

界面性状を異にするリサイクル炭素繊維複合材料の 力学物性と X 線 CT 観察

(神戸大院・工) ○山崎淳平, 松本拓也, 西野 孝

【緒言】 熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂を用いた炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は、軽量かつ高強度であることから、航空機や風力発電のブレードに利用されている。しかしながら、炭素繊維の製造には膨大なエネルギーを要することが課題となっている。また、CFRP の利用拡大に伴い廃棄物の大半が埋め立て処分されるため、環境上有効な処理法が求められている。これらの解決策として、CFRP のマトリックスを除去して得られるリサイクル炭素繊維(r-CF)を利用し、新たな複合材料を作製する試みがなされている。この際、CF の形状や、マトリックス/CF 界面の構造が複合材料の力学物性に影響を及ぼすため、実用化に向けて、材料の構造と物性の関係を明らかにすることが重要となる。そこで、試料の三次元の内部構造や応力付加状態での構造変化といった、実際の使用形態での非破壊的かつ動的な評価法が求められる。

本研究では、r-CF、参照試料としてバージン炭素繊維(v-CF)を各々、ナイロン 610(N610)に充てんした N610/CF 複合材料について、応力付加時の X-ray Computed Tomography(X 線 CT)を用いた破壊挙動の観察を行った。また、r-CF の表面改質を行い、マトリックス/CF の界面性状が異なる複合材料を作製した。これらについて、引張試験により力学物性を評価した。

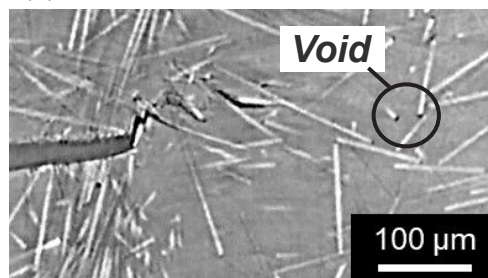
【実験方法】 複合化された N610/r-CF および N610/v-CF のペレット(東レ(株)提供)を、メルトプレス(270 °C, 1 MPa, 7 min)した後、熱処理(210 °C, 1 h)を施すことでフィルム状試料(厚さ 100 μm)を成形した。これらにノッチを導入した試験片について、X 線 CT による引張条件下での *in situ* 観察を行い、き裂進展の過程を観察した。また、3-Glycidyloxypropyl trimethoxysilane および 3-Aminopropyltriethoxysilane による表面処理を施した r-CF(g-CF および a-CF)を用いて、N610 との複合材料を作製した。これらについて、同様にフィルム状試料を成形し、引張試験を行い力学物性を評価した。

【実験結果】 図 1 には、(a)N610/r-CF および(b)N610/v-CF に、ひずみを 2 %印加させた際の、き裂先端付近の X 線 CT 断面画像を示した。(a)N610/r-CF では、き裂先端から離れた N610 マトリックス/CF 間にボイドが発生する様子が観察された。その一方で、(b)N610/v-CF では、き裂先端のみでボイドが観察された。この結果から、リサイクル品ではマトリックス/CF 間の界面相互作用が弱く、力学強度低下の要因であると考えられた。

図 2 には、N610/r-CF、N610/g-CF および N610/a-CF の応力-ひずみ曲線を示した。N610/r-CF と比較して、表面処理を施した CF を用いた複合材料では、引張強度と破断ひずみが増大した。このことから、r-CF の表面処理によりマトリックス/CF 界面の相互作用が増大し、力学物性の増加に寄与したと考えられた。

【謝辞】 本研究は、JST, 未来社会創造事業, JPMJMI18A2 の助成により遂行されたものである。

(a) N610/r-CF



(b) N610/v-CF

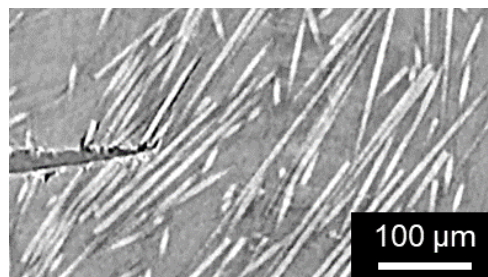


Fig. 1 X-ray CT sliced images of (a) N610/r-CF and (b) N610/v-CF loading 2% strain.

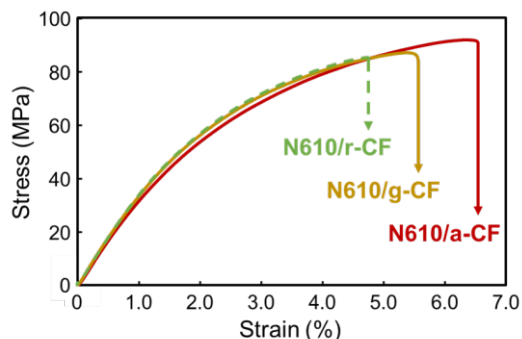


Fig. 2 Stress-strain curves of N610/r-CF, N610/g-CF and N610/a-CF.