

第 6 編 測 量

[關 信 雄]

第1章 略測	547	第1節 概説	595
第1節 距離測量	547	第2節 直接高低測量	596
第2節 角度測量	548	第3節 Yレベルの調整方法	600
第3節 高低測量	548	第4節 ダンピーレベルの調整方法	601
第2章 度器の種類と度器のみ による平面測量	549	第5節 レベルの使用方法	602
第1節 度器の種類と公差	549	第6節 高低測量の精度	603
第2節 距離の測量	551	第7節 野菜と野帳の付け方	605
第3節 度器のみによる平面測量	553	第8節 間接高低測量	605
第4節 面積の計算	566	第7章 スタヂア測量又は視距 測量	608
第3章 トランシットとセオド ライトの構造及調整方 法	568	第1節 スタヂアの原理と精度	608
第1節 トランシット(轉鏡儀)と セオドライト(經鏡儀) 構造及種類	568	第2節 野菜	625
第2節 トランシットの調整方法	574	第8章 平板測量	626
第4章 トランシットによる平 面測量	579	第1節 平板の構造と平板測量の方法	626
第1節 測角の方法	579	第2節 三點問題と二點問題	628
第2節 野菜	580	第9章 六分儀測量	629
第3節 型圖	583	第10章 気壓高低測量	632
第4節 面積の計算	584	第11章 寫眞測量	634
第5章 コンパス測量	591	第1節 概説	634
第1節 概説とコンパスの構造とその 種類	591	第2節 地上寫眞測量	634
第2節 測角の方法	592	第3節 空中寫眞測量	637
第3節 コンパス測量の誤差及精度	593	第12章 三角測量	642
第4節 製圖及面積の計算	595	第1節 概説	642
第6章 高低測量又は水準測量	595	第2節 基線測量	643
		第3節 角度観測	645
		第4節 實測角の修正	645
		第5節 内業	646
		第13章 地形測量	647
		第14章 体積の計算	649

第 6 編

第15章 路線測量	651
第1節 概説	651
第2節 曲線設置方法	653
第16章 隧道測量	657
第1節 概説	657
第2節 隧道中心線の表面設置測量	658
第3節 隧道中心線の地下設置測量	658
第4節 隧道の高低測量	659
第17章 河川測量	659
第1節 平面測量	659
第2節 高低測量	662
第3節 水位観測	666
第4節 流速割定	667
第18章 港湾測量	669
第19章 天體測量	671
第1節 天體用語の定義と天體座標	671
第2節 北極星觀測による真北測量	673
第3節 離度観測	676

測 量

第 1 章 略 测

第 1 節 距離測量

1. 歩測 1) 歩幅による歩測 歩測とは歩行して距離を測る。歩兵の歩幅の1歩は75cmである。歩数を測るには歩数計によるか又は各自數へる。2) 歩行時間による歩測 1分間に歩く距離は約80~90mである。軍隊が1分間に通過する距離は下の如くである。

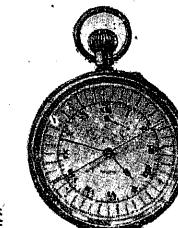
1分間の行進距離

	常 步	速 步	駆 步
歩 兵	—	87.75 m	145 m
騎 兵	100 m	210 m	300 m

2. 音測 空氣中で音の傳播する速度は0°C 標準気壓

の時 約331.92 m/sec である。ストップウォッチにて時間
を測る。第1圖に示すは音響測速器付時計で直ちに距離を讀むことが出来る。

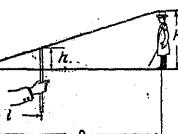
第 1 圖



3. 視角による距離測量 第2圖の如く、目的地

點に立てる高さ既知なる人又は物體を覗ひ、度器を
手にして腕を延し、挾まれたる長さと腕長lを知
れば、距離Dを次式で求める。

$$D = \frac{lH}{h}$$



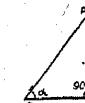
第 2 圖

4. 測距器 第3圖に示す如く、AP間の距離は∠PABを90°にして基線長ABと∠ABP(α)を知れば次式により求むることが出来る。

$$PA = AB \tan \alpha$$

第 3 圖

この理を應用した距離を測る簡単なる測量器がある(第4圖、第5圖)。

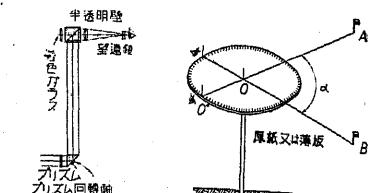


第2節 角度測量

5. 角度計 第6圖の如く、厚紙又は薄板に度盛を施し、中心Oに針を立て、別に針を以てAB 2點を視通して $\angle AOB$ を求める。



第4圖



第5圖

第6圖

第3節 高低測量

6. 視線による高低測量 これは右腕を伸してその拇指の頭部を見通した視線が常に水平になるやうに熟練し、第7圖の如く眼目高(目と地面との距離)が5になれば、AB 2點間の高低差 H は、圖の如く下部より初め視線を求め、最後の端数を目測で求め、全部を加へればよろしい。

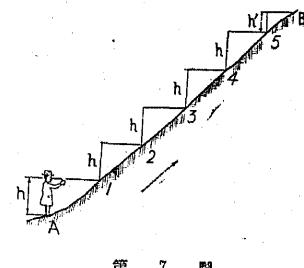
$$H = nh + h'$$

7. 視角による高低測量 第8圖の如き高さ H は、その下部に標準高 B を立て手に度器を持ち各挟まれる長さ h, b を讀めば、次式により求めらる。

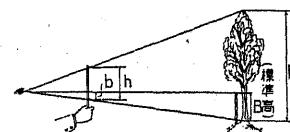
$$H = \frac{h}{b} B$$

8. 腕の長さを利用して行ふ高低測量 A.B の高低差 H は、右腕を水平に伸し(その長さ l) 度器を持ち B を覗ひ読みをとし、更に水平距離 D を測り、眼目高を i とすれば、次式により算出する(第9圖)。

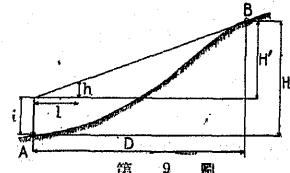
$$H = H' + i - \frac{h}{l} D + i$$



第7圖



第8圖 視角による高低測量



第9圖

第2章 度器の種類と度器のみによる平面測量

第1節 度器の種類と公差

9. スティールテープ(鋼製卷尺) これは測量用度器としては最も優秀である。普通 1mm 近目盛を施す。缺點は温度の高低による伸縮が大なること他の度器に比して比較的高価なこと及び取扱に注意しないと損じ易きこと等である(第10圖)。



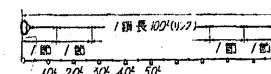
第10圖

10. 竹尺 幅 2cm, 厚さ 5mm 位に作る。竹は温度の高低による伸縮の變化や、乾濕による伸縮が殆ど無い。藪の中でも草原でも測鎖の如く引掛かることなく極めて圓滑に而も迅速に作業が出来る。竹は歐米には少ないから高価であるが、我が國には到る所にあり從つて極めて廉價である。要するに竹尺は外來の測鎖よりも遙かに優秀にして經濟的で理想的の度器である。



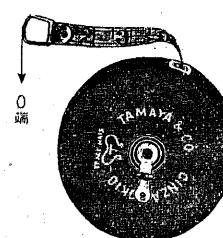
第11圖

11. チエーン(測鎖又は鍊) これは第11圖の如きチエーンである。1チエーンの長さは携帶に便ならしむるが爲め通常 20m に作る。これを更に 100 リンクスに分割する。1鎖長とは一方のハンドルの内側から他方のハンドルの内側に至る長さである(第12圖)。チエーンの特徴は携帶に便なることと丈夫な點であるが、缺點は温度高低の影響が大なること及び草原にては草に引掛かつて作業が困難な點である。



第12圖

12. 布テープ(布巻尺)(第13圖) これは度器としては最劣等である。特徴は軽くして携帶に便且つ廉價の點であるが、乾濕の變化又は張力の強弱により伸縮する割合が非常に大きく、暫らく使用してゐると長さに非常な狂ひを生ずる。されば大切な距離測定には絶対に使用してはならぬ。



第13圖

13. ポール(測桿) 目標に使用する、長さ

は 2 m, 3 m 4 m 等である(第14圖)。

14. 度器 の公差 凡

て度器は使用前は勿論使用後も時々精確なる標準長と比較し、誤差の程度を検査して調整することを要する。而して度器には度量衡法規施行細則による度量衡器検定の公差と云ふものがある。公差とは市場に販賣する度量衡に對し法律上許された誤差である。第1表に示すが如く長さ 20 m の度器に關する公差はチエーン及び麻、竹製卷尺に對しては 3.2 cm にして、ステイールテープに對しては 6.4 mm である。故に重要な距離測量には必ずステイールテープを用ひねばならぬ。

第 1 表 度 器 の 公 差

チエーン及藤竹製巻尺			鋼製巻尺		
全長	全長及全長の上に於ける分長の公差	全長の未満の分長の公差	全長	全長及全長の上に於ける分長の公差	全長の未満の分長の公差
m以下	mm	mm	m以下	mm	mm
1	3.5	1.8	1	0.7	0.35
2	5	2.5	2	1	0.5
3	6.5	3.3	3	1.3	0.65
4	8	4	4	1.6	0.8
5	9.5	4.8	5	1.9	0.95
6	11	5.5	6	2.2	1.1
7	13	6.3	7	2.5	1.3
8	14	7	8	2.8	1.4
9	16	7.8	9	3.1	1.6
10	17	8.5	10	3.4	1.7
11	19	9.3	11	3.7	1.9
12	20	10	12	4	2
13	22	11	13	4.3	2.2
14	23	12	14	4.6	2.3
15	25	12	15	4.9	2.5
16	26	13	16	5.2	2.6
17	28	14	17	5.5	2.8
18	29	15	18	5.8	2.9
19	31	15	19	6.1	3.1
未満			未満		
20	32	16	20	6.4	3.2

全長		全長及 全長の 以上 の分母 の公差		全長の 未満の 分母の 公差		全長の 未満の 分母の 公差		全長の 未満の 分母の 公差		全長の 未満の 分母の 公差	
m	cm	cm	cm	m	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm
20	3.2	2.4	1.6	0.8	20	6.4	4.8	3.2	1.6	1.6	1.6
25	4	3	2	0.90	25	7.9	5.0	4	2	2	2
30	4.7	3.5	2.4	1.2	30	9.4	7.1	4.7	2.4	2.4	2.4
35	5.5	4.1	2.7	1.4	35	11	8.2	5.5	2.7	2.7	2.7
40	6.2	4.7	3.1	1.6	40	12	9.3	6.3	3.1	3.1	3.1
45	7	5.2	3.5	1.7	45	14	10	7	3.5	3.5	3.5
50	7.7	5.8	3.9	1.9	50	15	12	7.7	3.9	3.9	3.9
60	9.2	6.9	4.6	2.3	60	18	14	9.2	4.6	4.6	4.6
70	11	8	5.4	2.7	70	21	16	11	5.4	5.4	5.4
80	12	9.2	6.1	3.1	80	24	18	12	6.1	6.1	6.1
90	14	10.	6.9	3.4	90	27	21	14	6.9	6.9	6.9
100	15	11	7.5	3.8	100	30	23	15	7.6	7.6	7.6

備 考 全長を20mにて表はせる數に1.5
乗し乗じて2を加ふれば全長の
検定の公差をmmにて表はせる
數を得但し最大を1.5cmに止め
全長20m以上のはものは全長の
未満の分長の公差は全長の公
差の $\frac{1}{10}$ とす
未満の分長の公差は全長の公
差の $\frac{1}{10}$ とす
全長の未満の分長の公差は全
長公差の $\frac{1}{10}$ とす

第 2 節 距離の測量

15. 水平地に於ける距離の測量 テープ又はチエーンに依る、距離測量に要する人員は3名。即ち班長、前手、及び後手である。不足の時は前手、後手の2名だけで行ふ。先づ直線の終端にポールを立てる、そこで前手はチエーン又はテープの一端を片手に持ちポールを他の手に携へ、尚ビン10本を持ち直線上を静に前進し、歩測で見當をつけ1チエーンの約20cm程手前で止まり、そこで必ずチエーンを一旦地上に置き、次に班長又は後手の合図を待つ。この時班長の視通しの邪魔にならないやう測線上より體を側方にしてポールを立て、班長の合図に従ひポールを視通し線中に植立する。斯くて前手は次ぎにポールを地上に置いてからチエーンのハンドルを持ち、適度の張力でチエーンを視通し線中に持ち來たす。然る後正確に終端にビンを立てる。若し土地が堅くてビンが入らない場合には、地上に十字を書きその上にビンを置く。次に後手は前進して前手の立てたビンの位置より約5cm程手前にポールを立てゝ前と同様に班長の指図に従つて作業を續行する。斯くて前手のポールが視通し線中に入つたら、後手は静かにビンを抜き取り、チエーンの0端を正確に合はせる。そこで前手と合図をして適度の張力で引つ張り、前手は終端にビンを立てる。斯くて後手は次々にビンを落さぬやうに集め、その數により距離を知る。この作業に於て最も注意すべき事は、後手が前進して前手の立てたビンを抜き取り、いきなり太いポールをその穴に挿し込み穴を増大し、前手が正確にチエーンの終端を示した努力を無駄にしてしまうことである。これは全體の精度に影響するところ甚大であるから特に注意を要する。

尚一つの注意は、班長が前手のボールを視通し線中に導く時に行ふ合図は、ボールを右方へ導く時は右の手を右方に動かし、左方へ導く時には左の手を左方に動かすことである。これも現場で屢々見受けることであるが、片方の手だけを以て、右とか或ひは左とかへ動かしてゐると前手は判断に苦しみ徒らに時間を空費することになる。

16. 緩傾斜地に於ける距離の測量 緩傾斜地ではチェーン又はテープを水平

に保持して測る。即ち努めてチェーンを水平に引張

るやうに努力する。水平は自分量でよろしい。そし

重り附きピンを使用し、登測の場合(第 15 圖)は

又は不規則な不規則な垂直に上昇測定の



第15圖　査測の場合

場合(第 16 圖)はチェーンの終端から重り付きピンを静かに地上に落して終端を地上に投影する。

山地又は耕地測量の場合、傾斜角が約 3° ~ 5°

位の所は、斜面に沿ふて測量したものと水平距離と

して大體差支へ無い。

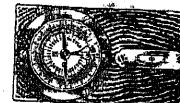
17. 急傾斜地に於ける距離の測量 急傾斜地でチェーンの全長を一度に水平に引つ張ることが出来ない場合は、その緩急の度に應じ 10m , 5m , 3m 等の如く適宜の長さに分けて測量する。このときは斜面の上部より下部に向つて測量する降測の方が結果が良好である。

18. 斜面の傾斜角が一様なる場合の距離測量 緩急何れにしても傾斜面が一様なる場合は第 15 圖、第 16 圖の如き方法によらず次の如くする。即ちチェーンを斜面に沿はしてその斜距離を測り、又傾斜角を傾斜儀(第 17 圖)で測定する。精密なることを要する場合にはトランシットで角を測る。この二つの結果から水平距離を計算する。即ち $L' = \text{斜距離}$, $L = L' \cos \alpha$ とすれば

$$L = L' \cos \alpha$$



第 16 圖 降測の場合

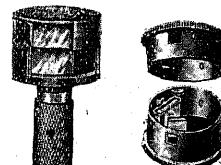


第 17 圖 傾斜儀

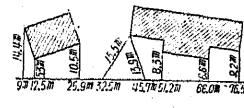
19. オフセット(支距) 地物、建物、構造物、その他細部の位置を決定するには、測線(又は本線、基線)から左右目的物に至る垂線距離を測る。これをオフセット(支距)と云ふ。

支距を測るには、チェーン又はテープを本線上に横たへ、更に別のテープの 0 端を目的物の 1 點に接し、測線上に於て示す距離を讀む。支距線を測線に垂直ならしむるには、目分量で最少の読みを取ればよい。或る場合には簡単な直角儀(第 18 圖、第 19 圖)の類を使用することもある。

オフセットの例は第 20 圖の如く、通常は(a)のやうにする。稍重要な点は例へば(b)の左端に示すが如く 3 邊の長さを測定すればよい。

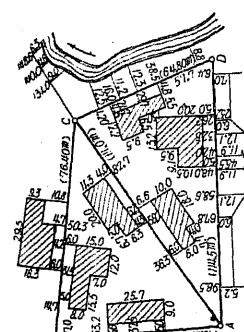


第 18 圖 (a)
第 19 圖 (b)



第 20 圖

オフセットノートの付け方は第 21 圖の如き地域のノートは第 22 圖(a)(b)(c)のやうに付ける。(「)又は(1)の如き印しは、測線が右又は左へ曲がることを示す。

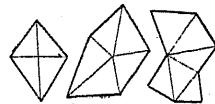


野菜に携帯すべき器具類は、ステイールテープ又は竹尺、チエーン、布テープ、ポール、杭、掛矢、旗、ピン、オフセットノート等である。

ノートは計算や製図をする時に、自分以外の誰にでも解かるやうに明瞭に付けることが必要である。測量区域が狭い場合には見取図を書いて置けばよい。廣い場合には第 22 圖のやうに縦欄式がよい。

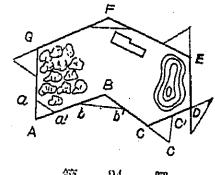
21. 境界線が直線の地域(多角形)の測量

1) 對角線法又は三角區分法 多角形はこれを對角線又は任意の直線を以て幾つかの三角形に區分して各邊を測量すればよい。測量区域内に障礙物が無く自由に視通しが出来る時はこの方法による(第 23 圖)。



第 23 圖

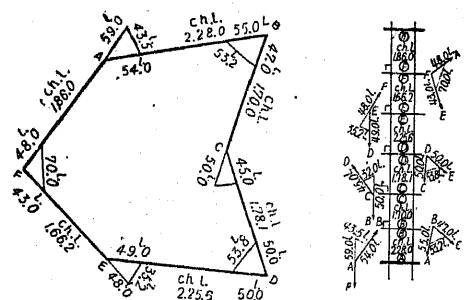
2) 繫線法 測量区域内に建物、森林、山、沼、池等の如き障礙物があつて、三角形に區分することが出来ないか、或は視通しは出來ても距離の測定が出来ない場合には繫線法による。繫線とは、第 24 圖の aa' bb' cc' の如き相交する 2 邊の間に設けた線のことである。即ち各頂點に於て、斯様な繫線と他の 2 邊例へば Aa, Aa' の長さを測れば



第 24 圖

∠aaAa' が決定され、要するに各頂點に小さな三角を作りその 3 邊を測り間接に角を決定する方法を繫線法と云ふ。

第 25 圖、第 26 圖は繫線法によるノートの付け方の一例である。

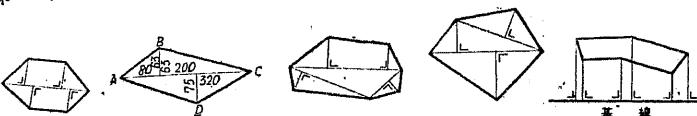


第 25 圖

第 26 圖

3) 縱横測距法(對角線と垂線による方法) 境界線上に障礙物があつて距離測量が出来ない場合には、對角線を本線となし、これから左右頂點に至る距離を測れば多角形の形を間接に決定することが出来る。或は任意の基線を設けてその基線から各頂點に至る距離を測れば、同様にその形を決定することが出来る。

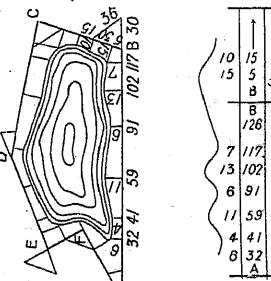
第 27 圖の細線の部分を測れば、實線の形を決定することが出来る。



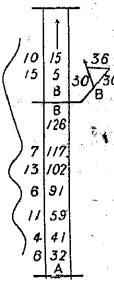
第 27 圖

22. 境界線が一部直線で一部曲線の地域又は全部曲線形の測量

曲線形の場合には、その曲線に沿ひて長さと曲度を測量して、その形を決定することは度器のみでは出来ない。それでこの場合には、曲線に近づけて基線を設け、それから曲線に至るオフセットを測る。或は多角形を以て圍み對角線を測り、又はオフセットを測つて形を決定する。



第 28 圖



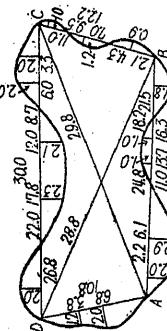
第 29 圖

1) 繫線と支距による方法

池、或は山の如き曲線形は、これを ABCDEF の如き多角形を以て圍み、繫線法で多角形を決定し測線からオフセットを出せば曲線形が決定せられる。第 29 圖はノートの記載法を示す。

2) 對角線と支距による方法

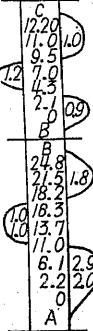
これは第 30 圖の如く、對角線を測つて多角形を決定し、次に測線からのオフセットを測つて曲線形を決定する方法である。第 30 圖 (b), (c) はノートの記載法である。



(a)



(b)



(c)

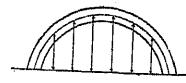
第 30 圖

3) 支距のみによる方法 細長い曲線形の場合には、その曲線形の内部、又は外部に近く基線を設け、オフセットを測れば形を決定することが出来る(第 31 圖)。

32 圖, 33 圖).



第 31 圖



第 32 圖



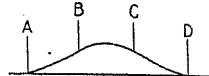
第 33 圖

23. 測量上に障礙物のある場合 1) 小丘を越えて距離を測る方法(第 34 圖)
小丘の両端を A, D とし、互に視通しが出来ないものとする。AD の距離を求むるには、先づ A に近い方で AD の直線上と考へらるゝ地點 B₁ にポールを立てる。但し B₁ からは AD 両端が見ゆることを要す。次に B₁ から合圖をして DB₁ の視通し線内で D に近い方 C₁ にポールを立てる。次に C₁ より A を覗みその視通し線内の B₂ に先の B₁ のポールを持ち來らしむ。次に B₂ D の視通し線中 C₂ にポールを立てる。次に C₂A 線中に B₃ を導き B₃D 線中に C₃ を導き、以下同様なことを繰り返し、最後に B, C 何れの點から視通しても動かす必要が無くなれば始めて BC が AD の直線上に一致したことになる。然る後に AD の距離を測量する。

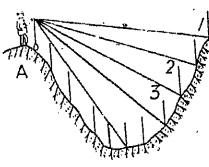
2) 谷の兩岸 2 點間の距離を測る方法 第 35 圖
圖の A より B 點を視通してその視通し線中に順次に 1, 2, 3, … のポールを立て、然る後に距離を測定する。

3) 2 點間に障碍物がある場合に垂線を設けてその距離を求める方法(第 36 圖)
CD 間に障碍物があれば AC より垂線を立て、A'C'D'B' を一直線上に持ち來たせば CD = C'D' となる。

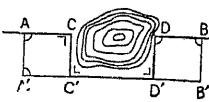
4) 障碍物がある場合に正三角形を作つて距離を求める方法(第 37 圖)
AB 2 點間に障碍物がある場合には、先づ A に於て小さな正三角形を作り AC の方向を求め、次に B が見ゆるが如き C 點を選定し又 C に於て正三角形を作り、CB の長さを AC に等しくとり、最後に B 點に於て小



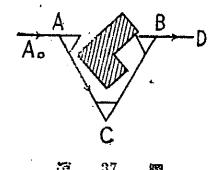
第 34 圖



第 35 圖



第 36 圖

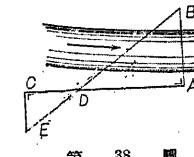


第 37 圖

正三角形を作り、延長を BD とすれば AB=AC=BC となり、且つ BD は A, C の延長となる。

5) 谷川兩岸 2 點間の距離を間接に測る方法 1) 垂線を設ける方法 第 38 圖
の AB の距離を求めるには、BA に直角に ADC 線を設け CE を AC に垂直にする AC 上の任意の點を D とし、BD の延長と CE の交りを E とし、AD, DC, CE の距離を測れば次式により計算することが出来る。

$$AB = \frac{AD \times CE}{DC}$$

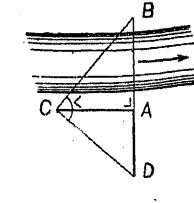


第 38 圖

若し AD=DC にすれば AB=CE となる。

第 39 圖の AB の距離を求めるには、BA に垂直に AC を設ける、AC の長さは任意とす。次に BC に垂直に CD を設け BA の延長との交りを D とす。然らば $\triangle ABC$ と $\triangle ACD$ は相似三角形であるから

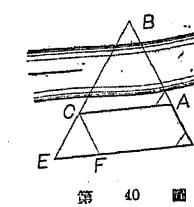
$$AB = \frac{AC \times AC}{AD}$$



第 39 圖

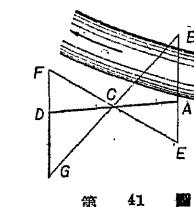
2) 平行線を設ける方法 第 40 圖の AB の距離を求めるには、A から川岸に沿ひ AC 線を設ける。次に BA を延長しその線上に D 點をとる。次に DE を AC に平行に設ける。平行線を作るには A 點で繫線を作り D 點で全く同一な繫線を作ればよい。而して BC の延長との交りを E とし、CF は AD に平行と考へる。然らば $\triangle ABC$ と $\triangle CEF$ は相似三角形である。

$$\therefore AB = \frac{AC \times AD}{DE - AC}$$



第 40 圖

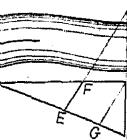
3) 同一なる三角形を作る方法 第 41 圖の AB の距離を求めるには A から任意の方向へ、任意の長さ ACD をとり、C を中點とす。但し F 點をとり得るやうに餘地を存することが必要である。次に BA を延長し E とす、EC を結び更に延長して CE=CF ならしむ。次に FD を延長し BC の延長との交りを G とす。然らば $\triangle ABC$ と $\triangle CDG$ とは全く相等しきを以て $AB=CG$ である。



第 41 圖

4) 任意の三角形を作る方法 第 42 圖の AB の距離を求めるには、BA を適當に延長し C とし、次に A から任意の方向に AD 線を設け DC を結ぶ。AD 上に任意の點 F をとり BF を延長し DC との交りを E とす。而して AF, FD, DE, EC, CA の距離を測れば次の式で AB を計算する。

$$AB = \frac{AC \times AF \times DE}{CE \times DF - AF \times DE}$$



第 42 圖

24. 距離測量の誤差 凡そ或る未知數値を測つてその眞の値又は實の値を見出すことは如何なる測定器、如何なる方法を以てするも不可能である。距離の測量の場合も全く同様で、如何に最善の方法を盡してもその實長を見出すことは到底不可能である。要するに測定器の良否、精粗或は観測の方法その技倆の優劣等に依り多少の差はあるが、観測には必ず幾分かの誤差を伴ふ。角度、高低等の測量に關しても全く同様である。

チエーン又はテープを以て、距離測量の時に生ずる誤差に 2 種ある。即ち償差(又は偶差)及び累差である。1) 傷差とは、測定中に生ずる氣象の急激な變化、即ち溫度、濕度等の不測の急激な變化により生ずる如きもの、或はチエーン、テープを引く時の緊張力が一様ならざるが爲めか、或は各チエーンの終端にピンを立て印しを付ける際に、如何に綿密な注意を拂つても正確に端末に差し込むことは出來ない、必ずや前後左右に幾分かの過不足を生ずるが如き誤差である。要するに測定の度び毎に或は (+) になり、或は (-) になるが如き性質の誤差である。今この種の誤差が、1 チエーン毎に 3 mm 宛あるものと假定すれば、N チエーンの終りには誤差傳播の法則によれば、償差の總和は $\pm 3\sqrt{N} \text{ mm}$ となる。

2) 累差とは、チエーン又はテープが正しい長さを有せず、最初から標準長に比し長短何れかの差があるが如き誤差である。この種の誤差は測量距離が増大するに従つて次第に累積する性質がある、故に累差と云ふ。例へば 1 チエーンに對し 3 mm だけの累差あるものと測定すれば、N チエーンの終りに累差の總和は $3N \text{ mm}$ となる。假りに 4 km の距離を 1 チエーン 20 m のチエーンにて測量して償差 3 mm と假定すれば、償差の總和は $\pm 3\sqrt{200} \text{ mm} = 42.43 \text{ mm}$ となる。而して累差の總和は $\pm 3 \times 200 = 600 \text{ mm}$ となる。これを見ても眞に恐るべきは累を激増する累差である。さればこの累差を除去することについては萬全の注意と努力を要する。

25. 距離測量の精度 距離測量の精度に 2 種ある、一つは技術上達し得る精

密の限度で、他は必要とする目的によつて決定せらるゝところの精度である、これを許容精度と云ふ。

そこで技術上の精度とは、測定度器の種類、即ちその材料の良否、或は構造の精否によるもの及び測定の方法や技倆の優劣により大にその程度を異にするものである。現今技術上達し得る最高の精度を有する方法は、カドミウムの光波長を以て測定する方法である。

次に測定度器の精度に法律上規定されたものがある。即ち度量衡法施行細則により規定されたもので度量衡器の許容公差と云はれてゐるものである(第 1 表)。精度の高きを望む場合には、公差の小なる度器を使用せねばならぬ。而して検定済なる度器は、この公差以内の正確さを有すること勿論なれど、この公差が (+) なりや (-) なりやは通常不明であるから、極めて精密を要する場合には、再び検定所に依頼するか、或は陸地測量部に依頼して細密なる検定をする必要がある。

或る測鎖又は巻尺にて、距離測量を行つた場合に、其の精度の表はし方に 2 種ある。1) 推差を計算しこの推差と平均値との比を以て示す方法、2) 簡単な遣り方であるが只單に 2 回測量をなし、その差と平均値との比を以て示す方法である。1) の方法は或る 2 點間の距離を n 回測量したものとし、その實長を L とする。而して各測量した結果を $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ としこれ等の平均値を L_0 とすれば

$$L_0 = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}{n} = \frac{[L]}{n}$$

此の L_0 を最も實らしき値と云ふ。而して實誤差を E とせば $L - L_0 = E$ であるから $\frac{E}{L}$ を求むれば眞の精度となる筈であるが、この E を求めることは人力では絶対に不可能である。そこで平均値 L_0 に對する推差 r_0 なるものを次のようにして求める。然らば $\frac{r_0}{L_0}$ が精度である。

即ち $L_0 - L_1 = V_1, L_0 - L_2 = V_2, L_0 - L_3 = V_3, \dots, L_0 - L_n = V_n$

茲に $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ を建差と云ふ。

然らば推差 r_0 は次の如くである(誤差論による)。

$$r_0 = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}{n(n-1)}} = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{[V^2]}{n(n-1)}}$$

例へば精度 1/1,000, 1/50,000, 1/1,000,000 と云ふが如くである。

次に各觀測值 $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ 等に對する精度を出すには、その各に對する推差 r を求める。即ち $r = 0.6745 \sqrt{\frac{[V^2]}{n-1}}$ となる。

然らば $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ 等に對する精度は $\frac{r}{L_1}, \frac{r}{L_2}, \frac{r}{L_3}, \dots, \frac{r}{L_n}$ を以て表はされる。この計算には第 2 表を利用する。

第 2 表

n	$\frac{.6745}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{.6745}{\sqrt{n(n-1)}}$	n	$\frac{.6745}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{.6745}{\sqrt{n(n-1)}}$
..	..	..	40	.01080	0.0171
..	..	..	41	.01066	0.0167
2	0.6745	0.4769	42	.01053	0.0163
3	.4769	.2754	43	.01041	0.0159
4	.3894	.1947	44	.01029	0.0155
5	0.3372	0.1508	45	.01017	0.0152
6	.3016	.1231	46	.01005	.0148
7	.2764	.1041	47	.00994	.0145
8	.2519	.0901	48	.00984	.0142
9	.2385	.0795	49	.00974	.0139
10	0.2248	0.0711	50	.00966	0.0136
11	.2183	.0643	51	.00954	.0134
12	.2029	.0587	52	.00944	.0131
13	.1947	.0540	53	.00935	.0128
14	.1871	.0500	54	.00926	.0126
15	0.1803	0.0465	55	.00918	0.0124
16	.1742	.0435	56	.00909	.0122
17	.1688	.0409	57	.00901	.0119
18	.1636	.0386	58	.00893	.0117
19	.1590	.0365	59	.00886	.0115
20	0.1547	0.0346	60	.00878	0.0113
21	.1508	.0329	61	.00871	.0111
22	.1472	.0314	62	.00864	.0110
23	.1438	.0300	63	.00857	.0108
24	.1406	.0287	64	.00850	.0106
25	0.1377	0.0275	65	.00843	0.0105
26	.1340	.0265	66	.00837	.0103
27	.1323	.0255	67	.00830	.0101
28	.1298	.0245	68	.00824	.0100
29	.1275	.0237	69	.00818	.0098
30	0.1253	0.0229	70	.00812	0.0097
31	.1231	.0221	71	.00806	.0096
32	.1211	.0214	72	.00800	.0094
33	.1192	.0208	73	.00795	.0093
34	.1174	.0201	74	.00789	.0092
35	0.1157	0.0196	75	.00784	0.0091
36	.1140	.0190	80	.00759	.0086
67	.1124	.0185	85	.00736	.0080
38	.1109	.0180	90	.00713	.0075
39	.1094	.0175	100	.00678	.0068

〔精度計算〕 實測長及び殘差として次表の値を得たるときは

No.	實測長 (m)	L_n	殘差 V (mm)	V^2	No.	實測長 (m)	L_n	殘差 V (mm)	V^2
1	99.63		+ 3	9	6	99.61		-17	289
2	99.62		- 7	49	7	99.65		+23	529
3	99.61		-17	289	8	99.63		+ 3	9
4	99.62		- 7	49	9	99.62		- 7	49
5	99.64		+13	169	10	99.64		+13	169
							99.627		[VV] = 1,610

$$L_0 \text{ に対する推差} \quad r_0 = 0.6745 \sqrt{\frac{[VV]}{10(10-1)}} = 0.0711 \times \sqrt{1.610} = \pm 2.85 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{精度} = \frac{r_0}{L_s} = \frac{2.85}{99627} \div \frac{1}{35,000}$$

$$\text{式に各観測値に対する推差 } r = 0.6745 \sqrt{\frac{[VV]}{10-1}} = 0.2248 \times \sqrt{1,610} = 9.02 \text{ mm}$$

故に L_1 に対する精度は $\frac{9.02}{99630} = \frac{1}{11.100}$

距離測量に於ける許容精度を障礙物の多少により區別して、概略を示せば次のやうになる。

- (1) 平坦なる地域: 1/2,500····可良, 1/5,000····優良
 (2) 山地: 1/1,000····可良, 1/500····可.
 (3) 市街地: 1/10,000~1/50,000 の精度を要す.

チエーンでは通常 1/1,000～1/5,000 であり、相當に注意すれば 1/10,000位の精度が出る。又ステールテープでは 1/5,000～1/25,000 であり綿密なる注意を拂へば 1/50,000～1/100,000 の精度が得られる。

26. 製圖及地形圖々式 地圖は一般に圖紙の上方を北にとる。如何なる場合にも必ず方位を書くことを要する。その他測量年月日、製圖年月日、測量者、製圖者の氏名及び縮尺を書き入れることを要する。

縮尺は工事の種類、目的等によつて一定してゐないが陸地測量部の地図は20万分の1、5萬分の1、2萬5千分の1、1萬分の1等になつてゐる。

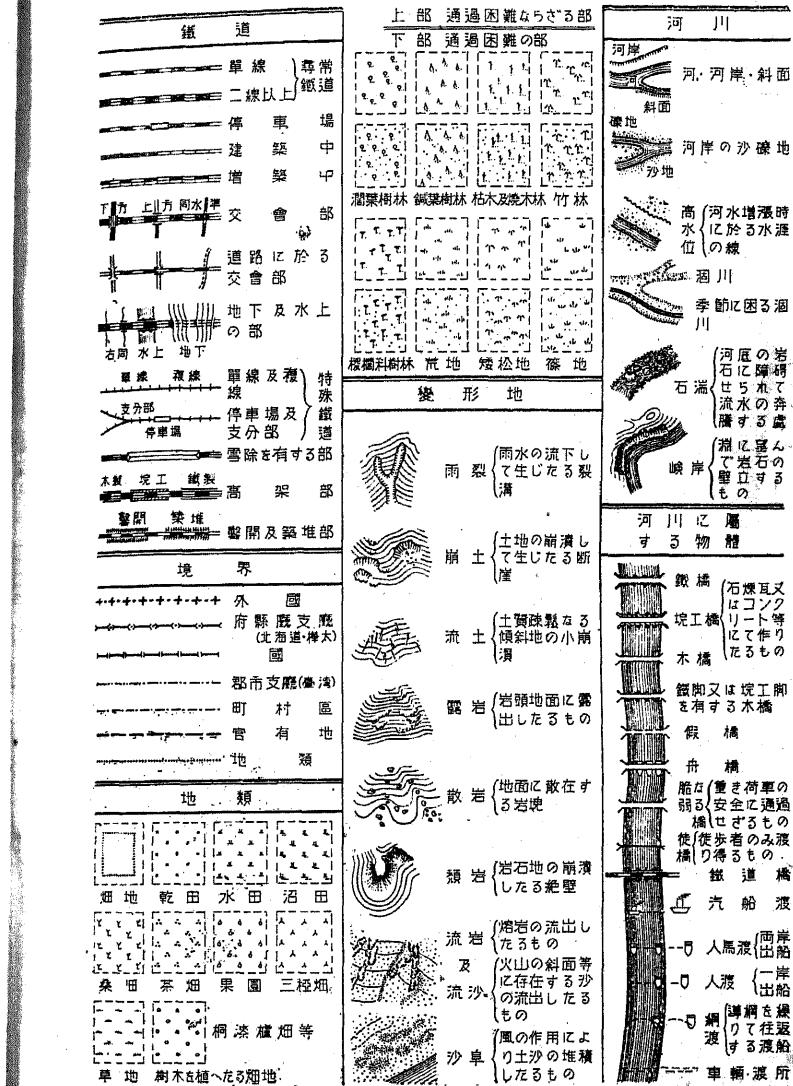
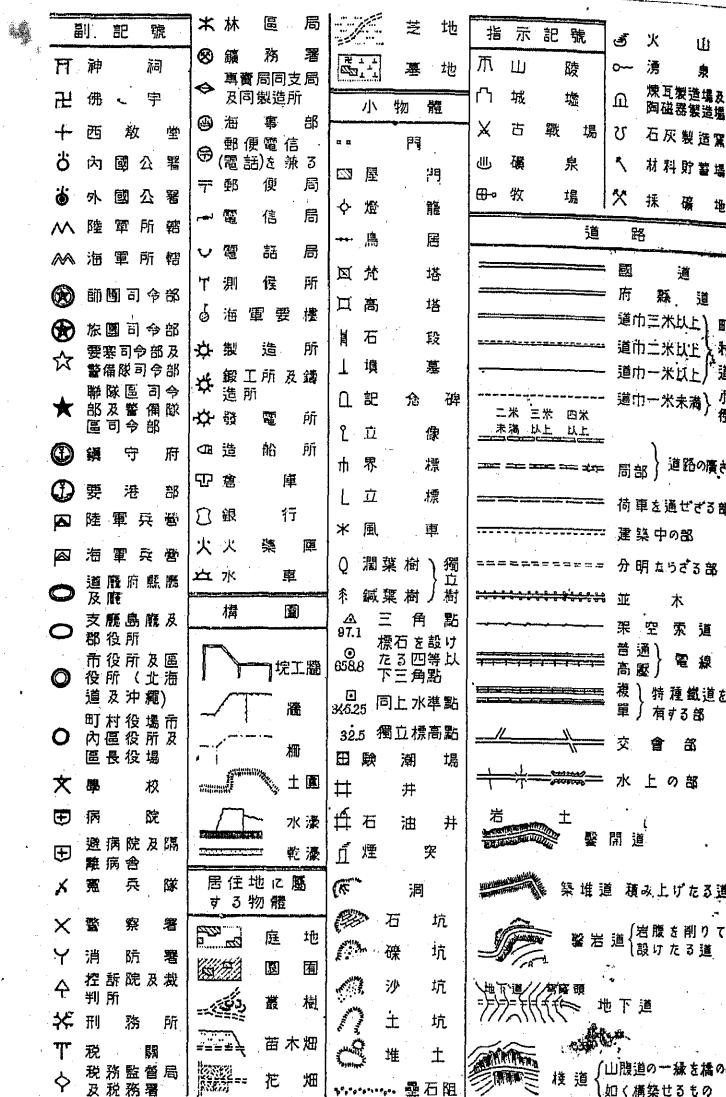
工事に関する圖面は縮尺の大なるものがよい、即ち一般平面圖は 1/5,000.

