

海水域における水門部品の腐食の研究(1)

A Study on Corrosion of Water Gate Parts in Sea-area (1)

奥村 克司* 金山 保治**

Katsushi OKUMURA Yasuharu KANAYAMA

ダム・堰等に設置される水門扉には、機能上数種類の異なる材質が使用される。このため従来より、異種金属の組み合わせによる電位差腐食が問題視されてきた。とくに、海水または汽水域では、電気伝導度が高く、腐食の進行が一般河川水に比べ急激となる場合がある。本研究では、既設水門扉で実際に腐食が発生した環境に数種類の材質を組合せた試験片を設置し、腐食状況を観察した。試験期間が短く、得られた成果は十分なものではないが、第1報として中間結果を報告する。

1. まえがき

水門部品の一部に急激に腐食が進行した事例が報告された。設置場所は、海水が遡上する地点である。腐食が顕著だったのは、扉体とスピンドルの連結部分であり、図1に示す構造で特に連結ピンの腐食が著しかった。写真1に連結ピンの腐食状況を示す。

また、スピンドルや扉体など他の部分にも直径数cm程度の孔食状腐食が数箇所観察された。

腐食原因について調査を行うにあたり、まず想定したのは、異種金属の組み合わせによる電位差腐食であった。

図1に示すように連結部には数種類の材質の異なる部品を使用しており、電位的に卑(自然電極電位が負側)となる部品が集中的に腐食されたものと考えられるからである。

このため、現地にて各部品毎の相対電位を測定した。測定記録を表-1に示す。

電位測定記録より、最も腐食の著しかったピンは、座金(材質; SUS304)に比べれば電位が低いものの扉体、スピンドルなどと比較するとほぼ同程度の電位であることがわかった。

このように、異種金属による電位差腐食であると断定できないため、ゲート設置位置付近に数種類の材質を組合せた試験片を浸漬し、実使用に耐えうる材質の選定を行うこととした。

本報告は、浸漬後約5ヶ月間経過後の腐食試験の報告であり、腐食傾向がまだ顕著に表れていないことから、中間報告としてまとめたものである。

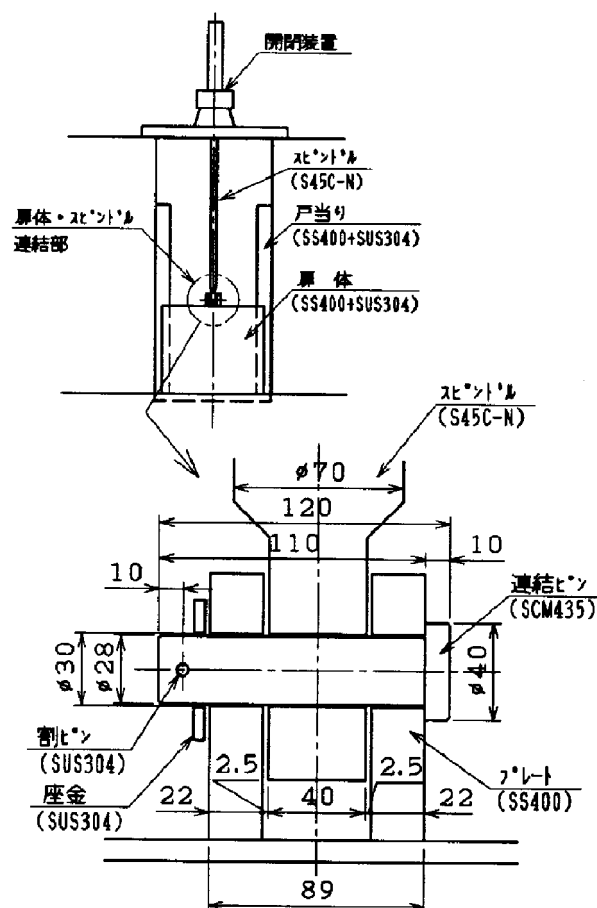


図1 扉体とスピンドルの連結部構造

表 1 電位測定記録

測定対象物				電位差
扉体	SS400	ピン	SCM435	±0.0
扉体	SS400	スピンドル	S45C-N	+0.1
扉体	SS400	戸当り	SUS304+SS400	+0.2
扉体	SS400	座金	SUS304	+54.0
戸当り	SUS304+SS400	ピン	SCM435	+0.1
扉体支圧板	S45C-H	ピン	SCM435	±0.0
ピン	SCM435	座金	SUS304	+56.5
ピン	SCM435	割ピン	SUS304	±0.0
ピン	SCM435	スピンドル	S45C-N	±0.0

