特別報告-2

Q5. 微酸性電解水使用時の金属腐食について

回答者:辻川　茂男

材料の種類 ： SUS304 鋼、SUS430 鋼
腐食状況 ： 電解水をステンレスのシンクに排水すると、シンクが錆びることがある(電解水の水滴がシンク内に残留し、濃縮される可能性はある)。電解水の pH、塩素濃度、Cl^-濃度と腐食の起こりやすさの関係について説明いただけると助かります。
環境・溶液 ： 電解水(次亜塩素酸水)
温度 ： 室温(15～最大で 30℃程度)
pH ： 5.0～6.5、有効塩素濃度 ： 10～30ppm、Cl^-濃度 ： 8～40ppm 程度

プール気相中の腐食環境

8.7.1 気相部の環境

上記屋内プールで発錆したSUS 304製ドアのさび部から，Fe, Cr, Ni と O とともに高濃度の Cl^- イオンが検出され，さびの形態も Cl^- イオンが多い環境で生じる β-$FeOOH \cdot H_2O$ であり，腐食原因は Cl^- イオンによる孔食である．プール水と壁部の結露水の水質例を表8.6[2)]に示したが，結露水中には Cl^- イオンが存在している．なお，同表には塩素滅菌の例として，受水槽の場合を比較して示したが，天井

表 8.6 気相結露水の水質[2)]

	位 置	Cl^- イオン (ppm)	遊離残留塩素 (ppm)	pH
プール	液 相 部	114	6.0	7.4
	気相結露水	45	0.1	7.5
受水槽	液 相 部	20	0.35	7.0
	気相結露水	143	0.07	4.6

次亜塩素酸ナトリウム滅菌：

$$NaClO \rightarrow Na^{+} + ClO^{-} \qquad (8.1)$$

塩素滅菌：

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow 2H^{+} + Cl^{-} + ClO^{-} \qquad (8.2)$$

または

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow H^{+} + Cl^{-} + HClO \qquad (8.3)$$

$$HClO \rightarrow H^{+} + ClO^{-}$$

また，いずれの場合も次亜塩素酸イオンを生じ（塩素の場合には次亜塩素酸が生成），この酸化力によって腐食電位（E_{sp}）が貴化し[3]，これに加え液膜が薄いため溶存酸素量が高くなり，かつ，乾湿繰り返し作用があいまって腐食性が高くなっている．この状況は，図 8.9 の電位-pH 図より理解される．

