

水質自動監視装置稼働率向上のための 施設及び機器改良について

馬杉 基

社団法人近畿建設協会 技術部 水質研究所 (〒612-8418 京都府京都市伏見区竹田向代町14 番地)

河川水質監視のための水質自動監視装置(以下、水質モニターという)は、河川に設置した水中ポンプで表流水を取水(採水)して測定機器まで送水し河川の水質を自動分析する装置であり、安定した観測を行うために計測器まで表流水が正常に送水されていることが絶対条件となる。ところが、河川水位の低下や水中ポンプ周辺の堆積物により取水(採水)が困難となり、表流水の計測器まで送水されず、結果として正しくない値を観測したり、欠測となったりする現象が多々発生している。水質モニター保守点検業務では、過去からこのような現象によって生じる不正常的な状態を少なくするために様々な工夫で対応している。本小文は水質モニターにおける水中ポンプの取水部の改良と、アンモニア計のサンプルラインの改良・工夫について報告するものである。

キーワード：水質自動監視装置 水質モニター 稼働率 施設及び機器改良 水質監視

1. はじめに

近畿地方整備局管内の水質モニターは、1971年に淀川の枚方地点に初めて設置され、現在では約30局で観測されている。以来約40年が経過しているが、この間には水質関係の法規制や下水道の普及もあり、河川水質は大きく改善された。それに伴う水質モニターの役割も「水質汚濁監視」から「環境監視」に変わったといえる。現在、国土交通省では水質モニターで観測されたデータをリアルタイムでインターネットに公開されており、研究者や河川の利用者が広くデータを活用できるようになっている。したがって、保守点検業務では、欠測の発生を極力少なくするとともに、絶えず正しい観測値を提供できるようにすることが求められている。

計測機器は時代とともに小型化、電子化対応がされてきているが、取水部へのゴミや土砂堆積の問題、計測器配管への微細砂による閉塞の問題についてはメーカー対応がなされておらず、トラブルは全て保守点検業務で対応し、工夫を重ね続けて対応してきているのが現状である。

2. 取水部の改良 1

(コルゲート管式の金網保護による取水部の改善：大和川浅香で試行)

近畿地方整備局が設置されている水質モニター取水口の構造は概ね次のような3つのタイプ(写真1~3-③)に分けられる。

いずれの構造も、堆積土砂や浮遊物による取水不良が起りやすく、河川の本流部から正常にかつ安定的に取水する状態を確保するのに苦慮している。



写-1 直設置式



写-2 フロート式



写 3-① コルゲート管式
(高水位対策型)



写 3-② コルゲート管式
(コンクリート型)



写 3-③ コルゲート管式
(堆積物防止型)

大和川の浅水水質観測所は大和川の下流部に位置し、上流からの土砂やゴミによる取水部のトラブル（詰まり等）が多発しており、正常な観測に支障があった。このため、コルゲート管方式で取水口に金網を巻いてゴミからの防御を試みた。具体的には、管の中間部の開口部を市販の建築資材（金網）で囲うという処置をとったものである（写真-4・5・6参照）。



写真-4 対策前の取水部の状況



写真-5 使用した金網



写真-6 金網による保護

対策後は、内部へのゴミの混入が減ったこと、また砂の堆積も少なくなり、ポンプと川底との間にも空間ができ、ポンプの詰まりはほとんど解消した。対策前後の5ヶ月間の欠測状況を整理すると、対策前には1ヶ月あたり3日間程度発生していた欠測が、対策後は欠測の発生がなくなり、稼働率の向上に繋がったものと判断できる結果であった（図-1）。

