

Q

疲労初期の破面にはストライエーションが認められないと言われていますが、どのような模様が認められますか。

参照 QNo.:FB-02, FB-07, FB-10

A

疲労き裂の発生と進展の過程は、繰返しすべりによる疲労き裂の発生からすべり帯に沿ってき裂が進展する第Ⅰ段階と、それに続く、巨視的な最大引張応力が作用する面に沿ってき裂が進展する第Ⅱ段階に区別できる。第Ⅱ段階はさらに、微視組織の痕跡が認められる第Ⅱa段階、ストライエーションが認められる第Ⅱb段階、ディンプルなどの静的破壊様相とストライエーションが混在する第Ⅱc段階に区別することができる⁽¹⁾(図1参照)。

疲労き裂のマイクロ破面の特徴的模様として上述のストライエーションがよく知られているが、第Ⅱa段階ではき裂前縁での塑性域の大きさが結晶粒の寸法に対して十分大きくないために、等方均質の連続体としてのストライエーション形成機構を反映した破面ではなく、異方性のある微視組織を反映した破面が形成される(図2参照)^{(2),(3)}。

第Ⅱa段階で見られるマイクロ破面の特徴的模様としては、以下が挙げられる。

- (1) 結晶粒内に認められるストライエーション状模様(例えば、文献(5)の 82 ページ, 図 5.3(b))
- (2) 結晶粒寸法以下の微細な凹凸(hill and valley⁽³⁾)からなる結晶粒内破面⁽³⁾(組織状模様⁽⁴⁾ともいう)
- (3) 粒界ファセット(例えば、文献(3)の Figure 4)

ここで、ストライエーション状模様とは、ストライエーションと一見似ているが、縞の間隔はストライエーションの場合と異なり不規則であり(ストライエーションの場合には平行であり、枝分かれと交差はない)、巨視的なき裂進展速度とは関係がない。一般に、ストライエーションが形成された破面(き裂面)が繰返し応力を受けて変形し、ストライエーションにすべり模様が重畳して、ストライエーション状模様となる場合が多い。また、ストライエーション状模様の場合もストライエーションの場合と同様にプラトーが認められるが、プラトーの幅はストライエーションの場合に比べて狭い傾向にある。これは、第Ⅱa段階では結晶粒界、双晶境界、副結晶粒界などがプラトー境界となることが多いためである⁽⁵⁾。この場合のプラトーは、結晶粒内ファセットという。第Ⅱb段階のプラトー境界は微視組織に無関係な破面の段差で、マクロには同一平面のき裂面(破面)が、ミクロには複数の平行平面のき裂面(破面)であることを示している。

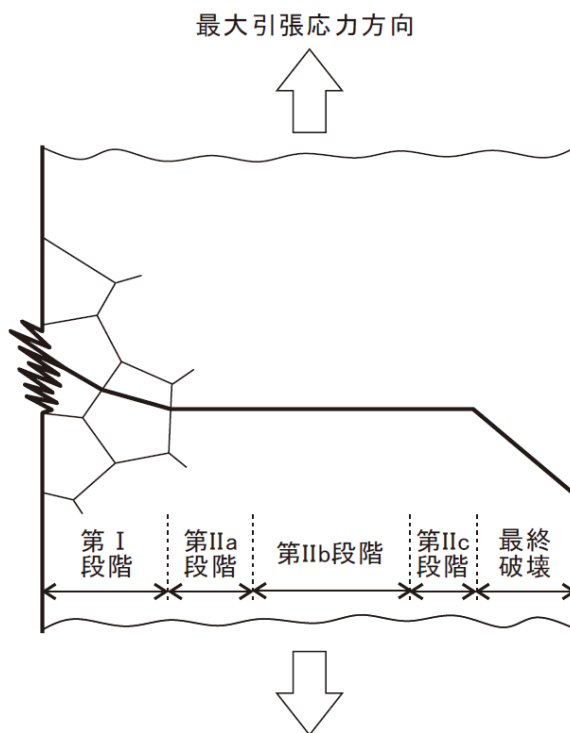


図1 疲労き裂の発生と進展の過程

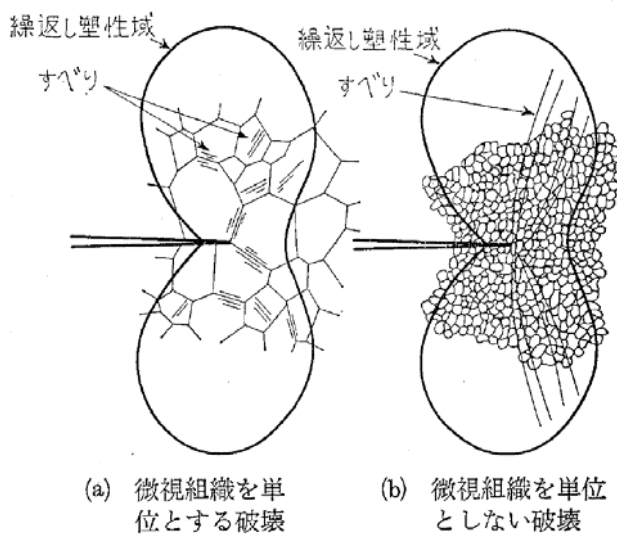


図2 繰返し塑性域内部での微視組織単位のすべりに対する拘束⁽²⁾

[参考文献]

- (1) 例えば, 小林英男, 材料の微視組織, 破壊機構と疲労き裂成長抵抗, 日本機械学会誌, Vol.80, No.703, (1977), pp.492-497.
- (2) 小林英男, 杉浦正規, 村上理一, 中沢 一, 片桐利朗, 岩佐良秋, 引張予加工を与えた低炭素鋼板の疲労き裂進展挙動, 日本機械学会論文集, Vol.43, No.366, (1977), pp.416-425.
- (3) G. Birkbeck, A. E. Inckle, G. W. J. Waldron, Aspects of Stage II Fatigue Crack Propagation in

Low-Carbon Steel, J. Mater. Sci., Vol.6, (1971), pp.319-323.

- (4) 例えば, 藤原昌晴, 近藤良之, 服部孝, 疲労破面粗さに基づく作用応力推定, 材料, Vol.40, No.453, (1991), pp.712-717.
- (5) 北川英夫, 小寺沢良一, フラクトグラフィ(破壊力学と材料強度講座 15), 培風館 (1977).