

511 二相ステンレス鋼とその溶接金属中の水素の挙動におよぼす σ 相の影響大阪大学接合科学研究所
大阪大学大学院黒田敏雄、池内建二
○中出且之The effect of σ phase on behavior of hydrogen in duplex stainless steel and its weld metals
by Katsuyuki Nakade, Toshio Kuroda and Kenji Ikeuchi

1.緒言

二相ステンレス鋼は γ (オーステナイト相)の有する高靱性および α (フェライト相)の有する良好な耐応力腐食割れ性を併せ持っている。そのために化学プラントをはじめ種々の分野で広く利用されているが、母材、溶接金属ともに30%~60%フェライト相を含んでいるために水素脆化感受性が高い組織となっている。そして873K~1223Kの高温域では σ 相といわれるFe,Cr,Moを主成分とする硬くて脆い金属間化合物が析出しやすい組織となっており、スーパー二相ステンレス鋼においてはその傾向が特に強くなっている。そのために溶接入熱による熱サイクルを受けた母材や溶接入熱により823K~1273Kの温度範囲での再加熱を繰り返し受ける多層盛溶接金属においては、溶接施工後に σ 相を含んだ組織となってしまう。しかし二相ステンレス鋼において σ 相が析出した場合の水素の挙動については明らかではない。そこで本研究ではSUS329J1母材とその溶接部である329J4L(DP3)溶接金属および329J3L(DP8)溶接金属の σ 相の析出に伴う水素の挙動の変化を主に内部摩擦試験を用いて検討した。

2.供試材料および実験条件

本研究では母材としてSUS329J1二相ステンレス鋼を用いた。溶接材としては化学組成の異なる329J4L(DP3)および329J3L(DP8)の2種類の溶接棒を用いて溶接を行った。内部摩擦測定は低周波逆吊り子ねじり振動法により行い、173K~373Kの温度範囲で測定した。周波数は約1.5Hzであった。試料に外力を加え、弾性変形内の小さな歪を加えた後この力を取り去り、振幅が次第に減衰していく減衰振動を行わせた後、内部摩擦の値(1/Q)を次式より求めた。

$$(1/Q) = \ln(a_0/a_{20})/n\pi$$

a_0 は観測を開始した瞬間の振幅、 a_{20} はそれから数えて20番目の振動振幅を示す。

3.実験結果

二相ステンレス鋼母材(受け入れ材)に陰極電解水素チャージを施し内部摩擦試験を行った。その結果をFig.1に示す。水素チャージをしない場合は全くピークは見られなかったが、水素チャージを行うことによりSUS304オーステナイト系ステンレス鋼と同様にオーステナイト相中に固溶した水素によるピークが245Kに見られた。329J3L(DP8)溶接金属に水素チャージを施し内部摩擦試験を行った結果をFig.2に示す。溶接金属は母材とは大きく異なり、ウィドマンステッテン状のオーステナイトが上下に伸張し、そこからフェライト相中へと針状に成長した組織となっている。そして溶接入熱による再加熱を繰り返し受けるためにオーステナイト相の体積率が約70%と母材と比べて多くなっている。しかし溶

接金属においても母材同様に245Kにオーステナイト相中の水素によるピークが見られた。次に再加熱により σ 相が析出した二相ステンレス鋼母材に水素チャージをした場合の内部摩擦試験結果を Fig.3 示す。受け入れ材同様に245Kにオーステナイト相中の水素によるピークが見られたが、ピーク高さが極端に小さくなった。 σ 相の析出量が多くなるに従ってこのピーク高さは徐々に減少していく結果となった。再加熱により、 σ 相が多量に析出した 329J3L(DP8)溶接金属に水素チャージをした場合の内部摩擦試験結果を Fig.4 に示す。母材同様に245Kでのピーク高さが極端に小さくなっているが、これはオーステナイト相中に固溶した水素量が極端に少なくなっていることを示唆している。この場合はフェライト相が消滅し、 σ 相がオーステナイト相以外のほぼ全面にわたって析出した組織となっているために拡散速度の速いフェライト相中を水素が拡散してオーステナイト相中へ水素が集積することはない。そのためにオーステナイト相中に固溶した水素量が少なくなったものと考えられる。この傾向は 329J4L(DP3) 溶接金属においても同様であった。

