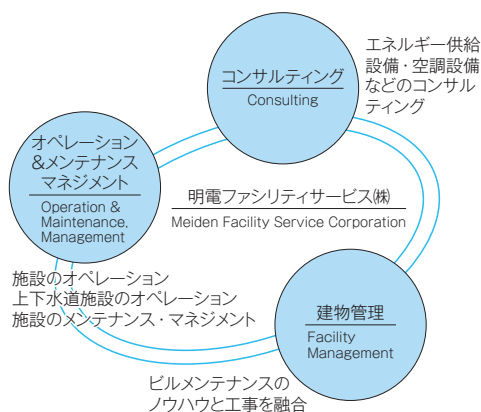


上下水道設備維持管理サービスの高度化

村上英樹 Hideki Murakami
吉野徳正 Norimasa Yoshino
山出康洋 Yasuhiro Yamade

キーワード 上下水道施設、アセットマネジメント、クラウド、オンプレミス、熱中症対策、体調管理、ICT、IoT

概要



明電ファシリティサービスの業務紹介

当社は、上下水道施設の運転維持管理を受託し業務を行っている。情報通信技術（ICT）やモノのインターネット（IoT）技術を活用し、施設管理と運転管理の効率化・高度化、及び安全に対して様々な施策に取り組んでいる。設備管理では、アセットオーナーのお客様が、アセットマネジメントを実践するための有効な情報を提供できるように、当社の設備管理業務にISO55001を活用している。運転管理では、既存の監視制御システムにクラウド監視システムを併設するハイブリッドなシステム構成とし、場所や時刻にかかわらず施設の運転状態・故障の発生状況を把握し迅速に対応している。安全では、近年の酷暑下での作業を考慮し、数千件のデータ分析から体調を診断するシステムを採用し、従業員一人一人の体温や心拍などのデータを管理し、迅速に体調不良者を発見し対応している。

1 まえがき

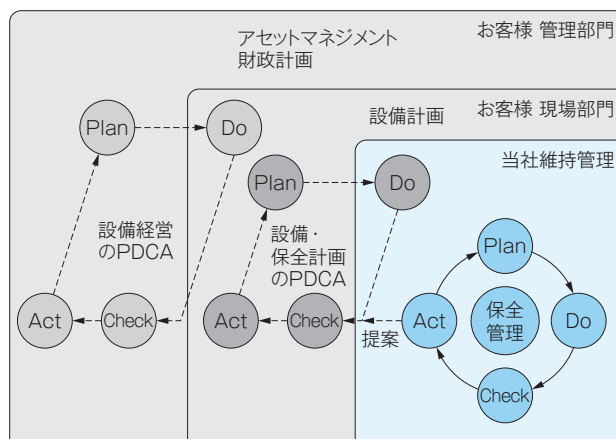
施設管理・運転管理は、施設・設備の機能を最大限、継続的に発揮することが求められる。当社は、その要求を満足するために技術の向上に努めている。本稿では、下水処理施設・上水施設・工場施設への当社の取り組みの一端を紹介する。

2 アセットマネジメントシステム (ISO55001) の認証とその活動

2.1 アセットマネジメントシステム

当社は、2018年9月にISO55001の認証を取得した。認証の範囲は、下水道施設の維持管理業務と提案業務である。上下水道施設のアセットマネジメントは、アセットオーナーである自治体組織の全体目標を達成するために、財政計画の立案実施、施設ごと

の設備資産管理の目標・計画・実施、その評価及び改善に至るPDCAサイクル(注1)である。当社はこのサイクルの中で設備資産管理の実施部分を受託し、設備の運転維持管理を行っている。第1図に上下水



第1図 上下水道におけるアセットマネジメントサイクル

アセットマネジメントは、オーナーのPDCAサイクルと当社のPDCAを階層的に組み合わせて実行される。

道におけるアセットマネジメントのサイクルを示す。

当社のアセットマネジメントシステムは、上下水道施設の維持管理業務の中で、各種設備の状態を見える化し、取り組む優先順位を明らかにした上で、アセットオーナーに修繕・更新などを提案する業務を対象としている。アセットオーナーが設備資産の管理計画を立案する際、予算の平準化・設備の長寿命化に取り組みやすくなることを目指している。

