

インフラ施設の稼働データ分析における AI 技術の適用 マンホールポンプ AI 異常運転検知システムの紹介

小松 一 登

市域内に数多く点在する下水圧送用マンホールポンプでは、管理の効率化のためクラウド監視システムの導入が増えつつある。ところが、取得される監視データが膨大なため、維持管理者は日常的な確認が困難になり、異常な運転状態があっても気付かず、故障が発生してからの緊急対応を余儀なくされている。そこで筆者らは、AI・機械学習技術を用いた異常運転検知システムを開発した。AIが人に代わって監視データを分析し、異常な運転状態を通知するため、維持管理者は効率的な予防保全が可能になる。本稿ではその全体について報告する。

キーワード：下水道, マンホールポンプ, IoT, ビッグデータ, AI, 機械学習, 維持管理, 予防保全

1. はじめに

(1) IoT・ビッグデータ・AIの関係

近年のIoT技術の発達により、上下水道をはじめとする都市インフラ分野においても、設備や機器などの稼働データをクラウド上に送信し、遠隔でのモニタリングを行う例が増えつつある。設備の状態を把握し迅速な意思決定が可能になる点、点検の際に各施設を巡回する必要がなくなる点、これまで取得していなかった情報の見える化によって新たな知見が得られる点など、多くのメリットが期待できる一方で、新たな問題点も表面化してきた。IoT技術によって収集される膨大なデータ、いわゆるビッグデータを、人の手では分析しきれないという問題である。その結果、せっかくの収集データが有効活用されずに放置されてしま

うことも珍しくない。このような問題は、近年急速な発達を見せているAI・機械学習技術を用いることで、解決を図ることが可能である。すなわち、AIが人に代わって収集データを自動的に分析し、有益な知見を抽出するといった利用方法である。

このように、IoT・ビッグデータ・AIという3つのキーワードは同じ文脈で語ることができ、相互に関連の深い技術と言える。IoT技術を導入する際は、データの収集のみに留まらず、収集したデータをAI技術などを用いていかに有効活用するか、その点まで想定しておくことが肝要である。

(2) マンホールポンプとは

マンホールポンプとは、家庭等から出る生活污水を集めて下水処理場へ送るポンプ施設であり、マンホー

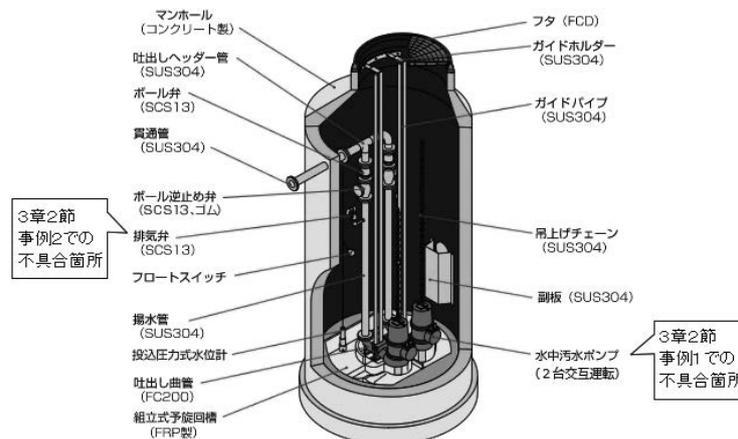


図-1 マンホールポンプの構造

ル内にポンプ設備が組み込まれ、道路の下に埋設設置されている(図-1)。2台一組の水中汚水ポンプが、水位によって交互運転される制御が一般的である。1980年代から下水道の普及に合わせて設置が進み、現在では全国に約5万カ所以上が存在するとされる。多い所では数百カ所を擁する自治体もあり、市街地や集落の分布、また土地の起伏や河川などの地形に応じて、市域内の広範囲に点在している。

