

# (745) 構造用繊維強化金属の強度の統計的取り扱い

三菱電機(株)材料研究所 ○香川 豊  
東工大 精密工学研究所 崔 培浩

## 1 目的

繊維強化金属 (FRM) を構造用材料として用いる場合には、材料自体のもつ特性を十分に把握しておくことが大切である。FRMではマトリックスは金属であるものの材料自体の特性は金属よりもむしろセラミックスに近い挙動を示すことが知られている(1)。この種の材料では、信頼性や再現性を考慮して構造要素を設計する基準を考える必要がある。

複合材料の強さを正しく知る上では、材料自体の持つバラツキを考慮することが大切であり、一部のFRMにおいては強さの分布がワイブル統計を用いることにより整理可能であることが実験的に認められている(2)。

しかし、強さのバラツキの繊維体積率 (Vf) 依存性までを調べた報告は見当たらない。そこで、本研究では、炭素繊維 (CF) 強化アルミニウム (9.9.8 wt%) 複合材料を高圧凝固鑄造法により作製し、強さのバラツキのVf依存性を調べることを目的とした。

## 2 実験方法

実験に用いた複合材料のVfは0.25~0.65であり、複合化したインゴットより3点、4点曲げ試験片および引っ張り試験片を機械的加工方法により切り出した。実験に用いた各種試験片形状および寸法を、Fig. 1に示す。

試験にはインストロン型の試験機を用い、クロスヘッド速度  $8.33 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ 、300 K大気中にて行った。各試験条件とも、同一Vf下では、最低15本以上の試験片を用い、得られた結果は、平均ランク法を用いてワイブル統計処理を行った。また、荷重-変位曲線、破断面の観察を通して各試験方法間で生じる破壊過程の差異についても検討を加えた。

## 3 結果

Fig. 2は複合材料のワイブル係数 (mc) とVfの関係を示したものである。いずれの試験方法より求めた結果も、Vfが増加するに従ってmcが減少する傾向を示している。複合化後のマトリックスより抽出した炭素繊維のワイブル係数は~5.2なので、複合材料のmcは本実験の範囲内では、いずれの場合にもmfよりも大きい。

また、mfとmcの間には、実験式として考えられている(3)。

$$m_c = \alpha (V_f) m_f$$

の関係が認められる。ただし、 $\alpha (V_f)$  は破壊過程が同一の場合には主にVfに依存する定数である事が認められる。なおVfが異なれば、当然破壊過程も異なるので本研究の範囲では、 $\alpha (V_f)$  の物理的意味としては不明確な定数である。

一方、各試験方法間で同一Vfでのmcの値を比較して見ると、3点曲げ、4点曲げ、引っ張りの順にmcが大きくなる事が認められた。これらの結果は、材料試験時の破壊過程の差によるものであると考えられる。すなわち、マトリックス中での繊維破断とそれによる材料中での応力集中の差や、各試験方法間での材料中に生じる応力状態の差異により生じたものであろう。

## 4 結論

FRMの強さをワイブル統計分布を用いて整理することを試み、mcとVfとの関係を調べた結果、mcにはVf依存性があり、同一Vfの場合にも試験方法の差により材料の変形と破壊の過程が異なるとmcも異なることが確認された。FRMの設計時に強さを考える場合には、材料に働く応力状態を考慮した強さのバラツキの取扱を考えねばならない。

文献 (1) Y. Kagawa and B.H. Choi: To be published. (Proc. Third Japan-U.S. Conference on Composite Materials: will be published in Oct. 1986); (2) Y. Kagawa et al.: Proc. 26th. Congress on Mater. Res. Japan Soc. for Mater. (1984). 159

(3) 香川 豊: 繊維強化複合金属, 大蔵明光監修, 香川 豊著, CMC出版, (1985) P. 187.

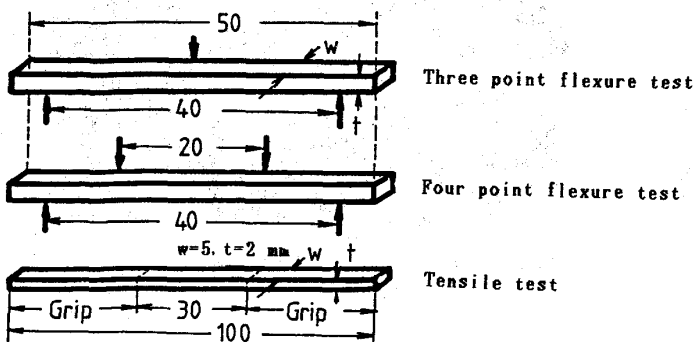


Fig. 1 Shape and dimension of the tested composite specimens (in mm)

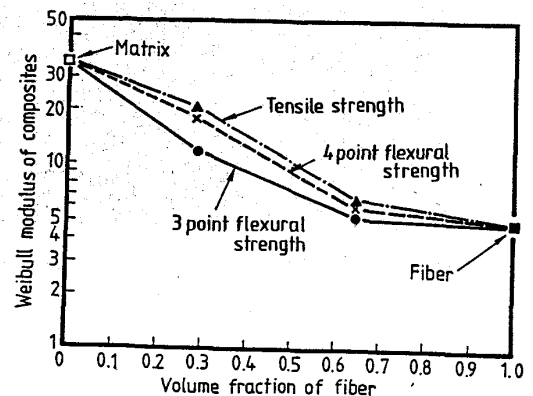


Fig. 2 Variation of Weibull modulus for CF/Al with Vf.