2.2 当社の取り組み例

当社のアセットマネジメントシステムにおける取り組みを紹介する。

2.2.1 設備の健全度の評価

設備の健全度の評価は、研ぎ澄ました五感をもって判定している。したがって、評価する者や基準が変われば評価結果は異なる。そこで当社では、主要な回転機械では軸受けの振動測定結果を過去データと相対評価し、健全度を判定する目安としている。ただし、振動測定は手間がかかり、低速回転機械ではなかなか診断できない。当社では、低速回転でも判定できる軸受け診断器で主要機器以外の軸受けを診断するとともに、測定作業の効率化を図っている。診断結果から異常を発見した場合、振動の周波数分析による異常原因を類推する。故障に至る前に処置を提案することで突発故障の減少を目指している。できるだけ客観的なデータで健全度を評価することで、設備の健全度が明確になり、設備計画を立てる際の優先順位をつけることができる。

2.2.2 設備のリスク評価

設備故障の施設運転に対するリスクの評価では、設備の重要度や予備機などの有無が考慮されることが一般的である。当社は長年、上下水道施設の運転維持管理に携わり蓄積してきたノウハウで、故障発生時に施設運転への影響を回避する有効な代替手段を提供する。これにより、設備故障による施設運転に対するリスク評価を低減している。

リスク評価の高い設備が少なくなることは、故障発生時の緊急修繕費用の発生を抑え年間の予算執行が適切になり、点検・修繕を計画的に行うことができる。

2.2.3 設備台帳

設備を有効に管理するためには、設備の情報と維持管理の情報を有機的に結びつけることが必要である。当社は設備情報と修繕記録の台帳を、設備番号で結びつけてデータを蓄積している。修繕などの発生した費用や工数など、経年で使われた維持管理費が分かりやすく、機器ごとの機歴管理が容易である。これらの情報をアセットオーナーに提供することで、アセットオーナーの設備計画の立案に役立つと考える。今後は、設備情報に健全度の情報を結び付けていく。

3 クラウド監視システムの運用事例

3.1 ハイブリッド型監視制御システム

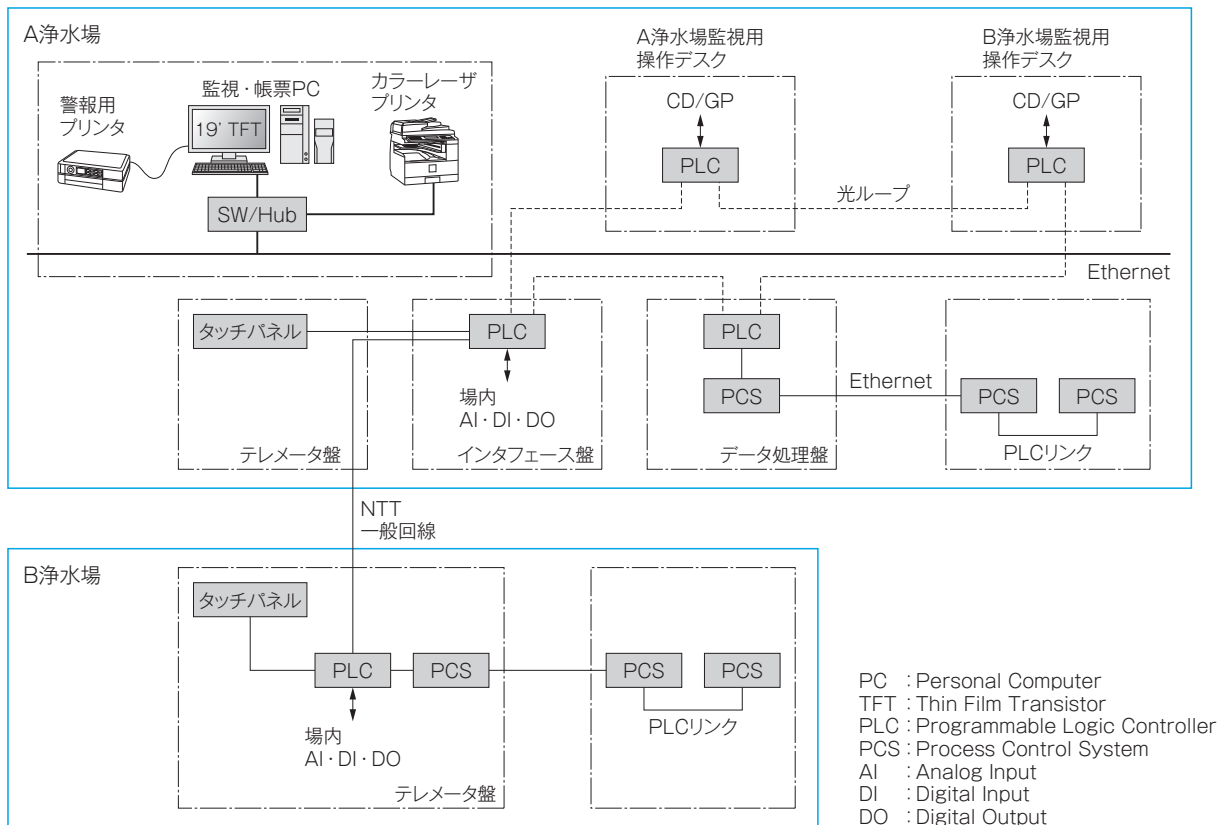
水道事業は、人口減少に伴う水需要の減少や施設の老朽化、職員の減少など様々な課題に直面している。将来にわたって安全で良質な水道水の供給を確保し、安定的な事業運営を行っていくためには、水道事業の運営基盤の強化とともに業務の一層の効率化を図る必要がある。

