

地中埋設管の探査に関する研究

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎
 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学工学部 学生員 ○渡辺 信一

1. はじめに

近年、都市部において、地中埋設物を建設する場合、シールド工法や推進工法を用いて行うことが多い。この場合、しばしば予期していない既設の埋設管に遭遇し、事故に至ることがある、既設の地下埋設管は、古いものほど記録が不完全で、記録が保存されていても実際の現場では種々の事情により、施工時に変更されていることもある。したがって、非開削工法の実施に当たっては、事前に地中埋設管の位置を探査する必要がある。本研究は、地中埋設鉄管に直接交流電流を流し、電磁誘導現象を利用することにより地表から地中埋設鉄管を探査する方法について検討したものである。

2. 原理

図-1のように直線上の鉄管に交流電流を流すと、鉄管の周囲には同心円上に磁界が発生する。ビオ・サバルの法則により鉄管から距離 r の点における磁界の強さ H は式(1)で表され、この点にコイルを置くと、ファラデー・ノイマンの電磁誘導の法則によりコイルには式(2)で表される誘起電圧 E (V)が生じる。

$$H = I / 2 \pi r \dots \dots \dots (1)$$

I ; 電流 (A)

r ; コイル中心から鉄管までの距離 (m)

$$E = 2 \pi f \mu_0 N A H \cos \theta \dots \dots \dots (2)$$

f ; 周波数 (Hz) , μ_0 ; 真空中の透磁率

N ; コイルの巻数 A ; コイルの面積 (m^2)

θ ; OP とコイル面のなす角

この場合、 θ とコイルに生じる誘起電圧との関係は図-2で表され、 $\theta = 90^\circ$ のとき誘起電圧は最小値となる。このことを利用すると、図-3のように埋設鉄管の地上2カ所で誘起電圧が最小となるコイル面と水平面との角度を測定し、それぞれのコイル面中心から法線方向に延長した線の交点が鉄管の位置となる。

3. 受信コイル

用いるコイルは一辺50cm、厚さ1cmの正方形のアクリル板に直径0.16mmのエナメル線を1000回巻き付けたものである。このコイルは中心軸で回転し、水平面とのなす角が計測できるようになっている。

なお、このコイルの同調特性は

図-4のようになり、周波数2700Hzのとき誘起電圧は最大となることから、この周波数の交流電流を使用する。

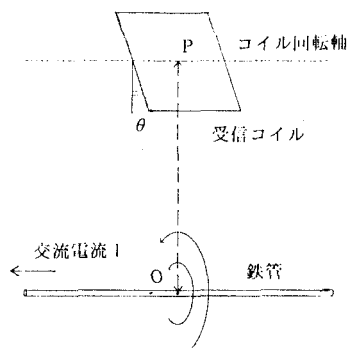


図-1 鉄管に生ずる磁界

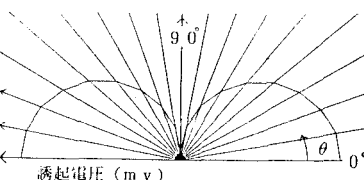


図-2 θ と誘起電圧の関係(原理図)

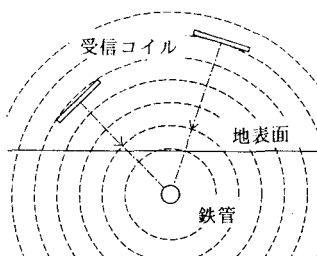


図-3 探査原理

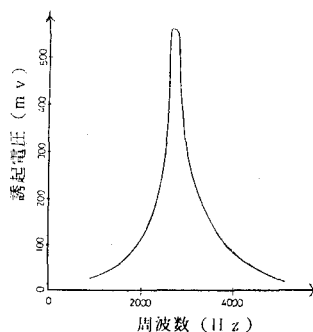


図-4 同調特性

Keiichiro TANIGUCHI, Harushige KUSUMI, Shinichi WATANABE

4. 測定方法および結果

図-5のように、地下0.5mの地点に長さ6mの鉄管が地表面に平行に埋設されているとし、地表面上には長方形ループA'CDB'の給電線を作り、これを発信器と埋設鉄管に接続する。なお、A'O=B'O、L=3m、T=6m、とする。この給電線に100mAの交流電流を流す。そして鉄管の近傍で受信コイルをX軸上に10cmごとに移動させて、それぞれの位置での受信コイルの誘起電圧の最小値を電圧計により確認し、そのときのコイルと水平面との角度を求め、そのコイル面の法線を図-6のように表す。この図より、受信コイルは正しい鉄管の位置を示しておらず、鉄管より水平に約35cmずれた点に法線が集中している。この原因は、給電線CD部分に発生する磁界の影響が大きいと考えられる。

