

〈論文〉

セルフクリーニング pH 電極の実現場における評価

高 味 拓 永¹⁾, 西 尾 友 志¹⁾, 室 賀 樹 興¹⁾橋 本 忠 範²⁾, 石 原 篤²⁾¹⁾ (株)堀場アドバンスドテクノ

(〒601-8551 京都市南区吉祥院宮ノ東町2 E-mail:takuhisa.komi@horiba.com)

²⁾ 三重大学大学院 工学研究科 応用化学専攻

(〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577 E-mail:hasimoto@chem.mie-u.ac.jp)

概 要

光触媒効果により電極の汚れを自己洗浄して長期間防汚できる pH 電極を開発した。近年の社会問題である人員不足、メンテナンスコストとなる洗浄・校正・現場移動、現場作業者の安全リスクの問題などの解決を目的とした。この自己洗浄能を有する pH 電極を用いて有機汚れが激しい現場でフィールド評価を行った。機械工場の廃液処理原水槽では8時間ごとに洗浄が必要であったが43日までメンテナンスを不要とした。化学工場の返送汚泥槽では、不可能であった連続測定を60日間可能にした。本稿ではその他にタンパク質を多く含む処理槽や凝集剤を使用している脱水槽での評価結果も論ずる。

キーワード：水質計測, pH 電極, 廃水処理, メンテナンス軽減, 光触媒

原稿受付 2023.5.30 原稿受理 2023.10.13

EICA: 28(2・3) 11-18

1. 緒 言

1906年にpH(水素イオン濃度)測定の原理として薄膜ガラスが使用できること(ガラス電極法)が報告されてから、100年以上が経過した¹⁾。これまでpH電極は、目的や用途に応じて安定性や性能向上など改良がなされてきた²⁻¹⁰⁾。その中でも工業用途では電極が長期間にわたりサンプルに浸漬されるため、現在でも経時的な汚れが課題であり、様々な対策が取られている。代表的な対策としては、水流やブラシ、薬液による自動洗浄機のような機械的な洗浄や直接電極を拭き取るなど人力による洗浄が挙げられる。これらの洗浄に加えて、設置場所への移動、校正作業や薬液使用など、電極のメンテナンスには多くのコスト(作業時間)が必要となる。また24時間稼働で夜間作業が必要である現場、産業プラントなど危険な設置環境や高所作業が必要な現場において、作業者に危険が伴うことが問題となっている。洗浄機や自動校正機能を有する装置も市販されているが、それらの設置場所の確保や設置費用など多くの投資が必要であることも問題である。

これらの問題に対し、付着した汚れを自己洗浄して長期間で防汚できるメンテナンスフリーなpH電極(以下セルフクリーニングpH電極)を開発した¹¹⁻¹⁵⁾。

本稿では、その開発した電極の構造、特長のほか、機械工場の廃液処理原水槽や化学工場の返送汚泥槽な

ど汚れが激しい現場における防汚効果について論ずる。

2. 実 験 方 法

2.1 セルフクリーニング pH 電極の作製

Fig. 1に、今回開発したセルフクリーニングpH電極の写真を示す。電極の全長は約20cm、ガラス支持管の外径は17.5mmであり、TiO₂コーティング部は応答ガラス先端から40mmまでとした。TiO₂のコーティングは、ゾルーゲル法を用いた。コーティングはディップコーター(株)あすみ技研製、F225)を用いて行った。コーティング後は500℃で10分間焼成を行った¹²⁾。支持管の内筒にはUV-LEDを内蔵し、電極の内側から紫外線がガラス管を透過し、TiO₂へ照射される構造となっている。支持管内部には、既報¹⁵⁾と同様であり、顆粒状のKClを含有させたゲルを充填した。外筒には、1mm以下の貫通口を1ヶ所開けている。写真は配管直挿のねじ込みアダプタ(NPT3/4)を装着したときの写真である。

2.2 セルフクリーニング pH 電極の設置方法

Fig. 2にセルフクリーニングpH電極の設置例の模式図を示す。pH変換機HP-200(株)堀場アドバンスドテクノ製)とセルフクリーニングpH電極の間に、定電流発生源を有する中継ボックスCT-302(株)堀場アドバンスドテクノ製)を配置して連続測定を行った。