当社は、情報の共有化・異常発生時の意思疎通・指示の迅速化を目指し、オンプレミス型監視装置上にクラウド監視システムを融合した方式を構築した。以下に結城市に納入した運用事例を紹介する。

3.2 運用事例

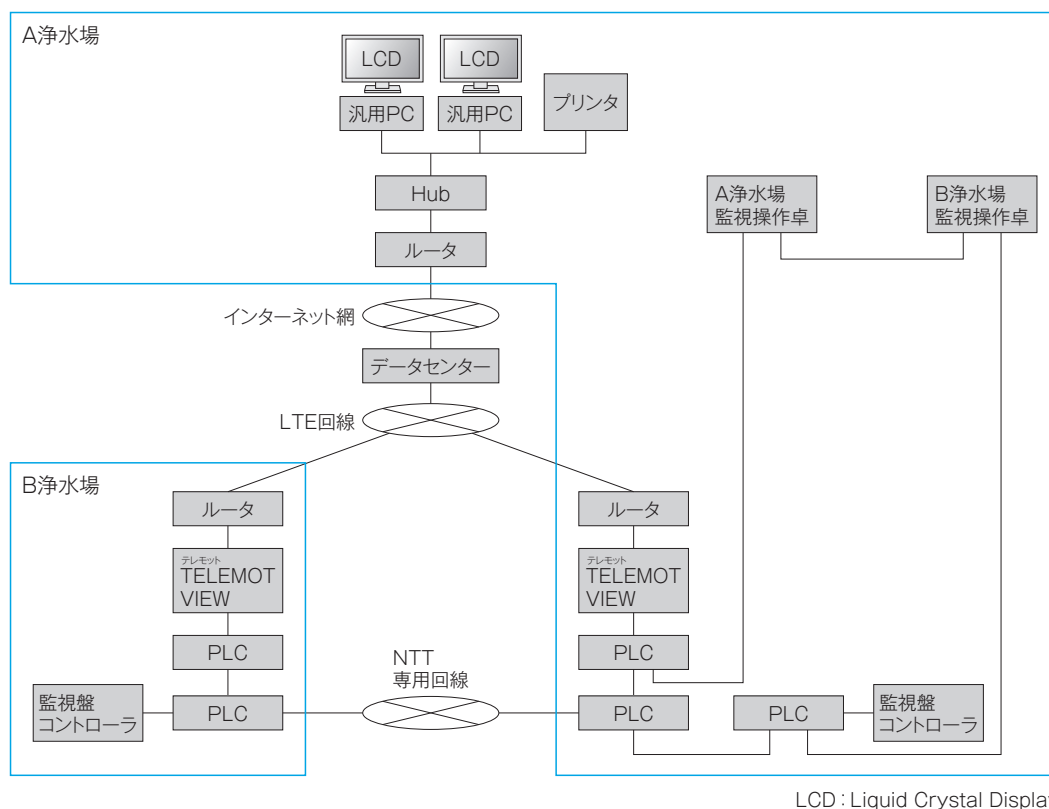
結城市では、2か所の浄水場間の通信を有線（一般回線）で行っている。第2図に既設のオンプレミス型監視制御システム構成を示す。有線回線は落雷などの影響を受け、ネットワークがダウンすることが度々発生していた。

