

# 上下水道事業における 維持管理サービスへの取組みとソリューション展開

Maintenance Management and Solution Development Efforts in Water Supply and Sewerage Businesses

下田 理文 山登 亮太

■ SHIMODA Osafumi

■ YAMATO Ryota

上下水道事業における東芝の維持管理サービス事業は、従来の納入した電気設備のアフターサービスから、電気設備を含めた施設全般の運転管理や保守業務にまで拡大している。浄水場や下水処理場の維持管理業務を民間へ委託する動きが拡大しているなかで、当社を含めた民間企業へは、維持管理品質の向上、運用の効率化、コスト削減などが期待されている。

ここでは、実際に当社が受託した上下水道の維持管理サービスの中から、設備・運用サービスの実施例を述べる。

Toshiba is expanding its scope of business activities in the water supply and sewerage maintenance services field from after-sales services to operation and maintenance management, not only of individual electrical facilities but also of plants as a whole. There is a growing movement to consign municipal water supply and sewerage services to private companies, in which Toshiba is also involved. Consignments are made with the expectation of higher quality of maintenance management, improvements in field management, greater running efficiency, and cost reductions.

This paper introduces examples of successful operation and maintenance management of municipal water supply and sewerage services consigned to Toshiba.

## 1 まえがき

東芝が上下水道設備の維持管理サービスの提供を始め、7年間の経過した。維持管理サービスは従来の製品納入、調整引渡しと異なり、ひと言で言えば、施設が保有するリスクを含めその機能を継続的に提供することである。ここで、“リスクを含めて”ということは、ただ施設をマニュアルどおりに運転するだけではなく、地震や集中豪雨などの自然災害や、気象の変化による原水水質の悪化、下水流入量の変化などの外的要因にも対応していくということである。更には、内的要因として、施設特有の問題点や制約を理解したうえで、最高の性能を発揮させることにも対応していくことである。限られた委託条件のなかで、外的要因と内的要因に柔軟な対応力を持って取り組み、公共サービスの品質維持・向上を実現することが当社の上下水道維持管理サービスの目標である。

そのためには、まず維持管理サービスを受託し、様々な経験や難しさを肌で感じ、一つ一つ課題を解決していかなければならない。

ここでは、当社の維持管理の現場から得られた経験や、当社ならではの工夫をいくつか例示する。また、現場から得られた知見を当社保有の技術によってソリューションサービスへ展開する方向性について述べる。

## 2 維持管理現場における課題と提案

維持管理を受託してきた経験から、①受注時、十分な施設知識や運転ノウハウの引継ぎが行われない、②サービス従事者の技術レベルが一定でない、③自動化されていない施設の場合、安定運転のための工夫が必要、④地震や雷による停電などの緊急時の対応、などの課題がある。それぞれの課題については、現場責任者を中心として、業務効率の向上と運転品質の維持を目的に、従事者の創意工夫により改善策が提案されてきた。これらの提案や経験は全国の現場間で情報共有することにより全体のレベルアップに貢献している。

### 2.1 施設知識と運転ノウハウの継承

**2.1.1 マニュアルやノウハウ集の活用** 受託時に、従事者と立上げ支援要員のための運転マニュアルをまず作成している。また、事例やノウハウを蓄積するために、社内LAN上の掲示板を活用する仕組みを作り、各現場から閲覧して情報を共有できるようにしている。

地震や雷による停電などの緊急時対応としては、緊急時マニュアルを整備するとともに、実地での演習を組み入れて訓練を行っている。大きな地震があった場合は、スロッシング現象による配水増加が必ず発生するが、配水ポンプをすぐに追加運転して断水を回避できるようにするなどの効果が出ている。

**2.1.2 システム建設と維持管理部門の連携** 当社では、システム建設のフィールド部門として、現地調整、定期点

検, コールセンターの各部門がある。この仕組みを維持管理部門でも生かすため, 現地調整経験者や定期点検業務経験者を従事者として活用している。これは, 現地調整員としての設備知識やシステム知識, トラブル時の対応能力を維持管理業務に生かすことを目的としたものであるが, 逆に, 維持管理の経験を積むことにより, 前に挙げたような現場の提案がシステム建設部門のシステム開発やノウハウ向上に役だっているという新しい発見もある。

