

課題I

(1)

強度の逆温度依存性

(2)

Ni_3Al は FCC 構造の中で Al と Ni の位置が規則正しく L1_2 構造であり、転位の移動に伴い面欠陥である APB が発生する。L1₂ 構造において滑り系は FCC と同様であり、転位は APB を前後に挟み形で分解した形で進んでいく。その際 APB は (111) 面よりも (010) 面に存在した方が境界エネルギーが低いため、交差滑りが発生する。(010) 面上は FCC の滑り系ではないため、(010) 面上の APB が転位の進展を阻害する。(010) 面上への交差滑りは温度上昇と共に増加するため、温度増加に伴い、転位の移動が阻害されるため、特徴的な逆温度依存性が発生する。

(3)

FCC: L1_2 構造, L1_0 構造BCC: B2 構造, DO_3 構造HCP: DO_{19} 構造

課題II

(1)

 $\Delta\sigma(N_f)^a = C$ の形で与えられた材料定数 a と C を求めよ。

$$280(10^5)^a = 200(10^7)^a \Rightarrow \frac{280}{200} = \left(\frac{10^7}{10^5}\right)^a \Rightarrow 1.4 = 10^{2a} \Rightarrow \log_{10} 1.4 = 2a$$

$$2a = 0.146 \quad \therefore a = 0.073, \quad C = 280 \times (10^5)^{0.073} = 649 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma(N_f)^a = C \neq 2, \quad N_f = \left(\frac{C}{\Delta\sigma}\right)^{\frac{1}{a}} \quad \text{よって } \Delta\sigma = 150 \text{ MPa のとき}$$

$$N_f = \left(\frac{649}{150}\right)^{\frac{1}{0.073}} = \left(\frac{649}{150}\right)^{13.7} = 5.2 \times 10^8 \text{ サイクル}$$

(4)

$$\sum_i \frac{N_i}{N_f} = 1 \quad (\text{II})$$

すなわち $\Delta\sigma = 150 \text{ MPa}$ の応力範囲で $N = 4 \times 10^8$ サイクル繰返ししているとき、(1) で求めた疲労寿命 $N_f = 5.2 \times 10^8$ サイクルに対して

$$\frac{N}{N_f} = \frac{4 \times 10^8}{5.2 \times 10^8} = 0.77 \text{ であることがわかる。よって累積損傷則から算出された寿命は}$$

1- $\frac{N}{N_f} = 0.23$ となる必要がある。ここで、応力を減少させたときの必要なサイクル数を N_1 、応力を減少させたときの寿命を N_f とすると、($N_1 = 4 \times 10^8$ サイクルは伸ばしたい分の寿命)

$$N_f = 17.4 \times 10^5 \text{サイクルが寿命となる時の } \Delta\sigma \text{ は } \Delta\sigma (N_f)^{0.073} = 649 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma = \frac{649 \text{ MPa}}{(N_f)^{0.073}} = \frac{649 \text{ MPa}}{(17.4 \times 10^5)^{0.073}} = \underline{137 \text{ MPa}}$$

従って、もとより $\Delta\sigma = 150 \text{ MPa}$ の応力範囲であったが、

$150 \text{ MPa} - 137 \text{ MPa} = 13 \text{ MPa}$ となり、 13 MPa の減少が必要