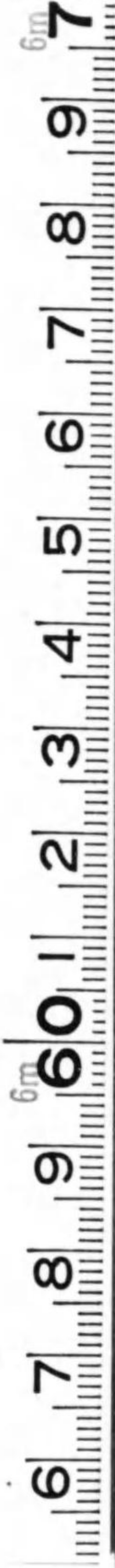




始



實用三角測量術

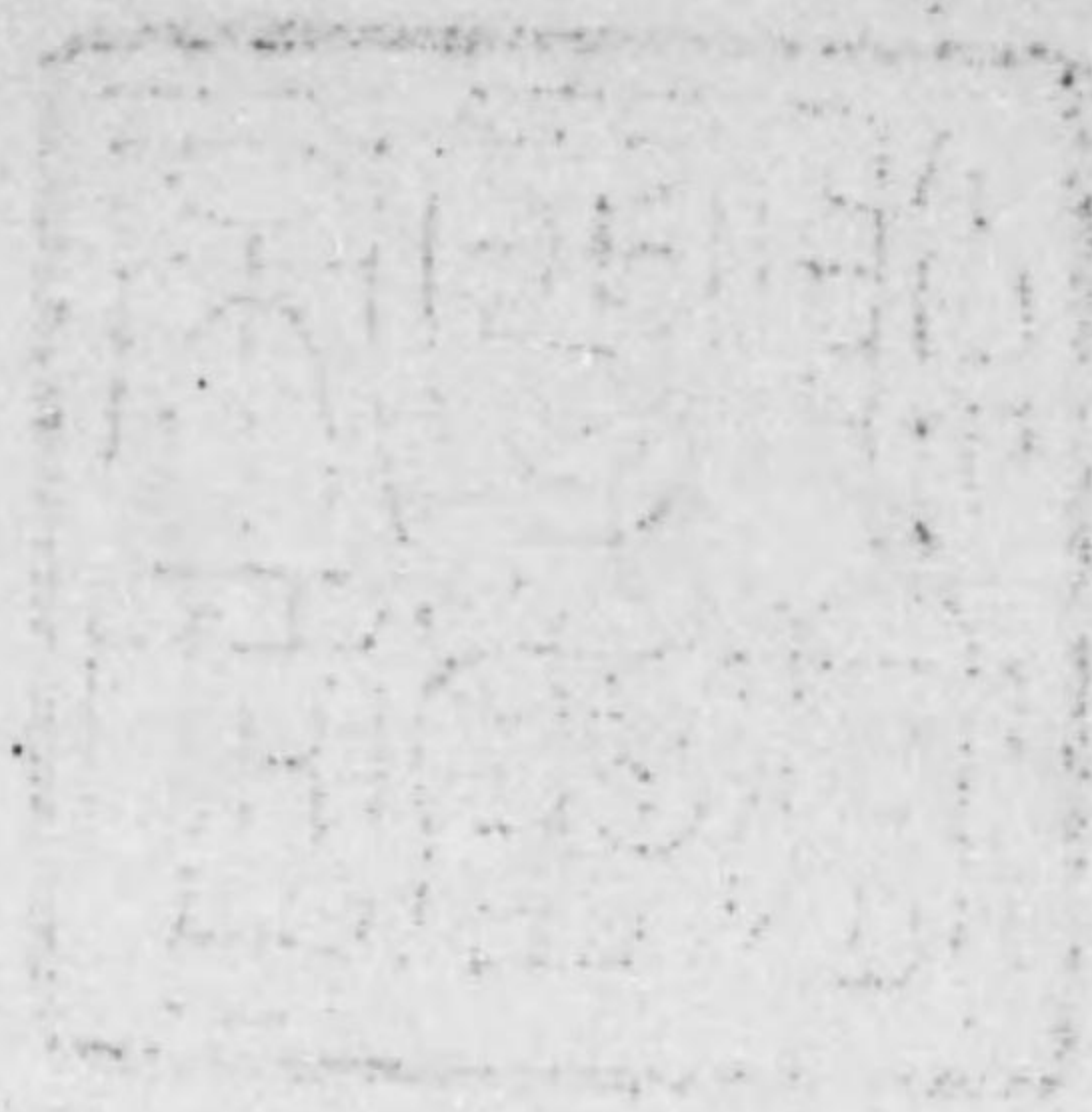
—測量より地形圖の完成まで—

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. トラバースング	2
§ 3. オフセット	3
§ 4. 高低測量	4

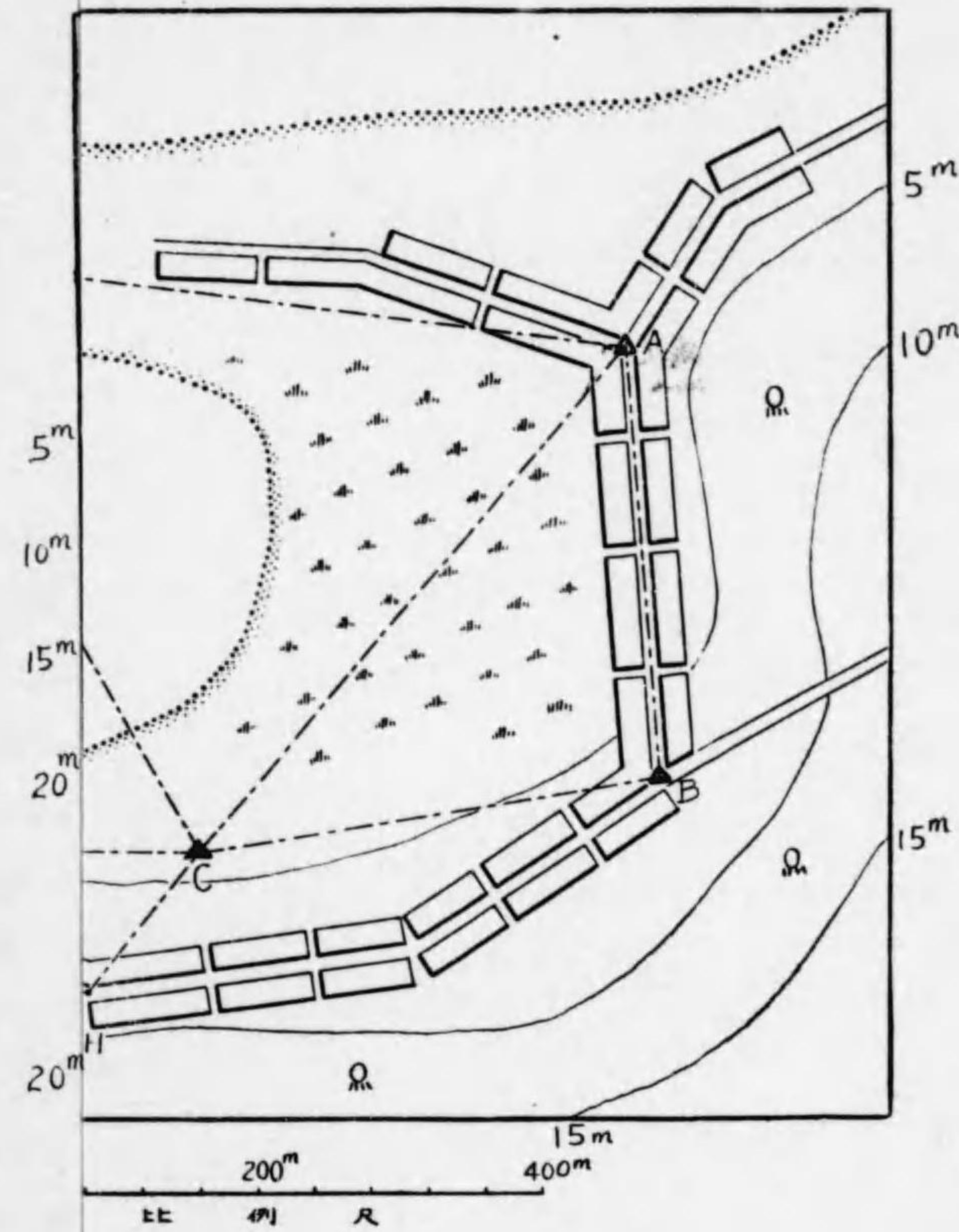
## 第2章 計算實例

§ 5. 基線測量	6
§ 6. 測角作業	6
§ 7. 三角網の邊長計算	8
1. 算術乗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. 對數にて計算せるもの.....35
- §12. 三角點の坐標.....46
- §13. トラバースングの方法.....48
- §14. トラバースングの計算.....50
- §15. オフセツト.....53
- §16. 地形測量.....53

### 第 3 章 解 說

- §17. 三角測量の撰點.....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. トラバースング.....67
- §25. 製 圖.....69



.....31

.....35

.....46

.....48

.....50

.....53

.....53

.....56

.....58

.....58

.....59

.....61

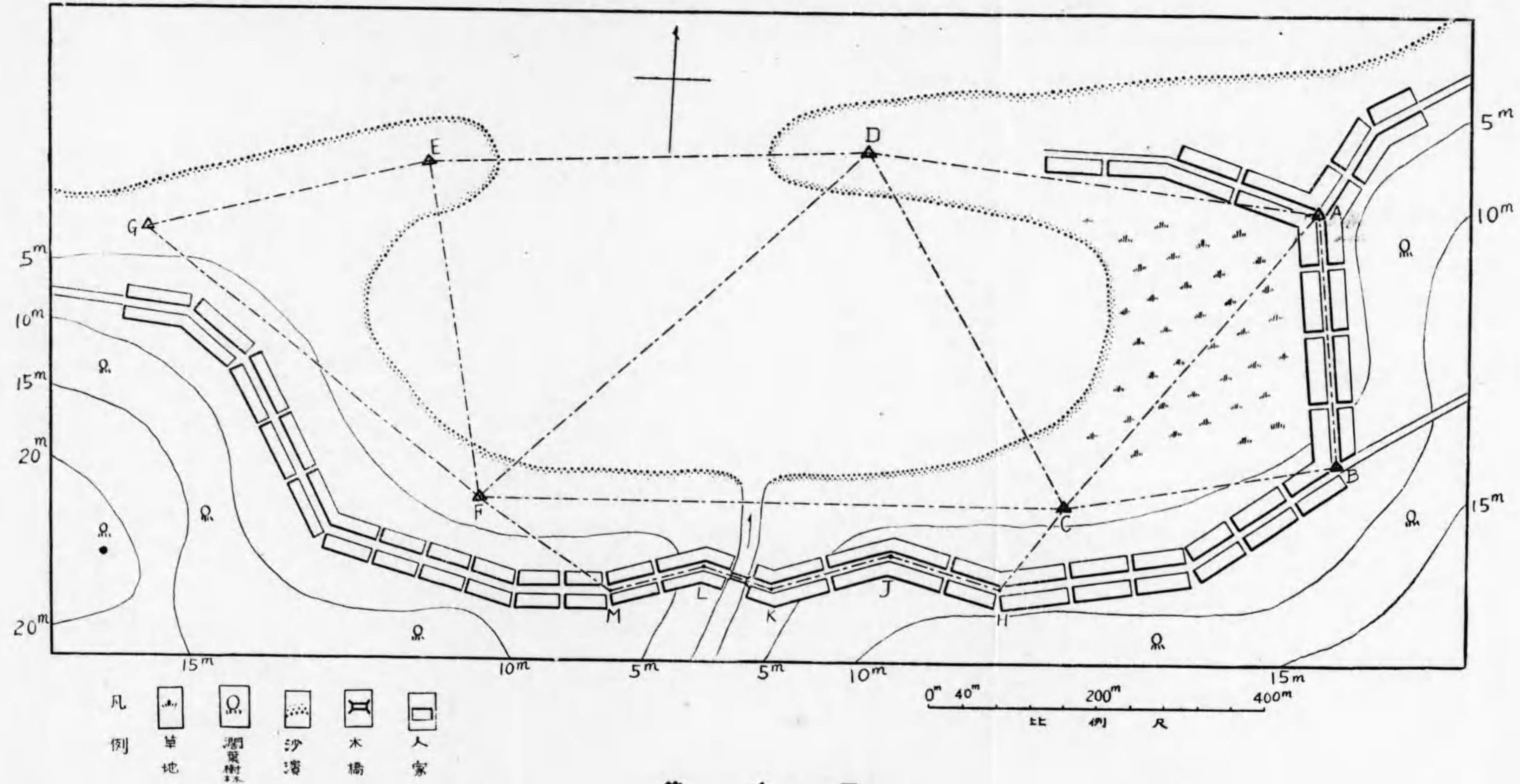
.....63

.....64

.....67

.....69

說



第 1

# 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 軒四方から 4 軒四方である。本書は此の程度の測量を書いたものである。

こゝに 2 軒四方に互る一部落がある。部落の中央には湖あり、湖の周圍には川、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. 撰 點

部落の中で 300<sup>m</sup> 乃至 500<sup>m</sup> 宛距つた小高い丘を撰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、 $EG$ を最後の檢基線とする。両者は實測され易い場所に撰み、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  $100^m$  と假定すれば

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

次に

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

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  $EG$  の長さを実測の  $EG$  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経距に分ける(後述)。

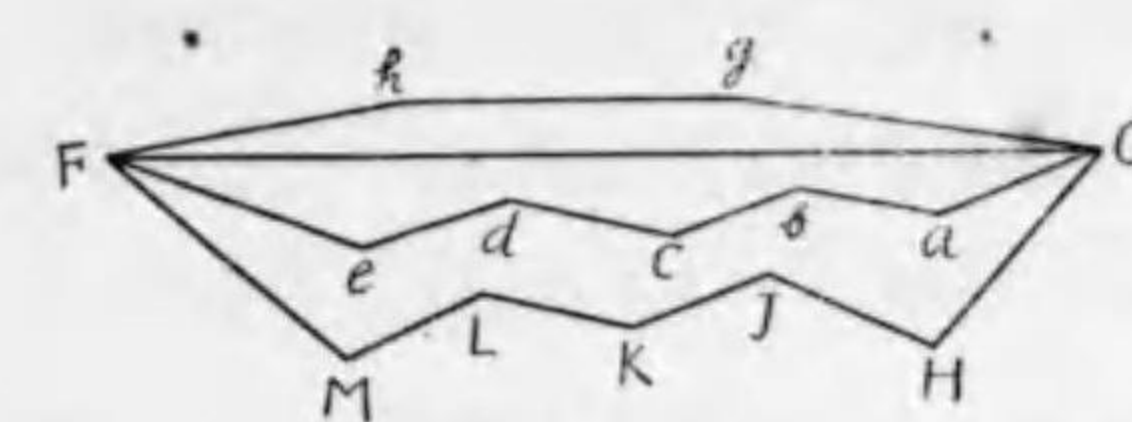
これらを加へて各點の坐標を定め、格子線の紙(方眼紙)上にその點の位置を表はすのである。これで大局的に各三角點の位置が定まつた。