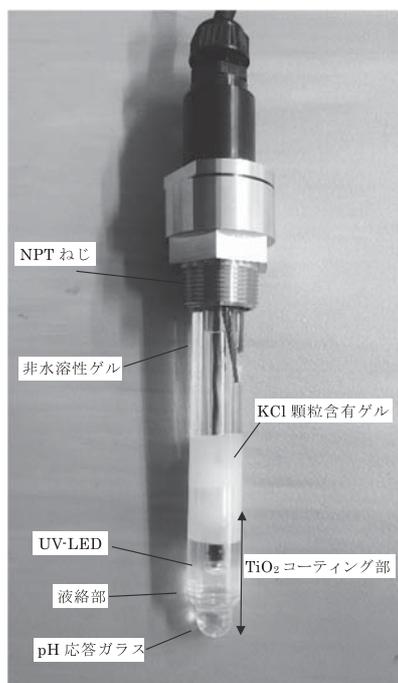
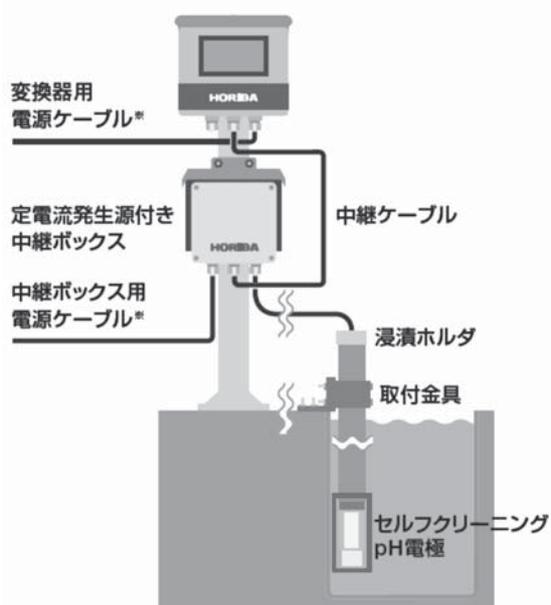


Fig. 1 Picture of assembled Self-Cleaning pH electrode



* The rights to this illustration belong to HORIBA Advanced Techno, Co., Ltd.

Fig. 2 Schematic diagram of on-site installation

これは電極に内蔵されている UV-LED を点灯させるためである。CT-302 には電流の大きさを 4 段階 (50 mA, 100 mA, 150 mA, 200 mA) で制御できるつまみがある。標準は 100 mA であり、このときの紫外線強度は、紫外線強度計 YK-37UVSD (マザーツール製) を用いて測定したところ液絡部周辺では約 2.0 mW/cm²であることを確認した。これは太陽光と同等程度の紫外線強度を示す。Fig. 3(a)~(b) にセルフクリーニング pH 電極に装着可能なホルダーの写真を示す。配管を流れるサンプルの測定を行う場合は

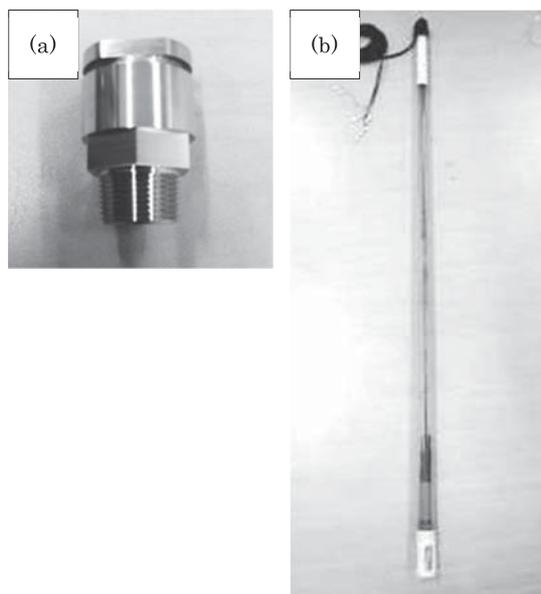


Fig. 3 Pictures of holder for Self-Cleaning pH electrode ((a) Direct screw-in thread; (b) Immersion holder type)

Fig. 3(a) を、槽内に直接浸漬させてサンプルの測定を行う場合は Fig. 3(b) を用いることで、現場の作業環境に応じた pH 測定が可能となる。今回使用したホルダーの詳細は次節で述べる。

2.3 セルフクリーニング pH 電極の性能評価

(1) 測定方法

本研究で使用したセルフクリーニング pH 電極の基本性能は、pH 標準溶液であらかじめ測定しており、既報¹⁵⁾と同等の pH 感度、不斉電位を示したことから、pH 電極として必要な性能を有していることを確認した。本研究では、サンプル条件が異なる 4 つの現場で実装試験を行った。各現場のサンプルの詳細は、次項に記載する。各現場により評価方法が異なるため、それぞれ実施した評価方法を以下に記載する。

