

オーステナイトステンレス鋼の低温プラズマ窒化・浸炭処理

キーワード：オーステナイトステンレス鋼、窒化処理、浸炭処理、硬さ、耐食性

はじめに

オーステナイトステンレス鋼は耐食性に優れているため、一般の化学品製造プラントや食品加工設備などに広く用いられています。しかし、この鋼種は硬さが低いため、これに起因して凝着摩耗を起こしやすいなどの短所があり、耐摩耗性が要求される箇所での使用には向いていません。この対策として、表面を硬化させるためプラズマ窒化・浸炭等の処理が施されます。ところが、この処理を従来の高温で処理すると、Crの窒化物や炭化物が生成されるため基地Cr量が減少し、耐食性を発揮する不動態皮膜が形成されにくくなります。そこで、近年約400℃の低温でプラズマ窒化・浸炭する処理法が開発され、Crの窒化物や炭化物の生成を抑止することができるようになりました。この低温プラズマ処理法が耐食性を低下させずに表面硬化できる技術として注目されています。ここではオーステナイトステンレス鋼であるSUS304、SUS316に低温プラズマ窒化・浸炭処理を施し、試料の断面組織観察、硬さ測定および耐食性試験した結果について紹介します。

プラズマ窒化・浸炭処理

供試料は溶体化処理した後、ダイヤモンドドラッピングにより鏡面に仕上げ、窒化・浸炭処理にはDC電源のプラズマ処理装置を使用しました。窒化処理は $N_2 : H_2$ (80 : 20)、浸炭処理は $CH_4 : H_2 : Ar$ (5 : 45 : 50)の混合ガスを用い、それぞれ400℃で4h処理を行いました。図1にプラズマ窒化・浸炭処理後の断面組織写真を示します。処理層は窒化処理、浸炭処理ともに薄い白層として観察されました。窒化処理ではSUS304とSUS316の処理層の厚みはほとんど変わりませんが、浸炭処理では処理層の厚みがSUS304で5.5μmに対し、

SUS316では9.7μmとSUS316のほうが厚い処理層が得られました。

図2にプラズマ窒化・浸炭処理材のX線回折図形の例を示します。オーステナイトのピークが浸炭処理によって低角度側にシフトし、窒化処理ではさらに低角度側にシフトして半値幅の広いピークになっています。

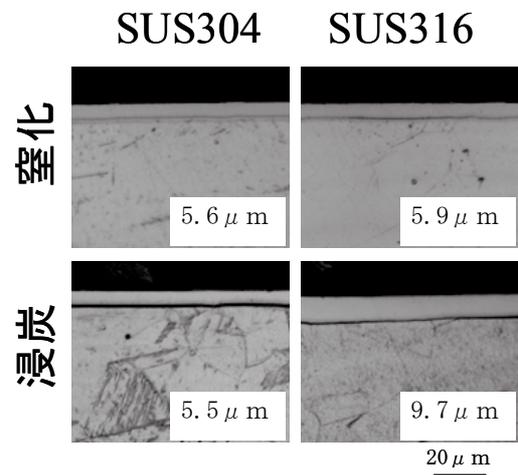


図1 プラズマ窒化・浸炭材の断面組織 (マーブル腐食液)

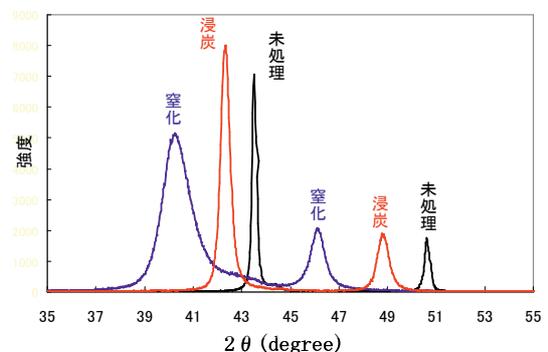


図2 プラズマ窒化・浸炭処理材のX線回折図形

図3にプラズマ窒化材の、図4にプラズマ浸炭処理材の断面硬さ分布をヌープ硬さ計で測定した結果をそれぞれ示します。図3に示すように窒化層は900~1100HK0.01の硬さ値を示し、その後急激に硬さが低下し母材に至る硬さ分布を示します。一方、浸炭層の場合硬さ値は表面から徐々に低下し、SUS316の浸炭層は700~750HK0.01と窒化処理材より低い硬さ値を示しました。

