

III-662

電磁誘導法による傾斜した小口径管の位置探査に関する研究

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 ㈱応用地質 ○正会員 加々美幸一
 関西大学大学院 学生員 田中 英之
 関西大学工学部 正会員 西田 一彦

1. 緒言

小口径推進管の探査法として本研究では電磁誘導現象を用いており、その装置は小口径推進管の先端部に発信コイルを推進管軸に対して垂直に装着し、この発信コイルから交流磁場を発生させ、その磁場を地上で受信することにより、管の位置を探査するものである。上述の探査装置を用いて管先端部の水平方向の位置および管の深度に関する有効な手法について別報で報告した^{1), 2)}。本研究では地中の障害物や急激な土質変化等により、推進管が水平面に対して傾斜したとき、傾斜角の計測方法を考案し、その有効性について検討を行った。

2. 管が傾斜したときの発信コイルの磁界

図-1は発信コイルの中心軸が傾斜したときの磁界を示す。図に示すように半径 a の円形コイルに電流 I が流れているものとし、コイルの中心軸 OA が水平面に対して θ_2 傾斜したとき、点 P における X , Y , Z 成分の磁界は、

$$H_x = \frac{I a^2}{4} \frac{3x(z \cos \theta_2 + y \sin \theta_2)}{(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} \quad \dots (1)$$

$$H_y = \frac{I a^2}{4} \frac{(-x^2 + 2y^2 - z^2) \sin \theta_2 + 3y z \cdot \cos \theta_2}{(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} \quad \dots (2)$$

$$H_z = \frac{I a^2}{4} \frac{(-x^2 - y^2 + 2z^2) \cos \theta_2 + 3y z \cdot \sin \theta_2}{(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} \quad \dots (3)$$

で表される。

3. 管の傾斜度の探査法

図-2は推進管が水平面に対して鉛直方向に傾斜したとき、推進管の傾斜角に関する測定法を示す。図に示すように管路上および管の延長上に X 軸に対して平行な測線を設置し、その測線上に受信コイルを設置して、受信コイルの誘起電圧が最小となる傾斜角 ϕ を計測し、この傾斜角により管軸の深度を計測する。次に、探査された深度 D から探査管軸を求め、管の傾斜角 θ_2 の計測を行うものである。

4. 管の傾斜度の測定結果

図-3は発信コイルを塩ビ管内部に装着し、管先端部の深度が $D_0 = 26.9\text{cm}$ としたときの深度探査結果を示す。図中の破線は管の外径位置、一点鎖線は真の管軸を示している。黒丸は $Z = -50 \sim -20\text{cm}$ 、管延長に $Z = 20 \sim 50\text{cm}$ の区間で 10cm 間隔に設置された測線上の深度 D の測定結果を示し、実線は探査結果から帰分析された探査管軸を示す。なお、 $Z = 0$ は管先端部の位置を示している。受信コイルの交点はほぼ真の管軸に分布しているが、探査管軸と真の管軸の方向は一致していない。

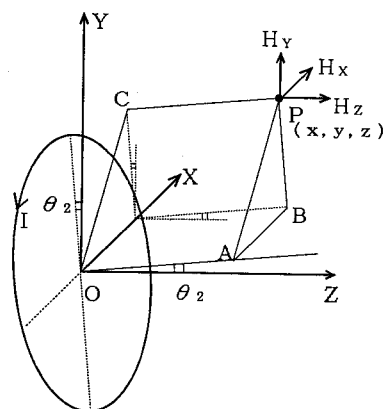


図-1 円形コイルが傾斜したときの任意点 P の磁界

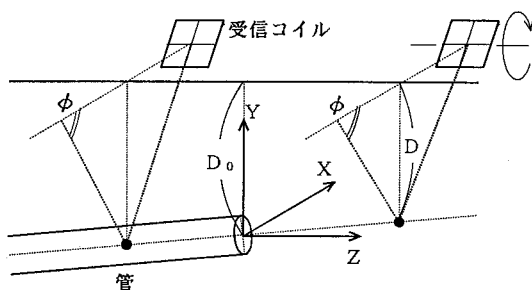


図-2 管の傾斜度に関する測定法

5. 傾斜度の測定値に関する補正

傾斜度の測定値に関する補正法について述べる。管の傾斜度（ $\tan \theta_2$ ）の実際の値を T_2 、探査管軸より求められた傾斜度の測定値を T_2' とすると、 T_2 と T_2' の関係は図-4 に示すように直線式で表されるものと考えられ、直線式の係数 R_2 を求めることにより傾斜度の測定値を実際の値に近づくものと考えられる。管先端部の深度 D_0 を探査管軸より測定し、計測された D_0 を用いて式(1)、(2)の X 成分、Y 成分の磁界から、誘起電圧の最小となる受信コイルの角度 ϕ の理論値を求め、同様の方法により求められた探査管軸から T_2' を誘導し R_2 を求める。