機械工場の廃液処理原水槽では、本電極と市販の汎用 pH 電極 (株堀場アドバンスドテクノ製 6108 : KCl 補充タイプ) をそれぞれ Fig. 3(d) のホルダーに装着して、槽内へ浸漬させた。これらの電極に対して、データロガーを用いて、経時的な pH 測定値の変化を比較した。また表面の状態観察、pH 7 標準溶液を用いた基本性能確認を所定の周期で行った。電極の校正は槽内に浸漬させる前に実施したが、基本性能の確認後は実施していない。

化学工場の返送汚泥槽では、機械工場と同様に Fig. 3(b) のホルダーを用いて、槽内に浸漬させ、データロガーを用いた経時的な pH 測定値の変化を比較した。また pH 7 標準溶液による校正値との誤差を 2 週間に 1 回評価した。この評価と同時に電極表面の観察も実施した。電極の校正は、試験開始時に実施したが、槽内に浸漬させた後は試験終了まで実施しな

かった。

食品工場の排水流入槽では、配管内を通るサンプルの pH 測定を行っている現場であったため、**Fig. 3(a)** に示すホルダーを用いてセルフクリーニング電極を設置した。本現場では UV-LED の点灯の有無で目視による防汚効果の確認と電極の耐久性の評価を行った。

化学工場の無機凝集剤を使用している脱水槽では、**Fig. 3(b)** のホルダーを用いて、槽内に浸漬させ、データロガーを用いた経時的な pH 測定値の変化を比較した。本現場では、本電極、市販の汎用 pH 電極に加えて工場に既設されているチップ交換式複合 pH 電極（株堀場アドバンステクノ製 6174）を比較対象とした。電極引きあげ時に目視による表面状態の確認と校正を行った。

(2) 各現場のサンプルの詳細

本研究で実装試験を行った4つの現場のサンプルの選定理由について記載する。セルフクリーニング pH 電極の防汚メカニズムは、UV 光をコーティングした TiO_2 へ照射することで TiO_2 表面が親水化する光誘起親水性の効果と、UV 光の照射により活性化した TiO_2 が有機物を分解する活性種を生成する効果の2つであり、これらの効果でガラス表面の清浄を維持する^{12,14,15)}。既報¹⁵⁾では、生活廃水の微生物処理槽やし尿処理槽など有機物の汚れを生じやすい現場で実装試験を行ったが、本研究では油分やタンパク質を含み、電極が汚れることで測定がより困難になるサンプルで実装試験を行った。機械工場の廃液処理原水槽は、有機物汚れや汚泥の付着があり、1日3回の電極のメンテナンス（電極の校正、清掃）が必要な現場である。本現場のサンプルは、電気伝導率が約 $900 \mu\text{S}/\text{cm}$ で好気性の微生物を含んでいる。また 5 ppm 以下の油分、鉄やコバルトなどの金属元素が含まれる有機物と無機物が混合された懸濁した廃液である。UV-LED の強度は 100 mA とし、実装試験は約3ヶ月間行った。

化学工場廃水の返送汚泥槽は、濃縮された活性汚泥であるため、他の現場と比較しても有機物汚れの付着が激しい現場である。この汚泥の pH は徐々に酸性へと移行するが、酸性になると微生物が死滅するため pH の管理が必須である。pH 調整にアルカリを添加する必要があるため、pH 管理が必要な現場である。しかしながら、連続測定を行う場合、メンテナンスに人員を専任する必要があることから、pH 管理を現在はやむを得ず採水によって毎日実施している現場である。本現場のサンプルは、電気伝導率が $286 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、サンプル温度が 32°C である。標準の紫外線強度では十分な自己洗浄を行えないと予想し、UV-LED の強度をあらかじめ 200 mA に設定して約2ヶ月間実装試験を行った。

食品工場の廃水流入槽は、タンパク質などを多く含

んでいることに加えて槽内の温度や流速が変化する過酷な環境の現場である。また24時間稼働しているため、pH 値が異常を示す場合や電極が故障した場合には、昼夜問わず早急な対応が求められる。本現場では、UV-LED の強度を 100 mA とし、約2年間実装試験を行った。

化学工場の無機凝集剤を使用している脱水槽は、ポリ硫酸第二鉄を凝集剤として使用している現場である。凝集剤が pH 応答膜を覆うため、電極交換を頻繁に行っている現場である。本現場では、UV-LED の強度を 200 mA とし、約2ヶ月間実装試験を行い、凝集剤に対する防汚効果について評価した。

