

上下水道の電機・計装技術の動向

*1片山 淳(かたやま じゅん) *2佐武 昇(さたけ のぼる) *2河野道之輔(こうの みちのすけ)

① まえがき

本誌の「水のシステム技術」特集号も昭和49年から回を重ね5回目となった。この間、富士電機は顧客の要求と時代の要請にこたえつつ技術動向を見極め、絶えず技術の研鑽に精進し、数多くの上下水道用電機・計装システム技術に実績をあげてきた。

上下水道施設の技術進歩は、社会状況の変化と、それに伴うニーズの変化にうまく調和して展開されるものであるが、その向かうところは、効率化、省エネルギー化、省力化、小形化、操作の簡素化、高信頼化、情報化、低価格化などである。これには、土木技術や機械技術とともに、電機・計装技術の進歩が果たしている役割は大きい。

今、上下水道行政にも新しい変化が見られ、また一方では、電子技術、情報処理技術、パワーエレクトロニクス技術、電力応用機器技術、バイオ技術、新素材技術などが非常に勢いで進歩していることと相まって、上下水道分野にも一つの転換期にきているように思われる。この機会に、上下水道の電機・計装技術を展望することは意義のあることであろう。

本稿では、上下水道界の動向とこれに対応する電機・計装システム技術を展望する。

② 上下水道界の動向

日本の上水道は昭和59年3月末時点で92.6%の普及率に達したが、いまだ上水道にかかわる課題は多い。

厚生大臣から諮問を受けた生活環境審議会は、昭和59年3月26日に「高普及時代を迎えた水道行政の今後の方策について」という答申を提出した。これには、水道行政が果たさねばならない目標事項として、①経営基盤の強化と維持管理体制の充実 ②ライフラインの確保 ③安全でおいしい水の供給 ④料金格差の是正——の四つの具体的な方策を提示している。

日本の下水道は昭和59年時点で普及率は34%と、整備の現況は低く、欧米先進諸国に比して著しく遅れている。

建設大臣から諮問を受けた都市計画中央審議会の「今後の下水道整備はいかにあるべきか及び今後の都市公園等の整備と管理はいかにあるべきか」という昭和60年8月1日の答申を受けて、建設省は「第6次下水道整備五箇年計画」を策定した。その要点は、①経営基盤の強化と維持管理体制の充実 ②普及率の向上 ③水質・環境保全 ④浸水対策 ⑤下水の有効利用による資源化 ⑥下水道施設の省エネ

表1 上下水道の技術動向

施 策	対応する電機・計装技術
上下水道施設の維持管理体制の充実 施設の効率的運用 施設保全	施設総合運用監視制御システム 施設保全システム 機器メンテナンスの簡素化
上下水道施設の省エネルギー 省電力 省燃料	ポンプやブロウの可変速制御 電力管理やポンプの効率運転 バイオフィォーカスWT 汚泥焼却制御
上下水道施設の機能改善 老朽化対策	施設更新技術
上下水道事業の適正な運営 合理化, 省力化	業務のOA化 設備の運転監視の自動化
ライフラインの確保 水の有効な運用 配水系統間の連絡管の布設 水使用の適切な抑制 均等給水 漏水防止 災害対策	広域水道集中監視制御システム 配水制御システム 水圧調整システム 渇水時配水制御システム 漏水検知装置 電機・計装システムの耐震化
安全でおいしい水の供給 水源水質監視 おいしい水づくり	水源モニタ, 水質検査の省力化 薬品注入制御 上水の高度処理技術
下水道の普及率向上 地方都市下水道整備 小集落下水道整備	中小規模監視制御システム 新下水処理システム (バイオフィォーカスWT)
水質・環境保全 閉鎖性水域の富栄養化防止 水質総量規制 公害防止 汚泥集中処理	下水の高度処理技術 全窒素計, 全リン計, 水質モニタリング 脱臭, 排ガス処理 広域汚泥集中管理, 汚泥焼却制御
雨水浸水対策 市街地における浸水の解消	気象・河川情報システム 雨水流出・浸水・流達解析技術 雨水排水ポンプ予測運転制御
下水の有効利用による資源化 下水処理水の再利用 汚泥の高度利用	中水道 コンポスト, 建材, 消化ガス発電, 燃料化

ギー化 ⑦下水道施設の機能改善——である。

こうした状況の中で、上下水道界の動向を電機・計装システム技術とのかかわりあいの中で展望してみる(表1参照)。

2.1 上下水道施設の維持管理体制の充実

常に施設の機能を最良の状態に保持し、施設の能力を最高に発揮させるために、上下水道では、維持管理技術者の確保と技術レベルの向上に大変な努力と苦勞を重ねている。これは正しく維持管理、特に施設保全の技術にまだまだ多

