

## 現場滞在時間を削減する自動水道水質測定装置

Modular Water Supply Quality Monitor that Reduces Time Spent on Site

入江 和大

IRIE Kazuhiro

小林 一星

KOBAYASHI Issei

安心で安全な水道水を供給するうえで、水道給水管末の水質モニタリングは必要不可欠となっている。近年、東南アジアの首都圏において水質モニタリングシステムの導入が加速しており、これまでにマレーシアやタイ等で自動水道水質測定装置TWシリーズ(以下、弊社製品)の導入実績がある。装置の安定稼働にはメンテナンスが不可欠であるが、高温環境下での作業は効率性の向上や作業者の安全確保の観点で現場作業を極力短縮したいという根強いニーズがある。このたび、前述の市場課題にこたえる自動水道水質測定装置GX-100を開発したので、その特徴について述べる。

キーワード

モジュールセンサー、自動水道水質測定装置、作業時間削減、スマートフォン、Bluetooth®通信、USB通信

Monitoring the water quality at the end of water supply pipes is essential to supplying safe and secure tap water. In recent years, the introduction of systems has accelerated in capital cities in Southeast Asia, and the TW series of automatic tap water quality analyzers have been introduced in Malaysia and Thailand. Maintenance is essential for stable operation of the equipment, but there is a strong need to shorten on-site work as much as possible in terms of improving efficiency and ensuring the safety of workers working under high-temperature environments. We have recently developed the GX-100 modular water supply quality monitor to meet the aforementioned market challenges, and we would like to describe its features.

Keywords

module sensor, modular water supply quality monitor, reduced work time, smartphone, Bluetooth® communication, USB communication.

### はじめに

日本において水道水質基準は水道法により定められており、浄水場の出口や配水池、給水している配水管の末端である水道給水管末で測定が行われており、その測定方法は厚生労働省により定められている。手分析等による水質チェックは時間を要することから、多くの自治体において水道水質測定装置が導入されている。正しく測定するためには一定の頻度で水質測定装置のメンテナンスが必要になるが、少子化を背景にした人手不足や技術を有したエンジニアの定年退職により、メンテナンスの方法を簡単かつ時間を最小にしたいというニーズがある。

海外においても各国の水道水質基準が定められており、水道給水管末の水質モニタリングシステムの導入が進み始めている。東南アジアは高温、スコールなど天候により厳しい環境下での作業であることに加え、測定装置が点在しているため移動に時間がかかるだけでなく、測定装置のメンテナンスにも長時間技術者が拘束されるためメンテナンス会社にとって大きなストレスになっている。また、長時間のメンテナンスにより発生するデータの欠測は、水道水の品質確保の上でリスクとなる。

弊社製品は複数成分のセンサをコンパクトにパッケージングしていることから省スペース化を図ることができる一方、課題としてメンテナンスに時間がかかるという点

がある。これはセンサーユニットを取り外すために複数の部品を取り外す必要がある。さらに校正は現場でしか行うことができず、すべてのセンサを校正すると約1時間かかる。GX-100では校正データをセンサモジュール側に保存しているため、オフィスやラボで校正済みのセンサに入れ替えるだけで良いため約15分で現場作業を完了させることができる。

## GX-100とは

GX-100(Figure 1)は現場作業時間の短縮というコンセプトを実現するためにモジュール化を採用した。各モジュールの説明は下記となる。

**Interface Module(IM)** : GX-100と外部との通信を行うモジュール。スマートフォンとはBluetooth®通信にて行い、パソコンとはUSBにて接続する。

**Pre-Processing Module(PPM)** : 濁度、色度、残留塩素校正用のゼロ水\*生成のためのフィルタを搭載しており、通常測定時とゼロ校正時は自動でラインを切り替える。また圧力と温度、流量の測定を行っている。

**Sensor Module(SM)** : サンプル測定を行うモジュールが3種類存在し、濁度・色度SM、遊離残留塩素SM、導電率・pH SMとなる。このSMは工具を用いることなく着脱が可能である。

**Flow Cell(FC)** : サンプルの流路とSMへの電気接点を持つ。

GX-100は以上4種類のモジュールで構成されている。測定値の確認や水質計の設定変更などは専用アプリがインストールされたモバイル端末やパソコンにより行うことができる。

\*ゼロ水とは、濁度、色度、遊離残留塩素濃度が0の水



Figure 1 GX-100.



Figure 2 Measurement display of GX-100 application.

