

海底地質調査用探層機の簡易装備法について

佐藤 孫七

まえがき

このメモは海上保安庁水路部測量船「明洋」の観測メモの一部である。調査船に乗組んだのが7月末の酷暑炎天下ではあったが、作業に協力した当時をしのび、乗組員のかたがたに深甚の謝意を表しつつ、今後観測・測量等の行動期間中、このような作業命令をうけ、作業を行なうとき造船所あるいは鉄工所等で溶接等の施行なしで、自船のあり合わせの索具のみで、しかも簡単に装備できた実例の工夫のありかたを参考まで述べる。

昭和39年(1964)6月16日、新潟の北方沖合の粟生島付近の海底下に地震が起こり、海底地形変化や断層の出現等があり、関係方面では潜水艇、読売号の海底調査を始め、地形、地質、生物、漁業の操業面等を含め多くの調査が行なわれた。その後2年経過した同海域の海底地形等の変化状況の調査を、日本海の観測行動中実施を命ぜられたので、即刻その装備を工夫し、探層機を臨時に固着し、しかも前記のように乗組員の手のみでの作業で、昭和41年7月29日午前中、新潟港内で装備し、午後出港直ちに調査を実施し、8月2日夕刻、新潟入港までの5日間、新潟→粟生島→鼠ヶ関間の海域を調査した。加えて8月1日は低気圧の日本海通

過に伴う風力7、風速15~17m/s内外、波高3~4mの海況下、船速4~5ノット内外であっても、探層機の移動、しんどう等の異状なく良好な結果を得たので、装備の概要を記した。

1. 装備の要点

- 探層機 図1(以下機Aとする)の形状、長さ、重さ、径、および強さ、補強材の強度、寸法等の検討
- 取付位置との関連
 - 機Aと舷側との相互固着性の良否の検討
 - 取付位置の吃水と機Aの水中部分の長さ、と機Aの水中投影面積とその形状の検討(水中の投影面積と形状は流圧抵抗に關係する)
- 調査中の最大の速力と波の水分子との合成速力。
- 前項の2、3により流圧抵抗を推定し、使用する支持索の強度、必要な長さの検討。
- 機Aを固定するための各支支持索の力の有効的方向……索の張る方向の検討。
- 以上により、装備に必要な補強材、張索のワイヤロープ、その他の必要な雑索、シャックル、タンパックスルおよび作業に必要なテークル等、必要品の検討を行なう。

7. 乗組員を集め、作業の意義……目的、理由、作業内容(作業日数、測量行動区域、調査行動中の速力、必要電源、電流、および装備上の必需品、釘、槌等)装備作業法を、図解説明し、各人員配置等の検討を行ない、各自の分たんをきめる。

2. 装備要領

- 機Aと補強材の組立
補強材Bは約10cm角の長さ3mのものを(以下Bと呼称する。)図1のように組み立てる。
- 機Aの取付位置を本船、船橋少し前方の両舷側にきめた。この位置は

A: 深層機(器)の本体

B: 補強材(測量船明洋は杉の10cm角材を使用した)

測面図

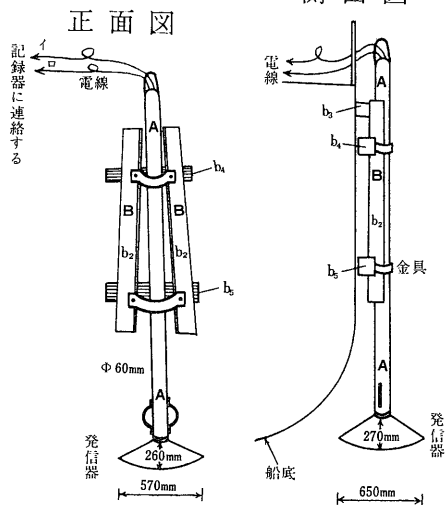
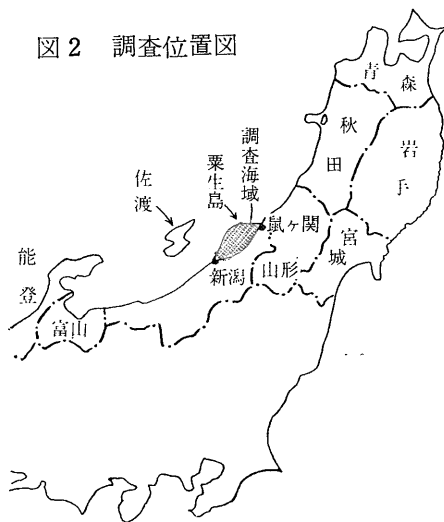


