

F1-10

## 地中レーダの縦断方向計測に対する斜め方向計測による精度比較

### Accuracy Verification by Diagonal Measurement against Longitudinal Measurement of Ground Penetrating Radar

○下瀬川雄也<sup>1</sup>, 室井和弘<sup>2</sup>, 本郷恵莉<sup>2</sup>, 岩上弘明<sup>3</sup>, 佐田達典<sup>4</sup>, 積田典泰<sup>4</sup>

\*Yuya Shimosegawa<sup>1</sup>, Kazuhiro Muroi<sup>2</sup>, Eri Hongou<sup>2</sup>, Hiroaki Iwakami<sup>3</sup>, Tatsunori Sada<sup>4</sup>, Noriyasu Tsumita<sup>4</sup>

Abstract: Experiments were conducted to compare the accuracy of diagonal ground-penetrating radar measurements with that of longitudinal ground-penetrating radar measurements. The ground-penetrating radar used was GUIDELINE GEO's MALA Easy Locator Core, and longitudinal and diagonal measurements were made to analyze and compare the travel paths and number of detections. As a result, buried pipes that were buried almost parallel to the longitudinal direction could not be detected in the longitudinal direction, but could be detected accurately in the diagonal direction.

#### 1. はじめに

地中レーダは、地中に電磁波を発射することで地中にある埋設管や空洞からの反射波を利用して深度や位置特定を行うものである。近年、交通インフラ工事等で地下埋設物の破損による工事の延期や延長が全国で起こっているため、この事故を未然に防ぐためにも地中レーダを使用した地下埋設物の位置検出精度技術が必要とされている<sup>[1]</sup>。

地中レーダを使用した研究として、佐田ら<sup>[2]</sup>は地中レーダと VRS 測位を用いた埋設管と空洞の位置検出の精度評価を行っている。実験ヤードに対して縦断方向と横断方向での計測を行った結果、縦断方向の計測の方が検出精度が良いことを報告している。しかしながら、縦断方向に平行に埋まっている埋設管は検出できなかったとしている。

本研究では全ての埋設管と交わるような斜め方向を設定して計測を行い、縦断方向計測との精度比較を行い、斜め方向計測の実用性の可否を求めた。

#### 2. 実験概要

2024年7月29日10時～14時、静岡県富士市にある一般社団法人日本建設機械施工協会施工技術総合研究所内の地下埋設物模擬ヤードにて縦断方向計測及び斜め方向計測を行った。これは佐田ら<sup>[2]</sup>の実験と同じヤードである。使用した地中レーダは GUIDELINE GEO 社の MALA Easy Locator Core である。主な仕様としては電磁波の周波数は 450MHz、重量は 15kg、バッテリーは 8 時間駆動である。また、本体には GNSS 受信機やワイヤレス接続のタブレット、車速センサが搭載されている。GNSS 受信機で VRS 測位を実施し、移動しながら高精度な位置情報を取得した。Figure 1.の図中に本実験で使用した MALA Easy Locator Core の写真

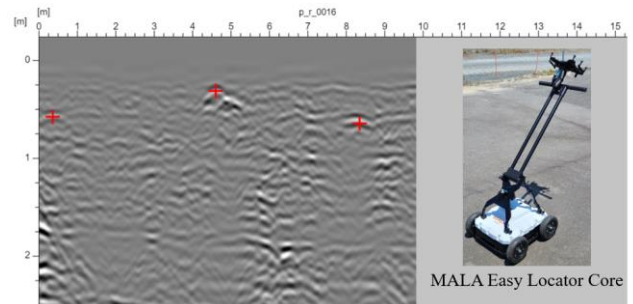


Figure 1. Analysis chart of MALA Vision and photo of MALA Easy Locator Core

を示す。

#### 3. 解析方法

VRS 測位で観測した埋設物・空洞の中心部直上の点 37 点と走行軌跡をヘルマート変換を行い局地座標に変換して走行軌跡図を作成した。Figure 1.の図中左は地中レーダで取得された画像である。上に凸の形状を埋設管又は空洞とみなしてマーキングを行い、X 座標、Y 座標、深度を算出した。解析したデータを VRS 計測と同様のヘルマート変換を行い、VRS 測位の結果と比較して埋設管の中央部との水平較差及び鉛直較差を縦断方向、斜め方向で求めた。また、検出結果の図を方向別で作成し中心部からの距離を目視で確認できるように行った。

#### 4. 解析結果

Figure 2.に縦断方向の走行軌跡図を示す。縦断方向の走行軌跡には途切れがほぼ見えず、すべての埋設管や空洞の上を通過している。Figure 3.に斜め方向の走行軌跡図を示す。斜め方向の走行軌跡においても途切れは見当たらなかったが、埋設管の中心位置を 3 か所程度通れていないことがわかる。

