

下水道監視モニターの改良及び フィールドテストについて

寝屋川北部広域下水道組合 ○森 裕司 江端 繁雄 仲谷 幸雄
大阪府東部流域下水道事務所 小池 哲夫

I はじめに

寝屋川北部流域下水道は大阪府の東部、淀川より寝屋川に至る地域6700haに及ぶ9市より成り、1処理場7ポンプ場で構成されている。このうち6ポンプ場において流入下水監視のためにモニターが設置されており（項目としては温度・PH・電導度）常時連続監視を行っている。

水質監視の目的としては

1. 悪質下水（以下悪水）の早期発見により処理場処理機能の低下を極力軽微になる様に操作変更をする。
2. 悪水流入となる原因事業所（以下発生源）をすみやかに発見し除害施設の指導等を行う。

以上の2点が考えられる。2の発生源の発見については非常に困難で、関係各市においても多大の協力をしていただいておりますが大部分が不明となっている。このため流入ポンプ場の上流部、下水道管の接続部においてモニタリングを行い、ポンプ場のモニターと併用すれば発生源の流入管及び発生地域の発見が容易になるのではないか、又悪水発生以外の時には決められたデータの蓄積に使用することを目的に米国H社製多項目水質測定器に改良を加え、あわせて英国M社製自動採水器との連動化を可能にし実用化についての検討を加えたものが以下である。

II 改 良

悪水監視モニター（以下単にモニター）についての基本的な条件としては

1. 多項目測定が可能なこと
※
現在悪水については、PHのみについて規定を行っているが将来発生源の業種と電導度・ORP等の関係が究明されれば有効と考えられる為にPH・電導度・ORP・水温の4項目とした。
2. 長時間の連続監視・記録が可能なこと
ほとんどのマンホールが交通量の多い幹線道路内に作られている為に長時間の設置が多いにありうる。
3. マンホール内は高温・多湿であるので防水性・堅ろう性にすぐれていること。
4. 大きさの制限
マンホールの開口部は径60cmであるので60cm以下としあわせて軽量化をはかる。
5. 自動採水器と信号のやりとりが可能で採水の開始・解除の命令が出せること。
採水を行った悪水については、手分析をすみやかに行きデータは発生源発見への資料とする。
この条件にそって前述の多項目水質測定器・自動採水器について実験を行いながら改良を加えた。

以下については主な改良点のみを述べる。この多項目水質測定器の仕様は表-1であり記録計を有せずただ単に4項目（温度・DO・PH・電導度）のみをレンジの切り替えによって測定するものであった。これを、

- 1) 流入下水中にはほとんどDOがなく排出規制項目にも規制をされていないので将来性を考えORPとした
- 2) レンジの切り替えを自動ロータリー化とし4項目を一定サイクルで測定する方式で記録計に4項目を打点記録させる様に改良。
- 3) 各項目（水温を除く）毎に上限値・下限値の任意設定回路及び設定3桁デジスイッチ（一部4桁）を取り付けた。
- 4) 上・下限の設定値を1項目でもこえた場合採水器へ採水開始の信号・正常値に復帰した場合に採水解除信号を送れる様に回路を加えた。この結果のモニター図を図-1にフローを図-2にモニター仕様を表-2に、採水器については、採水時間間隔が任意に設定可能なマンホールタイプを使用した。採水器仕様を表-3に記す。

記録についてはチャート幅60

mm 6打点式を使用し内4打点を測定項目に残りの2打点のうち1打点を採水開始信号用に打点出来る様に接続を行った。この結果採水器内のボルト番号とのまちがいが無くなり試料の保存がスピーディに行われた。

電源についてはモニター本体用に自動車用12Vバッテリー1個、採水器内に同1個が必要でフィールドテストにおいては1個のバッテリーで4日間のモニター連続稼働が可能であった。