3. 結果と考察

3.1 機械工場の廃液処理原水槽

Fig. 4(a) に設置43日後の6108 pH 電極、**Fig. 4(b)** に設置43日後のセルフクリーニング pH 電極の状態を示す。また**Fig. 5**に各電極の経時的な pH 値の推移を示す。従来の電極では汚れの付着が激しいが、セルフクリーニング pH 電極ではほとんど汚れが付着していなかった。またその試験終了後に、pH 7 標準溶液による性能確認を行ったところ、セルフクリーニング pH 電極の誤差は 0.05 であった。**Fig. 5** 中の四角で示した7/26付近では、セルフクリーニング pH 電極と従来の電極では約 0.5 の差が見られた。試験開始から約2週間経過しているが、セルフクリーニング pH 電極はサンプルに応答を示した。一方で従来の電極では、pH 値の変動幅は約 0.2 で一定であった。セルフクリーニング pH 電極では、汚れが付着せず清浄を維持したが、従来の電極では応答膜表面に汚れが付着したため、pH の応答に差が生じたと考えられる。これらの結果から、セルフクリーニング pH 電極は、汚れの激しい現場において、安定した測定が可能であることを確認することができた。また本現場では、安定

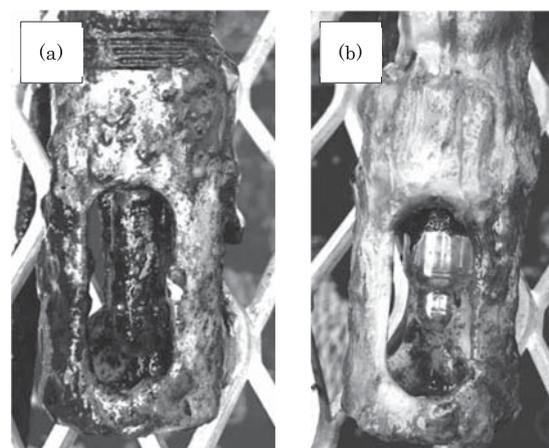


Fig. 4 Pictures of (a) conventional 6108 after 43 days: (b) the Self-Cleaning pH electrode after 43 days

測定のためにメンテナンス期間を8時間ごと（1日に3回）に実施しており，43日まで約120倍に延長することができた。

3.2 化学工場の返送汚泥槽

Fig. 6(a)～(d)に試験開始から2週間ごとの電極の状態を示す。浸漬後2週間目ではほとんど汚れが付着していなかった。4週間目以降においても，電極の

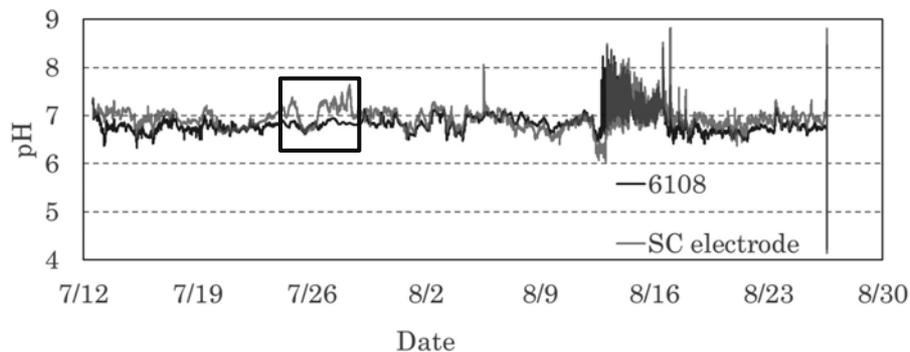


Fig. 5 Results of continuous pH measurement at wastewater treatment tanks in machine factories