- 1) 電位は、全て湿潤状態で測定した。
- 2) 測定電位は、測定対象物の左側を基準(±0V)にしたときの、右側の電位を示す。



写真1 既設連結ピンの腐食状況

2. 腐食試験方法

2.1 試験片の作成

試験片の形状を図2に示す。

また、試験片の材質の組合せを表2に示す。

材質の組合せは、実機で腐食が著しかったピンの材質選定を主目的として計画した。

なお、すきま腐食の影響を調査するため、円盤状プレート間にアクリル製の間隔保持材を取付けた。

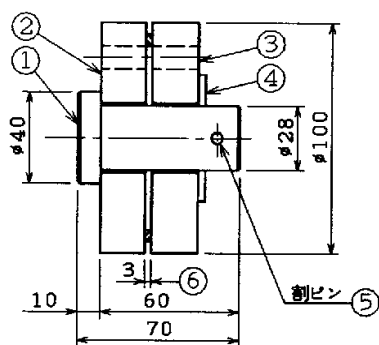


図2 試験片の形状

表 2 材質の組合せ

Case	ピン	プレート	プレート	座金	割ピン
A	SCM435	SS400	S45C-N	SS400	SUS304
B	SCM435-H	SS400	S45C-N	SS400	SUS304
C	SCM435-H	SS400	S45C-N	SUS304	SUS304
D	S45C-N	SS400	S45C-N	SS400	SUS304
E	S45C-N	SS400	S45C-N	SUS304	SUS304
F	S45C-H	SS400	S45C-N	SS400	SUS304
G	SUS304	SS400	S45C-N	SS400	SUS304
H	SS400	SS400	S45C-N	SS400	SUS304

2.2 試験方法

試験片は、材質の組合せによりA～Hの8ケースを1組として2組作成し、1組づつ水路左岸、右岸の2箇所浸漬した。

試験片は各セットが接触しないよう合成樹脂製かごに入れ、これらをまとめて大きなかごに入れて浸漬した。

浸漬位置は、干潮時水位以下とし、常時水中に没する状態とした。

3. 試験結果

3.1 腐食状況

浸漬後、試験片のピンを縦に切断し、腐食状況を観察した。腐食程度が異なるものの例として、写真2、3、4にピン断面を25倍に拡大したものを示す。これらの腐食部分を200倍に顕微鏡で拡大したものを写真5、6、7に示す。

写真5はCASE-GのSUS304であり、腐食は全く認められない。波形に見えるのは、切削によるものである。

写真6はCASE-BのSCM435-Hであり、腐食深さは0.02mm程度である。

写真7はCASE-DのS45C-Nであり、写真7に比べやや腐食が進行している。腐食深さは、0.03mm程度である。

腐食深さ測定結果を表3に、腐食深さ測定位置を図3に示す。



写真2 CASE-G SUS304 断面 (×25)



写真5 CASE-G SUS304 断面 (×200)



写真3 CASE-B SCM435-H 断面 (×25)



写真6 CASE-B SCM435-H 断面 (×200)



写真4 CASE-D S45C-N 断面 (×25)



写真7 CASE-B S45C-N 断面 (×200)

表3 腐食深さ測定結果

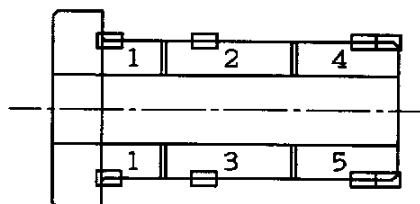


図3 腐食深さ測定位置図

Case	材質	(mm)					*備考
		1	2	3	4	5	
A	SCM435	.02	.02	.02	.02	.03	b
B	SCM435-H	.03	.03	.02	.02	.03	b
C	SCM435-H	.03	.02	.02	.03	.03	b
D	S45C-N	.02	.03	.03	.03	.03	d
E	S45C-N	.02	.02	.02	.03	.03	d
F	S45C-N	.02	.02	.02	.03	.03	c
G	SUS304	0	0	0	0	0	a
H	SS400	.02	.02	.03	.03	.03	c

