

(402) 構造用鋼の破壊靱性の温度依存性と試験方法の評価

秋田大学 鉱山学部

工博藤田春彦

工博田中学

○神谷修

1. 緒言 近年、電位法は1本の試験片により破壊靱性値を決定できる簡便な方法として利用されているが、比較的延性の高い材料のき裂発生への適用については、検討の余地がある。本研究では、室温での伸びが、約30%と比較的大きな高張力鋼を含めた4種の構造用鋼について、室温から液体窒素温度までの温度範囲で、材料の破壊発生に対応するJ積分値(J_{in} 値あるいは J_{Ic} 値)を電位法で求めた。さらに、これらの J_{in} 値がASTM規格案によるRカーブ法から得られる J_{Ic} 値とよく一致することを、走査型電子顕微鏡による破面解析、および電位変化パターンの検討などの結果から確かめた。

2. 実験方法 市販の4種類の構造用鋼を用いてASTM規格案による J_{Ic} 試験法にもとづき、図1の寸法形状の試験片を製作した。

3点曲げの破壊靱性試験は、油圧式材料試験機(最大荷重10t)により1mm/minの一定変位速度で、室温(25°C)から-188°Cまで行なった。電位法における電流は30Aとし、電位は

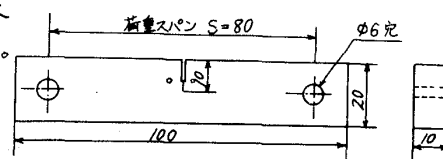


図1. 3点曲げ試験片の形状

1μVの精度で測定した。またRカーブ法については、常温にて各鋼種につき4本以上の試験片を、電位変化途中の所定の段階まで3点曲げで負荷し、その後疲労によって試験片を破断させ、走査型電子顕微鏡により延性き裂発生の有無と長さ(き裂進展量 Δa)およびストレッチゾーン幅(以後SEZという)を測定した。

3. 実験結果および考察 一例として、図2にHT60の場合の電位変化とSEZの変化を荷重-開口変位(以後CODという)曲線とともに示した。図中の①~②の間では、き裂先端の鈍化するわけSEZの形成が著しい。この範囲ではMnS介在物に関係した50μm程度のデンプル(I型デンプル)が観察できるがき裂は進展しておらず、②の直後で数μm程度の微小なデンプル(II型デンプル)の形成による安定き裂の進展がみられた。よって、き裂発生点として②をとり、つぎのRiceによる簡便式より J_{Ic} 値を求めた。

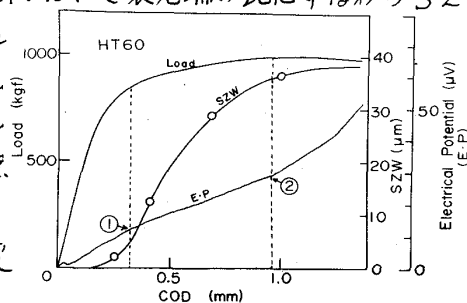
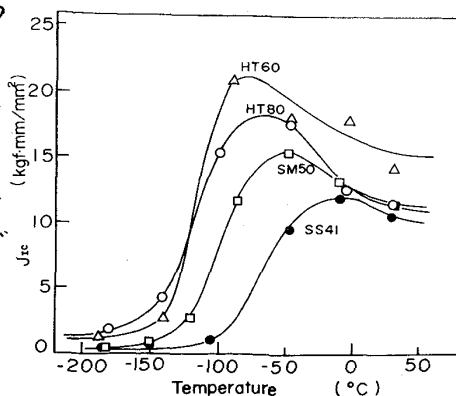


図2. 電位とSEZの変化

(J_{Ic})_E = 2A / b · B (A: き裂発生負荷点までの荷重変位曲線の面積、b: リガメント、B: 試験片の厚さ)

図3に電位法で得た(J_{Ic})_Eの遷移曲線を示した。試験温度の低下とともに降伏点が上昇するため(J_{Ic})_Eは一度上昇し、その後へき開破壊が起こるようになると急激に減少する。また図から、本研究に用いたHT80、HT60はSM50、SS41に比較して遷移温度は低く、 J_{Ic} 値は高いことがわかる。

図3. J_{Ic} の遷移曲線

常温における(J_{Ic})_Eの値をRカーブ法による値(J_{Ic})_Rとともに表1に示した。両者の値はHT60、SM50、SS41ではよく一致しているがHT80では、表1. 常温における J_{Ic} かなりの差がある。これはHT80が著しい加工硬化を示すためであると考えられる。このような鋼には、電位法による J_{Ic} 試験が適当と考えられる。

	HT80	HT60	SM50	SS41
(J_{Ic}) _E	11.6	14.3	11.7	10.7
(J_{Ic}) _R	7.0	15.3	12.1	10.8

(J_{Ic})_E: 電位法による J_{Ic} (J_{Ic})_R: Rカーブ法による J_{Ic}