

官民連携による中国浙江省への 配水コントロールシステム導入の取り組み

矢橋 正寛
Yabashi Masahiro

舘 隆広
Tachi Takahiro

大隈 啓二
Okuma Keiji

劉 軍
Liu Jun

顧 一能
Gu Yineng

日本国内で実績を有する水道配水コントロールシステムを、中国浙江省内に選定された水道事業体に導入するモデル事業を官民で連携して進め、事業の可能性を調査した。対象地域は、給水人口15万人、最大配水量30,000 m³/日である。水道配水管網および設備の現地調査結果を踏まえ、水需要の増加に伴う将来の配水水

圧不足への対策を検討した。浄水場からの自然流下配水を最大限に活用した管網整備計画の策定と、これを前提とした配水コントロールシステムの基本設計を実施し、安定的な給水の確保と施設の効率的な運用への見通しを得た。この経験を踏まえ、引き続き日本の水道技術の国際展開に貢献していく。

1. はじめに

本稿では、日本の官民が一体となって取り組んだ水道産業の国際展開事例として、中国で実施中の中小事業体向けの配水管理支援事業に関する取り組みを報告する。

水道供給の全体的な水準向上を図る中国政府の意向に応え、2008年5月に、厚生労働省と中国住宅都市農村建設部の間で、中国の地方都市に対する日本からの水道技術協力の覚書が取り交わされた。これに基づき、同部により中国浙江省内の地方都市が対象地域として選定された。2008年11月には、同地方都市内の主要水道事業体の視察調査、ヒアリングを実施した。その結果、日本の技術を導入する意欲のある一水道事業体の協力を得て、配水管理支援を中心とするモデル事業を実施した。2010年11月には本事業に関する覚書調印に至っている。

中国の太平洋沿岸部の地方都市では、経済発展と水需要増加が顕著であり、水道配水管理の効率化や安定的な給水の維持に対する関心が高い。日本の技術によりこれらの課題解決に貢献すべく、筆者らは現地の協力水道事業体の調査に基づき、管網最適化計画の提案と配水コントロールシステム導入のための基本設計を実施した。それらの概要について以下に述べる。

2. 調査方法

厚生労働省健康局水道課をはじめとする日本の官民の関

係機関、および中国国内の関係機関と連携し、2008年11月より2010年2月まで、対象地域の予備調査を3回実施した^{1), 2)}(表1参照)。その過程で協力水道事業体を選定し、その給水区域をモデル地域として配水管理モデル事業に着手した。

2010年6月以降は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization)の支援を得て、モデル地域の水道管網と施設の本調査を2回、独自の本調査を2回実施し、現在および将来における配水管理の課題を整理するとともに、将来予想される水需要の増加に対する最適な改善案を検討した³⁾。

本モデル事業の対象として選定された協力水道事業体の事業概要を表2に示した。規模は小さいが、地方都市として模範的な事業運営が行われており、約15%の無収水率で24時間給水が行われている。しかし経済発展地域であるため、水需要の増加に伴い末端水圧が不足する課題があった。そこでその解決のため、(1)水道配水管網の最適化と、(2)配水コントロールシステム導入の、2段階の計画提案で支援することとした。

配水管網の調査は、協力水道事業体より提供された水道管網地図と、モデル地域全域の踏査による現場確認で行った。入手データに基づいた管網シミュレーションには、日立上水道図面情報管理システム「AQUAMAP」の管網解

表1 | 対象地域の予備調査および本調査

中国の地方都市への日本の水道技術導入を目的に、官民で連携して調査・提案活動を行った。

項 目	時 期	調査内容	備 考
予備調査1	2008年11月	対象地域の協力水道事業者候補へのヒアリング調査を実施	厚生労働省健康局水道課 水道産業国際展開推進事業
予備調査2	2009年11月	対象地域の協力水道事業者候補に日本の製品・技術を紹介	(同上)
予備調査3	2010年2月	選定された協力水道事業者候補での、水道配水管理モデル事業開始を関係者間で合意	(同上)
本調査1	2010年6月	協力水道事業者の浄水場、ポンプ場などの基礎調査を実施	自社独自調査
本調査2	2010年8月	協力水道事業者の浄水場、ポンプ場、配水管網の詳細調査を実施	NEDO省水型・環境調和型 ^{※)} 水循環プロジェクト
本調査3	2010年10～11月	浄水場、ポンプ場、配水管網の追加調査を実施し、モデル事業実施に関する覚書に日本と中国の関係者間で調印	(同上) ^{※)}
本調査4	2011年4月	浄水場設備の詳細調査を実施	自社独自調査

※) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization) 「省水型・環境調和型水循環プロジェクト 水資源管理技術研究開発 水資源管理技術の国内外への展開に向けた実証研究」アジア地域における省エネ型配水管理支援事業の検証 実施可能性調査 (フェーズ1)

表2 | 協力水道事業者の事業概要

中国浙江省にある、経済発展の著しい地方都市である。

項 目	内 容 (2010年時点)	
給水人口	150,000	人
給水区域 [モデル地域]	300	km ²
一日最大配水量 (現在)	約 15,000	m ³ /日
一日最大配水量 (将来)	約 30,000	m ³ /日
浄水能力 (将来)	30,000 (a浄水場: 20,000, b浄水場: 10,000)	m ³ /日

析機能を用いた。

また浄水場と配水ポンプ場の、設備構成や運転状況なども現地調査で確認した。

3. 配水管網の最適化計画

まず現在および将来における配水管網の課題を整理するとともに、将来予想される水需要量の増加に対応した、配水管網の最適化計画を検討した。

3.1 現状および将来における配水管網の課題把握

モデル地域 (協力水道事業者の給水区域) は、南部に山地があるほかはほぼ平坦な地形である。2011年4月時点では、モデル地域中央のA地区中心部にある、a浄水場からポンプ加圧により給水区域全体に配水されていた。なお、A地区南部山地部のb浄水場 (自然流下により配水) および隣接するB地区のcポンプ場は休止中であつたが、将来計画はこれらの稼働を前提に立案することとした。

入手データに基づき、モデル地域全域を対象として水道管網の水圧シミュレーションを実施した。まず一日最大配水量約15,000 m³/日の現状では、末端のD、E地区が水圧不足 (0.15 MPa未満) となる結果が得られ、協力水道事業者の日常の配水管理状況と整合した。

また、約30,000 m³/日への水需要拡大が予想される将来は、モデル地域全域での水圧不足が予想される結果と

なった (図1参照)。a浄水場とb浄水場の両施設を稼働させても、配水が相互に干渉するため、b浄水場からの自然流下による配水が十分に行えないことも分かった。

これらの結果を踏まえ、課題解決のための配水管網最適化計画を検討した。

3.2 管網最適化計画の検討

計画の検討に際し、改善費用の削減と省エネルギー推進の観点から、ポンプの増設は極力行わない方針とした。具体的には、山地部にあるb浄水場からの自然流下配水を最大限に活用して、エネルギーの低減を図るとともに、配水



図1 | モデル地域での水圧分布の将来予測

日立上水道図面情報管理システム「AQUAMAP」の管網解析機能を利用して将来の水道配水圧力分布をシミュレーションした結果、水需要の増加により地域全域での水圧不足が予想された。

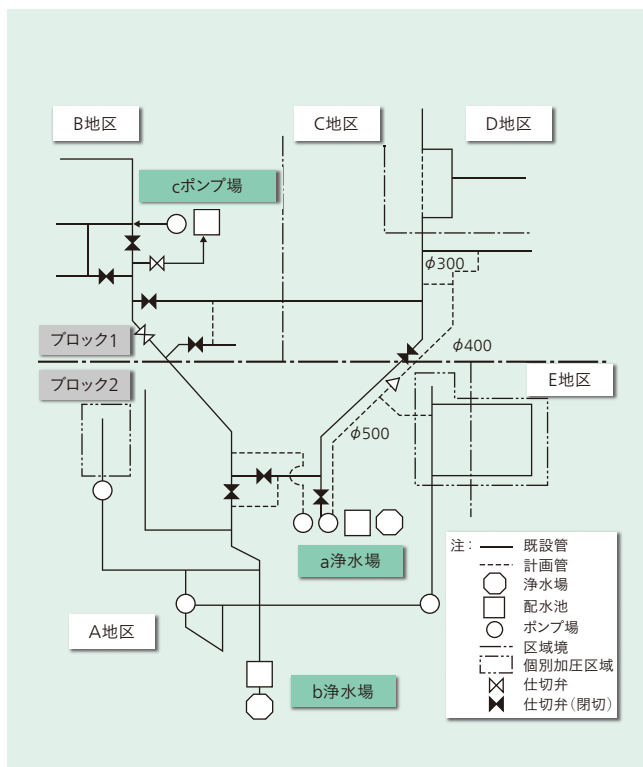


図2 配水管網の最適化計画

将来の水圧不足に対応するため、a、b両浄水場の配水干渉を防ぎ、費用の低減と省エネルギーも考慮した管網の最適化計画を立案した。

管網の改善を中心に水圧の確保を行うこととした。

その計画の概要を図2に示した。後述の管網ブロック化と管網整備を中心とした対策により、モデル地域全域で水圧を確保するとともに、自然流下配水を最大限に活用した効率的な配水が可能となる見通しを得た。

