

ねじの腐食寿命予測と 試験方法の検討Ⅱ

ねじの腐食寿命予測と試験方法の検討 II

関西ねじ協同組合 研究開発委員会

表面処理グループ

1. まえがき

関西ねじ協同組合では、平成 15 年から活動の一環として、ねじやファスナーなど締結材の耐食性評価への信頼を高めるため、表面処理グループを設置し、屋外の使用環境と相関性が高い屋内での腐食促進評価方法の検討を行ってきた。平成 18 年度の研究において、我々が見出した腐食促進溶液の濃度と組成が pH を除き Round Robin Test で実曝露試験と相関性が高いとされる SAEJ2334 の試験方法と極似しており、乾湿を繰り返さず環境を想定する腐食条件では、試験溶液は薄い方が相関性の向上につながることが判った。

一方、ねじが使用される屋外の降雨は、排気ガスの影響を受け、ほとんどの地域で酸性を示す。また、多くのねじは鉄とその合金であるステンレス鋼を素材としており、これらの防食には素地金属に対して犠牲作用を示す亜鉛系の金属が表面処理として多用されている。したがって、現在の使用環境と表面処理材の腐食促進性を高めるには溶液の酸性化が必要である。

最近、制定された ISO16151(2005)には、試験溶液として A 法: 5wt%NaCl・pH=3.5, B 法: 人工海水を 1/6 に希釈した液を pH=2.5、の 2 種類の酸性溶液を使用している。使用溶液は表面処理の種類で決まり、複合サイクルで腐食試験を行うことになっている。我々の評価方法でも、JISH8502 に規定されている CASS 試験装置を用いている。

この調査研究に際し、平成 18 年度に大阪府地域地場産業等振興対策費補助事業の支援を得ることができた。その結果、従来に比べ相関性が優れる新評価方法を見出し、これを組合員共有の成果として特許が出願できた。(特願2005-21130)。しかしながら、我々のグループでは、この評価方法の更なる改善を行うため平成 19 年度も検討を続けることを決めた。幸いにも、これが平成 19 年度大阪府地場産業等課題解決支援事業として認定され、実用性の検証を一層推し進めることができたので、その結果を報告する。

2. 研究目的

次の項目を今回の調査研究の目的とする。

- 1) 屋外に曝露したねじの観察を続け実曝露におけるねじの腐食状態を調べる。
- 2) 表面処理の異なるねじと曝露地点を増やし腐食促進試験との相関性を調べる。
- 3) 加速性の高い腐食試験条件の検討を行う。
- 4) 屋内の腐食促進試験でねじの腐食進行過程を観察する。

3. 試験方法

3.1 試験片の種類

試験片は従設の A~H と I~S を新たに加えた。種類を表1に示す。

表1-1 継続試験片の種類

ねじの種類	ドリルねじ		六角ボルト
ねじの材質	SWCH18A	SUS410	SWCH10R
表面処理	A:ユニクロ 5 μ m	D:パシベート 1	F:3価クロメート 5 μ m
	B:ユニクロ 12 μ m	E:パシベート 2	G:ユニクロ 5 μ m
	C:ユニクロ 20 μ m		H:溶融亜鉛 20 μ m

表1-2 新規試験片の種類

ねじの種類	ドリルねじ		
ねじの材質	SWCH18A	SUS410	18-8 ステンレス
表面処理	I:クロムフリー複合皮膜処理 I	P:すずめっき	S:パシベート
	J:クロムフリー複合皮膜処理 II	Q:複合皮膜処理 1	T:パシベート
	K:複合皮膜処理 1	R:複合皮膜処理 2	
	L:複合皮膜処理 2		
	M:ふっ素樹脂		
	N:アクリル樹脂		
	O:水溶性樹脂		

3.2 曝露場所

曝露場所の一覧を表2に示す。重慶1、2の環境条件はほとんど同程度である。

表2 屋外曝露地点と開始時期

場所	所在と環境	曝露開始
静岡	御前崎、(財)日本塗料検査協会曝露場	平成16年2月
名古屋 1	名古屋市南区 都市部、 周辺住宅地	〃
〃 2	〃 工業地帯、 1より南 2km	〃
大阪 1	大阪市東成区 都市部	〃
〃 2	〃 都市部、1より南 1.5km	〃
重慶 1	重慶市環境科学研究所、都市部	平成17年2月
重慶 2	江津市、西南工業技術研究所 曝露場、1より南西 20km	平成18年2月
宮古島	宮古島市、(財)日本ウェザリングテストセンター曝露場	平成19年7月

