

# 令和8年度 AB-Cross 実証概要

## 下水道管路におけるフロート式点検ロボットの实証事業

---

日本工営・ウォールナット・埼玉県共同研究体

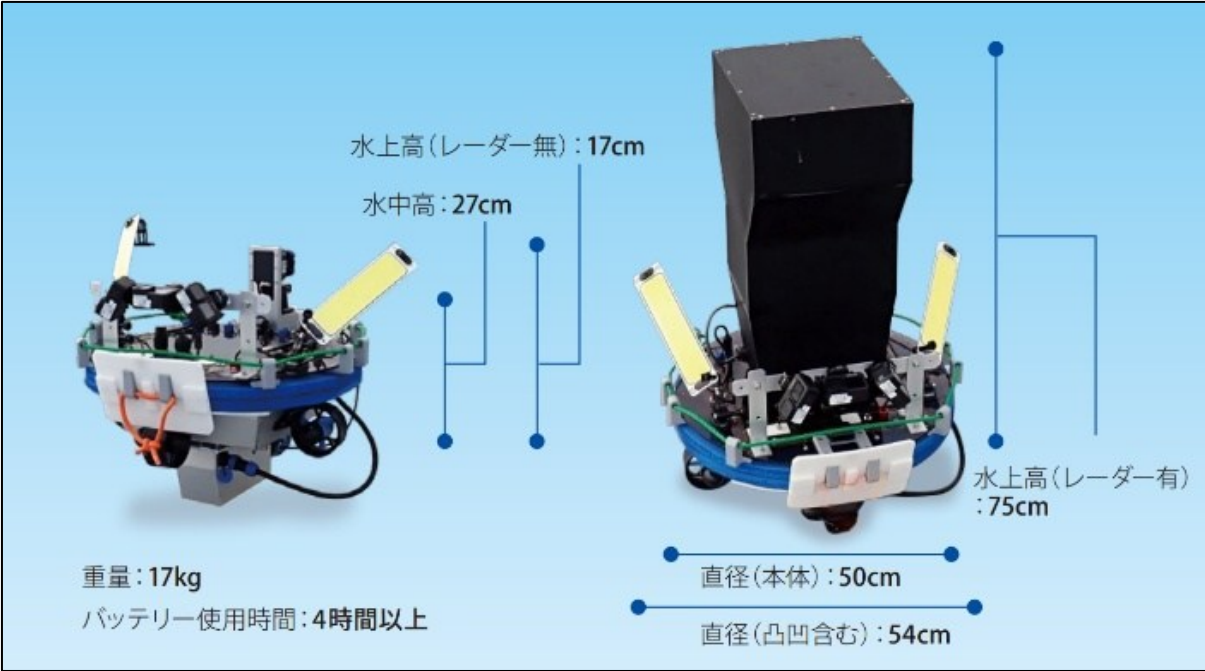


【技術概要】

- フロート式の機体に3つのセンサ(高精度カメラ、非接触式電磁波レーダ、LiDAR)を搭載
- ⇒ 通水状態で管路の表面、背面、断面形状の情報を同時に取得
- 農業水利施設・電力土木分野の水路トンネル点検で実績あり

