

(389)

応力除去焼なまし脆化におよぼす各種因子の影響

㈱神戸製鋼所 中央研究所 ○小出憲司 勝亦正昭
 梶 晴男

1. 緒言： 近年、圧力容器の大型化にともない極厚鋼が用いられ、応力除去焼なまし（SR）処理の保持時間が著しく長くなるために、強度の低下や切欠靱性の低下が生じ、特に後者は「SR脆化」と称されて、極厚鋼には質量効果などのため高い靱性を付与しがたいので問題となっている。したがって本報ではSR脆化挙動を把握するため、1) 前組織、2) オーステナイト粒度、3) C量、4) 応力付加、5) SR温度・時間条件、6) 合金元素量のSR脆化挙動におよぼす影響について調査した。

2. 実験方法： 供試鋼は表1に示す炭素鋼(0.2% C, 0.4% C)とCr-Mn系(A387Gr.12, 22, 5)およびMn-Mo系(A533Gr. A, B)の圧力容器用鋼を用い、実験は上述の個々の因子が取り出せるように熱処理条件を選定した。そのうち種々のSR処理を施してSR処理後の機械的性質を調査した。引張試験片はJIS 4号、衝撃試験片はJIS 4号を主として用いた。応力付加方法はステンレス製のパイプとナットからなる治具を用い、トルク・レンチで予め引張歪を付与したのちSR温度に加熱し、試験片とパイプの熱膨張率の差を利用して0.25%歪相当の応力を付加した。本実験では一般に別個に焼もどし処理を施さず、焼入後の加熱を便宜上すべてSR処理とみなし、結果は焼もどしパラメータ〔 $P = T(^{\circ}K) (\log t^h) + 20$ 〕を用いて整理した。

表1 供試鋼の化学組成 (wt%)

記号	鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al
A	炭素鋼	0.19	0.34	1.51	0.011	0.008	-	-	-	-	0.027
B	炭素鋼	0.89	0.37	1.47	0.010	0.007	-	-	-	-	0.040
C	A387Gr.12	0.14	0.26	0.50	0.018	0.015	-	-	0.98	0.50	0.032
D	A533Gr.A	0.16	0.27	1.40	0.017	0.016	-	-	-	0.50	0.026
E	A533Gr.B	0.19	0.21	1.41	0.011	0.011	-	0.65	0.12	0.50	0.015
F	A887Gr.22	0.14	0.38	0.57	0.011	0.009	0.19	0.21	2.26	1.05	0.003
H	A887Gr.22	0.14	0.28	0.49	0.014	0.017	-	-	2.27	0.98	0.039
I	A387Gr.5	0.10	0.32	0.50	0.011	0.008	-	-	4.92	0.49	0.030

3. 実験結果： SR脆化は図1, 2に示すようにどの鋼種、組織でも生じ、50%破面遷移温度(vTs)はP値に対してV型(マルテンサイト、ベイナイト組織)または∟型(フェライト・パーライト組織)の曲線となる。1) 前組織の変化によりSR脆化の開始するP値(P*)は影響を受けないがSR脆化の勾配(ΔvTs/ΔP)は低温変態組織ほど大きい。またP*におけるvTsは低温変態組織ほど低温となる。2) オーステナイト粒度によりP*、脆化の勾配はほとんど変化しないが、vTsは細粒材の方が低い。3) C量の多小によりP*、脆化の勾配は変化しないが、脆化域

ではvTsは低C量材の方が優れている。4) 応力付加材と無付加材の強度、vTsの差はどのP値でも認められず、応力付加はSR脆化に影響をおよぼさない。

5) 同一P値では高温・短時間SR処理と低温・長時間SR処理の強度は一致するが、vTsは前者の方が優れている。

6) 鋼種によりP*は異なり、図2に示すように炭素鋼が最も低く、A387鋼ではCr, Mo量が多いほど高い。

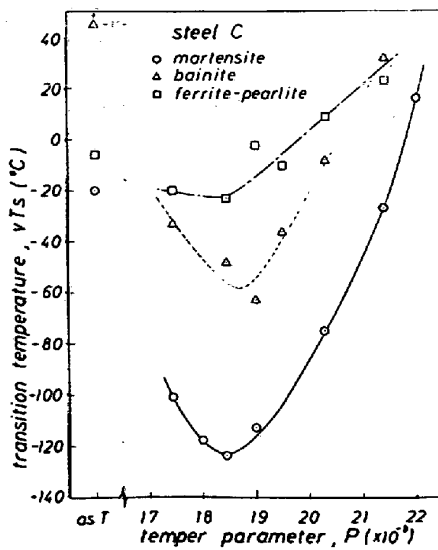


図1 SR脆化挙動と前組織の関係

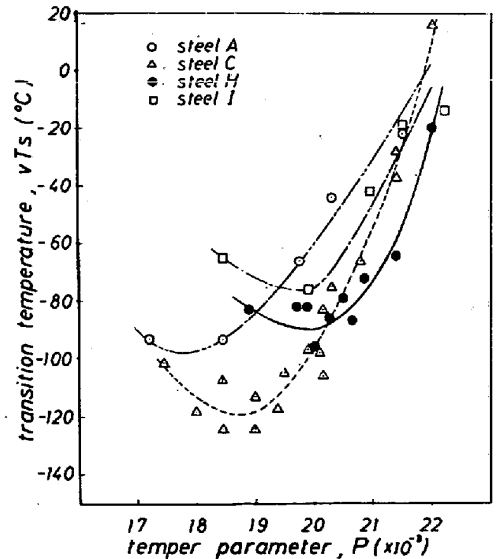


図2 各鋼種のSR脆化挙動