

# III-130

## 電磁誘導法による小口径推進管先端の探査に関する基礎的研究

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  
 関西大学大学院○学生員 加々美幸一  
 (株)機動技研 正会員 木村 宏一

### 1. まえがき

近年、上下水道等の地下埋設物を施工するのに、都市交通を遮断することなく実施することが可能な小口径推進工法が採用されている。しかし、これらの工法において、施工精度を高めるためには、推進管先端部の位置を、地表面から正確に探査できる方法を開発することが望まれる。

本研究では電磁誘導現象に着目し、推進管先端に発振コイルを装着して交流磁場を発生させ、その磁場を地上の受信コイルがとらえる方法を採用し、10分の1スケールの模型を用いて推進管先端の位置探査の可能性について基礎的実験を行った<sup>1)</sup>。

### 2. 円形コイルの磁界

図1の円形コイルをZ軸方向を正軸(S→N)とする磁気モーメントMの短磁石と置き換えることにより、任意点P( $\rho, \phi, z$ )の磁界を求めることができる。ただし、閉回路電流の磁気モーメントMは $M = \mu_0 I (\pi a^2)$ であるので、点Pにおける磁界は、

$$\left. \begin{aligned} H_z &= \frac{I a^2}{4} \frac{2z^2 - \rho^2}{(z^2 + \rho^2)^{5/2}} \\ H_\rho &= \frac{3 I a^2}{4} \frac{\rho z}{(z^2 + \rho^2)^{5/2}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

である<sup>2)</sup>。

### 3. 実験装置

図2は実験装置を示す。管先端部には500回巻の円形コイルを管内部に装着し、受信コイルは1800回巻、1辺100mmの正方形のコイルを用いた。また、非金属管である内径76mmの塩ビ管と金属管である内径48mmの鉄管の2種類の管を用い、それぞれの管について実験を行った。

### 4. 推進管先端の位置探査

塩ビ管と鉄管の発振コイルから3000Hzの交流磁

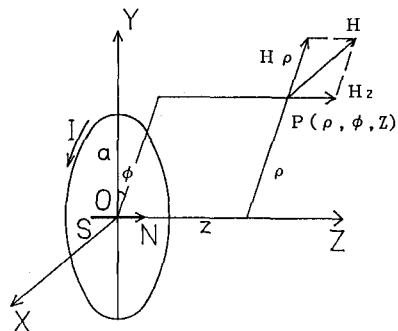


図1 円形コイルの磁界

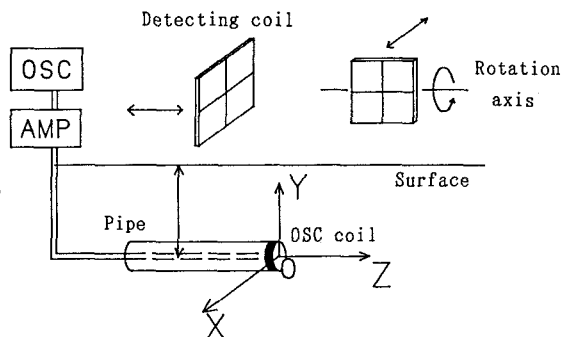


図2 実験装置図

場を発生させ、受信コイルを用いて地表面上のZ成分とX成分の磁界を測定した。図3, 4(a), (b)は塩ビ管と鉄管の場合のZ成分とX成分の磁界分布を示している。(a)のZ成分の磁界はともに管先端部周辺で同心円状の分布を示しており、発振コイル直上では磁界強度は最大である。このZ成分の磁界分布より推進管の先端位置の探査が可能であるといえる。また、(b)のX成分の磁界は鉄管の場合、良導体の影響により磁界強度が著しく低下しているが、ともに管軸上(Z軸上)では磁界強度は最小である。このX成分の磁界分布より推進管の推進方向を測定することが可能である。

### 5. 推進管の深度測定

受信コイルを図2に示すように管軸に平行な直線を軸として回転させ、誘起電圧が最小となるとき、受

信コイルの傾きは図1の $H\rho$ のベクトル方向を示す。この特性に着目し、推進管の位置を跨ぐ数測点に設置された受信コイルの傾きを測定し、その傾斜線から管の深度測定を行った。

図5, 6 (a), (b), (c) は $Z=-40, 0, 40$  cmにおいて塩ビ管と鉄管の場合の深度測定の結果であり、図の破線は受信コイルの傾斜線を示す。管の先端部( $Z=0$ )では受信コイルの傾斜線が一点に集中していない。また鉄管の

