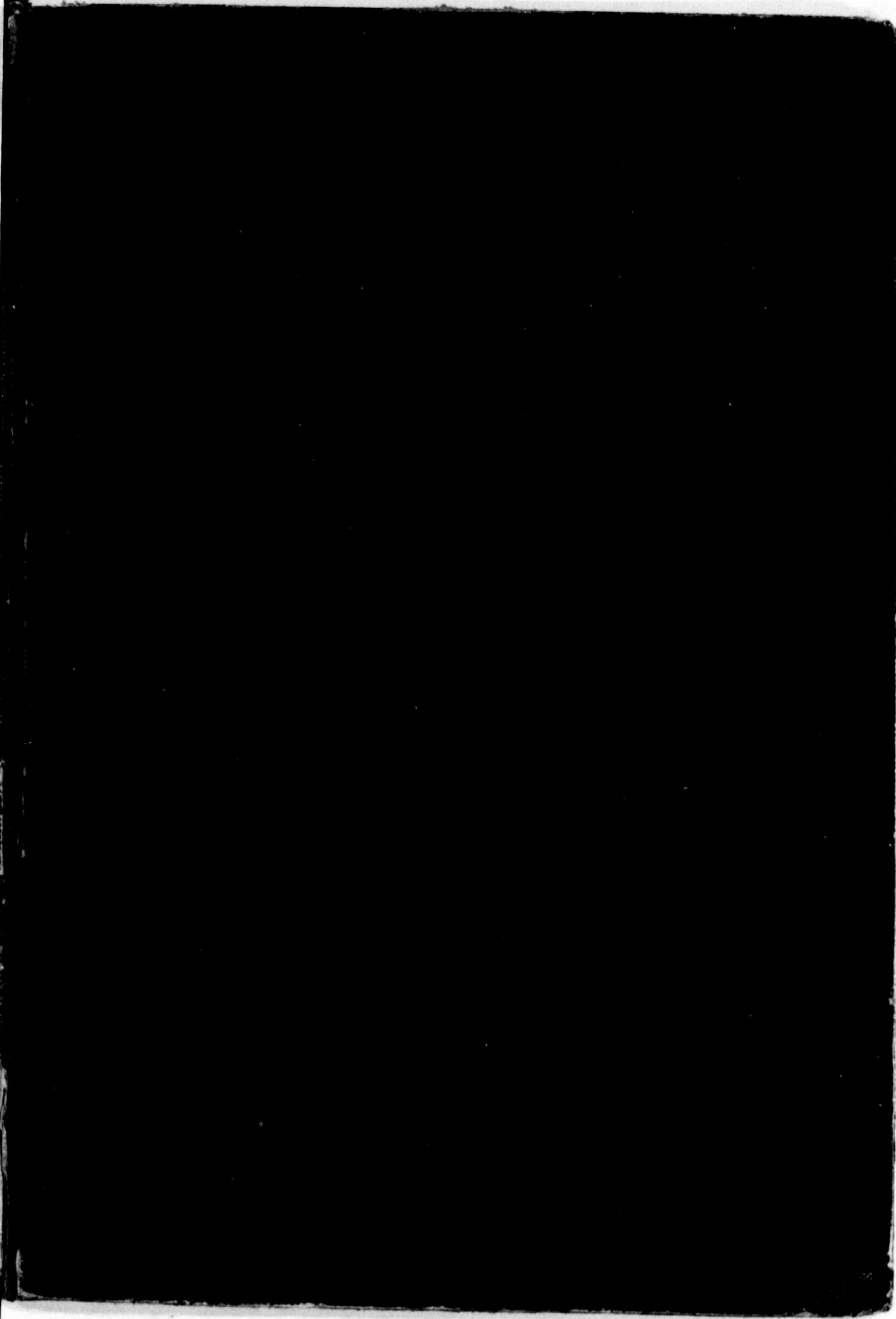


始



930
166

558.2
I.98
2



航 用 測 器 學

東京高等商船學校教授

井 關 貢 著

改 訂 新 版



發 行 所
海 文 堂 出 版 部

930
166

序

航用測器は船舶に於ける脳髓である。随つてその良否と取扱の正否とは船の運航に大なる關係を有し、若しこれが不良なるか或はその使用を誤るが如きことあらば、直ちに一般の安危に關るもので、その使命たるや眞に重大といはなければならぬ。

航用測器は主として船橋に裝備され、方向を知るもの、速力を測るもの、水深を求むるもの及び天體を觀測するもの等に大別することが出来る。

本書に於ては航用測器の基準となるべきもの及びそれ等の進歩改良に就て解説を與へた次第である。而して各章に於て必要と認めたる所には例題と雜問とを與へ、自學自修に便ならしめたものである。著者素より淺學にして完璧を期することは出来ない。讀者諸彦の御叱正あらんことを望む。

昭和十六年十月二十九日

井 關 貢

航用測器學目次

第一章 磁氣羅針儀

第一節	ケルビン式羅針儀	1
第一項	構造	1
第二項	方位劃度及び呼稱法	4
第三項	磁氣羅針儀の要件	6
第四項	ケルビン式羅針儀の優秀なる點	6
第二節	液體羅針儀	8
第一項	構造	8
第二項	液體羅針儀の優秀なる點	9
第三項	液體羅針儀の缺點	9
第三節	チエツトウインド式液體羅針儀	10
第一項	概説	10
第二項	構造の改良要點	10
第三項	東京計器製液體羅針儀	12
第四項	使用上の注意事項	13
第四節	デツド・ビート式液體羅針儀	14
第一項	概説	14
第二項	構造の改良	15
第三項	羅牌の制振作用	16
第五節	磁氣羅針儀の改良	16
第一項	乾羅針儀改良の必要	16
第二項	マツトレス・コンパス	17
第三項	その他の羅針儀	18
第六節	船内羅針儀の種類	18
第一項	原基羅針儀の据附位置	18

第二項 操舵用羅針儀の据附位置	19
第七節 羅針儀の誤差	20
第一項 偏差	20
第二項 自差	20
第三項 地方磁氣	21
第四項 使用上の注意事項	22
第五項 雜問	23
第八節 方位鏡	24
第一項 構造	24
第二項 使用法	25
第三項 使用上の注意事項	26
第四項 方位鏡の誤差修正	26
第五項 雜問	27
第九節 方位盤	27
第一項 構造	28
第二項 据附法	28
第三項 使用法	29

第二章 測程儀

第一節 手用測程儀	31
第一項 構造	31
第二項 使用法	32
第三項 使用上の注意事項	33
第二節 曳航測程儀	34
第一項 構造	34
第二項 曳航測程器の種類	35
第三項 使用法	40
第四項 使用上の注意事項	40

第五項 器差測程法	43
第六項 雜問	44

第三章 測深儀

第一節 輕測鉛	47
第一項 構造	47
第二項 使用法	48
第三項 使用上の注意事項	49
第四項 日本式測沿索の符號	49
第五項 雜問	50
第二節 重測鉛	51
第一項 構造	51
第二項 使用法	51
第三項 使用上の注意事項	51
第三節 ケルビン式測深儀	52
第一項 構造	52
第二項 優秀なる點	54
第三項 原理	54
第四項 使用法	55
第四節 表深管	56
第一項 構造	57
第二項 使用法	57
第五節 水深を速測して船の位置を知る法	58
第六節 使用上の注意事項	58
第七節 ケルビン式四號型測深儀	60
第一項 構造	60
第二項 使用上の注意事項	61
第八節 電動測深儀	64

第一項 概説	64
第二項 構造	64
第三項 使用法	66
第四項 使用上の注意事項	67
第五項 分解及び結合	68
第六項 電路圖説明	69
第七項 雜問	69
第九節 その他の測深儀	70
第一項 國産電動測深儀	70
第二項 デツブソメーター	70
第三項 その他の測深儀	71

第四章 六分儀

第一項 構造	73
第二項 原理	75
第三項 修正法	78
第四項 器差測定法	80
第五項 中心差測定法	82
第六項 硝子差測定法	84
第七項 構造上の缺點	84
第八項 使用法	85
第九項 高度測定に對する注意事項	87
第十項 使用上の注意事項	89
第十一項 雜問	90

第五章 人工水平儀

第一節 水銀人工水平儀	91
第一項 構造	91

第二項 原理	92
第三項 使用法	92
第四項 使用上の注意事項	95
第五項 雜問	95
第二節 轉輪人工水平儀	96
第一項 構造	96
第三節 氣泡式人工水平儀	97
第一項 ブラート會社製人工水平儀	98
第二項 ヒューズ會社製人工水平儀	98
第四節 木村式人工水平儀	98
第一項 構造及び原理	99
第二項 裝備法	100
第三項 使用法	101
第四項 使用上の注意事項	102

第六章 三杆分度儀

第一項 構造	103
第二項 使用法	103

第七章 平行定規

第一項 構造	105
第二項 使用法	105
第三項 使用上の注意事項	106

第八章 測距儀

第一項 原理	107
第二項 構造	107
第三項 使用法及び注意事項	108

第九章 時 辰 機

第一項	構 造	109
第二項	時辰儀の種類	113
第三項	時辰儀の誤差	113
第四項	時辰儀の違差測定	114
第五項	日差に變化を及ぼすべき原因	115
第六項	時辰儀捲回法	119
第七項	時辰儀比較法	120
第八項	時辰儀日誌	122
第九項	時辰儀のランダウンせる時の處置	124
第十項	運搬法	124
第十一項	雜 問	125

第十章 磁氣學要綱

第一節	磁氣學諸定義	129
第一項	磁 氣	129
第二項	磁 石	126
第三項	磁極、磁氣赤道及び磁軸	129
第四項	磁極の位置	130
第五項	磁針の指す方向	130
第六項	磁石相互の作用	131
第七項	磁氣量	131
第八項	磁極間の作用	132
第九項	磁氣量の單位	132
第十項	磁 場	132
第十一項	磁氣感應	133
第十二項	磁氣分子説	133

第十三項	磁性體及び反磁性體	134
第十四項	透磁性	135
第十五項	磁石と熱の作用	135
第十六項	人工磁石の製法	136
第十七項	人工磁石製法上の注意事項	137
第二節	地磁氣	137
第一項	磁氣子午線	137
第二項	磁 極	138
第三項	偏 差	138
第四項	傾 差	139
第五項	磁氣赤道	140
第六項	磁氣緯度	149
第七項	地磁氣	140
第三節	地磁氣の三要素	141
第一項	水平力	141
第二項	水平力と磁針の指力との關係	141
第三項	船内水平力測定法	142
第四節	磁氣要素圖	143
第一項	等偏差線圖	144
第二項	等傾差線圖	144
第三項	等水平力線圖	145
第四項	等垂直力線圖	145

第十一章 磁氣羅針儀自差

第一節	自差測定法	147
第一項	自差測定の必要	147
第二項	自差測定の準備	147
第三項	遠標方位法	147

第四項	相互方位法	153
第五項	物標の磁針方位に依る法	154
第六項	天體の方位に依る法	155
第七項	那氏曲線圖に依る法	155
第八項	自差曲線圖に就て	157
第九項	自差測定に對する注意事項	158
第十項	同一針路に對し測定自差の不等	161
第十一項	雜問	159
第二節	船體構成材料に依る自差の種類	161
第一項	船體永久磁氣	161
第二項	船内垂直軟鐵の感應磁氣	163
第三項	船内水平軟鐵の感應磁氣	163
第四項	俄子差	164
第三節	自差係數	165
第一項	係數A	166
第二項	係數B	167
第三項	係數C	168
第四項	係數D	168
第五項	係數E	169
第六項	建造當時の船首方位	170
第六項	雜問	170
第八項	自差の公式	172
第九項	半圓差の最大なる船首方位	175
第十項	象限差の最大なる船首方位	177
第十一項	自差係數算法	180
第十二項	自差算法	182
第四節	地理上の位置の變化に基く自差の變化	193
第一項	船體永久磁氣	193

第二項	垂直軟鐵の感應磁氣	194
第三項	水平軟鐵の感應磁氣	195
第四項	雜問	203
第五節	傾船差	204
第一項	傾船差の概念	204
第二項	傾船差を生ずる原因	204
第三項	主要傾船差の形式	205
第四項	地理上の位置の變化に基く主要傾船差の變化	206
第五項	傾船差係數	207
第六項	任意船首と傾斜とに於ける傾船差	208
第七項	雜問	209
第六節	自差修正	210
第一項	修正の意義	210
第二項	修正の必要	211
第三項	修正装置	212
第四項	修正装置に必要な條件	214
第七節	物標の磁針方位に依る修正法	214
第一項	半圓差修正	214
第二項	象限差修正	216
第三項	不易差修正	217
第四項	修正の檢正	217
第五項	建造當時の船首方向不明なる時の半圓差修正	219
第六項	表に依る象限差修正	219
第七項	係數D及びEの合併差修正	220
第八項	不易差の大なる場合の修正	221
第九項	自差修正後の變化	221
第十項	修正に對する注意事項	222
第十一項	雜問	223

第八節 偏針儀に依る修正法	227
第一項 ケルビン式偏針儀の構造	227
第二項 偏針儀修正の原理	227
第三項 偏針儀使用法	228
第四項 修正法	230
第五項 修正に関する参考事項	231
第六項 修正の例	232
第七項 雑問	234
第八項 偏針儀指針の改良及び指針の位置	235
第九節 傾船差修正法	236
第一項 修正すべき傾船差	236
第二項 船體傾斜に依る修正法	236
第三項 傾針儀に依る修正法	237
第四項 位置の變化に對する傾船差修正後の變化	239
第五項 雑問	239
第六項 長方形傾針儀の改良と缺點	241
第十節 自差修正の結論	242
第一項 係數Bの分解	242
第二項 乾羅針儀の指力検査	245
第十一節 雑問	246
第十二節 デビエスコープ	251
第一項 構造	251
第二項 使用法	252
第三項 修正法	253

第十二章 ニューマケータ水槽指示器

第一節 構造及び原理	255
第一項 構造	255

第二項 原理	255
第二節 使用法及注意事項	256
第一項 使用法	256
第二項 使用上の注意事項	257
第三節 本装置の利點	257
第十三章 ニューマケータ吃水指示器	
第一節 構造	259
第二節 使用法及び注意事項	260
第三節 本装置の利點	261



磁氣羅針儀 (Magnetic compass)

羅針儀 (Compass) は地表に對し一定の方向を指し、これに依り船の針路を知り或は視界中にある物標の方位を測定する器具にして、船内に於ける最も重要な器具の一なり。

第一節 ケルビン式羅針儀 (Kelvin's compass)

第一項 構造 (第一圖甲乙丙丁參照)

- (1) 羅牌 (Compass Card)。A は羅牌にしてアルミニウム (Aluminium) 製の中心板 (Central disc) 及び同質の周縁 (Limb) とを 32 條の強き絹絲を以て連結し、周縁より内方へ薄き環狀の紙片あり。この紙片の下面は前記の絹絲に貼附し、上面には 32 方位及び各方位を更に 4 等分せる方位を記し、又その外周に 360 度の劃度を施せり。この紙片は外界温度の變化により伸縮し示度に誤差を生ずるを以てこれを防ぐために 1 點毎に截り割けり。羅牌は通常直徑 6 吋乃至 10 吋のものを用ふ。
- (2) 磁針 (Magnetic needle 又は Compass needle)。B は鋼鐵を磁化したる磁針にして長短 8 本より成り、2 條の絹絲を以て繩梯子の如く編み羅牌の南北線に平行し、周縁より 8 對の絹絲を以て羅牌下中央部に吊り下ぐ。
- (3) 軸帽 (Cap)。C は軸帽を示しアルミニウム (Aluminium) 製にして中央にサファイヤ (Sapphire) を嵌め、下部には少しく外方へ突出する縁を有し、これを中心板の孔に挿入する時この縁に依つて中心板を支ふ。
- (4) 軸針 (Pivot)。D は軸針を示し黃銅製にして、その尖端は硬金

屬イリヂウム (Iridium) を附し、軸帽に挿入し羅牌を支ふ。

- (5) 羅盆 (Compass bowl)。Eは羅盆を示し、純銅或は硝子製の空洞半球にして二重底を設け、下部は摺硝子としその間隙にはキャスター・オイル (Castor oil) 即ち蓖麻子油を半ば充たし、船の動揺劇しき場合も能く羅盆の動揺を緩和せしむ。

備考 この油は充滿せしめざるものとす。若しこれを充滿せしむる時はその重量を増加し得べしと雖も、却つてその効を減じ且炎熱に際して膨張のため破裂の惧あるべし。この油の多少は一に實驗によりて定むべきものなり。

- (6) 基線 (Lubber's point or Lubber's line)。羅盆の内面には一の黒色垂直線を塗設す。この黒線は正しく船首尾線中にあらしむるものにして基線と稱す。若し羅針儀を船の中央に据附けざる場合には、黒線は船首尾線と平行さすべきものなり。

船の羅針路 (Compass course) を知るには羅牌の劃度と基線との契合點を見るにあり。

- (7) 硝子蓋 (Glass cover)。Gは硝子蓋にして羅盆と氣密に取附けあり。若し硝子蓋と羅盆との間より濕氣を含む空氣浸入することあらば磁針に錆を生じ磁力を減退する恐れあり。

蓋の中心に座金ありて方位鏡の軸桿を挿入するため小窪を設く。この座金の下部は硝子蓋を下方に貫き、軸帽の上部を圍み軸帽及び羅牌が軸針より上方に外れるを防止す。又硝子蓋の外環に度を劃したるものは、方位盤 (Dumb card) として使用し得るものなり。

- (8) 環架 (Gimbal ring)。R₁及びR₂は眞鍮製の環架にして、羅盆直径の兩端外側に刃状突出片 (Knife edge) ありて、環架R₁に連なり、この環には前者と直角の方向に2個の同様突出片ありて外側の環架R₂に連なる。

- (9) 螺旋發條 (Spiral spring)。Sは螺旋發條にして外側の環架R₂を吊

し、螺旋發條は唧子 (Plunger) の上端に吊り下げらる。唧子の下端は羅針儀筐 (Binnacle) の前後内側にある2個の空筒に入り、その底部にある發條の上に座す。而してこれ等の發條はその弾性によりて船體より傳はる上下の震動を緩和し、且吊り下げられたるを以て水平方向の震動をも防止するものなり。R₁及びR₂の遊動環は船の前後左右の動揺により羅針儀筐に傾斜を生ずるも、羅盆の上面をして常に水平位置を保たしむる用をなす。

- (10) 羅針儀筐 (Binnacle)。Fは羅針儀筐にして前述の如く唧子及び螺旋發條に依り羅盆を支持す。

- (11) 燈光加減装置 (Light regulator)。羅針儀筐の内方に燈光加減装置ありて、外部に突出せる取手により光力を加減し得。

- (12) 筐蓋 (Binnacle cover)。Tは眞鍮製の筐蓋にして、圓錐形をなす後面には硝子窓あり夜間及び天候不良なる時使用す。即ちこの窓より針路を読み得るものなり。又筐蓋の左右に窓を設け方位測定に便ならしむるものあり。

夜間筐蓋を使用する理由は航海中暗夜の時、電燈の羅牌を照す光が船橋を明るくし前方の見張りに多大の苦痛を與ふるためなり。

- (13) 羅針儀臺 (Binnacle stand)。Kは羅針儀臺にして、その中央を空洞となしその中に眞鍮製の小鎖にて眞鍮製の移動架を吊し、1本乃至7本の傾船差修正用磁桿 (Heeling magnet) を挿入し必要に應じ昇降し得る装置あり。又扉Lを有し内部羅針儀臺に修正用磁桿 (Compensating magnet) を挿入するために縦横に水平孔を設く。この孔列の傍に尺度を附し、左右同じ高さに磁桿を挿入するため或は自差修正後の位置を記録するに便ならしめたり。

- (14) 軟鐵球 (Soft iron sphere)。Qは軟鐵球にして羅針儀臺の兩側より突出する受架臺上に載せ必要に應じ遠近適宜の處に固定し得。

- (15) フリンダース・バー (Flinder's bar)。Pはフリンダース・バーを

入れる真鍮製圓筒なり。

(16) 傾度計 (Clinometer)。O は傾度計にして船の傾斜を知るに用ふ。

第二項 方位劃度及び呼稱法

北(North)、南(South)、東(East)、西(West)の4方位に分ち、これを4方點(Cardinal points)といふ。

これ等の4方點を更に2等分して、北東(NE)、南東(SE)、南西(SW)及び北西(NW)とし、四隅點(Inter cardinal points)と稱す。

以上の8方位を8主要點(Eight principal points)といふ。

8主要點間を更に2等分して16點となし、これ等の分點を呼ぶには近き方の4方點を先にしこれに隣接せる4隅點の名を配す。例へば北と北東との中間點を呼ぶに北北東(NNE)、東と北東との中間點を呼ぶに東北東(ENE)を以てするが如し。前記16點間を更に2等分し羅牌の全周は總て32點を有す。これ等の分點を呼ぶには最も近き4方點若しくは4隅點を先にしてこれに他の4方點の名を配しその間に微(By)の字を挟むものとす。例へば北と北北東との中間點を北微東(N by E)、北東と北北東との中間點を北東微北(NE by N)、北東と東北東との中間點を北東微東(NE by E)、東と東北東との中間點を東微北(E by N)と呼ぶが如し。他の象限に就ても上に同じ。

以上各點の $\frac{1}{2}$ 及び $\frac{1}{4}$ の點を読むには、最も近き4方點若しくは4隅點の方より始めてこれに他の4方點の名を配するものにして、例へば北より $\frac{1}{2}$ 點東ならば北 $\frac{1}{2}$ 東(N $\frac{1}{2}$ E)、北北東より $\frac{1}{4}$ 點北ならば北微東 $\frac{1}{4}$ 東(N by E $\frac{1}{4}$ E)、北北東より $\frac{1}{2}$ 點東ならば北東微北 $\frac{1}{2}$ 北(NE by N $\frac{1}{2}$ N)と呼ぶが如し。その他これに準ずるものとす。乙圖に於て北より東に到る象限に附せる矢符は $\frac{1}{2}$ 點、 $\frac{1}{4}$ 點、及び $\frac{1}{8}$ 點を読む方向を示せるものなり。

羅牌は前記各點の外その外周に360度の劃度を施せり。依つて

點及び度の關係は下の如くなるを知るべし。

$$1 \text{ ポイント(point)} = 11^\circ 15' 0'' \left(\frac{360^\circ}{32} \right)$$

$$\frac{1}{2} \text{ " (")} = 2^\circ 48' 45''$$

$$\frac{1}{4} \text{ " (")} = 5^\circ 37' 30''$$

$$\frac{1}{8} \text{ " (")} = 8^\circ 26' 15''$$

以上の外方位を呼稱するに點數を以てすることあり、即ち北及び南を零點とし東西各8點に至る。故に北或は南を基準とし東或は西に向つて讀むことあり、即ち北東ならば北4點東(N 4 point E)と讀むが如し。

又磁氣羅針儀にありては北及び南を零度とし東西各90度に區劃せるを以て前法と同じく北15度東(N 15° E)と讀むこと多し。最近のものには北を零度として右廻りに360度の目盛を附せるものあり。即ち南40度東を100度とし南を180度とし、西を270度となせり。

或は船首尾線を基準として物標の方位を呼稱することあり。例へば右舷船首何點に紅燈見ゆとか、何々燈臺の方位は左舷正横後何點にありと唱ふるが如し。

方位劃度を讀むに當り船員の習慣上言葉の語尾を略すること多し。念の爲め次に32點に對する呼稱を記さん。

<small>ノース</small> 北 (N)	<small>ノースバイイースト</small> 北微東 (NbE)
<small>ノースノースイースト</small> 北北東 (NNE)	<small>ノースイーストバイノース</small> 北東微北 (NEbN)
<small>ノースイースト</small> 北東 (NE)	<small>ノースイーストバイイースト</small> 北東微東 (NEbE)
<small>イーストノースイースト</small> 東北東 (ENE)	<small>イーストバイノース</small> 東微北 (EbN)
<small>イースト</small> 東 (E)	<small>イーストバイサウス</small> 東微南 (EbS)
<small>イーストサウスイースト</small> 東南東 (ESE)	<small>サウスイーストバイイースト</small> 南東微東 (SEbE)
<small>サウスイースト</small> 南東 (SE)	<small>サウスイーストバイサウス</small> 南東微南 (SEbS)
<small>サウスサウスイースト</small> 南南東 (SSE)	<small>サウスバイイースト</small> 南微東 (SbE)
<small>サウス</small> 南 (S)	<small>サウスバイウエスト</small> 南微西 (SbW)

<small>サウサウウエスト</small> 南南西 (SSW)	<small>サウウエストバイサウス</small> 南西微南 (SWbS)
<small>サウウエスト</small> 南 西 (SW)	<small>サウウエストバイウエスト</small> 南西微西 (SWbW)
<small>ウエストサウウエスト</small> 西南西 (WSW)	<small>ウエストバイサウス</small> 西 微 南 (WbS)
<small>ウエスト</small> 西 (W)	<small>ウエストバイノース</small> 西 微 北 (WbN)
<small>ウエストノウエスト</small> 西北西 (WNW)	<small>ノウウエストバイウエスト</small> 北西微西 (NWbW)
<small>ノウウエスト</small> 北 西 (NW)	<small>ノウウエストバイノース</small> 北西微北 (NWbN)
<small>ノウノウウエスト</small> 北北西 (NNW)	<small>ノウバイウエスト</small> 北 微 西 (NbW)

微はイと略することあり、又bの代りに/を用ふることあり、
例へばNbEをN/Eとなすが如し。

第三項 磁氣羅針儀の要件

羅針儀がその用に適するためには少くも下の要件を備ふるを要す。

- (1) 磁針の軸線は正しく羅牌の南北線と平行せること。
- (2) 磁力は充分強大にして時日の経過の爲め減少せざること。
- (3) 軸針の支點は正しく羅牌の中心線中にあること。
- (4) 羅牌の割度は紙の伸縮その他の原因に依り歪を生ぜざること。
- (5) 基線は正しく船首尾線中にあり且垂直なること。
- (6) 硝子蓋に設けたる小窪の中心と羅牌の中心と一致すること。
- (7) 羅盆は純銅又は硝子を以て作り游動環の兩直徑の交點が羅牌の中心と一致すること。純銅及び硝子は抗磁力大にして磁氣を帯びること皆無なり。
- (8) 軸針の先端及び被帽の軸針を受く可き窪孔は、堅牢なる硬石を用ひ且摩擦を最小ならしむるため充分磨きあること。

第四項 ケルビン式羅針儀の優秀なる點

- (1) 羅牌は地球上何れの場所にても水平を保つこと。
磁針は磁氣赤道に於ては水平を保ち、高緯度に到るに従つて地

磁氣垂直力のためにその一端は傾斜の角度を増すものなり。然れどもこの式の羅針儀にありては絹絲にて磁針を吊り、重心點は支點の下方にあるを以て常に水平の位置を保つものなり。

往時の羅針儀は單に磁針を羅牌の裏に取付けたるを以て磁針の重心點と支點とは同一点にあるため、僅少なる地磁氣垂直力の作用により傾斜するものなれば磁針の一端を軽くするか或は重くするかによつて水平を保たしめたり（北半球なれば北を指す方を軽くするか或は南を指す方を重くするかにあり）。然れどもその近海に於ては水平を保つと雖もその土地を遠く離るゝ時は、も早や水平の位置を失ふこと明らかにして一度他の半球に行かんか反つて益々その傾斜を増大せしむ。又或種の羅針儀（小型船に用ひらるゝもの）は北半球ならば羅牌の裏面の南端に鉛を紙にて貼附し羅牌の水平を保たしむるものあり。以上の缺點を除くために考案せられたるものは羅牌の裏面の南北の各々に移動錘(Sliding weight)を設け、地理上の位置の變化に對する磁針の傾斜に對し錘を移動して羅牌を水平に保たし得べしと雖も、硝子蓋を取外すため磁針を外氣に觸れしむる等の缺點ありたるを以て遂にケルビン式の如き改良されたるもの現はるゝに至れり。

- (2) 磁針は細小なるものを用ひ、その他羅牌の形狀を保持するに必要なる程度以外には可及的各部を輕量ならしめ以て軸針端に於ける摩擦を最小ならしめたること。(直徑10吋の羅牌の重量約190グレーン(Grain)なり。1Grainは0.064瓦即ち我1厘7毛餘に當る。
- (3) 磁針8本を用ひ磁力強大ならしむるを以て羅針儀修正を容易ならしめ且精確ならしめしこと。
 - (イ) 磁針の數を増加せしむる利益は同重量の磁針に於て數を多く分けるに従ひその磁力を増加せしむ。
 - (ロ) 従つて一定の磁力を保たしむるには磁針の數を多くすれば磁針の重量を軽くすることを得。
 - (ハ) 同重量の鋼針を二つにするより四つに分ければ相互の磁力の減殺力を少くす。殊にこの式の磁針は外方に至るに従ひ短

きため各磁針の磁極が遠ざかるを以て一層相互の磁力の減殺力を少くす。

(二) 自差修正に便利なる理は、例へば修正用軟鐵球が磁針より感應磁氣を受けたりとせば此處に或種の自差を生ずるならんも、磁針の指力強大なるため斯かる物より自差を誘引することなし。

(4) 羅牌の重量を可及的周縁に散じ以て摩擦抵抗を増すこと無くして羅牌振搖の周期を大ならしめたること、船の動搖強き場合にも羅牌の振搖2度乃至3度に止まる。

第二節 液體羅針儀 (Liquid compass 又は Spirit compass)

液體羅針儀は商船には主に操舵用並に端艇用として用ひらるゝもの多し。然れども現時液體羅針儀の改良進歩のため原基羅針儀として商船に多く採用せらるゝに至れり。

第一項 構造 (第二圖甲乙丙は端艇用羅針儀を示す)

- (1) 液體。液は蒸溜水2と純酒精1との混合液にして羅牌に過度の振搖を防ぐ用をなす。(酒精は攝氏の零點以下110度に至らざれば氷結することなし)。
- (2) 羅牌。Sは羅牌を示し雲母製にして液中に浸す。酒精のため塗色を變ずる患あるを以て珐瑯塗 (Enamel) を施し、羅牌の重量は數オンスあるもこれに銅製の浮子 (Float) Pを設け軸帽Rを取付け、軸針Q上に於ける壓力を15乃至20グレーンを超えざる如く調整しあり。これにより軸針上に於ける牌の重量に基く摩擦を減じて鋭敏の度を増さしむ。
- (3) 磁針。Oは磁針にして直徑0.8耗の磁針9本を束ねて黃銅製筒中に氣密に納む。
- (4) 羅盆。Aは羅盆にして液を充滿し氣密に閉鎖して氣泡の浸入

を防ぐ。

(5) 自動調整裝置。Bは液體の膨脹及び收縮により硝子蓋を破ること無からしむるため溫度に對する自動調整裝置なり。金屬性にして圖中矢符は溫度の變化に伴ひ羅盆より出入する液の通路を示す。

(6) その他の名稱。Cは鉛のバラスト (Ballast)、Dは硝子蓋、Gは環架、Lは自動調整室を擴張收縮せしむる牡螺、Mは牡螺を螺入する調整螺、Nは注液口、Eは硝子蓋の周縁に於ける圓環にて、これと羅盆Aとの間には護謨製のパッキング (Packing)あり。

第二項 液體羅針儀の優秀なる點

- (1) 液體羅針儀の優秀なる點は實にその安定性にあり。即ち羅牌の支持點は重心點及び浮心より高く又浮心は重心點の上方にあればなり。
- (2) 軸針の受くる壓力小にして軸針端に於ける摩擦少し。
- (3) ケルペン式羅針儀に比し指力強く偏向力に抵抗す。
- (4) 磁針の偏向は液體の抵抗により防止せらる。
- (5) 液體の惰性は大にして衝激力の摩擦に勝り外部の震動を羅牌に傳へず。

第三項 液體羅針儀の缺點

- (1) 船の旋回に際し隨伴運動を起し方位を不確實にす。即ち羅盆内面と羅牌との中間にある液體に起る摩擦及び液體の粘性により羅牌は旋回する方向に偏向するものなり。この偏向は羅盆内面と羅牌との中間にある液體に起る摩擦及び液體の粘性に比例し磁針の磁力に逆比例す。チェットウインド (Chetwynd) 式の液體羅針儀はこの點に改良を加へ羅牌の徑を羅盆の徑の半とし羅牌の偏向を防ぎたり。然れども斯くすることにより針路を読むに

困難を感じ殊に横より針路を見る時は大なる視差を生ずべし。故にチェットウインド式には基線を羅盆内面に記入せず羅盆内面より突出せる線を設け羅牌に接近せしめ讀度を容易ならしむ。

端艇用液體羅針儀には勿論、普通の液體羅針儀には修正装置なれどもチェットウインド式には齒車装置により磁桿を上下せしめて修正し得る装置あり。

- (2) 永く使用中羅牌變色し讀度を困難ならしむ。
- (3) 氣泡を生じ硝子蓋を破ることあり。

第三節 チェットウインド式液體羅針儀(Chetwynd's compass)

第一項 概説

船舶に於ける速力の増大せること及び造船材料に多くの鐵鋼を用ひたるため、羅針儀磁針の指力を一層増大すると共にその振搖を成る可く制止するの必要に逼られたるを以てこの式の液體羅針儀を採用する船舶多きに至れり。

備考 軍艦に於ては大砲の威力を増大し、射撃等のため羅針儀に大なる影響を與ふるを以て殆んどこの式の羅針儀を採用す。

第二項 構造の改良要點(第三圖甲乙丙丁參照)

- (1) 羅盆。羅盆Aは上部及び下部の2部よりなる。
 - (イ) 上部は眞鍮製筒狀にして硝子板を以て上下を密閉し、酒精1、蒸溜水2の割合の混合液を充滿し、羅牌を藏すること第二節液體羅針儀に述べたるものと同様なり。羅盆の兩側外部に2個の自動調整室Bを有す自動調整室の附近眞鍮部兩側相對せる位置に2個の注液口Cを穿ち螺栓及び環座を以て閉塞す。
 - 備考 羅牌の軸針の先端に加はる重量95グリーンなり。
 - (ロ) 下部は半球狀をなし少量の蓖麻子油(Castor oil)又はグリセリ

ン(Glycerine)を入れ、羅盆の動搖を止むるに供す。又この部分は摺硝子にして下方より羅牌を照すに便にし、且光線を擴大せしむ。最近型式のものは、この部を取除き1個の重環を裝備して羅盆の安定を計れり。

- (2) 軸針Dは羅盆の底部に於て、底蓋の硝子に接せず横架せる1桿Eに樹立す。
- (3) 羅牌Nは浮子Fを有し、圓筒形磁針桿(長さ8寸)2本を附す。牌の直徑は羅盆の内徑の約半にして、船の旋回に當り液の粘着力のために羅盆に附隨して羅牌の轉向を防止せんがためなり。(既に第二節液體羅針儀の處にて述べたる如く液體羅針儀の大なる缺點とせる隨伴運動を防止せり)。

羅牌は雲母(Mica)にて製し白塗したる上に方位及び度數を黒書せり。度數は二様に描き、一は直接に見るべく他は稜鏡に反射せしめ讀度し易きため文字を反轉せり。

- (4) 基線Mは羅盆の内面より牌と同平面上に於て、水平に黒塗せる小針を突出し殆んど羅牌の周邊に達せしむ。これ羅盆の内面に基線を描く時は、羅牌との距離大にして讀度に困難を來し且僅の不注意によりても視差大なるを以てなり。
- (5) 環架G(Gimbal ring)は羅盆外側に設け、その直徑の兩端に突出桿Hあり、眞鍮製環の2箇のローラー(Roller)R上に載せローラーボックス(Roller box)S内に收めらる。環架には前者と直角に2箇の突出桿Hは、筐(Binnacle)に設けたるローラーボックスS内に收めらる。

このローラーボックスSには衝撃を緩和するため彈機を附し、以て稍大なる激動と雖もこれを緩和し羅盆に影響を及ぼすことなし。
- (6) 羅針儀臺(Binnacle stand)には扉Lを有し、中に修正用磁桿を載せ且これを昇降せしむる装置を有す。丙圖に見る如く數箇の眞

銚製圓筒 T を鏈鎖 (Chain) U を以て水平に保持し、鏈鎖は鏈齒車 (Sprocket wheel) V に懸り齒車装置により上下に移動す。而して圓筒内に適宜の磁桿を挿入し常に磁針より所要の距離にあらしめ精密に修正し得べし。

羅針儀臺の中心線に沿ひたる眞銚管には垂直磁桿を入れるべき架臺 W を眞銚製鎖にて吊下す。この鎖の 1 リンク (Link) の長さ半吋にして、リンクに刻せる數字は磁針と垂直磁桿との距離を吋にて示す。

齒車装置は常に羅針儀臺内定所に格納せるボックス・スパーナー (Box spanner) X を以て作動し、修正者をして羅牌を注視しつゝ磁桿を上下し得べし。

磁桿を妄りに昇降せしめざるため安全装置として齒車軸にボール (Pawl) Y 及びボール・ホキール (Pawl wheel) Z を附し、ボールは車の外周に設けたる數箇の切缺きに嵌合す。尙開き扉の裏面に 2 本の眞銚圓桿を突出せしめ、扉を閉鎖すれば自然にボールを押附け切缺きに嵌合の儘固定す。若しボールのボール・ホキールの切缺きに嵌合せざる時は、開き扉を閉鎖すること能はざるを以て多少ボール・ホキールを回轉するを要す。然れどもこれがために修正を亂すが如きことなし。(第三圖丙丁參照)

(7) 羅針儀擴大鏡 (Compass magnifier) (第三圖戊參照)

羅牌の徑小なるを以て、針路を正確にせんがため、擴大鏡を使用するを常とす。或は次の如き稜鏡を有す。

(8) 擴大稜鏡

操舵用羅針儀には硝子蓋上前方に稜鏡及びこれと相對せる後方に錘量を螺定し、羅牌の割度を擴大し操舵を容易ならしむ。

(9) その他電燈の光線を加減する遮光装置あり丁圖 1 を見るべし。

第三項 東京計器製液體羅針儀 (第四圖參照)

同社製の原基羅針儀は酒精と蒸溜水との混合液 (比重約 0.95 にて 50°C より氷點下 20°C 迄溫度の變化に堪ふ) を使用し、その構造チエットウインド式と殆んど同様にして優秀なるものなり。殊に修正装置は優秀にして軟鐵球の代りに、ニッケルと鐵との合金より成れる特種鋼パーム・アロイ (Perm. alloy) の薄板六枚を用ひ、フロンター・スパーの代りに前同様の細き圓桿長短 9 本を有す。

第四圖は同社製液體羅針儀の外観を示せるものにして、前記の修正装置は外國品と著しく趣きを異にし他國の追従を許さざるものなり。

この式に於ける液體の膨脹收縮に對する自動調整はデッド・ピード式と同様なり。又電燈の光線を調節する遮光装置は絞り式を用ひ、電燈故障の時は懐中電燈を取附ける装置を設けたり。修正装置の詳細は自差修正装置の所に述ぶるを以て參照すべし。

第四項 使用上の注意事項

- (1) 羅針儀の硝子蓋は、止むを得ざる場合の外決して脱すべからず。
- (2) 羅盆は液を充滿し、毫も氣泡あらしむべからず。
- (3) 炎熱の際は成る可く日光の直射を避くべし。熱暑の地方に航するか、或は炎天に曝露せる結果、液膨脹し調整螺過度に突出し環架に達するに至れば、遂に硝子蓋を破り或は調整室の鐵附を剝落し、漏液せしむることあり。
- (4) 寒地を航海する時、液收縮し氣泡の發生せるを放置する時は硝子蓋を破ることあり。故に氣泡の有無と調整螺の位置に注意すること肝要なり。これを防ぐには航海碇泊晝夜を問はず羅針儀臺内の白熱燈を點し、或は防寒装置を施すにあり。
- (5) 羅盆に氣泡生じたる時これを除去するには、羅盆を取出し注液口を正しく上方に向けて口栓を抜き、羅盆運搬用筐内に收納