*備考欄は全体の腐食程度ランク

a : 腐食なし

b : 局部的に腐食

c : 局部的腐食と全面的腐食の混合

4. 考察

4.1 異種金属の接触がおよぼす影響

表1より、各材質の電位は、SUS304 > SS400 > S45C > SCM435という傾向にあり、SUS304を除いて他の金属は電位的にほとんど差が無いということがわかっている。

これに対して、試験片の腐食深さはSUS304が腐食無しであった。また、他の材質はいずれも0.02mm～0.03mm以下であり、ほとんど材質による腐食深さの差が無く、電位測定記録と同様の結果であったが、今後の経過によっては差が出てくる可能性がある。

4.2 すきま腐食の影響

実機では、図1のプレートとスピンドルの間ですきま腐食の現象が認められたが、試験結果からは、すきま腐食の影響は認められなかった。今後の経過を見守りたい。

4.3 実機部品との比較

実機と試験片の腐食に関する条件の違いは次のとおりである。

(1) 電位差の影響

図1でわかるように、実機では扉体、戸当り、スピンドル、開閉装置が電気的に接続された状態となっており、さらに、コンクリート中の鉄筋とも通電している可能性がある。このことは、対象とする異種金属の組合せ以外の電位の影響を受けている可能性があるといえる。

これに対して、試験片では、各試験片がかごにより絶縁されているため、他の部位の電位の影響は無視できると考えられるので、この点の実機との腐食程度の差となって現れているという可能性が考えられる。

一方、ステンレス鋼以外の部品に一樣に腐食が発生していることから、海水の影響による全面腐食とも考えられる。

いずれの形態においても、防食対策としては、腐食電位を低下させる電気防食が有効であるとされており、本ケースにおいても有効と考えられる。

(2) 浸漬期間の影響

実機では、完成後約1年で顕著な腐食を観察しているが、試験片の浸漬期間は、12月から翌年5月まで約5箇月間である。しかも比較的水温の低い時期であり、腐食が化学反応の一種と考えれば腐食速度は水温の影響を大きく受けるはずである。

水温の影響については、現在、2組の試験片の内、残る1組を継続して浸漬しており、1年間経過後の状況を確認すれば判断できるものと考えられる。

(3) 水質の影響

現地の水質は、水質分析結果より、河床部が海水の遡上の影響を受けるいわゆる汽水域である¹⁾。試験片は扉体連結部とほぼ同じ高さに設置しており、水質は実機と同じと考えてよい。

(4) 表面処理の影響

実機の内、1門のみ連結ピンにりん酸皮膜処理(通称黒染め処理)を施したものを使用しているが、この腐食程度が他のピンに比べて良好である。試験片は、表面処理を施していないものを使用しており、今後の経過によっては、表面処理の効果も検討する必要がある。

5. まとめ

試験期間が短いこと、試験片が必ずしも実機と同じ条件とは言えないことから、現時点で結論を求めることは早計であるが、実機の腐食状況および試験結果より、次の結論を得た。

- (1) 連結ピンへの適用を検討した材質の内、SUS304以外の材料は耐食性においてあまり差が無く、電位差腐食の影響も認められなかった。
- (2) りん酸皮膜処理等の表面処理は、防食対策としてある程度の効果が期待できる。
- (3) 防食対策として、電気防食が有効であると考えられる。追加試験により効果を確認したい。

6. あとがき

本研究は、汽水域における水門部品の材質選定を目的として行ったものであるが、試験片の浸漬期間が短く結論を出すまでには至っていない。残る1組の浸漬試験を今後継続して行く予定であり、再度報告したいと考えている。

最後に、本研究にあたって、御指導御協力をいただいたオイルドライブ工業(株)石黒顧問、(株)ナカボーテック吉野取締役、金沢工業大学小川教授はじめ関係各位に紙上を借りて厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 電気防食学会編：防食技術便覧 P197～198(1990)