

高温加熱による腐食生成物除去方法の検討

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 ○坂本 達朗 鈴木 隼人

1. 目的

沿岸部などの腐食性の高い環境に架設された鋼構造物は、塗装に代表される防食処置を施していても、腐食を生じることがある。腐食の進行を止めるためには、腐食生成物を除去した上で塗替えする必要がある。しかしながら、減肉によって凹凸を生じた部材表面の腐食生成物は、ブラスト工法以外の機械的手法では完全な除去が困難である。本研究では、機械的手法以外での腐食生成物の効率的な除去方法を把握することを目的として、高温加熱による腐食生成物の除去方法を検討したので、その結果を報告する。

2. 試験方法

2.1 腐食鋼板の作製方法

試験鋼板には SS400 冷間圧延鋼板 (JIS G 3101 に準拠、150×70×3.2mm、サンドブラスト処理) を用いた。腐食条件には「鋼構造物塗装設計施工指針¹⁾」附属書 C に記載される複合サイクル条件 (表 1) を用いた。工程 1~3 の繰り返しを 1 サイクルとし、腐食程度の異なる腐食鋼板を作製するため、サイクル数を 1 回、3 回または 5 回の 3 通りとした。

2.2 加熱試験方法

腐食鋼板の加熱には、電気炉を用いた。腐食鋼板を炉内に設置し (図 1)、その後昇温することで腐食鋼板を加熱した。温度制御は炉内の雰囲気温度により行った。設定温度は 200~800℃とし、所定の温度に到達してからその温度を 5 分間維持した後に、腐食鋼板を電気炉から取り出した。

2.3 評価方法

高温加熱後の腐食鋼板の性状を、腐食生成物の除去程度と残留する腐食生成物の組成から評価した。

(1) 腐食生成物の除去程度

腐食生成物の除去程度の評価のため、加熱前の腐食鋼板の質量および、加熱後にワイヤブラシを用いて緩く付着する腐食生成物を除去した後の質量、さらにブラスト工法によって腐食生成物を完全に除去したときの質量を測定し、以下の式により腐食生成物の除去率を算出した。

$$\text{腐食生成物の除去率 (\%)} = \frac{\text{加熱前の腐食鋼板質量} - \text{加熱・ワイヤブラシ処理後の腐食鋼板質量}}{\text{加熱前の腐食鋼板質量} - \text{ブラスト処理後の腐食鋼板質量}} \times 100$$

(2) 残留する腐食生成物の組成

残留する腐食生成物の特性を把握するため、X 線回折による結晶成分分析を実施した。炉内温度を 200、300、400、500℃、600℃として加熱した腐食鋼板から、ヤスリを用いて 10×10mm の範囲で採取した腐食生成物を粉末状にしたものを試料とし、検出された結晶成分比の算出には参照強度法を用いた。

表 1 複合サイクル条件の概要

工程	試験名	条件	試験時間
1	人工海水噴霧	噴霧量: 水平捕集面積 80cm ² に対して 1~2cm ³ /h 温度: 40±2℃、RH: 95±3%	4h
2	模擬濃縮雨水噴霧	噴霧量: 水平捕集面積 80cm ² に対して 1~2cm ³ /h 温度: 40±2℃、RH: 95±3%	44h
3	乾燥	45±2℃、RH: 30%以下	16h

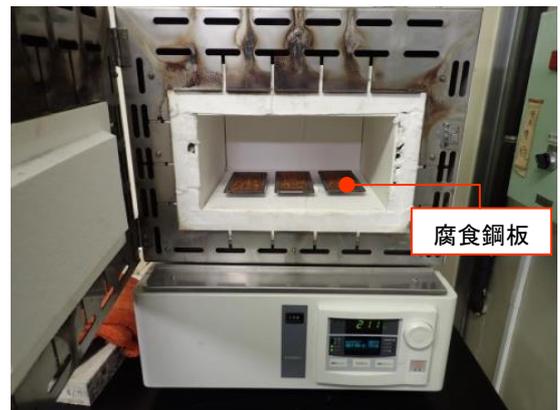


図 1 電気炉への腐食鋼板の設置状況

キーワード 素地調整、加熱、腐食生成物、除去率、X 線回折

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL:042-573-7339

3. 試験結果と考察

3 サイクルの腐食鋼板を加熱した場合の X 線回折結果を図 2 および表 2 に示す。炉内温度の上昇と共に分析チャートが変化しており、参照強度法の結果から、ヘマタイト (Fe_2O_3) が増加する一方でその他の結晶成分として検出されたマグネタイト (Fe_3O_4)、ゲーサイト ($\alpha\text{-FeOOH}$)、レピドクロサイト ($\gamma\text{-FeOOH}$) が減少することを確認した。また、加熱温度が 600°C に達すると全ての X 線回折的結晶成分はヘマタイトに変化することも確認された。

