

弾性波トモグラフィと鉛直磁気探査による地中障害物の確認

大和探査技術株式会社

○小林 琴音, 寺島 芳明, 糸井 理樹, 岡崎 梨奈

1. はじめに

本調査では、立坑工事範囲内の埋設管の有無を調べるため、ボーリング削孔を行い、鉛直磁気探査と弾性波トモグラフィを行った。得られた鉛直磁気探査の波形と弾性波トモグラフィによる断面図を重ね合わせ、解析・考察を行った。

2. 調査概要

本調査地は地面がアスファルトで舗装されており、その下は埋め土となっている。探査孔は立坑工事範囲の円周に8点、円の中心に1点の計9孔とした（図-1）。調査対象は地表～GL-5.0 mであったが、調査対象深度に深に埋設されている埋設管の影響を考慮して、弾性波トモグラフィは GL-6.0 m から発振を行った。また、ボーリング削孔は GL-7.0 m まで行い、削孔後は VP75 の塩ビ管を建て込んだ。

また、鉛直磁気探査および弾性波探査に使用した機器を表-1に示す。

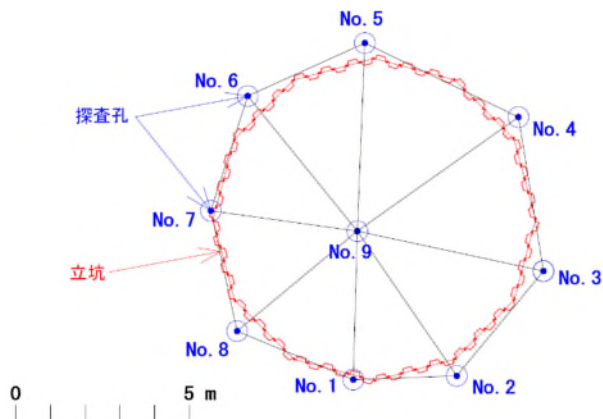


図-1 探査孔配置図

表-1 使用機器一覧

項目	機器名称	仕様
鉛直 磁気探査	磁気傾度計：両コイル型 DTM-1S 型	Φ24mm×1,500mm
	カウンター・増幅器：DPL&MAG2400	単コイル・両コイル2成分 深度管理 1m毎マーク入力
	アナログ記録器：ERR-3531	3成分
	デジタル記録器：HIOKI LR8430	10ch、20ms サンプリング
	プーリー：DPC-002	回転距離計 1バルス/1mm
弾性波 探査	測定装置：GeoSEIS-48	48ch、24ビット、5kHz
	地表受振器：SM-7	ジオフォン 28Hz
	孔内受振器：DHA-7	ハイドロフォン 0.5m 間隔、12ch
	S波孔内振源：BIS-SH-DS、IPG800	1000J
	P波孔内振源：OWS	
	P波孔内振源：IPG1005、RCU、SBS42	1000J

(1) 鉛直磁気探査

探査孔に両コイル型磁気傾度計を挿入し、周囲の磁場を測定し、測定データは記録器に記録した（図-2）。得られた磁気記録は深度変換を行い、障害物（鉄類含む）の影響と考えられる磁気異常反応について、その深度と探査孔からの距離、磁気量を解析した。

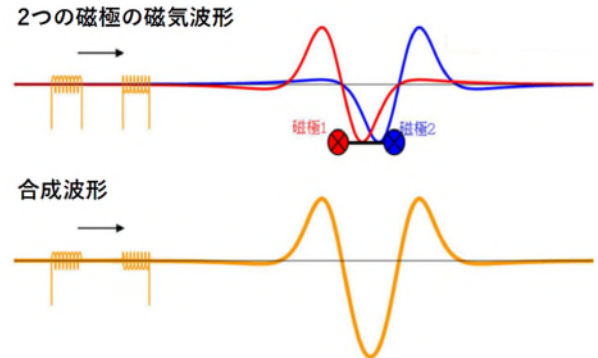


図-2 磁気波形

(2) 弾性波トモグラフィ

1孔に孔内発振源を、その両隣の2孔に受振器を挿入し弾性波の測定を行った。GL-6.0 m～-0.5 mまで0.5 m 間隔で孔内発振を行い、孔内発振器も GL-6.0 m～-0.5 m まで0.5 m 間隔で設置した。発振孔-受振孔間の地表面にも受振器として0.5 m または1.0 m ごとにジオフォンを設置し、各ジオフォン間の中心でハンマーによる地表発振も行った（図-3）。得られた波形から初動走時を読み取り、トモグラフィ解析を行って弾性波の速度分布を求めた。

