

分流式小規模下水道のAIによる雨天時流入水量予測

AI-Based Prediction of Wet-Weather Inflow Volume in Small-Scale Separate Sewerage Systems

● 鈴木 茂* 野口 直之*
Shigeru SUZUKI Naoyuki NOGUCHI

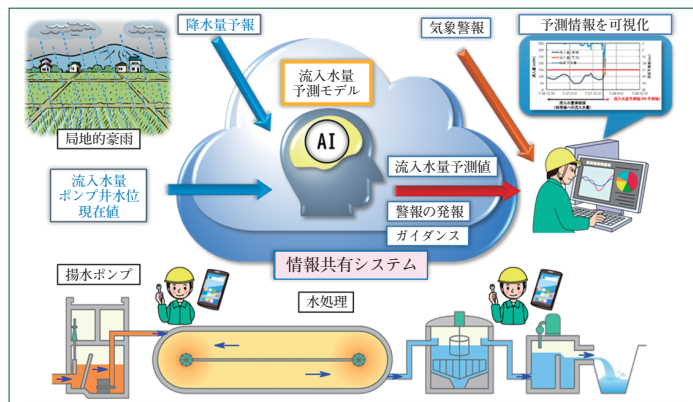


図1 情報共有システムの概要
Overview of information sharing-system

表1 対象施設概要
Overview of target facility

施設名	氷上中央浄化センター
排除方式	分流式
処理方式	オキシデーションディッチ法
晴天時1日最大処理量	3548m ³ /日 (平成30年下水道統計より)

1 はじめに

近年、ゲリラ豪雨や線状降水帯といった局地的・集中的な降雨はますます増加傾向にあり、分流式下水処理場においては、流入管渠などの老朽化により降雨時の浸入水量が増加し、施設浸水のリスクを高めている。特に、処理区域が複数点に在する地域の分流式下水処理場では、降雨時の対応に時間を要することから施設浸水のリスクはさらに高くなる可能性がある。これに対して、老朽化した施設でも容易に導入でき、大幅な改築更新を必要としないソフト面での対応策は一層重要度を増している。住友重機械エンパイロメント株式会社(SHI-EV)は、降水量予報値からAIを使って流入水量の増加を予測する技術を開発し、実運用での評価を行ったのでここに報告する。

2 流入水量予測技術の開発および評価

2.1 情報共有システム

流入水量を予測するAIは、図1に示す情報共有システムに内蔵される。本システムに送られてくる下水処理場に関する情報と気象会社からの情報、さらにAIによる予測情報は下水処理場関係者と共有され、いつでも確認することができる。流入水量の増加によって下水処理場の浸水リスクが閾値を超えると予測された場合には、警報および運転支援ガイダンスが発報され、下水処理場関係者は実際に流入水量が増加する時刻や施設の保全に必要な操作内容を把握することができる。

2.2 対象下水処理場

表1に、予測対象の下水処理場の概要を示す。本下水処理場のある丹波市は、近年増加する大規模で突発的な降雨による施設浸水をリスクとして警戒している。しかし、局所的・集中的な降雨時の異常流入水量に対して、流入ゲートの自動制御およびハード面での対策は有効としながらも、高額な費用と時間を費やすという課題があった。

そこで、多くの既存施設でも容易に導入でき、大規模な改築更新を必要としないソフト面での対応策の確立が急務とな

る。特に、市内広域に複数点に在する小規模下水処理場は、休日・夜間は無人となる施設が多く、緊急時の体制構築に時間を要したり、出動の優先順位付けが難しいことから雨天時浸入水量予測はさらに重要である。

2.3 流入水量予測技術概要

浸入水量予測に必要なAIモデル構築には、汎用ソフトウェアを用いた。予測に必要なデータは下水処理場への流入水量実績値および気象会社からの降水量予報値といった比較的入手が容易なデータのみである。体制の構築に必要な時間は50分であったが、10分の余裕を加味して60分後の流入水量を予測した。学習には、2021年4月～2023年6月のデータを用いた。構築したAIモデルは、2023年7月～10月のデータを使用して実運用の評価を行った。

