

(252) 水素ガス(室温)による $2\frac{1}{4}\text{Cr} - 1\text{Mo}$ 鋼の脆化

㈱日本製鋼所 室蘭製作所 研究所 工博 大西 敬三

手代木邦雄

○加賀 寿

1 緒言 室温高圧水素ガス中でも鋼は脆化することが、1955年 Van Ness らによって報告されて以来、この方面の研究がしばしば取上げられるようになり、とくに1960年代の後半にNASAにおいて水素貯蔵用タンクに亀裂を生ずる事故が経験されてから、この方面の研究が活発化してきた。しかしこの種の研究は $\sigma_B 100\text{kg/cm}^2$ 以上の高強度鋼が主体であり、それより強度の低い場合を含め、強度による脆化の傾向について調べた例はない。本報ではこの点に注目し、 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の強度と水素ガスによる脆化感受性との関係について検討を行なった。

2 実験方法 $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼を供試材として、熱間鍛造にて $20\text{mm}\phi$ の丸棒に加工後、焼鈍、調質を行った。調質は $900^\circ\text{C} \times 1^{\text{H}}\text{W.Q.} \rightarrow 440^\circ\text{C} \times 4 \sim 100^{\text{H}}\text{A.C.}$ で焼戻条件を種々変え引張強さが $50 \sim 130\text{kg/cm}^2$ になるように行った。これより平行部 $8\text{mm}\phi$ 、中央部に $4\text{mm}\phi$ のV型環状切欠付試験片を作製した。なお切欠底の半径は 0.05mm で、応力集中係数は5.6である。この試験片を最高 300kg/cm^2 まで加圧できる圧力容器内に装着し、水素圧を上昇させ一定圧力($10 \sim 100\text{kg/cm}^2$)に達した後、約1時間保持後、破壊応力を求めた。試験後は走査型電子顕微鏡による破面観察、水素分析などを行った。なおあらかじめ水素を添加した場合についても同様の試験を行った。

3 実験結果 図1に、大気中ならびに 100kg/cm^2 水素ガス中での切欠引張強さを各材料の引張強さとの関係で整理して示した。図から明らかなように、大気中での切欠強度は材料の引張強さとともに高くなるが、水素ガス中ではいずれも切欠強度の低下が認められる。水素ガスによる切欠強度の低下の割合は、材料の引張強さにより異なり、引張強さの高い材料ほど顕著である。とくに引張強さ 100kg/cm^2 以上では低下が著しい。このような切欠強度の低下の傾向は水素をあらかじめ添加した場合と非常によく一致している。次に、水素ガス中で破断した試験片の破壊形態を観察したが、その一例を写真1に示す通り、破壊形態は材料の強度レベルにより異なる。すなわち強度レベルが低い場合は擬劈開型であるが、強度が高く著しい脆化を示した場合は粒界破壊型が支配的となる。

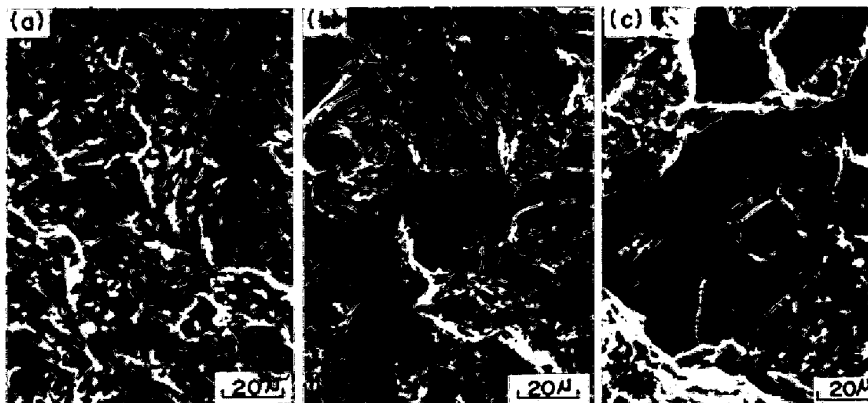


写真1 切欠近傍の破面観察結果

(a) T.S. 70kg/cm^2 ; (b) T.S. 95kg/cm^2 ; (c) T.S. 131kg/cm^2

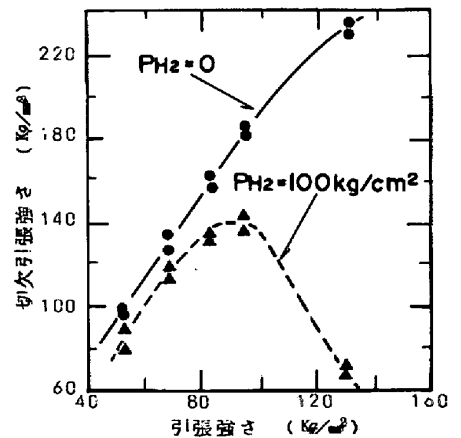


図1 引張強さにもなう切欠引張強さの変化 (大気、水素ガス中)

4 結言 水素ガスとの接触による鋼材の脆化は、従来の水素脆化と共通する点が多い。脆化現象をさらに詳細に調べるために、水素分圧の影響などについても検討を加えた。