

## 第三章 實 測

### 1 線路選定方法

地上に線路を定めて行く方法に二種ある。第一の方法は現場に臨み直に地上に線路を定むるのであつて、経験ある技術者が通過せしむ可き諸點を指定し此等の諸點を直線及曲線にて結び、直接地上に線路を定め中心杭を打ち、之に沿ひて水準測量を行ひ、縦断面圖を造り、其の上に線路の勾配を適當にし、施工基面の高さを決定するものである。縦断面圖を作りて後、適當の勾配を採用する事が出來ず、他に變更の必要を認めれば、更に改測し適當と認むる所に線路の中心を移す。一度で満足し得ざれば再三改測變更する。

此の方法では選點する指導技術者に優れた経験者を必要とする。平坦地では成る可く障害物を避けて、出来るだけ曲線の少い、形のよい線路を選べばよいのであつて、勾配を考慮する必要もなく、眺望も廣いので選定するのは容易であるが、山間部に於て、山の嘴、出鼻を廻り、溪谷に沿ひ或る時は之を横切りて迂餘屈折して線路を進むる場合には、其の方向と共に常に施工基面の高さを考慮に置かなければならぬ。何等確實の據り所なくして方向及高さを推定して行くのはなかなか困難であつて、経験者でなければ出來ない。経験者と云へ共單に眼の感覺のみに信頼するのではなく、道路、水路の勾配を推定して路面や溪流の水面を、高さの據り處としたのである。觀測の技術は勿論個人によつて異なるのであつて、其の技術は説明して他に傳ふ如き性質のものでない。経験あり堪能の技術者にして測量の神様と尊稱された人々も昔はあつた。

地形の複雑なる場所は、先づ任意に試に良いと思ふ一線を置き、拙速に其の中心線及び縦断面を測量し、之に據り要所諸點の相互の位置及高さを知り、此の線路に準據して、更に適當の線路を地上に設定する。最初拙速に行ふ線路の測量を

俗にフライング・サーヴェーと稱す。熟練者と雖も地形錯雑して困難なる場合は、止むを得ず數度測量し直す事がある。

フライング・サーヴェーは又踏査の際、陸地測量部の地圖のみによつて判定し得ない場合局部的に行ふ。中心線を屈折せる儘に測量し、必要と考ふる個所の曲線のみ地上に設置し他は推測により高さを定む。線路の中心が決定せる後、縦断面、横断面及び地形平面圖の測量を行ふ。此の地形平面圖は線路を決定せる所以を他に説明する材料となるに過ぎず、此の平面圖を見て他のより善き線を發見し得るが如きものではない。

以上に説明せる如く、此の方法にては線路の良否は全く主任技術者の技倆によつて定まるのである。最初から線路を現地に定めて行くのであるから、後に其の缺點を發見すれば、又最初より測量を新にしなければならぬ。此の作業の勞力を惜むのと且つ工事着手の時期迫る等の關係上、測量をやり直す暇なき爲め、時に缺點を承知しつつも其の儘工事する事がある。又線路の缺點を發見し之を改良するには、測量主任技術者以上の經驗技倆を有する人が、之と同じ位現場に留り觀測して始めて爲し得るのである。従つて缺點を發見するのは多くは工事に着手後であつて發見しても變更し難い。

要するに此の方法は個人の經驗、技倆に信頼するものであつて衆智を集めてより善き線路を得る、所謂普遍的の方法ではない。我國にても大正六年頃までは全部此の方法によつて線路を定めた。勿論地形其の他の關係が簡明にして、現場に於て直に最良の線路を選定し得る所は、今でも此の方法による可きである。

## 2 圖上線路選定

第二の方法は圖上選定と稱する。踏査により線路の通過する地域を決定し、其の地域内に於て線路がよし所々に動いても、それ以外には出ないと云ふ範圍を推定し、其の範圍内の地形を測量して、等高線を入れた平面圖を作り、此の地圖の上に所謂 Paper location により線路を求むる。線路を横切る等高線の高さから縦