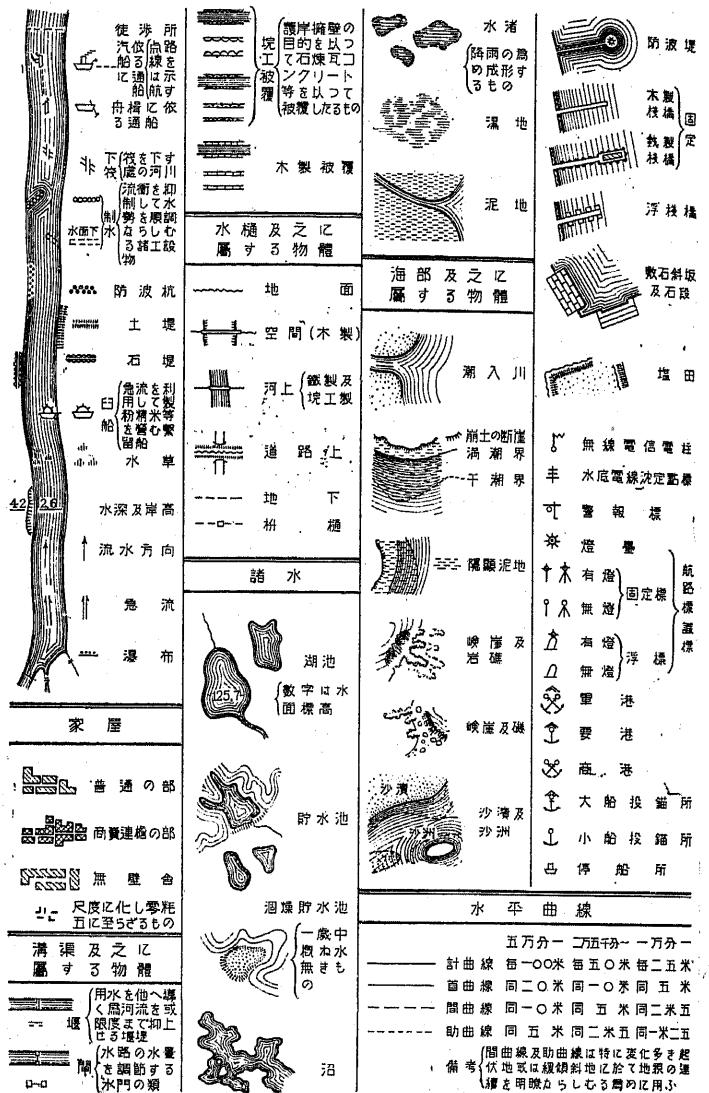
1/2,000 で施工用としては 1/500 である。

圖面を書くに必要な條件は、正確に速

圖は最初に測線を書き誤差を補正して骨組を決定し、然る後に支距を入れ地物、建物、境界等の細部を書く。地形圖の圖式は大體 第 43 圖に従つた方がよい。

第 43 圖 陸地測量部制定地形圖々式(第 562, 563, 564 頁)





一體多角形を測りこれを製圖する方法で最も理想的なのは座標方法であるが、この場合にはこの方法によることは出来ないから已むを得ず次の如き方法で画く。即ちある任意の點から順次に画く。今第44圖と第46圖に於て、先づ A から始めて順次に繋線法により長さと方向を画く。然るときに最終の A' が最初の A に一致しないのが普通である。そして AA' の如き誤差を生ずる、これを閉合誤差と云ふ。この誤差は實測上の誤差と製圖上の誤差とが相重きなつて生ずるものである。

そこでこの誤差を修正するに付て次の如き假定をする、即ち各誤差は邊の長短に正比例して生ずるものとする。然ばに B,C,D,E の各點から AA' 線に平行線を引き各點から移動すべき長さ BB₀, CC₀, DD₀, ... を求める。その方法に2通りある、即ち

1) 圖式方法は第45圖、第47圖の如く任意の縮尺で1線 ABCDEA' を書き AA'なる垂線を立てる、その長さは第44圖、第45圖から縮尺を變へずにその儘とる AA' を結び B,C,D,E から垂線を立てれば、BB₀, CC₀, DD₀, EE₀ 等は直ちに各點の移動すべき長さとなる。

2) 計算方法は次のやうである。

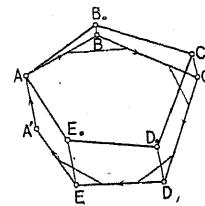
$$\frac{\overline{AA'}}{\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD} + \overline{DE} + \overline{EA'}} = \frac{\overline{EE_0}}{\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD} + \overline{DE}}$$

$$= \frac{\overline{DD_0}}{\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD}} = \frac{\overline{CC_0}}{\overline{AB} + \overline{BC}} = \frac{\overline{BB_0}}{\overline{AB}}$$

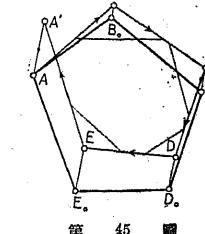
$$\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD} + \overline{DE} + \overline{EA'} = P \text{ とすれば}$$

$$\overline{BB_0} = \overline{AB} \times \frac{\overline{AA'}}{P}, \quad \overline{CC_0} = (\overline{AB} + \overline{BC}) \times \frac{\overline{AA'}}{P}, \dots$$

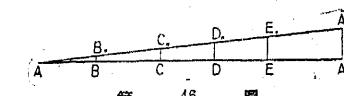
$$\therefore \overline{EE_0} = (\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD} + \overline{DE}) \times \frac{\overline{AA'}}{P}$$



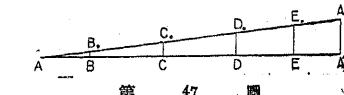
第44圖



第45圖



第46圖



第47圖

第4節 面積の計算

27. 画積の単位 第3表に掲ぐる通りである

第3表 面積の単位

標準単位	其の他の単位		標準単位	其の他の単位		標準単位	其の他の単位	
1 cm ²	0.109寸 ²	0.155吋 ²	9.183cm ²	1 寸 ²	1.42吋 ²	6.451cm ²	0.703寸 ²	1吋 ²
1 dm ²	10.89寸 ²	15.50吋 ²	0.092m ²	1 尺 ²	0.938呎 ²	0.093m ²	1.012尺 ²	1呎 ²
1 m ²	10.89尺 ²	10.76呎 ²	3.306m ²	1 布	3.054疋 ²	404.7m ²	4.030畝	1畝 ²
1 ha	1.008町 ²	2.471エーカー	991.7m ²	1 反	0.245エーカー	0.405ha	4.030反	1エーカー
1 km ²	0.065里 ²	0.380哩 ²	15.42km ²	1 里 ²	5.955哩 ²	2.500km ²	0.168里 ²	1哩 ²

28. 面積計算の順序 多角形の面積はこれを適當の三角形に區分し公式で計算をする。

曲線形の面積は、先づこの曲線形を囲んで適當な多角形を作り、前同様の方法でその多角形の面積を求め、然る後に曲線部分の支距面積を計算して加減すればよい。例へば第48圖の曲線形はこの曲線に沿うて ABCDEA の如き 5 邊形を作りこれを更に A_1, A_2, A_3 の如き三角形に區分してその面積を求め、次に支距面積 a, b, c, d, e, f, g 等を計算すれば、曲線形内の面積は次のやうになる。

$$\text{曲線形内の面積} = A_1 + A_2 + A_3 + a - b + c - d + e - f + g$$

29. 面積計算の方法 面積計算の方法に2種あり、1) 現地に於て面積の計算に必要な諸線を精密に測量する方法、2) 實測製圖したる圖面上で必要な諸線を測つて計算をする方法である。

而して圖上測定の場合にも亦2種ある。即ち 1) 面積計算に必要な諸線をスケールで測つて計算する方法と、2) 機械的測定方法と稱せらるるもので、これに使用する機械を測面器と云ひ、概略の面積を出すのには極めて便利である。

次に支距面積を求める方法に種々ある。即ち等量法、梯形公式、シンプソン第一公式、シンプソン第二公式等である。

30. 等量法 これは主として圖上測定のときに行はれる。第 49 圖の如き曲

線のある場合には、絲又は透明な定規を以て數回試みて $a+c+e=b+d$ になるやうに AB 直線を作り、曲線形を直線形に變形して面積を計算する。

31. 梯形公式 これは曲線形の現地、又は圖上に於て、曲線に近く基線 AB を設けこれを適當な等距離 l に分け、而して第 50 圖の如き支距 $Y_0, Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ を測る。この l の長さは曲線を直線と假定し得る程度の間隔にとる。されば曲りの工合が大なる場合には短かく 1~5 m とし、然しそうの場合には 10~20 m 位にとる。而して一區画を a_i 、總面積を A とせば
$$a = \frac{1}{2} (Y_0 + Y_1) l$$

$$A = \left(\frac{Y_0 + Y_n}{2} + Y_1 + Y_2 + \cdots + Y_{n-1} \right) l = \left(\frac{Y_0 + Y_n}{2} + \sum_{r=1}^{n-1} Y_r \right) l$$

32. シンブソン第一公式 これは境界曲線を抛物線と假定し第 51 圖の如く 2 等分の區割を 1 組として取扱ひ、梯形公式よりは精密な結果が出る。即ち

$$a_1 = \frac{l}{2}(Y_0 + 4Y_1 + Y_2)$$

$$a_2 = \frac{l}{2} (Y_2 + 4Y_3 + Y_4)$$

$$a_3 = \frac{l}{2} (Y_4 + 4Y_5 + Y_6) \cdots \cdots$$

$$A = \frac{l}{3} [Y_0 + Y_n + 4(Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{n-1})]$$

$$= \frac{l}{2} \left\{ Y_0 + Y_n + 4 \sum_{r=1}^{\frac{1}{2}(n-2)} Y_{2r+1} + 2 \sum_{r=1}^{\frac{1}{2}(n-2)} Y_{2r} \right\}$$

第五十一圖

但し n は偶数なることを要する.

33. シンプソン第二公式 これは第 52 図に示すが如く 3 箇の區割を 1 組として取扱ふ。

$$a_1 = \frac{3}{8} l (Y_0 + 3Y_1 + 3Y_2 + Y_3)$$

$$a_2 = \frac{3}{8}k(Y_3 + 3Y_4 + 3Y_5 + Y_6) \quad a_3 = \frac{3}{8}k(Y_6 + 3Y_7 + 3Y_8 + Y_9)$$

$$A = \frac{3}{8} l [Y_0 + Y_n + 3(Y_1 + Y_2 + Y_4 + Y_5 + \dots + Y_{n-2} + Y_{n-1}) \\ + 2(Y_3 + Y_6 + \dots + Y_{n-3})]$$

The diagram shows a trapezoidal element divided into three smaller triangles by a vertical line. The vertices of the trapezoid are labeled y_0 , y_1 , y_2 , y_3 , y_4 , y_5 , y_6 , y_{n-2} , y_{n-1} , and y_n . The top edge of the trapezoid is labeled a_1 and the bottom edge is labeled a_2 .

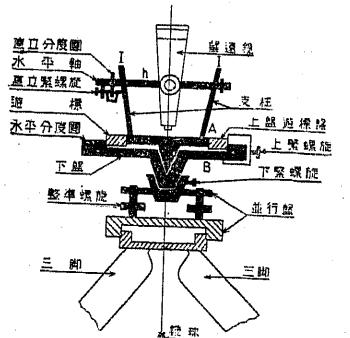
第 52 期

但し n は 3 の倍数 なることを要する.

第3章 トランシットとセオドライトの構造及調整方法

第 1 節 トランシット（轉鏡儀）とセオドライト（經緯儀）の構造及種類

34. 構造と種類 トランシットもセオドライトも、共に角を測る器械である。



第 53 圖 ドランシットの断面

その異なる點は、トランシットは望遠鏡が水平軸の廻りに何回でも自由に廻轉ができるが、セオドライトは只一回反転ができるだけである。而してセオドライトは主としてヨーロッパ産で、トランシットは主としてアメリカ産である。

何れも次の如き各種の測定が出来るやうに装置してある。1) 水平角, 2) 直立角, 3) 高低測量 望遠鏡附屬の水準器を使用して行ふ, 4) 視距測量, 5) 羅盤測量 これ等の内で羅盤の装置の無いものもある。

構造の主體は分度圓と望遠鏡である。第 53 圖は普通のトランシットの断面圖である。第 54 圖は國產 3 吋半トランシットで、分度は 20 分、遊標は 20 秒読みである。各部の名稱は次の如くである。

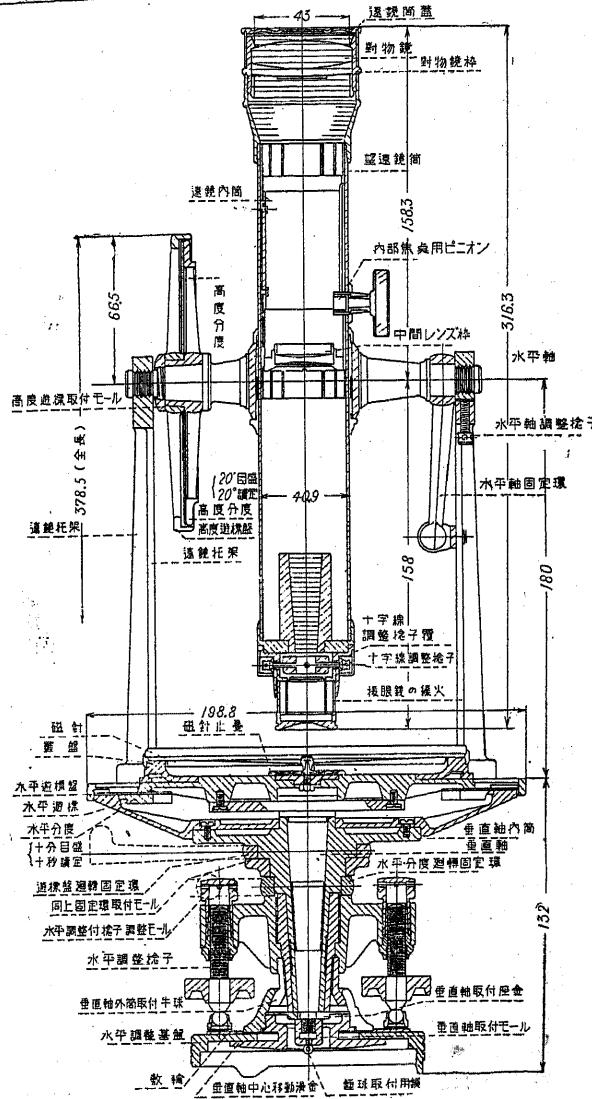
A. 望遠鏡, B. 對物鏡, C. 對眼鏡, E. 直立線調整螺旋, F. 水平線調整螺旋, G. 水平軸, H. 直立緊螺旋, I. 直立微動螺旋, J. 望遠鏡附屬水準器

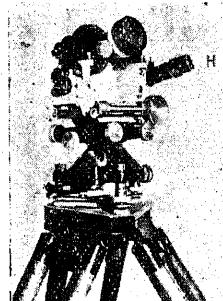
- K. 望遠鏡附屬水
準器調整螺旋, L.
直立分度圓, M.
遊標, N. 支柱,
O. 水準器, P.
水準器調整螺旋,
Q. 上盤又は遊標
盤, R. 遊標, S.
上緊螺旋, T. 上
盤微動螺旋, U.
下緊螺旋, V. 下
盤微動螺旋, W.
整準螺旋, X. 並
行盤.

第55圖は5時
トランシットであ
る。

第56圖はドイツのカールツトイ
ス製セオドライト
である。測微鏡の
装置があつて1秒
迄讀める。これで
水平角と直立角が
Hなる測微鏡で
同時に讀むことが
出来る。

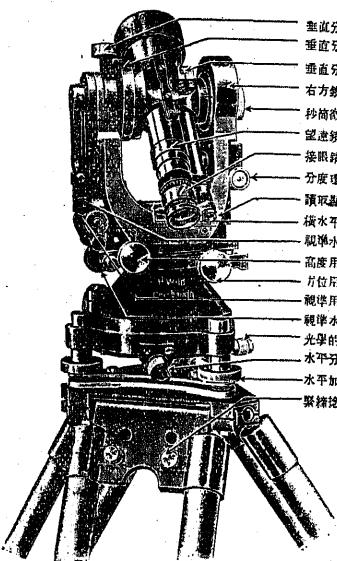
第 57 圖はスヰ
ス製ウキルドセオ
ドライトである。
これは測微鏡の裝
置により 1 秒迄定





第 56 圖

全に読める。然も測微鏡が望遠鏡のすぐ側にあるから観測者はあまり身體を動かさずに直ちに水平角と直立角を同時に読むことが出来る。



第 57 圖

35. 遊標 分度圓の目盛には自ら制限がある。即ち最小 10 分位である。そこで更に細い所を読むのに遊標を使用する。遊標は 1631 年に佛人ピエール・ヴェルニエが考案した方法で、この發明の結果凡ての觀測器械の目盛に一大革命を來たした。

遊標の主眼とする所は、人の肉眼による判斷の中で最も信頼し得る一つの特徴に着眼したのである。即ち第 58 圖に於て、c を ab の中間の點とする時、c が ab の何分の一に相當するかは、「如何なる良眼を以てするも精密に判斷することは出來ぬが、第 59 圖の場合に於て直線 de と ef が一直線であることや、又 gh と kl が一直線でないと云ふことは極めて正確に判斷することが出来る。

次に第 60 圖に於て、圖の下部にあるのが主度器で上部にあるのが遊標である。主度器の 1 目盛を 1 cm とすると (a) に於ては主度器の 9 cm が遊標に於て 10 等分してある。然ばば遊標の e と主度器の d との距離は主度器 1 目盛の 1/10 になる。即ち 1 mm であり、又 g と f との長さは 2 mm となる。

製造分度用固定鏡
垂直分度鏡
垂直分度環用照明器
右方鏡軸座
秒尚微動鏡
望遠鏡焦点調整用環
接眼鏡焦点調節用環
分度環轉換栓
讀取微動鏡用接眼鏡
標準水平器
高度用微動鏡
方位用微動鏡
標準用水平器
標準水平器用微動鏡
光學的中心移動合置用銀板
水平分度環用銀板
水平加減後三本の一本
緊栓

されば今遊標を右方即ち矢印の方向へ移動するとする。移動 1 mm の時には e と d が一致し、移動 2 mm の時には g と f が一致する。而してその際に主度器の 0 と遊標の 0 との差が明らかに 2 mm となる。斯様に主度器の 9 つの目盛を 10 等分すれば、

1 目の 1/10 迄細部の読みを探ることが出来る。今遊標を更

に右方に移動して

(b) の如き位置

に來たとする。然

らば遊標 0 の示す

主度器に於ける讀

みは 21 cm に更

に遊標の 0 との差を求むればよい。

即ち 21.2 cm となる。(c) の場合は 42.7 cm となる。

この種の遊標に於て、遊標の 0 と主度器の目盛との差は、進行の方向に於ける一致線を見出せば讀むことが出来る。これを順読み遊標と云ふ。

一般に主度器の目盛 ($N-1$) 個を N 等分した遊標を作れば、1 目の $\frac{1}{N}$ 迄讀むことが出来る。これが順読み遊標である。

角度を讀むにも、全く同一の原理に基きたる遊標を使用する。第 61 圖から第 66 圖迄は最も普通に用ひられる遊標である。

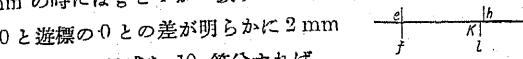
第 61 圖は 1 分読みの複遊標

である。複遊標とは、左右何れの方向へも讀めるものである。

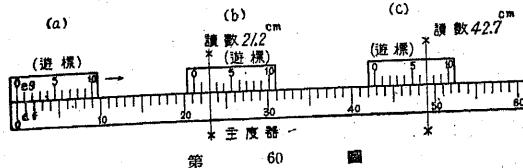
此の分度盤の最小の目盛は 1/2 度即ち 30 分である。これを 29 個集めたものを 30 等分したものを遊標としてある。されば N が 30 であるから分度盤 1 目の 1/30 迄讀める。即ち 1 分読みである。第 62 圖に於て左廻りの場合の讀みは $333^{\circ} 42'$ 、右廻りの場合の讀みは $26^{\circ} 18'$ 。

第 63 圖は 30 秒読みの複遊

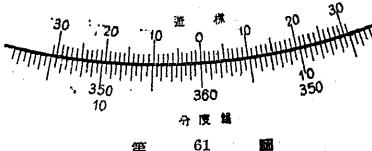
標である。分度盤の最小の目盛は 1/2 度、即ち 20 分である。これを 39 個集め 40 等分した



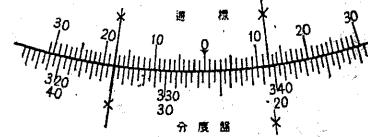
第 59 圖



第 60 圖



第 61 圖



第 62 圖

ものを遊標とする、従つて N が 40 であるから 1 目の $1/40$ 迄読める。20 分の $1/40$ 即ち 30 秒読みである。第 64 圖に於て左廻りの場合の読みは

$333^{\circ} 21' 30''$

右廻りの場合の読みは

$26^{\circ} 38' 30''$

第 65 圖は 20 秒読みの複遊標で、分度盤の最小の目盛は $1/3$ 度即ち 20 分である。これを 59 個集め 60 等分したもの遊標としてある。されば N が 60 であるから 1 目の $1/60$ 迄読める。20 分の $1/60$ 即ち 20 秒読みである。第 66 圖に於て左廻りの場合の読みは

$301^{\circ} 42' 40''$

右廻りの場合の読みは

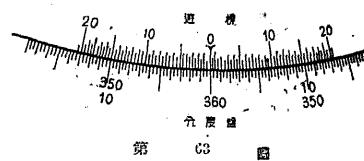
$58^{\circ} 17' 20''$

36. 平盤水準器と整準

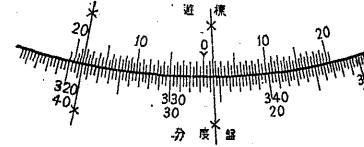
螺旋 通常遊標盤に二つの水準器がある。第 67 圖の A, B の如くその位置は約 90 度になつてゐる。

圓盤を水平にするために整準螺旋がある。第 54 圖の W は整準螺旋である。整準螺旋は 3 個あるものと、4 個あるものとあり、ヨーロッパ型は 3 個で、アメリカ型は 4 個である。

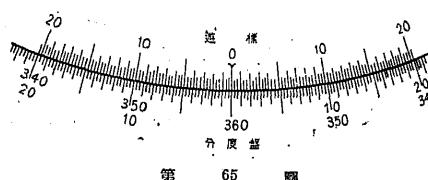
第 68 圖は螺旋が 3 個のときの整準の方法を示す圖である。先づ A 水準器を $a_1 a_2$ なる線に平行ならしむ。そこで $a_1 a_2$ の螺旋を同時に矢の方向に廻轉すれば、A 水準器の右方が上り左方が下り氣泡は右の方へ移動する。又 $a_1 a_2$ を各矢印の反対の方向に同時に廻せば、前と反対に氣泡は左方へ移動する。斯くして A



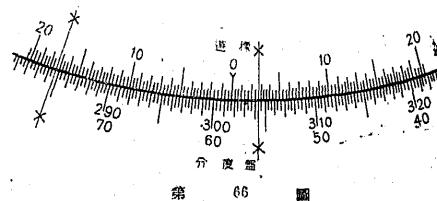
第 63 圖



第 64 圖



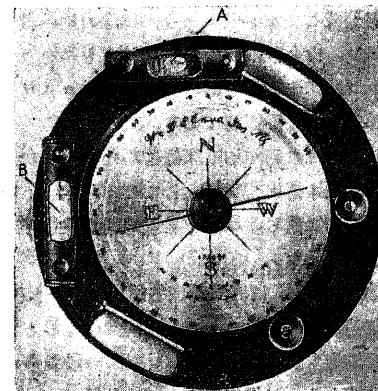
第 65 圖



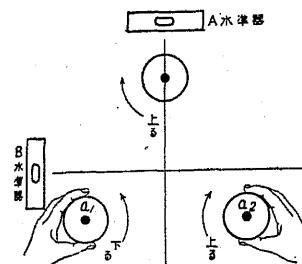
第 66 圖

の氣泡を中央に導いたら、次に b 螺旋によつて、B 水準器の氣泡を中央に導く。b を矢印の方向へ廻せば B 水準器の右方が上る

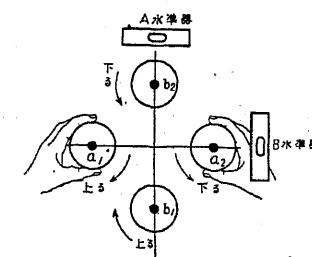
第 69 圖は螺旋が 4 個ある場合の整準方法を示す圖である。先づ A 水準器を $a_1 a_2$ に平行ならしむ。然らば B 水準器も $b_1 b_2$ に平行になる。そこで a_1 と a_2 の螺旋を同時に矢の方向に廻轉すれば、A 水準器の右方が下り左方が上る。従つて氣泡は左の方へ移動する。又 $a_1 a_2$ を各矢印と反対の



第 67 圖



第 68 圖



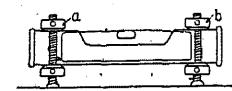
第 69 圖

方向に同時に廻せば、前と反対に氣泡は右の方へ向つて移動する。斯くして a_1 , a_2 を適當に動かして A 水準器の氣泡を中央に導く。次に $b_1 b_2$ の螺旋により B 水準器の氣泡を中央に導く。

而して水準器には第 70 圖 a, b に示すが如き螺旋が裝置してある。これを水準器調整螺旋と云ふ。

37. 望遠鏡

望遠鏡構造の大體は普通のものと大差がない。普通の望遠鏡と異なるところは、唯だ第 54 圖 E, F に示すが如く又



第 70 圖

線が裝置してある點である。蜘蛛の細い線で作れるものを叉線と云ひ、白金の細い針金で作れるものをクロスワイヤと云ひ、又レンズに十字線を刻めるものをクロスラインと云ふ。

第 71 圖は断面圖である。

第 72 圖に示す如く叉線は小なる圓環に張つてある。この圓環は 4 個の螺旋で支へられてゐる。第 72 圖の $B'B'$ を水平線調整螺旋と稱し、 BB' を直立線調整螺旋と云ふ(第 71 圖 B も同様である)。

第 54 圖 E は直立線調整螺旋、F は水平線調整螺旋である。

望遠鏡には正像のものと、倒像のものとがある。正像のものは云ふ迄も無く見易いが、レンズの數が多い爲め幾分光度が不充分である。又倒像のものでは見難いが、光度は前者よりも明るい。

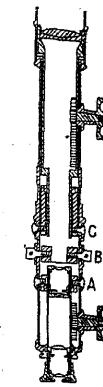
望遠鏡の増大率は通常 20 ~ 30 倍である。

大概のトランシットには、叉線の外に第 73 圖 U, L の如き 2 本の線が裝置してある。スタヂアヘーヤ(視距線)と稱し、上のを上線、下のを下線と云ふ。この視距線間の距離は、視距線調整螺旋によつて調整することが出来るものと、固定して調整の出來ないものとある。

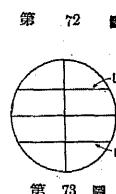
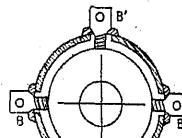
望遠鏡で視準をするには、先づ接眼鏡移動螺旋により叉線が明視するやうに調整し、然る後對物鏡移動螺旋により遠方の目標に焦點を合はせる。叉線の面と像の面とが一致しないと視差を生ずるから、接眼鏡を調整して視差の生じないやうにすることが肝要である。

第 2 節 トランシットの調整方法

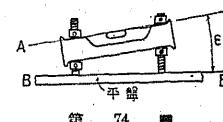
38. 平盤水準器の調整 この調整は如何なる場合にも必ずやらねばならぬ。第 67 圖、第 70 圖に示す二つの水準器の氣泡が中央にある時に、平盤は水平にならねばならぬ。若し第 74 圖の如く氣泡管軸 AA と平盤面 BB が傾いてゐると、たとへ氣泡は中央に



第 71 圖



第 73 圖



第 74 圖

導かれてても、平盤は水平にならない。そこでこの AA と BB を平行にすることが必要である。

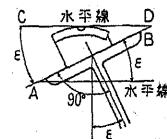
先づ上盤又は下盤を静かに廻して、水準器を最下部にある整準螺旋の直上に持ち來たす。それから整準螺旋を廻して氣泡を中央に導く。次に平盤を静かに約 180°廻轉する、そこで氣泡が依然として中央にあれば、AA 軸は BB 線に平行なる證となる。若し氣泡が移動した場合には、先づ整準螺旋によつて氣泡を誤差の半分だけ中央の方へ導く、然る後に管軸附屬の調整螺旋をスパナーで廻して、氣泡を残りの半分だけ動かして中央に導く。

理由は第 75 圖に示すが如く、管軸 CD と平盤 AB とが平行でなく、その傾きを ε とする。第 75 圖に於て、氣泡が中央にあるものとすれば、管軸 CD は水平である、AB は ε だけ傾いてゐる。

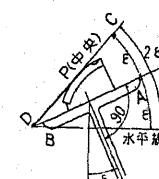
次に平盤を約 180°廻轉すれば、第 76 圖の如くなる。B は左へ A は右になる、氣泡は移動して圖の如くなる。而して管軸と水平線とのなす角は 2ε となる。されば整準螺旋により ε だけ調整すれば AB が水平線に一致し、更に管軸調整螺旋により調整すれば CD も亦水平線に一致することになる。この調整は 1 回だけでは不充分であるから、2~3 回繰返へして行ふ。

39. 十字線(叉線)の調整 十字線の交點は正しく望遠鏡の中心即ち光心に一致してゐなければならない。この調整は更に 1) 直立線の調整 2) 水平線の調整の二つになる。

I) 直立線の調整 水平角の測定をする場合にはこの調整は必ずやらねばならぬ。先づ器械を大體平らな所に据附ける、そして前後約 50~100 m 位充分に視通しが出来る餘地を要する。そこで平盤水準器の氣泡を中央に導き、器械から約 50~100 m 離れた壁か或ひは建物の壁に紙を張り明瞭に X 印を畫く、これを A 點とす。次に望遠鏡を正にし(望遠鏡正とは望遠鏡附屬の水準器が望遠鏡の下にある場合のことであり、望遠鏡倒とはこの反対である)、直立線の中心を A 點に一致せしめる。かくて上下盤の緊螺旋を凡て緊めて動かぬやうにし、然る後に直立螺旋を緩め望遠鏡を反轉して倒にして、前の A 點迄と同距離を有する所に紙を貼り、直立線の中心の示す位置に視準者が合図をして X 印を畫かしめる。これを B₁ とする(第 77 圖)。この時に右に導く時は右手で、左に導く時は左手で



第 75 圖

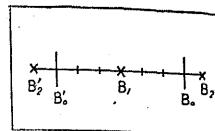


第 76 圖

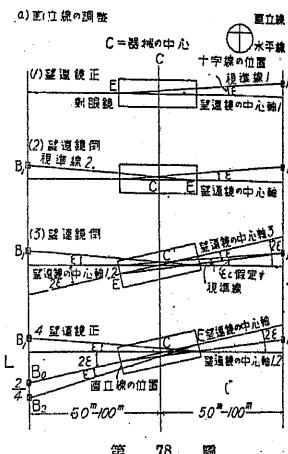
合圖をする。そしてオーライの時は両手で合圖をする。若し建物とか塀などのない廣場の場合にはトランシットの箱か或ひは標尺の類を利用すればよい。次に望遠鏡倒の儘で、上盤又は下盤の緊螺旋を緩め、静かに水平に回転して最初の A 點を視準し、緊螺旋を緊める。次に望遠鏡を水平軸の廻りに廻轉して望遠鏡を正にし第2點の方を視準し、かくて直立線の中心が始めの B₁ に一致せるや否やを見る。若し一致すれば、直立線は正しいのである。若し一致しないときは合圖をし視線の示す位置に×印を畫かせる、これを B₂ とする。この B₂ は B₁ の右方になる場合と、左方(第 77 圖 B₁)になる場合がある。されば最初の B₁ 點はなるべく紙の中央部に畫いた方がよい。然らばこの B₁ B₂ が誤差の 4 倍になつてゐる(證明後述)、さればこの B₁ B₂ を 4 等分し、最後の點 B₂ から 1/4 の所へ印を附けてこれを B₀ とする(第 77 圖)。そこで望遠鏡の直立線調整螺旋により直立線が B₀ に一致するやうに調整すればよい。

次に誤差が 4 倍に出て来る理由を證明する。第 78 圖に於て、C を器械の中心とし、E を對眼鏡の位置とする。圖は望遠鏡を上から見た平面圖である。今直立線が望遠鏡の中心軸と一致せず E だけの誤差があり(1)に示すが如くなつてゐるものとする。(1) は望遠鏡正で向つて右方を A 點とす。(2) は望遠鏡倒で左方 B₁ に印しを付す。(3) は望遠鏡倒で右方 A 點に視準したところである。望遠鏡中心軸は(1)の中心軸と 2ε だけ傾くことになる。(4) は望遠鏡正で B₂ に視準して印しを付けたところである。されば B₁ B₂ は誤差の 4 倍となる。直立線を正しき位置に導くには最後の點 B₂ より誤差の 1/4 點 B₀ に一致せしむるやうにすればよいことになる。

2) 水平線の調整 この調整は次の如き測定をする時には是非やらねばならぬ。即ち直立角の測定、スタヂア測量及びトランシットで高低測量をやる場合にはこの調整を必要とする。この調整方法は次の如くである(第 79 圖)。



第 77 圖

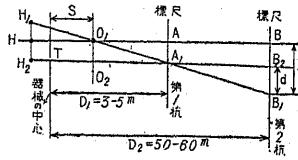


第 78 圖

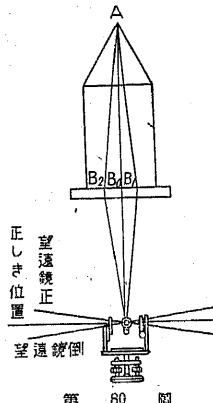
先づトランシットを据附ける。3~5m 離りたる點に第1の杭を打ち 50~60 m 離りたる點に第2の杭を打つ。そこで第1杭上に標尺を立て、望遠鏡を正にし略低水平にして、水平線の示す読みを取る、これを A₁ とする。次に第2杭上に標尺を立て望遠鏡は前の儘にして標尺の読みを取る、これを B₁ とする。然る後に望遠鏡を倒にして水平に約 180°廻轉し、再び第1杭の標尺を視準し読みを前同様 A₁ に一致せしむる、それから望遠鏡を動かすことなく第2杭上の標尺を視準する。斯くて示す読みが前同様に B₁ なれば、水平線は正しいのである。若し一致しない場合にはその読みを取る。それを B₂ とする。而して對物鏡の焦點距離を f、標尺の読み B₁ B₂ の差を d、器械の中心から對物鏡中心點迄の距離を δ とし、 $\frac{d}{f} + \delta = C$ とす。而して第 79 圖に於ける B₁ B₂ を x とすれば、 $x = \frac{dD_1}{C}$ である。そこで最初の點 B₁ より x 文最後の視準點 B₂ の方に向つて離れた點 B₀ に水平線が一致するやうに水平線調整螺旋により調整すればよい。

40. 支柱の調製 支柱の高さは左右同一なることを要する。然らざれば視準線は直立面内を廻轉することが出來ぬ。この検査並びに調整は第 80 圖に示すが如く、高き建物の近くにトランシットを据附け、先づ望遠鏡を正にし上部の固定點 A を視準し、上下盤の緊螺旋を緊めて望遠鏡を下方へ向け建物の基礎上へ叉點の示す所へ×印を付ける、これを B₁ とする。次に望遠鏡を倒にし水平に約 180°廻轉し再び A 點を視準し、上下盤緊螺旋を緊めて再び下方を視準する。而して前の B₁ 點と一致すれば即ち支柱は正しいのである。若し一致せぬ場合には視點は B₁ の右か或は左になる。然らばその視點へ×印を付ける、これを B₂ とする。次に B₁ B₂ の中央に×印を付けて B₀ とす。そこで支柱に裝置してある調整螺旋を以て叉線が B₀ に一致するやうに加減する。

この調整の際に注意すべきことは、A 點は絶対に風の影響を受けない固定點なることを要する。避雷針の如きは風で動くから不適當である。

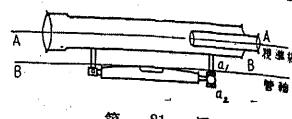


第 79 圖



第 80 圖

41. 望遠鏡附屬水準器の調整 望遠鏡附屬水準器の管軸 BB (第 81 圖) と、望遠鏡の視準線 AA とは平行なることを要する。第 81 圖の a_1, a_2 が調整螺旋である。この調整方法は 3 本の杭を打込んで行ふが故に**抗打調整法**と云ふ。



第 81 圖

この検査並びに調整方法は、第 82 圖に示すが如く、一直線上の D, A, B に 3 本の杭を打つ、距離は AD 間約 2~3 m, AB 間 60 m~100 m とする。トランシットを AB の中央に正確に据付け、平盤を水平にする。次に望遠鏡水準器の氣泡を中央に導く然ばば水準器は水平になる。そこと

で A 杭上に立てた標尺の読みを取りこれを a_1 とす、水平に約 180° 回轉し、B 杭上の標尺の読みを取りこれを b_1 とす。今 AB 兩杭頭の高低差を h とすれば、 $h = b_1 - a_1$ となる。何となれば器械の中心 C は、AB 2 點間の中點であるから、圖の三角形は二等邊三角形である。されば管軸と、視準線とが平行でない器械を用ひて測量をする場合には、器械を兩點間の中點に据附ければ、この種の不整から生ずる誤差を除去することが出来る。

次に器械を AB の延長線上の D 點に据附け、氣泡を中央に導き、然る後に AB 2 點上の標尺の読みを取り、夫々 a_2, b_2 とす。そこで

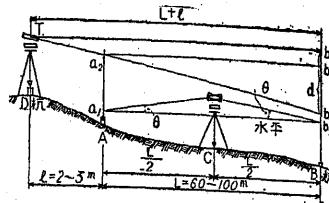
1) $b_2 - a_2 = b_1 - a_1$ なれば、管軸と視準線とは平行である。
2) $a_2 - a_1 > b_2 - b_1$ なれば、平行でないから調整を要する。丁度第 80 圖の如き場合である。今 a_2 を過る水平線を考へ、B 點の標尺と交る點を b'_2 とする。望遠鏡 T を水平にした際に其の水平線が B 標尺と交る點を b_0 と考へ、 $b_0 - b_2 = d$ とする。然ばば $\Delta b_0 Tb_2$ と $\Delta b'_2 a_2 b_2$ とは相似三角形であるから

$$d : (L + l) = (b'_2 - b_2) : L \quad \therefore \quad d = \frac{L + l}{L} (b'_2 - b_2)$$

然るに $b'_2 - b_2 = (b'_2 - b_1) - (b_2 - b_1)$, $b'_2 - b_1 = a_2 - a_1$ なれば

$$d = \frac{L + l}{L} \{ (a_2 - a_1) - (b_2 - b_1) \}$$

となる。さればこの場合には、 b_2 から更に d 丈け上の點迄、即ち b_0 に水平線を一致せしめ直立緊螺旋を聚める。然る後に氣泡管の一端にある調整螺旋を以て



第 82 圖

氣泡を中央に導く。

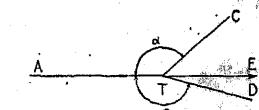
3) $a_2 - a_1 < b_2 - b_1$ であれば b_2 から d 丈け下の點を視準して前同様に調整をする。

42. 直立分度圓の調整 望遠鏡附屬水準器の氣泡が管の中央にある時即ち視準線の水平なる時に、直立分度圓の遊標が 0 を示せばよろしい。0 を示さない時は遊標調整螺旋を用ひて調整をする。若し調整装置のない器械ならば、實地測量の際にこれ丈けを加減すればよい。

第 4 章 トランシットによる平面測量

第 1 節 測角の方法

43. 後観と前観 第 83 圖 T 點にトランシットを据付け、水平角 α 又は β を測定するか、或は AT 直線を E の方向へ向け延長せんとする場合に、最初 A 點に視準し TA を準線として測角するものとすれば、A に對するが如き視準を後観と云ひ、C, D 或は E 點に對する視準を前観と云ふ。



第 83 圖

44. 直線の延長 第 84 圖の直線 AB を C に延長せんとするに最も簡単な方法は、A にトランシットを据附けて B 點を視準し、この視通しの延長上に C 點を設ければよい。

第 85 圖に於ては、B 點に据附けて AB 線を

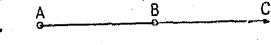
C の方向に延長せんとするので

ある。左程精密を要せぬ場合に

は、A に後視し望遠鏡を水平軸

の廻りに反轉し、その視通線上

に C 點を設ければよい。



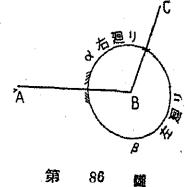
第 84 圖

然しながら精密なることを必要とするときは、次のやうなことをする。先づ望遠鏡を正にして A 點に後視す、次に望遠鏡を反轉して倒にし、その視通し線上に

1 點を設け C_1 とす。次に望遠鏡倒の儘で再び A 點に後視し、然る後に望遠鏡を反轉し正とする。その視通し線上に點 C_2 を設ける。この $C_1 C_2$ の中央を O とせば、BC は AB の正しき延長線となる。若し C_1 と C_2 が一致すれば誤差の

無い證となるが、大概の場合には一致しない。次に C にトランシットを据附け同様にして D 點を求める。

45. 最も簡単なる水平角測定の方法 第 86 圖の $\angle ABC$ を測定するには器械を B 點に据附け、分度圓の 0 と遊標の 0 を合はせ上盤の緊螺旋を緊め A 點に後視す。それから上盤を緩め C 點を視準し遊標の読みを取ればよい。この際に角は右廻りの α であるか、左廻りの β であるかを明らかにノートに付けることが必要である。



第 86 圖

第 2 節 野 業

46. 踏査選點準備作業 野外實測に要する人員は、測角班 3~4 名、距離測量班 3 名、オフセット掛けノート付け共 3 名位である。

チエーンサーベイの場合と同様に、先づ測量豫定地域を踏査し、最も理想的な所に測點を設ける。

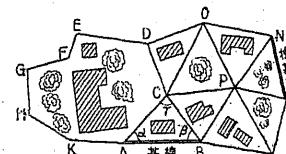
大體の形を決定するのに二つの方法がある。1) は三角形を以て囲む方法で、2) は多角形を以て囲む方法である。前者を三角測量と云ふ。視通しが出来る場合か、或は面積の大なる場合(大體 100 萬 m^2 以上)には三角測量による。又測量區域内に障碍物があつて視通しが不可能の場合には多角形を以て囲む。

三角測量に於ては、選點のときに 1 角の大きさは $30^\circ \sim 120^\circ$ になるやうにすることが必要である。そこで或る 1 邊の長さを精密に測定する、これを基線と云ふ。而して各角を測り他の邊は計算で出す。又適當な他の邊の長さを實測し計算して出したものと照査する。これを検基線と云ふ。

第 87 圖に於て

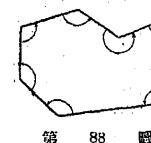
$$\frac{AB}{\sin \gamma} = \frac{AC}{\sin \beta} = \frac{BC}{\sin \alpha}$$

$$\therefore AC = AB \frac{\sin \gamma}{\sin \beta}, \quad BC = AB \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

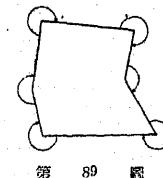


第 87 圖

47. 最も簡単なる方法 第 88 圖は多角形の内角を測角する方法である。第 89 圖は外角を測角する。第 90 圖は進行の方向に向つて左側を測角し第 91 圖は左右両側を交互に測角する方法である。

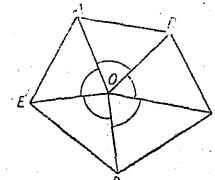


第 88 圖

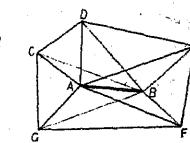


第 89 圖

第 92 圖は、小區域で精密を要しない場合に行ふ方法である。即ちトランシットを O 點に据附け、各角を測角し、次に O から各點に至る距離を測量して點線で示す多角形を決定する。第 93 圖は、多角形 CDEFG を決定するのに、基線 AB を測定し、A 點にトランシットを据附け各點に至る角を測る。次に B 點にトランシットを移し再び各點に至る角を測る。そして各方向線の交りを求める。これを交切法と云ふ。



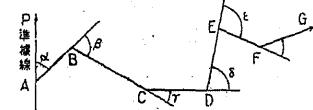
第 92 圖



第 93 圖

48. 偏角測定法 これは道路、鐵道、運河、上水、或は下水等の中心線の方向等を求むる方法である。

第 94 圖の $\beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ 等の如く、或る測線の延長と次の測線のなす角を偏角と云ふ。先づ AP の如き任意の準據線を作る。但しこれはなくてもよい。A にトランシットを据附け α を求める。次に B 點に器械を据附け、遊標 $0^\circ 0' 0''$ にする。望遠鏡倒にして A 點に後視す、望遠鏡を反轉して正にし、上盤を緩め偏角 β を讀む。以下全く同様にして進行する。極めて精密なる結果を望む場合には、B に於て望遠鏡を正にして A に後視し、更に反轉して倒にし C を視準し、前後 2 回の平均を取り種々なる誤差を除去する。