3.3 管網ブロック化

2浄水場からの配水の押し合いなどを極力防止し、自然流下配水を最大限に活用するため、A、E地区とB、C、D地区をそれぞれ別の配水区域に分割し（管網のブロック化）、b浄水場からの自然流下配水をA、E地区に、a浄水場からのポンプ配水をB、C、D地区に行う計画とした。

3.4 管網整備

現地調査の結果、配水管網の末端部が樹枝状の地区があることが分かり、水道水の滞留や水圧低下、水質悪化などが懸念された。そこでそれらを低減して給水を安定化するため、各系統の管路を接続して管網末端部の配管をループ化する整備計画を策定した。

4. 配水コントロールシステムの構築

現在の配水運用の課題を整理したうえで、前述の配水管網最適化を前提として、将来の設備計画を踏まえた配水コントロールシステムの構成案をまとめた。

4.1 現在および将来における配水運用上の課題

現地調査の結果、現在および将来の配水運用において、以下に示す課題があることが分かった。

- ・一部区域での配水圧力や残留塩素濃度の不足
- ・各施設の手動運転（中央監視制御システム未導入）による、業務量の多さ
- ・各施設間の非連携による信頼性や効率上の課題

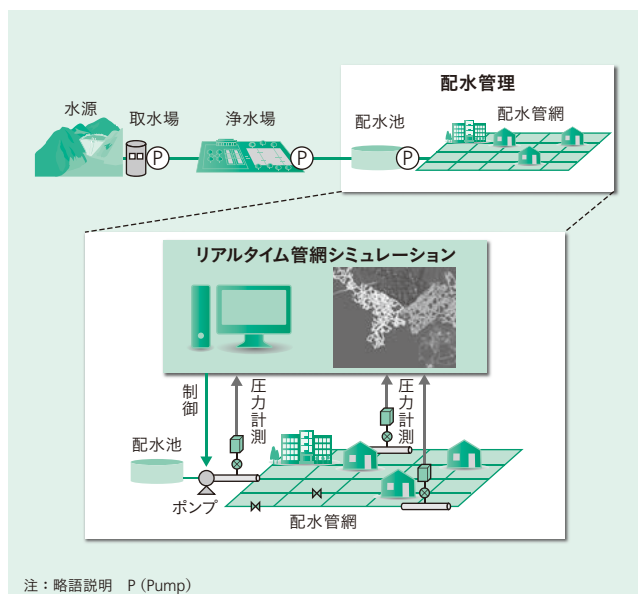
4.2 配水コントロールシステム構成案の立案

上記の課題を解決するため、配水コントロールシステムの構成案を立案した。

配水コントロールシステムは、浄水場や配水池からの水道水を需要者に届ける際の、配水管網の水圧を適正に管理するものである（図3参照）。今回検討した方式は、管網上の数か所の水圧を常時計測し、それらのオンラインデータとオフラインデータ（管網の地図情報や需要など）を基にリアルタイムシミュレーションを行い、ポンプの出力やバルブの開度を自動調整する実末端圧制御方式である。圧力計測から制御までの一連の作業が自動的に行われる。

現地の通信インフラ事情を勘案のうえ、携帯電話網による管網の計測監視と、光ネットワークによる集中監視制御を基本とするシステム構成とした（図4参照）。集中監視化による作業効率の向上や、異常時対応の迅速化が期待できる。またa浄水場とcポンプ場の連携で圧力不足を解消するとともに省エネルギーも考慮し、より適切な制御が期待される。

