

# 3軸型全方位磁気センサーについて

## ■ 概要

3軸型全方位センサー（3軸センサー）とは、従来の磁気探査では探査不可能な磁気を持つ構造物の近くでの探査が可能となった次世代の磁気探査システムで、特定の一軸方向のみを検知する3つの磁気センサーを各軸が互いに直交するようにX方向、Y方向、Z方向に配置したものである。

本来、地磁気の変化や材料の磁性などセンサーを固定して、わずかな磁気変化を測定するものであるが、地下構造物調査、危険物探査に利用できるよう下写真のような筐体に仕上げたものである。

本センサーに取り込まれている3軸磁気センサーは磁気発振方式とよばれるもので、検出コイルが優れているため小型であり、これを鉛直方向や水平方向に移動できるようセンサー2個を軸調整して一体化としている。

探査の際には、探査孔にガイドレール付きアルミパイプを用いることでセンサーの回転による測定誤差を解消し、解析については移動方向に50cmの間隔で配置した2組の磁気センサーより計測した磁界の強さを利用する。



## ■ 機械構成

本器では、磁気異常を検知するプローブ部とその信号を処理する本体部の2つに分けられ、プローブ部は特定の一軸方向のみ感度が高い3つの磁気センサーを各軸が互いに直交するように配置した3軸センサー(1号機)と、それから50cm離れて軸調整を施して配置した3軸センサー(2号機)を一体型にして収納したものとなっている。

各センサーからの出力は、Junction Box を経由して、それぞれの本体部へ取込まれて処理され、A/D変換器へと出力しその信号をパソコンに取込むことによりデータ解析を行う。

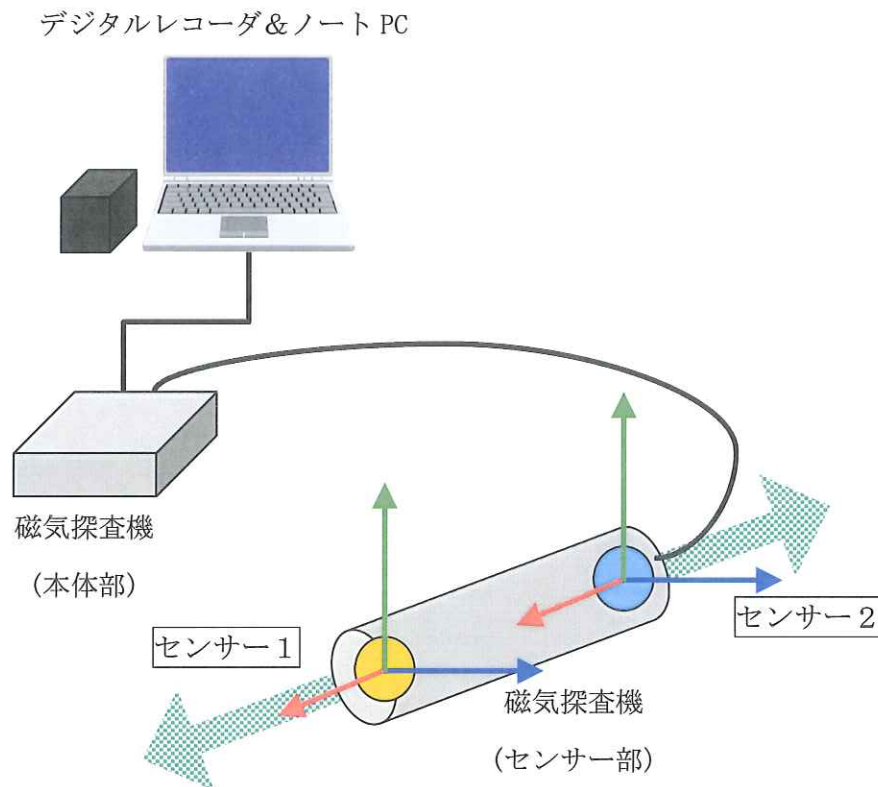
|         |   |
|---------|---|
| 測定範囲    | ±200.0μT  |
| レコーダ端子  | BNC端子   |
| 通信端子    | RS-232C 38400bps  |
| 出力電圧・抵抗 | 1.0V/F.S. 約300Ω   |
| 出力精度    |   |
| センサ1出力  |   |
| 直線性誤差   | ±0.5% of F.S.   |
| 分解能     | 1.0nT   |
| センサ2出力  |   |
| 直線性誤差   | ±0.5% of F.S.   |
| 分解能端子出力 | 1.0nT   |
| 差動出力    |   |
| 直線性誤差   | ±1.0% of F.S.   |
| 周波数応答   | 直流磁界専用  |
| 消費電力    | 約12.0VA   |
| 仕様環境    | 温度0~40℃、湿度85%以下   |
| 電源      | AC100V±10%、50/60Hz  |
| 質量      | 本体 約3.0kg<br>センサプローブ 約1.4kg<br>ケーブル重量(100m) 約7.2kg                  |
| 外形寸法    | 本体 330(W)×260(H)×80(D)mm<br>センサプローブ 直径34(φ)×800(L)mm<br>ケーブル長 約100m |

