

鑄物の酸溶液中での腐食に関する研究

國 吉 和 男
比 嘉 真 嗣
石 原 金 盛

1. 緒 言

腐食溶液の代表的なものの一つに酸溶液がある。鑄鉄は石油化学をはじめ、製紙や環境装置又は製造装置の一部としてこのような環境下で使用される場合が多にあり、非合金鑄物だとかなり腐食されることが知られている。

一般的に非酸化性である塩酸や、低濃度硫酸中では、鉄が水素と置換しながら激しく腐食され、酸化性酸である濃硫酸、濃硝酸などでは難溶性化合物、あるいは不動態を生じて腐食されにくくなると言われる¹⁾。

又現実には溶液濃度や温度、pH、流速、あるいは不純物の効果など多くの因子がからんで腐食が進むと考えられ、個々の場合に対応した防食手段が講じられる。

非合金鑄鉄だと樹脂や、ゴムライニングなどが施されて使用されたり、材質的には合金鑄鉄として、高硅素鑄鉄、ニレジスト鑄鉄、高クロム鑄鉄などが耐酸用として適用される例が多い¹⁾。

これら合金鑄鉄の元素添加量はいずれも数10%と高くなっており、かなり高価で特殊な鑄物となっている。

本研究は安価な耐食鑄物を目標に、添加元素として、市販品で入手が容易であるNiを選択し、少量を添加して耐酸性を調べた。又溶液の温度と流速を変え腐食状況を比較検討した結果、得られた知見を報告する。

2. 試験方法

・腐食溶液と濃度：HCl、H₂SO₄、1規定

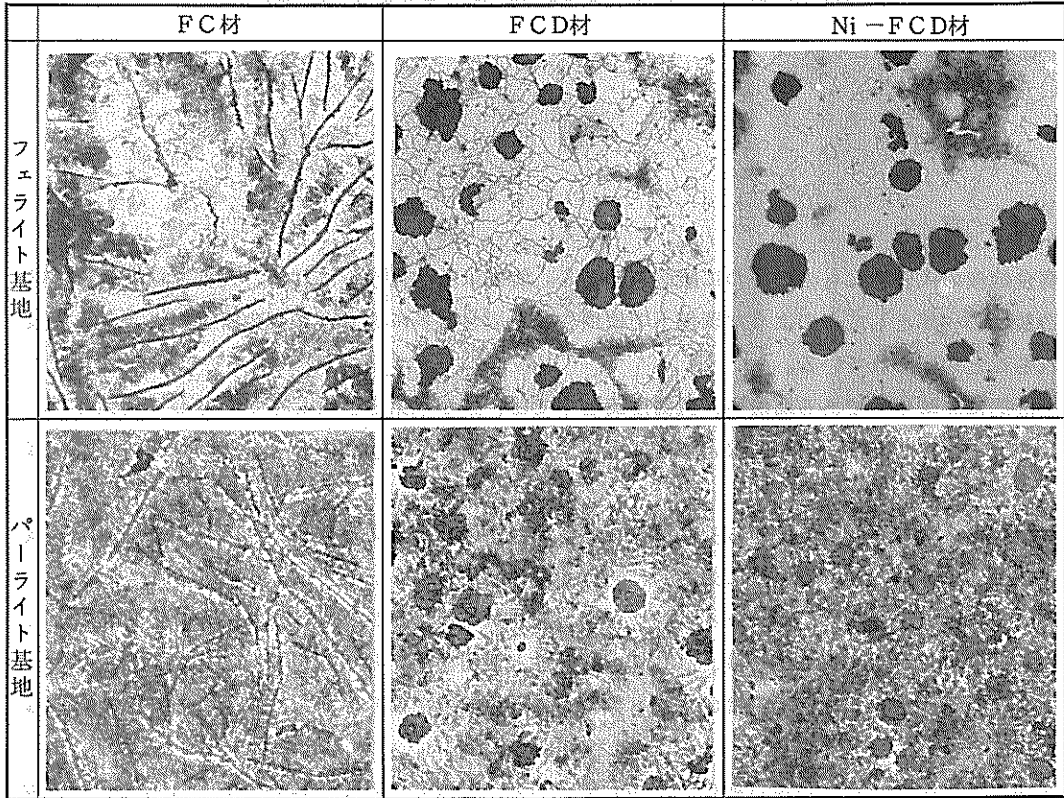
・供試材：木型により70×70×250の面柱と70×70×5の板用の模型を作成し、有機自硬性(カオライトナー)鑄型を造型、FC材、FCD材、Ni合金FCD材を鑄込んだ。

