

# 航 海 計 器

昭 和 43 年 4 月

防 衛 大 学 校

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## 航 海 計 器

### 目 次

第1章 概 説 .....	1
第2章 方位測定計器 .....	3
第1節 方位環，方位鏡 .....	3
第1項 方 位 環 .....	3
第2項 方 位 鏡 .....	5
第2節 磁気羅針儀 .....	8
第1項 磁気羅針儀の構造 .....	8
第2項 磁気羅針儀の自差 .....	10
第3章 距離測定計器 .....	32
第1節 測 距 儀 .....	32
第1項 原 理 .....	32
第2項 構 造 .....	32
第3項 調整装置 .....	36
第4項 使用心得 .....	37
第2節 スタジメーター .....	37
第4章 速力，航程測定計器 .....	39
第1節 測 程 儀 .....	39
第1項 原 理 .....	39
第2項 構造，作動 .....	41
第3項 使用法 .....	52
第4項 調整法 .....	53
第5章 水深測定計器 .....	56
第1節 測 鉛 線 .....	56
第2節 音響測深儀 .....	56
第1項 原 理 .....	56
第2項 構造，作動 .....	57
第3項 使用法 .....	64
第4項 整備保存法 .....	64
第6章 角度測定計器 .....	66
第1節 六 分 儀 .....	66

# HP『海軍砲術学校』公開資料

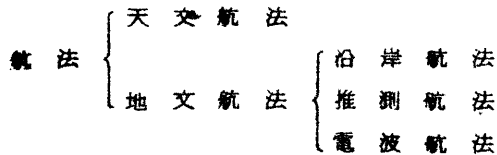
第2節 三杆分度儀	73
第7章 時間測定計器	75
第1節 経線儀の種類及び取扱法	75
第1項 種類	75
第2項 取扱法	75
第2節 経線儀及び甲板時計の誤差	77
第1項 誤差の種類	77
第2項 経線儀原差測定法	78
第3節 経線儀日誌記注法	81

## 第 1 章 概 説

### 1 0 0 1 航海の目的と航法の分類

航海とは船を一地点より、一地点まで進めることであり、その目的は安全かつ経済的に所要時機に所要場所に到達させることである。航海の方法、手段を航法という。

航法の分類には種々の分け方があるが一般には艦位測定の手段によって次のように分類している。



天文航法とは天体観測によって艦位を決定する大洋航法のことであり地文航法とは地球上の自然現象並びに人為現象を測定することによって艦位を決定する航法である。

### 1 0 0 2 航海計器の分類

航海するためには常に自艦の位置を正確に知っていなければならない、又目的地に着くためには自艦の進んでいる方向や速力を知っていなければならない。このように航海の目的を達成するためには如何なる時、場所、場合においても自艦の位置や方向は勿論のこと四囲のあらゆる状況を完全に知っていなければならない。すなわち、種々様々の現象を確実に測定することが必要となるのである。航海計器とはこれらの現象を測定する計測器機の総称である。航海計器をその測定器としての立場に重点をおいて、その測定の対象によって大別すると次のようになる。

#### 1 方位測定計器

羅針儀(Compass)

方位鏡(Azimuth mirror)

方位環(Azimuth circle)

方位桿(Shadow pin)

#### 2 距離測定計器

測距儀(Rangefinder)

スタジメーター(Stadimeter)

#### 3 速力、航程測定計器

測程儀(Logs)

航跡自画器(Dead Reckoning Tracer: D.R.T)

#### 4 水深測定計器

測鉛線

測深儀

#### 5 角度測定計器

六分儀(Sextant)

三杆分度儀

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## 6 時間測定計器

経線儀(Chronometer)

甲板時計(Deck watch)

## 7 その他

レーダー

ローラー

気象観測計器

海洋観測計器

## 第2章 方位測定計器

### 第1節 方位環，方位鏡

#### 第1項 方位環 (Agimuth Circle)

2110 方位環には2種類あり，その1つはFig 1，他はFig 2に示すとおりであってそれぞれその特質に応じて使い分けている。

2111 Fig. 1において下部の環は羅盆の上縁を自由に回転する。然し中央の垂線（細い針金又は動物の毛）は羅盆の軸心線上にあるので常に羅盆の中心にある。片眼でのぞき目標とこの垂線とを一線にすれば，その時の羅盤上の方位目盛はその物標の方位である

普通垂線には夜間でも方位観測ができるように夜光塗料が塗ってある

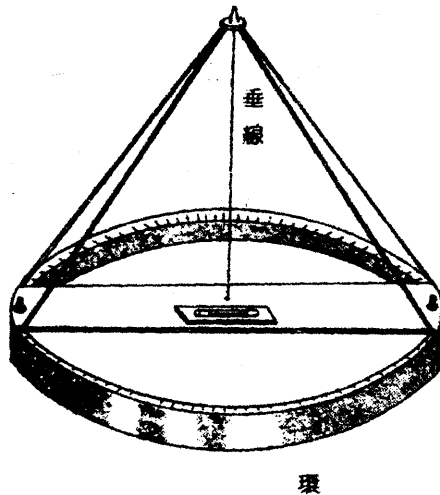


Fig. 1

2112 Fig. 1の方位環では高度の低い物標しか観測できないものであるが，Fig. 2のような方位環では，(1)，(3)，(2)，(4)は互に反方位に装備されており，それぞれ使用法を異にする。

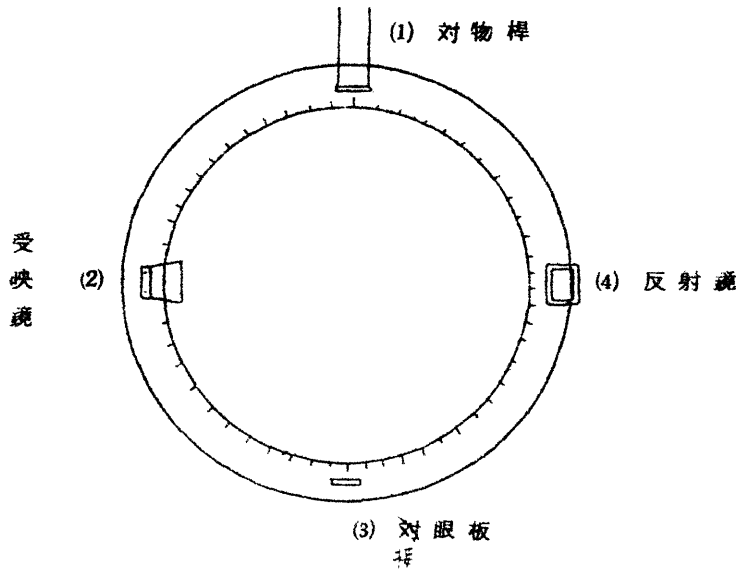


Fig 2

1 (1)と(3)の組

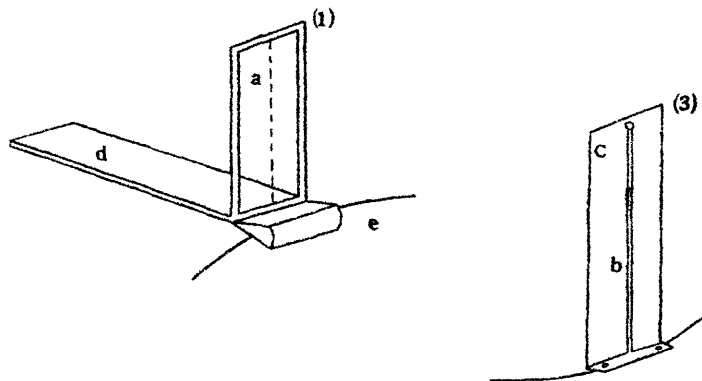


Fig 3

# HP『海軍砲術学校』公開資料

(1) 対物棒

(3) 接眼板

a. 垂線(細い針金)

b. 鏡の中央に縦につけた割目

d. 色付反射鏡

e. 目盛(方位)反射レンズ

dを倒してb a線上に目標を望めばその時の e で読んだ目盛が方位であり、又輝度の少ない天体又は高度の高い目標をdの角度を調節して鏡面に反射させこれを b a 線上におけば e で読まれる目盛はその目標の方位である。

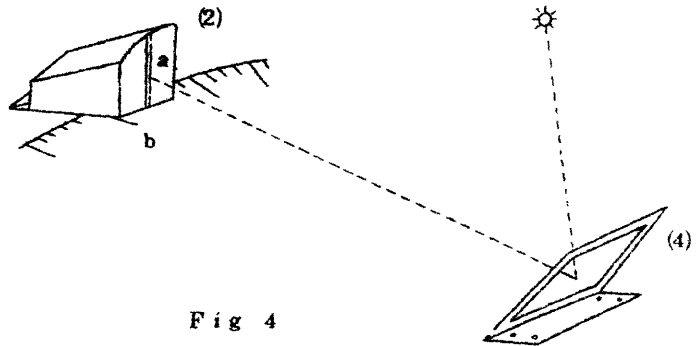
2 (2)と(4)の組

(2) 受映鏡

(4) 反射鏡

a. 細い割目

b. aから入った  
光線の映像



(4)は凹レンズの反射鏡であり、下端を軸にして起伏自在である。(4)の傾きを調節してこれに太陽を反射させると、その光線は細い縦の線に集約され a に向う、この光線と a を一致させるとこの光線は(2)の底から真下に屈折され羅牌の目盛上に細い光線となって表われる、これと一致する目盛が太陽の方位となる。従ってこれを使用する場合には輝度の高い目標、すなわち b の映像が出るのに十分な輝度を持つものでなければならない。

## 第2項 方位鏡 (Azimuth Mirror)

2120 構造

三脚で羅盤の上縁に嵌合し自由に回転するようになっており天体地物等の方位を測定するものである。筒の中にレンズDを固定し羅牌の方位目盛を拡大透視する。下端に a, a' があって目盛読取を便にしている。筒の頂部にはプリズムCがあって水平軸のまわりに回転する。d はこれを回転するためにある。e は遮光ガラス。g は方位棒 (Shadow pin) で、方位鏡使用中羅牌の中心に垂直になるように立つ。f は器に固定された水平儀である。



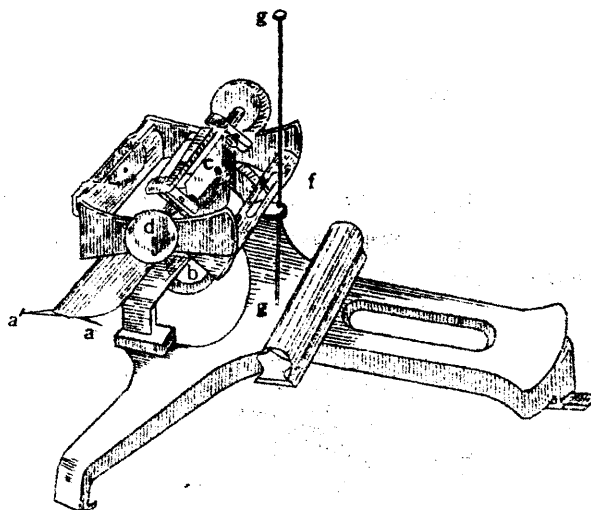


Fig 5

## 2121 使用法

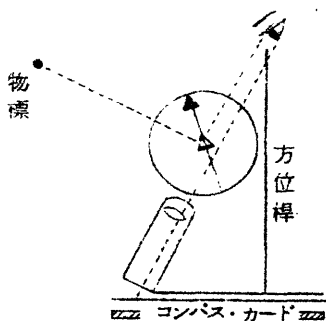
方位鏡を使用する場合には常に水平儀に注意して儀を水平に保つ必要がある。使用法には二つの方法がある。(Fig 6)

### 1 第一法(Arrow up)

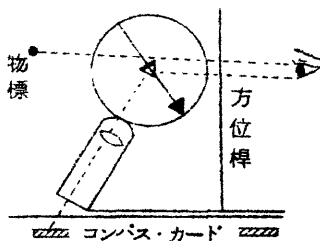
物体の像をプリズムに映し羅牌を眼で見る法であり、比較的高々度の目標に対して使う、この場合dについている矢符(Arrow)が上を向くので Arrow up という。

### 2 第二法(Arrow down)

物体と方位桿を肉眼で一線に見ながらプリズムを旋回して羅牌の度数目盛を物体の方向に反映させるものである。低高度の目標或は見え具合が不明瞭で、プリズムに反映させては鮮明度を欠く目標に対して使うものである。この場合はdの矢符は下を向くので Arrow down という



第1法(Arrow up)



第2法(Arrow down)

Fig 6

## 2122 検査修正法

精密な光学計器であるので少しの歪でも測定方位に誤差を生ずる、従って取扱を真重にするとともに時々これを検査しなければならない。

最も簡便な検査法は Arrow up, Arrow down の両法で同一物標の方位を測りこの両方位が一致すれば誤差なく、一致しなければ誤差があると考え、誤差のある時はプリズムの固定環を緊め又は緩めることによって修正できる。ただし、自信のない時は修理請求するのが無難である。

## 2123 方位鏡の誤差

方位鏡では高度  $38^\circ$  を限界として誤差が急増するといわれている。その理由は次のとおりである。

方位鏡に付属している拡大レンズの倍率は  $1.12$  倍になっているから、物標の方位を測定する時実際の角度間隔より、 $1.12$  倍拡大された目盛りに合わせて測定することになる。この時、方位棒、物標、そして指針が一直線上にあるように正しく測定したならば誤差は全くない。しかし少しでもこの三者に相違があって正しくない測定をしたならば、誤差が生じる。そしてその物標がある高度をもっているものであれば、この誤差は水平線におろした角度では大きくなる。

Fig. 7 図では高度  $a$  の物標を角度  $b$  だけ間違えると、水平角に直すと  $b'$  角となる。この時

$$b' = \frac{b}{\cos a}$$

$b'$  を  $12\%$  拡大した目盛りにあてて測ることになる。高度  $a$  の時にちょうど  $b'$  が  $1.12b$  になるとすれば、その高度の物標を  $b$  角だけ間違えて、水平線の角度になおして  $1.12b$  度になるが、 $1.12$  倍された目盛りで読み取るから、 $b$  角の間違いですむ。このような高度  $a$  は

$$b' = 1.12b = \frac{b}{\cos a} \quad \therefore \cos a = \frac{1}{1.12}$$

$$\therefore a = 27^\circ$$

となる。  $27^\circ$  以上の高度では  $b$  角以上に観測され、高度が高くなるにつれて急増する。そこでこの誤差の限界を、水平線上で許される  $12\%$  とすれば、実角  $b$  が  $12\%$  少ない ( $1 - 0.12$ )  $b$  の時、 $b'$  が  $1.12b$  になる高度  $am$  を求めればよい。

$$1.12b = \frac{0.88b}{\cos am} \quad \therefore \cos am = \frac{0.88}{1.12}$$

$$\therefore am = 38^\circ$$

このようなことから  $38^\circ$  を一応の限界として定めたものである。

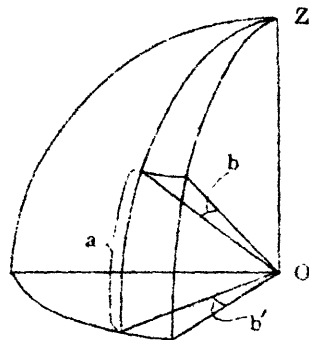


Fig 7

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## 第 2 節 磁 気 羅 針 儀

### 第 1 項 磁気羅針儀の構造

#### 2 2 1 0 分 類

##### 1 羅盆の様式による分類

###### (1) 乾羅針儀(Dry Compass)

羅牌が紙製であり、内部が空洞のものであるが、最近はあまり使用されない。

###### (2) 液体羅針儀(Liquid Compass or Wet Compass)

羅盆の中に液体が満たされ羅牌も雲母等で作られており、浮子(float) によって液中に保持されている。

##### 2 用途による分類

###### (1) 原基羅針儀(Standard Compass)

艦内の諸羅針儀の基本となるもので物標及び天体の方位測定並に針路の決定に使用される。

###### (2) 操舵用羅針儀(Steering Compass)

操舵員の進路保持に使用するもので、舵輪の前方に装備されている。

###### (3) 短艇用羅針儀(Boat Compass)

短艇に装備使用するもので、携帯に便利のように小型に作られている。

#### 2 2 1 1 構 造

磁気羅針儀は羅盆(Compass bowl) 盤座(Binnacle stand) 及び自差修正具(Corrector) から成っている。

##### 1 羅 盆(Compass bowl)(Fig.8)

羅盆は羅針儀の主体をなすものであり、ガラス板により上下二室に分れ、導管によって連絡し液が自由に流通できるようになっている。上室には液を満し、磁針のついた羅牌(Compass Card) が軸針(Pivot) に支持されて、自由に回転できることにより方向を指示する。

下室は一部の空間又は発条力による容積の変化によって温度の変化による液体の膨脹収縮を吸収する役目をする。

###### (1) 羅 牌(Compass Card)

浮子にとりつけられた方位目盛板で通常雲母または薄い黄銅板製である。

目盛様式は通常外側は北を零度とし右廻りに 360 に分画した度数式分画を、内側は東西南北を基点とし全周を 128 に分画した点式分画を施してある。

###### (2) 浮 子(Float)

羅牌及び磁針を保持し軸針に支えられ、その浮力によって軸針との摩擦を軽減する。

###### (3) 磁 針(Magnetic Needle)

2 本の円筒型磁棒が互いに平行でかつ羅牌の南北線に正確に平行でその中心から等距離についており、これが地磁気の方角に一致して方向を指示する。

###### (4) 軸 針(Pivot), 軸 帽(Cap)

軸針は羅盆の中心軸上に固定されていて軸帽を介して浮子を支持している。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

軸針の尖端は硬質金属でかつ羅盆液によって錆びないものを使用している。

通常白金約 10% イリジウム約 90% の合金が用いられている。

軸帽は浮子を軸針の上に支持している回転の中心である

軸針及び軸帽は形状や磨きがよくないと摩擦による誤差が起るもので重要部分である。

## (5) 羅 盆 液

温度が変化しても粘性が変わないようにエチルアルコール 40% 蒸溜水 60% の混合液を使用する。

羅牌の過敏な振揺を防ぎ又浮子の浮力によって軸針との摩擦を軽減する役目をする。

## (6) 基 線 (Lubber's line)

羅盆の縦横軸上の内壁に羅牌と同一水平面にとりつけられた 4 本の指針で船首尾及び左右舷を指示する。

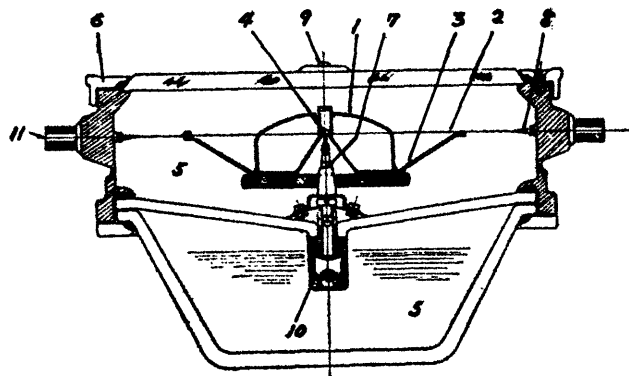


Fig. 8

- |        |       |       |        |        |
|--------|-------|-------|--------|--------|
| 1 浮 子  | 2 羅 牌 | 3 針 針 | 4 軸 針  | 5 羅盆液  |
| 6 羅盆本体 | 7 軸 針 | 8 基 線 | 9 方位桿座 | 10 導 管 |
| 11 支 軸 |       |       |        |        |

## 2 盤 櫃 (Binnacle stand) (Fig. 9)

羅盆を支持する木製又は金属性の架台で次のような諸装置がある。

### (1) 環 架 (Gimbal ring)

羅盆を保持する環であって櫃が動揺しても羅盆の水平を保つように、縦横の軸に自由に回転できるようになっている。

### (2) 照明装置及照明加減装置

### (3) 傾 斜 計 (Clinometer)

### (4) 自差修正装置

半円差修正装置

縦磁桿座、横磁桿座

象限差修正装置

軟鉄球又はパーマロイ板等を装備する座

垂直軟鉄修正装置

円筒棒 (Flinder's bar) 座

傾船差修正装置

垂直磁棒座

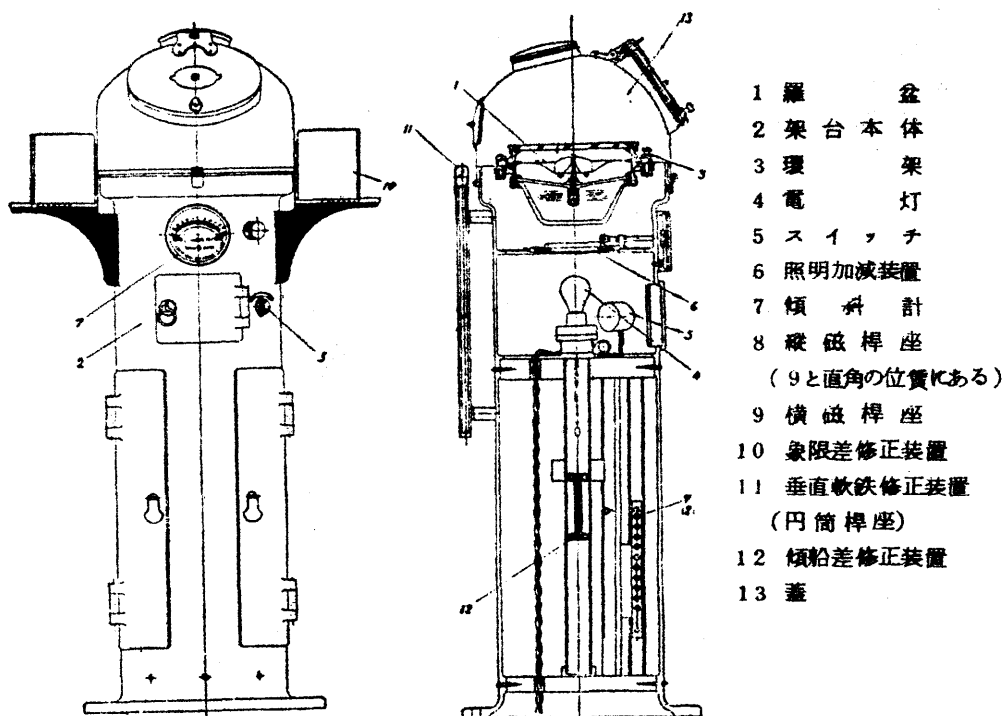


Fig. 9

### 3 自差修正具 (Corrector)

自差修正に用いる磁棒や軟鉄類で次のようなものがある。

- (1) 修正用磁棒 (Correcting magnet)
- (2) 象限差修正具 (Quadrantal corrector)
- (3) 垂直軟鉄修正具 (Flinder's bar)

### 第 2 項 磁気羅針儀の自差

船に搭載している磁気羅針儀は地磁気及船磁気 (磁場を作る発電機等も影響はあるが、この場合は鉄だけと考える) によって各船首方位により色々の自差を生ずる

2 2 2 0 地磁気, 船磁気

1 地 磁 気

# HP『海軍砲術学校』公開資料

地球上には磁針を大体南北に向けるような地球磁力が、いたる所で自然に働いている。  
これは、地球自体が一個の大磁石であると考えることができ、この地球磁気を地磁気とい  
ふ。

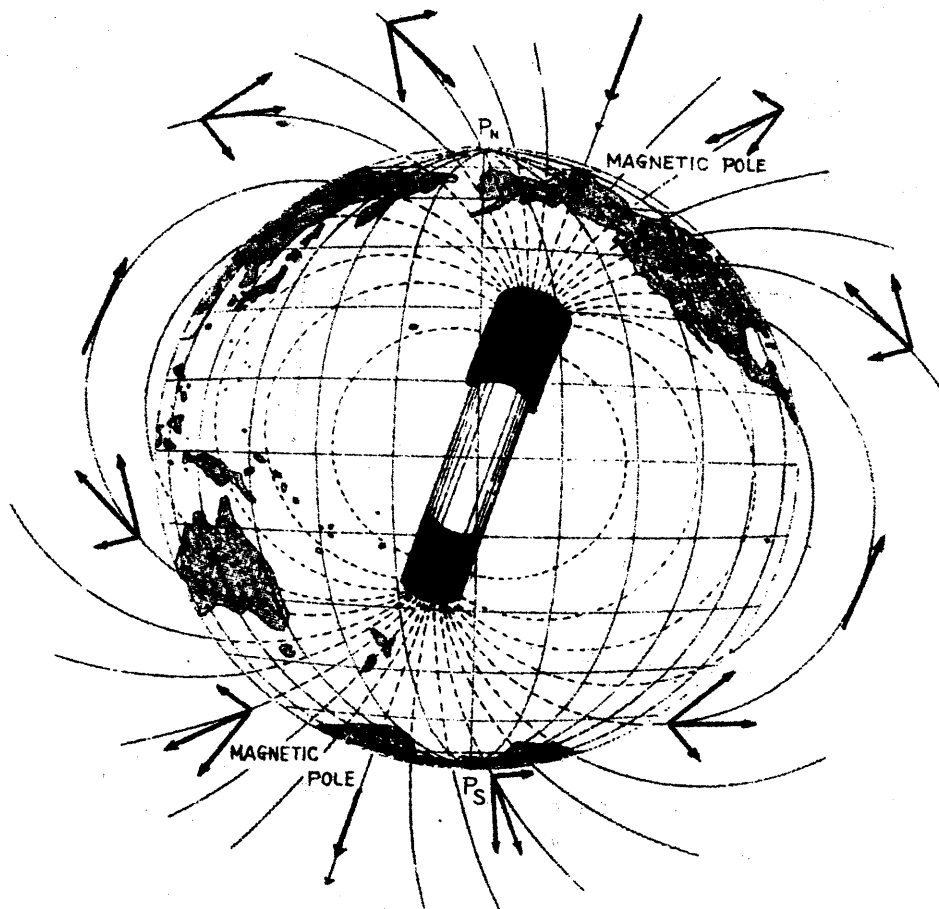


Fig.10の1

## 2 地磁気の三要素

### (1) 偏 差 (Variation)

地球の北極と地磁気の北極が一致しないために他の磁気の影響のない場所でも磁針の北端はその他の子午線の方を指さない。この偏倚量を偏差という。

### (2) 傾 差 (Dip)

地磁気子午線の方に静止している磁針と、その磁針の中心をとる水平面との挟む垂

# HP『海軍砲術学校』公開資料

直角を傾差といい、場所により又同一場所でも年とともに変化する。傾差は磁気赤道で $0^{\circ}$ あり、磁気緯度とともに増加する。磁針の北が水平より下っている時は(+)上昇している時は(-)で表わす。

