

(702)  $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$  鋼の水素拡散係数と析出物の関係

川鉄技研水島 ○下村順一, 今中拓一

1. 緒言

石油精製工場の重油脱硫装置等に使用される圧力容器用鋼は、高温高圧水素環境に曝されることによる水素侵食等の材質劣化、ステンレス鋼肉盛溶接部の剥離割れ等の現象を生じ、水素拡散係数の値がその起りやすさに影響を与えていると考えられる。しかし圧力容器用鋼の使用中的組織変化に対し水素拡散係数がどう変化するかについてのデータは少い。 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$  鋼において高温高圧水素処理も含めた熱処理条件の水素拡散係数に及ぼす影響を調査した。また透過電子顕微鏡ならびにX線分析装置により鋼中炭化物の状況を調査し、水素拡散係数との関連を調査した。

II 実験方法

供試材はC:0.15%, Mn:0.5%, S:0.001%, Cr:2.25%, Mo:1.0%をベースに、Si量を0.06~0.6%, P量を0.005~0.02%と変化した真空溶解材で、焼ならし(950°C×2.5hr), 焼戻し(690°C×20hr)処理を行い、一部の試料は更に加速脆化処理(GEタイプのステップクーリング処理)を施した。またオートクレーブ中で高温高圧水素処理(温度:600°C, 水素分圧:300atm, 処理時間:150hr)も行った。水素拡散係数は陰極チャージ透過法(チャージ液:0.1N-NaOH+0.1N-NaCN, 引抜液:1.0N-NaOH)により測定した。またエネルギー分散形X線分析装置を装着した透過電子顕微鏡により炭化物の組成, 結晶構造等を調査した。

III 実験結果

(1) いずれの材料も焼ならし後焼戻し処理を行うと水素拡散係数は大幅に増加する。更に加速脆化処理を行うと拡散係数はいくぶん減少する。(2) 焼ならし後はSi量の低い材料の方が水素拡散係数は大きい。焼戻し, 加速脆化処理を行った場合, 逆に低Si材の方が水素拡散係数は小さい。(表1)(3) 高温高圧水素処理を行った場合, 焼ならし材では拡散係数は低下する。焼戻し後は高Si低P材でのみ拡散係数は低下しているが, 他の成分の材料では拡散係数の変化は少い。(4) 加速脆化処理材では高温高圧水素処理による拡散係数の変化は少い。(表2)(5) 熱処理条件, 高温高圧水素処理の有無により鋼中炭化物の種類, 組成が大幅に変化しており, 水素拡散係数に影響を与えていると考えられる。

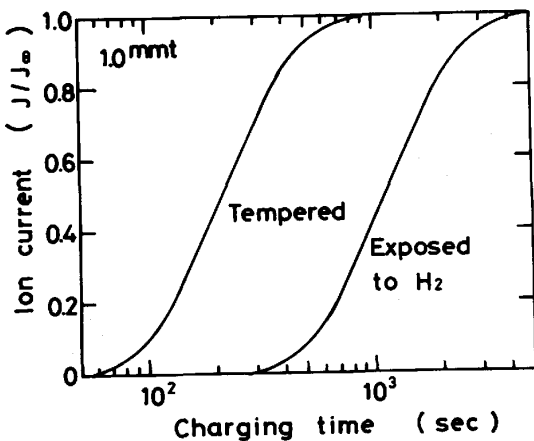


Fig.1 Typical permeation transient curve

Table I Diffusion coefficient of hydrogen after various heat treatments (cm<sup>2</sup>/sec)

| specimen |       | norm                 | norm-temp            | norm-temp + step cool |
|----------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Si wt%   | P wt% |                      |                      |                       |
| 0.06     | 0.005 | $5.7 \times 10^{-7}$ | $3.4 \times 10^{-6}$ | $1.8 \times 10^{-6}$  |
|          | 0.020 | $6.3 \times 10^{-7}$ | $4.1 \times 10^{-6}$ | $2.1 \times 10^{-6}$  |
| 0.60     | 0.005 | $4.4 \times 10^{-7}$ | $5.3 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-6}$  |
|          | 0.020 | $5.0 \times 10^{-7}$ | $5.1 \times 10^{-6}$ | $3.4 \times 10^{-6}$  |

Table 2 Diffusion coefficient of hydrogen after hydrogen treatments (cm<sup>2</sup>/sec)

| specimen |       | norm                 | norm-temp            | norm-temp + step cool |
|----------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Si wt%   | P wt% |                      |                      |                       |
| 0.06     | 0.005 | $3.7 \times 10^{-7}$ | $3.2 \times 10^{-6}$ | $3.1 \times 10^{-6}$  |
|          | 0.020 | $2.3 \times 10^{-7}$ | $3.9 \times 10^{-6}$ | $3.9 \times 10^{-6}$  |
| 0.60     | 0.005 | $6.3 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-6}$ | $3.3 \times 10^{-6}$  |
|          | 0.020 | $8.3 \times 10^{-8}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ | $3.3 \times 10^{-6}$  |