

(651) 低温における繰返し荷重下の鋼材の安全性評価

日本鋼管(株)技術研究所 浦辺浪夫 C吉武明英 香川裕之

1. 緒言

近年のエネルギー需要の増大にともないエネルギー源の探索は低温環境域にも拡大している。こうした地域に建造される構造物を安全にその機能を全うさせる為には、鋼材の低温における繰返し荷重下の破壊特性を十分に把握しておく必要がある。これまでに低温において疲労き裂が進展中に、突然脆性破壊に遷移する現象が認められており、この時の疲労破壊靱性 K_{fc} は通常の静的荷重下で得られる破壊靱性値 K_c よりも低くなる事が警告されている。疲労き裂が脆性破壊に遷移する現象は①荷重速度効果 ②予荷重効果の2つが強く寄与していると考えられるが、本報では荷重速度効果について新しい知見を得たので報告する。

2. 実験方法

供試鋼は板厚 30 mm の造船用構造用鋼板 KE32 であり、ASTM E 399 に準拠した CT 試験片を用いて、低温において荷重速度を種々変化させた単調増加荷重及び繰返し荷重のもとで試験を実施した。き裂進展速度はクラックゲージの出力変化により、脆性破壊発生時の荷重は荷重の時間変化をトランジェントメモリーに記録する事により求めた。また予荷重効果を考慮する為、き裂開閉口荷重はき裂近傍に貼付した5連ゲージにより検出した。

3. 実験結果及び考察

静的単調増加荷重下の K_c を○印で、繰返し荷重下における K_{fc} を△印でそれぞれ温度の関数として図1に示す。図中黒印は全面降伏後に脆性破壊が発生したものであり、考察の対象から除外した。 K_{fc} は K_c より小さいが、特に -100℃においてその傾向は顕著であり、かつ大きなばらつきがある。一方、繰返し荷重下の脆性破壊発生時の荷重-時間曲線を図2に示すが、破壊発生点は最大荷重点ではなく、かなり荷重速度の速い点である事が解かる。

そこで図3に、-100℃における広い荷重速度範囲での単調増加荷重下の K_c を○印で、繰返し荷重下での K_{fc} を△印で、破壊発生時の \dot{K} の関数として整理した結果を示す。 K_c 値と K_{fc} 値は、ばらつきはあるもののある範囲内で良く一致している。図中には ASTM・E 399 に示されている静的試験時の荷重速度を \dot{K} に換算した範囲を示してあるが、従来の報告の如く、静的に求められた K_c と比較的速い \dot{K} の範囲で求められた K_{fc} とを比較する事は、適切でない。本報告の様に予荷重効果が無視できる程度の場合には、各温度における K_c 値の \dot{K} 依存性を把握する事により、繰返し荷重の効果は良く説明できる。

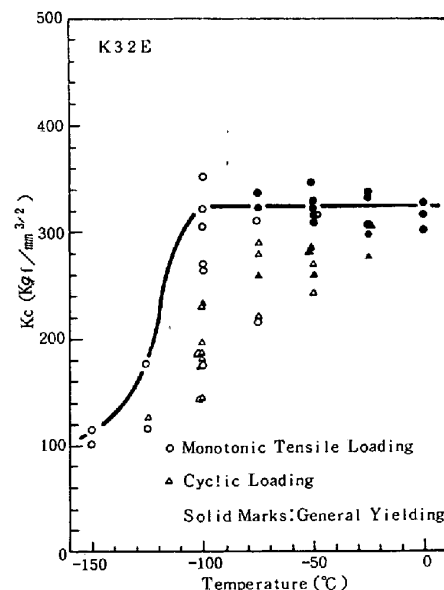


Fig. 1 Kc Values at Various Temperatures

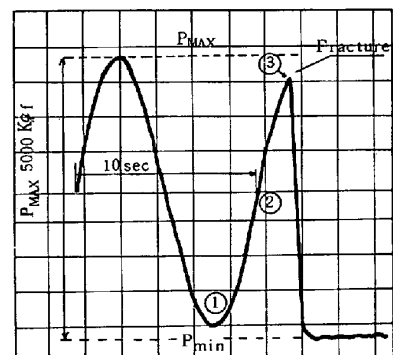


Fig. 2 Fractured point under cyclic Loading

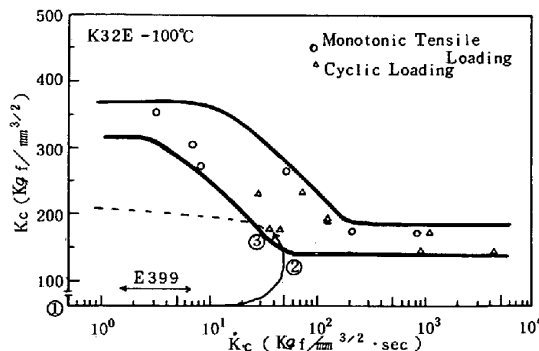


Fig. 3 Loading rate dependence of Kc values