断面圖を造り、平面圖の上に線路を畫き夫れに施工基面を適當の勾配に入れ、隧道の長さ、切り盛りの土工數量、橋梁の數及び長さ等の概數を知り、其の線路の價値を判斷する。

即ち延長・勾配・曲線半径・屈曲の角度の總和等の異なる、圖上に想像し得る總ての線路を入れて、各線と比較し、最上と考ふるものを定め、然る後に之を現地に線路中心杭を打ちて設置する。此の際現場につき再び詳細に検討し、若し圖上に想像したる所と異なる事情を發見せる場合は、適應する様之を變更する。

之は現在何れの國に於ても行はるゝ方法であつて、第一の方法の如く個人的技倆を重んずる必要なく、圖上に於て鉛筆と、細き絲と曲線定規とにより線路を畫き比較考究して、最善のものを得る事が出来るのである。斯くして節約し得る工事費は、地形測量を行ひ等高線を畫くに要する勞力、費用を償つて遙に餘ある。

## 3 地形測量

圖上線路選定を行ふに必要な地形圖は一般に縮尺二千乃至二千五百分の一として、急峻なる地は之に高さ5m毎、急峻ならざる丘陵地は2.5m毎に等高線を入れる。勿論高さの變化少く、施工基面の高さを線路選定の際論ずる必要なき所は、等高線を入れるに及ばない。又地形複雑にして左右僅か數尺の差が問題となる如き區域は、之れより縮尺を大にして等高線の間隔も1m以下にする。鐵道省の線路平面圖は縮尺を二千五百分の一とし縦断面圖は横二千五百分の一縦四百分の一とす。

地形測量を行ふに當りては、踏査せる主任技術者は先づ其の範圍を指定しなければならぬ。不必要の部分に精密に測量するは不經濟であり、且つ測量作業を遅延せしむる。之に反して線路の通過する部分の地形圖を缺けば、圖上選定に差支へるので、更に増補しなければならぬ。一旦測量隊が引上げたは後冬季天候の爲め此の増補測量は困難となり、爲めに一箇年着手が遅れる等の故障を生ずる虞れがある。此の有効なる範圍を決定するのは主任測量技術者の技倆である。

測量す可き區域が決定すれば、此の全體に亘り地形測量の骨組となる可き測點を置く。地域特別に廣き時は之を三角網にて覆ふ事もある。又高き山岳を長き隧道にて貫く時、隧道の延長と方向とに誤差を少くする爲、其の兩側の坑門口を正確に三角網を以て連結することがある。普通は折測線とし、時に之より支線を出し、各測線の長さや相互の水平角を正確に測る程度に留むる。勿論、見透しの效く場所では出来るだけ測線を多角形に結んで置く。測線の延長は、地形の許す限り實際に測鎖を引きて測る可きであるが、望遠鏡の垂直角五度以内とし、函尺を精密に読み得るならば「スタヂア」により觀測計算しても宜しい。

要するに此の測量は線路の長さを測るのではなく、地形圖を造るのが目的である故、其の縮尺を考へ圖の細小線の幅が幾尺に該當するかを考慮に置き、測量の精密を定むれば宜しい。圖面に現はれざるが如き誤差に就き、かれこれ論ずるは無益である。

骨組を基礎として地形測量を行ひ、等高線を入るゝ方法に次の如き種別がある

- (1) 轉鏡儀スタヂア測量
- (2) 平板測量及び同指方規スタヂア測量
- (3) 轉鏡儀スタヂア及び平板混用
- (4) 水準儀及び平板混用

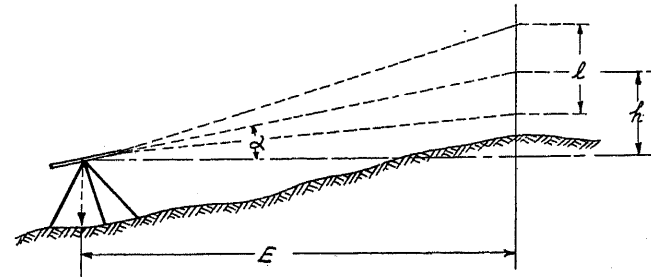
何れも骨組の測線中に或は之より派出して機械點を置き觀測する。

#### 4 轉鏡儀「スタヂア」測量

轉鏡儀スタヂア測量に於ては、全部地物の位置を轉鏡儀の水平角、及スタヂアにより距離を計算して定む。又各地點の機械點との高さの差は、望遠鏡視線の水平線となす垂直角を測り、之より計算する。

