

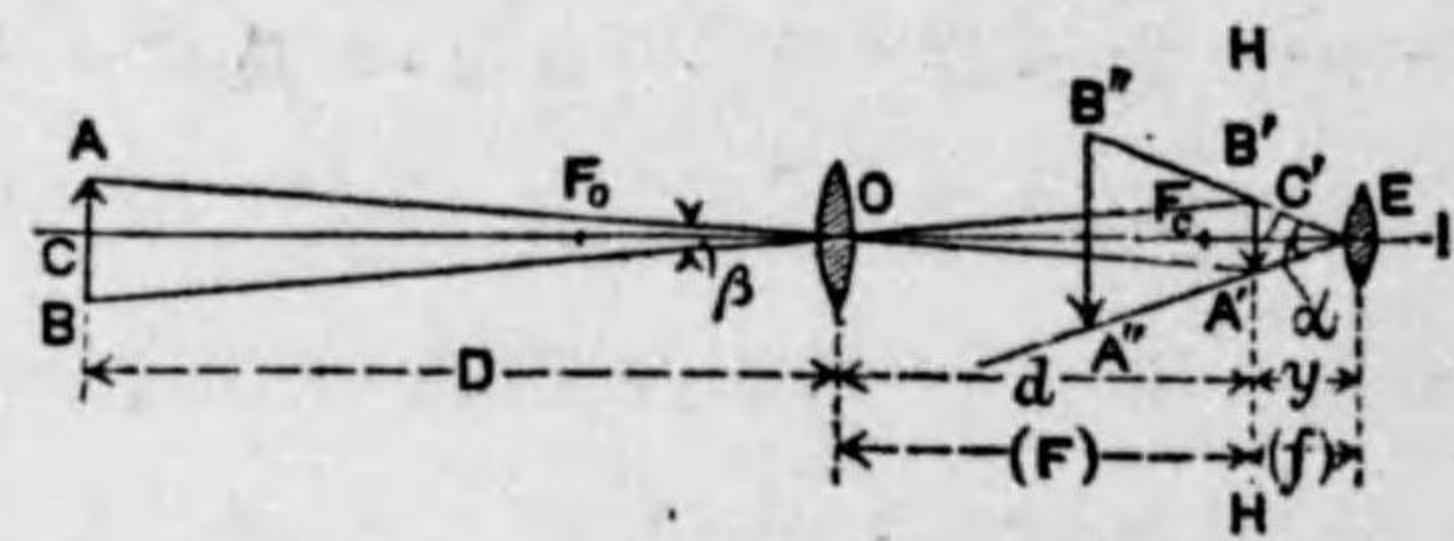
第 二 節

望 遠 鏡 ノ 構 造

87. 望遠鏡ノ要部. 測量用望遠鏡ハ四要部ヨリ成ル. 即チ實像ヲ生ゼシムベキ對物鏡,此ノ實像ヲ擴大シテ眼ニ映ゼシムベキ裝置即チ對眼鏡,實像ヲ其ノ面上ニ生ゼシムベキ又線及凡ベテ是等ノ諸裝置ヲ保有スル所ノ鏡管是ナリ.

第百三十圖ニ於テOヲ對物鏡,Eヲ對眼鏡,F<sub>o</sub>, F<sub>e</sub>ヲ夫々其ノ

主焦點トスレバ,一物ABヨリ來ル光線ハOヲ經



第 百 三 十 圖

テ \$A'B'\$ ナル實像ヲ現出シ,更ニ \$E\$ヲ經テ眼ニ入り,恰カモ其ノ物ガ \$A''B''\$ニ在ルガ如ク見ユ. 故ニ此ノ場合ニハ \$AB\$ハ \$F\_o\$ノ外ニ在ルベク, \$A'B'\$ハ \$E\$ニ對シテ其ノ \$F\_e\$ノ内ニ在ルヲ要ス. 且ツ精密ニ一物ノ位置ヲ定ムルニハ,實像ノ生ズベキ平面 \$HH\$ 中ニ又點ヲ張リテ,又線ノ交點ヲ主軸上ノ一點 \$C'\$ニ重ネ, \$AB\$ 中ノ一定點 \$C\$ヲシテ同ジク主軸上ニ在リテ其ノ像ヲ \$C'\$ノ上ニ作ラシメサルベカラズ. 之ニ加フルニ,

又線ハ又對眼鏡ヨリ規キタル眼ノ最瞭視ノ距離ニアルヲ要ス.

故ニ又線ガ固定セルモノナラバ, [33]ノ關係ヲ保ツガ爲ニハ物體ノ遠近ニ從テ對物鏡ヲ出入スル裝置ヲ要スベク,對物鏡ガ固定セルモノナランニハ又線ヲ出入セシメザルベカラズ. 又又線ヲ最瞭視ノ距離ニ在ラシメンニハ,人ノ眼ニ應ジ又線ト對眼鏡トノ距離ヲ伸縮セザルベカラズ,但シ前ノ場合ニハ視物ノ遠近ハ千變極リナキヲ以テ常ニ對物鏡又ハ又線ヲ出入セシメザルベカラズト雖モ,後ノ場合ニハ一たび最瞭視ヲ得タランニハ其ノ人ニ對シテ再ビ又線ト對眼鏡トノ距離ヲ變ズルヲ要セズ.

鏡管ハ單ニ此等ノ三要部ヲ包ミテ器械ノ他ノ部分ニ連續セルモノニ過ギズ.

今第百二十八圖ノ對物鏡及對眼鏡ノ焦距ヲ夫々 \$F\$ 及 \$f\$トシ,且ツ \$F\$ハ \$f\$ヨリ大ナルモノトス. 遠距離ニ在ル一物 \$AB\$ト其實像 \$A'B'\$トニ就テハ[33]ヨリ

$$(1) \quad \frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

ナル關係ヲ見ルベク,從テ

$$(2) \quad d = F \frac{D}{D-F} = F \frac{1}{1 - \frac{F}{D}}$$

之ヲ展開スレバ

$$(3) \quad d = F \left( 1 + \frac{F}{D} + \frac{F^2}{D^2} + \dots \right)$$

故ニ

$$d - F = \frac{F^2}{D} \left( 1 + \frac{F}{D} + \dots \right) \quad [43]$$

一般ニ  $D$  ハ頗ル大ニシテ  $F$  ハ甚ダ小ナリ。例ヘバ  $D = 300$  米,  $F = 0.3$  米 ナラバ  $d - F = 0.0003$  米, 測量用望遠鏡ハ常ニ其焦距小ナルガ故ニ  $300$  米以上ノ視物距離ニテハ  $d = F$  トスルコトヲ得。殊ニ像  $A'B'$  ヲ  $0.3$  耗以内ニ精確ニ現出セシムルコトハ事實上困難ナリ。

實像  $A'B'$  ト對眼鏡ヨリノ距離ヲ  $D'$  トスレバ  $D'$  ハ對眼鏡ノ焦距  $f$  及觀測者ノ肉眼ヨリノ最瞭視ノ距離  $w$  ニ關係ス。[36]ヨリ

$$D' - f = -\frac{f^2}{w}$$

例ヘバ  $f = 1$  糎,  $w = 25$  糎トスレバ  $D' - f = 0.04$  糎。故ニ  $D' = f$  トスルモ差支ナシ。

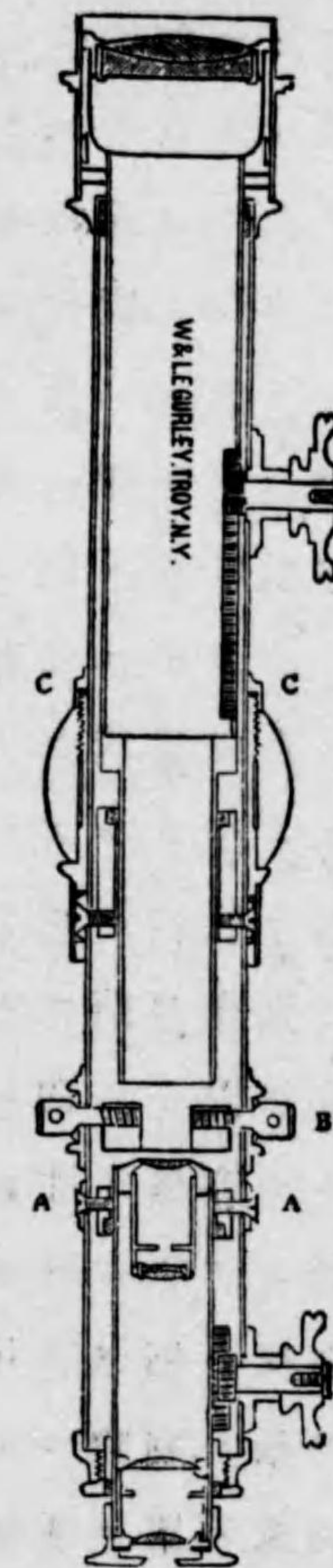
以上ハ極メテ簡單ニ四要部ヲ説明シタルモノナレドモ, 是等ノ部分ハ更ニ複雑ナル装置ヲ爲ス。第百三十一圖ハ其ノ一例ヲ示セルモノナリ。

88. 對物鏡. 對物鏡ハ一般ニ二種ノ透鏡ヲ磨リ

合セタル合成透鏡ニシテ, 無色ニ而カモ歪ミナク物像ヲ表ハスベキモノトス。一枚ノ透鏡ヨリ成ルトキハ後ニ述ブルガ如キ散差及色差等ノ種々ノ缺點ヲ生ズルヲ以テ, 一般ニ冠玻璃及鉛玻璃ヲ磨リ合ハセタルモノヲ用フ(第百三十一圖) 而シテ是等二ノ玻璃ノ周邊ノ間ニ三箇所位薄キ錫箔片ヲ插ミ, 僅カニ間隙ヲ存シタルモノハ良好ナル對物鏡ヲ爲ス。

對物鏡ヲ出入セシムルモノニ於テハ, 之ヲ筒形ヲナセル滑子ノ末端ニ取付ケ, 滑子ハ鏡管ノ一端ト中央ニ近キ部分ニ在ル二ノ支環ニ依リテ支ヘラレ, 齒棒及小輪ノ作用ニ依リテ出入ス。斯クノ如ク滑子ハ光心ヲ出入セシムルモノナルガ故ニ, 滑子ノ運動ハ鏡管軸ニ平行ニシテ且ツ直線ナルベク, 光心ハ亦此ノ軸中ニ在ルヲ要ス。望遠鏡ニ依リテハ, 後節水準儀ノ断面圖ニ示セルガ如ク, 一ノ支環  $C$  ニ滑子ノ方向

第百三十一圖



ヲ整正スベキ螺旋ヲ備フルモノモアリ。對物鏡ヲ固定セル望遠鏡ニ於テハ、對眼鏡及又線ヲ出入セシメザルベカラズ。孰レノ場合ニ於テモ、視物ト對物鏡光心トノ遠近ニ應ジテ、對物鏡ト又線トノ間ノ距離ヲ伸縮シ、實像ヲシテ常ニ又線面上ニ在ラシメザルベカラズ。此ノ作用ヲ名ケテ合焦ト云フ。

89. 對眼鏡。對眼鏡ニ一枚ノ透鏡ヲ用フルトキハ亦對物鏡ト同ジク散差色差ヲ生ズルコトアルノミナラズ、更ニ曲差及視廣減少ノ缺點アルヲ以テ、一般ニ合成透鏡ヲ用ヒ、更ニ三四個ノ透鏡ヲ組合セタルモノ少カラズ

前ニ述ベタルガ如ク、對物鏡ニ依リテ形成セラレタル實像ヲ擴大センニハ、其ノ像ヲシテ對眼鏡ト其ノ主焦點トノ間ニ在ラシムルヲ要スルノミナラズ兼ネテ亦像ノ生ズベキ又線面ヲシテ、其ノ最瞭視ノ距離ニアラシメザルベカラズ。故ニ先ヅ望遠鏡ヲ天空又ハ極メテ達キ所ニ向ケ、對眼鏡ヲ出入シテ又線ヲ最モ明瞭ニ見ユル位置ニ持來スベシ。此ノ出入ハ或ハ單ニ手ニテ對眼鏡ヲ拔差スルモアレバ、又斜ニ鏡管ニ設ケタル螺旋形ノ孔ニ沿ヒテ、對眼鏡ノ滑子ヲ出入セシムルモアリ、或ハ又對物鏡ノ如ク齒棒小輪ノ作用ニ依ルモアリ。斯クシテ一たび又線

ガ最瞭視ノ所ニ來レバ、一定ノ觀測者ニ對シテハ最早對眼鏡ト又線ノ關係ヲ變化スルヲ要セズ。88ニ述ベタルガ如ク、對物鏡ト又線ノ距離ヲ調整スベシ

對眼鏡ノ透鏡ノ組合セニハ種々ノ方法アリ。らむすでん、はいげんす及立映對眼鏡ハ其主ナルモノトス。

90. らむすでん實映對眼鏡。第百三十二圖ニ示

セルガ如ク、二ノ平凸透鏡ノ凸出セル



部分ヲ相對セシメタルモノニシテ、透鏡間ノ距離ハ其ノ焦距ノ三分二ナリ。孰レモ對物鏡ノ主焦點ヨリモ遠キ位置ニ在リテ、像ハ倒映ス。而シテ二ノ透鏡ノ中、對物鏡Oニ近キL'ヲ視域透鏡ト云ヒ、眼ニ近キLヲ接眼透鏡ト云フ。又線Kノ在ル所ハ勿論對物鏡ガ實像ヲ生ズル所ナリ。

らむすでん對眼鏡ハ86ニ述ベタル理ニ依リ、二個ノ透鏡L及L'ノ代リニ、一個ノ等値對眼鏡L''ヲ考フル時ハ容易ニ其作用ヲ知ルコトヲ得。今透鏡Lノ焦距ヲfトシ、L'ノ焦距ヲ $f' = \frac{9}{5}f$ トシ、且ツ $LL' = a = \frac{4}{5}f$ トセバ、 $f - a = \frac{1}{5}f$ トナル。故ニ等値

焦距  $f''$  は [39] より

$$(1) \quad f'' = \frac{ff'}{f+f'-a} = \frac{9}{8}a$$

又 [41] より

$$(2) \quad y = \frac{f'(f-a)}{f+f'-a} = \frac{9}{50}f = \frac{1}{10}f'' = \frac{9}{40}a$$

次ニ二ノ相等シキ平凸透鏡ヲ用フルトキハ勿論  $f' = f$  ニシテ、且ツ  $a = f$  トセバ視域透鏡ハ接眼透鏡ノ主焦點ニ來ルヲ以テ、前者ノ上ニ附着スル塵埃ノ類ハ後者ノ爲ニ擴大セラレテ見ユルノ不利アリ。故ニ前者ヲ稍々後者ニ近ク配置スルヲ常トシ、例ヘバ  $a = \frac{2}{3}f$  又ハ  $a = \frac{4}{5}f$  等トスル場合多シ。

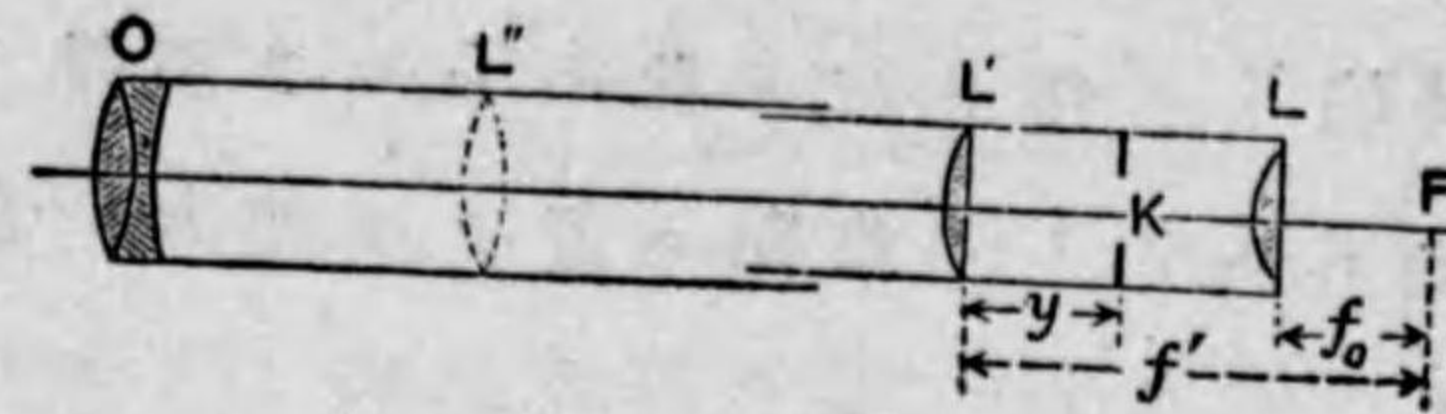
けるな一對眼鏡ハ前ノ  $L'$  ノ代リニ磨リ合ハセタル合成色消透鏡ヲ用ヒタルモノニシテ、あたいはいる對眼鏡ハ  $L, L'$  共ニ皆色消透鏡ヲ用フ。孰レモ皆らむすでん對眼鏡ヲ潤色シタルモノニ過ギズト雖モ、其ノ色差ナキト平視域ヲ有セルトハ、之ニ勝ル特色トモ云フベシ。

91. はいげん才虚映對眼鏡. 第三百三十三圖ニ示セルガ如ク、視域及接眼兩透鏡ハ共ニ其ノ凸出部ヲ對物鏡ニ向ケ、兩透鏡間ノ距離ハ接眼透鏡ノ焦距ノ二倍ニシテ、且ツ視域透鏡ハ對物鏡ト其ノ主焦點ノ間ニ在リ。

對眼鏡ヲ

第 百 三 十 三 圖

爲ス所ノ二  
ノ透鏡  $L$  及  
 $L'$  ハ其公焦



點ノ一ヲ  $F$  ニ有ス。對物鏡  $O$  ヲ過グル光線ハ其ノ像ヲ作ル前ニ先ツ視域透鏡  $L'$  ニ依リテ屈折セラレ、 $L'$  及  $L$  シ間時トシテ又線ヲ張ル所ノ  $K$  ニ倒像ヲ生ズ。此ノ倒像ハ接眼透鏡  $L$  ニ依リテ擴大セララル、モノナリ。故ニはいげん才ノ對眼鏡ニ於テハ  $O$  ト  $L'$  トノ等値焦距ヲ  $F''$ 、對物鏡ノ焦距ヲ  $F$ 、 $LL' = a$  トスレバ、[39] 及 [41] より

$$(1) \quad F'' = \frac{Ff'}{F+f'-a}$$

$$(2) \quad y = \frac{f'(F-a)}{F+f'-a}$$

勿論視物ハ遠距離ニ在ツテ、 $a$  ハ一定ナルモノトス。 (1) より  $a$  ヲ見出セバ

$$(3) \quad a = F + f' - \frac{Ff'}{F''}$$

3) ヲ (2) ニ代用スレバ

$$F'' = \frac{F}{f'}(f' - y) \quad [44]$$

接眼透鏡  $L$  ノ焦距ヲ  $f$  トセバ、一般ニ

$$(4) \quad f' = 3f$$

ナラシムルヲ常トス。

又線 K = 作ラル、像ハ L ヨリ視準セラル、ガ故ニ、殆ド K ヲ L ノ焦點ニ置クヲ要ス。即チ  $KL = f$  従テ。

$$y = f' - 2f = f \quad [45]$$

又ハ[45]ヲ[44]ニ代用スレバ

$$F'' = \frac{2}{3}F \quad [46]$$

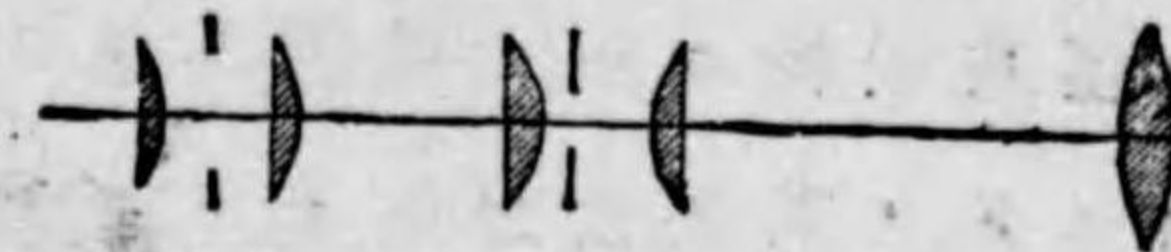
[45]及[46]ハはいげんす對眼鏡ノ作用ヲ表ハスモノナリ。又[45]ヨリ又線ハ對眼鏡ノ兩透鏡ノ中央ニ設ケラル、ヲ知ルベシ。

實映對眼鏡ニテハ眞ニ實像ヲ生ズレドモ、虚映對眼鏡ニ於テハ即チ然ラズ。故ニ又線ヲ用フベキモノハ獨リ前者ニ限ル。但シ虚映對眼鏡モ亦六分儀ニ於ケルガ如ク、蜘蛛線ノ類ヲ用フル例ナキニ非レドモ、是ハ單ニ視域ヲ示スニ止リ、未ダ視物ノ一點ガ又線ノ交點ニ呼應スルガ如キ精密ノモノニアラズ。故ニ轉鏡儀或ハ水準儀ノ如キモノニハ皆實映對眼鏡ヲ用フ。

92. 立映對眼鏡。像ヲ立映セシムル最モ簡單ナルモノハ一枚ノ凸透鏡ヲ眼ト對眼鏡ノ間ニ挿入セルモノニシテ、一タビ倒映シタル物像ハ此ノ透鏡ノ爲ニ更ニ立像ヲ生ズ。然レドモ最モ普通ナル配列

ハ第百三十四圖ニ 第百三十四圖

示スガ如ク、一對ノ平凸透鏡ヲ用ヒ、之



ヲ立映裝置ト云フ。立映裝置中、眼ニ近キモノハ之ヲ擴視透鏡、視物ニ近キヲ接物透鏡ト云ヒ、對物鏡ニ近キ一對ノ透鏡ハ即チ前ニ述ベタル實映對眼鏡ナリ。

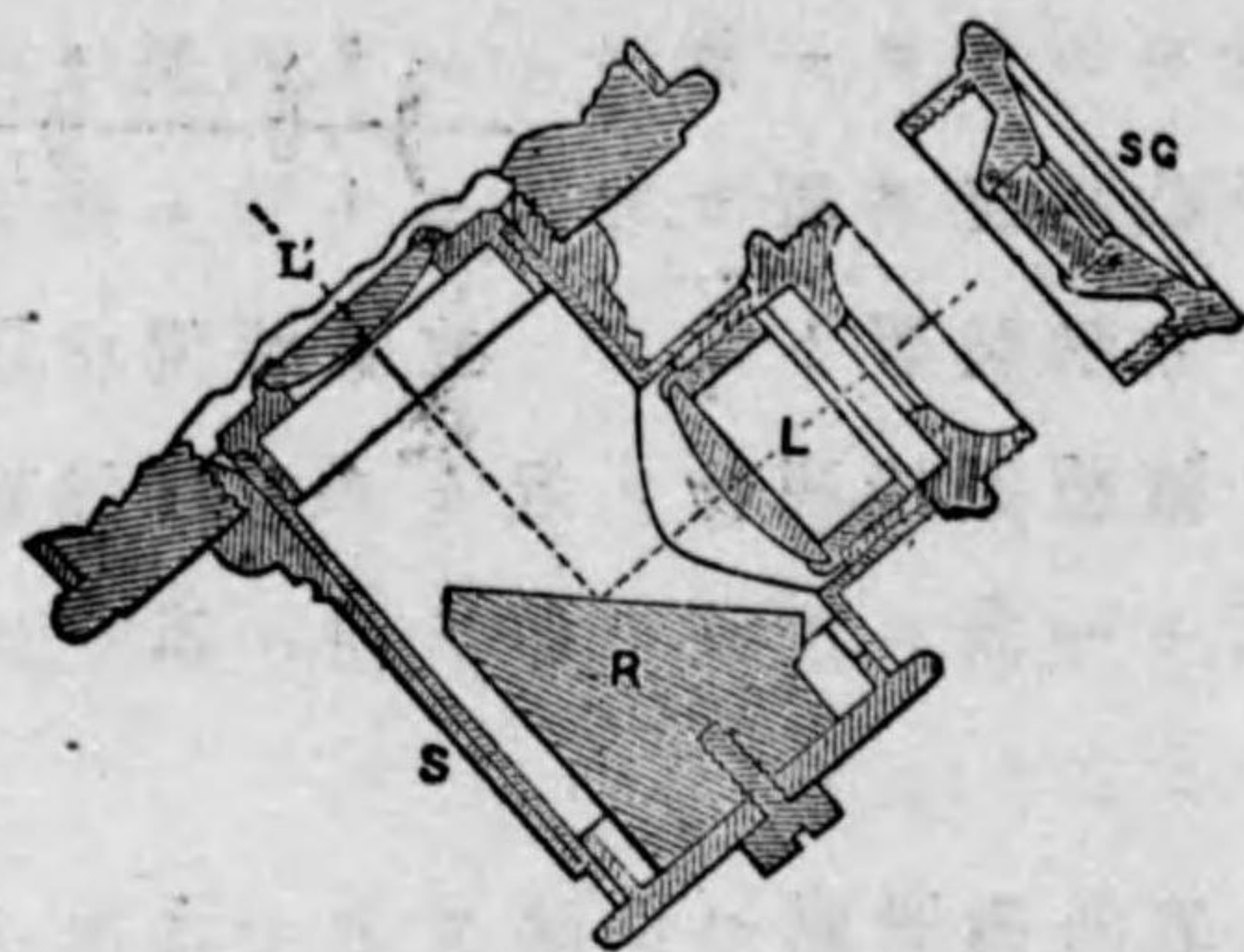
立映對眼鏡ハ倒映ヨリモ透鏡ノ數多キ丈ケ鏡管ハ長クシテ且ツ映像ノ光力弱シ。唯其ノ像ガ正立セル爲メ稍々便ナル場合ナキニアラザレドモ、倒映ノモノモ習熟スルトキハ左マデ不便ナシトス。米國製ノ器械ハ立映對眼鏡ヲ用フルコト多ク、歐洲製ニテハ倒映ヲ普通ナリトス。

93. 斜角對眼鏡。斜角對眼鏡ハ轉鏡儀及鑛山用諸器械ニ屢々用ヒラル、モノニシテ、觀測者ハ望遠鏡軸ニ直角ナル方向ヲ覘キテ視準スルヲ得。故ニ肉眼ノ自然ノ状態ニテ天頂ニ近キ太陽又ハ星辰ヲ視準シ、或ハ豎孔底ニ在ル二個ノ燭光ガ爲ス直線ノ方向ヲ孔上ニ据エタル轉鏡儀ニテ視準スルガ如キ場合ニ最モ必要ナリ。

第百三十五圖ニ示セルガ如ク、對眼鏡ハ望遠鏡管ニ螺旋込ミ、其ノ内部ノ管ハ自由ニ廻轉シ得ベカラ

シム。從テ對眼鏡ハ望遠鏡軸ニ直角ニ其ノ周圍ノ任意ノ點ニ置クコトヲ得。故ニ例ヘバ天頂ノ星ヲ視準スルガ如キ場合ニハ此ノ對眼鏡ヲ地平ナラシムルヲ得。

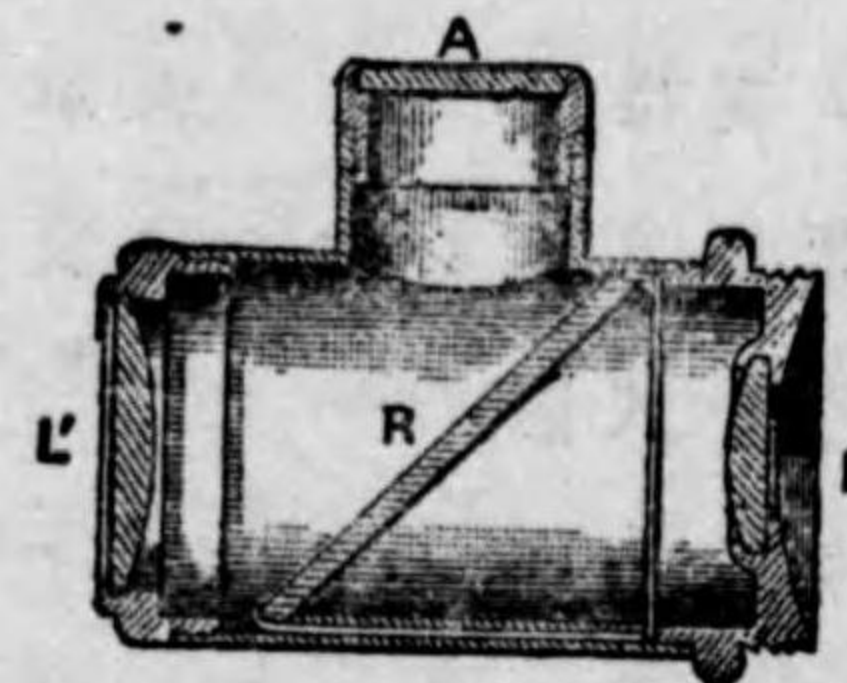
第百三十五圖



此ノ對眼鏡ノ反射装置ハらむすでん又ハ立映型ノ孰レニモ用フルコトヲ得。而シテ常ニ對眼鏡ノ中央ニ反射器ヲ取附クルモノトス。測量器械ニ用ヒラル、反射器ニ於テ、一般ニ持運ビ得ルモノニハ磨キタル金屬鏡、大ナル固著器械ニハ稜鏡ヲ用フ

圖ノ對眼鏡ハらむすでん型ニシテ、Lハ接眼透鏡、L'ハ視域透鏡、Rハ反射器、Sハ外部筒管ニシテL'ノ前面ニ在ル隔膜ヲ整正スルヲ得ルモノナリ。矩形稜鏡ヲ用フル場合ニ、一面ハ他ノ二面ニ45°ヲ爲シ、90°ヲ爲セル二面ノ一又ハ二ハ時トシテ其ノ面ヲ凸形ナラシメラ、之ニ依リ擴鏡ノ作用ヲ營マシメ、以テ對眼鏡ノ凸透鏡ヲ用ヒザラシメタルモノモアリ SGハ時トシテ用ヒラル、日蓋ヲ示ス。

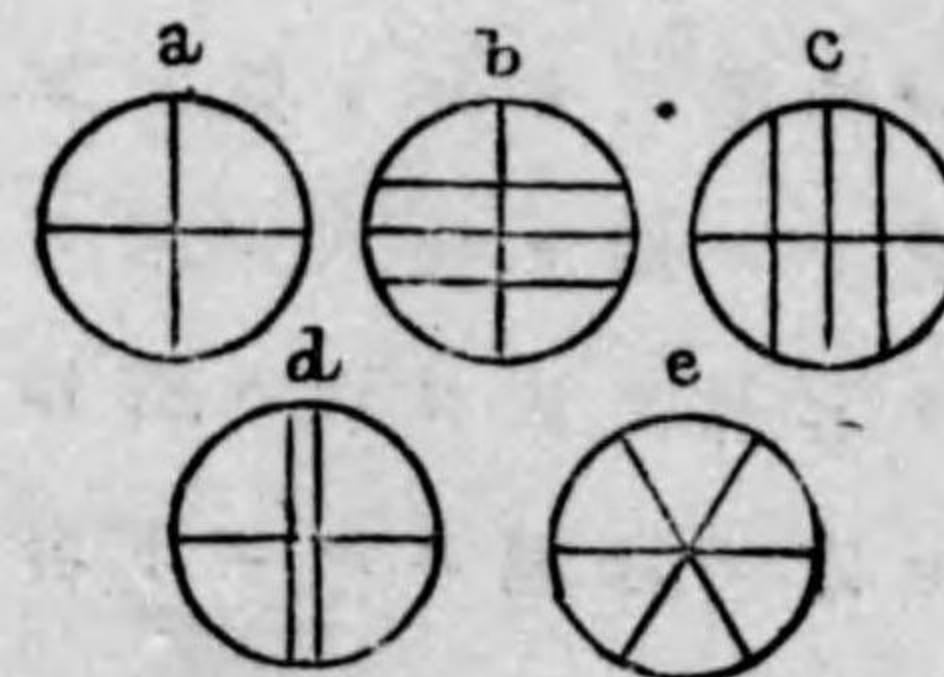
94. 反射對眼鏡。小キ星辰ヲ觀測スル時、例ヘバ南半球ニ於ケル周極星ヲ觀測スル場合ノ如キ、若シ又線ヲ照スニ反射器ヨリセル强光ヲ以テスル時ハ空ハ暗ク星影ハ甚シク不明瞭トナル虞アリ。斯カル場合ニ平行セル兩面ヲ有スル硝子ヲ望遠鏡軸ニ45°ニ配置スルコト第百三十六圖



第十六圖ノ如クスル時ハ、又線ハ勿論明瞭ニ認メラルルヲ得ルノミナラズ、摺硝子ヲ嵌メタル孔Aヨリ燭光ヲ送り入ル、時ハ光ハRニ反射シテ前方ニ充分ノ光度ヲ得ベク、且ツ燭光ヲ遠ケ又ハ近クル時ハAヨリ入り來ル光量ヲ調節スルコトヲ得ベシ。圖中L'ハ視域透鏡、Lハ接眼透鏡ヲ表ハス。

95. 又線。又線ノ最モ簡單ナルモノハ縱横ノ二線ヨリ成ル。然レドモ第百三十七圖

其ノ外種々ノ形アリ、即チ第百三十七圖ニ於テ、aハ普通ノ装置ニシテ、bハ長サ又ハ高サヲ測ルベキ轉鏡儀ノ類ニ用



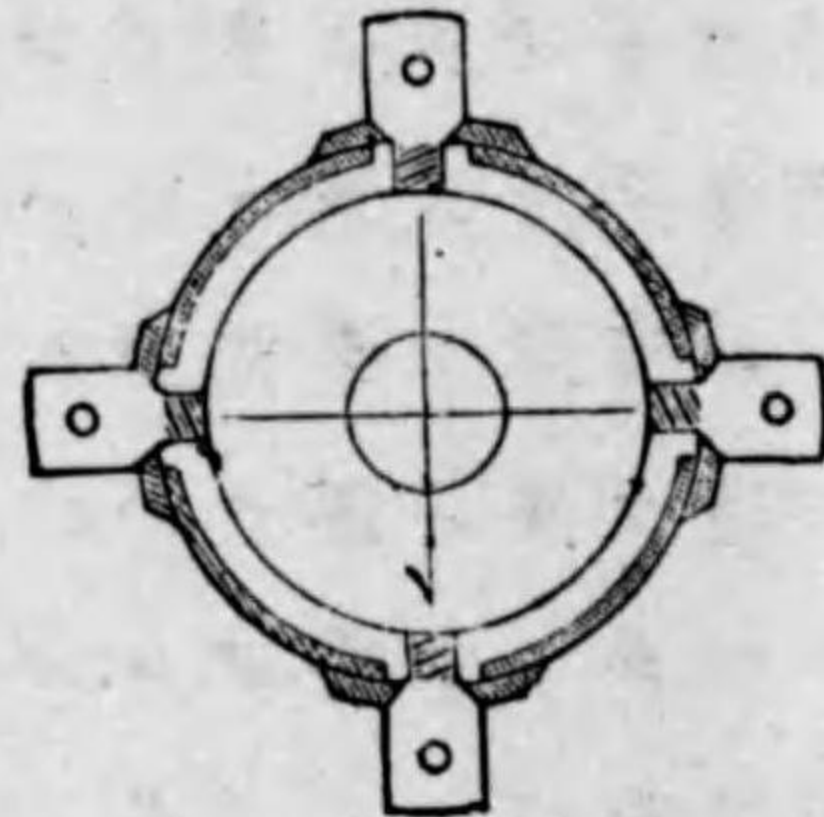
ヒラレ、上下兩端ノモノハ所謂測距絲ト名ケラル、モノナリ。cハ水準儀ノ或種類ニ用ヒラレ、dモ亦英國製ノ水準儀ニ、eモ或ル種類ノ望遠鏡ニ用ヒラル

縦横ノ又線ハ突縁ヲ有スル小環ニ膠着セラレテ一般ニ直角ヲナシ、突縁環ハ四本ノ棒螺旋ニテ鏡管内ニ支持セラル。螺旋ヲ通スベキ鏡管孔ハ小サキ楕圓形ヲナシ、少シク突縁環全體ヲ廻スヲ得ベシ(第百三十八圖)。

第百三十八圖

又線ハ蜘蛛ノ絲或ハ細キ白金線ニテ之ヲ作ル。白金線ハ不透明ナルヲ以テ、天文ノ觀測又ハ鑛山測量ノ如キ暗處ニ於テ又線ヲ燭照スベキ場合ニ適ス。蜘蛛ノ絲ハ特ニ黒キモノニ限リ、又線ニ用フベシ。而シテ白金線ハ水濕ノ影響ヲ受クルコトナキモ、蜘蛛線ハ之ガ爲ニ伸縮ナキコト能ハズ。然レドモ白金線ハ彈性ニ乏シク錆ヲ生ズル虞アリ。又蜘蛛線ハ之ヲ得ルコト容易ナルヲ以テ、野外ニ於テ又線ノ損傷セル場合ニ之ヲ修理スルコト容易ナリ。

蜘蛛線ヲ張り替フルニハ、先ヅ對眼鏡ヲ取外シテ



縦又ハ横一對ノ又線螺旋ヲ去リ、細キ絲ニテ其ノ孔ヨリ突縁環ヲ通シ、更ニ他ノ一對ノ螺旋ヲ去リテ、徐カニ環ヲ取出スベシ。蜘蛛線ハ小キ二股ノ枝等ニカラミ置キ、膠ノ類ニテ之ヲ突縁環ニ貼付ケ、後再ビ突縁環ヲ鏡管ニ取付クベシ。

對物鏡ノ光心ヲ過グル所ノ副軸ハ之ヲ視線ト呼ビ、又線ノ交點ト對物鏡ノ光心ヲ過グル視線ヲ視準線ト云フ。視線ハ視準線ト同意義ニ用ヒラル、コトモアリ。視準線ヲ過グル光線ハ透鏡ヲ經テ直進スルガ故ニ、一點ノ像ガ又線ノ交點ニ在ルトキハ、空中ニ於ケル光線ノ屈折ヲ外ニシテ、又線ノ交點、光心及視物ノ一點ガ同一直線中ニ在ルヲ知ルベシ。然レドモ若シ此ノ像ニシテ又線面上ニ在ラズバ、眼ガ其ノ像ト交點ト一直線ヲ爲ストキニ限リテ像ハ交點ト相重レルガ如ク見ユベキモ、少シク着眼點ヲ上下左右ニ變ズレバ像ハ動搖スルガ如ク見ユベシ。此ノ現像ヲ名ケテ視差ト云フ。視差ハ必ズ之ヲ避ケザルベカラズ。視差ヲ認メタル時ハ先ツ對眼鏡及又線ヲ一體トシテ動カシ、對物鏡ニ合焦スベシ。而カモ尙ホ視差ヲ除去スルコト能ハザル時ハ對眼鏡及又線ノ間ノ距離 $y$ (第百三十二圖及第百三十三圖)ヲ整正セザルベカラズ。

又線ガ望遠鏡ニ必要ナルハ前ニ述ベタルガ如クナレドモ之ヲ修正スル装置ハ一般ニ唯粗大ナル四ツノ棒螺旋ト一本ノ修正錐トアルノミ。若シ將來測量用望遠鏡ニ改善ヲ要スルモノアリトセバ必ズ先ヅ指ヲ又線ノ装置ニ屈セザルベカラズ。

第 三 節

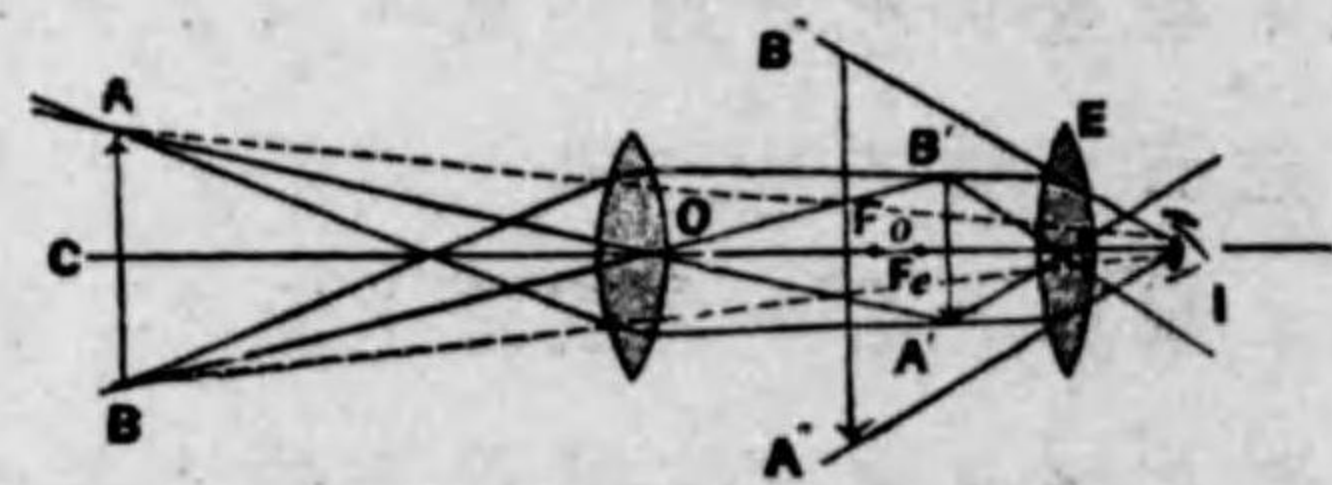
望遠鏡ノ鏡質及短處

96. 望遠鏡ノ鏡質。望遠鏡固有ノ鏡質ノ外ニ其ノ製作ノ爲ニ鏡質ノ異同ヲ生ズルコトアリ。擴度、瞭度、光度及視廣ノ如キ是ナリ。

97. 擴度又ハ擴大力。望遠鏡ノ擴度トハ之ニテ一物ヲ視キタル像ガ肉眼ニ映ム角ノ大サト、直接肉眼ニテ見タル

同物ノ角ノ大サトノ比ヲ云フ。第三百十九圖ニ於テ、

第三百十九圖



ABヲ視物、A''B''ヲ其ノ像、Iヲ肉眼ノ位置トスレバ其ノ擴度Mハ

$$(1) \quad M = \frac{\angle A''IB''}{\angle AIB}$$

ナリ。普通ノ測量用望遠鏡ニ於テハ對物鏡OトI

トノ距離IOハ30種内外ナレドモ、視物トOトノ距離COハ之ニ比スレバ甚ダ大ナルガ故ニ、角AIBハ殆ド角AOB又ハ角A'OB'ニ等シ。且又角A''IB''ハ殆ド角A'EB'ニ等シキガ故ニ

$$(2) \quad M = \frac{\angle A'EB'}{\angle A'OB'}$$

F<sub>0</sub>、F<sub>e</sub>ヲ夫々對物鏡及對眼鏡ノ主焦點、F、fヲ各其ノ焦距トスレバ、實際ニハF<sub>0</sub>、F<sub>e</sub>ハ又線面即チ像ノ生ジタルA'B'上ニ在ルモノト考フルモ差支ナキヲ以テ

$$(3) \quad \angle A'EB' = 2 \tan^{-1} \frac{A'B'}{2f}$$

$$(4) \quad \angle A'OB' = 2 \tan^{-1} \frac{A'B'}{2F}$$

是等ノ角ハ共ニ甚ダ小ナルヲ以テ

$$(5) \quad M = \frac{\frac{A'B'}{2f}}{\frac{A'B'}{2F}}$$

即チ

$$M = \frac{F}{f} \quad [47]$$

測量用轉鏡儀ニ於テハ二十倍乃至二十五倍ノ擴度ヲ適當トシ、水準儀ニ於テハ二十五倍ト三十倍ノ間ヲ以テ最モ通例ナルモノトス。

望遠鏡ノ擴度ヲ定メンニハ、30米乃至60米ノ距離



ニ目盛シタル函尺ノ類ヲ真直ニ立テ、一眼ハ望遠鏡  
ニ、他眼ハ直接ニ函尺ヲ望ムベシ。而シテ肉眼ニテ  
見タルD丈ケノ目盛ガ、望遠鏡ヨリ見タルd丈ケノ  
目盛ト重リタリトスレバ、其ノ擴大ハ

$$M = \frac{d}{D} \quad [48]$$

ナリ。或ハ又直接ニF、fヲ測定スルトキハ、前ノ[47]  
ヨリMヲ見出スコトヲ得ベシ。

98. 瞭度. 望遠鏡ノ瞭度トハ物像ガ映ズル直截  
明瞭ノ度合ヲ云フ。瞭度ハ透鏡ノ磨合セ方、琢キ方  
又ハ合成透鏡ノ主軸ガ能ク重ナレルヤ否ヤニ關ス  
又瞭度ハ散差ニ關スレドモ之ガ爲ニ生ズル明瞭ノ  
不足ハ固有ノ瑕瑾ニ數フベキモノトス。

10米乃至15米ヲ隔テ、望遠鏡ニテ鮮明ナル細字  
ヲ讀ミ、之ガ最瞭視ノ距離ニ於テ肉眼ニテ見タルモ  
ノト同ジケレバ、其ノ瞭度ハ一般ニ良好ナリトス。

99. 光度又ハ光力. 望遠鏡ノ光度トハ視點ヨリ  
直接ニ肉眼ニ達スル光ノ量ト、透鏡ヲ過ギテ來ル光  
ノ量ノ比ヲ云ヒ、對物鏡ノ孔徑、透鏡ガ光ヲ通過スル  
性質及擴大等ニ關ス。

今一般ニ光源ヨリ發射セル光ガLナル量丈ケ肉  
眼ニ入り、網膜上 $N^2$ ナル面上ニ擴布セラレタリトセ  
バ、其ノ光度Hハ

$$(1) \quad H = \frac{L}{N^2}$$

ナリ。而シテ同一物ヲ望遠鏡ヨリ窺キタル場合ニ  
 $L'$ ナル光量ガ網膜ノ $N'^2$ 面上ニ達シタランニハ、其ノ  
光度 $H'$ ハ

$$(2) \quad H' = \frac{L'}{N'^2}$$

ナリ 此ノ場合ニ望遠鏡ノ光度 $h$ ハ $\frac{H'}{H}$ ニ等シク

$$(3) \quad h = \frac{L'}{L} \frac{N^2}{N'^2}$$

今普通ノ照明ニ於テ肉眼内ニ入ル光ノ量Lハ瞳  
孔ノ面積ニ比例スルガ故ニ、其ノ直徑ヲオトスレバ、  
 $\lambda$ ヲ或係數トシテ

$$(4) \quad L = \lambda a^2$$

然レドモ望遠鏡内ヨリ肉眼ニ達スル光量 $L'$ ハ

$$(5) \quad L' = \lambda e^2$$

茲ニ對物

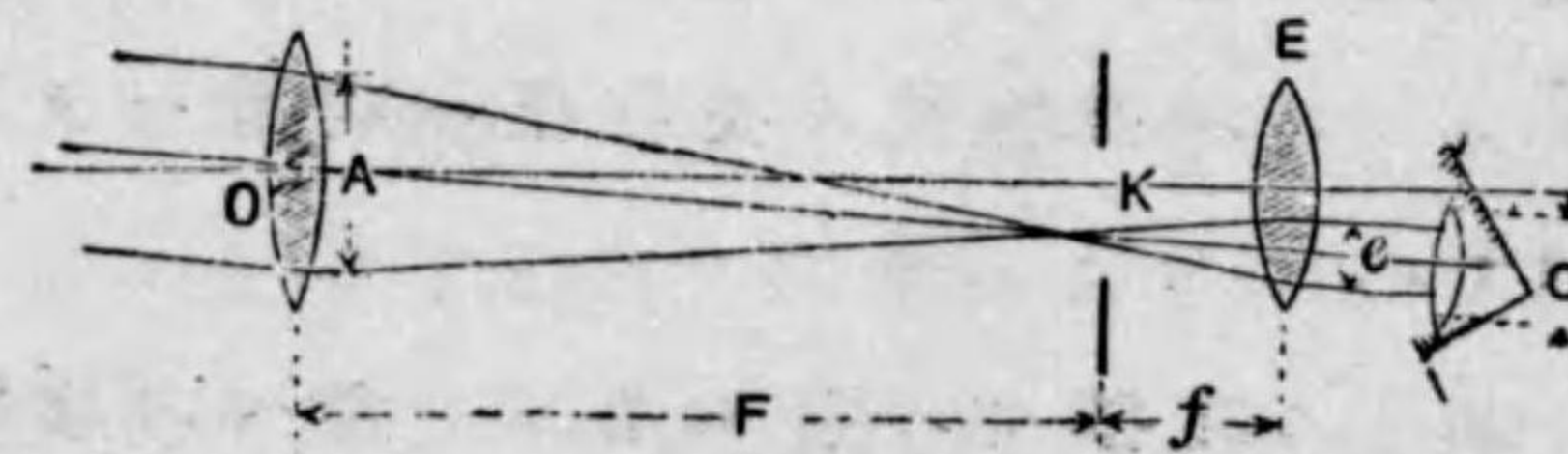
第 百 四 十 圖

鏡Oノ直

徑Aナル

面積上ニ

來レル光



線ハ殆ド全部集中シテ瞳孔ノ直徑eナル面積上ニ  
入射シ來ルヲ以テ、勿論 $\lambda$ ナル係數ハ $\lambda$ ヨリ大ナリ

而シテ E ノ透過ニ依リ失ハル、光ヲ除ケバ

$$(6) \quad \lambda A^2 = \lambda' e^2$$

故ニ又(4),(5)及(6)ヨリ

$$(7) \quad \frac{L'}{L} = \left(\frac{A}{o}\right)^2$$

且ツ網膜又ハ黄斑上ニ達スル光ノ面積ノ比  $N^2 : N'^2$   
ハ擴度ノ自乗ニ比例スルガ故ニ

$$(8) \quad \frac{N^2}{N'^2} = \frac{1}{M^2}$$

ナルガ故ニ光度  $h$  ハ(3), (7) 及(8)ヨリ

$$h = \left(\frac{A}{o}\right)^2 \frac{1}{M^2} \quad [49]$$

前ノ推論ニ於テハ  $o$  ハ  $e$  ヨリ大ナルモノト假定  
シタレドモ、若シ  $o = e$  ナレバ其光度ハ最大ニシテ

$$h_{max} = \left(\frac{A}{o}\right)^2 \frac{1}{M^2} = \left(\frac{F}{f}\right)^2 \frac{1}{M^2} = 1 \quad [50]$$

即チ最大光度ハ自然光度ニ等シ。若シ又  $o$  ガ  $o$  ヨ  
リ小ナレバ對物鏡ノ全孔徑ハ利用セラレザルモノ  
トナル。

瞳孔ノ直径  $o$  ハ強キ光線ニ逢ヘバ收縮シ、弱キ光  
線ニ逢ヘバ擴大ス。從テ一定ノ値ヲ有セズト雖モ  
 $o = 2$  耗、又ハ  $o^2 = 5$  トスレバ、[49]ヨリ  $A$  ヲ耗ニテ表ス

トキハ

$$h = \frac{1}{5} \left(\frac{A}{M}\right)^2 \quad [51]$$

對物鏡ノ孔徑 25 耗乃至 40 耗、擴度凡ソ 20 乃至 30 ノ  
場合ニ光度ハ次ノ如シ。

對物鏡ノ孔徑 A (耗)	25	30	40
擴 度 M	20	30	20
光 度 h	0.31	0.14	0.45
	0.20	0.80	0.36

對物鏡ノ孔徑ガ大ナレバ、之ニ入り來ル光線ノ量  
ハ大ナルヲ以テ望遠鏡ノ光度ハ大ナリ。但シ對物  
鏡ノ孔徑トハ光ヲ肉眼ニ送ル所ノ透鏡ノ部分ノ直  
徑ヲ云フ。蓋シ透鏡ノ縁ヲ完全ニ琢クハ困難ナル  
ガ故ニ縁ヨリ入り來ル光ヲ防ガンガ爲ニ、鏡管ニハ  
隔環ノ類ヲ符込ミテ中央ニ圓孔ヲ殘スヲ常トスル  
ガ故ニ、鏡孔ハ未ダ必ズシモ實際見ユル對物鏡ノ直  
徑ト同ジカラザルノミナラズ、製作ノ不完全ナルガ  
爲メ大ナル透鏡ヲ用ヒナガラ眞ニ利用セル孔徑ノ  
小ナルモノスラ稀ナラズ。

孔徑ヲ定メンニハ極メテ遠キ一點ニ望遠鏡ヲ向  
ケテ之ニ合焦シ、更ニ望遠鏡ヲ天空ニ向クベシ。此  
ノ場合ニ對眼鏡ノ後部ニハ對物鏡孔ノ實像ヲ生ス。  
ルガ故ニ、對眼鏡ヨリ數種ノ處ニ着眼シ、普通ノ擴大  
鏡ヲ以テ之ヲ視ルトキハ鏡孔ノ實像ヲ認ムルコト

ヲ得ベク、鉛筆ノ尖端ヲ對物鏡ノ外縁ヨリ徐々ニ中央ニ向テ動ストキハ、其ノ初メテ尖端ノ見ユル處ハ即チ鏡孔ノ圓周ナリ。

光ハ透鏡ニ當リテ反射スルモアリ、又之ヲ過ギテ吸收セラル、モアリ、故ニ全ク之ヲ通過セルモノハ素ヨリ其ノ一部分ニ過ギズ、故ニ最良ノ測量用望遠鏡ヲ以テシテモ、尙ホ對物鏡ニ來ル光ノ85% べるせんとヲ通過セシムルニ過ギズ、從テ粗惡ナルモノニ至リテハ、僅ニ70% べるせんと以下ニ下ルモノモアリ、但シ斯クノ如キ光ノ消耗ハ其ノ透鏡固有ノ短處ナリトス。

對眼鏡ハ擴大鏡トシテ作用スルモノナルガ故ニ光ヲ廣キ面積ニ分散ス、從テ擴大ノ大ナル程光度ノ減少スルハ免ル、能ハザル所トス、今一ノ光源ヨリ來ル光束線ガ望遠鏡ヲ經テ對眼鏡ヨリ出ル場合ニ、[50]ニ示セルガ如ク其ノ大サガ瞳孔ト同大ナル様ニ透鏡ヲ配置シタランニハ、此ノ望遠鏡ヨリ見タル物像ハ其ノ光明ノ極ニ達シタルモノナリ、即チ光ハ透鏡ヲ過グル場合ニ消散スル部分ヲ除ケバ肉眼ニテ見タルモノト同一光度ヲ得ベシ、換言スレバ望遠鏡ニシテ最良ノ透鏡配置ヲ有シタランニハ、光ノ必然消耗ヲ15% べるせんとトセバ、之ヨリ見タル

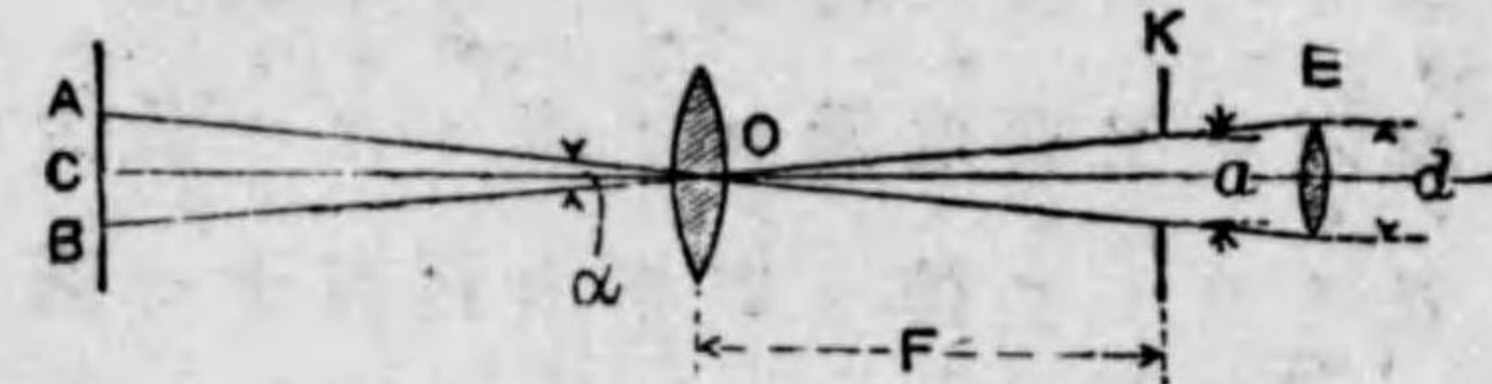
光明ハ肉眼ニテ見タルモノ、85%ニ達スベシ、然レドモ此ノ光束線ガ瞳孔ヨリ大ナラバ其ノ擴大ハ之ニ準シテ小ナルベク、若シ瞳孔ヨリ小ナラバ其ノ光明ハ之ニ比例シテ減少スベシ。

透鏡ノ光度ヲ檢スルニハ殆ド薄暗キ處ニニツノ望遠鏡ヲ並ベテ同一物ヲ見ルベシ、此ノ場合ニ、光度ノ大ナルモノハ其ノ小ナルモノヨリモ物像ハ明カニ見ユベシ。

100. 視廣. 望遠鏡ニテ覘キタル場合ニ、之ヨリ見ユル全面積ヲ其ノ視域ト云フ、視域ハ勿論一ノ圓ニテ圍マル、視廣トハ即チ此ノ圓ノ直徑ガ對物鏡ノ光心ニ於テ挾ム角度ヲ云フ、第百四十一圖ニ於テ、對物鏡及

第 百 四 十 一 圖

對眼鏡ノ主  
焦點F及F'  
ハ相重リタ



ルモノト考フルヲ得ルヲ以テ

$$(1) \quad OE \doteq F+f$$

故ニdヲ對眼鏡ノ孔徑、Sヲ視廣トスレバ

$$(2) \quad S = 2 \tan^{-1} \frac{d}{2(F+f)}$$

$$= 2 \tan^{-1} \frac{d}{2f \left( \frac{F}{f} + 1 \right)}$$

然ルニ [47] ヨリ  $\frac{F}{f} = M$  ナルヲ以テ之ヲ (2)ニ代入ス  
レバ

$$(3) \quad S = 2 \tan^{-1} \frac{d}{2f(M+1)}$$

$d$  ハ  $f$  及  $M$  = 比スレバ甚ダ小ナルガ故ニ

$$(4) \quad S = 2 \frac{d}{2f(M+1)} \rho$$

即チ

$$S = \frac{d}{f(M+1)} \rho \quad [52]$$

茲ニ  $\rho = 206265'' = 3438'$

故ニ視廣ハ對物鏡ノ大サニハ關セズシテ對眼鏡ノ  
孔徑ニ比例シ其ノ焦距ニ反比シ且ツ擴度ノ増加ト  
共ニ減少ス。此外視物ノ距離ガ増加スレバ OE ハ  
短縮スルガ故ニ視廣ハ多少増加ス。

視廣ハ又望遠鏡ヨリ視キタル最大視角ヲ以テ之  
ヲ表スコトヲ得。即チ第百四十一圖ニ於テ像ヲ生  
ズル又線面 K ノ突縁環ノ内徑ヲ  $a$  トセバ K ハ對物  
鏡 O ノ焦距ニ在ルガ故ニ O ノ光心ニ於テ挿ム視角  
 $\alpha$  ハ即チ視廣ノ大ヲ表スモノニシテ

$$\alpha = \frac{a}{F} \rho \quad [53]$$

$$\rho = 206265''$$

内徑  $a$  ハ略ギ對眼鏡ノ焦距ノ半分ニ等シキモ

ノト假定スルコトヲ得。即チ  $\alpha = 0.5f$  ニシテ [53]  
ハ亦

$$\alpha = 0.5 \frac{f}{F} \rho \quad [54]$$

又ハ

$$\alpha = 0.5 \frac{\rho}{M} \quad [54']$$

或ハ  $\rho = 57^\circ.3$  ナルガ故ニ近似的ニ

$$\alpha = \frac{30}{M} \quad [54'']$$

擴度 M	10	20	30	40
視廣 $\alpha$	3°	1°30'	1°	0.45'

一般ニ望遠鏡ノ擴度ガ二十倍ト三十倍ノ間ナレ  
バ視廣ハ 1°30' ト 1°00' トノ間ニ在リ三十倍乃至四十  
倍ノ擴度ナレバ視廣ハ 1°00' ト 0°45' ノ間ニ在リ。

直接ニ視廣ヲ定メント欲セバ凡ソ 100 米位ノ距  
離ニ在ル一物ヲ望ミ其ノ見得ベキ兩端 A, B ヲ定メ  
且ツ對物鏡トノ距離 CO ヲ知ルトキハ

$$\angle AOB = 2 \tan^{-1} \frac{AC}{CO} \quad [55]$$

ハ即チ視廣ヲ表ス

101. 望遠鏡ノ短處。透鏡又ハ反射鏡或ハ是等ヲ  
組合セタルモノニハ一物體ノ各點ヨリ發射セル光

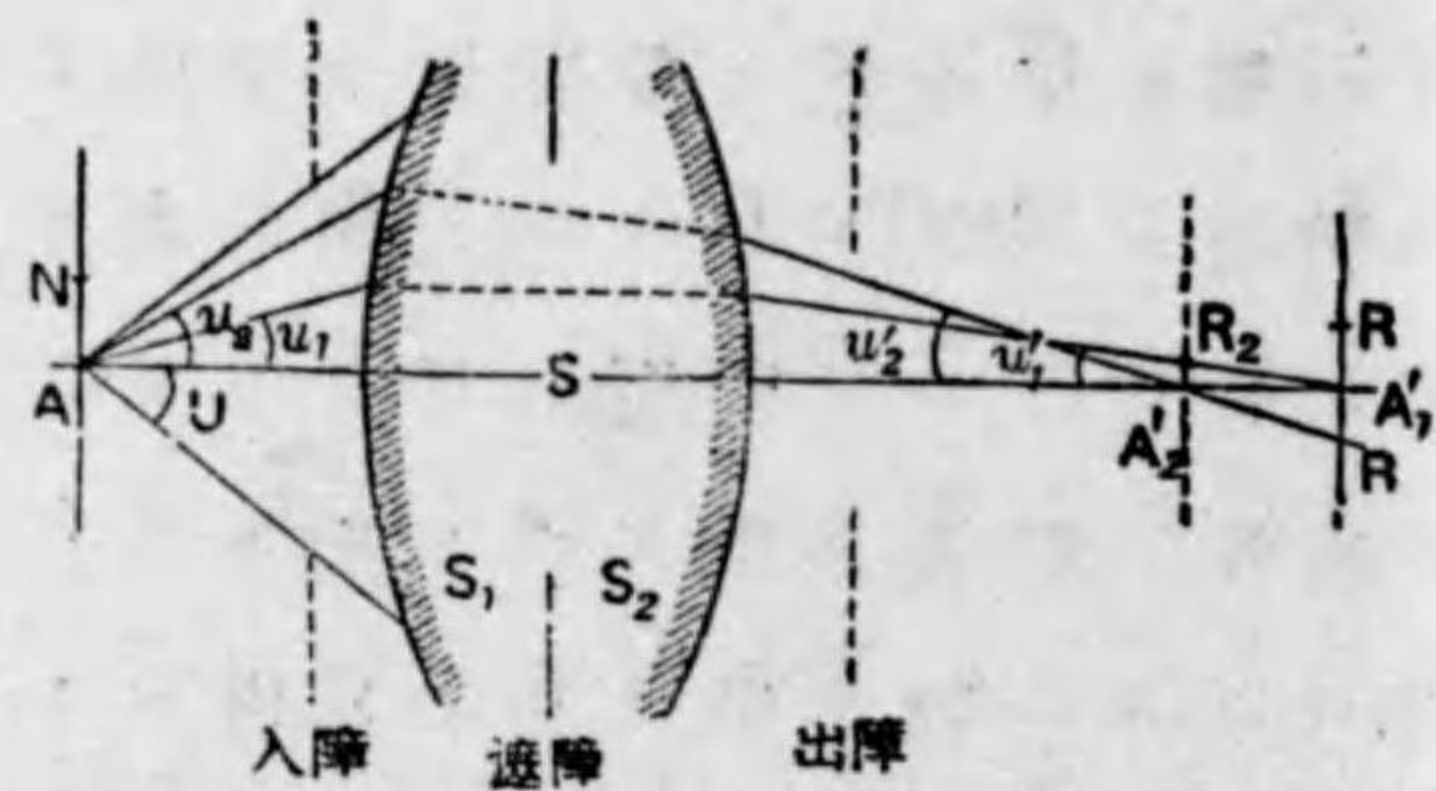
ニ合セザル現象ヲ名ケテ一般ニ收差ト云ヒ、收差ハ更ニ之ヲ單光差及色差ノニニ分チ、前者ニハ更ニ光源諸點ノ收差即チ散差ト、軸ト直角ヲ爲ス諸原點ノ收差即チ曲差ノニニ分ツヲ得。

102. 散差. 光源ナル一點ヨリ出デタル單色光ハ單透鏡又ハ透鏡系ヲ過ギテ後、悉ク他側ノ共軛焦點ニ湊合セズシテ多少散亂ス。斯クノ如ク光線ガ其ノ焦點ヨリ外ル、現象ヲ名ケテ散差ト云フ。

今第百四十二圖ニ於テSヲ以テ若干ノ透鏡ヨリ成ル所ノ或ル

第 百 四 十 二 圖

光系トシ、主軸上ノ一點Aヨリ之ト小ナル角 $u_1$ ヲ爲シテ發射セラレタル光線ハSヲ



經テ $u_1'$ ナル出射角ヲナシ、 $A_1'$ ニ於テ主軸ニ會ス。又Aヨリ $u_2$ ナル大ナル角ヲ爲シテ入射スル光線ハ亦 $u_2'$ ヲ爲シテ主軸ト $A_2'$ ニ會シ、更ニ之ヲ延長スレバ $A_1'$ ニ於ケル垂直面トR點ニ於テ交ル。但シ他ノ光系ニ於テハ $A_2'$ ハ $A_1'$ ヨリモ遠キ主軸上ニ生ズルコトアリ。前ノ場合ハ之ヲ不足更正ト云ヒ、後ノ場合ハ之

