

(205) 高張力鋼の遅れ破壊

東京工業大学 工学部 ○坂本庸晃 中村正久

緒論

近年高張力鋼を用いた巨大な構造物が多数建設されるに反して、高張力鋼が湿潤環境に曝されると脆化することが経験されその原因は水素による脆化であって、高張力鋼の熱処理条件と密接な関係があることがわかった。この実験においては代表的な高張力鋼であるSNCM-8を用いて、水素脆化をおこす応力状態と焼戻し温度の関係に重点をおいて検討を行なった。

実験条件

試験材の熱処理は860℃で30分油焼入れし、130℃、260℃、390℃、520℃または650℃で2時間焼戻し油冷した。水素脆化の試験は熱処理済みの試験片に水素を添加し、引張の静荷重を加えて行ない、破断時間を求め、破断に至るまでの試験片の伸びを記録した。用いた試験片は6mmφの丸棒状で、長さ1mm、先端半径0.1mm、応力集中係数4.2の円筒状の切り欠きを有する。水素の添加は10% HCl 中で 2.4 mA/cm² の電流密度で1時間行なった。

実験結果

水素を添加した試験片の荷重と破断時間の関係を図1に示す。水素脆化の挙動は焼戻し温度によって低温焼戻し型と高温焼戻し型に分けられる。低温焼戻し型に属するものは130℃ないし390℃で焼戻された試験片であって、これは切り欠き試験片の弾性限より低い負荷応力のもとで水素脆化を起した。一方高温焼戻し型に属する試験片は520℃または650℃で焼戻されたものであって、これは切り欠き試験片の弾性限より高い応力のもとで水素脆化をおこした。

図2は、50時間遅れ破壊強度、切り欠き試験片の弾性限、切り欠き強さなどの関係を示す。高温焼戻し型の試験片の50時間遅れ破壊強度は切り欠き強さに極めて近い値であった。

図3は、水素を添加した試験片の時間-伸び曲線である。水素脆化は負荷時間の最後の1分間ほどの間に進行した。クラックの成長は段階的に生ずる場合が多かった。

水素脆化した部分は旧オーステナイト粒界の粒界破壊(写真)が主であった。

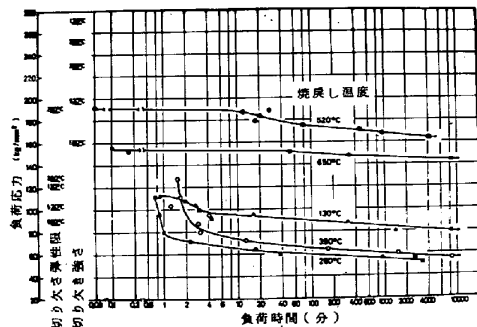


図1 水素を添加した試験片の荷重-破断時間関係

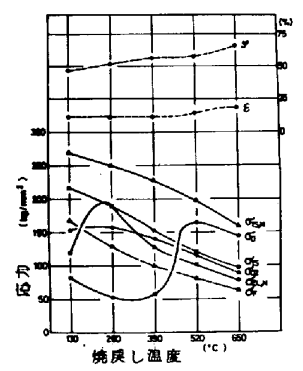


図2 50時間遅れ破壊強度(σ₅₀)、切り欠き試験片の弾性限(σ_{0.2}), 切り欠き強さ(σ_{0.2}): 平滑試験片の0.2%耐力(σ_{0.2}), 引張強さ(σ_{ts}), 破断応力(σ_f)、伸び(ε)、絞り(φ)と焼戻し温度の関係

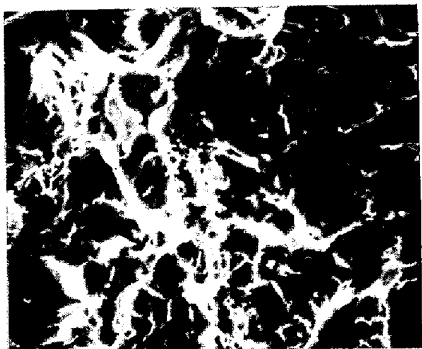


写真 10μ

260℃焼戻し材の水素脆化部分

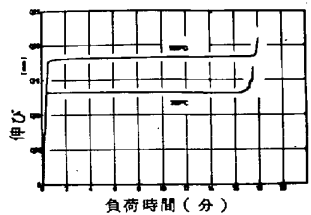


図3 水素添加した試験片の時間-伸び曲線 260℃焼戻し材 負荷応力64 kg/mm² の例と、520℃焼戻し材、負荷応力179 kg/mm² の例。