

## 〈研究発表〉

# 上水道運転維持管理における支援システムの活用

桐野 秀明<sup>1)</sup>, 牧内 淑実<sup>2)</sup>

メタウォーター株式会社 (〒108-0014 東京都港区芝四丁目5番10号, E-mail:kirino-hideaki@metawater.co.jp)<sup>1)</sup>  
(E-mail:makiuchi-yoshimi@metawater.co.jp)<sup>2)</sup>

### 概要

上水道の「安全」・「安定」・「安心」の必要性は昨今の情勢からより強く求められている。維持管理業務においては、技術者不足による技術継承が困難になり、老朽施設の更新や処理の高度化などで維持管理コストを低減しなければならないこと、住民に対するサービス向上など課題が山積している。

運転維持管理業務を遂行するうえで、支援システムの開発・適用を行い、社員とITとの相互補完を行うことで迅速・適切・効率・安全性を高め実践してきた。それら支援システムを活用した運転維持管理について報告する。

キーワード: 浄水処理, 維持管理, 支援システム, 民間委託

## 1. はじめに

日本の水道は、高度成長期から国民生活や社会経済活動の基盤確立に向けて整備がなされ、非常に高い普及率を誇っている。

しかし、全国の水道事業体の多くは、少子化による人口の減少や節水意識の浸透による料金収入の伸び悩み、地震などの非常時に対する管路・施設の整備、老朽施設の更新、技術者の不足、原水水質悪化による水質管理の高度化、市民サービスの向上など多くの課題を抱えている。その改善策のひとつとして、民間の活力を導入すべく新たな経営手法に関する法の制定や改正がなされてきた。(平成11年PFI法施行、平成14年改正水道法による第三者委託の法制化、平成15年地方自治法の改正による公設の指定管理者制度の導入等)このような法の整備もあり、現在、第三者委託や包括的委託が徐々に増えてきている。

当社は、これらの背景から運転維持管理業務を受託しており、そのなかで筆者らはM市の運転維持管理に従事し、今日まで次に挙げる課題に対して支援システムを開発・適用するなどして解決してきた。本論文では主にM市における取り組みについて述べる。

## 2. 運転維持管理の取り組み

### 2.1 運転維持管理における課題

M市において運転維持管理を遂行するうえで、当初の課題として以下のことが挙げられた。

#### (1) 事業者が受託者へ挙げた課題

①熟練職員に代わることのできる技術を修得すること。更に、より高度なレベルでの水運用、維持管理を実現

すること。

②水道使用者である住民を常に意識した管理を行うこと。

#### (2) 受託者である当社が挙げた課題

##### ①「安全」・「安定」・「安心」の維持・向上

直営時の職員の技術を継承し、常に美味しく、水量・水圧の安定した水の提供を行う。

##### ②業務の早期引き継ぎと運用ノウハウの表出化

受託開始直後から業務を滞りなく遂行すべく業務引き継ぎを早期に完了し、熟練職員の運用ノウハウを取得すると共に表出化を図る。

##### ③品質の維持・向上

直営時の管理方法を継承すると共に、当社の培った品質管理技術を活かして業務品質を更に高め安定給水に貢献する。

##### ④地元技術者の早期育成

地元の人材による維持管理を目指し、早期育成を行うと共に、地域密着型の運営を図る。

##### ⑤合理化・効率化の推進

当社の保有する技術を基に合理化・効率化を図り、サービスの向上、省人化に貢献する。

##### ⑥パートナーシップの確立

点検・保守業務のみならず、業務を通じて獲得した情報を基に、業務改善提案活動や施設の延命化(ライフサイクルコスト低減)など、M市のパートナーとなり水道事業に貢献する。

