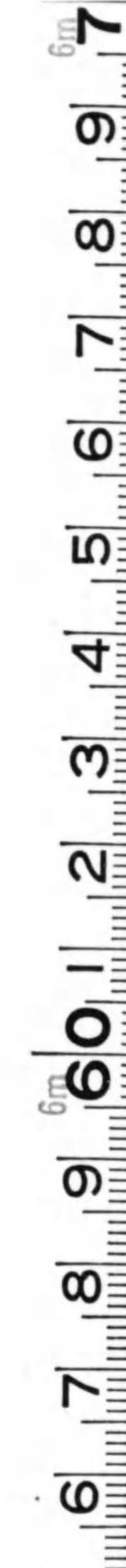


始



實用三角測量術

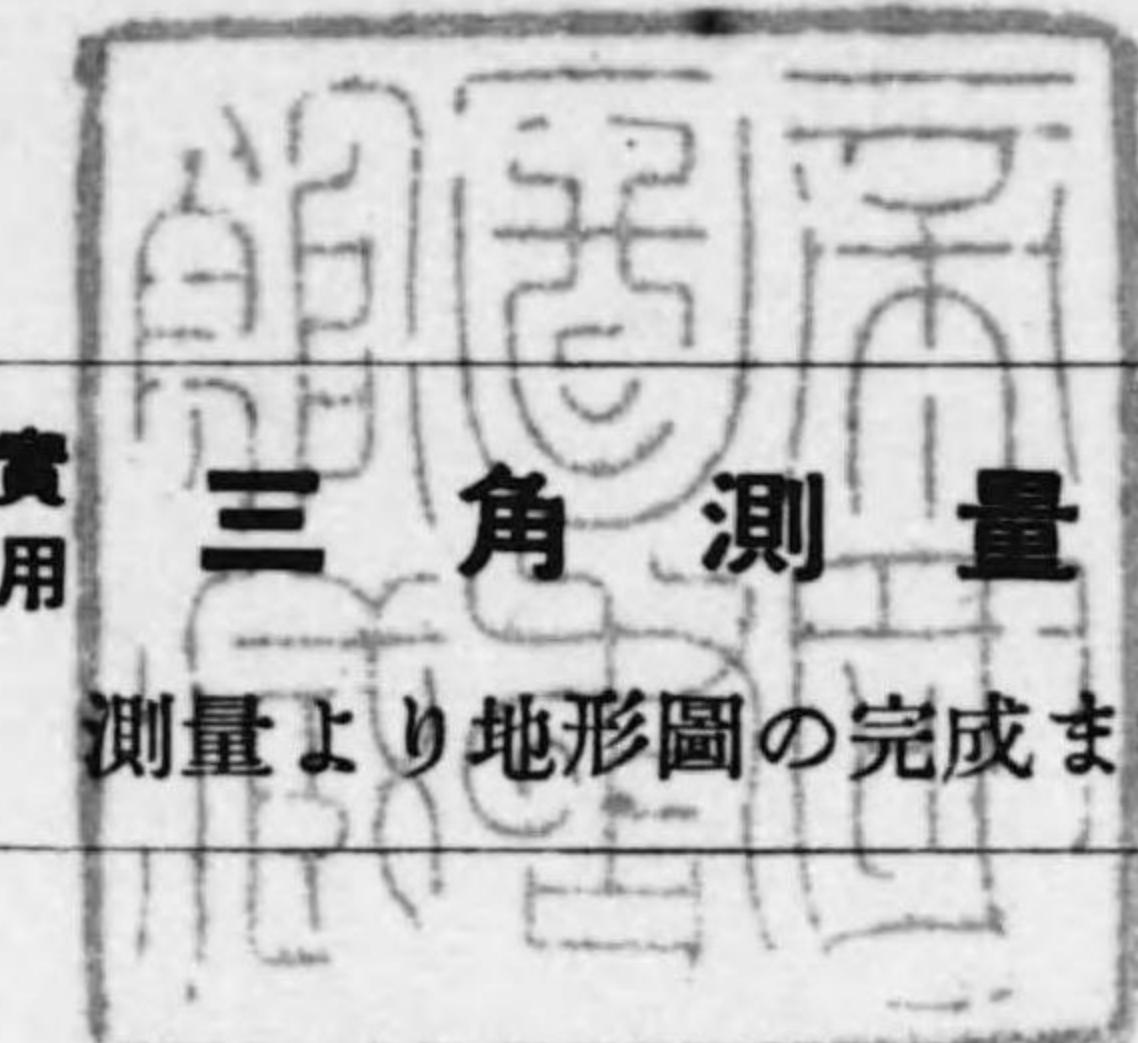
—測量より地形圖の完成まで—

東京工學研究會著

東京

鐵道圖書局發行

特232
376



實用 三角測量術

測量より地形圖の完成まで

東京工學研究會著

東 京

鐵道圖書局發行



はしがき

吾々の日常の測量で一寸廣い面積の測量になると三角測量を用ひる。三角點を定めて三角測量をなし、トラバーを組み、オフセットを取る。内業に入つてからは三角網やトラバーを計算し、平面圖に骨組みを描き、之にオフセットを入れて地形測量を完成するのである。

測量に関する書籍は澤山あるが以上の事を現場的に簡単に書いたものは少い。本書は此の目的に依つたもので、

既に學校に於いて測量の講義を受けた人、

又、獨學で測量實地に就いてゐる人、

こんな人の内で、

測量のことは大體覚えてゐるが、三角測量から始まつて平面圖を纏める迄——その方法と仕事の連絡が判らない人に参考にして貰ひたい。それで本書は

1. 實用に遠い理論は省き、
2. むづかしい數學公式は省き、
3. 英語はなるべく省いてゐる。

地形測量の實際に必要なもののみを書き、それに具體的な計算例をあげて實地應用の理解に努めた。大海の水も元は谷間の一滴である。諸君が此の書に依つて地形測量の第一歩を知られ、更に第二歩、自分の欲する細部の研究を他の書に依つて學ばれたい。

昭和十二年十月

著者識

實用三角測量術目次

—測量より地形圖の完成まで—

第1章 總論

§ 1. 三角測量.....	1
§ 2. ト ラ バ ー シ ング.....	2
§ 3. オ フ セ ッ ト	3
§ 4. 高 低 測 量	4

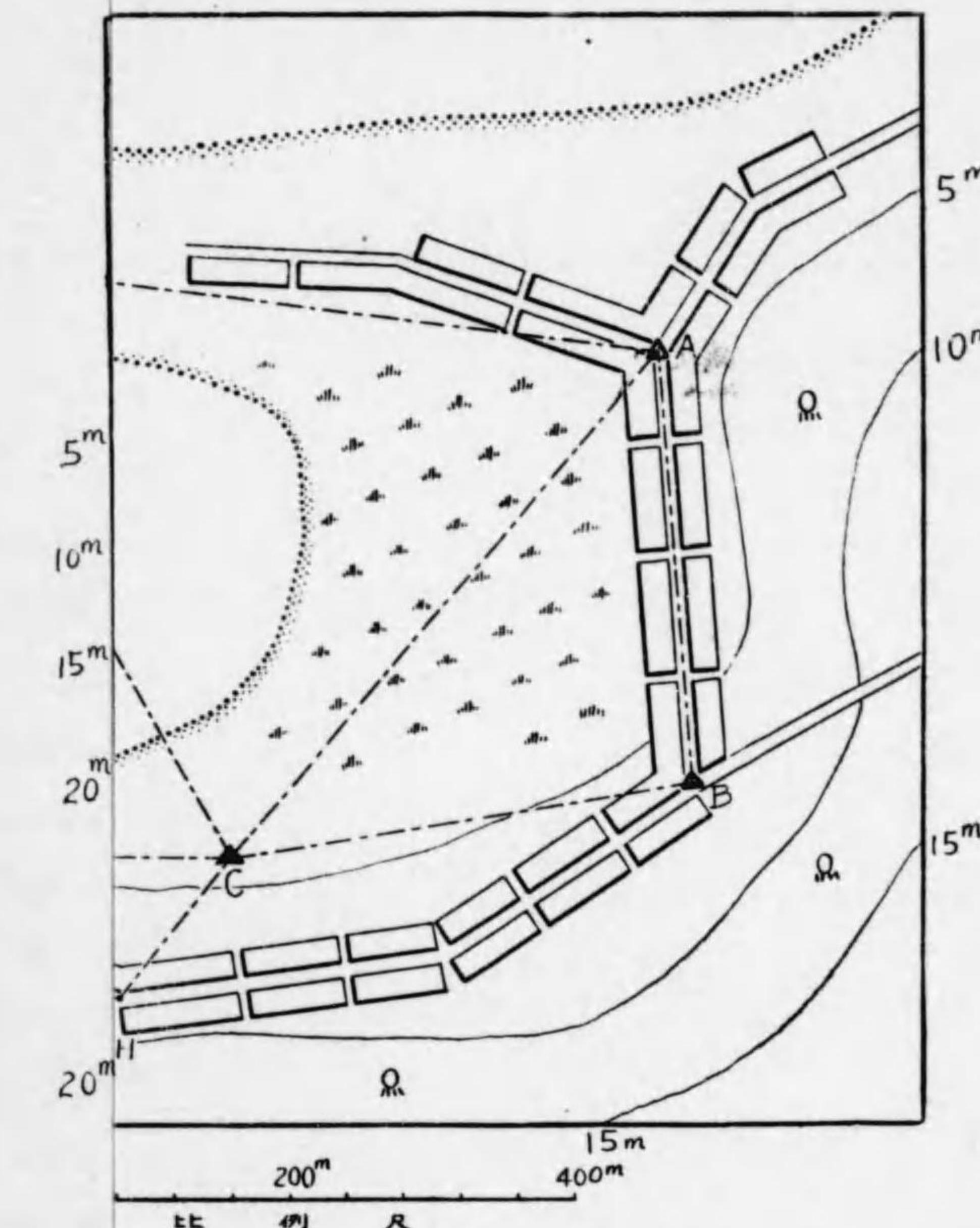
第2章 計算實例

§ 5. 基 線 測 量	6
§ 6. 測 角 作 業	6
§ 7. 三 角 網 の 邊 長 計 算	8
1. 算 術 乘 除 に て 計 算 せ る も の	9
2. 對 數 に て 計 算 せ る も の	16
§ 8. 檢 基 線 と の 比 較	24
§ 9. 三 角 點 を 圖 上 に 表 す 計 算	25
§ 10. 三 角 網 周 邊 の 位 分 方 位 計 算	25
§ 11. 緯 距, 經 距 の 計 算	30

1. 算術乗除にて計算せるもの	31
2. 對数にて計算せるもの	35
§12. 三角點の坐標	46
§13. トラバーシングの方法	48
§14. トラバーシングの計算	50
§15. オフセット	53
§16. 地形測量	53

第3章 解 説

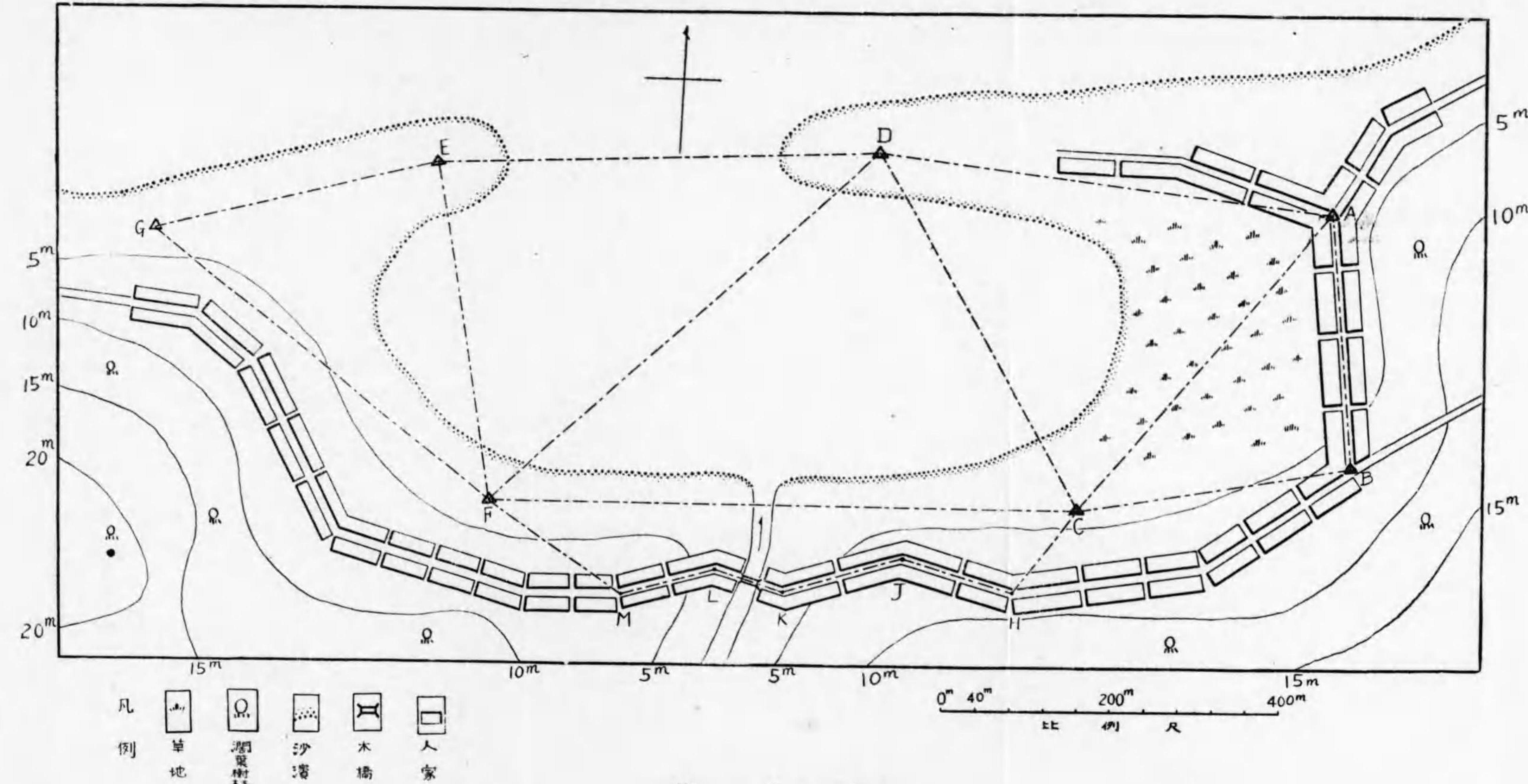
§17. 三角測量の擇點	56
§18. 三角測量の造標	58
§19. 三角測量の基線測量	58
§20. 三角測量の基線三角網	59
§21. 三角測量の測角	61
§22. 三角網の方位	63
§23. 三角測量の計算順序	64
§24. トラバーシング	67
§25. 製圖	69



大

說

31
35
46
48
50
53
53
56
58
58
59
61
63
64
67
69



實用三角測量術

—測量より地形圖の完成まで—

第1章 總論

§ 1. 三角測量

吾々の日常遭遇する廣い面積の測量は2糅四方から4糅四方である。本書は此の程度の測量を書いたものである。

こゝに2糅四方に亘る一部落がある。部落の中央には湖あり、湖の周囲には川、道路、人家あり、湖の水は海に注ぐ。さて此の部落の地形平面圖を描くには如何にすれば良からうか。

先づ廣い土地の地形測量は三角測量から始まる。

1. 摂點

部落の中で300m乃至500m宛距つた小高い丘を摂點してそこに三角點を定める。第1圖に於て A, B, C, D, E, F, G の諸點はこれである。

そしてこれらを頂點にして三角形に組む。

2. 基線測量

AB線を最初の基線とし、EGを最後の検基線とする。兩者は實測され易い場所に摂み、其の長さを出来るだけ精密に實測する。

3. 測 角

三角形全部の内角をトランシットで何回も繰り返して測る。

4. 計 算

斯くして $\triangle ABC$ から漸次三角形の各邊長が知れてくる。即ち AB を 100^n と假定すれば

$$\frac{BC}{\sin \angle BAC} = \frac{100^n}{\sin \angle ACB} \quad \therefore BC = 100^n \times \frac{\sin BAC}{\sin ACB}$$

次に

$$\frac{AC}{\sin \angle ABC} = \frac{100^n}{\sin \angle ACB} \quad \therefore AC = 100^n \times \frac{\sin ABC}{\sin ACB}$$

かくして BC, AC は知れた。

AC が判れば次に $\triangle ACD$ の AD, DC も判つてくる。かくして CF, DF, ED, EF, FG, EG の長さが判る。その時に今計算から出た EG の長さと實測の EG の長さが大體一致すれば此の三角測量の計算は合つたことになる。

次に三角網の周邊 $AB, BC, CF, FG, GE, ED, DA$ の長さを磁北から偏よつた角度に依つて緯距經距に分ける(後述)。

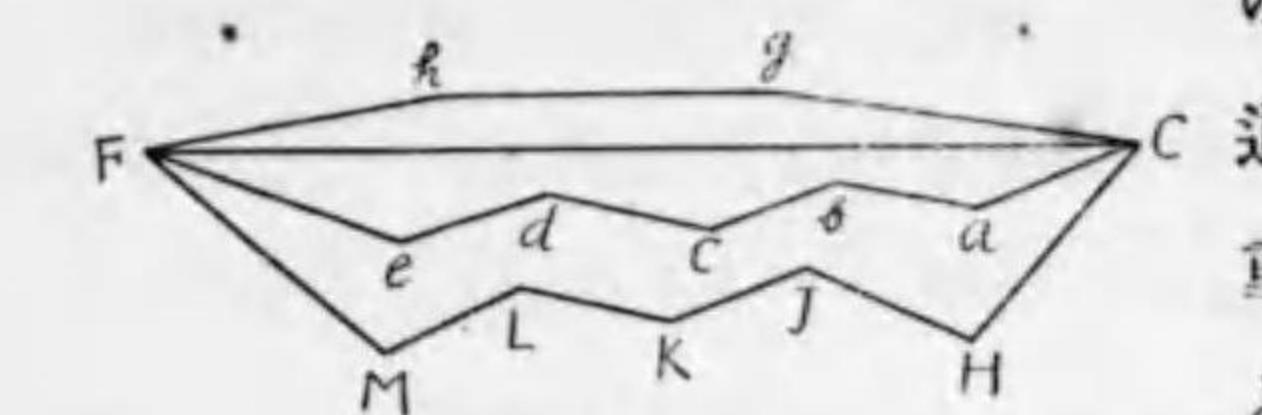
これらを加へて各點の坐標を定め、格子線の紙(方眼紙)上にその點の位置を表はすのである。これで大局的に各三角點の位置が定まつた。

かくて三角測量は完了したのである。

§ 2. トラバーシング

各三角點の位置が定まれば其の二點間をトラバーシング測量を

トラバーシング測線の圖



第2圖

するのである。例へば邊長の知れてゐる CF 間に街や道路の地形に應じて途中の重要な點に H, J, K, L, M と撰點して行く。次に C から出發して H, J, K, L, M とトランシットで方向、卷尺で距離を測り F 點に達する。

計算の際各邊 CH, HJ, JK, KL, LM, MF を緯距、經距に分けると其の合計は CF 線の緯距、經距と等しくあるべきである。かくて坐標を求めて三角網圖 CF の間に、 $HJKLM$ の點を描くのである。

三角點 C 點、 F 點は非常に正確に測定されてゐるから、トラバーシングの $HJKLM$ 點間の距離、測角はそんなに丁寧でなくとも良い。角の測り方は方位迄、距離は粉止りで良い。

次に CF 間のトラバーシングは必要があれば $abcde$ 又は g, h を通過して F 點に達し途中の地形を測量することもある。

かくて他の邊 AC, BC, AB, FG, EG に對しても同様途中の地形に應じトラバーシングをなす。すれば部落全部の細部迄、各所が圖上に描かれることになる。計算及理論に於いては三角測量と同じである。

§ 3. オフセット

例へば CF 間のトラバーシングが終つたならば CF 間の $CH,$

HJ, JK, KL, LM, MF の兩側の地形をオフセット測量するのである。即ち竹尺を *CH* 線上に据えおき、その點から直角に線を出して巻尺で測り家屋や構造物の位置を知るのである。

かくてトラバー線全部に就いてオフセットをとる。

以上三角測量、トラバーシング、オフセットで平面圖は完了するのである。即ち廣い土地を測量するには三角測量に依つて大局をおさへ、トラバーシングに依つて三角點間の諸點をおさへ、オフセットに依り細部を測るのである。之を例へれば人體の構造が先づ骨あり、次に之を連絡するに筋あり、包むには皮膚あり、その間に血と肉がある。三角測量は人體の骨格であり、筋と皮膚はトラバーシングであり、血と肉はオフセットである。普通三角網をスケルトン(骨格)と云ふのはこんな意味から出たものである。

以下計算實例をあげ、三角測量、トラバーシング、並にオフセットと説明して行かう。

尚トラバーシングとは英語の traversing であり、横切る——旋回すると云ふ意味である。

又オフセットは英語の offset であり、線の支枝と云ふ意味である。

§ 4. 高 低 測 量

地形測量として高さを表はす同高線を描かねばならぬ。之をかくには

1. 先づ其の土地のベンチマークから各三角點の高さを水準測

量で測る。

2. トラバーシングをする時、各測點の高さを測る。之は水準測量することもあるが、スタヂヤ測量によることが多い。トラバーミー測點間の高さの差の合計は兩三角點間の高さの差と同じである。

3. 特殊構造物の高さはトラバーの測點より視距放線 (Stadia Shot) を出して其の方向と距離と高さを測る。

以上により各地の高さを知り、高さの差を等分して同高線を引くのである。詳しいことは後で述べる。

第2章 計算實例

§ 5. 基線測量

以下第1圖の三角網により三角測量の計算實例を書いて見よう。先づ AB を始基線とする。 AB は長さを實測し得る個所に設ける。長さを測るには鋼卷尺を用ふ。卷尺の長さは 20m 乃至 50m である。 AB 間には適當の間隔に杭を打ち、杭頭は全部水平に切り之に卷尺を置き、卷尺が垂れ下がらぬ様にする。かくて風のない涼しい朝、卷尺を出来るだけ水平に手心強く張つて長さを三回宛測る。之に溫度の更正をする。そして以上を平均して基線の長さを決定するのである。

全長第一回 298.525m

全長第二回 298.543m

全長第三回 298.531m

平均 均 298.533m

陸軍參謀本部の陸地測量の様に日本全國に跨がる三角測量の基線測量は頗る精密に測る。併し吾々日常の狭い面積の實用的三角測量には以上の如く簡単にして充分間に合ふ。

依つて詳しい理論は他の書に依つて學ばれたい。(例へば鐵道圖書局發行「トランシット測量」等)

§ 6. 測角作業

三角形の内角を測るのは三角測量の主要作業である。測角中は機械的にも人爲的にも色々の誤差が起るから之をなくするため一測角反復法 一つの角を何回も測る。それを平均して内角とするのである。

普通は次の如くする。

第一法 望遠鏡を正位にしたままその角を右から左へ三回加算して測り結果を三等分する。例へば角 ABC を測るのに

第3圖 (第3圖)

一回目は A から C へ測角して 90 度になつたとする。

二回目はその目盛の上に又 A から C へ測角して 180 度附近となる。

三回目はその目盛の上に又 A から C へ測角して 270 度附近となる。之を三等分したものが求むる角である。

第二法 望遠鏡を反位にして角を C から A へ三回加算して測り三等分す。

以上の二つを平均してその内角とするのである。

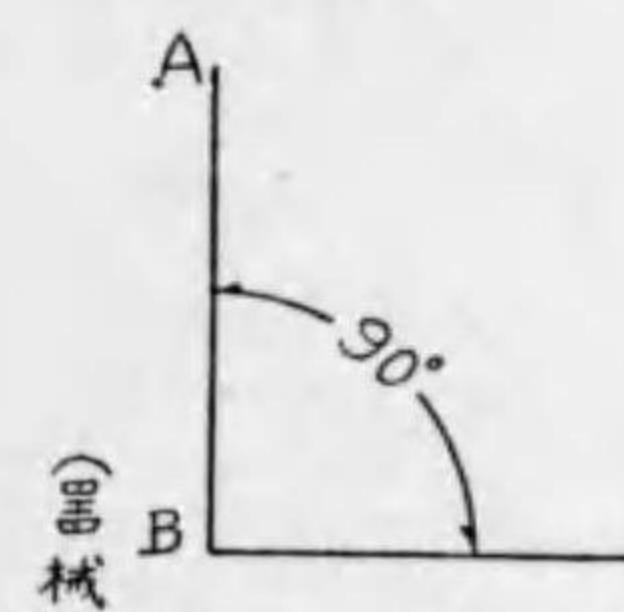
かくて各角を同様の方法で測る。

次に以上の角が各三角形に就いて内角の和は 180 度となるべきである。

今 $\triangle ABC$ に就いて見るに

實測 $\angle ABC = 95^\circ - 01' - 22''$

$\angle BCA = 40^\circ - 00' - 36''$



$$= 328.1743m$$

併し不幸にも計算器を持つて居ない人は之を筆算又は算盤するが良い。算術は厄介であるが對數を良く知らぬ人には算術の方が確實である。對數に自信のある人は對數でやるが良い。