## (3) 水平磁力

地球磁力を水平方向の力と鉛直方向との二力に分け、その水平方向のものを水平(磁)力といい、鉛直方向のものを垂直(磁)力という。水平力は磁針に指北力を与えるものである。

## (4) 水平磁力、垂直磁力、及び地球磁力の関係 (Fig. 10)

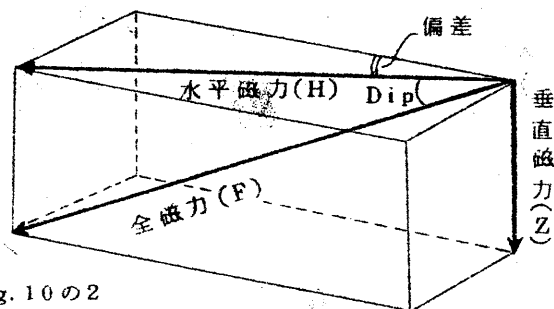


Fig. 10 の2

$$\text{水平磁力}(H) = \text{全磁力}(F) \times \cos \text{Dip}$$

$$\text{垂直磁力}(Z) = \text{全磁力}(F) \times \sin \text{Dip}$$

$$\tan \text{Dip} = \frac{\text{垂直磁力}}{\text{水平磁力}} = \frac{Z}{H}$$

$$F = \sqrt{H^2 + Z^2}$$

## 3 船磁気

船の大部を構成する鉄材はその建造時から絶えず地磁気の影響を受けて感応磁気を生じ、この感応磁気は船に装備している磁気羅針儀に作用して磁針に傾差を起させる。この感応磁気を地磁気に対して船磁気という。

感応磁気は鉄材の種類に応じて軟鉄感応磁気と硬鉄感応磁気の二種類に分類する。

### (1) 一時的感応磁気

軟鉄はこれを磁場内に持ってくるとたちまち強く磁化される代りに磁場を取り除けば速やかに磁性の大部分を失う。このような磁気を一時的感応磁気という。

### (2) 永久磁気

硬鉄は磁場内に持ってきてても容易に磁化されない代りに、一度適当な方法で磁化すると磁場外においても磁性を保有している、このようなものを永久磁気という。

### (3) 半永久磁気

完全な硬鉄でないため一度磁気化されても次第次第に磁性を失うものがあるがこれを半永久磁気という。

## 2221 地磁気的作用

磁針は地磁気の水平分力（H）により常にその北端を北に向けようとするものである。この力を指北力といい、磁針の磁力とHの大きさに比例する。そして同一の磁針では単にHに比例する。

然るにHは緯度の変化に応じて変化するから磁針の指北力は磁気赤道において最大で、磁気極においては零である。~~すなわち~~地磁気的作用のみで船磁気の影響がなければ、船首方向の如何にかかわらず常に正しい磁北を指すこととなる。

## 2222 船磁気的作用とその修正原理

### 1 永久磁気的作用とその修正

地球は北に青極、南に赤極を有する一大磁石であるから、一般に建造中の船舶は南部に青極、北部に赤極の感応磁気を生ずる。この感応磁気は進水後の船首方向の変化、試運転、射撃等の振動衝撃によって大部分消滅するが一部分は永く残存して羅針儀に影響を与える、これがすなわち船体永久磁気である。

#### (1) 建造方位と磁気分布 (Fig. 11, Fig. 12)

今、磁気緯度  $45^\circ$  で船首方位  $N 45^\circ E$  で造られた艦の磁気分布を示すと Fig. 11 のようになる。

その永久磁力を船首尾方向、正横方向、垂直方向の分力に分解すると Fig. 12 のようになる。

船が傾いていない限り、羅針儀に作用するのは水平分力だけと考えてよいので、この場合、左船首に赤極、右船尾に青極の永久磁石があつて、羅針儀に影響するものとする。

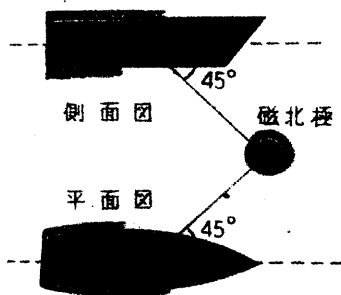


Fig. 11

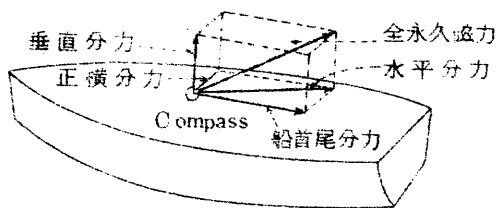


Fig. 12

#### (2) 永久磁気が各船首方位において羅針儀に及ぼす影響、(Fig. 13)

イ NE (船の建造時の方向) では、地磁気と同一線上で方向が反対であるから、自差は生じない。しかし、羅針儀の指北力は減少する。

ロ E では、船の赤極と羅針儀の赤極が反ばつし、偏西  $W 1y$  の自差を生ずる。

ハ SE では船の磁気と地磁気とが直角方向なので、最大の  $W 1y$  の自差を生ずる。

ニ S では、船の赤極と羅針儀の青極が引きあって  $W 1y$  の自差を生ずる。

ホ SW では、地磁気と同一線で同方向であるため自差を生ぜず、指北力を増す。



# HP『海軍砲術学校』公開資料

- へ Wでは、偏東  $Ely$  ,
- ト NWでは最大の  $Ely$  ,
- チ Nでは  $Ely$  の自差となる。

自差の状況をグラフであらわせば、Fig. 14 のようなサインカーブになる。このように半円毎に自差の方向を異にするのでこの自差を半円差という。

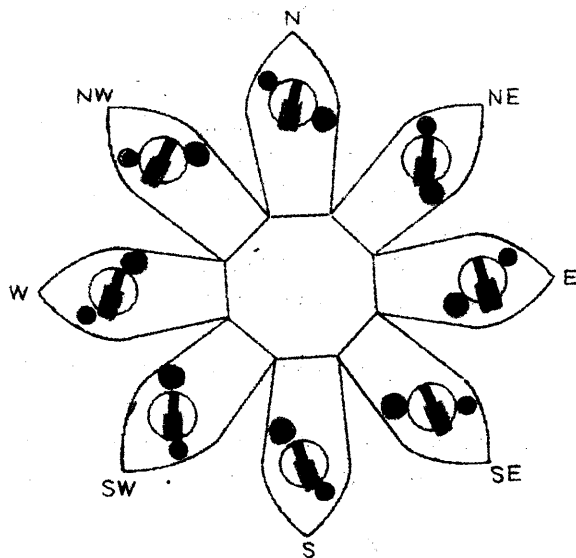


Fig. 13

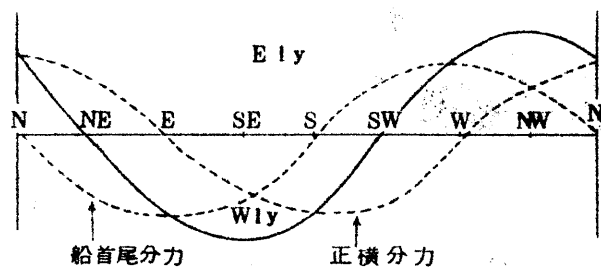


Fig. 14

## (3) 永久磁気による自差と修正法 (Fig. 15)

永久磁気は船の位置にかかわらず一定であるが、羅針儀の指北力は、磁気緯度の変化につれて変わってくるので、船が磁気赤道付近では自差が小になり、磁極付近では大になる。

この永久磁気による自差を修正するには、これと反対方向に、これを打消す強さの磁石を羅針儀の下に置けばよいわけである。

しかしこの方法は実用上困難であるから永久磁気を船首尾方向と正横方向の分力に分けて考える。船首尾分力には縦磁棒を、正横分力には横磁棒をそれぞれ羅盆の下に盤櫃内に分力を打消す

ように本数及び距離を加減して挿入する。此の修正磁棒は、磁化した鋼鉄の棒で、その磁性を示すように半分は赤、半分は青に塗ったものである。

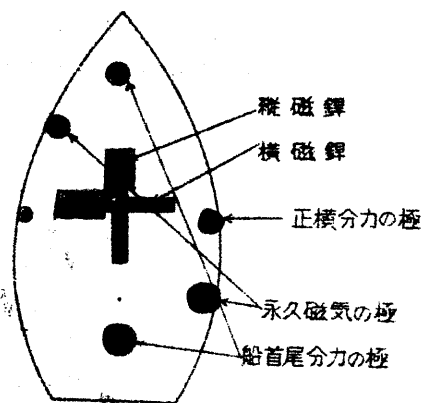


Fig. 15

## 2 垂直軟鉄の感応磁気の作用とその修正

船を構成している軟鉄の垂直部分（隔壁、柱、舷側等）は、地磁気の垂直分力の感応によって北半球においては上端が青、下端が赤の感応磁気を生ずる。そして、これらの感応磁気は1つの極に集中して考えることができる。航空母艦やその他特殊な船を除けば、普通の船は中心線に対して対称に配列されているので、この極は船の中心線上にある。

羅針儀の位置は通常高く、又前部に偏しているので、これらの関係位置を図示すればFig. 16 のようになる。

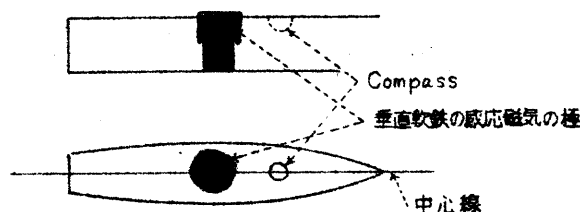


Fig. 16

## (1) 感応磁気が各船首方位において羅針儀に及ぼす影響, (Fig. 17)

イ 船首方位Nでは、地磁気の方角と反対であるので、指北力を減ずるが、自差は生じない。

ロ NE, E, SE では、Wly の自差を生じ、Eで最大である。Sでは指北力を増し自差は生じない。

ハ SW, W, NW では、自差はEly となり、Wで最大である。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

グラフであらわせば Fig. 18 に見るようなサインカーブになる。すなわち、垂直軟鉄の感応磁気による自差も半円差である。

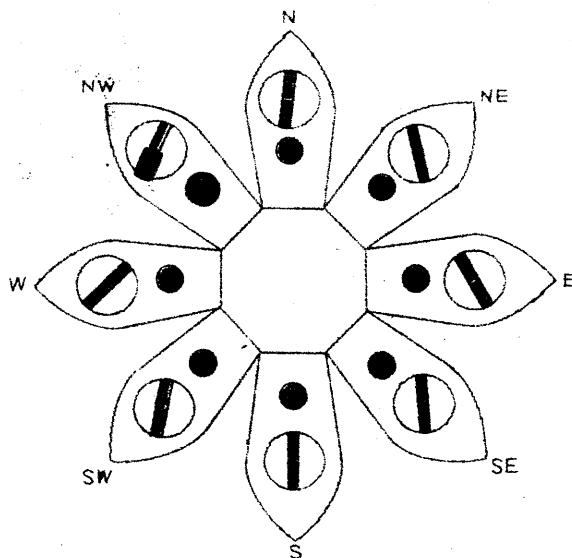


Fig. 17

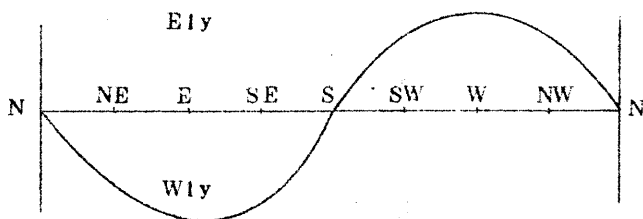


Fig. 18

## (2) 垂直軟鉄の感応磁気による自差と修正法

地磁気の垂直分力は、磁気赤道では零で、緯度が高くなるに従って大きくなり、磁気の極で最大である。垂直軟鉄の感応磁気もこれに比例して変化する。

一方指北力は、水平分力に比例するので、磁気赤道で最大で、磁気極で零である。

それ故、垂直軟鉄の感応磁気による自差は、磁気赤道で零で、赤道から離れるに従って急速に増加する。すなわち、緯度の高低に従って変化する。

従って、この自差を常に消去することは磁棒ではできないことであって、羅針儀の近く

に垂直軟鉄の修正具を置きその感応磁気によって、船の垂直軟鉄の感応磁気の影響を打消すようにするのである。(Fig. 19) この修正具を円筒棒という。

円筒棒は、軟鉄製の丸棒か又はパーマロイという特殊合金の細い円筒棒で長短種々ある。

軟鉄製の丸棒にはこれと同数の木片があって円筒棒の使用量に同じ円筒棒の高さを一定にする役目をする。

これは磁針と円筒棒の極を同一水平面に装備する必要があるからである。

円筒棒の感応磁気は船の垂直軟鉄の感応磁気と同極であるが羅針儀に対して反対の位置にあるので、その影響を打消して自差が生ずるのを防ぐ。

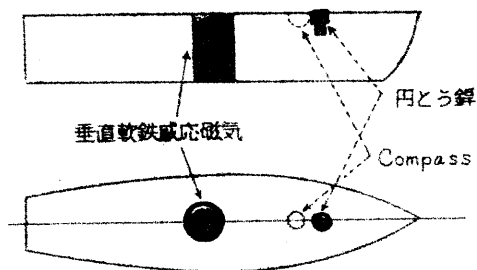


Fig. 19

### 3 水平軟鉄の感応磁気的作用と修正

#### (1) 対 称 の 場 合

船の軟鉄の水平部分は、地磁気の水平分力によって感応磁気を生ずるが、これは羅針儀の下の方船首尾方向と正横方向の2つの軟鉄の棒に集中して考えることができる。(Fig. 20) 図から分るように、船首尾方向と正横方向の感応磁気は、羅針儀に対して反対方向に作用する。

この力が両方等しければ自差は生じない。しかし、正横方向感応磁気の極が一般には距離が近いので作用する力が大である。

今、各船首方位における感応磁気を考えると、N、Sでは正横方向、E、Wでは船首尾方向の感応磁気はないものと考えてよい。この感応磁気が各船首方位において羅針儀に及ぼす影響はFig. 21に示すとおりである。N、E、S、Wにおいては、感応磁気は地磁気の方と反対で、指北力を減ずるだけで自差は生じない。NE、SWでは正横方向の感応磁気が船首尾方向の感応磁気に打かってElyの自差を生じ、SE、NWではWlyの自差を生ずる。

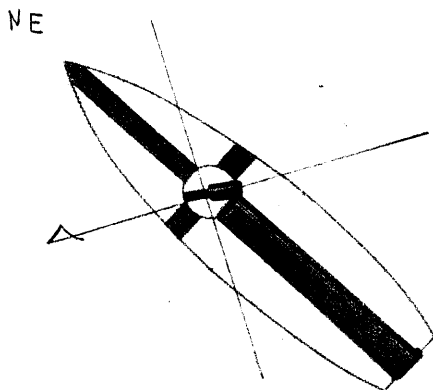


Fig. 20

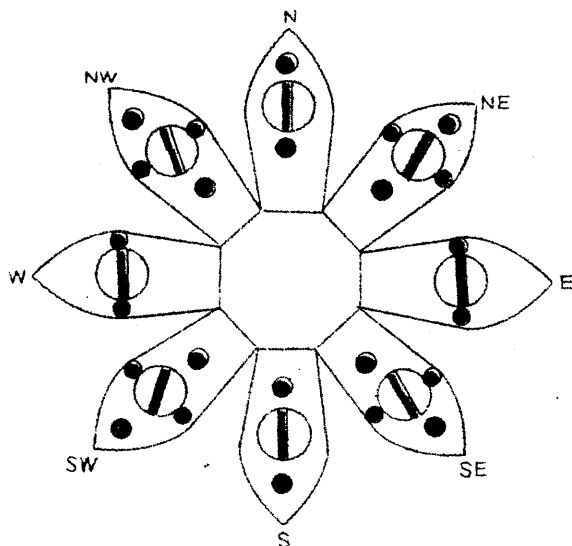


Fig. 21

グラフであらわせば Fig. 22 に示すような曲線になる。この自差は $90^\circ$ 毎に方向を異にするので象限差という。水平軟鉄の感应磁気は、磁針の指北力と同じく地磁気の水平分力に比例するので、この自差は磁気緯度に変化しても、常に一定である。

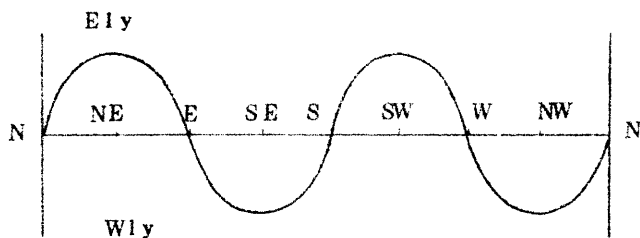


Fig. 22

この自差は羅針儀の正横両側に中空の軟鉄球か又はパーマロイを置いて修正する。鉄球は感应磁気によって北側の半球は赤、南側の半球は青の磁気を生じ、Fig. 23 に示すとおり水平軟鉄の感应磁気の作用と反対方向に作用して自差を打消すのである。鉄球又はパーマロイは羅針儀左右の腕上に装備され、その腕には羅針儀からの距離を調節するように目盛が刻んである。又何れもその中心は磁針の中心を通る水平面と同一でなければならないのでパーマロイを使用するときは、1枚の時はその中央に、2枚のときは上下に装備しなければならない。

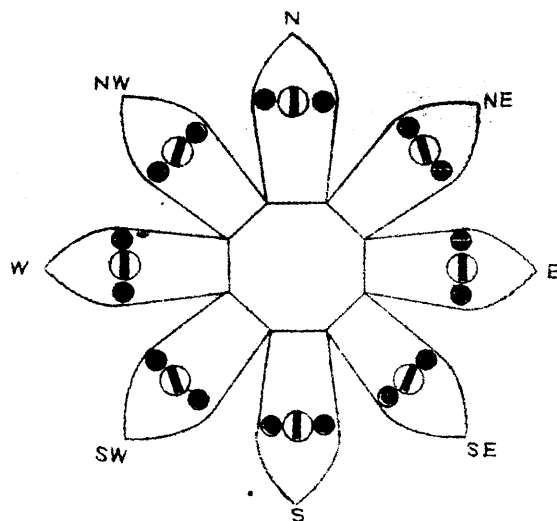


Fig. 23

(2) 不対称の場合

航空母艦のような特殊な艦では、水平軟鉄の感応磁気を一つに集中して考えた場合、羅針儀の下を斜に走る軟鉄の棒と考えられる。この場合も自差は象限差であるが、その最大の位置は四方点である。この修正は、鉄球の位置を正横線上でなく正横線と船首尾線との中間に置く。又 Fig. 24 のような水平軟鉄の配列は各船首方位においても自差は一定である。このような自差を不易差という。

不易差は修正できないが、操舵用の羅針儀では基線を動して修正する。

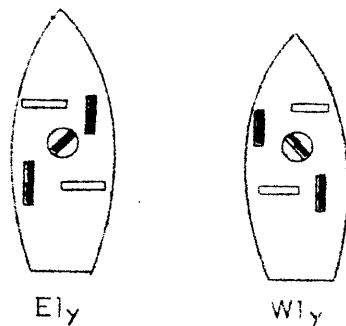


Fig. 24

4 半永久磁気及び残存磁気的作用

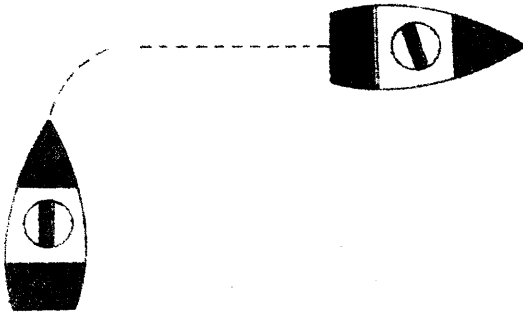
(1) 半永久磁気 ガ氏差

半永久磁気は硬軟中間性鉄が次のような状態におかれたとき生ずる。

- イ 長時日同一針路で航海し、機械の震動又は激浪の衝撃を受けた時
  - ロ 長時日同一船首方向で碇泊した場合又は修理のため鉋撃を受けた時
- 半永久磁気により自差を生ずる状況は常に船首を旧針路に偏向させようとする方向に生ずる。

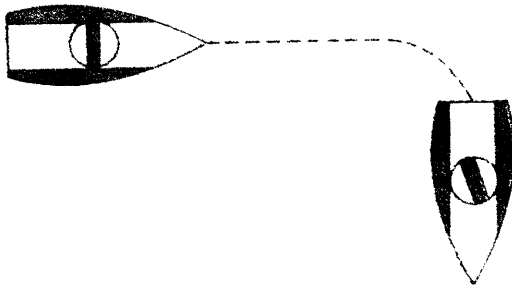
# HP『海軍砲術学校』公開資料

羅針路NよりEに変針する場合



旧針路の方に偏向させようとして  
Wily の自差を生ずる。

羅針路EよりSに変針する場合



旧針路Eの方に偏向させようとして  
Wily の自差を生ずる。

Fig. 25

半永久磁気はこれを起した原因を除けば次第に消滅する。

## (2) 残 存 磁 気

船内の鉄材は、純粋な軟鉄ではないからその針路によって生じた感應磁気は変針と同時に直ちに消失するのではなく、若干時間残存磁気として残るものである。自差測定時にはこの残存磁気の大部分が消失した後測定する必要がある。実用上、残存磁気の影響がなくなるまでの時間は変針後3分～5分とみてさしつかえない。

(参 考) 上記自差原因のほか、一時的自差を起すものに次のようなものがある。

イ 落 雷

ロ 局所磁気区域 (Magnetic storm)

ハ 太陽の黒点

## 5 傾 船 差 (Heeling error) 及びその修正

今まで述べてきたのは、船が水平の場合であるが船が傾斜すると、船内の感應磁気に変化し、又羅針儀との関係位置が変わるために、新たな自差を生ずる。これを傾船差という。傾船

差を起す主な原因は次のようなものである。

(1) 水平軟鉄の傾斜 (Fig. 26)

水平軟鉄は船が水平の場合は地磁気の水平分力のみにより感应磁気を生ずるが、船が傾けば垂直分力によっても磁化されることとなり、Fig. 23のように、北緯の地では高舷側に青、傾斜舷に赤を生じ、羅針儀の北端を高舷側に偏向させようとする。(南緯の地ではこれと反対である。)

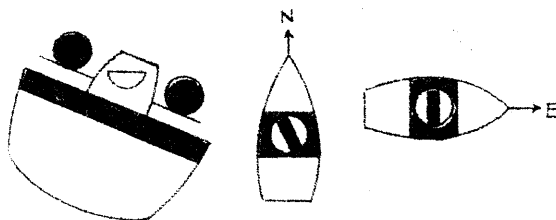


Fig. 26 北半球で右舷傾斜

この自差は船首方位N, Sで最大, E, Wの(最)小である。

水平軟鉄傾斜による傾船差は図に見るように、その大部分は鉄球の感应磁気によって打消されるものである。

(2) 羅針儀直下の垂直軟鉄の傾斜 (Fig. 27)

羅針儀直下の垂直軟鉄は船が水平のときは自差を生じないが船が傾斜すると地磁気力線となす交角が変わるのでその磁力を変化すると共に、羅針儀に対する関係位置が変わり、水平分力を生じこれにより北緯の地では、羅針儀の北端を高舷側に偏向させる。(南緯ではこれと反対)