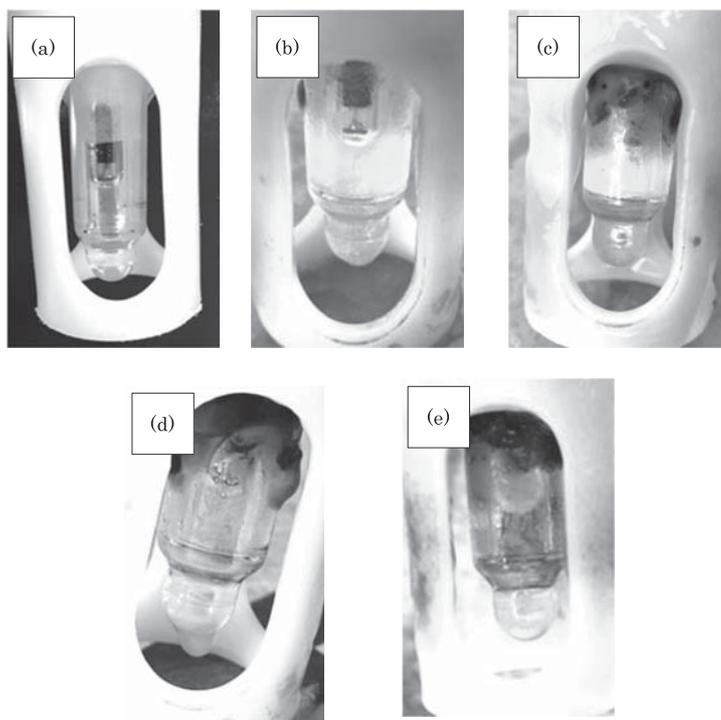


Fig. 6 Pictures of Self-Cleaning pH electrode (a) before experiments: (b) after 2 weeks: (c) after 4 weeks: (d) after 6 weeks: (e) after 8 weeks

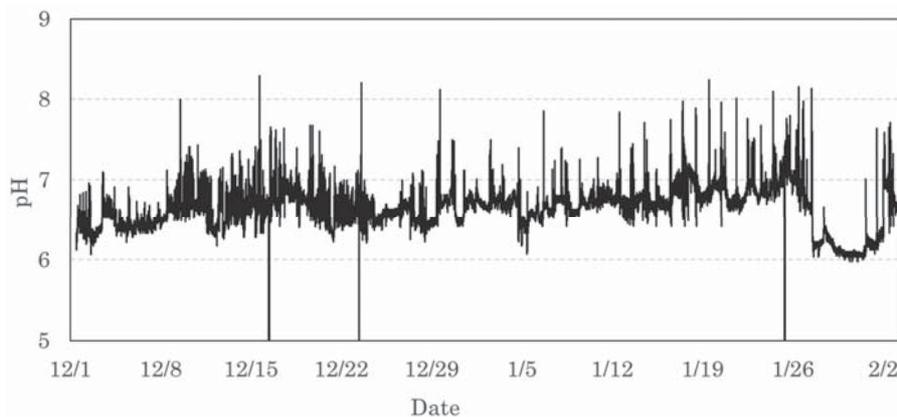


Fig. 7 Results of continuous pH measurement at wastewater treatment tanks in chemical factories

応答膜付近はほとんど汚れが付着しておらず清浄を維持した。2ヶ月後に、pH 7 標準溶液を用いて pH を測定した結果、pH 値は 6.82 を示した。校正時の pH 値である 6.86 から 0.04 しかシフトしておらず、2ヶ月間校正することなく pH 測定を行うことができた。**Fig. 7** にセルフクリーニング pH 電極の経時的な pH 値の推移を示す。pH 値は、12/8 付近の pH 6.5 から 1/26 付近の pH 7 へ約 0.5 プラス側へシフトした。応答曲線は 12/8 から 12/29 の間では 7 日間に 1 回、1/12 から 1/26 では 1 日に 1 回 pH 8 付近へ周期的に pH が変化しており、これはアルカリを添加したためだと推測される。時折、pH 6 以下を示していることもあるが、これは電極の状態を写真で撮影するために電極を返送汚泥槽から引き揚げたことによる。本現場のような同様のサンプルでは、電極の汚れに起因する pH 値の振り切りや指示値上昇（サンプル由来でない）が見られる。**Fig. 7** の結果から、これらの現象は見られないため連続測定が可能であることが確認された。

3.3 食品工場の廃水流入槽

Fig. 8(a) に UV-LED を点灯させない状態の電極、**(b)** に UV-LED を点灯させた状態の電極を示す。UV-LED を点灯させない場合、1 日で電極全体が汚れに覆われる結果となった。一方で点灯させた場合は、1 週間後も清浄を保ち測定を継続して行うことができた。本工場では、pH 値が管理値から 0.5 以上外れると pH 変換機からのエラーが発報されるように設定されているが、1 週間の試験では一度も発報することはなかった。実装試験中のメンテナンス頻度は月に 1 回実施したが、この頻度でも LED を点灯した状態ではエラーが発報されることなく正常に測定をすることが

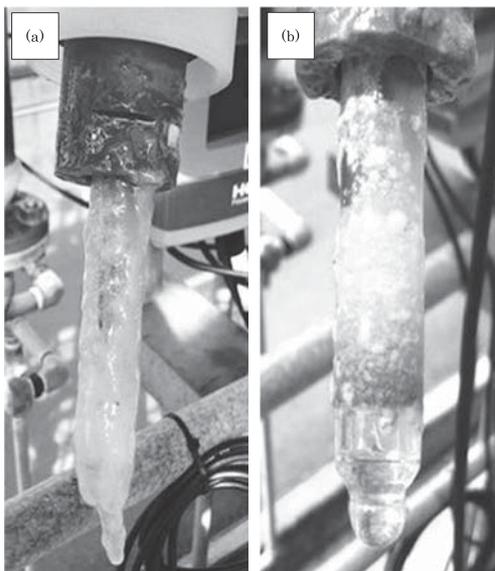


Fig. 8 Pictures of the Self-Cleaning pH electrode after 1 weeks
(a) Turning off UV-LED: (b) Turning on UV-LED)

