

第4章 調査

第1節 本技術による雨天時浸入水の調査手順

§ 15 調査手順

調査では、次の各項に示すとおり段階的に実施する。

- (1) 事前確認
- (2) 現地調査
- (3) 分析

【解説】

本技術は、雨天時浸入水の発生が予想される区域や地点を対象に、マンホール内に集音装置を設置し、下水道管内の流水音を収録するための現地調査を実施する。その後、調査によって得られた音響データを用いて異常検知に資する分析を行う。

本調査の手順を図 4-1 に示す。各項目の内容については、次節以降に詳述する。

第4章 調査の範囲

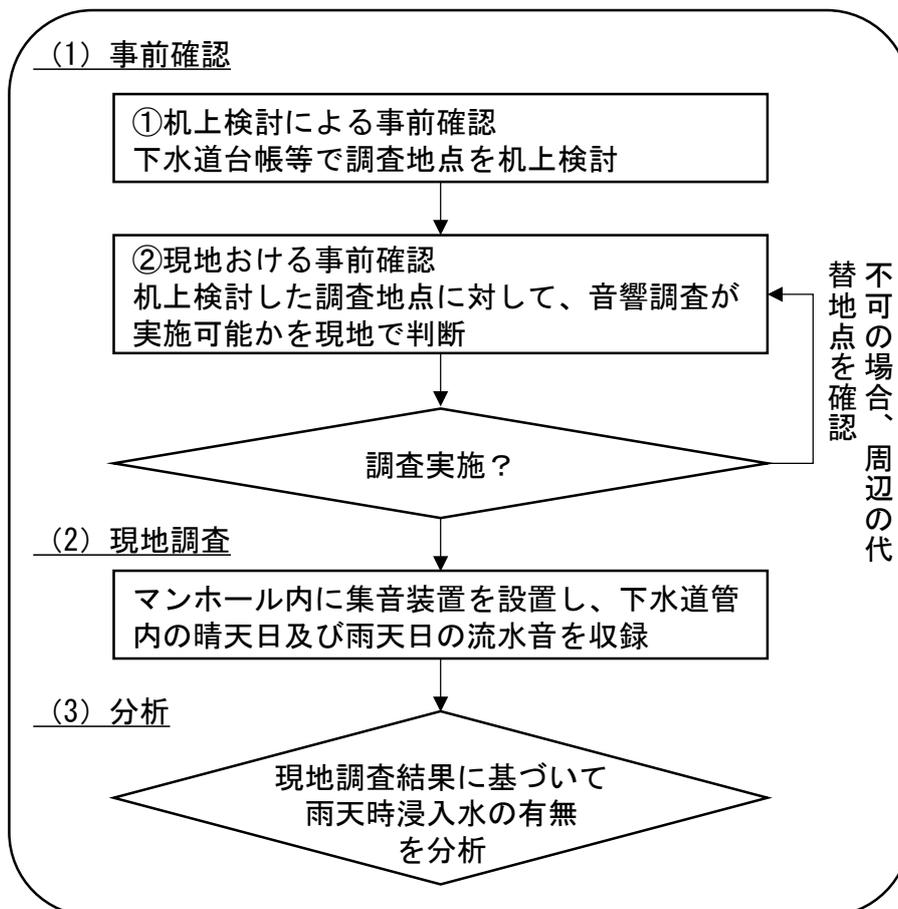


図 4-1 調査の手順

§ 16 事前確認

事前確認では、雨天時浸入水の調査対象区域における下水道台帳を用いて、§ 7 に示す本技術の適用除外範囲に留意しつつ音響調査地点を机上検討する。

その後、机上検討した音響調査地点において、交通量やマンホール内の状況を実際に確認することで、音響調査が可能かどうかを現地にて判断する。

【解説】

事前確認では、調査対象区域における下水道台帳を用いて、音響調査地点を机上検討するとともに調査地点上下流の下水道管及びマンホールの基礎諸元（管種・管径・勾配・マンホール深等）を整理する。

音響調査地点については、本技術の特性も踏まえ以下の地点を極力選定しないよう留意するとともに、現地における事前確認段階で設置不可と判断された場合の予備の候補地点を抽出しておくことが望ましい。

