

音響データを用いた雨天時浸入水検知

～音響データのAI解析による新たな検知技術～

分流式下水道の汚水管渠に流入する雨天時浸入水は、溢水発生や維持管理費増大の要因となっています。下水道管理者は、早急な雨天時浸入水対策の必要性は認識しているものの、コスト面等の課題から抜本的な対策を講じることができていない状況です。そのため、当社では下水管の流水音に着目し、AIを用いた安価・広域的・安全・迅速に実施可能な雨天時浸入水検知技術を用いて、皆様の課題解決に寄与します。

音響データを用いたAIによる雨天時浸入水検知技術とは？

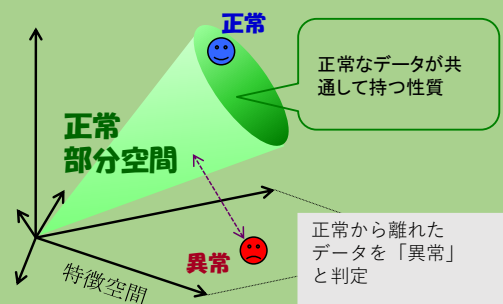
AI (Artificial Intelligence) は、様々な社会的諸課題に対し深層学習 (ディープラーニング) に代表されるニューラルネットワークを利用した機械学習が適用され、その有効性が実証されています。

音響データを取り扱った解析を実施する場合、複数のパラメータが特徴量となるが、画像認識と比べると取り扱う特徴量が限られます。

本技術においては、雨天時浸入水の検出精度、計算コスト、モデルの安定性、データベースの要件を考慮し、機械学習における部分空間法 (正常の範囲を規定して異常を検知) などを適用しています。

本技術は、AIを用いて「正常 (晴)」を規定して、雨天時に規定を外れるデータを「異常」と定義することにより雨天時浸入水の発生区域や箇所を検知する技術です。

機械学習アプローチ:部分空間法



本技術のAI解析の概念

B-DASHプロジェクトによる成果

令和元年度下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト) において、「AIによる音響データを用いた雨天時浸入水検知技術の実用化に関する実証研究」を国土技術政策総合研究所からの委託研究として実施しました。本研究では全国5都市の汚水管渠を実証フィールドとし、本実証技術を用いて管内音響データを収集し、AI技術により実証を行いました。

- 適用可能な箇所での検知精度は、従来技術と同様の精度を担保しました。
- 絞り込み調査は平均56%、詳細調査費用まで含めた場合は平均約24%の事業費を削減できました。
- 絞り込み調査は平均64%、詳細調査期間まで含めた場合は平均約24%の作業期間を短縮できました。

音響AI解析の適用範囲

No.	項目	適用可否	検知結果
1	調査箇所の地上において騒音の影響を受ける地点	○	音響調査及び分析 (AI解析) とともに影響なく適用可
2	大深度人孔にて施設内の反響音の影響を受ける地点	○	音響調査及び分析 (AI解析) とともに影響なく適用可
3	小流量で流水音の発生が微弱的な地点	○	音響調査及び分析 (AI解析) とともに影響なく適用可
4	ポンプの起動停止の影響を受ける地点	×	ポンプ場やマンホールポンプがあり、晴天時・雨天時問わずポンプの運転状況によって、 上下流の水位 (音響) が変動する場合、晴天時のパターン構築が非常に困難 となり、結果、雨天時の異常判定 (検知) が困難となる。
5	不定期排水の影響を受ける地点 (工場排水等の影響)	×	調査対象区域内に工場等が多く立地しており、 平日休日問わず稼働状況に応じて不定期に排水を行っている場合、晴天時のパターン構築が非常に困難 となり、結果、雨天時の異常判定 (検知) が困難となる。
6	コーナー部	△	コーナー部では、流水が波打つため音響の変動に振動が大きくなる傾向があり、晴天時のパターン構築時に正常の範囲が広がる。
7	マンホールへの直接流入がある地点	×	サービス管や取付管などを副管なしでマンホールに接続している場合、これら 本管で発生する流水音以外の音響により晴天時のパターン構築が困難 になる。
8	機器 (マイク) 水没の危険性が高い地点	△	豪雨時の異常流入によりマイクが水没する地点では、 マイクの汚れによる性能低下や異常検知の判断が困難 になる恐れがある。

- STEP0 ・ 音響データ (現地調査より入手)
- STEP1 ・ 前処理フィルター
・ ノイズ除去
- STEP2 ・ 特徴量抽出
・ (データ量の削減&判別特徴抽出)
・ 時間領域と周波数領域より特徴量を抽出
- STEP3 ・ 晴天時音響パターンモデルの構築
・ (平日、土日休日で1週間)
- STEP4 ・ 異常検知