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、経距に分けると其の合計は  $CF$  線の緯距、経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。角の測り方は分位迄、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。

尙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。之は水準測量であることもあるが、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。長さを測るには銅卷尺を用ふ。卷尺の長さは20<sup>m</sup>乃至50<sup>m</sup>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。之に温度の更正をする。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 298.525<sup>m</sup>

全長第二回 298.543<sup>m</sup>

全長第三回 298.531<sup>m</sup>

平均 298.533<sup>m</sup>

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單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

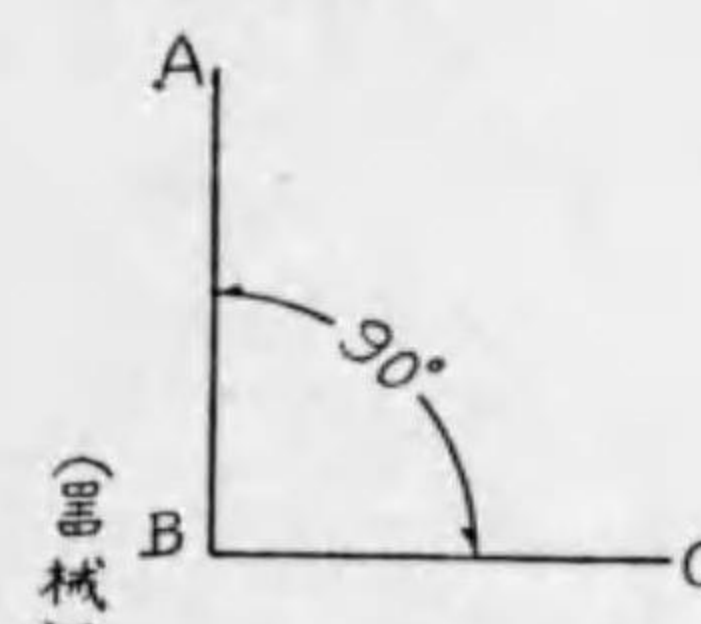
三角形の内角を測るのは三角測量の主要作業である。測角中は機械的にも人爲的にも色々の誤差が起るから之をなくするため一つの角を何回も測る。それを平均して内角とするのである。

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。

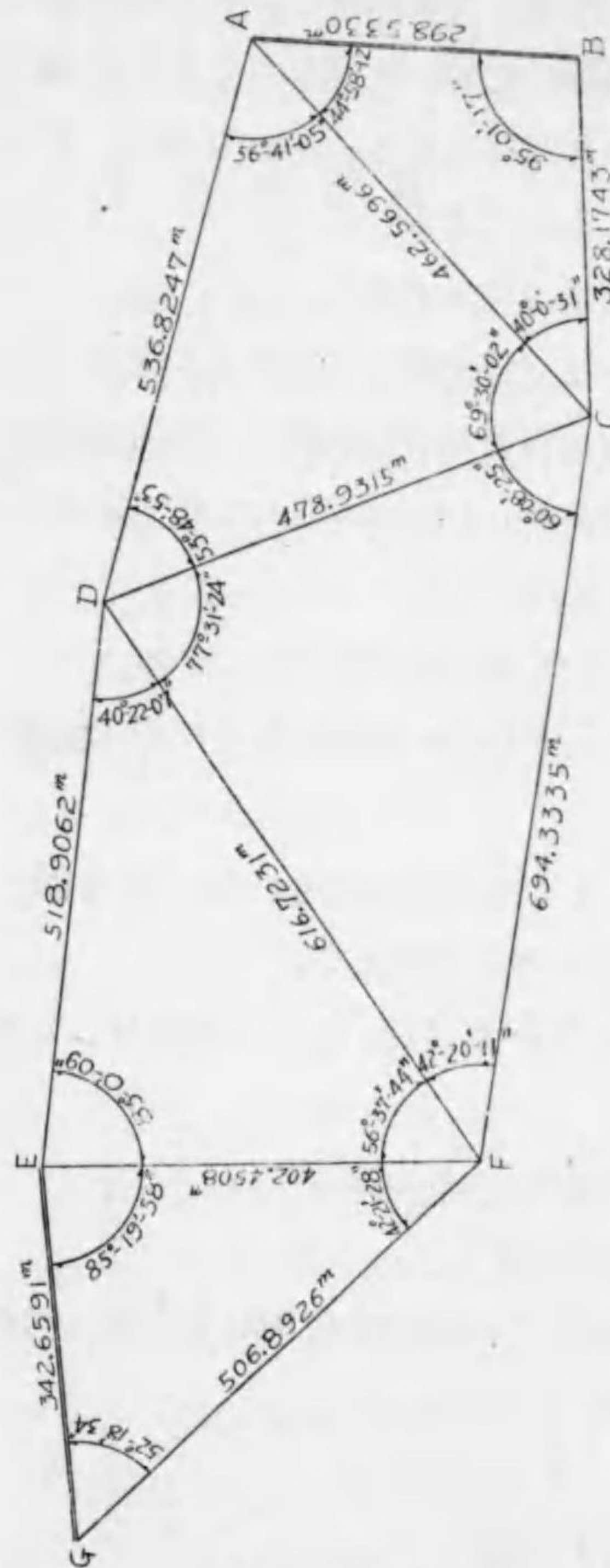
かくて各角を同様の方法で測る。

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

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



§ 7. 三角網の邊長計算

$\angle CAB = 44^\circ - 58' - 17''$

計  $= 180^\circ - 00' - 15''$

15'' は三等分して 5''  
宛各角から引く。

更正角

$ABC = 95^\circ - 01' - 17''$

角  $BCA = 40^\circ - 00' - 31''$

値  $CAB = 44^\circ - 58' - 12''$

内計  $= 180^\circ - 00' - 00''$

以上の事を各三角形  
三  $ACD, CDE, DEF, EGF$   
に就いて同じ整正を行

図ふ。

かくて各三角形の内角  
第 4 圖の如く決定し  
た。それで愈々三角網の  
邊長計算となるのであ  
る。

1. 算術乗除にて計算せるもの

(A)  $\triangle ABC$  の邊長計算

BC を求む。

AB の長さは基線の實測に依つて 298.533m なることが知れてゐる。依つて BC を求めよう。

三角の公式により

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

$$\therefore BC = \frac{AB \times \sin 44^\circ - 58' - 12''}{\sin 40^\circ - 0' - 31''} \dots\dots\dots (1)$$

さて  $\sin 44^\circ - 58' - 12''$  の眞數を三角函數の眞數表に依つて求めて見よう。

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 44^\circ - 58' = 0.7066953 \\ + \quad 12'' = 2058 \times \frac{12}{60} = 412 \\ \hline \sin 44^\circ - 58' - 12'' = 0.7067365 \end{array} \right.$$

58'' と 59'' の差は 2058 であるから之を 12'' に比例して分けたのである。

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 40^\circ - 0' = 0.6427876 \\ \quad 31'' = 2228 \times \frac{31}{60} = 1151 \\ \hline \sin 40^\circ - 0' - 31'' = 0.6429027 \end{array} \right.$$

依つて (1) 式に以上の數を代入する。

$$BC = \frac{298.533 \times 0.7067365}{0.6429027}$$

今は拾桁に拾桁を掛ける計算器が出来てゐるから以上を計算器とする。

即ち

$$\begin{aligned} BC &= \frac{210.9841377012}{0.6429027} \\ &= 328.1742909 \end{aligned}$$

$$= 328.1743^m$$

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です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  $180^\circ$  より小なる場合、三角の公式により

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

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

$$\sin 84^\circ - 58' = 0.996 1438$$

$$+ \quad 43'' = 255 \times \frac{43}{60} = 183$$

$$\sin 84^\circ - 58' - 43'' = 0.996 1621$$

前記により  $\sin 40^\circ - 0' - 31'' = 0.642 9027$

$$\therefore AC = \frac{299.533 \times 0.996 1621}{0.642 9027}$$

$$= \frac{297.337 260 1993}{0.642 9027}$$

$$= 462.569 6239$$

小數點以下四位迄取り、五位は四捨五入とす。

$$AC = 462.5696^m$$

(B)  $\triangle ACD$  の邊長計算

$AC$  を知りて  $AD$  を求む。

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

$$AD = 462.569 6239 \times \frac{\sin 69^\circ - 30' - 02''}{\sin 53^\circ - 48' - 53''}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 69^\circ - 30' = 0.936 6722 \\ + \quad 02'' = 1018 \times \frac{2}{60} = 34 \\ \hline \sin 69^\circ - 30' - 02'' = 0.936 6756 \\ \sin 53^\circ - 48' = 0.806 9603 \\ + \quad 53'' = 1718 \times \frac{53}{60} = 1518 \\ \hline \sin 53^\circ - 48' - 53'' = 0.807 1121 \end{array} \right.$$

$$\therefore AD = \frac{462.569 6239 \times 0.936 6756}{0.807 1121}$$

$$= \frac{433.277 680 008 307}{0.807 1121} = 536.824 6616$$

$$AD = 536.8247^m$$

$AC$  を知りて  $DC$  を求む。

$$\text{公式により } \frac{DC}{\sin 55^\circ - 41' - 05''} = \frac{AC}{\sin 53^\circ - 48' - 53''}$$

$$\therefore DC = \frac{AC \times \sin 55^\circ - 41' - 05''}{\sin 53^\circ - 48' - 53''}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 56^\circ - 41' = 0.835\ 6476 \\ + \quad \quad \quad 05'' = 1593 \times \frac{5}{60} = \quad \quad 133 \\ \hline \sin 56^\circ - 41' - 05'' = 0.835\ 6609 \end{array} \right.$$

前記  $\sin 53^\circ - 48' - 53'' = 0.807\ 1121$

$$\therefore DC = \frac{452.569\ 6239 \times 0.835\ 6609}{0.807\ 1121}$$

$$= \frac{386.551\ 348\ 220\ 935}{0.807\ 1121}$$

$$= 478.931\ 4250$$

$$DC = 478.9314^m$$

### (C) $\triangle CDF$ の邊長計算

$DC$  の長さを知り  $DF$  を求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 60^\circ - 8' = 0.867\ 1866 \\ + \quad \quad \quad 25'' = 1448 \times \frac{25}{60} = \quad \quad 603 \\ \hline \sin 60^\circ - 8' - 25'' = 0.867\ 2469 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 42^\circ - 20' = 0.673\ 4427 \\ + \quad \quad \quad 11'' = 2150 \times \frac{11}{60} = \quad \quad 394 \\ \hline \sin 42^\circ - 20' - 11'' = 0.673\ 4821 \end{array} \right.$$

$$\therefore DF = \frac{478.931\ 425 \times 0.867\ 2469}{0.673\ 4821}$$

$$= \frac{415.351\ 793\ 643\ 8325}{0.673\ 4821} = 616.722\ 8402$$

$$DF = 616.7228^m$$

$DC$  の長さを知り  $FC$  を求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 77^\circ - 31' = 0.976\ 3589 \\ + \quad \quad \quad 24'' = 629 \times \frac{24}{60} = \quad \quad 252 \\ \hline \sin 77^\circ - 31' - 24'' = 0.976\ 3841 \end{array} \right.$$

前記  $\sin 42^\circ - 20' - 11'' = 0.673\ 4821$

$$\therefore FC = \frac{478.931\ 425 \times 0.976\ 3841}{0.673\ 4821}$$

$$= \frac{467.621\ 028\ 360\ 3425}{0.673\ 4821}$$

$$= 694.333\ 2692$$

$$FC = 694.3333^m$$

### (D) $\triangle DEF$ の邊長計算

$DF$  を知り  $DE$  を求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 56^\circ - 37' = 0.835\ 0080 \\ \quad \quad \quad 44'' = 1600 \times \frac{44}{60} = \quad \quad 1173 \\ \hline \sin 56^\circ - 37' - 44'' = 0.835\ 1253 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 83^\circ - 0' = 0.992\ 5462 \\ \quad \quad \quad 09'' = 354 \times \frac{9}{60} = \quad \quad 53 \\ \hline \sin 83^\circ - 0' - 09'' = 0.992\ 5515 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \therefore DE &= \frac{616.722\ 8402 \times 0.835\ 1253}{0.992\ 5515} \\ &= \frac{515.040\ 846\ 933\ 877\ 06}{0.992\ 5515} = 518.905\ 917\ 5 \end{aligned}$$

$$DE = 518.9059^m$$

DFを知りてEFを求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 40^\circ - 22' = 0.647\ 6767 \\ \quad \quad \quad 07'' = 2217 \times \frac{7}{60} = \quad \quad 259 \\ \hline \sin 40^\circ - 22' - 07'' = 0.647\ 7026 \end{array} \right.$$

$$\text{前記により} \quad \sin 83^\circ - 0' - 09'' = 0.992\ 5515$$

$$\begin{aligned} \therefore EF &= \frac{616.722\ 8402 \times 0.647\ 7026}{0.992\ 5515} \\ &= \frac{399.452\ 987\ 076\ 924\ 52}{0.992\ 5515} \end{aligned}$$

$$= 402.450\ 6406$$

$$EF = 402.4506^m$$

(E)  $\triangle EFG$  の邊長計算

EFを知りGFを求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 85^\circ - 19' = 0.996\ 6612 \\ + \quad \quad \quad 58'' = 237 \times \frac{58}{60} = \quad \quad 229 \\ \hline \sin 85^\circ - 19' - 58'' = 0.996\ 6841 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 52^\circ - 18' = 0.791\ 2235 \\ + \quad \quad \quad 34'' = 1779 \times \frac{34}{60} = \quad \quad 1008 \\ \hline \sin 52^\circ - 18' - 34'' = 0.791\ 3243 \end{array} \right.$$

$$GF = \frac{402.450\ 6406 \times 0.996\ 6841}{0.791\ 3243}$$

$$= \frac{401.116\ 154\ 520\ 834\ 46}{0.791\ 3243} = 506.892\ 249\ 43$$

$$GF = 506.8922^m$$

EFを知りてEGを求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 42^\circ - 21' = 0.673\ 6577 \\ + \quad \quad \quad 28'' = 2150 \times \frac{28}{60} = \quad \quad 1003 \\ \hline \sin 42^\circ - 21' - 28'' = 0.673\ 7530 \end{array} \right.$$

$$\text{前記により} \quad \sin 52^\circ - 18' - 34'' = 0.791\ 3243$$

$$EG = \frac{402.450\ 6406 \times 0.673\ 7530}{0.791\ 3243}$$

$$= \frac{271.154\ 741\ 160\ 0154}{0.791\ 3243}$$

$$= 342.659\ 4394$$

$$EG = 342.6594^m$$

## 2. 對數にて計算せるもの

### (A) $\triangle ABC$ の邊長計算

$AB$  を知りて  $BC$  を求む。

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

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

$$\text{基線 } AB = 298.533^m$$

以上を對數にすれば

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

之より各項の對數を求めて見る。七桁對數表を使用す。

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

298 は三位であるから對數にすれば指數は 2 となる。對數表では 298.53 迄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 より小さい數であるから對數にすると指數は負となり之では面倒になるから常に 10 を加へてゐる。