維持管理の側面においては、生活污水を扱うことから異物が流入する場合があります、それらの堆積によるポンプ内部の閉塞や、回転部への噛み込みによる過負荷といった故障が発生しやすい。故障によりポンプが運転不能になった場合、維持管理者は現地に赴き異物除去などの対応を行うが、マンホールの溢水を避けるため、緊急性が求められることが負担になっている。また、平常時の定期点検においても、巡回箇所が広範囲に数多く点在することが負担になっている。このような背景から、維持管理を効率化するため、遠隔監視システムの導入が早くから進んできた。当初は有線の電話回線を用いた中央監視や音声通報のシステムが主流であったが、近年では無線インターネット通信を用いたクラウド監視システムに置き換わりつつある。

2. データを有効活用したマンホールポンプ維持管理の提案

(1) 現状の維持管理方法

クラウド監視システムの導入に伴い、各マンホールポンプ施設を巡回しないと稼働状況を把握できない問題は解消されつつある。しかし前述の通り、代わりに新たな課題が表面化してきた。

稼働状況をほぼリアルタイムに遠隔監視できる反面、その監視データが膨大になってしまうため、維持管理者が毎日全数をチェックすることはほぼ不可能である。理想的には、日々の水位変動グラフやポンプ電流値の傾向変化を確認することで、不具合の兆候があった際に気づくことができるが、このような作業は時間と手間がかかるため、現実的には行われていない。従って、ポンプに不具合が生じた際は、故障通報を受けて初めて状態を認識し、緊急対応しているのが現状である。しかし、これではクラウド監視以前の電話通報の時代から、根本的な維持管理の流れを変革できていない。

もちろん、クラウド監視によって帳票作成や遠隔監視、メール通報など利便性が高まった側面はある。ただ、それでは本来のクラウド監視のポテンシャルを十

分に活かしきれておらず、蓄積されるデータが放置され、維持管理業務に有効活用できていないと言える。

(2) 提案する維持管理方法

そこで筆者は、マンホールポンプの維持管理にAI技術を導入し、データを有効活用することを提案する。その流れは以下の通りである。

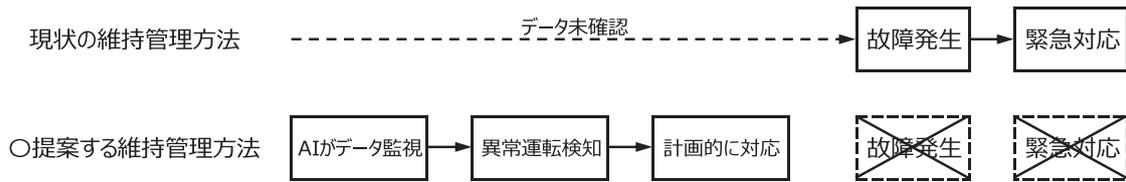
稼働データを日常的に確認できない維持管理者に代わって、AIが膨大な稼働データを日々自動的に分析し、いつもと違う運転、すなわち異常運転があれば通知する。ここで言う異常とは、必ずしもすぐさま故障(ポンプ排水不能)に繋がるわけではなく、あくまで「通常時と異なる」という意味である。ただし前述の通り、マンホールポンプの主な故障原因は、異物が徐々に堆積し、ある時点で限界に達した結果生じるものと考えられるため、こういった異常データを将来の故障の前兆とみなすことができる。

AIから異常運転の通知があったときのみ、維持管理者は当該マンホールポンプの詳細な稼働グラフ等を確認し、緊急度や地理特性などを考慮して、対応の内容やタイミングを検討する。

例えば、異常判定のあった施設の近くを数日後に通りかかる予定がある場合に、ついでに寄って点検しておく、また、1か月後に年1回の定期点検を予定していたが、異常判定が出ているので現地確認を兼ねて定期点検を前倒しする、などといった運用が考えられる。

昨今の予算縮減や担い手不足の背景において、労務的・心理的負担の軽減は、安心・安全な下水道サービスを維持する上で避けては通れない課題である。提案する方法によって、故障に至る前に不具合の芽を摘み取ることができるため、維持管理の労力を軽減できる。また、夜間や休日の突発的な故障対応でなく、平日昼間に計画的に対応ができるため、心理的な負担も軽減できる。

