

オーステナイト系ステンレス鋼のガス窒化処理

素材開発部

1. はじめに

よく使われているSUS304やSUS316などのオーステナイト系ステンレス鋼は、炭素含有量が非常に低く、組織も鉄鋼材料を高温に加熱したときに現れるオーステナイトなので、赤く熱して水などで急冷する普通焼入れ方法で硬くし、耐摩耗性などの機械的性質を向上させるのは困難です。硬化の1つの方法としてガス窒化法があります。これは450～600の炉中にアンモニアガスを導入し、反応性に富んだ窒素と水素に分解しながら被処理物を加熱することで、窒素を鋼の表面に吸着させ内部へ拡散浸透させる方法です。しかし、オーステナイト系ステンレス鋼表面には緻密で化学的に安定なクロム酸化物を主体とする酸化被膜（不動態皮膜）が形成されていて、窒素の浸透拡散が妨げられ容易に窒化処理できません。このために、酸洗やフッ素雰囲気中で加熱するなどの前処理で不動態皮膜を除去しています。しかし、これらの方法では、特別な設備や廃酸及び廃ガス処理設備が必要であるばかりか、環境への配慮も必要となります。私どもでは、このような化学的前処理の必要がない効果的な方法を確認しておりますので紹介いたします。

2. 新しいガス窒化前処理方法

ステンレス鋼の不動態皮膜は、厚さ3～5nmのものが最も化学的にも物理的にも安定とされています。つまりこの不動態皮膜を破壊する、不安定にする、窒化反応に寄与する化合物を形成する、或いは窒素の接触する頻度を高めるなどによってガス窒化反応が促進され、窒化処理が容易になるものと予測できます。そこで様々な条件で実験を繰り返して表面に種々の加工を施し表面粗さや表面組織を調整する、表面に鏡面加工を施し更に大気雰囲気中で加熱する、の2通りの前処理を施してガス窒化処理すると容易に窒化反応が進み、表面に均一で硬い窒化層を得ることができました。

3. 新しいガス窒化処理による表面硬化例

表面に種々の加工を施し表面粗さや表面組織を調整後ガス窒化処理する方法

図1にショットピーニング加工を施したSUS304及びSUS310Sを570で20時間ガス窒化

処理した試料の表面から内部への硬さ分布を示します。

これらの試料の表面粗さは大きくなっています。このような加工を施してガス窒化処理すると容易に表面硬化を行います。これは、ショットピーニングによって表面粗さが大きくなることで表面積も大きくなり窒素

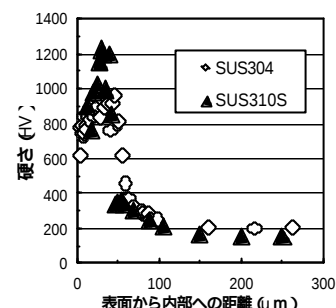


図1 ショットピーニング処理材の窒化処理後の硬さ分布

の接触頻度が高まったこと、過激な加工によって不動態皮膜が破壊されたこと及び表面の物理的特性が変わったことなどの効果と考えられます。

表面に鏡面加工を施し、更に大気雰囲気中で加熱後ガス窒化処理する方法

図2に鏡面加工を施し種々の温度で大気中で加熱した後570で20時間ガス窒化処理したSUS304試料の表面硬さを示します。

予加熱温度が350までの表面硬さは低くてほとんど窒化されていませんが、400以上になれば急に硬くなっていることが分かります。この温度以上で予加熱された試料は

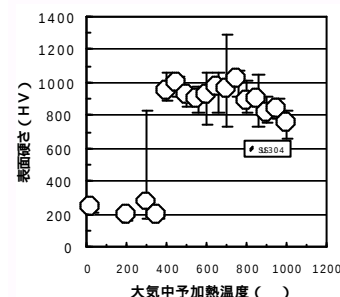


図2 窒化処理表面硬さに対する予加熱温度温度の効果

窒化反応が順調に進んだものと言えます。窒化反応の進んだ試料表面の化合物組成を調べたところ、最表面に酸化クロムと同時に多くのFeO（2価の酸化鉄）ができていることから、これが窒化反応に寄与するものと考えております。

4. おわりに

この技術は環境に優しく、特別な処理装置も必要ではありませんので処理コストも低くできますし、必要な部分だけを選択的に硬化できる特徴も持っております。なお、平成11年4月に県有特許「オーステナイト系ステンレス鋼表面の窒化処理方法」（特許番号：第2916751，第2916752）を取得しております。