次に述べる邊長計算は先づ算術で行ひ然る後對數に依つて見た。對數は研究家のために参考としたものである。兩者の答は殆ど合つてゐるが小數點以下第四位に來て多少差が出來てゐる。

之は按分比例の時と、小數點以下第五位の四捨五入に影響されたものである。

次に $\triangle ABC$ の AC を求む。

$$\text{公式により } \frac{AC}{\sin 95^\circ - 01' - 17''} = \frac{AB}{\sin 40^\circ - 0' - 31''}$$

$$\therefore AC = \frac{AB \times \sin 95^\circ - 01' - 17''}{\sin 40^\circ - 0' - 31''}$$

$\angle A$ が 180° より小なる場合、三角の公式により

$$\sin A = \sin(180^\circ - A)$$

$$\therefore \sin 95^\circ - 0' - 17'' = \sin 84^\circ - 58' - 43''$$

$$\sin 84^\circ - 58' = 0.9961438$$

$$\begin{aligned} + & 43'' = 255 \times \frac{43}{60} = 183 \\ \hline \sin 84^\circ - 58' - 43'' & = 0.9961621 \end{aligned}$$

$$\text{前記により } \sin 40^\circ - 0' - 31'' = 0.6429027$$

$$\therefore AC = \frac{293.533 \times 0.9961621}{0.6429027}$$

$$= \frac{297.3372601993}{0.6429027}$$

$$= 462.5696239$$

小數點以下四位迄取り、五位は四捨五入とす。

$$AC = 462.5696m$$

(B) $\triangle ACD$ の邊長計算

AC を知りて AD を求む。

$$\text{公式により } \frac{AD}{\sin 69^\circ - 30' - 02''} = \frac{AC}{\sin 53^\circ - 48' - 53''}$$

$$AD = 462.5696239 \times \frac{\sin 69^\circ - 30' - 02''}{\sin 53^\circ - 48' - 53''}$$

$$\begin{aligned} & \left. \begin{aligned} & \sin 69^\circ - 30' & = 0.9366722 \\ & + & 02'' = 1018 \times \frac{2}{60} = 34 \\ & \hline & \sin 69^\circ - 30' - 02'' & = 0.9366756 \end{aligned} \right. \\ & \left. \begin{aligned} & \sin 53^\circ - 48' & = 0.8069603 \\ & + & 53'' = 1718 \times \frac{53}{60} = 1518 \\ & \hline & \sin 53^\circ - 48' - 53'' & = 0.8071121 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

$$\therefore AD = \frac{462.5696239 \times 0.9366756}{0.8071121}$$

$$= \frac{433.277680008307}{0.8071121} = 536.8246616$$

$$AD = 536.8247m$$

AC を知りて DC を求む。

$$\text{公式により } \frac{DC}{\sin 56^\circ - 41' - 05''} = \frac{AC}{\sin 53^\circ - 48' - 53''}$$

$$\therefore DC = \frac{AC \times \sin 56^\circ - 41' - 05''}{\sin 53^\circ - 48' - 53''}$$

$$\begin{cases} \sin 56^\circ - 41' & = 0.8356476 \\ + & \\ \hline \sin 56^\circ - 41' - 05'' & = 0.8356609 \end{cases}$$

前記 $\sin 53^\circ - 48' - 53'' = 0.8071121$

$$\therefore DC = \frac{462.5696239 \times 0.8356609}{0.8071121}$$

$$= \frac{386.551348220936}{0.8071121}$$

$$= 478.9314250$$

$$DC = 478.9314m$$

(C) $\triangle CDF$ の邊長計算

DC の長さを知り DF を求む。

$$\text{公式により } \frac{DC}{\sin 42^\circ - 20' - 11''} = \frac{DF}{\sin 60^\circ - 8' - 25''}$$

$$\therefore DF = \frac{DC \times \sin 60^\circ - 8' - 25''}{\sin 42^\circ - 20' - 11''}$$

$$\begin{cases} \sin 60^\circ - 8' & = 0.8671866 \\ + & \\ \hline \sin 60^\circ - 8' - 25'' & = 0.8672469 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin 42^\circ - 20' & = 0.6734427 \\ + & \\ \hline \sin 42^\circ - 20' - 11'' & = 0.6734821 \end{cases}$$

$$\therefore DF = \frac{478.931425 \times 0.8672469}{0.6734821}$$

$$= \frac{415.3517936438325}{0.6734821} = 616.7228402$$

$$DF = 616.7228m$$

DC の長さを知り FC を求む。

$$\text{公式により } \frac{DC}{\sin 42^\circ - 20' - 11''} = \frac{FC}{\sin 77^\circ - 31' - 24''}$$

$$\therefore FC = \frac{DC \times \sin 77^\circ - 31' - 24''}{\sin 42^\circ - 20' - 11''}$$

$$\begin{cases} \sin 77^\circ - 31' & = 0.9763589 \\ + & \\ \hline \sin 77^\circ - 31' - 24'' & = 0.9763841 \end{cases}$$

$$\text{前記 } \sin 42^\circ - 20' - 11'' = 0.6734821$$

$$\therefore FC = \frac{478.931425 \times 0.9763841}{0.6734821}$$

$$= \frac{467.6210283603425}{0.6734821}$$

$$= 694.3332692$$

$$FC = 694.3333m$$

(D) $\triangle DEF$ の邊長計算

DF を知り DE を求む。

$$\text{公式により } \frac{DE}{\sin 56^\circ - 37' - 44''} = \frac{DF}{\sin 83^\circ - 0' - 09''}$$

$$\therefore DE = \frac{DF \times \sin 56^\circ - 37' - 44''}{\sin 83^\circ - 0' - 09''}$$

$$\begin{cases} \sin 56^\circ - 37' & = 0.8350080 \\ + & \\ \hline \sin 56^\circ - 37' - 44'' & = 0.8351253 \end{cases}$$

$$44'' = 1600 \times \frac{44}{60} = 1173$$

$$\begin{aligned} \left\{ \begin{array}{l} \sin 83^\circ - 0' = 0.9925462 \\ 09'' = 354 \times \frac{9}{60} = 53 \end{array} \right. \\ \hline \sin 83^\circ - 0' - 09'' = 0.9925515 \\ \therefore DE = \frac{616.7228402 \times 0.8351253}{0.9925515} \\ = \frac{515.04084693387706}{0.9925515} = 518.9059175 \\ DE = 518.9059m \end{aligned}$$

DF を知りて *EF* を求む。

$$\begin{aligned} \text{公式により } \frac{DF}{\sin 83^\circ - 0' - 09''} = \frac{EF}{\sin 40^\circ - 22' - 07''} \\ \therefore EF = \frac{DF \times \sin 40^\circ - 22' - 07''}{\sin 83^\circ - 0' - 09''} \\ \left\{ \begin{array}{l} \sin 40^\circ - 22' = 0.6476767 \\ 07'' = 2217 \times \frac{7}{60} = 259 \end{array} \right. \\ \hline \sin 40^\circ - 22' - 07'' = 0.6477026 \\ \text{前記により } \sin 83^\circ - 0' - 09'' = 0.9925515 \\ \therefore EF = \frac{616.7228402 \times 0.6477026}{0.9925515} \\ = \frac{399.45298707692452}{0.9925515} \\ = 402.4506406 \\ EF = 402.4506m \end{aligned}$$

(E) $\triangle EFG$ の邊長計算

EF を知りて *GF* を求む。

$$\begin{aligned} \text{公式により } \frac{GF}{\sin 85^\circ - 19' - 58''} = \frac{EF}{\sin 52^\circ - 18' - 34''} \\ \therefore GF = \frac{EF \times \sin 85^\circ - 19' - 58''}{\sin 52^\circ - 18' - 34''} \\ \left\{ \begin{array}{l} \sin 85^\circ - 19' = 0.9966612 \\ + 58'' = 237 \times \frac{58}{60} = 229 \end{array} \right. \\ \hline \sin 85^\circ - 19' - 58'' = 0.9966841 \\ \left\{ \begin{array}{l} \sin 52^\circ - 18' = 0.7912235 \\ + 34'' = 1779 \times \frac{34}{60} = 1008 \end{array} \right. \\ \hline \sin 52^\circ - 18' - 34'' = 0.7913243 \\ GF = \frac{402.4506406 \times 0.9966841}{0.7913243} \\ = \frac{401.11615452083446}{0.7913243} = 506.89224943 \\ GF = 506.8922m \end{aligned}$$

EF を知りて *EG* を求む。

$$\begin{aligned} \text{公式により } \frac{EG}{\sin 42^\circ - 21' - 28''} = \frac{EF}{\sin 52^\circ - 18' - 34''} \\ EG = \frac{EF \times \sin 42^\circ - 21' - 28''}{\sin 52^\circ - 18' - 34''} \\ \left\{ \begin{array}{l} \sin 42^\circ - 21' = 0.6736577 \\ + 28'' = 2150 \times \frac{23}{60} = 1003 \end{array} \right. \\ \hline \sin 42^\circ - 21' - 28'' = 0.6737530 \\ \text{前記により } \sin 52^\circ - 18' - 34'' = 0.7913243 \\ EG = \frac{402.4506406 \times 0.6737530}{0.7913243} \end{aligned}$$

$$= \frac{271.154\ 741\ 160\ 0154}{0.791\ 3243} \\ = 342.659\ 4394 \\ EG = 342.6594m$$

2. 対数にて計算せるもの

(A) $\triangle ABC$ の邊長計算 AB を知りて BC を求む。

公式により $\frac{BC}{\sin 44^\circ - 58' - 12''} = \frac{AB}{\sin 40^\circ - 0' - 31''}$

$$\therefore BC = \frac{AB \times \sin 44^\circ - 58' - 12''}{\sin 40^\circ - 0' - 31''}$$

基線 $AB = 298.533m$

以上を対数にすれば

$$\log BC = \log 298.533 + \log(\sin 44^\circ - 58' - 12'') - \log(\sin 40^\circ - 0' - 31'')$$

之より各項の対数を求めて見る。七桁対数表を使用す。

$$\left\{ \begin{array}{l} \log 298.530 = 2.474\ 9830 \\ +) 3 = 145 \times 0.3 = 44 \\ \hline \log 298.533 = 2.474\ 9924 \end{array} \right.$$

298 は三位であるから対数にすれば指数は 2 となる。対数表では 298.53 としか求められないから残りの 0.003 の部分は比例配分で計算する。

次に \sin は 1 より小さい数であるから対数にすると指数は負となり 之では面倒になるから常に 10 を加へてある。

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 44^\circ - 58' = 9.849\ 2322 \\ 12'' = 1264 \times \frac{12}{60} = 253 \\ \hline \log \sin 44^\circ - 58' - 12'' = 9.849\ 2575 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 40^\circ - 0' = 9.803\ 0675 \\ 31'' = 1505 \times \frac{31}{60} = 778 \\ \hline \log \sin 40^\circ - 0' - 31'' = 9.808\ 1453 \end{array} \right.$$

$$\text{依つて } \log BC = 2.474\ 9924 + 9.849\ 2575 - 9.808\ 1453 \\ = 2.516\ 1046$$

次に此の対数を真数に直す。

指數の 2 は真数に直すと小数點以上 3 位となる。516 1046 を対数表で探すと真数 32317 附近となる。即ち

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.516\ 0989 = \log 328.17 \\ +) 57 = \frac{57}{132} = 43 \\ \hline 2.516\ 1046 = \log 328.1743 \end{array} \right.$$

$$\therefore BC = 328.1743m$$

次に AB を知りて AC を求む。

公式により $\frac{AC}{\sin 95^\circ - 01' - 17''} = \frac{AB}{\sin 40^\circ - 0' - 31''}$

$$\therefore AC = \frac{AB \times \sin 95^\circ - 01' - 17''}{\sin 40^\circ - 0' - 31''}$$

$$\log AC = \log AB + \log(\sin 95^\circ - 01' - 17'') - \log(\sin 40^\circ - 0' - 31'')$$

$$\text{前記により } \log \sin 40^\circ - 0' - 31'' = 9.808\ 1453$$

$$\text{三角公式により } \sin A = \sin(180^\circ - A)$$

$$\log \sin 95^\circ - 01' - 17'' = \sin 84^\circ - 58' - 43''$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 84^\circ - 58' = 9.998\ 3220 \\ +) 43'' = 112 \times \frac{43}{60} = 80 \\ \hline \log \sin 84^\circ - 58' - 43'' = 9.998\ 3300 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned}\log AC &= 9.9983300 + 2.4749924 - 9.8081453 \\ &= 2.6651771\end{aligned}$$

之を眞数に直せば

$$\begin{array}{rcl} 2.6651681 & = \log 462.56 \\ 90 = \frac{90}{94} & = 96 \\ \hline 2.6651771 & = \log 462.5696 \end{array}$$

$$AC = 462.5696^m$$

(B) $\triangle ACD$ の邊長計算

AC を知りて AD を求む。

$$\text{前記より } AC = 462.5696^m \quad \log AC = 2.6651771$$

$$\begin{array}{l} \text{公式により } \frac{AD}{\sin 69^\circ - 30' - 02''} = \frac{AC}{\sin 53^\circ - 48' - 53''} \\ \therefore AD = \frac{AC \times \sin 69^\circ - 30' - 02''}{\sin 53^\circ - 48' - 53''} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \log \sin 69^\circ - 30' & = 9.9715376 \\ +) 02'' = 472 \times \frac{2}{60} = 16 \\ \hline \log \sin 69^\circ - 30' - 02'' & = 9.9715392 \\ \log \sin 53^\circ - 48' & = 9.9068522 \\ +) 53'' = 924 \times \frac{53}{60} = 816 \\ \hline \log \sin 53^\circ - 48' - 53'' & = 9.9069338 \end{array}$$

$$\begin{aligned}\log AD &= 9.9715392 + 2.6651771 - 9.9069338 \\ &= 2.7298325\end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl} 2.7298237 & = \log 536.82 \\ 39 = \frac{38}{81} & = 47 \\ \hline 2.7298325 & = \log 536.8247 \end{array}$$

$$AD = 536.8247^m$$

AC を知りて DC を求む。

$$\begin{array}{l} \text{公式により } \frac{DC}{\sin 56^\circ - 41' - 05''} = \frac{AC}{\sin 53^\circ - 48' - 53''} \\ \therefore DC = \frac{AC \times \sin 56^\circ - 41' - 05''}{\sin 53^\circ - 48' - 53''} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \log \sin 56^\circ - 41' & = 9.9220232 \\ +) 05'' = 820 \times \frac{5}{60} = 69 \\ \hline \log \sin 56^\circ - 41' - 05'' & = 9.9220301 \end{array}$$

$$\begin{aligned}\log DC &= 2.6651771 + 9.9220301 - 9.9069338 \\ &= 2.6802734\end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl} 2.6802720 & = \log 478.93 \\ +) 14 = \frac{14}{91} & = 15 \\ \hline 2.6802734 & = \log 478.9315 \end{array}$$

$$DC = 478.9315^m$$

(C) $\triangle CDF$ の邊長計算

DC を知りて FD を求む。

$$\text{前記により } DC = 478.9315^m \quad \log DC = 2.6802734$$

$$\text{公式により } \frac{FD}{\sin 60^\circ - 8' - 25''} = \frac{DC}{\sin 42^\circ - 20' - 11''}$$

$$FD = \frac{DC \times \sin 60^\circ - 8' - 25''}{\sin 42^\circ - 20' - 11''}$$

$$\begin{array}{rcl} \log \sin 60^\circ - 8' & = 9.9381126 \\ +) 25'' = 725 \times \frac{25}{60} = 302 \\ \hline \log \sin 60^\circ - 8' - 25'' & = 9.9381428 \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 42^\circ - 20' = 9.8283006 \\ +) \quad 11'' = 1387 \times \frac{11}{60} = 254 \\ \hline \log \sin 42^\circ - 20' - 11'' = 9.8283260 \end{array} \right.$$

$$\log FD = 2.6802734 + 9.9381428 - 9.8283260 \\ = 2.7900902$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.7900830 = \log 616.72 \\ 22 = \frac{22}{71} \\ \hline 2.7900902 = \log 616.7231 \end{array} \right.$$

$$FD = 616.7231m$$

DC を知りて *FC* を求む。

$$\text{公式により } \frac{FC}{\sin 77^\circ - 31' - 24''} = \frac{DC}{\sin 42^\circ - 20' - 11''} \\ \therefore FC = \frac{DC \times \sin 77^\circ - 31' - 24''}{\sin 42^\circ - 20' - 11''}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 77^\circ - 31' = 9.9896095 \\ +) \quad 24'' = 279 \times \frac{24}{60} = 112 \\ \hline \sin 77^\circ - 31' - 24'' = 9.9896207 \end{array} \right.$$

$$\log FC = 2.6802734 + 9.9896207 - 9.8283260 = 2.8415581$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.8415359 = \log 694.33 \\ +) \quad 22 = \frac{22}{63} \\ \hline 2.8415681 = \log 694.3335 \end{array} \right.$$

$$\therefore FC = 694.3335m$$

(D) $\triangle DEF$ の邊長計算

DF を知り *DE* を求む。

$$\text{公式により } \frac{DE}{\sin 56^\circ - 37' - 44''} = \frac{DF}{\sin 83^\circ - 0' - 09''}$$

$$\therefore DE = \frac{DF \times \sin 56^\circ - 37' - 44''}{\sin 83^\circ - 0' - 09''}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 56^\circ - 37' = 9.9216906 \\ +) \quad 44'' = 832 \times \frac{44}{60} = 610 \\ \hline \log \sin 56^\circ - 37' - 44'' = 9.9217516 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 83^\circ - 0' = 9.9937507 \\ 09'' = 155 \times \frac{9}{60} = 23 \\ \hline \log \sin 83^\circ - 0' - 09'' = 9.9967530 \end{array} \right.$$

$$\log DE = 2.7900902 + 9.9217516 - 9.9967530 = 2.7150888$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.7150837 = \log 518.90 \\ 51 = \frac{52}{84} = 62 \\ \hline 2.7150388 = \log 518.9032 \end{array} \right.$$

$$DE = 518.9032m$$

DF を知り *EF* を求む。

$$\text{公式により } \frac{EF}{\sin 40^\circ - 22' - 07''} = \frac{DF}{\sin 83^\circ - 0' - 09''}$$

$$\therefore EF = \frac{DF \times \sin 40^\circ - 22' - 07''}{\sin 83^\circ - 0' - 09''}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 40^\circ - 22' = 9.8113583 \\ +) \quad 07'' = 1486 \times \frac{7}{60} = 173 \\ \hline \log \sin 40^\circ - 22' - 07'' = 9.8113756 \end{array} \right.$$

$$\log EF = 2.790\ 0502 + 9.811\ 3756 - 9.993\ 7530$$

$$= 2.604\ 7128$$

$$\begin{array}{r} 2.604\ 7119 \\ +) \quad 9 = \frac{9}{108} \\ \hline 2.604\ 7128 \end{array} \quad \begin{array}{l} = \log 402.45 \\ = 08 \\ = \log 402.4503 \end{array}$$

$$EF = 402.4503^m$$

(E) $\triangle EFG$ の邊長計算

EF を知りて FG を求む。

$$\text{公式により } \frac{FG}{\sin 85^\circ - 19' - 58''} = \frac{EF}{\sin 52^\circ - 18' - 34''}$$

$$\therefore FG = \frac{\sin 85^\circ - 19' - 58'' \times EF}{\sin 52^\circ - 18' - 34''}$$

$$\begin{array}{r} \log \sin 85^\circ - 19' \\ +) \quad 58'' = 104 \times \frac{53}{60} = 101 \\ \hline \log \sin 85^\circ - 19' - 58'' \end{array} \quad = 9.998\ 5475$$

$$\begin{array}{r} \log \sin 52^\circ - 18' \\ +) \quad 34'' = 976 \times \frac{34}{60} = 553 \\ \hline \log \sin 52^\circ - 18' - 34'' \end{array} \quad = 9.898\ 2992$$

$$\log FG = 2.604\ 7128 + 9.998\ 5576 - 9.898\ 3545$$

$$= 2.704\ 9159$$

$$\begin{array}{r} 2.704\ 9137 \\ +) \quad 22 = \frac{22}{86} \\ \hline 2.704\ 9159 \end{array} \quad \begin{array}{l} = \log 506.89 \\ = 26 \\ = \log 506.8926 \end{array}$$

$$\therefore FG = 506.8926^m$$

EF を知りて EG を求む。

$$\text{公式により } \frac{EG}{\sin 42^\circ - 21' - 28''} = \frac{EF}{\sin 52^\circ - 18' - 34''}$$

$$EG = \frac{EF \times \sin 42^\circ - 21' - 28''}{\sin 52^\circ - 18' - 34''}$$

$$\begin{array}{r} \log \sin 42^\circ - 21' \\ +) \quad 28'' = 1385 \times \frac{23}{60} = 643 \\ \hline \log \sin 42^\circ - 21' - 28'' \end{array} \quad = 9.828\ 4393$$

$$\log EG = 2.604\ 7128 + 9.828\ 5039 - 9.898\ 3545$$

$$= 2.534\ 8622$$

$$\begin{array}{r} 2.534\ 8507 \\ 115 = \frac{115}{127} \\ \hline 2.534\ 8622 \end{array} \quad \begin{array}{l} = \log 342.65 \\ = 91 \\ = \log 342.6591 \end{array}$$

$$EG = 342.6591^m$$

第1表 三角網の邊長計算比較表

	BC	AC	AD	DC	DF
算術計算より出た邊長	328	1743	462	5593	536
對數 ク	328	1743	462	5593	536
差		0	0	0	1

	FC	DE	EF	GF	EG
算術計算より出た邊長	694	3333	518	9059	402
對數 ク	694	3335	518	9062	402
差		2	3	2	4

§ 8. 檢基線との比較

検基線 EG は始基線 AB と同じ方法で精密に實測する。即ち

全長 第一回	342.678 ^m
第二回	342.675
第三回	342.685
平均	342.6793 ^m

然るに三角網の計算から EG の長さは 342.6591^m である。

$$342.6793^m - 342.6591^m = 0.0202^m$$

之が兩者の差である。

$$\begin{aligned} \text{精密度} &= \frac{0.0202}{342.6793} \\ &= \frac{1}{16,965} \end{aligned}$$

0.0202^m の差は非常に小さな誤差で吾々實用測量目的の精密度には許し得るものである。ここに検基線 EG の長さは對數計算から來た 342.6591^m と實測の 342.6793^m の二つあることになるが其の差許し得る程小さな時は計算から出た 342.6591^m を採用すると種々便利である。

吾々の精密度は $\frac{1}{6,000}$ 以上である。之迄は許されてゐる。

つまり検基線の實測は検算の参考と思へば良い。併し差が餘りに大なる時は計算を今一度検算して見るが良い。どこかにきつと間違ひがある。

以上は簡単な測量にのみ應用する方法で、精密な測量とは別であるから誤解のない様にされたい。

§ 9. 三角點を圖上に表す計算

諸々の三角點を圖上に表はす迄には次の計算が必要である。

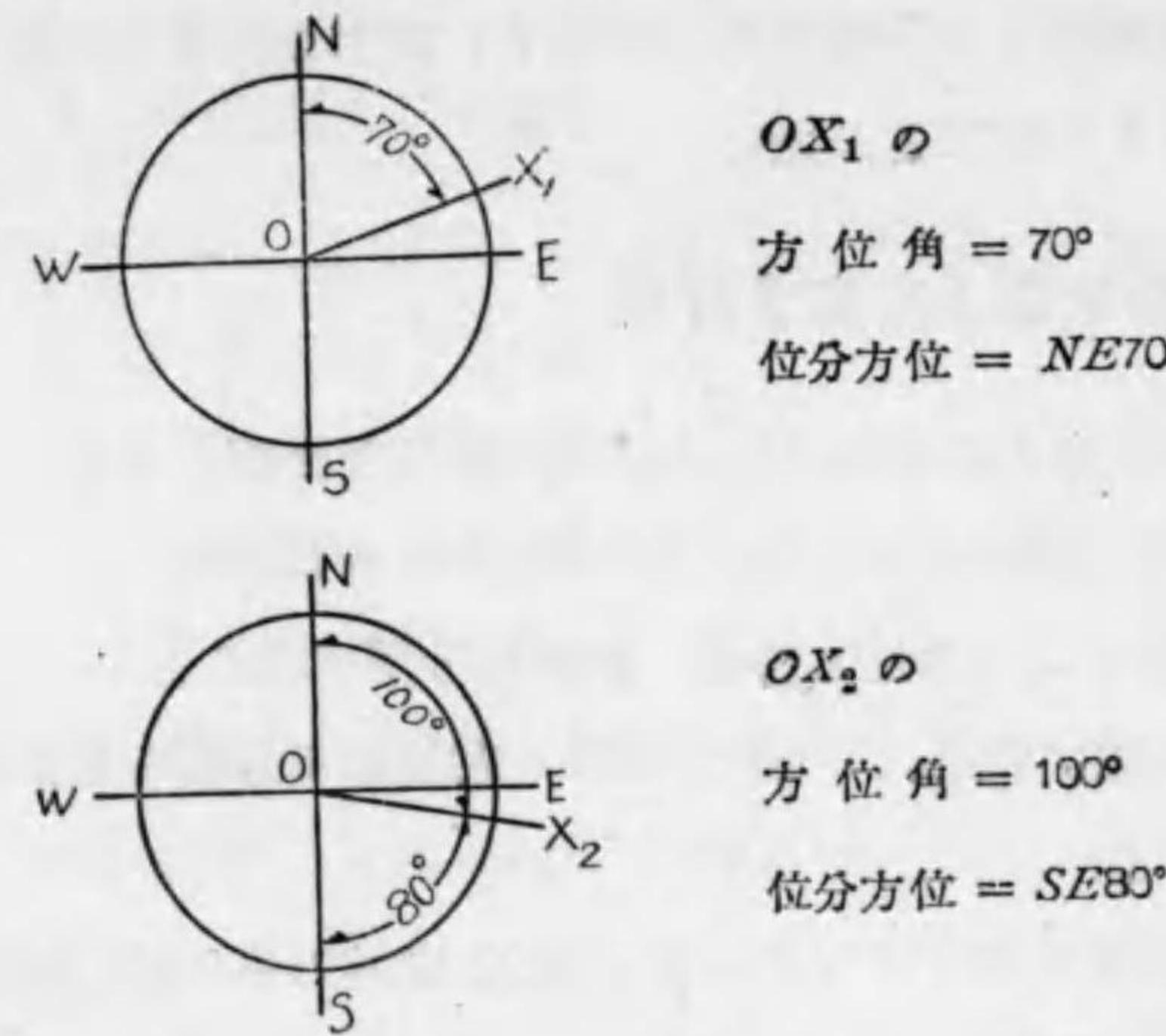
- (1) 三角網各周邊の位分方位 (Bearing) を求むること
- (2) 位分方位により周邊を緯距、經距に分解すること
- (3) 以上の緯距、經距を原點 A に夫々遞加して各點の坐標を求むること

