

配水水質モニタの性能試験

○花輪剛、津倉洋、藤生昌男、村中優、小須田 徹夫

明電舎 製品開発研究所
東京都品川区大崎2-1-17

概要

配水管の残塩、濁度、色度、pH、導電率、水温、水圧の7項目を連続して自動測定し、遠隔集中監視を可能にする配水水質モニタを開発した。

フィールド試験を通じ、各水質センサの精度検証を行うと共に収納盤や盤内環境管理機能により夏期高温時に内部温度を40℃以下を達成し、自動洗浄、自己診断機能などにより3ヶ月間の無保守運転が可能であることが確認できた。また、新水質基準に対応した配水水質モニタを用いた配水水質監視システムを提案した。

キーワード

7項目連続自動計測、自己診断、自動校正、性能試験、配水水質監視装置

1 はじめに

平成5年12月1日から快適水質項目と監視項目を加えた85項目からなる水道水の新たな水質基準が施行された。これに伴い、従来の手分析主体の水質検査方法に加えて分析機器導入による機械化の促進や、水質検査頻度等の増加による水質検査体制の強化が求められている。水道水の質の保証を行うために、色、濁り、消毒の残留効果について毎日1回水質検査が義務づけられている（水道法施行規則第14条）。水質監視点の増加や交通渋滞の激化などにより、毎日検査業務の効率化が大きな課題になってきている。

水質新時代に対応した水質管理体制を確立するためには、給水栓での24時間連続の水質監視が必要である。本稿では、従来の水質路上局に替わって、給水栓での毎日検査業務の自動化・効率化を目指した高性能の配水水質モニタを新たに開発し、フィールド試験を行い若干の知見が得られたので報告する。

2 配水水質モニタの機器構成

配水水質モニタは、配水池出口や配水管網内の濁度、色度、残塩、pH、導電率、水温、水圧の7項目の配水水質を24時間連続して遠隔集中監視する水質測定システムである。本モニタは、試料水を通水する配管と水質計器の検出部を収納した水質計測室と、水質計器変換器、グラフィック操作パネル(タッチパネル)、シグナル等を収納した電気制御室の2室完全分離形である。配水水質モニタの概観、機器配置を図1に示す。

2.1 システム構成

本配水水質モニタのシステム構成を図2に示す。水質センサをはじめとし流量計、温度計等の計測信号は全てシグナルに取り込まれる。また、テレメータまたはモデム伝送により計測信号および警報信号が中央で監視可能である。

タッチパネルの画面では計測中の水質計器、通電中の制御機器は表示箇所が反転するため動作状況が容易に確認できる。また、計測中に警報が発生した場合には、いずれの画面でも下部に警報内容がスクロール表示され、同時にプリンタに印字記録される。

2. 2 収納盤構造

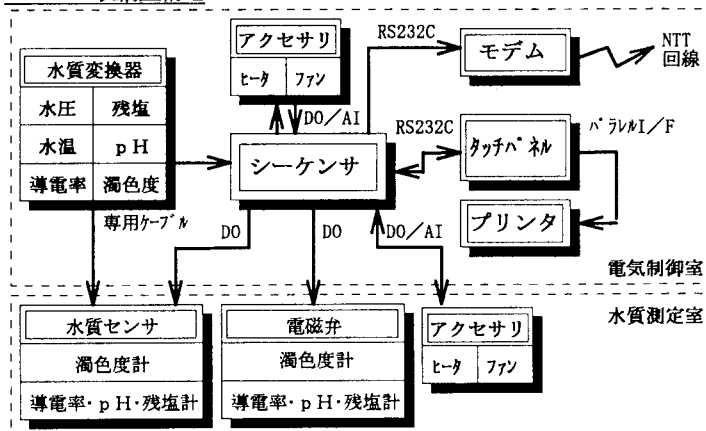


図2 配水水質モニタのシステム構成図

図1からわかるように、収納盤は上下2段完全分離型で水回りを外部へ大気開放して塩素・湿気等による腐蝕防止を図った。また、盤内に内蔵された電子機器は、温度や湿度等の使用環境条件の制限を受ける。そのため、断熱用に盤壁を2重化しファン、ヒータを上下各室に配置し、結露対策としてパナソニック素子使用の小型除湿器を下段の測定室に設置した。その結果、夏期でも盤内温度を40℃以下に制御できることを実験的に確認できた。