せる調整用母螺を自動調整室の調整螺に螺入し、調整室の歪まざる程度に一杯にこれを膨脹せしめたる後、蒸溜水を注液口より注入すべし。この時羅盆を左右前後に動かし、空気を逸出せしめ調整用母螺を1,2回弛むれば、液は空気を驅逐したる上注液口より溢るべきを以てこの時注液口を密閉し、而して後調整用母螺を弛めて残氣を除去すべし。若し斯くの如くして尙氣泡の殘存を見れば、更に同一方法を繰返すべし。

又氣泡を除去する時注液口を正しく上方に向け、皮下注射針に液を充し注液口に深く入れてその針の先端を液体内に浸し液を注入す。然る時は氣泡は注液口より逃れ、液は注液口より溢れるを以てこの時注液口栓を緊締すべし。注射針の利用は調整室なき液體羅針儀の場合に於て特に有効なり。

- (6) 羅盆には大なる傾斜を與ふべからず。羅盆直下にある電燈消えたるため羅盆を傾けて電球を取換へたるに、羅牌は軸針より外れて傾斜し一方は硝子蓋の内面に接し全く方位を示さざるに至れり。瀬戸内海航行中の際とて處置に窮したるも羅盆に激動を與へた結果、幸にして羅牌は舊位に復せりといふ。又本校に於ても階段教室にある東京計器製羅針儀も同様の故障起りしことあり。この場合は羅盆を如何にしても羅牌は復歸せず、硝子の内面と軸針とによつて羅牌を曲げるが如き程度の状態にて困却せしことあり。止むなく硝子蓋を外し羅牌を舊位に復せしめたり。羅盆直下に物を落せる場合或は電球の取換へは横の小扉を開きてなすべきものにして決して羅盆を傾けるべからず。

第四節 デッドビート式液體羅針儀(Dead Beat compass)

第一項 概説

チエットウインド式液體羅針儀は指力強大にして振搖の周期小

なれども、磁針の磁力強大なるため修正用軟鐵球に感應磁氣を與へ自差修正を困難ならしむる恐れあり。本液體羅針儀はヘンリー・ヒュース(Henry Hughes)會社の特許にして前式の如き恐れなれども、前式に比し指力弱く羅牌の振搖周期大となるを以て羅牌に放射狀屈曲線(Radial filament)を裝着し羅牌の振搖に對する制振作用をなさしめたる特長を有す。

第二項 構造の改良(第五圖甲乙丙丁參照)

- (1) 磁針Nは割合に短く2.5吋にして氣室Bの下部に固定す。
- (2) 羅牌Cは一般に直徑6.5吋のものを用ひ雲母製の環狀盤にしとて、氣室Bに固定されたる8本の車輪狀の銅線(Radial filament)D連結せらる。この銅線は磁針と同一平面上にありて8主要點の下方に放射狀をなせる屈曲線にして羅牌の振搖を減殺し、羅牌を迅速に靜止せしめその方位を指さしむる用をなす。
- (3) 基線Lは圖の如く羅牌に對し稍傾斜をなせるも讀度上誤差を生ずることなし。
- (4) 調整室(Expansion chamber)Eは圖示の如く羅盆の上區下底に環狀をなし、比較的大なる容積を有するを以て液の膨脹收縮に對する調整容易なり。羅盆の外側上部に注液口栓を有し氣泡生じたる時これを除去せしむる時使用する。
- (5) 羅針儀臺は一般のものと大同小異にして修正装置はケルビン式と同様なるものと、チエットウインド式の如く修正用磁桿を載せこれを昇降せしむる装置を有するものとあり。又この式には修正用軟鐵球の移動に把手(Handle)を用ひたるものあり。
- (6) この式は多く操舵用羅針儀として用ひられ、筐蓋に反射鏡を備へ羅牌を反射せしめ操舵に便ならしめたるものあり。第六圖甲は舵取より見たる場合を示し、同圖乙は當直士官が前方より見たる場合を示す。これをバーティカルカードコンパス(Vertical

card compass)と稱す。ケルビン式羅針儀にもこの式のものあり。

(7) 日本測器株式會社製デッド・ビート羅針儀は、前記放射狀屈曲線 8 本の代りに羅牌の下方に渦卷狀の銅線 4 個を附せり。戊圖

(8) デッド・ビート式はその構造より見て上方より照明すべきものにして、決して下方よりなすべきものにあらず。若し電燈を設け下方より照明をなす時は、浮子と羅牌との間には黒色遮光を設ける必要あり。この装置なき時は硝子蓋の上方中央部に黒色布をかけ方位の測定をなすべし。

第三項 羅牌の制振作用。

磁氣羅針儀に於ける羅牌の制振作用を比較すればケルビン式乾羅針儀は 20 パーセント、チェットウインド式液體羅針儀は 60 パーセント、デッド・ビート式液體羅針儀は 80 パーセントなり。

羅牌を 90 度偏せしめて放つ時は、チェットウインド式にありては一回半の振搖をなし 36 秒にして靜止し、デッド・ビート式に於ては一振搖をなさず 40 秒にて靜止す。

第七圖はケルビン式羅牌(甲)、チェットウインド式羅牌(乙)及びデッド・ビート式羅牌(丙)の振搖狀態を示す。

第五節 磁氣羅針儀の改良

液體羅針儀はこれを濕羅針儀 (Wet compass) と稱し、これに對しケルビン式羅針儀の如く液體を用ひざるものを乾羅針儀 (Dry compass) と稱す。

第一項 乾羅針儀 (Dry compass) 改良の必要

ダイゼル (Diesel) 船の普及に伴ひ、船體の震動著しくなりたるを以て乾羅針儀は改良の必要に迫られたり。即ち乾羅針儀は絶えざる船體の震動のため、軸針と被帽とは衝動を受け互に磨耗し、そ

の使用命數を甚しく短縮せり。液體羅針儀 (Liquid compass) は乾羅針儀よりも甚しからざるも同様の影響を受け、何等かの工夫を施さざるべからざる状態となれり。故に各國ともその改良に對し種々なる震動防止の方法を構じつゝあり。

英吉利のケルビン會社に於てはマツトレス・コンパスを考案して、船體の震動を軸針及び被帽に傳はらざる工夫を施せり。

第二項 マツトレス・コンパス (Mattress compass)

(1) 軸針に傳はる震動防止 (第八圖)

細き銅線を以て編みたる金網 2 枚を重ね (中央部は離れ各周縁は密着)、羅盆内に設けたる短き $A_1 A_2 A_3 A_4$ の 4 本の支柱に螺着され、その金網の中央部に圖の如く軸針の支軸 C を裝備す。

銅線の太さ、網目の數、金網の張り方及びその螺着方法等は重要な事項にして實驗の結果次の如くなせり。即ち網目は 1 時に付き 60 目の細かき金網にて圖の如く螺着す。然る時は震動は $A_1 A_2 A_3 A_4$ の方向より傳はるも金網に吸収されて極度に減殺せらる。各點より傳はる震動は圖示の如く不規則なるジグザグ線 (Zig-zag line) をなす。

(2) 羅盆に傳はる震動防止 (第九圖)

羅針儀筐 (Binnacle) の前後に各 1 組 (2 個) のコーチ・スプリング (Coach spring) を取附け船體よりの震動を防止せり。1 組のコーチ・スプリングは上下 2 組に分れ、薄板狀の發條より成り、各々の兩端はメタルリンク (Metal link) で連結せらる。上方の發條は上方に曲り下方の發條は下方に曲れる形狀となし、凡ゆる種類の震動に對し適應する如く作製せらる。

東京計器製作所の磁氣羅針儀にもコーチ・スプリングを使用し震動防止をなせるものあり。

備考 コーチ (Coach) とは乗合自動車の意。乗合自動車には震動防止に最

も優良なスプリングを有するものにて、電車にも人力車にもこの式を採用してゐることは衆知のことなり。即ち乗合自動車に用ひるスプリングなるを以てコーチスプリングと稱す。

第三項 その他の羅針儀

- (1) ヘンリー・ヒュース(Henry Hughes)會社(英吉利)に於けるデッド・ピート式濕羅針儀には第十圖に示すが如き震動防止の發條を裝備せり。
- (2) プラート(C. Plath)會社(獨逸)に於ける乾羅針儀には第十一圖に示すが如き8箇の震動防止發條を使用せり。

以上の外ドツビー・マツキンス(Dobbie Mcinnes)會社(英吉利)及びジョン・リレー(John Lilley)會社(英吉利)に於ける乾羅針儀にも各々震動防止の方法を構せるものあり。

第六節 船内羅針儀の種類

船内羅針儀はその用途に随ひ原基羅針儀(Standard compass)、操舵用羅針儀(Steering compass)、端艇用羅針儀(Boat compass)等の別あり。

第一項 原基羅針儀の据附位置

原基羅針儀は船内羅針儀の基準となるべきものなれば特にその据附位置に注意を要す。

- (1) 船首尾線に定置すること。

(イ) 甲板の中央の接合線(Seam line)に基線を正しく一致せしむれば、船首尾線中にあるものと見て差支へなし。如何となれば甲板は一般に中央より兩舷側の方に張るを以てなり。

然れども全く正確なるものとは言ひ難からん。

- (ロ) 船橋より上に甲板を設け原基羅針儀を定置する船にありては、船が水平なる場合なれば前方の橋の後部中央を方位鏡に

て測定し羅針儀の基線と一致せしむれば羅針儀は正しく船首尾線中にあるべし。

- (ハ) 然れども一般の商船に於ては羅針儀を船橋上に据附け操舵用として兼用するもの多し。かゝる羅針儀にありては窓の枠の爲め妨害せられ(ロ)の方法を行ふこと能はず。かゝる時は先づ船首樓の最後部にある梁材の中心から、左右等距離の點を選ぶ。即ち船首樓後部の兩端にある手欄の柱のある近くに2點を選び、旗竿或は適當なるものを直立させ、次に船橋に取附けたる羅針儀に方位鏡を備へ、兩旗竿の方位を測定す。この兩方位が基線を中心として同角度ならば基線は船首尾線中にあり。若し兩角度等しからざる時は、基線は船首尾線と一致せざるを以て兩角度が等しなる迄羅針儀を動かすべし。

この方法は現在裝備せる羅針儀が正しく船首尾線と一致せるや否やを検するにも用ひらる。

- (2) 方位測定容易にして視界を遮られざる場所を選ぶこと。
- (3) 鐵器は成る可く羅針儀より遠ざくべし。

如何なる鐵器も7呎以内に置かざること、殊に移動さるべき鐵器は羅針儀に影響する所に置くべからず。

長き鐵の端よりは成る可く遠ざけ煙突、通風器、橋及びデリック・ポスト(Derrick post)の如き直立せるものは10呎以上離すべし。

- (4) 發電機はその電力の大小に依り35呎乃至70呎離すこと。
- (5) 羅針儀附近には電線を引くべからず。點燈用の電線は2條纏り合したるものを用ふべし。これ1條ならば電流の通過によりその附近に磁場を作り羅針儀に影響を及ぼすを以てなり。

第二項 操舵用羅針儀の据附位置

操舵用羅針儀は原基羅針儀によつて針路を定めたるものに相當する針路を定め舵手の導きとなるものなり。一般の商船にありて

は原基羅針儀を兼用せるもの多しと雖も、帆船に於ては舵輪大なるため讀度に視差を生ずるを以て2個の操舵用羅針儀を要するものとす。

- (1) 1個の操舵用羅針儀ならば舵手は、常に風上舷にあるを以て讀度に對し大なる視差を生ずるため、明視し得る範圍で成る可く前方に置くべし。かくすることは一方に於て鐵製の舵輪軸、舵幹頭及び舵柄等の鐵器より遠ざかりその影響少なし。
- (2) 船首尾線に置く時は、視差を少なからしめんため前方に成る可く離すを以て針路を讀むに困難なる故羅牌の徑の大なるものを選ぶべし。
- (3) 成る可く2個の羅針儀を舵手の前方明視し得る範圍で遠くに据附くるを良とす。

第七節 羅針儀の誤差

船内磁氣羅針儀の誤差を別ちて偏差(Variation)、自差(Deviation)、地方磁氣(Local attraction)の3とす。

第一項 偏 差

磁氣子午線と眞子午線との間に挟む角をいふ。即ち鐵器の影響を受けざる磁針が眞子午線となす角にして地球の兩極と磁氣の兩極とが一致せざるより生ずるものなり。磁極を指す磁針の北が眞北の右に偏するを偏東(Easterly)といひ左に偏するを偏西(Westerly)といふ。

第二項 自 差

磁氣子午線と磁針の南北極を過る垂直面との間に挟む角を云ふ。船内に於ける磁針は船體及びその構成材料並に鐵器類の積荷等の作用を受け正しく磁極の方向を指さざるものにして、磁針の北端

が磁北の右に偏するを偏東(Easterly)といひ左に偏するを偏西(Westerly)といふ。

自差は一の羅針儀に對し一定の値を有するものに非ずして下の如き場合に變化するものなり。

- (1) 船首方向の變じたる時。
- (2) 船の地理上の位置の變化せる時。
- (3) 船の傾斜したる時。
- (4) 積荷を移動したる時。
- (5) 時日の經過したる時。
- (6) 船體に激動を受けたる時。
- (7) 一針路に永く航海し針路を變じたる時。
- (8) 落雷ありし時。
- (9) 船體に熱を受けたる時。
- (10) 地方磁氣の影響を受けたる時。

以上列挙したる諸項は船の航海中と碇泊中なるとを問はず絶えず起るものにして、畢竟自差の變化の常なきを語るものなり。故に少しの機會を捕へ常に新しき自差を知る必要あり。

第三項 地方磁氣

地球上諸所に磁鐵礦の如きものありて、船のその地方に到るや磁針はその影響を受けて指示を亂さるゝ事あり。これを地方磁氣と稱す。地方磁氣は海圖又は水路誌等に記載しあれば、航海者はその行くべき地方を一應調べおく必要あり。地方磁氣として羅針儀に影響するものを挙げれば次の如し。

- (1) 繫船岸壁上の起重機、繫船柱の鐵鎖、船渠の周圍にある水管、附近の碇泊船。
- (2) 火山の近傍。

(3) 磁氣を有する地方(Elba島、Falkland島、St. Helena島)

第四項 使用上の注意事項

(1) 被帽の破損及び軸針尖端の磨耗。

羅牌の過重なるか或は硬石の粗悪なるかにより被帽の破損或は軸針の磨耗することあり、これ等の有無を検する方法次の如し。

(イ) 船を静かに旋回し、船の旋回やみたる時羅牌が静止すれば先づ完全と見るべし。若し静止せざる時は缺陷あるものと知るべし。

(ロ) 一の小磁石を取り羅牌の北端を左或は右に約1點偏せしむ。斯くして磁石を取り去りたる時羅牌の北端の復歸せる位置を記し、次に同一方法を以て前回と反對の側に北端を引き其の復歸せる位置を検すべし。兩回の復歸位置の差半度以内なれば缺點なきものにしてその差大なるに従ひ缺陷の大なるを示す。

(ハ) 硝子蓋を取去り羅牌を取り、望遠鏡の小筒を引抜き倒さにして檢微鏡の代りに使用し軸針の先端及び被帽を調ふべし。然れどもこの方法は漫に行ふべからず。羅牌を歪め又は磁針を錆さす嫌あり。

(2) 羅牌は特に取扱に注意し丁寧に取扱ふべし。然らざれば方位測定に誤差を生せしむるに至る。

(3) 豫備の羅牌を收納するにはその北點を筐の蝶番の方に向はしめ、筐を重ねる時は下層の蝶番を上層の鉤に對せしめ磁針の同一極を相接する患を防ぐべし。磁針に同名の極を近づけて置く時はその磁力減殺され使用に堪へざるに至る。

同理に依り修正用磁桿もその赤青端を交互に接して收納することに注意すべし。

(4) 液體羅針儀の硝子蓋は決して脱すべからず。羅盆は液を充滿し毫も氣泡あらしむべからず。

(5) 熱暑の地方に航するか或は炎天に曝露する時は、羅牌の珉瑯を黄褐色に變ずるのみならず液體膨脹し硝子蓋を破るか或は自動調整室の鐵附を剝落し漏液する惧あり。故に日光に直射せしめざるを要す。

(6) 寒地に航するに際し液收縮し氣泡の發生せるを放置する時は、硝子蓋を破る事あるを以て氣泡の有無に注意すべし。故に酷寒の地方にありては航海碇泊の晝夜を問はず、白熱燈を點じ或は防寒装置を施すを可とす。

ケルビン式羅針儀に於ても極寒に際し羅盆及び硝子蓋收縮し、その間隙より濕氣ある空氣浸入して磁針を錆させたる例あるを以て前記と同じ注意を要す。

(7) 液體羅針儀に氣泡の生じたる時は羅盆を筐より取出し、注液口を上に向け口栓を抜き牡螺Lを調整室の調整螺に螺入し調整室を一杯に膨脹せしめたる後蒸溜水を注液口より注入すべし。この時羅盆を左右前後に動かし殘氣を去らしめ牡螺Lを1、2回弛めれば、液は殘氣を驅逐したる上注液口より溢るべきを以てこの時注液口栓を締め牡螺Lを脱し羅盆を筐中に收むべし。若し尙氣泡の殘存を見れば更に同一方法を繰返すべし。

第五項 雜 問

(1) 羅針儀の主要部分は何々か。

磁針、羅牌、羅盆、の三つをいふ。

(2) 航海中比較的静穩なる海上に於て羅牌が急に甚しく振れ廻れり、如何なる原因に依るか。又これを成る可く早く静止せしむる法如何。

磁針の指力が非常に弱くなるか或は地方磁氣の影響を受け

たるものと知るべし。これを静止せしめんとするには、羅牌が振搖の原針路を示す時、硝子蓋一端を手にて抑へ羅牌を暫く抑止したる後成るべく速に硝子蓋を舊位置に復すべし。尙静止せざる時は更にその法を繰返すべし。然れども硝子蓋を傾斜せしむる時羅盆を吊れる發條に大なる力を加へざるやう注意すべし。

- (3) 航海中荒天に際し船の動搖激しく羅針の振搖大にして針路を保守する事困難なり如何になすや。

羅盆の下部には錘あるを以て船の動搖甚しき時は羅盆も水平の位置を保つために左右に振搖し、ために羅牌の振搖を來すものなるが故に、羅盆の上部周邊に鉛を取附け動搖を軟くべし。

- (4) 磁針 2 本より 8 本を有する利點如何。

ケルビン式羅針儀の優秀なる點の處に既に述べたり、參照すべし。

- (5) 航海中急に針路の變化を發見せり。舵取の所爲なるや或は地方磁氣の影響なるや如何にして知るや。

船の船尾に於ける航跡を見れば判然すべし。即ち航跡一直線ならば地方磁氣のためにして航跡曲れば舵取の所爲なり。

第八節 方位鏡 (Azimuth mirror)

第十二圖乙に示す如く羅盆上に裝置し自由に旋回せしめて天體或は陸上物標の方位を測る器具なり。

第一項 構造 (第十二圖甲參照)

- (1) 礎板 (Stand)。A は礎板にして三脚を有し脚端は鈎狀をなして羅盆の周縁を把持し震動のため羅盆上より脱離するを防ぐ。
 (2) 軸桿 (Pivot)。C の下底に軸桿ありて羅針儀硝子蓋の中心孔に

嵌入す。

- (3) 圓筒 (Pedestal)。B は圓筒にしてその下部にレンズ (Lens) を裝置し羅牌の劃度を擴大して透視せしむ。
 (4) 指標 (Pointer)。P は指標にして圓筒の先端中央にあり、その先端は羅牌の劃度上に臨み映像を視界の中央にあらしむる目標なり。
 (5) 轉輪。D は轉輪にして圓筒上部にあり、その水平軸に取附けたる稜鏡を有す。
 (6) 稜鏡 (Prism)。G は稜鏡にして一面 (轉輪の水平軸に對する面) は鏡にして物標を反射せしむ。
 (7) 和光硝子 (Shad glass)。S は和光硝子にして太陽觀測の時用ふ。
 (8) シェドウ・ピン (Shadow pin)。F はシェドウ・ピンにして物標方位測定に用ひ、羅盆に垂直にして且正しく羅牌の中心上に裝備すべきものなり。
 (9) 水平器 (Spirit level)。L は水平器にして方位鏡の水平なるを否かを檢す。

第二項 使用法

使用法に二種あり。即ち一は轉輪の矢符を上方にし他は矢符を下方に向くる場合なり。

- (1) 矢符を上方に向けたる場合。第十二圖丙に示せる如く物標を稜鏡に反映せしめ、これに對する羅牌の劃度をレンズ (Lens) を透視して讀む法にして高度を有する物標の觀測に適す。
 (2) 矢符を下方に向けたる場合。第十二圖丁に示せる如く羅牌の劃度を稜鏡に反映せしめ物標は肉眼を以て直視する法にして、物標の高度小なるか又は不明瞭なるか或は遠距離なるため稜鏡に反映せしむるも満足なる映像を得られざる場合に適す。この方法は稜鏡の方向を一度調整したる上は同一測者に對し再び轉

輪を動かすの要なし。

第三項 使用上の注意事項

- (1) 本器に依りて方位観測中羅盆は水平の位置を保たしめ、又観測の刹那に於ては本器並に羅盆に手を觸るべからず。
- (2) 第一の方法に依りて天體の方位を測る時は、天體の映像は正しく指標上にあらしめ且轉輪Dを適度に廻轉して劃度と密接せしむべし。若しこの注意を缺きたる時に生ずる誤差は高度38度以下なる時は僅小なれども、高度これを超ゆる時は誤差は急増するものなり。如何となれば圓筒の下部にあるレンズの焦點距離は羅牌の半徑より約12パーセント長く作られたるを以て水平線で方位1度の間隔を有する天體は、羅牌上にて1.12度の場所を占めるが故に0.12度の誤差を生ず。高度27度に於ける方位1度の間隔は羅牌上1度と等しくなる。即ち $1.12^\circ \times \cos 27^\circ = 1^\circ$ となる。尙高度38度の場合には $1.12^\circ \times \cos 38^\circ = 0.88^\circ$ となり0.12度の誤差を生ず。高度38度を超ゆる時は餘弦(cos)の變化甚しきため誤差は急に増大するものなれば、高度38度以上の天體の方位を測る時は天體の映像とシェドウ・ピン(Shadow pin)と指標とを正しく一直線に見る如く特に注意すべし。精密なる方位を得んとする場合には成る可く高度38度以下のものを撰ぶべし。
- (3) 航海中交叉方位法により船位を求むるため迅速に數箇物標の方位を測る場合には、通例方位鏡によらず硝子蓋の中心孔にシェドウ・ピンを樹て、行ふを常とす。この場合シェドウ・ピンは正しく垂直なるものを使用すべし。

第四項 方位鏡の誤差修正 (第十二圖戊参照)

方位鏡に於ける稜鏡の取付けに些少の誤差を生ずる時は測得方

位に誤差を生ずるを以て時々これを檢すべし。

- (1) 第二項に述べたる第一法と第二法とによりて測れる同一物標の方位一致せざる時は、誤差ある證なるを以て稜鏡固定螺Cに依りて修正を施すべし。
- (2) 船内に於て行はんにはステー或はリギン等より1條の錘線を下げ、線中に數尺づゝ隔てゝ3ヶ所位結節を施し、方位鏡を以て各結節の方位を測り皆同一方位なる時は誤差なく、然らざる時は(1)の如く固定螺Cに依り稜鏡を把持する彈機によりその位置を調整すべし。
- (3) 方位鏡に誤差ある時は、測得自差に誤差あるを以て常にその誤差に對し深甚の注意をなすべし。某船に於て方位鏡に依つて得たる自差と、シェドウ・ピンを用ひて二物標の正中時に依つて求めたる自差との間に甚しき差あるを知れり。この原因を調べたる結果方位鏡の水平軸曲り方位鏡の誤差たることを發見せる例あり。
- (4) 方位鏡の代りに方位環(Azimuth circle)を使用する羅針儀に於て、方位環を羅盆に密着せしむるため、方位環内部に發條を入れたるものあり。この發條が1箇所のみなるを以て、方位環の中心と羅牌の中心と一致せず誤差を生せるものあり。

第五項 雜 問

- (1) 方位鏡に(Shadow pin) 2本備ふるは何のためか。
短き方は高度高き物標に適し、長きものは高度低き物標の方位測定に使用する。

第九節 方位盤 (Perolus 又は Dumb card)

方位盤は羅針儀の補助として方位測定に使用する器具なり。即ち物標が煙突或はその他の障害物のために遮蔽せられ羅針儀を以

て方位を測定し能はざる時に方位を測定する時、或は自差修正に際し船首を所要の磁針方位に向ける場合に使用する。

第一項 構造 (第十三圖参照)

- (1) 方位割度盤(Marked disk)。Dは方位割度盤にして磁針を有せざる羅牌なり。
- (2) 見透し(Sight vane)。Vは見透にして反射鏡G及び和光硝子Sとを有す。見透しは中心軸Oの周圍に旋回せしめ得べく、又固定螺によりて任意位置に固定し得べし。尙固定螺を締めたる時は見透し及び割度盤を共に旋回せしむることを得。
- (3) 基線。羅針儀と等しく割度盤の外周の環 (Circular plate) Cを有しこれに基線を刻す。
- (4) 游動環。Rは游動環にして盤の下面に錘を附す。

第二項 据附法

方位盤を使用するに當り第一に必要な事は、甲板上適當なる位置に於てその基線を正しく船首尾線中、若しくはこれに平行に据附けることなり。先づ羅針路に等しく方位盤の度を基線に一致せしむ。次に羅針儀に依り適當なる距離にある或る物標の方位を測定し、得たる方位に等しく割度盤上に見透しを固定す。而して該物標が見得る迄方位盤全體を手にて旋廻せしむれば方位盤の基線は船首尾線に一致するか或は平行となる。物標の方位を測定するに當り羅針儀と方位盤と離れ居るため視差生じ船首尾線と一致或は平行せざる恐ありと雖も、今1海里の處にある物標を選び兩器の距離10呎ありとせば視差の最大値僅に5.7分に過ぎず。

即ち

$$\text{正切(Tan.)視差} = \frac{10}{6080} = 5.7'$$

第三項 使用法

- (1) 方位測定法。割度盤を船の羅針路に合せて固定し、船首が正しく該羅針路上にある時物標の方位を見透しを以て測るにあり。得たるものは物標の所要羅針方位なり。天體の方位を測る場合には、反射鏡Gと和光硝子Sとを調整しその反射像を透視するものとす。
- (2) 船首を磁針方位に向ける法。見透しを既知物標の磁針方位に合せて固定し、次に割度盤を廻轉して船首を向けんと欲する磁針方位をその基線に一致せしむ。次に船を旋回し見透しを通じて物標を望むに到らば、この時船首は所要の磁針方位にあり。例へば船首を磁針方位北に向けんと欲し海圖より採りたる燈臺の磁針方位N75°Eなりとせば、割度盤上に於て見透しをN75°Eに合せ盤の北を基線に一致せしめ、見透しを通じて該燈臺を望むに至るまで船を旋回す。然る時は船首は磁針方位北に向くべし。

第二章

測程儀 (Log)

船の位置を推算するには、航走せる方向と距離とを知るにあり。航走せる距離を知るに用ひらるゝ器械を總稱して測程儀といふ。これを大別して手用測程儀、曳航測程儀及び船底測程儀に分つ。本書に於ては前二者に就き解説す。

第一節 手用測程儀 (Hand log)

第一項 構造 (第十四圖参照)

- (1) 砂漏計(Log glass)。Aは砂漏計にして上下2個の小硝子球あり、両者は細頸を以て連結せらる。一方の球には砂の微粒を充し、これを顛倒する時は一定秒間に他方の球に移る装置のものなり。一般に使用する砂漏計には長砂漏計(Long glass)即ち28秒のものと、短砂漏計(Short glass)即ち14秒のものと2種あり。前者は速力5節以下の場合に用ひ、後者は速力5節以上の場合に用ふ。
- (2) 扇形板(Log ship or Log chip)。Bは半径約5吋を有する4分圓狀の薄板にして、その曲線には溝を設けて鉛を嵌め板をして水中にありて直立せしむるに供す。板の三隅角には小孔を穿ちて脚線(Bridle)を取付け、上隅の1脚線は測程線端に連結し、他の2脚線には木栓(Plug) Eを附し、測程線に設けたる木管(Socket) Fに嵌入せしむ。
- (3) 測程索(Long-line)。Cは約150尋の編紐(Braided rope)にして外端は扇形板に繋がり内端は絡車(Reel) Dに結着す。板より10尋乃至20尋(船の長さの約3/4を規定とす)を測りて白旗片(White bunting)を附しこれを贅索(Stray-line)といふ。贅索を設くるは、本索を繰出すに先だち扇形板をして船尾附近に存する旋捲渦流の範

園外に出でしむるためにして、俗に捨て繩と稱す。

測程索には前記白旗片を零とし、これより内方へ順次に1節(Knot)に對應する長さを取りて符號を附す。該符號に索片(Yarn)に結節を作り測程索の捻目に嵌入せるものにして、1湮は結節1個を以て示し、2湮は結節2個を以て示し、順次結節の數を増加し本船の最大速力以上に附し置くものとす。又各節の中央には半湮を示すため結節を有せざる索片を附す。

船の速力を言ひ表はすに節(Knot)を用ふるは上の結節より出でたるものなり。

測程索各節の長さは次の比例式に據りて求め得べし。

$$\frac{1 \text{ 結節の長さ(呎)}}{1 \text{ 海里の長さ(呎)}} = \frac{\text{砂漏計の秒數}}{1 \text{ 時間の秒數}}$$

故に28秒の砂漏計に對する1節の呎數を求む。

$$1 \text{ 節の長さ} = \frac{28 \times 6080}{60 \times 60} = 47'3.5''(\text{弱})$$

然れども實際1節間の長さは上に算出したる長さより約8吋を減じたる46呎8吋を用ふるものとす。これ船の眞位置をして常に推測位置よりも後方にあらしめんがためにして、測程索の伸張その他後段に掲げる諸因のため算出の長さを用ふる時は、船は推測位置に先んじ不慮の災厄に遇ふことあるを以てなり。

各節間の長さを求むる簡法。28に零1個を附し、これを6にて除すれば1節の實用の長さを得べし。これ上掲の式に於ける1湮の長さ6,080呎を6,000呎と看做せるものなり。

$$1 \text{ 節の長さ} = \frac{280}{6} = 46'8''$$

次に14秒に對しては28秒に對する長さの半分なる23呎7.7吋と定むべきなり。然れども一般に各節は28秒に對する長さをを用ひ、14秒の砂漏計を以てする場合には得たる速力を2倍するものとす。

第二項 使用法

手用測程儀を使用するには普通3人を要す。甲は測程索に、乙は砂漏計に、丙は絡車に就き、甲先づ扇形板脚線の木栓を管に稍固く挿入し風下の船尾に立ち片手に充分なる贅索を縮ね投下の準備成らば“用意”(Stand by)と呼び、乙より“用意宜し”(All ready)の報を得ば扇形板を成る可く船尾より離して投下すべし。斯くして贅索端の白布船縁上を走過するを見るや“反せ”(Turn)と呼ぶ。こゝに於て乙は迅速に砂漏計を顛倒して落下する砂に注目し、丙は絡車を成る可く高く且線の走出する方向に直角に保持すべし。砂の落ち盡きんとするや乙は“氣を附け”(Look out)と呼び、落ち盡したる瞬時に“止め”(Stop)と呼ぶべし。甲は直ちに索の走出を止め結節の數を検して本船現時の速力を知るなり。扇形板は索の走出中は水中に直立すれども、その走出を止むるや板面に受くる壓力のため木栓自ら脱出して水面に泛び、容易に船内に取り込むことを得るものなり。索の符號を読むには最近の結節に依りて湮數を定め、半節符の位置に依りて $\frac{1}{2}$ 湮、 $\frac{1}{4}$ 湮乃至 $\frac{1}{8}$ 湮を定め或は更に精細に湮の10分數を定む。

14秒の砂漏計を用ひたる場合には讀みたる湮及びその端數を2倍して所要の速力となすべし。

第三項 使用上の注意事項

- (1) 測程索は永く使用するに隨ひ伸張するものなるを以て屢々各節間の長さを檢正すべし。これがために甲板上便宜の箇所に眞鍮紙を釘着し1節の長さを表記して基準とするを便なりとす。
- (2) 新たに測程索に符號を附せんとする時は豫め線を水に浸したる後錘を附して充分に伸びを去り置くを要す。
- (3) 手用測程儀に依りて得たる速力は本船の過去1時間の航走速力として甲板部日誌(Deck log-book)に記録す。然れどもこの速力たるや實は檢測當時の速力なるを以てこれを日誌に記入するに

當りては、前1時間に於ける風力の變化及び増帆、減帆等の状況に依りて湮數に相當斟酌するを適當とす。又強風激浪を船尾に受けて航走する時は、扇形板は波浪のために本船の方へ押し戻さるゝ傾向あるを以て斯かる場合には速力に相當の増加を行ひ、逆風高浪の時は反對に相當の控除を行ふべきなり。

- (4) 砂漏計は濕氣の影響を蒙りて秒數に誤差を生ずるものなるが故に努めて濕氣より遠ざけフランネル製の囊に入れて格納すべし。尙この誤差を検するため屢々時辰儀と比較するを要す。砂の濕潤なる時は乾燥せる時に比し落下するに多くの秒數を要すべし。
- (5) 前掲諸原因の外砂漏計を保持する者の知覺の鋭鈍、測程索を取扱ふものゝ熟否に依り得たる速力に若干の相違あるを免れず。殊に速力約10節を越ゆるときは到底信を措き難し。例へば速力14節なるとき14秒の砂漏計を使用せば、僅々2秒間に索は1節走出するを以て正確なる速力を得難きこと明かなるべし。されば本儀は専ら低速力なる帆船に使用し汽船にありては曳航測程儀の補助として用ひるに止まれり。
- (6) 扇形板の木栓を管に挿入すること堅固に過ぐる時は、索の走出を止むるも容易に脱出せず取入れに困難を感すべし。

第二節 曳航測程儀 (Patent log)

曳航測程儀は船の航走せる現時の速力及び既に航せし距離を表示するものにして、手用測程儀の單に檢測當時に於ける船の速力のみを知るに止まる缺點を補へり。

第一項 構造

ウォーカー (Walker) 式測程儀。(第十五及び十六圖參照)

- (1) 旋回子 (Rotator)。R は眞鍮製の旋回子を示し水中に於て左廻り

に旋回すべき螺旋にして4枚の翼 (Vane) を取附けたり。長さ約2呎の編紐 (Braided rope) を附し、その端に眞鍮製の筒 (Shell) S を附し以て曳索 (Tow line) の外端を取附くるに供す。

- (2) Shell。S はシェル (Shell) にして卵形空筒なり。その中に曳索の外端をなす結節を収む。これ旋回子を水平に保たんがためなり。
- (3) 曳索 (Tow line)。曳索は編紐 (Braided rope) にして船の速力に依り40尋乃至120尋の長さを有し、外端は前述の如くシェル (Shell) に結節を以て連り内端は調旋輪に連結さる。
- (4) 調旋輪 (Governor)。G は調旋輪にして眞鍮を以て作られ、指示器内齒車装置の廻轉を調整するものにして指示器に鈎す。
- (5) 指示器 (Register)。T は指示器にして船尾タフレール (Taffrail) 上に設けられたる眞鍮製座金 (Shoe) H にその下端を嵌入す。座金はタフレール上に釘着し、指示器の脱出を防ぐため溝と發條とを有す。一名タフレール・ログ (Taffrail log) ともいふ。
- 指示器はその後端に球軸承 (Ball bearing) を備ふる旋回錘 (Main spindle) B を有し、旋回子の後端に眼 (Eye) A ありて調旋輪に接続す。旋回子の廻轉は曳索を介して先づ旋回錘に傳はり、旋回錘は數個の齒車装置を作動せしめて指針を進ましむ。指示器内の構造は次の種類の所に於て更に詳述せん。

第二項 曳航測程器の種類

曳航測程器の初期に考案せられたるものにエドワード・マッセー (Edward Massey) 式測程儀ありしも、指示器を旋回子の中に設けたるため測程儀の指示を検するに際し一々船内に曳入るゝ不便と、指示器が水中にあるため船内より投じたる塵埃が機體中に侵入しその指示の不正確となる缺點ありたるを以てウォーカー (Walker) 式の發明以來これを使用するものなし。



ウォーカー式もその構造によりチェラブログ (Cherub log)、チェラバルログ (Cherubal log)、ネプチューンログ (Neptune log) 等の種類ありたるも、現今商船用として採用されるものはチェラブ二號型 (Cherub II) 及びチェラブ三號型 (Cherub III) の2種類なり。チェラブ三號型に於ては電氣装置を有するものと有せざるものとの2種あり。前者をトライデント電氣測程儀 (Trident electric log) と稱し、その構造ネプチューンログ (Neptune log) と殆んど同様なり。

(1) チェラブ二號型測程儀 (Cherub II log)。 (第十六圖参照)

- A 旋回錐後端の眼(eye)。調旋輪の鉤(Hook)のかゝる處にして、眞鍮製圓環の内側に鐵の填金(Liner)あり。
- B 旋回錐。旋回子左廻りの廻轉を受け左廻轉す。
- C 球軸承(Ball bearing)にして推力軸承(Thrust bearing)を兼ねる。
- D 筐蓋(Case)
- E クロス・バー(Cross bar)
- F ウォーム・ギア(Worm gear)
- H 劃度盤(Dial plate)
- K 指針(Indicating hand)

この型に於ては1哩に對する旋回子の廻轉數約918にして、旋回錐には球軸承を用ひ摩擦抵抗を減じ速力18節以下の船に適し、現今一般の商船に採用せらる。劃度盤は大小2針を有し大針は盤面を右廻りに一周して100哩を、小針は小劃度盤を右廻りに一周して、1哩を表す。而して大針は1哩、小針は $\frac{1}{10}$ 哩即ち1鏈(One cable)まで讀み得る如く劃度す。

(2) チェラブ三號型測程儀 (Cherub III log) 即ちトライデントログ (Trident log)。 (第十七圖甲参照)

- A 眼(eye)。 B 旋回錐。 C 球軸承(2重)。
- D 球軸承筐 (Ball bearing holder)。
- E クロス・バー(Cross bar)。 L 固定螺。

この型に於てチェラブ二號型と同様の旋回子を用ふるを以て速力1哩に對する旋回子の廻轉數は前同様にして (ネプチューンログに於ける旋回子の翼は小なるを以て速力1哩に對する旋回子の廻轉數は約584なり)、2重の球軸承を有す。従つて摩擦抵抗小にして甚だ軽く廻轉し、更にクロス・バーEによりその運動を内部齒輪に傳ふ。速力18節以上の船に使用す。

劃度盤上には3個の指針ありて大針は1周100哩、右側の小針は500哩を示すものと1,000哩を示すものとの2種あり。左側の小針は1哩を表し $\frac{1}{10}$ 哩まで讀み得る如く劃度せり。現時高速力の船の出現によりこの型を採用するもの尠なからず。尙速力18節以下の船にありてもこの型を使用し得べく、殊に電導装置により船橋に於て航程を知り得る便あるを以て益々需要多きに至れり。

(3) トライデント電氣測程儀 (Trident electric log) 第十七圖乙丙丁参照。

測程儀の示度を檢するに當り、その都度舵取をして船尾に赴かしむることは大型汽船にありては頗る煩勞なるため、チェラブ三號型の指示器内に航程發信器 (Transmitter) を設け、船橋に航程受信器 (Receiver) を備へたるものなり。

發信器は指示器内に齒車装置を介して $\frac{1}{10}$ 哩毎に電路を接續するカム (Cam) 装置を設け、電流を船橋上の受信器に通じ、受信器内の電磁石の作用により $\frac{1}{10}$ 哩毎に指針を作動せしむるものにしてその作動次の如し。

