能
- ・試料汚染に注意



労働安全衛生法関係法令の改正に伴い、令和6年4月1日から開放機器利用時においてご利用になられる測定試料や洗浄剤等の化学物質の持ち込みには申請が必要になりました。

【事前に提出いただく書類】

- ・化学薬品持込届出書
- ・該当する物質のSDS
- ・化学薬品持込変更届出書（持ち込む薬品等に変更がある場合）

※化学物質取扱いの際は、届出書に基づいて安全対策をお願いいたします。また、必要な安全保護具（保護メガネ、手袋、マスク等）は各自ご持参ください。

※詳細は各機器担当者にお問い合わせください。