

地中レーダによる水道管漏水の FDTD シミュレーション —水道管漏水のモデリング—

FDTD Simulation of Water Pipe Leakage Using Ground Penetrating Radar — Modeling of Water Pipe Leakage —

園田 潤^{†‡}Jun SONODA^{†‡}[†]仙台高専 [‡]ディープセンシング

National Institute of Technology, Sendai, Deep Sensing

概要

近年、老朽化した水道管による漏水や道路陥没が社会問題となっているが、従来の音聴調査は環境雑音や効率に課題がある。Lバンド衛星 SAR による検出も試みられているが、検出精度や分解能に限界がある。地中レーダは非破壊で埋設管や土壌水分変化を検出できるが、管種や漏水条件により検出精度が異なると考えられる。ここでは、実験が困難な多様なケースを FDTD 法で検証した結果を示す。

数百 MHz 帯の地中レーダは、土壌と地中物体の比誘電率差による反射を検出する。土壌の比誘電率は 10~20 程度、塩化ビニール管は 3~5 程度であるため検出は可能である。漏水は周囲土壌との誘電率差が大きければ検出できるが、管種や漏水範囲に依るため、様々なモデルでの検討が必要である。

FDTD 法で水道管漏水の 3 次元モデルを構築し、地中レーダによる塩ビ管と金属管の漏水検出を比較した。塩ビ管は管内水と漏水の反射が重なり検出が難しい一方、金属管は漏水が明瞭に検出された。漏水半径を変化させた結果、半径 10 mm の初期漏水は検出困難であることなどが確認された。

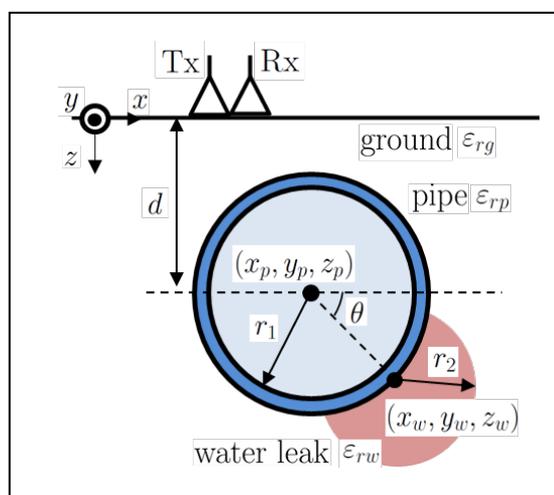


図 水道管漏水の 3D-FDTD モデル

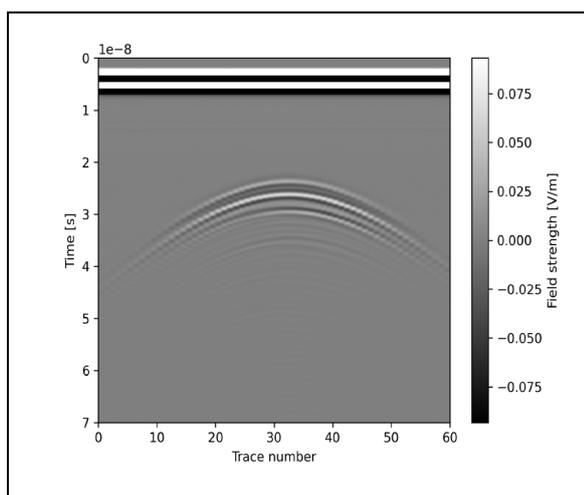


図 水入り塩ビ管における漏水の B スキャン画像

Abstract

Aging water pipes cause leakage and road collapse; however, conventional acoustic surveys face noise and efficiency issues, and satellite Synthetic Aperture Radar (SAR) has limited detection. Ground penetrating radar (GPR) enables non-destructive detection, though results depend on pipe material and leakage conditions. We modeled diverse cases using the finite-difference time-domain (FDTD) method. We demonstrated that leakage detection is more challenging in PVC pipes but more precise in metal pipes, and that small initial leaks are challenging to detect.