

明石市下水道施設における監視制御システムについて

黒兼正博、田中亮介

明石市下水道部下水道施設課
明石市大久保町八木

概 要

監視制御システムは単なる機械装置の付属品から、情報処理といった人間に近い部分の世界を作り上げている。

ここでは、明石市の監視制御システムについて導入経過も踏まえて紹介し、今後監視制御システムのあるべき姿をみいだしたいと思っている。

キーワード

処理の安定化、装置の自動化、処理区監視制御システム、広域システム、光ファイバーケーブル

1 はじめに

兵庫県明石市は、人口約29万人、面積49.03Km²で瀬戸内海に面し、東西に15.6Km、南北に9.4Kmの細長い地形をしています。

旧石器時代の明石原人骨の発掘場所であり、源氏物語には「須磨・明石」と記されるような古い町で、江戸時代には城下町として発展しました。近年は、大阪、神戸のベッドタウンとして都市を形成しています。

今年の3月に開通した明石海峡大橋に近く、市の長期計画において「海峡公園都市・明石」を望む都市像として街づくりを進めています。

下水道の整備は、古く大正時代に逆上り、昭和40年代からは終末処理場の建設を始めるなど、本格的な整備を始めました。下水道の普及は、平成9年度末で77.3%に達し、事業の中心が建設から維持管理に移行しつつあります。

処理場、ポンプ場は、市域が東西に細長いために施設数が比較的多く、中小規模の処理場を4箇所、ポンプ場を6箇所に加え、10数カ所のポンプ施設(マンホール形式のポンプ場)を有しています。必然的に、人員配置の適正化など、運営について、他都市より一層の効率化が望まれるわけがあります。

平成8年4月には、市内で4つ目の処理場として、大久保浄化センターを運転開始しています。

従来各処理区の個別管理であった体制を、大久保浄化センターを中心とした集中管理体制に改め、センター内に、水質検査や事業所排水の監視業務を分担する水質係、修繕などの保全業務を集約する設備係、各処理区が無人運転を行っている「夜間、休日」に、監視する役割を担っている維持係を配置しています。

これにより、朝霧、大久保、二見の3処理区(浄化センターとポンプ場)は、夜間及び休日の無人化を実現し、加えて、市内全域の情報ネットワークが完成し、気象情報、処理状況などの情報を的確かつ迅速に把

握することにより、処理の安定化、集中降雨や台風の雨水排除機能の安全性向上に多いに役立てています。

平成10年度からは更なるコスト縮減、下水道サービスの向上に向け、建設部門と維持管理部門の統合を行なっています。

2. 明石市の監視制御システム

図-1に、現在の市内全域のネットワークの監視制御システムを示す。

現在、明石市の監視制御システムは、現場から中央監視制御室、処理区、広域管理センターまで、有機的に接続しています。

各処理区には、1つの浄化センターと複数のポンプ場、ポンプ施設を配置し、電気制御的には、処理区監視制御システムとして集約され、市内全域のネットワークであります「広域システム」と接続されています。

処理区監視制御システムは、運転操作業務を支援することを第1の目的として、自動運転などの制御機能も充実させています。

これに比べ、広域システムは、夜間無人運転の集中監視に必要なもの、市内全域の広域管理に必要な情報として、上り系（表示信号）の信号である、監視機能を主としたシステム形態をとっています。

図-2に、処理区監視制御システムのフローを示す。

平成8年度に運転開始した、大久保浄化センターの監視制御システム、一部はそれ以降の監視制御システムの概要です。

この処理区監視制御システムは、管理が最小限の人員（大久保浄化センターでは、直営4名）での体制に相応するものとして、現場操作盤を撤廃しノートパソコンによる運転操作に踏み切っています。

このシステムでは、従来通例であった「現場優先」を、現場中央の区別を無くした「後指令優先」に変え、可搬式のパソコンに中央と同じ機能を持たせ、現場作業をしながら、処理場全体を監視操作できる事を可能にしました。

