

腐食生成物除去に対する高周波誘導加熱の適用性

○ (正) 西日本旅客鉄道㈱ 瀧本 一也 (正) 西日本旅客鉄道㈱ 中山 太士
(正) (公財) 鉄道総研 坂本 達朗 (正) 大阪大学大学院 廣畑 幹人

1. はじめに

近年、鋼橋の塗替え塗装時の塗膜除去方法として、高周波誘導加熱の適用が検討され、一定の成果が報告されている¹⁾。しかし、鋼橋に錆が発生している箇所では、塗膜除去作業に加えて錆を除去する工程が必要となるので、高周波誘導加熱により錆を除去できれば、素地調整を効率的に行うことが可能になる。そこで、本稿では、基礎的な実験として腐食生成物除去に対する高周波誘導加熱の適用性を検討したので報告する。

2. 試験体

試験体には JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」に規定される SS400 冷間圧延鋼板を用いた。試験鋼板の寸法は 150×70×3.2mm であり、両面をサンドブラスト処理(表面粗さ: $R_{zJS}30\mu m$) したうえで、片面を腐食させて試験に供した。鋼板の腐食には表-1 に示す室内促進腐食条件(1 サイクル)を用いた。これは「鋼橋構造物塗装設計施工指針」²⁾の附属書 C に規定される鉄道総研式複合サイクル試験を参考にしたものである。作製した腐食鋼板を図-1 に示す。

表-1 サイクル試験条件

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 作製した腐食鋼板

3. 腐食生成物除去試験

(1) 加熱方法・・・図-2 に示すように高周波誘導加熱用コイルの上に腐食面を下方向とした状態で試験体を設置し、加熱した。図-2 に示す試験体中央の熱電対で温度を計測し、試験体の中心温度(TC1)が目標温度(400~600℃)に達した時点で加熱を終了した。今回、塗膜除去時の加熱温度と比較して目標温度を高く設定したのは、塗膜除去作業時と違い、局所的な腐食の除去への適用を想定したものであり、加熱される箇所は限定されるためである。なお、誘導加熱用コイルは試験体と同程度の寸法であるが、中央部分に空隙を有しているため、試験体中心の温度(TC1)は、端部の温度(TC2)に比べて低くなる傾向がある。

(2) 腐食生成物除去方法・・・目標温度まで試験体を加熱後、ワイヤブラシを用いて腐食生成物を除去した。これは実施工時に動力工具を使用せずに腐食生成物を除去することを想定したためである。

(3) 評価方法・・・腐食生成物の除去程度の評価は、外観観察および質量変化量から評価した。外観観察は試験前後の試験体の腐食性生物の状況を確認して評価した。質量変化量は、

- ・加熱前の試験体の質量 (a)
 - ・加熱、ワイヤブラシによる腐食生成物除去後の試験体質量 (b)
 - ・ブラストにより腐食生成物を完全除去した後の試験体質量 (c)
- を用いて、腐食生成物の除去割合を算出して評価した。

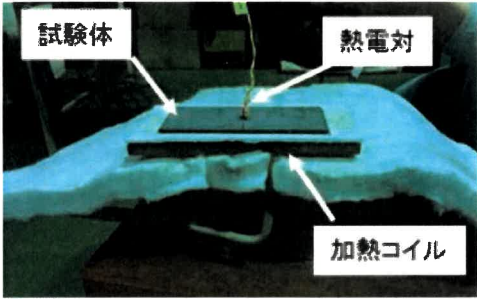


図-2 試験体の設置状況

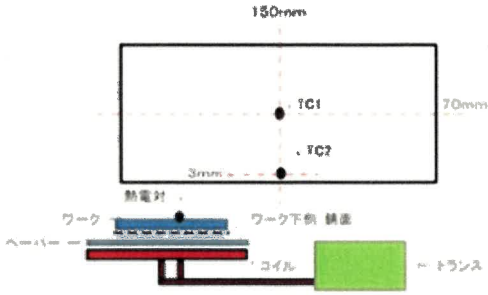


図-3 試験体の設置と熱電対貼付位置

キーワード 高周波誘導加熱, 腐食, 素地調整, 錆除去

連絡先 〒532-0023 大阪府大阪市淀川区宮原 4-3-39 大広新大阪ビル 9F 近畿統括本部 施設課

すなわち、腐食生成物の除去割合を $(a-b) / (a-c)$ により算出した。

ここに、a:加熱前の試験体質量 (g)

b:加熱・ワイヤブラシによる腐食性生物除去後の試験体質量 (g)

c:プラストによる腐食性生物完全除去後の試験体質量 (g)