二千分前後の縮尺の地形圖の測量には磁針の長さ4吋水平角20秒、垂直角一分読み程度の大さの轉鏡儀を普通使用し、スタヂアの距離倍數を100にしてスタヂア線は固定してあるものを用ふ。而して距離及び高さの計算には、加定數を無

視し前記の乘定數100を使用し次の式による。



第 1 圖

$$E = kl \cos^2 \alpha$$

$$h = \frac{1}{2} kl \sin 2\alpha$$

$E$  は機械の中心より函尺に至る距離

$h$  は望遠鏡と其の視線が函尺に當る點との高さの差

$l$  はスタヂア線の函尺に於ける夾讀

$k$  は乘定數即ち 100

$\alpha$  は視線の水平線となす角

スタヂア測量の原理を參考の爲簡單に説明する。

視線を水平にしたる時第2圖の  $O$  を對物鏡、 $E$  を對眼鏡、 $H$  を叉線面、 $P$  を上下スタヂア線間の距離、 $L$  は函尺を立つる位置、 $D$  及び  $d$  は圖に示す距離を示す。

望遠鏡の焦點を合せて後、 $P$  は  $L$  に垂直に立てた函尺の上に  $l$  を挟むとする。對物鏡  $O$  の焦點距離を  $f$  とすれば一般に

$$\frac{p}{d} = \frac{l}{D} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{D} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (2)$$

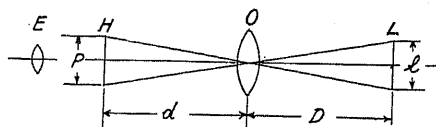
(1) 及び (2) 式より  $d$  を追ひ出せば

$$\frac{l}{pD} + \frac{D-f}{jD} \quad D = f + \frac{f}{p}l$$

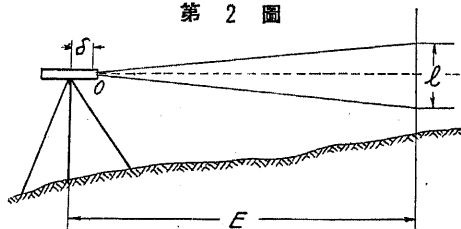
對物鏡と機械の中心との距離を  $\delta$  とし、函尺を立てる所と機械の中心との距離を  $E$  とすれば

$$\begin{aligned} E &= D + \delta \\ &= f + \delta + \frac{f}{p}l \\ &= c + kl \quad c = f + \delta \\ k &= \frac{l}{p} \dots\dots (3) \end{aligned}$$

$c$  を加定數、 $k$  を乘定數と云ふ。



第 2 圖



第 3 圖

視線の傾斜せる場合は第4圖に示す如く、視線の水平線となす角を  $\alpha$  として、 $l$  が對物鏡の光心に於て挟む角を  $2\eta$  とすれば、

$$\begin{aligned} l &= (E - \delta \cos \alpha) \{ \tan(\alpha + \eta) - \tan(\alpha - \eta) \} \\ l &= 2(E - \delta \cos \alpha) \frac{\tan \eta}{\cos^2 \alpha (1 - \tan^2 \alpha \tan^2 \eta)} \\ E &= \delta \cos \alpha + \frac{l}{2} \cot \eta \cos^2 \alpha - \frac{l}{2} \sin^2 \alpha \tan \eta \dots (4) \end{aligned}$$

視線に直角なる假想的夾讀  $A^\circ B^\circ$  を  $l_0$  とすれば (3) 式より

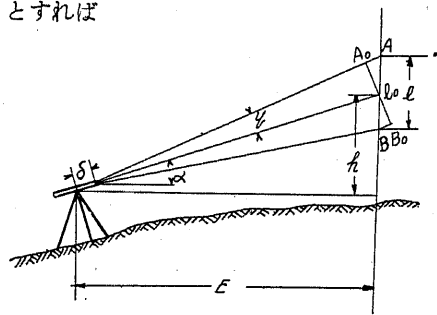
$$\frac{l_0}{2} \cot \eta = kl_0 + f \quad \text{とすれば}$$

$$l_0 \div l \cos \alpha \quad \text{とすれば}$$

$$\frac{l}{2} \cot \eta = kl + f \sec \alpha$$

之を (4) 式中に入れば

$$\begin{aligned} E &= \delta \cos \alpha + f \cos \alpha + kl \cos^2 \alpha \\ &\quad - \frac{l}{4} \frac{\sin^2 \alpha}{k + \frac{f}{l} \sec \alpha} \end{aligned}$$



