

前公式  $\sqrt{D^2 + E^2} \sin(2\zeta' - 2\beta)$  の最大なるためには

$$2\zeta' - 2\beta = 90^\circ$$

$$\zeta' = 45^\circ + 10^\circ \frac{1}{4} = 55^\circ \frac{1}{4}$$

$$\zeta' = N 55^\circ \frac{1}{4} E \text{ 及び } S 55^\circ \frac{1}{4} E$$

$$2\zeta' - 2\beta = 270^\circ$$

$$\zeta' = 135^\circ + 10^\circ \frac{1}{4} = 145^\circ \frac{1}{4}$$

$$\zeta' = S 34^\circ \frac{3}{4} E \text{ 及び } N 34^\circ \frac{3}{4} E$$

第十一項 自差係数算法

自差係数は前掲公式により八主要點に於ける自差測定を行ひ得たる自差より係数 A, B, C, D, E を求むるものとす。偏東自差を+、偏西自差を-とす。

係数 A 船首四方點に對する自差の代數和を四分す。

係数 B 船首西に對する自差の符號を反轉したるものと船首東に對する自差との代數和を二分す。

係数 C 船首南に對する自差の符號を反轉したるものと船首北に對する自差との代數和を二分す。

係数 D 船首北西と南東とに對する自差の符號を反轉したるものと船首北東と南西とに對する自差との代數和を四分す。

係数 E 船首東と西とに對する自差の符號を反轉したるものと船首北と南とに對する自差との代數和を四分す。

以上の凡ての場合係数の符號は代數和をとり大なる方と同符號にすべし。

前掲自差公式によつて證明すれば次の如き表に表はすことを得べし。8 主要點に於ける自差を夫々  $\delta_N, \delta_{NE}, \delta_E, \dots$  を以て表す。

原基羅針儀に依る船首	$\zeta'$	$\delta$	$A + B \sin \zeta' + C \cos \zeta' + D \sin 2\zeta' + E \cos 2\zeta'$
N.	0°	$\delta_N$	A + C + E
N.E.	45	$\delta_{N.E.}$	$A + \frac{B}{\sqrt{2}} + \frac{C}{\sqrt{2}} + D$
E.	90	$\delta_E$	A + B - E
S.E.	135	$\delta_{S.E.}$	$A + \frac{B}{\sqrt{2}} - \frac{C}{\sqrt{2}} - D$
S.	180	$\delta_S$	A - C + E
S.W.	225	$\delta_{S.W.}$	$A - \frac{B}{\sqrt{2}} - \frac{C}{\sqrt{2}} + D$
W.	270	$\delta_W$	A - B - E
N.W.	315	$\delta_{N.W.}$	$A - \frac{B}{\sqrt{2}} + \frac{C}{\sqrt{2}} - D$

N., E., S., W. の自差を加ふれば B, C, D, 及び E より生ずる自差は消滅するを以て

$$4A = \delta_N + \delta_E + \delta_S + \delta_W$$

$$A = \frac{\delta_N + \delta_E + \delta_S + \delta_W}{4}$$

E. の自差より W. の自差を減すれば A 及び E より生ずる自差は消滅するを以て

$$2B = \delta_E - \delta_W \quad B = \frac{\delta_E - \delta_W}{2}$$

N. の自差より S. の自差を減すれば A 及び E より生ずる自差は消滅するを以て

$$2C = \delta_N - \delta_S \quad C = \frac{\delta_N - \delta_S}{2}$$

N.E. と S.W. との自差の和より N.W. と S.E. との自差の和を減すれば A, B 及び C より生ずる自差は消滅するを以て

$$4D = (\delta_{NE} + \delta_{SW}) - (\delta_{NW} + \delta_{SE})$$

$$D = \frac{(\delta_{NE} + \delta_{SW}) - (\delta_{NW} + \delta_{SE})}{4}$$

N. と S. との自差の和より E. と W. との自差の和を減すれば A, B, C より起る自差は消滅するを以て

$$4E = (\delta_N + \delta_S) - (\delta_E + \delta_W)$$



$$E = \frac{(\delta_N + \delta_S) - (\delta_E + \delta_W)}{4}$$

第十二項 自差算法

係数を算出する時は任意船首方位に於ける自差を算出し得べし。  
 (例) 某地に於て某船原基羅針儀の8主要點に對する自差を測り次の如き表を得たり。これより自差係數A, B, C, D 及びEを求め船首各點に對する自差を算出すべし。

第三表

原儀の船首	測得自差	原儀の船首	測得自差
North	9° 30' E.	South	9° 30' W.
N.E.	12 0 E.	S.W.	10 0 W.
East	8 30 E.	West	7 30 W.
S.E.	2 30 W.	N.W.	3 30 W.

(1) 係數算法の公式により係數 A, B, C, D 及び E を求む。

係數 A

North + 9° 30' East + 8 30 +18 0 -17 0 4) +1 0 A = + 0 15	South - 9° 30' West - 7 30 -17 0 4) -1 0 E = - 0 15
--	---

係數 B

East + 8° 30' West + 7 30 (符號反轉) 2) +16 0 B = + 8 0	係數 C North + 9° 30' South + 9 30 (符號反轉) 2) +19 0 C = + 9 30
--	---

係數 D

N.E. +12° 0' S.W. -10 0 +2 0 +6 0 4) +8 0 D = + 2 0	N.W. + 3° 30' (符號反轉) S.E. + 2 30 ( " ) +6 0
--	---

係數 E

North + 9° 30' South - 9 30 0 0 -1 0 4) -1 0 E = - 0 15	East - 8° 30' (符號反轉) West + 7 30 ( " ) -1 0
--	---

(2) 各船首に對する自差を求む (第四表參照)。

實用上方位表によるを便とす。係數の値は分の數或は度及びその小數に改め置くべし。

- (イ) 船首各方位を第一欄に記入す。
- (ロ) 8 主要點に於ける測得自差を第二欄に記入す。
- (ハ) A 各船首方向に對し一定の値なり。第三欄に記入す。
- (ニ)  $B \sin \zeta'$  求むる羅針路を方位表の針路(Course)に合し B の値を航程 (Dist) の欄に見出し、それに対する東西距 (Dep.) を求むれば所要の値を得て第四欄に記入す。
- (ホ)  $C \cos \zeta'$  求むる羅針路を方位表に合し C の値を航程とし、それに対する變緯 (D. lat.) を求め第五欄に記入す。
- (ヘ)  $D \sin 2\zeta'$  求むる羅針路の2倍に對するものを針路に合し、D の値を航程としそれに対する東西距を求め第六欄に記入す。
- (ト)  $E \cos 2\zeta'$  求むる羅針路の2倍に對するものを針路に合し、E の値を航程とし變緯を求め第七欄に記入す。



第四表

第一欄	第二欄	第三欄	第四欄	第五欄	第六欄	第七欄	第八欄
原基羅針儀の船首	測得自差	A. +0° 15' or + 15'	B. +8° 0' or +480'	C. +9° 30' or +570'	D. +2° 0' or +120'	E. -0° 15' or - 15'	算出自差
North	+ 9° 30'		0° 0'	+ 9° 30'	0° 0'	- 0° 15'	+ 9° 30'
N.byE.			+ 1 34	+ 9 19	+ 0 46	- 0 14	+ 11 40
N.N.E.			+ 3 4	+ 8 47	+ 1 25	- 0 11	+ 13 20
N.E.byN.			+ 4 27	+ 7 54	+ 1 51	- 0 6	+ 14 21
N.E.	+ 12 0	A	+ 5 39	+ 6 43	+ 2 0	0 0	+ 14 37
N.E.byE.		ハ	+ 6 39	+ 5 17	+ 1 51	+ 0 6	+ 14 8
E.N.E.		各	+ 7 24	+ 3 38	+ 1 25	+ 0 11	+ 12 53
E.byN.		點	+ 7 51	+ 1 51	+ 0 46	+ 0 14	+ 10 57
East	+ 8 30	=	+ 8 0	0 0	0 0	+ 0 15	+ 8 30
E.byS.		一	+ 7 51	- 1 51	- 0 46	+ 0 14	+ 5 43
E.S.E.		定	+ 7 24	- 3 38	- 1 25	+ 0 11	+ 2 47
S.E.byE.		ノ	+ 6 39	- 5 17	- 1 51	+ 0 6	- 0 8
S.E.	- 2 30	値	+ 5 39	- 6 43	- 2 0	0 0	- 2 49
S.E.byS.		シ	+ 4 27	- 7 54	- 1 51	- 0 6	- 5 9
S.S.E.		=	+ 3 4	- 8 47	- 1 25	- 0 11	- 7 4
S.byE.		テ	+ 1 34	- 9 19	- 0 46	- 0 14	- 8 30
South	- 9 30	ナ	0 0	- 9 30	0 0	- 0 15	- 9 30
S.byW.		リ	- 1 34	- 9 19	+ 0 46	- 0 14	- 10 6
S.S.W.			- 3 4	- 8 47	+ 1 25	- 0 11	- 10 22
S.W.byS.			- 4 27	- 7 54	+ 1 51	- 0 6	- 10 21
S.W.	- 10 0		- 5 39	- 6 43	+ 2 0	0 0	- 10 7
S.W.byW.			- 6 39	- 5 17	+ 1 51	+ 0 6	- 9 44
W.S.W.			- 7 24	- 3 38	+ 1 25	+ 0 11	- 9 11
W.byS.			- 7 51	+ 1 51	+ 0 46	+ 0 14	- 8 27
West	- 7 30		- 8 0	0 0	0 0	+ 0 15	- 7 30
W.byN.			- 7 51	+ 1 51	- 0 46	+ 0 14	- 6 17
W.N.W.			- 7 24	+ 3 38	- 1 25	+ 0 11	- 4 45
N.W.byW.			- 6 39	+ 5 17	- 1 51	+ 0 6	- 2 52
N.W.	- 3 30		- 5 39	+ 6 43	- 2 0	0 0	- 0 41
N.W.byN.			- 4 27	+ 7 54	- 1 51	- 0 6	+ 1 45
N.N.W.			- 3 4	+ 8 47	- 1 25	- 0 11	+ 4 22
N.byW.			- 0 34	+ 9 19	- 0 46	- 0 14	+ 7 0

各船首方向に對する自差を求むる時、Sin (正弦) 及び Cos (餘弦) の正負を間違へざる様注意すべし。Sin は 0° より 180° までは正、180° より 360° までは負にして、Cos は 0° より 90° 及び 270° より 360° までは正、90° より 180° 及び 180° より 270° までは負なり。

又求めたる係数の正負に對し第九十一圖を熟知し置き、これによつて自差の正負を定むる時は何等 Sin 及び Cos の正負を考へる必要なきを以て遙かに便利なり。この方法は前法と理論全く一致せるを以て決して正負を誤るが如きことなし。各例題に於て比較研究せば自ら判然すべし。

(チ) 各船首方向に於ける A, B, C, D 及び E の代數和を求め第八欄に記入すべし。これ求むる自差なり。

又別法として 1 點より 8 點までの正弦眞數を求め置き公式の各項により夫々係数を乘じ(餘弦は餘角の正弦眞數を乘すべし)最後に各項の代數和を求める方法あり。然れどもこの方法は計算不便にして方位表によるを優れりとす。この方法による時は任意船首方向に於ける自差算出には甚だ不便なり。

例 1. 下記の自差表より係数 A, B, C, D 及び E を求め、船首 (1) NNE (2) SE/S<sub>1</sub>S (3) N 85°E (4) SW/W<sub>1</sub>W (5) N 28°W に對する各自差を方位表により計算せよ。但し分の小數は 4 捨 5 入せよ。

船首方向	自差	船首方向	自差
North	3° 30' E	South	2° 0' W
NE	4 30 E	SW	4 30 W
East	3 0 E	West	2 30 W
SE	0 30 E	NW	1 30 W

係数 A

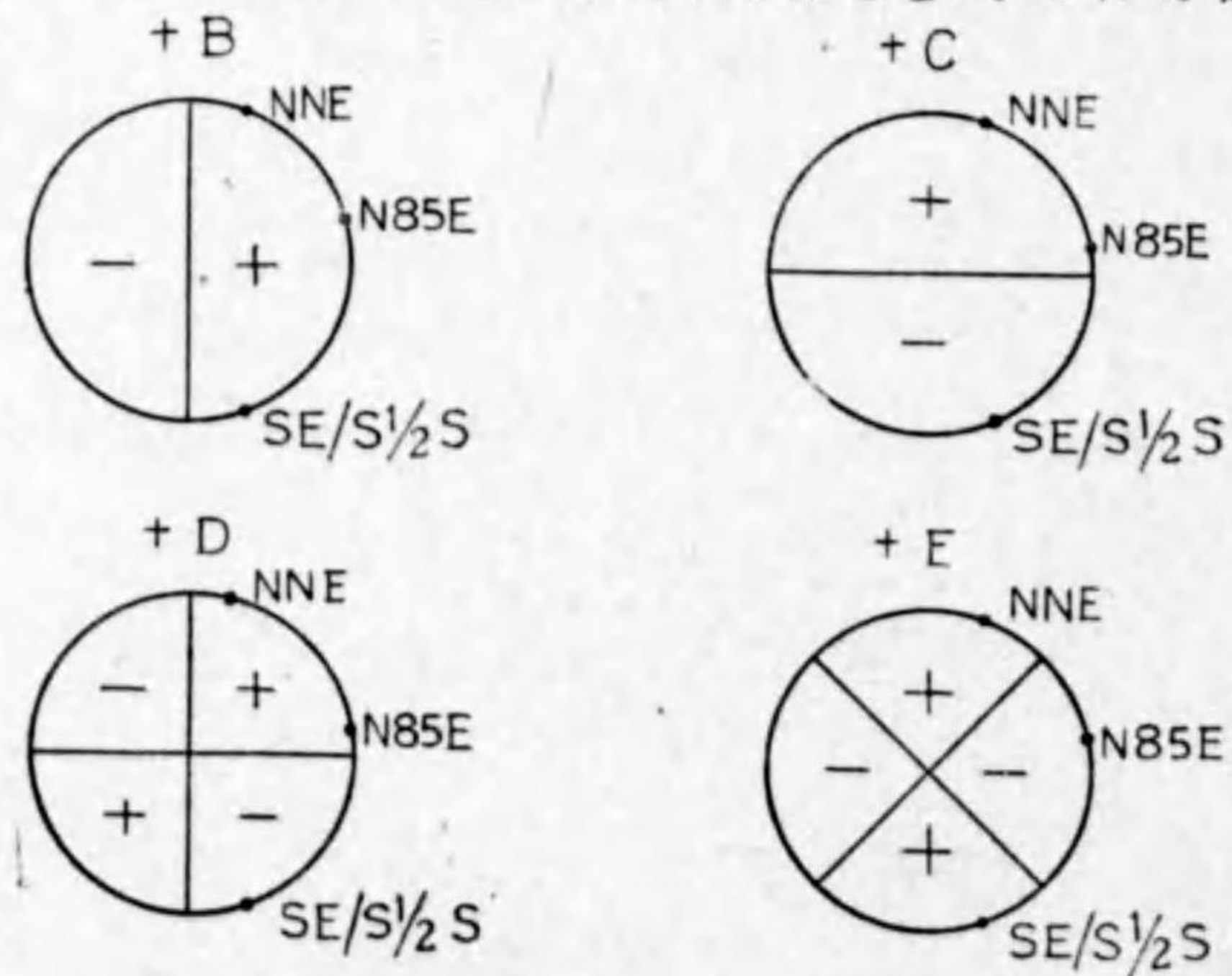
North + 3° 30'	South - 2° 0'
East + 3 0	West - 2 30
+ 6 30	- 4 30
- 4 30	
4) + 2 0	
A = + 0° 30'	



<p>係數 B</p> <p>East + 3° 0'</p> <p>West + 2 30 (符號反轉)</p> <p style="margin-left: 2em;">2) + 5 30</p> <p>B = + 2° 45'</p> <p>又は B = + 165'</p>	<p>係數 C</p> <p>North + 3° 30'</p> <p>South + 2 0 (符號反轉)</p> <p style="margin-left: 2em;">2) + 5 30</p> <p>C = + 2° 45'</p> <p>又は C = + 165'</p>
<p>係數 D</p> <p>NE + 4° 30'</p> <p>SW - 4 30</p> <p style="margin-left: 2em;">0</p>	<p>SE - 0° 30' (符號反轉)</p> <p>NW + 1 30 ( " )</p> <p style="margin-left: 2em;">4) + 1 0</p> <p>D = + 0° 15'</p>
<p>係數 E</p> <p>North + 3° 30'</p> <p>South - 2 0</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 1 30</p> <p style="margin-left: 2em;">- 0 30</p> <p style="margin-left: 2em;">4) + 1 0</p> <p>E = + 0° 15'</p>	<p>East - 3° 0' (符號反轉)</p> <p>West + 2 30 ( " )</p> <p style="margin-left: 2em;">- 0 30</p>

係數を求むるには必ず上記の如き形式により計算すべし。暗算或は他の方法による時は間違ひを起し易きを以て注意すべし。

以上の係数は+B, +C, +D 及び +Eなるを以て各係數に對する自差の正負は第九十一圖に従ひ次の如く書くを便とす。即ち二三の船首に對する係數の値の正負關係を參考のため記入せり。



<p>(1) NNE</p> <p>A = + 0° 30'</p> <p>B = + 1 3</p> <p>C = + 2 32</p> <p>D = + 0 11</p> <p>E = + 0 11</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 4° 27'</p> <p style="margin-left: 2em;">4° 27'E</p>	<p>(2) SE/S<sup>1</sup>/<sub>2</sub>S</p> <p>A = + 0° 30'</p> <p>B = + 1 18</p> <p>E = + 0 8</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 1 56'</p> <p style="margin-left: 2em;">- 2 39</p> <p style="margin-left: 2em;">- 0° 43</p> <p style="margin-left: 2em;">0° 43'W</p>	<p>C = - 2° 26'</p> <p>D = - 0 13</p> <p style="margin-left: 2em;">- 2° 39'</p>
<p>(3) N85°E</p> <p>A = + 0° 30'</p> <p>B = + 2 44</p> <p>C = + 0 14</p> <p>D = + 0 3</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 3 31</p>	<p>E = - 0° 15'</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 3 31</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 3° 16'</p> <p style="margin-left: 2em;">- 3° 16'E</p>	
<p>(4) SW/W<sup>3</sup>/<sub>4</sub>W</p> <p>A = + 0° 30'</p> <p>D = + 0 12</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 0° 42'</p> <p style="margin-left: 2em;">- 3° 50</p> <p style="margin-left: 2em;">- 3° 8'</p> <p style="margin-left: 2em;">3° 8'W</p>	<p>B = - 2° 29'</p> <p>C = - 1 11</p> <p>E = - 0 10</p> <p style="margin-left: 2em;">- 3° 50'</p>	
<p>(5) N28°W</p> <p>A = + 0° 30'</p> <p>C = + 2 26</p> <p>E = + 0 8</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 3° 4</p>	<p>B = - 1° 18'</p> <p>D = - 0 12</p> <p style="margin-left: 2em;">- 1° 30'</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 3 4</p> <p style="margin-left: 2em;">+ 1° 34'</p> <p style="margin-left: 2em;">1° 34'E</p>	