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

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

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

次に此の對數を眞數に直す。

指數の 2 は眞數に直すと小數點以上 3 位となる。516 1046 を對數表で探すと眞數 32317 附近となる。即ち

$$\left\{ \begin{array}{ll} 2.516\ 0989 = \log 323.17 \\ + \quad 57 = \frac{57}{132} = 43 \\ \hline 2.516\ 1046 = \log 323.1743 \end{array} \right.$$

$$\therefore BC = 323.1743^m$$

次に  $AB$  を知りて  $AC$  を求む。

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}\log AC &= 9.998\ 3300 + 2.474\ 9924 - 9.808\ 1453 \\ &= 2.665\ 1771\end{aligned}$$

之を真数に直せば

$$\left\{ \begin{array}{r} 2.665\ 1681 \\ \quad 90 = \frac{90}{94} \\ \hline 2.665\ 1771 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 462.56 \\ = \quad \quad 96 \\ = \log 462.5696 \end{array}$$

$$AC = 462.5696^m$$

(B)  $\triangle ACD$  の邊長計算

ACを知りて AD を求む。

$$\text{前記より } AC = 462.5696^m \quad \log AC = 2.665\ 1771$$

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

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

$$\left\{ \begin{array}{r} \log \sin 69^\circ - 30' \\ +) \quad \quad 02'' = 472 \times \frac{2}{60} = \quad 16 \\ \hline \log \sin 69^\circ - 30' - 02'' \\ \log \sin 53^\circ - 48' \\ +) \quad \quad 53'' = 924 \times \frac{53}{60} = \quad 816 \\ \hline \log \sin 53^\circ - 48' - 53'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.971\ 5376 \\ = \quad \quad 16 \\ = 9.971\ 5892 \\ = 9.906\ 8522 \\ = \quad \quad 816 \\ = 9.906\ 9338 \end{array}$$

$$\begin{aligned}\log AD &= 9.971\ 5392 + 2.665\ 1771 - 9.906\ 9338 \\ &= 2.729\ 8325\end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 2.729\ 8287 \\ \quad 38 = \frac{38}{81} \\ \hline 2.729\ 8325 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 536.82 \\ = \quad \quad 47 \\ = \log 536.8247 \end{array}$$

$$AD = 536.8247^m$$

ACを知りて DC を求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{r} \sin 56^\circ - 41' \\ +) \quad \quad 05'' = 870 \times \frac{5}{60} = \quad 69 \\ \hline \sin 56^\circ - 41' - 05'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.922\ 0232 \\ = \quad \quad 69 \\ = 9.922\ 0301 \end{array}$$

$$\begin{aligned}\log DC &= 2.665\ 1771 + 9.922\ 0301 - 9.906\ 9338 \\ &= 2.680\ 2734\end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 2.680\ 2720 \\ +) \quad 14 = \frac{14}{91} \\ \hline 2.680\ 2734 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 478.93 \\ = \quad \quad 15 \\ = \log 478.9315 \end{array}$$

$$DC = 478.9315^m$$

(C)  $\triangle CDF$  の邊長計算

DCを知りて FD を求む。

$$\text{前記により } DC = 478.9315^m \quad \log DC = 2.680\ 2734$$

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

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

$$\left\{ \begin{array}{r} \log \sin 60^\circ - 8' \\ +) \quad \quad 25'' = 725 \times \frac{25}{60} = \quad 302 \\ \hline \log \sin 60^\circ - 8' - 25'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.938\ 1126 \\ = \quad \quad 302 \\ = 9.938\ 1428 \end{array}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 42^\circ - 20' = 9.828\ 3006 \\ +) \quad 11'' = 1337 \times \frac{11}{60} = 254 \\ \hline \log \sin 42^\circ - 20' - 11'' = 9.828\ 3260 \end{array} \right.$$

$$\log FD = 2.680\ 2734 + 9.938\ 1428 - 9.828\ 3260 \\ = 2.790\ 0902$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.790\ 0890 = \log 616.72 \\ 22 = \frac{22}{71} \quad 31 \\ \hline 2.790\ 0902 = \log 616.7231 \end{array} \right.$$

$$FD = 616.7231^m$$

DCを知りてFCを求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 77^\circ - 31' = 9.989\ 6095 \\ +) \quad 24'' = 279 \times \frac{24}{60} = 112 \\ \hline \sin 77^\circ - 31' - 24'' = 9.989\ 6207 \end{array} \right.$$

$$\log FC = 2.680\ 2734 + 9.989\ 6207 - 9.828\ 3260 = 2.841\ 5681$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.841\ 5659 = \log 694.33 \\ +) \quad 22 = \frac{22}{63} = 35 \\ \hline 2.841\ 5681 = \log 694.3335 \end{array} \right.$$

$$\therefore FC = 694.3335^m$$

(D)  $\triangle DEF$  の邊長計算

DFを知り DEを求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 56^\circ - 37' = 9.921\ 6906 \\ +) \quad 44'' = 832 \times \frac{44}{60} = 610 \\ \hline \log \sin 56^\circ - 37' - 44'' = 9.921\ 7516 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 83^\circ - 0' = 9.996\ 7507 \\ 09'' = 155 \times \frac{9}{60} = 23 \\ \hline \log \sin 83^\circ - 0' - 09'' = 9.996\ 7530 \end{array} \right.$$

$$\log DE = 2.790\ 0902 + 9.921\ 7516 - 9.996\ 7530 = 2.715\ 0888$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.715\ 0837 = \log 518.90 \\ 51 = \frac{52}{84} = 62 \\ \hline 2.715\ 0888 = \log 518.9032 \end{array} \right.$$

$$DE = 518.9032^m$$

DFを知り EFを求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 40^\circ - 22' = 9.811\ 3583 \\ +) \quad 07'' = 1486 \times \frac{7}{60} = 173 \\ \hline \log \sin 40^\circ - 22' - 07'' = 9.811\ 3756 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \log EF &= 2.790\ 0502 + 9.811\ 3756 - 9.993\ 7530 \\ &= 2.604\ 7128 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.604\ 7119 \\ +) \quad 9 = \frac{9}{108} \\ \hline 2.604\ 7128 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 402.45 \\ = \quad \quad \quad 08 \\ = \log 402.4508 \end{array}$$

$$EF = 402.4508^m$$

(E)  $\triangle EFG$  の邊長計算

EFを知りて FG を求む。

$$\text{公式により } \frac{FG}{\sin 25^\circ - 19' - 58''} = \frac{EF}{\sin 52^\circ - 18' - 34''}$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 85^\circ - 19' \\ +) \quad 58'' = 104 \times \frac{53}{60} = 101 \\ \hline \log \sin 85^\circ - 19' - 58'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.998\ 5475 \\ = \quad \quad \quad 101 \\ = 9.998\ 5576 \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 52^\circ - 18' \\ +) \quad 34'' = 976 \times \frac{34}{60} = 553 \\ \hline \log \sin 52^\circ - 18' - 34'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.898\ 2992 \\ = \quad \quad \quad 553 \\ = 9.898\ 3545 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \log FG &= 2.604\ 7128 + 9.998\ 5576 - 9.898\ 3545 \\ &= 2.704\ 9159 \end{aligned}$$

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

$$\therefore FG = 506.8926^m$$

EFを知りて EG を求む。

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 42^\circ - 21' \\ +) \quad 28'' = 1385 \times \frac{23}{60} = 643 \\ \hline \log \sin 42^\circ - 21' - 28'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.823\ 4393 \\ = \quad \quad \quad 643 \\ = 9.823\ 5039 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \log EG &= 2.604\ 7128 + 9.823\ 5039 - 9.898\ 3545 \\ &= 2.534\ 8622 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.534\ 8607 \\ \quad 115 = \frac{115}{127} \\ \hline 2.534\ 8622 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 342.66 \\ = \quad \quad \quad 91 \\ = \log 342.6591 \end{array}$$

$$EG = 342.6591^m$$

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	5395	536	8247	478	9314	616	7228
對數	328	1743	462	5395	536	8247	478	9315	616	7231
差		0		0		0		1		3

	FC	DE	EF	GF	EG					
算術計算より出た邊長	694	3333	518	9059	402	4506	506	8922	342	6594
對數	694	3335	518	9062	402	4508	506	8925	342	6591
差		2		3		2		4		3

### § 8. 檢基線との比較

檢基線  $EG$  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 <sup>m</sup>
第二回	342.675
第三回	342.685
平均	342.6793 <sup>m</sup>

然るに三角網の計算から  $EG$  の長さは 342.6591<sup>m</sup> 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<sup>m</sup> 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。ここに檢基線  $EG$  の長さは對數計算から來た 342.6591<sup>m</sup> と實測の 342.6793<sup>m</sup> 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<sup>m</sup> 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。

つまり檢基線の實測は檢算の參考と思へば良い。併し差が餘りに大なる時は計算を今一度檢算して見るが良い。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。

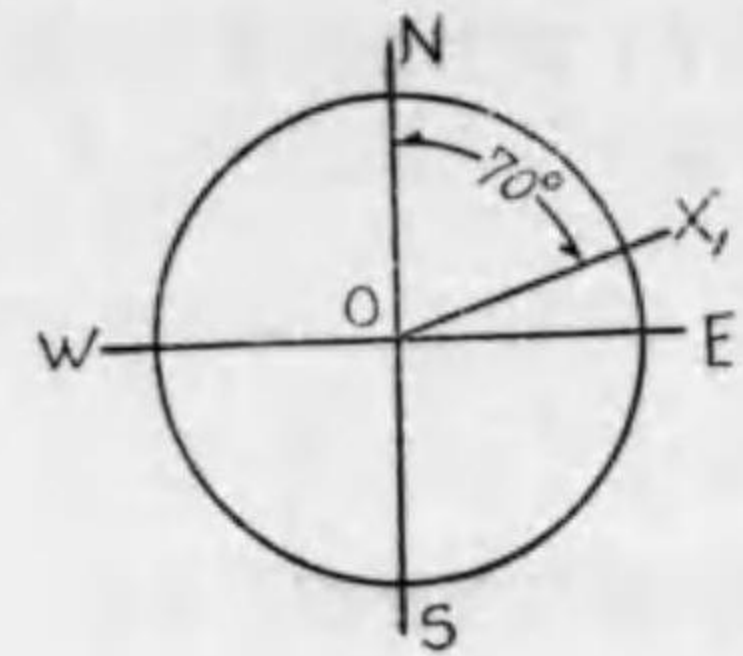
- (1) 三角網各周邊の位分方位 (Bearing) を求むること
- (2) 位分方位により周邊を緯距, 經距に分解すること
- (3) 以上の緯距, 經距を原點  $A$  に夫々遞加して各點の坐標を求むること

(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

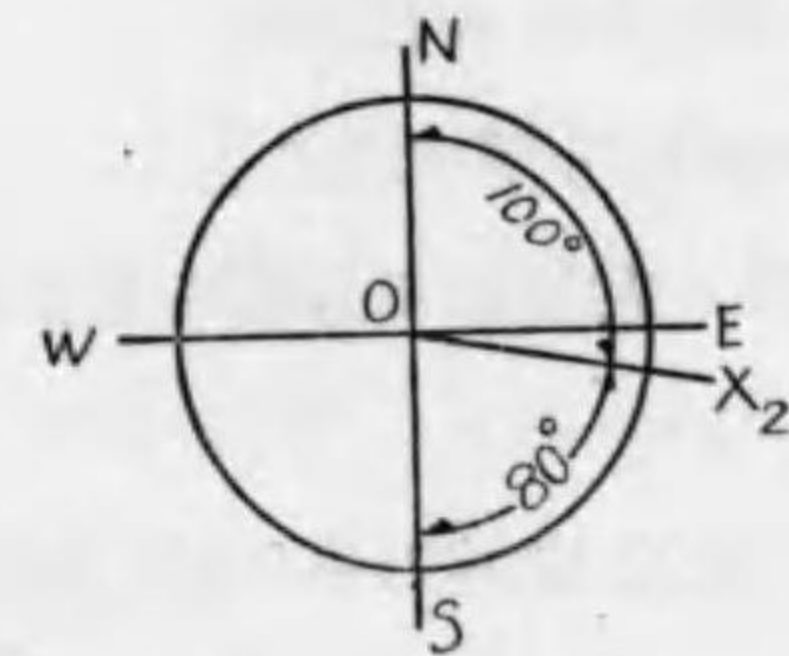
以上で三角點が圖上に決定されたのである。以下順序に第4圖の三角網に基き計算を進めて見よう。

