

# 海水域における水門部品の腐食の研究(2)

## A Study on Corrosion of Water Gate Parts in Sea-area (2)

土岐 慶真\*

金山 保治\*\*

Keihin DOKI

Yasuharu KANAYAMA

ダム・堰などに設置される水門扉には、機能上数種類の異なる材料が使用される。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と比べ急激となる。本研究では、既設水門扉で実際に急激な腐食が発生した環境に、数種類の材質を組み合わせさせた試験片を設置し腐食状況を観察した。本研究は、当社技報第13号で中間結果を報告しており、本稿では最終結果を報告する。

### 1. まえがき

海水が遡上する地点に設置されたスピンドル式スライドゲートで、扉体とスピンドルの連結部分が急激に腐食した事例が報告された。このうち、連結ピンが最も激しく腐食しており、連結部分以外のスピンドルや扉体にも、直径数cm程度の孔食状腐食が数箇所観察された。

扉体とスピンドルの連結部の構造は図1のとおりであり、材質の異なる部品が数種類組み合わせられている。このため、当初、腐食原因を電位差腐食と想定し、各部品ごとの相対電位を測定し、連結ピンが他の部品より電位的に卑（自然電極電位が負側）となり、選択的に腐食したことを実証しようとした。しかし、連結ピンの電位は座金（材質：SUS304）よりは電位が低い、扉体・スピンドルなどの部品とほぼ同等であるという結果が得られた。このことは、連結ピンの腐食が異種金属による電位差腐食であれば、同等の電位を有する扉体・スピンドルなども連結ピンと同様に激しく腐食することを意味している。

このように、ピンの腐食が異種金属による電位差腐食であると断定できないため、ゲート近傍に図2に示す形状で、表1に示す材質を組み合わせさせた試験片を浸漬し、腐食結果を基に実用に耐えうる材質の選定を行うこととした。

中間報告では、5ヶ月浸漬した試験片の腐食状態について述べたが、浸漬期間が短いため腐食傾向を示唆するまでには至っていない。今回、1年6ヶ月浸漬した試験片を回収したので、その結果を報告する。

