

〈研究発表〉

生物膜ろ過池水位計腐食調査

石田 増雄¹⁾, 富澤 英一郎²⁾¹⁾東京都下水道サービス(株) 有明事業所 主任
(〒135-0065 江東区有明2-3-5 E-mail: masuo-ishida@tgs-sw.co.jp)²⁾東京都下水道サービス(株) 有明事業所 次長
(〒135-0065 江東区有明2-3-5 E-mail: eiichi-tomizawa@tgs-sw.co.jp)

概要

当センターの生物膜ろ過池に設置されている投込式水位計は、ダイヤフラムキャップの腐食が激しく3年に一度の交換を行っている。同型の水位計は、多摩川上流水再生センター、浮間水再生センター、篠崎ポンプ所等に採用されているが、同様の腐食は見られないことから当該センター生物膜ろ過池特有の原因があると思われる。よって、腐食原因について調査を行い発生原因を推察したので報告する。

キーワード：隙間腐食、曝気、酸素濃淡電池
原稿受付 2016.6.30

EICA: 21(2・3) 39-42

1. はじめに

有明水再生センターは、平成7年9月より運転を開始し、臨海副都心の水処理を行っている。

特色として、汚水処理水の放流基準が、工場、指定作業場の窒素含有量及びリン含有量に係る基準(条例別表7.4.(3))の適応となっており、窒素については20 mg/L、リンについては1 mg/Lで、既存の水再生センターよりも厳しい排水基準が設定されている。そのため、処理方法について高度処理設備であるA2O法を採用し、さらに生物膜ろ過池が設置されている。

今回、生物膜ろ過池において、水位計の異常腐食が続いているため、その発生原因を探ることとした。

2. 生物膜ろ過池の構造

投げ込み式水位計の異常腐食が生じる生物膜ろ過池についてその構造を紹介する。

生物膜ろ過池の構造は、砂ろ過のものと同様であり、物理的なる過機能により浮遊物質(SS)が除去される。砂ろ過設備と異なるところは、ろ過層下部から通気を行い、ろ材表面に好気性微生物の膜(生物膜)を形成させており、原水(A2O法の処理水)中に残存している生物分解可能な溶解性有機物などを吸着、分解して除去することであり、より清澄な処理水を得ることが出来る。そのため、槽内にはろ材に生成されたバイオフィーム状に好気性微生物が繁殖しており、また、曝気を行うことにより常に気泡がある状

態である。

生物膜ろ過池はB-1~6まであり、それぞれに投げ込み式水位計を設置している。その理由は、水位が上昇した場合、生物膜ろ過池のろ過能力が低下したと判断し、各池個別に逆洗浄を行うためである。

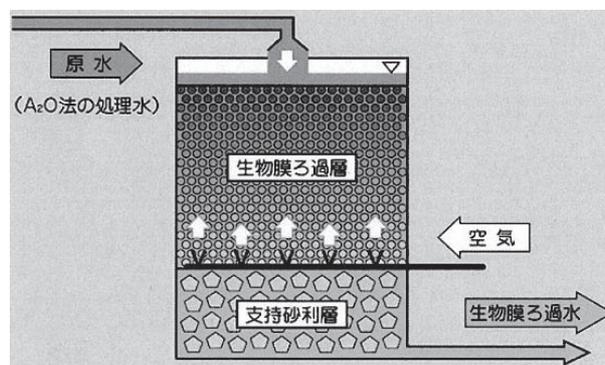


Fig. 1 Structure of the bio film filtration pond

3. 水位計の腐食状況

生物膜ろ過池に設置されている水位計は、投げ込み式(汚泥用)を採用している。この水位計の構造は、金属ダイヤフラムの上に保護用ユニットがかぶさっている。この保護用ユニットにはゴムの保護膜(クロロプレンゴム・ダイヤフラム)がついており、これを抑えている金属のリングと保護用ユニット本体の隙間で腐食が発生している。(Fig. 2)

この腐食については、平成13年頃に確認され、以

降定期点検ごとに腐食の報告がされている。そのため3年に1回程度の割合で、水位計先端部の保護用ユニットを交換している状況である。

そのため、同タイプの水位計の腐食状況について調査したところ、多摩川上流水再生センター、浮間水再生センター、篠崎ポンプ所等に使用されているが、同様の腐食は見られないとのことである。よってこの腐食は生物膜ろ過池独特のものであるといえる。