また、外觀寸法は、路上設置条件や相反する保守性の両因子を考慮して1700L×1000W×660Dに小型化出来た。水質計測室のセンサ検出部架台の引き出し構造は、保守時の操作性が向上することがわかった。

2. 3 水質測定室

各水質センサの測定範囲・原理、校正・診断方式、自動洗浄機構等の計器仕様を表1に示す。測定流路を濁色度計流路と導電率→残塩→pH流路の2系統に分流することで、危険分散構成を取り配管洗浄・自動校正等の操作が独立して実行可能となった。pH、残塩、導電率の各検出部は配水モニタ専用の小型設計のものを採用し、使用水量を毎分0.1lに抑え、総使用水量で月間13m³が達成できた。

低濃度の色度と濁度を同時測定する一体型濁色度計を開発した。本濁色度計は、検出器・変換器の分離構成をとり、連続光式2波長吸光光度法を用いて毎分0.2lの上向流にてセル長100mmのフローセル方式で測定する方式を採用した。また、濁度成分による色度計測値への影響を補償する回路を内蔵している。光源ランプの温度変化による出力変動を防ぐために測定光と同一光路から両波長の参照をとって信号の安定化を図った。また、セル内への気泡、Mn等の付着、スライム等の汚れの除去は、水流洗浄と1週間に1回程度約

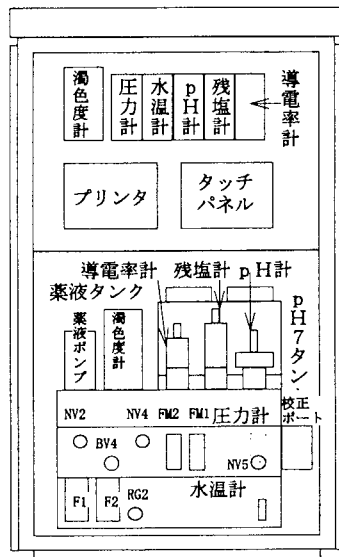


図1 配水水質モニタの機器配置図

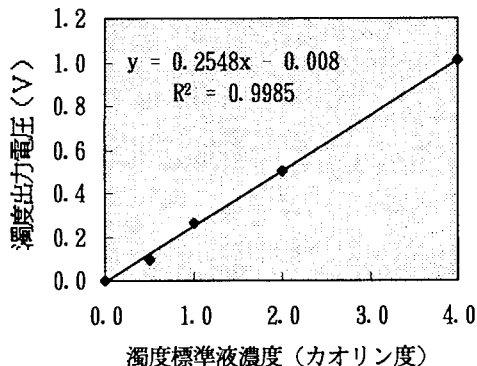


図3 濁色度計濁度の出力直線性試験

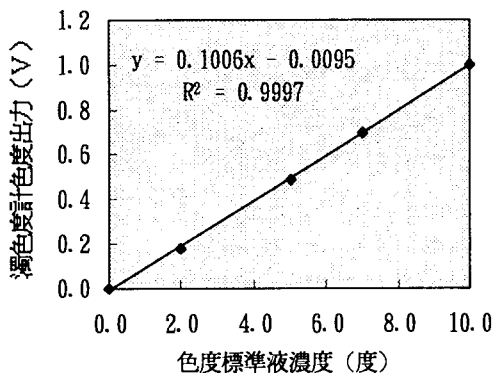


図4 濁色度計色度の直線性試験

2%塩酸による薬液洗浄で排水基準を満たしながら効果的に対応出来た。さらに、自動ゼロ校正機能を採用し保守周期を3ヶ月までの延長が可能となった。図3、4および5に示すように、濁色度計と濁度、色度標準液との間に良好な相関関係が得られた。