與へられたる船首に對する係數B,C,D及びEの値を方位表により求むる前に、各係數の正負に従ひ前圖によりその正負を決定すべし。例へば(5)に於て次の如く符號を決定すべし。

A = + 0° 30'	B = -
C = +	D = -
E = +	



次に方位表に入り各係数の値を求め空欄を充すべし。この方法と以上の如き計算の形式をとれば間違ひを起すことなし。係数の正負の符號は2倍せる時と雖も必ず2倍せざる時の船首に對して決定すべきものなり。この計算に於て各係數に對する自差の正負を知る必要のあることは了解さるべし。

例 2. 下記の自差表より係數 A, B, C, D 及び E を算出し、船首 NE/E, S25° E, S/W ¼ W 及び N 72° W に對する自差を方位表により求めよ。但し分の小數は四捨五入せよ。

船首	自差	船首	自差
North	7° 0' W	South	7° 0' E
NE	10 0 W	SW	11 0 E
East	8 30 W	West	7 30 E
SE	2 30 E	NW	3 30 W

係數算法に符號反轉せざる時は次の如し。

係數 A

North - 7° 0' East - 8 30' - 15 30 + 14 30 4) - 1 0 A = - 0° 15'	South + 7° 0' West + 7 30 + 14 30
---	---

係數 B

East - 8° 30' West + 7 30 - 2) - 16 0 B = - 8° 0' 又は B = - 480' 480'	North - 7° 0' South + 7 0 - 2) - 14 0 C = - 7° 0' 又は C = - 420' 420'
---	---

係數 C

North - 7° 0'  
 South + 7 0 -  
 2) - 14 0  
 C = - 7° 0'  
 又は C = - 420'  
 420'

係數 D

NE - 10° 0' SW + 11 0 + 1 0 - 1 0 - 4) + 2 0 D = + 0° 30'	SE + 2° 30' NW - 3 30 - 1 0
--	-----------------------------------

係數 E

North - 7° 0' South + 7 0 0 - 1 0 - 4) + 1 0 E = + 0 15'	East - 8 30 West + 7 30 - 1 0
---	-------------------------------------

(1) NE/E

A = - 0° 15' B = - 6 39 C = - 3 53 E = - 0 6 - 10 53	D = + 0° 28' - 10 53 - 10° 25' 10° 25' W
--	---

(2) S25° E

A = - 0° 15' B = - 3 23 D = - 0 23 - 4 1	C = + 6° 21' E = + 0 10 + 6 31 - 4 1 + 2° 30' 2° 30' E
---	---

(3) S/W ¼ W

A = - 0° 15' + 9 48 + 9° 33' 9° 33' E	B = + 2° 42' C = + 6 35 D = + 0 19 E = + 0 12 + 9 48
--	--

(4) N72° W

A = - 0° 15' C = - 2 10 D = - 0 18 E = - 0 12 - 2 55	B = + 7° 37' - 2 55 + 4° 42' 4° 42' E
--	--



例 3. 次の自差表より自差係数を求め、船首 N 21° E, S 60° W, N 44° W 及び SE/E½E に対する各自差を方位表により求むべし。但し符號反轉せずして係数を求め、自差は分の小數點二位は四捨五入して小數點第一位迄求むるものとす。

船首	自差	船首	自差
North	3° 0' E	South	4° 0' W
NE	12 0 W	SW	17 0 E
East	22 0 W	West	23 0 E
SE	24 0 W	NW	18 0 E

係數 A

$$\begin{array}{r}
 \text{North} + 3^{\circ} 0' \\
 \text{West} + 23 \quad 0 \\
 \hline
 + 26 \quad 0 \\
 - 26 \quad 0 \\
 \hline
 A = 0^{\circ} 0'
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \text{South} - 4^{\circ} 0' \\
 \text{East} - 22 \quad 0 \\
 \hline
 - 26 \quad 0
 \end{array}$$

係數 B

$$\begin{array}{r}
 \text{East} - 22^{\circ} 0' \\
 \text{West} + 23 \quad 0 - \\
 \hline
 2) - 45 \quad 0 \\
 \hline
 B = - 22^{\circ} 30' \\
 \text{又は } B = - 1350'
 \end{array}$$

係數 D

$$\begin{array}{r}
 \text{NE} - 12^{\circ} 0' \\
 \text{SW} + 17 \quad 0 \\
 \hline
 + 5 \quad 0 \\
 - 6 \quad 0 - \\
 \hline
 4) + 11 \quad 0 \\
 \hline
 D = + 2^{\circ} 45' \\
 \text{又は } D = + 165'
 \end{array}$$

係數 C

$$\begin{array}{r}
 \text{North} + 3^{\circ} 0' \\
 \text{South} - 4 \quad 0 - \\
 \hline
 2) + 7 \quad 0 \\
 \hline
 C = + 3^{\circ} 30' \\
 \text{又は } C = + 210'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{SE} - 24 \quad 0 \\
 \text{NM} + 18 \quad 0 \\
 \hline
 - 6 \quad 0
 \end{array}$$

係數 E

$$\begin{array}{r}
 \text{North} + 3^{\circ} 0' \\
 \text{South} - 4 \quad 0 \\
 \hline
 - 1 \quad 0 \\
 + 1 \quad 0 - \\
 \hline
 4) - 2 \quad 0 \\
 \hline
 E = - 0^{\circ} 30'
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \text{East} - 22^{\circ} 0' \\
 \text{West} + 23 \quad 0 \\
 \hline
 + 1 \quad 0
 \end{array}$$

(1) N 21° E

$$\begin{array}{r}
 B - 8^{\circ} 4.0 \\
 E - 0 \quad 22.3 \\
 \hline
 - 8 \quad 26.3 \\
 + 5 \quad 6.5 \\
 \hline
 - 3^{\circ} 19.8 \\
 \hline
 3^{\circ} 19.8 W
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 C = + 3^{\circ} 16.1 \\
 D = + 1 \quad 50.4 \\
 \hline
 + 5 \quad 6.5
 \end{array}$$

(2) S 60° W

$$\begin{array}{r}
 B + 19^{\circ} 29.0 \\
 D + 2 \quad 22.9 \\
 E + 0 \quad 15.0 \\
 \hline
 + 22 \quad 6.9 \\
 - 1 \quad 45.0 \\
 \hline
 + 20^{\circ} 21.9 \\
 \hline
 20^{\circ} 21.9 E
 \end{array}
 \qquad
 C - 1^{\circ} 45.0$$

(3) N 44° W

$$\begin{array}{r}
 B + 15^{\circ} 38.0 \\
 C + 2 \quad 31.1 \\
 \hline
 + 18 \quad 9.1 \\
 - 2 \quad 45.9 \\
 \hline
 + 15^{\circ} 23.2 \\
 \hline
 15^{\circ} 23.2 E
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 D - 2^{\circ} 44.9 \\
 E - 0 \quad 1.0 \\
 \hline
 - 2 \quad 45.9
 \end{array}$$

(4) SE/E½E

$$\begin{array}{r}
 B - 19^{\circ} 18.0 \\
 C - 1 \quad 48.0 \\
 D - 2 \quad 25.5 \\
 \hline
 - 23 \quad 31.5 \\
 + 0 \quad 14.1 \\
 \hline
 - 23^{\circ} 17.4 \\
 \hline
 23^{\circ} 17.4 W
 \end{array}
 \qquad
 E + 0^{\circ} 14.1$$



例 4. 次の自差表より自差係数を求め、船首 N80°E, SSE, SW/W  
 ¼W 及び NW に對する各自差を方位表により算出せよ。係数及  
 び自差は分の小數點以下は四捨五入とす。

船首方向	自差	船首方向	自差
North	5° 30' W	South	4° 30' E
NE	4 0 W	SW	7 0 E
East	1 30 W	West	2 0 E
SE	1 0 E	NW	2 30 W

答 係数  $A = -0^{\circ} 8'$   $B = -1^{\circ} 45'$   $C = -5^{\circ} 0'$   
 $D = +1^{\circ} 8'$   $E = -0^{\circ} 23'$   
 自差 N 80° E = 1° 58' W SSE = 2° 45' E  
 SW/W¼W = 4° 43' E NW = 3° 34' W

この例題に於て自差表に於ける NW に對する自差と、計算に  
 よつて求めたる自差とは一致せず甚しき差あり。實際船に於  
 て測得せる自差ならば殆んど一致すべきものなれども、この  
 例題は實際に得たる自差表にあらざるものなり。

例 5. 次の自差表より自差係数を求め、船首 NE/E, S56°E,  
 WSW, N/W¼W, S/W 及び N 85°W に對する各自差を方位表に  
 より算出せよ。係数及び自差は分の小數以下は四捨五入とす。

船首	自差	船首	自差
North	8° 30' W	South	4° 0' E
NE	6 30 W	SW	6 30 E
East	4 0 W	West	8 0 E
SE	1 30 W	NW	2 0 E

答 係数  $A = -0^{\circ} 8'$   $B = -6^{\circ} 0'$   $C = -6^{\circ} 15'$   
 $D = -0^{\circ} 8'$   $E = -2^{\circ} 8'$   
 自差 NE/E = 7° 53' W S 56° E = 0° 42' W  
 WSW = 9° 14' E N/W¼W = 5° 34' W  
 S / W = 5° 9' E N 85° W = 7° 25' E

例 6. 次の自差表より係数 A, B, C, D 及び E を求め、船首 NNE,  
 S 23°E, N 78°E, SW/W 及び NW/N¼N に對する各自差を方位表  
 により求めよ。自差計算に於て分の小數第二位を四捨五入し  
 て小數第一位まで求むるものとす。

船首	自差	船首	自差
North	12° 10' E	South	6° 20' W
NE	1 0 W	SW	12 10 E
East	8 50 W	West	17 0 E
SE	11 40 W	NW	14 30 E

答 係数  $A = +3^{\circ} 30'$   $B = -12^{\circ} 55'$   $C = +9^{\circ} 15'$   
 $D = +2^{\circ} 5'$   $E = -0^{\circ} 35'$   
 自差 NNE = 8° 9.2'E S 23°E = 11° 58.2'W  
 N 78°E = 5° 50.2'W SW/W = 11° 14.4'E  
 NW/N¼N = 15° 41.7'E

備考 但し係数の値大なる時は方位表のとり方により多少の違ひあれど  
 も一分以上の誤差なきものなり。

#### 第四節 地理上の位置の變化に基く自差の變化

自差はこれを測定したる位置に於てのみ正確にして、船が航海  
 して他の地に至る時はその値を變ずるものなり。次に自差を生ず  
 る各原因に就て述べん。

##### 第一項 船體永久磁氣

既に述べたる如く船體永久磁氣は長期間一定のものと看做し得  
 べし。然るに磁針の指力は地磁氣水平力によつて變化するものな  
 り。即ち船體永久磁氣の一定の力が指力の變化する磁針に作用す  
 るを以て自差は當然變化するものなり。

磁氣赤道に於ては地磁氣水平力最大なるが故に磁針の指力は最



大にして船體永久磁氣より生ずる自差は最小なり。高緯度に至るに従ひ地磁氣水平力は減少するを以て磁針の指力は減少し自差は増大す。即ち船體永久磁氣より生ずる自差は地磁氣水平力に逆比例するものと言ひ得べし。

故に甲乙兩地の水平力を知る時は、甲地に於て船體永久磁氣より生ずる自差より乙地に於けるものを算出し得べし。

例 1. 甲乙兩地に於ける磁氣要素の値 (磁氣要素圖より求むるものとす) を知りたりとし、甲地に於ける船體永久磁氣より生ずる自差船首北に對し $+10^\circ$ なりとせば、乙地に於ける自差如何

	傾	差	水 平 力	垂 直 力
甲	地	$+ 30^\circ$	1.95	$+ 1.20$
乙	地	$+ 72^\circ$	1.00	$+ 3.00$

乙地に於ける自差を  $x$  とすれば

$$1.95 : 1.00 = x : +10^\circ$$

$$x = \frac{1.95 \times 10^\circ}{1.00} = +19.5 = +19^\circ 30'$$

船體永久磁氣より生ずる自差は地理上の位置の變化に對し、その値は變化すれどもその名を變することなし。

例 2. 甲地に於て船體永久磁氣より生ずる自差船首東に於て、 $-5^\circ$ なりとせば乙地に於ける自差如何。但し磁氣要素は(例1.)に同じ。

乙地に於ける自差を  $x$  とすれば

$$1.95 : 1.00 = x : -5^\circ$$

$$x = \frac{1.95 \times -5^\circ}{1.00} = -9.75 = -9^\circ 45'$$

## 第二項 垂直軟鐵の感應磁氣

垂直軟鐵の感應磁氣は地磁氣垂直力に比例して變化するものな

り。然るに前に述べたる如く磁針の指力は地磁氣水平力に比例して變化するものにして、言ひ換へれば地磁氣垂直力に逆比例して變化するものなり。即ち地磁氣垂直力に對し前者は比例し後者は逆比例するものなれば、垂直軟鐵より起る自差は位置の變化により變化するものなり。

磁氣赤道に於て磁針の指力最大にして垂直軟鐵は感應磁氣を有せざるを以て自差を生せず。然れども高緯度に至るに従ひ磁針の指力は減少し、垂直軟鐵は感應磁氣を帯びるを以て自差生ずべし。即ち垂直軟鐵の感應磁氣より生ずる自差は、地磁氣垂直力に正比例し水平力に逆比例するものなれば傾差の正切 (Tan) に比例するものと言ひ得べし。

故に甲乙兩地の傾差の値を知らば、甲地に於ける垂直軟鐵より生ずる自差より乙地に於けるものを算出し得べし。

(例) 甲地に於て垂直軟鐵より生ずる自差船首西に對し $+3^\circ$ なりとせば乙地に於ける自差如何。但し磁氣要素は前例題に於けるものと同じ。

求むる自差を  $x$  とすれば

$$\tan 30^\circ : \tan 72^\circ = +3^\circ : x$$

$$x = \frac{\tan 72^\circ \times 3^\circ}{\tan 30^\circ} = +15^\circ 50.5'$$

垂直軟鐵の感應磁氣より生ずる自差は、磁氣緯度の南北を轉する時は自差の名を反轉すべし。

## 第三項 水平軟鐵の感應磁氣

水平軟鐵の感應磁氣は地磁氣水平力に比例して變化するものなり。磁針の指力も前述の如く地磁氣水平力に比例するものなるが故に、水平軟鐵の感應磁氣より生ずる自差は位置の變化に對し變化せざるものなり。



(例) 甲地に於て水平軟鐵より生ずる自差北東に對し $+5^\circ$ なりとせば乙地に於ける自差如何。但し磁氣要素は前例題に於けるものと同じ。

甲地に於ける水平軟鐵が地磁氣水平力より得たる感應磁氣は $1.95 \times \tan 5^\circ$ なり。

乙地に於ける水平軟鐵が地磁氣水平力より得たる感應磁氣は自差を $x$ とすれば $1.0 \times \tan x$ なり。

磁針の磁力を $m$ とすれば甲地に於ける磁針の指力は $m \times 1.95$ なり。乙地に於ける指力は $m \times 1.0$ なり。水平軟鐵の感應磁氣及び磁針の指力は共に水平力に比例するを以て

$$1.95 \times \tan 5^\circ : 1.0 \times \tan x = m \times 1.95 : m \times 1.0$$

$$\tan x = \frac{1.95 \times \tan 5^\circ \times m \times 1.0}{m \times 1.95 \times 1.0} = \tan 5^\circ \quad x = +5^\circ$$

即ち水平軟鐵より生ずる自差は船首の同一方向に於て位置の變化に對し變化せざるものなり。

上記する所を見れば船の地理上の位置の變化に對し變化するものは半圓差のみなること明らかなり。よつて兩地の水平力、垂直力及び傾差を知る時は、船の行くべき地點に於ける係數B及びの値を計算し略近自差表を作成し得べし。但しこの場合は甲地に於ける自差中係數Bは船體永久磁氣及び垂直軟鐵に分解しあるものならざるべからず。

然れども船が甲地より乙地に至りたる時、乙地に於て船首を北或は南の何れかと、東或は西の何れかの二つの點に向け、自差を測定する時は甲地の自差より乙地に於けるものを算出し得べし。

(例) 甲地より乙地に至り船首北及び東に於ける自差を測定せり甲地に於ける自差表より乙地に於ける自差を算出すべし。(第五表参照)

(1) 第五表に示す如く第一欄に各船首方位を記す。

- (2) 第二欄に甲地に於ける自差を記す。
- (3) 第三欄に乙地に於て測定せる自差を記す。
- (4) 第四欄に甲乙兩地に於ける自差の差を記し符號を配す。

即ち地理上の位置の變化により自差の變るべきものは半圓差にして係數B及びCなりと言ひ得べし。

船首北に於て兩地に於ける自差の差は $+2^\circ$ にして半圓差中係數Cによつて變化せるものと看做すべし。如何となれば船首北に於ては係數B, Dより起る自差は零にして、係數Aは一定の値、又係數Eより起る自差は位置の變化に對し、變化せざるを以てなり。

又船首東に於て兩地に於ける自差の差は $-1^\circ$ にして半圓差中係數Bによつて變化せるものと看做し得べし。即ち係數C及びDより起る自差は東に於て零にして、係數Aは一定の値、又Eより起る自差は位置の變化に對し變化せず。