2.4 評価指標および目標

AIで予測された流入水量は、3種類の指標により評価を行った(表2)。警報発報時間差は、短時間大雨(表3)と短時間大雨以外とに分けて、短時間大雨以外を評価対象とし、降雨時の体制構築に必要な50分以上を指標とした。短時間大雨は、降水量予報値の精度が高くないことから参考値とした。各指標の目標は、気象警報・注意報で雨天時対応を行っていた従来の施設管理方法による場合の値以上(または以下)とした。

3 結果および考察

評価期間に流入水量実績値が閾値を超えた日時と降雨種類を表4に、評価期間全体の流入水量の実績値・予測値ならびに降水量実績値を図2に示す。また、流入水量実績値が閾値を超えた代表的な結果として2023年7月9日、8月14日の流入水量の実績値・予測値ならびに降水量実績値を図3に、評価指標の目標達成状況を表5に示す。

評価期間中の閾値超は12回発生し、その内訳は短時間大雨以外3回、短時間大雨9回であった。3回のうち2回の短時間大雨以外において警報発報時間差は50分以上であり、その割合は66.7%で目標を達成した。見逃しは閾値超12回に対して

表2 評価指標および目標
Evaluation metrics and targets

評価指標		目標
項目	内容	
警報発報時間差50分以上 (短時間大雨以外)	流入水量実績値が閾値を超えた時刻とAIが閾値超を予測した時刻との差が50分以上であった閾値超回数の割合	60%以上 (従来 ^{*1} : 17%)
見逃し率	実際には閾値を超える流入水量があったが流入水量予測値は閾値を超えず警報を発報しなかった確率	52%以下 (従来 ^{*1} : 52%)
空振り率	流入水量予測値が閾値を超え警報を発報したが流入水量実績値が閾値以内であった確率	69%以下 (従来 ^{*1} : 69%)
警報発報時間差30分以上 (短時間大雨) [参考]	流入水量実績値が閾値を超えた時刻とAIが閾値超を予測した時刻との差が30分以上であった閾値超回数の割合	[50%以上] ^{*2} [[従来 ^{*1} : 20%]]

*1 従来: 気象警報・注意報により雨天時対応を行っていた施設管理方法 *2 []内は参考

表3 短時間大雨の定義
Definition of short-duration heavy rainfall

①降り始め(10mm/h以上)からピークまでの時間	30分以内
②降り始めから降り止み(10mm/h未満)までの時間	120分以内
③10mm/h以上の降雨からの経過時間	60分以上

以上3つの条件をすべて満たす場合、短時間大雨と定義する。

表4 評価期間の閾値超日時
Threshold-exceedance date-times during evaluation period

No.	日時	降雨種類
1	2023/7/8 21:40	短 ^{*3}
2	2023/7/9 2:20	短
3	2023/7/9 8:10	短
4	2023/7/19 17:30	短
5	2023/7/28 17:30	長 ^{*4}
6	2023/8/14 23:50	長
7	2023/8/15 9:30	長
8	2023/8/21 19:10	短
9	2023/8/26 20:40	短
10	2023/8/27 17:30	短
11	2023/8/28 17:50	短
12	2023/9/8 0:10	短

*3 短: 短時間大雨 *4 長: 短時間大雨以外

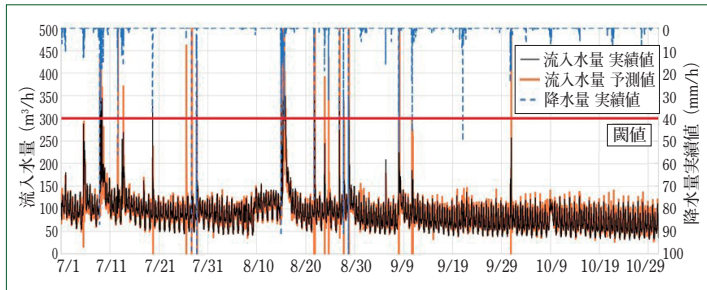


図2 評価期間全体の流入水量の実績値、予測値ならびに降水量実績値
Actual and predicted influent flow and actual precipitation over entire evaluation period