(4) 別紙に必要な縮尺で百米おきに緯線、經線の格子線(方眼)を引き以上の坐標を入れること

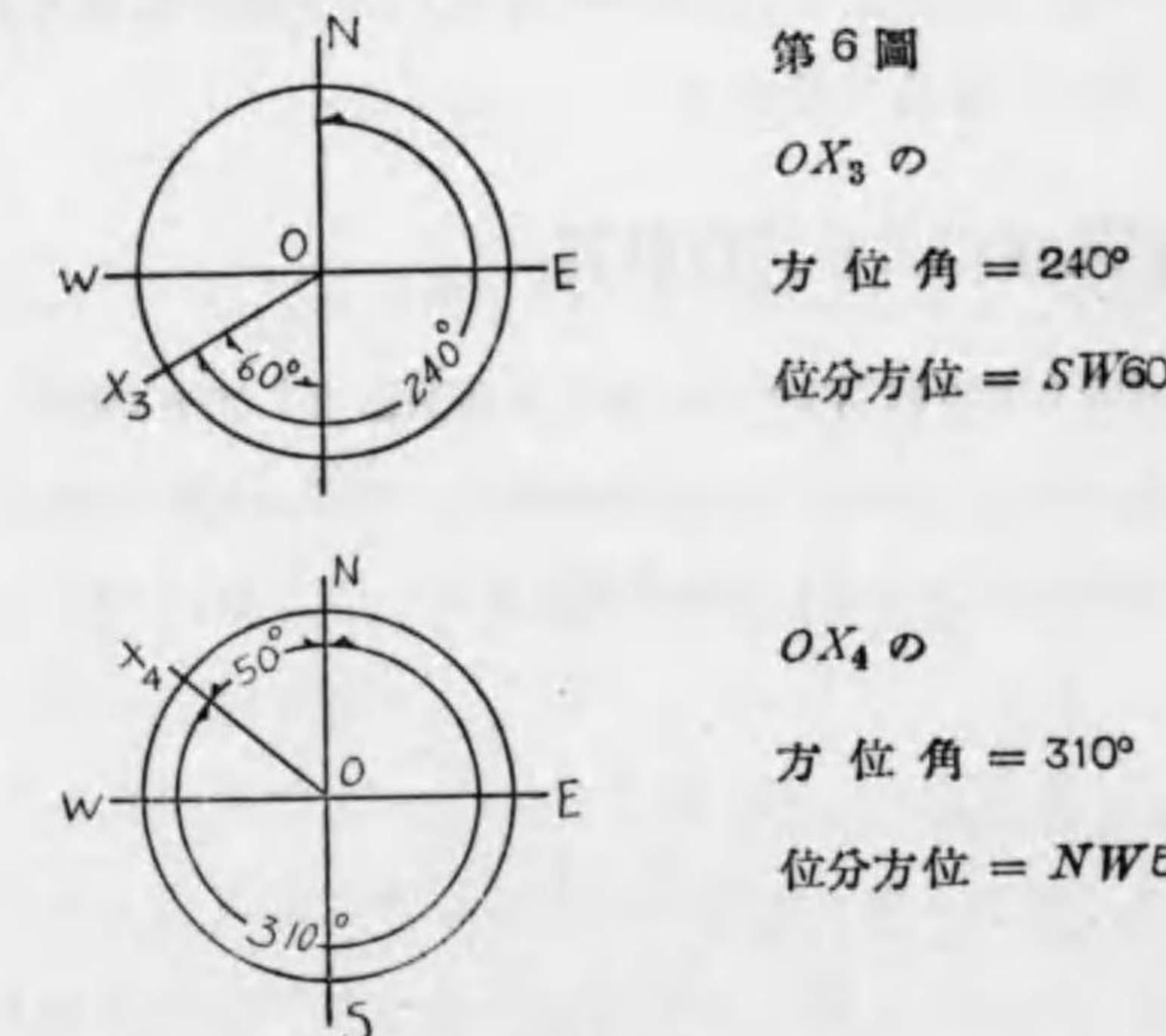
以上で三角點が圖上に決定されたのである。以下順序に第 4 圖の三角網に基き計算を進めて見よう。

§ 10. 三角網周邊の位分方位計算

最初に方位角と位分方位の説明をする。磁北を出發點としてその線迄の角度を方位角 (Azimuth) と云ひ、之を別に磁北又は磁南から其の線迄の角度を位分方位 (Bearing) と云ふ。即第 5 圖に於て



第5圖 方位角と位分方位の關係



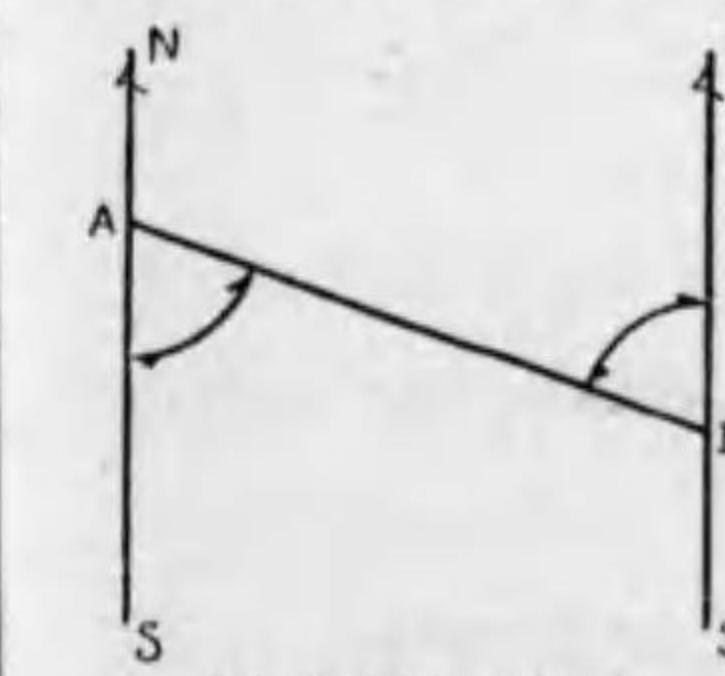
第6圖 方位角と位分方位の關係

三角網周邊を緯距、經距に分ける關係上各邊の位分方位を求めねばならぬ。

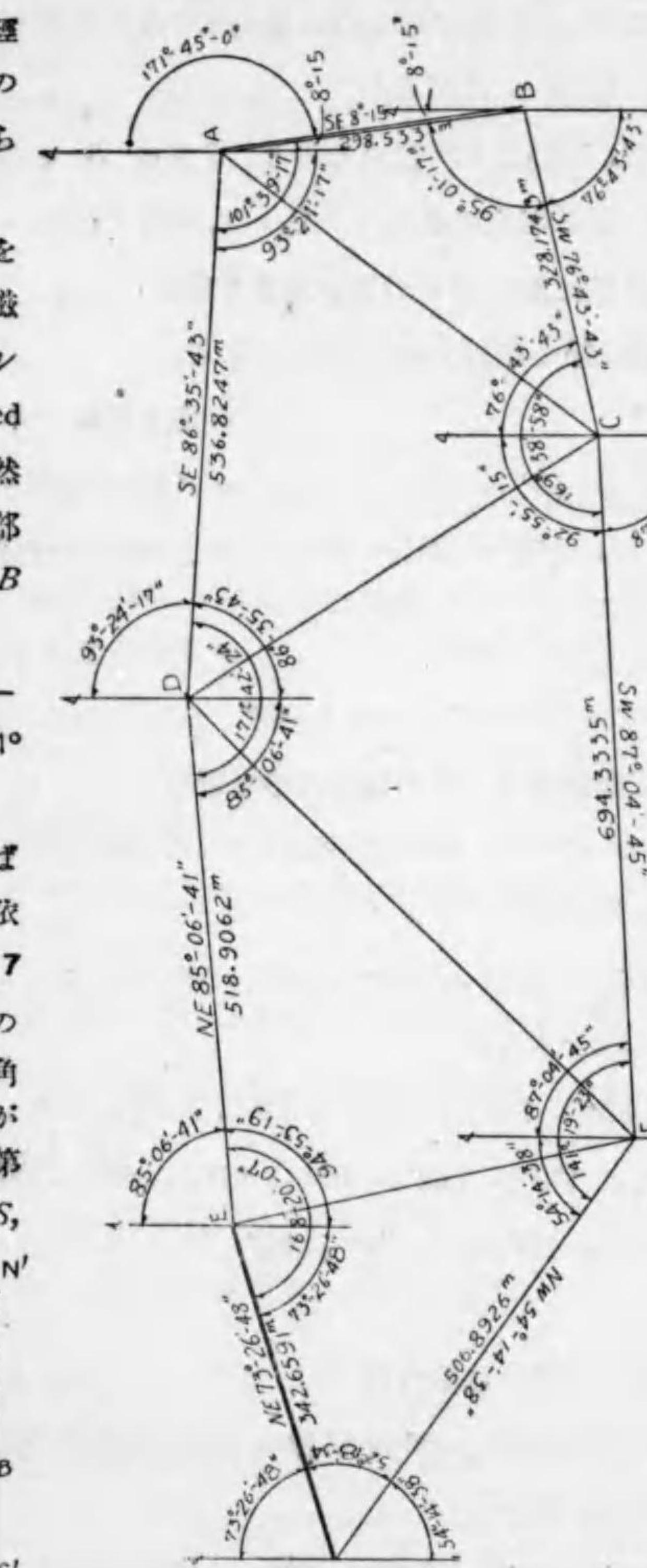
A 點にトランシットを据え羅針盤の $N0^\circ$ と磁針とを重ねる。トランシットの外圈角(graduated circle)も 0° にする。然る後トランシットの下部を緊め、上部を弛め AB の線をねらふ。

かくて磁針は $SE80^\circ - 15'$ となり、外圈角は $171^\circ - 45'$ となつた。

AB の方位角が判れば他邊は三角形の内角に依つて逐次圖解に依り第7圖の如く判明する。この時は幾何學上の「同位角は相等し」と云ふ定理が盛に用ひられる。即ち第8圖により兩磁北線 NS , $N'S'$ を引いて、 AB と AC の交角を求めて、 AB と BC の交角を求める。



第8圖 同位角



第7圖 三角網周邊の方位角圖

$N^{\circ}S'$ の間に AB 線がある時は幾何学では同位角の関係上

$$\angle SAB = \angle N^{\circ}BA$$

位分方位は角度は 90° 以内であり、 S 又は N を基準とすべきである。

以下 BC から順次に計算して見よう。(第 7 図)

(A) B 點に於て BC の位分方位を求む

B 點の磁北線を延長すれば 180° である。

$$\begin{array}{lcl} 180^{\circ} & & = \text{磁北線の一平角} \\ - (8^{\circ} - 15') & & = A \text{ 點の位分方位と同位角} \\ - (95^{\circ} - 01' - 17'') & & = \angle ABC \text{ の内角} \\ \hline 76^{\circ} - 43' - 43'' & & = S \text{ 線となす角} \\ \therefore BC = SW 76^{\circ} - 43' - 43'' & & \end{array}$$

(B) C 點に於て CF の位分方位を求む

C 點の $76^{\circ} - 43' - 43''$ は B 點の BC の位分方位と同じ。

C 點の内角の和は

$$\begin{aligned} (60^{\circ} - 08' - 25'') + (69^{\circ} - 30' - 02'') + (40^{\circ} - 0' - 31'') \\ = 169^{\circ} - 38' - 58'' \\ (169^{\circ} - 38' - 58'') - (76^{\circ} - 43' - 43'') = 92^{\circ} - 55' - 15'' \\ \text{その補角は } 180^{\circ} - (92^{\circ} - 55' - 15'') = 87^{\circ} - 04' - 45'' \\ \therefore CF = SW 87^{\circ} - 04' - 45'' \end{aligned}$$

F 點に於て FG の位分方位

F 點の $87^{\circ} - 04' - 45''$ は C 點の CF の位分方位と相等し。

F 點の内角の和は

$$(42^{\circ} - 21' - 28'') + (56^{\circ} - 37' - 44'') + (42^{\circ} - 20' - 11'')$$

$$= (141^{\circ} - 19' - 23'')$$

$$\text{故に } (141^{\circ} - 19' - 23'') - (87^{\circ} - 04' - 45'') = (54^{\circ} - 14' - 38'')$$

$$\text{之は } N \text{ より算ふべきで } FG = NW 54^{\circ} - 14' - 38''$$

G 點に於て GE の位分方位

$$\left\{ \begin{array}{ll} 180^{\circ} & G \text{ 點の磁北線の延長} \\ - (52^{\circ} - 18' - 34'') & G \text{ 點の内角} \\ - (54^{\circ} - 14' - 38'') & F \text{ 點の } FG \text{ の位分方位と同位角} \\ \hline 73^{\circ} - 26' - 48'' & GE \text{ の方位角} \end{array} \right.$$

之は N より算ふべきである。

$$GE = NE 73^{\circ} - 26' - 48''$$

E 點に於て ED の位分方位

E 點の $(73^{\circ} - 26' - 48'')$ は G 點の GE の位分方位と相等し。

E 點の内角の和は

$$(85^{\circ} - 19' - 58'') + (83^{\circ} - 0' - 09'') = (168^{\circ} - 20' - 07'')$$

$$\text{故に } (168^{\circ} - 20' - 07'') - (73^{\circ} - 26' - 48'') = (94^{\circ} - 53' - 19'')$$

磁北線の延長は 180° であるから

$$180^{\circ} - (94^{\circ} - 53' - 19'') = (85^{\circ} - 06' - 41'')$$

$$\text{之は } N \text{ より算ふべきで } ED = NE 85^{\circ} - 06' - 41''$$

D 點に於て DA の位分方位

D 點の $(85^{\circ} - 06' - 41'')$ は E 點の ED の位分方位と相等し。

D 點の内角の和は

$$(40^{\circ} - 22' - 07'') + (77^{\circ} - 31' - 24'') + (53^{\circ} - 48' - 53'')$$

$$\begin{aligned}
 &= (171^\circ - 42' - 24'') \\
 &(171^\circ - 42' - 24'') - (85^\circ - 06' - 41'') = (86^\circ - 35' - 43'') \\
 \text{之は } S \text{ より算ふべきで } DA = SE86^\circ - 35' - 43'' \\
 \text{尚 } 93^\circ - 24' - 17'' \text{ は } 86^\circ - 35' - 43'' \text{ の補角である。}
 \end{aligned}$$

検算のため

A 點に於て AB の位分方位を求む。

A 點の $93^\circ - 24' - 17''$ は D 點より DA の位分方位と相等し。

A 點の内角は

$$(56^\circ - 41' - 05'') + (44^\circ - 53' - 12'') = (101^\circ - 39' - 17'')$$

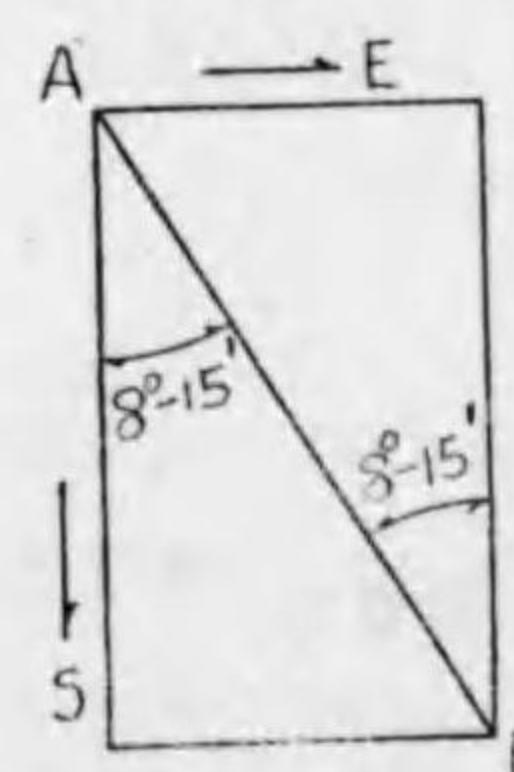
$$\text{故に } (101^\circ - 39' - 17'') - (93^\circ - 24' - 17'') = 8^\circ - 15'$$

之は S より算ふべきである。 $AB = SE8^\circ - 15'$

之は丁度最初出發した時の $SE8^\circ - 15'$ と一致してゐる。それで今迄の途中の計算は誤りがない。

§ 11. 緯距、經距の計算

緯距及經距の圖



第 9 圖

AB 邊の位分方位は $SE8^\circ - 15'$ である。長

さは 298.533^m と決定してゐる。之を圖にかく
と第 9 圖の如きものである。即ち

$$AB \times \sin 8^\circ - 15' = E \text{ の方向の經距}$$

$$AB \times \cos 8^\circ - 15' = S \text{ の方向の緯距}$$

之を各邊 $AB, BC, CF, FG, GE, ED, DA$ に
及ぼしたもののが次の計算である。§ 7 の對數で

求めた邊長を算術と對數で計算して見た。計算

器さへあれば算術が輕便である。

cosin は秒位の按分計算の時に引算することを忘れてはならぬ。
cosin は 90° に進むにつれて減つて行く性質のものである。

尚、初歩者は緯度と經度、即ちどの方向が緯距、經距かを間違
ふ。北緯 50 度と云へば南北に測つたもので、東經 135 度と云へ
ば東西に測つたものであると思へば良い。

緯距は latitude と云ふが、最初の 1 字が上下即ち南北に向
つてゐる。經距 Departure は D の字は横線が右へ水平に行く。
又は左右に出つぱる (Depar) と考へれば良い。

1. 算術乘除にて計算せるもの

(A) AB 線を S 及 E に分解す

$$AB = 298.533^m$$

$$\text{角度} = 8^\circ - 15' - 00''$$

三角函數真數表により

$$S = 298.533 \times \cos 8^\circ - 15'$$

$$= 298.533 \times 0.989\ 6514$$

$$= 295.4436^m$$

$$E = 298.533 \times \sin 8^\circ - 15'$$

$$= 298.533 \times 0.143\ 4926$$

$$= 42.8373^m$$

(B) BC 線を S 及 W に分解す

$$BC = 328.1743^m$$

$$\text{角度} = 76^\circ - 43' - 43''$$

$$\begin{cases} \sin 76^\circ - 43' & = 0.9732458 \\ +) \quad 43'' = 667 \times \frac{43}{60} = & 478 \\ \hline \sin 76^\circ - 43' - 43'' & = 0.9732936 \\ \cos 76^\circ - 43' & = 0.2297656 \\ -) \quad 43'' = 2331 \times \frac{43}{60} = & -2029 \\ \hline \cos 76^\circ - 43' - 43'' & = 0.2295637 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} S &= BC \times \cos 76^\circ - 43' - 43'' \\ &= 328.1743m \times 0.2295637 \\ &= 75.3369m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= BC \times \sin 76^\circ - 43' - 43'' \\ &= 328.1743 \times 0.9732936 \\ &= 319.4100m \end{aligned}$$

(C) CF 線を S 及 W に分解す

$$CF = 694.3335m$$

角度 = $87^\circ - 04' - 45''$

$$\begin{cases} \sin 87^\circ - 04' & = 0.9986898 \\ +) \quad 45'' = 148 \times \frac{45}{60} = & 111 \\ \hline \sin 87^\circ - 04' - 45'' & = 0.9987009 \\ \cos 87^\circ - 04' & = 0.0511740 \\ -) \quad 45'' = 2905 \times \frac{45}{60} = & -2179 \\ \hline \cos 87^\circ - 04' - 45'' & = 0.0509561 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} S &= CF \times \cos 87^\circ - 04' - 45'' \\ &= 694.3335m \times 0.0509561 \\ &= 35.3805 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= CF \times \sin 87^\circ - 04' - 45'' \\ &= 694.3335 \times 0.9987009 \\ &= 693.4315m \end{aligned}$$

(D) FG 線を N 及 W に分解す

$$FG = 506.8926m$$

角度 = $54^\circ - 14' - 38''$

$$\begin{cases} \sin 54^\circ - 14' & = 0.8114040 \\ 38'' = 1700 \times \frac{38}{60} = & 1077 \\ \hline \sin 54^\circ - 14' - 38'' & = 0.8115117 \\ \cos 54^\circ - 14' & = 0.5844857 \\ -) \quad 38'' = 2360 \times \frac{38}{60} = & -1495 \\ \hline \cos 54^\circ - 14' - 38'' & = 0.5843362 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} N &= FG \times \cos 54^\circ - 14' - 38'' \\ &= 506.8926 \times 0.5843362 \\ &= 296.1957m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= FG \times \sin 54^\circ - 14' - 38'' \\ &= 506.8926 \times 0.8115117 \\ &= 411.3493m \end{aligned}$$

(E) GE 線を N 及 E に分解す

$$GE = 342.6591m$$

角度 = $73^\circ - 26' - 48''$

$$\begin{cases} \sin 73^\circ - 26' & = 0.9584386 \\ 48'' = 829 \times \frac{48}{60} = & 633 \\ \hline \sin 73^\circ - 26' - 48'' & = 0.9535549 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos 73^\circ - 26' & = 0.2851308 \\ 48'' = 2788 \times \frac{43}{60} = & - 2230 \\ \hline \cos 73^\circ - 26' - 48'' & = 0.2349078 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} N &= GE \times \cos 73^\circ - 26' - 48'' \\ &= 342.6591 \times 0.2349078 \\ &= 97.6263 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= GE \times \sin 73^\circ - 26' - 48'' \\ &= 342.6591 \times 0.9585549 \\ &= 323.4576m \end{aligned}$$

(F) ED 線を N 及 E に分解す

$$ED = 518.9062m$$

$$\text{角度} = 85^\circ - 06' - 41''$$

$$\begin{cases} \sin 85^\circ - 06' & = 0.9963453 \\ 41'' = 248 \times \frac{41}{60} = & 170 \\ \hline \sin 85^\circ - 06' - 41'' & = 0.9963623 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos 85^\circ - 06' & = 0.0854169 \\ -) 41'' = 2898 \times \frac{41}{60} = & - 1980 \\ \hline \cos 85^\circ - 06' - 41'' & = 0.0852189 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} N &= ED \times \cos 85^\circ - 06' - 41'' \\ &= 518.9062 \times 0.0852189 \\ &= 44.2206 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= ED \times \sin 85^\circ - 06' - 41'' \\ &= 518.9062 \times 0.9963623 \\ &= 517.0186m \end{aligned}$$

(G) DA 線を S 及 E に分解す

$$DA = 536.8247m$$

$$\text{角度} = 85^\circ - 35' - 43''$$

$$\begin{cases} \sin 85^\circ - 35' & = 0.9982225 \\ +) 43'' = 173 \times \frac{43}{60} = & 124 \\ \hline \sin 85^\circ - 35' - 43'' & = 0.9982349 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos 85^\circ - 35' & = 0.0595937 \\ -) 43'' = 2903 \times \frac{43}{60} = & - 2081 \\ \hline \cos 85^\circ - 35' - 43'' & = 0.0593886 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} S &= DA \times \cos 85^\circ - 35' - 43'' \\ &= 536.8247 \times 0.0593886 \\ &= 31.8813m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= DA \times \sin 85^\circ - 35' - 43'' \\ &= 536.8247 \times 0.9982349 \\ &= 535.8772m \end{aligned}$$

