

(747) SiC/Al 複合材料の中性子照射効果

東京大学 工学部 香山 晃、手塚英志(院)、井形直弘

1. 緒言 : SiC/Al複合材料は照射による誘導放射能が少ない、いわゆる低放射化材料として原子炉・核融合炉材料として期待されている。本研究ではSiC/Al複合材料への中性子照射効果を主として強度特性の変化及び破壊挙動の変化について明らかにする事を目的としており、中性子照射は材料試験炉「JMTR」及び高速増殖炉「常陽」において行なった。又、原子炉照射における照射体積の制約により余儀なくされる試験片寸法の微小化に対応する為に行なった微小曲げ試験法の検討についても報告する。

2. 実験方法 : 試料は PCS系 SiC長繊維を強化繊維とし純Alをマトリックスとした照射及び非照射プリフォームワイヤー (Vf=40%)、及び照射プリフォームワイヤーのマトリックスから抽出したSiC 単繊維である。照射条件はJMTRが 7×10^{19} n/cm² (150°C) 常陽が 1×10^{20} n/cm², 1×10^{21} n/cm² (450°C)である。プリフォームワイヤーについてはスパン長さ10mmの 3点曲げ試験を行ない、曲げ強度 σ_f は次式により求めた。 $\sigma_f = 8Pl / \pi R^3$ (P;破断荷重、l;スパン長さ、R;ワイヤー径) また、非照射材については引張試験も行ない、引張強度と曲げ強度との相関を調べるとともに、双方の破面の SEM観察を行ない比較した。SiC 単繊維についてはゲージ長さ 5mmの引張試験を各条件につき60本ずつ行なった。

3. 結果及び考察 : 照射プリフォームワイヤーの曲げ試験結果をTable 1 に示す。今回の「常陽」での照射条件では試料は 450°Cの温度に約

2000時間晒されるが、SiC/Alプリフォームワイヤーの強度はこの間に約 20%低下する事が分かっている。曲げ試験の結果からこの熱による影響を除いたものをTable 1 の下段に示す。この結果より中

Neutron Fluence (n/cm ²)	Unirradiated	7×10^{19} (150°C)	1×10^{20} (450°C)	1×10^{21} (450°C)
Flexural Stress 1 (GPa)	1.58	1.61	1.26	1.50
Flexural Stress 2 (GPa)	-	-	1.58	1.88

Table 1. Three Point Bending Test Results of Neutron Irradiated SiC/Al Preform Wires. Flexural Stress 1 ; Measured, Flexural Stress 2 ; Estimation at Room Temperature.

性照射量が 1×10^{20} n/cm² を超えると明らかな曲げ強度の増加が認められる事が分かった。単繊維の引張試験からもTable 1 と同じ傾向の結果が得られたが強度は 7×10^{19} n/cm² から上がっていた。この事はSiC 繊維にも照射硬化が認められると共にプリフォームワイヤー中で熱によって劣化する事を示しているものと考えられる。マトリックスのAlにも照射硬化が認められるが、もとの強度がひくいのでSiC/Al複合材料において認められた照射硬化は主として繊維の硬化に起因すると言える。非照射材の曲げ試験及び引張試験結果から曲げ強度と引張強度との間には明らかな相関関係がある事が認められた。また曲げ試験片の破面の SEM写真をPhoto.1 に示すが、強度の低かった曲げ試験片ではマトリックスのポアが良く観察されたが強度の高いものや引張試験片ではあまり観察されなかった。この事はマトリックスのポアが強度低下要因として重要な因子である事を示していると考えられる。また曲げ破断挙動の違いにより破面形状に明らかな違いが観察された。これらの事より複合材料において引張試験が不可能な際に曲げ試験がそれに変わり得る有効な手段である事のみならず、引張試験では得られない情報も得られる事が分かった。



Photo. 1 Fracture Surface of SiC/Al Preform Wire Bending Test Specimen.