業務改善提案として以下のような事例がある。

- (1) ポンプ切替えシーケンスの自動化改造
- (2) 容量の異なるポンプの台数による次亜塩素酸ナトリウム注入率自動補正制御
- (3) プロセスデータの制御パラメータへのフィードバック
- (4) 制御システムに設定するパラメータの最新値管理
- (5) 電動機の絶縁測定による更新提案

## 2.2 運転品質の維持と安定運用

一般に, 従事者の技術レベルは一様ではなく, この条件下での高度の運転品質を維持するためには, 工夫が必要である。安定運転と運転品質を維持するために工夫した事例を以下に述べる。

### 2.2.1 配水計画プログラム

配水計画(配水池水位予測演算)プログラムを現場から提案し, 運用している。週間, 季節などの需要変動に応じた水運用では, 夜間の配水池の水位管理が日常業務の重要なポイントとなる。また, 年末年始や取水停止時などの非定常パターンにおける水運用については, 事前に需要パターンを予測して, その対応ができるように準備しておくことが重要である。

水運用システムが導入されていない維持管理の現場では, 毎日の配水計画を立案する負荷が相当高い。特に配水池の容量が小さい中小浄水場においては, 断水の危険性もあり, 精神的な負担が大きい。このため, 表計算ソフトを活用して簡単な配水池水位推計プログラムを作成し, 従事者の誰もが一定の表計算操作で水運用(取水量操作)ができるようにして, 効果を上げている。

この水位推計プログラムは, 前週, 前々週の実績データの平均値を配水需要の予測値として採用し, 配水池貯水量を面積で除した値を配水池水位としている。こうしたデータをもとに, 取水量を仮定したときの毎時の配水池水位を算出し, 需要が急増する朝6時の時点の水位が規定値になるよう取水量を調整する。実際の運用では, 毎時の配水量, 取水量, 水位を実測し, その値をもとに再計算して, 精度の向上を図っている。図1に配水池水位計算シート例を示す。

### 2.2.2 定期点検における復元チェックリスト

維持管理業務では, 設備の定期点検への立会い業務が重要である。定期点検では, 点検に伴う該当設備の停止操作と点検後の起動操作が欠かせないが, 停止操作には設備の停止前

図1. 配水池水位計算シート例 — オペレータが表を埋めることにより, 容易に取水量を推定できる。

Level calculation sheet

の養生と停止前のプラント状態の記録が必要であり, 起動操作には停止前の状態への復元操作が必要となる。こうした操作や記録を運転員の技量に一任しては, 復元ミスが発生するリスクを避けることができず, 均一な作業品質を維持することが困難となる。このよう理由から, 維持管理現場の業務改善活動の一環として“点検時養生チェックシート”, “点検時チェックシート”, 及び“点検後最終チェックシート”を作成し運用している。これらは, プラント運用の観点から作成されたもので, 従来の供給製品の機能維持のための点検チェックリストが, 維持管理に対する配慮を欠いていた点を補完し, プラント性能品質を確保するうえで非常に有効である。

- (1) 点検時養生チェックシート 各ポンプの手動モードへの切替え, 停止操作, 現場モードへの変更など。
- (2) 点検時チェックシート 各ポンプや弁の通常設定, 点検前状態, 点検後状態の確認, 及び, 現場/中央, 自動/手動のモード確認など。図2に点検時チェックシートの一例を示す。

図2. 点検時チェックシート — 通常, 点検前, 点検後の設備の状態を記録し, 復元状態を確認する。

Maintenance check sheet

- (3) 点検後最終チェックシート ポンプ運転・停止条件設定値、流量調節弁圧力の設定値、及び次亜塩素酸ナトリウムポンプ制御の設定、などの確認。

### 3 維持管理ソリューション

前章では、当社が実際に維持管理業務の現場で各種課題の解決に当たってきた例を述べた。ここでは、従事者のレベルによらず維持管理サービスが提供できるように、当社が開発を進めてきたソリューションの例を述べる。

#### 3.1 運用に関するソリューション

**3.1.1 配水需要量の予測情報提供サービス** 当社が開発した配水需要量予測システムを、“インターネットを介して情報を提供するサービス”（以下、ASPと略記）で配信している。これは、過去3か月間の配水関連データと気象情報をもとに翌日の配水需要量を予測し、運転管理を担当する従事者に、折れ線グラフで毎日提供するものである。サービス実現のためには、常に監視データや気象データをASP提供側に取り込み、データベースを常に更新する必要がある。