この自差も船首方位N, Sで最大E, Wで最小である。

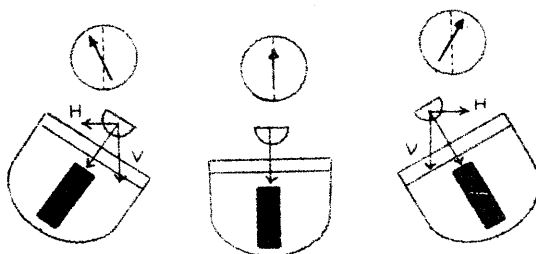


Fig. 27

(3) 羅針儀直下の永久磁気の傾斜

(2)と全く同様である。ただし永久磁気は傾斜によって磁力が変わらないということと、自差の方向は永久磁気の極性によって決まるといことが違うだけである。

(4) 傾船差の修正

傾船差は何れも船首方向が南北のとき最大で、東西のとき最小である。

これらの自差は、帆船や小型船舶で常時傾いた儘航行するときは一定の自差としてあらわれるが、一般には動揺の際、羅針儀の不安定な状態としてあらわれる。



# HP『海軍砲術学校』公開資料

傾船差の修正は、修正の法則に反して便宜上垂直磁棒 (Heeling magnet) と呼ぶ磁棒を、盛櫃内羅盆直下に取り付けられた黄銅製の管の中に垂直に挿入し、緯度の変化に応じその位置を調整するようになっている。

普通北半球では赤極を上にするが、羅針儀の装備位置によっては青極が上になることもある。

## 2223 自差の略係数

### 1 略係数

一般に自差  $\delta$  は次式によってあらわされる。

$$\delta = A + B \sin \theta + C \cos \theta + D \sin 2\theta + E \cos 2\theta$$

但し、 $\theta$  : 船首方位,  $A, B, C, D, E$  : 常数

すなわち、一見複雑に見える自差も

常数項		A
$\sin \theta$ に比例するもの		$B \sin \theta$
$\cos \theta$	"	$C \cos \theta$
$\sin 2\theta$	"	$D \sin 2\theta$
$\cos 2\theta$	"	$E \cos 2\theta$

とに分解することができる。すなわち、自差はこれ等が重り合ってあらわれるのである。

この  $A, B, C, D, E$  を自差の略係数といい、変数であらわす。

次に略係数について、さらに具体的に考察する。

#### (1) 略係数 A

イ 船首方位が変化しても、常に一定の自差として表われる不易差であって、不对称水平軟鉄によって起るものである。(Fig. 21 参照)

不易差は一般に小さく普通は1度以下である。

ロ Aは修正不能である。ただし、操舵用羅針儀においては基線で修正することがある。

ハ Aは東自差のときを+Aといい、西自差のときを-Aという。

#### (2) 略係数 B

イ Bは船首尾線方向の磁力により生じた自差の中で、半円差の変化するものであってその原因は次の二つである。

(イ) 船の永久磁氣中船首尾線方向の分力

(ロ) 垂直軟鉄

ロ Bは東西で最大、羅針路の  $\sin$  に比例して変化し、南北で零となる。

ハ 修正に使用する用具

(イ) 永久磁氣より起るものに対しては磁棒

(ロ) 垂直軟鉄より起るものに対しては円筒棒

ニ Bは東半円で東自差、西半円で西自差を生ずるものを+Bといい(磁針の北端を船首の方に引く; 建造時船首方位南方)、これに反するものを-Bという(磁針の北端を船尾に引く; 建造時船首方位北方)。

#### (3) 略係数 C

イ Cは船の正横方向の磁力により生じた自差の中で半円差の変化をするものであって、主として船の永久磁氣中正横方向の分力によって生ずる。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

- ロ Cは南北で最大、羅針路の  $\cos$  に比例して変化し、東西で零となる。
- ハ Cを修正するには横磁棒を用いる。
- ニ Cは北半円で東自差、南半円で西自差を生ずるものを+Cという(磁針の北端を右舷にひく; 建造時船首方位東方), これに反するものを-Cという(磁針の北端を左舷にひく; 建造時船首方位西方)。

## (4) 略係数 D

- イ Dは対称水平軟鉄の感応磁気によって生ずる象限差である。
- ロ Dは四隅点で最大、羅針路の倍角の  $\sin$  に比例して変化し四隅点で零となる。
- ハ Dを修正するには正横方向に鉄球を装備する。
- ニ Dは北東及び南西象限で東自差、南東及び北西象限で西自差を生ずるものを+D(正横方向の水平軟鉄より生ずる), これに反するものを-D(船首尾方向の水平軟鉄より生ずる)という。

## (5) 略係数 E

- イ Eは水平軟鉄中斜走軟鉄より生ずる象限差であって、羅針儀の装備位置が良好なものでは存在しない。
- ロ Eは四隅点で最大で、羅針路の倍角の  $\cos$  に比例して変化し、四隅点で零となる。
- ハ Eを修正するには鉄球を正横より少し旋回し、Dと関連して実施する。
- ニ Eは北及び南象限で東自差、東及び西象限で西自差を生ずるものを+Eという(右船尾より左船首にわたる斜走軟鉄より生ずる), これに反するものを-Eという。(左船尾より右船首にわたる斜走軟鉄より生ずる)。

## (6) 磁気緯度の変化による自差係数の変化

- イ B, C(半円差)は磁気緯度が変れば変化する。
  - (イ) 永久磁気により生ずる自差は地磁気の水平磁力に反比例して変化する。
  - (ロ) 垂直軟鉄の感応磁気により生ずる自差は  $\tan \text{Dip}$  に正比例して変化する。
- ロ A(不易差)及びD, E(象限差)は磁気緯度が変わっても変化しない。水平軟鉄により生ずる自差は磁気緯度の変化により変化しない。

## 2 略係数算法

略係数を算出するには通常船首方位の自差を測定し、自差の方程式( $\delta = A + B \sin \theta + C \cos \theta + D \sin 2\theta + E \cos 2\theta$ )に羅針路  $\theta$  の値を代入して得られる連立一次方程式を解いて求めるのである。

すなわち、

船首方位	$\theta$	$\delta$	船首方位	$\theta$	$\delta$
N	$0^\circ$	$\delta N = A + C + E$	NE	$45^\circ$	$\delta NE = A + \frac{\sqrt{2}}{2} B + \frac{\sqrt{2}}{2} C + D$
E	$90^\circ$	$\delta E = A + B - E$	SE	$135^\circ$	$\delta SE = A + \frac{\sqrt{2}}{2} B - \frac{\sqrt{2}}{2} C - D$
S	$180^\circ$	$\delta S = A - C + E$	SW	$225^\circ$	$\delta SW = A - \frac{\sqrt{2}}{2} B - \frac{\sqrt{2}}{2} C + D$
W	$270^\circ$	$\delta W = A - B - E$	NW	$315^\circ$	$\delta NW = A - \frac{\sqrt{2}}{2} B + \frac{\sqrt{2}}{2} C - D$

# HP『海軍砲術学校』公開資料

以上の8式から各係数を算出するには、

$$A = \frac{\delta N + \delta NE + \delta E + \delta SE + \delta S + \delta SW + \delta W + \delta NW}{8} = \frac{\delta N + \delta E + \delta S + \delta W}{4}$$

$$\text{又は} \frac{\delta NE + \delta SE + \delta SW + \delta NW}{4}$$

$$B = \frac{(\delta E - \delta W) + (\delta NE + \delta SE - \delta SW - \delta NW) 0.707}{4} = \frac{\delta E - \delta W}{2}$$

$$C = \frac{(\delta N - \delta S) + (\delta NE - \delta SE - \delta SW + \delta NW) 0.707}{4} = \frac{\delta N - \delta S}{2}$$

$$D = \frac{\delta NE - \delta SE + \delta SW - \delta NW}{4}$$

$$E = \frac{\delta N - \delta E + \delta S - \delta W}{4}$$

以上を次のような自差分解表によって計算すると一層速く求められるから便利である。

羅針路八方位自差分解表

羅針路	I (自差)	羅針路	II (自差)	III		B		C		V	VI	VII	VIII
				$\frac{I+II}{2}$	$\frac{I-II}{2}$	乗数	III × 乗数	乗数	III × 乗数	Ⅴ上 の半	Ⅵ下 の半	$\frac{V+III}{2}$	$\frac{V-III}{2}$
N		S				0		1					= E
NE		SW				0.707		0.707					= D
E		W				1		0		2) A =			
SE		NW				0.707		0.707					
						2) B =		2) C =					

## 2224 自差測定法

自差の測定には次の方法がある。

天体方位法

交互方位法

遠距離地物方位法

簡便法

何れも或る物体の羅針方位と磁気方位を比較してその差すなわち自差を求める方法である。

### 1 天体方位法

#### (1) 任意時刻における自差測定法

この方法は天体(普通太陽)の羅針方位を方位鏡で測るとともに時刻を測り天測計算表等により真方位を計算で出し、これに偏差を加減して磁気方位を求め、両方を比較して自差を求める方法である。天体の高度は四十度以下がよい。四十度以上になると方位鏡

# HP『海軍砲術学校』公開資料

の構造上の誤差が大となるからである。

## (2) 天体の出没方位を用いる法

日出没時太陽が真地平にある時に方位は時刻を使わずに天体出没方位角表(天測暦所載)により求めることができる。ただし、太陽の中心が真地平にある時は気差のため約33'視地平上に見えるから、日出没時の方位測定は太陽の下辺が視地平上約16'(ほぼ太陽の視半径)にある時測定する必要がある。

(例題) 太陽の羅針方位を測定し  $110.5$  ( $S 69.5 E$ ) を得た。同時刻、同所における計算による方位角に偏差の修正を行った磁気方位は  $112$  ( $68 E$ ) である。自差を求めよ。

Deviation  $1.5^{\circ}$  Ely

## 2 交互方位法

海岸近くの局所磁気の影響を受けないところで、海上から見えやすいところに羅盆を置き、船は投錨(或いは繫留)のまま、隻船等で順次船首方位を変え、信号によって船、陸同時に相互の羅針方位を測定する。陸上の羅針方位は、地磁気以外の磁気の影響を受けないので正しい磁気方位を指すのでこの反方位と船から測定した羅針方位とを比較すれば、自差を求めることができる。

### 例題

船首方位	船上測定方位	陸上測定方位	自差
N	$N 20^{\circ} 0' E$	$S 15^{\circ} 0' W$	$5^{\circ} 0' Wly$
NE	$N 25^{\circ} 0' E$	$S 20^{\circ} 20' W$	$4^{\circ} 40' Wly$
E	$N 31^{\circ} 0' E$	$S 26^{\circ} 25' W$	$4^{\circ} 35' Wly$

## 3 遠標方位法

艦が旋回しても、その方位がほとんど変わらないような遠距離(旋回径の100倍以上)の著名な物標を選び、このコンパス方位を測定し、海図上から求めた磁気方位又は遠標の各コンパス方位の平均を磁気方位としたものと比較して自差を求める。

## 4 簡便法

自差測定の簡便な方法として、次のようないろいろな方法があるので、航海中或は碇泊中しばしば測定して常に自差の状態を確認しておくことが大切である。

- (1) 自差が正確に判っている他船の羅針儀との交互方位による方法
- (2) 著明な2目標が重なる時の方位を羅針儀で測定し、海図上で求めた磁気方位と比較する方法
- (3) 六分儀、三杆分度儀を使用して正確な艦位を測定すると同時に1物標の方位を測り、海図上で求めた磁気方位と比較する方法
- (4) 自差がないか或いは正確に判っているジャイロコンパスの示度に偏差の修正を行って出した磁気方位とコンパス方位との比較による方法

## 5 自差測定に関する注意事項

- (1) 船が傾斜していないことが必要である。
- (2) 羅針儀付近の鉄具類は航海中の固有の位置にあること。
- (3) 震動を少なくするため、保針できる程度でなるべく低速力を使用すること。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

- (4) 測定海面では避險線を決めておいて保安上危険がないように注意すること。
- (5) 偏差には必ず年差の改正を行って正確に算出すること。
- (6) 測定には、できれば右旋回、左旋回の2回実施して、その平均値をとるようにしたがい。
- (7) 測定は新針路に定針してから2～3分後に行うこと。
- (8) 方位の測定は精密に行うこと。

## 6 自 差 曲 線

自差修正を完了したら、残存の自差を正確に測定し、自差曲線を作製して羅針儀付近に常備しておく。(Fig. 28)

(例)

残 存 自 差

船首方位	目 差
N	0.5° Ely
NE	0.
E	0.7° Wly
SE	0.2° Ely
S	1.2° Ely
SW	0.6° Ely
W	0.4° Wly
NW	0.1° Wly

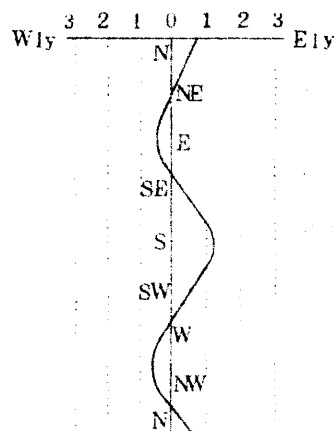


Fig. 28

## 2 2 2 5 自 差 修 正 法

自差は船舶の保安に重大な関係を有するものであるから常にその変化に注意し、あらゆる機会を利用して自差の測定を励行し、自差の現状を確認しておく必要がある。そして自差が大きくなったときは(通常2°以上)自差修正を行う必要がある。

羅針儀の自差は主として船内水平軟鉄、垂直軟鉄及び永久磁気の原因するものである。これを除去するには自差の分解、係数の算出等により自差の原因を究明し、軟鉄に原因するものに対しては軟鉄を、永久磁気に対しては永久磁気を(傾船差は例外)用いて修正するのである。

### 1 修 正 要 具

磁気羅針儀の自差修正要具としては鉄球、磁棒、円筒棒、傾針儀等がある。磁棒及び円筒棒については、すでに述べたとおりであるので省略する。

#### (1) 鉄 球

鉄球の修正原理及びその概略についてはすでに述べたとおりである。

鉄球感応磁気の羅針儀に及ぼす影響は、水平軟鉄感応磁気の影響と同じで、磁気緯度が変わっても相対的に変化しないものである。しかし、鉄球の羅針に及ぼす影響は同じであっても、その影響力の大小は、その材質、厚さ及び羅針の磁気能率によって違う。従っ

# HP『海軍砲術学校』公開資料

て各径の鉄球及び羅針儀について、羅針儀の中心から鉄球の中心までの各距離に対する修正力を予め測定し、これを Fig. 29 のような曲線図にしておけば、係数Dを知ることにより直ちに装備すべき鉄球の大きさとその概位を知ることができる。鉄球の修正力曲線を作るには、先ず地磁気以外の磁気の影響ない陸上に盤櫃を備え（工場施設を利用すると便利）これに自差を修正しようとする羅盆を装し、基線を四隅点の一に向けてから所要の鉄球を装備し、羅針の中心と鉄球の中心との各距離に対する羅針の偏角を測定記録する。このようにして各四隅点で測定を行い、その平均を求め、鉄球の距離と修正力を座標とした図にすれば修正力曲線ができる。

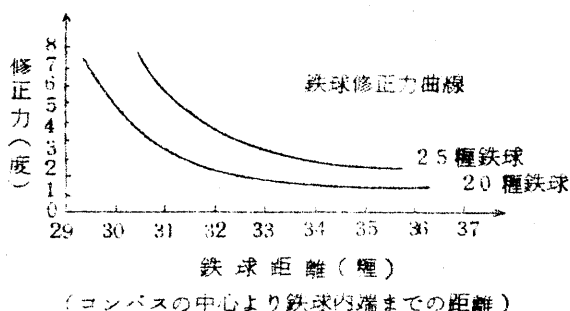


Fig. 29

## (2) 傾 針 儀

傾針儀は磁気の垂直力を測定するものである。

地磁気の垂直力を測定するには先ず局所磁気的作用のない陸上で、台又は支柱上に傾針儀を置き、傾針儀磁針の北端を北にして其の地の磁気子午線と一致させる。そうすると磁針の北端は下方に傾斜するから鍾量を動かして磁針を水平にした所で磁針の軸心から鍾量までの距離を読み取る、この目盛は地磁気の垂直力に比例するものでこれを陸上器目という。

## 2 自差修正の準備

自差修正を行う場合は、予め羅針儀の各部を検査して異状の有無を確認、使用する計測器及び修正諸要具を調査して誤差の原因を除き、又修正当日は羅針儀付近で影響を与える諸物件は航海状態とする等準備の万全を期さなければならない。準備すべき諸項は次のとおりである。

### (1) 器 機 の 検 査

イ 羅 盆	特に軸針、軸間の摩擦
ロ 方 位 鏡	稜鏡回転軸の歪（第1、2法により同一目標を測定、方位の差異を確認する）
ヘ 傾 針 儀	
ニ 鉄球、円筒桿	半永久磁気の有無
ホ 磁 桿	

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## (2) 諸表の準備

- イ 鉄球修正力曲線、要すれば円筒桿の修正力表
- ロ 傾計機により陸上器目を測定する。
- ハ 太陽の磁気方位曲線の作製
- ニ 要すれば同型船の自差係数及び使用修正具の調査

## (3) 当日の準備

- イ 船を水平にする
- ロ 羅針儀付近の影響を与える可動鉄類を航海中の状態と同じようにする。  
又航海中使用する付近の電気器具は修正前に使用状態とする。
- ハ 修正諸要具、工具、整備の徒等遺漏のないよう準備する。

## 3 自差修正法

### (1) 自差修正の順序

自差修正の順序の適否は作業の難易に大きな関係がある。すなわち、各修正具を装備すると地磁気、船磁気的作用をうける外、相互間においても又新しく作用しその関係は極めて複雑となる。従って修正に当ってはその順序を最良にすることが重要である。現在最も適宜と思われる順序は次のとおりである。

#### イ 鉄球による象限差Dの修正

象限差は船首方位の変化に対して急激に変化するから、最初にこの修正を行わないと以後の修正が不便となる。すなわち、自差の中から象限差を除く時は比較的規則正しい半円差だけが残る、自差は極めて簡単となるからである。

#### ロ 円筒桿による半円差中垂直軟鉄より起る部分の修正

円筒桿は垂直軟鉄によって生ずる傾船差の一部も消去するから傾船差修正に先だって装備するのが適当である。

#### ハ 磁桿による傾船差の修正

円筒桿を装備してある場合垂直磁桿を装備すると、このために円筒桿に感応磁気を生じ、さらにこれによる自差を起すから垂直磁桿は縦、横磁桿に先立って装備するのが良い。

#### ニ 縦横磁桿による半円差B中永久磁気より起る部分及び半円差Cの修正

#### ホ 鉄球による象限差Dの補修

各種修正具を装備した場合は、このために鉄球の感応磁気に変化をきたしているから修正具装備後さらに鉄球の精密な修正を行う必要がある。

#### ヘ 残存自差の測定

### (2) 修正具を全部撤去してある場合の修正作業

#### イ 自差を測定して略係数を算出する。

係数は自差修正の基礎になるものであるから正確に出す必要がある。

正確な係数は正確な自差測定によって得られるのであるから、自差測定は特に慎重精密に行う必要がある。

#### ロ 鉄球による象限差Dの修正

係数Dと鉄球修正力曲線によって鉄球の装備位置を決めこれを装備する。修正力曲線

# HP『海軍砲術学校』公開資料

がないときは同型船の記録又は経験上適量と思われるものを用いる。

## ハ 円筒棒により半円差B中、垂直軟鉄より起る部分の修正

係数Bは船体永久磁気より起る部分(B')と垂直軟鉄より起る部分(B'')とから成っているから、この両者を分解する必要がある。分解が可能であるとき、換言すればB''の量が分っているときには円筒棒修正力表によって円筒棒を装備し、不明のときは同型船の円筒棒を参考として装備するか、確信のないときは全然装備しない方がよい。

## ニ 垂直磁棒による傾船差の略修正

修正しようとする羅針儀の位置のλ及びその地の陸上器具が判っておるときは(λ不明のときは同型船の記録より推定するか、又は $\lambda = 0.9$ とする)傾針儀を用い垂直磁棒の概位を定める。陸上器目不明のときは、北緯(南緯)の地では垂直磁棒の赤端(青端)を上にし、その全部を装備して一杯下げておく。

以上、ロ、ハ及びニの修正によって残りの自差は主としてBとCである。

A、Eは一般に極めて小であるが、B、Cの修正にあたってはこれのみを修正しA、Eは通常自差として残すのである。

## ホ 縦横磁棒による半円差B、Cの修正

### (イ) Bの修正

針路E又はWで縦磁棒によりBの全量を修正する。又は針路E又はWで自差の全量を、反針路でその半量を修正する。何れの場合もA、Eは残ることになる。

### (ロ) Cの修正

針路N又はSで横磁棒により修正する外要領はBと同じである。

### (ハ) 磁棒の用法

磁棒は羅緯の南北線に常に直角にかつ自差の方向に赤極をおく、又磁棒は少数を羅針儀の近くにおくよりも、多数を遠くおくようにした方がよい。

(註) 半円差B中垂直軟鉄の感応磁気は緯度の変化が少いときはほとんど変りないものと見て差支えないが、円筒棒の使用量に確信のない場合は、円筒棒を使用せずに半円差は磁棒だけを用いて修正しておくのがよい。

## ヘ 鉄球による象限差Dの補修

各四隅点の自差を測定して(余裕のないときは四隅点のうち、隣接2方位)D<sub>2</sub>を求め鉄球修正力曲線によって補修する。

修正力曲線のないときは、四隅点の一でD<sub>2</sub>の全量を修正するか、又は四隅点の1で自差の全量を、隣接隅点で、その半量を修正する。何れの場合もAは残ることになる。

## ト 8方位について残存自差を測定する。

## (3) 修正具そのまゝの修正法

修正具を全部撤去して自差修正を行うと、その船の船磁気の状態を知りうるからできるだけこの方法によるのが理想であるが、すでに修正具を装備して、ほとんど適当な修正の実施してある羅針儀においては、実用上次の要領で補修正を行っても差支えない。概ね2°以内の自差に収めることができる。

## イ 針路E又はWで垂直磁棒による傾船差の補修

傾針儀により修正する。



# HP『海軍砲術学校』公開資料

## ロ 半円差B, Cの修正

四方点の2で自差の全量をその反針路で半量を, 修正する。

この場合予め磁棒上下に応ずる修正角度を測定し, これを曲線にしておくとなれば測定自差に応じて直ちに磁棒の概位を知ることができる。

## ハ 象限差Dの修正

$D_2$  を求め, 修正力曲線によって修正する。

= 8 方位の残存自差を測定する。

## (4) 傾船差の修正法

### イ 修正すべき傾船差

傾船差の諸原因中, 修正すべきものは次の二つである。

(イ) 羅針儀直下の垂直軟鉄の感応磁気によるもの

(ロ) 羅針儀直下の永久磁気によるもの

何となれば, その他の原因, すなわち, 水平軟鉄傾斜によるものは鉄球により, その大部分は修正される。又羅針儀前後の垂直軟鉄によるものは円筒棒によって修正されるからである。

### ロ 修正の原理及び修正法

船内における垂直力は, 地磁気垂直力(1), 垂直軟鉄感応磁気(2), 及び船体永久磁気の垂直分力(3)である。この中で傾船差を起すものは(2)と(3)であるから地磁気垂直力のみを残して他を消去すれば傾船差はなくなる。そして船内の地磁気垂直力は, 陸上における垂直力より求めることができる。すなわち, 通常修正の終った羅針儀の位置における地磁気水平分力は, 陸上における地磁気水平分力の約0.9 (0.80~0.95:実験上の値)であって, 垂直力もまた同一比を保っているものと見なすのである。この値を通常入で表わす。従って陸上で, その地の垂直分力(陸上器目)を測定し, これによって羅針儀の位置における地磁気垂直力を陸上器目の $\lambda$  (通常0.9)に等しくなるように垂直磁棒を装備すればよいわけである。その方法は, 陸上器目 $\lambda$  (船上器目)を傾針儀に整え, 羅盆を取り外して傾針儀を装備し, 儀の磁針が水平になるように垂直磁棒を上下して調整する。

傾船差は, 緯度の変化によって変るので, それに応じて修正を変化しなければならない。この場合垂直磁棒を移動すると, 自差修正具相互間の作用によって他の自差にも変動があるから, 必ずそのときには, 自差測定をし, 要すれば, 修正する必要がある。

### ハ 陸上器目の推算

もし修正地付近の陸上器目の測定ができないときは, 傾針儀の器目は, 地磁気の垂直分力に比例するから他の場所で観測した器目から推算できる。

今, 両地の地磁気垂直力を $Z, Z'$  (磁気図より求める), 陸上器目を $N, N'$ とすると,

$$N' = N \times Z' / Z$$

又, 傾針儀の係数が分っているときは, 次によっても求めることができる。

$$\text{陸上器目 } N = Z / \text{係数}$$

## (5) 緯度の変化と円筒棒の使用法

象限差Dは緯度の変化にかかわらず一定であるから一度鉄球で修正しておけば, その後

# HP『海軍砲術学校』公開資料

はほとんど自差を生ずることはない。又通常、船舶の垂直軟鉄は羅針儀に対して左右対称であるから係数C中垂直軟鉄より起る自差は無視して差支えない。すなわち、係数Cはほとんど船体永久磁気のみによって生ずるから横磁棒により一度修正すれば爾后ほとんど自差を生じないはずである。

