

# 上下水道監視制御サーバへの演算機能“オープンロジック”の実装

Open Logic Arithmetic Function Implemented in Water and Sewage Monitoring and Control Server

安達 美総 張 辰樹 横山 雄

■ADACHI Yoshifusa ■CHOH Tatsuki ■YOKOYAMA Suguru

上下水道監視制御システムでは、ローカル設備である制御装置により演算機能をリアルタイムで制御するのが一般的である。一方、高度な付加機能として、運転支援のためのサーバや端末を設置し、過去データや継続収集データの傾向などから特殊な演算を実施し、上下水道の維持管理を支援する場合もある。しかし、専用の支援系サーバや端末を設置できるのは大規模自治体など一部に限られ、導入が進まないのが実態である。

今回、東芝の上下水道監視制御システム TOSWACS<sup>TM</sup>-Vにおいて、動的な警報設定の変更、過去データを利用した演算、及びユーザーによる自由な演算などの機能を提供する“オープンロジック”を、監視制御サーバ(SVS: Server Station)のオプション機能として開発し実装した。この機能により、特別なサーバや端末を設置することなく簡易的な支援系機能を実現できる。

In water and sewage monitoring and control systems, arithmetic functions are generally performed by process control stations (PCSs) at local facilities in real time. High-value-added functions including special operations based on the trends in continuous and historical data can be incorporated into a system by installing special servers and terminals. However, with the exception of a few facilities operated by large-scale local governments, these special operations have not been extensively introduced.

In response to these circumstances, Toshiba has developed an open logic arithmetic function as an optional feature of its TOSWACS<sup>TM</sup>-V water and sewage monitoring and control system. The open logic function enables users to dynamically change the settings of alarms, to perform arithmetic functions using past data, and to easily realize supporting functions without the need for additional servers and terminals.

## 1 まえがき

2013年3月に厚生労働省から発表された「新水道ビジョン」は、安全、強靱(きょうじん)、及び持続の三つの観点から、将来の水道の具体的な理想像を示している。特に“持続”の観点から、水道システムの高度化や、職員不足を補う作業の効率化、安全管理の徹底、危機管理対策など、多様化したレベルの高い要求事項に応えられる技術を民間が提案すべきであると提言している<sup>(1)</sup>。

下水道事業でも、国土交通省が2012年度から始めた「下水道におけるICT活用に関する検討会」で、人員不足の制約に対応する技術として、ICT(情報通信技術)の活用が求められている<sup>(2)</sup>。

これらの要求事項に対応するには、監視制御システムにフレキシビリティが求められる。監視制御システムが持つべきフレキシビリティとは、“求められる機能を、最適な構成機器に自由に実装すること”や“プラントに影響を与える環境の変化や運転員の経験の差を補完すること”と考えられる。

例えば、状況の変化に応じて監視制御システムの制御内容を容易に変更できるようにすることや、事業者ごとの過去データを利用可能な情報に処理して意思決定を補助することなどが挙げられる。こうしたフレキシビリティを監視制御システムに持たせることで、上下水道事業体ごとに異なる複雑な設備の運用に適

合し、少人数で効率的な監視体制を実現できるようになる。

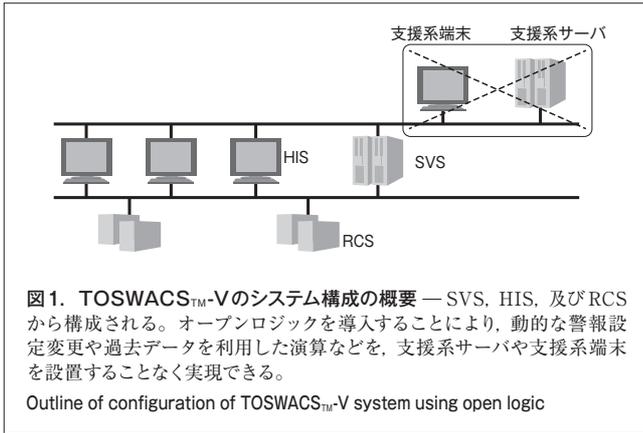
そこで東芝は、上下水道監視制御システム TOSWACS<sup>TM</sup>-Vの高度化や作業の効率化に対応する機能を、特別な装置を組み込むことなく実現することを目的として、柔軟に演算機能を構築できる“オープンロジック”を開発した。この機能を用いて、プラントの状態を考慮した警報発報条件の設定変更や過去データを用いた演算などの機能を、監視制御サーバ(SVS: Server Station)に実装した。ここでは、この演算機能 オープンロジックの概要と、上下水道プロセス制御における適用例について述べる。