音響AI解析の流れ



音響装置

技術導入によるアウトプット・効果

◆調査方法と結果の表示方法

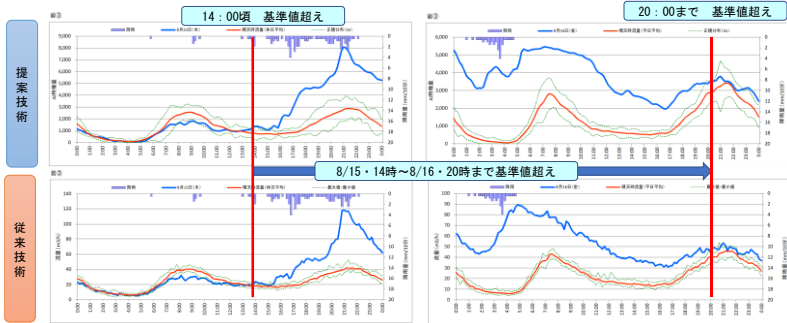
- ボイスレコーダーを用いた音響装置を足掛け金物等に掛けるだけで設置が完了し、非常に容易です。
- 音響AI解析結果は従来手法と同様の方法で表示することができ、わかりやすい結果提示が可能です。



左：足掛け金物に設置した事例
 右上：アンカーを打ち込んで設置した事例
 左下：転落防止はしごに設置した事例



設置イメージ



音響AI解析と従来手法の解析結果

◆コストメリット

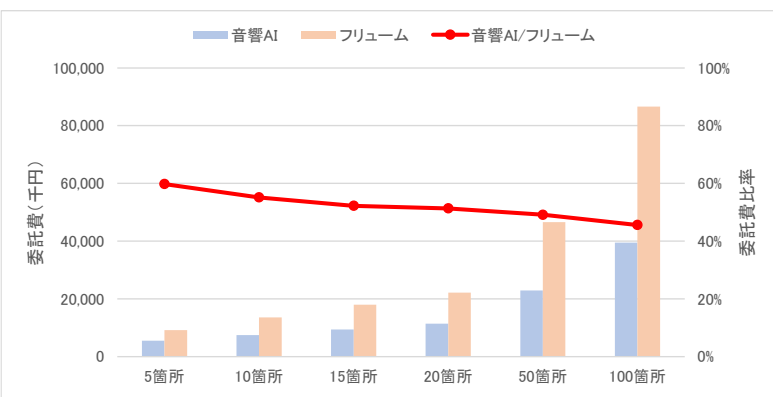
同一箇所数に設置した場合、50%以上のコスト削減が可能となります（対流量調査、下図左参照）。本技術は国庫補助対象として実施することが可能であるため、同一箇所数であれば従来手法の25%程度の委託費で調査・分析が可能となります。

また、実証試験では音響装置を従来技術より多く設置しましたが、詳細調査の延長が削減したことで、全調査費を10,000千円以上削減できました。これにより、詳細調査費用も含めたトータルコストの削減とともに、対策の迅速化が図れることで、面的な対策がスピーディに実現可能となります。

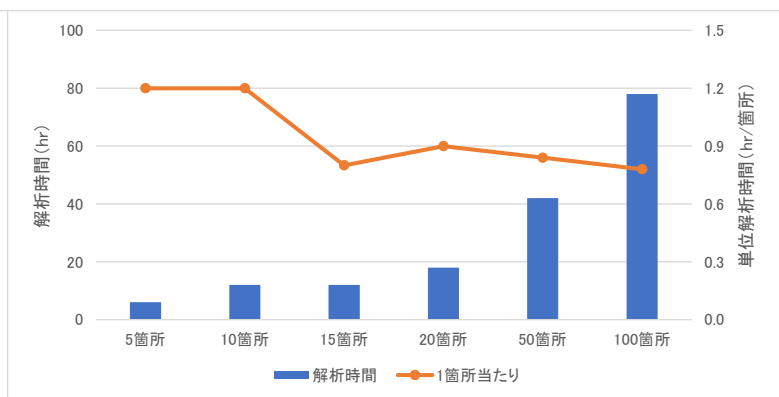
◆迅速性

機器の設置や撤去は、安全帯の設置～解放まで約10分で完了できます（従来手法:1hr程度）。また、AI解析の解析時間も短いことから（1hr/箇所程度、下図右参照）、現地調査・解析期間の短縮が可能で、速やかな結果提示が可能となります（従来手法に対して50%以上迅速化）。そのため、B-DASHの実証試験では、1年間で2段階の絞り込みも実施できたことから、より迅速な対策実施が可能です。

また、設置に際し、マンホールへの入孔は基本的に必要ないことから、路上での作業時間も短縮でき、現地作業での安全性向上に寄与します。



流量計と比較した場合のコストメリット



箇所数あたりの音響AI解析時間

- AIによる音響データを用いた雨天時浸入水検知技術の実用化に関する実証研究

～下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）～

国土技術政策総合研究所 平成30年度

- 農業集落排水（生平地区）管路施設不明水調査業務

愛知県岡崎市 令和2年度

業務実績

お問い合わせ先及び技術担当

株式会社 建設技術研究所
<http://www.ctie.co.jp/>

■ お問い合わせ先： 東京本社 営業部
 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町3-21-1（日本橋浜町Fタワー）
 TEL：03（5695）0240 FAX：03（5695）1881

■ 技術担当： 東京本社上下水道部

2020.7