図-5 (a) は管先端部の深度が $D_0 = 27.1\text{cm}$ のとき T_2 と T_2' の関係を示し、図中の黒丸は管の傾斜度を $T_2 = 0.01 \sim 0.07$ の範囲で変化させ、前述の方法により探査管軸を求めることにより得られた T_2' の値を示し、図中の実線は $D_0 = 27.1\text{cm}$ のときに求められた $T_2' = R_2 \cdot T_2$ を示す。なお、破線は T_2 と T_2' の値が一致したときを示す。図中の黒丸はほぼ $T_2' = R_2 \cdot T_2$ の直線上に分布している。図-5 (b) は補正後の T_2 と T_2' の関係を示している。補正後の黒丸はほぼ破線に沿って分布しており、管先端部の深度を高精度に計測を行えば、傾斜度の測定値を補正することが可能であると考えられる。

6. 結言

管路上および管延長上に測線を数カ所設置し、その測線上の探査深度から探査管軸を求め、管軸の傾斜度の測定を行い、さらに、探査管軸の方向を理論的に求め、傾斜度の真の値（ T_2 ）とその測定値（ T_2' ）の関係を理論的に明らかにし、傾斜度の測定値を補正すれば、精度の高い傾斜角の測定が可能である。

参考文献

- 1) 谷口敬一郎，楠見晴重，加々美幸一，木村宏一：
電磁誘導法によるシールドマシン先端部の探査に関する基礎的研究，物理探査学会（第86回）講演論文集，pp.266～269，1992.
- 2) 谷口敬一郎，楠見晴重，加々美幸一，木村宏一：
電磁誘導法による小口径推進管の探査に関する基礎的研究，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集，pp.314～315，1993.

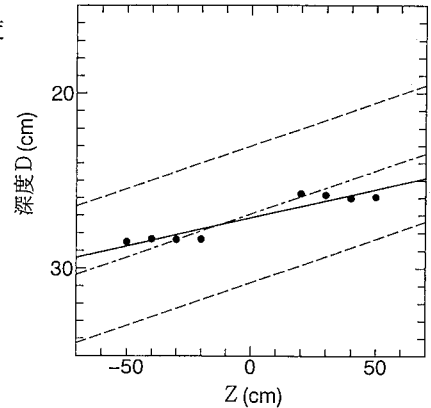


図-3 深度探査結果

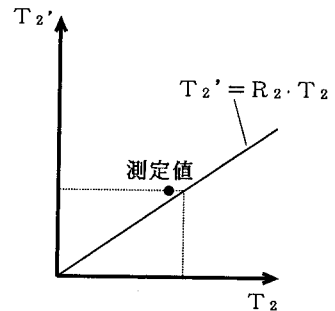


図-4 管の傾斜度に関する補正法

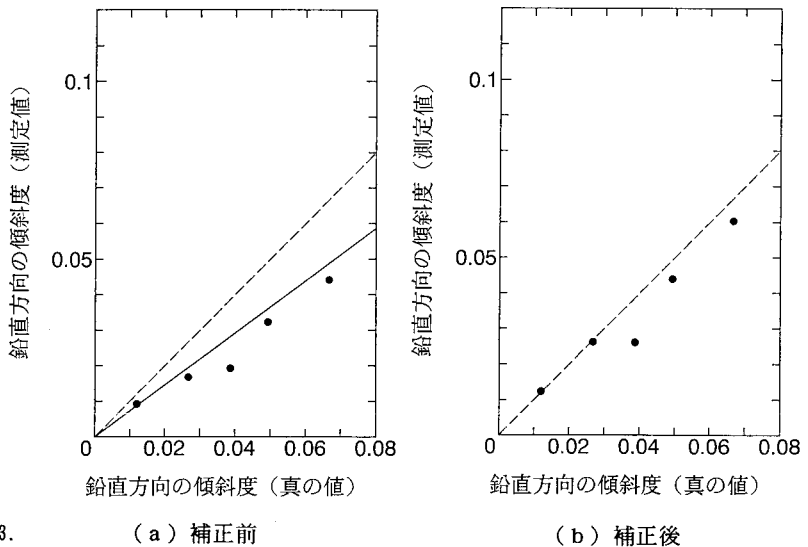


図-5 T_2 と T_2' の関係