

＜研究発表＞

新たな広域化への対応を目指す監視制御システムの取り組み

平岡 由紀夫¹⁾, 君島 和彦¹⁾, 近藤 周司¹⁾, 近藤 眞哉¹⁾, 杉野 寿治²⁾

株式会社 東芝 府中事業所 社会インフラシステムソリューション部
 (〒183-8511 東京都府中市東芝町1 E-mail:yukio.hiraoka@toshiba.co.jp)¹⁾
 株式会社 東芝 水・環境システム事業部 公共ソリューション技術部
 (〒105-8001 東京都港区芝浦1-1-1 E-mail:toshiharu.sugino@toshiba.co.jp)²⁾

概要

これまでの上下水道事業の「広域化」は、広域に存在する施設を一体化し、事業統合を行うことで、一定の役割を果たしてきた。しかし、維持管理費の削減、費用対効果の向上等が求められる厳しい事業環境の中で、今後の広域化は、経営、管理等の内容まで踏み込んだより広い概念で捉える必要があり、監視制御システムについても、このような新たな広域化に柔軟に対応することが求められる。

本報告では、新たな広域化への対応をキーワードに、当社上下水道監視制御システムとしての具体的な取り組みについて説明する。

キーワード: 新たな広域化、上下水道事業、監視制御システム、多様性

1. はじめに

上下水道事業は、本格的な維持管理の時代を迎えており、各自治体は、安定的かつ効率的な事業運営を求められている。このような事業運営を進める上でのキーワードの一つに「広域化」がある。従来の広域化は、主に広域に存在する施設を一体化し、事業統合を行うことで一定の役割を果たしてきた。しかし、維持管理費の削減、費用対効果の向上等が求められる厳しい事業環境の中で、今後の広域化は、経営、管理等の内容まで踏み込んだより広い概念で捉える必要がある。監視制御システムも、このような新たな広域化に対して、利用する状況の想定を広げ、各種の多様性に柔軟に対応していくことが望まれる。

本論文では、まず上下水道事業における広域化の動向について述べる。つぎに、新たな広域化に対して監視制御システムとして考慮すべき点と多様性との関連について説明する。そして、当社上下水道監視制御システムにおける具体的な取り組みについて説明する。

2. 上下水道事業の広域化と監視制御システム

本章では、上下水道事業における広域化の動向と、監視制御システムとして向かうべき方向性について述べる。

2.1 上下水道事業における広域化の動向

(1) 水道事業の広域化

水道の広域化は、昭和52年の水道法改正に盛り込まれた広域的な水道整備計画に基づき、主に水道用水供給事業による一体的な施設による広域化が進められ、運営基盤が強化されながら、安定した水源の確保や水の広域的な融通に大きな役割を果たしてきた。しかし、従来の広

域化(広域水道の数)は、昭和60年以降大きな進展を見せておらず、今後、管理面の広域化、原水水質の共同監視、防災面からの広域化等、様々な形態の広域化を進めるための新たな施策が求められている。¹⁾

厚生労働省では、社団法人日本水道協会の「新たな水道広域化推進事業調査委員会」で平成17～19年度に検討・作成した「水道広域化の手引き」を公表する見込みであり、今後各自治体や地域において、新たな広域化への取り組みがより一層進んでいくと思われる。

(2) 下水道事業の広域化

「下水道中期ビジョン」²⁾では、平成20年度から10年程度程度の下水道政策のあり方として、国は自然災害に対する安全の確保、広域的な水質の管理・保全、地球環境の保全など、国家的見地から重要な課題について、都道府県と連携し、地域間の施策の整合を図り、広域的な視点からも最適化となるよう調整する必要があるとしている。

下水道の経営と管理においては、経営基盤の強化や管理業務の効率化の観点から、整備段階から維持管理段階における広域化への積極的な取り組みや、事業統合・経営の一体化、管理の一本化、維持管理の広域化等、地域の実状に適した多様な広域化・共同化のあり方について検討を進めるとしている。

2.2 新たな広域化の概念と監視制御システム

Fig.1に、「水道ビジョン」¹⁾における新たな広域化の概念図を示す。これまで、広域の監視制御システムは、広域の施設を統合して監視し、操作が行えることが求められていた。これはFig.1における、施設の一体化の部分に相当する。新たな広域化の概念では、さらに経営の一体化、管理の一体化、施設の共同化という広がりがある。監視制御システムは、上下水道事業におけるこれらの広域