ヲ過剩更正ト云フ。而シテ $A_1'A_2'$ ヲ横ノ收差ト云ヒ $A_1'R$ ヲ孔角 $u_2$ ニ於ケル光線ノ縱ノ收差ト云フ。故ニ $u_1$ ナル角ヲ以テセル光線ガ最大收差ノモノナラシムニハ、 $A_1'$ ニ於ケル垂直面ニハ半徑 $A_1'R$ ノ朦朧圓盤ヲ見ルベク、 $A_2'$ ニ於ケル垂直面ニハ亦半徑 $A_2'R_2$ ナル他ノ圓盤ヲ生ジ、是等二者ノ間ニハ最小朦朧ノ圓盤ヲ有スベシ。

一透鏡ノ縁、又ハ若干ノ透鏡系ノ間、前又ハ後ニ立テタル圓孔ヲ有スル薄板ハ光線ガ此ノ透鏡系ヲ通過シ得ル最大孔徑又ハ角U(第百四十二圖)ヲ定メ、此ノ薄板ヲ名ケテ隔膜又ハ遮障ト云フ。透鏡系ノ一部 $S_1$ ハ前ニ隔膜ノ像ヲ生ジ、之ヲ入障ト云ヒ、他ノ一部 $S_2$ ハ亦後ニ隔膜ノ像ヲ生ジ、之ヲ出障ト云フ。

若シ夫レ光源ガ著シク遠距離ニアラシムニハ光線ハ平行線トナリテ最前端ノ透鏡ニ入射ス。故ニ透鏡系ヲ過ギテ後相交ル距離ハ其ノ入射ノ初メ主軸ヨリノ距離ニ依テ異ナル。此距離ハ即チ前ニ述ベタル角Uニ代リ、孔徑又ハ入障ノ半徑ガ其最大値ヲ爲ス。

次ニ主軸ニ直角ヲ爲セル所ニ光源點ガ存在シ、例ヘバ第百四十二圖ノ主軸 $AA_1'$ ニ直角ナルANナル平面上Nニ光源ヲ有スル場合ニ、孔徑ニシテ相當ニ大ナラバ、N點ハ像ヲ作クルベキモ、亦ANニ比例セ

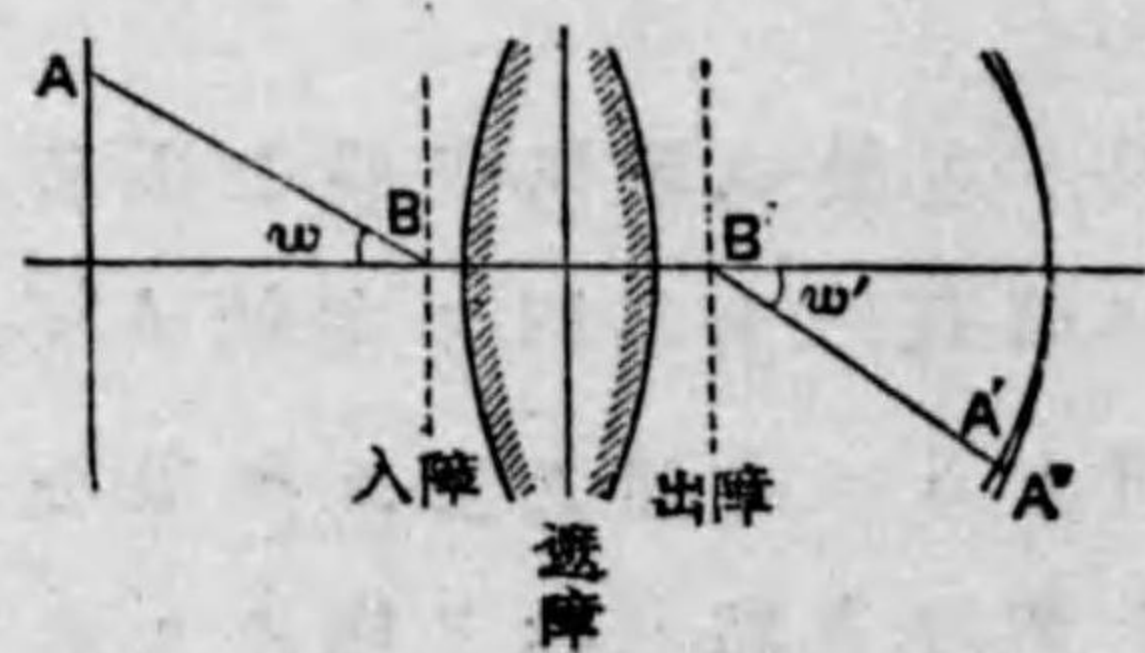
ル收差ヲ停フヲ免レズ。然レドモあつベノ所説ニ從ヒ、 $\frac{\sin u_1'}{\sin u_1} = \frac{\sin u_2'}{\sin u_2}$  ナル正弦條件ダニ滿サルレバ、A 並ニ其附近ノ諸點ヨリスル光線ノ散差ハ凡テ之ヲ免ル、コトヲ得ベシ。今若シA點ニシテ非常ニ遠距離ニ在ランニハ、 $u_1$  及  $u_2$  ニ代フルニ入射線ノ垂直高  $h_1$  及  $h_2$  ヲ以テスルコトヲ得ベク、從テ前ノ正弦條件ハ  $\frac{\sin u_1'}{h_1} = \frac{\sin u_2'}{h_2}$  トナル。此ノ條件ヲ滿シテ散差ノナキ透鏡系ヲ名ケテ無散差ト云フ。故ニ主軸上ノ諸點ノ散差及正弦條件ノ違背ハ孔徑ト共ニ急ニ増加ス。

散差ヲ矯正センニハ屈折力ヲ異ニスル所ノ冠玻璃及鉛玻璃ヲ磨合セテ所謂合成透鏡ヲ作ルニ在リ(第百三十一圖)。而シテ散差ノ有無ヲ檢査スルハ寧ロ望遠鏡ノ製造者ニ屬シ、一般ニ之ヲ檢スルハ容易ナラズ。

103. 曲差。第百四十三圖ニ於テ、A 點ヲ主軸ヨリ

若干距離ニ在ル光源又ハ非常遠距離ニ在リテ而カモ此ノ光系ト明カニ傾角ヲ爲ス所ノモノトス。今此ノ光源

第百四十三圖



ヨリ發セル光線ハ孔徑小ナル遮障ニ依テ極メテ細キモノタラシメバ、光源ヨリ來リテ光系ヲ通過シ去ル光線ハ亦極メテ小ナル入障ヲ過クルモノニ限ル。此ノ場合ニ光線ハ皆直角ヲ爲シテ透鏡系ノ面ニ入射スルモノナク、一焦點ニ像ヲ作ラズシテ、反テ二ノ焦線ニ相交リ、是等ノ焦線ハ入障ヲ過グル主光線ニ直角ヲ爲スモノト考フルコトヲ得。點差又ハ曲差ノ現象是ナリ。一ノ焦線ハ主光線及透鏡系ノ主軸ヲ含ム所ノ平面即チ子午面内ニ在リテ、他ノ焦線ハ之ニ直角ナル所ノ平面内ニ在リ。從テ二個ノ平面内ニA'及A''ナル二ノ線ヲ形クルA'A''ヲ名ケテ點差ノ長サト云ヒ、點差ノ長ハ入射線ノ傾斜角ω又ハ視廣ト共ニ増加ス。光源ガーノ平面ナル時ハ二ノ點差像面ヲ得ベク、是等二ノ面ハ主軸上ニ於テ相接ス。若シ二個ノ點差像面ガ相重ナル時ハ其光系又ハ透鏡系ヲ名ケテ無點差又ハ無曲差ナリト云フ。

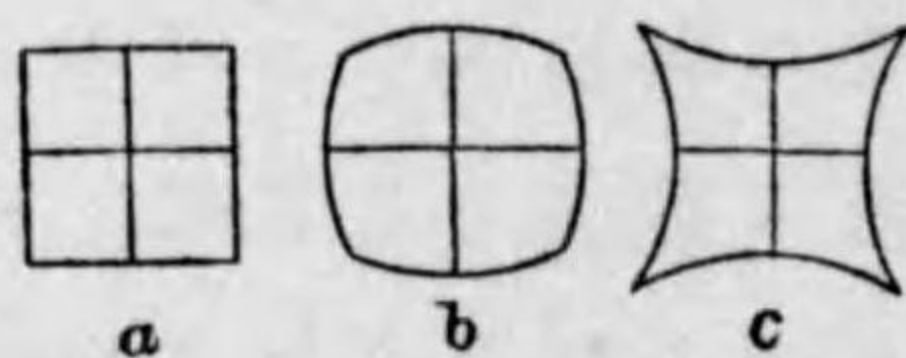
若シ其レ隔膜ノ孔徑ヲ大ニシテ多クノ光線ヲ主軸外ノ光源ヨリ送ル時ハ光線ハ極メテ複雑ナル徑路ヲ取ルベシ。而シテ一ノ平面上ニ像ヲ寫セバ一個ノ光點ノ代リニ彗星ガ主軸ヨリ尾ヲ曳クガ如ク、一點ニ對シテ非對稱ナル光斑ヲ認ムベシ。之ヲ名ケテ彗像ト云フ

今二ノ點差像面ヲ重ナラシメ、廣キ孔徑ヲ以テシテ尙直截明瞭ノ像ヲ得テ、如上ノ誤差ヲ避クルモ、尙像ノ生ズル面ノ曲率ヲ更正セザルベカラズ。多クノ場合ニ此ノ像面ハ透鏡系ニ向テ凹形ヲ爲ス。即チ第百四十三圖ニ於テA'及A''ガ重リタル場合ノ凹面是ナリ像ノ中央ニ近ク合焦スレバ縁邊ハ不明瞭トナリ、縁邊ニ合焦スレバ中央ハ不明瞭トナル。此ノ種ノ曲差ハ寫眞ニ於テ殊ニ著シ。

光源ノ各點ヨリ發スル光線ハ精密ニ像ノ一點ニ集ル時ハ即チ充分明瞭ナル像ヲ得ベシト雖モ、尙像ハ歪ミヲ生ズルコトアリ。即チ第百四十四圖ニ示セルガ如ク、視物ノ各點

第百四十四圖

ハ異ナル擴度ヲ以テ像ヲ生ズ。例ヘバ内部ガ外部ヨリモ大ナル擴度



ヲ有スルトキハ元來aニ示セルガ如キモノモ像ニ於テハbニ示スガ如ク樽形歪ミヲ生ズ。然レドモ之ニ反シテ外部ガ内部ヨリモ大ナラバくしよん形歪ミヲ現ハスコトcニ示スガ如シ。此ノ種ノ收差ナキモノヲ名ケテ正視系ト云フ。

對物鏡ニ於テハ其ノ像ガ小ナルヲ以テ殆ド曲差ヲ改メ難シト雖モ、對眼鏡ニ於テハ即チ然ラズ。今

望遠鏡ヲ角度又ハ高サノ測定ニ用フルトキハ、單ニ一點ヲ視準スルニ止ルヲ以テ、曲差ノ爲ニ誤差ヲ生ズルノ憂ナシト雖モ、視距測量ノ如キ、少クモ平面上ノ二乃至三點ヲ同時ニ觀測スルモノニ於テハ、是等二點ノ像ガ直線上ニ在ラザルガ爲ニ誤差ヲ生ズ。曲差モ亦合成透鏡ニ依リ其ノ大半ヲ救治スルコトヲ得。

曲差ノ有無ヲ檢センニハ、濃キ黒線ヲ以テ白紙ノ上ニ邊長凡ソ15mm内外ノ正方形ヲ畫キ、之ヲ視準線ニ直角ナル平面上ニ貼付ケ、且ツ前ノ正方形ガ殆ド視域全部ヲ覆フ様ニ望遠鏡全體ノ位置ヲ進退スベシ。斯クシテ尙ホ各邊ガ眞直ニ見ユルトキハ曲差ナキヲ示セドモ、若シ内方又ハ外方ニ凸凹スルコト第百四十四圖b,cノ如クナルトキハ、曲差ノ存在ヲ示スモノナリ。

104. 色差. 白光ヲ組成セル各種ノ原光ハ其ノ屈折率ヲ異ニスルガ故ニ、白光ハ稜鏡又ハ透鏡ヲ過グレバ分レテ諸種ノ原光トナル。而シテ紅光ハ屈折率最モ小ナルヲ以テ、紅像ハ透鏡ノ中央ニ近ク表ハレ、之ニ反シテ堇光ハ最モ遠クニ表ハル。其間橙黃、黃綠、青、藍ノ各光ハ亦順次ニ其ノ屈折率ノ強弱ニ從ヒ、中央ヨリ縁ニ向テ屈折分光スルヲ以テ、白物ヲ望

遠鏡ニテ見ルトキハ、其ノ像ハ中央ニハ諸色再ビ相混ジテ白色ヲ呈スレドモ、周縁ニ至ルニ從テ色ヲ帶ビ、最外縁ハ堇色ニ終ルベシ。此ノ現象ヲ名ケテ色差ト云フ。加フルニ是等各種ノ原光ハ皆夫々散差ト、少シナガラモ曲差ヲ生ズルヲ以テ、遂ニ其ノ像ハ變形シテ且ツ不分明トナルニ至ル。

今太陽すべくとらむノふらうんほーふあーC線(紅色)、D線(黄色)及F線(青色)ニ對スル一個ノ薄キ透鏡ノ屈折率ヲ夫々 $n_C$ 、 $n_D$ 及 $n_F$ トシ、其焦距ヲ夫々 $f_C$ 、 $f_F$ 及 $f_D$ トシ、透鏡兩面ノ曲率半徑ヲ $r_1$ 、 $r_1'$ トセバ、[32]ヨリ

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{1}{f_C} = (n_C - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_1'} \right) \\ \frac{1}{f_D} = (n_D - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_1'} \right) \\ \frac{1}{f_F} = (n_F - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_1'} \right) \end{cases}$$

從テ

$$(2) \quad \begin{aligned} \frac{1}{f_C} - \frac{1}{f_F} &= \frac{n_C - n_F}{n_D - 1} \frac{1}{f_D} \\ \frac{n_C - n_F}{n_D - 1} &= \nu \end{aligned} \quad [56]$$

トセバ、 $\nu$ ヲ名ケテ分散力ト云フ。今二種ノ硝子ニ就テ其屈折率ト分散力ヲ示セバ次ノ如シ。

硝子ノ種類	$n_C$	$n_D$	$n_F$	$\nu$
硅酸かるしむ冠玻璃	1.5153	1.5179	1.5239	0.0166
普通ノ硅酸鉛玻璃	1.6143	1.6202	1.6314	0.0276

而シテ殆ド $f_C f_F = f_D^2$ ナルヲ以テ

$$f_F - f_C = \nu f_D \quad [57]$$

是レC及F線ノ色差ヲ表ハス所ノモノナリ。

今一ノ透鏡ニ就テ焦距ノ反數ヲ鏡力トシ一般ニ $\phi$ ヲ以テ之ヲ表ハシ、且ツ $\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} = k$ トセバ

$$(3) \quad \phi = (n - 1)k$$

故ニ(3)ヲ微分シ、且ツ多少ノ變更ノ後、 $\frac{dn}{n-1} = \nu$ ナルヲ以テ

$$(4) \quad d\phi = \frac{dn}{n-1} \phi = \nu \phi$$

然ルニ二ノ透鏡ノ焦距ヲ夫々 $f_1$ 及 $f_2$ トシ、合成透鏡ノ焦距ヲ $f$ トセバ

$$(5) \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

又ハ(5)及(4)ヨリ夫々尾符ヲ用ヒテ

$$(6) \quad d\phi = \nu_1 \phi_1 + \nu_2 \phi_2$$

無色差ノ爲ニハ $d\phi = 0$ ナルヲ要ス。從テ(6)ヨリ

$$\frac{\phi_1}{\phi_2} = -\frac{\nu_1}{\nu_2} \quad [58]$$

又ハ(3)ヲ微分スレバ $d\phi = kdn$ ヲ得ベク、(5)ト併セテ

$$\frac{k_1}{k_2} = -\frac{dn_2}{dn_1} \quad [59]$$

故ニ無色差ニハ無散差ト同ジク、鏡力 $\phi_1$ 及 $\phi_2$ ガ反對ノ符號ヲ有セザルベカラズ、或ハ收斂及放散兩透鏡ヲ組合セザルベカラズ。此ノ場合ニ合成透鏡ノ四ノ半徑ハ[58]又ハ[59]ヲ満足セシメザルベカ



ラズ。而シテ一般ニ分散力ノ異ナル冠玻璃及鉛玻璃ヲ組合セテ色消透鏡トシ、對物鏡ハ勿論對眼鏡ニモ亦屢々用ヒラル

然レドモ無色差ニハ理論上唯二種ノ原色ニ限ルコト[58]ニ示スガ如シ。從テ他色ニ對シテハ亦色差ヲ生ズベキ理ナレドモ、實用上ニハ器械ノ目的ニ應ジタル二色ノ色差ヲ無クシテ充分トスルモノナリ。

色差ノ有無ヲ檢スルニハ、白色物ヲ視準シテ其ノ像ノ周縁ニ果シテ彩ラレタル痕跡ナキヤ否ヤヲ注意スベシ。若シ其ノ周縁ニシテ白色劃然タラバ、即チ色差ナキナリ。

#### 第 四 節

##### 望遠鏡ノ取付及附屬物

105. 望遠鏡ノ取付。望遠鏡ヲ測量器械ニ取付クル主ナル方法三種アリ

第一 望遠鏡ヲ二ノ Y 又ハ Y 支ト名クルモノノ間ニ載スルモノニシテ、Y 支ノ断面ハ望遠鏡ノ管軸ニ直角ヲナス。而シテ是等ノ Y 支ハ器械ニ緊著セラレ、鏡管ハ其ノ間ニ在リテ管軸ノ周圍ニ回轉スルコトヲ得 Y 形水準儀ハ即チ此ノ方法ヲ用フ。

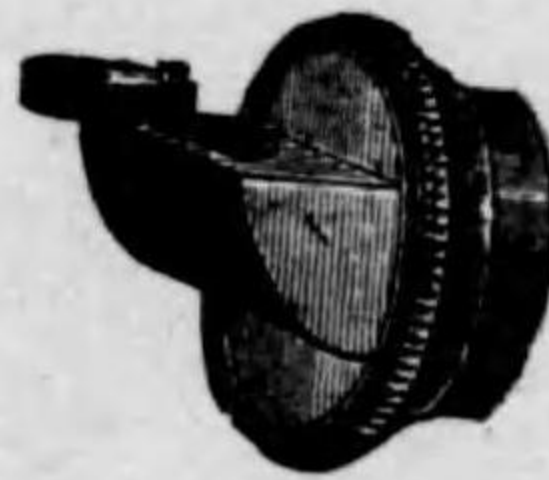
第二 望遠鏡ノ鏡管ハ一ノ横軸ニ緊著シテ、其ノ

周圍ニ回轉スルヲ得ベク、是等ノ管軸ト横軸トハ互ニ直角ヲナスベキモノトス。但シ此ノ横軸ハ固ヨリ鏡管ノ兩側ニ取付ケラル、モノニシテ、軸ノ兩端ハ器械ニ堅ク取付ケラレタル軸承即チ支脚ニ支ヘラル。轉鏡儀等ハ此ノ取付法ヲ用フ。

第三. 望遠鏡ハ堅ク器械ニ取付ケラレ、復タ取リ外スヲ許サズ。短肥水準儀ハ即チ此種ニ屬ス。

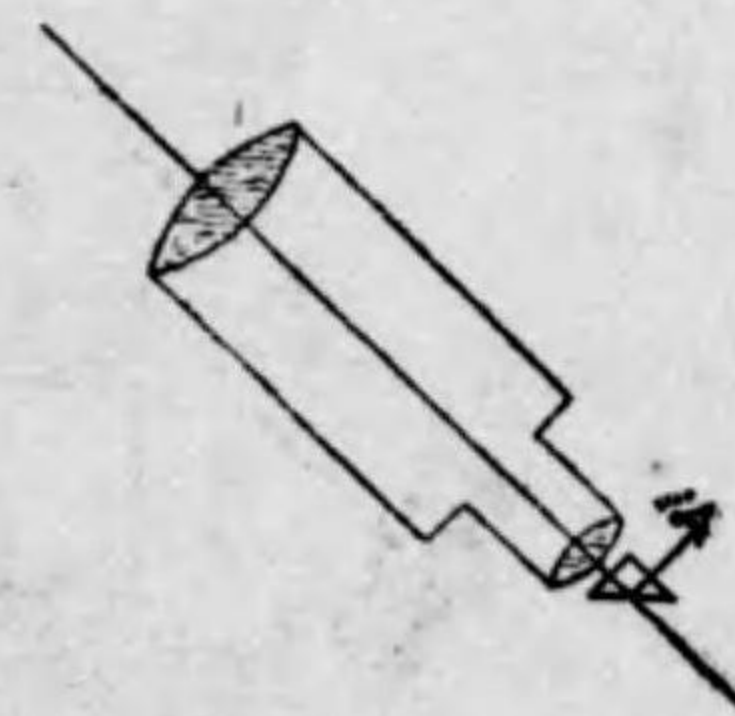
##### 106. 望遠鏡附屬物。

第一. 斜稜鏡。殆ド垂直ニ近キ視準ヲナス場合ニ、普通ノ對眼鏡ヨリ視クハ非常ニ不便ナリ。此ノ際ニハ第百四十五圖及第百四十六圖ニ示セルガ如ク斜稜鏡ヲ用ヒ視準線ヲ反射セシム(93參照)。



第百四十五圖

第二. 反射器。夜間又ハ暗黒中ノ視準ニ當リテハ又線ヲ見ルコト能ハザルヲ以テ第百四十七圖ニ示セルガ如キ反射器ヲ對物鏡端ニ取付クルコトアリ。此ノ反射器ハ楕圓形ヲナシ中央ニ楕圓形ノ孔ヲ有シテ視準ニ妨ゲナカラシメ、内面ニハ鍍銀シテ光ヲ反射シ鏡管



第百四十六圖

第百四十七圖

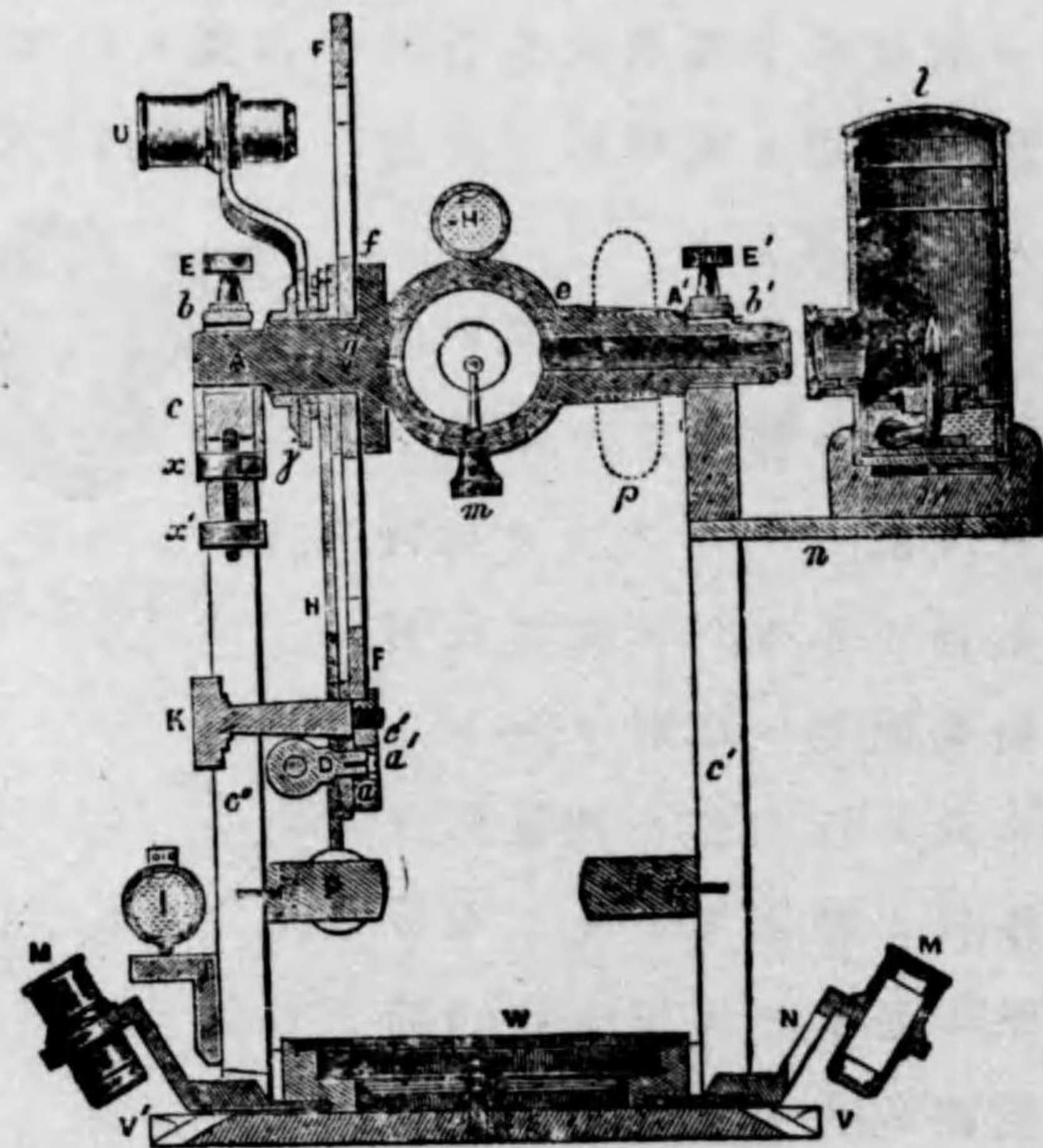


内ノ又線ヲ照サシム。

又小サキ反射鏡ヲ望遠鏡ノ横軸ヨリ挿入シテ且ツ横軸ノ一端ニハ燈火ヲ備へ横軸内ノ小孔ヨリ火光ヲ導入シテ斜ニ傾ケタル小反射鏡ヨリ反射光ヲ

又線ニ送入スル装置ヲ備フルモノモアリ。天文ノ觀測、隧道測量等ニハ頗ル有用ナリトス(第百四十八圖)

第 百 四 十 八 圖



第三. 測距絲. 又線ノ外ニ特ニ横又線ニ平行ナル二本ノ蜘蛛線又ハ白金線ヲ云フモノニシテ、測距絲測量ノ骨子ヲ爲ス。

第四. 護塵蓋. 對物鏡ノ滑子端ニ嵌込ムベキモノニシテ塵埃等ガ滑子ニ入ルヲ防グ。

第五. 讀微鏡. 時トシテハ讀微鏡ヲ望遠鏡又ハ測微鏡ニ附屬スルモノアリ 殊ニ天文用轉鏡儀及經緯儀ニ於テ然リトス。然レトモ測量用ノモノニハ極メテ少シ。

## 第 五 章 轉 鏡 儀 測 量

### 第 一 節

#### 轉 鏡 儀 ノ 構 造

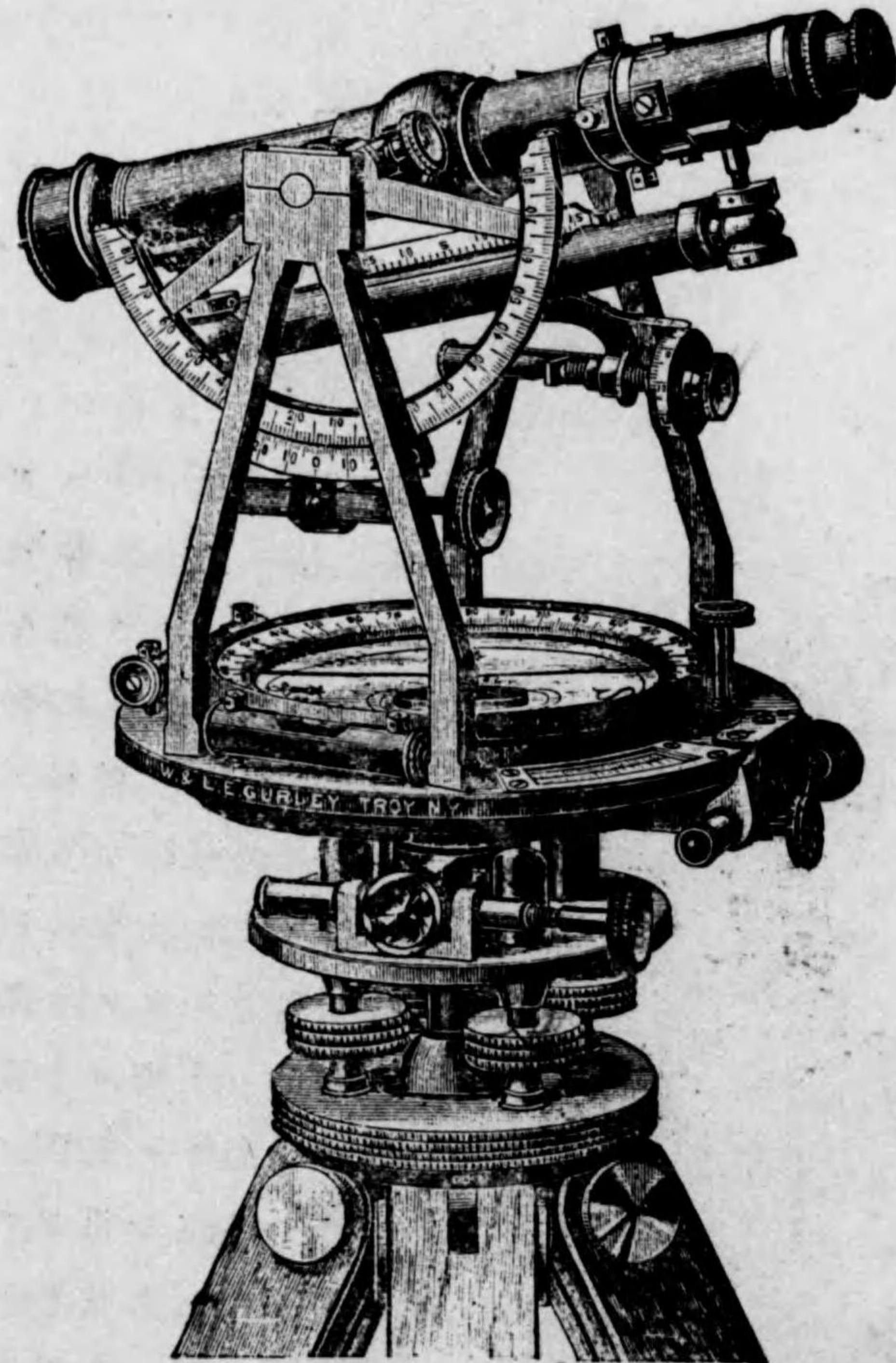
107. 轉鏡儀ノ主要部. 一般ニ轉鏡儀ノ主要ナル部分ハ視準線、豎軸及橫軸并ニ是等兩軸ノ周圍ニ於テ視準線ノ回轉ヲ測ルベキ縱橫二ノ分度圈、即チ豎圈及橫圈ニシテ、其主ナル目的ハ角度又ハ方向ヲ測ルニアリ。而シテ望遠鏡ヲ悉ク橫軸ノ周圍ニ回轉スルヲ得ザルモノハ之ヲ經緯儀ト呼ブ。

轉鏡儀ハ其ノ構造ト用途ノ差異ヨリ、工師轉鏡儀、測量轉鏡儀、鑛山轉鏡儀、建築轉鏡儀等ニ分チ、之ヲ天文轉鏡儀ニ區別スルコトアリ。但シ處ニ依リ、又ハ製造會社等ニ依リ、特種ノ稱呼ヲ轉鏡儀ニ用フルコトアリ、第百四十九圖及第百五十圖ハ工師轉鏡儀ヲ表ス。又第百五十一圖ハ英國製、第百五十二圖及第百五十三圖ハ獨逸製轉鏡儀ヲ表ハス。

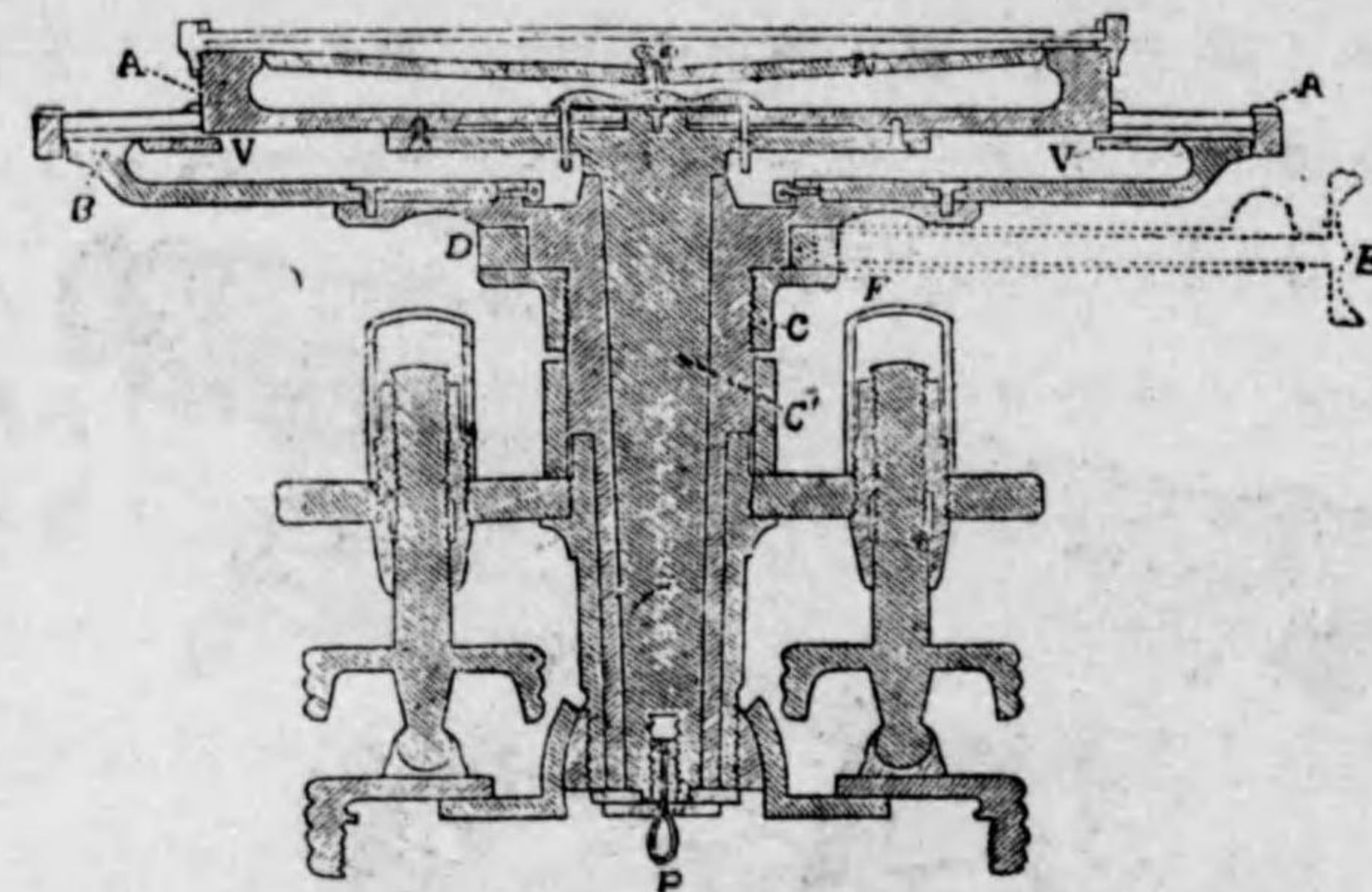
轉鏡儀ノ大サハ其ノ分度圈ノ直徑ヲ以テ呼ブコトアリ。或ハ羅針ノ長サヲ以テスルコトアリ。

109. 望遠鏡ノ橫軸及支脚. 轉鏡儀ノ望遠鏡ハ第

第 百 四 十 九 圖



第 百 五 十 圖



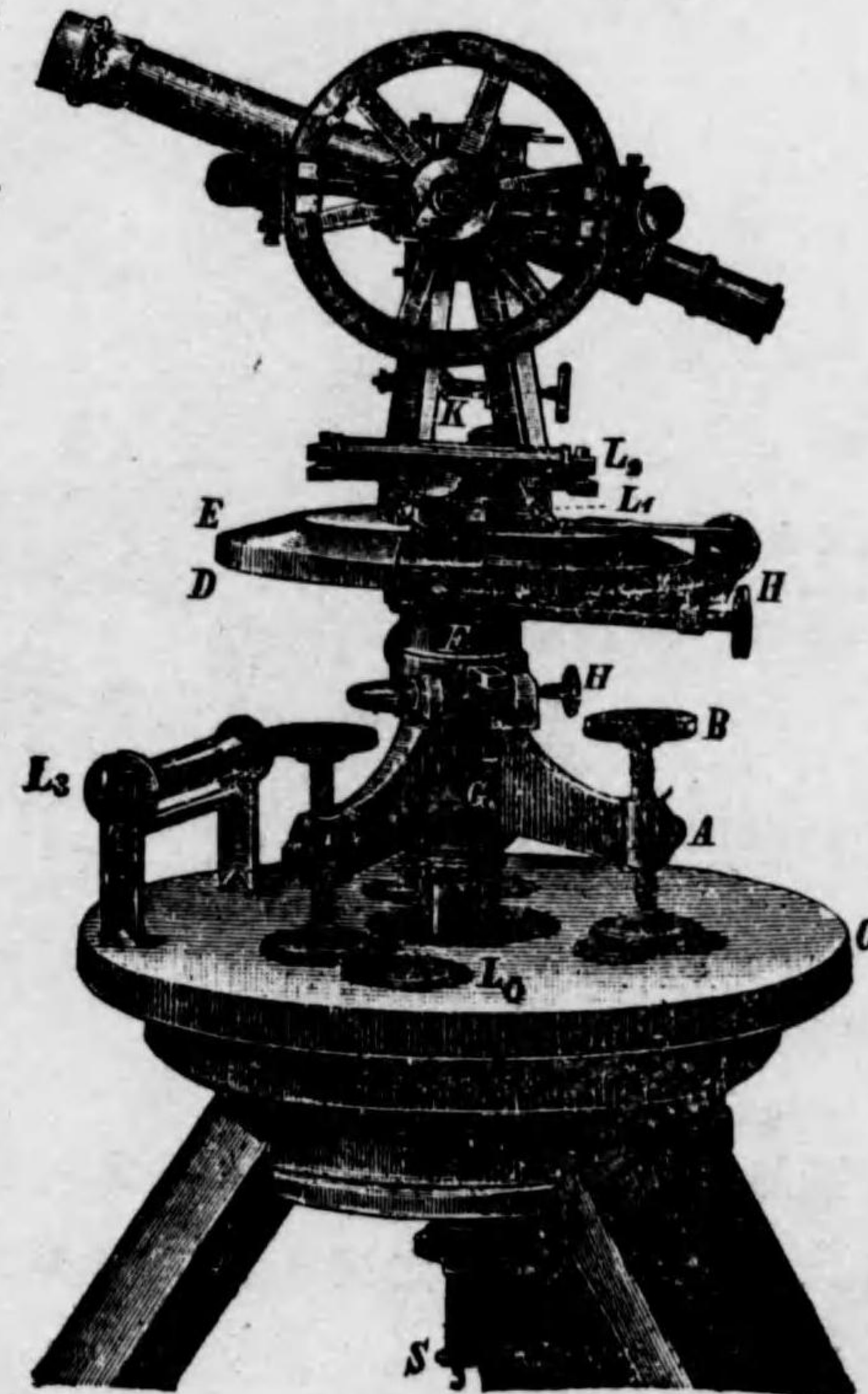
四章 105 ニ述ベタルガ如ク、第二法ニ依リテ取付ケラルモノニシテ、横軸ニ緊著シ其ノ周圍ニ回轉スルコトヲ得。又横軸ノ兩端ハ二ノ軸承即チ支脚ノ上ニ載セラレ、支脚ハ固ク上版ト名ケルモノニ附著ス。横軸ハ支脚ヨリ取外シ得ベク、而カモ支脚ノ高サハ之ヲ整正シ得ザルモノト、是等二ハ取付ケタルモノニシテ而カモ其ノ高

サヲ整正シ得ベキモノトアリ。後者ニ於テハ一方ノ支脚ノ間ニ在ル棒螺旋ニ依リテ軸承填材ヲ上下シ以テ僅カニ横軸ヲ昇降整正セシムルヲ得セシム。又他ノ支脚ニハ遊標ヲ緊著シ横軸ト共ニ回轉スル所ノ豎圈ノ目盛ヲ讀ミ得ベカラシム(第百四十九圖)。

109. 上版及下版、上緊、下緊及縱緊。第百五十圖ニ

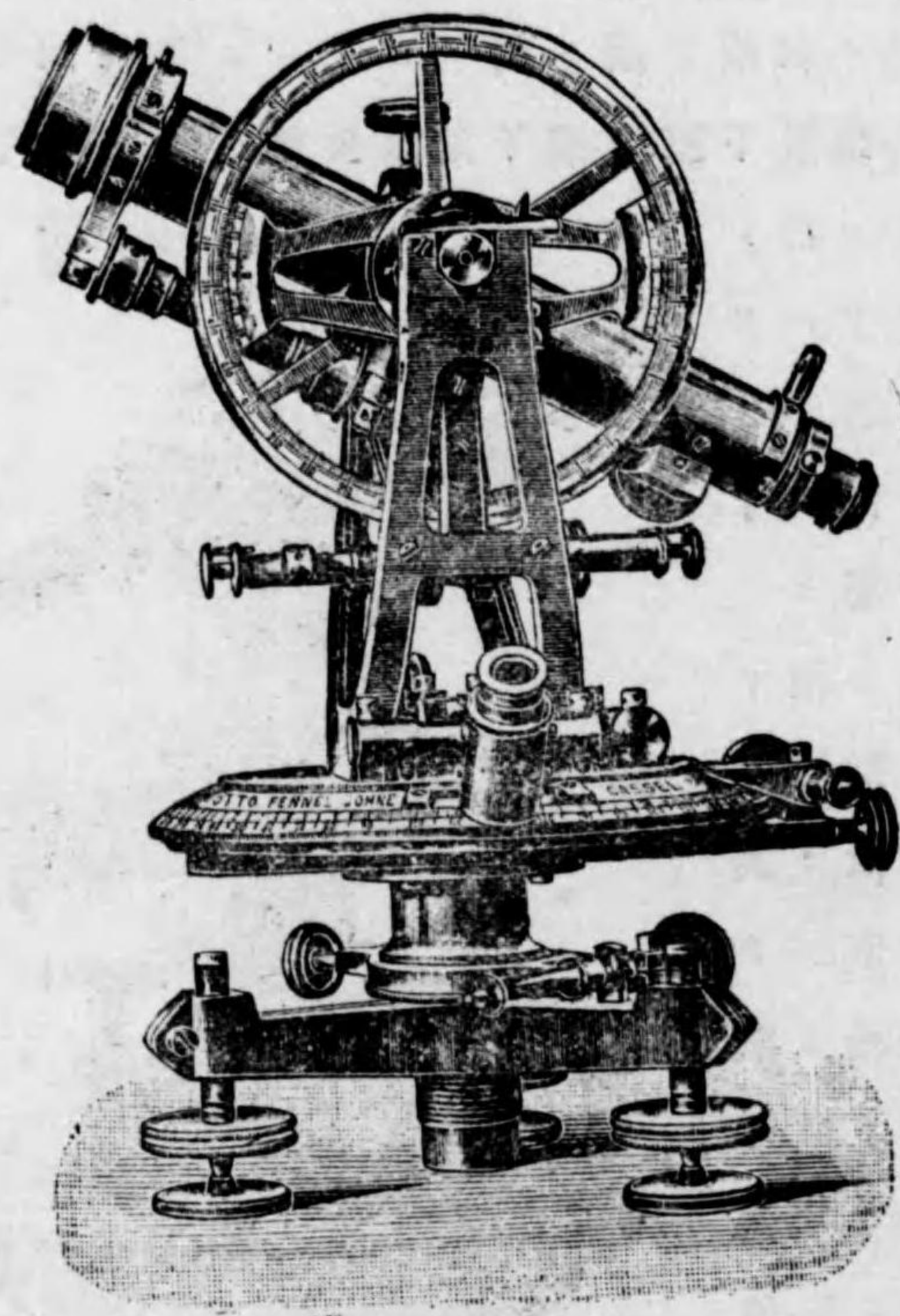
第 百 五 十 二 圖

示セルAハ即チ上版ト名ケルモノニシテ、若干ノ遊標Vヲ備ヘ、下版Bニ附屬セル横圈ト共ニ、同ジク豎軸ノ周圍ニ回轉ス。故ニ緊螺旋Eニ依リテ下版ヲ豎軸ニ緊著シ、支脚ト共ニ上版ヲ回セバ横圈ト遊標トハ即チ其ノ回轉角ヲ與フベシ。若シ又上下兩版ヲ互



ニ緊著シタルマ、堅軸ノ周圍ニ回轉スルトキハ、視準線ヲ任意ノ方向ニ向クルコトヲ得ベシ。斯クノ如ク上下兩版ノ回轉ヲ爲シ得ル轉鏡儀ハ一角ヲ反

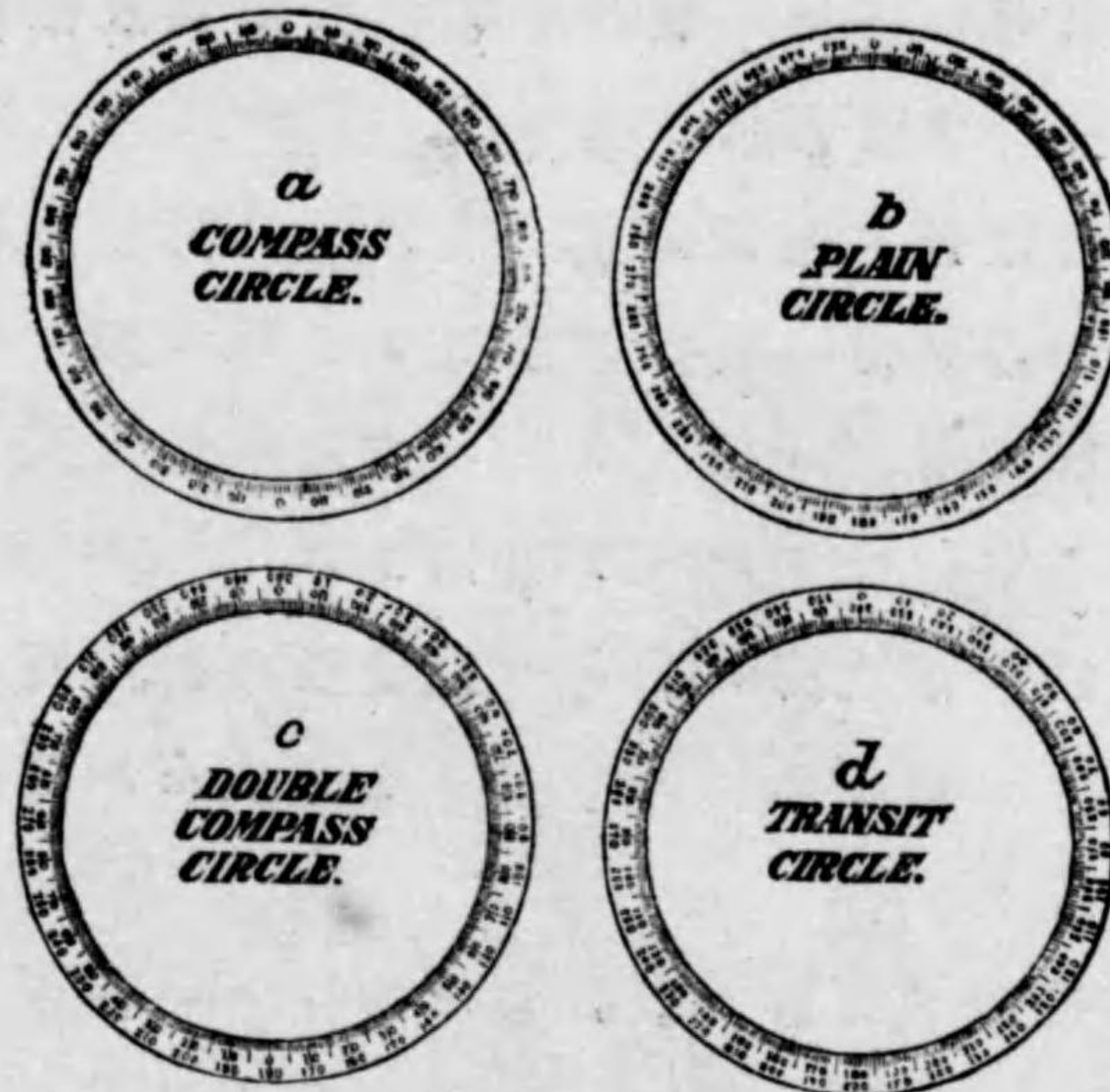
第 百 五 十 三 圖



覆累加シテ測ルヲ得レドモ、非常ニ精密ナル測角ヲ行フ場合ニハ下版定著シテ回轉セズ。

第百五十四圖ハ分度圈ノ目盛方法ヲ示セルモノ

第 百 五 十 四 圖



ニシテ、*a*ハ羅圈ト名ケ、羅盤ノ目盛ニ限リテ之ヲ用セ、*b*ハ普通分度圈、*c*ハ複羅圈、*d*ハ轉鏡儀分度圈ナリ。

上下兩版ニハ内外ノ兩軸ヲ備ヘ(第百五十圖參照)内軸*C'*ハ上版ニ、外軸*C*ハ下版ニ連リテ、更ニ整準裝置ノ窩内ニ連ル。而シテ整準裝置ハ三脚頭上ニ螺旋込マル、コト既ニ第二章42ニ述ベタルガ如シ。上下兩版ヲ緊著シ、及外軸ト整準裝置トヲ取付クルニハ、各一組ノ緊螺旋及微動螺旋ヲ要ス。是等ヲ區別スル爲メ、夫々上緊下緊ノ名ヲ以テス。此ノ外望

遠鏡ノ横軸及之ニ連絡セル遊標ト支脚ニ連結セル  
 豎圈ヲ緊著スルニハ、更ニ一組ノ緊螺旋及微動螺旋  
 ヲ要スベク、之ヲ縱緊ト名ク。

110. 轉鏡儀ノ附屬裝置. 上版ニハ羅盤ト同ジク  
 ニノ版準器ヲ備ヘ、豎軸ノ垂直ヲ正スニ用フ. 而シ  
 テ版準器ハ横圈ニ接線ヲナス方向ニ且ツ互ニ直角  
 ヲナシテ取付ケラル、ヲ通例トス。

又一般ニ兩支脚ノ間ニハ羅函及磁針(第百五十圖  
 N)ヲ有ス. 羅函ノ中ニハ素ヨリ分度セル羅圈ト遊  
 標トヲ備フ。

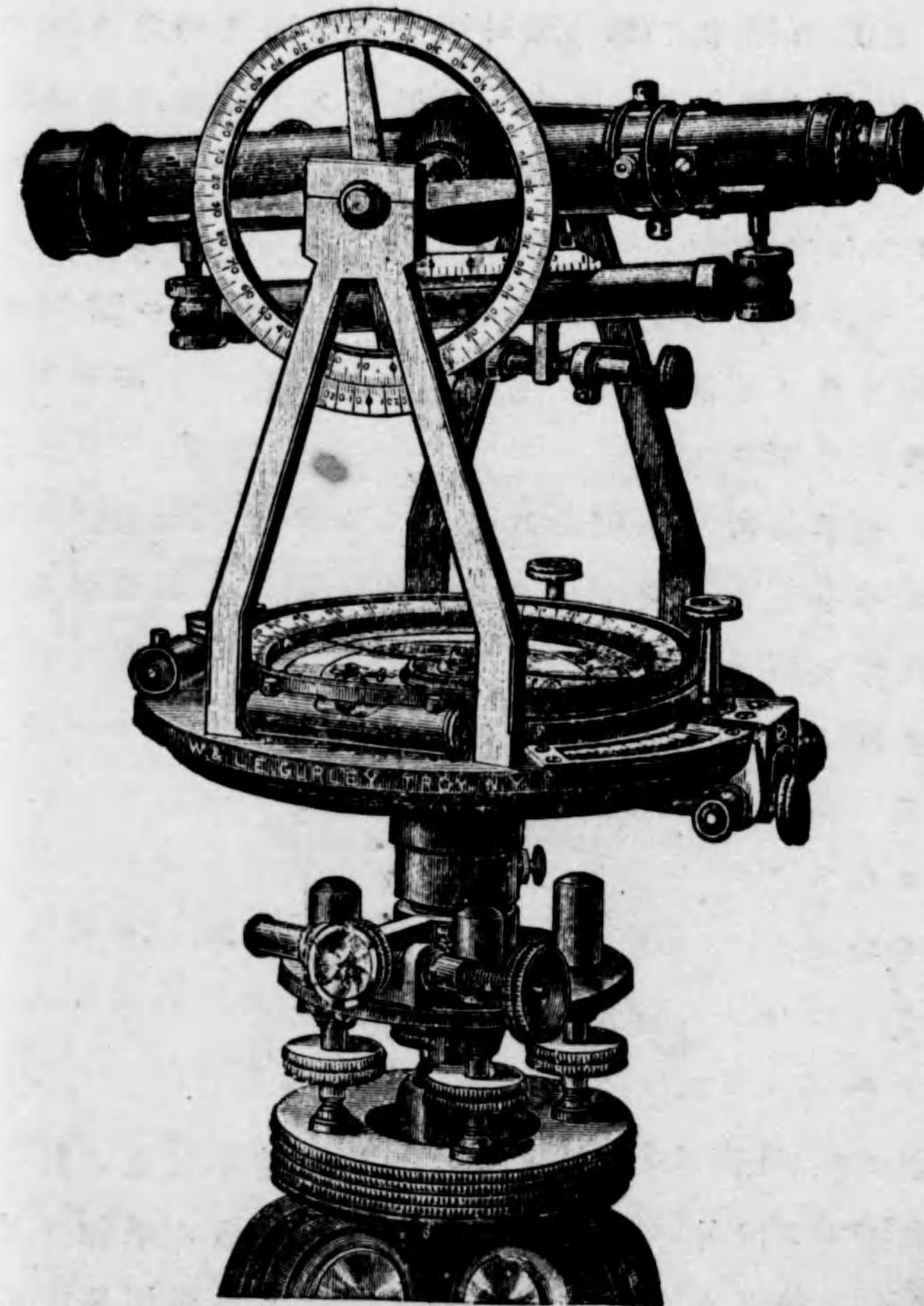
整準裝置ヲ三脚ニ取付クル方法ニハ種々アレド  
 モ第百五十二圖ニ示セルガ如ク彈條ヲ有セル底片  
 ヲ螺旋込ムモアリ. 又移心(第百五十圖參照)ハ整準  
 裝置ノ下版ニ在ル大ナル孔中ニ動キ得ベキ一種ノ  
 環ニシテ、移心ヲ有スルモノハ三脚ヲ据エタル後整  
 準螺旋ヲ弛メタルマ、器械ノ全體ヲ移動シ、内軸ノ  
 下端(第百五十圖P)ヨリ垂下シタル下振ヲ測點ノ正  
 中ニ持來スコトヲ得. 但シ下振ノ錘ノ位置ガ甚シ  
 ク測點ヨリ離ル、トキハ、三脚ヲ動かササルベカラ  
 ザルハ、第二章41ニ述ベタルガ如シ。

此ノ外多クノ轉鏡儀ニハ望遠鏡ノ下ニ泡管ヲ備  
 ヘ之ニ依リテ一種ノ水準儀ノ作用ヲ營マシム. 之

ヲ鏡準器ト云フ。

測斜螺旋ハ縱緊ノ微動螺旋ニ分度頭ヲ加ヘテ以

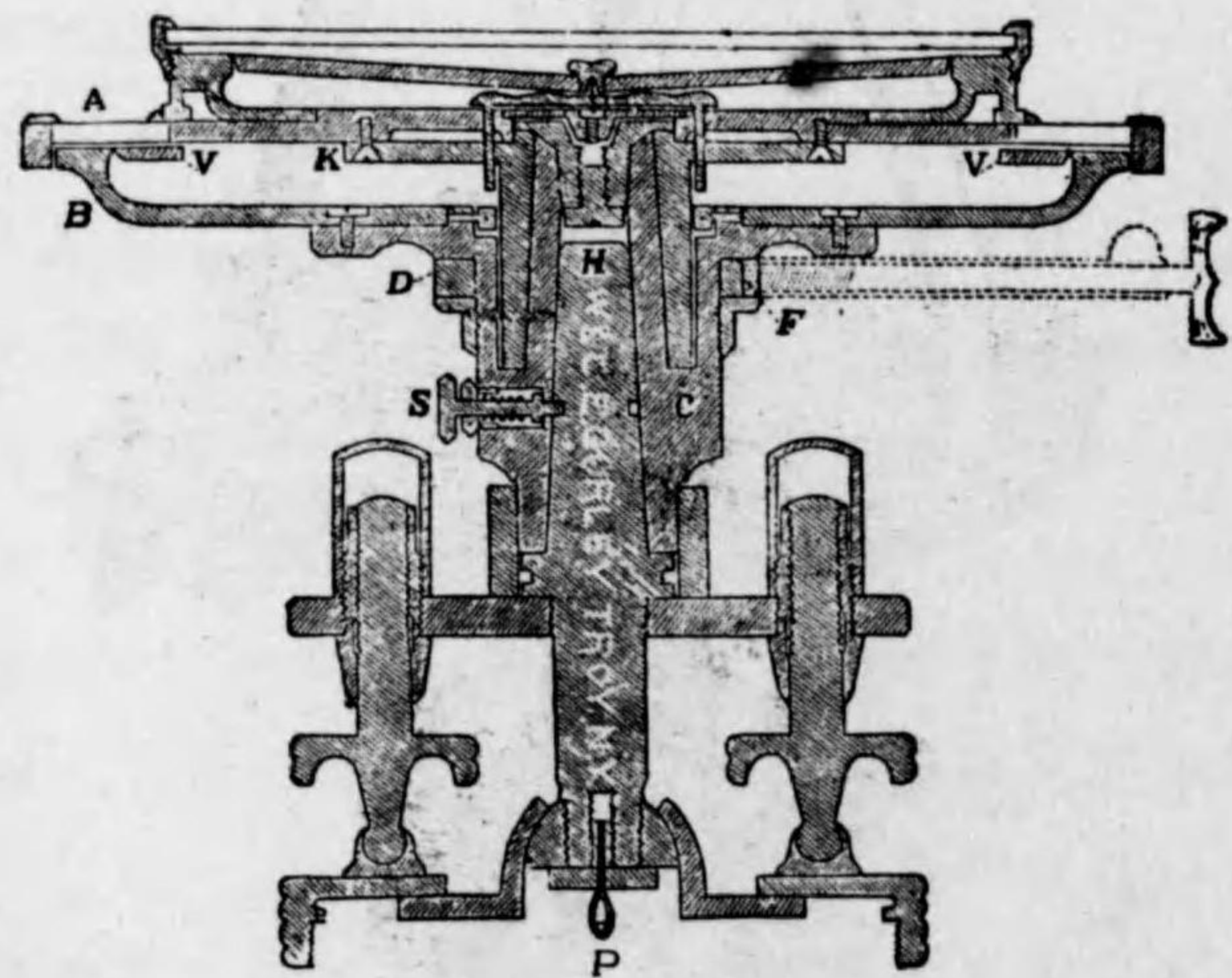
第 百 五 十 五 圖



ヲ測微螺旋ノ用ヲナサシムルモノニシテ、螺旋ノ回轉ニ依リテ視準線ヲ上下シ、其傾斜角ノ正切ガ0.01又ハ0.005ナルガ如ク螺旋ノ節距ヲ定ムルヲ通例トス(第百四十九圖)。測斜螺旋ハ勾配ヲ測定スルヲ主用トシ、兼ネテ距離ヲ定ムルコトヲ得(第六節參照

111. 測量轉鏡儀。測量轉鏡儀(第百五十五圖)ノ構造ハ工師轉鏡儀ト多ク異ル所ナシ。唯第百五十六圖ニ示セルガ如ク、其ノ羅圈ガ中心ノ周圍ニ動クヲ

第 百 五 十 六 圖



得ベク、下版 Bニ附屬セル主軸 Cハ整準裝置ノ錐形軸 Hヨリ取外スヲ得ベク、其間ニハ羅盤ノ球軸ニ於ケルガ如ク、彈鉤 Sヲ備フ。又上版 Aハ羅圈及支脚

ヲ荷ヒ、上版ノ上ニ在ル全體ノ重量ハ Cニ接スル Hノ支面ニ依リテ支ヘラルガ如キハ、稍々彼ト異ナル所ナリトス。

### 第 二 節

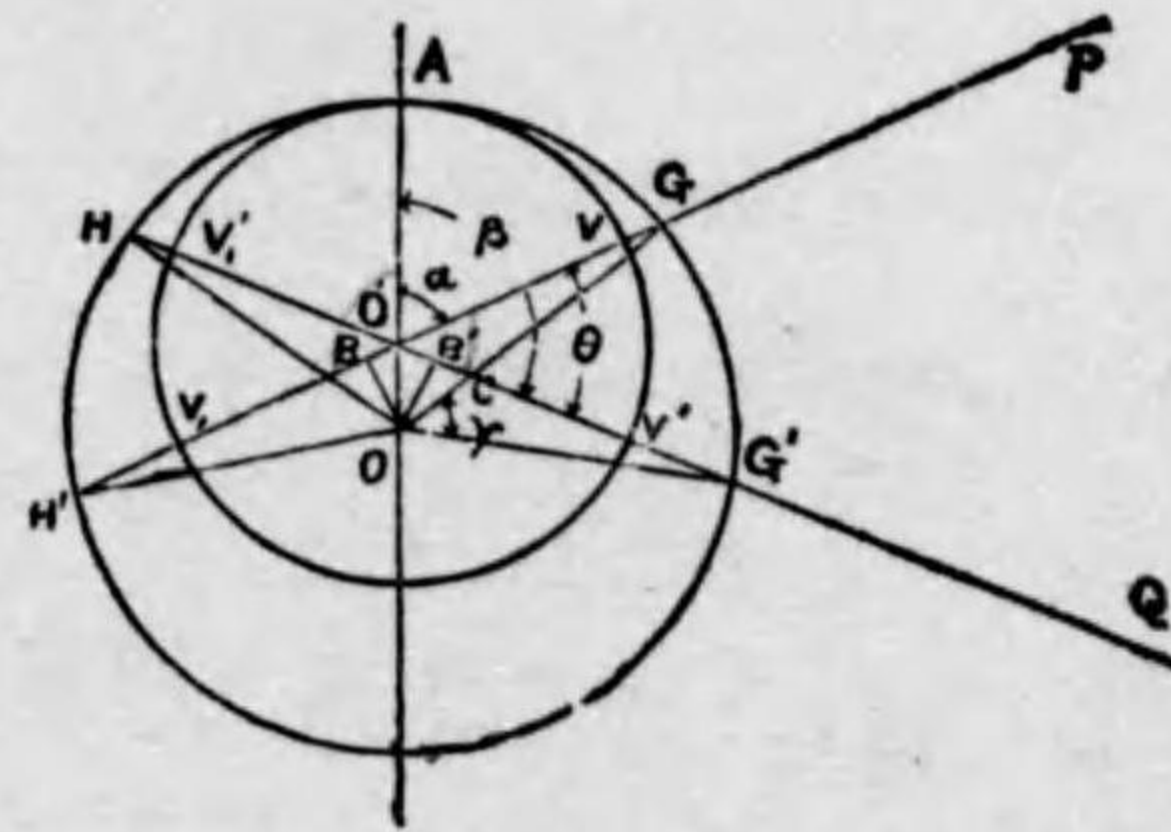
#### 轉鏡儀ノ檢査

112. 分度。豎圈及橫圈ハ凡ベテ齊一ナル分度ヲ有セザルベカラズ。今之ヲ檢スルニハ遊標ノ全長ガ分度圈ノ各部分ニ於テ同數ノ目盛ニ等シキヤ否ヤヲ見ルベシ。但シ近來分度ノ法頗ル精巧ヲ加ヘ其ノ不齊一ハ之ヲ發見スルニ困難ナル場合多シ。

113. 回轉軸即チ内軸ノ偏心。第百五十七圖ニ於テ O'ヲ内軸 C'ノ中心、

第 百 五 十 七 圖

Oヲ下版ノ分度圈 GHG'ノ中心トス。然ルトキハ望遠鏡ハ上版ノ遊標ト共ニ O'ヲ中心トシテ回轉スルガ故ニ、二點 P, Qヲ視



準シタル場合ニ、實際ノ角 PO'Qノ代リニ、角 GOG'ヲ得ベシ。此ノ場合ニ距離 OO'ヲ名ケテ偏心距離ト云ヒ、OO'ノ方向ヲ據線ト云フ。

偏心の有無ヲ檢センニハ、遊標ガ二以上アルヲ要ス。而シテノ位置ニ於テ是等遊標ノ示度ヲ讀ミ、更ニ凡ソ九十度丈ケ動シテ再ビ其ノ示度ヲ檢スベシ。此ノ時諸遊標ノ角ノ移動ガ皆相等シカラバ、即チ偏心ナキノ證ナリ。