*1官公需事業部 *2総合技術第二部 水処理技術部

くの課題があり、今後の技術開発の一つの重要なテーマである。

予知保全という思想がある。施設の信頼性を支える保守も、故障したら直す事後保全、定期的に交換するとかオーバーホールする予防保全、設計段階でバックアップ機能を盛り込む保全予防から更に進んで、機器や設備の状態を定量的に把握し、将来起こるべき事態を予知し、必要に応じて保守する予知保全がある。予知保全のためには新しいセンサや事態を予知する新しいソフトウェア技術が必要になる。

維持管理を充実させるためには、装置や機器単体の信頼性を上げるとか、バックアップ装置を付加するといった装置が本来持つべき機能を失わないように、体質を強くするだけではなく、施設保全装置という、例えば集中監視制御装置と同じように、独立した機能と形を持つシステムが必要になるであろう。

2.2 上下水道施設の省エネルギー

上下水道の省エネルギーは、省エネルギー向きの装置と省エネルギー向きの運転方法の二つを組み合わせれば最も効果的に行える。

上下水道では取水ポンプや送水ポンプに可変速装置を使用し、運転方法としてポンプの平滑負荷運転とか、配水圧力制御などで省エネルギーの効果をあげている。

下水道でも、汚水ポンプや送風機に可変速装置を用い、省エネルギー運転法として、ポンプの平滑運転やDO制御による風量制御などで省電力の効果をあげるとともに、燃料の節約のために汚泥を燃料化し、焼却炉で自燃運転をする研究なども進められている。更に、バイオフォーカスWTに見られるような、新しい発想に基づいたエネルギー自給形処理施設が模索され始めた。

2.3 上下水道施設の機能改善

昭和30～40年代に稼動した施設は、順次設備更新の時期になっている。これらの施設を安全に安定して効率良く運転するために、自動設備の導入や短期間に切換工事を完了するための老朽化施設更新技術の開発が行われている。

2.4 上下水道事業の適正な運営

事業経営の健全化、事務処理の効率化、又は住民サービスの向上のために、コンピュータやOA機器が盛んに導入され出した。特に汎用パーソナルコンピュータが入手しやすく、かつ使いやすくなったので、小規模事業所の業務にはもちろん、大規模事業所においても、本部の大形コンピュータとは別に、特定部門だけで必要な処理をするためにもパーソナルコンピュータが使われている。これが今後は大形コンピュータと情報網を組み、総合的な情報管理システムの一部として発展するであろう。

2.5 ライフラインの確保

ライフラインとは水道、電気、ガス、電信電話、道路、

交通といった現代の高度な都市機能を支える施設をいう。水道の普及率が92%を超した現在、水道の安定給水の障害が社会的な影響をますます著しく与えるようになってきたので、水道は従来の安定供給という概念を超えた新しい対応の確立をねらうために、ライフラインの確保という方針を打ち出した。

ライフラインの確保の施策は非常に幅が広い。この中で、特に水運用にかかわる技術が電機・計装技術と関係が深い。

水運用には、連絡管などによる水融通と水使用抑制をねらった水圧調整と渇水時に住民から苦情が出ないような均等給水制限がある。今後の集中監視制御システムは、設備の最適運転を目的としたものから、水運用の最適化をも含したものと、その機能が拡大するであろう。

2.6 安全でおいしい水の供給

安全でおいしい水の供給のための技術開発テーマは非常に多い。

水道の水源水質監視にもアンモニア、窒素、リンなどの計測が必要な場合が生じてきた。水道の水質検査体制の充実、今後一層緊急な問題となりつつある。このために、もっと簡単に確実な水質計測手法の開発が急務である。

薬品注入法についても、答申で「浄水操作の適正化」として指摘しているごとく、今でも大きな課題である。薬品注入法については多くの研究があるが、注入制御法に知識工学（ファジィ理論）の応用が有望視されている。

水道の異臭味やトリハロメタン対策に、オゾン処理や活性炭処理による高度処理の導入が研究されている。一方、このための大容量用オゾン発生装置の開発も進んでいる。

2.7 下水道の普及率向上

下水道の建設が地方都市に移るにつれて、処理施設も大都市のそれとは異なる地域の特性を生かした個性化が重視され、設備規模、処理方式、建設段階、地域特性に応じた適正技術や、システム構築技術が求められてきた。また、近未来に普及する小集落下水道にはバイオ技術を応用した省エネルギー、省スペースで、かつ維持管理に手間がかからない新形下水処理システムの研究開発が始まり、その成果が期待される。

