

「社会資本整備重点計画」を支える 下水道ソリューション

Management Solutions for Sewerage Systems

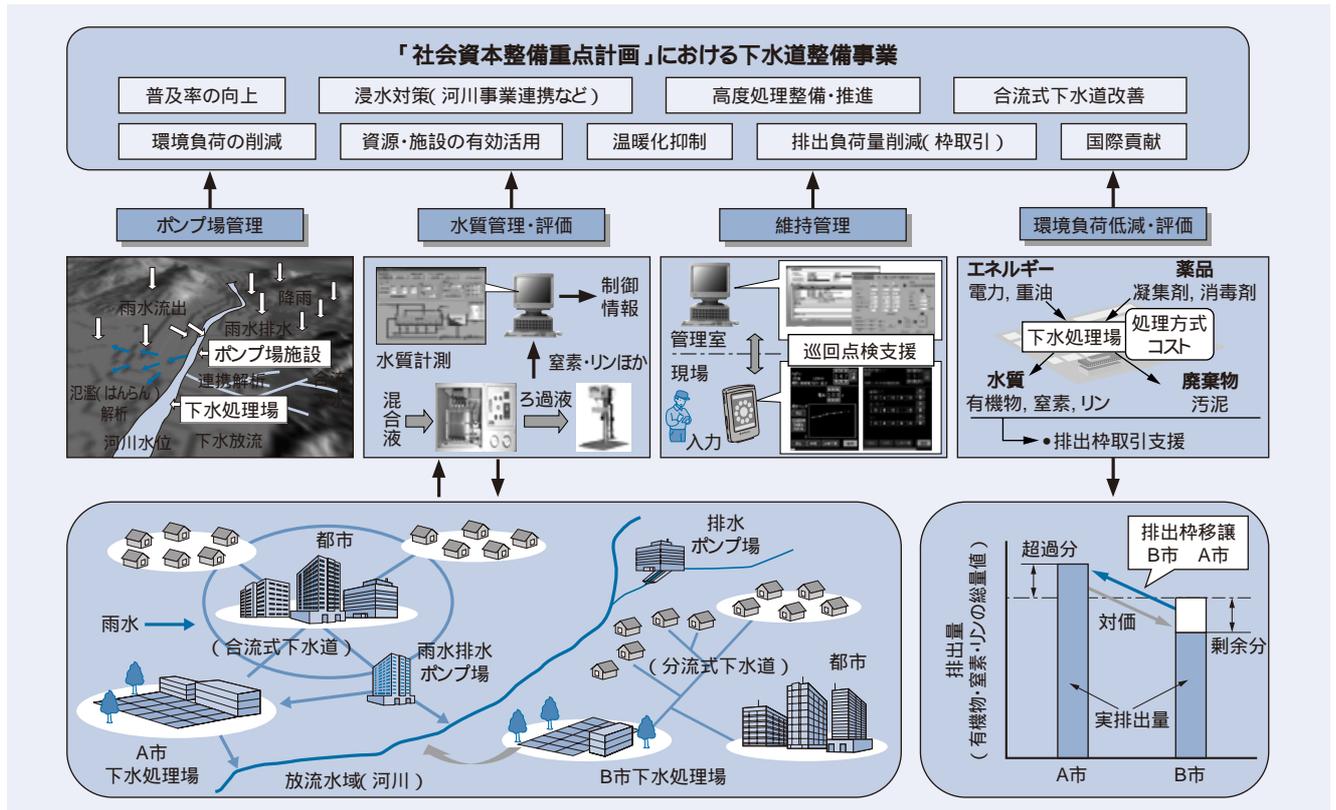
渡辺 昭二 Shōji Watanabe

岩野龍一郎 Ryūchirō Iwano

西上 義之 Yoshiyuki Nishigami

武本 剛 Takeshi Takemoto

原 直樹 Naoki Hara



「社会資本整備重点計画」における下水道整備事業を支援する技術の概要

日立グループは、水量管理や水質管理に加えて、維持管理と環境負荷などを対象に、管渠(きょ)から河川までを網羅した下水道システムの総合的な運用管理を実現する技術や、システムの開発に取り組んでいる。