- ・ 下水道管の会合点や屈曲部
- ・ マンホールポンプ周辺

音響調査は、設置対象マンホール内に集音装置を設置し、下水道管内の流水音を収録するものである。そのため、机上検討した調査地点において適切に音響調査が実施可能かを実際の現地にて判断し、音響調査地点を確定するとともに、表 4-1 に示す音響調査時に必要となる事項を確認する。

表 4-1 現地における事前確認事項

分類	目的	内容
音響調査時の周辺への影響	安全で円滑な調査の実施	<ul style="list-style-type: none">・ 幹線道路上にあるマンホールへ集音装置を設置する場合、安全帯の設置位置や警備員の配置を確認する。・ 民家や学校、医療機関等に隣接したマンホールに集音装置を設置する場合、必要に応じて周辺住民へ調査に関するビラを配るなどの事前周知の必要性を確認する。
音響調査実施のための現場状況	確実な調査の実施	<ul style="list-style-type: none">・ 長期間開閉していないマンホールに集音装置を設置する場合、蓋の開閉状況を確認するとともに、開閉困難な蓋は事前に開閉しておく。・ 集音装置を設置するための足掛け金具の有無及び耐久性（腐食状況等）を確認するとともに、設置が困難な場合はアンカー打設や代替具の設置等を検討する。・ 外部マイクのケーブル長を決定するため、音響調査地点のマンホール深や水跡線を確認する。・ 調査予定のマンホールの上下流における管工事、TV カメラ調査などの工事・調査計画を事前に確認し、それらに影響のない期間に設置できるように調整を行う。

§ 17 現地調査

現地調査では、§ 7に示す音響調査技術により、晴天日及び雨天日における下水道管内の流水音を一定期間収録する。

【解説】

現地調査は、下水道管内に集音装置を設置して下水道管内で発生する流水音の収録を行うものである。現地調査における機器設置イメージを図 4-2 に示す。

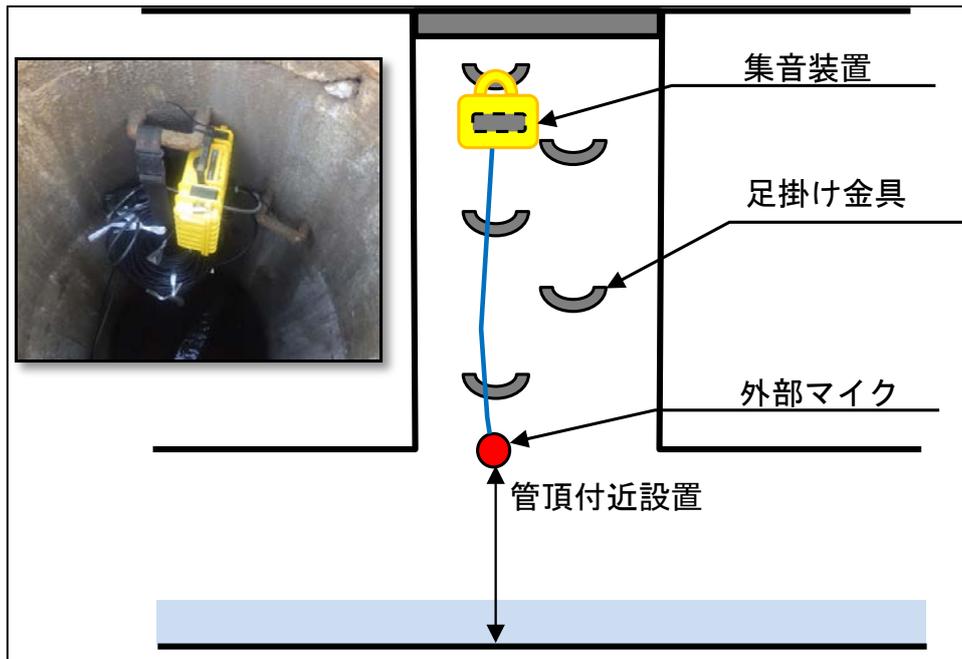


図 4-2 現地調査における機器設置のイメージ

また、現地調査における集音装置の設置フローを図 4-3 に示すとともに、各項目での作業内容及び留意点を以下に示す。

なお、夏場調査を実施する場合は、下水道管内の温度が高くなりボイスレコーダの停止リスクが高まることから、真夏日における調査は回避することが望ましい。

① 設置（撤去）準備

調査地点のマンホールにおいて安全帯を設置し、作業時の安全性を確保する。その後、調査地点のマンホール蓋を開け、マンホール内の酸素・硫化水素濃度を測定し、必要に応じて換気等の対策を実施する。