筆者の提案は、すなわち事後保全型の維持管理から予防保全型の維持管理への転換である(図-2)。マンホールポンプは一般的に2台一組のため片方が予備機として働くこと、機器コストも下水道機器の中では比較的低いこと等から事後保全型で十分とする考え方もあるが、安定した下水道サービスの提供には欠かせない設備であり、予防保全型に転換できるのであればそれに越したことはない。近年発展を見せているAI技術を導入することによって、それを実現できる段階に来ている。



図一2 提案する維持管理方法の流れ

3. 開発した AI 異常運転検知システム

(1) システムの特長

前述の考えに基づき、筆者らは、AI・機械学習技術を用いてマンホールポンプの異常運転を検知するシステムを開発した。

クラウドサーバに蓄積されるマンホール内の水位データおよびポンプ運転時の電流値データを、人に代わってAIが監視する。AIには、長年マンホールポンプに携わったベテラン技術者が過去データに対して実施した異常／正常判定結果を学習させており、これに基づいて施設ごとに通常運転の範囲が自動設定される。通常範囲から外れた運転データがあった場合に異常運転と判定し、監視画面上やメールでユーザに通知する(図一3)。また、通常範囲からの外れ度合いに応じて、異常レベルも提示する。人が1施設ずつ入念に確認しないと判別できないような運転変化の検知も、AIであれば自動で、大量に、判定基準の個人差なく、処理が可能である。

さらに、異常運転の有無だけでなく、「詰まり」や「水漏れ」といった推定原因も提示する。これによって維持管理者は、緊急度の判断や、点検に携行する道具の選定、現地での確認箇所の順番付けといった段取りが容易になる。

(2) 検知事例

開発したAIが実際の不具合を検知した事例を紹介する。

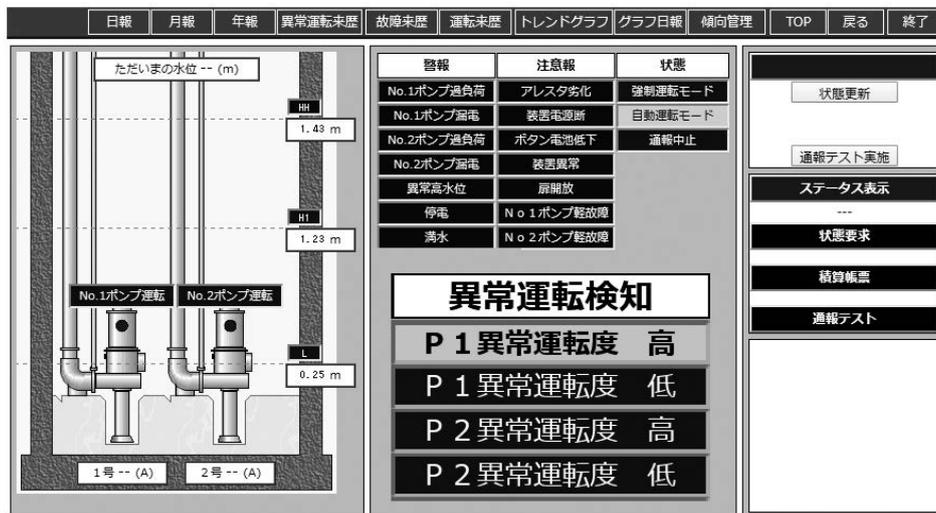
事例1) Mマンホールポンプ場

ポンプ内部のインペラ周りに繊維質の異物の絡みつきがあった事例である。異物が擦れながら運転されるため、摩擦抵抗が生じてポンプ電流値が高くなったことをAIが検知した。異物の性状から、ある程度の日数をかけて徐々に蓄積されたものであり、このまま蓄積が進めば、過電流が生じて故障発報に至っていたと想定される。