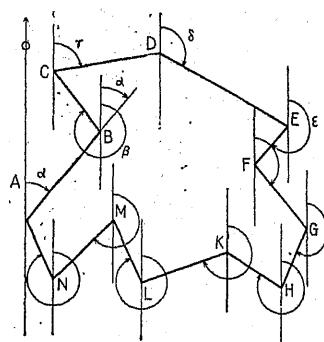


第 94 圖

この方法は鐵道、道路の曲線設置の場合にも用ひられる。

49. トラバーシング（經緯測量又は折進測量）この方法は或る1つの準據線を假定し、各測線がこの準據線となす角を測定する。第95圖に於て、ABCD…Nの多角形を測量する場合に、A點を通る任意の直線PAを設け、各點に於て各測線がPAに平行なる方向となす角を測る、即ち α 、 β 、 γ 、…等を測るのである。

この測角の方法は、先づ器械をA點に据附け、望遠鏡を正にし、遊標を $0^{\circ} 0' 0''$ にする。次にP點を視準し下緊螺旋を緊める。遊標盤を緩め次の點Bを視準し α を讀む。これでAに於ける測角は終りである。次に遊標の読みを α の儘にし、下緊螺旋を緩めて自由に動くやうにして α の読みの狂はぬやうに極めて静かに第2點Bに移る。Bに於ける測角は、先づ望遠鏡を倒にする（これを忘れないやうに注意すること）。次に遊標 α の儘でA點に後視す。次に望遠鏡を正にする。さうすると望遠鏡は丁度A點でBを視準した方向に一致することになる。次に遊標盤を緩めC點を視準し、 β を讀む。以下全く同様に β の儘でCに据附け、望遠鏡を倒にしてBを後視し、次に正にし γ を讀む。斯様にして次々に進んで最後にA點に歸り倒にしてNに後視、正にしてP點を視準す。そこで遊標が $0^{\circ} 0' 0''$ を示すか、或は許容誤差の範囲ならばよい。若し誤差が大なる場合には更に測角を繰返す。



第 95 圖

第 4 表 トラバーシングの許容誤差

N	$\varepsilon_a=60''$	$\varepsilon_a=30''$	$\varepsilon_a=20''$	$\varepsilon_a=10''$
3	104''	52''	35''	17''
4	120	60	40	20
5	134	67	45	22
6	147	73	49	25
7	159	79	53	27
8	170	85	57	28
9	180	90	60	30
10	190	95	63	32
11	199	99	66	33
12	208	104	69	35
13	216	108	72	36
14	224	112	75	37
15	232	116	78	39
16	240	120	80	40
17	247	124	83	41
18	254	127	85	42
19	262	131	87	44
20	268	134	89	46

許容誤差の計算は次の如くである。 ε_a =1角に對する許容誤差、 N =閉多角形の邊の數、 E_a =角の總和の許容誤差とすれば

$$E_a = \pm \varepsilon_a \sqrt{N}$$

通常 ε_a は $20''$ ~ $1'$ 位である。精密を要する時は $10''$ 位である。第4表には $N=3$ ~ 20 の場合の計算がしてある。

50. 測角の誤差 三角形、四角形、…等の如き閉多角形の各角を測つて生ずる角の誤差は、各々その閉多角形が有する條件を満たすやうに各角に平均して分配すればよい。例へば三角形の場合内角の和は 180° なるべき條件がある、測角の結果 $91''$ の誤差が出たら角の大小に拘はらず $3''$ 宛各角に配分すればよい。 n 閉多角形の場合には $(2n-4)$ 直角の條件を満すやうに各角に一樣に分配すればよい。開多角形の場合には誤差の有無を検することが出來ない。されば重要な測量の場合には、數回観測の平均値を取るより外に方法がない。

第 3 節 製 圖

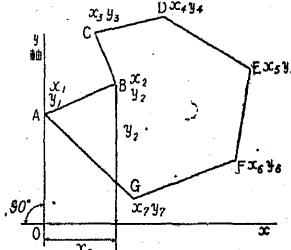
51. 製圖の方法 閉多角形又は開多角形を測量して製圖するには、先づ骨組を畫く、即ち本線を入れ、然る後に細部のオフセットを入れる。

この骨組の製圖方法には種々あるが、最も理想的なのは座標方法である。

52. 直角座標方法 これは第96圖の如く、任意の直角軸 x y を取り、この軸に對する各點の直角座標を計算し、然る後にスケールで各點を畫く。この方法の特徴は、實測上の誤差と製圖上の誤差が製圖紙上に一様に分布される爲めに、分度器による方法又は繊線法等の如き閉合誤差が生じない。さればトラバース及び三角測量に於ては成るべくこの座標方法により製圖することを忘れてはならぬ。

53. 分度器による方法 これは分度器を使用して方向を入れ、基點から順次にスケールで距離を畫く方法で至極簡単である。分度器は $1'$ 又は $20''$ 位の遊標付のものを使用すれば相當精密に畫くことが出来る。但し最後に閉合誤差の生ずることは免れない。

一般に道路、鐵道、上下水道等の如き閉多角形の中心線はこの方法による。そ



第 96 圖

の他座標計算をする時間が無いとか、或はその必要の無い場合には分度器方法が便利である。

54. 切線長による方法 これは分度器を使用せずに製図する一つの方法である。例へば第 97 圖に於て

$$\tan 34^{\circ} 20' = 0.683$$

$$\tan 26^{\circ} 09' = 0.491$$

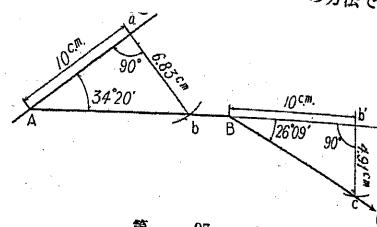
されば $Aa = 10 \text{ cm}$,

$ab = 6.83 \text{ cm}$ にとれば

$$\angle aAb = 34^{\circ} 20'$$

$$\text{又 } Bb' = 10 \text{ cm}, b'c = 4.91 \text{ cm}$$

にとれば $\angle b'BC = 26^{\circ} 09'$ となる。



第 97 圖

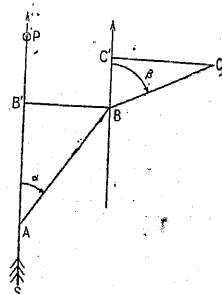
第 4 節 面積の計算

55. 經緯距法の概要 閉多角形の面積を計算するに一つの便利な方法は、經距と緯距による方法である。この方法によれば次に述べるが如き利益がある。

1) 測量の精粗の程度を計算することが出来る。2) 或る一つの角又は邊の測定を略した場合に、これを計算で求めることが出来る。3) 座標方法により製圖することが出来る。

56. 緯距と經距 第 98 圖に於て、ABC...を多角形、AP を準據線とし、 α, β の測角を行ひたるものとす。各測點より準據線の方向へ垂線を下し、 BB' , CC' とす。然る時に AB' , BC' の如き準據線に平行な方向の長さを緯距と云ひ、 BB' 又は CC' の如きこれに直角の方向の長さを經距と云ふ。

準據線は任意の方向でよい。或は磁北を取ることもあり、或は真北を取ることもある。何れにしても便宜上圖の如く (N) (S) の文字を用ひ、これに直角の方向に (E) (W) の文字を用ひ、恰も方位の如く取扱つて計算をする。



第 98 圖

$$AB' = AB \cos \alpha = LAB, BB' = AB \text{ の經距} = ABS \sin \alpha = D_{AB}$$

$$BC' = BC \cos \beta = LBC, CC' = BC \text{ の經距} = BC \sin \beta = D_{BC}$$

$$\therefore AB = \sqrt{(LAB)^2 + (D_{AB})^2}, \tan \alpha = \frac{BB'}{AB'}$$

計算の便宜上經緯距に符號を付ける。緯距 N に向へるもの (+), 緯距 S に向へるもの (-), 經距 E に向へるもの (+), 經距 W に向へるもの (-)。

57. 閉合誤差と精度 今或る閉多角形を一周し、距離と角の測量を行つたものとす。第 99 圖の A から出發し、A, B, C, D, ..., A に戻つたものとする。若し距離及び角の測量に誤差がなければ、緯距の N に向へる總和は S に向へる總和に等しく、經距の E に向へる總和は W に向へる總和に等しい筈である。總和に等しく、經距の E に向へる總和は W に向へる總和に等しい筈である。

緯距の N 方向總和 = 緯距の S 方向總和

經距の E 方向總和 = 經距の W 方向總和

然るに實際の場合には經緯距を計算すると、

上述の様な關係が成立たずして誤差が出る。

そこで 緯距の誤差 = E_L 經距の誤差

= E_D , 閉合誤差 = E とすれば

$$E = \sqrt{(E_L)^2 + (E_D)^2}$$

となる。第 100 圖に於て A_1 が A に一致

せぬものとし、 AA_1 = 閉合誤差 = E , AQ = 經距誤差 = E_D , A_1Q = 緯距誤差 = E_L

とすれば

$$AA_1 = \sqrt{AQ^2 + A_1Q^2}$$

P を邊の全長とすれば、この場合に E/P を閉合誤差の比又は閉比と云ふ。

$$\text{閉比} = \frac{E}{P} = \frac{\sqrt{(E_L)^2 + (E_D)^2}}{P}$$

この閉比を以て測量の精粗の程度を知ることが出来る。閉比は土地の状況、測量者の技術等により差違あるが、大體の標準を示せば次の如くである。

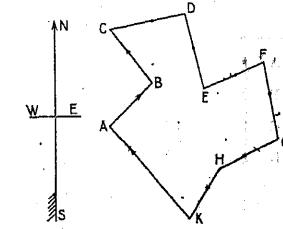
1) 障碍物の少い平坦な場所、即ち市街地測量の如き場合 1/5,000 ~ 1/40,000

2) 山地等の如く障礙物が多く測量困難なる場合 1/1,000

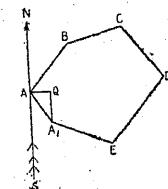
3) 緯度斜地域、即ち 1, 2) の中間に位する地域の場合 1/1,000 ~ 1/5,000

58. 誤差配分の方法 閉比が許容範囲内の場合には閉合誤差を配分するが、その配分の方法に關して從來 2 通りの法則がある。1) コンパス法則、2) トランシット法則である。

1) **コンパス法則** これは距離の測量より生ずる誤差と、角の測定より生ずる誤差とが同一程度と考へるのである。その結果閉合誤差は各邊長に正比例して生ずるものと假定する。従つて經緯距の誤差を各邊の長さに従つて按分比例で分配する。



第 99 圖



第 100 圖

する。一例を示せば次の如くである。

第101図に示すが如きトランシット測量に於ける經緯距を訂正すれば第5表の如くである。但し括弧内の数字は訂正後の値である。

第5表

測點	野帳		經緯距計算			
	方位	距離	經緯距		經緯距	
			N (+)	S (-)	E (+)	W (-)
A	N 52°E	10.63	6.54 (6.55)		8.38 (8.34)	
B	S 20°45'E	4.10		3.56 (3.55)	2.03 (2.01)	
C	S 31°45'W	7.69		6.64 (6.51)		4.05 (4.08)
D	N 61°W	7.13	3.46 (3.48)			6.24 (6.27)
		29.55	10.00 (10.06)	10.10 (10.06)	10.41 (10.35)	10.29 (10.35)

經緯距は共に其の地域の一端から起算してその各邊に於ける總和を求むる時は同一點に歸着するを以て、北に進む總和は南に向ふものゝ總和に等しく、東に進む總和は西に向ふ總和に等しい筈である。

然るに上の計算に於て

$$N \text{の總和} = 10.00 \text{ 又 } E \text{の總和} = 10.41$$

$$S \text{の總和} = 10.10 \quad W \text{の總和} = 10.29$$

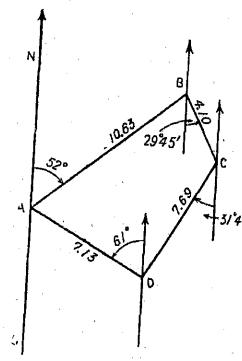
$$\text{差 } 0.10 \quad \text{差 } 0.12$$

故にこれ等の誤差を各距離に從つて按分比例によつて分配し、大なるものより減じ、小なるものに加へて平均させる。

即ち

緯距に關するもの	經距に關するもの
29.55: 10.63 = 10: 4	29.55: 10.63 = 12: 4
29.55: 4.10 = 10: 1	29.55: 4.10 = 12: 2
29.55: 7.69 = 10: 3	29.55: 7.69 = 12: 3
29.55: 7.13 = 10: 2	29.55: 7.13 = 12: 3

10 12



第101図

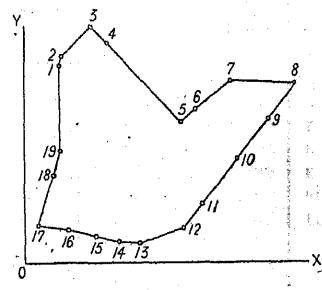
2) トランシット法則 これは距離測量の精度が測角の精度より劣る場合に行

ふ調整方法である。従つて經緯距の誤差分配を各經緯距の長さに按分比例で分配するのである。即ち

$$\text{或測線の緯距に對する訂正} = E_t \times \frac{\text{該測線の緯距}}{\text{緯距の總和}}$$

これは布巻尺の如き精度の悪い度器を以て距離を測り、20" 読みの如きトランシットを以て測角した場合にはこの法則がよい。然しながら鋼製卷尺を以て距離測量をする時は、その精度は測角の精度よりも遙かに大となる。されば 20" 読みのトランシットと鋼製卷尺を使用した時は、寧ろコンパス法則の方が適當かと考えられる。第6表に示すは第102図の如き多角形の經緯距計算の實例である。距離は鋼製卷尺 1 mm 目盛あるもの、トランシットは 20" 読みのものである。

第7表は面積計算で、精度 $\frac{1}{21,500}$ である。これは邊長に按分比例で分配したものである。トランシットの計算は第6表のやうな表式にした方がよい。



第102図

59. 橫距と倍横距又は子午線距と倍子午線距 第103図の如き多角形の各邊の中點から準據線に垂線を下す。これを横距と云ふ。

子午線の場合には子午線距と云ひ、測量便宜上の假子午線の場合には假子午線距と云ふ。

第1測線の横距 $(FG) = \frac{1}{2}(BH) =$ 第1測線經距の半分。 第2測線の横距 $(JK) = JL + LM + MK =$ (第1測線の横距) + (第1測線經距の半分) + (第2測線經距の半分)

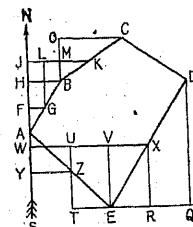
任意の測線の横距 $(YZ) = WX - VX - VU =$ (一つ前の測線の横距) - (一つ前の測線の經距の半分) - (當該測線の經距の半分) = これ等三つのものゝ代數和

計算の便宜上分數を省く爲に各邊を 2 倍する。之を倍横距又は倍子午線距と云ふ。倍横距の求め方は次の如くである。

第1測線の倍横距 = 第1測線の經距,

第2測線の倍横距 = 第1測線の倍横距 + 第1測線の經距 + 第2測線の經距,

第3測線の倍横距 = 第2測線の倍横距 + 第2測線の經距 + 第3測線の經距,



第103図

測 點	方 位	距 離	對 數					緯 度
			距 離	餘 弦	正 弦	緯 距	經 距	
1	N 7°59'30"E	13.810	1,1401937	9.9957616	9.1431054	1.1359553	1.2832991	13.676
2	N47°19'10"E	64.510	1,8096478	9.8311722	9.8663728	1.6405194	1.6960200	63.734
3	S43°30'10"E	35.308	1.5478731	9.8605422	9.8378344	1.4084153	1.3857075	—
4	S43°15'20"E	165.166	2.217844	9.8628130	9.8358513	2.0802074	2.0537057	—
5	N48°00'50"E	38.266	1.5220006	9.8253939	9.8711683	1.3473945	1.3931689	22.263
6	N30°38'30"E	68.495	1.8850589	9.8021533	9.8883235	1.6378122	1.723.824	49.432
7	S87°41'00"E	102.219	2.0095317	8.6066226	9.9996449	0.6161543	2.0091766	—
8	S37°39'20"W	70.147	1.8460091	9.8985940	9.7850795	1.7445685	1.6310886	—
9.	S37°47'50"W	76.075	1.8818420	9.8977286	9.7873875	1.7780706	1.6686095	—
10	S38°17'00"W	87.649	1.9427430	9.8948457	9.7920769	1.8875027	1.7348239	—
11	S37°06'30"W	46.970	1.6718206	9.9017286	9.7805506	1.5735492	1.4528712	—
12	S71°24'00"W	73.003	1.8633407	9.5037353	9.9967022	1.3890760	1.8400429	—
13	N83°47'10"W	33.187	1.3209630	9.0343880	9.9974409	0.5530369	1.5184089	3.592
14	N77°23'10"W	36.743	1.3051746	9.3392124	9.9898892	0.9043870	1.5545638	8.024
15	N75°25'30"W	45.514	1.6581450	9.4007918	9.9857942	1.0583868	1.6439392	11.453
16	N82°47'00"W	46.200	1.6646200	9.0990634	9.9965459	0.7637071	1.6611879	5.804
17	N18°49'40"E	78.347	1.8940226	9.9761174	9.5088301	1.8701398	1.4028545	74.155
18	N11°36'10"E	40.007	1.6021860	9.9 10385	9.3034069	1.0931695	0.9056029	37.189
19	—	129.897	2.1135992	—	—	—	—	127.987
合計		1246.506						395.209

假子午線を No. 19. 及 No. 1 の測點を通過するものと假定して經距及緯距等の計算を行ふ。測點中に原點を取れば合緯距及合經距共同一符號にて表はし得ざるを以て原點を測點外に定む。即ち測點 No. 1 の位置を緯距 300.00m 經距 50.00m として合緯距及合經距の計算を行ふ。距離は獨創巻尺 1mm。迄讀み得るものをして 6 回の測距を行ひ其の中結果の良好のもの三つを取りて平均す。測角は 20" 读みのものを使用し兩遊標の誤差の平均を取る。

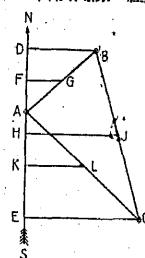
任意の測線の倍横距 = → 前の測線の倍横距 + 同測線の經距 + 當該測線の經距

60. 面積 緯距緯距及び横距又は倍横距による面積

計算の方法は次の如くである。

I) 三角形の場合 第 104 圖の如き $\triangle ABC$ の面積を求むには、頂點 BC 及び中點 G, J, L, より NS 線へ垂線を立てる。然らば

$$\begin{aligned}\triangle ABC &= \text{梯形 } DBCE - \triangle ABD - \triangle ACE \\ \triangle ABD &= AD \times \frac{DB}{2} = AD \times FG \\ &= (\text{第1測線の緯距}) \times (\text{第1測線の横距})\end{aligned}$$



第 104 圖

経緯距計算例

距	經 距		改 正		合緯距	合經距	摘要
	南(-)	東(+)	西(-)	緯 距	經 距		
—	1.920	—	—	13.676	1.921	390.000	m
—	47.426	—	—	41.734	47.429	313.676	50.000
25.610	—	24.206	—	-26.610	24.208	357.410	51.921
120.283	—	113.474	—	-120.282	113.183	331.800	99.350
—	24.727	—	—	22.263	24.729	216.518	236.840
—	52.960	—	—	43.432	12.967	238.771	261.568
4.132	—	102.135	—	-4.131	102.143	277.208	314.535
55.535	—	42.854	—	-55.534	-42.851	273.072	416.675
60.113	—	46.624	—	-60.112	-46.621	217.558	373.424
68.801	—	54.303	—	-68.800	-54.299	157.426	337.203
37.458	—	28.338	—	-37.458	-28.336	88.626	272.904
23.885	—	69.190	—	-23.884	-69.185	51.168	244.568
—	—	32.932	—	3.592	-32.930	27.884	175.361
—	—	35.856	—	8.021	-35.854	31.476	142.391
—	—	44.049	—	11.453	-44.046	39.500	106.537
—	—	45.834	—	5.804	-45.831	150.952	62.490
—	—	25.285	—	74.156	25.287	56.757	11.658
—	—	8.016	—	39.180	8.046	170.913	11.946
—	—	—	—	129.898	0.006	170.102	49.934
395.217	319.983	400.040	—	—	—	—	—

$$\frac{395.200}{0.008} = \frac{399.983}{0.057}$$

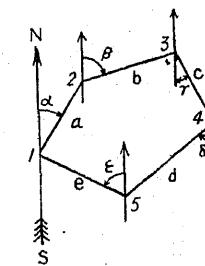
$$\text{閉差} = \sqrt{0.008^2 + 0.057^2} = 0.058 \text{m}$$

$$\text{精度 } \frac{0.058}{1246.506} \div \frac{1}{21.500}$$

$$\begin{aligned}\text{梯形 } DBCE &= DE \times \left(\frac{DB+EC}{2} \right) = DE \times HJ \\ &= (\text{第2測線の緯距}) \times (\text{第2測線の横距})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\triangle ACE &= AE \times \frac{EC}{2} = AE \times KL = (\text{第3測線の緯距}) \times (\text{第3測線の横距})\end{aligned}$$

上の計算で緯距 N の場合を (+), S の場合を (-) とすれば、梯形 DBCE は (-) となり、 $\triangle ABD$ と $\triangle ACE$ は (+) である。従つてこれ等の代数和が $\triangle ABC$ の面積となる。



第 105 圖

第7表 面積計算例

測點	緯 距	經 距	倍 橫 距	對 數		倍面積 (+)	倍面積 (-)
				緯 距	倍 橫 距		
1	+ 13.076	+ 1.921	68.605	1.135.591	1.8363558	2.9723149	938.242
2	+ 43.734	+ 47.429	117.955	1.6408192	2.0717164	3.7125356	5153.644
3	- 25.610	+ 24.308	189.692	1.4084096	2.2780490	3.6864586	4858.012
4	- 120.282	+ 113.182	327.182	2.0802006	2.5147894	4.5949900	39354.100
5	+ 22.253	+ 24.728	465.092	1.3473886	2.6675380	4.0149275	10349.694
6	+ 43.492	+ 52.967	542.787	1.6378098	2.7346294	4.3724392	23874.322
7	- 4.131	+ 102.140	697.894	0.6160552	2.8437895	3.4598447	—
8	- 55.534	- 42.851	757.183	1.7445590	2.8792009	4.6287599	2881.001
9	- 60.112	- 46.621	667.711	1.7789612	2.8245885	4.0035497	4204.400
10	- 68.800	- 54.290	566.701	1.8375884	2.7534230	4.5910114	40137.456
11	- 37.458	- 28.386	484.156	1.5735146	2.6849853	4.2686529	38995.227
12	- 23.284	- 69.187	386.633	1.3870570	2.5872989	3.0545555	18135.513
13	+ 3.592	- 32.910	284.450	0.5553368	2.4540151	3.0091514	1021.766
14	+ 8.024	- 35.854	215.612	0.9043909	2.3336729	3.2386638	1730.071
15	+ 11.453	+ 4.047	135.612	1.0589103	2.1326151	3.1915344	1554.299
16	+ 5.804	- 45.832	45.832	0.7637274	1.6611688	2.4248962	266.000
17	+ 74.156	+ 25.288	95.288	1.8701463	1.4026145	3.2730608	1875.287
18	+ 39.189	+ 8.018	58.624	1.5931642	1.7680754	3.3612.96	2.97.416
19	+ 129.898	+ 0.006	66.678	2.1136025	1.8239826	3.0375851	8661.840

合 計 57427.000 195415.071

假定午線は No. 17 の測點を通過するものとして倍横距の計算を行ふ
57427.031
 $2\sqrt{187088.011}$
68994.005m此面積の計算に於て倍横距を探れば最後に $\triangle ABC$ の面積の 2 倍が出来来る。

要するに各測線の緯距と倍横距を求め、これ等の積の代数和が閉多角形の倍面積になる。

2) 五角形の場合(第105圖) これは五角形で各邊長 a, b, c, d, e , 各角 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ とす。

面積計算の方法は第8表のやうになる。

$$\begin{aligned}
 1. & \left\{ \begin{array}{l} a \sin \alpha = D_1 \\ a \sin \alpha \\ b \sin \beta \end{array} \right. & 2. & \left\{ \begin{array}{l} \sum_1 = D_2 \\ b \sin \beta \\ c \sin \gamma \end{array} \right. & 3. & \left\{ \begin{array}{l} \sum_2 = D_3 \\ c \sin \gamma \\ -d \sin \delta \end{array} \right. \\
 + & \left. \begin{array}{l} a \sin \alpha \\ a \sin \alpha \\ b \sin \beta \end{array} \right. & + & \left. \begin{array}{l} b \sin \beta \\ c \sin \gamma \end{array} \right. & + & \left. \begin{array}{l} c \sin \gamma \\ -d \sin \delta \end{array} \right. \\
 4. & \left. \begin{array}{l} \sum_3 = D_4 \\ -d \sin \delta \\ -e \sin \varepsilon \end{array} \right. & 5. & \sum_4 = D_5 = e \sin \varepsilon & &
 \end{aligned}$$

$\therefore \sum N - \sum S = 2A$ (倍面積)

第8表 五角形面積計算例

測 点	距 离	方 位 角	緯 距		經 距		倍 橫 距	倍 面 積
			N +	S -	E +	W -		
1	a	NαE	$a \cos \alpha$	—	$a \sin \alpha$	—	D_1	$a \cos \alpha D_1$
2	b	NβE	$b \cos \beta$	—	$b \sin \beta$	—	D_2	$b \cos \beta D_2$
3	c	SγE	—	$c \cos \gamma$	$c \sin \gamma$	—	D_3	$c \cos \gamma D_3$
4	d	SδW	—	$d \cos \delta$	—	$d \sin \delta$	D_4	$d \cos \delta D_4$
5	e	NEW	$e \cos \varepsilon$	—	—	$e \sin \varepsilon$	D_5	$e \cos \varepsilon D_5$

 ΣN ΣS 實際の數を入れたものは第9表にある。尚實例は第102圖第6表第7表にある。
これは東京市内に於ける實測の例である。

第9表 五角形面積計算實例

測 点	方 位 角	距離 (鍾)	緯 距		經 距		倍 橫 距	倍 面 積
			N +	S -	E +	W -		
1	N 35° E	2.70	2.21	—	1.55	—	+1.55	3.4235
2	N 83½° E	1.29	0.15	—	1.28	—	+4.38	0.6570
3	S 57° E	2.92	—	1.21	1.6	—	+7.52	9.0492
4	S 34½° W	3.55	—	2.93	—	2.00	+7.38	21.6234
5	N 56½° W	3.23	1.78	—	—	2.60	+2.60	4.7882

4.14	4.14	4.69	4.69	8.9707	30.7226
—	—	—	—	—	— 8.8707
$2\sqrt{187088.011}$			2/21.8819		
68994.005m			10.9409		

平方鍾

第5章 コンパス測量

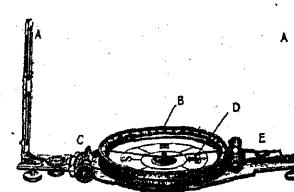
第1節 概説及コンパスの構造とその種類

61. 概 説 コンパスを以て角度の

測定を行ふが故にコンパス測量と云ふ。

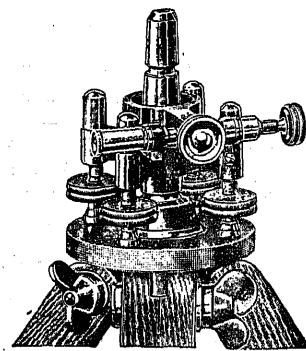
精密なる結果は望めないが、迅速に測量が出来る特徴がある。

磁針が地球表面上に於て一定の期間一定方向を指すは周知の事實である。これを磁北線と云ふ。この性質を利用して角度の測定を行ふのである。



第 106 図

62. コンパスの構造とその種類 普通使用せらるゝコンパスの構造は第106圖 第107圖の如くである。これを遊標付コンパスと云ふ。各部名稱は A = 視準器, B = 分度圓, C = 遊標, D = 磁針, E = 水準器。分度圓、遊標、水準器等の構造、取扱い方等はトランシットと大差がない。
- 第107圖は装着コンパスと稱するもので、



第 107 圖



第 108 圖

プリズムの裝置があつて視準と同時に角を讀むことが出来、且つ携帶に便利である。

第109圖はポケットコンパスで、略測のときに使用される。



第 109 圖

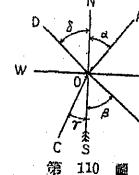
第 2 節 測 角 の 方 法

63. 概要 測線の方位の示し方は次の如くである。即ち第110圖に於て NS を磁北線とし、Nを北、Sを南とす。この時に OA, OB, OC, OD 等の如き測線の方位は、N又はSを基準に採り、 $N\alpha E$, $S\beta E$, $S\gamma W$, $N\delta W$ の如く示す。

コンパス測量の方法には 1) 放射法 2) 交叉法 3) 前進法の3種がある。

64. 放射法 この方法は測量區域を多角形に區分し、これに近い1點にコンパスを据附けて多角形の各頂點への方位角を測定する。距離は巻尺又は測鎖を以て測量す。この方法は角観測は樂であるが、誤差の有無大々の検しが出來ないので缺點である。

第111圖の如き多角形 ABCDEF は適當な1點 O にコンパスを据附け $N\alpha W$,



第 110 圖

$N\beta W$, $N\gamma E$, $N\delta E$, $S\epsilon E$, $S\zeta W$ を測定すれば、多角形の形が決定される。

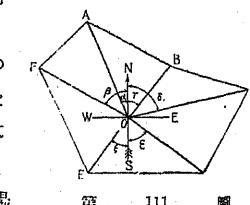
65. 交叉法 これは適當の所に基線を設けその距離と方位を測る。次に器械を兩端に据付け各點を視准しその方位を測り、各點の位置は兩者の交點により求める。

チーン又はテープで各點へ至る距離が測れぬ場合には、この交叉法が便利である。

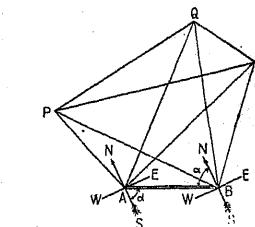
第112圖に示すが如き P, Q, R 等の位置を決定するには先づ AB 基線を測り、その兩端 A, B にコンパスを据附け、各測線 AP, AQ, AR, BP, BQ, BR の方位を測定すれば、各點の位置はその交點で求める。

66. 前進法 これは多角形の各點に器械を据付けて、各邊の方位を測り、且つ各邊の距離を測定する方法である。閉多角形の場合には、經緯距法により面積を求め且つ精度を出すことが出来る。然れども放射法よりも時間を要するのが缺點である。

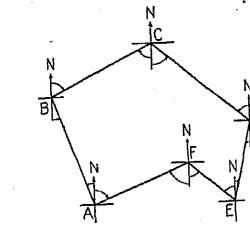
第113圖の多角形 ABCDEF を測量するには各點に於て矢印にて示すが如き方位角を順次に測り、次に各邊の距離をチーン又はテープで測量すればよい。



第 111 圖



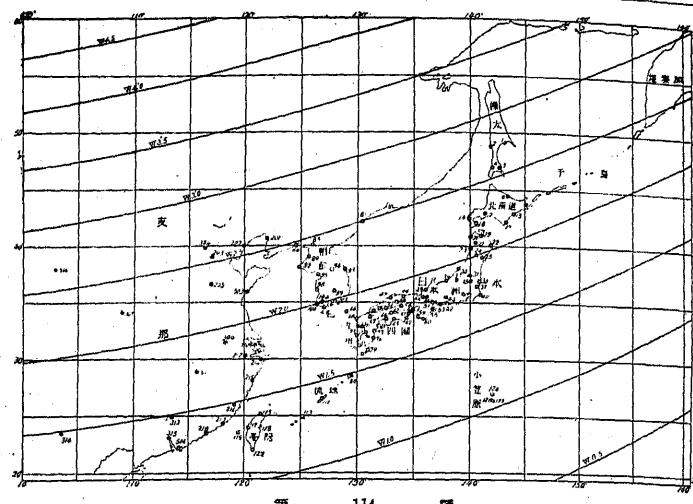
第 112 圖



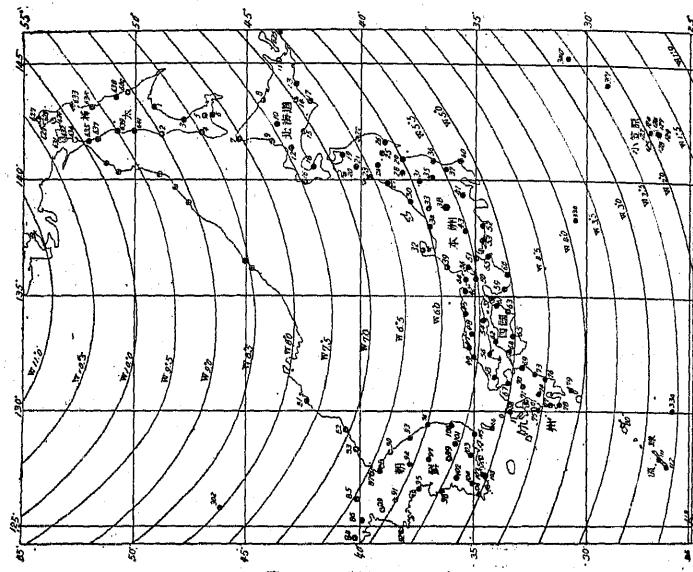
第 113 圖

第 3 節 コンパス測量の誤差及精度

67. 磁氣の偏差 磁針の方向と真北との差を偏差と云ふ。
1) 磁氣荒れ 不規則なる變化で、雷雨、地震の前後等に起るもので、繼續時間2~3日位である。
2) 日差 1日中の變化で、約 $5' \sim 10'$ 位である。
3) 年差 年々の變化で、我海軍水路部に於て 1906年から 1923年間に 132測點の觀測の材料より、最小自乘法にて求めた結果は第114圖の如く、大體 $2'$ である。
4) 大正 12 年 1 月 1 日の偏差(δ) 海軍水路部に於て觀測した我國各地の偏差圖は第115圖の如くである。



第 114 頁



第 115 頁

68. 磁氣の地方的の變化 測量區域附近に鐵礦山，或は鐵骨構造物，工場，鐵道等があると，その爲めに磁針の方向に變化を來す。

これは前視と後視が一致せるや否やにより直ちに發見することができる。真北測量を行へば、その誤差の修正ができる。

69. 器械の誤差 1) 磁針の偏心 2) 分度圓の偏心 でこれ等は磁針の兩端で読み、その平均を取り且つ 180° 水平に廻轉し、その平均を取れば消去することが出来る。

70. コンパス測量の精度 通常コンパスの遊標は $15'$ である。 $1/2^{\circ}$ 或は $1'$ のものもある。 $15'$ 讀みのものは誤差約 $7'$ 位である。 $1'$ 遊標のものは、磁針が落ちつかないから $1'$ の誤差に止めるこことは出来ない。通常閉环比は大體次のやうである。

3/1,000……可良 2/1,000……良 1/1,000……優良

第 4 節 製圖及面積の計算

製図及面積の計算の方法はトランシットの場合と全く同一であるからこれを略す。

第 6 章 高低測量又は水準測量

第 1 節 概 說

71. 定義と用語 1) 高低測量 高低測量とは、2點又は數多の點の高低の差を求むる測量である。或は同一の高さを有する構造物を建設する場合、或は一定の勾配を有する諸點を地上に建設するときに行ふ測量である。2) 或地點の標高 或る地點の標高とは或る任意の水平面を基準として、その點を通る鉛直線上でその點に至る距離を云ふ。鉛直線とはその點に於ける重力の方向線である(第116圖)。3) 水平面 水平面とは、その面上の凡ての點が重力の方向に 90° なるが如き表面のことである。即ち地球の表面が水に蓋ふはれた時に形作る表面が一つの水平面である。これを眞の水平面とも云



第 116

ふ、**水平線**とは、水平面に平行な曲線である。第116圖に於て A 標高 125.36 m, B 標高 320.61 m とせば、その高低差は 195.25 m である。4) **地平面(見掛けの水平面)**或る點に於ける地平面とは、その點に於て水平面に切する平面である。5) **基準面及び基準線** 基準面とは高低測量に於て高さの基準になる水平面のことである。その水平面上の各點は標高 0 と假定をする便宜上の水平面である。通常基準には**平均海面**を探る。我國陸地測量部に於ては東京靈岸島の平均海面を基準面としてゐる。6) **水準基標** 水準基標又は水準點とは、高低測量の基準とする點である。長期保存を要する水準點は、石標に基礎をコンクリートで固める。大きさは 12 ~ 15 cm 角、頭部に丸身を付け上部約 20 ~ 30 cm 程を仕上げ、側面に省名、府縣名、事業者名、番号等を記入する。又建造物の基石等を水準基標に代用することもある。一時的の基標は杭でもよい、10 ~ 12 cm 角、長 70 cm 位、頂面へ銅釘を打ち込む。水準基標は成るべく多い方が好都合であるが、河川測量、道路等の場合には 2 ~ 5 km 毎に設ける。

72. **高低測量の分類** 1) **高低測量の方法による分類法** (1) **概略測量法**
 (2) **直接高低測量** レベル又はダンピーレベルの如き器械及び標尺を使用して、直接に高低差を求むる高低測量である。(3) **間接水準測量** トランシット又はセオドライトの如き角度測定器を使用し、直立角と水平距離を測り、計算で間接に高低差を求むる測量である。(4) **氣壓水準測量** 氣壓計を以て高低差を求むる測量である。(5) **精密水準測量** 感度の高い極めて精密な器械を使用して行ふ高低測量である。

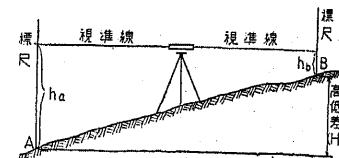
2) **高低測量の目的による分類法** (1) **高差水準測量** (2) **縦断水準測量**
 (3) **横断水準測量**

第 2 節 直接高低測量

73. **概 説** 直接高低測量とは第117圖の如き A, B 2 點の高低差を求むる時に A, B に標尺を立て適當な器械を据附け、視準線の示す標尺の読みを取り、その読みが各 h_a , h_b ならばその高低差は次の如く計算をする。

$$H = h_a - h_b$$

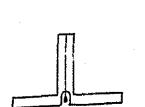
74. **簡単なる高低測量器械** 1) **錘準器** 第118圖から第121圖は、簡単



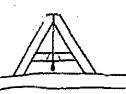
第 117 圖

第 6 章 高低測量又は水準測量

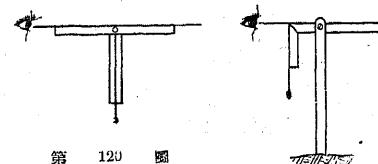
なものである。これは錘球を下げる重力の方向に 90° になつてゐる地平線を求めるものである。これは錘球を下げる重力の方向に 90° になつてゐる地平線を求める。2) **水準器** 第122圖の如く 2 個のガラス



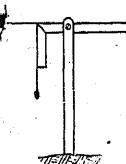
第 118 圖



第 119 圖



第 120 圖



第 121 圖

管と 1 本のゴム管で作る、これに水を入れ静止すれば

兩水面は同じであ

る。そこで第 123

圖の如き方法で 2

點 A, B の高低を

求める。即ち A, B 2 點に標尺を立て、ガラ

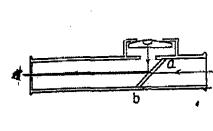
ス管を標尺に接し水面の示す標尺の読みを同時

に取れば、 $H = h_a - h_b$ である。3) **ハンドレベ**

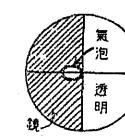
ル 第124, 127, 128圖の如き簡単な器械で、ポケットに入る位の大きさで手に持つて測る。第124圖の ab の部分は第125圖に示すが如く半分が鏡で半分が透明

なガラスである。測るには第126圖の如く右手にハンドレベルを持ち、氣泡が中央に来た時(鏡で見える)に標尺の読みを取る。これは横断測量、土量の測定、地

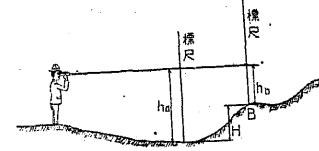
形測量等に使用する。



第 124 圖



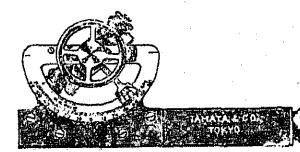
第 125 圖



第 126 圖



第 127 圖



第 128 圖

75. 精密なる高低測量器械 1) 氣泡レベル 精密なるレベルの本體は氣泡管である。これは圓弧のガラス管で中にアルコール、又はエーテルの液が満たされ、僅かに氣泡が残されてゐる。氣泡管に最高部を占む。

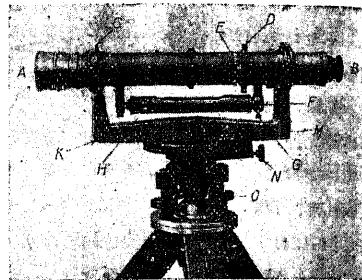
2) 気泡管の曲度 ガラス管の曲度は各部一様なることを要する。

3) ヤレベル Yレベルは望遠鏡の取外しが出来るから、調整が簡単である。望遠鏡を支へる所がY形のためにYレベルと云ふ、調整方法はダンピーレベルに比し簡単であるが、その代り狂ひ易い缺點がある。

第 129 圖の如く構造の主體は次の
3點である。1) 視準線, 2) 管軸,
3) 桿軸。

The diagram shows a horizontal pipe assembly. A vertical pipe labeled '管' (Tube) connects to a horizontal pipe labeled '標準' (Standard). A valve is positioned on the horizontal pipe. Below the horizontal pipe, there is a U-shaped tube labeled '標準' (Standard) with a valve at its bottom. A pressure gauge is connected to the U-shaped tube.

