

(634)

水素侵食におよぼすCr, Moの影響
- Cr-Mo鋼の水素侵食(第一報) -

日本鋼管(株)技術研究所 ○高野俊夫 鈴木治雄
東田幸四郎 山田 真
福山研究所 田川寿俊 津山青史

1. 緒言: 高温高压水素環境下で使用される圧力容器用Cr-Mo鋼は, 高温強度のみならず各種の耐環境脆化特性が要求される。特に耐水素侵食特性は材料選定に際して重要な因子である。本報では, Cr, Mo量を変化させた成分系を用い, 水素侵食程度の材料試験による評価および水素侵食と炭化物の形態との関係について報告する。

2. 実験方法: 供試鋼は現用の各種圧力容器用鋼(A515-Gr.70, A204B, A387-Gr.11, Gr.22, Gr.21)およびCr, Mo量を, Cr:tr~5%, Mo:tr~3%の範囲で変化させた成分系を用い, T.P.=19.0~21.0×10³の条件でPWHTを施した。水素侵食試験は内容積10ℓの大型オートクレーブを用いて, 水素分圧: 300kg/cm²G, 水素温度: 350~600℃, 試験時間: 100~1000時間の条件で行った。水素侵食試験前後の材料について, Vシャルピー試験, 常温引張試験を行った。また抽出残渣についてX線回析による炭化物の同定を行った。

3. 実験結果

(1) PWHTままおよび水素侵食後のシェルフエネルギー(vEs)と絞り値(R.A.)の関係をFig.1に示す。水素侵食によってvEs, R.A.は低下する。水素侵食の進行に伴う特性値の変化は, 水素侵食が軽度の領域ではvEsが, 著しく進行した場合には, R.A.が大きい。したがって材料の水素侵食の程度を総合的に評価するには, R.A.とvEsの両者を用いるのが良い。

(2) Fig.2はCr, Mo量と炭化物の同定結果, 水素侵食試験後の等vEs曲線の関係を示す。Cr約2%以下では, Cr, Moの増加は耐水素侵食特性の改善に有効であるが, Cr2%以上ではCrによる改善効果が支配的である。高Cr, Mo化に伴う改善は炭化物の形態変化と対応しており, M₆C, M₂₃C₆の熱力学的に安定な炭化物のみが存在する場合には水素侵食をほとんど受けない。しかし, M₃C, M₇C₃の不安定な炭化物と安定な炭化物が混在する場合は, 不安定な炭化物と水素とのメタン反応により水素侵食を受けるものと考えられる。

○: A515-Gr.70, △: A204-B, □: A387-Gr.11,
◇: A387-Gr.22, ▽: A387-Gr.21,
○ as PWHT
Exposure Temperature: ⊖: 350℃, ⊕: 450℃
●: 500℃, ⊙: 550℃, ○: 600℃
Exposure Pressure: 300kg/cm²G
Exposure Time: ◆: 1000hours, ●: 500hours, ◆: 100hours

Exposure Condition:
Temperature: 600℃, Pressure: 300kg/cm²G, Time: 1000 hours.
○: M₃C, △: M₂C, □: M₇C₃, ◇: M₂₃C₆, ▽: M₆C, (): weak
Open: as PWHT, Half Solid: Held in Air, Solid: Held in H₂

(3) 熱力学的にはCr₇C₃はMo₂Cに比べて安定であるとされているが, 本実験から判断すると, メタン反応に対してM₇C₃はM₂Cに比べて不安定であると推察される。

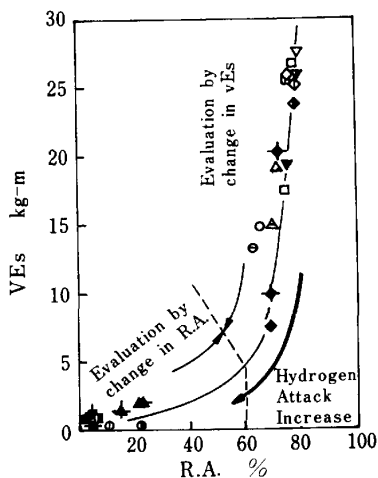


Fig. 1 Relationship between R.A. and Shelf Energy for the Conditions of after Hydrogen Exposure and as-PWHT.

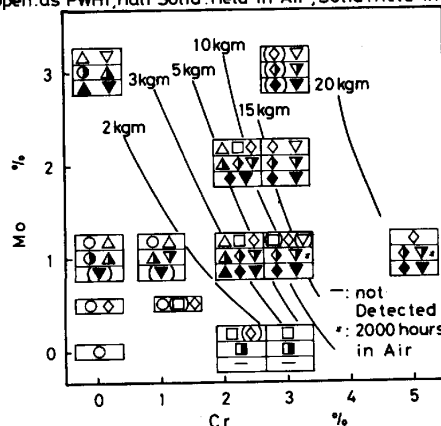


Fig. 2 Equi Shelf energy Curves after Hydrogen Exposure and Detected Carbide Types in the Systems of Various Cr and Mo Contents.