

既設下水処理場への自動制御システムの導入効果

大西春樹* 山村 優* 辻本 清** 平岡正勝***

- * 寝屋川南部広域下水道組合
大阪府東大阪市川俣5丁目1番1号
- ** 大阪府下水道課指導調整係
大阪府中央区大手前2丁目
- *** 京都大学工学部
京都市左京区吉田本町

概要

自動制御システムは新しく建設される処理場には導入されやすいが、既設下水処理場においては設備面の制約が多く、機能向上を目的とした改良は実施されにくい。このため、これらは必ずしも成功しているとは言いがたいのが現状である。

川俣処理場では次の3つの目的を持って自動制御を導入した。すなわち、

(1) より多量に、(2) より良質に、(3) より安価に、安定して処理することである。

水処理の曝気槽におけるDO制御およびMLSS制御を実施したところ、それぞれの変動は非常に小さく安定した。この経緯を解析するために、自動制御前と自動制御実施後の処理実績を比較検討したところ次のような成果が得られた。すなわち、

(1) 処理水量は20%増加し、(2) 放流水は規制値以内で安定し、(3) 水処理給電量は15%削減できた。実質的な節約電力は年間で数千万円にもなった。

今後、この自動制御システムの改良を重ね、システムを一般化し、今後も、効果を継続させたい。

キーワード

下水処理場 自動制御 DO制御 MLSS制御 省エネルギー

1. 寝屋川流域及び川俣処理場の概要と現状

大阪府のほぼ中央に位置する「寝屋川流域」は、北は淀川、南は大和川、東は生駒山系、西は上町台地に囲まれている。この地域内に降った雨水は、寝屋川及びその支流に流れ込むが、いずれも緩流河川であるとともに感潮河川であるため、雨水の自然排除は困難である。当地域はこの低湿地帯としての悩みから長らく経済の発展が阻害されていたが、我国の経済成長につれて無秩序な地域開発が急速に進んだ事により寝屋川水系の水質は著しく悪化した。このため、「浸水の防止」、「公共用水域の水質汚濁防止」、「生活環境の改善」の3つを目標として、昭和40年、大阪府は全国に先がけて寝屋川流域下水道事業に着手した。川俣処理場は寝屋川流域の南部地区における終末処理場として昭和47年7月10日に供用開始した。計画流域面積は8,917haであり、その内7,218haが合流式である。計画処理人口は950,000人、計画処理能力は、380,000m³/日である。しかし、現有処理能力は171,000m³/日であり、現在の高級処理水量は日平均で203,000m³/日、日最大で291,000m³/日と処理能力を上回っている。この対応として、増設工事が進行中であり、処理能力104,500m³/日の施設が大阪府のチェリープラン第10号として平成3年春に通水の予定である。このため、処理場の維持管理をする上での当面の課題としては、まず第一

に限られた処理施設を活用し、能力以上の流入水を、法規制値以下の水質として処理することである。課題としての第二は、年間12億円にもおよぶ処理場の維持管理費の節減を考慮し経済的な運転を行うことである。一方、設備機器の経年劣化は処理を行う上での障害となっているが、公共施設であり当然の使命として、何時いかなる時でも安全に安定した処理を維持継続しなければならない。

つまり、次の3つの目的を持って計測自動制御システムの研究実験¹⁾及び導入を行った。すなわち(1)より多量に、(2)より良質に、(3)より安価に、安定して処理することである。

2. 自動制御の実施工程

本処理場は昭和40年代に設計、建設されたので自動制御を前提とした施設になっていない。又、稼働中の処理場であるので不具合箇所についての改良変更も実施し難い。このため、自動制御を導入する際に、施設上の制限をソフトウェアでカバーすることが必要であり、自動制御を実施する上でかなりの労力を要した。反面この事が処理施設を理解する為に役立つと同時に、現場のオペレータの自動制御への理解も深まった。これは自動制御システムが実際に現場に定着し、効果をあげるためには重要なことであった。

	昭和61年	昭和62年	昭和63年
計測	4		
MLSS制御		3	
返送率制御		5	
ブロー制御		8	7
DO制御		8	
	3 月 ↑ 風 量 調 節 計 II 系 設 置	23 ↑ 月 ↑ 風 量 調 節 計 I 系 設 置	34 ↑ 月 ↑ 風 量 調 節 計 I 系 設 置

Fig. 1 計測制御関係実施工程

昭和61年度より設備の改善にかかり昭和63年度からFig. 1に示した工程のように、MLSS制御、返送比率制御、DO制御、ブロー圧力制御を実施した。

3. 制御効果

川俣処理場では、前述の4種類の自動制御を実施しているが、そのうち代表的なDO、MLSS制御について、制御効果を報告する。

3.1 DO制御

DO制御²⁾の導入過程は大きく3段階に分かれる。第一段階は、計測システム及び従来から設置されているレコーダを活用し、手動或は半自動でDO、ブロー制御を行った時期である。第二段階は、DO濃度一定制御及びブローの必要風量供給制御等を実施し、送気系制御の調整をした時期である。