② 集音装置設置（撤去）

外部マイクは管頂付近に設置することを基本とし、地上部から外部マイクの設置位置を調整する。ここで、マンホール内の水跡線が管頂以上にある調査地点では、外部マイクが水没する可能性がある。実証研究では、外部マイクと水面の距離が 2.5m 以上離れた場合、音響 AI 解析結果が適切に出力できないことが確認されている（資料編 3. 参照）。そのため、このような調査地点で調査を実施する必要がある場合、外部マイクの設置位置はマンホール内の水跡線に留意するとともに、水面から 2.5m 程度以下となるように設置する。

なお、調査期間中に外部マイクの位置が大幅に変化すると、収録される音響データの出力が大きく変化することが自主研究段階で確認されている。そのため、外部マイクの位置が変化しないように、足掛け金具等に固定しておくことが望ましい。

次に、集音装置内のボイスレコーダを録音状態にし、外部マイクからの音が収録されていることを確認したうえで、集音装置を足掛け金具等に固定する。調査期間中の集音装置不具合による欠測等が発生した場合の追跡調査のためにも、設置時に確実に録音が始まっていたことを写真撮影しておくことが望ましい。

なお、巡回点検は基本的に不要であるが、調査期間中に外部マイク等が水没する危険性のある豪雨等が発生した場合は、発生後の晴天日に集音装置の稼働状況等について確認しておくことが望ましい。

集音装置の撤去時は、集音装置内のボイスレコーダを停止し、集音装置を回収する。



写真 4-1 事前確認状況

③ 設置（撤去）完了

集音装置の設置（撤去）後は、速やかにマンホール蓋を閉め、マンホールのガタツキ等の不具合がないことを確認したうえで、安全帯を開放し、作業を終了する。

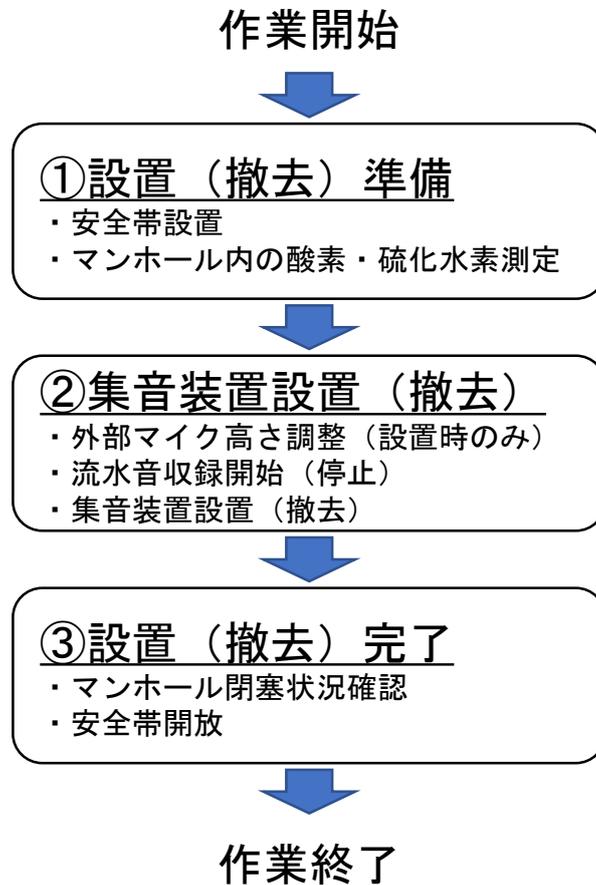


図 4-3 現地調査の実施フロー

§ 18 分析

分析は、§ 17 で得られた音響データを用いて、§ 8 に示す AI 解析技術により、現地調査地点における雨天時浸入水の有無を判定する。

【解説】

AI 解析プログラムの作成フローを図 4-4 に示す。初めに雨天時浸入水が発生する下水管内の音響データを収録し、AI 解析のための教師データとする。この教師データを用いて雨天時浸入水検知の判断基準となる特徴量を算出する AI 解析プログラムを作成する。その際、雨天時浸入水が発生しているときの特徴量と同じ時間の晴天日の特徴量の差が最大になるように特徴量を最適化する。