できた。KCl 顆粒が全量流出することによる電極の交換を 1 年に 1 回実施し、上記の条件で 2 年間実装試験を行ったが、エラーが発報することはなかった。この結果から、UV-LED を照射することでタンパク質汚れを防汚できることがわかった。メンテナンス期間は毎日であったが、30 日まで約 30 倍の効果が得られた。本現場の連続試験のトレンドデータは、現場の都合により取得できなかった。

3.4 無機凝集剤を使用している脱水槽

Fig. 9(a) に 3 週間浸漬させた電極の写真を示す。既設の電極と同様に、凝集剤を含む廃液で電極全体が覆われた。**Fig. 10** にセルフクリーニング pH 電極の経時的な pH 値の推移を示す。測定開始時にセルフクリーニング pH 電極と従来の電極は pH で 1 差があるが、これはセルフクリーニング pH 電極のエージングが不十分であったためだと考えられる。pH ガラス電極は、ガラス表面に水和層を形成することで、pH に応答することが報告されている⁸⁾。セルフクリーニング pH 電極はガラス表面に TiO₂ をコーティングしており、従来の電極と比較すると水和層が形成されにくい¹²⁾。その結果、不斉電位が生じたため、pH 値に差が生じたと考えられる。また測定開始時から 9/23 付近までは pH 値は 4.5 から 5 付近であったが、9/23 以降は pH 値は 2 から 3 付近に変化している。これは 9/23 以前で、脱水槽が稼働していなかったためである。脱水槽が稼働していない間は、凝集剤に反応膜表面が覆われないため、どの電極も pH に応答している。既設の電極の pH 値が 5 以上に定期的に変化しているが、これはメンテナンス時に電極を処理槽から引き揚げたことに起因する。9/23 以降は脱水槽が稼働しており、無機塩が析出するようなサンプルとなっていたため反応膜表面が覆われていた。その結果、他の電極と同様にセルフクリーニング pH 電極は、pH に対す

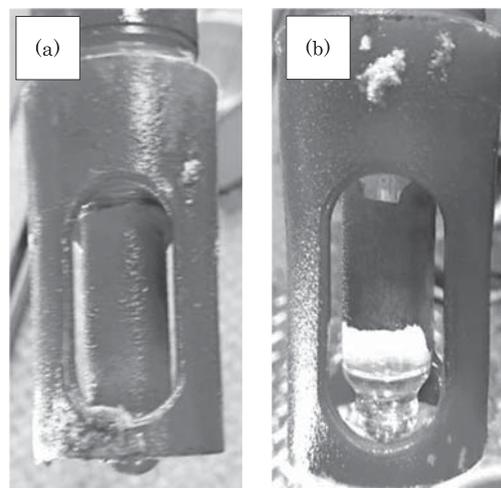


Fig. 9 Pictures of Self-Cleaning pH electrode (a) after 3 weeks:
(b) washing with water

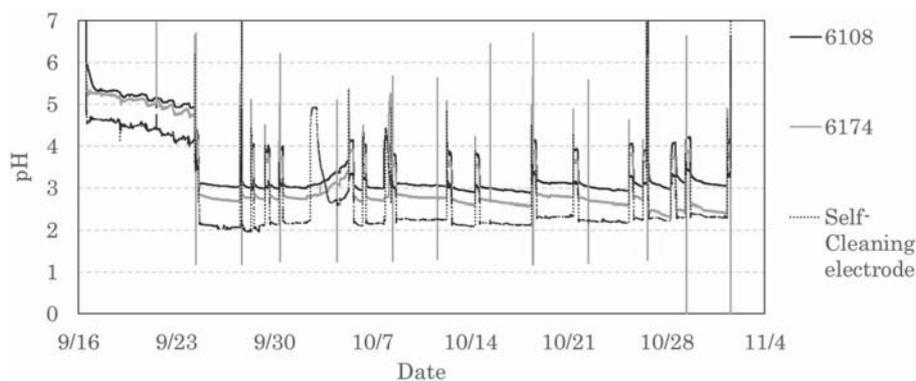


Fig. 10 Results of continuous pH measurement at wastewater treatment tanks using inorganic flocculants in chemical factories