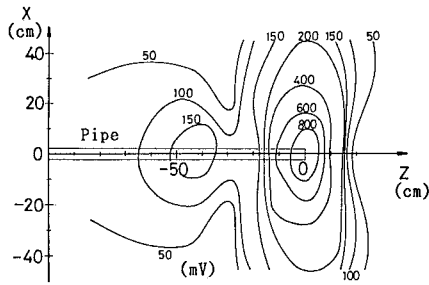
場合、 $Z=-40$  cmの管体上では2次磁場の影響によりその精度がやや劣っているが、 $Z=40$  cmの管の延長上ではいずれもほぼ管の中心で傾斜線は交差しており、これらの結果から管が良導体である場合でも、管先端部の直上を除けば深度の探査が可能である。

## 6. まとめ

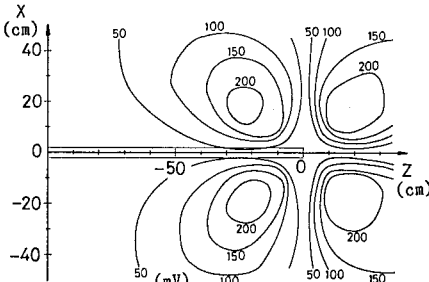
以上の結果から地表面上の磁界分布を測定することにより、施工中の推進管の先端位置の探査が可能である。また、深度測定に関しては推進管が導電性材料である場合、その2次磁場の影響により、非金属管の場合と比較してやや正確さを欠くが、実際の現場を想定して検討した結果、推進管深度が発振コイル半径の30倍程度まで、この方法による深度測定は可能であることが判明した。

## 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) 山本勇: 電気磁気学, オーム社, PP. 64~71, 1961.

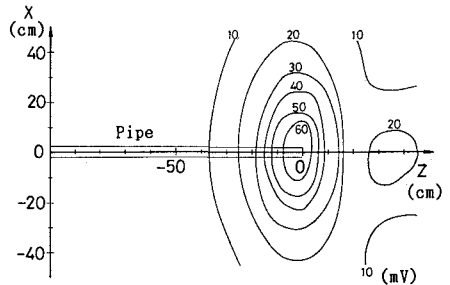


(a)  $H_z$  : ( the plane of detecting coil is parallel to the X axis)

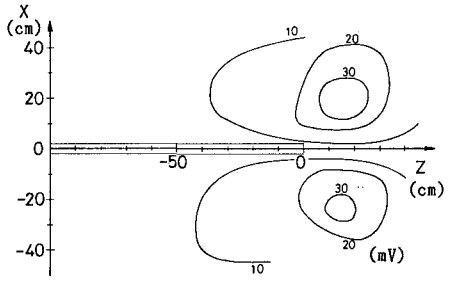


(b)  $H_x$  : ( the plane of detecting coil is parallel to the Z axis)

図3 水平面の磁界分布（塩ビ管）



(a)  $H_z$  : ( the plane of detecting coil is parallel to the X axis)



(b)  $H_x$  : ( the plane of detecting coil is parallel to the Z axis)

図4 水平面の磁界分布（鉄管）

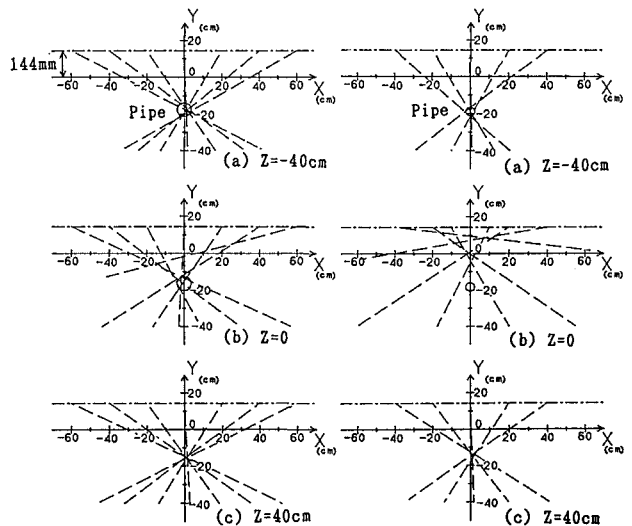


図5 深度測定結果（塩ビ管）

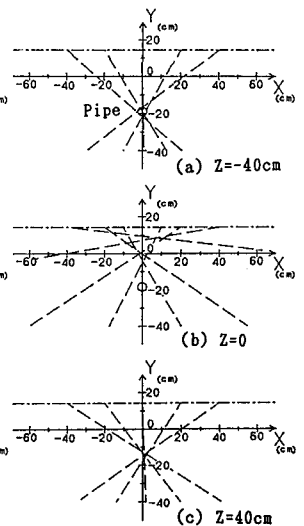


図6 深度測定結果（鉄管）