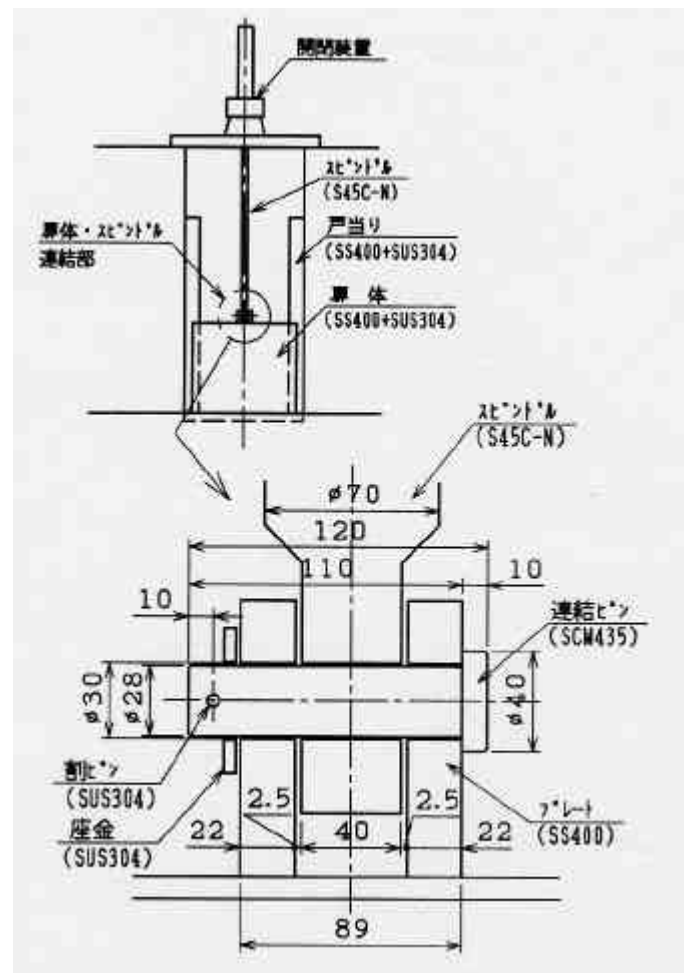


図1 扉体とスピンドルの連結部構造

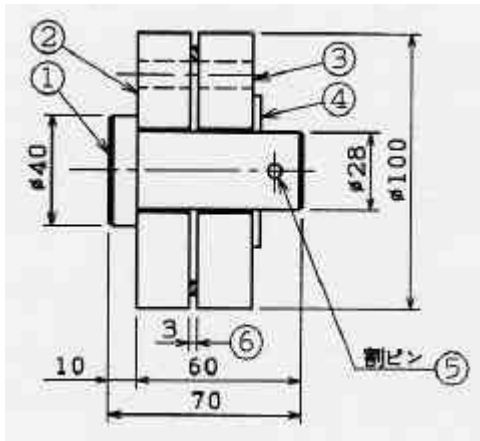


図2 試験片の形状

表1 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. 試験結果

### 2.1 腐食状況

回収した試験片を分解し、軸心を含む面でピンを縦に切断し、腐食状況を観察した。ピン外観の腐食状況を写真1～写真8に示す。ピンの腐食深さは図3の位置で測定した。測定結果を表2に示す。

表2で腐食程度ランクと評価されたピンの内、Case-G, D, B, Cのピン断面を写真9～写真12に、その拡大断面を写真13～16に示す。

中間報告におけるピンの腐食深さの測定結果を表3に再掲する。浸漬期間5ヶ月では腐食深さは最大でも0.03mmしかなく、腐食に対する優劣を論じるには至らなかった。今回の浸漬期間1.5年では腐食深さの最大は0.6mm、最小は0.01mmであり、浸漬期間が増えれば腐食傾向に変化が生じることは認められるが、実機の腐食状態の再現には至っていない。なお、試験片は当初より2組浸漬し、5ヶ

月経過後と1.5年経過後に回収したので、測点によっては腐食深さが逆転している箇所もある。

表2 腐食深さ測定結果 (1.5年浸漬)

Case	ピン材質	1	2	3	4	5	*備考
A	SCM435	0.08	0.14	0.12	0.22	0.03	
B	SCM435-H	0.06	0.15	0.16	0.13	0.01	
C	SCM435-H	0.50	0.07	0.28	0.60	0.20	
D	S45C-N	0.05	0.04	0.02	0.04	0.03	
E	S45C-N	0.05	0.05	0.30	0.07	0.03	
F	S45C-H	0.07	0.04	0.05	0.10	0.03	
G	SUS304	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	
H	SS400	0.02	0.06	0.03	0.05	0.01	

\* 備考欄の記号はピンの腐食程度を示す

最大腐食深さd(mm) : d < 0.05  
 : 0.05 d < 0.15  
 : 0.15 d < 0.5  
 : 0.5 d

表3 腐食深さ測定結果 (5ヶ月浸漬：再掲)

Case	ピン材質	1	2	3	4	5	備考
A	SCM435	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	
B	SCM435-H	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	
C	SCM435-H	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	
D	S45C-N	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
E	S45C-N	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	
F	S45C-H	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	
G	SUS304	0	0	0	0	0	
H	SS400	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	