る応答を示さなかった。しかしながら、電極を水中で波音が立たないように攪拌するのみで、 TiO_2 をコーティングしていた部分に付着していた汚れが剥がれ、Fig. 9(b) に示すように浸漬前と同等の状態に戻すことができた。これはガラス表面が光誘起親水化していたためだと考えられる。本現場は、UV-LEDの強度を200 mAにして実装試験を行った。そのため、通常時の電極表面よりも親水化が進むことで固着せず、物理的に汚れが剥離したものと考えられる。他の凝集剤ではポリ塩化アルミニウムで同等の実験を行ったが、応答膜表面に汚れが固着した。しかしながら、コーティング剤の改良を行うことで、自己洗浄効果を発揮できる可能性がある。

4. セルフクリーニング pH 電極を用いるメリット

Table 1 にセルフクリーニング pH 電極の導入前後でのコストメリットを概算した一例を示す。この結果は3.3で示した食品工場の実装試験の結果を基に算出を行った。作業にかかるコストは、作業現場によって異なるが3.3の食品工場では約100円/分であったため、100円/分とした。メンテナンスにかかる時間は、現場への移動を10分、電極の洗浄や校正を20分、合計35分として算出した。また一般的な pH 電極のメンテナンス頻度は毎日、セルフクリーニング pH 電極

導入後は、月に1回を想定している。この条件から電極のメンテナンスにかかる時間を算出すると、それぞれ12,775分/年、420分/年となる。この時間を基にコストメリットを概算した結果、年間の作業時間が毎日から月に1回となったことで、作業にかかるコストが約130万円から約4万円まで約30倍のコストダウンとなり、1年間で削減できるコストは約97万円となった。電極単体の価格は通常の電極の10倍であるが、作業にかかるコストの削減のほか、薬液使用量や電極の交換頻度が少なくなるため、十分に作業時間や人件費を削減することが可能であると考えられる。以上の結果から、セルフクリーニング pH 電極を用いるメリットとしては次の点が挙げられる。メンテナンス頻度が多い現場における校正周期の延長、試薬使用量の削減、作業時間削減が期待できる。また電極を設置している数が多い現場や、広大な現場では、概算した条件よりも電極のメンテナンスにかかる時間が長くなることから、コストメリットはより大きくなると考えられる。セルフクリーニング pH 電極の導入によって、作業者の安全の問題や、昨今の問題となっている人員不足も解決することが期待される。また正確な pH 測定、エラー発生頻度の低減、安心感などの付加価値もあると考えられる。

5. まとめ

本研究では、セルフクリーニング pH 電極の実現場における評価を行った。廃液処理原水槽では8時間ごとにメンテナンスを行っていたが、43日間校正なしで pH 測定を行うことができ、メンテナンス期間は120倍となった。返送汚泥槽は pH の連続測定ができなかった現場であるが、セルフクリーニング pH 電極を用いることでそれを可能にした。一方で、無機凝集剤を使用している処理槽では、防汚効果は見られなかった。しかしながら、電極表面を親水化させることで、ポリ硫酸第二鉄を使用しているサンプルに対応で

Table 1 Summary of Cost

| | Conventional Electrode (Standard type) | Self-Cleaning pH electrode |
|------------------------------------|--|----------------------------|
| Maintenance labor (JPY/Year/Place) | 1,277,500 | 42,000 |
| Reagent (JPY/Year/Place) | 7,560 | 2,520 |
| Electrode price (JPY) | 30,000 | 300,000 |
| Total cost (JPY) | 1,315,060 | 344,520 |
| Cost reduction (JPY) | | -970,540 |

※ : Simulation case: Monthly cleaning, moving, and calibration for 35 minutes. One-minute labor cost corresponds to 100 JPY.