### § 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

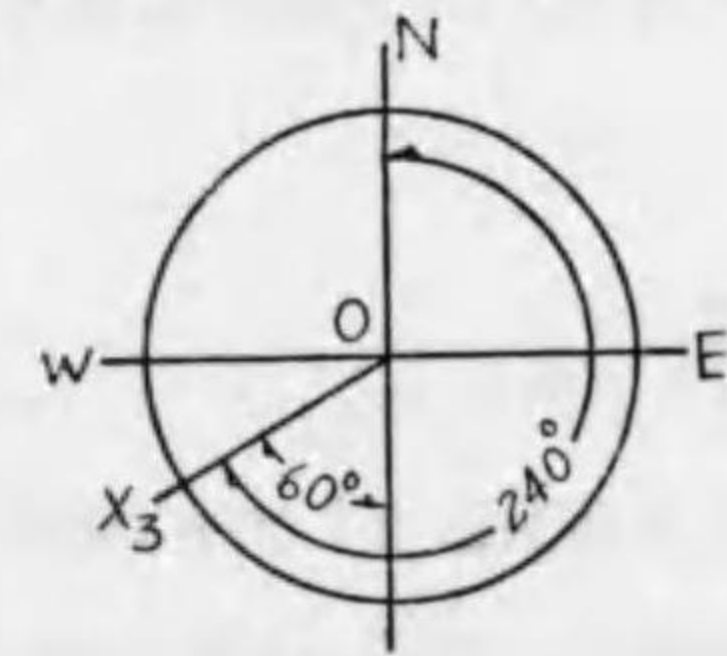


$OX_1$  の  
方位角 =  $70^\circ$   
位分方位 =  $NE70^\circ$

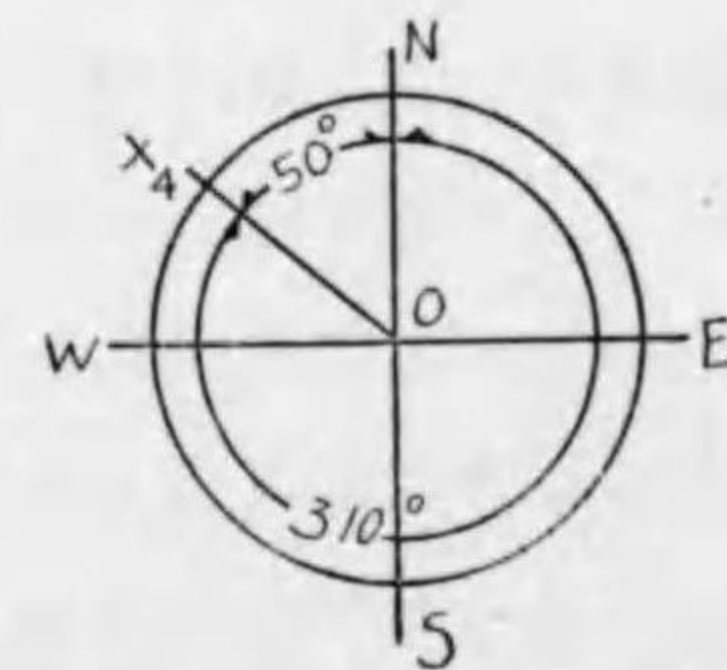


$OX_2$  の  
方位角 =  $100^\circ$   
位分方位 =  $SE80^\circ$

第5圖 方位角と位分方位の関係



第6圖  
 $OX_3$  の  
方位角 =  $240^\circ$   
位分方位 =  $SW60^\circ$



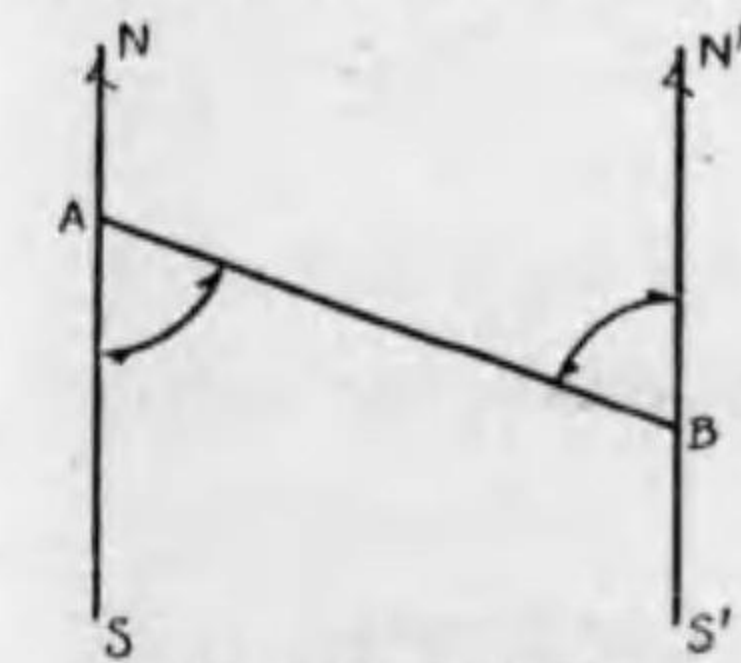
第6圖 方位角と位分方位の関係

三角網周邊を緯距、経距に分ける関係上各邊の位分方位を求めねばならぬ。

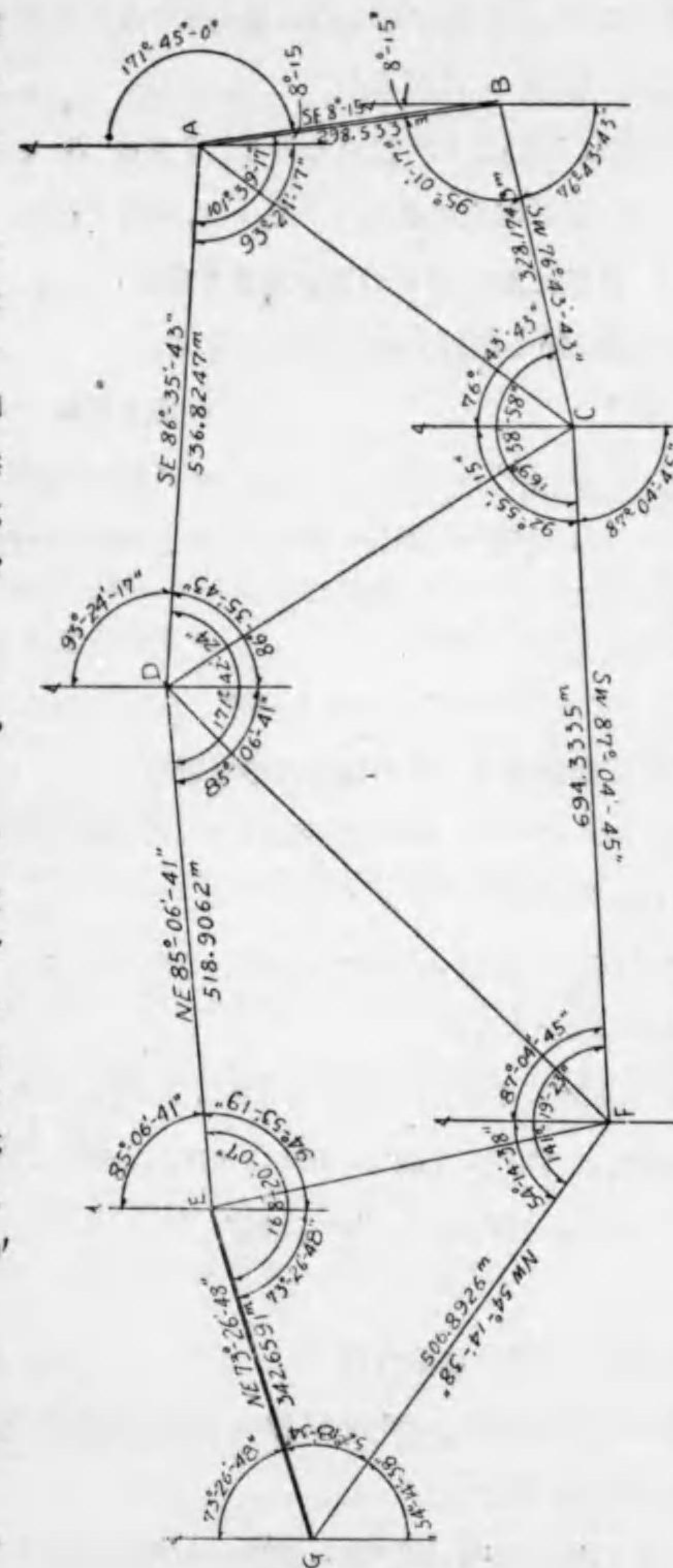
A 點にトランシットを据え羅針盤の  $N0^\circ$  と磁針とを重ねる。トランシットの外圍角 (graduated circle) も  $0^\circ$  にする。然る後トランシットの下部を締め、上部を弛め  $AB$  の線をねらふ。

かくて磁針は  $SE8^\circ-15'$  となり、外圍角は  $171^\circ-45'$  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  $NS$ ,



第8圖 同位角



第7圖 三角網周邊の方位角圖

$N'S$  の間に  $AB$  線がある時は幾何學では同位角の関係上

$$\angle SAB = \angle N'BA$$

位分方位は角度は  $90^\circ$  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圖)

(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  $180^\circ$  である。

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

$$\therefore BC = SW 76^\circ - 43' - 43''$$

(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

$$(60^\circ - 08' - 25'') + (65^\circ - 30' - 02'') + (40^\circ - 0' - 31'') \\ = 169^\circ - 38' - 58''$$

$$(169^\circ - 38' - 58'') - (76^\circ - 43' - 43'') = 92^\circ - 55' - 15''$$

$$\text{その補角は } 180^\circ - (92^\circ - 55' - 15'') = 87^\circ - 04' - 45''$$

$$\therefore CF = SW 87^\circ - 04' - 45''$$

$F$  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

$$(42^\circ - 21' - 28'') + (55^\circ - 37' - 44'') + (42^\circ - 20' - 11'')$$

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

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

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

$G$  點に於て  $GE$  の位分方位

$$\left\{ \begin{array}{ll} 180^\circ & G \text{ 點の磁北線の延長} \\ - (52^\circ - 18' - 34'') & G \text{ 點の内角} \\ - (54^\circ - 14' - 38'') & F \text{ 點の } FG \text{ の位分方位と同位角} \\ \hline 73^\circ - 23' - 48'' & GE \text{ の方位角} \end{array} \right.$$

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

$$(55^\circ - 19' - 58'') + (83^\circ - 0' - 09'') = (168^\circ - 20' - 07'')$$

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

磁北線の延長は  $180^\circ$  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

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

$$= (171^\circ - 42' - 24'')$$

$$(171^\circ - 42' - 24'') - (85^\circ - 6' - 41'') = (86^\circ - 35' - 43'')$$

之は  $S$  より算ふべきで  $DA = SE86^\circ - 35' - 43''$

尙  $93^\circ - 24' - 17''$  は  $86^\circ - 35' - 43''$  の補角である。

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  $D$  點の  $DA$  の位分方位と相等し。

$A$  點の内角は

$$(56^\circ - 41' - 05'') + (44^\circ - 58' - 12'') = (101^\circ - 39' - 17'')$$

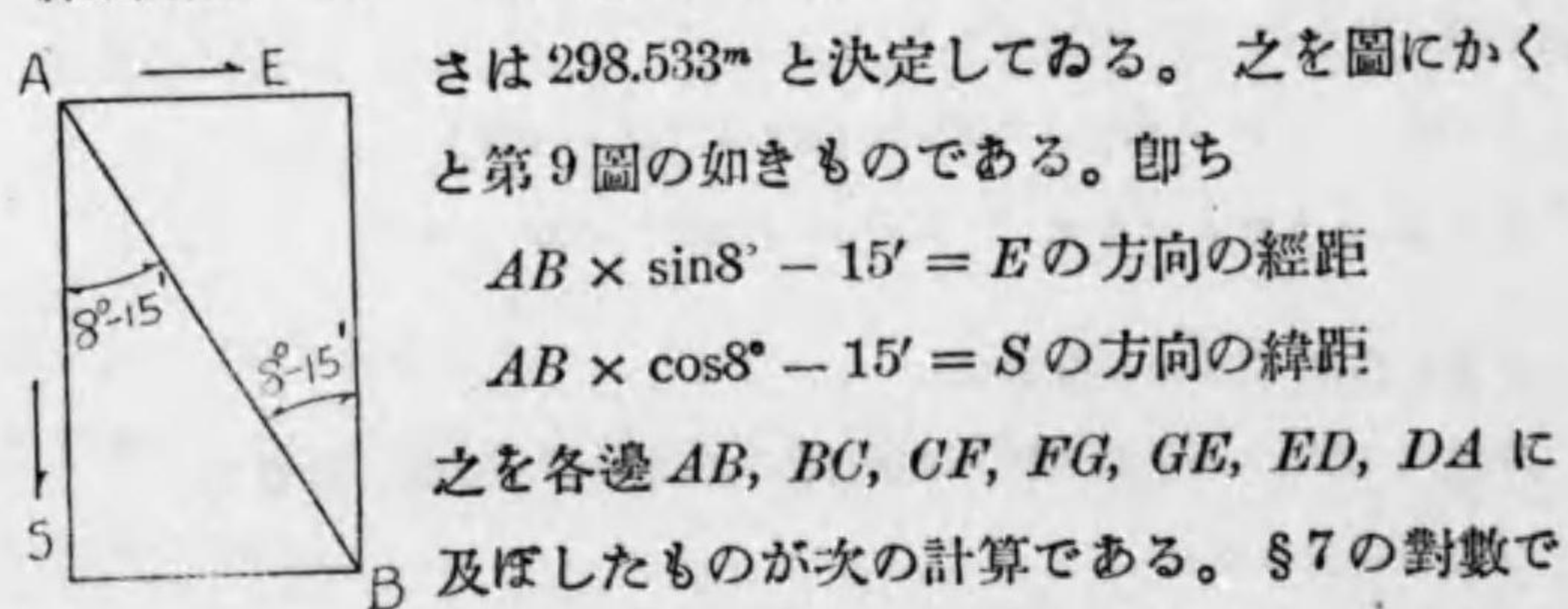
$$\text{故に } (101^\circ - 39' - 17'') - (93^\circ - 24' - 17'') = 8^\circ - 15'$$

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  $AB$  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



第 9 圖

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。

$\cos$  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。 $\cos$  は  $90^\circ$  に進むにつれて減つて行く性質のものである。

尙、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。又は左右に出つばる (Depar) と考へれば良い。

#### 1. 算術乗除にて計算せるもの

(A)  $AB$  線を  $S$  及  $E$  に分解す

$$AB = 298.533^m$$

$$\text{角度} = 8^\circ - 15' - 00''$$

三角函數眞數表により

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

$$= 298.533 \times 0.9896514$$

$$= 295.4436^m$$

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

$$= 298.533 \times 0.1434926$$

$$= 42.8373^m$$

(B)  $BC$  線を  $S$  及  $W$  に分解す

$$BC = 328.1743^m$$

$$\text{角度} = 76^\circ - 43' - 43''$$

$$\begin{cases} \sin 76^\circ - 43' & = 0.973\ 2458 \\ +) & 43'' = 667 \times \frac{43}{60} = 478 \\ \hline \sin 76^\circ - 43' - 43'' & = 0.973\ 2336 \\ \cos 76^\circ - 43' & = 0.229\ 7656 \\ -) & 43'' = 2331 \times \frac{43}{60} = -2029 \\ \hline \cos 76^\circ - 43' - 43'' & = 0.229\ 5637 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} S &= BC \times \cos 76^\circ - 43' - 43'' \\ &= 323.1743^m \times 0.229\ 5637 \\ &= 75.3369^m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= BC \times \sin 76^\circ - 43' - 43'' \\ &= 323.1743 \times 0.973\ 2936 \\ &= 319.4100^m \end{aligned}$$

## (C) CF線をS及Wに分解す

$$CF = 694.3335^m$$

$$\text{角度} = 87^\circ - 04' - 45''$$

$$\begin{cases} \sin 87^\circ - 04' & = 0.998\ 6398 \\ + & 45'' = 148 \times \frac{45}{60} = 111 \\ \hline \sin 87^\circ - 04' - 45'' & = 0.998\ 7009 \\ \cos 87^\circ - 04' & = 0.051\ 1740 \\ - & 45'' = 2905 \times \frac{45}{60} = -2179 \\ \hline \cos 87^\circ - 04' - 45'' & = 0.050\ 9561 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} S &= CF \times \cos 87^\circ - 04' - 45'' \\ &= 694.3335^m \times 0.050\ 9561 \\ &= 35.3805 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= CF \times \sin 87^\circ - 04' - 45'' \\ &= 694.3335 \times 0.998\ 7009 \\ &= 693.4315^m \end{aligned}$$

