

# (332) 疲れ破面におけるマイクロフラクトグラフィの定量化

金属材料技術研究所 ○増田 千利  
西島 敏

## 1. まえがき

機械および構造物などが破壊する原因の中で疲れによるものが大部分を占めているが、事故調査などの場合、ストライエーション間隔 $S$ と巨視的き裂伝ば速度 $da/dn$ との対応関係を利用して、作用応力を推定することが一般に行われている。しかし $da/dn$ が約 $0.1 \mu\text{m}/\text{cycle}$ 以下および $1.0 \mu\text{m}/\text{cycle}$ 以上においては、 $S$ と $da/dn$ とは良く一致しない<sup>1),2)</sup>。このような領域では鋼の場合破面にみられる粒界状ファセットの面積率<sup>3)</sup>、ディンプルサイズ等の利用も考えられる。そこで、この種の特徴が現われやすい比較的延性な材料と、一部調質鋼についてもとりあげ、疲れ試験破面における各特徴の面積率、ストライエーション間隔、ディンプルサイズを定量的に解析した。

## 2. 実験方法

フラクトグラフィを調べた試験片の材料、試験条件を表1にまとめて示した。 $da/dn$ は試験片表面で読取り望遠鏡により求めたき裂長さ $a$ と繰返し数 $n$ との関係から計算した。破面は走査型電子顕微鏡を用いて観察し、粒界状ファセット、ストライエーション、ディンプルの面積率(それぞれ $f_i, f_s, f_d$ とする)、ストライエーション間隔 $S$ およびディンプルサイズ $d$ を定量化した。

## 3. 実験結果

- 1) 応力拡大係数 $\Delta K$ の増加につれ、疲れ破面には順次粒界状ファセット、ストライエーション、ディンプルが現われ、一つの面積率が増加すると、それまでみられたものが減少する。即ち $f_i, f_s, f_d$ は順次高 $\Delta K$ 側にずれたピークを示す傾向がある。しかし材料により $f_i$ を欠く場合がある。
- 2)  $S$ と $da/dn$ とは $da/dn$ が約 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}/\text{cycle}$ の範囲でよく一致する。
- 3) 延性材料の場合、平均ディンプルサイズ $\bar{d}$ は $\Delta K$ と比例関係がある(図1)。
- 4) 調質鋼の場合は、強度レベルが上がると $\bar{d}$ は小さくなる。 $\bar{d}$ はむしろ材料によらずき裂先端の繰返し塑性域サイズ $w_p$ の平方根に比例して変化する傾向がみられる。
- 5) 応力比 $R$ を変えても上記の結果は同じである。

## 4. 文献

- 1) 日本機械学会, フラクトグラフィ分科会成果報告書抄録, (1973) P4
- 2) Masuda et. al, Inter. J. Fracture (in press)
- 3) 増田, 西島, 材料 (印刷中)

表1 フラクトグラフィを調べた試験片の材料および試験条件

Material	$\sigma_y^*$	$Nf < 10^4$		$10^4 < Nf$	
		R=-1	R=0	R=-1	R=0
S25C Nor.	29.5	Ax	Ax, C	Ax	Ax, C
S45C Nor.	48.7		Ax		Ax
SK5 Anneal	30.1			RB	
SM50A	37.9	Ax, C			
SCM3 600°C T.	93.5	Ax	Ax, C	Ax	Ax, C
SCM3 450°C T.	121.5	Ax	Ax	Ax	Ax

NB. Ax:axial load; RB:rotating bending; C:crack propagation.  
\*Yield stress in  $\text{kgf}/\text{mm}^2$ .

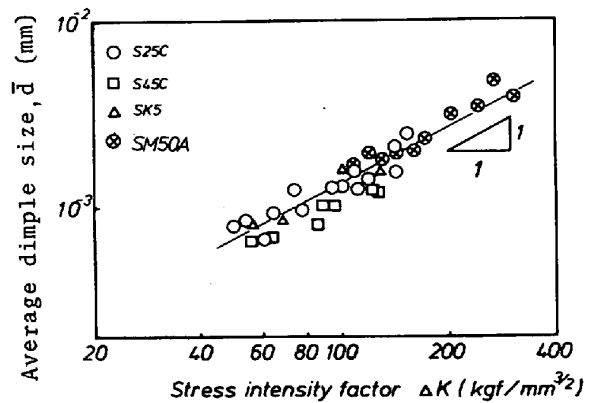


図1 平均ディンプルサイズと応力拡大係数との関係