きる可能性を見出した。今後も、メンテナンス負荷の低減と正確な pH 測定を提供するために、引き続き開発を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) M. Cremer: Ueber die Ursache der elektromotorischen Eigenschaften der Gewebe, zugleich ein Beitrag zur Lehre von den polyphasischen Electrolytketten, *Z. f. Biol.*, Vol. 47, pp. 562-608 (1906)
- 2) Z. Galbács, H. V. Langenhove, G. Galbács: The effect of sonication on glass electrodes, *Talanta*, Vol. 66, pp. 809-812 (2005)
- 3) F. Scholz: From the Leiden jar to the discovery of the glass electrode by Max Cremer, *J. Solid State Electrochem.*, Vol. 15, pp. 5-14 (2011)
- 4) T. Hashimoto, M. Wagu, K. Kimura, H. Nasu, A. Ishihara, Y. Nishio and Y. Iwamoto: Titanophosphate glasses as lithium-free nonsilicate pH-responsive glasses, *Materials Research Bulletin*, Vol. 47, pp. 1942-1949 (2012)
- 5) T. Hashimoto, M. Hamajima, H. Ohta, H. Nasu, A. Ishihara and Y. Nishio: $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ glasses as lithium-free nonsilicate pH responsive glasses — Compatibility between pH responsivity and hydrophobicity, *Materials Research Bulletin*, Vol. 50, pp. 385-391 (2014)
- 6) T. Hashimoto, F. Murayama, M. Nakao, H. Nasu, A. Ishihara and Y. Nishio: Drastic Dependence of the pH Sensitivity of $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ Hydrophobic Glasses with Composition, *Materials*, Vol. 8, pp. 8624-8629 (2015)
- 7) 西尾友志, 岩本恵和, 勝又英之, 鈴木透, 金子聡: Y_2O_3 と Sc_2O_3 添加による pH 応答ガラスの開発, *分析化学誌*, Vol. 64, pp. 519-526 (2015)
- 8) 西尾友志, 岩本恵和, 古川真衣, 勝又英之, 鈴木透, 金子聡: ランタノイド希土類元素添加によるアルカリ用 pH ガラス電極の作製及びその耐久性の評価, *分析化学誌*, Vol. 65, pp. 267-273 (2016)
- 9) T. Hashimoto, H. Inukai, K. Matsumura, H. Nasu, A. Ishihara and Y. Nishio: Effect of glass former (B_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 and P_2O_5) addition to $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$ glass on pH responsivity, *Sens. Actuators. B-Chem.*, Vol. 257, pp. 807-814 (2018)
- 10) 西尾友志, 古川真衣, 立石一希, 勝又英之, 鈴木透, 金子聡: 50 μL から測定可能な pH 電極用応答ガラスの作製, *分析化学誌*, Vol. 68, pp. 103-108 (2019)
- 11) Y. Nishio, T. Muroga, T. Hashimoto and A. Ishihara: ISA Analysis Division, Development of Self-Cleaning pH Electrode Coated with Titanium Oxide (TiO_2) and Its Photocatalytic Activity, 2-(2) (2018)
- 12) 西尾友志, 室賀樹興, 橋本忠範, 石原篤: 酸化チタン(TiO_2)をコーティングしたセルフクリーニング pH 電極の開発とその光触媒活性, *EICA 環境システム計測制御学会*, Vol. 23, 2/3 合併号, pp. 69-74 (2018)
- 13) 西尾友志: pH 応答ガラス電極の安定性及び機能性向上に関する研究, *分析化学誌*, Vol. 69, 7/8 合併号, pp. 385-397 (2020)
- 14) 西尾友志, 橋本忠範: メンテナンス負荷を低減可能な内部液無補充型セルフクリーニング pH 電極, *月刊「計装」* 9月号, Vol. 64, No. 9, pp. 61-65 (2021)
- 15) 西尾友志, 高味拓永, 橋本忠範, 石原篤: UV-LEDを装備したセルフクリーニング pH 電極の開発とそのフィールド試験, *EICA 環境システム計測制御学会*, Vol. 26, 2/3 号, pp. 107-111 (2021)

Evaluation of Self-Cleaning pH Electrodes in Factories

Takuhisa Komi^{1) †}, Yuji Nishio¹⁾, Tatsuoki Muroga¹⁾, Tadanori Hashimoto²⁾ and Atsushi Ishihara²⁾

¹⁾ HORIBA Advanced Techno, Co., Ltd.

²⁾ Division of Chemistry for Materials, Graduate School of Engineering, Mie University

† Correspondence should be addressed to Takuhisa Komi:

HORIBA Advanced Techno, Co., Ltd.

E-mail: takuhisa.komi@horiba.com

Abstract

We developed a self-cleaning pH electrode with a durable antifouling protection by photocatalytic effect. Our goal with this project was to solve common problems in electrode maintenance such as personnel shortages, electrode cleaning costs, periodic calibrations, on-site movements, and risk on worker safety. The self-cleaning pH electrode was evaluated over several months at sites heavily polluted by various organic and inorganic species. We have extended the maintenance cycles of wastewater treatment tanks in machine factories and returned sludge tanks in chemical factories by about 120 times and 60 times, respectively. This paper highlights the structure, features of the newly developed electrode. We also discuss results of measurements from wastewater treatment tanks using inorganic flocculants and wastewater influent tanks containing a lot of protein.

Key words: water quality measurement, pH electrode, wastewater treatment, reduced maintenance, photocatalyst