この方法による改善を、淀川の宮前橋水質観測所でも採用してみたが、宮前橋水質観測所でも欠測の発生を減じることができた。

水質名	対策前											対策後											計	
	大和川	大和川	大和川	大和川	大和川	大和川	大和川	大和川	大和川	大和川	大和川		大和川											
1	7.9	8.9	10.9	12.3	21.1	22.9	26.2	30.8	28.3	26.9	20.4	2.9	221.1											
2	7.8	8.7	11.0	13.7	20.2	21.8	26.9	30.9	28.6	21.4	20.3	13.2	223.4											
3	8.4	8.2	11.1	15.2	22.2	18.3	27.9	31.3	28.9	21.9	20.4	12.4	226.2											
4	8.5	7.8	11.1	15.9	23.8	21.1	26.0	31.7	27.2	21.1	19.1	14.1	232.9											
5	10.1	8.8	10.1	18.4	22.0	21.3	29.2	31.5	27.4	22.0	18.2	13.3	230.2											
6	10.2	9.0	10.8	17.3	21.4	22.0	28.4	30.8	27.6	21.8	19.0	9.8	229.5											
7	9.9	9.7	11.9	13.0	22.0	23.2	29.3	30.1	28.4	21.8	18.9	9.0	226.2											
8	10.9	9.0	11.8	14.3	22.3	24.1	27.2	30.5	27.4	22.9	17.4	9.9	227.4											
9	11.3	7.6	12.8	15.1	20.8	24.4	26.8	31.0	27.1	23.7	15.6	11.7	229.8											
10	11.2	8.3	12.8	15.2	20.9	24.7	27.1	30.3	27.3	23.9	15.4	12.4	212.1											
11	11.5	9.7	13.5	15.5	21.9	24.7	27.9	31.0	27.8	22.4	12.9	12.9	181.1											
12	欠測	10.2	14.9	16.2	17.7	23.0	26.3	31.4	28.1	26.8	欠測	13.3	204.8											
13	欠測	7.9	16.4	16.9	18.9	23.8	29.7	31.2	27.8	21.3	欠測	13.3	206.1											
14	9.5	8.1	15.0	17.2	24.5	24.5	29.8	30.9	28.2	20.7	17.7	13.3	214.9											
15	9.5	8.5	15.0	17.6	22.5	23.9	29.9	31.1	28.1	21.2	19.0	11.9	224.9											
16	10.4	8.3	15.1	17.9	21.8	22.4	29.5	30.5	29.9	21.9	18.1	12.1	234.4											
17	8.9	7.3	18.5	欠測	23.0	28.2	30.1	29.1	28.1	22.0	17.4	12.7	217.2											
18	8.4	8.0	15.9	17.0	22.0	25.1	29.3	29.1	26.9	22.1	15.2	12.6	236.5											
19	8.6	8.4	14.5	18.5	21.8	23.2	29.9	29.7	24.9	22.4	11.1	12.5	226.3											
20	8.8	10.0	13.0	17.1	欠測	26.2	31.0	28.2	25.9	22.7	10.2	11.8	204.8											
21	8.8	10.7	13.9	18.9	21.6	26.1	31.4	29.0	28.2	22.5	11.9	12.8	209.7											
22	欠測	11.3	15.2	18.8	22.9	25.1	31.5	28.4	24.8	21.6	12.7	12.7	232.3											
23	欠測	10.4	15.7	20.8	24.4	23.1	31.3	29.2	25.2	21.8	12.8	10.9	222.8											
24	欠測	15.2	18.6	23.0	23.1	24.8	28.6	29.6	21.6	13.0	10.6	224.0												
25	7.5	8.8	18.1	17.8	19.7	24.4	31.5	28.0	23.8	21.8	13.8	11.0	221.5											
26	7.7	9.2	15.8	18.5	21.4	25.0	31.6	28.9	25.9	20.8	14.1	9.7	222.3											
27	7.9	欠測	15.3	19.1	23.2	26.8	31.9	28.4	22.5	20.4	13.7	9.9	214.9											
28	8.0	9.0	15.2	19.0	23.4	26.6	30.8	28.9	21.0	19.7	13.4	9.5	221.2											
29	8.8	10.4	14.2	20.0	21.0	24.4	29.4	27.4	20.3	20.1	13.2	10.2	218.8											
30	8.3	13.1	21.8	21.8	24.8	29.8	25.7	18.5	20.1	12.7	10.5	10.8	208.8											
31	8.0	欠測	12.4	20.9	欠測	20.1	28.0	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	128.0											
平均	9.2	9.9	13.7	17.2	21.6	23.8	29.4	29.0	25.8	21.6	15.8	11.6	199.0											

図-1 浅水 水質年表

3. 取水部の改良2

（コルゲート管式の籠による取水口の改善：姉川の野寺橋水質観測所で試行）

コルゲート管の深入れタイプは、河川の水位が下がると、写真-7のとおり、伏流水が横穴から注水するような状態となる。また、このタイプは表流水の入れ替わりが少なく、正常な観測が疑問視されるところがある。特に渇水時は表流水が干上がり、伏流水の水質を計測してしまう状況であった。このため、表流水を取水するように次のような工夫をした。