(5) 第五欄は $B \sin \zeta'$ の値にしてBは $-1^\circ$ なるを以て $-60'$ とし、船首方向を方位表の針路 $60'$ を航程とし東西距を求むべし。自差の符號は第九十一圖により正負を配するを便とす。

(6) 第六欄は $C \cos \zeta'$ の値にしてCは $+2^\circ$ なるを以て $+120'$ とし、船首方向を方位表の針路 $+120'$ を航程とし、變位を求むべし。符號は第九十一圖により正負を配すべし。

(7) 第七欄はB及びCの變化より生じたる自差の代數和を求めたるものなり。

(8) 第八欄は變化したる各船首に對する自差の全量を甲地の自差に加減したるものにして乙地に於ける自差なり。



第五表

第一欄	第二欄	第三欄	第四欄	第五欄	第六欄	第七欄	第八欄
原基羅針儀の船首	甲地の自差	乙地の測定自差	係数B及Cの變化	Bより生ずる變化	Cより生ずる變化	自差の變化	乙地の算出自差
North	+ 9° 30'	+11°30'	+ 2'0"	0° 0'	+ 2' 0'	+ 2' 0'	+11°30'
N.byE.	+11 40		(C)	- 0 12	+ 1 58	+ 1 46	+13 26
N.N.E.	+13 20			- 0 23	+ 1 51	+ 1 28	+14 48
N.E.byN.	+14 21			- 0 33	+ 1 40	+ 1 7	+15 28
N.E.	+14 37			- 0 42	+ 1 25	+ 0 43	+15 20
N.E.byE.	+14 8			- 0 50	+ 1 7	+ 0 17	+14 25
E.N.E.	+12 53			- 0 55	+ 0 46	- 0 9	+12 44
E.byN.	+10 57			- 0 59	+ 0 23	- 0 36	+10 21
East	+ 8 30	+ 7 30	-1 0	- 1 0	0 0	- 1 0	+ 7 30
E.byS.	+ 5 43		(B)	- 0 59	- 0 23	- 1 22	+ 4 21
E.S.E.	+ 2 47			- 0 55	- 0 46	- 1 41	+ 1 6
S.E.byE.	- 0 8			- 0 50	- 1 7	- 1 57	- 2 5
S.E.	- 2 49			- 0 42	- 1 25	- 2 7	- 4 56
S.E.byS.	- 5 9			- 0 33	- 1 40	- 2 13	- 7 22
S.S.E.	- 7 4			- 0 23	- 1 51	- 2 14	- 9 9
S.byE.	- 8 30			- 0 12	- 1 58	- 2 10	-10 40
South	- 9 30			0 0	- 2 0	- 2 0	-11 30
S.byW.	-10 6			+ 0 12	- 1 58	- 1 46	-11 52
S.S.W.	-10 22			+ 0 23	- 1 51	- 1 28	-11 50
S.W.byS.	-10 21			+ 0 33	- 1 40	- 1 7	-11 28
S.W.	-10 7			+ 0 42	- 1 25	- 0 43	-10 50
S.W.byW.	- 9 44			+ 0 50	- 1 7	- 0 17	-10 1
W.S.W.	- 9 11			+ 0 55	- 0 46	+ 0 9	- 9 2
W.byS.	- 8 27			+ 0 59	- 0 23	+ 0 36	- 7 51
West	- 7 30			+ 1 0	0 0	+ 1 0	- 6 30
W.byN.	- 6 17			+ 0 59	+ 0 23	+ 1 22	- 4 55
W.N.W.	- 4 45			+ 0 55	+ 0 46	+ 1 41	- 3 4
N.W.byW.	- 2 52			+ 0 50	+ 1 7	+ 1 57	- 0 55
N.W.	- 0 41			+ 0 42	+ 1 25	+ 2 7	+ 1 26
N.W.byN.	+ 1 45			+ 0 33	+ 1 40	+ 2 13	+ 3 58
N.N.W.	+ 4 22			+ 0 23	+ 1 51	+ 2 14	+ 6 36
N.byW.	+ 7 0			+ 0 12	+ 1 58	+ 2 10	+ 9 10

例 1. 甲地に於ける自差下の如くなりしが、その後乙地に航し更に自差を測定したるに船首 North に對し 4°0'W, East に對し 1°20'W を得たり。然る時は船首 NNW, NE½E 及び W/S に對する新自差如何。本題は方位表により計算し、自差は分の小數點以下は四捨五入せよ。

船首	自差	船首	自差
North	16° 30' W	W/S	9° 0' E
NE½E	8 0 W	NNW	6 50 W
East	3 10 W		

船首	甲地の自差	乙地の自差	自差の變化	Bの變化 +110'	Cの變化 +750'	變化の量	乙地の自差
North	16° 30'W	4° 0'W	(+C) +12° 30'	0° 0'	+12° 30'	+12° 30'	4° 0'W
NE½E	8 0 W			+ 1 25	+ 7 56	+ 9 21	1 21 E
East	3 10 W	1 20 W	(+B) + 1 50	+ 1 50	0 0	+ 1 50	1 20 W
W/S	9 0 E			- 1 48	- 2 26	- 4 14	4 46 E
NNW	6 50 W			- 0 42	+11 33	+10 51	4 1 E

答 EN½E - 8° 0' W/S + 9° 0' NNW - 6° 50'  
           + 9 21                   - 4 14                   + 10 51  
           + 1 21                   + 4 46                   + 4 1  
           1° 21' E                   4° 46' E                   4° 1' E

例 2. 甲地に於ける自差下如くなりしが、乙地に航し船首 North に對し 6°12' W, 同 East に對し 7°26' E となれり。然らば船首 NW/N, NNE 及び SE/E に對する新自差如何。本題は方位表により計算し、自差は小數第一位迄求めよ。

船首	自差	船首	自差
North	4° 30' W	SE/E	11° 46.4 E
NNE	1 5.3 E	NW/N	11 31.7 W
East	11 40.0 E		



船首	甲地の自差	乙地の自差	自差の變化	Bの變化 -253'	Cの變化 -102'	變化の全量	乙地の自差
North	4°30.0'W	6°12.0'W	$(-C)$ -1°42.0'	0° 0.0'	-1°42.0'	-1°42.0'	6°12.0'W
NNE	1 5.3E			-136.8	-134.2	-311.0	2 5.7W
East	11 40.0E	7°27.0'E	$(-B)$ -413.0'	-413.0	0 0.0	-413.0	7 27.0E
SE/E	11 46.4E			-330.4	+056.7	-233.7	9 12.7E
NW/N	11 31.7W			+220.6	-124.8	+055.8	10 35.9W

答 NNE + 1° 5.3 SE/E+11°46.4 NW/N-11°31.7  
 - 3 11.0 - 2 33.7 + 0 55.8  
 - 2 5.7 + 9 12.7 -10 35.9  
 2° 5.7'W 9°12.7'E 10°35.9'W

例 3. 下の如き甲地の自差表あり。乙地に至りたる時船首 South に於て 7°0'E, West に於て 1°0'W の自差を得たり。船首 SSW, SW 及び WSW の乙地に於ける自差を求めよ。本題は方位表により求め分の小数以下は四捨五入せよ。

船首	自差	船首	自差
South	10° 0' E	WSW	3° 0' E
SSW	8 30 E	West	1 0 E
SW	6 0 E		

船首	甲地の自差	乙地の自差	自差の變化	Bの變化 +120'	Cの變化 +160'	變化の全量	乙地の自差
South	10° 0'E	7° 0'E	$(+C)$ -3° 0'	0° 0'	-3° 0'	-3° 0'	7° 0'E
SSW	8 30 E			-0 46	-2 46	-3 32	4 58 E
SW	6 0 E			-1 25	-2 7	-3 32	2 28 E
WSW	3 0 E			-1 51	-1 9	-3 0	Nil
West	1 0 E	1 0 W	$(+B)$ -2° 0'	-2 0	0 0	-2 0	1 0 W

答 SSW + 8°30' SW + 6° 0' WSW + 3°0'  
 - 3 32 - 3 32 - 3 0  
 + 4°58' + 2 28 0 0  
 4°58'E 2°28'E Nil

備考 船首 West に於て -2° なる變化は、明らかに +B の變化なるを以て船首 East に於て +2° の變化と見做し得べく、B の變化を +120' となせり。又同様に船首 South に於て -3° なる變化は、明らかに +C の變化なるを以て船首 North に於て +3° の變化と見做し得べく、C の變化を +180' となせり。

例 4. 甲地に於ける自差下の如くなりしが、乙地に航し South に對し 8°10'W, 同 West に對し 6°40'W の自差を測得せり。然る時は船首 SW/S, SW/W, NW 及び NNW に對する各々の新自差如何。本題は方位表により求め分以下四捨五入せよ。

船首	自差	船首	自差
South	10° 10' W	West	8° 40' W
SW/S	10 55 W	NW/W	4 40 W
SW/W	10 10 W	NNW	3 5 E

船首	甲地の自差	乙地の自差	自差の變化	Bの變化 -120'	Cの變化 -120'	變化の全量	乙地の自差
South	10°10'W	8°10'W	$(-C)$ +2° 0'	0° 0'	+2° 0'	+2° 0'	8° 10' W
SW/S	10 55 W			+1 7	+1 40	+2 47	8 8 W
SW/W	10 10 W			+1 40	+1 7	+2 47	7 23 W
West	8 40 W	6 40 W	$(-B)$ +2° 0'	+2 0	0 0	+2 0	6 40 W
NW/W	4 40 W			+1 40	-1 7	+0 33	4 7 W
NNW	3 5 E			+0 46	-1 51	-1 5	2 0 E

SW/S-10 55 SW/W-10 10 NW/W- 4 40 NNW+ 3° 5'  
 + 2 47 + 2 47 + 0 33 - 1 5  
 - 8 8 - 7 23 - 4 7 + 2 -0  
 8° 8'W 7° 23'W 4° 7'W 2° 0'E

例 5. 甲地に於ける自差下の如くなりしが、乙地に航し船首 South に對し 12° 28'W, 同 West に對し 8° 41' E となれり。然らば船首 E/N½N, SE/S, S70° W 及び NNW に對する新自差如何。本題は方位表を用ひ分の小数第一位迄求めよ。



船首	自差	船首	自差
E/N $\frac{1}{2}$ N	6° 49' E	S 70° W	8° 0' E
SE/S	3 11 E	West	11 30 E
South	9 40 W	NNW	5 25 W

解答

船首	甲地の自差	乙地の自差	自差の变化	Bの变化 +170'	Cの变化 +168'	变化の全量	乙地の自差
E/N $\frac{1}{2}$ N	6°49' E			+2°42.7'	+0°48.8'	+3°31.5'	10°20.5 E
SE/S	3 11 E			+1 34.4	-2 19.7	-0 45.3	2 25.7 E
South	9 40 W	12°28'W	(+C) - 2°45'	0 0.0	-2 48.0	-2 48.0	12 28.0 W
S70W	8 0 E			-2 39.7	-0 57.5	-3 37.2	4 22.8 E
West	11 30 E	8 40 E	(+B) - 2 50'	-2 50.0	0 0.0	-2 50.0	8 40.0 E
NNW	5 25 W			-1 05.1	+2 35.2	+1 30.1	3 54.9 W

答

$$\begin{array}{ccccccc}
 E/N\frac{1}{2}N + 6^\circ 49.0 & SE/S + 3^\circ 11.0 & S70^\circ W + 8^\circ 0.0 & NNW - 5^\circ 25.0 & & & \\
 + 3 31.5 & - 0 45.3 & - 3 37.2 & + 1 30.1 & & & \\
 \hline
 + 10 20.5 & + 2 25.7 & + 4 22.8 & - 3 54.9 & & & \\
 \hline
 10^\circ 20.5E & 2^\circ 25.7E & 4^\circ 22.8E & 3^\circ 54.9W & & & 
 \end{array}$$

例 6. 甲地に於ける自差下の如くなりしが、乙地に航し船首 East に對し 2° 0' E, 同 South に對し 3° 45' E となれり。然らば船首 E/N $\frac{1}{2}$ N, S40°E, SW/S 及び NNW に對する新自差如何。本題は方位表を用ひ分の小數第一位迄求めよ。

船首	自差	船首	自差
E/N $\frac{1}{2}$ N	0° 14' E	SW/S	2° 16' E
East	1 0 E	NNW	0 55 E
South	3 0 E	S40°E	2 15 E

解答

船首	甲地の自差	乙地の自差	自差の变化	Bの变化 +60'	Cの变化 -45'	变化の全量	乙地の自差
E/N $\frac{1}{2}$ N	0°14' E			+ 0°57.4	- 0°13.1	+ 0°44.3	0°58.3E
East	1 0 E	2° 0' E	(+B) + 1° 0'				2 0 E
S40°E	2 15 E			+ 0 38.6	+ 0 34.5	+ 1 13.1	3 28.1 E
South	3 0 E	3 45 E	(-C) + 0 45'				3 45 E
SW/S	2 16 E			- 0 33.3	+ 0 37.4	+ 0 4.1	2 20.1 E
NNW	0 55 E			- 0 23.0	- 0 41.6	- 1 4.6	0 9.6W

答

$$\begin{array}{cccc}
 E/N\frac{1}{2}N + 0^\circ 14' & S40^\circ E + 2^\circ 15' & SW/S + 2^\circ 16' & NNW + 0 55 \\
 + 0 44.3 & + 1 13.1 & + 0 4.1 & - 1 4.6 \\
 \hline
 + 0 58.3 & + 3 28.1 & + 2 20.1 & - 0 9.6 \\
 \hline
 0^\circ 58.3E & 3^\circ 28.1E & 2^\circ 20.1E & 0^\circ 9.6W
 \end{array}$$

第四項 雜問

(1) 自差係數を用ふる利點を述べよ。

(イ) 船を 8 主要點に向けて自差測定する時は他の各船首方位に對する自差を算出し得。

(ロ) 任意船首方位に於ける自差を算出し得べし。即ち船の針路が度で表はされる場合及び點の  $\frac{1}{2}$  或は  $\frac{1}{4}$  で表はされる場合と雖も方位表に依り容易に算出し得べし。

(ハ) 甲地に於ける自差表を有する船乙地に至り 4 方點の中、北及び南の何れかと東及び西の何れかとの 2 點に對する自差を測定すれば、甲地の自差表を改正し乙地に於ける自差表を作成することを得。

(ニ) 甲地に於ける自差より乙地に於ける自差を算出し得べし。

(ホ) 自差修正に便利なり。



### 第五節 傾船差 (Heeling Error)

任意船首に於て船が水平なる時の自差と傾斜したる時の自差との差を傾船差と稱す。

#### 第一項 傾船差の概念

既に述べたる處の自差は船が水平なる時のみなりしも船が傾斜したる時は、磁針に作用する新しき水平力を生じ自差を起すものにして時に大なる値を有し、一度の傾斜に對し二度の傾船差を生ずることあり。而して傾船差は傾斜角度に正比例するを以て以上の場合五度の傾斜は十度の値に達すべし。故に帆船に於て船が傾斜して航走する時は傾船差を生じ、船が同一船首方向に對し開きを換ふる時は傾船差のために生ずる自差の差は大なる値を保つことあり。又船が動搖する時は磁針の北端は各舷へ交互に吸引せられて著しく振搖して針路を保つこと困難ならしむるものなり。

#### 第二項 傾船差を生ずる原因

##### (1) 横走水平軟鐵の感應磁氣

船が傾斜する時は甲板面に平行せる水平軟鐵即ち梁材は垂直の方向に近づき、その上下端側に新しく磁極を生じ磁針に作用して傾船差を生ず。即ち第百二圖に示す如く、北半球ならば、梁材の上端に青磁極を生じ磁針の北端高舷側に引かるべし。

##### (2) 羅針儀の直下にある垂直軟鐵の感應磁氣

羅針儀直下にある垂直軟鐵即ち鐵柱は船が傾斜する時は、磁針を含む垂直面より離るゝを以て垂直軟鐵の感應せる磁力は垂直力と水平力とに分つことを得べし。即ちこれによつて新しく生じたる水平力は磁針の一侧に働き傾船差を生ずべし。即ち第百三圖に於て S を羅針儀直下に於ける鐵柱とし、北半球に於て

船が左舷に傾斜すとせば、感應磁力  $KV$  は垂直力  $KO$  と水平力  $KL$  とに分解することを得べし。垂直力  $KO$  は磁針の北端を下方に引くのみにして何等傾船差を生ぜざるも、水平力  $KL$  は磁針の北端を高舷側に引き傾船差を生ずべし。

##### (3) 船體永久磁氣の垂直分力

船體永久磁氣の垂直分力は船が水平なる時は何等自差を生ぜざりしも、船が傾斜する時は垂直分力は新しく水平、垂直の二分力を生ずるを以てこの新しく生じたる水平分力は磁針の一侧に働き傾船差を生ずべし。即ち第百四圖に於て垂直分力  $KV$  は船が水平なる時は自差を生ぜざるものとして看過し來りたるも、船が傾斜する時は新しく垂直  $KO$  及び水平  $KL$  の二分力を生じ、水平分力  $KL$  はこの場合磁針の北端を高舷側に引き傾船差を生ずべし。

以上の (1) (2) 及び (3) の原因より生ずるものを併せて主要傾船差 (Principal heeling error) と稱す。

(4) 羅針儀の前或は後にある垂直軟鐵の感應磁氣即ち煙突の如き垂直軟鐵は (2) に述べたる場合の如く傾船差を生ず。

##### (5) 羅針儀の直下にある水平縦走軟鐵の感應磁氣

船が傾斜せる時は龍骨 (Keel) の如き水平縦走軟鐵の感應磁氣は、羅針儀が正しく龍骨の中央 (前後) にあらざる限り何れか近き距離にある磁極が磁針の一侧に働き傾船差を生ずべし。

#### 第三項 主要傾船差の形式 (第百五圖参照)

船首が磁北又は磁南にある時主要傾船差の原因たる磁力は磁針に對し直角の方向に對するを以て傾船差最大にして、船首磁東又は磁西にあるときは磁針の方向と一致するを以て傾船差消滅し磁針の指力を増減するのみなり。即ち主要傾船差の形式は水平自差係數中の  $C$  と同一にして  $C$  の値を變ずるものと看做し得べし。



