

PS—20 高張力鋼の水素脆性と水素脆化温度領域

(株)日本製鋼所室蘭製作所研究部 工博 大西 敬三 加賀 寿
 ○塚田 尚史 小川 孝寿

1. 緒言

原子炉圧力容器用鍛鋼、SA 508.c1.3 鋼の r 系ステンレスオーバーレイの溶接熱サイクルによる組織変化にともなう水素脆化感受性と脆化温度領域を明らかにするとともに大型鋼塊に避けられない偏析部の化学成分を模擬したものについてもその水素脆化特性を記述する。

2. 供試材と試験方法

供試材は表 1 に示すような化学成分の SA 508.c1.3 鋼で塩基性電気炉で溶製した 140 トン鋼塊を熱間加工、調質された蒸気発生器用管板の試材部余長を供試材とした。溶接熱サイクルは表 2 に示すように、バンドオーバーレイ(A)、手溶接(B)のそれぞれ HAZ 粗粒化部に相当するものと、手溶接にソーキング処理を加えたもの(C)とした。熱サイクルを与えた試験材は平行部 8.5 mm、中央に深さ 2 mm、先端半径 0.17^r の環状切欠付試験片に加工され H₂S 中にて水素添加、Cd メッキ後切欠引張を行なった。引張試験は室温～250℃、クロスヘッドスピードを 0.025 mm/min にて行なった。

表 1 供試材の化学成分 (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
.20	.24	1.29	.010	.008	.75	.09	.46

表 2 与えた熱サイクルと機械的性質

熱サイクル	$\sigma_{0.2}$ (kg/mm ²)	σ_{B2} (kg/mm ²)	δ (%)	ψ (%)
A	98.5	113.5	9.2	33.4
B	108.3	135.7	10.5	33.0
C B +	65.1	84.2	31.4	67.8
D 受入れまま (Q&T)	42.5	56.9	28.5	75.2

3. 試験結果

(1) 各溶接熱サイクルを与えた材料の引張強さと脆化感受性の関係を図 1 に示す。縦軸は (切欠強さ - 水素添加切欠強さ) / (切欠強さ) の脆化指数としているが、引張強さが高いほど、脆化感受性が強い。破壊形態をみると、水素添加の場合、A、B 材ともに粒界破壊で C 材は粒界破壊と凝劈開破壊の混合、D 材は全て凝劈開破壊である。
 (2) 図 2 は縦軸に (水素添加切欠強さ) / (切欠強さ) をとり、その温度変化を示したものである。温度を上げると靱性の回復がみられ、A、B、C 材ともに Matrix とした線上をたどり、120℃で 70% の回復がある。一方溶接熱サイクルを受けなかった母材は室温でもほとんど脆化しておらず 100℃で水素添加の影響は認められない。
 (3) 一方、大型鋼塊の偏析部の化学成分のものは、マトリックスにくらべ、200℃でも 60% の回復量であり、脆化を示す温度範囲が広い。これは偏析部の水素拡散がマトリックスにくらべ遅いことと関係づけられる。

4. 結言

r 系オーステナイト鋼のオーバーレイ溶接により、HAZ 部は水素により著しく脆化するとともにその回復には通常考えている以上の温度が必要であり、これは HAZ 部の組織と破壊形態、マトリックスと偏析部の水素拡散速度から解明される。

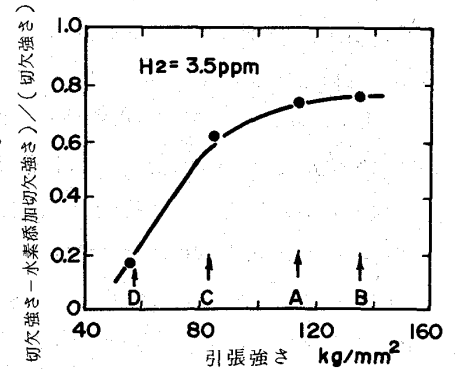


図 1 引張強さと脆化感受性の関係

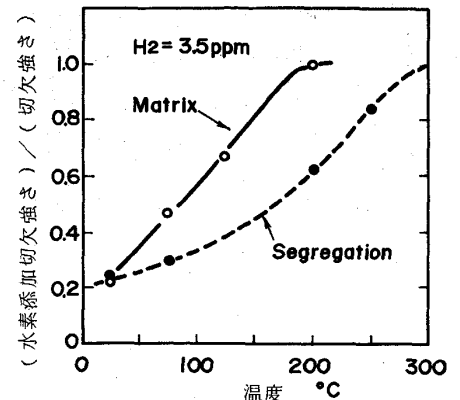


図 2 脆化の割合と温度の関係