

(341) A508Cl.3 鋼溶接熱影響部の低サイクル疲労特性およびそれによぼす水素の影響

(株)日本製鋼所室蘭製作所研究部 塚田 尚史 ○田中 泰彦
波多野 隆司

1. 緒言

原子炉圧力容器として用いられる材料は、炉の運転時と休止時における負荷の差、あるいは温度差などによつて、塑性域にまで及ぶ高応力、高歪の疲労を受けるため、このような条件下の疲労特性が問題となる。本研究では、供試材として現在原子炉圧力容器用鋼として使用されている A508Cl.3 鋼を用いて、その母材、バンドオーバーレイ下の熱影響部、および熱影響部が水素を含んでいる場合の低サイクル疲労挙動について検討を行なった。

2. 試験方法

疲労試験片は図 1 に示すような 7 φ 砂時計型とし、軽水炉シエル材 (Quench and Temper 材) の $\frac{1}{4}$ t 位置から採取した。溶接熱影響部は、バンドオーバーレイ溶接部下の最高加熱温度 1350℃、1100℃ および 1350℃ + 1050℃ (2 サイクル) の部分を想定し、溶接熱サイクル装置を用いて各温度変化をシミュレートして母材に与え、組織を再現した。また、試験片への水素添加は、硫化水素水溶液中で行ない、添加量は約 35ppm とした。水素を添加した試験片には、直ちに Cd メッキを行ない、その後試験を行なった。疲労試験は、直径方向の歪制御、完全両振りで行ない、歪振幅と破断寿命、引張り試験における絞り値との関連を調べた。なお、水素添加材の試験においては、歪速度が一定となるように留意した。

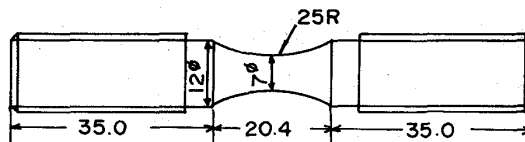


図 1. 砂時計型試験片形状

3. 試験結果

(1) 図 2 に母材および熱影響部の塑性歪振幅と破断寿命との関係を示す。熱影響部では、比較的細粒の 1100℃ 加熱部、2 サイクル部、粗粒の 1350℃ 加熱部の順に同一塑性歪振幅における破断寿命は短くなる。また図 3 には熱影響部水素添加材の塑性歪振幅と破断寿命との関係を示す。疲労特性は水素無添加材よりはるかに悪化しているが、各熱サイクル材による疲労特性はほとんど同じになる。

(2) 母材、熱影響部、熱影響部水素添加材ともに疲労試験結果と引張り試験における絞り値との間にはよい相関がみられ、Manson-Coffin の関係で整理できる。特に水素添加材は、無添加材と疲労破面の形態が全く異なっているが、Manson-Coffin の関係による整理が可能である。

(3) 母材、熱影響部、水素添加材ともに加工軟化を示した。

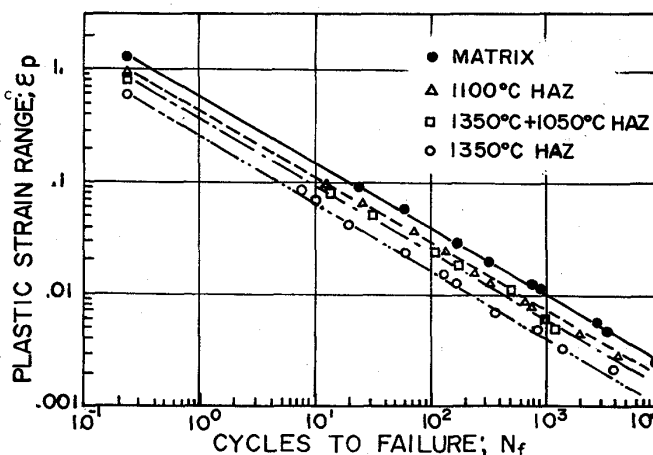


図 2 母材および熱影響部の試験結果

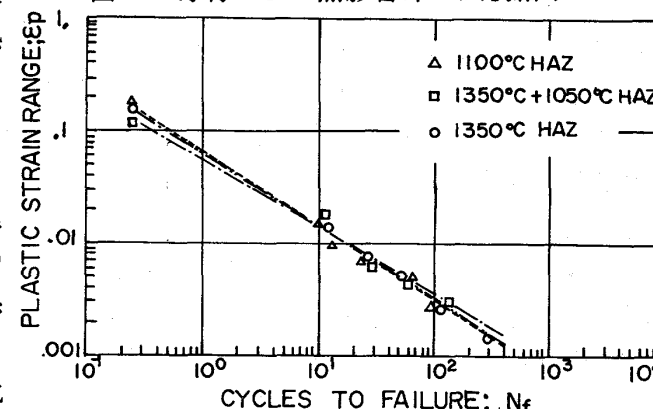


図 3 熱影響部水素添加材の試験結果