

(532) 析出物を含まない25Cr-20Niオーステナイト系ステンレス鋼の高温クリープ(温度領域1133~1193K)における応力降下実験

阪大工学部
小松製作所

○高橋康夫 山根孝己
中川浩一

1. 緒言

結晶固体の高温クリープにおいて、その定常クリープ速度、 $\dot{\epsilon}_s$ は通常、次式によって表現できる。

$$\dot{\epsilon}_s = A \cdot \sigma_a^n \exp(-Q_c/RT) \quad (1)$$

ここで、 A は定数、 σ_a はクリープ試験での外部応力、 n は応力指数、 Q_c はクリープの活性化エネルギー、 R はガス定数、 T は絶対温度である。しかし多くの合金、ステンレス鋼において、(1)式では十分に高温クリープを理解出来ない。そこで応力降下試験によって内部応力を求め、これから高温クリープを解釈する試みがなされて来た。オーステナイト系ステンレス鋼¹⁾²⁾³⁾においても同様の試みがなされている。しかし、1133~1193Kにおける実験報告は非常に少ない。又、この温度領域において(特に $T > 1153K$) Q_c が Fe の自己拡散の活性化エネルギーよりはるかに大きい値を指すことがあり、精度に依存することから、⁴⁾この温度域における高温クリープを理解する上で、応力降下実験をすることは、重要となる。本研究においては、析出物を含まない25Cr-20Niステンレス鋼を試料に用い、定常クリープ中における応力降下実験を通して $\dot{\epsilon}_s$ の温度依存性を理解することを目的としている。

2. 実験方法及び結果

外部応力 $\sigma_a (=9.8 \sim 39.2 \text{ MPa})$ でクリープ試験を行い、 $\dot{\epsilon}_s$ の応力及び温度依存性を求めた。粒径 $d = 60 \mu\text{m}$ では $n \approx 4$ 、低応力で $Q_c \approx 180 \text{ kJ/mol}$ 、高応力($\sigma_a \approx 24.5 \text{ MPa}$)で $Q_c \approx 260 \text{ kJ/mol}$ 、 $d = 160, 600 \mu\text{m}$ では $n \approx 6 \sim 7$ 、 $Q_c > 350 \text{ kJ/mol}$ とする。次に先に求めた定常クリープ領域で応力降下実験(精度 $0.5 \mu\text{m}$)を行い、応力降下後の潜伏期 Δt_i 及びその後達成される定常クリープ速度 $\dot{\epsilon}_s$ を求めた。

応力降下後の時間-歪カーブの一例を図1に示す。昨年の秋季大会⁵⁾で報告した σ_p はほぼ σ_a (応力降下実験における初期外部応力)に等しい。これは $\sigma_p \approx \sigma_a$ を示唆する。図2に見られるように、ある応力降下値 $\Delta \sigma_c$ より応力降下値 $\Delta \sigma$ が大きくなると、 $\Delta \sigma$ の増加に伴い、急激に Δt_i が増大する。又 $\Delta \sigma_c$ より $\Delta \sigma$ がすこし大きくなると降下後Negative Creepをまじる。今、定常クリープ応力 σ_c ($\sigma_a - \Delta \sigma_c$)として定義すると、粒径 $d = 160, 600 \mu\text{m}$ では $\dot{\epsilon}_s \propto (\sigma_a - \sigma_c)^n \exp(-Q_c/RT)$ という関係式が実験誤差内で成立する。 Q_c は図3に示されるような値をとり、ほぼ Fe の自己拡散の活性化エネルギー($\approx 285 \text{ kJ/mol}$)に一致する。しかし $d = 60 \mu\text{m}$ においては明確な Q_c の値を定めることが出来なかった。

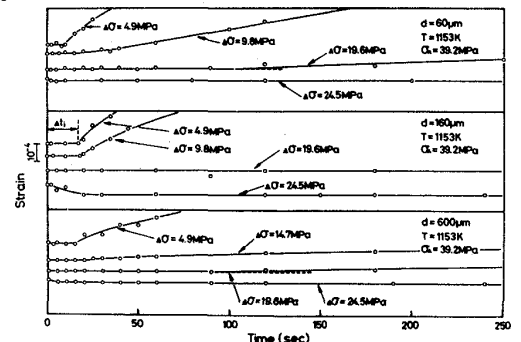


図 1

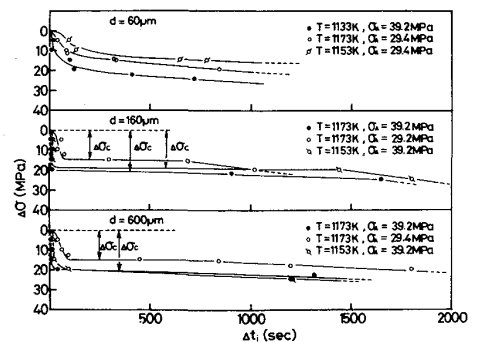


図 2

1) 近藤義宏、松尾孝 藤田隆文、田中良平、鉄と鋼、1979、65(17)86

2) I. R. McLauchlin, Met. Sci. 8(1974) 247, 3) D. K. Chopra, and K. Natasam

Met. Trans. 8A (1977) 633, 4) 高橋康夫、山根孝己, J. Mater. Sci. 15

(1980), 5) 鉄と鋼 65 (11)

(1979) 5851, 852,

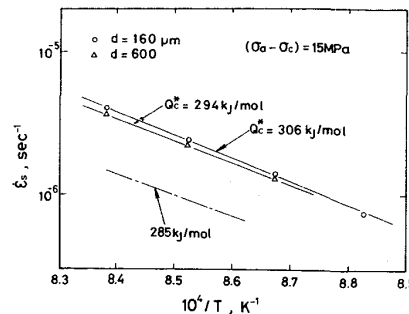


図 3