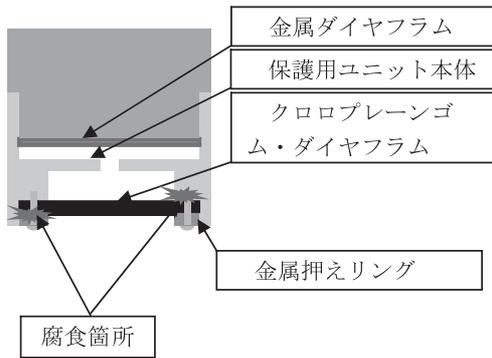


Fig. 2 The unit corrosion situation for the protection



Photo. 1 The unit body corrosion situation for the protection



Photo. 2 The metal weight ring corrosion situation

4. 腐食状況調査

水位計本体の材質はSUS304であり、一般的に腐食に強い素材である。また、通常の電食であれば、水位

計表面のいずれかで本体の腐食が生じるはずであるが、保護用ユニットとクロロブレンゴム、金属押えリングの間隙で生じている。これらのことから生物膜ろ過池には、通常の条件とは違う腐食の条件があると考えられる。

4.1 ステンレスの腐食

ステンレスが腐食に強いのは、酸化被膜といわれる薄膜を形成する特色があるからである。ステンレスの酸化被膜は科学的に安定な不導体被膜であり、ステンレスの表面は含有されているクロムにより薄い酸化被膜が生成される。仮に剥がれても酸素と反応し修復する性質をもつ。

この膜厚は1~3 nm程度と非常に薄い膜であるが、保護膜として内部の腐食を防ぐ。また、この被膜は、こすれるなどしてはがれても、すぐに周囲の酸素などと反応して修復されるため、ステンレスはさびにくい金属となっている。しかし、何らかの影響で酸化被膜の生成がうまくできない場合に腐食が生じる。

4.2 ステンレス腐食の種類

ステンレスの腐食には次のようなものがある。

(1) もらい錆

他の錆びやすい鉄鋼材料の粉末が付着したり、他の鉄系材料と同じ場所に保管する等した際に起きる現象。

(2) 粒界腐食

ステンレスの組織を構成する結晶の粒界のみが腐食していく現象。

鉄鋼材料が特定の温度帯(450℃から850℃, 650℃で強く出現)で加熱されたとき、クロムの炭化物が生成され、このときにクロムが結晶粒界から奪われ、本来、耐腐食性に寄与するクロムの欠乏状態に陥ってしまうことで起きる腐食。

(3) 孔食

塩化物イオンを含む環境で不動態被膜が局部的に破壊されて、その部分が優先的に破壊されることにより腐食が進行する現象。

(4) 応力腐食割れ

残留応力や使用する際のさまざまな応力がかかっている箇所に、腐食が起きて材料が割れてしまう現象。

(5) すきま腐食

フランジの接合部、パッキンの合わせ目、ガスケットの間隙等液が停滞しているところで腐食が孔子状に進行する現象。

すきまの内部では酸素の供給が不十分となり、外部との間で酸素濃度に差が生じ、すきま内部の酸素濃度が低い方がアノード、高い方がカソードとなり、アノード部から腐食する。いわゆる酸素濃淡電池に起因して塩化物イオンの存在下で不導体被膜が破壊される。

4.3 当該腐食について

生物膜ろ過池における水位計の腐食について、先に述べたステンレス腐食についての説明より、それぞれについて考察する。

(1) もらい錆

水位計は、防波管内に設置されており、ほかの金属と接触する面が無い。唯一ほかの金属があるとすれば、水位計チェーンであるが、当該腐食場所とはまず接触しない場所であるため除外する。

(2) 粒界腐食

溶接部分で腐食が生じているわけではなくまた、周辺温度が上昇する要素が無いため除外する。

(3) 孔食

塩化物イオンについて、当該場所は、海水の流入が多少あるため（臨海地域であることから）原因の一部と考えられる。

(4) 応力腐食割れ

生産工程における不良は考えづらい。また、腐食の状態が割れとは異なるため、除外する。

(5) すきま腐食

保護用ユニットとクロロプレンゴム・ダイヤフラム、押えリングの接合面は、すきまが生じており、また、塩化物イオンのある処理水の中に没して使用する機器であることから、今回の腐食状況にもっとも近いと考えられる

5. 溶存酸素量調査

ステンレスの腐食について調べたところ、今回の腐食原因は、すきま腐食の可能性が高い。すきま腐食が発生する条件として、塩化物イオンの存在と酸素濃淡



Photo. 3 The DO measurement of the bio film filtration pond B-1 7.38 mg/L



Photo. 4 The DO measurement of the simulated bio film filtration pond 7.44 mg/L

電池現象があげられる。塩化物イオンは、汚水内に存在し処理の工程においても完全に除去できないため生物膜ろ過池に流入する処理水に存在する。また、酸素濃淡電池現象については、酸素濃度差が大きければ進行の度合いが大きいので、生物膜ろ過池の溶存酸素量を測定した。