## ■ 磁気信号の検出

本器では2個の磁気センサーによる地磁気の信号を個別に測定することができ、これによる磁気異常の有無を確認することは可能であるが、一般に砲弾、機雷等による磁場(数メートル離れた点における)は地磁気に比べて極めて小さい。この為プローブがわずかに動揺してもその磁場変化は機雷等による磁場より大きく、磁性物による信号と、動揺による信号との区別がつかなくなる。

そこで本器では2個の磁気センサーを用い、各磁気センサーの検出する磁場の差をコンピュータ上で作成することにより、動揺による誤信号の発生を防止している。

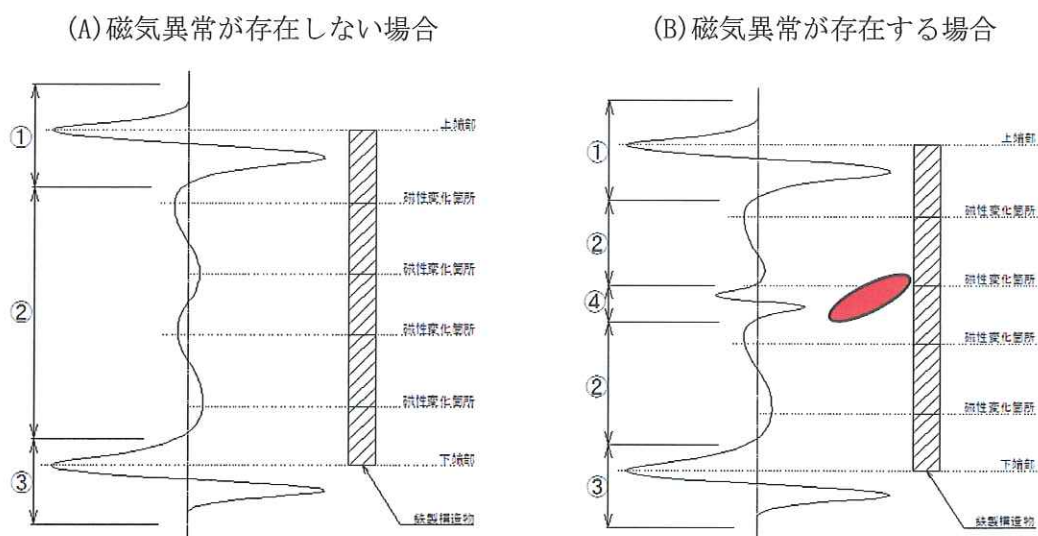
すなわち、一様な磁場中でプローブが動揺しても、各磁気センサーの受ける磁場は常に同じ大きさであり、差は零である。これに対し局部磁界があると2個の磁気センサーの受ける磁場の大きさが異なるため磁界の差が発生し、これを捉えることで危険物探査に利用したものである。



## ■ 強磁性体付近での磁気探査について

地中に鉛直方向に設置された鋼管杭、鋼矢板等(鉄製構造物)による磁界は、通常その上端、下端部分で顕著に変化するがその途中部分でも、材質(特性)の変化、構造(厚み)の変化、損傷等により大きく磁性が変化し、それに伴う磁界が構成されている場合が多い。

そこで、三軸センサーでは50cm離れた1号機と2号機による差のデータを用いる事で、鉄製構造物の上端部や下端部、磁気異常物などによる局所的な磁場の変化を捉えるものとする。



上図の(A)を見てみると、一般的な鉄製構造物の波形の現れ方として上端部①、下端部③の顕著な変化が見られ、その間には大きく緩やかな変化②が現れる。

鉄製構造物には②のような磁性変化箇所があり、磁石に例えるならばS極とN極が連なっている状態であり長尺な鉄製構造物には節々にこのような箇所が存在する。これらは上端部、下端部に比べ磁場の変化は小さく、50cm離れた2個のセンサーにおいても大きな差ではないため磁気記録にも緩やかに現れてくる。そのためこの周辺に磁気異常物が存在しても、近傍に存在する鉄製構造物による磁場と比べ局所的な磁場の変化となるため異常を捉える事が出来る。

上図(B)は磁気異常物が存在するときの波形であり、④のように顕著に異常が現れてくる。

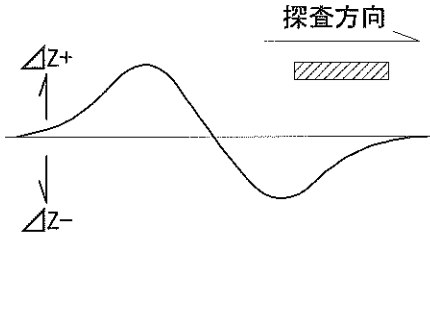
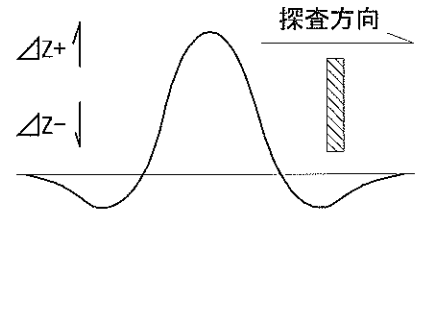
今回のような強磁性体付近での水平探査については実施例が無いので、本実験で確認を行う。

