

## 動的応答の差を利用した埋設物検知技術のための基礎的研究

世紀東急工業株式会社 正会員 ○中嶋毅, 永渕克己  
鳥取大学大学院 正会員 谷口朋代

### 1. はじめに

路面下への管路敷設、構造物設置等で行われる掘削作業において、以前より既存埋設物の損傷防止の為の策が数多く実施されているが、依然として事故の完全な抑止には至っていない。その原因を大別すると、事前の立会等で存在を確認しているにも関わらず、作業時の注意喚起等に反映されず施設を損傷する場合が多数を占めるが、一方で台帳等の記録が残されておらず、事前に指摘できなかった場合も存在する。<sup>1)</sup>このうち前者は近年発達著しい ICT 技術の活用<sup>2)3)</sup>などによる解決方法が検討されているが、後者の場合は、そのような状況に遭遇してしまうと防止することは困難である。

そこで筆者らは地表面の振動振幅差を利用して掘削時に把握していない埋設物を非接触で検知する技術を開発することを試みた。

本報では、振動が与えられた地下埋設物とその周囲では挙動が異なることに着目し、地表面の振動の動的応答の差を用いることで、埋設物の存在を検知する実験の結果を報告する。

### 2. 埋設物とその周囲の挙動把握実験について

まず、検知技術の原理となる仮定した地下埋設物とその周囲の挙動が異なることを実験で確認した。確認方法は、埋設物と地盤のそれぞれに生じる加速度とインパクトハンマーからの入力値を用いて伝達関数を算出し、これを比較することで行った。

また、周囲の影響を最小限とするため、周囲に基礎、壁などのないフィールドで実験を実施した。

埋設物、センサー等の配置を図-1 に、実験状況を写真-1 に示す。

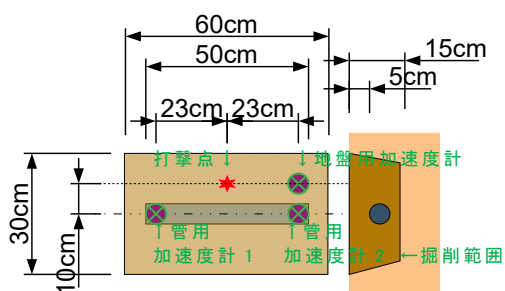


図-1 埋設物、センサー等の配置



写真-1 センサ配置と実験の状況

比較の結果、埋設物と地盤の伝達関数は、それらに生じている動的応答の主たる振動数であろう200Hzより低い振動数で明らかな違いが生じていることが分かり、埋設物近傍の地盤に振動を与えた際の埋設物と周囲の挙動は異なると考えられた。

図-2～3 に伝達関数の解析結果を示す。

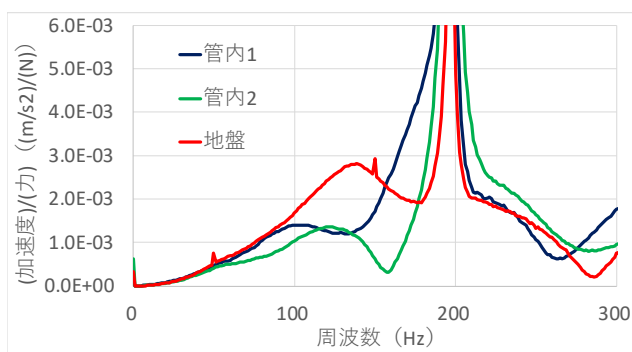


図-2 打撃試験より得られた伝達関数（打撃1回目）

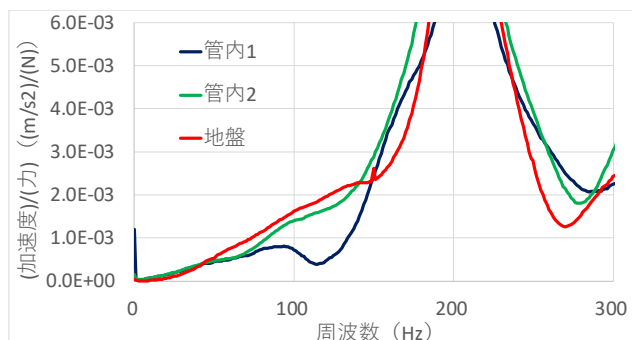


図-3 打撃試験より得られた伝達関数（打撃3回目）

キーワード 地下埋設物, 振動振幅差, 動的応答, 伝達関数, 非接触, 事故防止

連絡先 〒329-4304 栃木県栃木市岩舟町静和 2081-2 世紀東急工業株式会社 技術研究所 TEL0282-55-2711

### 3. 地表面の振動検知実験について

筆者らは上述の結果から、非接触で観察可能な地表面の振動も埋設物の直上とその周辺では異なる可能性があると考えた。そこで、地表面の振動をレーザー変位計で測定し、地盤に何らかの振動を与えたときの埋設物からの距離の違いによる動的応答の違いを確かめる実験を行った。