主要傾船差の原因に就て攻究するに、船體傾斜する時は(1)と(2)とは北半球に於ては各々その青磁極が羅針儀に近づくを以て磁針の北端は高舷側 (High side) の方に引き(3)は造船當時の船首方向及び羅針儀を据附けたる位置により高舷側若しくは低舷側 (Low side) に引くべし。故に以上の三原因に就き(3)は各場合により(1)及び(2)との合成力を増加せしめ若しくはこれと相殺すべし。稀には(1)及び(2)に超越することあるべし。

然れども一般に(1)と(2)の合成力は(3)に超越するを常とするを以て北半球にありては磁針の北端高舷側に引かるべく、船が左舷に傾く時は北方針路に於て(北より東及び西より北に至る半圓)偏東の傾船差を生じ、南方針路(東より南及び南より西に至る半圓)に於ては偏西の傾船差を生ずるを以て+Cの形式をとり、右舷に傾く時は傾船差の符號はこれに反して-Cの形式をとるべし。

第百五圖は北半球に於て(1)と(2)との原因より生ずる傾船差を示せるものにして、甲圖は左舷への傾斜乙圖は右舷への傾斜を示す。

#### 第四項 地理上の位置の變化に基く主要傾船差の變化

##### (1) 横走軟鐵の感應磁氣より生ずる傾船差。

低緯度に行くに従ひ地磁氣垂直力減少するを以て横走軟鐵の感應磁氣は弱くなり、地磁氣水平力増大するため磁針の指力大となるを以て横走軟鐵の感應磁氣より生ずる傾船差は減少し、磁氣赤道に於ては地磁氣垂直力零なるを以て傾船差は消滅す。南半球にありては磁極異なるを以て磁針の北端低舷側に引かるべし。

##### (2) 羅針儀直下にある垂直軟鐵の感應磁氣より生ずる傾船差。

(1) の場合に於けると同様にして高緯度より低緯度に至るに

従ひ傾船差は減少し、磁氣赤道に於ては零にして南半球に至らばその名を變ずるものなり。

##### (3) 船體永久磁氣の垂直分力より生ずる傾船差。

(1) 及び(2)に於ける場合とその性狀を異にすと雖も地理上の位置の變化に對し傾船差に變化を生ずべし。即ち磁針の指力は地磁氣水平力に比例して變化すと雖も船體永久磁氣は一定なれば高緯度より低緯度に至るに従ひ傾船差減少し、磁氣赤道にて消滅することなく南半球に至るもその名を變ずることなし。以上述べたる如く主要傾船差は地理上の位置の變化に對し變化するものなり。

#### 第五項 傾船差係數 (Heeling coefficient)

船首羅針方位北或は南に於て一度の傾斜に對する傾船差の量を以て傾船差係數といふ。

傾船差係數を求むるには船首北或は南に於て左右舷に各々約十度の傾斜を與へ、これがために生じたる自差を傾斜角度數を以て除し左右舷の平均値を以て所要の係數とす。

油槽船の如く羅針儀が船の一端に据附けられたる時は、船首を北と南とに向けて左右に約10度傾け傾斜角度數にて除し、船首北及び南に於て左右平均せるもの、平均を求め係數とすべし。これ羅針儀が一端に据附けられたる時は、第百六圖(右舷傾斜)に示す如く水平縦走軟鐵の影響を受くるを以てなり。即ち船首北を向けたる時は主要傾船差は磁針の北端を高舷側に引き、縦走軟鐵も青磁極が作用するを以て同じく北端を高舷側に引くべし。然れども船首南を向けたる時は主要傾船差は前の場合と等しきと雖も縦走軟鐵は赤磁極が作用するを以て磁針の北端を低舷側に引くべし。

故に船首北及び南に於て左右傾斜に於ける平均せるもの、平均を求むれば水平縦走軟鐵より生ずる傾船差は残さるゝことゝなる



べし。

### 第六項 任意船首と傾斜とに於ける傾船差

(1) 係數に任意船首方位の餘弦 (Cos.) を乗じたるものは該船首方位に於ける1度の傾斜に對する値なるを以てこれに傾斜角度數を乗すれば所要の傾船差を得べし。

(例) 傾船差係數2度の船が東北東に於て8度の傾斜をなせる時の傾船差を求む。

$$2^\circ \times \cos 6 \text{ Points} = 45.9 \dots \text{東北東に於て傾斜1度の傾船差}$$

[方位表六點の處を開き120' (2°) を航程に合し變緯を求むべし。]

$$45.9 \times 8 = 367.2 = 6^\circ 7'$$

(2) 又(1)に於ける逆を行ひ得るものなり。即ち任意船首方向に於ける任意傾斜に對する傾船差を知る時は傾船差係數を求め得べし。

(例) 船首北北東に於て10度の傾斜に對し15度の傾船差ある時傾船差係數を求む。

$$15^\circ \div 10 = 1.5^\circ \text{ 船首北北東に於て1度の傾斜に對する傾船差}$$

$$1.5 \div \cos 2 \text{ points} = 1.5 \times \sec 2 \text{ points} = 1^\circ 37'$$

[方位表の二點の處を開き變緯90' (1.5°) に對する航程をとれば97' = 1°37' を得べし。]

(3) 任意船首に於て任意傾斜角度に對する傾船差を知る時他の船首に於ける任意傾斜に對する傾船差を求め得べし。

例 1. 船首南南東に於て10度の傾斜に對し15度の傾船差を生じたる時は、船首南東微東に於て5度の傾斜に對する傾船差を求むべし。

$$\text{船首南南東より求め得べき傾船差係數} \frac{15^\circ}{10 \times \cos 2 \text{ points}}$$

南東微東に於て求むる傾船差を  $x$  とすれば

$$\text{傾船差係數} = \frac{x}{5 \times \cos 5 \text{ points}}$$

同一船に於て傾船差係數は等しきを以て

$$\frac{15^\circ}{10 \times \cos 2 \text{ pts}} = \frac{x}{5 \times \cos 5 \text{ pts}}$$

$$x = \frac{15^\circ \times 5 \times \cos 5 \text{ pts}}{10 \times \cos 2 \text{ pts}} = \frac{7.5^\circ \times \cos 5 \text{ pts}}{\cos 2 \text{ pts}}$$

$$= \frac{4.17}{\cos 2 \text{ pts}} = 4^\circ 30'$$

方位表に入り7.5を航程 (dist.) とし五點の處にて變緯 (d. lat) を求むれば4.17となる。次に二點の處にて變緯4.17に對する航程を求むれば4.5を得べし。これ求むる傾船差なり。

例 2. 船首 SW/S に於て10°の右舷傾斜に對し+7°の傾船差を生じたる時は、船首 NE/E に於て8°の左舷傾斜に對し幾何の傾船差を豫想すべきか。本題は方位表により計算せよ。

解答

求むる傾船差を  $x$  とすれば

$$\frac{x}{8 \times \cos 5 \text{ pts}} = \frac{+7^\circ}{10 \times \cos 3 \text{ pts}}$$

$$x = \frac{7 \times 8 \times \cos 5 \text{ pts}}{10 \times \cos 3 \text{ pts}} = \frac{5.6 \times \cos 5 \text{ pts}}{\cos 3 \text{ pts}} = \frac{5.6}{\cos 3 \text{ pts}} = 3.07$$

$$x = +3.07 \text{ 又は } 3.07 \text{ E}$$

### 第七項 雜問

(1) 北半球に於て船が傾斜せる時、磁針の北端低舷側に引かるゝことありとせば如何なる理由なるや。

主要傾船差中 (1) 及び (2) の影響より (3) の方大にして、その作用反對なる時と解釋すべし。

(2) 南半球に於て船が傾斜せる時、磁針の北端高舷側に引かるゝ



時は如何なる理由なるや。

(1) に於て述べたと同理なり。

(3) 高緯度に於ける傾船差と低緯度に於ける傾船差と同一船首に對し何れが大なるや。

低緯度に於けるものより高緯度に於ける傾船差の方大なり。

(4) 某船横濱を出帆し桑港に到着する迄は羅牌の振搖を認めざりしも、桑港出帆後バナマに向ふ間羅牌の振搖著しく針路保守に甚しく困難を感せりといふ。如何なる原因によるや。

南方針路なるを以て傾船差の影響と解すべし。この船は横濱に於て傾船差の修正不足のまゝ出帆せるも、桑港迄は東方針路なりしを以て何等異状を認めざりしも、桑港出帆後は南方の針路なりしを以て羅牌は著しく振搖せり。その後傾船差修正用磁桿を増したるところ振搖全く止めり。

(5) 材木積取りのため樺太沿岸航行中北方針路に於て羅牌の振搖を認めたり。原因如何。

傾船差の修正良好ならば、高緯度に於ける磁針の指力の減少と解すべし。磁針の指力減少か或は傾船差によるものかは東方或は西方針路に於ける羅牌振搖の状況を検すべし。

(6) 北洋材を満載し尻矢崎より横濱に向ふ間船の動搖ありて羅牌の振搖を認めたり。如何なる原因なりや。

南方針路なるを以て傾船差と解すべし。材木満載により起りたる現象にあらず。

## 第六節 自差修正 (Compensation of compass)

### 第一項 修正の意義

船内羅針儀は種々なる鐵器の影響を受けて自差を生ずること前述の如し。さればこれ等の鐵器の影響を相殺すべき装置を施し以

て自差を成るべく減少せしめ、船首各點に於て磁針の指力を均等ならしむることを自差修正といふ。

### 第二項 修正の必要

自差修正の必要なる理由は種々あれどもその主なるものは大體次の如し。

(1) 船が建造當時の方向に近き針路上を航する時、磁針の指力は減殺せられ作用は鈍くなり外部よりの衝撃等のため羅牌は振搖し針路を保つこと困難なり。又建造當時の方位の反対方向に近き針路上を航する時は、磁針の指力は増大せられ作用は鋭敏となるべし。

(2) 自差の量大なる時は羅牌は眞の船首方位の旋回角度を示さず。例へば第一表の自差を有する船に於て羅針儀による船首旋回北東より東に至る45度なりとせば船首眞實の旋回角度は48.5度となるべし。

(3) 自差を修正せざる時は、地理上の位置の變化に對し自差はその變化激しく、ために針路を不正確ならしむるを以て甚だ危険なり。

(4) 自差の量大なる時は針路改正に不便なるのみならず、若しその加減を誤るが如きことあらば一船の安危にかゝるべし。

(5) 傾船差の大なる時は、船の動搖につれて羅牌は左右に振れ廻り静止せざるを以て方位測定及び針路を保つこと困難なり。

以上の如き缺點は船に危険なる結果を與ふるものにして、殊に霧中大海より陸岸に近づく時或は沿岸航行中は最も危険なり。されば修正は成るべく完全に行ふべきものなり。然れども事實上自差は船首各點に於て全部消滅し能はざるも、1度乃至3度位迄は充分修正し得べし。



## 第三項 修正装置

自差修正を行ふため羅針儀には船内各種の磁氣が磁針に對する作用を相殺すべき装置を有するものにしてこれを分ちて次の四とす。

- (1) 船體永久磁氣に對しては修正用磁桿 (Compensating magnet) を用ふ。

ケルビン式羅針儀の修正用磁桿は長さ9吋直徑 $\frac{3}{4}$ 吋のものと直徑 $\frac{5}{8}$ 吋のものとの二種を具へ、各々その重量を懸垂するに足る強力な磁氣を保有せしめたるものなり。

修正用磁桿を挿入すべき装置は第一圖甲に見る如く、縦横に水平孔ありてその各穴には數字を記し以て挿入せる磁桿の位置を知り置くものとす。

或種の羅針儀は修正用磁桿を載せスクリュー・ギア (Screwgear) を以て昇降せしめ得る眞鍮製の移動架を有するものあり (チェットウインド式デッド・ビート式及び東京計器製)。

- (2) 垂直軟鐵の感應磁氣に對しては垂直軟鐵桿を用ひフリンダース・バー (Flinder's bar) と稱す。

(イ) ケルビン式羅針儀のフリンダース・バーは直徑3吋、全長24吋にして長さ各々12吋、6吋、3吋、1吋半、及び $\frac{3}{4}$ 吋2個の總て6片より成り、別にこれと同型同数の木片を備ふ。この木片は軟鐵桿の一部を使用せざる時、これに代へて使用し得るものにして全長24吋を保たしむる装置とせり。

第一圖乙に見る如く眞鍮製の空筒の中に適當なる軟鐵桿及び木片を裝するものとす。

或船には前記のものと異り軟鐵桿は長さ24吋のものを數箇有せるものあり。

- (ロ) 獨逸ブラート會社に於けるフリンダース・バーはケルビン式

と異なり、第百七圖に示すが如く中空のものを使用す。

- (ハ) 東京計器製フリンダース・バーの優秀なるものは前二者と異り、ニッケルと鐵との合金より成れる特種鋼 (地球磁場内に於ては高度の透磁率を有す) パームアロイ (Perm. alloy) を用ひ、長短9本の細き圓棒なり。(長さ50種のもの、25種のもの及び17種のもの各3本にして、徑0.6種)。

- (3) 水平軟鐵の感應磁氣に對しては軟鐵球 (Soft iron sphere) を用ふ。

(イ) ケルビン式羅針儀に用ふるものは直徑5吋乃至12吋の中空鑄鐵球にして、永久磁氣を保有せざらしむるため、組成に嚴密なる注意を拂ひたるものにして厚さ1吋より少なからざるものとす。第一圖甲Qは軟鐵球にして眞鍮製の受架臺上に安置するものなり。軟鐵球は受架臺上羅針儀に遠ざけ或は近づけ得べく又適當なる位置にナット (Nut) によつて固定せられるべきものとす。

(ロ) 獨逸ブラート會社に於ける軟鐵球は頂部を平たくせるものにてケルビン式と稍形狀を異にす。

(ハ) 東京計器製の優秀なるものは軟鐵球と異なり、パームアロイ (Perm. alloy) を用ひ、左右に薄板(40種×10種)三枚宛を有す。

- (4) 主要傾船差の原因中羅針儀直下に於ける垂直軟鐵の感應磁氣に對しては修正の法則に反し、便宜上垂直磁桿 (Heeling magnet) を用ひ緯度の變化に對し位置を調整し得る装置あり。即ち羅針儀臺の中央に穴ありてこの中に眞鍮管を置き眞鍮製の鎖によつて上下し得るものとす。この眞鍮管には穴一個を有するものと數個(寄數)の穴を有するものあり。近時商船の船橋は高くなり従つて羅針儀直下の垂直軟鐵の羅針儀に及ぼす影響大なるを以て1個のヒーリング・マグネット (Heeling magnet) のみにては修正し得ざるを以て穴數箇を有する眞鍮管を使用せるもの多し。



#### 第四項 修正装置に必要な条件

##### (1) 修正用磁桿

(イ) 羅牌の中心を過る正横の垂直面は縦置修正用磁桿 (Fore and aft magnet) の中央を過るべきこと。

(ロ) 羅牌の中心を過る縦の垂直面は横置修正用磁桿 (Athwartship magnet) の中心を過るべきこと。

(ハ) 前記(1)及び(2)の修正用磁桿は羅牌の中心より磁針の長さの二倍以上の距離にあるべきこと。

##### (2) フリンダースバー (Flinder's bar)

磁針の中心を過る水平面はフリンダースバーの上端より $\frac{1}{2}$ 下方の點を過るべきこと。

(フリンダースバーの極は其の上端より $\frac{1}{2}$ 下方にあるを以てなり)。

##### (3) 軟鐵球 (Soft iron sphere)

(イ) 磁針の中心を過る水平面は軟鐵球の中心を過るべきこと。

バーム・アロイを用ふるものは、上中下の三段の中央部が磁針の中心を過る水平面なり。従つて薄板1枚を用ふる時はその中央部に入れ、2枚の時は上下に入れるものなり。

(ロ) 軟鐵球の内端は羅牌の中心より最長磁針の長さの1倍 $\frac{1}{2}$ 以上の距離にあるべきこと。

(4) 羅針儀の中心を過る縦横の垂直面は共に垂直磁桿の軸心線を過るべきこと。

#### 第七節 物標の磁針方位による修正法

##### 第一項 半圓差修正 (建造當時の船首方向の分明なる時)

船首は既知物標の磁針方位より方位盤 (Perolus) により所要磁針

方位に向くるものとす。

(1) 係数Cの修正。普通商船に於て船橋に据附けたる羅針儀に對して垂直軟鐵の排列は、左右兩側に於て齊一なるを以て係数Cは全部船體永久磁氣より生じたるものと看做し得べし。故に船首を磁北或は磁南に向け、磁北に對し偏東自差磁南に對し偏西自差なる時は、+Cより生じたるものなる故修正用磁桿の青端を左舷に向はしめ磁針が正しく基線 (即ち磁北或は磁南) に合する迄修正すべし。若し上の場合と反對なる時は-Cより生じたるものなる故磁桿の赤端を左舷に向はしむるものとす。

磁桿は初め磁針より成るべく遠き孔に挿して試み次第に磁針に近づけるものとす。即ち磁桿をして磁針に非常に近く置く時は磁針の磁力を弱らしむるを以てなり。

Cの修正中は特に傾度計 (Clinometer) に注意し必ず船を水平の位置に保つべし。若し船に傾斜ある場合には傾船差の混するためCの修正は完全なりといふべからず。

(2) 係数Bの修正。係数B中には船體永久磁氣に屬するものと垂直軟鐵の感應磁氣に屬するものとに分解するを要す。然れども實際上この分解は困難なることなれども前に述べたる如く係数Cに屬するものは、船體永久磁氣のみより生じたるものと看做し得るを以て船體永久磁氣に屬するBの値は次の式より求め得べし。

$$\tan \text{Mag. azimuth of ship head} = \frac{C}{B}$$

即ち造船當時の方位を方位表の針路とし、船首磁北或は磁南に於けるCの値を東西距 (Dep) に合し、それに對する變緯 (D. lat.) の値は船體永久磁氣に屬するBなり。而してその正負は建造當時の船首方向が北或は南によつて定めらるべし。(或は前公式より $B=C \times$  建造當時の船首方向の餘切なる式よりも計算し得べし)。



船首を磁東或は磁西に向けたる時に現はれたる自差はBの全量なり。故に既に求めたる船體永久磁氣に屬するBの量との差は、垂直軟鐵より生じたる自差なるを以てフリンダース・バーによりて修正すべし。フリンダース・バーの位置は若し北半球にありて磁東に於て自差負(-)なる時には-Bにして羅針儀の前方、自差正(+)なる時は+Bにして羅針儀の後方に装置すべきものとす。(一般に煙突の効果が最も大なるを以て北半球にては磁東に於て自差は負(-)にして羅針儀の前方に装置するものとす)。