化の領域をすべて網羅するものではないが、今後は従来の広域化への対応だけでなく、対応する広域化の領域をさらに広げていくことが求められると考える。

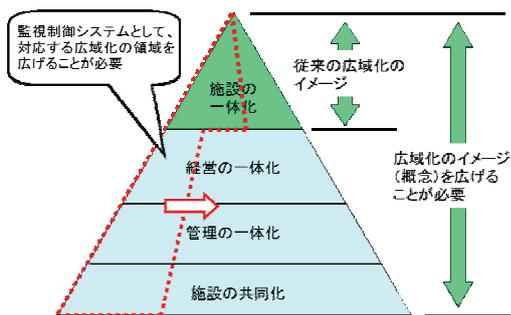


Fig. 1: Relationship between conception diagram of wide-area operation and management in “Waterworks Vision”¹⁾ and monitoring and control system

3. 監視制御システムと多様性

上下水道事業における新たな広域化の検討事例をTable1に示す。そこで、新たな広域化に対して、監視制御システムとして考慮すべき点について説明する。

Table1: Examples of integration plan

項目	上水道事業*	下水道事業
管理の一体化	<ul style="list-style-type: none"> ・配管図面等の整備、保守 ・事故受付および対応(管路管理業務一体化) ・監視操作、日常点検(運転管理業務一元化、効率化) 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設管理一体化(ストックマネジメント) ・維持管理業務の共同化・効率化(IT(情報技術)の活用等)
施設の共同化	<ul style="list-style-type: none"> ・水質検査業務共同化 ・配水の融通 ・非常用備蓄の融通 	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥処理、水質検査設備、施設監視施設等の共同施設導入 ・処理場間融通 ・雨水ポンプ場連携
経営の一体化	<ul style="list-style-type: none"> ・給水契約、検針・収納等営業業務共同化 ・下水道事業との統合 	<ul style="list-style-type: none"> ・上水道事業との統合

*上水道事業の事例の出典は、主に「新たな水道広域化推進事業調査」(厚生労働省)より

3.1 管理の一体化

(1)施設の広域化にともなう無人化・少人数化への対応

施設の広域化にともない、効率的な運用を進める観点から、施設の無人化・少人数化が進んでいくものと考えられる。管理対象が離れた場所にある場合も多くなることから、いつでも、どこからでもプラントの監視操作を行えることが、効率的な運用に貢献すると考える。

(2)施設の広域化にともなう効率的な異常時対応

離れた場所にある管理対象において異常が発生した場合に、緊急対応が必要な異常なのか、多少様子を見てから対応してもよい異常なのか等を判断するための情報提供や、監視室とそれ以外の場所での効率的な連携が求められると考える。

(3)管理点数増加にともなう効率的な監視方法への対応

現状の監視制御システムは、運転員がプラントの運転管理を行う上で、判断に必要な情報をできるだけ多く、かつ詳細に提供して、運転員の判断を仰ぐという、いわば情報の「量」を提供して運転管理を支援する形式となっている。この場合、運転員の経験による判断、熟練度が必要となり、運転員による状況把握の負担も大きい。したがって、監視制御システムが、利用目的に応じた情報加工、フィ

ルタリングを適切に行い、必要な情報だけを必要な人に適切な形で提供することが期待される。

3.2 施設の共同化

(1)効率的な施設更新への対応

施設の共同化において、効率的な施設整備や施設連携を行うためには、既存施設や連携の対象となる施設の状態を的確に把握する必要がある。また、施設の状態により、施設や設備等の老朽化対策や更新対策が必要になることも想定される。したがって、監視制御システムにおいて扱う情報を利用して、施設、設備等の状況把握や、適切かつ効率的な施設更新への対応が期待される。

(2)広域的な施設連携への対応

配水の融通、処理場間融通、雨水ポンプ場連携のような広域的な施設連携においては、全体最適化による効率的な連携が求められる。しかし、複数の施設からの多くの情報をもとに、その運用が最適かどうかを判断することは、運転員にとって非常に難しく、負担も大きい。したがって、最適化技術、予測技術等の活用等により、融通量や処理量の最適化、連携した施設全体の運用の最適化を行うことが期待される。また、各施設のシステム連携も考慮する必要がある。

