

(456) 構造用鋼の予き裂先端の鈍化にともなう塑性域寸法とJ_{IC}値

秋田大学 鉱山学部 工博 藤田春彦 ○神谷修 工博 田中学

1, 緒言: 最近, 延性破壊に対する安全基準として, J_{IC}破壊靱性値が多く用いられるようになった。それにとまない, J_{IC}と他の破壊力学的パラメータであるCTOD値やS_{ZW}との関連がさかんに研究されている。しかし, き裂前方の塑性域寸法とJ_{IC}との関連については, 実験的に十分な検討がなされていない。本研究では4種の構造用鋼を用い, 常温で3点曲げJ_{IC}破壊靱性試験を行ない, 走査電顕(以後SEMという)によってき裂前方のポイドが存在する領域の幅(γ_p)_vをBeachemの手法⁽¹⁾により測定し, (γ_p)_vが有限要素法(F・E・M)やK_{in}から計算される塑性域寸法と一致することを明らかにした。

2, 実験方法: 実験に用いた4種の鋼は, 高張力鋼のHT80, HT60および構造用鋼のSM50, SS41である。これらの素材からJ_{IC}規格⁽²⁾に基づき, 10mm×20mm×100mmの疲労予き裂付きの3点曲げ試験片を製作した。3点曲げ試験⁽³⁾は, 常温で1mm/minの一定変位速度で行い, J_{IC}値は電位法によって求めた。き裂先端の鈍化の初期から, き裂発生直後までの種々の荷重に負荷後ただちに除荷し, 一部の試験片は液体窒素温度でぜい性破壊させ, 残りは疲労荷重で破断させた。SEMにより試験片中央部の鈍化したき裂前方のポイドの存在する領域の幅(γ_p)_vを測定した。

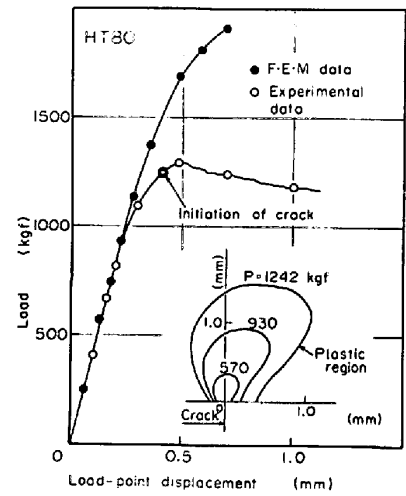


Fig.1 Load versus load-point displacement and plastic region of HT-80 steel at room temperature.

3, 実験結果と考察: Fig.1に常温におけるHT80の荷重-荷重点変位の関係を塑性域とともに示した。◎印は電位法によって得られたき裂発生点であるが, この時のポイド領域幅を(γ_p)_vcとし, 同荷重に対応する塑性域幅のF・E・Mによる計算値を(γ_p)_{FC}とする。また, 荷重とき裂長さから得られるK_{in}から次式⁽⁴⁾で降伏域(γ_p)_{KC}を算出する。

$$(\gamma_p)_{KC} = \frac{(1 - 2\nu)^2}{2\pi} \left(\frac{K_{in}}{\sigma_{ys}} \right)^2 \dots (1)$$

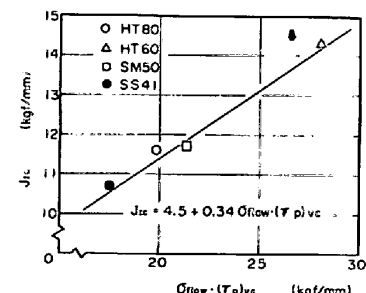


Fig.2 Relationship between J_{ic} and σ_{flow}·(γ_p)_{vc} of steels at room temperature.

ここでνはポアソン比, σ_{ys}は降伏応力である。4種の鋼の(γ_p)_vcと計算による(γ_p)_{FC}および(γ_p)_{KC}を表1に比較して示した。

3つの値はほぼ等しく(γ_p)_vcは塑性域寸法に等しいと考えられる。Fig.2は(σ_{flow})·(γ_p)_vcをパラメータとしてJ_{IC}との関係を調べたものである。図より両者には次の実験式のような直線関係のあることがわかった。

$$J_{IC} = 4.5 + 0.34 \sigma_{flow} \cdot (\gamma_p)_{vc} \dots (2)$$

ここでσ_{flow}=(降伏応力+最大引張強さ)/2。右辺等)項の定数4.5はぜい性破壊時のJ_{IC}値と考えることができる。著者らの過去の実験⁽³⁾によればこの値は妥当である。以上の考察から, ポイド領域(γ_p)_vは塑性域寸法と一致するとともに, (γ_p)_vcから, (2)式を用いJ_{IC}を推測できる可能性のあることがわかった。

4, 参考文献:

- 1). C.D. Beachem et al: Met. Trans., 2(1971), p141 2) ASTM Standard of J_{ic} (1980) 3) 藤田春彦, 田中学, 神谷修: 鉄と鋼, 67(1981)27定 4) 中沢一, 小林英男: "固体の強度" p126(共立出版)

表1. (γ_p)_vcと塑性域の比較

| 鋼 (mm) | (γ _p) _v c | (γ _p) _{FC} | (γ _p) _{KC} |
|--------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| HT80 | 0.229 | 0.350 | 0.256 |
| HT60 | 0.488 | 0.450 | 0.447 |
| SM50 | 0.476 | 0.450 | 0.517 |
| SS41 | 0.521 | 0.700 | 0.442 |