

(295)

組合せ荷重疲れ試験によって生じたき裂形態

金属材料技術研究所 田中 紘一, 宮沢 和徳, 松岡 三郎

1, 緒言; 筆者らはSNCM8鋼の中実と中空の丸棒試験片を使って引圧とねじりの組合せ荷重下での疲れ試験を行ってきた。その結果は図1に示す様に, Misesの相当応力振巾 $\sigma_{eq,a} = (\sigma_a^2 + 3\tau_a^2)^{1/2}$ で最も良く整理できた (σ_a : 軸荷重振巾; τ_a : せん断応力振巾)

この事は疲れ寿命は試験片表面に生ずる巨視的な塑性ひずみ振巾によって定まることを示唆するが, 事実, ひずみゲージにより測定した中空試験片のねじり荷重と軸荷重試験によって得たヒステリシスループを相当応力-ひずみに換算して比較すると極めて良く一致した。また, 図1において, 中実試験片の結果が荷重が高くなるに従って, τ_a/σ_a が大きくなる場合強度が高くなっている事実は中心部の拘束が表面の塑性変形を妨げている事に起因する事を明らかにした。しかし, 疲れ限度は試験片形状に依存せず τ_a/σ_a が大になるに従って強度が大になる

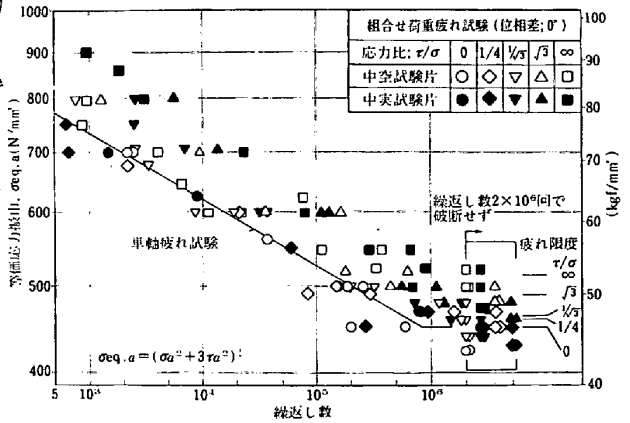


図1 組合せ荷重疲れ試験結果(SNCM8鋼)

事は巨視的な塑性挙動のみでは説明しきれず, むしろ微小き裂の伝播条件が応力状態に依存すると推測される。そこで電解研磨した試験片表面の微小き裂をシアリカフィルムを使って観察してみた。

2, 試験片および観察; 試験片は845°C焼入れ600°C焼戻し処理をした75φ丸棒より作製した。ゲージ部は中空試験片では外径40φ内径36φ, 長さ60mm, 中実試験片では外径19φ長さ28mmを持ち, 握り部は70φで全長400mmである。図2は $\sigma_{eq,a} = 51 \text{ kg/mm}^2$ で軸荷重とねじり荷重の試験片に生じたき裂形態をそれぞれ示した。ねじり応力成分が小さいときには ($\tau_a/\sigma_a \leq 1/\sqrt{3}$), 図2(a)に代表的に示すようにほぼ均一に分布している。ねじり成分が大になると ($\tau_a/\sigma_a \geq \sqrt{3}$), 図2(b)に示す様にき裂は局在し軸方向に連っている。後者のき裂発生場所は材料の異方性と強い関連を持つ。すなわち, 図2(b)に同じ場所を0.1mm程度研磨しナイタル腐食で得た組織写真およびMn量をマイクロアナライザで測定した結果を示したが, 明らかにMn量の偏析と対応して焼入れむらを生じ, き裂はMn量の少ない場所に生じている。これらの事実はねじり応力成分が大になると, すべりは強度の低い部分に集中する度合が高くステージ1き裂発生はむしろ容易に起こる事を示す。しかし, このにりによるステージ1き裂の伝播速度はある長さ(停留き裂長さ)に達するまではき裂両面の接触摩擦があるために遅くさらにその限界き裂長さは最大主応力によって駆動されるステージ2き裂の停留き裂長さよりもはるかに長い。そのため図1に示す様に疲れ限度は τ_a/σ_a が大きくなるほど高くなる。

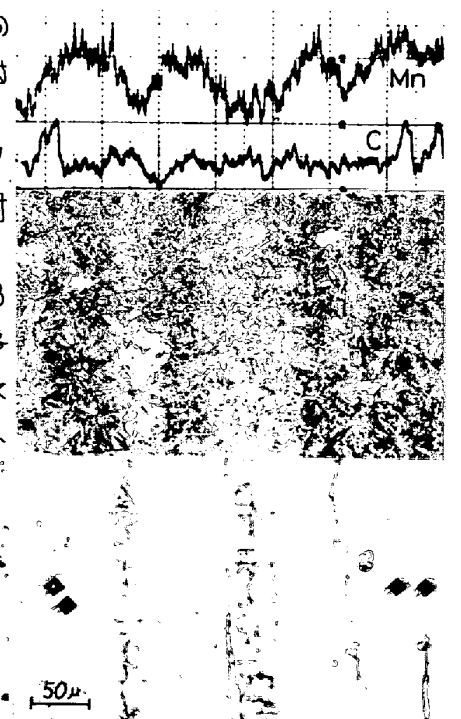


図2. 微小き裂形態; (a)軸荷重 (b)ねじり荷重

[文献](1) To appear in Proc. 4th Int. Conf. on Fracture. (2) 材料論 No.770-2 (3) 材料論 No.760-9