続いて、3 サイクルの腐食鋼板に対して炉内温度を $200\sim 500^\circ\text{C}$ 、1 サイクルと 5 サイクルの腐食鋼板に対して炉内温度を $500\sim 800^\circ\text{C}$ とした場合の腐食生成物の除去率を図 3 に示す。 $200\sim 500^\circ\text{C}$ の場合、炉内温度の上昇とともに腐食生成物の除去率は増加したが、非加熱時と比較して最大でも約 5% の違いであり、大半の腐食生成物は残留する結果となった。また、非加熱時および 600°C 以下で加熱した際の腐食生成物の除去率は、腐食鋼板作製時のサイクル数が多くなるほど低い。このことから、腐食の進行した腐食鋼板ほど、加熱しても腐食生成物が除去しがたくなることが示唆された。一方、炉内温度を $500\sim 800^\circ\text{C}$ とした場合には 700°C まで加熱した段階で腐食生成物の除去率が 80% を超え、腐食生成物を概ね除去できることが確認された。5 サイクルの腐食鋼板に対して炉内温度を 600°C または 700°C とした場合の鋼板外観を図 4 に示す。

4. まとめ

機械的手法以外での腐食生成物の効率的な除去方法を把握することを目的として、複合サイクル条件で作製した腐食鋼板を用いて、電気炉を用いた高温加熱による腐食生成物の除去方法を検討した。得られた知見を以下に示す。

- (1) 炉内温度の上昇とともに、腐食生成物の除去率は増加する傾向にある。
- (2) 腐食の進行した腐食鋼板ほど、加熱しても腐食生成物が除去しがたい傾向にある。
- (3) 700°C 以上に加熱すると、腐食生成物を概ね除去できる。

参考文献

- 1) 公益財団法人鉄道総合技術研究所：鋼構造物塗装設計施工指針，2013

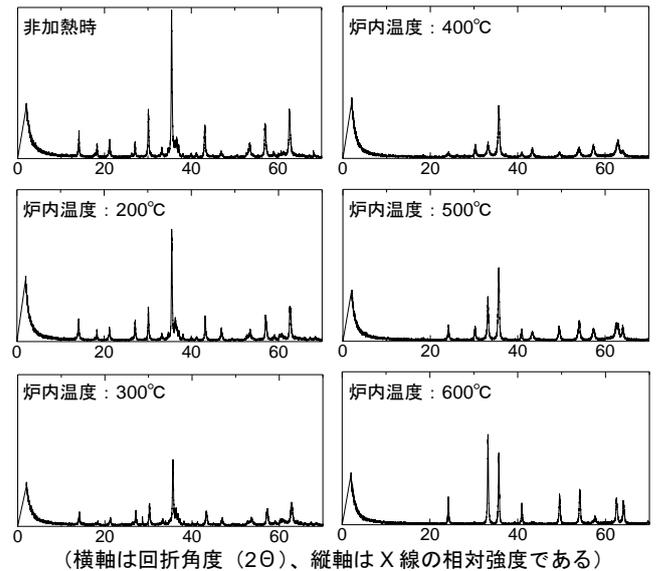


図 2 XRD 分析チャート

表 2 腐食生成物の結晶成分比

加熱温度	マグネタイト Fe_3O_4	ゲーサイト $\alpha\text{-FeOOH}$	レピドクロサイト $\gamma\text{-FeOOH}$	ヘマタイト Fe_2O_3
非加熱	71%	17%	12%	-
200°C	65%	16%	19%	-
300°C	76%	-	17%	7%
400°C	71%	-	-	29%
500°C	41%	-	-	59%
600°C	-	-	-	100%

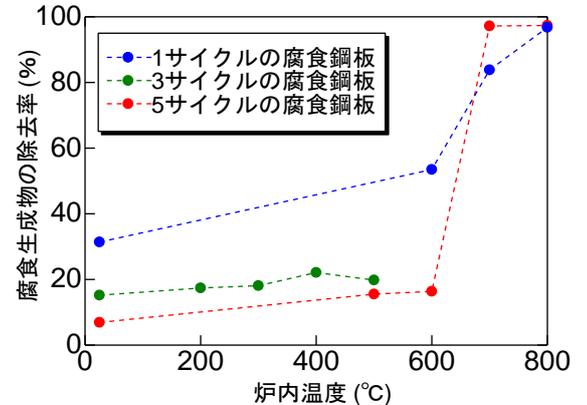


図 3 腐食生成物の除去率

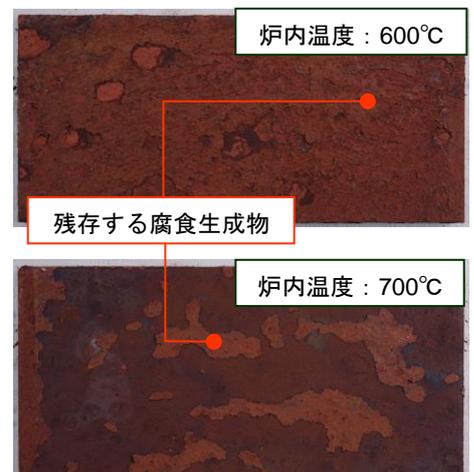


図 4 加熱後の腐食鋼板の外観