

京都市下水道局鳥羽処理場の 監視制御システムについて

田神泰夫、福谷俊雄

京都市下水道局技術本部

京都市南区東九条東山王町12

概要

鳥羽処理場（処理能力988,000 m^3 /日）では、安定した下水処理を行い、省力化・省エネルギー化を図るために、1985年に稼動した第10期処理施設（処理能力159,000 m^3 /日）に、分散制御・集中監視方式の最新のエレクトロニクス技術と光データウェイを使用した大規模監視制御システムを導入し、各処理施設の運転を行っている。

全体のシステム構成は、ローカル側に16 bitのマイクロコントローラとシーケンスコントローラを水処理単位区分毎に制御用コントローラとして設置し、中央監視室側には32 bitのミニコンピュータを設けている。

本稿では、当システムの構成、基本的設計思想を紹介し、運転上得られた問題点を示すと共に、導入効果の一例として、エアレーションタンクのDOタイムスケジュール制御とDO一定制御等を行った結果から得られた送風電力量節減効果と処理水質の安定状況について述べる。

キーワード

光データウェイ・マイクロコントローラ・シーケンスコントローラ・キャラクタCRT・DOタイムスケジュール制御・送風機電力量

1. 監視制御システムの構成

図1に示すように、監視制御システムは、水処理・電力監視システムと、汚泥監視システムからなり、両システムは基本的に同一構造で、中央監視設備とローカル監視制御設備で構成している。

2. 基本的設計思想

監視制御システムの機能は自動制御、監視操作、維持管理に分類できる。

2.1 自動制御

- (1) ローカル監視制御設備は、監視操作、維持管理機能部とは独立しており、中央監視設備が異常となっても機能は安定して継続できる。またローカル設備は単位プロセス毎に配置し危険分散を図っている。
- (2) 自動制御機能の二重化を図り、メインコントローラとバックアップを設けている。
- (3) コントローラ異常時、復旧処理を容易にするために、コントローラは全て同一機種に統一している。

- (4) 自動制御用のコントローラーは連動シーケンス制御用のPCと、プロセス制御（DDC制御）用のMCに分離し、機能分担を明確にしている。

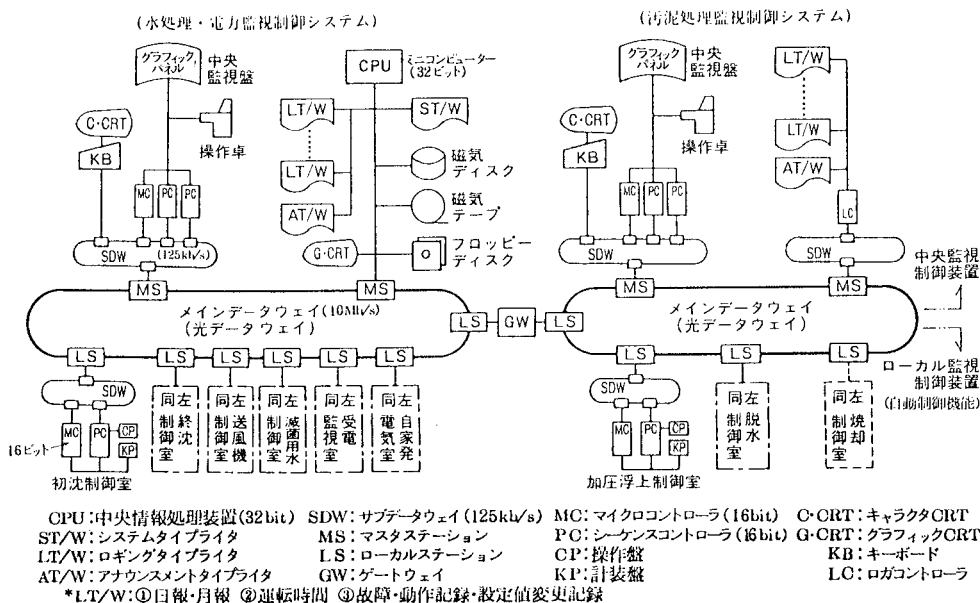


図-1. 中央監視制御システム構成図

2.2 監視操作

- (1) 監視操作形態はできるだけ従来方式に近いものとし、グラフィックパネル（モザイク式）と操作卓で対応し、オペレーターにストレスを感じさせないように工夫している。
- (2) 将来のグラフィックCRT監視への円滑な移行を図るため、プロセス制御用パラメータの設定及びそれに係る情報交換をキャラクターCRTにて行うことにした。
- (3) 伝送路の異常時やコントローラー類の定期点検時で、中央監視が不能となった場合、バックアップとしてローカル制御室単位の監視操作を可能にした。