第 4 圖

最後の項は甚だ小なる故省略す。

$$E \div c \cos \alpha + kl \cos^2 \alpha \dots\dots\dots (5)$$

高さの差は

$$\begin{aligned} h &= E \tan \alpha \\ &= c \sin \alpha + \frac{1}{2} kl \sin 2\alpha \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

(5) 及び (6) 式は、距離及び高さの計算に必要な公式である。加定數  $c = f + \delta$  は普通一尺以下であつて二千分以上の縮尺の地形圖を作る時には之を無視するを得る。 $c$  を零とすれば (5) 及 (6) 式は

$$E = kl \cos^2 \alpha \quad h = \frac{1}{2} kl \sin 2\alpha \quad \text{となる。}$$

前記の如き轉鏡儀を以て觀測するとして、高さ 5m の函尺を使用すれば約 450 m の距離まで測り得るも精密を期するには 300m 以内にす。

森林に於て樹木が障碍となつて、函尺を読み難い場合に、是等の樹木を一々伐採するのは作業の進歩を妨げ、且つ不經濟である故、函尺手は時に樹木に登り繁みの少き所より函尺を差出し、地面より函尺に至る高さを大聲に叫び加減尺として記入せしむ。読み手は又斯る所にてはスタヂアの上下二線間の夾讀を読み得ず、木の間より僅かに中心視線と上又は下のスタヂア線との夾む尺を読み、之を單に二倍して二線間の夾讀と爲す事あり、之によりて生ずる誤差は、視線が水平に近き時のみ無視し得るのであるが、二千分以上の縮尺の地形圖測量には、往々斯る程度の粗略さは止むを得ず許す事あり。測量者は常に其の目的により許可し得べき精密さの最低限度を考慮に置き、適宜便法を用ひ測量の進歩を計る可きである。

轉鏡儀スタヂア測量にては普通 7.8 人一組とする。即ち函尺手 4.5 人觀測者 1 人野帳記入者 1 人スケッチマン 1 人である。函尺手は單に函尺を垂直に立て得れば足るのであるが、地形測量に於ては、觀測點を少くして充分目的通りの精密

度の地形圖を造るのが、測量の能率を良くする所以であるから、函尺を立てる位置の選點が肝要である。4・5 人の内少くとも1人は、此の選點に就き他を指導する熟練者たるを要する。

觀測者は轉鏡儀を据る地點を選ばなければならぬ、即ち骨組の測線より容易に派出し得、且つ其の一點に於て、廣き範圍の觀測をなし得るが如き地點を選ぶ。野帳記入者は觀測者の讀む數字を誤りなく野帳に記入する。スケッチマンは觀測する地域の略圖を畫き、之に函尺を立てた地點の番號を附して記入し野帳に其の點の説明を記入する煩雜を避くる。