フリンダース・バーはその上端磁針より約2吋だけ高からしむるものなり。

船體永久磁氣より生じたるBは磁東に於て自差正(+)なる時は+Bなるを以て磁桿の赤端を船首に、自差負(-)なる時は、-Bなるを以て磁桿の赤端を船尾に向はしむべし。この場合Cを修正せる磁桿の一端の極とBを修正せる磁桿の一端の極とが相對し同名なる時は、Bを修正せる磁桿を他の舷の穴に移すべし。如何となれば兩磁桿の同名の極相對する時は、永き間に互にその磁力を減殺し修正不完全となるに至るべし。

第百八圖は船體永久磁氣の+B及び+Cとを修正せる磁桿及び垂直軟鐵の-Bを修正せるフリンダース・バーの位置を示す。

建造當時の船首方位南北に近き時は磁桿を兩側の穴に挿入すべし。如何となれば南北に近き方向を向け建造されたるためBの値は非常に大なるを以て一側の穴のみにては充分ならず。又一側にのみ挿入せる時は磁桿の同極常に接近せるを以て左右に分つべきものとす。

## 第二項 象限差修正

(1) 係數Dの修正。半圓差の修正を終りたる後船首を磁針方位北

東、北西、南東、南西の何れかの一つに向くべし。今磁針方位の南東を向け偏西自差なる時は+Dの存在する證なるを以て、修正用軟鐵球を羅針儀受架臺上に据附け漸次接近せしめ、羅牌の南東が正しく基線に合するに至りその場所に固定すべし。軟鐵球は常に兩側同徑のものを用ひ羅牌の中心より等距離にあらしむべし。

第百九圖は+Dを修正すべき軟鐵球の感應磁氣と磁針に對するその作用とを示せるものなり。一般の商船にありては前述の如く+Dの形式を以て現はるゝものなれども、若し船首を磁針方位の南東に向けたる時偏東自差なる時は-Dの存在する證なるを以て修正用軟鐵球を羅針儀の前後船首尾線中に据附けるべし。然れども商船に於ては-Dの修正を行ふこと皆無にして羅針儀にもその装置なし。軟鐵球を最も遠き距離に於ても修正過剰なる時は軟鐵球を小なるものと取り換ふべし。小なるものなき時は受架臺を取外し受架臺と羅針儀臺との間に適當なる板を取附け、これに受架臺を取附くべし。

(2) 係數Eの修正。係數Eは船首尾線中に据附けたる羅針儀に於ては極めて小なるを以て修正を行はず自差として存し置くものなり。

## 第三項 不易差修正

係數Aの修正。Aの値は羅針儀が船首尾線中に据附けられたる時は小なるを以て常に修正せず自差中に存し置くものなり。

## 第四項 修正の檢正 (Final correction)

係數B,C及びDに對する自差を修正したる時は、その際船首を向けざりし2個の4方點及び4隅點に向け自差の有無を檢し若し自差ある時はその半量を修正し置くべし。然る時は磁針の指力は



船首各點に於て等一となるべし。例へば船首北に於て自差を修正し、船首南に於て一度の自差ある時はこの點に於て半度になすべし。即ち船首北に於ては自差は係數Cのみに屬するものとして修正用磁桿を以て修正せり。然るに北に於ては係數A及びEに屬する自差あるを以て船首南を向けたる時は二倍のA及びEの自差現はるべきなり。故にこの自差を正横の修正磁桿を移動せしめて半數だけ修正すれば完全にCを修正し得べくA及びEに屬する自差は残したることなるべし。

(例) 船首北に於て係數Cより生ずる自差を  $+10^\circ$  としA及びEより生ずる自差を  $+2^\circ$  なりとせば、北に於て自差は  $10^\circ + 2^\circ = 12^\circ$  となるべし。然るに南に於てCより生じたる自差は  $-10^\circ$  となり、A及びEより生じたる自差は前の場合と同じく  $+2^\circ$  にして (Aは各船首方位に於て一定Eは北と南に於て自差は同名なる故) 南に於て自差は  $-10^\circ + 2^\circ = -8^\circ$  となるべし。故に北に於て磁桿は12度の自差を修正せるが故に南に於ても12度の修正すべきものなるを以て南に於ては4度修正過剰となるべし。即ち2倍のA及びEの現はるゝを以てこの半數なる2度の自差となる迄磁桿の位置を改むべし。

又船首東に於て自差は全部半圓差Bに屬するものと看做して修正せるため、こゝに於てもA及びEより生じたる自差あるを以て西に向けその半量を修正すること、Cに於けると同様なり。

又船首南東に於ける自差は、既に係數B及びCに屬せる自差を修正せるため係數Dに屬するものゝみなるを以て軟鐵球により修正せり、且係數Eより生ずる自差なきを以て檢正の必要なきが如し。然し嚴密に云へば北東に於てEに關連せる磁針の指力は南西に於けるものと等しけれども、他の北西及び南東に於けるものは等しからざるを以て依然檢正の必要あるべく、檢正の際は必ず修正せる4隅點と相隣れる4隅點の何れかに船首を向け檢正すべきものとす (第八十九圖甲乙參照)。又Aの自差もあるを以て船首

南東に於てDを修正せる時は南西に於て檢正すべし。

#### 第五項 建造當時の船首方向不明なる時の半圓差修正

係數Cより生ずる自差は既に述べたる如く修正し得れども、係數Bより生ずる自差は建造當時の船首方向知れざるを以て自差は船體永久磁氣に屬するものと垂直軟鐵の感應磁氣に屬するものとに分解すること能はず。従つて船首を磁東或は磁西に向け、磁桿のみを以てその全量を修正すべし。而してその後船が磁氣赤道に至りし時、船首を磁東或は磁西に向け磁桿の位置を改訂して自差を修正すべし。即ち磁氣赤道に於ては垂直軟鐵は感應磁氣を帶びざるを以て船體永久磁氣のみにより生じたる自差なり。而してその後磁氣赤道を去りたる以後に於て再び船首を磁東或は磁西に向くべし。然る時現はれたる自差は垂直軟鐵の感應磁氣のみより生じたるものなるを以てフリンダースバーにより修正すべし。

#### 第六項 表に依る象限差修正

第六表は象限差係數Dの値に對し修正する軟鐵球の直徑と羅針儀中心よりの距離を與ふるものにしてこの表による時は船首方位如何に關せず容易に修正し得べし。この法により最初に象限差の修正を完了し次で半圓差の修正に入るときは修正の手續を簡略にし時間を節約し得るの利あり。然れどもこれはケルビン式羅針儀に適應せるものにして、一般の羅針儀に對するものにあらず。又係數Dの値が算出されたる場合にのみ使用さるべきものとす。

(例) Dが  $+3^\circ$  なる時はこの表に入り直徑7吋の軟鐵球ならばその内端を羅針儀中心より9.99吋の距離にあらしむべし。



第六表

修正すべき係数Dの値	羅針儀の中心より軟鐵球の内端迄の距離								修正すべき係数Dの値
	5.5 吋球	6 吋球	6½ 吋球	7 吋球	7½ 吋球	8 吋球	8½ 吋球	10 吋球	
1°	12.54	13.68	14.82	15.93	17.10	18.24	19.38	22.80	1°
1½	10.61	11.58	12.51	13.51	14.47	15.44	16.40	19.30	1½
2	9.39	10.23	11.09	11.94	12.80	13.65	14.50	17.06	2
2½	8.51	9.29	10.06	10.84	11.61	12.38	13.16	15.48	2½
3	7.85	8.57	9.28	9.99	10.71	11.42	12.14	14.28	3
3½	7.33	7.99	8.66	9.32	9.99	10.65	11.32	13.32	3½
4	6.88	7.51	8.14	8.76	9.39	10.02	10.64	12.52	4
4½	6.51	7.10	7.70	8.29	8.88	9.47	10.06	11.84	4½
5	6.20	6.77	7.33	7.90	8.46	9.00	9.57	11.28	5
5½	5.92	6.46	7.00	7.53	8.07	8.62	9.15	10.77	5½
6	5.67	6.18	6.70	7.21	7.73	8.24	8.76	10.31	6
6½	5.44	5.94	6.44	6.93	7.42	7.92	8.41	9.90	6½
7	5.25	5.72	6.20	6.68	7.15	7.63	8.11	9.54	7
7½	5.06	5.51	5.97	6.43	6.90	7.35	7.81	9.19	7½
8	4.91	5.35	5.80	6.24	6.69	7.14	7.58	8.92	8
8½	4.75	5.18	5.62	6.05	6.48	6.91	7.34	8.64	8½
9	4.61	5.03	5.45	5.87	6.29	6.71	7.13	8.39	9
9½	4.48	4.88	5.29	5.70	6.10	6.51	6.92	8.14	9½
10	4.36	4.76	5.15	5.55	5.95	6.34	6.74	7.93	10
10½	4.25	4.63	5.02	5.40	5.79	6.18	6.56	7.72	10½
11	4.13	4.51	4.88	5.20	5.63	6.01	6.38	7.51	11

第七項 係数 D 及び E の合併差修正 (第百一圖甲乙丙参照)

係数 E の値が若し 1 度を越ゆる場合にありては、D 及び E の合併差を求め修正を行ふべきものとす。

R を合併差の最大なるものとすれば既に述べたる如く

$\sqrt{D^2+E^2}=R$  なる公式より求め得べし。又軟鐵球を据附ける方向は次の式より求め得べし。

$$\frac{E}{D} = \tan 2\beta$$

$\beta$  は軟鐵球の中心を連ぬる直線と羅針儀の中心を過る正横線との水平角なり。

即ち +E なる時は船首を NE より  $\beta$  角度左方 ( $45^\circ - \beta$ ) に船首を向け、左舷側軟鐵球を正横線より  $\beta$  角度前方に、右舷側軟鐵球を正横線より  $\beta$  角度後方に置くべし。而して -E なる時は全くこれに反す。

修正するために向くべき船首は、+E なる時は 4 隅點より左へ  $\beta$  角、-E なる時は 4 隅點より右へ  $\beta$  角とりたるところなり。その理由は本章第三節第十項に於て既に述べたるを以て参照すべし。

第八項 不易差の大なる場合の修正

既に係数 A に就て述べたる如く、原基羅針儀が船首尾線に取附けられたる場合不易差 A は小なる値にして修正せざるを可とす。然し操舵羅針儀にして、その値大なる時は修正を行ふべし。即ち自差修正後 8 主要點に於ける自差より係数 A の値を求め、大なる時は假の基線を赤色にて紙片に記し、A の値だけ偏せしめ、羅盆の内部に點附すべし。若し +A ならば舊の基線の右方に、-A ならばその左方に偏せしむべし。

第九項 自差修正後の變化

自差修正を完全に行ひたる時は船内鐵器の状態に變化を來さざる限り、地理上の變化する時と雖も理論上新しき自差を生ぜざるものなり。即ち磁針の指力は變化すと雖も、船體永久磁氣に對しては磁桿を以て、垂直軟鐵に對してはフリンダースバーを以て修正せるを以て、各々その作用は相殺せらるゝが故なり。然れども事實上自差の變化は免れざるものとす。(勿論修正せざる羅針儀に於けるものに比してその變化遙かに小なるべし)。次に修正後に於ける變化すべき原因を列擧すれば



## (1) 係數 B の分解の不完全

船體永久磁氣と垂直軟鐵の感應磁氣とに對する自差の分解は實際上正確なるものにあらず。即ちその分解に際し船首磁北を向けたる時の自差は、凡て係數 C に屬するものとしてこの値を用ひて係數 B に屬するものを分解したりと雖も、船首北に對しては係數中 A 及び E の値は含まるべきを以てなり。従つてこの原因より起る自差の變化を豫想すべく、又これに對する修正をして漸次完全に近づかしむるため、船の磁氣赤道附近に至り機會を利用し、第七節第五項 B の修正法に記せる手續を行ふべし。

## (2) 時日の経過

新造船に於ける船體永久磁氣は、修正當時と等しき磁氣を有するものにあらず必ず幾分かの減少を見るべし。

## (3) 船體が激動を受けたる時

船體永久磁氣に變化を來すべし。

## (4) 積荷

積荷の性質により自差に大なる變化を來すべし。

## (5) 落雷、或は極光の出現。

## (6) 一部の船艙火災を起し船體の熱せられたる時。

落雷及び火災は何れも船體永久磁氣に變化を來すべし。

## 第十項 修正に對する注意事項

- (1) 修正すべき船の經歷並に羅針儀の周圍に於ける鐵器の排列を知る時は迅速に正確なる修正を行ひ得べし。例へば何處で進水せるかを知らば大體その建造當時の方向は知り得べし。然る時はその方向により如何なる自差を生すべきかを豫測し得べし。
- (2) 新造船試運轉の際羅針儀の修正を行ふ場合には左右交互に數回轉をなさしむべし。若し時間に餘裕なき時は少くも左右一回轉宛行ふべし。これ軟鐵等の残留磁氣を出來得るだけ消滅せん

がためなり。

- (3) 上と同じ理由により船が長時間或方向を保ち碇泊するか、或は船渠より出でたる時も船を左右交互に數回轉行ふを良とす。
- (4) 修正後に於ける自差の變化に對し、係數 B の分解の不完全はその一原因をなすことは既に述べたる如し。故にかゝる場合は磁氣赤道に至りたる時係數 B による自差は再び修正すべきものなり。
- (5) 象限差は一度完全に修正せる時は、位置の變化に對し變化せざるを以て鐵器の移動なき限り再び修正するが如きことなきものなり。

## 第十一項 雜問

## (1) 係數 C 修正の際特に注意する事なきや。

船を水平なるか否かを確め傾斜せる時は船を水平になすべし。

## (2) 係數 B 及び C より生じたる自差を修正せる後船を磁針方位北西に向け偏西自差を見たとせば係數 D の正負如何。

係數は +D なり。

## (3) 船首を磁北に向けたる時の自差 +10° 磁東に於て自差 -18° 建造當時の船首方位北東微北なる時、船體永久磁氣及び垂直軟鐵の感應磁氣に屬する各々の自差如何。

船體永久磁氣より生せる自差 -15° なり。

垂直軟鐵の感應磁氣より生せる自差 -3° なり。

(計算)  $+C = +10^\circ$  B の全量 = -18°

$$\tan N.3pts E. = \frac{+10^\circ}{B}$$

方位表 3 點の所を開き Dep. 10 に對する D. lat を求むれば 15 を得べし。即ち船體永久磁氣より生じたる自差は 15° にして北方を向け建造されたる船なるを以て自差は -15° なり。

故に B の全量 (船體永久磁氣及び垂直軟鐵の感應磁氣より



生せる自差) ..... -18°  
 船體永久磁氣より生じたる自差 ..... -15°(-)  
 垂直軟鐵の感應磁氣より生じたる自差 ..... -3°

(4) 建造當時の船首方位南々東、船首磁北に於て自差+5° 船首東に於て自差+8° なる時、船體永久磁氣及び垂直軟鐵の感應磁氣に屬する各々の自差如何。

船體永久磁氣より生せる自差+12° なり。

垂直軟鐵の感應磁氣より生せる自差 -4° なり。

(計算) C = +5° Bの全量 = +8°  
 Bの全量 ..... +8°

方位表によれば船體永久磁氣より生じたる自差 ..... +12°  
 垂直軟鐵の感應磁氣より生じたる自差 ..... -4°

(5) 船首4方點に對する自差下の如くにして造船當時の船首磁針方位 N 21° W なる時、垂直軟鐵の感應に基因するBの値如何。  
 本題は方位表によるべし°

船首	自差	船首	自差
North	7° 10' W	South	2° 10' E
East	18° 20' W	West	17 20 E

係數 B 及び C を求む

East -18° 20'	North - 7° 10'
West +17 20 -	South + 2° 10' -
2) -35 40	2) - 9 20

Bの全量 = -17° 50'      C = - 4° 40'

$$\tan 21^\circ = \frac{-4^\circ 40'}{B} = \frac{-280'}{B}$$

方位表により B = -728' = -12° 8'

Bの全量 ..... -17° 50'

船體永久磁氣の B ..... -12 8

垂直軟鐵の感應磁氣の B - 5° 42'

又は 5° 42' W

答 5° 42' W

本題に於けるBの分解は既に述べたるものと異なるを以て次の説明を一讀すべし。

船首北に對する自差を係數Cとし、東に對する自差を係數Bの全量としてBを分解することは既に述べたる所なり。即ち一般の船に於て船首北に對する自差は船首南に對する自差と同量異名なるべく、船首東に對する自差は船首西に對する自差と同量異名なるがためなり。第一表は自差を修正せざる時の實際の船に於ける自差表にして上記の理由を明らかに示せるものなり。

然るに本例題に於ては船首北及び南に於ける自差は異名なれどもその差甚しく異なり、船首東及び西に於ける自差は異名にてその差1度なり。この見地より判斷すれば實際に於ける船に於ては船首北及び南に於けるが如き甚しき差はあるべきものにあらず。従つてこの問題は實際に於ける自差表にあらずして單なる問題と解すべきなり。かゝる場合に於てBを分解せんとする時は、既に計算に於て示せる如く、船首北及び南に於ける自差より係數Cを求め、船首東及び西に於ける自差より係數Bの全量を求め、これ等によつてBを分解すべきものなり。

(6) 船首方位異なる時自差の變化する理由如何。

係數中B,C,D及びEの値は各船首に於てその値異なるを以てなり。

(7) 磁氣赤道に於て船首を磁東に向け係數中船體永久磁氣に屬するBを修正せんとす。但し陸上物標及び方位盤なき時如何になすや。

任意時に於ける太陽の眞方位を方位角表或は計算により求め偏差を加減して磁針方位を求む。この磁針方位と船首を向くべき磁針方位との差を求め、その差を船首より左或は右にとる。即ち船を旋回せしめんとする反對側に羅牌の角度を利用してそ