今視準線ハO'ヲ中心トシテ二點P及Qノ方向ニ回轉シタル場合ニ、其據線ト爲ス角ガ夫々 $\alpha, \beta$ ナリトセバ、遊標V即チ視準線ガ眞ニ回轉シタル角 $\theta$ ハ

$$(1) \quad \theta = \beta - \alpha$$

ナリ。然レドモ分度圈上ニ讀ミタル角ハGOG'ニシテ、今之ヲ $\gamma$ トス。偏心距離OO'ヲ $e$ 、圓AGG'ノ半徑ヲRトシ、OヨリO'P, O'Qノ上ニ夫々垂線OB, OB'ヲ下セバ

$$(2) \quad BO = e \sin \alpha$$

$$(3) \quad \angle OGO' = \sin^{-1} \frac{e \sin \alpha}{R}$$

然ルニ角OGO'ハ甚ダ小ナルヲ以テ

$$(3') \quad \angle OGO' = \frac{e \sin \alpha}{R} \rho, \quad \rho = 206265''$$

ナリ。同様ニ

$$(4) \quad B'O = e \sin \beta$$

$$(5) \quad \angle OG'O' = \frac{e \sin \beta}{R} \rho,$$

$\angle OGO'$  及  $\angle OG'O'$  ハ夫々 $\alpha$  又ハ $\beta$  ガ直角ナル時、即

チPO' 又ハQO' ガAO'ニ垂直ナル場合ニ最大ナリ。

今OG, O'G'ノ交點ヲCトスレバ、二ノ三角形OCG' 及 O'CG ヨリ

$$(6) \quad \theta + \frac{e \sin \alpha}{R} \rho = \gamma + \frac{e \sin \beta}{R} \rho$$

即チ

$$\gamma = \theta - \frac{e}{R} \rho (\sin \beta - \sin \alpha) \quad [60]$$

故ニ偏心ノ爲ニ生ズル角ノ誤差 $\theta - \gamma$ ハ偏心距離ニ比例シ、分度圈ノ半徑ニ反比例ス。

回轉ノ中心O'ノ正反對ニ二ノ遊標V及V<sub>1</sub>アラバ、前ト同様ニV<sub>1</sub>ハ分度圈上ノ角 $\gamma'$ ヲ讀ムベク、

$$\gamma' = \theta + \frac{e}{R} \rho (\sin \beta - \sin \alpha) \quad [60']$$

ナリ。從テ

$$\theta = \frac{\gamma + \gamma'}{2} \quad [61]$$

故ニ二ノ遊標アルトキハ、其ノ示度ノ平均ハ正シキ角ヲ表ハス。

114. 遊標間ノ距離。遊標ノ數ガ $n$ アラバ、其ノ間ノ間隔ハ $\frac{360^\circ}{n}$ ナラザルベカラズ。例ヘバ二ノ遊標ナラバ $180^\circ$ 、三ナラバ $120^\circ$ ナルガ如シ。分度ト偏心ノ檢査ヲ終レル後、下版ヲ固定シテ上版ヲ廻シ、遊標ノ示度ガ夫々 $\frac{360^\circ}{n}$ ヅ、ノ差異アリヤ否ヤヲ檢スベ



シ。但シ豎角ノ測定ノ如キ場合ニハ、遊標間ノ距離ガ正シク  $\frac{360^\circ}{n}$  ナラザルガ爲ニ影響スレドモ、地平角ノ測定ニハ誤差ヲ生セズ。

115. 遊標、版準器又ハ鏡準器ト望遠鏡ノ擴度トノ比例。少シク遊標ヲ動シ、又ハ版準器或ハ鏡準器ノ氣泡ヲ動セバ、望遠鏡ニハ直ニ視物ニ於テ又線ノ移動ヲ認ムベク、又反對ニ望遠鏡ヲ僅カニ動セバ、直ニ版準器又ハ鏡準器ニ影響シ、遊標ヲ動シテ始メテ正シキ位置ヲ得ルガ如ク、互ニ相比例セザルベカラズ(第六章第五節參照)

116. 對物鏡又ハ又線ノ滑子。對物鏡ノ光心ハ望遠鏡ヲ固定シテ之ヲ出入スル際、常ニ一定ノ視準線中ニ動カザルベカラズ。即チ滑子ノ中心ハ常ニ橫軸ノ平面内ニ在リテ、之ニ直角ニ動クヲ要ス。對物鏡ガ鏡管ニ固著セル場合ニハ又線ノ運動亦然リ

橫軸ノ周圍ニ望遠鏡ヲ回轉シテ視線ヲ反轉スルヲ名ケテ轉鏡ト云ヒ、縱橫二軸ノ周圍ニ之ヲ回轉スルヲ名ケテ縱橫ノ反轉ト云フ。

第一。光心ハ橫軸ニ直角ナル垂直面中ニ動クヲ要ス。對物鏡滑子ノ運動ハ其ノ光心ノ運動トナリ、光心ノ運動ノ曲直ハ視準線ノ曲直トナル。故ニ轉鏡儀ヲ平坦ナル處ニ据付ケ、15米乃至30米ヲ隔テ

テ五六ノ杖ヲ打込ミ、上緊下緊ヲ施シテ獨リ縱緊ヲ弛メ、精密ニ又線ノ交點ヲ各杖ノ上ニ記スベシ。是ニ於テ望遠鏡ニ縱橫ノ反轉ヲ行ヒテ近キ第一點ニ視準シ、再ビ上緊下緊ヲ爲シテ前ト同ジク順次ニ又點ニ當ル所ヲ各杖上ニ記シ、是等前後ノ杖上ノ記標ヲ檢スベシ。若シ其ノ記標間ノ距離ガ第一點ヨリ順次ニ各杖ノ距離ト共ニ變セバ、滑子ノ運動ハ直線ニシテ、光心ハ垂直面中ニ動ケドモ望遠鏡ノ橫軸ニ直角ナラズ、而シテ各杖ノ前後ノ記標間ノ中點ハ橫軸ニ直角ナル垂直面中ニ在リ。滑子ヲ整正シ得ル轉鏡儀ニ於テハ、前ノ中點ヲ視準スル様ニ之ヲ更正セザルベカラズ。

第二。光心ハ橫軸ヲ含ム平面中ニ動クヲ要ス。轉鏡儀ノ中心ヨリ等距離ニ且ツ直線中ニ若干ノ杖ヲ打込ミ、其ノ上ニ準尺即チ函尺ノ類ヲ立テ、豎軸及橫軸ヲ固定シテ單ニ望遠鏡管ヲ出入シテ順次ニ各杖上ノ桿高ヲ讀ミ、更ニ望遠鏡ヲ縱橫ニ反轉シテ視準線ヲ第一杖上ノ前ノ桿高ニ固定シ、以下復タ順次ニ他ノ杖上ノ桿高ヲ讀ミ、前後ノ結果ヲ比較スベシ。若シ各杖ノ高サノ差ガ距離ニ比例シテ變化セバ、即チ光心ハ垂直面ニ直角ナル平面中ニ動クヲ示スモノニシテ、第一ト併セテ光心ガ直線中ニ動クヲ證ス。

若シ更ニ前後ノ桿高相等シカラバ、即チ光心ハ横軸ヲ含ム平面中ニ運動ス

轉鏡儀ヲ單ニ地平角ノ測定ニ用フル場合ニハ、第一ノ検査ノミニテ充分ナリト雖モ、之ヲ一種ノ水準測量又ハ豎角ノ測定ニ用フルトキハ、是等第一第二ノ検査ヲ併セ行フヲ要ス。

以上諸検査ノ外豎軸ト上版トガ直角ナルベク、羅盤ノ検査第三章59ニ述ベタル法ニ依リテ之ヲ檢スルコトヲ得。

又上下兩版ノ内外兩軸ハ同一ノ中心ヲ有スルヲ要スレドモ、極メテ精密ナル測角ヲ行フ場合ノ外ハ器械製作ノ漸ク精巧ナルガ爲メ、此種ノ検査ヲ不用ナラシメツ、アリ。

遊標面ト分度圈ノ面トガ平高ナラズシテ讀角ニ不便ナルノミナラズ、少シク斜ノ位置ヨリ角度ヲ讀ムトキハ、往々ニシテ視差ヲ生ズルコトアリ。

### 第 三 節

#### 轉鏡儀ノ整正

117. 轉鏡儀整正ノ要旨。前ニ述ベタルガ如ク轉鏡儀ニハ豎軸V,横軸H,視準線Z及水準器ノ軸Lアリ、是等四軸ノ間ニハ第一、ZハHニ垂直ナラザ

ルベカラズ。第二、Lハ豎軸ニ直角ナラザルベカラズ。第三、Hハ亦Vニ直角ナラザルベカラズ。

水準器ノ構造ニ依リ、是等三ノ條件ハ次ノ如クスルコトヲ得。即チ第一 $Z \perp H$ , 第二 $L // H$ , 第三 $L \perp V$ 是ナリ。

118. 版準器。羅盤ト同ジク、轉鏡儀モ亦其ノ豎軸ヲ垂直ナラシメザルベカラズ。豎軸ヲシテ垂直ナラシメンニハ、版準器ノ接線ヲシテ豎軸ニ直角ナラシメザルベカラズ。

轉鏡儀ヲ据エタル後、相對スル一對ノ水準螺旋ヲ連ネタル直線ニ平行ナル位置ニ一版準器ヲ持來シ、前ノ螺旋ヲ用ヒテ其ノ氣泡ヲ中央ニ來ラシム。此ノ際他ノ一若クハ一對ノ水準螺旋モ之ヲ整正シテ略ボ前ノ螺旋ト共ニ版ヲ平ナラシムルヲ便トス。是ニ於テ上版又ハ上下兩版ヲ $180^\circ$  丈ケ豎軸ノ周圍ニ回轉シテ氣泡ノ位置ヲ檢スベシ。若シ尙ホ中央ニアラバ即チ可ナリ。然ラザレバ版準器ノ一端ニアル棒螺旋ニテ泡管端ヲ上下シ、氣泡前後ノ位置ノ半分丈ケヲ正シ、他ノ半分ハ水準螺旋ヲ用ヒテ更正スベシ。而シテ更ニ再三此ノ整正ヲ反覆スベシ。又第二ノ版準器ハ前ト同様ニ整正スルヲ得レドモ、前ノ整正ニ依リテ豎軸ハ既ニ垂直トナレルガ故ニ、

直チニ此版準器ノ氣泡ヲ中央ニ來ラシムルヲ良トス。

此ノ整正ハ單ニ豎軸ノ垂直ヲ求ムルニ止マレドモ、117ニ依リ豎軸ト上版ハ直角ヲナスガ故ニ、豎軸ガ垂直ナレバ上版ハ自ラ地平ヲ爲ス。

又此ノ整正ハ全ク羅盤ノ整正61ニ同ジケレドモ、彼ニ於テハ一般ニ球窩接合ヲ用フル代リニ、此ニ於テハ整準裝置ニ依ルヲ常トス。而シテ氣泡前後ノ位置ノ半分ヲ泡管ト球軸又ハ整準裝置ニ依リテ更正スルノ理ハ彼是全ク相同ジ

119. 又線. 轉鏡儀ヲ用ヒテ地平角ヲ測ルトキハ其ノ視準線ヲシテ望遠鏡ノ橫軸ニ直角ナラシメザルベカラズ. 之ヲ縱又線ノ整正ト云フ. 若シ又轉鏡儀ヲ豎角又ハ高サノ測定ニ用フルトキハ、縱又線ノ整正ノ外ニ、兼ネテ又點ヲシテ對物鏡ノ光心ガ動ク平面中ニ出入セシメザルベカラズ. 之ヲ橫又線ノ整正ト云フ.

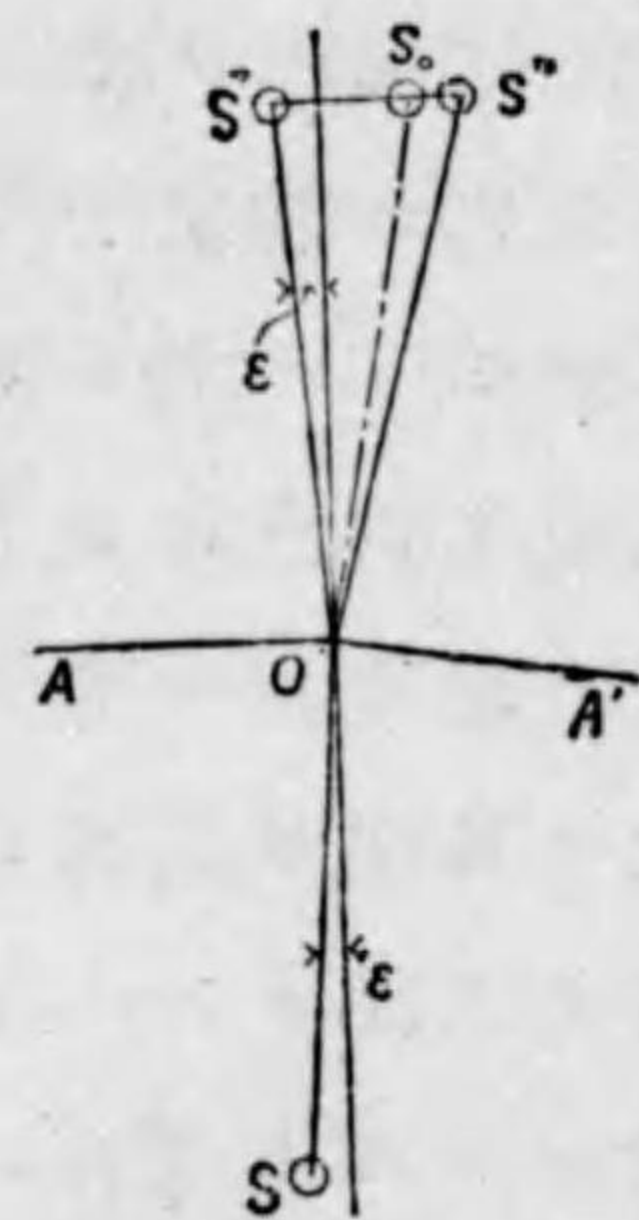
第一. 縱又線. 成ルベク平坦ナル所ニ轉鏡儀ヲ据エ、豎軸ヲ固定シ獨リ縱緊ヲ用ヒテ、30米乃至60米ヲ隔テタル杵又ハ壁上ノ一點ヲ視準シ、更ニ轉鏡ヲ殆ド同一ノ距離ニ又點ニ當ル點ヲ杵又ハ壁上ニ記スベシ. 是ニ於テ豎軸ヲ弛メ横ニ凡ソ180° 丈ケ

望遠鏡ヲ回ハシ、再ビ第一ノ點ヲ視準シテ豎軸ヲ固定シ、更ニ轉鏡シテ又點ガ第二ノ點ヲ視準スルヤ否ヤヲ檢スベシ. 若シ相合ハザルトキハ、前後二點間ノ距離ヲ四等分シテ其ノ一分ニ等シク、最後ノ視準點ヨリ最初ノ點ニ向テ印ヲ付ケ、之ニ視準スル様左右ノ又線螺旋ヲ用ヒテ縱又線ヲ動スベシ 此ノ時ニハ必ズ先ヅ一方ノ螺旋ヲ緩メラ後ニ他方ヲ緊ムベシ、然ラザレバ螺旋頭ヲ斷ツ虞アリ.

第百五十八圖ニ於テOヲ豎軸、AOヲ橫軸、SOヲ視準線ノ方向トシ、角AOSヲ

第百五十八圖

$90^\circ - \epsilon$ ニシテ、視準線ハ橫軸ノ直角ト $\epsilon$ 丈ケノ誤差ヲ有セルモノトス. 然ルトキハ轉鏡シテ第二ノ點S'ヲ得、更ニ望遠鏡ヲ横ニ回ハシテSヲ視準スレバ橫軸ハA'Oトナル. 故ニ再ビ轉鏡スルトキハS''ヲ得ベク、優角S'OS''ハ $4(90^\circ - \epsilon)$ ナルヲ以



テ劣角S'OS''ハ $4\epsilon$ ニ等シ. 然ルニS'S''ハ視準距離ニ比スレバ甚ダ小ナルヲ以テ、S'S''ヲ四等分シテ其ノS''ニ近キ第一ノ區分點ヲDトスルトキハ、角S''OS<sub>0</sub>ハ角S'OS''ノ四分之一ニ等シ. 故ニ縱又線ヲ左又ハ右ニ



動シテ  $S_0$  フ視準スルトキハ、 $A'O$  ト  $S_0O$  トハ直角トナル。而シテ倒映對眼鏡ニ於テハ縱又線ヲ右ニ動セバ視準線ハ左方ニ移動シ、立映對眼鏡ニ於テハ之ニ反シテ縱又線ヲ動カス方向ニ視準線ヲ動カシ得ベシ。

$S'S''$  ガ甚ダ短キトキハ其ノ方向ヲ斜ニ設クベシ。然ルトキハ四等分點ノ位置ヲ見出スニ便ナリ。又又線螺旋ヲ動ストキハ、充分ノ注意ヲ用ヒザレバ器械全體ヲ捻ラス虞アリ。而シテ此整正ハ數回之ヲ反覆スベシ。

・此ノ外向桿ノ如キモノニ視準スルトキハ、縱又線ヲシテ眞ニ垂直ナラシムルヲ便トスルコトアリ。是レガ爲ニハ、次ニ述ブル所ノ 120 ニ依リテ望遠鏡ノ橫軸ヲ眞ニ地平ナラシメタル後チ縱又線ノ一端ニテ明瞭ナル一點ヲ視準シ、上下兩版ヲ緊着ケテ後橫軸ノ周圍ニ望遠鏡ヲ動シテ、此點ガ常ニ縱又線上ニ沿ヒテ視ユルヤ否ヤヲ檢スベシ。若シ之ヨリ外レタルトキハ又線螺旋ヲ弛メテ少シク又線ノ突線環ヲ廻スベシ。但シ此ノ整正ヲ行ヒタル後ハ更ニ前ノ整正ヲ行ハザルベカラズ。而シテ又線ハ成ルベク其ノ又點ヲ用フルヲ得策トス。

第二 橫又線 又線ノ交點即チ又點ハ常ニ對物

鏡ノ光心ガ動ク平面中ニ在ルヲ要ス。然ラザレバ視準線ハ對物鏡ノ出入ト共ニ其ノ方向ヲ變ズベク、豎角又ハ高サノ測定ニ適セズ。

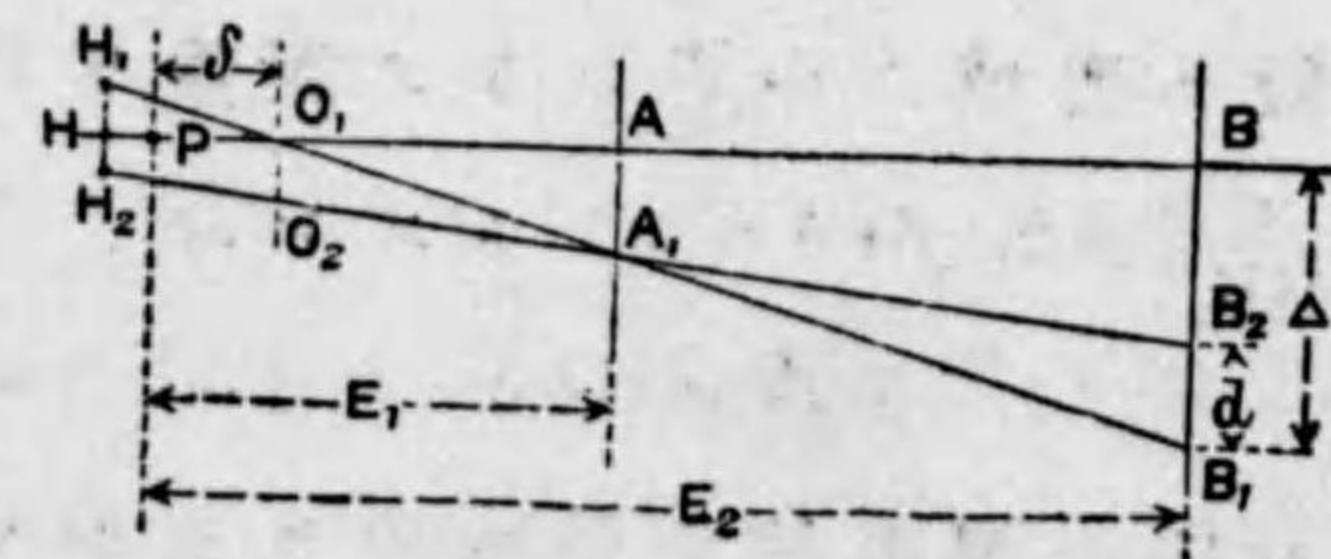
、轉鏡儀ヲ据エテ之ニ近ク第一ノ杖ヲ打込ミ、縱緊ヲ施シテ杖上ニ立テタル函尺ノ高ヲ讀ミ、更ニ 50 乃至 60 米ノ距離ニ第二ノ杖ヲ打込ミ、再ビ前ノ縱緊ノマ、其ノ上ニ立テタル函尺ノ高ヲ讀ムベシ。是ニ於テ縱橫ノ反轉ヲ行ヒテ、再ビ望遠鏡ヲ第一ノ杖ニ立テタル函尺ノ同高ニ視準シテ縱緊ヲ爲シ、第二ノ杖上ノ函尺ノ高ヲ讀ムベシ。若シ第二ノ桿高ガ前後相等シケレバ則チ可ナリ、若シ相等シカラザレバ對物鏡ノ焦距ヲ  $f$ 、前後桿高ノ差ヲ  $d$ 、器械ノ中心ヨリ對物鏡マデノ距離ヲ  $\delta$ 、 $\delta + f = c$ 、第一ノ杖マデノ距離ヲ  $E_1$ 、 $\frac{dE_1}{c}$  ヲ  $\Delta$  トシ、最後ノ視準點ヨリ  $\Delta$  丈ケ最初ノ視準點ニ向テ離レタル點ヲ視準スル様鏡管ノ上下ニ在ル二ノ又線螺旋ヲ用ヒテ橫又線ヲ動スベシ。但シ橫又線ノ整正ヲ行ヒタル後、再ビ此ガ爲ニ縱又線ノ整正ヲ傷ヘ

第百五十九圖

リヤ否ヤヲ檢セザルベカラズ。

第百五十九圖

ニ於テ、圖ハ望遠



鏡及視準線等ノ縦断面ノ關係ヲ表スモノトス。即チ Pヲ望遠鏡横軸ノ中心,  $H_1$ ヲ又點又ハ横又線,  $O_1$ ヲ對物鏡ノ光心トシ,  $PO_1$ ハ即チ望遠鏡ノ主軸ヲ表ハスモノトス。今器械ノ中心ヨリ  $E_1$  及  $E_2$  ナル距離ニ於ケル桿高ヲ讀ミタル場合ニ, 主軸ガ  $H_1, A_1, B_1$  ニ於ケル垂線ニ交ル點ヲ夫々  $H, A, B, PO_1 = \delta$  トスレバ,

$$(1) \quad \frac{HH_1}{BB_1} = \frac{HO_1}{E_2 - \delta}$$

而シテ對物鏡ノ焦距ヲ  $f$  トスレバ [33] ヨリ

$$(2) \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{HO_1} + \frac{1}{E_2 - \delta}$$

(1) ヨリ

$$(3) \quad \frac{1}{HO_1} = \frac{BB_1}{E_2 - \delta} \cdot \frac{1}{HH_1}$$

之ヲ(2)ニ代入スレバ

$$(4) \quad \frac{1}{f} = \frac{BB_1}{E_2 - \delta} \cdot \frac{1}{HH_1} + \frac{1}{E_2 - \delta}$$

又ハ

$$(5) \quad E_2 = \frac{f}{HH_1} BB_1 + f + \delta$$

一般ニ器械ノ中心ヨリノ距離ヲ  $E$ , 桿讀即チ  $BB_1$  ヲ

$$i, \frac{f}{HH_1} = k, f + \delta = c \quad \text{トスレバ}$$

$$E = kl + c \quad [62]$$

是レ即チ測距絲測量ニ用ヒラル、原式ナリ。今第

百五十九圖ノ場合ニ,  $E_1$  及  $E_2$  ナル距離ニ於ケル桿讀ヲ夫々  $AA_1$  及  $BB_1$  トスレバ

$$(6) \quad \begin{cases} E_1 = k \cdot AA_1 + c \\ E_2 = k \cdot BB_1 + c \end{cases}$$

又ハ(6)ヨリ

$$(7) \quad \begin{cases} AA_1 = \frac{E_1 - c}{k} \\ BB_1 = \frac{E_2 - c}{k} \end{cases}$$

故ニ又(7)ノ兩式ヨリ  $k$  ヲ消去スレバ

$$(8) \quad AA_1 = \frac{E_1 - c}{E_2 - c} BB_1$$

次ニ望遠鏡ヲ反轉シテ再ビ近キ  $A_1$  ヲ視準スル時ハ又點ハ  $H_2$  トナリ, 光心ハ  $O_2$  ニ來リ, 遠キ桿高ハ  $B_2$  トナルベシ。斯クシテ前後桿高ノ差  $B_1 B_2 = d$  ヲ生ズ然ルニ  $HH_2$  ハ甚小ナルヲ以テ, 相似形ヨリ近似的ニ

$$(9) \quad BB_2 = AA_1 \frac{E_2}{E_1}$$

故ニ(8)及(9)ヨリ

$$(10) \quad BB_2 = BB_1 \frac{E_1 - c}{E_2 - c} \cdot \frac{E_2}{E_1}$$

然ルニ  $BB_2 + B_2 B_1 = BB_1$  ナルガ故ニ

$$(11) \quad BB_1 \frac{E_1 - c}{E_2 - c} \cdot \frac{E_2}{E_1} + d = BB_1$$

或ハ  $BB_1 = d$  トスレバ,  $d$  ハ横又線ヲ改メテ最初ノ

視準點  $E_1$  ヨリ動カスベキ又點ノ視準高ヲ表ハス  
即チ

$$d = \frac{dE_1(E_2 - c)}{c(E_2 - E_1)} \quad [63]$$

[63]ヲ少シク改造スレバ

$$d = d \left\{ 1 + \frac{E_2}{E_2 - E_1} \frac{E_1 - c}{c} \right\} \quad [63']$$

第一ノ杖ガ非常ニ器械ニ近クシテ、第二ノ杖ガ甚ダ  
之ニ遠キ時ハ[63]式ノ  $E_1 - c$  及  $E_2 - E_1$  ヲ省略シテ

$$d = \frac{dE_1}{c} \quad [64]$$

トスルコトヲ得。

以上遠近二ノ函尺ニ視準スル場合ニ合焦ノ爲メ  
對物鏡ヲ出入セザルベカラズ。故ニ對物鏡ヲ固定  
セザル轉鏡儀ニ於テハ  $\delta$  ニ多少ノ變化ヲ來スヲ免  
レズ。然レドモ  $\delta$  ノ變化ハ甚ダ小ナルヲ以テ光心  
ノ移動ノ爲ニ起ル副軸  $H_1O_1$  ノ方向ノ變化ハ之ヲ省  
略シ遠近二桿ヲ視準スルニ當リ、其光心ハ不動ナル  
モノト考ヘタリ。例ヘバ  $f = 18.0$  糎ニシテ  $E_1 = 3$  米  
及  $E_2 = 50$  米ノ場合ニ、之ニ應ズル光心及又點間ノ距  
離  $OH' = 19.0$  糎及  $OH_1'' = 18.0$  糎ニシテ僅ニ 1 糎丈  
ク對物鏡ヲ出入スルニ過ギズ。

又缺込ヲ用ヒテ鏡管ヲ支ヘ、以テ横又線ノ整正ヲ

爲ツシニハ、第百

第 百 六 十 圖

六十圖ニ示セル

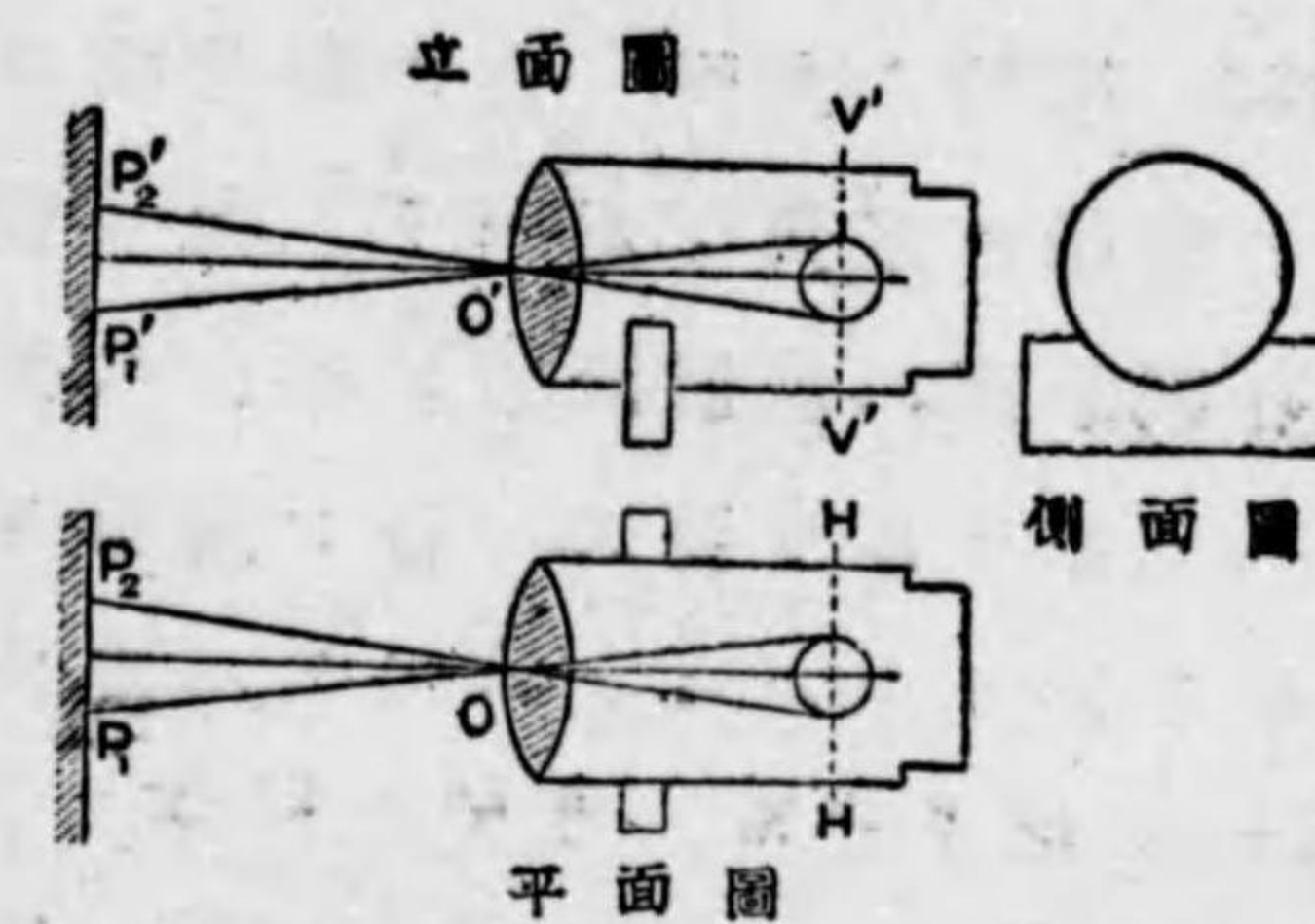
ガ如ク、望遠鏡管

ヲ支ソル木製ノ

Yノ類ヲ作り、先

ヅ遠キ壁上ノ一

點ニ視準スベシ。



次ニ望遠鏡ヲ縦横ニ反轉シテ再ビ前ノ Yニ支ヘシ

ムル時、若シ又點ノ位置ガ前ノ位置ト重ナラバ即チ

可ナリ。若シ相重ナラザル時ハ前後ノ位置ヲ結付

クル直線ノ半分丈ヲ視準スル様ニ縦横二ノ又線ヲ

改善セザルベカラズ。

次ニ近キ面上ニ就テ同一ノコトヲ検査セザルベ

カラズ。此ノ場合ニハ鏡管ハ充分繰出サル、ヲ以

テ、之ニシテ正シカラバ、遠近二ノ間ニ在ルモノハ皆

正シキモノト推定スルヲ得。

第三、對眼鏡。前ノ如ク又線ヲ整正シタル後、又

點ハ視域ノ中央ニ在ラザルコトアリ。是レ素ヨリ

測角ノ精度ヲ損ズルモノニアラザレドモ、視廣ヲ減

少スルノ缺點アリ。故ニ對眼鏡ノ一端ナル小環ヲ

保テ四ノ螺旋ニ依リテ又點ガ中央ニ見ユル様對

眼鏡ノ傾斜ヲ正スベシ。但シ斯クノ如ク對眼鏡ヲ

動スモ、前ニ行ヒタル整正ヲ傷フコトナキハ明ナリ。

120. 横軸ノ支脚. 前ノ縦又線ノ整正ニ依リ、視準線ハ横軸ニ直角ヲ爲セリ。次ニ豎軸ガ垂直ナルトキハ視準線ハ垂直面中ニ動クベク、從テ横軸ノ兩支脚ハ同高ナルヲ要ス。但シ横軸ト支脚トノ取付ガ整正ヲ許ササルモノニ於テハ素ヨリ此ノ整正ヲ行フヲ得ズ。

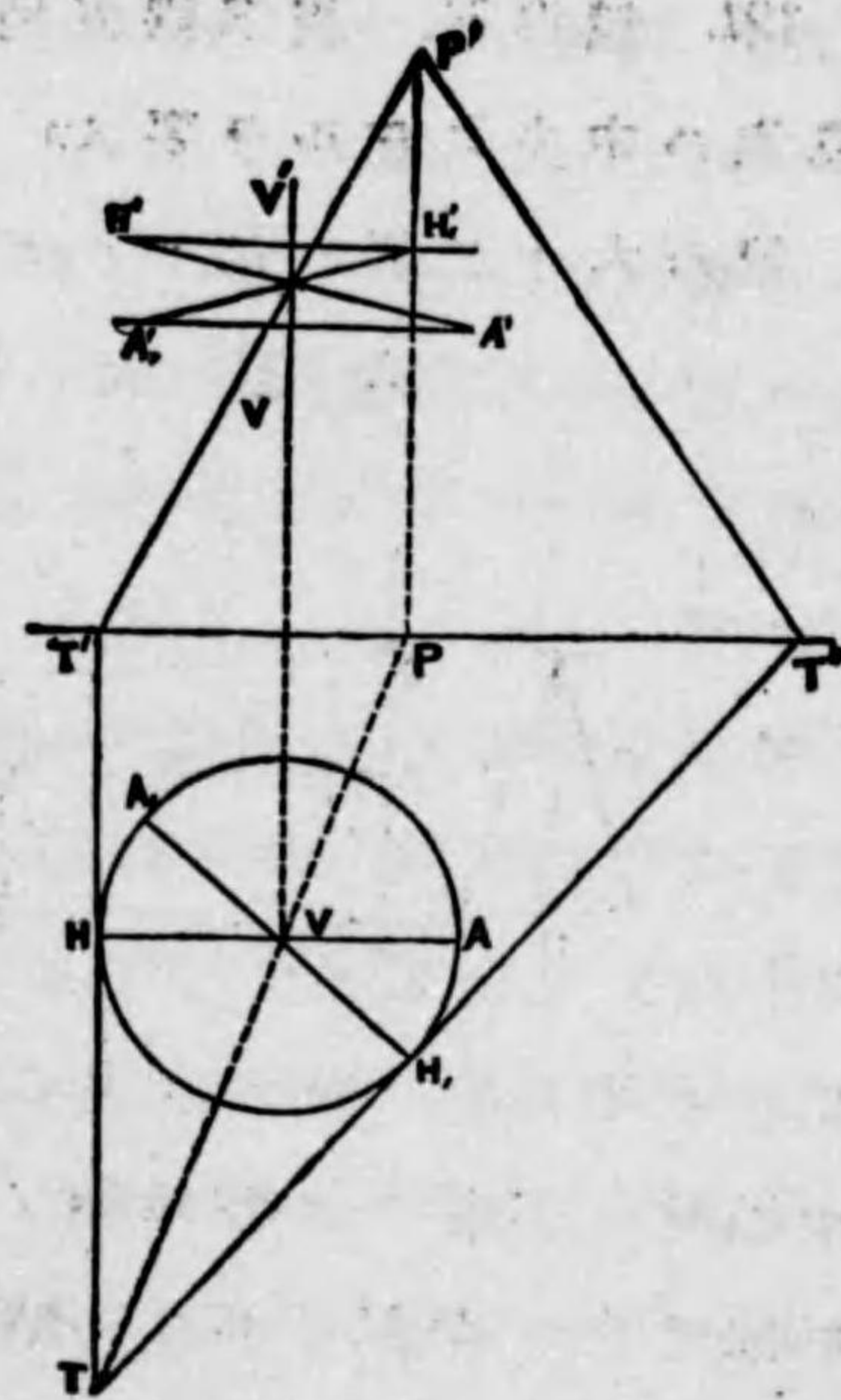
轉鏡儀ヲ水平ニ据付ケ、望遠鏡ヲ塔頂屋背又ハ避雷針端ノ如キ高キ所ニ向ケテ其ノ一點ニ視準シ、豎軸ヲ固定シ、望遠鏡ヲ下ゲテ地上ノ又點ニ當ル點ヲ印スベシ。是ニ於テ望遠鏡ヲ縱横ニ反轉シテ再ビ前ノ高キ一點ヲ視準シ、兩版ヲ固定シタル後更ニ望遠鏡ヲ下ゲテ地上ニ第二點ヲ印ス。是等地上ニ於ケル前後ノ二點ガ相重ラバ、兩支脚ハ高サ相等シ。若シ二三回反覆ノ後二點ガ重ラザルコト明カナラバ、一方ノ支脚ニ在ル棒螺旋ヲ用ヒテ小填材ヲ上下セシメ、視準線ヲシテ凡ソ二點間ノ中點ヲ過ギラシメ、他ノ半分ヲ整準装置ニ依リテ整正スベシ。

視準線ハ横軸ニ直角ヲナセルヲ以テ、望遠鏡ヲ横軸ノ周圍ニ回轉セシムレバ、視準線ハ一ノ平面ヲ畫ク。第百六十一圖ニ於テ HA, H'A' ヲ夫々横軸ノ平面圖及立面圖, TT', P'T' ヲ夫々視準線ガ横軸ノ周圍

第百六十一圖

ニ回轉シテ生ジタル平

面ト地平平面及立面トノ交線トスレバ、P'ハ高キ一點ニシテ、T'ハ地上ノ第一點ナリ。今縱横ニ反轉シテ再ビP'ヲ視ヒ、横軸ハ立面圖ニ於テハ H<sub>1</sub>A<sub>1</sub>トナリ、平面圖ニ於テ A<sub>1</sub>H<sub>1</sub>トナレリトセバ、視準面ハ地平平面及立面ト交リテ、夫々交線 TT'' 及 P'T'' ヲ作り、地上ニ第二點 T'' ヲ得。而シテ横軸 H<sub>1</sub>A<sub>1</sub> ハ新位置ニ來リ



テ亦此ノ平面ニ垂直ナルベク、從テ H<sub>1</sub>A<sub>1</sub> ハ TT'' ニ直角ヲナス。若シ兩支脚ガ同高ナランニハ、視準線面ハ基線 T'T'' ニ垂直ナル P'P' ニ於テ立面ヲ切ラザルベカラズ。今 T'T'' ハ甚ダ小ナルヲ以テ、P'ハ殆ド其ノ中點ト見做スコトヲ得ルガ故ニ、一方ノ支脚ヲ高低シテ P'ヲ視準セシムベシ。

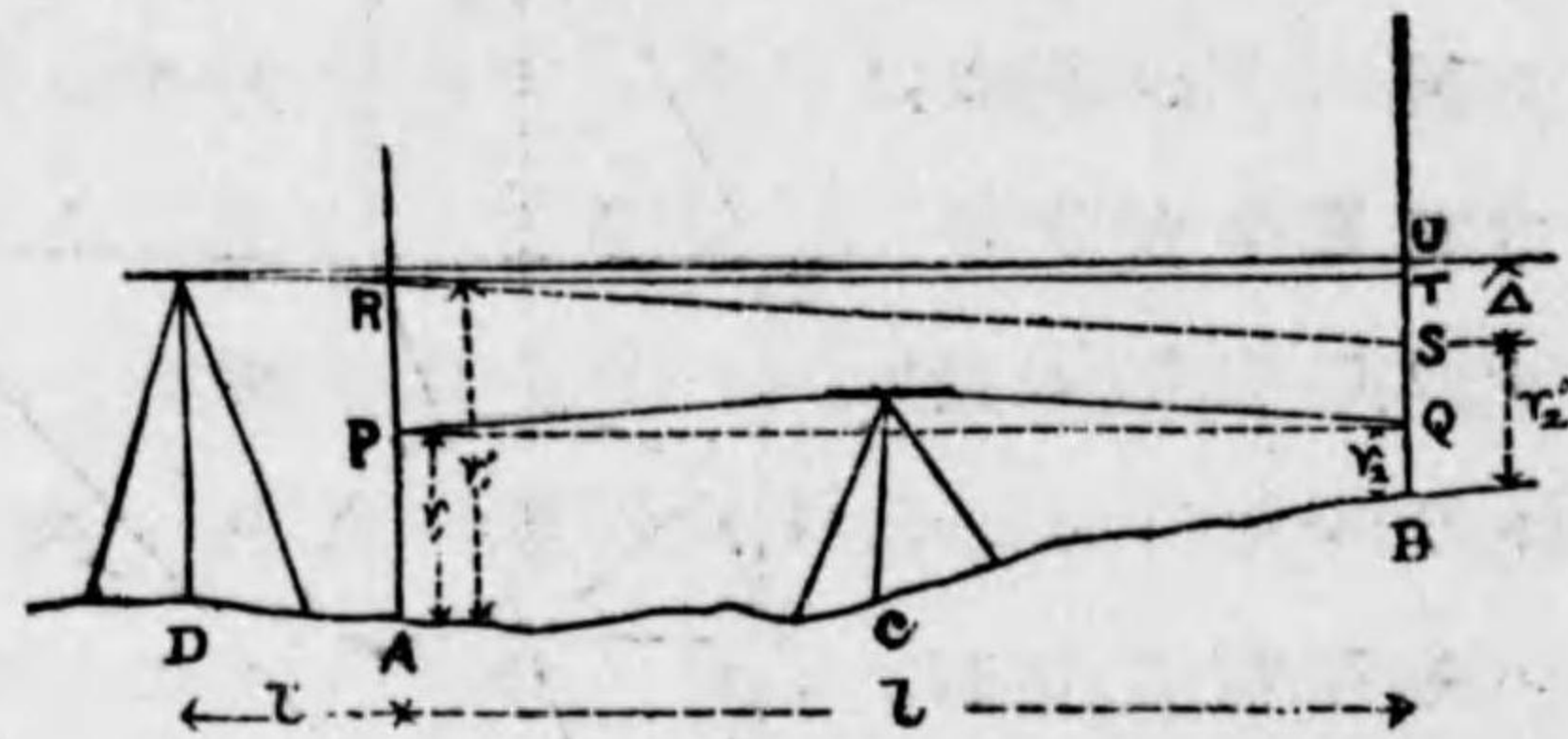
或ハ又長キ下振ヲ用ヒテ、其ノ錘端ヲ水又ハ油ノ中ニ浸シテ振動ヲ止メ、垂絲ニ沿ヒテ視準線ヲ檢ス

ルコトヲ得ベシ。

121. 鏡準器. 視準線ガ地平ナルトキハ鏡準器ノ  
氣泡ハ中央ニ在ルヲ要ス.

第百六十二圖ニ示セルガ如ク,凡ソ60米内外ヲ隔

第 百 六 十 二 圖



テタル平坦ナル所ニ A, B 二點ヲ擇ビ, 轉鏡儀ヲ其ノ  
中點 C ニ据付ケテ, 鏡準器ノ氣泡ノ位置ヲ一定シ, A  
ニ立テタル函尺ノ高サ  $r_1$  ヲ讀ムベシ. 是ニ於テ望  
遠鏡ヲ横ニ回轉シ, 縱緊ヲ用ヒテ再ビ氣泡ヲ前ト同  
一ノ位置ニ持來シ, 他ノ一點 B ニ立テタル桿高  $r_2$  ヲ  
讀ムベシ.  $r_1 - r_2$  ハ即チ A, B ノ高サノ眞差ヲ表ハシ,  
斯クシテ視準シタル二點 P, Q ヲ結付クルモノハ地  
平ヲナス.

次ニ器械ヲ A ニ近ク, 凡ソ 3 米内外ナル D ニ据エ  
テ望遠鏡ヲ任意ノ位置例ヘバ鏡準器ノ氣泡ヲ中央  
ニ來ラシメテ A, B 二點ノ準桿高  $r_1', r_2'$  ヲ得. 此ノ場  
合ニ  $r_1' - r_2'$  ガ  $r_1 - r_2$  ニ等シカラザレバ, 視準線ハ水平

ナラス. 故ニ更正スベキ高サ  $d$  ハ第百六十二圖ニ  
示セルガ如ク SU ニシテ, AB 及 AD ノ距離ヲ夫々  
 $l, l'$  トスレバ

$$d = \left\{ r_1' - r_2' - (r_1 - r_2) \right\} \frac{l + l'}{l} \quad [65]$$

ナリ. 斯クシテ視準線ヲ最後ノ視點 S ヨリ,  $d$  丈ケ  
離レタル點 U ニ向ケ, 縱緊ヲ用ヒテ之ヲ地平ニシ, 此  
ノ位置ニ望遠鏡ヲ固定シテ鏡準器ノ一端ニ在ル螺  
旋ヲ用ヒ氣泡ヲ中央ニ動スベシ. 此ノ場合ニハ充  
分ノ注意ヲ用ヒザレバ, 望遠鏡ヲ動シテ其ノ傾斜ヲ  
變ズルノ虞アリ. 又  $d$  ガ正符ヲ有スルトキハ, 立映  
對眼鏡ニ於テハ最後ノ視點 S ヨリ上ニ, 倒映對眼鏡  
ニ於テ S ヨリ下ニ,  $d$  丈ケノ點ヲ視準スベク, 若シ又  
 $d$  ガ負符ヲ有スル時ハ前ニ反ス. 而シテ又線ハ素  
ヨリ之ヲ動スベキニ非ズ.

122. 豎圈ノ遊標. 豎軸ガ垂直ニシテ視準線ガ地  
平ヲナセルトキ, 豎圈ノ遊標ハ 0 ヲ指スヲ要ス.

望遠鏡ニ鏡準器ヲ附屬セルトキ 121 ノ整正ヲ終  
リテ氣泡ガ中央ニ在ル場合ニ, 横軸ヲ緊メタルマ、  
豎圈ノ 0 ガ遊標ノ 0 ト重ナルヤ否ヤヲ檢スベシ.  
若シ相合ハザルトキハ, 遊標ヲ取付ケタル螺旋ヲ弛  
シテ二ノ 0 ヲ相重ラシムベシ.

器械ニ依リテハ遊標ハ固著シテ之ヲ動ス能ハザ



ルモノアリ。斯カル場合ニハ前ノ位置ニ於ケル堅  
固ノ0ト遊標ノ0トノ差角ヲ指差トシテ、新ニ讀ミ  
タル角度ニ更正スルヲ便トス。但シ此ノ場合ニハ、  
堅固ノ左又ハ右ノ孰レニ加ヘ孰レニ減ズベキヤヲ  
誤ラザル様注意スベシ。

若シ又鏡準器ヲ有セザルトキハ 121ノ整正ト同  
ジク A,B 二點ノ高ノ真差ヲ見出シタル後、更ニ一點  
ニ近ク器械ヲ据エテ前ノ如ク視準線ヲ地平ナラシ  
メタル後、望遠鏡ヲ固定シテ堅固ノ0ト遊標ノ0ト  
ノ關係ヲ定ムベシ。

#### 第 四 節

#### 測 角

123. 器械ノ据付。先ツ三脚ヲ堅ク地上ニ据エテ、  
下振ノ尖端ヲ精密ニ測點ノ中心上ニ來ラシムベシ。  
此ノ場合ニハ第二章41ニ述ベタルガ如ク、先ヅ成ル  
ベク三脚頭ヲ平ニ据ウルコトヲ忘ルベカラズ。然  
ラザレバ水準螺旋ニ依リテ整準裝置ヲ水平ナラシ  
ムルヲ得ベシト雖モ、三脚頭ガ傾斜セルトキハ全體  
ノ据付ニ少ナカラザル困難ヲ感ズベシ。僅カニ下  
振ノ位置ヲ動スニハ移心ヲ利用スルヲ便トス。器  
械ヲ横ニ廻スニハ、常ニ支脚ノ根元ヲ以テスベク、支

脚ノ上部又ハ望遠鏡ヲ捉ヘテ之ヲ行フハ、支脚ニ狂  
ヒヲ生ズル虞アルヲ以テ稍々危険ナリ。螺旋ヲ緊  
ムルニハ凡ベテ動カザル程度ニ之ヲ捻込ヲ度トシ  
テ已ムベク、過度ニ之ヲ緊ムルトキハ螺絲ヲ傷ケ、螺  
旋端ヲ損ズル虞アリ。若シ又整準裝置ノ類ニ於テ、  
過度ニ螺旋ヲ緊メタルトキハ、凡ベテ是等ヲ弛メ、後  
徐々ニ復タ之ヲ緊メ直スベシ。

版ノ水準ヲ正スニハ、一ノ版準器ヲ一對ノ水準螺  
旋ニ平行ナラシメテ其ノ氣泡ヲ中央ニ來ラシムベ  
シ。素ヨリ他ノ一若クハ一對ノ螺旋モ同時ニ之ヲ  
整正セザルトキハ、180° 丈ケ横ニ望遠鏡ヲ回轉スル  
場合ニ、整正ヲ妨グル虞アリ。斯クシテ二ノ版準器  
ノ水準ヲ正シテ氣泡ヲ中央ニ持來シタル後、下振ハ  
前ノ測點ノ中心ヨリ多少移動スルコト多シ。此ノ  
場合ニハ輕ク四ノ水準螺旋ヲ弛メテ再ビ下振ノ尖  
端ヲ中心ニ來ラシムベシ。但シ初ニ三脚頭ヲ水平  
ニシ、整準裝置モ亦之ヲ水平ニシ、下振ヲ中心ニ重  
ムルトキハ、堅軸ハ殆ト垂直ニ近キヲ以テ、下振尖端ノ  
移動ヲ見ルコトモ亦極メテ少ナカルベシ。斯クノ  
如ク器械ノ中心ヲ測點ノ中心ニ重ネ、且ツ版ヲ水平  
ナラシムルヲ名ケテ其ノ据付ト云フ。

轉鏡儀ノ使用終レバ望遠鏡ノ諸滑子ヲ差込ミ、護

塵蓋ヲ對物鏡ニ覆ヒ、諸螺旋ヲ弛メ、羅針ヲ固著シ、下振ヲ外シテ轉鏡儀ヲ筐中ニ藏ムベシ。

124. 地平角ノ測法. 轉鏡儀ノ主ナル目的ノ一ハ地平角ノ測定ニ在リ. 故ニ器械ヲ据付ケタル測點 $O$ ト視準スベキニノ測點 $A, B$ トハ三點共其ノ高サヲ異ニスルトキ、 $AO$ ト $BO$ トノ挟ム角 $AOB$ ヲ地平面上ニ投影シタル地平角ハ即チ轉鏡儀ニ依リテ測定スルコトヲ得.

一ノ角ヲ測定スルハ、其所要ノ精度ニ依リ單ニ一回ノ觀測ニ依ルコトアリ或ハ數回ノ觀測ニ依ルコトアリ. 前者ヲ單測法ト云ヒ、後者ヲ精測法ト云フ. 精測法ハ一般ニ三角測量ノ如キ精密ナル測定ニ用ヒラル、モノニシテ、以下單ニ單測法ヲ述ブベシ.

視準セラルベキ測點上ニハ杙又ハ他ノ測標ヲ立テ、或ハ塔頂避雷針等突出セル地上物ヲ利用スルコトモアリ. 又測點上ニハ視準ニ便ナラシムル爲メ視標又ハ規標ヲ立テザルベカラズ. 視標ニハ杙ノ中心ニ立テタル長キ釘ヲ用ヒ、或ハ向桿ヲ垂直ニ立テ、之ニ充ツルコトモアリ、又三叉柱ニ下振ヲ垂レテ測點ノ中心ニ重ラシメ、以テ其ノ絲ヲ視準スルコトモアリ、或ハ又特別ナル結構ヨリ成ル視標ヲ立ツルコトモアリ. 孰レノ場合ニ於テモ視標ノ中心ト

測標ノ中心トハ同一垂線中ニ在ラザルベカラズ.

125. 單測法. 轉鏡儀ヲ角頂ナル測點 $O$ ノ上ニ据付ケ、視準線ヲ他ノ測點例ヘバ $A$ ニ向クベシ. 此ノ場合ニ若シ $OA$ ノ方向ヲ $C^{\circ}$ 又ハ他ノ特別ナル角度 $\alpha$ ニ重合セント欲セバ、先ヅ橫圈ノ $0^{\circ}$ 又ハ $\alpha$ ト遊標ノ $O$ トヲ重ネ、上ヲ緊メ下緊ヲ弛メテ視準スベシ. 若シ又 $OA$ ノ方向ヲ如何ナル角度ニスルモ差支ナクバ、上緊下緊ヲ爲シタル後、孰レカーノ微動螺旋ヲ用ヒテ精密ニ視準ヲ爲スベシ.

視準ノ際ニハ略ボ望遠鏡ノ視準線ヲ視標ニ近ケテ緊螺旋ヲ緊メ、更ニ微動螺旋ニ依リテ僅ニ殘レル部分ヲ正中ニ合ハスベシ. 又高サハ縱緊ヲ用ヒテ適當ニ視準線ヲ動サザルベカラズ. 是ニ於テ橫圈遊標ノ示度ヲ野帳ニ記ス、但シ遊標ノ數ガルアレバ其ノ示度モ亦ルアリ.

次ニ上緊ヲ弛メ、視準線ヲ第二ノ測點 $B$ ニ向ケ、再ビ上緊ヲ緊メテ精密ニ $B$ ノ視標ニ視準シ、復タ遊標ノ示度 $\beta$ ヲ記帳ス. 此ノ場合ニ遊標ノ初メノ示度ガ $0^{\circ}$ ナレバ、 $\beta$ ハ直ニ其角ノ大サヲ與フレドモ、初ノ示度ガ $\alpha$ ナレバ、 $\beta - \alpha$ ハ求ムル所ノ角ノ大サナリ. 又遊標ノ數ガルナレバ、 $n$ 個ノ角ヲ得ベク、其ノ平均値ハ求ムル所ノ角ノ大サヲ表ハス.

許多ノ角ガ屢々同一點ニ角頂ヲ有スルニトアリ

例ヘバ第百六十三圖ニ於テ角 第百六十三圖

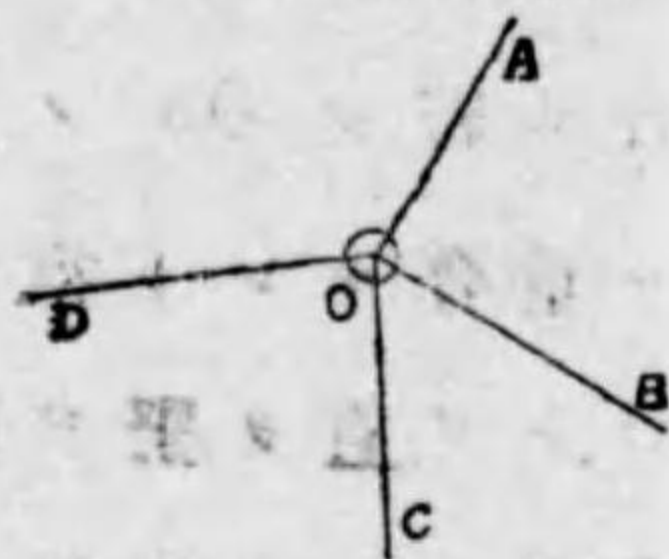
AOB, BOC, COD, DOA ガ共ニ 0 ヲ

角頂トスルガ如シ。斯ル場合

ニハ先ヅ視準線ヲ A ニ向ク順

次ニ B, C, D ヨリ再ビ A ニ復歸

ス、之ヲ名ケテ地平ノ閉合ト云



フ。地平ヲ閉合シタル場合ニ、最後ノ示度ガ最初ノ示度ト相等シカラバ、測角ノ間ニ器械ノ徒動又ハ螺旋ノ滑動等ノナキヲ示ス。又一分マデ目盛セルモノナラバ、最初ト最後ノ示度ノ差ハ一分以内ナルヲ要ス。

記帳法ハ次ノ如シ。

月 日 時

器械測點 0

觀測者

被測點	遊 標		地 平 角
	I	II	
A	0° 00'	179° 59'	0° 00' 30"
B	85 06	265 05	85 05 30
C	178 43	358 43	93 37 00
D	294 26	114 26	115 43 00
A	359 59	180 00	65 33 30
			179 59 30

126. 反覆測角法。精密ナル測角ヲ要スル時ハ所謂反覆法ナルモノヲ用ヒテ、一角ヲ數回反覆遞加シ、其ノ最後ノ結果ヲ反覆度數ニテ除シ、平均ノ値ヲ見出スモノトス。之ニハ内外二ノ縱軸ヲ有スル轉鏡儀ヲ用ヒ、測點 O ニ器械ヲ据付ケタル後、先ヅ下緊ヲ行ヒテ上緊ヲ弛メ、望遠鏡ヲ左方ノ測點 A ニ視準シテ角度  $a_0$  ヲ讀ミ、次ニ望遠鏡ヲ右方ニ廻シテ測點 B ニ視準シ、上緊ヲナシテ同ジク角度  $a_1$  ヲ讀ム、 $a_1 - a_0$  ハ角 AOB ノ値ヲ與フ。但シ此ノ場合ニ  $a_0$  ノ讀角ハ精密ナルヲ尙ブト雖モ、 $a_1$  ハ極メテ大體ニテ可ナルモノトス。次ニ下緊ヲ弛メテ再ビ第一ノ測點 A ニ視準シテ下緊ヲ爲ス時ハ勿論其角度  $a_1$  ナリ。即チ更ニ上緊ヲ弛メテ望遠鏡ヲ第二ノ測點 B ニ視準シテ讀角  $a_2$  ヲ得。  $a_2 - a_1$  ハ又角 AOB ニ等シ。斯クシテ  $n$  回反覆遞加シタル最後ノ角度  $a_n$  ヲ得テ、

$$\frac{a_n - a_0}{n} = A \quad [66]$$

ヲ得バ、A ハ其ノ角ノ平均ノ値ヲ表ハス。上ノ方法ニ於テ若シ遊標ノ一ヲ始ニ  $0^\circ 0' 0''$  ニ合セ置ク時ハ [66] ニ於テ  $a_0 = 0$  トナル。今遊標二個ヲ備フル場合ニ五回ノ反覆讀角ヲ爲シタル一例ヲ示セバ次ノ如シ。

No.	遊 標 I.	遊 標 II.
0	0° 0' 0"	179° 59' 50"
1	130 41 20	
2	261 23 40	
3	32 05 20	
4	162 47 20	
5	293 28 20	113 28 00
(293°+360°)	653° 28' 20"	653° 28' 10"
	653 28 10	
10	1306° 56' 30"	
	130° 41' 39"	

若シ望遠鏡ヲ正位及反轉シテ前ノ法ヲ反覆スル時ハ更ニ精密ナル結果ヲ得ベシ。

例22. 一分讀ノ轉鏡儀ヲ以テ90°ノ一角ヲ設定セントシテ先ヅ一線中ノ一點ヨリ60米ノ處ニ他ノ一點ヲ定メタリ。然ルニ始讀ヲ零トシテ六回ノ反覆測角ヲ行ヒタルニ終讀ハ179°58'+360°ナルヲ見出セリ。最初ノ角ヲ更正スル爲ニ必要ナル枝距ヲ計算セヨ。

127. 豎角ノ測定。轉鏡儀ニ依リテ豎角ヲ測定スルハ、一般ニ地平角ノ如ク精密ナルヲ得ズ。且ツ豎圈ノ目盛ノ如キモ、橫圈ニ比スレバ粗キヲ常トスルガ故ニ、通例單測法ヲ用フ。

豎圈ガ全圖ヨリ成ラバ、望遠鏡ノ鏡準器ヲ下及上ニシテ測角ヲ行ヒ、其ノ平均ヲ取レバ不完全ナル整正ヨリ來ル誤差ヲ除クコトヲ得ベク、又二ノ遊標ヲ備フルトキハ、其ノ兩示度ノ平均ヲ取リテ、偏心ヨリ來ル誤差ヲ消去スルコトヲ得ベシ。

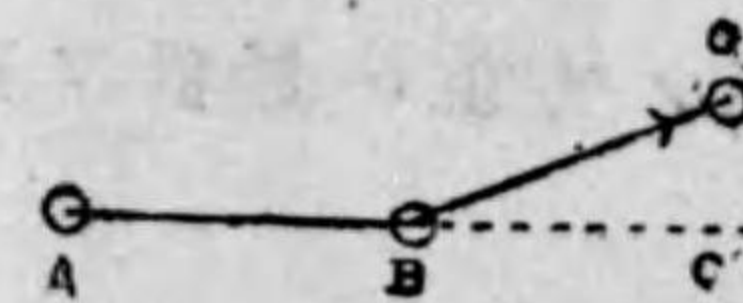
### 第 五 節

#### 轉鏡儀測量

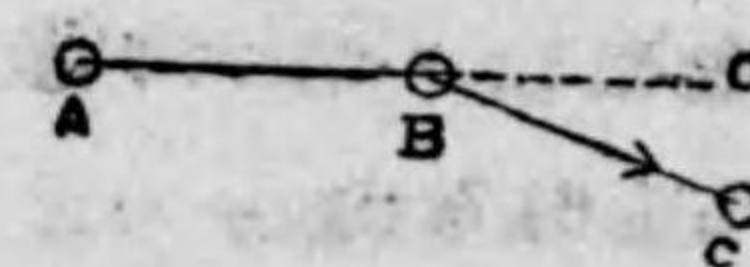
128. 轉鏡儀測量法ノ分類。轉鏡儀ハ鐵道道路ノ如キ路線測量ニ、或ハ面積ノ測定及地形測量等ニ用ヒラル。而シテ羅盤測量ニ述ベタル緯距經距ノ算定ノ如キモ、亦轉鏡儀測量ニ用フベシ。轉鏡儀測量ニハ三ノ主ナル方法アリ

第一 角度法。各線ガ其ノ前線ト爲ス角度ヲ測リ、之ヲ記帳スルヲ角度法ト云フ。而シテ其ノ角度ハ二線ガ挾ム所ノ角ノ大サナルコトアリ。或ハ第一線ノ延長ト第二線ガ爲ス所ノ角ノ大サナルコトアリ。後ノ場合ノ角ヲ偏角ト云ヒ、其ノ角ガ第一線ノ延長ノ左ニ在ルト右ニ在ルトニ依リテ左偏角及

第百六十四圖



第百六十五圖



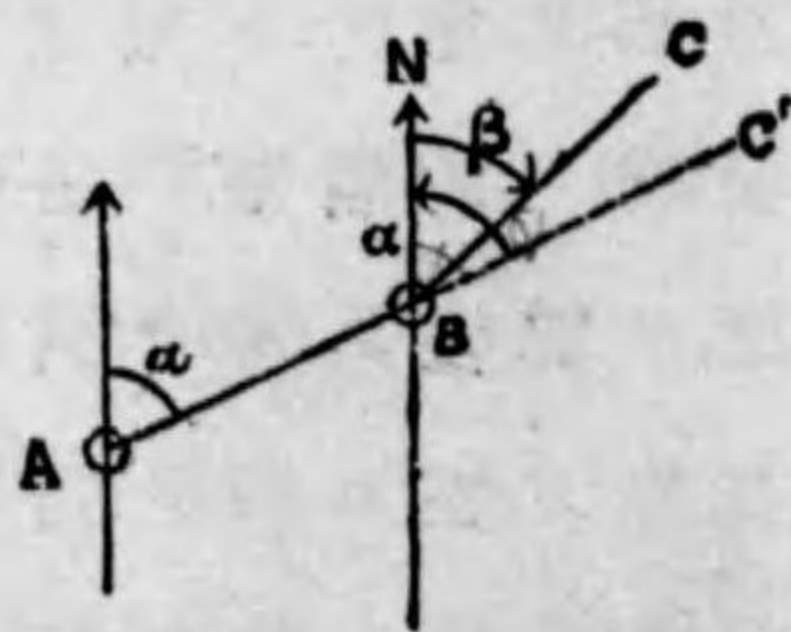
右偏角 = 分ツ。 第百六十四圖ノ角C'BCハ左偏角 = シテ第百六十五圖ノ角C'BCハ右偏角ナリ。

第二 象限法。 本法ニ於テハ、各線ノ方位ヲ測定シテ其ノ方向ヲ定ムルコト猶ホ羅盤測量ニ於ケルガゴトシ。 而シテ第一測點ニ於ケル第一線ノ方位ハ或ハ真北線ニ依リ、或ハ磁北線ニ依リ、又ハ他ノ假定子午線ヲ用ヒテ之ヲ定メ、次ノ測點ニ於テハ前線ヲ延長シ、此ノ延長線ト前線ノ方位角丈ケノ角ヲ挟ム線ハ即チ前ニ用ヒタル子午線ナルヲ以テ、此ノ子午線ト次ノ線ガ爲ス方位ヲ定ムベシ。

第百六十六圖ニ於テ、測點Aニ於ケルABノ方位 $\alpha$ ヲ定メ、次ニBニ於テAヲ

第百六十六圖

視準シ且ツ轉鏡スルトキハBC'ノ方向ヲ得、故ニBC'ト $\alpha$ ナル角ヲ爲ス所ノBNハ即チAニ於ケル子午線ノ方向ナリ。 故ニ又NBト次線、

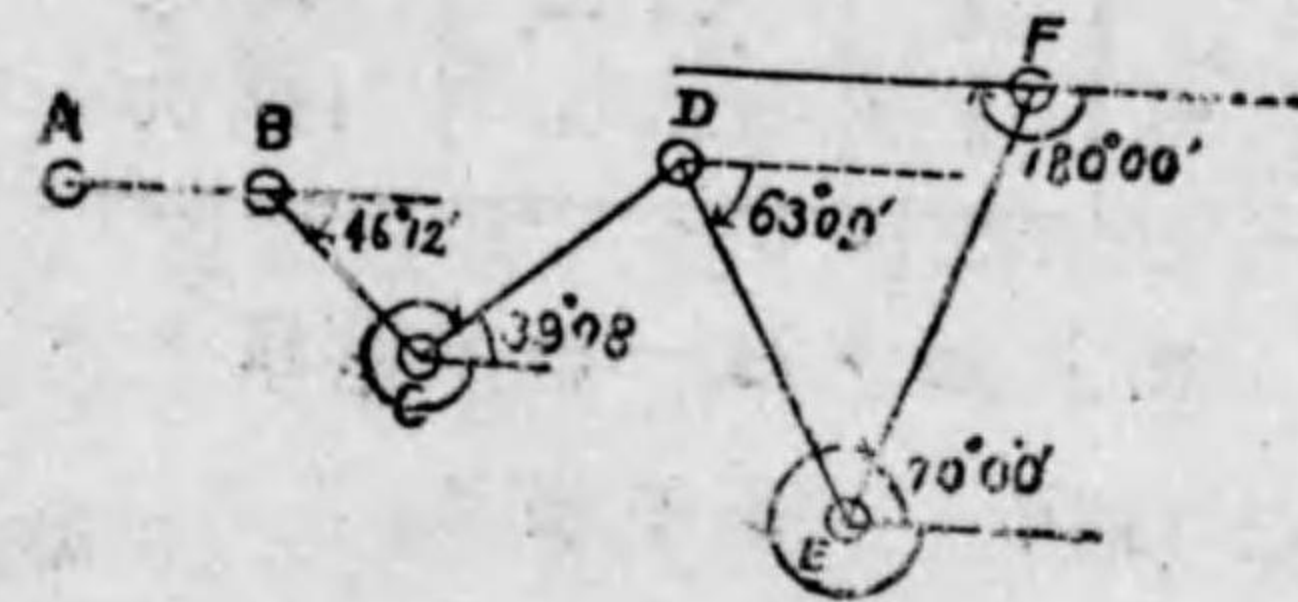


BCノ爲ス角 $\beta$ ハBCノ方位ナリ。 即チBC'トBOトノ爲ス角ヲ測リ、之ヲ $\alpha$ ヨリ減ズルトキハ $\beta$ ヲ得ベシ。 而シテ本法ニ於テハ、 $0^\circ$ ヨリ $90^\circ$ マデヲ用フルガ故ニ象限法ノ名アリ、故ニ各線ノ方位ハ羅針ヲ以テ檢證スルニ容易ナリ。

第三 折測法又ハ全圖法。 折測法トハ第三章76ニ述ベタルガ如ク、一定ノ據線ト各線ガ爲ス所ノ角度ヲ測ルヲ云フ。 第百六十七圖ニ於テ、假リニ第一線ABヲ據線トス

第百六十七圖

レバ、器械ヲ測點Bニ据付ケ、遊標ヲ $0^\circ$ ニ固定シ、上緊ヲ爲シタル後Aヲ視準シテ、茲ニ下緊ヲ爲



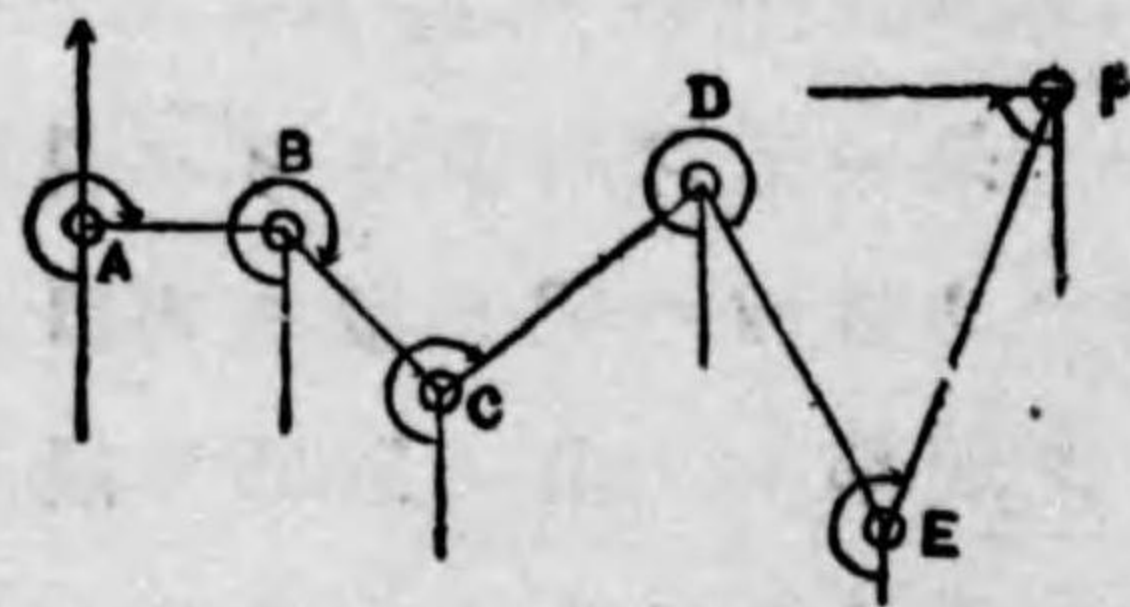
ス。 是ニ於テ轉鏡スレバ視準線ハABノ延長線ト重ナリ遊標ハ $0^\circ$ ヲ指スヲ以テ、上緊ヲ弛メ次ノ測點Cヲ視準シテ其ノ遊標ヲ讀メバ、BCガABノ延長線ト爲ス所ノ角ノ大サヲ得ベシ。 次ニ器械ヲCニ据付ケ、下緊ヲ弛メ轉鏡シテ遊標ノ示度ガ變ビザルヤ否、ヤヲ檢スベク、下緊ヲ用ヒテ前ノ測點Bニ視準シテ之ヲ緊メ、再ビ轉鏡スルトキハ遊標ノ $0^\circ$ ハABニ平行ナル方向ヲ指ス。 故ニ上緊ヲ弛メ次ノ測點Dヲ視準シテ遊標ヲ讀ムトキハ、CDガABトナス角ノ大サヲ知ルベシ。 同様ニ他ノ諸線ニ就テモ測角ヲ進ムベシ。 第百六十七圖ヲ記帳スレバ次ノ如シ。

測 點	B. S.	F. S.	備 考
B	0° 00'	46° 12'	方位へ遊標 I ヲ用ヒ
C	46 12	320 52	ヲ之ヲ讀ミ、其ノ方
D	320 52	63 09	向ハ右同即チ南ヨリ
E	63 09	290 00	西ニ同リヲ測ルモノ
F	290 00	180 00	トス

前ノ如ク第一線ヲ據線トスル代リニ、任意ノ他ノ方向例ヘバ子午線ヲ

第百六十八圖

用フルモ可ナリ(第百六十八圖) 孰レノ場合ニ於テモ各線ノ方位ハ羅針ノ示ス磁方位ヲ以テ檢スルヲ得



ザルニ非ズ、從テ測角ノ正否ヲ略知スルヲ得ベシ、

129. 轉鏡儀測量三法ノ優劣. 野業ニ要スル時間ニハ三法ニ大差ナシ. 角度法ハ規模ノ大ナラザル測量ニハ往々用ヒラルレドモ、各線測角ノ誤差ヲ檢證スルニ道ナシ、從テ其ノ誤差ガ何レノ線ニ起リシヤヲ知ルコトヲ得ズ. 象限法ハ最モ古クヨリ用ヒラレ、今モ尙屢々用ヒラル. 其長所ハ各線ノ方位ヲ羅針ニテ檢證スルヲ得ルニ在レドモ、數字的ニハ同一ナル四ノ相異ル方向アルヲ以テ、稍モスレバ混雜

ヲ生ジ易キハ其ノ缺點ナリトス. 全圖法ノ缺點ハ羅針ヲ用ヒテ遊標ヲ檢スルニ稍々困難ナルニ在リ. 但シ羅圈ノ目盛ヲ轉鏡儀ノ目盛ト同ジク 0°ヨリ 360°トスレバ、此ノ短所ヲ除クコトヲ得. 然レドモ本法ハ各線ノ方向ニ紛レ易キ患ナキヲ以テ、計算製圖共ニ甚ダ便利ナリ. 鐵道、道路ノ如キ、面積測量ノ如キ、或ハ地形測量ノ如キ皆本法ヲ用フルヲ至便ナリトス. 蓋シ折測法ハ最モ廣ク用ヒラル、測量法ナリトス.

