

(410) 高温圧力容器用 2%Cr-1Mo鋼溶接熱影響部の焼もどし脆化

日立造船(株) 技術研究所 藤井忠臣 ○高木十三雄
野村和夫

1. 緒言

2%Cr-1Mo鋼は高温強度と耐水素アタック性に優れており、多くの高温高圧圧力容器に広く使用されている。この鋼の使用中に生ずる焼もどし脆化はこれまで多くの研究がなされているが、溶接熱影響部に着目した研究は数少ない。実際、容器の破壊は溶接熱影響部から発生することが多く、溶接熱影響部の焼もどし脆化挙動を解明することは重要である。本報では、主として溶接熱影響部の焼もどし脆化に及ぼす冶金的要因ならびに不純物元素であるPの影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

供試材は実用規模で製造されたP量の異なる二鋼種で、その化学成分を表1に示す。溶接熱影響部の焼もどし脆化の実験条件を表2に示す。

表1 供試材の化学成分

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Sn	Sb	As
CM-HP	0.13	0.34	0.56	0.03	0.02	0.28	2.39	0.97	0.111	0.017	0.010	0.025
CM-LP	0.14	0.26	0.51	0.006	0.006	0.14	2.32	0.98	0.15	0.001	0.006	0.002

表2 溶接熱影響部の焼もどし脆化の実験条件

実験条件	1次熱サイクル最高到達温度(°C)							冷却速度 sec ⁻¹ (800/500°C)			PWHT (°C×16hr)			供試材
	800	850	900	1000	1100	1200	1350	6	14	67	600 P=18.52	650 P=19.54	690 P=20.45	
1. 溶接熱影響部の処理	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	○	CM-HP
2. 冷却速度の制御	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	○	CM-HP
3. PWHTの制御	-	-	-	-	-	-	○	○	-	-	○	○	○	CM-HP CM-LP

溶接熱影響部は、溶接熱サイクル再現装置を用いて再現した。脆化処理は、Socalタイプステップ・クーリング(以下S.C.と称す)によって行なった。脆化度はシャルピー衝撃試験によって判定した。なお、破断試験片については破面観察も合わせて行なった。

3. 実験結果

(1) 図1は高P鋼の再現HAZの焼もどし脆化に及ぼす最高到達温度の影響を示す。S.C.後の脆化度 ΔvTr_{40} は最高到達温度の上昇につれて増大するが、約1000°Cを越えると飽和し、ほぼ一定の脆化度を示す。このような傾向は組織変化と比較的よく対応している。すなわち組織中にフェライトが混在(800~900°C)すると脆化が抑制され、ベイナイト、マルテンサイト混合組織になると脆化は促進されることがわかった。

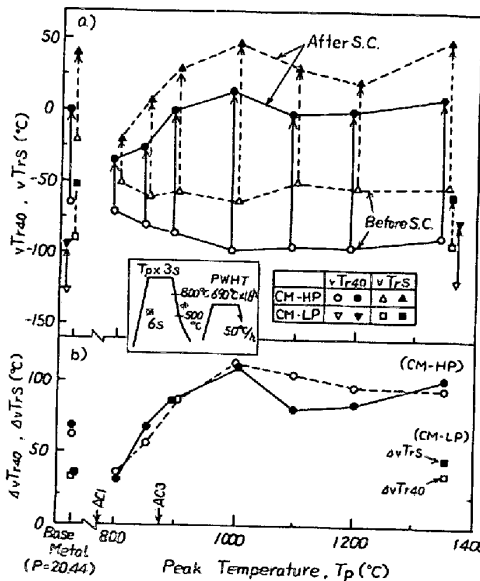


図1

(2) 図2は高P、低P鋼の再現HAZの焼もどし脆化に及ぼすPWHT(P値に換算)の影響を示す。S.C.後の脆化度 ΔvTr_{40} はいずれの鋼種もP=19.5で最大となり、高P鋼と低P鋼を比較すると高P鋼が最大約100°C脆化するのに対して、低P鋼は約35°Cしか脆化しておらず、低P鋼の脆化度は極めて小さいことがわかる。また母材とHAZの脆化度を比較するとHAZの脆化度は、低P鋼の場合母材と同等であるが高P鋼では、母材に比してより大きく脆化する傾向がある。したがって実用鋼においては、Pの低減をはかることが焼もどし脆化を抑制する上で重要であると考えられる。

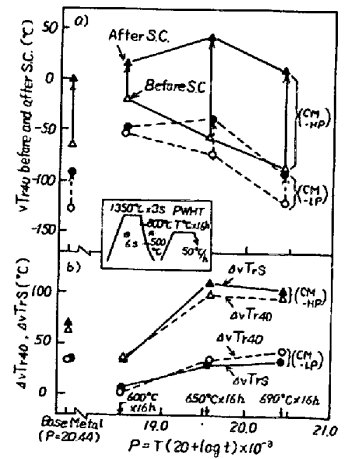


図2

(3) なお、再現HAZの焼もどし脆化には、溶接熱サイクルの冷却速度はほとんど影響しないようである。