第十七圖丁に示す如く船尾航程指示器内に於ける齒車装置より更に齒車装置を設け、A齒車を圖の如く廻轉せしむ。A齒車は突起片Fを有しB輪と發條を以て連結せるを以てB輪を矢符の方向に旋回せしめんとす。然れどもB輪に取付けられたるG突出片は圖の如くレバー (Lever) の左上端に抑止せらるゝを以て旋回する能はず。故にA齒車はB輪軸Cに一端を取附けたる發

條を引き締めつゝ矢符の方向に旋回を續く。而してF突起片がレバーの突出部に來る時はレバーの左上端は左上に壓せらるゝためB輪の突出片Gはこれより離れ、捲き縮められたる發條の彈力により急に旋回するもレバーの右端Dは内方に移動せるを以てこれに抑止せらる。この時B輪軸Cの斜線なき部分は電路接觸片(Metal brush)Eと接觸するため電路を作り、船橋にある受信器の電磁線輪(Magnet coil)に電流通ず。然る時は電磁石Kの右方にあるレバーの上端(軟鐵片)は吸引せらるべし。従つてレバーの下部左方の突出部は齒車Mを圖の如く1齒のみ旋回せしむ。(B輪軸Cの上部斜線の部分は低くして電路接觸片Eとは接觸せざるも、他の半分は高くして電氣接觸片と接觸する如く作られたるものにして1種のカム(Cam)装置なり)。

A齒車は尙旋回を續けその突出片Fがレバー突出部を過ぎ凹部に來る時は、レバーの左上端は右方に歸り右端Dは外方に移動するを以てB輪は再び急に右旋回し、B輪突出片GはA齒車の突出部Fの處に來りて止まるべし。然る時はB輪軸Cの斜線なき部分は電路接觸片Eより離るゝを以て電路を斷つ。然る時は受信器内のレバーLは發條Sのため左方に引かるゝため上端は電磁石Kより離るべし。而して受信器内のレバーの下部右方の突出部は齒車Mを矢符の如く1齒のみ旋回せしむ。以上の如く齒車Mの2齒の旋回は小針を10進ましむ。

更にA齒車は旋回を續け突出片Fがレバーを離れたる時、B輪の突出片Gはその後を追ふもレバーの左上端の鉤部に抑止せられ、再びA齒車の突出片Fがレバーの突出部に來るまで電路を作らず。以上の如き作動を繰返し航程を船橋の受信器に示すべし。

電源は船の供給電氣によるか或は第十七圖丁に示す如く電池を用ふ。一般には多く前者を採用せり。本器作動による電壓10

ボルトにして内部抵抗40オームのアンペアなるを以て、電壓を増せば抵抗を増すべし。

(4) バイキング・ログ(Viking log)

25呎乃至30呎のブーム(Boom)を船橋附近に備へ、その内端はレール(Rail)に針着せるグース・ネック(Goose neck)に嵌め、先端には普通の座金(Shoe)を螺着し、先端を水平及び正横に支持するため各々トッピング・リフト(Topping lift)及び前後のガイ(Fore and aft guy)を取附く。

ブーム先端の座金には第十八圖甲の如きコネクター(Connector)を取附け、Mに調旋輪・曳索及び旋回子を装備す。旋回子の廻轉はコネクターのNと船橋間に於ける數條撚りの銅線を介して船橋に設けたる指示器(第十七圖戊)に傳はるものなり。銅線とNとを連結するには發條を有する鉤(Hook)を以てし、銅線と指示器の連結には鉤のみを使用せり。M及びN軸は各々器内に於ける球軸承により旋回自由にして、固定螺OはN軸を任意の方向に定め得。兩球軸承にはグリース(Grease)の軟きものを用ふ。ブームの水面上に於ける高さは荒天に際し波浪のため損傷されざる範圍内に於て低きを可とす。測程儀を使用せざる時はブームを取込み船側に沿はしむ。

この測程儀は船の長さ400呎又はそれ以上ならば旋回子は暗車渦流の影響を受けることなく、電導装置なくとも指示器を船橋に装備し得るを以て甚だ便利なり。

第十八圖乙は、チェラブ三號型の電導装置を有せざる測程儀にて船橋に指示器を装備せんとする場合に船尾タフレール上に取附くるコネクターなり。船の長さ400呎以下にしてバイキング・ログを装備し得ざる船に適す。

第十八圖丙は小型船に使用するコネクターなり。

第三項 使用法

- (1) 指示器指針を零に合す。
- (2) 指示器を風上タフレール上の座金に嵌む。
- (3) 指示器に調旋輪を取附く。
- (4) 曳索の外端に旋回子を附し内端を調旋輪に鉤す。
- (5) 然る後旋回子を船體に打ち付けざるやうに注意し海中に投じ、曳索の纏れざる如く徐々に繰り出すべし。
- (6) 某燈臺通過の時より測程器を使用せんとせば、該燈臺通過5分乃至10分前に測程儀を裝備し旋回子を流すものとす。而して該燈臺通過の時指示器の指針を全部零に合すべし。これ若し該燈臺通過の際測程儀を裝備し旋回子を流すとせば、旋回子の廻轉が正しく傳はるまで2分乃至3分を要するを以て指示不正確となるべし。
- (7) 指針を零にするには指針の進む方向と反對の方向に廻すべし。
- (8) 指示器又は受信器により現時の速力 x 節を知らんとするには、 x 哩を航走するに要したる平均秒數をとり、これを T 秒とすれば次式より容易に求め得べし。

$$x = \frac{360}{T}$$

第四項 使用上の注意事項

- (1) 使用中は4時間毎に第九圖T及びOの注油孔より給油し孔蓋を裝し置くべし。油はウオーカー會社製測程器用油を使用すべし。若しこの油なき時は球軸承にはキャスター・オイル(Castor oil)即ち蓖麻子油を用ひ、指示装置にはオリーブ・オイル(Olive oil)即ち橄欖油を用ふべし。
- (2) 測程器は長時日の間には油滓のため運轉不良となるを以て適當の機會に於て分解手入を行ふを可とす。但し漫りにこれをな

す時は機部の調整を害し却つて誤差を増すことあるべし。

- 本器を分解するには旋回鐸Bの固定螺Lを脱し眼を右轉してこれを軸より離し次に油筐Oの頸部固定螺を脱して齒車筐と分離せしむれば旋回鐸は軸と共に前方に抽出し得べし。
- (3) 旋回子は破損せしめざる様鄭重に取扱ひ、使用後は腐蝕を防ぐため清水にて洗滌し鹽分を去りたる上塗油すべし。翼に僅の屈折を受くるも旋回子として價値を失ふものとす。
 - (4) 調旋輪の廻轉急に遲緩となり或は指示速力の急に減じたるを見れば直ちに旋回子を引き揚げて檢すべし。多くの場合海草或は船内より投棄せる絲屑がこれに懸り廻轉を妨ぐるを發見すべし。著者は午前6時頃心なき乗組員が絲屑(Waste)を風上より投下せるため以上の如き場合を屢々經驗せり。
 - (5) 測程儀指示の正否は曳索の長さに少からざる關係を有するものにして、曳索の適度の長さは指示器の高さ及び速力により異なる。普通の船舶に於ては大略次に掲ぐる長さを適度とす。

速力	曳索の長さ
12節	40尋
15 "	50~55 "
18 "	60~65 "
20 "	70~80 "
25 "	100~120 "

又トライデント・ログを使用する船に於ては速力によつて曳索の長さは異なるけれども、約18節に對し65尋を適當とせり。然れども指示器の位置水面上30呎乃至40呎を超ゆる時は90尋或はそれ以上を必要とす。トライデント・ログをバイキング・ログとして使用する時、ブームの水面上に於ける高さ30呎以下ならば曳索の長さは65尋以内にて足れり。

曳索は一般に短きに失するより寧ろ長きに過ぐるを優れりとす。これ索の長きものは旋回子の水中に没すること深く風浪及び暗

車渦流等の影響を蒙ること少きが故なり。又數回の經驗に據りて曳索の最適の長さを得たる時は該器に就てその長さを變更せざるを可とす。

- (6) 測程儀は常に風上船尾に装置すべし。これ船内より投棄したるもの、旋回子に纏絡するを避けんがためなり。
- (7) 曳索の内端を調旋輪に鉤することを忘れ旋回子を流す時は、曳索の内端を調旋輪に鉤し難きのみならず、高速力の船に於ては曳索を支へ難くこれを手離すが如き破目に陥ることあり。
- (8) 船を停止、後退する時又は入港前、若しくは測深を行はんとする時は必ず測程儀を引揚ぐべし。然らざれば曳索は暗車或は測深鉛線に纏絡し甚しき困難を見ることあるべし。
- (9) 使用後旋回子の引上げに際し舷側に打ちつけ易きを以て特に注意すべし。
- (10) 使用後曳索の燃を取るには内端或は鉤(Hook)を後部に流しながら旋回子を取り込み後曳索を取り入るべし。
- (11) 測程儀は總て船の水に對する(Through the water)航程を示すものにして、海底に對する(Over the ground)航程を示すものに非ず。されば測程儀の指示を過信し流潮風浪その他四圍の状況を考量斟酌せざる時は遂に危険を招致するに至るべし。
- (12) トライデント電氣測程儀にありては電氣接觸部には油を附着せしむべからず。
- (13) 指示器に於ける旋回子の眼(Eye)は眞鍮製にしてその内側に鋼製の填金(Liner)あり。永く使用する時はこの鋼製の部分も磨耗し眞鍮部も切斷し、遂に指示器以外のものを失ふことあるを以て使用前必ず眼(Eye)を調べ填金が磨耗せる時は新しきものと取換ふべし。
- (14) パイキング・ログのコネクターはブームの先端にある座金に嵌めたる後、適當なる綱にて緊縛し置くを可とす。

- (15) 旋回子の眼(Eye)を通せる編紐の部分は切斷することあるを以て注意を要す。
- (16) 電氣測程儀に於て受信器に對する電壓は10ボルトなるを以て船内發電氣の電壓を用ふる場合は抵抗器を入れ電壓を下降せしむるものとす。

第五項 器差測定法

- (1) 測程儀は何れも多少の器差(Index)を有するを以て時々これを検測し指示湮數の改正に資すべし。器差を求むるには流潮風浪の少き海上に既知の距離を數度往復し測程儀の指示湮數と比較するにあり。下の例に於て見るべし。

(例) 既知距離3.056浬。天候快晴靜波風位北西風力1

		本船速力	トライデント 測程器	チェラブ 測程器
往 航	時辰儀時	4.16	6.05	5.95
	"		9.10	8.65
	經過時間		3.05	2.70
復 航	時辰儀時	13.30	12.10	11.50
	"		15.40	14.40
	經過時間		3.30	2.90
平	均	13.73	3.175	2.80
器	差		-4%	+8%

- (2) 器差を測定せる測程儀と測定せんとする測程儀とを船尾に裝備しその比較により器差を求む。
- (3) 永き航海にして大洋中一定の針路を航する時、天測による2地點間の距離(星等による薄明の天測地點より薄暮に於ける天測地點間)と、その間に於ける測程儀指示湮數との永き間の平

均を取りて器差とす（殊に殆んど同一航路を往復する場合は海流の影響は相殺して正確なる器差を測定し得るものなり）。

- (4) 汽船にありて不正確なる測程儀を信頼するよりも寧ろ汽機の廻轉數により速力を打算するを安全なりとす。1 哩の航程に對する汽機廻轉數は速力の大小に關せず各汽機に於て殆んど一定値を有するものなり。故に船底清潔にして海上平穩なる場合に於てはその廻轉數により正確なる速力を得るものなり。
- (5) 然れども測定器の器差を測定し、その都度これを改正することは煩瑣なるを以て器差ある時は、主に曳索の長さを加減し器差を調整すべきものとす。従つて某燈臺或は某岬より次の地點に至る間の眞距離と測程儀の指示航程とを比較し、常にその器差の發見に努め、曳索の長さを加減し正しき速力を示す如くなすべし。

又旋回子及び指示器等にも各々弊ありて測程儀の指示を正確ならしむるに困難なること屢々なり。故に吃水に適合する旋回子、曳索及び指示器等適當なる組合せを準備し置くべし。一般の商船には2組を備ふべきものとす。

第六項 雜 問

- (1) 順潮及び逆潮の場合に測程儀の指示に誤差を生ずるや。

測程器は船に曳行されるを以て船體と一體なるを以て潮流の影響を受くることなく、その指示は正しく誤差を生ずることなし。測程儀は前述の如く海底に對する航程を示すものに非ず。

- (2) 曳索短き時は船の位置如何。

測程儀の示す位置は實際の位置より前方にあるを以て安全なりとす。（然れども曳索極端に短き時は旋回子は波上に飛び上り、その廻轉少なきため指示器の指示數は實際の航走距離より小なるを以て指示器に依る船位は實際の位置より遙か後方にあるを

以て危険なり）。

- (3) ネブチューン・ログは1 哩の廻轉數が他のものより尠き理由如何。

チェラブ二號型と異り2重の球軸承を用ふるため廻轉數大ならざるべからずと雖その旋回子の翼は小なるため廻轉數小なり。

- (4) 測程儀の指示常に過大なる時は如何になすや。

曳索を長くして調節すべし。

- (5) 船の吃水に變化ある時は測程儀の指示に影響するや。

影響す。吃水大なる時は曳索の短きものを使用し、吃水小なる時は長き曳索を使用すべし。

- (6) 新しき曳索を使用したるに測程儀の指示過小となれりといふ。理由如何。

曳索が延び長くなりたるためなり。曳索が新しき時は延びる傾向あるを以て注意を要す。

- (7) 28秒の砂漏計に誤差ありて1方より他方に移る時間25秒なりとせば船の眞位置は手用測程儀の示す位置より何れにありや。

眞位置は測程器の示す位置より常に前方にあり。

第三章

測 深 儀 (Sounding machine)

測深儀は水深並に底質を測る器具にして港灣の出入又は密濠の天候中沿岸航海するに當り必要なるものなり。大別して輕測鉛、重測鉛、ケルピン式測深儀及び反響測深器の四つに分つ。本書に於ては前三者に就き解説す。

第一節 輕測鉛 (Hand lead)

第一項 構 造 (第十九圖參照)

- (1) 測鉛 (Lead)。重量7听乃至14听なり。上端に圓形の眼(Eye)ありてサービング (Serving) を施せる鋼線のグランメット (Grammet) を設く。
- (2) 測鉛索 (Lead line)。長さ25尋乃至30尋の鉛線にして一端に長眼 (Long eye) を設け、前記グランメットにスワープヒッチ (Swab hitch) を以て連結す。海の深淺尋數を示すため鉛線には次の如く符號を附す。この尋數は勿論測鉛の下底部より測れるものなり。

2 尋	2 裂革片
3 尋	3 裂革片
5 尋	白金巾
7 尋	赤旗布
10 尋	有孔革片
13 尋	青旗布
15 尋	白金巾
17 尋	赤旗布
20 尋	2 結節を有する細索 (Yarn)

以上 9 個を稱して符號マーク (Mark) と呼び 1 尋、4 尋、6 尋、9 尋、11 尋、12 尋、16 尋、18 尋、19 尋の 11 個は目測を以てし無符號デープ (Deep) と呼ぶ。

- (3) アーミングホール (Arming hole)。測鉛の底部の中央に凹窪あり。これをアーミングホール (Arming hole) と稱し、獸脂 (Tallow)、石鹼、蠟の類を充填し鉛が海底に達したる時、土砂、礫、貝殻等底質を構成せる物を粘着せしむるに供せらる。

輕測鉛の中特に端艇用測鉛 (Boat lead) と稱するものあり。測鉛の重さ 3 斤、測鉛索の長さ 20 尋内外のものあり。

第二項 使用法

投鉛は舵取 (Quarter master) の擔當する所にして、これを使用するに先立ちアーミング (Arming) を施し測鉛索の内端は舷縁上に固縛す。帆船にありては外舷チャンネル (Channel)、汽船にありては測深用踏臺上に立ち、胸帶 (Breast band) に倚りて上體を稍外方に俯下せしめ水面よりの高さに應じて測鉛索を垂持し、他手に残りの線を縮ねて走出に支障無からしめ、然る後 1、2 回頭上に振回して可及的前方に投すべし (要は測鉛が船の進行により投鉛手の直下に來る迄に海底に達せしむるにあり)。船後退する時は後方に向つて投すべく、又船の進行力の大小によりて測鉛索の走出を緩急調整するの要あるべし。

投鉛手の位置測鉛上に來り線の垂直となりし時、水面と符號所在位置とに依りて水深を読み、これを船橋に報す。水深の唱へ方は次の例に據るものとす。

水線と符號とが一致したる時は尋數の前に Mark を附す。即ち Mark five の如し。無符號個所に於て水深を讀める場合には尋數の前に Deep を附す。即ち Deep six の如し。

又、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ を呼ぶには $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ にありては尋數の前に附して夫々 Qu-

arter、Half と唱へ、 $\frac{1}{2}$ にありては次の尋數より $\frac{1}{4}$ だけ少きものとして呼ぶものとす。例へば $\frac{3}{4}$ 尋を Quarter-less seven と唱ふるが如し。

第三項 使用上の注意事項

- (1) 測鉛索は測程索と同じく漸次伸張し尺度變ずるが故に時々檢正を行ふべく、又新に符號を附するには數回水に浸して錘を懸け十分に伸びを去り置くべし。
- (2) 投鉛手は投鉛位置に出づるに先ち、その胸帶の内端が固縛しあるや否やを檢すべし。
- (3) 暗夜に於て線の符號を識別し難き時は燈火に據るべきも、これを備へ難き場合には最初手元より水面迄の高さを測り置き測鉛索の手元より海底迄の深さより減じて所要の水深となすべし。
- (4) 酷寒に際しては投鉛手をして手に油を浸さしむるを可とす。又酷寒の暗夜兩手の感覺を失ひて符號を辨別し難き場合には舌端を以てするを可とす。
- (5) 投鉛手は船の進行方向並に進航力の有無を識るに最好の位置にあり。故に投入せし測鉛索の緊張する方向並にその緩急を檢し、刻々の船の行動を船橋に報告すべし。これ出入港の際又は漂泊中船の僅少の運動は船橋にありては認むること難きを以てなり。

第四項 日本式測鉛索の符號

深さ	符	號	呼稱法
5 米	白	旗 布	イツツ
10 米	革	片	トウー
15 米	赤	旗 布	ジュウゴウ
20 米	二	革 片	ニジュウ
25 米	藍	又は黒旗布	ニジュウゴウ

30米	三 結 節 細 索	サンジュウ
35米	白 旗 布	サンジュウゴウ
40米	革 片	ヨンジュウ
45米	赤 旗 布	ヨンジュウゴウ
50米	二 革 片	ゴジュウ
55米	藍又は黒旗布	ゴジュウゴウ
60米	三 結 節 細 索	ロクジュウ

以上は大型船に使用するものなれども、30噸以下の船に於ては測鉛索の長さを40米までとし、その符號は前同様とす。而して測鉛の下底より10米に至る間は1米毎に符號をつけ、奇數の處は1本、偶數の處は2本の細索を取附く。又30噸以上の船に於ては測鉛索の長さを60米までとし、10米より20米に至る間を1米毎に前同様の符號を取附く。以上の小型船の場合は1米はヒトツ、1米半の時はヒトツハンと稱ふ。

以上は海難防止會によつて定めたものなれども、會社によりてはその會社特有のものを使用せるものあり。

第五項 雜 問

(1) 測鉛索に符號を附する時測鉛の何れの部分より測るや。

本書に於てはイギリス式も日本式も何れも測鉛の下底より測るものと解説せり。而してイギリス式の場合は測深せる時常に1尋を控除するものなり。

然れども某會社或は小型船等に於ては測鉛の上端より測りこれを使用するものあり。その理由とする處は、得たる測深が實際の深さより常に小なるため船の安全を期する上には得策なりといふにあり。

故に何れもその安全を期する點に於ては意見一致し居るも符號を定める基點を異にす。何れにても大なる差なきもこれ等は

統一する必要あるべく、寧ろ後者を選び測深に對する加減は船長の判斷に任すべきものとす。

(2) 輕測鉛は水深及び底質を知る以外他に利用し得る場合ありや。

利用し得る場合あり。即ち碇泊中風浪激しく錨の引ける惧れある時はこれを投入し置くべし。若し船が移動するとせば測鉛索は緊張するを以て錨の引けることを知り得るものなり。船首方向が變れば測鉛索が緊張することあれども、風浪が一定なる場合には明らかに錨の引けたる證左なり。錨の引けることは錨地方位 (Anchor bearing) に依つて知り得ることは勿論なれども、船橋附近に於て投鉛し置き錨の引けるや否やを知る方法として實に賢明なる方法なり。

第二節 重測鉛 (Deep sea lead)

第一項 構 造

重測鉛は重量約28噸の測鉛と100尋乃至120尋の測鉛索とより成り、その長さの示すが如く専ら深海の測定に使用するものなり。

測鉛索は九條縷りの麻索にして絡車 (Reel) に捲收し、符號の附け方は初めの20尋迄は輕測鉛と同一にして20尋以上は10尋を増す毎に結節1個を増し、100尋に到りて白旗布を附す。又その中間5尋毎に單一の結節を附す。

第二項 使用法

測鉛索は風上船尾より出し、線の内端は後部甲板に止め、測鉛を風上外舷を繞りて船首樓上に齎らし、ここに於てアーミングを施し用意成らば船を蹴踏せしめて投鉛す。測者は後部甲板にありて測鉛索が垂直となりし時その水深を検測す。

第三項 使用上の注意事項

(1) 帆船脚躰して重測鉛に依り測深をなすに當り船の風下に壓流せらるゝこと多大なる時は、測鉛は船尾より風下外舷を繞り風下船首より投入すべし。但しこの時測鉛索が舵に纏絡する虞あるを以て注意するを要す。

(2) 重測鉛に依り得たる水深は實際の水深より常に過剰なり。これ水深小なる場合以外は測鉛が海底に達する迄に船體は風潮に壓流せられ、測鉛索は垂直とならざるのみならず線に對する水深の抵抗のため弧狀をなすを以てなり。されば線と海面との角度を検して水深に相當の控除を行ふべく、又單一の投鉛を以て水深の正鵠を期し難きことは勿論なりとす。

重測鉛は前掲の如き不備の存するのみならず、船を全く停止せざるべからざる不利あるは航海者の最も苦痛とする所なり。然れども次節に掲ぐる測深器を使用する時はこれ等の不便を免るゝことを得。

第三節 ケルビン式測深儀 (Kelvin's soundnig machine)

第一項 構造 (第二十圖甲乙 第二十一圖參照)

- (1) V字形環 (V Shaped ring)。RはV字形環にして測深用鋼線を捲くためV字形の溝を有す。
- (2) 圓板 (Plate)。P及びP'は圓板にして、Pは軸Mに栓定しP'は螺子部に吻合す。把柄 (Handle) に依り軸を廻してP'を壓着する時はV字環は軸と共に廻轉すべく、反對方向に廻してP'を外方に離す時はV字形環は軸に關係なく自由に廻轉す。
- (3) 腕 (Arm)。Aは腕にして環狀の發條Sを介して圓板P'と連絡し、且軸の螺子部に吻合し、器の外框 (Frame) の頂部にある留金 (Catch) Cと共に圓板とV字形環との連絡並に絶縁をするものなり。

- (4) 留金 (Catch)。Cは留金にして前述の如くブレーキをかけ或はブレーキを弛める時に腕 (Arm) Aに裝す。
- (5) 指示器 (Counter)。測深に際しV字形環の廻轉により走出する鋼線の長さを自記するものなり。
- (6) 把柄 (Handle)。Hは把柄にして兩端にある座金Kに挿入し螺栓 (Thumb screw) Nを以て固定す。
- (7) 鋼線 (Sounding wire)。長さ300尋ありて鋼線7條より成り、海水により錆の生ずるを防ぐため亞鉛塗を施せり。外端は折り曲げて鉛製のLinkにシージング (Seizing) を施し表深管に連結す。
- (8) 錘 (Sinker)。第二十一圖Aは錘にして24斤の重量を有す。鑄鐵製にして亞鉛塗を施せり。
- (9) アーミングホール (Arming hole) 錘の下底に凹める穴あり。
- (10) 導滑車 (Fair leader)。Bは導滑車にて船尾タフレール (Taffrail) 上に設け鋼線を船外に導くに用ふ。尙曲腕 (Bonnet) ありて錘の海底に達せる時鋼線弛緩して導滑車より脱出するを防ぐ。
- (11) フィンガー・ピン (Finger pin)。Fはフィンガー・ピンにして走出する鋼線に鉤し、抵抗の減少により錘の海底に達したるを知るに用ふ。又鋼線の導滑車の溝より脱出せざる導きともなる。
- (12) 硝子管。Cは硝子管にして長さ2呎の細管なり。一端は閉塞し他端は開口を有し海水を管内に浸入せしむ。内面には紅色クロム酸銀を塗り、海水浸入する時は化學反應を起して乳白色に變じ、海水の浸入したる高さを知るが故に水深を知る事を得。
- (13) 保護管 (Guard tube)。Dは保護管を示し硝子管を收む。上部に被帽 (Cap) を附し下底の側面に數個の小孔を設け海水の出入に供す。この管には長さ約9呎の索を附し、上部は鋼線端のリンク (Link) に下端は錘に連結す。
- (14) 尋尺 (Fathoms scale)。Eは尋尺にして5尋より100尋迄の目盛あり。上端に眞鍮縁を附し、これを硝子管の上端に當て變色の限

界線の尋数を讀むものとす。

第二項 優秀なる點

- (1) 船を停止する事なく又針路より偏出することなく測深し得る。
- (2) 僅の人員で容易に行ひ得る。
- (3) 水深及び底質を確實に知る。
- (4) 測深回数を増すため一層確實なる船位を得。

第三項 原 理

第二十二圖に於て h を硝子管内面の長さ、 x を管内に昇りし海水の高さとし、 p を大氣壓、 p' を水深 d に於ける管内氣壓とすればボイル (Boyle) の法則に基き

$$\frac{p'}{p} = \frac{h}{h-x}$$

今海水單位容積の重量を w とすれば

$$p' = wd + p$$

故に
$$\frac{wd + p}{p} = \frac{h}{h-x}$$

$$d = \frac{px}{w(h-x)}$$

然るに水銀一立方吋の重量は 0.49 封度なるを以て晴雨計の示度 H 吋に於て

$$p = 0.49 H \frac{\text{lb}}{\text{inch}^2}$$

海水の比重は 1.025 にして淡水 1 立方呎の重量 $62\frac{1}{2}$ 封度なるを以て

$$w = \frac{62.5 \times 1.025}{12 \times 12 \times 12} \cdot \frac{1}{27} \frac{\text{lb}}{\text{inch}^3}$$

p と w との値を前式に代入すれば

$$d = 13.23H \left(\frac{x}{h-x} \right) \text{ inches.}$$

$$= 0.1837H \left(\frac{x}{h-x} \right) \text{ fathoms.}$$

上式は水深が晴雨計の示度に關係し x の値が h に近づくに従ひて急増することを示す。

尋尺 (Fathom scale) は上式に於ける管内の水の高さ x に對し水深 d の値を與ふるものにして、大氣壓 28 $\frac{1}{2}$ 吋乃至 29 $\frac{1}{2}$ 吋なる時に適合せしめたるを以て氣壓これより大なる時は下の標準に據り水深に改正を施すべきものなり。

氣壓 29 $\frac{1}{2}$ 吋なるとき 40 尋毎に 1 尋を加ふ。

30 吋 "	30 "	"
30 $\frac{1}{2}$ 吋 "	20 "	"
31 吋 "	15 "	"

又硝子管内の空氣の溫度が海水の溫度と異なる時は、硝子管に示す水深は正確ならず。而して溫度に對する改正なきを以て、使用する時は硝子管の閉塞せる方を下方にし、バケツ (bucket) に汲みあげたる海水の中に數分間浸したる後使用するものとす。若し硝子管の開口せる方を海水に浸したる時は、氣泡が管内に残るを以て正確なる水深を得る能はず。

据附法。

最初 導滑車を船尾タフルール上に螺定し、次に本器を導滑車より約 12 呎の距離に於て甲板上に設けたる礎板上に螺定す。而して器の中央と導滑車の中央とは船首尾線に平行なる直線中にあらしむべし。保護管及び錘等一切の附屬具は、成る可く器の附近に恰好の格納所を設けて咄嗟の使用に便すべし。

第四項 使用法

1 名の運轉士指揮の下に 2 名の水夫を以て行ふものとす。一名

をブレークスマン (Brakesman) と呼び、他をレッドマン (Leadsman) と呼ぶ。ブレークスマンは測深器の右側にありて把柄に就き、レッドマンはタフレール附近にありて主として錘を取扱ふものとす。測深をなすに當りてはブレークスマンは器に把柄を螺定し、レッドマンは錘にアーミングを施し、運轉士は硝子管一個を取り開口を下にして保護管に挿入し被帽を裝す。次でブレークスマンはアームが留金によりて支持されあることを確かめたる上、把柄を線を捲き込む方向に少しく回轉して圓板を壓着しV字環の自轉することを無からしむ。レッドマンは線を導滑車の車 (Pulley) 上に導き錘と保護管とを靜かに船尾より垂下す。この時線のリンクをして導滑車の外にあらしむることに注意すべし。こゝに於てブレークスマンは右手に把柄を握り左手にフィンガー・ピンを持して軽く線を壓下し運轉士の命令を待つものとす。入れの命令あらばブレークスマンは直ちに把柄を線の走出の方向に半回轉乃至一回轉してV字環を遊離せしめ指示器を注視す。フィンガー・ピンに線の弛緩を感ずれば、錘の海底に達したる證なるを以て直ちに把柄を轉じV字環の回轉を止め、次でアームを留金より脱して線を捲き込むなり。レッドマンはこの時左手を以て他方の把柄を轉じ、右手に帆布片に獸脂を塗りたるものを以て線を包みつゝ適當に環上に導くべし。ブレークスマンは線の捲入に伴ひ指示器に注意し、リンク (Link) が凡そ五尋の所に来る時錘を取れ (Hand the lead) と呼ぶ。レッドマンは輒ち器側を去りてリンクを導滑車上に導き、次で保護管を取入れ垂直に保ちつゝ錘と共に船内に取込む。運轉士は眞直ぐに硝子管を抽出して尋尺に沿へその上端を眞鍮縁に當てゝ水深を讀み、續いてアーミング (Arming) を檢して底質を知り測深時刻並に測程儀連數と共に船橋に報ずるものとす。

第四節 表 深 管 (Depth recorder)

第一項 構 造 (第二十三圖參照)

- (1) 空氣室。BよりDに到る間は空氣室にして上部に革の衛帶 (Leather packing) 及び座金Bあり。上端を水密にするため牡螺Aを以て緊締す。
- (2) 吸鈎 (Piston)。Dは吸鈎にして海水の壓力はこゝに加はるものなり。又海水の空氣室に浸入を防ぐため革の衛帶Cを設く。
- (3) 指標 (Mark)。Eは指標にして吸鈎桿上に海深を示す。
- (4) 吸鈎桿 (Piston rod)。Fは吸鈎にして0より100尋迄の度盛を刻めり。
- (5) 螺旋發條 (Spiral spring)。Gは發條にして海水の壓力により伸張するものなり。

表深管は長さ2呎3吋の眞鍮管にして前に述べたる各部より成り、下底部には數個の浸入する孔を設け、管の下半部には指標を檢するため長さ約5吋の截開部あり。使用する時は海草等により指標の指示を亂す恐れあるを以て回轉する蓋 (Cover) を設け截開部を閉塞せしむ。

第二項 使用法

蓋を開き指標を零 (吸鈎桿の最上端) に置き蓋を裝して牡螺Aを締め、硝子管の場合と同じく測深用鋼線に取り付け錘を鈎し測深器により海底に到らしむ。然る時は海水の壓力の吸鈎に加はり發條は伸張して吸鈎桿は指標を空氣室の前に残して上方に押上げらるれども、表深管を船内に取込めば發條は舊狀態に復し指標は吸鈎桿と共に下降し、海底に到達したる時の位置を保つを以て指標

の中央と錐の目盛りとの截り合ひたる點に依り水深の尋數を知るべし。一回の測深を終る毎に牡螺及び座金をゆるめ吸鈎錐と管との小隙より浸入せる水を驅除すべし。若しこれを怠る時は空氣室内に水浸入せるを以て正確なる海深を得る能はず。

第五節 水深を連測して船の位置を知る法

沿岸航行中濃霧のため陸上の物標を見ること能はざる時は測深を連續して船位を決定すべし。即ち映寫紙(Tracing paper)に子午線及び緯度の線と船の針路線とを引き、針路線上の一端に最初測りたる水深及び底質を記入し、それより一定の間隔を定め船の航程がこの間隔に相當する毎に水深を測りて順次針路線上に記入し、紙面を海圖上推測位置附近に於て子午線に平行を保ちつゝ上下に或は緯度の線に平行に左右に滑動し、海圖上記載の深さ及び底質の最も近似する點を求め船の現位置とす。但し潮の昇降大なる海面にありては潮時を検して測得水深に相當改正を行ふべきなり。水深改正の方法として種々なる方法ありと雖も、水路部發行の潮汐表に任意時の潮高を求める方法記載しありて簡単に求め得べし。

第六節 使用上の注意事項

- (1) 使用前測深儀及びタフルール上にある導滑車に注油すべし。測深儀に於ける二つの注油孔はその軸の上側にあり。一つは器の右側指示器の直下にありて指示器の齒車装置に給油し、他は左側にありて腕(Arm)と軸と噛み合ふ螺子部に給油し得。又導滑車の向つて右側にありて滑車とピン(Pin)との間に給油し得べし。
- (2) 原理に於て述べたるが如く硝子管を汲みあげたる海水に浸し管内空氣の溫度を海水の溫度と等しからしむ。
- (3) 錘が海底に達したる時は速にブレーキ(Brake)を裝すべし。線

を餘分に走出せしむる時はキンク(Kink)生じ、中途より切斷することあり。又岩礁等に絡む虞れあり。

- (4) ブレーキを餘り急速にかけるべからず。鋼線は急激なる張力のため切斷することあり。
- (5) 速力五節以下の時はV字環の廻轉を1秒間5廻轉位を適度とす。
- (6) 走出せる線250尋に及ぶも海底に達せざる時は速かにブレーキを裝すべし。然らざれば300尋の全長を走出することありて鋼線の取附部より切斷せらるべし。
- (7) 鋼線は特にキンクを生せしめざる如く注意すべし。キンク生じたる時は僅の張力にても容易に切斷さるゝを以て捲き入るゝ時キンクの生せざる如く注意すべし。キンク生じたる鋼線の破斷力は五十呎内外なり。
- (8) 鋼線に錆を生せしむべからず。錆は鋼線の命數を短くすること甚しきを以て鋼線を捲き入るゝ際は絲屑(Waste)により充分水氣を取り一方絲屑に獸脂を浸してこれを塗布すべし。
- (9) 使用せざる時はブレーキを緩め被覆を完全に於て雨露を防ぐべし。又時々分解手入を行ふべし。これを怠る時は器具の各部に錆を生じ急の使用に間に合はざることあるべし。
- (10) 硝子管は乾燥せる場所に納むべきこと。
濕氣のため硝子管内のクロム酸銀は變質を來し使用に際し明らかに水深を示さざることあり。
- (11) 本器は2人にて15分毎に測深を行ふこと容易なり。即ち2節の減速力ならば半漕毎に行ふことを得。100尋の鋼線を捲き入るには約4分を要す。
- (12) 指示器の示す尋數は走出せる線の長さにして水深を示すものに非ず。線の走出は普通の狀況にありて速力11節の時水深の約2倍速力16節の時約3倍なり。

(13) 測深する時は測程器を一時引き揚ぐること。

鋼線と測程器の曳索とからまることあるを以てなり。

(14) 測深中突然著しく浅き水深を得たるときは脚疑すること無く船橋に報じて船の進航を停止すべし。決して次回の測深によりて正否を検したる後にすること勿れ。これ海圖上未測の淺瀬存在すること有るべく、又この測深の結果が誤謬なりしとするも安全のため船の行動を苟もせざる趣旨に合すべき處置なればなり。

(15) 硝子管塗料の變色限界線は下の諸原因のため不精密となるものなれば特に注意するを要す。

(イ) 線と錘とを連結する索の短少に失する時。該索は全長九呎より少なからざるべく、保護管と錘の上端との間隔三呎、保護管の上端と鋼線端との間隔四呎を適度とす。

(ロ) 線の走出を止むる際ブレーキを装すること急激に過ぐる時。

(ハ) 測鉛海底に達したる後鋼線の走出を停止せざる時。

(ニ) 保護管に硝子管裝入法の不正なる時。

(ホ) 硝子管の不良なる時。

(ヘ) 保護管を船内に取込むに當りこれを垂直に保たざる時。

(16) 必要あらば得たる水深に氣壓に對する改正をなすべし。

第七節 ケルビン式四號型 (Kelvin's Mark IV) 測深儀

第一項 構造 (第二十四圖甲乙丙參照)

船橋附近に備へ當直員の使用上に大なる便宜を與へ前式に比し相當改良を加へたるものなり。

(1) スプロケット・ホキール (Sprocket wheel)。前式の Arm に相當するものにして V 字環に Brake on 又は Brake off の働きするものなり。

(2) キャッチ・ピン (Catch pin) T。前式のキャッチに相當するものにしてスプロケット・ホキールの凹部に裝脱せしむるものなり。

(3) 圓筒 (Tube) R。器の前後にありて自動制動錘を納む。

(4) 自動制動錘 (Automatic brake weight)。前側の圓筒には一聴の錘後側には六聴の錘を納め、兩錘は索にて連結され索は V 字環の外側に設けたる溝を繞らしむ。これは V 字環の過度の廻轉を抑制し、走出する線に對し抵抗を速力の如何に關せず常に一定ならしむるものなり。この錘を裝置するには六聴錘が器の後側に於て圓筒の下底にある時、一聴錘が前側の圓筒下底より約 1 吋乃至 2.5 吋の高さに懸垂せるを適度とせり。

但し 6 聴錘は速力 13 節以下の場合に適するを以て速力これを超え錘の圓筒内より跳出でんとする傾向ある時は、6 聴錘に別に豫備として備ふる 1 聴錘 4 個を重ね 10 聴の錘とすべし。

(5) 突出桿 (Out rigger)。第二十四圖乙に示す如く長さ約 30 呎乃至 40 呎直徑 5.5 吋以内のものにして、内端にはグース・ネック (Goose neck) を附し、船橋附近の天幕支柱・船橋支柱或は船側手欄に設けたる穴に嵌め、不用の時は船側に沿ひて格納するに便す。桿は外端に到るに従ひ稍細くなり外端には三箇の眼釘 (Eye bolt) を有する鐵帶 (Iron band) を附しこれにトッピング・リフト (Topping lift) 及び前後のガイ (Guy) を裝す。使用中は突出桿を水平ならしめ且船首尾線に直角に保つべし。突出桿の外端鐵帶の稍内側に於て小なるシープ・ホール (Sheave hole) を設け、これに曳索を通じて丙圖に示せるキャリヤーを桿の外方に送り出すに用ふ。突出桿を用ひる利點は鋼線をその突端に導きて船側及び暗車翼に觸れしめざるにあり。

(6) キャリヤー (Carrier)。同圖丙に於て A は蓋 (Case) にしてその中に眞鍮製の車 (Pulley) と突出桿に嵌まる圓筒 B より成る。

(7) 車 (Pulley)。蓋の中において車は溝を有し鋼線を導き蓋の軸の

周圍に廻轉す。

- (8) ロック・ピン (Lock pin)。鋼線を導くにはピンCを脱し蓋の一部を開き、鋼線を車の溝に嵌めし後ピンを装し鋼線の溝より跳ね出づるを防ぐ。
- (9) 油壺 (Oil casing)。油壺Dの中に一杯に注油せば油は徐々に車の軸に落ちるを以て軸の磨耗を防ぐ。
- (10) アウト・ホール (Out haul)。Eはアウト・ホールにしてキャリヤを外端に取出すものなり。
- (11) イン・ホール (In haul)。Fはイン・ホールにしてキャリヤを船内に取入るに使用する。

