

(623)

オーステナイト系ステンレス鋼の低温域での
低サイクル疲労過程での微視的組織変化

日新製鋼(株) 周南製鋼所 向井孝慈 伊東建次郎
星野和夫

1. 緒言 オーステナイト(γ)系ステンレス鋼はLN貯蔵タンクなどの低温構造材料として用いられており、室温から低温域での引張強度、疲労強度などが要求されている。前報¹⁾において、各種のγ系ステンレス鋼を用いて低温域でのひずみ制御低サイクル疲労寿命を検討した。その結果、N含有量、試験温度、γ安定度により繰返し加工挙動に著しい差異があること、疲労寿命も大きく異なることなどを明らかにしてきた。本報はγ系ステンレス鋼の繰返しひずみ下での塑性挙動に及ぼすN、加工誘起マルテンサイト(α'), 温度などの影響について巨視的、微視的観点から検討したものである。

2. 実験方法 実験に用いた鋼の化学成分値を Table 1 に示す。A1 は SUS301 相当鋼であり、A4, A8, A9 は低CでNi含有量が高く、A9 はNを添加したものである。疲労試片の作成方法、形状、および低サイクル疲労試験法は前報と同様である。試験温度は室温、-100℃、-162℃の3水準を選ば、 $\Delta\epsilon_t = 1.6\%$ の試験条件下で繰返し加工挙動を調べるとともに、所定の繰返し数で試験を中断した試片を用い、繰返し過程での微視的組織変化を200kV透過電顕により観察した。

3. 実験結果 各温度での繰返し数に伴う応力範囲の変化を Fig. 1 に示す。低N鋼のA8 は室温-100℃で繰返し初期に加工硬化を示しその後定常域に移行する。加工硬化域では tangled dislocation, 定常域では dislocation cell を呈す。一方、Ni量の少ないA4の-100℃での繰返し初期は planar な転位配列を呈し、応力範囲、繰返し加工硬化率の大きさはA8のそれより異なる。

A1の室温、A4の-100℃では、20 cycle 以後著しい加工硬化を生じ、この領域ではα相の生成が認められ、この加工硬化はα相による強化に起因している。Nを添加したA9は繰返し初期の加工硬化後軟化を生じる。繰返し過程での転位組織の一例を Photo. 1 に示す。いずれの温度でも、加工硬化域では planar な転位配列を呈し、すべり面に集積した転位がその後の繰返しひずみで次第に解放され cell 化に移行する過程で軟化を生じたと考えられる。N添加鋼の疲労寿命は低N鋼のそれより優れており、繰返し過程で軟化を生じることで疲労損傷の蓄積を軽減させていると判断される。

Table 1. Chemical compositions. (wt%)

| | C | Si | Mn | Cr | Ni | N |
|----|-------|------|------|-------|-------|-------|
| A1 | 0.101 | 0.55 | 0.93 | 17.13 | 7.51 | 0.022 |
| A4 | 0.010 | 0.51 | 1.04 | 18.97 | 12.60 | 0.010 |
| A8 | 0.015 | 0.52 | 1.03 | 18.72 | 14.92 | 0.005 |
| A9 | 0.011 | 0.57 | 0.92 | 18.32 | 14.87 | 0.144 |

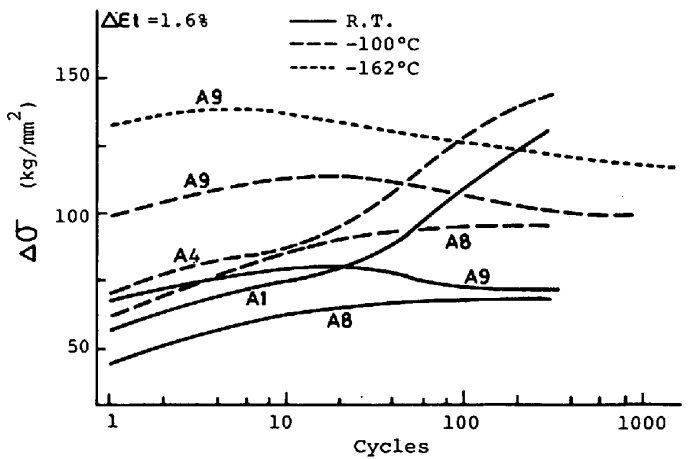


Fig. 1. Cyclic hardening and softening behavior at various temperatures.

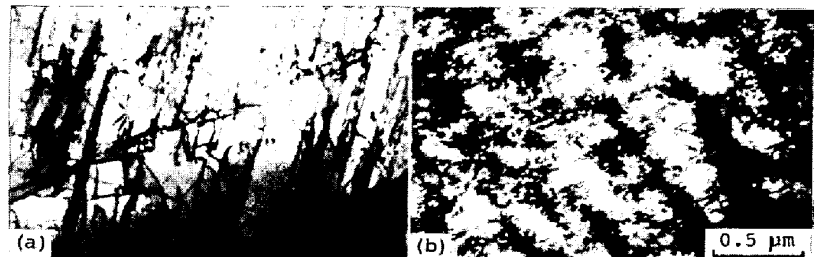


Photo. 1. Dislocation structures in A9 after 15 cycles (a) and 100 cycles (b) at room temperature.

1) 向井, 清水, 飯泉, 星野 : 鉄と鋼
66(1980)4, S458