の差をとり羅盆の眞鍮製圓環上に線を描くべし。而してこの線の方向に方位鏡を置き船を旋回して太陽が方位鏡を通じてこの線に見ゆる時は船首は所要磁針方位に向くべし。

現時の羅針儀には前記眞鍮製圓環に0度より360度迄の劃度を施したるを以てそれを使用すれば一層簡單なり。この劃度せるものは一種の方位盤 (Perolus) なり。

(例) 太陽の磁針方位  $N 60^{\circ} E$  船首方位  $NE$  なる時船首を磁東に向けるべし。

磁針方位  $N 60^{\circ} E$  なるを以て磁東との差  $30^{\circ}$  あり。

この場合船首を右に旋回せしむべきを以て船首の左側  $30^{\circ}$  即ち  $N 15^{\circ} E$  ( $45^{\circ} - 30^{\circ} = 15^{\circ}$ ) に對する圓環上に線を描き、これに方位鏡を向けるべし。而して船を右に旋回し、方位鏡により太陽を見る時は船首は磁東に向くべし。

(8) 第一表の自差を有する船に於て羅針儀による船首旋回東より南東に至る45度なりとせば船首眞實の旋回角度如何。

船首東に於ける自差	20° 20' E
船首南東に於ける自差	14 40 E
	5 40 -
	45 0
求むる眞實の旋回角度	39° 20'

(9) 第一表の自差を有する船に於て羅針儀による船首旋回南より西に至る90度なりとせば船首眞實の旋回角度如何。

船首南に對する自差	3° 10' E
船首西に對する自差	20 10 W
	23 20 -
	90
求むる眞實の旋回角	66° 40'

備考 雜問7. は同一船首に對する自差は一定なりとの事實より起れる應用

問題なり。

## 第八節 偏針儀による修正法 (Compensation by deflector)

### 第一項 ケルビン式偏針儀の構造 (第百十圖参照)

- (1) 磁石。a b 及び a' b' は磁石にして a 及び a' は赤極 b 及び b' は青極なり。
- (2) ミルヘッド・スクリウ (Mill headed screw)。桿  $r$  の兩端にあるスクリウ (Screw) にして 0, 2, 4, 6 及び 8 の數を示せる5等分線と更にそれを2等分せる線ありて周縁を10等分せり。このスクリウを旋回すれば磁石は開閉するものなり。
- (3) 標尺。S は標尺にして磁石の開閉を読むものにして (2) に述べたるスクリウの10等分線は標尺1劃度の  $\frac{1}{10}$  を測るべきものなり。

例へば磁石 a b の下端が25と26との間にありてスクリウの頂に於ける劃度が7なる時は磁石の間隔 25.7 なるべし。

- (4) 示針 (Pointer)。P は示針にして常に器の下方青極に對する側にありて羅牌により偏針儀の旋回角を示すものなり。國產品には示針を出し入れするものあり。
- (5) 軸桿。礎板 F の中央下底部に軸桿あり、使用する時は羅針儀硝子蓋の中心孔に嵌め儀の旋回に便ならしむ。

### 第二項 偏針儀修正の原理

物標の磁針方位により自差を修正せる處に於て述べたる如く、船首の各點に於ける自差を消滅せしむれば磁針の指力は船首の各點に於て等一となるべし。然らば逆に船首の各點に於ける磁針の指力を測り、これを等一ならしむるやう修正すれば自差は消滅すべし。偏針儀はこの理に基き磁針の指力を測るものなり。



## 第三項 偏針儀使用法

偏針儀により磁針の指力を測るには、示針 (Pointer) が磁針と7點をなすとき磁針の偏回角度を90度ならしむるを最良とし、これを直角偏回 (Normal deflection) と稱す。理論上より考ふれば示針と磁針とは正しく直角をなさしむるを良とす。即ち示針と磁針とが90度の間隔に或角度の誤差あるとせば磁針の偏回に大なる誤差を生ぜざるも、示針と磁針との間隔少き所に於て前と同様の角度の誤差ある時は磁針の偏回に大なる誤差を生ぜしめ、各船首に於ける指力測定は一樣ならざるを以て正しき修正不可能なり。これ磁力の作用は兩磁力の相乗積に等しく距離の二乗に反比例するを以てなり。然れども示針と磁針との間隔を8點即ち90度にする時は、磁針の兩端は共に磁石の兩極の作用を受け羅牌を全回轉せしむることあるを以て示針と磁針の角度を7點とせり。

偏針儀の磁力弱く直角偏回を行ひ得ざる時は、示針と磁針の間隔は前同様7點とし磁針の偏回角度を45度ならしむることあり。

又偏針儀の磁力餘りに強大にして直角偏回に於ける偏針儀の讀數甚だ小なる時は、修正不完全となるべきを以て偏針儀指針を北東上にあらしめて直角偏回を行ふべし。

直角偏回を行ふ法。假に船首北に於て行はんとせば

- (1) 偏針儀下底の軸桿を硝子蓋の中心孔に嵌めるべし。
- (2) 示針を羅牌の北點上にあらしめ磁石を適當に開くべし。

この際磁石の開きは小なるより大なるを良とす。

- (3) 茲に於て偏針儀を旋回せしめ示針を羅牌の東微北 (若しくは西微北) 上に來らしむ。
- (4) 然る時は羅牌の北點は吸引せられて示針の方に偏回し始むべし。尙その偏回速度を早めるため示針は常に東微北上を保つやう動かすべし。

(5) 羅牌の偏回角度約60度位に達せば示針を急に偏回中の羅牌の西點附近に轉じ、羅牌の偏回速度を減殺したる後再び示針を東微北上に回轉せしめ、羅牌の西點が基線より4乃至5度の所に達したる時示針を偏回中の北附近に轉じ、羅牌の靜止せる瞬時に示針を東微北上にあらしめ、羅牌の西點が基線に對して靜止するに至る迄スクリウを轉じて磁石の間隔を調整するものとす。

(6) 然れども磁石の間隔調整中羅牌が何れか一方に偏向する時はスクリウの回轉のみにては羅牌を靜止せしむる能はざるを以て示針を適宜移動せしめ、羅牌を出來得る限り靜止せしむるに努むべし。磁石の開きを大ならしむる時は示針を任意の位置に移動せしめ羅牌の振搖を防ぎつゝスクリウを轉じて羅牌を殆んど靜止せしめ直角偏回を迅速に行ひ得る利便あり。

直角偏回的位置より羅牌を舊位に復する法。

- (1) 偏針儀の示針を羅針の北點上に持ち來るべし。
- (2) 然る時は羅牌の北點は舊位の方に復歸すると雖も、偏針儀の作用を受くるを以て基線に近き處に於て靜止すべし。
- (3) この瞬間に示針を北點の方に移動せしむる時は北點は基線の方に偏回し基線と一致する時示針を北點上にあらしむる時は羅牌の振搖全く無くなるべく、この時に偏針儀を迅速に直上に取り去り、磁針に影響せざる範圍 (少くも4呎乃至5呎) の處に置くべし。

直角偏回に對する注意。

- (1) 偏針儀の回轉は成るべく迅速に行ふこと。然らざる時は羅牌振搖して靜止せしむること困難なり。
- (2) 偏針儀は硝子面を滑動せしめ羅盆に激動を與へざることを。
- (3) 磁針の偏回60度以上に達せる時は羅牌に大なる偏回速度を持たすべからず。速度大なる時は羅牌は全回轉を行ひ靜止せ



しむること困難なり。

- (4) 磁針が約直角に近く偏向したる時は成るべく羅牌の振搖を防ぐに努力すべし。これ全く直角偏回に對し最も重要な事項なり。

#### 第四項 修正法

偏針儀は物標の方位によらず自差修正を行ひ得るものなれば船首の羅針方位に於て行ふことを得べし。勿論磁針の指力を測るには船首の磁針方位に於てなすべきものなれども、羅針方位により修正を行ひたる後その結果良好ならざる時は再びその羅針方位により修正を繰返す時は殆んど磁針方位によるものと等しかるべし。

- (1) 船首を羅針方位北に保ち偏針儀により直角偏回を行ひ標尺の讀數を記し、羅牌を舊位に復すべし。

この際補助羅針儀を用ひ成るべくその針路を保たしむべし。補助羅針儀を用ひたる時は直角偏回を行ひたる時針路にあるや否やを確むるは賢明なる方法なり。修正の時に於ては一層重要なことなり。

- (2) 船首を東に保ち直角偏回を行ひ讀數を記し、羅牌を舊位に復すべし。
- (3) 船首を南に保ち直角偏回を行ひ讀數を記す。

而して船首北及び南に於ける讀數の平均數に偏針儀標尺を合せ、直角偏回をする迄修正用縦置磁桿を以て修正すべし。修正後羅牌を舊位に復すべし。

船首北に於ける讀數南に於ける讀數より大なる時は +B の存する證なり。即ち船首には青磁極を船尾には赤磁極を有し、南方を向け建造されたるものなるべきを以てなり。かゝる場合には磁桿の赤端を船首に向くべし。

若し上に反する時は -B の存する證なるを以て磁桿の赤端を

船尾に向くべし。

- (4) 船首を西に保ち直角偏回を行ひ讀數を記す。

而して船首東及び西に於ける讀數の平均數に偏針儀標尺を合せ、直角偏回する迄修正用横置磁桿を以て修正すべし。

船首西に於ける讀數東に於ける讀數より大なる時は +C の存する證なり。即ち左舷に赤磁極右舷に青磁極を有するを以て東方に向け建造されたるものなるべきを以てなり、かゝる場合には磁桿の赤端を右舷に向くべし。

若し上に反する時は磁桿の赤端を左舷に向くべし。

- (5) 船首を依然西に保ち南北の平均讀數と東西の平均讀數との平均讀數に偏針儀標尺を合せ、軟鐵球を以て直角偏回する迄修正すべし。

而して南北に於ける平均讀數が東西に於ける讀數より大なる時は +D の存する證なるを以て軟鐵球を以て修正すべし。第八十八圖甲 +D に於て船首南北に於ける磁針の指力は東西に於ける指力より大なること明かなり。

若し上に反する時は -D の存する證なるを以て軟鐵球を羅針儀の前後に据附けて修正すべきものなれども、既に述べたる如く一般商船には -D の存することなし。

- (6) 以上の手續により係數 B, C 及び D の修正を了したるものにして、鐵器の排列甚しく不齊一ならざる限り熟練者は自差の最大量を 1 度乃至 2 度以下に修正し得べし。

#### 第五項 修正に關する參考事項

- (1) 係數 B 及び C 修正中北と南の讀數の差又は東と西との讀數の差が 10 以上なる時は B 及び C の修正を再び繰返すべし。これ前に述べたる如く船首を成るべく磁針方位に近づけしむる時は良好なる修正を成し得べければなり。











## 第九節 傾船差修正法 (Correction of heeling error)

### 第一項 修正すべき傾船差

傾船差修正は水平自差の修正後行ふべきものにして傾船差の諸原因中修正すべきものは次の二原因なりとす。

- (1) 羅針儀直下に於ける垂直軟鐵の感應磁氣によるもの。
- (2) 船體永久磁氣によるもの。

その他の原因に對しては修正せざるものなり、如何となれば横走水平軟鐵の感應磁氣によるものは水平自差修正の際用ひたる軟鐵球の感應磁氣によりその大部分は修正せられ (第百十一圖参照)、又羅針儀の前或は後にある垂直軟鐵の感應磁氣によるものはフリンダーズバーによりて修正せられ、尙龍骨の如き縦走水平軟鐵の感應磁氣によるものは修正する方法なきを以てなり。

### 第二項 船體傾斜に依る修正法

船首を羅針儀の北或は南に向け約10度の傾斜を保つ。北半球に於て磁針の北端高舷側に偏する時は、垂直磁桿 (Heeling magnet) の赤端を上に向け羅盆の直下管中に挿入して最下底部に下し、眞鍮製鎖により漸次上昇せしめて磁針が正しく基線に一致すれば鎖を羅針儀臺にある鉤に鉤すべし。若し磁針の北端低舷側に偏する場合には磁桿の青端を上方に向くべし。

第百十一圖は垂直磁桿  $m$  を以て修正せるものを示す。傾船差修正する時船首は磁北或は磁南を向くるを良とす。然れども羅針儀は既に水平自差を修正せるため殆んど磁針方位を指すものと看做し得るを以て羅針儀の北或は南を向け修正するも差支へなし。

羅針儀が船の一端に据附けられたる時は、船首北と南とに於て

修正を行ひ垂直磁桿は兩回の平均位置に置くべくその理由は既に傾船差の處に於て述べたるを以て省略す。

### 第三項 傾針儀による修正法

船を傾斜せしめて修正するは實際上困難なるため傾針儀 (Dipping needle instrument) を用ふるを便とす。傾針儀として最も多く使用されるものはケルビン式垂直力器 (Kelvin's vertical force instrument) なりとす。

#### (1) 傾針儀の構造 (第百十二圖参照)

(イ) 磁針。  $ab$  は一種の磁針にして長方形の硝子管中に納めその中心は水平軸  $O$  に定着せられ、磁針の兩端には傾斜を知るため割度弧あり。又磁針の一腕 (北半球にありては南腕) には銅線を以て作られたる移動錘  $W$  を設け水平軸よりの距離を知るために磁針の下面に尺度を附せり。

(ロ) 水平軸。  $O$  は水平軸を示し、磁針の中心點を定着せる水平なる軸にして、軸の双狀邊は磁針をして自由に傾斜をなさしむ。

(ハ) 鉤 (Hook)。  $H$  は鉤にして磁針の移動錘を移動せしむるに用ふ。移動錘を動かすには必ずキャッチをかけたる後に行ふべし。

(ニ) キャッチ (Catch)。  $C$  はキャッチにして器を使用する時はこれを外し、使用せざる時は、磁針を支へる用をなす。

(ホ) 水準器 (Spirit level)。  $L$  は水平器にして修正に際し器を水平に保つに用ふ。

(ヘ) 受架。  $R$  は受架にして羅針儀に懸垂するために用ふ。

#### (2) 修正の原理

船内に於ける垂直力は地磁氣垂直力 (1)、垂直軟鐵感應磁氣 (2) 及び船體永久磁氣の垂直分力 (3) なり。この垂直力中傾船差を生



すべきものは(2)及び(3)の垂直分力なるが故に地磁氣垂直力を残し、他を修正し去る時は垂直軟鐵感應磁氣及び船體永久磁氣の垂直分力より生ずる傾船差は消滅すべし。而して船内の地磁氣垂直力の値は陸上に於ける垂直力より求め得べし。陸上に於ける垂直力は傾針儀によりて測るべきものなり。

## (3) 修正法

- (1) 陸上に於て地方磁氣の影響無き所を選び、傾針儀を磁氣子午線の方向に向け水平に置き錘を移動して磁針をして水平の位置を探らしむ。北半球に於ては磁針の赤端俯下すべきを以て錘は青端の側にあらしむべし。磁針の赤端なるか青端なるかは器の外部に色を塗りて明示せるものなり。
- (2) 次にキャッチを装し器の下方より錘の距離を読み(銅線の錘は連続せられたる2線より成れるを以て距離を読む時は何れの線によりて読むも差支へなしと雖も數の多き方で読むを可とす)、これに品を乗じたるものを船内に於ける距離となし錘の位置を改むべし。これ實驗上船内羅針儀の位置に於ける地磁氣水平力は陸上に於る値の0.80乃至0.95なるを以てこれを0.9と看做せるものにして、垂直力も同一比を保つべきを以てなり。
- (3) 船首を羅針儀の東或は西に保つべし。これ船内縦走水平軟鐵の感應磁氣の垂直分力による傾船差を含ましめざるためなり。
- (4) 羅盆を脱し器を磁氣子午線の方向に置き赤端を北に向はしむべし。磁針は羅針儀の磁針と同一の高さにあらしむべし。
- (5) この時磁針の赤端俯下する時は、垂直磁桿の赤端を上方に向け磁針の水平となる迄磁桿を以て修正す。
- (6) 垂直磁桿はその位置より約2吋下げ置くべし。即ちケルビン式羅針儀にありては、羅盆は螺旋發條を以て懸垂されその

支點は羅針儀の磁針と同一平面上にあらず。従つて船が傾斜する時羅牌の中心は垂直磁桿の直上にあらず磁桿と磁針との距離近づくため、船を水平にして修正せる時は修正過剰となるべし。

- (7) 垂直磁桿は修正する數により第百十三圖の如く入れるものとす。

## 第四項 位置の變化に對する傾船差修正後の變化

傾船差の修正はその位置に於てのみ完全なり。位置變化する時は軟鐵の感應磁氣の垂直力は變化し、磁氣赤道に於ては零にして他の半球に入る時はその名は反すべきを以て垂直磁桿の修正位置を改むべく、或場合には反轉すべきものなり。

若し某地に於て陸上に於ける垂直力を測れる錘の位置を知る時は、兩地の垂直力の値を磁氣要素圖より求め、他の地に於ける錘の位置を算出し得べし。

(例) 甲地に於ける錘の距離を10とし地磁氣垂直力2.0なる時、地磁氣垂直力1.0なる乙地に於ける錘の距離を求むべし。且乙地に於ける船内に於ける錘の距離如何。

乙地に於ける錘の位置を  $x$  とすれば

$$2.0 : 1.0 = 10 : x$$

$$x = \frac{1.0 \times 10}{2.0} = 5$$

$$5 \times \frac{9}{10} = 4.5 \dots \dots \dots \text{船内に於ける錘の距離}$$

## 第五項 雜問

- (1) 傾船差修正に際し羅針方位東或は西に保つのと磁針方位東或は西に保つのと何れを選ぶや。



理論上よりいへば磁針方位東或は西に保つ方良好なる修正をなし得べし。

- (3) 然らば何故羅針方位東或は西に保ちて修正せしか。

即ち水平自差修正後なるを以て羅針方位と雖も殆んど磁針方位に近きものにして、修正の結果は磁針方位によるものと極めて僅かの差なるべく磁針方位に向ふべき手数を省略せるなり。

- (3) 修正用軟鐵球は傾船差に影響すべきものなりや否や説明を求む。

修正用軟鐵球は傾船差に影響すべし。例へば北半球に於ては磁針の北端を低舷側に偏せしむべし。即ち軟鐵球の上部は青磁極下部は赤磁極を成すものなるを以て船體傾斜する時は、低舷側に於ける球の青磁極はその赤磁極よりも磁針に近く、高舷側の赤磁極は青磁極よりも磁針に近きを以て磁針の北端を低舷側に偏せしむべし。