さらに熱処理により、パーライト基地、フェライト基地に処理して約5mm厚に切断し、研削盤により表面あらさを一定にして試料とした。これら6種類の試料の成分、顕微鏡組織写真を表1、図1に示す。

(表-1) 試料分析値(%)

元素 材質	C	Si	Mn	Mg	P	S	Ni
FC材	3.36	1.89	0.66	—	0.04	0.02	—
FCD材	3.56	2.68	0.62	0.04	0.05	0.02	—
Ni-FCD材	3.74	2.53	0.60	0.05	0.05	0.02	1.92

(図-1) 試験片の顕微鏡組織 (×100)

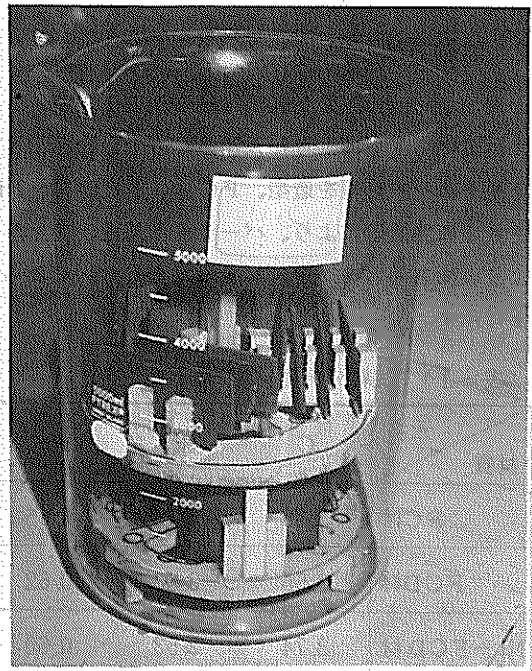


・腐食促進試験

常温で静止した溶液と、高温で静止した溶液、常温で流れのある溶液の3種類の液の状態を5ℓビーカー内に設定し、供試材を図2のように2段に設置して、腐食を促進した。