然しながら、係数Bは船体永久磁気、及び垂直軟鉄感应磁気によって生ずるものであるから、これを磁棒だけで修正するときは、緯度の変化に従って自差を生ずる。従って係数Bは前記両者に分解し、別々に修正すれば完全に消去することができる。分解の方法は次のとおりである。

## イ 建造時の船首方位が判明しているとき

今、船体永久磁気より生ずるBの部分  $B'$   
 垂直軟鉄感应磁気より生ずるBの部分  $B''$  } とすると、 $B = B' + B''$

係数Cは船体永久磁気のみから生じたものと見做しうるから、

$$\tan \text{ 建造時の船首方位} = \frac{C}{B'}$$

すなわち、 $B' = C \times \cot \text{ 建造時の船首方位}$

$B'$ を磁棒で、 $B''$ は円筒棒によって修正すればよい。

## ロ 磁気赤道による法

磁気赤道では垂直地磁力は零であるから、垂直軟鉄による半円差はあらわれずBの原因はすべて永久磁気である。従って磁気赤道でBを磁棒により修正しておけば緯度の変化によってあらわれたBは全部垂直軟鉄によるものであるから円筒棒で修正すればよい。

## ハ 両緯度修正法

磁気赤道に行く機会ほとんどないので、通常緯度の異なる二地点で係数Bを測定して円筒棒を装備する方法がとられる。

今、甲地のBを $B_1$ 、Zを $Z_1$ 、Hを $H_1$  }  
 乙地のBを $B_2$ 、Zを $Z_2$ 、Hを $H_2$  } とすると

乙地で現われるべき垂直軟鉄による自差( $B_2''$ )は

$$B_2'' = \frac{Z_2}{Z_2 - Z_1} \left( B_1 - \frac{H_1}{H_2} \cdot B_1 \right)$$

普通の場合甲地のBは修正によりほとんど零であるから $B_1 = 0$ とすれば、

$$B_2'' = \frac{Z_2}{Z_2 - Z_1} \times B_2$$

である。従って $B_2''$ を円筒棒で、残りを縦磁棒で修正すればよい。

## 第3章 距離測定計器

物標の距離を測定することは航海上重要なことであって、この為いろいろの手段がとられている。可視物標に対する測距儀、スタヂメーター、眼鏡による分画、水柱差の分画、及び測角による作図、不可視物標に対するレーダー、ソーナー等がこれである。

ここでは測距儀、スタヂメーターについて説明する。

### 第1節 測 距 儀

測距儀には映像合致式と映像立体視式とがあり、又基線長によっても種々分けられる。ここでは主として航海用に使用されている66種映像合致式測距儀（略称66測距儀）についてのべる。

#### 第1項 原 理

Fig. 30 においてCは目標、aは基線長、RはAからCまでの距離である。A、Bから目標Cを望み、その角度が $\theta$ であったとすると、

$$\tan \theta = \frac{a}{R} \quad \text{従って} \quad R = \frac{a}{\tan \theta}$$

すなわち、距離Rは基線長aと交角 $\theta$ との函数であり、aを一定とすれば、Rは $\theta$ のみによって変化する。

今、既知の長さaの一端Aから目標を見て、他端Bに反射鏡をおき、Cの反射光線をABに一致させれば、DBCは $\theta$ と等しくなるので、上式によりRを求めることができる。すなわち、測距儀は三角測量の理によって、1目標が基線の両端をはさむ角度を求め、その距離を測定する光学計器である。

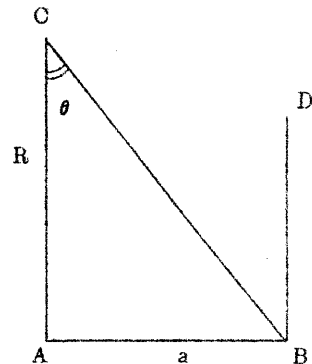


Fig. 30

#### 第2項 構 造

##### 3 1 2 0 一 般

- (1) 端 窓
- (2) 五角プリズム
- (3) 距離稜鏡
- (4) 修正稜鏡
- (5) 対物レンズ
- (6) 合致プリズム
- (7) 接 眼 鏡
- (8) 伸 光 器
- (9) 彩 鏡
- (10) 上下差修正器

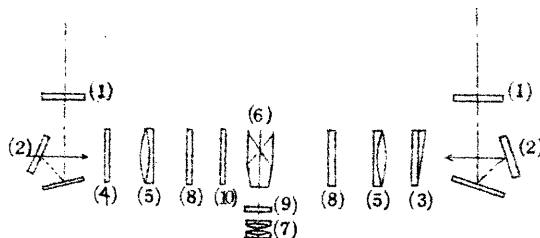


Fig. 31

# HP『海軍砲術学校』公開資料

左光線は、左端窓 (1) に入り、五角プリズム (2) で儀の軸線方向に向けられ、修正稜鏡 (4) 対物レンズ (5) 上下差修正器 (10) を通って合致用プリズム (6) に入り、ここで  $90^\circ$  方向を変えられ接眼鏡 (7) を通って測者の眼に入る。右光線は、右端窓 (1) から五角プリズム (2) で方向を変えられ距離稜鏡 (3) に入る。距離稜鏡は距離目盛の調節によって傾きを変え、その屈折度を変化され、入射光線を儀の中心に向ける。その光線は対物鏡 (5) をとおって合致用プリズム (6) に入りさらに  $90^\circ$  方向を変えられて測者の眼に入る。

この際合致用プリズムは構造上左からの光線に対しては下半分を、右からの光線に対しては上半分を消去するので測者の眼には、左光線からの上半と、右光線からの下半とが上下に別れて別々に入ってくる。

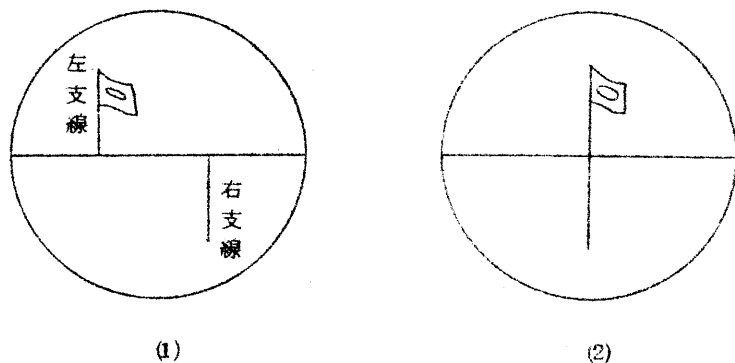


Fig. 32

Fig. 32 はこの状態を示すもので、一本の旗竿を望んだ場合 (1) の様になって見えるものを距離稜鏡の傾きを変えることによって (2) の様に完全な一本の旗竿に合致させたときの距離目盛が儀から旗竿迄の距離として求められることになる。

## 3 1 2 1 端 窓 (1)

儀の両端前面にあって目盛に指向するとともに塵埃、湿気の儀内侵入を防止するものである。

## 3 1 2 2 端 反 射 鏡 (2)

五角プリズム又は組立てられた反射鏡から成り、入射光線を正確に  $90^\circ$  儀の内方に向けさせるものである。

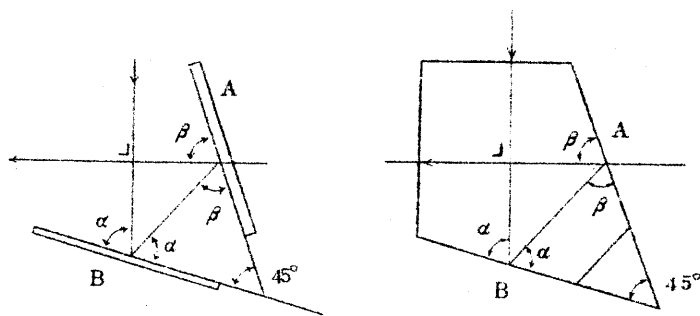


Fig. 33

Fig. 33 において、入射光線と反射光線とが直交するためには反射面 A, B 間には次の条件が必要となる。

$$(180^\circ - 2\alpha) + (180^\circ - 2\beta) = 90^\circ$$

$$\therefore 360^\circ - 2(\alpha + \beta) = 90^\circ$$

$$\therefore \alpha + \beta = 135^\circ$$

すなわち、面 AB の交角は  $45^\circ$

### 3.1.2.3 距離稜鏡 (3)

1 個の楔型プリズムであって右端よりの光線を偏光させるものである。Fig. 34 において光線が儀の軸線に対して直角でない ( $\theta$  の傾を持つ) 方向から入射して来るとすると端反射鏡で反射され、入射方向に対して  $90^\circ$  即ち、軸線に対して  $\theta$  の角度をもって儀の内方に向う。

今距離稜鏡 (3) の無限遠距離目標による光線が (3) に入って、これから出る場合、軸線に平行となる距離稜鏡の傾きを軸線に直角であるとする、軸線に  $\theta$  なる角度を持つ光線が入ってきた場合、これを通過した光線を軸線に平行にするためには (3) のプリズム  $\alpha$  だけ傾けなければならない。然もプリズムの屈折率は光線の入射角度、すなわち、入射点によって一様に変化する、(3) の傾き  $\alpha$  は  $\theta$  に比例するはずである。すなわち、この場合  $\alpha$  は目標までの距離に反比例し、この傾角は直に距離に換算することができる。

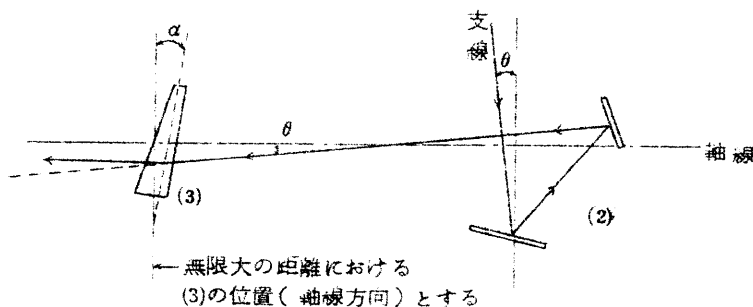


Fig. 34

# HP『海軍砲術学校』公開資料

この測距儀では、距離目盛を動かすことによって距離稜鏡が傾き、距離稜鏡には光線が軸線に平行となったときの $\alpha$ を距離目盛として刻んであるので、測者は直に距離として測定することができる。

## 3 1 2 4 合致用プリズム (6)

合致用プリズムはFig. 35のような構造をしている。左からの光線はaレンズに入り、斜面で反射され、接眼鏡に向うわけであるが、この場合下半分はbレンズの斜面に当り逆方向に反射されて接眼鏡には入らない。

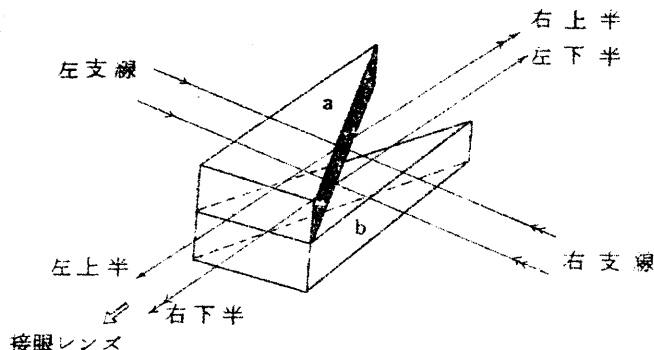


Fig. 35

右光線bはレンズに入りその斜面で反射され接眼鏡に向うが、この場合は、上半分はaレンズの斜面に入り逆方向に反射される。従って接眼鏡に入る光線、すなわち物標の映像は、左からの上半と、右からの下半となる。

両光線が正しく一線上にあって合致用プリズムに入れば接眼鏡に入る左上半、右下半の各像は一致する訳であるが、これが一線上にないときは、この映像はずれることになる。

## 3 1 2 5 修正稜鏡 (4)

距離プリズム (3) と同様模型のプリズムであって、儀の左側にある。調整を完全にした後でも温度の変化或は振動等によってこの調整が崩れることがあり、これによって生ずる誤差を、左光線を偏光することによって修正しようとするものである。

## 3 1 2 6 伸光器 (8)

点光源(夜間の探照灯の様なもの)を測距する場合儀内の左右光線通路に置いて光源を上下方向に引伸ばすものである。シリンダー形をなす硝子板であって、必要な場合把柄によって起倒できるようにしてある。

## 3 1 2 7 その他

### 1. 対物レンズ(5)

各端窓からの光線を合致プリズム上に点を合せる凹凸組合せレンズである。

### 2. 接眼鏡(7)

一眼であり、合致プリズムによって集約された上半下半の分像を測手の眼に伝えるレンズである。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

修正レンズがあり、点環を回転することによって調節することができる。

## 3 彩 鏡 (9)

輝目標に対し眼を保護するフィルターであり、把柄によって脱着可能である。

### 第 3 項 調 整 装 置

調整装置には上下差及合致差の二つの調整装置がある。

#### 3 1 3 0 上下差調整装置

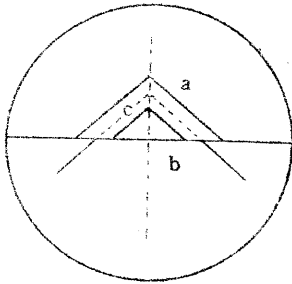


Fig. 36

接眼鏡で見た映像の上下分像が一致しないのを上下差という。即ち、三角立標を測距した場合、左端窓から入る上半像と右端窓から入る下半像とが一致しないで Fig 36 a 或は b のように見えるものである。

Fig. 37 で、右光線が軸線に対して上下対称に入ってくると、合致プリズムで正しく、下半分が接眼鏡の方に屈折される。左半分的光線も C の像として合致プリズムに入れば正

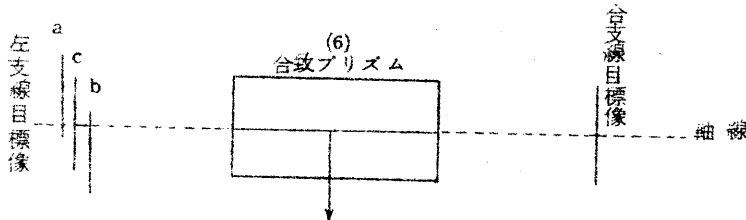


Fig. 37

しく像の上半が合致プリズムで接眼鏡の方向に向い、測者の眼には左右分像が正しく一体のものとして映るのであるが、左からの光線が a のようなものとして合致プリズムに入ると、接眼鏡に入る上半像は軸線から上の部分が下の部分より大きくなり、測者に Fig. 36 の a として観測され、これに反し b のようなものとして合致プリズムに入ると Fig. 36 の b のようになる。

上下差のある測距儀で測距した場合は目標の太さが上下一様である場合には、距離誤差にはならないが、太さが違う場合には映像合致の位置によって距離誤差になる。之を修正するものが上下差修正器であって Fig 31 の 00 を動かすことにより、Fig. 37 の a 又は b の像を正しく c の位置に移す動きをする。

この修正を行うには普通 Fig. 36 のような三角物標を目標に選び、上下差修正把頭を回転

して修正する。

## 3 1 3 1 合 致 差 修 正 装 置

これは測距儀の測距誤差を修正するものである。

この調整を行うには、距離既知の目標を測距し、実距離と測距離とが一致しない場合測距ハンドルを回転し、距離目盛をその目標距離に合す。次に合致差修正ハンドルを回転し視界中目標像の上半分と下半分の像を一致させて完全に一体とする。

その時の合致差修正目盛を読み取る。これを数回繰返してその要毎に合致差修正目盛を読み、これの平均値をとり、その値に合致差修正目盛を合せればよい。

距離修正把柄は儀の右側外側にある。

## 第 4 項 使 用 必 得

精密な光学計器であるので取扱は慎重にし、特に湿気、温度の激変、振動等には注意しなければならない。又誤差を生起し易いので上述した調整は時機を得次第実施し常に良好な状態の下で使用するように心掛けねばならない。測距範囲は 100m から 10,000m までである。

## 省 略 第 2 節 ス タ チ メ ー タ ー

測距儀の一種であるが測距儀と異り、長さ又は高さ既知の物標の視角を測り、それによって距離を求めようとするものである。

Fisk 型と Brandon sextant 型との二種がある。

## 3 2 0 1 原 理

Fig. 38 において次式が成立する。

$$\tan \theta = \frac{a}{X} \quad \therefore X = \frac{a}{\tan \theta}$$

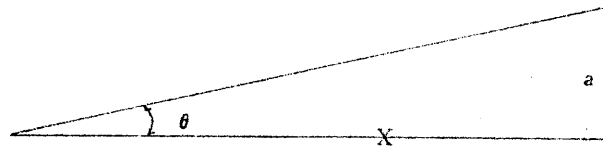


Fig. 38

$a$  を物標の高さ（長さ）、 $\theta$  を  $a$  をはさむ角度、 $X$  を距離とすれば、 $X$  は  $a$  と  $\theta$  の函数である。 $a$  を既知とすれば  $\theta$  を測定することによって  $X$  は求められることになる。

## 3 2 0 2 構 造

Fig. 39 において  $D$  は縦に二分された半面は反射鏡、半面は素通しになっている固定鏡である。 $A$  ネジの回転は、そのネジ棒に噛み合う遊標  $C$  を移動する。標高尺上には手前（眼の位置側）から順次 200 feet ~ 50 feet の標高ログ目盛が刻んであり、遊標  $C$  の基線は目標高を決定する。一端には反射鏡  $G$  が取付けられ  $D$  に相対する。 $B$  はドラムの距離尺であって、スパイラルに距離曲線があり、 $C$  から突出した指標に対抗する。距離目盛は 200 yard から 10,000 yard までである。 $B$  の回転は  $C$  を貫通するネジ棒を廻し標高尺を起倒する。すなわ



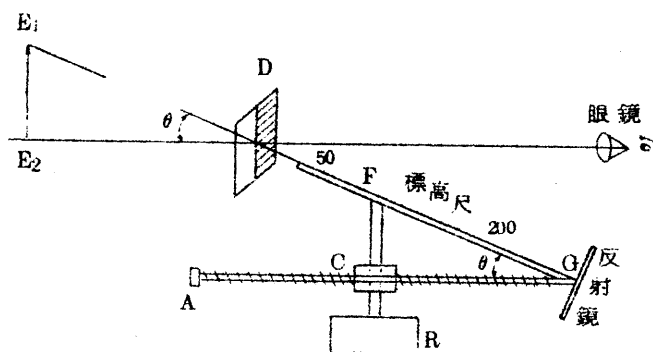


Fig. 39

ち、目標無限大にあるときは標高尺は軸線と平行になる訳であり、この時の無限大目標の光線が眼に入るよう D、G には少量の傾角が与えてある。

### 3 2 9 3 使用法

眼鏡を付けAを廻して遊標Cを動かし、標高尺上に目標の高さ(長さ)を整える。眼鏡から目標を望みその一端E<sub>2</sub>をDの素通し部から見、Bを廻すことによって標高尺、すなわち、反射鏡を起し目標の他端E<sub>1</sub>を反射させ、この反射光線をDの反射鏡部分を介して眼鏡に入れる。

測手の眼に  $E_1$  と  $E_2$  とが一致したときは、六分儀と同理によって  $E_1 E_2$  を挟む角  $\theta$  の分だけ標高尺が起つことになり、その時の標高が既知であるので、角度としてでなく直ちに距離として距離尺に刻んであるので B 上の指標に対する距離は目標までの距離を  $y$  ard で示すことになる。

### 3 2 0 4 調 整 法

既知距離の所に既知長さの明眼な目標を置き、標高尺と距離目盛にこの既知量を測定し眼鏡から見た目標の両端が一致する迄反射鏡の傾きを調整する。

又状況によっては眼鏡で目標の両端を一致させBの距離目盛を既知量まで移動することによっても調整は可能である。

光学計器であるので測距儀同様取扱いは慎重でなければならない。

## 第4章 速力、航程測定計器

### 第1節 側程儀(log)

側程儀は、船の速力を知り航程を積算測定するものであって、プロベラ式と圧力式の二つに分けられる。プロベラ式は航走の際プロベラ式の回転翼装置の回転数によって、速力航程を知るもので自衛艦ではほとんど使用されていない。圧力式は船の航走によって生ずる水流の圧力を利用して速力と航程を知るもので、現在自衛艦にはこれが装備されている。型式は種々あるが原理は同じである。ここでは現用の94式艦底測定儀について説明する。

#### 第1項 原 理

##### 4110 作動の原理

Fig. 40 に示すように艦の吃水線下に受圧器を装備する。受圧器は主ベローズによって上下2室に分れ、上室は静圧管を介して動圧口Bに開口している。静圧口は船の真下に向っており、動圧口は船の進行方向に向っている。船が停止しているときはB、Cにおける圧力は水深による圧力  $P_d$  だけであるので受圧器内の上室、下室の圧力は等しく、受圧板は平衡を保っている。今船が速力  $V$  で航走すると水流によって動圧口Bには  $P_s = KV^2$  (K: ピトー係数) の圧力が加わる。

受圧器内で静圧  $P_d$  は相利されるので受圧板は  $P_s$  の圧力で上方に押し上げられる。今受圧板の有効面積を  $A$  とすると  $P_s$  による力  $f_s = A \cdot P_s = AKV^2$  である。すなわち、受圧板が押し上げられる力は速力の自乗に比例する。この力を垂直棒Dを介して指示装置によって速力を指示し、積分機構によって航程を求めるのである。

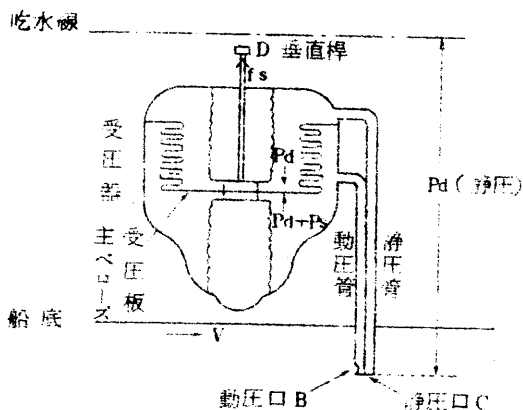


Fig. 40

## 4111 速度計算の原理

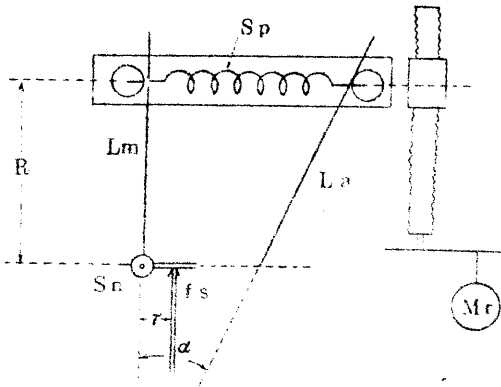


Fig. 41

Fig. 41 において

- Lm 主 横 杆
- La 補助横杆
- Sn Lmの回転軸
- $\alpha$  LmとLaとのなす角
- Sp 発 条
- Mr 追従電動機

$f_s$  受圧板よりの力

とする。Lmは受圧板よりの力  $f_s$  により軸 Sn の回りに或角度だけ回転するようになっている。

又 Lm には追従電動機 Mr を管制する擋動子がとりつけられている。発条 Sp は、Lm 及び La に沿って転動する球軸受の間に張られており、追従

電動機により、架台と共に上下するようになっているので、この時の発条の伸びによる力  $f_c$  は Lm に作用して受圧板からの力  $f_s$  と対抗し、 $f_c$  と  $f_s$  が平衡した位置で停止するようになっている。今零点から R だけ移動した位置で平衡したとすれば、このとき Lm に働く発条による回転力  $M_c$  は、

$$M_c = R \cdot f_c$$

発条の単位長伸びに対する張力を  $\sigma$  とすれば

$$f_c = \sigma R \tan \alpha \quad M_c = \sigma R^2 \tan \alpha$$

また一方  $f_s$  による回転力  $M_s$  は

$$M_s = r \cdot f_s = rAKV^2$$

平衡状態では  $M_s = M_c$  であるから  $\sigma R^2 \tan \alpha = rAKV^2$

$$\therefore V = R \sqrt{\frac{\sigma \tan \alpha}{rAK}} = C_1 R \quad \text{ただし、} C_1 = \sqrt{\frac{\sigma \tan \alpha}{rAK}}$$

すなわち、発条が零位置から移動した量 R は速度 V に比例する。

ビトー係数 K は一定であるべきものであるが、測程儀に応用するとき、ビトー管の装備位置、見かけ上の速力等によって変化するのが普通である。K の変化に対し  $C_1$  を一定にするため  $\alpha$  (A 調整) 及び  $\alpha$  (B 調整) の調整をしなければならない。



