

III-533

室内実験での土中変位測定

東洋大学 正会員 大坪 紘一
" " 加賀 宗彦

1. はじめに

室内実験において土中の動きを測定しなければならない場合が、しばしばある。現在考えられる方法としては、1)側面をガラス張りにした土槽を用い、埋設したマーカや細長い塑性体（例えば、うどんなど）の動きの測定¹⁾、または、直接、埋設物や色を付けた砂の動きを測定する方法、2)X線写真による方法²⁾、などがある。1)の方法が、一般的である。しかしガラス面に接した物の動きは、知ることが出来るが、ガラス面から離れた位置での動きは、測定できない。これに対して、2)の方法は、1)の欠点をカバーでき優れた測定方法である。しかしながら、装置が大がかりとなる、今回、土中に磁石を埋め込みこの動きを磁気センサーで測定できるのでないかと、実験を試みた。実験結果は、15cm以下であれば、土中の動きを十分観察できた。

2. 測定原理

図1に示されるような永久磁石で磁極が一様に分布されている場合の距離(1)に対する磁界の強さ(H)の関係は次式で示される。

$$H = \frac{Br}{2} \left(\frac{(1+lm)}{\sqrt{(1+lm)^2 + \frac{D^2}{4}}} - \frac{1}{\sqrt{l^2 + \frac{D^2}{4}}} \right)$$

Br: 磁束密度 (T)

lm: 磁石の厚さ (m)

D: 磁石の直径 (m)

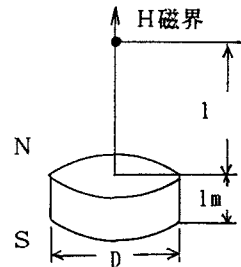


図1 円柱状磁石の磁界

このように磁界の強さは距離の約二乗に反比例して減衰していく、このことにより上部の平面上の磁束密度分布は等円の分布を示す、この平面上の最大磁界 H_{MAX} または周辺の磁界分布を求めることによって磁石のある位置を知る事が出来る。

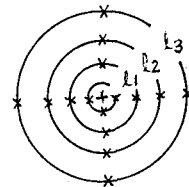


図2 上部平面上の磁界分布

3. 実験装置

磁気を検出する磁気センサーにはホール素子、磁気抵抗素子等の各種磁気検出素子がある。この内ホール素子はホール効果を利用した磁気センサーでこの半導体片と直角に磁界を加えるとホール効果により磁界に比例した電位差を生じる。今回利用したホール素子は高感度フエライトベース InSbエポキシモールド型ホール素子 (H-2 バイオニア精密 (株) 製) で磁気検出部は $3.2\text{mm} \times 4.3\text{mm} \times 1.9\text{mm}$ の大きさである。このセンサーからの出力電圧をデジタルボルトメータ (DVM) で測定した。(感度 $0.1\text{mV}/10\text{mA} \cdot 10^{-4}\text{T}$)

X-Y位置測定装置(図3)にはロータリエンコード(200ステップ/回転)をX軸、Y軸にそれぞれ取付て $\pm 0.1\text{mm}$ の精度で測定できるようにし、エンコードからの出力信号(デジタル信号)をパソコンの拡張ユニット内のデジタルインターフェースに接続し座標軸の補正表示を行った。

永久磁石は材質による保持力の違い、また、形状による磁力線の相違などがあるが今回は希土類・コバルト合金を利用した高保磁力の円柱状磁石で移動変位に影響が少ない小型平板磁石(直径 10mm 厚さ 3mm)を利用した。

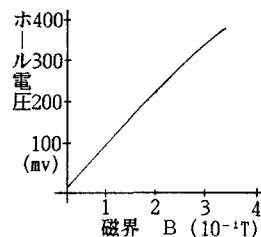


図3 ホール素子の特性

4. 測定結果

室内実験で土中埋設物の平面方向の変位測定は、非常に困難である。しかし今回、土中に埋設した不織布の平面方向の変位を測定する必要があったので、本報告で作製された変位測定装置（図4）で、変位を測定してみた。土中に埋設された不織布は、図一5に示す引抜き試験機で引抜き試験が行われた。埋設された不織布の平面図は、図一6に示す。この図に示す点線は、引抜き試験前の不織布を示し、図中の実線は、垂直応力（ σ ） 0.3kgf/cm^2 の圧力を加え10cmの引抜きを行い、その後垂直応力をゼロにし、さらに不織布上部の砂を取除き、不織布の変形をノギスで測定した結果である。また同図の◇△×印は、本報告の変形測定器で引き抜き試験時の変位を追跡した結果である。◇は、試験前、△は試験途中、×は、引抜き変位10cmの時（試験終了）の変位である。図に示されるように、試験終了時の変位は、実測変形（点線）とほぼ一致している。これから、途中の変位も不織布の変形を表しているものと推測できる。結果として、本試験器で土中埋設物の変形を把握出来る可能性が調べられた。尚、測定精度、多点に磁石を置いた場合の磁気干渉等については、まだ検討していないが、これは、今後の課題と考えている。

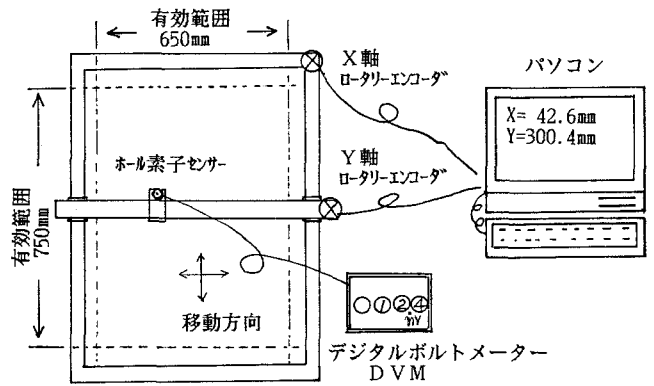


図4 試作変位測定装置

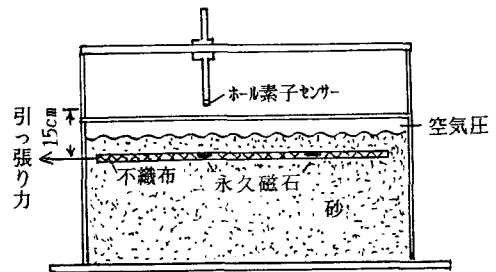


図5 引き抜き試験機の側面図

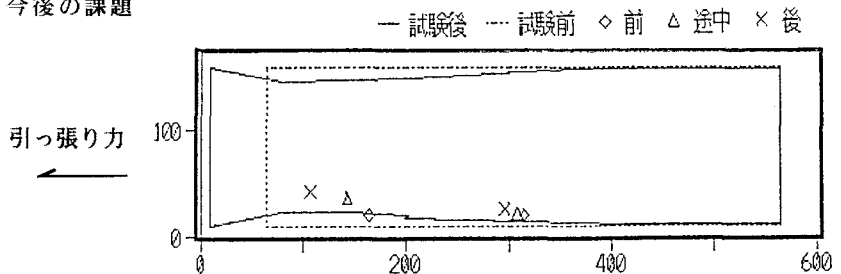


図6 埋蔵不織布の平面図

¹⁾ たとえば

矢島寿一他2名：ジオテキスタイルを用いた強化路盤の変形挙動効果、第3回ジオテキスタイルシンポジウム、国際ジオテキスタイル学会、日本支部 昭和63.12

²⁾ たとえば

長瀬勉夫：浸透破壊に関する考え方と破壊発生条件、応用地質年報 No.9, 1987