

# カンタン、アルミホイールめっき

## ～赤サビの防止についての研究～

熊本県立八代工業高等学校 理科研究班 2年 松村 優香 ほか4名

### 1. はじめに

鉄の原材料である鉄鉱石は安定した酸化鉄として自然界に存在している。この鉄鉱石から酸素を取り除き、鉄鋼材料にするのが「製鉄」、授業で鉄の工業的製法で学ぶ。

鉄の工業的製法とは…

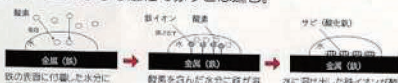
- ①鉄鉱石、コークス、石灰石を溶鉱炉に入れる。
- ②下から熱風を吹き込む。このときにできる一酸化炭素が鉄鉱石から酸素を奪い、液状の鉄が炉の底にたまる。鉄鉄と呼ばれる。
- ③鉄鉄は炭素を多く含むため、もろい。
- ④これを転炉に移し、酸素を吹き込んで炭素を燃やして量を減らすと、強くて弾力のある鋼ができる。

鉄の製錬過程の図 (略)

酸化していない鉄は不安定なので、その不安定な状況から脱するために再び酸素を取り込んで元に戻ろう(酸化)とする。その過程で発生するのが錆(サビ)。以下、赤サビと表記。

### 2. 赤サビが発生する過程

酸化していない不安定な鉄はどのように錆びていくのか調べてみると、下図のような過程で赤サビは進む。



水と酸素が必要なが分かる。そこで確かめるために次の実験をおこなった。

- (1) 赤サビが発生する様子を観察する。

鉄クギは表面を紙やすりで磨き、水に半分浸ける。

【結果1】右写真より

- ①水中で赤サビが発生した。最も発生した場所は水面近くの水の中だった。
  - ②空気中のクギには発生しなかった。
- 結果①②のことから空気と水の両方が必要だと考えられる。

- (2) 条件を変えて赤サビが発生する様子を観察する。

空気と水が必要だと分かったので、鉄クギは表面を紙やすりで磨き、溶液には半分浸ける。試験管にはゴム栓を付ける。

- ①溶液を変える(精製水、酢酸、水酸化ナトリウム、過酸化水素水) \* 各1mol/L
- ②気体を変える(空気、酸素、窒素、二酸化炭素)

【結果2】 赤サビが発生した箇所 A: 気体中 B: 水面付近 C: 液体中

赤サビの発生 ◎よく発生 ○発生 △少し発生 ×発生しなかった

| 溶液・気体    | 空 気      | 氧 気      | 窒 素      | 二酸化炭素    |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 精製水      | A× B○ C○ | A△ B○ C○ | A× B× C× | A× B△ C△ |
| 酢 酸      | A× B× C× | A? B× C× | A× B× C× | A? B× C× |
| 水酸化ナトリウム | A× B× C× | A× B× C× | A× B× C× | A× B× C× |
| 過酸化水素水   | A× B△ C△ | A△ B△ C○ | A× B△ C△ | A× B△ C△ |



空 気 酸素 窒素 二酸化炭素  
(精製水の溶液、左から、精製水、酢酸、水酸化ナトリウム、過酸化水素水)

- ①結果の表より、酸素と過酸化水素水の組み合わせで赤サビがよく発生した。
- ②酸素のない窒素や二酸化炭素では赤サビは発生しなかった。
- ③酢酸の鉄クギには黒いものが発生した。これは色から酢酸鉄と考えられる。
- ④水酸化ナトリウムの液体中のクギには光沢ができていた。

### 3. サビの発生を防ぐ

橋、船、車などはサビやすい環境の中で利用されるので、ペンキ等の塗料を塗ってサビを防いでいる。しかしペンキ等の塗料以外でサビが防げないか考えてみた。

- (1) アルカリ性水溶液に入れコーティングする。

- ①濃度の違う水酸化ナトリウム水溶液に、紙やすりで磨いた鉄クギを浸け光沢をつける。
- ②光沢のついた鉄クギを、水を入れたシャーレに浸し観察する。
- ③比較のために塩素系洗剤でも同じ実験をおこなってみる。

