

(235) 低炭素マルテンサイト鋼の疲労破壊挙動におよぼす組織の影響

東北大金研 ○熊谷真一郎 工博 増本 健

1. 緒言 低炭素ラスマルテンサイト組織の低サイクル疲労過程 ($N_f < 10^4$) において、試料表面でのクラック発生、伝ば場所は組織因子 (旧 δ 粒界, 旧 δ 粒内の双晶境界, *Bundle* 境界, マルテンサイト (α') 境界等) と密接な関係がある。本研究では薄板の面振り繰返し曲げによる低サイクル疲労破壊過程 (クラックの発生, 成長および連結, 破断) と組織因子との関係を試料表面ばかりでなく破面や切断面による試料内部の場合についても調べた。この観察結果より、低サイクル疲労寿命におよぼす旧 δ 粒度の影響を考察した。

2. 方法 高純度の α 19% C 鋼焼入材 (900° および 1200° で水冷) の厚さ 0.65 mm 板状試片表面を電解研磨仕上げし、試片表面の最大曲げひずみ量 ($\Delta \varepsilon_t$) $\pm 0.6 \sim \pm 2.8\%$ の範囲で、全ひずみ範囲一定の面振り繰返し曲げ疲労試験を行なった。1~10 サイクル毎に試片表面を顕微鏡観察し、長さ $10\ \mu$ 以上のクラック発生および連結開始時期, 破断繰返し数 (6 mm 試片幅の $1/3$ 以上を最大クラックが横断した時点) を測定した。クラックと組織との関係はナイタル腐食組織やエッチピット組織で調べた。破面やすべり帯観察には走査型電顕を使用した。なお試片の旧 δ 粒径は $40\ \mu$ (900°) および $340\ \mu$ (1200°) であり、低サイクル疲労寿命に関連すると言われている引張り破断伸びはいずれも 9% であった。

3. 結果 図1は $\Delta \varepsilon_t$ とクラック発生, 連結開始および破断までの繰返し数 (N) との関係を示す。疲労破壊過程における各段階は旧 δ 粒径の小さい 900° 焼入材のほうが遅い。クラックの発生, 成長は試片表面の各種組織境界 (旧 δ 粒, *Bundle*, 旧 δ 粒内の双晶, α' 葉) や α' 葉内部の長さ方向 ($\langle 111 \rangle_{\alpha'}$) に沿って優先する。このクラックはほぼ *Bundle* 長さ程度まで Stage I 型クラックとして試料内部へも成長する。内部への成長過程では Stage II 型に移行すると、破面に明瞭なストリーションが発生する。クラック連結経路も組織境界に沿う場合が多いが、 α' 葉の列を横断する場合もあり、この連結部ではクラック連結抵抗の大きいことを示す著るしい組織の乱れが認められる。クラックの旧 δ 粒内径路の割合は旧 δ 粒径が大きくなるほど増すが、上述のような α' 葉横断型の連結頻度は旧 δ 粒径が小さくなるほど高くなる。組粒材ほど疲労寿命は増すが、この場合の寿命向上に対して、 α' 葉横断型連結時におけるクラック拡大阻止効果の寄与は他の組織因子によるクラック発生, 成長および連結の阻止効果による寄与よりも大きいと考えられる。なお組織因子の影響を考察するために、未だ判然としない点のあるラスマルテンサイトの形状と晶癖面について調べた。この形状は $\langle 111 \rangle_{\alpha'}$ 方向に伸びたりボン状であり、晶癖面は $\{111\}_{\alpha'}$ に一致する。

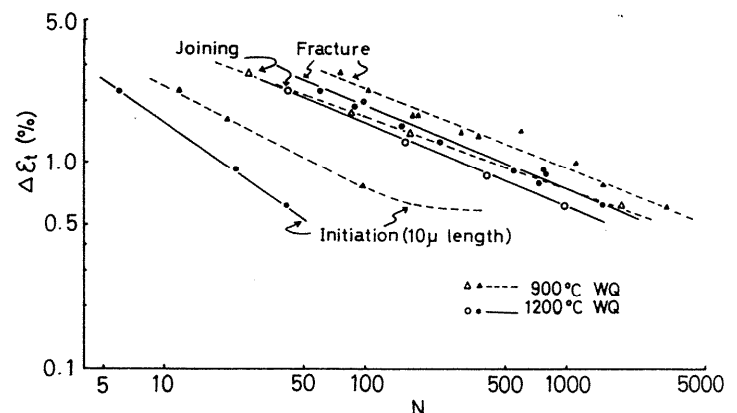


図1. $\Delta \varepsilon_t$ とクラック発生, 連結および破断までの繰返し数 (N) との関係。旧 δ 粒径は本文参照のこと。