第 129



第 130 頁

その時と稱するは望遠鏡の長さを標

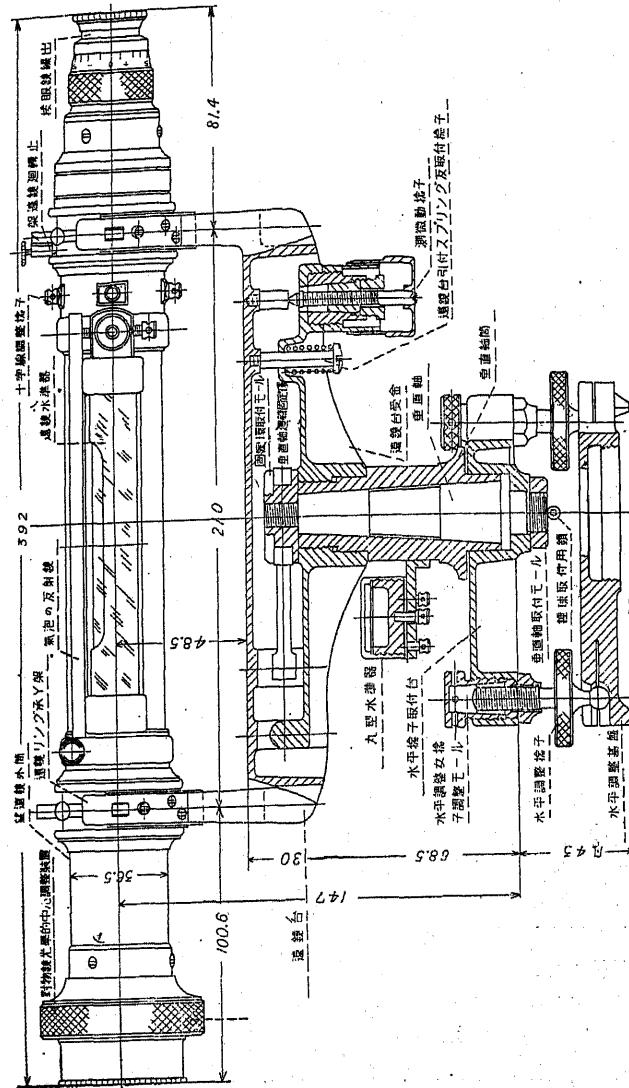
準にしてゐる。A. 對物鏡, B. 對眼鏡, C. 抱子, D.E. 叉線調整螺旋, F. 管軸左右調整螺旋, G. 管軸上下調整螺旋, H. 氣泡管, K. 桿軸調整螺旋, M. 桿軸, N. 微動螺旋, O. 整準螺旋, 整準螺旋は米式は4個, 歐式は3個である。第132圖は15吋Yレベルである。

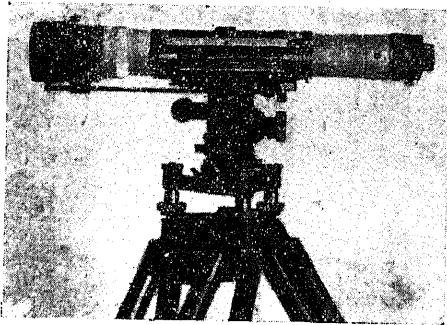
4) ダンピーレベル(短肥レベル)ダンピーレベルは望遠鏡の取外しが出来ない。即ち固定してある。従つて調整は多少時間を要する杭整法に依らねばならないが、一度調整をすれば餘り狂はない特徴がある。第131図はダンピーレベルの断面図、第133図はツアイスレベル、第134図はウキルドレベルである。

76. 標 尺 標尺に2種類ある。規標附標尺、自讀標尺である。前者にけ
遊標があつて標尺持ちが読みを取る。後者は観測者が望遠鏡で読む。通常用ひ

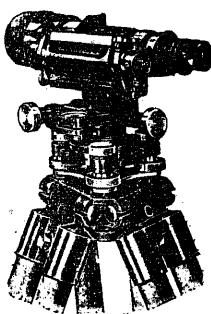
第 131 頁

第 6 章 高低測量又は水準測量





第 133 図 ツアイスレベル

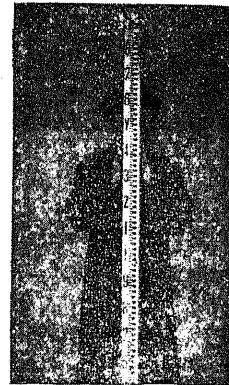


第 134 図 ウキルドレベル

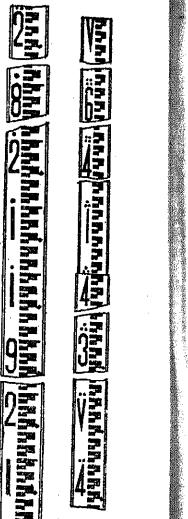
らるゝは自讀標尺である。第 135 圖、第 136 圖は 1 毫 5 mm のものである。
一般にこの種 5 mm 迄目盛のある標尺を以て 1 mm 迄目量で讀んである。
それで實地上何等の差支へを生じない。

第 3 節 Y レベルの調整方法

77. 視準線の調整 視軸は望遠鏡軸と相重なり一致しなければならぬ。器械を据附け、Y の抱子を開き、約 20 ~ 60 m 位隔りたる明瞭な 1 點(例へば壁上に貼りたる白紙上の十字交點)(第 137 圖 A₁)を視準する。次に望遠鏡筒を Y 架内にて静かに 360° 回轉をして見る。そして目、ヘーヤ交點、標點がこの時一致すれば、視軸は鏡軸と一致してゐる證となる。若しヘーヤ交點が小圓を畫きて初めの位置に復歸すれば、一般に視軸と鏡軸は相重ならざることを示すものである。斯かるときは初めの視點(標心) A₁と、鏡筒を Y 架内にて約 180° 丈け回轉したる場合の第 2 視點 A₂との間の距離を 2 倍



第 135 図



第 136 図

第 6 章 高低測量又は水準測量

分せる中點(第 137 圖の A₀ 又は A_{0'})に叉線交點を一致せしむるやうに調整する。この調整は鏡筒外部に頭を露出せる 4 本のヘーヤ棒調整螺旋を調整ピンにより、各一對、一方の螺旋を緩くし、反対側の螺旋を緊めて調整する。

78. 視軸と氣泡管軸(氣泡接線)とを平行ならしむる調整 視線が正定されたる後、次は視軸をして氣泡接線に平行ならしめなければならぬ。この調整法は次の如く 2 段になる。

1) 氣泡接線と望遠鏡々軸とを同一平面に在らしめるには抱子を開き、直立軸を固定し、整準螺旋により氣泡を中央に導く、次に望遠鏡を Y 架に載せたるまゝその鏡軸の周囲に凡そ 33° ~ 50° 丈け双方に廻はして見る。その時若し氣泡が望遠鏡の旋廻に伴ひ或は右に或は左に移動すれば、氣泡接線と鏡軸とが同平面中に在らざるを示すを以て氣泡管の一端に附屬せる管軸左右調整螺旋(第 130 圖 F)で調整する。

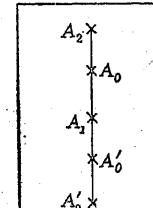
2) 氣泡管軸を Y 底に(從つて觀軸に)平行ならしめるには抱子を開き器械を前の如く据附け、整準螺旋により氣泡を管の中央に導き、望遠鏡を靜かに取外し、その兩端を左右反對に置き換へ、Y 内に入れる。それでこの時に尙氣泡が中央の位置を保ちて變らなければ正しいのである。若し氣泡が中央から偏移すれば、先づ下の整準螺旋により其偏移半分丈氣泡を中央に近づけ、他の殘半は管軸上下調整螺旋によつて調整する。

79. 氣泡管軸(從つて視軸)と直立軸とを直交せしむる調整。抱子を開き、整準螺旋に依り氣泡を中央に導く。次に直立軸緊螺旋を緩めて、望遠鏡、氣泡管、Y 架を一體として直立軸の周囲に望遠鏡が正反対の方向をとるやう約 180° 丈け廻轉して、氣泡が尙ほ中央にあるや否やを見る。若し氣泡が中央より偏移するときは、桿軸調整螺旋(第 130 圖 K)に依つて氣泡をしてその偏移の半分丈中央に近づかしめ、殘半は整準螺旋に依つて調整する。

第 4 節 ダンピーレベルの調整方法

80. 氣泡管と直立軸とを直交せしむる調整 氣泡を中央に導き、器械を水平に約 180° 廻轉して氣泡が移動しなければ正である。移動したときは半分は整準螺旋により、残りの半分は水準管調製螺旋で調整をする。

81. 視準線と直立軸とを直交せしむる調整 これは、41. のトランシットの



第 137 図

杭整法と全く同一である。若し誤差があつたら又線調整螺旋で調節せよ。

第 5 節 レベルの使用方法

82. 概 説 高低差を求めるとする目的の 2 點又はその他の點へ標尺を立て
レベルを適所に据附けてその読みを取れ
ばよい。距離が遠い場合には、適當の場
所を選定して標尺と器械を次々へ移して
行く。第 138 圖は A, B 2 點が近い場合
であり、第 139 圖は A, B 2 點が遠い場
合に行ふ方法である。

1) 後視と前視 高さ既知の點、或は

第 138 頁

最初の點への視準を後視と云ふ、次に高差を求めるとする點への視準を前視と云ふ。第138圖に於て、 a は後視の読み、 b は前視の読みである。又第139圖で、 $B_1, B_2, B_3 \dots$ は後視の読み、 $F_1, F_2, F_3 \dots$ は前視の読みである。

2) 中間點と移器點 標尺を立て前視

と後視とを読む點を移器點又は移點と云ふ。これは頗る大切な點であるから、極めて精密に読むことを要する。若しこれに誤りがあると全體に影響をする。

中間點とは前視だけ讀む點である。これも勿論大切な點であるが、若し誤りがあつてもその點だけですむから影響する

第138圖 に於て H_a を A の標高, a_1 を後視, b_1 を前視 とすれば

$$H_n = H_a + a - b$$

第139圖に於て B_1 , B_2 を後視を, F_1 , F_2 前視とすれば

$$H_b = H_a + \{(B_1 + B_2 + B_3 + \dots) - (F_1 + F_2 + F_3 + \dots)\}$$

3) 観準高 (H.I.) 或る基準線から視準線に至る高さを観準高 (H.I.) と云ふ (第13圖). 或る點の標高に後視 (B.S.) を加へれば観準高 (H.I.) となる.

83. 視準の距離 レベルと標尺間の距離は、大體 30~100 m 位を適度とし、200 m を以て最大とする。凹凸の状態にもよるが長距離に亘るときは 100 m を以て最大とするがよい。描速を必要とする場合は 200 m にする。

レベルは兩測點の2等分線上に据附けることが必要である。その距離は歩測か

第 138 頁

第 139

或け目測の程度でよい。

84. 交互準測 河川又は谷の両岸の高低差を測量するときには、器械を中心にして置くことが出来ない。あまり精度を必要としない時は、一方からの観測丈だけに止むるが、精密を要する場合には第140圖の如く両岸で読みその2つの高低差の平均を以て高低差とする。これを交互準測と云ふ。誤差が消去せられる理由は次の如くである。第140圖で H_a , H_b を誤差のない標高とす。然ならば誤差のない高低差を \bar{H} とすれば

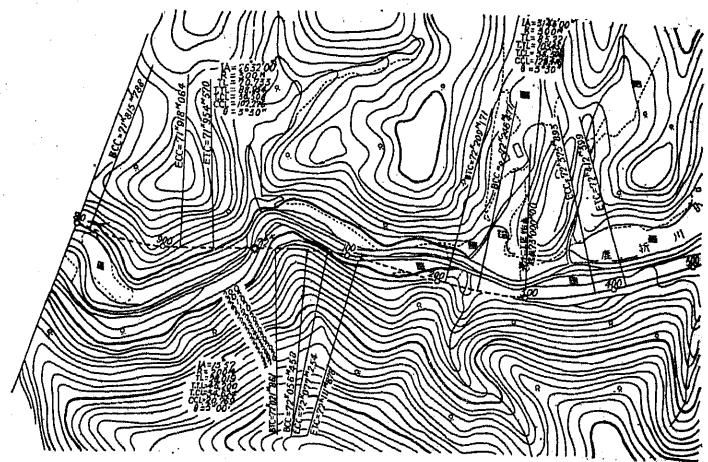
$$X = H_a - H_b \dots \dots \dots (1)$$

$e_1 = (AC = BD)$ なる距離より生ずる誤差), $e_2 = (CB = AD)$ なる距離より生ずる誤差), $X' = C$ に於て測つた高低差, $X'' = D$ に於て測つた高低差 とすれば

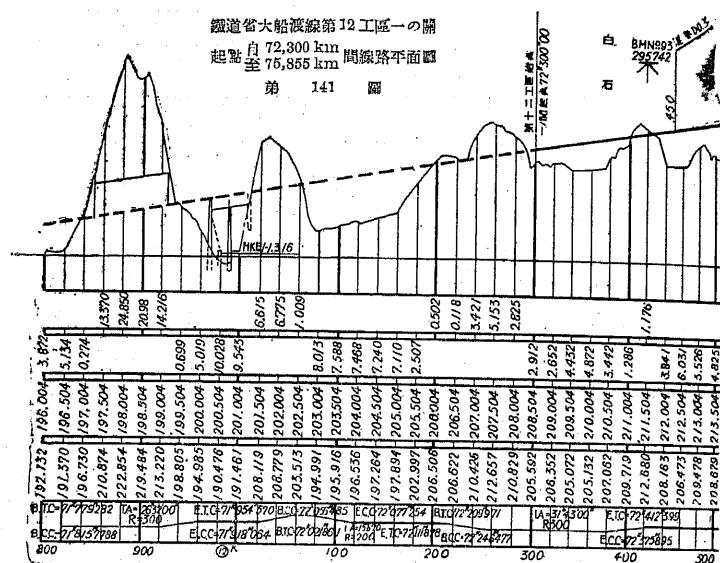
85. 實測に關する注意事項 1) 移器點は地盤の固い所を選定し、若し軟かいときには板を置くこと。 2) 讀みを取るときには緊螺旋を緊める必要はない。 3) 標尺を讀む瞬時には氣泡は必ず中央にあることを要する。 4) 移器點に於ける読みは 1 mm 迄讀むこと。通常標尺は 5 mm の目盛であるから、5 mm 以下は目分量になる。中間點の読みは 1 cm 以下四捨五入しても差支へないことが多い。 5) 長距離の縱斷測量で 1 日に終了せぬときは翌日出發の時前 2 點を點検すること。 6) 高低測量は必ず往復 2 回やることを忘れてはならぬ。大なる失策は唯だ單に 1 回のみの觀測から生ずる。 7) 觀測中日光の直射を受けないやうにすること。 8) 兩眼を開いて觀測すること。

第 6 節 高低測量の精度

86. 内務省河川測量の精度 縦断測量は 5 km 間の誤差は感潮部 12 mm, 網流部 15 mm, 急流部 20 mm を超ゆるべからず, 横断測量では距離 300 m に對し高低誤差 10 mm 以内とす.



鐵道省大船渡線第12工區一の關
起點自 72,300 km 間線路平面圖
至 75,855 km



第 142 圖 同上群斷圖

87. 鐵道省の精度 鐵道省には別に規定は無いが、昭和3年6月に開催せられた第1回測量會議の結果によれば、高低誤差は大體 1 km に付 1 cm 以内が現在に於ける許容誤差のやうである。

陸地測量部水準測量法式によれば

- 1) 鎮部(約2km)に於ける2回観測の差は等水準にて
等水準に在りては 15mm.

2) 規標水準測量に於ける高低兩標尺より得る結果の差は距離2kmに対し 30
mm 3) 一つ既知點より他の既知點に達したるとき起る閉塞誤差は mmを単位
として一等水準に在りては $1.5\sqrt{S}$, 二等水準に在りては $10\sqrt{S}$, 但し S は km
を単位とする線路の全長.

89. 道路測量の精度 道路上に於ては距離 1km で 1~3cm 位である。

第 7 節 野業と野帳の付け方

90. 野業 高低測量の野業に必要なる人員は、観測者1名、レベル運搬人1名、標尺立て2名（1名でもよい）その他未開地の場合には伐採の人夫數名が必要である。

91. 野帳の附け方 第10表に示すは前視と後視距離を記入す、若し距離不要の時は一層簡単になる。第11表は各點の昇降の量を記入するので、計算が樂である。第12表は視準高を記入する方法である。第141圖は鐵道の平面で、第142圖は鐵道の縱断である。

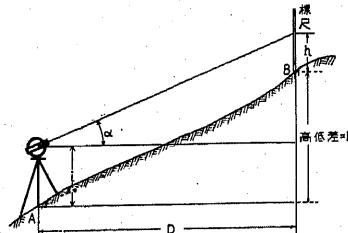
第 8 節 間接高低測量

92. 簡單なる場合 第143圖に於て直立角 α , 距離 D , 器械高 i , 標尺の読み
たとすれば、その高低差 H は次式
の如くである。

$$H \equiv D \tan \alpha + (i - h)$$

但し距離 D があまり遠くなく測れることが要する。

93. 測點迄の距離測定が出来ない場合 第141圖の如く測點間の距離測定が出来ない場合には、器械をA,B 2 個所に据附け、その間の水平



第 143

第 10 表 水準野帳の附け方

測 点	距 離	後 観	前 観	地盤高	摘 要
B.M.1	m	m	m	m	
1	26.79	0.712	0.002	20.281	B.M.1
2	43.36	0.702	0.452	20.991	の高さは基準面上
3	26.84	0.452	2.512	19.181	20.281 m
4	40.05	1.003	2.2125	17.4205	
5	53.92	1.232	1.4990	16.9245	
6	51.80	1.268	1.308	16.8485	
7	42.85	0.239	1.070	17.0465	
8	21.02	2.583	3.445	13.8405	
9	33.02	3.7775	0.388	15.9835	
10	27.90	2.835	3.792	15.921	
11	29.80	2.115	2.175	20.688	
12	48.40	3.600	0.728	22.508	
13	41.45	1.6625	1.7025	23.378	
14	51.10	2.460	0.840	23.738	
15	74.50	2.375	0.640	20.281	
16	92.60	1.182	1.255	+ 0.003	
17	80.00	1.443	1.450		
18	80.00	1.340	1.425		
B.M.1	963.40	31.019	31.016	20.284	
		31.016			
		+ 0.003			

第 11 表 同 上

測 点	距 離	後 観	前 観	界	降	地盤高	摘 要
B.M.1	m	m	m	m	m	m	
1	26.79	0.712	0.002	0.710	m	20.281	B.M.1
2	43.36	0.702	0.452	2.512	1.810	20.991	の高さは基準面上
3	26.84	0.452	2.512		1.7605	19.181	20.281 m
4	40.05	1.003	2.2125		0.496	17.4205	
5	53.92	1.232	1.4990		0.076	16.9245	
6	51.80	1.268	1.308		0.268	16.8485	
7	42.85	0.239	1.070	0.198		17.0465	
8	21.02	2.583	3.445		3.206	13.8405	
9	33.02	3.7775	0.488	2.095		15.9835	
10	27.90	2.835	3.792		-0.0145	15.921	
11	29.80	2.115	2.175	0.660		20.688	
12	48.40	3.600	0.728	1.387		22.508	
13	41.45	1.6625	1.7025	1.8975		23.378	
14	51.10	2.460	0.840	0.8225		23.738	
15	74.50	2.375	0.640	1.820		20.281	
16	92.60	1.182	1.255	1.120		+ 0.003	
17	80.00	1.443	1.450		0.268		
18	80.00	1.340	1.425	0.018		20.284	
B.M.1	963.40	31.019	31.016	10.728	0.645	22.733	
		31.016		10.725	2.449	20.284	
		+ 0.003					
		+ 0.003					

第 12 表 同 上

後 観	視準高	前 観	測 点	距 離	地盤高	施 工 基面高	摘 要
m	m	m	B.M.1	m	m		
0.712	20.993	0.002	1	43.36	20.991	B.M.1	の高さは基準面上
0.702	21.693	2.512	2	26.84	19.181	20.281	m
0.452	19.633	2.2125	3	40.05	17.4205		
1.003	18.4235	1.4990	4	53.92	16.9245		
1.232	18.1565	1.308	5	51.80	16.8485		
1.268	18.1165	1.070	6	42.85	17.0465		
0.239	17.2855	3.445	7	21.02	13.8405		
2.583	16.4235	0.488	8	33.02	15.9835		
3.7775	19.713	1.450	9	27.90	15.921		
1.835	18.756	1.392	10	29.80	16.581		
2.115	18.696	2.175	11	48.40	17.968		
3.600	21.568	0.728	12	41.45	19.8655		
1.8625	21.528	1.7025	13	51.10	20.688		
2.460	23.148	0.840	14	74.50	22.508		
2.375	24.883	0.640	15	98.00	23.378	20.281	
1.182	24.810	1.255	16	80.00	23.628	+ 0.003	
1.443	24.803	1.450	17	80.00	23.738		
1.340	24.718	1.425	18	98.00	22.738	20.284	
0.038	22.771	1.985					
	2.487	B.M.1					

31.019

31.016

+ 0.003

31.016

963.40

距離、並に α , β の 2 角を測り、次式により計算する、但し h_1 と h_2 は標尺で測る。

$$D_1 = H_1 \cot \alpha, D_2 = H_2 \cot \beta$$

$$H = H_1 + h_1 = H_2 + h_2$$

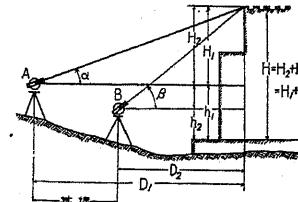
$$H_1 = H_2 - (h_1 - h_2)$$

$$D_1 - D_2 = H_2 (\cot \alpha - \cot \beta)$$

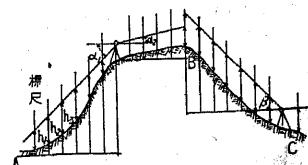
$$-(h_1 - h_2) \cot \alpha$$

$$\therefore H_2 = \frac{D_1 - D_2 + (h_1 - h_2) \cot \alpha}{\cot \alpha - \cot \beta}$$

94. 山 地 山地に於ける縦断測量を間接高低測量で行ふには、第 145 圖の如く距離を測り、次に適當な所にトラン



第 144 圖



第 145 圖

る目盛の挿む角とすれば

$$\angle A' = \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right)$$

$$\angle A = \left(\frac{\pi}{2} - \alpha + \theta \right)$$

$AB = l$ (標尺上の目盛)

$$\angle OBB' = \angle B = \pi - \frac{\pi}{2} - \theta - \alpha = \frac{\pi}{2} - (\alpha + \theta)$$

$$A'B' = l' \quad OA' = \frac{l'}{2} = OB' \quad \text{とすれば。}$$

$\Delta OAA'$ に於て

$$\frac{OA}{OA'} = \frac{\sin OAA'}{\sin OAA'}$$

$$\therefore \frac{OA}{OA'} = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha + \theta\right)}$$

故に

$$OA = \frac{l' \cos \theta}{2 \cos(\alpha - \theta)} \quad \text{及び} \quad OB = \frac{l' \cos \theta}{2 \cos(\alpha + \theta)}$$

$$l = OA + OB = \frac{l' \cos \theta \cos(\alpha + \theta) + l' \cos \theta \cos \theta \cos(\alpha - \theta)}{2 \cos(\alpha - \theta) \cos(\alpha + \theta)}$$

$$= \frac{l' \cos \{\cos(\alpha + \theta) + \cos(\alpha - \theta)\}}{2 \cos(\alpha - \theta) \cos(\alpha + \theta)}$$

$$= \frac{l' \cos \theta \cdot 2 \cos \theta \cdot \cos \alpha}{2 \cos(\alpha - \theta) \cos(\alpha + \theta)}$$

$$= \frac{l' \cos^2 \theta \cdot \cos \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \cos(\alpha + \theta)}$$

$$\text{従つて } l' = \frac{l \cos(\alpha - \theta) \cos(\alpha + \theta)}{\cos^2 \theta \cos \alpha} = \frac{l(\cos \alpha + \tan \theta \sin \alpha)(\cos \alpha - \tan \theta \sin \alpha)}{\cos \alpha}$$

若し K が 100 とすれば $l' \times 100 = CO - (f + c)$

$$\therefore \tan \theta = \frac{1}{200}$$

$$l' = \frac{l(\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{200})(\cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{200})}{\cos \alpha} = \frac{l \cos^2 \alpha - \frac{l \sin^2 \alpha}{40,000}}{\cos \alpha}$$

第13表 スタディア係数表

0° - 6°

	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°
	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	0.999 0.000	0.997 0.0174	0.998 0.0349	0.997 0.0523	0.995 0.0696	0.992 0.0868	0.989 0.1040
1	0.999 0.003	0.997 0.0177	0.998 0.0352	0.997 0.0528	0.995 0.0702	0.992 0.0874	0.989 0.1045
2	0.999 0.006	0.997 0.0181	0.998 0.0355	0.997 0.0531	0.995 0.0705	0.992 0.0877	0.989 0.1048
3	0.999 0.009	0.997 0.0183	0.998 0.0357	0.997 0.0531	0.995 0.0705	0.992 0.0880	0.988 0.1051
4	0.999 0.012	0.997 0.0186	0.998 0.0359	0.997 0.0531	0.995 0.0707	0.992 0.0883	0.988 0.1054
5	0.999 0.015	0.996 0.0189	0.998 0.0363	0.997 0.0537	0.994 0.0710	0.991 0.0883	0.988 0.1054
6	0.999 0.018	0.996 0.0192	0.998 0.0366	0.997 0.0540	0.994 0.0713	0.991 0.0885	0.987 0.1057
7	0.999 0.020	0.996 0.0195	0.998 0.0368	0.997 0.0543	0.994 0.0716	0.991 0.0888	0.988 0.1059
8	0.999 0.023	0.996 0.0198	0.998 0.0372	0.997 0.0546	0.994 0.0719	0.991 0.0891	0.988 0.1062
9	0.999 0.026	0.996 0.0201	0.998 0.0375	0.997 0.0549	0.994 0.0722	0.991 0.0894	0.988 0.1065
10	0.999 0.029	0.996 0.0204	0.998 0.0378	0.996 0.0552	0.994 0.0725	0.991 0.0897	0.988 0.1068
11	0.999 0.032	0.996 0.0206	0.998 0.0381	0.996 0.0554	0.994 0.0728	0.991 0.0900	0.988 0.1071
12	0.999 0.035	0.996 0.0209	0.998 0.0384	0.996 0.0557	0.994 0.0730	0.991 0.0903	0.988 0.1074
13	0.999 0.038	0.996 0.0212	0.998 0.0386	0.996 0.0560	0.994 0.0733	0.991 0.0905	0.988 0.1077
14	0.999 0.041	0.995 0.0215	0.998 0.0389	0.996 0.0563	0.994 0.0736	0.991 0.0908	0.988 0.1079
15	0.999 0.044	0.995 0.0218	0.998 0.0392	0.996 0.0566	0.994 0.0739	0.991 0.0911	0.988 0.1082
16	0.999 0.047	0.995 0.0221	0.998 0.0395	0.996 0.0569	0.994 0.0742	0.991 0.0914	0.988 0.1085
17	0.999 0.049	0.995 0.0224	0.998 0.0398	0.996 0.0572	0.994 0.0745	0.991 0.0917	0.988 0.1088
18	0.999 0.052	0.995 0.0227	0.998 0.0401	0.996 0.0575	0.994 0.0748	0.991 0.0920	0.988 0.1091
19	0.999 0.055	0.995 0.0230	0.998 0.0404	0.996 0.0578	0.994 0.0751	0.991 0.0923	0.989 0.1094
20	0.999 0.058	0.995 0.0233	0.998 0.0407	0.996 0.0581	0.994 0.0753	0.991 0.0925	0.988 0.1096
21	0.999 0.061	0.995 0.0236	0.998 0.0410	0.996 0.0583	0.994 0.0756	0.991 0.0928	0.987 0.1099
22	0.999 0.064	0.995 0.0238	0.998 0.0413	0.996 0.0586	0.994 0.0759	0.991 0.0931	0.987 0.1102
23	0.999 0.067	0.995 0.0241	0.998 0.0415	0.996 0.0589	0.994 0.0762	0.991 0.0934	0.987 0.1105
24	0.999 0.070	0.995 0.0244	0.998 0.0418	0.996 0.0592	0.994 0.0765	0.991 0.0937	0.987 0.1108
25	0.999 0.073	0.994 0.0247	0.998 0.0421	0.996 0.0595	0.994 0.0768	0.991 0.0940	0.987 0.1111
26	0.999 0.076	0.994 0.0250	0.998 0.0424	0.996 0.0598	0.994 0.0771	0.991 0.0943	0.987 0.1113
27	0.999 0.079	0.994 0.0253	0.998 0.0427	0.996 0.0601	0.994 0.0774	0.991 0.0945	0.987 0.1116
28	0.999 0.081	0.993 0.0256	0.998 0.0430	0.996 0.0604	0.994 0.0777	0.991 0.0948	0.987 0.1119
29	0.999 0.084	0.993 0.0259	0.998 0.0433	0.996 0.0607	0.994 0.0779	0.991 0.0951	0.987 0.1122
30	0.999 0.087	0.993 0.0262	0.998 0.0436	0.996 0.0610	0.994 0.0782	0.991 0.0954	0.987 0.1125
31	0.999 0.090	0.993 0.0265	0.998 0.0439	0.996 0.0612	0.994 0.0785	0.991 0.0957	0.987 0.1128
32	0.999 0.093	0.993 0.0267	0.998 0.0442	0.996 0.0615	0.994 0.0788	0.991 0.0960	0.987 0.1130
33	0.999 0.096	0.993 0.0270	0.998 0.0444	0.996 0.0618	0.994 0.0791	0.991 0.0963	0.987 0.1133
34	0.999 0.099	0.993 0.0273	0.998 0.0447	0.996 0.0621	0.994 0.0794	0.991 0.0965	0.987 0.1136
35	0.999 0.102	0.992 0.0276	0.998 0.0450	0.996 0.0624	0.994 0.0797	0.991 0.0968	0.986 0.1139
36	0.999 0.105	0.992 0.0279	0.998 0.0453	0.996 0.0627	0.994 0.0800	0.991 0.0971	0.986 0.1142
37	0.999 0.108	0.992 0.0282	0.998 0.0456	0.996 0.0630	0.994 0.0803	0.991 0.0974	0.986 0.1145
38	0.999 0.111	0.992 0.0285	0.998 0.0459	0.996 0.0632	0.994 0.0805	0.991 0.0977	0.986 0.1147
39	0.999 0.113	0.992 0.0288	0.998 0.0462	0.996 0.0635	0.994 0.0808	0.991 0.0980	0.986 0.1150
40	0.998 0.116	0.991 0.0291	0.997 0.0465	0.995 0.0638	0.993 0.0811	0.990 0.0983	0.985 0.1153
41	0.998 0.119	0.991 0.0294	0.997 0.0468	0.995 0.0641	0.993 0.0814	0.990 0.0985	0.985 0.1156
42	0.998 0.122	0.991 0.0297	0.997 0.0471	0.995 0.0644	0.993 0.0817	0.990 0.0988	0.985 0.1159
43	0.998 0.125	0.991 0.0299	0.997 0.0473	0.995 0.0647	0.993 0.0819	0.990 0.0991	0.985 0.1162
44	0.998 0.128	0.991 0.0302	0.997 0.0476	0.995 0.0650	0.993 0.0822	0.990 0.0994	0.985 0.1164
45	0.998 0.131	0.991 0.0305	0.997 0.0479	0.995 0.0653	0.993 0.0825	0.990 0.0997	0.986 0.1167
46	0.998 0.134	0.991 0.0308	0.997 0.0482	0.995 0.0656	0.993 0.0828	0.990 1.000	0.986 0.1170
47	0.998 0.137	0.991 0.0311	0.997 0.0485	0.995 0.0658	0.993 0.0831	0.990 1.003	0.986 0.1173
48	0.998 0.140	0.991 0.0314	0.997 0.0488	0.995 0.0661	0.993 0.0834	0.990 1.005	0.986 0.1176
49	0.998 0.143	0.991 0.0317	0.997 0.0491	0.995 0.0664	0.993 0.0837	0.990 1.008	0.986 0.1179
50	0.998 0.146	0.990 0.0320	0.997 0.0494	0.995 0.0667	0.993 0.0840	0.989 1.011	0.985 0.1181
51	0.998 0.148	0.990 0.0323	0.997 0.0497	0.995 0.0670	0.993 0.0842	0.989 1.014	0.985 0.1184
52	0.998 0.151	0.989 0.0326	0.997 0.0499	0.995 0.0673	0.993 0.0845	0.989 1.017	0.985 0.1187
53	0.998 0.154	0.989 0.0328	0.997 0.0502	0.995 0.0676	0.993 0.0848	0.989 1.020	0.985 0.1190
54	0.998 0.157	0.989 0.0331	0.997 0.0505	0.995 0.0679	0.993 0.0851	0.989 1.022	0.985 0.1193
55	0.997 0.160	0.989 0.0334	0.997 0.0508	0.995 0.0681	0.992 0.0854	0.989 1.025	0.985 0.1195
56	0.997 0.163	0.989 0.0337	0.997 0.0511	0.995 0.0684	0.992 0.0857	0.989 1.028	0.985 0.1198
57	0.997 0.166	0.989 0.0340	0.997 0.0514	0.995 0.0687	0.992 0.0860	0.989 1.031	0.985 0.1201
58	0.997 0.169	0.989 0.0343	0.997 0.0517	0.995 0.0690	0.992 0.0863	0.989 1.034	0.985 0.1203
59	0.997 0.172	0.989 0.0346	0.997 0.0520	0.995 0.0693	0.992 0.0865	0.989 1.037	0.985 0.1207

第13表 スタディア係數表

(7°—13°)

	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°
O	0.9851 0.9816	0.9860 0.9813	0.9755 0.9778	0.9696 0.9656	0.9598 0.9536	0.9498 0.9417	0.9394 0.9316
1	0.9851 1.0126	0.9860 1.0130	0.9754 1.0148	0.9697 1.0173	0.9635 1.0197	0.9567 2.0136	0.9493 2.0164
2	0.9850 1.0125	0.9859 1.0128	0.9753 1.0151	0.9696 1.0176	0.9634 1.0198	0.9565 2.0139	0.9491 2.0167
3	0.9849 1.0128	0.9848 1.0128	0.9753 1.0153	0.9695 1.0178	0.9633 1.0191	0.9565 2.0142	0.9490 2.0160
4	0.9849 1.0121	0.9803 1.0180	0.9753 1.0153	0.9694 1.0171	0.9632 1.0184	0.9563 2.0144	0.9489 2.0165
5	0.9848 1.0244	0.9802 1.0302	0.9751 1.0159	0.9693 1.0234	0.9630 1.0187	0.9562 2.0147	0.9483 2.0165
6	0.9848 1.0240	0.9802 1.0305	0.9750 1.0158	0.9692 1.0236	0.9629 1.0189	0.9561 2.0150	0.9486 2.0168
7	0.9847 1.0239	0.9801 1.0301	0.9749 1.0154	0.9691 1.0239	0.9628 1.0192	0.9559 2.0155	0.9485 2.0170
8	0.9846 1.0238	0.9800 1.0301	0.9748 1.0157	0.9690 1.0238	0.9627 1.0195	0.9558 2.0155	0.9485 2.0170
9	0.9845 1.0235	0.9799 1.0403	0.9747 1.0170	0.9689 1.0235	0.9625 1.0197	0.9557 2.0158	0.9482 2.0175
10	0.9844 1.0238	0.9798 1.0400	0.9746 1.0173	0.9688 1.0237	0.9625 1.0200	0.9556 2.0160	0.9481 2.0178
11	0.9844 1.0241	0.9797 1.0409	0.9745 1.0175	0.9687 1.0240	0.9624 1.0203	0.9555 2.0163	0.9480 2.0172
12	0.9843 1.0243	0.9797 1.0412	0.9744 1.0176	0.9686 1.0243	0.9623 1.0205	0.9553 2.0164	0.9479 2.0173
13	0.9842 1.0246	0.9796 1.0414	0.9743 1.0181	0.9685 1.0246	0.9622 1.0208	0.9552 2.0167	0.9477 2.0176
14	0.9841 1.0249	0.9795 1.0417	0.9743 1.0184	0.9684 1.0248	0.9621 1.0211	0.9551 2.0171	0.9476 2.0178
15	0.9841 1.0252	0.9794 1.0420	0.9742 1.0187	0.9683 1.0251	0.9619 1.0213	0.9550 2.0173	0.9475 2.0171
16	0.9840 1.0253	0.9793 1.0423	0.9741 1.0189	0.9682 1.0254	0.9618 1.0216	0.9549 2.0176	0.9473 2.0174
17	0.9839 1.0258	0.9792 1.0425	0.9740 1.0192	0.9681 1.0256	0.9617 1.0219	0.9547 2.0179	0.9472 2.0176
18	0.9838 1.0260	0.9791 1.0428	0.9739 1.0193	0.9680 1.0259	0.9616 1.0221	0.9546 2.0180	0.9471 2.0179
19	0.9838 1.0263	0.9791 1.0431	0.9738 1.0195	0.9679 1.0262	0.9615 1.0224	0.9545 2.0184	0.9470 2.0174
20	0.9837 1.0266	0.9790 1.0434	0.9737 1.0196	0.9678 1.0265	0.9614 1.0227	0.9544 2.0187	0.9468 2.0174
21	0.9836 1.0269	0.9789 1.0437	0.9736 1.0193	0.9677 1.0267	0.9613 1.0230	0.9543 2.0189	0.9467 2.0174
22	0.9836 1.0270	0.9788 1.0440	0.9735 1.0196	0.9676 1.0269	0.9612 1.0231	0.9542 2.0190	0.9466 2.0175
23	0.9835 1.0274	0.9787 1.0442	0.9734 1.0199	0.9675 1.0273	0.9610 1.0235	0.9541 2.0193	0.9465 2.0176
24	0.9834 1.0277	0.9787 1.0445	0.9733 1.0201	0.9674 1.0275	0.9609 1.0235	0.9540 2.0195	0.9464 2.0177
25	0.9833 1.0280	0.9786 1.0448	0.9732 1.0204	0.9673 1.0278	0.9608 1.0240	0.9538 2.0200	0.9463 2.0178
26	0.9833 1.0283	0.9786 1.0451	0.9731 1.0217	0.9672 1.0281	0.9607 1.0243	0.9537 2.0203	0.9462 2.0179
27	0.9832 1.0283	0.9785 1.0451	0.9730 1.0220	0.9670 1.0284	0.9606 1.0246	0.9536 2.0205	0.9461 2.0178
28	0.9831 1.0288	0.9784 1.0454	0.9729 1.0222	0.9670 1.0286	0.9605 1.0247	0.9535 2.0206	0.9460 2.0179
29	0.9830 1.0291	0.9783 1.0456	0.9728 1.0225	0.9669 1.0289	0.9604 1.0251	0.9534 2.0207	0.9459 2.0179
30	0.9829 1.0292	0.9782 1.0462	0.9728 1.0248	0.9668 1.0293	0.9603 1.0254	0.9532 2.0207	0.9458 2.0179
31	0.9829 1.0297	0.9781 1.0465	0.9727 1.0249	0.9667 1.0295	0.9602 1.0256	0.9531 2.0208	0.9457 2.0180
32	0.9828 1.0299	0.9780 1.0469	0.9726 1.0250	0.9666 1.0297	0.9601 1.0259	0.9530 2.0209	0.9456 2.0181
33	0.9827 1.0305	0.9779 1.0470	0.9725 1.0255	0.9665 1.0299	0.9600 1.0261	0.9529 2.0211	0.9455 2.0182
34	0.9827 1.0305	0.9778 1.0473	0.9724 1.0259	0.9664 1.0303	0.9599 1.0262	0.9528 2.0211	0.9454 2.0183
35	0.9826 1.0308	0.9778 1.0476	0.9723 1.0263	0.9663 1.0305	0.9597 1.0267	0.9525 2.0212	0.9453 2.0184
36	0.9825 1.0311	0.9776 1.0479	0.9722 1.0264	0.9662 1.0308	0.9596 1.0269	0.9524 2.0213	0.9452 2.0185
37	0.9824 1.0314	0.9775 1.0481	0.9720 1.0267	0.9660 1.0311	0.9595 1.0270	0.9523 2.0215	0.9451 2.0186
38	0.9824 1.0317	0.9775 1.0484	0.9719 1.0270	0.9662 1.0314	0.9593 1.0273	0.9522 2.0216	0.9450 2.0187
39	0.9823 1.0319	0.9774 1.0487	0.9719 1.0273	0.9658 1.0316	0.9592 1.0278	0.9520 2.0217	0.9443 2.0189
40	0.9822 1.0322	0.9773 1.0490	0.9718 1.0274	0.9657 1.0319	0.9591 1.0284	0.9518 2.0217	0.9442 2.0190
41	0.9821 1.0325	0.9772 1.0492	0.9717 1.0275	0.9656 1.0320	0.9590 1.0285	0.9517 2.0218	0.9441 2.0192
42	0.9820 1.0326	0.9771 1.0495	0.9716 1.0275	0.9655 1.0320	0.9589 1.0285	0.9516 2.0218	0.9440 2.0193
43	0.9820 1.0331	0.9770 1.0498	0.9715 1.0276	0.9654 1.0321	0.9588 1.0287	0.9515 2.0219	0.9439 2.0194
44	0.9819 1.0333	0.9769 1.0501	0.9714 1.0276	0.9653 1.0320	0.9587 1.0287	0.9514 2.0219	0.9438 2.0195
45	0.9818 1.0336	0.9769 1.0504	0.9713 1.0276	0.9652 1.0323	0.9585 1.0287	0.9513 2.0220	0.9437 2.0196
46	0.9817 1.0339	0.9768 1.0506	0.9712 1.0272	0.9651 1.0325	0.9584 1.0287	0.9512 2.0220	0.9436 2.0197
47	0.9817 1.0341	0.9767 1.0509	0.9711 1.0275	0.9650 1.0326	0.9583 1.0288	0.9511 2.0221	0.9435 2.0198
48	0.9817 1.0347	0.9766 1.0512	0.9710 1.0277	0.9649 1.0324	0.9582 1.0289	0.9510 2.0221	0.9434 2.0199
49	0.9815 1.0347	0.9765 1.0515	0.9709 1.0280	0.9648 1.0324	0.9580 1.0290	0.9509 2.0220	0.9433 2.0200
50	0.9827 1.0350	0.9764 1.0517	0.9709 1.0283	0.9647 1.0327	0.9579 2.0297	0.9507 2.0220	0.9432 2.0202
51	0.9813 1.0353	0.9763 1.0520	0.9707 1.0285	0.9646 1.0329	0.9578 2.0301	0.9506 2.0222	0.9431 2.0204
52	0.9813 1.0356	0.9762 1.0523	0.9705 1.0288	0.9645 1.0331	0.9577 2.0302	0.9505 2.0223	0.9430 2.0205
53	0.9813 1.0359	0.9761 1.0526	0.9703 1.0291	0.9644 1.0334	0.9576 2.0303	0.9504 2.0224	0.9429 2.0206
54	0.9811 1.0361	0.9760 1.0528	0.9704 1.0294	0.9643 1.0337	0.9575 2.0304	0.9503 2.0225	0.9428 2.0207
55	0.9810 1.0364	0.9760 1.0531	0.9703 1.0296	0.9641 1.0339	0.9574 2.0305	0.9502 2.0226	0.9427 2.0208
56	0.9810 1.0367	0.9759 1.0534	0.9702 1.0297	0.9640 1.0340	0.9573 2.0306	0.9501 2.0227	0.9426 2.0209
57	0.9809 1.0370	0.9758 1.0537	0.9701 1.0293	0.9639 1.0340	0.9572 2.0307	0.9500 2.0228	0.9425 2.0210
58	0.9808 1.0373	0.9757 1.0540	0.9700 1.0295	0.9638 1.0340	0.9571 2.0308	0.9497 2.0228	0.9424 2.0211
59	0.9807 1.0375	0.9756 1.0542	0.9699 1.0297	0.9637 1.0340	0.9570 2.0309	0.9496 2.0229	0.9423 2.0212

