

(404) J積分を用いて評価した80kgf/mm²級高張力鋼の
静的破壊靱性値の検討

川崎製鉄㈱

技術研究所

Ph.D.

○中野善文

田中康浩

1. 緒言 平面ひずみ破壊靱性値(K_{IC})はASTM規格E399に従って求められるが、試験片寸法の要求が厳しく、低強度材料においてはきわめて大きな試験片を用いる必要がある。そのため、小型試験片を用いて K_{IC} を求める方法として、J積分(J_{IC})の利用が行われている。鋼においては、温度降下や板厚増加に伴い、破壊は延性からへき開へと遷移する。このような破壊機構の遷移がある場合の、 J_{IC} による K_{IC} の推定についての検討を行った。

2. 試験方法 供試材は厚さ75mmの80kgf/mm²級高張力鋼であり、化学成分と機械的性質を表1に示す。静的破壊靱性試験として、原厚(75mm)、50、30、20および10mmの厚さの試験片による3点曲げ試験を実施した。減厚試験片は機械加工により原厚中心部より採取した。試験片形状はASTM規格E399に準じたものであり、疲労亀裂は $K_{I\max} \leq 70 \text{ kgf}\sqrt{\text{mm}}/\text{mm}^2$ なる条件で入れた。安定延性亀裂の発生点は電気抵抗法により決定した。

3. 試験結果 電気抵抗法による安定延性亀裂の発生点は図1(a)のA点として決定した。これは図1(b)に示すB曲線のA点对応する点であり、予亀裂先端に局部的に延性亀裂が発生する点に相当する。このようにして決定した安定延性亀裂発生点でのクリップゲージ変位 V_i は図1(c)と(d)に示すように、厚さ10mmの試験片で-100℃以上の温度においてのみ巨視的な降伏が起ったのちにあるが、他の場合はすべて弾性変形領域内に位置している。図2に安定延性亀裂発生時のCOD値 δ_i の試験片厚さ依存性を示す。 δ_i 値は厚さの増大と共に減少する傾向にある。図3に K_{IC} 、 $K(J_{IC})$ および K_C (最大荷重から求めた応力拡大係数)の温度依存性を示す。-80℃以下の原厚試験片が脆性破壊を起す温度では原厚試験片の K_{IC} が最下限の値となるが、厚さ10mmの結果を除けば、 $K(J_{IC})$ は妥当な K_{IC} の推定をしている。一方、脆性破壊が発生しない温度領域では $K(J_{IC})$ は K_C に較べてきわめて小さい値となり、脆性破壊発生温度領域での $K(J_{IC})$ とは意味が違い、異った取扱いをする必要がある。

表1 供試材
の化学成分と
機械的性質

(wt.%)										
C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B
0.13	0.25	0.81	0.003	0.003	0.25	0.98	0.52	0.450	0.034	0.0015
Y.S.		T.S.	EI.	vE-20 (kgf-m)		vTs (°C)				
(kgf/mm ²)		(%)		1/4t	1/2t	1/4t	1/2t			
76		82	25	22.1	21.9	-100	-83			

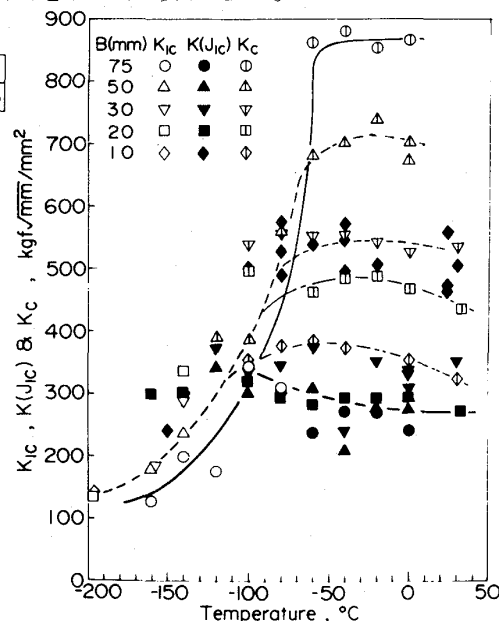
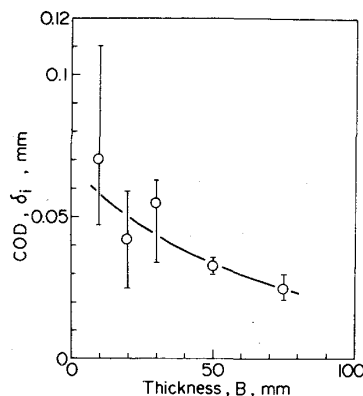
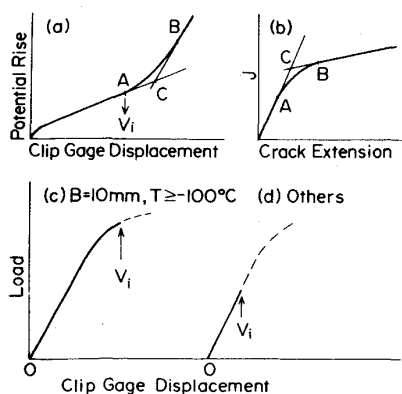


図1 安定延性亀裂発生点に及ぼす試験片厚さと温度の影響

図2 安定延性亀裂発生時の亀裂開口変位の試験片厚さ依存性

図3 K_{IC} 、 $K(J_{IC})$ および K_C の温度依存性