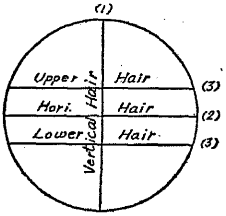
第九編 視距測量又は測距測量

(Stadia or Telemeter Surveying)

第一章 視距測量の原理

184 概　說

視距測量又は測距測量とは一點に轉鏡儀を据え他の點に標尺を立て、望遠鏡に依て所謂視距線（Stadia Hair）に挾まれる標尺の長さを測り、之に依て其の點迄の距離及び高低差を見出すものを云ふ。蓋し測距絲と云ふのは横叉線（Horizontal Hair）を挾んで其の上下等距離にある二本の線である。此は普通の地形測量に最も用ひられて居るもので農耕地、山地、溪谷地其の他地形の變化急激で鎖或は卷尺を用ふることが出來ない場合に之で迅速に測量することが出來る。但し之に用ふる公式は後に述べる。

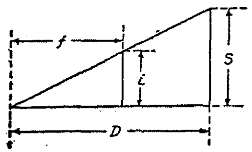


第 460 圖

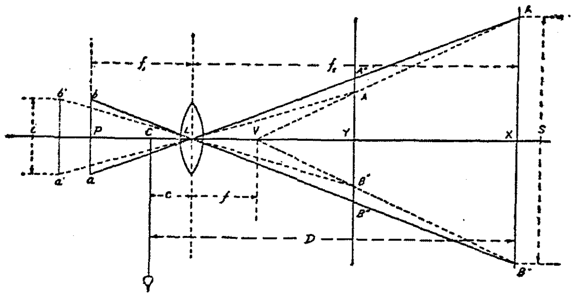
一般に用ひられて居る Stadia といふ語は伊太利語で、此の測量法の發明者の使用した標尺を意味して居つた相である。又一說には Stadia は埃及古代に用ひられた長さの單位で今日の 158 m に相當するとも云はれる。Telemeter と云ふ語も Stadia の代りに使はれて居るが、之は距離測定器といふ意味の外に Measuring at a Distance と云ふ意味をも持て居る。又歐洲諸國では專ら Tachymetry 又は Tacheometry と云ふ語を Stadia と同意味に用ひて居る。

185 視距測量の原理

視距測量の原理は全く簡單である。今第461圖の如く二つの相似三角形に於ては相對應する邊は比例するから $D=\frac{f}{i}s$ で表はされる。之と同樣な事が視距測量に於ても成立する。今水平なる視準線で垂直な標尺を讀む場合を考へて、第462圖に於て



第461圖



第462圖 視距測量の原理

L=對物鏡の光心

a, b=測距絲

ab の距離 $=i$

$A, B=LX$ の距離に於て測距絲に夾まるゝ標尺の部分

AB の距離$=s$

$$\left.\begin{array}{l} LP=f_1 \\ LX=f_2 \end{array}\right\} \quad f_1, f_2 \text{ は共軛焦點をなす}$$

LV=對物鏡の焦點距離 $=f$

LC=對物鏡の光心から器械の中心迄の距離 $=c$

C=器械の中心

とすれば

$$f_2 : f_1 = s : i, \qquad f_2=\frac{f_1}{i}s \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

又一方レンズの法則に依て

$$\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{f} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

(2) 式を變形して $f_1=\frac{f f_2}{f_2-f}$ 　之を (1) 式に代入して

$$f_2=\frac{f}{i}s+f \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

$$\therefore \quad D=\frac{f}{i}s+(f+c)=Kl+C \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (184)$$

此の中 $\frac{f}{i}$ 及 $f+c$ は常數と見做す事が出來る。此の $\frac{f}{i}=K$ を乘常數 (Multiplication Constant), $f+c=C$ を加常數 (Addition Constant) と云ふ。

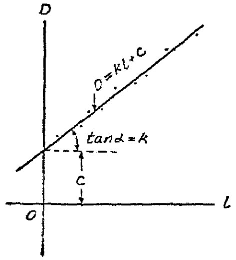
186 視距常數の測定 (Determination of Stadia Constants)

前述の常數 K 及び C を併せて視距常數 (Stadia Constants) と云ふ。視距線は不動のものと可動のものがあるが、動かし得るものは $\frac{f}{i}=K=100$ に調整すれば標尺の讀みが直ちに水平距離となるから大變便利である。不動のものは初めから $K=100$ になる樣に作られてある。

然し何分にも常數が大であり、且つ轉鏡儀の此の部分は取扱ひに依て狂ひ易いので、此の常數決定と云ふ事は最も重要な事である。最も簡單に K 及 C の値を見出すには遠近二點に標尺を立て距離を測つて生ずる聯立方程式を解いて見出す。即ち $D_1=Kl_1+C$ 及び $D_2=Kl_2+C$ より

$$\left.\begin{array}{ll} & K=\frac{D_1-D_2}{l_1-l_2} \\ \text{及び} & C=\frac{D_2 l_1-D_1 l_2}{l_1-l_2} \end{array}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (185)$$

單に聯立方程式から K 及び C を定むる事は非常に誤差が多くなるから一列の觀測群からして常數を決定す可べきである。今第463圖の如く直角坐標



第 463 圖

の縱軸に D, 横軸に l を取る時は一列の觀測群に對する K 及び C の値を圖式にて見出すことを得る。

最も理論的に完全なるは最小自乘法に依つて一列の觀測値を基礎として常數を決定するものである。普通各觀測の輕重率 (Weight) を等しとして求める。

$$D=Kl+C \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

但し　$K=\frac{f}{i}$, $C=f+c$

之を變形して

$$D-(Kl+C)=0 \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

一列の觀測に依て次の如き値を得たとする。但し數組の觀測を行つた場合は其の平均である。

n	1	2	3 $\cdots\cdots$ n
D	D_1	D_2	D_3 $\cdots\cdots$ D_n
l	l_1	l_2	l_3 $\cdots\cdots$ l_n

勿論是等の觀測値は (2) 式の條件を滿足しないから、殘差 (Residual) を $v_1, v_2 \cdots\cdots v_n$ とすれば

$$\left.\begin{array}{l} D_1-(Kl_1+C)=v_1 \\ D_2-(Kl_2+C)=v_2 \\ D_3-(Kl_3+C)=v_3 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ D_n-(Kl_n+C)=v_n \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

最小自乘法の理に依て K 及び C が或是値 (Most Probable Value) たる爲には

$$v_1^2+v_2^2+v_3^2+\cdots\cdots+v_n^2= \text{minimum}$$

でなければならぬ。故に (3) 式よりして

$$\left.\begin{array}{l} v_1^2=D_1^2-2Kl_1D_1-2CD_1+K^2l_1^2+2KCl_1+C^2 \\ v_2^2=D_2^2-2Kl_2D_2-2CD_2+K^2l_2^2+2KCl_2+C^2 \\ v_3^2=D_3^2-2Kl_3D_3-2CD_3+K^2l_3^2+2KCl_3+C^2 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ v_n^2=D_n^2-2Kl_nD_n-2CD_n+K^2l_n^2+2KCl_n+C^2 \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

從つて其の總和を〔……〕を以て示せば

$$[vv]=[DD]-2K[lD]-2C[D]+K^2[ll]+2KC[l]+nC^2 \cdots(5)$$

(5) 式の最小を求める爲め K 及び C に就いて微分すれば

$$\frac{d[vv]}{dK}=-2[lD]+2K[ll]+2C[l]=0 \cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

$$\frac{d[vv]}{dC}=-2[D]+2K[l]+2nC=0 \cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

(6) 式 (7) 式を解いて

$$\left.\begin{array}{l} K=\dfrac{n[lD]-[l][D]}{n[ll]-[l][l]} \\ C=\dfrac{[D][ll]-[l][lD]}{n[ll]-[l][l]} \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(186)$$

例題　4 吋 20″ 轉鏡儀に依る視距常數の一例を示せば

Observation No.(n)	Distance in m(D)	Reading of Upper Hair	Reading of Middle Hair	Reading of Lower Hair	Reading of Stadia Hair (l)	(ll)	(lD)
	m	m	m	m	m	m^2	m^2
1	5	1.213	1.189	1.165	0.048	0.002304	0.240
2	10	1.283	1.235	1.187	0.096	0.009216	0.960

3	15	1.274	1.198	1.123	0.151	0.022801	2.265
4	20	1.285	1.184	1.083	0.202	0.040804	4.040
5	25	1.273	1.147	1.021	0.252	0.063504	6.300
6	30	1.243	1.093	0.944	0.299	0.089401	8.970
7	35	1.276	1.099	0.923	0.353	0.124609	12.355
8	40	1.335	1.132	0.930	0.405	0.164025	16.200
9	45	1.317	1.088	0.860	0.457	0.208849	20.565
10	50	1.440	1.185	0.930	0.510	0.260100	25.500
10 ‖ n	275 ‖ [D]				2.773 ‖ [l]	0.985613 ‖ [ll]	97.395 ‖ [lD]

$$K=\frac{10\times 97.395-2.773\times 275}{10\times 0.985613-2.773\times 2.773}=\frac{211.375}{2.166601}=97.557$$

$$C=\frac{275\times 0.985613-2.773\times 97.395}{10\times 0.985613-2.773\times 2.773}=\frac{0.967240}{2.166601}=0.446\text{ m}$$

$\therefore\ D=97.56l+0.446$ m

第二章　傾斜視準線に對する視距公式

187　標尺を視準線に直角に且つ垂直面中に置く場合

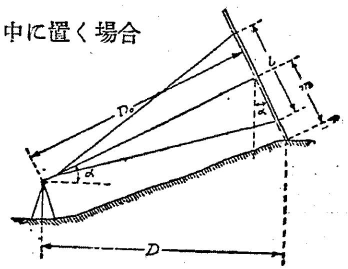
一般に傾斜視準線 (Inclined Sight) の場合に於ける標尺の位置に就いて次の如く三通とする事が出來る。即ち

（1）　標尺を視準線に直角に且つ垂直面中に置く場合

（2）　標尺を水平に置く場合

（3）　標尺を垂直に立てる場合

第 464 圖の如く標尺を垂直面中に於て視準線に直角に置く場合は



第 464 圖

l=視距線に夾まれた標尺の長さ

α=直立角即ち傾斜角

m=横叉線の讀み

とすれば

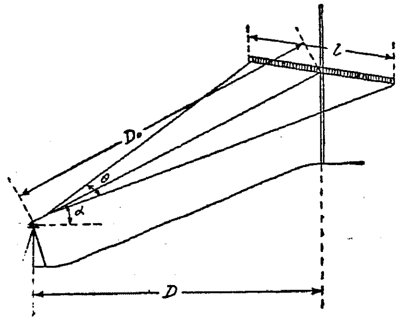
$$D_0=Kl+C$$

從て　$D=D_0\cos\alpha+m\sin\alpha=Kl\cos\alpha+C\cos\alpha+m\sin\alpha$ ………(187)

