

# 酸化皮膜を用いた環境対応型一次防錆技術の開発

化学食品部 ○上村彰宏

## 1. 目的

一次防錆とは、最終防錆であるめっきや塗装を行う前の、「作業工程、保管、輸送などの製造工程における短期間での腐食を防止する技術」のことである。代表的な一次防錆技術に、黒染め、リン酸亜鉛処理が存在するが、これらは高アルカリ、リンといった環境負荷物質を廃液として排出する。現在、廃液処理コストの低減や水環境への環境負荷物質を削減し、環境への悪影響を最小限に留めることが求められている。そこで本研究では、環境負荷を低減する一次防錆処理技術の開発を行った。

## 2. 内容

### 2.1 一次防錆皮膜の作製

対象とする材料は、シャフトや歯車などの機械部品に利用されている鋼材(S45C)を厚み5mmに切断し、耐水研磨紙で600番まで研磨を行った。その後100℃、0.2%クエン酸溶液に5分間浸漬し、マッフル炉(F0300:ヤマト科学(株)製)で、各200℃、400℃、600℃、800℃で1時間熱処理した。これを一次防錆皮膜試料とし、以下の試験に供した。

### 2.2 皮膜の結晶構造評価

結晶構造の評価は、X線回折装置(D2PHASER:ブルカー・ジャパン(株)製)で行った。図1にX線回折の結果を示す。この結果から200℃、400℃、600℃処理ではFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の生成が確認できた。一方800℃ではFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>以外の生成が観察された。

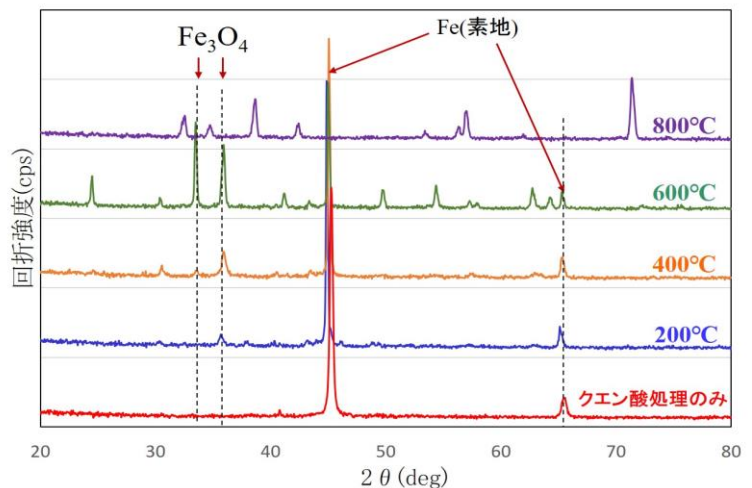


図1 X線回折パターン

### 2.3 皮膜の断面観察

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>皮膜の膜厚を評価するため、200℃、400℃で熱処理した試料の断面観察を行った。クロスセクションポリッシャー(IB-19520CCP:日本電子(株)製)で断面を作製し、走査型電子顕微鏡(JSM-6510LA:日本電子(株)製)で観察した。電子顕微鏡観察結果を図2に示す。200℃で処理した皮膜は1μm程度、400℃では2μm程度の緻密な皮膜が形成されていることが分かった。

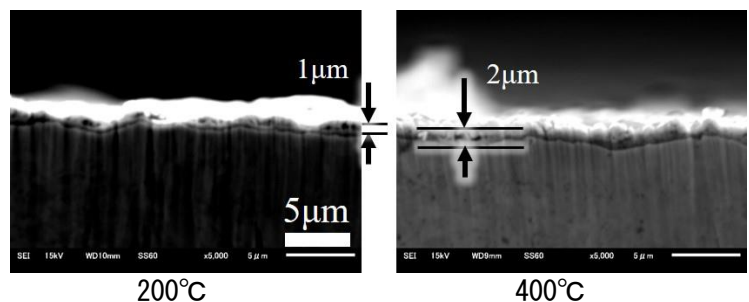


図2 皮膜の断面観察結果

### 2.4 皮膜の密着性の評価

密着性はZIS H 8504を参考にメンディングテープ(810-1-18:スリーエム・ジャパン(株)製)を試料に貼付け、

引き剥がしたテープの観察により行った。図3に引き剥がし試験の結果を示す。同図に示すように 200℃, 600℃, 800℃で熱処理を行った試料では皮膜の剥離がみられたが, 400℃で熱処理を行った試料では剥離がみられなかった。

