

(663) 繊維強化金属の力学的特性に関する研究

東京大学 工学部(院) ○井出 達徳
東京大学 生産研 大蔵 明光

1. 緒言 繊維強化金属は、複合化後の塑性変形に大きな制限をうけるため、シート状あるいはワイヤー状のプリフォームの形で複合化をおこない、それらを用いてホットプレス法などにより成形する方法が合理的と考えられ、各種プリフォームの開発が進められている。その強度特性は複合則との比較から議論されることが多いが、本研究では強化繊維としてPCS系SiC繊維を用いたSiC/Alワイヤープリフォームをとりあげ、強化繊維及び複合体の強度特性をワイブル統計を用いて整理し、強度のゲージ長さ依存性、繊維体積率(Vf)依存性について検討した。

2. 強化繊維の強度特性 強化繊維PCS系SiC繊維の単繊維引張試験をおこない、線形推定法を用いた母数推定により平均強度 $\bar{\sigma}=3.0\text{GPa}$ 、ワイブル係数 $m=6.4$ を得た。(ゲージ長さ $g_L=10\text{mm}$ 、歪速度 $6.3\times 10^{-4}/\text{s}$ 、データ数100)

次に繊維の平均強度のゲージ長さ依存性を調査した。結果をFig.1に示す。ワイブル理論ではゲージ長さ g_L を考慮した場合平均強度 $\bar{\sigma}$ は

$$\bar{\sigma} = \alpha (g_L)^{1/m} \Gamma(1 + \frac{1}{m}) \quad (1)$$

と表される。(α:尺度母数、Γ:ガンマ関数) Fig.1の直線は $g_L=10\text{mm}$ での $\bar{\sigma}$ および m を用いた(1)式による平均強度のゲージ長さ依存性を表し、実験結果とよく一致する。

また各ゲージ長さで求めた見かけのヤング率を $g_L \rightarrow \infty$ に外挿することによりヤング率180GPaを得た。

3. プリフォームの強度特性 供試材はマトリックスにA-1050工業用純アルミを用いた、 $V_f=41.1 \pm 1.9\%$ 、断面積 $0.201 \pm 0.009\text{mm}^2$ のワイヤー状プリフォームである。 $g_L=10\text{mm}$ 、歪速度 $1.67 \times 10^{-3}/\text{s}$ 、データ数50での引張試験をおこない、 $\bar{\sigma}=1.16\text{GPa}$ 、 $m=19.1$ を得た。Fig.2はこの結果を V_f と σ により整理したもので、直線は単純複合則を表す。また、複合化時のSiCとAlの反応に関してSiC繊維にイオンプレーティング法によりアルミをコーティングしたモデル複合体を作製し検討した。

Fig.2に示されるように σ と V_f の間には強い相関性があり、強度のばらつきのなかには V_f のばらつきに依存する項が含まれている。そこで V_f 依存性を除いたうえで強度のばらつきを評価するため各強度を同一 V_f での強度に補正したのちにワイブル解析をおこない、 $\bar{\sigma}=1.16\text{GPa}$ 、 $m=37.4$ を得た。

次にプリフォームの強度の g_L 依存性について検討した。結果をFig.3に示す。点線および実線は $g_L=10\text{mm}$ での $\bar{\sigma}$ および m を用いた(1)式による平均強度のゲージ長さ依存性を表し、点線は生データの $m(=19.1)$ を、実線は強度の V_f 依存性補正後のデータの $m(=37.4)$ を用いている。 V_f 依存性補正後のデータの m を用いると実験結果とよく一致し、強度に及ぼす試料体積の効果に関してワイブル統計が有効であることが示唆された。

本研究は通産省工業技術院次世代金属・複合材料研究開発プロジェクトより試料提供を受けた。

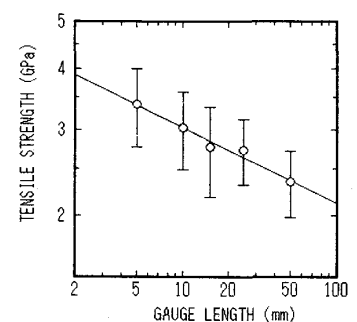


Fig.1 GAUGE LENGTH DEPENDENCE of TENSILE STRENGTH of SiC FIBER

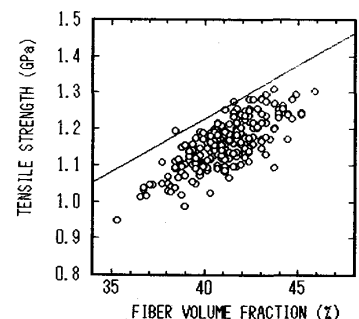


Fig.2 V_f DEPENDENCE of TENSILE STRENGTH of SiC/Al PREFORM WIRE

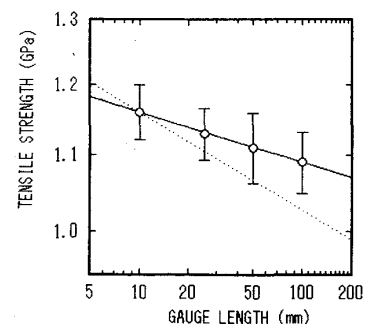


Fig.3 GAUGE LENGTH DEPENDENCE of TENSILE STRENGTH of SiC/Al PREFORM WIRE