## 2 TOSWACS<sup>TM</sup>-V及びオープンロジックの概要

### 2.1 TOSWACS<sup>TM</sup>-Vの概要と運転支援系の課題

当社の上下水道監視制御システム TOSWACS<sup>TM</sup>-Vの構成例を図1に示す。

これまでの上下水道プラント向けの監視制御システムでは、制御装置(RCS: Realtime Control Station)にプラント制御のための各種の演算機能を組み込むことができた。しかし一般に、プロセス値の過去データをRCSより上位の監視制御端末(HIS: Human Interface Station)やSVSが保持しているため、RCSでは長期間にわたるデータを処理に利用することは



困難であった。更に、プラントの意図しない挙動が発生する要因になりやすいことや、その責任の所在が明確にならないということから、これまでは堅ろう性の維持を優先して製品化を行ってきたため、各種演算式の編集や重要な設定値の変更など、ユーザーに開放する範囲は限られたものであった。

また、プラントの運転支援を行う場合、必要とされる運転支援機能の内容やプラントの構成がプラントによって異なるため、標準化することが難しく、そのつどインデント機能として開発する必要があった。多くの場合、こうしたインデント機能はTOSWACS™-Vの基本構成には含まれない別のステーションを用意し、その中に機能を実装してきた。プラント運転支援機能をインデント機能として開発することで、個々のプラントに適した精度の高い機能を構成している。

しかし、その精度を維持するため容易に変更を行えない仕様となっており、そのことで、プロセスや機器の増設や改良が行われると演算結果と実際の値の間に乖離(かいり)が生じ、支援システムとして陳腐化する傾向にある。また、TOSWACS™-Vとは別のステーションとして実現されることが多いため、操作性がTOSWACS™-Vとは異なるうえ、運転支援システムで得た結果をTOSWACS™-Vで利用できないなど、ユーザーにとって不便なものとなっていた。

## 2.2 オープンロジックの導入

各種運転支援用の演算を、そのままTOSWACS™-Vの標準ソフトウェアとして実現することは、SVSへの負担や処理速度を考えると現実的ではない。そこで、運転支援に必要な演算の内容を、単純化、汎用化されたシンプルな単機能の部品(以下、ロジックブロックと呼ぶ)の組合せとして表現し、ロジックブロックを標準化対象の単位として扱うことにした。すなわち、TOSWACS™-Vの標準ソフトウェアにロジックブロックを用意し、それらを組み合わせることで、柔軟に演算などの機能を構築することができるオープンロジックを開発した。

これにより、監視制御システムに統合された運転支援機能を実現できるようにし、更に、これらの機能をユーザーに開放することで、ユーザーはHIS上で前述のロジックブロックをグ

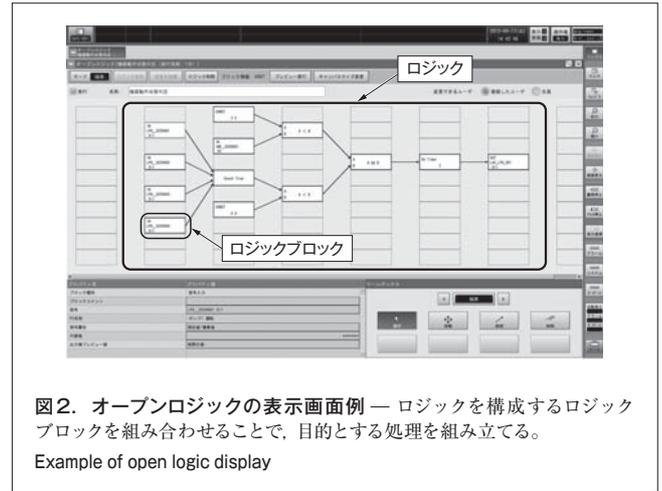


表1. 登録可能なロジック

Registerable logics

ツールグループ	ロジックブロック	ツールグループ	ロジックブロック
編集	接続	関数 (続き)	絶対値
入出力	信号入力		平均値
	信号入力 (ヒストリカル)		中央値
	定数入力		正弦
	現在時刻		余弦
	信号出力		正接
四則演算	加算		逆正接
	減算		円周率
	乗算		オイラー数
	除算		指数
	剰余		常用対数
比較	等号		自然対数
	不等号 (≧)		平方根
	不等号 (>)		n乗根
	不等号 (≦)	2乗	
	不等号 (<)	3乗	
論理演算	論理和	n乗	
	論理積	積算	
	否定	デジタル状態積算	
	条件判定	アナログ変化量	
ビット演算	Count True	デジタル入力時間差	
	AND	モデル演算式	
	OR	真値継続時出力	
	XOR	偽値継続時出力	
	右シフト	設定回数内の真値継続時出力	
	左シフト	むだ時間	
	1の補数	移動平均	
関数	負値ゼロ出力	フリップフロップ	
	正値ゼロ出力	リミット	
	最大値	ホールド	
	最小値		