表1 配水水質モニタの主な計器仕様

計測項目	測定範囲	測定原理	校正方法	診断方式	洗浄方法
残塩	0~2mg/l	*-ログ法	OT法又はDPD法	ゼロ点診断	ビーズ洗浄
pH	2~12pH	ガラス電極法	pH7、pH9標準液	標準液診断	水流洗浄
導電率	0~600μS/cm	交流2極法	KC1標準液	ゼロ点診断	水流洗浄
水温	0~50℃	測温抵抗体	標準温度計	-	-
水圧	0~1MPa	静電容量式	標準圧力計	-	-
濁度	0~4度	透過光方式	カオリン標準液	ゼロ点診断	薬液水流洗浄
色度	0~10度	濁度補償吸光方式	白金・コハル法	ゼロ点診断	薬液水流洗浄

2.4 電気制御室

図2からわかるように水質測定室内の各水質計器からの信号は、電気制御室内の6台の変換器に入力され各測定値を出力表示する。また電気制御室の前面は、タッチ式のフラットディスプレイと画面の拡大・縮小や警報メッセージを印刷するプリンタを配置し監視スペースの縮小と豊富でわかり易い情報提供を図った。電気制御室内には、シーケンス制御装置、データ伝送用モデム、ヒータ、ファン、流量変換器等を盤内環境制御に有効なように配置、収納した。

タッチパネルの画面は、システム系統図、測定フロー図、データ管理、保守操作

等の8種類30数画面で構成され、画面拡大、画面選択が容易に実行できる。本水質モニタでは、自動ゼロ校正、自動配管洗浄、センサ異常診断、ゼロ水導入診断等のインテリジェント機能をタッチパネル上で確認・実行でき、各種設定値の記録はプリンタ出力により保守時間が短縮し、保守操作性の向上が図れた。

また、本配水モニタには流量計が付属されており、月間の使用水量、積算使用水量が表示される。これにより無収有効水量の管理に役立つ。

3 配水水質モニタ連続試験結果

社内での配水水質モニタ3ヶ月連続試験結果について述べる。連続試験中の計測値の評価基準としては、プロセス用計測器および手分析値、高精度の卓上水質計器を用いた。また、この期間は配水水質モニタの水質計測器は無保守・無校正で連続運転した。

残留塩素と濁度の連続試験結果を図6、7に示す。

プロセス用計測器の計測値を基準として配水水質モニタの計測値との指示差（[配水モニタ計測値] - [プロセス計測値]）で示した。残留塩素はプロセス計測値に対して±0.02mg/lで推移した。また、濁度は±0.09度で推移した。

一度-0.09度となったが、これを除外すれば±0.04度以内であった。プロセス計測器の基準ではあるが、他の水質項目も目標とする許容範囲を満足した。

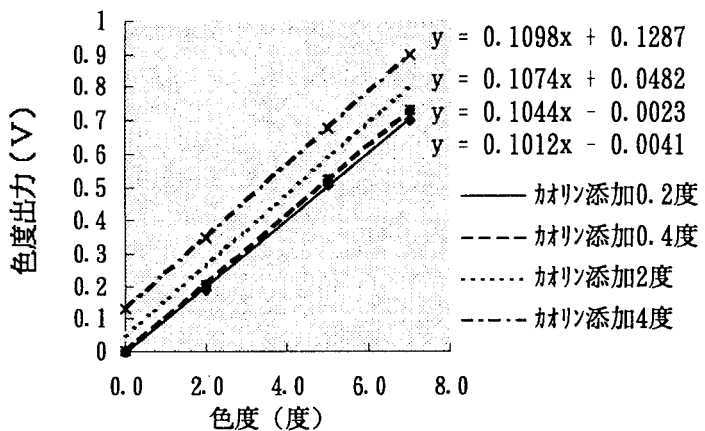


図5 カオリン添加による色度計測値への影響

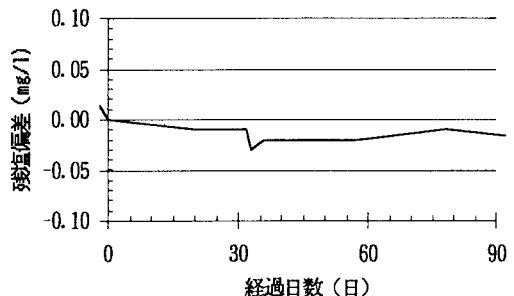


図6 残塩計の3ヶ月連続試験結果

4 配水水質監視装置

水質新時代の到来に対応して、水道水の水質を常時監視し配水水質の情報化を推進し、住民サービスの向上を図ることが重要になってくる。配水水質モニタの連続計測結果を中央に設置した配水水質監視装置で常時監視することで水質事故等への迅速な対応や水道水の高度な品質管理が期待できる。