写真-7 注水状況

姉川の野寺橋水質観測所は、前頁の(写真3-③)とおり、コルゲート管取水口の上流側にH鋼による緩衝・保護材が設置されていたことから、このH鋼を利用して、ステンレスメッシュ籠を設置した。この方法を採用することにより、経費を安く、また短時間の作業で設置ができた。なお、籠や配管等はステンレスを採用し、長期間の使用に耐える部材にした（写真-8・9・10参照）。



写真-8 籠の形状



写真-9 籠への設置



写真-10 設置後

対策後は、水の入替わりがスムーズになり、不自然な一定値が減少しより正確な水質データが計測（図-2）できるようになったものと判断した。

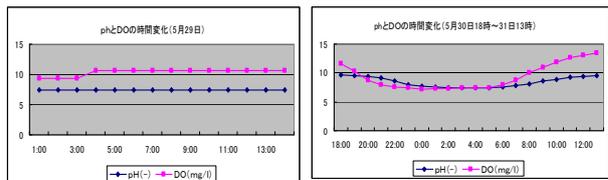


図-2 対策前と対策後の計測値（pH・DO）

しかし、その時の改良では、籠及び籠上部の蓋板の設置・固定が不足していたことから、出水時に流木がのり、籠を沈下させ蓋板が開いてしまい、籠との隙間から中に土砂が堆積し、正常な取水ができなくなってしまった（写真-11）。



写-11 流木

又、蓋板部から取り込んでいた電源の保護管の取付部が破損し、その隙間から土砂が籠の中に堆積し、取水できなくなる状態も発生した（写真-12）。



写-12 穴あき

そのため現在、その部分の改良を検討しているところである。

4. アンモニア計のサンプル吸引の改良

大和川の河内橋水質観測所では、設置機器の老朽化のため平成21年12月に機器が更新された。更新機器のアンモニア計は、旧機種の計測方式（透過膜・導電率測定法）と同一であったが、本体が軽量化や小型化され、又省電力型に改良されていた。

しかし、新しい機器では、出水時に試料サンプル層まで砂（写真-13）が到達しているのが確認され、正常な観測に

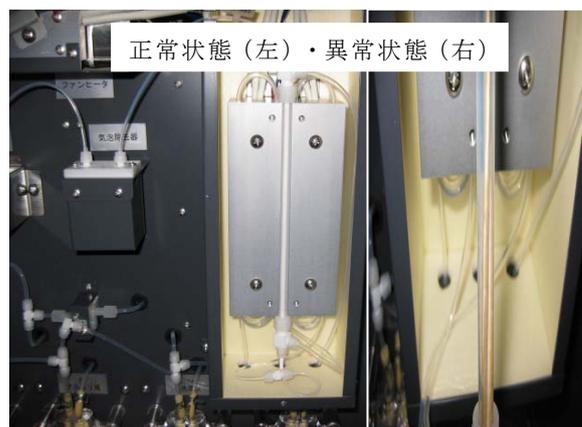


写-13 砂の堆積

支障をきたした。これは、機種が小型化されたことから、内部で使用している電磁弁も小型となったため、砂（微細砂）がチューブや弁内につまり動作不良が発生したことが原因であった。この障害の対策について試行錯誤をした。改良した点と問題に対する対応を以下に示した。

（砂対策の現状）

旧機種は装置自体が大きく電磁弁も大きいため、各チューブ類の内径も太かったことから、砂に対する目詰まりという障害は発生しなかった。しかし、新機種では小型化に伴う出水時の浮遊砂による障害発生についての対応策はとられていないに等しく、反応部（透過膜）やサンプリング部でのトラブルが、いくつも発生した。発生した箇所の一例を以下に示す。（写真14・15・16参照）



写-14 透過膜（チューブ）の着色及び変形



写-15 サンプルチューブで目詰まり



写-16 バルブ出入口で目詰まり

（サンプリング部の改良）

メーカーによる改善対応には時間を要するため、我々が日々の経験から、改良を重ねて「サンプルチューブ」を4種類の方法で改善した結果を以下に示す。

（写真17-①～17-④参照）



写 17-① 砂落とし



写 17-② 砂除去 I



写 17-③ 砂除去フィルター



写 17-④ 砂除去 II

①砂落とし

:チューブの中央を一旦切り離し、三方管を用いて砂落としを設け、排砂。

②砂除去 I (プラスチックキップの利用)