### 2.2 課題に対するこれまでの取り組み

本論文においては、論文テーマとした支援システムの活用に主眼をおいて述べていく。

#### (1) 巡視点検システム 【予防保全】

①巡視点検システムの開発・適用

維持管理業務を遂行するうえで第一に重要なことは、水道施設を常に安定稼働させることである。そのためには、日々行う巡視点検における異常の早期発見や設備の調整・保守作業が極めて重要となっている。しかしながら、点検者の経験や技術力の差により判断にバラツキが発生し、異常を見逃してしまう場合がある。さらに、場外施設点検の場合はその移動時間が無視できない(当社統計では巡視点検業務中の60%を占める)。これらを解決し、点検品質を保つとともに、点検及び保守作業の効率化を実現するために、可能な限り現場完結で作業を完了させることが重要であると考えた。そこで、毎日行う巡視点検の品質向上を目指し、誰が点検をしても一定レベル以上の品質が保たれるように、点検項目を細分化し判断基準を明確にした巡視点検システムを開発し適用した。この巡視点検システムは、Fig. 1に示すような構成を成しており、現場からより多くの情報を入力するために、一般的に用いられるPDAではなくノートブックパソコンを用いている。ハードは耐撃・防水のものを採用し、ソフト面では、プルダウン等の選択方式を多用し、点検者の入力負担を軽減したシステムとしている。



Fig.1: Touring inspection system flow

この巡視点検システムは、現場の点検結果を中央管理室にあるサーバへ瞬時に情報伝送するとともに、管理者へ点検完了通知をする機能を付加している。これにより点検者と管理者の相互確認ができ点検品質の向上を実現している。これらのシステムを適用し実務遂行してきたことで、設備の故障及び異常発生件数は、Fig. 2に示すように減少効果として表れており、安定給水におけるリスク低減に繋がっている。

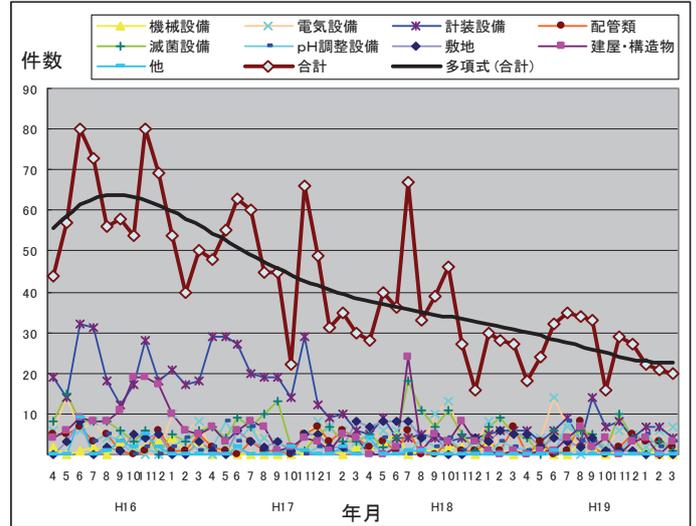


Fig.2: The number of cases for equipment failure

②点検結果データベースの応用

巡視点検システムの点検結果データベースから、作業日報・故障履歴・修理管理表・各種報告書類へ情報を自動抽出させることで合理化を図っている。更に、抽出した修理管理表を現場作業者にリアルタイムに情報提供し、点検や保守作業と併せて対応することで移動時間が短縮され業務効率が向上し、運用分析や改善立案など、より注力すべき業務へのウエイトシフトに繋がっている。

(2) 危機管理シミュレーションシステムの開発・適用

【緊急時対応】

水道事業は、事前に想定される断水などの事故に対してあらかじめ具体的な対応策などを定め、その被害を最小限にとどめるとともに、事故の発生時に迅速かつ適切な復旧活動を行う責務がある。災害時など、水の供給に支障をきたす事象が起きた場合は、全給水区域にわたり断水や出水不良を発生させないよう水運用を迅速かつ適切に行わなければならない。しかしながら、配水ブロック間の水の融通量や予備・休止水源の稼働順序や稼働時間の決定には多方面の流量分析が必要となり、適切な対策内容を短時間で決定することは非常に難しい。そこで、Fig. 3に示す危機管理シミュレーションシステムを構築し、断水事故への対応を検証し、さらに事故が発生した際にどのように水運用を行うかの判断材料に利用するデータを提供している。

