

第五編 羅盤測量

(Compass Surveying)

第一章 概 説

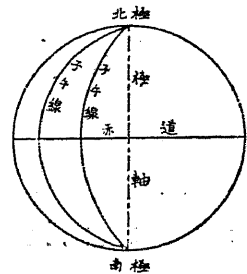
105 羅盤の特徴及用途

羅盤又は羅針儀 (Compass) は磁針 (Magnetic Needle) の略南北を指す性質を利用して方向を測る簡単な測量器械で、轉鏡儀の代用として用ひられ其の特色とする所は (1) 其構造が極めて簡單で軽く素人でも容易に取扱ひ得ること、(2) 重量が極めて軽く、(3) 従つて價格も轉鏡儀に較べて數倍廉いこと等である爲、山地、農地等の測量には是迄廣く使用されて居つたが、轉鏡儀に比し肝心な精度の點で大分劣り、且つ轉鏡儀の如く萬能で無いため、近年此の羅盤を用ふる事は次第に減じつゝある。恐らく何年かの後に轉鏡儀が之に代り、羅盤は専ら航海用、探險用のみとなるのであらう。

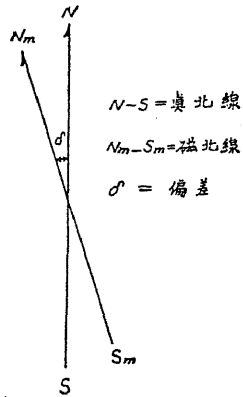
序に羅盤測量に必要な定義を少し述べやう。

(1) 子午面及子午線 (Meridian Plane and True Meridian) 地球の南北兩極を含む平面を子午面といひ、夫が地球表面と交つた大圓を子午線と云ふ。子午線は極に集まる南北線で又眞北線 (True North Line) とも云つて居る。

(2) 磁氣子午線又は磁北線 (Magnetic Meridian or Magnetic North Line) 磁極が地球の兩極から少し外れて居る爲磁針は眞の南北即ち子午線を



第 306 圖 子午線



示さない。夫で磁針の指す方向を磁氣子午線又は磁北線と云つて區別して居る。此の磁北線が厄介な事には不安定で種々な原因で少しづつ變化する。

(3) 偏差 (Declination) 眞北線と磁北線のなす水平角を偏差と云ふ。

(4) 眞方位及磁針方位 (True Bearing and Magnetic Bearing) 任意の直線が眞北線と爲す 90° より小なる水平角を眞方位と云ひ、同じく磁北

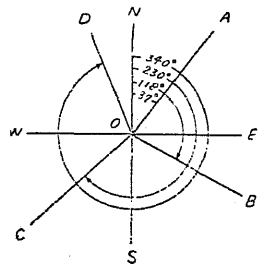
線と夾む水平角を磁針方位と云ふ。磁針方位は眞方位と偏差だけ違つて居る。素人は眞方位と磁針方位とを混同するので後になつて厄介な問題を起す事も少くない。

海軍省水路部では次の様に規定して混同を防いで居る。

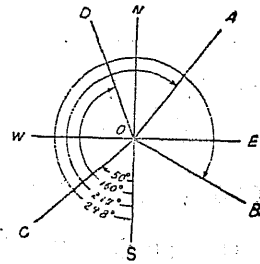
1. 方位は眞方位を以て示すを原則とすること
2. 若し磁針方位を以て示す場合には其の偏差を併記し使用海圖を明記する事
3. 方位には眞方位なるや磁針方位なるやを明記すること。

昭和4年6月15日水路部

(5) 全周方位角 (Azimuth) 同じく方位を表はすのに全周方位角なるものがある。全周方位角とは南北線を基準とし



第 308 圖(a) 全周方位角



第 303 圖(b) 全周方位角

て時計の向きに測つた $0^\circ \sim 360^\circ$ に至る線の方角で、其の基準は眞北線でも磁北線でも差支へない。第 308 圖の様になり二通りになるが一般には N の方を基準とする。

106 羅盤の分類

羅盤の最大な用途は航海用で、羅針盤 (Navigation Compass) は航海用計器の中で最も重要なもので、陸地測量用としては小型のみである。今測量用羅盤を分類すれば

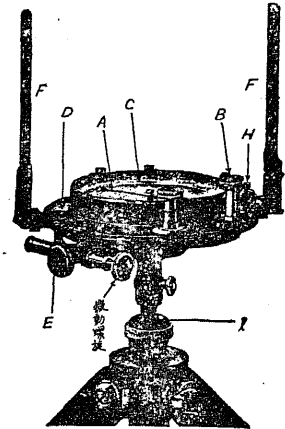
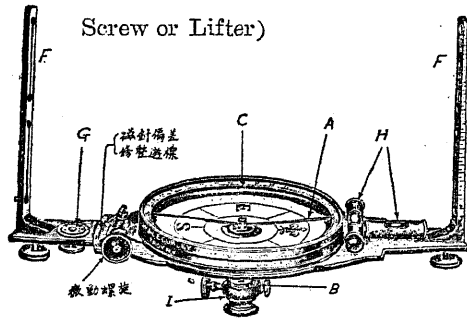
- (1) 大きさに依り (By the Size)
 - (a) 測量羅盤 (Surveyor's Compass)
 - (b) 懐中羅盤 (Pocket Compass)
- (2) 器械の構造に依り (By the Construction)
 - (a) 羅盤 (Compass)
 - (b) 懐中轉鏡儀 (Pocket Transit)
 - (c) 懸垂コンパス (Hanging Compass)
 - (d) 装稜羅盤 (Prismatic Compass)
- (3) 測量の目的に依り (By the Surveying Object)
 - (a) 普通羅盤 (Plain Compass)
 - (b) 遊標羅盤 (Vernier Compass)
 - (c) 太陽羅盤 (Solar Compass)
 - (d) 鑛山用羅盤 (Mining Compass)

第二章 羅盤の構造

107 羅盤の構造

第 309 圖の測量用遊標羅盤にて

- A=磁針 (Magnetic Needle)
- B=磁針止め螺旋 (Needle Lifting Screw or Lifter)



第 309 圖 遊標羅盤

- C=分度圓 (Graduated Circle) (Compass Circle)
- D=遊標 (Vernier)
- E=緊付螺旋 (Clamp Screw)
- F=視準器又は規板 (Sight Vane or Alidade)
- G=示鎖器 (Outkeeper)
- H=水準器 (Level)
- I=球接合 (Ball and Socket Joint)
- J=彈鉤 (Spring Catch)

(1) 磁針 (Magnetic Needle) 磁針は磁石鋼で作られ其の端を尖らして、樞軸 (Pivot) の上で自由に振動し得る様になつて居る。磁針の長さが 15 cm 以上となると第二の磁極が針の中に生じ、磁氣能率が弱くなるので、其の長さは大抵それ以下である。勿論それ以下では磁針の長い程有効である事

