

＜研究発表＞

大阪市におけるWebを活用した工場排水監視について

新野 哲久¹, 永石 幸夫², 叶田 雅一³

東亜ディーケーケー(株) (〒180-8630 東京都武蔵野市吉祥寺北町4-13-14)

E-mail:t-arano@toadkk.co.jp)

大阪市都市環境局環境部(〒536-0024 大阪市住之江区南港北1-14-16WTC コスモタワー36階)

E-mail:y-nagaishi@city.osaka.lg.jp)

大阪市都市環境局西部管理事務所(〒557-0062 大阪市西成区津守2-7-13)

E-mail:m-kanoda@city.osaka.lg.jp)

概要

下水道における工場排水規制は、下水道施設の損傷防止、下水処理機能の維持のために重要である。大阪市内には約3,000の除害施設などの必要な工場が点在し、そのほとんどは、酸・アルカリ排水、シアン・六価クロムなどの有害物質や重金属などを含む悪質排水を排出するおそれのある工場であり、職員による除害施設の設置指導や立入検査を実施している。しかし、人手による指導・監視には限界があることから、マンホールに設置可能な水質自動監視機器やアンテナの開発に努めてきた。今回、携帯電話のネットワークとインターネットのWeb機能を利用して事務所などの遠隔地でもリアルタイムに水質異常情報を把握でき、併せてpHやORPなど多項目監視が可能な機器が開発できたのでその概要および悪質排水発生源の特定手法を紹介する。

キーワード: 工場排水規制、Web監視、pH計、多項目水質計、マンホールアンテナ

1. はじめに

下水道は、河川等の公共用水域の水質保全や良好な水環境の創造に非常に大きな役割を担っている。しかし、その機能を十分に発揮するためには、下水道施設の適正な維持管理と悪質排水の流入を防ぐ工場排水規制が必要である。特に、工場排水規制は、下水道施設の損傷や下水処理場での有害物質等により処理阻害を未然防止するという観点から非常に重要であるといえる。

大阪市では、昭和47年から、本格的に工場排水規制に取り組み始め、特に酸・アルカリ、重金属、六価クロム・シアンなどの有害物質を排出するおそれのある工場において立入検査を実施するとともに除害施設の設置指導を行ってきた。その後、規制体制の充実を図ることにより、昭和57年には除害施設の設置率はほぼ100%となり、これら工場(当時は約3,200、現在は約3,000)の排水監視をいかに効率よく効果的に行うかが課題であった。立入検査などの人手による監視では限りがあり、また、夜間や休日には対応できないため水質自動測定機器を用いた連続的な監視手法が必要であると考へ、以後、下水道施設に適用可能な機器等の開発の取り組みを進めてきた。ここでは、現在までの取り組みと最近の監視手法について述べる。

2. 監視機器の開発経過

機器による連続監視を行うにあたって、どのような測定項目が適しているかを把握するためpH、ORP、電気伝導率等についてフィールド調査を行った結果、pHと有害物質や重金属の関係が高い傾向を示すことが確認されたことから、まずpH測定システムの開発を始めることとした。

そこで、まず、市販の自動採水器とpH記録計を用いて、工場排水が集中するポンプ場において連続監視を開始した。しかし、これら監視機器は大型であり、また高価であったことから、維持管理や台数確保の上で効率さにかけるという問題があった。

このため、公共樹やマンホールにも設置できるコンパクトで安価、さらに長期間連続監視が可能な機器の開発に取り組みが必要であった。その結果として、次の4種の水質自動監視機器の開発に成功した。

(1) 公共樹用自動採水器(昭和58年開発)

本装置は、公共樹内に設置して工場排水を連続採水するもので、タイマーにより採水時間を任意に設定でき、工場の作業時間中の採水や夜間・休日の採水も可能である。

(2) 公共樹用監視装置(昭和60年開発)

本装置は、公共樹内でpH測定できるものとして開発したもので、pHの連続的な測定と、かつ、設定したpH値を超える下水が排出された場合その下水のpHと時刻をホールドし、同時に採取できる機能を備え付けている。

(3) 記憶式pH記録計(昭和61年開発)