図1 海底地質調査用探層機

- ① 航海当直者は 機Aの注意にきわめて便であり 索のゆるみ あるいは 機の傾き しんどうした 場合等は 直に監視できる。 夜間でも 手電灯の照明でも 異状の有無がわかる。
- ② 舷側面が水面に対し直角であり したがって 機Aの固着作業が容易かつ 固着結集が持続的に 良好であると考えられた。
- ③ 船の回頭時の 転心点付近にあり 針路を変更 時波浪による ピッチング時等 機Aに不当の 抵抗が少なくないこと。 ただし音測機 水圧 速度測定器等の性能低下させる場所はさける。
- ④ 機Aの下端の送受器の部は 吃水下 10~20cm 位下方にあるように船底に生ずる気泡による 機Aの性能の低下を少なくないようにする。

図2 調査位置図



3. 調査中の速力 および速力決定の要素

機Aの発振 受信 記録等の性能 気象海況の状況 測量日数と測量海域の狭 広 強度 装備条件等によつて 速力を決定するが 本船は 機Aの受信感度的な性能を主体として 4~5ノットとした。〔調査海域については図2 参照のこと〕

注 調査海域の海況は 調査中の速力に大いに関係をもつ た たとえば 津軽海峡のように 流速3~7ノットの海域は 対地速力を流速以上の船速を保持しなければならない。これは 時間的(日数の)制限が少なくないときは 調査針路で解決できる場合もあるが 原則として海潮流の流速一対水速力<対地速力であらねばならない。したがって 流圧抵抗は 流速の自乗に比例して大となるので 海区によっては 機Aの補強材 支持索のワイヤ等も 比例して大きい 強いものを使用することになる。したがって 装備上の強度に関係する。

4. 装備前の準備

機Aを船体に固着条件を満たすため 次の準備を行なう。速力と波圧の合成速力に対して 機Aに加わる水圧 これに耐える支持索の強度と 索の有効支持力 および効果的方向等を検討する。

1. 機Aに加わる水圧の概値を計算する Rw_1
2. 機Aの補強材に加わる水圧を同様計算する Rw_2
3. 前記 1. 2. の合成抵抗に対して 支持索の強度を検討 自船の在庫中の索の質 数等も合わせて検討する。
4. 前項 1. 2. の抵抗に加えて支持索自身に加わる抵

抗も考慮する。 Rw_3

注 支持索は使用中 切断することが度々経験した。例 筆者が 津軽海峡の海底トンネル用 調査測量中 度々切断したよつて 索は十分な強度と 索の本数は3本以上とした方がよい。一本切断しても他索で支持し その間に応急的に処置し その他を検討しつつ 調査は続行できる。

5. 索の強度の検討は 速力等の水圧のみでなく まれには 浮遊物 流れ藻の集団 あるいは流木等に激突 また 風波時は波の水分子の移動の外に 碎波がマッスとなって 舷側に装備の機A 補強副木 Bにあるいは 支持索に増圧することを考慮に入れ 強力な索を使用する。(図3)
6. 各張り索強度は 前記した $Rw_1+Rw_2+Rw_3$ の合成抵抗の 5~6 倍の強度の索を考慮したい。