ラフィカルに組み合わせ、ロジック(演算式)を構築できるようにした(図2)。今回の開発において、オープンロジックで利用できるロジックは、表1のとおりである。

ユーザーは図2に示すような画面を用いて、オンラインでロジックを組み立てることができる。システムは、登録されたロジックに従った演算を定周期で行い、ユーザーは、その結果をメッセージやトレンドグラフとして、通常の監視画面とシームレスに確認できる。

このような操作を、TOSWACS™-VのHIS上で、本来の監視制御と同じ画面構成、手順、及び感覚で行うことができる。

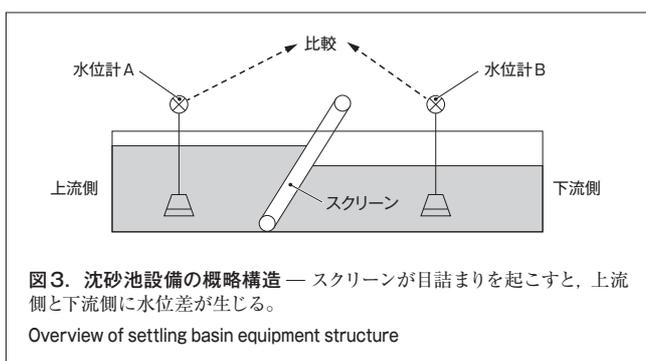
### 3 オープンロジックの適用例

実際にオープンロジックを適用することで実現できるソリューションの例について述べる。

#### 3.1 スクリーンの目詰まり診断

下水処理場において、流入水の中から障害物を取り除くためのスクリーンは、目詰まりを起こしやすい。これまで、スクリーンの目詰まりを検出するには、専用のセンサを取り付けるか、又はスクリーンの上流側と下流側に取り付けられた水位計の指示値を比較し続ける必要があった(図3)。しかし、このような監視を続けていくことは、下水道事業の効率化が進められている状況では難しくなっている。

オープンロジックを利用すると、上流側と下流側の水位計の指示値を定周期で監視し、その偏差がしきい値を一定時間継続して超えたときに、警報やガイダンスを発報するロジックを組み立てることができる。ロジックの構築例を図4に示す。しきい値や警報発報までの時間のパラメータはオンラインで変更可能であることから、フレキシブルな監視が実現できるようになる。



#### 3.2 電動機の異常判定

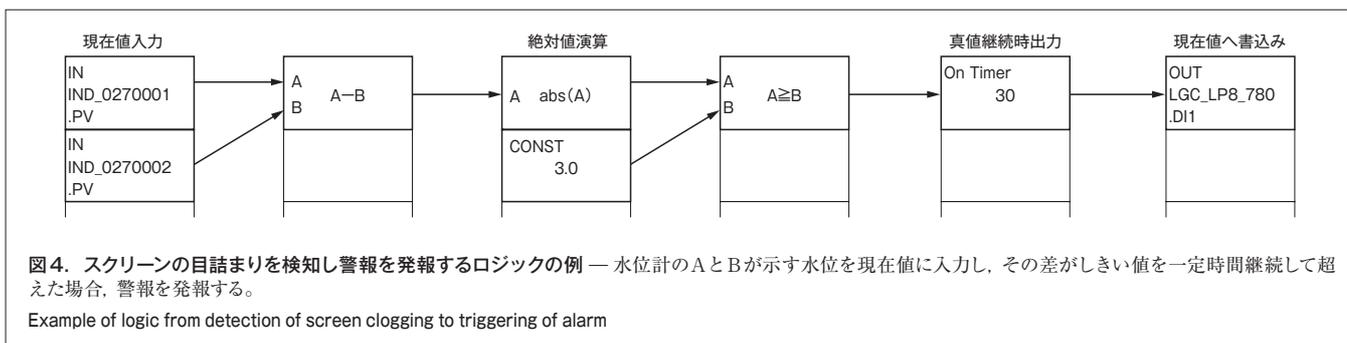
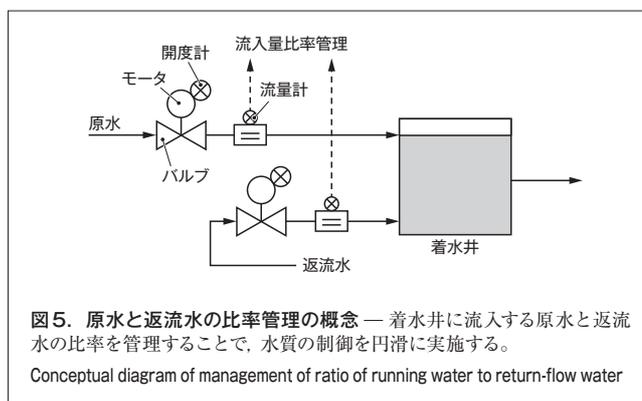
上下水道プラントでは多くの電動機が使用されているが、それらの劣化や異常を早期に検知するため、軸受温度を管理することが多い。この異常を判断するには、短期的な変化ではなく、長期にわたる変化を捉える必要があり、これまでの上下水道監視制御システムでは別置きの診断システムによって行ってきた。