**3.1.2 下水流入量の予測情報提供サービス** 前項と同様、ASPで情報を提供するサービスである。これは、従来から都市型集中豪雨に対応する流入予測技術を活用した長時間（1時間以上）の予測サービスである。下水処理区の降雨データと流入到達時間解析などから、数時間後の下水流入量を折れ線グラフで提供する。台風などで流入量の増加傾向を事前に知ることができれば、汚水ポンプの適正な運転計画や水処理プロセスの運用計画が立てられ、合流改善に不可欠な簡易放流要否の決定精度が向上する。

**3.1.3 気象情報サービス (Weather-plus™)** 上下水道施設の運用には、気象情報の正確な予測が非常に有効である。当社は有料サイトで、気象庁の気象データに雲の高度解析を加えた気象情報サービスを提供している。前2項の予測情報提供サービスにも、この気象情報サービスのデータが活用されている。このサービスでは、沖縄を除く全国で42時間先までの降雨強度を予測することができる。

気象情報サービスにより、災害に備えた緊急体制をとることをはじめ、上水道では取水制限や配水計画の変更に、下水道では増水に備えた予備池の検討などに活用可能である。

#### 3.2 設備に関するソリューション

##### 3.2.1 リモートサービス<sup>(1)</sup>を活用した非常通報サービス

当社府中事業所に設置してあるO&Mセンターを中心としたプラント故障情報の配信サービスである。配水施設が点在し、少人数で維持管理している水道事業体での業務効率向上に役だっている。

**3.2.2 設備診断サービス** 監視制御システムで処理される監視データを、リモートサービスを活用して長期間蓄

積し、ポンプなどの保全対象機器の運転時間や運転時の電流値変化傾向をフィルタリングして、劣化傾向の抽出を行うサービスである。小容量の機器が多数ある施設では非常に有効である。

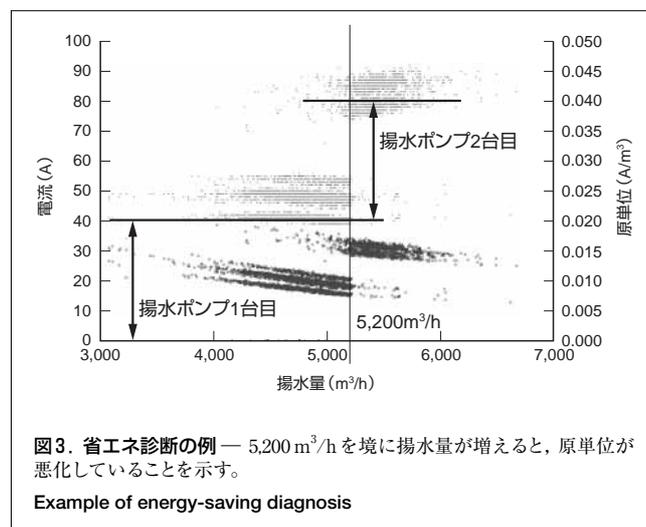
**3.2.3 予防保全サービス** 監視制御システムのハードディスク余寿命診断技術や電動機の絶縁診断技術など、電機メーカーとして保有する予防保全技術を活用したサービスである。維持管理業務における保守保全業務を通じて得られた点検データと、前項の設備診断サービスを活用して、適切な時期に設備保全を実施する。

### 4 省エネ診断サービス

上下水道プラントにおいて省エネを実現するためには、まず現状のエネルギー消費状況を把握しなければならない。そのためには、プラントの使用電力量を把握し、機器や設備の運用におけるエネルギー使用の合理化や改善を検討するための“省エネ診断”を行う必要がある<sup>(2)</sup>。

省エネ診断業務は、改善施策を検討しやすくするために、プラントの電力消費をどのような設備単位で検討するか、設備区分を定義することから始める。次に、計測結果であるデータを日報などから収集し整理する。このとき、常時測定されていないプラントデータ（電力量だけではなく水量・水質データを含む）を補完する方法も併せて検討し、収集されたデータをグラフ化して施策の検討を行う。その後、プロセスごとに原単位を算出し、むだが多いと思われるプロセスを抽出して改善案を複数提示し、電力消費削減効果の大きな施策を選び出す。電力使用量だけでなく、水量・水質のデータも分析することにより、多様なプラント設備に合わせた診断ができる。

