

(619) 2¼Cr-1Mo 鋼の水素アタックにおよぼす炭素含有量の影響

(株)日本製鋼所材料研究所 千葉 隆一

1. 結 言

高温高圧水素を取扱う圧力容器用鋼の水素アタック抵抗性にとって化学成分が支配的要因であり、Cr および Mo を添加すると水素に対して安定な炭化物が生成して耐水素性が向上する。2¼Cr-1Mo 鋼は耐水素性がすぐれているので、石油精製用のリアクタ類に採用されてきたが、これまでに水素アタックによる損傷は経験されたことはない。しかし、近い将来工業化が予定されている石炭の液化プロセスでは、水素圧および温度条件が石油精製プロセスのそれよりもより過酷になることが予想されている。そのため、水素アタックにおよぼす化学成分、マイクロ組織などの影響を調査しておく必要がある。本報では、まず炭素量の影響に関する研究結果を報告する。

2. 試 験 方 法

供試鋼の化学成分は表 1 に示す通りで、C 含有量 0.05、0.10 および 0.17% の 3 種の 2¼Cr-1Mo 鋼を選定した。50 kg 鋼塊から厚さ 35mm、幅 100mm のビレットに熱間加工したのち、920℃から焼準し、690℃にて焼戻した。また溶接熱影響部の水素アタック抵抗性を調査するために、熱影響部の再現熱サイクル（最高加熱温度 1350℃、相当入熱量 30KJ/cm）を与え、690℃にて 15hr の後熱処理を施した。水素曝露試験には、試験部直径 6mm の砂時計型引張試験片を採用し、水素圧 300Kg/cm²、温度 550~650℃にて最高 3000hr まで保持し、引張強さと絞りの変化から水素アタック感受性を評価した。

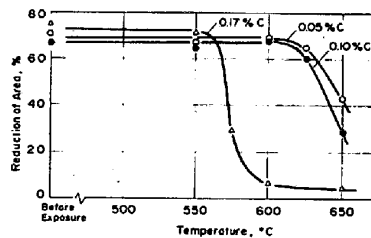
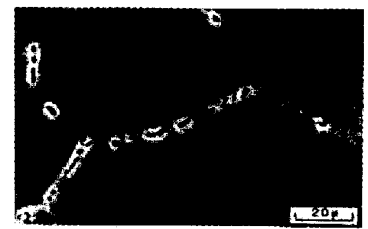
表 1 供試鋼の化学成分 (%)

| 鋼 | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo |
|---|------|------|------|-------|-------|-----|------|
| A | 0.05 | 0.18 | 0.56 | 0.010 | 0.010 | 257 | 0.86 |
| B | 0.10 | 0.19 | 0.58 | 0.010 | 0.010 | 259 | 0.91 |
| C | 0.17 | 0.26 | 0.55 | 0.007 | 0.009 | 246 | 0.93 |

3. 試 験 結 果

図 1 に圧力 300Kg/cm²、温度 600℃にて水素中曝露した場合

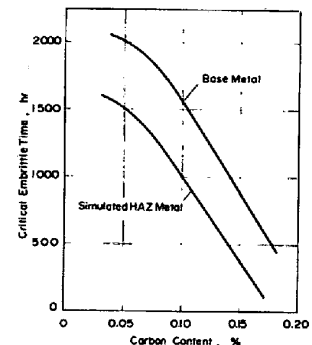
の、再現 HAZ 材の絞りと保持時間との関係を示す。C 含有量を増すと絞り低下は早期におこり始め、C 鋼(0.17% C)は A 鋼(0.05% C) および B 鋼(0.10% C) に比べて水素アタック感受性が著しく強い。写真 1 は、C 鋼再現 HAZ 材を 1000 hr 曝露した場合に発生した粒界バブルを SEM にて

図 1. 再現 HAZ 材の絞りと保持時間との関係 (300Kg/cm²H₂, 600℃)写真 1. C 鋼再現 HAZ 材に認められた粒界バブル (300Kg/cm²H₂, 600℃×1000hr)

観察したもので、バブル同志が合体して粒界分離をおこしている様相が認められた。図 2 は、600℃にて水素曝露した場合の再現 HAZ 材と母材の脆化限界時間（絞りが曝露前の%になったときの時間）と C 含有量との関係を示したものである。C 含有量が増加すると脆化限界時間はほぼ直線的に低下し、また再現 HAZ 材の脆化限界時間は母材のそれより約 500 hr 短いことが知られた。

4. 結 言

C 含有量により脆化限界時間が変化し、また溶接再現熱サイクルを与えると粒界バブルが合体しやすくなるが、これは C 量により粒界における炭化物の種類、およびその析出状態が変わるためと考えられる。

図 2. 炭素含有量と脆化限界時間との関係 (300Kg/cm²H₂, 600℃)