表5 評価指標の目標達成状況
Target attainment status for evaluation metrics

評価指標	結果	目標	目標達成状況
警報発報時間差50分以上 (短時間大雨以外)	66.7% (=2/3)	60%以上	達成
見逃し率	25% (=3/12)	52%以下	達成
空振り率	55% (=11/20)	69%以下	達成
警報発報時間差30分以上 (短時間大雨) [参考]	[83.3% (=5/6)] ^{*2}	[50%以上]	[達成]

*2 []内は参考

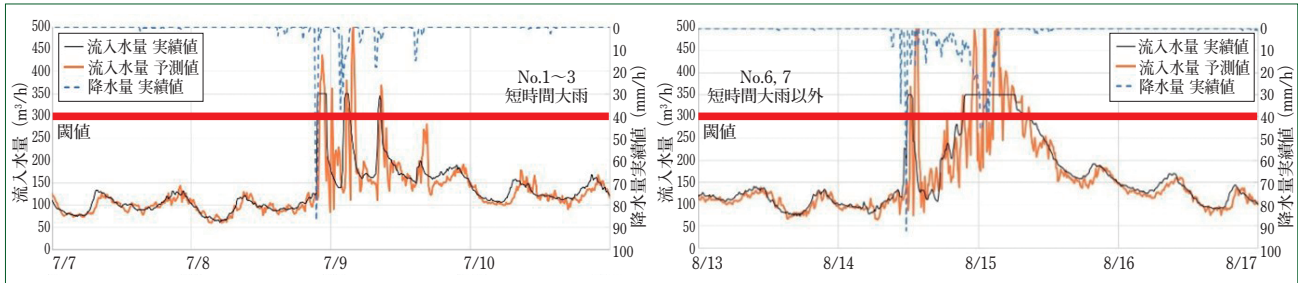


図3 閾値超日時の流入水量の実績値、予測値ならびに降水量実績値
Actual and predicted influent flow and actual precipitation at threshold-exceedance date-times

3回(いずれも短時間大雨)であり、見逃し率は25%で目標を達成した。空振りは11回発生したが、警報を発報した閾値超9回に空振り11回を加えた20回に対して11回であり、空振り率は55%で目標を達成した。短時間大雨の警報発報時間差30分以上の割合は参考値であるが、9回の短時間大雨から見逃し(3回)を除いた6回に対して5回であり、その割合は83.3%で目標を達成した。

本技術は従来の気象警報・注意報より浸水リスクの大きい流入水量到達を高精度に予測できるので、従来の管理手法より待機時間が削減でき、余裕のある人員配置計画や現場作業が可能となる。

4 おわりに

(1) 汎用ソフトウェアを用い、入手が容易な下水処理場への流入水量実績値および気象会社からの降水量予報値の

みを入力データとし、約2年半分のデータから1時間後の流入水量を予測するAIモデルを構築することができた。

(2) 本技術は、従来の気象警報・注意報より高精度で流入水量到達を予測できることから、待機時間の削減や余裕のある人員配置、現場作業の効率化を実現した。

今後もデータを蓄積し、AIによる予測精度の向上に取り組むとともに、小規模下水以外にも適用範囲を広げ、雨天時浸入水による下水処理場の被害軽減に取り組んでいきたい。

本開発は、国土交通省の令和3年度下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)に採択された「分流水下水道の雨天時浸入水量予測及び雨天時運転支援技術に関する実証事業」により実施した。ご指導いただいた国土技術政策総合研究所、共同研究体の丹波市ならびに関係者各位に感謝の意を表す。