注 各索共に 抵抗が平等にかからないことがある また抵抗の加わる方向も 同一方向でないので 張索一本の場合は 切断しやすく切断すると 作業中止し 洋上での 取揚 再装備は困難であり したがって 行動計画の変更(時間的ロス等)を余儀なくされるので 初めの装備時に十分の検討の上 倍率も大きい 強い索を使用したり または 支持索の本数を増した方がよい。

7. 索に加わる水圧抵抗 $Rw_3 = \frac{1}{2} cx\rho^1 A m^2 V^2 \cos^2 \theta$ として cx は L/d を無限大として 1. 2 を使った方がよい。 L = 索長 d = 索の径

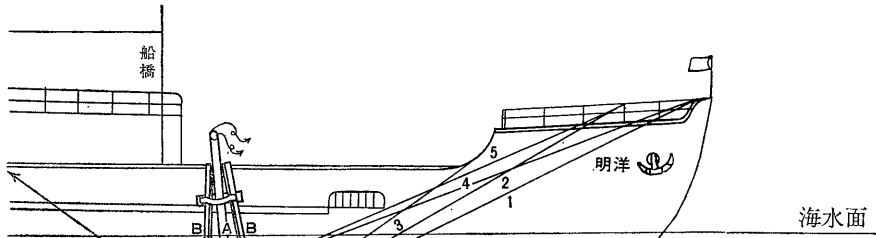


図 3-1

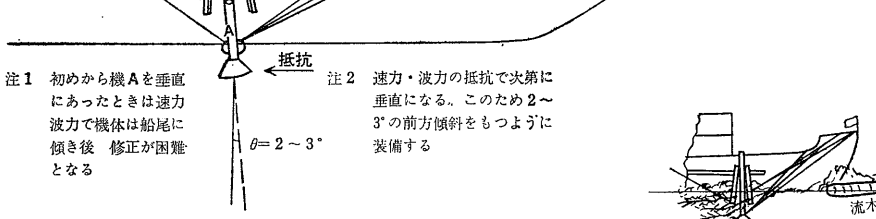
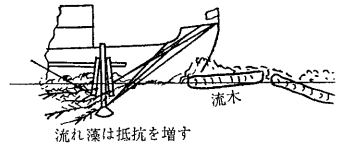


図 3-2

注1 初めから機Aを垂直にあつたときは速力波力で機体は船尾に傾き後 修正が困難となる

注2 速力・波力の抵抗で次第に垂直になる。このため2~3°の前方傾斜をもつように装備する



- 例 Rw_3 = 索に加わる水圧抵抗
 Cx = 係数 で 1.2.
 ρ^1 = 海水密度
 A^{m2} = ワイヤの投影面積
 V = 船速+水分子の速度
 θ = 索が垂直となす角

層機等の抵抗値の大略を計算した例を示す。測量船明洋は この概算の数値を基準として装備作業を行ない 作業は前記のように良好であった。

探層機の抵抗例

今回 測量船明洋で使用した探層機の抵抗の概値を次のように推定した。(図8参照)

8. 索の有効支持力は 水圧抵抗方向の逆方向であれば 1:1であるが 有効支持方向が 水圧抵抗方向と角度をもつときは 一本の索に加わる力 T_1 は抵抗方向の反作用のとき $T_1 = Rw_1 + Rw_2 + Rw_3$ でワイヤの方向と 水圧方向が角度をもつときは その点に加わる力を t_1 とすれば $t_1 = T_1 \times \sin\theta$ である。
 例 図4~5で右舷の支持索 S_1 に加わる力 T_1 に対する 有効支持力 $t_1 = T_1 \sin\theta_1$
 同様 S_2 に加わる力 T_2 に対するものは $t_2 = T_2 \sin\theta_2$ である。
 $\therefore Rw_1 + Rw_2 + Rw_3 = (t_1 + t_2 + t_3 \dots t_n) \times 5 \sim 6$ 倍としたい。