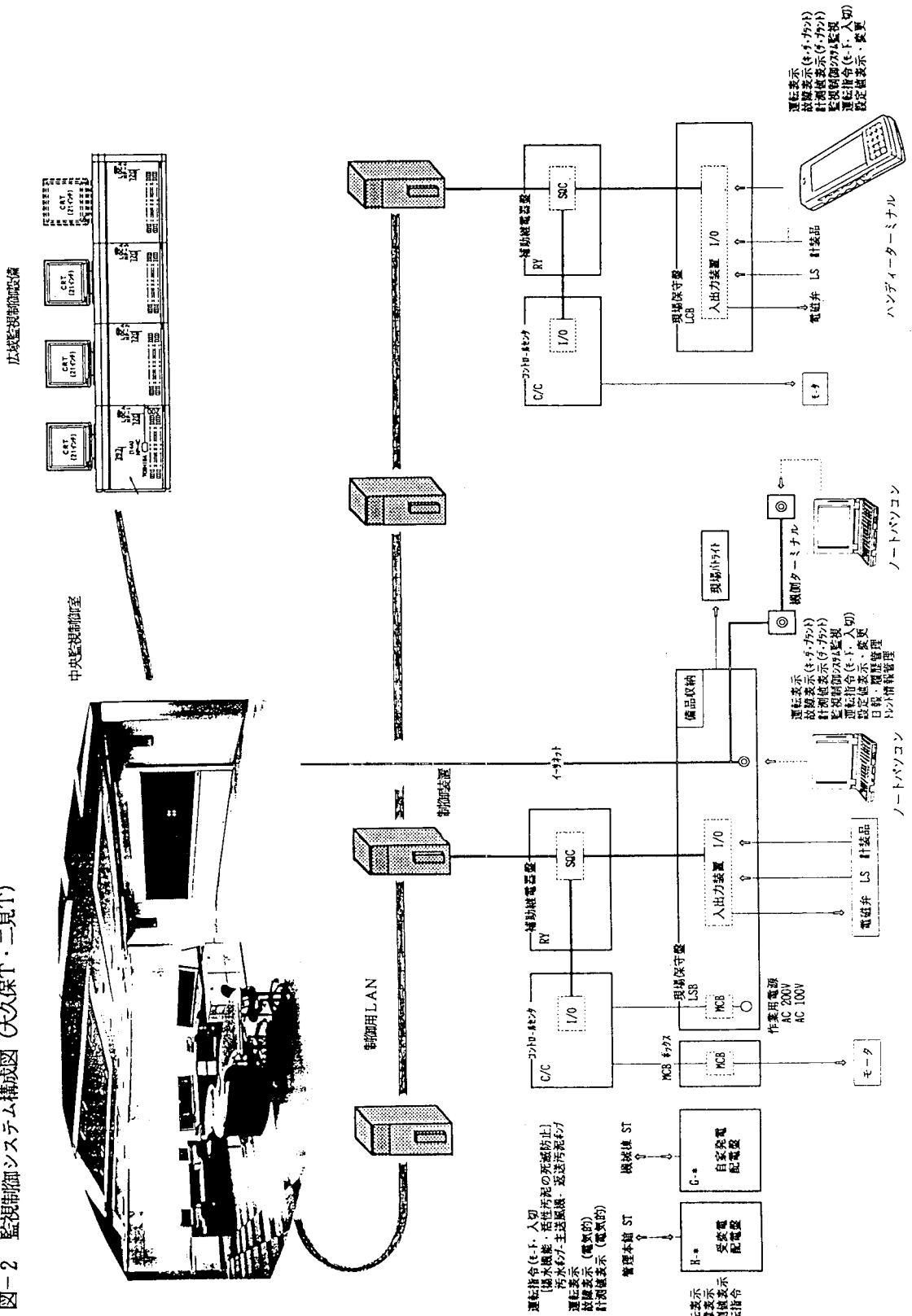
従来の方式では、現場作業時は別の監視要員を中央に常駐指せるか、監視業務をおろそかにするかの二者択一であったものを、解決でき、延いては、効率化と処理の安定化に寄与しています。