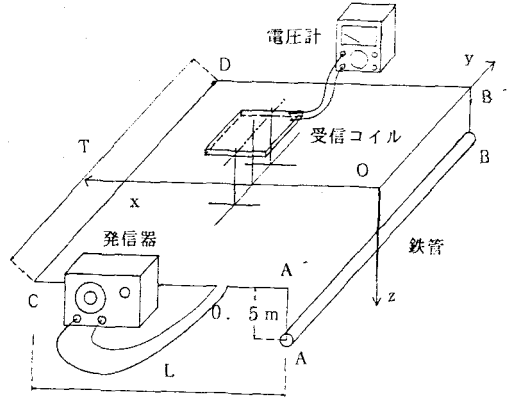


図-5 測定装置図

5. 鉄管と給電線との合成磁界

鉄管ABとそれに平行に位置する給電線CD部分による任意点Qにおける合成磁界 H_0 を考えると、 H_0 の向きは図-7のようになり、この点での受信コイルの法線と水平面とのなす角 β は式(3)で表される。

$$\beta = \frac{r_2 \sin \alpha_1 - r_1 \sin \alpha_2}{r_1 \cos \alpha_2 - r_2 \cos \alpha_1} \dots (3)$$

給電線と鉄管の水平距離Lを3m、6mとして受信コイルをX軸上で移動させたときのコイル面の法線を求めると図-8、図-9のようになる。これによると、図-8は図-6と同様な傾向となることから給電線によって発生する磁界の影響が大きいことが認められた。図-9は法線の集中点が鉄管より水平に約20cmずれたところにあり、L=6mではL=3mの場合より鉄管に近づいていることがわかる。このことより給電線を埋設鉄管より水平方向に遠ざけるほど、受信コイル面の法線はより正確な鉄管の位置を示すことが判明し、この場合、鉄管の埋設深さと法線の集中点と鉄管とのずれも割合は、約0.4となる。この値が0.1とするためにはLを20mとする必要がある。

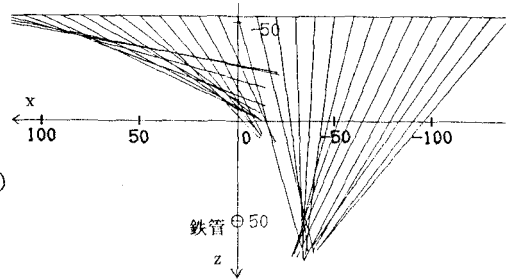


図-6 受信コイルの法線方向 (実験値 L=3m)

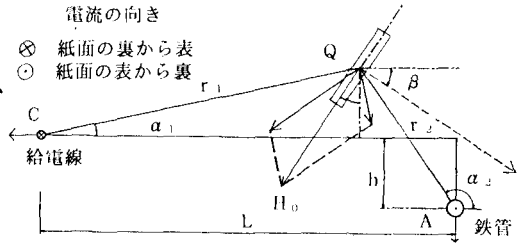


図-7 鉄管と給電線の合成磁界

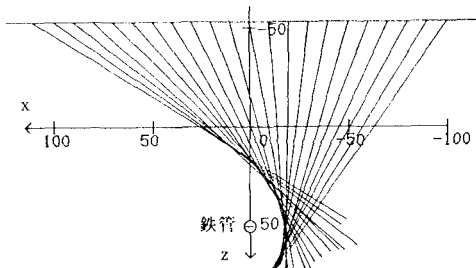


図-9 受信コイルの法線方向 (理論値 L=6m)

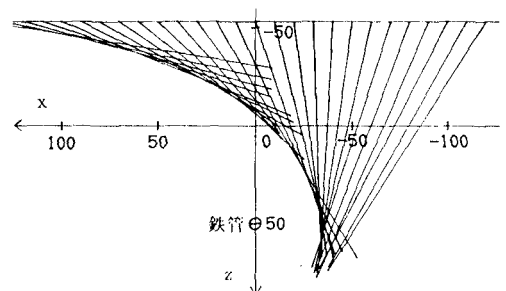


図-8 受信コイルの法線方向 (理論値 L=3m)