2.8 水質・環境保全

閉鎖性水域の内湾や湖沼に対する水質総量規制が強化される動きがあり、特に湖沼法では、富栄養塩の窒素、リンの排出規制が実施され、水質の広域的管理や早期改善策が重点課題となってきた。

大都市で発生する下水汚泥は年々増加傾向にあり、処理・処分をめぐる住民との間で新たな環境問題となっている。問題解決のための汚泥集約、専用汚泥処理などの効率的処理システムや資源の有効利用がさし迫った課題となっている。

2.9 雨水浸水対策

急激な都市化のため、毎年繰り返されてきた雨水浸水災害に対して、住民の安全と財産の保護を目的とした雨水排除施設の建設が精力的に計画・導入され始めている。この施設を効率的に運用するための雨水調整運用システム、及び雨水ポンプ予測運用システムなどが実用化に向けて試みられてきた。このシステムは、信頼性、バックアップ対策、オペレータとの親和性などが重視されている。

③ 電機・計装技術の動向

上下水道技術の中でも、電機・計装技術の進歩は目覚ましい。電機・計装システムを構成する機器は、機能と信頼性が向上し、また小形化し、使いやすくなった。一方、電機・計装システムを特徴づけるソフトウェアの面でもシミュレーション技術をはじめ、新しい制御理論や知識工学の応用が盛んに研究されてきた。このように機器単体と利用技術の進歩が相まって、上下水道施設を規模や地域特性に適合した運転の実現を可能にした。

3.1 コンピュータ

オフィスコンピュータ、パーソナルコンピュータ、マイクロコンピュータなどによって、コンピュータは非常に身近な存在にはなった。これは使いやすさへの本質的な技術上の進歩があった以上に、生産技術の向上による急激な低価格化に支えられてのことであるが、高価なコンピュータでは引き合わなかった小規模な作業が扱えるほどにコンピュータが安く提供されるようになった。それでコンピュータの低価格化が引金になって、より使いやすさを求めて使用法が多様化した。

上下水道分野の監視制御方式が集中管理・分散制御方式から、だんだん集中管理・分散処理方式へと移りつつある。すなわち、コンピュータが行う作業である演算、記憶、制御、表示、作表などをやりやすい、あるいは好ましいところで個別に行い、必要があれば伝送回線を介して相互に情報交換しながら上下水道施設の運用を集中管理する方式である。したがって、最上位として管理センタの機能を持つ統括制御用コンピュータ、中位に位置し工場全体を統括する決定制御用コンピュータ、下位に位置し設備ごとに置かれる調節制御用コンピュータという階層的使い方は大筋では変わらないが、それぞれに位置づけられるコンピュータも例えば、制御用、CRT表示用、データロギング用と機能別に分散処理される。分散処理方式のソフトウェアは作りやすくなるので、システムの危険分散のほかにも拡張性にも富み、ソフトウェアの生産コストも低減する。

コンピュータ技術の開発が目的とするところは、本来人に必要なのは仕事の目的と作業内容の理解であって、機械の知識ではないので今後ますますコンピュータが一般化していく中で、機能的には非常に高度でありながら、だれにでもソフトウェアが作れ、容易に操作や保守ができるコン

ピュータを作ることにある。

富士電機はこのような理念のもとに、上下水道用コンピュータシステムとして、使いやすさを追求した集中管理・分散制御方式の FAINS-1000 シリーズ、低価格化を目指した集中監視・分散処理方式の FAINS-100 シリーズ、更に集中管理用コンピュータシステムの端末機として、又は単独使用もできる汎用パーソナルコンピュータ (FACOM-9450 Σ/Λ) 用ソフトウェアパッケージ (FTPC) を開発した。

3.2 センサ

情報処理技術が急速な進歩をしているのに対して、情報源であるセンサも使いやすさの方向に向かって努力が続けられている。最近の上下水道計測で特筆すべきものに、デジタル光伝送計測システムの開発がある。これは、水位、流量、圧力、温度などを計測する計測器にマイクロコンピュータを内蔵し、計測信号をデジタル化して光伝送する計測システムである。

この開発によって、従来から悩まされていた誘導雷からの被害を解消し、従来のアナログ式計測器では望むべくもなかった計測器自身の各種保守管理情報を中央管理室に伝え、更に中央管理室から逆に計測器のゼロ調整やスパン調整も行えるようになって、上下水道施設全体に散在する計測器の保守管理を中央管理室から自動的に行え、更に計測器の特性変化を監視することによって予防保守が行えるようになった。