■ 強磁性体付近での磁気探査について

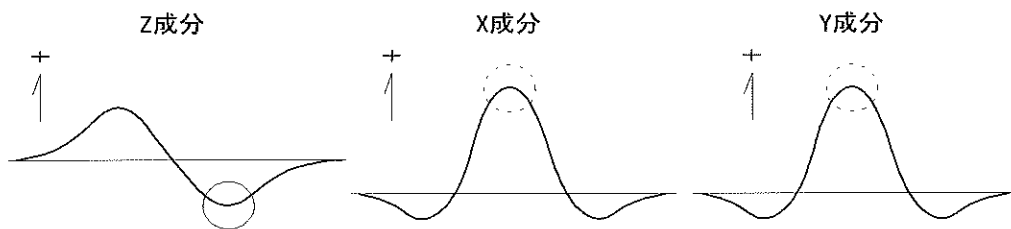
異常点の位置は X 成分、Y 成分、Z 成分の相対的な関係から導き出される。

これまでの実験データより、Z 成分の波形の現れ方により対象物(磁気異常物)の状態が、鉛直方向、水平方向であるか、想定する事ができ、その時の X 成分、Y 成分は以下ようになる。

- Z 成分:2 波 …………… X 成分, Y 成分:3 波
- Z 成分:3 波 …………… X 成分, Y 成分:3 波

| i) Z 成分が 2 波の場合   | ii) Z 成分が 3 波の場合   |
|---|--|
|  |  |
| <p>探査方向(鉛直方向)に磁気異常物が存在すると考えられる。</p>   | <p>探査方向に対して垂直(水平方向)に磁気異常物が存在すると考えられる。</p>  |

i) Z 成分が 2 波の場合

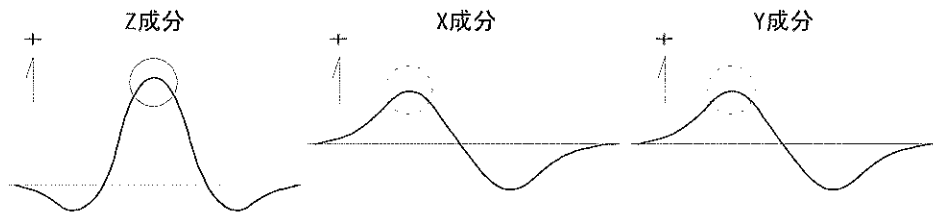


Z 成分については後半に現れる極値に、X 成分、Y 成分については顕著に現れている極値に着目すると、

- Z 成分 → 『-』
- X 成分 → 『+』
- Y 成分 → 『+』

と読み取れる。

ii) Z成分が3波の場合



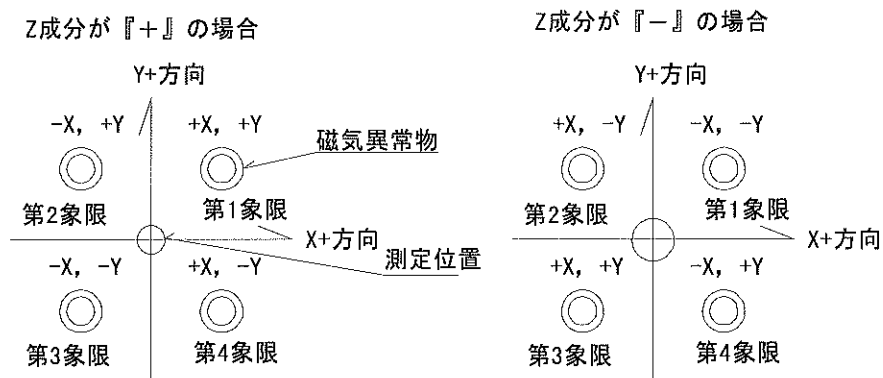
Z成分については顕著に現れている極値に、X成分、Y成分については前半に現れている極値に着目すると、

- ・ Z成分→『+』
- ・ X成分→『+』
- ・ Y成分→『+』

と読み取れる。

磁気異常物の存在位置を決定するには、以上のように磁気記録より波形の特性を読み取ることで、まず存在すると思われる象限を決定する。

これらを以下の図にまとめた。



i)の場合、上記の図によると Z成分:-, X成分:+, Y成分:+である事から、第3象限であると判断できる。

ii)の場合も同様に、Z成分:+, X成分:+, Y成分:+である事から第1象限であると判断できる。

# 測定機器

測定機器一式



本体・全方位センサー・パソコン

番号D121102(本体)・T121102(センサー)