視準線が傾斜した場合に標尺を之に直角に向ける事は特殊の裝置無くしては殆んど不可能である。距離の遠い場合又は α の大なる場合には特に誤差が大となる故特別な場合の外使用しない。

188　標尺を水平に置く場合 (Bar Subtense Method)

第 465 圖の如く標尺を水平に且つ視準線に直角に置く場合は



第 465 圖

$$D_0=Kl+C$$

從て　$D=D_0\cos\alpha=Kl\cos\alpha+C\cos\alpha$ ……(188)

又 θ=器械中心に於て l の夾む角度

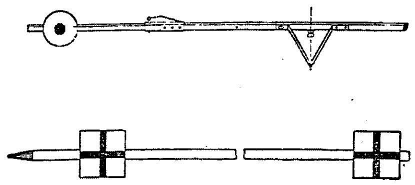
とすれば

$$D_0=\frac{l}{2}\cot\frac{\theta}{2}\qquad 即ち$$

$$D=D_0\cos\alpha=\frac{l}{2}\cot\frac{\theta}{2}\cos\alpha \quad \cdots\cdots(189)$$

此の方法は前法より餘程價値あるもので、主に歐洲型の器械には此の法が用ひられて居る。唯森林、草原等の如く障害物の多い所では水平が邪魔になるのみならず、時として視準不可能の場合を生ずる。然し一方精密なる水平分度に依り、而も反覆法に依る時は短時間に精密な結果を得る事もある。之

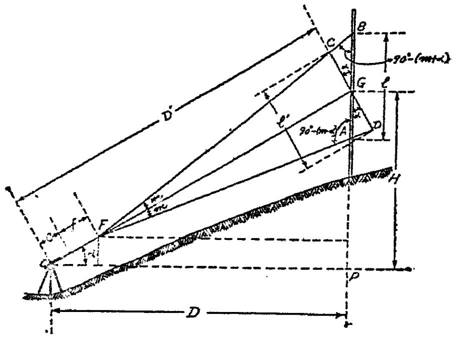
に用ふる標尺は通常の目盛標尺の外一定距離に二個の覘板（Target）を有する所謂 Subtense Bar が用ひられ、之は目盛標尺よりも遙か遠距離の視準に適して居る。第 466 圖(上)は印度にて用ひられる圓形覘板のもの、(下)は 4.3 m の木桿に 30 cm × 30 cm の方形覘板を 3 m の距離に取付けたものである。



第 466 圖

189　標尺を垂直に立てる場合

前述の如く視準線に直角に標尺を立てる事は野業として相當に困難であるから、普通標尺は常に垂直に立て野業を出來るだけ簡略にし、傾斜視準に對する公式に依て距離及び高低を出す。



第 467 圖　傾斜視準の場合

第 467 圖に於て

α=視準線の傾斜角

l=視距線に挾まれた標尺の讀み

l'=視準線に直角の方向に於ける標尺の讀み

D=水平距離 $=D'\cos\alpha$

H=垂直距離 $=D'\sin\alpha$

m=視距線の挾む角度の半分

とすれば

$\angle AFB=2m,\ \angle BAF=90^\circ-(m-\alpha)$ 及び $\angle ABF=90^\circ-(m+\alpha)$

$\triangle AGF$ に於て

$$AG=FG\frac{\sin m}{\sin\{90^\circ-(m-\alpha)\}}=FG\frac{\sin m}{\cos(m-\alpha)}$$

$\triangle BGF$ に於て

$$BG=FG\frac{\sin m}{\sin\{90^\circ-(m+\alpha)\}}=FG\frac{\sin m}{\cos(m+\alpha)}$$

$$\therefore\quad l=AB=AG+BG=FG\sin m\left\{\frac{1}{\cos(m-\alpha)}+\frac{1}{\cos(m+\alpha)}\right\}$$

$$=FG\sin m\frac{2\cos m\cos\alpha}{\cos^2 m\cos^2\alpha-\sin^2 m\sin^2\alpha}\cdots\cdots(1)$$

$$\frac{CD}{2FG}=\tan m=\frac{\sin m}{\cos m},\quad FG=\frac{CD}{2}\frac{\cos m}{\sin m}=\frac{l'}{2}\frac{\cos m}{\sin m}$$

此の FG の値を (1) 式に代入すれば

$$l=l'\frac{\cos^2 m\cos\alpha}{\cos^2 m\cos^2\alpha-\sin^2 m\sin^2\alpha}\cdots\cdots(2)$$

$$l'=l\frac{\cos^2 m\cos^2\alpha-\sin^2 m\sin^2\alpha}{\cos^2 m\cos\alpha}=l\left\{\cos\alpha-\tan^2 m\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}\right\}\cdots(3)$$

次に l' の値を水平視準の公式 $D'=\frac{f}{i}l'+(f+c)$ に當嵌むれば

$$D'=OG=(c+f)+\frac{f}{i}l\cos\alpha-\frac{f}{i}l\tan^2 m\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha}\cdots\cdots(4)$$

従て　$D=D'\cos\alpha=(c+f)\cos\alpha+\frac{f}{i}l\cos^2\alpha-\frac{f}{i}l\tan^2 m\sin^2\alpha\cdots(5)$

$\alpha<45^\circ$ であれば $\tan\alpha<1$ で、$\frac{f}{i}=100$ の時 $\tan m<\frac{1}{200}$ 従て $\tan^2 m\times\sin^2\alpha<\frac{1}{40000}$ となるから (5) 式の最後の項は省略して差支無い。故て

$$D=\frac{f}{i}l\cos^2\alpha+(c+f)\cos\alpha=Kl\cos^2\alpha+C\cos\alpha\cdots\cdots(190)_1$$

従て　$H=D\tan\alpha=\tan\alpha\left\{\frac{f}{i}l\cos^2\alpha+(c+f)\cos\alpha\right\}$

$$=\frac{1}{2}Kl\sin 2\alpha+C\sin\alpha \cdots\cdots\cdots\cdots(190)_2$$

上述の式を導くに當り $FB/\!/FG/\!/FA$ 卽ち $BG=GA$ と假定すれば簡單に上式を得る。

$$l'=l\cos\alpha$$

従て　$D'=Kl'+C=Kl\cos\alpha+C$

$$\therefore\quad D=D'\cos\alpha=Kl\cos^2\alpha+C\cos\alpha \cdots\cdots\cdots\cdots(190)_1$$

$$H=D'\sin\alpha=Kl\sin\alpha\cos\alpha+C\sin\alpha$$

$$=\frac{1}{2}Kl\sin 2\alpha+C\sin\alpha \cdots\cdots\cdots\cdots(190)_2$$

第三章　視距儀或は距離測量儀

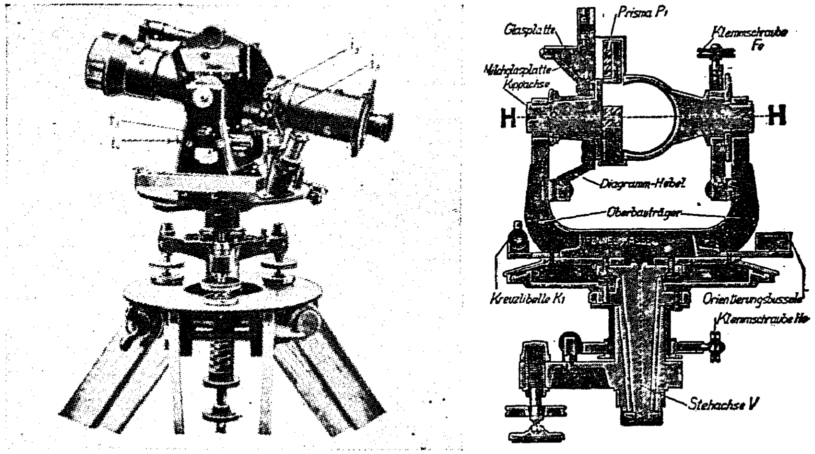
(Tacheometer)

米國型の器械では轉鏡儀の視域の中に視距線を装置し視距測量を行ふ様になつて居る。歐洲型も勿論此の種類が多いが尚此の外視距専用の器械がある、今其の二三に就いて少し述べて見やう。

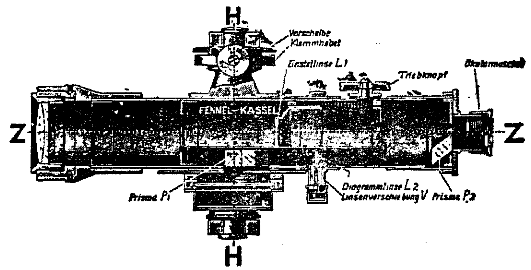
190　Hammer-Fennel Tacheometer (Otto Fennel Söhne)

(1)　構造　此の視距儀は Stadia の如く高低差若くは水平距離を測るに複雑なる計算を要せず、唯特殊考案に依る圖表 (Diagram) と垂直に立てた標尺 (Staff or Rod) との關係に依り、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。故に測量實施上時間及び勞力を節約するのみならず

用法簡易進捗迅速なる爲め經費を低減し、而も其の精度は相當良好である。

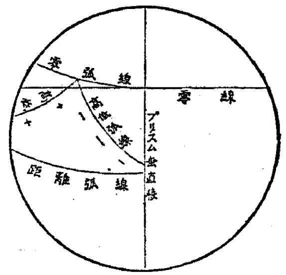


第 468 圖　ハンマーフエンネル・タケオメーター



本器は第 468 圖に示す如く其の構造稍轉鏡經緯儀 (Transit-Theodolite) に似て居るが (1) 望遠鏡の反轉しないのと、(2) 垂直分度 (Vertical Circle) を有しないのとの差がある。

本器の望遠鏡は俯仰各 30° の間を移動 (Tilt) し得るもので、望遠鏡軸の一端に整正裝置を有する小さな筐を有し、其の内部に第 469 圖に示す如き特殊の圖表を裝備して居る。此の Diagram の像影はプリズム裝置に依り望遠鏡視野の左正半部に映る樣になつて居る、而して此のブ