3.3 経営の一体化

経営の一体化にあたっては、市町村合併や上下水道事業の統合化により、監視制御システムで扱う情報を有効に活用することが求められる。今後は、水質管理、省エネルギー管理といった用途や、さらに施設計画管理、技術継承・人材育成、一般市民への情報公開といった幅広い用途への対応が監視制御システムとして期待されると考える。

以上の監視制御システムとして考慮すべき点をみていくと、管理の一体化では使用する「環境」、運転員の「スキル」、運転員の扱う「情報」、施設の共同化では対象となる「施設」や「システム」、経営の一体化では「利用用途」というように、監視制御システムを利用する状況において想定する多様性の項目が増加し、各項目もより広がりを持つようになる(Fig.2)。したがって、これらの多様性に監視制御システムとして、柔軟に対応することが求められる。

監視制御システムとしての対応方法としては、大きく「監視制御システム自体の機能強化により対応する項目」と、「監視制御システムと支援システム、人、ソリューションとが連携して対応する項目」があるものと考えられる。多様性の広がりを考慮し、これらを柔軟に組み合わせることで対応することが、新たな広域化に対応することに繋がるといえる。

4. 監視制御システムにおける取り組み

3章で述べた対応方法に対し、当社上下水道監視制御システムにおける具体的な取り組み項目として展開した(Fig.2)。以下に、各項目について説明する。

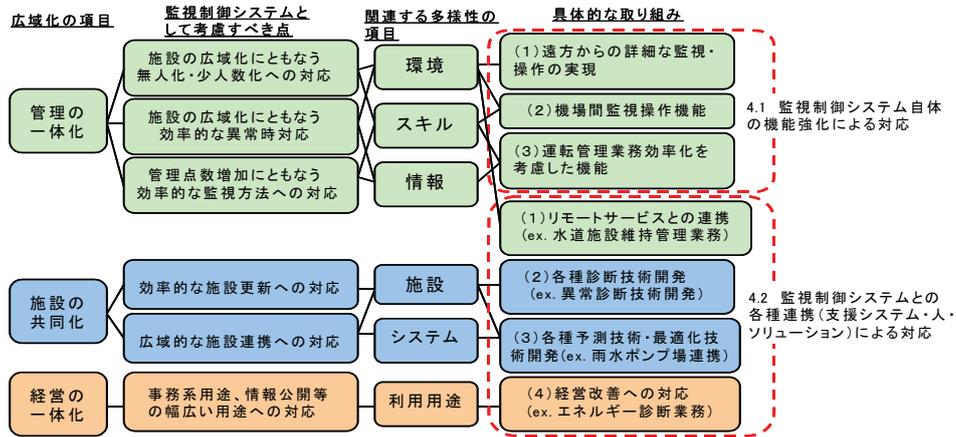


Fig.2: Development of a new concept of monitoring and control system to adapt wide-area operation and management

4.1 監視制御システム自体の機能強化による対応

(1) 遠方からの詳細な監視・操作の実現

広域あるいは複数の施設を監視する方法として、リッチ・クライアント方式への対応を行った。Fig.3 に示すように、拠点機場 A に設置された監視制御システムのサーバからリモート監視端末に監視ソフトをダウンロードして、インストールすることにより、拠点機場 A の監視室の監視端末と同等の監視、操作を行うことを可能にした。

この方式では、操作性、リアルタイム性等の点において Web 技術より優れていると考えられる。この方式の実現により、環境の多様性に対応した有効な遠方からの監視・操作方式として整備することができた。

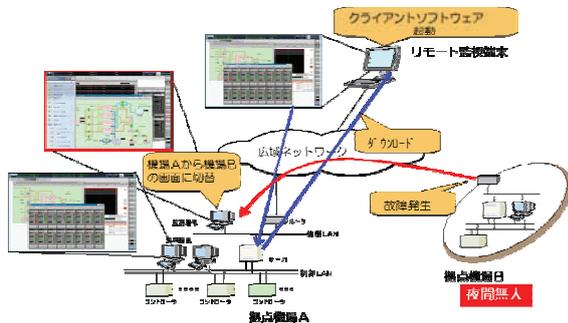


Fig.3: Outline of monitoring and operation from a distant place

(2) 機場間監視操作機能

ある機場から別の機場の監視操作を行う機場間監視操作機能として、監視対象の全機場の信号定義情報、画面情報等のエンジニアリングデータを持つ機場間監視操作監視端末、および各機場から操作権を取得する機能、システムにおける操作権を管理する機能の開発を行った。Fig.3 において、夜間無人の拠点機場 B で故障が発生した場合、拠点機場 A の監視操作端末から拠点機場 B の画面にログインすることで、拠点機場 B と同様の監視画面を表示し、また、操作権の取得により、拠点機場 A から拠点機場 B の機器の操作を可能とした。