腐食減量の測定は1、3、7、24時間の4回測定し、試料はそのつど抜きとるため4枚設置した。

(図-2) 試験片設置状況



3. 結果と考察

3.1 常温溶液での腐食

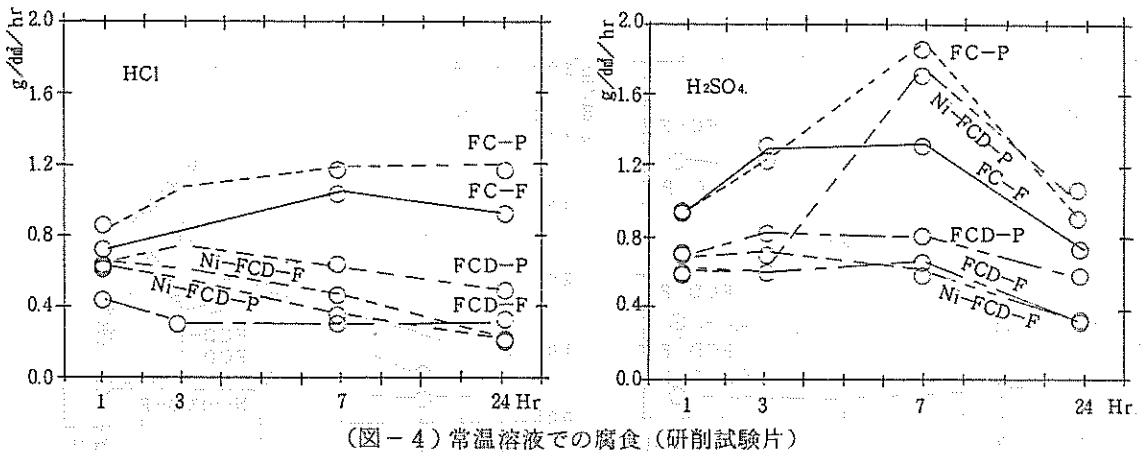
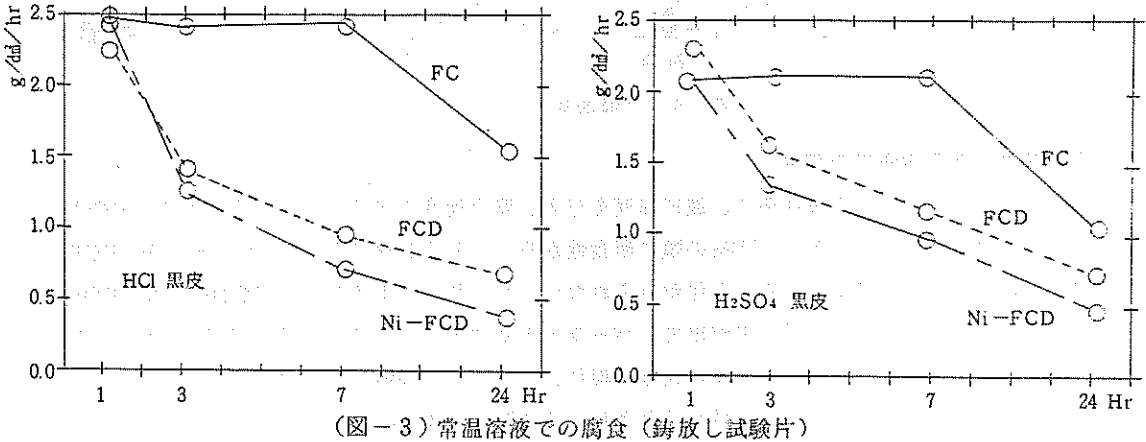
HCl、H₂SO₄の両液での腐食速度を図3に鑄出し試験片(黒皮)、図4に研削試験片の腐食状況を示した。

初期腐食速度は黒皮片の方が高く、除々に速度は低下し24時間で、研削試験片と同程度(1.0g/dm²/hr)となる。又材質では、Ni-FCD材<FCD材<FC材の順に腐食速度が低く、パーラ

イト基地よりフェライト基地の方が耐食性が良いことがわかる。

FC材の黒皮は両液の中で7時間までは激しく浸食され $2\text{ g}/\text{dm}^2/\text{hr}$ 程度となり、常温液中で最も大きな腐食速度を示した。

