

住友金属工業(株) 中央技術研究所 中西 睦夫

。古澤 遵

I 緒 言

Cr-Mo 鋼製化学反応容器等の溶接部にて高温高压下での長時間操業による脆化(クリープ脆化)を示し高温延性の低下する事例がある。特に $1 \sim 1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼において多く見られ一部には $2\frac{1}{4}\text{Cr} - 1\text{Mo}$ 鋼への材料転換も進められている。 $1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼を対象に耐クリープ脆化感受性の改善を検討した結果、新たに開発した Al 添加-低 C-Cu なし $1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼は $2\frac{1}{4}\text{Cr} - 1\text{Mo}$ 鋼と同等あるいはそれ以上の耐クリープ脆化感受性を有する事を確認した。

II 実験方法

クリープ脆化感受性の試験法として高温での低速定歪速度試験法(Slow constant Extension Rate Test)〔略して SERT〕を用いた。従来のクリープ破断試験に代えて短時間でクリープ変形に近い状況を再現する目的で行なった。試験片($3\phi \times 10\ell$)に溶接熱影響部を再現した熱サイクル($1250^\circ\text{C} \times 1\text{min}$

表 1. 供試鋼の化学組成 (%)

鋼 種	マ-ク	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	B	Sol. Al	
1¼Cr ½Mo	開発鋼	A	0.10	0.64	0.60	0.007	0.006	—	—	1.38	0.53	0.0004	0.040
	比較鋼	B	0.13	0.62	0.51	0.014	0.008	—	—	1.28	0.56	0.0006	0.050
		C	0.15	0.65	0.62	0.015	0.009	—	—	1.41	0.61	0.0004	0.057
		D	0.15	0.64	0.60	0.015	0.009	0.15	0.27	1.38	0.60	0.0005	0.058
		E	0.15	0.65	0.61	0.015	0.008	0.15	0.27	1.37	0.60	0.0002	0.030
2¼Cr-1Mo	F	0.12	0.11	0.43	0.011	0.009	—	—	2.25	1.01	0.0002	0.012	

に溶接熱影響部を再現した熱サイクル($1250^\circ\text{C} \times 1\text{min}$ 加熱後 $800^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ を 20sec で冷却 $\rightarrow 650^\circ\text{C}$ または $710^\circ\text{C} \times 15\text{min}$ の SR 処理)を与えた後 550°C の試験温度で SERT 試験(歪速度 0.133mm/hr)および引張試験(歪速度 5mm/min)を行なった。SERT 試験に用いた供試鋼の化学組成を表 1 に示す。

III 実験結果

$1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼において Sol. Al 量 0.06% 程度とする事により鋼中微量 B による焼入れ性向上効果により強度が上昇する。この効果により母材の強度規格を満足するために必要な C 量を低減し、Cu を削減する事が可能となる。以上によって開発した $1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼が表 1 の A ないし B 鋼である。

SERT 試験結果を図 1 に示す。クリープ脆化による延性の低下機構は粒界への変形集中によると考えられるため、この変形集中の程度を SERT 試験における破断絞り値によって評価した。図 1 に示すごとく低 C 化および Cu 削減により破断絞り値は増加し、さらに SR 温度の上昇によって大きく増加する。

IV 結 論

(1) SERT 試験法は試験後の破面観察から見てもクリープ変形に

近い状況を再現しており、その破断絞り値にてクリープ脆化感受性を推定し得ると考えられる。

(2) $1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼溶接部の耐クリープ脆化感受性改善に低 C 化および Cu 削減の効果が見られ、これに加えて SR 温度の上昇による改善効果がより大きい。

(3) 今回開発した Al 添加-低 C-Cu なし $1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼は高温(710°C)で SR を行なっても母材強度規格を満足する材料であるため、耐クリープ脆化感受性の改善に 2 重の効果があり、 $2\frac{1}{4}\text{Cr} - 1\text{Mo}$ 鋼と同等あるいはそれ以上の良好な耐クリープ脆化感受性を有する。表 2 に特性例を示す。

表 2. 開発 $1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$ 鋼の特性例(板厚 50mm, $710^\circ\text{C} \times 8\text{hr}$ SR)

化 学 組 成 (%)										Y _{PT}	T _{SR}	vE _o
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	B	Sol. Al		kg/mm ²		kg·m
0.10	0.64	0.60	0.007	0.006	1.38	0.53	0.0004	0.040		41.0	55.8	17.3

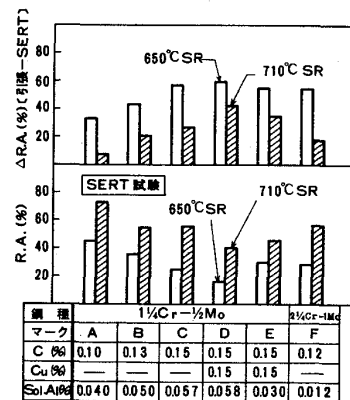


図 1. 再現 HAZ の SERT 試験における破断絞り値および引張試験における破断絞り値との差