

(493)

669.15'28: 669.15'26'28: 539.434: 621.785.375

Mo鋼およびCr-Mo鋼溶接継手のクリープ破断特性におよぼす不純物および熱処理の影響

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○佐藤 信二 松崎 明博

小野 寛 上田 修三

本 社 新行内 雅博

1 緒 言

高温機器，特に圧力容器の操業中あるいは耐圧試験時の安全性の観点から，それらの構成材料の使用脆化が大きな問題となっている。なかでも，使用中の亀裂の発生および進展に直接関与するという点で，いわゆるクリープ脆化が注目されている。そこで，従来高温圧力容器用に多用されている $1/2$ Mo鋼および $1\frac{1}{4}$ Cr- $1/2$ Mo鋼を中心としたCr-Mo鋼の，特に脆化感受性の高い溶接継手のクリープ脆化におよぼす不純物元素および溶接後熱処理の影響を調べた。

2 実験方法

主として用いたのは，表1に示すようにP, S, Sn, SbおよびAsを同時に2水準に変化させた $1/2$ Mo鋼および $1\frac{1}{4}$ Cr- $1/2$ Mo鋼の2.5mm厚板である。ただし， $1\frac{1}{4}$ Cr- $1/2$ Mo鋼の不純物低減材のみは3.4mm厚である。これらの板のL方向に平行に 30° のV型開先を切り，アーク溶接により継手を製作した。溶接後熱処理は， $1/2$ Mo鋼については 650°C ，2hおよび 700°C ，3hの2水準， $1\frac{1}{4}$ Cr- $1/2$ Mo鋼については 700°C ，3hの1水準とした。板厚中央より，ビードに直角に切出した平滑および切欠付試片を用いて $450^\circ\text{C} \sim 550^\circ\text{C}$ でクリープ破断試験を行なった。なお，切欠は，Bondおよび母材部とした。

表1 供試材の化学組成 (wt%)

Steel		C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	Al
A204C	Conventional	0.22	0.27	0.86	0.15	0.17	<0.01	0.55	0.022
	Impurity-reduced	0.23	0.24	0.83	0.13	0.16	0.09	0.53	0.016
C- $1/2$ Mo			P	S		Sn	Sb		As
	Conventional	0.014		0.011	0.016		0.002	0.016	
	Impurity-reduced	0.009		0.004	0.003		0.001	0.004	
			P	S		Sn	Sb		As
		C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	Al
A387-11	Conventional	0.16	0.62	0.62	0.15	0.19	1.37	0.51	0.023
	Impurity-reduced	0.16	0.61	0.57	0.02	0.11	1.37	0.48	0.020
$1\frac{1}{4}$ Cr- $1/2$ Mo			P	S		Sn	Sb		As
	Conventional	0.014		0.011	0.017		0.002	0.015	
	Impurity-reduced	0.009		0.007	0.002		0.001	0.003	
			P	S		Sn	Sb		As

A204C: 900°C Normalized

A387-11: 930°C - \rightarrow 660°C Tempered

3 実験結果

顕著な脆化を示す $1/2$ Mo鋼は，伸びや絞りだけでなく破断強度（平滑試片）も不純物の影響を強く受け，通常条件である 650°C SRの場合，普通純度材は不純物低減材に較べて絞り，破断強度とも $1/2 \sim 1/3$ となる（図1）。しかし，SR温度を 700°C に上げると両者とも大きく改善される（図2）。

650°C SR材では破断は溶接熱影響により粗大化し，ベイナイト組織となったBond近傍で，旧 γ 粒界にそって進展しているが， 700°C SR材ではHAZ中央で起こっており，熱処理の重要性をうかがわせる。

不純物の影響に関しては $1\frac{1}{4}$ Cr- $1/2$ Mo鋼も同様であるが，その程度はやや小さい。

$2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼の場合は，通常行なわれる焼戻パラメータ $2.0.5$ 以上のSRを受けた状態では，

顕著な脆化を示さない。

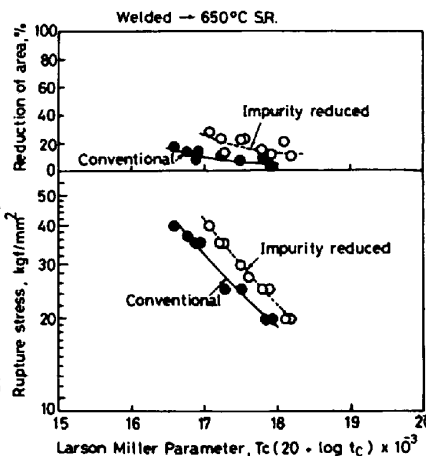


図1 $1/2$ Mo鋼のクリープ破断特性におよぼす不純物の影響

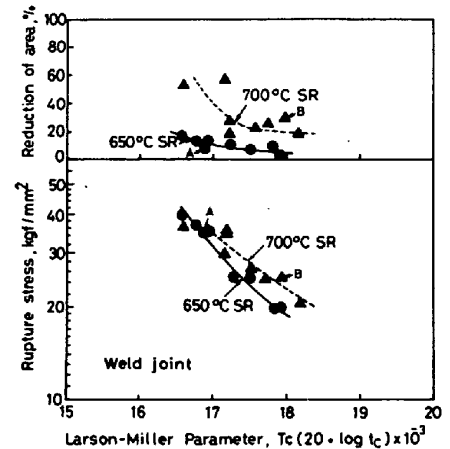


図2 $1/2$ Mo鋼のクリープ破断特性におよぼすSR温度の影響(普通純度鋼)