測定の結果、生物膜ろ過池 B-1 が水温 22.6℃で 7.34 mg/L である。この数値は、水槽に金魚飼育用の空気ポンプにて散気した時の溶存酸素量が水 22.0℃で 7.44 mg/L であることから、ほぼ 100% に近い溶存酸素濃度と考えられる。なお、生物膜ろ過池直前の二次処理水槽溶存酸素量は 5.81 mg/L である。

6. 腐食原因考察

今回の調査結果をふまえ、生物膜ろ過池水位計の腐食原因を想定する。

6.1 水位計のすきま腐食の原因（推測）

(1) 急激な水位変動による隙間への処理水侵入

生物膜ろ過池は、定期的な逆洗浄を行うため、抜水を行い、また抜水終了後に急激に処理水が入る。このことによりクロロプレンゴム・ダイヤフラムの動きがほかの池より大きく、その構造から保護用ユニット、または金属押えリングの隙間に微量な処理水が侵入する。(Fig. 3)

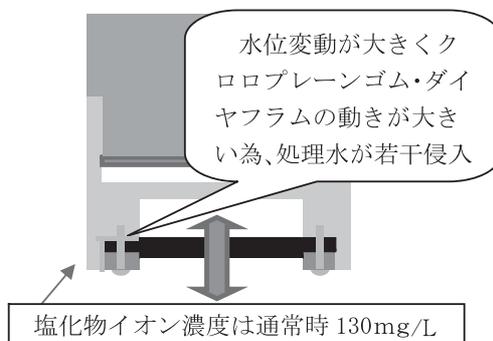


Fig. 3 Processing water invasion to the gap by the sudden water level change

(2) 塩化物イオン

有明水再生センターにおいては臨海地域であるため、流入水の塩化物イオン濃度が高い。このためすきま腐食を形成する条件が整いやすい状況である。

(3) 高い溶存酸素濃度

すきまに入った処理水は、微生物等の作用により、すきま内の酸素濃度が低下する。すきま内部の酸素濃度が低い方がアノード反応、高い方がカソード反応となり、アノード部（すきま）が溶ける、いわゆる酸素濃淡電池を形成して塩化物イオンの存在下で不導態被

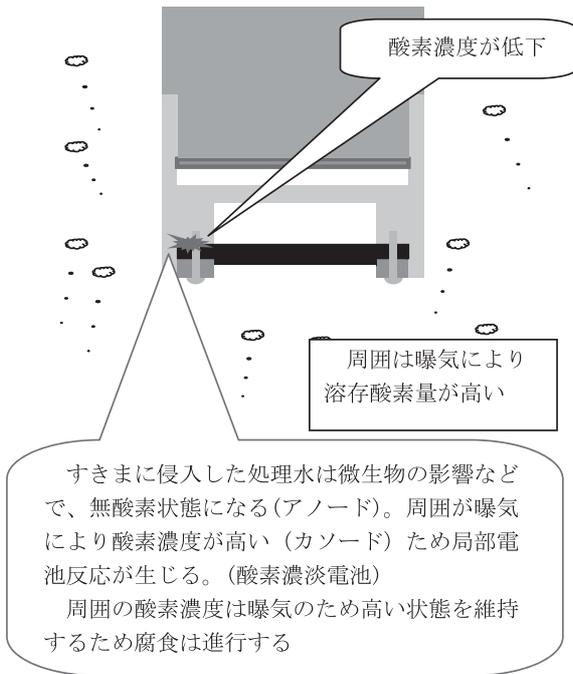


Fig. 4 An oxygen concentration cell and corrosion

膜が破壊される。

生物膜ろ過池は、微生物を活性化させるため常に曝気をしている関係で溶存酸素が高い状況にある。そのため酸素濃淡電池の状況が維持される。

7. ま と め

腐食の発生箇所及び、塩化物イオン、ばっ気等の状況から生物膜ろ過池設置の投げ込み式水位計保護用ユ



Photo. 5 Corrosion experiment scenery with the simulated bio film filtration pond

ニットには、すきま腐食が発生する条件が成立することが推測される。このため、今後は、この推測が正しいか実証実験を行い、その対策について調査を行っていく予定である。

※保護用ユニット部分を模擬生物膜ろ過池に漬け、エアポンプにて曝気を行い腐食が生じるかを検証中である。

参 考 文 献

- 1) 東京都下水道局有明水再生センターパンフレット
- 2) ステンレス協会 HP
- 3) ステンレス鋼 (SUS) 専門情報 susjjs.infoHP