2. 對數にて計算せるもの

(A) AB 線を S 及び E に分解す

$$AB = 298.533m \quad \log AB = 2.4749924$$

$$\text{角度} = 8^\circ - 15' - 00''$$

三角函數の對數表により

$$\log \cos 8^\circ - 15' = 9.9954822$$

S の方向を求む

$$S = AB \times \cos 8^\circ - 15'$$

$$\log S = \log AB + \log \cos 8^\circ - 15'$$

$$= 2.4749924 + 9.9954822$$

$$= 12.4704746 \quad \text{之より 10 を引いて}$$

$$= 2.4704746$$

$$\begin{array}{r} 2.4704593 \\ +) \quad 53 = \frac{53}{147} \\ \hline 2.4704746 \end{array} \quad \begin{array}{l} = \log 295.44 \\ = 36 \\ = \log 295.4436 \end{array}$$

$$S = 295.4436m$$

E の方向を求む

$$E = AB \times \sin 8^\circ - 15'$$

$$\log E = \log AB + \log \sin 8^\circ - 15'$$

$$= 2.4749924 + 9.1568296$$

$$= 11.6318220 \quad \text{之より 10 を引いて}$$

$$= 1.6318220$$

$$\begin{array}{r} 1.6318190 \\ +) \quad 30 = \frac{30}{102} \\ \hline 1.6318220 \end{array} \quad \begin{array}{l} = \log 42.837 \\ = 29 \\ = \log 42.83729 \end{array}$$

$$E = 42.8373m$$

(B) BC 線を S 及 W に分解す

S の方向を求む

$$S = BC \times \cos 76^\circ - 43' - 43''$$

$$\log S = \log BC + \log \cos 76^\circ - 43' - 43''$$

$$\log BC = 2.5161046 \quad \text{§ 7 (2) の (A) による}$$

$$\begin{array}{r} \log \cos 76^\circ - 43' \\ -) \quad 43'' = 5355 \times \frac{43}{60} = - 3833 \\ \hline \log \cos 76^\circ - 43' - 43'' \end{array} \quad \begin{array}{l} = 9.3612870 \\ = 9.3619032 \end{array}$$

$$\therefore \log S = 2.5161046 + 9.3609032$$

$$= 11.8770078 \quad \text{之より 10 を引けば}$$

$$= 1.8770078$$

$$\begin{array}{r} 1.8770026 \\ +) \quad 52 = \frac{52}{68} \\ \hline 1.8770078 \end{array} \quad \begin{array}{l} = \log 75.336 \\ = 90 \\ = \log 75.33690 \end{array}$$

$$S = 75.3369m$$

W の方向を求む

$$W = BC \times \sin 76^\circ - 43' - 43''$$

$$\log W = \log BC + \log \sin 76^\circ - 43' - 43''$$

$$\begin{array}{r} \log \sin 76^\circ - 43' \\ +) \quad 43'' = 298 \times \frac{43}{60} = 214 \\ \hline \log \sin 76^\circ - 43' - 43'' \end{array} \quad \begin{array}{l} = 9.9882225 \\ = 9.9882439 \end{array}$$

$$\therefore \log W = 2.5161046 + 9.9882439$$

$$= 12.5043485$$

$$\text{之より 10 を引けば}$$

$$= 2.5043485$$

$$2.5043485 = \log 319.4100$$

$$W = 319.4100m$$

(C) CF 線を S 及 W に分解す

S の方向を求む

$$S = CF \times \cos 87^\circ - 04' - 45''$$

$$\log S = \log CF + \log \cos 87^\circ - 04' - 45''$$

$$\log CF = 2.8415381 \quad \text{§ 7.(2)(C) による}$$

$$\begin{array}{rcl} \log \cos 87^\circ - 04' & = 8.7090490 \\ -) & 45'' = 24724 \times \frac{45}{60} = -18543 \\ \hline \log \cos 87^\circ - 04' - 45'' & = 8.7071947 \end{array}$$

$$\log S = 2.8415381 + 8.7071947$$

$$= 11.5487628 \quad \text{より 10 を引けば}$$

$$= 1.5487628$$

$$\begin{array}{rcl} 1.5487578 & = \log 35.380 \\ -) 50 = \frac{50}{123} & = 41 \\ \hline 1.5487623 & = \log 35.38041 \end{array}$$

$$S = 35.3804^m$$

W の方向を求む

$$W = CF \times \sin 87^\circ - 04' - 45''$$

$$\log W = \log CF + \log \sin 87^\circ - 04' - 45''$$

$$\begin{array}{rcl} \log \sin 87^\circ - 04' & = 9.9994306 \\ +) 45'' = 64 \times \frac{45}{60} = & 48 \\ \hline \log \sin 87^\circ - 04' - 45'' & = 9.9994354 \end{array}$$

$$\therefore \log W = 2.8415381 + 9.9994354$$

$$= 12.8410035$$

より 10 を引けば

$$= 2.8410035$$

$$\begin{array}{rcl} 2.8410026 & = \log 693.43 \\ +) 9 = \frac{9}{63} & = 14 \\ \hline 2.8410035 & = \log 693.4314 \end{array}$$

$$W = 693.4314^m$$

(D) *FG* 線を *N* 及 *W* に分解す

N の方向を求む

$$N = FG \times \cos 54^\circ - 14' - 38''$$

$$\log N = \log FG + \log \cos 54^\circ - 14' - 38''$$

$$\text{§ 7.(2) により } \log FG = 2.7049159$$

$$\begin{array}{rcl} \log \cos 54^\circ - 14' & = 9.7667739 \\ -) 38'' = 1754 \times \frac{38}{60} = & -1111 \\ \hline \log \cos 54^\circ - 14' - 38'' & = 9.7666628 \end{array}$$

$$\therefore \log N = 2.7049159 + 9.7666628$$

$$= 12.4715787 \quad \text{より 10 を引けば}$$

$$= 2.4715787$$

$$\begin{array}{rcl} 2.4715704 & = \log 296.19 \\ +) 83 = \frac{83}{147} & = 564 \\ \hline 2.4715787 & = \log 296.19564 \end{array}$$

$$N = 296.1956^m$$

W の方向を求む

$$W = FG \times \sin 54^\circ - 14' - 38''$$

$$\log W = \log FG + \log \sin 54^\circ - 14' - 38''$$

$$\begin{cases} \log \sin 54^\circ - 14' & = 9.909 2371 \\ +) 38'' = 910 \times \frac{38}{60} = 576 \\ \hline \log \sin 54^\circ - 14' - 38'' & = 9.909 2947 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \therefore \log W &= 2.704 9159 + 9.909 2947 \\ &= 12.614 2106 \end{aligned}$$

之より 10 を引けば

$$= 2.614 2106$$

$$\begin{cases} 2.614 2009 & = \log 411.34 \\ +) 97 = \frac{97}{105} & = 93 \\ \hline 2.614 2106 & = \log 411.3493 \end{cases}$$

$$W = 411.3493^m$$

(E) GE 線を N 及 E に分解す

N の方向を求む

$$N = GE \times \cos 73^\circ - 26' - 48''$$

$$\log N = \log GE \times \log \cos 73^\circ - 26' - 48''$$

$$\S 7.(2) \text{ により } \log GE = 2.534 8622$$

$$\begin{cases} \log \cos 73^\circ - 26' & = 9.455 0441 \\ +) 48'' = 4253 \times \frac{48}{60} = - 3402 \\ \hline \log \cos 73^\circ - 26' - 48'' & = 9.454 7039 \end{cases}$$

$$\therefore \log N = 2.534 8622 + 9.454 7039$$

$$= 11.989 5661$$

之より 10 を引けば

$$= 1.989 5661$$

$$\begin{cases} 1.989 5655 & = \log 97.626 \\ +) 6 = \frac{6}{44} & = 14 \\ \hline 1.989 5661 & = \log 97.626 14 \end{cases}$$

$$N = 97.6261^m$$

E の方向を求む

$$E = GE \times \sin 73^\circ - 26' - 48''$$

$$\log E = \log GE + \log \sin 73^\circ - 26' - 48''$$

$$\begin{cases} \log \sin 73^\circ - 26' & = 9.931 5870 \\ +) 48'' = 375 \times \frac{48}{60} = 300 \\ \hline \log \sin 73^\circ - 26' - 48'' & = 9.931 6170 \end{cases}$$

$$\therefore \log E = 2.534 8622 + 9.931 6170$$

$$= 12.516 4792 \quad \text{之より 10 を引けば}$$

$$\log E = 2.516 4792$$

$$\begin{cases} 2.516 4693 & = \log 328.45 \\ +) 99 = \frac{99}{132} & = 75 \\ \hline 2.516 4792 & = \log 328.4575 \end{cases}$$

$$E = 328.4575^m$$

(F) ED 線を N 及 E に分解す

N の方向を求む

$$N = ED \times \cos 85^\circ - 06' - 41''$$

$$\log N = \log ED + \log \cos 85^\circ - 06' - 41''$$

$$\S 7.(2) \text{ により } \log ED = 2.715 0388$$

$$\begin{aligned} \log \cos 85^\circ - 06' &= 8.9315439 \\ 41'' = 14761 \times \frac{41}{60} &= -1.0087 \\ \hline \log \cos 85^\circ - 06' - 41'' &= 8.9305352 \\ \therefore \log N &= 2.7150888 + 8.9305352 \\ &= 11.6456240 \quad \text{之より 10 を引けば} \\ \log N &= 1.6456240 \\ \begin{cases} 1.6456187 & -\log 44.220 \\ 53 = \frac{53}{98} & = 54 \\ \hline 1.6456240 & = \log 44.22054 \end{cases} \\ N &= 44.22054 \end{aligned}$$

E の方向を求む

$$\begin{aligned} E &= ED \times \sin 85^\circ - 06' - 41'' \\ \log E &= \log ED + \log \sin 85^\circ - 06' - 41'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log \sin 85^\circ - 06' &= 9.9984099 \\ 41'' = 108 \times \frac{41}{60} &= 74 \\ \hline \log \sin 85^\circ - 06' - 41'' &= 9.9934173 \\ \therefore \log E &= 2.7150883 + 9.9984173 \\ &= 12.7135061 \quad \text{之より 10 を引けば} \\ \log E &= 2.7135061 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.7134989 &= \log 517.01 \\ +) 72 = \frac{72}{84} &= 858 \\ \hline 2.7135661 &= \log 517.01858 \end{aligned}$$

$$E = 517.0186m$$

(G) DA 線を S 及 E に分解す

S の方向を求む

$$S = DA \times \cos 86^\circ - 35' - 43''$$

$$\log S = \log DA + \log \cos 86^\circ - 35' - 43''$$

$$\S 7.(2) \text{ により } \log DA = 2.7298325$$

$$\begin{cases} \log \cos 86^\circ - 35' &= 8.7752226 \\ +) 43'' = 21212 \times \frac{43}{60} &= -1.5202 \\ \hline \log \cos 86^\circ - 35' - 43'' &= 8.7737024 \end{cases}$$

$$\therefore \log S = 2.7298325 + 8.7737024$$

$$= 11.5035349 \quad \text{之より 10 を引けば}$$

$$\log S = 1.5035349$$

$$\begin{cases} 1.5035319 &= \log 31.881 \\ +) 30 = \frac{30}{137} &= 22 \\ \hline 1.5035349 &= \log 31.83122 \end{cases}$$

$$S = 31.8312m$$

E の方向を求む

$$E = DA \times \sin 86^\circ - 35' - 43''$$

$$\log E = \log DA + \log \sin 86^\circ - 35' - 43''$$

$$\begin{cases} \log \sin 86^\circ - 35' &= 9.9992274 \\ 43'' = 75 \times \frac{43}{60} &= 54 \\ \hline \log \sin 86^\circ - 35' - 43'' &= 9.9992328 \end{cases}$$

$$\log E = 2.7298325 + 9.9992328$$

$$= 12.7290653$$

より 10 を引けば

$$\log E = 2.7290653$$

第 2 表 三角網周邊の緯距、經距比較表

	AB		BC		CF	
	S	E	S	W	S	W
算術にて計算せる長さ	2954436	428373	753369	3194100	353805	6934315
對數	2954436	428373	753369	3194100	353804	6934314
差		0	0	0	0	1

第 3 表 三角網周邊閉差更正表及坐標

線名	距 離	位 分	方 位	經 距		緯 距		更 正 E W
				(+)E	(-)W	(+)N	- S	
AB	2935330	SE	8 15 00	428373			2954436	0
BC	3281743	SW	76 43 43		3194100		753369	0
CF	6943335	SW	87 04 45		6934314		353804	0
FG	5068926	NW	54 14 38		4113493	2961956		0
GE	3426591	NE	73 26 48	3284575		976261	.	0
ED	5189062	NE	85 06 41	5170186		442.05		0
DA	5368247	SE	83 35 43	5358773			318812	0
計	3,2263234			14241907	14241907	4380422	4380421	0
差				0		0.0001		

$$\text{閉比精度} = \frac{\sqrt{0^2 + 0.0001^2}}{3226.3234} = \frac{1}{3226.3234}$$

$$\begin{aligned} & 2.7290594 & = \log 535.87 \\ & 59 = \frac{59}{81} & = 728 \\ \hline & 2.7290653 & = \log 535.87728 \end{aligned}$$

$$E = 535.8773$$

FG		GE		ED		DA	
N	W	N	E	N	E	S	E
2951957	4113493	976263	3284576	442206	5170186	318813	5358772
2961956	4113493	976261	3284575	442205	5170186	318812	5358773
1	0	2	1	1	0	1	1

正数	更 正 經 距		更 正 緯 距		坐 标 標		坐 標 點	
	N S	(+)E	(-)W	(+)N	(-)S	經距 →	緯距 ↓	
+00001	428373			2954437	+	428373	- 2954437	B
0		3194100		753369	-	2765727	- 3707806	C
0		6934314		353804	-	9700041	- 4061610	F
0		4113493	2961956			-13813534	- 1099654	G
0	3284575		976261			-10528959	- 123393	E
0	5170186		442205			- 5358773	+	D
0	5358773			318812	0	0	0	A
+00001	1,4241907	14241907	4380422	4380421				

§ 12. 三角點の坐標

三角網周邊の緯距、經距に於ては E の合計と W の合計は同値である。それは A 點に於て AB は最初 E に向ひ、 B より F 迄は W に向ひ、 G より A 迄は E に向つて元點に歸る。して見ると E と W の合計は等しくなる。 N と S の合計も同様相等しいものである。それで若し同じにならなければ、もう一度計算を検算して見る。§ 11 の對數で計算した E, W, N, S を表にして合計したもののが第 3 表である。

此の表では E と W の合計は同値、 N と S は 0.0001^m だけ違つてゐる。成績は上々である。尙此の差が餘り大なる時は各邊に比例して按分する。

閉比精度として許すべきは二千分の一以上である。

次に三角法、幾何學の象限にならひ距離

E を (+), W を (-)

N を (+), S を (-)

とし、 A 點を原點（緯距經距共に 0）とし、次々と周邊の緯距、經距を加へて行けば各點の坐標を知る。第 3 表の右端がそれである。

次に白紙に第 10 圖の如く 100^m おきに格子線を引き、原點 A ($0,0$) を圖面の配置上適當の所にきめる。

原點 A より 右を 經距の(+)

左を 經距の(-)

上を 緯距の(+)

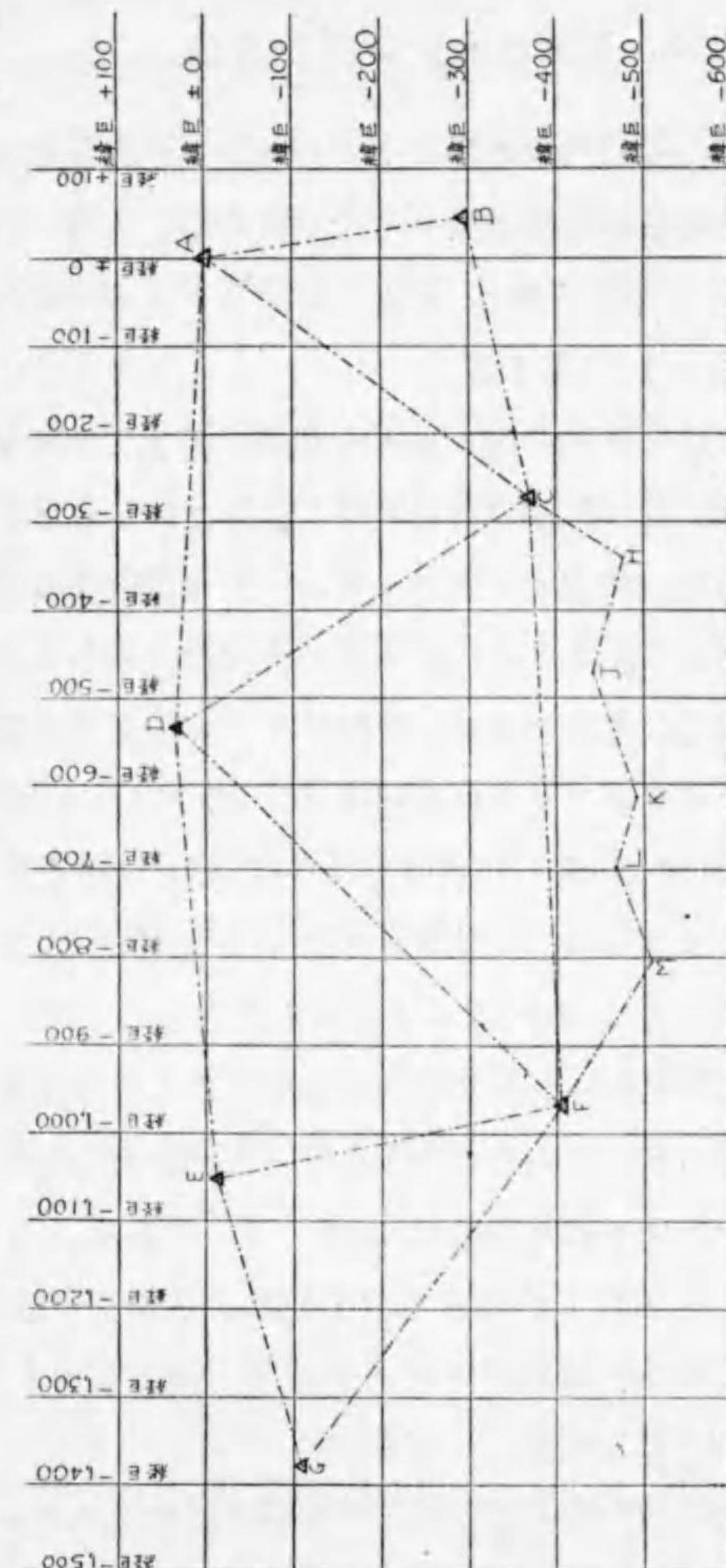
下を 緯距の(-)

とし第 3 表の坐標

點を入れて行く。

かくして第 10 圖の如く完全に描かれるのである。

次にトラバーシングの計算が終つたならば、その坐標を計算して此の紙上に書き加へて行くのである。



第 10 圖 三角點を紙上に描くの圖

§ 13. トラバーシングの方法

二つの三角點の間をトラバーシング測量をなす。之はオフセット測量に準據線を與へるためである。

今三角點 C 點と F 點との間をトラバーシングする實例を書いて見よう。(第1圖)

C 點と F 點の間に曲つた道路に沿ふて 100 米内外の距離に H , J , K , L , M と撰點して行く。今これらの點を順に進んで行くのである。將來オフセットを取つたり其の他のことに付いて便利な點である。トラバーシングの方法は色々あるが最も便利な方位角式のものを説明する。 C 點にトランシットを据えて磁北を向く、コンパスボックスの目盛も $0^{\circ}-0'$, トランシットの外圈盤 (Graduated circle) の目盛も $0^{\circ}-0'$ にしておく。

テレスコープを反位にして F を望めば § 10 で計算した CF 線の位分方位 $SW 87^{\circ} - 04' - 45''$ となる。次に

テレスコープを正位 (nomal) にして下部をしめ、上部をゆるめて CH の方向をねらふ。すると磁針は $SW 32^{\circ} - 50'$ を指しトランシットの外圈盤は $212^{\circ} - 50'$ である。

次に CH の距離を巻尺で測る。之は粉の単位で止めてても良い。或はもつと簡単にスタディヤ測量で測ることもある。とにかく 125.4^m になつた。

次に H 點に移らうとする場合には上ネヂをしめ、下ネヂを弛めておく。 H 點にトランシットを据えたならばテレスコープを

反位 (Invert) にし前の C 點を見る。そして下ネヂを緊める。之は C 點に於けると同じく磁北に向けた状態におく目的である。

かくてテレスコープを正位に戻し、上ネヂを弛めて J 點を見る。コンパスボックスの目盛は $NW 76^{\circ} - 07'$ となり外圈盤目盛は $283^{\circ} - 53'$ となる。距離は 136.2^m である。以下 K, L, M , と進み F で止る。

トラバーシングはコンパスボックスの位分方位と外圈盤の方位角とは一致すべきである。若し一致したならば外圈盤の角から精しく分位迄の位分方位を出す。

つまりコンパスボックスの目盛は外圈盤の目盛の参考の爲と思つてよい。

かくて各點を一周し F 點へ来た時 FC の方位角は C 點で讀んだ CF の方位角と合はねばならぬ。即ち $NE 87^{\circ} - 04' - 45''$ となる。吾々のトラバーシングでは、一周する角度に五分迄の誤差を許す。

若し餘りに違つてゐる時は手帳を今一度見て方位角と位分方位の餘りに違ふ點に器械を置き、やり直して見る。

第 4 表 C-F 間 トラバーベ閉差更正表及坐標

線名	距離	位分	方位	經 距		緯 距		更 正 數	
				(+)E	(-)W	(+)N	(-)S	EW	NS
CH	125.4	SW	32°50'			67.99		105.36	- 0.02 + 0.42
HJ	136.2	NW	76°07'			132.22	32.68		- 0.05
JK	148.8	SW	70°33'			140.30		49.55	- 0.05 + 0.20
KL	85.2	NW	73°09'			81.54	24.70		- 0.03
LM	111.5	SW	70°03'			104.81		38.04	- 0.04 + 0.16
MF	195.0	NW	53°49'			166.82	100.97		- 0.06
FC	694.3	NE	87°05'	693.43		35.38			
計	1496.4			693.43	693.38	193.73	192.95	- 0.25	+ 0.78
差						25	73		

$$\text{閉比精度} = \frac{\sqrt{0.25^2 + 0.78^2}}{1496.4} = \frac{0.82}{1496.40} = \frac{1}{1,825}$$

§14. トラバーシングの計算

第 4 表は CF 點間のトラバーシングの結果を書いたものである。之も三角網計算の時と同様に正しい位分方位を出し距離を緯距、經距に分ける。

此の時、sin, cosine の値で分ける理屈になるが表によつて軽便に出される。

例へば七桁對數表—鐵道圖書局發行の經緯距表を見るがよい。
前例のトラバーシング測線の

更正經距		更正緯距		坐 標		坐標點	摘要:
(+)E	(-)W	(+)N	(-)S	經距→	緯距↓		
67.97		105.78	- 344.54	- 476.56	H		△角點の座標により C點の座標に △經距 - 276.57 △緯距 - 370.78 ふ
132.17	32.68		- 476.71	- 443.88	J		
140.25		49.75	- 616.96	- 493.63	K		
81.51	24.70		- 693.47	- 468.93	L		
104.77		33.20	- 803.24	- 507.13	M		
166.76	100.97		- 970.00	- 456.16	F		
693.43		35.38					
693.43	693.43	193.73	193.73				

CH 位分方位 SW 32° - 50'

距 離 125.4m

之は次の様にして求める。(第 5, 6 表)

第 5 表 緯距表の用法

LATITUDE

32°

分	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	0.8402	1.6805	2.5207	3.3610	4.2012	5.0415	5.8818	6.7220	7.5622

距離 125.4m についての例

$$\begin{aligned}
 100.0^m &\cdots\cdots 0.8402 \times 100 = 84.02 \\
 20.0 &\cdots\cdots 1.6805 \times 10 = 16.805 \\
 5.0 &\cdots\cdots 4.2012 \times 1 = 4.2012 \\
 +) 0.4 &\cdots\cdots 3.3610 \times 0.1 = 0.3361 \\
 125.4^m &= 105.3623 \\
 &\approx 105.36^m
 \end{aligned}$$

第 6 表 経距表の用法

DEPARTURE

分	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	0.5422	1.0844	1.6266	2.1688	2.7110	3.2532	3.7954	4.3376	4.8798

距離 125.4^m についての例

$$\begin{aligned}
 100.0^m &\cdots\cdots 0.5422 \times 100 = 54.22 \\
 20.0^m &\cdots\cdots 1.0844 \times 10 = 10.844 \\
 5.0^m &\cdots\cdots 2.7110 \times 1 = 2.7110 \\
 +) 0.4^m &\cdots\cdots 2.1688 \times 0.1 = 0.21688 \\
 125.4^m &= 67.99188 \\
 &\approx 67.99^m
 \end{aligned}$$

以上の如く距離の桁数に応じ表の答に位数を取つて行く。

又三角測量と同様 E の合計と W の合計は同じであり、 S と N の合計は同じでなければならぬ。併し乍ら其の閉比精度が許すべき範囲以内ならば其の差を邊に比例して按分する。

