

焼戻し脆化処理をほどこした2¼Cr-1Mo鋼の機械的性質におよぼす水素チャージの影響

川鉄技研 水島

今中 拓一

1. はじめに: 化学工業, 石油精製工業や石炭液化, ガス化などの工業においては, 高温, 高圧水素露田気での操業は不可避であり, そこに用いられる装置材料の使用上の問題点の解明は重要である。圧力容器用鋼の装置材料としての問題点として, ①焼戻し脆化, ②水素脆化, ③焼戻し脆化と水素脆化の相互作用による加速脆化, ④水素侵食, ⑤水素侵食と上記脆化との相互作用, ⑥オーバレイのディスプレイがある。ここでは2¼Cr-1Mo鋼における焼戻し脆化と水素脆化の相互作用について検討した結果を報告する。

2. 実験方法: Table 1に示す成分をもった100kg鋼塊を真空溶製し, 鍛造, 熱延, 熱処理後, 試験に供した。熱処理は焼ならし-焼戻し処理および加速脆化処理である。各熱処理をほどこした試験片に陰極電解法により, 水素をチャージし, 焼戻し脆化と水素添加の相互作用について検討した。水素チャージ条件は, 電解液; 0.1N NaOH + 0.1N NaCN, 電流; 10mA ~ 100mA/cm², 温度; 50°C ± 0.1°C, 時間; 5 ~ 48hrである。また, ductileな材料, brittleな材料の特徴が, その巨視的降伏前の微小歪領域における転位の挙動に顕著に現われるとの観点から, 内部摩擦測定法を用いて脆化挙動を調べた。用いた内部摩擦測定法は, 横振動法である。従来, 横振動法における歪振中の絶対値, 従って内部摩擦値そのものにも曖昧さがあり定量的議論ができなかったが, 本法では歪振中の測定に, dynamic range 100KHzの微小変位計にLINEARIZERを組み合わせて歪検出力と歪との関係をlinearにする装置を作成して, 内部摩擦も測定した。

3. 結果: 歪振中εに依存する内部摩擦Q_H⁻¹は, 低歪側でεとln Q_H⁻¹・ε = ln A - B/εの関係がある (Granato-Lückの関係)。ここで, A ∝ ρL_w³/L_c², B ∝ 1/L_c, ρは転位密度, L_c, L_wは転位線上の不純物による固着間隔および転位節間隔である。一方, 高歪側(臨界歪ε_p以上でG-L plotよりはずれる)では, 内部摩擦Q_p⁻¹とεの関係は, ln(Q_p⁻¹・ε) = ln(A/Ω) + (αDG²/kT)(ε - ε_p)^{1/2}で与えられる (Peguin)。ここで, D = V(σ - σ_p)², Aは転位の活性化パラメータ, Ω; 定数, V; 活性化体積, σ; 外部応力, σ_p; 内部応力, α ≈ 0.5である。Fig. 1, Fig. 2に試料Bの焼ならし-焼戻し材の測定結果を示す。これより, 水素添加により転位線上の不純物固着間隔が小さくなり, micro-yield stressが高くなる。しかしながら, 熱活性化過程の素過程は変わらない(歪振中10⁻⁴の時の活性化体積, ~10⁻²¹cm³で水素チャージの影響はない)ことがわかる。これらの解析結果をもとに焼戻し脆化と水素脆化の関係について議論する。

Table 1

Chemical composition (wt%)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
A	0.16	0.31	0.51	0.019	0.001	2.22	1.00
B	0.15	0.063	0.50	0.006	0.001	2.21	1.00
C	0.17	0.052	0.51	0.018	0.001	2.22	1.00
D	0.17	0.60	0.51	0.006	0.001	2.20	1.00
E	0.12	0.60	0.51	0.020	0.001	2.21	1.00

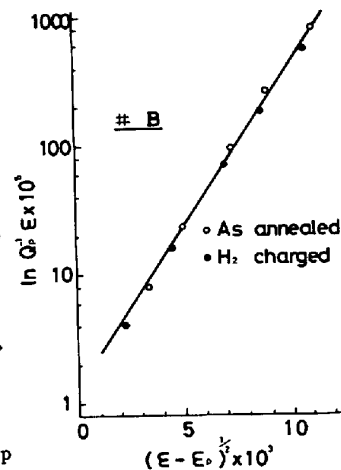


Fig. 2 Peguins relationship

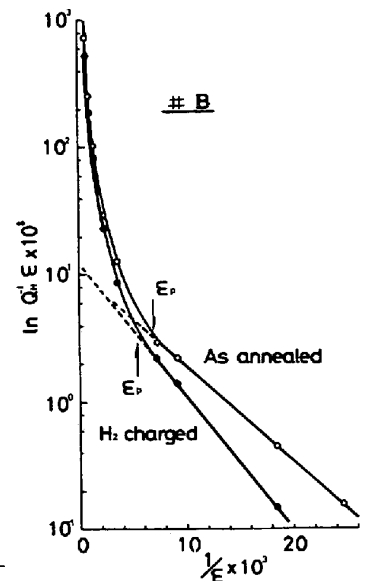


Fig. 1 G-L plot