野帳には次の欄を置く。第一行より第六行に至る欄には觀測者の讀みたる數字

主測點 桿測點	— 番號	12+69 桿續	器高 水平角	=1.40 視準高	豎 角	標 高 水平距離	=40.13 高 低 差	標高	備 考	
家の角	1	87	299.55	3.4	-5.03	86	-7.6	-2.0	30.5	
道 曲	2	16	303.05	3.5	-10.29	15	-2.9	-2.1	35.1	
山 裾	3	31	80.26	2.1	+1.01	—	+0.6	-0.7	40.0	
〃	4	122	141.09	1.7	+18.50	108	+37.5	-0.3	77.3	
〃	5	25	137.24	1.3	+2.52	—	+1.2	+0.1	41.4	
〃	6	26	114.28	1.4	+3.29	—	+1.6	—	41.7	
〃	7	37	139.16	1.7	+2.40	—	+1.7	-0.3	41.5	
水 際	8	32	300.05	2.2	-1.15	30	-8.7	-0.8	30.6	
谷	9	64	119.54	1.3	+9.08	62	+10.0	+0.1	50.2	
山の腹	10	139	143.35	1.2	+19.26	123	+43.8	+0.2	84.1	
池の角	1	37	149.43	1.2	+2.39	—	+1.7	+0.2	42.0	
〃	2	44	144.36	2.7	+5.53	—	+4.5	-1.3	43.3	
〃	3	46	166.31	2.2	+3.17	—	+2.6	-0.8	41.9	
〃	4	55	166.39	2.3	+2.47	—	+2.7	-0.9	41.9	
〃	5	57	162.43	2.3	+3.22	—	+3.4	-0.9	42.6	
山の腹	6	130	157.29	1.7	+11.43	123	+26.0	-0.3	65.8	
〃	7	161	153.19	1.8	+14.47	150	+39.8	-0.4	79.5	
法下端	8	83	152.04	3.4	+8.33	81	+12.2	-2.0	50.3	
山の脊	9	162	139.48	2.2	+22.18	139	+57.0	-0.8	96.3	
川下端	20	96	160.25	2.5	+6.04	95	+10.0	-1.1	49.0	
B.M No.1	53	57.38	1.4	-4.52	52.6	-4.48	0	35.65	山の上	

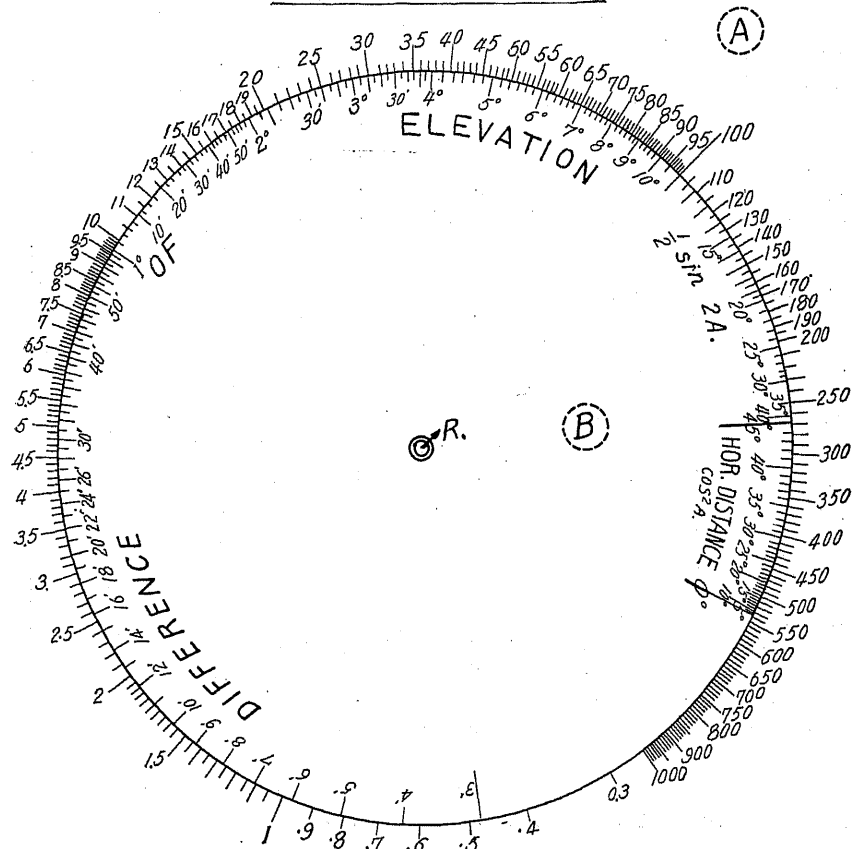
主測點 桿測點	— 番號	12+69 桿續	器高 水平角	=1.40 視準高	豎 角	標 高 水平距離	=64.80 高 低 差	標高	備 考	
坂 道	1	67	254.48	2.4	-3.13	22	+6.7	-1.1	70.4	
線路中心	2	199	309.53	2.0	-0.55	52	+14.8	-1.9	77.7	
法下田圃	3	78	167.53	3.4	+2.32	92	+29.5	-0.4	93.9	
山の腹	4	170	159.33	1.8	+15.16	28	+3.1	-2.1	65.8	
池の角	5	109	172.56	1.6	+5.49	59	+16.2	-2.9	78.1	
法下角	6	106	164.31	1.0	+5.44	98	+25.5	-5.5	84.8	
山 窪	7	141	169.37	1.7	+9.00	36	+4.3	-0.9	68.2	
法下	8	116	168.49	1.7	+5.41	—	-2.0	-3.0	59.8	
池の角	9	201	155.03	2.2	+16.02	72	+23.4	-0.0	88.2	
山の腹	9	201	155.03	2.2	+16.02	72	+23.4	-0.0	88.2	
法下田圃	30	124	177.47	1.6	+5.45	24	-6.5	-1.0	57.3	
山の腹	1	177	167.34	2.9	+11.24	50	+13.0	+0.3	78.1	
田 圃	2	130	185.47	1.6	+4.14	99	+42.5	-1.2	106.1	
池の角	3	144	178.13	1.7	+7.06	—	+2.4	+0.2	67.4	
〃	4	153	186.32	1.8	+6.36	62	+20.0	+0.1	84.9	
田 圃	5	125	199.55	1.6	+1.08	120	+51.0	-1.3	144.5	
法下	6	160	182.32	2.8	+6.45	63	+15.4	-0.9	79.3	
池の角	7	112	206.48	2.6	+3.04	69	+23.0	—	87.8	
〃	8	103	207.52	1.5	+2.19	160	+43.2	-5.6	102.4	
〃	9	87	200.17	1.7	+2.41	—	—	—	—	
〃	40	95	196.09	1.5	+2.39	—	—	—	—	

