

(469)

圧力容器用鋼およびタービンローター材の使用温度における焼もどし脆性

(株) 神戸製鋼所 中央研究所 ○勝亦正昭 小出憲司
加古川製鉄所 梶 晴男

1. 緒言

脱硫圧力容器用 2¼Cr-1Mo 鋼 (PV 鋼) や 低圧タービンローター軸用 3.5Ni-Cr-Mo-V 鋼 (LP 鋼) は焼もどし脆化感受性を有し、その使用温度が焼もどし脆化温度域にあるため、機器の使用中に脆化が進行することが考えられる。焼もどし脆化により材料の衝撃遷移温度が上昇すると、機器の運転停止、再稼動時に脆性破壊の危険性が増すため、脆化を誘起する不純物元素の低減などにより焼もどし脆化の抑制を図っている。そこで本報告では、脱硫容器、低圧タービンローターの使用温度における焼もどし脆性におよぼす各種冶金因子の影響を調査した。

表1 供試材の化学組成 (wt%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	As	Sb	Sn
PV 鋼	0.23	0.018 0.26	0.50	0.003 0.016	0.012	0.005 0.220	—	2.25	1.00	—	0.001 0.013	<0.0001 0.013	0.001 0.013
LP 鋼	0.14	0.02 0.26	0.30	0.004 0.049	0.012	—	3.50	1.75	0.40	0.10	0.001 0.047	<0.0005 0.057	0.002 0.056

2. 実験方法

供試材の基本組成および成分変動範囲を表1に示す。熱処理

は PV 鋼に関しては主に 180mm 鋼板の板厚 1/4 相当部, LP 鋼に関しては主に 1500mmφ 中心部をシミュレートした。熱処理条件を表2に示す。その後, PV 鋼は 450°C で 10,000h まで, LP 鋼は 375°C で 20,000h までの等温加熱処理を行なった。焼もどし脆化量はシャルピー試験の 50% 脆性破面遷移温度 (FATT) の長時間加熱後量 ($\Delta FATT$) として求めた。

表2 熱処理条件

鋼種	焼入れ	焼もどし	SR
PV	940°C 水冷	690°C 水冷	690°C 炉冷
LP	830°C 水冷	610°C 炉冷	—

3. 実験結果

1) PV 鋼においては、各不純物元素を単独に添加した場合、0.016% P 材のみ脆化がみられ、0.010% P 材および Sn, As, Sb 添加材では脆化がみられなかった。(図1)

2) LP 鋼においては、各不純物元素を単独に添加した場合、脆化に及ぼす不純物元素の寄与は $P > As > Sb > Sn$ であり、0.006% Sb 材, 0.011% Sn 材では脆化がみられなかった。(図2)

3) PV 鋼, LP 鋼ともに不純物の複合添加材の脆化量は単独添加材の脆化量の合計よりも大である。

4) PV 鋼において Si 量の 0.06 → 0.26% への増加は脆化量を増加させるが、0.06 → 0.02% への低下による脆化量の低減はあまり期待できない。(図3) LP 鋼においてもほぼ同様の結果が得られた。

5) PV 鋼, LP 鋼ともに組織は低温変態生成物ほど脆化量が大である。

6) PV 鋼においては γ 粒径の大きいほど、焼もどしによる強度低下が大きいほど、脆化量は大い。

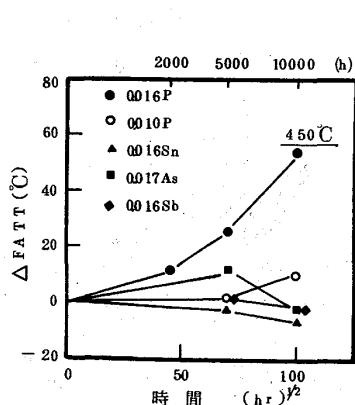


図1. PV 鋼の焼もどし脆性に及ぼす不純物元素の影響

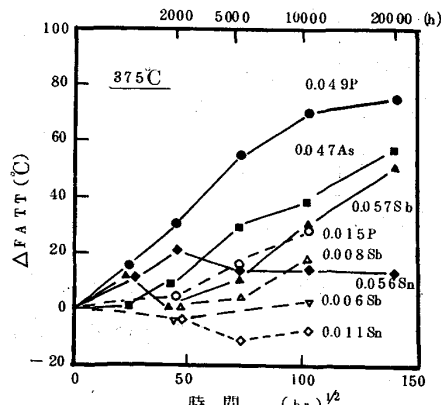


図2. LP 鋼の焼もどし脆性に及ぼす不純物元素の影響

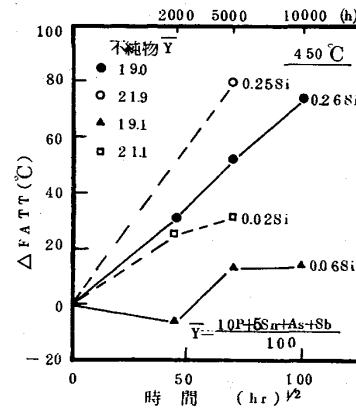


図3. PV 鋼の焼もどし脆性に及ぼす Si の影響