そこで当社は、オンプレミス型監視制御装置の機能の内、制御操作を除く機能と同等の監視システムをクラウドサーバに構築し、オンプレミス型と併用するハイブリッド型監視制御システムとした。無線による閉域通信網を介してクラウドサーバと接続することで、落雷による無監視の障害を回避した。第3図にハイブリッド型監視制御システム構成を示す。



第 2 図 オンプレミス型監視制御システム構成

施設内に設置されているクローズドネットワーク式のPLCとコンピュータによる分散制御型監視制御システムを示す。



第 3 図 ハイブリッド型監視制御システム

既設オンプレミス型監視制御装置にクラウド型監視システムを並置し、それぞれのシステムの特長を生かして効率よく監視操作を行う。

3.3 システムの評価

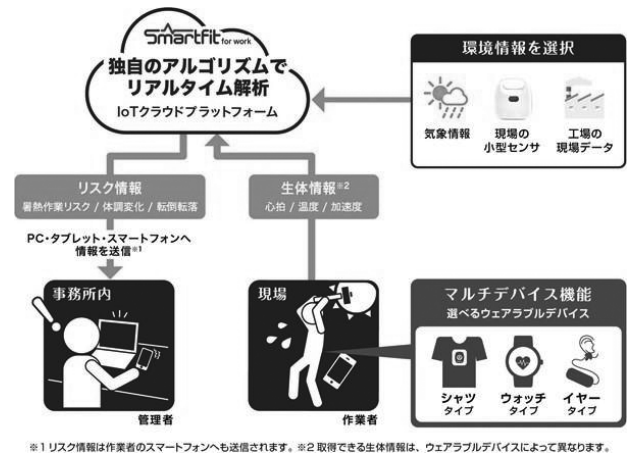
クラウドサーバとの接続表示端末の種類を限定せず、いつでも、どこからでも同一の監視画面を確認でき、市庁舎内のPC・維持管理担当者のPC、移動中のタブレット・スマートフォンでも、リアルタイムに情報を共有できる。また、市職員や巡視点検中の担当者と情報を共有することで、設備の故障対応や復旧も迅速に行うことができる。クラウド型を併用することで、常に最新のセキュリティ対策が適用された環境下での遠隔監視を実現した。既設監視制御システムのメーカを問わず、オンプレミス型監視制御システムとクラウド型監視システムを融合して運用することで、オンプレミス型監視制御装置のシステムの利点（リアルタイム性・クローズドネットワークでの高いセキュリティ）を損なわず、クラウド型監視システムの利便性・汎用性を得ることができた。また、従来幅広く導入されていたペーパー式記録計などを更新することなく、クラウドを活用することで柔軟に構築できる。

4 人工知能 (AI) とモノのインターネット (IoT) による熱中症などのリスク管理

4.1 熱中症予防の重要性

近年、気候変動の影響によって平均気温が上昇し、これに伴い熱中症を予防する期間が長期にわたっている。消防庁の報道資料によると、2019年度には全国での熱中症による救急搬送人数の累計は71,317人、死亡者は126人と労働環境の大きな問題となっている。

当社は、上下水道施設・工場施設を維持管理しており、屋内外問わず外気温に左右される場所での作業が多い。広範囲に多数の人員が作業しているため、責任者が各人の体調の変化を把握することが難しかった。そこで熱中症（暑熱作業リスク）対策として、AIやIoTを活用し作業者の暑熱環境下での作業リスクをマネジメントするシステムを導入した。この取り組みを紹介する。



