

セシウム磁力計センサを用いた海上磁気探査の取り組み 2

日本物理探査株式会社 ○天野 量稀, 佐々木 正徳, 愛甲 崇信, 吉川 秀人, 河野 秀紀, 鈴木 匠

1. はじめに

当社は、危険物等の埋没鉄類を対象とした磁気探査業務に従事しており、近年は海上磁気探査におけるセシウム磁力計による埋没鉄類探査の実用化に取り組んでいる。本発表では、昨年度の発表に引き続き、台船が及ぼす全磁力データへの影響について実施した実験を紹介する。

2. 実験場所

実験は福岡県北九州市門司区田野浦海岸前の海域(関門航路近傍)で実施した。実験海域を図-1に示す。

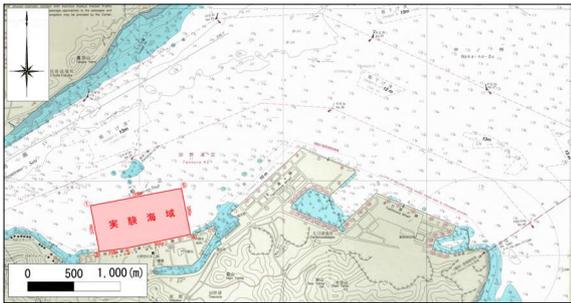


図-1 実験海域¹⁾

3. 実験方法

(1) 測定方法

測定は台船曳航方式により、台船から吊り下げたセンサ枠を曳航して測定した(図-2参照)。センサ枠の深度(以下、枠深度)は、水圧計で水深を監視し、ウインチ操作により制御した。

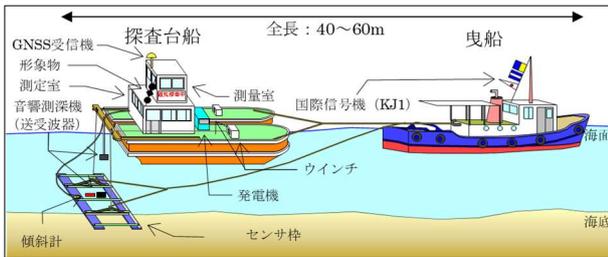


図-2 探査方法概念図

(2) 測定機器

測定は、船位、磁気傾度、全磁力、枠深度、センサ枠の高度(以下、枠高度)、及びセンサ枠の傾斜角(以下、傾斜角)の6種類のデータを取得した。測定機器を表-1、センサ枠の概念図を図-3に示す。

表-1 測定機器一覧表

測定機器	役割・測定
GNSS (CLAS)	誘導, 航跡測定
両コイル型磁気傾度計	磁気傾度測定
セシウム磁力計	全磁力測定
水圧計	枠深度の測定
音響測深機 (送受波器: 台船 1, 枠 1)	センサ枠, 海底の監視. 枠高度の測定.
傾斜計	センサ枠の監視, 傾斜角の測定.

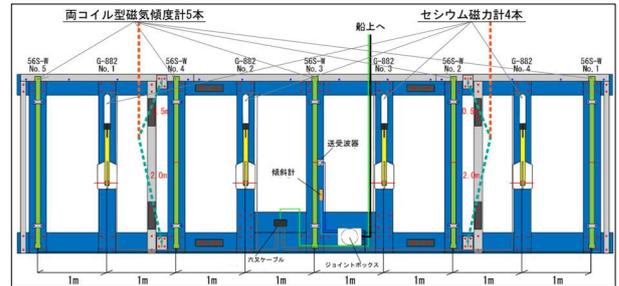


図-3 センサ枠概念図

(3) 想定される台船の影響と測定

実験で使用した台船はFRP製であり、台船自体は非磁性だが、発電機・ウインチ・資材等による磁気異常が生じる。磁性には誘導磁気と残留磁気があるため、台船の向きにより生じる磁気異常も変化すると考えられる。このため、表-2に示す2種類の測定を行った。なお、操船の都合上、実際には8の字ではなく円状に測定を行った(図-4参照)。各測定の概念図を図-5、図-6に示す。