なお、特徴量の算出法に適用される AI には様々な手法がある。実証研究で用いた教師データは公開しているので、下水道管内の音響データの AI 解析プログラムを作成する際は、資料編 7. に示す実証研究体の連絡先に問い合わせ、入手方法等調整されたい。

① 晴天日（雨天時浸入水なし）音響データの抽出

教師データの中から雨天時浸入水が発生していない晴天日の音響データを抽出する。

② 雨天日（雨天時浸入水あり）音響データの抽出

教師データの中から雨天日において雨天時浸入水が発生している音響データを抽出する。

③ AI 解析プログラムの作成

雨天時浸入水が発生しているときの特徴量と同じ時間帯の晴天日の特徴量の差が最大になるように特徴量を最適化した AI 解析プログラムを構築する。

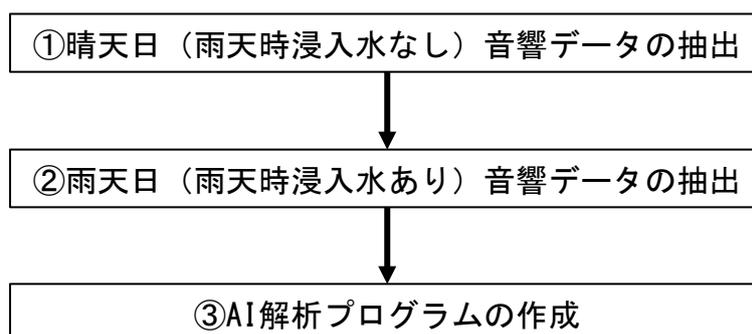


図 4-4 AI 解析プログラムの作成フロー

次に、現地調査において収録された音響データの分析フローを図 4-5 に示す。AI 解析プログラムの作成と同様に、現地調査において収録された音響データを晴天日と雨天日に分類し、それぞれを AI 解析プログラムに入力して晴天日と雨天日と比較することで、雨天時浸入水の有無を判定する。

