

流動層によるオーステナイト球状黒鉛鑄鉄の ホウ化処理

キーワード：ホウ化処理、流動層、摩擦・摩耗特性、耐食性、オーステナイト球状黒鉛鑄鉄

概要

最近、金属材料の表面に対するさまざまな機能付加の要求が強く、それらを満足させるために種々の表面改質法が検討されています。

ホウ化処理は金属表面からホウ素を拡散させる表面改質法で、表面にホウ素と鉄の金属間化合物が形成されて、耐摩耗性、耐食性、高温硬さ特性などの向上が期待できます。

ホウ化処理の方法は、ホウ素源が固体のパック法、ペースト法、流動層法、液体の電解法、無電解法、さらに気体によるガス法、プラズマ法などがあります。これらの処理方法の中でも流動層法は、基材表面と雰囲気との接触性が良いためホウ化速度が速く、伝熱速度が大きく均熱性に優れ、低ひずみ状態が確保されるという特長を有しています。

今回、バルブやポンプなどに使用されているオーステナイト球状黒鉛鑄鉄に流動層法を用いてホウ化処理を行い、生成したホウ化層の組織や硬さ、摩擦・摩耗特性及び耐食性について検討したので、その結果について紹介します。

流動層ホウ化処理

図1に今回用いた流動層炉の概略図を示します。レトルトにホウ化剤を入れ、流動ガスに窒素を用い、ホウ化剤の酸化防止のために一部水素ガスを導入しています。ホウ化剤は、主成分が B_4C で粒径調整用にSiCおよび反応促進用に KBF_4 や $Na_2B_4O_7$ が含まれている流動層用ホウ化剤を使用しました。試料は流動層炉の上部から吊し、900℃、2hのホウ化処理後、油冷を行いました。

図2にホウ化処理したオーステナイト球状黒鉛鑄鉄の断面組織を示します。ホウ化層は約40 μm の厚みが得られ、母材との境界における形態はほぼ層状を呈し、所々スパイク状の小さな突起がみられます。

ホウ化層断面の硬さ分布をヌーブ硬さ計の荷重0.245Nで測定した結果を図3に示します。約1400HKと硬いホウ化層が得られています。

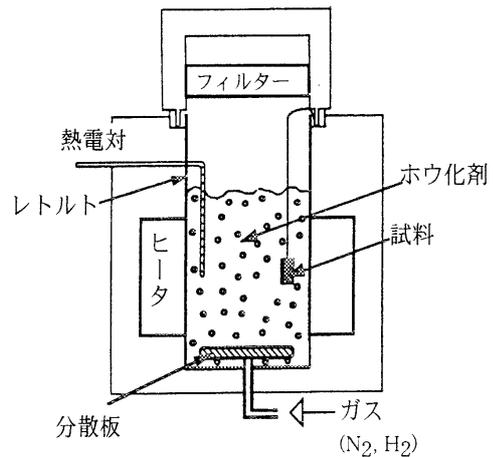


図1 流動層ホウ化処理の概略図

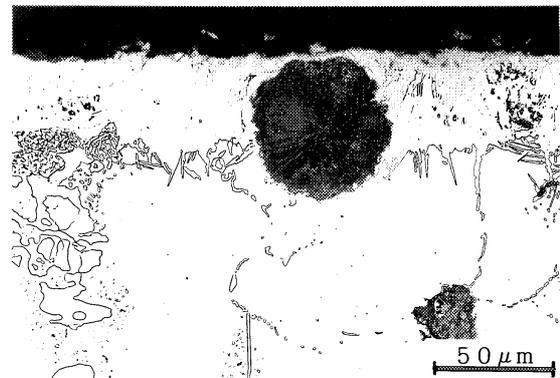


図2 ホウ化処理した試料の断面組織

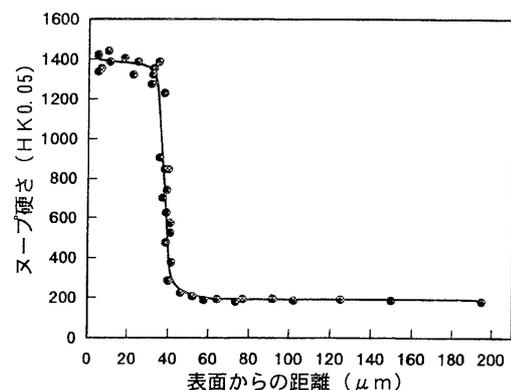


図3 ホウ化処理した試料のヌーブ硬さ

摩擦・摩耗特性

摩擦・摩耗特性の評価には、往復しゅう動式の摩擦試験機を使用しました。摩擦相手材としては、ホウ化処理材より硬さの低い SUS304 と、硬さの高いアルミナを用いました。