富士電機は、このデジタル光伝送計測システムを「富士フィールド計装システム (FFI)」として発表した。

3.3 電気技術

パワーエレクトロニクス、新材料技術の進歩によって電気機器は、高信頼性、高安全性、優れた保守性・環境性、縮小化、省エネルギーの方向に技術開発されている。

SF₆ ガス絶縁開閉装置、モールド変圧器は既に一般化している。SF₆ ガス絶縁開閉装置は、コンポーネント、制御回路を含めて更に徹底した縮小化が進められ、富士電機はこれを C-GIS として開発した。これにより、上下水道設備の受配電設備の縮小化と一層の高信頼度化が図られた。

同じく小形化と一層の保守性の向上を図るために、パワートランジスタの大容量化に伴い、300kW 程度の上下水道用ポンプにまで可変速制御用にインバータモータが適用されるようになった。富士電機では、これを FRENIC-5000 シリーズとして製品化している。

上水の高度処理に使われるオゾン発生装置は、し尿処理場や一般産業に使用される場合に比べて一段と大容量になる。したがって、発生効率が高く設置場所を取らない大容量向けに設計されているオゾン発生装置が必要になる。富士電機は単機で最大30kg/h のオゾンを発生できる大容量形オゾン発生装置をシリーズ化した。

4 あとがき

最後に上下水道施設の電機・計装システム設計に対する富士電機の取り組みについて述べる。

上下水道施設の制御外乱は天然現象であるが、制御結果は社会問題に、導入の効果は政治問題になることすらある。したがって、最近のように上下水道施設が地域的な広がりを持ち、機場の規模が大きくなると、設計時にシミュレーションなどによる方式の評価と、信頼性対コストの評価やヒューマンインタフェース対コストの評価を十分行い、制御の手法に知識工学や現代制御理論の導入、保全に関して予知保全の概念を導入していかねばならないと考える。以上を通じて、その置かれた条件の中で最も使いよいシステムの構築を目指すのが富士電機のシステム設計に対する取り組み姿勢である。

富士電機は、その優れた電機技術、計装技術、及び豊富な経験により蓄積されたシステム技術によって顧客の信頼と要望にこたえてきた。これからも、その新しい電機・計装技術を通して上下水道界にお役に立ちたいと願っている。水のシステム技術特集号を発刊するにあたり、上下水道界各位に誌上を借りて厚く御礼申し上げるとともに、改めて今後の御指導、御支援をお願いする次第である。

参考文献

- (1) 生活環境審議会：高普及時代を迎えた水道行政の今後の方策，水道協会雑誌，53，4，pp.47～53（1984）
- (2) 松井大悟：都市計画中央審議会の答申経過，下水道協会誌，22，258，pp.97～104（1985）
- (3) 亀田泰武：第6次下水道整備五箇年計画（案）及び61年度下水道事業予算概算要求の概要について，下水道協会雑誌，22，258，pp.12～23（1985）
- (4) 和田昱二：予知保全と診断オートメーション，電気計算，53，15，pp.1～8（1985）
- (5) 厚生省生活衛生局水道環境部長：水道水源における窒素、磷等の測定について，水道協会雑誌，54，7，p.91（1985）
- (6) 省エネルギー水道システムの設計に関する調査委員会：省エネルギー水道システムの設計に関する調査報告書，水道協会雑誌，54，8，pp.58～93（1985）
- (7) 急速に高まる水道事務の電算化・OA化（特集），日本水道新聞，1985年2月28日付
- (8) 谷戸善彦：下水道事業とコンピュータ——下水道事業におけるコンピュータ利用の現状と将来——，月刊下水道，8，7，pp.7～20（1985）
- (9) 栗林宗人ほか：小規模下水道向けプレハブ式処理場，下水道協会誌，22，257，pp.2～11（1985）
- (10) 日本電子工業振興協会：工業用計算機および工業用マイクロコンピュータの展望，工業用計算機ガイドブック，pp.9～32（1985）
- (11) 佐藤敦久ほか：ライフラインの確保，水道協会雑誌，54，12，pp.17～33（1985）
- (12) 横井俊夫：第5世代コンピュータ・プロジェクトの計画と現状，システムと制御，29，4別冊，pp.4～9（1985）
- (13) 田村博：ヒューマンインタフェース——広さと奥行き——，システムと制御，29，7，pp.423～429（1985）
- (14) 当麻喜弘：システムの安全性・高信頼性の考え方と評価，計測と制御，24，4，pp.290～295（1985）
- (15) 産業委員会：現代制御理論はいま、ここまで使える——産業委員会第2分科，計測と制御，24，9，pp.862～867（1985）
- (16) 川原浩：光伝送とインテリジェントセンサによるプロセス制御，計装，28，4，pp.64～69（1985）
- (17) 片山淳ほか：上下水道の電機・計装技術の動向，富士時報，54，4，pp.259～262（1983）



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。