

(660) 原子炉圧力容器用鋼溶接部の使用温度域での延性破壊抵抗

(株)日本製鋼所 室蘭製作所

○工博 岩館忠雄 田中泰彦
竹俣裕行 兜森俊樹

1. 緒言 原子炉圧力容器用鋼の使用温度は室温から300℃付近にある。したがって、本研究では使用温度域での安全性の評価を目的に、板厚300mmのA508 Cl.3鋼母材および溶接部の破壊靱性K_{IC}を計測するとともに、安定き裂の進展挙動を検討し、稼働時の延性破壊抵抗の評価を行った。

2. 供試材および試験方法 試験に供した母材および溶接金属の化学成分および機械的性質を表1および表2に示す。ここで、使用した溶接棒はUS56BXであり、フラックスはMF27Xである。溶接入熱量は40KJ/cmであり、溶接後620℃、2.65時間の応力除去焼鈍を行った。

使用した試験片は主としてASTM E813-81の推奨する25%のサイドグループを有する1T-CT試験片である。採取位置は、1/4tであり、採取方向はT-L方向である。試験は著者ら¹⁾が開発したコンピュータ制御による除荷コンプライアンス法を使用した。高温での加熱にはヒートテープを用い、クリップゲージには水冷を施した。J値の計算にはASTM E813-81の推奨する進展き裂の式を用いた。

3. 試験結果 (1) 室温から300℃の温度域は母材および溶接金属ともに破壊靱性K_{IC}のUpper Shelf域に位置する(図1)。(2) Upper Shelf域でのJ_{IC}から換算されたK_{IC(J)}は、母材よりも溶接金属が小さい(図1)。またK_{IC(J)}は試験温度の上昇とともに低下を示すが、300℃でのK_{IC(J)}はいずれも180MPa√m以上の高い破壊靱性を有する。

(3) テアリングモジュラス、T_J (=E/σ_y² · dJ/da) は、安定き裂の進展量が2.0mm以上ではほぼ一定の値を示す(図2,図3)。またT_J値は母材および溶接部ともに温度依存性を示さず、延性破壊抵抗の評価のパラメータとして有効である(図2)。

(4) HAZ部近傍のT_J値の優劣はつけがたいが、母材および溶接金属のT_J値は明らかにHAZ部近傍の材料に比較して小さい(図3)。溶接部の延性破壊抵抗は、溶接金属が最も小さく、T_J≒60である。HAZ部近傍ではT_J≒190である。

(5) T_J値におよぼす試験寸法の影響を検討したが、0.5T-CT~3T-CT試験片において、ほぼ一致したT_J値が得られた。

(参考文献) (1) 岩館ほか、機講論 NO.810-11(昭56), P.21

表1 供試材の化学成分

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Al
A508 Cl.3 Base Metal	0.20	0.27	1.33	0.003	0.004	0.76	0.08	0.47	<0.01	0.076
Weld Metal	0.03	0.27	1.36	0.009	0.007	0.95	0.06	0.50	<0.01	0.007

表2 供試材の機械的性質

	0.2% Offset Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)	Reduction of Area (%)	FATT (°C)	vE shelf (J)	NDTT (°C)
A508 Cl.3 Base Metal	436	582	27.2	71.0	0	202	-30
Weld Metal	535	622	25.1	72.8	-36	186	-60

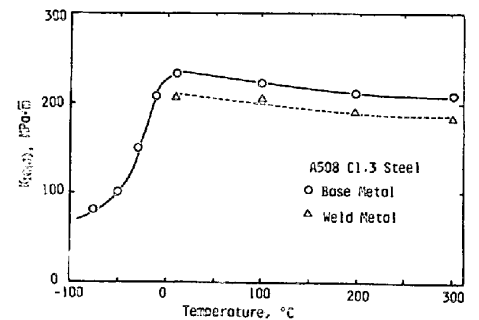


図1 供試材のK_{IC} 遷移特性

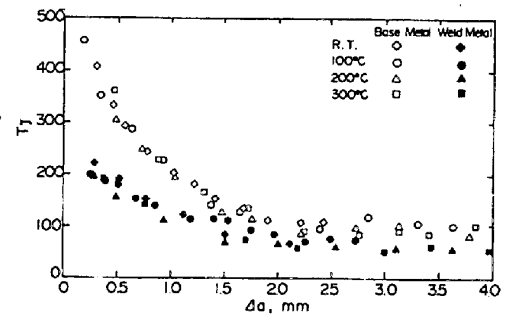


図2 R.T.~300℃のT_JとΔaの関係

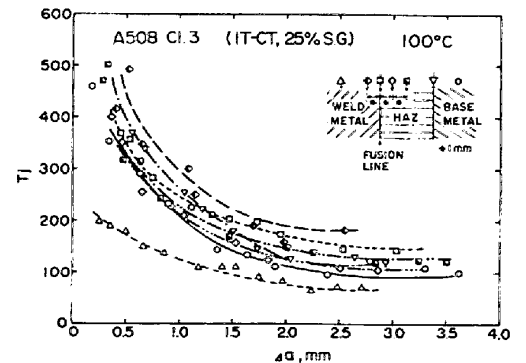


図3 溶接部のT_JとΔaの関係(100℃)