表-2 測定名の目的と方法

測定名	目的	方法
8の字測定	枠深度毎に方位と台船の磁気異常の関係を求める	枠深度を3mから11mに変えて右回り左回りの円状に測定
階段測定	往路・復路方向での枠深度と台船の磁気異常の関係を求める	直線(往路・復路)で枠深度を3mから11mに変えて階段状に測定

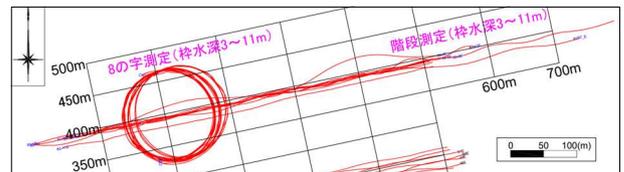


図-4 航跡図

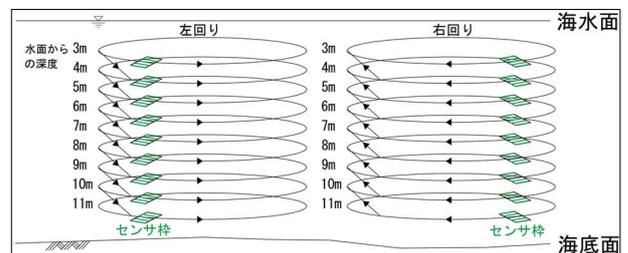


図-5 8の字測定概念図

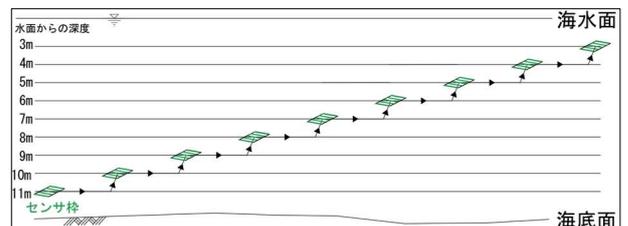


図-6 階段測定概念図

4. 台船による磁気異常

(1) 8の字測定

8の字測定のデータに日変化補正、ノイズ除去等の処理による台船の磁気異常を顕在化し、柁深度毎の方位と台船による磁気異常の関係を求めた(図-7参照)。

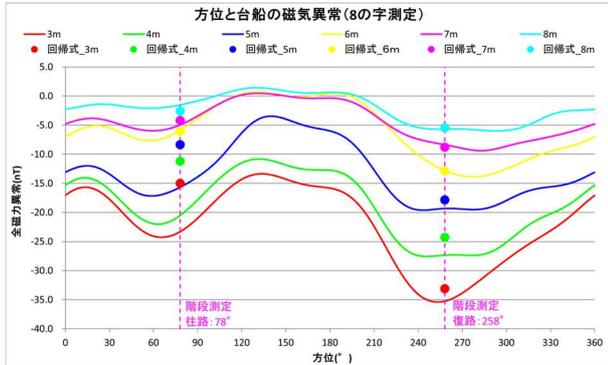


図-7 柁深度毎の方位と台船の磁気異常の関係

(2) 階段測定

階段測定のデータに日変化補正、トレンド除去等の処理を行い台船の磁気異常を検出し、往路(N78° E)と復路(N258° E)の柁深度と台船による磁気異常の関係を求めた。図-8に柁深度と台船の磁気異常の関係、図-9に台船による磁気異常の回帰式を示す。

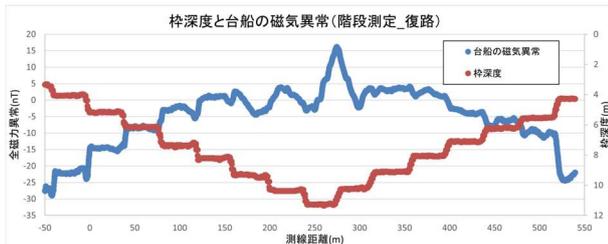


図-8 柁深度と台船の磁気異常の関係(復路)