を記入し、其の他の欄は休息時間又は歸宿後計算して記入す。距離及び高さの差は計算するよりは Cox's Stadia Computer を使用して直接知るのが便宜である。

即ちスタヂア測量の缺點は、距離及び高さの差を計算し、然る後に之を圖上に置く事であつて、外業には必ず内業が伴ふ。天候よく終日働きて、測量の効果最も擧つた時には、尙ほ更夜業を爲さざれば、内業が外業に伴ひ難いので、従事員の過勞を來す。

### 5 平板測量

平板を使用し現場に於て直に地形圖を造るを主意とする。地形に變化少く、等高線を入れる必要のなき所は射出法による。即ち巻尺を連結して約300尺の長さにし、其の一端と測桿を持つて、圖面に表はす必要のある地形の要所、家屋道路



第 5 圖

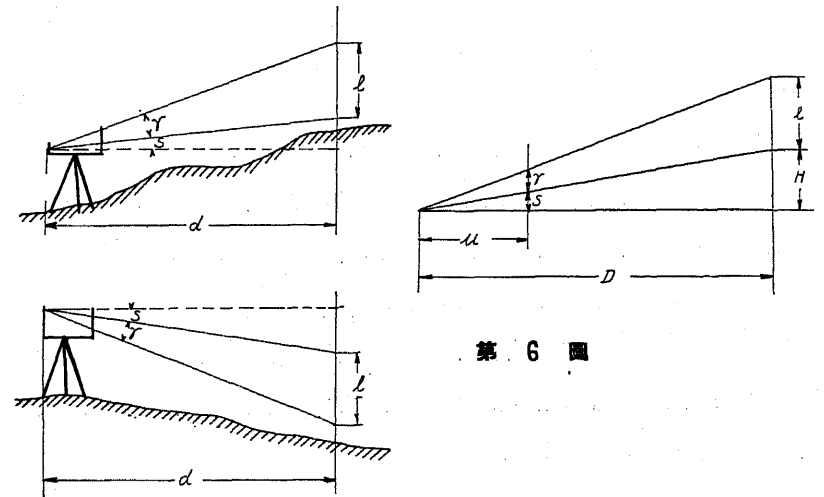
**使用法** 本器はロックス氏の考案にかゝるものにして紙及セルロイド製の二種ありて其の形状及大きは圖に示せる如きものにして、R を中心としAなる目盛せられたる盤上をBなる周圍に目盛せられたる圓盤が自由に廻轉せしめ得るの構造なり。今之を用ひ計算を行ふには先づBなる圓盤の 0° 印をA盤上に目盛せられたる數字に桿讀を合致せしめ次にB圓盤上に目盛せられたるなる堅角（測定せし）を合致し高低差を見ると同時に距離の目盛に合致せし同角度の水平距離を讀むべし。一例を擧ぐれば次の如し。