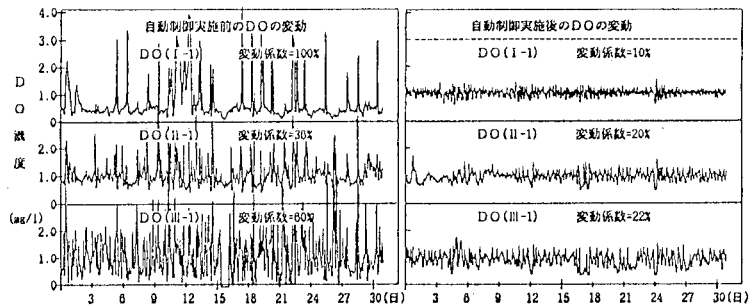


Fig. 2 自動制御の導入前後のDO濃度の変動

第三段階は全系列に風量調節計が設置され、DO制御系とブロー制御の干渉を少なくするためにブローの制御方法を圧力一定制御に変更し、制御系が安定した時期である。

したがって、第一段階を制御前、第三段階を制御実施後として、自動制御導入前後のDO濃度の変動の状態をFig. 2に示す。制御導入後では、全系列DO制御が実施され変動が少ない良好な運転となっている。ただ第III系列は散気板の目詰りが進行しつつあり、この影響で制御性が他の系列に比べて劣っているようである。

このようにDO濃度の変動が少なく安定した運転が可能になった。このため、DO目標値を下げて曝気槽中のDOが無くなる恐れが避けられ、Fig. 3のように、DO目標値を漸次1mg/lに

近づけることが可能になった。DO濃度が下げられた事は、曝気槽への余分な送気量を削減する結果にもつながった。除去BOD（1kg）当りの送気量についてみると、昭和63年度は26.3N^m/BODkgとなり昭和60年度より29%削減された値となった。

3.2 MLSS制御

MLSS濃度一定制御は昭和62年3月に実施されたので、昭和61年6月と昭和63年6月のデータを用いて制御実施前後の制御性の比較を行った。結果はTable 1に示したように、変動係数は、制御実施前に於ては約20%前後であったが、制御実施後では約10%となり、MLSSの変動が半分程度に抑制することができた。

以上のように自動制御システムを導入することにより、下水処理場の重要な管理指標を安定してコントロールできるようになった。

4. 導入効果

計測自動制御システム導入前の昭和60年度と導入後の昭和63年度の高級処理量、使用電力量、放流水質を比較して、導入の効果を検討した。

4.1 処理能力について

Fig. 4に示したように当処理場における流入水量は増加の一途をたどり、昭和60年度では、日平均高級処理水量は170,000m³/日と、現有処理能力の171,000m³/日にはほぼ等しくなった。さらに、昭和63年度における日平均高級処理水量は203,000m³/日となり、処理能力を32,000m³/日（約20%）上まわったにもかかわらず、当処理場では安定した処理を実行することができた。このことは、言い換えれば、見かけ上、32,000m³/日に相当する処理能力を持った施設を創造したことに等しい。

4.2 処理場の放流水質について

高級処理水量は年々増加し、それにつれて曝気槽の負荷も高まってきた。この負荷の増加に対応した運転管理を実施してきたが、放流水のBODは年々上昇し昭和60年度では、放流水の平均BODは7.3mg/lとなった。しかし、自動制御実施後の昭和63年度は、施設の操作性が良くなり、運転管理指標がコントロールできたため、Fig. 5に示したように、4.6mg/lに下がり、より良好な処理が行えた。SSについても法規制値以下の安定した運転実績が得られた。

4.3 省エネルギー及び処理費用節減について

処理場で使用する最大のエネルギーは電力であり、各地区別（揚水、水処理、汚泥処理）の占め

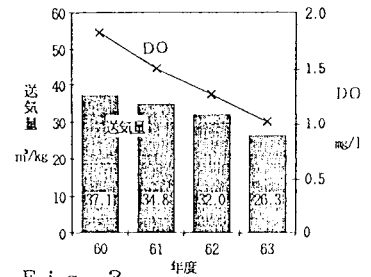


Fig. 3

除去BOD当りの送気量とDO目標値

Table 1 制御導入前後のMLSSの変動

		I-1	I-2	II-1	II-2	III-1	III-2
自動制御 実施前	標準偏差 (mg/l)	335	317	333	349	279	316
	変動係数 (%)	18	16	19	19	14	17
自動制御 実施後	標準偏差 (mg/l)	173	157	168	166	172	134
	変動係数 (%)	11	11	11	11	11	9

