

電磁誘導センサーによる金属片検知及び位置検知に関する基礎的研究

日大生産工 小山 潔、星川 洋

1. はじめに

紛争後の人道的復興支援の一環として、敷設された地雷検知に関する様々な研究開発が行われている¹⁾。地雷検知には種々の手法があるが、地雷に含まれる金属を検知する電磁誘導を利用した金属検知が適用されている。紛争地域の場合には、地雷以外の多数の金属片が散在しており5000個に1個の割合で地雷を検知できるのが現状であり、金属片の検知と識別の精度を高めることが求められている。

筆者らは、金属片検知の基礎的な研究開発から始め、本報告では、従来の金属検知センサーの1つである円形センサーコイルと異なる一様な磁界を発生する電磁誘導センサープローブを提案し、金属片検知の基礎的な実験を行った結果を報告する。

2. 電磁誘導センサーによる金属片検知

今回、筆者らが提案する電磁誘導センサーである一様な磁界センサープローブを図1に示す。一様な磁界センサープローブは、矩形縦置の励磁コイルと円形の検出コイルから構成される²⁾。交流を流した矩形縦置の励磁コイル下には、励磁コイル巻線と垂直方向に一様な磁界が発生する。図2に示

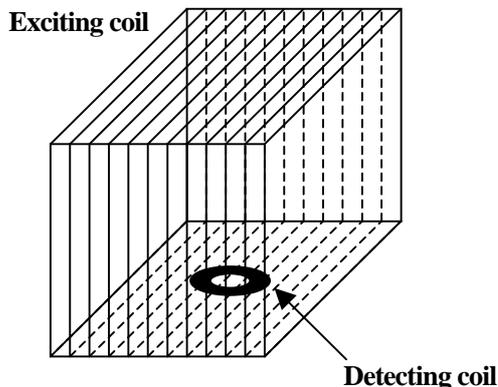


図1 一様な磁界センサープローブの構造

すように金属片がなく一様な磁界中に置かれた円形の検出コイル起電力は、検出コイルの中心を通り磁界と平行な軸に関して対称であり検出コイル巻線が逆向きであるので、打消し合い発生しない。金属片が検出コイル巻線下に位置すると金属片内に渦電流が誘導され空間磁界が乱れ一様な磁界でなくなるので、検出コイルに起電力が発生する。金属片が検出コイルの中心に位置すると、検出コイルの中心を通る軸に関して磁界が対称となり検出コイルには起電力は発生しない。金属片が逆側の検出コイル巻線下に位置すると初めとは逆極性の起電力が発生する。すなわち、金属片がセンサープローブを通過するとき、或いは、センサープローブが金属片を通過するとき差動信号が得られる。金属片がない場合には、検出コイルには起電力が発生しないので、従来の金属検知器で必要である平衡回路を不要とできる。

3. 実験方法

一様な磁界センサープローブを作製し金属片検知の基礎的な実験を行った。一様な磁界センサープローブの励磁コイル寸法は、幅150mm、長さ160mm、高さ30mmであり、検出コイル寸法は、外径70mm、巻幅10mm、巻厚1mmである。励磁コイルを矩形縦置きとすることで、平面波に近い一様な磁界を発生させ、金属片による微小な磁界変化を大き

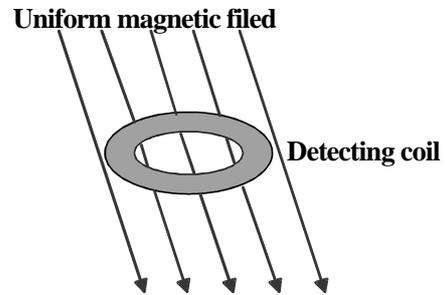


図2 一様な磁界中に置かれた検出コイル起電力



図3 実験に用いた金属片

な検出コイルで検出するように工夫した。図3に実験に使用した金属片を示す。ボルトや大きさの異なるクリップ、ホッチキス針の検出を行った。周波数を 1kHz とし、センサーと金属片との距離を 22mm とした。

4. 実験結果

図4には、ボルトとクリップの検出信号を示す。図の横軸は励磁電流と同相成分 (In-phase component)、縦軸は励磁電流と 90 度進相成分 (Quadrature component) を示す。図より金属片の差異により検出信号の振幅と位相が異なることがわかる。図5には、大きさの異なるクリップの検出信号を示す。図では縦軸の位置をずらして表示した。図より同材質の金属片であれば振幅は異なるものの信号位相が同じことがわかる。図6には、ホッチキス針の検出信号を示す。信号振幅は小さくなるが感度高く検出した。

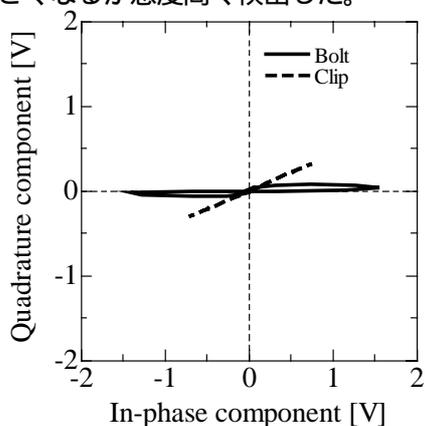


図4 金属片が異なる場合の検出信号

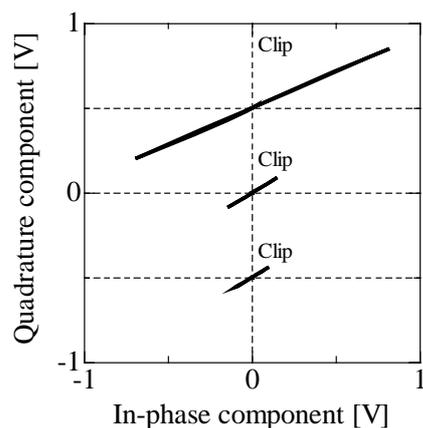


図5 金属片の大きさが異なる場合の検出信号

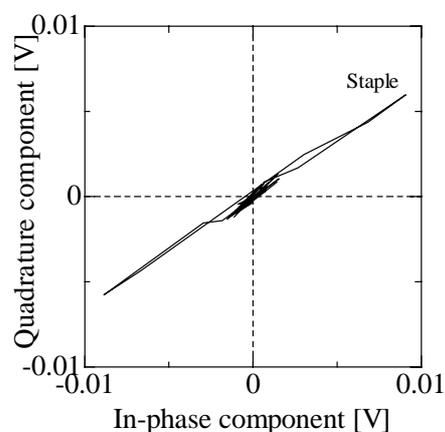


図6 ホッチキス針の検出信号

5. まとめ

電磁誘導センサーによる金属片検知に関する基礎的な検討として、今回は従来の円形センサーコイルと異なり一様な磁界を発生できる一様磁界センサープローブを提案した。実験の結果、金属片の差異により信号位相が異なったことから信号振幅と位相を用いて金属片の識別を行える可能性がある。また、ホッチキス針程度の大きさの金属片も検知できた。今後、更なる詳細な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 下井信浩:「人道的地雷除去のための対人地雷検知技術」計測自動制御学会論文集、Vol.37, No.6, pp.577-583 (2001)
- 2) 小山潔、星川洋:「渦流探傷試験における一様渦電流プローブの基礎的特性に関する研究」非破壊検査、Vol.49, No.11 pp.775-781 (2000)