これは、表流水水源の高濁や油分混入などで配水池への送水が減量される場合、複数存在する配水池の配水状況により、どの配水池にどの位の比率で送水すれば配水を継続することができるかシミュレーションを行い、送水配分量を決定する。シミュレーションには、中央監視制御システムによる需要予測や配水池水位などの瞬時データを取り込み、複数存在する流量調整所や自己水源の取水量を調整することで求める。

万一、表流水水源から取水ができず配水池への送水が停止となった場合は、それぞれの配水池の配水可能時間を導き出し、その時間と、緊急稼働施設(休止中の自己水源並びに加圧所)の稼働までに要する時間、その時の出勤可能人員等から稼働優先順を決める。更に、広報や関係者への応援要請などの検討材料として情報を提供する。

又、本シミュレーションを応用展開し、需要予測や過去の配水実績を用いて、運転維持管理業務で行う各種作業や、断水や配水区替えに伴う配管工事等の作業工程・作業手順の安全性検証などに利用している。

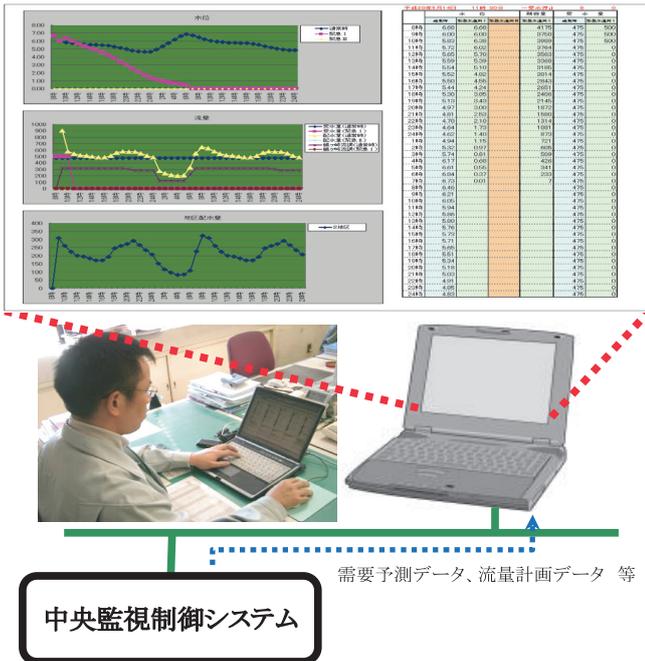


Fig.3: Water supply simulation system flow

(3) 漏水分析システムの開発と適用【運転管理】

M市では、配水エリアを標高で区切ったブロック化がなされており、流量調整所や観測所、加圧ポンプ所、配水池などの各ポイントには流量計が設置され、それぞれの配水状況が中央管理室にて常時把握できている。この利点を更に活かし、きめ細かな配水状況の確認・分析ができる漏水分析システムを開発し適用している。これは、中央監視制御システムに蓄積されたデータを、漏水分析システムを構築したパソコンへ自動抽出し、配水流量或いは、配水池水位と送水量から配水流量を自動算出する。そして、最も配水量の少ない深夜の配水量を抽出し、過去の使用状況と比較し配水変動の分析をする。過去の配水状況から配水量が増加傾向を示した場合は、漏水の可能性を視野にいれ、中央管理室のオペレータにより監視を強化するとともに、局担当部署へ情報提供することで、漏水の早期発見に結びついている。

