

浄水場を拠点とした監視制御設備の更新設計事例

(株)東京設計事務所 九州支社 ○四宮 明宣
河内 正典

A 団体は 7 構成団体が統合協議を重ね基本協定の締結により発足した水道事業者の団体である。このため、多数の浄水場、配水池を抱えていることから、統廃合により施設のダウンサイジング化を行い、A 団体の拠点である B 浄水場での一括監視と制御を行う方針とした。対象機場数は約 200 か所と膨大な施設数であり、対象機場も浄水場、配水池、送水ポンプ場、水源と多岐にわたっていた。

本論文では、検討対象機場について拠点浄水場や一次配水池の定義を行い、遠方監視と制御を検討した事例を報告する。

Key Words : 水道事業統合、集中監視、遠隔制御、ダウンサイジング

1 はじめに

少子高齢化社会の到来や東日本大震災の経験により抜本的な危機管理対策が求められている中で、未来永劫にわたって水道サービスを供給するために、厚生労働省は「新水道ビジョン」を公表し、「地域とともに、信頼を未来につなぐ日本の水道」を基本理念とした水道の理想像「安全」「強靱」「持続」を政策課題として、対応策や目指すべき方向性を示すこととした。

Z 県では市町村合併と広域水道事業統合協議会の発足により、A 団体としての基本協定書を締結し、浄水場や配水池などの統廃合を行うこととした。その後、現状において抱える諸課題を抽出し、将来の水道のあるべき姿を見据え、目標を実現するための具体的方策を示す「A 団体新水道ビジョン」を策定している。また、旧 A 団体の構成団体であった X 市は、A 団体から新たに用水供給を受け、Y 地区を X 市水道事業の給水区域に取り込むこととして、水道事業統合計画書の変更（案）を策定した。

このように市町村合併や A 団体としての水道事業の統廃合により、水道事業を取り巻く環境が大きく変化している。本論文は、A 団体水道事業の統廃合にあたって、監視計装設備を統合更新するために必要な検討を行ったものである。A 団体の本部がある B 浄水場では一括集中監視を行う必要があり、また、関連団体で維持管理を行っている一次浄水場の監視制御の方針を決定する必要があったことから、それぞれに必要な監視制御システムについて検討した内容を報告する。図-1 に監視体制のイメージを示す。

2 各施設区分の設定

対象施設数が 200 機場あり膨大であったことから、通信や制御の検討を行うにあたって、以下のとおり大きく 2 つに区分し、検討を行うこととした。

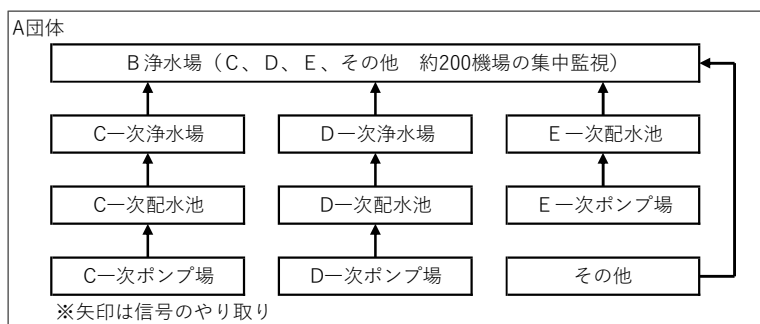


図-1 監視体制のイメージ

①通信や制御の重要性が高い（「重要区間」と定義）

- ・ B 浄水場
- ・ 取水場～一次浄水場（B 浄水場以外の関連団体が保有する浄水場）
- ・ 一次浄水場～一次配水池
- ・ 送水ポンプ場～配水池

②通信や制御の重要性が低い（「一般区間」と定義）

- ・ 直接浄水場と接続されていない配水池

3 統合監視システム構築方針

監視計装設備の統合更新計画を策定するにあたって、統合監視システム構築について、システム構成の比較検討を行う。今回の検討ではクラウド化について導入を検討し、メリット、デメリットを整理した。