- (4) 若し羅針儀の直上に大なる垂直軟鐵ある時は如何なる傾船差を生ずるや。且北半球に於ては如何なる修正を行ふや。

北半球に於てはその垂直軟鐵の下端は赤磁極なるを以て磁針の北端を高舷側に偏せしむる傾船差を生ず。故にかゝる場合には垂直磁桿の赤端を上方にして修正すべきものなり。

- (5) 北半球に於て傾針儀により傾船差修正中磁針の赤端舉上せり、傾船差の原因を説明し修正を行ふべし。

北半球に於ては羅針儀直下の垂直軟鐵感應磁氣の垂直力より生ずる傾船差は、船體永久磁氣より生ずるものより大なるを普通とし傾針儀の磁針の赤端は俯下するものなれども、この場合磁針は舉上するを以て上に全く反せるものにして前者の影響後より小なる場合と判断すべく、垂直磁桿の青端を上方にして修正すべし。

- (6) 傾針儀を以て傾船差修正に際し主要傾船差の一つなる横走水

平軟鐵の感應磁氣による傾船差を修正せざる理由如何。

横走水平軟鐵の感應磁氣より生ずる傾船差は軟鐵球により殆んどその全部修正せるを以てなり。

- (7) 煙突は傾船差を生ずるや、又その修正法如何。

煙突も船が傾斜する時は、羅針儀を含む垂直面を離れ何れか近き極(普通上部)がその一側に作用すべきを以て傾船差を生ずること明らかなり。

煙突より生ずる傾船差は水平自差を修正せるフリンダースパーにより自ら修正せらるべきものなり。

#### 第六項 長方形傾針儀の缺點と改良

現今一般に使用せる長方形傾針儀の最新型としては特筆すべき改良なしと雖も、傾針儀を載せる受架の兩端を伸縮し得る装置を施せり。これがため任意の大いさの磁氣羅針儀に使用し得べく甚だ便利なり。

然れどもこの式の傾針儀は使用したる結果次の如き缺點あるを發見せり。

- (1) キャッチを装し或は外す時、磁針に激動を與へ且磁針を支ふる水平軸は軸受(瑪瑙製)を破損する虞あり。
- (2) 移動錘を移動する鈎の取附部不良なるため錘の移動甚だ困難なり。
- (3) 單に傾針儀を受架に載せたるまゝなるため、儀を落す虞あり。従つて取扱上注意する必要あり。以上の缺點を補ふため圓形傾針儀を考案せり。

圓形傾針儀は第百十四圖に見る如くabは磁針、cはCatch、wは移動錘にして前項のものと同様なれどもその他の缺點を殆んど補へり。即ち器の後面にある螺子を左に旋回せばキャッチ(Catch)を靜かに外し、磁針に激動を與へざるを以て水平軸受を



損することなし。又螺子 e と連結せる管の先端 f には鉤を有し錘を移動せしむ。而して螺子 g に連なる鐸は e と連結せる管内に挿入され、e と連結せる管即ち鉤を動かす導きとなるため容易に錘を移動し得べく、前式より遙かに優良なり。圖中 i は受架にして、受架と儀とは螺子 h により取附けたるを以て前式の如き危険性なく、構造頑丈且精巧にして塵芥等の侵入する憂なし。最新型のものは 2 本の圓形磁針を用ひ、互に上下に平行し兩端各々を連結せるものなり。

## 第十節 自差修正の結論

### 第一項 係數 B の分解

自差修正に就て最も困難なるは B の分解なり。造船當時の船首方向分明なる時は B の分解をなし得るも、新造船に非ず且船首方向不明なる時は B を分解することは全く困難にして、船が磁氣赤道或はその附近に至りたる時に B の修正をなすべきことは既に述べたるところなり。然れども現在某地に於て B を分解して修正する方法なきやの問題に對し、若しその船に於ける羅針儀日誌中に船首東或は西に於ける測定自差ある時は、これを用ひて B を分解して修正し得る方法あり。即ち船首東に對する測定自差が 2 つあり且自差測定の緯度が相異なる時は次式により B を分解し得べし。

X を永久磁氣より生ずる自差とし、Y を垂直軟鐵の感應磁氣より生ずる自差とする時は、甲地に於て船首東に對する測定自差を a とし水平力を H' 傾差を D' とし、乙地に於て船首東に對する測定自差を b とし水平力を H'' 傾差を D'' とす。

然る時は

$$a = X + Y \dots\dots\dots(1)$$

$$b = X \times \frac{H'}{H''} + Y \times \frac{\tan D''}{\tan D'} \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{H'}{H''} = K \quad \text{とし} \quad \frac{\tan D''}{\tan D'} = K' \quad \text{とすれば}$$

$$a = X + Y \dots\dots\dots(3)$$

$$b = XK + YK' \dots\dots\dots(4)$$

(3) 及び (4) より X 及び Y の價を求む。

$$Y = a - X \dots\dots\dots(5)$$

$$\begin{aligned} b &= XK + (a - X)K' \\ &= XK + aK' - XK' \\ &= X(K - K') + aK' \end{aligned}$$

$$X = \frac{b - aK'}{K - K'} \dots\dots\dots(6)$$

(5) 及び (6) に於て a 及び b は既知量、K 及び K' は各々 H' 及び H'' と tan D'' 及び tan D' の値により作成せる表に入るか、又計算によつて求め得べき量なれば X 及び Y を算出することを得べし。

乙地と修正地と殆んど等しければこの價により B の分解をなし修正し得べし。故に乙地は成るべく修正地に近きものを選ぶを可とす。この計算は修正前既に成し得るものなれば修正に多くの時間を費すが如きことなし。

若し乙地と修正地と異なる時は磁氣要素圖より修正地の水平力及び傾差を知り得るを以て X 及び Y の値を修正地のものとなすべし。(地理上の位置の變化により自差の變化の處参照)。

又以上の場合と異り單に一地點のみに於ける東又は西の自差より得られざる時は修正地に於て東或は西に於ける自差を測定して上記の計算をなすべきなり。

分解の結果が正しきや否やを検するには、若し羅針儀日誌中船首西に於ける自差ある時は前述の如き計算をなし船首東に於てな



したるものを比較するにあり。

以上述べたる方法は自差修正者として任意の地に於てBを分解し得る唯一の方法なり。

尙以上の外羅針儀日誌を取調ぶる事は重要な事にしてこれにより羅針儀に他の如何なる修正を行ふべきやを知り得べし。

(例) 香港に於て船首東に對する自差  $+7^\circ$  なりとしシヤトルに於て船首東に對し自差  $+10^\circ$  なりとせば船體永久磁氣及び船内垂直軟鐵より生ずる自差各々如何。

$$\left. \begin{array}{l} \text{香 港 水平力} = 1.95 \quad \text{傾差} = 30^\circ \\ \text{シヤトル 水平力} = 1.00 \quad \text{傾差} = 72^\circ \end{array} \right\} \text{を}$$

磁氣要素圖より得たるとせば

$$X = \frac{10^\circ - 7^\circ \times K'}{K - K'}$$

$$K = \frac{H'}{H''} = \frac{1.95}{1.00} = 1.95$$

$$K' = \frac{\tan D''}{\tan D'} = \frac{\tan 72^\circ}{\tan 30^\circ} = 5.33 \quad (\text{方位表により求む})$$

$$X = \frac{10^\circ - 7 \times 5.33}{1.95 - 5.33} = \frac{10^\circ - 37.31}{-3.38} = \frac{-27.31}{-3.38} = +8.08 \div +8^\circ$$

$$Y = a - X = 7^\circ - 8^\circ = -1^\circ$$

$$\text{答} \begin{cases} X = +8^\circ \\ Y = -1^\circ \end{cases} \quad \text{シヤトルに於ては} \begin{cases} X = +15.07 \\ Y = -5.07 \end{cases}$$

(2) 自差修正に際し時間に餘裕ある時は、8主要點に於ける自差を測定し係数を算出し自差係数を知りて後修正に入るは良好なる方法なり。

(3) 偏針儀により自差修正する時も(1)に述べたる方法によりBを分解し、垂直軟鐵より生ずる自差をフリンダースバーにより修正をなし置く時は便利なり。

又偏針儀により修正を行ひたる後再び4方點に於ける直角偏回を行ひ各々、その讀数が0.5位の差なれば修正の結果良好な

り。斯くの如く最後に指力の平均せるや否やを檢正するを要す。

(4) 最も正確なる自差修正は理論上磁氣赤道に於て行はるべきものにして方位による修正も偏針儀に於ける修正も優劣なし。

## 第二項 乾羅針儀の指力檢査

磁針の指力は長期に互り減するものに非ざるも、磁針に錆を生ずる等によりその指力を減することあるを以てかゝる時は次の方法により檢することを得べし。即ち第十章第三節第二項に於て

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{H'}{H} \quad \text{なる公式より}$$

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

$$T' = T \sqrt{\frac{H}{H'}}$$

Tは甲地に於ける羅牌の振搖周期

Hは甲地に於ける地磁氣水平力

T'は乙地に於ける羅牌の振搖周期

H'は乙地に於ける地磁氣水平力

幸にも羅牌の證明書(Certificate)にはその羅牌振搖の周期及び重量は記入しあり。若し證明書なき時は羅牌の裏面にこれ等の事項は記入しあるを以て今キュー試験所(Kew Observatory)に於て測定せる振搖の周期  $T=40^s$  とし

その地に於ける

$$H=0.185 \quad \text{なるを以て}$$

$$T' = 40 \times \sqrt{\frac{0.185}{H'}}$$

今若し横濱に於て振搖の周期を測定せんとする時は横濱に於ける

$$H'=0.30 \quad \text{なり}$$

而して横濱の船内に於てこれをなす時は船内に於ける水平力は陸上に於ける値の0.8乃至0.95なるを以てこれを0.9とせば(實際



は水平指力計により定むべきなり)、船内に於ては

$$H' = 0.30 \times 0.9 = 0.27$$

$$\therefore T' = 40^s \times \sqrt{\frac{0.185}{0.27}} = 33^s.11$$

即ちキュー試験所に於て測定せる羅牌振搖の周期は40秒は横濱の船内に於ては 33<sup>s</sup>.11 の値を保つべきものなり。

今船内に於て羅牌に35度の偏回を與へ、その振搖の周期を測定し 34<sup>s</sup> を得たりとせば計算により求めたる周期と大差なきを以て指力の減少なきものなり。若し測定したる周期が計算によれるものより過大なる時は一般に指力の減少せるものと判断し得べし。指力の減少著しき時は豫備の羅牌と取換ふべし。

キュー試験所に於ては35度の偏回を與へ振搖の周期を測定せるものなり。

### 第十一節 雜問

(1) 乾羅針儀の羅牌の取換法及び注意事項を述べよ。

羅盆を脱し室内に持ち來り毛布上に安置し硝子蓋の周邊の螺子を脱し豫備の羅牌と取換ふべし。若し船橋上にて行ふ時はその附近に於ける不規則なる風のため羅牌を飛ばすことあり。

硝子蓋を取り外すためにその周邊の螺子を抜き去る時、螺子の多くは錆つき容易に動かざるものなり。豫め油を差し決して無理に動かさざるを良とす。無理に螺子を動かす時はその頂部を破損し、硝子蓋を脱し得るも硝子蓋取付けに螺子の不足を來すべし。但し豫備の螺子を用意すること可能なる時は以上の憂なし。

著者は香港に於て基線の誤謬を修正せんとし硝子蓋の取外しに際し、その周邊の螺子脱出せんとしたるも容易に脱出し得ず油を差したるも動かす豫備の螺子なきため止むなく火夫長に依頼し幸にも無事螺子を脱出し得たることあり。火夫長は螺子の

溝を深くして脱出に成功せり。

(2) 10吋磁氣乾羅針儀とは如何。

直徑10吋の羅牌を有する乾羅針儀のことなり。

(3) 六分儀の原理を述べよ。

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回反射せらるゝときは最初の入射光線と最後の光線とのなす角は兩鏡の交角の2倍なり。

(4) 六分儀本弧の劃度 144 度乃至 155 度迄ある理由如何。

天體の補高度及び水銀盤による高度は 120 度位迄は測り得るものなるを以て 120 度附近の劃度は正確なるや否やを検査するためには 120 度以上游標尺の長さ位は劃度する必要あるものとす。

(5) 太陽の出沒方位により自差を求む時如何なる位置を選ぶや。

太陽の下邊が水平線より太陽の半徑位上方にある時を選ぶものとす。即ち真太陽の中心が水平線にある時視太陽の下邊高度は平均半徑 16' に近き値なればなり。

計算によつて求むれば

T. alt.	⊖	0° 0' 0"	
Semib		16 0	.....(平均半徑)
T. alt.	⊙	-0 16 0	
Refpar		30 45 +	
App. alt.	⊙	+0 14 54	
Dip		3 49	.....(眼高十五呎)
Obs. alt.	⊙	+0° 18' 43"	

(6) 天體の方位により自差を求むる時天體の位置は如何なる時を選ぶや。

方位の變化の最も少なき時を選ぶべし。即ち一般の法則として天體が高度低くして東西圈或はその附近にある場合を選ぶべし。



緯度と赤緯とが同名なる時は高度低くして東西圏に近き場合を選ぶべし。

緯度と赤緯とが異名なる時は天體の水平線に出没する時を選ぶべし。

(7) 天體が東西圏上にあるや否やは如何にして知るや。

羅針儀の方位により見るべく自差及び偏差を加減すれば眞の東西を知り得べし。

(8) 極星の方位により自差を求むるには如何なる時を選ぶや。

本書自差測定法の處に述べたるを以て参照せらるべし。

(9) 極星が子午線に正中せる時自差を測定するは正しきや。

理論としては子午線に正中する時は東西にある場合に比し方位の變化急なるを以て正しからず。然れども極星は極を中心として僅か平均  $1^{\circ} 17'$  位の半徑にてその周圍を回轉するものなるを以て子午線を通過する時と雖も方位の變化小なり。且正中する時は極星は眞北にあるを以て計算極めて簡單なるを以て實用上差支なく正しきものといひ得べし。

(10) 偏針儀により船首南及び西に於て各々係數 B, C, D に對する自差修正をなしたる後修正の正しきや否や如何にして知るや。

修正後再び船首を北、東及び南に向け各々直角偏回を行ひ、北と南の平均讀數と北及び南の各直角偏回讀數との差が標尺の  $\frac{1}{2}$  以内ならば修正良好なれどもその差  $\frac{1}{2}$  以上ならば再び南に於て B の修正を行ふべし。次に西に向け直角偏回を行ひ東西の平均讀數と各東及び西に於ける讀數との差を求め、その差標尺の  $\frac{1}{2}$  以内ならば修正良好なるもその差  $\frac{1}{2}$  以上ならば船首西に於て再び C の修正を行ふべし。次に依然西に於て南北の平均讀數と東西に於ける平均讀數との平均を求め、前に於ける修正の時に用ひたる平均度數との差  $\frac{1}{2}$  以上ある時は再び船首西に於て D の修正を行ふべし。

(11) 4 方點に於ける自差より求めたる係數 A と 8 主要點に於ける自差より求めたる係數 A とは一致せず。何れが正しきや。又何れを係數 A と定むべきや。

何れも正し。然し 4 方點より求めたるものを係數 A とす。即ち自差の値は六分儀に於て得たる高度の如き精密なるものにあらず。方位鏡を用ひて自差を測定するに當り、1 度以下は目測によつて 30 分、15 分或は 10 分と定むべきものなるを以てその精度の觀點より考ふる時は、4 方點に於ける自差より算出せる係數 A にて充分なり。

(12) 本船の自差表次の如し。修正良好なりや否や。不良なるとせば如何なる點なりや。

船首	自差	船首	自差
North	2° 0' E	South	2° 0' W
NE	1 0 E	SW	1 0 W
East	0 30 W	West	0 30 W
SE	0 10 W	NW	0 10 E

上記の自差表を一見したるところ自差の量少く、相對する船首方向の自差も殆んど同量異名にして修正良好の如し。然れども修正は良好なりといふ能はず。如何となれば上記の自差表より係數を求むる時は C の値は  $+2^{\circ}$  にして他のものに比しその量多し。故に C の修正良好とはいひ難し。係數を求むれば自ら判然すべし。

係數 A

North + 2° 0'	East - 0° 30'
- 3 0	South - 2 0
4) - 1 0	West - 0 30
A = - 0° 15'	- 3 0



係數 B	係數 C
East - 0 30'	North + 2° 0'
West + 0 30 (符號反轉)	South + 2 0 (符號反轉)
$B = \underline{0° 0'}$	$\begin{array}{r} 2) + 4 0 \\ \hline C = + 2° 0' \end{array}$

係數 D	SE + 0° 10' (符號反轉)
NE + 1° 0'	NW - 0 10 (—//—)
SW - 1 0	$\begin{array}{r} 0 0 \\ \hline D = 0° 0' \end{array}$
$\begin{array}{r} 0 0 \\ \hline D = 0° 0' \end{array}$	

係數 E	East + 0 30' (符號反轉)
North + 2° 0'	West + 0 30' (—//—)
South - 2 0	$\begin{array}{r} 4) + 1 0 \\ \hline E = + 0° 15' \end{array}$
$\begin{array}{r} 0 0 \\ \hline \end{array}$	

(13) 本船に於ける自差表を見て修正良好なりや否やを知るには如何になすや。

(12) に於て述べたる如く自差係数を求む。これにより修正の良好なるや否やを判断し得べし。

(14) 神戸に於て船首北に對し1° Eの自差を有する船、シャトルに至り同一船首に對し自差5° Eとなれり。その原因を探究し明解を求む。但し一般的の商船にして横置磁桿の青極は左舷、縦置磁桿の赤端は船尾に向け修正し、フリンダース・バーは羅針儀の前方に挿入しあり。

地理上の位置の變化に對し自差の變化するものは係數B及びCのみなり。本題に於て自差の變化は船首北に對し生じたるを以て係數Cの變化なり。

又横置磁桿は青極を左舷に赤極を右舷に向けたるを以て+Cに對する修正をなせるものと認めらる。然るに船首北に對し1° Eの自差あり。この事實より判断せば修正不足せるものと解す

