

社会インフラの安心・安全を支えるシステム技術

System Technologies Supporting Security and Safety of Social Infrastructure

篠原 哲哉

■ SHINOHARA Tetsuya

長岡 憲夫

■ NAGAOKA Norio

近年の技術の発展に伴い、都市生活を支える社会インフラシステムについても、より高度な処理と高い信頼性が要求されている。東芝は、このニーズに応えるため、上下水道や道路、空港、通信などの分野で、様々なシステム技術の開発やビジネスの構築を進めている。

上下水道システムでは、高度な水質処理や最適な水量制御を実現するシステム技術を開発し、施設を一貫して維持管理するビジネスを構築した。道路・空港システムでは、道路交通や航空機運航の安全を支援する先進技術を研究開発してきた。当社は、これらのシステム技術をもとに、より高いレベルで安心と安全を提供する社会インフラシステムの構築に貢献していく。

With the technological progress of recent years, social infrastructure systems that support urban life require higher levels of processing and greater reliability. In response to these needs, Toshiba is advancing the development of various system technologies and the establishment of business activities in fields such as water purification and sewage disposal, roads, airports, and communications.

In the field of water purification and sewage disposal systems, we have developed system technologies that actualize high-level water quality processing and optimum water content control, and established a business for the consistent operation and maintenance of facilities. In the field of road and airport systems, we have conducted research and development of advanced technologies that support the safety of road traffic and aircraft operations. On the basis of these system technologies, we are continuously contributing to the construction of social infrastructure systems that offer higher levels of security and safety.

1 まえがき

社会インフラシステムは、安定稼働を支える電源設備をはじめ、飲料水、河川や海の水環境を維持する水質に関するシステム、円滑な交通を支援する管制システムなどが挙げられる。

ここでは、これらの社会システムを支える上水道システム、下水道システム、上下水道維持管理業務、道路システム、空港システムの動向と東芝の最新技術について述べる。

2 上水道システム — 膜破断検出と高度浄水処理

水道事業を支える技術として、需要家が安全で良質の水道水を安心して利用できることを目標に、水源から浄水場、給水末端に至るまでの技術を開発している。

2.1 膜破断検出技術⁽¹⁾

浄水処理において、自動化が容易で濁質及びクリプトスピリジウムなどの病原菌類の高い除去性能を持っている膜処理設備の導入が進んでいる。2004年6月現在、国内の水道用膜処理設備導入件数は374件⁽²⁾となっており、中小規模のみならず大規模浄水場へも導入が始まっている。膜は破断すると病原菌類が漏れ出す危険性があるため、確実な検



出技術が必要となる。一般的には、処理水濁度又は粒子数の変化から検出する方法が用いられている。しかし、実証試験の結果、膜処理水の濁度検出法では検出感度が十分であるとはいえないことがわかった。

当社では、加圧空気を供給した際に漏れ出す空気流量が膜の破断の有無で大きく異なるという特徴を利用し、膜破断を高感度に検出する技術を開発した。条件により異なるが、

当社方式の加圧空気を用いた破断検出の検出感度が、一般的な検出方法の100倍以上であることを実証した。

この技術は、既に浄水場で運用を開始している(図1)。膜処理設備の運転管理への貢献を期待する。

2.2 高度浄水処理技術

水道の異臭味対策やトリハロメタン対策としてオゾン処理と生物活性炭処理による高度浄水処理の導入が進んでいる。このうちオゾン処理では、水中の異臭味成分やトリハロメタン前駆物質などの酸化処理を担っている。

ところが、2004年度から改正された水質基準に、オゾン処理の副生成物である臭素酸イオンが追加され、オゾンの過剰注入はできなくなり、オゾン注入量は今まで以上に適切に制御する必要が生じた。

現在の一般的な方法は、注入率一定制御と溶存オゾン濃度一定制御であるが、フィードバック制御の後者でも、溶存オゾン濃度を指標にしているため注入量が過剰となってしまうという問題がある。そこで当社は、オゾン注入率増加に伴い大きく変化する蛍光強度を指標とし、有機物酸化に必要な最小限のオゾン注入するシステムを開発した(図2)。このシステムでは、溶存オゾン濃度一定制御よりも更に低い注入率範囲が制御範囲となる。オゾンの過注入防止によりオゾン発生電力を削減でき、水質変動に対応したオゾン注入が可能となる。また、臭素酸イオン生成を水質基準以下に抑制するオゾン注入も実現できる。