この經緯距を三角點 C の坐標に加へたものは第 4 表右端にあり之を第 10 圖の如く三角網圖に書いて行くのである。

以上の例は單に CF 線のみを書いたものであるが以下

- (1) 三角網の各邊に對し同様に行ふ
- (2) 同じ三角點間を何本も別な經路でトラバーを組んでもよい
- (3) トラバーテ測點の二點の間に別に一巡するトラバーラ線を作つても良い

トラバーシングの精密度は

地形の複雑した所 $\frac{1}{500}$ 地形の平坦な所 $\frac{1}{1,000}$ から $\frac{1}{1,500}$

にならねばならぬ。

§ 15. オフセット

トラバーシングが終ればトラバーテ測點間のオフセットを取る。即ち三角點 CF 間に就いて云へば CH, HJ, JK, KL, LM 線に就いてオフセット測量をなす。オフセットの方法は諸君が既に周知のことだから省略する。

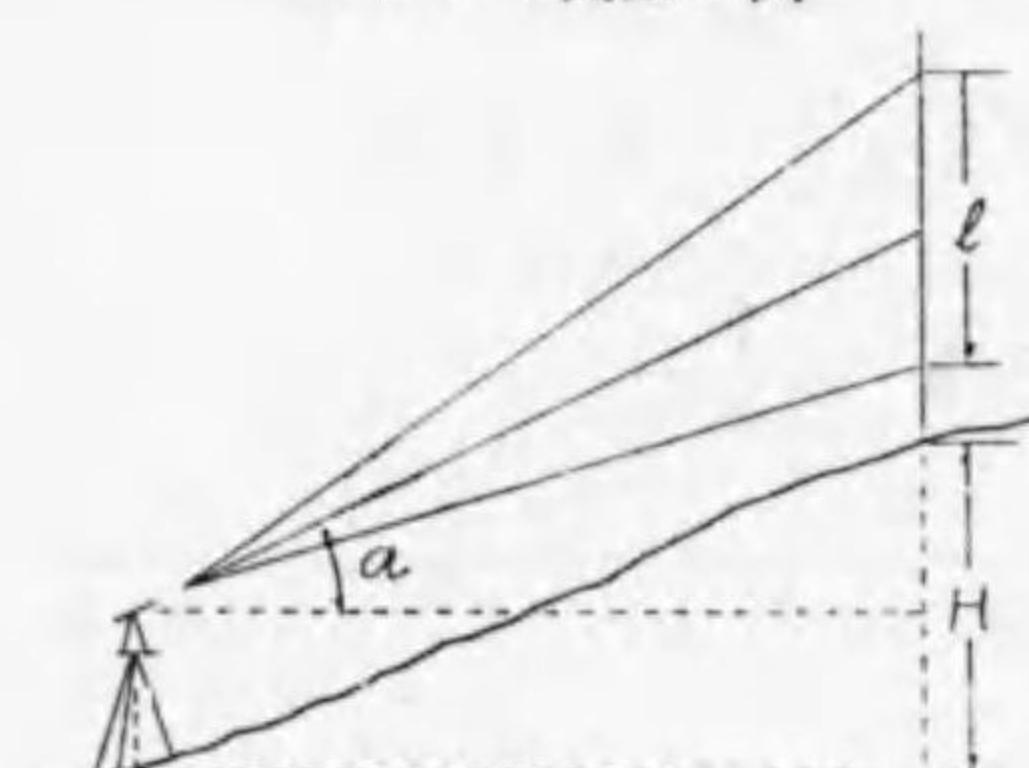
只オフセットの代りに逐次このトラバーテ測點に平板を置き平板測量をする。現場で同じ縮尺で地形を書くと見落しがなくて便利である。これは平板に向く様な平な地形であれば良い。このオフセットの結果又は平板測量の結果を圖面のトラバーテ測線間に書き入れるのである。

§ 16. 地形測量

土地の高さを書き表はすため平面圖に同高線を引かねばならぬ其の順序を示さう。

1. 土地のベンチマークから各三角點の高さをレベル測量で丁寧に測る。之は其の三角點附近の高低測量に對して基準を與へるためである。

スタヂヤ測量の圖



第 11 圖

2. トラバーシングをする時、各トラバー測點の高さをスタヂヤ測量に依つて求める即第 11 圖により

H 求むる測點の高さ

l 箱尺の読み

D 測點間の距離

α 傾斜角

然る時は係數を 100 として

$$H = l \sin \alpha \times \cos \alpha$$

$$D = l \cos^2 \alpha$$

$(\sin \alpha \cos \alpha)$ は高低係數と云ひ $(\cos^2 \alpha)$ は水平係數と云ひ共にスタヂヤ表に依つて求めることが出来る。

こゝに注意すべきはトラバー測點間の高低の差の合計は三角點間の高さの差に等しいことである。之で高さの検算が出来る。

又トラバー線の附近に特別に高低の變化ある所は、トラバー測點からスクヂヤ測量により其の點の(第 12 圖)

水平距離 D

スタヂヤ放線の圖

高さ H

その點の方位角

を測つておく。すると其の地點を紙上に書くことが出来る。即トラバーの測點が紙上に決定したならば其の點から方位角を分度器に依つて測るのである。但しこの分度器は分位迄讀むものである。

かくて土地全部に亘り高低に變化ある所はトラバーの測點から測つておき、紙上で同じ高さの點を探し求めて結び同高線を引くのである。測量平面圖に同高線を引く時は、道路其他構造物は貫通せず中斷することになつてゐる。

尚スタヂヤ測量の精密度は $\frac{1}{200}$ から $\frac{1}{1,000}$ 位である。

レベル測量の往復に於て許すべき誤差は大體次の通りである。

往復距離	誤 差
0.5 耘	4 粑
1.0	6
2.0	8
3.0	10
4.0	12

第3章 解 説

§ 17. 三角測量の撰點

測量の目的により三角測量の精度が定められる。之により用ふる器械、基線の長さ、三角邊長の長さなどを大體決定する。

三角測量を始める前に先づ踏査をして次の事項を調査する。尙踏査には持參する機械がある。それは

1. 六分儀、三角形の内角を大體測るもの
2. ハンドレベル、三角點間の高さや基線の勾配を知る。
3. 歩測を計る器械、自分が歩む歩數で基線の長さや其他距離を知る。

さて踏査には

1. 基線及検基線の位置を定めること。基線の位置はなるべく平坦にして直線であること。地盤が堅いこと。一度さした杭が動いてはならぬ。以上の様な目的には直線の道路や鐵道の軌條が良い。

2. 三角點の位置

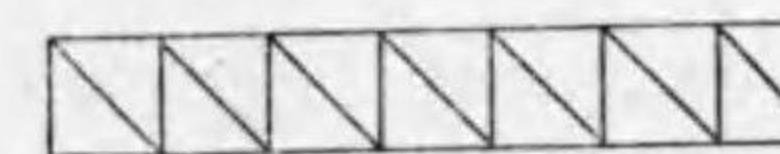
(a) 三角點は隣接する三角點から見える様に工夫すること。小高い丘を撰んだり、櫓を組んだりする。都會ならばビルディングの屋上も良い。

(b) 三角形の内角が成可く正三角形に近くなる様に撰點する障害物や地形の關係で止むを得ぬ時は 30° より大に 120° より小

にすること。

(c) 三角點は杭を打つたり、長時間に亘つて測角をするから地盤の良い事。

三角測量の骨格比較圖

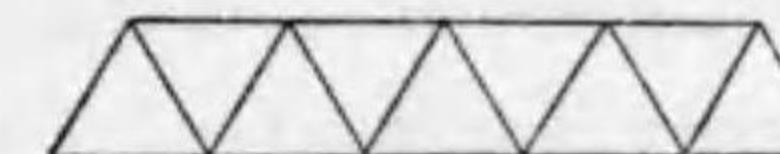
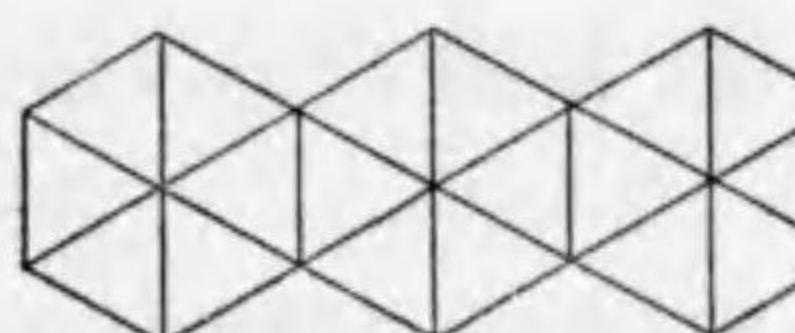


三角點を結び付くるに色々の方法

がある。(第13圖)

1. 三角形の連續

之は吾々の三角測量に用ふるもので簡便を目的とするものである。角を整正する條件が少いから結果は多少粗末である。河川、鐵道等の三角測量によい。



第13圖

角度を整正する條件が實によく備

つてゐるから正確な結果が得られる。併し蓋う面積が割に少い。之は精度を要する目的に用ふる方法である。

2. 四角形の連續

之は廣い面積を蓋うに用ふる方法である。角整正に條件が多いから結果は割に確實である。併し時間と費用が多大である。精密度は(1)と(2)の中と思へば良い。

吾が國では三角測量の規模の大小を比較するに三角邊の長さに依つて區別してゐる。即ち

一等三角 一邊の長さ 60 粅

二等三角

12

三等三角	4
四等三角	2

吾々の三角測量は四等以下に當る。

§ 18. 三角測量の造標

三角點の位置が決定したならば、點を永久保存のために木杭、又は標石、又は混泥土杭を打つ。杭の中央には釘を打つか又は十字形を刻む。



測角作業の標識のため觇標を立てる。吾人の簡単な三角測量には真垂なボールの先に赤白の旗を付し、下部は三角點杭に結ぶ。そして周囲には四本の鐵線を以て緊張しておく。風などに動かされぬためである。(第14圖)ボールの下部は本當なら標杭の中心上に立つよう工夫すべきである。

第14圖
觇標を兼ね櫓を作り器械を櫓上に上げて測角することもあるが吾々には稀である。此の際器械を安置する臺と、人の立つ臺とは接觸せぬ様に作る。

§ 19. 三角測量の基線測量

基線は三角測量全體の基礎となるから其の測量は大切である。併し乍ら吾人の實用的土木測量には少し位の誤差は認められてゐる。之は三角測量の測角に於ても三角形の内角の合計 180° に於

て約 $15''$ の誤差を許す事と對になるからである。

さて基線測量はスチールテープで次の状況のもとに丁寧に數回測つて其の平均値を求める。

- (1) 基線の位置は平坦な土地を選ぶ
- (2) 曇天、無風の朝又は晩に測量する
- (3) テープは心持ち強く張る
- (4) 土地に凹凸ある時は三米突置きに杭を打ち 杭頭を一直線に水平にし、此の上にテープを乗せて測る
- (5) 溫度の更正だけは行ふ

公式を上ぐれば次の如し。

L = 測量された長さ

T = 測量した日の卷尺の溫度、攝氏

T_0 = 標準溫度(普通は攝氏 15°)

a = テープの膨脹係数

= 0.000 0117 摄氏 1° に付

然るとき

$$\text{更正值} = a(T - T_0)L$$

之によれば氣温攝氏 15° の時に測量した長さに對しては更正が必要となる。

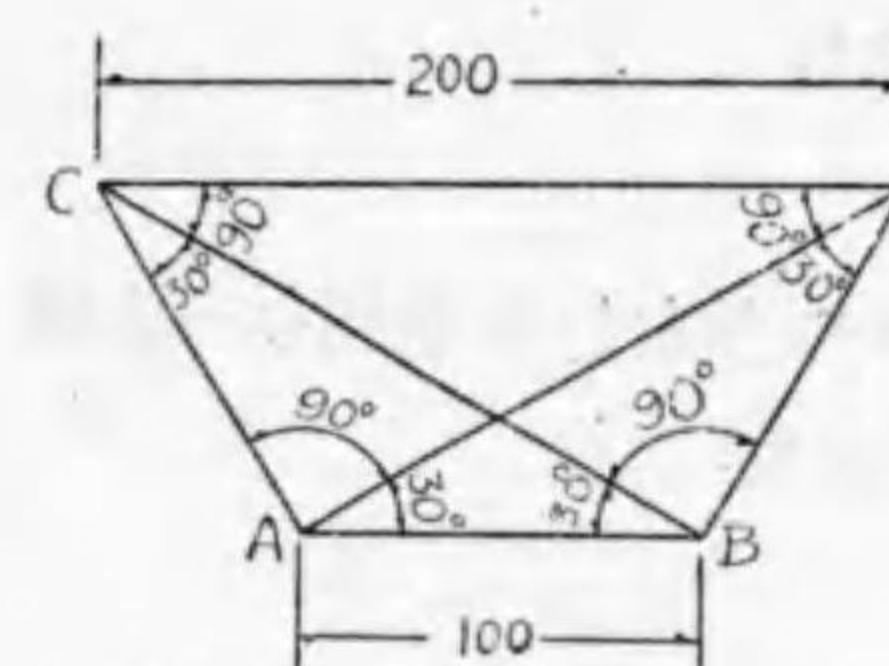
併し一・二等三角測量の如き基線測量は非常に精密を要する。其の方法及更正計算は他の書に依つて學ばれたい。

§ 20. 三角測量の基線三角網

基線を測る場所が非常に短い時は之を擴大して三角網の一邊に達せしめる。之を基線三角網と云ふ。次に二例をあげて見よう。

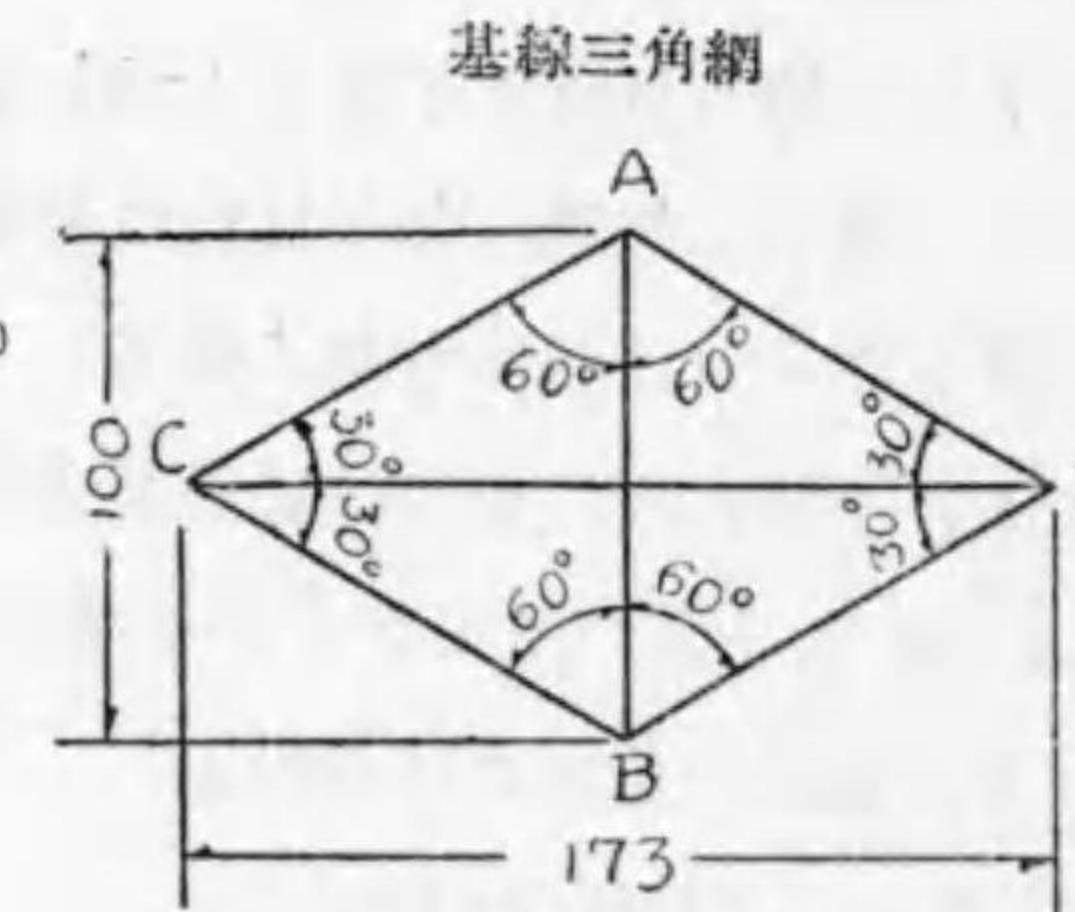
(第15圖及第16圖)

基線三角網



第15圖

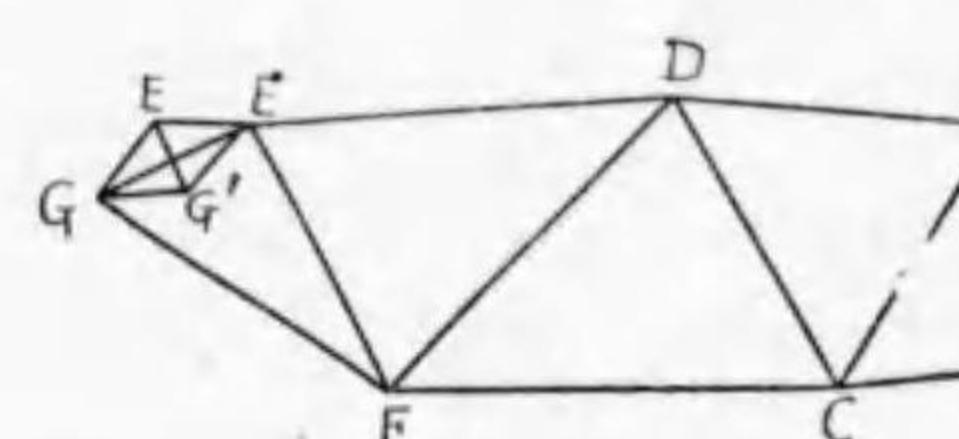
基線三角網



第16圖

AB を實測して CD に擴大す。即ち $\triangle ACB$ により AC を知り、次に $\triangle ACD$ により CD を知る。

基線三角網を應用せる圖



第17圖

測量した形と考へても良からう。基線三角網に於て内角を 30° から 120° 迄とすれば第15圖に於て AB は 2 倍の CD となり第16圖では 1.73 倍となる。

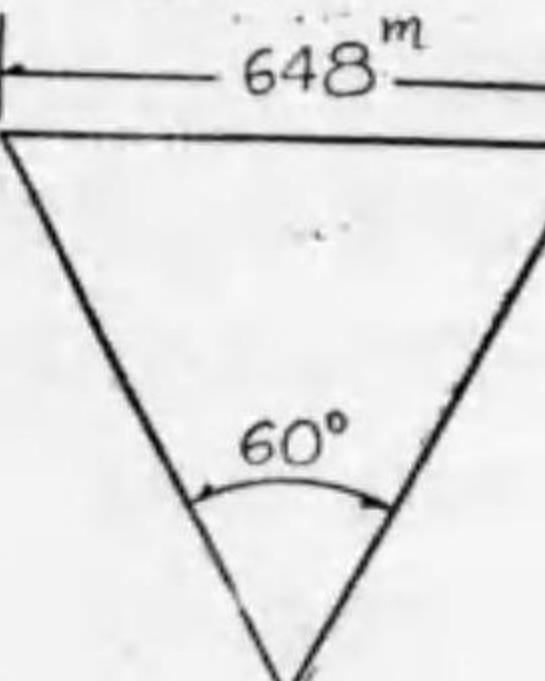
此等の三角網は四邊形に

出來てゐるから内角の整正も充分行はれて正確である
第2章計算實例に述べた三角網の基線及檢基線に於ても第17圖の如く工夫して

§ 21. 三角測量の測角

三角形の内角を精密に測ることは之又重大な作業である。例へ

測角の圖



第18圖

ば三角形の一邊が $648''$ 、對角が 60° であれ

ば此の角に一秒を達へる毎に

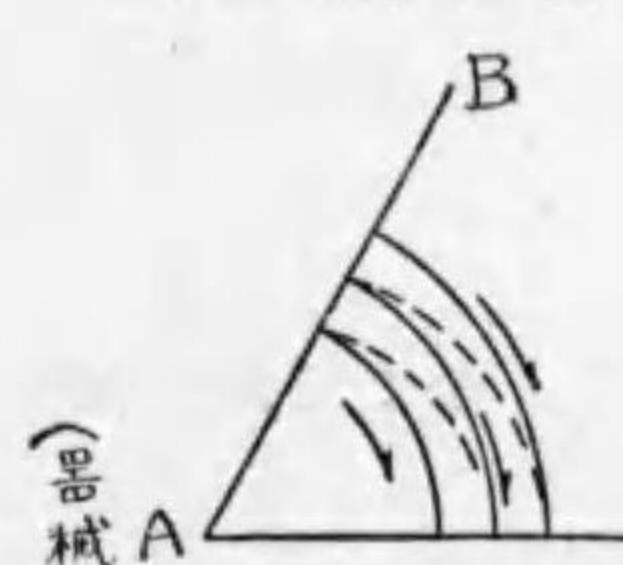
$$\frac{648''}{60^\circ \times 60' \times 60''} = 0.003''$$

即ち三耗宛の差を生ずる。(第18圖)

使用する器械には構造上の缺點、機械整正の不完全があり、又其の日の天候の状況により、又技術者のくせなどがあり色々の誤差が出来る。それで角を一回だけ測つたのでは信用されない。それで一つの角を色々の方法で何角も測り之を平均して求むるものである。その方法は次の二種がある。

1. 反復法 (第19圖)

反復法測角の圖



第19圖

前述 § 6. の如く

(1) 之は吾人が最も使用する方法で

(2) 二十秒読みの簡単な器械を用ひ

(3) 一つの角を反復して何回も測り、割合正確な値が得られる。

2. 方向法 (第20圖)

(1) 之は三等測量以上の精密な測量に用ふるもので吾人に縁が

方向法測角の圖



第20圖

遠い。
 (2) 一秒読みの非常に精密な器械を用ゐ
 (3) 一つの測點にて多くの角を測るに便
 利な方法で、反復法よりも手數が少く
 て非常に精密な値が出る。
 方向法は先づ A に器械を置き B を視て
 $0^\circ - 0'$ とす。次に C 迄の角度をよみ、そ
 のまゝ D, E をよむ。 $\angle BAC, \angle CAD,$
 $\angle DAE$ の角度は読みの差である。次に
 E よりそのまゝ D, C, B と読めば又異なる読みを得る。以上の
 読みを平均して角を求むるのである。

反復法の實際方法

第19圖に於て角 BAC を獨立に三回も反復して測り、其の角
 度の読みを逐次遞加して其の答を三等分する。之が求むる角度で
 ある。その方法は

第一作業 テレスコープを正位にして

- (1) B 點を視準して兩遊標を読む
- (2) 下部を緊め上部を弛めて C 點を視準す。かくて角度は大
 体 60° を讀んだと假定する。
- (3) 上部を緊め下部を弛めて B 點を視準す。
- (4) 下部 ク 上部 ク C ク
 角度は大體 120° となる
- (5) 上 ク 下 ク B ク

- (6) 下 ク 上 ク C ク

角度は大體 180° になつたとする。

求むる角は $180^\circ \div 3 = 60^\circ$

第二作業 テレスコープを反位にして

- (1) C 點を視準して兩遊標を読む
- (2) 下部を緊め上部を弛めて B 點を視準す
- (3) 上 ク 下 ク C ク
- (4) 下 ク 上 ク B ク
- (5) 上 ク 下 ク C ク
- (6) 下 ク 上 ク B ク

求むる角 $180^\circ \div 3 = 60^\circ$

かくて第一作業と第二作業の結果を平均して終局の値とする。

§ 22. 三角網の方位

三角網の一邊の方位を定めなければならぬ。吾々の小さな三角
 磁北偏差の圖 測量にあつてはコンパスボックスにより磁北か
 ら其の線迄の角を測り、次に海圖又は専門の書
 により其の土地の偏角（真北と磁北の差）を第
 21圖の如く記入すれば良い。



第21圖

日本の磁化は真北から西へ偏いてゐる。大體
 次の表を参考にされたい。

磁針は附近に鐵の構造物があると偏るから數
 個所を平均しても良い。

次に一・二等三角測量の様な大規模の測量には各所に於て天體観測を行ひ球面天文學から計算して真北を決定するのである。之は吾々が常に用ひないから詳しくは他の書に依つて見られたい。

各地磁針偏差

樺 太	約 $8^{\circ} W$
北 海 道	約 $7^{\circ} W$
東 北 地 方	約 $6^{\circ} W$
東京, 大阪	約 $5^{\circ} - 05' W$
九 州	約 $4^{\circ} - 30' W$
臺 灣	約 $1^{\circ} W$

平面圖には N を表す方位と縮尺をかく。此の N は吾々の小三角測量にあつては單に磁北だけ書き偏角を省くこともある。つまり實用だけの意味から磁北だけで足りるのである。