この機能により、環境やスキルの多様性に対応した効率的な運用の実現を可能とした。

(3) 運転管理業務効率化を考慮した機能

情報やスキルの多様性に対応した運転管理業務の効率化を考慮した機能として、以下の対応を行った。

・監視区分変更機能

従来、信号パラメータの設定情報は全ての監視端末に反映されていたが、今回、監視区分変更機能として、信号パラメータの設定情報を反映する端末を指定する機能、および運転員や組織ごとに監視する範囲を変更できる機能を提供した。これにより、同一のシステムでも管理部署において必要な情報のみを管理し、業務の役割分担を明確にすることを可能とした。

・新たな警報区分への対応

従来、重・中・軽故障に区分していた故障情報を、対応基準に応じた数段階の新たな警報区分に割り付ける機能を提供した。異常発生時の対応は、至急対応、翌日対応等の各機場ごとに何らかの基準があると想定される。この対応基準に基づいた新たな警報区分により、各故障情報が発報されることにより、異常発生時の対応が明確となり、適切な対応を可能とした。

4.2 監視制御システムとの各種連携による対応

(1) 水道施設維持管理業務

監視制御システムと人との連携の一例として、リモートサービスを活用した維持管理員による効率的な維持管理業務について説明する。

リモートサービスとは、Fig.4 に示すように上下水道施設の監視制御システムと当社リモートセンタとを接続し、上下水道施設の維持管理に有効な情報を提供するサービスであり、2003 年よりシステムの運用を行っている。当社の監視制御システムは、リモートセンタとの接続方式を新旧システムに応じてパターン化し、リモートセンタとの接続が容易に実現できるよう、その仕組みの整備を行った。

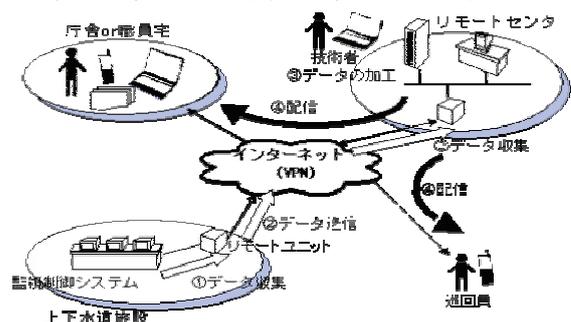


Fig.4: Outline of remote service system

ある水道施設の包括的業務委託では、浄水施設 7 機場を含む 55 ヶ所の施設の維持管理業務として、施設の運転管理、巡回点検、水質検査、緊急対応等の業務を行っている。異常発生時には、維持管理員がリモートサービスの情報を利用して状況把握、至急対応要否判断を早急に行い、監視制御システムと維持管理員とが連携した効率的な対応を実現している。

(2)異常診断技術開発

監視制御システムと支援システムとの連携の一例として、データサーバに蓄積されたプロセスデータを活用した異常診断技術について説明する。⁴⁾

本技術は、プロセスデータ同士の相関から、センサ、機器、処理プロセス等の異常を早期に検出し、異常原因を自動的に判断するものである。Fig.5 に示すように、大量にあるプロセスデータをデータ分布方向のばらつきを示す指標 (T^2 統計量) と、データが分布しない方向へのばらつきを示す指標 (Q 統計量) の 2 変数に変換し、これらの変数がある閾値を超えた場合に異常と判定する。

本技術により、施設の維持管理において、異常原因の素早い絞り込みや、異常の予兆を捉えることで、維持管理を効率的に行うことが期待される。また、施設、設備等の状況の把握や、適切なタイミングでの機器交換、施設更新等にも役立つものとする。