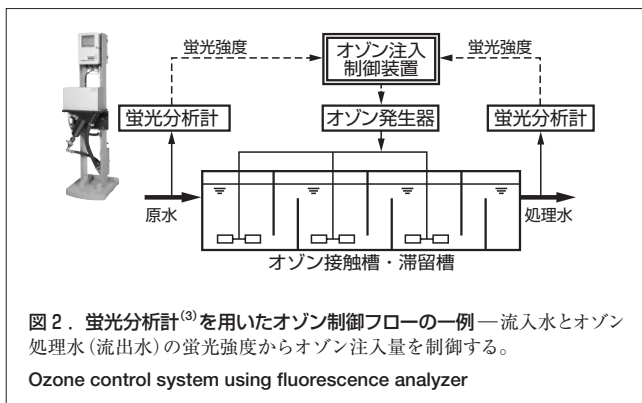


図2. 蛍光分析計⁽³⁾を用いたオゾン制御フローの一例—流入水とオゾン処理水(流出水)の蛍光強度からオゾン注入量を制御する。

Ozone control system using fluorescence analyzer

3 下水道システム—マルチモード方式曝気風量制御と雨水流入量予測システム

下水道は、水環境を保全し、水の循環的な利用を可能にする重要な役割を担っている。下水道が実現する水環境の保全は、①質的安全性の確保と②量的安全性の確保に大きく分けられる。

3.1 質的安全性の確保—マルチモード方式曝気(ばっき)風量制御

閉鎖性水域の富栄養化による赤潮などの防止や、水道水

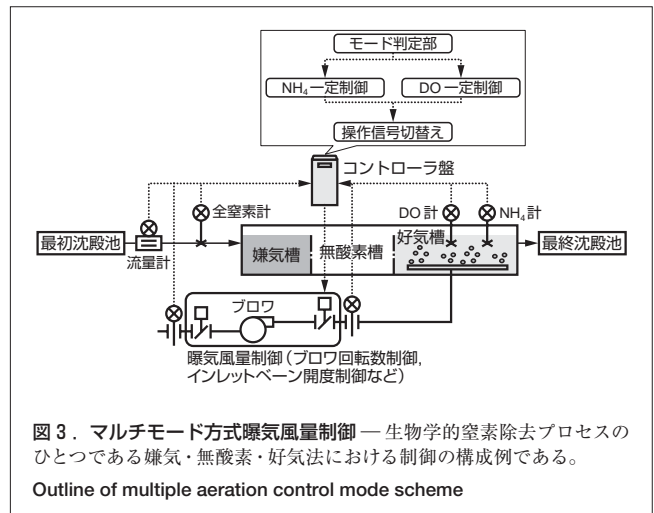


図3. マルチモード方式曝気風量制御—生物学的窒素除去プロセスのひとつである嫌気・無酸素・好気法における制御の構成例である。

Outline of multiple aeration control mode scheme

源となる水域での水質向上を図るため、生活排水などの汚水を下水処理場などで浄化して河川や海へ放流することが求められる。このため近年、下水処理場では窒素とリンの除去を目的とした高度処理の導入が進んでいる。しかし、その導入は曝気風量の増加(プロワの消費電力の増加)を招いている。下水処理場全体の消費電力の約40%以上を占めているといわれるプロワの消費電力の増加は、二酸化炭素(CO₂)排出量の増加という観点で地球環境へ悪影響を及ぼしていると考えられる。

消費電力を抑制するひとつの手法として、当社ではアンモニア計(NH₄計)と溶存酸素計(DO(Dissolved Oxygen)計)を用いた“マルチモード方式曝気風量制御”(図3)⁽⁴⁾を実用化している。窒素除去を行う生物学的高度処理を採用している下水処理場にこの制御を適用すると、通常用いられるDO計単独による曝気風量制御方式(DO一定制御)と比較して、放流水質の窒素とリンを同程度に維持しながらプロワの消費電力を削減することができる。

3.2 量的安全性の確保—雨水流入量予測システム

近年の都市構造の変化や局所的な集中豪雨により、都市型水害と呼ばれる浸水被害が多数発生するようになってきている。市街地の安全を守るため、流入した雨水を河川などに排水する雨水ポンプなどの設備を確実に運転することが求められる。集中豪雨のなかには、わずか数十分の間に雨量が集中するような場合がある。このようなときには、ポンプ場や下水処理場への雨水流入が非常に急激に増加し、雨水ポンプの運転がより難しくなる。

流入量急変に対応するためのひとつの手法として、当社では地上雨量計やレーダ雨量計のデータを利用し、雨水流入量をリアルタイムに予測する“雨水流入量予測システム”を実用化している(図4)。このシステムはモデリング手法のひとつであるシステム同定技術を基に、15分先までの雨水流入量予測値を1分ごとに演算しており⁽⁵⁾、適切なタイミングで雨水