【結果1】右写真より

- ①水酸化ナトリウム水溶液に入ると鉄クギに光沢ができたが、水を入れたシャーレに浸けると、数時間で茶色く変色した。
- ②塩素系洗剤の鉄クギは、光沢をつける時に赤サビが発生した。



- (2) 黒サビをつける

- ①紙やすりで磨いた鉄クギを真っ赤になるまで過熱し、冷まして鉄クギを黒くする。冷まし方も、自然冷却と水で冷却の2種類でおこなう。
- ②黒サビがついた鉄クギを、水を入れたシャーレに浸す。



【結果2】水で冷却した鉄クギに多くの赤サビが発生した(右写真の右)。これは水が触れたときにた水蒸気や金属の収縮によって、黒サビがはがれ、その部分に赤サビが発生したと考えられる。



### 4. 発展、鉄クギをアルミニウムでコーティング

黒サビをつける作業で、紙やすりがなくなったので、代わりにアルミホイールで鉄クギを磨き、真っ赤になるまで過熱した。すると鉄クギの表面が黒サビよりも青黒く変化した。

これは鉄クギの表面に付着したアルミニウムが熱で溶かれ、鉄クギの表面を覆ったのではないかと考え、次の実験をおこなった。



- (1) 鉄クギをアルミホイールで磨る

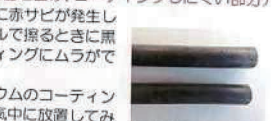
- ①磨いた鉄クギをアルミホイールで磨り、真っ赤になるまで過熱して鉄クギを黒くする。(アルミニウムでコーティング)
- ②黒サビをつけた鉄クギもアルミホイールで磨り、アルミニウムでコーティングする。
- ③アルミニウムでコーティングした2種類の鉄クギを、水を入れたシャーレに浸し、赤サビができるか観察する。
- ④アルミニウム粉末でも同様に実験してみる。

【結果1】右写真より

- ①紙やすりで磨いた鉄クギには、赤サビは少なかった。赤サビが発生した部分は、
  - ・鉄クギの切断面
  - ・滑り止めの段差がある部分、などアルミニウムのコーティングがやりにくい部分(切断面と凹み、コーティングしにくい部分)
- ②黒サビをつけた鉄クギに赤サビが発生した。これはアルミホイールで磨るときに黒サビをはがし、コーティングにムラができたためと考えている。
- ③黒サビのみとアルミニウムのコーティングを比較した場合、空气中に放置してみると、黒サビの鉄クギ(右写真上)には徐々に赤サビが発生した。
- ④アルミニウム粉末は過熱の時に粉末が飛び散り、コーティングできなかった。



上は赤サビが発生した黒サビ 下はアルミニウムコーティング



上は赤サビが発生した黒サビ 下はアルミニウムコーティング

### 5. まとめと考察

アルミニウムを利用した赤サビの防止は、アルミホイールを磨りつけるムラが、コーティングのムラになる。コーティングのムラを無くせば、十分に赤サビを防止できると思う。現在、コーティングのムラを防錆潤滑剤で補い、研究を続けている。

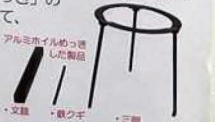
またアルミニウム製品には、人工的に酸化被膜をつくるアルマイト加工がある。そこでアルミニウムを使った加工が他にないか調べてみると、「溶融アルミニウムめっき」という加工があった。

溶融アルミニウムめっき…融点である660℃以上のアルミニウム溶液に鉄材等を漬けめっきしたあと、冷却洗浄等の仕上げを行う。(アルマー加工)

今回の実験は、鉄クギの表面でアルミニウム溶液ができ、溶融アルミニウムめっきがおこなわれたのではないかと考えている。

私たちは、**カンタン、アルミホイールめっき**と命名。

また食塩水でも実験をおこなったが、赤サビへの進行速度が速すぎて、「カンタン、アルミホイールめっき」の検証ができなかった。今後の目標として、海水中での赤サビの発生を抑えることを目標に、「カンタン、アルミホイールめっき」の精度を上げていきたいと思います。



- 【参考文献】 ・日経クロステック基礎から学ぶものづくり  
材料編⑤金属を腐食する「さび」と腐食から守る「さび」  
・実数出版：化学総合資料