

応力, 及び温度に依るクリープ変形機構の遷移
20Cr-25Niオーステナイト系ステンレス鋼の高温クリープ [第二報]

大阪大学 工学部

高橋康夫, 山根寿乙

1. 緒言: 近年, 多くの研究者達がオーステナイト系ステンレス鋼の高温クリープに対する解釈を報告して来た。(1),(2),(3) 本研究では, J. P. Poirier (4), C. Oytana et al (5) の解析に基づき, 20Cr-25Niオーステナイト鋼の高温クリープにおける変形機構の一解釈を, このシリーズの Part 1 の検討を以て論じる。

2. 実験方法: 温度及び応力範囲は第一報と同一である。第一報で求めた定常クリープ領域で Strain dip test が行われた。(精度は $1 \mu m$) (6),(7),(8) この方法において upper 及び lower 臨界応力 σ_p, σ_n 以下のように定義した。; $\sigma_p = \sigma_a - \Delta\sigma_p$, $\sigma_n = \sigma_a - \Delta\sigma_n$, ここで σ_a は initial applied stress, $\Delta\sigma_p$ と $\Delta\sigma_n$ はそれぞれ Fig. 1 に示してある。応力減少 $\Delta\sigma < \Delta\sigma_p$ のとき, 応力を低下させた直後, Positive Creep を生じ, $\Delta\sigma \geq \Delta\sigma_n$ の時, Negative Creep を生じる。又 $\Delta\sigma_p < \Delta\sigma < \Delta\sigma_n$ の場合, Positive Creep を生じる前に潜伏期 Δt が観察される。C. Oytana et al によれば, σ_n, σ_p はそれぞれ $\sigma_{i,max}, \sigma_{i,min}$ に相当するらしいが本研究では σ_n と σ_p の差異が小さいとき, この平均を σ_i として内部応力 σ_i と定めた。しかしその差異が大きく, $\Delta\sigma_p \approx 0$ の場合, $\sigma_i = \sigma_p \approx \sigma_a$ と定義することにした。又クリープ試験済みの試料において電顕観察もおこなった。

3. 結果: 試験温度 T が T_e より低い時, (T_e は第一報参照) $\Delta\sigma_p \approx 0$ となり, 又見かけの活性化エネルギー, $Q_c \approx \Delta H_{SD}$ となる。ここで ΔH_{SD} はこの系における Fe の自己拡散の活性化エネルギー ($\Delta H_{SD} \approx 285 \text{ kJ/mol}$) しかし $T > T_e$ になると, $\sigma_a > 24.7 \text{ MPa}$ で $\sigma_p < \sigma_a$, 又 $\sigma_a < 19.1 \text{ MPa}$ で, $\sigma_p \approx \sigma_a$ となり, $\sigma_a = 13.4 \text{ MPa}$ で $Q_c \approx \Delta H_{SD}$ となる。これから, $T > T_e$, 低応力域では一般に言われる回復クリープが示唆されるが, $24.7 \text{ MPa} < \sigma_a \leq 44.1 \text{ MPa}$ では, このよう回復クリープからでは説明がつけがたく (Q_c が ΔH_{SD} より低くなる) Fig. 2 に示すように有効応力で整理する方が妥当と思われる。又, これは Fig. 3 の σ_n 及び σ_p の温度依存性からも支持される。上記のことは第一報で検討した炭化物とも関係があることが電顕観察から示唆される。

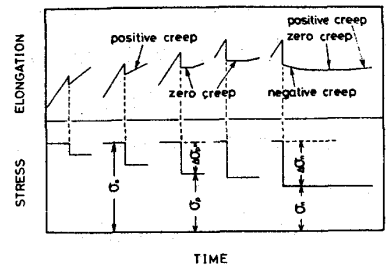


Fig. 1 Strain dip test の図解
($\sigma_a = 34.7 \text{ MPa}$, $T = 1173 \text{ K}$ の実験結果から)

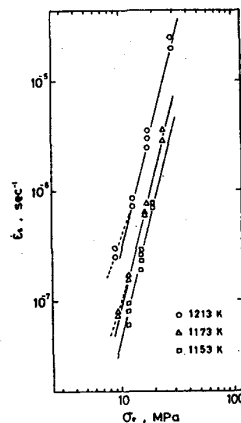


Fig. 2 有効応力 σ_e で整理した σ_e
($\sigma_a = 19.1 \text{ MPa}$ の時 $\sigma_a > 24.1 \text{ MPa}$ の実験結果から示している。)

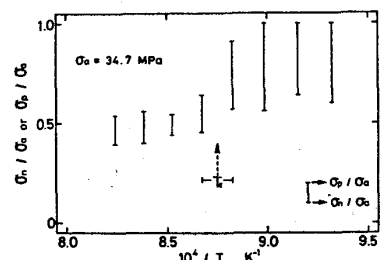


Fig. 3 σ_p 及び σ_n の温度依存性

文献: (1) I. R. Mclauchlin; Mat. Sci. J., 1974, 8, 247.
(2) D. G. Morris; Acta Met., 1978, 26, 1143
(3) 近藤義和, 松尾寿, 藤田隆之, 田中良平; 鉄と鋼, 1979, 65, (7), 896.
(4) J. P. Poirier; Acta Met., 1977, 25, 913.
(5) C. Oytana, P. Delobelle, A. Marmet; J. Mater. Sci., 1979, 14, 549.
(6) Bill Bergman; Scand. J. Metall., 1975, 4, 109.
(7) O. K. Chopra, K. Natasan, Mat. Trans., 1977, 8A, 633.
(8) M. Pahutová et al, Scripta Met. 1977, 11, 1061.