本装置は、pH記録計を小型軽量化し、かつ長期間にわたり記録できるものである。また、その測定結果をRAMカートリッジ(現在はICカード)に記録できるため、パソコンによるデータ処理(作図・作表)を行うことが可能である。

(4) 携帯電話を用いた水質監視システム(平成12年開発)

本システムは、pHの異常値を検出したときに出力される自動ダイヤル信号で、監視装置内に据え付けた携帯電話機をダイヤルさせ、管理事務所などに通報させる機能、IC

カード機能、採水信号機能を備えているpH 自動監視システムである。ダイヤル回数により酸側か、アルカリ側かを判断でき同時に開発したマンホール番号表示用の穴に固定可能なアンテナ図1とあわせて悪質下水流入時にリアルタイムでの確認ができ、工場の特定に効果をあげてきた。



図1 マンホールアンテナと携帯電話

3. Web を利用した新システムの概要

これら水質自動監視機器は、悪質排水の排出元の特定という効果を上げてきたが、水質データをリアルタイムで得るものではなかった。また現在までの開発で、ORP や電気伝導率、濁度といった項目も悪質排水を監視する意味では重要と思えたが、機器が大型になり、電力を多く使用するため、マンホールでの設置が難しく pH のみで傾向を見るのみであった。

(1) 携帯パケット通信への応用

マンホールのような場所からリアルタイムに水質データを収集するには、有線を張り巡らしてリアルタイムデータを収集する、無線テレメータを利用してリアルタイムデータを収集するなどが従来の技術であった。

前者の方法では、リアルタイム性はあるがマンホール付近に電線を配備しなくてはならず多額の費用が発生し現実性が薄かった。

後者の方法はリアルタイムに配線無しでデータを送信できるが、装置が大がかりとなり電池動作の場合に電池が大きくなるほか、アンテナも大型であった。

しかしながら、最近のインターネットや携帯電話の普及により、パケット通信という方法で携帯電話並の小型機器で安定なデータ通信を行える DoPa というサービスが NTT ドコモから提供されており、安価で、通信品質が安定していることから計測器のデータ通信に応用される例も増えてきた。

大阪市および東亜ディーケーケー(株)は早くからこの通信

方式に着目し、共同研究のパートナーとなり、マンホールに設置する水質計から DoPa 網(携帯通信)を利用したデータ転送を行う開発を行ってきた。

(2) 多項目水質への展開

pH の監視だけでは発生源を特定するのが難しい場合もあり、悪質排水特定のための一助となる複数の測定項目が可能な小型水質計の開発が待たれていた。今回、pH、ORP、電気伝導率、濁度、水温を同時に測定し、記録できるコンパクトな多項目水質計を東亜ディーケーケー(株)が開発に成功し、このシステムに応用することができた。今後、フィールド調査を踏まえて、多成分のデータの収集・蓄積及び解析を通して、悪質排水を排出する工場の絞り込みや特定がより一層容易になるものと期待している。

(3) アンテナの開発

大阪市では、携帯電話を利用した独自のアンテナ(図1)を開発してきたが、さらに DoPa 通信システムに応用できる新たなマンホールアンテナの開発に取り組み、写真1、図2に示すように、すべてのマンホールの穴(直径 20mm 蓋の種類によって若干異なる)に取り付け可能な全天候型アンテナを開発した。