C

第13表 スタディア係數表

(14°—20°)

	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
O	0.9415 0.9247	0.9356 0.9250	0.9280 0.9250	0.9215 0.9250	0.9150 0.9250	0.9090 0.9250	0.8930 0.9250
1	0.9413 2.0250	0.9349 2.0250	0.9271 2.0250	0.9193 2.0250	0.9125 2.0250	0.9056 2.0250	0.8980 2.0250
2	0.9412 2.0252	0.9348 2.0252	0.9270 2.0252	0.9192 2.0252	0.9124 2.0252	0.9055 2.0252	0.8979 2.0252
3	0.9411 2.0255	0.9347 2.0255	0.9273 2.0255	0.9191 2.0255	0.9123 2.0255	0.9056 2.0255	0.8980 2.0255
4	0.9409 2.0258	0.9346 2.0258	0.9274 2.0258	0.9190 2.0258	0.9122 2.0258	0.9054 2.0258	0.8978 2.0258
5	0.9408 2.0260	0.9345 2.0260	0.9275 2.0260	0.9189 2.0260	0.9121 2.0260	0.9053 2.0260	0.8977 2.0260
6	0.9407 2.0263	0.9344 2.0263	0.9276 2.0263	0.9188 2.0263	0.9120 2.0263	0.9052 2.0263	0.8976 2.0263
7	0.9405 2.0265	0.9343 2.0265	0.9278 2.0265	0.9187 2.0265	0.9122 2.0265	0.9054 2.0265	0.8975 2.0265
8	0.9404 2.0267	0.9342 2.0267	0.9279 2.0267	0.9186 2.0267	0.9123 2.0267	0.9053 2.0267	0.8974 2.0267
9	0.9402 2.0270	0.9341 2.0270	0.9280 2.0270	0.9185 2.0270	0.9124 2.0270	0.9055 2.0270	0.8973 2.0270
10	0.9401 2.0273	0.9340 2.0273	0.9282 2.0273	0.9184 2.0273	0.9125 2.0273	0.9056 2.0273	0.8972 2.0273
11	0.9400 2.0276	0.9339 2.0276	0.9284 2.0276	0.9183 2.0276	0.9126 2.0276	0.9057 2.0276	0.8971 2.0276
12	0.9398 2.0278	0.9338 2.0278	0.9286 2.0278	0.9182 2.0278	0.9127 2.0278	0.9058 2.0278	0.8970 2.0278
13	0.9397 2.0281	0.9337 2.0281	0.9287 2.0281	0.9181 2.0281	0.9128 2.0281	0.9059 2.0281	0.8969 2.0281
14	0.9395 2.0283	0.9336 2.0283	0.9289 2.0283	0.9180 2.0283	0.9129 2.0283	0.9060 2.0283	0.8968 2.0283
15	0.9394 2.0286	0.9335 2.0286	0.9291 2.0286	0.9181 2.0286	0.9130 2.0286	0.9061 2.0286	0.8967 2.0286
16	0.9393 2.0289	0.9334 2.0289	0.9293 2.0289	0.9180 2.0289	0.9131 2.0289	0.9062 2.0289	0.8966 2.0289
17	0.9392 2.0291	0.9333 2.0291	0.9295 2.0291	0.9181 2.0291	0.9132 2.0291	0.9063 2.0291	0.8965 2.0291
18	0.9391 2.0294	0.9332 2.0294	0.9297 2.0294	0.9182 2.0294	0.9133 2.0294	0.9064 2.0294	0.8964 2.0294
19	0.9390 2.0297	0.9331 2.0297	0.9298 2.0297	0.9183 2.0297	0.9134 2.0297	0.9065 2.0297	0.8963 2.0297
20	0.9387 2.0299	0.9330 2.0299	0.9300 2.0299	0.9184 2.0299	0.9135 2.0299	0.9066 2.0299	0.8962 2.0299
21	0.9386 2.0301	0.9329 2.0301	0.9302 2.0301	0.9185 2.0301	0.9136 2.0301	0.9067 2.0301	0.8961 2.0301
22	0.9385 2.0304	0.9328 2.0304	0.9303 2.0304	0.9186 2.0304	0.9137 2.0304	0.9068 2.0304	0.8960 2.0304
23	0.9384 2.0307	0.9327 2.0307	0.9304 2.0307	0.9			

第13表 スタヂア係数表
(21°—27°)

	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	0.8716	0.3346	0.8597	0.3473	0.8473	0.3597	0.8346	0.3716
1	0.8714	0.3344	0.8595	0.3475	0.8471	0.3599	0.8343	0.3718
2	0.8712	0.3342	0.8593	0.3477	0.8469	0.3601	0.8341	0.3720
3	0.8710	0.3340	0.8591	0.3479	0.8467	0.3603	0.8339	0.3722
4	0.8708	0.3338	0.8589	0.3480	0.8465	0.3605	0.8337	0.3723
5	0.8706	0.3336	0.8587	0.3482	0.8463	0.3607	0.8335	0.3725
6	0.8704	0.3335	0.8585	0.3483	0.8461	0.3609	0.8333	0.3727
7	0.8702	0.3334	0.8583	0.3485	0.8459	0.3611	0.8331	0.3729
8	0.8700	0.3333	0.8580	0.3490	0.8457	0.3613	0.8328	0.3731
9	0.8698	0.3335	0.8578	0.3492	0.8455	0.3615	0.8326	0.3733
10	0.8696	0.3367	0.8576	0.3494	0.8452	0.3617	0.8324	0.3735
11	0.8694	0.3369	0.8574	0.3496	0.8450	0.3619	0.8322	0.3737
12	0.8692	0.3372	0.8572	0.3498	0.8448	0.3621	0.8320	0.3739
13	0.8690	0.3374	0.8570	0.3500	0.8446	0.3623	0.8317	0.3741
14	0.8688	0.3376	0.8568	0.3502	0.8444	0.3625	0.8315	0.3743
15	0.8686	0.3378	0.8566	0.3504	0.8442	0.3627	0.8313	0.3745
16	0.8684	0.3380	0.8564	0.3506	0.8440	0.3629	0.8311	0.3747
17	0.8682	0.3382	0.8562	0.3508	0.8438	0.3631	0.8309	0.3749
18	0.8680	0.3384	0.8560	0.3511	0.8435	0.3633	0.8307	0.3751
19	0.8678	0.3386	0.8558	0.3513	0.8433	0.3635	0.8305	0.3753
20	0.8677	0.3389	0.8556	0.3515	0.8431	0.3637	0.8303	0.3755
21	0.8675	0.3391	0.8554	0.3517	0.8429	0.3639	0.8301	0.3757
22	0.8672	0.3393	0.8552	0.3519	0.8427	0.3641	0.8299	0.3759
23	0.8671	0.3395	0.8550	0.3521	0.8425	0.3643	0.8297	0.3761
24	0.8669	0.3397	0.8548	0.3523	0.8423	0.3645	0.8295	0.3763
25	0.8667	0.3399	0.8546	0.3525	0.8421	0.3647	0.8293	0.3765
26	0.8665	0.3401	0.8544	0.3527	0.8419	0.3649	0.8291	0.3767
27	0.8663	0.3403	0.8542	0.3529	0.8417	0.3651	0.8289	0.3769
28	0.8661	0.3406	0.8540	0.3531	0.8414	0.3653	0.8287	0.3771
29	0.8659	0.3408	0.8538	0.3533	0.8412	0.3655	0.8285	0.3773
30	0.8657	0.3410	0.8536	0.3535	0.8410	0.3657	0.8283	0.3775
31	0.8655	0.3412	0.8533	0.3538	0.8408	0.3659	0.8281	0.3777
32	0.8652	0.3414	0.8531	0.3540	0.8406	0.3661	0.8279	0.3779
33	0.8651	0.3416	0.8529	0.3542	0.8404	0.3663	0.8277	0.3781
34	0.8649	0.3418	0.8527	0.3544	0.8401	0.3665	0.8275	0.3783
35	0.8647	0.3421	0.8525	0.3546	0.8399	0.3667	0.8273	0.3785
36	0.8645	0.3423	0.8523	0.3548	0.8397	0.3669	0.8271	0.3787
37	0.8643	0.3425	0.8521	0.3550	0.8395	0.3671	0.8269	0.3789
38	0.8641	0.3427	0.8519	0.3552	0.8393	0.3673	0.8267	0.3791
39	0.8639	0.3429	0.8517	0.3554	0.8391	0.3675	0.8265	0.3793
40	0.8637	0.3431	0.8515	0.3556	0.8389	0.3677	0.8263	0.3795
41	0.8635	0.3433	0.8513	0.3558	0.8387	0.3679	0.8261	0.3797
42	0.8633	0.3435	0.8511	0.3560	0.8385	0.3681	0.8259	0.3799
43	0.8631	0.3437	0.8509	0.3562	0.8383	0.3683	0.8257	0.3801
44	0.8629	0.3440	0.8507	0.3564	0.8380	0.3685	0.8255	0.3803
45	0.8627	0.3442	0.8505	0.3566	0.8378	0.3687	0.8253	0.3805
46	0.8625	0.3444	0.8503	0.3568	0.8376	0.3689	0.8251	0.3807
47	0.8623	0.3446	0.8501	0.3570	0.8374	0.3691	0.8249	0.3809
48	0.8621	0.3448	0.8499	0.3572	0.8372	0.3693	0.8247	0.3811
49	0.8619	0.3450	0.8496	0.3574	0.8369	0.3695	0.8245	0.3813
50	0.8617	0.3452	0.8494	0.3576	0.8367	0.3697	0.8243	0.3815
51	0.8615	0.3454	0.8492	0.3578	0.8365	0.3699	0.8241	0.3817
52	0.8613	0.3457	0.8490	0.3580	0.8363	0.3701	0.8239	0.3819
53	0.8611	0.3459	0.8488	0.3583	0.8361	0.3702	0.8237	0.3821
54	0.8609	0.3461	0.8486	0.3585	0.8359	0.3704	0.8235	0.3823
55	0.8607	0.3463	0.8484	0.3587	0.8356	0.3706	0.8233	0.3825
56	0.8605	0.3465	0.8482	0.3589	0.8354	0.3708	0.8231	0.3827
57	0.8603	0.3467	0.8480	0.3591	0.8352	0.3710	0.8229	0.3829
58	0.8601	0.3469	0.8477	0.3593	0.8350	0.3712	0.8227	0.3831
59	0.8599	0.3471	0.8475	0.3595	0.8348	0.3714	0.8225	0.3833

C

第7章 スタヂア測量又は視距測量

第13表 スタヂア係数表
(28°—34°)

	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	0.7706	0.4145	0.7650	0.4242	0.7590	0.4330	0.7347	0.4415
1	0.7704	0.4147	0.7648	0.4243	0.7587	0.4322	0.7345	0.4416
2	0.7701	0.4148	0.7645	0.4244	0.7585	0.4323	0.7342	0.4417
3	0.7699	0.4150	0.7642	0.4245	0.7582	0.4324	0.7340	0.4418
4	0.7696	0.4152	0.7639	0.4246	0.7579	0.4325	0.7337	0.4419
5	0.7784	0.4153	0.7637	0.4248	0.7577	0.4326	0.7335	0.4420
6	0.7781	0.4155	0.7634	0.4250	0.7575	0.4327	0.7332	0.4421
7	0.7779	0.4157	0.7632	0.4251	0.7573	0.4328	0.7330	0.4422
8	0.7777	0.4158	0.7630	0.4253	0.7571	0.4329	0.7328	0.4423
9	0.7774	0.4160	0.7627	0.4255	0.7569	0.4331	0.7326	0.4424
10	0.7772	0.4161	0.7625	0.4257	0.7567	0.4332	0.7324	0.4425
11	0.7769	0.4163	0.7622	0.4259	0.7565	0.4334	0.7322	0.4426
12	0.7767	0.4165	0.7619	0.4261	0.7563	0.4336	0.7320	0.4427
13	0.7765	0.4166	0.7617	0.4263	0.7561	0.4338	0.7318	0.4428
14	0.7763	0.4168	0.7615	0.4265	0.7559	0.4340	0.7316	0.4429
15	0.7760	0.4169	0.7613	0.4267	0.7557	0.4342	0.7314	0.4430
16	0.7758	0.4171	0.7611	0.4269	0.7555	0.4344	0.7312	0.4431
17	0.7756	0.4173	0.7609	0.4271	0.7553	0.4346	0.7310	0.4432
18	0.7754	0.4174	0.7607	0.4273	0.7551	0.4348	0.7308	0.4433
19	0.7750	0.4176	0.7605	0.4275	0.7549	0.4350	0.7306	0.4434
20	0.7748	0.4177	0.7603	0.4277	0.7547	0.4352	0.7304	0.4435
21	0.7745	0.4179	0.7601	0.4279	0.7545	0.4354	0.7302	0.4436
22	0.7743	0.4181	0.7599	0.4281	0.7543	0.4356	0.7300	0.4437
23	0.7741	0.4183	0.7597	0.4283	0.7541	0.4358	0.7298	0.4438
24	0.7738	0.4184	0.7595	0.4285	0.7539	0.4360	0.7296	0.4439
25	0.7735	0.4185	0.7593	0.4287	0.7537	0.4362	0.7294	0.4440
26	0.7733	0.4187	0.7591	0.4289	0.7535	0.4364	0.7292	0.4441
27	0.7731	0.4191	0.7589	0.4291	0.7533	0.4366	0.7290	0.4442
28	0.7729	0.4193	0.7587	0.4293	0.7531	0.4368	0.7288	0.4443
29	0.7727	0.4195	0.7585	0.4295	0.7529	0.4370	0.7286	0.4444
30	0.7725	0.4193	0.7583	0.4297	0.7527	0.4372	0.7284	0.4445
31	0.7721	0.4195	0.7581	0.4299	0.7525	0.4374	0.7282	0.4446
32	0.7719	0.4197	0.7579	0.4301	0.7523	0.4376	0.7280	0.4447
33	0.7717	0.4199	0.7577	0.4303	0.7521	0.4378	0.7278	0.4448
34	0.7715	0.4201	0.7575	0.4305	0.7519	0.4380	0.7276	0.4449
35	0.7711	0.4201	0.7573	0.4307	0.7517	0.4382	0.7274	0.4450
36	0.7709	0.4203	0.7570	0.4309	0.7515	0.4384	0.7272	0.4451
37	0.7707	0.4205	0.7568	0.4311	0.7513	0.4386	0.7270	0.4452
38	0.7704	0.4206	0.7565	0.4313	0.7510	0.4388	0.7268	0.4453
39	0.7702	0.4208	0.7563	0.4315	0.7508	0.4390	0.7266	0.4454
40	0.7699	0.4209	0.7560	0.4317	0.7505	0.4392	0.7264	0.4455
41	0.7697	0.4211	0.7558	0.4319	0.7503	0.4394	0.7262	0.4456
42	0.7695	0.4212	0.7556	0.4321	0.7501	0.4396	0.7260	0.4457
43	0.7693	0.4214	0.7554	0.4323	0.7499	0.4398	0.7258	0.4458
44	0.7690	0.4215	0.7552	0.4325	0.7497	0.4400	0.7256	0.4459
45	0.7688	0.4217	0.7550	0.4327	0.7495	0.4402	0.7254	0.4460
46	0.7686	0.4219	0.7548	0.4329	0.7493	0.4404	0.7252	0.4461
47	0.7684	0.4220	0.7546	0.4331	0.7491	0.4406	0.7250	0.4462
48	0.7682	0.4222	0.7544	0.4333	0.7489	0.4408	0.7248	0.4463
49	0.7679	0.4223	0.7542	0.4335	0.7487	0.4410	0.7246	0.4464
50	0.7676	0.4225	0.7540	0.4337	0.7485	0.4412	0.7244	0.4465
51	0.7674	0.4225	0.7538	0.4339	0.7483	0.4414	0.7242	0.4466
52	0.7672	0.4226	0.7536	0.4341	0.7481	0.4416	0.7240	0.4467
53	0.7670							

第13表 スタヂア係数表
(35°—41°)

	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°
O	0.6710 0.4698	0.6545 0.4755	0.6378 0.4800	0.6210 0.4851	0.6040 0.4891	0.5868 0.4924	0.5696 0.4951
1	0.6707 0.4699	0.6540 0.4756	0.6375 0.4801	0.6207 0.4852	0.6037 0.4892	0.5865 0.4925	0.5694 0.4952
2	0.6705 0.4700	0.6540 0.4757	0.6373 0.4802	0.6204 0.4853	0.6034 0.4893	0.5863 0.4926	0.5693 0.4953
3	0.6702 0.4701	0.6537 0.4758	0.6370 0.4803	0.6201 0.4854	0.6031 0.4894	0.5860 0.4927	0.5692 0.4954
4	0.6699 0.4702	0.6534 0.4759	0.6367 0.4804	0.6198 0.4855	0.6025 0.4895	0.5857 0.4928	0.5682 0.4955
5	0.6696 0.4703	0.6531 0.4760	0.6364 0.4814	0.6195 0.4856	0.6023 0.4896	0.5854 0.4929	0.5681 0.4956
6	0.6694 0.4704	0.6528 0.4761	0.6361 0.4815	0.6193 0.4857	0.6022 0.4897	0.5851 0.4930	0.5678 0.4953
7	0.6692 0.4705	0.6526 0.4762	0.6359 0.4816	0.6190 0.4858	0.6020 0.4898	0.5849 0.4932	0.5676 0.4954
8	0.6689 0.4706	0.6523 0.4763	0.6357 0.4817	0.6188 0.4859	0.6017 0.4899	0.5845 0.4933	0.5673 0.4955
9	0.6685 0.4707	0.6520 0.4764	0.6355 0.4818	0.6184 0.4860	0.6014 0.4900	0.5842 0.4935	0.5670 0.4955
10	0.6683 0.4708	0.6517 0.4765	0.6350 0.4814	0.6181 0.4858	0.6011 0.4897	0.5840 0.4932	0.5667 0.4953
11	0.6680 0.4709	0.6515 0.4766	0.6347 0.4815	0.6179 0.4859	0.6008 0.4897	0.5837 0.4932	0.5664 0.4955
12	0.6677 0.4710	0.6512 0.4767	0.6345 0.4816	0.6170 0.4860	0.6005 0.4898	0.5834 0.4933	0.5661 0.4956
13	0.6675 0.4711	0.6509 0.4768	0.6342 0.4817	0.6173 0.4861	0.6003 0.4898	0.5831 0.4933	0.5658 0.4956
14	0.6672 0.4712	0.6506 0.4769	0.6339 0.4817	0.6170 0.4861	0.6000 0.4899	0.5828 0.4931	0.5656 0.4957
15	0.6669 0.4713	0.6504 0.4770	0.6336 0.4818	0.6167 0.4862	0.5997 0.4900	0.5825 0.4931	0.5653 0.4957
16	0.6666 0.4714	0.6501 0.4770	0.6333 0.4819	0.6164 0.4863	0.5994 0.4900	0.5823 0.4932	0.5650 0.4958
17	0.6664 0.4715	0.6498 0.4770	0.6331 0.4820	0.6162 0.4863	0.5991 0.4901	0.5819 0.4932	0.5647 0.4958
18	0.6661 0.4716	0.6495 0.4771	0.6328 0.4820	0.6160 0.4864	0.5988 0.4901	0.5817 0.4933	0.5644 0.4958
19	0.6658 0.4717	0.6492 0.4771	0.6325 0.4821	0.6158 0.4865	0.5985 0.4902	0.5814 0.4933	0.5641 0.4959
20	0.6655 0.4718	0.6489 0.4773	0.6322 0.4822	0.6153 0.4865	0.5983 0.4903	0.5811 0.4934	0.5638 0.4959
21	0.6653 0.4719	0.6487 0.4774	0.6319 0.4823	0.6150 0.4866	0.5980 0.4903	0.5808 0.4934	0.5635 0.4959
22	0.6650 0.4720	0.6484 0.4775	0.6317 0.4824	0.6147 0.4867	0.5977 0.4904	0.5805 0.4935	0.5632 0.4960
23	0.6647 0.4721	0.6481 0.4776	0.6314 0.4824	0.6145 0.4867	0.5974 0.4904	0.5803 0.4935	0.5630 0.4960
24	0.6644 0.4722	0.6478 0.4777	0.6311 0.4825	0.6142 0.4868	0.5971 0.4905	0.5799 0.4936	0.5627 0.4961
25	0.6642 0.4723	0.6476 0.4777	0.6308 0.4826	0.6139 0.4869	0.5968 0.4905	0.5797 0.4936	0.5624 0.4961
26	0.6639 0.4724	0.6473 0.4778	0.6305 0.4827	0.6136 0.4869	0.5965 0.4906	0.5794 0.4937	0.5621 0.4961
27	0.6636 0.4725	0.6470 0.4779	0.6303 0.4827	0.6133 0.4870	0.5963 0.4906	0.5791 0.4937	0.5619 0.4961
28	0.6633 0.4726	0.6467 0.4780	0.6300 0.4828	0.6130 0.4871	0.5960 0.4907	0.5787 0.4938	0.5615 0.4961
29	0.6631 0.4727	0.6465 0.4781	0.6297 0.4829	0.6128 0.4871	0.5957 0.4908	0.5785 0.4938	0.5612 0.4962
30	0.6628 0.4728	0.6462 0.4782	0.6294 0.4830	0.6125 0.4872	0.5954 0.4908	0.5782 0.4938	0.5609 0.4961
31	0.6625 0.4729	0.6459 0.4782	0.6291 0.4831	0.6122 0.4873	0.5951 0.4909	0.5779 0.4939	0.5606 0.4961
32	0.6622 0.4729	0.6456 0.4783	0.6288 0.4831	0.6119 0.4873	0.5948 0.4909	0.5776 0.4939	0.5603 0.4961
33	0.6620 0.4730	0.6454 0.4783	0.6286 0.4832	0.6116 0.4874	0.5945 0.4910	0.5774 0.4940	0.5601 0.4961
34	0.6617 0.4731	0.6451 0.4785	0.6283 0.4833	0.6113 0.4874	0.5943 0.4910	0.5771 0.4940	0.5599 0.4961
35	0.6614 0.4732	0.6448 0.4786	0.6280 0.4833	0.6111 0.4875	0.5940 0.4911	0.5768 0.4941	0.5596 0.4961
36	0.6611 0.4733	0.6445 0.4787	0.6277 0.4834	0.6108 0.4876	0.5937 0.4911	0.5764 0.4941	0.5592 0.4961
37	0.6609 0.4734	0.6442 0.4787	0.6274 0.4835	0.6105 0.4876	0.5934 0.4912	0.5762 0.4942	0.5589 0.4961
38	0.6606 0.4735	0.6440 0.4788	0.6272 0.4836	0.6102 0.4877	0.5931 0.4913	0.5759 0.4943	0.5586 0.4961
39	0.6603 0.4736	0.6437 0.4789	0.6269 0.4836	0.6099 0.4878	0.5928 0.4913	0.5756 0.4943	0.5583 0.4961
40	0.6600 0.4737	0.6434 0.4790	0.6266 0.4837	0.6096 0.4879	0.5925 0.4914	0.5753 0.4943	0.5580 0.4961
41	0.6598 0.4738	0.6431 0.4791	0.6263 0.4837	0.6094 0.4879	0.5923 0.4914	0.5751 0.4943	0.5578 0.4961
42	0.6595 0.4739	0.6428 0.4792	0.6260 0.4839	0.6091 0.4880	0.5920 0.4915	0.5748 0.4944	0.5575 0.4961
43	0.6592 0.4740	0.6426 0.4792	0.6258 0.4839	0.6088 0.4880	0.5917 0.4915	0.5745 0.4944	0.5572 0.4961
44	0.6589 0.4741	0.6423 0.4793	0.6255 0.4840	0.6085 0.4881	0.5914 0.4916	0.5742 0.4945	0.5569 0.4961
45	0.6587 0.4742	0.6420 0.4794	0.6252 0.4841	0.6082 0.4881	0.5911 0.4916	0.5739 0.4945	0.5566 0.4961
46	0.6584 0.4743	0.6417 0.4795	0.6249 0.4841	0.6079 0.4882	0.5908 0.4917	0.5736 0.4946	0.5563 0.4961
47	0.6581 0.4743	0.6414 0.4796	0.6246 0.4842	0.6077 0.4883	0.5905 0.4917	0.5733 0.4946	0.5560 0.4961
48	0.6578 0.4744	0.6412 0.4797	0.6243 0.4843	0.6074 0.4883	0.5903 0.4918	0.5730 0.4946	0.5557 0.4961
49	0.6575 0.4745	0.6409 0.4797	0.6241 0.4844	0.6071 0.4884	0.5900 0.4918	0.5728 0.4947	0.5554 0.4961
50	0.6573 0.4746	0.6406 0.4798	0.6238 0.4844	0.6068 0.4885	0.5897 0.4919	0.5725 0.4947	0.5551 0.4961
51	0.6570 0.4747	0.6403 0.4799	0.6235 0.4845	0.6065 0.4885	0.5894 0.4919	0.5722 0.4948	0.5549 0.4961
52	0.6567 0.4748	0.6401 0.4800	0.6232 0.4846	0.6062 0.4886	0.5891 0.4920	0.5719 0.4948	0.5546 0.4961
53	0.6564 0.4749	0.6398 0.4801	0.6229 0.4847	0.6059 0.4886	0.5888 0.4920	0.5716 0.4948	0.5543 0.4961
54	0.6562 0.4750	0.6395 0.4801	0.6227 0.4847	0.6057 0.4887	0.5885 0.4921	0.5713 0.4949	0.5541 0.4961
55	0.6559 0.4751	0.6392 0.4802	0.6224 0.4848	0.6054 0.4888	0.5883 0.4921	0.5710 0.4949	0.5537 0.4961
56	0.6556 0.4752	0.6389 0.4803	0.6221 0.4849	0.6051 0.4888	0.5880 0.4922	0.5707 0.4950	0.5534 0.4961
57	0.6553 0.4753	0.6387 0.4804	0.6218 0.4849	0.6048 0.4889	0.5877 0.4923	0.5705 0.4950	0.5531 0.4961
58	0.6551 0.4753	0.6384 0.4805	0.6215 0.4850	0.6045 0.4890	0.5874 0.4924	0.5702 0.4951	0.5528 0.4961
59	0.6548 0.4754	0.6381 0.4806	0.6212 0.4851	0.6042 0.4890	0.5871 0.4924	0.5699 0.4951	0.5526 0.4972

C

第13表 スタヂア係数表

(42°—48°)

	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°
0	0.5583 0.4973	0.5540 0.4988	0.5514 0.4988	0.5486 0.4997	0.5460 0.5000	0.5433 0.5007	0.5407 0.5013
1	0.5520 0.4986	0.5476 0.4988	0.5434 0.4988	0.5408 0.4997	0.5382 0.5000	0.5351 0.5007	0.5321 0.5013
2	0.5517 0.4987	0.5473 0.4988	0.5430 0.4988	0.5405 0.4997	0.5380 0.5000	0.5350 0.5007	0.5318 0.5013
3	0.5514 0.4987	0.5470 0.4988	0.5427 0.4988	0.5402 0.4997	0.5378 0.5000	0.5347 0.5007	0.5316 0.5013
4	0.5511 0.4987	0.5467 0.4988	0.5424 0.4988	0.5399 0.4997	0.5375 0.5000	0.5345 0.5007	0.5314 0.5013
5	0.5503 0.4987	0.5464 0.4988	0.5421 0.4988	0.5396 0.4997	0.5372 0.5000	0.5343 0.5007	0.5312 0.5013
6	0.5505 0.4987	0.5462 0.4988	0.5419 0.4988	0.5394 0.4997	0.5369 0.5000	0.5341 0.5007	0.5310 0.5013
7	0.5502 0.4987	0.5460 0.4988	0.5417 0.4988	0.5392 0.4997	0.5367 0.5000	0.5339 0.5007	0.5309 0.5013
8	0.5499 0.4987	0.5458 0.4988	0.5414 0.4988	0.5389 0.4997	0.5364 0.5000	0.5336 0.5007	0.5308 0.5013
9	0.5497 0.4987	0.5456 0.4988	0.5412 0.4988	0.5387 0.4997	0.5362 0.5000	0.5334 0.5007	0.5307 0.5013
10	0.5494 0.4987	0.5454 0.4988	0.5410 0.4988	0.5385 0.4997	0.5360 0.5000	0.5332 0.5007	0.5306 0.5013
11	0.5491 0.4987	0.5452 0.4988	0.5408 0.4988	0.5383 0.4997	0.5357 0.5000	0.5329 0.5007	0.5303 0.5013
12	0.5488 0.4987	0.5450 0.4988	0.5406 0.4988	0.5381 0.4997	0.5354 0.5000	0.5326 0.5007	0.5302 0.5013
13	0.5485 0.4987	0.5448 0.4988	0.5404 0.4988	0.5379 0.4997	0.5351 0.5000	0.5323 0.5007	0.5297 0.5013
14	0.5482 0.4987	0.5446 0.4988	0.5402 0.4988	0.5377 0.4997	0.5349 0.5000	0.5320 0.5007	0.5296 0.5013
15	0.5479 0.4987	0.5443 0.4988	0.5400 0.4988	0.5374 0.4997	0.5346 0.5000	0.5317 0.5007	0.5293 0.5013
16	0.5476 0.4987	0.5441 0.4988	0.5398 0.4988	0.5371 0.4997	0.5343 0.5000	0.5314 0.5007	0.5290 0.5013
17	0.5473 0.4987	0.5439 0.4988	0.5396 0.4988	0.5369 0.4997	0.5338 0.5000	0.5309 0.5007	0.5287 0.5013
18	0.5470 0.4987	0.5437 0.4988	0.5394 0.4988	0.5366 0.4997	0.5335 0.5000	0.5307 0.5007	0.5284 0.5013
19	0.5468 0.4987	0.5435 0.4988	0.5392 0.4988	0.5363 0.4997	0.5333 0.5000	0.5306 0.5007	0.5281 0.5013
20	0.5465 0.4987	0.5433 0.4988	0.5390 0.4988	0.5361 0.4997	0.5331 0.5000	0.5304 0.5007	0.5279 0.5013
21	0.5462 0.4987	0.5431 0.4988	0.5388 0.4988	0.5359 0.4997	0.5329 0.5000	0.5301 0.5007	0.5276 0.5013
22	0.5459 0.4987	0.5429 0.4988	0.5386 0.4988	0.5357 0.4997	0.5326 0.5000	0.5298 0.5007	0.5273 0.5013

第13表 スタディア係数表
(49°—54°)

	49°	50°	51°	52°	53°	54°
0	0.4304 0.4051	0.4132 0.4224	0.3960 0.4081	0.3790 0.4051	0.3622 0.4061	0.3455 0.4751
1	4298 4057	4126 4293	3955 4050	3788 4051	3619 4061	3452 4734
2	4295 4050	4123 4023	3952 4059	3785 4050	3616 4050	3440 4733
3	4293 4050	4123 4022	3949 4088	3782 4049	3613 4051	3447 4732
4	4293 4050	4123 4022	3949 4088	3779 4049	3611 4051	3444 4732
5	4289 4049	4117 4021	3946 4088	3776 4048	3608 4051	3482 4731
6	4287 4049	4115 4021	3943 4088	3773 4047	3605 4051	3481 4731
7	4284 4048	4112 4020	3941 4088	3771 4047	3602 4051	3438 4730
8	4281 4048	4109 4020	3938 4086	3768 4047	3595 4050	3435 4749
9	4278 4048	4109 4019	3935 4085	3765 4045	3597 4050	3433 4748
10	4275 4047	4109 4019	3932 4086	3760 4044	3594 4051	3427 4746
11	4274 4047	4109 4019	3929 4084	3759 4044	3591 4051	3425 4745
12	4270 4046	4107 4018	3926 4083	3757 4043	3588 4051	3422 4744
13	4267 4046	4106 4017	3923 4082	3754 4042	3585 4050	3419 4743
14	4264 4046	4109 4017	3921 4082	3751 4041	3583 4050	3416 4743
15	4261 4045	4089 4016	3918 4081	3748 4041	3580 4051	3413 4742
16	4258 4045	4086 4016	3915 4081	3745 4040	3577 4051	3411 4741
17	4255 4044	4086 4015	3912 4080	3742 4039	3574 4051	3408 4740
18	4252 4044	4086 4015	3909 4080	3740 4039	3572 4051	3405 4739
19	4249 4043	4077 4014	3906 4080	3737 4038	3569 4051	3402 4738
20	4247 4043	4075 4014	3904 4078	3734 4037	3566 4050	3400 4737
21	4246 4042	4074 4013	3901 4078	3731 4036	3563 4050	3397 4736
22	4241 4042	4073 4013	3898 4077	3728 4036	3560 4048	3394 4735
23	4238 4042	4066 4012	3595 4076	3746 4035	3558 4047	3391 4734
24	4235 4041	4063 4011	3592 4076	3723 4034	3555 4047	3389 4733
25	4232 4041	4060 4011	3589 4075	3720 4033	3552 4046	3386 4734
26	4229 4040	4057 4010	3587 4074	3717 4033	3549 4045	3383 4731
27	4226 4040	4055 4010	3584 4074	3714 4032	3546 4045	3380 4730
28	4224 4039	4052 4009	3581 4073	3712 4031	3544 4044	3378 4729
29	4221 4039	4049 4009	3578 4073	3709 4030	3541 4043	3375 4729
30	4218 4038	4046 4008	3575 4072	3706 4030	3538 4028	3372 4728
31	4215 4038	4043 4008	3572 4071	3703 4029	3535 4028	3369 4727
32	4212 4038	4040 4007	3570 4071	3700 4028	3533 4028	3367 4726
33	4209 4037	4037 4006	3567 4070	3697 4027	3530 4027	3364 4725
34	4206 4037	4035 4006	3564 4069	3695 4027	3527 4027	3361 4724
35	4203 4036	4032 4005	3561 4069	3692 4026	3524 4027	3358 4723
36	4201 4036	4029 4005	3558 4068	3689 4025	3521 4027	3356 4722
37	4198 4035	4026 4004	3555 4067	3686 4024	3519 4027	3353 4721
38	4195 4035	4023 4004	3553 4067	3683 4024	3516 4027	3350 4720
39	4193 4034	4020 4003	3550 4066	3681 4023	3513 4027	3347 4719
40	4189 4034	4017 4003	3547 4065	3678 4022	3510 4027	3345 4718
41	4186 4033	4015 4002	3544 4065	3675 4021	3508 4027	3342 4717
42	4183 4033	4012 4001	3541 4064	3672 4020	3505 4027	3341 4716
43	4180 4032	4009 4001	3538 4063	3669 4020	3502 4027	3339 4715
44	4178 4032	4006 4000	3536 4063	3667 4019	3499 4026	3336 4714
45	4175 4031	4003 4000	3533 4062	3664 4018	3496 4026	3331 4713
46	4172 4031	4000 3999	3530 4061	3661 4017	3494 4026	3328 4712
47	4169 4030	3997 4098	3527 4061	3658 4017	3497 4027	3325 4711
48	4166 4030	3995 4098	3524 4060	3655 4016	3498 4026	3323 4710
49	4163 4029	3992 4097	3521 4059	3653 4015	3495 4026	3320 4709
50	4160 4029	3989 4097	3519 4058	3650 4014	3483 4026	3317 4708
51	4158 4029	3986 4096	3516 4058	3647 4013	3480 4026	3315 4707
52	4155 4028	3983 4096	3513 4057	3644 4013	3477 4026	3312 4706
53	4152 4028	3980 4095	3510 4056	3641 4012	3474 4026	3309 4705
54	4149 4027	3978 4095	3507 4056	3639 4011	3472 4026	3306 4704
55	4146 4027	3975 4094	3505 4055	3636 4010	3469 4026	3304 4703
56	4143 4026	3972 4093	3502 4054	3633 4010	3466 4026	3301 4702
57	4140 4026	3969 4093	3509 4054	3630 4009	3463 4026	3298 4701
58	4137 4025	3966 4092	3506 4053	3627 4008	3460 4025	3295 4700
59	4135 4025	3963 4091	3503 4052	3625 4007	3458 4025	3293 4699

C

第14表 スタディア加数表

.	.10	.105	.11	.115	.12	.125	.13	.135	.14
0	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	水平 高低	水平 高低
1	10 00	10 00	11 00	12 00	12 00	12 00	13 00	13 00	14 00
2	10 00	10 00	11 00	12 00	12 00	12 00	13 00	13 00	14 00
3	10 01	10 01	11 01	11 01	12 01	12 01	13 01	13 01	14 01
4	10 01	10 01	11 01	11 01	12 01	12 01	13 01	13 01	14 01
5	10 01	10 01	11 01	11 01	12 01	12 01	13 01	13 01	14 01
6	10 01	10 01	11 01	11 01	12 02	12 02	13 02	13 02	14 02
7	10 01	10 01	11 02	11 02	12 02	12 02	13 02	13 02	14 02
8	10 02	10 02	11 02	11 02	12 02	12 02	13 02	13 02	14 02
9	10 02	10 02	11 02	11 02	12 02	12 02	13 02	13 02	14 02
10	10 02	10 02	11 02	11 02	12 02	12 02	13 02	13 02	14 02
11	10 02	10 02	11 02	11 02	12 02	12 02	13 02	13 02	14 02
12	10 02	10 02	11 02	11 02	12 02	12 02	13 02	13 02	14 02
13	10 02	10 02	11 03	11 03	12 03	12 03	13 03	13 03	14 03
14	10 02	10 02	11 03	11 03	12 03	12 03	13 03	13 03	14 03
15	10 03	10 03	11 03	11 03	12 03	12 03	13 03	13 03	14 03
16	10 03	10 03	11 03	11 03	12 04	12 04	13 04	13 04	14 04
17	10 03	10 03	11 03	11 03	12 04	12 04	13 04	13 04	14 04
18	10 03	10 03	11 03	11 04	12 04	12 04	13 04	13 04	14 04
19	10 03	10 03	11 04	11 04	12 04	12 04	13 04	13 04	14 04
20	09 03	10 04	10 04	10 04	11 04	11 04	12 04	12 04	13 05
21	09 04	10 04	10 04	10 04	11 04	11 04	12 04	12 04	13 05
22	09 04	10 04	10 04	10 04	11 04	11 04	12 04	12 04	13 05
23	09 04	10 04	10 04	10 04	11 04	11 04	12 04	12 04	13 05
24	09 04	10 04	10 04	10 04	11 04	11 04	12 04	12 04	13 05
25	09 04	10 04	10 04	10 05	11 05	11 05	12 05	12 05	13 06
26	09 04	09 05	10 05	10 05	11 05	11 05	12 05	12 05	13 06
27	09 05	09 05	10 05	10 05	11 05	11 05	12 05	12 05	13 06
28	09 05	09 05	10 05	10 05	11 05	11 05	12 05	12 05	13 06
29	09 05	09 05	10 05	10 05	11 05	11 05	12 05	12 05	13 06
30	09 05	09 05	09 05	10 06	10 06	11 06	11 06	12 07	12 07
31	09 05	09 05	09 05	10 06	11 06	11 06	12 07	12 07	12 07
32	09 05	09 05	09 05	10 06	11 06	11 06	12 07	12 07	12 07
33	09 05	09 05	09 05	10 06	11 06	11 06	12 07	12 07	12 08
34	09 05	09 05	09 05	10 06	11 06	11 06	12 07	12 07	12 08
35	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
36	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
37	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
38	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
39	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
40	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
41	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
42	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
43	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
44	08 05	08 05	09 05	09 05	10 07	10 07	11 07	11 07	12 08
45	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
46	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
47	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
48	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
49	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
50	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
51	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
52	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
53	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08
54	07 07	07 07	08 07	08 07	09 07	09 07	10 07	10 07	11 08

第14表 スタディア加数表

	.145	.15	.155	.16	.165	17	.175	.18	.185	
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	14	00	15	00	16	00	16	00	17	00
1	14	00	15	00	16	00	16	00	17	00
2	14	01	15	01	15	01	16	01	17	01
3	14	01	15	01	15	01	16	01	17	01
4	14	01	15	01	15	02	16	01	17	01
5	14	01	15	01	15	01	16	01	17	01
6	14	02	15	02	15	02	16	02	17	02
7	14	02	15	02	15	02	16	02	17	02
8	14	02	15	02	15	02	16	02	17	02
9	14	02	15	02	15	02	16	03	17	03
10	14	03	15	03	15	03	16	03	17	03
11	14	03	15	03	15	03	16	03	17	03
12	14	03	15	03	15	03	16	03	17	03
13	14	03	15	03	15	03	16	04	17	04
14	14	04	15	04	15	04	16	04	17	04
15	14	04	14	04	15	04	16	04	17	05
16	14	04	14	04	15	04	16	05	17	05
17	14	04	14	04	15	05	16	05	17	05
18	14	04	14	05	15	05	16	05	17	05
19	14	05	14	05	15	05	16	05	17	06
20	14	05	14	05	15	05	16	06	16	06
21	14	05	14	05	15	05	16	06	17	06
22	14	05	14	06	14	06	15	06	16	07
23	14	05	14	06	14	06	15	06	16	07
24	14	05	14	06	14	06	15	07	15	07
25	13	06	14	06	14	07	14	07	15	07
26	13	06	13	07	14	07	14	07	15	08
27	13	07	13	07	14	07	14	07	15	08
28	13	07	13	07	14	07	14	08	15	08
29	13	07	13	07	14	08	14	08	15	08
30	13	07	13	08	13	08	14	08	15	08
31	12	08	13	08	13	08	14	08	15	09
32	12	08	13	08	13	08	14	09	15	09
33	12	08	13	08	13	09	14	09	15	10
34	12	08	12	08	13	09	14	09	15	10
35	12	08	12	09	13	09	14	09	14	11
36	12	09	12	09	13	09	14	10	14	11
37	12	09	12	09	12	09	13	10	14	11
38	11	09	12	09	12	10	13	10	14	11
39	11	09	12	09	12	10	13	11	14	12
40	11	09	11	10	12	10	13	11	14	12
41	11	10	11	10	12	10	13	12	14	13
42	11	10	11	10	12	10	13	12	14	13
43	11	10	11	10	11	11	12	11	14	13
44	10	10	11	10	11	11	12	11	13	12
45	10	10	11	11	11	11	12	12	13	13
46	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13
47	10	11	10	11	11	11	12	12	13	13
48	10	11	10	12	11	12	12	12	13	14
49	10	11	10	12	10	12	11	12	13	14
50	09	11	10	11	10	12	11	13	11	14
51	09	11	12	10	12	10	13	12	14	12
52	09	11	12	09	12	10	13	12	14	13
53	09	12	09	12	09	12	10	13	12	14
54	09	12	09	12	09	13	10	13	12	14