近年、地球規模の環境問題や少子高齢化、人口減少など、わが国の社会環境は大きく変化している。下水道事業でも、社会環境の変化やニーズに対応した効率的な整備推進が求められている。このような状況の中で、国土交通省は2003年に「社会資本整備重点計画」を制定し、国民の視点に立った、具体的な成果目標を明示した。下水道事業も重点計画の1事業分

野で、同計画では2007年までの目標が設定され、暮らし、安全、および環境をキーワードとする質的成果重視の政策が推進されている。

日立グループは、下水道を取り巻くこのような環境の変化に対応し、管渠を含めたポンプ場から下水処理場、放流水域までを対象とした下水道システムの総合的な運用管理技術やシステムの開発を進めている。

1 はじめに

下水道整備事業は、1963年から8次にわたる5か年計画に基づいて実施されてきた。この事業計画は、人口普及率や雨水排水整備率などを目標とする、量的拡大を中心とするもの

で、人口普及率は2003年末で66.7%に達している。

国土交通省は、それまで個別に進めていた9事業分野を一本化した社会資本整備重点計画を策定し、社会動向や国民のニーズに的確に対応することとした。これにより、下水道事業も質的拡大を目指した計画内容となっている。

ここでは、水質保全や環境保全、安全・安心の確保など質

的拡大に対応した日立グループの開発技術・システムについて述べる。

2 下水道整備事業と対応技術

最近、下水道に関する法規制が改正され、各種専門委員会が設置されるなど、政府機関の動きが活発化している。法規制関係では、2001年に環境省が第5次水質総量規制を策定し、有機物に加えて、窒素とリンも規制対象となった¹⁾。

2003年には、国土交通省管轄の下水道法が改正され、上記規制物質の処理方式による放流水質基準が設定された。

さらに、同省は「下水道における排出枠取引制度検討委員会」を2002年に設置し、1999年に設置した「下水道政策委員会」に法制度小委員会を併設し(2004年)、「河川と下水道の連携を中心とする都市水路検討委員会」(2004年)を設置した。これらの委員会では、社会資本整備重点計画における下水道整備事業の具体的推進や、今後の施策を検討している²⁾。

社会資本整備重点計画における下水道整備事業の概略項目と、それに対応する日立グループの技術開発状況を表1に示す³⁾。

3 汚濁・環境負荷削減に向けた水質管理

3.1 良好な水環境形成に貢献する高度処理技術

下水処理場では、活性汚泥と総称される微生物により、有機物や窒素、リンなどを除去する。処理水から流出するこれら

の排出量を削減すれば、良好な水環境形成に寄与できる。有機物や窒素、リンの除去には、空気量や汚泥量、水循環量など、電力を消費する操作量が影響する。これらの操作量を低減すれば、環境負荷の削減につながる。そのため、日立製作所は、処理水質と電力量、すなわちコストを評価できる高度処理運転管理支援技術を開発した。この技術は、水質シミュレータなどを用いて、活性汚泥による生物反応に基づく運転条件ごとの処理水質と電力量を評価できる技術と、除去対象となる水質を安定して計測する技術や各種制御技術で構成している⁴⁾。(図1参照)

この技術では、運転条件ごとの処理水質と電力量を同一画面上に表示し、オペレーターが一目で水質目標値を維持し、電力量を削減できる運転条件を容易に選択できるようにした。例えば、嫌気・無酸素・好気法の場合、水質は溶存酸素や循環量を高めれば向上するが、電力量も増加する。