べきなり。若し修正が完全に行はれたるものとすれば横置修正磁桿に錆を生じ磁力減少せるものなり。

1° Eの自差が5° Eとなれるは、修正完全ならざるため船が高緯度に至れるを以て磁針の指力の減少によるものにして、自差の増加は當然なりとす。

備考 本題は自差修正の状況を圖解せば自ら判明すべし。

(15) 軟鐵球が磁化されたるを發見せば如何になすや。

新しき軟鐵球と取換ふべし。若し新しき軟鐵球を得られざる時は、入渠の時を利用し、造船所に於てこれを高温度に焼き熱を加へて永久磁氣を取り去るべし。

(16) 航海中北方針路に於て羅牌の振搖起り、操舵に困難せりといふ。理由如何。又如何にして振搖をなくし得るや。

傾船差の修正不完全より起りたるものなり。かゝる場合には羅牌の振搖がなくなるまで垂直磁桿の位置を上方或は下方に移動すべし。

(17) 臺灣附近に於ては北方針路に於て羅牌振搖せざりしも、樺太沿岸航行中に羅牌は振搖を起したりといふ。理由如何。

樺太は臺灣に比し高緯度なるを以て磁針の指力弱りたるためなり。殊に樺太沿岸航行中船體動搖し傾船差の修正不良なるとせば、一層羅牌は振搖すべし。

## 第十二節 デビエスコープ (Deviescope)

デビエスコープは自差修正を實驗する装置なり。

### 第一項 構造 (第百十五圖参照)

(1) 圖中1は木製の船體にして羅針方位32點に相當する溝を有す。この溝は船體を磁化せしむる偏平なる磁石を挿入し或は修正用磁石の中央突出部を挿入するために設けたるものなり。



- (2) 2 は羅針儀なり。その後方に傾度計あり。  
 (3) 3 は横走軟鐵を挿入する所を示す。  
 (4) 4 は方位盤を示す。

羅針儀に何等鐵器の影響を受けしめざる時は、その方位は磁針方位を示すものなれば磁針の南北線に一致せる眞鍮製の示針をこの方位盤上に備へたり。この示針は船首を方位盤上所要の磁針方位に向くるに用ひらる。

- (5) 5 は垂直軟鐵にして煙突の代用なり。  
 (6) 6 はフリンダース・バーを示す。  
 (7) 7 は係數Cを修正せる磁石なり。この圖に於ては羅針儀の前方に置きたるものなれど通常後方に装するものとす。  
 (8) 8 は係數Bを修正せる磁石を示す。  
 (9) (10) 9 及び10 は係數+Dを修正せる軟鐵球なり。  
 (11) 11 は螺子を弛め船體を任意の角度に傾斜せしむるものなり。  
 (12) 12 は羅針儀の直下に垂直軟鐵を挿入すべき管なり。  
 (13) 13 は傾船差修正磁桿を挿入する管なり。  
 (14) 14 は見透し (Sight vane) なり。  
 (15) 15 は方位盤にして船首を磁針方位に向くる時使用するものにしてその構造は既に述べたる所なり。  
 (16) 附屬品として8箇の磁石及び3個の磁桿を有す。

## 第二項 使用法

- (1) 先づ近くにある鐵器を遠ざけ何等鐵器の影響をなからしめたる後、臺を左右何れかの方向に動かし、羅針儀の磁針と一致せる眞鍮製示針をして方位盤 (4) 上の南北線と一致せしむ。  
 然る時は方位盤は磁針方位として使用せらるべし。  
 15の方位盤は單に使用法を實地に行ふに止まらしむるものなり。

- (2) 次に船體を磁化せしむべし。例へば磁針方位北東を向け建造せる船とせば船首は赤磁極船尾は青磁極を有すべく、全磁力の方向は船首尾線の溝より左方四番目の溝なるを以て船首の方は偏平なる磁石の赤端を羅針儀の方に向け、その四番目の溝に挿入す。船尾の方は同磁力を有する磁石の青端を羅針儀に向け船首尾線の溝より右方四番目の溝に挿入す。然る時は船體は磁化せられ、磁針方位北東に向け建造せられたるものと等しき状態にあるべし。

全磁力の方向を簡単に知らんには、船體を方位盤 (4) により建造方向に向くる時は羅針儀磁針の示す方向は全磁力の方向なるを以てそれに一致する溝を求むるにあり。

- (3) 垂直軟鐵を装し煙突に代用せしむ。  
 (4) 横走軟鐵を装し梁材 (Beam) に代用せしむ。  
 (5) 羅針儀直下に垂直軟鐵を装すべし。この器には垂直軟鐵の代りに磁桿を用ひるを以て青端を上に向くべし (北半球)。  
 以上の装置によりこの船は全く鋼鐵船と等しく、羅針儀は既に磁針方位を示さず自差を有するものなるべし。

## 第三項 修正法

- (1) 方位盤により船首を磁北に向くべし。その際に生じたる自差は係數Cなるを以て磁石の中心突出片を羅針儀後方の船首尾線の溝に嵌め、遠くより徐々に羅針儀に近づけ磁針の北端をして基線と一致せしむべし。+Cなる時は磁石の赤端を右舷、-Cなる時は赤端を左舷に向くべし。Cの修正に對しては傾度計に注意し船を水平に保つべし。  
 (2) 船首を磁東に向け前に述べたる如くBを分解し、垂直軟鐵の感應磁氣によるものはフリンダース・バーの下底中央突出片を前方船首尾線の溝に嵌め、徐々に羅針儀に近づけて修正し、船



體永久磁氣によるものは磁石を以て修正すべし。而して +B なる時は磁石の赤端を船首、-B なる時は赤端を船尾に向くべし。

修正用磁石は中央に突出片を有し溝に嵌むるに便ならしめ、且羅針儀の中心を通る縦或は横の垂直面内に磁石の中心をあらしめんがためなり。

- (3) 船首を磁針の南東に向け自差ある時は、軟鐵球を装して遠方より羅針儀に徐々に近づけて修正すべし。(横走軟鐵のみ装置せるを以て +D の形式をとる自差なるべし、南東に於ては偏西自差を生ずべきなり。)
- (4) 磁南を向け自差ある時は C を修正せる磁石を移動せしめその半量を修正すべし。
- (5) 磁針の南西を向け自差ある時は軟鐵球を移動し、その半量を修正すべし。
- (6) 磁西を向け自差ある時は B を修正せる磁石を移動せしめその半量を修正すべし。
- (7) 係数 E の値ある時は D, E の合併差を行ふべし。この器には合併差を行ひ得るやう軟鐵球を支ふる受架は、羅針羅の周にある眞鍮製圓環により何れの方向にも旋回し得るものなり。
- (8) 傾船差を修正するには船首を北に向け、圖 11 の螺子を弛め傾度計により船體を 10 度傾くべし。磁針の北端高舷に偏する時は垂直磁桿の赤端を上にして圖 13 に示す管中に入れて修正すべし。

## 第十二章

### ニューマケータ水槽指示器

(Pneumercator tank gauge)

#### 第一節 構造及び原理

遠距離にありて水艙内の液體の量を知るに用ふ。

#### 第一項 構造 (第百十六圖甲乙丙丁戊參照)

- (1) 平衡室 (Balance chamber)。半球形の容器にしてこれを倒置し水艙底に取付け、その側面に 1 箇の小孔を穿つ。この小孔は液體の深さを測る零點即ち基準線となるものなり。
- (2) 銅管 (Copper pipe)。内徑 1/2 吋、外徑 3/4 吋の銅管を用ひ、一端は平衡室の上部に取付け他端は指示計に至る。
- (3) 指示計 (Gauge)。普通寒暖計に類似せる構造にして目盛は呎及び噸數を記入し、水銀の高さによりて水艙内の液體の高さ或は噸數を知ることを得。目盛に呎のみ記せるものによりては他の目盛尺により量を知ることを得べし。
- (4) Control valve。水艙内の液體の量に比例する壓力を指示計に傳へ或は指示計と遮斷することを得。尙この弁は唧筒と銅管及び平衡室とを直結せしめ得るものなり。
- (5) 空氣唧筒 (Air pump)。銅管及び平衡室内の空氣の量を調節するに用ふ。

#### 第二項 原理

水艙内に液體を滿す時は、その量増加するに従ひ平衡室内の空



氣を壓縮す。その壓力は銅管を通じて指示計に至り水銀を壓して水倉内液體の高さ或は噸數を指示すべし。指示計の目盛は使用の目的により各々淡水或は海水或は油等に對するものなれども、如何なる液體を水倉内に入るゝもその比重を知る時は從來の目盛を利用し得べし。

例 1. 指示計は淡水に適當する目盛を施したるものとす。今海水を以てこの水倉を充し指示計は4呎を示したる時實際の高さ如何。

淡水の比重 1.0 海水の比重 1.025 なるを以て

$$\text{實際の高さ} = 4'0'' \times \frac{1.00}{1.025} = 3'10''.7 \text{ 強}$$

例 2. 指示計の比重 0.9 を有する原油に適當する目盛を施したるものとす。今比重 1.2 を有する油を以て水倉に充したる時指示計は48噸を示せりと云ふ。實際の噸數を求む。

$$\text{實際の噸數} = 48 \text{ 噸} \times \frac{0.9}{1.2} = 36 \text{ 噸}$$

## 第二節 使用法及び注意事項

### 第一項 使用法

Control valve を Air と記せる處に向け空氣唧筒を約8回動かすべし。而して次に Cock を Gauge と示せる所に向く時は、水倉内液體の壓力は平衡室内及び銅管内の空氣に傳はり水銀の上昇を見るべく目盛を讀みて水倉内液體の高さを知るべし。尙同時にその量をも知るべし。

目盛を讀み終らば Cock を Stop と示せる所に向く時は水銀と銅管との連續を遮斷し、水銀を壓せる空氣は大氣中に逃れ水銀は下降し零位を示すべし。

### 第二項 使用上の注意事項

(1) 平衡室内の基準面を正すこと。

水倉内の液體の深さ増加すれば平衡室内の液體の壓力増加す。従つて空氣の壓力も増加するを以て空氣の容積は小となるべし。液體は平衡室に浸入し、ために液體面は平衡室中の基準面即ち小孔の位置よりも以上に昇り指示に誤差を表すことゝなるべし。故に空氣唧筒により空氣を銅管に注入すれば平衡室中の液體面は壓せられて所定の基準面を保つことゝなるべし。依つて Gauge を正確に讀まんとする時は空氣唧筒を動かし液體面を調節すること緊要なり。

(2) 銅管内の溫度の變化は Gauge の確否に影響を及ぼすことなし。

例へば管が熱する時は管内の空氣は膨脹して餘分の空氣は平衡室の小孔より沸出す。又管が冷却する時は管内の空氣は收縮し水倉内の液體は調節室内に於て高まると雖も、次に目盛を見んとして空氣唧筒を使用すれば空氣の量は調整せらるべし。

(3) 銅管は成るべく連結をさけ絶對氣密なるを要す。

(4) 銅管内及び平衡室内は何等障害なき様清掃すべし。

### 第三節 本装置の利點

(1) 從來水倉内の水量或は油倉内の油量を知るには元始的なる Sounding rod によりたるものなれども、本装置は倉内液體の多寡に比例する壓力により液體の量を知るを以て極めて正確なり。

(2) 各倉内の液體の量は當直者の便利なる箇所の指示器に表はしたるを以て從來のものに比して手數と勞力を極度に減少せしめたり。

(3) 如何なる時と雖も現時の液體の正確なる量を知ることを得。

(4) 一箇の指示計を數箇の水倉と連結し得る装置を有す。



- (5) 必要に應じ液體が船内豫定の高さに達したる時は警報信號を發する様警報器を取附くることを得。
- (6) その他潮の高低、河川の深さ、工業上使用する液體の貯藏タンクの深さ等を測るに用ひらる。

## 第十三章

### ニューマケータ吃水指示器

(Pneumercator draught indicator)

#### 第一節 構造 (第百十七圖甲乙丙丁參照)

遠距離にありて船の吃水を知るに用ひらる。

- (1) 海水弁 (Sea cock)。輕吃水線以下に直徑 1 時の管を取附け海水の浸入或はこれを防止する海水弁を取附く。甲圖。
- (2) 水密圓筒室 (Water tight casing)。輕吃水線以下船首及び船尾適當の場所を取附け、海水弁と管により連結する水密中空圓筒形にして海水弁を通じて海水浸入す。甲及び丁圖。
- (3) 曲管 (Vent pipe)。一端は水密圓筒室の上部を取附け他端は甲板上に突出し大氣に通す。甲圖。
- (4) 平衡室 (Balance chamber)。半球形の容器にしてこれを倒置し、その側面にある一箇の小孔をして水密圓筒室の零點と一致せしむ。而して容器の上部に銅管の一端を取附け他端は吃水指示計に至る。甲圖。
- (5) 吃水指示計 (Draught gauge)。構造寒暖計に類似し目盛は呎を以て表はす。海水の深さに比例して平衡室に浸入せる海水の平衡室及びこれと連結せる銅管内の空気を壓縮す。この壓力は指示計の下部にある水銀房に加はるを以て水銀は上昇し吃水を表示すべし。吃水指示計は平衡室零點を基準として目盛を施せるものなり。丙圖。



- (6) 水銀房 (Merruy chamber)。吃水指示計にありては金屬性室に水銀を満せるものなり。壓力を受けざる時は室は水銀を以て充滿し水銀面の高さは平衡室零點に相當する指示計の高さと一致せしむべきものなりとす。
- (7) Controlling valve or switch cock。水銀房の下部にありて唧筒と平衡室或は平衡室と指示計或は大氣と水銀房の下部との連絡及び遮斷を司るものなり。丙圖。
- (8) 空氣唧筒 (Air pump)。平衡室及び銅管内の空氣を一定にするために設けられ、Controlling valve の作用により銅管及び平衡室と連結せしめ、空氣唧筒を活動し銅管を通じ平衡室に空氣を送り、平衡室内に浸入せる海水を排除し常に平衡室の小孔をして基準面と一致せしむべきものとす。丁圖。

### 第二節 使用法及び注意事項

- (1) 海水算は常に開かれたるを以て海水は海水算を通りて水密圓筒室及び平衡室小孔よりも浸入し、海の深さに比例する壓力により平衡室及び銅管内の空氣を壓縮すべし。  
Controlling valve を指示計 (Gauge) とせる方向に廻轉せしむる時は壓縮せられたる空氣は水銀房の下部を押し水銀は上昇すべし。水銀の高さにより側面に劃せる目盛により船の現時に於ける吃水を知り得べし。目盛を読むに便ならしむるため刃状片 (Knife edge) を有す。指示計を読み終らば Controlling valve を Stop と記せる處に向く時は水銀は下降し壓縮せる空氣は大氣中に逃れ出づべし。
- (2) 平均吃水を知らんと欲せば前後の吃水を読み終り、平均吃水指示計の Controlling valve をして兩管を連結せしめ得べき方向に向くれば、その平均吃水を知り同時に排水噸を知り得べし。
- (3) 中央吃水 (Midship draught) を知るには中央部に以上の装置を設

くるものとす。

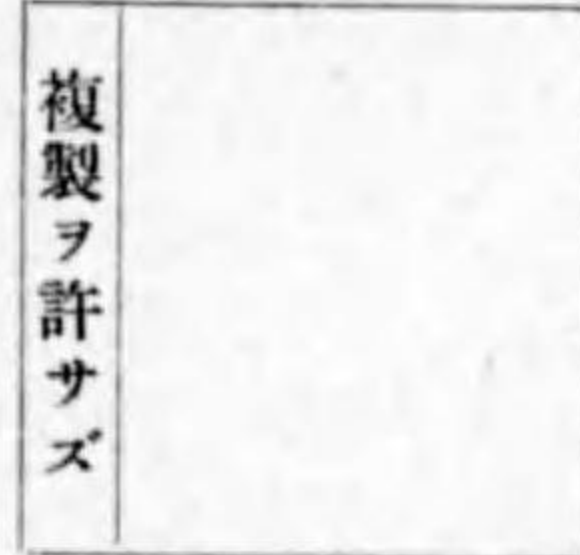
- (4) 本器使用に對し最も注意すべきは平衡室の小孔を基準面に訂正することなり。即ち使用前必ず Controlling valve を Air と記せる方向に向け唧筒を 8 回乃至 10 回活動せしむ。然る時は銅管内及び平衡室内の空氣は壓迫せらるゝを以て平衡室内に浸入せる海水は小孔より外部に壓出されるため平衡室の小孔は基準面を保つべし。唧筒の活動は回數の少きより多きを良とす。即ち 4~5 回唧筒を活動せしめたりとせば平衡室内の小孔より上部にある海水を全部外部に驅逐し能はず基準面を異にするを以て指示不正確なり。若し唧筒の活動 10 回以上にして多きに失する時は平衡室内の小孔面上の海水を全部驅逐し、尙空氣の壓力大なる時は空氣小孔より壓出し氣泡を生じつゝ曲管より大氣中に逃れ出づるを以て正しき基準面を保つことを得べし。
- (5) 銅管 (Copper pipe) は充分氣密なるべし。若し指示に誤差ある時は氣密なるや否やを確むべし。

### 第三節 本装置の利點

- (1) 従來の方法による時は波の高低により正確なる吃水を檢すること至つて煩勞にして、殊に船尾にあつては一々船外に降りて見る等危険多く且夜間これを知るは最も困難なる業なり。然るに本装置に於ては常に船橋上或は任意適宜の場所を取付け得るを以て甚だ便利なり。
- (2) 本装置は平均吃水を知り得べし。
- (3) 中央に於ける吃水を知り得べし。
- (4) 碇泊中 (殊に荷役中) 或は航海中を問はず何時にても吃水を知り得べし。



昭和十七年六月二十三日 改訂新版第一版印刷  
昭和十七年六月二十八日 改訂新版第一版發行



改 航 用 測 器 學

定價 (附圖共) 金五圓八拾錢

著 者 井 關 實

發 行 者 賀 集 計 一

神戸市神戸區元町通三丁目三四〇ノ一  
文協會員番號 第106528番

印 刷 者 中 村 長 次 郎

神戸市葦合區北本町一丁目八七  
(西兵二六)

發 行 所

合資 海 文 堂 出 版 部  
會社

神戸市神戸區元町通三丁目  
電話三宮③2023番 振替神戸815番

配 給 元

日 本 出 版 配 給 株 式 會 社

東京市神田區淡路町二ノ九

(三和印刷合資會社・印刷)



558.2

78

558.2-198-27



1200500746537

終