第 469 圖

リズムの垂直稜線は横軸と直角である。

此の Diagram は第 469 圖の如く四つの弧線 (Curve) より成るもので、一を零弧線 (Zero Curve), 一を距離弧線 (Distance Curve) と云ひ、他の中點から對照的に放射された弧線を高低弧線 (Height Curve) と云ふ。零弧線は鏡筒內に張られた横叉線 (Horizontal Hair) とプリズムの垂直稜との交點に於て常に切し距離弧線と高低弧線とは測點の遠近高低に從ひ夫々適應せる間隔を以てプリズム垂直稜と相交る。此の横叉線を零線 (Zero Line) とも云ふ。

（2） **使用法** 本器は通常の轉鏡經緯儀と同樣三脚上に固定し、版準器 (Plate Level or Cross Level) に依り整準螺旋 (Leveling Screws) を動かして整準を行ふのである。然して標尺を視準する事は通常轉鏡儀に於けると略同樣であるが、垂直に立てた標尺の緣邊が望遠鏡內のプリズムの垂直稜に正しく接した時に讀みを取る、この時零線 (Zero Line) は必ず標尺上の零點 (Zero Point) と一致せしむる。使用する標尺は如何なる樣式でも差支へ無いが、零點を視準高(Instrument Height)の平均高 1.40 m に置けば視準高の加減を行ふ必要無く、計算簡單從つて能率が良くなる。

距離弧線と零弧線とに夾まれた標尺長を 100 倍したものは直に眞距離であり、高低弧線と零弧線とに夾まれた標尺長を 20 倍したものは直に眞高低差である。換言すれば零弧は常に零線と切點に於て一致し然も標尺の零點とも一致して居るから、距離弧線及び高低弧線の標尺に對する割點は直に 100 倍若くは 20 倍して眞距離又は眞高低差を得るのである。而して高低弧線には二樣あり、甲は (＋) の記號を附して仰視を示し、乙は (－) の記號を附して俯視を表はす。

今三種の場合に於ける算定法を圖解すれば次の如くである。

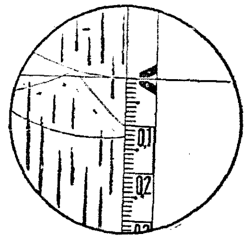
（i） 俯視の場合 (Inclined View)

（a） 水平距離 (Horizontal Distance)

$0.124 \times 100 = 12.4$ m

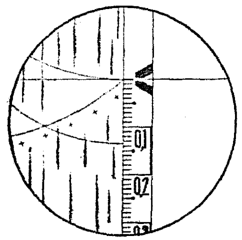
（b） 高低差 (Difference in Height)

$-0.100 \times 20 = -2.00$ m



註 圖中々央部に尺度の如く見ゆるは標尺の像影でm單位のものと假定する。

第 470 圖 俯視の場合



第 471 圖 視視水平の場合

（ii） 視視水平の場合 (Horizontal View)

（a） 水平距離

$0.135 \times 100 = 13.5$ m

（b） 高低差 ± 0.000 m

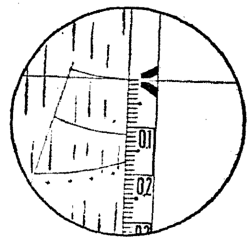
（iii） 仰視の場合 (Elevated View)

（a） 水平距離

$0.115 \times 100 = 11.5$ m

（b） 高低差

$+0.173 \times 20 = +3.46$ m



第 472 圖 仰視の場合

分度圓 (Horizontal Circle) の度盛りは六十進法 360° のものと十進法 400° のものとあるが、何れも推斷法 (Estimation) に依る一分讀みである。

（3） **本器の具ふべき條件** 完全に整正せられたる Hammer-Fennel Tacheometer の具備すべき條件は次の如し。

（1） 版準器の軸は垂直軸に直角なるべし

（２） 望遠鏡が水平なる時は圖表（Diagram）の零弧線と距離弧線との距離は圖表の中央に於て視準距離の $\frac{1}{100}$ に等しかるべし

（３） 像面に現出するプリズムの垂直稜は水平軸に直角なるべし

（４） プリズム垂直稜を通じて投影する目標の視準線は水平軸に對して直角なるべし

（５） 水平軸は垂直軸に對して直角なるべし

（６） 版準器の軸は零線と平行なるべし

（７） 圖表（Diagram）の零弧線の中心點は水平軸上に落ち望遠鏡を傾くると雖も常に零弧線はプリズムの垂直稜との交點に於て零線と切すべし

（８） 視準線（Line of Sight）が水平なる場合に於て圖表の平分線は垂直なるべく且つプリズムの垂直稜と一致すべし

（４） **整正法** 本器を整正するには先づ器械を確實に三脚上に据え附け圖表及零線と目標の視點とが明瞭に見ゆるか否かを確かめ、次に接眼鏡（Eyepiece）を前に上下左右に動かすとも視準點に移動なきか否かを確かむる等轉鏡儀に就いて行ふと同様にする。若し移動を認むれば接眼鏡を滑動して接眼鏡と零線との間隔を加減する。接眼鏡外筒の椽邊には目盛をなし觀測者の視力に依り焦點の記憶に便して居る、近視眼には間隔を小にし卽ち接眼鏡を押し込み、遠視眼には之に反する。接眼鏡を整正した後合焦螺旋（Focussing Screw）を調節すれば視準點も明瞭に見え、且つ眼の位置に依る像影の移動がなくなり、其の後次の順序に從ひ逐次整正を行ふべきである。

（ｉ） 版準器（Plate Level）の軸を竪軸（Vertical Axis）に直角にするには先づ三本の整準螺旋（Leveling Screws）に依り兩レベルの氣泡を中央に持ち來した後器械を竪軸の周圍に約 180° 回轉する。此の際氣泡が移動したる時は其の移動量の半分を整準螺旋にて正し、殘りの半分をレベルの整正螺旋にて正すのである。此の作業を何回も反復して如何に廻轉しても氣泡は常に不動にして中央に在る樣にする。

（ii） 本器の備ふべき條件中（2）、（3）、（4）及び（5）の四項に對しては製作工場に於て嚴密周到なる注意を以て製作せらるべきで、使用する場合は單に點檢に止る。

（iii） （6）に對する整正は短肥レベルに於けると略同様で、約 50 m を離れた可成平坦な土地を選び二本の杭（Peg）を打ち兩頭部を同一水平面上に在る如く切斷する、而して本器を其の中點に据付け精密に整準を行つた後望遠鏡を水平にし甲杭上に標尺を立て高さ a を讀み、反轉して杭上に標尺を立て再び其の高さ b を讀み取る。

次に器械を乙杭に近き位置に移し再び前の如く整準し望遠鏡を水平にして乙杭上の標尺の讀み c を取り、其の位置に於て器械を反轉し甲杭上の讀み d を取る。然る時は假へ水準軸が視線に對し平行で無くとも同一傾斜にて讀みを取る故 a 及び b は一水平面上に在り、若し視準線と水準軸とが平行なる時は c 及び d も又同様に一水平面上になくてはならぬ。卽ち

$a-d=b-c$ にして $d=a-b+c$ である。

d が上式の値を示さない場合は視準線と水準軸とが平行して居ないから、整準螺旋を加減し零線が上式に依る d の値に相當する視準線を得る迄傾けた後整正螺旋にて水準器を加減し氣泡を中央に持ち來す。

（iv） 第 7 條件たる零弧が水平軸に對し正しきか否かを檢するには、望遠鏡を覗き乍ら上下に强く傾け常に零弧が零線とプリズムの垂直稜との割點に於て切するか否かを見る。此の場合に於て零弧が零線と切せずして交はる

か或は全く離るゝ事があつても尖端に於ける間隔が常に同一である時は圖表の中心は不變である。而して零弧の高低を調整するには望遠鏡外部に嵌入してある鞍狀環の一部に設けたる一對の整正螺旋 i_2, i_3 に依て行ふ。例へば零弧の像が零線の下にある場合に於ては上の螺旋 i_2 を弛め下の螺旋 i_3 を少しく緊むる樣に操作して漸次切するに至らしむる。

此の整正螺旋には保護鞘を施し歪を防いで居る。

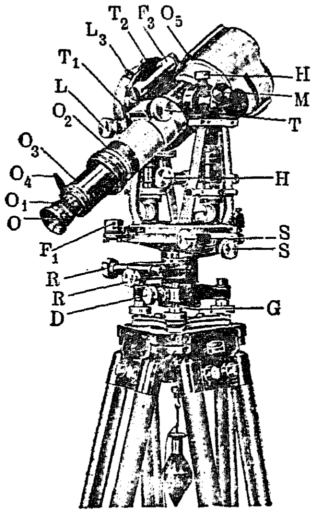
（5） 圖表を整正するには上記の整正を完うしたる後望遠鏡を水平にし圖表とプリズム垂直稜との關係を注視する、此の場合に於て圖表の中線を表示する二つの◎印の中點が正しくプリズムの垂直稜に一致し、上部及び下部に其の半切像を見れば即ち正位である。然らざる場合即ち◎印の一方に偏して居るのを見れば圖表保持器 (Diagram Holder) の傾斜して居る事を知る。此の時は圖表保持器の支持桿 f_3 を壓して居る調節螺旋 f_5 を以て其の狂ひの全量を整正する。

此の整正螺旋にも保護鞘を施し狂ひを防止して居る。

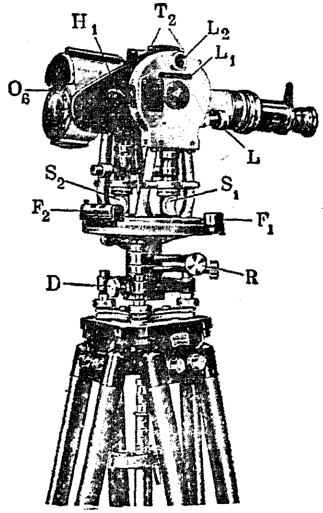
191 Bosshardt-Zeiss Self-Reducing Tacheometer

（1） 構造及使用法 之は光學的方法に依る精密距離測量の器械で、極坐標法に從ふ地籍測量 (Cadastral Survey) 又は多角測量に適當する。此の器械は一の轉鏡經緯儀で、之に自發的に化成せられる半影像距離測量器(Half-image Stadiometer) を裝備したもので、此の距離測定器に依り水平に据えられた距離標尺を視視し、直接に標尺點の距離を讀む事が出來る。此の水平面上標尺距離の化成法は R. Bosshardt 氏の考案したる廻轉楔狀鏡(Resolving Wedge Device) に依る。