オペレーターは、操作線図上の水質目標値を維持する複数の運転条件から低コスト条件を選定し、運転に反映させることができる。

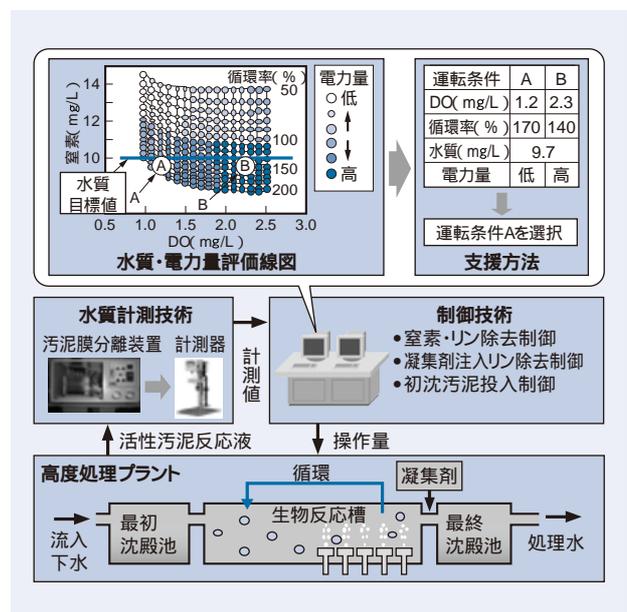
3.2 水質向上と汚泥削減を両立させる 初沈汚泥利用技術

環境負荷は、処理水質の向上だけでなく、処理場から排出される汚泥量を低減しても削減できる。活性汚泥による窒素とリンの除去には有機物が必要であり、有機物を添加すれば除去率を向上させることができる。そのため、日立製作所は、これまで廃棄物として処理されていた初沈(最初沈殿池)の沈殿汚泥に着目し、初沈汚泥の固形物濃度と生物反応槽内の窒素やリン濃度を指標とする高度処理制御技術を開

表1 下水道整備事業の概要と日立グループの対応技術

下水道整備事業の実施項目に、ポンプ場管理や高度処理、環境負荷削減、維持管理などのハードウェア面とソフトウェア面から対応する。

重点実施項目	対応策と日立グループの技術	特徴
浸水対策の推進による安全な都市づくり	河川と連携したポンプ場管理 ● 雨水排水管理支援技術 ● 下水・河川連携解析越流水管理支援 ● 河川水位・河床形状計測技術 など	下水道システムの総合的 管理支援
指定地域や重要水域の汚濁負荷削減による良好な水環境形成	水環境を考慮した高度処理 ● 凝集剤注入リン除去制御技術 ● 初沈汚泥を投入した窒素・リン除去制御技術 ● 水質・コスト評価運転管理支援 ● 活性汚泥膜分離水質計測技術 など	
汚泥減量・リサイクル、エネルギー消費低減による環境負荷削減	省エネルギーを主体とした環境負荷削減 ● 省エネルギー設備計画支援技術 ● 環境負荷総合評価技術 ● インバータ利用各種省エネルギー機器 ● 新エネルギー利用各種発電設備 ● 消化ガス発電設備 など	
施設・資源の有効活用と適切な施設管理の効率的実施	広域化にも対応した維持管理 ● 業務フロー対応維持管理支援技術 ● 携帯端末利用巡回点検管理支援技術 ● 施設図面認識管理技術 など	



注：略語説明 DO(Dissolved Oxygen ; 溶存酸素量)