## 2 艦底管

艦底管は耐圧構造で断面は流線形をなしておりその先端に進行方向に開口している動圧口と下面及び両側面に開口している静圧口とを持っている。各水管は艦底管の頂部にねじ込まれた弁に接続している。又艦底管は艦底弁に保持されていて、必要に応じ艦底外に出したり、内に収めたりできるようになっているが、もし艦底管が破損して収められなくなったときでも艦底外に落すことができるようになっている。

### 4 1 2 2 水管装置

水管装置は、艦底管で取り出した圧力を正確に受圧器に伝えるためのもので、集気筒、調整弁、水管等からなっている。( Fig. 4 4 )

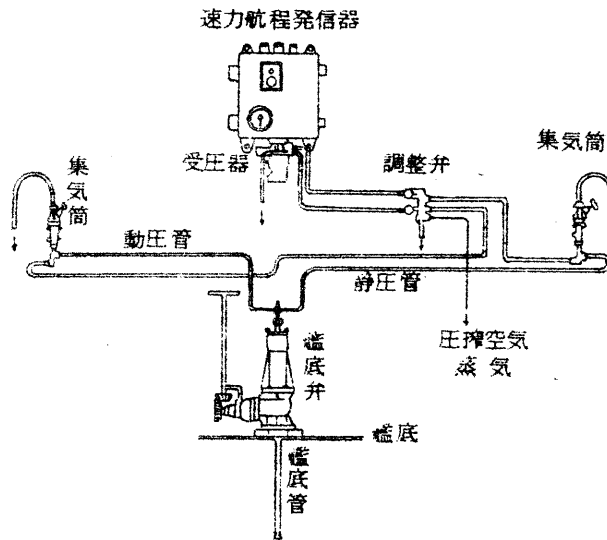


Fig. 4 4

### 1 集気筒

集気筒は、耐圧構造で静圧動圧共に艦底管と受圧器との中間に装備され管中の空気を集めて、これを抜くものである。

上部に排気弁、下部には分岐接手があり、海水はこの分岐接手の上側接手から入り、空気を含んだ水は上方の気筒に集められ、排気弁によって放出される。

空気を含まない水は下側の接手を経て調整弁に行く。

## 2 調整弁

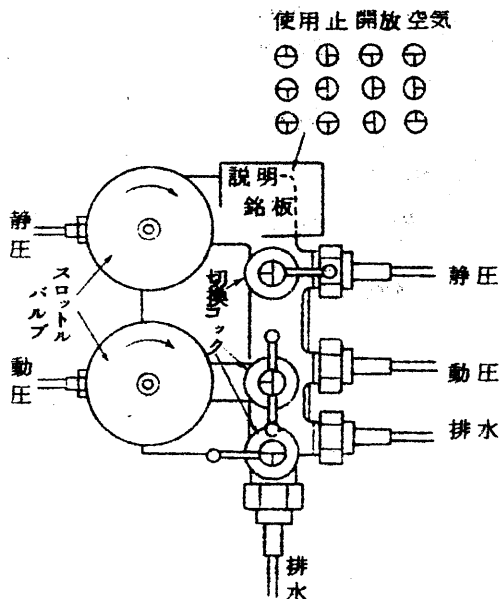


Fig. 45

### 4 1 2 3 速度航程発信器

速度航程発信器は本体と受圧器の2部分からなり Fig. 46の1のように組合されている。

本体の蓋は蝶番で開閉、取外しが簡単に行えるようになっている。又すべての機構は筐内の基台に取付けられていて開閉できるようになっているので、点検調整等が容易である。

受圧器は本体の下部にあって水線下に装備されている。

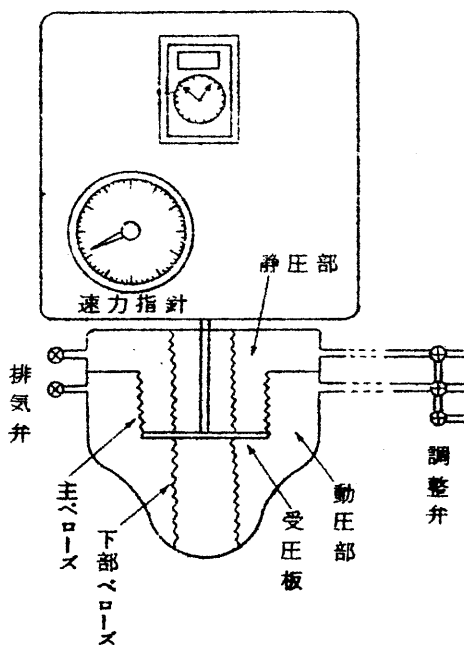


Fig. 46

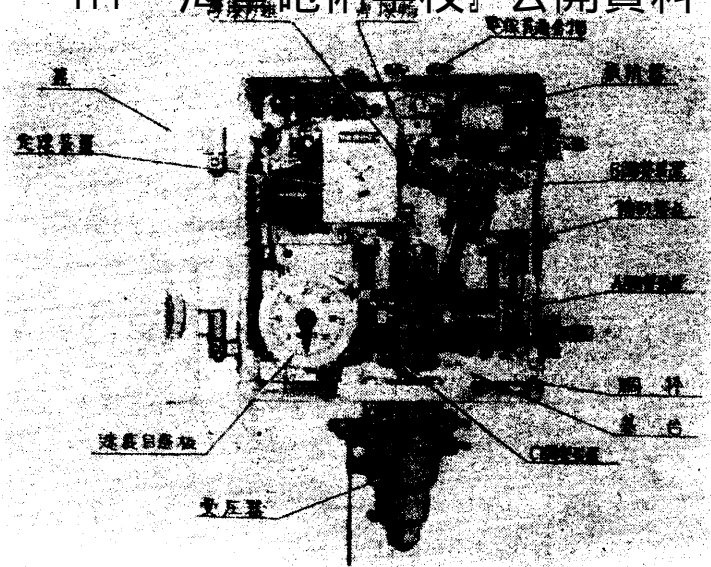


Fig. 46の2 速変航程発振器 (内部正面)

## 1. 受圧器 (Fig. 46の1)

受圧器には三ペローズ、上部ペローズ-下部ペローズの3個のペローズ (伸縮できる蛇腹の容腔) がある。三ペローズと上部ペローズの間に静圧を、下部ペローズとの間に動圧を加えるようにしてある。上部ペローズは速力による圧力を摩擦なく取出すために設けられたもので、これにより三ペローズの内面有効面積が減少するから、下部ペローズを絞って外面有効面積を内面と同じにするようにしてある。上部と下部ペローズの間に受圧板があり、垂直棒を介してペローズからの力を本体の機構部に伝える。垂直棒上部にはC調整装置があり、垂直棒の長さを調整できるようになっている。

## 2. 速変装置

速力航程の計算発信機構であって、速変装置及び、航程装置から成っている。

### (1) 速変装置

速変装置は速力の計算、指示、発信等を行う部分で平衡、調整、追従、速変発信の諸装置から成っており、本航程儀の主体をなすものである。(Fig. 47)

#### イ 平衡装置

平衡装置は主横杆と、これと或る角 $\alpha$ をなす補助横杆及び之に沿って上下に移動できる架台、発条等より成っている。

主横杆および補助横杆は、何れも下部軸受に支えられて或る角度それぞれの軸のまわりに回転できるようになっている。

補助横杆の上端には球軸受があって導管に嵌合しており、かつ、この導管自体は追従電動機に駆動され速力に比例して下降するようになっており、又導管はその移動方向に対して任意の角度に調定できるようになっているので (B調整) 補助横杆は速力に応じて角 $\alpha$ を任意に変化させることができる。

架台は左右両側のネジ棒により上下に移動するか、これに乗って左右に移動する2個の金物の裏面には、球軸受が取付けてあって、それぞれ主横杆補助横杆に沿って回転で

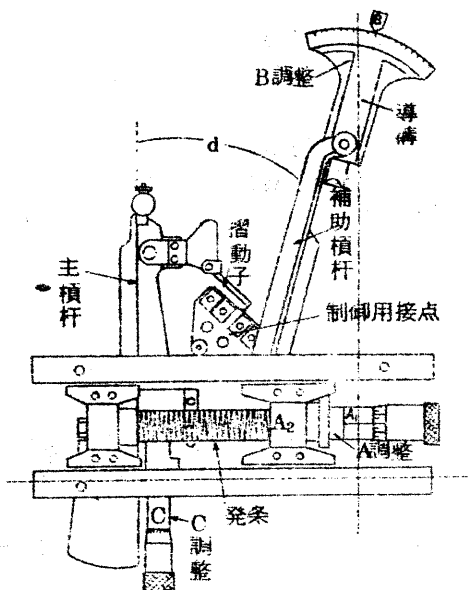


Fig. 47

きるようになっており、発条はこの両金物の間に張られている。

今受圧器に動圧が加わり、これが垂直桿によって主横杆に伝えられたとき、主横杆に作用して平衡を保たせる力を考えて見ると、

- (イ) 垂直桿を押上げる力はC調整を経て主横杆を反時計方向(CCW)に廻そうとする力となる。
- (ロ) 速力が増して架台が上方に移動すると、両横杆の間の角 $\alpha$ により発条は伸張されるが、この張力は主横杆を時計方向(CW)に廻そうとする力となる。
- (ハ) B調整を零にしておけば速度が変化しても $\alpha$ は変わらないがB調整を+にしておけば(導溝は右に傾斜)速度が増すにつれ $\alpha$ は大となり主横杆を時計方向に廻そうとする力となる。

B調整-のときは反対に反時計方向に廻そうとする力になる。

従って主横杆が平衡状態となる条件は、

B調整零のとき (イ) = (ロ)

B調整+のとき (イ) = (ロ) + (ハ)

B調整-のとき (イ) = (ロ) - (ハ)

(イ), (ロ), (ハ)の力を種々調整して平衡状態を変化させるものが、A, B, C調整装置と呼ばれるものである。

## □ 調整装置

### (イ) A調整装置

A調整は指示誤差のうち速度に無関係な部分のみを修正するものでA2とA1から



# HP『海軍砲術学校』公開資料

取っている。 $A_1$ は発条の有効巻数を加減することによって、その強さ( $\sigma$ )を調整するものであり、 $A_2$ は $A_1$ を調整したために生ずる零位における張力変化を補正するもので、 $A_2$ は常に $A_1$ と同じ目盛に合わせておかねばならない。但し、 $A_2$ 目盛が零のみの場合は、 $A_2$ は零に合わせておけばよい。今も誤差が+のとき(指示が真速度より大)には、発条が弱すぎるためであるから巻数を減ずるように( $A$ 目盛を減ずる)調定すればよいわけであり、一のときはこの反対である。



Fig. 48 A調整装置

## 四 B調整装置

B調整は指示誤差のうち速度に比例する部分を修正するもので、補助横杆の傾斜角( $\alpha$ )を速度に対応して変化させ、主横杆に作用する発条力を加減するものである。増速につれ誤差が増えるときは、Bを+に調定(導溝右傾斜)して、速度が増す程発条力も強くなるようにし、逆のときは-に調定する。誤差が速度に無関係に一定ならばBは零( $\alpha$ は変らない)にしておけばよい。

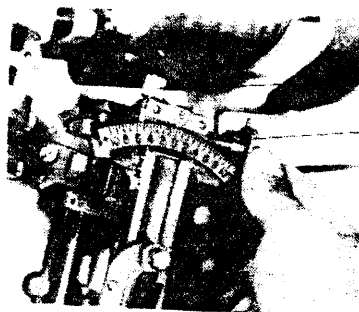


Fig. 49 B調整装置

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## ㊦ C 調整装置

C調整は零位の狂いを調整するもので、一名零調整ともいう。本器が正しい作動をする状態にあり、かつ、対水速力が零にも拘らず指針が零位を指さないときは、本装置により垂直桿の長さを加減することにより零位に合わせる。航行中に行うときは調整弁の切換コックを止にしなければならない。

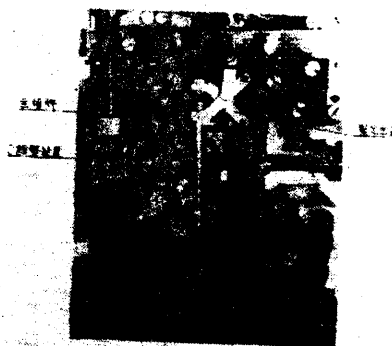


Fig.50 C調整装置

## ハ 追従装置

追従装置は追従電動機、歯車装置、架台を移動させるネジ棒、摺動子、制御用接点等から成っており、速力の変化に応じて平衡の位置まで架台を移動追従させるものである。

追従電動機は可逆電動機であり順逆何れの方角にも回転する。

制御用接点は主横杆の姿勢に応じて追従電動機の回転方向及び回転速度を管制する。すなわち、今速度の変化に応じて主横杆が右又は左に傾斜すると主横杆に取り付けられた摺動子により制御用接点の左右何れかが接となって、所要の電路を完成し追従電動機を回転させる。追従電動機の回転は歯車装置を経て、架台両側のネジ棒を回転させ架台を上下に移動させる。

平衡の位置では、摺動子は制御用接点の中央にあり追従電動機は回転しない。

## ニ 速度発信装置

追従電動機の回転は歯車装置を経て、速力指針により、所要の速力を指示するとともに、速度発信シンクロに伝えられる。速度発信シンクロは前面左側下部に装備され、速度に比例した回転をするようになっており、各受信器に速力を伝達する。

## (2) 航 程 装 置

航程装置は航程の積算、発信を行う部分で、航程積算装置、航程発信装置からなっている。

### イ 航程積算装置 (Fig. 51, 52)

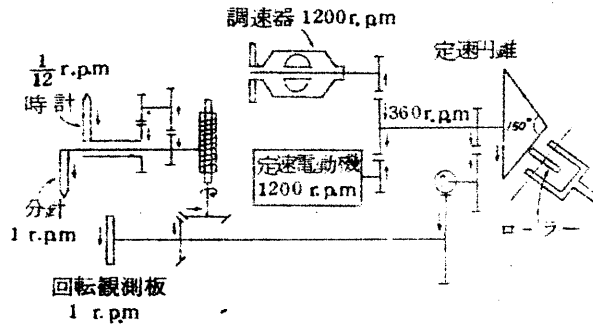


Fig. 51

航程積算装置の主要部は、積分装置である。積分装置は、定速で回転する円錐と、バネによりこれを強く圧着され摩擦によって円錐上を滑動するローラとから成っている。円錐は定速電動機により歯車装置を経て駆動され、ローラの円錐頂点からの移動量は速度に比例するように調整用導溝と一諸に移動するようになっている。すなわち、速度が零のときはローラは円錐頂点にあって回転しないが、速度がましローラが円錐頂点より遠ざかるに比例してローラの回転数は増加する。

調速装置は定速電動機の回転を管制し、これを一定に保つためのものである。定速円錐の回転速度は調速装置の前にある時計文字板、または回轉観測板で監視できる。すなわち、他の標準時間と本表指時とを比較することにより遅速を判定できるから、誤差が甚しいときは(21時間に15分以上)は調整用ネジで調整する。短時間に調整する必要があるときは回轉観測板(1 r.p.m., 1目5秒)により秒時計で判定できるが、数分間宛回数測定して、その平均をとらなければ正確な結果は得られない。

航程計は積分装置のローラから歯車装置を介して航程を指示するようになっており、左側のつまみにより零に戻すこともできる。ローラの回転は航程発信装置の入力軸にも伝達され、こゝでその力が増巾されてシンクロ発信器を介し、各航

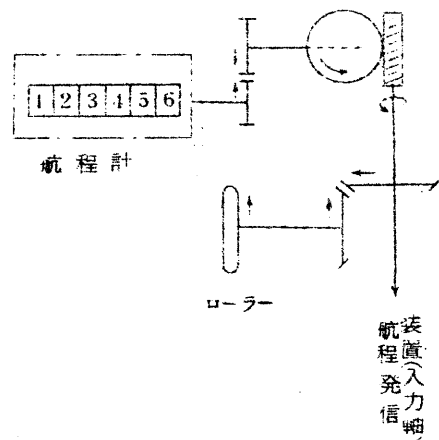


Fig. 52

程受信器を作動させる。

## □ 航程発信装置 (Fig. 53)

航程発信装置は一種の回転力増巾装置であってローラより回転力を増巾し速度に比例した航程量を発信するものであって、差動歯車、調整抵抗器、航程電動機、発信シンクロ等から成っている。

差動歯車は航程電動機により発信シンクロに与えられる回転力を管制するもので、入力軸は歯車装置を介して積分装置のローラ軸に、出力軸は同じく歯車装置を介して発信シンクロ及び航程電動機に連結されている。又出力軸と入力軸との回転力の差は、中心十字軸の右端に取付けられた歯車から調整抵抗器軸に伝えられる。従って、今もし出力軸（右側）が入力軸（左側）より速く回転すれば、調整抵抗器の摺動子が回転してその

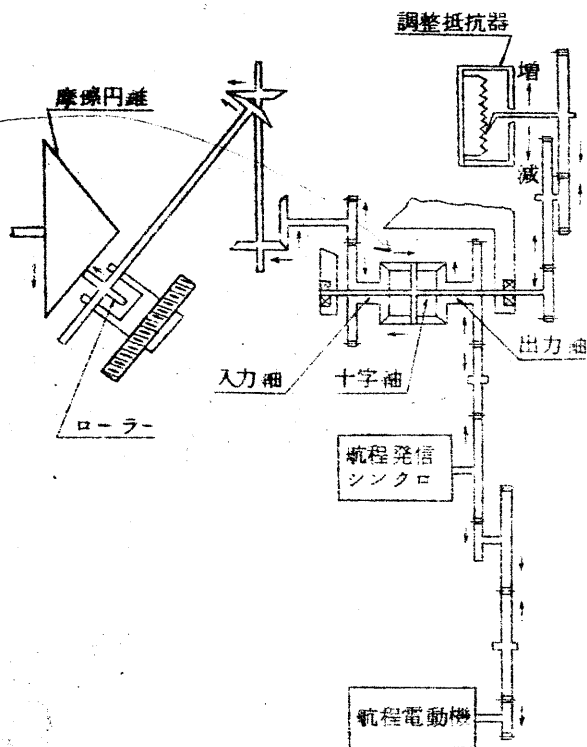


Fig. 53

抵抗をまし、航程電動機の出力を減じて出力軸の回転を低下させる。反対に出力軸が入力軸より遅いときは、調整抵抗器の抵抗を減じ出力軸の回転を増加させる。低速で軽負荷になれば調整抵抗器はその終端（抵抗最大の位置）にあって、出力軸の回転速度はローラと定速円筒の摩擦により入力軸と同じに保たれる。かくして出力軸と入力軸の回転は常に同期が保たれるのである。

## 4124 速度航程受信器

速度航程受信器には速度受信器、速度航程受信器及び精密航程受信器がある。

### 1 速度受信器

一個のシンクロ受信器で速度発信装置の示度を受信して指示する。指針はシンクロに直結されており、高速用は 40kt、低速用は 25kt まで指示するようになっているが、何れも最小 1 目を 0.5kt にしてある。

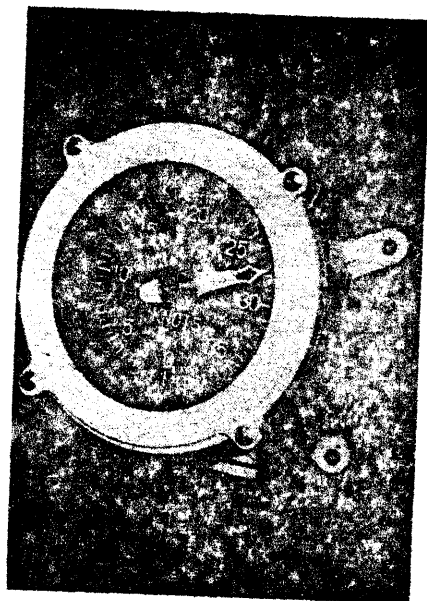


Fig. 54 速度受信器

## 2 速度式程受信器

速度用及び航程用の2個のシンクロ受信器があり、速度 (K) と航程 (程) を同時に指示するものである。速度用は空針を直接し、式程用は減速装置を介して式程計速表 (式程積算計) を作動させるようになっている。式程積算計は10,000進まで積算可能で (これ以上になれば自動的にまた零から積算を始める) 0.01 進単位まで読みとることができる。

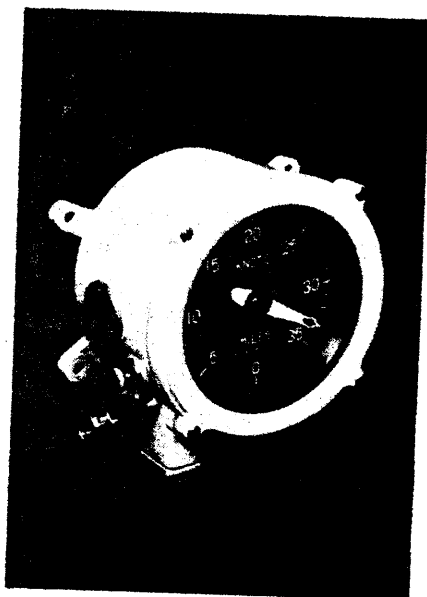


Fig. 55 速度式程受信器

## 3 精密航程受信器

精密航程受信器は比較的近距离の航程を精密に測定するものであって、ある初標に近づくと、或いは目標から遠ざかる場合などに使用される。他の受信器と同じくシンクロ受信器により齒車装置を介して長短2個の指針を装備し、長針は1回転1,000メートルを、短針は1回転10,000メートルを指示するようになっている。

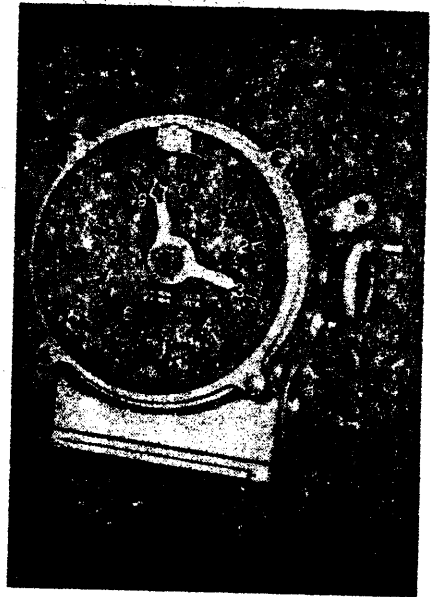


Fig. 5b 精密航程受信器

### 4.1.2.5 作動の大要 (Fig. 47, 51, 52, 53)

- 1 船が進行して水流を生じると船尾口からの圧力は、船首口からの圧力に打ちかかって受信器内の受玉板を押しあげ、静圧は相対されて  $f_s = AKV^2$  (による) 垂直棒を介して、主項杆を反時計方向に回転させる。
- 2 主項杆に取付けられた滑動子は主側に移動して電線用接点の回路を形成し追従電動機を回転させる。追従電動機の回転は齒車装置を介して送りの指示装置を始めると共に平衡装置梁は両側のネジ棒を回転して梁台を上方に移動させる。
- 3 梁台が上方に移動すると両項杆の部の角度のたわみは伸張され、この張力によって主項杆を時計方向に回転させようとする。水流によって主項杆を反時計方向に転そうとする方がこれと等しくなったところで滑動子は制御用接点の中央に復し、追従電動機の回転はとまる。
- 4 一方追従電動機の回転は齒車装置を介してB調整用導溝を下降させる。導溝と共に上下するようになっているローラーは速力零のときは定速円錐の中心に圧着されていて回転しないが、船が進行を始め導溝が下降するとその中心より遠ざかり、それに比例して回転数を増加する。即ち、ローラーの回転は速力に比例する。定速円錐は追従電動機によって常に一定速度で回転する。
- 5 ローラーの回転は、齒車装置を介して航程計の指示を始めるとともに、一方その回転は航程発信装置差動齒車の入力軸に伝えられる。
- 6 出力軸と入力軸との回転に差があるときは、調整抵抗器によって、出力軸の回転を管制し、常に同期が保たれる。すなわち、差動齒車は、入力軸の回転と同速度の回転を出力軸に与えるように航程電動機を管制するのである。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

- 7 常に速力に比例して回転するように管制されている航程電動機の回転は、歯車装置により航程発信シンクロ軸を回転し航程を発信する。
- 8 速度航程の各受信器は発信の示度を受信して指示する。

## 第 3 項 使 用 法

4130 通常は電源の接断器1つで全装置の起動停止ができるが、長時間使用しなかったり、或いは艦底管を引き上げてあったりした場合は、次の操作を行って一応作動状況を調べなければならない。

### 4131 起 動 法

- 1 調整弁の切換コックを「開放」に調定し、かつスロットルバルブを全開する。
- 2 艦底管を装備し固定する。
- 3 接断器を接にし回転観測板が回っていることを確める。
- 4 集気筒の排気弁を開き、空気を排除した後これを閉める。
- 5 調整弁の切換コックを「止」に調定する。
- 6 受圧器の排気弁を開き、内部に空気のないことを確めた後これを閉める。この場合、受圧器に軽い振動をあたえるか、又は垂直軸をもってペローズを軽く上下に動かし、空気を追い出すようにする。
- 7 以上の操作により速度指針は零を指示するが、もし零位を指さないときは、C調整で零に台せる。このときも軽い振動を与える方がよい。
- 8 調整弁切換コックを「使用」に調定する。