摩擦係数は相手材が SUS304 の場合、未処理材およびホウ化処理材で摩擦係数の平均値はともに約 0.6 を示し、摩擦係数の差はほとんど認められません。未処理材では凝着によると考えられる摩擦係数の大きな変動を示します。相手材がアルミナの場合、図 4 に示すように未処理材の摩擦係数が約 0.7 に対し、ホウ化処理材の摩擦係数は 0.5 ~ 0.6 と未処理材より低減する結果が得られています。摩耗痕の断面形状の比較を図 5 に示します。相手材が SUS304 の場合、摩耗痕の深さは未処理材では約 5 μm 、ホウ化処理材では約 3 μm であり、また相手材がアルミナの場合、摩耗痕の深さは未処理材では約 7 μm 、ホウ化処理材では約 4 μm となり、摩耗量が減少し、ホウ化処理材の耐摩耗性の向上が認められます。

耐食性

耐食性の評価は、全自動分極測定装置を用いて自然電位を測定しました。試験溶液には 0.1N 塩酸、0.1N 硫酸、0.1N 硝酸、3% 食塩水を用いました。

硝酸、食塩水の場合、ホウ化処理材の自然電位は未処理材より卑側となり、ホウ化処理により耐食性が劣る結果を示しました。一方、塩酸、硫酸の場合、ホウ化処理材の自然電位はそれぞれ -262mV、-317mV で、未処理材のそれぞれの自然電位 -350mV より貴側にあり、ホウ化処理による耐食性の向上を示しています。

おわりに

以上のように、流動層によるホウ化処理はオーステナイト球状黒鉛鋳鉄の摩擦係数の低減や耐摩耗性、耐食性の改善に有効であることがわかります。

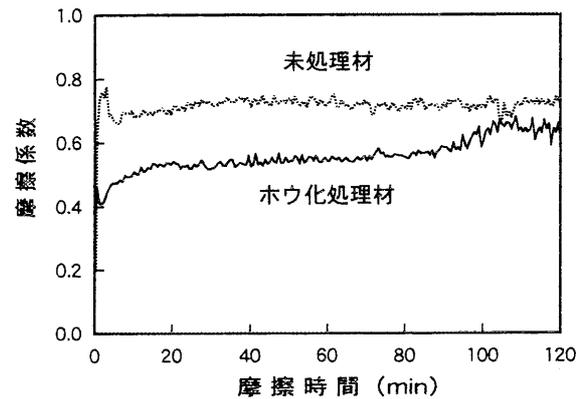
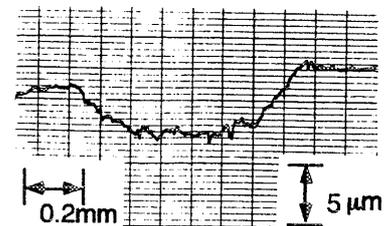
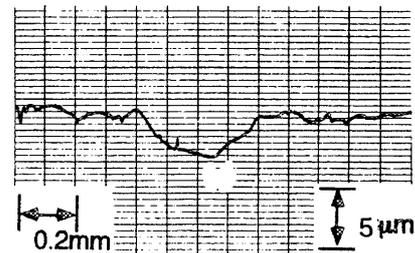


図 4 摩擦時間に対する摩擦係数の変化
(相手材 アルミナ)



(a) 未処理材



(b) ホウ化処理材

図 5 摩擦試験後における摩耗痕の断面形状
(相手材 SUS304)

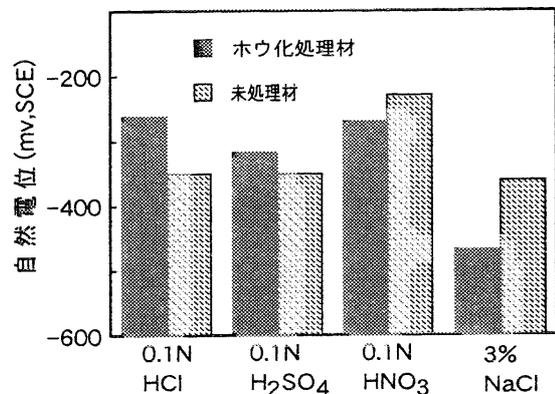


図 6 種々の溶液における未処理材とホウ化処理材の自然電位の比較