今堅角 = 12°30′, 桿讀 537 呎なりとせよ然るときは圖に示せる如くなる圓盤の 0° 印をAなる盤上に目盛せられある 537 に合致しB圓盤上の目盛の 12°30′ を左讀み（時計廻り）に合致し高低差を 113  $\frac{1}{2}$  呎と讀み同時に目盛の 12°30′ を右讀みに合致し 512 呎と水平距離を讀むなり、但し堅角 5° 以下なれば高低差のみを計算し 水平距離=桿讀とすべし。然れども水平距離長きときはスタヂア表により、計算するを良しとす。

河川の曲り角等に之を立てる者と、觀測者と、觀測者の傍に居り卷尺の他の端を讀みて、平板より測桿に至る距離を觀測者に告ぐる者と最小 3 人を一組とする、單に平面圖を造るには此の測量は最も簡易である。

6 指方規スタヂア

平板の指方規 (Alidade) を利用すれば、之により高さの差をも測定し得。勿論正確度は低いが二千分の一程度の縮尺の地形圖を作るには、斯る正確度にてても所によりては充分である。許容誤差の範圍を考慮し適宜採用すれば宜しい。測桿の上下に之と直角に、其の間の距離を一定にした 2 本の横木を取付け、指方規の視孔鉋及び目盛鉋を立て、視孔から此の 2 本の横木を視て、其の視線の目盛鉋に



第 6 圖

於て夾む目盛を讀み、之によつて計算する。其の原理は次の如し。

$$\frac{u}{D} = \frac{r}{l} = \frac{s}{H}$$

$$D = \frac{l \cdot u}{r}$$

$$H = \frac{l}{r} \cdot s = \frac{D \cdot s}{u}$$

目盛を視孔釵と目盛釵との間の距離  $u$  の百分目にし、測桿の横木間の距離  $l$  を  $u$  の 10 倍にして置けば、

$$0 = \frac{100}{r} u$$

となり、上下の横木の、目盛釵に於ける夾讀の逆數に、 $1,000 u$  を乗じたるものが距離となる。 $u$  を 1 尺として目盛の單位を分とすれば  $r$  の逆數の 1,000 倍が距離の尺を表はす。

$u$  を 30 cm として目盛を 3 mm 毎にして  $l$  を 3 m とすれば  $r$  の逆數を 300 倍すれば、米突單位の距離となる。即ち逆數表を所有すれば之により直に距離を知り得る。高さの差は、測桿の下の横木の讀み  $s$  と距離  $D$  を乗じたるものであつて、積を求むるダイアグラムを豫め造りて用意し現場に持参すれば直に知り得る。

斯くして觀測し表を見て距離を知り圖上に點を入れ、高さの差をダイアグラムにより求め、暗算又は算盤にて加減して、其の點の高さを求め之を記入し、等高線を現場に於て引き得る。斯の如く其の作業は簡單であるが、其の精密度に於て劣る。誤差が如何なる程度まで上るかを常に考慮に置かなければならぬ。

誤差の生ずるは主として、距離では目盛を視孔から肉眼で精密に讀み得ない爲め、高さでは平板が水平でない事及び、視孔と目盛とを結ぶ直線が平板面に正しく平行して居ない事に原因する。

目盛釵と視孔釵との距離  $u$  を 1 尺として、目盛には一分單位 5 厘の線が入つて居るとし  $l$  を 10 尺とし、夾讀  $r$  には 1 厘の誤差が伴ふとする。

$$\begin{aligned} \text{距離 } D &= \frac{1,000}{m \pm 0.1} = \frac{1,000}{m} \left(1 \pm \frac{0.1}{m}\right)^{-1} \frac{0.1}{m} = e \text{ とす} \\ &= \frac{1,000}{m} (1 \mp e + e^2 \dots \dots \dots) \end{aligned}$$