1. 補強時に加わる抵抗
 角材10cm 長さ2.5m として
 船速 8ノット または 船速5ノット
 (波の分子速度3ノット $\div 1.5m/s$ として)
 抵抗 約295kg
 モーメント 約367m kg が考えられる。

$$Rw = \frac{1}{2} \rho Cx A V^2 \dots \dots \dots Cx=1.4 \text{とした}$$

$$\left(\begin{array}{l} \rho = \text{海水の密度} \\ A = \text{角材の投影面積} \\ V = \text{速力} m/s \end{array} \right)$$

$$C' = \frac{\pi}{T} He - 2\pi z / L = \frac{\pi C}{L} He - Z\pi z / L \dots \dots \dots m/s$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{波の水分子の速度}(C^1) \div 1.5m/s \\ \text{波高} = H = 3.3m \\ \text{作業海域(日本海)の波長}(L) = 76m \\ \text{周期}(T) = 7秒 \\ \text{波速}(C) = 11m/s \\ \text{求める深さ} Zm \end{array} \right)$$

9. 索の張り方向(支持方向)
 水圧 波圧の方向は一定でない。たとえば船の速力に対して水は水平に流れても 船がピッチングローリングのときは 船体に固定された機Aは水流に対して角度をもつ。この場合 - Rw のみでなく + Rw の場合もある。詳細略す(図7)。波圧も機A. B. 索C に加わる圧方向が絶えず変化する。

2. 送波器の抵抗 $\div 148kg$
 パイプP 6cm 長さ60cm $Cx=1.0$
 送波器P 65cm 高さ27cm $Cx=0.8$

3. 合計抵抗 8ノットとして $\div 445kg$

10. 次に海上保安庁 水路部 測量船明洋で使用した探

図 8-1

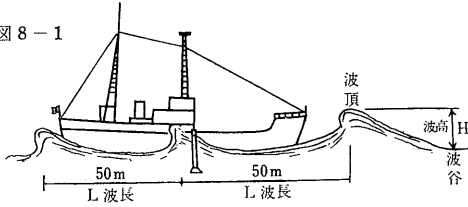
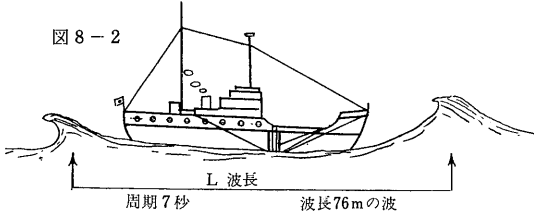


図 8-2



とし 索一本の有効支持力は $500\text{kg}/\sigma \approx 85\text{kg}$ と推定した。

注 $\phi 6\text{mm}$ のワイヤの新品の破断力は約1,050kgであり安全率は $1050\text{kg}/85\text{kg} \approx 13$ 倍となるので安全度は予猶をとった。

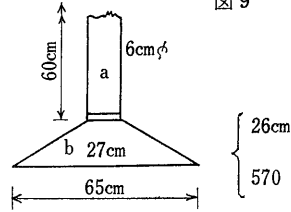
12. 付属具類の準備

- ① 補助索として 細索 センニットおよび 各種雑索を 太さ 大小……径 5mm 8mm 10mm $11\sim 16\text{mm}$ 等をとって混ぜて用意した。
- ② 釘 針金 カスガイ ボルト ナット等
- ③ スパナー 大工道具一式
- ④ シャックル 大小の種々
- ⑤ 支持索のワイヤの連結は 時間的予猶のあるときは 両端にアイを入れ シャックル等で連結すればよいが 取急ぎのときは 図10に示した方法で 簡単に連結できる。

13. 締付用に マニラロープ等を使用するときは十分乾燥したものを用いるようにする。

また 作業は晴天時に行なうことが望ましい。ロープはぬれた場合は 縮み かつ固くて 作業も不便である。固いロープは縮まらないばかりでなくロープが乾燥すると 自然に伸びを生ずる。これ

