

(695) 2.25 Cr-1Mo 鋼のシャルピー衝撃特性に及ぼす水素添加の影響

(Cr-Mo 鋼の焼もどし脆性と水素脆性の関係-5)

神戸製鋼所 中央研究所 勝亦正昭
高木 勇

1. 緒言

高温高圧水素容器に使用される 2.25 Cr-1Mo 鋼の水素脆化感受性をボルト・ロード型の破壊靱性試験による水素助長割れ停止時の応力拡大係数 (K_{IH}) で評価すると、 K_{IH} は焼もどし脆化の進行とともに低下することを報告した¹⁾。また、シャルピー破面遷移温度 (vT_{rs}) は水素添加により上昇するが、その上昇量は焼もどし脆化量によらないこと、および水素添加後の vT_{rs} と K_{IH} との間により相関のあることを示した²⁾。本報告では、水素添加によるシャルピー特性をより詳細に検討するとともに、水素添加量とシャルピー特性の関係を調査し、前報で提案した vT_{rs} から K_{IH} を推定する方法をより定量化した。また、シャルピー破面の粒界破面率の測定結果から水素の粒界破壊強度に及ぼす影響を考察した。

2. 実験方法

Table 1 に示す成分範囲の 2.25 Cr-1 Mo 鋼 7 種類を真空高周波炉で溶製し、90kg 鋼塊とした後、30mm 厚に圧延し供試材とした。熱処理は主に 930°C 空冷後、690°C × 30hr の焼もどしとした。焼もどし脆化処理はステップクーリング処理と 500°C での等温脆化処理である。シャルピー試験片を 80~550°C、水素圧 130 kg/cm² のオートクレーブ中に 2 時間保持し、1.5~5.5 ppm の水素を添加した。水素添加後は水素の放出をできるだけ少なくし、シャルピー試験に供した。

Table 1 Chemical composition of steels (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	As	Sn	Sb
0.14	0.02	0.50	0.002	0.01	2.20	1.00	<0.005	0.002	<0.005
	0.27		0.046				0.019	0.020	0.021

3. 実験結果

(1) vT_{rs} は水素添加量とともにほぼ直線的に上昇し、水素 1 ppm あたり vT_{rs} は約 11°C 上昇する。(Fig. 1)

(2) シェルフエネルギー (vEs) は水素添加量とともにほぼ直線的に低下し、水素 1 ppm あたり vEs は約 1.7 kgfm 低下する。

(3) 室温における吸収エネルギー (vE_{RT}) は水素量とともに低下する。その低下量は vT_{rs} が室温付近の材料で大となる。

(4) K_{IH} と水素添加後の vT_{rs} 、 vEs 、 vE_{RT} との相関を求めると水素添加後の vT_{rs} と最も良い相関が得られ、これから推定した K_{IH} の標準誤差も $10 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3/2}$ と最も小さかった。

(5) シャルピー破面の脆性破面中に占る粒界破面率は水素添加 (約 2 ppm) により変化しなかった。(Fig. 2) この結果から水素添加によるシャルピー特性の低下は水素が粒界破壊強度を低下させたためでなく、粒内、粒界破壊強度ともに均等に低下させるためと考えられる。ただし、粒界破面率は試験片のノッチからの距離や試験温度 (マクロ的脆性破面率) に依存するので、その測定値を比較する時は注意が必要である。(Fig. 2 中の図)

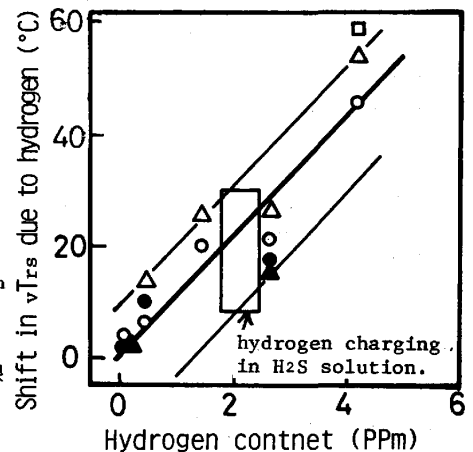


Fig. 1 Shift in vT_{rs} due to hydrogen

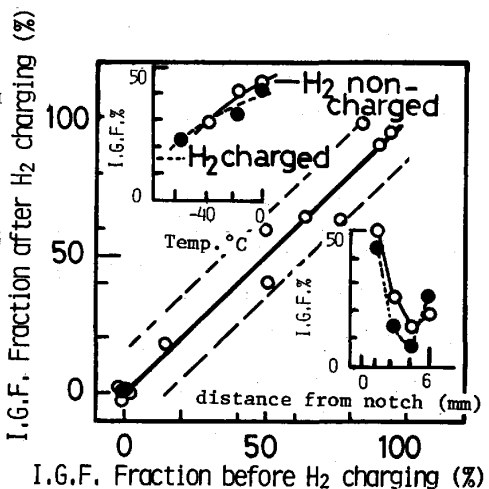


Fig. 2 Charge in intergranular fracture (IGF) fraction due to hydrogen addition

参考文献 1) 勝亦、高木：鉄と鋼 68(1982) S326

2) 勝亦、高木：鉄と鋼 68(1982) S327