

(282)

2.25Cr-1Mo鋼の改良

東北大学 金属材料研究所 ○安彦 兼次
ペンシルバニア大学 David P. Pope

I. 緒言 現在市販されている2.25Cr-1Mo鋼には焼戻し脆性がきわめてわずかりしか認められず、大変優れた高温材料として広く利用されている。しかし、2.25Cr-1Mo鋼は、Sb、As、Sn、Pなどの元素が存在すると焼戻し脆性を示し、さらにSi、Mnなども共存するとその焼戻し脆性を著しく増すことが知られている。このため、可能な限りこの鋼より焼戻し脆性元素を除去したうえで使用している。しかしながら、これらの焼戻し脆性に関する結果は、主として常温以下におけるシャルピー衝撃試験結果によるものであるため、2.25Cr-1Mo鋼の高温における性質に及ぼす焼戻し脆性元素の効果と同一であるとは言い難い。本実験は主に最高使用温度における2.25Cr-1Mo鋼の性質に及ぼす焼戻し脆性元素Pの効果进行明らかにすると同時に、より優れた高温材料開発を目的として行なわれたものである。

II. 実験方法 市販の2.25Cr-1Mo鋼 (COM鋼と記す)、真空溶解による2.25Cr-1Mo鋼 (HP鋼)、真空溶解による2.25Cr-1Mo鋼にそれぞれ0.7%Mn (Mn鋼)、0.05%P (P鋼)、0.7%Mn+0.05%P (MnP鋼)、0.6%Si+0.05%P (SiP鋼)、0.7%Mn+0.6%Si+0.05%P (MnSiP鋼)を溶製した。直径12.5mmの丸棒に切り出し、各素材として、アルゴンガス中において1300°Cに0.5時間(一部は950°Cに1時間)保持し、オーステナイト化処理後、水中焼入れによってマルテンサイト組織とした。ASTM規格に従い素材を平行部直径6.25mmの引張り試験片に機械加工の後、SiP鋼およびMnSiP鋼は720°Cにて、他は690°Cにて硬度がRc15(一部はRc28)になるまで精製アルゴンガス中で焼戻された。さらに、試験片の平行部に60度ノッチ(stress concentration factor 3~4)を2個刻んだ後、精製アルゴンガス中で500、525および550°Cにおいて1000時間までのクリープ破断試験を行なった。

III. 実験結果

(1) P、Si、Mnの影響 焼戻し脆性元素P、Si、Mnの添加によって、500、525および550°Cにおけるクリープ破断寿命は増加すると同時にクリープ破断寿命曲線の傾きが減少する。COM鋼、HP鋼の絞りは10%以下であるのに対し、P鋼、Mn鋼の絞りは約60%にまで、MnP鋼、SiP鋼、MnSiP鋼のそれは80%にまで増加することが明らかになった。クリープ破断面の観察より、COM鋼、HP鋼は主として旧オーステナイト粒界に沿った粒界破壊、Mn鋼、P鋼は延性破壊、MnP鋼、SiP鋼、MnSiP鋼はcup-cup型の非常に高い延性をともなった破壊であることが解った。

(2) 試験温度の影響 COM鋼のクリープ破断寿命曲線は試験温度依存性が最も大きく、SiP鋼のそれは小さい。試験温度が低下するにつれ各鋼の延性がやや減少する傾向にある。

(3) 硬度の影響 高硬度(Rc28)試験片のクリープ破断寿命曲線の傾きは低硬度(Rc15)試験片のそれより大きく、高硬度試験片の絞りは低硬度試験片のそれより小さい。

(4) オーステナイト化処理温度の影響 COM鋼のクリープ破断寿命および絞りはオーステナイト化処理温度に依存するのに対し、MnP鋼のそれらは依存しない。

IV. 結言 2.25Cr-1Mo鋼にP、Si、Mnの添加によって、その高温における性質、すなわち、高温強度および延性を著しく改良することが可能である。