4. 試験結果

(1) 外観観察…ワイヤブラシを用いた腐食生成物除去後の試験体の一例を図-4に示す。図-4(a)は加熱温度 400℃、図-4(b)は加熱温度 600℃の試験体を示している。この図から、加熱温度 400℃と比較して、600℃の試験体の方が腐食生成物を除去できていることがわかる。また、腐食生成物は試験体の中心付近において比較的多く残存し、試験体端部の方がより除去されていることから、腐食生成物は鋼板の温度が 650～940℃となった場合に除去されやすくなることがわかる。これは、熱による膨張程度が鋼材と腐食生成物で異なり、界面からの物理的な剥離が生じた、もしくは加熱により鋼材表面および腐食生成物の特性が変化し剥離しやすくなったと推定される。

(2) 腐食生成物の除去割合…加熱による腐食生成物の除去結果を表-2に示す。表中には計算結果も示している。図-5には加熱温度と腐食生成物除去割合の関係を示している。縦軸に腐食生成物除去割合、横軸に加熱温度を示している。この表および図から、腐食生成物の除去割合は加熱温度の上昇とともに増加し、腐食鋼板の中心温度が 600℃を超えた場合に著しく増加して 90%程度に達していることが分かる。



(a) 加熱温度 400℃



(b) 加熱温度 600℃

図-4 外観観察結果 (試験後)

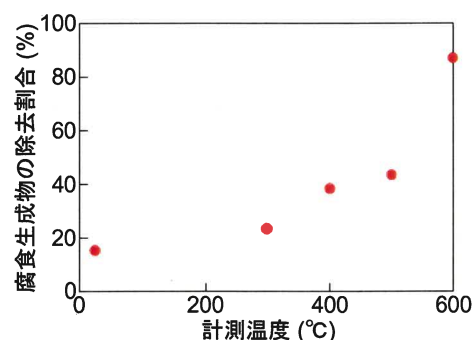


図-5 加熱温度と腐食生成物の除去割合

5. まとめ

本稿では、室内環境試験で作製した腐食鋼板を用いて、腐食生成物除去に対する高周波誘導加熱の適用性を検討するための基礎的実験を実施した。今回の検討の範囲内では、加熱温度が高くなるほど腐食生成物が除去できることがわかった。特に、600℃を超えた場合に著しく腐食生成物がより多く除去できることがわかった。今後の課題として、腐食生成物の種別を変化させて同様の検討を行うこと、600℃あるいはそれ以上の温度が鋼材に与える影響に対する安全性の検証等が挙げられる。

謝辞：本研究の腐食生成物除去試験には、JEMIX様にご協力いただいた。ここに謝意を示します。

表-2 腐食生成物除去結果

No.	目標温度 (°C)	TC1における最大温度(注) (°C)	腐食鋼板の質量(g)			計算結果					
			加熱前	加熱・さび除去後	加熱・プラスト後	a-b(g)		a-c(g)		(a-b)/(a-c) (%)	
			a	b	c	計算値	平均値	計算値	平均値	計算値	平均値
1	400	395	252.20	251.39	248.65	0.81	0.8	3.55	3.6	22.8	23.3
2		399	253.04	252.18	249.19	0.86		3.85		22.3	
3		399	251.71	250.83	248.17	0.88		3.54		24.9	
4	500	484	252.07	249.92	247.76	2.15	1.5	4.31	4.0	49.9	38.2
5		481	251.43	250.18	247.62	1.25		3.81		32.8	
6		479	251.17	249.96	247.39	1.21		3.78		32.0	
7	550	558	252.36	249.72	247.61	2.64	1.8	4.75	4.2	55.6	43.3
8		554	252.05	250.68	247.99	1.37		4.06		33.7	
9		555	252.49	250.96	248.71	1.53		3.78		40.5	
10	600	633	252.91	249.67	249.14	3.24	3.4	3.77	3.9	85.9	86.9
11		638(937)	251.08	247.69	247.26	3.39		3.82		88.7	
12		629(942)	252.40	248.95	248.39	3.45		4.01		86.0	
13	加熱無し		256.80	255.92	250.89	0.88	1.0	5.91	6.4	14.9	15.2
14			255.43	254.46	248.61	0.97		6.79		14.3	
15			251.72	250.67	245.27	1.05		6.45		16.3	

(注) かつこ内の数値は、TC2における最大温度

参考文献 1) 柿添, 中山, 坂本, 廣畑, 松井: 加熱技術を用いた塗膜除去方法の検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集, VI-569, 2016, 2) 鉄道総合技術研究所: 鋼構造物塗装設計施工指針, 2013