このことより予備のバッテリーと交換することにより長期間のモニタリングが可能となった。

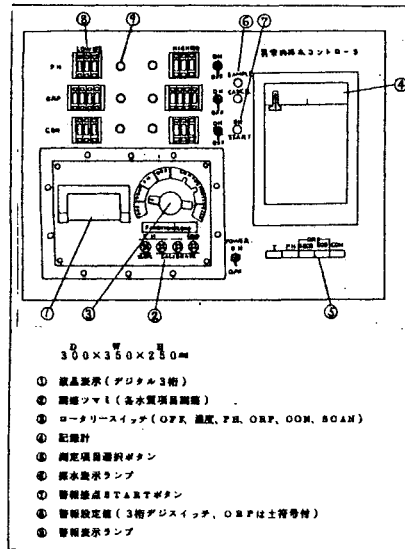


図-1 モニター図

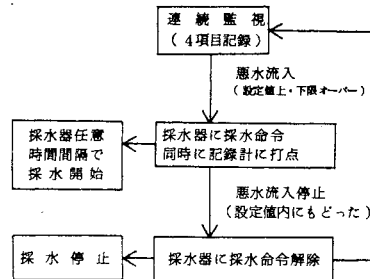


図-2 モニターフロー図

表-1 H社多項目水質測定器仕様

本体				
デジタル表示	3 1/2ケタ	液晶表示		
自動ゼロ補正・自動温度補償回路付				
電源	12V			
ケース	防水型			
寸法	22×14.5×15cm			
重量	1.8kg			
センサー部				
	レンジ	方式	精度	応答速度
DO	0~20mg/l	ポーラグラフ	±0.2mg/l	12sec (at 20°C)
導電率	0~200μS/cm	交流4極法	±1.0%	1sec以下
PH	0~14	ガラス電極	±0.05	10sec (at 20°C)
水温	-5~45°C	サーミスター	0.1°C	2.5sec
ソレナ	7.9φcm×26.7cm 使用水深120cm			
ケーブル	水中コネクタ付 フレタン外装変換ケーブル			

表-2 モニター仕様

	方式	レンジ	精度	応答速度
温度	サーミスター	-5~45°C	±0.1°C	2.5sec
PH	ガラス電極	0~14	±0.05	10sec (at 20°C)
ORP	プラチナ電極	-1000~+1000mV	±5mV	10sec
導電率	交流4極法	0~200μS/cm	±0.1%	1sec以下

表-3 採水器仕様

試料ボトル	500ml×24本
1回の採水量	200~350ml 調整可能
タイマ	採水間隔 3.75 7.5 15 30分 1 2 4 6 12 24時間
採水ホース	9.5mmφ×7.6m
揚程	6.7m max
電源	DC12V バッテリー
外径寸法	4.83cmφ×H57.2cm
重量	1.77kg (空ボトル含)

III フィールドテスト

1. 手分析値とモニター値との相関について

改良を進める過程においてモニター値と手分析値の比較を行った。

【方法】 バッテリーを充電した後、実験室内でPH、電導度について校正、PHについては緩衝液PH7及びPH9を用い、電導度についてはKCl soln 0.3728g/l (718.8μS/cm)、0.7456g/l (1413μS/cm)をそれぞれ用い、水温についてはガラス製棒状温度計(1/10°C目盛)との比較、ORPについてはそのままを使用した。実験期間については、バッテリーが放電するまでの間とし測定については期間中午前・午後の各1回についてモニター表示値(以下表示値)、チャート記録値を記録し、同時に採水、手分析を行った。試料については、処理場流入水監視モニターの流入水をポンプアップし試料とした。

【結果】 モニター値、記録値、手分析値のそれぞれの相関係数を表-4

表-4 相関係数

	モニター値-手分析値	記録値-手分析値	モニター値-記録値
温度	$\gamma=0.959$	$\gamma=0.954$	$\gamma=0.996$
PH	$\gamma=0.678$	$\gamma=0.516$	$\gamma=0.605$
ORP			$\gamma=0.999$
電導度	$\gamma=0.987$	$\gamma=0.928$	$\gamma=0.998$

に、各項目毎の比較を図-3~図-5に示す。この結果PHについては相関が悪く(原因としては電極にある様に思われた)電極を変更する必要があった。またこの実験中にPHの警報設定を上限値8.0、下限値6.5とし、採水器との連動実験も併行して行った、結果採水信号と採水器内ボトル番号が合致しなかった、この原因としてはモニターの液晶表示時間が短いため、測定項目の切り変わり時に発生する異常値を警報設定回路が比較するため採水信号が出ると考えられた、この改良としてはモニターの表示時間の延長、警報設定値とモニター値の比較時間をモニター表示時間の後半、すなわち測定値が安定した時間に比較できる様改良を加えた。

2. フィールドテスト

実験 1. モニター及び採水器をマンホール内に設置した場合使用可能かどうかを以下の 5 点について調査を行った。1) マンホール内に設置可能か否か。2) マンホール内で実際に稼動するか否か。3) センサー、本体の接続部の強度及び操作性。4) 防水性の検討。5) センサー部のよごれの状況。