第 473 圖、第 474 圖は其の構造を示す。



第 473 圖



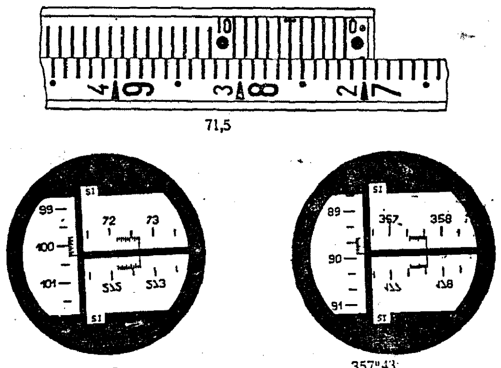
第 474 圖

器械は三脚上に緊付螺旋(Clamp Screw) D にて固定される。緊付及び微動螺旋 R は水平分度(Horizontal Limb)の固定及び微動に使はれ、同じく緊付及び微動螺旋 S は視準規に使はれ、緊付及び微動螺旋 H は望遠鏡の俯仰に使はれる。水平分度の覆ひには球準器 (Circular Bubble) F_1 及び横水準器 (Transverse Bubble) F_2 が附き、更に望遠鏡の上には水準器 F_3 が附いて居る。垂直分度に屬する視準規水準器 (Alidade Bubble) L_1 は螺旋 L にて氣泡を正しくし、プリズム L_2 にて氣泡兩端の一致が視られる。水準器 L_1 の整正には L_3 が使はれる。水平角讀定顯微鏡は旋回する反射鏡 S_1 及び S_2 に依て、直立角のものは反射鏡 H_1 に依て照される。總て三つの觀測は顯微鏡 M にて共通に爲され、之は接眼鏡の廻轉に依て明視の位置に置かれる。分劃線顯微鏡にて 360° のものは 2′ 又は其の $\frac{1}{10}$, 400g のものは $\frac{1'}{10}$ 迄讀み取

られる。望遠鏡接眼鏡 (Telescope Eyepiece) O は環 (Knarled Ring) O_1 の旋回に依り叉線を明視し、叉環 O_2 に依て像の明視を得らる。環 O_3 の旋回に依り叉對物鏡の一半部の上に掩蓋を附加して光學的精密距離測量儀を準備するのである。此の器械は勿論他の經緯儀同様に使用し得る。

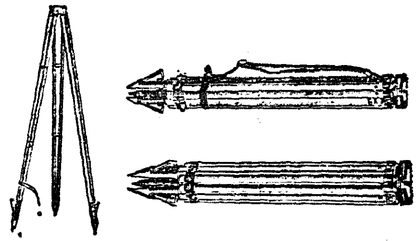
照準器 (Sighting Attachment) O_4 及び O_5 は望遠鏡の概略整置に用ひられる。望遠鏡の視準線は望遠鏡の上半部を通過する時互に平行であるが、下半部即ち楔狀鏡の設置せられたる部分を通過する時一側方に屈折せられる。其の外に此の屈折を抽き差しの出來る楔 O_6 に依て適當に變化せしむるを得る。夫故に種々の高度に於ける觀測を海水面上の觀測に化成する事が出來る。

光學的距離測量を精密にする爲め、望遠鏡の視準線が回轉螺旋 T に依て平行に移動され、之に依て半影像の接際線に沿ふて標尺遊標部の分劃線が標尺の分劃線と一致の狀態に移動せしめる。そこで標尺遊標にて m 及び dm, 例へば 71.5 m が讀み取られ次に皷 (Milled Head) T に依つて cm が讀み取られる。指標 T_1 は讀定に對し種々の距離の傾きに於て必要なる小改正數を與へ、螺旋 T_2 は楔狀鏡の改正に用ひられる。三脚は第 476 圖に示され、其の中心作業は垂球 (Plumb Bob) 及び垂桿 (Plumb Rod) で行はれる。器械を格納するには三脚から離し、臺板(Base Plate)の上に据えて二つの緊付器 C に依て固着



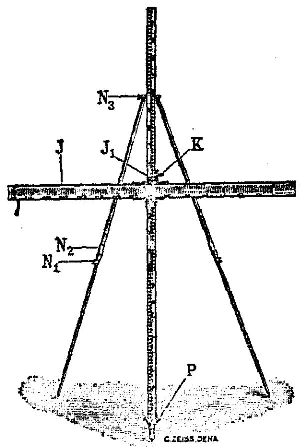
第 475 圖

せしめらる。

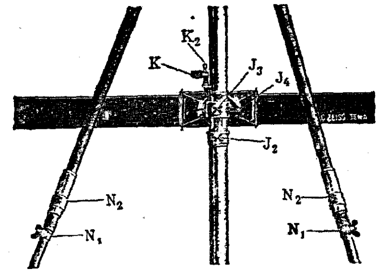


第 476 圖 三 脚

（２） 附屬距離標尺 (Graduated Stadia Staff) 精密測量に用ひられる分劃は水平標尺 (Horizontal Staff) J の上に刻せられ、此の標尺は擔ひ金具に保持せられ、緊付螺旋 (Clamp) J_1 に依て固定されて居る。此の金具は直立桿 (Vertical Column) に沿ふて上下し、緊付螺旋 J_2 に依て固定され、而して左右の振れを正して緊付螺旋 J_3 に依て固定される。其の外標尺は抑へ彈條 (Clink) に依て垂直に抑へ附けられ乍ら上下する。垂直桿は二本の支へ棒で支へられ、此の支へ棒は抽き差しが出來て適宜の長さの處を緊付螺旋 N_1 及び抽出螺旋 N_2 に依てなされる。緊付螺旋 N_3 は桿と支へ棒を連結し、運搬の時二本の支へ棒を垂直に密接させ其の下部尖端を穴 P の中に入れる。



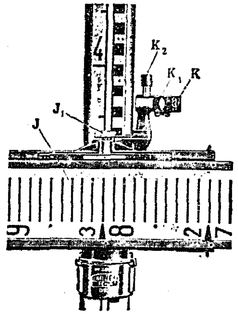
第 477 圖 距離標尺(表面)



第 478 圖 距離標尺(裏面)

水準標尺は標尺照準器 (Staff Sight) K に依つて器械の視準線に直角に

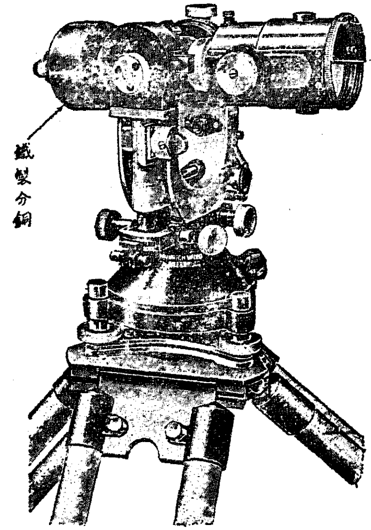
据えられる。視準線測定器 (Collimator) K_1 は器械の側にある觀測者に標尺が正しく据えられたか否かを示し、留め螺旋 K_2 は標尺照準器を固定する。之等は又運搬の時容函内に夫れ々々容れられる。一個の距離測量儀に二個の距離標尺が備へられる。



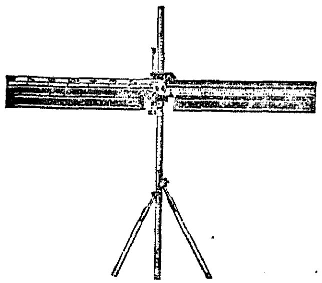
第 479 圖　標尺照準器

192　Wild Tachymeter

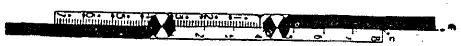
精密視距儀は Wild 經緯儀に附着するもので其の主要部分は對物鏡上の望遠鏡端に裝置せられ、內部には並行線を作る所の二個の色消しプリズムあり、標尺の目盛の相合(Coincidence)を得る爲に釣合よく位置を變じ得る二個の並行平面レンズを有する。距離は視距儀の右側に在る目盛り筒上にて cm を標尺上に於て m を讀



