

日本鋼管(株) 技術研究所 山田 真 ○高野俊夫
鈴木治雄 (現ペンシルバニア大)

1. 緒 言

高温高圧水素雰囲気下で使用される圧力容器鋼材は水素脆性と焼もどし脆性が重量して起こることが懸念されている。前報¹⁾では現場出鋼の各種Cr-Mo鋼について焼もどし脆性と水素脆性との関連について検討し、両脆性の相加作用は認められるが、焼もどし脆性が水素脆性を助長するような相乗作用は認められない事を示した。本報告では、Si, P量を変化させ、焼もどし脆化感受性の高い成分系を含む2 1/4Cr-1Mo鋼における焼もどし脆性と水素脆性の関連について検討した結果を示す。

2. 実験方法

Table 1. に示すように Si, P 量を変化させた 6 鋼種の 2 1/4Cr-1Mo 鋼を供試材とした。板厚 120 mm 相当の焼入れ後 (70°C/min.), SR 処理 (T.P. = 2.05 × 10³) を施した材料を非脆化材とし、その後、GE 型ステップクール処理あるいは等温脆化処理 (500°C × 64 Hr, 500°C × 576 Hr) を施した材料を脆化材とした。水素は H₂S を飽和させた 0.5% CH₃COOH 水溶液中に浸漬させることにより添加した。浸漬は 2 日間行い、水素量は 1.1 ~ 3.9 ppm とした。機械試験としては低温引張試験, シャルピー衝撃試験を実施した。

Table 1 Chemical Composition of Steel. (wt.%)

Material No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
T 1	0.13	0.27	0.56	0.010	0.006	2.34	1.00
T 2	0.11	0.52	0.59	0.018	0.006	2.38	1.00
T 4	0.12	0.28	0.59	0.044	0.007	2.37	1.02
T 5	0.13	0.24	0.59	0.006	0.005	2.37	0.99
T 6	0.11	0.04	0.60	0.023	0.005	2.37	1.03
T 7	0.13	0.26	0.58	0.024	0.006	2.48	1.03

As < 0.003, Sn < 0.001, Sb < 0.001

3. 実験結果

- (1) 水素添加による延性の低下は非脆化材, 脆化材において, 認められる。
- (2) 延性劣化の度合を RA* = (RA₀ - RA_H) / RA₀ で表わすと歪速度の低下にもなって RA* は著しく大きくなる。RA* の Si, P 量による明瞭な差は認められない。(Fig. 1.)
- (3) 水素添加による靱性の劣化は非脆化材, 脆化材の両方に認められる。
- (4) 靱性劣化の度合を vTrs* = vTrs_H (水素添加後) - vTrs₀ (水素添加前) であらわし, 焼もどし脆化量を ΔvTrs であらわすと, ΔvTrs 量によらず vTrs* は一定の範囲で分散している。(Fig. 2)
- (5) 前報と比較して, 焼もどし脆化量の大きい供試材 (ΔvTrs ~ +80°C) においても, 衝撃靱性については焼もどし脆性と水素脆性との相乗作用は認められなかった。(Fig. 2)

120mmQ-SR(20.5×10³)
Strain Rate; H: 2.8×10⁻¹sec⁻¹, M: 2.8×10⁻³sec⁻¹, L: 1.4×10⁻⁴sec⁻¹

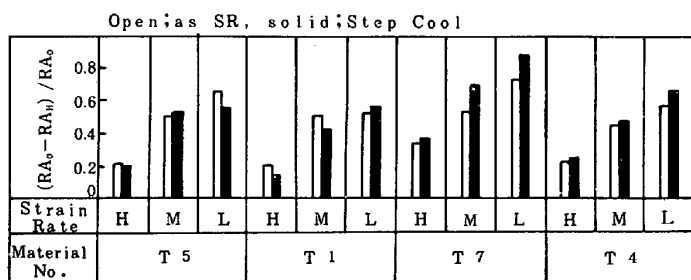


Fig. 1 Effect of strain rate on the decrease in ductility by Hydrogen (at -100°C)

120mmQ-SR(20.5×10³)
○ 0.27Si-0.010P △ 0.52Si-0.018P □ 0.28Si-0.044P
◇ 0.24Si-0.006P ☆ 0.04Si-0.023P ○ 0.26Si-0.024P
open: as SR, hatched: 500°C × 64hr, half solid: 500°C × 576hr, solid: Step Cool

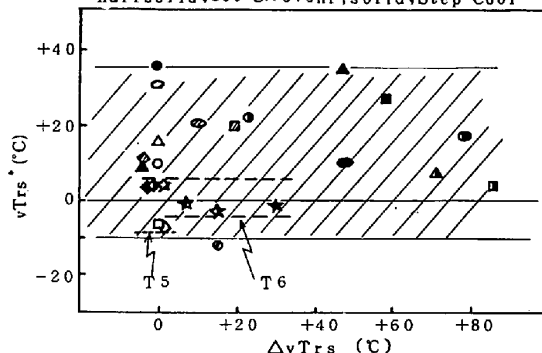


Fig. 2 Increase of vTrs by hydrogen in 2 1/4Cr-1Mo steel with different degree of temper embrittlement.

(1) 山田 真, 高野俊夫, 鈴木治雄; 鉄と鋼 67 (1981), S1122