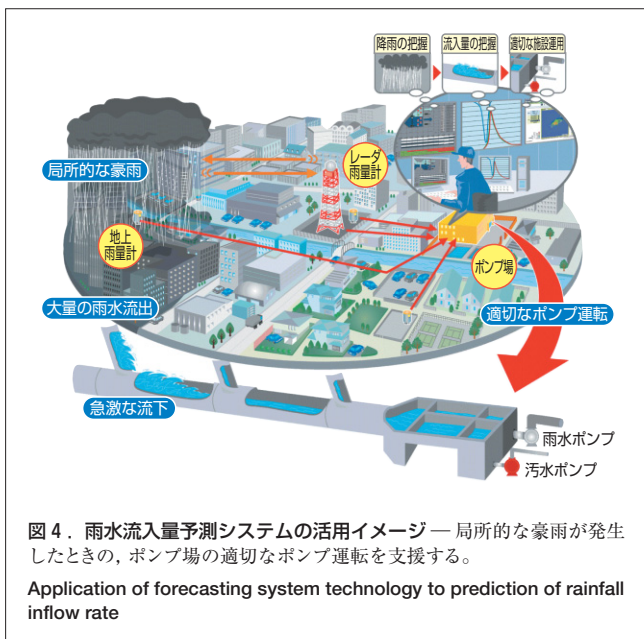


図4. 雨水流入量予測システムの活用イメージ—局所的な豪雨が発生したときの、ポンプ場の適切なポンプ運転を支援する。
Application of forecasting system technology to prediction of rainfall inflow rate

ポンプを運転するための意思決定に役立つ情報を提供する。

4 上下水道維持管理業務

上下水道事業は本格的な維持管理時代を迎えており、安定的かつ効率的な施設の維持管理が求められている。このような社会的要求に対し、民間委託を含めた多様な維持管理が進められようとしている。当社は、上下水道事業を取り巻く環境変化を考慮して、O & M (Operation & Maintenance) サービス事業にも取り組み、総合的なサービス企業への脱皮を図っている。

当社のO & Mサービスの基本的な考え方は、上下水道施設を建設してきた技術とノウハウや製品システム技術に基づき、施設の運転や維持管理の遂行も含めプラントのライフサイクルを通して一貫した維持管理を提供することである。

安心と安全を提供する上下水道維持管理業務は、施設データを活用し、①総合的な分析、②バックオフィスによる支援、③効率的な分担・分散作業をすることである。最適な維持管理計画を立案し、適切な維持管理を実行するシステムチェックなO & Mを目指し、上下水道事業のベストパートナーとして、安心と安全を提供していく所存である。

これらを達成するために、O & M業務に対応した適切なサービスコンテンツを用意している。O & Mサービスコンテンツには、上下水道施設の現場に従事する技術者が行うコンテンツと、遠隔地から行うリモートサービスコンテンツがある。

現場において当社が提供するサービスコンテンツは、水質制御の最適化、エネルギー管理による維持管理コストの最適化、監視制御システム機能の有効活用、保守点検業務の効率化、水質分析シミュレーション、上水需要予測、下水流入

予測などである。これらのコンテンツは、施設から得られる運転管理データ、エネルギー管理データ、運転維持管理情報、日常点検データ、水質データなどの各種データを分析し管理する能力を持っている現場従事者によって、最大限の効果が導き出される。

遠隔地から現場の状況を把握し、維持管理を支援するリモートサービスコンテンツとして、遠隔監視機能、データ収集・編集機能、トレンドグラフ監視機能、非常通報機能などがある。得られた情報から、遠隔地における各種データ分析サービスを現場に提供し、現場従事者が活用できる効果がある。効果的な維持管理を実現するには施設の実データから導き出される分析が必要不可欠であり、今後リモートサービス活用に期待するところである。

5 道路システム — AHS

車の安全かつ快適で円滑な走行を支援するシステムには、交通管制システム、施設管制システム、トンネル換気制御システムなどがあるが、1990年代から自動車と道路交通にとって新しい情報システムであるITS (高度道路交通システム) の実用化が開始された。既に実用化されているITSとしては、リアルタイムで事故などの交通情報が車上で提供されるVICS (道路交通情報通信システム)、高速道路におけるETC (ノンストップ自動料金収受システム) がある。また、今後実用化が期待されるシステムとして、AHS (走行支援道路システム) がある(図5)。

AHSは道路と車が連携(路車協調)することにより、画像処理、路車間通信などの最新技術を活用して事故の直前対策を可能とし、ドライバーへ安心と安全を提供することを目指すシステムである。