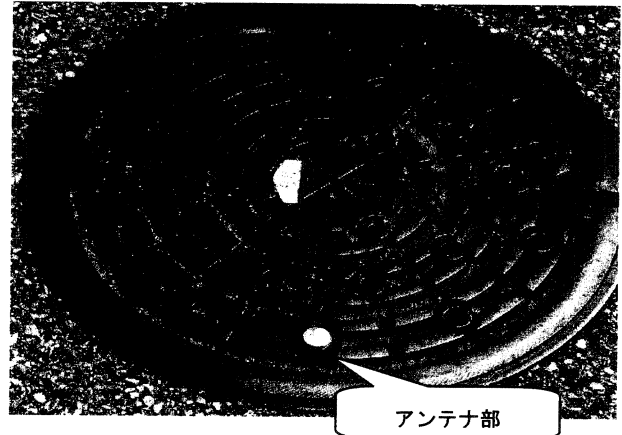


写真1 新開発アンテナとマンホール

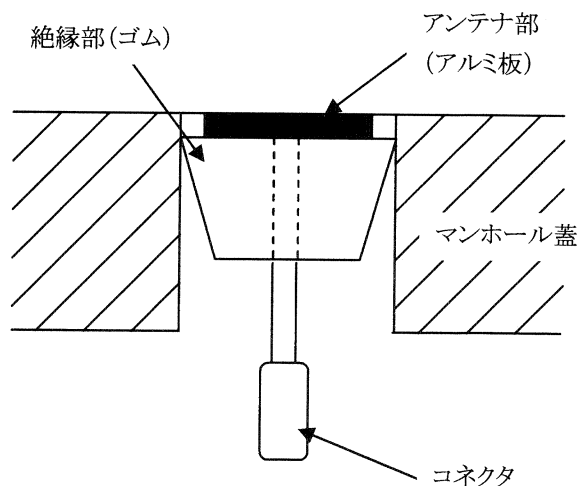


図2 新開発アンテナ構成(断面)

(4)システム構成

写真2(右)に水質自動監視機器を示す。本体は冠水を考慮して防水ケースとなっている。

バッテリー動作で15分1回の測定・通信を行う場合、1ヶ月以上の動作が可能である。但し、正確な測定を行うためには汚れに応じて2週間から1ヶ月毎に電極の洗浄、校正等の保守が必要になる。

測定項目は、pH、ORP、電気伝導率、濁度、水温であり、オプションで水位も追加できる。写真2の左側が本体で、バッテリー、DoPa通信機、操作部が納められている。写真2の右側がセンサー部でφ46mmの外径に上記の5項目の水質計が納められている。

Webによる水質監視システムの構成を図3に示す。

センサーにより測定した水質データは本体内のDoPa通信機とマンホールアンテナより携帯基地局に発信され、DoPa網からインターネットに接続され専用サーバーに保存される。サーバーに保存されたデータは一般的なインターネットのWeb機能(インターネットエクスプローラなど)を利用してアカウント、パスワード認証することにより閲覧、ダウンロードが可能である。またエクセルのマクロを用いて過去12時間のグラフ監視も可能である。測定周期や地点情報(管理者パスワード必要)などは、監視所の方からWebにより変更可能であり双方向の通信となっている。

データを保存するサーバーは安定な専用サーバーを設けた。測定データは過去1年分保存可能である。

Webによる監視画面例を図4、エクセルマクロによる12時間グラフ例を図5に示す。

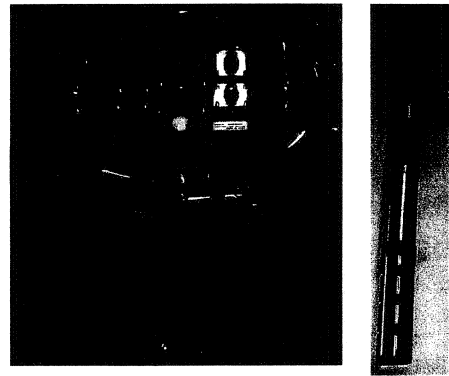


写真2 本体と多項目水質計(防水)