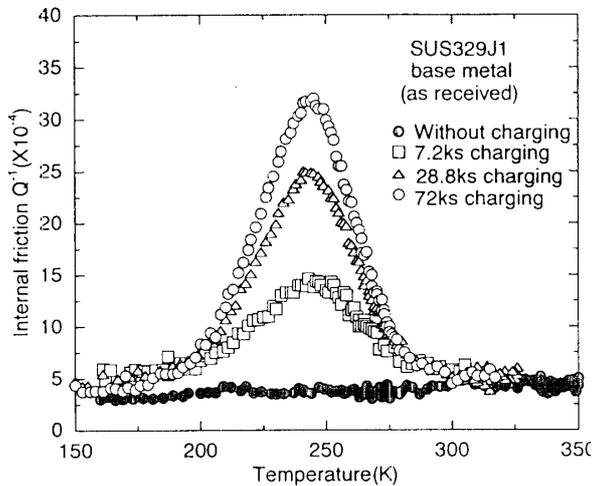


Fig.1 Internal friction versus temperature curves of SUS329J1 base metal, as the specimens were hydrogen-charged for various periods

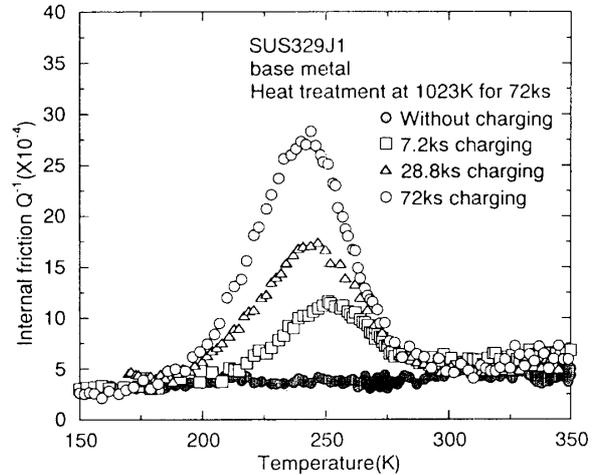


Fig.3 Internal friction versus temperature curves of SUS329J1 base metal heated at 1023K, as the specimens were hydrogen-charged for various periods

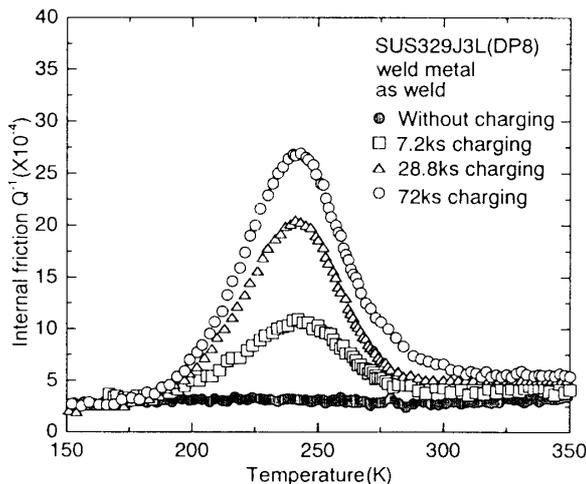


Fig.2 Internal friction versus temperature curves of 329J3L(DP8) weld metal, as the specimens were hydrogen-charged for various periods

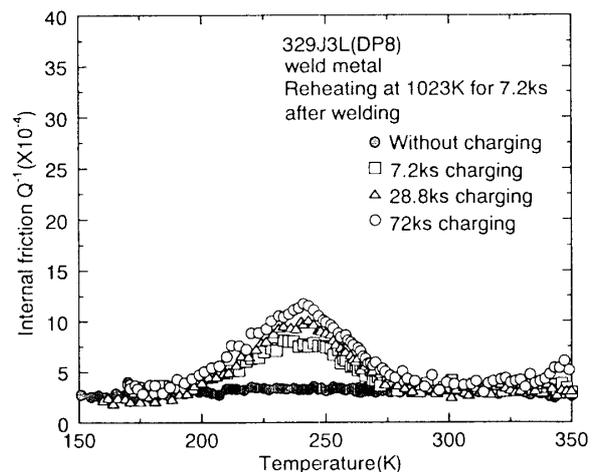


Fig.4 Internal friction versus temperature curves of 329J3L(DP8) weld metal heated at 1023K, as the specimens were hydrogen-charged for various periods