実験は加振の影響をできるだけ抑えるための門形プラットフォームとして、ラフテレーンクレーンを写真-3のように配置し、そこにレーザー距離計4系統を設置した。また、加振源にはFWD(Falling Weight Deflectometer)を用いた。FWDは重錘を落下させて路面に衝撃を加え、その時に発生する路面のたわみ量を複数のセンサによって測定する装置で、載荷量の調整と載荷量と路面変位の時刻歴を記録する機能を持つ。<sup>4)</sup>実験時の埋設物、センサー等の配置と実験状況を写真-2、3に示す。

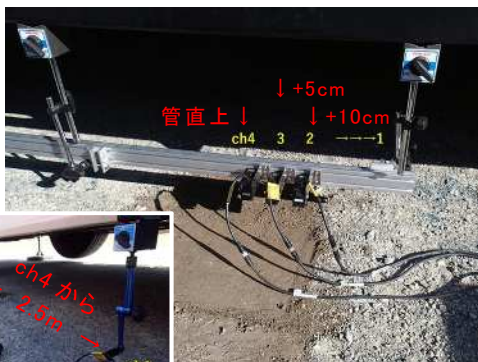


写真-2 埋設物、センサー等の配置



写真-3 実験状況

図-4～5に地表面で計測された変位の時刻歴を示す。この結果、土表面へレーザーを照射した場合でも安定した変位データの取得が可能であることが分かった。また、振動波形を観察すると、周辺の乱していない地盤と埋め戻した土の表面、および埋設物直上の土の表面では動的応答の振幅や振動数に違いが見られた。

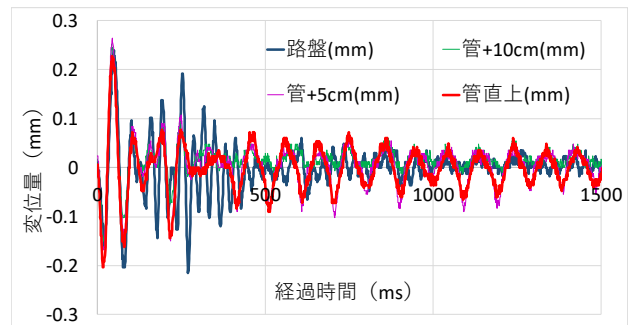


図-4 地表面の変位量(荷重 59kN)

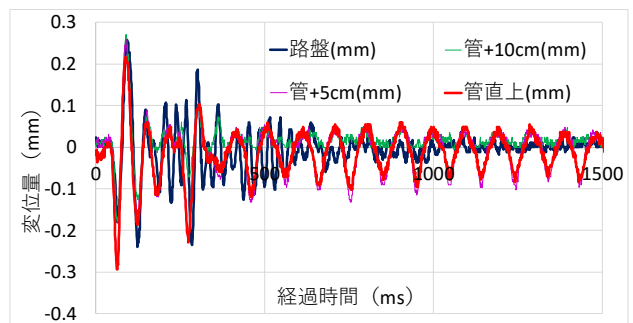


図-5 地表面の変位量(荷重 66kN)

以上の事から、レーザー変位計を用いた地表面の振動の測定によって、埋設物直上と周辺地盤の動的応答の差が存在することを確認するとともに、無接触で埋設物と地盤の動的応答の差を測定することが可能であることを確認した。

### 4. おわりに

本報では、地表面に接触することなく埋設物を検知する方法の一つとして、地表面の動的応答の差を観察する事によって埋設物を検知できる可能性がある事を報告した。今後は、理論モデルによる本実験結果の裏付けと、作業環境下で動的応答の差を把握するための実用的な方法について検討を進める予定である。

#### <参考文献>

- 1) (一社)日本建設業連合会ほか,平成28年中における建設工事に伴う地下埋設物・架空線事故の発生状況,  
[https://www.nikkenren.com/anzen/file\\_chika/H28chika\\_jiko.pdf](https://www.nikkenren.com/anzen/file_chika/H28chika_jiko.pdf)(アクセス日:2020年3月), (一社)日本建設業連合会,2017年4月
- 2) 吉田 武史,地下埋設物3D化に向けた現状把握と今後の方向性について,  
[http://www.jacic.or.jp/kenkyu/19/data/h29\\_07yoshida.pdf](http://www.jacic.or.jp/kenkyu/19/data/h29_07yoshida.pdf)(アクセス日:2020年3月), (一財)日本建設情報総合センター,2017年11月
- 3) 三木浩ほか,GNSSを活用したAR技術「地下埋設物可視化システム」,  
<https://www.uit.gr.jp/members/thesis/pdf/honb/559/559.pdf>(アクセス日:2020年3月), アーバンインフラテクノロジー推進会議,2017年11月
- 4) 土木学会舗装工学委員会,舗装工学ライブラリー2FWDおよび小型FWD運用の手引き,(社)土木学会,2002年12月