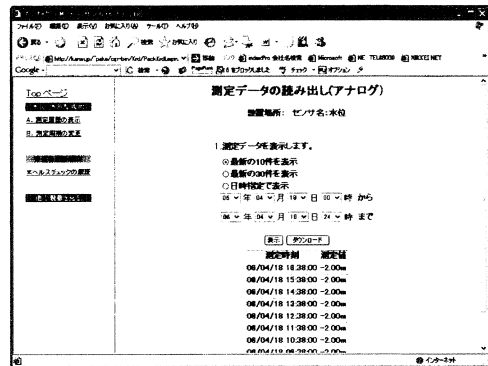


図4 Webによる監視画面例

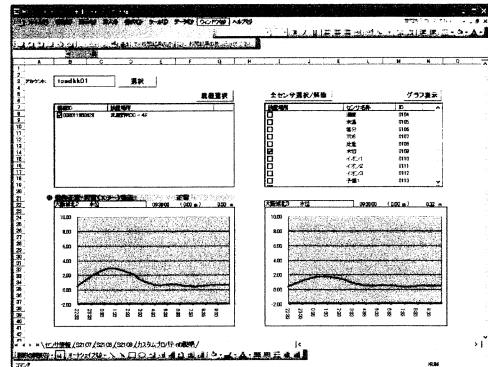


図5 エクセルマクロによる監視画面例

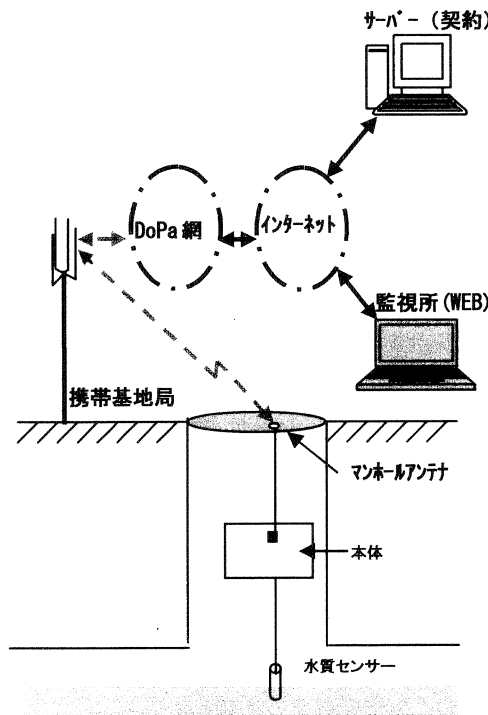


図3 システム構成

4. システムによる排出源特定手法

新システムによるHポンプ場の水質監視結果を図6に示す。

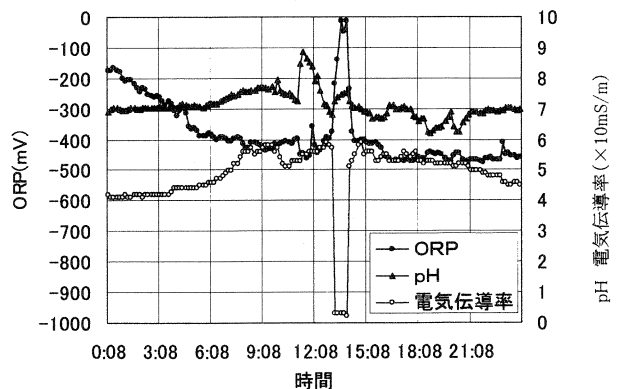


図6 pH・ORP・電気伝導率の経時変化(8月23日)

pHは、12時前後に約1時間にわたり最大9程度まで上昇している。このとき、ORP・電気伝導率に大きな変化が見られていない。しかし、午後2時前にpHがわずかであるが上昇したとき、ORPと電気伝導率に大きな変化が見られ、ORPの急上昇に伴い電気伝導率が全く逆の急降下しているのがわかる。ORPの上昇は何らかの酸化性物質の流入を想定させるが、酸化性物質と電気伝導率の間には必ずしも負の相関があるとは限らず、逆に、この事例のように相関があるとなれば、発生源の特定に有効なデータになる可能性があり、今後とも、様々なパターンのデータの収集・蓄積・解析を通じてより精度の高いものにしていく必要がある。

図7は、N下水処理場の盆休み期間のデータである。

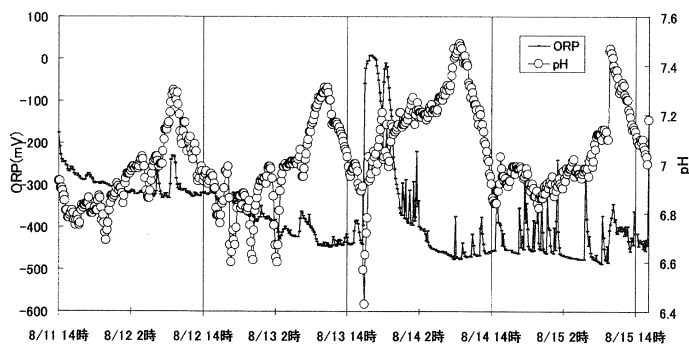


図7 盆休み期間のpH・ORPの経時変化(8月11～15日)