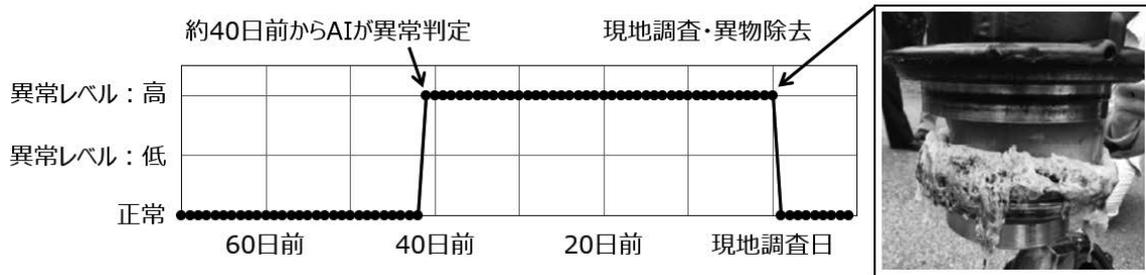
本事例において、AIでは現地調査の約40日前から既に異常運転を検知し、異常判定が継続していた(図一4)。従って、実運用上はその期間を利用することで十分に計画的な対応が可能と考えられる。

事例2) Yマンホールポンプ場

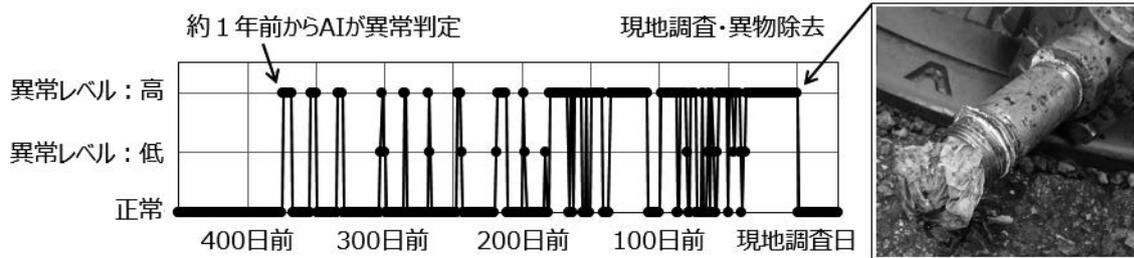
2号ポンプの排気弁の配管に異物の詰まりがあった事例である。ポンプ内の空気溜まりが排出されないため空運転状態になっており、排水能力が低下していたことをAIが検知した。この施設では排水運転中に一定時間が経過するともう片方の号機に運転が切り替わる制御になっていたため、本来であれば2号ポンプによって排水されるべき場合も、後続の1号ポンプの運転によって排水自体は完了できており、故障が発報さ



図一3 ユーザ表示画面(イメージ)



図一4 事例1（ポンプ内部への異物絡み）におけるAI検知結果



図一5 事例2（排気弁配管への異物詰まり）におけるAI検知結果

れることはなかった。

この事象の約1年前からAIでは断続的に異常判定が出ており、後半ではほぼ継続して異常判定となっていた（図一5）。長期間の空運転は、無駄なエネルギー消費や機器寿命の減少を引き起こす。AI判定に基づいて期間中の早期のタイミングで現地点検を行っていたら、詰まりを解消し、長期間の異常運転を回避できた可能性がある。

このように、開発したAIによって故障発報に至る前に現れる異常な運転状態を検知することで、マンホールポンプの予防保全が可能である。

4. おわりに

IoT技術によって収集されるビッグデータを、人に代わってAIが自動的に分析することで、効率的に有

益な情報を得ることが可能である。本稿では、マンホールポンプの維持管理にAI技術を導入し、データを有効活用することで、予防保全に繋がる例を紹介した。マンホールポンプに限らず、インフラ施設の維持管理においては、老朽化や担い手不足といった共通の課題がある。今後も、AIなど先進的な技術をいち早く取り入れ、普及展開を図ることで、こういった社会的な課題解決に貢献していく所存である。

JCMA

【筆者紹介】

小松 一登（こまつ かずと）
 (株)クボタ
 水環境総合研究所
 担当課長