なお、実証研究では、資料編 6. に示す手法に基づいて分析を実施しているので、参考にされたい。

① 晴天日の音響データを AI 解析

現地調査時の晴天日に収録された音響データを AI 解析プログラムによって解析し、晴天日の 24 時間ごとの特徴量変化（平均特徴量や晴天日の特徴量の範囲）を得る。

② 雨天日の音響データを AI 解析

現地調査時の雨天日に収録された音響データを AI 解析プログラムによって解析する。

③ 雨天時浸入水の有無を判断

晴天日と雨天日の各時間における特徴量が晴天日の同じ時間の範囲を超えた場合は雨天時浸入水が発生したと判定し、超えない場合は雨天時浸入水が発生していないと判定する。

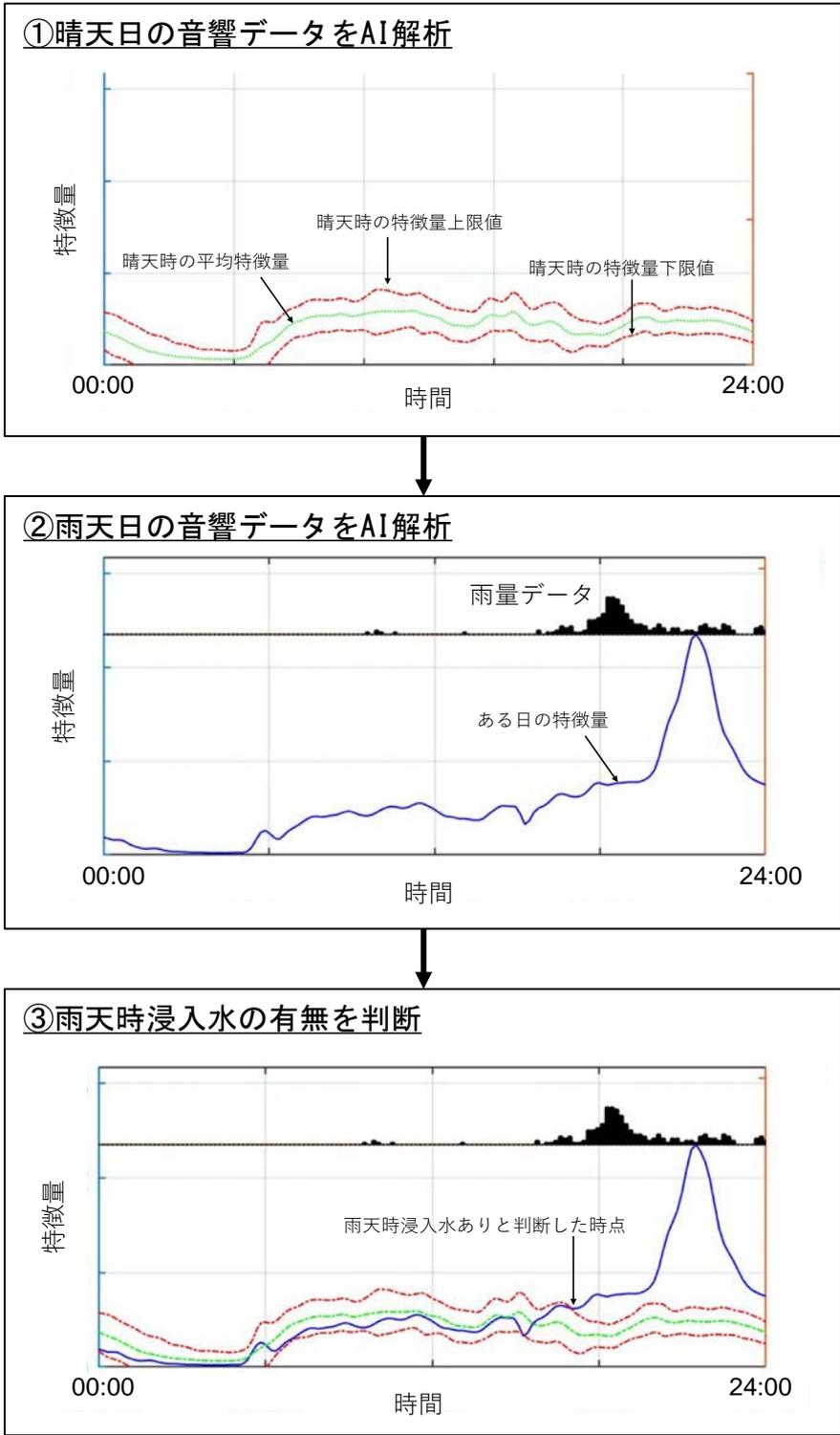


図 4-5 AI 解析の検討フロー

第2節 安全衛生管理

§ 19 安全衛生管理

本技術では、下水道管内での作業を行うことは基本的にないが、その現場条件から常に危険が伴うため、一般的な安全対策に加えて、「酸欠・有毒ガス対策」、「交通安全管理」、「降雨への対応」については、既往の調査同様に重視する。

【解説】

本技術における現地調査では、下水道管内で設置や撤去作業が発生することは基本的にないが、マンホール蓋を開けた際の酸欠・有毒ガス対策は実施する必要がある。また、設置や撤去などの一連の現地作業は短時間で実施できるが、道路上での作業が発生するため、道路使用許可申請や交通誘導員の配置をはじめとする従来技術の現地調査と同様の交通安全管理及び対策は必要である。加えて、雨天時浸入水の発生が想定される区域での調査を行うため、急激な汚水量増加の可能性も懸念されることから、降雨時の現地作業は実施しないこととする。

その他、各種現場作業や安全管理等の一般的な遵守事項については、「下水道管路管理に関する安全衛生管理マニュアル⁸⁾」（平成24年7月（公社）日本下水道管路管理業協会）、「管きよの維持管理における安全対策⁹⁾」（平成24年7月（公社）日本下水道管路管理業協会）及び「局地的な大雨に対する下水道管渠工事等安全対策の手引き（案）¹⁰⁾」（平成20年10月 局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等安全対策検討委員会）等を参照のこと。