配水水質監視装置は、配水場出口や配水管網内に設置した複数の配水水質モニタ（子局）の水質データや警報データを中央の水道局や浄水場（親局）にNTT回線等を利用して配水水質の監視を行うものである。

子局データは、配水水質モニタに内蔵されたテレメータまたはモデムを介して、専用回線または、公衆回線で配水水質監視装置まで連続又は間欠伝送される（図8参照）。

配水水質監視装置は、収集された水質データの品質異常や配水水質モニタ機器異常の常時監視を行うと共に、配水水質の品質管理を行う。その品質検査の結果は、 \bar{x} - σ 管理図等の品質管理手法を用いてレポートとして定期的に自動出力される。また、子局は3ヶ月間無保守運転を原則としているため、水質計測器間のデータの相互チェック機能が用意されている。通信基盤の整備や通信技術の進歩により伝送品質の向上や高速伝送化が進む中、データ伝送方式としてテレメータ伝送に加えて将来的に有望なモデムによるデータ伝送方式を採用した。屋外の悪条件にも耐えられる小型の高速モデムを開発し、子局の配水水質モニタに搭載した。通常水質の場合には、子局の格納データを中央の配水水質モニタに公衆回線を用いて1200～9600bpsでデータ伝送する。警報発生時の場合は、発生直前の一定時間（5～10分程度）の子局に格納しておいた詳細データを一括して中央に伝送し、配水水質監視装置で詳細データを見ながら警報発生原因を調査し、迅速で的確な対応が可能となる。

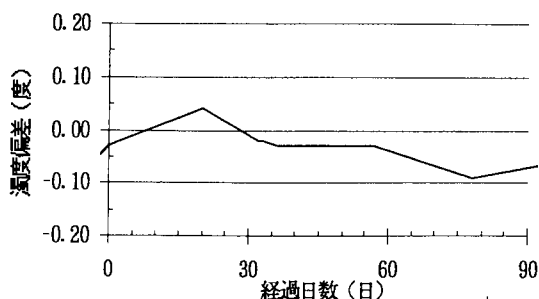


図7 濁度計濁度の3ヶ月連続試験結果

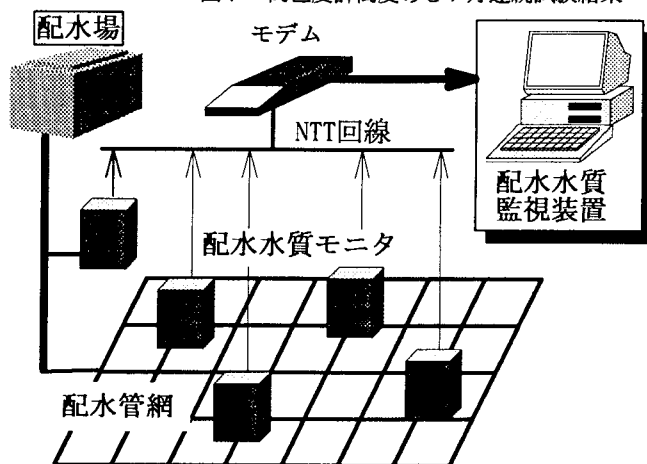


図8 配水水質モニタによる配水監視システム

5 おわりに

新水質基準に対応した「配水水質モニタ」を新たに開発しそのフィールド試験について述べた。

今回のフィールドテストにより以下の点を確認出来た。

1. 水質センサは自動洗浄、自己診断機能、自動ゼロ校正機能により無保守運転を行い目標とする許容精度範囲を3ヶ月間維持できた。
2. 各水質センサの精度検証では、プロセス計以外の比較対象として手分析値および高精度の卓上水質計の測定値を用いての精度試験を行ったところ良好な結果が得られた。
3. 収納盤は、2室分離構造を採用し遮熱板と断熱材を用い、さらに盤内の環境管理を行ったところ夏期でも盤内温度を40℃以下に保持できた。

また、新水質基準に対応した本配水水質モニタを用いた配水水質監視装置を提案した。