

磁気検層を併用した地中埋設管の位置調査について

株式会社メーサイ ○ 山口博久, 中野真治, 田村謙次, 松永英樹

1. はじめに

地中埋設管の正確な設置位置が分からない場合、記録されている設置位置を掘削し目視により実物を確認することが基本である。設置位置が深い場合など、目視が困難な場合には、ボーリング調査により、プラスチックビット装着のボーリングロッドが貫入不能となった位置と深度から地中埋設管の位置を推定する。地中埋設管が砂礫層中に埋設されている場合、地中埋設管とその周辺の砂礫には強度的な差異は無く、どちらでもボーリングロッドが貫入不能になることから、地中埋設管の位置を推定することが難しい。

このような場合、磁気検層を併用すれば、ボーリングロッドの下部に地中埋設管（ヒューム管や鉄管などの磁気物）が有るかを判断できる。磁気検層を併用した地中埋設管の位置調査について報告する。

2. 地中埋設管の位置調査の手順

磁気検層を併用した地中埋設管の位置調査の手順を図-1に示す。

(1) ボーリング調査

ボーリング調査には、自走式ボーリングマシンを用いる。自走式とすることで、磁気検層に影響が無い位置まで、速やかに移動できる。

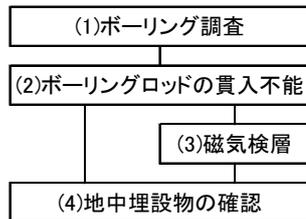


図-1 地中埋設物の調査手順

磁気検層に影響のないステンレス製のボーリングロッドにて地盤を削孔する。地中埋設管の近傍では、損傷を与えないように、ボーリングロッド先端をプラスチックビットに取り換える。

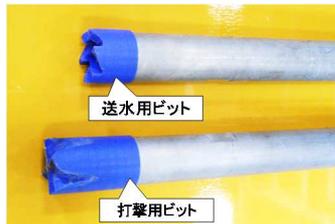


写真-1 ボーリングツール

ボーリングツールとして、ステンスロッド（外径60mm、内径42mm）、プラスチックビット（送水用と打撃用）を準備した（写真-1）。

(2) ボーリングロッドの貫入不能

ボーリングロッドが障害物に接触すると貫入不能となる。障害物が地中埋設物（磁気物）であるか分からない場合には、磁気検層プローブ（外径34mm）をロッドに挿入して磁気検層を実施する。

(3) 磁気検層

磁気検層には、三軸磁気検層装置を使用する。詳細については参考文献1)を参照されたい。磁気センサーはプローブ先端より、13.5cm 上部に取り付けられている。本

報告では、降下深度の基準をプローブ先端とする。

(4) 地中埋設管の確認

ボーリングロッドが貫入不能になった深度で、ロッドを引き上げ、プラスチックビットの損傷状況を確認する。地中埋設管が、砂質土層や粘性土層中に設置されている場合、ビットが著しく損耗していれば、地中埋設管に到達したと判断できる。地中埋設物が砂礫層中に設置されている場合、ビットの損耗と磁気探査結果の両方から、地中埋設管に到達したことを判断する。

3. 磁気検層結果について

ボーリングロッド内で磁気検層を実施し、磁束密度の合成値Tに着目し、下部に地中埋設物（磁気物）があるかを判断する。

(1) 磁束密度の合成値(T,H)の求め方

磁束密度の合成値Tは、式-1により求める。

$$T = \sqrt{(H - H_0)^2 + (Z - Z_0)^2} \quad \dots \text{式-1}$$

ここに

H : 水平方向の磁束密度 (μT)

H_0 : 基準位置のH

Z : Z 軸成分（鉛直方向）の磁束密度 (μT)

Z_0 : 基準位置のZ

水平方向の磁束密度Hは、式-2により求める。

$$H = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad \dots \text{式-2}$$

ここに

X : X 軸成分（南北方向）の磁束密度 (μT)

Y : Y 軸成分（東西方向）の磁束密度 (μT)