2.3 維持管理

情報処理装置は、CPUとして32ビット、2MB（最大8MB）ミニコンピュータを採用しており、最初沈殿池に流入するSS量やSRTなどの演算処理についてもオンラインプログラムとして実装している。

3. 水処理施設の自動制御について

水処理施設の自動制御項目には表-1に示すものがある。鳥羽処理場の動力費の約40%がエアレーションタンクの送風電力費となっているが、この大きな経費を要する送風電力量の節減対策として有効な送風機設備の自動制御について、その制御内容を述べると共に、実施施設を使って行った制御結果（経済的効果や処理水質等）について得られた知見を述べる。

3.1 送風機設備の制御内容

エアレーションタンクの曝気風量は池毎に設けられた送気量調整弁によって制御可能であり、各系列7池並列に設置されたエアレーションタンクの負荷分担が不均衡となっても各池毎に必要な曝気風量が調整できる。

- 流入水量比率制御
- DOタイムスケジュール制御（以下DOTS制御と略す。DO一定制御の拡張で、汚濁物質負荷の軽重に応じたDO設定が可能である。）

c. 送気量タイムスケジュール制御 (a. b. のバックアップ用)
 の3通りが可能である。

また送風機吐出空気圧力一定制御により、送気量制御が安定して行えるようになっている。

表-1. 主要制御機能

水 処 理 設 備	初沈設備	1. スカムスキマタイムスケジュール制御 2. 生汚泥引抜きタイムスケジュール制御 3. エアタン流入量制御	汚 泥 処 理 設 備	重力濃縮・脱水設備	1. 濃縮生汚泥引抜きタイムスケジュール制御 2. 脱水機汚泥供給量制御 3. 脱水機薬品注入量制御 4. 脱水機薬品溶解・希釈制御 5. 脱水機ろ布洗浄水圧力制御
	終沈設備	1. 返送汚泥流量制御 2. 余剰汚泥引抜き制御 3. スカムスキマタイムスケジュール制御 4. 消泡水ポンプタイムスケジュール制御		加圧浮上濃縮設備	1. 加圧浮上槽余剰汚泥供給量制御 2. 加圧水量 (気固比) 制御
	送風機設備	1. 送風機台数制御 2. 送風機吐出圧力一定制御 3. エアタン送気量制御		焼却設備	1. 焼却炉出口ガス温度制御 2. ガス冷却脱硫塔入口ガス圧力制御
	滅菌設備	1. 次亜塩素酸注入量制御	電 力 設 備	1. デマンド監視 2. 停電時制御 3. 復電時制御 4. 無効電力制御	
	その他設備	1. 砂ろ過塔 (機械用水用) 台数制御			

3.2 実施設でのDO制御法による送風機の自動運転の実施

第10期施設の処理系統を図-2に示す。当施設は運転開始以来、流入水量が少なく、DO自動制御を使用せず、実際の経験を踏まえた送気量タイムスケジュール制御で運転を行ってきた。最近の処理水量の増加に伴い、自動運転条件が整ってきたので、返送汚泥流量制御及び余剰汚泥引抜き制御の条件をできるだけ一定にして、今回DO制御をかけることになった。