また、現場で日報などの管理情報を検索でき、保守点検業務の強力な支援ができるようになりました。

心配していた、ノートパソコンの操作は、特殊な言語や数式は必要とせず、中央のCRT操作とほぼ同様であり、計画時点の心配は、とりこし苦勞であったと思われます。今、振り返って考えてみれば、従来方式では現場盤と中央の操作が違っているが、このシステムでは同一操作となっているため、プラス方向に作用した面もあったのではないかと考えています。

以降、現場から広域システムまで信号情報の処理方式として、「現場から広域システムに至まで、信号名称は統一し、集約はせず全点数伝送する。」を原則としています。

図-2 監視制御システム構成図 (大久保T・二見T)



3 夜間無人運転の方法

広域監視システムの主たる目的の1つは「夜間無人運転」のための集中監視機能であります。夜間無人化の検討においては、下記に注意しました。

- (1) まず、安定処理が可能な施設でかつ自動化され、日々の保全業務により、故障異常の発生回数を低下できていること。
- (2) 故障異常時の対応方法を事前に計画検討すること。
- (3) 故障信号を過不足なく、監視員に通知出来ること。

この無人化により、4浄化センター6ポンプ場の管理組織として、120名体制が必要とされるところを現在の60人体制とできたのであります。

集中監視の情報量は、昼間夜間を問わず常に同じで、各浄化センターの中央管理制御室と同じ監視ができています。各浄化センター側で、昼間業務（常駐者有り）と夜間業務（常駐者無し）を切替えることにより、より、機器故障警報等の警報を、昼間は各浄化センターに、夜間は広域監視システム（維持係）に送信しています。（故障情報は、常に両者記録しています。）

夜間休日の故障、異常などの緊急的な対応としては、広域監視側（維持係）が、警報内容を浄化センター職員に連絡し、対応しています。警報の内容や復旧に時間を要する場合等、適時担当職員を呼び出しています。この業務を補助する機能として、異常時対応支援機能、監視情報保存機能、広域帳票機能を保有しています。

異常時対応支援機能は、水処理やプラントに影響を与える度合により、緊急度や重要度をランク付けし、より適正な緊急対応体制を取れるように配慮しました。ランク付け画面には、呼び出し順序に従った職員の連絡先を自動的に表示機能を持っています。監視情報保存機能は、各種運転情報や故障履歴等を事例的に確認することで、広域監視職員に詳細な情報を提示でき、より迅速的確な故障対応に役立てています。

広域帳票機能は、従来各浄化センターで作成していた帳票を、手入力項目に致る細部まで統括的に管理でき、誰もが何時でも何処でも必要な情報を得ることができるなど、効率的、適正な管理運営の強力な支援を行っています。

4 各時代の検討（経過）

本市の監視制御システムの形態は、全国的にも前例が少なく、独自の先進的な面があります。このことは、一夜してなしえたものでなく、長い明石市の下水道の歴史のなか、時には道にまよい悩みながら考え、現在の形に落ちついたものであります。

各年代別の経歴を表-3に示す。

明石市に半導体を利用した、制御回路が初めてお目見えしたのは、昭和58年度であり、新規ポンプ場の、林ポンプ場の電気設備で導入されました。このとき同時に、遠方監視制御装置を導入し、初めて「ポンプ場の無人運転」にトライしましたが、運転管理との調整が不調に終り、無人化はできませんでした。このあと、現場の改善などを図り、ようやく3年後の昭和61年度から当ポンプ場の無人化を図っております。

昭和61年度には、初めてCRT方式の監視制御システムを朝霧浄化センター（正確には処理区システム）に導入し、本格的な情報処理が始まりました。CRT方式の導入に当たっては、従来の監視操作盤の存続が大きな検討項目となりましたが、あるところで割り切り、CRT方式のみとし監視操作盤を撤廃しました。あとから考えれば、この割り切りがあり、オペレータがCRT方式に慣れた（CRT方式を覚えなければならなかった）と思われ、成功した要員の1つであったと思います。