第 480 圖　經緯儀に附着せる精密視距儀



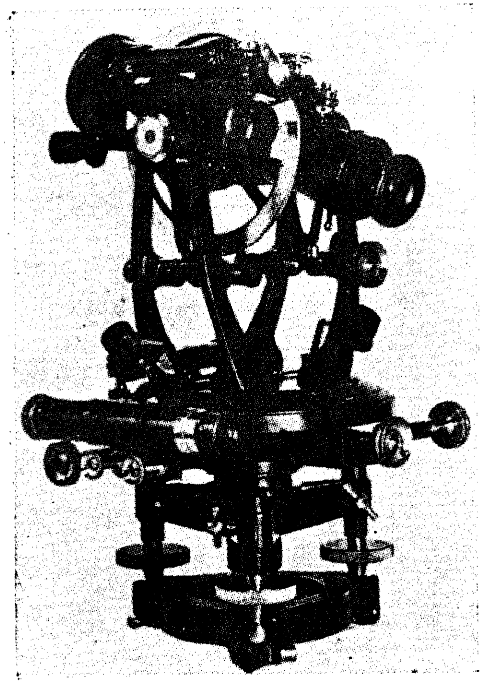
支持器と視距用標尺



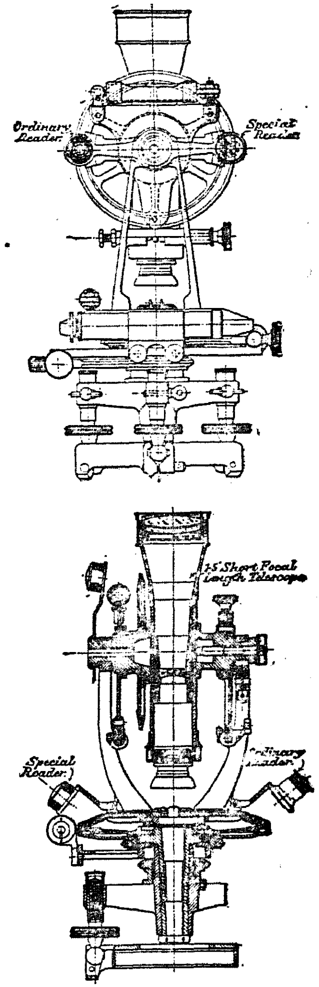
第 481 圖　視距儀を裝備せる經緯儀望遠鏡內に結像せる標尺の像

み得る。鐵製分鋼は望遠鏡の一端なる接眼鏡部と Nickel 製焦點調度環との中間に挿入し固定する。

水平標尺は精密に目盛りされ、垂直に保持せしむる二本の輕量特製支持器を附し、更に球準器(Spherical Level)を附けて居る。標尺の目盛りは乘數100



第 482 圖　Internal-Focussing Anallatic Tacheometer



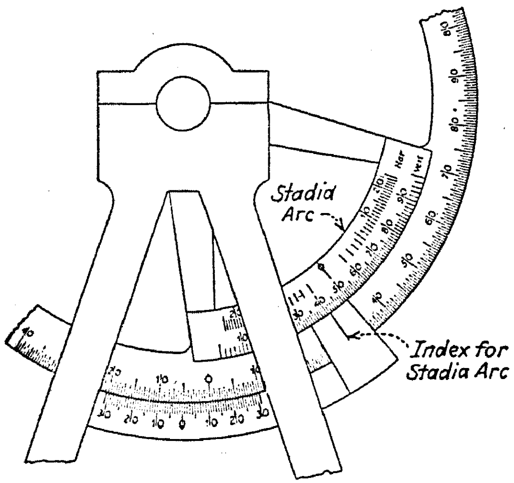
第 483 圖

にして加數零で、從つて標尺面上の距離を直接に讀み計算する事が出來る。平穩の天候に於ける距離讀定誤差は $\frac{1}{5000}$ 則ち 50 m に於て 1 cm に當る。

此の外最近製作せられた英國 Troughton and Simms の內部調節式視距儀は第 482 圖,第 483 圖に示される。其の構造は英國型轉鏡儀乃至は前記の視距儀に準ずる。*

193　附屬裝置

(1) **Beaman's Stadia Arc**　之は第 484 圖の如く轉鏡儀の垂直分度に取付けられた特別の分度で、何等遊標を持たず直立分度の板に附けられてある線に合せられる。外側の目盛り卽ち "Vert" と書いてある方は高低差を測るもので、垂直分度 0° の時 50 を示し、仰角の時は增加し俯角の時は減少する。之を用ひて高低差を出すには次の如くする。

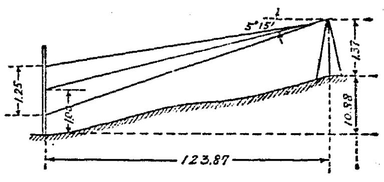


Beaman stadia arc.

第 484 圖

* 詳細に就ては Engineering. March 23 1928. "Internal Focussing Anallatic Tacheometer" p. 350

〔例題〕 視距線に夾まるゝ距離 1.25 m, 水平線に於ける桿讀 1.00 m, 器高 1.37 m, 垂直分度 −5°15′ のとき第 484 圖の如く Beaman's Stadia Arc 41 を示したとする。此の時の高低差を求む。



第 485 圖

器械の中心から水平叉線の位置迄の高低差は

(41−50)×1.25=−9×1.25=−11.25 m

依て器械測點と標尺點との高低差は

H=1.37−11.25−1.00=−10.88 m

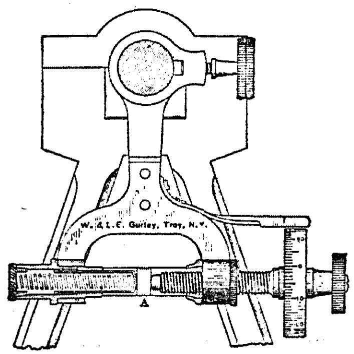
內側の目盛卽ち "Hor" と記す方は視距から水平距離を出す時の更正(%)を示すので、前の例では

$$125\times\frac{0.9}{100}\fallingdotseq 1.13\text{ m}\quad 從つて\quad 125-1.13=123.87\text{ m}$$

になる。

斯様に Beaman's Stadia Arc は簡單に水平距離及び高低差を出す事は出來るが、野業の方から云へば直立角の觀測よりも不便で、從つて通常の場合は直立角を測り適當な計算用具を用ひた方が便利な場合が多い。

(2) **微角計** (Gradienter)(第486圖) 望遠鏡の水平軸に取付けた、微動螺旋 (Tangent Screw) の變形である測微螺旋 (Micrometer Screw)であつて、此の螺旋の一回轉に依て視準線が $\frac{1}{100}$ Radian だけ微動する樣に作られ、更に目盛は其 $\frac{1}{100}$ 迄施されて居る。水平から 6° 以內の直立角に對してなされ



第 486 圖

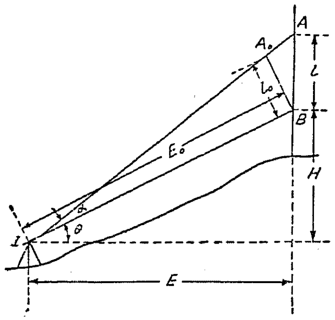
てある。今水平視準に於て

l=螺旋一回轉に依て水平叉線の標尺上に動いた距離

とすれば

水平距離$=100l$ ………(191)

となる。



第 487 圖 傾斜視準の場合

傾斜視準の場合は第 487 圖にて

l=桿夾　　　E=水平距離

θ=直立角　　　E_0=斜距離

とすれば此の場合　$E_0=100l_0$

又　$\angle A_0IB=\alpha$　とすれば

$$\frac{l_0}{l}=\frac{\sin\left\{\frac{\pi}{2}-(\theta+\alpha)\right\}}{\sin\left\{\frac{\pi}{2}+\alpha\right\}}=\frac{\cos(\theta+\alpha)}{\cos\alpha}=\frac{\cos\theta\cos\alpha-\sin\theta\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$=\cos\theta-\sin\theta\tan\alpha$$

$$l_0=l(\cos\theta-\sin\theta\tan\alpha)$$

又　$\tan\alpha=\frac{1}{100}$　であるから

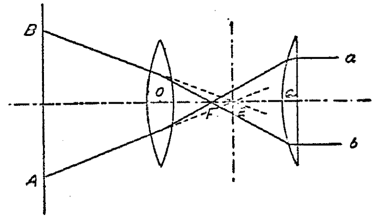
$$E_0=100l_0=l(100\cos\theta-\sin\theta)$$

$$\therefore\quad \left.\begin{aligned}E&=E_0\cos\theta=l(100\cos^2\theta-\sin\theta\cos\theta)\\&=l(100\cos^2\theta-\frac{1}{2}\sin 2\theta)\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(192)$$

$$\left.\begin{aligned}H&=E_0\sin\theta=l(100\sin\theta\cos\theta-\sin^2\theta)\\&=l(100\frac{1}{2}\sin 2\theta-\sin^2\theta)\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(193)$$

第 2 項は一般に小であるから省略しても宜い。

（3） **Anallatic Telescope**　之は視距公式 $D=Kl+C$ に於て C を消去して $D=100l$ として器械にての觀測が直ちに距離を表す樣に對物鏡と接眼鏡との間に更にレンズを挿入した望遠鏡であつて、對物鏡から入る光線を常に一定の角度を以て器械の中心に集合せしむるのである。



第 488 圖

第 488 圖に於て

O=對物鏡

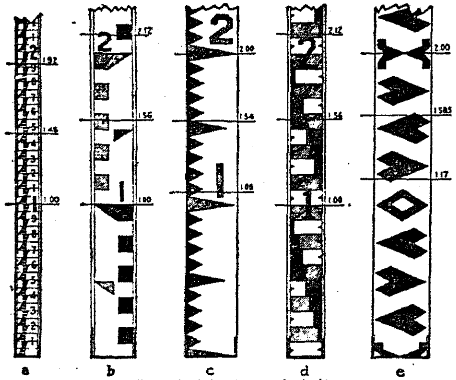
Q=Anallatic Lens

ab=視距線

OQ の間隔は對物鏡の焦點距離 f より短く、Q は OQ の中點 F に焦點を有するものとする。AB より來る光線は對物鏡にて屈折し F に集合した後 Q に入り平行光線となつて視距線 ab に至る。即ち AB が器械の中心に一定角度を夾む樣に Q の位置が定められてある。此の裝置はレンズが一枚增すから明るさを少し減ずるが、便利であるから新らしい器械にはよく用ひられて居る、但し明るさを減じない樣に對物鏡の口徑を大きくして居る。

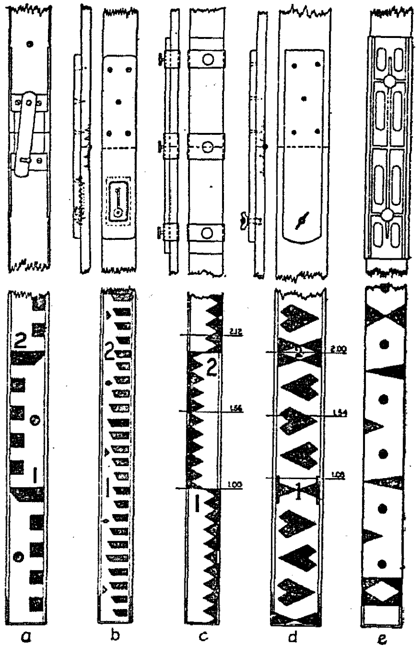
194 視距標尺（Stadia Rod）

視距標尺も水準標尺と同樣に（1）覘標付標尺（Target Rod）及び（2）自讀標尺（Self-reading Rod）の區別があるが一般に後者が用ひられる。視距標尺は相當遠距離から視準する事が多いので特に目盛を粗にしたり、又は特定の視距儀に對して $\frac{f}{i}=100$ となる樣に作られてあるものが多い、但し通常の水準標尺は視距線との關係を調べて置けば視距尺として用ひられる。一方視距尺は他の用に使へないから水準標尺の方が宜いと云ふ議論もある。第 489, 490 圖は視距標尺の一例で、同じく第 491 圖は Wild 地形測量用二つ折標尺である。尙水準標尺の場合と同しく特別に携帶の便を考へて作られた

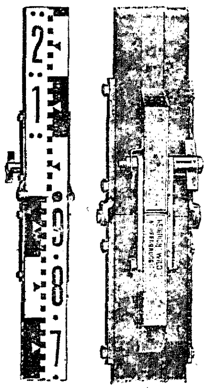


(The cross-hatched portions are painted red.)