§ 23. 三角測量の計算順序

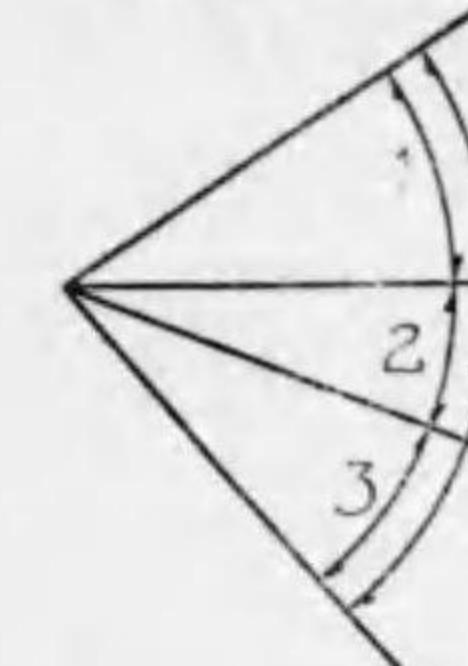
三角測量の外業は以上で終了し、次に内業に入る。計算によつて坐標を出し紙上に書くのである。之は第2章計算實例に於て述べたが大體其の經路に依る。

- (1) 外業の測角から三角形の内角を更正する。
- (2) 三角形の一邊と二角を知り逐次三角形の邊長を求む。
- (3) 三角網周邊の位分方位を計算す。
- (4) ク を緯距經距に分つ。
- (5) 緯距經距を逐次遞加して坐標となし、或る縮尺の格子線に

記入する。

内角更正の圖

(1) の角更正に就いて實際の方法を述べて見よう。



第22圖

(a) 一點にて多角を測つた時の更正

第22圖に於て角 $1, 2, 3$ を測り、其の上 4 を測つた場合

$(\angle 1 + \angle 2 + \angle 3)$ の合計と $\angle 4$ とに

差ある時は差を四等分して $\angle 1, \angle 2, \angle 3, \angle 4$ に按分する。

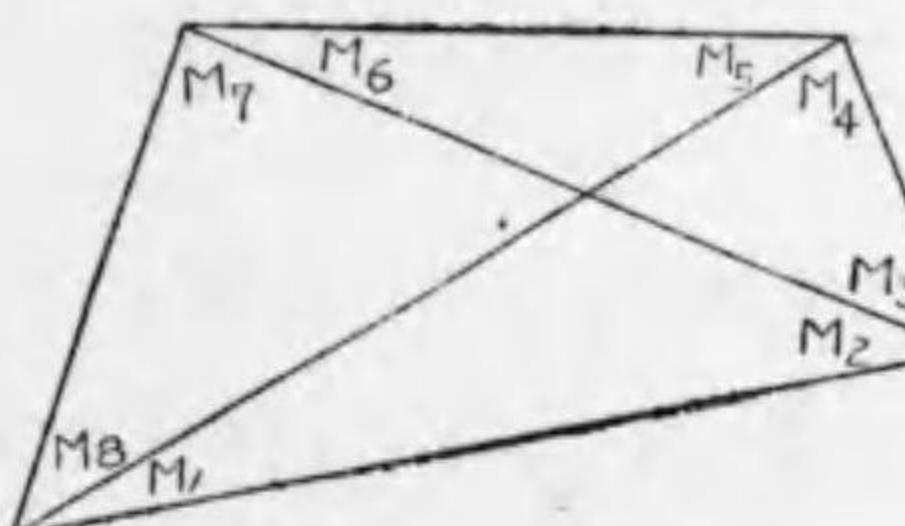
要するに角の數だけで等分すること。

(b) 三角形内角の更正

三角形の内角の合計は 180° となるべきである。若し誤差ある時は之を三等分して各角に按分する。

(c) 四邊形内角の更正(第23圖)

四邊形内角更正の圖



第23圖

觀測角を夫々 M_1, M_2, M_3, \dots

$\dots \dots \dots M_8$ とす。

補ふ角を夫々 v_1, v_2, v_3, \dots

$\dots \dots \dots v_8$ とす。

幾何學から云へば

$$M_1 + M_2 = M_5 + M_6$$

$$M_3 + M_4 = M_7 + M_8$$

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_8 = 360^{\circ}$$

となるべきも、若し此等に差ある時は

$$M_1 + M_2 - M_5 - M_6 = l_1$$

$$M_3 + M_4 - M_7 - M_8 = l_2$$

$$360^\circ - (M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 + M_8) = l_3$$

とし、かくて補ふ角は

$$v_1 = v_2 = (l_3 - 2l_1) \div 8$$

$$v_3 = v_4 = (l_3 - 2l_2) \div 8$$

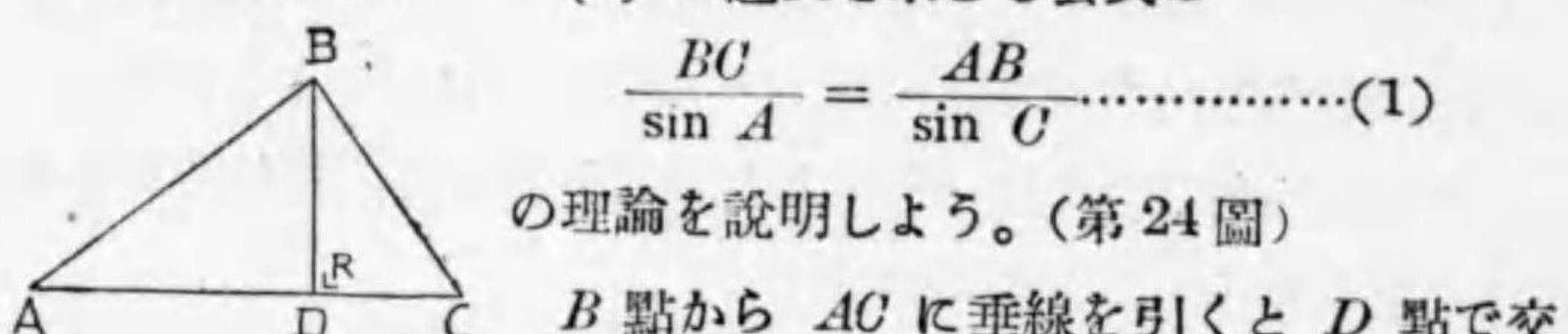
$$v_5 = v_6 = (l_3 + 2l_1) \div 8$$

$$v_7 = v_8 = (l_3 + 2l_2) \div 8$$

である。

正弦公式の證明圖

(2) の邊長を求むる公式の



の理論を説明しよう。(第 24 圖)

B 點から AC に垂線を引くと D 點で交

第 24 圖 はる。然る時は

$$\sin \angle A = \frac{BD}{AB} \quad (2)$$

$$\sin \angle C = \frac{BD}{BC} \quad (3)$$

(2) を (1) の左邊に代入すると

$$\frac{BC}{\sin A} = \frac{BC}{\frac{BD}{AB}} = \frac{BC \times AB}{BD} \quad (4)$$

(3) を (1) の右邊に代入すると

$$\frac{AB}{\sin C} = \frac{AB}{\frac{BD}{BC}} = \frac{AB \times BC}{BD} \quad (5)$$

(4) と (5) は相等しい。

故に (1) は證明されたことになる。

§ 24. ト ラ バ ー シ ン グ

ト ラ バ ー シ ン グ は 三 角 點 の 間 に 之 を 連 絡 す る 諸 點 を 決 定 し オ フ セ ッ ト に 根 擿 線 を 與 へ る も の で あ る。

ト ラ バ ー シ ン グ は 範 囲 も 小 さ い か ら

(1) 測 角 は 分 位 远 と す る

(2) 距 離 は 粉 远 で 良 い

ト ラ バ ー シ ン グ の 外 業 及 内 業 は 三 角 測 量 の 順 序 と 累 ど 同 様 で あ る。即ち

1. 摂 点

自 分 が 詳 し く オ フ セ ッ ト を 取 り た い と 思 ふ 所 や 變 化 の 有 る 所 を 摂 点 し て 杖 を 打 つ て 行 く。

2. 测 角

方 位 角 を 测 る 方 法 が 最 も 用 ひ ら れ て お る。之 は 計 算 實 例 に 述 べ て お る か ら 省 き、他 の 偏 位 角 に よ る 方 法 を 後 で 述 べ よ う。

3. 距 離 測 定

布 卷 尺 を 用 ふ る か 又 は ス タ チ ヤ 測 量 で 距 離 を 求 め る。

4. 全 線 の 方 位 計 算

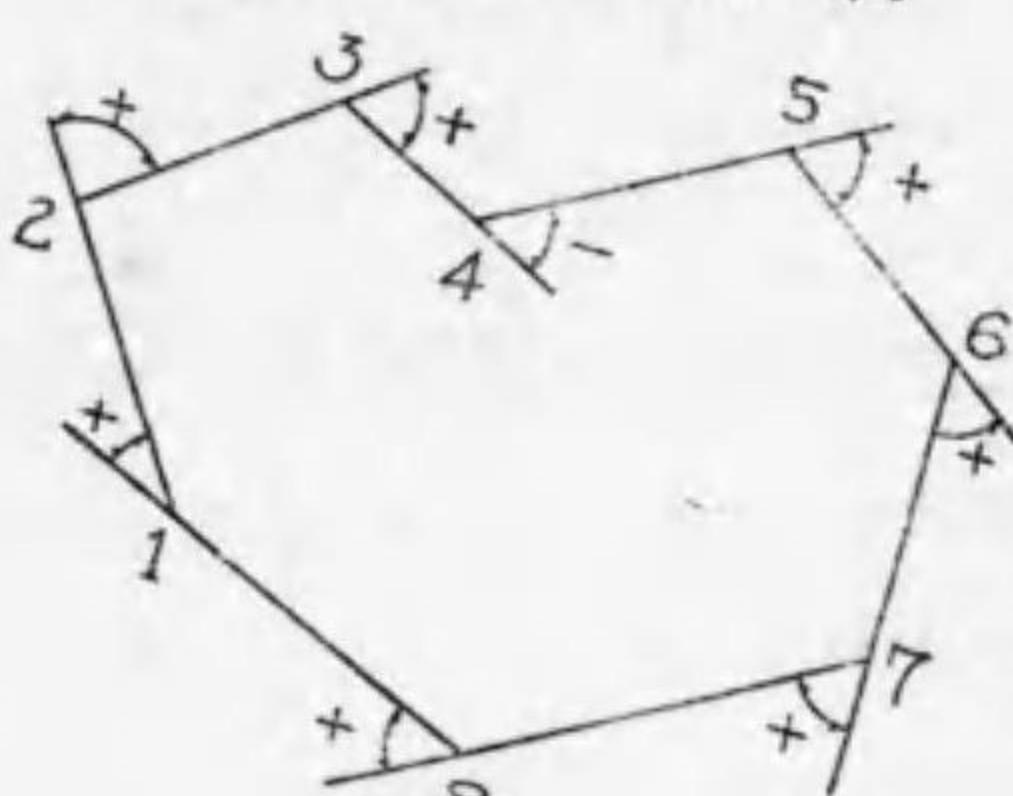
5. 全 線 を 經 緯 距 に 分 つ

6. 各點の坐標を知つて三角點間に書き入れること。

偏倚角トラバーシング

偏倚角とは第25圖の矢印の如き外角である。

偏倚角トラバーシングの圖



第25圖

を反位となして8測點を後視する。この時角の目盛は零度を指さしむ。

次にテレスコープを正位にして上部を弛めて廻轉し2の測點を前視せば矢を以て示せる如き(+)の偏倚角を測ることになる。同じ方法を2から8迄各點にて獨立的に測る。測線へ右廻りする時は(+), 左廻りする時は(-)とする。かくて最後に偏倚角の代數和は 360° となるべきである。之が検算になる。

以上の各測點を圖に画くには先づ1-2線の方位角又は位分方位を知つて置き、次に各偏倚角から各測線の位分方位を求め實測せる距離を用ひて緯距經距を算出するのである。以上何方法にせよ結局は方位角トラバーシングと同様に各線の位分方位計算に導かれるのである。

§25. 製圖

平面圖の原圖には朱線で三角點を結び

1. 三角點の名稱
2. クの高さ
3. 三角形の内角
4. 三角邊の邊長
5. 三角邊の位分方位

を記入し其他

6. 凡例
7. 磁針

普通は磁北を入れる。若し判れば偏倚角も書き入れる。

8. 縮尺

を添へる。同高線は茶褐色を用ひる。平面圖を實用に用ふる時は、トレースする時は(1)から(5)迄を省くとよろしい。原圖にさへあれば良い。尚凡例は参考のため陸軍陸地測量部の符號を弁借して添へて置かう。

第 26 圖 符 號

日 神祠	X 警察署
卍 佛宇	△ 检察院及 监狱
十 西教堂	× 监狱
古 內國公署	T 稅關
○ 外國公署	◇ 稅務監督局及 稅務署
M 陸軍所轄	× 林區署
M 海軍所轄	⊗ 鐵務署
★ 師司令部	◆ 專賣局同支局及 同製造所
★ 旅司令部	◎ 海事部
★ 要塞警備部	① 郵便電信(電話)局
★ 聯隊區司令部	〒 電信局
★ 鎮守府	▽ 電話局
○ 道庭及有庭庭	丁 測候所
○ 支廳及郡役所	○ 海軍望樓
○ 市役所	○ 製造所
○ 町及村役場所	◎ 銀行
○ 學校	大 火藥庫
○ 病院	火 火車房
○ 痘病院及舍	水 水車房
○ 文兵隊	火 坑工牆



木柱坊牆 鐵 檻 木 檻 板 牆 竹 垣 城 生 篱 園 土 地 濤 水 墓 烟 突 97.1 345.27 32.5 三角點 水準標 獨立標高點 山陵 城墟 火山 磷泉 材料貯蓄場 採礦地

記念碑

第 3 章 理 論

市 界 標

葉鍼葉潤
A A Q Q
竹孤葉枯
空 空

葉鍼葉潤
K K Q Q
抽出樹

正 煙突

△ 97.1 三角點
口 345.27 水準標
・ 32.5 獨立標高點

爪 山陵

凸 城墟

凹 火山

波 磷泉

人 材料貯蓄場

父 採礦地

國 道
縣 道

連絡
鄉路

小 徑

荷車

並 木

電線

鐵道

特種鐵道

外 國

府 縣

國 郡

市 郡

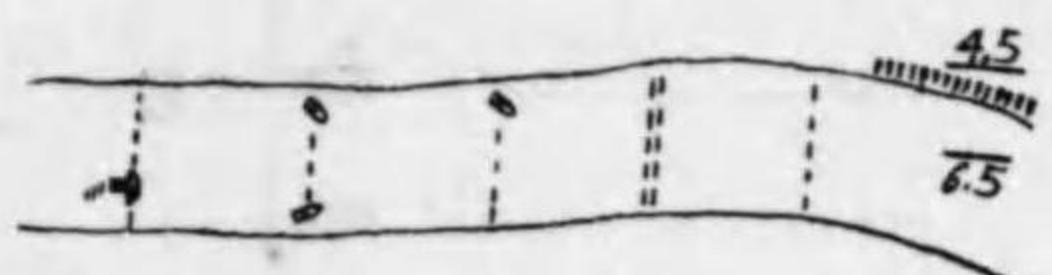
區 町

村 村

官 有 地

地 類

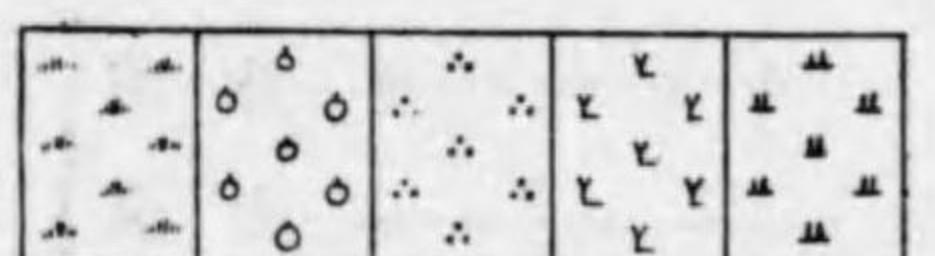
汽 船 人 馬 渡 渡 車 輛 涉 涉 水深及岸高
人 渡 渡 所 所



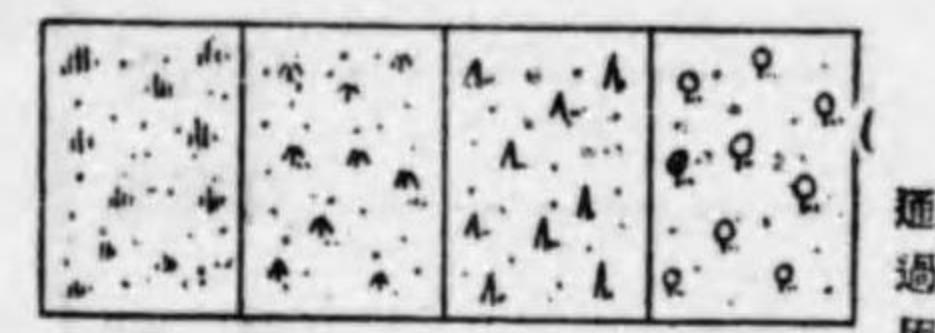
商 警 浮 固 燈 無電
報 標 漂 定 臺 線 電信柱
港 標 標 標 臺



草 果 茶 桑 田
地 園 烟 烟



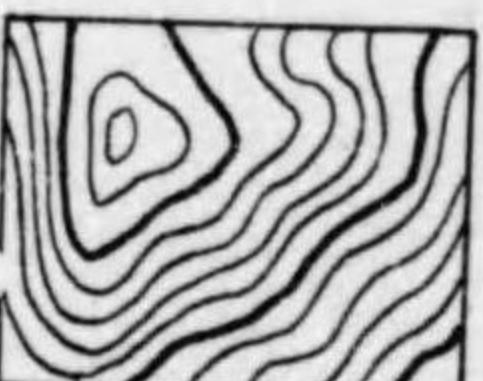
荒 竹 鍼樹 濶樹
地 林 葉林 葉林



通體
過ノ
困部

山

符四々
號十式
ノニニ
詳年アリ
ハ地
形治圖



以上で此の著述は終る。鐵道圖書局には各種に亘つて測量の本が發行されてゐる。故に三角測量、トラバー測量、視距測量及平板測量などは以上に依つて大いに参考とされたい。

又、經緯距表は鐵道圖書局發行の七桁對數表の中に含まれてゐるから之も利用されたい。

附 錄

スタヂア係數表

$$D = KS \cos^2 \theta + C \cos \theta$$

に於て $\cos^2 \theta$ を

水平係數 = $\cos^2 \theta$

$$V = KS \cos \theta \sin \theta + C \sin \theta$$

に於て $\cos \theta \sin \theta$

高低係數 = $\cos \theta \sin \theta$

〔例〕 $K=100$ $S=2$ とせば

$$KS \cos^2 \theta = 100 \times 2 \times \text{水平係數}$$

$$KS \cos \theta \sin \theta = 100 \times 2 \times \text{高低係數}$$

$\theta = 17^\circ 30'$ とせば 79 頁より

水平係數 = 0.9096

高低係數 = 0.2868

(0°—4°)

76

	0°	1°	2°	3°	4°					
	水平	高低								
0	0.0000	0.0000	0.9997	0.0174	0.9988	0.0349	0.9973	0.0523	0.9951	0.0696
1	0.0000	0.0003	0.9977	0.0177	0.9988	0.0352	0.9972	0.0526	0.9951	0.0699
2	0.0000	0.0006	0.9977	0.0180	0.9987	0.0355	0.9972	0.0528	0.9951	0.0702
3	0.0000	0.0009	0.9977	0.0183	0.9987	0.0357	0.9972	0.0531	0.9950	0.0705
4	0.0000	0.0012	0.9977	0.0186	0.9987	0.0360	0.9971	0.0534	0.9950	0.0707
5	0.0001	0.0015	0.9996	0.0189	0.9987	0.0363	0.9971	0.0537	0.9949	0.0710
6	0.0000	0.0017	0.9996	0.0192	0.9987	0.0366	0.9971	0.0540	0.9949	0.0713
7	0.0000	0.0020	0.9996	0.0195	0.9986	0.0369	0.9970	0.0543	0.9948	0.0716
8	0.0000	0.0023	0.9996	0.0198	0.9986	0.0372	0.9970	0.0546	0.9948	0.0719
9	0.0000	0.0026	0.9996	0.0201	0.9986	0.0375	0.9970	0.0549	0.9948	0.0722
10	0.0000	0.0029	0.9996	0.0204	0.9986	0.0378	0.9969	0.0552	0.9947	0.0725
11	0.0000	0.0032	0.9996	0.0206	0.9985	0.0381	0.9969	0.0554	0.9947	0.0728
12	0.0000	0.0035	0.9996	0.0209	0.9985	0.0384	0.9969	0.0557	0.9946	0.0730
13	0.0000	0.0038	0.9995	0.0212	0.9985	0.0386	0.9969	0.0560	0.9946	0.0733
14	0.0000	0.0041	0.9995	0.0215	0.9985	0.0389	0.9968	0.0563	0.9946	0.0736
15	0.0000	0.0044	0.9995	0.0218	0.9985	0.0392	0.9968	0.0566	0.9945	0.0739
16	0.0000	0.0047	0.9995	0.0221	0.9984	0.0395	0.9968	0.0569	0.9945	0.0742
17	0.0000	0.0049	0.9995	0.0224	0.9984	0.0398	0.9967	0.0572	0.9944	0.0745
18	0.0000	0.0052	0.9995	0.0227	0.9984	0.0401	0.9967	0.0575	0.9944	0.0748
19	0.0000	0.0055	0.9995	0.0230	0.9984	0.0404	0.9967	0.0578	0.9943	0.0751
20	0.0000	0.0058	0.9995	0.0233	0.9983	0.0407	0.9966	0.0580	0.9943	0.0753
21	0.0000	0.0061	0.9994	0.0236	0.9983	0.0410	0.9966	0.0583	0.9942	0.0756
22	0.0000	0.0064	0.9994	0.0238	0.9983	0.0413	0.9966	0.0586	0.9942	0.0759
23	0.0000	0.0067	0.9994	0.0241	0.9983	0.0415	0.9965	0.0589	0.9942	0.0762
24	0.0000	0.0070	0.9994	0.0244	0.9982	0.0418	0.9965	0.0592	0.9941	0.0765
25	0.0000	0.0073	0.9994	0.0247	0.9982	0.0421	0.9964	0.0595	0.9941	0.0768
26	0.0000	0.0076	0.9994	0.0250	0.9982	0.0424	0.9964	0.0598	0.9940	0.0771
27	0.0000	0.0079	0.9994	0.0253	0.9982	0.0427	0.9964	0.0601	0.9940	0.0774
28	0.0000	0.0081	0.9993	0.0256	0.9981	0.0430	0.9963	0.0604	0.9939	0.0776
29	0.0000	0.0084	0.9993	0.0259	0.9981	0.0433	0.9963	0.0606	0.9939	0.0779
30	0.0000	0.0087	0.9993	0.0262	0.9981	0.0436	0.9963	0.0609	0.9938	0.0782
31	0.0000	0.0090	0.9993	0.0265	0.9981	0.0439	0.9962	0.0612	0.9938	0.0785
32	0.0000	0.0093	0.9993	0.0267	0.9980	0.0442	0.9962	0.0615	0.9938	0.0788
33	0.0000	0.0096	0.9993	0.0270	0.9980	0.0444	0.9962	0.0618	0.9937	0.0791
34	0.0000	0.0099	0.9993	0.0273	0.9980	0.0447	0.9961	0.0621	0.9937	0.0794
35	0.0000	0.0102	0.9992	0.0276	0.9980	0.0450	0.9961	0.0624	0.9936	0.0797
36	0.0000	0.0105	0.9992	0.0279	0.9979	0.0453	0.9961	0.0627	0.9936	0.0799
37	0.0000	0.0108	0.9992	0.0282	0.9979	0.0456	0.9960	0.0630	0.9935	0.0802
38	0.0000	0.0111	0.9992	0.0285	0.9979	0.0459	0.9960	0.0632	0.9935	0.0805
39	0.0000	0.0113	0.9992	0.0288	0.9979	0.0462	0.9959	0.0635	0.9934	0.0808
40	0.0000	0.0116	0.9992	0.0291	0.9978	0.0465	0.9950	0.0638	0.9934	0.0811
41	0.0000	0.0119	0.9991	0.0294	0.9978	0.0468	0.9950	0.0641	0.9933	0.0814
42	0.0000	0.0122	0.9991	0.0297	0.9978	0.0471	0.9953	0.0644	0.9933	0.0817
43	0.0000	0.0125	0.9991	0.0299	0.9978	0.0473	0.9953	0.0647	0.9932	0.0819
44	0.0000	0.0128	0.9991	0.0302	0.9977	0.0476	0.9953	0.0650	0.9932	0.0822
45	0.0000	0.0131	0.9991	0.0305	0.9977	0.0479	0.9957	0.0653	0.9931	0.0825
46	0.0000	0.0134	0.9990	0.0308	0.9977	0.0482	0.9957	0.0656	0.9931	0.0828
47	0.0000	0.0137	0.9990	0.0311	0.9976	0.0485	0.9956	0.0658	0.9930	0.0831
48	0.0000	0.0140	0.9990	0.0314	0.9976	0.0488	0.9956	0.0661	0.9930	0.0834
49	0.0000	0.0143	0.9990	0.0317	0.9976	0.0491	0.9956	0.0664	0.9929	0.0837
50	0.0000	0.0145	0.9990	0.0320	0.9976	0.0494	0.9955	0.0667	0.9929	0.0840
51	0.0000	0.0148	0.9990	0.0323	0.9975	0.0497	0.9955	0.0670	0.9929	0.0842
52	0.0000	0.0151	0.9989	0.0326	0.9975	0.0499	0.9955	0.0673	0.9928	0.0845
53	0.0000	0.0154	0.9989	0.0328	0.9975	0.0502	0.9954	0.0676	0.9928	0.0848
54	0.0000	0.0157	0.9989	0.0331	0.9974	0.0505	0.9954	0.0679	0.9927	0.0851
55	0.0000	0.0160	0.9989	0.0334	0.9974	0.0508	0.9953	0.0681	0.9927	0.0854
56	0.0000	0.0163	0.9989	0.0337	0.9974	0.0511	0.9953	0.0684	0.9926	0.0857
57	0.0000	0.0166	0.9988	0.0340	0.9974	0.0514	0.9953	0.0687	0.9926	0.0860
58	0.0000	0.0169	0.9988	0.0343	0.9973	0.0517	0.9952	0.0690	0.9925	0.0863
59	0.0000	0.0172	0.9988	0.0346	0.9973	0.0520	0.9952	0.0693	0.9925	0.0865