### 4132 航 走 中 の 注 意

- 1 集気筒の排気弁はときどき開けて空気を放出しなければならない。  
適当な時間は船によって違うので経験により適宜決めておけばよい。  
ただし、荒天の場合等空気の入り易いときは、時間を短縮しなければならない。  
集気筒の排気操作を怠ると受圧器に空気が混入し、誤差を生ずるから再び受圧器の排気操作をしなければならない。一般に動圧系に空気が入ると指示は高く出がちであり、静圧系では反対に低くなる。
- 2 時計は毎日整合する。
- 3 荒天の際等に速度指針の振幅が甚しいときは、調整弁のスロットルバルブを調整する。
- 4 入港前、或いは漂流物等により艦底管を損傷するおそれがあるときは、これを引きあげなければならない。

### 4133 停 止 法

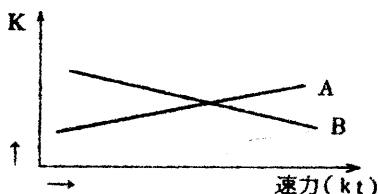
- 1 調整弁の切換コックを「止」とする。艦底弁、艦底管の操作をするときは、必ずこの処置をしなければならない。
- 2 電源の接断器を断とする。
- 3 艦底管を引きあげ艦底弁を閉める。弁を閉め切らぬ前に艦底管を引きぬいてしまってはならない。

## 第 4 項 調 整 法

### 4140 調 整 理 論

この測定儀は前述したようにピトー管の原理を応用したものであって、結局ピトー管の圧力を測定するものに外ならない。乱流のない流体中に、流れに直面する開口をもった管を立てると、流速  $V$  により開口部に作用する圧力  $P_s = KV^2$  であって  $K = 1$  となる。然し乍ら実際には動圧口附近の水は種々の原因によって乱されている。即ち船体に当たった水は或いは広がり或は狭まり、更には随伴流も加って複雑な流線となり、然も之等の状況は速力によって異なる。このため艦上における見かけ上のピトー係数  $K$  は、垂底管個々の係数は一定であっても、船により、又その装備位置により、さらに速力によって変化する。

実験によると、速力による  $K$  の変化は、左図のように、直線的であって速力が増加する程  $K$  が大となる場合 (A) と減少する場合 (B) との二つがあるが一般には A の形をとる。



この攪乱による動圧の変化、即ちピトー係数の変化による誤差を修正し、正しい動圧による速力を示そうとするのが Log の調整である。

調整量は夫々の船によって違うのであるが経験上、基準のピトー係数及び見かけ上の変化の状況 (範囲) が分っているのでこの測程儀では、基準のピトー係数を 1.1 とし調整範囲は 1.0 ~ 1.25 にしてある。従ってこれを装備した船の見かけピトー係数が速度に関せず常に 1.1 であれば何等調整を行わなくても正しい指示をするが、一般には速力によって変化する  $K$ 、換言すれば指示誤差 (%) があるので之を調整しなければならない。

計算を容易にし、調整を簡単化するため、測定儀の誤差は、ピトー係数の形であらわさず真速度に対する % 誤差で表わす。

### 4141 調 整 法

測定儀の調整をする場合には先づ C 調整を行い、高低二速力で (中間速力があれば更によい) 標柱間速力試験を行い、それによって % 誤差を求め、表から (調整曲線) 作図によって A, B 調整量を求めるのである。

#### 1 C 調 整

正しい指示を得るためには、先づ零位を正しく合せておかなければならない。

C 調整を行うときは、先づ全水管系の空気を排除した後、調整弁の切換コックを「止」とし受圧器に軽い振動を与えて見る。このとき指針が零位になれば C 調整によりこれを合せる。この場合も受圧器に軽く振動を与え、摩擦の影響による誤差を除くよう注意しなければならない。

しかし、零位の差が極めて僅かのときは、むしろ調整を控えた方がよい。

#### 2 速 力 試 験 と % 誤 差

(1) 速力試験開始前に、A, B 調整が正しく原調整値 (再調整のときは、前回の調整値) に調定されているかどうかを確認する。原調整値は発信器内銘板か調整曲線によって知ることができる。

(2) 標柱間を最少限一往復して実速を求める。



第 2 章

- 

μ

- 1

第 2 章

- 1

1

1

1

1



1

# HP『海軍砲術学校』公開資料

- (1) 速力試験で得た高低2速力の実速を速力目盛上にとり  $a, b$  とする。  $a, b$  から垂線を立て基線からそれぞれの誤差を (+) なら上方 (-) なら下方にとり  $c, d$  とする。
- (2)  $cd$  を結んで延長し、  $Ok$  線及び最高速度線との交点を  $ef$  とする。
- (3)  $ef$  がこの船のピトー係数の変化を示す線である。  $e$  から水平線  $gch$  を引き、  $A$  曲線との交点を  $g$ 、最高速度線との交点を  $h$  とする。
- (4)  $g$  から下した垂線の足  $A_1$  は新しい  $A$  調整値である。
- (5) 誤差直線  $ecdf$  は右上りであるから、基線から上方に  $hf$  に等しく  $y_i$  をとる。  
この場合右下りのときは基線から下方にとる。
- (6)  $i$  から水平線  $ij$  を引き  $B$  曲線との交点を  $j$  とする。
- (7)  $j$  から下した垂線の足  $B_1$  は新しい  $B$  調整値である。  
このようにして新しい  $A, B$  調整値が求められたのであるが、これを発信器に調定する。

## 4 再調整 (Fig. 57)

初調整を実施した後、行う調整であって、初調整で得た調整表を用い、次の要領で  $A, B$  調整値を求める。

- (1)  $A, B$  調整は初調整で得た調整値に調定する。
- (2) 速力試験の結果次の誤差を得たとする。  
 低速における誤差  $+X\%$  実速  $a_1$   
 高速における誤差  $-Y\%$  実速  $b_1$
- (3) 再調整の場合は基準が初調整と違っているから(2)の誤差を換算しなければならない。  
 低速における換算誤差  $+X'\%$   $= (+X\%) \times \text{換算係数}$   
 高速における換算誤差  $-Y'\%$   $= (-Y\%) \times \text{換算係数}$   
 但し、換算係数は(2)の実速  $a_1, b_1$  に相当する  $cd$  線の読みを調整曲線の右側の尺度で計ったものである。
- (4)  $+X', -Y'$  を  $cd$  線から計って + ならば上方に、- ならば下方にそれぞれ  $k, l$  をとる。
- (5) 初調整で求めた点  $c, d$  と再調整で求めた  $k, l$  のすべての点の平均を通るような直線  $mn$  を引く。
- (6)  $m$  から水平線  $mx$  を引き曲線  $A$  との交点を  $x$  とし、 $g$  より下した垂線の足  $A_2$  は新しい  $A$  調整値である。
- (7)  $ef$  に平行に  $mp$  を引き、最高速度線との交点を  $p$  とする。
- (8)  $np$  に等しく  $ir$  をとる ( $n$  が  $p$  より下ならば  $r$  は  $i$  より上へ、また  $n$  が  $p$  より上ならば  $r$  は  $i$  より上にとる)
- (9)  $r$  から水平線  $rs$  を引き  $B$  曲線との交点を  $s$  とする。
- (10)  $s$  から下した垂線の足  $B_2$  は新しい  $B$  調整値である。  
 このようにして新しい再調整値  $A_2, B_2$  が求められるから、これを発信器に調定する。

## 第 5 章 水深測定計器

水深測定の計器に種々あるがこれを大別すると、音波の海底反射を利用したものと同様に鉛によるものとに分けられる。

前者には音響測深儀(Echo-Sounder)、後者には測鉛線(Lead)、電動測深儀(Sounding machine)があるが、ここでは測鉛線及び音響測深儀について説明する。

### 第 1 節 測 鉛 線

5100 測鉛線は出入港時もしくは水深が浅く(おおむね20メートル以内)低速力で航行するときに使用する最も簡単な測深用具であつて、その正確さと、併せて底質を知ることができるので活用されている。

#### 5101 構 造

測鉛線は測鉛と測鉛線とからできている。

測鉛には3Kg、5Kg、6Kgのものがあつて、鉛の六角錘底部には孔があり、グリースを詰めてこれに付着する土によって底質を知ることができるようになっている。

測鉛線は40～60メートルの麻綱で、5メートル毎に標識をつけて、水深が直ちに判定できるようにしてある。

水深の標識は次のとおりである。

標識の位置(メートル)		標 識	記 事
5,	35	白 旗 布	1 短艇用のものには4メートル迄1メートル毎にそれぞれメートル数と同数の小草片をつける。
10,	40	一 草 片	
15,	45	赤 旗 布	
20,	50	二 草 片	2 位置はすべて測鉛の底部からの距離を示す。
25,	55	青 旗 布	
30,		三 結 節 ヤ ー ン	

### 第 2 節 音 響 測 深 儀

#### 第 1 項 原 理

音波(超音波)が海水中を伝播する速度は、海水の水温、塩分、水圧などによって若干差があるけれども、音響測深儀では、1500m/s(4800ft/s)として設計されている。今、音波が水面から発射されて帰ってくるまでの時間が測定されたとすると、山彦の理によって水深は次の式で求められる。

$$D_{ft} = \frac{t \times 4800}{2} \quad \text{or} \quad D_m = \frac{t \times 1500}{2}$$

D : 水 深

t : 発射音波と反射音波の時隔

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## 第 2 項 構造，作動

5 2 2 1 55 式S音響測深機は次の5つの主要機器からなっている。(Fig. 58)

送 振 器  
送 受 波 器  
受 振 器  
記 録 器  
整 流 器

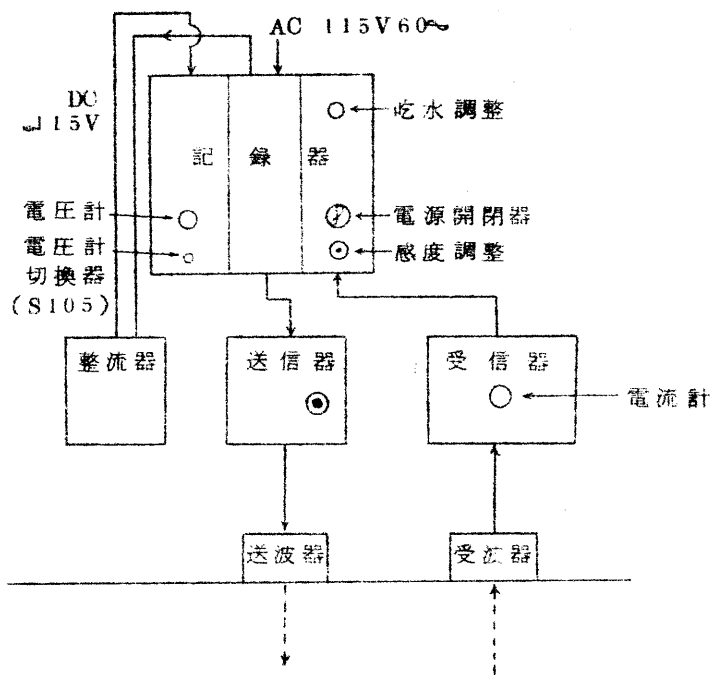


Fig. 58

### 5 2 2 2 作動の概容

総合的な作動の制側は記録器で行っており，発振接点の断続により，発振器の発振継電器を作動させて，送波器から音波を発射し，反射された音波を受波器に受け，受信器で増巾して，走行ペンに信号電圧を加える。

記録は走行ペンが往復運動を行ない，走行ペンの速度と距離目盛の関係から測深できるわけである。記録紙の一番左側は零線である。一番左に出る記録は発振線で発振する時，すなわち，送波器から音波が出るときの記録で，零線から，その位置までの長さが吃水量を表わす。その次に出る記録は反射線で海底の位置を表わす。基準線と発振線の間隔を吃水にとれば，基準線から反射線までの目盛尺の読みがそのまま水深になる。

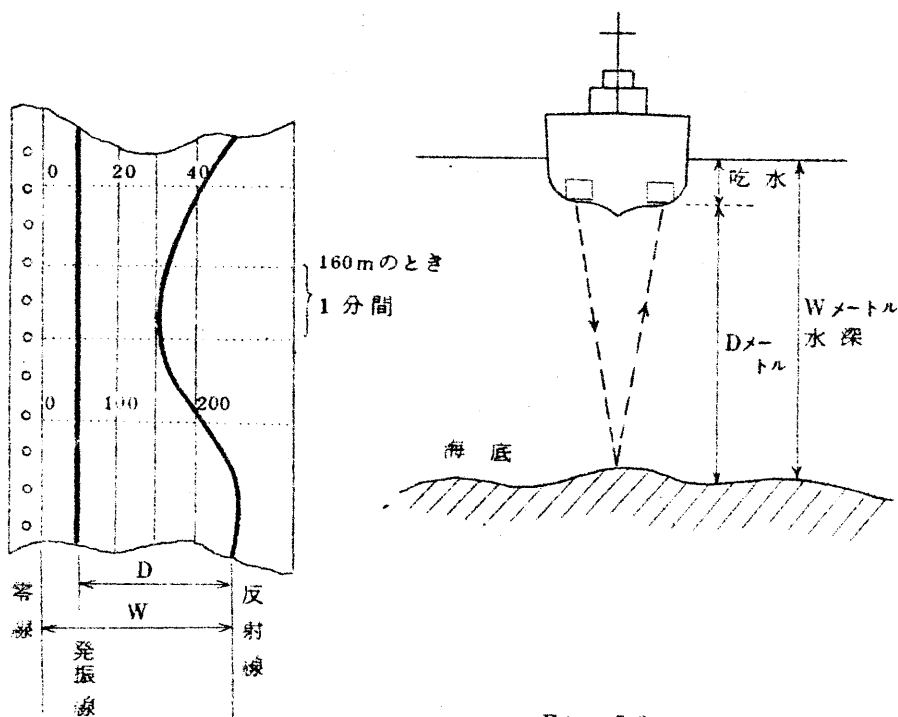


Fig. 59

## 5223 構造

### 1 送振器

#### (1) 発振電力

インパルス電流を作って、超音波を送波器より発射する装置である。必要な高圧直流を作り、本器の油浸蓄電器を充電し、発振リレーの接点で放電し、インパルス電流とし、送波器に送る。

#### (2) 発振機構

発振制御接点 S 103 の動作により発振継電器 K 301 を動作させ、インパルス電流を送波器に送る。

#### (3) 安全装置 (DS 302)

発振電力の電圧は、送波器の動作を十分強力にし、かつ経済的な電圧が選んであるが 1200V~2200V の高圧であるため、動作中に高圧回路に触れると危険である、本器の点検の際に蓋を取った場合、電源が自動的に切れる安全扉スイッチがついている。なお蓄電器の電荷を安全に放電する接点があり、危険防止を完全にしている。

### 2 送受波器

送波器と受波器とは全く同じもので Fig. 60 のような構造となっている。

#### (1) 送波器としての機能

# HP『海軍砲術学校』公開資料

電気振動を音波に変えるものであって、本機では磁歪効果を利用している。

鉄、ニッケル、コバルト等の磁性体はその内をとる磁力線の数によって体積を変える。すなわち磁力線が増加すれば収縮し減少すれば膨張する性質をもっている。

従ってこれ等の物質に coil

をまき、これに交流を通ずれば磁歪現象を起し coil の電気振動は音波に変わる。

船底に水槽を取りつけ、この中に清水を満し Al 合金薄板又はニッケル薄板を重ねた振動板に反射傘を取つけ、発振器からの導線を入れてある。

発振器から発振された強いパルスが、この振動体に入ると、その振動電流によって振動磁場が生じ、磁歪現象によって振動体は振動を起し 1.2 k.c. の超音波となり付近の清水に伝える。この音波エネルギーはメガホンと同じ理由で反射傘で反射収束され船底を通して海底に向って発射される。音波として有効に働く範囲は大体  $26 \pm 3^\circ$  の角度以内である。

水槽中の清水は超音波の媒介物であって、空気が混入すると気泡によって振動勢力が著しく減殺される。

## (2) 受波器としての機能

送波器と正反対に使われる。すなわち、海底から帰ってきた反射音波は反射傘によって、受波器の振動子に集中し、これを半径方向に振動させ、その磁化状態に周期的な変化を与え、その coil に振動電流を起させる作用をする。

受波器は磁歪材料の残留磁気で使用するものであるから半年に1回程度磁化を行う。増巾器に磁化回路があり、受波器の回路はスイッチで切り換えると、ヒューズ(1A)が切れて数十アンペアの電流が瞬間的に流れ受波器は十分に磁化される。

## 3 受振器

真空管3段直線増巾回路である。(全利得140 db)

増巾度の調整のために、感度調整が付いており、深い場合は十分に増巾度を上げ、浅い測深には反響の記録と発振音の記録とを区別して見るために増巾度を落す。

## 4 記録器

### (1) 記録方式

ペン運動機構は、堅ろうで長期の使用に耐える円筒カム方式を使用しており、水深記録はペンの直線往復運動(第1目盛のとき毎分100回往復し、第2目盛~第4目盛で毎分20回往復する。)による等分割目盛で、直接に読みとることができるようになっている。

### (2) 測深目盛

測深目盛は次の4種類である

第1目盛 0 ~ 160 メートル

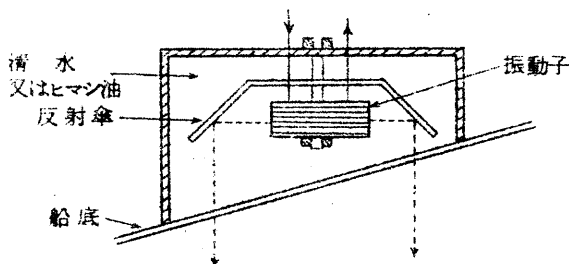


Fig. 60

# HP『海軍砲術学校』公開資料

第 2 目 盛	0～800メートル
第 3 目 盛	500～1300メートル
第 4 目 盛	1000～1800メートル

## (3) 吃水調整（発振位置調整）

記録器の運転中に発振点を記録紙上で左右に、つまり浅い方や深い方に移動できる。これによって、水面下の水深を直接読み取ることができる。

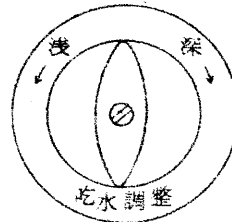


Fig. 61

## 5 整流器

交流 115 V より直流 115 V に整流し記録器用電動機に供給する。

### 5.2.2.4 作 動

#### 1 発振系統

発振方式として、発振継電器による LC 回路方式を採用している。(Fig. 62)

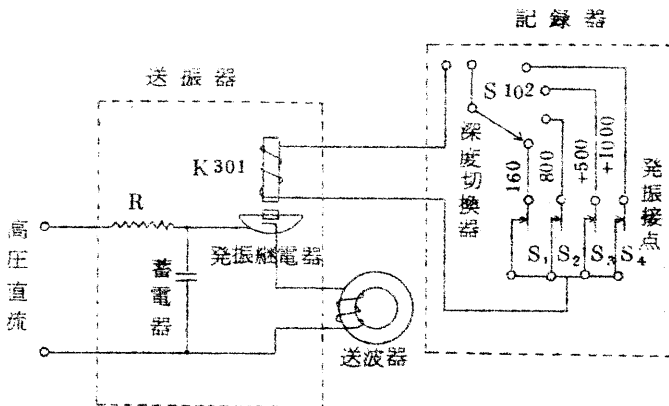


Fig. 62

送波器から超音波を発振するのは、直流高圧で蓄電器に充電し、その電荷を発振継電器 (K301) 接点で放電することによって行われる。

従って発振を起すためには、その継電器が閉じればよい。

この継電器はコイル電流が断たれると接点が閉じる。コイル電流の切断の動作は、発振接点 (S103) で行う。

発振接点は記録器の円筒カムの回転軸についた発振カムの凸起が接片を発振位置で押上げ

た瞬間に断たれる。

発振接点は深度が160メートル、800メートル、+500メートル及び+1000メートルのそれぞれに対して別々について深度切換器によって選択して切換えられる。

## 2 機械系統

深度切換器(S102)により、160mと800mのギヤー切換えを行い、ペン速度に変化をあたえると同時に、発振接点の切換えを行う。

なお、ギヤーの切換えの途中で、ギヤーのかみ合せがはずれると同時に電動機が切れるようになっている。

定速電動機は毎分1,800回転であるが、ギヤーで減速され、又ギヤーの切換えによって、円筒カムの回転は100回転(160m)と20回転(800m)になる。

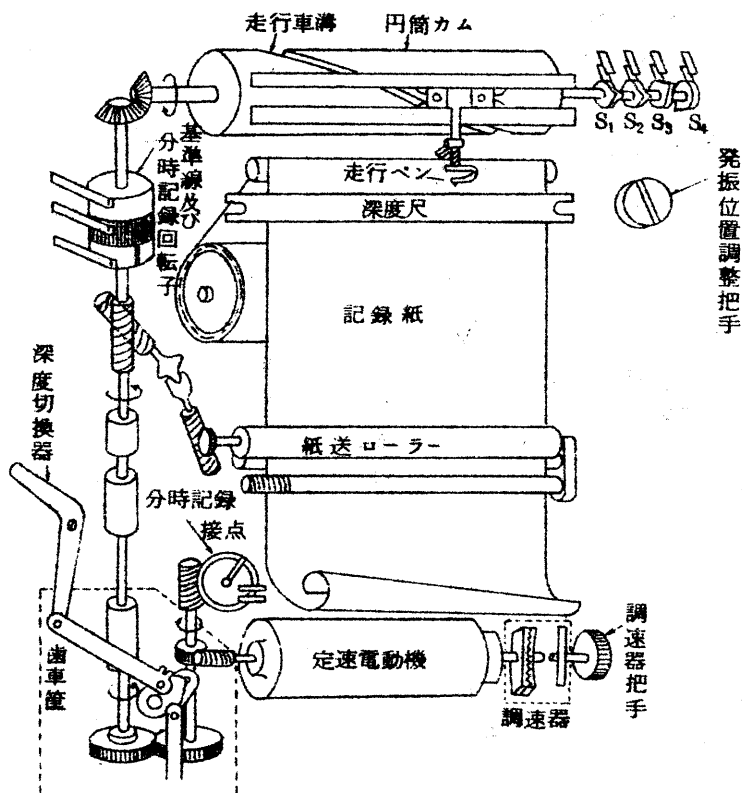


Fig. 63



## 3 受振系統

受信器は海底から反射してきた音波によって、受波器の受波線輪に誘起された微弱な電圧を増巾し、これによって記録紙に水深を記録するのに十分な電流をえるようになっている。

真空管 6 S J 7 G T 2 本, 6 V 6 G T 1 本を使用した3段の直線増巾回路をつくっている。

本器には同調回路が2段あって、設備した時に、送受波器の最も良い周波数に同調させて固定してある。受信状態が悪い場合には、一応これに当って見て記録紙の記録の濃淡を見ながら調査することも必要である。(同調可変蓄電器 C 201・C 209)

## 4 電路系統 (Fig. 64)

艦内電源 AC 115 V が、端子 11・12 から入り、S 101 を通り、15・16 から整流器に入り、DC 115 V が 1・2 から供給される。1・2 から 9・10 を経て、深度切換器 S 102 によって選択された発振接点 S 103 の S<sub>1</sub> から S<sub>4</sub> までの何れか一つを通り、端子 9 から送振器に入り、扉接断器 DS 302 を経て継電器界磁線輪 K 301 を通り、端子 10 に帰り、2 に帰る。

この回路によって、発振リレーの磁極は励磁されて、接触子は上方に吸引されているため、弓状発条によるリレー S は発条の力に打ち勝って開いている。

ところが、記録器による発振接点は、円筒カムの一回転毎に開くようになっているので、160 m の場合は1分間に100回、800 m, +500 m, +1300 の場合には1分間20回の時間間隔毎に開くので、その度に発振リレーの界磁線輪は磁力を失い、発条の力によって接触子は落下し、接片に瞬間的に接触する。すなわち S は閉じられる。

これによって蓄電器 C 301 に充電された電圧が、送波器線輪と相まって作っている LC 回路に高周波減衰振動電流、いわゆるインパルス電流を流すことになる。これによって送波器から 14.2 kc の音波が発振される。ここで S の放電接点は特殊接点用金属を使用しており、強力な放電を長時間続けても磨耗することのないようになっている。

海底からの反射音によって生じた受波器からの微弱なる高周波電圧は、端子 21・22 から入り、入力変成器 T 201 の一次線輪にかかる。これが増巾されて、出力変成器 T 202 の二次線輪から取り出される。その電流は端子 23 を通って記録器に入り、記録紙の水深を記録する電流となる。なお端子 24 はアースされていて、記録紙の裏面板と同電位になっていて、記録電流は紙記録を経てアースに行き、端子 24 に戻ってくる回路を流れることになる。