この式の最も利とする點は自動制動錘のため速力の如何に關せずV字錘の廻轉を一定ならしめたるを以て從來のものと異り、指示器の表はす走出線の長さによつて後に掲ぐる速力と水深表 (Speed and depth table) を使用して略近水深を知るにあり。

第二項 使用上の注意事項

- (1) 一般使用法は前式に異ること無し。

「速力と水深表」を用ひ走出せし鋼線の長さを以て水深を知らんとせば次の諸項に注意するを要す。

- (イ) プレーキを緩むるには把柄を全一廻轉し且迅速に行ふ。
- (ロ) 重量及び形狀常に同一なる錘を用ひること。
- (ハ) 鋼線と錘とを連結する索は常に同長、同大なること。
- (ニ) 自動制動錘は常に同一のものを用ひること。

- (2) 沿岸航行中船の速力が輕測鉛の使用を許さざる時、本器を硝子管を附せずして連續使用し水深の變化を知ることを得べし。速力 10 節にて 20 尋の海面を航行するとせば 1 分時に 1 回の測深を爲すこと容易にして、水深 10 尋ならば半分時に 1 回行ふを得べし。

- (3) 鋼線の走出せる長さは鋼線の弛緩したる刹那に於ける指示器の示數を以てし、ブレーキを装せる時の長さを以てせず。これブレーキを装する迄には既に數尋の線は走出し去るべきを以てなり。
- (4) 制動錘及びその圓筒は常に清拭し少量の油を施して圓筒内に自由に上下し得る如くなすべし。
- (5) 錘を懸垂する索を更新する場合には、同質同徑のものを以てすべし。

「速力と水深表」

Kelvin Mark IV. 測深器。

錘 Kelvin M. C. I. 鉛心を有し重量 24 斤。12 呎の編組を以て連結す。

鋼線索。7 條ストランド

自動制動錘。6 斤。

鋼線索は Kelvin 式 Carrier 及び滑車を通ず。

保護管は錘の眼より 3 呎上方に連結す。

M. C. I. (Marvellous cast iron)

Approx. vertical dep h.	Fathoms of wire run out.					Approx. vertical depth.	Fathoms of wire run out.				
	Speed in knots.						Speed in knots.				
	6	8	10	12	13		6	8	10	12	13
5 Fms.	6½	7½	9½	10½	14	25 Fms.	32½	38	45	51	54½
6 "	7½	9	11½	13	16	26 "	33½	39½	46½	53	56½
7 "	9	10½	13½	15	18	27 "	35	41	43½	55½	58½
8 "	10½	12	15	17	20	28 "	36	42½	50	57½	61
9 "	11½	14	16½	19	22	29 "	37	43½	52	60	63
10 "	13	15½	18½	21½	24	30 "	38½	45	53½	62	65
11 "	14½	16½	20	23	26	31 "	40	46½	55½	64½	
12 "	15½	18	21½	25	28	32 "	41	48	57	67	
13 "	17	19½	23	27	30	33 "	42½	49½	59	69	
14 "	18	21½	25	28½	32	34 "	43½	51	60½	71½	
15 "	19½	23	26½	30½	34	35 "	45	52½	62½	74	
16 "	20½	24½	28	32½	36	36 "	46	54			
17 "	22	26	30	34½	38	37 "	47½	55½			
18 "	23	27½	31½	36½	40	38 "	48½	57			
19 "	24½	29	33½	38½	42	39 "	50	58½			
20 "	26	30½	35	40½	44	40 "	51	60			
21 "	27½	32	37	42½	46	41 "	52½				
22 "	28½	33½	39	45	48	42 "	54				
23 "	30	35	41	46½	50	43 "	55				
24 "	31	36½	42½	49	52	44 "	56½				
						45 "	58				

第八節 電動測深儀 (Motor-driven sounding machine)

第一項 概 説

電動測深儀はその構造ケルビン式四號型と同様なれども、異なる點は單に電動機を取付け、これにより錘及び走出せる線を捲き入るゝ装置あるのみなり。近時船舶の速力は甚しく増大せるを以てこの式の測深儀を採用するもの多きに到れり。即ち速力大なる船は速力小なる船よりも同時間内に於ける航程大なるを以て自ら多くの測深を必要とす。又測深に際し人を節約し得ると共に勞力を極力に省く事を得べくその利や言を俟たず。

第二項 構 造 (第二十五圖甲乙丙丁參照)

- (1) 外框 (Frame) A。機械全部を支持する臺にして、上面には指示器 (Counter) B を有し、下部は電動機筐 C 上に螺釘にて固定す。
- (2) 測深器軸 D。外框に水平に架し、軸受座金に支持せられ、左端に四號式と同様の把柄座金、右端に大車輪 (Skeleton wheel) E を備へ中央部にて V 字環 F を支ふ。V 字環の内面には軸との磨耗を防ぐためリグナムバイトの軸承を有す。又中央より少しく左方に固定圓板 G を固定し、右方之に對する部の外周には螺子を有し、棘齒車 (Ratchet wheel) H の中心軸筒の内周にある螺子と嚙合し、且鋼線捲回用の斜齒車 (Bevel wheel) I を止栓にて固定す。
- (3) 固定圓板 G。測深機軸に固定せられ、常にこれと運動を共にする鐵製圓板にして、V 字環と接する部分に木製輪 L を釘着す。且固定圓板と V 字環との間には、皿狀發條 J を設け、鋼線走出の際相互に摩擦するを防ぎ、V 字環の自轉を完からしむ。
- (4) 棘齒車 (Ratchet wheel) H 及び鋼球 (Steel ball) K。V 字環と測深器軸とを絶縁又は接續するに用ふるものにして、四號式測深器

の鏈齒車 (Sprocket wheel) に該當するものなり。而してその内方 V 字環に接する部は木製輪 L を釘着す。鋼球 K は四號式の留金 (Catch) の用をなすものにして、V 字環の外周にある框の底部に取付けられたる溝渠内にあり。この溝渠の底部は、棘齒車四周の接線の方向に傾斜せる平面にして、鋼球は棘齒車が静止し電流不通の時他に逸出せざる位置にあるを以て溝渠の底部に於て棘齒車の齒を留め、棘齒車をして捲入れと反對方向に回轉せしめざるものなり。

今鋼球をして棘齒車の齒狀部に嵌入し、把柄を鋼線走出の方向に約 1/2 廻轉せば、軸の螺子の作用により棘齒車は外方に移動し、V 字環と軸とは絶縁するを以て V 字環自轉し鋼線は自由に走出すべし。

又把柄 M を捲回の方向に回轉せば、軸の螺子により棘齒車は内方に移動し V 字環を壓着し、V 字環と軸とを接續せしむ。

- (5) 電磁消音器 N。傾斜せる溝渠の上方にあり。今既にブレーキをかけ、鋼線を捲き入れんとし、接續筐 O の上面に備ふる電路接續突子 P を壓下せば、電磁作用により鋼球は棘齒車の齒狀部より脱出し、電磁石に吸引せらるゝを以て、電動力或は人力にて鋼線を捲回し得。
 - (6) 斜齒車 (Bevel wheel) I。測深器軸に固着せる大なる齒車にして棘齒車の外側にあり。この齒は電動機軸の獸皮小斜齒車と嚙合し、電動力にて鋼線を捲回する用をなす。
- 斜齒車の内側に一の突起片 X を有し、主動ブレーキを緩むる時約 1/2 廻轉にて、棘齒車の外側突起片 Y に合致し、棘齒車の作動を一定に制限し常に主動ブレーキの緩め方を同一ならしむるものとす。
- (7) 車輪 (Skeleton wheel) E。斜齒車の外側にありて、その中央部は軸に固着す。

外邊には把柄を挿入する孔を有す。又この車輪の反対側にも四號式測深儀と同様の把柄を有し、電動機の故障等起りし時、人力にて使用するものなり。

(8) 電動機 (Motor) R。電動機は直立型四極直捲電動機にして水密筐の中に收められ、測深儀の底部に位置し、船内發電機の電壓に適合する如く作製され、電動機軸は垂直にして上部は筐の上面に突出し、獸皮小斜齒車により斜齒車に嚙合する事前述の如し。

(9) 電動機用發停器 (Controller) S。發停器の上面に把柄ありて線走出中は Off の位置にあらしめ、捲入れの際は徐々に On の方向に旋回せしむる時は、發停器内の抵抗器の状態により電流に強弱を生じ電動機の廻轉速度を加減せしむ。把柄が On の位置に来る時電動機の回轉最大なり。

(10) 接續函 (Connection box) O。函内には電動機、電磁消音器及び電燈 Q の各電路を接續し、函上には電燈接斷器 T 及び電路接續突子、函底には電纜の接線座を有す。

その他齒車装置に成る指示器及び制動裝置等四號式と同様なり。

第三項 使用法

電燈用接斷器を引上げ送電を確むべし。次に電路接續突子 P を壓下す。これ既に述べたる如く該突子を壓下する時は、鋼球は棘齒車の齒より脱するを以て把柄により錘及び鋼線を適當の位置に捲き出すべし。而してケルビン式四號型と同様の準備をなし、電路接續突子の壓下を放ち鋼球をして棘齒車の齒に嚙合せしむ。準備全く成らば把柄を正確迅速に鋼線走出の方向に廻轉し、主動ブレーキを緩め、鋼線走出し始むれば把柄を放し右手にフィンガー・ピンを持ち鋼線を軽く壓下し、左手にて發停器の把柄を把持す。

錘が海底に達したるを感じたる時は速かに發停器把柄を約中間の位置をとらしめ棘齒車と V 字環とを接續せしめたる後徐々に On の位置に齎し來り全速力にて捲き揚ぐべし。而して指示器 10 尋を示せる時より發停器を徐々に Off の方に旋回し捲き揚げ終らば Off の位置を取らしむべし。鋼線を V 字環に捲き入るゝ時は、帆布片に獸脂を塗りたるものを以て線を包み適當に環上に導くべし。

第四項 使用上の注意事項

四號式測深儀使用心得と同様なれども、本器特有の注意事項次の如し。

- (1) 電動機は特に電氣接觸部の手入に注意し、出帆前に必ず試運轉を行ふべし。
- (2) 使用法に述べたる如く送電されたるや否やを確むべし。
- (3) 本器を裝備する場合には容易にこれを手動裝置に変更し得る如くなし置くべし。
- (4) 電動機に故障あれば手動となすべし。即ち外框と電動機筐とは 4 個の母螺 U を以て連結され、外框に於ける孔は長孔なるを以てこの 4 個の母螺を弛め外框を移動すれば斜齒車と電動機軸とは絶縁せらるるを以てなり。
- (5) 右に述べたる母螺は、常に堅く締め置き外框と電動機筐との關係位置を正し置く事最も肝要なり。若し母螺の締め方弛き時は、斜齒車と電動機軸と適當に嚙合せず且捲き揚げに際し斜齒車の齒は大なる摩擦を受け、遂には齒を損するに至るべし。
- (6) 捲き揚げ中電流不通となるか或は何か他の原因にて電動機動かざる時は 4 個の母螺を弛めず車輪の周邊に把柄を取付け手動となすべし。
- (7) 電動機にて鋼線を捲き込む時は、指針に注意し 10 尋附近に來る後は速度を漸次に減じ、錘が水面を僅に離るゝ程度に停止

し、キャリアを引き込むにつれ少しづつ線を巻き込む如くすべし。

第五項 分解及び結合法

(1) 必要なる分解要具次の如し。

磨敷物、磨布類、油、自在回螺器大小2個、排栓器中小2個及び錠等にして、分解したる器具は順序正しく並列し亡失を防ぎ結合を容易ならしむべし。

(2) 分解順序次の如し。

- (イ) 車輪によりV字環と棘歯車との縁を絶つ。
- (ロ) 車輪及び把柄取附座金を脱す。
- (ハ) 指示器止螺子を取り出し指示器を取脱す。
- (ニ) 電燈用電線の押へ金2個を取脱し同用接栓を螺出し(鋼球用のものも共に螺出す) 框の上面2個の止螺子を螺出し電燈を除去す。
- (ホ) 框の外側2個の止螺子を螺出し指示器歯車装置を離脱す。
- (ヘ) 框の両外側上部4個の螺子と指示器受下部と保護板との接合用螺子を螺出し指示器受を取脱す。
- (ト) 制動索を取除く。
- (チ) 6個の測深儀軸受座金の螺子及びV字環保護板下方両端4個の固定螺子を螺出し、V字環保護板と共に測深儀軸に支へられたるもの全部を外筐より取脱す。
- (リ) 軸受座金及び斜歯車を取除く。
- (ヌ) 棘歯車の止栓を抜去り棘歯車を取脱す。
- (ル) 固定圓板と軸を取離す。

若し電動機に故障あらば分解すべし。凡て分解後は充分手入を施し、鐵部並に滑動部には油及び防錆油を塗抹し保存の完全を期すべし。

(3) 結合法 分解順序を逆行すべし。

第六項 電路圖説明(第二十五圖丁參照)

電源は船よりの供給直流電氣にして電壓100~220ボルト(volt)ならば電流の強さ15アンペアー(ampere)を適當とす。(+)電流は接續筐のaターミナルに入りそれより發停器S内に至り1.2.3.4.を通り電動機Rに到る。電動機より再び發停器内の5.6.7.8.を通り接續筐に入りbターミナルを経て(-)極に歸るべし。

又一方(+)電流は接續筐内のaターミナルよりヒューズ(Fuse)を通りcターミナルに到り、電燈用スイッチ(Switch)Tを入れる時はこれを通りcターミナルを通り電燈Qに到り、それよりdターミナルに歸りヒューズを経てbターミナルより(-)極に歸る。

又cターミナルの(+)電流は電路接續突子Pを壓下せる時は此處を通過しfターミナルに入り、これより一つは發停器を経て電動機に到るものと他の一つは電磁消音機Nに到り鋼球を吸引しd及びbターミナルを経て(-)極に歸るべし。

第七項 雜 問

(1) 測深せる時硝子管内の變色限界線不規則なることあり。その原因如何。

多くの場合錘の海底に達したる時、急激にブレーキをかけたため保護管内に於て硝子管が衝撃を受けたるによる。故にこの限界線の正しきものを得んには、保護管内に於ける硝子管の移動を防ぐため管の被帽の内面に綿を填充し硝子管の移動を防ぎ、且ブレーキをかける時餘り急激ならざる如く注意すべし。

その他第六節使用上の注意事項(15)を見るべし。

第九節 その他の測深儀

第一項 國産電動測深儀

- (1) 東京計器製電動測深儀はケルビン式とその機構全く同様なれども、銅球の代りに爪を用ふ。電動機は直立型4極直捲電動機にして主要性能次の如し。

電 圧	220 ボルト	100 ボルト
馬 力	1 ½	1 ½
全負荷時電流	7.25	15.5
廻 轉 速 度	870	870
回 轉 子	2 回路直列	同
原 磁	4 極直列	同
能 率	約 70 %	約 72 %

- (2) 日本測器製電動測深儀は時局下物資不足のため直流電動機の代りに最近交流電動機を用ふものを作製せり。直流に比し電動機廻轉速度の加減困難なるを以て取扱ひに注意を要す。

第二項 デツプソメーター (Depthometer)

ドツビー・マツキン (Dobbie Meines) 會社 (英吉利) の製作にして構造次の如し。

デツプソメーター A は第二十六圖に示す如く長さ約一呎の中空圓錐狀をなし、蓋 O を有す。蓋 O は蝶螺 B を以て緊締し護謨パッキング (Rubber packing) により水密に保つことを得。

蝶螺のかゝる蓋の側壁に海水孔 Q ありて海水はこれより入り、突出部 P の周圍にある縫針と同徑の如き多数の小孔より A 内に入る。水深大ならば浸入海水多く、従つて浸入せる海水の高さにより水深を知り得べし。水深は本器附屬の尋尺 (Fathom scale) を A 内

入れ、浸入せる水の高さにより測定するものなり。發條 S は測深用外筐内に固く保持される用をなす。

本式は硝子管を消耗することなくその成績も優良なり。然れども突出部に於ける小孔は塵芥或は泥砂等により閉塞せらるゝ時は誤差を生ずるを以て注意を要す。

第三項 その他の測深儀

フランスのワールルツツエル測深管 (Warlugel sounding tube) は、水壓による海水の浸入量即ち浸入せる海水の高さにより水深を知る一種の表深管 (セルロイド管に水深目盛あり) なり。我が商船に於て使用したるもその成績良好ならず。

又エレクトロットは小型爆彈にして、これを海水に投げ海底に達して爆發するものなり。即ち海水に投じたる時より爆音を聞きたるまでの時間により水深を知るものなり。これ反響測深儀の一種といひ得べし。

第四章

六分儀 (Sextant)

物標及び天體の高度或は距度を測る器具なり。商船の如く常に静穩ならざる海上にあるものは、固定装置のものを用ひる事困難なるを以て特にこの器具を角度測定に使用する。

第一項 構造 (第二十七圖参照)

- (1) 本弧 (Arc)。Aは本弧にして器面の右方0度より左端迄144度に劃度を施せり。又0度より右方に數度を劃しこれを餘弧 (Arc of excess) と稱す。1度を更に六等分し本弧上では10分迄讀度し得るものなり。〔六分儀は本弧が圓周の六分の一なるを以て此名ある所以なれども、現今の六分儀と稱するものは事實五分儀 (Quintant) にして弧の二倍角たる144度迄讀度し得るものとす。六分儀と同一構造にして八分儀 (Octant) と稱するものあり、圓周の八分の一の弧を有し90度迄測角し得るものにして俗にこれを四分儀 (Quadrant) と稱す〕。最近の六分儀は155度迄劃度を施せるもの多し。上等なる六分儀の本弧は白金を以て作らる。
- (2) 示標桿 (Index bar)。Bは示標桿を示し上端に動鏡を有し、動鏡の中央を軸として器面を滑動するものなり。
- (3) 動鏡 (Index glass)。Iは動鏡にして器面に垂直に取附けたる上等の鏡なり。
- (4) 游標尺 (Vernier)。Vは游標尺にして示標桿の下端にありて度盛を刻み本弧に對す。示標桿と共に移動せしめて角度を10秒迄精密に讀むに使用する。上等の游標尺は金を以て作らる。
- (5) 水平鏡 (Horizon glass)。Hは水平鏡にして器面に垂直に取附け、器面に近き半面は水銀を塗りて鏡とし、他の半面は透明にして

物標を透視するに用ふ。

- (6) 和光硝子 (Shade glass)。S は動鏡及び水平鏡の各々の前方にある和光硝子にして、前者には 4 枚後者には 3 枚の濃淡ある色硝子を用ひ、太陽の如き強き光線を緩和するに用ふ。

動鏡の前方の和光硝子の前に一枚の特種の透明の硝子を装するものあり。これをレンテイクユラー硝子 (Lenticular glass) と稱し星の観測に使用するものにしてこれを水平なる直線に變形せしむるものなり。

- (7) 暗鏡 (Dark eye-piece)。E は暗鏡にして和光硝子と同じ目的に使用せらる。然れども暗鏡は和光硝子に比し優良なるものにして硝子の両面平行し硝子差の如きものなし。使用の時は望遠鏡の一端に装せらるゝものなり。水銀盤に依る高度測定、器差及び硝子差を出す時に使用せらる。

- (8) 重環 (Collar)。C は重環にして望遠鏡を螺入しその位置に支持す。

- (9) 昇降子 (Up and down piece)。重環に接続し昇降螺により重環を上下せしむ。

- (10) 昇降螺 (Up and down screw)。D は昇降螺にして (9) に述べたる如く重環を上下せしむ。

- (11) 固定螺 (Clamp screw)。L は固定螺にして示標桿を弧上に固定するに用ふ。

- (12) 正切螺 (Tangent screw)。T は正切螺にして本弧に切線の向きに装備し固定螺を締めたる後游標を微動せしむるに用ふ。

- (13) 顕微鏡 (Microscope)。M は顕微鏡にして讀度を精密ならしむ。

- (14) 把手 (Handle)。N は把手にして観測する際に把持する所なり。又中央部に穴を有し六分儀架 (Sextant stand) に装置するに用ひらる。

- (15) 修正螺 (Adjusting screw)。動鏡及び水平鏡にある修正螺 R は動鏡及び水平鏡の器面に垂直ならざる時に用ひるものなり。尙水

平鏡の前側左右何れかに修正螺あり。器差 (Index error) 修正に用ふ。

- (16) 修正用の針 (Adjusting pin)。P は修正用の針にして修正螺の蓋を取り去ればキャプスタン・ヘッデッド・スクリュー (Capstan headed screw) あり。この穴に装入して修正するものなり。(修正螺及び修正用具には種々なる形のものあり)。

- (17) 長望遠鏡 (Long telescope)。W は長望遠鏡にしてレンズ (Lens) の配合により物標は反轉せらるゝを以て反望遠鏡と稱す。擴大力 (Magnifying power) 大なるを以て精密観測に用ひらる。その内筒に 2 種あり一は白金線 4 條を有し他は 2 條を有す。通例後者は前者より擴大力大なり。

- (18) 短望遠鏡 (Short telescope)。X は短望遠鏡にして海上観測に用ふ。

- (19) 星鏡 (Star telescope)。Y は星鏡にして星の観測に用ひ擴大力大ならざれども視野廣し。故に初學者にありては太陽観測に用ひること多し。又視野廣きため陸上物標の距度を測る時にも使用す。星鏡のみ備へたる六分儀に於ては短望遠鏡の代用をなす。

- (20) 空筒 (Plain tube)。Z は空筒にして比較的近距离の測角又は視野を物標に向く場合に使用す。

- (21) 蟲眼鏡 (Magnifying glass)。讀度に際し顯微鏡に代用することあり。

第二項 原理

- (1) 原理。光學の法則によれば光線が同一平面上に於て 2 個の平面鏡により連続して 2 回反射せらるゝ時は最初の入射光線と最後の反射光線とのなす角は兩鏡の交角の 2 倍なり。

- (2) 證明。第二十八圖に於て BC を六分儀の弧、 I を動鏡、 H を水平鏡とし兩鏡に引ける垂線を夫々 Im 、 Hh とす。今某物體 S より發する光線 SI は動鏡に於て IH の方向に反射せられ、反射

の法則により $\angle SIH$ は $\angle HIm$ に等し。次に光線 IH は水平鏡によりて HA の方向に反射せられ $\angle IHe$ は $\angle AHk$ に等し。測者の眼を HA 線上に置く時は物体 S の像を Ah の方向に認むべく、これと同時に水平鏡の透明部を通して他の物体 h を認め、斯くして物体 S の像と h とを同一線上に認むべし。

SI を延長し hA と交りたる点を A とす。然る時は $\angle SAh$ は物体 S と h とが測者の眼の位置に於てなす角を表はすべし。圖に於て

$$\angle SIH = \angle IHA + \angle IAH$$

$$\text{又} \quad \angle HIm = \angle IHe + \angle IeH$$

$$\text{然るに} \quad \angle SIH = 2\angle HIm$$

$$\text{故に} \quad \angle IHA + \angle IAH = 2\angle IHe + 2\angle IeH$$

$$\text{又} \quad \angle IHA = 2\angle IHe$$

$$\text{故に} \quad \angle IAH = 2\angle IeH$$

$\angle IeH$ は兩鏡の垂線のなす角なるを以て兩鏡の交角 $\angle ImH$ に等し。即ち兩物体 (s 及び h) の間の角は鏡のなす角の 2 倍に等し。

上の理に基き六分儀は兩鏡互に平行せる時の示標桿の位置を零とし、兩物体が同一視線に合するまで動鏡を回轉せしめたる角度の 2 倍角を本弧上に於て讀む如く割度を施せり。

(3) 游標尺(Vernier)の原理。六分儀の本弧は一割度を 10 分とす。されば本弧上に於ては 10 分よりも精細に讀度することを得ずと雖も、これに装置せる游標尺によりて一層精密なる讀度を遂げ得べし。游標尺の原理は次の如し。

本弧の一割度は十分なり、今假りに游標尺を用ひて 1 分迄讀まんとす。第二十九圖の如く本弧 10 割度を選びその 9 割度の長さを取り游標尺の長さとしこれを 10 等分す。然る時は游標尺一割度の値は $\frac{10' \times 9}{10} = 9'$ ならば本弧一割度との差 1 分なり。故に

圖の點線に示す如く游標尺の 1 分が本弧の 10 分と一致する迄左方に動かせば、游標尺の矢符は本弧の 1 分の所にあるべし。即ち游標尺の割度と本弧の割度の一致せる點を游標尺上で讀めば矢符が本弧上に示す値を知るものなり。これは單に圖に就て説明せるに過ぎず故に一般的に論せん。

今 a を以て本弧一割度の値を表はし、これの $\frac{1}{n}$ 迄細かに讀度せんと欲せば、游標尺上に本弧の割度 $n-1$ 個の長さを取りこれを n 個に等分す。

$$\text{然る時は游標尺一割度の値} = \frac{(n-1)a}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{本弧と游標尺各一割度の差} &= a - \frac{(n-1)a}{n} = \frac{na - na + a}{n} \\ &= \frac{a}{n} \end{aligned}$$

而して本弧と游標尺各一割度の差は游標尺によりて讀度し得る最小限となるを以て今 10 秒迄細密に讀度せんと欲せば

$$\frac{a}{n} = 10''$$

六分儀に於て $a = 10'$ なるを以て

$$\frac{10'}{n} = 10''$$

$$600'' = 10''n$$

$$n = 60$$

よりて游標尺の全長 $(n-1)a = 9^{\circ}50'$ となり、これを游標尺に於て 60 等分するものとす。然れども通例六分儀に於て $n = 120$ となせり。

$$\begin{aligned} \text{よりて游標尺の長さ} \quad (n-1)a &= 119 \times 10 \\ &= 19^{\circ} 50' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{本弧と游標尺各一割度の差} \quad \frac{a}{n} &= \frac{10'}{120} \\ &= 5'' \end{aligned}$$

即ち5秒迄読み得べしと雖も實際上不必要なるを以てこれを60等分して10秒に止め、以て一割度の間隔を濶くして讀度を容易ならしめたり。されば六分儀によりて10分以下10秒迄の端數を讀むには、游標尺上に於て本弧の割度と一致せる所を求め、その分秒を讀むにあり。

第三十圖は讀度の例を示す。甲は弧上(On the arc)にて $11^{\circ}24'10''$ なり。弧外の讀度は游標尺を反對側より讀むか或は弧上の如く讀み10分より引くべし。乙圖は弧外(Off the arc)に於て $0^{\circ}35'50''$ なり。

第三項 修正法

第一修正。動鏡は六分儀の面に直立するや否やを正すこと。

Error of perpendicularity. (第三十一圖参照)。

先づ示標桿を略本弧の中央迄動かして置き、動鏡の方を手元に近く持ち動鏡に映する弧と眞の本弧とを斜の方向より見て一直線に續けば正しきものなり。若しこの時映像が眞の本弧よりも高昇せる時は動鏡は前方即ち物標の方に傾き、反對に映像が眞の本弧よりも低下せる時は動鏡は後方即ち手前の方に傾けるを以て、動鏡の裏面にある修正螺により映像と眞像と一直線となる迄修正すべし。

この現像は机上で各自の鏡により實驗し得るを以て讀者は必ず實驗せられんことを望む。

第二修正。水平鏡は六分儀の面に直立するや否やを正すこと。

Side error. (第三十二圖甲乙参照)。

1 略法。短望遠鏡を嵌め、器を垂直に持ち示標桿を零位附近に置き、水平線を覗き正切螺により眞の水平線とその映像とを一直線上にあらしめ、器を左右何れかに徐々に傾け殆んど水平の位置に到らしむるも両者が離れざる時は正しきものなり。若し映

像が眞水線よりも低下する時は水平鏡は前方即ち物標の方へ傾き、反對に高昇せる時は後方に傾けるの證なるを以て、水平鏡に附しある修正螺により両者が一直線に成る迄修正すべし。

水平線の代り電線等を利用して誤差を検することあり。然れどもこの場合は近きものより成る可く遠方のものを選ぶべし。近きものは誤差多く到底信を措き難し。

2 精密法。望遠鏡を嵌め器を垂直に持ち示標桿を零位附近に置き、星・太陽或は著明物標を覗き、示標桿を徐々に進退し映像が眞の像に正しく重なりて通過する時は修正を要せず。若し映像が眞の像の右方を通過する時は水平鏡は前方即ち物標の方へ傾き、左方を通過する時は後方に傾けるの證なるを以て映像が眞の像に正しく重なる迄修正すべし。星により修正するを良とす。

第三修正。望遠鏡の視軸線(Collimation line)は六分儀の面に正しく平行するや否やを正すこと。Collimation error. (第三十三圖参照)。

長望遠鏡を嵌め井字形白金線の中2條を六分儀の面に平行にす。即ち星或は著明物標を覗き、その眞像と映像とを視える範圍内で出来るだけ離し、兩像が同一線上に来る迄望遠鏡の内筒を廻轉す。

然る時は2條の白金線が器面に平行となれるを以て角間隔90度以上の遠方物標(例へば2個の星或は太陽と月との如きもの)を選ぶ。角間隔90度以下のものは六分儀の面が二物標を連結せる線上にあらざる時と雖も兩物標を接觸し得るが故に正確なる誤差は測定し難し。角間隔90度以上のものならば二物標を接觸せしむる事困難なれども、一度兩像を接觸し得るならば六分儀の面は二物標を連結せる線上に正しく一致するを以て極めて正確なる誤差を測定し得るものなり。

第三十三圖に示す如く先づ二物標を望遠鏡下方横線上に於て精密に接觸せしめ、次で器を少しく俯下せしめ接觸せる兩像を

上方横線上に移らしむ。この時兩像正しく接觸を保つ時は修正を要せず。但し兩像の中央に於ては少しく重なり合ふべし。若し兩像が上方横線上に於て分離する時は望遠鏡對物端は器面へ俯下し、反對に重なり合ふ時は對物端は高昇せる證なるを以て、各場合に應じて重環にある修正用螺子の一方を緩め他方を締めて修正を施すべし。この修正完全ならざる時は測角は常に過大となるものなり。

第一、第二、第三の誤差は時々檢する必要あれども、その修正は未熟者は成る可く機械師に委すべし、未熟者は却つて調整を亂すものなればなり。

第四修正。游標が零位にある時水平鏡と動鏡と平行なるや否やを正すこと。器差 (Index error)。

(1) 星又は太陽に依る法。望遠鏡を嵌め游標の零を本弧の零と正しく合せ器を垂直に保持し、星或は太陽 (星を良とす) を覗きその眞像と映像とが全く重なり合ひて上下に出づることなき時は正し。

(2) 水平線による法。(1)の場合と同じく星或は太陽による代りに水平線を覗きその眞像と映像とが正しく一直線になれば正し。

(1)と(2)の場合兩像が正しく重なるか或は一直線に成らざる時は、水平鏡に附したる修正螺子により兩像が重なるか或は一直線となる迄修正すべし。然れどもこの修正を行ふ時は第二の修正を亂すを以て修正を行はず、普通器差 (Index error) としてその儘存し置き測角の都度加減するものとす。

第四項 器差測定法

器差は動鏡と水平鏡が平行せる時游標の零が本弧の零と一致せざるより生ずる測角の誤差なり。

(1) 略法。短或は長望遠鏡を嵌め游標の零を本弧の零位附近に固

定し、器を垂直に持ち水平線を覗き正切螺によりその眞像と映像とを正しく一直線上にあらしむ。この時游標の零と本弧の零とが一致し居れば器差無し。若し一致せざる時はその時の讀度数が器差にして、游標の零が本弧上にあらば測角より減すべし (器差負或は-)。若し游標の零が本弧外にあらば測角に加ふべし (器差正或は+)。

(2) 精密法。長望遠鏡を嵌め六分儀を横に保持し游標の零を本弧上30分附近に固定し、太陽を覗き正切螺子により眞像と映像との側邊を精密に接觸せしめ太陽の水平直徑を測り (第三十四圖甲のACの直徑) その讀数を記録す。次に游標の零を弧外30分附近に固定し、正切螺子により兩像の反對側を接觸せしめ第三十四圖甲CBの直徑讀数を記録す。兩讀数の差の $\frac{1}{2}$ は求むる器差なり。而して本弧上の讀数弧外の讀数より大なる時は負(-)にして測角より減すべく、小なる時は正(+)にして測角に加ふべし。測定せる器差が正確なるや否やを檢するには兩讀度数の $\frac{1}{2}$ を求め當日の航海曆に掲ぐる太陽の視半徑とを比較するにあり。兩數等しき時は器差測定正し。

第三十四圖乙に於てAを兩鏡が正しく平行せる時の示標桿の位置としOを本弧の零の位置とし、太陽直徑を測れる時示標の占めたる位置を弧上に於てP、弧外に於てQなりとす。然る時は器差はAO、弧上の讀数はOP、弧外の讀数はOQなり。

$$AP=AQ$$

$$\begin{cases} AP=OP+AO \\ AQ=OQ-AO \end{cases} \text{なる故}$$

$$OP+AO=OQ-AO$$

$$2AO=OQ-OP$$

$$AO=\frac{1}{2}(OQ-OP)$$

器差を測定するには成る可く太陽の水平直徑を測るべし。

これ太陽を垂直に測る時は、その上邊下邊に於ける氣差(Refractoin)は異なるを以て正確なる器差を得ざるためにして太陽の高度低き場合には殊に然りとす。

(例) 昭和16年2月8日太陽の水平直徑を測り器差を測定す。

弧上讀數	30'	20''	30'	20''
弧外讀數	34	40	34	40
	2)	4	20	4) 65
	+	2	10	0
			16	15

當日の航海曆の太陽視半徑 $16' 15''$ と一致す。

第五項 中心差測定法

中心差 本弧の中心と示標桿回轉の軸心とが正しく合致せざる誤差を中心差 (Centering error) と稱す。

第三十五圖甲乙に於て A を示標桿廻轉の軸心、 A' を本弧の中心とすれば角 BAC は弧 BC 上にて測るべきものなるに拘はらず $B'C$ 上にて讀むことゝなり従ひて測角の上に誤差を生ずべし。中心差は器差の如く一定の値を有するものに非ず角度の増大するに隨ひて増加するものなり。即ち甲圖に於て角 BAC は弧 BC 上に讀むべきものなるに $B'C$ 上に於て讀むが故に測角は小となり中心差は正 (+) にして角度の増すに隨ひ増大す。又乙圖に於て BAC は BC 上で測るべきものなるに $B'C$ 上に於て讀むが故に中心差は負 (-) にして角度の増大するに隨ひ増大するものなり。

尙普通六分儀の中心差の外に度盛の不正、溫度の變化又は衝擊による各部の歪より起る誤差も含むものなり。

(ト) 原基六分儀と比較 (或は中心差測定しあるものとの比較)

2個の星の距度を原基六分儀及び測定せんとする六分儀により各々測り、その差を該高度に對する六分儀の中心差とす。

(2) 2個の星の距度を計算により求めたるものと比較する法。

第三十六圖の如く X_1 及び X_2 を2個の星とすれば、 PX_1 及び PX_2 は X_1 及び X_2 の極距にして角 X_1PX_2 は兩星の赤經の差なり。故に球面三角形 PX_1X_2 に於て二邊及夾角を知るが故に X_1X_2 の真距度を求め得べく、これと六分儀により測定せるものを比較し中心差を求むべし。但し同一方位にある星を選ぶを良とす。

(3) 緯度分明なる場合。

數個の星の子午線高度を算出す。真高度 = $90^\circ - (\text{緯度} \pm \text{赤緯})$ 。得たる真高度の2倍と六分儀を以て水銀盤によつて測れる真高度とを比較し中心差を求む。

以上の三つの場合算出高度及び距度が測定高度及距度より大なる時は、中心差は正 (+) にしてこれに反する時は中心差は負 (-) なり。

(4) 緯度不明なる場合。

頂點の南北に於て略等高度を有する星の子午線高度を水銀盤を用ひて精測し、兩星高度より算出せる緯度の差を水銀盤により測れる高度の中心差とす。而して極に近き星より得たる緯度が他よりも小なる時は中心差正 (+) なり。反對に大なる時は負 (-) なり。

第三十七圖に於て X_1 及び X_2 を各々子午線上測者の頂點 Z の南北に於て略等高度を有する星とす。今水銀盤を用ひて兩星高度を觀測したる六分儀の中心差を $+2C$ なりとせば、各二倍高度に就て $2C$ だけ過小なるを以て各高度に就ては C だけ過小なり。隨つて頂距は C だけ過大となる。故に X_1 の觀測より得べき緯度の値は QOZ_1 にして、 X_2 の觀測より得べき緯度の値は QOZ_2 なり。依つて

$$QOZ_1 = QOZ_2 = 2C$$

この場合極に近き側の星より得たる緯度が他よりも小なるを

以て中心差正(+)なり。

第六項 硝子差測定法

硝子差 (Shade error)。和光硝子の両面が平行ならざるより起る誤差なり。

- (1) 長望遠鏡に暗鏡を嵌め和光硝子を用ひることなく太陽の眞像と映像とを接觸せしめ、次に暗鏡を取脱し動鏡及び水平鏡の前方にある和光硝子を一組宛用ひて太陽を覗き兩像が以前と等しく接觸を保つ時は誤差なし。若し接觸を失はゞ接觸する迄示標桿を動かしその度数を以てその一組の硝子差とす。以上の如く和光硝子一組毎に或は組合せに就て行ひ、その差を求め置き測角の都度加減するものとす。
- (2) 任意の一組の和光硝子を用ひ太陽の眞像及び映像を接觸せしめ讀數を記し、次にその和光硝子の軸を脱し硝子面を反對にし再び兩像を接觸せしめ讀數を記す。兩讀數の差の2分の1を求めればその一組に對する硝子差を得べし。然れども此方法は實際上行ふこと困難にして却つて器械を損するものなり。故に硝子差として残すか或は良質のものと更新すべし。硝子差は陸上に於ける精密測量(水銀盤によるもの)の場合には必要なれども普通海上に於ける觀測には論ずる程のものに非ず。又實際上水平線による太陽高度觀測に際して用ふる和光硝子のみの硝子差は求むること全く不能なり。強ひてこの硝子差を求めんとするには原基六分儀と比較するより外に方法無きものなり。

第七項 構造上の缺點

- (1) 六分儀の弧は完全なる平面なるべきこと。

器面を上にし固定螺子を以て示標桿を軽く抑止し齋一の壓力を以て本弧の一端より他端迄示標桿を押し進むべし。この時手

に感ずる抵抗が各部均等なる時は弧面は正しく一平面にあり。若し抵抗均しからず一部にては多く、一部にては少きは、弧の面に凹凸あるの證にして該儀は使用に適せざるものなり。

- (2) 框 (Frame)。接合部は堅固にして、止め螺子は何れも堅く締められ使用中振動等のため緩まざるもの。
- (3) 中心差無きこと。極めて僅かのものなれば使用し得れども大なるものは六分儀として價値なし。普通六分儀には検査證に中心差は記入しあるものなり。
- (4) 本弧並に游標の劃度完全なるべきこと。
游標を動かしその零を本弧の各分點に一つ一つ合せしめ、順次斯くの如くして游標の最終の劃度が本弧の最終劃度に達するまで毎回游標の終點が本弧の一分點と契合するや否やを検す。若し契合せざる點あらば、これその部分の劃度に誤謬ありて使用に適せざるの證なり。
- (5) 鏡は何れも両面正しく平行し瑕疵を有せざること。
小望遠鏡を以て著しく斜の方向より鏡面を覗き遠方物標の映像を見るべし。鏡の何れの部分に於ても映像の鮮明なる時は鏡の完全なる證にして像の輪廓不明瞭なるは不完全なるものとす。
- (6) 硝子差無きこと。
- (7) 示標桿の軸心の中心より本弧の目盛しある周縁 (游標尺と契合する所) 迄七吋以上あるもの。

第八項 使用法

(1) 準備

- (A) 六分儀の蓋を開き左手を以て框を持ち箱より取出す。
- (B) 右手にて把手 (Handle) を持ち六分儀を右手に移す。
- (C) 左手にて望遠鏡を取出し焦點を合す。
- (D) 重環を水平にし望遠鏡を嵌むべし。この時望遠鏡を左に半

