

(567) 2¼Cr-1Mo鋼の炭化物の形態および分布と材質特性

川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 ○下村順一 杉江英司  
水島研究部 上田修三

1. 緒言：石油精製工場における重油脱硫装置等の操業条件は、高温、高水素圧化のすう勢にあり、それに使用される2¼Cr, 3Cr-1Mo鋼は現行材料よりも格段にクリープ特性、耐水素侵食特性等に優れていることが要求される。上記特性の向上にはV, Nb, Ti, B等の合金元素の添加が有効であることが明らかとなってきたが、そのメカニズムはまだ十分に理解されていない。2¼Cr-1Mo鋼に合金元素を添加した場合の炭化物の形態等を調べ、材質特性との関係を考察した。

2. 実験方法：低N, 低Sの通常の2¼Cr-1Mo鋼、および0.3V-0.02Nb-0.004REM添加鋼、0.3V-0.02Nb-0.01Ti-0.002B-0.004REM鋼を100kg真空溶解炉で溶製後20mmに熱間圧延した。これを950℃に加熱、焼入れ(800-400℃の平均冷却速度：15℃/min., 肉厚300mm板中心部の水冷時の冷却速度相当)後主として690℃で24.5hのPWHTを行い、引張特性、衝撃特性、クリープ特性、耐水素侵食特性を調べた。またカーボン抽出レプリカ試料を作成し、X線分析装置を具備した透過電子顕微鏡により鋼中の炭化物の形態、析出密度、組成を測定し、電解抽出残渣からのX線回折図形から炭化物の結晶構造を決定し、材質特性との関連を調べた。

3. 実験結果：(1)600℃, 500kgf/cm<sup>2</sup>の水素暴露により各鋼ともに $v_{Trs}$ が上昇し $v_{Eshelf}$ が低下するが、とくに後者の変化が著しい。Vの添加、さらに微量のTi, Bの添加により耐水素侵食性が向上する(Fig.1)。(2)クリープ破断強度の向上にはVの添加が効果的であるが、Ti, B添加の効果は少い(Fig.2)。(3)通常の2¼Cr-1Mo鋼においてはMo, Crを含む針状のM<sub>2</sub>C型炭化物が粒内に析出し、粒界付近にはdenuded zoneが存在するが、V添加材においてはV, Moを主成分とする微細なV<sub>4</sub>CあるいはV<sub>6</sub>C<sub>7</sub>炭化物が粒内及び粒界付近に密に析出している。その他材質特性と炭化物の析出状態, N, S量との関連についても考察する。

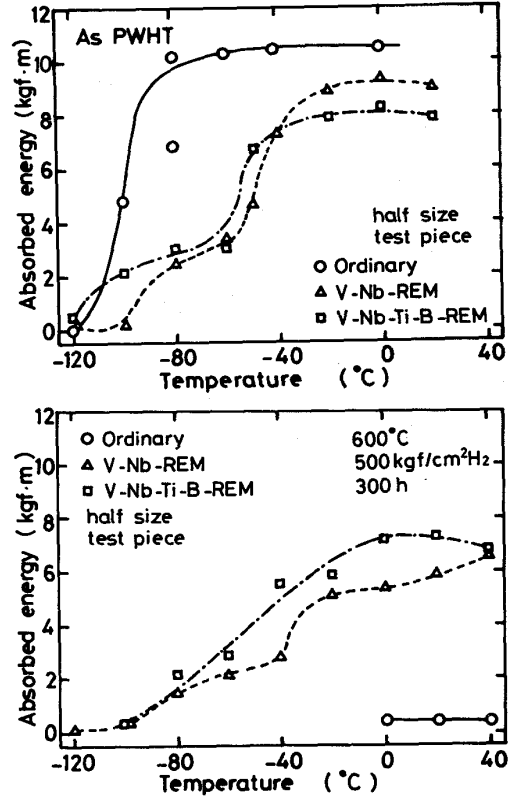


Fig.1 Charpy impact transition curves before (above) and after (below) exposure to hydrogen.

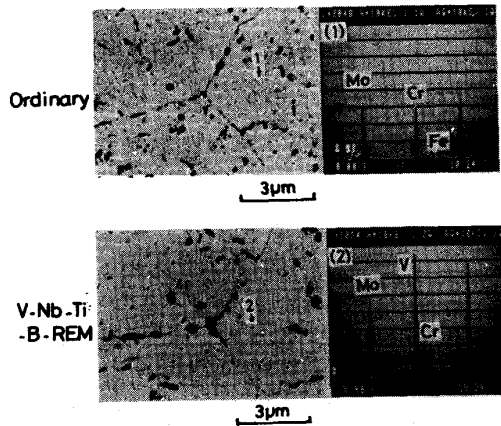


Photo.1 Morphology and composition of carbides.

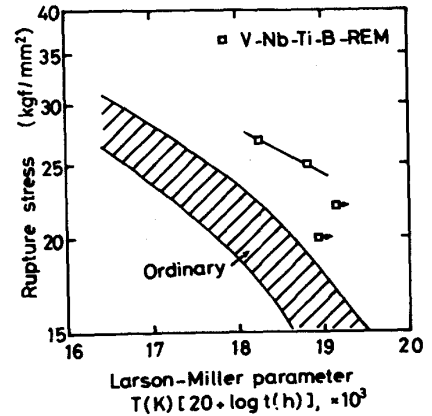


Fig.2 Relation between creep rupture stress and Larson-Miller parameter.