図1 水質とコストを考慮した高度処理運転管理支援技術

運転条件ごとの処理水質と電力量を提示し、水質目標値を維持する複数の運転条件の中から、低コストとなる条件を容易に選択支援できる。

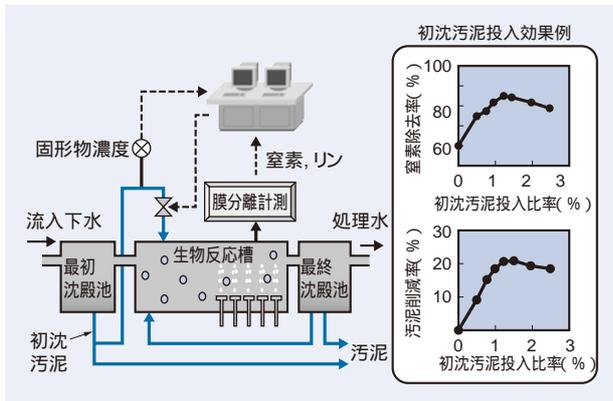


図2 初沈汚泥を投入する下水処理方式の概要

従来廃棄していた初沈汚泥を有機物源として生物反応槽に投入し、処理水の窒素・リンの除去率向上と汚泥の削減を図る。

発した(図2参照)。

初沈汚泥を投入するこの方式では、窒素とリンの除去率向上に加え、投入された初沈汚泥が生物反応槽で活性汚泥に分解されるため、水処理施設系全体で発生する汚泥量を低減でき、廃棄物量の削減効果がある。また、発生汚泥量の低減では、汚泥処理施設系での脱水や、乾燥によって消費するエネルギーを低減する相乗効果も期待できる。

3.3 処理場全体を対象とした環境負荷総合評価技術

活性汚泥による下水の処理には多種多様な方式がある。下水処理場の環境負荷要因である処理水質や汚泥発生量は、導入する処理方式で異なり、消費する電力量も変化する。処理場全体の環境負荷を削減するためには、これらの処理方式を考慮して、処理水中の有機物・窒素・リンの量や廃棄物などの排出量のほかに、エネルギーなどの消費量も把握する必要がある。そのため、処理水質や廃棄物量、さらに、電力量や燃料、薬剤量も考慮した水処理施設系と、汚泥処理施設系の負荷要因を試算する手段を構築して両系を連携させることで、処理場全体の環境負荷を総合的に評価できる技術を開発した(図3参照)。

水処理系の試算には水質シミュレータなどを応用し、汚泥処理系では処理場固有の運転実績や機器効率などを主体に負荷要因を演算し、物質収支を提示する方式としている。この技術では各種設備の運転条件や設備更新に伴う環境負荷の試算が可能で、排出枠の取引支援にも有効である。

4 安全な都市づくりに向けたポンプ場管理

4.1 下水と河川を連携させたポンプ場管理

2000年の東海豪雨や2004年に全国各地で発生した集中豪雨は、多大な浸水被害をもたらした。下水道整備事業では、大雨にも安全な都市づくりを重点計画に掲げ、総合的な都市浸水対策を推進している。この対策の一環として、河川

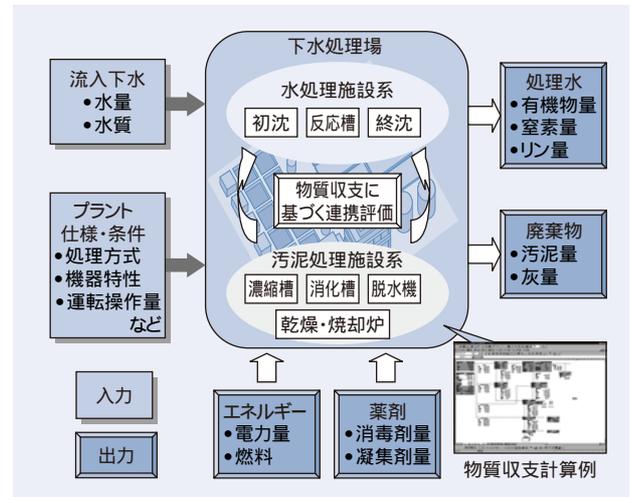


図3 環境負荷総合評価技術の概要

水処理施設系と汚泥処理施設系の環境負荷を算出し、排出枠取り引きへの利用やCO₂、コスト換算により、費用対効果などを評価できる。

事業と連携した雨水管理を積極的に推し進めている。また、雨水管理や浸水対策には、合流式下水道の越流水に代表されるように、環境的側面の考慮も求められている。

このような背景から、日立製作所は、河川水位や氾濫を評価する技術と、下水処理場や排水ポンプ場の運転管理を連携解析し、下水と河川を連携させた技術開発を進めている(図4参照)。

