材料強度学⑧

同様に、マトリックスの断面積は $(1-V_f)S$ であるから
マトリックスを $\delta_m - \delta_c$ 縮めるのに必要な力 P_m は、

$$P_m = E_m(1-V_f)S\frac{\delta_m-\delta_c}{L}$$

複合材料として同様に変形するとき、$P_f = P_m$ であるから

(1

$$E_f V_f S\frac{\delta_c-\delta_f}{L} = E_m(1-V_f)S\frac{\delta_m-\delta_c}{L}$$

$$\Rightarrow \delta_c = \frac{\{E_f V_f \alpha_f + E_m(1-V_f)\alpha_m\}\Delta TL}{E_f V_f + E_m(1-V_f)}$$

複合材料の熱膨張係数 α_c は

$$\alpha_c = \frac{\delta_c}{\Delta TL} = \frac{E_f V_f \alpha_f + E_m(1-V_f)\alpha_m}{E_f V_f + E_m(1-V_f)}$$

(2)

(2)

$$\alpha_c = \frac{E_f V_f \alpha_f + E_m(1-V_f)\alpha_m}{E_f V_f + E_m(1-V_f)} \text{ より}$$

$\alpha_c = 0$ にするためには、分子を0にすれば良い。

$$E_f V_f \alpha_f + E_m(1-V_f)\alpha_m = 0$$

$$\therefore V_f = \frac{E_m\alpha_m}{E_m\alpha_m - E_f\alpha_f} \text{ のとき } \alpha_c = 0$$

第12回

繊維の破断ひずみ ε_f とマトリックスの破断ひずみ ε_m の大きさを比較した時、CFRPは $\varepsilon_f < \varepsilon_m$ であり、CMCは $\varepsilon_f > \varepsilon_m$ である 荷重をかけたとき、CFRPは繊維の損傷、CMCはマトリックスの損傷が先に発生する

CFRPの場合、繊維/マトリックス界面の結合が弱いと強化材である繊維が全て先に破断するため、繊維によるマトリックスの強化を効果的に発揮できないため、強い界面を形成して繊維の強度を極限まで生かす設計を行う。

CMCの場合、マトリックスが先に破断するので、繊維/マトリックス界面の結合が弱いと、マトリックスに生じた損傷が繊維を迂回し、強度を保持し続けることが出来る、一方、強い界面ではマトリックスの亀裂が繊維を貫いて進展するため、マトリックスの破断が複合材料全体の破断につながる

第13回

課題I

球形圧子の場合

$$HRB = 130 - \frac{t(mm)}{0.002} \text{ であるから。}$$

$$t(mm) = 0.002 \times (130 - HRB).$$

HRB = 50.0 のとき $t(mm) = 0.002 \times (80.0) = 0.16$

HRB = 75.0 のとき $t(mm) = 0.002 \times (55.0) = 0.11$

従って、0.05mm (50μm) 減少した。(浅くなった)

課題II

(1)

真応力 σ と真ひずみ ε は、公称応力 σ_n と公称ひずみ ε_n をもちいて、

$\sigma = \sigma_n(1+\varepsilon_n)$、$\varepsilon = \ln(1+\varepsilon_n)$ であるから

$$\sigma = A\varepsilon^n \quad \therefore \sigma_n = \frac{A}{(1+\varepsilon_n)}\{\ln(1+\varepsilon_n)\}^n$$

ここで、公称応力 σ_n − 公称ひずみ ε_n 曲線上の最大点は $\frac{d\sigma_n}{d\varepsilon_n} = 0$ を満たす。→

従って、有限な ε_n に対して、$\ln(1+\varepsilon_n) = n$ が成り立つので、
$\varepsilon = n \ (\varepsilon_n = e^n - 1)$

引張強さ σ_{TS} は公称応力であるから、

$$\sigma_{TS} = \frac{\sigma}{1+\varepsilon_n} = \frac{An^n}{1+(e^n-1)} = \frac{An^n}{e^n}$$

(2)

$$\sigma_{TS} = \frac{An^n}{e^n} = \frac{800\times(0.2)^{0.2}}{e^{0.2}} = 475\text{MPa}$$

$$\sigma = \sigma_{TS}(1+\varepsilon_n) = 580\text{MPa}$$

$$A\,\frac{n\cdot\frac{1}{(1+\varepsilon_n)}\{\ln(1+\varepsilon_n)\}^{n-1}\times(1+\varepsilon_n) - \frac{\{\ln(1+\varepsilon_n)\}^n}{(1+\varepsilon_n)}\times 1}{(1+\varepsilon_n)^2}$$

$$\frac{\frac{n(1+\varepsilon_n)}{(1+\varepsilon_n)}}{(1+\varepsilon_n)^2}$$

$$(n\ln(1+\varepsilon_n) - 1)\{\ln(1+\varepsilon_n)\}^{n-1}$$

$$n - \ln(1+\varepsilon_n)$$