は下の公式が示す通りである。

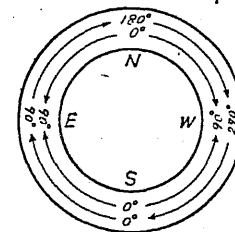
- M =磁氣能率 (Magnetic Moment)
- m =極の強さ (Strength of Pole)
- l =二極間の距離 (Distance between Poles)

とすると

$$M = ml \dots\dots\dots (123)$$

夫で羅盤の大きさを表すには此の磁針の長さを以てする。磁針の中央下面に軸承 (Cap) があつて、瑪瑙、Ruby, Sapphire 等の寶石をはめ込んで、硬鋼の尖軸の上に載つて居る。尖軸が鈍らない様に使用しない時はいつも B の止め螺旋 (Lifting Screw) を緊めて揚げて置く事である。其他伏角 (Dip) に依る磁針の傾斜を避ける爲に北半球では S の方に針金 (Balance Coil) を巻いて水平にしてある。

(2) 羅函 (Compass Box) 磁針を容れてある函を羅函といひ、其の中に所謂羅盤分度 (Compass Circle) がある。之は第 310 圖の様な分度で各々南北

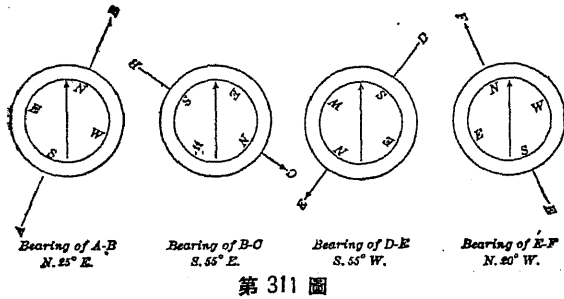


第 310 圖

線から出發し、東西線に至つて止む $0^\circ \sim 90^\circ$ の目盛りである。直接読み取る便宜上 E 及 W が實際と丁度反對に置かれてある。大抵目盛りは $30'$ 位で肉眼で $10'$ 位迄は読める。遊標が着いて居るものは更に獨立の分度を有するもので、 $0^\circ \sim 360^\circ$ で右廻りの方が都合がよい。又偏差を設ける爲だけの遊標を

備ふるものもある (第 309 圖)。磁針に依る方位の読み方は第 311 圖で了解する事が出来る。

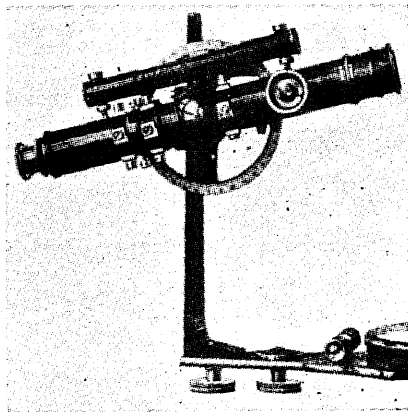
(3) 規板 (Sight Vane) 羅函の NS 線上に二つの規板又は視準器が



附いて居り、之で視準線を決定する。規板には縦孔及び圓孔を有し、更に細き針金又は毛を張つたものもあり、之で南北

線を視準し、更に *N* 側の規板には度盛りを施して高低の略測をなし得る様になつて居る。

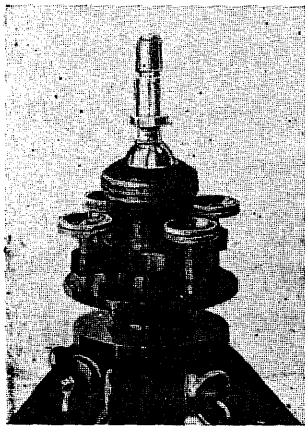
第 312 圖の様に規板の代りに望遠鏡及び垂直分度を有するものもある。之は規板よりも遠く視準が利くばかりで無く、視線が正確で眼が疲れない利益がある。



第 312 圖

(4) 水準装置 (Leveling Apparatus)

羅盤の水平を見る爲に縦横に一對の平盤水準器を有する、此の作用は轉鏡儀の場合と同じである。羅盤の水準に用ひられるものは普通球窩接合 (Ball and Socket Joint) で第 313 圖の如く緊付螺旋にて任意の位置に締め付けられ、又彈鈎 (Spring Catch) が附いて居り



第 313 圖 球窩接合

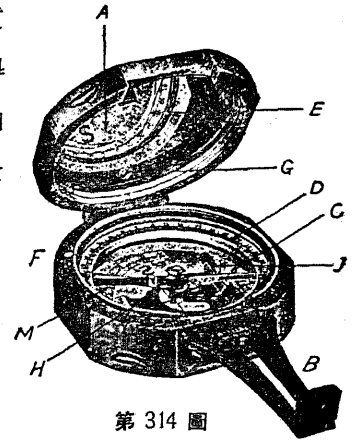
緊螺旋を忘れても心配はない。轉鏡儀の如く二對の水準螺旋に依て整準するものもある。此の場合は器械との取付けは球軸 (Ball Spindle) になつて居る。簡單なものは三脚を用ひず單脚に嵌め込むものもある。

108 羅針儀の種類

普通の遊標羅盤の構造は上に述べたから他の型に就て述べる。

(1) Brunton Pocket Transit (第 314 圖) 之は 7×7×3 cm 位の

小型の器械で土木、鑛山等の豫測或は地質の踏査等に用ひられる。其の構造は第 314 圖の如く、蓋の内面の鏡 *A* に刻まれた細線 *E* と他側の視準器 *B* とに依て視準線を決定する羅盤である。



第 314 圖
Brunton Pocket Transit

A=反射鏡 (Reflecting Mirror)

B=視準器 (Sighting Vane or Peep Sight)

C=磁針 (Magnetic Needle)

D=羅盤分度 (Compass Circle)

E=視準細線 (Sighting Hair Line)

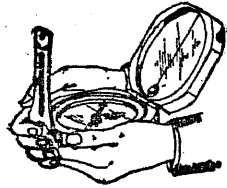
F=磁針固定用螺旋 (Needle Lifting Screw)

又傾斜角を測る爲に蓋の細線中蝶番に近く規穴 (Sighting Hole) *G* 及び上部に水準器 *J* を有する錘 (Plumbing Arm) *H* を備へて居る。

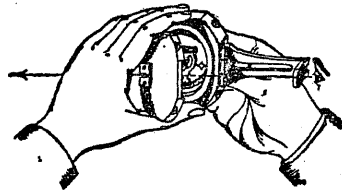
M=傾斜角用分度 (Vertical Circle)

