

(248) 水素吸蔵したオーステナイト系ステンレス溶接金属の低サイクル疲労挙動について

㈱日本製鋼所室蘭製作所研究所 渡辺 十郎 大西 敬三
千葉 隆一 ○村井 正光

1. 緒言 脱硫用リアクタなどでは、 $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼のシエル内面にオーステナイト系ステンレスの肉盛溶接を施したものが広く利用されているが、リアクタ内は高温高圧の H_2-H_2S 系の環境に接するため、溶接金属の水素への影響が問題となっている。すなわちオーステナイト系溶接金属は、溶接高温割れを防止するために、数%のデルタフェライトが含まれているのが一般的であるが、デルタフェライトが混在する状態では、水素吸蔵により著しい延性の低下が認められる⁽¹⁾。水素吸蔵に伴う延性の低下は、ただちに水素系欠陥、水素遅れ破壊といった、いわゆる水素脆性的現象に結びつくことはないが⁽¹⁾、大きな歪の繰返される低サイクル疲労挙動にはかなりの影響が与えられるものと考えられ、この点の検討を行った。

2. 供試材 試験に用いた材料は347系(12Cr-8Ni-Nb)を基本成分とし、これにCr-Ni-当量を変えて、デルタフェライトを0~15%の範囲に変化させた10kgステンレス鑄鋼と、 $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼に309, 347をそれぞれ溶接肉盛した溶接材である。試験材は鑄造ままおよび溶接まま、さらに鑄造、溶接後、 $690^\circ C \times 30$ hrのS.R.を行ったものが含まれている。

3. 試験方法 試験方法は、上記の各供試材から試験片を切出し、あらかじめ高温高圧水素中($P_{H_2} = 300 \text{ kg/cm}^2, 400^\circ C \times 48$ hr)に曝らし、水素を55~65 ppm添加し、その後低サイクル疲労試験に供した。この場合、ステンレス鑄鋼は、歪制御片振低サイクル疲労試験(10φ砂時計型試験片)による、破断寿命測定に用い、溶接肉盛金属は荷重制御片振で所定の繰返負荷の後、試験片表面の光学顕微鏡観察を行い、き裂の発生挙動調査に用いた。

4. 試験結果および結言 1) 347系溶接金属の水素吸蔵による延性の低下は図1に示す通りで、初期(溶接まま)デルタフェライト量が多いほど延性の低下の割合は大きい。また溶接後S.R.処理を行った場合、水素添加後の延性の低下はさらに著しくなる。2) ステンレス鑄鋼における水素添加前後の低サイクル疲労挙動については、図2に示す通り、水素添加前は鑄造まま、S.R.処理材のいずれの場合もほぼ同じ疲労挙動であるのに対し、水素添加後は疲労強度が著しく低下し、なかでもS.R.処理したものの強度低下は顕著である。このことは上記図1とよい関係を示している。3) 水素添加に伴うステンレス溶接金属の疲労強度の低下は、デルタフェライト相あるいはデルタフェライト/オーステナイト境界の水素による脆化とよく関連づけられ、低サイクル疲労過程でクラックの発生位置を視察した試験においても、それを裏付ける結果が得られた。

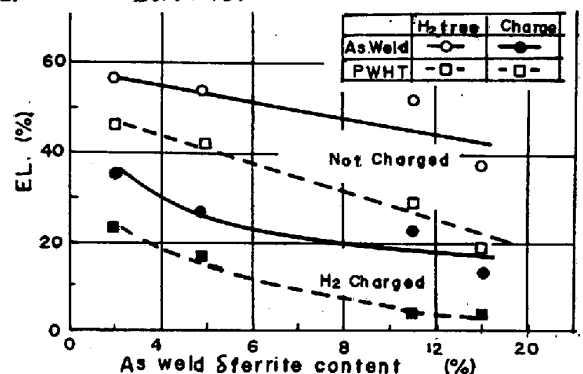


図1 347系溶接金属の水素吸蔵による引張延性の低下

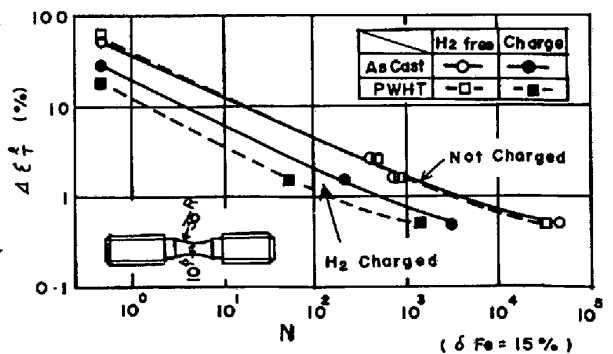


図2 水素添加前後におけるステンレス鑄鋼の低サイクル疲労挙動

参考文献 (1) 大西, 千葉, 村井; 鉄と鋼61, (1975) S 231