

VI-313

アースオーガ用埋設物破損防止技術の検討

N T T 技術協力センタ 正会員 米田克哉 霜田武利 鉄矢 仁 吉田幸司 岡 公隆

1. はじめに

通信用電柱等の建設の際には、特定箇所を除く大部分のエリアでは穴掘り掘削機械（アースオーガ）が使用されている。しかし、掘削対象とする地下3mの範囲には通信、ガス、水道、電気等の地下管路設備が埋設されており、掘削中にこれら埋設管を誤って破損することなく探知する技術が望まれている。

一般的に地中埋設物を探知する方法として、電磁誘導や電磁波の利用が考えられる。これは、非接触による埋設物探知を可能とするが、本目的のアースオーガに適用した場合、前者は非金属管を探知できない、後者はアンテナサイズや実装スペース、高コスト等の問題がある。そこで、アースオーガが埋設物と接触した際に発生する振動の状態から、埋設物を探知する方法について検討を行った。その結果、埋設物に致命的なダメージを与えることなく、探知可能なことを明らかにした。

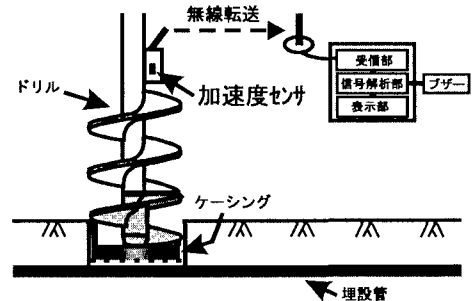


図1 システム構成図

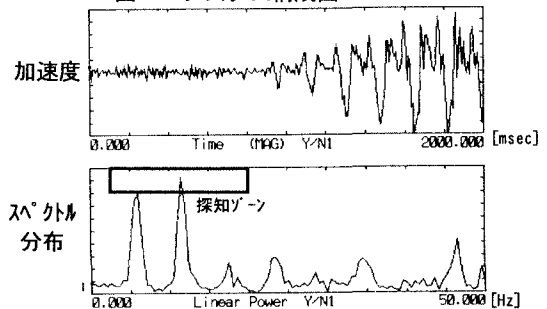


図2 探知方法

表1 実験条件

	項目	条件
解析条件	センサ	IC型加速度センサ
	サンプリング	100Hz
	FFTデータ長	256ポイント
掘削条件	ドリル回転数	18~22rpm
	ケーシング	ピン型、歯数16
サイト構成	埋設物	φ50, 75mm塩化ビニール管、鋼管、ヒューズ管
	土質	砂礫土（N値=5~7）

2. 実験方法

図1にシステム構成を示す。ドリル先端部には、アースオーガ先端が埋設物に接触した時に、規則的な上下振動を生み出すように先端にピンを埋め込んだ円筒型ケーシングを取り付けた。そして、その上下振動を探知する加速度センサをドリル軸の上部に装着し、センサからの加速度信号を無線転送し、信号解析することにより埋設物接触の判定を行い、埋設管と判定した場合には警報を発する。

表1に実験条件を示す。まず、埋設管と石に接触した場合の振動シミュレーションを行い、次に実験用サイトに掘削実験を行った。実験用サイトには、管径や材質の異なる埋設管、および大小の石を配備した。

図2に埋設管に接触した際の加速度信号（上段）とそのスペクトル分布（下段）の一例を示す。ケーシングが埋設物に接触すると、ケーシングの歯数とアースオーガの回転数に基づく固有振動が生じる。

歯数 $n=16$ 、回転数 $r=20$ [rpm] とすると振動の基本周波数 f_0 は、

$$f_0 = n \times r / 60 = 5.3 \text{ [Hz]}$$

したがって、スペクトル分布の 5.3 Hz 付近、およびその整数倍の周波数にピークが現われる。スペクトルピークが設定した探知ゾーンを超えると埋設管に接触したと判定し、警報を発する。

