

(623) 破壊靱性試験による焼もどし脆化した各種Cr-Mo鋼の水素脆化感受性の研究
(Cr-Mo鋼の焼もどし脆性と水素脆化の関係 - 1)

㈱神戸製鋼所 中央研究所 ○勝亦正昭 高木 勇

1 緒言

高温高压水素雰囲気で使用される圧力容器は、運転中に多量の水素を容器壁に吸収し、運転停止時に温度が常温付近まで低下しても、かなり多量の水素を容器壁中心部に含んでいることが知られている。これは圧力容器用材料が水素脆化を起こす可能性のあることを示している。そこで、圧力容器に使用される各種Cr-Mo鋼の水素脆化感受性を調査した。また、Cr-Mo鋼は運転中に焼もどし脆化により材質が劣化することが知られているので、焼もどし脆化処理による水素脆化感受性への影響も調べた。

2 実験方法

表1 供試材の化学組成 (wt%)

表1に示す組成の供試材を、真空高周波炉で溶製し、90kg鋼塊とし、30mm厚の板に圧延した。焼ならし焼もどし処理とそれにステップ・クーリング(S.C.)処理を施した2種類の材料を用意した。水素脆化試験はボルト・ロード型の1T-Mod.WOL試験片を30℃の飽和H₂S

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	Al	As	Sn	Sb
A	.23	.26	.80	.019	.014	.16	10	.02	.52	.019	.020	.023	.020
B	.20	.29	.69	.019	.015	.08	.68	.02	.50	.003	.020	.022	.022
C	.14	.27	.50	.018	.013	.03	1.01	<.01	.48	.020	.020	.021	.022
D	.13	.66	.56	.017	.008	<.01	1.43	<.01	.48	.021	.017	.018	.022
E	.15	.28	.55	.017	.007	<.01	2.27	<.01	1.06	.007	.018	.020	.021
F	.13	.27	.51	.019	.008	<.01	2.98	<.01	1.01	.011	.018	.021	.022
G	.13	.31	.55	.019	.009	<.05	4.98	<.05	.55	.006	.019	.022	.022
H	.11	.59	.54	.019	.008	<.05	9.03	<.05	1.05	.005	.021	.021	.022

-0.5%CH₃COOH水溶液に1000h浸漬し行なった。水素脆化感受性は水素助長割れが停止した、き裂先端の応力拡大係数、K_{IH}で評価した。

3 実験結果

表2 供試材のvTrs (°C)

表2にS.C.処理前および後のシャルピー破面遷移温度(vTrs)を示す。図1にS.C.処理前および後の室温における破壊靱性値K_{IC}(J_{IC}より換算)とK_{IH}を示す。S.C.処理によりvTrsが大きく上昇

Steel	A	B	C	D	E	F	G	H
before S.C.	13	-2	-36	22	-32	-30	-20	2
after S.C.	8	20	-34	35	80	100	10	0

する2½Cr-1Mo、3Cr-1Mo鋼は、S.C.処理によりK_{IC}の低下が観察される。S.C.処理前のK_{IH}の値は160~200kgmm^{-3/2}の範囲にあり、1½Cr-½Mo、2½Cr-1Mo、3Cr-1Mo鋼のK_{IH}の値が他のCr-Mo鋼より若干高く、耐水素助長割れに優れている。一方、S.C.処理によるK_{IH}の低下は、K_{IC}の変化と同様に、焼もどし脆化感受性の高い、2½Cr-1Mo、3Cr-1Mo鋼、とくに3Cr-1Mo鋼で大きい。走査型電顕で観察した破面形態は½Mo~1½Cr-½Mo鋼では、S.C.処理の有無にかかわらず粒界破面は観察されなかったが、2½Cr-1Mo、3Cr-1Mo鋼ではS.C.処理材に粒界破壊が観察された。5Cr-½Mo、9Cr-1Mo鋼ではS.C.処理前材に粒界破壊が観察され、シャルピー破面の様相と異なった結果を示した。図2はK_{IH}に及ぼす初期応力拡大係数(K_{IO})の影響を3Cr-1Mo鋼を例に示す。K_{IO}を低くするとK_{IH}は低下し、次第に一定値となる傾向にあり、S.C.処理材でK_{IO}の影響が著しいことがわかる。

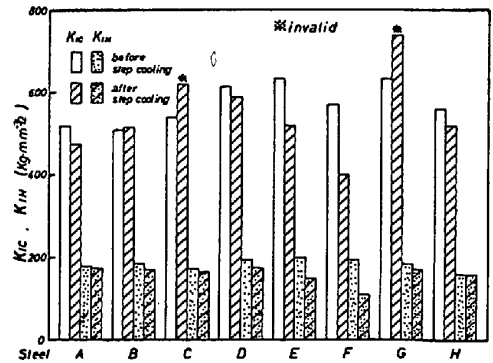


図1 各種Cr-Mo鋼のK_{IC}、K_{IH}

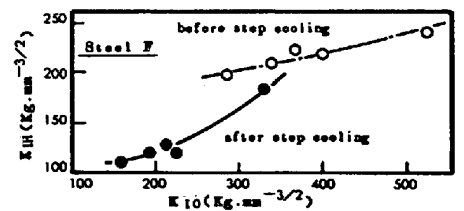


図2 K_{IH}に及ぼすK_{IO}の影響