CRT方式の導入（処理区監視制御システムの概念導入）と、ほとんど同時に、市内全域のネットワークと自動運転をベースにした処理場の無人運転化の検討を始めました。今でいう「広域システム」の構想ができたのがこの時点であります。

昭和63年度からは、広域システムの運用面での試験プラントとして、朝霧処理区（朝霧浄化センター）の夜間無人運転を始め、全国的にも注目を浴びました。

これ以降、二見処理区、船上処理区の夜間無人化につき具体的な検討を進めていきましたが、朝霧処理区と大きく異なっている部分に着目せざるえないことが判明しました。

これは、自動運転、安定運転を図るべく「コンピュータ」の導入を検討しましたが、処理機械装置、もっと掘り下げれば、土木構造物が、それに対応しておらず、いくら「コンピュータ」を導入し自動制御回路を設けようが、処理そのものが安定せず、自動化できないことでありました。原因としては、設備の劣化もありましたし、計画、設計そのものも古いことが自動化をはばむ原因でありました。

また、当時は設備老朽化の問題も論議され、平成3年度には、下水道としては改築という新しい概念の導入もあったところであります。本市では、処理装置の簡素化、自動運転に対応する機械装置に改築更新していきました。

改築更新では、雨水排除ポンプの、空気、燃料、封水、冷却系統の撤廃、簡素化などにより自動化を図り、汚水ポンプなどの主要機器についても、吐出弁の連動運転撤廃、台数低減、インバータ制御による可変負荷制御の導入などこの時代を実現したものであります。

平成の時代を迎え、土木、機械、電気全てにおいて簡素化（設計的配慮）や機器の耐用年数の延命化（管理的配慮）により、保全費用の抑制にも乗り出しました。

一方、事務のO A化として、工事費積算システム、資産整理システムなど、個別単独のシステムでありましたが自動化が始められました。

この時代が概ね、5年程あり、明石市としては、4つ目の浄化センターの建設をはじめ、過去の経験をベースに、より新しい電気制御システムの構築にトライしました。

平成6年度に工事着手した、大久保浄化センターでは、従来の現場操作盤を撤廃し、可搬式パソコンで現場管理システムを構築し、制御回路のソフト化を極限に究め総合的な効率化を図り、人間でいう五感である計装設備を充実し、適切な情報処理を行うべく計画し、新しい制御方式として、事例的な計装制御である「タイムスケジュール制御」などを導入しました。

7年度には「広域システム」の工事着手し、平成8年度には、計画から概ね10年を待ち「広域システム」が運転開始しました。

これから迎える平成10年代は、光ファイバーの整備や降雨レーダー情報の整備による、高度情報通信による高効率運転や安全化運転、機器台帳等各種システムの構築による、業務の簡素化、自動化を図り、更には、行政サービスの一環として市政情報提供など考えなければならない時代となっております。