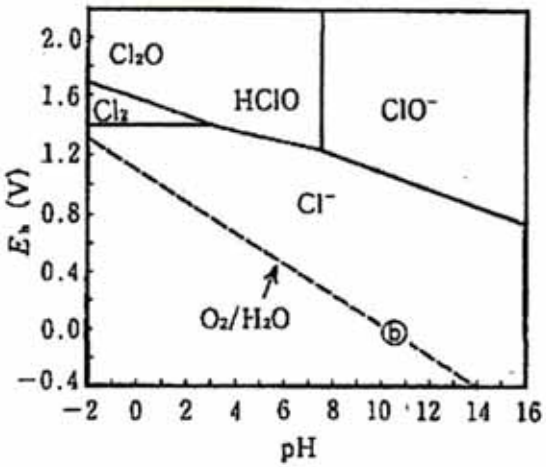

図 8.9　Cl-H_2O 系の電位-pH 図（25℃）

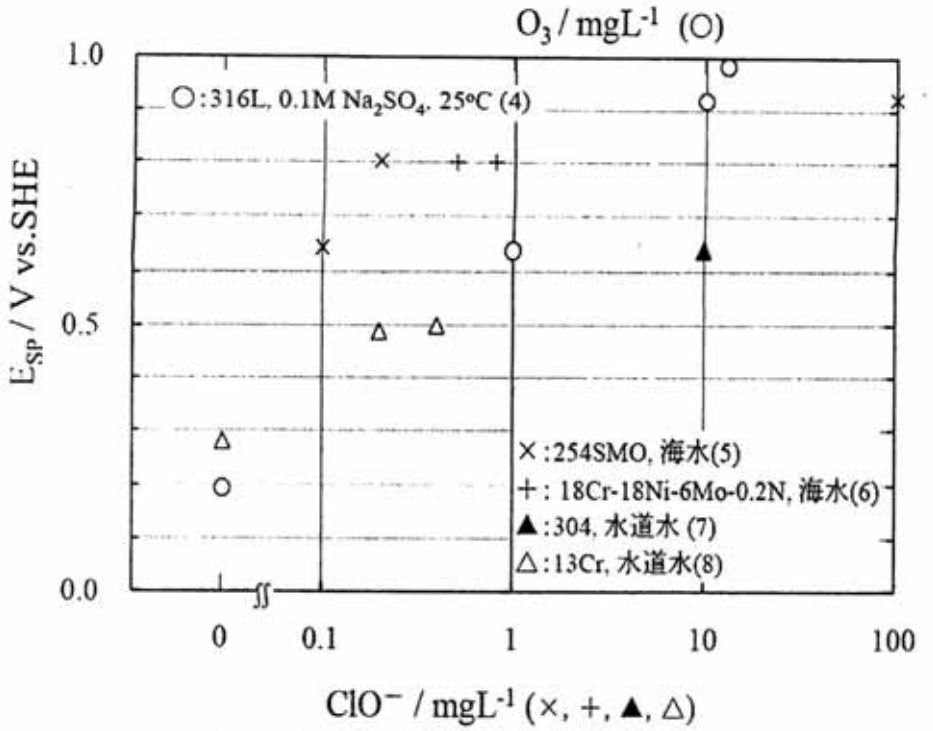

図 3　オゾン O_3 または残留塩素の濃度と E_{sp} との関係

上図において、濃度　0～100mgL^{-1}は酸化剤のClO^{-}及びO_3に共通である。これより、酸化剤のないときのステンレス鋼の自然電位は0.2～0.3V(SHE)、O^{3}10mgL^{-1}では0.9Vになる。

Q22. 汚泥処理設備の乾燥機部品における応力腐食割れ

回答者：幸　英昭

硫酸銅を中和し粉にする汚泥処理設備。過去、乾燥機内のスパイラルブレードにCDC-ZACを施工したがほとんど効果が無かった。特に溶接部の応力腐食割れ。

■問題：塩素・水蒸気による腐食、応力腐食割れ（特に溶接部）、摩耗

■母材：SUS316鋼、SUS304鋼

■温度：100～130℃

■寿命：スパイラルブレード、ケーシングは約1年

対策として、作動中に処理層に亀裂等の欠陥が生成しなければ表面処理が使えるが、かなり困難といえる。そのため耐 SCC 性に優れた 2 相ステンレスあるいは高 Ni 系のステンレスあるいは高合金の使用が推奨される。図 2 にダブル U ベンド試験による SCC に及ぼす温度と塩化物イオン濃度の影響を示す。これらの結果からして、2 相ステンレス鋼としては溶接部の耐食性の確保のため N 含有量の高い 22Cr 系の SUS329J3L あるいは 25Cr 系の SUS329J4L ステンレス鋼[25Cr-7Ni-3Mo-0.3N-Cu(-W)]が良いであろう。高 N 量のオーステナイト鋼となると Alloy825(21Cr-42Ni-3Mo-2Cu-Ti)クラスとなりかなり高価なものとなる。

ただし、以上の材料使用時はかなり高濃度の Cl^-濃度を想定しているので、Cl^-濃度が低ければ（数 100~数 1000ppm 程度）、最近開発された Mo 添加量の低いリーン 2 相ステンレス鋼が使える可能性がある。ダブル U ベンド試験結果例を図 2 に示す。例えば、ASTM SB2122(21Cr-2Ni-3Mn-Cu-N)、ASTM S32101（21.5Cr-1.5Ni-5Mn-N）、ASTM S32304(23Cr-4Ni-N)などである。これらは SUS304 あるいは 316 の代替品として開発され、価格安定性に優れているので最近は種々の分野で使用されるようになってきている。

表 1　最近開発されたリーン 2 相ステンレス鋼の耐塩化物 SCC 性

鋼　種	溶液の Cl^-濃度（ppm）	
	1,000	10,000
S82122(21Cr-2Ni-3Mn-Cu-N)	○	○
S32101(21Cr-1.5Ni-5Mn-N)	○	○
SUS304	○	×

（ダブル U ベンド法, 100℃, 500h, 1 週間に一度大気開放）○:No SCC, ×:SCC 発生