廻轉すれば微かなる音を聞くべし。即ち重環の螺旋と望遠鏡の螺旋とが噛み合ひたる證なるを以てこれより靜かに右に廻し望遠鏡の重さを以て嵌むべし。

(E) 測らんとする物標の方向を向き足を適宜に開くべし。

(F) 左手は常に食指にて本弧を支へ母指及び中指を以て正切螺子を握るべし。

(2) 太陽高度觀測法

短望遠鏡を嵌め適當の和光硝子を動鏡の前に装し(水平線輝ける時は水平鏡の前にも装す)、六分儀を右手に垂直に持ち視軸線を太陽直下の水平線に向くべし。これより左手を以て示標桿を徐々に進むる時太陽の映像は視野に入り次第に水平線上に降下す。太陽概略水平に接觸すれば固定螺子を締め、次に左手の母指と中指を以て正切螺を動かし、その下邊或は上邊を精密に水平に接觸せしめ、その時の讀數を測高度(Observed altitude)とす。

(3) 星の高度觀測法

觀星用望遠鏡を嵌め示標桿を零位に置き視線を直接星に向け正切螺子を以て示標桿を前に進むる時は映像を認むべし。而してこの映像を視野中に捉へつゝ示標桿を徐々に進め水平線迄降し前と同様に水平線に接觸せしむ(示標桿を徐々に進むる時は映像は降下するを以て、これを視野中に保つためには視線を次第に直下の水平線の方に向くべし)。星及び遊星はその中央を水平線にて截り中心測高度を測るべし。星の觀測法が太陽と異なるは附近の他星と誤つて測ることを避けんがためなり。

(4) 補高度觀測法

天體の高度60度以上の場合にはその補高度(Supplement of altitude)をも測ることあり。この法は器差及び眼高差を消去するを以て正確なる高度を測定し得。

先づ高度を測りその時を記し、次に反對の水平線に向ひて補

高度を測りその時を記す。兩高度の差の $\frac{1}{2}$ は兩測時の中間時に於ける中心視頂距(Apparent zenith distance of center)なり。

第三十八圖に於て O を測者の位置、 Z をその頂點、 HH' を居所地平、 oh, oh' を視地平、 s を太陽の中心、 ab をその邊とすれば

$$\text{Obs. alt. } ha = (90^\circ - \text{App. z. dist. } \ominus) - \text{Semid.} + \text{Dip.} \pm \text{I. E.}$$

$$\text{Suppl. alt. } hb = (90^\circ + \text{App. z. pist. } \ominus) - \text{Semid.} + \text{Dip.} \pm \text{I. E.}$$

$$hb - ha = 2 \text{ App. z. dist. } \ominus$$

$$\frac{1}{2}(hb - ha) = \text{App. z. dist. } \ominus$$

(5) 陸上物標の高度測定法

短望遠鏡を嵌め六分儀を垂直に持ち視線を陸上物標と水平線と交る所に向け、示標桿を徐々に進むる時は映像は降下するを以て映像の上部を水平線と接觸し高度を讀むべし。若し陸上物標遠く明視し得ざる時は、映像を見ること困難なるを以て星と同様の觀測法によるべし。

この法は沿岸航行中垂直危險角を測る時に用ひらるゝものなり。

(6) 二物標間の距度測定法

二物標間の距度を測る時は短望遠鏡を嵌め六分儀を横にし二物標の中比較的不明瞭なるものに向ふべし。例へば不明瞭なる物標左にあれば器面を上を反對に右にある場合は器面を下にして測るべし。これ不明瞭なる物標を動鏡に反射せしむれば物標は一層不明瞭となるを以て正確なる接觸を行ふ事能はざるを以てなり。而して兩物標を通る平面上に六分儀の面を保ち示標桿を進ましむる時は兩物標互に正しく重なるべし。この時度數を讀めば兩物標の距度を測り得べし。この法は沿岸航行中水平危險角を測る時屢々用ひらるゝものなり。

第九項 高度測定に對する注意事項

(1) 天體高度は常に垂直圈 (Vertical circle) 中に於て測ること。即ち頂點と天體とを通る鉛直面が直角に水平線と交る所に於て測るべきなり。これがためには器を垂直に持ち天體の映像を視野中に保ちつゝ器を左右に振れば天體の映像は水平線上を左右に運動すべし。その際最も低き所で水平線と接觸せしめたる時の高度を測るべし。若しこの注意を缺きたる時は垂直圏外で測れることとなり測高度は常に過大なり。尙接觸は望遠鏡内視野の中央に於て行ふべく、然らざる時は上と同理により測角は常に過大となるべし。

(2) 子午線高度を測る時、高度90度に近き時は頂點の南北並に視線を向くべき方向を決すること困難なるを以て、推測緯度と天體の赤緯とによりて頂點の南北を決し羅針儀によりて視線を向くべき方向を知るべし。

即ち推測緯度が赤緯より大なる時は北緯なれば南、南緯なれば北を向き、緯度が赤緯より小なる時は北緯なれば北、南緯なれば南を向き測定すべし。但し緯度と赤緯が同名の時とす。

(3) 和光硝子は光線の強弱に應じて適度のものを選ぶべし。初學者は像を明視し易きため淡き和光硝子を用ひる傾きあれども、眼を害するのみならず光滲 (Irradiation) と稱する現象のため邊の接觸を正確に認むること能はざるものなり。又動鏡と水平鏡との和光硝子はその組合せに注意し兩像の光輝を等しくすべし。この意味より水平線輝かざる時と雖も水平鏡に淡き和光硝子を用ひ兩像の光輝を等しくすれば正しき高度を測定し得るものなり。

(4) 望遠鏡の中心は水平鏡の中央に對する原基位置とすれども測角に際し眞の像との光度調和せざる時は、昇降螺 (Up and down screw) を以て光度均等となる迄望遠鏡の位置を調整するを可とす。

(5) 望遠鏡の焦點は豫め測者の眼に合せ内筒に線を記入し置く時は急の觀測に便利なり。

(6) 正切螺は六分儀を使用せざる時は、その中央位置にあらしむべし。若しこの注意を怠る時は測角の途中にて片側一杯に偏し觀測の機を失ふことあり。

(7) 度盛を読む時は常に光線を示標桿の方向より受け正しく直上より見るべし。斜より讀度する時は視差を生じ夜間燈火によりて讀む場合に於て殊に著しく2, 3分の誤差を生ずることあり。

(8) 眼高は正確に測定し置くこと。眼高差の誤差はこれと同量の誤差を眞高度に與ふるものなり。一般に眼高は低きより高きを良とす。眼高低き時は眼高差の變化大にして眼高を増すに従ひその變化小なるを以てなり。例へば眼高10呎に於て3呎の誤差する時眞高度に約30秒の誤差を生ずれども、70呎に於ては10秒に過ぎず。尙眼高高き時は水平線を遠くに見るを以て船が波浪のため上下し眼高に變化あれども測角に影響すること少く、又眼高高き時は荒天に際しても水平線は一直線に見え正しき測角をなし得るものなり。

(9) 霧のかゝれる時は適當なる水平線を得ること能はざるを以て成る可く眼高低き所を選びて適當なる水平線を作るべし。例へば船橋よりウエルデツキに於て測る方好結果を得るものなり。

第十項 使用上の注意事項

(1) 六分儀は炎暑に於ける日光の直射を避くべし。殊に本弧が白金にて作られ框が砲金で作られたる時は兩金屬の膨脹異なるため歪を生じ誤差を生ずべし。

(2) 六分儀を持つ時は把柄或は框を以てすべし。決して鏡或は弧等を持つべからず。

(3) 使用後は毎回柔軟なる羚羊革 (Chamois leather) 又は清潔なる絹布を以て鏡面を軽く拭ふべし。決して手巾等を用ふべからず。拭ふ時に力を加ふる時は調整装置を亂す惧あり。

- (4) 鏡に濕氣を留むべからず。濕氣は鏡の裏面に浸入して鍍銀を損じ鏡を曇らしむ。
- (5) 本弧及び游標は研ぐべからず。但し少量のオリーブ油に油煙を混じたるものを劃度面に塗り軽く掃拭し置く時は讀度を容易ならしむるの效あり。
- (6) 正切螺及び本弧と游標との裏面に時々少量の油を施す時は示標桿の移動を圓滑ならしむ。但し油は決して鏡及び硝子に觸れしむべからず。
- (7) 本弧の半徑7吋以下の六分儀を避くべし。是れ半徑小なる時は劃度微細となり誤差の存し易ければなり。
- (8) 六分儀を筐に納むる時は示標桿を略中央にして固定螺を締め留めを装して器の移動を防ぎ、運搬する時は水平に保持するか或は特に附したる把手を以て提起他物に衝撃せざる如く注意すべし。

第十一項 雜 問

- (1) 金星 (Venus) の觀測に際し和光硝子を用ふることありや。
日没前後に於て金星は光輝強く花火の如く見え周邊不明瞭なり。著者は動鏡の前に最も薄き和光硝子を装して良結果を得たり。然し日中金星觀測の時和光硝子を用ふれば映像見えざるを以て使用すべからず。
- (2) 太陽補高度を測ることありや。
太陽の高度60度以上にしてその直下の水平線スコール等のため不明瞭にして反對側の水平線明瞭なる時は補高度を測る方正確なり。
- (3) 第二修正に際し近き水平線(例へば電線又は屋根)を用ふる時は正確なりや。
不正確なり。即ち兩鏡のなす角大なるため視差大なり。
(遠き水平線或は天體による時は視差少なるため正確なり。)

第 五 章

人工水平儀 (Artificial horizon)

人工水平儀は陸上に於ける精密測量に用ふるものにして天然水平に比し正確なる天體觀測をなし得るものなり。即ち海圖作成上正確なる經緯度の測定或は時辰儀の誤差測定に使用す。航海者に對し必要なる所以は報時信號の設備無き地方に行きたる時に時辰儀の誤差を測定せんがためなりとす。然れども現今の如く港には報時信號の設備を有するもの多く且無線報時信號の發達によつて人工水平儀を用ひて時辰儀の誤差を求むるが如きことなし。従つて現今航海者が必要とする人工水平儀は、霧のため水平線を認め得ざるも天體を認め得る場合に使用し得るものなりとす。故に前者は陸上用人工水平儀にして水銀を用ひ、後者は海上及び航空用人工水平儀にして氣泡を用ふるもの多し。

第一節 水銀人工水平儀

第一項 構 造 (第三十九圖甲乙參照)

- (1) 盤 (Trough)。Aは盤を示し長さ4吋以上の鐵製容器にして水銀を充すものなり。
- (2) 蓋 (Roof)。Bは蓋にして硝子又は雲母を以て作られ、盤に水銀を充せる時塵の侵入を防ぎ又風のため水銀面の動搖を防ぐ。
- (3) 壺 (Bottle)。Cは壺にして水銀を充す。壺には内栓 (Plug) を有し運搬に際し壺より水銀の脱出を防ぐ。尙その上に上蓋 (Cone) を有す。上蓋は水銀を盤中に出し或は盤より壺に入れる時に用ふるものなり。
- (4) 水銀 (Mercury)。水銀を人工水平儀に選べる理由は、比重大な

るため外部の振動に對し他のものに比し割合に平面を保ち、その面の振動小なること及び反射力大にして完全なる鏡と成るを以てなり。

水銀を人工水平儀として使用する以前には黒塗の平面鏡と水準器 (Spirit level) を使用することありしも現今使用するものなし。第三十九圖乙に示すものは改良水銀盤にして、壺を有せざる代り水銀を盤の下部圓筒形の内部にある皮製の袋の中に納めたるものにして、圓筒の横に附しある螺子を旋回せば袋の下部は壓せられ水銀は盤の中に流出するものなり。

第二項 原理 (第四十圖参照)

人工水平儀を用ひて觀測せる高度は視高度 (Apparent altitude) の二倍なり。

第四十圖に於て AB を水銀の面とし CD をその垂線とす。今天體 S より發せる光線 SC は C 點に於て CE の方向に反射せられ、測者の眼を E に置く時は像を CE の延長線上 S' に見るべし。反射の法則に依り

$$\angle SCD = \angle DCE$$

$$\text{又 } \angle SCA = \angle S'CA$$

$$\text{故に } \angle SCS' = \angle 2SCA$$

$\angle SCS'$ は人工水平による天體 S の測高度にして、 $\angle SCA$ はその視高度なり。故に人工水平を以て測れる高度は六分儀の器差を改正したる後二分すれば視高度となるべし。(眼高零なる故眼高差 (Dip) に關係なし)。上の理により人工水平を用ふる觀測は高度約 60 度を限りとす (本弧は普通 144 度)。又高度 10 度以下の場合蓋 (Roof) の縁に防げらるゝを以て觀測する能はず。

第三項 使用法

(1) 水銀盤の取扱

- (イ) 硝子蓋の両面を軟き羚羊革を以て拭ひ、汚點は呼氣をかけて面を清くすべし。
- (ロ) 盤の内部は刷毛を以て塵を拂ふべし。刷毛無き時は呼氣を吹きて塵を拂ふものとす。これ比重小なる塵は比重大なる水銀を充す時は水銀の表面に浮びて觀測を防ぐるためなり。
- (ハ) 盤は地質の強固にして風、波、車馬、工場等より震動を受くること無き場所を選びて据附くべし。
- (ニ) 水銀を入れたる壺の上蓋 (Cone) を取り内栓 (Plug) を螺脱し再び上蓋を固く螺着す。
- (ホ) 上蓋の細孔を指先を以て掩ひ壺を倒さにして、これを三・四回振るべし。然る時は塵を水銀の上面に導き盤の中に水銀と共に流出するを防ぐものなり。又上蓋も濾過器の用をなし塵を壺の中に留めて盤に流出するを防ぐ。
- (ヘ) かくして後指先を上蓋より脱せば水銀は盤中に流れ出で、水銀の盤の中に充分の高さに達したる時は指先を以て水銀の流出を防ぐ。水銀は壺中に少量残し置くを良しとす。然らざれば壺の中にある塵埃は盤中に流出し水銀面を曇らし觀測困難なり。
- (ト) 水銀は充分多量に注入するを良とす。若し量少なき時は水銀面凸狀をなし反射不完全となる。
- (チ) 水銀を充し終らば速に硝子蓋を裝すべし。
- (リ) 水銀面に塵埃多く浮べる時は、盤と同じ幅の吸墨紙を縦にしてその縁を以て拭ひ去るべし。又壺中の水銀が汚れたる時は、これを堅牢なる瓶中に移し塊砂糖の粉末を混入して能く振りたる後絹布を以て濾過せしむれば、塵埃は砂糖の粉末に吸収せられ絹布の上に残り水銀は清潔となるべし。
- (ヌ) 觀測を終つて水銀を壺内に復するには、上蓋を螺脱しこれ

を反轉し壺口に裝し漏斗の用をなさしむ。次に盤を靜かに持ち上げ、その一隅に設けたる小孔より水銀を漏斗に移す。この時水銀は溢流し易きものなるを以て取扱は特に注意すべし。
(ル) 水銀全部壺の中に入れたる時は上蓋を取り去り内栓を嵌め上蓋を螺着すべし。

(2) 太陽高度觀測法 (第四十一圖參照)

六分儀に長望遠鏡を嵌め適當なる暗鏡を裝す。太陽が水銀盤の中央に見得る位置を占めて器を垂直に持ち、水銀盤の中央に太陽を見つゝ示標桿を進むる時は、その映像は視野中に入るべし。午前ならば水銀盤上の眞像を上方にし映像を下方にして少しく重ね、兩像相離れ始むるを以て用意 (Look out) と呼び、その離る刹那に時 (Time) と呼ぶべし。助手はこの時間を甲板時計或は時辰儀によつて記録す。若し午前中上邊の觀測を行はんとする時は、映像を水銀盤上の眞像の上方に反射せしめ兩像の接觸する時高度を測るものとす。然れども兩像近寄りて接觸する時よりも兩像を重ね置きその離れる時の方觀測し易きを以て午前中ならば下邊を測るを良とす。午後は太陽下降するを以て午前に於ける場合と全然反對なり。即ち水銀盤上の眞像の下方に映像を反射せしめたる時は兩像相接し、上方に映像を反射せしめたる時は相離るゝを以て午後は上邊を測るを良とす。以上の場合は長望遠鏡を用ひたる場合なれども短望遠鏡を用ひても同様なり。即ち午前中ならば兩像相離る時は下邊、相近よる時は上邊にして午後はこれに反す。但し短望遠鏡の場合にありては眞像と映像との關係位置は長望遠鏡の場合と反對なり。

第四十一圖は長望遠鏡を用ひ水銀盤によりて觀測せる太陽兩邊接觸状態を示せるものなり。

(3) 星の高度觀測法

觀星用望遠鏡を嵌め兩像を相重ね、その中心高度を測るものと

す。

第四項 使用上の注意事項

- (1) 水銀盤中に水銀を充したる後は如何なる事ありと雖も盤を他に移動すべからず。水銀は溢流し易きを以て盤を動かす時は必ず外に流出するものなり。若し止むを得ず盤の場所を移動せしむる時は水銀は一旦壺中に納むべし。
- (2) 水銀盤による觀測は天然水平の場合に比し視界内に兩像を保つこと餘程困難なれば初め空筒により兩像を捉へ然る後望遠鏡を嵌めて精密に測るべし。
- (3) 太陽或は星を水銀盤で觀測を行ふ時は5回位連續して高度を測り、それ等の平均高度を平均時間の高度とするを一般の方法とす。然れども上の場合最も自信のある觀測あらば一回と雖も正確なる結果を得るものにして平均法を絶對に確實なるものとは言ひ難し。
- (4) 連測を行ふ時は硝子蓋の硝子の兩面完全に平行せざる誤差より生ずる誤差を消去するため、觀測の一半は一側より他の一半は反對側より行ふべし。
- (5) 水銀盤により精密なる觀測を必要とする時は六分儀受架臺に六分儀を裝するものとす。

第五項 雜問

- (1) 人工水平儀により太陽高度を觀測するに當り午前ならば兩像離れる時は下邊なりと云ふ理由如何。

水銀盤上に寫る眞像は測者に近き方は上邊なり。これを長望遠鏡を通して見れば上邊下邊相反するを以て測者に近き方は下邊となる。又動鏡に反射し水平鏡に再び反射して眼に寫る映像は反轉せらるゝを以て測者に近き方は上邊遠き方は下邊なり。

故に映像を眞像の下方にて接觸せしむる時は兩邊は下邊なるを以て兩像相離るべし。

第二節 轉輪人工水平儀

船舶用人工水平儀として轉輪人工水平儀附六分儀が西曆 1886 年佛人フルーリエ (Fleuriat) 氏により考案せられ、真空中に高速度に廻轉する轉輪即ち獨樂を利用し、これを六分儀の水平鏡の前面に取付け觀測用望遠鏡により轉輪の水平を認め得る如く裝備せるものなり。

第一項 構造

第四十二圖甲に於て A は轉輪にして、側面にタービン (Turbine) と等しき翼 Q を有し、軸針 B に依り受臺 C 上に支へられ、本儀使用中は一分間 7200 廻轉をなさしむ。この轉輪の上面には劃度板及びコリメーション・レンズ (Collimation lens) F を有し、轉輪筐 G 内に保持せらる。

これを使用する時は轉輪筐 G は排氣ポンプ H と連結す。轉輪筐の排氣を行ふ時は I 口を開き、排氣ポンプを作動せしむ。然る時は外氣は矢符の如く筐側の通路 J を通過し、吸氣孔 K より激しく吸入せられ、その勢を以て翼 Q に衝突し轉輪 A を廻轉せしむ。この轉輪を成る可く繼續せしむるため I 口を閉づる時は、筐内の空氣は漸次排除せらる。而してその眞空度は上面の眞空計により知り得べし。

劃度板 E には 18 條の劃度線あり、その間隔は中央部に於て廣く 20 分にして他の間隔は 10 分なり。轉輪廻轉中は劃度板 E の廻轉早きため、觀測者は 18 條の劃度線を見ることを得べし。この劃度線は人工水平線にして、20 分の廣き間隔を有する劃度の中央が正しき水平線なり。

天體より來る光線は六分儀の動鏡及び水平鏡に反射し望遠鏡内に入り、又劃度線はコリメーション・レンズ F を通過し望遠鏡に入るを以て一般六分儀と同様に觀測し得。即ち天體の下邊或は上邊を何れかの劃度線に接觸せしめ、その劃度線が中央の水平線よりの分數を加減して測高度とす。それ以後は游標を動かすことなく單に劃度線中に動く天體の位置を觀測して天體高度を速測すべし。

轉輪 A が廻轉せざる時は劃度板及びコリメーション・レンズ F の位置は、望遠鏡の一線に來らざるため劃度線を認め得ざるも、轉輪高速度に廻轉する時は活動寫眞の如く劃度線を認め得べし。劃度板に於ける劃度線は轉輪垂直なる時は水平なるため天體の觀測をなし得るものなり。

夜間觀測用としては小電球及び擴大鏡の電照裝置を有し晝間觀測には反射鏡を裝備せり。同圖乙は人工水平儀を裝備せる狀況を示す。

この人工水平儀も考案せられたる當時よりも大いに改良され、我が海軍に於ても使用せられたるも、人工水平として使用する時間は約 15 分間にして再び轉輪を廻轉せしめること、高價なること、取扱及び計算に手數を要するため商船には殆んど採用せるものなし。實驗の結果は相當なる成績にして西曆 1925 年前後は人工水平儀として優秀なるものと認められたり。

第三節 氣泡式人工水平儀

人工水平儀として氣泡水準器を應用せるもの多く考案されたるも、その精度に於て満足すべき結果を得られざりき。然れども航空機の發達は優秀なる人工水平儀を要求すること切なるため、大いに改良進歩し近時優良となり航空機及び船舶に使用せらる。

船舶用人工水平儀としてドイツのプラート (C. Plath)、イギリスのヒューズ (H. Hughes) 及びヒース (Heath) 會社等のものあり。これ

を裝備せる六分儀を氣泡六分儀 (Bubble sextant) と稱す。

第一項 プラート會社製人工水平儀

第四十三圖甲に於て天體は動鏡 A 及び水平鏡 B に反射せられ望遠鏡に入ることは一般六分儀と同様なり。同圖に於て B L は管狀水準器にして氣泡 (Bubble) は反射鏡 C に依つて反射し、水平鏡 B の透明部を通して望遠鏡内に入る。

望遠鏡の對物レンズは同圖乙の如き特種のものにしてダブルスター・プリズム (Double star Prism) と稱し、天體及び氣泡の各映像は各々二つの映像となる。即ち第四十四圖甲は氣泡が二つ現れたるを示し、氣泡が相重なる黒色の部分を水平に結べる線は正しき人工水平線なり。又同圖乙は太陽の二つの映像が正しく接觸し、その接觸せる線は氣泡の作る水平線の位置を保てるを以て正しき太陽の中心高度の觀測を示せるものなり。然れども實際に觀測する時は太陽の映像を氣泡の上に移動し一致せしむべきなり。

同圖丙は星の高度觀測の狀況を表し、同圖丁は天然水平線に於て太陽の高度を測れる有様を示せるものなり。

第四十五圖甲は氣泡水準器と反射鏡 C とを組み合したる筐にして氣泡人工水平儀なり。左上方にある方形は晝間筐内に光線を導く反射鏡にして、夜間觀測に於ては別に小型電球による照明装置あり。同圖乙は六分儀に人工水平儀を裝備せる狀況を示せるものなり。

以上の如く氣泡による人工水平儀は構造に於ても極めて簡單にして従來のものより進歩し、取扱ひ容易にして精度も遙かに優秀となれり。従つて航空機及び船舶に使用せらる。

第二項 ヒュース會社製人工水平儀

ヘンリー・ヒュース會社製氣泡六分儀即ちゴシツク・セキスタント

(Gothic sextant) は第四十六圖に示す如く丸型水準器一個を用ひ、氣泡 B は C 反射鏡に反射せられ、更にレンテイキユラー・ガラス (Lenticular glass) L に反射せられ、小氣泡 B は直線となつて望遠鏡に入る。この望遠鏡の對物端にはダブルスター・プリズム (Double star prism) を取附けたるを以て氣泡は二直線となる。この二直線の中央が人工水平線にして、天體映像の二つをこの線の兩側に見得る如く觀測すべきものなり。

以上の外ヒュース會社製氣泡六分儀は、望遠鏡内に氣泡を設け天體の映像をこれに重ねて高度を測定するものにして、バツブル・テレスコープ (Bubble telescope) 人工水平儀と稱す。

備考 この會社の六分儀には、動鏡の前方和光硝子の處にウオラストン・プリズム (Wollaston prism) を裝備せるものあり。このプリズムは第四十三圖乙に於けるダブルスター・プリズムと同様にして二つの天體の映像を認め得べく、天然水平の兩側對象の位置になる如く觀測すべきものなり。

第四節 木村式人工水平儀

本校卒業生木村清四郎氏の考案にして、同氏の數年に亘る苦心研究の結果北辰電氣株式會社にて製作せられ、その精度優良にして實用に供せらるゝに到れり。本式に於ても氣泡を使用せるも氣泡式人工水平儀にあらずして振子式人工水平儀なり。

第一項 構造及び原理

水平線は重力の方向と直角をなすとの原理に基き、支點の下方に重心點を有する振子を應用せるものなり。

第四十七圖は人工水平儀の主要部を示し、XY を支軸とする枠形振子 P にしてその一端に空氣制動器 Z を附して短週期のものとし、他端に小なる氣泡水準器 L を設けたり。而してこの水準器の管壁 M (水準器の上縁) の中央にある時の氣泡 N をしてレンズの焦

點にあらしめ、振子の支軸とレンズの光學的中心とを一直線上にあらしむる如く製作せるものなり。振子の振動の範圍小なる時は氣泡はレンズRの焦點面内にあると見做さるゝを以てその範圍に於ては氣泡より出る光はレンズを通り常に平行光線となるべし。従つてこの振子に取附けられたる水準器の中央管壁は天然水平線と同じ性質を以て六分儀の望遠鏡に入り來るべし。

氣泡はこの振子Pが左右水平なる時に於てのみ水準器管壁の中央に來るを以て、この氣泡により振子が左右水平なるか否かを知らしむべし。故にこれを六分儀に装着し、この水準器の管壁の像に天體の像を接せしめ、氣泡が視野の中央にある時天體の高度を測定すれば正しき高度を得べし。水準器の上縁を人工水平線となせり。

第四十八圖は人工水平儀を六分儀に裝備したる時の光線の通路を表し、第四十九圖甲、乙、丙は視野に於ける管壁M、氣泡N及び天體の映像の關係を示し、乙に於ける氣泡の位置が正しきものなり。同圖乙の如く氣泡が中央にあらば、天體の映像は管壁の何れの部分にて接觸せしむるも差支へなし。

使用する望遠鏡により視野の右半分は天體反射鏡左半分は水平線が見えるものに於ては、氣泡が反射鏡に半分陰れる位置を以て六分儀の左右水平なる位置とす。

第二項 裝備法

本器は人工水平儀と取附金具とに分たれ使用する六分儀の種類によりその取附金具を異にす。

第五十圖甲に示す如く取附金具を六分儀の表面より矢符の方向に入れ、同圖乙の如き位置に持ち來し、A及びBの突起が圖の如く六分儀の框(Frame) Cを挟む如く嵌め込み、同圖丙に示す如く締附金具を廻轉し六分儀の框に互らせ、同圖丁の如く締附ネヂを

以て框に固く締附くるものとす。次に取附金具に人工水平儀を取附く。

取附金具には第五十圖乙及び丙に示す如く、水平鏡の外側にあたる端に切込及びCなる突起あり。又人工水平儀には第五十一圖甲に示す如く水平儀締附ネヂ及Dなる溝を有す。而してCとDとは合致する如く製作されたるを以てCをDに込らしつゝ人工水平儀を取附金具に嵌め込み同圖乙の如くになし、Cの上端とDの上端とがよく合致する位置にて水平儀締附ネヂを以て緊締す。同圖丙は人工水平儀を取附金具に裝備し終れる處を側面より見たるものなり。

第三項 使用法

(1) 晝間使用法。人工水平儀を六分儀に裝備し終らば一般天然水平線を用ひて天體高度觀測の場合と同様なり。即ち六分儀を前後略水平に保つ時は視界に着色されたる人工水平線現はれ、更に六分儀を左右水平に保つ時は水平線の下方に氣泡を認め得べし。而してこの氣泡を視野の中央に保ち天體の映像を水平線に接觸せしめて高度を測定すべし。この際氣泡を視野の中央に保つ時は水平線が視野中に於て上方にありても或は下方にありても何等差支へなし。

水平線と天體の映像との關係は、使用する望遠鏡の正立像を結ぶ場合と倒立像を結ぶ場合と區別することは天然水平線を用ふる場合と同様なり。

(2) 夜間使用法。夜間に於ては第五十一圖丁に示す如くランプを人工水平儀の採光窓に取附く。採光窓には突起Eあるを以てランプ筐を圖にある如く差込み右に廻すべし。ランプの使用電壓は1.5ボルトにして、ランプの明るさは抵抗器にて加減し得。

(3) 觀測値決定法

水平基準として振子を用ひたる關係上連続観測を行ひ、時間軸と高度軸に記入し、これ等の観測點を直線上にある如く平均を示す線を記入するを良とす。

第四項 使用上の注意事項

- (1) 取附金具の裝備不良なる時は測高度に誤差を生ずるを以て必ず正しく取附くべし。
- (2) 観測に際し氣泡現れざる時は六分儀が右に傾けるためなるを以て左に起すべし。普通の六分儀に於ても初學者は六分儀を右に傾かすものにして、本器の如く比較的重きものに於ては特に然りとす。
- (3) 氣泡は視野の中心に保ち且水準器管壁の中央にあらしむべし。然らざる時は高度不正なり
- (4) 天體観測中人工水平線即ち管壁は上下に移動し易きを以て観測には熟練を要す。

第六章

三杆分度儀 (Station pointer)

六分儀を以て三標間の二夾角を測りたるものを三杆分度儀に移しこれにより海圖上に船位を決定するに用ひらる。又反對に圖上の位置より或る三物標の二夾角を知るに供せらるものなり。

第一項 構造 (第五十二圖参照)

- (1) 圓環。360度に劃度し、尙1度を二分して30分迄讀み得るものとす。
- (2) 中心。Oは中心にして半圓形の切截あり。
- (3) 三杆。中心Oより三杆を出し中央杆Aは固定し動かさず、左杆B及び右杆Cは圓環上を旋回し得るものにして各々固定螺及び正切螺を有す。各桿の一侧は斜めに薄くし鉛筆を以て線を引くに便ならしむ。これを斜縁と稱す。
- (4) 游標尺。圓環上では30分迄讀み得るに過ぎざるを以て游標尺を用ひて1分迄讀度し得。
- (5) 度の讀み方。六分儀の場合と同じなるを以て省略す。

第二項 使用法

(1) 器の檢定

- (1) これを使用するに當り游標は適當なる位置にあるや否やを檢すべし。

先づ左杆即ち零に合すべき桿を中央桿に密合せしめ、游標の矢符を顯微鏡にて精密に弧の零度に合はすべし、若し合はざれば游標を保つ螺子を少し弛めこれを整合すべし。この時游標上の30分の劃度は弧の1劃分に啖合すべし。然らざるも

のは使用すべからず。

(ロ) 前記の検定を終りたる後、紙上に長さ一直線を引き三杆共に接合杆を接合し、右杆游標矢符をして弧上の180度に合はしめ、中央杆の斜縁と右杆の斜縁をして正しく直線上に置き接合するや否やを見るべし。若し密合せざれば前法を用ひてこれを合はすべし。又左杆を用ひて同法を行ふべし。この時二杆一直線とならざる時は、その誤は多く初めの整合不良に歸するものなれば最も注意を要す。

(ハ) 次に直線の中央より直角に長さ直線を引き左右兩杆の游標矢符を各弧上の90度に合せ、この儀の中心を兩線交叉の點に合はせ中央杆を直角に引きたる線に合はすべし。然る後左右兩杆各直線に密合するや否やを検すべし。

(2) 海圖上船位決定法

これを用ひて海圖上に我が位置を定むるには、中央の物標より右方の測角を中央杆及び右杆の間に整へ、左方の測角を中央杆及び左杆の間に整ふ。而して中央杆を圖上中央の物標に沿はしめ、儀の圓環を靜かに動かして左右兩杆をして左右物標の附近にあらしめ、然る後儀を摺り動かして三杆の斜縁を各々の物標に適合するに至らしむべし。こゝに於て針或は鉛筆にて中心に細點を附せばその點は即ち我が位置なるべし。

(3) 海圖上より三物標の夾角を知る法

若し海圖上の位置より三標間の夾角を知らんと欲せば、中心を我が位置に中央左杆を左方、右杆を右方の物標に各々適合せしめ固定螺を締め左杆及び右杆の游標により度分を読むべし。

(2)及び(3)の場合に於て海圖上にある物標が圓環に覆はれ、使用し難き時又は三杆分度儀を有せざる時は、映臨紙(Tracing paper)に一線を引きて基線とし、通常分度儀によりて角度を寫し以てその代用に供することあり。

第七章

平行定規 (Parallel ruler)

海圖上に針路方位及び航程等を記入するに必要な器具なり。

第一項 構造 (第五十三圖参照)

- (1) 2枚の黄楊 (Boxwood) 板を以て作られ、圖に見る如く2個の眞鍮金物を連結し常に平行を保たしむるものとす。
- (2) 定規の内縁の中央を中心とし一方の外縁には普通の分度儀の如く中央を90度となし、左右へ1度づゝ漸次その度数を減じ内縁の兩端に於ける0度に至りて止むべく目盛を施す。又他の外縁には中央を北及び南の線とし、左右へ1點づゝ目盛り兩端に於て東及び西の方位線に至りて止むべきものとす。
- (3) 板の上面に2個の突出せる釦あり。これを持ち定規を滑動せしむるものとす。

第二項 使用法

(1) 海圖上に記入せる針路を知る法

海圖上に記入せる針路の線に平行定規の一方の外縁を合せ器を滑動せしめ、海圖上に記載しある方位圈上に移動し以てその針路を知るべし。

(2) 方位記入法

羅針儀によつて測定せる物標の方位に自差を加減して磁針方位を求む。求めたる磁針方位を海圖の方位圈(磁針方位)上に見出し、定規の外縁を合したる後これを滑動せしめ物標まで導きて線を描くべし。

(3) 海圖上の位置圈によらず任意の一線の眞方位或は眞針路を知

る法

任意の一線の真方位を知らんとせば、目盛を施せる外縁をその一線に合せ然る後に目盛の中心點を任意の子午線上にあらしむべし。この時子午線の指示せる外縁上の目盛に表はれたる度数を以て直ちに該線の真方位或は真針路とす。

- (4) 海圖上の方位圏によらず任意の真方位或は真針路を記入する法

目盛の中心を任意子午線上にあらしめ、與へられたる針路を外縁の目盛上に見出し、これを子午線に合せる時は定規の方向は求むる真方位或は真針路なり。

第三項 使用上の注意事項

- (1) 兩定規をして正しく相接觸するや否やを検すべし。
- (2) 滑動するに當りては常に平行を保ち定規の移動に注意すべし。
- (3) 小形のものは目盛の明瞭を缺く嫌あるを以て2呎以上のものを選ぶべし。

第八章

測 距 儀 (Range finder)

測距儀は物標の距離を測定するに用ひ、敵艦の距離を知る兵器とし或は航海上船位を求むる測器として重要なものなり。主として軍艦に裝備せらるゝものなれども優秀商船にも使用せらるゝに至れり。

第一項 原 理

我々人間が物の遠近を判断し得るは、二つの眼が物標に於てなす角即ち視差 (Parallax) があるためなり。測距儀はこの視差を利用せるものなり。

第五十四圖に於てOを物標・兩眼A及びBを結ぶABを基線 (Base line)・ $\angle A$ を直角・ $\angle AOB$ を θ とすれば、距離 $AO = AB \times \cot \theta$ なり。

然れども基線を一定なるものとすれば、距離大なれば大なる程 θ 角は小となるべし。而して θ 角の微少なる誤差は距離に大なる誤差を生せしむるを以て θ 角の正しき測定は甚だ困難なり。故に測距儀に於ては光學的に二つの入射光線の視差を調整して一となし、これを目盛尺にて読み取れば直ちに物標までの距離を得る如く構成せり。

第二項 構 造

第五十五圖は測距儀の主要部分を示せるものにして、物標よりの光線1はA反射鏡 (Reflector) によりて直角に反射され、對物レンズ (Objective lens) L を通り中央稜鏡 (Central prism) C により直角に反射され、 a なる映像を作るべし。又同一物標よりの光線2はB反射鏡により反射され、對物レンズL'を通り距離稜鏡 (Movable deflec

ting prism) D がなきものとすれば θ を経て中央稜鏡 C により反射されりなる映像を結ぶべし。

距離稜鏡 D は距離尺 (Range scale) S に固定さるゝも、測距把頭 (Working head) により任意に移動し得るを以てその移動により光線を屈折せしめ、映像 b をして a と一致せしめ得。

物標近距離にある時は θ 大となるを以て兩映像を一致 (上下を一直線とす) せしむるためには距離稜鏡 D を B の方向に移動し、反対に物標遠距離の時は D を中央稜鏡 C に近接せしむべし。而して兩映像を正しく一致せしめたる時指標 R と距離尺 S の目盛りとの契合點を讀めば物標の距離を知り得べし。

以上の測距儀はその構造上これを稜鏡縱動式と稱し最も一般に使用さるゝものなり。

第三項 使用法及び注意事項

- (1) 接眼鏡の焦點を調節し、徐々に器を旋回及び俯仰せしめ目標を捕捉すべし。
- (2) 測距點として適當なる物標は垂直にして細長く且明瞭なるものを良とす。
- (3) 接眼鏡に見ゆる測距點の映像は中央の水平直線により上下に二分され、若干食違へるものなり。これを測距把頭を以て一致せしめ、他の接眼鏡により距離尺と指標の契合點を讀むべし。
- (4) 目標が燈火或は浮標等なる時は伸光器を以て映像を引き伸ばして測距するものとす。

第九章

時 辰 儀 (Chronometer)

航海術に於て正確なる時(主として綠威時)を知るは、天測上の一大要件にして時辰儀は實にこの目的のために製造せられたるものなり。故にその構造精巧を極め殊に溫度に對する金屬の膨脹收縮により生ずる運動の變化を自動的に調整する装置を施せるものなり。

第一項 構 造

- (1) 鏈引装置。(全舞の異なる彈力をして時辰儀に一定の速度を保たしむる装置) (第五十六圖參照)

全舞 (Main spring) M は帶狀の全舞にして香箱 (Barrel) B 中にありて、内端は香箱眞 (Barrel arbor) に固定し外端は香箱の内側に固定す。均力車 (Fusee) F は香箱と鏈 (Fusee chain) C を以て連結され、鏈の各端は夫々香箱と均力車とに鈎止す。今均力車眞即ち捲眞 (Fusee arbor) に鍵 (Key) を嵌め鏈を均力車に捲く時は全舞は捲き縮めらるゝを以てその舊態に復せんとする彈力によりて香箱を廻轉せしむ。この運動は鎖を介して均力車を矢の方向に廻轉せしむ。全舞の彈力は解け戻るに従ひて減少すれども、均力車の直徑は上端より下端に到るに従ひ次第に大となれるを以て均力車の軸の周圍に對する廻轉能率は常に一定なり。(即ちキャプスタン (Capstan) にキャプスタンバー (Capstan bar) を嵌めて回轉せしむる時、その先端を押すものとバー (bar) の中央部を押すものとを比較すれば、先端にある者は中央部にある者より遙に小なる力を以てキャプスタンを廻轉せしめ得ると同理なり)。均力車の廻轉運動は數個の齒車裝置に傳へられ時計の諸針を動かす

ものなり。

(2) 捲止装置 (鏈が一杯に捲かれたるを知る装置)