AHSは、車両から見えない部分の道路状況を路側のセンサ



から入手し、画像処理技術などによって路上先方の事故や障害物などの事象を自動的に認識し、その情報を路車間通信によりドライバーへ適切なタイミングで提供することで、ドライバーの認知ミスや判断ミスに起因する交通事故の防止などを支援する。

このシステムは官民学が連携して研究開発したもので、国土技術政策総合研究所から委託を受けた技術研究組合の走行支援道路システム開発機構(AHS研究組合)が主体となって実道で実験したり、一部の道路で既に先行的に導入している。当社はAHS研究組合の一員としてこれらの実験、導入などに参画している。近未来的には、車載器を介してドライバーにAHSの情報を提供することによる状況把握支援、注意喚起支援が実現されるが、将来的には更なる路車協調によって操作支援と自動運転の実現を目指している。

AHSが実道に配備され、車にAHS対応車載器が搭載されることにより、車社会の安全性と快適性が向上し、交通事故の低減が期待される。

6 空港システム — 航空灯火電力監視制御システム

航空灯火は、航空機の離着陸や地上走行に必要な各種の視覚ガイダンスを光の配列、色、光度、配光を適切に組み合わせることにより、航空機の安全運航を支える視覚援助施設である。

この航空灯火は、定電流調整装置により電流を一定に制御されている。これにより、広い飛行場内の航空灯火の明るさは一定に保たれている。

航空灯火電力監視制御システムは、滑走路使用方向、視程、背景輝度などの条件から定電流調整装置の出力電流を調整することで、各灯火を適切な明るさに制御し、監視する設備である。

航空灯火は、管制塔と監視室の2か所で制御することができ、管制塔では、管制官が運用に必要な条件を入力することで、自動的に各種灯火の光度を設定する。しかし、航空機パイロットの個人差により、見えにくかったり、グレア(まぶしさ)を与えたりする場合がある。その際は、パイロットからの要求に従い、灯火群ごとの光度変更を可能としている。灯火制御に対して、このシステムは、航空機の進入時の速度を考慮し、高い応答性を実現している。一方、監視室では、管制塔機能のバックアップと定電流調整装置の出力電流値管理などの、航空灯火施設と電力施設の総括管理をしている。監視室の例を図6に示す。

このシステムは飛行場の運用を担う重要な設備である。このため、主要機器と伝送路は二重化し、処理部は分散化することにより、一部の機器の故障が飛行場の運用に影響を及ぼさないような構成とし、システムの信頼性を確保している。



図6. 監視室 — 航空灯火施設と電力施設を総括管理する。
Control room

次世代の航空灯火監視制御技術に関連して、当社では、XML(次世代ウェブ記述言語)を応用した遠隔監視技術、電力線搬送を用いた航空灯火断芯(しん)位置検出技術、及びA-SMGCS(先進型地上走行誘導管制システム)などの先進技術を研究開発している。

7 あとがき

当社は、技術の高度化や経済のグローバル化に合わせ、社会インフラシステムの分野において、様々なシステム技術の開発やビジネスの構築を進めてきた。

今後も、より高いレベルで安心と安全を支える社会インフラシステムの構築に貢献するため、トータルソリューションを提供していく。

文献

- (1) 村山清一, ほか. 膜処理における膜破損検出技術. (社)日本水道協会. 第54回全国水道研究発表会, 2003, p.188-189.
- (2) 井本和秀, ほか. 膜ろ過施設の維持管理の実態調査. (社)日本水道協会. 第55回全国水道研究発表会, 2004, p.194-195.
- (3) 林 巧, ほか. 蛍光測定の水質監視制御システムへの応用. (社)日本水道協会. 第51回全国水道研究発表会, 2000, p.512-513.
- (4) 足利伸行, ほか. マルチ制御モード方式による曝気風量制御. 環境システム計測制御学会. 第16回環境システム計測制御学会研究発表会予稿集, 2004, p.19-22.
- (5) 山中 理, ほか. システム同定技術の雨水対策システムへの適用. 東芝レビュー. 57, 12, p.72-73.



篠原 哲哉 SHINOHARA Tetsuya

電力・社会システム社 社会システム事業部 公共システム技術第三部長。上下水道をはじめとする公共分野のシステムエンジニアリング業務に従事。技術士(電気電子部門、総合技術監理部門)。電気学会、環境システム計測制御学会会員。Infrastructure Systems Div.



長岡 憲夫 NAGAOKA Norio

電力・社会システム社 社会システム事業部 施設システム技術部長。官公施設分野のシステムエンジニアリング業務に従事。技術士(電気電子部門)。電気学会、電気設備学会会員。Infrastructure Systems Div.