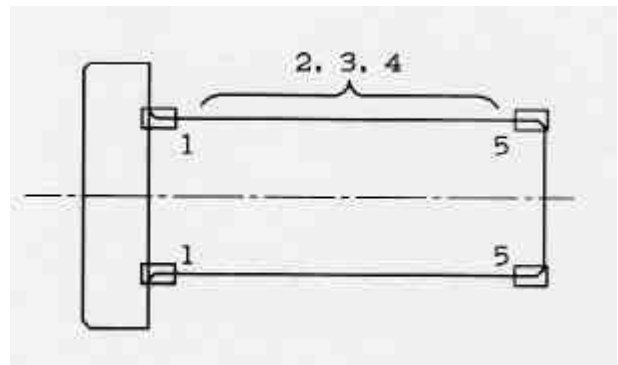


図3 腐食深さ測定位置

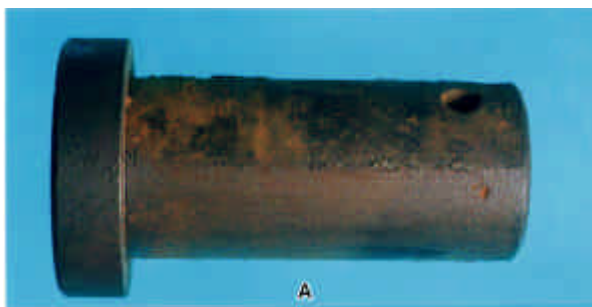


写真 1 CASE-A SCM435



写真 5 CASE-E S45C-N



写真 2 CASE-B SCM435-H



写真 6 CASE-F S45C-H



写真 3 CASE-C SCM435-H

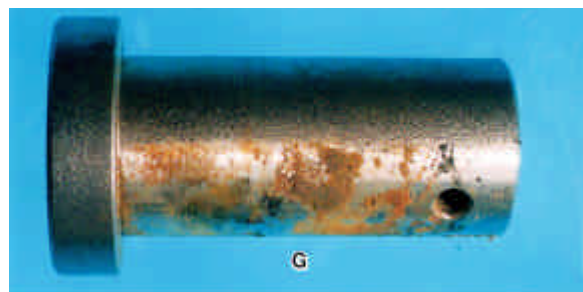


写真 7 CASE-G SUS304



写真 4 CASE-D S45C-N



写真 8 CASE-H SS400



写真 9 CASE-G SUS304 断面

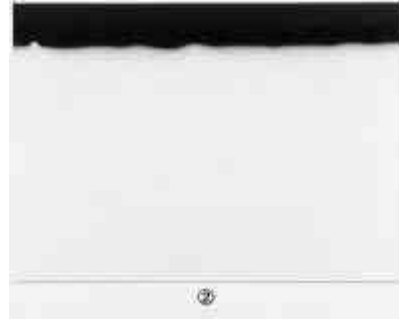


写真 13 CASE-G SUS304 断面 (×25)



写真 10 CASE-D S45C-N 断面

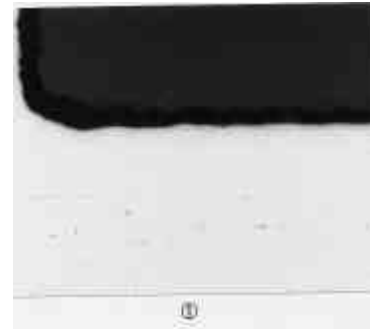


写真 14 CASE-D S45C-H 断面 (×25)

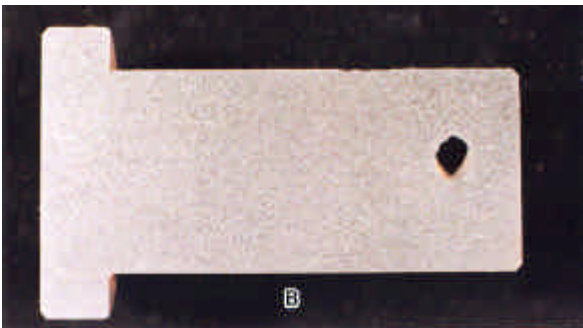


写真 11 CASE-B SCM435-H 断面

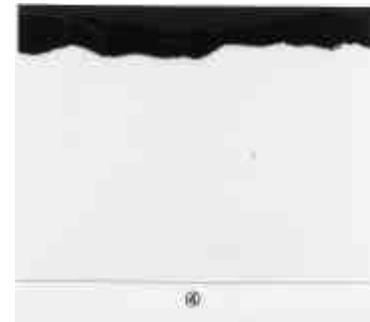


写真 15 CASE-B SCM435-H 断面 (×25)