使用法は (1) 方位従つて水平角を測るには蓋を 150° 位開き、視準器を 90° 開いて第 315 圖の如く持ち細線及視準器 *B* の決定する視準線を目標に合せ

て、同時に磁針に依て其線の方位を読み取る。(2) 傾斜角を測るには蓋を 45°、



第 315 圖 方位角測定の場合



第 316 圖 傾斜角測定の場合

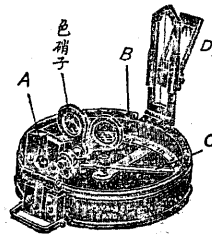
視準器を全部開いて其の先端の視穴の部分に 90° 曲げ蓋に在る視穴 G

と視準器の視穴に

依て目標を望み、錘りの遊標がなす傾斜角を反射鏡 A に依て読む。

(2) Prismatic Compass (第 317 圖) 矢張り直径 8 cm 位の小型羅

盤で其特征としては (1) 見透器の一方に直角プリズム A を装置し目標を見透すと同時にプリズムに依て目盛を読み得る。(2) 此磁針 U は平型 (Flat Magnet) で目盛圓 B は Alluminium で作られ直接磁針に附着し安定を司ると共に磁針と共に廻轉する。其

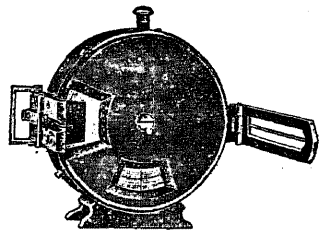


第 317 圖 Prismatic Compass

の目盛方法は磁石の S 端を 0° とし Clockwise に 360° に至る。(3) プリズムに依る關係上分度圓上の

文字は裏返しに記し反射に依て正形に復する様になつて居る。見透器の一方

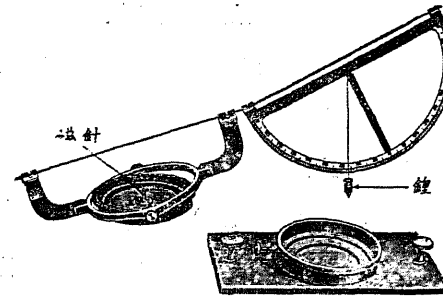
には反射鏡 D を附して高低差ある目標の観測に便し、太陽等の如き強烈な光線の爲にプリズムの側に色硝子 (Tinted Glass) を備へて居る。第 318 圖は高度附裝稜羅盤 (Prismatic Compass with Clinometer) で



第 318 圖 高度付裝稜羅盤

垂直にすれば振子に依て傾斜角を測り得る。

(3) Hanging Compass 主として鑛山測量に用ひられる。之は引張



第 319 圖 Hanging Compass

つた繩又は針金に直接に之を掛け磁針にて綱の方位を測り又は直接繩に掛けて傾斜角を出すに用ひられる。此のコンパスは又製圖用にも用ひられる。

第三章 羅針儀の検査及修正

109 羅針儀の検査及修正

羅針儀の検定は次の七項とする、而して又是れは轉鏡儀の羅針検定にも適用する事が出来る。

(1) 磁針は充分なる磁力を有す可き事 磁針は之を自由に振動させる時其の振動の振幅大にして、振動回数多き程其の磁力充分なるのみならず、樞軸 (Pivot) の調子も又宜しいので、良好なる磁針である。若し之が不充分なる時は、使用者に於て完全に修正する事は出来ないが、之が検査を怠ると測量上大なる誤差を生ずる事がある。

之を検査するには磁針を種々な箇所之れを抑へ、且つ之を放つ方法に依るのである。其の際磁針の運動活潑なのは即ち磁力の強き證である。但し此の際は樞軸の良否も大に關係する故、此の方が差支へ無き事を確認せられ居るを要する。使用者にて磁力不充分なる磁針を直接改良を要する場合には、完全と迄には行かないが次の方法がある。即ち強棒磁石を以て修正す可き磁針の端を何回も摩擦して磁性を多く附與するのである。

(2) 氣泡平面を器軸 (Instrumental Axis) 又は凹窩軸に直交せしむる

事 此の整正の目的は氣泡軸水平なる時は、羅盤をして之と同時に水平ならしめるにある。従つて磁針に最も自由なる運動を與ふる位置にあらしむるものとす。之を検するには或る位置にて兩氣泡軸を水平にして羅板を 180° 回轉する。此の際氣泡が尙前の位置に在つて、磁針の兩端が分度盤面から等しき高さであれば此の整正の完全な證である。若し然らざる時之を直すには氣泡管の一端にある調整螺旋 (Adjusting Screw) に依り、各管の前後の場合においての氣泡の移動量の半分を無くする様整正し、尙ほ羅針儀ならば凹窩球 (Ball and Socket) を以て残り半分を直し、轉鏡儀ならば水準螺旋を以て残り半分を直す。斯く再三行ふ時は遂に氣泡は其の廻轉の如何に拘はらず、常に氣泡管の中央に止り磁針は最も自由な運動をなす。

(3) 樞軸を羅盤分度圓の中心に置くこと 磁石の樞軸は磁針其のものと共に最も肝要なる部分で、他の部分が如何に完全でも此の所の具合が悪ければ實用にならぬ。

磁針の兩端は必ず同一の度数を示さなくてはならない、若し然らざる時は其の原因は次の三つに歸する事が出来る。

- (a) 羅盤分度圓の目盛不完全
- (b) 樞軸が正しく分度圓の中心に無い事
- (c) 磁針の曲り居る事

(a) の原因は使用者の修正出来ないもので、器械製作者に委せなくてはならない。

(b), (c) の原因に就ては次の如し。

磁針の兩端の読み (Reading) の差が針の位置に關係無く常に同一なる時

は則ち樞軸は中心にある證で、其の過りは磁針の屈曲の爲である。又讀みの差が磁針の位置を變へるに従つて異なる時は樞軸の屈曲に依るか、若くは磁針の屈曲が同時に之に伴ふかに歸するものである。故に樞軸を整正するには其の讀みの最大なる位置を見出し、而して後其の針を取り外し、其の最大差の半に依つて其の位置に對し直角なる様に樞軸を曲げるのである。整正の終るまで數回行ふべきである。

(4) 磁針を眞直ならしめること 磁針の一端を北に向けて正しく分度の 0° を指さしめ、此の際 S 端の讀みは正しく 180° の位置に無ければ磁針は眞直では無い。之が修正は靜かに磁針を取つて夫を多少直して S 端が 180° を示す様に修正するのである。