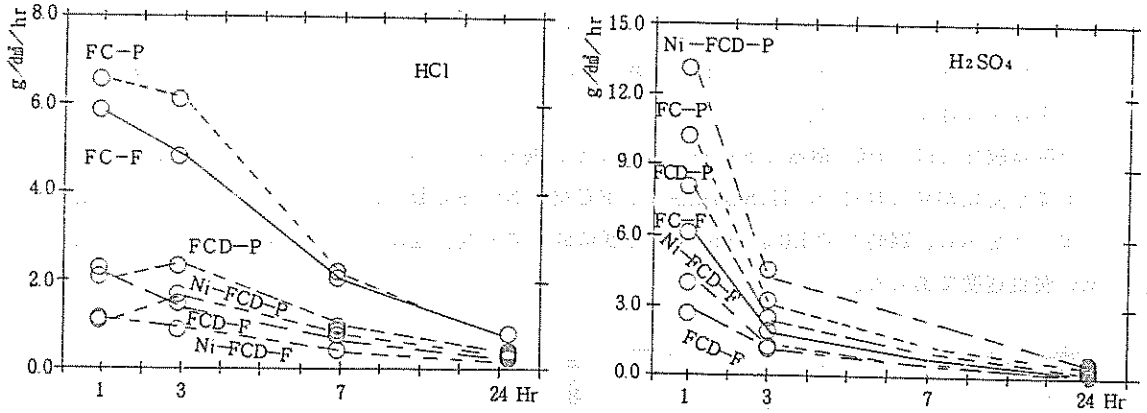
研削試験片では、HCl 溶液でFC材がゆるやかに腐食速度を増し、他は $0.7\text{ g}/\text{dm}^2/\text{hr}$ 以下程度であり変化が見られない。H₂SO₄ 溶液で、FC材とNi-FCD-P材が $1.3\sim 1.9\text{ g}/\text{dm}^2/\text{hr}$ のピークを示し、24時間で $1.0\text{ g}/\text{dm}^2/\text{hr}$ 程度に低下する腐食速度を示し、他はあまり変化のない低い腐食速度であった。



3.2 高温溶液中での腐食

両液をウォーターバスで 60°C に一定加熱して、腐食速度を求めたのが図5である。両液とも初期の腐食速度が大きく、特にH₂SO₄溶液で激しく侵食されている。しかし、時間とともに腐食速度は低下し、 $1.0\text{ g}/\text{dm}^2/\text{hr}$ 以下の速度に収束している。

HCl 溶液中での腐食速度はFC材が最も大きく、7時間まで $2.0\text{ g}/\text{dm}^2/\text{hr}$ 以上の腐食速度を示している。又、材質的にはFC材、FCD材、Ni-FCD材の順に耐食性が良く、パーライト基地よりフェライト基地の方が耐食性が高いことがわかる。H₂SO₄ 溶液では基地の差が大きく表れており、Ni-FCD材のパーライト基地が最も大きな腐食速度を示し、7時間まで $3.0\text{ g}/\text{dm}^2/\text{hr}$ 以上である。

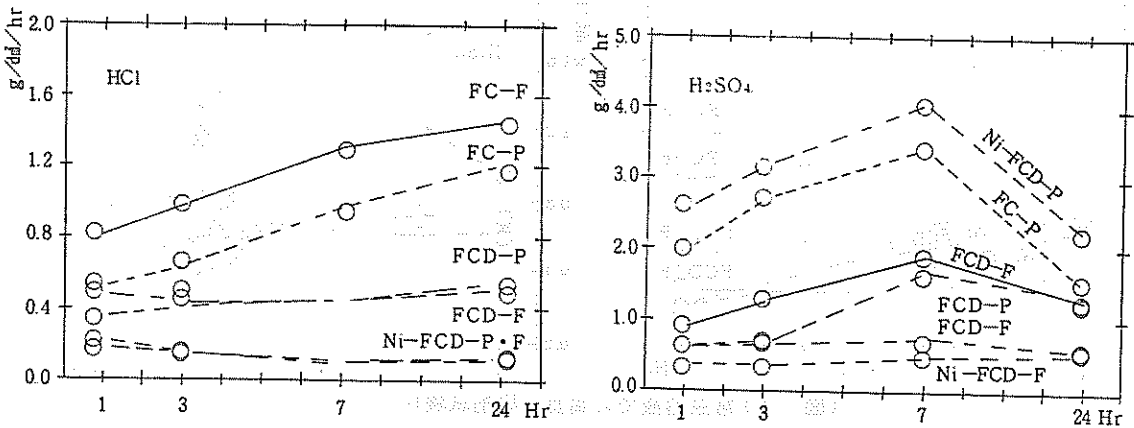


(図-5) 高温溶液での腐食

3.3 速度のある溶液での腐食

溶液上部からスクリュウ攪拌機で、液に速度を与え、腐食速度を求めたのが図6である。HCl溶液ではFC材、FCD材、Ni-FCD材の順に耐食性が良く、FCD材は0.5 g/dm²/hr、Ni-FCD材は0.1 g/dm²/hr前後ではほとんど変化がみられなかった。基地による差は、FCD材、Ni-FOD材には見られなかったがFC材に差が出て、パーライト基地よりフェライト基地は侵食されている。