【実証目標】

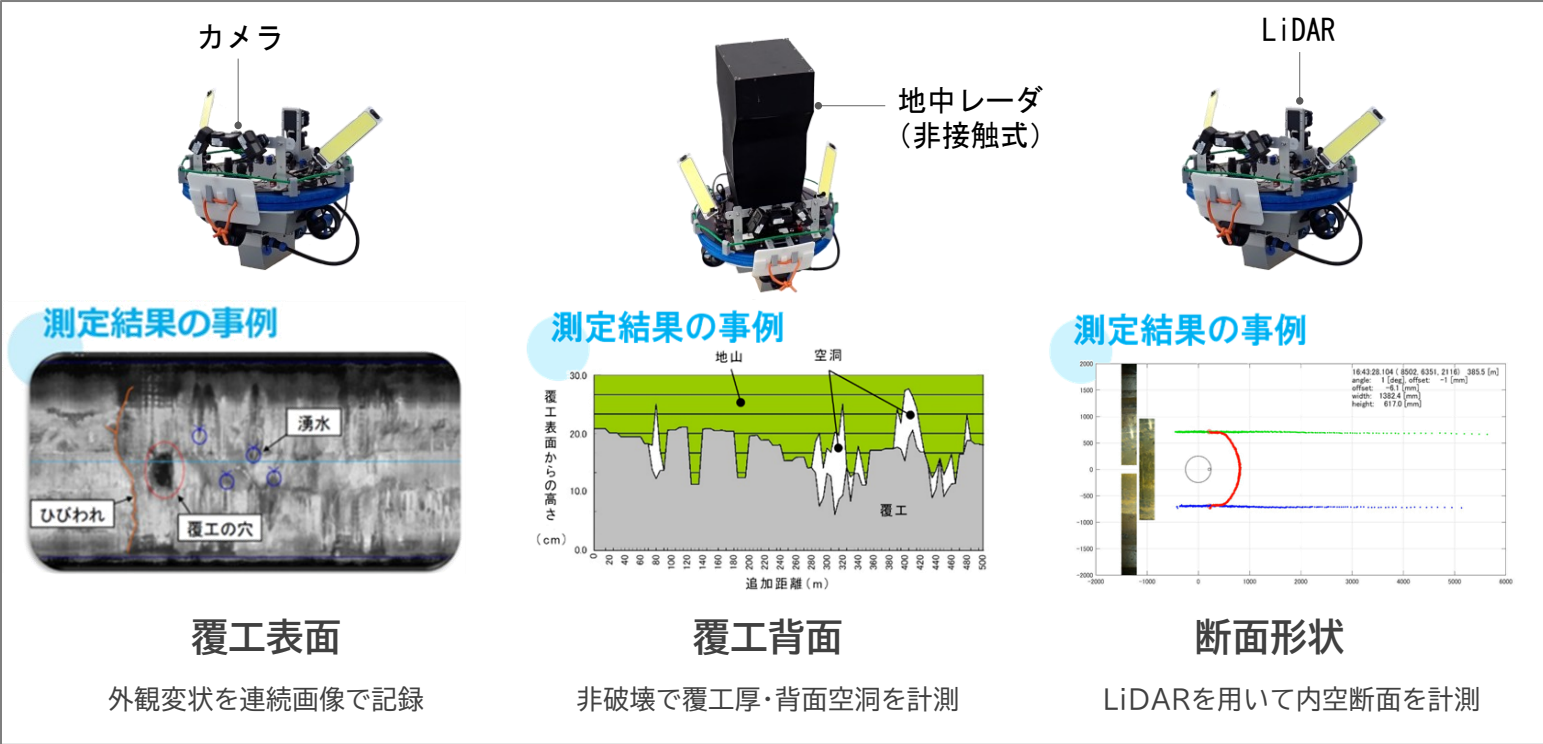
- 下水道管路においても、**浮流式カメラ**の必須機能を満たしつつ**背面空洞調査**、**管厚測定**まで多機能的に実施できることを実証
- 点検結果共有システムを構築し、データを一元化・可視化



ロボット外観

仕様

| 項目      | 仕様                                             |               |
|---------|------------------------------------------------|---------------|
| 形状・寸法   | 円盤形、Φ×H=500×510mm(レーダ装置未装着時)                   |               |
| 重量      | 17kg                                           |               |
| 航行方式    | 自然流下方式                                         |               |
| 位置・姿勢制御 | 測域センサ(LiDAR)とIMU(ジャイロセンサ)のセンサ情報をもとに船体の位置と姿勢を制御 |               |
|         | 推進装置                                           | スラスト出力100W×4個 |
|         | 自己位置計測                                         | 測域センサ×2個      |
| 移動距離検出  | 測位装置                                           | GPS           |
|         | カメラ画像を用いたSLAM(自己位置推定技術)による距離データの取得             |               |
|         | 主電源                                            |               |
| 構成要素    | 仕様                                             |               |
|         | 形式                                             | インパルス方式       |
|         | 離隔                                             | 0.5~1.5m      |
|         | 重量                                             | 約2kg          |
|         | 寸法                                             | 縦58cm×幅32cm   |
|         | 通信方式                                           | ワイヤレス接続(WiFi) |