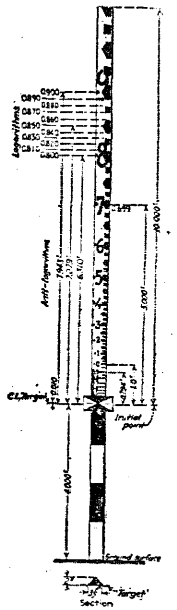
第 489 圖 視距標尺



第 490 圖 視距標尺



第 491 圖 Wild 地形測量用二つ折標尺



第492圖 對數視距標尺

視距卷尺 (Flexible Stadia Rod) がある。之は木製標尺よりも不精密なのは免れ難い。通常の視距標尺の取扱ひ法は水準標尺と同様である。

第 492 圖は對數視距標尺(Logarithmic Stadia Rod)である。* 之は全長 4.27 m(=14′) 基部から 1.22 m(=4′) を起點として上方に向け逆對數目盛を施し、起點から 3 mm

* E. N. R. July 8. 1926 p. 71
"Logarithmic Stadia Rod for Topographic Work and Area Measurements."

(=0.01′) 上方に Alminium の覘標を有して ($f+c$) の補正を自働的になす様に工夫されてある。

第四章 視距計算用具

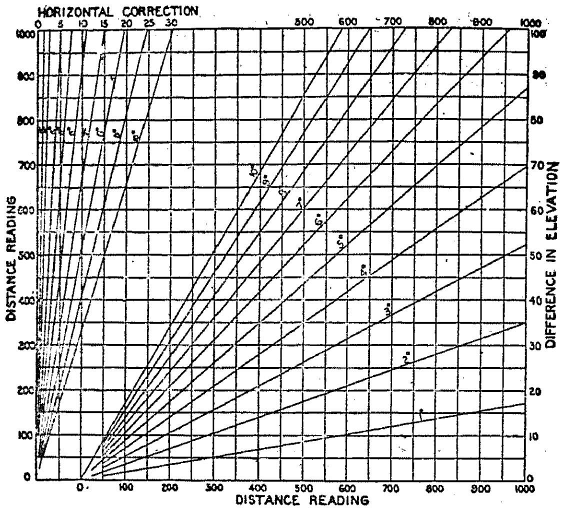
195 スタヂア表 (Stadia Table)

視距公式 $D=Kl\cos^2\alpha+C\cos\alpha$ 及び $H=\frac{1}{2}Kl\sin 2\alpha+C\sin\alpha$ の主要項 $\cos^2\alpha$ 及 $\frac{1}{2}\sin 2\alpha=\sin\alpha\cos\alpha$ は器械に關係無く表とする事が出來、又 C は器械に依て其の値相異なるが、數種の値に對して $C\sin\alpha$ 及び $C\cos\alpha$ を表に作る事は容易である。斯くして作つた表をスタヂア表 (Stadia Table) と云ふ。之は次に述ぶる他の計算用具に較べて一番精密であるが、複雜で表の引き間違を起す事あり、特に現場で概略の値を必要とする時に困難する。直立角は普通地形に於ては 45° 以下で且つ普通の視距用轉鏡儀では 55° 以上は觀測不可能であるから從つてスタヂア表も直立角 45° 迄取るを普通とする。第 27～28 表 (卷末揭載) は 0°～54° に於けるスタヂア表の一例である。*

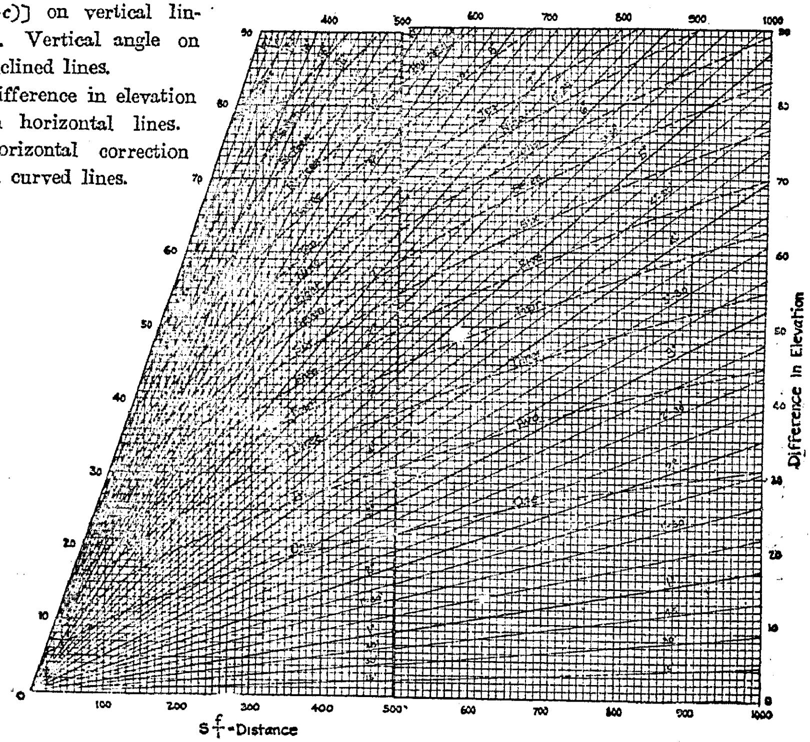
196 視距圖表 (Stadia Reduction Diagram)

視距計算に用ふる圖表は其の種類が多く何れも特殊の利害を有する。大別して室内用 (Office Use) と野外用 (Field Use) とされ、前者の方が精密になつて居る。或る圖表は學者が作つたものもあるが測量者が、其の測量に都合の宜いやうに製作する場合が少くない。之等は便宜上方眼紙の上に記すが、嚴密なる場合は一々尺度で測つて書かねばならぬ。次に二三の例を示して置く。

* 中堀幾三郎編：「速算スタヂア表」 東京玉屋商店發行



第 493 圖 視距圖表



第 494 圖 Finch 視距圖表

[(Interval×100) + (F + c)] on vertical lines. Vertical angle on inclined lines. Difference in elevation on horizontal lines. Horizontal correction on curved lines.

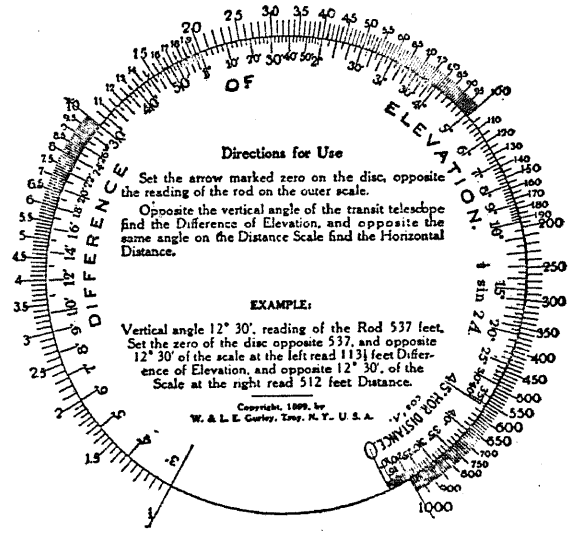
例 (1) 第 493 圖にて (1) 右の方は高低差を示す圖表で、其の下側を右に向つて Kl を取り、斜線で直立角を求め右側の尺度で高低差を求める。(2) 左方は水平補正を表はし、左側を上に Kl を取り斜線で直立角を求め、上線で水平補正を知る。實際の場合には 5′～10′ 置きの表でなければ用ひられない。

例 (2) 第 494 圖は米國 K. Finch 氏の考案に依る圖表で高低差と水平補正とが一圖表に表はされてある。高低差は例 (1) と同じ方法で求められ、一方水平補正は同じ圖表で其の附近を過る破線の曲線から求められ、此の曲線の數が水平補正になる。精密を要する場合は更に曲線の數を多くしたり、又は內挿法 (Interpolation) を行ふ。

例題 桿夾 $l=0.479$ m, 直立角 $\alpha=9°05'$ の場合は第 494 圖に於て 480 と 9°05′ の兩直線の交點を求めて高低差 $D=7.48$ m を得、更に其の交點附近を通る破曲線を求めて水平補正 1.2 m を得、依て水平距離 $D=48.0-1.2=46.8$ m を得。

197 視距計算器及び視距計算尺

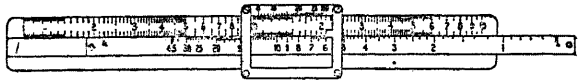
(1) 視距計算器 (Stadia Computer) 計算尺の原理を應用して作つた計算器で、最も有名な米國 Gurley 會社の Cox Stadia Computer は第 495 圖の如く Celluloid 板上に圓形の滑り板を裝置し直接に $Kl\cos^2\alpha$ 及び $\frac{1}{2}Kl\sin 2\alpha$ を讀む事が出來る。專ら現場用であるが慣れると可成りの精度に達する。



第 495 圖 Cox Stadia Computer

(2) 視距計算尺 (Stadia Slide Rule) 普通の計算尺に α の種々の値

に對して $log\,cos^2\alpha$ 及び $log\frac{1}{2}\,sin\,2\alpha$ の値を目盛したものを視距計算尺と云ふ。普通用ひられるものは 25 cm のもので $0°\sim45°$ まで目盛されて居る。視距計算のみに用ふるものもあり、又水平補正 $1-cos^2\alpha=sin^2\alpha$ を示すものもある。



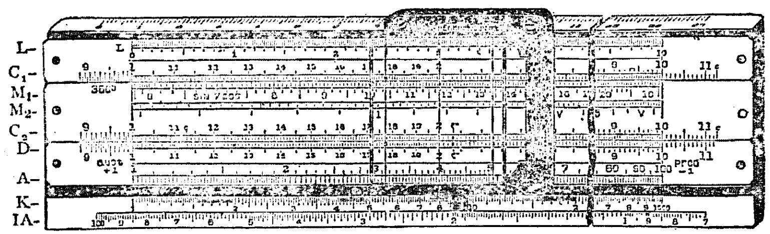
第 496 圖　Kern Stadia Slide Rule

第 496 圖は瑞西 Kern 會社の製造に係る視距專用の計算尺で、主尺に $log\,Kl$ を、滑尺 (Slide) に $log\frac{1}{2}\,sin\,2\alpha$ を同じく滑示器 (Runner) に $log\,cos^2\alpha$ を取つて居る。