図 9



と反対に乾燥ロープを使用すれば 作業性よく能率あがり 測量等の調査行動中は 波の飛沫等でロープはぬれ 長さは短縮し ロープは自然と締りかつ固着が大となる。

- 14. 機Aを装備後 岸壁等に係留 もしくは他船の接舷時は 両舷共に機Aを囲むように 両側に十分大きい機Aより 倍近く厚さの防舷物をあてておき機Aの破壊を防止するようにつとめる。

5. 装備の順序等

- 1. 機Aの各部 (主として下部に) に所要の支持索ワイヤ等の一端を固着する。
- 2. 図4~5~6のように 各支持索の端すなわち $S_1 S_2 \dots S_5 P_1 P_2 \dots P_5$ の索端部分を各所定のところに弱くひき止めておく。
- 3. $S_6 P_6$ の索を船底を回し斜前方の各反対舷にとる。この場合ワイヤ索は船首を回した方が簡単である。
- 4. $S_7 P_7$ の索は機Aを船体に接着固定用として 反対舷の直角方向に引き 船体と接着の効果が最良にする。
- 5. 前項4の $S_7 P_7$ の索の機Aに結着点は補強材B横のあて木 (図-1) の b_5 の部分または約10~20cmぐらいい下部に止める。 b_5 の横のあて木と離しすぎると $S_7 P_7$ の索を強く締め過ぎれば 機Aの下部が屈曲することがある。

図10

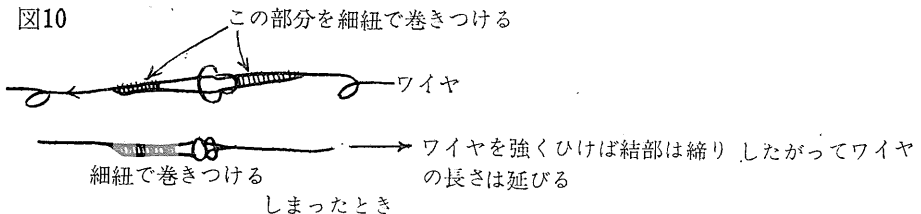


図12

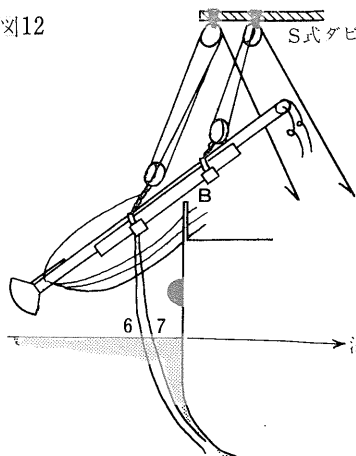
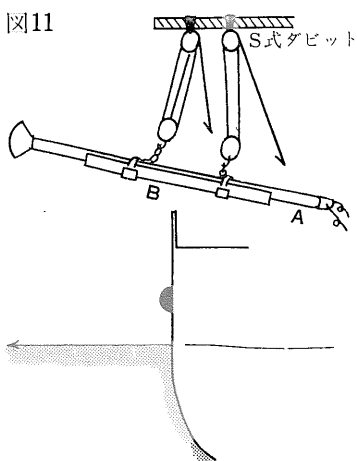


図11



ダビットを出し テークルで吊出せば 作業は簡単である。吊り支点が取付位置の直上にあれば 作業はより効果的に行なうことができるし また機を船体に打ちつけることが少ない。 テークルは 30kg ~60kg内外ではガンテークル ラフテークルを使用すればよい (図13)。

6. S_8 P_8 の索は機Aを後方から支持する目的のものであり 前索である 1. 2. 3. 4. 5 とバランスをとるように張合わせるようにする。

この後方索を除くと船速が停止のとき 機Aは少しく前方……船首の方に傾き 速力あるときは 前索の張合の位置で静止するがこの状態を繰返すと 機Aは各索にゆるみを与えるため 船側に固着の良状態を保持することが困難となる。