(2) ドラム缶を用いた実験

ロータリーエンコーダの滑車に吊るした磁気検層プローブが、地表に設置したドラム缶の側部を通過した場合の磁気検層結果を図-2に示す。

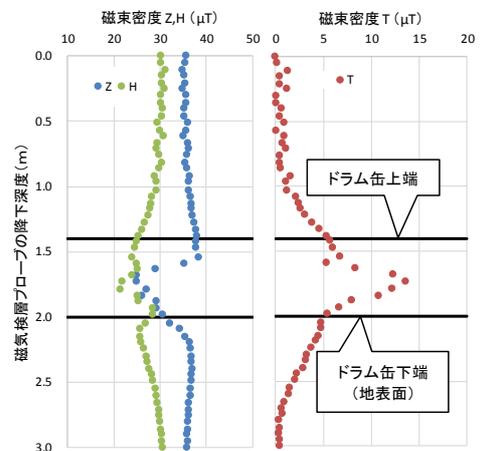


図-2 ドラム缶の磁束密度の測定結果

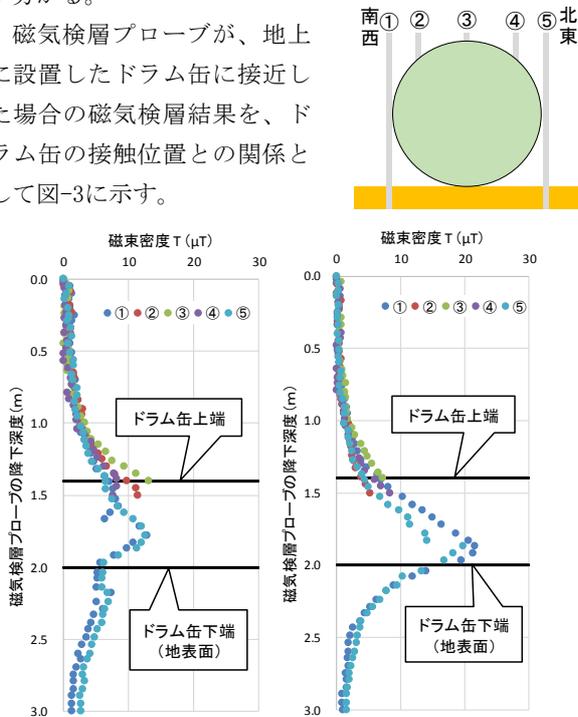
（ドラム缶を東西方向に設置し、北側の側部にて測定）

ドラム缶に接近するに従い、鉛直方向の磁束密度Zが、

若干増加する一方、水平方向の磁束密度 H が減少する。 Z は、ドラム缶の上端付近から減少に転じる。磁気物の上端近傍で変化するため、 Z を用いて磁気物への接近を判断することは難しい。

磁気検層プローブの降下開始時を基準に磁束密度 T を求める。 T は埋設物の上端まで次第に増加する。このことから、 T を用いれば磁気物への接近を評価できることが分かる。

磁気検層プローブが、地上に設置したドラム缶に接近した場合の磁気検層結果を、ドラム缶の接触位置との関係として図-3に示す。

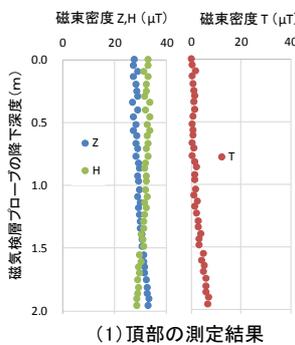


(1)南北断面(東西に設置) (2)東西断面(南北に設置)

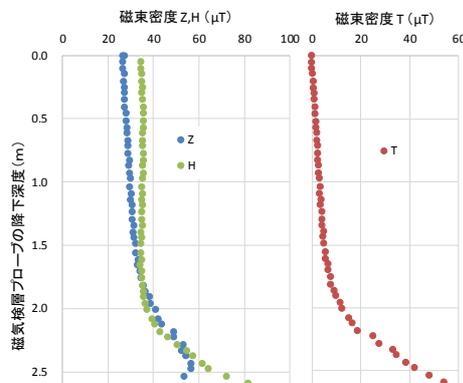
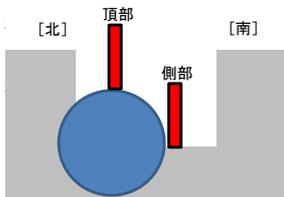
図-3 ドラム缶の接触位置と磁束密度の関係

ドラム缶に接触した(1)②③④と(2)②③④では、ドラム缶に到達するまで、 T は次第に増加している。 T の増加は、下部に埋設磁気物があることを示している。

ドラム缶の側部を通過した(1)①⑤と(2)①⑤では、ドラム缶の中心付近から、 T は減少に転ずる。 T の減少は、下部に磁気物が無いことを示している。



(1)頂部の測定結果



(2)側部の測定結果

図-4 ヒューム管の磁束密度の測定結果
[南北断面(東西に設置)]

(3) ヒューム管を用いた実験

地中に埋設されたヒューム管の一部を露出させ、磁気検層プローブを接近させる実験を実施した。

ヒューム管の頂部と側部の磁束密度の測定結果を図-4に示す。頂部と側部の T を比べると側部の方が、磁気反応が強いことが分かる。頂部付近に S 極の中心があり、磁力線が鉛直下方向に向かっているため、 H の変動が小さい。側部では、磁力線が埋設管に向かう斜め方向であるため、 H と Z の両方が磁気センサーの埋設管に近接するに従って大きくなる。

東西に設置された地中埋設管の場合、南側で測定された H は、図-4(2)に示すように増加方向であるが、北側で測定された H は、図-2に示すように減少方向となる。

磁束密度の測定結果が複数あれば、それを比べることで、地中埋設管のどの位置に接近したかを推定できる。

(4) 埋設管頂部の磁気反応

埋設管頂部の磁束密度の測定結果を図-5に示す。実験の対象とした埋設物は、ヒューム管(直径1.5m)、鉄管(直径2.55m)であるが、ドラム缶(直径0.6m)の実験結果を含める。磁束密度の合成値 T に着目することで、磁気検層プローブが埋設管に接近していることを確認できる。頂部の磁束密度 T を比較すると、ヒューム管より鉄管の磁気反応が大きいが分かる。なお、 T を求めるための基準位置は頂部より2m上部である。

4. まとめ

地中埋設管の調査では、ボーリングロッドで探り当てることが、砂礫層中に設置されている場合には、見当ちがいのところを調査している可能性がある。磁気検層を併用することで、ロッド下部の地中埋設管を検出できるので、誤認を防ぐことが出来る。

《引用・参考文献》

- 山口他:「三軸磁気探査装置による鋼管杭の先端深度と方向の特定について」、全地連技術フォーラム2021論文集、論文No.41, 2021.9

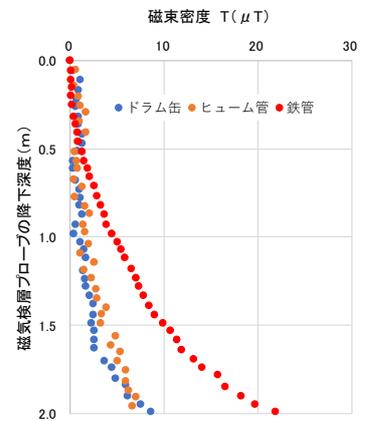


図-5 埋設管頂部の磁束密度の測定結果