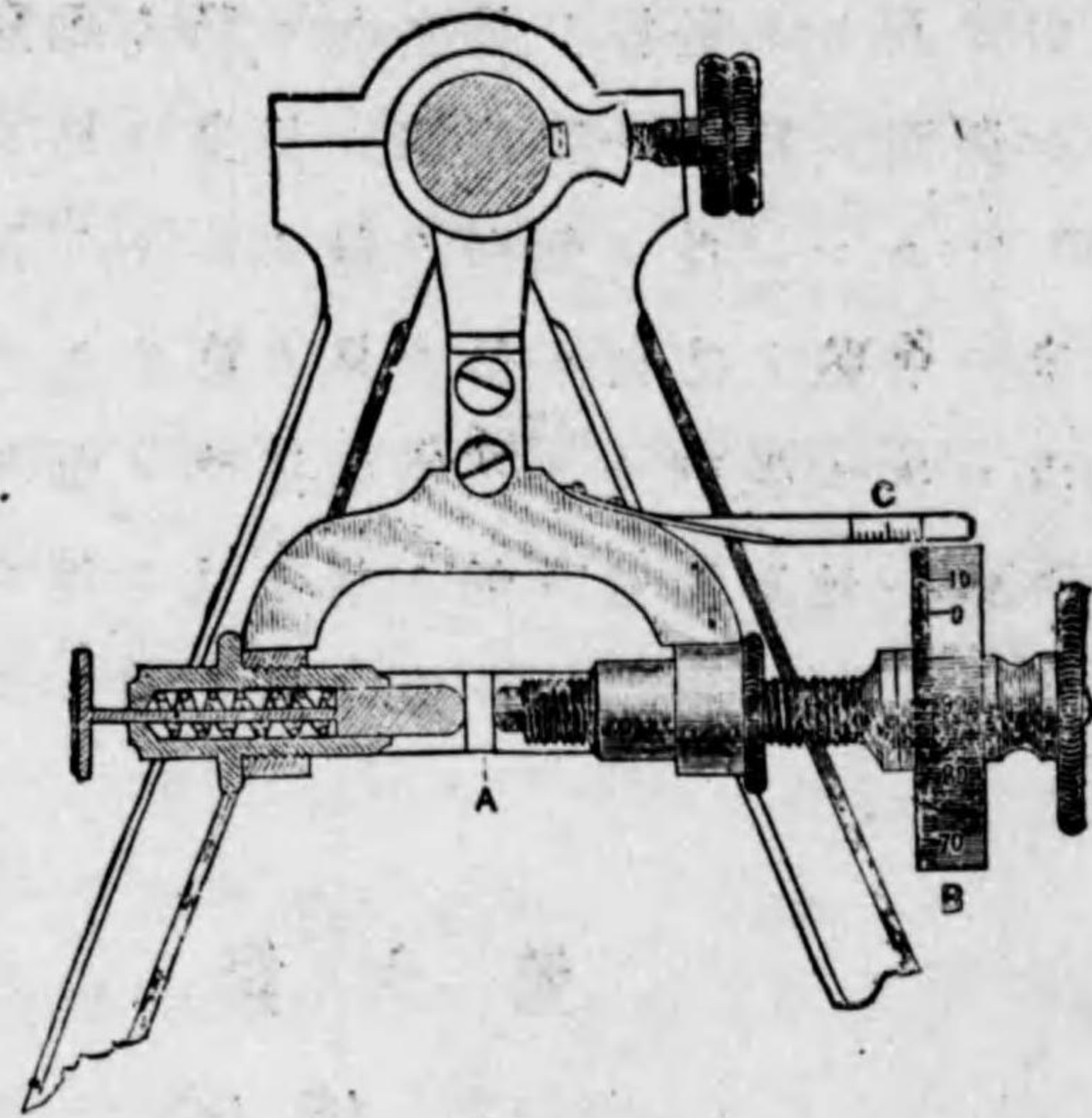
### 第 六 節

#### 測 斜 螺 旋

130. 測斜螺旋. 測斜螺旋ハ一種ノ測微螺旋ヲ有マル微動螺旋ニ外ナラズ. 或ハ之ヲ堅圈ニ、或ハ之ヲ横圈ニ取付クベク、第百六十九圖ハ即チ堅圈ニ取付ケタルモノナリ. 勾配ヲ設定シ、地平距離ヲ定メ、或ハ小サキ角ヲ測ルニ便ナリ. 圖中 A ハ望遠鏡ノ横軸ヲ支フル所ノ一方ノ支脚ニ附屬セル小突出ニシテ測斜螺旋ヲ目盛セル分度頭 B ノ上ニ差出デタル細長片 C ノ目盛ハ分度頭ノ一回轉ガ一目盛ニ應ズル様ニ作リタルモノニシテ、今螺旋ガ一回轉ヲ爲セバ望遠鏡モ亦之ニ準ジテ或ル角度丈ケ回轉スベ

第 百 六 十 九 圖

ク、其ノ角ノ  
正切ノ値ハ、  
0.01又ハ0.005  
ナル様ニ螺  
絲節ヲ定ム。  
即チ螺旋ノ  
一回轉ハ  
100米ノ地  
平距離ニ於  
テ1.0米又ハ  
50種ノ高サ  
ニ應ズ。而



シテ前ノ場合ニハ分度頭ヲ百等分シ、後ノ場合ニハ  
之ヲ二百等分スルガ故ニ、前ノ目盛ハ器械ヨリ100  
米ノ距離ニアル目盛尺ノ上ニ1種ニ相當ス。

131. 高低測量器械トシテノ測斜螺旋。鐵道、道路  
又ハ灌溉溝等ノ傾斜路線ヲ敷設スルニ當リ、測斜螺  
旋ハ最モ輕便ナリ。今例ヘバ1.5/100ノ勾配ヲ設ケ  
シニハ、先ヅ望遠鏡ヲ水平ニシテ其ノ分度頭ヲ讀ミ、  
其ノ螺旋ノ目盛ガ一全回100米ニ對シ1米ニ應ズ  
ルモノナラバ、望遠鏡橫軸ノ高サニ桿上ニ視標ヲ取  
附ケ、分度頭ヲ廻ハスコト15回ナルベシ。螺旋ノ廻

轉ノ方向ニ依リ、視準線ハ此ノ時1.5/100ノ上リ勾配  
又ハ下リ勾配ヲ爲スベシ。故ニ測鎖又ハ卷尺ヲ以  
テ直接距離ヲ測リ、茲ニ目盛シタル桿又ハ函尺ノ類  
ヲ立テ、前ノ視標ト視準線トノ間ノ距離ヲ定レバ勾  
配ヲ定ムルコトヲ得。

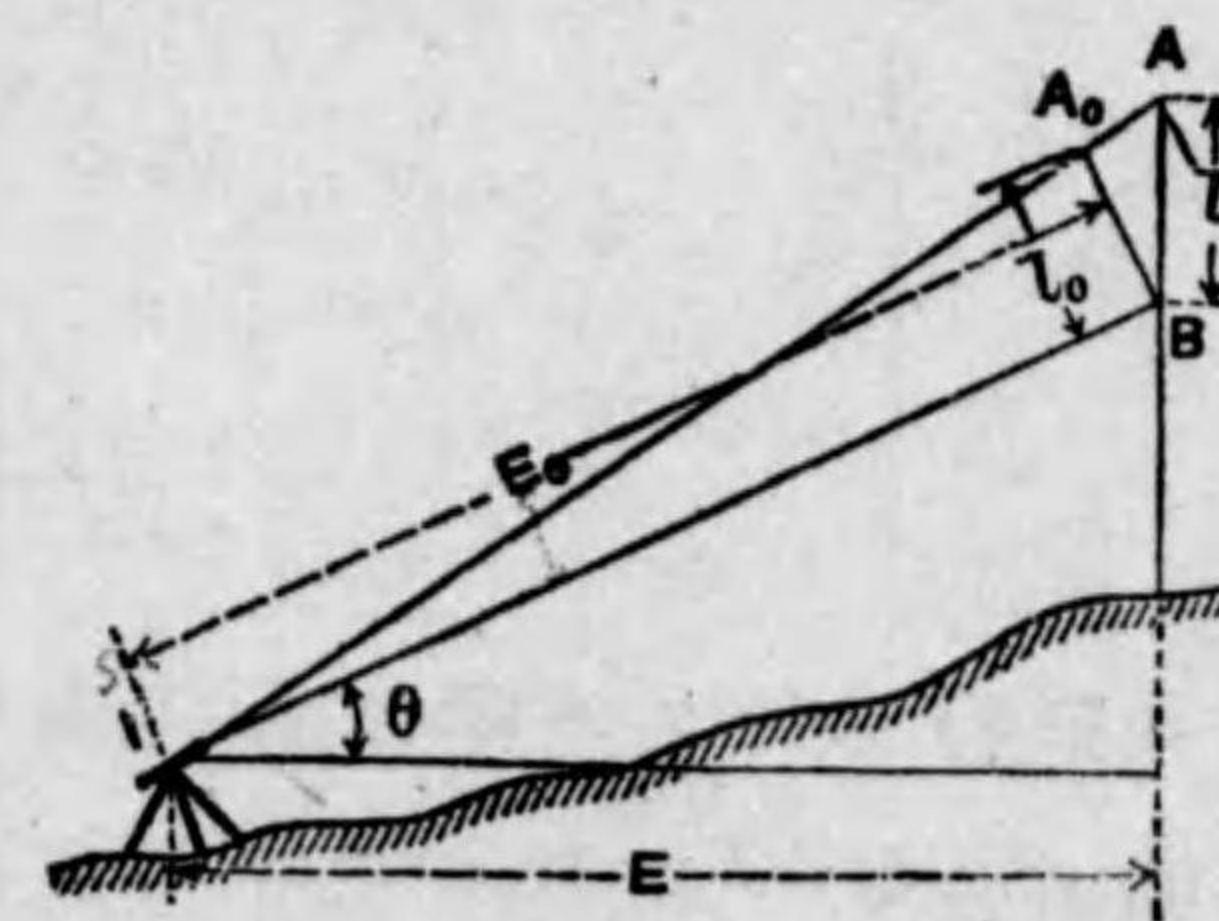
其ノ他丘陵ノ高低ヲ定ムルガ如キ場合ニモ亦測  
斜螺旋ヲ用ルコトヲ得。

132. 距離測定器械トシテノ測斜螺旋。測斜螺旋  
ニ依リテ距離ヲ測ルハ函尺又ハ其ノ他目盛シタル  
桿ヲ立テ、螺旋ノ一定回轉數ニ應ズル函尺上ノ視  
準線ガ動キタル桿讀ノ差即チ桿夾ヲ知ルカ、又ハ函  
尺上ノ一定ノ桿夾ヲ視準セシメテ、之ニ要シタル螺  
旋ノ回轉數ヲ知ルニ在リ。前者ハ頗ル簡捷ニシテ  
殊ニ短距離ニ適シ、而シテ後者ハ精密ニシテ最モ遠  
距離ニ於テ便ナリ。

133. 一定回轉數

第 百 七 十 圖

ト異ナル桿夾。今  
視準線IBガ函尺又  
ハ桿A<sub>0</sub>Bニ垂直ナ  
ル時、E<sub>0</sub>ヲ望遠鏡ノ  
橫軸ニ至ル距離ト  
シ、SヲBナル距離



ニ於テ立テタル堅桿ニ對シ、測微螺旋ノ一回轉ガ生ズル距離又ハ桿夾、 $l_0$ ヲ  $E_0$ ナル距離ニ於テ一回轉ノ爲ス桿夾トスレバ、相似三角形ノ理ヨリ(第百七十圖)、

$$(1) \quad B : E_0 = S : l_0$$

又ハ

$$E_0 = \frac{B}{S} l_0 \quad [67]$$

通例測微螺旋ハ前ニ述ベタルガ如ク、 $\frac{B}{S} = 100$  又ハ  $\frac{B}{S} = 200$  トス。故ニ今  $\frac{B}{S} = 100$  トスレバ

$$E_0 = 100 l_0 \quad [67]$$

次ニ視準線ガ傾斜セルモ、尙函尺又ハ桿ハ之ヲ垂直ニ保ツテ便トスルガ故ニ、第百七十圖ノIBガ地平線ト爲ス角ヲ  $\theta$ 、角  $A_0IB = \alpha$  トスレバ、三角形  $AA_0B$ ニ於テ

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{A_0B}{AB} &= \frac{\sin\left\{\frac{\pi}{2} - (\theta + \alpha)\right\}}{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)} \\ &= \frac{\cos(\theta + \alpha)}{\cos \alpha} \\ &= \frac{\cos \theta \cos \alpha - \sin \theta \sin \alpha}{\cos \alpha} \end{aligned} \right.$$

故ニ堅桿ニ於ケル桿夾  $AB = l$  トスレ

$$(3) \quad l_0 = l(\cos \theta - \sin \theta \tan \alpha)$$

從テ又  $\tan \alpha = \frac{S}{B} = \frac{1}{100}$  ナルガ故ニ(3)ハ [67']ト共ニ

$$E_0 = l(100 \cos \theta - \sin \theta) \quad [68]$$

器械ノ中心ト函尺トノ地平距離ヲ  $E$ トスレバ

$E = E_0 \cos \theta$  ナルガ故ニ [68]ヨリ

$$E = l\left(100 \cos^2 \theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta\right) \quad [69]$$

又望遠鏡ノ横軸ヨリ桿夾ノ下端マデノ垂直距離ヲ  $h$ トスレバ、 $h = E_0 \sin \theta$ ニシテ

$$h = l(100 \cos \theta \sin \theta - \sin^2 \theta) \quad [70]$$

[70]右節ノ第二項ハ一般ニ小ナルガ故ニ之ヲ省略スルコトヲ得。

134. 一定桿夾ト異ナル回轉數. 桿夾ノ中心ヨリ望遠鏡ノ横軸ニ至ル垂直距離ヲ  $E_0$ 、 $S$ ヲ二ノ規標間ノ一定桿夾、 $N$ ヲ  $B$ ナル距離ニ於テ一定桿夾ノ一端ヨリ他端ニ視準線ヲ動スニ要スル回轉數、 $n$ ヲ  $E_0$ ナル距離ニ於テ一定桿夾丈ケ視準線ヲ動スニ要スル回轉數トスレバ、桿夾ガ等シキ故、 $\frac{S}{B} = kN$ 、 $\frac{S}{E_0} = kn$ 、茲ニ  $k$ ハ定數ニシテ、 $BN = E_0 n$  又ハ

$$(1) \quad E_0 = \frac{N}{n} B$$

測斜螺旋ニ於テハ、通例若シ  $B = 100$  米ニシテ  $S = 1$  米ナレバ  $N = 1$  ナルガ如ク螺旋ヲ作ルヲ以テ、

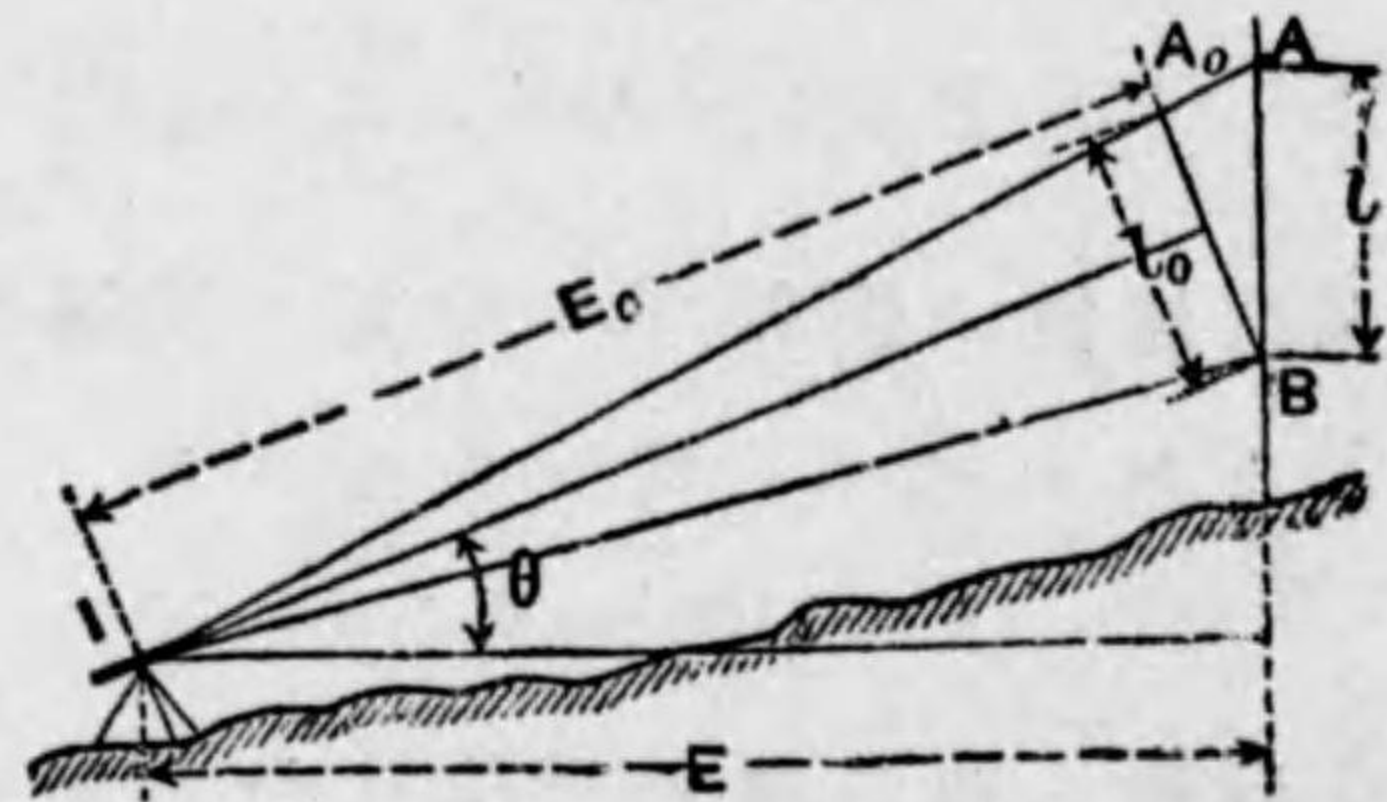


Sノ如何ナル値ニ對シテモ, SトNトノ單位ノ數ハ相等シ. 故ニ(1)ハ

$$(2) \quad E_0 = \frac{100}{n} S$$

視標間ノ距離ハ勿論之ヲ適宜變化スルコトヲ得ベク, lヲ垂直ニ立テタル函尺ノ一定桿夾トスレバ殆ド

第百七十一圖



$$(3) \quad S = l_0 = l \cos \theta$$

故ニ

$$E_0 = \frac{100}{n} l \cos \theta \quad [71]$$

從テ又地平距離 E ハ

$$E = \frac{100 \cos^2 \theta}{n} l \quad [72]$$

トナリ, 垂直距離 h ハ

$$h = \frac{100 \sin 2\theta}{2n} l \quad [73]$$

トナル.

## 第七節

## 轉鏡儀測量ノ精度

## 135. 誤差ノ起原.

第一. 中心ノ誤差. 轉鏡儀ノ豎軸ガ測點ノ中心ニ重ラザルトキハ測定シタル角度ニ誤差ヲ生ズ. 例ヘバー桿ノ距離ニ在リテ一極ノ中心誤差ハ $2''$ ノ差ヲ生ズベク百呎ノ距離ナレバ一吋ノ中心誤差ハ $3'$ ノ差ヲ生ズ. 加フルニ被測點ノ上ニ在ル視標ノ誤差ハ, 器械据付ノ誤差ト相伴ヒテ更ニ大ナル誤差ヲ合成ス.

第二. 視準ノ誤差. 被測點ニ立テタル向桿ハ垂直ナラザルコトアリ, 又其ノ杖側ニ立テタル場合ニ, 桿ハ兩測點ノ中心ヲ結付ケタル直線中ニ在ラザルコトアリ, 又又點ガ精密ニ測點ノ中心ヲ二等分セザルコトアリ, 殊ニ縦又線ヲ用ヒテ向桿ヲ二等分スルトキハ誤差ヲ生ジ易キヲ以テ, 常ニ又點ヲ用ヒ成ルベク向桿ノ根元ヲ視準スルヲ忘ルベカラズ.

對物鏡ノ合焦ガ不充分ナル爲メ, 著眼點ヲ變ズレバ又點ガ動クガ如ク見え, 視差ヲ生ズルコトアリ. 其外又線ガ對眼鏡ヨリ最瞭視ノ距離ニアラザル爲メ, 視準ノ誤差ヲ生ズルコトナシトセズ.

第三. 取扱ノ誤差. 微動螺旋ノ不良ナルモノハ徒動ヲ起シテ螺旋ヲ廻シタルニ器械ハ動かザルコトアリ, 是レ發見シ難クシテ更正スルコト能ハズ. 若シ螺絲ニ餘隙アラバ器械ノ取扱ニハ特ニ注意ヲ要スベク, 又器械上部ヲ動シタル爲メ三脚ガ捻レザル様注意セザルベカラズ.

第四. 整正ノ誤差. 整正ノ誤差トハ偏心支脚ノ等高, 望遠鏡滑子ノ直動, 又線ノ整正等ガ不完全ナル爲メ起ル誤差ヲ云フ. 偏心ハ常ニ小ニシテ兩遊標ヲ讀メバ容易ニ其ノ誤差ヲ消去スルヲ得. 支脚ノ等高ハ高低ニ測點ノ間ノ地平角ニ影響スレドモ, 普通ノ場合ニハ之ヨリ起ル誤差ハ極メテ小ナリ. 滑子ノ直動ト又線ノ整正ヨリ起ル誤差ハ互ニ相混ズ. 但シ等距離等高ノ二點間ノ地平角ヲ測ルトキ, 又ハ等距離ノ二點間ノ豎角ヲ測ルトキハ誤差ヲ生セズ. 是等ノ中, 視準線ガ地平軸ニ對シテ直角ヲ爲サバ場合, 望遠鏡ノ地平軸ガ眞ニ地平ヲ爲サバ時, 及望遠鏡ノ豎軸ガ垂直ナラザル時生ズル地平角ノ誤差ハ特ニ注意セザルベカラズ.

折測法ノ際後視ヨリ轉鏡スルトキハ, 視準線整正ノ不完全ナルガ爲メ二倍ノ誤差ヲ生ズ. 是レ路線測量ニ起リ易キモノニシテ, 直線ノ中心ヲ設クル場

合ニ轉鏡儀ヲ据エタル點ヨリ方向ガ緩ク折ル、コト往々見ル所ナリ. 斯クノ如ク整正ノ不完全ナル場合ニハ一度ハ鏡準器ヲ上ニシ, 一度ハ之ヲ下ニシテ各轉鏡シ, 前後二ノ方向ノ平均ヲ取レバ誤差ヲ除クコトヲ得.

第五. 讀角記帳ノ錯誤. 遊標ヲ讀ミ誤ル爲ニ誤差ヲ生ズルコトアリ. 例ヘバ $42^{\circ}$ ト讀ムベキヲ $38^{\circ}$ トシ,  $\frac{10}{2}$ ヲ加フベキニ反テ之ヲ減ズルノ類心神ノ一時的混亂ノ爲ニ讀角記帳ヲ誤ルコトアリ. 是レ誤差ト云ハシヨリハ寧ロ錯誤ト云フベキモノナリトス.

136. 測角ノ精限. 測角ノ精限ヲ定ムルハ頗ル困難ナリ. 蓋シ測角ハ之ヲ行フトキノ天候, 速度, 及器械ノ種類ニ依リテ異ルノミナラズ, 其ノ他其ノ精度ニ影響スル未定ノ分子ガ多クレバナリ. 故ニ特別ナル場合ニ於ケル測角ノ精限ハ研究セラレタルモノ多シト雖モ一般ニ適用スベキモノ尠シ.

大凡角度ナルモノハ之ヲ挾ム邊ノ長サニ關セザルガ故ニ, 距離ノ大ナル場合ニハ測角ノ精密ハ到底長サノ測定ノ精度ニ伴フコト能ハズ. 例ヘバ長サニ於テ $\frac{1}{100000}$ ノ精度ヲ得ルハ左マデ困難ナシト雖モ, 二十秒ヲ讀ミ得ル轉鏡儀ヲ用ヒテ1.5杆ノ距離ニ於テ向桿ノ太サ丈クノ誤差ナカラシメンコトハ

容易ナラズ。故ニ三角測量ニ於テ基線ノ測定ノ如キハ、既ニ大ナル精度ニ達セリト雖モ、尙測角ノ精度ハ多ク之ニ伴ハズ。

137. 測斜螺旋ノ精限。測斜螺旋ハ距離ヲ測ル上ニ於テ測距絲ノ精密ニ及バズ。蓋シ各點ニ二回ノ觀測ヲ行ヒ而カモ其間ニ螺旋ヲ廻ハス爲ニ器械ヲ狂ハス虞アリ。又高ヲ見出ス器械トシテハ水準儀ニ及バザルノミナラズ、又測距絲ヨリモ稍々錯雜セリ。唯一定ノ勾配ヲ設定スルガ如キ場合ニ測斜螺旋ハ直チニ現場ニ於テ地盤ノ切取盛土ノ高サヲ見出スニ便ナリ。

## 第六章 水準測量

### 第一節

#### 水準測量ニ關スル定義及分類

138. 水準測量ニ關スル定義。

第一. 水平面及基準面。水平面トハ靜水面ニ平行ナル曲面ニシテ、地球ガ全然水ヲ以テ圍マレタル場合ニ生ズベキ表面ナリ。重力ノ方向ハ即チ水平面ニ垂直ヲナス。

一點ノ高サトハ或ル一定ノ水平面ヲ基トシ、此水平面ヨリ其ノ點マデノ高サ即チ垂直距離ヲ云フモノニシテ、此ノ特別ナル水平面ヲ基準面又ハ水準基面ト呼ブ。基準面ハ即チ其ノ高サガ0ナル所ノ水平面ナリ。

基準面ハ一般ニ多年觀測ノ結果ニ成レル平均海水面ヲ用フルコト多シ。英國ニ於テハリバーバーノ平均海水面ヲ用ヒ、我が國ニテハ海軍ニ印度大低潮面ヲ用ヒ、參謀本部ニ用フルモノハ中等潮位ニシテ、靈岸島ノ檢潮器ノ零位ハ前ノ中等潮位以下1.112米ナルノ類是ナリ。其外港灣測量ニハ海面ノ

平均低水位ヲ用ヒ、排水ノ場合ニハ高水位ヲ擇ブノ類、特種ノ水位ヲ基準面トスルコトモアリ。又時トシテハ便宜ノ爲メ假基準面ヲ局部ニ用フルコトモアリ。我ガ國ノ利根川附近ノ O.P. 木曾川附近ノ Y.P. 等ノ如シ。其ノ外一地點ノ高サヲ假定シテ基準面ヲ定ムルコトモアリ。

第二、水平線、地平線及地平面。水平線トハ水平面ト地球ノ中心ヲ含ム平面トノ交ヨリ成ル曲線ニシテ、水平線ノ一點ニ於テ之ニ接觸セル直線ヲ地平線ト云フ。小區域ニ於テハ水平ト地平トハ相等シキガ故ニ、屢々相轉換シテ用ヒラル。

水平面ノ一點ニ於テ之ニ接觸セル平面ヲ其ノ點ニ於ケル地平面ト云フ。小區域ニ於テハ地平面ハ亦水平面ト同ジ、從テ基準面モ亦之ヲ平面ト考フル場合多シ。

水平面ノ垂線ノ方向即チ一點ニ於ケル地平面ニ此ノ點ヨリ立テタル垂線ハ重力ノ方向ヲ表ス。地殼ニ粗密ノ差アリ、地表ニ凸凹ノ同ジカラザルアリ、從テ重心ノ方向モ地球ガ全部一樣ニ水ヲ以テ圍マレタル場合ト異リ、處ニ依リ多少ノ外レヲ生ズ。之ヲ垂線ノ外レト云フ。從テ實際ノ靜水面ハ水平面ト同ジカラズト雖モ、其ノ差異甚ダ小ナルヲ以テ、普

通ノ水準測量ニ於テハ、素ヨリ是等ヲ同一ノモノト考ヘテ可ナリ。

第三、二點間ノ高サノ差。基準面ニ平行ニ二點ヲ過ギテ二ノ水平面ヲ考フルトキハ、是等二ノ水平面間ノ垂直距離ヲ二點間ノ高サノ差ト云フ。故ニ是等二點ノ中ノ一點ノ基準面ヨリノ高サヲ知レバ同ジク他點ノ高サヲ定ムルコトヲ得。斯クノ如ク基準面ヨリ一點ノ高サヲ見出し、或ハ二點間ノ高サノ差ヲ見出スヲ水準測量ト云フ。

二點間ノ高サノ差ヲ見出シタル後、第二點ト第三點トノ間ノ高サノ差ヲ見出し、追テ順次ニ他ノ諸點間ノ高サノ差ヲ見出ストキハ、第一點ヨリ他ノ諸點ノ高サヲ定ムルコトヲ得ベシ。故ニ基準面ヨリ第一點ノ高サヲ知ラバ、亦此ノ基準面ヨリ各點ノ高サヲ知ルコトヲ得。從テ水準測量ハ二點間ノ高サノ差ヲ定ムルニ始マル。

139. 水準測量ノ分類。水準測量ハ之ヲ三種ニ分類スルコトヲ得。酒精準測、氣壓準測及三角準測是ナリ。酒精準測ニ於テハ、泡管中ニ充スニ酒精ノ類ヲ以テシタルモノヲ用ヒ、最モ普通ナル水準測量法ニシテ、其ノ精度モ亦他ノ準測法ニ冠タリ。氣壓準測ニ於テハ、大氣ガ靜止シテ地球ヲ圍ミ其ノ密度モ

亦高サト共ニ一様ニ減少セルモノト假定シ、二點ニ於ケル氣壓即チ空氣密度ヲ測リテ、其ノ間ノ高サノ差ヲ定ムルモノナリ。氣壓準測ハ迅速ヲ以テ勝ルト雖モ、其ノ結果ハ時トシテ非常ニ精密ヲ缺クコトアリ。三角準測ハ豎角ヲ測リ、二點間ノ既定ノ距離ヲ用ヒテ其ノ間ノ高サノ差ヲ定ムルモノニシテ、地球ノ曲率、光線ノ屈折等ヲ考ヘザルベカラズ。從テ測地學ニ屬スルモノトシテ、三角測量ト共ニ山地ニ行フベキ準測ニ適ス。此ノ外酒精準測ニモ、特ニ精密ナル精準儀ナルモノヲ用フル場合アレドモ、是亦測地學ニ屬スルモノニシテ本章述ブル所ハ專ラ普通ノ酒精準測ニ限ル。

而シテ酒精準測ハ直接ニ高サ又ハ高サノ差ヲ定ムルモノナルヲ以テニ直接準測ト呼ビ、氣壓準測又ハ三角準測ハ計算ニ依リテ之ヲ定ムルモノナルガ故ニ間接準測ノ名アリ。

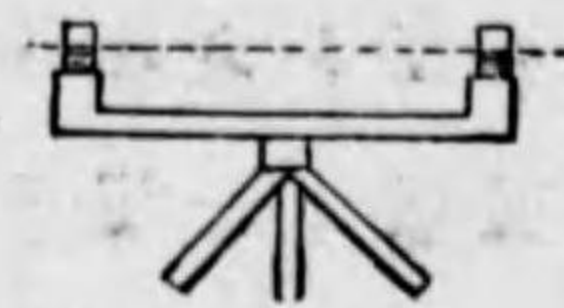
## 第 二 節

### 簡單ナル水準器械

140. 水準器. 水準器トハ金屬又ハ硝子ヨリ成レル彎管ノ兩端ニ硝子管ヲ挿入シ、管中ニハ水ヲ入レタルモノニシテ、一般ニ小三脚上ニ載セラル。管中

ノ水ニ赤又ハ青等ノ著色ヲナストキハ、水面ノ認識ニ便ナリ。水準器ハ如何ナル位置ニ之ヲ据付クルモ、硝子管中ノ水面ハ常ニ同高ナルガ故ニ、是等兩面ヲ見透ストキハ所謂水平線ヲ得ベシ(第百七十二圖)。

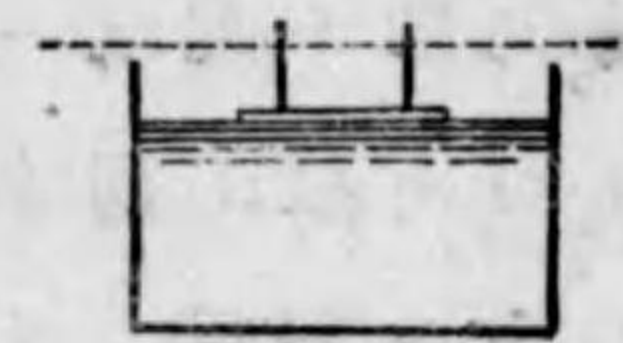
第百七十二圖



圓筒形ノ小罐ニ水ヲ入レ、其底側ニ二小孔ヲ設ケテ之ニ長キ護謄管ヲ接續スル時ハ、其管中ノ兩水面ノ高サ相等シキヲ以テ、建築家ハ之ヲ稍々廣キ地域ニ於ケル基礎等ノ高サヲ定ムルニ用フ。

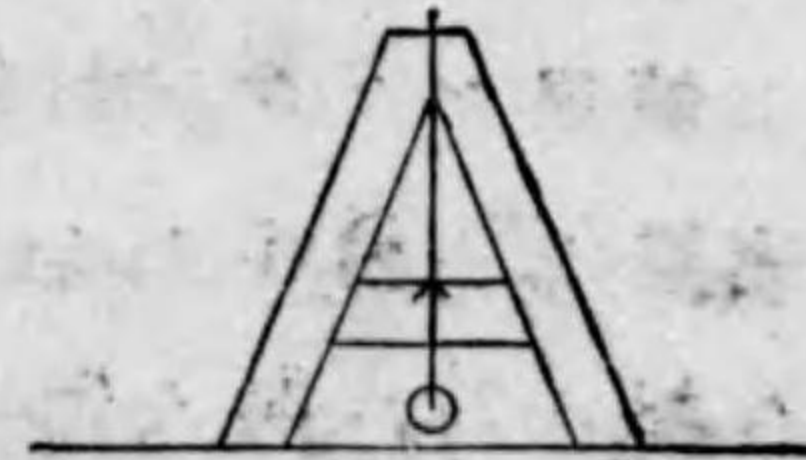
又板片ノ兩端ニ二ノ規版ヲ立テ、板底ヨリ規孔ノ高サヲ相等シカラシメ、之ヲ槽中ノ水面上ニ浮ブルトキハ、兩孔ノ見透ニ依リテ亦水平線ヲ得ベシ(第百七十三圖)。

第百七十三圖



141. 錘準器. 重力ノ方向ハ前ニ述ベタルガ如ク水平線ニ直角ヲナスガ故ニ、下振ヲ用ヒテ之ニ直角ナル方向ヲ定ムレバ、即チ水平ヲ得ベシ。斯カル裝置ヲ有スルモノヲ總稱シテ錘準器ト云フ。A形水準器ハ第

第百七十四圖

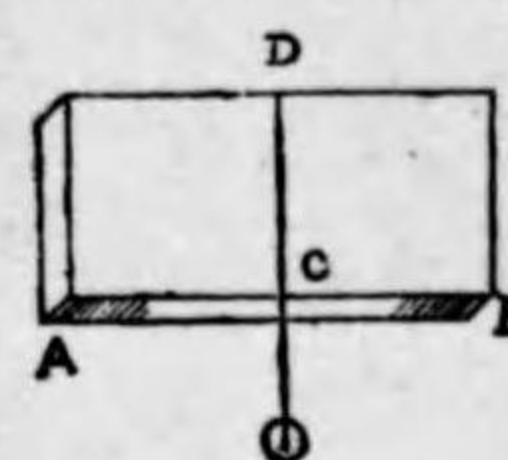


百七十四圖ニ示セルガ如ク、頂ヨリ垂レタル下振ノ

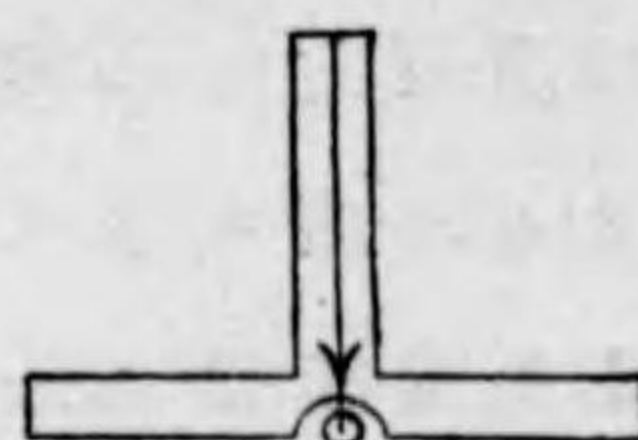
絲ガ横木ノ矢印ニ重ナルトキハ、兩脚底ハ同高ナル様ニ作リタルモノナリ。

又板ノ一邊ヲ平滑ニ削リテ之ト直角ニ一豎線ヲ描キ、下振ガ恰カモ此ノ豎線ニ重ナルトキハ、其ノ邊

第百七十五圖



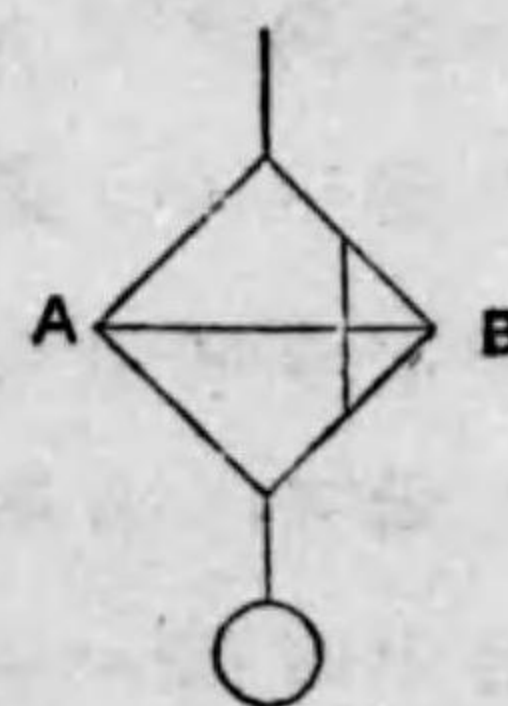
第百七十六圖



ハ水平ヲナス。第百七十五圖又ハ第百七十六圖ニ示セルモノ是ナリ。

142. 反射準器。光線ガ直角ニ反射面ニ當ルトキハ再ビ同方向ニ反射スベシ、故ニ若シ反射鏡ヲ重力ノ方向即チ垂直ニ垂下シテ自己ノ眼ノ反射像ヲ望ムトキハ、眼ト其ノ像トヲ結付タル直線ハ地平ヲナス。之ヲ利用シテ眼ト同高ナル地點ヲ見出ス装置ヲ反射準器ト云フ。

第百七十七圖ハ邊長凡ソ5 厘、厚サ凡ソ6 耗ノ菱形反射鏡ニシテ、左側ハ鍍銀シタル反射鏡ヲ爲シ、右側ハ素透シノ硝子ナリ。面シテ AB ナル線ノ爲ニ眼ノ像ガ二等分セラル、位置ニ此ノ反射鏡ヲ保テ、B 側



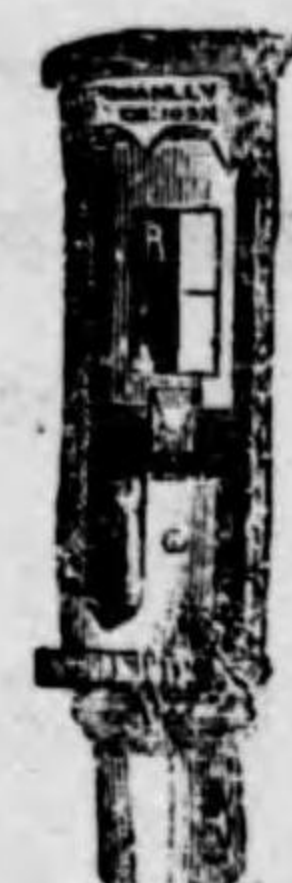
ニ在ル素透シノ部分ヨリ、AB 線ト同高ナルモノヲ望メバ即チ眼ト同高ノモノヲ得ベシ。

第百七十八圖ハ亦吊環ヲ備フル反射準鏡ニシテ、第百七十九圖ハ風ヲ防ガンガ爲メ圓筒中ニ裝置セル反射準器ヲ示ス。圖中 R ハ鍍銀セル反射鏡ノ部分ニシテ、下ニハ錘ヲ附屬セリ。

第百七十八圖

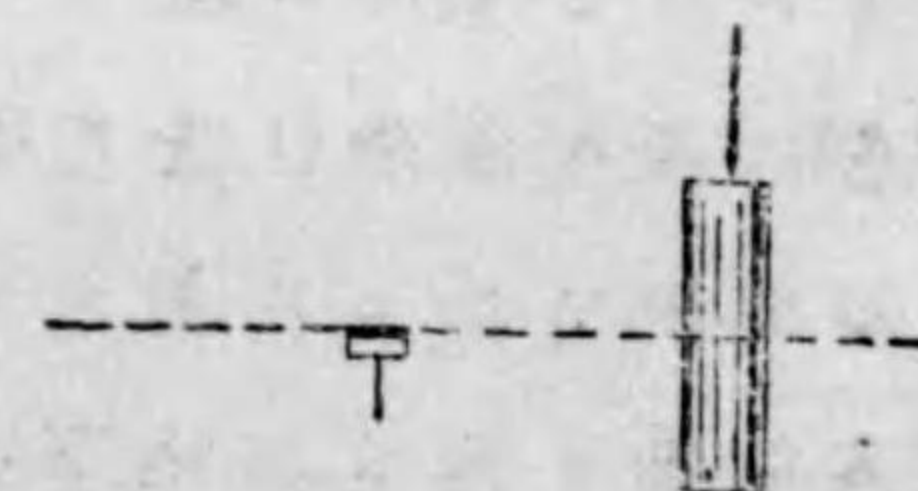


第百七十九圖



第百八十圖

第百八十圖ハ琢キタル鋼箔ヨリ成リ、絲ヲ以テ一端ヲ吊ルセリ。故ニ一手ニ此ノ鋼箔ヲ垂レ、他手ニ厚紙ノ類ヲ携ヘテ紙縁ト其ノ像トガ重リテ見ユルヲ度トシテ見透シヲ附クルトキハ、地平線ヲ定ムルコトヲ得。



第 三 節

測量水準儀ノ構造

143. 酒精水準儀ノ要部。測量水準儀ノ泡管ハ圓形ノ断面ヲ有スル硝子管ニ酒精ノ類ヲ入レタルモノニシテ、僅カニ小氣泡ヲ殘シ、且ツ管軸ハ圓弧ヲ爲

ス。泡管ノ接線トハ管軸ヲ含メル平面中ニ在リテ、  
圓弧ノ中點ニ於テ之ニ接線ヲナス直線ヲ云フ。故  
ニ此ノ接線ハ氣泡ノ兩端ガ泡管ノ中央ヨリ左右等  
距離ニ在ルトキ、其ノ酒精ノ水平面ニ平行ナリ。

泡管ハ眞鍮ノ類ニテ之ヲ包ミ、氣泡ノ位置ヲ知ル  
ニ便ナラシメンガ爲メ、目盛セル小尺度ヲ附屬スル  
カ(第百八十一圖)又ハ直接泡  
管ノ上面ニ目盛セルモアリ、  
又ハ單ニ泡管ノ中央ニ一本



ノ線ヲ刻ミタルニ過ギザルモアリ、更ニ小サキ泡管  
ニ至リテハ全ク目盛ヲ用ヒズ、目分量ニテ氣泡ガ中  
央ニアリヤ否ヤヲ定メシムルモノモアリ。目盛ハ  
普通一種ヲ五等分シ、又ハ一時ヲ十等分シタルモノ  
ニシテ、泡管ノ曲率半徑又ハ泡管ノ中心角ヲ定ムル  
ニ必要ナリトス。

今氣泡ガ泡管ノ中央ニ在ルトキハ其ノ接線ハ地  
平線ヲナス、故ニ泡管ニ視準線ヲ附シテ接線ト視準  
線トヲ平行ナラシムルトキハ、氣泡ガ中央ニ在ルト  
キ視準線ハ地平ヲナス。酒精水準儀ノ要部ハ實ニ  
視準線及泡管ノ二ニシテ、水準測量ノ理ハ視準線ノ  
地平ニ外ナラズ。

視準線ハ常ニ出入調整ヲ爲シ得ルノミナラズ、泡

管ノ接線ハ之ヲ水準儀ノ豎軸ニ直角ナラシムルヲ  
得。

普通ノ測量ニ用フル水準儀ハ其ノ望遠鏡ノ取付  
ニ依リテ之ヲ Y 形及短肥ノ二種ニ分チ、一般ニ望遠

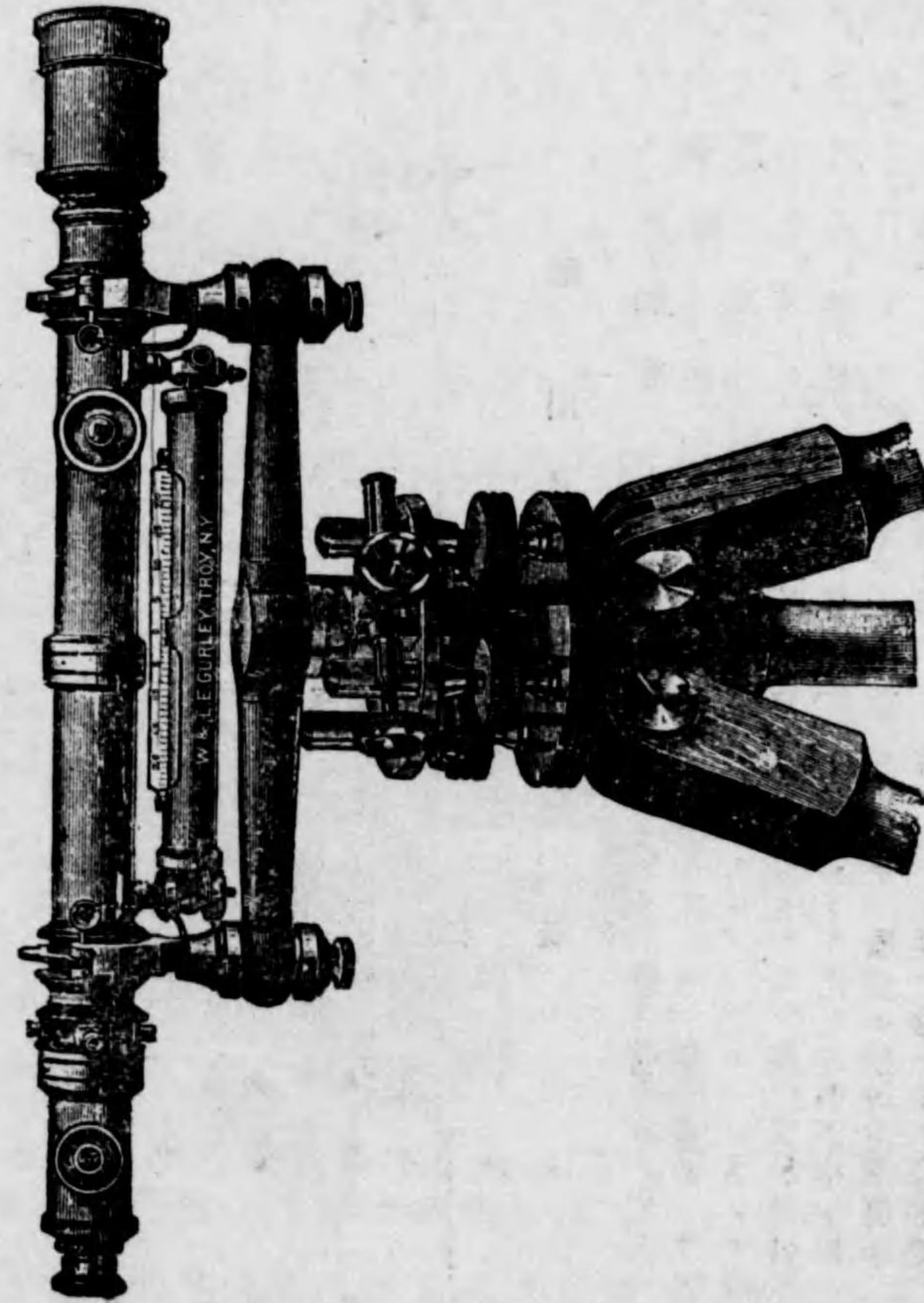


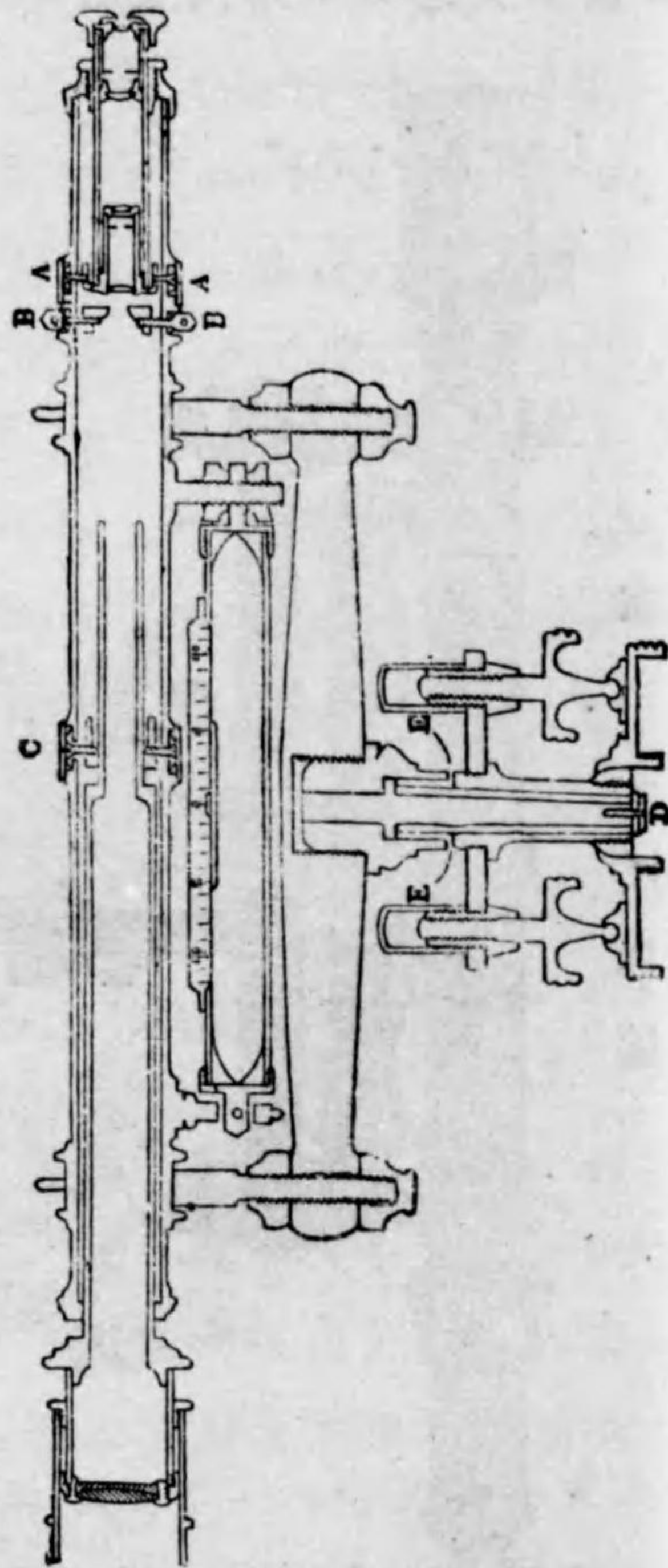
圖 二 十 八 第 百 第

鏡ノ長サニ依リテ其ノ大サヲ定ム。

144. Y形水準儀. Y形水準儀ニ於テハ第四章  
105ニ述ベタルガ如ク,第一法ニ依リテ望遠鏡ヲ取

付ケ, Y即チY支  
ハ鏡管ヲ挟ミ,一  
般ニ摺子ト小鉗  
ニテ之ヲ緊著ス  
(第百八十二(圖)),故  
ニ小鉗ヲ去リ摺  
子ヲ離セバ鏡管  
ハ管軸ノ周圍ニ  
回轉スルコトヲ  
得. 各Y支ハ二  
ノ螺旋止ニテ準  
棍ニ取付ケラレ,  
此螺旋止ヲ廻ハ  
セバY支ノ高サ  
ハ變化ス. 泡管  
ハ望遠鏡ノ鏡管  
ノ上下又ハ横ニ  
附屬シ,其ノ一端  
ハ二ノ縱螺旋ニ

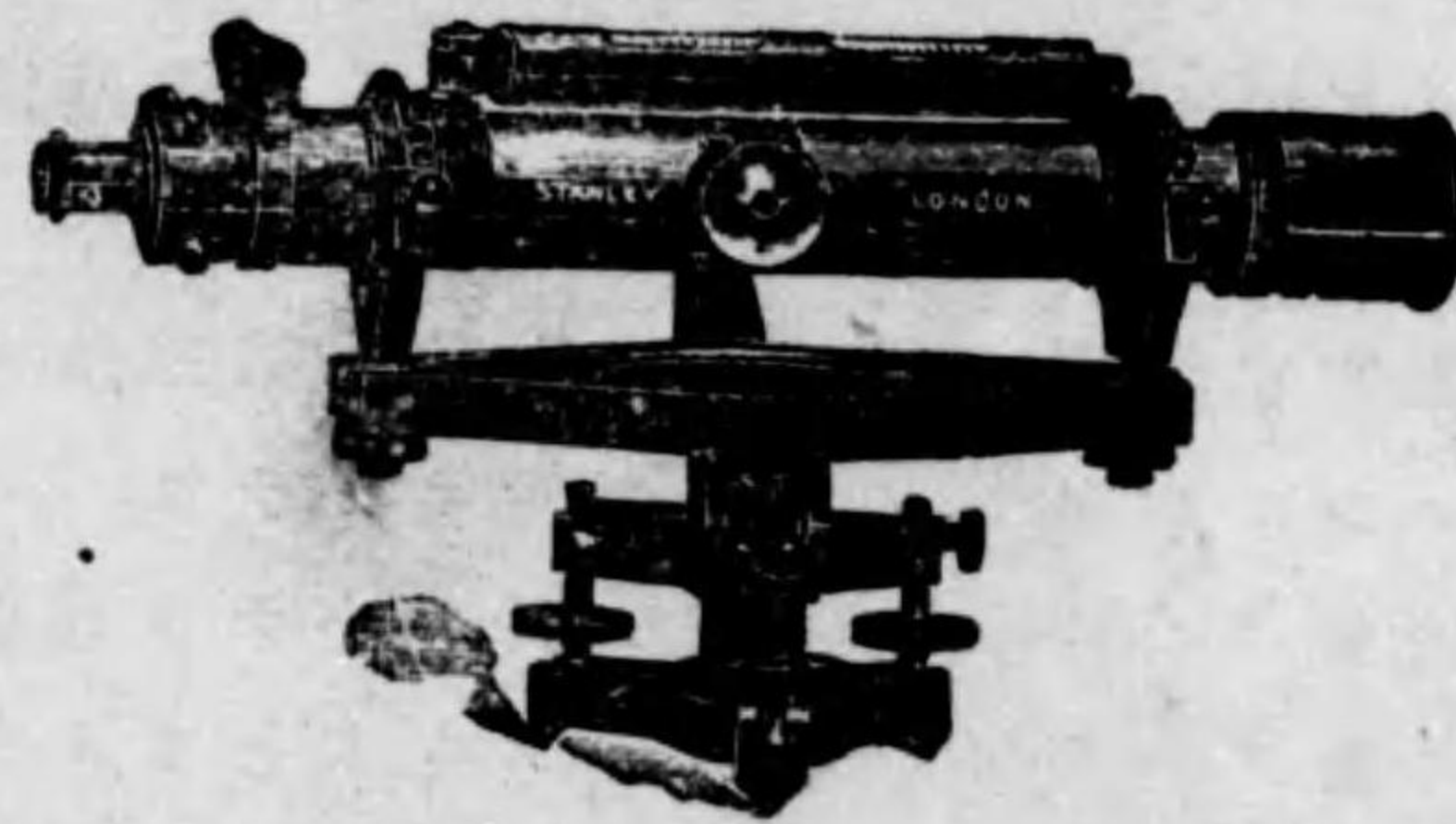
圖 三 十 八 百 號



テ泡管ヲ上下ニ動スヲ得ベク,他端ハ亦二ノ橫螺旋  
ニテ泡管ヲ前後ニ動スコトヲ得. 又此ノ主泡管ニ  
直角ヲナシテ,更ニ小サキ副泡管ヲ備フルカ又ハ球  
準器(150參照)ヲ備フルトキハ水準ヲ得ルニ便ナリ.

