

論 說 報 告

第 26 卷 第 8 號 昭和 16 年 8 月

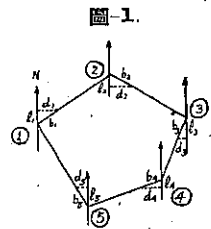
度器のみによるトラバース測量法

會 員 安 東 功*

要 旨 トラバースは普通トランシット、コンパス、平板等の測量器械を使用して測量するものなるが、本論は之等の器械を使用せず、單に度器即ちスチールテープ或は竹尺のみを使用して實測し、且つ三角函數表を用ひずして計算する方法を考案研究したものである。

1. 測量法並びに計算法

圖-1 に示すが如き ① ② ③ ④ ⑤ なる五邊形地を測量せんとせば、① なる測點より大略磁針 N の方向に杭を打ち、之を子午線と定む（磁針方位を子午線と定めたるは中途に於ける錯誤を發見し易からしむる目的）。次に第 1 線の方位角を決定する爲に、此の子午線に直角の方向に 1 線を出し、之を方位綫線 d_1 とし、子午線の方に測りたるものを方位緯線 l_1 とし、斜線即ち五邊形地の 1 邊の方向に測りたるものを方位斜線 b_1 とす。斯くして繫線法 (Tie line method) により、第 1 線の方位即ち方向を決定す。



次に測點 ② に到り、測點 ① に於ける子午線と平行なる子午線を設置する爲に、測點 ② に於てなしたる測法と對稱なる測設をなして此處に子午線を決定す。更に第 2 線の方位角を測定する爲め測點 ① に於けると同様な方法を施す。斯くして第 3 線以下同様な方法を繰り返す。茲に方位緯線は北に進むものを (+)、方位綫線は東に進むものを (+) とし、野帳には進む方向を符號を以て區別す。

各路線の距離測定は普通のトラバース測量法と何等異なることなく、之等の値を B_1, B_2, B_3, \dots とするときは、緯距、經距の計算式は、直角三角形なるを以て次の如し。

$$\text{緯距} = (B/b) \times l \dots \dots \dots (1L)$$

$$\text{經距} = (B/b) \times d \dots \dots \dots (1D)$$

表-1 は圖-1 に於けるものゝ野帳記載法並びに計算形式を示したものである。

表-1.

測點	方位綫線			距離	緯 距			經 距		
	緯	經	斜		(1L) 式	北 (+)	南 (-)	(1D) 式	東 (+)	西 (-)
①	$+l_1$	$+d_1$	b_1	B_1	$\frac{B_1}{b_1} \times (+l_1)$	$+L_1$		$\frac{B_1}{b_1} \times (+d_1)$	$+D_1$	
②	$-l_2$	$+d_2$	b_2	B_2	$\frac{B_2}{b_2} \times (-l_2)$		$-L_2$	$\frac{B_2}{b_2} \times (+d_2)$	$+D_2$	
③	$-l_3$	$-d_3$	b_3	B_3	$\frac{B_3}{b_3} \times (-l_3)$		$-L_3$	$\frac{B_3}{b_3} \times (-d_3)$		$-D_3$
④	$-l_4$	$-d_4$	b_4	B_4	$\frac{B_4}{b_4} \times (-l_4)$		$-L_4$	$\frac{B_4}{b_4} \times (-d_4)$		$-D_4$
⑤	$+l_5$	$-d_5$	b_5	B_5	$\frac{B_5}{b_5} \times (+l_5)$	$+L_5$		$\frac{B_5}{b_5} \times (-d_5)$		$-D_5$
計				ΣB		$+\Sigma L$	$-\Sigma L$		$+\Sigma D$	$-\Sigma D$

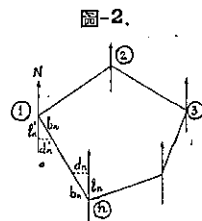
更に閉合誤差配分の結果面積の計算、合緯距、合經距による製圖法及び缺測箇所の算出法等は普通のトラバースと同一である。

* 工學士 土木建築石見組 技師長、早稻田大學専門部工科講師

2. 方位繫線の誤差配分法

子午線の測設並びに方位繫線の測定に依り、遂に原點に歸着せるとき、之が許容誤差の範圍内ならば可なるも、若し然らざる場合には再度測量を繰り返すのである。

この誤差を各點に配分する法は圖-2 に於て (n) 點に於ける方位經線 d_n と、① 點に於ける檢正方位經線 d'_n とが等しからずして、 d_a なる誤差を生じたとすれば、 $d_a = d_n - d'_n$ 、この d_a なる誤差は n 多角形なる場合には $(n-1)$ にて除し、以て得たる誤差即ち修正値を、第 2 點以後に對して、逐次遞加しつゝ、各方位經線に加へ或は減じて配分するものとす。