## (D) FG線をN及Wに分解す

$$FG = 506.8926^m$$

$$\text{角度} = 54^\circ - 14' - 38''$$

$$\begin{cases} \sin 54^\circ - 14' & = 0.811\ 4040 \\ & 38'' = 1700 \times \frac{38}{60} = 1077 \\ \hline \sin 54^\circ - 14' - 38'' & = 0.811\ 5117 \\ \cos 54^\circ - 14' & = 0.584\ 4857 \\ & 38'' = 2360 \times \frac{38}{60} = -1495 \\ \hline \cos 54^\circ - 14' - 38'' & = 0.584\ 3362 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} N &= FG \times \cos 54^\circ - 14' - 38'' \\ &= 506.8926 \times 0.584\ 3362 \\ &= 296.1957^m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= FG \times \sin 54^\circ - 14' - 38'' \\ &= 506.8926 \times 0.811\ 5117 \\ &= 411.3493^m \end{aligned}$$

## (E) GE線をN及Eに分解す

$$GE = 342.6591^m$$

$$\text{角度} = 73^\circ - 26' - 48''$$

$$\begin{cases} \sin 73^\circ - 26' & = 0.958\ 4366 \\ & 48'' = 829 \times \frac{48}{60} = 653 \\ \hline \sin 73^\circ - 26' - 48'' & = 0.953\ 5549 \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \cos 73^\circ - 26' \qquad \qquad \qquad = 0.285\ 1308 \\ \hline \qquad \qquad \qquad 48'' = 2788 \times \frac{48}{60} = \quad - 2230 \\ \hline \cos 73^\circ - 26' - 48'' \qquad \qquad \qquad = 0.234\ 9078 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} N &= GE \times \cos 73^\circ - 26' - 48'' \\ &= 342.6591 \times 0.234\ 9078 \\ &= 97.6263 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= GE \times \sin 73^\circ - 26' - 48'' \\ &= 342.6591 \times 0.958\ 5549 \\ &= 323.4576^m \end{aligned}$$

## (F) ED線をN及Eに分解す

$$ED = 518.9062^m$$

$$\text{角度} = 85^\circ - 06' - 41''$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 85^\circ - 06' \qquad \qquad \qquad = 0.996\ 3453 \\ \hline \qquad \qquad \qquad 41'' = 243 \times \frac{41}{60} = \quad 170 \\ \hline \sin 85^\circ - 06' - 41'' \qquad \qquad \qquad = 0.996\ 3623 \\ \hline \cos 85^\circ - 06' \qquad \qquad \qquad = 0.085\ 4169 \\ \hline \qquad \qquad \qquad 41'' = 2898 \times \frac{41}{60} = \quad - 1980 \\ \hline \cos 85^\circ - 06' - 41'' \qquad \qquad \qquad = 0.085\ 2189 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} N &= ED \times \cos 85^\circ - 06' - 41'' \\ &= 518.9062 \times 0.085\ 2189 \\ &= 44.2206 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= ED \times \sin 85^\circ - 06' - 41'' \\ &= 518.9062 \times 0.996\ 3623 \\ &= 517.0156^m \end{aligned}$$

## (G) DA線をS及Eに分解す

$$DA = 536.8247^m$$

$$\text{角度} = 85^\circ - 35' - 43''$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sin 86^\circ - 35' \qquad \qquad \qquad = 0.998\ 2225 \\ \hline \qquad \qquad \qquad 43'' = 173 \times \frac{43}{60} = \quad 124 \\ \hline \sin 85^\circ - 35' - 43'' \qquad \qquad \qquad = 0.998\ 2349 \\ \hline \cos 86^\circ - 35' \qquad \qquad \qquad = 0.059\ 5937 \\ \hline \qquad \qquad \qquad 43'' = 2903 \times \frac{43}{60} = \quad - 2081 \\ \hline \cos 85^\circ - 35' - 43'' \qquad \qquad \qquad = 0.059\ 3883 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} S &= DA \times \cos 85^\circ - 35' - 43'' \\ &= 536.8247 \times 0.059\ 3886 \\ &= 31.8813^m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= DA \times \sin 85^\circ - 35' - 43'' \\ &= 536.8247 \times 0.998\ 2349 \\ &= 535.8772^m \end{aligned}$$

## 2. 對數にて計算せるもの

## (A) AB線をS及びEに分解す

$$AB = 298.533^m \quad \log AB = 2.474\ 9924$$

$$\text{角度} = 8^\circ - 15' - 00''$$

三角函数の對數表により

$$\log \cos 8^\circ - 15' = 9.995\ 4822$$

Sの方向を求む

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



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

$$= 2.474\ 9924 + 9.995\ 4822$$

$$= 12.470\ 4746 \quad \text{之より } 10 \text{ を引いて}$$

$$= 2.470\ 4746$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 2.470\ 4693 \\ +) \quad 53 = \frac{53}{147} \\ \hline 2.470\ 4746 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 295.44 \\ = \quad \quad 36 \\ = \log 295.4436 \end{array}$$

$$S = 295.4436^m$$

$E$  の方向を求む

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

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

$$= 2.474\ 9924 + 9.156\ 8296$$

$$= 11.631\ 8220 \quad \text{之より } 10 \text{ を引いて}$$

$$= 1.631\ 8220$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 1.631\ 8190 \\ +) \quad 30 = \frac{30}{102} \\ \hline 1.631\ 8220 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 42.837 \\ = \quad \quad 29 \\ = \log 42.83729 \end{array}$$

$$E = 42.8373^m$$

(B)  $BC$  線を  $S$  及  $W$  に分解す

$S$  の方向を求む

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

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

$$\log BC = 2.516\ 1046 \quad \text{\S 7 (2) の (A) による}$$

$$\left\{ \begin{array}{r} \log \cos 76^\circ - 43' \\ -) \quad 43'' = 5355 \times \frac{43}{60} \\ \hline \log \cos 76^\circ - 43' - 43'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.361\ 2870 \\ = \quad \quad -3839 \\ = 9.361\ 9032 \end{array}$$

$$\therefore \log S = 2.516\ 1046 + 9.360\ 9032$$

$$= 11.877\ 0078 \quad \text{之より } 10 \text{ を引けば}$$

$$= 1.877\ 0078$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 1.877\ 0026 \\ +) \quad 52 = \frac{52}{68} \\ \hline 1.877\ 0078 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 75.336 \\ = \quad \quad 90 \\ = \log 75.33690 \end{array}$$

$$S = 75.3369^m$$

$W$  の方向を求む

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

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

$$\left\{ \begin{array}{r} \log \sin 76^\circ - 43' \\ +) \quad 43'' = 298 \times \frac{43}{60} \\ \hline \log \sin 76^\circ - 43' - 43'' \end{array} \right. \begin{array}{l} = 9.988\ 2225 \\ = \quad \quad 214 \\ = 9.988\ 2439 \end{array}$$

$$\therefore \log W = 2.516\ 1046 + 9.983\ 2439$$

$$= 12.504\ 3485$$

$$\text{之より } 10 \text{ を引けば}$$

$$= 2.504\ 3485$$

$$2.504\ 3485 = \log 319.4100$$

$$W = 319.4100^m$$

(C)  $CF$  線を  $S$  及  $W$  に分解す

$S$  の方向を求む

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

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

$$\log CF = 2.841\ 5381 \quad \text{\S 7. (2) (C) による}$$

$$\left\{ \begin{array}{r} \log \cos 87^\circ - 04' \qquad \qquad \qquad = 8.709\ 0490 \\ -) \qquad \qquad \qquad 45'' = 24724 \times \frac{45}{60} = -1\ 8543 \\ \hline \log \cos 87^\circ - 04' - 45'' \qquad \qquad \qquad = 8.707\ 1947 \end{array} \right.$$

$$\log S = 2.841\ 5381 + 8.707\ 1947$$

$$= 11.548\ 7628 \quad \text{之より 10 を引けば}$$

$$= 1.548\ 7628$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 1.548\ 7578 \qquad \qquad \qquad = \log 35.380 \\ \qquad \qquad \qquad 50 = \frac{50}{123} \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 41 \\ \hline 1.548\ 7623 \qquad \qquad \qquad = \log 35.380\ 41 \end{array} \right.$$

$$S = 35.3804^m$$

$W$  の方向を求む

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

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

$$\left\{ \begin{array}{r} \log \sin 87^\circ - 04' \qquad \qquad \qquad = 9.999\ 4306 \\ +) \qquad \qquad \qquad 45'' = 64 \times \frac{45}{60} = \qquad \qquad \qquad 48 \\ \hline \log \sin 87^\circ - 04' - 45'' \qquad \qquad \qquad = 9.999\ 4354 \end{array} \right.$$

$$\therefore \log W = 2.841\ 5631 + 9.999\ 4354$$

$$= 12.841\ 0035$$

$$\text{之より 10 を引けば}$$

$$= 2.841\ 0035$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 2.841\ 0026 \qquad \qquad \qquad = \log 693.43 \\ +) \qquad \qquad \qquad 9 = \frac{9}{63} \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 14 \\ \hline 2.841\ 0035 \qquad \qquad \qquad = \log 693.4314 \end{array} \right.$$

$$W = 693.4314^m$$

(D)  $FG$  線を  $N$  及  $W$  に分解す

$N$  の方向を求む

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

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

$$\text{\S 7. (2) により } \log FG = 2.704\ 9159$$

$$\left\{ \begin{array}{r} \log \cos 54^\circ - 14' \qquad \qquad \qquad = 9.766\ 7739 \\ -) \qquad \qquad \qquad 38'' = 1754 \times \frac{38}{60} = -1\ 111 \\ \hline \log \cos 54^\circ - 14' - 38'' \qquad \qquad \qquad = 9.766\ 6628 \end{array} \right.$$

$$\therefore \log N = 2.704\ 9159 + 9.766\ 6628$$

$$= 12.471\ 5787 \quad \text{之より 10 を引けば}$$

$$= 2.471\ 5787$$

$$\left\{ \begin{array}{r} 2.471\ 5704 \qquad \qquad \qquad = \log 296.19 \\ +) \qquad \qquad \qquad 83 = \frac{83}{147} \qquad \qquad \qquad = \qquad \qquad \qquad 564 \\ \hline 2.471\ 5787 \qquad \qquad \qquad = \log 296.19564 \end{array} \right.$$

$$N = 296.1956^m$$

$W$  の方向を求む

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 54^\circ - 14' = 9.909\ 2371 \\ +) \quad 38'' = 910 \times \frac{38}{60} = 576 \\ \hline \log \sin 54^\circ - 14' - 38'' = 9.909\ 2947 \end{array} \right.$$

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

之より 10 を引けば

$$= 2.614\ 2106$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.614\ 2009 = \log 411.34 \\ +) \quad 97 = \frac{97}{105} = 93 \\ \hline 2.614\ 2106 = \log 411.3493 \end{array} \right.$$

$$W = 411.3493^m$$

(E) GE 線を N 及 E に分解す

N の方向を求む

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

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

§ 7. (2) により  $\log GE = 2.534\ 8622$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \cos 73^\circ - 26' = 9.455\ 0441 \\ + \quad 48'' = 4253 \times \frac{43}{60} = -3402 \\ \hline \log \cos 73^\circ - 26' - 48'' = 9.454\ 7039 \end{array} \right.$$

$$\therefore \log N = 2.534\ 8522 + 9.454\ 7039$$

$$= 11.989\ 5661$$

之より 10 を引けば

$$= 1.989\ 5661$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1.989\ 5555 = \log 97.626 \\ +) \quad 6 = \frac{6}{44} = 14 \\ \hline 1.989\ 5661 = \log 97.626\ 14 \end{array} \right.$$

$$N = 97.6261^m$$

E の方向を求む

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 73^\circ - 26' = 9.931\ 5870 \\ +) \quad 48'' = 375 \times \frac{48}{60} = 300 \\ \hline \log \sin 73^\circ - 26' - 48'' = 9.981\ 6170 \end{array} \right.$$

$$\therefore \log E = 2.534\ 8622 + 9.981\ 6170$$

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

$$\log E = 2.516\ 4792$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.516\ 4693 = \log 328.45 \\ +) \quad 99 = \frac{99}{132} = 75 \\ \hline 2.516\ 4792 = \log 328.4575 \end{array} \right.$$

$$E = 328.4575^m$$

(F) ED 線を N 及 E に分解す

N の方向を求む

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

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

§ 7. (2) により  $\log ED = 2.715\ 0388$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \cos 85^\circ - 06' = 8.931\ 5439 \\ \quad \quad \quad 41'' = 14761 \times \frac{41}{60} = -1\ 0087 \\ \hline \log \cos 85^\circ - 06' - 41'' = 8.930\ 5352 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \therefore \log N &= 2.715\ 0888 + 8.930\ 5352 \\ &= 11.645\ 6240 \quad \text{之より 10 を引けば} \end{aligned}$$

$$\log N = 1.645\ 6240$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1.645\ 6187 = \log 44.220 \\ \quad \quad \quad 53 = \frac{53}{98} = \quad \quad \quad 54 \\ \hline 1.645\ 6240 = \log 44.22054 \end{array} \right.$$

$$N = 44.2205^m$$

$E$  の方向を求む

$$E = ED \times \sin 85^\circ - 06' - 41''$$

$$\log E = \log ED + \log \sin 85^\circ - 06' - 41''$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 85^\circ - 06' = 9.998\ 4099 \\ \quad \quad \quad 41'' = 108 \times \frac{41}{60} = \quad \quad \quad 74 \\ \hline \log \sin 85^\circ - 06' - 41'' = 9.993\ 4173 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \therefore \log E &= 2.715\ 0883 + 9.993\ 4173 \\ &= 12.713\ 5061 \quad \text{之より 10 を引けば} \end{aligned}$$

$$\log E = 2.713\ 5061$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.713\ 4989 = \log 517.01 \\ \quad \quad \quad 72 = \frac{72}{84} = \quad \quad \quad 858 \\ \hline 2.713\ 5661 = \log 517.01858 \end{array} \right.$$

$$E = 517.0185^m$$

(G)  $DA$  線を  $S$  及  $E$  に分解す

$S$  の方向を求む

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

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

$$\S 7. (2) \text{ により } \log DA = 2.729\ 8325$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \cos 86^\circ - 35' = 8.775\ 2226 \\ \quad \quad \quad 43'' = 21\ 212 \times \frac{43}{60} = -1\ 5202 \\ \hline \log \cos 86^\circ - 35' - 43'' = 8.773\ 7024 \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \therefore \log S &= 2.729\ 8325 + 8.773\ 7024 \\ &= 11.503\ 5349 \quad \text{之より 10 を引けば} \end{aligned}$$

$$\log S = 1.503\ 5349$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1.503\ 5319 = \log 31.881 \\ \quad \quad \quad 30 = \frac{30}{137} = \quad \quad \quad 22 \\ \hline 1.503\ 5349 = \log 31.83122 \end{array} \right.$$

$$S = 31.8312^m$$

$E$  の方向を求む

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \log \sin 86^\circ - 35' = 9.999\ 2274 \\ \quad \quad \quad 43'' = 75 \times \frac{43}{60} = \quad \quad \quad 54 \\ \hline \log \sin 86^\circ - 35' - 43'' = 9.999\ 2328 \end{array} \right.$$

$$\log E = 2.729\ 8325 + 9.999\ 2328$$

= 12.729 0653

之より 10 を引けば

log E = 2.729 0653

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	1	1

第 3 表 三角網周邊閉差更正表及坐標

線名	距離	方位	經距		緯距		更	
			(+)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	353904	0	
FG	5068926	NW	54 14 38		4113493	2961956	0	
GE	3425591	NE	73 26 48	3284575		976261	0	
ED	5189062	NE	85 06 41	5170186		44205	0	
DA	5368247	SE	85 35 43	5358773		318812	0	
計	3,226,3234			14241907	14241907	4380422	4380421	0
差				0		00001		