準棍ニハ第百八十三圖ニ示セルガ如ク,縱ノ鋼軸  
ヲ捻込ミ,此ノ鋼軸ノ下端ハ内軸Dトナリ,Dハ更ニ  
整準裝置ノ主窩EE中ニ取付ケタル砲銅製ノ中空  
場内ニ回轉ス,而シテ此ノ鋼軸ノ中心線ハ即チ水準  
儀ノ豎軸ヲ爲スモノナリ. Y支ハ鏡管環ヲ載スル  
要部ナルヲ以テ,其内部ニ瑪瑙ヲ嵌込ミ又ハ磷銅ノ  
接觸片ヲ用ヒテ更ニ鐘銅ノ鏡環ニ依リテ摩損ヲ防  
グタルモノモアリ. 第百八十四圖ハ英國型第百八

第 百 八 十 四 圖



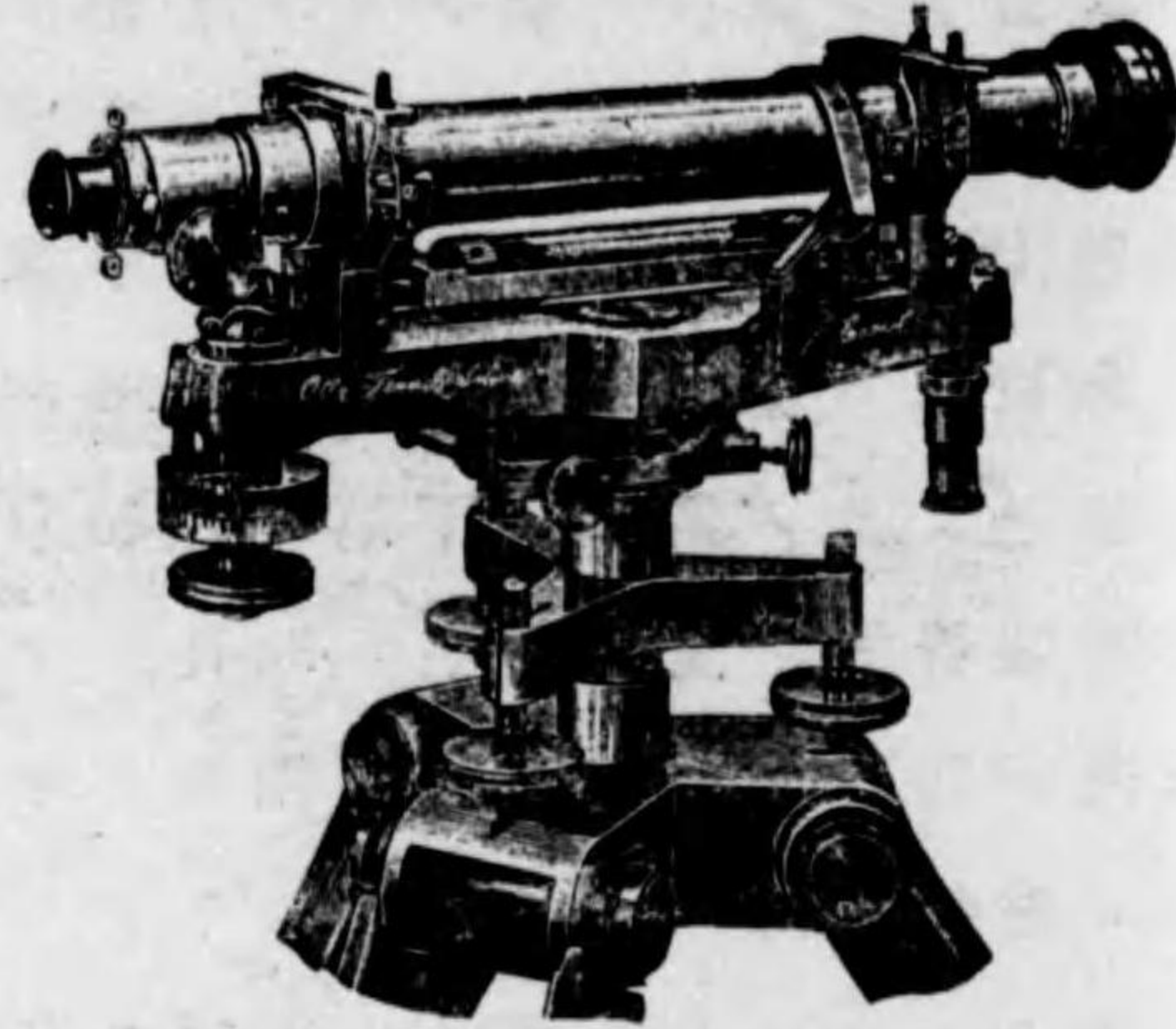
十五圖ハ獨逸型ノY形水準儀ヲ示ス.

三脚頭ニ整準裝置ヲ螺旋込ミ,是等ニ依リテ水準



儀ノ堅軸ヲ垂  
直ナラシムル  
トキハ準棍ハ  
地平トナル故  
ニY支ノ高ニ  
シテ相等シカ  
ラシニハ、鏡管  
軸ハ亦地平ヲ  
ナス。從テ管軸  
ト視準線及泡

第百八十五圖



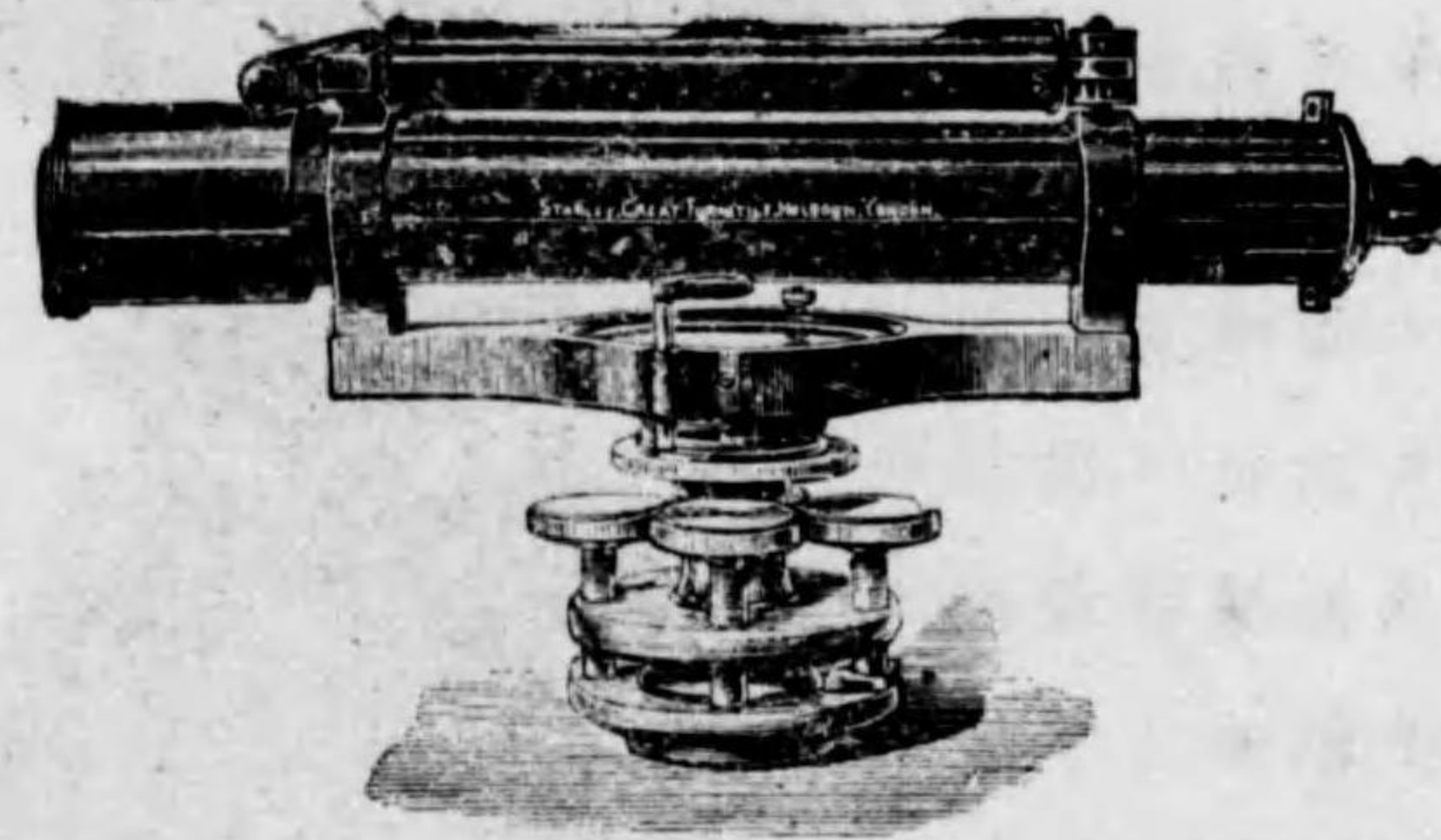
管ノ接線トガ互ニ相平行ナランニハ、是等モ亦皆地  
平ヲナス。Y形水準儀ニハ羅盤又ハ分度圈ヲ備フ  
ルモノモアリ。又ハ緊螺旋及微動螺旋ヲ有スルモ  
ノモアリ。殊ニ轉鏡儀ノ望遠鏡ヲ取外シテY支ニ  
取付クルヲ得セシメタル所ノ水準儀ト轉鏡儀ヲ組  
合ハセタルモノモアリ。

145. 短肥水準儀. 望遠鏡ノ取付ハ第三法ニ依レ  
ルモノニシテ、取外シノ出來ザルモノナリ。一般ニ  
倒映望遠鏡ヲ有シ、鏡管ハ其ノ長サ小ナリ。短肥ノ名  
蓋シ之ニ基ク。此ノ水準儀ハとらふとまん又ぐら  
ばつと水準儀ト云ヒ、英國ニ於テ殆ド専ラ之ヲ用フ。

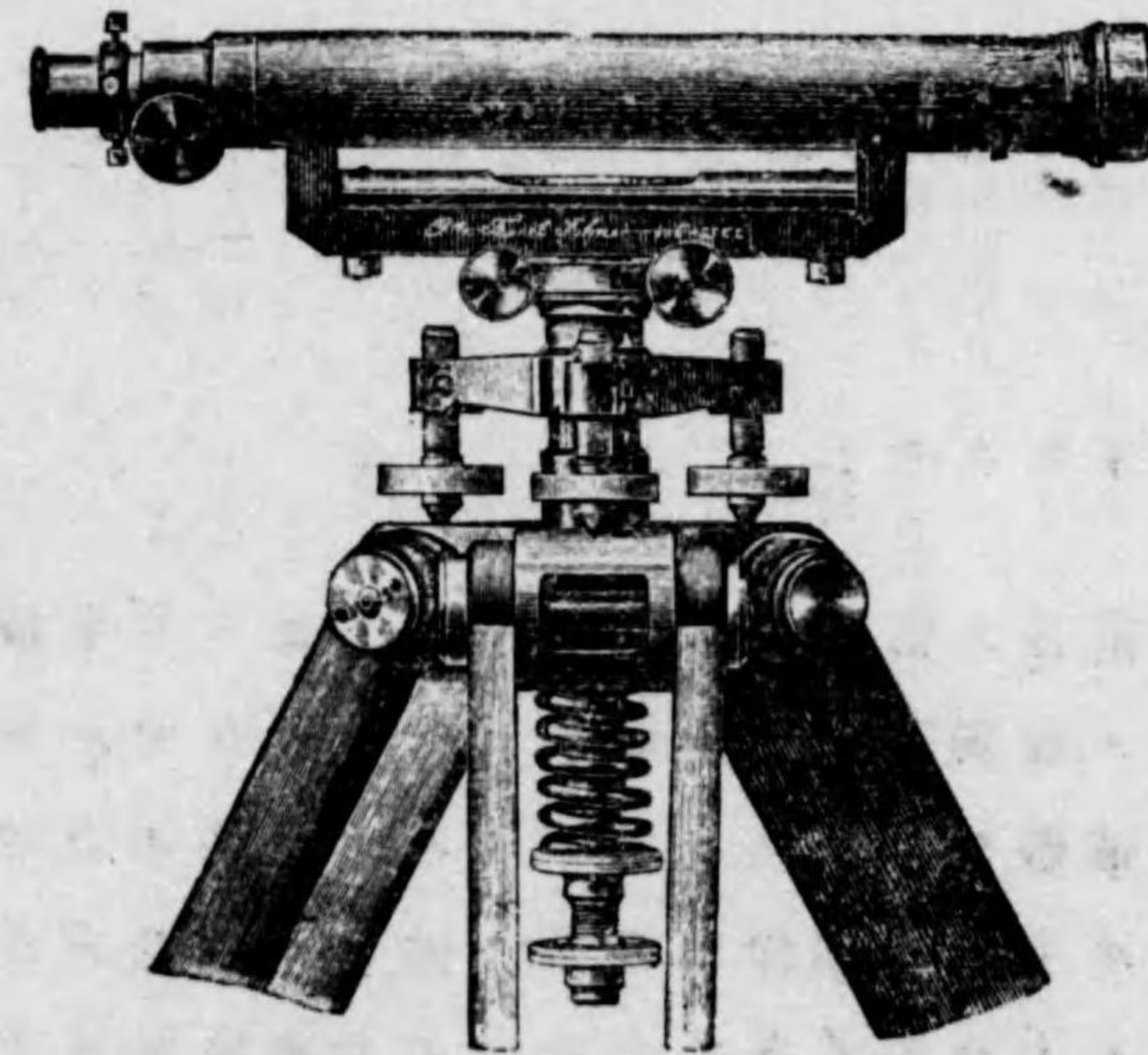
短肥水準儀ノ泡管ハ準棍ニ取付ケラレ、其ノ一端  
ハ之ヲ上下スルヲ得ルモノアリト雖モ泡管ノ接線

ト鏡管軸トハ互ニ平行ナル様ニ固ク取付ケラレ、復  
タ動スコト能ハザルモノヲ最良トス。第百八十六  
圖及第百八十七圖ハ短肥水準儀ノ二例ナリ。

第百八十六圖



第百八十七圖



短肥水準儀ハ Y 形水準儀ニ比スレバ一般ニ堅固  
 單一ナリ。但シ整正  
 ハ稍々困難ナルモノ  
 ナキニ非ズト雖モ、一  
 タビ整正ヲ終レバ狂  
 ヲ生ズルコト少ナシ。  
 又鏡管ノ長ヲ更ニ短  
 カラシムル爲メ稜鏡  
 ヲ用ヒタル裝稜短肥  
 水準儀ト稱スルモノ  
 アリ、第百八十八圖ニ  
 示セルモノハ其ノ一例ナリ。其ノ外 Y 形水準儀ニ  
 シテ、其ノ泡管ヲ準棍ニ附屬セル折衷形ノモノモア  
 リ。



#### 第 四 節

#### 準 桿 又 ハ 函 尺

146. 準桿ノ性質及分類。準桿ハ長サ2米乃至5  
 米ニシテ、規則正シキ断面ヲ有セル眞直ナル木桿ニ  
 長サヲ目盛セルモノニ過ギス。水準儀ノ視準線ハ  
 水平ナルガ故ニ、準桿ヲ垂直ニ地上ノ一點ニ立テ、  
 視準スルトキハ、此ノ點ハ視準線ヨリ低キコト幾何

ナリヤ、又ハ視準線ハ此ノ點ヨリ高サ幾何ナリヤヲ  
 知ルコトヲ得。準桿ノ目盛ニハ米突及其小數ヲ用  
 ヒ、更ニ我ガ國ノ尺寸分、或ハ呎及其小數等ヲ用フ。

準桿ハ充分乾燥シタル白松、樅ノ類ニテ之ヲ作ル、  
 而シテ準桿ノ長ガ變化スル原因ノ主ナルモノニア  
 リ。木材ヲ切下ロシテ後數ヶ月間ハ其ノ伸縮頗ル  
 大ナリトス、又材壽ノ大ナル程伸縮ハ少シ。其ノ外  
 秋冬ニ伐截セルモノハ其ノ伸縮少ク、外氣ノ水濕及  
 溫度ノ變化ハ亦準桿ノ長サヲ變化スル他ノ原因ヲ  
 ナス、而シテ長ノ變化ハ木材纖維ノ方向ニ最小ナリ。

自然ノマ、ニテモ、べんきヲ塗ルモ、或ハ之ヲ脂中  
 ニ浸スモ、溫度ガ準桿ニ及ス影響ハ各木殆ド相等シ  
 ク、其ノ伸縮ハ普通ノ溫度ニ於テハ之ニ比例ス。樹  
 脂多キ木材ハ其少キモノヨリモ水濕ノ影響少シ、但  
 シ普通ノ状態ニテハ、樹脂多キ木材ヲ除キ、伸縮ハ水  
 濕ニ比例ス。又べんきヲ塗リタルモノハ自然ノマ  
 、ノモノヨリモ水濕ノ影響ヲ受クルコト少ク、ばら  
 ふ、ん中ニ浸スコト八時間乃至十時間ナレバ水濕ノ  
 影響更ニ少ク、極メテ精密ナル準桿ヲ作ルニ適ス。

準桿ノ断面ハ第百八十九圖ニ示セルガ如ク、  
 3×10 厘位ノ簡單ナル矩形ヲ爲セルモノアリ。或ハ  
 Bニ示セルガ如ク、T形ヲ爲シテ其強サヲ増セルモ

ノアリ。又或ハ兩丁 第百八十九圖

形ヲ爲セルモノモアリ、然レドモDニ示セルガ如ク函形ヲ爲セルモノハ最良ナリ。

而シテ目盛面ノ摩擦汚滅ヲ防グ爲ニ、多ク

其ノ兩縁ヲ目盛面ヨリ高ク突出セシムルヲ常トス。

又準桿ノ底部ニハ真鍮製ノ底版ヲ嵌メテ

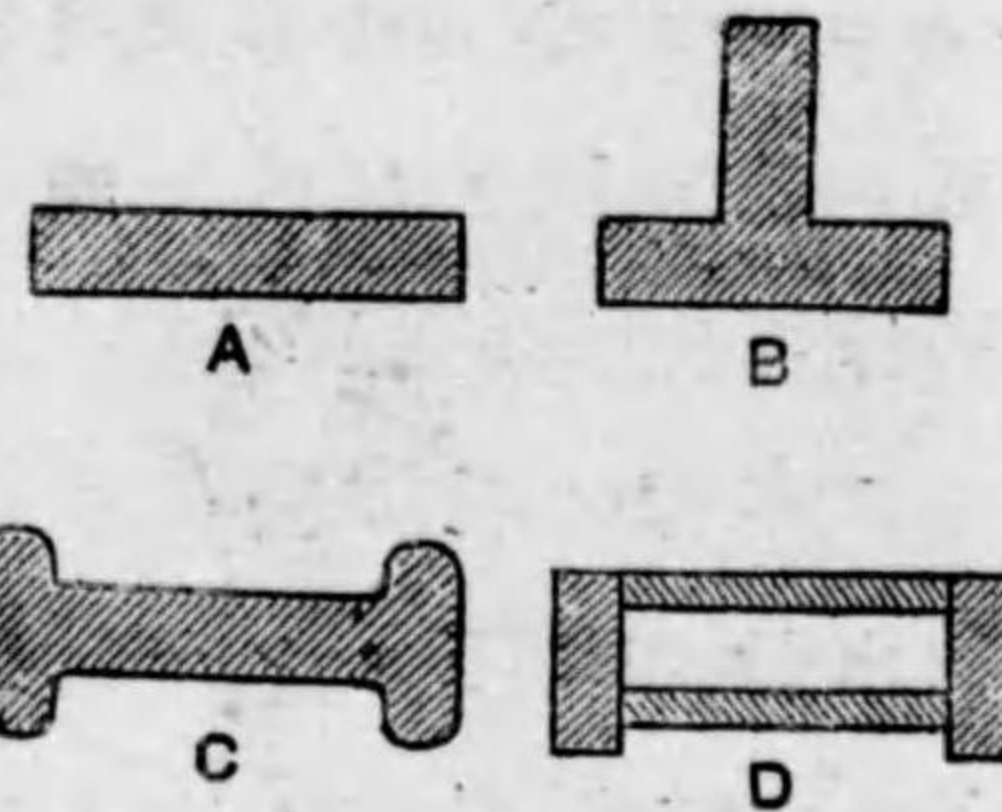
摩擦ヲ防グ。此ノ外準桿ヲ樹立スルニ便ナラシムル爲メ桿ノ兩側ニ桿柄ヲ具ヘタルモノモアリ。

桿柄ニハ之ヲ取外シ得ルモノモアリ

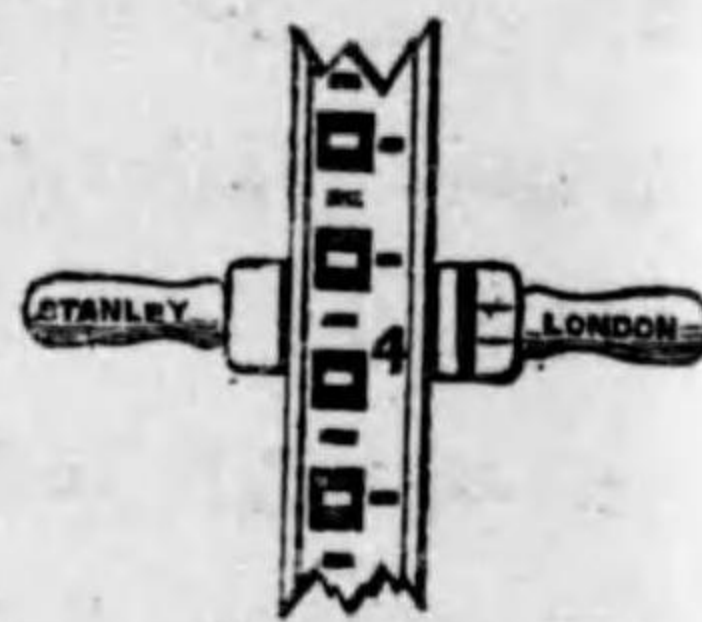
(第百九十圖)。

準桿ハ之ヲ分チテ二トス。標桿及讀桿是ナリ。標桿ハ規標ヲ備ヘ、之ヲ上下シテ其ノ横線ヲ視準線ニ重ネ、準桿ヲ立ツル所ノ桿夫ヲシテ其ノ目盛ヲ讀マシム。規標ニハ一般ニ遊標ヲ備フ。又讀桿ハ視準線ト桿ノ交點ヲ直接望遠鏡ニテ讀ムベキモノニシテ、桿夫ハ單ニ桿ヲ垂直ニ立ツルニ止ル。

147. 標桿及規標。標桿ノ主ナルモノニハふらで



第百九十圖



るふらで準桿、とろい桿及にゆるく桿等アリ、米國製ノ準桿最モ多シ。

ふらで 第百九十一圖

第百九十三圖

ふらでハ二分又ハ三分ノ部分ヨリ成リ、厚サ  $\frac{3}{4}$  廣サ  $1\frac{1}{2}$ 、全長13呎ニシテ、緊螺旋ニテ緊著ス。呎ハ赤十分一呎及百分一呎ハ黒ニテ目盛ヲ施ス。

圓キ規標ハ白ト赤ニテ各象限ヲ彩リ、後桿ノ背部若クハ側面ト同ク

$\frac{1}{1000}$ ヲ讀ムベキ遊標ヲ備フ(第百九十一圖)。

第百九十二圖



第百九十二圖



第百九十三圖

ぼすとん桿モ亦各六呎ノ長ヲ有スル二片ヨリ成  
リ、容易ニ滑動ス(第百九十二圖)

とろい桿(第百九十三圖)及に、一よるく桿(第百九十  
四圖)ハ各圖ニ示スガ如シ。

第百九十四圖



規標トハ眞鍮製又ハ鐵製ノ圓版又  
ハ楕圓版ニシテ、準桿ニ沿ヒテ上下セ  
シムルカ、又ハ其一定ノ處ニ取付ケタ  
ルモノナリ。標面ハ望遠鏡ノ叉線ニ  
依リテ等分スルニ便ナル様ニ著色シ、  
且ソ其周縁ヲ少シク突出セシメ、著色

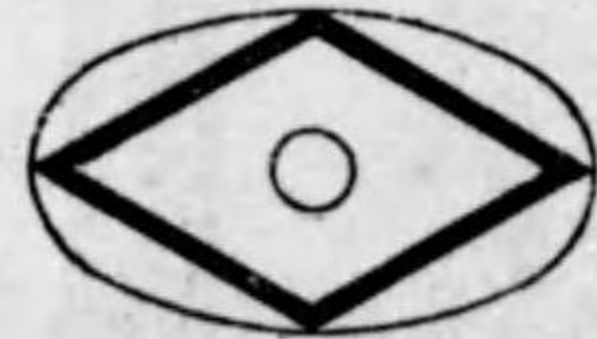
第百九十五圖



第百九十六圖



第百九十七圖



第百九十八圖



第百九十九圖



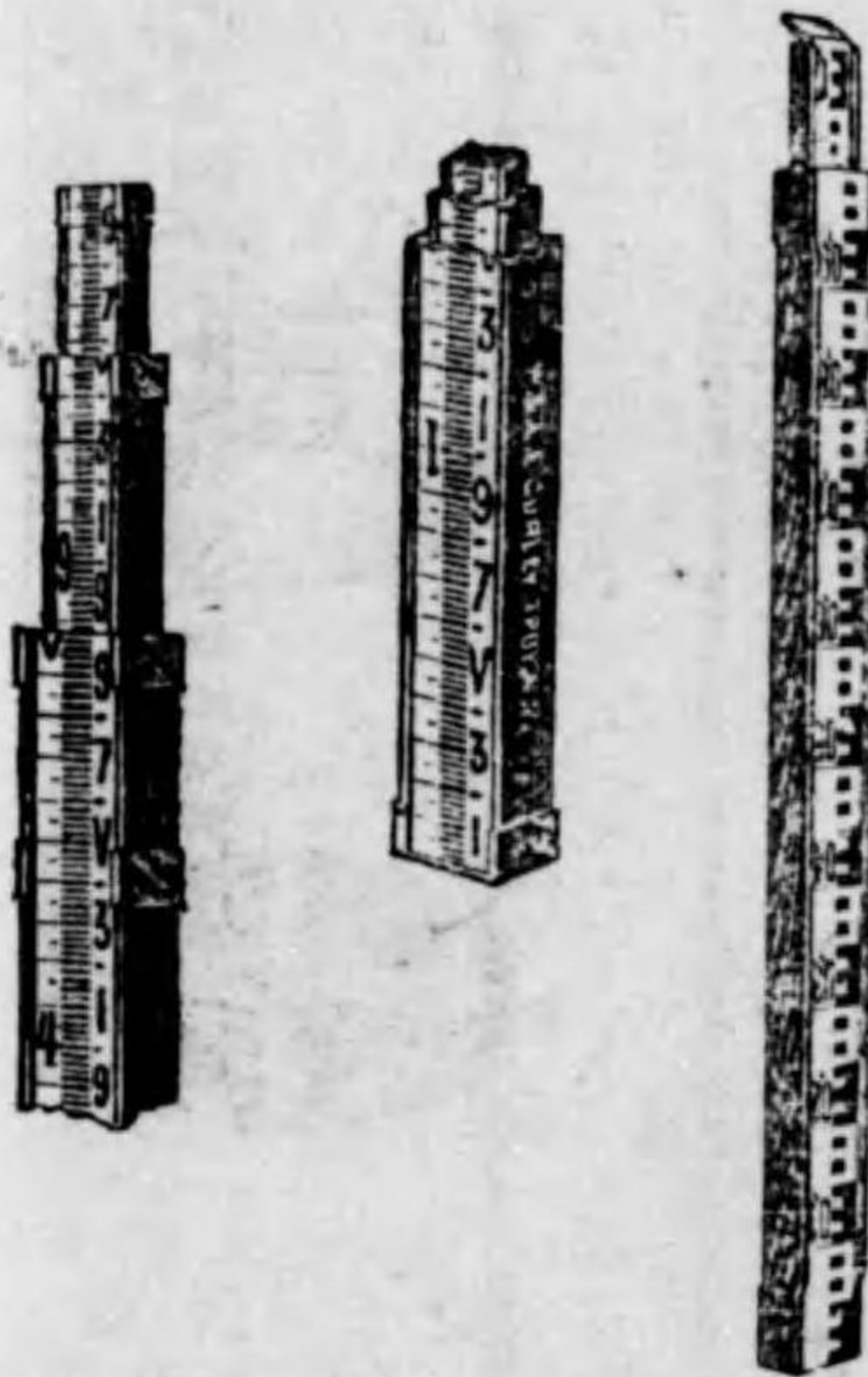
第 二 百 圖



部ノ摩剝ヲ防ゲルモノ多シ。標ノ中央ニハ孔ヲ備  
ヘテ遊標又ハ尺度ヲ取付ケタルモノモアリ。標ノ  
形ニハ種々アレドモ今其ノ主ナル者二三ヲ示ス(第  
百九十五圖乃至第二百圖)

148. 讀桿. 讀桿ハ觀測者自身ガ準桿ノ目盛ヲ讀  
ムベキモノニシテ、桿夫ハ唯桿ヲ立ツルニ止ル。讀  
桿中伸縮桿ハ從來最モ多ク我が國ニ用ヒラレ(第  
二百一圖、三部分ヨリ成ル。第二百二圖ハ二部分ヨリ

第 二 百 一 圖      第 二 百 二 圖



成リ、長サ 1.75 米乃  
至 2.2 米アリ。其ノ  
外讀桿ニハ各種ノ  
形アリ(第二百三圖  
乃至第二百六圖)。  
第二百七圖ハ細線  
及太線ノ目盛ヲ示  
セルモノナリ

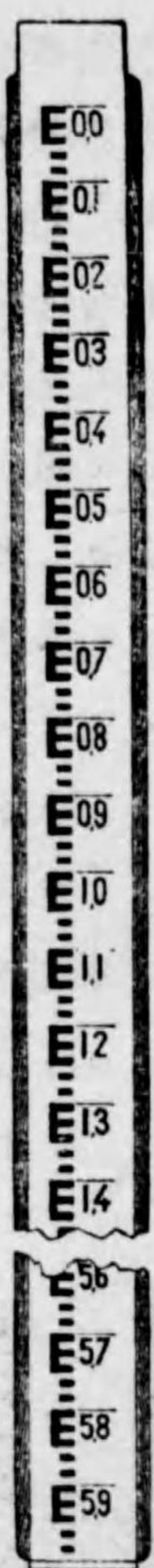
規標ニ視準シテ  
高サヲ定ムル所ノ  
標桿ハ精度ニ於テ  
讀桿ニ勝レルガ如

クナレドモ實際ニハ野外ニ於ケル準測作業ガ未ダ  
0.3 耗位マデヲ正確ニ讀ム精密ニ伴ハズ、加フルニ桿

第二百三圖



第二百四圖



第二百五圖

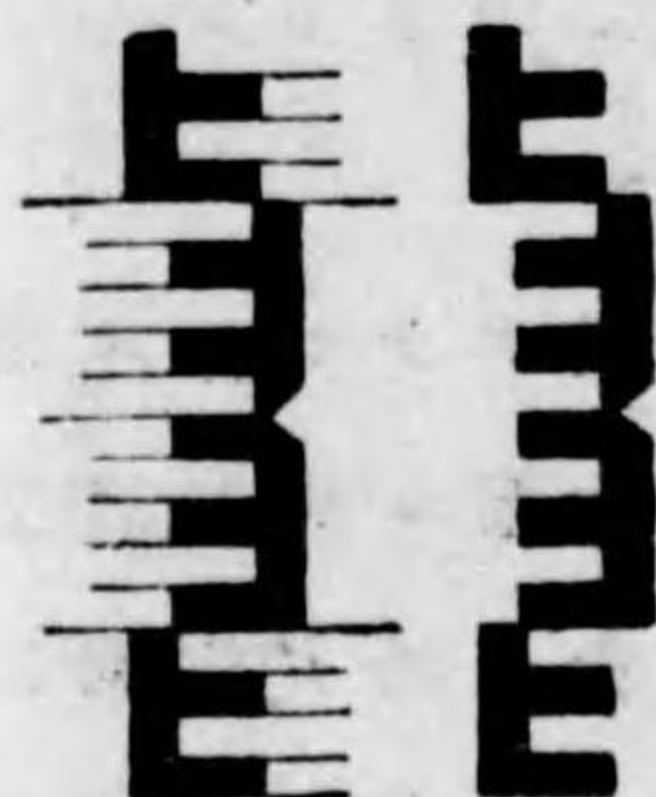


第二百六圖



夫ヲシテ標ヲ正中ニ上下セシムルガ爲ニハ少ナカラザル時間ヲ要ス是レ標桿ガ讀桿ニ劣ル所トス。

第二百七圖



149. 標準器及球準器. 準桿

ヲ垂直ニ立ツルコトハ如何ナル場合ニモ必要ニシテ、傾斜セル地上或ハ風アル時ノ如キハ殊ニ然リトス 桿ヲ立ツルニ熟練セザルモノハ或ハ右ニ左ニ、或ハ前ニ後ニ之ヲ傾ケ易シ

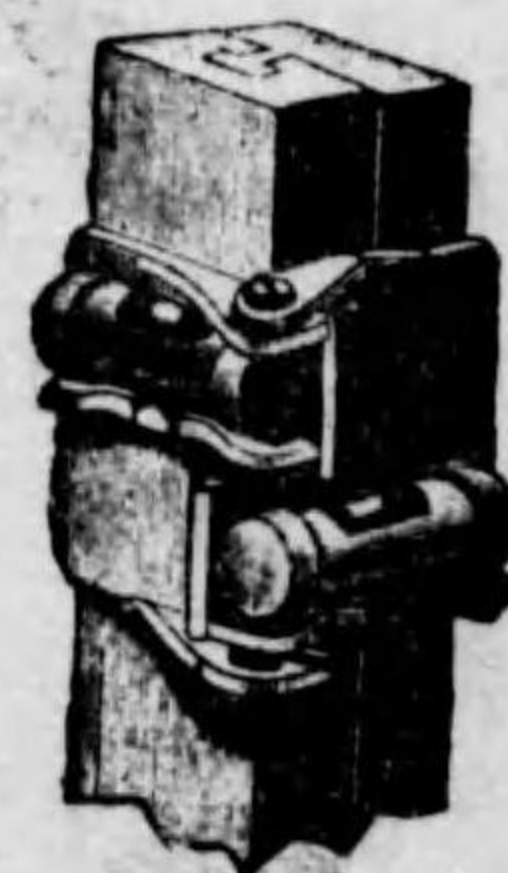
其ノ左右ニ傾ケルモノハ望遠鏡ノ視準ニ依リ容易ニ之ヲ見出スヲ得レドモ、前後即チ視準線ヲ含ム豎面中ニ傾斜セルモノハ之ヲ發見スルコト難ク、知ラズ識ラズノ間ニ大ナル誤差ヲ生ズルコトアリ。

二ノ小泡管ヲ用ヒ、互ニ直角ニ準桿ニ裝置シ桿ノ垂直ヲ檢スルコトヲ得 之ヲ標準器ト云フ(第二百八圖) 其ノ之ヲ用ヒザル間ハ折リ疊ミテ携帯ニ便ナラシム。

第二百八圖

第二百九圖

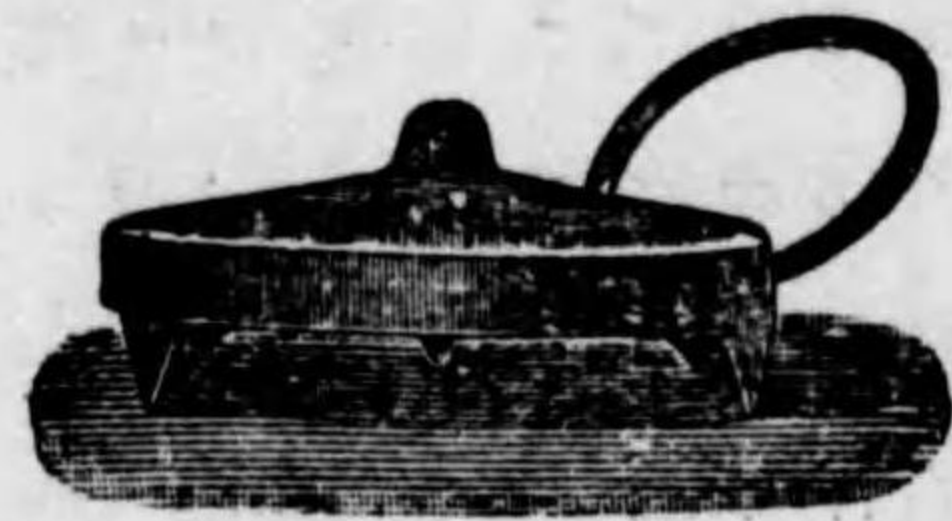
又泡管ノ代リニ球面ノ一部ヲナシテ中央ニ氣泡ヲ有セル所ノ球準器モ亦桿ヲ垂直ナラシムルニ便ナリ。但シ



球準器ハ獨リ準桿ノミナラズ、大ナル精度ヲ要セザル場合ニ水平ヲ得ル爲ニ他ノ器械ニ用ヒラル、コト多シ(第二百九圖)。

150. 脚版. 準桿ノ底部ハ桿ヲ垂直ナラシムル時地平ヲ爲スト雖モ、若シ凸凹アル地物等ニ桿底ヲ支ヘテ桿高ヲ讀ミ、更ニ後視ヲ取ル場合ニ異ナル地點ニ於テ桿ヲ立ツル爲ニ誤差ヲ來スコト多シ。此ノ弊ヲ除カンガ爲メ第二百十圖ニ示セルガ如キ鐵製

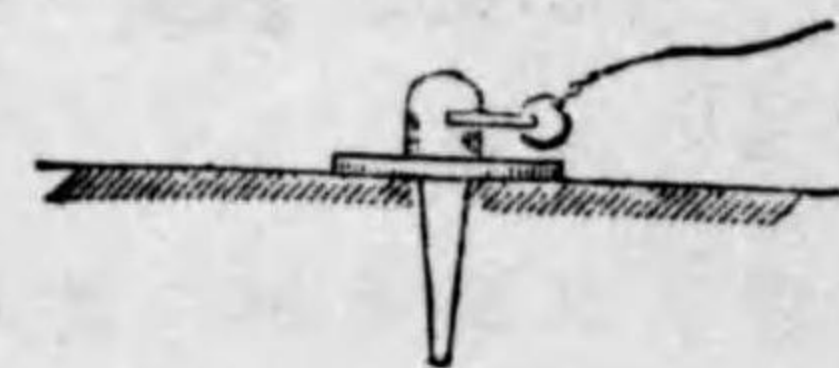
第二百十圖



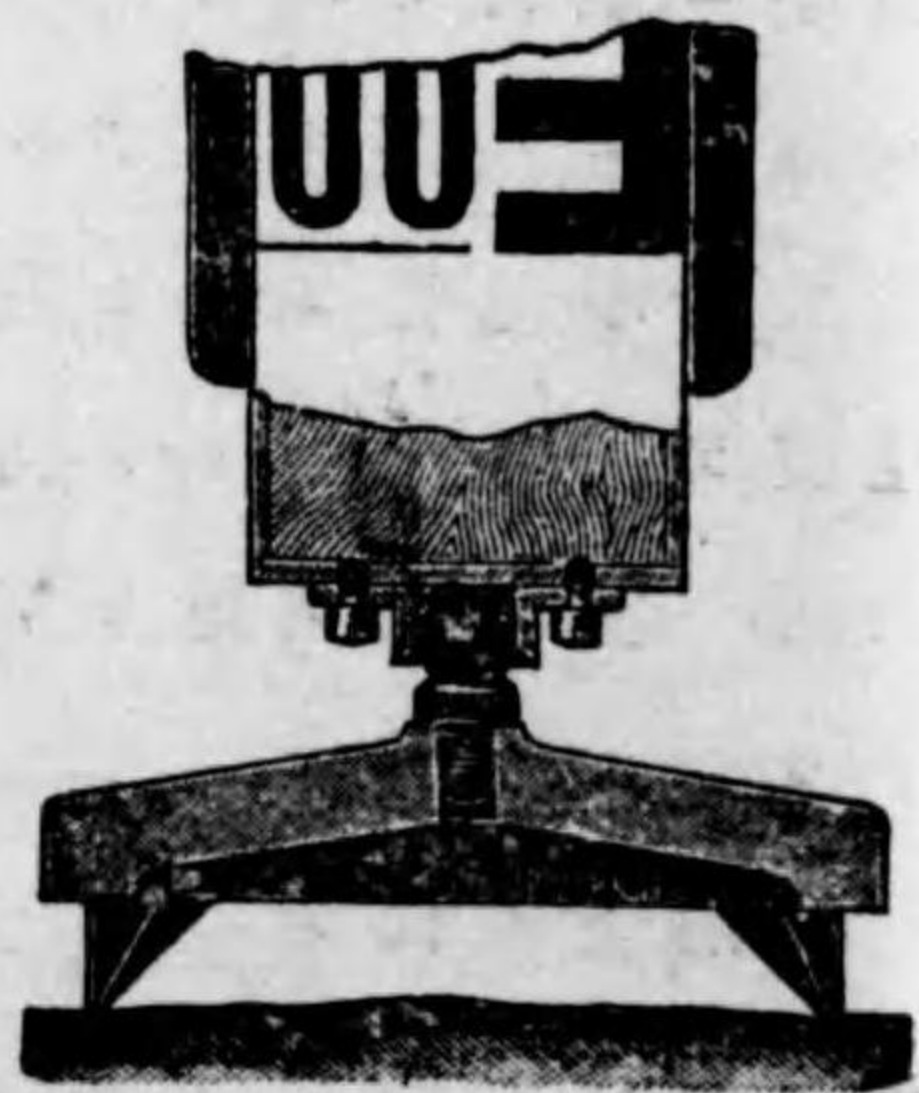
ノ脚版ヲ用フルコトアリ。成ルベク準桿底ノ一隅ヲ脚版上ノ圓キ突出部ニテ支ヘシメ、所謂點支ノ法ニ

依ルヲ良シトス。第二百十一圖乃至第二百十三圖

第二百十二圖



第二百十一圖



第二百十三圖



ハ亦脚版ノ數例ナリ。

### 第五節

#### 水準儀ノ検査

151. Y形及短肥兩水準儀. Y形水準儀ハ望遠鏡ガ取外シノ出來得ルニ反シテ、短肥水準儀ニハ固ク取リ附ケラル。故ニ鏡環、Y支ノ検査ノ如キハ專ラY形水準儀ニ屬スト雖モ、其ノ他ハ兩者ニ共通スベキモノトス。

又短肥水準儀ニ於テハ望遠鏡ノ鏡軸ト器械ノ豎軸トガ互ニ直角ヲナスベク、又準棍ト豎軸トガ互ニ直角ヲ爲スベキガ如キモ、器械固有ノ製作ニ屬スルモノニシテ之レガ検査ヲ行ハズ。

152. 泡管. 泡管ハ長サ8 厘乃至16 厘、徑1.3 厘乃至1.8 厘ノ硝子管ニシテ、極メテ緩キ弧ヲ其ノ弦ノ周圍ニ回轉シテ作ルカ、又ハ上面ガ弧形ヲナシテ、下面ハ圓壙狀ヲ爲ス。但シ稍々粗雜ナルモノハ圓形硝子管ヲ撓ケテ泡管トスルコトモアリ。中ニハえーてるヲ入レ、唯一部ニ氣泡ヲ殘ス、茲ニハえーてるノ蒸汽ヲ包含スルノミナリ。氣泡ハ常ニ管ノ上部ニ在リテ、之ニ依リテ水平面ヲ知ルコトヲ得。

氣泡ノ長サハ液體ノ溫度ニ依リテ異ナル。其ノ

長サノ變化ヲ調整スル爲ニ、管ノ一側ニ隔壁ヲ設ケ  
其上ニ作リタル小孔ニ依リテ内外ノ液體ガ出入ス  
ルヲ得セシメタルモノアレドモ、普通ノ測量用ノ泡  
管ニハ之ヲ用ヒズ。氣泡ノ長サ小ナルモノハ其運  
動遲緩ニシテ、多クハ管長ノ $\frac{1}{3}$ 乃至 $\frac{1}{2}$ アリ。

泡管ハ管形及感度ニ就テ検査スルヲ要ス。

第一、管形。泡管ハ一樣ナル曲率ヲ有セル圓筒  
管ニシテ、圓錐形ナルベカラズ。即チ泡管ノ一端ガ  
相等シキ高サダケ升降シタル場合ニ、氣泡ノ移動ガ  
同量ナラバ可ナリ。但シ實際觀測ノ場合ニハ、氣泡  
ハ中央ニ近ク存在スルヲ常トスルガ故ニ、前ニ述べ  
タル管形ハ絶對ニ必要ナリト云フニ非ラズ、唯極メ  
テ精密ナル測定ニハ觀測ノ前後ニ氣泡兩端ノ位置  
ヲ定メ、氣泡ノ中央ニアルヲ必セザルヲ以テ、殊ニ泡  
管ガ一樣ナル曲率ノ圓筒管ナルヲ要ス。

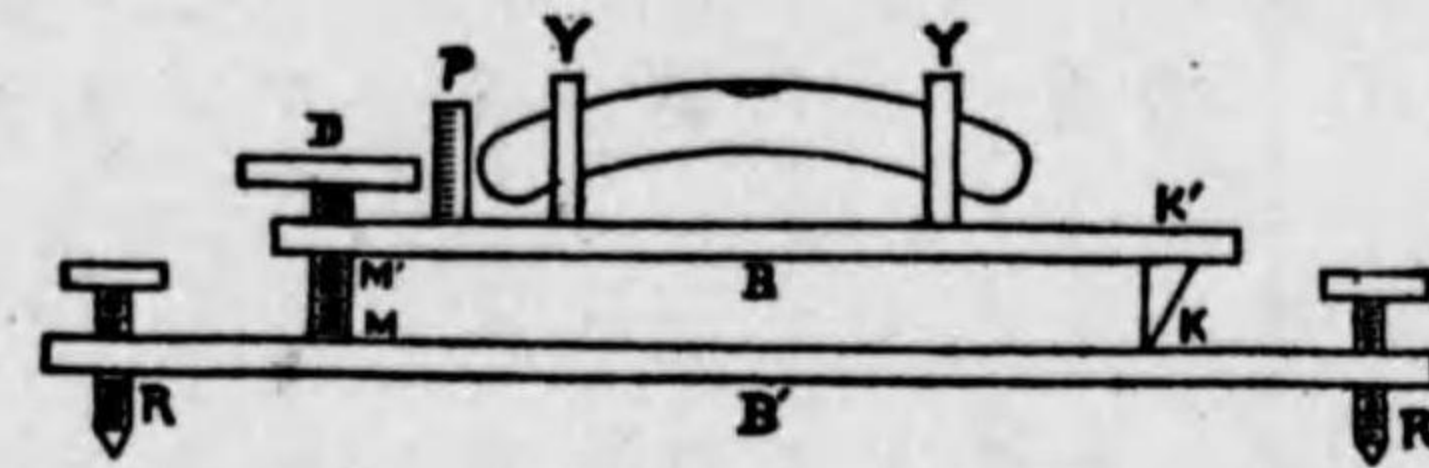
泡管曲率ノ齊一ヲ檢センニハ、先ヅ任意ノ位置ニ  
於テ氣泡ノ兩端ト函尺上ノ目盛ヲ讀ミ、更ニ一定ノ  
高ヲ隔テ、函尺ノ目盛ヲ覘ヒ、各位置ニ於テ氣泡ノ  
兩端ヲ讀ミ、是等ノ差ガ常ニ同一ナレバ可ナリ。或  
ハ又試準器ヲ用ヒテ曲率ヲ檢スルコトヲ得

試準器ハ測微螺旋ヲ利用シテ、氣泡ノ移動スル角  
度ヲ檢定スルニ用フ 第二百十四圖ノBナル平板

ノ一端ハ刃縁KK'ニテ支ヘラレ、他端ハMM'ナル測  
微螺旋ニテ支

第 二 百 十 四 圖

ヘラル。Dハ  
目盛セル圓盤  
即チ分度頭ニ  
シテ、Pハ分度



頭ノ升降ヲ測ルベキ尺度トス。平板ニハYYナル  
二ノ等高ノY支アリテ、其ノ間ニ泡管ヲ載ス。B'ハ  
此ノ試準器ヲ載スベキ他ノ平板ニシテ、水準螺旋R、  
Rニ依リテ全器ヲ水平ノ位置ニ保ツヲ得。而シテ  
刃縁ノ高サハ小ナルヲ以テ、MM'ノ回轉ニ依リテB  
ガK'ヲ中心トシテ回轉スルモノト考フルモ差支ナ  
シ。

今測微螺旋ノ節距ヲ $h$ トシ、之ヲ回轉シテBノ左  
端ヲ $h$ 丈ケ揚ケタリトシ、之レガ爲メK'M'ハ $\theta''$ 丈ケ  
ノ角度ヲ作リタリトス。KM= $l$ トスレバ

$$(1) \quad \theta = \frac{h}{l} \rho, \quad \rho = 206265''.$$

一般ニ $h$ ト $l$ トヲ適當ニ定メテ、 $\theta$ ヲ整除數ナラ  
シムルヲ常トス。例ヘバ $l = 438.3$ 耗、 $h = 0.51$ 耗ナ  
レバ、 $\theta = 4' = 240''$ トナル。故ニ測微螺旋分度頭ヲ  
240ニ等分スルノ類是ナリ。

此ノ場合ニ氣泡ハ目盛丈ケ動キタリトスレバ、

一目盛ガ中心ニ於テ挟ム角 $\psi''$ ハ

$$(2) \quad \psi = \frac{\theta}{n}$$

ナリ。泡管ノ一目盛ノ長サヲ $d$ トセバ、曲率半径 $R$ ハ

$$(3) \quad R = \frac{nd}{\theta} \times \rho$$

即チ

$$R = \frac{n \cdot d}{h} \quad [74]$$

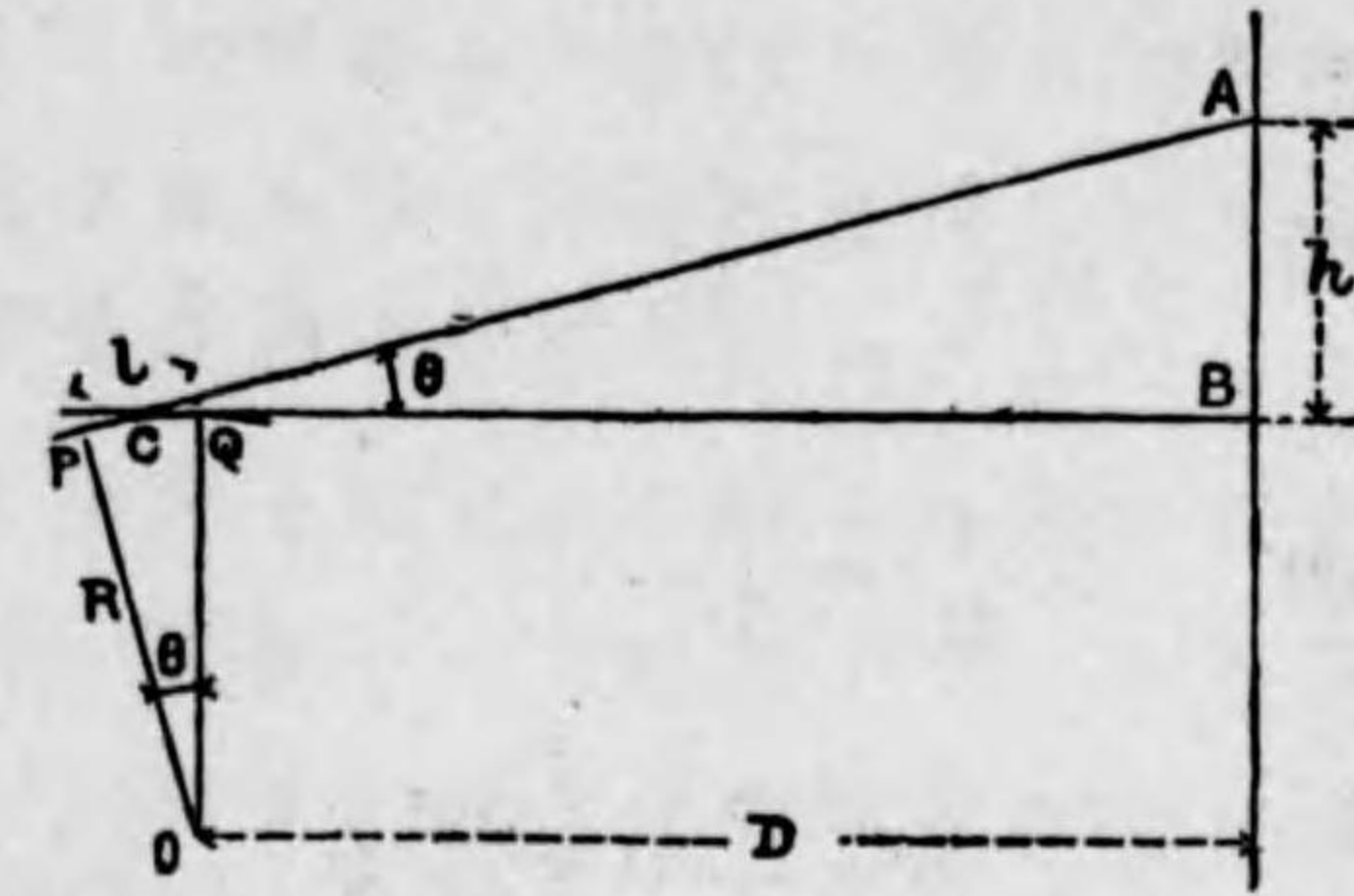
ナリ。今一ノ試準器ニ於テ、測微螺旋ノ節距ハ $\frac{1}{60}$ 吋ニシテ分度頭ガ百等分セラルレバ、分度頭一目盛ノ回轉ハ $\frac{1}{6000}$ 吋ノ高サヲ昇降ス。故ニ $d$ ガ $\frac{1}{10}$ 吋、KMガ16吋ニシテ、分度頭16目盛ヲ回シテ氣泡ガ二目盛ダケ移動セバ、 $R$ ハ100呎ナリ。

第二. 感度. 泡管ノ感度トハ管ヲ傾クル爲ニ氣泡ノ移動スル銳鈍ヲ云ヒ、感度ノ銳敏ナルモノハ僅カニ管ノ傾斜ヲ變ズルモ、氣泡ハ多クノ距離ヲ移動ス。一般ニ泡管一定ノ弧ガ中心ニ於テ挟ム角度又ハ管軸ノ曲率半径ヲ以テ感度ヲ表ハス。

感度ヲ定ムルニハ第二百十五圖ニ示セルガ如ク、先ヅ氣泡ヲ中央ニ持來シテ垂直ニ立テタル桿ヲ視準シ、次ニ水準螺旋ニテ泡管ノ一端ヲ上下シ、氣泡ヲ

## 第 二 百 十 五 圖

シテ一側ニ移動セシメ、再ビ前ノ準桿ヲ視準スベシ。此ノ場合ニ $h$ ヲ前後桿高ノ差、 $D$ ヲ器械ノ中



心ト準桿面トノ距離、 $\theta$ ヲ前後視準線ガ挟ム角度トスレバ

$$(4) \quad \tan \theta = \frac{h}{D}$$

$\theta$ ハ小ナルガ故ニ

$$(5) \quad \theta = \frac{h}{D} \rho, \quad \rho = 206265''$$

$R$ ヲ管泡ノ曲率半径、 $\psi''$ ヲ一目盛ガ中心ニ挟ム角度、 $n$ ヲ氣泡ノ移動セシ目盛ノ數トスレバ

$$(6) \quad \theta = n\psi$$

故ニ

$$(6') \quad \psi = \frac{\theta}{n}$$

從テ

$$\psi = \frac{h}{nD} \rho \quad [75]$$

ナリ。又 $l$ ヲ氣泡ノ移動セシ全距離、 $d$ ヲ泡管一目盛ノ長サトスレバ



$$(7) \quad l = nd$$

而シテ

$$(8) \quad \frac{l}{R} = \frac{\theta}{\rho}$$

又ハ

$$(9) \quad \frac{l}{R} = \frac{h}{D}$$

故ニ

$$R = \frac{l}{h} D = \frac{nd}{h} D \quad [76]$$

極メテ精密ナル水準測量ニ用フル泡管ノ感度ハ 2.26 耗ノ長ヲ有スル一目盛ニ對シテ 5", 地平角ヲ測ル大轉鏡儀及大水準儀ハ同ジク一目盛ニ對シテ 10", 普通ノ轉鏡儀及水準儀ハ 20", 小形ノ水準儀ハ 30" 乃至 40", 手準器其他ノ簡單ナル水準器ハ 2' 乃至 4', 準桿附屬ノ水準器ハ 5' 乃至 10' ナルヲ良シトス。

例 23. 一臺ノ Y 形水準儀ヲ取り、其ノ泡管ノ感度ヲ測定セリ。即チ 68.755 米ノ距離ニ函尺ヲ立テ、氣泡ヲ動カスコト 12 目盛ニ及ビシガ、前後ノ桿讀ハ 2.356 米及 2.436 米ナリシト云フ。一目盛ニ對スル泡管ノ感度ヲ求ム

$$[75] \quad \text{ヨリ, } h = 2.436 - 2.356 = 0.08 \text{ 米}$$

$$\psi = \frac{0.08}{12 \times 68.755} \times 206265 \\ = 20''$$

153. 望遠鏡ノ擴度ト泡管ノ感度. 僅カニ視準線ヲ動シテ準桿上ニ之ヲ認ムルコトヲ得バ、同時ニ氣泡ノ動キタル痕ヲ知ルコトヲ得ベク、又僅カニ氣泡ヲ動セバ準桿上視準線ノ移動ヲ確知スルコトヲ得ル様ニ、望遠鏡ノ擴度ト泡管ノ感度トハ互ニ相比例スルヲ要ス。若シ感度ニシテ過敏ナランニハ氣泡ヲ中央ニ持來スニ多クノ時ヲ徒費スベク、之ニ反シテ擴度ニシテ過大ナランニハ光度ヲ損スルノ缺點アリ

故ニ擴度ト感度トガ互ニ能ク比例セルヤ否ヤヲ檢セント欲セバ、氣泡ヲ中央ニ持來シテ準桿上ノ一點ニ合焦シ、又線ガ示ス所ノ目盛ヲ記スベシ。次ニ水準螺旋ヲ用ヒテ僅カニ水準ヲ失ハシメ、更ニ再ビ水準ヲ正シ、而カモ尙ホ視準線ノ示ス所ガ前ト同一點ナラバ、是等兩者ガ能ク釣合ヲ保テルヲ示ス。

154. 對物鏡ノ滑子. 對物鏡ヲ出入スル場合ニ、其ノ光心ハ常ニ視準線中ニ動クヲ要ス。既ニ第五章 116 ニ述ベタルガ如ク、先ヅ對物鏡ヲ出シナガラ棧ノ上ニ又線ノ交點ヲ記シ、更ニ望遠鏡ヲ鏡軸ノ周圍ニ 180° 丈ケ反轉シ、同様ニ又線ノ交點ヲ記スベシ、其ノ兩々相重ルトキハ滑子ハ垂直面中ニ動クヲ示ス。次ニ望遠鏡ヲ最後ノ位置ヨリ 90° 丈ケ廻ハシテ、前法

ヲ反覆スベシ。

短肥水準儀ニ於テハ此ノ法ヲ用フルコト能ハズ故ニ器械ヲ一點ニ据付ケ、順次ニ杖ノ上ニ視點ヲ定メ、次ニ器械ヲ他端ニ据付ケ再ビ反對ノ點ヨリ視點ヲ定メ、是等ガ兩々相重ルトキハ、滑子ハ直線ニ動クヲ表ハス。

155. Y形水準儀ノ鏡環及Y支。Y支ニ挾マル、鏡管ノ部分ハ之ヲ鏡環ト云フ。鏡環ハ相等シキ直徑ヲ有スル圓環ナルヲ良シトス。兩鏡環ノ圓徑ハ測徑器ニテ之ヲ測定スルヲ得レドモ、近來器械ノ製作ハ益々精巧ヲ加ヘ、殆ド此種ノ検査ヲ要セザルモノ多シ。

兩Y支ハ鏡管ニ直角ニシテ且ツ同一ノ断面ヲ有セザルベカラズ。之ヲ検査スルニハ厚紙ヲY支側ニ當テ、各断面ヲ謄寫シ之ヲ比較スベシ。

## 第六節

### Y形水準儀ノ整正

156. 水準儀整正ノ要旨。水準儀ニ於テハ視準線ト泡管ノ接線トハ平行ナルベク、斯クスルトキハ氣泡ガ中央ニ在レバ視準線ハ地平ヲナス。視準線ノ地平ハ實ニ水準測量ノ骨子ヲナス。又泡管ノ接線

ヲ水準儀ノ豎軸ニ垂直ナラシムレバ、器械ヲ据付ケタル後一たび豎軸ヲ垂直ニスルトキハ、孰レノ方向ニ視準線ヲ向クルモ、其ノ都度水準ヲ正スノ煩ヲ避クルコトヲ得ベシ。

即チ泡管ノ軸ヲL、望遠鏡ノ視準線ヲZ、水準儀ノ豎軸ヲVトセバ、第一LハVニ直角ナラザルベカラズ 第二ZハLニ平行ナラザルベカラズ。

Y形水準儀ノ整正ニハ二法アリ 第一法ニ於テハ鏡環及Y支ノ構造ガ共ニ正シク、鏡管ノ管軸ガY支ノ底即チY底ト平行ナルモノト假定シ、泡管ノ接線ヲY底ニ平行セシメ、且ツ視準線ヲ鏡環ノ中心線ニ重ナラシム 斯クシテ視準線ハ接線ニ平行ス 故ニ此ノ整正法ニ於テハ泡管ト又線ノ整正ハ孰レヲ先ニ行フモ差支ナシ。

第二法ニ於テハ鏡環及Y支ヲ正シキモノトシテ直接泡管ノ接線ヲ視準線ニ平行ナラシムルモノナリ。

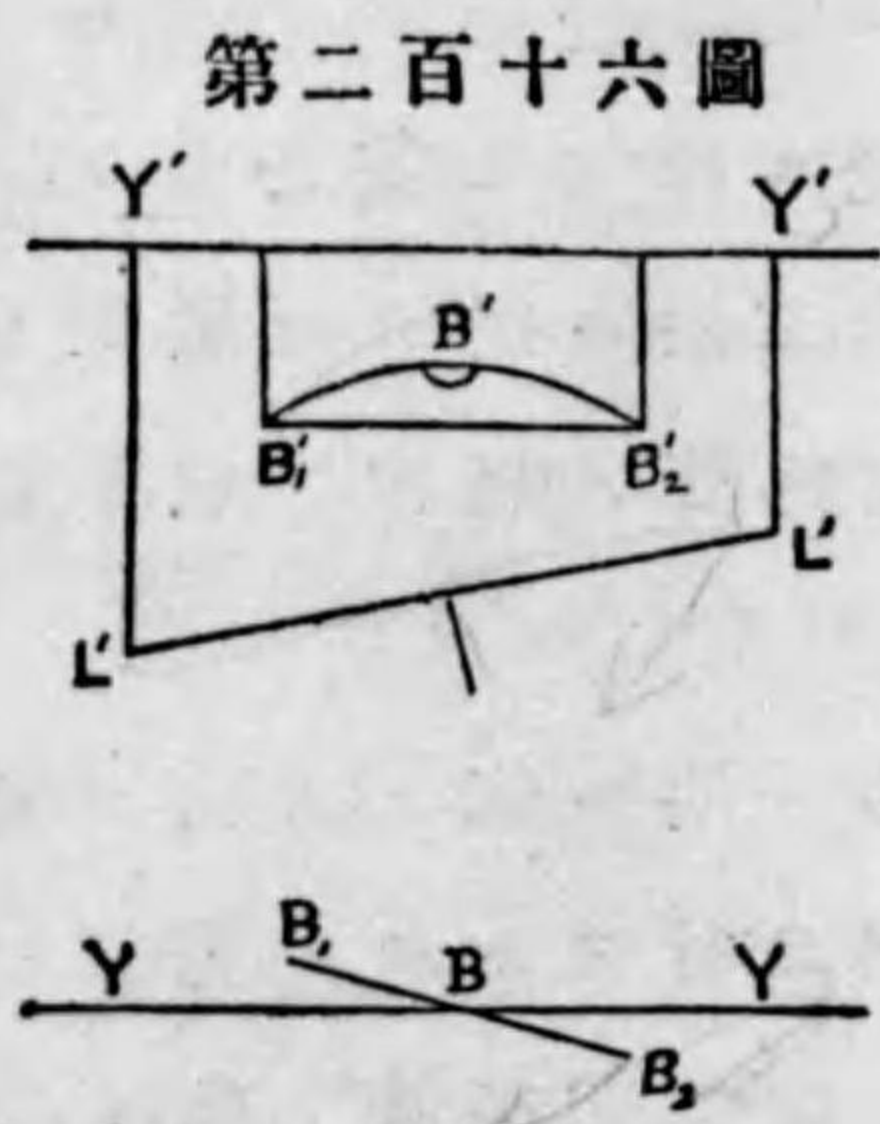
第一法ニ依リテ先ヅ整正ヲ行ヒ、第二法ヲ用ヒテ檢準ヲ行フトキハ、整正ハ最モ完全ナリ。第一整正法ハ之ヲ間接法ト呼ビ、第二法ハ之ヲ直接法トモ呼ブ 又第二法ハ兩端ニ杖ヲ折込ミテ整正ヲ行フヲ以テ一ニ亦杖整法トモ云フ

157. 泡管. 泡管ノ接線ヲY底ニ平行ナラシムルガ爲ニハ,先ツ接線ト望遠鏡鏡軸ヲ同一平面中ニ在ラシメ,次ニ接線ヲY底ニ平行ナラシムルヲ要ス.

第一. 接線ト鏡軸トヲ同平面中ニ在ラシメンニハ先ツ鏡軸ヲ緊メ,摺子ヲ離シテ氣泡ヲ中央ニ持來シ,望遠鏡ヲY支上ニ載セタルマ、之ヲ其ノ鏡軸ノ周圍ニ凡ソ二三十度丈ケ雙方ニ廻スベシ. 若シ氣泡ニシテ,望遠鏡ノ廻シ方ニ依リ右ニモ左ニモ移動セバ,接線ト鏡軸トガ同平面中ニ在ラザルヲ示スヲ以テ,泡管ノ一端ニ附屬セル橫螺旋ニテ之ヲ整正スベシ.

第二百十六圖ニ於テ, YY, Y'Y' ヲ夫々鏡軸ノ平面圖及立面圖, B<sub>1</sub>BB<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>'B<sub>2</sub>'

ヲ泡管ノ平面圖及立面圖, L/L'ヲ準棍トス. B<sub>2</sub>ヨリ B<sub>1</sub>ニ向テ鏡管ヲ時針ノ方向ニ廻サバ,氣泡ハ B<sub>2</sub>ノ方ニ近寄ルベク,之ト反對ノ方向ニ廻セバ B<sub>1</sub>ノ方ニ移動スベシ.