(5) 視線平面をして氣泡平面に直立せしむること 先づ器械を水平にして或る距離を取つて鉛直線を懸け、視線を其の鉛直線に向ける。其の際羅針儀規板の毛髮線が其の鉛直線と一致すれば、即ち已に整正は終つて居るもので、然らざる時は鉛直線に一致する迄之を直す可きである。

(6) 視線平面と磁針平面とは必ず同一鉛直平面内に在るべきこと 此の整正も亦製作者のなす可き事項であり、使用者は其の整正の終れるか否かを検査するばかりである。即ち規板の穴の中心を通じて細線を布き、以て其の果して半径線と符合するや否やを検するのである。

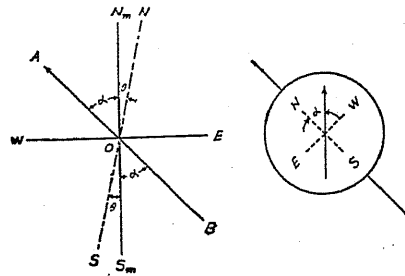
(7) 磁針以外の部分材料中には磁性物質 (即ち鐵、Nickel, Cobalt 等) を含有しない事 之が検査を行ふには、先づ明らかに見らるゝ物體に視線を向けて其の方位を讀み、次に遊標を適宜の度数だけ動かして磁針の讀みが夫と同一なるや否やを見るのである。此の方法を分度内の各部に試み遊標と磁針とが同一の移動を示せば、即ち主要部分たる羅函材料は磁氣的影響を磁針

に及ぼさない事を察知する事が出来る。

第四章 羅針儀の使用法

110 與へられたる線の方位を測る法

第 320 圖にて AB を方位を求むべき直線とすれば、線中的一点 O に器械



第 320 圖

を据付け其の視板を AB の方向に
向け磁針の静止した時の読みを取
れば $N\alpha W$ は求むる方位である。
此の時の基準線は磁北線である。
依て真北線からの方位に直すには
其處の偏差だけ加減せねばならぬ。

第 320 圖の場合には θ を偏差と
すれば AB の真方位は $N(\alpha+\theta)W$ になる。若し $N\alpha E$ の時は真方位は
 $N(\alpha-\theta)E$ になる。

111 與へられたる方位を有する線を測設する法

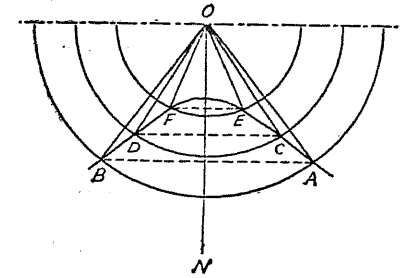
第 320 圖にて $N\alpha W$ なる直線を測設するには器械を O に据付け、視板を
回轉して磁針の読みが丁度 $N\alpha W$ を示す時視板の方向は $N\alpha W$ を示して
居る。即ち前の逆を行へば宜しいのである。若し真北線を基礎とした時は偏
差だけ加減をする。

真方向 $N\alpha E, N\alpha W$
磁針方向 $N(\alpha+\theta)E, N(\alpha-\theta)W$

であるから磁針が $N(\alpha\pm\theta)$ を示す時の視板の方向となる。

時として真北測定が必要を生ずる。此の目的の爲には晝間は太陽観測に依

り、夜間は北極星を観測するのが最も精密であるが、之等に就いては下巻の天
體測量 (Astronomical Survey)
に譲り今茲では最も簡単な日影
観測法を述べることにする。



第 321 圖

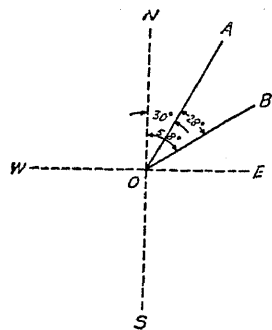
第 321 圖の如く水平なる圖板
又は平坦地の南方 O に真直な測
桿を立て、且つ圖板上又は地上
に 2~3 個の同心圓を描き、正

午より 2~3 時間前に測桿の影が同圓を切る點を A とし、午後再び同時刻
を隔て、測桿の影が同圓を切る點を B とすれば、 $\angle AOB$ を二等分したる
方向 NO は殆ど真北を表はす。測設誤差を避ける爲に他の同心圓を用ひて
前と同様に C, D, E, F 等を定め、各二等分線の平均方向を求むれば更に良
好である。此の方法は簡単な代りに精密な方法ではない、何となれば子午線
面の兩側同高度にある太陽の位置は子午線面に對して對照ならず、従つて其
の二等分線は真北の方向を示さない。唯夏至又は冬至には此の變化が最も少
く、従つて比較的精密な結果を得る。又正午より成るべく近き時間を取つて
測定する方が誤差が少ない。

112 測線の角度を求むる法

方位を知つて角度を求むる法は前述の轉鏡儀の方向法に相當する。測線の
位置に依て是を四つに分ける。

(1) 方位の最初の文字と終りの文字が等しければ二字の差を以て其の夾
む角度とする。



第 322 圖

OA の方位角 $N30^\circ E$

OB の方位角 $N58^\circ E$

であれば

$$\angle AOB = 58 - 30 = 28^\circ$$

(2) 方位の最初の文字が異なり終りの文字が等しければ 180° から二方位の和を減すれば宜い。

OB の方位角 $N58^\circ E$

OC の方位角 $S35^\circ E$

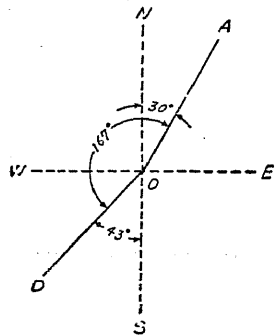
であれば

$$\angle BOC = 180^\circ - (58^\circ + 35^\circ) = 87^\circ$$

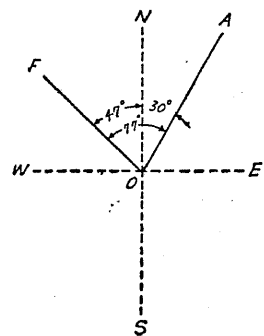
(3) 方位の最初及び最後の文字が共に異なる時は 180° から二方位の差を減すれば宜い。

OA の方位角 $N30^\circ E$

OD の方位角 $S43^\circ W$



第 324 圖



第 325 圖

であれば

$$\begin{aligned} \angle AOD &= \angle ION \\ &+ \angle NOA \\ &= (180^\circ - 43^\circ) + 30^\circ \\ &= 180^\circ - (43^\circ - 30^\circ) \\ &= 167^\circ \end{aligned}$$