耐食性

図5、図6にSUS304、SUS316の5%硫酸水溶液に対するアノード分極曲線をそれぞれ示します。SUS304では未処理材、浸炭処理材、窒化処理材の順に不動態維持電流密度の値が高くなっており、窒化処理材は未処理材よりやや耐食性が低下しています。一方SUS316では浸炭材の不動態維持電流密度は未処理材

の値とほぼ同じで浸炭処理では耐食性の低下はほとんど認められませんでした。

おわりに

オーステナイトステンレス鋼 SUS304、SUS316に低温プラズマ窒化・浸炭処理を施し、試料の断面組織観察、硬さ測定および耐食性試験した結果、SUS316の浸炭処理材でSUS304のそれよりも厚い処理層が得られました。またSUS316の浸炭処理材には耐食性の低下はほとんど認められず、未処理材とほぼ同等の耐食性を示しました。このことより低温プラズマ処理はオーステナイトステンレス鋼に対して耐食性を低下させることなく表面硬化できる技術として有望と期待されます。

本処理に興味のある方は是非ご相談ください。

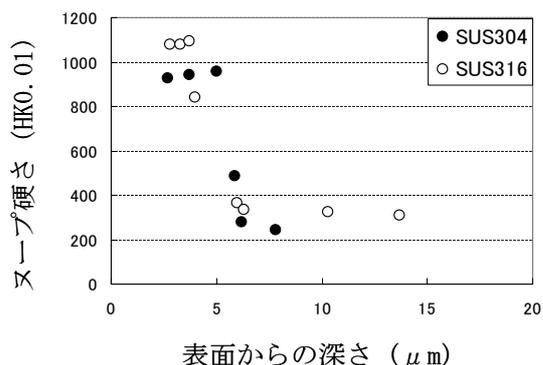


図3 プラズマ窒化材の断面硬さ分布

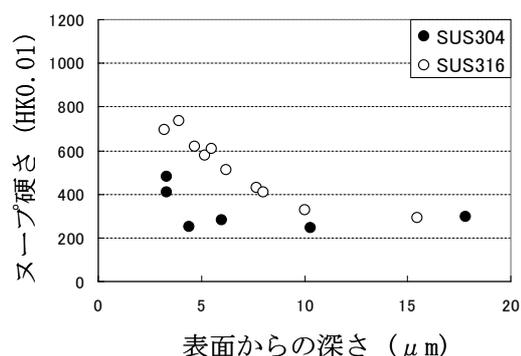


図4 プラズマ浸炭材の断面硬さ分布

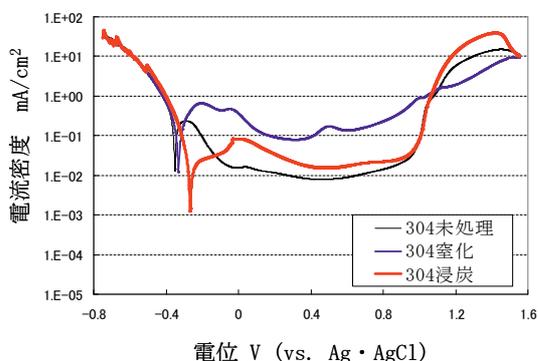


図5 SUS304 処理材のアノード分極曲線
(5%硫酸溶液中)

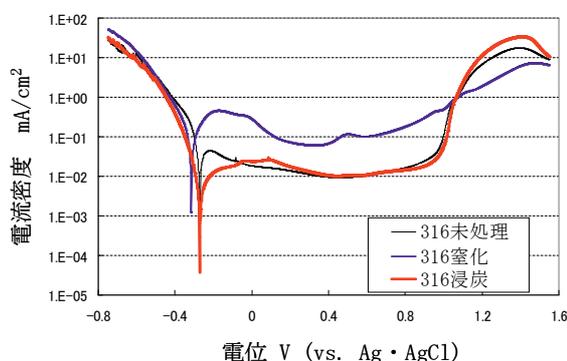


図6 SUS316 処理材のアノード分極曲線
(5%硫酸溶液中)