搭載するセンサと計測事例

### (1) 浮流式カメラの機能

#### ① クラック幅の計測

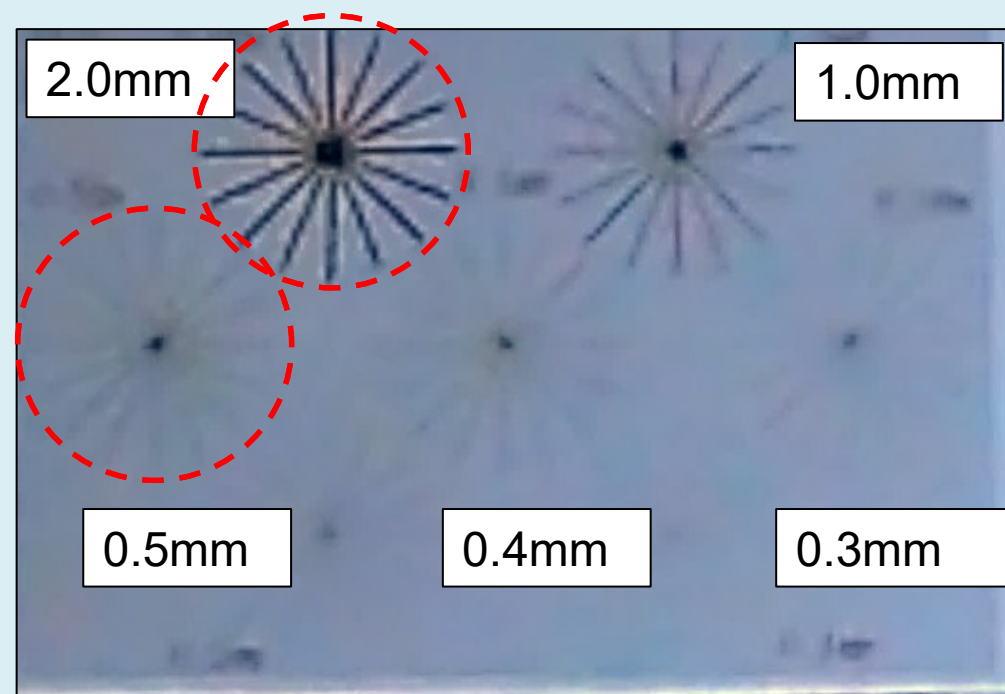
- 幅2mmのクラックの幅を数値的に把握することが可能となる。

#### <本技術の特徴>

- 高精度カメラでの撮影により、幅0.5mm程度のクラックを識別可能。
- 幅2mm以上のクラックについては定量的に計測可能。

#### <実証のポイント>

- 管路内を流下しながらでも機能を発揮できることを確認する。
- 流況の影響で管きょ表面に正対して撮影することが困難となり、計測精度が低下する場合は、機体の姿勢を安定させるための制御機構を改良する。



カメラ性能確認結果(離隔1.0m(φ2m相当))

#### ② 自己位置推定

- 下水道管内において、自己の位置を推定し、調査延長や異状箇所が特定可能となる。

#### <本技術の特徴>

- LiDARによる管きょ断面形状の連続計測に加え、流下中に取得されるカメラ画像から特徴点の移動量を求めることにより、調査開始位置からの移動距離を連続的に推定することが可能。