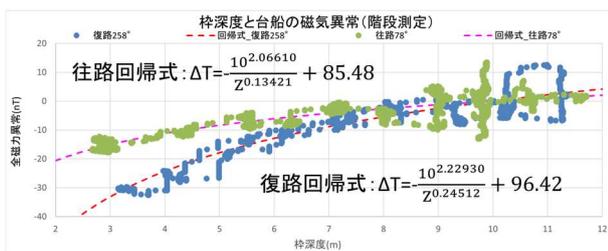


図-9 台船による磁気異常の回帰式

(3) 8の字測定と階段測定の結果の比較

各測定の結果、台船は負の磁気異常を生じ、柁深度が浅いほど台船の影響が大きい。深度3mの場合、往路で-30nT程度、復路で-20nT程度の磁気異常を生じる点で整合しており、8の字測定の結果が妥当な値であると判断される。

5. 航跡の蛇行による台船の影響

台船による磁気異常は、方位・深度が変わらなければ一定値であるため、埋没鉄類の探査には影響しない。実際には、船は蛇行しながら航行するため、台船の蛇行により生じる磁気異常を、図-7 の関係を用いて計算・検

討した。

航跡の蛇行により生じる磁気異常が大きくなる方位は、台船による磁気異常のピークの方位(250°、60°付近)ではなく、変動が大きい方位である。今回は変動が最も大きい215°付近に着目し、実験で得られた航跡の平均方位を215°にしたときに生じる磁気異常を計算し、トレンドを除去するためのハイパスフィルタ処理後のデータから磁気異常の全振幅を読み取った。図-10に柁深度3m、方位215°での磁気異常の計算値、表-3に深度毎の航跡の蛇行により生じる磁気異常を示す。計算の結果、仮に測定時のノイズ許容値を5nTとした場合、柁深度を5m以深にする必要がある。

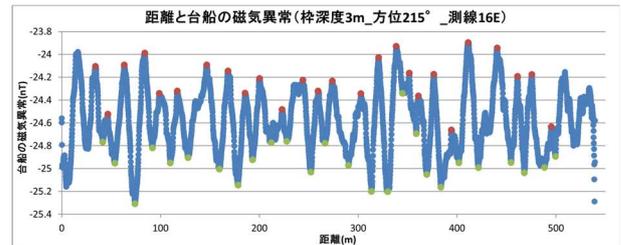


図-10 蛇行による台船の磁気異常例(フィルタ処理後)

表-3 蛇行による台船の磁気異常の読取値

柁深度	データ数	台船による磁気異常(nT)		
		最大	平均	標準偏差
3m	2046	5.9	1.1	0.7
4m	2044	5.4	1.0	0.7
5m	2038	4.8	0.9	0.6
6m	2048	3.4	0.6	0.4
7m	2048	2.4	0.4	0.3
8m	2051	2.2	0.4	0.3

6. まとめ

本実験は、台船による磁気異常を検討するために8の字測定、階段測定を実施した。各測定で取得したデータから深度毎の方位と磁気異常の関係を求め、本実験の条件・使用機材における台船は負の磁気異常を示し、方位60°及び250°付近で極小となり、最小となる250°付近では柁深度3mで-35nT程度になることが判明した。この結果から、方位と台船の磁気異常の関係をを用いて航跡の蛇行により生じる磁気異常を計算し、柁深度が5m以深であれば、概ね航跡の蛇行により生じる台船の磁気異常は、探査の支障にはならないと考えられる。

今後も継続して実験等を行い、実用化に向けて取り組んでいく。

《引用・参考文献》

- 海上保安庁刊行海図 W1262(を複製・加筆)。
- 鈴木匠, 佐々木正徳, 愛甲崇信, 吉川秀人, 河野秀紀, 天野量稀(2024): セシウム磁力計センサを用いた海上磁気探査の取り組み, 全地連技術フォーラム 2024論文集, 論文No.C053.