【方法】 バッテリーを充電したのち 1 と同様に校正、設置場所は処理場前流入下水マンホールとした。設置図を図-6 に示す。

【結果】 1) について、作業人員 3 名所要時間 20 分で設置可能であった。しかし、本体及び採水器の総重量は約 50 kg でありこれをマンホール内のトラップにフックでつり下げる為にトラップの強度が問題となった。又、大雨等で増水した場合の措置も考える必要があった。2) については、採水器の揚程が 6.7 m であるためセットする位置に問題があったが他には問題なく稼動をした。3) についてセンサー部での管内流速による強度については問題はなかったがケーブル数が多いため使用しにくく、又電源接続時にノイズが入り採水器が誤動作した。4) についての異常はなかった。5) センサー部にはゴミ等が付着してよごれがひどかったが測定値には異常は認められなかった。

今回の実験においての改良すべき点と改良点については

1) 重量の軽量化、重量の大部分はモニター本体のボデー部(アルミ製)とバッテリーである。本体については、強化プラスチック等の使用によって解決出来るものと思われる。バッテリーについては電子回路を改良し消費電力の少ないものとしバッテリー 1 個で約 3~4 日間の連続稼動とする(本実験ではバッテリーを 2 個使用 7 日間の稼動目標であった) 3~4 日間の連続稼動とした理由については軽量化の他に、悪水流入を早く知る必要があること、さらに悪水流入パターンが 3~7 日間のサイクルで現われていること、このことより稼動については 3 日サイクルでの点検及びバッテリーの交換というメンテナンスサイクルを考えた。

2) 電源接続時のノイズをカットするように回路を加えた、これにより接続時のノイズのための誤動作がなくなり現場でのセットが容易となった。

実験 2. 実験 1 で改良を行った後、実験 2 を行った。今回の実験でのモニターの警報設定は PH のみで上限値 8.0、下限値 6.8 とし採水器のタイマー設定を 15 分間隔で実験 1 と同様のマンホールで行った。

【結果】 当初 2 日間の予定で設置をしたが記録計の故障により 17 時間しか記録できなかった。しかし実験中に悪水(手分析値 PH 8.68)が流入し、採水器が作動して 7 本採水をした。この時のチャートを図-7 に比較図を図-8 に示す。

この結果の手分析値と記録値との PH の相関係数は 0.95 と非常に良好であったが、数値誤差は最大で 0.45 最小で 0.2 となっている。この原因については、採水器の中に試料を放置しておいたため、手分析までの間に PH 値が変化したためと考えられた。また ORP は PH と反比例し PH が高くなる直前に数値が上昇する傾向を示した。電導度については著しい変化がみられなかった。