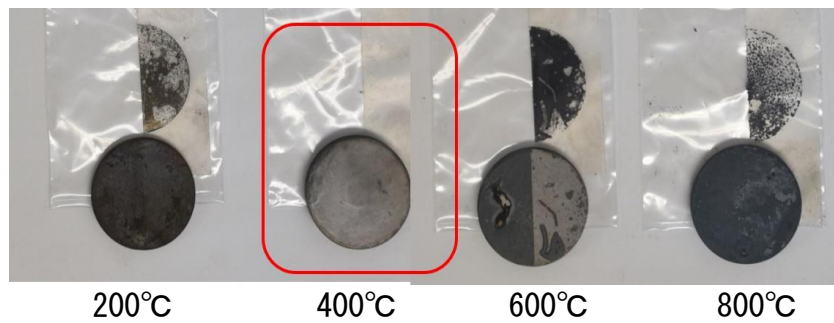


図3 皮膜の密着性試験結果

原因として, 200℃では皮膜の成長が不十分であり, 一方 600℃, 800℃では皮膜が過剰に成長し, 皮膜に内部応力が生じ, 母材との剥離が起こったと考えられる。

## 2.5 皮膜の電気化学測定

皮膜の腐食電位をポテンシオスタット (HZ-5000 : 北斗電工 (株) 製) で測定した結果 (表 1), 200℃, 800℃処理の-508mV, -445mV に対して 400℃, 600℃処理の腐食電位は-269mV と高くなることから, 400℃, 600℃熱処理品が腐食に対する耐久性を持つことが分かった。

表 1 皮膜の腐食電位

熱処理温度 (°C)	200	400	600	800
腐食電位 (mV)	-508	-269	-269	-445

## 2.6 皮膜の耐久性試験

密着性試験, 電気化学測定の結果, 400℃処理が密着性と腐食電位が高いことから, これと, 従来の一次防錆皮膜 (黒染め) に対して, 塩水噴霧サイクル試験機 (CYP-90 : スガ試験機 (株) で (50℃, 相対湿度 95%Rh の環境で 6 時間) 耐久性試験を行った。結果を図 4 に示す。未処理品には明らかな赤錆がみられたが, 開発した一次防錆皮膜 (400℃処理品) は従来技術による皮膜と同様に錆がみられず, 従来技術品と同等の防錆効果が得られた。

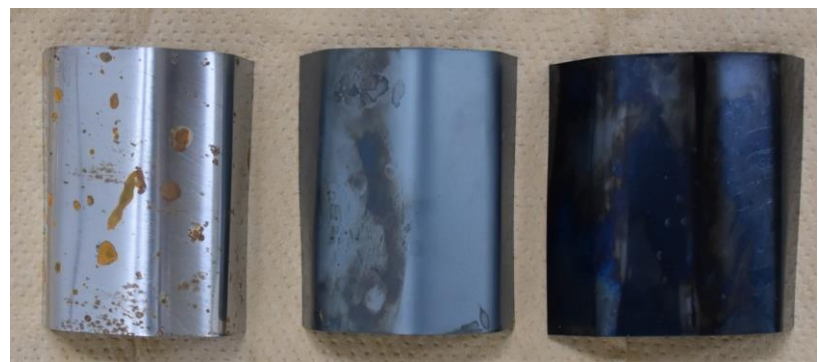


図 4 皮膜の耐久性試験結果

## 3. 結果

本研究で酸化皮膜による一次防錆皮膜の開発を試み, 以下の結果が得られた。

- (1) クエン酸処理後 400℃で熱処理した皮膜に対し X 線回折を行った結果, 皮膜は  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  で形成されていることが分かった。
- (2) 皮膜の断面観察を行った結果, 200℃で熱処理した皮膜は  $1\mu\text{m}$  程度, 400℃で熱処理した皮膜は  $2\mu\text{m}$  程度の緻密な皮膜であることが分かった。
- (3) 400℃で熱処理した皮膜は引き剥がし試験後, 皮膜の剥離はみられなかった。
- (4) 電気化学試験, および耐久試験の結果, 400℃で熱処理した試料は高い耐久性を持ち, 従来技術と同等の防錆効果があることが分かった。