香箱と均力車の間に於て地板 (Plate) より取り附けたる彈機 (Stopping arm) ありて、鏈が均力車に捲かれたる時上部より鏈を壓してこれを適當に導く作用をなし、鏈が一杯に捲かれたる時は彈機は水平の位置になり、その先端と均力車の上端にある突出片 (Stopping snail) P と合するを手に感ずるものにして甚だしく不注意に非ざる限り鏈を捲き切る事なし。

(3) 温度の變化に對する調整装置 (第五十七圖參照)

この装置は天府 (Balance wheel) B とヒゲ全舞 (Hair spring) H とより成り、ヒゲ全舞は一端を天府軸 (天府眞) S に固定し他端は地板に固着す。天府が静止位置より何れか一方に偏する時ヒゲ全舞の彈力はこれを引き戻し、斯くして均旋輪は静止位置の兩側に振搖すべし。ヒゲ全舞の彈力は温度の差異によりて同じからず、温度昇る時は彈力衰ふるを以て天府の振搖する周期は増大すべく、温度降る時は彈力増大するを以て天府の振搖する周期は減少するを以て時辰儀に遲速を來すべし。

故にこれを防ぐため天府の周縁は膨脹係數の異なる2種の金屬 (外縁は眞鍮、内縁は鋼を用ひ前者は後者の2倍の厚さを有す) を以て作り、且全圓をなさずして圖の如く切れ目を有し調整用錘 (Compensating mass) M を附し、尙直徑桿 (Cross bar) C の兩端に調整螺 (Regulating screw) を附せり。今温度昇りヒゲ全舞の彈力減衰するや周縁を構成せる眞鍮は鋼に比し膨脹度大なるを以て兩邊内方に彎曲し錘を均旋輪中心に近づかしめ温度降る時は兩邊外方に彎曲し錘を天府中心より遠ざからしめ以て天府の振搖周期を一様に保たしむ。

(4) 脱進機 (Escapement) の装置即ち秒指針を正しく半秒毎に動かす装置。(第五十八圖參照)

この装置はガンギ車 (Escape wheel) と稱する棘齒輪 E、バネカム (Spring detent) D 及び天府の軸に附着せる鈎 (Roller) R と R' とより成る。

バネカムは一種の彈機にして一端は地板に取付けられ、他端には紅玉製の爪 L を有し、これを止め石 (Locking pallet) と稱す。2個の Roller は夫々 Discharging pallet P 及び Impulse pallet P' なる紅玉製爪を有し、前者はバネカムの先端に對し後者はガンギ車の齒に對す。

今各部の動作を理解するためガンギ車 (Escape wheel) が静止の位置にあるときを考ふるに、その齒の一個は止め石 L のために支へらる。この位置に於て天府の振搖により Roller が矢の方向に運動するや Discharging pallet P はバネカムの先端を壓し止め石 L をガンギ車の齒より離れしむ。然る時はガンギ車は全舞より與へられたる力に依り矢の方向に廻轉し、同時にその齒の一個は Impulse pallet P' を押し進めて天府眞の兩端に於ける摩擦抵抗天府の調整用錘が受ける空氣等の抵抗のためヒゲ全舞の消耗したる力を補ふものなり。

Discharging pallet P がバネカムの先端を過ぐるやバネカムは直ちに舊位に復するを以て止め石 L は次位の齒を支ふ。次に天府が前と反對方向に振搖し來る時 Impulse pallet はガンギ車の齒に觸るゝ事なく過ぎ、Discharging pallet はバネカムの先端に觸るゝと雖も (バネカムの先端は彈機なる故 Discharging pallet に壓せらるゝ時は壓せられたる方向に反りて Discharging pallet は外れて振搖を繼續す)、ガンギ車に何等作用せざるを以て天府が再び矢の方向に振搖し來る迄ガンギ車は静止す。以上に述べたる如く脱進機は天府振搖の一往復毎にガンギ車の廻轉を一齒宛ならしむるものにして、天府振搖の一往復は半秒なればガンギ車の軸に附せる秒針は毎半秒に一進すべし。

- (5) 時辰儀を捲回中その運動を續け且等一速度を保つ装置(Maintaining mechanism の装置) (第五十九圖参照)

第五十九圖に於て棘齒輪(Ratchet wheel) Aは均力車(Fusee)の下底に固定し、他の棘齒輪Bは二個の齒止め(Pawl) P_1P_2 を有しこれをAの齒に鉤す。次に棘齒輪Bは第一輪(Great wheel) Cに圓形の發條(Maintaining spring) Sを以て連結しその發條の一端はXに於て棘齒輪Bに固定し他端はYに於て第一輪Cに固定す。又棘齒輪Bは齒止め(Pawl) Dにその齒を鉤す。今各部の運動を見るに時辰儀運動中は均力車は圖に就て右廻りに回轉す。然るに棘齒輪Aは其の齒を P_1P_2 により扼せらるゝを以て棘齒輪Bを伴ひて廻轉し、BはX點に於て發條をBの廻轉せんとする方向に引きつゝ第一輪Cを同方向に廻轉せしむ。(發條Sは棘齒輪Bに引かゝる時は内方に彎曲し、その舊位置に復せんとする彈力により第一輪Cを廻轉せしむるものなり)。第一輪Cはこれに連絡せる種々の齒車装置を介してガンギ車に廻轉を與へ指針を進ましむるものなり。

今時辰儀を捲く時は棘齒輪Aは左に廻るを以て齒止め P_1P_2 より脱す。然る時はB及びCを連結せる發條Sは舊位置に復せんとしてBを左にCを右に廻轉せしめんとす。然れどもBは齒止めDの爲め抑止せらるゝを以て發條Sは自身の彈力により第一輪Cを廻轉せしめ以て運動を繼續す。この發條Sの彈力は常に指針を動かす時と等しきものなる故捲回中と雖も速度を一定に保ち時間に遅速を來すが如きこと無し。

- (6) 時辰儀筐 (第六十圖参照)

筐の中に一つの環架ありて時辰儀全體を支ふ。蓋は二重にして上蓋は木板、下蓋は硝子とす。この筐全體を毛の填充物を以て内張りを施せる外筐に納め運搬等にするため革帶を附す。

第二項 時辰儀の種類

- (1) 太陽時辰儀 (Mean solar chronometer)

指針が平時の12時間に盤面を一周するものにして航海用として採用せらるゝものなり。

- (2) 恒星時辰儀 (Sidereal chronometer)

指針が恒星時の12時間(平時の $11^h 58^m. 2^s. 04$)にて盤面を一周するものにして天文學研究上に使用せらるゝものなり。

- (3) 捲き方による區別

太陽時辰儀及び恒星時辰儀にありても捲き方により區別すれば2日捲きと8日捲きとの2種あり。一般に2日捲を採用するもの多し。

- (4) 甲板時計 (Deck watch or hack watch)

構造時辰儀に同じ良質の懐中時計にして携帯に便なるものにて第六十一圖に示す。觀測に際し多く用ひられ原基時辰儀と比較し綠威平時を知る事を得べし。

時辰儀は毎半秒毎に一撃すれども甲板時計は2秒に五撃するが故に毎撃間の間隙は $\frac{2^s}{5}=0.4$ なり。

第三項 時辰儀の誤差

- (1) 原差 (Original error)

時辰儀が任意時に於て指示せる時刻と綠威平時との差をその時に於ける時辰儀の原差と云ふ。原差は綠威平時より遅るゝ如く定むるを例とす。斯くする時は綠威平時を得るためには常に原差を時辰儀の指示せる時刻に加ふれば可なり。

- (2) 日差 (Daily rate)

原差は絶えず變化するものにしてその變化は良質の時辰儀にありては或る期間内は一定のものと見做すことを得べし。この

日々の変化量を時辰儀の日差と稱す。而して日々進むものを日差進む (Gaining) と云ひ、日々遅るゝものを日差遅る (Losing) と云ふ。

(3) 積差 (Accumulated rate)

日差に原差測定又は算定する時より経過せる日数を乗じたるものを積差と稱す。

(4) 遠差 (Accumulated error or chronometer error)

積差を原差に加減したるものを遠差と稱す。

第四項 時辰儀の遠差測定

(1) 報時球 (Time ball) による法

報時球を設けたる港にありてはその地方の標準時 (日本中央標準時は明石を通る子午線東徑 135 度なり) 正午 5 分前に報時球は定位置(ヤード)より上方に掲げらるゝものなり。故に一名(甲)は双眼鏡にて報時球を注視し、一名(乙)は時辰儀によりその地に於ける正午の時を算して甲に 1 分前、30 秒前、15 秒前を知らすべし。甲は報時球の下邊が橋に沿ひて落下する瞬間に時 (Time) と呼び乙に知らすべし。乙はその時の時辰儀の指示する時刻と綠威平時との差をとり遠差を算出すべし。例へば横濱に於て報時球の落下する時某時辰儀は 2 時 10 分 30 秒を示せるとせば、該時辰儀の遠差は 49 分 30 秒遅れ (Slow) なり。即ち中央標準時を採用する港にありてはその地の正午に時辰儀は正しく 3 時 (綠威平時は中央標準時より 9 時間前) ならざるべからず。故に 3 時とその得たる時辰儀の時刻との差は時辰儀遠差なり。3 時前なれば遠差は遅れ (Slow) にして 3 時後なれば遠差は進み (Fast) なり。

(2) 原基時辰儀と比較する法

天文臺に行き原基時辰儀と比較し遠差を知るべし。

(3) 電信或は無線電信による法

郵便局に至り正午郵便局に通知し來る電信によるか、或は船が航海中無線電信局より通知し來る無線電信により遠差を知り得べし。

(4) 天體觀測による法

(イ) 水銀盤により天體の高度を連測しその時刻の平均と平均高度により經度を算出し、その土地の經度と比較すべし。算出經度とその地の正しき經度との差は時辰儀遠差の不正を語るものなり。

(ロ) 航海中陸岸も見え天測をも行ひ得る時、交叉方位と天測とを同時に行ふべし。而して交叉方位による經度と天測による經度の差を天測に用ひたる時辰儀遠差に加減して正しき遠差を測定し得るものなり。但しこの場合は適當なる物標の交叉方位により船位を決定したるに非ざれば正確を期し難し。

第五項 日差に變化を及ぼすべき原因

(1) 溫度の變化

英國天文臺技師ハートナップ (Hartnup) 氏が 2000 個以上の時辰儀を試験せる結果次の如き法則を發見せり。これを Hartnup's rule と云ふ。

(イ) 時計は總て某定溫度に於て最も進むものにして (進むこと最も多く遅るゝこと最も少きを意味す)、これを極進溫度 (Maximum gaining temperature) と名づく。極進溫度は時計各個に固有のものにして實驗上長期に互りて變化せざるものなり。極進溫度は任意 3 種の溫度を時計に與へ、よつて現るゝ日差を用ひて算出する事を得。英國ピッドストーン天文臺に於て時辰儀檢定用として用ふるは冬期華氏 55°, 70° 及び 85° とし夏期は華氏 65°, 75° 及び 85° とす。

(ロ) 気温が極進温度以上に昇り又は以下に降る時は時計は遅るゝものにして、その割合は極進温度と現温度との差の二乗に比例す。

故にこの法則により任意の温度に於ける日差は次の公式より求め得べし。

$$r = R + C(T - t)^2$$

上式に於て T は極進温度

R は温度 T に於ける日差

t は任意温度(1日平均温度)

r は温度 t に於ける求むる日差

C は各時辰儀固有の恒数

實驗によれば上式の C 及び T は長期間一定の値を保ち變化せざるものなれども R は變化し易く時に檢正する必要あり。今温度華氏 50° , 70° , 及び 85° に於ける日差を夫々 r_1 , r_2 及び r_3 とすれば

$$r_1 = R + C(T - 55^\circ)^2$$

$$r_2 = R + C(T - 70^\circ)^2$$

$$r_3 = R + C(T - 85^\circ)^2$$

$$\begin{aligned} r_1 - r_2 &= R + C(T - 55^\circ)^2 - R - C(T - 70^\circ)^2 \\ &= C(T^2 - 110T + 3025^\circ) - C(T^2 - 140T + 4900) \\ &= C(T^2 - 110T + 3025^\circ - T^2 + 140T - 4900) \\ &= C(30T - 1875^\circ) \\ &= 15C(2T - 125^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_2 - r_3 &= R + C(T - 70^\circ)^2 - R - C(T - 85^\circ)^2 \\ &= C(T^2 - 140T + 4900) - C(T^2 - 170T + 7225^\circ) \\ &= C(T^2 - 140T + 4900^\circ - T^2 + 170T - 7225^\circ) \\ &= C(30T - 2325^\circ) \\ &= 15C(2T - 155^\circ) \end{aligned}$$

$r_1 - r_2$ を d , $r_2 - r_3$ を d' にて表はせば

$$\begin{aligned} d - d' &= 15C(2T - 125^\circ) - 15C(2T - 155^\circ) \\ &= 15C \times 30^\circ \dots\dots\dots (A) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d + d' &= 15C(2T - 125^\circ) + 15C(2T - 155^\circ) \\ &= 15C(2T - 125^\circ + 2T - 155^\circ) \\ &= 15C(4T - 280^\circ) \\ &= 60C(T - 70^\circ) \dots\dots\dots (B) \end{aligned}$$

(A) より C を求むれば

$$15C \times 30^\circ = d - d'$$

$$C = \frac{d - d'}{15 \times 30^\circ} = \frac{2(d - d')}{30^\circ}$$

(B) より T を求むれば

$$60C(T - 70^\circ) = d + d'$$

$$T - 70^\circ = \frac{d + d'}{60C}$$

$$T = \frac{d + d'}{60C} + 70^\circ$$

C 及び T を求むればこの値を r_1, r_2, r_3 を表はす式中の一つに代入して R の値を求め得べし。

斯くの如く時辰儀の C, T, R を測定し置けば原公式に代入し任意温度 t に於ける日差を算出し得べし。

(例) 某時辰儀日差華氏 55° に於て $+1.54$, 70° に於て $+2.56$, 85° に於て $+2.50$ なりとし C, T 及び R を求むれば

$r_1 = +1.54, r_2 = +2.56, r_3 = +2.50$ を前式に代入し

$$r_1 - r_2 = 1.54 - 2.56 = -1.02 \dots\dots\dots d$$

$$r_2 - r_3 = 2.56 - 2.50 = +0.06 \dots\dots\dots d'$$

$$d - d' = -1.02 - 0.06 = -1.08$$

$$d + d' = -1.02 + 0.06 = -0.96$$

$$C = \frac{2 \times -1.08}{30^\circ} = -0.0040$$

$$T = \frac{-0.6}{60 \times -0.004} + 70^\circ = 2^\circ.5 + 70^\circ = \underline{72^\circ.5}$$

r_2 より R を求むれば

$$\begin{aligned} R &= r_2 - C(T - 70^\circ)^2 \\ &= 2.86 + 0.004 \times (2.5)^2 \\ &= 2.86 + 0.025 = \underline{+2.863} \end{aligned}$$

この時辰儀に於て例へば平均温度華氏 62° に於ける日差を算出せんと欲せば原式により

$$\begin{aligned} r &= 2.863 - 0.004 \times (72^\circ.5 - 62^\circ)^2 \\ &= 2.863 - 0.004 \times (10.5)^2 \\ &= 2.863 - 0.441 \\ &= \underline{+2.519} \end{aligned}$$

(2) 時日の経過

(イ) 機体内の油は如何なる精良品と雖も長日月の間には蒸發して濃厚となり且酸素と結合してその潤滑性を失ふこと。

(ロ) 機體中に塵埃の侵入すること。

(ハ) 諸齒車の軸針の磨損すること。

以上の三項は時日の経過に對し必ず起るべき現象にして、天府軸の兩端に受くる抵抗大なるを以て天府の振搖する周期を小ならしむるが故に時辰儀は稍進む傾向あるものなり。殊に上記の中油の硬化はその影響すること大なるを以て少なくとも三ヶ年以内に掃除及び給油を信用ある機械師に託して行ふべし。

(3) その他の原因

日差に變化を及ぼすべき主なるものは前述の(1)及び(2)に基因すると雖も尙日差に變化を來すべきものを擧ぐれば次の如し。

(イ) 磁氣。時辰儀の附近に磁氣の存する時は天府の鐵製の部分は、これを感受して運動は著しく變化を來すものなり。故に發電機、電動機よりは少なくとも60呎、羅針儀修正磁桿よりは少なくとも8呎離すべく、その他鐵の隔壁・船側並に鐵柱の上下

端等より充分の間隔を保たしむべし。

(ロ) 船の震動。實驗の結果船の横搖(Rolling)及び縦搖(Pitching)は時計をして少許進ましむる結果を與へ、波浪の衝撃等の如き震動は時辰儀をして遅れしむる結果を與ふるものにして、一般に航海中の日差(Sea rate)は碇泊中の日差(Harbour rate)より進む傾向を有し常に相異なるものなり。されば時辰儀の環架中に於ける運動に注意し船の動搖強き時は、游動環と時辰儀とを連結せる螺子を適度に締めて衝動を防ぐべし。又同理により時辰儀を藏すべき位置は震動最も少き箇所を選ぶを要す。汽船に於て前部と後部及び揚貨機の附近は避けざるべからざること勿論なり。汽船の海圖室は船の重心に近く動搖を感ずること最少なるを以て時辰儀室として最良の位置なりとす。

(ハ) 濕氣。濕氣機體中に浸入する時は全舞、ヒゲ全舞及びMaintaining springは錆を生じ、その弾力を減じ日差に影響するのみならず錆甚しき時は遂に用をなさざるに到るべし。故に濕氣を含むものは決して時辰儀に近づくべからず。時辰儀は濕氣を忌むものにして捲回用鍵を嵌める穴は捲回せざる時は密閉さる。時辰儀を藏置すべき装置は何れも濕氣を導かず常に乾燥せるものゝみを用ふべきなり。

第六項 時辰儀捲回法(Winding)

時辰儀は2日捲きと8日捲きなるを問はず毎日一定の時間(普通午前8時)に捲くものとす。

- (1) 先づ室の戸を閉ち、外部より氣流及び塵埃の侵入及び音響の來るを防ぐ。
- (2) 寒暖計の示度を記入す。
- (3) 時辰儀の硝子蓋を開き捲回指標(Winding index)を検し、その解け戻れるか否かを調ふ。捲回する時の遅れたる場合に於て他の

士官が既に捲回せるやも知れざるを以て指標を見る事肝要なり。即ち若し指標を見ず慌て、捲く時は全舞を捲き切る事あればなり。

- (4) 左手を以て器を静かに顛倒し硝子面を下方に向け、右手を以て鍵を孔に挿し静かに齊一の速度を以て左廻りに捲くべし。
- (5) 2日捲きにありては半廻轉づゝ數へて7回半捲き、最後の半回は静かに捲き突出片 (Stopping snail) が彈機 (Stopping arm) に達せしを手に感ずるに至りて止むべし。

8日捲きにありては半廻轉數4回とす。

- (6) 捲き終らば時辰儀を静かに舊位に復し指標が“Up”の位置を示せることを確むべし。

(7) 注意事項

(イ) 時辰儀は必ず一杯に捲くべきものにして、機械を損することを恐れ途中にて止むる如き事あるべからず。一杯に捲く理由は常に全舞の同じ部分の彈力を受けしめ日差に變化を來さざらしむるにあり。

(ロ) 2日捲きと8日捲きとを問はず毎日捲くものとす。それは(イ)に述べたると同理なり。

(ハ) 捲回は齊一の速度を以てすべきことは既に述べたる如く必要なる事にして日差を成るべく齊一に保つため捲回中 Maintaining spring S の彈力を受くる期間を常に一定ならしめざるべからず。時辰儀を毎日捲く理由も一は茲に存す。

第七項 時辰儀比較法 (Comparison)

時辰儀全部の捲回を終らば續いて比較を行ふべし。比較を簡便にし時辰儀示時の改正を容易ならしむるため、その中最良のもの一個を選びこれを原基時辰儀 (Standard chronometer) と定め3個中の中央に位置せしむるを良とす。長期の航海をなす船舶は少なくも

3個の時辰儀を備ふべきものとす。これ時辰儀の誤謬を検出する上に必要なるが故なり。今假に2個を備へたりとせんか、何れか一方の不確實となりたる場合果して兩者中の何れが誤まれるかを判定すること能はざるを以てなり。今三個の時辰儀 A, B, C, にて表はせば

- (1) 先づ筐の上蓋を開き手帳と鉛筆を携へてBを注視し毎半秒の撃音に連れて手を動かして調子を合せ、假にBの分位即ち60秒にて他と比較せんと決せばBの秒針が55秒に達せる時直ちに眼をBよりAに移し、耳中に引續きBの半秒毎の撃音を聞きつゝ手の運動を續け豫定の60秒 (撃音數十を聞きたる時) に達したる刹那Aの示せる秒數及びその端數を讀みて手帳に記入し次いで分、時の數を記すべし。

- (2) 同様にBとCとを比較す。

- (3) 次にAとCとを比較す。

- (4) 以上三組の比較の正否を確むべし。

即ち $A \sim B = (B \sim C) \pm (A \sim C)$ なる故BとCとの差とAとCとの差との和或は差はAとBとの差に等しき時は正確なる故時辰儀日誌に記入すべし。

- (5) 比較の例

A	10 ^h 50 ^m 11.5	B	10 ^h 49 ^m 0.50	A	10 ^h 53 ^m 0.50
B	10 48 00	C	10 48 26.0	C	10 50 14.5
A-B	2 11.5	B-C	0 34.0	A-C	2 45.5
		A-C	2 45.5		
		A-B	2 11.5		

- (6) 注意事項

(イ) 捲回及び比較は常に同一者にて行ふべし。二人以上にて行ふ時は人の癖より起る誤差 (Personal error) のため却つて不正確ならしむるものなり。

(ロ) 比較するに當り手の運動より耳に頼るを良とす。人の手を機械的に正しく一定時間に合せて動かす事は餘程の熟練を積まざれば正確を期し難し。されど耳は完全に音を聞き得るものなり。若し撃音を聞かんとする時辰儀の硝子蓋を開く時は他の時辰儀に比し撃音高く比較容易なり。

第八項 時辰儀日誌 (Chronometer journal)

次に示すは時辰儀日誌の一部分にして次の如く記入す。

- (1) 日々比較せる時の各時辰儀の示す時間を記入す。
- (2) 比較せる兩時辰儀の時間の差をとり、これを第一差(First difference)として記入す。第一差は兩時辰儀の違差の和或は差を表はすものなり。
- (3) 當日の第一差と前日の第一差との差をとり、これを第二差(Second difference)として記入す。第二差は兩時辰儀の日差の和或は差を示すものにして、若し異常の數を示す時は時辰儀の或る一個が狂ひを生じたるものと知るべし。
- (4) 違差或は日差は新しく測定する毎に赤インキを以て記入すべし。
- (5) 捲回せる時の寒暖計の示度を記入すべし。
- (6) 記事欄には當時の天候、風力、船の動搖の程度、誤差測定の場合、觀測正確の程度等日差及びその變化に關する事項を記載し後日の參考資料とすべし。

S/S " -Maru "

May 1941.

DAILY COMPARISON OF CHRONOMETERS.

Date	Compared with		2nd Diff.	Compared with		1st. Diff.	2nd Diff.	Compared with		1st. Diff.	2nd Diff.
	A	B		A	B			A	C		
May	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
	10 50 11	10 48 0	3 5	10 49 0	10 48 26	0 0 34	10 53 0	10 50 14	0 2 45	10 53 0	10 50 14
	2 10 54 16	0 10 52 0	4 5	10 54 0	10 53 27	0 0 32	10 58 0	10 55 11	0 2 48	10 58 0	10 55 11
	3 10 39 20	0 10 37 0	4 0	10 38 0	10 37 28	0 0 31	10 42 0	10 39 8	0 2 51	10 42 0	10 39 8
4	10 42 24	5 10 40 0	4 5	10 41 0	10 40 29	0 0 30	10 45 0	10 42 5	0 2 55	10 45 0	10 42 5

DAIRY RATES AND ERRORS OF CHRONOMETERS.

Note:—The + Sign means fast or gaining; The - Sign means slow or losing

Date	A		B		C		Daily Rate		Temperature			Mean Daily Temp.	Remarks
	Accumulated Error	Daily Rate	Accumulated Error	Daily Rate	Accumulated Error	Daily Rate	Gaining	Losing	8a.m	2p.m	6p.m		
May	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	s 10/h	s 10/h	65°	73°	70°	69°	By Time Signal.
	+0 0 57	+0 7	-0 1 15	-0 1 18	-0 1 48	-0 1 52	-3 5	-3 5	65	72	71	69	
	+0 0 57	+0 7	-0 1 18	-0 1 18	-0 1 52	-0 1 55	-3 5	-3 5	60	69	67	65	
	+0 0 59	+0 7	-0 1 24	-0 1 24	-0 1 59	-0 1 59	-3 5	-3 5	59	67	63	63	

第九項 時辰儀のラン・ダウン (Run down) せる時の處置

- (1) 時辰儀を捲くことを忘れ全舞が解け戻りて運動が止まりたる時、慌て、これを捲き或は時及び分針等を動かして綠威時を指さしむるは宜しからず。先づその儘として綠威時が時辰儀の止まれる時示せる時刻に達するを待ち、その數分前に時刻に應じ適當なる回數 (例へば正午に捲くとせば翌朝午前8時までには20時間あるを以て捲回示標が4時間だけ解け戻りたる位置を示す迄捲くものとす。斯くするは翌朝午前8時には捲回示標は24時間解け戻れる位置にあらしむるがためなり) のみ捲くべし。
- (2) 儀と環架とに止金 (Stay pin) をかけ机上に置き正しき綠威時に合す約1秒位前に筐を兩手に扼して水平に約90度迅速に振り直ぐ舊位置に復すべし。この運動はヒゲ全舞に微小の拉張を與へ天府を振動せしむるものなり。この法を巧に行ふ時は綠威時と1, 2秒の差を以て動かすことを得。
- (3) 若し必要ありて分針を動かし任意時刻を指さしむる時は、捲回用鍵の方孔を指針の軸頭に嵌めて行ふべく決して手で分針を動かすべからず。これ針を枉げ指示を亂すことあり。指針を動かすことは必ずしも機械を害すものに非ざれども未熟者は濫に行ふべからず。
- (4) 2日捲きの時辰儀は約54時間動くものにして2日より6時間の餘裕あるものなり。

第十項 運搬法

(1) 近距離運搬法

- (イ) 環架と儀とに止金をかけ、止金の脱出を防ぐため止金にある螺子を堅く締めおくべし。
- (ロ) 外筐に納め革帶を締め手に提げて水平に持つべし。

- (ハ) 震動、衝撃を受けざる様注意すべし。
- (ニ) 殊に旋回運動を與ふべからず。如何となれば旋回運動の方向天府の旋回する方向と一致する時は時計は停止することあるべく、反対方向なる時はヒゲ全舞に不當の拉張を與へ時計に誤差を生せしむるためなり。
- (2) 遠隔の地に運搬する法
 - (イ) 硝子面を左に廻しこれを脱す。
 - (ロ) 右手に儀面を受けつゝ顛倒す。
 - (ハ) 左手に捲回用鍵を持ち、これを鍵穴に挿入して靜かに押し機體と眞鍮筐とを分離せしむ。
 - (ニ) 軟き紙片又は乾燥せるコルクの細片2個を、天府の直徑桿 (Cross bar) と底板との間に挟み天府の運動するを防ぐべし。
 - (ホ) 機體を舊に收め硝子面を螺着し止金をかけて動搖を防ぐ。
 - (ヘ) 機械部は紙又は布にて包み、空隙は紙等を充填し内張りを施せる外筐中に收め革帶を締めるべし。
 - (ト) 布製の被覆 (Cover) を以て包み貴重品として運送すべし。勿論天地を明らかに記入し置き取扱に注意せしむべし。

第十一項 雜 問

- (1) 船の動搖するため時辰儀の動搖激し如何になすや。
環架と時辰儀とを連結する螺子を適度に締めるべし。
- (2) 如何なるものを原基時辰儀として選ぶや。
日差の定まれるものを原基時辰儀とすべし。日差の定まれるとは常に一定の日差を有しその數の變化せざる意味にして數の大小を云ふものに非ず。
- (3) 2日捲きと8日捲きとは如何にして見分けるや。
捲回指標を見て0より54或は56の數字を記入せるは2日捲にして1より7或は8の數字を記入せるは8日捲きなり。

- (4) 時辰儀が止まりし時機械の故障か或は主動發條の解け戻れるか如何にして見分けるや。

捲回指標を見て Down の所があれば全舞の解け戻りし場合なり。指標が途中にありてこれを振搖せしむるも動かざる時は機械的故障なり。

- (5) 時辰儀が普通の時計と異なる點如何。

(イ) 均力車及び鏈を用ひること。

(ロ) 天府の構造。

(ハ) 脱進機の装置 (殊に Impulse pallet)。

(ニ) Maintaining mechanism の装置。

(ホ) 彈機を有し一杯に捲けたるを知り得る装置。

- (6) 時辰儀の第一差とは2個の時辰儀の違差の和或は差なりといふ。例を擧げて説明すべし。

時辰儀日誌の5月2日に於ける比較参照。

A $10^h 54^m 16^s$, B $10^h 52^m 0^s$, 第一差は $2^m 16^s$ なり。今若しこの比較時に於ける綠威平時 $10^h 53^m$ なりとせば A は $1^m 16^s$ 進み B は 1^m 遅れにて、この違差の和は $2^m 16^s$ となり第一差に等し。

又この比較時に於ける綠威平時 $10^h 50^m$ なりとせば、A は $4^m 16^s$ 進み B も 2^m 進めるを以てこの兩違差の差は $2^m 16^s$ となり第一差に等し。

- (7) 時辰儀の第二差とは2個の時辰儀の日差の和或は差なりといふ。例を擧げて説明すべし。

時辰儀 A は日差 $+2^s$, B は日差 -2^s とす。

Jan. 1. A $10^h 50^m 20^s$ B $10^h 48^m 20^s$ 第一差 2^m

// 2. A $10^h 50^m 22^s$ B $10^h 48^m 18^s$ 第一差 $2^m 4^s$

即ち A 及び B 時辰儀の日差の和は 4^s にして1月1日及び2日の第一差の差即ち第二差は 4^s にして日差の和に等し。

日差の差に等しき場合の説明は A の日差を $+2^s$ とし B の日差

を $+3^s$ とせば自ら明白となるべし。

- (8) 時辰儀の止まりたる時如何になすや。

先づ船長に報告すべし。若し捲き忘れのために止まりたるとせば、捲回指標は Down の所を示し、故障ならば捲回指標は中途にあり。著者は全舞の弱き時辰儀が2回止まれることを経験せり。即ちロスアンゼルスよりパナマに向ふ途中荒天に遭ひ翌朝時辰儀の止まれるを發見せり。直ちに船長に報告しその原因を探究せるに捲回指標は中途即ち9時間位の處にて止まれり。午前8時に捲回したるため、それより9時間目は午後の5時に相當し丁度時化の最も激しかりし時なり。この時辰儀のみは捲回に際し全舞が最も弱く感じたるものにして荒天のため船の動搖或は振動の影響にて止まりたるものなり。尙紐育よりの歸途荒天に遭ひ再び同時辰儀が止まりしことありて全く全舞の弱れるを確め得たり。

第十章 磁氣學要綱

第一節 磁氣學諸定義

第一項 磁氣 (Magnetism)

鐵片及び鋼片を吸引し且これにその性質を附與する特性を磁氣と稱す。

第二項 磁石 (Magnet)

磁氣を保有する物體を磁石と云ひ、天然磁石と人工磁石の2種あり。

(1) 天然磁石 (Natural magnet)。天然磁石は磁鐵礦と稱し所謂酸化磁鐵礦にして Fe_2O_4 なる化學式を以て表はさるゝものなり。磁鐵礦は世界各地より他の鐵礦と共に産出するものにして、殊にスカンジナビヤ半島、エルバ島及び北米合衆國の諸地方に多し。

マグネツトなる語は小亞細亞なるマグネシヤより起りたるものにして、この地に於て初めてその性質を知り得たるためなり。又磁石なる語は支那の磁州に磁鐵礦を多く産出せるを以て磁州の石より起りたるものなり。

(2) 人工磁石 (Artificial magnet)。人工磁石は鋼桿を人工によりて磁化したるものにして、任意の大きさと強さとを保有せしめ得るを以て日用上多く採用せらるゝものなり。

第三項 磁極、磁氣赤道及び磁軸

天然磁石、人工磁石の何れにてもこれを鐵粉中に置くときは、

その兩端に近き部分に於て鐵粉の附着最も多量なるを見るべし。この點を磁極 (Magnetic poles) と稱し、最大の吸引力及び反撥力の中心なり。この二點の中間に於て鐵粉の附着せざる線あり、これを磁氣赤道 (Magnetic equator) 又は平均線 (Neutral line) と稱す。

磁石には必ず兩極と磁氣赤道とを有するものなれども、鋼桿の組成一樣ならざる時或は鋼桿に磁性を附與するに際し必要の注意を缺きたる時は、兩極の間に2個以上の磁極を生ずることあり、これを副生極 (Consequent point) と云ふ。地球磁石の如きはその例なり。

磁石の兩極を結び附けたる直線を磁軸 (Magnetic axis) と稱し、磁石の形體均一にして同質ならば磁軸は該形體の軸と一致するものなり。

第四項 磁極の位置

クーロン氏の發見に依れば磁極はその兩端より稍内方に存するものにして、長さ8吋の磁桿の極は兩端より $1\frac{1}{2}$ 吋の處にあり。これより短き桿にあつては兩端よりその全長の $\frac{1}{2}$ の處にあり、故に4吋桿にあつては兩端より $\frac{3}{4}$ 吋の處にあるべし。上記の事實より見れば磁石の短くなる程磁極は兩端より内方にあるものにして、磁石が細くして長くなる程磁極は兩端に近づき、羅針儀用磁針にありては全長の約 $\frac{1}{10}$ の處にありとす。

第五項 磁針の指す方向

磁針を細絲を以て吊るか或はその重心に於て支へ自由に動くことを得しむる時は磁針は殆んど地球子午線の方向に靜止し、その兩端を反轉せしむるも直ちに舊位置に復す。その北を指す極を稱して磁石の北極 (North pole) 又は赤極 (Red pole) と稱し正 (+) 符を以

て表はし、南を指す極を磁石の南極 (South pole) 又は青極 (Blue pole) と稱し負 (-) 符を以て表はす。

第六項 磁石相互の作用

磁石には鋼片及び鐵片を吸引しこれにその特性を與ふる性質の外に、2個の磁石を接近せしむる時は同極は反撥 (Repel) し異極は吸引 (Attract) する性質あるを以て物體の磁氣を有するや否やを知る事を得べし。

第七項 磁氣量 (Magnetism) [極の強さ (Intensity of pole)]

上記の如く一磁石の北極と南極とは互に反對の作用を呈す、即ち北極が他の一極を吸引する時は南極はこれを反撥す。従つて磁石の作用を研究するには次の如き磁氣と稱する一種の量を想像するを便なりとす。一磁石の北極には若干の正の磁氣量存在し、南極には若干の負の磁氣量存在するものとす。

甲、乙2個の磁石の磁氣量の多少を比較せんには、これ等が丙の磁極の一極に作用する力の大小を以てす。即ち2個の磁石甲及び乙の同名の極を取り、同じ距離に於て各々第三の磁石丙の一極と作用 (吸引或は反撥) する力を測り、相等しき時は甲乙の有する磁氣量は相等しとし、若し甲の一極の作用する力が乙の一極の作用する力に N 倍する時は甲の一極の磁氣量は乙の一極の磁氣量の N 倍なりとす。同様の方法にて一磁石の北極及び南極を驗するにその力の大きき相等しくその方向相反するを見る。故に一磁石の兩極は正負反對なる等量の磁氣量を有するを見るべし。磁氣量を一に極の強さ (Intensity of pole) と云ふ。蓋し極の有する磁氣量を測るにはそれが他の磁極に及ぼす力の強さによるを以てなり。

第八項 磁極間の作用

クーロン氏は二つの磁極間の作用を研究し精密なる実験の結果次の如き法則を發見せり。

クーロンの法則。二つの磁極の互に作用する力(吸引或は反撥)は、兩極の磁氣量(極の強さをいふ)の相乗積に正比例し、その間の距離の二乗に逆比例す。

今兩極の磁氣量を夫々 m 及び m' とし、その間を r とし吸引或は反撥力を f とする時は

$$f = k \times \frac{m \times m'}{r^2} \quad (k = \text{常數})$$

第九項 磁氣量の單位

相等しき磁氣量を有する2極が真空中1糎の距離に於て1ダインの力を以て作用する時、この2極の有する磁氣量を以て磁氣量のC.G.S.電磁單位とす。

前項の式に於ける f をダイン、 r を糎、 mm' を電磁單位で表せば、真空中に於ては $k=1$ となり $f = \frac{mm'}{r^2}$ となる。

諸物質中では真空中と磁氣力が異なるため真空中は $\frac{1}{u}$ となるとして $f = \frac{1}{u} \times \frac{mm'}{r^2}$ と置けば、 u は各物質に特有なる常數にして、これをその物質の透磁率といふ。空氣の u は約 1.0000004 なり。

第十項 磁 場 (Magnetic field)

磁石の周圍に於て磁氣の作用(吸引及び反撥力)即ち磁力の及ぶ所を磁場(Magnetic field)と稱す。嚴密にいへば磁石の周圍は何處迄も磁場なれど、磁極の作用は距離の二乗に逆比例して減少するを以て實際にその作用を認むるは磁石に近き部分に限らるゝものなり。單位の正(+) μ 磁極を磁場の一點に持ち來す時、これに働く磁

力を其の點に於ける磁場の強さといひ、磁力の方向を磁場の方向と稱す。即ち第六十二圖に於て磁石 NS の磁場中に小磁針をその重心に於て支へ、その赤極 a に作用する NS の力を考ふる時は、小磁針は a に於て Na の方向の反撥力と aS の方向の吸引力とを受けその合力は ab の方向に働くべし。この方向は a 點に於ける磁場の方向なり。

多數の小磁針を上如く磁場中に置く時は、磁場の方向は第六十三圖の如く曲線を以て表はさる。この線を指力線(Lines of force)といふ。

第十一項 磁氣感應 (Magnetic Induction)

磁石の近傍に數箇の軟鐵片を持ち來せば軟鐵片は磁石となり、磁石の一極に近き端には異名の極を生じ遠き端に同名の極を生ず。斯くして生じたる磁石は第二の軟鐵片を磁化せしめ順次に及ぼし同名の極は何れも同一方向に向ふべし。斯くの如く或距離に於て磁氣の傳播を稱して磁氣感應といひ感應によりて得たる磁氣を感應磁氣(Induced magnetism)といふ。第六十四圖に示す如く磁石 NS の磁場中に軟鐵桿を持ち來れる時、 ab の位置に於ては指力線は桿を縦通してこれを磁化すべく、 $a'b'$ の位置に於ては指力線は軟鐵桿に集合して通過しこれを磁化す。而して指力線は磁石の赤端より出で青端に入るものと考へ得べきを以て軟鐵桿は指力線の入る端に於て青磁極を生ずべし。又次に $a''b''$ の位置に於ては桿は指力線に對し直角の方向にあるを以て直徑が長さに比して大ならざる限り磁氣を感受せざるものなり。

第十二項 磁氣分子説 (第六十五圖參照)

磁氣に關する各種の現象を説明するためユーイング(Ewing)氏の分子説なるものあり。鐵の如く總て磁化し得べき物體はその分子自身が小磁石にして、これが磁氣の影響を受けざる間は分子の方