弊社製品と比較して画面が大きく視認性に優れているので、複数測定成分を一度に確認することができる(Figure 2)。

GX-100はこのモジュール化や専用アプリにより、現場滞在時間を短縮し、かつ簡単に行うことができるメンテナンス(Easy maintenance)を実現した。

さらに、物理的な連続洗浄機能によるメンテナンス周期の長期化(Reduce maintenance)を実現した。

## Easy maintenance

連続水質計を用いて、安定かつ正確な測定値を得るためには、定期的な機器のメンテナンス作業が必要である。弊社製品は現場での作業が強いられるうえに天候の影響により現場での作業を中断または中止せざるを得ない場合もある。このようなストレスを解消するためにGX-100はSMのメンテナンスを現場だけではなく、事務所やラボに持ち帰り、メンテナンス作業を行うことができる。事務所での作業は現場とは異なり、メンテナンスに必要な工具や試薬などの環境が整っている場所で行うことにより、メンテナンスに関するストレスを低減できると考えている。

また、校正時に使用する専用のキットも準備しており、このキットを用いて校正することで校正時間と校正試薬量の削減を実現している。

コンパクト設計の弊社製品は複数のセルを直結しており、容易に分解できないことから、1つの測定成分のセンサを校正する際に、すべての測定セルに校正試薬を流し込み、セル内を満たす必要があるため試薬量が多くなる。GX-100は各SMを校正キット(Figure 3)に取り付け、対象の校



Figure 3 GX-100 calibration kit.

正試薬だけを流し込めば校正が可能となる。

この校正キットを用いる際は、GX-100専用アプリがインストールされたパソコンとSMをUSB接続するだけで校正を行うことができる。

この専用アプリを用いることで、現在の測定値、過去の校正履歴や校正値を1画面で確認することができるため、意図しない値での校正を防ぐことができる(Figure 4)。

さらに校正試薬をSMへ流し込むためにポンプなどの動力を必要としないので容易に持ち運びができ、場所を選ばずに校正が可能となった。

## Reduce maintenance

メンテナンスが簡単であったとしても頻度が高くなると水質計運用に対するストレスは高いままである。メンテナンスが必要となる要因は汚れ、気泡、流量による影響が大きい。GX-100ではメンテナンス頻度を下げするための対策を施している。

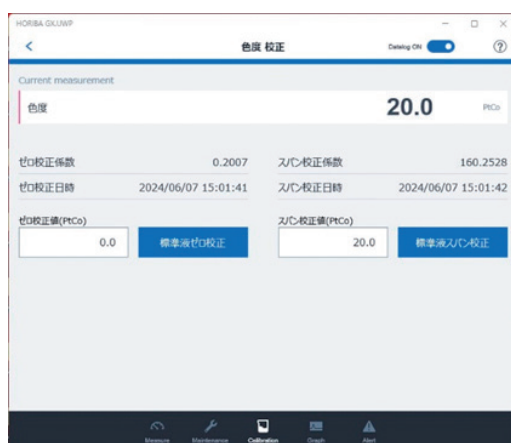


Figure 4 Calibration mode of app.

その1つとして、濁度・色度SMの連続洗浄機構がある。弊社の濁度計シリーズにも洗浄機能を搭載しているが、測定原理に光学測定を用いているがゆえに洗浄中は洗浄機構により光路が塞がれ、測定データの欠測を招くこととなる。汚れを多く含むサンプルの場合、洗浄頻度が高くなり測定データの欠測回数も同様に高くなることで、水質のトレンドデータを継ぎ目なく取得するという目的が十分に果たせない可能性がある。GX-100では、このデータ欠測を無くすために洗浄機構を見直すことで、連続洗浄と連続測定を実現した。

弊社製品の洗浄方法としては、固定されたガラスセル内部をワイパーが動くことで洗浄する機構が一般的である。GX-100は洗浄用ワイパーを固定し、ガラスセルを回転させることで光路を塞ぐことなく連続洗浄、連続測定を可能とした。この連続洗浄を行うことにより、ガラスセル表面に付着する汚れや気泡を除去することでメンテナンス頻度の低減を実現している。

またワイパーを固定しているワイパーユニット(Figure 5)は3つの役割がある。

1つ目は洗浄用ワイパーの固定である。このワイパーはユーザーでも交換ができるように特別な工具やスキルを必要としないように設計されている。

2つ目は迷光を防ぐことである。GX-100の濁度計は90度散乱方式を採用している。この方式は光源から放射された光が懸濁物質により散乱した光を光源から90度の位置で受光するものである。90度方向の散乱光のみを検出することが理想ではあるが、実際には純粋な散乱光以外の光も測定セル内には存在しており、それらを迷光と呼ぶ。

その迷光の1つとして光源の光を直接受光素子で検出するものがある。この迷光は検出部を構成する複数の部材のばらつきや使用環境温度により変化することで測定誤差を生み出す要因となっている。GX-100では光源から90度に位置

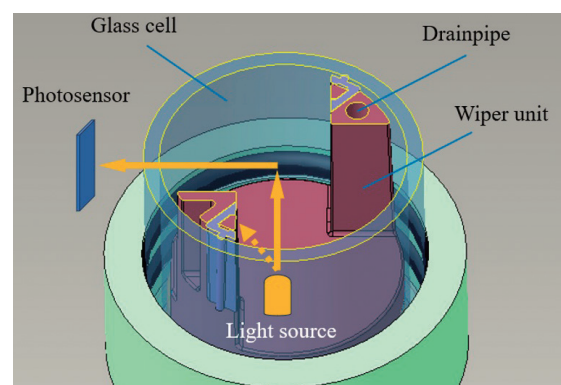


Figure 5 Wiper unit.