河川水位・氾濫解析には二次元不定流解析を適用している。河川は個別に一次元モデル化も可能であるが、細密数値標高データから直接二次元のモデリングが可能であり、高精度化と解析モデル作成の省力化の両立を図っている。

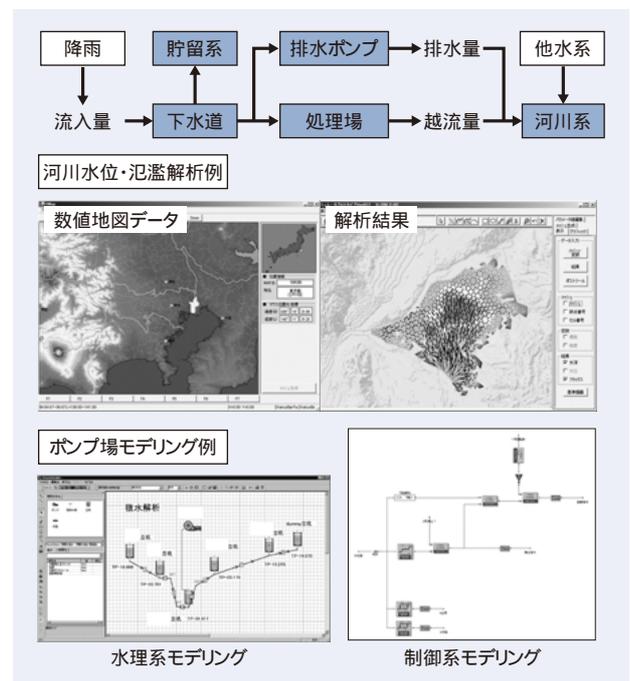


図4 下水と河川の連携解析とポンプ場管理

下水処理場とポンプ場の運転を考慮して河川水位・氾濫を評価し、制御を含むポンプ場の詳細なシミュレーションが可能である。

ポンプ場とその系統は一次元不定流解析を基礎とし、圧力管運用、濁水状態からの流入および開水路・閉水路遷移の評価が可能である。ポンプ、弁、堰(せき)などはポイントモデルとして水理要素化されており、GUI(Graphical User Interface)によって簡単にモデルを作成できる。また、複雑形状のポンプ室については、二次元不定流解析も可能である。制御系では、実機を意識したロジック図ベースのモデリングを可能としている。

この技術は、制御ロジックを含む機場設備を考慮した水位予測を可能とし、浸水対策設備計画から実機場の運用制御方案検討まで幅広く有効である。

4.2 流入量予測によるポンプ施設の運転支援

都市型水害対策や、雨天時越流対策などを目的に、ポンプ施設や貯留施設の整備が進められている。これらの施設を効率的に運転するために、現在、流入予測を利用した運転支援システムを開発している。

雨天時には、雨量や幹線水位オンラインデータと流出解析で用いられる地表面流出モデルや、管内水理モデルを利用して、幹線内への雨水流入量とポンプ井水位を予測し、雨水ポンプの運転台数をガイダンス出力する。

また、晴天時には、過去の汚水量実績データと気温データなどを利用した統計モデルを用いて汚水流入量を予測し、汚水ポンプ運転ガイダンスを加えて、電力デマンド予測と、電力ピークカット運転機能にも連携できるシステムへと展開している(図5参照)。