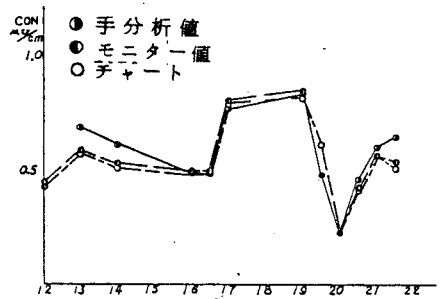


図-3 電導度比較グラフ

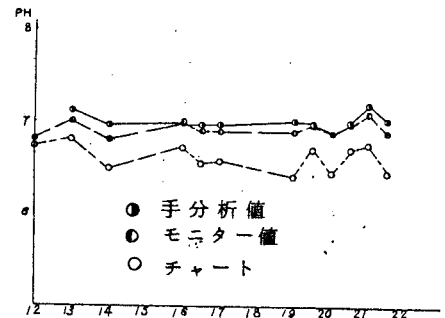


図-4 PH比較グラフ

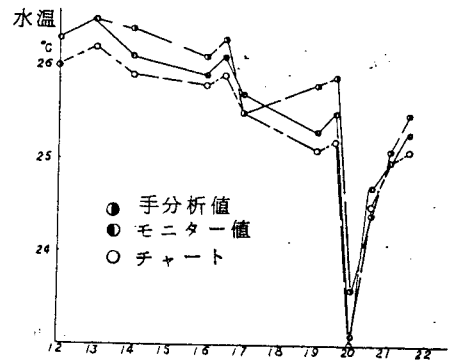


図-5 水温比較グラフ

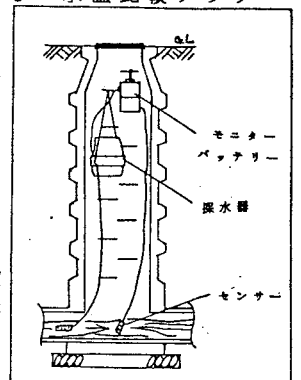


図-6 マンホール内設置図

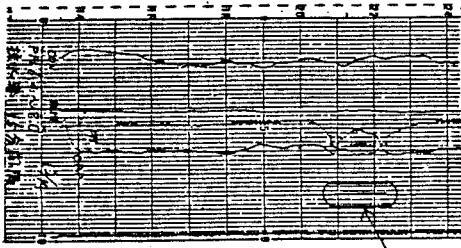


図-7 チャート

採水器信号

実験3. 最終実験

1. A市B事業所前のマンホール内にて工場排水に対する影響の調査及び最終チェック実験

【方法】 バッテリーの充電及び電極を校正した後、モニター警報設定の上、下限値を下水道法における規制値であるPH 5.8、PH 8.6に設定を行い、マンホール内に設置、マンホールの内部は浅く、水量も小量であったので既設排水管に導入管を取り付け調整タンク(15ℓ)を設け稼働をさせた。期間は4日間の予定であった。

【結果】 実験期間中に悪水をモニターが感知、採水器が稼働サンプリングを行った。その時のチャートを図-9に比較図を図-10に示す。今実験期間中のPHについての相関係数は0.88と良好であった。ORPに関しては前回の実験と同様にPHと反比例しPH値が高くなる直前に上昇する傾向であった。電導度については傾向がみられなかった。

今実験ではモニター及び採水器そのもののトラブルは無く、問題点としては、電導度のフルスケールを5 $K\mu S/cm$ としたのがスケールオーバーをした。

汚物等が流入すると採水した検水が変化しやすい傾向にあった。

2. 1と同様にC市のマンホール内において同様の実験を行った。

実験期間は4日間であり、マンホール内水深は約30cmであった。

【結果】 各項目ともにはほとんど変化はなく正常であったが実験途中より下限値の異常が連続してあらわれ、採水を行っていた。しかし手分析の結果では異常は認められなかった。原因としては、降雪により水深が変化をし電極がゴミ等により浮上したものと考えられた。

IV まとめ

寝屋川北部流域においての悪水感知件数は、57年度17件、58年度1月末までに26件と57年度に比べて増加しており、感知時刻においても深夜が多くなってきている。悪水のパターンとしては(チャート紙のピークよりPHについてみた場合)短時間のうちに急激な変化があらわれる傾向がほとんどである。

このことにより発生源は、感知ポンプ場より比較的近い事が考えられるが、このような場合のパターンは、発生源の発見、流入幹線の割り出し等が非常に難しく対応がとれがちとなっている。このためマンホールタイプモニターの設置により流入幹線の割り出し、発生地域の割り出しにかなりの威力を発揮するものと思われる。

本実験の目的としていたマンホールモニターについてはまだ改良しなければならないいくつかの問題が残されているがフィールドテストの結果より十分に活用されるものであるとの結論が得られた。また、悪水の種類については、データの不足のために判断をしにくい、今後のデータの積み重ねによって、PH・ORP・電導度等による総合的な水質特性を知ることが可能であると思われる。最後に末尾ではありますが本実験を進めるにあたりA市C市下水道担当職員の方々、並びに改良にあたりましてはS社河手代表者に御礼を申し上げます。

※ 寝屋川北部悪水マニュアル 寝屋川北部広域下水道組合

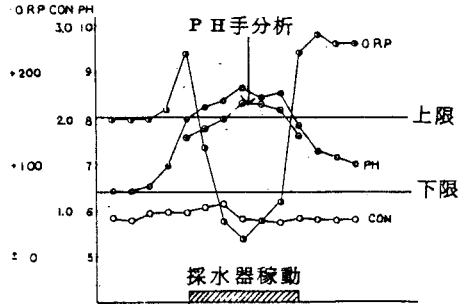


図-8 比較図

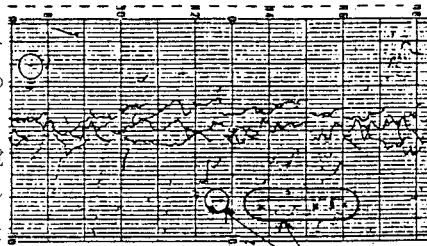


図-9 チャート

採水器信号

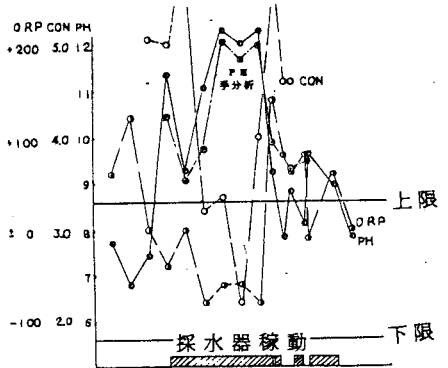


図-10 比較図