これは、多量の漏水による出水不良や断水事故を未然に防ぐとともに、有収率の維持・向上へ繋がる結果と

なっている。

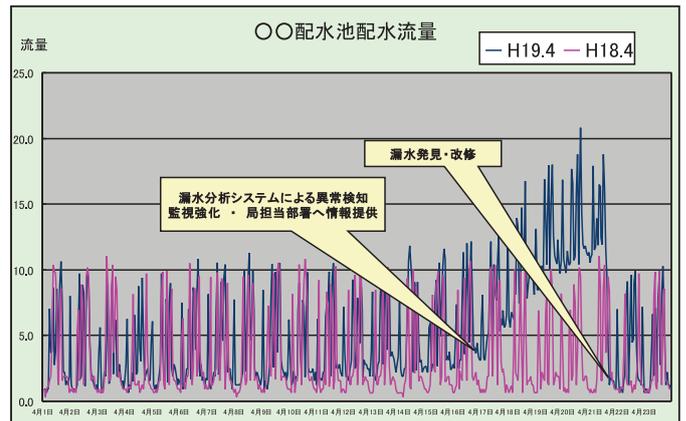


Fig.4: Some cases of early detection / repair by the leakage analysis system

(4) 監視機能の新規開発と適用【運転管理】

中央監視制御システムにて出力される警報には、現場の異常信号(DI)と、計測データ(AI)の HH、H、L、LLによるものが主であり、その他、データの相関監視による警報出力がある。これは、複数の信号や、時系列データを組み合わせると異常を検知し警報を出力するのである。例えば、加圧ポンプで配水池へ送水している施設において、ポンプが運転し規定時間内に規定水位の上昇がされていなければ何らかの異常があることを警告する。この場合の異常想定内容は、ポンプ異常や一次側の圧力低下、二次側の送・配水管の漏水、火災などによる多量配水などが挙げられる。(Fig. 5)

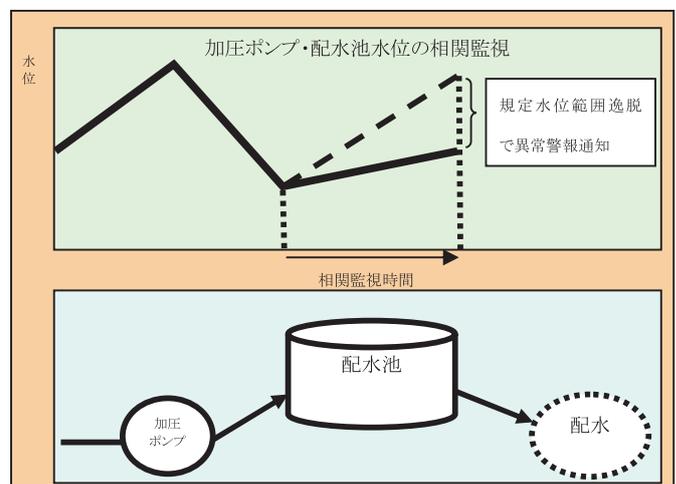


Fig.5: An example of correlation checking

他の例として、直列配置された加圧ポンプで、一次側ポンプの起動後に二次側のポンプ運転状況を監視する。規定時間内に二次側のポンプが運転されなければ、何らかの異常があることを警告する。この場合の異常想定内容としては、伝送系の異常、ポンプ・電動弁の動作不良(経年劣化)などが挙げられる。更に他の例としては、配水池水位データを定期的にサンプリングし、通常の水位変動(降下)が診られなければ異常があることを警告する。この場合の異常想定内容は、伝送系の異常、

水位計の故障などが挙げられる。特に水位データにより、配水池のレベルコントロールを行っている施設では、水位データの異常は運用上致命的となり易い。全国の水道事故報告には、凍結や大気開放管の目詰まり等により水位データがホールドしてレベルコントロールがされず、実水位は下降し続け配水池が空となり断水を招いた事例がみられるが、これらの仕組みにより断水事故を未然に防ぐ効果がある。

このような複数のデータを組み合わせ監視する仕組みを構築し、運転維持管理業務に携わるなかで新たな監視項目をみいだしている。それらは開発コストをかけずシステムに容易に組み込み、システムによる監視を強化することで安定給水に繋げている。

