

大阪大学溶接工学研究所 ○ 黒田敏雄、松田福久
 大阪大学大学院 笠原章広、尹 宏力
 天津大学 張 文鉞

Analysis of Hydrogen Distribution in Duplex Stainless Steel Weldment
 by Toshio Kuroda, Fukuhisa Matsuda, Akihiro Kasahara, Hong-Li Yin
 and Wenyue Zhang

1. 緒言

二相ステンレス鋼溶接部の水素割れおよび溶接金属における銀点 (Fisheye) が問題になって以来、溶接金属中の総水素量測定がなされている。しかしながら水素割れおよび銀点はオーステナイトではなく主にフェライト中での水素凝へき開破壊によるものであり、フェライト中の水素量を把握することが必要である。

本研究において二相ステンレス鋼の内部摩擦測定により、オーステナイト中の水素に起因する内部摩擦ピークを見いだした。このピークを基礎にした数値計算により形態別水素定量解析を試み、二相ステンレス鋼母材および溶接部におけるフェライトおよびオーステナイト中の水素量を定量化することを目的としている。

2. 実験方法

二種類の二相ステンレス被覆アーク溶接棒SUS329J3L (DP8) 鋼およびSUS329J4L (DP3) 鋼を用いて、二相ステンレスSUS329J1鋼母材 (オーステナイトの体積率40%) にビードオンプレート溶接を行い、内部摩擦測定用試料および水素分析用試料を作製した。内部摩擦測定はねじり振動法により行った。測定周波数は約 1 Hz である。水素測定は高感度水素分析装置を用いた。

水素量と内部摩擦との関係を求めるために、SUS329J1母材だけでなくオーステナイト系SUS304鋼およびフェライト系SUS444ステンレス鋼をも用いた。溶接棒の乾燥条件を変えることにより溶接部の水素量を変化させた。母材については主に5%硫酸水溶液での陰極電解法により水素チャージを行い、水素量と内部摩擦との関係を調べた。

内部摩擦ピーク高さを基礎にして、二相ステンレス鋼母材および溶接金属におけるフェライト中およびオーステナイト中の水素量を求め、さらに各相における水素濃度分布を差分法による数値計算により求めた。

3. 実験結果および検討

Fig.1は0.2A/cm²の電流密度で水素チャージしたSUS304鋼の内部摩擦測定結果を示す。265K付近に水素に起因する内部摩擦ピークが観察される。

Fig.2は0.2A/cm²の電流密度で水素チャージしたSUS329J1鋼母材の内部摩擦測定結果を示す。水素チャージ時間の増加とともにFig.1で観察された温度位置にピークが生じている。したがって、フェライト+オーステナイトの二相組織においてもオーステナイト中の水素に起因するピークが得られる。

水素チャージした（フェライトおよびオーステナイト中に水素が含まれているが、数値計算によりオーステナイト中の水素量を求めた）試料および水素チャージ後、318Kで259.2ks保持して、フェライト中の水素を逃散させ、オーステナイトのみの水素を有する試料について、オーステナイト中の水素量と内部摩擦ピーク高さとの関係を示したものがFig.3である。

この結果からフェライト中の水素量に無関係にオーステナイト中の水素量と内部摩擦ピーク高さとは良く対応している。したがって二相ステンレス鋼母材の場合は内部摩擦測定によりオーステナイト中の水素量を求め、総水素量からオーステナイト中の水素量を差し引くことによってフェライト中の水素量が得られることになる。

母材のようにオーステナイトがフェライト中に棒状に不連続的に存在している場合と溶接金属のようにオーステナイトが連続的につながっている場合とでは内部摩擦における水素の寄与は異なるが、溶接金属の場合も基本的にはFig.4に示す内部摩擦ピークを測定することによりオーステナイトおよびフェライト中の水素量が求められる。

