

(342) 弾塑性破壊力学による極厚材の脆性破壊発生特性評価

新日本製鐵(株) 製品技術研究所 ○萩原行人 三村 宏

1. 緒言

最近、大きな塑性変形が先行するクラックからの脆性破壊発生特性をJ値で記述しようとする試みがさかんになってきた。ここでは極厚材から板厚切削して採取した切欠付曲げ試験片を用い、Jc値の簡便な算定法の検討、これまでの長年の努力によりその有用性が実験的に確かめられている δ_c 値とJc値との関係、およびJc値に及ぼす板厚効果について調べた。

2. 実験方法

供試鋼は次表に示す化学成分、機械的性質を有する板厚165mmのA533B鋼である。板厚中央部付近の均質部より板厚10, 25, 100mmの標準曲げ試験片を採取し、疲労クラック付3点曲げ試験を実施した。CODおよび試験片のたわみを計測し、 δ_c およびJc値を求めた。

供試鋼	化学成分 (wt%)							機械的性質 (1/4t, C方向)			
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	YP (kg/mm ²)	TS (kg/mm ²)	El (%)	vTrs (°C)
A533B	0.17	0.25	1.40	0.009	0.005	0.60	0.50	47.8	61.8	25	-16
t = 165mm											

3. 結果

(1) 図1にP~たわみ曲線の積分(金沢らの式¹⁾)から求めたJcとクリップゲージ変位(Sumpsterらの式²⁾)を修正した次式から求めたJc*との関係を示す。 $Jc^* = \frac{K^2}{E} + \frac{2(P_Y + 2P_c)}{3t(W-a)} [q_v - q_{cal}]$ ここでP_Yは $\sigma_N/\sigma_Y = 1.5$ に対応する荷重、q_vはクリップゲージ変位を回転変形を仮定してたわみに変換した値、q_{cal}は弾性計算で得られるたわみである。JcとJc*値はほぼ一致しており従来のCOD試験で得られる情報(P_c, V_c)だけからJc値を求めることができることが示された。

(2) 図2よりJcと δ_c の間には $Jc = m\sigma_Y \delta_c (m=1\sim 2)$ の関係がある。このmの値は塑性変形の大きさに依存するようである。

(3) 図3にK_{IC}の板厚依存性を示す。t=10, 25mmおよびt=100mmの高温側のK_{IC}は $Kc = \sqrt{EJc / (1-\nu^2)}$ より求めたものである。また図中の破線は延性クラックの発生限界を示す。黒印のデータはASTMの判定によりK_{IC}値となった値である。従って従来報告されているように小型試験片から延性クラックの発生点におけるJ_i値をKに換算した値は一般にはK_{IC}とは異なり、簡単にはK_{IC}を小型試験から求めることはできない。板厚効果についてはより定量的な評価をする必要がある。

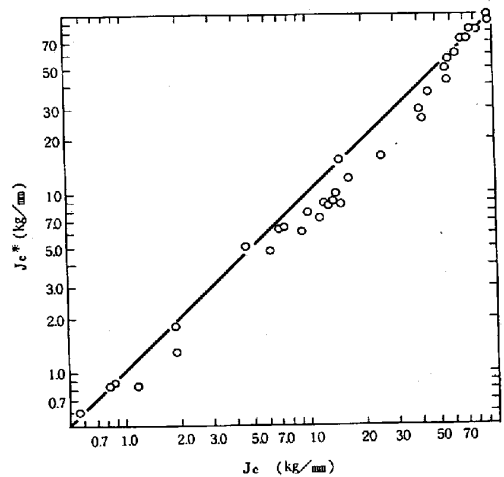


図1 JcとJc*との関係

1) 金沢ら: IIW-779-75

2) Sumpster et al: ASTM

STP601(1976)

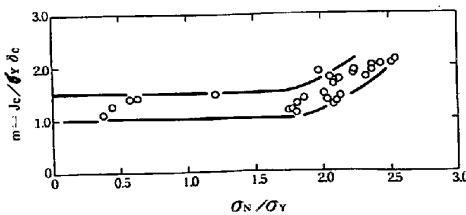


図2 Jcと δ_c との関係

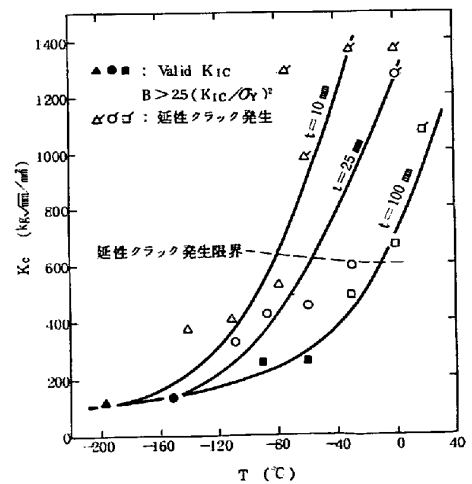


図3 Kc値の板厚効果