閉比精度 =  $\frac{\sqrt{0^2 + 0.0001^2}}{3226.3234} = \frac{1}{32,263,234}$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2.729\ 0594 \\ 59 = \frac{59}{81} \\ 2.729\ 0653 \end{array} \right. \begin{array}{l} = \log 535.87 \\ = 728 \\ = \log 535.87728 \end{array}$$

E = 535.8773

FG		GE		ED		DA	
N	W	N	E	N	E	S	E
2951957	4113493	976263	3284576	442206	5170183	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		坐標		坐標點
	NS	(+)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		- 13313534 - 1099654		G
0	3284575		976261		- 10528959 - 123393		E
0	5170186		442205		- 5358773 + 318812		D
0	5358773			318812	0	0	A
+00001	1,424,1907	1424,1907	438,0422	438,0422			

## § 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、もう一度計算を檢算して見る。§ 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(+)

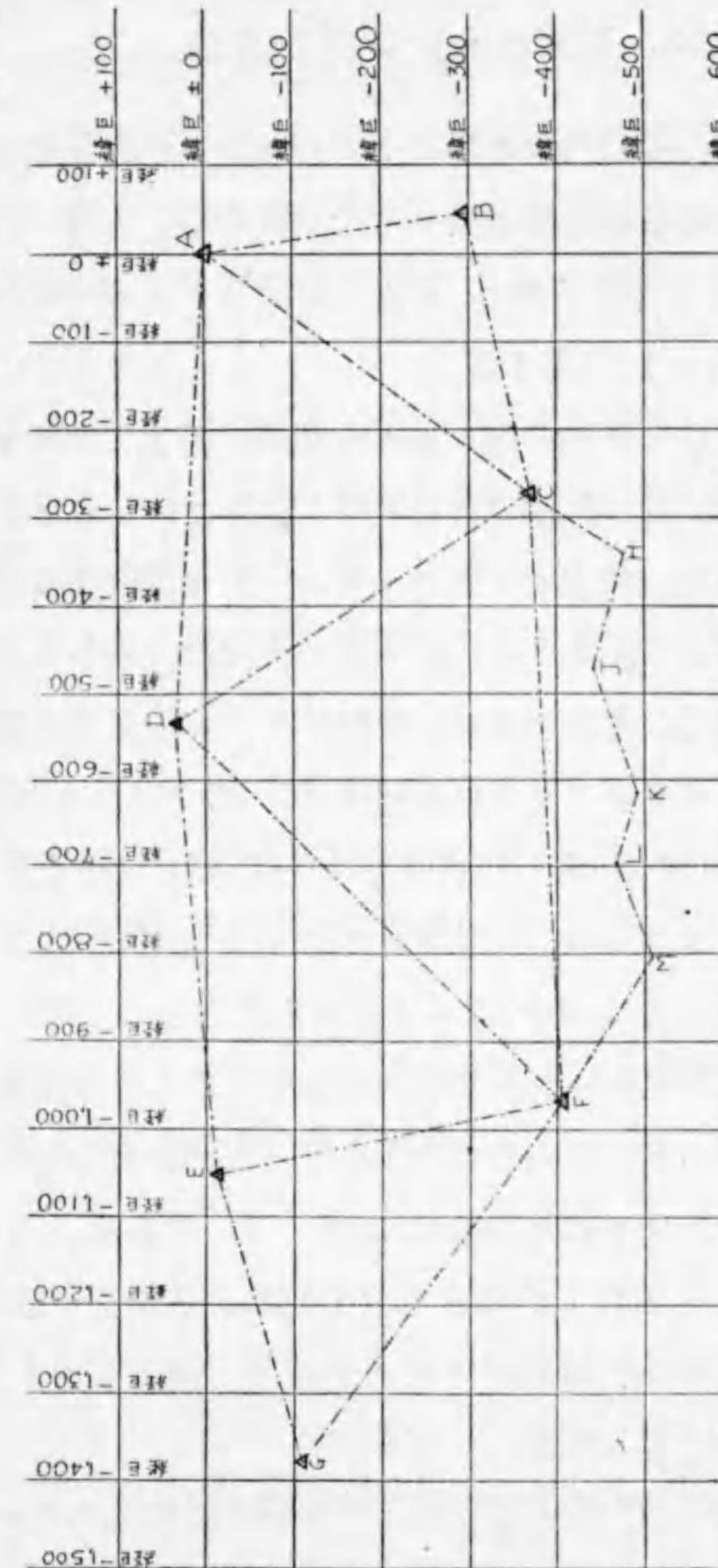
左を 經距の(-)

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。

次にトラバース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の説明する。 $C$  點にトランシットを据えて磁北を向け、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 (normal) 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。之は粉の單位で止めても良い。或はもつと簡単にスタヂャ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 トラバース閉差更正表及坐標

線名	距離	位分	方位	經 距		緯 距		更 正 數	
				(+)E	(-)W	(+)N	(-)S	EW	NS
CH	125.4 <sup>m</sup>	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	603.58	193.73	192.95	-0.25	+0.78
差					25	78			

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

§14. トラバースの計算

第4表はCF点間のトラバース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輕便に出される。

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。  
前例のトラバース測線の

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	三角點の座標により {C點の座標}に {經距 - 276.57}加 {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		38.20	-803.24	-507.13	M	
	166.76	100.97		-970.00	-406.16	F	
693.43		35.33					{F點の座標 經距 - 970.00 緯距 - 406.16}
693.43	693.43	193.73	193.73				

CH 位分方位 SW 32° - 50'

距 離 125.4<sup>m</sup>

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 125.4<sup>m</sup> に付いての例



$$\begin{array}{r}
100.0^m \dots\dots 0.8402 \times 100 = 84.02 \\
20.0 \dots\dots\dots 1.6805 \times 10 = 16.805 \\
5.0 \dots\dots\dots 4.2012 \times 1 = 4.2012 \\
+) 0.4 \dots\dots\dots 3.3610 \times 0.1 = 0.3361 \\
\hline
125.4^m \hspace{10em} = 105.3623 \\
\hspace{10em} \approx 105.36^m
\end{array}$$

第 6 表 経距表の用法

DEPARTURE

32°

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<sup>m</sup> に付いての例

$$\left. \begin{array}{r}
100.0^m \dots\dots 0.5422 \times 100 = 54.22 \\
20.0^m \dots\dots 1.0844 \times 10 = 10.844 \\
5.0^m \dots\dots 2.7110 \times 1 = 2.7110 \\
+) 0.4^m \dots\dots 2.1688 \times 0.1 = 0.21688 \\
\hline
\hspace{10em} = 67.99188 \\
125.4^m \hspace{10em} \approx 67.99^m
\end{array} \right\}$$

以上の如く距離の桁數に應じ表の答に位數を取つて行く。

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圍以内ならば其の差を邊に比例して按分する。

この経緯距を三角點 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経路でトラバーを組んでもよい
- (3) トラバー測點の二點の間を別に一巡するトラバー線を作つても良い

トラバーシングの精密度は

$$\text{地形の複雑した所} \quad \frac{1}{500}$$

$$\text{地形の平坦な所} \quad \frac{1}{1,000} \text{ から } \frac{1}{1,500}$$

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。

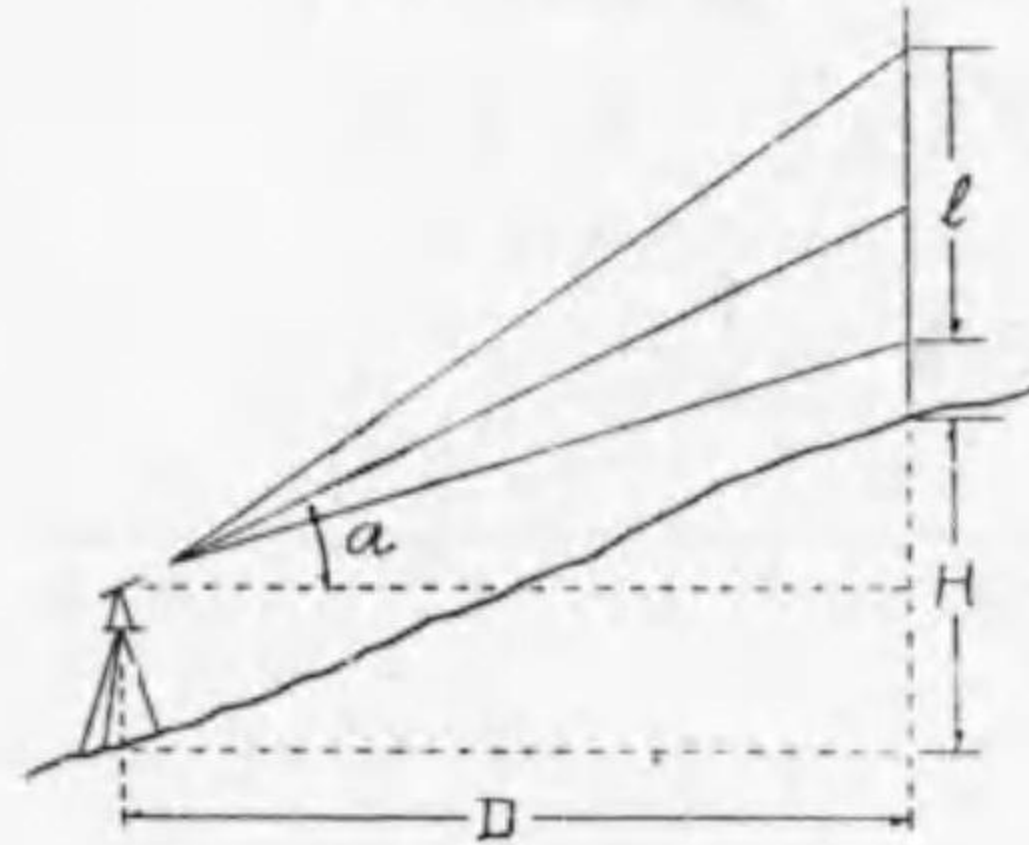
只オフセットの代りに逐次このトラバー測點に平板を置き平板測量をする。現場で同じ縮尺で地形を書くが見落しがなくて便利である。これは平板に向く様な平な地形であれば良い。このオフセットの結果又は平板測量の結果を圖面のトラバー測線間に書き入れるのである。

### § 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

然る時は係數を 100 として

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

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

( $\sin a \cos a$ ) は高低係數と云ひ ( $\cos^2 a$ ) 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。

ここ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。之で高さの檢算が出来る。

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タヂヤ測量により其の點の (第 12 圖)

水平距離  $D$

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

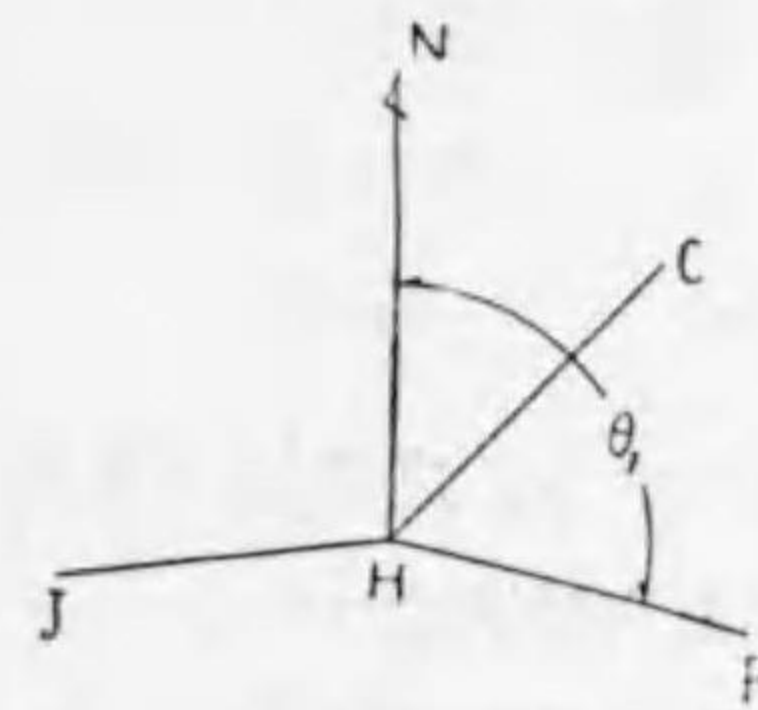
$H$  求むる測點の高さ

$l$  箱尺の讀み

$D$  測點間の距離

$a$  傾斜角

スタヂヤ放線の圖



第 12 圖

$H$  トラバー測點  
 $CH, HJ$  トラバー測線  
 $HP$  視距放線  
 $P$  高さを求むる點  
 $\theta_1$   $HP$  の方位角

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。

かくて土地全部に互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。

尙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 軒	4 耗
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. 基線及檢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

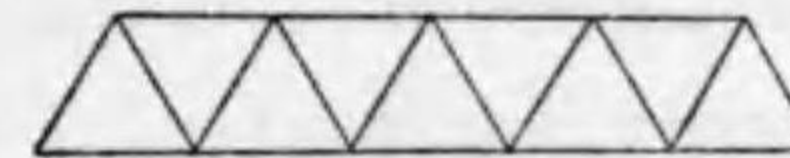
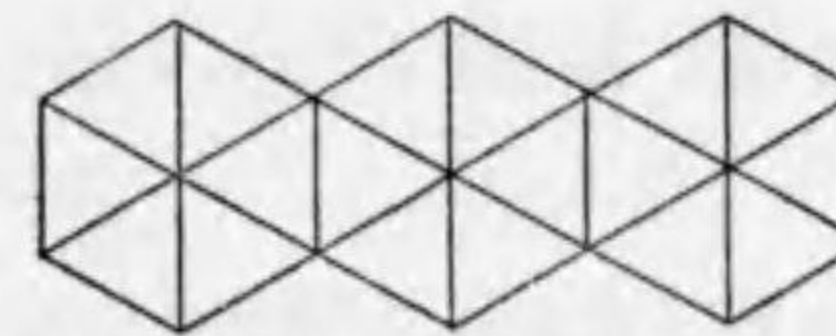
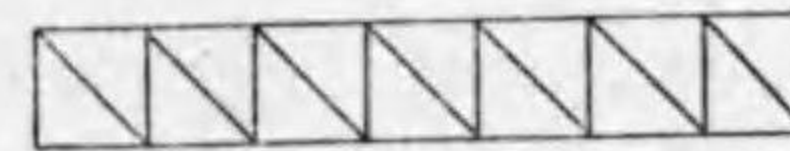
(a) 三角點は隣接する三角點から見える様に工夫すること。小高い丘を撰んだり、櫓を組んだりする。都會ならばビルディングの屋上も良い。