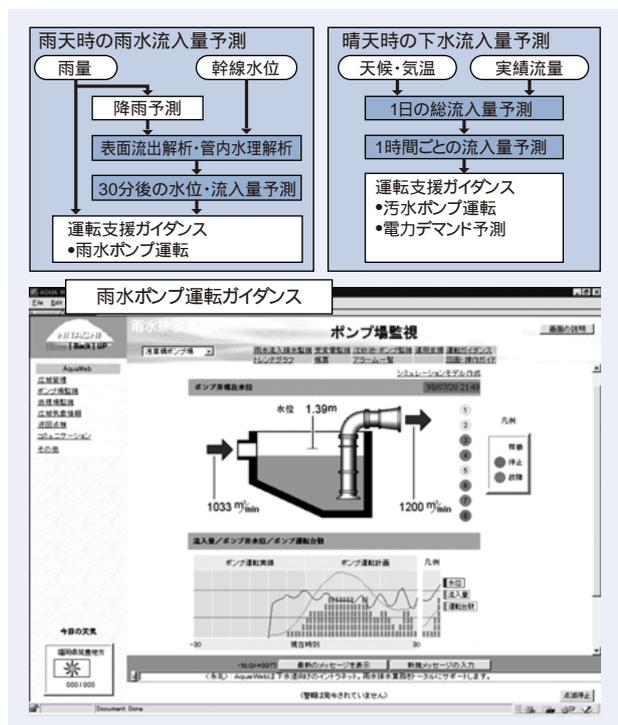


図5 流入量予測による運転支援

流入量や水位を5分ごとに15~30分間予測する。この予測値に基づいて、雨水ポンプの起動・停止ガイダンスを表示する。

5 おわりに

ここでは、下水道整備事業を取り巻く環境の変化に対応した政府の施策状況と、その施策に向けて日立グループが取り組んでいる下水道システムソリューションについて述べた。

下水道政策研究委員会の法制度小委員会では、環境保全や安全・安心のいっそうの確保を目指した下水道法の抜本的改正を検討している。

下水道事業へのニーズは、今後も変化していくことが予想される。日立グループは、今後も時代の変化に応じてシステムソリューションを開発、提案し、社会基盤の整備に貢献していく考えである。

参考文献など

- 1)環境省ホームページ, <http://www.env.go.jp/>
- 2)国土交通省ホームページ, <http://www.mlit.go.jp/>
- 3)陰山, 外: 浄水場・下水処理場における省エネルギー技術, 日立評論, 85, 217~220(2003.2)
- 4)武本, 外: 活性汚泥モデルの処理施設制御への応用, 用水と廃水, Vol.46, No.10(2004.10)

執筆者紹介



渡辺 昭二

1969年日立製作所入社, 電力グループ 電力・電機開発研究所 公共・産業プロジェクト 所属
現在, 上下水道監視制御システムの開発に従事
環境システム計測制御学会会員
E-mail: shouji_watanabe @ pis. hitachi. co. jp



武本 剛

1995年日立製作所入社, 電力グループ 電力・電機開発研究所 公共・産業プロジェクト 所属
現在, 上下水道監視制御システムの開発に従事
環境システム計測制御学会会員, 化学工学会会員
E-mail: takeshi_takemoto @ pis. hitachi. co. jp



岩野龍一郎

1988年日立製作所入社, 電力グループ 電力・電機開発研究所 ターボ機械プロジェクト 所属
現在, ターボ機械システムの流体設計手法開発に従事
日本機械学会会員, 日本原子力学会会員, 日本物理学会会員
E-mail: ryuuichirou_iwano @ pis. hitachi. co. jp



原 直樹

1984年日立製作所入社, 情報・通信グループ 情報制御システム事業部 社会制御システム設計部 所属
現在, 上下水道監視制御システムの開発, 設計に従事
環境システム計測制御学会会員
E-mail: naoki_hara @ pis. hitachi. co. jp



西上 義之

1990年日立製作所入社, 電機グループ 社会システム事業部 事業企画本部 所属
現在, 上下水道監視制御システムの開発, 設計に従事
E-mail: yoshiyuki_nishigami @ pis. hitachi. co. jp