表-1 にクラウド化のメリット、デメリットを示す。

表-1 クラウド化のメリット、デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> ・ 監視場所（監視室）以外においても施設の監視及び状態把握が可能である。 ・ 常に最新ソフトウェアの利用が可能である。 ・ 維持や保守など運用コストを低減できる。 ・ ハードウェア故障によるデータ（帳票、トレンド、メッセージ等）の消失リスクを軽減する。 ・ 監視場所（監視室/電気室）のスペースに余裕がない場合でもシステム構築が可能である。 ・ 監視場所（監視室）の移動・移設が容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ システムの信頼性・安定性はインフラ依存であり、異常時は監視・制御機能が停止する※1。 ・ クラウドの SLA（サービス品質保証）に準じて、設備停止が発生する（水道標準 PF の SLA:99.95 では、年間 4.5 時間程度の設備停止が発生する）。 ・ データ更新のリアルタイム性は低い。同様に機器操作等の応答性も低い（一般的にストレスなく応答するとされる 3 秒応答は不可）。 ・ データセンターとの通信が必要となるため、接続局数/通信データ量に応じた月額利用料が発生する。

クラウド化の利点は、維持・改造コストの低減であるが、監視には使用できても操作や自動制御を含む場合は回線及びクラウドについての信頼性が確保されていない。このため重要区間の制御に対してはクラウドシステムを推奨できない。以上のことから、次の採用方針とした。

【採用方針】

- ・ B 浄水場設備の監視及び、一般区間の統合監視システムとしてクラウドシステムとする。
- ・ 操作・自動制御用途の必要な重要区間に関しては、現地に監視制御設備を整備する。

4 B 浄水場の監視制御装置の検討

本項では B 浄水場の統合監視システムの監視制御装置について検討を行う。表 2 に監視制御装置の比較を示す。監視制御ネットワークとして、専用ネットワークと汎用ネットワークの比較検討を行った。具体的には次の装置の比較を行うこととした。

- ① 専用監視制御装置（専用ネットワーク）
- ② 一般産業用監視制御装置（汎用ネットワーク）

以下の理由から「一般産業用監視制御装置」を採用した。

- ・ 市販のネットワークを用いることになるが、品質においては問題ない。
- ・ 機能拡張性において特別な機能は不要である。
- ・ 保守性において、耐用年数が短い汎用品であるため、機器の確保が容易であり安価である。

表 2 監視制御装置の比較

項目	専用監視制御装置を適用	一般産業用（汎用）監視制御装置を適用
概略構成		
適用範囲	大規模 ~ 小規模システム	小規模 ~ 極小規模システム
制御ネットワーク	専用の制御ネットワーク又は Ethernet 注) Ethernet の場合でも通信仕様は独自仕様	汎用ネットワーク (Ethernet、FL-net など) 注) Ethernet の場合、通信仕様は独自仕様 FL-net の場合、基本通信仕様は規格化されているが、アプリケーション部は各社製作
ハード	自社製	市販
ソフト	自社製	市販、設計・製作のみ自社製
性能	◎ 開発段階でシステム検証が可能 常に一定の性能	○ 汎用ネットワークを用いる 監視用途では品質・性能に問題はない
信頼性	◎ 監視装置の 24 時間連続運転保証 システムの二重化可能 システムと連動した異常検出表示機能 (RAS 機能) 可能	○ 監視用途のため、監視装置の 24 時間連続 運転保証は複数台数化で可能 監視であればシステムの二重化と異常検 出表示機能 (RAS 機能) は不要
機能拡張性	○ 自社製 S/W のため機能拡張が比較的容易	○ 機能拡張が容易ではない 監視用途限定なら不要
保守性	△ 故障時に納入メーカーでの原因解析が可能 1 日程度での代品交換可能だが時間がかかる ケースがある	◎ 故障原因の解析は困難 汎用品にて対応可
システム耐用年数	○ 保守可能期間は 15 年程度 (部品交換 10 年間+機能維持 5 年間) 製品サイクルが長く、同仕様の機器の入手が容易	○ 保守可能期間は 5~7 年程度 (FA-PC) 汎用 PC の場合は 3~5 年程度 汎用品利用の場合は製品サイクルが短い が、同仕様の機器の確保が可能
コスト	△ 高価	◎ 安価
総評	△ 信頼性が高く、機械設備の一部増設・改造 に対応し易いシステムにはなるが、導入 費用が非常に高価である 機能増設対応は既設メーカーに限定される	◎ 性能や信頼性の面では、専用装置に比べ機能 面で劣る 用途が監視用途であれば汎用品で十分である