7. 以上のような各張索の準備が終わったら 機Aの上中部等適当の所に $\phi 12\text{mm} \sim 16\text{mm}$ のロープあるいはストロップを結び 機Aの上げ下げに便であるよう またロープ等の 他端はよく船内に結止して誤って 機Aを海中へ落すようなことを防止する。

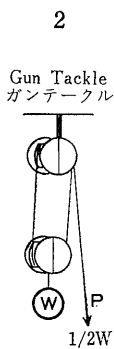
8. 吊用ダビットやテークルを所要位置に振出しテークルを図11—12 のように装置する。

ダビットの装備ない船は丸太等で板の吊用ダビットを作れば 作業は容易かつ 破損の防止に役にたつ。 テークルについては図13参照

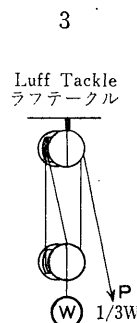
図13



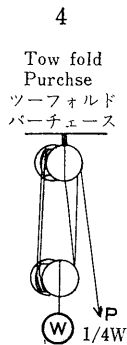
単に力の方向を変える
倍力なし $\frac{P}{W} = \frac{11}{10}$



$\frac{P}{W} = \frac{12}{20}$



$\frac{P}{W} = \frac{13}{30}$



$\frac{P}{W} = \frac{14}{40}$

6. 機Aの取付等

取付は 特別の場合を除いて 原則として片舷から行なう。

1. まず 機Aの下部…送受波器の部分を 図11—12のようにして 舷外に出す。 単に索だけで行なうこともある。

2. この場合 図11—12のように

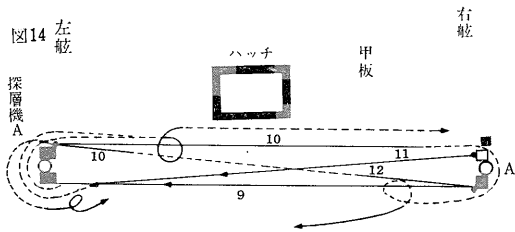
3. 図11 の位置で 索 S_7 を船首か船尾を回す。 (この場合普通は距りの近い船首の方を回すことが多い。 または 他の索で以前に回しておき S_7 に連結した後ひいてもよい) S_7 の端を反対舷の 所定の所に 軽く止めておく。

4. 索 S_8 … を S_7 と同様に船首を回して 反対舷で斜前方の所定の所に弱く引き止めておく。

5. 次に S_1 2 3 4 5 を同じ舷の船首部 図2に引きおき 索端は上下少し異なった所に止め 索の張り方向を 少し変えおき流圧 波圧の異なった方向に対しても 有効な支持力があるようにする。

6. 索 S_8 を同じ舷の後方に張りおく。

7. 以上の各索を止めおき あるいは 人数に応じて各索を少し張り合わせるように各自がもち 機Aを 図11—12のように徐々に吊り下げ 所定の位置で止めておく。



8. 機Aは 調査作業行動中 水面に対し垂直に位置するよう取り付け。ただし 初めは船首方向に $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 位傾斜角度をつけて 図3のように取り付け この位置で各索を張り合わせ 後各索共同じ位に締めつける。ワイヤは 人の力では伸々しめつけられないからタンバックル等でしめる。

9. 次に図14に示すように 索 9. 10. 11. 12. の各索を両舷に装備した 機Aの外側を回して締めつける。

10. 機Aが調査行動中次第に下方に降下するのを防ぐため 索15を張り 上方から吊るようとする。

11. 機Aの上部が振れを防ぐため 索13 14で 前後の方向(船首の方向と船尾の方向に)張り合わせておく。

12. 前記した 9. の各機Aの上端付近を 内舷に強く引きつけるときは 補強角材Bの b_2 付近に別の適当な角材 b_3 を舷側との間に挿入して 機Aの上端部分を屈曲しないようにする。このようにして 舷の内方に強く締めつければ 機Aの屈曲なしに より以上に船体と機Aとが 密着固定するようにし しん動や移動の防止に効果がある。

