



プラズマ窒化処理されたオーステナイト系 ステンレス鋼の残留応力測定

半田 祥樹, アブラハ ペトロス
名城大学

キーワード：オーステナイト系ステンレス鋼, プラズマ窒化, 残留応力, 窒素濃度

1. 背景と研究目的

低温プラズマ窒化によりオーステナイト系ステンレス鋼表面に、拡張オーステナイト相と呼ばれる硬化層が形成されることが知られている。この拡張オーステナイト相は、窒素の拡散・固溶により形成するため窒素濃度により特性が異なる。そこで、本実験の目的は、異なる窒素濃度をもつ拡張オーステナイト相の残留応力を測定し、窒素濃度と残留応力の関係を明らかにすることである。

2. 実験内容

試料は、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 の圧延材で厚さ 3 mm、直径 60 mm の円板である。この試料に対し、処理温度 400°C、処理時間 3 H、処理圧力 0.1 Pa、0.5 Pa、1.0 Pa の条件でプラズマ窒化処理を施した。窒化処理した試料の深さ方向の残留応力の変化を調べるため、電解研磨で、2 μm、8 μm、20 μm の深さを露出させ、表面と露出面の残留応力を測定した。

本実験では、 $\sin^2\psi$ 法のひとつである側傾法を採用し、 γ -Fe(311)に対して測定を行い、 ψ 角は 0 deg, 20.7 deg, 30 deg, 37.76 deg, 45 deg の 5 点を測定し、 2θ を 43~49 deg の範囲でスキャンした。無ひずみ角は、46.5 deg とした。

3. 結果および考察

測定結果から計算された深さ方向の残留応力分布を図 1 に示す。処理圧力の増加にともない、窒化層中の残留応力は増加した。本測定では、2 μm 付近で圧縮の残留応力が最大となり、8 μm 以降の深さでは残留応力は観察されなかった。また、通常、窒化処理を施した試料には圧縮の残留応力が得られるが、0.1 Pa の試料では表面に引張の残留応力が存在する。これは、圧延材を使用したことが原因であると考えられる。存在する残留応力が小さく、各 ψ 角の測定結果に外れ値と考えられる値が 1~2 点含まれていたため誤差範囲が大きくなり精度に課題が残る。さらに、残留応力と窒化層中に存在する窒素濃度の関係を調べるために窒化層の窒素濃度分布を測定した。測定結果を図 2 に示す。窒素は、深さ 3 μm 程度まで存在し、処理圧力が増加するに従い、窒素濃度および拡散深さは増加した。残留応力の結果と比較すると、2 μm 付近まで残留応力が得られている点は一致するが、窒素濃度と残留応力の大きさの関係においては誤差範囲が大きく本結果では判断できない。

今後、さらに窒素濃度の大きい条件で残留応力の測定を行い拡張オーステナイト相の残留応力と窒素濃度の関係を明らかにする必要がある。

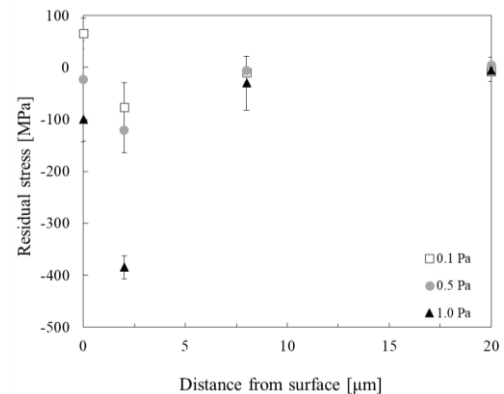


図 1 異なる処理圧力でプラズマ窒化処理した SUS304 の深さ方向の残留応力分布

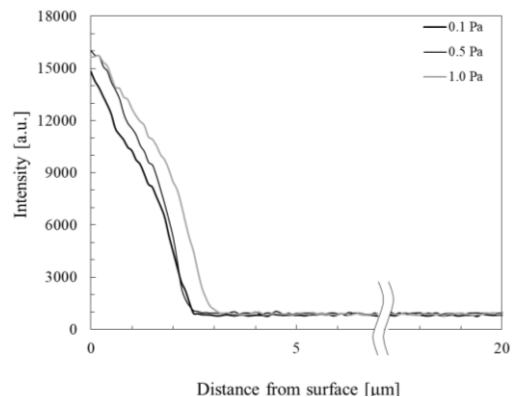


図 2 異なる処理圧力でプラズマ窒化処理した SUS304 の深さ方向の窒素濃度分布