今 $(n-1)$ を以て除し、方位緯線の單位長に對する方位經線の單位修正値を ϵ_a とし、又同様に方位緯線に對するものを ϵ_l とすれば方位繫線は直角三角形なるを以て、 $\epsilon_a = \epsilon_l$ となるべきである。但し測量の結果多少の誤差を生じるときは、其の平均値を取るものにして、この値を ϵ とせば

$$\epsilon = (\epsilon_a + \epsilon_l) \times 1/2 \dots\dots\dots (2)$$

故に各點に於ける方位繫線の修正量は

第 2 點緯線の修正量	$= \epsilon \times 1 \times d_2$	} \dots\dots\dots (3)
第 3 點 " " "	$= \epsilon \times 2 \times d_3$	
.....	
第 n 點 " " "	$= \epsilon \times (n-1) \times d_n = d_l$	

經線の修正量は同式に於ける d と l とを置き變へることによりて之を得。

[註] この誤差配分法は精密測量の場合の外行はざるものとす。

3. 精密なる測量法と精度

方位繫線の測定の精粗は、本測量の主眼となるものにして、之が巧拙は直に精度に關係す。而して次の 3 種の巧拙の如何は最も關係するところ大なるものである、即ち (a) 繫線の距離測定の精粗、(b) 肉眼による見通線の位置の偏倚する誤差、(c) 正確なる直角三角形の設置法。次に之等の測量法に就て實際施行せる方法を述べれば、

(a) 繫線距離の測定 方位繫線の 1 邊の長は大なる程良好なる精度を得べきも、地形により大なる繫線を得られざる場合あり、然れども少なくとも 1 邊の長は 2m より小ならざるを可とす。

最も精密に測定する爲に、尺角程の板に圖紙を張り、之を三角形繫線の各々の角點に置く。この圖紙上に視準の結果により、硬度の鉛筆或は錐の類を以て角點の位置を刺し示す。次に角點間の距離測定にはスチールテープ又は物指等を用ひ、精密に數回觀測し、1mm の 1/5 位迄を判讀す。而して傾斜面に沿ふて測りたる場合には之を水平距離に換算す。

(b) 見通線の位置 繫線の三角點の位置を正確に見通し線中の中間に設定するには、下げ振り (絲の太さはゾベ絲或は羽二重絲程度) を測點に下し、先方の測點には圖-3 に示すが如き規標を樹て、下げ振り絲が a, b 線を 2 等分する如き位置に目を定め、視差 (目の位置の動搖) を無からしめ、以て前記尺角板に鉛筆或は錐の類を以て見通し線中求むる距離の位置を刺し示す。



次に 2 定點より外方に 1 新點を設定する場合には、水絲を張りて之を求むるか、又は下げ振りにより視規しつゝ圖-3 の如き規標 2 個を樹て、1 個を移動して之が 1 直線中に入りたる點を求むるものとす。

以上見通し線中に正確に 1 點を定むるには數回觀測の平均を取る必要がある。

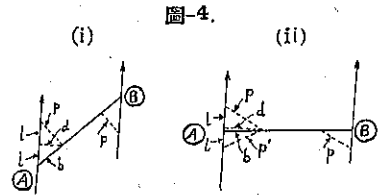
(c) 直角線の設定法 圖-4 (i) の如く測線の方向が子午線と約 45° 附近なる場合には、b は 2m, 5m の如きラウンドナンバー (計算を簡單にする爲) を取り、之の値に等しく p を取り、二等邊三角形を作り、而して

其の底邊を 2 等分したる點 (前記の尺角板を置く) に d 線を引く。

圖-4 (ii) の如く測線の方が子午線と直角に近き場合には、約 45° の角に p 及 p' なる等しき値を取り二等邊三角形を作り、前と同様底邊を 2 等分したる點に d 線を引く。

精度； 前述の如き精密さに於て數回觀測し、之を平均するときは、

其の精度は平板、コンパスに依る場合より遙かに良好にして、殆んどトランシットに匹敵す。今、方位繫線の三角形の一邊の長さを 2 m とし、距離測定に於て 1 mm の $1/5$ 即ち ± 0.2 mm 迄の誤差を許すものと假定すれば、 $\sin 1' = 0.0002902$ なるが故に角度誤差は $\pm 20'$ となる。又これが 100 m の遠距離に於ける距離誤差は ± 1 cm、故に角度に對する精度は此の場合 $1/10\,000$ と見なすを得。



4. 實測例

圖-5 は東京市神田區駿河臺四丁目四番地先、道路に圍まれたるブロックの平面圖である。

路面は瀝青系舗装道であるから、繫線測定には尺角板を使用せず、鉛筆の類を以て路面に標を附す。方位繫線の長さは實施上 4~5 m の距離を取ることを得たれども、全部の斜線長を 2 m とした。距離測定には竹尺を、繫線測定にはスチールテープを使用。野帳記載法並びに計算形式は表-2 の如し、表中長さの單位は凡てメートルとす。

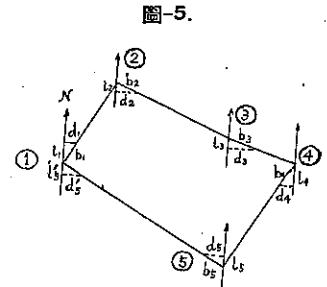


表-2.