向錯雜せるを以て全體としては磁性を現はさず。然るにこれを磁場内に持ち來たりたる時はその作用を受けて、分子何れも磁場の方向に並列し赤端は一方に青端は他方に面するに至る。磁場の力弱きときは分子の排列整然たるに至らざれども、その力を増すに隨ひ排列愈々整然となり強大なる磁力を有するに至るべし。鐵片に磁氣を感受せしめ、その赤端に記號を附しこれを破碎するも各破片は獨立の磁石なることを見るべく、前に記號を附したる端に近き端は赤極にしてその反對端は青極なるを見るべし。更にこれ等の破片を多數の小片に破碎するもその破片は依然として一個の磁石たる要素を具ふべし。磁氣分子説はこれ等の現象を能く説明するものなり。

第十三項 磁性體及び反磁性體

鐵の外ニッケル、コバルト等の如く感應により磁氣を帯びる物體を磁性體と稱し、蒼鉛及び銅の如きものは全く感應によつて磁氣を帯びざるものを反磁性體といふ。以上の如く物體中に磁氣を帯びるものと帯びざるものとあり。これを磁氣分子説より考ふれば、物體中の分子磁石が排列するものと排列せざるものとに分つことを得べし。分子磁石排列に反抗する力を抗磁力 (Coercive force) と稱す。蒼鉛、銅の如き反磁性體は抗磁力強く、鐵の如き磁性體は前者より抗磁力弱し。又磁性體と雖も軟鐵は硬鐵に比し抗磁力弱し。即ち軟鐵はこれを磁場中に置く時、その分子磁石は直ちに磁場の方向に並列して磁氣を帯ぶるに至れども、一度原磁場を去る時は速に舊狀態に復し磁性を失ふものなり。即ち一時的磁氣 (Transient magnetism) を得るに止まるものなり。硬鐵はこれに反し分子磁石は容易に磁場の方向に並列するに至らざれども、一度並列したる後は永く舊の狀態に復すること無く獨立の磁石と化するものなり。

軟鐵 (Soft iron) とはこれを冷却するに當り激しき外力を加へざりし鍛鐵又は鑄鐵の如きものをいふ。

硬鐵 (Hard iron) とは鋼鐵 (Steel) の如きものをいふ。

第十四項 透磁性 (Permeability)

磁石の吸引及び反撥作用は大抵の物質を透して他の磁性體に働くものにして、この作用を稱して透磁性と稱す。例へばコルクの片に針を貫きこれを水鉢に浮べ、鉢の外側に磁石の一端を近づければ針は該磁極の方に引かるべし。該針と磁極との中間に假令硝子の介在するもこの引力は決して減することなし。凡そ磁力が鐵類又は感磁性ある物質に働けばその中に滞れども大抵の諸物體には貫通無障礙なりとす。即ち物體の多少は磁力の通過を妨害することなし。この點に於て磁氣は熱、光及び電氣と異なるも重力に酷似せるものと謂ひ得べし。

第十五項 磁石と熱の作用

フアラデー氏の實驗の結果によれば、鋼はこれを熱してアルモンド油 (Almond oil) の沸騰點より稍々低溫度に至る時は前に與へられたる永久磁氣を失ひ、更にその點を超へて熱を與ふる時は全く鋼の性質を失ひ單に軟鐵の如き作用を呈し、熱を益々高くして橙赤色を呈するに至らしむる時は遂に一般の磁氣的性質を脱し眞鍮・空氣等の如く非磁氣體となるに至る。故に磁鐵の片を採りてこれを熱する時はその暗赤色に達する迄は尙磁氣を保有すと雖も、この熱を超過する時は全くその磁氣を失ふに至るものなり。これに反して冷却する時は果してその磁性に如何なる變化を呈すべきやトローブリッジ氏の試験の結果は、結晶したる炭酸をイーター中に溶解しこれを寒劑として磁石を攝氏 0 度以下 140 度迄冷却したるに、この劇甚なる寒冷を受けたる結果は磁力を消失せること實

に60パーセントの多きに至れりといふ。

上記の如く磁石は温度の作用を受けること實驗上明らかなるを以て羅針儀の自差も亦常に一定すべきものにあらず。故に機會ある毎にこれを測定或は修正し、その結果に鑑み常に磁氣の状態を熟知すること肝要なり。

第十六項 人工磁石の製法

- (1) 鎚撃による法。鋼桿を強力なる磁石の磁場中に於て指力線の方向に置き連續鎚撃するにあり。又地球は一大磁石なるを以て地球の磁場中に於て、鋼桿をその指力線の方向に置き鎚撃すれば一の磁石となるものにして、この法を地磁石感應法とも稱す。
- (2) 單一接觸法 (Single touch)。第六十六圖の如く強力なる磁石 NS を以て、鋼桿 ab の一端に向ひ同一方向に數回 (15回乃至20回) 摩擦するにあり。然る時は該鋼桿は磁化せられ、原磁石が桿を離れる端 b に於て接觸せる原磁石と異名の極を生ず。即ち本圖の場合には a 端に赤極 b 端に青極を生ずべし。
- (3) 分離接觸法 (Separate touch)。第六十七圖の如く2個の強力なる磁石 NS に $N' S'$ の各異名極を鋼桿 ab の中央より兩端に向ひ常に同一方向に數回摩擦するにあり (兩磁石は鋼桿に對し成るべく同角度に保ち25度位を適當とす)。然る時は該鋼桿は磁化せられ接觸せる原磁石の極の離るゝ端にこれと異名の極を生ず。即ち本圖の場合には a 端に赤極 b 端に青極を生ずべし。
- (4) 電流を用ふる法。第六十八圖の如く鋼桿 ab に絶縁せる鋼線を捲絡しこれに強力なる直流電流を送るにあり。かゝる場合鋼線を右廻りに捲絡せる時は、電流の流れる方向に赤極を生ずるを以て本圖の場合には a 端に赤極 b 端に青極を生ず。現今使用する磁針及び自差修正用磁桿の如き強力なる磁石は何れもこの法によつて製するものなり。

磁針は抗磁力を大ならしむるため鋼に約5パーセントのタングステン (Tungsten) を混じたる合金を用ふ。

第十七項 人工磁石製法上の注意事項

- (1) 磁桿を新製するの際これに賦與する磁力は該鋼桿が堪ふべきよりも多く賦與する事を得べく (實驗により)、而して該鋼桿が磁桿となりし後漸次その磁力を減じて或一定の磁力に達して一定不變となる。この點を飽和點 (Saturation point) と稱す。故に磁桿を製する際は鋼桿が保留に堪ふべきよりも過量の磁力をこれに與ふるを可とす。即ちその後飽和點にまで減退して不變の磁力となればなり。
- (2) 磁桿は熱を受けばその熱するに従ひ磁力を失ひ、而してその失ひたる一部は冷却するに従ひ復舊するものなり。故に製法或は保存の際は高熱を受けざるやう注意すべし。但し大氣の如き常溫に於ては殆んど磁桿に影響を及ぼすものにあらず。

第二節 地磁氣 (Terrestrial magnetism)

2個の磁石間に存在する諸現象は地球と1個の磁石の間に於ても存す。今一磁針を取りその重心に於てこれを支ふ時は、磁針は大約地球の南北を通る鉛直面内に静止し、磁針の一端を一方に偏せしめてこれを放せば鉛直面の左右に數回振搖し再び舊位に復す。これによつて見れば地球は一大磁石にして、その北極に青磁極をその南極に赤磁極を有するものなる事を知り得べし。

第一項 磁氣子午線 (Magnetic meridian)

重心に於て支へたる磁針は地磁氣指力線の方向に静止すべし。この磁針の軸を過る大圈を稱して磁氣子午線といふ。

第二項 磁 極 (Magnetic poles)

重心に於て支へられたる磁針は地球表面上2個所に於て直立すべし。これを地球の磁極といふ。

磁極は地軸の兩端なる眞極と一致せず、北磁極は現時北緯70度、西徑96度30分にあり。南磁極は現時南緯72度52分東徑156度42分附近にして、兩者は地球直徑の兩端にあらず且その範域凡そ50方哩に達し絶えず僅少宛移動するものなり。約百年前の磁北極は現時のものより東にありしを以て磁北極は西漸せるものと見做し得べし。

第三項 偏 差 (Variation or Declination)

磁氣子午線と眞子午線との間に挟む水平角を偏差といふ。偏差は陸上各地に於て異なるのみならず、同一の地に於ても時日に於ても變化するものなり。例へば倫敦に於ける偏差は下の如き變化をなせり。

1580年	.....	11° 17'	E
1657年	.....	0° 0'	
1745年	.....	17° 0'	W
1819年	.....	24° 41'	W(最大)
1900年	.....	16° 16'	W
1937年	.....	11° 20'	W

偏差の變化には規則的變化として永年の變化、年變化、及び日變化の三つあり。

(1) 永年の變化 (Secular change)

地球上總ての點に於ける偏差は長き周期を有する變化を受けるものなる事上記の如し。即ち磁極は地球の極より約17度の處

にありて約960年間に西より東に地球の極の周圍を一回轉するものなり。

(2) 年變化 (Annual change)

一年を周期とする變化にして、南北兩半球に於ては同時に反對の方向に起るものにして倫敦に於ては2.5分の變化あり。一般に北半球に於ては、4月より7月は西偏差減じ東偏差増大し、8月に最大の東偏差生ず。8月より3月は東偏差減じ西偏差増大し春分點に於て西偏差最大なり。

(3) 日變化 (Daily change)

北半球に於ては午前5時乃至6時より午後1時乃至2時に至る間は、磁針の北端(赤極)東より西に偏し西偏差増大す。午後2時より午後10時迄は、磁針の北端は西より東に偏し東偏差増大す。南半球に於ける變化は全くこれに反す。夜間は殆んど變化なきものなり。

日變化は赤道に於て最小にして3分乃至4分の變化をなし、緯度の増すに従ひ増大するものなり。英國に於ける調査によれば夏季に於ては25分冬期に於て5分の變化あり。

(4) 突發的變化

磁針は以上の規則的變化の外突發的の變化を生ずることあり。これを磁極嵐 (Magnetic storm) と稱し、大氣中の電氣的狀態の變化、極光 (Aurora) 太陽面の黒點 (Sun spot) 等の出現によるものなるべし。

第四項 傾 差 (Dip or inclination)

地磁氣指力線の方向に靜止せる磁針と該磁針の中心を過る水平面との挟む垂直角を傾差といふ。傾差も偏差の如く變化するものにして倫敦に於て1720年に75度なりしも、1905年には67度に減せるを見るべし。

各國磁氣觀測所に於て自記計器を用ひて不斷これ等の變化を記録せる結果は、磁針が瞬時も靜止すること無くその方向及び強さに於て規則的に變化することを示せり。

第五項 磁氣赤道 (Magnetic equator)

地球表面上地磁氣指力線が水平なる位置を連ぬる線を磁氣赤道といふ。この線上に於ては傾差は零にして、重心に於て支へられたる磁針は水平位置に靜止すべし。磁氣赤道は地球赤道と一致せず又大圈にも非ず、地球赤道の南北に捻轉する曲線にして、大西洋及び太平洋東部に於ては地球赤道の南、印度洋及び太平洋西部に於ては地球赤道の北に偏す。

第六項 磁氣緯度 (Magnetic latitude)

地球表面上傾差の等しき箇所を連ぬる時は相互に略平行する曲線を得べし、これを等傾差線といふ。等傾差線は緯度の距離圈に對應し傾差に關し觀測者の位置を云ひ表はすため屢々磁氣緯度なる語を用ふることあり。然れども傾差と磁氣緯度なる語を用ふることあり。然れども傾差と磁氣緯度とは同じものに非ず次の如き關係あり。

tan. 傾差 = 2 x tan. 磁氣緯度

(例) 傾差 50 度 (東京) に對する磁氣緯度如何。

50°tan. 10.076187

2 0.301030—

磁氣緯度 30° 47' .4 tan. 9.775157

第七項 地磁氣 (Terrestrial magnetism)

重心を吊したる磁針は地上に於て定方向を指示す。これは地球に磁場のあることを示すものにして、かくの如き磁場を地磁場と

いふ。地球表面上に於て地磁場の最大なる箇所四あり。これを磁力焦點 (Magnetic focii) と稱す。

北緯に於て一は約北緯 52 度、西經 92 度 2、他は約北緯 72 度、東經 145 度にあり。前者は後者よりも磁力大なりとす。南緯に於て一は約南緯 70 度、東經 145 度に他は約南緯 50 度、東經 130 度にありて兩者その磁力相近似す。これ等の諸點に於ける磁力は磁氣赤道に於ける磁力の 2 倍乃至 3 倍なりとす。

C.G.S. 單位を以て測れる北緯の焦點磁力は夫々 .655, 及び .613 にして、南緯の焦點磁力は夫々 .714, 及び .691 なり。地球上最小の磁力は略 .281 なり。

第三節 地磁氣の三要素 (Three magnetic element)

偏差 (Variation), 傾差 (Dip) 及び水平力 (Horizontal force) を地磁氣の三要素と稱し、地磁氣の方向と力とを決定するに要用なるものなり。以上の中偏差及び傾差は既に述べたる處なり。

第一項 水平力 (Horizontal force)

今磁針をその重心點に於て支へ第六十九圖の如き位置をとりたりとし、AB を以て磁力の大きさとその方向を表す。A より水平線 AC を引き、B より垂直線 BC を引く時は、AC は水平力、BC は垂直力、角 BAC は傾差を表すべし。故に水平力垂直力及び磁力との間には次の如き關係あり。

水平力 = 磁力 x cos 傾差

垂直力 = 磁力 x sin 傾差

Tan 傾差 = 垂直力 / 水平力

第二項 水平力と磁針の指力との關係

現今の羅針儀に於ては、磁針の重心點を羅牌の支點よりも約 3

時下方にあらしむるを以て、地球上至る處その垂直力に變化あるも重力はこれに優り常に水平位置を保つものなり。

されば磁針の指力(Directive force)は地磁氣水平力のみより得るものにして、磁針の極の強さを m 、水平力を H にて表はす時は、指力は $m \times H$ にて表はさるべし。 m を一定の値とすれば指力は水平力 H の大小によつて變化し、水平力大なる時は指力大となり、水平力小なる時は指力小なるべし。即ち磁針の指力は水平力に比例して變化するものなり。

第三項 船内水平力測定法

磁針をその静止位置より水平の方向に偏せしめて放つ時、振搖の周期を T とすれば

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{2lmH}} \dots \dots \dots (I)$$

上式に於て I ……磁針の軸の周圍に對する惰性能率

$2l$ ……磁針の長さ

m ……磁極の強さ

H ……その位置に於ける地磁氣水平力

次に磁針を移したる他の位置の水平力を H' とし振搖の周期を T' とすれば

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{I}{2lmH'}} \dots \dots \dots (II)$$

故に (I) 及び (II) の式より

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{H'}{H}$$

即ち水平力は磁針振搖の周期の二乗に逆比例するものにして、これにより甲乙兩地點の振搖周期を比較し、既知の水平力より他の地に於ける水平力を求め得べし。

船内に於ける水平力を測定するには水平指力計(Horizontal vibrating needle)を用ふ。

水平指力計は第七十圖に示す如く長さ 3 吋幅 1 吋を有し兩端を龜甲型に廣くせる扁平の磁針 NS にして圓形の筐中に收めらる。使用する時は筐底に取附けたる螺子 R を左に廻して支持腕 P を下げ、磁針を軸針 D 上に支へ、使用せざる時は螺子を右に廻して支持腕 P を上げて磁針を支へしめ軸針 D より離さしむ。又筐内には全圓を 36 等分せる目盛を施し磁針の振搖を知るに便ならしめたり。

使用する時は陸上に於て地方磁氣の影響なき所を選び前記の如く磁針 NS を軸針 D 上に支へ静止せしむ。

次にその静止位置より一方に 40 度偏せしめ、その時刻を記し磁針を放ちて自由に振搖せしめ 10 回の振搖を數へてその時刻を記し 10 回毎にこれを行ひて振搖が觀測し得ざる程微小となるに至りて止む。

次に船内に至り、羅盆を脱して水平指力計を受架に裝備したる儘環架に取附け、前同様の觀測を行ふべし。

今 10 回振搖の平均秒數が陸上に於て 20、船内に於て 21 なりとせば、公式により

$$H' = H \times \frac{20^2}{21^2} \\ = 0.9 H$$

第四節 磁氣要素圖 (Charts of the magnetic element)

地磁氣の分布を知るに便ならしむるため、英米海軍その他諸國に於て觀測の結果により磁氣要素の等値線圖を作成したり。この圖は航海者がその赴く海上に於て、船體鐵器に生ずる磁氣の原因を探求するに當り重要な價值を有す。

第七十一圖乃至第七十四圖は 1905 年に於ける磁氣要素の平均値を與ふるものなり。磁氣要素は前述の如く年々少なからざる變化をなすものなるを以てこの圖を使用するに當りては作成の年代に

注意し常に最新のものを選ぶべし。

第一項 等偏差線圖 (Lines of equal variation)

本圖を検するに、等偏差線は北半球に於ては磁北極に南半球に於ては磁南極に聚合するものと日本近海に於ける特種のものと同様の不規則的の曲線なれども、これによりて地球表面を三區域に分つを見るべし。最も區域大なるものは偏東の値を有し點線を以て示せる部分にして南北太平洋は此の區域に屬す。最も區域小なるものは日本近海にして偏西の値を有し實線を以て示せる部分なり。残りの一區域は偏西の値を有し實線を以て示せる部分にして南北大西洋(西印度地方を除く)及び印度洋はこれに屬す。偏差零なる三線ありこれを無偏差線といふ。針路を決定するに當り偏差圖の用途は特に説明を要せざるべしと雖もこゝに意を用ふべきは、第一近時船の速力一般に増大せること、第二造船材料に鐵鋼を用ふるため一層重要な度を加へたることなり。第一に對しては等偏差線が相接近せるとその方向が船の常用航路に對し直角なるとのため、偏差の變化急激なる地方に注意すべし。例へば Newfoundland、北亞米利加、英吉利海峽及び其の西部、Mozambique-channel 附近等の如し。これ等の海上に於ては偏差圖を検し、短時の間隙を以て偏差の變化に對し針路の改正を怠るべからず。

第二は特に重要な件にして天體觀測により絶えず自差の正確なる値を求むべきなり。

第二項 等傾差線圖 (Lines of equal dip)

この圖に於て磁針北端が水平の下に傾く區域はこれを + dip となし、實線を以て表はし、磁針の北端水平の上に傾く區域はこれを - dip となし點線を以て表はせり。

磁氣赤道より磁極に向ふ時、傾差の増加率は地球緯度の増加率

と一致せず。即ち低緯度に於ては傾差は地球緯度に比し増加すること急にして高緯度に於ては緩なり。例へば赤道附近に於て傾差は緯度1度の變化に對し約2度の變化をなせども磁極に近き時は約半度を變ずるに過ぎず。

この圖並に欄側に記せる傾差の正切真數は某地の半圓差より他の地の半圓差を求むるに要用なるものなり。

第三項 等水平力線圖 (Lines of equal horizontal force)

水平力は磁氣赤道に於て最大にして磁極に近づくに隨ひ減少す。地球全磁力は赤道より磁極に近づくに隨ひ増大すれども(最大値は磁氣焦點に於て現はるゝこと前述の如し)その指力線の方向は次第に水平と爲す角を増すを以て水平分力は反對に減少すべし。されば地磁氣水平力によりて指力(Directive force)を得る磁針は高緯度に至るに従ひ遲鈍となり、磁極附近に於ては用を爲さざるに至るべし。この圖に記せる水平力の値は緯度1度に於ける値を1.0として測れるものにして自差に關する諸計算を行ふに便ならしめたるものなり。而して任意の位置に於ける水平力の絶對値を求むるには本圖の値に .183 を乗すべし。

本圖の欄側に記せるは、水平力の逆數(Reciprocals)にして某地の半圓差より他の半圓差を求むるに當り要用なるものなり。

第四項 等垂直力線圖 (Lines of equal vertical force)

地磁力の垂直分力は自差の問題、就中傾船差を考究する場合に必要なり。

磁氣赤道に於ては垂直力は零にして本圖に於て太き實線を以て表はせり。磁氣赤道以北に於ては磁針の赤端は俯下し等垂直力線は實線を以て表はし、以南に於ては赤端舉上し等垂直力線は點線を以て表はせり。垂直力は磁極に近づくに從ひて増加すれども最

大の垂直力は磁極に存せず。(1)北半球に於てハドソン(Hudson)灣の西南方。(2)南半球にありてはタスマニヤ(Tasmania)の南方南緯70度附近にありとす。

磁氣赤道に於ける水平力を單位とする時は任意の位置に於ける水平力及び垂直力は下式によりて求め得べし。

$$\text{Horizontal force} = \cos \text{ Magnetic latitude.}$$

$$\text{Vertical force} = 2 \sin \text{ Magnetic latitude.}$$

$$\text{Total force} = \sqrt{1 + 3 \sin^2 \text{ Mag. lat.}}$$

第十一章

磁氣羅針儀自差 (Deviation of magnetic compass)

第一節 自差測定法 (Ascertaining the deviation)

第一項 自差測定の必要

自差は船の種々なる状況の下に變化する事は既に磁氣羅針儀の章に於て述べたる所なり。尙後に述ぶる自差論に入らば自らその變化する理由も知り得べし。故に航海者が正確なる針路を定むるには、成るべく新しき自差を求め航海の安全を期すべし。

第二項 自差測定の準備

- (1) 船内鐵器は總て航海中の位置に置くべし。
- (2) 傾度計 (Clinometer) の指針を検して船を水平にすべし。普通羅針儀にも傾度計あれども正確を期せんには機關室に備ふる大型のものによるべきものとす。如何となれば船の傾斜を度外視する時は、正確なる觀測によりて得たる自差も傾船差を含むためその價値を減するものなり。

第三項 遠標方位法 (By bearing of a distant terrestrial object)

- (1) 自差測定法。船を旋回して船首を各羅針儀の各點に向け正しくその針路上に靜止したる時、方位鏡により明視し得る某遠方物標の方位を測定し、第一表の様式に従ひ方位欄に記入す。船首各點に於ける物標の方位を記入し終らば全32點の羅針方位の平均値を求むべし。得たるものは該物標の磁針方位なり。然れども實用上8主要點或は16點の等間隔點の羅針方位の平均値を以て足れりとす。この磁針方位と各點の羅針方位との差を求め、

第一表

原基羅針儀の船首	遠方物標の方位	自差	原基羅針儀の船首	遠方物標の方位	自差
North.	N 59°-50' W.	3°-10' W.	South.	N 66°-10' W.	3°-10' E.
NbE.	N 65-35 W.	2-35 E.	SbW.	N 63-5 W.	0-5 E.
NNE.	N 71-10 W.	8-10 E.	SSW.	N 60-0 W.	3-0 W.
NEbN.	N 76-10 W.	13-10 E.	SWbS.	N 56-30 W.	6-30 W.
NE.	N 79-50 W.	16-50 E.	SW.	N 53-20 W.	9-40 W.
NEbE.	N 82-30 W.	19-30 E.	SWbW.	N 50-0 W.	13-0 W.
ENE.	N 83-30 W.	20-30 E.	WSW.	N 46-50 W.	16-10 W.
EbN.	N 84-5 W.	21-5 E.	WbS.	N 43-45 W.	19-15 W.
East.	N 83-20 W.	20-20 E.	West.	N 42-50 W.	20-10 W.
EbS.	N 82-15 W.	19-15 E.	WbN.	N 39-40 W.	23-20 W.
ESE.	N 81-5 W.	18-5 E.	WNW.	N 39-0 W.	24-0 W.
SEbE.	N 79-30 W.	16-30 E.	NWbW.	N 39-25 W.	23-35 W.
SE.	N 77-40 W.	14-40 E.	NW.	N 41-0 W.	22-0 W.
SEbS.	N 75-5 W.	12-5 E.	NWbN.	N 44-0 W.	19-0 W.
SSE.	N 72-40 W.	9-40 E.	NNW.	N 48-10 W.	14-50 W.
SbE.	N 69-0 W.	6-0 E.	NbW.	N 53-45 W.	9-15 W.

以て所要の自差となし同表自差の欄に記録すべし。

(2) 自差に命名するには次の規則に従ふべし。

磁針方位が羅針方位の右にあるときは自差東。

磁針方位が羅針方位の左にあるときは自差西。

この規則は自差偏東、偏西の定義に一見反する如く見ゆるも、遠方物標を羅針方位と磁針方位と同時に測れるものなるを以て

その北点につき考ふれば同一なり。

(例) 某遠方物標の磁針方位北45度東にして羅針方位北40度東なり自差如何。但し船首は北北東とす。

規則に従つて磁針方位が羅針方位の右にあるを以て自差は5度東なり。又定義に従へば某物標の磁針方位は北45度東なるを以て磁北はそれより左方45度の所にあり。羅針方位は北40度東なるを以て羅針の北はそれより左方40度の所にあるべし。即ち羅針の北は磁針の北の右方5度の所にあるを以て定義の如く自差は5度東なり。

第一表より八主要點に於ける羅針方位を平均して羅針方位を求むれば

16 50
140
17 10
3 35
14 40
23 40
2 19 50
1° 50' W

N	59°	50 W
	79	50
	83	20
	77	40
	66	10
	53	20
	42	50
	41	0
8		504 0
求むる磁針方位		N 63 0 W

16點に於ける磁針方位の平均値は N 62° 54' W 32點に於ける羅針方位の平均値は N 62° 52' W にして八主要點より求めたるものと7,8分の差あるに過ぎず。

船の殆んど中央にある船橋上の羅針儀が船首尾線に据附けある時に於て測得自差が正しきためには、船首北の自差は南の自差と船首東の自差は西の自差と各々同量異名なるべく、船首北東と南西との自差の平均は北西と南東との自差との平均と同量異名なるべきなり。この理由は後に述ぶる羅針儀自差を研究すれば自ら理解さるべし。

(3) 遠標方位法例題

(例 1.) 下記の遠標方位より磁針方位及び自差を求むべし。

船首各方位に於ける遠方物標の羅針方位に N 及び S の兩記號ある時は、何れかの符號(成るべく少い方)を一方の符號に直し同一符號にして磁針方位を求むべし。

原基羅針儀の船首	遠方物標の方位	自 差	原基羅針儀の船首	遠方物標の方位	自 差
North	N 79° 30' W.	4° 0' E.	South.	N 71° 30' W.	4° 0' W
N. E.	N 67 50 W.	7 40 W.	S. W.	S 81 50 W.	22 40 E
East.	N 50 0 W.	25 30 W.	West	S 79 0 W.	25 30 E.
S. E.	N 47 10 W.	28 20 W.	N. W.	N 88 50 W.	13 20 E.

N 79° 30' W S 81° 50' W = N 98° 10' W
 N 67 50 W S 79 0 W = N 101 0 W
 N 50 0 W N 199 10 W
 N 47 10 W N 404 50 W
 N 71 30 W 8) 604 0
 N 88 50 W 磁針方位 N 75° 30' W
 N 404 50 W

(例 2.) 下の遠標方位より磁針方位及び自差を求むべし。

船首方位に於ける遠方物標の羅針方位が E 及び W の兩記號ある時は、E 記號を有する羅針方位の和と W 記號を有するもの、和との差を求め 8 にて除し、大なる方の名を附して所要の磁針方位とすべし。

原基羅針儀の船首	遠方物標の方位	自 差	原基羅針儀の船首	遠方物標の方位	自 差
North	N 9° 0' W.	6° 30' E.	South	N 4° 0' E.	6° 30' W.
N. E.	N 20 10 W.	17 40 E.	S. W.	N 24 10 E.	26 40 W.
East	N 27 30 W.	25 0 E.	West	N 22 30 E.	25 0 W.
S. E.	N 20 10 N.	17 40 E.	N. W.	N 6 10 E.	8 40 W.

N 9° 0' W N 4° 0' E
 N 20 10 W N 24 10 E
 N 27 30 W N 22 30 E
 N 20 20 W N 6 10 E
 N 76 50 W N 56 50 E
 N 56 50 E -
 8) 20 0 W
 N 2° 30' W 磁針方位

(4) 遠標方位により自差を測定する時の注意事項

遠方物標により自差を求むるに際し船がその位置に於て旋回せざる限り必ず視差(Parallax)を生ず。

この視差たるや船の回轉圈中何れの部分に於てもその値異なるを以て船より物標を測れる羅針方位に一々加減する事は甚だ煩勞なり。従つて遠方物標は船の旋回により視差を生せざる程の遠距離にあるものを選ぶべし。

(5) 視差の計算

(イ) 視差の最大値を求むる公式。

第七十五圖甲に於て D を回轉圈の中心より遠方物標に至る距離、R を回轉圈の半径、θ を視差の最大値とすれば

$$\tan \theta = \frac{R}{D}$$

(例) 遠方物標に至る距離 10 海里、回轉圈の半径を 300 呎とす。

視差の最大値を求む。

$$\tan \theta = \frac{300}{6080 \times 10} = \frac{300}{60800}$$

300..... 2.47712
 60800..... 4.78390

視差の最大値 16' 58" tan 7.69322

(ロ) 任意の位置に於ける視差を求むる公式。

第七十五圖乙に於て θ を最大の視差、φ を回轉圈上任意の位置 B よりその中心に至る線と視差最大なる位置 A より回轉

圏の中心に至る線との中心に於ける角、 θ_ϕ を任意の位置Bに於ける視差とすれば

$$\theta_\phi = \theta \times \cos \phi$$

航海學に於て任意高度に於ける視差は水平視差(最大値)に視高度の餘弦を乗じたるものなりといふ公式に同じ。(Parallax in alt. = Horizontal Parallax \times cos alt.)

(例) 針路北に於て視差最大にして17分なりとせば、北微東及び北東微東に於ける視差を求む。

船は回轉圏上を一様に運動するものとせば、針路を北微東に變じたる時 ϕ は1點、北東微東に變じたる時 ϕ は5點と見做し得るを以て

$\theta_\phi = 17' \times \cos 11^\circ 15'$	$\theta_\phi = 17' \times \cos 56^\circ 15'$ なり。
0° 17' 1.23045	0° 17' 1.23045
11° 15' 9.99157	56° 15' 9.74474
求むる視差 0° 16'.7 1.22202	0° 9'.4 0.97519

以上の如く回轉圏上に於ける船の位置により視差は各々その値を異にするものなり。

船を回轉せしめて遠方物標により自差を測定する場合、潮流なく船が完全に回轉圏上を動くものとすれば、船は正しく相對する位置にあるを以て視差は相殺して物標の磁針方位を得るには何等影響せざるべし。

然れども得たる磁針方位と羅針方位とを比較して自差を求むる場合には、視差は當然含まれるものなるを以て視差を加減せざれば正しき自差を求むること能はず。又船が回轉圏上を完全に動くとしても若し潮流があるものとすれば得たる磁針方位は正しからず。従つて假令視差を加減するも正しき自差を求むること能はざるものなり。

故に自差測定に際し視差の影響小なる物標を選ぶべし。普通回

轉圏直径の100倍以上の遠方物標にして明視し得るものならば適當なるものなり。

回轉圏の小なれば小なる程、物標の距離大なれば大なる程視差小なり。

第四項 相互方位法 (By reciprocal bearing)

(1) 陸上地方磁氣なき所を選びて磁氣羅針儀を据附く。

地方磁氣の有無は時辰方位法により太陽の眞方位を求め、偏差を加減し得たる磁針方位と羅針儀によりて測りたる方位と比較するにあり。

(2) 船内羅針儀と陸上羅針儀と同時に測るものなる故豫め信號を定め置くものとす。

(3) 船を各船首方向に保てる時、信號して船内より陸上羅針儀の方位を測り陸上より船内羅針儀の方位を測り各々記録す。

この方法は兩方同時に測定するものなる故陸上と海上との時計を合せ置くべきものにして尙正確を期するため各々方位測定の時を記録すべきものなり。

(4) 各船首方向に於て方位測定し終らば陸上より測れる方位を反轉し置くものとす。陸上より測りたる方位は鐵器の影響なきものなる故磁針方位なる事明らかなり。

(5) 陸上より測れる方位は自差算出に便ならしむるため、豫め反轉すべし。例へば N 28° 30' W を S 28° 30' E とするが如し。

(6) 船内より測れる方位と陸上より測れる方位との差を求め自差を算出すべし。陸上測定方位が船内測定方位の右にある時は自差東、左にある時は自差西なり。

(7) 陸上羅針儀と本船との距離は明視し得る範圍で遠きを良とす。この方法は同時に測るべきものなれど絶対に同時に測ることは困難なり。従つて距離近き物標は方位の變化甚しきため到底正

第二表

時 間	原基羅針儀に ての船首方位	相 互 方 位		原基羅針儀の自差
		原基羅針儀 よりの方位	陸上羅針儀 よりの方位	
10h 10m a.m.	North	S 27 15 E	N 28° 30' W	1. 15' W
10 13 "	N/E	S 31 40 E	N 30 10 W	1 30 E
10 18 "	NNE	S 36 10 E	N 31 20 W	4 50 E
10 24 "	NE/N	S 40 50 E	N 31 30 W	9 20 E
10 29 "	NE	S 46 0 E	N 33 10 W	12 50 E
.....
.....

以下各船首方位に於けるものも同様なり

確を期す能はず。

第五項 物標の磁針方位による法 (By magnetic bearing of object)

- (1) 碇泊中或は航海中に精測を経たる海圖上船の位置を知らば海圖上より物標の磁針方位を求め得べく、これと羅針儀による方位とを比較して船首に對する自差を求め得。例へば狹隘なる水道通過の際、船が水道の中央にあり且前方に著明物標のある場合等の如し。
- (2) 沿岸航行中 2 個或は 2 個以上の物標を一線中に見たる時羅針方位を測り、海圖上より磁針方位を求め兩方位を比較して自差を求め事を得。

この二法は船首各方位に對する自差を求むるに適せざれども自差表に揚ぐる自差と比較し、これを改正し最新の自差を求め得るを以て沿岸航行中は出來得る限りこの法を利用するを可と

す。この場合は正確なるものを求むるためには物標の方位の變化急なるものを選ぶべし。

第六項 天體の方位による法 (By azimuth of the celestial object)

- (1) 太陽出沒方位法 (Amplitude of the sun)
- (2) 時辰方位法 (Time azimuth)
- (3) 高度方位法 (Altitude azimuth)
- (4) 極星方位法 (Azimuth by pole star)

以上の (1) (2) 及び (3) は各場合に應じ天體の眞方位を求め、羅針方位とを比較して羅針儀違差 (Compass error) を求め、これにその地の偏差を加減して船首に對する自差を求むべし。(4) の北極星の方位による法は、極星の子午線に正中せる時は最も簡単に自差を求むことを得べし。又子午線に正中せざる時と雖も極星の時角を求めれば、時角と緯度による方位の改正表が海軍年表に記載しあるを以て極星の眞方位を求め得べく、羅針方位と比較し偏差を加減し自差を求め得べし。

第七項 那氏曲線圖による法 (By Napier's diagram)

(第七十六圖參照)

(1) 作成法

- (イ) 任意の細き縦直線を用紙の中央に引き 18 吋の長さとする。
- (ロ) この線を 32 等分しその上端北より羅牌の各點を記す。
- (ハ) 又この線を 360 等分し 0 より 360 度に至るものと、北及び南を起點として 0 度より記し初め東及び西の 90 度に至らしむ。
- (ニ) 次に羅牌の各點を貫き縦線と左右 60 度をなす二斜線を引き、縦線の右側にて下方に傾くものは點線を以て表し、左側に於て下方に傾くものは實線を以て表すべし。
- (ホ) 自差曲線を作るには船首羅針方位に相當する點を採り、こ

の點を貫く點線上に測得自差の値を縦線の劃度尺に合せて自差東なれば右へ、自差西なれば左へ取り、小圓又は小十字形を記す。(劃度尺は長さ18吋の縦線ならば1度は $\frac{1}{6}$ 吋にして縦線上360度に分ちたるを以て、自差10度ならばこの縦線上10度の間隔を採るものとす)。

測得自差全部の記入終らば各點を通る曲線を描くべし。

(2) 使用法

(イ) 羅針路を磁針路に改むる法。

既知羅針路に相當する點を縦線上にとり、點線に平行なる線を劃き曲線と會せしむ、その交點より實線に平行なる線を引き縦線と交らしめたる點は磁針路なり。

(例) 本船羅針路は北東にして自差は第七十六圖曲線圖の如し磁針路を求む。北東を過る點線上を進みて曲線に會し、これより實線に平行に進みて縦線に復歸せし點 N 25° E は求むる磁針路なり。

(ロ) 磁針路を羅針路に改むる法。

海圖或は他の方法により磁針路既知なる時、これを羅針路に改めんとする時は、縦線上に磁針路をとり實線に平行なる線を引き曲線と交らしめ、その交點より點線に平行なる線を引き縦線と交らしめたる點は所要の羅針路なり。

(例) 本船磁針路南西にして自差は第七十六圖曲線圖の如し羅針路を求む。南西を過る實線上を進みて曲線と會し、これより點線に平行に進みて縦線上に復歸せし點 S 25° W は所要の羅針路なり。

(3) 那氏曲線圖の利點

(イ) 自差測定に際し船の回轉中各船首方向に對する測定困難なる事あり。されどこの圖法による時は此等未測の點に對する自差をも容易に求め得べく、又港灣に碇泊中風潮のため船體

振れ廻りし時、或は航海中に於て數個の間隔不規則なる船首方向に對する自差により全自差を求め得べし。

(ロ) 誤測に基く自差を検正するに容易なり。

(ハ) 入港等の際2個の四方點を含む三個以上の自差(例へば北、北西、西)を求めば自差曲線圖を改正し得べし。

(ニ) 普通の自差表は羅針路に對する自差なれども、この曲線圖は磁針路に對する自差をも與ふるを以て針路改正に便利なり。

(ホ) 自差表と異なり任意の船首方位に對する自差を求むることを得。例へば北30度東に對するものを求め得べし。

(ヘ) 船の地理上の變化による自差の變化に對し曲線圖を改正し得るものなり。

(4) 那氏曲線圖の缺點

圖形に自差を表すを以て餘程大なるものに非ざる限り正確を期し難し。

(5) 那氏曲線圖の原理

縦線、點線、及び實線は各々60度の角度を以て交るが故に、圖上の三角形或は針路改正に作らるゝ三角形は全部等邊三角形なるを以て圖により針路を改正し得るものなり。

第八項 自差曲線圖に就て

(1) 那氏曲線圖は既記の如く正三角形を利用したる巧妙なる曲線圖なれども、1度の長さ小にして精度を缺く嫌あり。即ち曲線圖の長さを18吋とせば1度の長さは $\frac{1}{6}$ 吋なり。若し1度の長さを $\frac{1}{2}$ 吋とすれば曲線圖は7.5呎となり取扱ひ甚だ不便にして實用とならず。然し自差の精度を期するためには1度の長さを $\frac{1}{2}$ 吋とするは願はしき値なり。従つて本曲線圖は精度を得る點に於て大なる缺點あるを以て現在これを使用するもの極めて少し。

(2) 自差の精度を得るためには、縦軸 (Ordinate) と横軸 (Co-ordinate)

との値を等しくする必要なく、縦軸の目盛を短くし、横軸の目盛を大にすべし。今方眼紙を使用し易き寸法に取り、縦軸に針路をとり横軸に自差の値を適當に求むる時は恰好なる自差曲線圖を得らるべし。而して東偏自差は右に西偏自差は左にとるべきものとす。

(3) 第七十七圖に示す如く適當なる半徑を有する圓を描き、これを32等分して方位を記入す。次に半徑の $\frac{1}{2}$ 圓を描きこれを自差零の圓とす。外側を東偏自差とし内側を西偏自差として、等間隔の圓を描くべし。而して各船首に對する自差を記入すればこゝに自差曲線を描くことを得。この曲線圖は(2)と同様精度良く取扱ひ甚だ便利なり。現今自差曲線として用ひらるものは(2)及び(3)の如きものなり。然れども那氏曲線圖の如き特徴なきこと勿論なりとす。