記録紙には灰度加里炭粉が侵してあるが、これに電流を通ずれば灰度が (+) 側に遊離されて赤黒い印がつく。これを利用するために記録紙の表面には走行ベンがふれていて、これに正電圧が加えられ裏面すなわち記録台には負電圧を加え、電流を常に表面から裏面に(一定方向)流す必要がある。

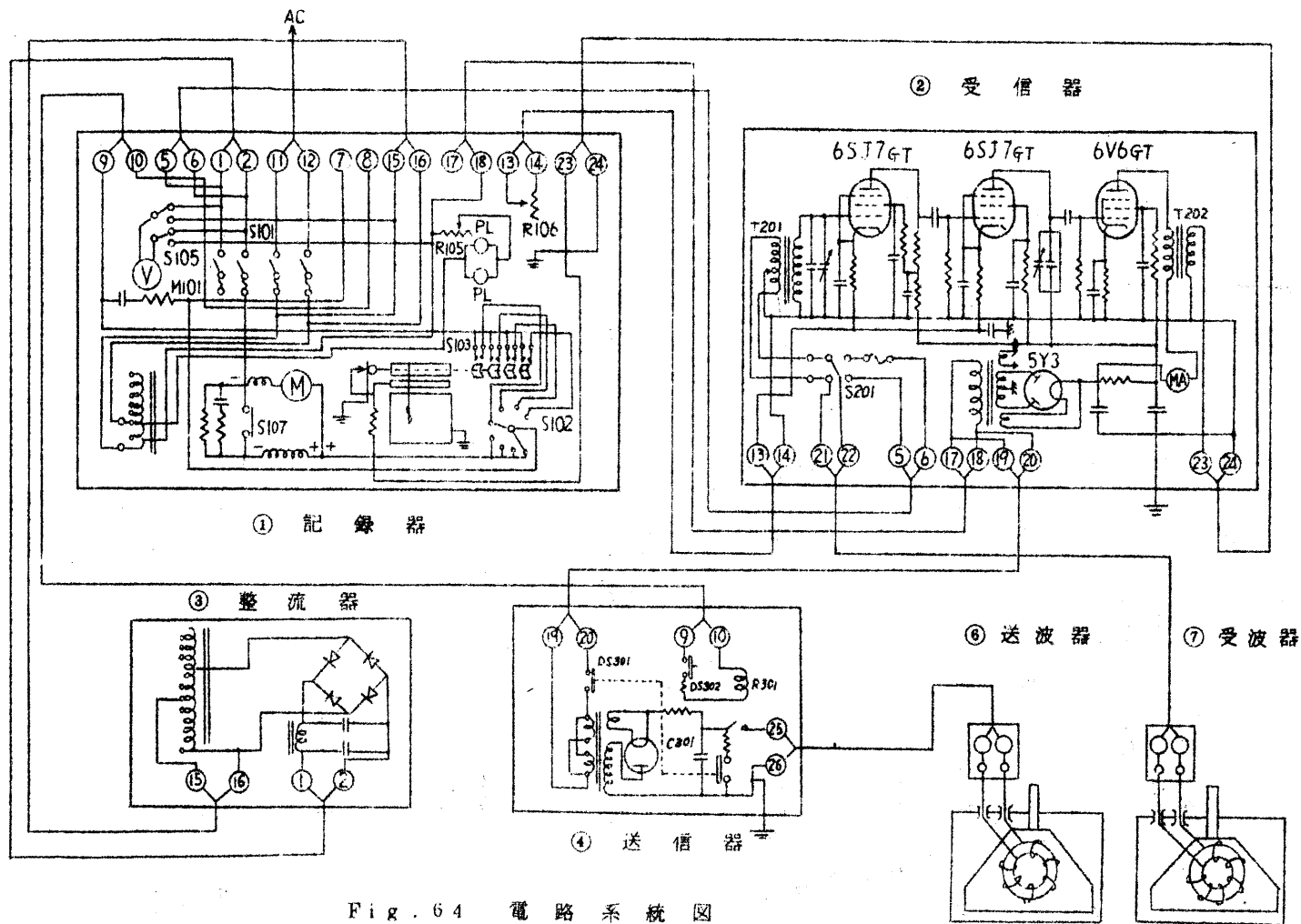


Fig. 64 電路系統図

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## 第 3 項 使 用 法

### 5 2 3 1 記 録 紙 の 充 填

- 1 記録台の左右の開閉ハンドルを手前に引き出すと記録台が開く。
- 2 記録紙の巻枠をおさえている右の抑えバネを開くと巻枠が外れるから、新しい記録紙を巻枠のまゝ巻枠に入れ、もとのようにおさえバネの間に入れる。
- 3 記録紙を静かに引き出す。
- 4 開閉ハンドルを記録台の左右にある案内溝にそってすべらし、記録台を元のよう閉じる。このとき走行ペンに当らぬようにペンの先を上げておく。
- 5 紙抑えを手前に倒し、引き出した紙を通して、紙の両端の孔を紙送歯車の歯にかけ、紙抑えを元の位置に起す。
- 6 特に紙を繰りだしたときは、紙送りローラーの右の「つまみ」を回転し、所要の長さだけ繰り出すことができる。

### 5 2 3 2 起 動 法

- 1 記録器前面にある電源開閉器を「運転」側にする。
- 2 記録器の電圧計を見て、電源電圧が許容範囲にあるかを確かめる。
- 3 深度切換器を回転して、所望の測深目盛に合せる。
- 4 吃水調整器を調整して、発振位置が目盛尺の零より吃水量に相当した水深だけ深いところに出るようにする。
- 5 受振器の感度調整を調整して、利得を調整する。
- 6 運転中は記録紙から出る粉が回転部に入らぬように記録器の蓋は運転中、原則として閉める。

## 第 4 項 整 備 保 存 法

送波器、受波器を除き、湿気が加わらぬよう注意すること。

### 5 2 4 1 潤 滑 油 の 補 給

#### 1 記 録 器

##### (1) ギヤーボックス

時々グリースを補給する。

##### (2) 傘歯車、平歯車、ねじ歯車、軸受、走行滑車溝、円筒カム溝、発振接点可動部軸

時々潤滑油を注油する。

#### 2 一 般 的 な 注 意 事 項

一般に注油回数は機械の運転時間によって左右される。使用回数が増すとしばしば点検し注油を要す。

一般に一週間一回程度点検して、清掃を行い給油すればよい。油の量が多すぎると、機械の内部が汚れて性能を損ずるから注意すること。

### 5 2 4 2 接 点 の 手 入 法

表面が汚れた場合、その程度が軽ければ布（ガーゼ）にて拭う。ひどくなれば細い紙ヤスリで磨く。

#### 1 記 録 器

# HP『海軍砲術学校』公開資料

発振接点は1月1回程度点検して上に述べた方法で手入をする。

## 2 送 振 器

発振継電器接点(K301)は1週間1回程度点検して発振火花が不整になったときに手入する。

### 5 2 4 3 刷子の取扱法

電動機および発電機の刷子は、ホルダー中を常に動き整流面に一様な圧力がかかるようにする。

刷子が短くなるとスパークを起して機械を破損するので摩耗してしまう前に取換えること。

新しい刷子は整流面に一様にあたるように布ヤスリを表面が刷子に当るように刷子と整流子の間にはさんで動かして、形を整えてから使用する。

### 5 2 4 4 受波器の磁化法

受波器は半年に1回程度磁化を行って、残留磁気を保つこと。

受振器のケース内にある励磁受振切換器(S201)を励磁側に立てて、フューズ筒に1Aのフューズを入れ、励磁側(右側)に倒すと瞬間に大電流が流れて、フューズは熔断して受波器は磁化される。

## 第6章 角度測定計器

### 第1節 六分儀(Sextant)

6100 六分儀は、2つの点が挟む角を測定するもので、天体の高度観測、2目標の水平夾角による磁位測定及び高さが分っている目標の高角を測って距離の測定等に使用される。大体の形は扇形で、その円弧は全円周の6分の1であるが、120度まで測れるようになっている。六分儀の最大の利点は、固定した台が不要で簡単に手に持ってしかも精密に測定ができることであって、船に欠くことのできない計器である。

#### 6101 構造(Fig.65)

六分儀は、次の6つの主要部分からできている。

##### 1 枠(Frame)

他の種々の部分をとりつける基台となっている。

##### 2 弧(Arc)

円周の約6分の1でこの上に角度の目盛を刻んである。

##### 3 指標杆(Index bar)

円弧の中心で枠にとりつけられ、下端は弧にそって移動し目盛を読む指標と指標杆を移動させるマイクロメーターがついている。

##### 4 動鏡(Index glass)

指標杆の上端に取付けられた平面鏡で、目標からくる光線を水平鏡の方向に反射させる用をなし、良質にしてその面は器框の面に垂直に取付けられている。背面上部には修正用ねじがついている。

##### 5 水平鏡(Horizon glass)

円弧の面に垂直に枠に固定され、1枚の鏡であって器面に近い半面は銀鍍され他の半面は透明になっており、水平線や物標を透視することができる。背面に2個の調整用ネジがあり鏡面は器面に垂直になるように、又インデックス・バーが0°の位置にあるとき動鏡に平行するように調整する。

##### 6 望遠鏡(Telescope)

円弧の面に平行に水平鏡を通して目標が見えるように枠に取りつけた環に挿入される。

##### 7 遮光ガラス(Shade glass)

動鏡及び水平鏡の各々の前方に装した濃淡各種の良質の色ガラスで、通常前者に4枚、後者に3枚の組合せとして天体観測等(特に太陽)に当り、光線の輝度を緩和し良好な観測ができるようにしてある。最近のものには偏光ガラスの組合せによって、完全に任意の明るさにすることが出来るものもある。

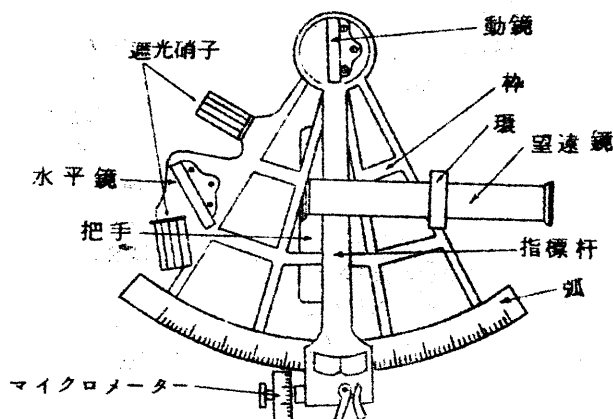


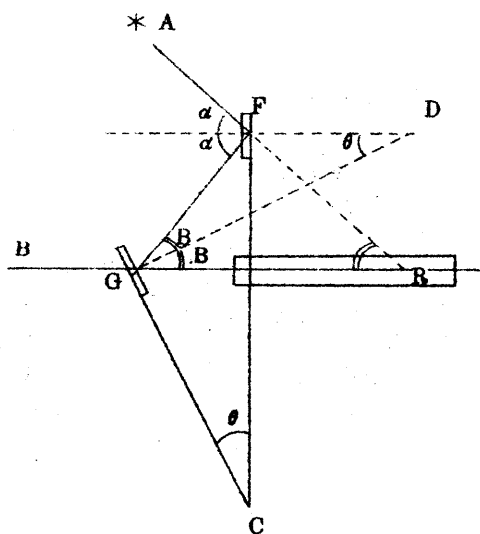
Fig. 65

## 6102 六分儀の原理

六分儀の測角原理は次の光学上の原理に基づいている。

- 1 入射角は反射点における反射面に垂直なる線を含む平面内において反射角に等しい。
- 2 平面鏡の反射において入射光線が一定であれば、平面鏡がその向きを $\alpha$ 角だけ廻転すれば反射光線は $2\alpha$ 角の変化を生じ、反対に反射光線が一定にする時は平面鏡の $\alpha$ 角の廻転は入射光線が $2\alpha$ 角変化させる。

この原理を六分儀に用いて、高度測定した場合の図解が Fig. 66 である。



$$\angle AFG = \angle ARB + \angle FGR$$

$$\angle ARB (\text{高度}) = \angle AFG - \angle FGR$$

$$= 2\alpha - 2\beta = 2(\alpha - \beta)$$

$$\theta = \alpha - \beta \therefore ARB = 2\theta$$

$\theta$  は動鏡と水平鏡のなす角で A、B の 2 目標のなす角の 2 分の 1 である。

動鏡が水平鏡に平行の時の指標の位置を零度として目盛を刻めば 2 鏡の交角は直ぐ読みとることができるが、実際に必要な角はその 2 倍であるので、その面倒を防ぐために 2 倍にした目盛を施してある。それで約 60 度の円弧上に 120 度まで目盛してあるわけである。

弧上の目盛は  $1^\circ$  単位で、微少の調整はマイクロメーターで行うがこれは一回転で  $1^\circ$  指標杆が動き、マイクロメーターは全周を 60 等分してあるので 1 目盛  $1'$  まで読み

とることができる。

## 6103 調整可能な誤差

### 1 垂直差(Error of perpendicularity)

動鏡は六分儀の面に垂直でなければならない。垂直でない時に生ずる誤差を垂直差という。

これを検するにはインデックス・バーを本弧の中央付近に置いて、器面を水平上向きに保持し動鏡を眼の位置に近く置き、眼を器面に近づけ動鏡に映った弧と真の弧とを斜に見て、真の弧と映像の弧が一直線に続いて見えるときは正しく、もしこのとき映像の弧が真の弧より屈折低下して見えるときは動鏡は後方に傾いているもので、反対に高昇して見えるときは前方に傾いていることを意味する。

この時は動鏡の背面にある修正ねじでFig. 67の①になるように修正する。これを普通、第1修正と云っている。

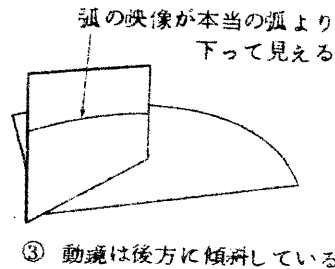
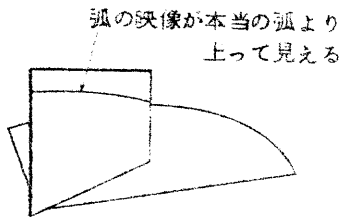
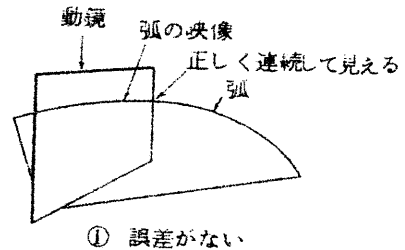


Fig. 67

### 2 サイド・エラー(Side error)

水平鏡は六分儀の面に垂直でなければならない。垂直でない時に生ずる誤差をサイド・エラーという。

この検査は第1修正を行った後に実施すべきものである。

#### (1) 水平線(Sea horizon)による法(Fig. 68)

インデックス・バーを弧の0°付近に定置し望遠鏡を装し六分儀を垂直に保持し、水平線の真像と映像を合致させる。こうして六分儀の面を水平線に対して左右何れかに傾ける。この時両像が正しく合致しているならば検査は正しい。もしこの時両像が正しく合致しない時は本誤差があることを意味し、右傾のとき水平線の映像が真像の下方に見える時は水平鏡は前方に傾き、その反対の時は後方に傾いているものである。

調整は水平鏡の背後にある修正ねじでその直立をなおす。

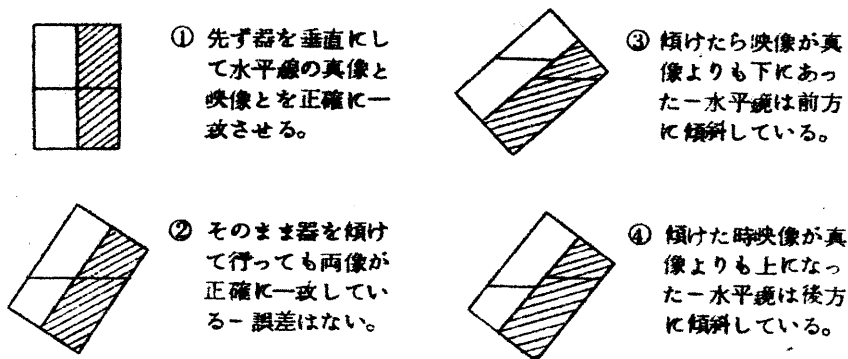


Fig. 68 水平線によるサイド・エラーの検出

## (2) 太陽又は星による法 (Fig. 69)

望遠鏡を装して六分儀を垂直に保持し、太陽又は星に視線を向けインデックス・バーを弧の  $0^\circ$  付近で前後に徐々に滑動せしめ、映像が真像の真上を正しく重なって通過する時は本検査は正しい。もし映像が真像の右方に偏して通過する時は水平鏡は前方に傾き、左方に偏して通過する時は後方に傾いているものである。こういう場合は (A) におけると同様その直立を正す。

なお星による検査は正確な結果が得られる。

サイド・エラーの修正を普通第2修正といっている。

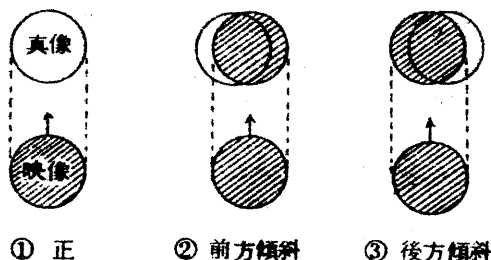


Fig. 69 天体によるサイド・エラーの検出

## 3 コリメーション・エラー (Collimation error)

望遠鏡の視軸線が、六分儀の面に正しく平行になっていないために生ずる誤差である。

これを校正するには、角距離  $90^\circ$  以上の天体 (例えば月と太陽) を選び、両天体を望遠鏡の視野の下の方で Fig. 70 のように相接せしめる。そして、両天体が角距離の変化が認められない程度の短時間の間に六分儀を僅か動かして、望遠鏡の視野の上方へ両像を移動する。この時なお最初と同様に両像が相接していれば視軸線は正しく平行していることを示し、これが離れる場合は望遠鏡の対物鏡端は器面に俯下、反対に相重なるときは逆に仰斜している



# HP『海軍砲術学校』公開資料

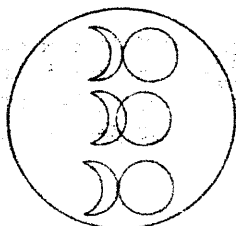


Fig. 70

ことを示す。ただし、視野の中央ではいくぶん重なるのが正しい。この誤差は重環にあるねじで修正するのであるが、専門家にまかせた方が安全である。この修正を普通、第3修正といっている。

この原因があると、僅小なる傾きも、測角誤差としては比較的大きく現われるものである。このため、測者は常になるべく、視野の中央において2物体を相接させて測角するようにすることが必要である。

## 4 器 差 (Index error)

インデックス・バーを  $0^\circ$  の位置に合せた時、動鏡と水平鏡とが平行でないために生ずる誤差を器差といい、測角に際しては直接的に最も影響のあるものである。

本検正は第1, 第2, 第3修正を行った後に実施すべきもので、望遠鏡を挿入し、インデックス・バーを  $0^\circ$  に合せ視線を太陽、星又は水平線に向けこの時、真実両像が正しく合致して見えるならば動鏡と水平鏡は正しく平行である、もし合致しない時は、本誤差(器差)があるからで、修正ねじで水平鏡を器面に垂直な軸の廻りに旋回し動鏡に平行ならしめる。但し本誤差は相当大きい場合の他はそのまま器差として残して置き、測角の際改正する方がよいとされている。これは、サイド・エラーを乱すからである。

修正する際には、サイド・エラーと器差とを交互に何回も修正して行って、正しくなるようにする。

器差の測定は次のようにして行う。

### (1) 太陽、星又は水平線による法(略測法)

六分儀を垂直に保持しインデックス・バーを滑動し太陽、星又は水平線の真実像を正しく合致せしめる。この時インデックス・バーの示度が正しく  $0^\circ$  ならば器差なく、そうでない時は、その示度が器差量である。すなわち

- (イ) インデックス・バーの零が本弧上に在るとき……器差の改正符号は(−)(すなわち測角した値から器差の値だけを引いたものが正しい値という意味)
- (ロ) インデックス・バーの零が余弧上に在るとき……器差の改正符号は(+)

### (2) 太陽の視半径測定により求める法(精測法)(Fig. 71)

望遠鏡を装し暗鏡により太陽の真像及び映像を同様の輝度に明視しうるようにし、六分儀を横に保持し、太陽に視線を向けインデックス・バーを僅かに前方に滑動し真実両像の外縁を正しく相接せしめ、太陽の水平直径を本弧上で測りその読取値を記録する次にインデックス・バーを後方に滑動し両像の反対側外縁を正しく相接する如く同様、太陽の水平直径を余弧上で測定し、その読取値を記録する。両読取値の差の  $\frac{1}{2}$  は器差である。そして、

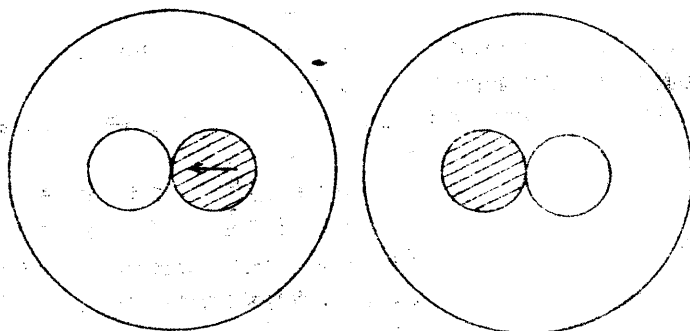
- (i) 本弧上の読取値が余弧上の読取値より大なるとき……器差の改正符は(−)
  - (ii) 本弧上の読取値が余弧上の読取値より小なるとき……器差の改正符は(+)
- である。

こゝで上記読取値の和の4分の1は、その日の天測暦記載の太陽視半径に等しいはずであるから、これによって測定が正確であるか否かを確かめる。もし両読取値がともに本

# HP『海軍砲術学校』公開資料

弧上か又は余弧上に測定したものであるときは、その差の4分の1が太陽視半径であることは勿論である。

太陽高度の低い場合なるべく太陽の水平直径によるべきである。これは、その垂直半径を測定する時はその上辺及び下辺における気差が異なるため、精密観測に不適当であるからである。



(例題) 某日太陽の視半径は天測歴によって

15' - 57" であることを知った。この時器差測定のため天測し、

次の値を得た。器差を求めよ。

読取值...本弧上33'.5

余弧上...30'.3

Fig. 71 六分儀を横にして器差を測定

$$\begin{array}{r} \text{(答)} \quad 33'.5 \\ - \quad 30'.3 \\ \hline 2 \quad 3'.2 \\ \hline \text{(-)} \quad 1'.6 \cdots \text{器差} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{この際} \quad 33'.5 \\ + \quad 30'.3 \\ \hline 4 \quad 63'.8 \\ \hline 15'.95 \end{array}$$

で、これは当日の視半径15' - 57" に一致するから観測は正しかったといえる。

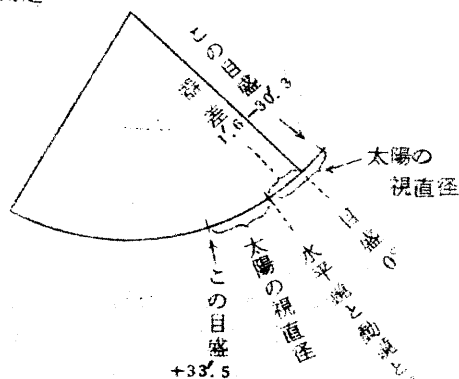


Fig. 72 太陽の視直径と器差との関係

## 6104 調整困難な誤差

### 1 中心差

中心差(Centering error)は下記諸原因に基く誤差を包含するものである。

- 固有中心差 すなわち弧の中心とインデックス・バーの回転中心の偏位による偏心誤差。
- 度盛の不整による誤差。
- 温度の変化或は衝撃等起因する屈曲による誤差

然しながら(イ)は最も根本的なもので、これは次のようなものである。

- |        |                         |
|--------|-------------------------|
| A 弧の中心 | C インデックス・バーの回転中心        |
| Z 弧の零点 | P インデックス・バーの弧上における任意の位置 |

# HP『海軍砲術学校』公開資料

CA 偏心距離

CZ 六分儀の半径

$\angle CAZ$  偏心方向

とすれば、インデックス・バーの回転中心がAにある時の読取角は  $2\angle PAZ$ 、又その中心がCにある時の読取角は  $2\angle PCZ$  である。

故に偏心誤差 (Eccentric error)  $= 2\angle PCZ - 2\angle PAZ$

$$= 2 \{ (\angle PDZ - \angle CPD) - (\angle PDZ - \angle CZA) \}$$

$$= 2 (\angle CZA - \angle CPA)$$

上式においては  $\angle CZA$  はその六分儀については一定値であり、 $\angle CPA$  はインデックス・バーの位置すなわち測角度に応じて変化するものである。

従って、最大偏心誤差は、偏心方向に直角になる点で起き、又、偏心誤差の正負の絶対値は、一般に等しくは現れない。

中心差の測定法は洋上では天体の観測による方法があるが正確を期し難い。陸上においては、コリメーターを利用した検定機によって検定しているが、専門家でなければその修正は困難である。