キーワード：アースオーガ、振動、加速度センサ、スペクトル、探知ゾーン

連絡先：東京都武蔵野市緑町 3-9-11 TEL:0422-59-4506 FAX:0422-37-7424

3. 振動シミュレーション

ケーシングと埋設物との接触による振動解析を行っていることから、掘削中に石等が存在した場合にも振動が発生する。その度に掘削を停止していたのでは効率が悪く、実用的ではないので、埋設管と石の識別方法について検討を行った。管は円周方向に丸みを帯び、かつ表面が滑らかであるのに対し、石は不規則であるという形状の違いに着目した。

管と石の接触振動をそれぞれ模擬化し、FFT を行ったスペクトル分布を図3に示す。埋設管は低周波数領域のスペクトルピークが大きくなりやすく、石は高周波数側に分散シフトするという特徴であることがわかる。

4. 実験結果

表1の条件で実験サイトにて掘削実験を行った。図4に埋設管と石に接触した時のスペクトル分布を示す。シミュレーションと同様に、管は低周波数側のスペクトルピークが大きくなりやすく、石は高周波数側に分散シフトしていることがわかる。この特性の違いにより、低周波数領域のスペクトルピークを監視することにより、石等で停止する回数を削減することができた。

表2に実験サイトでのシステム性能を示す。写真1は本システムにより穴掘削を行い埋設管（φ75mm、塩化ビニル管）を感知した際の接触傷である。円周方向にかすり傷が認められる。

5. まとめ

アースオーガ先端部の振動を解析することにより、埋設管に致命的なダメージを与えることなく探知可能なことを明らかにした。今後は実現場にて使用し、適用領域等の検証を行う予定である。

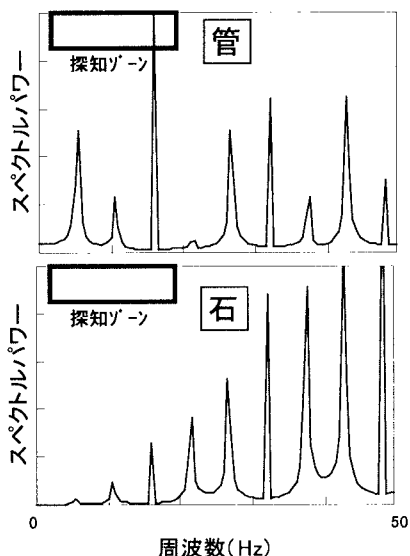


図3 シミュレーションのスペクトル分布

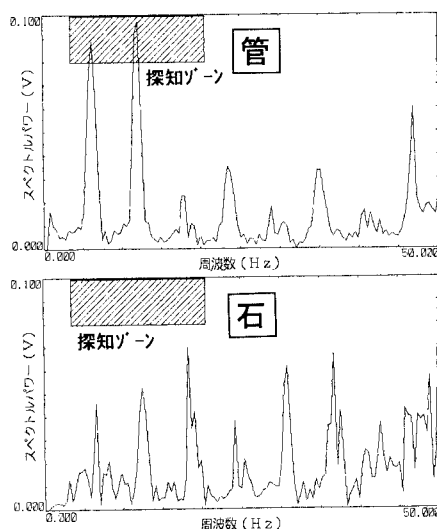


図4 実験サイトでのスペクトル分布

表2 実験サイトでの実験結果

	性 能
接触時間	2 秒以内
接触傷	2 mm 以下
探知対象物	φ 50mm 相当以上の塩ビ管、 鋼管、ヒューム管
掘削能力	10cm 以上/分

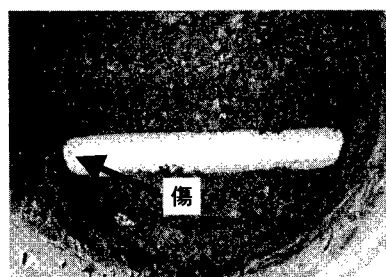


写真1 埋設管接触傷（VP75）