5 一次浄水場のシステム検討

本項では一次浄水場における監視と制御に関するシステム検討を行った。監視制御方式はシステムの構築を行う上での基本思想として以下の3つに区分される。

- ① 集中監視集中制御方式
- ② 一元管理形集中監視分散制御方式
- ③ 機能分散形集中監視分散制御方式

各方式について表-3にまとめる。

表-3 システムの比較

比較項目	①集中監視集中制御方式	②一元管理形集中監視分散制御方式	③機能分散形集中監視分散制御方式
システム構成			
概要	監視操作系は、LCD 監視制御装置にて一括処理し、制御系は1台のプロセスコントローラで集中制御を行うシステム	監視操作系は、LCD 監視制御装置にて監視機能及び帳票機能を一括処理し、制御系は各設備単位で分散制御することにより、危険分散と負荷分散を図ったシステム	監視操作系は LCD 監視制御操作装置で行い、データ処理は帳票装置で行う一括処理でなく、機能分散することにより、制御系と共に危険分散と負荷分散を図ったシステム

一般的に、小規模施設は集中制御方式、中・大規模施設は分散制御方式が採用される。一次浄水場においては、現状では分散制御方式が採用されているが、検討の結果、以下の理由により集中制御方式を採用する。

- ・集中制御方式は、自動・連動制御回路が分散されないため、制御用コントローラに異常が発生した場合、自動・連動制御回路が使用不可となるが、今回、コントローラのCPUを二重化対応することで異常時のリスク回避が可能である。
- ・分散制御方式に比べ安価となる。