### 1.3 課題に対する今後の取り組み

#### (1) 運転管理ノウハウの可視化

運転維持管理業務は、「人」が日夜行う作業の積み重ねが重要なウエイトを占めており、業務のノウハウは一般的に先輩から後輩へOJTによって引き継がれていく。しかし、この場合のノウハウは個人に蓄積され、組織としてのノウハウ・スキルアップは行われにくい。筆者らは組織的なノウハウ・スキルアップを目指しSECIモデル (Fig. 6) を用いて取り組んでいる。SECIモデルのS (共同化) - E (表出化) - C (連結化) - I (内面化) のサイクルを回すことにより、組織としての学習が進みノウハウは組織のなかに蓄積され、先輩 (熟練者) の暗黙知としての膨大なノウハウをコンテキスト (背景情報) を含めて受け継いでいる。今後もこの手法を更に進め、よりレベルの高い運転維持管理を目指していく。

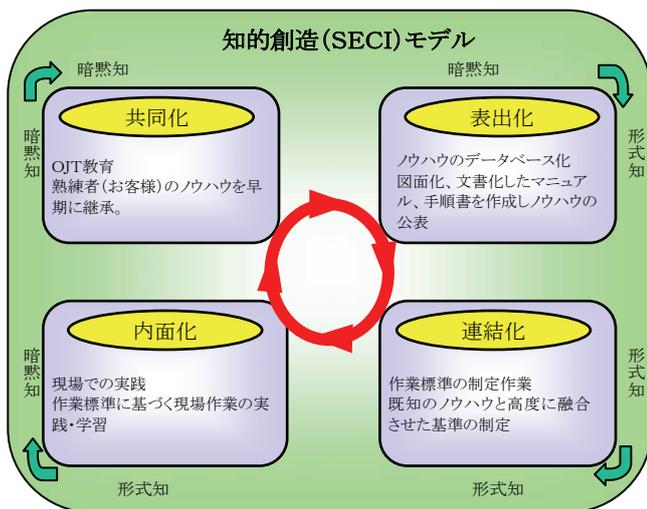


Fig.6: SECI model for operation and maintenance

#### (2) 設備診断のシステム化

技術者・点検者は、機器の状態を捉える場合、過去の経験と併せて、五感を用いて状態を判断しているが、「人」の技術力・経験差によりの確な判断をすることは難しい。

これらの機器診断のノウハウをシステム化する取り組みを実施している。例えば、配水ポンプの振動・熱・音・配水流量・圧力をセンシングし、単一データや、複数のデータを組み合わせ、過去のセンシングデータの比較などにより異常の早期顕在化を図るものである。現在、より精度のあるフィルタリング方法を研究中である。

### 3. まとめ

運転維持管理分野において、取水から給水に至るまで電機・機械がなくてはならない。これらに携わっている当社のノウハウを最大限活かした管理・運用を今後行うとともに、それぞれの水道事業者における特性・特徴 (水源・水質・地形・施設など) を柔軟に吸収し、水道事業者、住民の方々に運転維持管理業務を通じて貢献していく所存である。

最後に、運転維持管理業務を遂行するうえで、様々な取り組み・改善に対してご理解頂き、且つご教授を頂いている委託者はじめ、関係各位に感謝する。

#### [参考文献]

- 1) 野中郁次郎 : 知識創造企業, 東洋経済新報社, 1996.
- 2) 牧内淑実 : 上水道運転維持管理委託業務の取り組み, 長野県水道協議会 平成19年度 第38回水道研究発表会, p.45-49
- 3) 上野健郎, 梅津一吉, 中野博之: 水道事業運営ソリューション, 富士時報 Vol.77, No.3, 2004, p.184-188
- 4) 上野健郎, 桐野秀明, 秋山浩秀: 「GENESEED service」水管理サービスの基幹技術, 富士時報 Vol.79, No.6, 2006, p.486-489