する受光部の間にワイパーユニットを配置することで迷光を防ぐことができ、測定誤差の低減を実現している。

3つ目は測定セル内部に滞在する気泡除去である。サンプル水の通水開始時やサンプル水の圧力または温度変化によりサンプル水中に気泡が発生することがある。これらの気泡がセル内上部に溜まると迷光の要因となり、測定誤差を生み出す。そのためワイパーユニット上部にドレイン用の流路を確保することでセル内の気泡の滞留を防ぎ、測定誤差の低減を実現した。以上の3つの役割により、濁度と色度の安定的な測定を可能にした。

メンテナンス低減の2つ目の対策は遊離残留塩素測定に必要な安定流量確保のための逆洗浄である。

遊離残留塩素計は流量変化の影響により測定値のふらつきが生じるため、常に一定流量で新たなサンプルが供給される必要がある。遊離塩素電極はカソード極表面において遊離塩素の還元反応による電流を測定している。そのため、流量変化が発生するとカソード極表面の遊離塩素濃度が安定しないためである。そのため、流量が低下すると遊離塩素の供給速度が低下するため、残留塩素の測定値も低下することとなる。

この流量変化を引き起こす要因としては配管やフィルタに汚れが付着することであり、この付着物を除去するために水質計の分解や洗浄などのメンテナンスが必要であった。GX-100では水質計内のサンプルを逆流し排水することで配管やフィルタに付着している微少な汚れを取り除く自動洗浄を行うことで、分解が必要となるメンテナンス頻度の低減を実現している。

以上の対策により、水道水の重要な水質指標である濁度、色度、遊離残留塩素を安定的かつ低頻度のメンテナンスで測定を実現している。

## モジュール化による水質計運用の変化

安定的に水質を測定するには水質計のメンテナンスが不可欠となるため、日々エンジニアにより水質計のメンテナンスが行われている。今まで述べてきたGX-100の特徴により、水質計の運用方法が変化すると考えている。

まず、GX-100はモジュール式であるので、現場作業はSMの交換のみとなる。今までの水質計は設置されている現場での複雑な作業が必要であったため、エンジニアが現地で対応する必要があった。さらに各現場間の距離が遠く離れており、1日にメンテナンス可能な現場数も限られているため、全現場の水質計をメンテナンスするために多くの期間を要していた。GX-100のSM交換に工具は不要であるため作業者の技術レベルを問わないため、現場作業者がエンジニアである必要がなくなる。昨今、エンジニアのリソース不足が社会課題となっているが、GX-100がその課題解決の一躍を担うと考えている。

さらにSMは設備環境が整った事務所やラボなどで行えることから、今までのように現場へ複数の工具や校正試薬などを持ち込む必要はなくなり、交換用のSMとGX-100専用アプリがインストールされたモバイル端末のみを持ち込むだけで現場作業は完了となる。(Figure 6)

SMの校正時間についても弊社製品よりも短くなっており、校正試薬に関しても使用量を大幅に削減することで、メンテナンスに要するランニングコストの低減を実現している。(Table 1)



※1 遊離残留塩素は現場での校正が必要です。

Figure 6 Operational method of GX-100.

Table 1 Comparison of calibration time and reagent volume between GX-100 and TW series.

メンテナンス項目	GX-100(min)	弊社製品(min)	削減率
濁度, 色度, 遊離残留塩素共通ゼロ校正	10min	10min	
濁度スパン校正	3min	10min	
色度スパン校正	3min	10min	
pH校正	8min	20min	
校正時間合計	22min	50min	56%
校正に必要な最大試薬量(1成分) <sup>*</sup>	300mL	800mL	63%

※pHは1点校正に必要な試薬量

## おわりに

水質計を運用するにあたり現場作業の低減は今や必要不可欠と言えるが、それを可能とするGX-100の特徴と運用方法について述べてきた。世界に目を向ければ、今後人口は増加するとともに高い品質の水道水へのニーズも高くなることが予想される。人々の生活に必要な水の品質を確保するために、いかに効率よく水質計を運用・メンテナンスすることが今後より一層重要になってくるため、GX-100であれば、この課題解決ができると考えている。

また、各国特有の測定成分が存在することと、今後水の品質を確保するために測定が必要な項目は増加すると予想される。これらの要望に応えるために、SMのモジュール化というGX-100の特徴を活かして、今後も世界の水道水の品質を確保するために水質の安定測定に加え、メンテナンス低減に努力し、各国のニーズを反映した水質計の開発を進めていきたい。

\*編集局注：本内容は特段の記載がない限り、本誌発行年時点での自社調査に基づいて記載しています。



### 入江 和大

IRIE Kazuhiro

株式会社堀場アドバンスドテクノ  
開発本部 ウォーターソリューションズ開発部  
チームリーダー  
Water Solutions R&D Dept.,  
Development Division,  
HORIBA Advanced Techno, Co., Ltd.



### 小林 一星

KOBAYASHI Issei

株式会社堀場アドバンスドテクノ  
開発本部 半導体プロセスソリューションズ開発  
Semiconductor Process Solutions R&D Dept.,  
Development Division,  
HORIBA Advanced Techno, Co., Ltd.