(10°—14°)

78

	10°	11°	12°	13°	14°
	水平 高低				
0	0.9698 0.1710	0.9636 0.1873	0.9568 0.2034	0.9494 0.2192	0.9415 0.2347
1	9697 1713	9635 1876	9567 2036	9493 2194	9413 2350
2	9696 1716	9634 1878	9565 2039	9491 2197	9412 2352
3	9695 1718	9633 1881	9564 2042	9490 2200	9411 2355
4	9694 1721	9632 1884	9563 2044	9489 2202	9409 2358
5	9693 1724	9630 1887	9562 2047	9488 2205	9408 2360
6	9692 1726	9629 1889	9561 2050	9486 2208	9407 2363
7	9691 1729	9628 1892	9559 2052	9485 2210	9405 2365
8	9690 1732	9627 1895	9558 2055	9484 2213	9404 2368
9	9689 1735	9626 1897	9557 2058	9482 2215	9402 2370
10	9688 1737	9625 1900	9556 2060	9481 2218	9401 2373
11	9687 1740	9624 1903	9555 2063	9480 2221	9400 2376
12	9686 1743	9623 1905	9553 2066	9479 2223	9398 2378
13	9685 1746	9622 1908	9552 2068	9477 2226	9397 2381
14	9684 1748	9621 1911	9551 2071	9476 2228	9395 2383
15	9683 1751	9619 1913	9550 2073	9475 2231	9394 2386
16	9682 1754	9618 1916	9549 2076	9473 2234	9393 2388
17	9681 1756	9617 1919	9547 2079	9472 2236	9391 2391
18	9680 1759	9616 1921	9546 2081	9471 2239	9390 2393
19	9679 1762	9615 1924	9545 2084	9469 2241	9389 2396
20	9678 1765	9614 1927	9544 2087	9468 2244	9387 2399
21	9677 1767	9613 1930	9543 2089	9467 2247	9386 2401
22	9676 1770	9612 1932	9541 2092	9466 2249	9384 2404
23	9675 1773	9610 1935	9540 2095	9464 2252	9383 2406
24	9674 1776	9609 1938	9539 2097	9463 2254	9382 2409
25	9673 1778	9608 1940	9538 2100	9462 2257	9380 2411
26	9672 1781	9607 1943	9536 2103	9460 2260	9379 2414
27	9671 1784	9606 1946	9535 2105	9459 2262	9377 2416
28	9670 1786	9605 1948	9534 2108	9458 2265	9376 2419
29	9669 1789	9604 1951	9533 2110	9456 2267	9375 2422
30	9668 1792	9603 1954	9532 2113	9455 2270	9373 2424
31	9667 1795	9601 1956	9530 2116	9454 2273	9372 2427
32	9666 1797	9600 1959	9529 2118	9452 2275	9370 2429
33	9665 1800	9599 1962	9528 2121	9451 2278	9369 2432
34	9664 1803	9598 1964	9527 2124	9450 2280	9367 2434
35	9663 1805	9597 1967	9525 2126	9448 2283	9366 2437
36	9662 1808	9596 1970	9524 2129	9447 2285	9365 2439
37	9661 1811	9595 1972	9523 2132	9446 2288	9363 2442
38	9660 1814	9593 1975	9522 2134	9444 2291	9362 2444
39	9658 1816	9592 1978	9520 2137	9443 2293	9360 2447
40	9657 1819	9591 1980	9519 2139	9442 2296	9359 2449
41	9656 1822	9590 1983	9518 2142	9440 2298	9357 2452
42	9655 1824	9589 1986	9517 2145	9439 2301	9356 2455
43	9654 1827	9588 1988	9515 2147	9438 2304	9355 2457
44	9653 1830	9586 1991	9514 2150	9436 2306	9353 2460
45	9652 1833	9585 1994	9513 2153	9435 2309	9352 2462
46	9651 1835	9584 1996	9512 2155	9434 2311	9350 2465
47	9650 1838	9583 1999	9510 2158	9432 2314	9349 2467
48	9649 1841	9582 2002	9509 2160	9431 2316	9347 2470
49	9648 1843	9581 2004	9508 2163	9430 2319	9346 2472
50	9647 1846	9579 2007	9507 2166	9428 2322	9345 2475
51	9646 1849	9578 2010	9505 2168	9427 2324	9343 2477
52	9645 1851	9577 2012	9504 2171	9426 2327	9342 2480
53	9644 1854	9576 2015	9503 2174	9424 2329	9340 2482
54	9642 1857	9575 2018	9502 2176	9423 2332	9339 2485
55	9641 1860	9574 2020	9500 2179	9422 2335	9337 2487
56	9640 1862	9572 2023	9499 2181	9420 2337	9336 2490
57	9639 1865	9571 2026	9498 2184	9419 2340	9334 2492
58	9638 1868	9570 2028	9497 2187	9417 2342	9333 2495
59	9637 1870	9569 2031	9495 2189	9416 2345	9332 2497
C					

(15°—19°)

79

	15°	16°	17°	18°	19°
	水平 高低				
0	0.9330 0.2500	0.9240 0.2650	0.9145 0.2796	0.9045 0.2939	0.8940 0.3078
1	9329 2503	9239 2652	9144 2798	9043 2941	8938 3081
2	9327 2505	9237 2655	9142 2801	9042 2944	8936 3083
3	9326 2508	9236 2657	9140 2803	9040 2946	8935 3085
4	9324 2510	9234 2659	9139 2806	9038 2948	8933 3087
5	9323 2513	9233 2662	9137 2808	9037 2951	8931 3090
6	9321 2515	9231 2664	9135 2810	9035 2953	8929 3092
7	9320 2518	9229 2667	9134 2813	9033 2955	8927 3094
8	9318 2520	9228 2669	9132 2815	9031 2958	8926 3097
9	9317 2523	9226 2672	9130 2818	9030 2960	8924 3099
10	9316 2525	9225 2674	9129 2820	9028 2962	8922 3101
11	9314 2528	9223 2677	9127 2822	9026 2965	8920 3103
12	9313 2530	9222 2679	9126 2825	9024 2967	8918 3106
13	9311 2533	9220 2682	9124 2827	9023 2969	8917 3108
14	9310 2535	9219 2684	9122 2830	9021 2972	8915 3110
15	9308 2538	9217 2686	9121 2832	9019 2974	8913 3113
16	9307 2540	9215 2689	9119 2834	9018 2976	8911 3115
17	9305 2543	9214 2691	9117 2837	9016 2979	8909 3117
18	9304 2545	9212 2694	9116 2839	9014 2981	8908 3119
19	9302 2548	9211 2696	9114 2842	9012 2983	8906 3122
20	9301 2550	9209 2699	9112 2844	9011 2986	8904 3124
21	9299 2553	9208 2701	9111 2846	9009 2988	8902 3126
22	9298 2555	9206 2704	9109 2849	9007 2990	8900 3128

(20°—24°)

80

	20°	21°	22°	23°	24°
	水平 高低				
0	0.8830 0.3214	0.8716 0.3346	0.8597 0.3473	0.8473 0.3597	0.8346 0.3716
1	8828 3216	8714 3348	8595 3475	8471 3599	8343 3718
2	8826 3218	8712 3350	8593 3477	8469 3601	8341 3720
3	8825 3221	8710 3352	8591 3480	8467 3603	8339 3722
4	8823 3223	8708 3354	8589 3482	8465 3605	8337 3723
5	8821 3225	8706 3356	8587 3484	8463 3607	8335 3725
6	8819 3227	8704 3359	8585 3486	8461 3609	8333 3727
7	8817 3230	8702 3361	8583 3488	8459 3611	8330 3729
8	8815 3232	8700 3363	8580 3490	8457 3613	8328 3731
9	8813 3234	8698 3365	8578 3492	8454 3615	8326 3733
10	8811 3236	8696 3367	8576 3494	8452 3617	8324 3735
11	8810 3238	8694 3369	8574 3496	8450 3619	8322 3737
12	8808 3241	8692 3372	8572 3498	8448 3621	8320 3739
13	8806 3243	8690 3374	8570 3500	8446 3623	8317 3741
14	8804 3245	8688 3376	8568 3502	8444 3625	8315 3743
15	8802 3247	8686 3378	8566 3505	8442 3627	8313 3745
16	8800 3249	8684 3380	8564 3507	8440 3629	8311 3747
17	8798 3252	8682 3382	8562 3509	8438 3631	8309 3749
18	8796 3254	8680 3384	8560 3511	8435 3633	8307 3751
19	8794 3256	8679 3387	8558 3513	8433 3635	8304 3752
20	8793 3258	8677 3389	8556 3515	8431 3637	8302 3754
21	8791 3260	8675 3391	8554 3517	8429 3639	8300 3756
22	8789 3263	8673 3393	8552 3519	8427 3641	8298 3758
23	8787 3265	8671 3395	8550 3521	8425 3643	8296 3760
24	8785 3267	8669 3397	8548 3523	8423 3645	8293 3762
25	8783 3269	8667 3399	8546 3525	8421 3647	8291 3764
26	8781 3272	8665 3401	8544 3527	8418 3649	8289 3766
27	8779 3274	8663 3404	8542 3529	8416 3651	8287 3768
28	8777 3276	8661 3406	8540 3531	8414 3653	8285 3770
29	8775 3278	8659 3408	8538 3533	8412 3655	8282 3772
30	8774 3280	8657 3410	8536 3536	8410 3657	8280 3774
31	8772 3282	8655 3412	8533 3538	8408 3659	8278 3775
32	8770 3285	8653 3414	8531 3540	8406 3661	8276 3777
33	8768 3287	8651 3416	8529 3542	8404 3663	8274 3779
34	8766 3289	8649 3418	8527 3544	8401 3665	8272 3781
35	8764 3291	8647 3421	8525 3546	8399 3667	8269 3783
36	8762 3293	8645 3423	8523 3548	8397 3669	8267 3785
37	8760 3296	8643 3425	8521 3550	8395 3671	8265 3787
38	8758 3298	8641 3427	8519 3552	8393 3673	8263 3789
39	8756 3300	8639 3429	8517 3554	8391 3675	8260 3791
40	8754 3302	8637 3431	8515 3556	8389 3677	8258 3793
41	8752 3304	8635 3433	8513 3558	8387 3679	8256 3794
42	8751 3307	8633 3435	8511 3560	8384 3680	8254 3796
43	8749 3309	8631 3438	8509 3562	8382 3682	8252 3798
44	8747 3311	8629 3440	8507 3564	8380 3684	8249 3800
45	8745 3313	8627 3442	8505 3566	8378 3686	8247 3802
46	8743 3315	8625 3444	8502 3568	8376 3688	8245 3804
47	8741 3317	8623 3446	8500 3570	8374 3690	8243 3806
48	8739 3320	8621 3448	8498 3572	8372 3692	8241 3808
49	8737 3322	8619 3450	8496 3574	8369 3694	8239 3810
50	8735 3324	8617 3452	8404 3576	8367 3696	8236 3811
51	8733 3326	8615 3454	8492 3578	8365 3698	8234 3813
52	8731 3328	8613 3457	8490 3580	8363 3700	8232 3815
53	8729 3330	8611 3459	8488 3583	8361 3702	8230 3817
54	8727 3333	8609 3461	8486 3585	8359 3704	8227 3819
55	8725 3335	8607 3463	8484 3587	8356 3706	8225 3821
56	8723 3337	8605 3465	8482 3589	8354 3708	8223 3823
57	8722 3339	8603 3467	8480 3591	8352 3710	8221 3825
58	8720 3341	8601 3469	8477 3593	8350 3712	8218 3826
59	8718 3343	8599 3471	8475 3595	8348 3714	8216 3828
C					

(25°—29°)

81

	25°	26°	27°	28°	29°
	水平 高低				
0	0.8214 0.3839	0.8078 0.3940	0.7939 0.4045	0.7796 0.4145	0.7650 0.4240
1	8212 3832	8076 3942	7937 4047	7794 4147	7647 4242
2	8209 3834	8074 3944	7934 4049	7791 4148	7645 4243
3	8207 3836	8071 3945	7932 4050	7789 4150	7642 4245
4	8205 3838	8069 3947	7930 4052	7786 4152	7640 4246
5	8203 3840	8067 3949	7927 4054	7784 4153	7637 4248
6	8201 3841	8065 3951	7925 4055	7781 4155	7635 4249
7	8198 3843	8062 3953	7922 4057	7779 4157	7632 4251
8	8196 3845	8060 3954	7919 4059	7777 4158	7630 4253
9	8194 3847	8058 3956	7918 4060	7774 4160	7627 4254
10	8192 3849	8055 3958	7915 4062	7772 4161	7625 4256
11	8189 3851	8053 3960	7913 4064	7769 4163	7622 4257
12	8187 3853	8051 3961	7911 4066	7767 4165	7620 4259
13	8185 3854	8048 3963	7909 4067	7765 4166	7617 4260
14	8183 3856	8046 3965	7906 4069	7762 4168	7615 4262
15	8180 3858	8044 3967	7904 4071	7760 4169	7612 4263
16	8178 3860	8041 3969	7901 4072	7757 4171	7610 4265
17	8176 3862	8039 3970	7899 4074	7755 4173	7608 4266
18	8174 3864	8037 3972	7896 4076	7752 4174	7605 4268
19	8171 3866	8035 3974	7894 4077	7750 4176	7603 4269
20	8169 3867	8032 3976	7892 4079	7748 4177	7600 4271
21	8167 3869	8030 3977	7889 4081	7745 4179	7598 4272
22	8165 3871	8028 3979	7887 4082	7743 4181	7595 4274

(30°—34°)

82

	30°		31°		32°		33°		34°	
	水平	高低								
0	0.7500	0.4330	0.7347	0.4415	0.7192	0.4494	0.7034	0.4568	0.6873	0.4636
1	7497	4332	7345	4416	7189	4495	7031	4569	6870	4637
2	7495	4333	7342	4417	7187	4497	7028	4570	6868	4638
3	7492	4334	7340	4419	7184	4498	7026	4571	6865	4639
4	7490	4336	7337	4420	7181	4499	7023	4572	6862	4640
5	7487	4337	7335	4422	7179	4500	7020	4574	6860	4641
6	7485	4339	7332	4423	7176	4502	7018	4575	6857	4642
7	7482	4340	7329	4424	7174	4503	7015	4576	6854	4644
8	7480	4342	7327	4426	7171	4504	7012	4577	6851	4645
9	7477	4343	7324	4427	7168	4505	7010	4578	6849	4646
10	7475	4345	7322	4428	7166	4507	7007	4579	6846	4647
11	7472	4346	7319	4430	7163	4508	7004	4581	6843	4648
12	7470	4347	7316	4431	7160	4509	7002	4582	6841	4649
13	7467	4349	7314	4432	7158	4510	6999	4583	6838	4650
14	7465	4350	7311	4434	7155	4512	6996	4584	6835	4651
15	7462	4352	7309	4435	7153	4513	6994	4585	6833	4652
16	7460	4353	7306	4436	7150	4514	6991	4586	6830	4653
17	7457	4355	7304	4438	7147	4515	6988	4588	6827	4654
18	7455	4356	7301	4439	7145	4517	6986	4589	6824	4655
19	7452	4357	7298	4440	7142	4518	6983	4590	6822	4656
20	7449	4359	7296	4442	7139	4519	6980	4591	6819	4657
21	7447	4360	7293	4443	7137	4520	6978	4592	6816	4658
22	7444	4362	7291	4444	7134	4522	6975	4593	6814	4660
23	7442	4363	7289	4446	7132	4523	6972	4595	6811	4661
24	7439	4365	7285	4447	7129	4524	6970	4596	6808	4662
25	7437	4366	7283	4448	7126	4525	6967	4597	6805	4663
26	7434	4367	7280	4450	7124	4527	6964	4598	6803	4664
27	7432	4369	7278	4451	7121	4528	6962	4599	6800	4665
28	7429	4370	7275	4452	7118	4529	6959	4600	6797	4666
29	7427	4372	7273	4454	7116	4530	6956	4601	6795	4667
30	7424	4373	7270	4455	7113	4532	6954	4603	6792	4668
31	7422	4375	7267	4456	7110	4533	6951	4604	6789	4669
32	7419	4376	7265	4458	7108	4534	6948	4605	6786	4670
33	7416	4377	7262	4459	7105	4535	6946	4606	6784	4671
34	7414	4379	7260	4460	7103	4536	6943	4607	6781	4672
35	7411	4380	7257	4462	7100	4538	6940	4608	6778	4673
36	7409	4382	7254	4463	7097	4539	6938	4609	6776	4674
37	7406	4383	7252	4464	7095	4540	6935	4610	6773	4675
38	7404	4384	7249	4466	7092	4541	6932	4612	6770	4676
39	7401	4386	7247	4467	7089	4543	6930	4613	6767	4677
40	7397	4387	7244	4468	7087	4544	6927	4614	6765	4678
41	7396	4389	7241	4469	7084	4545	6924	4615	6762	4679
42	7393	4390	7239	4471	7081	4546	6921	4616	6759	4680
43	7390	4391	7236	4472	7079	4547	6919	4617	6756	4681
44	7388	4393	7234	4473	7076	4549	6916	4618	6754	4682
45	7386	4394	7231	4475	7073	4550	6913	4619	6751	4683
46	7383	4395	7228	4476	7071	4551	6911	4621	6748	4684
47	7381	4397	7226	4477	7068	4552	6908	4622	6746	4685
48	7378	4398	7223	4479	7066	4553	6905	4623	6743	4686
49	7376	4400	7221	4480	7063	4555	6903	4624	6740	4687
50	7373	4401	7218	4481	7060	4556	6900	4625	6737	4688
51	7370	4402	7215	4482	7058	4557	6897	4626	6735	4689
52	7368	4404	7213	4483	7056	4558	6895	4627	6732	4690
53	7365	4405	7210	4485	7052	4559	6892	4628	6729	4691
54	7363	4407	7208	4486	7050	4560	6880	4629	6726	4692
55	7360	4408	7205	4488	7047	4562	6882	4630	6724	4693
56	7358	4409	7202	4489	7044	4563	6884	4632	6721	4694
57	7355	4411	7200	4490	7042	4564	6881	4633	6718	4695
58	7352	4412	7197	4491	7039	4565	6878	4634	6716	4696
59	7350	4413	7194	4493	7036	4567	6876	4635	6713	4697
C										

(35°—39°)

83

	35°		36°		37°		38°		39°	
	水平	高低								
0	0.6710	0.4698	0.6545	0.4755	0.6378	0.4806	0.6210	0.4851	0.6040	0.4891
1	6707	4699	6542	4756	6375	4807	6207	4852	6037	4891
2	6705	4700	6540	4757	6373	4808	6204	4853	6034	4892
3	6702	4701	6537	4758</						

(40°—44°)

84

	40°	41°	42°	43°	44°
	水平 高低				
0	0.5868 0.4924	0.5696 0.4951	0.5523 0.4973	0.5349 0.4988	0.5174 0.4997
1	5865 4925	5693 4952	5520 4973	5346 4988	5172 4997
2	5863 4925	5690 4952	5517 4973	5343 4988	5169 4997
3	5860 4926	5687 4953	5514 4974	5340 4988	5166 4997
4	5857 4926	5684 4953	5511 4974	5337 4989	5163 4997
5	5854 4927	5681 4953	5508 4974	5334 4989	5160 4997
6	5851 4927	5679 4954	5505 4974	5331 4989	5157 4998
7	5848 4928	5676 4954	5502 4975	5328 4989	5154 4998
8	5845 4928	5673 4955	5499 4975	5326 4989	5151 4998
9	5842 4929	5670 4955	5497 4975	5323 4990	5148 4998
10	5840 4929	5667 4955	5494 4976	5320 4990	5145 4998
11	5837 4929	5664 4956	5491 4976	5317 4990	5143 4998
12	5834 4930	5661 4956	5488 4976	5314 4990	5140 4998
13	5831 4930	5658 4956	5485 4976	5311 4990	5137 4998
14	5828 4931	5656 4957	5482 4977	5308 4990	5134 4998
15	5825 4931	5653 4957	5479 4977	5305 4991	5131 4998
16	5822 4932	5650 4958	5476 4977	5302 4991	5128 4998
17	5819 4932	5647 4958	5473 4978	5299 4991	5125 4998
18	5817 4933	5644 4958	5471 4978	5297 4991	5122 4998
19	5814 4933	5641 4959	5468 4978	5294 4991	5119 4999
20	5811 4934	5638 4959	5465 4978	5291 4992	5116 4999
21	5808 4934	5635 4959	5462 4979	5288 4992	5113 4999
22	5805 4935	5632 4960	5459 4979	5285 4992	5111 4999
23	5802 4935	5630 4960	5456 4979	5282 4992	5108 4999
24	5799 4936	5627 4961	5453 4979	5279 4992	5105 4999
25	5797 4936	5624 4961	5450 4980	5276 4992	5102 4999
26	5794 4937	5621 4961	5447 4980	5273 4993	5099 4999
27	5791 4937	5618 4962	5444 4980	5270 4993	5096 4999
28	5788 4938	5615 4962	5442 4980	5267 4993	5093 4999
29	5785 4938	5612 4962	5439 4981	5265 4993	5090 4999
30	5782 4938	5609 4963	5436 4981	5262 4993	5087 4999
31	5779 4939	5606 4963	5433 4981	5259 4993	5084 4999
32	5776 4939	5604 4963	5430 4981	5256 4993	5081 4999
33	5774 4940	5601 4964	5427 4982	5253 4994	5079 4999
34	5771 4940	5598 4964	5424 4982	5250 4994	5076 4999
35	5768 4941	5595 4964	5421 4982	5247 4994	5073 4999
36	5765 4941	5592 4965	5418 4982	5244 4994	5070 5000
37	5762 4942	5589 4965	5415 4983	5241 4994	5067 5000
38	5759 4942	5586 4966	5413 4983	5238 4994	5064 5000
39	5756 4942	5583 4966	5410 4983	5236 4994	5061 5000
40	5753 4943	5580 4966	5407 4983	5233 4995	5058 5000
41	5751 4943	5578 4967	5404 4984	5230 4995	5055 5000
42	5748 4944	5575 4967	5401 4984	5227 4995	5052 5000
43	5745 4944	5572 4967	5398 4984	5224 4995	5050 5000
44	5742 4945	5569 4963	5395 4984	5221 4995	5047 5000
45	5739 4945	5566 4968	5392 4985	5218 4995	5044 5000
46	5736 4946	5563 4968	5389 4985	5215 4995	5041 5000
47	5733 4946	5560 4969	5386 4985	5212 4995	5038 5000
48	5730 4946	5557 4969	5384 4985	5209 4996	5035 5000
49	5728 4947	5554 4969	5381 4985	5206 4996	5032 5000
50	5725 4947	5552 4969	5378 4986	5204 4996	5029 5000
51	5722 4948	5549 4970	5375 4986	5201 4996	5026 5000
52	5719 4948	5546 4970	5372 4986	5198 4996	5023 5000
53	5716 4948	5543 4970	5369 4986	5195 4996	5020 5000
54	5713 4949	5540 4971	5366 4987	5192 4996	5017 5000
55	5710 4949	5537 4971	5363 4987	5189 4996	5015 5000
56	5707 4950	5534 4971	5360 4987	5186 4997	5012 5000
57	5705 4950	5531 4972	5357 4987	5183 4997	5009 5000
58	5702 4951	5528 4972	5355 4987	5180 4997	5006 5000
59	5699 4951	5526 4972	5352 4988	5177 4997	5003 5000
C					

(45°—49°)