写真 12 CASE-C SCM435-H 断面

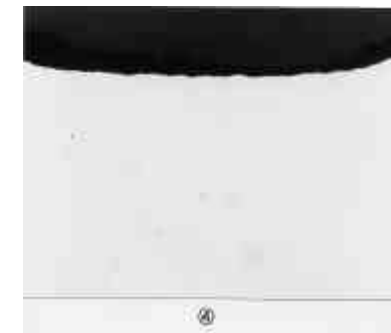


写真 16 CASE-C SCM435-H 断面 (×25)

### 3. 考察

#### 3.1 異種金属の接触がおよぼす影響

試験片は各CASEごとにプラスチックのかごに入れられ絶縁されているため、試験片を構成する異種金属間の接触による影響について考察する。

腐食深さは、CASE-C(0.6mm, 0.5mm), CASE-E(0.30mm)の順に大きく、これらの試験片では座金にピン材料より電位の高いSUS304が使用されている。各試験片の割ピンは全てSUS304を使用しているが、そのことによる腐食深さへの影響はほとんどないといえる。このことは、座金のような比較的大きな面積を有するSUS材は、異種金属の接触による電位差腐食に影響するといえる。

#### 3.2 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、今回の試験結果からは、その影響は認められなかった。

#### 3.3 実機部品との比較

中間報告では浸漬期間が約5ヶ月と短く、実機の腐食状態を再現するため1.5年の浸漬期間で継続調査を行ったが、腐食量は増加したものの実機と比べ軽微なものとなった。

このことは、実機の腐食が、電氣的に絶縁した系以外の要因で発生していることを示唆している。実機は扉体、戸当り、スピンドル、開閉装置が電氣的に接続された状態となっている。特に、上部戸当りの材質はSUS304であり、ゲート全閉状態でスピンドル連結部と隣接しているため、電位差腐食が生じた可能性が高い。

実機では中間報告後、防食対策として扉体上部に電気防食(流電陽極)を試験的に取り付けた。今回、その対策を検証した結果、十分な防食効果があることを確認した。

### 4. まとめ

- (1) 試験片の材質の中では腐食度の違いは小さいが、比較的SCM435の腐食深さが大きい結果となった。
- (2) 電氣的に外部より独立した系において、電位のほぼ同位な金属を組み合わせても、腐食量の差は小さい。
- (3) 実機での腐食は、外部の異種金属による電位差腐食であるが、電位のほぼ同位な金属の内、ピンが選択的に腐食した原因は解明されなかった。

- (4) 防食対策は電気防食が有効である。

### 5. あとがき

本研究は電位がほぼ同じ金属材料であるにも係わらず、ピンが選択的に腐食した原因を探ることからスタートしたが、当初の命題については明確な結論を得るに至らなかった。

最近、水質の悪化からかダムの取水設備でワイヤロープの腐食が報告されているが、腐食の形態は今回の試験結果が参考となる部分が多い。この腐食は水面付近でワイヤロープが腐食し、その原因がステンレス製戸当りと近接しているため、電位差腐食を起こしたとされるものである。

いずれの場合も、水質、異種金属間の距離、腐食部材の形状・面積などに関係するものと考えられ、今後の課題としたい。

#### 参考文献

- 1) 電気防食学会編：防食技術便覧P197～198(1990)
- 2) 奥村克司・金山保治：海水域における水門部品の腐食の研究(1)、佐藤鉄工技報 Vol.13(2000)