(4) 方位の最初の文字相等しく最後の文字異なる時は二方位の和を求める。

OA の方位角 $N30^\circ E$

OF の方位角 $N47^\circ W$

の時は

$$\angle AOF = 30^\circ + 47^\circ = 77^\circ$$

113 羅針儀使用の注意

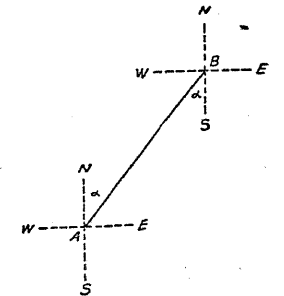
(1) 視差 (Parallax) を除去すること即ち眼の位置を視線に平行に置くのである。

(2) 樞軸の磨滅を防ぐ爲使用しない時或は運搬中は常に磁針止めを揚げて置く。

(3) 二度読みを取る事は肝要である。即ち初めに讀んだ後磁針を押し上げるか又は羅函を軽く叩いて磁針を動かし静止した後読みを取るのである。

(4) 測點の位置は成るべく鐵製煙突の附近、高壓電線の下、消火栓又はポスト等の如き局所引力 (Local Attraction) を生ずる恐れのある所を避けること。同様に測量用の鋼卷尺、測串、鋸、斧等を羅針儀の附近に置いてはならぬ。其の他人の身體に有り勝ちな小刀、眼鏡、ツボン釣、帶革等に注意しなければならぬ。

(5) 局所引力を避ける爲には直線の兩端から見透す、即ち前視 (Foresight) 及び後視 (Back-sight) を取り磁北線が平行であれば宜い。



第 326 圖

第五章 偏 差 (Declination)

114 偏差及其の變化

前述の如く磁針は地球上にては眞の南北線を示さず多少傾斜し其の傾きの

角度を偏差と云ふ。偏差は一定のもので無く常に變化して居り、之を偏差の變化 (Variation of Declination) と云ふ。地球上にて等偏差の點を結ぶ曲線を等偏線 (Isogonic Line) と稱し、特に偏差の無き線を無偏線 (Lines of no Variation) と云ふ。

偏差の變化する原因を調べて見ると

(1) 磁氣荒れ (Magnetic Storm) 之は急激且つ不規則に起るもので、大きな荒れは地球上殆んど同時に變化を起す。1~2° の程度で、太陽の黒點の爲と考へられ、北極星又は地震の現象と一致する。

(2) 日差 (Daily and Diurnal Variation) 之は一日中の變化で 5'~10' 位の範圍である。之は種々な原因にて影響を受け即ち赤道附近よりも極に近づくに従つて増し、又春よりも夏に大にして、一日の中でも正午~2時頃が最大變化を示す。多分太陽の光線が磁氣に影響を及ぼすものらしい。

最も重要な年差に就ては次の節に述べる。

115 年差 (Secular Variation) $\left(\left[\frac{d\delta}{dt}\right] \text{ a year}\right)$

年差の一年に於ける變化である。年差は嚴密に調べれば常に變化して居るもので海圖に記載の年差量は實用上其の變化を無視し得る期間中の平均値を以て同期間中の年差と定めたものである。我が海軍水路部*が 1906-1923 年に觀測せる本邦、支那及太平洋上の 132 測點の材料に依り、各材料を等重量 (Equal Weight) とし最小自乗法にて計算した結果は次の如くである。

$$\left(\frac{d\delta}{dt}\right)_{1918} = 1'.829 + 0'.07460 \Delta\varphi - 0'.02462 \Delta\lambda + 0'.0004960 \Delta\varphi^2 - 0'.0002088 \Delta\varphi \Delta\lambda - 0'.0003067 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(124)$$

式中 φ = 北緯, λ = 東經, $\Delta\varphi = \varphi - 35^\circ$, $\Delta\lambda = \lambda - 135^\circ$ (各單位は度)

* 水路部報告 第 5 號 (1926年)

又地方的特質を求むる爲に次の如く三地方に區分し

I 地方 (日本北部)

$$r_{\text{I}} = 0'.213 - 0'.02317 \Delta\varphi + 0'.03594 \Delta\lambda + 0'.0054727 \Delta\varphi^2 + 0'.0033375 \Delta\varphi \Delta\lambda - 0'.0014408 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(125)_1$$

II 地方 (日本南部及び支那)

$$r_{\text{II}} = -0'.130 - 0'.07971 \Delta\varphi + 0'.02418 \Delta\lambda - 0'.0050542 \Delta\varphi^2 - 0'.0023076 \Delta\varphi \Delta\lambda + 0'.0044477 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(125)_2$$

III 地方 (日本南部及び南洋諸島)

$$r_{\text{III}} = 0'.506 + 0'.00157 \Delta\varphi + 0'.03519 \Delta\lambda + 0'.0001088 \Delta\varphi^2 + 0'.0008679 \Delta\varphi \Delta\lambda - 0'.0006910 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(125)_3$$

(1) 式に (2), (3), (4) 式を加へたものから算出した年平均年差線 (Secular Variation of Declination $\left(\frac{d\delta}{dt}\right)$ for 1913-1923) は第 327 圖 (卷末折込) に示す通りである。之で見ると日本内地及び朝鮮 $W 2'.0 \sim 2'.5$, 北海道 $W 3'.0$ である (W は西偏増加を示す)。

116 大正12年1月1日 (1923) の偏差 (δ)*

第 12 表 (卷末掲示) は我が海軍水路部が 1922-1923 年に行つた各地磁氣測量の結果で、表中各地磁氣要素の値は多數觀測の平均値である。之に他の觀測値を加へ北緯 55° から赤道迄及び東經 115° より 175° に至る範圍内の觀測値を前節の年差の實驗式にて大正 12 年 1 月 1 日の値に變形した。偏差の實驗式は經緯度の二次式とし此の變形せる觀測値を各等重量として最小自乗法にて算出した。計算の結果

$$\delta_{1923.0} = 5^\circ 18'.40 + 15'.2690 \Delta\varphi - 2'.1658 \Delta\lambda + 0'.027540 \Delta\varphi^2$$

* 水路部報告第 5 號 (1926年)

$$-0'.058470 \Delta\varphi \Delta\lambda - 0'.406110 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(126)$$

式中 φ = 北緯, λ = 東經, $\Delta\varphi = \varphi - 35^\circ$, $\Delta\lambda = \lambda - 135^\circ$ (各單位は度)。

之に次の地方的特質を取り入れて

I 地方 (日本北部)

$$r_I = 16'.14 + 3'.8480 \Delta\varphi + 0'.3847 \Delta\lambda - 0'.115902 \Delta\varphi^2 \\ + 0'.098700 \Delta\varphi \Delta\lambda - 0'.270181 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(127)_1$$

II 地方 (日本南部及び支那)

$$r_{II} = 10'.34 + 6'.5458 \Delta\varphi + 1'.3863 \Delta\lambda - 0'.106129 \Delta\varphi^2 \\ + 0'.593059 \Delta\varphi \Delta\lambda - 0'.007364 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(127)_2$$

