

■ はじめに

土中探査では、電波や電磁波の減衰が大きいことから音(振動)による計測手法が用いられる。例えば土中配管の漏水位置検知や水平ドリルビット工法のドリル先端位置探査、災害時の生き埋め状態が発生した際の土中の音から不明者の位置を探査する装置などが多く実用化され、研究されている[1]。これらの多くの手法は、地表面にセンサを設置し、土中の音源から各センサへの音の到来時間差や音圧変化を用いて位置探査をしている。しかし、地表面にセンサを設置する手法では、地表面の表層部の土質の違いや、地表面波と呼ばれる影響によって各センサの誤差が大きく、これらを補完するためには複数回の実施や多くのセンサを広範囲に設置する必要があった。

そこで、少数のセンサでの位置探査法を検討するため、2つのジオフォンを杭状にし、これら2組を土中に差し込み少数ジオフォンアレイを作成した。この際、地中から地表面で発生する反射音を計算に含める手法を提案し、従来法と比較した[2]。

■ 少数ジオフォンによる土中音源探査の概要

1. 実際の土中での実験

固い粘土質での環境で図1左のように土中に差し込んだ提案法と図1右の地表面での従来法で設置した、 D を加振させ音源位置推定を行った。その結果、埋設し、地表面反射を用いる提案法は従来法に比べ3.42倍推定精度が向上することがわかった。

2. シミュレーションによる結果と考察

前項の実験ではジオフォンアレイの正面のみに音源位置があったため、原点を中心とし、音源の位置を0-90(deg)変化させた影響と、1つのジオフォンの設置位置がずれた場合の影響を測定する実験を行った。真値と推定値の相対誤差を η と定義し、音源の位置を変えた場合の結果を図2上部に示す。従来法(細線)では、音源から2組のジオフォンへの距離が等しい角度付近(~10, 80 deg)で大きな誤差をとるが、提案法(太線)では誤差を低減できることがわかった。また、ジオフォンの設置誤差の影響も、従来法に比べ、提案法ではジオフォンのずれは推定精度への影響が小さい傾向であることがわかった(図2下図、 $\theta = 45 \text{ deg}$, y 軸方向に設置誤差として0-0.1m移動)。これは、位置推定の際に地表面反射を用いることで擬似的に3つセンサを増やしていることとなり、誤差を補間する結果になったと考えられる。

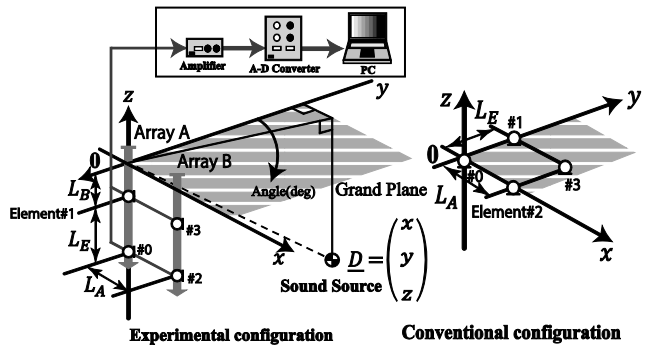


図1 提案法と従来法の実験環境の概要

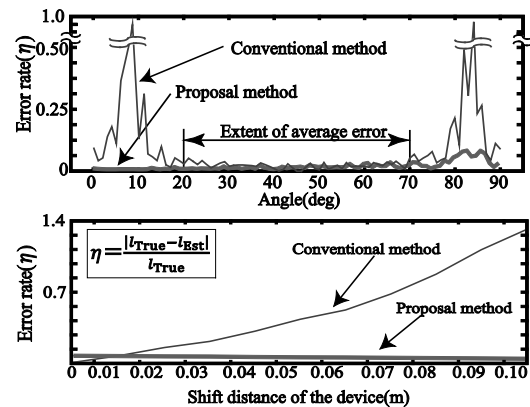


図2 音源位置の真値と推定値の誤差

これらの実験の結果、少数ジオフォンを埋設し地表面反射を用いる計算を行うことで、同数のセンサを設置する従来法に比べ推定精度を向上させることができることが示唆された。

■ 参考文献

- [1] Junpei T *et al.*: A Method for Estimating the Location of the Drill-Bit During HDD Using a Giant-Magnetostrictive Vibrator, Jpn. J. Appl. Phys. 50, 07HC15, 2011.
- [2] 川岸卓司ほか: 直達音と地面反射音を利用する少数子ジオフォンアレイによる土中音源位置推定, 土木学会, 土木学会論文集 F3, Vol.69, No. 2, pp. I_130-I_138, 2014.

代表発表者 川岸 卓司 (かわぎし たくじ)
 所属 筑波大学大学院 システム情報工学研究科
 知能機能システム専攻 音響システム研究室
 問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
 TEL: 029-853-5468
 kawagishi@aclab.esys.tsukuba.ac.jp
 http://www.aclab.esys.tsukuba.ac.jp/

■キーワード: (1) 音源探査
 (2) ジョフォンアレイ
 (3) 地中音響監視