:半球型のプラスチックのキップに穴をあけ、空間にチューブを入れた(写真-18)。



写-18 空間

③砂除去フィルター

:チューブの途中に分析用の特殊フィルターを設け、砂の通過を抑制。



写-19 フィルター

④砂除去 II (逆止弁の利用)

:逆止弁の中にあるナイロン網をフィルターにして、砂の通過を抑制(写真-19)。

以上の4とおりの対応からサンプリングチューブの詰まり対策は、①と④の組み合わせがベストで、効果があった。

(排水電磁弁の障害)

測定終了した河川水を排水口へ排除する最終ユニットの電磁弁(写真-20)に目詰まりが発生した(図-3)。原因としては測定過程でアルカリ性薬品を使用していることから、河川水と反応して析出物が生成されたことによるものと考えられた(写真-21)。



写-20 電磁弁



写-21 電磁弁の目詰まり台座

対策として、①電磁弁の大型化、②本体の制御ソフトで酸による中和洗浄工程を組み込む方法を監督職員に提案した。監督職員の指示のもと、メーカーでも検討されたが、大型電磁弁の装着は、電気容量の不足で不可能との判断になった。一方、制御ソフトの改良は、メーカーが工場テストを重ね、酸洗浄システムのソフト開発が行なわれた。

この洗浄システム方式を採用したところ、目詰まりが抑制され(写真-22)、下図のような異常値の発生がなくなった。



写-22 電磁弁の台座

この方式による改善は、同時に導入した「大和川の浅香観測所」・「猪名川の軍行橋観測所」でも採用していただいたが、各観測所とも良好な結果が得られている。

河内橋	TM	PH	EG	TB	DO	NH4-N	COD	T-CN
	C	pH	uS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
2011/4/24	1.00	15.2	7.27	225	124.7	8.2	0	17.29
	2.00	15	7.27	229	103.4	8.2	0	19.18
	3.00	14.9	7.31	235	78.9	8.4	0.05	17.12
	4.00	14.6	7.35	238	60.4	8.5	0.12	14.12
	5.00	14.4	7.38	242	48.4	8.7	0.26	11.24
	6.00	14.2	7.41	242	40.1	8.8	0.2	9.06
	7.00	14.1	7.43	241	34.2	8.9	0.15	8.18
	8.00	14.3	7.47	241	29.3	9.1	0.19	7.08
	9.00	14.6	7.5	243	27.4	9	0.2	6.88
	10.00	14.9	7.52	244	25.7	9.2	0.2	6.47
	11.00	15.3	7.58	246	23.1	9.1	0.15	6.29
	12.00	15.9	7.63	251	21.5	9.1	0.15	6.24
	13.00	16.8	7.7	250	20.1	9.1	0.09	5.88
	14.00	17.5	7.74	254	19.1	8.9	0	5.76
	15.00	17.9	7.76	257	18.4	8.8	0.06	5.71
	16.00	18.1	7.78	258	17.9	8.8	0.05	5.47
	17.00	18.1	7.8	262	16.8	8.7	0.09	5.53
	18.00	17.9	7.71	264	15.6	8.4	0	5.53
	19.00	17.6	7.64	265	14.6	8.2	0	5.41
	20.00	17.4	7.59	263	13.9	8.2	0	5.29
	21.00	17.1	7.58	262	12.8	8.2	0	4.82
	22.00	17	7.55	262	11.3	8.1	0	4.65
	23.00	16.8	7.52	264	10.9	8.2	0	4.29

図-3 河内橋 アンモニア計の異常値

5. まとめ

近畿建設協会では、正常な観測が行われていない場合の速やかな対応のため、インターネット上で公開されている「水文水質データベース」や「川の防災情報」をパソコンや携帯電話でチェック・確認するという事も自主的に実施しており、リアルタイムで配信されている水質モニター観測データの精度向上になるように努力しているところである。

今後も正確なデータの発信に向け、日々、設備・機器等の問題に取り組み、新たな対策・対応を提案して行きたいと考えている。

6. 謝辞

本発表に際し、提案時に御協力を頂いた近畿地方整備局「大和川河川事務所」・「琵琶湖河川事務所」の関係者の方々や、改善内容を採用して頂きました「淀川河川事務所」・「猪名川河川事務所」の関係者の方々にはお深い感謝の意を表します。