#### <実証のポイント>

- ①と同じ。



## 2. 実証する機能

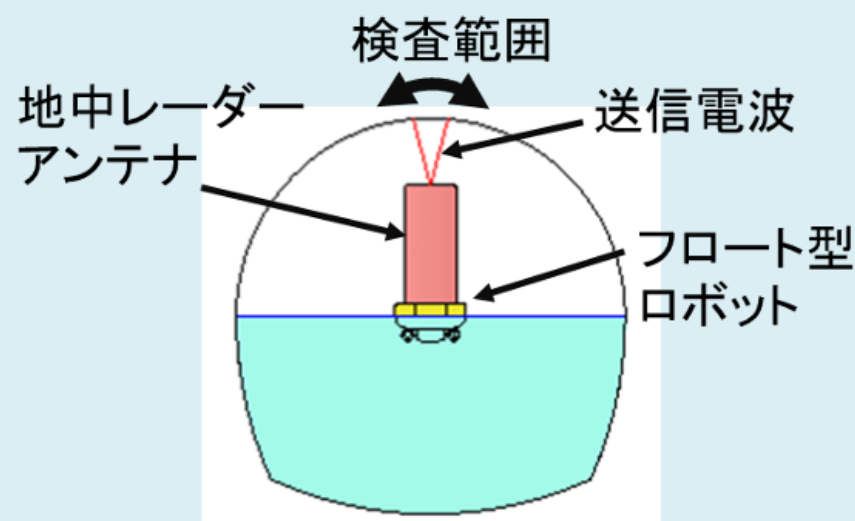
### (2) 大深度の空洞調査機能

#### ① 管内からの空洞調査

- 管きょ(特に鉄筋コンクリート製)背面数十cmを超えて、可能な限り離れたところにある空洞の調査ができる。

#### <本技術の特徴>

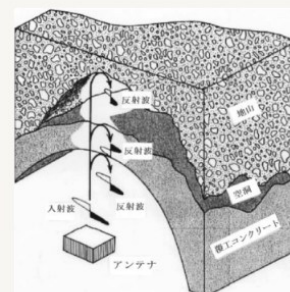
- 非接触式の電磁波レーダアンテナにより、管きょ表面にアンテナを物理的に接触させることなく電磁波を照射・受信することで、背面の異状の有無を調査する。