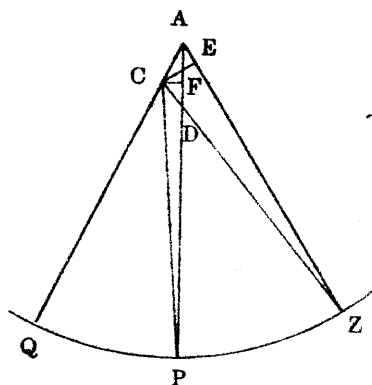


Fig. 73

## 2 ガラス差 (Shade error)

遮光ガラスを光線が通過する際、その方向が屈折させられるものは誤差の原因となり、この誤差をガラス差という。これは、遮光ガラスの両面が平行でないことが主な原因である。

遮光ガラスの良否を検するには望遠鏡に暗鏡を装して、動鏡及び水平鏡の遮光ガラスを使用せずに太陽の真映両像を相接せしめる。

次に暗鏡を脱して各遮光ガラス1枚ずつ及び各組合せの遮光ガラスを装して観測し、各観測毎に太陽が正しく相接するかどうかを検する。この時、両像が正しく接触しない時は、1枚の遮光ガラスを用いた時はその1枚のガラス、また1組の遮光ガラスを使用したときは、その1組のガラスは使用に適しないものである。

ガラス差はガラス差として残しておき、そのガラスを使用した時に加減すればよいわけであるが、実用上煩雑に過ぎるから、完全なものと交換することが必要である。

## 3 その他の誤差

六分儀には、この他、弧の面の不整一による誤差、目盛り及びねじ山の不整による誤差、フレームの不良、鏡面の不整一による誤差等があるが、信用のおける製作会社のものを選ぶことによって、これ等の誤差のないものを使用することが必要である。

## 6105 使用心得

六分儀は前述のように便利で重要な機械であるが、微妙な部分が多いので細心の注意をはらって使用しなければならない。

- 1 六分儀を持つには、把手か枠を持って、弧や鏡などを持たないこと。
- 2 調整を要する時の外、調整用ネジに手を触れないこと。
- 3 弧の部分に呼気や海水などを付着させないこと。
- 4 望遠鏡を環にさし込むときは、望遠鏡を垂直にして、その重さで静かにねじ込むこと。
- 5 遮光ガラスは、光線の強弱によって濃淡を選定するが、むしろ濃いものを使用した方がよい。なお、太陽によって器差を測定する時は、遮光ガラスよりも暗鏡 (Dark eye piece) を使用した方がよい。
- 6 望遠鏡の中心が、水平鏡の中心に合致していないと、(真)と(影)との像の明るさが不斉になるので、環の位置を修正しなければならない。
- 7 2目標の明瞭さが異なる場合、見えにくい方を直視して、見えやすい方を反射させるようにすれば測りよい。
- 8 測角の際、両目標の接触は視野 (Field) の中央で行うようにしないと誤差を生ずる。
- 9 六分儀は、炎熱の日光にさらすようなことは避けねばならぬ。
- 10 六分儀を使用した後は、柔い革か清潔絹布で軽く拭いておくこと。特に鏡に水分を残さないように注意しなければならない。
- 11 滑動部に時々少量の上質の油を塗る必要がある。ただし、鏡に油を付着させないこと。

## 第2節 三杆分度儀 (Three-arm protractor, Station pointer)

6200 六分儀で3標間の2夾角を測ってこれを三杆分度儀に調定し、海図上で艦位を決定するのに用いられる。又反対に図上の位置から、或る3標間の2つの夾角を知るのに用いられる。従って主用途からいえば、角度測定計器ではないが便宜上ここで説明する。

### 6201 構造 (Fig. 74)

Fig. 74 に見る通り、円型の分度儀の中心に3本の杆を取りつけ、その中央の杆は固定し、

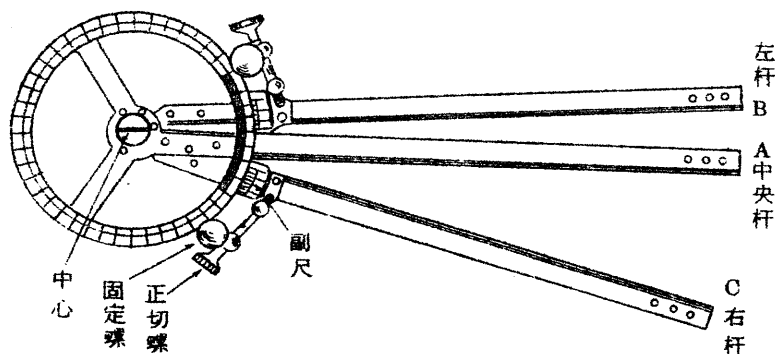


Fig. 74

# HP『海軍砲術学校』公開資料

左右の2杆は中央の杆と任意の角をなすよう、移動調整ができるようになっている。

目盛は中央の杆を中心に180度までを30分毎に刻んであるが、副尺(Vernier)又はマイクロメーターによって1分まで調整できる。

## 6203. 使用法

海図上に艦位を決定するには、左右の夾角をそれぞれ本儀に測定する。中央杆を図上の中央目標に沿わせながら儀を撻動して、三杆ともに各々の物標に整合すれば、その時の中心が決定位置である。

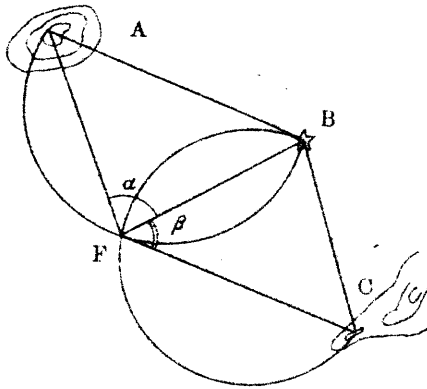


Fig. 75

Fig. 75 で分るとおり A, B, C 三点を通る円周上又はその付近に艦があるときは、位置の決定はできないか又は精度が非常におちるので注意しなければならない。

この方法は精密に位置の測定をする必要がある場合に用いられる。

## 第 7 章 時間測定計器

時間を測定する計器としては、経線儀(Chrono meter)、甲板時計(Deck watch)秒時計(Stop watch) 船用時計(Ships clock)がある。経線儀、甲板時計は構造も同じで主として天測に用いられ、その他は一般用に用いられる。

こゝでは経線儀について説明する。

### 第 1 節 経線儀の種類及び取扱法

航海術で正確な時を知るということは、天測上の一大要件であって経線儀は実にこの目的のために造られたものである。従ってその構造は、極めて精巧なもので、特に温度変化に対する金属の膨脹収縮により生ずる運動の変化は自動的に調整されるようになっている。

#### 第 1 項 種 類

7110 経線儀は次のように分類される。

##### 1 時の種類による分類

###### (1) 太陽経線儀

儀指針が平時の12時間に盤面を一周するものであって航海用に使用されるものである。

###### (2) 恒星経線儀

指針が恒星時の12時間(平時の11h 58m 2.04s)に盤面を一周するものであって、天文学に使用される。

##### 2 巻き方による分類

太陽経線儀、恒星経線儀とも2日巻きと8日巻きの2つに分類されるが一般には2日巻きが多い。

#### 第 2 項 取 扱 法

7120 日差変化の原因と取扱上の注意事項

時計の良否は毎日の進み、遅れ、すなわち日差がないということであるが、しかしながら、このような時計を作ることは技術上なかなか困難である。8日巻きでは稀に日差1秒位のものもあるが普通10秒以内ならば良好とみなされる。今、日差変化の原因を考えてみると次のとおりである。

##### 1 温度の変化

(1) 時計はある一定の温度で最も進むものである。(進むことが最も多く、遅れることが最も少いということ)。この温度を極進温度という。

(2) 気温が極進温度以上に昇り、又は以下に下る時は時計は遅れるものである。

従って格納に当ってはなるべく温度変化の少い所を選定しなければならない。

##### 2 時日の経過

(1) 機体内潤滑油の老化

(2) ごみの侵入

(3) 諸歯車軸針の磨損

# HP『海軍砲術学校』公開資料

以上3項は時日の経過に従って、必ず起るもので、天府軸の抵抗を大とし天府の周期を小とする結果、経線儀はやや進む傾向となる。従って、少くとも3年に1回は分解給油しなければならない。

## 3 その他の原因

日差変化の主な原因は前述の温度変化と時日の経過によるものであるが、さらに次のようなものがある。

### (1) 磁 気

付近に磁気があると天府(Balance wheel)の鉄部分が磁化して運動が著しく変化する。従って格納は、発電機、電動機、修正用磁棒等から十分離すように注意しなければならない。

### (2) 船 の 振 動

実験の結果横揺(Rolling)縦揺(Pitching)は進み、波浪の衝撃等の振動は遅れの原因となる。従って、格納は振動の少い所(重心付近)を選定するとともに船の動揺が激しいときは、環架(Gimbai ring)と儀を連結するネジを適度に締めて衝動を防がなければならない。

### (3) 湿 気

湿気は「ぜんまい」を錆びさせ弾力を減ずるので日差に影響する。

## 7 1 2 1 捲 回 法

経線儀は2日捲、8日捲をとわず毎日定時に(普通 0800)一杯捲かねばならない。これは常に「ぜんまい」の同じ部分の弾力をうけることによって日差の変化を防止するためである。

### 1 通常 の 捲 回 法

- (1) 室の戸を閉め、外からのごみの侵入を防止する。
- (2) 寒暖計の示度を記入する。
- (3) 必ず捲回指標(Winding index)を検し、その解け戻っているか否かを確認してから、静かに斉一速度で捲かなければならない。これは日差をなるべく斉一に保つためである。
- (4) 捲き終ったならば捲回指標の“Up”を確認する。

### 2 Run down(解け戻った)時の捲回法

- (1) 経線儀を捲くことを忘れて全部解け戻り、運動が止ったときは、慌ててこれをまくとか、指針を動かして世界時に合わせるというようなことをしてはならない。まずそのままとして世界時が、その止った時に示していた時刻になるのを待って適当な回数だけ捲く。例えば正午に捲くとしたら翌日 0800 までには 20 時間あるから、捲回指標が4時間だけ解け戻った位置を示すまで捲く。
- (2) 儀と環架に止金をかけて机上におき、正しい世界時の約1秒位前に水平に約90度位迅速に振れば始動する。
- (3) もし必要があつて分針を動かし任意時刻を指させる時は、鍵の方孔を指針の軸頭に嵌めて行い決して手で動かしてはならない。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

## 第2節 経線儀及び甲板時計の誤差

### 第1項 誤差の種類

7210 誤差には次のものがある。

1 原差 (ORIGINAL ERROR) O. E

経線儀が任意時において示している時刻とグリニッチ平時との差を、その時における経線儀の原差という。原差はグリニッチ平時より遅れるよう定めるのを例とする。この場合グリニッチ平時を得るためには、常に経線儀指時に原差を加えればよい。

すなわち  $O. E = G. M. T. - Chro$  (経線儀指示)

2 日差 (DAILY RATE) D. R

原差は絶えず変化するものでその日の変化量を日差という。

経線儀が少しずつ進み原差が少くなるものを日差 (GAINING) といい、少しずつ遅れて原差が多くなるのを日差が遅れる (LOSING) という。良好な経線儀にあっては日差はある期間内一定の値と見なしてよい。

3 積差 (ACCUMULATED RATE) A. R

日差に原差測定又は算定した時から経過した日数を乗じたものを積差という。

4 違差 (CHRONOMETER ERROR)

原差に積差を加えたものを違差という。

5 比較差 (COMPARISON)

甲板時計と経線儀との指時の差を比較差といい、甲板時計に加えて経線儀の指示を得る。

すなわち、 $Comp = Chro - D. W$

比較差は一般に観測の前後に求め、もし差があれば比例をもって観測時の比較差を算出して観測時の甲板時計の指時に加えて経線儀の指時とする。

以上を総合すれば

$D. W + Comp. + O. E. = G. M. T.$  となる。

7211 経線儀及び甲板時計の指示から世界時を求める法

1 地方平時と経度時とによりグリニッチ日時を略算する。

2 甲板時計の指時に比較差を加え、経線儀指示を求める。

3 経線儀指時に原差を加え、近似グリニッチ平時とする。ただし、

(1)において得たグリニッチ日時と12時間差があるときは、これを加減して一致させる。

4 近似グリニッチ平時の時分と日差とから積差を求め、これを近似グリニッチ平時に加減してグリニッチ平時とする。

例

3月10日東経  $20^{\circ} 45'$  の地において  $03h47m$  (L. S. T) ( $-1h$ ) ころ、甲板時計は  $4h42m20s$  を示していた。この時のグリニッチ平時を求めよ。ただし、この時の比較差は  $3h20m30s$  で10日グリニッチ平正子における原差  $6h45m16.^s5$  で日差は  $1.^s50(-)$  (進) である。



# HP『海軍砲術学校』公開資料

解]	L. S. T	3月10日	03h47m	
	使用時		1h	(-)
	概略G. M. T	3月10日	02h47m	
	D. W	4h42m20s		
	Comp	3h20m30s	(+)	
	Chro	8h 2m50s		
	O. E	6h45m16.5	(+)	
		1 4h48m 6. <sup>s</sup> 5		
		12h	(-)	
		0 2h48m 6. <sup>s</sup> 5		
	A. R	0.2	(-)	
	G. M. T	3月10日	<u>2h48m 6.<sup>s</sup>3</u>	

## 第2項 経線儀原差測定法

7220 経線儀の原差は一度正確な値を得ても温度の変化震動の影響等のため、日ならずして変化するものであるから、経線儀を受領したときはもちろん、その後も極力測定を行ない常に正確な原差を出しておく必要がある。

測定法には比較法及び天測法の2法がある。現在比較法が主用されるので、これについて述べる。

### 7221 比較法

経線儀を正確な時、又は誤差が正確な他の経線儀と比較して原差を求める方法を比較法といい、艦船においては次の方法を用いる。

#### 1 電波時報

##### (1) 東京中央電報局(JJC)

局名	呼出符号	周波数	時刻(日本標準時)
東京 (検見川)	JJC	39.35kc	毎日 10 54~11 03-15
		8702kc	及び
東京 (臼井)	JJC	4316kc	毎日 20 54~21 03-15
		13051.5kc	

#### 放送方法

東京天文台から陸上連絡無線によって送信して来る報時信号(注意符号及び時刻符号)を東京中央電報局の送信用継電器を動作させて自動的に発信する。

報時信号は10時54分及び20時54分からそれぞれ55秒間に注意符号を送信

# HP『海軍砲術学校』公開資料

し、それぞれ5秒休止の後11時及び21時まで各学用報時式による時刻符号を発信し、引続き11時3分及び21時3分までそれぞれ分報時式による時刻符号を発信する。

(i) 注意符号は下記の各符号からなっている。

指呼符号(CQ) 3回

前置符号(DE) 1回

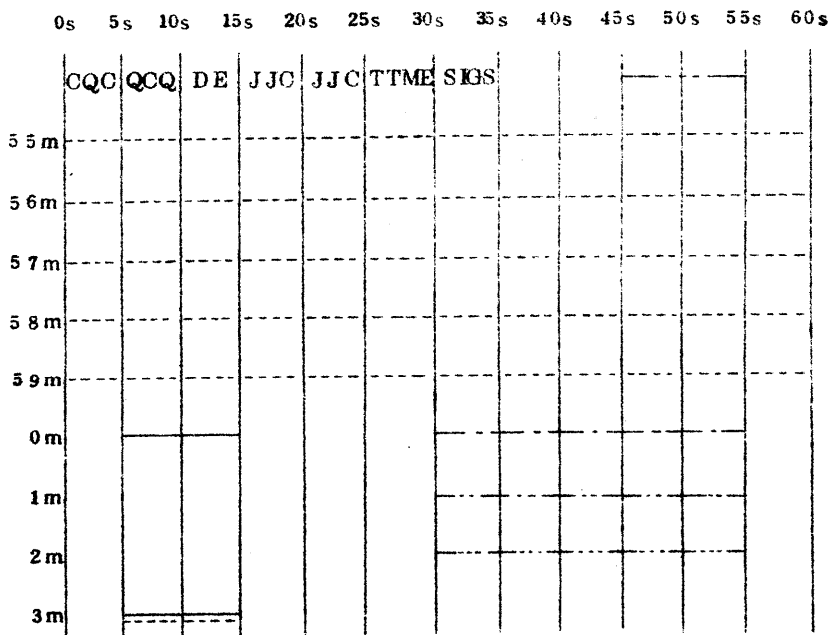
東京中央電報局呼出符号(JJC) 3回

TIME SIGS 1回

————— 1回

(ii) 時刻符号は10時55分から5分間に300個の等間隔の短符を送信する。ただし、ちょうど分に始まる点に限って区別のために約2分の1秒の長点をもってこれにかえる。

11時0分5秒より10秒の長符を送信し、同30秒より同55秒まで ——— なる符号を連送、同1分より約1秒の長符を送信し同1分30秒より55秒まで ——— なる符号を連送同2分より約1秒の長符を送信し、同2分30秒より同55秒まで ——— なる符号を連送し同3分より約1秒の長符を送信する。報時に異状のないときは同3分5秒より約10秒の長符を送信し、若し報時不成功に終わったときは長符に代えて短符を約10秒間連送する。



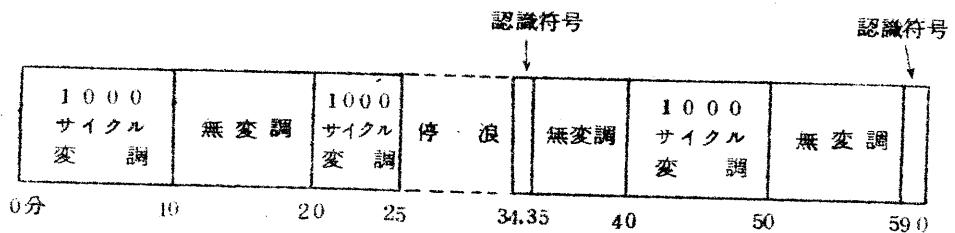
# HP『海軍砲術学校』公開資料

## 2) 東京小金井電報局 (JJY)

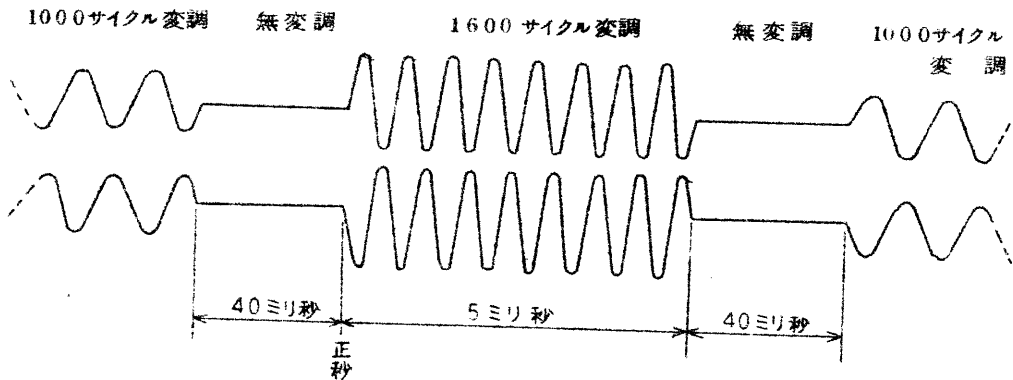
局 名	呼出符号	周波数	時刻 (日本標準時)
小 金 井 ( 東 京 )	J J Y	2500kc	毎 日 24 時 間
		5000kc	毎 日 24 時 間
		8000kc	毎 日 0600 ~ 2000
		10000kc	毎 日 24 時 間
		15000kc	毎 日 24 時 間

### 送 信 方 法

#### (i) 1時間のスケジュール

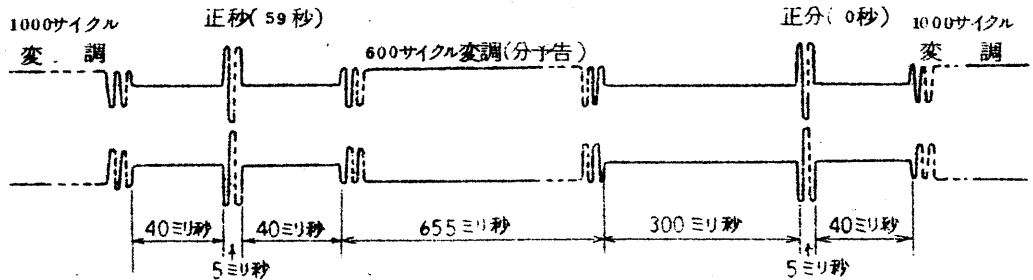


#### (ii) 秒信号波型



# HP『海軍砲術学校』公開資料

## (III) 分信号波型



## (IV) 認識符号

毎時 35 分と 59 分から各 1 分の間に次の事項を順次送信する。

- |               |     |                   |
|---------------|-----|-------------------|
| (イ) 呼出符号      | 2 回 | A <sub>2</sub> 電波 |
| (ロ) 4 数字で示す時刻 | 1 回 | A <sub>2</sub> 電波 |
| (ハ) 呼出符号      | 2 回 | A <sub>3</sub> 電波 |
| (ニ) 日本語で示す時刻  | 1 回 | A <sub>3</sub> 電波 |
| (ホ) 電波警報符号    | 5 回 | A <sub>2</sub> 電波 |

## 第 3 節 経線儀日誌記注法

7310 現在艦船においては経線儀は 1 個備え付けてあるだけであるが、3 個備え付けておけばその内 2 個とも故障しない限り、あるいは 1 個が変調のときは前日との比較差によって、いずれの経線儀が故障を起こしたか判定できる。

すなわち、3 個の内の 1 個を標準経線儀 (s) とし他を A・B 経線儀とする。S と A、S と B、A と B との指度を比較し、S A の比較差から S B の比較差を減じたものが A・B の比較差に等しければ比較差は正確であることがわかる。

7311 経線儀日誌は経線儀の経歴及び歩軌の状況を記入し、常に原差、日差を明らかにするものであって、毎週艦 (艇) 長の査閲を受けなければならない。比較は毎日定時に行ない、記載の要領は下記によるものとする。

### 7312 記注要領

第 1 欄 比較の日付、室内気圧、前日の比較時より本日比較時までの最高最低気温

第 2 欄

第 3 欄

第 4 欄

第 5 欄

第 6 欄

第 7 欄

(注)

経過日数は 20 日以内であること。

経過日数は 20 日以内であること。

経過日数は 20 日以内であること。

経過日数は 20 日以内であること。

経過日数は 20 日以内であること。

経過日数は 20 日以内であること。

経過日数は 20 日以内であること。

# HP『海軍砲術学校』公開資料

(記在例)

(記注例)

		艦(艇)長		航海長									
月 日		經 緯 儀		經 緯 儀		經 緯 儀		甲 板 時 計		原 差 及 び 日 差		記 事	
気 圧	最高気温 最低気温	S - A 差		S - B 差		S - C 差		S - D W 差					
6 月 1 日		6-40-000		6-46-300		1-30-000		6-43-000		O. E		晴	
10 150	240	1-27-105	-70	3-31-200	+20	3-33-395	+9	5-17-130	-50	3-30-42.05	静 穏		
	185	5-12-495		3-09-100		9-56-205		1-25-470		D-R -3.15			
6 月 2 日		6-45-000		6-43-300		1-35-000		6-46-000		2100 東京中央電報局 報時信号により原差測定		暴 風 雨	
10 130	245	1-32-175	-70	3-34-185	+15	3-38-310	+85	5-20-175	-45	O. E 3-30-39.0	動揺 15°		
	185	5-12-425		3-09-115		9-56-290		1-25-425		D. R -3.05			
6 月 3 日		6-43-000		6-43-300		1-34-000		6-46-300		O. E		曇	
10 112	270	1-30-245	-70	3-34-160	+25	3-37-215	+95	5-20-525	-50	3-30-35.95	動揺 7°		
	200	5-12-355		3-09-140		9-56-385		1-25-375		D. R -3.05			
6 月 4 日		6-45-000		6-45-300		1-36-000		6-48-000		O. E		晴	
10 112	258	1-32-310	-65	3-36-140	+20	3-39-130	+85	5-22-280	-55	3-30-32.90	静 穏		
	196	5-12-290		3-09-160		9-56-470		1-25-320		D. R -3.05	教練射撃		
6 月 5 日		6-40-000		6-40-300		1-31-000		6-44-000		O. E		細 雨	
10 086	246	1-27-385	-75	3-31-125	+15	3-34-040	+90	5-18-330	-50	3-30-29.32	静 穏		
	198	5-12-215		3-09-175		9-56-560		1-25-270		D. R -3.26			
6 月 6 日		6-43-300		6-45-000		1-33-300		6-43-000		O. E		半 晴	
10 090	280	1-31-165	-80	3-35-410	+15	3-36-245	+95	5-17-385	-55	3-30-26.06	動揺		
	220	5-12-135		3-09-190		9-57-055		1-25-215		D-R -3.26	静 穏		
6 月 7 日													