(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  $30^\circ$  より大に  $120^\circ$  より小

にすること。

(c) 三角點は杭を打つたり、長時間に互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



第 13 圖

三角點を結び付くるに色々の方法がある。(第 13 圖)

## 1. 三角形の連続

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。

## 2. 四角形の連続

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。

## 3. 六角形に組むもの

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 杆 |
| 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、又は混凝土杭を打つ。杭の中央には釘を打つか又は十字形を刻む。



第 14 圖

視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  $180^\circ$  に於

測角作業の標識のため視標を立てる。吾人の簡単な三角測量には眞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。そして周圍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。

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狀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) 温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温度、攝氏

$T_0$  = 標準温度 (普通は攝氏  $15^\circ$ )

$a$  = テープの膨脹係數

=  $0.000\ 0117$  攝氏  $1^\circ$  に付

然るとき

$$\text{更正値} = a(T - T_0)L$$

之によれば氣温攝氏  $15^\circ$  の時に測量した長さに対しては更正が必要となる。

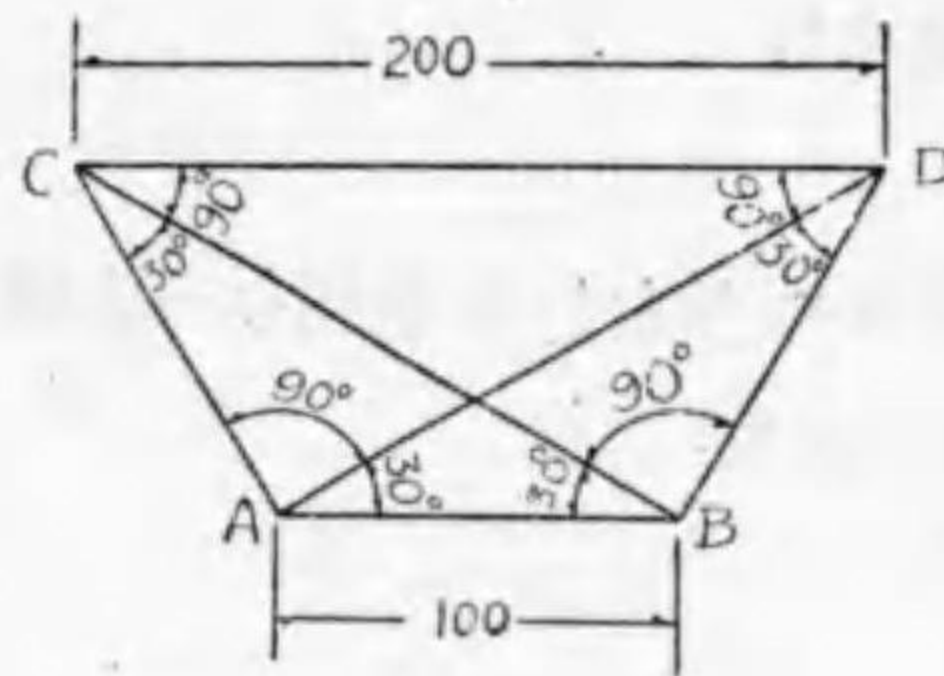
併し一・二等三角測量の如き基線測量は非常に精密を要する。其の方法及更正計算は他の書に依つて學ばれたい。

### § 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。

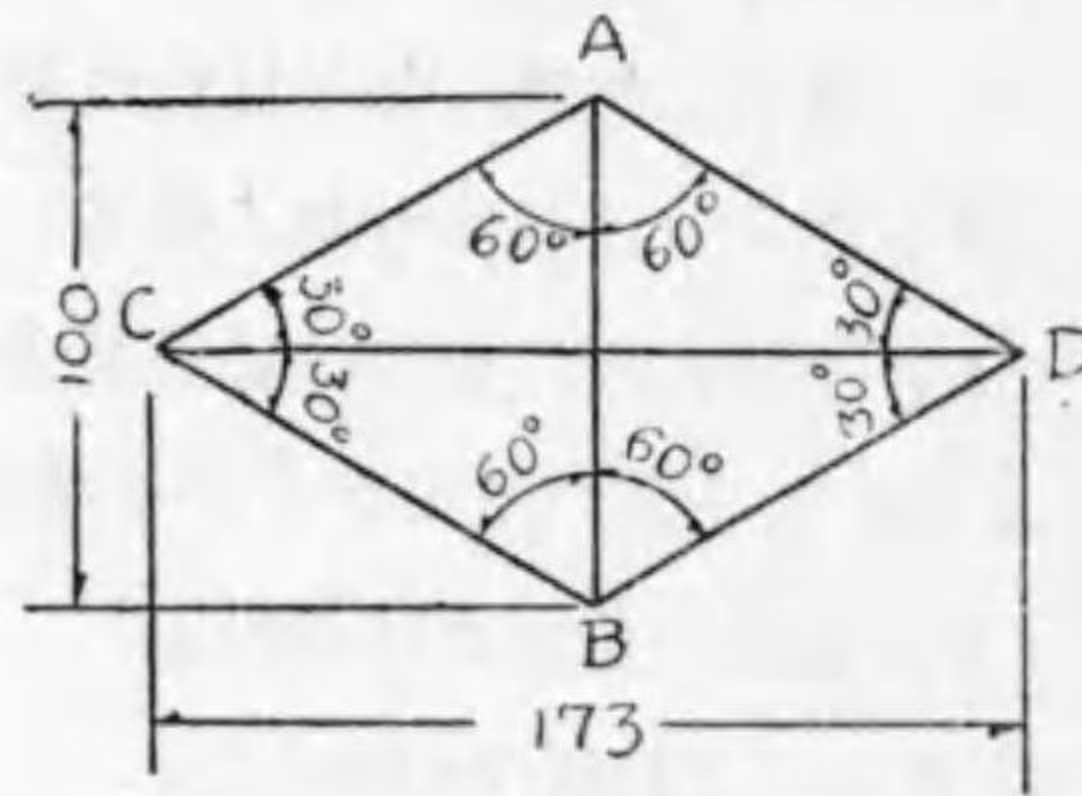
(第15圖及第16圖)

基線三角網



第15圖

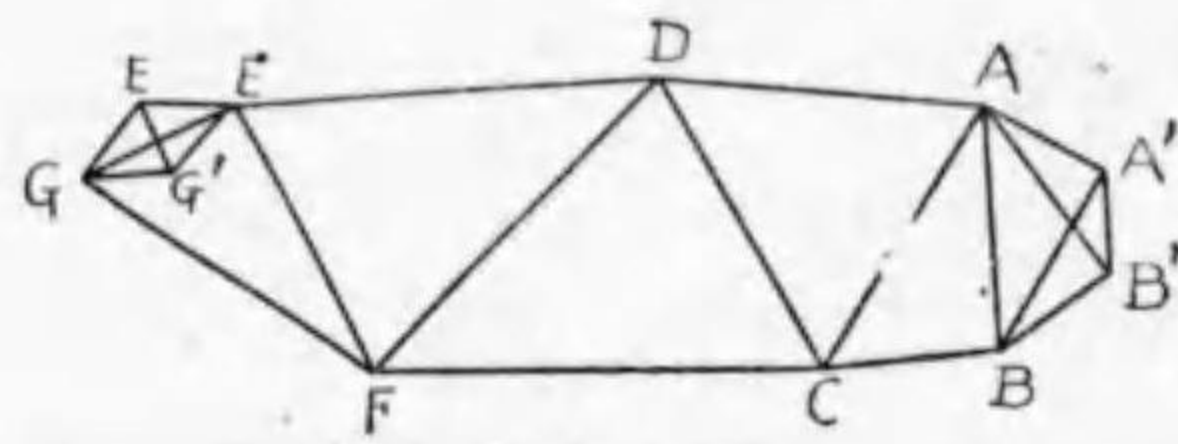
基線三角網



第16圖

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

基線三角網を應用せる圖

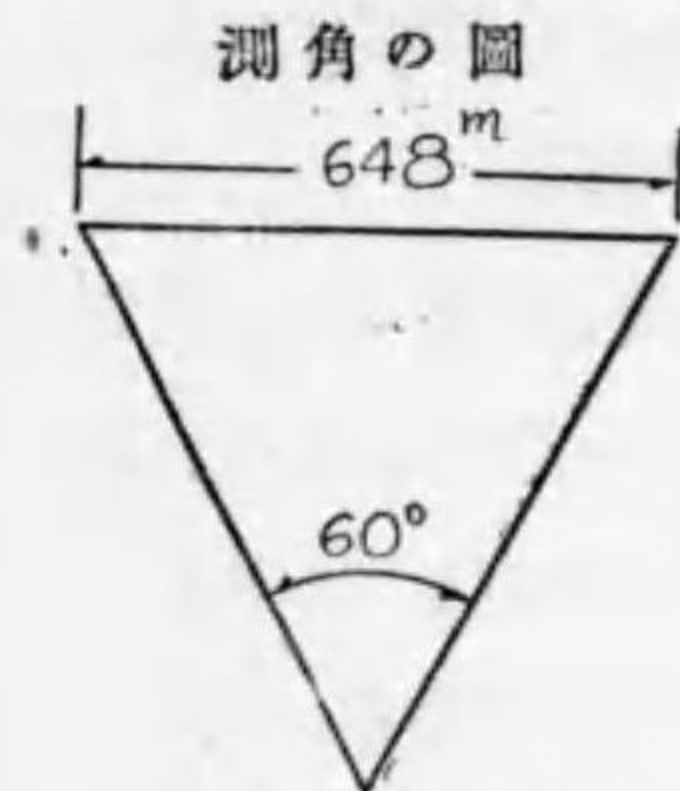


第17圖

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。

§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。例へば三角形の一邊が648m、對角が60°であれば此の角に一秒を違へる毎に



第18圖

即ち三耗宛の差を生ずる。(第18圖)

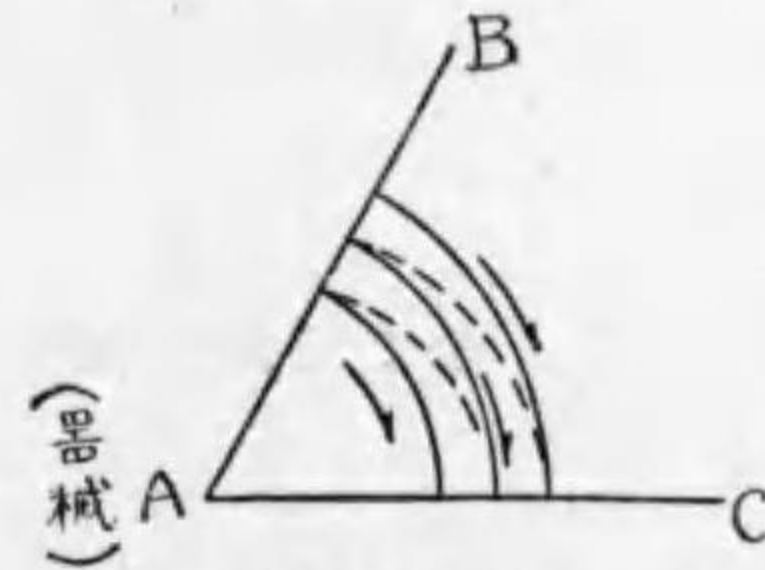
$$\frac{648^m}{60^\circ \times 60' \times 60''} = 0.003^m$$

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)

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) 二十秒讀みの簡単な器械を用ゐ
- (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) 一秒讀みの非常に精密な器械を用ひ  
 (3) 一つの測點にて多くの角を測るに便利  
 なる方法で、反復法よりも手数が少く  
 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。∠BAC, ∠CAD,  
 ∠DAE の角度は讀みの差である。次に  
 E よりそのまゝ D, C, B と讀めば又異なる讀みを得る。以上の  
 讀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  
 度の讀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讀む
- (2) 下部を締め上部を弛めて C 點を視準す。かくて角度は大  
 體  $60^\circ$  を讀んだと假定する。
- (3) 上部を締め下部を弛めて B 點を視準す。
- (4) 下部 〃 上部 〃 C 〃  
 角度は大體  $120^\circ$  となる
- (5) 上 〃 下 〃 B 〃

- (6) 下 〃 上 〃 C 〃

角度は大體  $180^\circ$  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

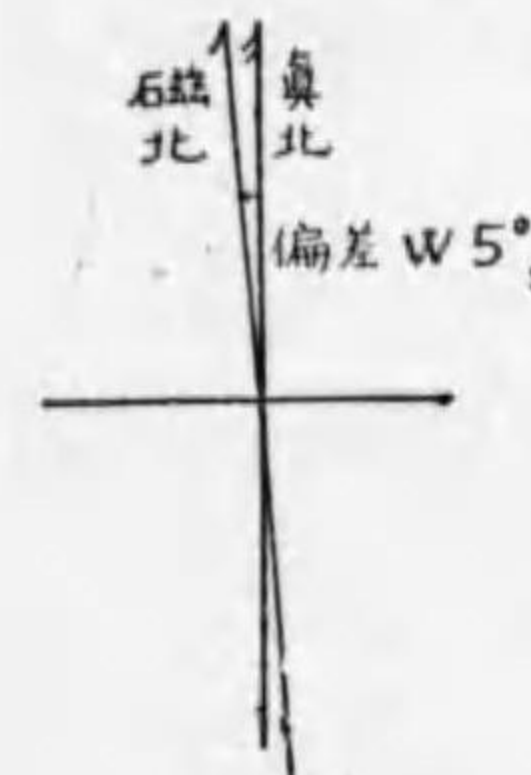
- (1) C 點を視準して兩遊尺を讀む
- (2) 下部を締め上部を弛めて B 點を視準す
- (3) 上 〃 下 〃 C 〃
- (4) 下 〃 上 〃 B 〃
- (5) 上 〃 下 〃 C 〃
- (6) 下 〃 上 〃 B 〃

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



第21圖

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(眞北と磁北の差)を第  
 21圖の如く記入すれば良い。

日本の磁化は眞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觀測を行ひ球面天文学から計算して眞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° W
北 海 道	約 7° W
東 北 地 方	約 6° W
東 京, 大 阪	約 5° - 05' W
九 州	約 4° - 30' W
臺 灣	約 1° 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。

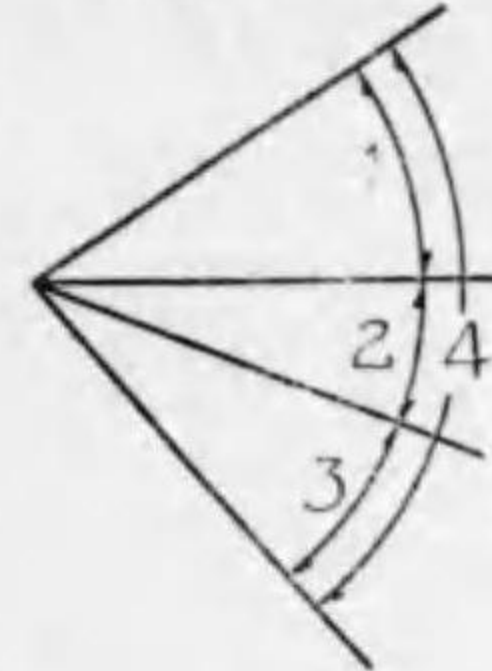
§ 23. 三角測量の計算順序

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) 〃 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。



