

研究ノート

高酸素濃度雰囲気下での塩水噴霧試験による耐食性の評価

杉本賢一*1、山下勝也*1、森田晃一*1、榊原啓介*1

Evaluation of Corrosion Resistance by Salt Spray Test Using Oxygen Rich Air

Kenichi SUGIMOTO*1, Yoshiya YAMASHITA*1, Koichi MORITA*1
and Keisuke SAKAKIBARA*1

Industrial Research Center*1

簡易塩水噴霧試験機を作製し、槽内の酸素濃度を変化させ、鋼板腐食照合試験片を用いた塩水噴霧試験を行った。槽内の酸素濃度を増加させると腐食速度は約 1.4 倍になり、塩水噴霧試験における腐食速度を加速できることがわかった。

1. はじめに

塩水噴霧試験は、金属材料やめっき、塗装等を施した金属材料の耐食性を判定する方法として広く用いられている。比較的耐食性の良い材料の場合、耐食性評価には 1000 時間を超える試験時間を要するものもある。より厳しい(早く腐食する)条件の試験として、酸化剤に Cu(II)イオンを添加して酢酸酸性にした塩水噴霧液を用いる「キャス試験」もあるが、酸素による酸化で腐食が進む実環境とは違う酸化反応による試験となってしまうことが難点である。

鉄は、中性塩水中では溶解している酸素に酸化され腐食生成物(いわゆる「さび」)を生じる。塩水中の溶存酸素濃度は約 $5\mu\text{g/g}$ と非常に低く、鉄を腐食させるには十分でないため、腐食反応においては、酸素は雰囲気中から常に供給される必要があり、この酸素の溶解及び鉄表面への拡散が腐食の律速となることが知られている。

溶存酸素濃度は雰囲気中の酸素濃度に比例するので、槽内の酸素濃度を上げることにより塩水噴霧試験の腐食速度を上げることを試みた。この方法によれば、酸素に酸化されるという意味で鉄の酸化反応としては通常の塩水噴霧試験と同様に腐食速度を加速させることができ、新たな腐食試験法として有益なものとなる可能性がある。

2. 実験方法

2.1 使用機器

試験は本来、JIS 規格に基づいた塩水噴霧試験装置を用いるべきであるが、本研究では、酸素濃度を比較的容易に制御できる小型の簡易装置を製作し用いた。装置の概要は図 1 のとおりで塩霧は超音波式の加湿器により発生させ、これを容器に導入した。導入時に用いる空気

(以下、導入空気)の酸素濃度を制御することにより槽内の酸素濃度を制御した。導入空気は酸素又は窒素を空気と適宜混合することにより酸素濃度を変化させた。

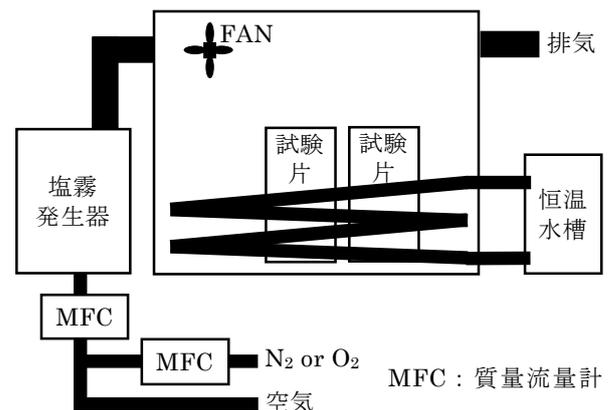


図 1 簡易塩水噴霧試験機の概略

これらの気体の流量は、経時変化の少ない質量流量計(コフロック(株)製 Model 3660)を用い制御した。槽内の塩霧及び酸素濃度を均一にするために塩霧入口にファンを配置し、槽内空気を攪拌した。槽内の温度は、槽側面に配置した配管に温水($41\pm 1^\circ\text{C}$)を循環して制御した。槽内の酸素濃度は、試験中に槽内空気を採取しガス検知管((株)ガステック製 31B)により測定した。検知管の測定範囲(3~24%)を超える酸素濃度については、採取ガスを窒素で 2~3 倍に希釈して測定した。また、比較のため、市販の塩水噴霧試験機(スガ試験機(株)製 STP-110)でも通常の空気による塩水噴霧試験を行った。