85

	45°	46°	47°	48°	49°
	水平 高低				
0	0.5000 0.5000	0.4826 0.4997	0.4651 0.4988	0.4477 0.4973	0.4304 0.4951
1	4997 5000	4823 4997	4648 4988	4474 4972	4301 4951
2	4994 5000	4820 4997	4645 4987	4472 4972	4298 4951
3	4991 5000	4817 4997	4643 4987	4469 4972	4295 4950
4	4988 5000	4814 4997	4640 4987	4466 4971	4293 4950
5	4985 5000	4811 4996	4637 4987	4463 4971	4290 4949
6	4983 5000	4808 4996	4634 4987	4460 4971	4287 4949
7	4980 5000	4805 4996	4631 4986	4457 4970	4284 4948
8	4977 5000	4802 4996	4628 4986	4454 4970	4281 4948
9	4974 5000	4799 4996	4625 4986	4451 4970	4278 4948
10	4971 5000	4796 4996	4622 4986	4448 4969	4275 4947
11	4968 5000	4794 4996	4619 4985	4446 4969	4272 4947
12	4965 5000	4791 4996	4616 4985	4443 4969	4270 4946
13	4962 5000	4788 4995	4614 4985	4440 4969	4267 4946
14	4959 5000	4785 4995	4611 4985	4437 4968	4264 4946
15	4956 5000	4782 4995	4608 4985	4434 4968	4261 4945
16	4953 5000	4779 4995	4605 4984	4431 4968	4258 4945
17	4951 5000	4776 4995	4602 4984	4428 4967	4255 4944
18	4948 5000	4773 4995	4599 4984	4425 4967	4252 4944
19	4945 5000	4770 4995	4596 4984	4422 4967	4249 4939
20	4942 5000	4767 4995	4593 4983	4420 4966	4247 4943
21	4939 5000	4764 4994	4590 4983	4417 4966	4244 4942
22	4936 5000	4761 4994	4587 4983	4414 4966	4241 4942

(50°-54°)

86

	50°	51°	52°	53°	54°
	水平 高低				
0	0.4132 0.4924	0.3960 0.4891	0.3790 0.4851	0.3622 0.4806	0.3455 0.4755
1	4129 4924	3958 4890	3788 4851	3619 4806	3452 4754
2	4126 4923	3955 4890	3785 4850	3616 4805	3449 4753
3	4123 4923	3952 4859	3782 4849	3613 4804	3447 4753
4	4120 4922	3949 4838	3779 4849	3611 4803	3444 4752
5	4117 4921	3946 4888	3776 4848	3608 4802	3441 4751
6	4115 4921	3943 4887	3773 4847	3605 4801	3438 4750
7	4112 4920	3941 4886	3771 4847	3602 4801	3436 4749
8	4109 4920	3938 4856	3768 4846	3599 4800	3433 4747
9	4106 4919	3935 4885	3765 4845	3597 4799	3430 4747
10	4103 4919	3932 4885	3762 4844	3594 4798	3427 4746
11	4100 4918	3929 4884	3759 4844	3591 4797	3425 4745
12	4097 4913	3926 4883	3757 4843	3588 4797	3422 4744
13	4095 4917	3923 4883	3754 4842	3585 4796	3419 4743
14	4092 4917	3921 4882	3751 4841	3583 4795	3416 4743
15	4089 4916	3918 4881	3748 4841	3580 4794	3413 4742
16	4086 4916	3915 4881	3745 4840	3577 4793	3411 4741
17	4083 4915	3912 4880	3742 4839	3574 4792	3408 4740
18	4080 4915	3909 4880	3740 4839	3572 4792	3405 4739
19	4077 4914	3906 4879	3737 4838	3569 4791	3402 4738
20	4075 4914	3904 4878	3734 4837	3566 4790	3400 4737
21	4072 4913	3901 4878	3731 4836	3563 4789	3397 4736
22	4069 4913	3898 4877	3728 4836	3560 4788	3394 4735
23	4066 4912	3895 4876	3726 4835	3558 4787	3391 4734
24	4063 4911	3892 4876	3723 4834	3555 4787	3389 4733
25	4060 4911	3889 4875	3720 4833	3552 4786	3386 4732
26	4057 4910	3887 4874	3717 4833	3549 4785	3383 4731
27	4055 4910	3884 4874	3714 4832	3546 4784	3380 4730
28	4052 4909	3881 4873	3712 4831	3544 4783	3378 4729
29	4049 4909	3878 4873	3709 4830	3541 4782	3375 4729
30	4046 4908	3875 4872	3706 4830	3538 4782	3372 4728
31	4043 4908	3872 4871	3703 4829	3535 4781	3369 4727
32	4040 4907	3870 4871	3700 4828	3533 4780	3367 4726
33	4037 4906	3867 4870	3697 4827	3530 4779	3364 4725
34	4035 4906	3864 4869	3695 4827	3527 4778	3361 4724
35	4032 4905	3861 4869	3692 4826	3524 4777	3358 4723
36	4029 4905	3858 4868	3689 4825	3521 4776	3356 4722
37	4026 4904	3855 4867	3686 4824	3519 4776	3353 4721
38	4023 4904	3853 4867	3683 4824	3516 4775	3350 4720
39	4020 4903	3850 4866	3681 4823	3513 4774	3347 4719
40	4017 4903	3847 4865	3678 4822	3510 4773	3345 4718
41	4015 4902	3844 4865	3675 4821	3508 4772	3342 4717
42	4012 4901	3841 4864	3672 4820	3505 4771	3339 4716
43	4009 4901	3838 4863	3669 4820	3502 4770	3336 4715
44	4006 4900	3836 4863	3667 4819	3499 4769	3334 4714
45	4003 4900	3833 4862	3664 4818	3496 4769	3331 4713
46	4000 4899	3830 4861	3661 4817	3494 4768	3328 4712
47	3997 4898	3827 4861	3658 4817	3491 4767	3325 4711
48	3995 4898	3824 4860	3655 4816	3488 4766	3323 4710
49	3992 4897	3821 4859	3653 4815	3485 4765	3320 4709
50	3989 4897	3819 4858	3650 4814	3483 4764	3317 4708
51	3986 4896	3816 4858	3647 4813	3480 4763	3315 4707
52	3983 4896	3813 4857	3644 4813	3477 4762	3312 4706
53	3980 4895	3810 4856	3641 4812	3474 4762	3309 4705
54	3978 4894	3807 4856	3639 4811	3472 4761	3306 4704
55	3975 4894	3805 4855	3636 4810	3469 4760	3304 4703
56	3972 4893	3802 4854	3633 4810	3466 4759	3301 4702
57	3969 4893	3799 4854	3630 4809	3463 4758	3298 4701
58	3966 4892	3796 4853	3627 4808	3460 4757	3295 4700
59	3963 4891	3793 4852	3625 4807	3458 4756	3293 4699
C					

87

スタチア加数表

$$V = KS \cos \theta \sin \theta + C \sin \theta$$

に於て $C \sin \theta$ $C \sin \theta = \text{高低加数}$

$$D = KS \cos^2 \theta + C \cos \theta$$

に於て $C \cos \theta$ $C \cos \theta = \text{水平加数}$ 加数表は θ 及 C の種々なるものの加数を表示せるものなり。〔例〕 $\theta=17^{\circ}30'$ $C=20\text{cm}$ とせば高低水平の加数を求む。

90 頁に於て

$$\text{水平加数} = 19\text{cm} = 0.19\text{m}$$

$$\text{高低加数} = 6\text{cm} = 0.06\text{m}$$

用法

〔例〕 $\theta=17^{\circ}30'$ $S=2\text{m}$

$$C=20\text{cm}=0.2\text{m} \text{ とせば}$$

係數及加数表例を其の儘採用せば

$$D=100 \times 2 \times 0.9096 + 19 = 182.11\text{m}$$

$$V=100 \times 2 \times 0.2868 + 0.06\text{m}=57.42\text{m}$$

o	10	105	11	115	12	125	13	
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	10	00	10	00	11	00	12	00
1	10	00	10	00	11	00	12	00
2	10	00	10	00	11	00	12	00
3	10	01	10	01	11	01	12	01
4	10	01	10	01	11	01	12	01
5	10	01	10	01	11	01	12	01
6	10	01	10	01	11	01	12	01
7	10	01	10	01	11	01	12	02
8	10	01	10	01	11	02	12	02
9	10	02	10	02	11	02	12	02
10	10	02	10	02	11	02	12	02
11	10	02	10	02	11	02	12	02
12	10	02	10	02	11	02	12	03
13	10	02	10	02	11	03	12	03
14	10	02	10	03	11	03	12	03
15	10	03	10	03	11	03	12	03
16	10	03	10	03	11	03	12	04
17	10	03	10	03	11	03	12	04
18	10	03	10	03	11	04	12	04
19	09	03	10	03	10	04	11	04
20	09	03	10	04	10	04	11	04
21	09	04	10	04	11	04	12	04
22	09	04	10	04	11	04	12	05
23	09	04	10	04	11	04	12	05
24	09	04	10	04	11	05	11	05
25	09	04	10	04	10	05	11	05
26	09	04	09	05	10	05	11	05
27	09	05	09	05	10	05	11	06
28	09	05	09	05	10	05	11	06
29	09	05	09	05	10	05	10	06
30	09	05	09	05	10	06	10	06
31	09	05	09	05	09	06	10	06
32	08	05	09	06	09	06	10	06
33	08	05	09	06	09	06	10	07
34	08	06	09	06	09	06	10	07
35	08	06	09	06	09	07	10	07
36	08	06	08	06	09	07	10	07
37	08	06	08	06	09	07	10	08
38	08	06	08	06	09	07	10	08
39	08	06	08	07	09	07	10	08
40	08	06	08	07	08	07	09	08
41	08	07	08	07	08	07	09	08
42	07	07	08	07	09	08	09	09
43	07	07	08	07	08	08	09	09
44	07	07	08	07	08	08	09	09
45	07	07	07	07	08	08	09	09
46	07	07	07	08	08	08	09	09
47	07	07	08	08	08	08	09	09
48	07	07	07	08	08	09	09	10
49	07	08	07	08	08	09	09	10
50	06	08	07	08	07	09	08	10
51	06	08	07	08	07	09	08	10
52	06	08	06	08	07	09	07	08
53	06	08	06	08	07	09	07	08
54	06	08	06	08	06	09	07	08

o	135	14	145	15	155	16	165	
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	
0	14	00	14	00	15	00	16	00
1	14	00	14	00	15	00	16	00
2	13	00	14	01	15	01	16	01
3	13	01	14	01	15	01	16	01
4	13	01	14	01	15	01	16	01
5	13	01	14	01	15	01	16	01
6	13	01	14	01	15	02	16	02
7	13	02	14	02	15	02	16	02
8	13	02	14	02	15	02	16	02
9	13	02	14	02	15	02	16	02
10	13	02	14	02	15	03	16	03
11	13	03	14	03	15	03	16	03
12	13	03	14	03	15	03	16	03
13	13	03	14	03	15	03	16	04
14	13	03	14	03	15	04	16	04
15	13	03	14	04	14	04	15	04
16	13	04	13	04	14	04	15	05
17	13	04	13	04	14	04	15	05
18	13	04	13	04	14	04	15	05
19	13	04	13	05	14	05	15	05
20	13	05	13	05	14	05	15	06
21	13	05	13	05	14	06	15	06
22	13	05	13	05	14	06	15	06
23	12	05	13	05	13	06	14	06
24	12	05	13	06	13	06	14	07
25	12	06	13	06	13	06	14	07
26	12	06	13	06	13	07	14	07
27	12	06	12	06	13	07	14	07
28	12	06	12	07	13	07	14	08
29	12	07	12	07	13	07	14	08
30	12	07	12	07	13	08	14	08
31	12	07	12	07	13	08	14	08
32	11	07	12	07	12	08	13	08
33	11	07	12	08	12	08	13	09
34	11	08	12	08	12	08	13	09
35	11	08	11	08	12	08	13	09
36	11	08	11	08	12	09	13	09
37	11	08	11	08	12	09	12	10
38	11	08	11	09	11	09	12	10
39	10	08	11	09	12	09	12	10
40	10	09	11	09	11	10	12	11
41	10	09	11	09	11	10	12	11
42	10	09	10	09	11	10	12	11
43	10	09	10	10	11	10	12	11
44	10	09	10	10	11	11	12	11
45	10	10	10	10	11	11	11	12
46	09	10	10	10</td				

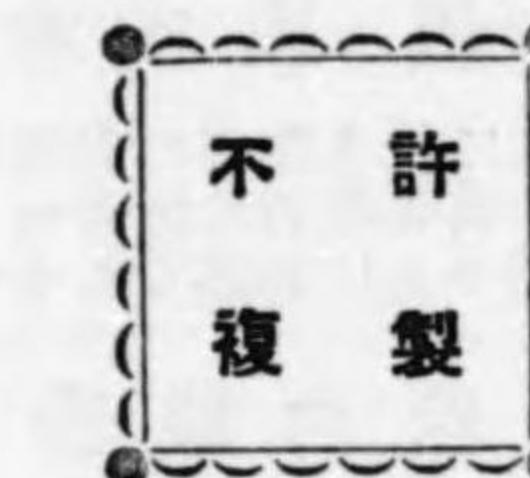
o	.17	.175	.18	.185	.19	.195	.20					
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	17	00	18	00	18	00	19	00	20	00	20	00
1	17	00	18	00	18	00	19	00	20	00	20	00
2	17	01	17	01	18	01	18	01	19	01	20	01
3	17	01	17	01	18	01	18	01	19	01	20	01
4	17	01	17	01	18	01	18	01	19	01	20	01
5	17	02	17	02	18	02	18	02	19	02	20	02
6	17	02	17	02	18	02	18	02	19	02	20	02
7	17	02	17	02	18	02	18	02	19	02	20	02
8	17	02	17	02	18	03	18	03	19	03	20	03
9	17	03	17	03	18	03	18	03	19	03	20	03
10	17	03	17	03	18*	03	18	03	19	03	20	03
11	17	03	17	03	18	04	18	04	19	04	20	04
12	17	04	17	04	18	04	18	04	19	04	20	04
13	17	04	17	04	18	04	18	04	19	04	19	04
14	16	04	17	04	17	04	18	04	18	05	19	05
15	16	04	17	05	17	05	18	05	18	05	19	05
16	16	05	17	05	17	05	18	05	19	05	19	06
17	16	05	17	05	17	05	18	06	19	06	19	06
18	16	05	17	05	17	06	18	06	18	06	19	06
19	16	06	17	06	17	06	18	06	18	06	19	07
20	16	06	16	06	17	06	17	06	18	07	19	07
21	16	06	16	06	17	06	17	07	18	07	19	07
22	16	06	16	07	17	07	17	07	18	07	19	07
23	16	07	16	07	17	07	17	07	18	08	18	08
24	16	07	16	07	16	07	17	08	17	08	18	08
25	15	07	16	07	16	08	17	08	17	08	18	08
26	15	07	16	08	16	08	17	08	18	09	18	09
27	15	08	16	08	16	08	17	09	17	09	18	09
28	15	08	15	08	16	08	16	09	17	09	18	09
29	15	08	15	08	16	09	16	09	17	09	17	10
30	15	08	15	09	16	09	16	10	17	10	17	10
31	15	09	15	09	15	09	16	10	17	10	17	10
32	14	09	15	09	15	10	16	10	17	10	17	11
33	14	09	15	10	15	10	16	10	16	11	17	11
34	14	10	15	10	15	10	15	11	16	11	17	11
35	14	10	14	10	15	10	15	11	16	11	16	11
36	14	10	14	10	15	11	15	11	16	11	16	12
37	14	10	14	11	14	11	15	11	16	12	16	12
38	13	10	14	11	14	11	15	12	15	12	16	12
39	13	11	14	11	14	12	15	12	16	12	16	12
40	13	11	13	11	14	12	14	12	15	13	15	13
41	13	11	13	11	14	12	14	12	15	13	15	13
42	13	11	13	12	13	12	14	13	14	13	15	13
43	12	12	13	12	13	12	14	13	14	13	15	14
44	12	12	13	12	13	13	14	13	14	14	14	14
45	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14
46	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14
47	12	12	12	13	13	13	14	13	14	14	15	15
48	11	13	12	13	12	13	14	13	14	13	15	15
49	11	13	11	13	12	12	14	12	14	13	15	15
50	11	13	11	13	12	14	12	14	13	15	15	15
51	11	13	11	14	11	14	12	14	12	15	16	16
52	10	13	11	14	11	14	11	15	12	15	12	16
53	10	14	11	14	11	14	11	15	12	16	12	16
54	10	14	10	14	11	15	11	15	11	16	12	16

o	.205	.21	.215	.22	.225	.23	.235	
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	20	00	21	00	22	00	22	00
1	20	00	21	00	22	00	23	00
2	20	01	21	01	22	01	23	01
3	20	01	21	01	21	01	23	01
4	20	01	21	01	22	02	23	02
5	20	02	21	02	21	02	22	02
6	20	02	21	02	22	02	23	02
7	20	03	21	03	22	03	22	03
8	20	03	21	03	22	03	23	03
9	20	03	21	03	22	03	23	03
10	20	04	21	04	21	04	22	04
11	20	04	21	04	22	04	23	04
12	20	04	21	04	22	05	22	05
13	20	05	20	05	21	05	22	05
14	20	05	20	05	21	05	22	06
15	20	05	20	05	21	06	22	06
16	20	06	20	06	21	06	22	06
17	20	06	20	06	21	06	22	07
18	19	06	20	06	20	07	21	07
19	19	07	20	07	20	07	21	07
20	19	07	20	07	20	07	21	08
21	19	07	20	08	21	08	21	08
22	19	08	19	08	20	08	21	09

o	.24	.245	.25	.255	.26	.265	.27							
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	24	00	24	00	25	00	26	00	26	00	27	00		
1	24	00	24	00	25	00	26	00	26	00	27	00		
2	24	01	24	01	25	01	26	01	26	01	27	01		
3	24	01	24	01	25	01	25	01	26	01	27	01		
4	24	02	24	02	25	02	25	02	26	02	27	02		
5	24	02	24	02	25	02	25	02	26	02	27	02		
6	24	03	24	03	25	03	25	03	26	03	27	03		
7	24	03	24	03	25	03	25	03	26	03	27	03		
8	24	03	24	03	25	03	25	04	26	04	27	04		
9	24	04	24	04	25	04	25	04	26	04	27	04		
10	24	04	24	04	25	04	25	04	26	05	27	05		
11	24	05	24	05	25	05	25	05	26	05	27	05		
12	23	05	24	05	24	05	25	05	25	06	26	06		
13	23	05	24	06	24	06	25	06	26	06	26	06		
14	23	06	24	06	24	06	25	06	26	06	26	07		
15	23	06	24	06	24	06	25	07	26	07	26	07		
16	23	07	24	07	24	07	25	07	25	07	26	07		
17	23	07	23	07	24	07	24	07	25	08	26	08		
18	23	07	23	08	24	08	24	08	25	08	26	08		
19	23	08	23	08	24	08	24	08	25	09	26	09		
20	23	08	23	09	23	09	24	09	24	09	25	09		
21	22	09	23	09	23	09	24	09	24	09	25	10		
22	22	09	23	09	23	09	24	10	24	10	25	10		
23	22	09	23	10	23	10	23	10	24	10	25	11		
24	22	10	22	10	23	10	23	10	24	11	25	11		
25	22	10	22	10	23	11	23	11	24	11	24	11		
26	22	11	22	11	22	11	23	11	24	12	24	12		
27	21	11	22	11	22	11	23	12	24	12	24	12		
28	21	11	22	11	22	12	23	12	23	12	24	13		
29	21	12	21	12	22	12	23	13	23	13	24	13		
30	21	12	21	12	22	12	23	13	23	13	23	14		
31	21	12	21	13	21	13	22	13	23	14	23	14		
32	20	13	21	13	21	13	22	14	22	14	23	14		
33	20	13	21	13	21	14	21	14	22	14	23	15		
34	20	13	20	14	21	14	22	15	22	15	22	15		
35	20	14	20	14	20	14	21	15	22	15	22	15		
36	19	14	20	14	20	15	21	15	21	16	22	16		
37	19	14	20	15	20	15	20	15	21	16	22	16		
38	19	15	19	15	20	15	20	16	21	16	21	17		
39	19	15	19	15	19	16	20	16	21	17	22	17		
40	18	15	19	16	19	16	20	16	20	17	21	17		
41	18	16	18	16	19	16	19	17	20	17	20	18		
42	18	16	18	16	19	17	19	17	19	18	20	18		
43	18	16	18	17	18	17	19	17	19	18	20	18		
44	17	17	18	17	18	17	18	18	19	18	19	19		
45	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19		
46	17	17	17	18	17	18	18	18	19	19	19	19		
47	16	18	17	18	17	18	17	19	18	19	18	20		
48	16	18	16	18	17	19	17	19	18	19	20	18		
49	16	18	16	18	16	19	17	19	17	20	18	20		
50	15	18	16	19	16	19	16	20	17	20	17	21		
51	15	19	15	19	16	19	16	20	16	21	17	21		
52	15	19	15	19	15	20	16	20	16	21	17	21		
53	14	19	15	20	15	20	15	20	16	21	16	22		
54	14	19	14	20	15	20	15	21	15	21	16	22		

o	.275	28	.285	.29	.295	.30	Cos.	Sin.
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	28	00	28	00	28	00	29	00
1	28	00	28	00	28	00	30	01
2	27	01	28	01	28	01	29	01
3	27	01	28	01	29	02	30	02
4	27	02	28	02	29	02	30	02
5	27	02	28	02	28	02	29	03
6	27	03	28	03	28	03	29	03
7	27	03	28	03	29	04	29	04
8	27	04	28	04	29	04	29	04
9	27	04	28	04	29	05	29	05
10	27	05	28	05	28	05	29	05
11	27	05	27	05	28	05	29	06
12	27	06	27	06	28	06	29	06
13	27	06	27	06	28	06	29	07
14	27	07	27	07	28	07	29	07
15	27	07	27					

昭和十三年三月五日印 刷
昭和十三年三月十日發 行



實用三角測量術附

著 者 東京工學研究會

鐵道圖書局代表者
發行者 井村清一
東京市麹町區飯田町一ノ廿一

印 刷 者 土田朝二
東京市芝區愛宕町二ノ十四

定 價 七拾五錢

發 行 所

東京市麹町區飯田町一丁目二十一番地

鐵 道 圖 書 局

電話九段(33)三三二八番
振替東京三五五九三番
口座東京六六四五一番

(鐵道圖書局 訂本部製)

★工學圖書目錄進呈★ (要三錢切手封入)

東京工學研究會 七 衍 對 數 表 附・引き方と其應用 價金 2.60
送料 .21

◎本書は土木建築其他一般技術者の設計に測量に將又現場工事に必須缺くべからざる對數表にして小數點以下七位迄厳算し如何に煩瑣・精密なる計算も一目瞭然として表化したる技術家渴望の必須書なり。

坂元左馬太氏編 軌道曲線表及布設法 價金 4.80
送料 .21

◎本書は一般圓曲線の布設法に付き學理の實際化を旨とし、必要なる諸表は悉く之を網羅し、特に精密布設に適應せしむ。布設法・表の引き方は具體的實例を以て懇切平易に詳述したる一大文献なり。

坂元左馬太氏編 道路・水路曲線表 附・布設法 價金 2.40
送料 .15

◎本書は道路・水路の曲線布設法に付き最新の學理と多數實際家の體験を基とし在來の諸表の不備缺漏を補ひ獨創的計算表を附加し以て測角器の使用を極度に減じ即座に曲線を布設し得る技術者の必携書なり。

龜田晴二氏著 ト ラ バ 一 測 量 附・計算 價金 1.60
及應用例 送料 .21

◎本書は平面測量中最も重要なト ラ バ 一 測 量 に關し理論及實際に亘り機械の整正・操作活用法より外業及内業等凡ゆる測量法並に最も至難且緊要なる計算及應用例に至る迄數多明細圖を挿入し懇切に詳述す。

平野武文氏著 實地測量要覽 價金 1.60
送料 .15

◎本書は各種異なる性能を有する測量學全般に論を及し根底深く伏在せる妙技を直ちに實用化せん最善の捷徑を平易簡明に具體的實例・數多明細凸版圖にて一つ一つ箇條書式を以て詳述したる稀有の寶典なり。

菊地嘉美氏著 實地測量學解説 價金 3.50
送料 .33

◎本書は測量の極技を一讀直解し直に活用せんとする人々のため實用的簡易化・捷徑法を主眼とし各種測量の方法より器具機械・野帳の記入法に至る迄實例を以て詳説せる測量技術者並に初學者の必讀書。

東京工學研究會 圖解トランシット測量 價金 2.30
實用 送料 .21

◎本書は測量技術中最も繁煩難解たる轉鏡儀測量に付き透徹せる學理と實測上の體験より秘技を公開し器械の構造・検査・整正に至る迄懇切平易に解説し如何に初學者と雖も一讀直解活用の妙技を會得せしむ。

東京工學研究會 圖解實用平板測量及水準測量 價金 1.20
送料 .15

◎本書は平板及水準測量に關し専ら平易簡明を旨とし器械の整正使用法より各種測量の方法及野帳の付方に至る迄凸版圖百五拾餘圖を挿入して理解を助け、實例を以て應用の極至を示せる初學者必讀書。

特232

376



終