

(304) 準安定および安定オーステナイト鋼の疲労挙動

東大工学部 関 勇一 坂部 進 佐川 竜平 藤田 利夫
金属材料研 荒木 透

1. 緒言

鉄鋼材料中に存在する残留オーステナイトまたは再相目付がオーステナイトである18-8ステンレス鋼は常温で加工誘起変態と起ることを知られているが、その疲労挙動におよぼす影響に関してはいまだ統一の見解は得られていない。本報では準安定オーステナイト鋼としてFe-30Ni合金と、安定オーステナイト鋼としてFe-38Ni合金およびNiの一部をCrで置換し積層欠陥エネルギーを低下させたFe-25Ni-16Cr合金を用いて、1) オーステナイトの疲労特性、2) マルテンサイト変態の疲労挙動におよぼす影響、3) 積層欠陥エネルギーの影響等について微視組織学的に検討した。

2. 実験方法

各鋼種に対しT 900~950°Cで1hr保持(F.C)の熱処理と応力により引張強さを等しくした試料(約46kg/mm²)の直径の異なる試料(33.6μ~47.2μ)を作成した。これらの試料について引張特性を調べるとともに応力一定の両振曲り疲労試験により疲労特性を検討した。また別に30Ni鋼に対してX線回折によって疲労過程で生ずるマルテンサイトの定量を行った。この他、試験後の組織観察と光顕、透過電顕を用いて行った。

3. 実験結果

1) 疲労寿命は負荷応力が低い場合、30Ni鋼が38Ni鋼、25Ni-16Cr鋼に比して長い。負荷応力の高、低と安定オーステナイト鋼の方向に疲労寿命が長くなる(図1)。2) 30Ni鋼は負荷応力が高い場合、初期に著しい硬化を示す(図2)。この硬化は主にマルテンサイト生成に起因するものであり、安定でない38Ni鋼も高負荷応力の場合、初期に硬化傾向を示すが、後軟化する。38Ni鋼におけるこのような傾向は、30Ni鋼においてマルテンサイト生成による硬化を除外した結果と良く一致する。低負荷応力の場合には両鋼種とも初期に若干軟化したのち硬化する。また25Ni-16Cr鋼においては負荷応力による硬化傾向を示す。3) 初期き裂の発生形態や伝播経路は応力レベルに応じて異なり、高負荷応力下では各鋼種とも粒界に発生、伝播するものが主体であるが、低負荷応力下では38Ni鋼、25Ni-16Cr鋼ではすべり線に、また30Ni鋼においてはマルテンサイトラスタ境界に発生伝播しているものが多く認められた。このようなき裂の発生形態や伝播経路の差異は1)および4)の結果に大きな影響をおよぼしているものと考えられた。4) 疲労き裂伝播特性は低ΔKレベルでは30Ni鋼が38Ni鋼に比して良好であるが、高ΔKレベルでは劣る。また積層欠陥エネルギーの低い25Ni-16Cr鋼は広いΔKの領域にわたって他の2鋼種より伝播特性は良い。

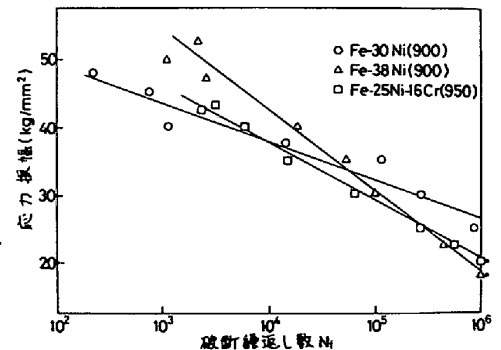


図1. S-N曲線

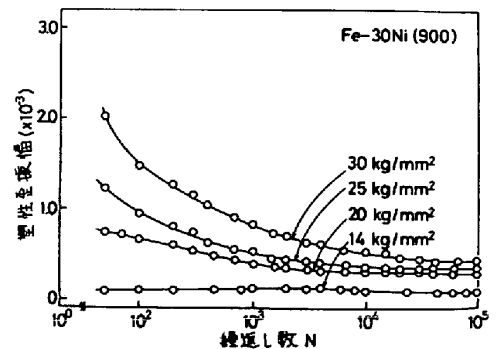


図2. 塑性歪振幅の変化(30Ni鋼)

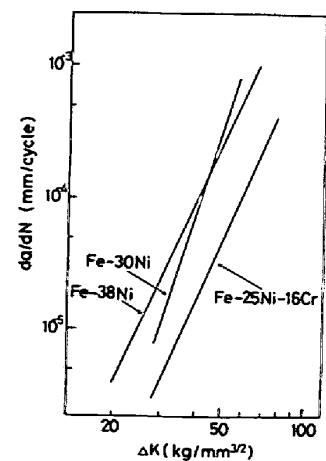


図3. da/dN vs ΔK