7. 最終の張り合わせ調整

1. 各索を 一様に張り合わせが終わったら 機関始動し 次いで船速を3ノット位の舵効のある程度とし 機Aを支える各索の張り具合に注意し 極端な不具合に張るものや弛むものは調整する。次に 徐々に増速し 4~5ノット位とし さらに張り合い具合に注視し 次いで6~7~8ノットと 5分~10分間の短時間増速し この状態で 全索の張り合わせと しん動状況を観察し 機Aは 水面に対し直角 すなわち垂直の位置に保持できるように全索の完全調整を行なう。

2. 最終的な 各索の張り合わせ調整法

前記のように各索の張り合わせを調整するが たるみや ゆるみが少し多過ぎる索がある場合は タンバックル

クルでは 締め付け用 スクリューの範囲以上となる それ以上締められない。これは ワイヤが短かく 他のワイヤと連結して使用するとき 結び目の所が索を張り締めつけるにしたがい 結び目(図10)の部分がしまり その部分だけの索が初めより延びる。この場合 タンバックルが締る余裕がなくなるので 図15に示すように ゆるんだ各索毎に 別の細索 $\phi 10\sim 14\text{mm}$ 位の索で直角に引きつければ ゆるみは完全になくなり張り合わせ調整は 簡単にしかも効果的に目的を達することができる。この場合細索が各支持索にあたる部分は ウェス……ポロ布で保護しておくことが大切である。保護しないときは 比較的長時間の行動では ワイヤが水圧や波圧の変圧を絶えず受けるので ワイヤ自身がしんどうを繰返し したがって細索とワイヤの間に摩擦ができ 発熱のためスレて 切断することが往々ある。夜間 切断した場合は 機Aの移動 まれには流失の因となるので 各索の平均張合には十分注意の要がある。

注 上記のように 細索で本索の タルミ…(ユルミ)を除く方法を 庄内浜の漁船乗組員は 「割り繩…ワリナワ」と呼び その効果はきわめて有効で ちょうど「キー」と同様の効果がある。

8. 結果

1. 普通海況

測量期間中 4.5~5 ノットの速力で航走し 約3昼夜間の行動中は異状がなかった。

2. 荒天時

8月1日前記したように低気圧通過にともない 南西~西南西の風速 $15\sim 17\text{m/s}$ 波高2~4m内外 海況はウネリ共に 4内外でしかも 風波に向かい 4~5ノット内外の速力で 約4時間航走したが 機Aの固着は良好な状態で保持された。

3. 速力 7ノット内外で航走

8月2日 早朝 前日避難した山形県 鼠ヶ関より出港 測量を行ないつつ 新潟港に向かった際 速力7ノット内外で約2時間半航走したが 同様異状は認められなかった。

4. 判定

要約すれば 数日間の短い調査行動期間であったが 探層機は しん動 位置的移動もなく きわめて良好状態であり あたかも造船所等で行なう

電気溶接やあるいは ボルト ナット の施工法と同じ好結果を得た。

5. 検 討 (考 察)

今後 速力6~7ノット内外 あるいは それ以上の速力で しかも10日~20日の連続行動する場合は 果たして固定保持の結果の良否は不明であるが 5日間前後で基地に入港する場合は その入港の都度 各部点検を行なえば 測量行動には支障がないものと考えられた。