III 地方 (日本南部及び南洋諸島)

$$r_{III} = 8'.93 + 5'.9069 \Delta\varphi - 4'.75710 \Delta\lambda + 0'.116153 \Delta\varphi^2 \\ - 0'.245940 \Delta\varphi \Delta\lambda + 0'.071541 \Delta\lambda^2 \dots\dots\dots(127)_3$$

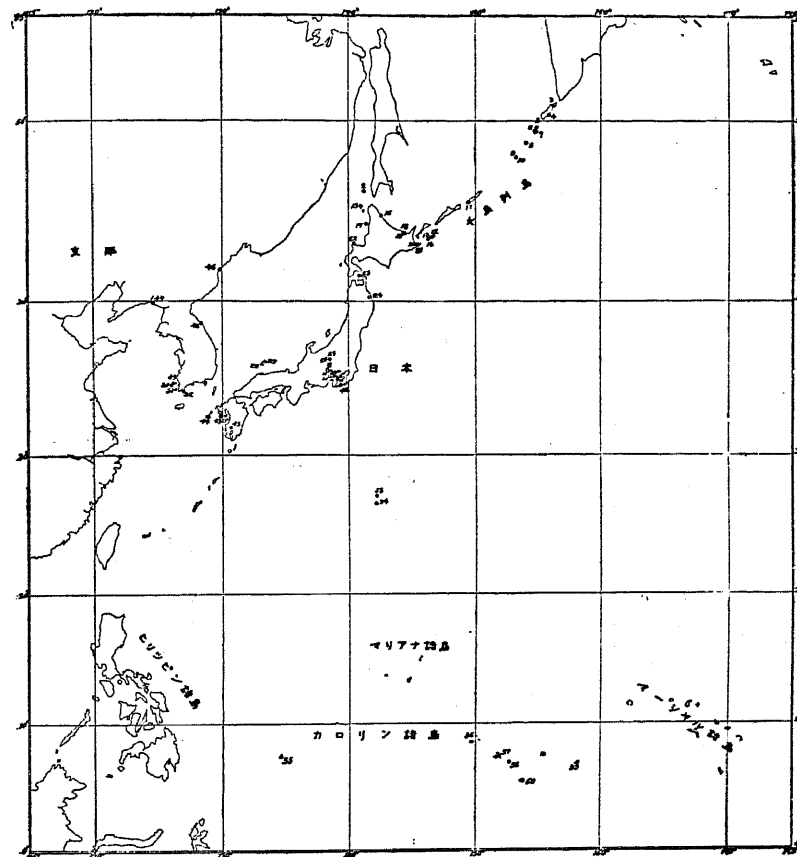
一般的性質と地方的特質を組み合したる第 328 圖 (巻末折込) を得る。

117 日本々土及領土に於ける地方磁氣 *

偏差は一般に経緯度の二次式で表はされるが、都市及び電鐵軌道附近以外の地に於ても稀に局部的に甚だしく攪亂され、實驗式よりの値と實測値とが著しく異つて羅針儀使用上注意を拂ふ可き處がある。此の攪亂の原因が所謂地方磁氣で地磁氣要素の攪亂さるゝ地點附近の細密測量を行へば偏差の攪亂状態が判る。第 329 圖は偏差の攪亂 1° 以上に達する可能性ある地點を示したもので、第 13 表は其の位置及び攪亂値等を示したものである。

δ = 偏差 $\Delta\delta$ = 偏差の攪亂値
 H = 水平磁力 ΔH = 水平磁力の攪亂値

* 水路要報 第 9 年第 3 號 (昭和 5 年 3 月)



第 329 圖 磁針偏差の攪亂 1° 以上に及ぶべき地點

ΔY = 地方磁氣の東西分力

とすれば

$$\Delta Y = \Delta\delta H \cos \delta + \Delta H \sin \delta \dots\dots\dots(128)$$

で ΔH が極めて大ならざる限り、本邦附近に於いては地方磁氣の東西分力 500γ が偏差を 1° 攪亂せしめ、尙此の割合は地方に依て異なり、樺太、千

第 13 表 (其の一)
地方磁氣の水平分力 450「ガシマ」以上に達する地點

番號	地 方	地 名	緯 度	經 度	測量 年次	地方磁氣 の 水平分力	偏差の 擾亂値
1	太 散	江	49 03.9	144 18.7	1912	735	1.5
2	"	海馬島、宇須	48 15.8	141 15.1	1912	865	-2.0
3	千 島	占 守 島	50 43.3	153 12.6	1917		-2.6
4	"	嶋 籠 島	50 11.2	155 23.0	1914		-1.0
5	"	温 爾 古 丹 島	49 36.7	154 49.2	1915		-2.7
6	"	"	49 27.4	154 42.3	1915		-1.0
7	"	"	49 26.5	154 43.4	1915		-3.1
8	"	捨 子 古 丹 島	48 46.0	154 02.5	1916		-1.3
9	"	松 輪 島	48 04.6	153 17.2	1917		-1.3
10	"	"	48 02.7	153 13.7	1917		-1.4
11	"	得 留 島	45 35.0	149 25.2	1914		2.0
12	"	色 丹 島	43 45.0	146 37.0	1923	608	-0.8
13	"	多 樂 島	43 32.0	146 20.0	1923	546	-1.1
14	"	"	43 38.0	146 21.5	1923	3425	6.3
15	北 海 道	船 泊	45 26.2	141 01.0	1912	603	-1.3
16	"	枝 幸	44 57.0	142 34.9	1894	823	0.8
17	"	境 尻	44 26.7	141 24.2	1912	493	-0.1
18	"	網 走	44 01.2	144 16.6	1894	579	-0.8
19	北 海 道	網 走	44 01.0	144 16.7	1912	600	-0.9
20	"	根 室	43 20.4	145 36.0	1894	1000	-0.9
21	"	"	43 19.4	145 35.2	1912	575	-0.9
22	"	船 間	43 19.5	140 33.4	1894	716	-1.5
23	本 洲	大 野	41 30.0	140 54.5	1895	470	0.6
24	"	大 野	40 15.2	141 37.8	1895	507	-1.0
25	"	去 間	38 24.6	138 34.2	1893	603	-1.0
26	"	淺 間	38 24.0	138 30.5	1893	1035	-1.6
27	"	西 郷	33 12.1	133 19.8	1912	541	0.9
28	"	海 士 村	36 06.0	123 04.7	1913	531	-1.0
29	"	甲 府	35 39.6	123 34.5	1913	1165	0.1
30	"	"	35 39.5	123 34.5	1893	953	0.3