備考)重慶1:試料 A~H、重慶2:試料 I~S を曝露

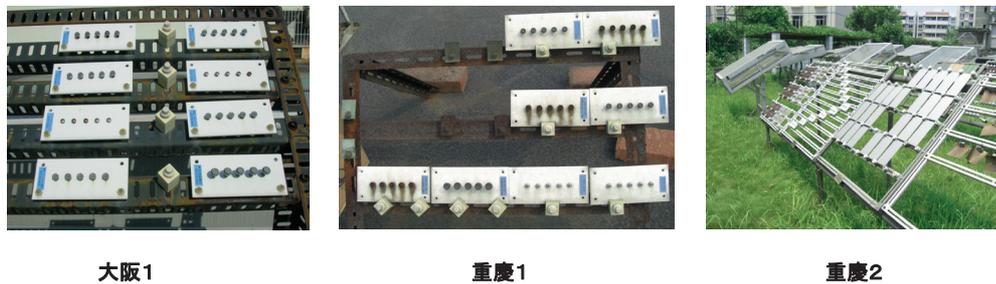


写真1 大阪及び重慶の曝露試験風景

3. 3 腐食促進条件の改良

腐食促進試験方法で腐食を促進させるためには次の2方法が考えられる。

- 1) 酸を加え pH を下げる。
- 2) 塩類溶液に酸化剤を添加する。

腐食試験に使える酸化剤として塩化第二鉄や塩化第二銅、過酸化水素などが考えられるが、実際に生じる腐食生成物を考慮し、pH を変化させず腐食液の塩に影響が少ないものとして、過酸化水素を選択した。その効果を SUS410 および Zn ユニクロめっき品で確認した。

下記の条件で促進試験を行うことにした。

試験条件: 50°C、噴霧 16 時間+乾燥 8 時間(湿度 20~30%RH)

試験溶液: 0.2wt%MgCl₂+0.2wt%CaCl₂+0.1wt%NaCl, pH≒4.0(硫酸)

過酸化水素水を 1VOL%になるように添加する。

試験期間: 噴霧 16 時間+乾燥 8 時間を1サイクルとして20サイクル

3. 4 ねじ締結材内部の腐食状況調査

締結材内面での腐食状況を確認するため、次の実験を行った。

- 1) ねじ単体の腐食試験。
- 2) 締結部材とねじとの隙間をかえた試験片を腐食試験する。

締結時にねじと締結部材(アクリル板)との隙間を調節するため、アクリル板に径の異なる下穴をあげ、これに4種類のねじを取り付けた。試験片の概略を写真2に示す

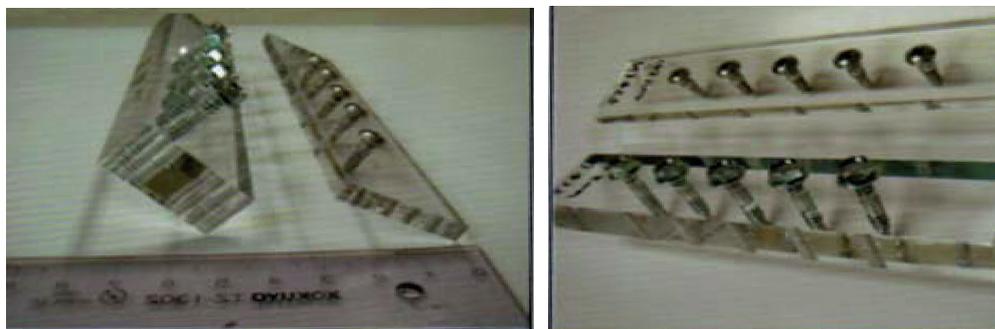
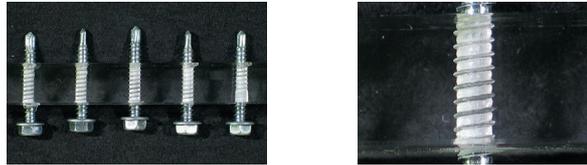