1: 日大理工・学部・交通 2: 朝日航洋株式会社 3: 株式会社ニコン・トリンプル 4: 日大理工・教員・交通

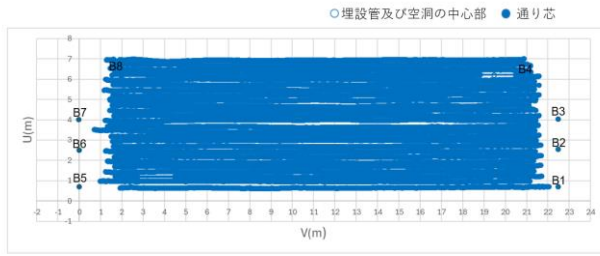


Figure 2. Longitudinal Running Trajectory Diagram

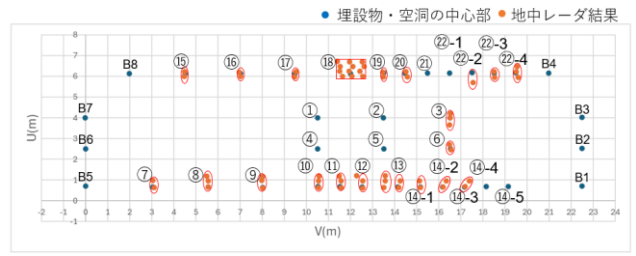


Figure 5. Detection of buried pipes and cavities in longitudinal direction

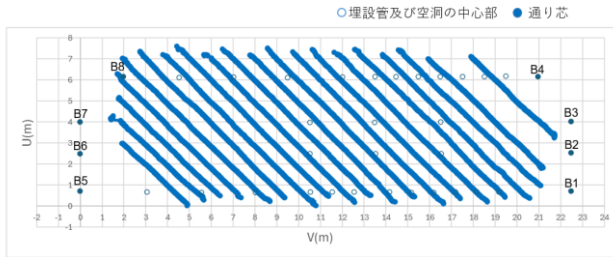


Figure 3. Diagonal Running Trajectory Diagram

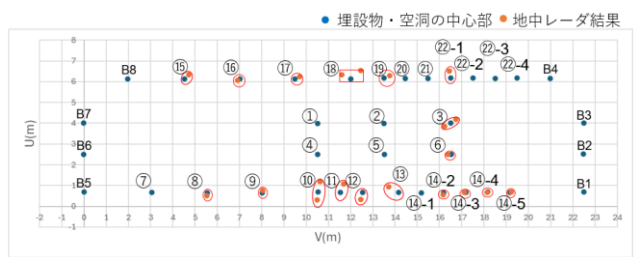


Figure 6. Detection of buried pipes and cavities in diagonal direction

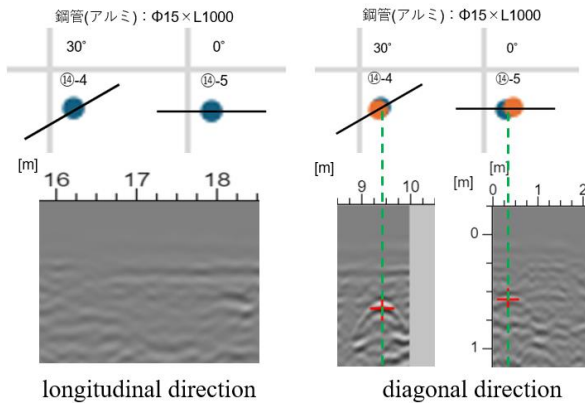


Figure 4. Enlarged view and cross section of buried pipe

実験前の計画ではすべての埋設管の上を通るような走行ルートを描いていたが、実験実施時に欠測が生じたと思われる。

Figure 4.に埋設管⑭-4, ⑭-5の拡大図及び断面図を示す。この埋設管は深度約0.49mに設置されている。図中左の縦断方向計測では検知できていないが、図中右の斜め方向計測では検知できている。これは⑭-4, ⑭-5の埋設管は縦断方向にほぼ平行な角度で埋まっている埋設管であるため、縦断方向計測では検知できず斜め方向計測では埋設管と交わるような角度で計測を行ったため、検知できたと考えられる。

Figure 5.及び Figure 6.に縦断方向, 斜め方向の埋設管及び空洞の検出図を示す。縦断方向では29箇所中21箇所, 斜め方向では29箇所中18箇所を検出することができた。Figure 5.及び Figure 6.の図中中央部の①, ②, ④, ⑤の検出は両方向共に不可能であったが、埋設管及び空洞の深度が1.5m~2mに設置されているた

め今回使用した地中レーダの周波数では検知が難しかったと考えられる。

## 5. まとめ

本研究では地中レーダによって通常実施される縦断方向計測に対して斜め方向計測を行い、各方向別の検知数を解析し比較を行った。その結果、縦断方向計測の検知数は斜め方向と比較して多いが、縦断方向に平行に埋まっている埋設管の検知は不可能であった。斜め方向計測では縦断方向が検知できなかった埋設管においても検知することができたため、縦断方向や横断方向に平行に埋まっている埋設管がある場合は斜め方向計測も実用的だと考える。

しかしながら、今回の実験では埋設管の素材による電磁波の反射強度が不十分であり、素材による検知数の影響を調べる必要がある。更に実験当日の温度や湿度による土やコンクリートの状態もデータ取得や埋設管の検知数に関わってくると考えられるため、これらによる影響についても調べる必要がある。

## 6. 参考文献

- [1] 総務省:地中レーダー技術に関する調査検討会報告書, <[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000477180.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000477180.pdf)>, (入手日付: 2024.9.14)
- [2] 佐田達典, 山口裕哉, 岡本直樹, 室井和弘, 岩上弘明, 福井巧海, 「GNSS 受信機と車速センサを備えた地中レーダによる埋設管と空洞の位置検出の精度評価」, 土木学会第79回年次学術講演会講演集, 2024.