2.2 試験片

試験片は鋼板腐食照合試験片(スガ試験機(株)製、SPCE Ra=0.8 μm)を用いた。試験片は、使用前に石油

*1 産業技術センター 金属材料室

ベンジンで付着している防錆油をふき取り、その後、エタノールに浸し 5 分間超音波洗浄したものを用いた。また試験片裏側は絶縁テープによりマスキングした。

2.3 試験方法

試験条件は表 1 に示す JIS Z2371 の条件で行った。種々の酸素濃度において 15~40h 塩水噴霧し、腐食減量を JIS Z2371 中の腐食減量の測定方法に基づき、測定した。腐食減量の算出方法を式(1)に示す。試験片は 2 枚設置し、腐食減量をそれぞれ求め、平均値をその試験における腐食減量とした。

$$W_d = (W_s - W_e) / S \quad (1)$$

ここで W_d : 腐食減量(g/m²)

W_s : 試験前の試験片の質量(g)

W_e : 試験後の試験片の質量(g)

S : 試験片の面積(m²)

表 1 塩水噴霧試験の条件

噴霧液中の NaCl 濃度	50 ± 5 g/L
噴霧溶液 pH	6.5 ~ 7.2
試験温度	35 ± 2 °C
噴霧量	1.5 ± 0.5ml/80cm ² /h
装置内の酸素濃度	4.8~63.5vol%
導入空気流量	1.47L/min at 35°C

3. 実験結果及び考察

表 2 に塩水噴霧試験結果を示す。また、図 2 に市販の塩水噴霧試験機を用い酸素濃度 20.9vol%で行った、試験時間と腐食減量の関係を、図 3 に試験時間 24h における簡易装置内の酸素濃度と腐食減量の関係を示す。空気(酸素 20.9vol%)、試験時間 24h の腐食減量は、簡易装置で 31.7g/m²、市販装置で 34.0g/m²とよく一致しており、簡易装置における塩水噴霧試験でも、市販装置と同等の結果が得られることがわかる。また、試験時間と腐食減量は、試験を行った時間の範囲(0~40h)に

表 2 塩水噴霧試験結果

使用装置	試験時間 (h)	酸素濃度 (vol%)	腐食減量 (g/m ²)
市販装置	15	20.9	23.7
	24	20.9	34.0
	40	20.9	58.3
簡易装置		4.8	16.5
		20.9	31.7
	24	37.7	39.5
		53.4	44.3
		63.5	43.9

おいては比例関係にあり、腐食速度が試験時間に依存しないことがわかる。図 3 より酸素濃度が増加すると腐食減量も増加し、空気(酸素 20.9vol%)のときの 31.7g/m² に対して酸素 53.4vol%で 44.3g/m² となり約 1.4 倍の腐食速度となった。酸素 63.5vol%での腐食減量は酸素 53.4vol%より増加していないが、高酸素濃度域では何らかの理由で酸素拡散律速が崩れている可能性がある。

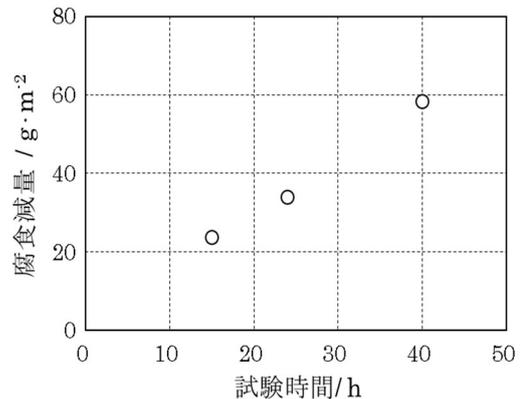


図 2 腐食減量の試験時間依存性

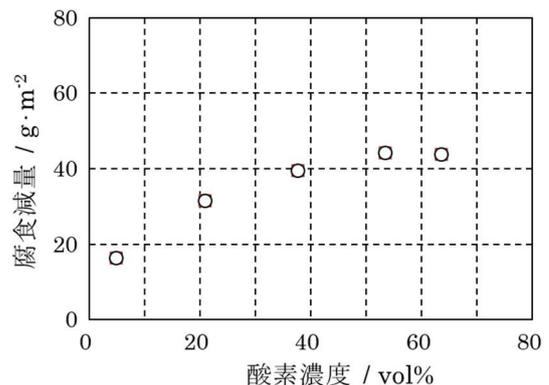


図 3 腐食減量の酸素濃度依存性

4. 結び

塩水噴霧試験の槽内酸素濃度を変化させて鉄の腐食試験を行った。結果は、以下のとおりである。

- (1) 槽内酸素濃度を増加させると腐食速度は最大で空気の約 1.4 倍になり、新たな腐食試験法として有益なものとなる可能性があることがわかった。
- (2) 槽内酸素濃度と腐食減量とは 1 次直線での比例関係ではなく、一定濃度以上では頭打ちとなった。高酸素濃度域における、腐食機構解明が課題である。

文献

- 1) Uhlig H. H., Revie R. W.: 腐食反応とその制御(第 3 版), 93(1989), 産業図書