写真2 透明アクリル板とねじの締結状況



試験前: 試料 A~C



試験前: 試料 D,E

写真3 試験前の試料の外観



写真4 試験槽と試験片の設置状況

試験条件・・・改良湿潤繰り返し試験

0.5wt%NaCl+0.1wt%CaCl₂+0.0001N(H₂SO₄) pH4

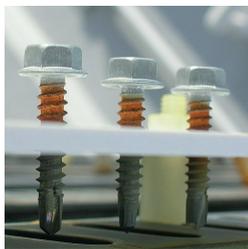
50°C噴霧 16hr+乾燥 8hr=1 サイクルとして30サイクル試験する。

試験に用いるねじの種類

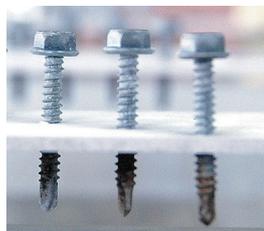
- (A) SWCH18A 製ドリルねじめつき厚 5 μ m(六角 5×25)
- (B) SWCH18A 製ドリルねじめつき厚 12 μ m(六角 5×25)
- (C) SWCH18A 製ドリルねじめつき厚 20 μ m(六角 5×25)
- (D) SUS410 製ドリルねじパンベート(なべ頭 4×16)

4.結 果

4.1 各曝露地点の腐食状況



大阪(試料 A:4年)



宮古島(試料 A:6ヶ月)



重慶(試料 B:2.5年)

写真5 各曝露地点の腐食特徴

各曝露地点でのねじの腐食特徴を写真2に示す。写真に示すように、大阪では試料 A(約 5 μ m)でも4年間曝露で頭部に腐食は認められが軸部で腐食が見られる。重慶では同じ厚みの試料 A では既に頭部および軸部とも激しく腐食し、腐食程度は頭部>軸部となっていた。

写真のように試料 B(膜厚:12 μ m)では頭部に赤錆は見られないが、軸部で明瞭に見られる。

海塩粒子の影響が強いと思われる宮古島では、頭部や軸部ではなくアクリル板の下側で腐食している。この部分では、付着した塩分が降雨に洗浄効果が少なく常に高湿度におかれているためと思われる。このようにねじの腐食は、雨に含まれる電解質の種類や濃度以外に降雨パターンも影響しているものと考えられる。

表3 各曝露地点の赤錆の発生本数(曝露本数 5 本)

試料	重慶	重慶	御前崎	御前崎	宮古島
	30ヶ月	18ヶ月	48ヶ月	21ヶ月	6ヶ月
A	5		5		0
B	0		5		0
C	0		5		0
D	0		5		5
E	0		5		5
F	5		5		
G	5		5		
H	0		5		
I		5		5	0
J		0		0	0
K		3		0	1
L		0		3	0
M		0		5	4
N		0		5	2
O		0		5	2
P		2		5	5
Q		0		1	0
R		0		0	0
S		0		0	0

4.2 改良腐食試験方法の試験結果

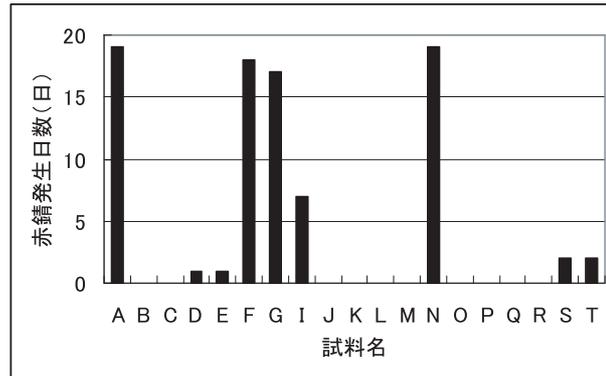
試験溶液: 0.2wt%MgCl₂+0.2wt%CaCl₂+0.1wt%NaCl, pH≒4.0(硫酸)