表-3 電気制御システムの経歴

年度	施設名	項目	内容
昭和58年	林ポンプ場	シーケンサ導入	明石市で最初の本格的シーケンサ導入 (半導体素子でプラント制御)
	林ポンプ場	TM/TC導入	無人化の為に導入するが、運転管理との調整が不調に終わり 無人化は2年遅れる。
昭和60年	西岡ポンプ場	雨水ポンプの自動運転化	ポンプ場の無人化の為に導入。ディーゼルエンジンポンプの 自動運転化は、全国的に前例が少なかった。
		TM/TC導入	無人化の為に導入 (それまで有人 7名体制)
	朝霧ポンプ場	TM/TC導入	無人化の為に導入 (新規施設)
	朝霧処理場	CRT監視制御システム導入	明石市で最初のコンピューター制御導入。 処理区システムの概念導入。運転管理につき本格的検討を始める。
昭和61年	林ポンプ場 西岡ポンプ場 朝霧ポンプ場	無人化運転開始	3ポンプ場について24時間の無人化運転を開始した。 同時に市内全域の施設を対象とした、広域システムの導入検討を開始
昭和62年	朝霧処理区	広域監視システム導入 (試行システム)	広域監視システムの運用試験プラントとして導入
昭和63年	朝霧処理場	夜間無人化開始	夜間の朝霧処理区の監視業務(異常時連絡)を船上処理場 (有人)対応した。
	船上処理場	雨水ポンプ自動運転化	合流式処理場の雨水ポンプの自動運転化。 運転の適正化の一貫として導入。 以降、複数の機場で雨水ポンプを自動運転化。
平成元年～平成5年	船上処理場	改築事業の実施	運転実績に基づき、処理施設、処理装置、制御装置の簡素化 を図り、処理運転の安定化を実現。
	本庁舎	積算システム導入 資産管理台帳作成	事務作業の自動化、OA化を図る
平成6年	大久保浄化センター	建設事業着手	現場盤レス化、制御回路ソフト化の実現
平成7年	大久保浄化センター	広域監視システム導入	第1期整備として集中管理センター分を導入、合わせてCAD システムによる図面管理システムを構築
平成8年	大久保浄化センター 広域システム	運転開始	大久保浄化センターの運転開始に合わせて、管理体制も変更 した。 朝霧、大久保、二見、3浄化センター(処理区)の夜間無人 化運転を開始した。
	二見～西岡間	光ファイバーケーブル布設	NTT専用回線から自営回線に移行、高度情報化システムに 向けて、情報通信網整備を始める。
平成10年	広域システム (拡張)		市内光ファイバーネットワークなどによる情報通信網整備計 画(立案中)

5. 処理装置の延命化と監視システム（情報の活用）

処理装置の延命化は下水道財政に大きく影響を与えます。処理装置が設置されているところの雰囲気は、極限に悪く、装置を短命にしております。材質など検討しておりますが、合わせて日常の点検は重要であり、数千、数万の処理装置を適正に点検するには、長年の経験と豊富な知識が必要です。

しかしながら、定期の人事移動等により、必要な知識（経験者）が確保できなく、解決方法として、広域システムに蓄積される情報を活用することが考えられます。

広域システムで保存するデータは15年分という半永久的なものであり、このデータを有効利用することにより、『長年の経験』の部分に補おうとするものであります。

まだまだ始まったばかりのトライではありますが、その知識を更なる適正な保全業務に生かせるよう検討を進めております。

6. 相互協力による効率化と情報ネットワーク

本市は、市内4浄化センターの発生脱水ケーキを、二見浄化センターで一括焼却処理しており、互いの状況を把握する必要があります。時には、焼却炉側で高負荷運転を強いられたり、水処理側で高負荷運転を強いられることがあり、広域監視システムの導入により双方の状況の把握することにより、計画的な処理が行え、相互協力が得られやすい状況になっております。

この相互情報ネットワークは、個別の水処理、汚泥処理の運転におきましても活用でき、他の浄化センターでの経験が役に立つことがしばしばあります。

通信運搬としても、市内の連絡のため自動車での移動であれば、数時間かかるものが、情報ネットワークを使用することで短縮でき、余裕の時間を造ることで、人間ではできないことに新しくトライするなど、更なる展望が開けてくることとなります。

7. おわりに

監視制御システムが、人の代わりをしたり、人の頭脳（経験）になったり、と様々な部分を代用してきましたが、まだまだ、人の代わりをできない部分も数多く、過去の経験をベースに、より有効な技術をより有益な形で取り入れていくことが肝要であると思います。

情報通信などの分野においては技術進歩が著しく、用途も多岐に渡り、今後は、この技術を我々ユーザーが、いかに目的に応じ有効利用ができるかにかかっているように思われます。我々としましては、更なる新しい世界へトライし、後世代に引き継ぐ有用な資産として、衛生的な街づくりのため、公共水域の水質保全のため、経費の削減も忘れず、市民の皆様に可愛がられる下水道を目指し努力する所存であります。