第7章 スタディア測量又は視距測量

第14表 スタディア加数表

	.19	.195	.20	.205	.21	.215	.22	.225	.23	
	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低	水平	高低
0	19	00	20	00	20	00	21	00	22	00
1	19	00	20	00	20	00	21	00	22	00
2	19	01	19	01	20	01	21	01	22	01
3	19	01	19	01	20	01	21	01	22	01
4	19	01	19	01	20	01	21	01	22	01
5	19	02	19	02	20	02	21	02	22	02
6	19	02	19	02	20	02	21	02	22	02
7	19	02	19	02	20	02	21	02	22	02
8	19	03	19	03	20	03	21	03	22	03
9	19	03	19	03	20	03	21	03	22	03
10	19	03	19	03	20	04	21	04	22	04
11	19	04	19	04	20	04	21	04	22	04
12	19	04	19	04	20	04	21	04	22	05
13	19	04	19	04	20	05	21	05	22	05
14	19	05	19	05	19	05	20	05	21	06
15	18	05	19	05	19	05	20	05	21	06
16	18	06	19	06	19	06	20	06	21	06
17	18	06	19	06	19	06	20	06	21	07
18	18	06	19	06	19	06	20	06	21	07
19	18	06	19	06	19	07	20	07	21	07
20	18	06	18	07	19	07	20	07	21	08
21	18	07	18	07	19	07	20	08	21	08
22	18	07	18	07	19	08	20	08	21	09
23	18	07	18	08	19	08	20	08	21	09
24	17	08	18	08	19	08	20	09	21	09
25	17	08	18	08	19	09	20	09	21	10
26	17	08	18	08	19	09	20	09	21	10
27	17	09	17	09	18	09	20	10	21	11
28	17	09	17	09	17	10	19	10	20	11
29	17	09	17	09	17	10	19	10	20	11
30	16	10	17	10	17	10	18	10	19	12
31	16	10	17	10	17	11	18	11	19	12
32	16	10	17	10	17	11	18	11	19	13
33	16	11	16	11	17	11	18	12	19	13
34	16	11	16	11	17	11	17	12	19	13
35	16	11	16	11	17	12	17	12	18	13
36	16	11	16	11	17	12	17	12	18	13
37	16	11	16	11	17	12	17	13	18	14
38	15	12	15	12	16	12	17	13	18	14
39	15	12	15	12	16	13	17	14	17	14
40	15	12	15	12	16	13	17	14	17	15
41	15	12	15	12	16	13	17	14	17	15
42	14	13	14	13	15	14	16	15	17	15
43	14	13	14	13	15	14	16	15	17	16
44	14	13	14	13	14	14	15	15	16	16
45	13	13	14	14	14	14	15	15	16	16
46	13	14	14	14	15	14	16	15	17	17
47	13	14	14	14	15	14	16	15	17	17
48	13	14	14	14	15	14	16	15	17	17
49	12	14	12	14	13	14	15	16	17	17
50	12	15	13	15	13	15	16	16	17	18
51	12	15	12	15	13	15	16	16	17	18
52	12	15	12	15	13	15	16	17	18	18
53	11	15	12	15	13	15	16	17	18	19
54	11	15	12	15	13	15	16	17	18	19

第14表 スタディア加数表

	.235	.24	.245	.25	.255	.26	.265	.27
	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
1	24	00	24	00	25	00	26	00
2	23	01	24	01	25	01	26	01
3	23	01	24	01	25	01	26	01
4	23	02	24	02	25	02	26	02
5	23	02	24	02	25	02	26	02
6	23	02	24	03	25	03	26	03
7	23	03	24	03	25	03	26	03
8	23	03	24	03	25	03	26	03
9	23	04	24	04	25	04	26	04
10	23	04	24	04	25	04	26	04
11	23	04	24	05	25	05	26	05
12	23	05	24	05	25	05	26	05
13	23	05	24	06	25	06	26	06
14	23	06	24	06	25	06	26	06
15	23	06	24	07	25	07	26	07
16	23	06	24	07	25	07	26	07
17	23	07	24	07	25	07	26	08
18	23	07	24	08	25	08	26	08
19	23	08	24	08	25	08	26	09
20	22	08	23	08	23	09	24	09
21	22	08	23	09	23	09	24	09
22	22	09	23	09	23	10	24	10
23	22	09	23	10	23	10	24	10
24	21	10	22	10	23	10	24	11
25	21	10	22	10	23	11	24	11
26	21	11	22	11	23	11	24	12
27	21	11	22	11	23	12	24	12
28	21	11	22	12	23	12	23	13
29	21	11	22	12	23	12	23	13
30	20	12	21	12	22	12	23	13
31	20	12	21	13	22	13	23	14
32	20	12	21	13	22	14	22	14
33	20	13	21	13	21	14	22	15
34	19	13	20	13	20	14	21	15
35	20	14	20	14	20	14	21	15
36	19	13	19	14	20	15	21	16
37	19	14	19	14	20	15	21	17
38	19	14	19	15	20	15	21	17
39	18	15	19	15	19	16	20	17
40	18	15	18	15	19	16	20	17
41	18	15	18	16	19	17	20	18
42	17	15	18	16	19	17	19	18
43	17	16	18	17	18	17	19	18
44	17	16	17	17	18	17	18	19
45	17	17	17	17	18	18	18	19
46	17	17	17	17	18	18	18	19
47	16	17	16	18	17	18	19	18
48	16	17	16	18	17	19	18	19
49	15	17	16	18	17	19	17	20
50	15	18	16	19	16	17	20	17
51	15	18	15	19	16	17	20	17
52	15	18	15	19	15	20	16	21
53	14	19	14	19	15	20	16	21
54	14	19	14	19	15	20	15	21

第14表 スタディア加数表

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

然るに $\frac{\sin^2 \alpha}{40,000}$ は非常に小なる故これを省略すれば $l' = \cos \alpha$

$$\text{故に } CO = \frac{f}{i} l \cos \alpha + f + c = Kl \cos \alpha + C$$

$$D = CO \cos \alpha = (Kl \cos \alpha + C) \cos \alpha = Kl \cos^2 \alpha + C \cos \alpha \dots\dots\dots(4)$$

$$h = CO \sin \alpha = Kl \cos \alpha \sin \alpha + C \sin \alpha = \frac{1}{2} Kl \sin 2\alpha + C \sin \alpha \dots\dots\dots(5)$$

(4)式にて距離を求め (5)式より高さを求めることが出来る。

これ等の係数及び加数には表を使用すると手数が省ける。第 13 表は係数表、第 14 表は加数表である。第 15 表はスタヂアノートである。

第 15 表 スタヂア野帳の附方

$$D = Kl \cos^2 \alpha + C \cos \alpha, \quad h = \frac{1}{2} Kl \sin 2\alpha + C \sin \alpha, \quad K=100, \quad C=30. m$$

観測點	角度	視距線讀		直立角	水平距離	標尺點視	器高	高低差	水線平頂中定	標高	摘要
		上線	下線								
A	58°35'	2.403. 0.300	m 2.103	m +15°20'	m 195.80	1	m 1.37	m 53.709	m 1.37	m 203.709	A點の標高は基準面上 150m

計算の一例を示せば 水平距離(D) : $D = 2.103 \times 100 = 210.3 \text{m}$, $\alpha = 15^\circ 20'$

$15^\circ 20'$ に対する係数 = 93.01, $C \cos \alpha = 29 \text{cm}$

$$2.103 \times 93.01 = 195.60 \text{m}$$

$$\therefore D = 195.60 \text{m} + 0.29 \text{m} = 195.89 \text{m}$$

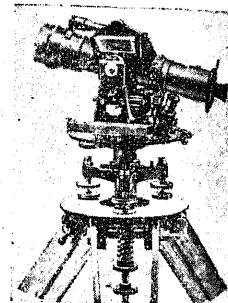
高低差(h) : $15^\circ 20'$ に対する係数 = 25.50, $C \sin \alpha = 0.082 \text{m}$

$$2.103 \times 25.50 = 53.6265 \text{m}$$

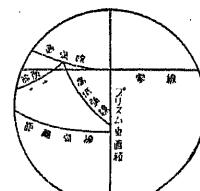
$$\therefore h = 53.6265 + 0.082 = 53.70 \text{m}$$

100. タケオメーター(第 151 図) これはスタヂアのやうに高低差と距離を計算する必要がない、たゞダイアグラム(第 152 図、第 153 図)と垂直に保持せられたる標尺との関係により、一讀して直に測點間の水平距離及び高低差を測定し得るものである。

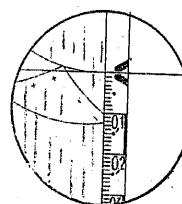
距離は恒に水平、傾斜に拘はらず、ダイヤグラムの 0 線と距離弧線との間の標尺の読みを 100 倍すればよい。



第 151 圖

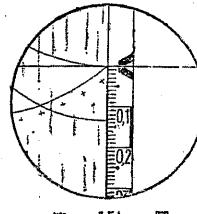


第 152 圖

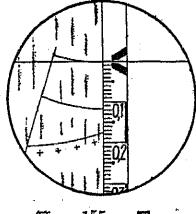


第 153 圖

又高低差は高低弧線と 0 線の間の標尺の読みを 20 倍すればよい。例へば第 153 圖に於て俯観の場合には水準面距離 $0.124 \times 100 = 12.4 \text{m}$ 平距 $0.100 \times 20 = 2.00 \text{m}$ 高低差 $-0.100 \times 20 = -2.00 \text{m}$ 但し圖中中央に尺度の如く見ゆるは標尺の影像にしてメートル単位のものと假定す。



第 154 圖



第 155 圖

又観視水平の場合には(第 154 圖)

$$\text{水平距離 } 0.135 \times 100 = 13.5 \text{m}, \quad \text{高低差 } \pm 0.000 \text{m.}$$

仰視の場合には(第 155 圖)

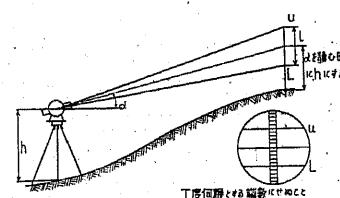
$$\text{水平距離 } 0.115 \times 100 = 11.5 \text{m}, \quad \text{高低差 } + 0.173 \times 20 = 3.46 \text{m}$$

101. スタヂア測量の精度 スタヂア測量は、極く小さな間隔の間に挟まれた長さで居ながらにして距離及高低を測るのであるから、精度の高きを望むことは出来ない。然しながら迅速に測量が出来るのが特徴である。相當注意すれば割合に精密な結果を出すことが出来、通常の精度は大體 $1/100 \sim 1/1,000$ 位である。

第 2 節 野 葦

102. 概 説 野薺に要する人員は、観測者 1 名、ノート付け 1 名、信號係り 1 名、標尺係り 1 ~ 7 名である。順序よく行へば 1 日 300 ~ 500 點位出来る。900 點位の實例もある。

103. 實測方法 1) 直立角は高低の必要が無い場合には度迄でよい、地形を出す時には分迄讀むこと。2) トランシットと標尺間の距離は望遠鏡の倍率、明暗の程度、標尺の良否、視距線の太さ、空氣の狀態等で一定せぬが大體 $100 \text{m} \sim 300 \text{m}$ である、最大 500m 位である。3) 視距線の読み方(第 156 圖)先づ器械高 h を測りノートする、基線の方に向に合はせ遊標を $0^\circ 0' 0''$ とす。次に目的測點を視る、叉線の中心の読みを大略器高 h に近づけ、下線(L)を丁度 5cm 又は何 10cm に合はせ端数のないやうにする(理由は引き算の誤差を防ぐためである)次に



第 156 圖

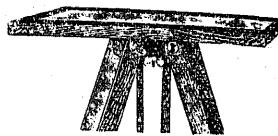
上線(U)を讀む、次に望遠鏡の緊螺旋により中心線を丁度器高さに合はせ直角αを讀む、若し途中に障礙物があつてUに合はせられぬ時はその讀みを取る、次に水平角を讀む。

第8章 平板測量

第1節 平板の構造と平板測量の方法

104. 平板の構造 平板測量とは三脚の上に平板を取り付け、その上に指方規(アリダード)を備へ、これだけで現場で圖面を作製する測量である。

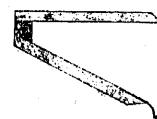
複雑せる地形の細部測量、又は人家稠密な市街地の測量には便利である。殊にスタヂア測量と並用するときは迅速に相當な面積を測量することが出来る。第157圖は平板、第158圖は指方規である。第159圖は附屬の磁針、第160圖、



第157圖



第158圖



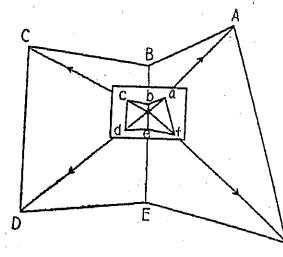
第159圖



第160圖



第161圖



第162圖

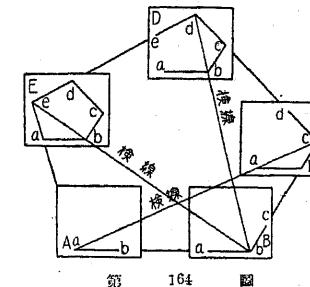
第161圖は求心器である。第162圖は望遠鏡(スタヂア線附屬)のある指方規である。

105. 平板測量の方法 1) 放射法

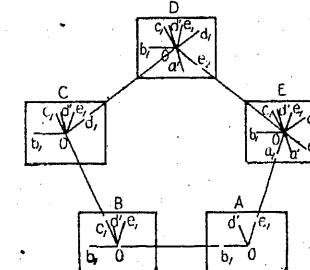
第163圖の如く平板を測量區域の中央(成る可く四方八方が自由自在に展望の出来る所)に据附ける。これから必要な點A B C D E F等を覗ひ方向線を畫く、次に距離をチエーン又はテープで測

り適當な縮尺で入る。或はスタヂアを並用してもよい。又距離をステイールテープで測れば極めて精密な結果が出る。この方法は平板製圖をする人は動かないから比較的楽であるが、誤差又は錯誤を檢することが出来ないのが缺點である。

2) 折進測法 第164圖の如く多角形を測る時に用はれる方法で、閉多角形でも開多角形でもよい。鐵道、道路、水路等の中心線の基本形を求める場合等に應用せらるゝ方法である。その方法は各測點に平板を据附け、求心器を以て圖上の點と地上の測點とを一致せしめ、後視して方向を合はせ以下各點を順次に進行する方法である。圖はAより出發し順次にABCDEの各點を一周する方法を示してゐる。この方法は順次に平板を移動せねばならぬ。従つて時間を要するがその代り誤差の有無、大小を検することが出来るのが特徴である。されば大局を決定するのに利用される方法である。

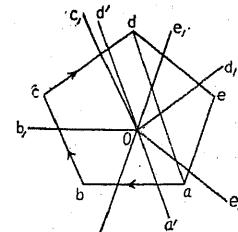


第164圖



第165圖

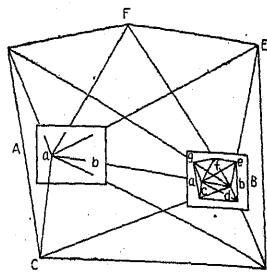
3) 放射折進法 これは1)と2)の方法を組合せたやうな方法である。第165圖の如く先づ平板の中央に1點Oを設け、A點に於て求心器にて圖上のOと地上A測點を一致せしめ、次にABの方向線を入れる。檢しの爲めにD點を覗ひOd'を畫く、次にBに平板を据附けOとBを一致せしめ、Aに後視しABとOb₁を見透し線中に入れる。それからCを覗ひc₁を圖上に畫く。斯くして順次に方向線丈けを入れ最後にE點に至る。然ならば圖上には第166圖の如き放射状の線が畫かれる。そこで圖上に任意の點aを設けabをOb₁に平行に書き適當な縮尺でabを畫く、次にbcをOc₁に平行に畫く。斯くして次々



第166圖

に書けば多角形 abcde が出来上る。

4) 交切法 これは第167図の如く、測量區域中適當な所に AB の如き基線を設け、A 點に平板を据附け、各點を覗ひ方向を入れる、次に AB の方向 ab を書き 適當な縮尺で入れる。次に平板を B 點に移し地上 B を b に一致せしめ A 點に後視し ab を AB に一致せしめ、然る後に各點を覗ひ方向を入れ A 點に於ける線との交りで各點を決定する。之は基線丈け測ればよいので非常に便利であるが、測點が多い時は混雜する缺點がある。

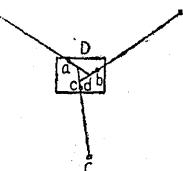


第 167 圖

第 2 節 三點問題と二點問題

106. 三點問題 三つの既知點が平板上にあるときに、これ等の地上の3點が同時に見える他の測點の位置を平板上に於て單に方向視準のみに依つて求めることが出来る、これを三點問題と云ふ。これを解く方法に次の如きものがある。

1) リーマン氏法 第168図に於て A, B, C を地上の測點とし、a, b, c を平板上の點とする。今 A, B, C 3點が見える 1 點 D に平板を据附け、その圖上位置 d を求むるには、先づ圖上 a, b, c が地上 A, B, C と對稱になるやうに平板を調整す。然る後 A, B, C 點を視準し Aa, Bb, Cc の方向線を圖上に描く。このとき 3 線が 1 點に會合せば即ちその點は D 點の圖上位置 d となる。然れど多くの場合は 1 點に會合せずに、小さな三角形を形成する。これを示誤三角形と云ふ。斯くの如く示誤三角形の生じた時は、その三角形の内又は附近に D 點の正しき位置 d を假定し平板の方向を直し、然る後初めの如く 3 方向線を書き、これが 1 點に會合する迄反覆して行ふ。



第 168 圖

若し D 點が三角形 ABC の内にあれば、d 點の假定すべき位置は示誤三角形の内にあり、然らざるときはその附近にある。

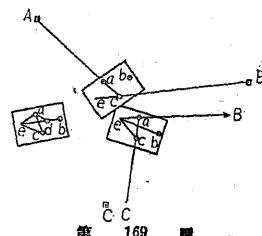
2) ベツセル氏法 これは前の方法より更に精密なもので、第169図に於て A, B, C を地上の測點、a, b, c を平板上の點とする。今 A, B, C が見える點に平板を据附けその圖上位置 d を求めんとす。先づ ca の方向を以て A を視準

し、次に c から B 點を視準し ce 線を畫く。次に平板を水平に動かして ac 線の方向を以て C を視准し、次に a から B を視準し ae 線を畫く。ce, ae 2 線の交點を e とし eb を結ぶ。次に平板を水平に移動し eb 線に指方規を合せ B を視準する。最後に a から A 點を視準し ad 線を畫き eb との交點を d とすれば、d は求むる點である。

3) 謄寫紙を用ふる方法 平板に既知點 a, b, c を書き、更にこの上に謄寫紙を展へ地上の測點 ABC を視準し 3 方向線を書きその交點を求める。然る後これを圖上に動かし 3 線共 a, b, c 點を通過するに至らばその交點を圖上に針で刺す、これ即ち求むる測點の圖上位置である。

107. 二點問題 二つの既知點が平板上に在る場合に、他の測點の圖上位置を、方向視準のみに依つて求めることが出来る、これを二點問題と云ふ。

第170圖に於て A, B を地上の點、a, b を圖上の既知點とし、これから C 點の圖上位置 c を求めんとする。先づ C 點外の任意の位置に補助點 D を設けこれに平板を据附け ab をなるべく AB 線と平行ならしむ。次に AB 兩點を視準し Aa, Bb の 2 線を書きその交點を d' とす、然る後 C 點を視準し c'd' 線を畫く、そこで平板を C 點



第 169 圖

に移し c'd' 線を CD の方向に一致させる、次に B 點を視準して Bb 線を書き c'd' 線との交點 c' を定め、更に A 點を視準し a'c' 線を引き、これが ad' 線との交點を a' とする。a'b を結ぶときは a'b は即ち AB 線に平行となる。そこで a'b の延長線上の遠距離に一點を設けポールを立て、次に ab 線に指方規を合せ先きの遠距離の 1 點を視準するやうに平板を動かし、その方向を正しくする。然る後 A, B 2 點を視準し Aa, Bb の 2 線を書きときは、その交點 c は即ち求むる點である。

108. 概説と六分儀の構造 六分儀は手に持つて測角することが出来る。水平角、直立角は勿論傾斜面に於ける角も測ることが出来、然かも相當精密な結果が

得られる。殊に工合のよいことには、観測者の位置が多少前後左右に運動しても、或る瞬時に於ける測角をすることが出来る。

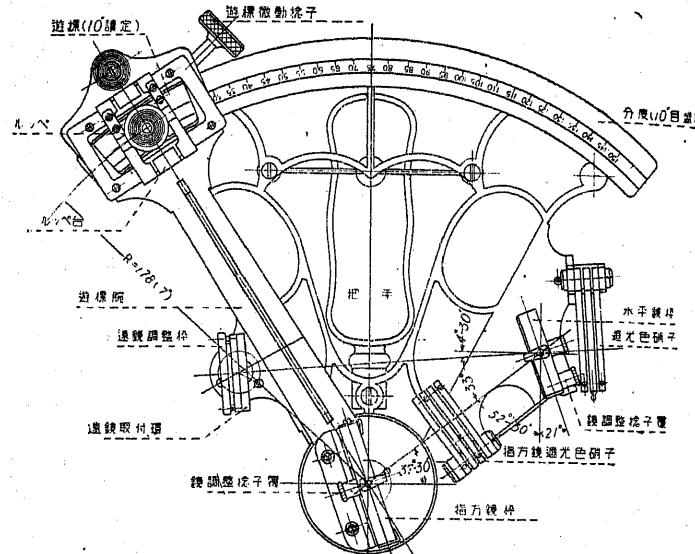
從つて艦船上又は航空機上に於ける天體觀測、又河川、港灣の工事に於て船の位置決定に使用する。

構造は第171圖の如くである。

E= 望遠鏡

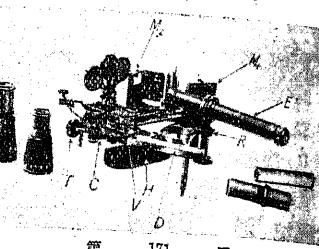
M_1 =指鏡、これは直立軸の廻りに廻轉する。

M_2 =水平鏡下半分は鏡で上半分は透明ガラス、これは固定してある、但し調整螺旋が付いてゐる(第173圖)。

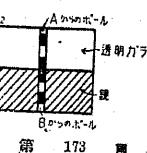


C=緊螺旋、これを緩めて左右に動かすと M_1 も同時に動く。

T=微動螺旋、 D=目盛盤、 V=遊標。



第 171 圖



第 173 圖

H=ハンドル。

第172圖は7吋六分儀である。

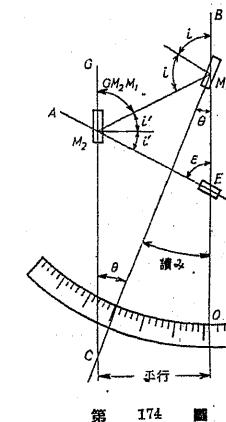
109. 六分儀の理論 第174圖は六分儀の平面圖である。Bからの光線 BM_1 が M_1, M_2 なる2箇の平面鏡に於て反射する時に BM_1 と M_2E のなす角 ε は二つの平面鏡のなす角 θ の2倍になる。

如何となれば $\triangle M_1M_2E$ に於て

$$\begin{aligned} \angle AEB &= \varepsilon = \angle BM_1M_2 - \angle M_1M_2E \\ &= 2(i - i') \end{aligned}$$

又 $\triangle M_1M_2C$ に於て

$$\begin{aligned} \theta &= \angle GM_2M_1 - \angle M_2M_1C \\ &= (90^\circ - i') - (90^\circ - i) = (i - i') \\ \therefore \varepsilon &= 2\theta \end{aligned}$$



第 174 圖

110. 六分儀の調整方法 1) 指鏡は日盛盤の平面に垂直なることを要する：遊標を凡そ 30° 附近に持ち來たし眼を指鏡の側面に付け、日盛盤の線と指鏡上に反射したその映像が一つの連續せる曲線なるや否やを見る。然らざれば調整する；調整は後部にある螺旋による、螺旋なき場合には薄紙を入れてもよろしい。

2) 水平線の調整：遊標が 0° を指す時に水平鏡 M_2 は指鏡 M_1 と平行なることを要する。遊標を 0° に合はせ、星の様に遠くして且つ明瞭なものを覗き直接見た像と反射に依り見ゆる像とが兩方相重なるや否やを檢す。若し一致せぬ時は調整する。

3) 望遠鏡の視準線を六分儀の平面に平行ならしむること：六分儀を平らな机上の如き物の上に置き、望遠鏡により約 6 m 位離れた壁に印しを附ける。次に望遠鏡の中心と分度圓の平面との距離に等しい物體 2 箇を作り(チョークで加減すればよろしい)，これを分度盤の 0° 附近と他端附近に置いて 2 箇の上面を規ひ、先の印しに一致すればよろしい。

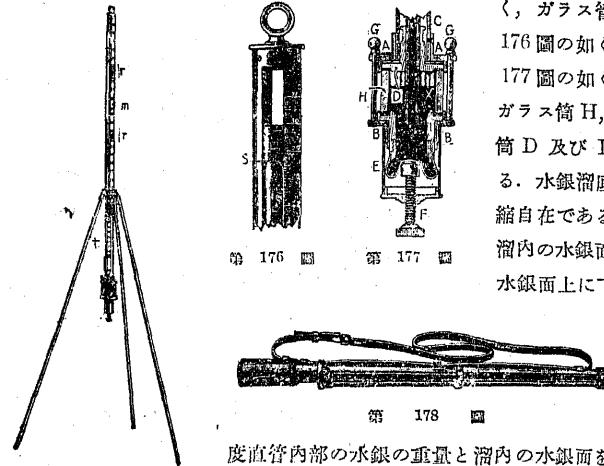
111. 六分儀の測角法 右手にハンドルを持ち望遠鏡で A 點(第174圖)を視、左手で緊螺旋 C を加減し B からのポールと A からのポールが略ぼ一直線になつたら次に微動螺旋で加減して A, B のポールが一直線になればよろしい、即ち第173圖のやうになればよろしい。そこで読みを取る。

第 10 章 氣壓高低測量

112. 概 説 普通の状態では大気圧は高度が大となるに従つてその気圧は次第に減少をする。この気圧の差を利用して高低測量をなす。これに使用せられる氣圧計は、水銀氣圧計とアネロイド氣圧計である。

大気圧は温度、湿度の影響を受け、又水銀氣壓計の示度は精密なることを要するときは温度、高度、緯度等に對する修正を要する。此高低測量は或る場合には非常に精密なる結果が出るが、低氣壓等の出現せる場合には非常に大なる誤差を生ずる。

113. 水銀氣壓計 普通使用する水銀氣壓計は、第 175 圖から第 178 圖の如



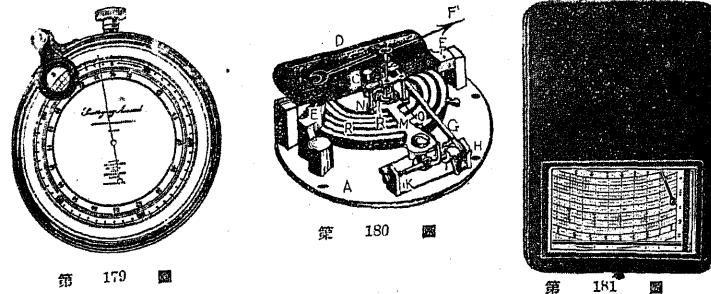
第 175 図

第175図のrは遊標、mは遊標を動かす螺旋、tは寒暖計である。第176図のSは水銀面の上端である。第178図は携帯用革皮である。

114. アネロイド氣壓計 アネロイド氣壓計は、金屬製の半真空中表面波状の小函が構造の主要部分である。この小函が氣壓の高低に従つて形狀の變化する動作を小指針で示すやうになつてゐる。目盛は水銀柱に相當する氣壓高と同時に高

庶民感がしてあるものが便利である。

第 179 圖はアネロイド氣壓計、第 180 圖は内部の構造を示し、第 181 圖は自



第 179 頁

第 181 頁

記憶中山岳用アネロイド氣壓計である。

15. 気壓高低測量の公式 1) 完全な公式

$$h = K \log \frac{B}{h} (1 + \alpha t) (1 + 0.377 \frac{e}{p}) (1 + \beta \cos 2\varphi) (1 + \frac{2H}{r})$$

茲に h =高低差(m), $K=18,101$, B =低い方の測點に於ける気壓(mm), b =高い方の測點に於ける気壓(mm), $a = 1^{\circ}\text{C}$ に対する空気の膨脹係数=0.000305, t =高低兩測點に於ける平均溫度($^{\circ}\text{C}$), e =氣壓(mm), p =平均氣壓= $\frac{B+b}{2}$ (mm), $\beta=0.00264$ =係数, φ =緯度, 高低兩測點に於ける平均溫度(mm), H =平均高(m)= $\frac{H_1+H_2}{2}$, H_1 =高部測點標高, H_2 =低部測點標高, r =地球半徑=6,373,400m

2) 簡略公式

並に H =2點間の高低差(m), h_1 =低部測點の氣壓(mm), h' =高部測點の氣壓(mm)

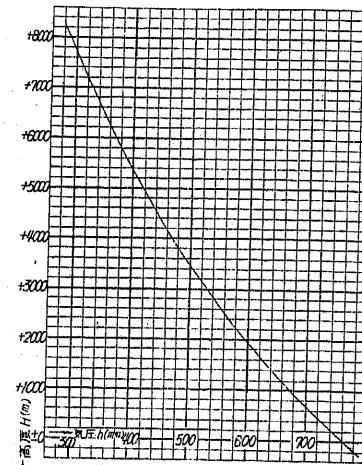
茲に H_0 =平均海面上の標高 (m), h =測點に於ける氣壓 (mm).

但しこれ等の公式は、高低兩測點に於ける溫度の和が約 35.5° の場合である。

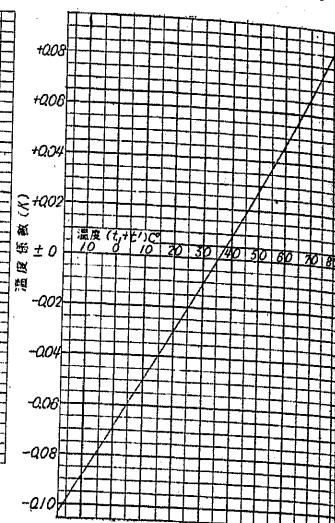
第182圖は高度と氣圧との關係を圖示したものである。

温度の和がその他の場合には修正することを要する。

茲に $Z = 2$ 點の高低差 (m), $H_1 = (2)$ 式から求めた高部測點標高 (m), $H_2 = (3)$ 式から求めた低部測點標高 (m), $k = \text{係数}$ (第 183 圖), $\gamma = \text{高部測點の温度 } ({}^{\circ}\text{C})$, $t_1 = \text{低部測點の温度 } ({}^{\circ}\text{C})$.



第 182 圖



第 183 圖

第 11 章 寫 真 測 量

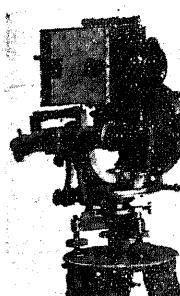
第 1 節 概 説

116. 寫真測量 寫真測量とは寫真を撮りその写真から距離と高低を求むる測量である。而して地上撮影の方法と空中撮影の方法がある。外業は唯單に撮影のみであるから、極めて短時間に相當な面積を測量することが出来る。大體の理論は平板測量と同様である。只寫真測量は作業の大部分が内業である。平板は天候の悪い時は全く作業が出来ぬが、地上寫真は用意をして置いて雲の晴れ間を狙へば相當な作業が出来る。

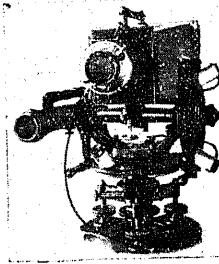
第 2 節 地 上 寫 真 測 量

117. 地上寫真測量器械とその原理 地上寫真測量の器械は第 184 圖, 第 185 圖

圖, 第 186 圖の如く、構造の主體はトランシット又はセオドライトに寫眞のカメラを装着したものである。只カメラの乾板の位置に十字線が張つてあるか、或は突起の装置がしてあつて、撮影した寫眞は第 187 圖, 第 188 圖の如くである。十字線の交りが中央になる。



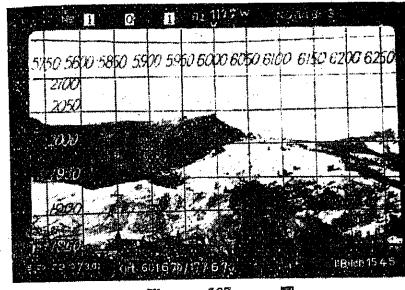
第 184 圖



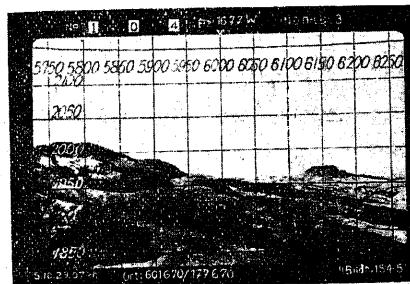
第 185 圖



第 186 圖



第 187 圖



第 188 圖

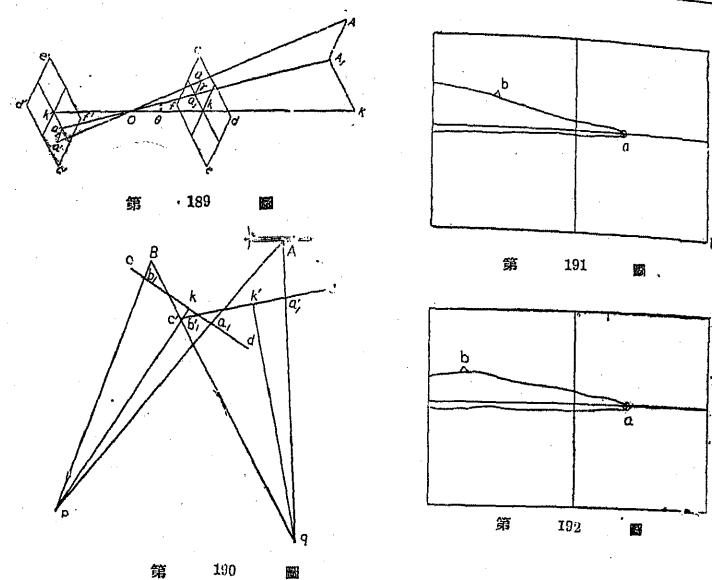
寫眞の上で縦距 $aa_1 = \gamma$ と水平

$$\Delta Oka_1 \approx \Delta OKA_1$$

$$\Delta Oaa_1 \approx \Delta OAA_1$$

$$\therefore AA_1 : OA_1 = aa_1 : Oa_1$$

$$OK : A_1 K = Ok : a_1 k$$



第 190 圖

距離 $a_1 k$ を測ることが出来る。今第190圖で P =寫眞器械の位置, $p=P$ 點の圖上點, pk =中心線の方向, $pk=Ok=f$, 直線 ckd を pk に垂直とする。然らば ckd は寫眞 $cdef$ の水平投影である。次に A 點を求むるには寫眞上に於ける a 點の水平距離即ち $k a_1$ を圖上に移す。然らば pa_1 は PA の方向を示す。次に同じく A 點を含む寫眞で第2點 Q から撮つた寫眞から前と同様にして qa'_1 を引く時は其交點は即ち A 點となる。 pa_1, qa'_1 が水平距離である。

$\angle A_1 OK = \theta$ とすれば

$$\angle AOA_1 = \tan^{-1} \frac{\gamma}{oa_1} = \tan^{-1} \frac{\gamma}{f \sec \theta} = \tan^{-1} \frac{\gamma}{f} \cos \theta \dots \dots \dots (1)$$

$$P \text{ と } A \text{ の高低差は } PA = \frac{\gamma}{f} \cos \theta \dots \dots \dots (2)$$

そこで PA は圖上から, γ は寫眞上から求める。 θ は水平距離 ka_1 を寫眞上で求めれば計算することが出来る。

$$\text{即ち } \theta = \tan^{-1} \frac{ka_1}{f}$$

焦點距離を求むる方法 ポールを A, B 2點に立て、寫眞を撮れば、次に示す如き關係から焦點距離 f を求めることが出来る(第193圖)。

$$\angle AOB = \angle a'ok' + \angle b'ok'$$

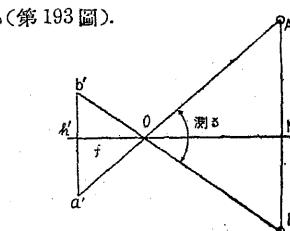
$$\angle a'ok' = \tan^{-1} \frac{a'k'}{f}$$

$$\angle b'ok' = \tan^{-1} \frac{b'k'}{f}$$

$$\therefore \angle AOB = \tan^{-1} \frac{a'k'}{f} + \tan^{-1} \frac{b'k'}{f}$$

$$\tan \angle AOB = \frac{\tan a'ok' + \tan b'ok'}{1 - \tan a'ok' \tan b'ok'} = \frac{\frac{a'k'}{f} + \frac{b'k'}{f}}{1 - \frac{a'k'}{f} \frac{b'k'}{f}}$$

$$\text{若し } OA = OB \text{ にして } AB \text{ と } KO \text{ を測定せば } f = \frac{a'b'}{AB} KO$$



第 193 圖

第 3 節 空 中 寫 真 測 量

118. 概説と分類 空中寫眞の初まつたのは 1915 年頃で、世界大戦争當時空中寫眞の活動とその發揮したる偉力は實に素晴らしいものであつた。爾來戰争は立體的となり、列強は競ふて空中寫眞の研究に絶大なる努力を拂ひその進歩發達は實に目覺しいものである。世界戰争後カナダ、アメリカ合衆國或は歐洲各國等に於て空中寫眞測量が盛んに行はれるやうになつた。アメリカやカナダの如きは餘りに國が茫大なる爲めに縮尺 20 萬分1程度の地形圖さへも全國的のものは未だに完成せぬ現状にあるが爲め、近來盛んに空中寫眞測量の利用に全力を注ぎ今日では非常に大規模の空中寫眞測量機關を組織してゐる。而して發電水力計畫等の如き場合に非常なる效果を發揮してゐる。例へば人跡未踏の深山に有望なる地點を發見し一大發電所を建設してこれを數百 km 距れる大都市へ送電する長き線路の新設選定をなさんとするに當り、何等據るべき測量圖無きが如き場合に從来は數十ヶ月の長年月を要して測量をしたのであるが、これを空中寫眞に依れば僅々數日間の短時日の間に解決することが出来る。

空中寫眞撮影の方法には 2 種ある、1) 垂直撮影は細部測量即ち縮尺の大きな画面を求むる場合にして、2) 傾斜撮影は廣大なる地域に亘り測量する際に採る方法である。

又撮影の高さにも 2 通りある。即ち低空撮影と高空撮影である。都市の測量或は水力發電所候補地の測量又は河川港灣改修に必要な詳細部を求むる場合等は低空撮影により、その高度は最大 1,500 m を限度とする。縮尺小なる一般圖等を作る場合には高空撮影を行ふ。高度は 3,000 m とするが、近時寫眞器械の發達に伴ひ高度 6,000 m 位から撮影する。

その理論は極めて簡単で、第 194 圖に於て O = レンズ、 f = レンズの焦點距離、 H = 航空機の高度（高度計で測定す）、 d = 寫眞の上の長さ、 D = 地上の長さ。然るときは

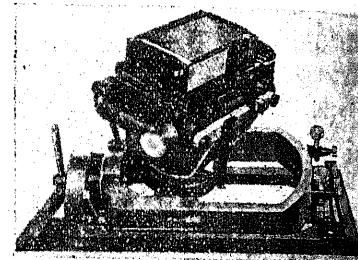
$$\frac{D}{H} = \frac{d}{f} \quad \therefore D = \frac{d}{f} H$$

又目的に依つて區別すれば、空中寫眞平面測量と空中寫眞地形測量である。場所により區別すれば、平地と起伏地とがある。平地の平面圖は比較的簡単であるが、起伏地の平面圖又は地形圖を求めるには、計算でやる方法と、空中實體寫眞自働製圖機械（ステレオオートグラフ）による方法がある。

119. 空中寫眞平面測量と平面寫眞を地形測量に利用する方法 地上に豫め測標を設け、これを三角測量、トロバース測量によつて各點相互關係を決定し、これ等の測標を白色チョークで塗り寫眞に明瞭に出るやうにして置く。これ等の測點が 1 枚の寫眞に 3 點入るやうにすれば縮尺の修正は簡単である。

寫眞器は第 195 圖の如くで、焦點距離は 25 ~ 26 cm、乾板の大きさは 18 cm × 24 cm である。

或る實例によれば、面積 90 km² の地域で縮尺 1/25,000 の圖面を作るに撮影高度 2,500 m の垂直寫眞で寫眞總數 40 枚、撮影縮尺 1/9,000

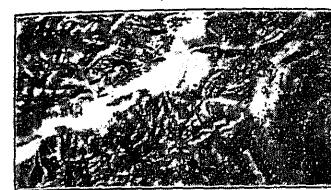


第 195 圖

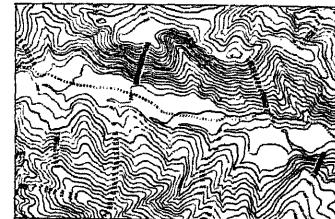
寫眞撮影 1 日であつた。又昭和 2 年 12 月東京近郊修正を、陸地測量部に於て實施した。總面積約 200 km²、圖面縮尺 1/10,000、撮影高度 2,600 m、寫眞總數 188

枚、撮影縮尺約 1/10,000 であつた。大體縮尺 1/10,000 の寫眞費用は面積 1 km² につき 4~5 円位である。

凹凸甚だしい山地に於ては、第 196 圖の如き空中寫眞を撮り、これを平板に貼附けて現地に到り、スタヂア又はタケオメーターを利用してその寫眞上に等高線



第 196 圖



第 197 圖

を入れる。かくして第 197 圖の如き地形圖を作る方法がある。この方法によれば普通の方法よりもその外業の作業日數を半減することが出来る。

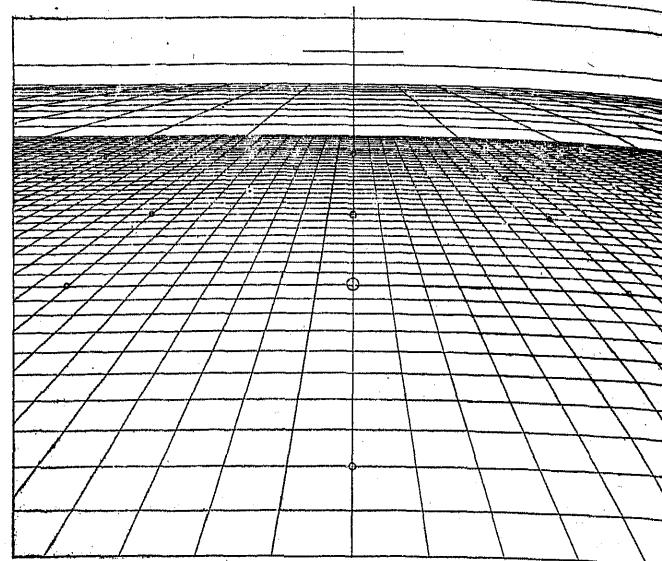
120. 傾斜撮影による方法 これは寫眞器を一定の角度に傾斜して撮影する。豫め乾板の位置に第 193 圖の如き透視畫法の縦横線を裝置して、第 199 圖の如き寫眞を撮り、これから第 200 圖のやうな圖を作る。

