

(596) AEによるクロム・モリブデン鋼のポップイン型粒界割れの検知と弾塑性破壊靱性の評価

東北大学工学部

○下村慶一 庄子哲雄 高橋秀明

1.はじめに： 化学プラントや火力発電所の構造部材として用いられている低合金鋼が、焼もどし脆化温度域(350~550°C)に長時間さらされると、合金中に含まれる不純物元素が粒界に偏析することにより脆化することが知られており、近年、この脆化を破壊靱性の数値で評価しようとする試みが盛んである。本報では、クロム・モリブデン鋼について、AEを用いた弾塑性破壊靱性試験(J_{IC}試験)を実施し、微視破壊過程に注目した破壊靱性評価を行った結果について述べる。

2.供試材および実験方法： 供試材の化学組成、機械的性質をTable 1に示す。J_{IC}試験はASTM・E 813-81に準拠し、温度200°Cで実施された。試験片形状は1TCT(CR方向)で、一部試験片については25%サイドグループを施した。AE計測の詳細は既報⁽¹⁾のものと同一である。

3.結果および考察 3-1) J-Δa抵抗曲線： J_{IC}試験より得られた結果をFig 1に示す。Fig 1よりJ_Q値は31.8 kJ/m²と得られる。ここでは、J_Qは0.15 mm、1.5 mmオフセット線からはずれた⊕印点を除いて求めた。Fig 2は、本試験で得られた代表的な破面のSEM写真である。き裂は、疲労予き裂先端より、先ず延性き裂として伝播し、これが粒界き裂に移移している。現在のJ_{IC}試験法⁽²⁾⁽³⁾において、へき開き裂伝播を呈する場合は、J_Cの試験片寸法依存性のために適用が除外されている。よって、本試験で得られたJ_Q値はJ_{IC}値と見なすことが出来ない。したがって、延性ならびに粒界き裂のそれぞれの微視的進展過程に注目した靱性評価が重要である。

3-2) AEによる弾塑性破壊靱性評価： AEイベント・エネルギー(E_{AE}) / P-V_L線図をFig 3に示す。図中矢印は、約5 kgの荷重落下を生じた点を示しており、同時に大振巾のAEが放出され、負荷が中断されるまでに全部で4個の大振巾AEが計測された。負荷を中断した後、疲労破壊させた破面は、前述の大振巾AE放出にともない伝播したき裂は予き裂端に幅約6.5 mm、最大進展距離約1 mmの領域に局在して伝播していた。さらに疲労き裂前面には、大きな非金属介在物が観察された。これまでのAEを用いたき裂伝播挙動の解析⁽¹⁾によれば、上述のき裂も疲労予き裂前面の非金属介在物を起点とし、延性ならびに粒界ポップインき裂として伝播したと考えられる。ΣE_{AE}とJ積分の関係を示すFig 4に示す。図中2直線近似の交点⁽⁴⁾により定められるJ_{i(AE)}値は、約13 kJ/m²と得られ、これは前述のJ_Q値と比較すると約1/2となっている。

したがってJ_Qはき裂伝播開始点に直接対応する値とはなり得ず、この材料のJ_{IC}としてはJ_{i(AE)}を用いるべきであろう。

文献 (1)新妻他：非破壊検査, 30 (1981) 904 (2)ASTM E813-1981

(3)JSME S001-1981 (4)高橋他：非破壊検査, 30 (1981) 890

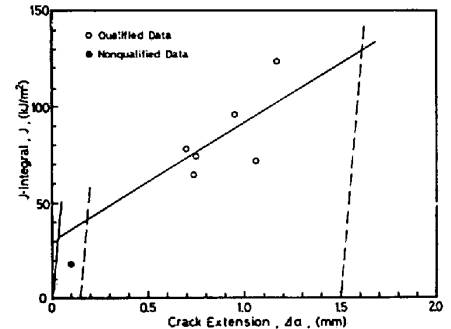


Fig. 1. J-Resistance Curve

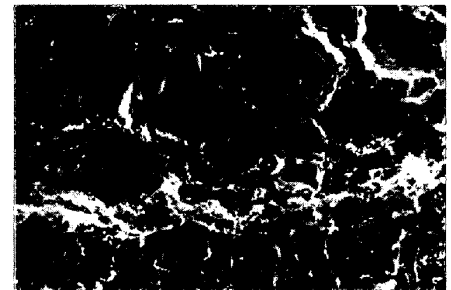


Fig. 2. SEM Fractograph x100

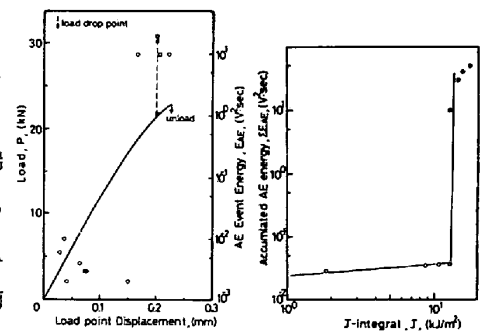


Fig. 3. AE Energy/P vs V_L

Fig. 4. Accumulated AE Energy vs J

Table 1 Chemical Composition and Mechanical Property (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
.35	.34	.78	.019	.026	.44	1.03	1.08	.22

$\sigma_y: 451 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{UTS}: 602 \text{ MN/m}^2$ $\epsilon_f: 13.9\%$