H₂SO₄溶液を見ると、基地による差が大きく現れ、パーライト基地がより侵食されている。ここでもNi-FCD材のパーライト基地が最も侵食され、7時間目で4.0 g/dm²/hrのピークを示している。



(図-6) 速度のある溶液での腐食

3.4 腐食面の観察

腐食面の状況を観察するため、走査型電子顕微鏡(明石製作所ALPHA-7)と光学顕微鏡(NiKon VMS-FT-3)を用いて検討した。

試料は前述の試験の内、流れのある溶液中で24時間侵食された試験片を用いた。走査型電子顕微鏡は金蒸着を施し、50倍で観察を行い図7に示した。

FC材は熱処理が不十分でフェライト基地が区別できなかったために、基地の差による腐食面の差はあまり見られない。しかし溶液差が見られ、HClよりH₂SO₄溶液で侵食が大きいのがわかる。

図 7 腐食試験片の断面顕微鏡写真

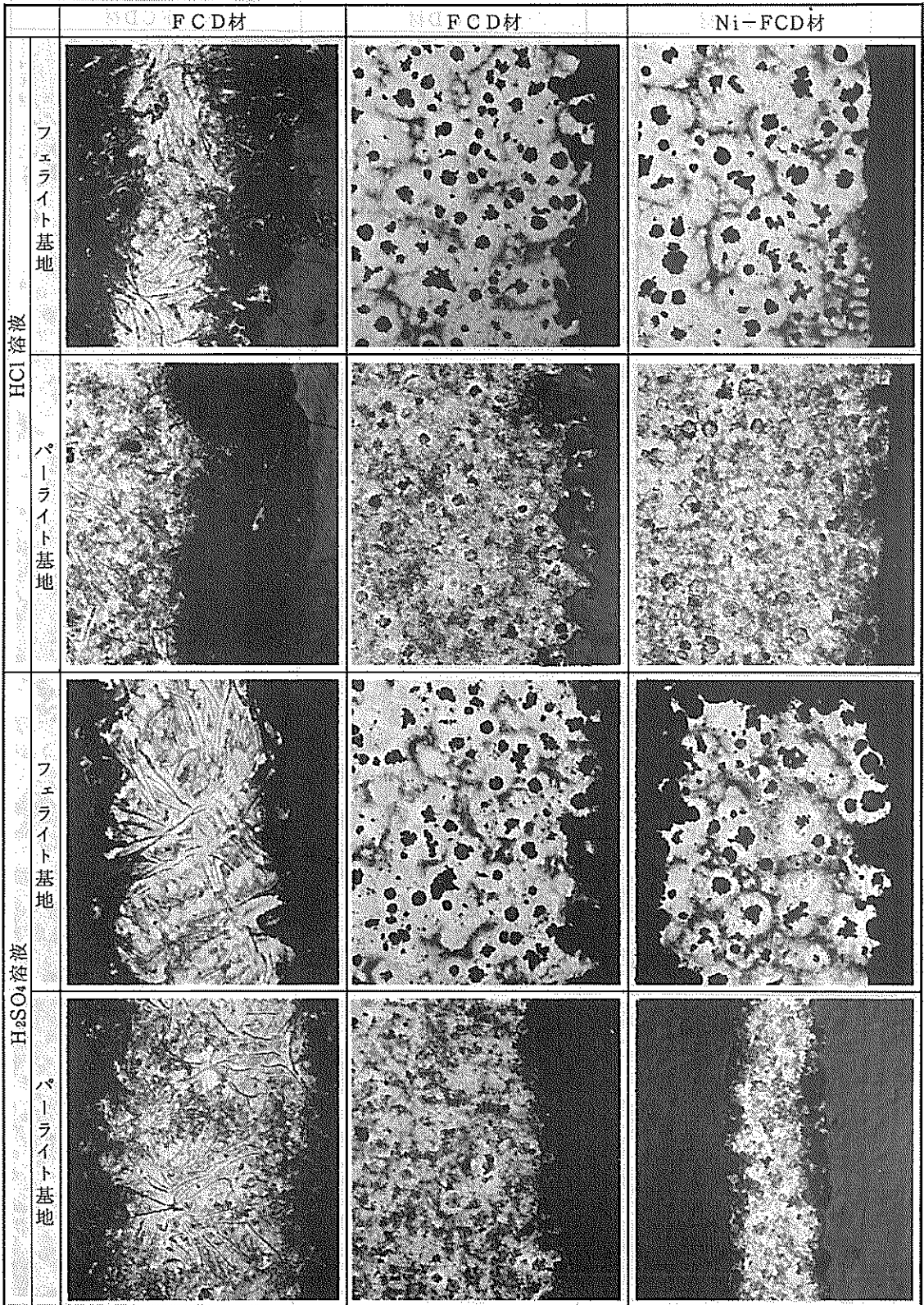
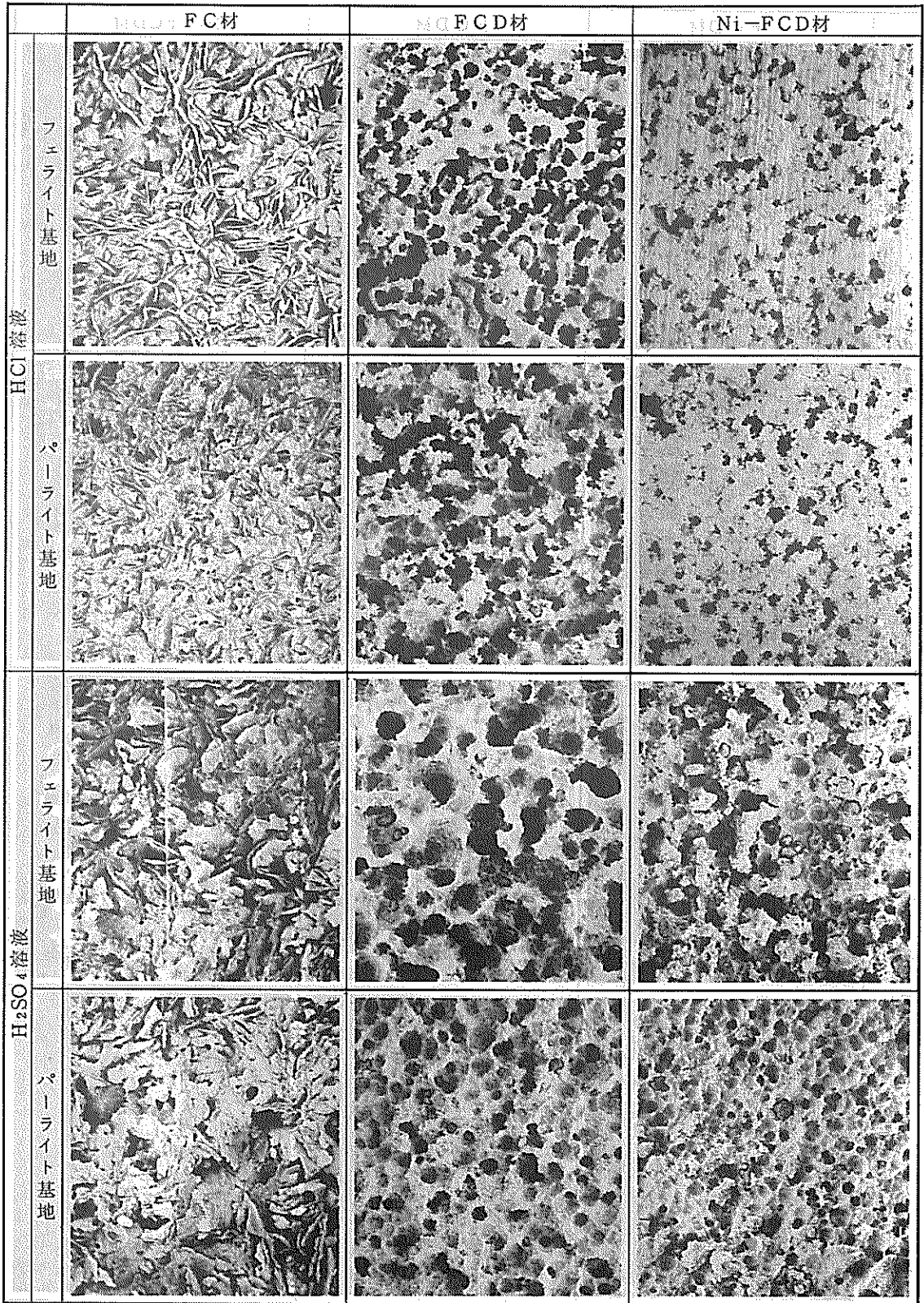