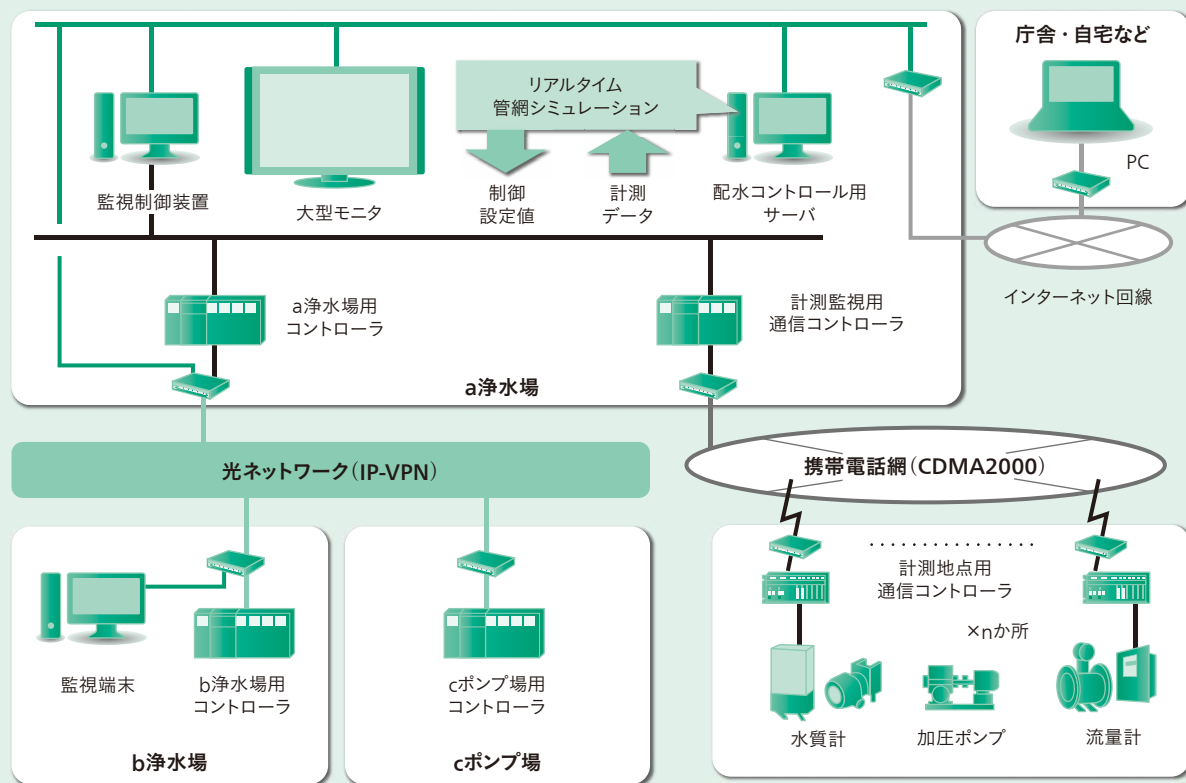
現地では配水管網の改善と浄水場の中央監視制御化を継続的に進めており、配水コントロールシステムの導入も検



注：略語説明 P (Pump)

図3 配水コントロールシステムの概要

浄水場あるいは配水池から需要者までの水圧を最適化する、配水コントロールシステムの例を示す。



注：略語説明 PC (Personal Computer), CDMA (Code Division Multiple Access), IP-VPN (Internet Protocol Virtual Private Network)

図4 配水コントロールシステムの構成

将来の水圧不足に対応するため、配水管網の最適化計画とともに配水コントロールシステムを提案した。

討課題となっている。

5. 今後の展望

5.1 省エネルギー対策としての配水コントロールシステム

中国政府の取り組みである第12次5か年計画では、水事業関連の課題として「公共施設、サービスの発展推進」、「水、エネルギー資源の有効利用」、「水質汚染、大気汚染の対策」が示されている。都市部の給水人口は年々増加し、給水総量も増加傾向にある。給水需要の増加に応えられるサービスの提供とともに、水質や大気などの環境保全に配慮し、限られた水資源やエネルギーを有効に活用できるシステムが求められている。

特に送水・配水ポンプは水道事業の電力消費の40%（日立試算）を占めると考えられ、それらの省エネルギー対策は水道事業経営にも大きく寄与する。

送水・配水系に関わる主な省エネルギー手法を表3にまとめた。設備の導入時期にもよるが、中長期的には管路・施設の適切な管理や、設備・機器の効率化が有効である。一方、全体制御による効率化は、既存の施設を大きく変えずに制御設備を加えることで、比較的短期間に効果を得ることができ、費用対効果も高いと考えられる。配水コントロールシステムはその手法として、配水系全体の省エネ