第二百十六圖

若シ又泡管ガ圓溝ヲ一様ナル圓弧ニ曲ゲタルモノニアラズシテ圓錐形ヲナストキハ,孰レノ方向ニ

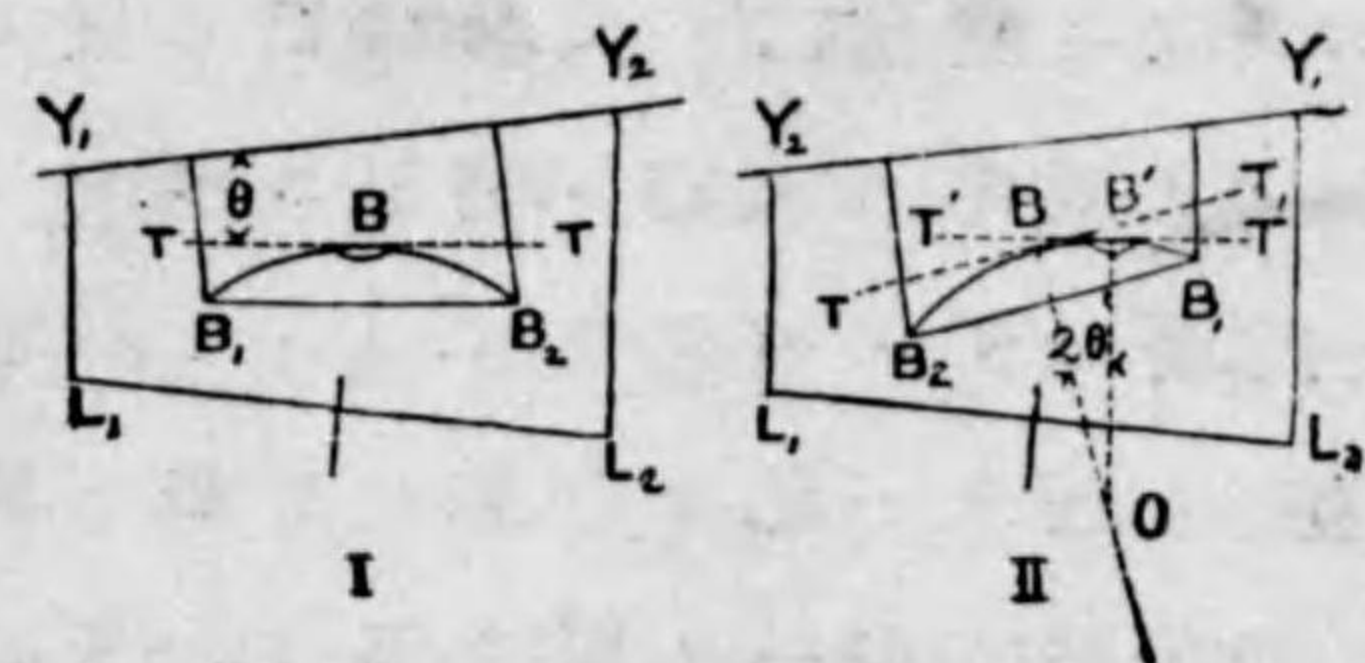
鏡管ヲ廻スモ氣泡ハ常ニ一方ニノミ移動スベシ. 斯カル泡管ハ素ヨリ不適當ナリ. 唯氣泡ハ殆ド常ニ中央ニ於テノミ觀測ヲ行フヲ以テ之ガ爲ニ甚シキ影響ハナシ.

第二. 接線ヲY底ニ平行ナラシムルニハ先ツ器械ヲ据付ケ摺子ヲ離シ鏡軸ヲ固定シ,水準螺旋ヲ用ヒテ氣泡ヲ中央ニ持來スベシ. 次ニ望遠鏡ヲY支ヨリ取外シテ徐ニ左右反轉シ,再ビY支ニ載セテ尙氣泡ガ中央ニアリヤ否ヤヲ見ルベシ. 此ノ場合ニ若シ氣泡ガ偏在スルトキハ,泡管ノ一端ニ在ル縱螺旋ヲ用ヒテ半分丈ケ氣泡ヲ中央ニ近ケ,他ノ半分ハ水準螺旋ニ依リテ之ヲ整正スベシ. 但シ此ノ整正ハ尙二三回之ヲ反覆スルヲ要ス.

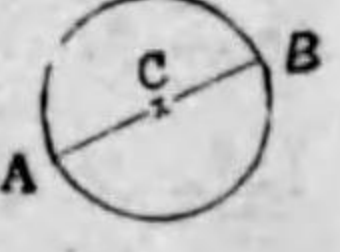
第二百十七圖 Iニ於テ Y<sub>1</sub>Y<sub>2</sub> ヲY底, Y<sub>1</sub>L<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>L<sub>2</sub> ヲY支, L<sub>1</sub>L<sub>2</sub> ヲ準棍, B<sub>1</sub>BB<sub>2</sub> ヲ泡管, Bヲ其ノ中點即チ氣泡ノ中心トス. 今

第二百十七圖

鏡管ヲ左右反轉スレバ Bニ於ケル接線 TTト Y<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>トノ爲ス角 θハ 毫モ變ゼザルガ故ニ, IIニ於テハ氣泡ノ中心ハ B'ニ移ル. 此ノ場合



ニ於テモ、新位置ノ接線  $T'T'$  ハ亦  $Y_2Y_1$  ト  $\theta$  ヲ爲スベク、從テ角  $BOB'$  ハ  $2\theta$  ニ等シ。故ニ前後氣泡ノ位置ノ半分ヅ、ヲ泡管ノ縱螺旋ト水準螺旋トニ依リテ更正スルトキハ、 $B$  ニ於ケル接線ハ  $Y_1Y_2$  ニ平行スベシ

158. 又線 視準線ハ望遠鏡ノ鏡軸即チ鏡環ノ中心線ト重ナラシメザルベカラズ。水準儀ノ堅軸：準棍ヲ任意ノ處ニ固定シ、摺子ヲ離シテ30米乃至60米ヲ隔テタル明瞭ナル一點例ヘバ壁上ニ貼リタル白紙上ノ十字交點ヲ視準シ、徐ニ鏡管ヲY支ノ間ニ  $360^\circ$  丈ケ回轉スベシ。此ノ時望遠鏡ノ叉點ガ小圓ヲ畫キテ初ノ點ニ復歸セバ、一般ニ視準線ト鏡軸トガ相重ラザルヲ示ス。故ニ一二度前法ヲ反覆シテ最初ノ視點A(第二百十八圖)ト、 $180^\circ$  丈 第二百十八圖ケ回轉シタル場合ノ視點Bノ間ヲ直徑トシテ畫キタル圓ハ鏡軸ノ周圍ニ  視準線ヲ回轉シテ作ル所ノ雙曲線體ノ斷面ナリトス。故ニ縱横二ノ叉線螺旋ヲ用ヒテ叉點ガ圓ノ中心Cヲ視準スル様ニ整正スベシ。此ノ整正モ亦數回反覆セザルベカラズ。

次ニ近キ一點ニ合焦シテ前ト同様ノコトヲ反覆シテ叉點ガ尙一ノ圓ヲ畫カバ光心ハ鏡環ノ中心線中ニ在ラザルカ、又ハ光心ノ動ク方向ガ之ニ平行ナ

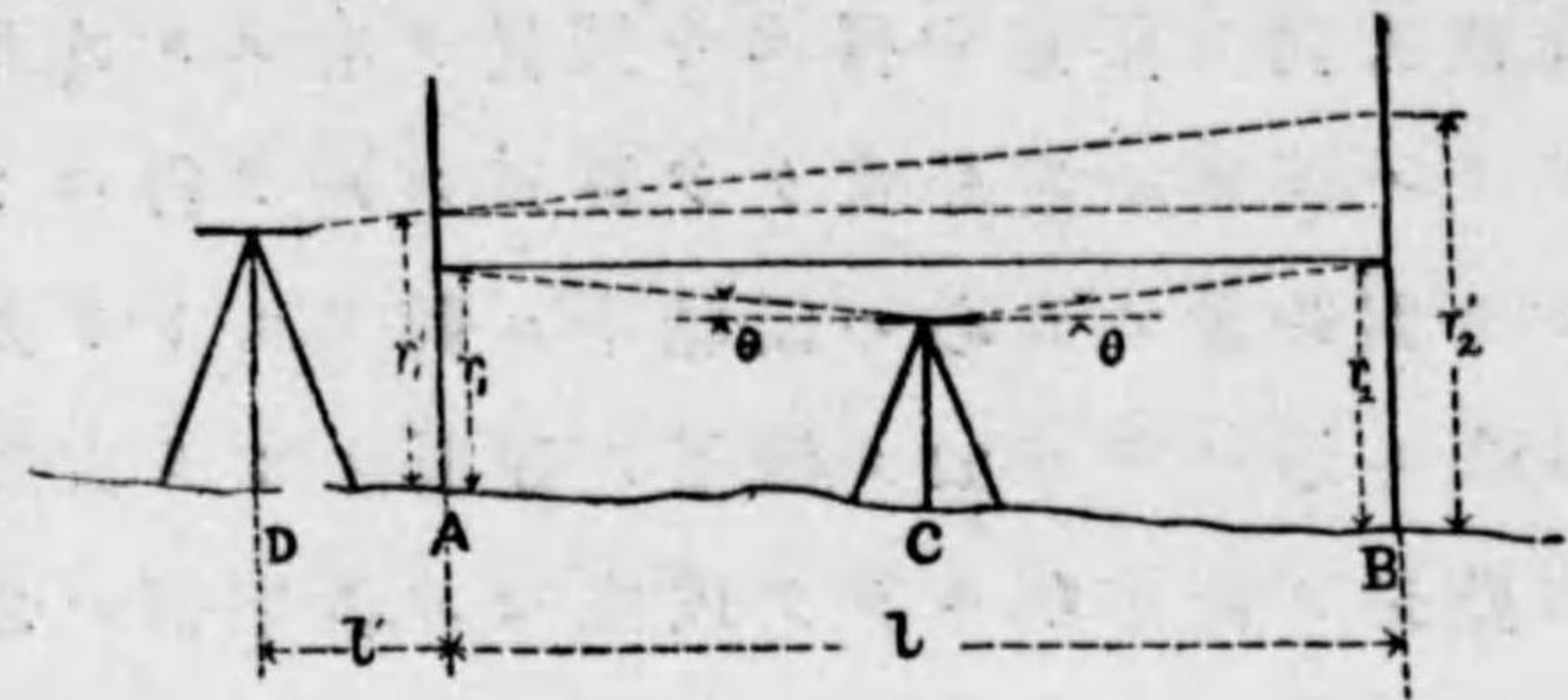
ラザルヲ示ス。但シ前ニ述ベタルガ如ク、對物鏡滑子ノ運動方向ヲ整正シ得ベキ裝置ヲ有スル水準儀ニ在リテハ、誤差ノ半分丈ケヲ更正スルヲ得ベシ。斯クシテ對物鏡ノ光心ハ鏡軸中ニ動クコトヲ知ル。検査 154 ニ述ベタル如ク、滑子ノ運動ニシテ直線ニ、且ツ本整正ノ前半部ニシテ成立セバ、後半部ハ之ヲ省略スルコトヲ得。

此ノ外横叉線ヲシテ眞ニ地平ナラシメ、縦叉線ヲ垂直ナラシムルヲ便トスルコトアレドモ、寧ロ視準ニハ常ニ叉點ヲ用フルヲ得策トス。

159. 杖整法。100米乃至120米ヲ隔テ、平坦ナル地上ニA,B二ノ杖ヲ汀込ミ、其ノ兩杖天ニ準桿ヲ立テ、水準儀ノ検査即チ整正ノ完否ヲ檢スルヲ杖整法ト云フ。杖整法ニ二法アリ。

第一法。A,B兩杖ヨリ相等シキ距離ニ水準儀ヲ据付ケ、杖天上ノ兩準桿ノ高サヲ讀ムベシ。此際ニハ前後共ニ氣泡ノ位置ヲ同一ニ保ツベク、之ヲ常ニ中心ニ置クトキハ頗ル簡便ナリ。今第二百十九圖ニ示セルガ如ク、泡管ノ接線ト視準線トガ  $\theta$  丈ケノ傾斜ヲ爲セルモノトセバ、前後ニ視準セル準桿上ノ二點ヲ結付クレバ水平線ヲ得ベク、兩桿高ヲ夫々  $r_1$  及  $r_2$  トセバ、其ノ差  $r_2 - r_1$  ハ實ニ兩杖天ノ眞ノ高差ヲ

第 二 百 十 九 圖

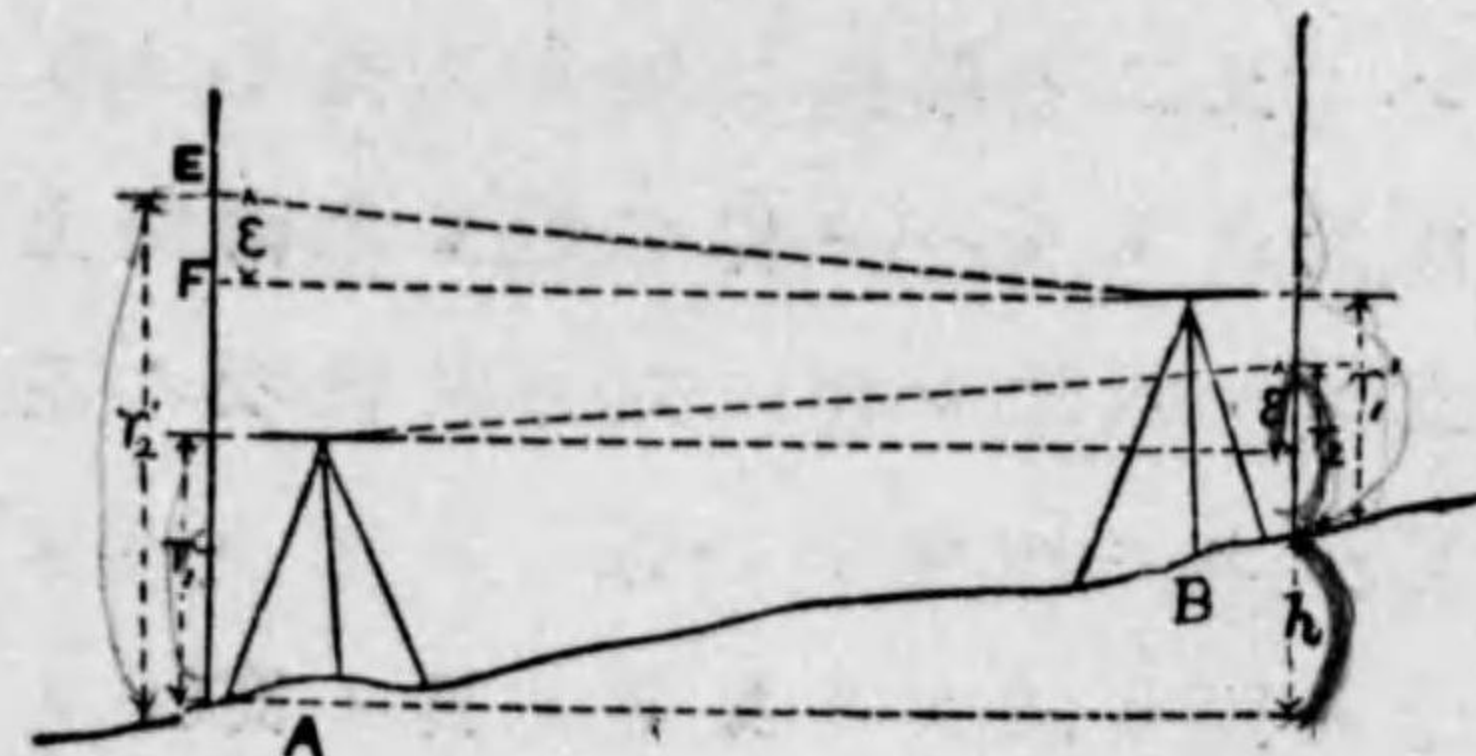


表ハス。次ニ水準儀ヲ兩杖 A, B ヲ結付ケタル直線 ABニ近ク, Aヨリ略ホ3米内外ノ點 Dニ据付ク, 復々氣泡ヲ或ル一定ノ位置例ヘバ中央ニ來ラシメ, A及 B上ノ兩準桿ヲ視準シテ夫々桿高  $r_1, r_2$  ヲ得。若シ  $r_2' - r_1' = r_2 - r_1$  ナラバ泡管ノ接線ハ下底ニ平行ニシテ, 視準線ハ鏡環ノ中心線ニ重ナルヲ示ス。但シ此ノ場合ニハ素ヨリ對物鏡ノ滑子ハ鏡環ノ中心線ニ平行ニ動キ, 且ツ鏡環ハ同一ノ大サヲ有スベキガ故ニ, 接線ハ視準線ニ平行ナリ。

若シ  $r_2' - r_1' > r_2 - r_1$  ナラバ,  $AB = l, AD = l'$ ,  $(r_2' - r_1') - (r_2 - r_1) = d$  トシ,  $\frac{l+l'}{l} \times d$  丈ク最後ノ視準點ヨリ下(立映對眼鏡ノ場合), 又ハ上(倒映對眼鏡ノ場合)ノ點ヲ視準スベシ。若シ又  $r_1' - r_1 < r_2 - r_1$  ナラバ同量丈ク上又ハ下ノ點ヲ視準シテ望遠鏡ヲ固定シ泡管ノ氣泡ヲ此ノ位置ニ於テ中央ニ持來スベシ

第二法. Aヨリ30櫃内外ニシテ望遠鏡ノ端ヨリ3櫃以内ノ處ニAノ上ノ準桿ガ來ル様ニ水準儀ヲ据付ケ, 泡管ノ氣泡ヲ中央ニ置キテ對眼鏡ヲA杖上ノ準桿ニ近ヅケ, 對物鏡ヨリ桿高ヲ讀ムベシ。此ノ場合ニハ望遠鏡ノ圓キ視域ハ甚ダ小ニシテ又線ハ見ルヲ得ザルヲ以テ, 鉛筆ノ類ニテ桿上ニ凡ソ視域ノ中央ト見做サル、點ノ位置ヲ定メ, 其ノ高ヲ  $r_1$  トス。次ニ遠キB杖上ノ準桿ニ視準シ, 再ビ氣泡ヲ中央ニ置キテ桿高ヲ讀ミ, 之ヲ  $r_2$  トス。Aノ杖天ガBノ杖天ヨリ低シトスレバ,  $r_1 - r_2$  ハ兩杖天ノ真ノ高差ヲ表ハス(第二百二十圖)。

第 二 百 二 十 圖



次ニ器械ヲB杖ニ近ク据付ケ, 前ト同様ニ氣泡ヲ中央ニ置キテ桿高ヲ讀ミ, 近キ準桿ト遠キモノトノ高サヲ夫々  $r_1', r_2'$  トスレバ兩杖天ノ高ノ差ハ  $r_2' - r_1'$  ナリ。故ニ視準線ガ泡管ノ接線ニ平行ナランニハ氣泡ガ中央ニアルトキ視準線ハ地平ナルベク從テ

$$(1) \quad r_1 - r_2 = r_2' - r_1'$$

或ハ

$$(1') \quad (r_1 + r_1') - (r_2 + r_2') = 0$$

即チ近キ杖ノ桿高ノ和ト遠キ杖ノ桿高ノ和トハ相等シ。然レドモ是等ガ若シ平行ナラザルトキハ

$$(2) \quad (r_1 + r_1') - (r_2 + r_2') = d$$

$d$ ガ+ノトキハ最後ノ $r_2'$ ヨリ上ニ、-ノトキハ之ヨリ下ニ、 $d$ ノ半分丈ケノ高サヲ定メ、整準装置ニ依リテ望遠鏡ヲ上下シ、又點ヲシテ此ノ點ヲ視準セシメ、此ノ位置ニ望遠鏡ヲ固定シ、更ニ縦螺旋ニテ泡管ノ氣泡ヲ中央ニ持來スベシ。

此ノ法ハ數回之ヲ反覆シテ $d$ ガ皆無ナルニ至リテ止ムベシ。又二ノ準桿ヲ用ヒテ夫々A,Bニ杖上ニ垂直ニ立置クトキハ、一桿ヲ用ヒテ兩杖上ニ代ル々々之ヲ立ツルニ比シ、桿ノ立方及位置ノ差異ヨリ來ル誤差ヲ少クスルコトヲ得。

第二百十九圖ニ於テA及Bノ眞ノ高差ヲ $h$ トスレバ、視準線ト泡管ノ接線トガ平行ナラザル爲メ、器械ヲA又ハBニ据付ケタル場合ニ共ニ $\epsilon$ ナル誤差ヲ生ズ。故ニ

$$(3) \quad r_1 - r_2 = h + r_2 - \epsilon - r_2 = h - \epsilon$$

$$(4) \quad r_2' - r_1' = h + r_1' + \epsilon - r_1' = h + \epsilon$$

(3)ノ兩節ヨリ(4)ノ兩節ヲ減ズレバ

$$(5) \quad (r_1 - r_2) - (r_2' - r_1') = (r_1 + r_1') - (r_2 + r_2')$$

即チ又(2)ニ照シテ

$$(6) \quad d = -2\epsilon$$

故ニ

$$\epsilon = -\frac{d}{2} \quad [77]$$

即チ最後ノ視準點Eヨリ $\frac{d}{2}$ 丈ケ下ナルFヲ視準スレバ、此視準線ハ水平ヲナス。故ニ此ノ位置ニ於テ泡管ノ氣泡ヲ中央ニ持來スベシ。

160. Y支。泡管ノ接線ヲ水準儀ノ豎軸ニ垂直ナラシムルハ絕對ニ必要ナルニ非ズト雖モ、是等ガ互ニ直角ヲナサレバ、一度望遠鏡ヲ動シテ新ナル方向ニ視準スル毎ニ、常ニ水準ヲ正サレバカラズ。是レ僅カナレドモ器械ノ高サヲ變ズルノ虞アリ。

水準螺旋ヲ用ヒテ或ル一定ノ位置ニ於テ水準ヲ正シ、次デ $180^\circ$ 丈ケ豎軸ノ周圍ニ泡管即チ望遠鏡ヲ回轉シテ、氣泡ガ尙中心ニ在ルヤ否ヤヲ見ルベシ。若シ中央ヨリ外レナバ、其ノ誤差ノ半分丈ケ各Y支ニ附屬セル何レカ一對ノ止螺旋ヲ用ヒテ、Y支ノ高サヲ整正スベシ。此ノ際ニハ必ず先ヅ一方ヲ弛メテ後ニ他方ヲ緊ムベク、且ツ止螺旋ヲ捻上グレバY

支ハ低マリ、捻出セバ高マル。蓋シ準棍ハ其ノ高ナヲ變ゼザレバナリ。

## 第七節

### 短肥水準儀ノ整正

161. 又線. 短肥水準儀ノ泡管ハ準棍ニ緊着シテ望遠鏡ニ附屬セズ、而カモ視準線ト泡管ノ接線トハ互ニ平行ナルヲ要ス。是等ヲ平行ナラシムルニ二法アリ。

第一法. 視準線ヲ泡管ノ接線ニ平行ナラシム。

杖整法第一法ニ述ベタルト同ジク、器械ヲ 100 米乃至 120 米ノ中點ニ据付ケ、兩端ナル兩杖天ノ真ノ高差  $r_2 - r_1$  ヲ見出シ、次ニ一方ノ杖ノ前方ニ  $l'$  丈ケノ距離例ヘバ 3 米内外ノ處ニ器械ヲ据付ケ、氣泡ヲ常ニ中央ニ來ラシメ、再ビ桿高  $r_2'$  及  $r_1'$  ヲ見出シ、 $(r_2' - r_1') - (r_2 - r_1) = 0$  ナラバ可ナリ。若シ  $(r_2' - r_1') - (r_2 - r_1) = \pm d$  ナラバ、 $d$  ガ + ナルカーナルカニ從テ  $\frac{l'+l}{l} \times d$  丈ケ最後ノ視準點ヨリ上又ハ下ヲ視準スル様、望遠鏡ヲ固定シテ又線ヲ整正スベシ。

第二法. 泡管ノ接線ヲ視準線ニ平行ナラシム。

轉鏡儀鏡準器ノ整正法ト同ジク、初ニ水準儀ヲ二點ノ中央ニ据付ケテ真ノ高差ヲ見出シ、次ニ一點ニ近

ク器械ヲ移シテ、桿高ノ差ガ前ニ得タル真ノ高差ト等シキ位置ニ望遠鏡ヲ固定スレバ、視準線ハ地平ヲナス。故ニ此ノ位置ニ視準線ヲ固定シ、縱螺旋ヲ用ヒテ泡管ノ一端ヲ上下シ、氣泡ヲ中央ニ來ラシムベシ。

145ニ述ベタルガ如ク、泡管ヲ動かス能ハザルモノハ第一法ニ依ラザルベカラズ。然レドモ其ノ之ヲ動スヲ得ベキモノニ於テハ第二法ヲ便トス。孰レノ場合ニ於テモ數回整正ヲ反覆セザルベカラズ。

162. 支脚. 160.ト同ジク、泡管ノ接線ヲ豎軸ニ垂直ナラシムルトキハ視準ニ便ナリ。即チ水準螺旋ヲ用ヒテ氣泡ヲ中央ニ持來シタル後、横ニ  $180^\circ$  丈ケ望遠鏡ヲ回轉シタル場合ニ、氣泡ガ尙中央ニ在ラバ可ナリ。然ラザレバ其ノ前後ノ差ノ半分ヲ三脚頭ト望遠鏡トヲ連結セル支脚ノ一ニテ、他ノ半分ヲ水準螺旋ニテ改ムベシ。而シテ望遠鏡ヲ垂直ナル豎軸上ニ如何ニ回轉スルモ氣泡ガ常ニ中央ニアリテ動かザル迄此ノ整正ヲ反覆スベシ。

器械ニ依リテハ支脚ノ高サヲ整正スルコト能ハザルモノアリ。此ノ場合ニハ先ヅ泡管ノ接線ヲ豎軸ニ垂直ナラシメ、然ル後 161 第一法ニ依リテ視準線ヲ接線ニ平行ナラシメザルベカラズ。

### 第 八 節

### 水 準 測 量

163. 準桿ノ立テ方. 準桿ハ之ヲ垂直ニ立テザルベカラズ. 而シテ之レヲ立ツルニハ桿ノ兩側ニ附屬セルニノ桿柄ニ依ルコトアリ, 又兩手ヲ以テ桿ヲ支持スルコトアリ 後ノ場合ニハ 第二百二十一圖 兩臂ヲ體側ニ付ケ, 兩掌ヲ以テ桿ノ側面ヲ挾ミ, 且ツ桿ヲ開キタル兩足ノ間ニ据エテ之ヲ樹立スベシ.

準桿ヲ立ツルニハ必ズ桿底ノ一隅ニ於テスベク, 又之ヲ立ツル場所ハ尖リタル點例ヘバ石上ノ尖リ, 棧天圓釘ノ頂, 又ハ棧ノ一隅等ヲ擇ブベシ. 其ノ外換點(165 參照)ノ如キ必要ナル點又ハ特ニ精密ヲ要スル水準測量ニハ殊ニ脚版ヲ用フルコトアリ(第二百十一圖乃至第二百十四圖參照). 又隧道内ノ測量ニハあせちりんノ如キ燈光ヲ用ヒテ準桿ヲ照ラスコトモアリ. 第二百二十一圖ノLハ燈火ヲ示シタルモノナ



第二百二十一圖

164. 水準儀ノ主用. 水準儀ハ次ノ測定ニ用ヒラ  
ル.

第一. 二點ヲ過グル水平面間ノ垂直距離, 即チ二點間ノ高差

第二. 一線ノ縱断面.

第三. 同高線, 勾配線, 切取盛土ノ界.

水準儀ヲ適宜ノ處ニ据付ケ, 桿夫ヲシテ高サノ已ニ明カナル點上ニ準桿ヲ立テシメ, 水平ナル視準線ヲ之ニ向クレバ, 其桿高ハ即チ其ノ點ヨリノ視準線ノ高サヲ表ハス. 次ニ準桿ヲ他ノ高サガ未ダ知ラレザル點上ニ立テ、之ヲ視準スルトキハ, 其ノ桿高ハ視準線ヨリ其點ノ低キ距離ヲ表ハス. 已知點ノ桿高ハ之ヲ後視 B.S. ト呼ビ未知點ノ桿高ハ之ヲ前視 F.S. ト云フ 故ニ已知點ノ高サ即チ基準面ヨリノ垂直距離ニ後視ヲ加フレバ則チ視準線ノ高サトナル, 之ヲ器高ト云フ 器高ヨリ未知點ノ桿高ヲ減ジタルモノハ亦其點ノ高サヲ表ハス 斯クノ如ク, 後視ハ器高ヲ得ルガ爲ニ已知點ノ高サニ加フベキモノナルガ故ニ常ニ $+$ ニシテ, 前視ハ之ニ反シテ $-$ ナリ 故ニ後視ハ $-$ ニ亦正視ト云ヒ, 前視ハ負視トモ云フ. 前視後視共ニ方向ニ關セザルモノナルガ



故ニ、水準儀ハ二點間何レノ處ニ之ヲ据付クルモ差支ナシト雖モ、成ルベク二點ヨリ等距離ノ點ニ据付クルトキハ、各種ノ誤差ヲ相殺スルノ利アリ。

水準測量ハ常ニ二回以上ノ往復測定ニ依リ、其ノ相互ノ差ガ制限誤差以内ナルヲ要ス。制限誤差トハ相互ノ差ガ之ヨリ大ナルベカラザル極限ヲ云フ。而シテ斯クノ如ク一度測定シタル水準ヲ檢證スルヲ檢準ト云ヒ、若シ單ニ高低ノ概略ヲ知ランガ爲メニ、極メラ迅速ニ水準測量ヲ行フトキハ、之ヲ試準又ハ散準ト云フ。

165. 準據標及換點。諸點ノ高低ヲ測リ、兼ネテ他日ノ參照ニ資センガ爲ニ、多少永久的ノ測標ヲ設ケ、基準面ヨリノ高サヲ測定ス、之ヲ準據標ト云フ。準據標ハ五寸角位ノ石標又ハ木標ヲ用ヒ、之ニ B.M. 又ハ B 字ヲ刻記シテ、且ツ其ノ番號ハ標ノ他側ニ刻記スルカ又ハ B 字ノ右側下ニ記スヲ通例トス。或ハ又大樹、門柱、岩石ノ如キ高サノ變化セサルモノ、一點ヲ用フルコトアリ。標頭ノ圓釘頂等ハ準據標ノ高サヲ表ハス所ノ點ナリ。第二百二十二圖 第二百二十三圖



圖ハ普通ノ準據標ニシテ、第二百二十三圖

ハ B.M. ノ代リニ用フル一種ノ記號ヲ示ス。此ノ外準據標ニハ特種ノ形又ハ記號等ヲ用フルコトアリ。

高サヲ求ムル諸點ガ近クシテ其ノ高サノ差が大ナラザルトキハ、一度器械ヲ据付クルノミニシテ許多ノ桿高ヲ讀ムコトヲ得レドモ、諸點ノ距離ト高サトガ甚シク相隔絶センニハ、幾度カ器械ノ据換ヲ爲ササルベカラズ。斯カル場合ニハ中間ニ前視及後視兩ツナガラヲ取ルベキ若干ノ中繼點アリ、是等ノ點ヲ換點ト云フ。換點ノ桿高ハ前視後視共ニ精密ニ之ヲ讀マザルベカラズ。

166. 視準距離。地盤ガ平坦ナラバ器械ト準桿トノ距離即チ視準距離ハ大ナル程、功程ヲ大ナラシムベシ、然レドモ望遠鏡ノ精粗、天候ノ良否、風ノ有無等ニ依リテ之ヲ伸縮セザルベカラズ。普通ノ水準儀ヲ以テハ大抵 60 米ト 90 米トノ間ヲ良シトスレドモ、小型ノ水準儀ニハ 50 米以内ノ視準距離ヲ用ヒザルベカラザルコトアリ。又炎天ノ時ニハ大氣ト地盤トガ著シク溫度ヲ異ニスル爲メ、絶エズ地面ニ近ク氣流ヲ生ジテ、空氣密度ノ變化極メラ迅速ナリ、故ニ此ノ中ヲ通過スル所ノ光ノ屈折モ亦絶エズ變化スルヲ以テ、望遠鏡ニテ見タル物像モ亦顫動シテ一定セズ、又線ニ依リテ一點ヲ捕捉スルニ困難ナルコト

アリ、此ノ現象ヲ名ケテ大氣ノ顛躍ト云フ。晴天ノトキハ常ニ多少ノ顛躍ヲ見ルベク、地盤ガ土砂ナルト草原ナルトニ依リテ同ジカラズ。斯カル場合ニハ常ニ視準距離ヲ短縮スベキモノトス。

167. 高差準測. 二點間ノ高サノ差ヲ測定スルヲ高差準測ト云フ。而シテ基準面ヨリ一點ノ高サヲ知レバ亦同面ヨリ他點ノ高サヲ定ムルコトヲ得。如何ナル場合ニ於テモ、水準儀ヲ二點ヨリ等距離ノ處ニ据付クレバ、器械ノ不完全ヨリ來ル誤差ヲ相殺スルコトヲ得。

一般ニ高差準測ハ單ニ高サノ差ヲ見出スニ止ルヲ以テ、如何ナル道筋ヲ取リテ測量ヲ行フモ差支ナク間ニ設クル換點ノ數ハ如何ナリトモ、要スルニ高サノ差ヲ見出スベキ二點ノ後視ト前視トヲ要スルニ過ギズ。今一例ヲ示セバ次ノ如シ。

測 點	B. S.	F. S.	地 盤 高	摘 要
B <sub>1</sub>	* 3.254	*	* 100.000	起點 B <sub>1</sub> ノ
1	4.618	2.413		高サヲ
2	5.326	4.721		100.000
B <sub>2</sub>		3.425	102.639	トス
	+13.198	-10.559		
	-10.559			
	+ 2.639			

高差準測ノ野帳ハ測點、後視、前視、地盤高即チ基準面ヨリ起算シタル高サ及摘要ノ五欄ヲ設クレバ充分ニシテ、非常ノ精密ヲ要スルモノニアラザレバ、氣泡ノ位置ヲ定ムル泡讀ヲ要セズ。又器高ヲ記スニ及バス。

168. 縱斷測量. 縱斷測量ハ一定ノ線ニ沿ヒテ地盤ノ縱斷面ヲ定ムルヲ目的トス。故ニ一ノ原點ヨリ距離及高サヲ測定セザルベカラズ。

鐵道、道路、運河ノ如キ路線ノ測量ニハ其ノ中心線ニ沿ヒテ一鎖ヅ、ニ中心杵ヲ打込ミ、其ノ杵ノアル處ノ地盤ノ高低及其ノ間ニ於テモ凸凹ノアル處ハ距離ト高低トヲ測定スベキモノニシテ、是等中心杵ノ間ニアル諸點ハぶらす(+)ト唱へ 25+40 ハ二十五鎖四十節ノ地點ヲ表ス。但シ一鎖ノ長サハ之ニ用フル測鎖ニ依リテ 20 米、66 呎、100 呎又ハ 10 間等ノ別アルハ勿論ナリ、而シテ水準儀ハ適宜ノ地點ニ之ヲ据付クルモ可ナリ。又換點ハ適當ナル距離毎ニ之ヲ擇ブベク、必ズシモ縱斷面ヲ求ムル所ノ線中ノ點ナルヲ要セズ。

縱斷測量ハ一定ノ基準面ヨリノ高サヲ要スルヲ以テ、器械ヲ据付クル毎ニ器高ヲ知ルヲ便トス。即チ換點ヨリ後視ヲ取レバ器高ヲ得ベク、前視諸點ハ

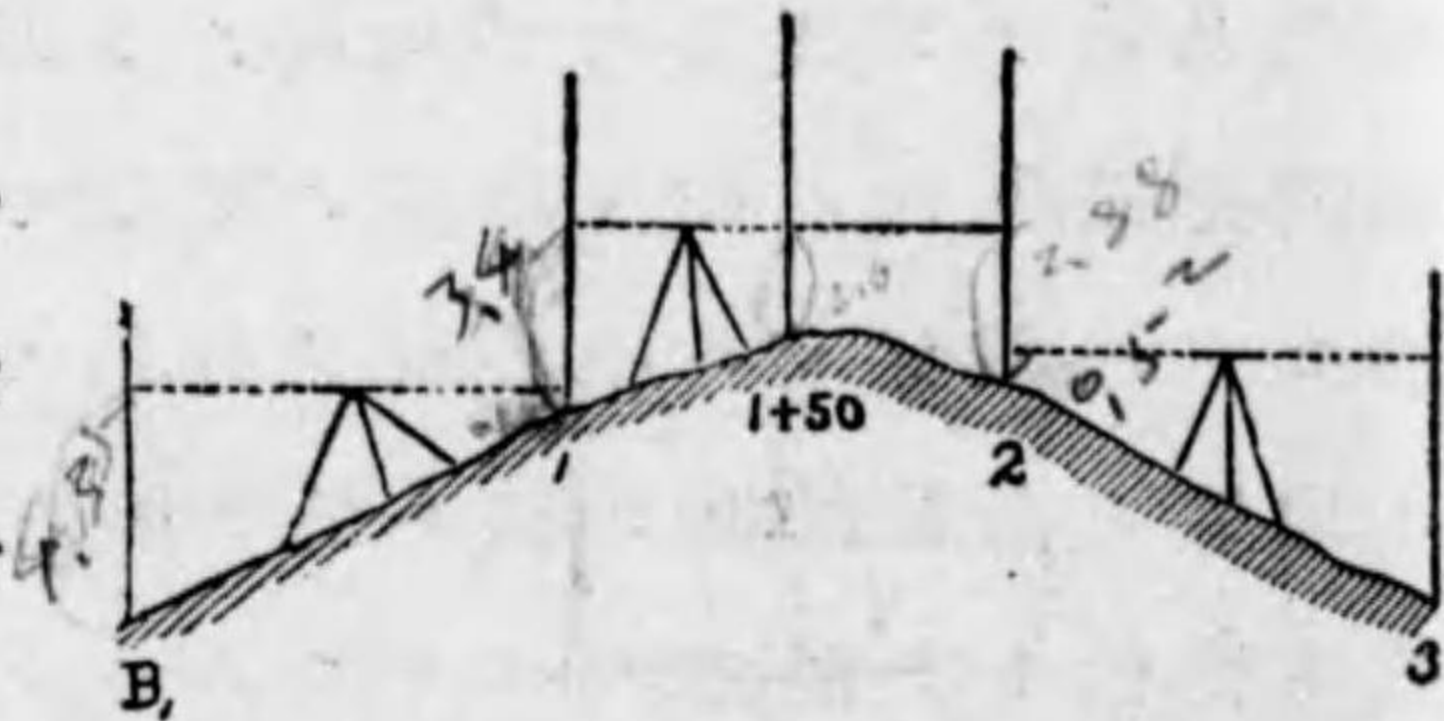
夫々器高ヨリ前視ヲ減ジテ其ノ諸點ノ高ヲ得ベシ。

主ナル記帳法ニ昇降式及器高式ノ二種アリ。

第一 昇降式 後視ガ前視ヨリ大ナルトキハ其ノ差ヲ昇欄ニ記入シ、之ヨリ小ナルトキハ降欄ニ記入ス。而シテ二ノ換點ノ間ニテ讀ミタル桿高ハ之ヲ間視 I.S. ト呼

第二百二十四圖

ビ、前視ト同ジク之ヲ取扱フベシ。又此ノ桿高ハ後視ノ欄ニモ記入シテ差引勘定ノ



釣合ヲ保タシム 次表ハ昇降式記帳法ノ一例ナリ (第二百二十四圖)

測 點	B. S.	I. S.	F. S.	昇	降	地盤高	摘 要
B <sub>1</sub>	4.35	*	*	*	*	43.32	起點B <sub>1</sub>
1	3.47		0.43	3.92		47.24	ノ高ヲ
1+50	2.01	2.01		1.46		48.70	43.32
2	0.52		2.88		0.87	47.83	トス
3			4.56		4.04	43.79	0.47
	10.35	2.01	7.87	5.38	4.91		43.79
	9.88		2.01	4.91			
	+0.47		9.88	+0.47			

43.35  
3.47  
3.47

第二 器高式 器高ハ前ニ述ベタルガ如ク、後視ヲ取リタル測點ノ高ナニ其ノ後視ヲ加ヘタルモノニシテ、地盤高ハ器高ヨリ前視ヲ減ジタルモノナリ。故ニ許多ノ間視ヲ取レル場合ニハ、之ヲ器高ヨリ減ジテ直チニ是等間視諸點ノ高ヲ知リ得ルノ便アリ。次表ハ器高式記帳法ノ一例ナリ。

測 點	B. S.	I. S.	F. S.	器 高	地盤高	摘 要
B <sub>1</sub>	4.35	*	*	47.67	43.32	
1	3.47		0.43	50.71	47.24	
1+50		2.01			48.70	43.32
2	0.52		2.88	48.35	47.83	0.47
3			4.56		43.79	43.79
	8.34		7.87			
	-7.87					
	+0.47					

48.70  
43.32  
48.70  
0.52  
43.32  
48.70  
43.79  
43.32

昇降式ニ於テハ、許多ノ間視アルトキハ、是等相互ノ點ノ間ノ高低ヲ定メザルベカラザルヲ以テ、其ノ煩勞少ナカラザル上ニ、間視ノ正否ハ以下ノ結果ニ影響ス。之ニ反シテ器高式ニ於テハ、間視ノ計算ノ正否ハ全局ニ影響セズ。

我ガ大學ニテ用フル野帳ハ次ノ如ク、器高ヲ B.S. ト F.S. トノ間ニ置キ、測點距離及地盤高ヲ相近ヅカシメテ縦断面ヲ描クニ便ニシ、且ツ施工基面ノ一欄

ヲ設ケテ鐵道道路ノ如キ路線測量及計劃ニ便セシメタルガ如キハ其ノ特色ナリトス。

Level taken for

Back Sight	Instrument Height	Fore Sight	Station	Distance	Ground Surface above Datum	Formation above Datum	Remarks

169. 横斷測量. 横斷面ヲ測定スルハ中心線ノ兩側ニ於ケル地盤ノ有様ヲ知り、以テ地形ノ描寫ト土坪ノ算出ニ便センガ爲メナリ。横斷面ハ路線ノ中心線ニ直角ノ方向ニ各鎖及地盤ノ變化アル所ニ之ヲ測ル。而シテ二ノ相隣レル横斷面ノ間ハ其ノ地盤面ノ變化漸次ナルモノナルベク、急激ノ變化ナキモノタルベシ。

中心線ト直角ノ方向ハ一般ニ推定ニ依レドモ、時トシテハ光矩ノ類ヲ用フルコトアリ。中心線ガ曲線ヲ爲ス場合ニモ推定ヲ用フ。中心線ト直角ノ方向中地盤ノ傾斜ガ變化セル所ハ、皆其ノ中心線ヨリノ距離及高低ヲ測



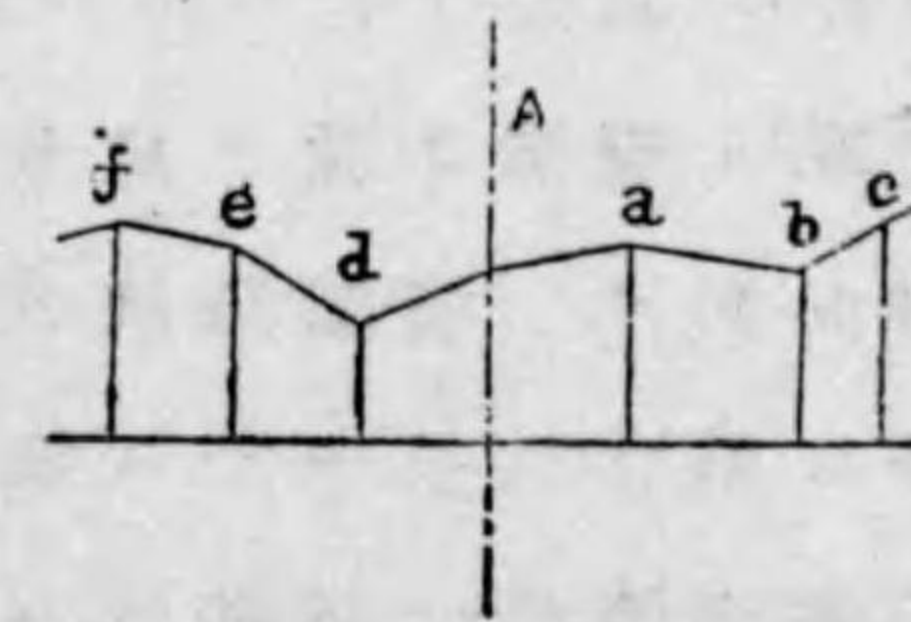
第二百二十五圖

ル。第二百二十五圖ニ於テADヲ中心線トシ、A、B、C等ヲ一鎖毎ニ打込ミタル中心杖、Dヲ地盤ノ變化セル所トセバ、是等ノA、B、C、D等ニ於テ、ADニ直角ナル方向ニ各横斷測量ヲ行フ。

今第二百二十六圖ニ示セルガ如ク、Aニ於ケル横斷面中ニa、b、c及d、e、f等ヲ

第二百二十六圖

地盤ノ變化スル所トセバ卷尺ノ類ニ依リテ、順次ニ中心杖Aヨリa、b、c等ノ距離ヲ測リ、同時ニ是等諸點ノ高サヲ定ムベキモノトス。高サ

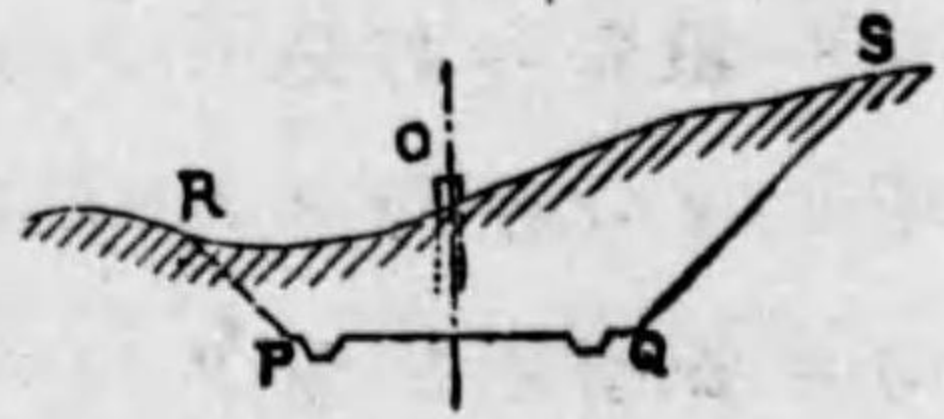


ヲ定ムルニハ水準儀ヲ用ヒ、通例ノ如ク準桿ヲa、b、c等ニ立テ、桿高ヲ讀ムコトアリ、又ハ手準器ノ類ヲ以テ、Aニ立タル人ハ是等ノ諸點ニ向桿ヲ立テ、3種又ハ寸位マデノ桿高ヲ讀ムコトアリ。

測定スベキ横斷面ノ幅ハ路線ノ路床又ハ路盤ノ幅ト、切取盛土ノ深サ又ハ高サ及法リニ依リテ異ナル。今縦斷面ノ測量了リ、其ノ施工基面ノ高サト勾配トガ定マルトキハ、中心線中ノ地盤ト施工基面トノ高サノ差ハ切取ノ深サ又ハ盛土ノ高サヲ表ハス故ニ施工基面ヨリ兩側ニ路床又ハ路盤ノ幅ノ半分ヅ、ヲ取り、之ヨリ所定ノ法リヲ以テ一線ヲ劃スル

トキハ、地盤ト交ル所ノ法 第二百二十七圖

肩又ハ法尻ヲ得ベク、即法  
杖ヲ打ツベキ點ナリ。第  
二百二十七圖ノPQハ路床



又ハ路盤ノ幅、PR、QSハ法リ、RSハ法肩ヲ表ハス。  
素ヨリ切取ノ場合ニ側溝ヲ設クルトキハ、PQ中ニ  
ハ此ノ溝敷ヲ含マザルベカラズ。又盛土ノ場合ニ  
法尻ニ側溝ヲ設クルトキハ亦其ノ溝敷ヲ含マザル  
ベカラズ。横斷測量ノ幅ハ必要ニ應ジテ法肩法尻  
ノ外凡ソ二三十尺ニ達セザルベカラズ。

横斷測量ノ記帳法ハ縦斷測量ニ同シ。168最後ニ  
擧ゲタル大學所定ノ野帳ノ如キハ最モ便ナリトス。

170. 同高線。圖上同一ナル高サヲ有スル地點ヲ  
結付ケタル線ヲ同高線ト云フ。同高線ハ地形ヲ表  
ハスニ必要ナルモノニシテ、縦斷及横斷測量ヨリ一  
定ノ高サヲ有スル點ヲ見出シ、之ヲ連スルトキハ即  
チ一ノ同高線ヲ得ベシ。

171. 勾配線。二點ノ間ニ一定ノ昇勾配又ハ降勾  
配ヲ設定スルヲ要スルコトアリ。此ノ場合ニハ一  
點ニ水準儀ヲ据付ケ、其ノ又線ノ地盤ヨリノ高サヲ  
定メ、他點ニ直桿ヲ立テ前ト同一ノ高サニ規標ヲ附  
シテ望遠鏡端ヲ昇降シ、前ノ規標ヲ視準セシムベシ。

次ニ順次ニ見透

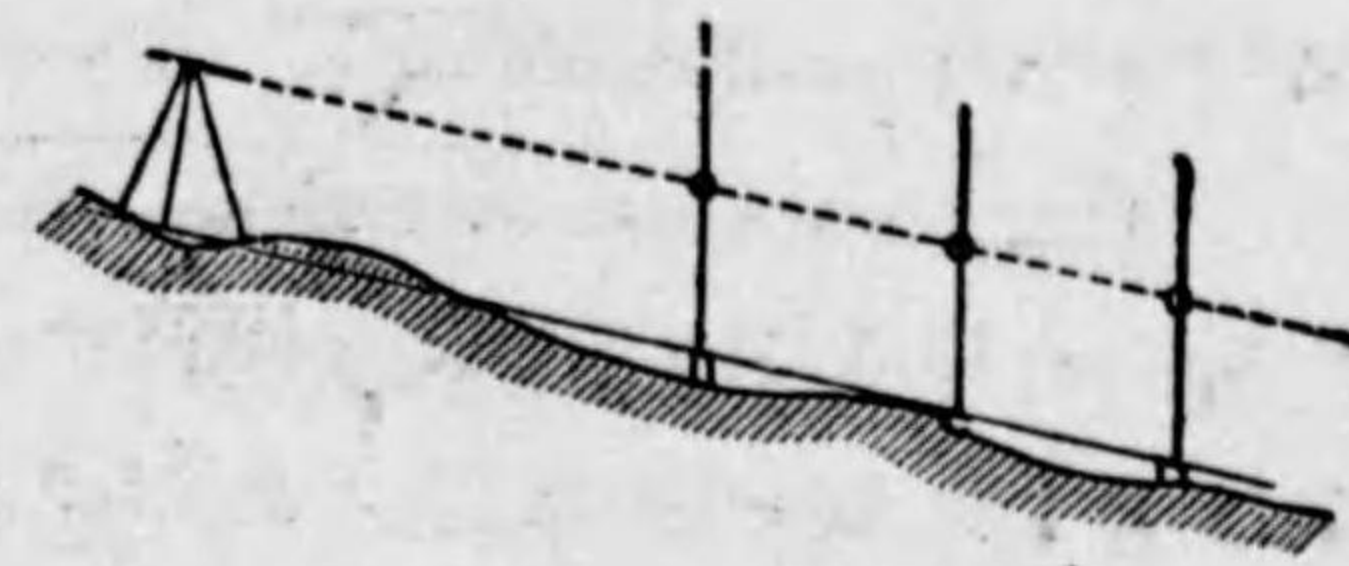
第二百二十八圖

線中ニ杵ヲ打込

ミ其ノ上ニ直桿

ヲ立テ規標ヲ視

準スルヲ度トシ



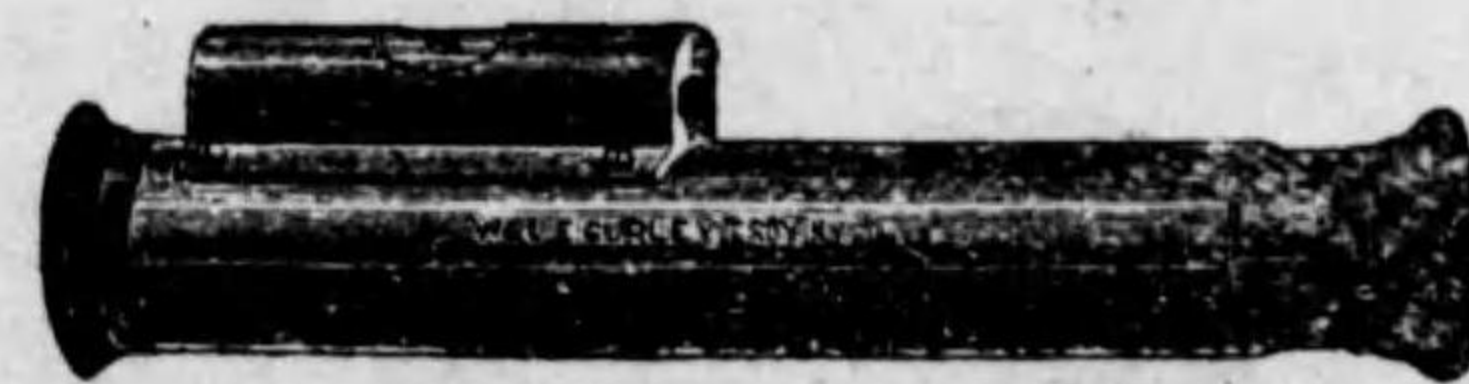
テ止ムベシ(第二百二十八圖)。測斜螺旋ヲ用フル時  
ハ最モ便利ニ勾配線ヲ設定スルコトヲ得。

## 第九節

### 手準器及測斜手準器

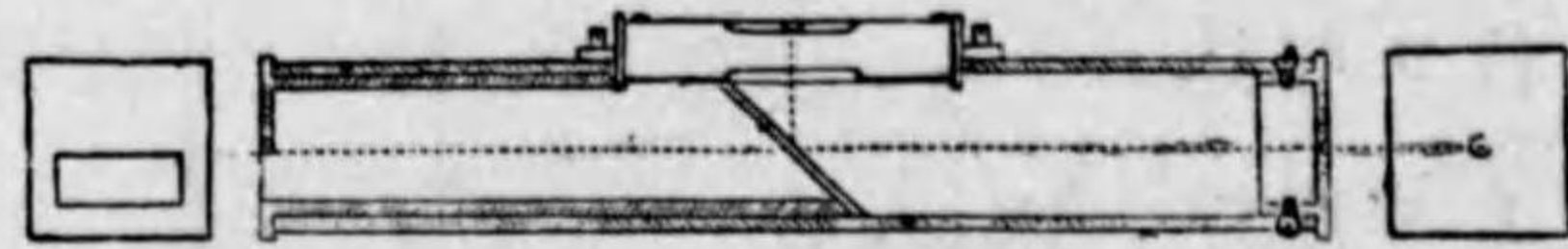
172. 手準器。手準器ハ長サ15寸許ノ圓形又ハ方  
形ノ眞鍮管中ニ、45°ノ傾斜ヲナシテ管ノ半側部ヲ擁  
セル反射鏡ヲ取付ケ、鏡ノ中央ニ一本ノ横線ヲ刻ム。

第二百二十九圖



管上ニハ小サキ酒精泡管ヲ備ヘ、管ノ一端ナル小孔  
ヨリ視ケバ氣泡ハ反射シテ見ユ。故ニ氣泡ガ中央  
ニ在ルトキ、恰カモ反射鏡ノ横線ニ二等分セラレテ  
見ユベシ。即チ手ニテ手準器ヲ携ヘ、管端ヲ上下シ  
テ氣泡ガ二等分セラル、場合ニ、横線ト同高ニ見ユ

第 二 百 三 十 圖



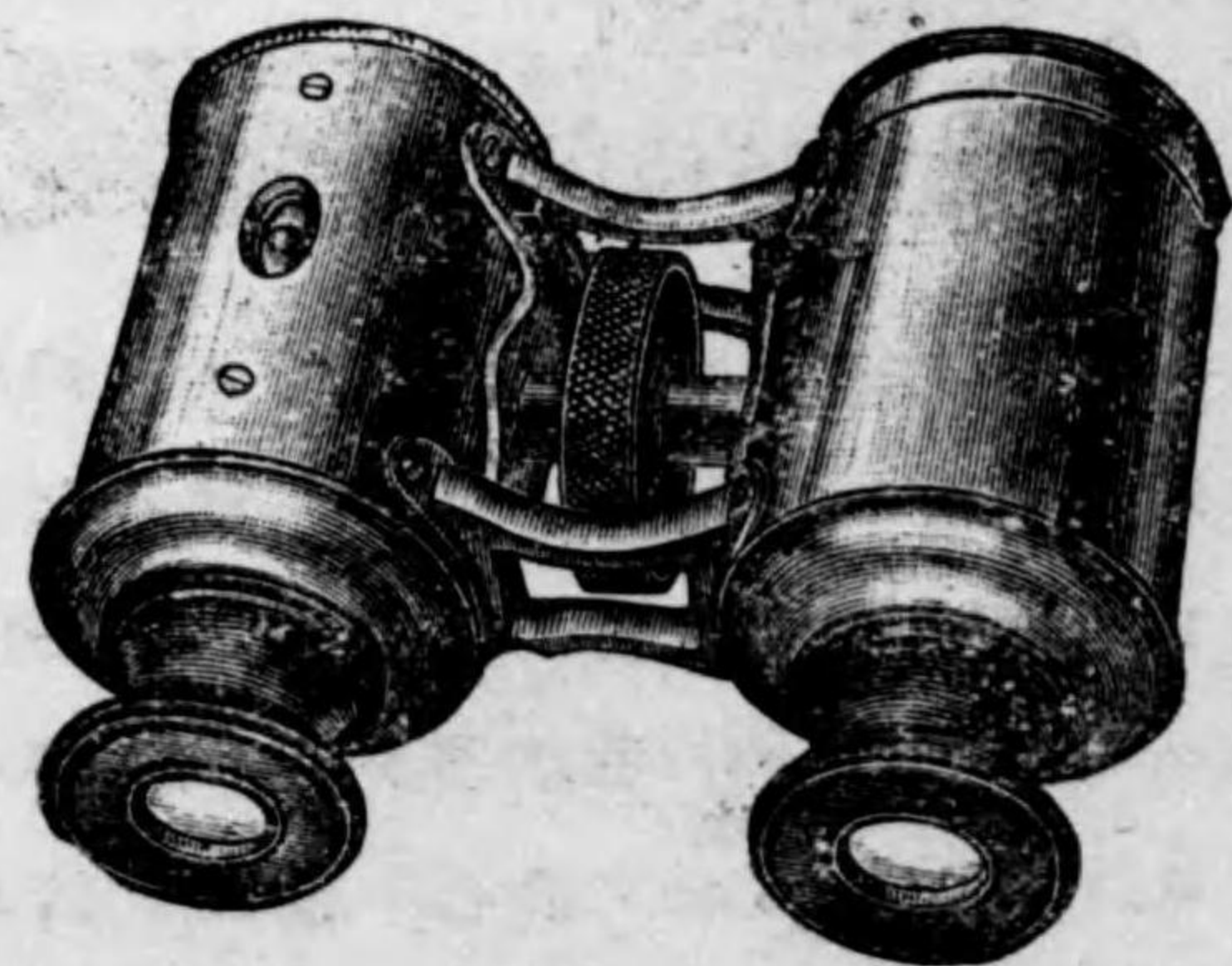
ルモノハ即チ自己ノ眼ト同高ナル點ナリトス。第  
二百二十九圖ハ手準器ノ外形ヲ示シ、第二百三十圖  
ハ其ノ縱斷面ヲ示セルモノナリ。

手準器ヲ整正セント欲セバ、  
豫メ水準儀ヲ用ヒテ同高ノ二  
點ヲ定メ、其ノ一點ニ手準器ヲ  
齎シ、橫線ニテ他點ヲ望ミ、氣泡  
ガ二等分セラル、ヤ否ヤヲ檢  
スベシ。泡管ノ兩端ニ在ル螺  
旋ハ此ノ場合ノ整正 備フル  
モノナリ。

第 二 百 三 十 一 圖



第 二 百 三 十 二 圖



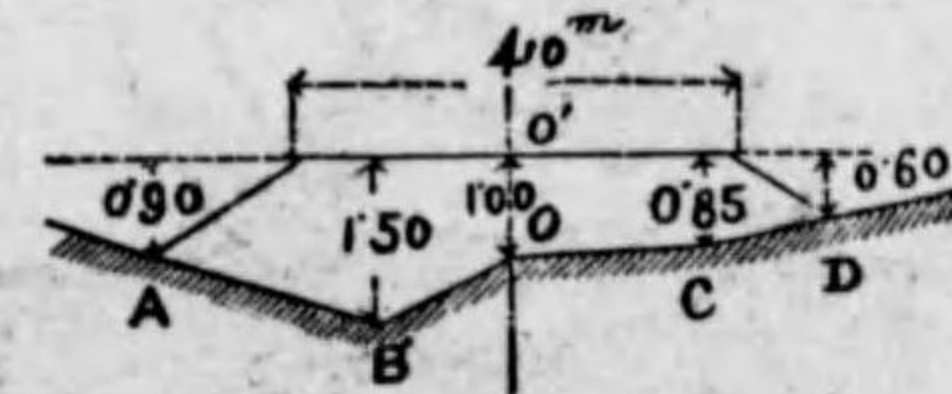
單眼手準器(第二百三十一圖)及雙眼手準器(第二百  
三十二圖)ハ一ツ若クハ二ツノ對眼鏡ヲ備フル所ノ  
手準器ナリ。

手準器ハ短距離ノ橫斷測量ニ有用ナルモノニシ  
テ、切取盛土ノ深サ及高サガ1.5米乃至3米以内ノト  
キ、鐵道又ハ道路ノ測量ニ用ヒラル、コト多シ。

北米合衆國墨其西哥、中央亞米利加及南亞米利加  
等ニ於テハ道路鐵道等ノ測量構造ニ當リ、米式橫斷  
測法ヲ用フ。即チ第二百三十三圖ニ於テ、中心杖ハ

0點ニ打込マレ、地面上  
便宜ノ高サ例ヘバ1.5米  
突ノ處ニ手準器ヲ保チ、  
準桿上ニモ亦之ト同高  
ナル1.5米突ノ處ニ刻ヲ

第 二 百 三 十 三 圖



設ケ、桿夫ヲシテ Bニ準桿ヲ立テシメ、手準器ヨリ視  
キタル高サガ2.0米突ナリトセバ、Bハ0ヨリ低キコ  
ト0.5米突ナルヲ示ス。故ニ中心ニ於ケル盛土ヲ1.0  
米突トセバ、Bニ於テノ高サハ1.5米突ナリ。又Bノ  
0ヨリノ距離ヲ卷尺ノ類ニテ測リ之ヲ1.2米突トセ  
バ、橫斷野帳ニハ  $\frac{-1.50}{1.20}$  ト記ス。他ノ諸點ニ就テモ  
亦同様ニ測定記帳ス。次ハ第二百三十三圖ノ野帳  
ナリ。

$\frac{-0.90}{3.35}$	$\frac{-1.50}{1.20}$	$\frac{-1.00}{0}$	$\frac{-0.85}{1.80}$	$\frac{-0.60}{2.90}$
----------------------	----------------------	-------------------	----------------------	----------------------

AトDトハ側斜ガ地盤ト交ル所ノ點ニシテ路床ノ幅ト法リトハ一般ニ一定セリ。

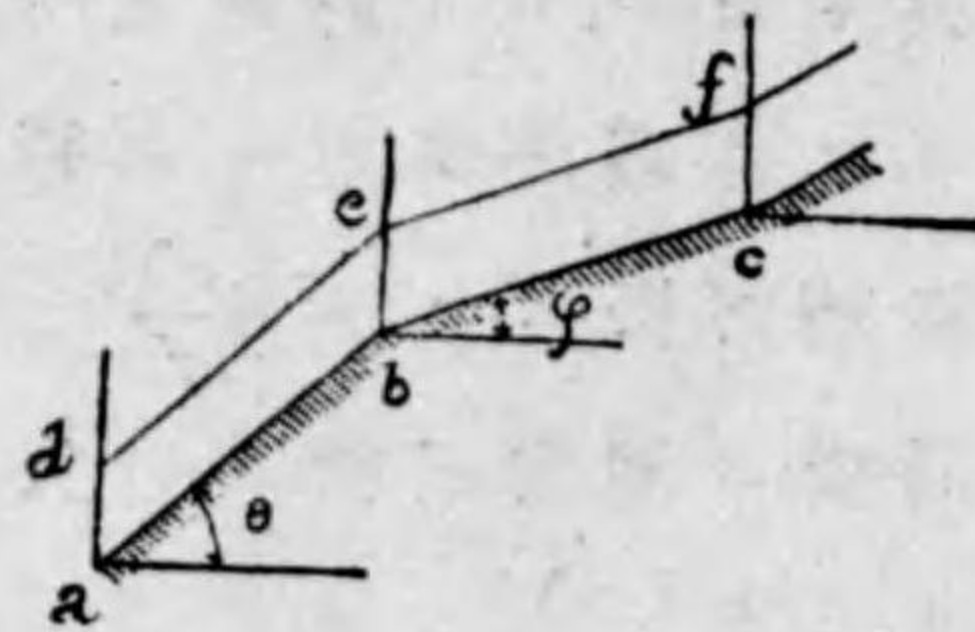
173. 測斜手準器. 手準器ニ分度弧ヲ附屬シテ, 弧ノ中心ニハ泡管及之ト共ニ動クベキ遊標及之ヲ働カスベキ小輪ヲ備フルモノヲ測斜手準器ト云フ(第二百三十四圖) 故ニ傾斜ノ地盤上ニ眼ト同高ノ點

第二百三十四圖



ヲ記シタル向桿ヲ立テ、此ノ點ヲ視準シ、小輪ヲ動かシテ泡管ヲ水平ナラシムルトキハ、地盤ノ傾斜ハ分度弧ト遊標ニテ讀ムコトヲ得。斯クシテ第二百三十五圖ニ示セルガ如ク、傾斜角  $\theta$ ,  $\varphi$  等ヲ知リ、且ツ傾斜ニ沿ヒテ  $ab, bc$  等ノ距離ヲ知ルトキハ  $b, c$  等ノ點

