

(554) 2.25Cr-1Mo鋼の水素侵食による気泡の発生と成長

金属材料技術研究所 ○宮地博文 中島宏興

1. 緒言 高温高压水素環境下で使用される圧力容器用鋼は、水素侵食により一定の潜伏期を経た後急速に劣化するといわれている。従って、潜伏期における水素侵食挙動を正確に把握し、寿命の予測と材質の向上をはかることが重要な課題となっている。このため潜伏期におけるメタンの気泡の発生と成長段階が組織観察により調べられてきたが、限られた数の観察結果から全体の挙動を定量的に把握することはかなり困難である。本報告においては、組織観察によらないで気泡の密度と大きさを推定する方法を提案し、これにより水素侵食挙動を調査した。

2. 気泡の密度と大ききの推定 一般に欠陥を含む鋼中の水素のみかけの拡散係数  $D_{app}$  は、その種類によらず次式で与えられる。

$$D_{app}(T) = D_0 \exp(-Q/RT) / [1 + K \exp(E_0/RT)] \quad \dots (1)$$

ここで、 $D_0$  と  $Q$  は欠陥の影響をうけない時の拡散定数、 $K$  は欠陥密度に比例する定数、 $E_0$  は水素と欠陥との結合エネルギーである。また、気泡が発生すると密度変化  $\Delta\rho/\rho$  が起こる。そして  $K$  および  $\Delta\rho/\rho$  の値はいずれも鋼中の気泡の密度と大きさを反映していると考えられることから、両者を簡単なモデルにより関係づけると、粒界における気泡密度  $\rho_s$  および気泡半径  $r$  は

$$\rho_s = (C/\Delta r^3) \cdot [K^3 / (-\Delta\rho/\rho)^2] \quad \dots (2)$$

$$r = 3 \Delta r \cdot [(-\Delta\rho/\rho) / K] \quad \dots (3)$$

となる。但し、 $C$  は粒径に關係する定数、 $\Delta r$  は気泡の周囲の水素のトラップサイトとして働く領域である。

3. 実験方法 試料は真空溶解した2.25Cr-1Mo鋼を930°Cで1hオーステナイト化後水冷し、690°Cで19.4hの焼戻しを行った。水素曝露処理は600°C、300 kgf/cm<sup>2</sup>の水素雰囲気中で300、600、1000h行った。水素の拡散係数の測定は電気化学的方法、密度変化は高精度密度測定装置により、また組織観察は研磨面を軽く腐食したのち走査電顕により行った。

4. 実験結果 Fig.1は水素の拡散係数の温度依存性に対する曝露時間の影響を調べたものである。それぞれの測定結果に(1)式を適用すると、図中の曲線のようになり、 $K$ 値は曝露時間とともに大きくなる。Fig.2は密度変化に対する曝露時間の影響を調べたもので、 $\Delta\rho/\rho$ は曝露時間とともに大きくなる。 $K$ と $\Delta\rho/\rho$ の結果から、(2)、(3)式により $\rho_s$ 、 $r$ を求めると、それぞれ $1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ 、 $0.1 \mu\text{m}$ 程度の値が得られた。そして、これらの値は組織観察による気泡の存在状態とよく対応していた。

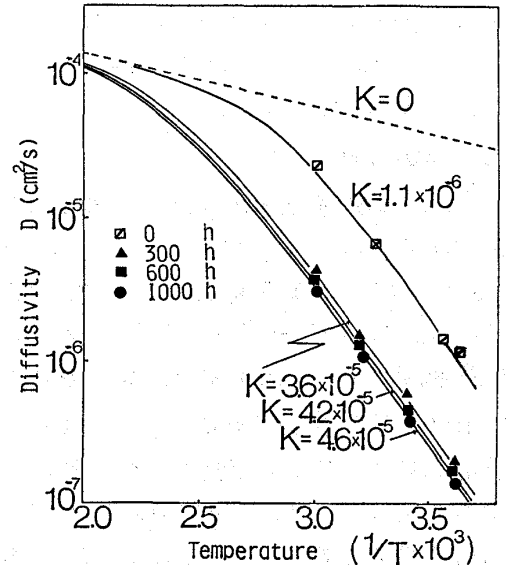


Fig.1 Effect of exposure time on the temperature dependence of hydrogen diffusivity

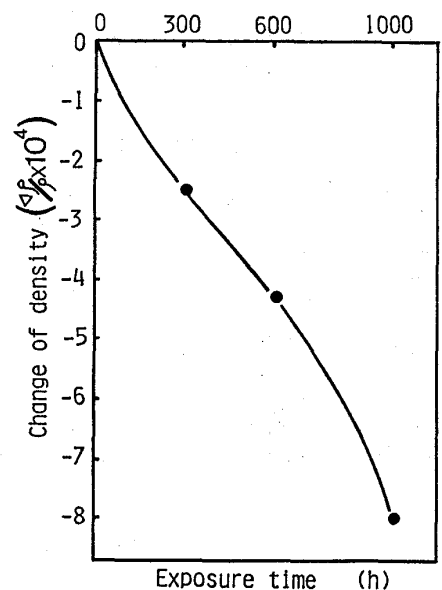


Fig.2 Effect of exposure time on the change of density