測點	方位繫線			距離 (B)	繫線修正量		修正繫線		B/b	緯距		經距	
	緯 (l)	經 (d)	斜 (b)		緯	經	緯 (l)	經 (d)		北 (+)	南 (-)	東 (+)	西 (-)
①	+1.734	+0.997	2.000	30.95	0	0	+1.734	+0.997	15.475	+26.834		+15.429	
②	-0.775	+1.842	2.000	39.08	+0.004	+0.002	-0.771	+1.844	19.540		-15.065	+36.032	
③	-0.682	+1.883	2.000	23.33	+0.008	+0.003	-0.674	+1.886	11.665		-7.862	+22.000	
④	-1.716	-1.022	2.000	40.12	-0.006	+0.010	-1.722	-1.012	20.060		-34.543		-20.301
⑤	+1.011	-1.727	2.000	61.34	-0.014	-0.008	+0.997	-1.735	30.670	+30.578			-53.213
計	$l'_s = 0.997$	$d'_s = 1.735$		194.82						+57.412	-57.470	+73.461	-73.514

緯距の差 = -0.058 經距の差 = -0.053

$$\text{閉合誤差の比} = \{\sqrt{(-0.058)^2 + (-0.053)^2}\} / 194.82 = 1/2\,480$$

表-2 の中、繫線修正量の計算は次の如し、 $\epsilon_l = d_l(n-1)/d_n = (1.011 - 0.997)/4 \times 1.727 = +0.0020\,3$ 、及び $\epsilon_d = d_d(n-1)/d_n = (1.727 - 1.735)/4 \times 1.011 = -0.0019\,8$ 、故に ② 式により $\epsilon = (0.0020\,3 + 0.0019\,8)/2 = 0.002$ 、方位繫線の修正量は ③ 式による、例へば ④ 點の計算方式を示せば緯線は

$$(+\epsilon) \times 3 \times (-d_4) = +0.002 \times 3 \times (-1.017) = -0.006, \text{ 經線は}$$

$$(-\epsilon) \times 3 \times (-l_4) = -0.002 \times 3 \times (-1.720) = +0.010$$

〔備考〕 路面には多少の傾斜ありたるも、繫線測定に際し、斜面に沿ふて測り、之を水平距離に換算せず。

5. 結 言

充分なる精度、例へば閉合誤差の比をして $1/10\,000$ の如きものを得んとせば、トランシットによるトラバースの外の途がない。而して精密を要するトラバースには、熟練せる測師と多大なる經費とを要するのが普通である。

茲に“度器のみによるトラバース測量法”は面倒なるトランシットの使用法、並びに三角函數表及び對數表に

よる繁雜なる計算法の不便を除くを目的として創案せるものである。然れども繫線の測定に於て、地形に應じ思はしき精度を得難き場合あるを以て、之が解決には研究を要す。

さて本測量法は如何なる場合に多數採用せらるゝ傾向ありやと考ふるに、路線測量、並びに三角測量と共に大區域の平面測量にも用ひられんも、次に擧ぐる數例には特に容易に應用せらるべし。

例へば、分讓土地等小住宅地の分筆測量には、建築家即ち通常の大工をして實測並びに計算法を會得せしめ得べく、又町村役場、稅務署、區裁判所等平板器の外所有せざる所に於ても、素人の吏員、所員をして容易に修得せしめ得べし。

更に重大なる役割と思惟せらるゝは、土地臺帳及公圖の改測の場合である。著者は宅地面積の測量に携るに、東京市内（新市域）に於てさへ實測と臺帳面との差は普通 5%~20% あるを見る、かゝる不完全なる土地臺帳及公圖は、先般のメートル法改正を機會に畢竟改測すべき性質のものであり、この測量に當り、本測量法採用は最も適切のものにして、改測に際し施業の容易且つ經費の節減等多大なるものあるを信ずるものである。

最後に、本測量法はトランシットの如き高價なる測量器械を持たざる者の苦しまぎれの考案と思はるゝは著者の心外とするところ、寧ろ珠算の如き輕妙にして便利なる算法に通じて居る我國獨特の技、即ち算盤を持てる者の特權であると思ふ。