第 13 表 (其の二)

番號	地 方	地 名	緯 度	經 度	測量 年次	地方磁氣 の 水平分力	偏差の 擾亂値
31	"	"	35 39.4	138 34.5	1913	1210	0.1
32	"	猿 橋	35 36.4	138 58.8	1893	685	0.6
33	"	吉 田	35 28.0	138 48.0	1893	552	-1.0
34	"	馬 返	35 25.0	138 47.0	1893	1082	0.3
35	"	廣 見 原	35 21.1	138 36.7	1893	649	-1.2
36	"	水 土 野	35 20.0	133 54.0	1893	713	-0.0
37	"	須 賀	35 18.8	139 17.5	1913	445	0.6
38	"	村 山	35 15.0	138 40.0	1893	948	-1.4
39	"	熱 海	35 05.7	139 05.0	1893	651	0.1
40	"	泉 津	34 46.8	139 24.5	1913	726	1.2
41	"	野 増	34 41.5	139 23.1	1913	891	-0.8
42	"	波 浮	34 41.2	139 26.2	1913	1070	1.7
43	九 州	長 崎	32 45.6	129 51.6	1922	1190	1.8
44	"	福 江	32 41.6	128 50.0	1912	642	0.1
45	"	横 川	31 54.0	130 41.9	1913	514	0.1
46	朝 鮮	清 津	41 46.3	129 46.7	1912	1174	-2.4
47	"	龍 岩 浦	39 55.2	124 21.5	1912	689	1.0
48	"	長 箭	38 44.6	128 10.8	1922	501	-1.0
49	"	京 雉 島	34 39.2	125 54.0	1928	719	-0.9
50	"	牛 耳 島	34 37.5	125 51.7	1928	2635	4.7
51	朝 鮮	小 牛 耳 島	34 36.1	125 53.7	1928	1103	1.5
52	"	莞 島	34 13.7	125 45.7	1912	575	-0.6
53	小 笠 原	扇 村	27 04.3	142 11.3	1922	647	1.1
54	"	北 村	26 41.3	142 08.6	1922	488	0.7
55	カロリン諸島	バ ラ オ	7 20.2	134 34.1	1923	542	0.5
56	"	オ ロ ー ル	8 35.0	149 39.3	1923	513	-0.8
57	"	ト ラ ッ ク	7 22.5	151 53.7	1923	1845	-1.9
58	"	ロ ソ ッ プ	6 53.6	152 41.0	1923	560	-0.7
59	"	ボ ナ ベ	6 47.9	152 09.4	1923	650	-1.0
60	"	モルトロック	5 20.1	153 44.0	1923	589	-0.9

表中地點番號は第 329 圖との對照に用ふ、又偏差の符號の(+)は増加(-)は減少を意味する。但し日本委任統治の南洋諸島に於ては(+)は減少、(-)は増加を意味する。

島及北海道に於て 450 γ 、本州、朝鮮にては 500 γ 、九州、小笠原島に於て 550 γ 、日本委任統治の南洋諸島に於て 600 γ である。第 13 表に偏差の攪亂 1° に達しない地點もあるが其の附近には 1° 以上の攪亂を引起すべき所あるを豫知し得るのである。

118 永期變化 (Secular Variation)

偏差は年々變化するもので 200—300 年を週期として通還して居るものらしい。日本では 17 世紀の初め頃東偏の極大値に達し、文化元年(1304 年)伊能忠敬が東京地方の測量を行つた時には偏差は丁度 0° の頃であつた、以後西偏増加して今日に至つて居る。今英京 London に於ける變化を示せば次の如くである。

第 14 表 London に於ける偏差の變化

1580 年	11°15' E	1723 年	14°17' W	1860 年	21°39'.8 W
1622	6°0' E	1748	17°40' W	1870	20°18'.8 W
1634	4°6' E	1773	21°9' W	1880	18°58' W
1657	0°0' E	1787	23°19' W	1893	17°27' W
1665	1'22' W	1795	23°57' W	1900	16°52'.7 W
1672	2°30' W	1802	24°6' W	1913	15°15' W
1692	6°30' W	1810	24°34'.5 W	1919	14°18'.2 W

第六章 器械的誤差

119 磁針の偏心 (Eccentricity of the Needle)

磁針が樞軸の中心から外れて居る場合偏心となる。今第 330 圖にて

θ = 眞の方位角

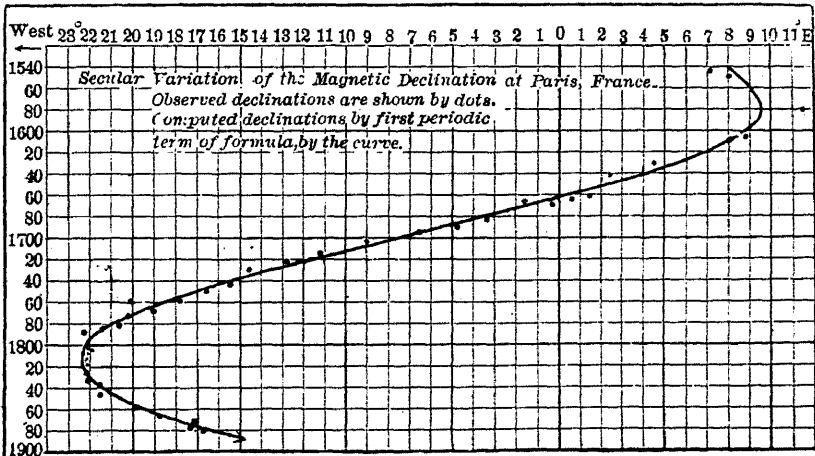
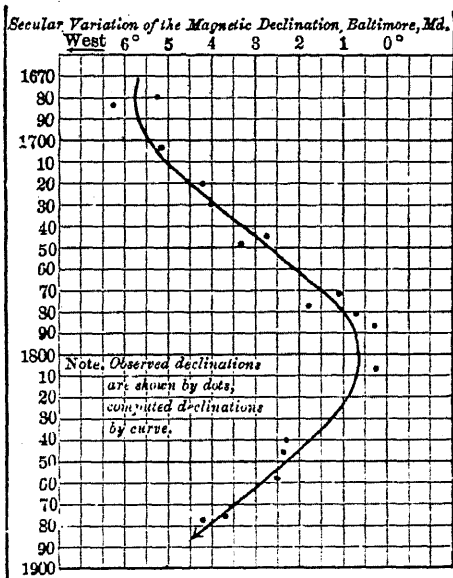


FIG.