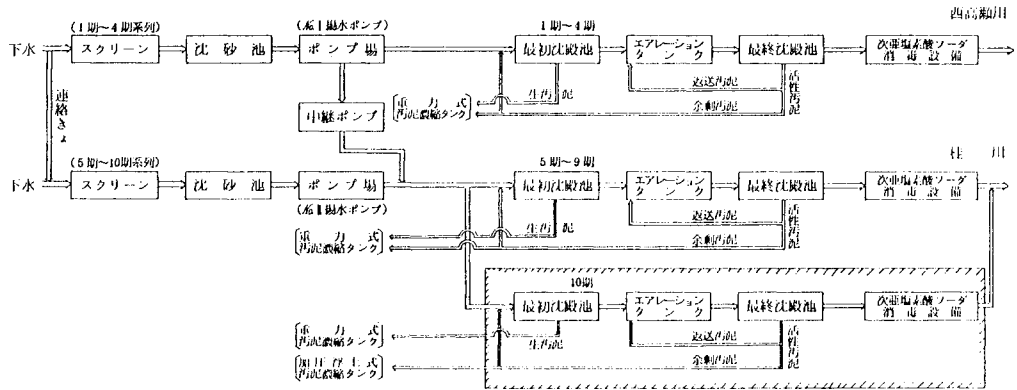


図-2. 鳥羽処理場処理系統図

流入下水は図-2に示すように中継ポンプ及び系II揚水ポンプを介して揚水され、単位時間の処理水量は図-3のパターン(晴天時)となっている。

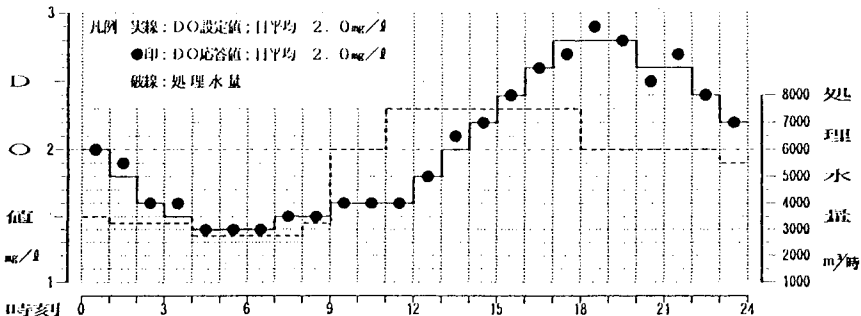


図-3. 処理水量変動パターン及びDO設定値とその応答値の経時変化

DO制御のDO設定値は、過去の実績値から、活性汚泥の有機物酸化力を効率的に保持するためには、エアレーションタンク出口のDOを2(mg/l)以上(夏期)に保持するのがよいと考え、多少高めの安全サイドで運転を開始した。

DO制御の実施区分は表-2に示すように、モードI~Vに分けて行い、その結果は表-3に示すとおりであり、モードIIIにおける時間帯毎のDO設定値の一例を図-3に示す。

モードI~Vの比較から、送風量を自動制御することによって、除去BOD当りの送風機電力量に節減効果のあることが解る。しかし今回の実施設でのDO制御は短期間であったため、モードIIIとモードIVでは、差がほとんどなく、DOTS制御の効果が表われなかったため、今後さらに調査を続ける予定である。

なお、設定DO濃度と処理水質の関係では、DO濃度が1.5(mg/l)~2.5(mg/l)の範囲内で、処理水のBODやアンモニア性窒素にはほとんど違いが現われず、処理水質は安定していたことを示している。

表-2. 自動制御方式と設定値区分

モード	制御方式と設定値	主要な制御内容とその方法。
I	手動風量TS	水量負荷変動に対応する設定風量TSによるブロワ手動発停制御方式。 1時間単位の設定DO値と計測DO値の偏差によって、ブロワの吸込弁を自動で開閉し、吸込風量に過不足等を生じると、ブロワの台数制御を行いブロワを自動発停する制御方式で、DO値の計測・制御は出口側で行う。
II	自動DOTS	
III		
IV	2.0	
V	自動DO一定	

表-3. 自動制御の経済的効果と処理水質

項目 制御方式	MLDO		BOD			NH ₄ -N		汚泥量とBOD負荷量		除去BOD当りの	
	設定	計測	流入	流出	除去率	流入	流出	MLSS	BOD-SS比	電力量	送風量
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	kg/kg日	kwh/kg	m ³ /kg
モードI	-----	2.5	83	2.4	97.1	12	1.3	1,260	0.17	1.336	60.1
モードII	2.5	2.4	72	2.0	97.2	12	0.5	1,240	0.15	1.213	54.4
モードIII	2.0	2.0	88	1.8	98.0	11	0.3	1,270	0.16	1.114	49.7
モードIV	2.0	2.0	76	2.5	96.7	11	0.3	1,300	0.15	1.113	49.8
モードV	1.5	1.5	78	2.0	97.4	11	0.3	1,260	0.16	1.040	45.8

4. 現状システムの問題点

本システムの運用経験からの問題点として、データウェイ化は従来の直送方式に比べて、一つの伝送路で大量の情報を伝送できるという利点がある反面、本質的な伝送の遅れが直送方式に慣れたオペレータにはストレスを生じるので、適時最重要情報の直送化を図る必要がある。

また最近のコンピュータ技術の発達は著しく、短期間内に機器が陳腐化して構成部品の調達が困難になる恐れがあるため、あらかじめ予備品を確保することや、新技術に十分対応できる維持管理技術者の育成が必要である。

おわりに

鳥羽処理場は淀川水系の中流域にあり、その下流の大阪や神戸の約1200万人の住民の水資源としての水質を守る上で、極めて重要な役割をもっている。1939年に第1期施設(78,000ml/H)の完成以来、現在も処理能力を最終計画の1,225,000ml/日に向けて拡張工事を進めている。なお京都市は平安建都1200年目に当たる1994年までに市街化区域全体の下水道整備を目標にしている。今後の計画として、既設も含め、全施設に対し最新の監視制御システム(近い将来にグラフィックCRTの導入等)を適用し、より質の高い水処理監視体制作りをめざしている。

最後に、今回の報告をまとめるに際し、多大の御協力を頂いた関係各位に深謝する次第である。

参考文献：西山繁、貝原誠 「京都市下水道局鳥羽処理場の最新形監視制御システム」
電気学会論文D.107巻11号(1987年)