

(668) ガラスマトリックス複合材料のマイクロクラック タフニングの A E による観察

三菱電気(株)材研○香川豊、東大工 榎 学、岸 輝雄、日大生産工 西野民智夫、森泰彦

背景と目的：脆性マトリックス複合材料のタフニングの機構としてマイクロクラックタフニング(Microcrack toughening)は極めて有効であると言われている。実際、ウイスキー強化セラミックスなどではこの機構が主であると考えられる効果が実験的に認められている。しかし、これらの実験結果はマクロ的な効果を証明しているにすぎずタフニングの機構が働いていることを間接的に証明したにすぎない。本研究では複合材料の変形破壊中に発生する A E 信号を in-situ に観察することにより複合材料中でマイクロクラックの発生が実際に生じていることを確認し、あわせてこの種の判定への A E の有効性について確認した結果について報告する。

実験方法：複合材料としては、 Si_3N_4 ウイスキー化ガラスマトリックス(CG#7740)を用いた。複合材料は、ボールミルによる混合後ホットプレスして製作したものを用いた。ウイスキーの体積率は、0.1～0.25であり、マトリックス中で準二次元的に配向している。複合材料から基本的な特性を調べるための3、4点曲げ試験片(平滑試験片、SE N型試験片、5mm×8mm×80mm)、ビッカース圧痕試験(I F法)用の円形状(10mm dia, 厚さ2-5mm)の試験片を切りだした。それぞれの試験時に A E の計測を行い、A E 波形、振幅分布、事象数を観察した。また、試験後の試料に見られるクラック進展状況や破面についてSEM、光学顕微鏡による観察を行った。

結果および考察：Figure 1は、荷重300g時のマイクロビッカース圧痕の状態を示したものである。この図から明らかなように複合材料では、圧痕のまわりのクラックの進展がガラスマトリックス単体に比較して顕著でなくウイスキーの添加によりタフニングされていることがわかる。一方、ビッカース圧痕試験時の A E の挙動を示したFig.2を見ると、①複合材料のほうが負荷-除荷過程で検出される総 A E 事象数は多い、②複合材料のほうが振幅の小さい A E 波である、ことなどから複合材料では、クラックの進展の単位はマトリックスに比較して小さいが、その個数は多いと考えられる。また、SE N型試験片を用いた曲げ試験から求めた複合材料としての破壊靱性は($V_f = 0.15$) $2.5 \text{ MPa m}^{1/2}$ であり、ガラスマトリックスのそれは $\sim 1 \text{ MPa m}^{1/2}$ であつた。この結果やFig.1のクラックの進展状況の結果から複合材料の見掛けの破壊靱性が大きいことが定性的に理解されるが、これは、A E の結果から考えると、主にマイクロクラックの生成によるものであるものと考えられる。A E を用いることにより、基本的には、脆性マトリックス複合材料の靱性の大小を容易に判定出来ることが確認された。定性的な議論については今後の課題である。

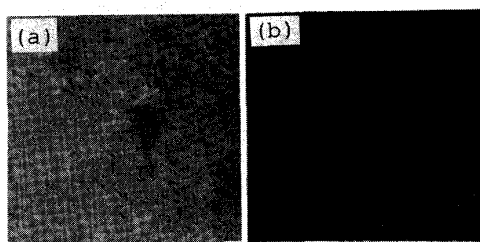


Fig.1 Optical micrographs of Vickers-indentation specimen, (a):Composite, (b):Glass matrix.

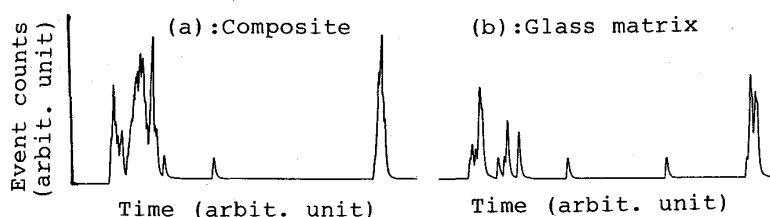


Fig.2 Detected AE events during loading-unloading process of Vickers indentation test.