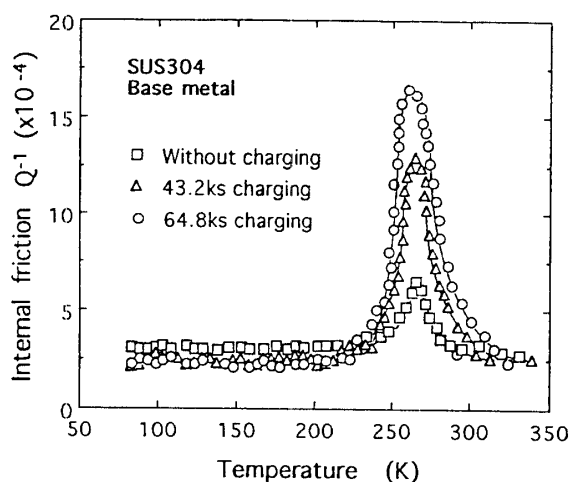


Fig.1 Internal friction versus temperature curves as the SUS304 steel was hydrogen-charged at various times.

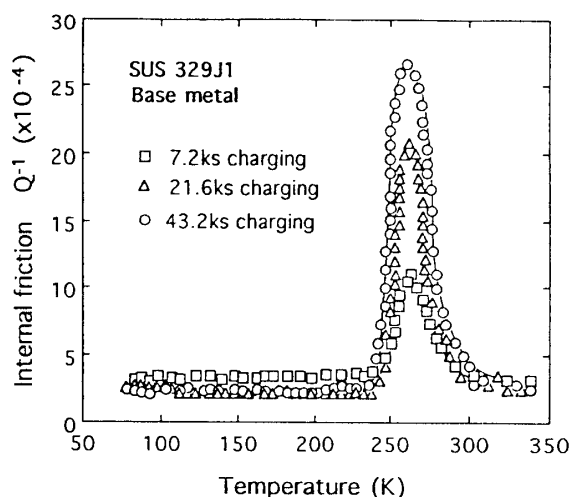


Fig.2 Internal friction versus temperature curves as the SUS329J1 steel was hydrogen-charged at various times.

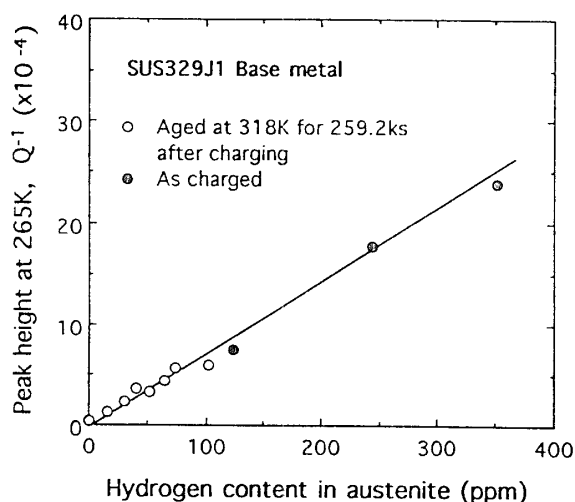


Fig.3 Hydrogen content in austenite versus peak height of internal friction at 265K for SUS329J1 steel.

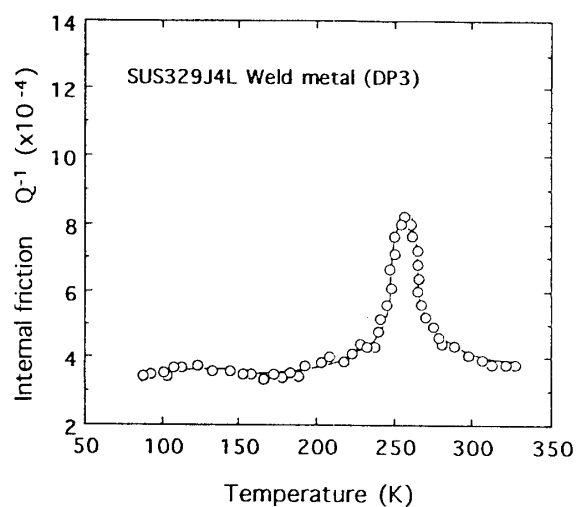


Fig.4 Internal friction versus temperature curve for the SUS329J4L weld metal.