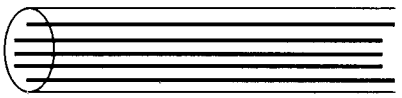
応用材料力学　　3年後期 水曜4限

91093　倉石宗一郎

問 2.4

カーボン繊維やアラミド繊維は温度を上げると縮む，いまカーボン繊維およびエポキシ樹脂を$\alpha_f = -0.7 * 10^{-6}/℃, \alpha_m = 50 * 10^{-6}/℃$, ヤング率を$E_f = 230GPa, E_m = 3.5GPa$とする。

(1) 図のような一方向材のV_fを 60%としたとき，複合材料としての熱膨張係数α_cを求めよ。



← 繊維方向

温度をΔT上昇させたときの繊維の伸びは $\delta_f = \alpha_f \Delta Tl$　，　同様に母材は $\delta_m = \alpha_m \Delta Tl$

いま複合材料の断面積を S とすると，繊維の断面積は$V_f S$である。したがって繊維を$\delta_c - \delta_f$だけ伸ばすのに必要な力は

$$P_f = E_f V_f S \frac{\delta_c - \delta_f}{l}$$

同様に母材を$\delta_m - \delta_c$だけ縮めるのに必要な力は

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

両者が等しくならなければならないので上式を等置しδ_cを求めると

$$\delta_c = \frac{[E_f V_f \alpha_f + E_m (1 - V_f) \alpha_m] \Delta Tl}{E_f V_f + E_m (1 - V_f)}$$

よって複合材料全体としての熱膨張係数α_cは

$$\alpha_c = \frac{\delta_c}{l \Delta T} = \frac{[E_f V_f \alpha_f + E_m (1 - V_f) \alpha_m]}{E_f V_f + E_m (1 - V_f)}$$

題意の数値例では

$$\alpha_c = \frac{230 * 0.6 * (-0.7) + 3.5 * 0.4 * 50}{230 * 0.6 + 3.5 * 0.4} * 10^{-6}/℃$$

$$= -0.19 * 10^{-6}/℃$$

(2) V_fを変えていってα_cを 0 にできるか。できるとすればその時のV_fはいくらか。

$\alpha_c = 0$とするには上式の分子を 0 にすればよいので

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

$$V_f = \frac{E_m \alpha_m}{E_m \alpha_m - E_f \alpha_f} \quad \therefore V_f = \frac{3.5 * 50}{3.5 * 50 - 230 * (-0.7)} = 0.52$$

以上