

(148) 非調質鋼の片振引張疲労時のストリーション間隔と亀裂開口量の関係  
(鋼の疲労に関する研究-IV)

新日本製鐵 広畑製鐵所 中西昭一 工師利昭・相良 勝

1. 緒言

構造物の破損事故によって生じた破面は、製造時から破損に至るまでの各種の履歴を含んでいる。しかし一般構造物ではその荷重、周期等受けた履歴が不明の場合が多い。疲労破壊においても、破面を観察しその応力履歴の推定ができれば、これを基にして設計を改善でき、同種破損を防止できる。更に疲労破壊安全域の推定も可能となる。本報では疲労破面にストリーションが生成することに着目し、亀裂先端での塑性変形領域を考慮したB.C.S.モデルを基にして、亀裂開口量が臨界亀裂開口量に達することが疲労亀裂発生条件と考え、ストリーション間隔と亀裂開口量との関係を検討した。

2. 実験方法

SM41, SM50. を供試材とし、高サイクル試験片は断面5×50、低サイクル試験片は10×60で中央に長さ10mm、亀裂先端半径約0.4mm ( $\alpha \cong 5.5$ )の切欠をスパークマシンを用いて加工した。低サイクル疲労、高サイクル疲労試験を片振引張で行ない、各々60トン油圧型疲労試験機、10トン共振型疲労試験機を用い、破断面に見らるるストリーション間隔は走査電顕にて観察した。繰り返し荷重下の亀裂開口量はクリップゲージを用いて連続的に計測した。

3. 実験結果および考察

疲労亀裂発生条件は亀裂開口量が臨界亀裂開口量に達することと考え、ストリーション間隔を(1)式で整理した。

$$W = A (\phi_{(c)} - \phi_{crit}) \quad (1)$$

(1)式において、繰り返し荷重下の亀裂先端開口量  $\phi_{(c)}$  は除荷の効果を含め(2)式で示される。

$$\phi_{(c)} = \frac{16\sigma_r C}{\pi E} \ln \sec \left( \frac{\pi \sigma^*}{4\sigma_r} \right) \quad \sigma^* = T_m - T_o \quad (2)$$

臨界亀裂開口量  $\phi_{crit}$  はクリップゲージを用いて測定し、その結果は各々0.44 $\mu$  (SM41), 0.34 $\mu$  (SM50)である。走査電顕にて測定したストリーション間隔と  $\phi_{(c)} - \phi_{crit}$  の関係を図1、図2に示す。両鋼種共にほぼ同一バンド内で示され、ストリーション間隔は

$$SM41: W = 0.4 (\phi_{(c)} - 0.44)^{0.31}, \quad SM50: W = 0.4 (\phi_{(c)} - 0.34)^{0.31}$$

で示される。SM41, SM50の構造物が疲労破損した場合の破面観察から図1、図2および式2を用いて使用中の負荷応力を推定できる。

4. 使用記号 A, B: 定数, C: 亀裂長さ(mm),  $T_m$ : 最大繰り返し応力( $\% \sigma_{ms}$ ),  $T_o$ : 最小繰り返し応力( $\% \sigma_{ms}$ ), W: ストリーション間隔( $\mu$ ),  $\sigma_r$ : 降伏応力( $\% \sigma_{ms}$ ),  $\phi_c$ : 亀裂開口量( $\mu$ ),  $\phi_{crit}$ : 臨界亀裂開口量( $\mu$ )

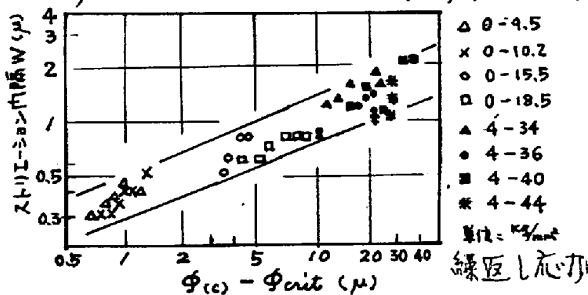


図1. SM41のストリーション間隔と亀裂開口量との関係

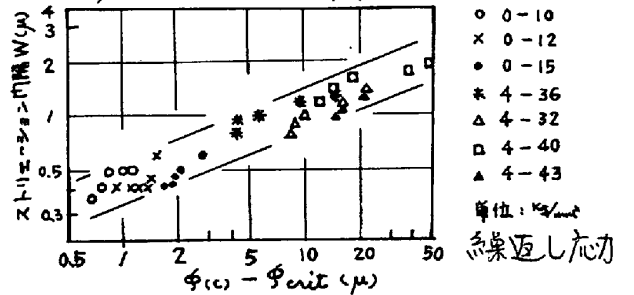


図2. SM50のストリーション間隔と亀裂開口量との関係