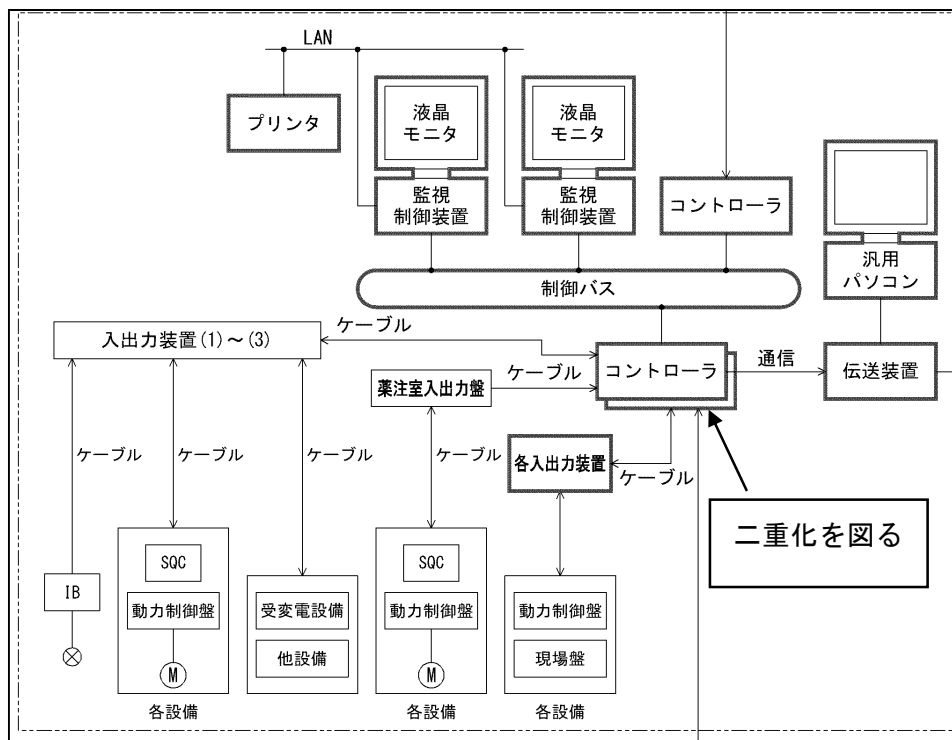
比較検討結果を表-4にまとめる。

表-4 システムの比較結果

比較項目	①集中監視集中制御方式	②一元管理形 集中監視分散制御方式	③機能分散形 集中監視分散制御方式
特徴	1つのCPUがプラント全体の処理をこなすため、CPUの故障で全設備の監視・制御機能に影響を及ぼす。 一般に高負荷となり、異常時の影響範囲は大となる。 小規模プラント向き。	監視操作系が1つのCPUで処理するため、CPUの故障で監視操作系の全ての機能停止になる可能性がある。機能分散形より拡張性が高い。 制御系は、設備単位に分散設置しているため、信頼性が高い。 中・大規模プラント向き。	監視操作系、制御系共に、機能を分散した形で設置するため、CPUの故障は該当する部分の機能停止となるだけで、他の機能への影響はない。 ただし、装置数が増える。 大規模プラント向き。
信頼性	二重化を図ることにより向上 ○	CPU複数化により向上 ○	機能分散により信頼性は良い ◎
経済性	安価 ◎	やや高価 △	高価（特に機能増設費） ×
保守性・拡張性	装置が集約されているため、保守性は良いが、装置能力に限られるため拡張性は劣る。 また、保守時や機能拡張時に装置の停止を伴う場合の影響はプラント全体に及ぶ。 ○	監視操作系は、LCD監視制御操作装置の保守・異常時には中央監視操作機能が停止となり、複数台化システムが必要。 制御系は、設備ごとの保守・拡張作業が可能。 △	監視操作系、制御系それぞれで危険分散しているため、保守・拡張作業時においても該当する一部の機能停止とはなるが、全てが機能停止とはならない。 ○
採用	○	△	△

一次浄水場のシステム構成図について図-2に示す。

図-2 一次浄水場のシステム構成図



6 主監視操作装置の選定

プラント用監視操作装置は、施設規模に関わらず、モニターによる詳細な監視操作及びロギングコントローラによる自動帳票作成が主流である。一次浄水場においては、この方式がすでに採用されていたため、更新後も基本的に同様の考え方とする。よって、一次浄水場の主監視操作装置は、LCD監視制御装置を採用し、以下の機能を具備する方針とした。

表-5に監視機能を取りまとめた。

表-5 監視機能のまとめ

機能	内容
系統図表示	スケルトンまたは設備フロー図をプロセスデータ値と共に表示することにより、設備運転状態の詳細を把握する。
故障画面の自動表示	異常が発生した場合は、故障機器や異常データが含まれる系統図の自動表示を行う。機器シンボルは色変化とフリッカで表示し、故障メッセージを出力する。プロセスデータ値が異常の時は、数値の色を変えることにより異常を知らせる。
トレンドグラフ表示	トレンドグラフは、関連データの時系列的な相関を見るのに適し、リアルタイムトレンド、ヒストリカルトレンド、いずれも行えるものとし、1画面に表示するデータ項目の組合せは自由に選択できるものとする。
計測値表示	計測値を画面上に表示し、この画面で制御目標値や上下限警報設定値の設定変更が可能である。
データ一覧表・設定	瞬時値・積算値を設備又はプロセスごとに画面表示するとともに、データ値の設定・変更はこの画面で行う。
故障メッセージ一覧表	現在継続中の故障については、発生時刻の早いものから時刻、設備名、機器名又はデータ名、故障名など表示する。
帳票表示	プリンタに出力する帳票は帳票クライアントで表示する。罫線、印字項目、桁数、少数点以下桁数を自由に指定できる。
機器操作機能	LCDでは、プロセス機器のモード切替、運転、停止等の操作をはじめとし、計測値、積算値の上下限警報設定、運転スケジュールのパラメータ設定等の制御設定を行う。

7 おわりに

本論文では 200 機場における集約監視の検討を行った事例から、その一部である B 浄水場での集中監視と一次浄水場での監視制御方式について報告した。クラウド化による情報処理技術の進展により、監視においては、従来の受注メーカーの専用システムによる技術からの脱却を図り、一般産業用装置を用いたシステムの構築が可能となった。将来的には制御においても専用システムからの脱却を図ることを検討し、水道事業の広域化に貢献したいと考える。