121. 空中實體寫眞測量 これは 2 台の飛行機がその左右に一定の間隔を保つて（空中基線と云ふ）同一高度で成る可く同時刻に同一地上を撮影する。

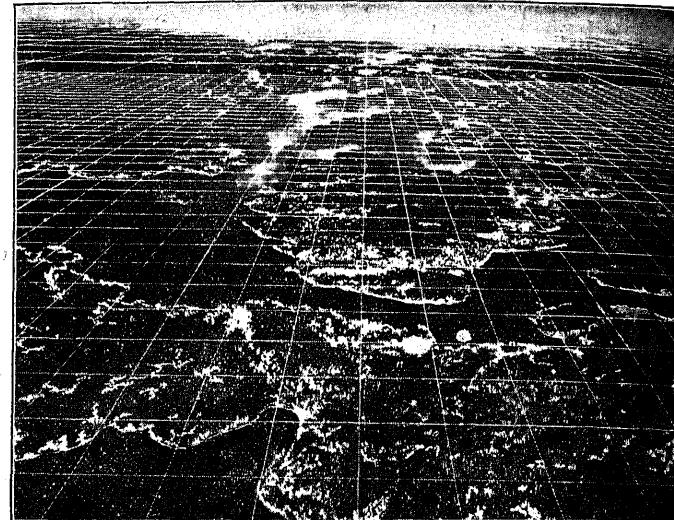
撮影の方法に 3 種ある。1) 光軸を基線に對し直角にする方法、2) 光軸を基線に對し左右等偏にする方法、3) 光軸を基線の両端で收斂せしむる方法。

第 201 圖 (a) は左方の飛行機からの寫眞で (b) は右方のものとする。この 2 枚の寫眞の乾板を第 202 圖、第 203 圖の如き實體自働製圖機械に裝置し實體像を作り、接眼鏡で視ながら、その指標が實體像の示す形状又は一定の高度に沿つて移動するやうに、X, Y のハンドルを左右の手により、Z 板を足先で静かに加減すれば、連結せる製圖版上に地形圖が自動的に畫かれる。第 201 圖は第 201 圖から作製したものである。

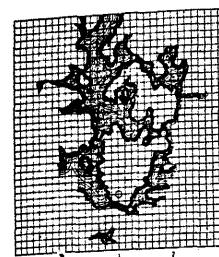
122. 空中寫眞地上判讀の難易 空中寫眞地上物判讀の實例 1) 讀解容易なしもの：道路の方向形狀、廣き墓地、河川、鐵道及停車場、家屋の位置形狀、稍々幅廣き溝渠、構園の存否、橋梁の存否、樹林の存否及其種別、2) 判讀し得ざり



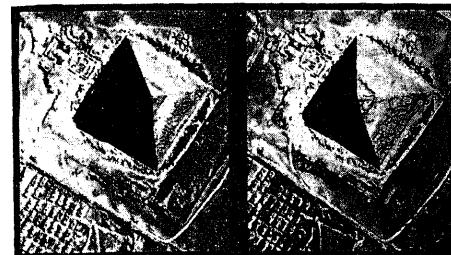
第 198 圖



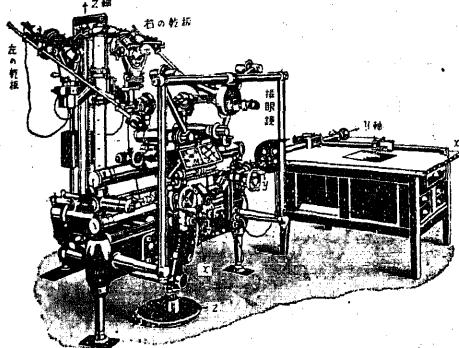
第 199 圖



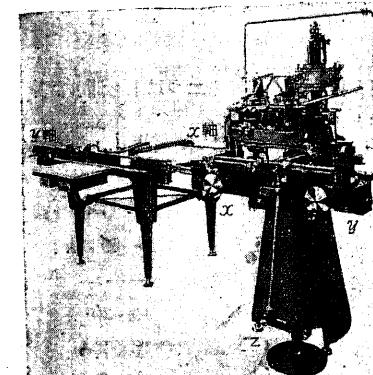
第 200 圖



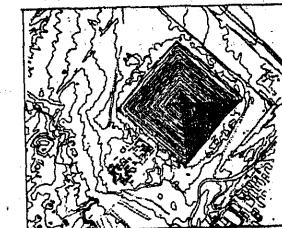
第 201 圖



第 202 圖



第 203 圖



第 204 圖

しもの：家屋の種別、電線、暗影部の被覆、地上地下水脈の連絡、小物體（著大なる煙突、鳥居を除く）指示記號を要する物體、水田と乾田の區別地貌、樹木に掩はれたる地物、
3) 判讀を誤りたるもの：線狀凹地を道路に、土堤を道路に、構圍を道路に、建築材料の堆積を家に、鶴舎溫室を普通家屋に、平坦なる畑地を池に、荒地を畑又は庭

地に、苗木畑を畠地に、芝地を畠地に、4) 判讀を誤り易きもの: 道路の等級、新らしき穿開斜面を堤工被覆に、橋梁の種別、諸被覆の種別、構圓の種別、小並木を樹に、小面積の地を庭又は畠に、稻及蘿の乾燥中を構圓に、雜草に掩はれたる道路の幅。

第 12 章 三角測量

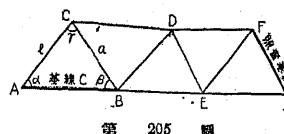
第 1 節 概 説

123. 三角測量の定義 三角形の配列 三角形の等級 三角測量とは地球表面上隔たれる諸點の位置及び是等諸點を結合する線の長さ及び方向を精確に定むる測量である。即ちその間の地形測量をなす時の長さ及び方向の基本となる骨組を求める。尚進んでは緯度、經度及び高さ等を観測し、地球上諸點の地理的位置と地球の大きさ、形等を研究、算出する。これを測地學と云ふ。以下述ぶるは地球表面を平面と看做し得る約 10 km^2 の範囲内の三角測量即ち平面三角測量の場合である。

三角測量に於ては三角網を構成して各角と或る一つ以上の邊の長さを精密に測り他の總ての邊の長さを算出する。即ち

第 205 圖に於て C なる邊と各角を測定すれば a, b 等の邊は次の式より算出する。

$$a = \frac{c}{\sin \gamma} \sin \alpha, \quad b = \frac{c}{\sin \gamma} \sin \beta$$



第 205 圖

この直接に測定せる AB 邊を基線と稱し、成る可く二つ以上を測り計算と一致するや否やを検す FG 邊を檢基線と云ふ。

三角測量は規模の大小により等級を付す。國々で多少異つてゐる。

	日本參謀本部	英 國	獨 國
一等三角	40~50 km	40~60 mile	20~50 km
一等三角補點	25	—	—
二等三角	8	10~12	10~20
三等三角	4	1~4	3~10
四等三角	2	—	1~3

三角形の組み方には 3 通りある。

1) 三角形(第 206 圖)は最も經濟的の形であり、2) 六角形(第 207 圖)は比較的精度も良く且つ經濟的であり、3) 四角形(第 208 圖)は極めて精度高きを要する時に用ふる形である。

124. 路查選點 路查に當り既成の地圖があればそれと對照して最も適當なる三角網を選び三角點を定む。各角の大きさは $30^\circ \sim 120^\circ$ 、精密を要するときは $40^\circ \sim 100^\circ$ の間に限る。即ち等邊三角を組むが理想的である。又精密を要するときは四邊形を組み八つの角を測る(第 209 圖)。

基線は成る可く平坦なる處を選び各三角點は互に見ゆることを要する。

平地にては距離遠ければ三角點を高くするか山の上に設けざれば地球の曲率の爲め見えない。光

線の屈折を算入して $h = \frac{1-K}{2r} a^2$ なる高さ

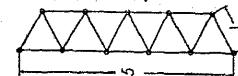
にすればよろしい。式中 K は日本にて 0.15, $r=5380$ km (地球半徑), a=距離(km), 例令ば

$a=10\text{ km}$ なれば $h=6.66\text{ m}$ 以上の高さにするを要する。

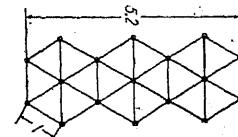
125. 測標と觇標 三角點は石又は木の杭を打ち中央に釘又は彫を打付けて印しを付け三角の頂點とする。遠方から見得る爲めにはこの點と同じ垂直線中にて日光又は月光を反射する裝置を置きトランシット、セオドライトにて夫れを覗ひ角を測る。近距離なれば杭の中心に打ちたる釘又はポール等を覗ぶ、竹竿の類に旗をつけ線又は網にて固定し、その頂點と三角點とを下振り又はトランシットにて同一垂直線に来るやうに合はせて竿の頂上を覗ぶ。

第 2 節 基 線 測 量

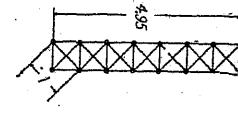
126. 基線測量の方法 スティールテープにて基線測量をなす方法は次の如くである(第 210 圖)。即ちテープの兩端に同じ高さに又中間の垂下を少くする爲め



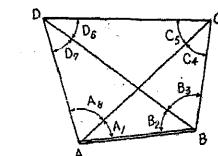
第 206 圖



第 207 圖

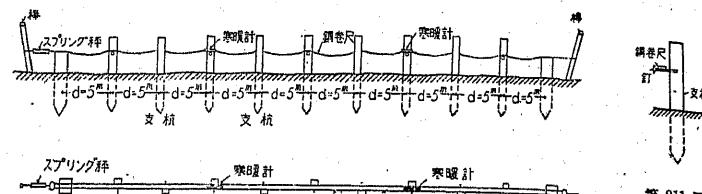


第 208 圖



第 209 圖

に5m毎に支柱を打ち同じ高さに水平に釘を打ち(第211図), その上に巻尺を張り出来る丈け精密に目盛を読み, 同時に温度及びその巻尺を張りたる力をも測定



第 211 図

する。張力は普通彈衡又は滑車に鉤りを吊してその目方にて測る, これより支柱の間の垂弛, 溫度, 率張力の補正をなす。これは使用せるテープの製造時の標準溫度及び率張力の明かなる場合にして, 普通のスティールテープにては適當に張りて測る。

127. 測定基線の補正

$$1) \text{ 溫度補正 } \Delta t = +\alpha(T_m - T_0)L$$

α =スティールテープの膨脹係数, L =観測長, T_0 =標準張力 P を與へたる時に真長を示す標準溫度, T_m =観測時に於ける更正した溫度の平均値, Δt =溫度補正量, $\alpha=0.000065$ 華氏 1° に付ての値 $\alpha=0.00001013$ 摂氏 1° に付ての値。

2) 索張補正

$$\Delta P = +\frac{(P-P_0)L}{AE}$$

L =観測長, P =観測時に於ける張力, A =スティールテープの断面積, E =弾性係数=200000 kg/cm², P_0 =標準張力, α_0 =標準歪み, ΔP =索張補正量。

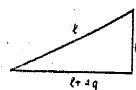
3) 垂弛補正(第210図) テープの兩支點間の垂弛の形は垂曲線である。故にこの場合に施すべき長さの補正 Δs は

$$\Delta s = -\frac{d}{24} \left(\frac{wd}{P} \right)^2$$

w =テープの單位長さの重量。

4) 勾配補正(第212図)

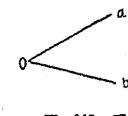
$$\Delta g = -\frac{1}{2} \frac{h^2}{l}$$



第 212 図

第3節 角度観測

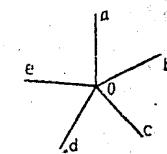
128. 倍角法, 反覆法, 又は複測法(第213図)一つの角を何回も測る, 例令ばO點にトランシットを据附け先づ遊標を0に合せ a 點に向け, その覗標に又線を合はせ下緊を緊む。次ぎに上緊を弛め b を覗ひ上緊を施し, 下緊を弛め再び a を覗ひたる後遊標を読み, その度を繰返したる回数にて除し角 $a \circ b$ とする。



第 213 図

尙ほ遠鏡を反轉して測角する。

129. 方向法又は連測法(第214図)この方法は一點Oの廻りに a, b, c, d 等のある時に先づ遊標を0に合はせて a に視準し下緊を施し, 上緊を弛め b を覗ひて目盛を読み, 次ぎに c に向けて又目盛を読み, かくして一周して a に返る遊標も元の點に返るを要す, 各角はその差により求める。



第 214 図

第4節 實測角の修正

130. 平面三角形の修正 1) 同一輕重率の場合 三角形の内角を夫々 A_1, A_2, A_3 とし夫々の實測角を M_1, M_2, M_3 とし, $180^\circ - (M_1 + M_2 + M_3) = w$ とせば

$$A_1 = M_1 + \frac{w}{3}, \quad A_2 = M_2 + \frac{w}{3}, \quad A_3 = M_3 + \frac{w}{3}.$$

2) 輕重率が異なる場合 次ぎに M_1, M_2, M_3 が夫々 n_1, n_2, n_3 回反覆實測されたる時には, その更正角を夫々 V_1, V_2, V_3 とす。

$$V_1 = +\frac{w}{n_1 \left[\frac{1}{n_1} \right]}, \quad V_2 = +\frac{w}{n_2 \left[\frac{1}{n_2} \right]}, \quad V_3 = +\frac{w}{n_3 \left[\frac{1}{n_3} \right]}$$

$$\text{但し } \left[\frac{1}{n} \right] = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3}$$

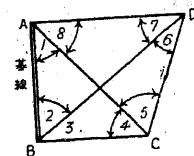
131. 四邊形に対する修正

1) 四邊形の角方程式に對する修正(第215図)

$A_1, B_2, B_3, C_4, C_5, D_6, D_7, A_8, \dots \dots \dots$ 観測角,

$V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, \dots \dots \dots$ 修正量,

$$-A_1 - B_2 + C_5 + D_6 = l_1,$$



第 215 図

$$\begin{aligned} -B_3 - C_4 + D_7 + A_8 &= l_2, \\ A_1 + B_2 + B_3 + C_4 + C_5 + D_6 + D_7 + A_8 - 360^\circ &= l_3 \quad \text{とすれば} \\ V_1 = V_2 = -\frac{l_3 - 2l_1}{8}, & \quad V_3 = V_4 = -\frac{l_3 - 2l_2}{8}, \\ V_5 = V_6 = -\frac{l_3 + 2l_1}{8}, & \quad V_7 = V_8 = -\frac{l_3 + 2l_2}{8}, \end{aligned}$$

2) 四邊形の邊方程式に對する修正

$A'_1, B'_2, B'_3, C'_4, C'_5, D'_6, D'_7, A'_8 \dots$ 角方程式に對する修正を施した角とする,

$V'_1, V'_2, V'_3, V'_4, V'_5, V'_6, V'_7, V'_8, \dots$ 邊方程式に對する修正量,
 $\log \sin A'_1 + \log \sin B'_3 + \log \sin C'_5 + \log \sin D'_7$,
 $- \log \sin B'_2 - \log \sin C'_4 - \log \sin D'_6 - \log \sin A'_8 = l_1$,
 $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8, \dots$ 各角の $\log \sin$ の $1''$ に對する表差,

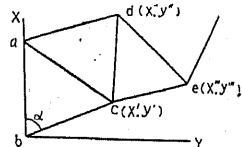
$$\begin{aligned} d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + d_4^2 + d_5^2 + d_6^2 + d_7^2 + d_8^2 &= \Sigma d^2 \\ V'_1 = -\frac{l_1 d_1}{\Sigma d^2}, & \quad V'_2 = +\frac{l_1 d_2}{\Sigma d^2}, \quad V'_3 = -\frac{l_1 d_3}{\Sigma d^2}, \quad V'_4 = +\frac{l_1 d_4}{\Sigma d^2}, \\ V'_5 = -\frac{l_1 d_5}{\Sigma d^2}, & \quad V'_6 = +\frac{l_1 d_6}{\Sigma d^2}, \quad V'_7 = -\frac{l_1 d_7}{\Sigma d^2}, \quad V'_8 = +\frac{l_1 d_8}{\Sigma d^2}. \end{aligned}$$

第 5 節 内 葶

132. 三角形の邊長と座標の計算 基線、照査基線、各角等の測定をなしその修正を経れば對數表で各邊長を計算する。

基線より順次各邊を算出して最後に検基線にて計算より出したる長さと實際測定したる長さが一致するや否やを試む。この三角網を圖面に表はすには分度器等にて行ふことあるも、精密に製圖するには或る一つの方向例へば子午線又は任意の方向を標軸とし各邊各點の座標を計算してその座標を圖面に取り三角を結合する(第216圖)。

c 點の座標 (x', y') は $x' = bc \sin \alpha, y' = bc \cos \alpha$.



第 216 圖

三角網が出来上ればこれを骨格とし、各邊からオフセットを取り尙必要によりては各三角點の間にトラバースを組みてオフセットを取り詳細なる地形を記入する。

第 13 章 地 形 測 量

133. 概 説 地形測量とは地球表面上の状態を正確に測定して地形圖を作製する測量である。地表の状態を大別すれば二つになる。1) は自然的のものであり、2) は人工的のものである。

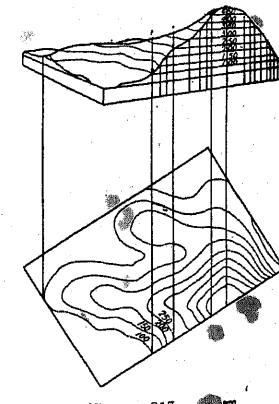
地上凹凸の状態を圖上に表はす方法に種々あるが土木工事の設計實施に役立つのは主として 等高線 である。即ち第217圖に示す如く水平面を以て切った切り口で示す方法である。又第218圖に示すは暈滃式であるが山の概念を表はすにはよろしい。

地形圖の縮尺には 2 種ある。即ち縮尺小なるものと縮尺大なるものとである。小縮尺の地形圖とは參謀本部にて行はるゝ如き 1 萬分1乃至 5 萬分1のもので水平曲線間の距離は 1.5~20m である。又大縮尺の地形圖とは縮尺 500 分1乃至 5,000 分1程度のもので等高線は 50 cm 又は 20 cm 位に表はすものである。土木施工用地形圖は大縮尺のものが必要である。

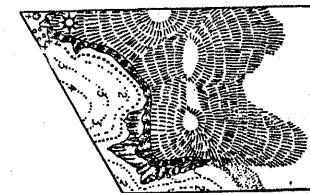
134. 外 葶 地形測量の外業は次に如く 3 段になる。1) 踏査, 2) 大局の測量(又は骨子測量), 3) 細部測量。

1) 踏査 測量區域を一巡し最も都合の良い測點を設け大體の方針を決定する。

2) 大局測量 大體の骨組を決定する方法で次の如き 3 通りある。1) 繩様法 スティールテープ、チエーン又は布テープ等の如き度器丈で行ふ。小區域でトランシット又はコンパスの無い時又はその必要の無い時によろしい。2) 下求



第 217 圖



第 218 圖

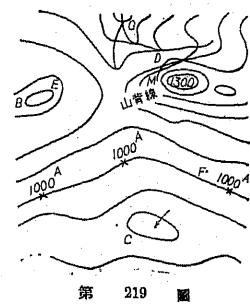
バーシング 多角形の角をトランシット又はコンパスで測り、距離をテープ、チーンで測る。これは三角測量の必要が無い時又は道路、鐵道、水路、送電線路等の如き場合に行はる。3) **三角測量** これは廣大なる區域（大體 100 萬 m² 以上）又は小縮尺の地形圖を作る時に行はる。河川測量、港灣測量、市街測量又は山嶽地方の鐵道測量の場合。

3) **細部測量** 細部測量を行ふ方法を分類すれば大體次の如くである。1) トランシット又はコンパスとテープ、チーンによるもの、2) スタヂア測量又はタケオメーター、3) 平板測量とスタヂア測量又はタケオメーター並用、4) 築眞測量

135. 地形と等高線の關係 (第 219 圖) 1) 等高線上の點は皆同高である。A

2) 凡て等高線は閉塞するもので若し限られたる圖上で閉塞せぬ時は圖面の端迄行く。3) 地圖上で閉塞してゐる等高線は山頂か又は凹地なるを示す。凹地なる時は池又は湖になる若し水の無い時は C の如く印を付けること。4) 等高線は決して交はらない。但し懸崖の場合は二個所で交る。D. 5)

一様な傾斜面では等高線は同距離である。6) 平面では直線で平行である。F. 7) 等高線が谷を通る場合には谷を上流の方へ上つてから通る、而して谷に直角になる。8) 山背を通るには同様山背線に直角である。



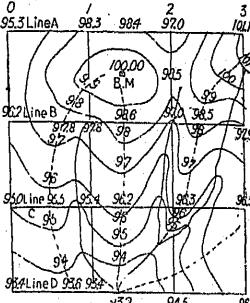
第 219 圖

136. 内業 先づ骨組を畫く、座標方法で出来る場合は必ずこれに従ふこと。次に等高線を入れる。その方法に色々あるが現場が縦横等距離に別けられるときは、第 220 圖のやうに abcd と 0123 の如き基盤目を畫き、これに各點の標高を入れ、按分比例で適當な等高線を求める。

次の方法は、第 221 圖のやうに A 點標高 47 m, B 點 28.6 m, A' 點 48 m, B' 點 26 m 等が測られた場合に、1 m 每の等高線を求む。

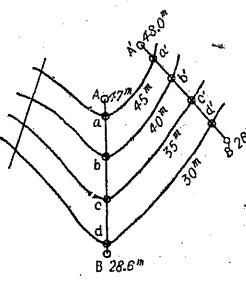
第 220 圖

るには 第 222 圖の如き特種のスケールを作り、第 221 圖の AB をデバイダーで第 222 圖上の適合する所に合せ abcd の如き 1 m の位置を求める。

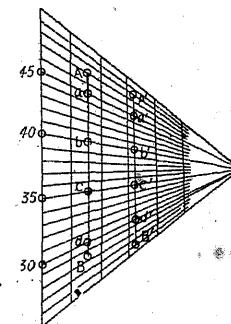


第 220 圖

次は第 223 圖の如きゴム製のスケールを作る。S なるスケールは伸縮自在である、H がヒンジであるから P により丁度ハサミのやうに加減が出来る。



第 221 圖



第 222 圖

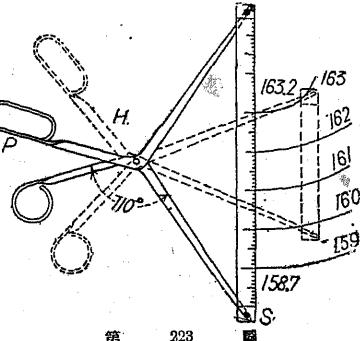
第 14 章 體積の計算

137. 概説 鐵道、道路、水路、或は運河等の如き路線工事に於ける土量容積の計算、又は廣き地面の地均しの土量の計算等の方法は次の如くである。

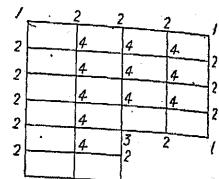
138. 路線工事に於ける體積の計算

1) **兩面平均法** これは第 224 圖に示す如き體積を V 、 A_1 A_2 = 兩端の面積、 l = 兩端面間の距離とすれば

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} l$$



139. 廣い區域に亘る地均しの土量計算 1) 矩形公式 これは第225圖のやうに地均し區域を相等しき矩形に分ける。即ち各點に杭を打つ、その時に各矩形内は一つの平面と假定が出来る程度の大きさにする。されば地形により四凸多き場合には1邊數米のこともあり、又相當平坦な場合には數十米のこともある。次にはレペルにて各點地盤の標高を測る。次に地均しすべき設計標高と各點地盤標高との差を計算する。これが即ち切取、又は盛土の高さである。



第 225 圖

第225圖に於て各相等しき矩形の面積を A とす、而して 1 は 1 個の矩形の會する點、2 は 2 個の矩形の會する點、3, 4 は 3 個又は 4 個の矩形の會する點とす。そして各 1 點の土工高の總和を $\sum h_1$ とし、各 2 點の土工高の總和を $\sum h_2$ とし、以下同様に $\sum h_3$, $\sum h_4$ とすれば土量の總容積を V は次式にて計算出来る。

$$V = \frac{A}{4} \{ \sum h_1 + 2 \sum h_2 + 3 \sum h_3 + 4 \sum h_4 \}$$

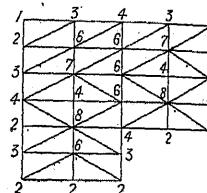
2) 三角角場 この公式によれば矩形の場合よりも尙精密に出すことが出来る。即ち地均し區域を適當の三角形に區分する。一般に三角形にすればその三角形内は 1 平面に假定が出来る場合が多い。第226圖のやうに三角形にし、各點の標高を求め、前同様切取、盛土の高さを h とす。而して矩形の面積を A とすれば土量總容積 V は

$$V = \frac{A}{6} (\sum h_1 + 2 \sum h_2 + 3 \sum h_3 + \dots + 8 \sum h_8)$$

となる。

3) 同高線 同高線圖から切取、盛土の量を

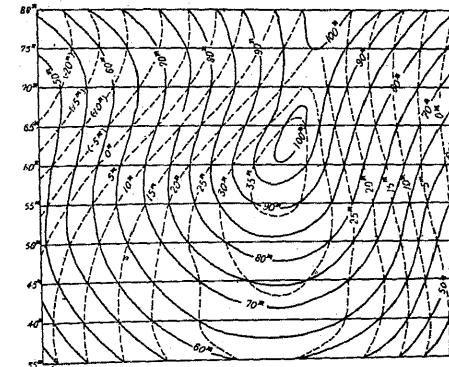
定むるには次の如くする。第227圖に於て實線を或る水準基面から測りたる一區域の同高線とし、周囲の輪廓に沿ひて書入れたる數字は地均し後の高さを表はし假りに一樣なる傾斜地域を造らんとするものと假定する。故に地均しの同高線（此の場合には直線）と同地盤の同高線との差は切取又は盛土の高さを表す。從つて差の同一なる地點を連結すれば點線で示すが如き曲線になる。この曲線内の區域は地均し面に平行なる平面が舊地盤を切りて作りたる切口の投影で、恰も一定間隔の地平面を以て圓錐體を切り、その平面圖に同高線を得ると同様であ



第 226 圖

る。故に點線より成る各曲線内の全面積を $A_1, A_2, \dots, A_r, A_s, A_t, \dots$ 等とし、平行平面間の間隔を h とすれば、一般に相隣れる 3 つの斷面内土工の體積 V は

$$V = \frac{h}{3} (A_r + 4A_s + A_t)$$



第 227 圖

第 15 章 路 線 測 量

第 1 節 總 說

140. 概 説 路線測量とは道路、鐵道、運河等の如き交通路又は水路、及び送電線路、水道の導水路の如き測量を云ひ、幅狭く距離長い測量である。これは普通は三角測量を行はず、經緯測量を以て平面圖を作る。又近來は空中寫真測量を利用す。平面圖が出來たら高低測量をなして横断面、縱断面及び縱地形圖を作る。これ等が完了せば設計に入る。

141. 勾配と曲率 勾配を表すには $1:m$, $1/m$ 又は $1:n$, $1/n$ で表す。メートル法施行前は $1/100, 1/40$ 等の如く書表したが、その後は $10/1,000, 25/100$ の如く表はし、又 $1,000$ を略し單に 10 又は 25 等と書く。道路の方面では $1/40, 1/20$ の如く表はす。

鐵道、道路及び軌道に關しては各建設規程があり、測量はこの規定内に設計實施が出来る様に施行することを要する。

142. 路線測量の順序 1) 踏査、2) 豊測、3) 確定測設又は實測、4) 工事。

143. 踏 査 路線を新設又は改良する際には色々の方面より調査する。而して工事費、維持費、運搬費等の最小なる路線を選定する。それが爲め交通狀態、貨物の性質、數量、將來の發達の程度等を考慮に入れ、成る可く短く、平坦且つ

眞直にして工事の容易なるを選び、以上の如き一切の事を考へに入れて路線の確定地を歩行調査する事を踏査と云ふ、而して切取盛土の量、地質、收用土地價格、建物その他構造物移轉の難易及び隧道、橋梁、暗渠、擁壁等を調査し概算を作成する。而して各路線の比較研究をなす。

この際注意すべきは凹凸或は躊躇等があつて歩行踏査に困難なる如き場所が工事に容易なる事がある。又先入主に捉はれぬやう冷静に考へなくてはならぬ。又罫錯覺に注意し最初に都合よき路線であつても最後に都合が悪くなる場合があるから、全般的に工事の難易を見究め選定を誤らざるやうにしなくてはならぬ。

踏査に携帯すべき器械器具は、 $1/200,000$, $1/50,000$, $1/25,000$ の地圖、歩數計、目測ストップウォッチ、裝稼羅盤、六分儀、ハンドレベル、測斜器、アネロイド氣壓計、双眼鏡、製圖器械、土地に詳細な案内者等である。

144. 豫測 踏査によつて路線の大體の位置が決定したら次に豫測をなす。豫測では地上に大體の中心線に當る處に折線を設ける(第228圖)。豫測杭は必要な場所に打ち、この杭は一時的の杭である。實際の確定測設の場合には1チエーン(20m)毎に打つて行く。豫測に於ては視準のきく限り長距離に打つ。又豫測では曲線設置をしない。杭の大きさは $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ である。

次にこの折線に沿ふて高低測量をなし必要な箇處では横断面をとる。水準基標(B.M.)は1,000mに1箇處設ける。これは路線から少し離れた處に設ける。



第 228 図

次に折線に沿ふて地形測量をなし平面圖を作る。これには偏角で進み杭頭の高低測量と支距測量をなす。地形を出すにはスタヂア測量、タケオメーター又は寫真測量等を利用する。豫測の結果から豫算を出す。

145. 確定測設又は實測 豫測の結果から路線の大體の設計をなし、數本の比較線から路線を決定する。而してその決定した路線を實際に地面上に設けることを確定測設と云ふ。中心線は1チエーン毎に必ず杭を打つ。必要な個處では曲線設置をやる。實測杭は豫測の杭より少しずれてゆくのが普通である。杭には番号を記入し、起點からの距離を知る。

146. 路線測量隊の編成 1) **トランシット班** 中心線を設置する。必要なものは、トランシット掛け、距離班、杭打隊、伐採隊。これに要する器械は、トランシット又はコンパス、レベル、測斜器、チエーン、竹尺、テープ、ボール、槌、旗、釘、野帳、ペンキ、双眼鏡、製圖器等である。

2) **レベル班** レベル班はトランシット班の後方から高低測量をやる。レベル掛け、助手、レベル運搬人、標尺持ち2人。平坦で樂な場合はこの班で横断もと掛り、必要器具は、レベル、標尺、ハンドレベル、野帳、チエーン、テープ等である。

3) **地形測量班** 地形をとる。レベル班の仕事進まざる場合は、この班が横断面をとる。スタヂア測量者として4~5人を要する。必要器械器具はレベル、スコープを有するトランシット、タケオメーター、標尺、チエーン、テープ、ヘタヂア線を有するトランシット、タケオメーター、標尺、チエーン、テープ、ハンドレベル、傾斜儀、裝稼羅盤、製圖器、野帳、平板等である。その他糧食運搬、人夫、テント、水筒等を忘れぬ事。

全體の總指揮者は其の他に路線の通る橋梁の徑間、暗渠、隧道、土取場、土棄場及路線の地質調査をなす。

147. 圖測 平坦な場所は上述の如き正規の順序で測量出来るが、地形錯雜な個處に於ては直ちに確定測設に入れね。斯る場合には相當廣い範囲に亘つて等高線の入つた地形圖を作り、この圖上で路線の中心線を設け、圖上の等高線から縱断面圖を作り、それに施工基面を入れる。平面圖には規定通りの曲線を入れる。又圖上で比較線もとる。これで差支へなかつたら始めて確定測設を行ふ。斯る方法を圖測と云ふ。 $1/20,000 \sim 1/10,000$ の地圖があれば大體の豫算位は出されることが出来る。

148. 中心線の設置方法 豫測並びに確定測設では中心線に杭を打つ。中心線には直線と曲線がある。確定測設では起點から1チエーン(20m)毎に杭を打つ。若し構造物等ありて1チエーン毎に打てない場合は、前後にずらして打ち、3本の杭間を2チエーン(40m)とする。500m位でトランシットの位置を前進させる。

水準基標(B.M.)は1km毎に設ける。基標は工事中に動かされない場所たること。大切な中心杭及び始曲點(B.C.)終曲點(E.C.)等には控杭(隠杭)を設け、杭には必ず番号を記入すること。

第 2 節 曲線設置方法

149. 曲線の種類 1) **水平曲線**：單曲線(圓曲線)、複曲線、反曲線、緩和曲線。2) **縱曲線**：拋物曲線、圓曲線。

150. 水平圓曲線各部名稱 (第229圖) A=曲線始點=B.C., B=曲線終點=E.C., D=交點=I.P., I=交角= $\angle I$, AD=切線長=T, R=半徑=R, DC=

外線長又は外割 = E , CM = 中央縦距 = M , 弧 ACB = 曲線長 = C.L., $\angle AOB$ = 中心角 = I , AB = 距長.

151. 偏倚角測設法 始曲點豫定地の稍手前で一時中心杭打ちの前進を中止する。トランシットで後視をなし、次に望遠鏡を反転して交點 D に近い所に 2 本の杭を打つ。次に次の直線の方向からトランシットで視て同じく 2 本の杭を打つ。然らばその交りが交點 D になる。

229

$$E = R \left(\sec \frac{I}{2} - 1 \right), \quad R = \frac{E}{\sec \frac{I}{2} - 1}$$

故に切線長 T は $T = R \tan I/2$

然らば始曲點 (B.C.) と終曲點 (E.C.) が
決定する。

第280圖で1チェーンに對する偏倚角を δ とすれば、

$$\text{曲線長(C.L.)} = RI/\rho$$

茲に $P = 1$ 弧度即ち 57.2958° , $L_1 =$ 最初の端長又は短

弦(リンク), $\delta_1 = L_1$ に対する偏倚角, L_2 = 最後の端長又は短弦, $\delta_2 = L_2$ に対する偏倚角.

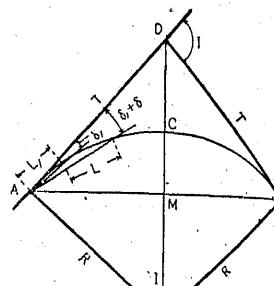
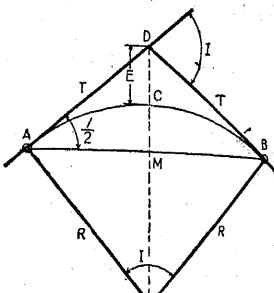
R の単位を チェーン, L_1 , L_2 を リンクとすれば

$$\delta = \sin^{-1} \frac{1}{2R} = \frac{1}{2R} \quad \rho = \frac{1}{R} \cdot 1,719'$$

$$\delta_1 = \frac{L_1}{200R} \rho = \frac{L_1}{R} \times 1,719'$$

$$\delta_1 = -\frac{L_2}{200R} \rho = -\frac{L_2}{R} \times 1,719'$$

トランシットを A に据付け遊標 $0^{\circ} 0' 0''$ で D を視準し、次に上盤を緩め、



第 230 页

丈け偏倚し、短弦長 L_1 の終りに杭を打つ。次に $\delta_1 + \delta$ 丈け偏倚し 1 チェーンの終りに杭を打つ。以下同様である。交點に達し得ざる場合にはトラバースにより L, T 等を決定する。

第 16 表は曲線偏倚角表である。

第 16 表 曲 線 偏 倚 角 表

曲線半径	1c(20m)に 對する偏倚角	曲線半径	1c(20m)に 對する偏倚角	曲線半径	1c(20m)に 對する偏倚角
m c 60=3	9° 32' 57"	m 360=18	1° 35' 29"	m 660=33	0° 52' 05"
70=3.5	8 11 06	370=18.5	1 32 55	670=33.5	0 51 18
80=4	7 09 43	380=19	1 30 28	680=34	0 50 33
90=4.5	6 21 58	390=19.5	1 28 09	690=34.5	0 49 49
100=5	5 43 46	400=20	1 25 57	700=35	0 49 06
110=5.5	5 12 31	410=20.5	1 23 51	710=35.5	0 48 25
120=6	4 46 28	420=21	1 21 51	720=36	0 47 44
130=6.5	4 24 26	430=21.5	1 19 57	730=36.5	0 47 05
140=7	4 05 33	440=22	1 18 08	740=37	0 46 27
150=7.5	3 49 11	450=22.5	1 16 24	750=37.5	0 45 50
160=8	3 34 51	460=23	1 14 44	800=40	0 42 58
170=8.5	3 22 13	470=23.5	1 13 09	850=42.5	0 40 27
180=9	3 10 59	480=24	1 11 37	900=45	0 38 12
190=9.5	3 00 56	490=24.5	1 10 09	950=47.5	0 36 11
200=10.	2 51 53	500=25	1 08 45	1,000=50	0 34 22
210=10.5	2 43 42	510=25.5	1 07 24	1,100=55	0 31 14
220=11	2 36 15	520=26	1 06 07	1,200=60	0 28 39
230=11.5	2 29 28	530=26.5	1 04 52	1,300=65	0 26 26
240=12	2 23 14	540=27	1 03 40	1,400=70	0 24 33
250=12.5	2 17 31	550=27.5	1 02 30	1,500=75	0 22 55
260=13.	2 12 13	560=28	1 01 23	1,600=80	0 21 29
270=13.5	2 07 19	570=23.5	1 00 19	1,700=85	0 20 13
280=14	2 02 47	580=20	0 59 16	1,800=90	0 19 06
290=14.5	1 58 33	590=29.5	0 58 16	1,900=95	0 18 06
300=15	1 54 35	600=30	0 57 18	2,000=100	0 17 11
310=15.5	1 50 54	610=30.5	0 56 22	2,400=120	0 14 19
320=16	1 47 26	620=31	0 55 27	2,500=125	0 13 45
330=16.5	1 44 10	630=31.5	0 54 34	3,000=150	0 11 28
340=17	1 41 07	640=32	0 53 43	3,500=175	0 09 49
350=17.5	1 38 13	650=32.5	0 52 53	4,000=200	0 08 36

152. 切線偏倚距と弦偏倚距測設法 第231
圖に於て AD を切線, AB の弦長を 1 チエーン
とし, AD=AB なるとき BD を切線偏倚距と
云ふ。又 BC を 1 チエーンとし AB を延長
し BE=BC なるとき CE を弦偏倚距と云ふ。
これを d とする。

三角形 OBC 及 BCE に於て,

$$\angle BOC = 180^\circ - (\angle OBC + \angle BCO)$$

$$\text{然るに } \angle BCO = \angle ABO,$$

$$\therefore BO:BC = BC:CE$$

$$\therefore R:l = l:d \quad \therefore d = \frac{l^2}{R}$$

次に CE の中點を F とすれば BF は
 $\angle EBC$ を 2 等分する。

$$\text{従つて } \angle CBF = \frac{1}{2} \angle BOC = \angle BAD$$

$$\therefore BD = \frac{1}{2} CE = \frac{1}{2} d$$

153. 切線支距測設法(第232圖) これは切
線からの支距 x を次の如くして算出する。

$$x = C \sin \delta = 2R \sin \delta = R(1 - \cos 2\delta)$$

$$y = C \cos \delta = 2R \sin \delta \cos \delta = R \sin 2\delta$$

$$\text{茲に } L = \text{曲線長}, C = \text{弦長}, \delta = \text{偏角}, \delta = \sin^{-1} \frac{L}{2R}$$

$$= \frac{L}{2R} \rho, \quad C = 2R \sin \delta, \quad L = C$$

この方法は伐採多きところに利用せられる。

154. 縦距測設法 1) 曲線始點を原點にと
る場合(第233圖)

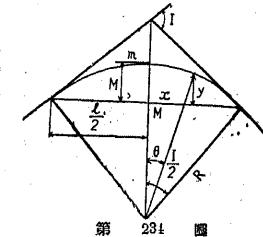
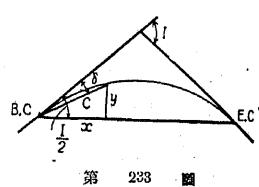
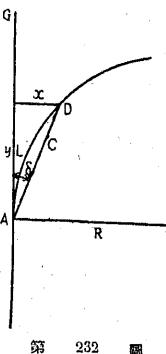
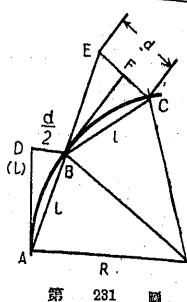
$$C = 2R \sin \delta$$

$$x = C \cos \left(\frac{I}{2} - \delta \right) = 2R \sin \delta \cos \left(\frac{I}{2} - \delta \right)$$

$$y = C \sin \left(\frac{I}{2} - \delta \right) = 2R \sin \delta \sin \left(\frac{I}{2} - \delta \right)$$

2) 弦の中心を原點にとる場合(第234圖)

$$Mm = M \text{ とす}$$



$$M = R \left(1 - \cos \frac{I}{2} \right) = R - \sqrt{R^2 - \frac{l^2}{4}}$$

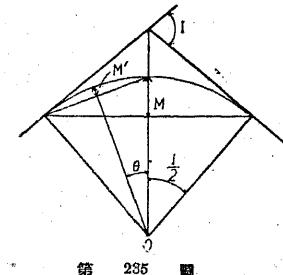
$$y = M - R(1 - \cos \theta) = M - R + \sqrt{R^2 - x^2}$$

155. 中央縦距測設法(第235圖)

$$M = R(1 - \cos \frac{I}{2})$$

$$M' = R(1 - \cos \frac{I}{4})$$

$$M'' = R(1 - \cos \frac{I}{8})$$



第16章 隧道測量

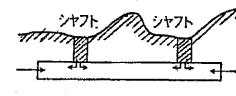
第1節 概 説

156. 隧道 隧道とは鐵道、道路、水路等が山嶽、河、海、都市等を横切る
一つの方法である。山を横切る方法には迂廻、切取、隧道の3種がある。その何
れを選定するかは土地の状況に依り利害得失がある。大きな切取はその維持が面
倒で地質によつては湧水等の爲め保線が困難で、又用地買収費が比較的多大であ
る。隧道は工費は稍大なるも、一般に維持容易である。然し路線修繕は困難で又
長さ大なる隧道には換氣装置を要する。

隧道地點の選定には、先づ地質調査を充分に
する必要がある。これにより地質の硬軟、湧水
量の多寡を豫知し、以て支工の程度、疊築工
の方法、建設費等を決定する。短かい隧道の場
合は兩口より掘り、長い場合には堅坑(シャフ
ト)(第236圖)を下げる事もある。又第237
圖の如き横坑を設ける事もある。