非接触式電磁波レーダ 模式図

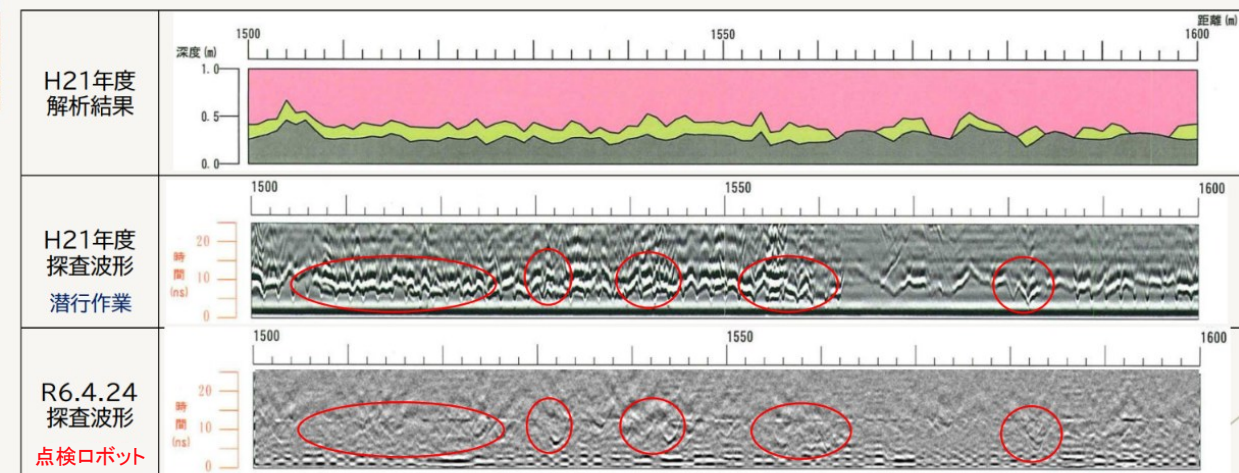


電磁波レーダ搭載



電磁波レーダの原理

作業員が潜行して実施した場合と概ね同様な探查波形が記録された



※H21年度の測線は右側壁側に50cmオフセットしており、今回の中心線とは若干異なる。

非接触電磁レーダー実施例

#### <実証のポイント>

- これまで、無筋コンクリートで覆工した山岳トンネルにおいては背面空洞を検出できている。
- 配筋状況が密な鉄筋コンクリート管に対しては、電磁波を透過させるための最適なアンテナ仕様（大きさ、形状、周波数など）を検討する。
- 実証フィールドで供用中の管路上に空洞を設けることは困難なため、模擬管路を用いてアンテナの評価試験を行う。
- 鉄筋コンクリート管の背面付近に発生した空洞の検出を当初目標としてアンテナの改良を行った後、背面から離れた空洞について、どの程度の距離まで検出可能か検証する。