第二百三十五圖



ニ示セルガ如ク、傾斜角  $\theta$ ,  $\varphi$  等ヲ知リ、且ツ傾斜ニ沿ヒテ  $ab, bc$  等ノ距離ヲ知ルトキハ  $b, c$  等ノ點

ヲ定ムルコトヲ得ベク、非常ニ迅速ニ傾斜多キ地盤ノ横断面ヲ測量スルコトヲ得。但シ水準儀ニ依ルガ如キ精度ハ素ヨリ望ムベカラズト雖モ、鐵道、道路ノ横断面ノ如キモノニハ之ヲ以テ充分ナリトス。其ノ外地形測量又ハ豫測ノ横斷測量ノ如キモ亦皆之ヲ用フルヲ便トス。

### 第十節

#### 水準測量ノ精度

174. 誤差ノ起原. 補差及累差ヲ識別スルノ必要ナルコト鎖測ヲ除キテハ復タ水準測量ニ如クモイナシ。

水準測量ニ起ル誤差ハ器差桿差、測差、個人誤差、記帳計算ノ錯誤並ニ曲率及屈折ニ基ク誤差ノ六ニ分ツコトヲ得。此ノ外地殼ノ粗密ガ同ジカラズ、地盤ノ凸凹ガ所々皆異ルガ爲メ、垂線ハ正シキ方向ニ向ハズ、所謂垂線ノ外レヲ生ズルコトアレドモ、普通水準測量ニハ殆ド影響セズ(第六章138參照)

175. 器差. 主ナル器差ハ視準線ト泡管ノ接線トガ平行ナラザルニ在リ。是レ其ノ整正ノ不完全ナルカ、又ハ鏡環ノ大サガ等シカラザルカ、又ハ是等兩者ヨリ起ルモノニシテ、二者ノ平行ハ實ニ水準測量

ノ生命ト云フモ可ナリ。其ノ外望遠鏡滑子ノ運動ガ直線ヲナササルガ如キ亦誤差ヲ生ズベク、合焦ガ不完全ナルトキハ視差ヲ生ズルヲ忘ルベカラズ。

是等ノ器差ハ凡ベテ補差ニ屬スルガ故ニ、水準儀ヲ前視後視相等シキ處ニ据ウルトキハ全ク此ノ種ノ器差ヲ免ル、コトヲ得。

176. 桿差. 準桿ノ立テ方ガ真直ナラザルハ桿差ノ主ナルモノナリ。此場合ニ視準セル桿高ハ垂直線ト桿トガ爲ス傾斜角ノ正割ト眞ノ高サトノ積ヲ表スモノニシテ、殊ニ桿ガ視準線ノ左右ニ傾ケルトキハ之ヲ見出スコト容易ナレドモ、其前後ニ傾ケルモノハ之ヲ悟リ得ザルコト多ク、桿高が大ナル程桿差ハ大ナリ。桿差ハ桿準器又ハ下振ヲ用ヒテ準桿ヲ垂直ナラシムルトキハ之ヲ除クコトヲ得ベク、且ツ同一ノ傾斜ヲ爲サバ、換點ニ於テ補差ヲナス。

換點ノ地質ガ疎鬆ナルカ、又ハ軟弱ナルガ爲メ、準桿ハ自己ノ重量ノ爲メニ、或ハ桿ヲ立ツル際桿底ノ擊衝ノ爲メニ、桿ノ沈下ヲ生ズルコトアリ。斯カル場合ニハ長キ杖ヲ打込ムカ、又ハ脚板ヲ用ヒテ其上ニ桿ヲ立ツルヲ良シトス。斯カル場合ノ桿差ハ累差ナリトス。而シテ換點ノ硬軟如何ニ係ハラズ、桿ヲ無注意ニ地上ニ落スガ如キハ深ク慎マザルベ

カラズ、常ニ不動ノ石又ハ杖ノ上ニ靜ニ桿底ノ一隅ヲ立ツベシ。

準桿ノ目盛ガ正シカラザルガ如ク、又溫度水濕ノ變化ノ爲メニ桿ノ長サガ變化スルガ如キ、亦皆桿差ヲ生ジ、一般ニ補差ニ屬ス。

177. 測差. 測差ノ主ナルモノハ氣泡ノ位置ヲ誤リ認ムルニ在リ。初メ氣泡ガ泡管ノ中央ニ在リシモノト思ヒシモ、泡管ノ粘着力ノ爲メニ氣泡ガ一時其ノ位置ヲ占メシニ過キズ、須臾ニシテ眞ノ平衡ヲ得レバ正シキ最後ノ位置ニ來ルコトアリ。又未ダ氣泡ガ靜止セザルトキ之ヲ中央ニ在リト速斷シ、後其ノ變動ヲ見ルコトアリ。又日光ノ偏照ノ爲メニ器械ノ各部ニ不同ナル膨脹ヲ起シ、氣泡ノ位置ハ徐々ニ變化スルコトアリ。是等ノ測差ハ一般ニ累差ニ屬ス。

異ナル方向ニ視準センガ爲メ、又ハ中途ニ氣泡ノ位置ヲ確メシガ爲メニ觀測者ハ其ノ立タル位置ヲ變ジ、器械ニ多少ノ動搖ヲ與ヘテ、望遠鏡ノ傾斜ニ變化ヲ生ズルハ屢々見ル所ニシテ、地盤ガ沼澤沮洳ノ如キ軟弱ナルトキ、又ハ三脚ノ据エ方ガ不充分ニシテ固ク地中ニ樹立セザルガ如キトキニ殊ニ然リトス。是等ノ弊ヲ矯正センガ爲メニ、稜鏡又ハ反射鏡



ノ類ヲ用ヒ、望遠鏡ヲ視キタル位置ニテ氣泡ノ位置ヲ讀ム裝置ヲ有スルモノアリ。

又線ノ交點ニ於テセズ、横又線ノ一側ニテ桿高ヲ讀ミタル際ニ、若シ横又線ガ地平ナラザルトキハ誤差ヲ生ズ。但シ此ノ測差ハ補差ニ屬ス。

178. 個人誤差。以上述べタル誤差ハ主ニ器械ト作業ノ性質ニ關スルモノニシテ、觀測ニ熟練スルトキハ之ヲ生ズルコト少ナカルベシ。然レドモ個人獨得ノ體質及感覺ノ差異ハ相等シキ熟練ヲ有スルモノヲ以テスルモ、觀測ニハ多少同ジカラザル結果ヲ生ズルヲ常トス。或ハ同一ノ又線ガ餘高ナリト云フモノアレバ、或ハ之ヲ過低ナリト主張スルモノモアリ、又或ハ同一ノ氣泡ノ位置ガ右ニ偏セリト認ムルモノアレバ、之ヲ左ニ偏セリト確執スル場合モアリ。斯カル差異ヲ名ケテ個人誤差ト云フ。

反對ノ方向ニ往復水準測量ヲ行フトキハ必ズ同一ノ符號ヲ有スル差ヲ生ジ、而カモ距離ノ増加ト共ニ増加スルヲ常トス。此ノ問題ハ久シク人ノ研究スル所トナリシモ、尙ホ未ダ満足ナル解決ヲ得ズ。器械ノ沈下、換點ニ於ケル準桿ノ沈下、日光ノ偏照、前視後視ノ不同ナル日光照射、氣泡兩端ノ不同ナル熱射、觀測者ノ位置ノ變化、光線屈折ノ影響及個人誤差

等ハ其ノ主ナル原因ト考ヘラルレドモ、而カモ觀測者ノ異ノニ依リテ、此ノ結果モ亦異ルノミナラズ、同一ノ觀測者ヲ以テシテモ尙ホ一定セズ。殆ド距離ニ比例シ、地盤ノ性質、測量進行ノ方向、天候又ハ桿ヲ支持スル方法ノ如何ニハ殆ド相關セザルガ如シ。

個人誤差ハ成ルベク同一ノ狀態ノ下ニ反對ノ方向ニ觀測ヲナストキハ之ヲ除クコトヲ得ベシ。

179. 記帳計算ノ錯誤。F.S. ト B.S. トヲ誤リ記スガ如キ、或ハ 2.10 ヲ 1.20 ト數ヲ誤リ記スガ如キハ屢々見ル所ノ錯誤ナリトス。計算ノ錯誤ハ記帳ノ方法ニ依リテハ之ヲ發見スルニ難カラズ。是等記帳及計算ノ錯誤ハ其量大ニシテ孰レモ不注意不熟練ヨリ起ルモノ多ク、測定ニ大累ヲ爲スコト少ナカラズ。

180. 地球ノ曲率及光線屈折ヨリ起ル誤差。水準測量ノ目的ハ一點ヲ過グル水平面ヨリ他點ガ如何程高キヤ又ハ低キヤヲ定ムルニ在リ。然ルニ適當ニ整正ヲ行ヘル水準儀ノ視準線ハ地平線ヲナシテ水平線ニ接線ヲ爲スガ故ニ、視準セル二點ガ水準儀ヨリ等距離ナルニ非ルヨリハ、桿高ノ差ハ水平面即チ地球ノ曲率ノ爲ニ眞ノ高サノ差ヲ與ヘズ。但シ此ノ誤差ハ補差ニシテ前視後視ノ中點ニ器械ヲ据

付クルトキハ、全ク之ヲ除クコトヲ得。

第二百三十六圖ニ於テ、AEヲ 第二百三十六圖

地表即チ水平面、Oヲ地心、AO = r

ヲ地球ノ半徑、ABヲ地平線、BE

ヲ曲率ニ基ク更正  $d_c$  トスレバ

$$(1) \quad (AB)^2 = BE(2OE + BE)$$

ABヲ視準距離  $d$  トスレバ、BEハ

$r$ ニ比シテ甚ダ小ナルガ故ニ、括弧内ノ BEハ之ヲ

省略スルコトヲ得ベク、

$$(2) \quad d^2 = 2r d_c$$

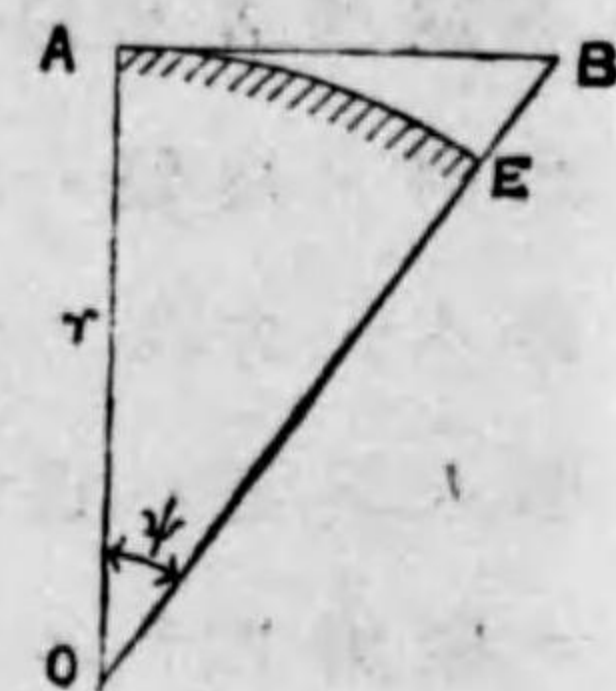
即チ桿讀ニ與フベキ更正トシテ

$$d_c = -\frac{d^2}{2r} \quad [78]$$

1906年へるまーとト北米合衆國沿岸及測地測量  
トガ定メタル我地球ノ長半徑  $a$  及短半徑  $b$  ハ次ノ  
如シ。

	長半徑 $a$	短半徑 $b$
へるまーと	6,378.200	6,356.818
北米合衆國沿岸及測地測量	6,378.388(3963.339)	6,356.909(3949.992)

是等最モ信憑スベキニノ結果ニ基キ、其ノ平均ヲ  
求ムレバ地球ノ半徑  $r$  ハ大凡ソ 6,367,579 米又ハ  
3957.03 哩ニ等シ。故ニ[78]ニ於テ、 $d$ ヲ杆  $d_c$ ヲ浬ニテ



表セバ

$$d_c = -7.85 d^2 \quad [78']$$

例ヘバ  $d = 200$  米 = 0.2 杆トスレバ [78']ヨリ

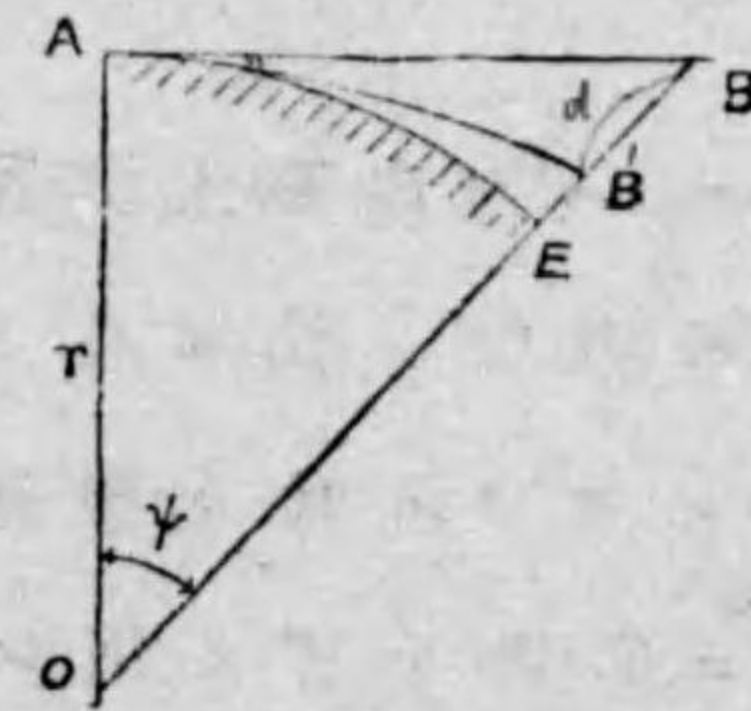
$d_c = -3.14$  浬ナルガ如シ 次ニ又  $d_c$ ヲ呎、 $d'$ ヲ哩ニ

テ表セバ

$$d_c' = -0.667 d'^2 \quad [78'']$$

大氣中ノ光線屈折ノ爲メニ準桿ト望遠鏡ノ間ノ  
視準線ハ地平ナラズ。然レドモ大氣ハ常ニ其ノ標  
準状態ヲ保タザルヲ以テ屈折モ亦變化シテ不規則  
ナルコトアリ。加フルニ光線ノ通過スル附近地盤  
ノ性質及地表ヨリノ距離ニ依リテ、屈折ハ著シク變  
化ス。加フルニ大氣ノ顛躍ノ如キ如何ナル程度迄  
影響スルヤハ數字ヲ以テ之ヲ表スコト能ハズ。故  
ニ斯カル場合ニハ成ルベク視準距離ヲ短縮スルカ  
又ハ大氣ノ状態ガ平靜ナル時機ヲ擇ンテ測量ヲ行  
フヲ唯一ノ方法トス。而シテ大氣ノ状態ヨリ云フ  
トキハ、日出前後及日没ノ前ヲ 第二百三十七圖

以テ最良トシ、且ツ曇天ハ晴天  
ノ時ヨリモ良シ。且又通例之  
ヨリ來ル誤差ハ補差ナルヲ以  
テ器械ヲ兩視準點ノ中心ニ据  
ウルトキハ、之ヲ除クコトヲ得



ベシ。

第二百三十七圖ニ於テ、Bヲ真ノ視點、B'ヲ其ノ見カケノ位置トスレバ、BB'ハ屈折ニ對スル更正 $d_r$ ヲ表ハス。今

$$(3) \quad \frac{\angle BAB'}{\angle AOB} = m$$

トセバ、 $m$ ヲ名ケテ屈折係數ト云フ。又 $\phi$ ヲ地心角、 $r$ ヲ地球ノ半徑、 $d$ ヲAB'又ハABノ距離トスレバ

$$(4) \quad \angle AOB = \phi = \frac{d}{r} \times \rho, \quad \rho = 206265''$$

$$(5) \quad BB' = d \tan \angle BAB'$$

角BAB'ハ小ナルヲ以テ

$$(6) \quad \tan \angle BAB' = \frac{\angle BAB'}{\rho} = \frac{m \angle AOB}{\rho}$$

故ニ

$$(7) \quad BB' = d \frac{1}{\rho} \frac{md}{r} \rho$$

即チ桿讀ニ與フベキ更正トシテハ

$$d_r = + \frac{md^2}{r} \quad [79]$$

$m$ ハ溫度及水濕等ニ依リテ同ジカラズト雖モ、0.06ト0.08ノ間ニ在リ、又 $2m = k$ ヲ屈折係數ト呼ブトモアリ。中部歐羅巴ニ於ケル $k$ ノ平均ノ値ハ $k = 0.13$ ナリ。但シ我國ニ於テハ $k = 0.15$ 位ヲ用

フレバ可ナルガ如ク思ハル。今此ノ値ヨリ

$m = 0.075$ ヲ用ヒ、 $d_r$ ヲ呎、 $d$ ヲ杆ニテ表セバ[79]ヨリ

$$d_r = +1.18 d^2 \quad [79']$$

トナル。例ヘバ $d = 0.2$ 杆ナレバ、 $d_r = 0.047$ 呎ナルガ如シ。

次ニ若シ $d'$ ヲ呎、 $d''$ ヲ哩ニテ表ハストキハ

$$d_r' = +0.100 d'^2 \quad [79'']$$

又[78]及[79]ヨリ $d_c + d_r = d$ トスレバ、一般ニ

$$d = -(1-2m) \frac{d^2}{2r} \quad [80]$$

又ハ[78']及[79']ヨリ $d$ ヲ呎、 $d$ ヲ杆ニテ表ハセバ

$$d = -6.67 d^2 \quad [80']$$

トナル。例ヘバ $d = 0.2$ 杆ナレバ、 $d = 0.267$ 呎ナルガ如シ。又[78'']及[79'']ヨリ $d'$ ヲ呎、 $d''$ ヲ哩ニテ表セバ

$$d' = -0.567 d'^2 \quad [80'']$$

例24. A, B, C 三點ニ於ケル桿讀ガ夫々1.073米、3.137米及9.271米ヲ得タリ。今是等三點ヨリ器械ノ距離ガ夫々60米、80米及120米トセバAヨリB及Cノ真ノ高サノ差ヲ求ム。

$d_A, d_B$ 及 $d_C$ ヲ地球ノ曲率及光線ノ屈折ヨリ來ル更正又ハ誤差トスレバ[80']ヨリ

$$d_A = 6.67 \times 0.06^2 = -0.24 \text{ 呎}$$

$$d_B = 6.67 \times 0.08^2 = -0.43 \text{ ''}$$

$$d_c = 6.67 \times 0.12^2 = -0.96 \text{ 厘}$$

故に A, B 及 C の更正桿讀ハ

$$r_1 = 1.073 - 0.002 = 1.071 \text{ 米}$$

$$r_2 = 3.137 - 0.004 = 3.133 \text{ "}$$

$$r_3 = 9.271 - 0.010 = 9.261 \text{ "}$$

從テ A を基準面トスレバ B, C の高サハ 其々

$$3.133 - 1.071 = 2.062 \text{ 米}$$

$$9.261 - 1.071 = 8.191 \text{ "}$$

181. 水準測量ニ於ケル誤差ノ觀念. 今一般ニ一ノ量ヲ測ルニ同一ノ精密ヲ以テシ,  $n$  回ノ測定ニ依リテ  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$  ナル結果ヲ得タル時ハ, 其ノ平均ノ値  $x_0$  ハ吾人々智ノ範圍ニ於テハ最モ眞ニ近キモノト考ヘラレ

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \frac{1}{n} (l_1 + l_2 + \dots + l_n) \\ &= \frac{[l]}{n} \end{aligned} \right\} \quad [81]$$

而シテ  $x_0$  ト各觀測ノ値ノ差ヲ殘差  $v$  トスレバ

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= x_0 - l_1 \\ v_2 &= x_0 - l_2 \\ &\dots\dots\dots \\ v_n &= x_0 - l_n \end{aligned} \right\} \quad [82]$$

是等  $v$  ノ自乗和ヲ  $[v^2]$  トスレバ, 最小自乘法ノ理ニ依

リ,  $x_0$  ノ平均誤差又ハ均方差  $M$  ハ次ノ如シ.

$$M = \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}} \quad [83]$$

又ハ均方差ニ代フルニ中央差  $r_0$  ヲ以テスルコトアリ.

$$r_0 = 0.6745 \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}} \quad [84]$$

然レドモ若シ異ナル輕重率ヲ以テ行ハレタル場合ニ, 各觀測  $l$  ノ輕重率ヲ  $p$  トセバ其ノ平均ノ値  $x_0'$  ハ

$$x_0' = \frac{[pl]}{[p]} \quad [85]$$

ニシテ,  $x_0'$  ノ均方差  $M'$  ハ次ノ如シ.

$$M' = \sqrt{\frac{[pv^2]}{[p](n-1)}} \quad [86]$$

又  $x_0'$  ノ中央差  $r_0'$  ハ

$$r_0' = 0.6745 \sqrt{\frac{[pv^2]}{[p](n-1)}} \quad [87]$$

以上ノ關係ハ獨リ水準測量ニ限ラズ, 諸他ノ測定ニ適用スルヲ得ルモノナリ.

例 25. 二點ヨリ等距離ノ處ニ器械ヲ据エテ高ヲ測定シタルニ, 其ノ高サノ差 6.438 米, 6.436 米及 6.437 米ナルコトヲ見出セリ. 眞ノ高サノ差及中央差ヲ見出セ.

茲ニ三個ノ觀測ハ其精度同一ナルモノトシテ,

$$x_0 = \frac{1}{3}(6.438 + 6.436 + 6.437)$$

$$= 6.437 \text{ 米}$$

又其ノ殘差ハ

$$v_1 = -0.001$$

$$v_2 = +0.001$$

$$v_3 = +0.0$$

故ニ

$$[v^2] = 2 \times 0.000001$$

$$= 0.000002$$

$n = 3$  ナルガ故ニ  $[84] \Rightarrow \rho$

$$r_0 = 0.6745 \sqrt{\frac{0.000002}{3 \times 2}}$$

$$= 0.00043 \text{ 米}$$

從テ

$$x_0 = 6.437 \pm 0.00043 \text{ 米ナリ}$$

例26. 二點 A, B ノ間ヲ異ナル路線ヲ經テ高低ヲ測量シタルニ、第一線ハ5杆、第二三線ハ夫々6杆及10杆ニシテ、其ノ高サノ差夫々 37.407 米、37.392 米及 37.414 米ナルコトヲ發見セリ 眞ノ高ノ差及夾差ヲ求ム

今輕重率ハ距離ニ反比例スルガ故ニ、夫々  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{6}$  及  $\frac{1}{10}$  ノ輕重率トスルコトヲ得 故ニ

$i$	$v$	$v^2$	$p$	$pv^2$
37.407	-0.004	0.000016	0.20	0.00000320
37.392	+0.011	0.000121	0.17	0.00002057
37.414	-0.011	0.000121	0.10	0.00001210
$x_0' = 37.403$		0.000258	0.47	0.00003587

故ニ又

$$r_0' = 0.6745 \sqrt{\frac{0.00003587}{0.47 \times 3}}$$

$$= 0.004 \text{ 米}$$

故ニ 37.403  $\pm$  0.004 米ハ求ムル所ノ高サヲ表ハス。

182. 水準測量ノ精限. 今視準距離  $s$  ヲ以テ水準儀ヲ  $\frac{n}{2}$  回据付ケ、全距離  $L = ns$  ノ間ヲ測量シタリトセンニ、函尺ヲ讀ム毎ニ  $\pm \mu$  丈ケノ平均誤差ヲ生ズベシ. 此ノ  $\pm \mu$  ハ視準ノ誤差及泡讀ノ誤差ヨリ成ルモノト考フルコトヲ得ベシ. 而シテ  $L$  ナル長ノ間ニ  $n$  回桿讀ヲ行フガ故ニ眞ノ高ノ差  $H$  ニ伴フ平均誤差ハ

$$(1) \quad M = \mu \sqrt{n}$$

ナリ. 然ルニ  $L = ns$  又ハ  $n = \frac{L}{s}$  ナルガ故ニ

$$M = \mu \sqrt{\frac{L}{s}} \quad [88]$$

即チ同一ノ器械ト同一ノ状態ヲ以テシテハ、其ノ視準距離ガ  $s$  ナル場合ニ、水準測量ノ平均誤差ハ全

距離  $L$  の平方根ニ比例ス、

故ニ又視準距離  $s$  ガ一定ナル時ハ異ナル水準測量ノ輕重率ハ距離ニ反比ス、即チ

$$p:p' = \frac{1}{L} : \frac{1}{L'} \quad [89]$$

次ニ視準距離  $s$  ト  $\pm\mu$  トノ關係ヲ見ルニ、若シ  $\mu$  ヲ以テ單ニ視準線ノ傾斜ヨリ來ルモノト考フルヲ得バ、即チ視準線ト泡管ノ接線ガ平行ナラザルヨリ起ルモノニシテ視準距離ニ比例スルモノト考フルコトヲ得 即チ

$$(2) \quad \pm\mu = ks$$

之ヲ[88]ニ挿入スレバ

$$M = k\sqrt{Ls} \quad [90]$$

換言スレバ、同一ノ器械ヲ以テシテ、高サノ平均誤差ハ全距離ヲ外ニシ、視準距離  $s$  ノ平方根ニ比例ス、

故ニシナル距離ノ水準測量ヲ爲スニ當リ、器械ノ据付數ヲ少クシテ、視準距離ヲ大ニシ、桿讀ヲ少クスルヲ利ス。又トスルヤ、果タ又器械ノ据付數ヲ多クシテ、視準距離ヲ小ニシ、以テ精密ナル桿讀ヲ行フヲ勝レリトスベキヲ考ヘザルベカラズ。而シテ視準距離ヲ小ニスルハ、其ノ大ナルモノニ比スレバ、勞多ク、作業ノ量ハ始テ視準距離ニ反比例スルガ故ニ、[88]

ヨリ水準測量ノ精度ハ作業ノ平方根ニ比例スルモノト考フルコトヲ得。一般ニ視準距離ハ50米ヲ最モ適當ナリトスレドモ、器械ノ精粗、天候ノ晴曇等ニ依リテ伸縮セザルヘカラズ。

若シ又(2)ノ代ニ

$$(3) \quad \pm\mu = k'\sqrt{s}$$

トシ、之ヲ[88]ニ代入スレバ

$$M = k'\sqrt{L} \quad [91]$$

即チ同一器械ヲ以テシテハ水準測量ノ平均誤差  $M$  ハ視準距離ニ關係ナク、唯全距離ノ平方根ニ比例ス。

之ヲ要スルニ一定ノ標準視準距離ヲ用フルモノトセバ、水準測量ノ誤差ハ  $\sqrt{L}$  ニ比例スルモノト考フルコトヲ得。故ニ泡管ノ感度及望遠鏡ノ擴度等ハ相當斟量ノ餘地アルコト勿論ニシテ、次ノ關係ハ標準トスベキモノナリ

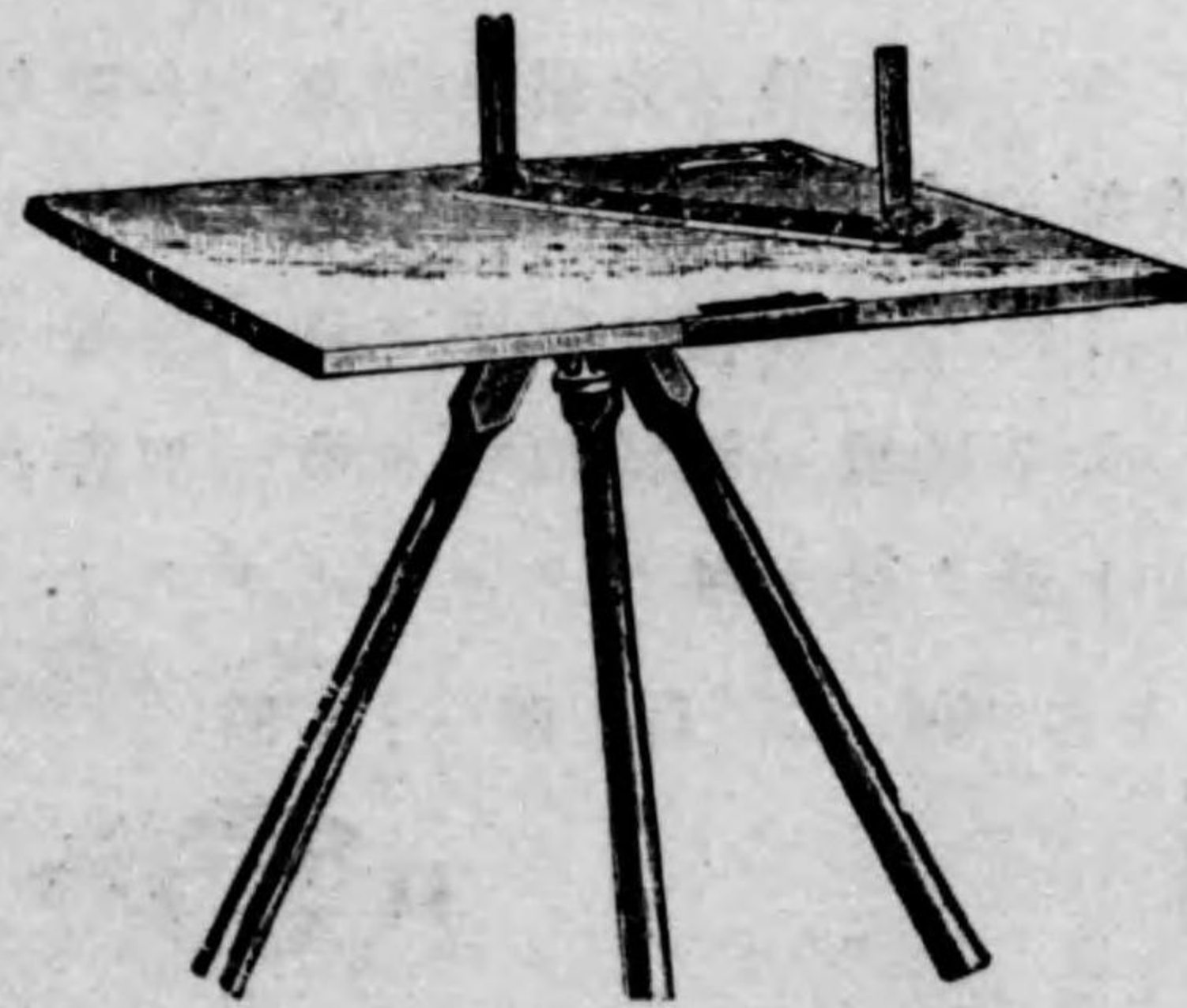
器械ノ種類	泡管ノ感度	望遠鏡ノ擴度	準桿ノ目盛
1. 最小水準儀、 断面測量	40" - 50"	10 <sup>倍</sup>	1/1 粗
2. 断面測量用 小形水準儀	30	15 - 20	1/1 "
3. 普通中形水準儀	20	25	1/1 "
4. 上等水準儀	10 - 15	30	1/1 "
5. 精密儀(隔 障附泡管)	5	40	1/2 "

歐羅巴ノ測地學會ノ定ムル所ニ從ヘバLヲ杆ニテ表シタル距離トスレバ耗ニテ表ハシタル央差ハ精準測量ニ於テ $5\sqrt{L}$ ヲ越ユベカラズ、 $3\sqrt{L}$ ハ可ナリノ結果ニシテ $2\sqrt{L}$ ハ尋常、 $\sqrt{L}$ ハ非常ニ精密ナルモノト定ム。又合衆國ノ沿岸及測地測量ニ於テハ $5\sqrt{2L}$ ヲ極限トシ、Mヲ哩ニテ表ハセバ此ノ制限誤差ハ $0.030\sqrt{M}$ 呎トナル。其外みし、ロッキー河測定委員ハ $5\sqrt{L}$ 耗即チ $0.021\sqrt{M}$ 呎ヲ精限トシタリ。我が國ノ河川測量ニ於テハ一里ノ間ヲ往返シテ其ノ不合ノ差ヲ3分以内ニ限ルヲ常トス、亦殆ド $5\sqrt{L}$ ニ當レリ。

## 第七章 平板測量 第一節 平板ノ構造

183. 視線。平板ハ三脚上ニ取付ケタル一種ノ圖板ニシテ、其ノ上ニ視準線ヲ有スル直線定規ヲ載セテ、之ヲ一種ノ指方規トナセルモノナリ。第二百三十八圖ハ折測平板ト名クル最モ簡單ナルモノニシ

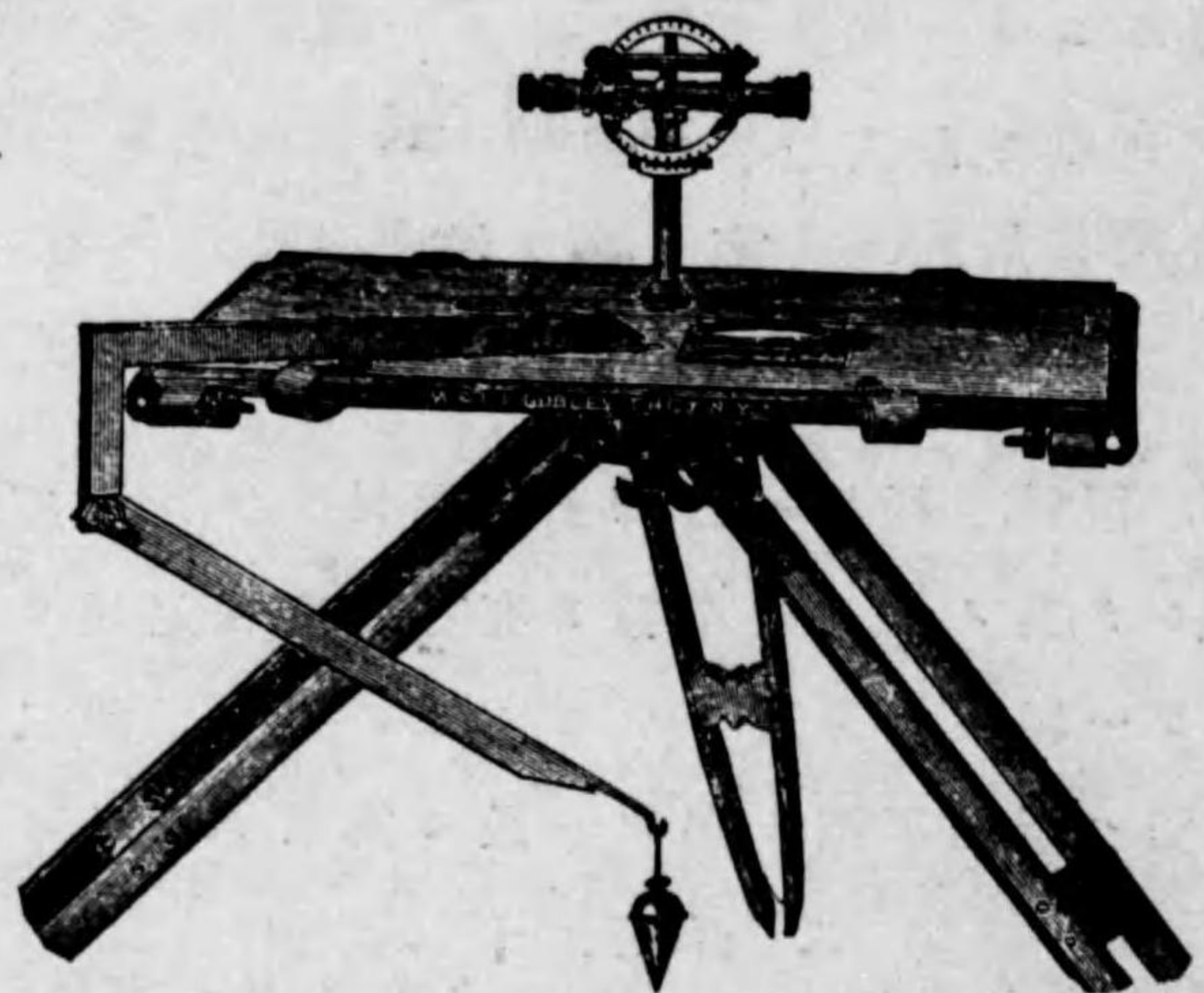
第二百三十八圖



テ、第二百三十九圖ハ稍々複雑ナルモノナリ。

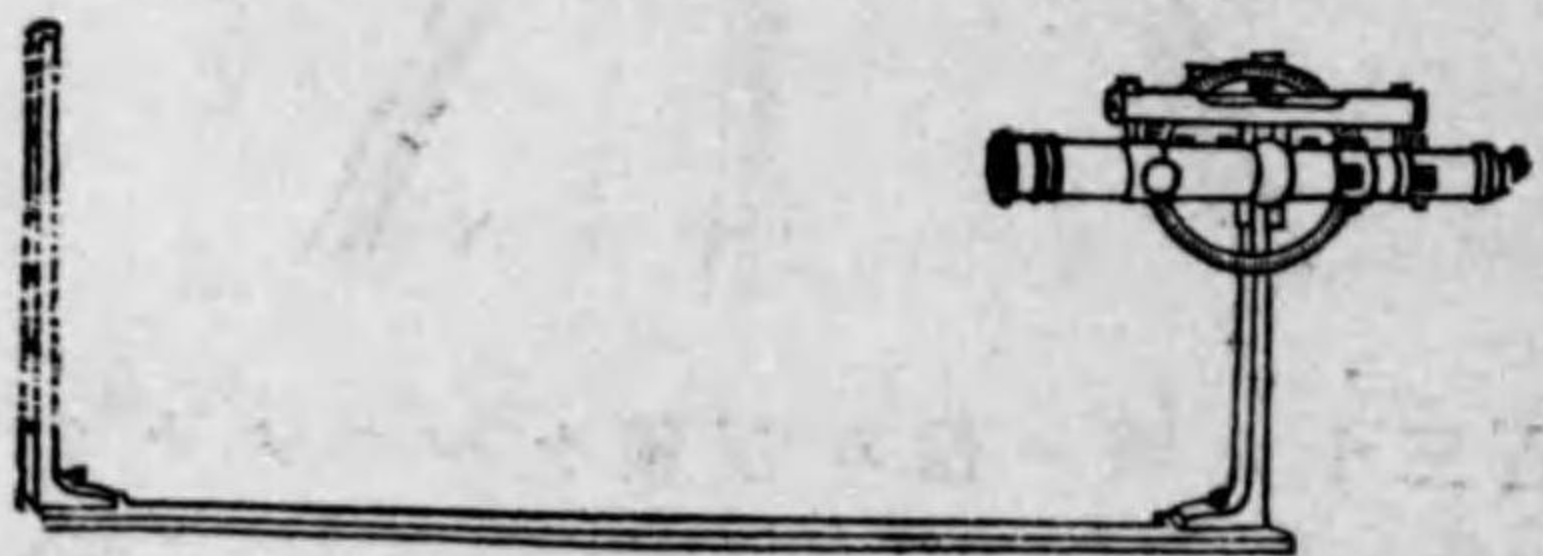
視準線ハ通例望遠鏡ニ依レドモ、二ノ規版ニ依ル

## 第 二 百 三 十 九 圖



モノモアリ。望遠鏡ハ定規ニ固著セル豎軸ノ上端ニ在ル横軸ニ連結セラレ、定規ト共ニ平板上任意ノ處ニ移スヲ得ベク、横軸ノ周圍ニ縦ノ反轉ヲ爲スコトヲ得。又望遠鏡ハ酒精泡管ヲ備ヘ、泡管ハ離シ得ベキモノト、固ク取り附ケタルモノトアリ。

## 第 二 百 四 十 圖



望遠鏡ノ視準線ハ通例定規ノ直線ニ平行ナレド

モ、必ズシモ然ルヲ要セズ。唯兩者ノ間ノ地平角ガ一定セバ可ナリ。

184. 平板及羅函。平板ハ一ノ球準器又ハ二ノ直角ヲナセル泡管ニ依リテ之ヲ水平ニ保ツヲ得ベク、且ツ自由ニ回轉ヲ爲スベキモノトス。又普通ノ緊螺旋及微動螺旋ヲ備フルモノモアリ。故ニ平板ハ轉鏡儀ノ横圈即チ地平分度圈ニ相當シ、其ノ視準ニ用フル所ノ指方規ハ精粗ノ差コソアレ、其ノ主用ハ相等シ。然レドモ轉鏡儀ニ於テハ、地平角ヲ觀測シテ後之ヲ圖ニスルニ反シ、平板ニ於テハ其ノ上ニ在ル圖紙上ニ直ニ描寫シテ復タ讀角ヲ須ヒズ、地上ノ諸點ハ直チニ任意ノ縮尺ニ依リテ圖紙上ニ表スコトヲ得。

平板ノ兩端ニハ各木製ノ輾子ヲ備ヘ、圖紙ヲ卷舒スルニ便ナラシム、而シテ圖紙ハ又鋏ヲ以テ板ニ止ムルコトモアリ、又ハ彈性緊子ヲ以テ紙ト共ニ平板ノ縁ヲ摑マシムルモノモアリ、或ハ全ク之ヲ糊付ニスル法モアリ。

偏倚器ハ細長キ函中ニ羅針ヲ裝置セルモノニシテ、磁北線ノ兩側各々二十度許リ動クベキ餘地ヲ有ス。磁北線ハ器ノ外縁ニ平行ナルヲ以テ、磁針ヲ器内ノ磁北線ニ重ヌルトキハ、外縁ニ一線ヲ劃スルコ

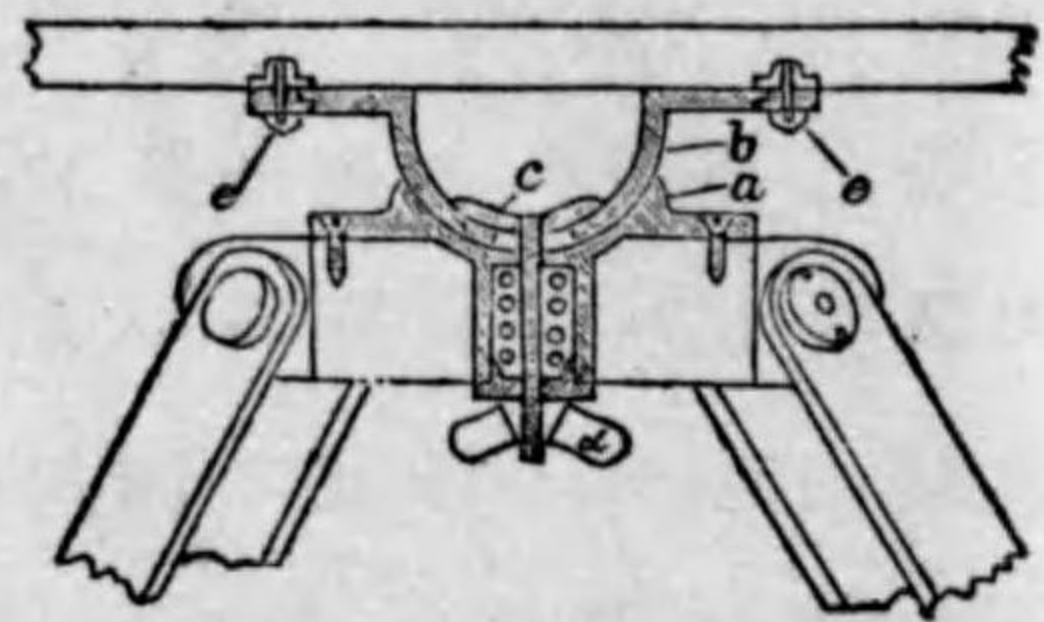


トニ依リ、地上一線ノ磁方位ハ分度器ヲ用ヒテ直ニ之ヲ定ムルコトヲ得。又偏倚器ノ代リニ第二百三十九圖ニ示セルガ如ク、二ノ互ニ直角ヲナセル泡管ト同ジク、一ノ盤上ニ羅函ヲ取付ケタルモノヲ用フルコトモアリ。

185. 平板ト三脚トノ連結及垂桿。平板ヲ横ニ回轉スルガ爲ニハ、第二百四十一圖ニ示セルガ如ク、三

脚頭ニハ球狀窩 $a$ ヲ備ヘ、平板底ニハ突出セル半球 $b$ ヲ有シ、之ヲ連ヌルニ緊子 $c$ 、蝶形螺旋止 $d$ 及螺旋彈條ヲ以テス。又ハ第二百四十二圖ニ

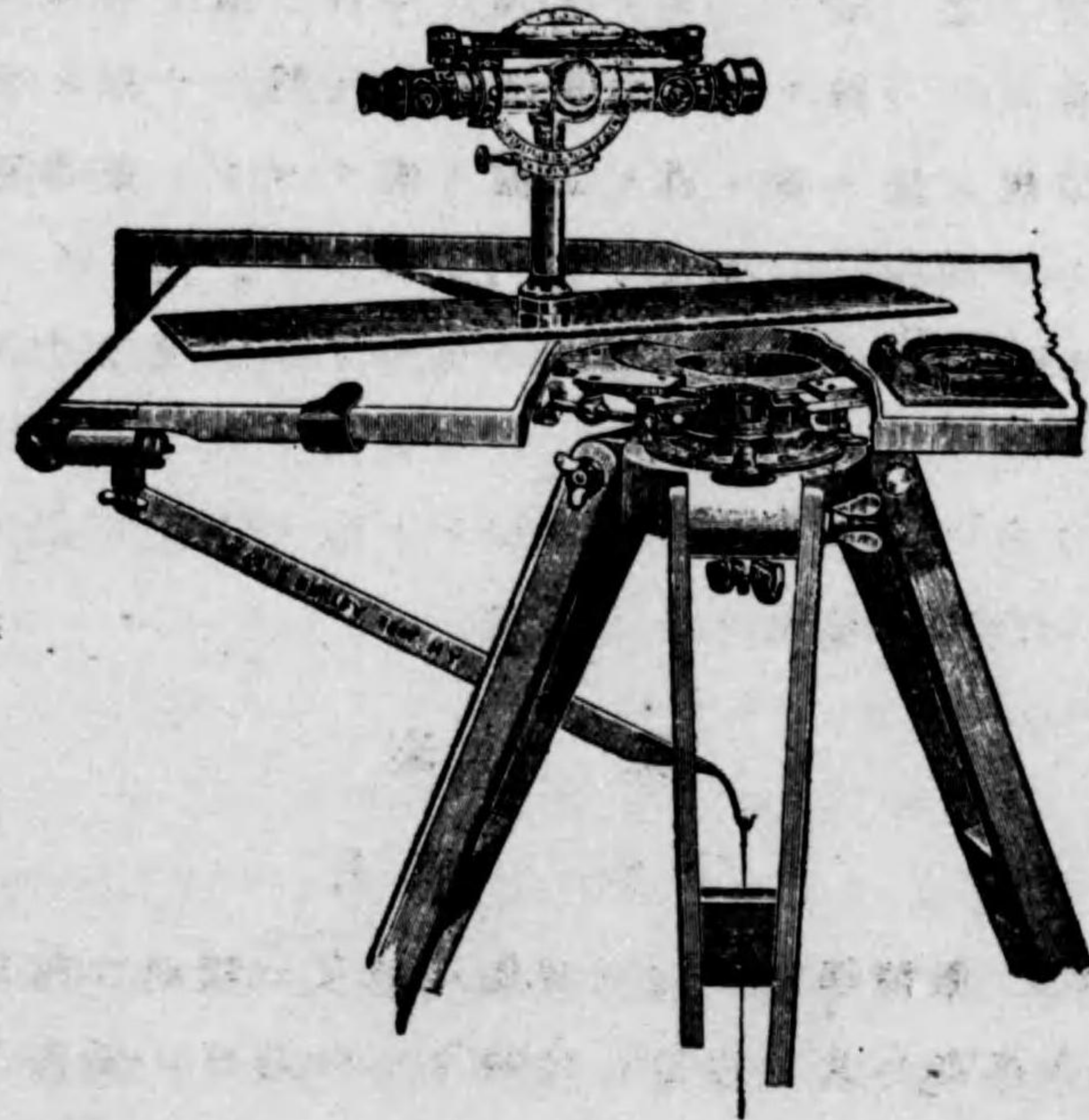
第二百四十一圖



示セルガ如ク、緊子ノ外ニ整準裝置ヲ有スルモアリ。

平板ヲ以テ測量ヲ行フ際ニ、圖上ノ一點ト之ニ呼應スベキ地上ノ一點トヲ、同一垂線中ニ重ルヲ要スルコト多シ。之ガ爲ニハ平板上ノ一點ノ直下ニ垂下セル下振ヲ用フ。此ノ裝置ヲ名ケテ垂桿ト云フ。第二百三十九圖、第二百四十二圖ノ左方ニ横ハレルモノ是ナリ。

第二百四十二圖



## 第 二 節

## 平 板 ノ 檢 査

186. 規版。指方規ノ兩規版ハ定規底ニ垂直ナルヲ要ス。然ラザレバ平板ハ水平ヲ爲スニ、規面ハ垂直ナラザルヲ以テ規孔ノ上下ニ依リ視準ヲ異ニスベク、之ヲ檢スルニハ矩<sup>マウリガキ</sup>ヲ以テスベシ。

187. 定規縁. 定規縁ハ全ク直線ヲナサバカ  
ラズ. 之ヲ檢スルニハ定規ヲ平板ノ紙上ニ載セ,其  
ノ縁ニテ一線ヲ描キ,定規ヲ端々反轉シテ線ノ兩端  
ニ定規ノ縁ヲ重ネ,再ヒ他線ヲ描クベシ. 是等兩線  
カ全ク相重ラバ定規ノ縁ハ直線ヲナス

188. 平板. 平板ノ表面ハ完全ナル平面ヲナスベ  
シ. 之ヲ檢スルニハ一ノ直線定規ヲ執リ,其ノ縁ヲ  
以テ有ラユル方向ニ於テ板面ニ合ハセ,其ノ歪ミ若  
クハ凸凹ヲ見出スコトヲ得

### 第 三 節

#### 平 板 ノ 整 正

189. 酒精準器. 指方規,偏倚器又ハ羅函ニ附屬セ  
ル水準器ハ其ノ泡管ノ接線ヲシテ,是等ノ底面ニ平  
行ナラシムルヲ要ス. 今偏倚器ニ水準器ヲ附屬セ  
ル場合ニ,之ヲ平板ノ中央ニ載セ,水準螺旋ヲ用ヒテ  
氣泡ヲ中央ニ持來シ,偏倚器ノ縁ニ沿ヒテ一線ヲ描  
キ,此ノ線ニ沿ヒテ偏倚器ヲ端々反轉シテ,尙ホ氣泡  
ガ中央ニ在レバ可ナリ

若シ氣泡ガ中央ヨリ偏スルトキハ,水準器ニ附屬  
セル整正螺旋ヲ用ヒテ,氣泡ヲ半分ダク中央ニ向テ  
動シ,他ノ半分ハ平板ニ依リテ改ムベシ. 一ノ泡管

ニ付テ此ノ整正ヲ反覆シタル後,更ニ他ノ泡管ニ就  
テ同様ニ整正ヲ行フベシ.

今平板ノ任意ノ處ニ水準器ヲ置キテ端々泡管ヲ  
反轉シタル場合ニ,氣泡ガ常ニ同一ノ處ニ止ラバ,其  
ノ平板面ハ地平ヲナスノミナラズ,泡管ノ接線ハ之  
ニ平行ニシテ,從テ其ノ載セラル、平板ノ底面ニ平  
行ナリトス.

190. 平板面. 平板面ハ軸豎ニ垂直ナラシムルヲ  
要ス. 平板上ニ偏倚器ヲ載セ,水準螺旋ニ依リテ兩  
氣泡ヲ中央ニ來ラシメ,更ニ平板ヲ横ニ $180^\circ$  丈ケ回  
轉シテ氣泡ガ尙ホ中央ニ止ルヤ否ヤヲ檢スベシ.

若シ氣泡ガ中央ヨリ偏在セバ,平板ト三脚頭トノ  
間ニ坐金ノ類ヲ插入シテ,平板ト豎軸トヲ半分ヅ、  
改ムベシ. 但シ平板ニ依リテハ,斯クノ如ク平板ト  
三脚頭トヲ整正スルヲ得ザルモノアリ.

偏倚器又ハ指方規ノ底版ニ附屬セル泡管ヲ用フ  
ル代リニ,望遠鏡ニ附屬セル鏡準器ヲ用フルコトヲ  
得. 此ノ場合ニハ前後互ニ直角ナル二ノ位置ニ氣  
泡ヲ置キテ,二回ノ整正ヲナスヲ要ス

#### 191. 視準線及支脚.

第一. 視準線ハ横軸ニ直角ナルヲ要ス. 是レ第  
五章119ニ述ベタル轉鏡儀縱叉線ノ整正ニ依ルベシ

第二. 望遠鏡ノ橫軸ハ眞ニ地平ナルヲ要ス. 是レ亦第五章 120ニ述ベタル支脚ノ整正ニ同ジ.

192. 鏡準器. 視準線ハ鏡準器泡管ノ接線ニ平行ナルヲ要ス. 轉鏡儀ノ整正 121 及水準儀ノ整正 159ニ依ルベシ.

193. 豎圓ノ遊標. 視準線ガ地平ナルトキ豎圓ノ遊標ハ 0ヲ讀ムヲ要ス. 是レ亦轉鏡儀ノ整正 122ニ同ジ.

#### 第四節

#### 平板測量

194. 平板ノ長所. 平板測量ハ記帳ヲ要セズ, 測量ヲ了ルト同時ニ直チニ地圖ヲ得ルヲ以テ, 時間ト勞力ヲ節スルコト少ナカラズ, 又過誤ヲ生ズル憂少シ故ニ不規則ナル境域ヲ有スル平面圖ヲ作り, 其ノ面積ヲ求ムルガ如キ場合, 又ハ市街測量等ニ最モ有用ナリ.

地上ノ一線ヲ平板上ニ描キテ, 是等兩線ガ一ノ垂直面中ニ在リテ, 且ツ寫線中ノ一點ハ直接地上ノ之ニ呼應スル點ノ上ニ在ルトキハ, 平板ハ指向セラレタリト云フ.

地上諸點ノ位置ヲ定ムルニハ次ノ四法アリ.

第一. 放散法.

第二. 折測法又ハ進測法

第三. 放散進測法.

第四. 交切法.

今五邊形ノ測定製圖ニ依リテ, 是等ノ四法ヲ例解スベシ. 蓋シ是レ平板測量ノ殆ド全體ヲ包含スレバナリ

195. 放散法. 第二百四十三圖ニ示セルガ如ク, 測量スベキ境域ノ各隅ヲ展

第二百四十三圖

望シ得ベキ一點 $O$ ヲ擇ビ,

平板ヲ茲ニ据付ケ圖上ノ

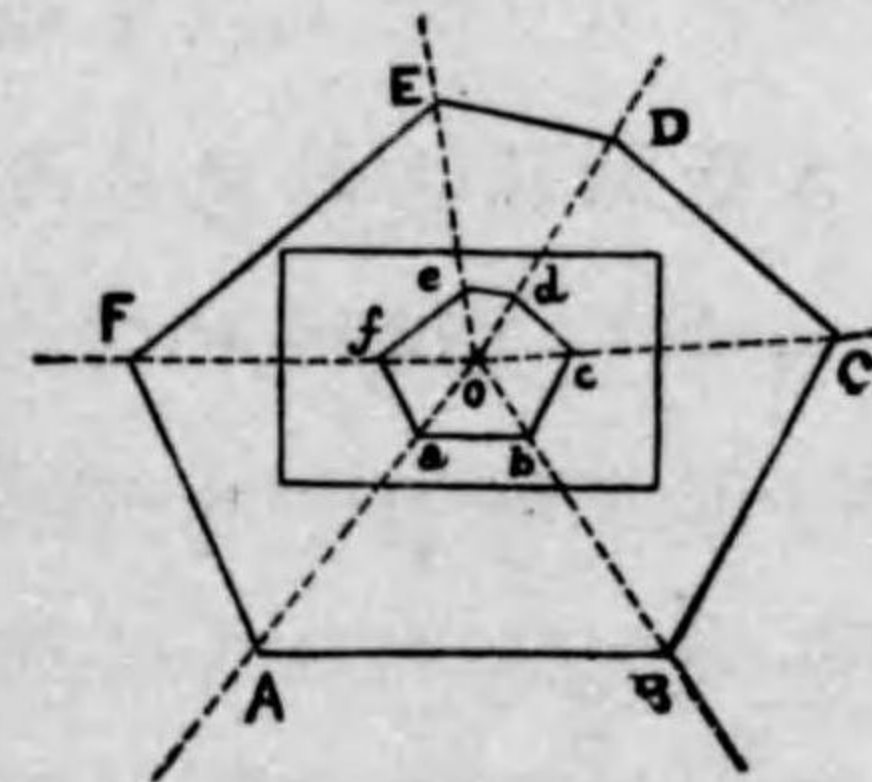
之ニ呼應スル點ヲ $O$ トス.

$O$ ヨリ $A, B, C,$ 等ニ至ル放

散線ノ方向ニ $oa, ob, oc,$ 等

ヲ畫キ,  $OA, OB, OC,$ 等ノ距

離ヲ縮尺ヲ用ヒテ $a, b, c,$ 等ニ切り,  $a, b, c,$ 等ヲ連結スルヲ名ケテ放散法ト云フ.

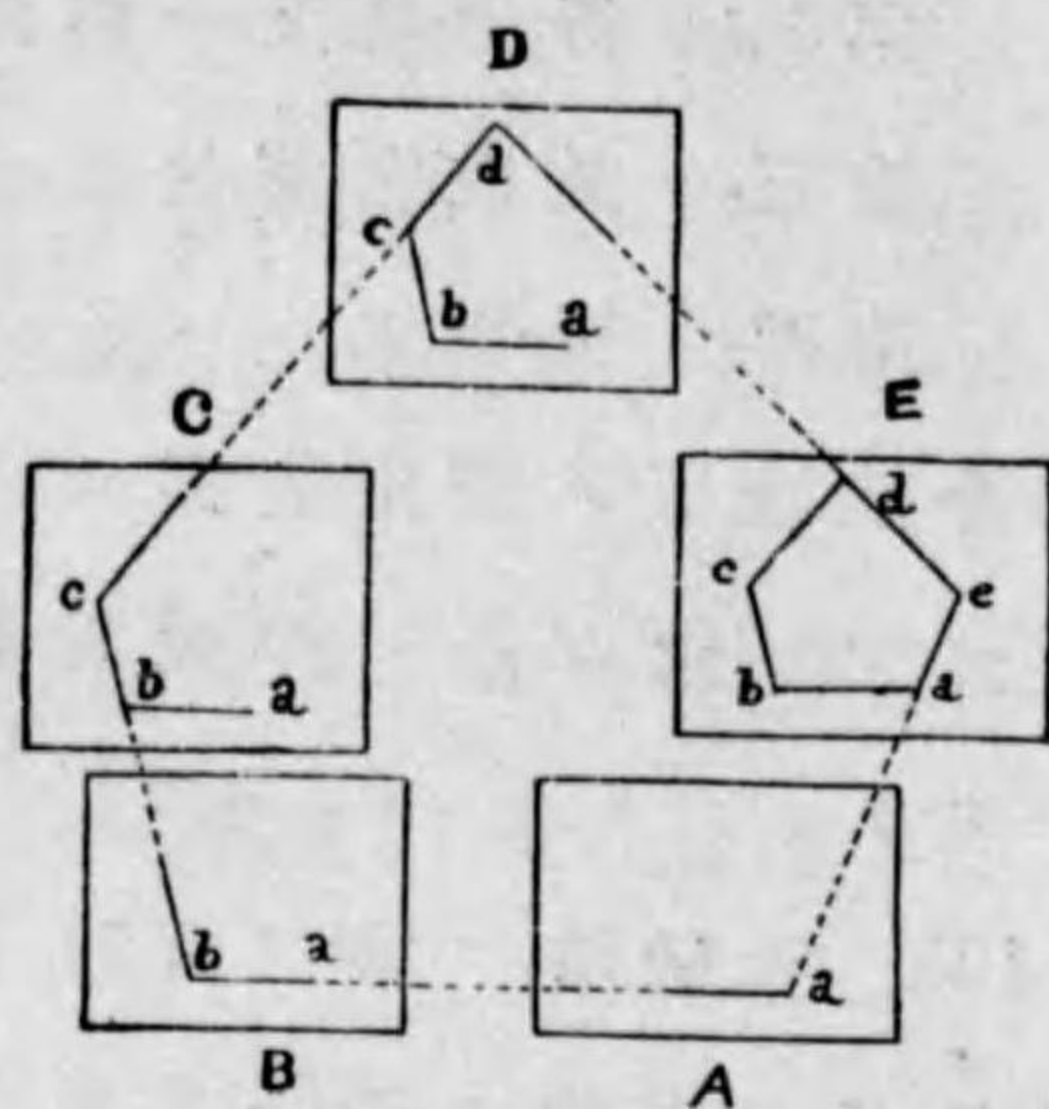


放散法ハ境域圖ヲ作ルニ最モ簡單ナレドモ精密ノ度ニ於テハ最モ劣等ナルノミナラズ, 正誤檢證ノ道ヲ缺ク. 但シ普通ニ多ク用ヒラレ, 地形測量ニ殊然リトス.

196. 折測法. 第二百四十四圖ニ示セルガ如ク, 平

板ノ一點 A = 据エテ其  
ノ直上 a 點ヲ圖上ニ記  
シ, AB ノ方向ニ a ヨリ  
直線ヲ描ク 次ニ AB  
ノ距離ヲ測リ, 適宜ノ縮  
尺ヲ以テ ab ヲ切り, B 點  
ノ上ニ平板ヲ指向シ, 更  
ニ次ノ測點 C ヲ視準シ  
テ BC ヲ測リ, 同一ノ縮

第二百四十四圖

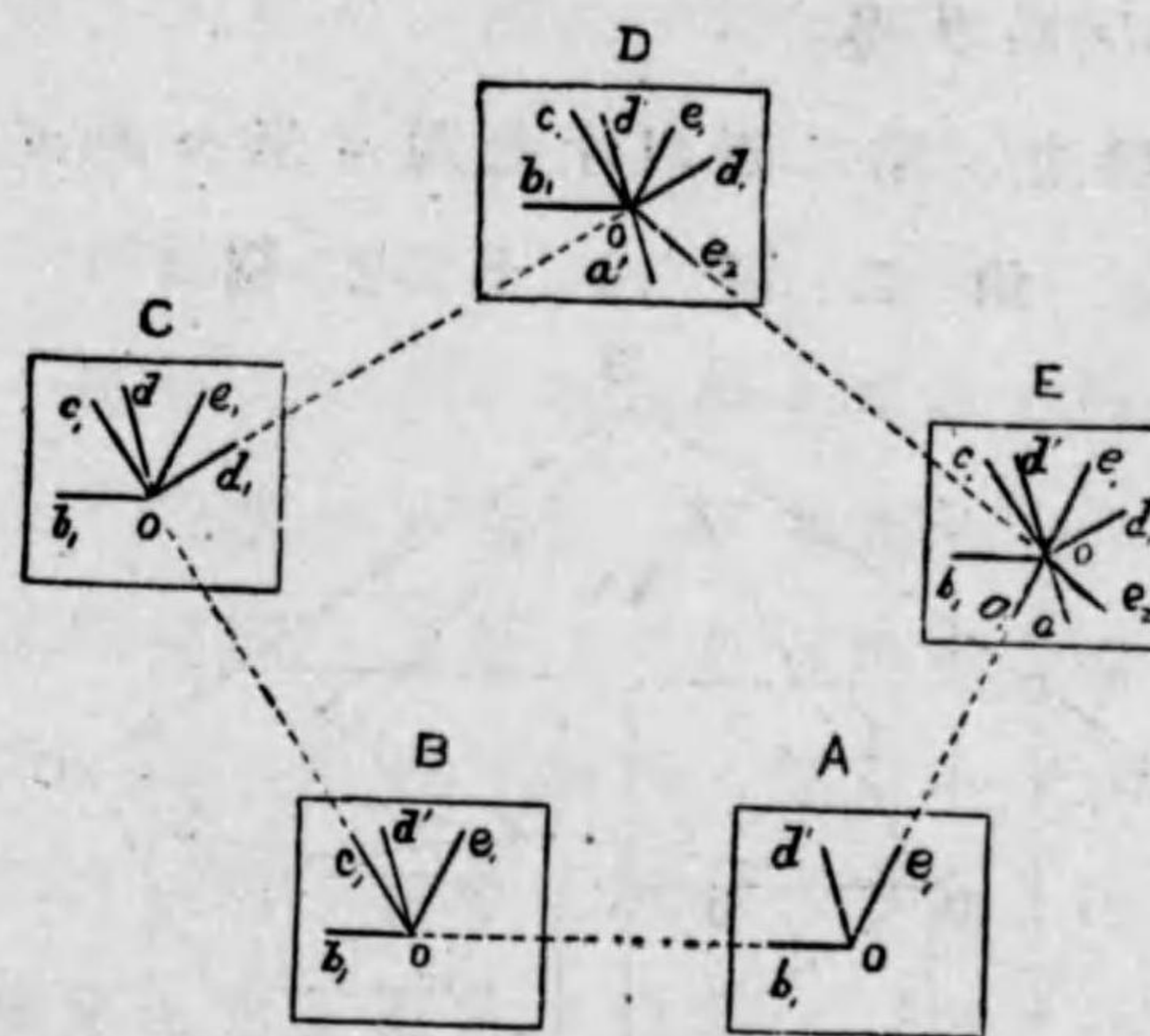


尺ヲ以テ c ヲ定メ, 以下順次ニ前ノコトヲ繰返スヲ  
名ケテ折測法ト云フ. スクシテ最後ニ E 點ニ至リ  
テ圖上ノ e ニ指向シ, ed ノ方向ヲ ED ニ重ネタル後,  
ea ガ EA ト重ナリ, 且ツ EA ノ長サガ縮尺ヲ以テセ  
ル ea ニ等シキヤ否ヤヲ檢證スベシ.

本法ハ道路, 水流等ノ測量ニ適ス, 又必要ナル枝距  
ハ素ヨリ本線ヨリ出スコトヲ得.