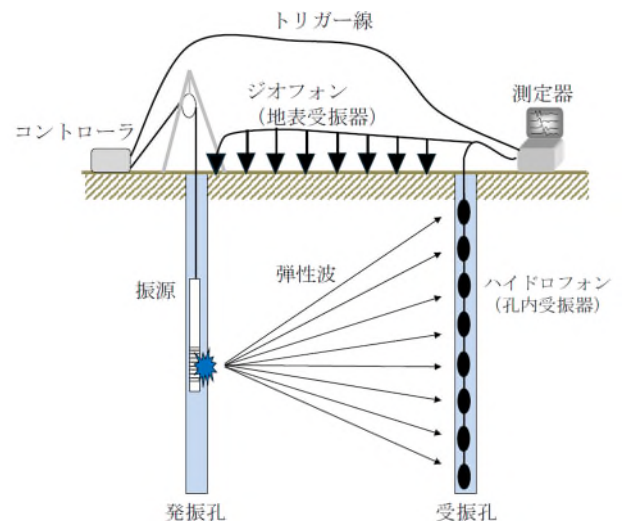


図-3 弾性波測定方法

3. 調査結果

磁気波形と速度断面図を図-4、図-5に示す。弾性波トモグラフィの解析により得られた断面図に鉛直磁気探査の磁気波形を重ねた。鉛直磁気探査の深幅はセンサに発生した起電力 (V) である。また、探査孔直下の黒く塗りつぶされている部分は、ボーリング削孔時にコンクリートが続いていた箇所である。

鉛直磁気探査では、柱状図に記載されていた埋め土内 (GL-3.5 m 程度まで) は全体的に磁気反応が多く出ており、実際にボーリング削孔の際もコンクリート片や鉄筋等が出てきた。

弾性波トモグラフィでは、地盤の S 波速度は250 m/s～500 m/s 程度、P 波速度は500 m/s～1000 m/s 程度であった。また、それらの中には部分的に S 波速度600 m/s～900 m/s 程度および P 波速度2000 m/s～4000 m/s 程度の速い速度域が認められた。

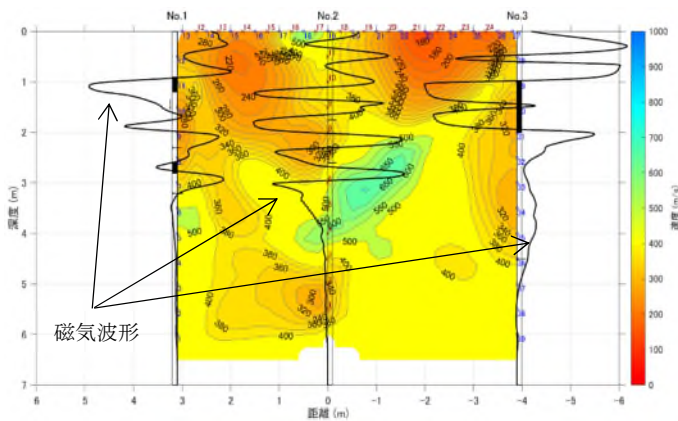


図-4 磁気波形と P 波速度断面図 (No.1-2-3断面)

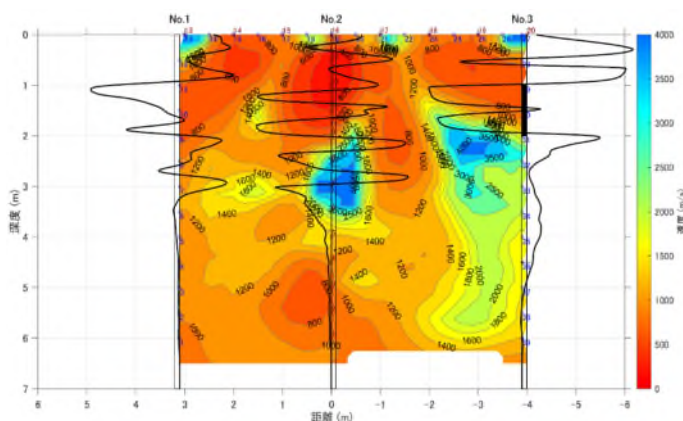


図-5 磁気波形と S 波速度断面図 (No.1-2-3断面)

4. 考察

速度断面図に表れた速い速度域は埋設物またはコンクリートガラ等の存在を示唆する。また、鉛直磁気探査により磁気反応が認められた箇所とこれらの高速領域が近接している場合、その領域の埋設物等は鉄筋などの鉄製

品を含むと考えられる。

5. まとめ

本調査では、鉛直磁気探査と弾性波トモグラフィにより、地中に残存する構造物の把握を行った。その結果、予想される構造物の位置と比較的良好な整合性が認められた。これは、鉛直磁気探査と弾性波トモグラフィの組み合わせが、地下構造物の探査に有効であることを意味する。

一般的に、地下構造物の探査は、地中レーダ探査が有効とされているが、探査深度が1.5～2.0m程度と浅いため、深部の探査には不向きであった。しかし、鉛直磁気探査と弾性波トモグラフィは、探査深度が削孔するボーリングの深度に依存するので、深部までの地下構造物の探査が可能となる。ただし、ボーリング削孔が必要であるということから、完全に非破壊の探査とはならないことが欠点として考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 新版 物理探査の手引き-土木物理探査マニュアル 2008- (2008) : 物理探査学会.
- 2) 物理探査ハンドブック 増補改訂版 (2016) : 物理探査学会.