この図で特徴的であるのは、ORPが2日目から低下していることである、下水に浸漬することによる汚れで100～180mVの感度低下が見られた。pHについては、特に汚れによる変化はこの期間では見られなかった。現在、自動洗浄装置を考案し機能評価を行っており、水質計の信頼性の向上に努めている。また、13日の午後5時頃からORPの上昇が見られるが、これは10分間、降雨強度24mmという局地豪雨の影響であると思われる、解析にあたっては雨の影響も考慮する必要がある。

本システムによる悪質排水の排出源特定のイメージを図8に示す。(A工場(▲)が悪質排水の排出源である例)

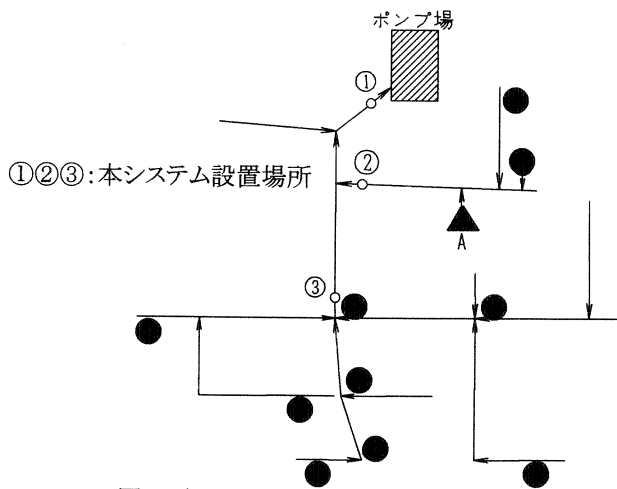


図8 本システムによる排出源特定イメージ図

①のポンプ場での監視の結果、異常流入が認められた場合、上流側の②③に監視地点を移し、排出源のリアルタイムな絞り込みを可能とするものである。

5. 水位計への応用展開

大阪市の下水道は、ほとんどの地域が雨水と汚水を同じ下水管で集めて流す合流式下水道で整備されてきたため、降雨時に下水管渠内に流入した雨水が一定量を超えると、晴天時に管渠内に堆積していた汚濁物などの一部が雨水とともに直接公共用水域に放流されることとなり、これが公共用水域の汚濁原因の一つとなっている。

そのため、①排出汚濁負荷量の削減、②公衆衛生の確保、③ごみ等の流出防止の観点から、平成14年度から平成18年度にかけて短期間に実施可能で効果の高い事業を中心に「合流式下水道の緊急改善対策」を進めている。

その中で、①排出汚濁負荷量の削減について、大阪市では下水処理場において雨天時下水の処理量を増加させる方針としており、そのためにはポンプ場から下水処理場への送水量の増加が必要となる。

しかしながら、送水量を増加すれば浸水安全度の低下が伴う可能性がある。送水量の増加による合流式下水道の改善効果と浸水安全度の確保を両立させるためには、下水管渠内の水位をリアルタイムに把握したポンプ運転が不可欠であり、このシステムの水位計の活用を検討している。また、晴天時にポンプ場から一気に送水する管渠内フラッシング操作により管渠内を清掃する試みを始めており、その際のポンプ運転にも水位計の活用を検討している。

今後は、このシステムを活用すれば、これまで電線や光ファイバーを張り巡らさなければならなかったRTC(リアルタイムコントロール)による効果的なポンプ運転が、安価に実施できる可能性がある。

6. 今後の課題

(1) 洗浄システムの実現

下水道において、センサーを有効に使用するためには、洗浄は不可欠である。現在、自動洗浄装置を考案し、機能評価を行っている。この結果をシステムに反映していくことが当面の優先課題である。

(2) 多項目水質データの蓄積・解析

異常流入水の発生源を特定するための一助とするため、各項目水質データを収集・蓄積・解析して、業種及び使用薬品などを推定する方法を確立する必要がある。

(3) マンホールアンテナの性能改善

マンホールアンテナは地面と同位置に設置しているため、携帯電話のアンテナよりも回りの環境の影響を受けやすく、周辺のビルや交通量の影響により、すべてのマンホールを100%カバーできるものではない。開発したアンテナを効率の良いものへの改良を進め、環境による影響を少なくして通信品質をあげることも今後の課題である。