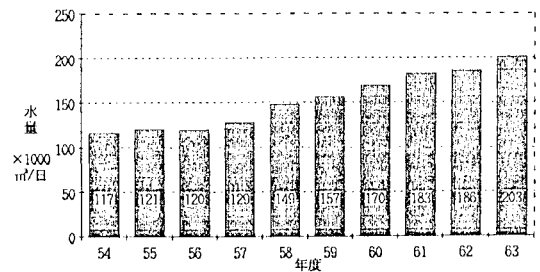


Fig. 4 高級処理水量（日平均）

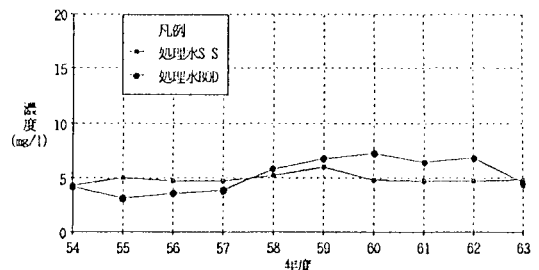


Fig. 5 放流水質の変化（年平均）

る割合では水処理が最も大きい。この水処理の使用電力の70%近くが曝気槽のプロウの運転によるもので、省エネルギーを推進する為には送気系の運転管理が重要である。

昭和60年度の川俣処理場の維持管理費用は、約12億2000万円であり、電力料金は約3億8000万円と最大の経費となっている。このため、処理費用の節減にはプロウの運転を少なくすることが最も効果的である。

Fig. 6に省エネルギーの実績を示す。昭和60年度の水処理電力量は年間1,076万KWHであったが、昭和63年度は年間917万KWHと159万KWHも少ない電力量で水処理の運転が行えた。さらに、この3年間で高級処理水量が20%増加したことを加味して計算すると、昭和63年度の見かけの必要電力量は年間1,283万KWHとなる。この必要電力量より実績電力量は366万KWH(29%)少なく、これが実質削減できた電力量に相当する。このように計測自動制御システム導入により、明らかな省エネルギー効果が認められた。

この省エネルギー分を金額に換算すると、昭和60～63年度の平均電力複合単価は14.9円/KWHであり、節減できた電力料金は年間5,450万円に相当する。さらに、契約電力は本来なら変更すべきところを、この3年間3,500KWで継続することができた。これを加味すれば実質節減費用は年間6,000万円を上回る事となる。

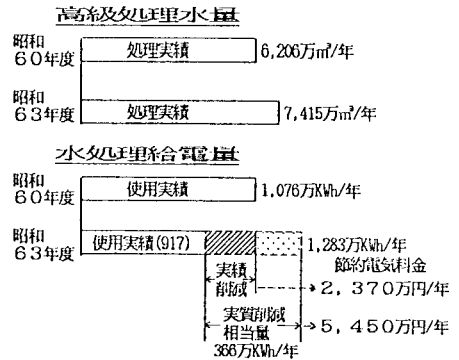


Fig. 6 省エネルギー効果

5. まとめ

既設の川俣処理場への計測自動制御システムの導入経緯とその効果について述べた。自動制御を取り入れる事によってDO濃度の変動を20%に抑制でき、MLSS濃度の変動は10%に抑制することができた。この事は単に運転を自動化したと言うだけではなく、安全性を確保するために余裕を大きくする必要のある手動運転時よりもシビアな運転が可能になり、言い換えれば、施設の運転範囲を広げ処理能力及び処理効率の向上に貢献したと考えられる。実績で表せば、32,000m³/日の処理能力を創造した事になり、維持管理費用を年間6,000万円節減した事になる。

今後の課題として、まず第一に、将来とも効果を持続するためには、研究実験レベルの設備を安全で安定した本設備として置き換えていく必要がある。又、空気系統(バルブ、散気装置など)も制御に適した機器に改良する事が望ましい。第二の課題としては、制御システムをシンプル化する事である。本当にソフトウェアが必要などころだけが制御に残り、他はハードウェアで置き換えて行く。こうすれば維持管理が容易になり、技術的にも汎用化が図れると思われる。

これらの研究開発を推進する上で非常に重要なのは、立場の異なる者がそれぞれの立場で力を合わせて実施していく事である。すなわち、技術を開発する研究者(大学、民間研究所)、技術を施設に反映する設計者(行政の施主)、技術を使用していく技術者(処理場)の三者のチームワークである。更に、実プラントを使用しているので運転技術者の理解と協力が必須である。本研究は、これらの異なった立場の者が「大阪府下水道技術改善対策研究会」の「下水汚泥の処理処分対策研究専門部会」のもとに集まり力を合わせて実施した。研究中色々とお協力をお願いした京都大学の津村先生に感謝の意を表します。

文献

- 1) 山村優、島田敏三(1988)、既設下水処理場における計測・制御システムの導入に係わる諸問題、システムと制御、Vol. 32、No. 11、pp. 638~646
- 2) 島田敏三、松物良一、藤田逸郎(1988)、プロウ自動運転をともなったDO一定制御、第26回下水道研究発表会講演集、pp. 262~264