

(519) 超流動液体ヘリウム中での引張試験におけるセレーションと温度上昇

金属材料技術研究所 緒形俊夫 平賀啓一郎 中曾根祐司
 石川圭介 長井寿 由利哲美

1. 緒言

液体ヘリウム温度付近の極低温において強度・靱性等の機械的性質試験を行なうと、材料の比熱および熱伝導率が極めて小さいため、塑性変形の際に発生する熱により、試験片内部の温度が大きく上昇する。前報¹⁾では、オーステナイトステンレス鋼における歪速度とセレーションおよび温度上昇との関係を明らかにし、引張試験での歪速度の限界を示した。本報では超流動液体ヘリウム(He II)中での引張試験を行ない、常流動液体ヘリウム(He I)中との引張挙動および温度上昇の違いを調べた。

2. 実験方法

供試材はSUS304Lおよび310Sである。Fig. 1に試験片寸法および熱電対の位置を示す。試験片は平行部直径6.25mmの丸棒引張試験片で、試験片端部より平行部の終わりまで直径2mmの穴をあけ熱電対(Au-0.07%Fe, chromel)を挿入した。試験片外の液体ヘリウム中に熱電対の零接点を置き、試験片内部との温度差により温度上昇を測定した。ロータリー・ポンプ(排気能力950L/min)を用いてクライオスタット内を減圧し、水銀マンノメータにより液面直上のヘリウム蒸気圧を測った。超流動相への転位温度2.172Kに対応する圧力37.8 Torr以下に減圧後試験を開始し、試験中の圧力は30~36 Torrであった。

3. 実験結果

Fig. 2, 3に、He IIにおけるSUS310Sの歪速度 $3.3 \times 10^{-2} s^{-1}$ と $3.3 \times 10^{-4} s^{-1}$ での真応力-真歪曲線および温度曲線を示す。材料の機械的性質および試験片内部の温度上昇の大きさに関してはHe Iのときと比較して特に変化は見られなかったが、セレーションの発生挙動に違いが現われた。歪速度 $3.3 \times 10^{-2} s^{-1}$ においてHe Iでは応力は単調増加であったが、He IIでは2カ所にセレーションの前兆が見られる。一方歪速度 $3.3 \times 10^{-4} s^{-1}$ においては、He Iのときよりセレーションが非常に密に生じており、荷重の降下量も幾分少ない傾向にある。これらのことはHe IIの方が試験片の冷却能力が高いことに関係していると考えられる。

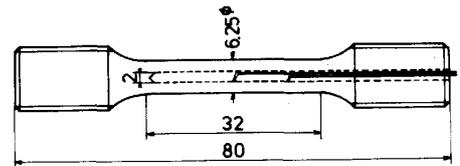


Fig. 1 Dimension of test specimen and location of thermocouples

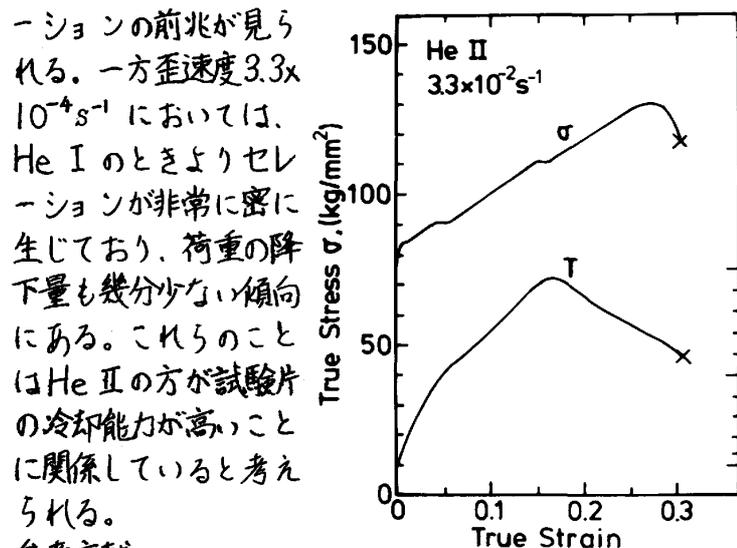


Fig. 2 Stress-strain curve and temperature at a strain rate of $3.3 \times 10^{-2} s^{-1}$

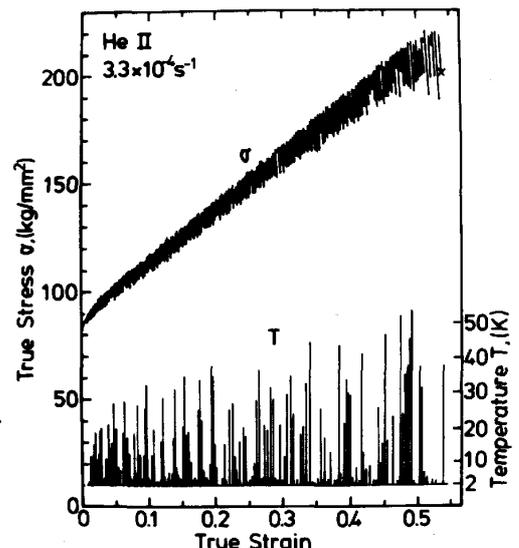


Fig. 3 Stress-strain curve and temperature at a strain rate of $3.3 \times 10^{-4} s^{-1}$

参考文献

- 1) 緒形ら; 鉄と鋼68 (1982), 12, 51328