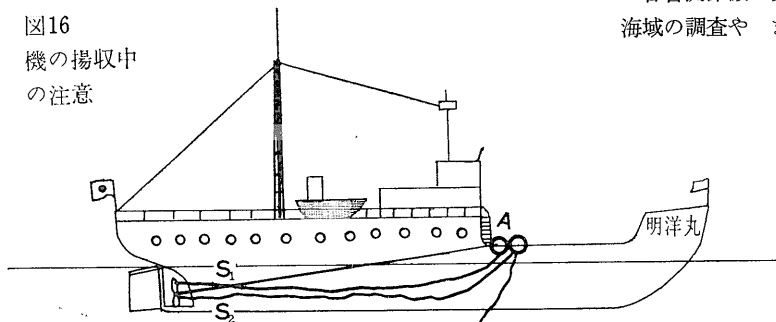
9. 探 層 機 の 揚 収 法

1. 揚収に必要な 人員 テークル 刃物 スパナ等を用意する。
2. 必要人員を配置する。
3. 機関停止し 漂泊状態とする。
ただし 風浪高い外洋であつては 舵効のある速力で 風浪に船首を保持しながら揚収作業を行なう。
ローリングが比較的小さくないときは 漂泊状態とし 風下側の舷の探層機から揚収する。 揚収後船首を回頭し他舷を風下側にして残りの機を揚収する。

4. 揚 収 作 業

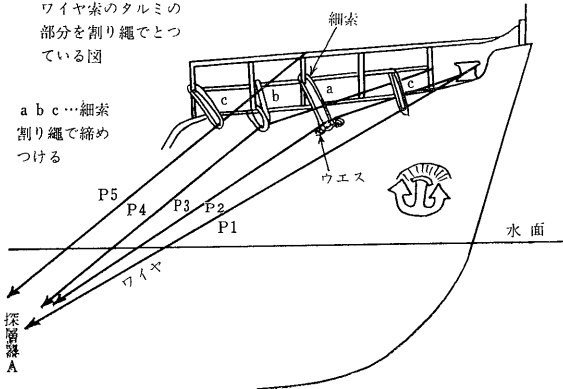
機Aの上部の金具と 下部の金具付近に ストックをつけ テークルのフックをかけ 張り索は前後部索 S_1 P_1 と S_2 P_2 の各2本とし 上部は 索13~14の上端のもの各二本を 適宜張り 機Aが波圧等で 躍動するのを防ぎ他の索は引きつつテークルで巻きつつ吊上げる。
この場合吊上げにしたがい 前後等の各索も張り合わ

図16
機の揚収中
の注意



索はスクリューにからまり 機Aの破損 破壊や人身事故を起こす とくに夜間の作業に注意 索は絶対に流すな

図15
ワイヤ索のタルミの部分を割り縄でつづけている図



せつつ波圧による機体の移動によって 船体に激突 衝激を絶対さけるよう注意することは当然であるが 予想外の大浪等で 機体が暴れ 不要心による ケガ その他の人身事故は絶無を期さねばならない。

5. 揚収の際各支持索を不用意に離し 索端が船尾プロペラに巻きつけるような危険は絶対避ける。 このため夜間の揚収は特に注意されたい。 図-16

10. お わ り に

以上で本稿を終わるが 現在も 今後も ポータブルの音響測深機で臨時に探層機と類似のものを舷側に装備する場合もあり得ることであり このような場合に参考となれば幸甚である。

筆者は 津軽海峡で極深海音響測深機の発振受信器をこのように装備して測量作業を行なったが 速力8-10ノット 加えて波高2~3mの海況で 支持索が切断したり 機体のパイプが曲り 測量行動に支障があったのでこれ等を参考として今回は好結果に終わった。

音響測深機を現に装備してある測量船でも 特殊な浅海域の調査や または 自船に装備した音測機故障時の予備としてポータブルを搭載して行動することもある。

造船所や鉄工所等のない僻地で 装備する要があるときは自船の在庫中のワイヤや材木等で しかも乗組員のみで ポータブル機の装備を行なう場合に 本稿が参考となれば 幸甚である。 なお海底地形等の調査については 水路部にて資料を整理され 佐藤一彦等により論文が発表されている。

(筆者は東海大学海洋学部)