

(624) オーステナイト系ステンレス鋼の低サイクル疲労挙動におよぼすN添加の影響

東京大学工学部大学院 ○名村 夏樹, 岸本 康夫  
 東京大学工学部 柴田 浩司, 藤田 利夫

1. 緒言 前報<sup>1)</sup>では、SUS304鋼は加工誘起変態を生じない範囲で疲労軟化が認められることを報告したが、今回は高N高強度系ステンレス鋼についても、疲労損傷過程の比較検討を行った。

2. 実験方法 供試材として、準安定系ステンレス鋼SUS304、安定系ステンレス鋼SUS310S、およびこれらにNを添加し耐力を向上させた304N鋼、310SN鋼を用いた。これらの化学成分を表1に示す。1050°Cで溶体化処理し、水冷後直径5mmの丸棒試験片を作成し、インストロン型試験機で引張圧縮の三角波を与えて疲労試験を行った。ひずみ速度は $3.3 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$ であった。疲労試験後、電子顕微鏡による破面観察および、微視組織観察も行った。

表1. 供試鋼の化学成分(wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Al	N
SUS 304	0.049	0.75	1.01	0.003	0.003	8.84	18.44	0.014	0.009
TYPE 304N	0.051	0.79	1.02	0.003	0.003	8.82	18.51	0.024	0.160
SUS 310S	0.027	0.76	1.48	0.002	0.002	19.84	24.96	0.007	0.010
TYPE 310SN	0.034	0.77	1.47	0.004	0.002	20.18	24.53	0.011	0.174

3. 結果および考察 室温ではSUS310S鋼は初期繰返し加工硬化後、若干疲労軟化を示した後、飽和状態を示し破断に至るが、310SN鋼では初期加工硬化後、顕著な疲労軟化を示しつつ破断に至る(図1.2)。さらにN添加は疲労強度を若干上昇させるものの、耐力、引張強さの上昇に見合うものではない。SUS304鋼は、マルテンサイト変態が誘起されない範囲では、SUS310S鋼と同程度疲労軟化する。 $\gamma$ 形成元素であるNを添加した304N鋼では、室温で加工誘起変態がほとんど生じず、310SN鋼と同様著しい疲労軟化を示した。

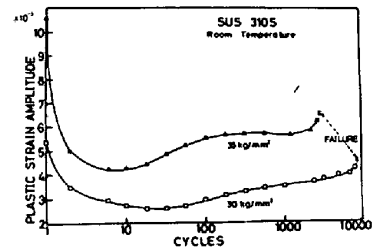


図1. SUS310S鋼の応力制御試験結果

疲労軟化におよぼす表面の効果を調べるため、疲労試験の途中で試験片をとりはずし、表面を直径200 $\mu\text{m}$ 電解研磨し再び繰返し変形を加えた。電解研磨のさい、温度が上昇するのでその効果を見るため、同条件の加熱だけ行ったものについても同様に試験した。疲労軟化の激しい310SN鋼での結果を図3に示す。高Nステンレス鋼で疲労軟化が顕著なところでは、電解研磨によって加熱のみのもの以上のひずみ振幅の減少が認められ、加熱だけのものは急速にひずみ振幅が回復するのに対して電解研磨を行ったものは回復が遅れる。一方310S鋼では、電解研磨の影響がはっきりみられないことから、含N鋼では表面の損傷がより激しいと考えられる。

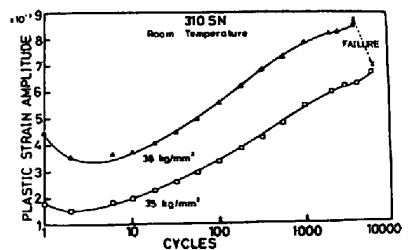


図2. 310SN鋼の応力制御試験結果

また、転位は、疲労軟化後飽和を示すものでは飽和に対応してセル構造を形成するのに対し、激しい疲労軟化を示す304N、310SN鋼では、直線状に方向性をもって堆積することが疲労材の微視組織観察からわかった。このことは、Nが積層欠陥エネルギーを下げ、交差すべりを困難にすることとも関係あるものと考えられる。

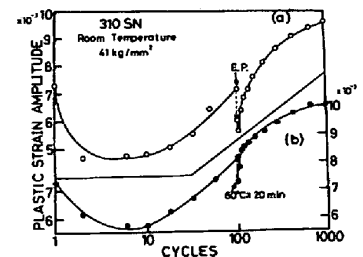


図3. 表面除去の影響(310SN)

4. 結論 ①各種系ステンレス鋼で疲労軟化が認められたが、N添加は軟化傾向を著しく増大させる。②N添加鋼では転位はセル構造を作りやすく、直線状に堆積する。

1). 名村, 柴田, 藤田: 鉄と鋼 66(1980) S 1030.