

(559) $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の高温高压下での水素の拡散挙動と水素侵食

川鉄技研 水島 今中拓一, 前田洋一

1 目的

圧力容器用材料の使用中の脆化現象としては、焼戻し脆性をはじめとして色々あるが、化学工業における装置材料についての最大の関心は、水素侵食ならびにステンレス鋼の内面肉盛溶接部の剥離割れにあると思われる。水素を取扱う化学装置の操業条件は通常、温度が $200\sim 600^\circ\text{C}$ 、水素分圧が $10\sim 600\text{ kg/cm}^2$ である。したがって、このような条件下での炭素鋼や低合金鋼中の水素の挙動を明らかにすることは、装置材料の水素に係る上述の脆化現象を解明する上で重要である。

本報では、これらのことを目的に開発した水素の透過度測定法を用いて、高温高压下での水素の拡散挙動におよぼす水素侵食の影響を調べた結果について報告する。

II 実験方法

供試材は、真空溶製した 100 kg の $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼で、熱間鍛造後、焼ならし ($1223\text{ K}\times 9\text{ ks}$)、焼もどし ($963\text{ K}\times 72\text{ ks}$) の熱処理を施した。直径 20 mm 、厚み 4 mm の寸法の試験片を作成し、予め水素分圧 $19.6\sim 49\text{ MPa}$ 、温度 873 K の高温高压水素雰囲気下で処理した後、水素分圧 $2.45\sim 19.6\text{ MPa}$ 、温度 $373\text{ K}\sim 873\text{ K}$ の雰囲気下で試料を透過してくる水素を He ガスをキャリアーガスとして、四重極質量分析装置によって分析した。試料保持部の高压セルを図 1 に示す。セルは SUS 316 で作成されており試験片を介して高压室と低压室とに分けられている。A 部はステライトを肉盛溶接した後成型され、この部分で試験片のエッジ部をセルのネジ締付けによって押える構造となっている。

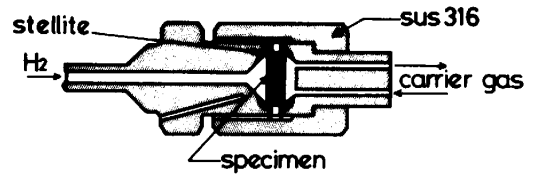


Fig.1 High pressure cell

III 実験結果

図 2 は、水素分圧 29.4 MPa 、温度 873 K で曝露したときの 273 K における吸収エネルギーおよび種々の温度における拡散係数の曝露時間に対する変化を示している。矢印で示した個所の試験片の組織 (SEM 像) を図中に示しているが、吸収エネルギー低下に伴って粒界に気泡跡が観察される。また、吸収エネルギーの変化に対応して拡散係数も変化することがわかる。

図 3 は、図 2 の吸収エネルギーに対して、同じ曝露条件で処理した試験片の図に示した各温度での水素の透過量をプロットしたものである。これにより水素の透過量 (Φ) は内部に形成された欠陥の量および存在状態に依存せず一定であることがわかる。これらの結果を Fick の第 2 法則および Mc

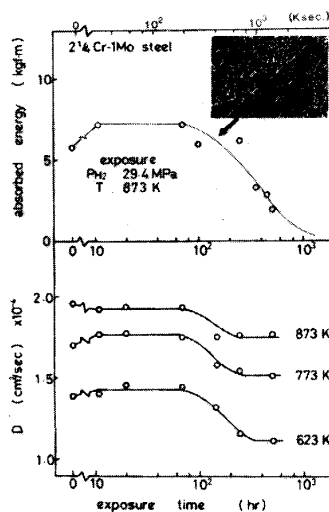


Fig.2 Changes in absorbed energy and D as a function of exposure time

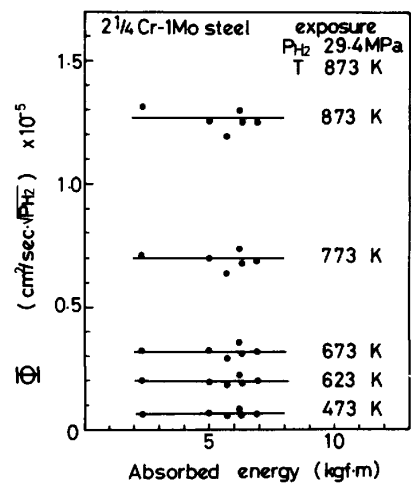


Fig.3 Relation between hydrogen permeation and absorbed energy

Nabbar の trap 理論を用いて議論する。