

(694) 遷移温度域における破壊じん性のばらつきについて

(株)日本製鋼所 工博 渡辺十郎 工博 岩館忠雄

○田中泰彦

1. 結言 遷移温度域での破壊じん性特性は構造物のぜい性破壊防止の評価のために重要な特性値であり、その正確な測定法の確立が求められている。遷移温度域では破壊じん性試験片は不安定破壊を起こし、その時点での破壊じん性値も大きくばらつくため、ばらつきの挙動を検討し破壊じん性の下限値を決定することが安全性評価上の大きな課題の一つとなっている。本研究ではき裂前縁のミクロ的観察結果からばらつきの挙動を考察した。

2. 供試材および試験方法 供試材はNi-Cr-Mo-V鋼である。破壊じん性試験には、ASTM E813 に準拠する板厚12.5mmのJ_{IC}ノット試験片を用いた。採取方向はASTM E399 の表示でC-R方向である。試験温度は、-10 ~ -196°Cとし、1温度7から30個の試験片を用いて試験を行なった。破壊じん性値(K_{IC})は破断時のJ(J_c)から換算した。試験後試験片のき裂前縁の走査電子顕微鏡(SEM)による観察を行ない、起点までの距離、安定き裂長さ等を測定した。

3. 試験結果 図1に破壊じん性試験結果を示す。破壊靱性値のばらつきが明らかに認められ、特に遷移域の高温側でのばらつきが大きくなっている。SEM観察の結果、図に示すとうり、いずれもき裂前縁の前方Xの距離はなれた点を起点とする破壊を起こしていた。ここで図中黒丸印で示したものはSEM観察により均一な安定き裂の成長が認められないものであるが、その比率は低温側にいくほど大きくなっている。これは、図中に模式的に示したとうり、遷移温度域でも安定き裂を発生した後に破壊を起こす領域、安定き裂の発生前のき裂の「ランフィク」の過程で破壊を起こす領域およびこれらの混在する領域があることを示す。

図2は安定き裂長さ(Δa)とJ_cの関係を示したものである。高温側では均一な安定き裂の成長が認められるが、低温になるほど安定き裂の発達は小さくΔa=0で破壊する試験片が多くなっている。図3には図1のXおよびΔaと試験温度の関係を示す。き裂前縁から起点までの距離Xのばらつきの上限および幅は温度の上昇とともに増加する傾向にあるが、遷移域の高温側ではほぼ一定になる。図4は、XとJ_cとの関係を示す。J_cはXにも依存し、起点までの距離が大きいほどJ_cが大きくなっている。従って、J値は安定き裂の寄与とXの寄与が考えられ、 $J_c = A + B\Delta a + CX$ の形で表わすことができるようである。

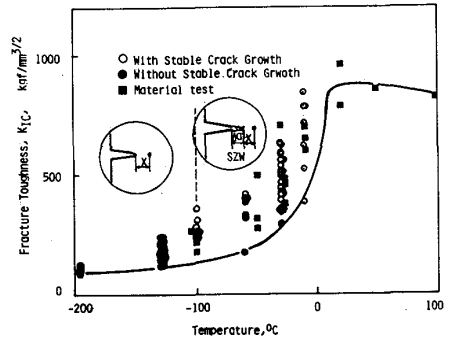


Fig. 1 Fracture toughness test result

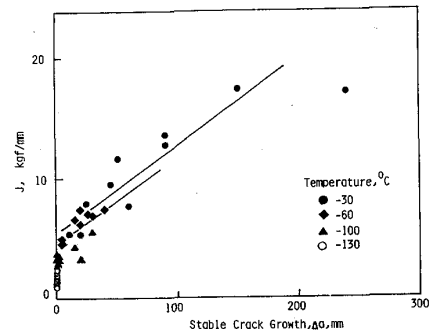


Fig. 2 J vs. Δa curves

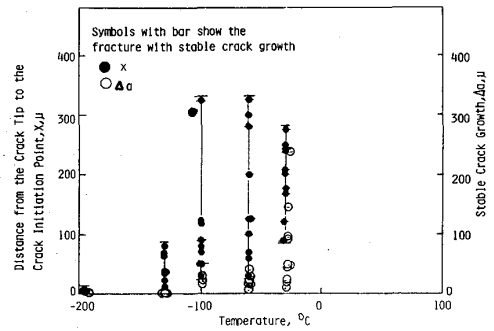


Fig. 3 Temperature dependence of X

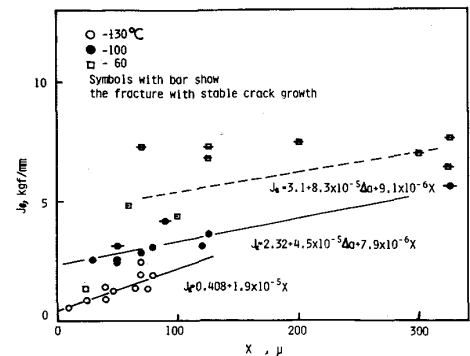


Fig. 4 X vs. J curves