実際に当社が受託した省エネ診断業務の一例を図3に示す。



第1種エネルギー管理指定工場である送水量12.1万m<sup>3</sup>/日の大規模浄水場のデータ分析を行うために、浄水場内の揚水量と電流値(電力量計が設置されていなかったため電流値で検討を行った)の関係をグラフ化したものである。揚水量が5,200m<sup>3</sup>/hを超え、同時に2台の揚水ポンプが稼働する状況になると、不連続的に原単位が悪化している。この浄水場では、日送水量から平均5,050m<sup>3</sup>/hの揚水量が必要であるが、沈殿池、ろ過、浄水池のバッファを適切に利用することで、揚水量を平準化できる。揚水ポンプはできるだけ1台の運転とすることで、省エネが達成できることを示した。

## 5 リスクマネジメント

維持管理業務を受託するにあたっては、対象となる設備にかかわるリスクをどのようにマネジメントするのか十分に検討する必要がある<sup>(3)</sup>。

当社が、ある排水ポンプ場の維持管理業務を受託するにあたって検討した事例を以下に示す。

(1) リスクの洗出し・分類 人的リスク、自然現象リスク、設備リスクなど、要因ごとに分類してリスクの洗出しを行った。更に、洗い出したリスクを、リスクにさらされる設備ごとに分類した。また、リスクの要因についても人的要因(モラル)、自然を含む物理的要因、技術的要因に分類した。

(2) リスク測定・評価 リスクの規模は次のように定量化できる。

リスクの規模 = 損失発生頻度 × 損失の大きさ

ここで、実際の発生頻度や損失額を具体的に算定するのは困難であり、現実的でもないため、発生頻度と損失の大きさをレベル分けして評価し、個々のリスクをポイント制で定量化する“リスクポイント”で評価した。

(3) リスク処理技術の選択 リスク回避や損失制御(発生頻度の削減や損害の低減)を実施した場合のリスクを再評価し、実施すべき対策を選択した。

マニュアルを整備し、操作員に安全教育を徹底する、定期巡回点検を行う、気象データの事前収集を行う、可搬式発電機を準備するなどの対策をとることで、リスクポイントの合計を全体で40%削減できた。また、予算措置を伴う抜本的な施設改修を行うことにより、リスクポイントの合計値を71%削減できることがわかった。

(4) リスク移転としての保険 維持管理業務を受託することにより、それに伴う瑕疵(かし)責任を負担することになる。瑕疵による損害補償については、下水道賠償責任保険を活用する。この案件では、日本下水道協会が提供している保険と同じ担保内容の損害保険に当社が加入することとした。

## 6 あとがき

ここでは、当社が提供する上下水道設備維持管理業務に関するソリューションについて具体例を述べた。

プラントを効率的に運用していくためには、設備建設だけでなく、現場での創意工夫も重要である。現場での改善策を設備機器開発に取り入れ、上下水道分野へいっそう貢献していきたい。

## 文 献

- (1) 山川昌弘, ほか. 上下水道施設の維持管理におけるリモートサービス. 第29回東芝公共システム研究会テキスト. 2003-11, p.1-25.
- (2) 湯川敦司, ほか. 改正省エネ法に対する取組みと新エネルギーシステム. 第30回東芝公共システム研究会テキスト. 2004-11, p.3-1-3-26.
- (3) 公共施設におけるリスク・マネジメント技術調査専門委員会. 上下水道施設におけるリスク・マネジメント. 東京, 電気学会, 2004, 38p.



下田 理文 SHIMODA Osafumi

社会システム社 水・環境システム事業部 公共システム建設部課長。上下水道プラントのO&M管理業務に従事。火力原子力発電技術協会会員。  
Environmental Systems Div.



山登 亮太 YAMATO Ryota

社会システム社 水・環境システム事業部 公共システム第一部主務。上下水道プラントのシステムエンジニアリング, 事業企画業務に従事。電気学会会員。技術士(電気電子部門)。  
Environmental Systems Div.