出典：クラボウホームページ

第4図 Smartfit for work (クラボウ社製) システム概要

作業者が装着したセンサの情報を収集して解析し、管理者・作業者へ警告・通知する。

4.2 暑熱作業リスク管理システムの活用

4.2.1 システムの概要

作業者の暑熱環境下での作業リスクや体調変化などの情報をリアルタイムに通知することで、リスク管理をサポートするSmartfit for work (クラボウ製)を導入した。第4図にシステム概要を示す。作業者が装着したセンサで心拍・温度・加速度の情報を収集し、独自アルゴリズムで解析して暑熱作業リスク・体調管理・転倒転落を管理者・作業者へリアルタイムに警告・通知する。暑熱作業リスクは、熱ストレスと作業の負担（作業強度）を指数化して2軸で評価し、危険・注意・ほぼ安全の三段階で評価する。体調管理は、日々刻々と変化する体調変化に関する大量のデータをビッグデータ化した分析と自動学習機能で、当日の体調のリスクレベルを注意・やや注意・平常の三段階で把握する。

4.2.2 システム運用

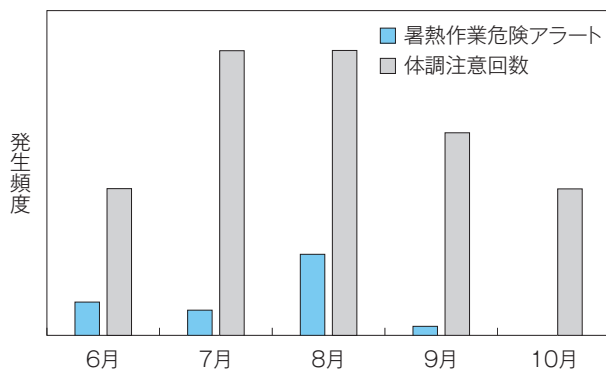
当社が維持管理している事業所では、主に6月から10月にかけて熱中症の対策や呼びかけを実施し、発症防止に取り組んでいる。取り組みの一環として本システムを運用した。第5図に管理者画面のイメージを示す。作業者全員の傾向把握や各人の状況を把握でき、危険レベル（暑熱作業危険警告）・注意レベル（体調注意警告）に達すると警告が責任者・作業者に発報される。これを受け責任者は対象の作



出典：クラボウホームページ

第5図 Smartfit for work (クラボウ社製) 管理者画面イメージ

管理者は作業者全員の傾向や各人の状況を把握できる。



第6図 Smartfit for work (クラボウ社製) 警告発生頻度の一例

暑熱警告は6月と8月に発生頻度が上がる傾向があり、体調注意は平均気温の変動と同じ傾向となった。

業者へ連絡を取り体調を確認する。危険が継続される状況では、休憩や涼しい場所へ移動し、体調が改善するまで作業を停止するなどの措置を行う。

第6図に警告発生頻度の一例を示す。暑熱作業危険警告（アラート）は、暑熱順化中の6月と盛夏の8月に頻度が上がる傾向があり、体調注意警告は平均気温の変動とほぼ同様の傾向を示した。作業者は作業中の仕事を完遂するため、体調の異変を感じても作業を継続する意識が働いてしまう。暑熱作業リスクと体調変化を客観的に評価することで休憩・

作業停止を判断し、熱中症対策として有効に運用した。平常時と異なる体調の変化も把握できるため、個人ごとの熱中症リスクの大小を作業開始前に把握し、出勤者間で業務内容や作業量を調整するなど考慮できる。このような事前対策についても検討を継続することで、より効果的な活用を図っていく。

5 むすび

運転管理・維持管理は、社会インフラや企業活動を維持するためには必要不可欠な業務である。本稿で当社の取り組みの一端を紹介したが、今後も新しい診断技術の導入やIoT・情報通信技術（ICT）を活用し、技術力の向上及び業務の効率化を図り、高度なサービスを提供していく所存である。

- ・ Smartfitは、クラボウの登録商標である。
- ・ Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。
- ・ 本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《注記》

注1. Plan（計画）・Do（実行）・Check（評価）・Act（改善）を繰り返すことで、生産管理・品質管理などの管理業務を継続的に改善していく手法

《執筆者紹介》



村上英樹
Hideki Murakami
明電ファシリティサービス(株)
維持管理の技術開発業務に従事



吉野徳正
Norimasa Yoshino
明電ファシリティサービス(株)
維持管理の技術開発業務に従事



山出康洋
Yasuhiro Yamade
明電ファシリティサービス(株)
維持管理の技術開発業務に従事