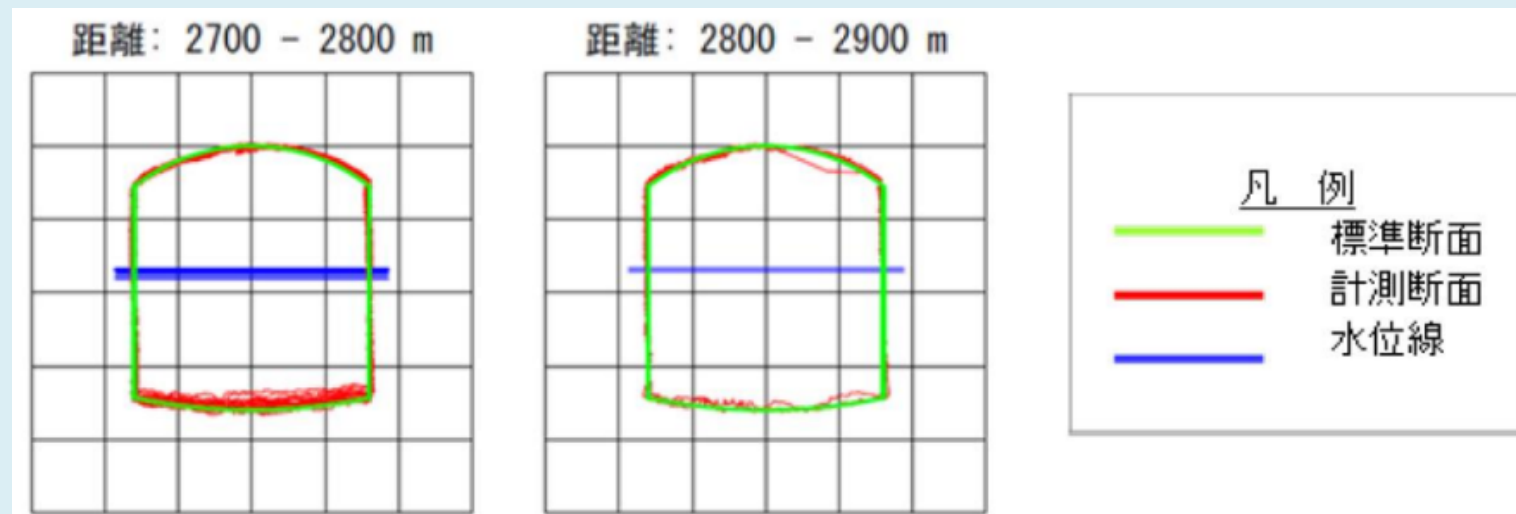
### (3) 大口径下水道管の管厚測定機能

#### ① 管厚測定

- 管径2m相当以上の大口径管路において、現状の技術水準では調査できない条件でも管厚を調査できる。

#### <本技術の特徴>

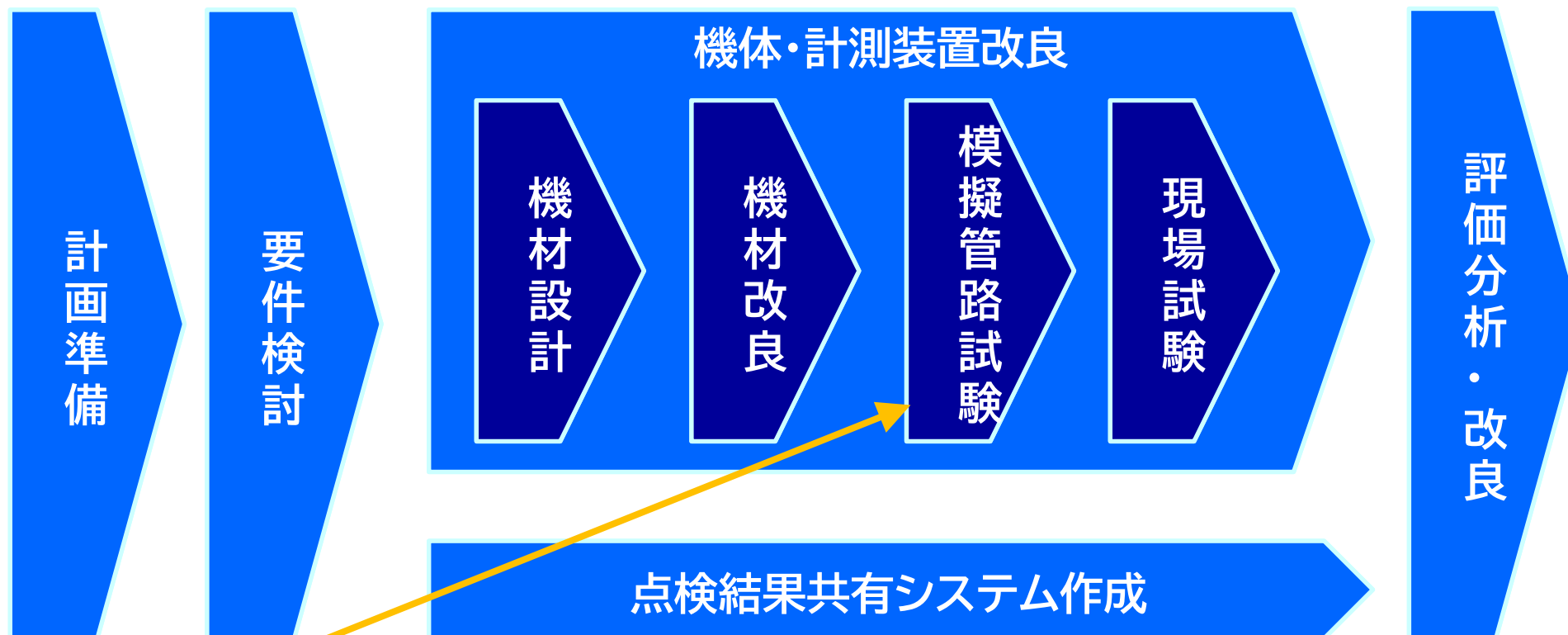
- LiDARによる内空断面計測結果から間接的に残存管厚を推定する。
- 作業員が立ち入って調査できない条件下でも、無人で調査可能。



断面計測事例

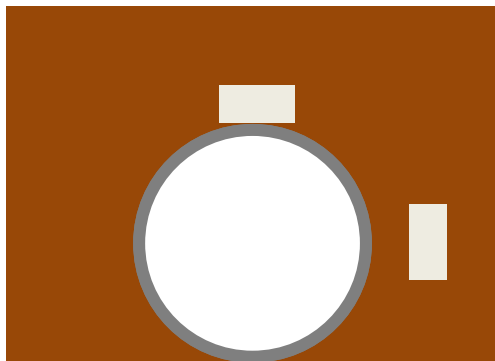
#### <実証のポイント>

- 機体の揺れ抑制または揺れ補正により、LiDARによる計測を安定させる。



## 模擬管路試験

- 実験施設で管路背面空洞を設定
- アンテナの評価試験等を実施



## 点検結果共有システム作成

- 取得したデータを使えるように加工
- 点検結果と既存情報(地理情報や施設情報)の一元化
- ブラウザ上での可視化、共有

