

炭素・窒素複合拡散によるステンレス鋼の表面硬化

大学院自然科学研究科	前期課程	松田尚久
〃	准教授	森園靖浩
〃	教授	連川貞弘
工学部技術部	技術職員	山室賢輝

【緒言】ステンレス鋼は、その表面に存在する不動態膜が炭素や窒素の侵入を阻害することから、従来のガス浸炭やガス窒化等により表面改質することが難しい。このため、プラズマ浸炭、プラズマ窒化といった方法を適用することが検討されている。一方、我々のグループは、市販のカーボニル鉄粉を利用して容易にステンレス鋼を浸炭できることを見出している。これにより得られるステンレス鋼の表面部分には微細な炭化物が形成され、表面硬さが $H_v=1000$ 程度に達する。この処理法は、専用の設備を必要せず、また一般鋼材・ステンレス鋼を問わず同一の処理工程で対応できるといったメリットをもつ。本研究では、カーボニル鉄粉を含む浸炭用粉末の焼結防止効果を高めるため、アルミナ粉末を添加した結果、ステンレス鋼の耐食性を維持したまま表面を硬化することができたので、その結果を報告する。

【実験方法】試料にはフェライト系ステンレス鋼 SUS430(16.44 mass%Cr, 0.06 mass%C)とオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304(18.22 mass%Cr, 8.27 mass%Ni, 0.05 mass%C)を用いた。なお、SUS430 鋼は直径 5 mm の丸棒を、SUS304 は、外径 10 mm の市販のパイプを使用した。一方、基準となる混合粉末は、カーボニル鉄粉(0.8-0.9 mass%C, 0.7-0.9 mass%N, 0.2-0.4 mass%O)とグラファイトを体積比 7:3 で混ぜて作製した。これにアルミナ粉末を所定量添加した後、SUS304 パイプに SUS430 鋼と一緒に詰めて、粉末がこぼれ出ない程度にパイプ両端を封じた。なお、基準粉末 1 に対してアルミナ粉末を体積比 0~50 まで変化させた。熱処理には横型加熱炉を用い、窒素置換した後、毎分 500 ml の窒素を流しながら 1273 K, 3.6 ks 保持した。保持終了後はパイプごと水中に焼入れた。得られた試料は、光学顕微鏡観察、EPMA, XRD, ビッカース硬度試験(荷重:300 gf), 腐食試験(10% HNO_3 水溶液)に供した。

【結果および考察】Fig.1(a)は基準粉末に対してアルミナ粉末を添加せずに熱処理した場合、Fig.1(b)は基準粉末 1 に対してアルミナ粉末を体積比で 9 添加した場合の SUS430 鋼断面の光学顕微鏡写真である。アルミナ粉末の添加によって、形成される表面層の厚さが低下することがわかる。また、表面硬さも(a)は平均で H_v =約 870 であったが、(b)では H_v =約 720 に低下した。しかしながら、未処理材($H_v=160$)に比べれば十分高い値であった。Fig.1(b)の表面近傍においては、炭素とともに窒素が拡散していることを確認した。Fig.1(a)では主として炭素の拡散とそれに伴う炭化物の生成であったことから、アルミナ粉末の添加により試料が窒素ガスと接触しやすくなったことが考えられる。なお、SUS304 パイプの内側にも SUS430 鋼と同様に表面層が形成されていた。

SUS430 鋼における腐食試験の結果を Fig.2 に示す。Fig.1(b)に示す試料は、未処理材とほぼ同等の耐食性を示す。したがって、カーボニル鉄粉とグラファイトから成る混合粉末にアルミナ粉末を添加することで、ステンレス鋼の表面硬化に加えて、耐食性も維持できる表面処理となることが明らかとなった。

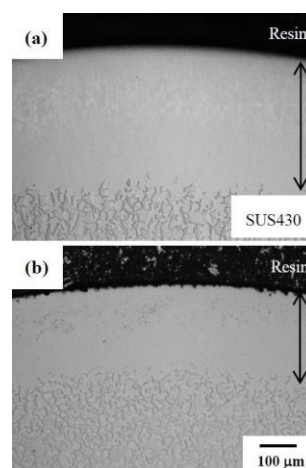


Fig.1 拡散熱処理後の SUS430 鋼断面における光学顕微鏡写真
基準粉末: アルミナ= (a)1:0, (b)1:9

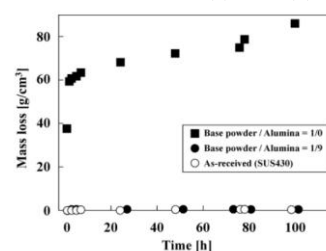


Fig.2 SUS430 鋼における腐食試験結果