例題　第 496 圖の如く $Kl=21$ m 及び $\alpha=6°$ であれば主尺の 21 と滑尺の 6° とを合せ滑尺の左端の星印で高低差 $\frac{1}{2}Kl\,sin\,2\alpha=2.18$ m を得、更に滑示器の目盛の6° の點に依て水平距離 $Kl\,cos^2\alpha=20.8$ m を得る。

特殊の視距計算尺は一般の計算用に用ひられぬから普通計算尺に視距目盛を施す時は大變便利になる。鶴見式* Stadia 計度附計算尺は卽ち之で普通目盛の空所に視距目盛を附けたものである。

第 497 圖も此の Stadia 計算尺の一例である。



十吋スタヂヤ用・A 型三本線並カーソル付　　圖中(L)ハ對數目盛 (A) (C_1)(C_2)(D)ハ主要目盛、(K)ハ立方目盛、(IA)ハ(A)ノ逆目盛、(M_1)(M_2)ハ スタヂア目盛。-【誤差】 1/1000

第 497 圖　測量用スタヂア計算尺

---

*　現仙臺高等工業學校教授　鶴見一之氏　考案

第五章　野　　業

198　測量隊の編成 (Organization of the Survey Party)

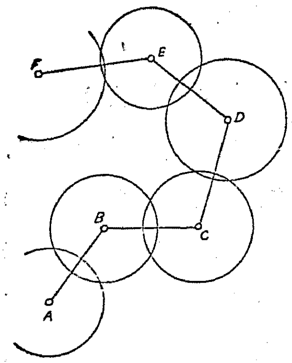
視距測量では普通の場合轉鏡儀手 (Transit Man) 兼主任 (Chief) 一名、記帳手 (Noteman) 兼信號手 (Signalman) 一名、標尺持ち (Staffman) 二乃至三名は少くも要し、大規模となるか或は地形急峻なるかの場合は主任を器手と獨立して一名宛、見取圖手 (Sketchman) 一名、標尺持を二乃至五名に增加する。器手は最も熟練した人がなり、記帳手は間違ひ無く記錄し標尺持ちを指揮し附近の見取圖をも取る。器手が落して居る觀測の讀み或は讀み違ひ等を其の都度注意する。標尺持ちは常に器械の方に注目し乍ら行動し、器械が見える所に標尺を立て、出來るだけ概略でも見取圖を書くと都合が宜い。視距測量の速さは種々の原因によつて定まるが、全員一致して野業に從ふ事は最も重大な事である。依つて之等隊員編成の法が測量の能率に及ぼす影響に就きては各々其の場合に應じて硏究を要する。

所要器械は視距線入轉鏡儀 1 臺、Y 水準儀 1 臺、掌準器 1 個、鎖 1 個、其の他附屬品である。

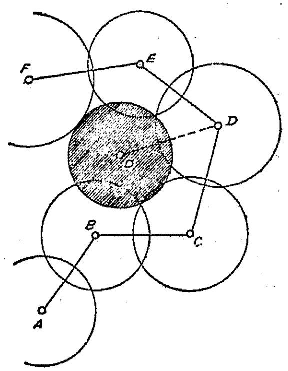
199　視距測量の方法 (Method of Stadia Surveying)

(1)　測點の設置　視距測量は等高線(Contour Line)を入るべき地形測量及び道路、鐵道等の豫測に用ふるもので迅速と云ふ事を特徴として居る。器械の整正其の他の準備作業終れば出發點を定め杭を打ち、更に進んで第二、第三の杭を打つ。主測點 (Stadia Station) 間の距離は器械で必要な精度に觀測するに困難を感じない範圍內で成るべく大なる方が有利であるが、器械の明視距離 (Effective Sighting Distance) に支配されて通常 150～250 m 位

が便である。第 498 圖は主測點の排列を示し、各測點より觀測する區域は地形に依て定まり、之等測點間の距離及び高低は測鎖及び Y レベルで精密に測らねばならぬ。測點の番號は出發點を 0 とし、順次距離を加へたものを番號とすれば出發點よりの距離を知ることを得て彼我の識別が容易である。主測點を比較的短距離に取りて測量するよりも、主測點の距離を大にして第 499 圖の如く補助測點 (Auxiliary Station) を別に出して測量する方有利の事がある。補助測點は主測點と區別する爲め例へば (A, B, C…) 又は (イ、ロ、ハ……) の別の符號を用ふる事が多い。



第 498 圖　主測點の排列



第 499 圖　補助測點の設置

（2）　**視距測量の方法**　測點に器械を整置すれば直ちに器高 (Instrument Height) を讀む、器高とは測點杭の上面から望遠鏡の視準線迄の垂直距離で普通据付では 1.3～1.4 m である。

次に水平角の 0° 0′ を磁針に依て北に合せ(眞北は簡單に決定せられないから磁北に依る、事情に依て磁針の北も用ひられない時は任意の線を假定して 0° 0′ とする)緊付け次に上緊(Upper Clamp)を弛め第二の主測點に視準して緊付け共の水平角を讀む。更に望遠鏡を反轉して同様に水平角を觀測し兩者の平均値を取れば視準線不整に依る誤差を除く事が出來る。尙磁針に依て方位角を讀み水平角の照査にする。

主測點の測定が終れば一般の地形測量に移る。此の一般地形觀測の場合には上緊を施さない方が迅速に作業し得て便である。又水平角及び直立角は精密を要しない故擴大鏡 (Magnifier) を用ひずとも良ければ作業が迅速となる。第一點の測定が終れば水平角と磁針方位を對照して觀測中の水平方向の狂ひの如何を檢する。

標尺を立てる點の事を桿測點 (Staff Station) と云ふ、桿測點の間隔は

S＝地圖の縮尺

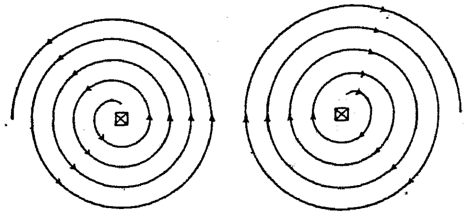
θ＝桿測點の地表勾配

とすれば

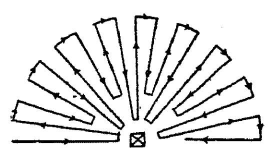
$$\left(\frac{1}{S}\div 2000\right)\times cosec\,\theta=\frac{cosec\,\theta}{2000\,S}\cdots\cdots\cdots\cdots(194)$$

を標準となすべきである。但し勾配が一様であれば前記よりも粗で差支ない。

標尺を立てる順序は方位及製圖の混雜を防ぐ爲に (1) 右廻り (Clockwise) (2) 左廻り (Counterclockwise) 又は (3) 一定の放射線 (Radial Line) に



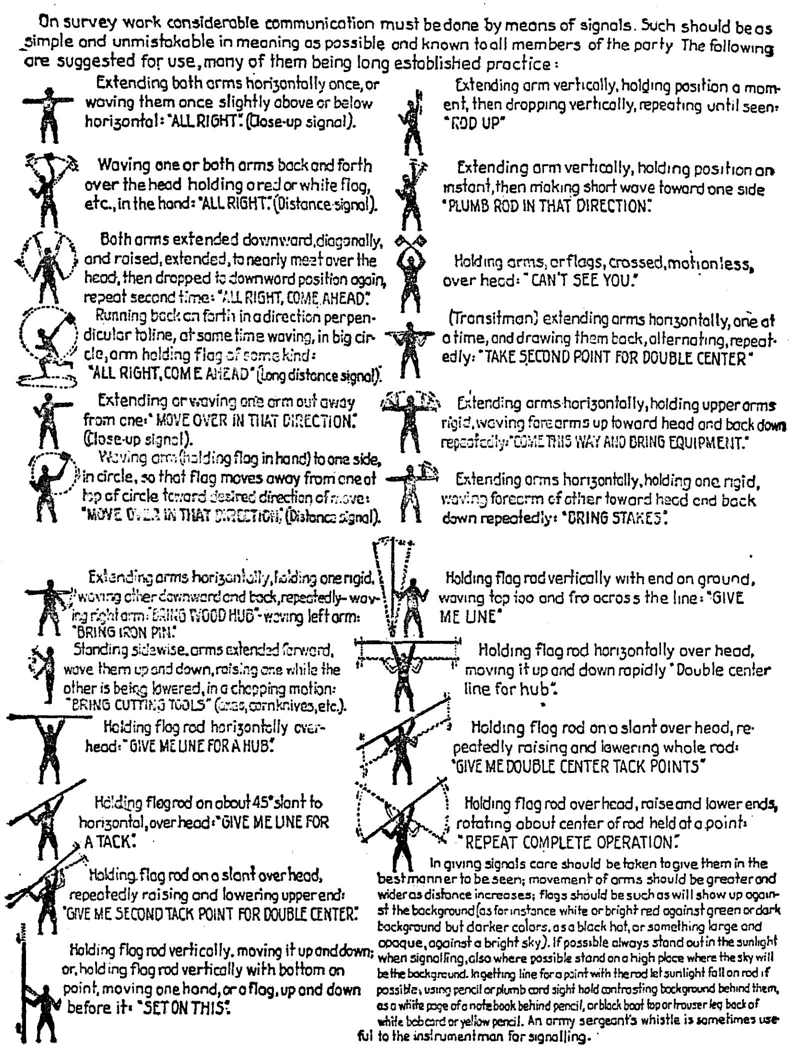
第 500 圖



第 501 圖

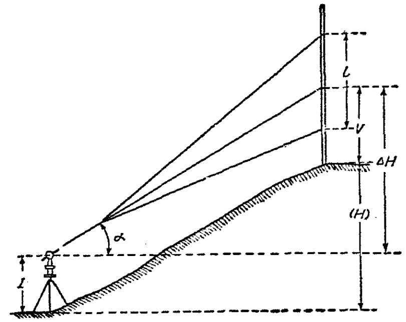
沿ふてなすべきである。第 500－501 圖は此の組み合せである、但し實際に當つては標尺持ちの歩行の難易及び疲勞の程度が餘程關係する。

（3）　**視準距離及び視距線の讀み方**　轉鏡儀の最長有効視準距離は大體 100～180 m であるから特別の場合でも 300 m を限度とすべきで、陽炎のあ



第 502 圖　測量用の信號

る場合には 150 m を越してはいけない。100 m 内外が一番宜い。其の他地形測量の場合には信號（Signal）又は合圖の協定は最も大切で簡單明瞭な程宜しい。第 502 圖は其の一例である。視距線の讀みを取るには器高 I に等しく視準點の高さ V を取り上線、水平叉線及び下線の讀みを取る、然る時は $I-V=0$ 從て $\Delta H=(H)$ となり高低差の檢出に便である。然し一般には $(H)=\Delta H+(I-V)$ を用ひて、下線を成るべく端數にならない樣にして讀む、之は減算を容易にし桿夾を間違はない爲である。或は又中線を區切れ目に合すれば