過酸化水素水を 1VOL%になるように添加する。

試験時間: 20サイクル。

表中、棒グラフの無いものは20サイクルの試験で腐食が認められないものである。

表4 腐食試験結果



4.3 ねじ締結材内部の腐食状況調査

次の条件でねじ締結材内部の腐食状態を調べた。

試験条件・・・改良湿潤繰り返し試験

溶液: 0.5wt%NaCl+0.1wt%CaCl₂+0.0001N(H₂SO₄) pH4、

温度・試験時間: 50°C噴霧 16hr+乾燥 8hr=1 サイクルとして30サイクル試験。

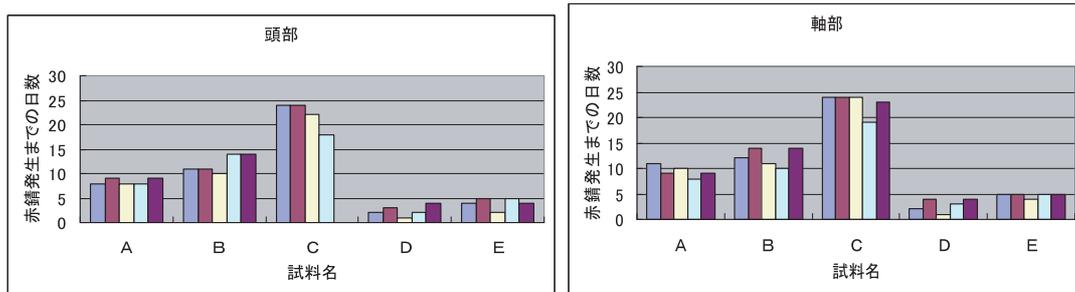


図1 赤錆発生までの時間(日)

ねじと被締結物のすき間を0、50、100 μm と大きくしても、すき間部のさびの発生時間は変わらなかった。

区分	ドリルねじ 材質・表面処理	色区分	締結アクリル板 加工内容
A	SWCH18A 製 めっき厚 5 μm	■	下穴 3.5mm
B	SWCH18A 製 めっき厚 12 μm	■	下穴 4.0mm
C	SWCH18A 製 めっき厚 20 μm	■	めねじ有効径 +0~20 μm
D	SUS410 製 パシベート1	■	めねじ有効径 +50~70 μm
E	SUS410 製 パシベート2	■	めねじ有効径 +100~120 μm

表4 グラフ区分の説明

時間経過とともにめっきが厚くて赤錆発生にいたる。今回、試験に用いた試料は 25 日以内ですべてに赤錆が見られた。各試料の外観とアクリル板中の腐食状況を写真6、7に示す。



試料:A

試料:B

試料:C

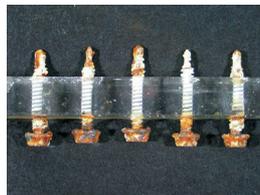
写真6-1 亜鉛めっき系のねじの腐食(20サイクル試験後)



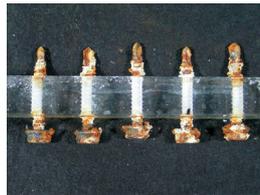
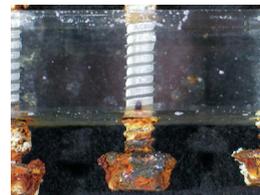
試料:D

試料:E

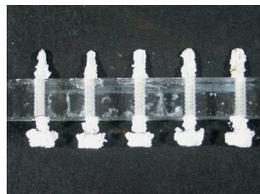
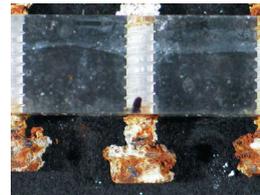
写真6-2 SUS410系のねじ腐食(20サイクル試験後)



試料:A



試料:B



試料:C



試料:D





試料：E

写真7 締結材内部の腐食状況

写真のとおりアクリル板の内部ではほとんど腐食が認められない。これらの結果から、ねじと相手材との組み合わせへの考慮が必要であるが、正しく取り付けられたねじの締結内部では外側より腐食速度はかなり低いと思われる。

5.まとめ

以上の研究結果から次のような知見を得た。

- 1) 今回の改良型腐食促進試験では、ステンレス系の加速率は高いが亜鉛系についてはさほど高くなかった。
- 2) ねじの腐食は、雨に含まれる電解質の種類や濃度以外に降雨パターンも影響しているものと考えられ、この点に着目した腐食促進試験の改良が可能である。
- 3) 正しく締結された内部ではねじの腐食はきわめて少ない。

表面処理研究グループのメンバー(敬称略)

奥村和久(ヤマヒロ)、藤原廣二、東野宏治(フジテック)、
北井敬人、竹田聖(ケーエム精工)、北野克史(ミヤガワ)、
北尾八三(日産ネジ株式会社)、大場康弘(コクブ)、
佐野芳和(サカモト工業)、出羽弘(丸エム製作所)、豊田正喜(巴製作所)、
松田敏雄(アールケイ興産)

活動の記録

会合

ねじの表面処理グループ定期会合(H19. 5. 1、H19. 8. 3、H19. 11. 16、H20. 2. 15)

発表

H19. 7. 26、(社)表面技術協会、東京

H19. 9. 7 (社)大気環境学会、岡山

H19. 10. 4 (財)スガ科学技術振興財団、大阪