$\alpha, \alpha' =$ 器械に表はれる方位角

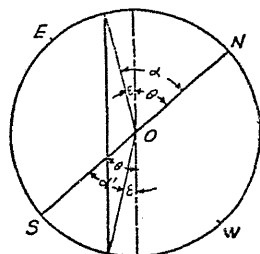
$\varepsilon =$ 方位角の誤差

とすれば

$$\alpha - \theta = \varepsilon$$

$$\theta - \alpha' = \varepsilon$$

$$\therefore \alpha + \alpha' = 2\theta, \quad \theta = \frac{\alpha + \alpha'}{2} \dots \dots \dots (129)$$

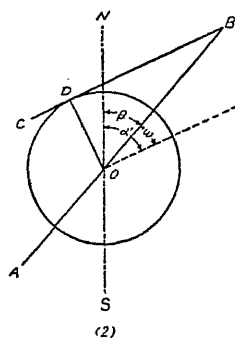
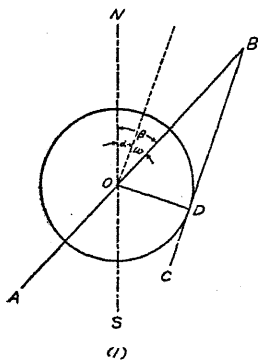


第 330 圖 磁針の偏心

即ち磁針の兩端の讀みを平均すれば宜しい。

120 分度盤の偏心 (Eccentricity of the Graduated Circle)

視準線が分度盤の中心を過らない時も矢張り重複観測をなして其の誤差を



消去する事が出来る。第

331 圖にて

$\beta =$ 眞の方位角

$\alpha, \alpha' =$ 器械に現はれる方位角

$\omega =$ 方位角の誤差

$OD = l =$ 偏心距離

第 331 圖 分度盤の偏心

とすると

$$\alpha + \omega = \beta, \quad \beta + \omega = \alpha', \quad \alpha + \alpha' = 2\beta$$

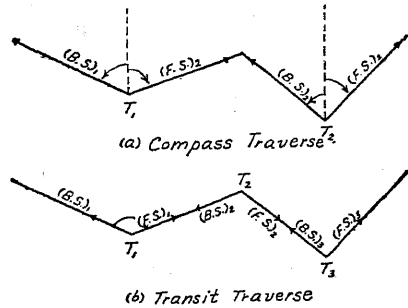
$$\beta = \frac{\alpha + \alpha'}{2} \dots \dots \dots (130)$$

第七章 羅針儀測量及其の精度

121 羅針儀測量の特徴

羅針儀を用ひて行ふ多角測量を羅針儀折測線 (Compass Traverse) と云ひ距離の測定には巻尺、鎖、竹鎖等が使はれる。轉鏡儀折測線 (Transit Traverse) と比較して見ると次の二點は其の特徴である。

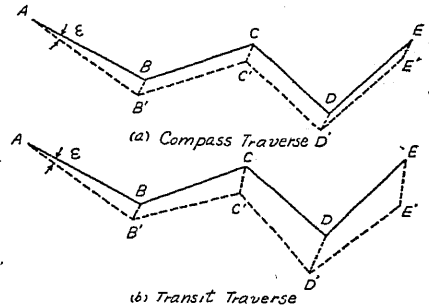
(1) 交互に測點を取る事が出来従つて測點數を半減する事が出来る。羅針儀折測線では各線は其の前の線の方に關係無く獨立に出されるから、測線を (B.S.) と (F.S.) とに分け従つて測點を半分に減じて測量が出来るが、之に反し轉鏡儀折測線では途中で測點を省略する事が出来ない。即ち同一測線を其の兩端に於て (B.S.) 及 (F.S.) をしなければならぬ。但し局所引力の恐れのある場合には同一線の兩端から (B.S.) 及 (F.S.) を取つて照査するが宜い。



第 332 圖

針儀折測線では各線は其の前の線の方に關係無く獨立に出されるから、測線を (B.S.) と (F.S.) とに分け従つて測點を半分に減じて測量が出来るが、之に反し轉鏡儀折測線では途中で測點を省略する事が出来ない。即ち同一測線を其の兩端

(2) 轉鏡儀折測線では一線の方角の誤差は以後の總ての線の方角に影響を及ぼすが、羅針儀折測線に於ては他の線の方角に全く影響が無い。唯測點が角度誤差に依る距離誤差だけ平行移動をするだけである。



第 333 圖

之を要するに拙速を要する場合又は測點間距離が近く邊數の多い折測線の場合には、磁針に依る方が有利なる事を示して居る、是れ即ち踏査、豫測に専ら用ひられる所以である。

測量法には (1) 放射法 (2) 折進法及び (3) 交叉法等あるが轉鏡儀の場合

と全く同じである。

122 羅針儀に依る境界線測量 (Boundary Line Survey by the Compass)

境界線測量は轉鏡儀を用ひて三角測量 (Triangulation) 又は折測線 (Traverse Survey) に依る法が一番宜しい。世上稍もすれば取扱容易なる羅針儀に頼り、而も磁針に及ぼす影響を考慮に入れず磁針方位を以て表はし、後年に至つて係争の基をなし訴訟事件となる事も少くない。蓋し眞北は永久に定方向を取るが、磁針に依る磁北は常に變化するから、磁北に依る方位は學術上の定方向を表はさない事になる。殊に地價の最も高く境界線が價値を有する都會地に於て、磁針の障害が最も大にして、市街地の羅針儀測量は不可能とさへも云はれて居る。止むを得ず羅針儀を使用する場合は (a) 局所引力の有無を調べ、(b) 成るべく三角測量的に測點を結び付け、(c) 設定當時の年月日、天候、器械及び測量方法を記載に取つて置く事である。

123 羅針儀測量の精度

普通の羅針儀の目盛りは $\frac{1^\circ}{2} \sim \frac{1^\circ}{4}$ 位で $10' \sim 5'$ 迄目分量で讀む事が出来る。

今 m_r = 一線に對する方向の平均誤差

S = 一邊の平均の長さ

L = 羅針儀折測線の總延長 $= S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_{n-1}$

m_q = 最終點の方向誤差

とすれば

$$m_q = m_r S \sqrt{n-1} = m_r \sqrt{SL} \dots \dots \dots (131)$$

總延長 L が同一の場合でも平均視準距離 S の小なる程方向の誤差が少くなる。又距離の誤差は

m_s = 視準距離 S に對する平均誤差

m_l = 全體に就いての距離誤差

とすると

$$m_l = m_s \sqrt{n-1} = K \sqrt{SL} \text{ or } m_0 \sqrt{L} \dots\dots\dots (132)$$

扱て閉合誤差と全長との比例は

$$\frac{1}{1000} \dots\dots\dots \text{優良}$$

$$\frac{1}{500} \dots\dots\dots \text{良}$$

$$\frac{1}{300} \dots\dots\dots \text{可}$$