$m$  を 5 即ち 200 尺の距離を讀んだとする。

$$l = \frac{1}{50}$$

$$\text{誤差} = 200 \left( \mp \frac{1}{50} + \frac{1}{2,500} \right) \div 4$$

即ち 4 尺の誤差を生ずる。此の誤差は一見大に過ぐる様に考へらるゝも、普通圖面に記入し得る線の太さは 0.15 分位である。二千五百分の一ではこの太さは  $0.15 \times 2,500 = 3.75$  尺に當る。

即ち距離 200 尺を測れば鉛筆の尖端位の誤差は生じ得る。それ故に 200 尺を二千分前後の縮尺では、測り得る最長距離と制限しなければならぬ。

高さの誤差は水準儀を整正する如くにして測り知る。

平板測量にては觀測し得る距離が短き故、屢々其の觀測點を移動しなければならぬ。それ故に骨組の測線の網を細くし、其の測量を正確にして置き、之に準據して其の都度檢して誤差の集積を避けなければならぬ。

又指方規により高さを測る場合には、併せて骨組の測點の高さをも水準儀により豫め測り置きて、平板測量の結果を檢する必要がある。少し注意すれば 5,000 尺位の距離を行きて平板測量の高さの誤差を、5 寸以内に留めしむるを得。此の 5 寸の誤差は 5 尺 10 尺又は 5 米の等高線を入れるゝ地形圖にありては、問題とするに足らない。

### 7 轉鏡儀スタヂアと平板混用

轉鏡儀と平板を圖上に於ては同一點と看做し得る程度に接近して据え、轉鏡儀と平板とにて同じ函尺に視線を向け、轉鏡儀にては水平角を讀まず、其のスタヂアの夾讀と垂直角を測り、其の場に コンピューター を廻し、距離と高さを計算する人が別に居り、其の結果を直に平板の上に落して地形圖を畫く。即ち機械點には轉鏡儀の觀測者、平板の製圖者、野帳付け手、コンピューターを廻し計算する人の 4 人が居る。

此の方法にては一組に要する人數は多いが、直に現場に於て製圖し得る利益あ

り、従つて轉鏡儀スタヂアのみによる測量の缺點を除く事が出来るので、地形峻峻、障礙物が多く平板測量を行ふに困難なる場所には好んで此の方法を採る。

### 8 平板及び水準儀混用

水準測量により、竹其の他輕微の印を立て、地上に等高線を印し、之を平板測量により圖上に入る。此の方法は地形複雑にして、且地上に樹木等の障礙物少く、縮尺の大なる平面圖に、精密なる等高線を入れる必要のある時に行ふ。

即ち等高線の數字の高さに Y 形水準儀又はハンドレベルの視線の高さを置き、之により等高線を觀測し、色紙を附した竹棒又は旗を立て、地上に等高線を印し、平板測量者は之を圖上に取り、直に等高線を畫く。此の方法は案外簡單にして且つ正確なる結果を得る。

### 9 等高線の記入

以上何れの方法によるも、等高線は高さの知られた諸點間の距離を按分して入れる。即ち相隣接せる兩點の間は直線的に傾斜すると假定して入れる。段々田、又は畑、其他の段地は等高線の外に各段の高さを示す數字を其の儘殘す事あり。水面、水平なる土地、其の他等高線以外に高さを知る必要ありと認めらるるものも亦、其の高さの數字を圖上に殘す。

一般に地形測量の進捗の速さは、觀測點の多少によつて定まるのである故、觀測點の數を少くして然も目的通りの地物及び等高線を、精密に入れる事が肝要である。之は函尺手 (Staff man) の熟練如何に關するのである。彼等をして屢々彼等の選點が如何に地形圖上に現はるゝかを見さしめて教導す可きである。

地形測量と共に、河川の平水位、洪水位、積雪量、積雪の及ぶ區域等を測定する。是等の狀況は、單に附近の地形のみから判斷するを得ず、土地の古老の言を參考にしなければならぬが、それを果して信用して差支へなきや否や、充分確めた上でなければならぬ。