オープンロジックを利用すると、過去の情報を利用して、電動機の稼働状況から、異常の予兆を検知したり点検を促すガイダンスを発生させたりすることができる。例えば、同一仕様のポンプが複数稼働している場合、電動機の軸受温度を稼働開始時点と現在の値と比較し、その偏差がしきい値より大きくなったときに、点検を促すガイダンスを発生させることができる。

#### 3.3 原水と返流水の流入量比率による異常診断

浄水場において、水質制御を円滑に実施するうえで、着水井に流入する原水と返流水の比率を管理することは重要である(図5)。この流入量の比率が異常となった場合に、警報を出力することは有効であるが、返流水の送り元であるろ過池がメンテナンスで休止した場合など、警報を出力する比率の設定を変化させる必要があり、固定比率での管理は難しい。

オープンロジックを用いて、水質が流入量比率による異常警報の出力基準値から逸脱したときに警報を発報するロジックを構築すると、浄水場の運用状況によりユーザーが出力基準値を変更できることから、不要な警報を出力することなく監視できる。



### 3.4 雨水ポンプの運転方策決定支援

下水処理場において、雨水ポンプを起動するタイミングは容易ではない。雨水が流入した際に、起動が早すぎるとポンプ井の水位が低下しすぎてポンプが停止してしまい、起動が遅いと排水処理が間に合わなくなり、ポンプ井がオーバーフローしてしまう。これまで、雨水ポンプの運転タイミングの決定は、多くの知識と経験を持つベテラン運転員の判断に基づくか、ファジィ演算などの高度な機能を導入して行われてきた。しかし、ベテラン運転員の高齢化や高度な運転支援装置の導入コストの問題から、新たな対策が必要とされている。

このような問題に対しオープンロジックを適用することで、簡易的な雨水ポンプの運転方策の決定を支援できるようになる。例えば、雨水の流入が増加している状況は、一定時間前と現在のポンプ井水位の差分をとり、その差分が大きい状態が継続しているというロジックを組み、そのロジックの結果により、ポンプの起動を促すガイダンスを発生させることができる。この際、しきい値や何分前との変化量をとるかなどのパラメータをオンラインでフレキシブルに変更することや、他の変量を演算に追加することも可能である。

## 4 あとがき

当社の上下水道監視制御システム TOSWACS<sub>TM</sub>-VのSVSに搭載した演算機能 オープンロジックの概要と上下水道のプロセス制御における適用例について述べた。これらの適用例にあるように、簡易的な制御に置き換えることができれば、特別なサーバや端末を設置することなく支援機能を実現できる。

しかし、TOSWACS<sub>TM</sub>-Vの基本構成には含まれない別のステーションを設置し、インデント機能として開発した機能に比べると、今回開発した単純なロジックでは精度や解決方法が不足するケースも多くある。今後、ユーザーのニーズを収集し、実用性の高いロジックの拡充や、ユーザーが高度なロジックを使用できる仕組みを検討していく。

## 文 献

- (1) 厚生労働省 健康局 水道課. “新水道ビジョン”. 厚生労働省ホームページ <<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/newvision/>>, (参照 2013-10-18).
- (2) 国土交通省. “下水道におけるICT活用に関する検討会”. 国土交通省ホームページ. <[https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo\\_sewerage\\_tk\\_000262.html](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000262.html)>, (参照 2013-10-18).



安達 美総 ADACHI Yoshifusa

コミュニティ・ソリューション社 水・環境エンジニアリングセンター 水・環境システム技術部主務。上下水道など公共分野のシステムエンジニアリング業務に従事。

Water & Environmental Engineering Center



張 辰樹 CHOH Tatsuki

コミュニティ・ソリューション社 府中コミュニティ・ソリューション工場 社会インフラシステムソリューション部。公共システムのソフトウェアの開発・設計に従事。

Fuchu Operations-Community Solutions



横山 雄 YOKOYAMA Suguru

コミュニティ・ソリューション社 水・環境エンジニアリングセンター 水・環境システム技術部主務。上下水道など公共分野のシステムエンジニアリング業務に従事。

Water & Environmental Engineering Center