第九項 自差測定に對する注意事項

- (1) 最も正確なる自差を測定せんとするには、洋上に於て太陽の成るべく出沒時に近き時を選びて船を一回轉せしむるにあり。これ全く視差の生ずる惧なく地方磁氣の影響なし。
- (2) 船を回轉して自差を測定するに當り正確を期するためには右舷と左舷と兩側に回轉し各自差の平均値を採るべし。兩側への回轉による自差に二度乃至三度の相違あることは稀なりとせず、殊に新造船なる場合は特に注意すべし。若し單に一方へのみの回轉に止むる場合には、成る可く船の回轉を徐々に行ひ各船首方向に對し、5分間静止せしむべし。これ後に述ぶる俄氏差を自差中に誘入せざるためなり。
- (3) 自差測定に用ふる方位鏡は誤差なきものを用ふべし。
- (4) 自差曲線圖以外の測定法により求めたる自差はこれを自差表 (Deviation table) に作成し、船橋附近に備へ置き針路改正に使用する

るものとす。又測定せる自差は羅針儀日誌 (Compass journal) に記載し置き參考資料とすべし。

第十項 同一針路に對し測定自差の不等

- (1) 同一針路にて航行中、朝及び夕方太陽により測定せる自差に1度内外の差を生せりといふ。その原因を探究せるに、硝子蓋の中心と羅牌の中心と一致せざるために起ること多し。即ち硝子蓋の中心に兩脚器の一方を置き他方に硝子面の半徑を保たしめ硝子面上に圓を描きたるに、硝子蓋面の周邊と硝子面を支へる真鍮製の周邊との接合點に一致せざることを發見せり。これは明らかに硝子面の中心が一方に偏せる證據なり。この結果より見て午前に測定せる太陽の方位は、午後に於ては殆んど反對の方位にあるを以て測定自差に差を生ずるは當然なりと思考せらる。
- (2) 某船某針路に於て、二物標の正中により自差を測定せるに自差なかりしも、同夕刻同針路に對し方位鏡を用ひ太陽の方位を測定せるに自差6度東なるを發見せりといふ。その原因如何。但し兩測定の技術上には誤りなきものとす。
同船に於ける方位鏡の誤差の結果と判定すべし。即ち方位鏡が羅牌の中心にあらざるか或は方位鏡に於ける稜鏡が轉輪の水平軸と平行せざるかなり。方位鏡に於ける使用上の注意事項を參照すべし。

第十一項 雜問

- (1) 沿岸航行中船首に對する自差を測定し得る場合を列舉せよ。
 - (イ) 二物標が一直線に見ゆる場合。
 - (ロ) 天體による法。沿岸航行中と雖も太陽により自差を測定し得。(夜間恒星によつて自差を測定し得るも、沿岸航行中は寧ろ)

る見張りを第一とすべきものなり。)

(ハ) 船の位置確實なる場合は、物標の羅針方位と海圖より得たる磁針方位とにより自差を測定し得。即ち狹隘なる水道に於て船がその中央にあり且前方に適當なる著明物標のある場合、前記の如き水道航行中正横に適當なる物標のある場合、又水道航行中某地點を正横に航過する時任意の方向に著名なる物標のある場合等なり。又方向一定せる水道を航行する場合も自差を知り得べし。

(2) 沿岸航行中交叉方位により船位を求むる際三つの方位線一點に會せず三角形をなすことあり、その原因如何。

方位の読み誤り、物標或は島等の海圖上位置の不正に基くものもあれど、その多くは船首に對する自差の不正確に起因するものなり。

今第七十八圖に於て A. B. C. を各々陸上物標とし、a. b. c. は三方位の線一點を會せざるために生じる三角形の各點とす。A. B. b. の三點を通る圓及び B. C. c. の三點を通る圓を描くべし。然る時は二つの圓は何れかに於て交るべくその交點を x とす。

AX. BX. 及び CX. を各々結ぶ時は

$$\angle XAb = \angle XBb = \angle XBc$$

又 $\angle XBc = \angle XCc$

故に $\angle XAb (\angle XAa) = \angle XCa$

即ち XCa を通る圓を描く事を得べし。この X 點は求むる正しき船位にして、X 點と各物標とを連結せる各線と始めに引ける方位の各線との角は凡て相等しく、何れも X 點を通る各線は始めに描ける線に對し各々右に偏せるを知るべし。この偏角は使用せる自差とその時に於ける眞の自差との差なること明かにして凡て自差は偏東なり。

(3) 三物標の交叉方位により船位を求めたる時第七十九圖に示す

が如き三角形を得たり。この三角形が自差の不正より生じたるものとせば、何れの交點が船の眞位置に近きや。

BC との交點 b が船の眞位置に近し。如何となれば遠距離にある物標の方位線は、近きものゝ方位線よりも偏位大なるを以て誤差多ければなり。

第二節 船體構成材料による自差の種類

船内の羅針儀に自差を生ずるものは、船體を構成する鐵及び鋼の感受磁氣によるものにして下の四種に區別し得べし。

第一項 船體永久磁氣 (Permanent magnetism of ship)

鋼鐵船は硬鐵と軟鐵とを用ひて造られたるを以て建造中何れの方向にあるも地磁氣指力線中に於て連日鈍撃を受くるため磁氣を感受し、外板及び甲板の如き硬鐵は永久磁石の性狀を帶ぶるに至るべし。而して船の進水後數ヶ月の間感應磁氣の一部分を漸次喪失するものなれども、その大部分は永久磁石となりて保留せらる。この種の磁氣を船體の永久磁氣と名づく。嚴密にいへば軟鐵は船體永久磁氣より感應磁氣を受け、その性質は船の解体されざる限り永久磁氣と看做し得べくその名は反對なり。故に船體永久磁氣なるものは硬鐵の永久磁氣と軟鐵がこれより受けたる感應磁氣との差なりと見るべし。

第八十圖は建造中各種の船首方向に於ける船體磁氣分布の狀態を示せるものなり。船體永久磁氣は船の建造當時の船首磁針方位、船體材料の磁化の強弱及び建造中に受けたる鈍撃の多少によりてその性狀を異にするものなり。

船體永久磁氣に因する自差。今船が磁南を向け建造せられたるものとせば船首に青磁極を生じ船尾に赤磁極を生ずべし。而して常に兩磁極は羅針儀に作用して自差を起すべし。假りに青磁極の

みが作用するものとせば第八十一圖の如く羅針儀と同一平面上に一個の磁石を置き、その青端を磁針に向け作用せしむると同理なり。即ちこの磁石が磁針に對する影響をして磁針の指力よりも小ならしむる程度の距離に於て、青磁極が磁針の北端に對する様磁氣子午線中に置くべし(同圖1)。然る時は兩者は一直線上にありて指力線は平行せるを以て自差を生ぜざれども磁石の青磁氣のため磁針の指力増大すべし。次に羅針儀の中心より磁石を同距離に保ちつゝその周圍に右周りに回轉せしむる時は、磁針の北端は磁石の青端に吸引せられ偏東自差を生じ(同圖2)、磁石が磁針の直角の位置に來りたる時はその兩指力線直角に交るを以て自差最大値に達す。この時磁石は略磁東にあるべし(同圖3)。磁石の回轉を持續する時は偏東自差次第に減少し(同圖4)、磁石が磁氣子午線と一致するに及びて磁針も亦子午線中に復歸し、自差は生ぜざるも磁石の青端磁針の南端(青磁極)に對するを以て磁針の指力は減少すべし(同圖5)。

更に磁石の回轉を繼續する時は磁針の南端は磁石の青端に反撥せられて偏西自差を生じ(同圖6)、磁石が磁針と直角の位置に來るに及びて自差最大値に達す。この時磁石の位置は略磁西にあるべし(同圖7)。この位置より磁石を回轉するに従ひ偏西自差次第に減少し(同圖8)、磁石が磁氣子午線と一致するに及びて、磁針も亦子午線中に復歸すべし(同圖1)。

以上述べたるは船が磁南を向け建造されたる場合なりしも、船首が如何なる方向を向け建造さるゝとも磁石は近き極の影響を受けて自差を生ずべし。而して船首建造當時の方向及びその反對方向にあるときは船體磁場の方向磁氣子午線に平行するを以て自差を生ぜず。船首が建造當時の方向より算しその一方の半圓にある時偏東自差を生じ、他方の半圓にある時偏西の自差を生じ、自差の最大値は船首が建造當時の方向と直角なるときに起る。如斯半

圓に終始する自差を稱して半圓差(Semicircular deviation)といふ。

第二項 船内垂直軟鐵の感應磁氣(Induced magnetism of vertical soft iron)

船内には橋、煙突、支柱等の如く垂直軟鐵あり。これ等は地磁氣垂直力により磁氣を感受し、北半球ならば下方に赤磁極上方に青磁極を生じ南半球に於てはこれに反す。故にこれ等のものゝ中煙突が最も羅針儀に近く磁針に影響し、爲に生ずる自差の形式は磁針の周圍に磁石の同一極を近づけて回轉せしめたる場合に同じ。即ちこれより生ずる自差も半圓差なることを知るべし。

第三項 船内水平軟鐵の感應磁氣(Induced magnetism of horizontal soft iron)

船體を構成する材料中梁材(Beam)、縦通材(Stringer)、龍骨(Keel)の如き水平軟鐵は、地磁氣感應により磁化せられて羅針儀に影響し自差を生ぜしむるものにして、その形式は第八十二圖に示せるものと同一なり。先づ一の軟鐵桿を水平の位置に於て磁針の北端に近く磁氣子午線中に置く時は、地磁氣感應によりて磁針に遠き端に赤磁極を近き端に青磁極を生じ、磁針の指力を増大せしむれども兩者の指力線平行せるを以て自差を生ずること無し(同圖1)。次で軟鐵桿を水平に保ちつゝ磁針の周圍に右廻りに回轉する時は、その青端は磁針の北端を吸引して偏東自差を生じ漸次その値を増し北東の位置に於て最大値に達し(同圖2)、これより漸次減少し軟鐵桿が磁東に來るや感應磁氣を失ひ磁針は磁氣子午線中に復歸すべし(同圖3)。磁東を過ぐれば磁針に近き端は上に反して青磁極を生じ磁針の南端を吸引し偏西自差を生じ、漸次その値を増して南東の位置に於て最大値に達す(同圖4)。これより漸次減少し磁南に來るや磁氣子午線に一致するを以て磁針の指力を増大するに止まり兩者の指力線平行せるを以て自差を生ぜず(同圖5)。

更に回轉を繼續するに磁南より磁西に至る間は偏東自差を生じその最大値は南西に於て現はれ(同圖6)、磁西より磁北に復する間は偏西自差を生じ最大値は北西に於て現はるべし(同圖7.8.1.)。

以上の形式と船内水平軟鐵の感應磁氣より生ずる自差は全く同一にして、各象限に始終し相隣れる象限に於ては異名相對する象限に於ては同名なり。この種の自差を稱して象限差 (Quadrantal deviation) といふ。

第四項 俄氏差 (Gaussin error)

船體構成材料中には硬鐵と軟鐵との中間に屬する鐵材あり。硬鐵は前に述べたる如く船體永久磁氣として半圓差を生じ、軟鐵は垂直水平の二つに分け前者は半圓差後者は象限差を生ぜり。然るにその中間に屬する鐵は硬鐵の如く抗磁力大ならざれども軟鐵より抗磁力大にして地磁氣指力線中に於て或る期間同方向に保たれる時は、汽機の回轉波浪の衝擊等より起る震動のため磁氣を感受し、その後船首方位を變ずるも軟鐵の如く急速に磁氣を失ふに至らず、その抗磁力比較的大なるため徐々に磁性を失ふものなるを以てこの期間は磁針に影響して自差を生ずべし。これを Gaussin 氏の發見によるものなるを以て俄氏差と稱し、他の磁氣と區別するため殘留磁氣 (Retentive magnetism) 或は半永久磁氣 (Subpermanent magnetism) と稱す。

俄氏差の最も顯著に現はるゝは、船が東方或は西方の針路上に數日間航走せる後北方或は南方に約90度轉針せる場合にあり。第八十三圖甲は針路東の船が南に、針路西の船が北に轉針せる場合にして共に偏西自差を生じ、乙は針路西の船が南に、針路東の船が北に轉針せる場合にして共に偏東自差を生ず。この種の自差は最大約5度に達することあり。

尙以上と稍狀況を異にし船を回轉する場合には船内軟鐵の感應

磁氣の得喪が船首方位の變轉に遅るゝより俄氏差を生ずるものなり。而して磁針の軸帽 (Cap) と軸針 (Pivot) との摩擦抵抗はこれを助成す。この種の俄氏差は前者に比し小にして通例1度内外に止まるものにして轉針せる針路上に3.4分間靜止すれば消滅するものなり。

俄氏差の我々に必要なる理は、常に轉針せる場合直ちに針路を決定せずして正しくその針路にあるか否かを確めたる後針路を決定するにあり。又自差を測定する場合も轉針後直ちに行はず羅牌の靜止するを待つべきものとす。

第三節 自差係數 (Coefficients of deviation)

磁針に作用する凡ての磁力は、磁針を過る垂直面に働くものと磁針を含む水平面に働くものとに分解するを得べし。而してこれ等の分力中垂直分力は自差を生ぜざるを以て (船が水平なる場合) これを省略し、自差を生ずる水平分力に就て研究せん。即ちこの水平分力は更に船首尾線の方向と正横との2分力に分解し、船首方位の變轉に伴ふ自差の種別に從ひ大約5種に分ち、各種自差の最大値を自差係數と稱しA, B, C, D, 及びEを以て表す。次に説明せんとする係數は略近係數 (Approximate coefficient) と稱し度、分を以て表はせるものなり。

例へば第八十四圖に於てKを磁針の北點とし、Mを船體永久磁氣の青磁極とせば、磁針の北端はM點の方向に引かるべし。これをKMで表し、KMをKV及びKLの2分力に分解す。然る時は垂直分力KVは磁針の北端を下方に引くのみにて自差を生ぜず。然れども水平分力KLは磁針の北點に作用し自差を生ずるも、これを船首尾の方向KXと正横の方向KYの2分力に分解す。而して船首尾の方向に作用するものを自差係數Bとし、正横の方向に作用するものを自差係數Cとするが如し。

第一項 係數A

不易差 (Constant deviation) を表はし一の羅針儀に就て一定の値を有し、各船首方位に對しては同一の値を有す。磁針の北端東に偏するを $+A$ とし、西に偏するを $-A$ とす。不易差を起す原因は大約次の如し。

- (1) 羅針儀の器差 (Index error)。例へば磁針の羅牌の南北線と平行せざるために生ずる誤差、又は如何なる羅針儀と雖も正しき磁針方位を示すものにあらず、數分の誤差は免れ得ざるものなり。
- (2) 觀測上の誤差。即ち觀測に用ひたる方位鏡の誤差或は不注意により羅盆を傾斜せしめたるより起る誤差等なり。
- (3) 偏差の誤謬。即ち觀測の際用ひし偏差の正しからざるより起るものなり。
- (4) 羅針儀附近に於ける水平軟鐵の排列の不齊一なる場合の誤差。この誤差は常識的に見れば不易差を生ずると思はれざるも、水平軟鐵の不規則な排列でも不易差を生ずる場合あり。

以上の外基線が船首尾線と一致又は平行せざる時は、各針路に就て一定の誤差を生ずることは明かにして、この見地よりすれば係數Aに含まれるべき性質のものなり。然れども後述する係數Aの算出法より考究せんに、係數Aは4方點に於ける自差の代數和を4分せるものにして、この4方點に於て測定せる自差中には基線と船首尾線との一致又は平行せざるより生ずる誤差は含まれざるものなり。従つて係數算法による係數Aの中には基線が船首尾線と一致又は平行せざるより生ずる誤差は含まれざるものとす。この理由により基線が船首尾線と一致又は平行せざるために生ずる誤差は、羅針儀の取付けを變更するか或は基線を別に設けて修正し、その他の原因より生ずる不易差Aの値は一般に小なる値にして自差中に存し置くものとす。

又觀測上の誤差 (2) 及び偏差の誤謬 (3) も、一定の誤差を生じ係數Aに含まるべき性質のものなり。然れども若しこの誤差を係數Aとして基線を變更するが如きことあらば、船は誤れる方向に進むこととなり却つて不正なる結果を起すべし。従つて自差測定に際しては方位鏡の誤差なきものを使用するか或は誤差を修正すべきものなり。又觀測の際羅盆に觸れることなく、偏差の誤謬等には深甚の注意をなすべし。

又羅針儀の器差 (1) 及び羅針儀附近に於ける水平軟鐵の排列の不齊一なる場合 (4) より生ずる誤差は、一定の値を有し基線の位置を移動して修正し得るものなり。然れども羅針儀の器差は一般に小なる値にして、(4) の如き場合も極めて稀なり。従つて基線を移動して修正するが如き必要なし。

以上の結果より考究せば、係數Aの値は自差中に含ますべきものにして、基線を移動して修正せざるものとす。但し操舵羅針儀に於ては基線を移動して誤差を修正するも差支へなし。

係數Aは一定の値を有するものなれど六分儀の器差の如き意味に非ず。觀測上の誤謬及び器械的の誤差より起るものは船を回轉して自差の測定を行ふ毎に多少の相違あるべきは勿論なりとす。

備考。この項は係數算法後再び熟讀玩味すべきものなり。

第二項 係數B

船體永久磁氣及び垂直軟鐵の感應磁氣より生ずる半圓差中船首尾線の方向に働くものを表はす。而して磁針の北端を船首の方に引くを $+B$ とし船尾の方に引くを $-B$ とす。第八十四圖に於てK Xは $+B$ なり。

$+B$ は建造當時の船首方位南方 (Southerly) なりし場合に生じ、東方針路上に於て偏東自差を生じ西方針路上に偏西自差を生ず。第八十五圖甲に於て磁針の北端常に船首の方向に引かるを見るべ

し。

- B は建造當時の船首方位北方 (Northerly) なりし場合に生じ、東方針路上に於て偏西自差を生じ西方針路上に於て偏東自差を生ず第八十五圖乙に於て磁針の北端常に船尾に引かるを見るべし。

第八十六圖甲は北半球に於て煙突の如き垂直軟鐵より生ずる自差を示し、乙は南半球に於ける場合を示す。

第三項 係數 C

船體永久磁氣より生ずる半圓差中正横の方向に働くものを表はす。而して磁針の北端を右舷に引くものを + C とし左舷に引くものを - C とす。第八十四圖に於て K Y は + C なり。

係數 C 中には係數 B の場合に於ける如く垂直軟鐵の感應磁氣より生ずるものありと雖も、普通商船に於て船首尾線に据附けたる羅針儀にありては、船首尾線の左右に於ける垂直軟鐵は、相對象の位置にありては羅針儀に作用する力は相殺するものなるを以て單に船體永久磁氣より生じたるものと見做し得べし。

+ C は建造當時の船首方位東方 (Easterly) なりし場合に生じ、北方針路上に於て偏東自差を生じ南方針路上に於て偏西自差を生ず。第八十七圖甲に於て磁針の北端常に右舷に引かるを見るべし。

- C は建造當時の船首方位西方 (Westerly) なりし場合に生じ、北方針路上に於て偏西自差を生じ南方針路上に於て偏東自差を生ず。第八十七圖乙に於て磁針の北端常に左舷に引かるを見るべし。

第四項 係數 D

船内水平軟鐵中縦走及び横走軟鐵の感應磁氣より生じ象限差を表はす。

+ D は船首尾線に直角なる横走軟鐵 (Athwartship soft iron) より起り、船首北より東、南より西に到る象限に於て偏東自差を生じ、

船首東より南、西より北に至る象限に於て偏西自差を生ず (第八十八圖甲參照)。

船内水平横走軟鐵が艙口等のため切斷せられその一端が羅針儀に對する時は - D と等しき自差を生ずべし。

- D は船首尾線に平行なる縦走軟鐵 (Fore and aft. soft iron) より起り、船首北より東、南より西に至る象限に於て偏西自差を生じ、船首東より南、西より北に至る象限に於て偏西自差を生ず (第八十八圖乙參照)。

船内水平縦走軟鐵が艙口等のため切斷せられたる時は + D と等しき自差を生ずべし。

一般の商船に於ては係數 D は + D の形式を以て現はるゝを常とす。如何となれば船内にある多くの縦走軟鐵は水平軟鐵より遙かに羅針儀より遠ざかれるを以てなり。イッシャーウッド型船と雖も横走軟鐵が羅針儀に影響するものなり。殊に近時船橋は益々高くなれるを以て商船に於ては - D の形式をとる自差は殆んど無しと看做すことを得べし。

第五項 係數 E

船内水平軟鐵中斜走軟鐵 (Diagonal soft iron) より生じ象限差を表はす。斜走軟鐵とは帆船に於ける斜走補強材 (Diagonal tie plate) 汽船に於ては補強の目的を以て作られたる斜走水平軟鐵或は不規則なる鐵材より生ずることあり。然れども磁氣羅針儀が船首尾線に裝備せる一般商船に於ては、係數 E の形式を以て現はる自差は小なる値にして論せざるを常とす。

+ E は右舷船後より左舷船首に互る斜走軟鐵より起り、船首北東より北西、南東より南西に至る象限に於て偏東自差を生じ、北東より南東、南西より北西に至る象限に於て偏西自差を生ず (第八十九圖甲參照)

-E は左舷船後より右舷船首に互る斜走軟鐵より起り、船首北東より北西、南東より南西に至る象限に於て偏西自差を生じ北東より南東、南西より北西に至る象限に於て偏東自差を生ず (第八十九圖乙参照)。

以上係數 E を形成する斜走軟鐵が船口或はその他の開口のため中斷せらるゝ時は反對の結果を起すものなり。

第六項 建造當時の船首方位

建造當時の船首磁針方位は船體永久磁氣の B と C との値によりて算出するを得べし。

第九十圖に於て P Q を建造中の船とし N S を磁氣子午線の方角とす。然る時は右舷後部に赤磁極を左舷前部に青磁極を生ずるを以て係數は +B 及び -C なり。今船體永久磁氣の水平力を表はすに K L を以てし、これを首尾線と正横との 2 分力 K X と L X とに解くときは K X は +B, L X は -C に相當すべし。よりて

$$KL = \sqrt{KX^2 + LX^2}$$

$$\text{Horizontal force} = \sqrt{B^2 + C^2}$$

$$\text{Tan. Mag. Azimuth of ship's head} = \frac{C}{B}$$

こゝに注意すべきは上の公式に用ひたる係數 B は、船體永久磁氣のみより生じたるものにして垂直軟鐵より生ずる B は含まれざるものとす。C も前に述べたる如く船體永久磁氣のみより生じたるものなり。係數 B を船體永久磁氣より生じたるものと垂直軟鐵より生じたるものとの分解は自差修正法に於て説明すべし。

第七項 雜問

こゝに掲ぐる雜問に對しては即答の出來得る様練習すべきものなり。自差を充分理解せんには與へられたる自差係數により各船首方向に對する自差を知ると共に、逆に與へられたる船首方向に

對する自差より係數の何れに屬せるかを知るにあり。その目的を完成するため特に第九十一圖及び第九十二圖を参照すべし。

(1) 建造當時船首方向南方なりし時は如何なる自差を生ずるや。

+B の形式を以て現はるゝ自差にして東方針路上に於て偏東自差、西方針路上に於て偏西自差を生ず。

(2) 船首に赤磁極を生じたる時この船は何れに向け建造されたるか。又如何なる形式を有する自差を起すや。

北方に向け造船されたる船にして -B 形の式をとる自差を生ずべし。

(3) 北方針路上に偏西自差を生じ南方針路上に偏東自差を生ずる船は何れに向け建造されたる船なりや、又如何なる係數を以て表はすや。

西方に向け建造されたる船にして係數 -C を以て表はさる。

(4) 北東に向け建造されたる船の自差は如何なる係數より生ずるや。

-B 及び +C なりとす。

(5) +B 及び +C の形式を有する自差を生せる船は何れに向け建造されたるや。

南より東に至る象限中に向け建造されたるものなり。

(6) 北より西に至る象限中に向け建造されたる船の自差は如何なる係數より生ずるや。

-B 及び -C の係數より起る自差なり。

(7) +B 及び -C の形式を有する自差を生せる船は何れに向け建造されたるや。

南より西に至る象限中に向け建造されたるものなり。

(8) 北より東、南より西に至る象限に偏東自差を生じ東より南、西より北に至る象限に偏西自差を生じたる時は係數中如何なるものより起りたるや。

係數 +Dより生じたるものなり。

(9) 係數 +Dを形成する船内材料は如何なるものなりや。

水平なる横走軟鐵より生ずるものにして梁材(Beam)の如きものなり。

(10) 北東より北西、南東より南西に至る象限に於て偏西自差生じたる時は係數中如何なるものより起りたるや。

係數 -Eより生じたるものなり。

(11) 北半球に於て羅針儀の右方正横の方向に煙突の如き垂直軟鐵ありたりとせば如何なる自差を起すや、且係數何れに屬するや。

係數 +Cと同じ形式の自差を表はし北方針路上に偏東自差、南方針路上に偏西自差を生ず。これより起る自差は係數 +C中に含まるべし。

第八項 自差の公式

船が水平にして自差の値が各點に於て著しく大ならざる場合(凡そ20度以下)には任意の船首方位に對する自差は下式にて表はすを得。

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

上式に於て

δ は任意船首方位に於ける自差にして偏東は+偏西は-を以て表す。

ζ' は船首の羅針方位

A は不易差

$B \sin \zeta' + C \cos \zeta'$ は半圓差

第八十四圖に於てKは羅針儀の中心。PQは船首尾線。KVは垂直線(Vertical line)。

M點を永久磁氣の極としこの磁力を水平と垂直の方向に分解しKL及びKVとす。

更にKLを船首の方向と正横の方向に分解しKX及びKYとす。

第九十三圖に於てKX及びKYを分ちてKG KF及びKG' KF'とす。

然る時は永久磁氣より起るKG及びKG'は Disturbing force なり。KF及びKF'は Directive force なり。

$$\therefore KG = KX \sin \zeta' \quad \zeta' = 90^\circ \text{ とすれば}$$

$$KG = KX \sin 90^\circ = KX \text{ にして最大なり。}$$

$$\therefore B \sin \zeta' \dots\dots\dots (1)$$

即ち $B \sin \zeta'$ は船首北或は南に於て零にして、東或は西に於て最大なり(第八十五圖參照)。

$$KG' = KY \sin (90^\circ + \zeta')$$

$$= KY \cos \zeta' \quad \zeta' = 0^\circ \text{ とすれば}$$

$$KG' = KY \cos 0^\circ = KY \text{ にして最大なり。}$$

$$\therefore C \cos \zeta' \dots\dots\dots (2)$$

即ち $C \cos \zeta'$ は船首北或は南に於て最大にして東或は西に於て零なり(第八十七圖參照)。

垂直軟鐵の感應磁氣は永久磁氣に於ける場合と等しく $B \sin \zeta'$ の形を以て表すべく一般に $C \cos \zeta'$ の形を表すこと稀なり。

$D \sin 2\zeta' + E \cos 2\zeta'$ は象限差

第九十四圖に於て LFは指力線。NSは水平の南北線。HLは水平の線。

KMは指力線上に於ける磁力、MよりNSに垂線を下せば、KRは南北線上に於ける磁力にしてこれを p とす。R點よりHLに垂線を下せば、KTは南北線上より ζ' の角を有する水平の線上に於ける磁力なり。

$$KR = KM \cos \zeta' \quad p = KM \cos \zeta' \quad KT = p \cos \zeta'$$

第九十五圖に於てはPQは縦走軟鐵。P' Q'は横走軟鐵。

KQ及びKQ'を分解してKG, KF及びKG', KF'とすれば

KG 及び KG' は Disturbing force なり。
KF 及び KF' は Directive force なり。

$KQ = p' \cos \zeta'$ (第九十四圖と比較せよ)

$KG = KQ \sin(180^\circ + \zeta')$
 $= -KQ \sin \zeta'$
 $= -p' \cos \zeta' \sin \zeta'$
 $= -\frac{1}{2} p' \sin 2\zeta'$

$KQ' = p'' \cos(90^\circ - \zeta') = p'' \sin \zeta'$

$KG' = KQ' \sin(90^\circ + \zeta')$
 $= KQ' \cos \zeta'$
 $= p'' \sin \zeta' \cos \zeta'$
 $= \frac{1}{2} p'' \sin 2\zeta'$

$KG + KG' = \frac{1}{2} (p'' - p') \sin 2\zeta'$

$\zeta' = 45^\circ$ とせば

$KG + KG' = \frac{1}{2} (p'' - p') \sin 90^\circ$
 $= \frac{1}{2} (p'' - p')$ にして最大なり。

$\therefore D \sin 2\zeta' \dots\dots\dots(3)$

即ち $D \sin 2\zeta'$ は 4 方點に於て零にして各 4 隅點に於て最大なり(第八十八圖参照)。

第九十六圖に於て船首尾線と 45 度の角度を有する斜走軟鐵を PQ 及び P'Q' とす。KQ 及び KQ' を分解して各 KG, KF 及び KG', KF' とす。

KG 及び KG' は Disturbing force なり。

KF 及び KF' は Directive force なり。

$NKP' = 45^\circ - \zeta'$

$KQ' = p'' \cos(45^\circ - \zeta')$
 $= \frac{1}{\sqrt{2}} p'' (\cos \zeta' + \sin \zeta')$

$KG' = KQ' \sin(135^\circ + \zeta')$
 $= \frac{1}{\sqrt{2}} KQ' (\cos \zeta' - \sin \zeta')$

$= -\frac{1}{2} p'' (\cos^2 \zeta' - \sin^2 \zeta')$
 $= -\frac{1}{2} p'' \cos 2\zeta'$

$KQ = p' \cos(45^\circ + \zeta')$
 $= \frac{1}{\sqrt{2}} p' (\cos \zeta' - \sin \zeta')$

$KG = KQ \sin(225^\circ + \zeta')$
 $= -KQ \sin(45^\circ + \zeta')$
 $= -\frac{1}{\sqrt{2}} KQ (\cos \zeta' + \sin \zeta')$
 $= -\frac{1}{2} p' (\cos^2 \zeta' - \sin^2 \zeta')$

$= -\frac{1}{2} p' \cos 2\zeta'$

$\therefore KG + KG' = \frac{1}{2} (p'' - p') \cos 2\zeta'$

$\zeta' = 0^\circ$ とすれば

$KG + KG' = \frac{1}{2} (p'' - p')$ にして最大なり。

$\therefore E \cos 2\zeta' \dots\dots\dots(4)$

即ち $E \cos 2\zeta'$ は 4 方點に於て最大にして各 4 隅點に於て零なり(第八十九圖参照)。

第九項 半圓差の最大なる船首方位

第九十七圖に於て K を磁針の北點とし、M を船體永久磁氣の青磁極とすれば、KM は水平分力にして磁針に影響すべき全磁力なり。而して全磁力を R とし、その方向を船首より右舷の方に測れる角 (Starboard angle) を α を以て表す。

今 KM を KL 及び LM の 2 分力に分解する時は、KL は係數 B、LM は係數 C を以て表すことを得べし。

$\triangle KLM$ に於て

$R \cos \alpha = B$
 $R \sin \alpha = C$ }(1)

$$\tan \alpha = \frac{C}{B}$$

(1)を二乗すれば

$$R^2 \cos^2 \alpha = B^2 \quad R^2 \sin^2 \alpha = C^2$$

上式の和を求めれば

$$R^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = B^2 + C^2$$

$$\therefore R = \sqrt{B^2 + C^2} \dots\dots\dots(2)$$

(1)及び(2)とを半圓差を表はす式に代入する時は

$$\begin{aligned} B \sin \zeta' + C \cos \zeta' &= R \cos \alpha \sin \zeta' + R \sin \alpha \cos \zeta' \\ &= R (\sin \zeta' \cos \alpha + \cos \zeta' \sin \alpha) \\ &= \sqrt{B^2 + C^2} \sin (\zeta' + \alpha) \end{aligned}$$

上式に於て左邊即ち半圓差の最大値を有するためには $\zeta' + \alpha = 90^\circ$ なる時にして

$$B \sin \zeta' + C \cos \zeta' = \sqrt{B^2 + C^2}$$

例 1. 磁針方位北東を向け建造されたる船の半圓差の最大なる船首方向を求めよ。

第九十八圖に示すが如く磁針方位北東を向け建造せるとすれば、船體永久磁氣の青磁極はM、赤磁極はM'なり。

従つてM點の Starboard angle PKM 即ち α は 135° 、又M'の α は 315° となる。

$$\zeta' + \alpha = 90^\circ \quad \zeta' = 90^\circ - 135^\circ = -45^\circ = \text{NW}$$

$$\zeta' + \alpha = 270^\circ \quad \zeta' = 270^\circ - 135^\circ = 135^\circ = \text{SE}$$

$$\zeta' + \alpha' = 90^\circ \quad \zeta' = 90^\circ - 315^\circ = -225^\circ = 135^\circ = \text{SE}$$

$$\zeta' + \alpha' = 270^\circ \quad \zeta' = 270^\circ - 315^\circ = -45^\circ = \text{NW}$$

即ち半圓差の最大なる船首方向は北東及び北西にして、建造當時の方向と直角の方向なり。

例 2. 磁針方位西南西 (Magnetic WSW) を向け建造せる船あり、半圓差の最大なる船首方位如何。

第九十九圖に於て $\alpha = 112.^\circ 5$

$$\alpha' = 292.^\circ 5$$

$$\zeta' + \alpha = 90^\circ$$

$$\zeta' = 90^\circ - 112.^\circ 5 = -22.^\circ 5 = \text{NNW}$$

$$\zeta' + \alpha = 270^\circ$$

$$\zeta' = 270^\circ - 112.^\circ 5 = 157.^\circ 5 = \text{SSE}$$

$$\zeta' + \alpha' = 90^\circ$$

$$\zeta' = 90^\circ - 292.^\circ 5 = -202.^\circ 5 = \text{SSE}$$

$$\zeta' + \alpha' = 270^\circ$$

$$\zeta' = 270^\circ - 292.^\circ 5 = -22.^\circ 5 = \text{NNW}$$

答 NNW 及び SSE

備考 例 1 及び 2 の場合 α を度数で表はす代りに點數を以て表し船首方位を求むることを得。例へば $\alpha = 112.^\circ 5$ は $\alpha = 10 \text{pts}$ なり。

故に $\zeta' + \alpha = 8 \text{pts}$

$$\zeta' = 8 \text{pts} - 10 \text{pts} = -2 \text{pts} = \text{NNW}$$

$$\zeta' + \alpha = 24 \text{pts}$$

$$\zeta' = 24 \text{pts} - 10 \text{pts} = 14 \text{pts} = \text{SSE}$$

但し造船當時の船首方位が度で表はされてゐる場合は α は度にて表示すべし。

第十項 象限差の最大なる船首方位

(1) $D \sin 2\zeta' + E \cos 2\zeta'$ に於て E の値が + なる時、 $D \sin 2\zeta' + E \cos 2\zeta' = \Delta$ で表はし、第百圖に示す直角三角形 abc に於て、 $\angle abc$ を ζ' とすれば、 ac は D、 bc は E を以て表はすことを得るを以て、 ab は $\sqrt{D^2 + E^2}$ なり。この直角三角形の關係を $D \sin 2\zeta' + E \cos 2\zeta'$ に代入すれば、

$$\Delta = \sqrt{D^2 + E^2} \left(\frac{D}{\sqrt{D^2 + E^2}} \sin 2\zeta' + \frac{E}{\sqrt{D^2 + E^2}} \cos 2\zeta' \right) \dots(1)$$

$\angle bac$ を 2β を以て表はせば

$$\frac{D}{\sqrt{D^2 + E^2}} = \cos 2\beta, \quad \frac{E}{\sqrt{D^2 + E^2}} = \sin 2\beta \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{又 } \tan 2\beta = \frac{E}{D} \dots\dots\dots(3)$$

∴ (1)式に(2)を代入すると

$$\begin{aligned} \Delta &= \sqrt{D^2 + E^2} (\cos 2\beta \sin 2\zeta' + \sin 2\beta \cos 2\zeta') \\ &= \sqrt{D^2 + E^2} \sin(2\zeta' + 2\beta) \end{aligned}$$

2ζ' + 2β = 90° とすれば

$$\Delta = \sqrt{D^2 + E^2} \text{ にして最大なり。}$$

2ζ' + 2β = 0° とすれば

$$\Delta = 0 \text{ となる。}$$

従つて

Δ = 0	の時	2ζ' + 2β = 0	ζ' = -β
Δ = √(D² + E²)	- " -	2ζ' + 2β = 90°	ζ' = 45° - β
Δ = 0	- " -	2ζ' + 2β = 180°	ζ' = 90° - β
Δ = -√(D² + E²)	- " -	2ζ' + 2β = 270°	ζ' = 135° - β
Δ = 0	- " -	2ζ' + 2β = 360°	ζ' = 180° - β

これを圖示すれば第百一圖甲の如し。

(2) D sin 2ζ' + E cos 2ζ' に於て E の値が - なる時前と同様に

$$\begin{aligned} \Delta &= D \sin 2\zeta' + E \cos 2\zeta' \\ &= \sqrt{D^2 + E^2} \left(\frac{D}{\sqrt{D^2 + E^2}} \sin 2\zeta' - \frac{E}{\sqrt{D^2 + E^2}} \cos 2\zeta' \right) \\ &= \sqrt{D^2 + E^2} (\cos 2\beta \sin 2\zeta' - \sin 2\beta \cos 2\zeta') \\ &= \sqrt{D^2 + E^2} \sin(2\zeta' - 2\beta) \end{aligned}$$

2ζ' - 2β = 90° なる時 Δ = √(D² + E²) となり最大

2ζ' - 2β = 0° なる時 Δ = 0 となる。

従つて

Δ = 0	の時	2ζ' - 2β = 0	ζ' = β
Δ = √(D² + E²)	- " -	2ζ' - 2β = 90°	ζ' = 45° + β
Δ = 0	- " -	2ζ' - 2β = 180°	ζ' = 90° + β
Δ = -√(D² + E²)	- " -	2ζ' - 2β = 270°	ζ' = 135° + β
Δ = 0	- " -	2ζ' - 2β = 360°	ζ' = 180° + β

これを圖示すれば第百一圖乙の如し。

例 1. D = +3°, E = +1° なる時、象限差の最大なる船首方向を求むべし。

前公式 $\tan 2\beta = \frac{E}{D}$ より β を求む。

$$E = 1^\circ \dots\dots 60' \dots\dots\dots 1.77815$$

$$D = 3^\circ \dots\dots 180' \dots\dots\dots 2.25527$$

$$\tan 2\beta = 18^\circ 26' \dots\dots\dots 9.52288$$

$$\therefore B = 9^\circ 13'$$

$$B \div 9^\circ 14'$$

前公式 $\sqrt{D^2 + E^2} \sin(2\zeta' + 2\beta)$ の最大なるためには

$$2\zeta' + 2\beta = 90^\circ$$

$$\zeta' = 45^\circ - 9^\circ \frac{1}{4} = 35^\circ \frac{3}{4}$$

$$\zeta' = N 35^\circ \frac{3}{4} E \text{ 及び } S 35^\circ \frac{3}{4} W$$

$$2\zeta' + 2\beta = 270^\circ$$

$$\zeta' = 135^\circ - 9^\circ \frac{1}{4} = 125^\circ \frac{3}{4}$$

$$\zeta' = S 54^\circ \frac{1}{4} E \text{ 及び } N 54^\circ \frac{1}{4} W$$

$$(180^\circ - 125^\circ \frac{3}{4} = 54^\circ \frac{1}{4})$$

第百一圖丙に於て ∠NKP = 45° とすれば、∠NKP' は象限差の最大なる方向 ζ' 即ち N 35¾ E なり。

例 2. D = +4°, E = -1.5 なる時、象限差の最大なる船首方向を求むべし。

前公式 $\tan 2\beta = \frac{E}{D}$ に依り β を求む。

$$E = 1.5 \dots\dots\dots 90' \dots\dots\dots 1.95424$$

$$D = 4^\circ \dots\dots\dots 240' \dots\dots\dots 2.38021$$

$$\tan 2\beta = 20^\circ 33' .4 \dots\dots\dots 9.57403$$

$$\therefore B = 10^\circ 16.7'$$

$$B \div 10^\circ 15'$$