

東京都立大・工 〇若山 修一、西村 尚

1. 緒言 繊維強化金属(FRM)の強化機構を考慮する際に、強化繊維の配列ならびにマトリックスの充填は重要な役割を持っている。すなわち、繊維同志が隣接していたり、マトリックスが繊維間に充分存在しない場合には、1本の繊維の破断が直ちに隣接する繊維の破断を導き、複合材料内での損傷の伝播が容易となり充分な強化は望めない。

そこで本研究では、粉末冶金法でFRMを作製する際に、繊維分布の均一化を目的に、金属粉末と強化繊維の積層体にホットプレス直前に超音波振動を付加し一方向FRMの組織制御を試みた。また、引張試験にAE法を適用し、繊維の破断開始を非破壊的に検出し、材料組織と強度の関係を解析した。

2. 供試材の作製及び実験方法 母材金属には超塑性Zn合金粉末(SPZ、78%Zn-22%Al、粒径 $-44\mu\text{m}$)、また強化繊維にはSiC長繊維を用いた。試料の作製手順は、①金属粉末と繊維の積層②超音波振動付加③ホットプレス④引張試験及び組織観察用の試片作製。超音波振動付加には、出力5kW・周波数15kHzの超音波付加装置を用い、振動振幅約 $30\mu\text{m}$ ・初期パンチ圧力0.18MPaの条件で行った。またホットプレス条件は真空中・ 410°C ・70MPa・5minである。マトリックスに超塑性金属を用いたために、ホットプレス温度が低く繊維とマトリックス間の界面反応層の生成を抑制できる。従って、繊維分布と強度の関係を考察する際に界面反応層の影響を考慮する必要がない。また引張試験は室温・大気中・クロスヘッドスピード 0.1mm/min のもとで行い、その際AE計測を併用して繊維の破断の非破壊的な検出を試みた。

3. 実験結果・考察 Photo.1に得られた一方向FRMの材料組織を示す。繊維体積含有率(V_f)は約15%で一定であった。用いた超音波付加装置は最大連続運転時間が20sであるため、超音波付加時間を20s毎の付加回数(n)で示した。写真の紙面に垂直方向が繊維方向であるが、超音波振動付加により繊維分布が均一化され繊維間にマトリックス粉体が充分浸入することがわかる。引張試験の結果、引張強度 σ_0 が V_f が一定であるにもかかわらず向上することが示されたが、引張試験にAE法を併用し繊維破断の開始を非破壊的に検出し、その時の応力 σ_f を測定した。Fig.1に σ_f/σ_0 と n の関係を示したが、 n が増加するにつれ、 σ_f/σ_0 が小さくなることが理解される。このことは、破断した繊維からの損傷の伝播に対する材料の抵抗が大きくなっていることを示しており、その要因としてはPhoto.1に示したように繊維間にマトリックス金属が充分に浸透し損傷の伝播を妨げていることが挙げられる。

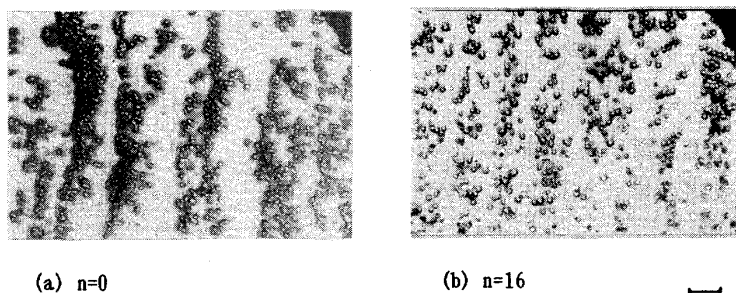


Photo.1 Effect of ultrasonic vibration on the microstructure of SiC/SPZ. n indicates the cycle of ultrasonic vibration.

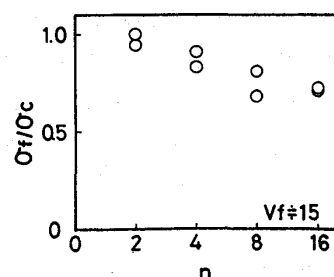


Fig.1 Relationship between σ_f/σ_0 and n . σ_0 is the tensile strength and σ_f is the stress at the onset of fiber fracture.