ルギー対策に有効である。

また、このシステムは将来予想される水需要の増加などにも計画から設計まで柔軟に対応でき、都市化の進む中国国内の地方都市にも有効なシステムと考える。

5.2 漏水管理システムへの応用

今回検討した配水コントロールシステムはリアルタイム管網解析技術を用いるため、リアルタイム機能を有する漏水管理システムにも応用可能である。水道管路の資産管理（アセットマネジメント）情報と連動することで、漏水発生リスクの把握や漏水量の推定〔DMA (District Metered Area：給水量を管理する区切られたエリア) 内を日立独自

表3 送水・配水系に関わる省エネルギー手法の例

全体制御による効率化は比較的短期間で省エネルギー効果を得るのに適している。

課題	省エネルギー手法の例	期間	費用	効果	評価
1 管路・施設の適切な管理による効率化	・給配水管を修繕・更新して漏水を低減し、送配水量を削減	長	中	中	○
2 設備・機器の効率化	・高効率、省エネルギー型の機器（ポンプなど）を導入 ・コンデンサなどによる力率の改善 ・抵抗の少ない配管や弁への更新	中	大	大	○
3 全体制御による効率化	・ポンプを制御して過剰な圧力を低減 ・需要変動に応じてポンプ出力を細かく制御	短	小	大	◎

の分類手法により解析し、各エリア内の漏水量を推定」による、調査・対策を支援できる可能性がある。

今後、水道の漏水対策が大きな課題である東南アジアやインドなどでの活用も期待される。

6. おわりに

本事業の当初の目的は、国内水道産業の国際展開活動であった⁴⁾。中国のモデル地域における日本の先進技術の適用可能性調査を、両国の官民で連携して実施した結果、管網計画支援技術および配水コントロールシステムの導入により、中国の地方都市の水道配水管理の効率化と安定給水に寄与できる見通しを得た。

今後は、本稿で述べた計画支援技術とシステムに、運転管理教育も加えた一貫継続的な事業としても、市場や採算性などを評価・検証する考えである。中国は国家政策の一環として水道運営技術の向上を望んでおり、今回の経験を踏まえてアジア地域に適した事業モデルを確立し、その展開・普及を図りたい。

謝辞

本稿は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の省水型・環境調和型水循環プロジェクトの成果を踏まえたものである。また本事業の実施に際し、厚生労働省健康局水道課、公益社団法人日本水道協会、一般社団法人日本水道工業団体連合会、パシフィックコンサルタンツ株式会社のご指導・ご支援をいただいた。これら関係機関に謝意を表する。

参考文献など

- 1) 厚生労働省健康局水道課、平成20年度水道国際貢献推進調査業務報告書、pp.7～35 (2009)
- 2) 厚生労働省健康局水道課、平成21年度水道国際貢献推進調査業務報告書、pp.34～44 (2010)
- 3) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、平成22年度成果報告書「省水型・環境調和型水循環プロジェクト 水資源管理技術研究開発 水資源管理技術の国内外への展開に向けた実証研究」アジア地域における省エネ型配水管理支援事業の検証 実施可能性調査（フェーズ1）、http://www.nedo.go.jp/library/seika/shosai_201106/20110000000882.html
- 4) 一般社団法人日本水道工業団体連合会、水道産業活性化プラン2008（2008）

執筆者紹介



矢橋 正寛

日立製作所 電力・インフラシステムグループ
インフラシステム社 水・環境ソリューション事業部
グローバル水ソリューション本部 電機システム部 所属
現在、海外水事業の電機システムの拡販に従事
技術士（上下水道部門）



館 隆広

日立製作所 電力・インフラシステムグループ
インフラシステム社 水・環境ソリューション事業部 所属
現在、国内外の水環境事業および研究開発統括業務に従事
環境システム計測制御学会会員、触媒学会会員



大隈 啓二

日立製作所 電力・インフラシステムグループ
インフラシステム社 大みか事業所 電機システム本部
社会制御システム設計部 所属
現在、上下水道向け監視制御システムの開発・設計に従事



劉 軍

北京日立控制系统有限公司 第三設計部 部門経理 所属
現在、上下水道向け監視制御システムの開発・設計に従事



顧 一能

日立製作所 電力・インフラシステムグループ
インフラシステム社 水・環境ソリューション事業部
グローバル水ソリューション本部 海淡・上下水部 所属
現在、海外水事業の海水淡水化・上下水システムの拡販に従事