図8 腐食試験片の表面SEM写真



FCD材は基地の差が見られ、パーライト基地が黒鉛部といっしょに欠落している。フェライト基地は白くなめらかに残留している。又HClにおいて細かい侵食でギザギザの表面となり、H₂SO₄は黒鉛欠落と同様なめらかな面を見せている。

Ni-FCD材はHCl溶液で、パーライト基地、フェライト基地とも差なく、侵食が少く研削キズが残った表面状況を見せている。H₂SO₄溶液ではFCD材同様、黒鉛がほとんど欠落し、フェライト基地の一部やパーライト基地の片状部分を残して、デコボコに侵食されている。

図8に同試料のHCl溶液とH₂SO₄溶液での腐食断面の状況を光学顕微鏡写真で示す。

FC材は黒鉛が残留しているが、FCD材は欠落し、その部分から腐食孔が拡大し侵食されているように見える。又フェライト面がデコボコで選択的に侵食され、パーライト面は均一に侵食され比較的なだらかな面に見える。

4. 結 言

以上HClとH₂SO₄腐食溶液での促進試験とマイクロ観察を行った結果次のことが言える。

- ① 鋳放しの黒皮表面は研削面に比べて腐食速度が大きい。
- ② 高温溶液では初期にFC材、FCD材、Ni-FCD材のいずれも激しく侵食される。
- ③ 溶液に流れのある場合は静止液に比べて腐食速度が大きい。
- ④ 耐食性はおおむね、Ni-FCD材、FCD材、FC材の順に良く、パーライト基地よりフェライト基地が耐食性に優れている。
- ⑤ Ni-FCD材は、HCl溶液において、パーライト、フェライト両基地とも耐食性に優れていたが、H₂SO₄溶液のいずれの状態でも、パーライト基地は激しく腐食される。
- ⑥ ミクロ的には、FC材の黒鉛は残留し、FCD材の黒鉛は欠落しているのが確認できた。又、フェライト基地はなめらかな面として残留し、パーライト基地はセメントタイト部が片状に残ることが視察された。
- ⑦ Ni添加のFCD材はパーライト、フェライト両基地とも流れのあるHCl溶液で優れた耐食性を示し、SEMでもほとんど侵食されず平らな面であることが確認できた。

参考文献

「鋳造品のエンジニアリング、データブックV鋳物の腐食特性」財団法人、素形材カンター

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。