(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

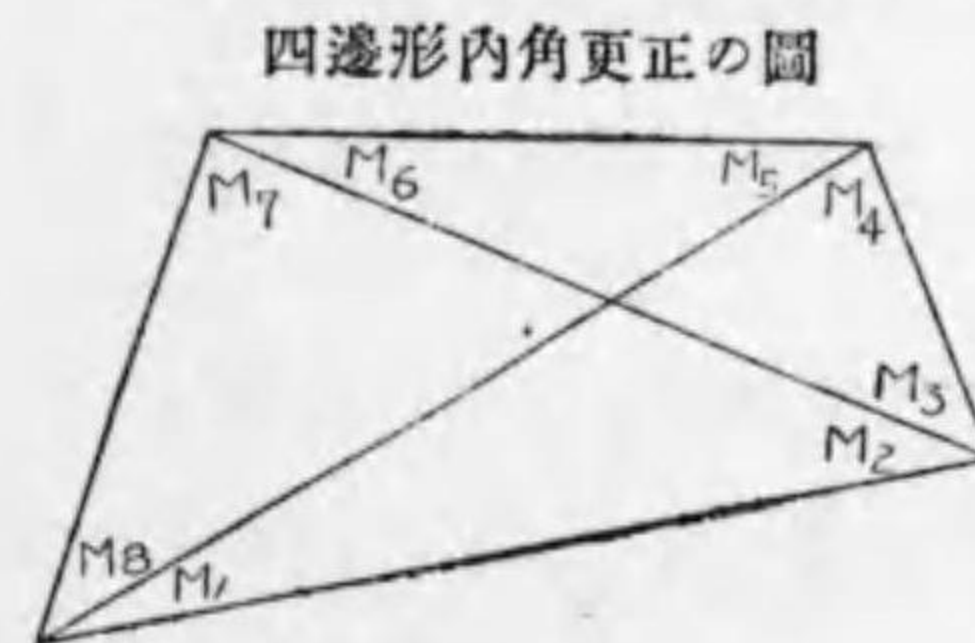
( $\angle 1 + \angle 2 + \angle 3$ ) の合計と  $\angle 4$  とに差ある時は差を四等分して  $\angle 1 \angle 2 \angle 3 \angle 4$  に按分する。

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  $180^\circ$  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)



觀測角を夫々  $M_1, M_2, M_3, \dots$   
..... $M_8$  とす。

補ふ角を夫々  $v_1, v_2, v_3, \dots$   
..... $v_8$  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

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

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

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

とし、かくて補ふ角は

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

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

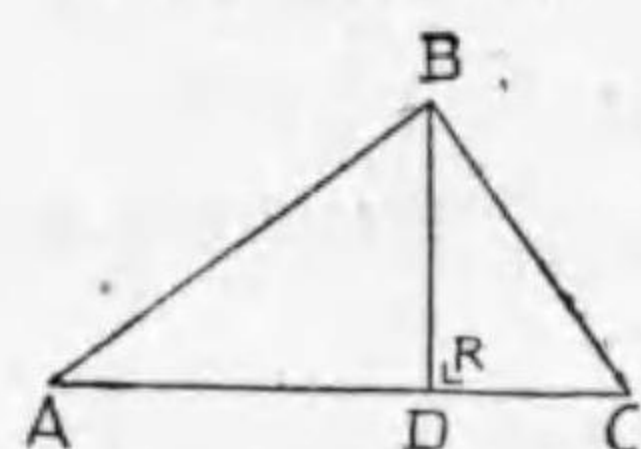
$$v_5 = v_6 = (l_3 + 2l_1) \div 8$$

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

である。

正弦公式の證明圖

(2) の邊長を求むる公式の



$$\frac{BC}{\sin A} = \frac{AB}{\sin C} \dots\dots\dots(1)$$

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

はる。然る時は

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

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

(2) を (1) の左邊に代入すると

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

(3) を (1) の右邊に代入すると

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

(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據線を與へるものである。

トラバーシングは範圍も小さいから

(1) 測角は分位迄とする

(2) 距離は粉迄で良い

トラバーシングの外業及内業は三角測量の順序と殆ど同様である。即ち

#### 1. 撰 點

自分が詳しくオフセットを取りたいと思ふ所や變化のある所を撰點して杭を打つて行く。

#### 2. 測 角

方位角を測る方法が最も用ひられてゐる。之は計算實例に述べてあるから省き、他の偏位角による方法を後で述べよう。

#### 3. 距離測定

布巻尺を用ふるか又はスタヂヤ測量で距離を求める。

#### 4. 全線の方位計算

#### 5. 全線を経緯距に分つ

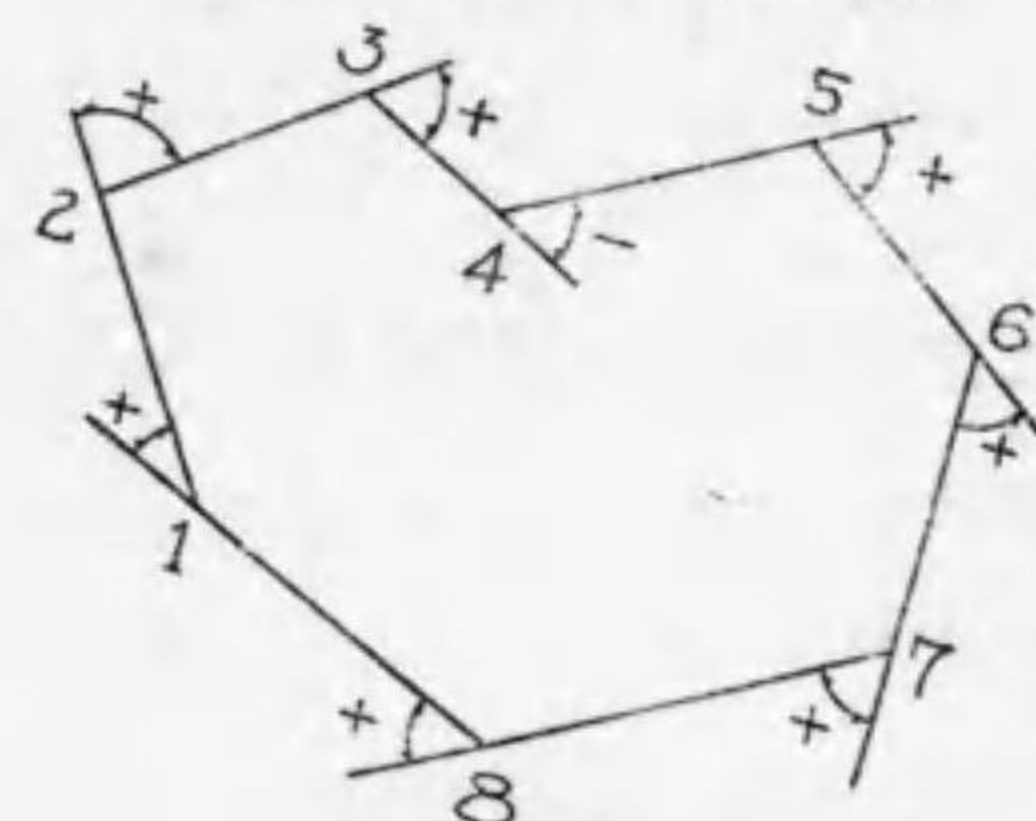


6. 各點の坐標を知つて三角點間にかき入れること。

### 偏倚角トラバースング

偏倚角とは第25圖の矢印の如き外角である。

偏倚角トラバースングの圖



第25圖

この方法は偏倚角を測つて行く方法で道路、鐵道等の路線測量に利用される。トランシットは零度より左右180°が良い。それは偏倚角は180°以下だからである。第25圖に於いて先づ1測點にトランシットを据付け、テレスコープ

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。之が檢算になる。

以上の各測點を圖に畫くには先づ1-2線の方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ス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. 〃 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。尙凡例は参考のため陸軍陸地測量部の符號を拜借して添へて置かう。

第26圖 符號

⌘	神祠	×	警察署		木柱圻牆
卍	佛宇	△	控訴院及所 監獄		鐵柵
+	西教堂	×	監獄		木柵
○	內國公署	⌘	稅關		板牆
◊	外國公署	◇	稅務監督局及署		竹垣
M	陸軍所轄	⊗	林區署		埕
M	海軍所轄	⊗	鐵務署		生籬
⊗	團司令部	◇	專賣局同支局 及同製造所		土圍
⊗	旅司令部	⊕	海事部		水濠
☆	要務司令部	⊕	郵便局		墓地
★	警備司令部	⊕	電信局		鳥居
⊕	鎮守府	⊕	電話局		燈籠
○	支隊及所屬	⊕	測候所		記念碑
○	支隊及所屬	⊕	海軍望樓		
○	支隊及所屬	⊕	製造所		
○	支隊及所屬	⊕	銀行		
○	支隊及所屬	⊕	藥庫		
○	支隊及所屬	⊕	火車房		
○	支隊及所屬	⊕	水車房		
○	支隊及所屬	⊕	工塹		
○	支隊及所屬	⊕	兵隊		

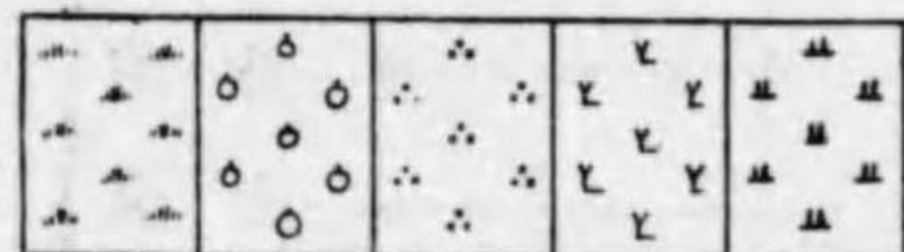
⌘	界標		國道
△	獨立樹及孤竹		縣道
○	抽出樹		里道
△ 97.1	煙突		間路
□ 345.27	三角點		小徑
• 32.5	水準標		荷車ヲル應部
⌘	獨立標高點		並木
⌘	山陵		普通電線
⌘	城墟		鐵道
⌘	火山		特種鐵道
⌘	礦泉		外國
⌘	材料貯蓄場		府縣
⌘	採礦地		國
			郡市
			區町村
			官有地
			地類

汽船渡 人馬渡 人渡 車輛所 徒涉所 水深及岸高

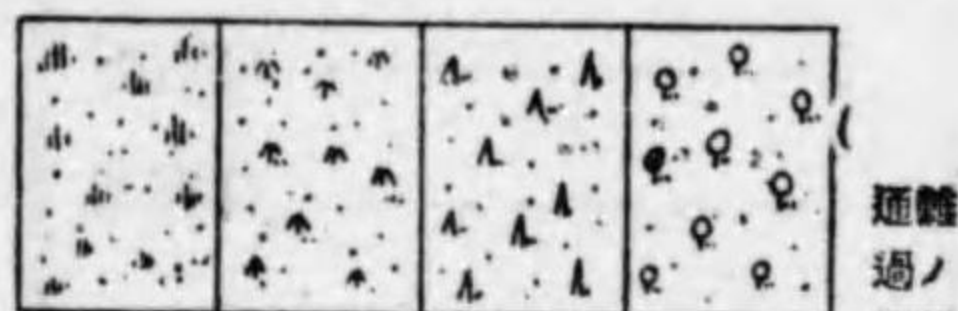


商港 警報標 浮標 固定標 燈臺 無線電信柱

草地 果園 茶畑 桑畑 田

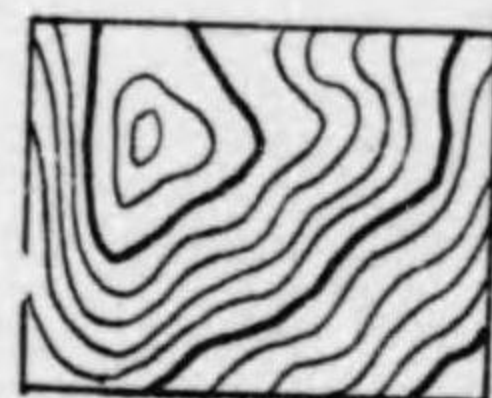


荒地 竹林 鉞樹林 潤樹林



山

符式ニ依リ  
十二年度  
ノ詳式地形  
圖ハ明細



以上で此の著述は終る。鐵道圖書局には各種に互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 録

### スタヂア係數表

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

に於て  $\cos^2 \theta$  を

$$\text{水平係數} = \cos^2 \theta$$

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

に於て  $\cos \theta \sin \theta$

$$\text{高低係數} = \cos \theta \sin \theta$$

〔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

$$\text{水平係數} = 0.9096$$

$$\text{高低係數} = 0.2868$$





(20° - 24°)

Table with columns for 20°, 21°, 22°, 23°, 24° and rows for 0-59. Each cell contains two values for '水平 高低'.

(25° - 29°)

Table with columns for 25°, 26°, 27°, 28°, 29° and rows for 0-59. Each cell contains two values for '水平 高低'.







	50°	51°	52°	53°	54°
	水平 高低	水平 高低	水平 高低	水平 高低	水平 高低
0	0.4132 0.4924	0.3960 0.4891	0.3790 0.4851	0.3622 0.4806	0.3455 0.4759
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 4889	3782 4849	3613 4804	3447 4753
4	4120 4922	3949 4888	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 4750
8	4109 4920	3938 4886	3768 4846	3599 4800	3433 4749
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 4918	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					

### スタチア加数表

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

に於て  $C \sin \theta$

$C \sin \theta$  = 高低加数

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

に於て  $C \cos \theta$

$C \cos \theta$  = 水平加数

加数表は  $\theta$  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〕  $\theta=17^{\circ}30'$   $S=2\text{m}$

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

係数及加数表例を其の儘採用せば

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

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







昭和十三年三月五日印刷  
昭和十三年三月十日發行



實用三角測量術與附

著者 東京工學研究會

鐵道圖書局代表者  
發行者 井村清一  
東京市麴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

東京市麴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  
振替東京三五九三番  
口座東京六六四五一番

(鐵道圖書局製本製)

★工學圖書目錄進呈★ (要三錢切手封入)

東京工學研究會 **七桁對數表附・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嚴算し如何に煩瑣・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 **鐵道曲線表及布設法** 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驗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 **トラバー測量附・計算及應用例** 價金 1.60  
送料 .21

◎ 本書は平面測量中最も重要なトラバー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

◎ 本書は測量の秘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 **圖解實用トランシット測量** 價金 2.30  
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驗より秘技を公開し器械の構造・檢査・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、實例を以て應用の秘至を示せる初學者必讀書。

特232

376



終