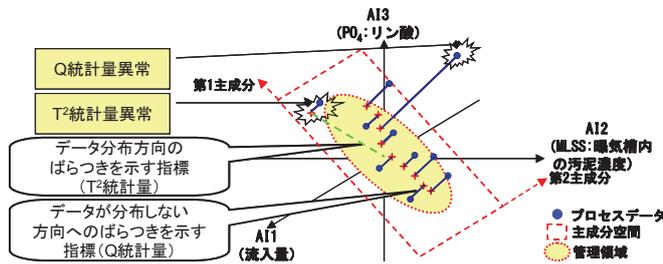


Fig.5: Outline of fault diagnosis technique

(3)雨水ポンプ場連携への対応

監視制御システムと支援システムとの連携のもう一つの例として、雨水ポンプ場連携への対応について説明する。

雨水ポンプ場連携は、近年の局所的な豪雨の増加に対応するために、複数の雨水ポンプ場を管渠(ネットワーク管)により接続し、ネットワーク化することにより、雨水ポンプ場を効率的に運用し、雨水整備水準の向上を目指すものである。雨水ポンプ場連携向けの支援システムは、降雨レーダシステム、管渠内水位計等による観測技術と、降雨予測、流入量予測等の予測技術とを利用して広域の雨水ポンプ場の効率的な運用を支援する。雨水ポンプ場の運用には、リアルタイム性が要求されることから、降雨予測では相互相関関数法による予測モデル、流入量予測ではシステム同定モデル、等を主に適用し、予測精度向上への取り組みを行っている。また、複数の雨水ポンプ場の運用は、他機場の運用状況やネットワーク管への流入の影響等も考慮する必要があり、これらの影響を踏まえ

た最適な運用方案の検討も進めている。

(4)エネルギー診断業務

監視制御システムを活用したソリューション提供の一例として、データサーバに蓄積されたプロセスデータを活用したエネルギー診断業務について説明する。

施設規模 7.2 万 m³/日、処理方式 A2O (嫌気-無酸素-好気) 法のある下水処理場では、DO 制御による曝気風量制御を行っていた。オフラインで同機場のプロセスデータを収集し、データ分析を行ったところ、Fig.6 に示すように、好気槽内のアンモニア濃度分布で、流入負荷に応じて風量不足および過剰な状況が見られた。そこで、改善手法として、曝気風量制御へのアンモニア制御の適用とインバータの導入により、ブロブ動力費を 17% 低減した。

このように監視制御システムの詳細なデータを活用することで、詳細な現状把握と有効なソリューション (効果的な省エネ手法) の提供が可能となると考える。また、複数の機場の状況を比較することで、より効率的な改善を行う取り組みも進めている。

監視制御システムには、経営改善に有効なデータが大量に蓄積されており、このデータを取り出すことも容易である。詳細なデータの活用が、有効なソリューション提供に繋がるものとする。経営の一体化では、3 章で述べたとおり、想定される利用用途が多岐に渡ることから、利用用途に応じた適切な対応がより重要になるものとする。

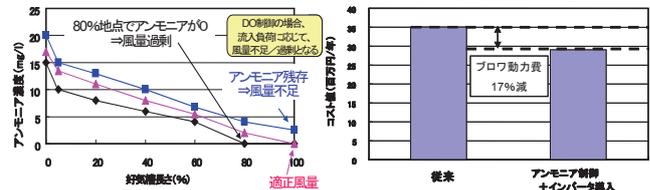


Fig.6: An example of energy diagnosis service

5. おわりに

本論文では、上下水道事業における新たな広域化への対応として、当社上下水道監視制御システムとしての具体的な取り組みについて説明した。

当社上下水道監視制御システムとして、より広い概念の広域化に対応できるよう、今後も引続き各種機能の開発、取り組みを進めていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 厚生労働省健康局:「水道ビジョン」,(2004)
- 2) 国土交通省都市・地域整備局下水道部, 社団法人 日本下水道協会:「下水道中期ビジョン〜「循環のみち」の実現に向けた 10 年間の取り組み〜」,(2007)
- 3) 大下 克彦, 田村 勉, 中川 隆史, 君島 和彦, 鈴木 賢一:「広域水道施設の統合管理システム構築事業 ―ブロック単位管理体制から統合管理体制移行への最適なシステム構築取組み―」, 第 59 回全国水道研究発表会講演集, pp.460-461, (2008)
- 4) 株式会社東芝:「第 32 回公共システム研究会―健全な水環境と資源循環を支えるシステムソリューション―」,(2006)
- 5) 山川 昌弘, 本蔵 義弘:「上下水道事業におけるサービスと経営ソリューションの提供」, 東芝レビュー, Vol.61, No.5, pp.8-11, (2006)