隧道の中心線は成る可く直線にする。然し止
むを得ざれば曲線隧道にする。通常隧道の中央
部を高くし両方に勾配を附して排水に便ならし
む。

157. 隧道測量の分類 1) 隧道中心線の地表面設置測量、2) 隧道中心線の
地下設置測量、3) 隧道の高低測量(地表面、地下)。



第 236 圖



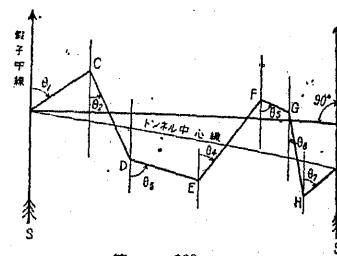
第 237 圖

第 2 節 隧道中心線の表面設置測量

158. 小丘上を越へて行ふ表面設置 山頂から兩口が見えるときは、その表面設置は比較的簡単である。即ち山頂にて兩口を連ねる直線上の點を、トランシットを數回反転して求める。中心線が決定すれば距離を測定する。

159. トラバース或は三角測量による表面設置 兩口間に障礙物がある場合には第238圖の如くトラバース測量をする。

測點	距離	角度	緯距	經距
A	a	θ_1	L_1	D_1
C	b	θ_2	L_2	D_2
D	c	θ_3	L_3	D_3
E	d	θ_4	L_4	D_4
F	e	θ_5	L_5	D_5
G	:	:	:	:
B	:	:	:	:



第 238 圖

$$\overline{AB} = \sqrt{(\sum L)^2 + (\sum D)^2}$$

$$\tan \angle BAP = \frac{\sum L}{\sum D} \quad \angle BAP = \tan^{-1} \frac{\sum L}{\sum D}$$

又トラバースの各邊長測量も出來ない場合には三角測量による。一般に山間部なれば、基線の選定に困難を伴ひ、遠方より三角網を設けることがある。

第 3 節 隧道中心線の地下設置測量

180. 隧門からの中心測量と堅坑からの中心測量 地上に設置した隧道中心線を隧道内へ移す際に隧道門から行ふにはトランシットを中心線中の1點へ据附けて延長する。このときに望遠鏡を正倒にしてその中心線を延長する。

又堅坑から中心を移すには、堅坑を挟さんで表面中心線上に杭を打ち針金を架し、それから更に堅坑に2本の針金を下げ振動の止んだときの2本の延長線を中心とする。

181. 隧道の曲線設置 隧道は成る可く曲線を避けるが隧道を必要とするときはその地形が一般に悪いのであるから曲線も亦已むを得ない場合がある。その方法は路線測量と全く同一で、最初表面測量をやり然る後に隧道内に入る。距離はステイールテープにより數回測る。

162. 隧道内中心線設置方法 中心線は導坑の下部に杭を打ち、その中心へ釘を打ち込む。又導坑の上部へ釘を打つ。1ヶ月に1回乃至2回位トランシットで精密に中心測量を行ひ、工事中の變化の有無を恒に注意することを要する。

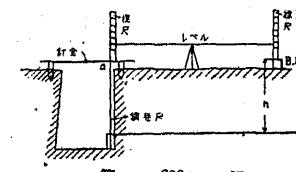
第 4 節 隧道の高低測量

163. 地表面高低測量 1) 兩隧道高低差測量 山を越えて測定するのであるが、不可能のときには迂回する。2) 縦断測量 中心線の縦断測量は堅坑を設ける場合は、何回も繰返して精密に行ふ。堅坑の豫定位置に水準據標を設置し、又中間は500m毎に水準基標を設ける。

164. 隧道内高低測量 兩口決定すれば掘鑿を始め、同時に隧道内の高低測量を進める。普通の標尺で宜しい。望遠鏡又線は燈火に依つて照す。かくて天井と隧道底の高低測量をする。

165. シヤフトを利用する高低測量

第239圖の如く針金を架しそれからステイールテープを下げて高さを下へ移す。



第 239 圖

第 17 章 河 川 測 量

第 1 節 平面測量

166. 概 説 平面測量を分ちて三角測量、經緯測量及び細部測量とする。

167. 三角測量 河川の平面を求むるには先づ大局を三角測量により決定する。測量する幅員は有堤部に於ては、堤内地800m以内とされども必要あればこれ以上とする(第240圖)。無堤部に於ては洪水時に水の達する地點より更に100m内外とする。然し平原にて遠距離に迄及ぶ場合には適當と認むるところ迄とす。大なる河川に於ては幅員數十軒に及ぶことがある。



第 240 圖

長さの區域は工事の目的により決定せらる、例へば通船を目的とする河川改修の場合には下流は河口のみならず海の中迄に及ぶ、洪水防禦の目的の場合には河海の境界位でよろしい。上流は通船の場合にはその目的地迄、洪水防禦の場合には水害の到達する區域に及ぶ、又砂防工事の場合には遙かに水源地に迄及ぶ、こ

の場合は寧ろ地形測量である。

測量区域決定せば次に三角網を設ける。

邊長は成るべく長くならざれば小なる三角形が並び不經濟になる。基線は成るべ

く平坦にして堅固なる地盤を選び、三角網兩端附近に設け中間にありては 20 km 每に適當な場所を選び施行する（第 241 圖）。

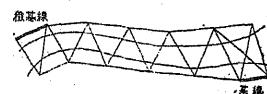
細部測量のために更に小三角網を設ける。第 242 圖 C defg E の如くである。

選點、測角方法、基線の測定は、三角測量の場合と同一であるが二三の注意事項を述ぶれば次の如くである。1) 成る可く陸地測量部設置の三角點と聯繫をとること。又陸地測量部三角點を河川測量の大三角點に利用することもある。2)

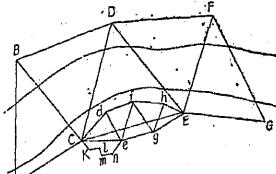
測標は石標を用ひ、第 243 圖の如くする。3) 大三角標は頭部を 15 cm 角に仕上げ、小三角標は 12 cm 角に仕上げ。4) 冬季冰結の虞ある場合は第 244 圖の如くする。5) 盡には省又は府縣廳名三角の大小番號等を記入する。6) 一時的の測標は木杭を用ひ 12~15 cm 角、長 1.2 m 位のものとす。成る可く防腐剤を施す。

7) 測角は倍角法により大三角の測角は 3 回づゝ反覆し 4 度の測角をなす。而して一つの

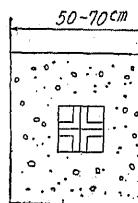
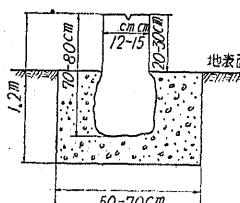
三角形の内角の和と 180° との誤差は $10''$ 以内とする。8) 小三角の測角は 3 回づゝ反覆し 2 度の測角をなす。誤差は $20''$ 以内とする。9) 檢基線の長さを三



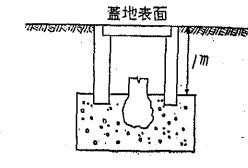
第 241 圖



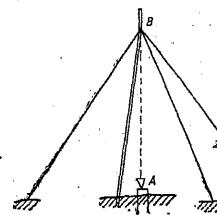
大三角は A B C D E F G
小三角は C d e f g h E
細部測紳は C K l m n
第 242 圖



第 243 圖



第 244 圖



第 245 圖

角計算によりて得たるものとの差は $1/6,000$ 以内とする。

三角の邊が長き場合には竹竿又は杉丸太を樹て綱で三方より引き、第 245 圖の B を A の直上に導くには鍊線或はトランシットによる。三角點が多數ある場合には大小三角點の見誤りを防ぐために、旗等により一見分明ならしむることが必要である。

168. 細部測量 地形細部の測量を行ふには第 242 圖に示すが如く、大三角點間に更に小三角網か或は經緯測線を設けて支距測量を行ふ。

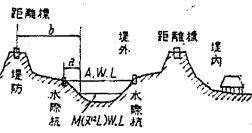
實測調査すべき事項は次の如くである。1) 地形。2) 行政區割の境界即ち府、縣、道國郡、市町村、大字、面界、洞里界、官有地の境界。3) 道路及鐵道。4) 地目、即ち針葉樹林、闊葉樹林、雜木林、竹林、灌木林、草生地、苔地、宅地、水田、畑、干瀉地、墓地、荒地。5) 家屋及建築物。6) 河川に於ける工作物即ち橋梁、暗渠、水制、護岸、床固工、堰堤、樋管、樋門、閘門、水門、乘船場、荷揚場、棧橋、堤防、水車潜管、水道橋及既許可若くは出願中の運河、水利事業又は發電水力地點の取入口、放水路、中心線。7) 砂防工。8) 各種測量標、即ち三角點、水準基標、距離標、流量測定箇所横断線。9) 雨量計及量水標。10) 流量測定地點。11) 用惡水路及沼、澤。12) 河床及沿岸の地質、即ち硬岩、軟岩、砂、礫及玉石、泥土。13) 洪水氾濫區域。14) 河岸の水際。15) 附近の各種工作物。16) 渚、瀧、川中の島、岩、洲。

是等の細部測量には平板を併用せば便利である。細部測量に於て困難なるは、水際の測定である。水際は常に變化し殊に有潮部に於てはその變化一層甚し。

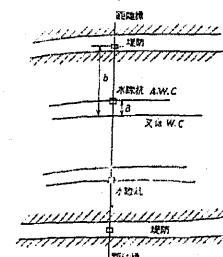
一般に必要なるは、高水位及低水位である。是等の水位を保つは極めて僅かの時間であるから、一つの方法は、多くの人が同時に合圖をして水際に杭を打ち、然る後に杭の位置を決定する。

又他の方法は成るべく變化の少なき任意の水位の時に適當なる間隔に深淺測量を行ひ横断を求む。通常 50 m~100 m の間隔とする。横断圖上に高水位又は低水位を書き入れ此位置を平面圖に移す（第 246 圖）、（第 250 圖）。

169. 製圖 最初に三角網を畫く、之れは直



第 246 圖



第 247 圖

角座標の方法による。次に支距を記入する。

平面圖縮尺は 1/500 乃至 1/10,000 位である。内務省に於ては 1/2,500 及び 1/10,000 の 2 種とし、1/2,500 平面圖はこれを改修計畫の基本圖とする。朝鮮總督府に於ては 1/5,000 及び 1/10,000 の 2 種とし、圖面の符號は陸地測量部地形圖々式による。朝鮮には朝鮮地形圖々式がある。

尙圖面には縮尺、磁北、眞北及び測量年月、測量者名等を記入すること。

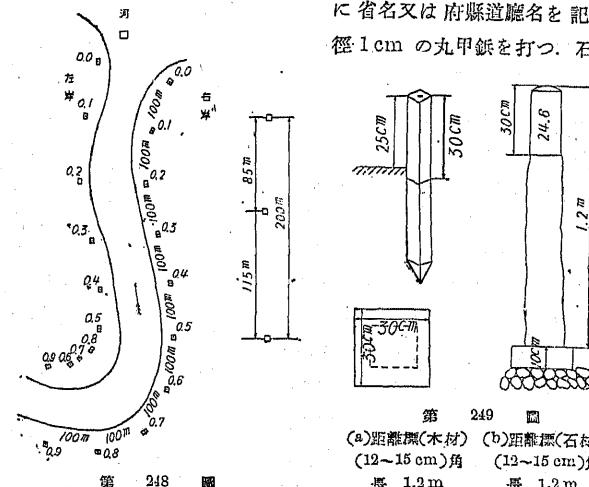
第 2 節 高 低 測 量

170. 概 説 高低測量を分ちて縦斷測量、横断測量、深淺測量、水位觀測及び河口深淺測量とする。

171. 距離標 水準基標 量水標 高低測量を行ふために距離標、水準基標及び量水標を設置する。

距離標は一方の岸に沿ひ成るべく流身に並行し河口又は合流口より順次 100m 每に設置し、河川に略々直角の見通しに他の岸の距離標を建設し 1km 每に石標を設ける、第 248 圖に示すが如くである。丁度 100m に障碍物があつて打てざる場合にはそれを避け、3 本の杭は 200m になるやうにする。距離標は長さ 1.2m 以上 12~15cm 角材とし、頭部を白色ペンキにて塗抹し、黒色にて距離並

に省名又は府県道廳名を記入し、上面に直径 1cm の丸印鉄を打つ。石標の場合には頭部約 30cm 通り 12~15cm 角に仕上げ頂面に丸味を附し、側面に距離並に省名等を刻む(第 249 圖)。距離は km を単位とし、第 249 圖の如く記入す



る。

水準基標は石材を用ひ長さ 1.2m 以上、頭部約 30cm 通りを 15cm 角に仕上げ頂面を球形に磨き側面に番号並に省名を刻む。水準基標は少なくとも兩岸 5km 每に 1 基を設置し、變動し易き地點を避け地質良好なる場所を選定し、若し岩盤あらこれを利用する。又交通其の他障礙とならざることを要する。

172. 縦断測量 縦断測量は次に掲ぐるものゝ高さを測定する目的とする。

- 1) 距離標.
- 2) 斷面杭.
- 3) 量水標.
- 4) 地盤.
- 5) 橋門, 閘門, 水門の闕.
- 6) 水準基標.
- 7) 既往洪水位.
- 8) 道路, 鐵道, 提防.
- 9) 橋梁桁下及床石.
- 10) 其の他緊要箇所.

基準面は最下流にある量水標の 0 を通る水準面を採用し、且つ全測量區域を通じ陸地測量部水準基線に準據するを便とする。

河川の縦断測量は最も精密を要する測量の 1 にして、少くも往復 1 回以上施行し距離 4~5km 間の誤差は次の範囲を超えざらしめ、而して其の誤差は計算の際平均する。

感潮部	10~12 mm
緩流部又は無潮部	15 mm
急流部	20 mm

器械は 12 時同等以上の水準器を使用し毎朝調整を行ひ、測定は必ず距離標の中央に器械を据え誤差を防ぐこと。中央の位置は歩測で充分である。觀測の時は氣泡を必ず中央に導き、器械には日光直射せざるやうに注意すること、標尺を直立せしむること、風のある日又は酷暑の日中は避くこと、標尺は 5mm 近目盛を施せるものを使用して 1mm 近の読みをとる、而して誤差をして前記の範囲内に止ましむることが出来る。

成るべく毎 5km 内外に於て對岸に連繫を取ること。これは交互準則による距離標の高さが決定せば、これを基準として水面勾配、河底の勾配その他のものを測定する。

173. 水面勾配 河の水面の勾配は水量の如何により常に變化する。即ち、高水位、平均水位、低水位等により各其の勾配を異にする。

勾配を測定するには、多くの人が河岸に出で合圖を以て同時刻に水位の高さを求む、それには水際に杭を打つか或ひは岩に印しを附し、然る後に高低測量を行ふ。その方法は普通 10cm 角、長さ 1m 位の杭を兩岸水際に打ち側面に釘を打ち頭を出して置く、此釘の標高は標尺を立て近邊の距離標より求むことが出来

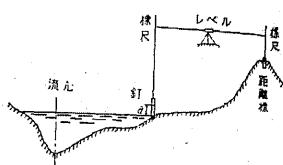
る(第250図)杭は100m毎位に打つ。又合流點にも打つ、多人數で用意し測定すべき水位に達した時は、旗又はその他の方法で合図をなし同時に釘と水面の高さを測定す、若し1人で數本の杭を持つ際には川上より川下に向ひ大急ぎで測定する。

測定は兩岸に於て行ふ、而して兩岸の水位が同等ならざる場合にはその平均を以て流心の水面勾配とする。

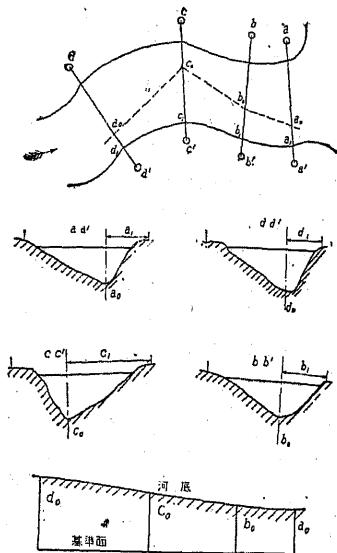
174. 河底勾配 河底勾配とは河底の最深部の勾配をいふ、然るに河の最深點は川の中心と一致せざることもあり、然して河の最深部を直接に見出すことは甚だ困難なり、故に普通行はるゝ方法は横断測量をなし、その最深部を平面圖上に移し、次に此平面圖から距離を求めて河底の縦断面を畫く(第251図)。

175. 縦断面圖 水面勾配と河底勾配を明示するに注意を要す、これは縦距縮尺を横距縮尺の100~1,000倍にとる。普通横距1/10,000 縦距1/100とする。兩岸堤防の高低、平均低水位、高水位、流心に沿へる河底、量水標、距離標、測點その他河中の構造物、即ち堰堤、堰、橋梁等の位置及高さ及支川、閘門、樋門、左右兩岸の區別等の位置を記入する。

176. 横断測量 横断測量は距離標を通じて行ふ、間隔は200m~600mとするを標準とすれども、横断面の急變ある場所に於ては短距離に於て施行する。但しこの際には特に斷面杭を設置する。測定區域は平面測量區域に準ずる。即ち有堤部に於ては堤外地は全部堤内地は300m以内とする。堤防移轉の計畫ある場合にはその豫定箇所迄とす。又洪水量を調査する場合には洪水の達する區域迄測量する。



第 250 図



第 251 図

横断測量は陸上の横断と河川本體の横断とよりなる。陸上に於ては地盤の高低と距離、河川に於ては河床の高底と距離及び最大洪水位等横断面圖作製に必要な事項を調査測量する。

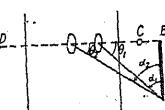
横断測量は横断線に沿ひ水陸共10~20m毎に測量をする。然れども高低の變化著しき場所に於ては尙短距離にする。又水力電氣を目的とする流量調査の場合には、逓信省に於ては、水深測量の水平距離は河幅の大小に應じ1~4mとし河底整一なる所に在りてはこれを疎にし、凹凸多き所は之を密にする。

横断測量は堰堤、堰、橋梁、閘門、樋門等の如き構造物のある箇所に於ては特に測量する。

深淺測量はある必要的な水位、即ち高水位又は低水位の時期に測量すべきものなれども、水位の變化甚だしくして實測し得ざる場合には變化少なき他の任意の時期を選定して行ふ。而して位置と深淺を測り尙ほ時刻を記入す、同時に量水標に依り常に水位を觀測し深淺測量の結果と對照して必要な水位の高さを求める。

位置を決定するには普通交通頻繁ならざる河川に於ては細き鍊條又は麻綱を張る、これには白又は赤の布で1m毎に目盛を附す、船の交通多き場合には船を川中に繫留し、一部分づゝ施行する。

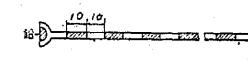
鍊條又は綱を張らざる場合には、測量船の位置は第252図の如く船をB Cの見通し線中に入れ、陸上より



第 252 図

りはAよりトランシットにて $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ の如き角度を測定す、又船中よりはセキスタントで $\theta_1, \theta_2, \dots$ の如き角度を測定する。

浅き場合には測桿を用ふ、長さ5m位が適當である(第253図)。深き場合には、測錐を使用する(第254図)。綱には明視し得るやうに目盛を施す、乾ける時に目盛をせば水中に入れた場合に伸びる傾向がある。故に充分温めらしたる後に標準尺度と比較して目盛を施す。然して読みは5cm位迄採る。



第 253 図

横断測量に於ては必ず縦断測量點に連繫を取ること。測定誤差は距離にありては1/300以内、高低にありては長さ300mに對し10mm以内とする。是等の誤差は長さに比例して分配する。



第 254 図

深浅測量に使用する銅線、鋼索、麻綱等は毎朝其の伸縮を検査し、誤差あるときは相當の訂正を加へる。深浅測量中は必要に応じその上流及び下流にある量水標の観測度数を増す。但し量水標の距離遠隔なる場合は臨時に簡単なる假標を設け、必要な水位の點検をなす。

177. 横断面図 横断面図は縮尺横距 1/500 又は 1/1,000、縦距は 1/50 又は 1/100 位とし、高低は凡て水準基線に準據する。圖面は左岸を左として製圖す、尙總て圖面には實測の時期を明記し、縮尺を記入し、實測者及び製圖者に於て記名捺印すること。

178. 河口深浅測量 河口深浅測量は河口附近の海底の状況を調査するを目的とするものである。湖岸又は海岸に沿ひて 100~200 m 每の見通し線に於て 10~20 m の間隔に水深を測定す、深浅測量中は必ず量水標により水位の観測をなす。

第 3 節 水 位 觀 測

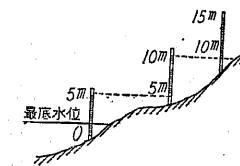
179. 概 説 水位観測は量水標に依り之を行ふ、量水標に 2 種ある即ち普通量水標と自記量水標である。

180. 量水標の設置 量水標を建設する位置は成る可く下記の各々に適合する如き場所を選定することを要する。1) 水流急激又は緩漫に失せざること。2) 河身及び河床の變化少しきこと。3) 潜流、逆流、及び渦水なきこと。4) 支派川に依り不規則なる水位の變化を起さざること。5) 流量観測所と密接なる關係を有すること。6) 出水、流木等に因り移動、流失又は破損の虞なきこと。7) 観測に便利なること。8) 基礎地盤良好なること。

尙量水標の附近には必ず水準基標を設置する。これには天然の岩盤を利用するも差支へなし。量水標の目盛の 0 は常に水面以下にあるやうにすること。洪水に供へるために 2 本又は 3 本建設する(第 255 圖)。

量水標には一時的のものと永久的のものがあり、永久的のものは河に沿ひ 5~10 km 每位に建設す、一時的のものは水面勾配の測定又は深浅測量中臨時に設置するものである。これは附近の永久的の量水標及び水準基標に準據することを要する。

量水標は遠方より読み得る様に設置すべからず、誤差を生じ易い、繩船壁、橋



第 255 圖

臺、橋脚等を利用するも可なり、但し階段を設け下に降りて始めて読み得るやうにすること。水位観測の方法は大概 6 時間、12 時間毎に點検す、洪水の際には 30 分又は 1 時間毎に點検す、最高水位に近づきたときは 5 分又は 10 分毎に點検す。量水標の材料は通常木材を使用す、目盛は 2 cm としてペンキを以て塗り分ぐるものとす。又目盛板だけ陶器又は鑄鐵を以て作る、陶器には目盛を焼付け鑄鐵のものとす。尚且て量水標は陶器又は木板等が附着したる時掃除するに好都合では目盛を鏃込む。陶器のものは藻又は苔等が附着したる時掃除するに好都合である。

第 4 節 流 速 測 定

181. 水の流れ 傾斜せる水路又は川を流れる水の運動は可成複雑であるが、それを流す力は重力である。その流の速度は次のものに關係する。1) 勾配、2) 水路の形狀、3) 水路の材料の性質、4) 風。

水面の速度は空氣の抵抗がある、兩側、底も摩擦のために速度を減ずる。最大速度を與へる位置は大體水面から僅か下がつたところである



第 256 圖 第 257 圖 第 258 圖

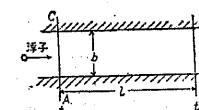
(第 256, 257, 258 圖)。水の速度を測定して流量を算出する。故に速度は精密に測定する必要がある。小河川の時は堰で測り大河川の時は流速計による、流速を最も正確に測定し得る方法は現今に於ては流速計による方法である。

182. 浮子による方法 流速測定には川の断面一様で直線部分を選定する。第

259 圖の A, B 2 點で時刻を

測定する。

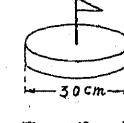
$$\text{速度} = \frac{l}{t' - t}$$



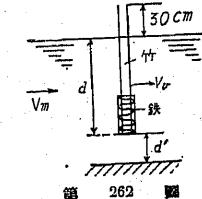
t は浮子が約 2 分間位で流れる距離とする。1 分位でも可なり、大體 $l = 1.5 b$

浮子には表面浮子、潜浮子、竹浮子等がある。

表面速度の 8 割を平均速度ととて大體可なり。



第 260 圖



第 262 圖

第 261 圖

1) 表面浮子 木、コルク、又は薪でもよろしい(第260圖). 2) 潜浮子 これは深さ d に於ける速度を求める(第261圖). 3) 棒浮子(第262圖)これは平均速度を直ちに出すことが出来る、汎水速度を求めるには最も適當な方法である.

平均速度を出すには次の如きフランシスの式による

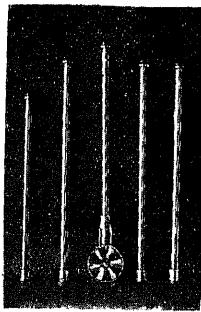
V_r =棒浮子の速度 V_m =流水の平均速度とすれば

$$V_m = V_r \left(1.012 - 0.116 \sqrt{\frac{d'}{d}} \right) \quad \text{但し } d' \gtrless \frac{1}{4} d$$

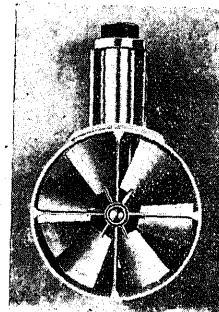
これは河のみならず、潮流の平均速度にも用ひられる

183. 流速計 速度から生ずる力で小なる羽矢を廻轉せしめ、その廻轉數を計算して速度を求めるものである。代表的の流速計は次の如く。

1) 廣井式正向流速計(第263圖, 第264圖), 2) 森式流速計(第265圖)



3) プライス速流計(第266圖)



184. 流速計の検定 通常流速計の回転数と水の速度との関係を直線式と假定する。

$$y = au + b$$

茲に $y = \text{速度}$, $u = \text{廻轉}$, $a, b = \text{係數}$.

この係数 a , b を決定する方法に 2 種ある。先づ静水中を種々速度を變へて動かして迴轉數を計る。而して次の如き結果を求める。

No. 1 No. 2 No. 3.....

速 度 y_1 y_2 y_3

迴轉數 u_1 u_2 $u_3 \dots \dots \dots$

観測回数は 10~20 回位である。この結果から α , β を出す方法は次の如くである。

1) 圖式方法 (第 267 圖)

$$y = au + b$$

$$a = \frac{y - b}{u}$$

りの大なるは感じの悪い流速計である。

2) 計算方法

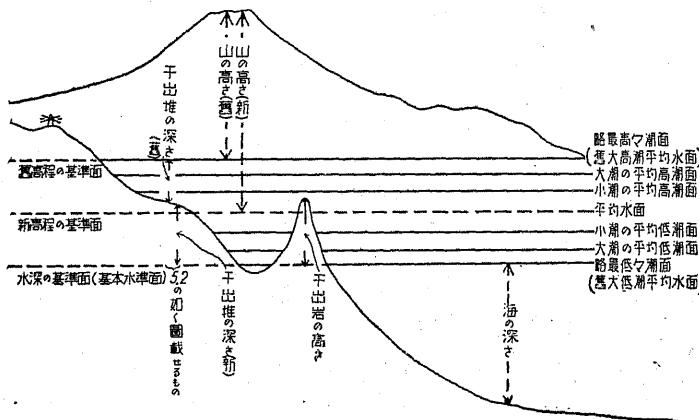
$$a = \frac{n[u_y] - [u][y]}{n[uu] - [u][u]}, \quad b = \frac{[uu][y] - [u][uy]}{n[uu] - [u][u]},$$

茲に n = 觀測回數.

第 18 章 港 灣 測 量

185. 概 説 築港に必要な測量は、最高高潮面、最低低潮面、平均水面時に於ける海岸線の状態、深浅測量、潮流観測、波力観測、風力観測、地質調査、漂砂の調査等である。

186. 地形測量 築港に必要なる區域の地形測量の方法は、河川測量の場合と



殆ど同一である。大局を決定するには三角測量又はトラバースによる。次にスタヂア、又はタケオメーター、平板、寫眞測量等により細部測量を行ふ。海上測點は臨時に浮標(ブイ)を造り稍永久的の場合にはコンクリート塊を積んで固定點を造る。或る必要なる潮面に於ける海岸線を測量するには、多人數にて同時測を合圖してその海岸線へ杭を打ち、然る後にその杭を測定する。

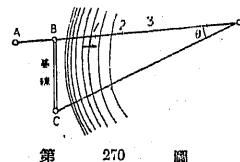
陸地の標高、海の深度等は第268図、第269図の如き面を基準にとる。

187. 深淺測量 深淺測量に使用する測錐は、その重量約2~10kgとする。浅い場合には測桿でよろしい。深淺測量中は、時刻を記入し又一方恒に検潮器で潮位観測をして必要な基準面に換算をする。

測錐の底面凹部に硬き油を塗り附けるときは海底の地質を知ることが出来る。これを略記號を以て圖示する。

岩石=r. 粘土=c. 砂=s.
泥土=m. 磚=g.

188. 海上測點位置の測定方法 1) 第270図の如く、A,



第 270 図

點から海岸に設けた基線の一端Cを覗む $\angle\theta$ を讀む。2) 第271図の如くA, B 視通し線内を行進し、船中六分儀で $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 等の角を讀む。或は陸上トランシットで $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 等を讀む。

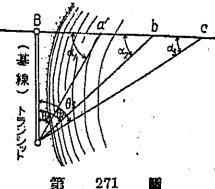
3) 第272図の如く海上 x, y, z 等の船の



第 268 図

B 2點の視通しを設け一定の速度で船を進行せしめ、一定時間毎に水深を測定し、その時間から距離を出す。

而して最後の



第 271 図

位置を決定するのに、陸上基線A, B兩端で同時に角を讀む。

4) 第273図の如く海上D點を決定するのに、船中に於て六分儀で α, β 等の角を測定する。船が停止中は六分儀

1臺でよろしい、船が進行中の場合には、2臺の六分儀が必要である。これを圖示するには、3本足の分度器による。

5) 第274図及び第275図の如く陸上に豫め I, I', II, II' ... A, A', B, B', ... 等の目標を造りその交點で海上。

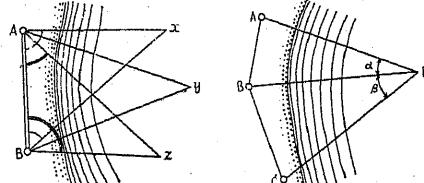
位置を決定する。長期に亘り年々海底水深の變化の観測を繼續する場合には、この方法がよろしい。6) 第276図の如く A, B 視通し線に稍大なる船を固定しコード或はワイヤーロープを張り、更に小船で深淺を測定する方法である。

189. 潮位、潮流、風力、風速、波浪等の觀測(第17編港湾参照)

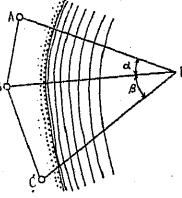
第 19 章 天體測量

第 1 節 天體用語の定義と天體座標

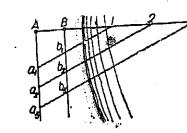
190. 天體用語の定義 1) 凡ての天體を或る単位球體(第277図)の上に投影して、その面上にあるものと假定する。この単位球體を天球と云ふ。2) 垂直とは或る地點に於てその點の重力の方向を云ふ。3) 天頂とは垂直線が天球を貫く點である。4) 地平とは垂直線に直角をなし、地球の中心を通る平面が天球を切る大圓である。5) 軸とは地球の廻轉軸を天球迄延長した軸を云ふ。6) 極とは軸が天球を貫く點を云ふ。7) 赤道とは軸に直角にして地球の中心を通る平面に依り切られたる天球上の大圓である。8) 子午線とは極と觀測者の天頂を通る



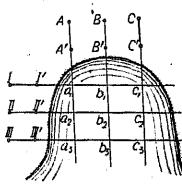
第 272 図



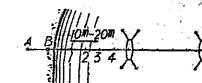
第 273 図



第 274 図

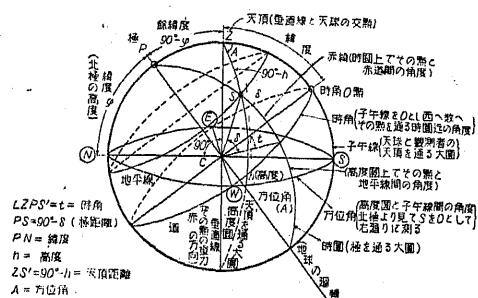


第 275 図



第 276 図

天球上の大圓である。9) 黃道とは太陽の一年間の位置を天球上に畫ける大圓である。黃道圓は赤道と約 $23^{\circ}5$ の角を爲す。10) 曙夜平分時とは赤道と黃道との交點にしてこれに二つある。それは春分、即ち南から北へ太陽が赤道を横切る



第 277 圖

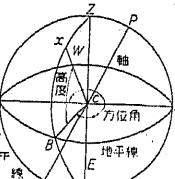
時、秋分は即ち北から南へ太陽が赤道を横切る時である。

191. 球面座標 天體の位置を表はすには球面座標に依る。

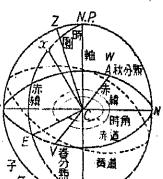
1) 地平線による方法(第278圖) Z と/or 天體 X を通る大圓が地平を B にて切るものとする。 Z を通る大圓を垂直圓と云ふ。1點 X の座標は高度と方位角に依りて表はす。高度とは定むべき太陽又は星と地平との間の角度を云ふ。高度の餘弧を天頂距離と云ふ。方位角とはその點を過る垂直圓と子午線の間の地平角を云ふ。これは南から初まつて北極から見て時針の方向(右廻り)に 360° 進數へる。

2) 赤道による方法(第279圖) この方法には二つある。

- (1) 赤緯、赤經、(2) 赤緯、時角。



第 278 圖



第 279 圖

こゝに赤緯とは、天球の赤道と天體とが地球の中心に於てなす角にして赤道上に在るものとし、これより南北各 90° 進數秒で示す。

赤經とは春分點を通る子午線より東方に於て之と天體の子午線とが北極に於て成す角を云ふ。而して春分點を通る子午線上に於けるものを 0° とする。

時角とは子午圓と時圓との間の極に於ける角にして、又は等二つの大圓の間の

赤道に於ける弧の長さに等しい。時角は正南より西に向つて S W N E の方向に調り、天球の日々見懸の運動に等しく、 0° より 360° 又は 0 時より 24 時に達する、時角は天球の見懸の運動と共に絶えず變化しつゝあるものである。

第 2 節 北極星觀測による眞北測量

192. 北極星 北極星は天球の北極に近き處にある。北極に向へば 1935 年は緯度 35° に於て、 $1^{\circ}16'6$ の離角で左廻りに運動をしてゐる(第280圖、第281圖)。

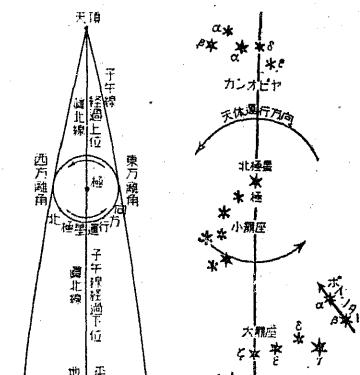
193. 北極星の最大離角時に於ける眞北測量 北極星が最大離角に來た時には北極星は殆んど垂直に運動するから、方位を變ずることは最少である。さればこの位置を觀測し、これに極距離の補正を施せば眞北即ち子午線を決定することが出来る(第17表)。

カシオビヤが西にある時北極星は西離隔に近づく、又カシオビヤが東なればその反対にある。そこで 194. の方法で最大離隔の時刻を計算し、その約 30 分間位前にトランシットを据附け望遠鏡の叉線に北極星が入るやうに覗つてゐる。その中に北極星が垂直運動のみをなし、方位の變化が無くなる。この時が即ち最大離隔なれば速かに静かに望遠鏡を地上に向け、100 m 位離れたる杭頭に釘を打つ、これが終れば望遠鏡を反轉し同様に杭上に釘を打ち第2の點とし、第1、第2の中央點を求め、これを D とする(第282圖)。

次に眞北を求めるには次式により β を求める。

$$\sin \beta = \frac{\sin(\text{極距離})}{\cos(\text{緯 度})}$$

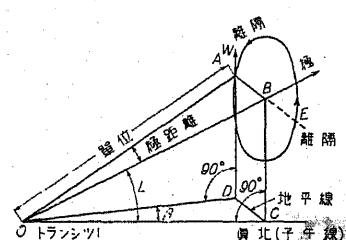
第 17 表は各年初頭に於ける北極星



第 280 圖



第 281 圖



第 282 圖

第 17 表 北極星の最大離角に於ける方位角（各年初頭に於ける角度）

年	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
10	1 05.0	1 04.7	1 04.4	1 04.1	1 03.8	1 03.5	1 03.2	1 02.9
11	1 05.2	1 04.9	1 04.6	1 04.3	1 04.0	1 03.7	1 03.4	1 03.1
12	1 05.4	1 05.1	1 01.8	1 04.5	1 04.2	1 03.9	1 03.6	1 03.3
13	1 05.7	1 05.3	1 05.0	1 04.7	1 04.4	1 04.1	1 03.8	1 03.5
14	1 05.9	1 05.6	1 05.3	1 05.0	1 04.7	1 04.4	1 04.1	1 03.8
15	1 06.2	1 05.9	1 05.0	1 05.3	1 05.0	1 04.7	1 04.4	1 04.1
16	1 06.8	1 07.2	1 05.9	1 05.8	1 05.3	1 05.0	1 04.7	1 04.4
17	1 06.9	1 06.6	1 06.2	1 05.9	1 05.6	1 05.3	1 04.9	1 04.6
18	1 07.3	1 07.0	1 06.6	1 06.3	1 06.0	1 05.7	1 05.4	1 05.1
19	1 07.7	1 07.3	1 07.0	1 06.7	1 06.4	1 06.1	1 05.8	1 05.5
20	1 08.1	1 07.8	1 07.4	1 07.1	1 06.8	1 06.5	1 06.1	1 06.8
21	1 08.5	1 08.2	1 07.9	1 07.6	1 07.2	1 06.9	1 06.6	1 06.3
22	1 09.0	1 08.7	1 08.4	1 08.0	1 07.7	1 07.4	1 07.1	1 06.7
23	1 09.5	1 09.2	1 08.9	1 08.5	1 08.2	1 07.9	1 07.6	1 07.2
24	1 10.0	1 09.7	1 09.4	1 09.0	1 08.7	1 08.4	1 08.0	1 07.7
25	1 10.6	1 10.3	1 09.9	1 09.6	1 09.3	1 08.9	1 08.6	1 08.3
26	1 11.2	1 10.9	1 10.5	1 10.2	1 09.9	1 09.5	1 09.2	1 08.9
27	1 11.8	1 11.5	1 11.1	1 10.8	1 10.5	1 10.1	1 09.8	1 09.5
28	1 12.5	1 12.1	1 11.8	1 11.4	1 11.1	1 10.8	1 10.5	1 10.1
29	1 13.2	1 12.8	1 12.5	1 12.1	1 12.8	1 11.4	1 11.1	1 10.7
30	1 13.9	1 13.5	1 13.2	1 12.8	1 12.5	1 12.1	1 11.8	1 11.4
31	1 14.6	1 14.3	1 13.9	1 13.6	1 13.2	1 12.9	1 12.5	1 12.2
32	1 15.4	1 15.1	1 14.7	1 14.4	1 14.0	1 13.7	1 13.3	1 13.0
33	1 16.3	1 15.9	1 15.6	1 15.2	1 14.9	1 14.5	1 14.2	1 13.8
34	1 17.2	1 16.8	1 16.4	1 16.1	1 15.7	1 15.3	1 15.0	1 14.6
35	1 18.1	1 17.7	1 17.4	1 17.0	1 16.6	1 16.2	1 15.9	1 15.5
36	1 19.1	1 18.7	1 18.3	1 18.0	1 17.6	1 17.2	1 16.8	1 16.5
37	1 20.1	1 19.7	1 19.4	1 19.0	1 18.6	1 18.2	1 17.8	1 17.5
38	1 21.2	1 20.8	1 20.4	1 20.0	1 19.7	1 19.3	1 18.9	1 18.5
39	1 22.3	1 21.9	1 21.6	1 21.2	1 20.8	1 20.4	1 20.0	1 19.7
40	1 23.5	1 23.1	1 22.7	1 22.3	1 22.0	1 21.6	1 21.2	1 20.8
41	1 24.8	1 24.4	1 24.0	1 23.6	1 23.2	1 22.9	1 22.5	1 22.1
42	1 26.1	1 25.7	1 25.3	1 24.9	1 24.5	1 24.1	1 23.7	1 23.3
43	1 27.5	1 27.1	1 26.7	1 26.3	1 25.8	1 25.4	1 25.0	1 24.6
44	1 29.0	1 28.5	1 28.1	1 27.7	1 27.3	1 26.9	1 26.5	1 26.1
45	1 30.5	1 30.1	1 29.6	1 29.2	1 28.8	1 28.3	1 27.9	1 27.5
46	1 32.1	1 31.7	1 31.2	1 30.8	1 30.4	1 29.9	1 29.5	1 29.1
47	1 33.8	1 33.4	1 32.9	1 32.5	1 32.0	1 31.6	1 31.1	1 30.7
48	1 35.6	1 35.2	1 34.7	1 34.3	1 33.8	1 33.4	1 32.9	1 32.5
49	1 37.5	1 37.1	1 36.6	1 36.1	1 35.7	1 35.2	1 34.7	1 34.3
50	1 39.5	1 39.1	1 38.6	1 38.1	1 37.7	1 37.2	1 36.7	1 36.3

第 19 表 星の観測高度に対する屈折補正

の位置である。尙精密を要するときは第 18 表の如き補正を施す。

第 18 表 各月に於ける北極星の位置の補正

月	補 正	月	補 正	月	補 正
1 月	-0.3	5 月	+0.2	9 月	0.0
2 月	-0.3	6 月	+0.3	10 月	-0.2
3 月	-0.2	7 月	+0.3	11 月	-0.5
4 月	0.0	8 月	+0.2	12 月	-0.7

第 282 圖は西離隔を観測して、地上に眞北を求むる方法を示した圖である。

北極星の子午線經過上位時刻は理科年表(東京帝國大學發行), 航海年表(海軍水路部發行) 又はノーティカル・アルマナックによつて計算する。

第 3 節 緯 度 觀 測

194. 北極星の子午線經過時に於ける緯度観測 星が子午線を經過する瞬時に於ける高度を観測すれば、その地點の緯度を決定することが出来る。北半球に於ては北極星を観測する。

193. の終りで述べた方法で北極星の子午線經過時刻を求め、その時刻の前にトランシットを据附け、子午線經過時刻に於ける高度 h を讀む。

これに對して第 19 表の如き光の屈折に對する補正を施し尙第 17 表の如き極距離 p を子午線經過下位観測の時には減じ子午線經過下位観測の時には加へれば緯度(L)が求められる。

$$\text{緯度}(L) = \text{高度}(h) \pm \text{極距離}(p)$$

195. 任意の時角に於ける北極星の高度を観測して緯度を求むる方法 或る瞬時に北極星を観測し、 h を北極星の高度に屈折補正を施したるもの、 p はその赤緯の餘角即ち極距離、 t をその時角とすれば、緯度 L は次式で算出することが出来る。

$$\text{緯度}(L) = h - p \cos t + \frac{1}{2} p^2 \sin^2 t \sin 1'' \tan h$$

(關 信 雄)