第 503 圖

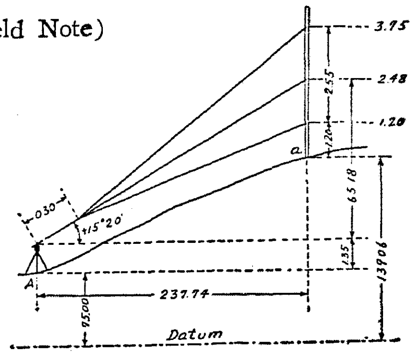
（水平線の讀み）×2≒（上線の讀み）+（下線の讀み）………(195)

となり桿夾を照査する事が出來る。

水平距離のみ必要の場合は直立角は 3° 位迄省略して差支なく、其の讀みも度位迄でよい。高低差をも必要とする時は遊標を使用する。

200 視距野帳 (Stadia Field Note)

視距測量は測角又は水準測量に較べて記帳すべき事項が非常に多く、其の一つを落しても大變な不都合を感ずるから一定の順序の下に記帳するは最も必要である。視距野帳は此の爲に用ひられ、通常左半に記帳し右半は見取圖を記す樣になつて居る。



第 504 圖

普通用ひられる第504圖に於ける野帳の例を示せば次の通りである。

(1)

Inst. Sta.	Azimuth	Stadia Reading		Vertical Angle α	Horizontal Dist. D
		Upper Lower	l		
A	36°25′20″	3.75 1.20	2.55	+15°20′	237.74

Staff Sta.	B.S.	I.H.	Vertical Compt. v	Read of Axial H.	Reduced Leval	Remarks
a		1.35	65.18	2.48	139.06	A is +75.00 Above Datum

(2)

△ Ocuu.	△ Sighted	Azimuth	Stadia Read.	Hori. Dist. D	Vertical Angle α	Vertical Compt. v	E.I.	Elevation
A	a	36°25′20″	2.55	237.74	+15° 20′	65.18		139.06

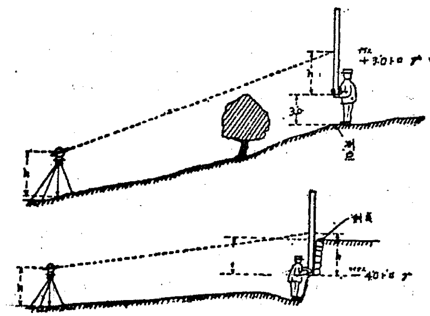
(3)

主測點 A 器高 1.35 標高 75.00 10 月 19 日

桿測點	番號	桿讀	水平角	視準高	竪 角	水平距離	高低差	標 高	備考
a	1	2.55	36°25′20″		+15°20′	237.74	65.18	139.06	

(3) の第五欄視準高は次の場合に必要である。

一般に視準點の高さを器高と相等しくすれば $I-V=0$ 即ち $\Delta H=(H)$ となり高低差の算出に便で、從つて一般的には視準點の高さを記入するの必要は無い。然し



第 505 圖

(1) 障害物等の爲め視準點の高さを器高と相等しくするを得ない場合には其の視準點の高さを本欄に記入する。又 (2) 桿手が桿測點に直接標尺を立てるのに障碍又は不便がある時は該點の直上又は直下に於て適當の高さに標尺を保持して器械係りに觀測させ、次に該測點と標尺底との垂直距離を大聲して報らせる。

第六章 視距測量の精度

201 測距測量に於ける誤差の原因

視距測量に於ける誤差には普通の轉鏡儀測量の誤差の外水準測量に關係して論ずべき誤差が少くない。今之等を除外して視距測量のみに特有なる誤差を擧ぐれば

（1） **視距線間隔の變化に依る誤差** $D=\frac{f}{i}l+(f+c)$ にて i が變化すれば $\frac{f}{i}=K$ が變化して D に誤差を生ずる。夫れで氣溫其の他の影響を受けない固定視距線 (Fixed Stadia Wires) のものが宜い。

（2） **視距標尺の讀み違ひ** 例へば 3 を 8 に又は 1 を 7 に讀んだりする。之を避けるには心を落付けて讀む以外目測に依て距離を推定し、或は視距線と水平叉線との間隔が相等しきかを檢し、若し主測線を視距測量で定める場合は交互視距法 (Reciprocal Stadia Method) に依る。

（3） **桿夾 (Stadia Interval) を推定する誤差** 通常の 5 mm 分割標尺では推定誤差は少くとも 1 mm であるから 10 cm は少くとも違ふ。更に之は望遠鏡の擴大率、標尺目盛、視距線の大さ等に依て異なる。遠距離視準の時は覘標 (Target) を二つ用ふるが宜い。

（4） **乘定數 K の誤差**

D=地平距離　　　　K=乘常數

ΔD=地平距離の誤差　　　　ΔK=乘常數の誤差

とすれば

$$D=Kl+C \quad 從て \quad \Delta D=l\Delta K=\frac{D-C}{K}\Delta K \fallingdotseq \frac{D}{K}\Delta K \cdots\cdots (196)$$

即ち K の誤差に依る水平距離の誤差は距離に比例し K に反比例する。

（5） **屈折に依る誤差**　水準測量の場合と同じく地表に接する空氣が屈折を起す。Smith の研究に依れば地上 1.0～1.3 m 位迄の空氣層は上方の空氣よりも比重大にして、朝夕は比較的此の變化が少ないが日中は地表が副射熱のため暖まるので變化が多い。依て一定の常數を使用する事は不可能で、晝間の桿夾はいつでも平均より小さくなる。

202　傾斜視準の誤差

一般の場合に於ける視距公式　$D=Kl\cos^2\alpha+C\cos\alpha$　に於て

ΔE_K=乘常數 K の誤差 ΔK に依る水平距離 D の誤差

ΔE_l=桿夾 l の誤差 Δl に依る D の誤差

ΔE_α=直立角 α の誤差 $\Delta\alpha$ に依る D の誤差

とすれば、前式を微分して

$$\left.\begin{aligned} \Delta E_K &= l\cos^2\alpha\,\Delta K \\ \Delta E_l &= K\cos^2\alpha\,\Delta l \\ \Delta E_\alpha &= -(Kl\sin 2\alpha+C\sin\alpha)\frac{\Delta\alpha}{\rho} \quad 但し \quad \rho=206265'' \end{aligned}\right\}\cdots(197)$$

是等の誤差が同時に起る時に生ずる水平距離の誤差を ΔE とすれば

$$\Delta E=\sqrt{\Delta E_K^2+\Delta E_l^2+\Delta E_\alpha^2}$$

$$=\sqrt{\{l^2(\Delta K)^2+K^2(\Delta l)^2\}\cos^4\alpha+(Kl\sin 2\alpha+C\sin\alpha)^2\left(\frac{\Delta\alpha}{\rho}\right)^2}\cdots(198)$$

特別の場合として $\alpha=0$ 即ち水平觀測の時は前式に於て　$\cos\alpha=1, \sin\alpha=0$ と置いて

$$\Delta E=\sqrt{l^2(\Delta K)^2+K^2(\Delta l)^2} \cdots\cdots\cdots\cdots(199)$$

203　視距測量の精度

（1） **水平距離の誤差** (Errors of Single Horizontal Measurement) 視距測量に於ける精度は望遠鏡の擴大率、常數決定の方法、氣象關係又は視準誤差等に依て一定しない。唯普通此の測量を行つて其の水平及び垂直距離にどの位の精度が保たれるかは極めて必要である。元來視距測量は僅かの桿夾を 100 倍するのであるから正確な結果は望めないが、其の迅速な點が特色で殊に山嶽、森林地帶の實測困難の箇所では最も重寶である。其の精度は普通に條件の惡い時でも $\frac{1}{200}$～$\frac{1}{500}$ 平均 $\frac{1}{300}$ 位を保ち、特に注意して行ふ時は $\frac{1}{2000}$ 以上にも及ぶ事もある。但し直接實測に依るもので無いから境界線等の重大な役割をなす線の測量には使用する事は出來ない。此の點にて三角測量と根本的の相違を有する、從つて全體として意味を表はす所の地形測量に主として用ひられるのである。

（2） **高低差の誤差** (Errors in Single Difference of Height)　高低差 $\Delta H=D\sin\alpha$ であるから高低差の誤差は (1) D の誤差に依るもの及び、(2) α の誤差に依るものから起ると考へらる。此の中 D の誤差に就ては前述の通りで、α に就ては普通の轉鏡儀の垂直分度は $1'$～$20''$ であり、其の誤差も最も平易に考へて $1'$～$5'$ 以下と考へる事が出來る。Tracy 氏は次の様な數字を示して居る。

	3°		5°		10°		15°		25°	
Distance	1′	5′	1′	5′	1′	5′	1′	5′	1′	5′
100±0.6	.05	.15	.08	.20	.15	.25	.20	.25	.25	.30
300±1.0	.15	.45	.20	.55	.25	.60	.35	.70	.50	.80
400±1.5	.20	.60	.25	.75	.35	.85	.45	.90	.70	1.05

（3） **視距經緯線に於ける精限** (Limit of Precision for Stadia Traverse) 單觀測の場合の精度は前掲の通りであるが一列の視距線からなる視距經緯線 (Stadia Traverse) は多くの觀測の結合であり、且つ視距作業の多くの誤差は償差と考へられるから、共の總誤差は轉鏡儀の場合と同じく經緯線總延長の平方根に比例するものと見做して差支ない。

普通は總誤差は $0.02\sqrt{D}$ 以下である。但し $D=$ 經緯線の總延長 (m) 平均して $\frac{1}{2000}\sim\frac{1}{3000}$ には達し得る。

（4） **視距測量に依る高低測量の精度** 視距線と直立角を用ひて水準測量を行ふ時の誤差は平均直立角の値に依て變化する、即ち共の高低差の閉差は直立角の增加と共に急激に增加する。要するに通常の水準儀に匹敵する精度は求むる事が出來ない。

Pothenot's Problem	Sch. B. Z.	12	Okt.	1918.	S. 141–3.
		19	"	"	S. 153–8.
		2	"	"	S. 187–9.