197. 放散進測法. 本法ハ放散法ノ單純ヲ採リ, 折  
測法ノ檢證ヲ加味シタルモノニシテ, 其ノ主ナル長  
所ハ常ニ平板ノ中心ヲ測點上ニ置クヲ得ルヲ以テ,  
平板ヲ据ウルノ至便ナルニ在リ. 第二百四十五圖  
ニ示セルガ如ク, 平板ノ中心 o ヲ測點 A ノ上ニ重ネ,  
B 及 E ノ方向ニ ob<sub>1</sub> 及 oe<sub>1</sub> ヲ描キ, 且ツ檢線 AD ノ方向

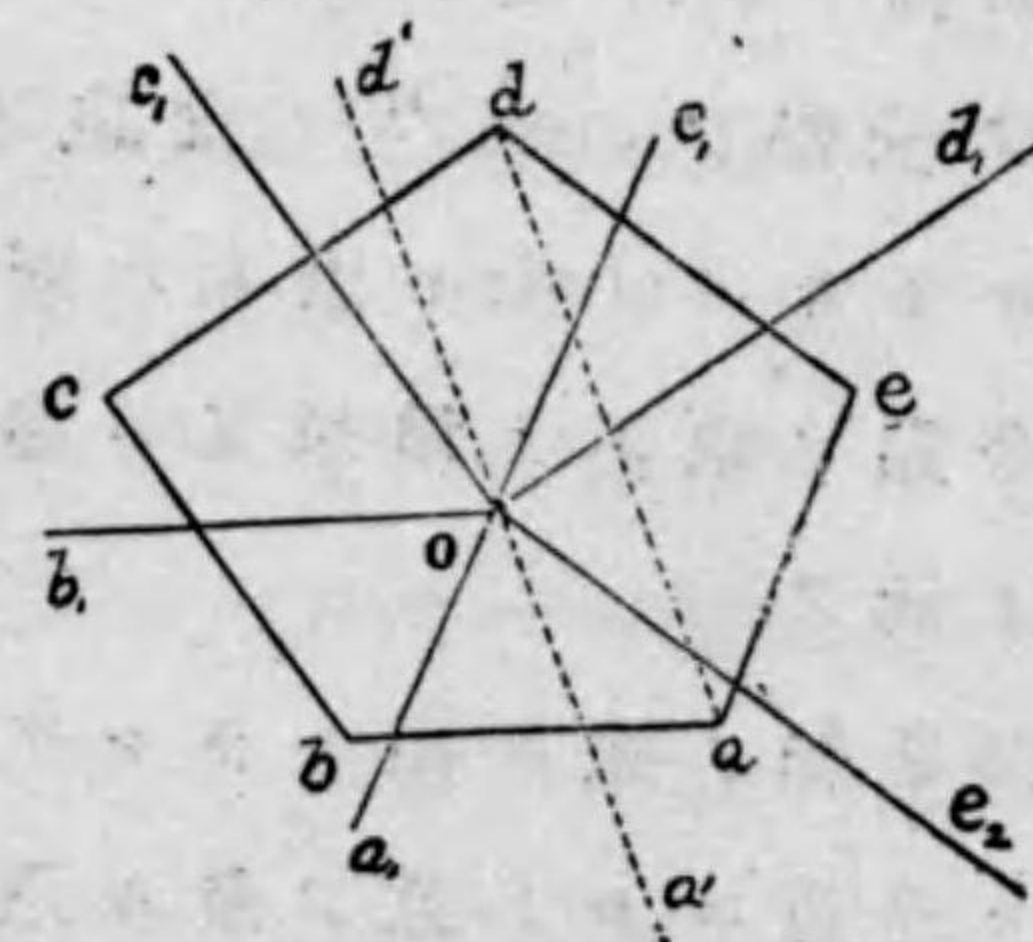
第二百四十五圖



ニ od' ヲ描ク. 次ニ平板ヲ B ニ据エ, 再ビ o ヲ B ノ上  
ニ, b<sub>1</sub> o ヲ BA ノ方向ニ重ネ, BC ノ方向ニ oc<sub>1</sub> ヲ描ク.  
追テスクノ如ク, 各測點ニ於テ放散線ヲ出ストキハ,  
A ニ於ケル od' ト D ニ於ケル oa' トハ一直線ヲ爲スベ  
ク, A ニ於ケル oe<sub>1</sub> ト E ニ

第二百四十六圖

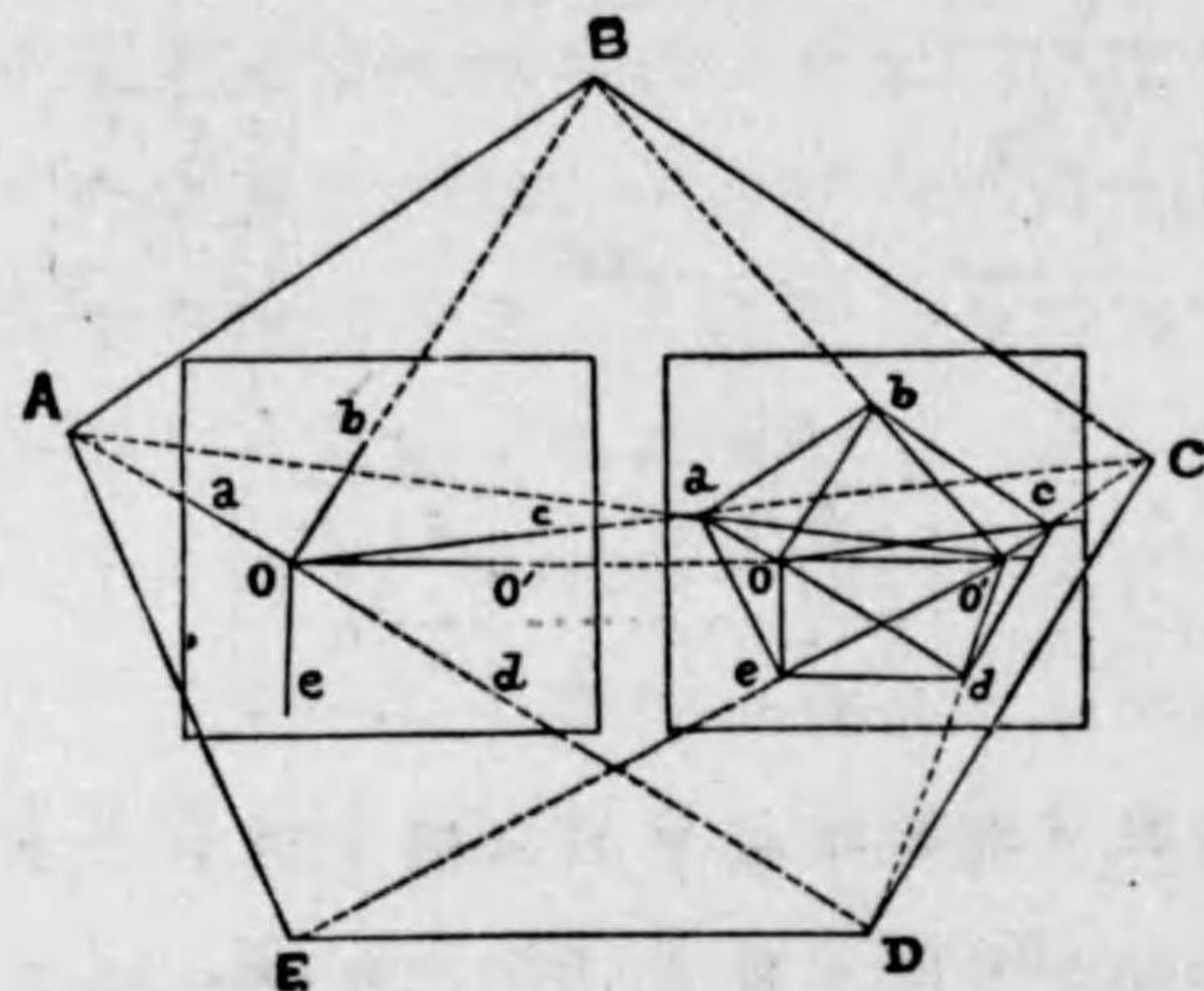
於ケル oa<sub>1</sub> トハ亦直線ヲ  
爲ササルベカラズ. 最  
後ニ第二百四十六圖ニ  
示セルガ如ク, 圖中任意  
ノ處ニ直線 ab ヲ ob<sub>1</sub> ニ平  
行ニ引キ, 且ツ其ノ長サ  
ハ適宜ノ縮尺ヲ以テ AB



ヲ表サシム。次ニ  $b$  ヨリ  $oc_1$  = 平行 =  $bc$  ヲ描キ、次下  
順次 =  $cd, de, ea$  ヲ得。

198. 交切法. 第二百四十七圖ニ示セルガ如ク成

第 二 百 四 十 七 圖



ルベク境域ノ中央ニ一線  $OO'$  ヲ擇ビ、夫々  $O, O'$  = 平  
板ヲ据エテ圖上ニ  $oo'$  ヲ得。次ニ測點  $O$  = 於テ  $A, B,$   
 $C$  等境域ノ諸點ヲ視準シテ放散線  $oa, ob, oc,$  等ヲ描  
キ、同様ニ  $O'$  = 於テモ亦  $o'a, o'b, o'c,$  等ヲ得。而シテ  $oa,$   
 $o'a$  ノ交點ヲ  $a; ob, o'b$  ノ交點ヲ  $b$  等トシ、 $a, b, c$  等ヲ連  
ヌルトキハ  $abcde$  ハ求ムル所ノ形ニシテ、斯クノ如ク、  
切合點ヲ求メテ境域又ハ諸點ヲ圖上ニ描クヲ交切  
法ト云フ。

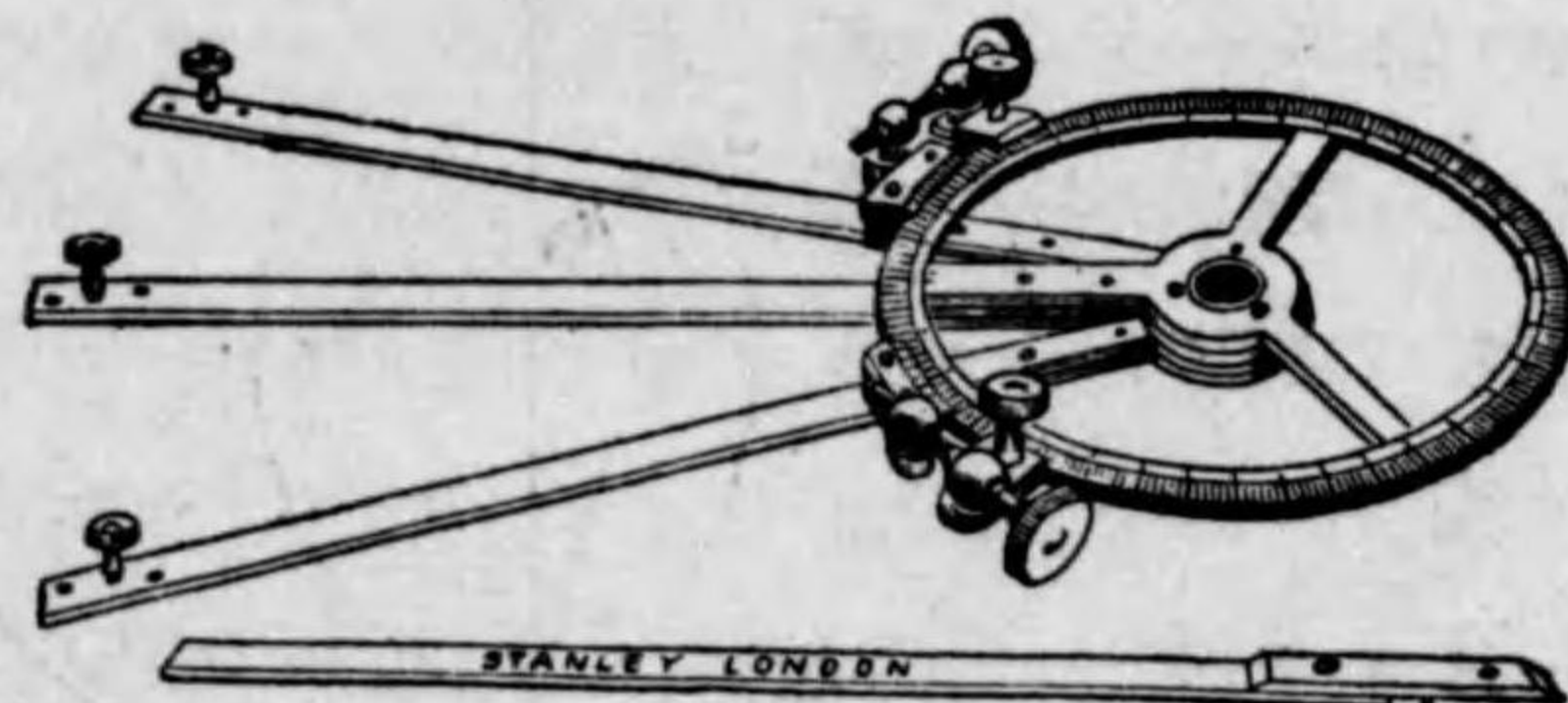
測距絲ノ未ダ用ヒラレザリシ前ハ交切法ヲ以テ  
最モ普通ニシテ且ツ最モ迅速ナル方法トナシ、モ

其ノ檢證ニ缺クルノミナラズ、斜交線ハ屢々精密ヲ  
損ジ、且圖上ニ許多ノ描線ヲ要スルヲ以テ、混雜ヲ生  
ジ易シ。然レドモ築港海岸線ノ測定、其他近ヅクベ  
カラザル諸點ヲ描圖スルガ如キ場合ニ適セリ。但  
シ孰レノ場合ニ於テモ、等邊三角形ニ近キ角度ヲ良  
シトシ、其ノ角度ハ  $30^\circ$  乃至  $150^\circ$  ノ間ニ在ルヲ尙ブ。

199. 三點問題. 三點  $A, B, C$  ガ測板圖上ニ  $a, b, c$  ト  
シテ表サレタル場合ニ、第四ノ點  $D$  ヨリ  $A, B,$  及  $C$  ヲ  
視準シテ角  $ADB = \alpha,$  角  $BDC = \beta$  ヲ得タリトス。圖  
上之ニ呼應スベキ點  $d$  ヲ認ム。

第一. 機械的解法. 第二百四十八圖ニ示スガ如

第 二 百 四 十 八 圖



キ三臂ヲ有スル所ノ三臂分度器ヲ採リテ、夾角ガ夫  
々  $\alpha, \beta$  = 等シキ様ニ兩外臂ヲ緊メ、分度器ヲ圖上ニ  
動シテ三點ヲシテ夫々三臂上ノ或ル一點ニ重ラシ  
ムルトキハ、分度器ノ中心ハ即チ求ムル所ノ點  $d$  ナ  
リ。

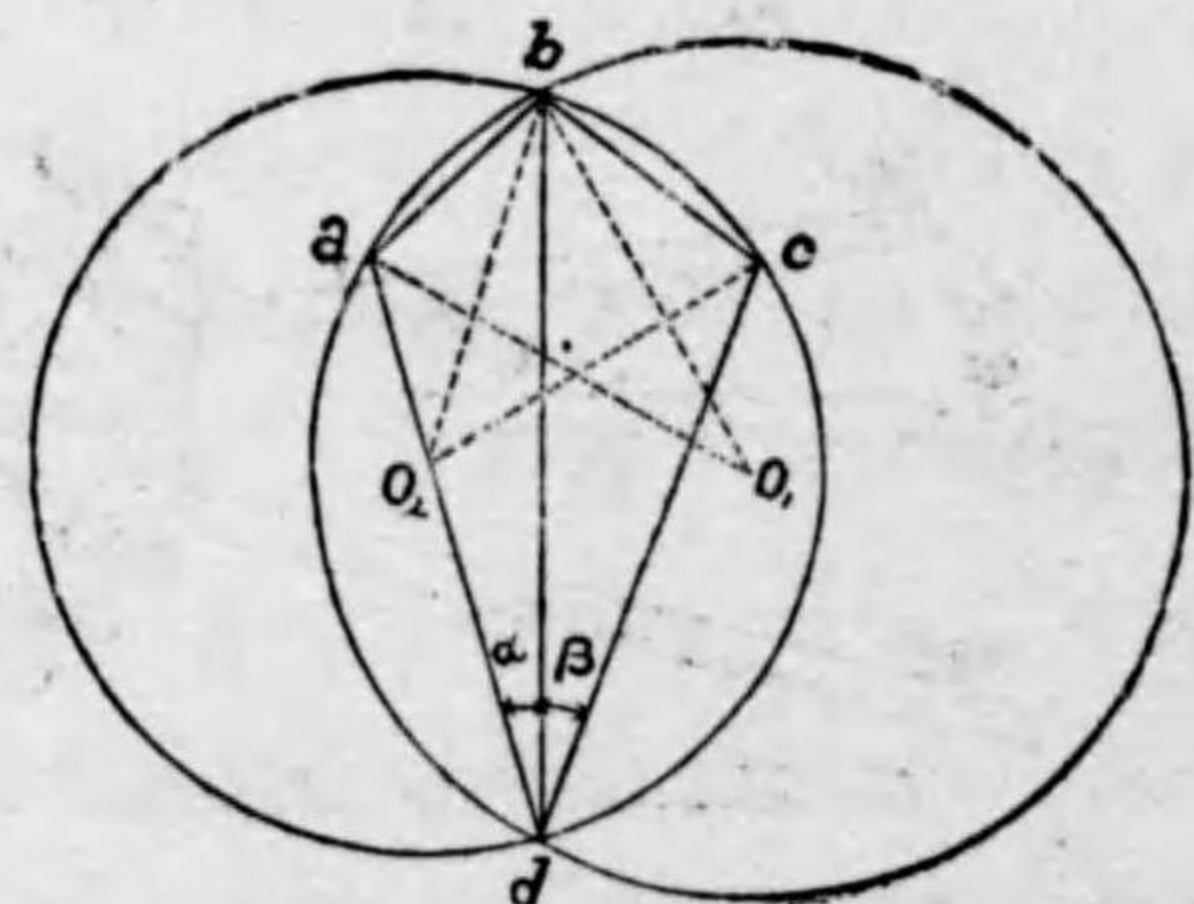
或ハ騰寫紙ノ類ヲ用ヒテ一點ヨリ $\alpha$ 及 $\beta$ ナル角ヲ  
 夾ム所ノ一直線ヲ畫キ、之ヲ圖上ニ動シ三點ヲシテ  
 夫々三線上ニ在ラシムベシ。然ルトキハ角頂ハ即  
 チ求ムル所ノ點ナリ。

第二、圖解法。圖解法ニハ二圓ノ交點ヲ用ヒテ  
 求ムル所ノ點ヲ見出ス二圓法ト、周ニ於テノ角ガー  
 ノ圓ニ就テ有セル幾何學的關係ヲ利用セルぼーね  
 んべるげる及べせる法ノ二法アリ。

I. 二圓法。二圓ノ交點トシテ $d$ ヲ求ムルハ理  
 論上最良ノ圖解法ナリトス。今第二百四十九圖ニ  
 於テ $a, b$ 及 $c$ ヲ圖上

第二百四十九圖

ノ三點トシ、 $a$ 及 $b$   
 ヨリ夫々 $ab$ ト $90-\alpha$   
 ナル角ヲ夾ム所ノ  
 直線 $ao_1, bo_1$ ヲ引キ、  
 $o_1$ ニ於テ交ラシム。  
 同様ニ $b$ 及 $c$ ヨリ  
 $bc$ ト $90-\beta$ ナル角

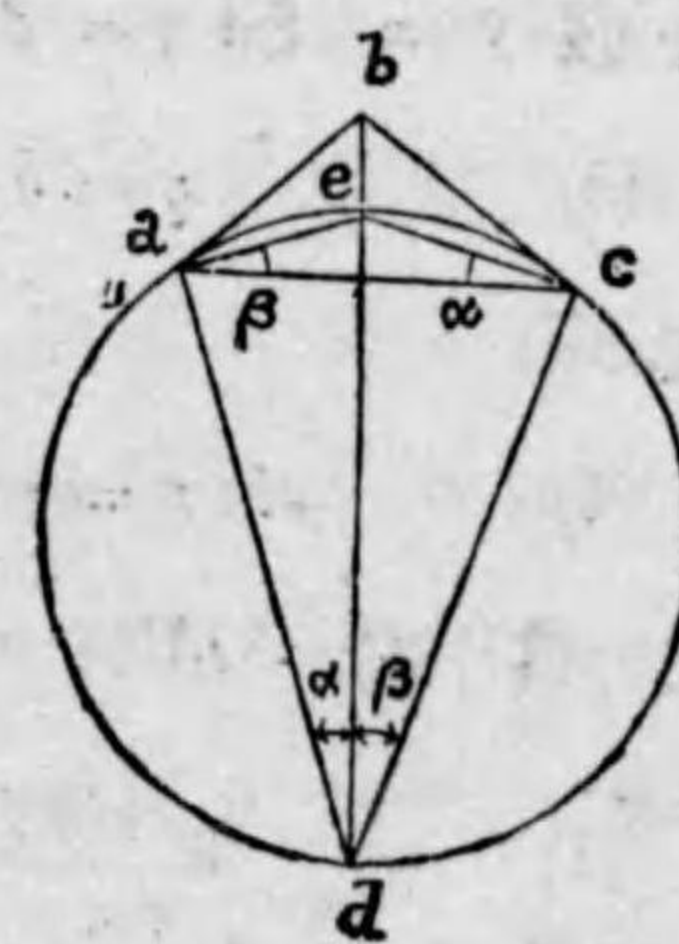


ヲ夾ム所ノ直線 $bo_2, co_2$ ヲ引キ、其交點ヲ $o_2$ トス。 $o_1$   
 ヲ中心トシ $a$ 又ハ $b$ ヲ過グル圓ヲ畫ケバ、角 $bao_1$ 及  
 角 $abo_1$ ハ共ニ $90-\alpha$ ニ等シキガ故ニ中心角 $ao_1b$ ハ $2\alpha$   
 ニ等シク、從テ圓周 $ab$ 上ニ於ケル任意ノ點ハ $ab$ ニ對

シテ $a$ ヲ挾ムベシ。同様ニ $o_2$ ヲ中心トシテ $b, c$ ヲ過  
 グル圓ヲ畫ケバ、角 $bo_2c$ ハ $2\beta$ ニ等シ。故ニ是等二ノ  
 圓ノ交點 $d$ ハ即チ $ab, bc$ ニ對シテ夫々 $\alpha, \beta$ ニ等シキ角  
 $adb$ 及角 $bdc$ ヲナス。 $d$ ハ求ムル所ノ點ナリ。

II. ぼーねんべるげる及べせる法。 $a$ ト $c$ トヲ  
 結付ケテ $c$ ヨリ $ca$ ト $\alpha$ ニ等シキ角ヲ夾ム所ノ $ce$ ヲ  
 引キ、又 $a$ ヨリ $ac$ ト $\beta$ ニ等シキ角ヲ夾ム所ノ $ae$ ヲ引  
 キ、其ノ交點ヲ $e$ トス。 $a, e, c$ 三點ヲ過グル所ノ一ノ  
 圓ヲ畫キ、 $b, e$ ヲ結付クルトキハ、  
 前ノ圓ト $d$ ニ於テ交ル。 $d$ ハ即  
 チ求ムル所ノ點ナリ(第二百五十  
 圖)

第二百五十圖



本法ニ於テ、 $b$ ト $e$ トガ近キト  
 キハ、直線 $be$ ノ方向ハ稍不安ノ位  
 置ニ來ルヲ以テ、用フルニ適セズ。  
 若シ角 $acb$ ガ $\alpha$ ニ等シク、或ハ角  
 $bac$ ガ $\beta$ ニ等シキトキハ、全ク本法ヲ用フルコト能  
 ハズ。

第三、解析的解法。 $ab = p, bc = q, \text{角 } abc = \gamma$ トシ、  
 且ツ角 $bad = \xi, \text{角 } bcd = \eta$ トスレバ、第二百五十一圖  
 ニ於テ

三角形  $abd$  ヨリ

$$(1) \quad bd = \frac{p \sin \xi}{\sin \alpha}$$

同様 = 三角形  $bcd \Rightarrow \gamma$

$$(2) \quad bd = \frac{q \sin \eta}{\sin \beta}$$

故 = 是等  $bd$  の右節  $\Rightarrow \gamma$

$$(3) \quad \frac{p \sin \xi}{\sin \alpha} = \frac{q \sin \eta}{\sin \beta}$$

然ル = 四邊形  $abcd \Rightarrow \gamma$

$$(4) \quad \xi + \eta = 360^\circ - (\alpha + \beta + \gamma)$$

今假リ =  $\xi + \eta = \delta$  トスレバ

$$(5) \quad \eta = \delta - \xi$$

從テ

$$(6) \quad \sin \eta = \sin \delta \cos \xi - \cos \delta \sin \xi$$

之ヲ(3)式 = 用フルトキハ

$$(7) \quad \frac{p \sin \xi}{\sin \alpha} = \frac{q}{\sin \beta} (\sin \delta \cos \xi - \cos \delta \sin \xi)$$

(7)ノ兩節ヲ  $\sin \xi$  ニテ除スレバ

$$(8) \quad \frac{p}{\sin \alpha} = \frac{q}{\sin \beta} (\sin \delta \cot \xi - \cos \delta)$$

故 = 又

$$\cot \xi = \cot \delta \left( 1 + \frac{b \sin \beta}{q \sin \alpha \cos \delta} \right) \quad [92]$$

同様 =

第二百五十一圖



$$\cot \eta = \cot \delta \left( 1 + \frac{q \sin \alpha}{p \sin \beta \cos \delta} \right) \quad [93]$$

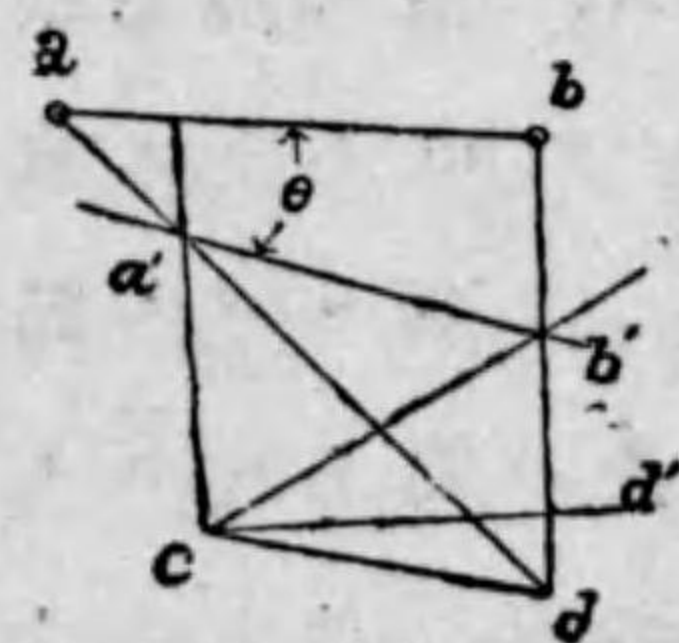
是等兩式ノ右節ハ皆已知量ナルヲ以テ、之ヨリ  $\xi$  及  $\eta$  ノ値ヲ見出スコトヲ得

200. 二點問題. 容易ニ近ヅクベカラザル二點 A 及 B ガ圖上ニ  $a, b$  トシテ表サル、トキ、第三點 C ノ上ニ平板ヲ据付クルヲ求ム.

第一法. 第四點 D ヲ擇ラビ、C 及 D ヨリ A, B ニ引キタル直線ノ夾ム角ガ充分大ナルモノトス. 凡ソ D = 平板ヲ据付ク、 $a$  及  $b$  ヲ過ギテ夫々 A, B ヲ視ヒ其ノ直線ノ方向ヲ  $ab, bd$  トシ  $d$  = 於テ交ラシム.  $d$  ヨリ C ヲ視準シテ直線  $dc$  ヲ引キ、CD ノ距離ヲ推定シテ  $c$  ヲ圖上ニ定ム. 此ニ於テ平板ヲ C = 移シ、 $cd$  ヲ CD ノ方向ニ重ネ、C 點ノ上ニ指向ス. 次ニ  $c$  ヨリ A 及 B = 視準シテ夫々直線  $ca', cb'$  ヲ引キ、前ノ  $da, db$  ト夫々  $a', b'$  = 於テ交ラシム. 然ルトキハ  $a'b'dc$  ハ ABCD = 相似ナル四邊形ヲ表セドモ  $cd$  ノ長サハ

想定シタルモノナルガ故ニ、四邊形ノ大サハ圖ノ縮尺ト相合ハズ. 又平板ハ正シク指向セザリシヲ以テ、其ノ位置モ亦正シカラズ. 而シテ  $ab, a'b'$  ノ爲ス角  $\theta$  ハ位置ノ誤差ヲ表ハス.

第二百五十二圖

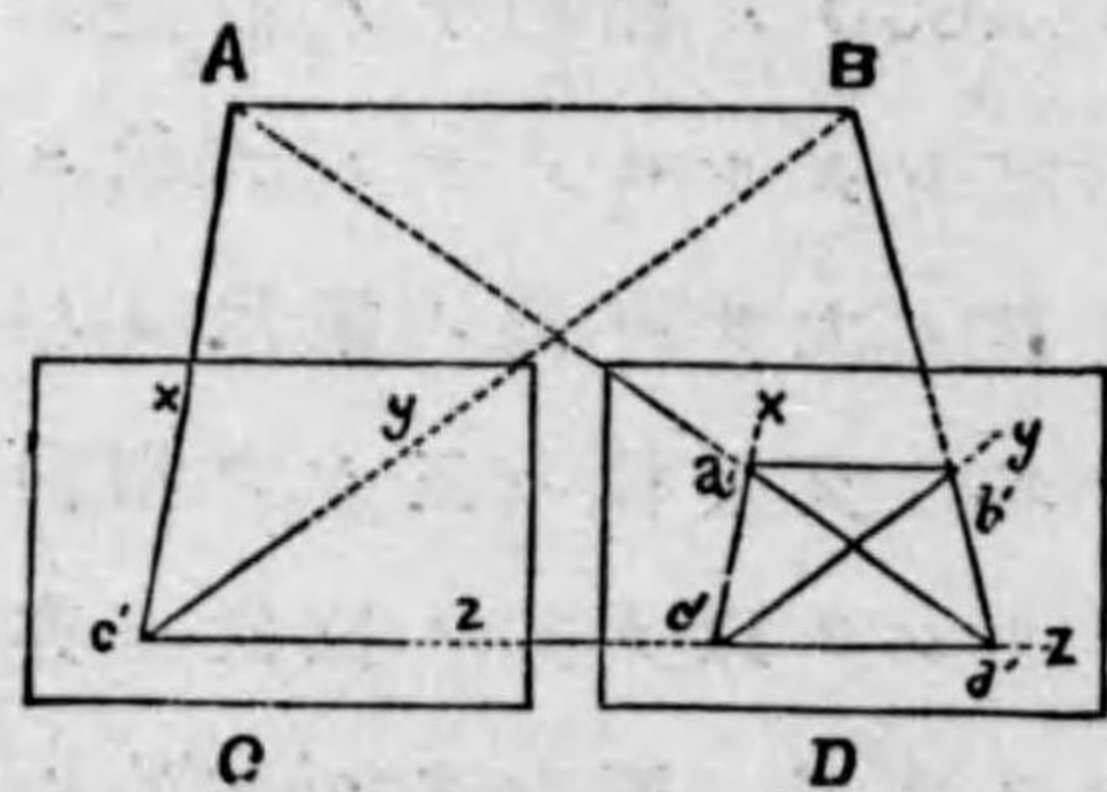


故ニ  $c$  ヲ過ギ  $cd$  ト  $\theta$  ニ等シキ角  $dcd'$  ヲナス所ノ直線  $cd'$  ヲ描キ、 $cd'$  ヲ  $D$  ニ向クレバ、 $ab$  ハ  $AB$  ニ平行トナリ、平板ハ正シキ位置ニ來ルヲ以テ、 $a$  及  $b$  ヲ過ギテ  $A, B$  ヲ視フトキハ、直線  $aA, bB$  ノ交點ハ真ノ  $C$  ノ點ニ應ズル點ヲ圖上ニ與フベシ。

第二法 前ノ如ク第四點  $D$  ヲ擇ビ、且ツ角  $CAD, CBD$  ガ共ニ  $30^\circ$  ト  $120^\circ$  ノ間ニ在ルモノトス。  $C$  ノ上ニ平板ヲ据エテ之ヲ一ノ圖紙上ニ  $c'$  トシ、 $c'$  ヲ  $A, B, D$  ノ方向ニ  $c'x, c'y, c'z$  ヲ畫キ、 $CD$  ノ距離ヲ推定シテ  $c'z$  ノ上ニ圖ト同一ノ縮尺ニテ  $d'$  ヲ定ム。次ニ器械ヲ  $D$  ニ据エ  $d'$  ノ上ニ重ネテ  $d'a'$  ヲ  $DC$  ノ方向ニ指向ス。是ニ於テ  $A, B$  ノ方向ニ夫々  $d'a', d'b'$  ヲ畫キ、 $c'x, c'y$  ト夫々  $a', b'$  ニ於テ交ラシム。  $a'b'$  ヲ結付クレバ  $a'b'd'c'$  ハ  $ABDC$  ニ相似ナル四邊形ナリ。故ニ騰

寫紙上ニ  $a'b'd'c'$  ニ相似ナル  $a_1b_1d_1c_1$  ヲ作リ、 $a_1b_1$  ヲ原圖ノ  $ab$  ニ等シクス。故ニ騰寫紙ノ  $a_1b_1$  ヲ  $ab$  ノ上ニ重ネテ  $c_1$  ヲ刺セバ、 $C$  點ノ位置ハ圖上ニ  $c$  トナリテ表ハル。

第二百五十三圖



若シ距離  $AC, BC$  ニシテ測距絲等ニ依リテ定ムルコトヲ得バ、 $C$  點ハ直ニ之ヲ圖ニスルコトヲ得ルハ勿論ナリ。

### 第五節

#### 平板測量ノ精度

201. 誤差ノ起原. 平板測量ニ於ケル誤差ノ起原ハ鎖測又ハ測距絲測量ヨリ起ルモノ、外次ノ如シ。

- 第一. 器械据付ノ誤差.
- 第二. 視準誤差.
- 第三. 視準中ニ平板ノ動ケル爲メニ起ル誤差.
- 第四. 器械整正ノ不完全ヨリ來ル誤差.
- 第五. 平板ノ傾斜.
- 第六. 圖紙上描線ノ誤差.
- 第七. 縮尺ヲ誤リ用フル爲メニ起ル誤差.
- 第八. 大氣中ノ水濕ノ爲メニ起ル圖紙ノ伸縮.

之ヲ要スルニ、器械及觀測ノ誤差ノ外ニ製圖ニ關スル誤差ガ平板測量ニ表ル、モノナリトス。

202. 精限. 平板測量ハ其ノ方法ノ多種ナルト其ノ狀態ノ多様ナルガ爲メ、一般ニ其ノ精限ヲ述べ難シ。且ツ平板ノ製作ハ近來益精巧ヲ加ヘ、其ノ精度モ亦頗ル大ナルモノアリト雖モ、而カモ平板ハ測量



ノ精度ヨリハ寧ロ其ノ簡便ヲ主トシテ作ラレ、運巧  
ヨリハ寧ロ拙速ヲ旨トシテ用ヒラル、モノナリ

## 第八章 六分儀

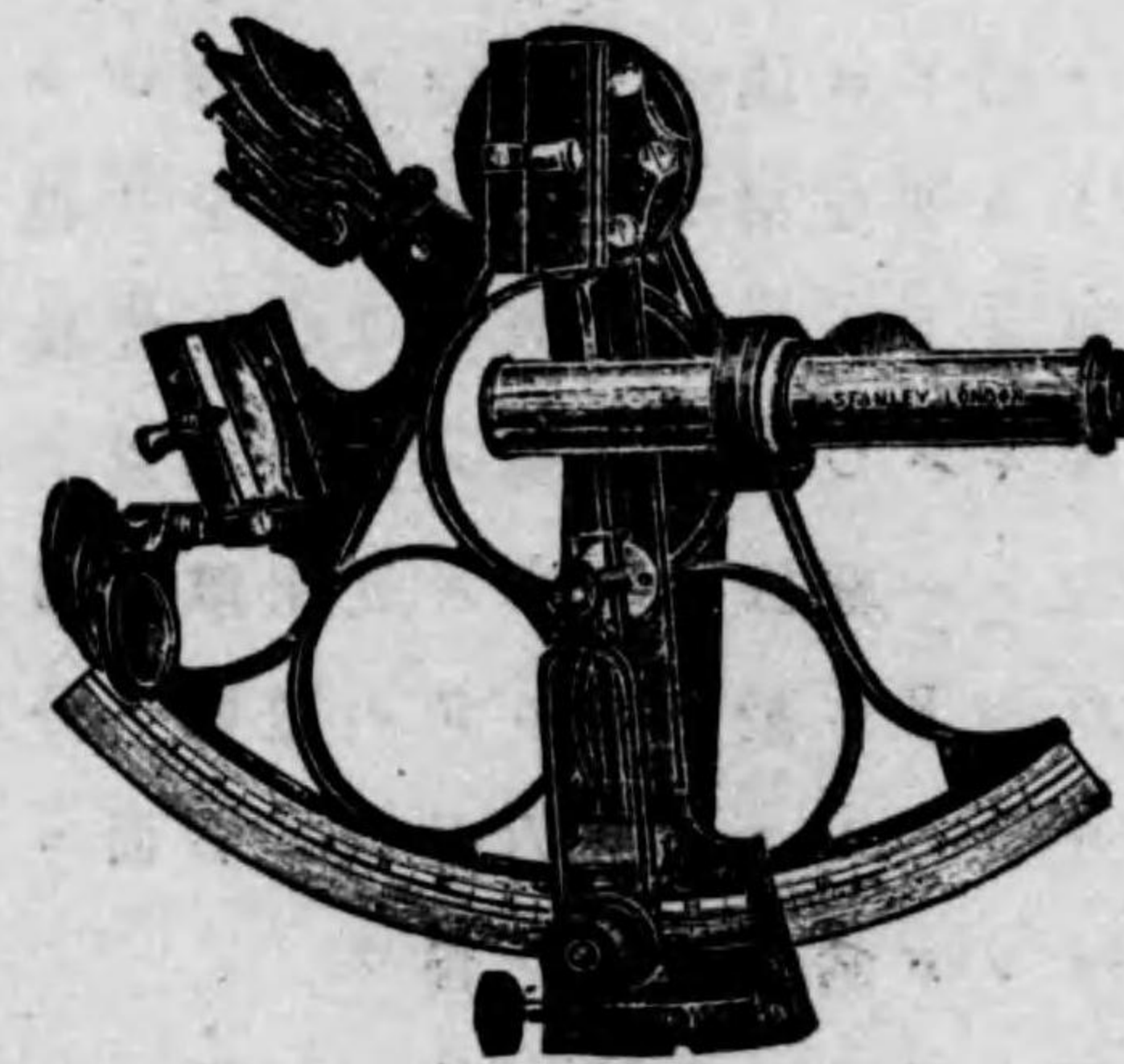
### 第一節

#### 六分儀ノ構造及理論

203. 六分儀ノ構造. 六分儀ハ地平角、豎角又ハ任意ノ斜面角ヲ測ルニ用ヒラル、極メテ簡便精確ナル小形ノ測角用器械ナリトス。其ノ分度線ガ $60^\circ$ ノ圓弧ヲ含メルヲ以テ六分儀ノ名アリ。然レドモ測角ニハ $120^\circ$ 迄ノ大ナヲ圖ルコトヲ得。

第二百五十四圖ハ六分儀ノ全體ヲ示セルモノニ  
シテ、第二百五

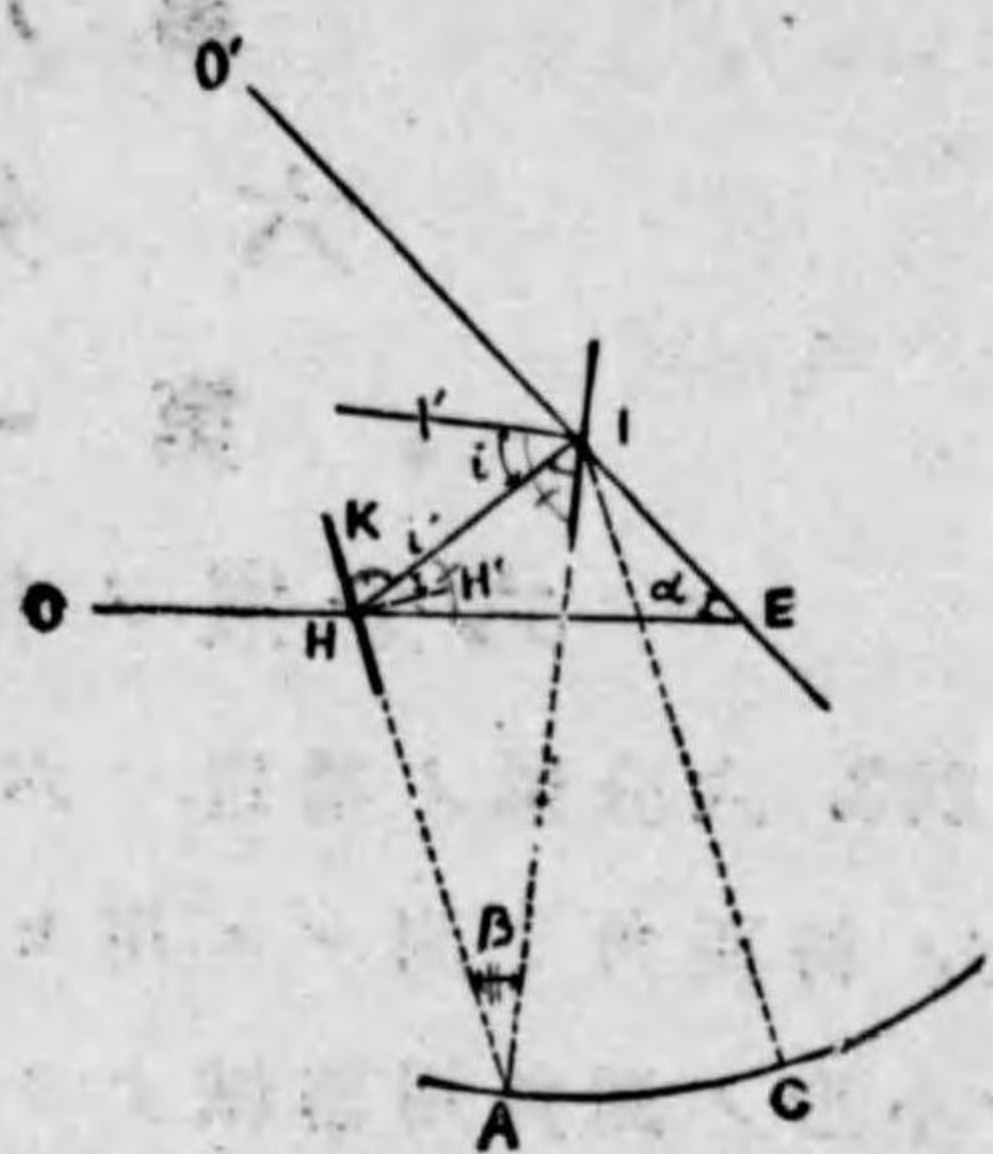
十五圖ハ其ノ  
骨組ノ概要ヲ  
示セルモノナ  
リ。後圖中I  
ハ動カシ得ベ  
キ臂即チ指臂  
IAニ緊着セル  
反射鏡ニシテ  
指鏡ト名ク、指



第二百五十四圖

臂ノ一端 A ニハ遊標ヲ  
備ヘ緊螺旋ト微動螺旋  
トニ依リテ I ヲ中心ト  
シタル分度線 AC ノ目  
盛ヲ讀ムヲ得ベク、遊標  
ハ 10'' マデヲ讀ムベシ。  
(第二章 49 參照) 而シテ臂  
ニハ擴大鏡ヲ備フ。 H  
ハ六分儀ノ框ニ固ク取

第二百五十五圖



付ケタル反射鏡ニシテ地平鏡ト名ケ、Eニアル望遠  
鏡ニ依リテ之ヲ視ク。地平鏡ノ下半部ハ鍍銀シテ  
上半部ハ透明ナル硝子ヨリ成ル、故ニ一ノ光源 O ヨ  
リ來ル光線ハ直接 H ノ透明ナル部分ヨリ望遠鏡ヲ  
經テ眼 Eニ達ス。又他ノ光源 O'ヨリ來ル光線ハ指  
鏡 Iヨリ反射シテ地平鏡ニ至リ、再ビ反射シテ Hヨ  
リ更ニ Eニ達ス。故ニ O, O'ノ位置ニ依リ指臂ヲ動  
ストキハ O 及 O'ノ像ハ兩々相重ナルカ(遠距離ノ場  
合)又ハ一直線中ニ來ル(近距離ノ場合)、此ノ場合ニ O  
及 O'ガ Eニ於テ夾ム角ハ遊標ト分度線トニテ讀ム  
ベキモノトス。又六分儀ノ背面ニハ支持ニ便ナラ  
シメンガ爲メ把柄ヲ備フ。

又指鏡及地平鏡ノ前ニハ種々ノ色硝子ヲ備ヘ適

宜ニ之ヲ起臥セシメテ光ノ強弱ヲ調整スルヲ得ベ  
カラシム。而シテ一般ニ指鏡ヨリ反射シ來ル光線  
ハ漸ク其ノ光力ヲ減ズルヲ以テ、成ルベク光ノ弱キ  
モノハ直接地平鏡ヨリ視キ、其ノ強キモノハ之ヲ反  
射セシムルヲ良シトス。從テ六分儀ハ之ヲ裏返ニ  
シ把柄ヲ上ニシテ之ヲ使用スルコトアリ。

望遠鏡ニハ單ニ平行ナル二ノ線又ハ矩形ノ叉線  
ヲ備フルノミナルヲ以テ、映像ハ其ノ中央ニ近ク生  
ズレバ可ナリ(第四章 第二節 89 參照)。

六分儀ハ手ニテ其把柄ヲ保チ、船中甲板ノ如キ不  
安定ナルモノ、上ニ在リテ觀測スルトキ、單ニ一回  
ニテ頗ル精密ナル結果ヲ與フベシ。故ニ海上ニテ  
ノ觀測、天文上ノ觀測、海洋測量又ハ踏査豫測等ニ之  
ヲ用フ。

204. 六分儀ノ理論. 第二百五十五圖ニ於テ II',  
HH'ヲ夫 指鏡及地平鏡ノ垂線トシ、角 OEO'ヲ  $\alpha$ 、角  
HAIヲ  $\beta$ 、Iニ於ケル投射角又ハ反射角ヲ  $i$ 、Hニ於ケ  
ルモノヲ  $i'$ トセバ

$$(1) \quad \alpha = \angle O'II' - \angle IHE$$

即チ

$$(1') \quad \alpha = 2(i - i')$$

又

$$(2) \quad \beta = \angle IHK - \angle HIA$$

即チ

$$(2') \quad \beta = 90^\circ - i' - (90^\circ - i)$$

或ハ

$$(3) \quad \beta = i - i'$$

$$\text{故ニ} \quad \beta = \frac{\alpha}{2} \quad [94]$$

今兩鏡ガ平行ナル場合ニ $\alpha$ ハ $0^\circ$ トナリ, $\beta$ モ亦從テ $0^\circ$ トナル,即チ遊標ノ0ヲ示ス. 此點ヨリ左方ニ分度シテ,分度線上ノ $1^\circ$ ハ恰カモニツノ光源ヨリ來ル光線ガ爲ス角ノ $2^\circ$ ニ相當スルヲ以テ,之ヲ $2^\circ$ ト目盛ス,從テ分度線上ノ $60^\circ$ ハ之ヲ $120^\circ$ ニ分割ス.

## 第 二 節

### 六分儀ノ修正

205. 指鏡 指鏡ハ分度線ノ平面ニ垂直ナルヲ要ス. 遊標ヲ凡ソ $30^\circ$ 附近ニ持來シテ眼ヲ指鏡ノ側面ニ附ケ,分度線ト指鏡上ニ反射シタル其映像トガノ連續セル曲線ヲナスヤ否ヤヲ檢スベシ. 指鏡ニシテ縁面ニ直角ヲ爲サバルトキハ,其ノ地平鏡ニ對シテ前ニ又ハ後ニ傾斜スルカニ從テ映像ハ縁ノ上又ハ下ニ折レテ見ユベシ 之ヲ修正スルニハ指鏡背後ノ修正螺旋ヲ用フルカ,又ハ之ヲ有セザルモノ

ニ於テハ指鏡底ノ一隅ニ薄紙ノ類ヲ挿入スベシ

206. 地平鏡. 遊標ガ0ヲ指ストキ地平鏡ハ指鏡ニ平行ナルヲ要ス. 遊標ヲシテ0ヲ讀マシメ,星ノ如ク遠クシテ且明瞭ナルモノヲ覘キ,直接ニ見タル像ト反射ニ依リテ見タル像トガ兩々相重ルヤ否ヤヲ檢スベシ若シ相重ラズバ,地平鏡ニ依リテ之ヲ修正スベシ. 此ノ修正ハ地平鏡ガ縁面ニ對シテ爲セル傾斜ト,指鏡ニ對シテ爲セル傾斜ノニニ關係スルモノナリ. 故ニ一般ニ地平鏡ニハ是等ニ對スルニノ修正螺旋ヲ有スルヲ以テ,是等ニ依リ別々ニ地平鏡ヲ修正シ,映像ヲ重ラシムベシ.

今兩鏡ヲ上ニシ把柄ヲ下ニシテ直接遠ク明瞭ナルモノヲ覘キ,第二百五十六圖ニ示セルガ如ク,反射像即チ色ノ薄キモノガ直接ニ視タ  
第二百五十六圖  
ル像即チ色ノ濃キモノヨリ上ニ在  
ラバ,地平鏡ノ上縁ハ指鏡ニ向テ縁  
面ニ傾斜セルモノニシテ,又色ノ薄キモノガ濃キモノ、左ニ在ラバ地平鏡ハ望遠鏡ノ方ヨリ見テ左端ガ指鏡ニ向テ傾斜セルモノナリ.

地平鏡ノ修正ヲ爲スヲ得ザル六分儀ニ於テハ,兩映像ガ重ル迄遊標ヲ動シ,此ノ位置ニ於ケル示度ヲ指差トシ測角ノ際更正トシテ増減スベシ.

207. 視線. 望遠鏡ノ視線ハ分度線ノ平面ニ平行ナルベシ. 六分儀ノ望遠鏡ハ虚映對眼鏡ヲ有スルヲ以テ, 又線ハ又點ヲ有セズ. 今平面上ニ六分儀ヲ載セ, 望遠鏡ヲ6米許リ隔リタル明瞭ナル一點ニ向ケ分度線ノ上ニ同徑ノ鉛筆ノ如キ等高ノ二物ヲ載セテ分度線面ニ平行ナル假定視準線ヲ作ルベシ. 此場合ニ實際ノ望遠鏡ノ視準線及假定視準線ガ6米ノ距離ニ於テ1.2種以內ニ來ラバ, 測角ニ際シテ起ル最大誤差ハ1"以內ナルベシ.

或ハ二點ノ映像ヲ線而ニ近キ横又線ニテ相交ラシメ, 更ニ六分儀ヲ動シテ遠キ横又線上ニ來ラシメ, 尙ホ兩々相重ラバ, 視準線ハ分度線ノ平面ニ平行ナリ. 若シ然ラザレバ望遠鏡ヲ支フル螺旋ニテ其ノ視準線ヲ整正スベシ.

### 第 三 節

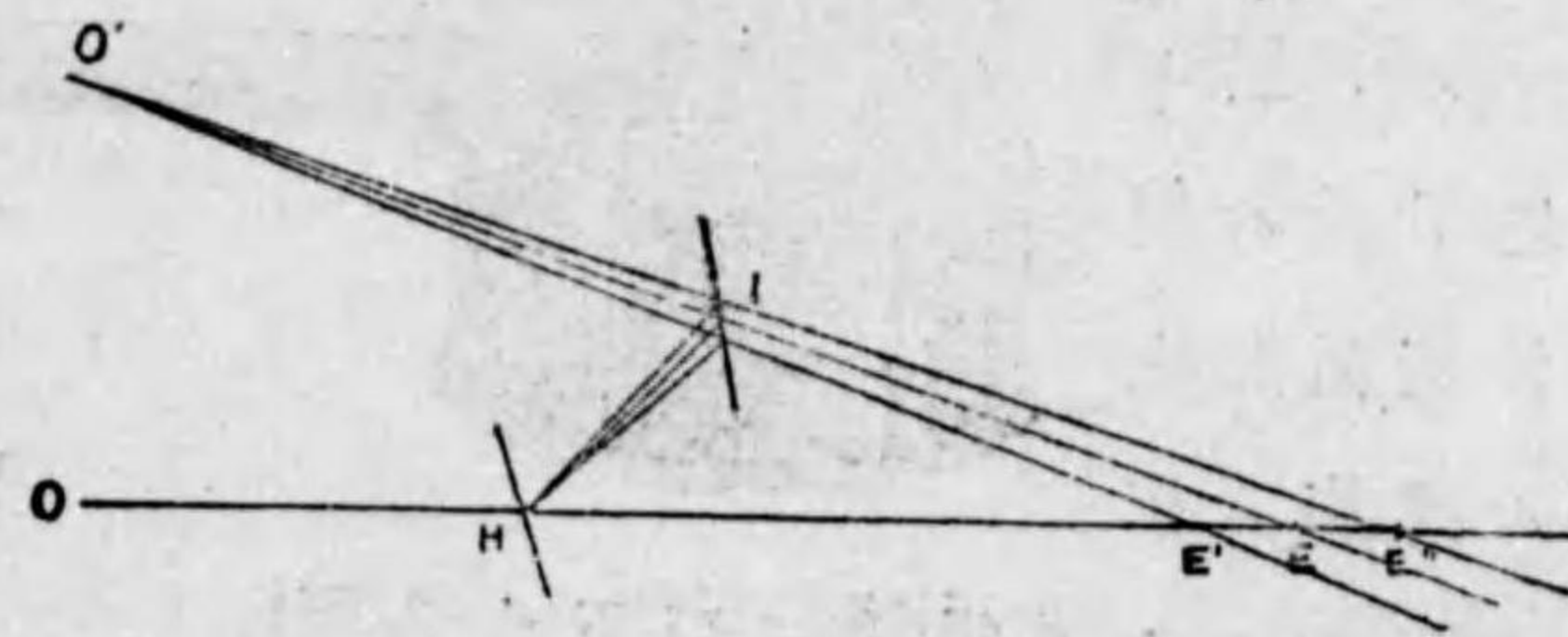
#### 六分儀ノ使用法

208. 六分儀ノ特長. 六分儀ヲ以テ測角スルニハ, 其ノ分度線ノ平面ヲシテ二ノ視點及眼ト同平面内ニ在ラシメザルベカラズ. 故ニ六分儀ニテ測リタル角度ハ此ノ平面内ニ於テ二點ガ眼ニ對シテ夾ノ角ノ大サニシテ, 之ヲ投影シタル地平角又ハ豎角ニ

アラザルヲ以テ, 一般ニ轉鏡儀ニテ測定シタルモノトハ同ジカラズ. 而シテ眞ノ角頂ハ眼ニシテ, 從テ眼ノ位置ハ角ノ大サニ關スルコト少ナカラズ, 即チ器械ヨリ離レテ觀測スル程角ハ小トナル, 從テ六分儀ハ成ルベク遠距離ノ二物ノ間ノ角ヲ測ル場合ノ外之ヲ用フベカラズ. 又六分儀ハ角頂ノ位置ガ大ナル精密ヲ要スル場合ノ測角ニハ之ヲ用フベカラズ. 但シ天體ノ觀測ノ如キニハ六分儀ヲ用フルコト多シ.

209. 六分儀ノ視差. 第二百五十七圖ニ示スガ如ク, 六分儀ニテ測リタル角度ハOH及O'Iノ延長線ガ爲ス角IEHナリ. 然レトモ着眼點ハ變ズルヲ得ベ

第 二 百 五 十 七 圖



キヲ以テ, 或ハE'ニ或ハE''ニ於テ視クトキハ, 得ル所ノ角度ハIEHニ等シカラズ, 此誤差ヲ名ケテ六分儀ノ視差ト云フ. 即チEE'又ハEE''ガO'ニ對シテ夾ム所ノ角ハ其視差ヲ表ハス. 例ヘバ着眼點ニ2.5種ノ

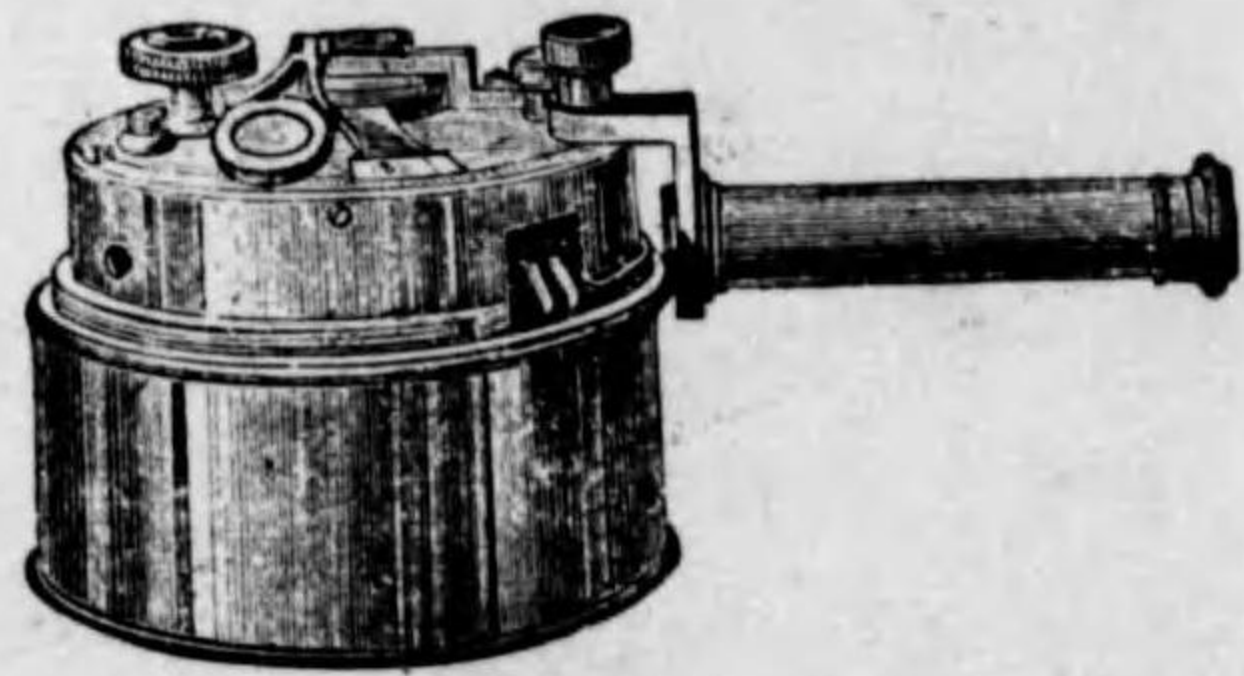
差アレバ $O'$ ガ1.7杆ノ距離ニアルトキ、 $3''$ ノ視差ヲ生ズベク、30米ノ距離ナレバ $3'$ ノ視差ヲ生ズ。

視差ヲ除ク爲メニハ、遠キ物ハ反射ニ依リ、近キモノハ直接ニ視クヲ良シトス。若シ兩物ガ近キトキハ、其ノ孰レカート同方向ニ在ル更ニ遠キ一物ヲ擇ビ、之ト其ノ一物トヲ觀測スレバ可ナリ。星ノ如キハ其ノ視差甚ダ小ナリ。

#### 第 四 節

##### 懷 中 六 分 儀

210. 懷中六分儀. 直徑5浬高サ2.5浬位ノ圓函中ニ六分儀ヲ包藏セルモノニシテ、遊標ハ一分マデヲ讀ムヲ得。地平鏡ノ整正ハ函ノ側面及上面ニ在ル螺旋ニ依



リテ之ヲ行フコトヲ得(第二百五十八圖)

第二百五十八圖

## 第 九 章

### 面 積

#### 第 一 節

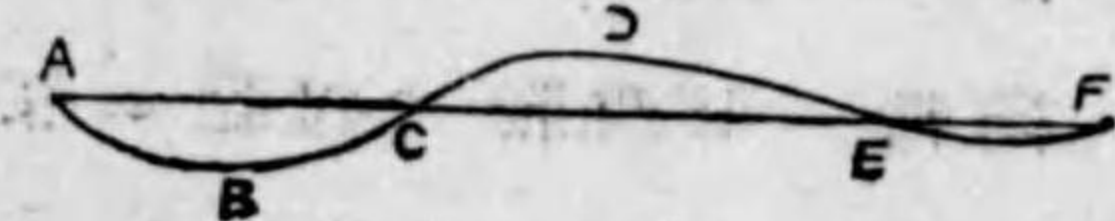
##### 面積ノ測定

211. 面積ノ定義. 土地ノ面積トハ其ノ土地ヲ圖ム所ノ境界線ヲ過グル豎面内ニ含マレタル水平面ノ廣サヲ云フ。故ニ面積ヲ測定スルニハ境界線ノ位置、方向及長サヲ定ムル野業並ニ野帳ヨリ廣サヲ見出ス計算ノ二作業ヲ要ス。

曲線ヨリ成ル境界線ハ之ニ沿ヒテ其ノ諸點ノ位置又ハ諸線ノ方向及長サヲ測ルベキハ勿論ナリト雖モ、或ル程度迄ニ取捨線ト名クル直線ニ依リ、此ノ線内ニ取入レタル部分

第二百五十九圖

ノ面積ト切捨テタル部分ノ面積トヲ目分量ニ



テ相等シカラシメ、以テ境界ハ凡ベテ折線ヨリ成ルモノト考フルコトヲ得。野業ニ於テ取捨線ヲ設クルハ全ク想定ニ俟タザルベカラズト雖モ、圖上ニテ之ヲ定ムルニハ第二百五十九圖ニ示スガ如ク、境界線 ABCDEF 中、AトFトノ間ニ細絲ヲ引張り、其ノ取捨

シタル面積ガ相等シク見ユルヲ度トシテ止ムベシ。

212. 面積測定法. 故ニ面積ヲ見出スニハ, 先ヅ境界線ノ長サ及方向ヲ測定セザルベカラズ. 長サハ鎖測法又ハ測距絲測量等ニ依リテ定ムベク, 方向ハ羅盤又ハ轉鏡儀等ニ依リテ定ムルヲ得ベシ. 是等測定ノ結果ハ野帳ニ載セラル、ヲ以テ之ヨリ直接ニ、或ハ一タビ之ガ地圖ヲ描キテ, 其ノ面積ヲ定ムルコトヲ得ベシ. 平板測量ハ野帳ヲ用ヒズシテ, 直ニ地圖ヲ作ルヲ得ルヲ以テ, 域境內ノ面積ハ此ノ地圖ヨリ見出スベキモノトス.

面積ノ測定法ニハ種々アリ.

- 第一. 境域ヲ若干ノ三角形又ハ四邊形ニ分割シテ各形ノ面積ヲ定ム.
- 第二. 縦距及横距ノ測定ヨリ面積ヲ見出ス.
- 第三. 長サ及方位ニ依ル測定法.
- 第四. 等間隔ノ枝距ニ依ル測定法.
- 第五. 機械的測定法.

## 第 二 節

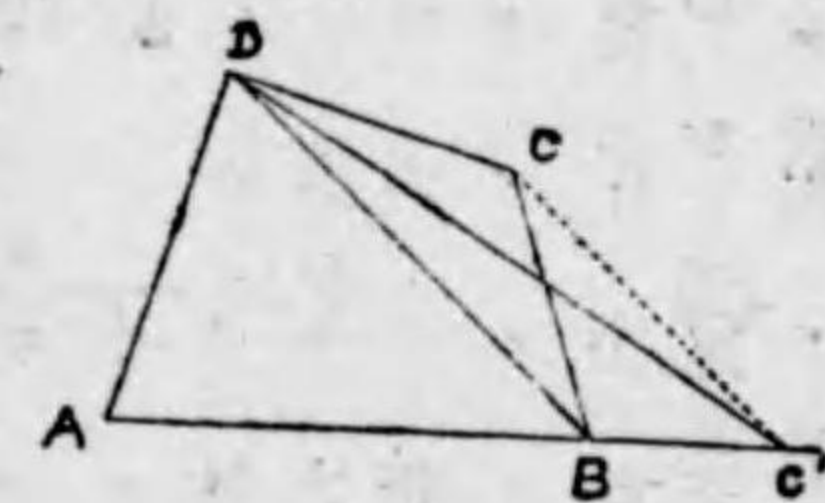
### 三角形及四邊形

213. 概説. 一區域ノ土地ハ之ヲ若干ノ三角形又ハ四邊形ニ小分スルヲ得ベク從テ各三角形又ハ四

邊形ハ邊長及夾角ヲ知ルトキハ, 其面積ヲ見出スコトヲ得. 或ハ又境界線ノ長サ及方向ヲ測定シタル後, 相當ノ縮尺ヲ用ヒテ之ヲ圖ニスルトキハ, 全區域ヲ更ニ三角形又ハ四邊形ニ小分シテ, 各形ノ長サ又ハ夾角ヲ定ムルコトヲ得ベシ.

又多邊形モ, 次ノ如ク漸次ニ之ヲ等面積ノ三角形ニ改定スルコトヲ得ベシ. 卽チ第二百六十圖ニ於テ, ABCDヲ一ノ四邊形トセバ, BDヲ結付ク, 之ニ平行ニCヨリCC'ヲ引キ, ABノ延長トC'ニ於テ交ラシメ, C'Dヲ結付クレバ, 三角形BCDハ三角形BC'Dニ等シキヲ以テ, 四邊形ABCDハ三角形AC'Dニ等シ. 從テ斯クノ如ク, 如何ナル多邊形ニテモ, 漸次之ヲ變化シテ終ニ相等シキ面積ヲ有スル一ノ三角形ト爲スコトヲ得.

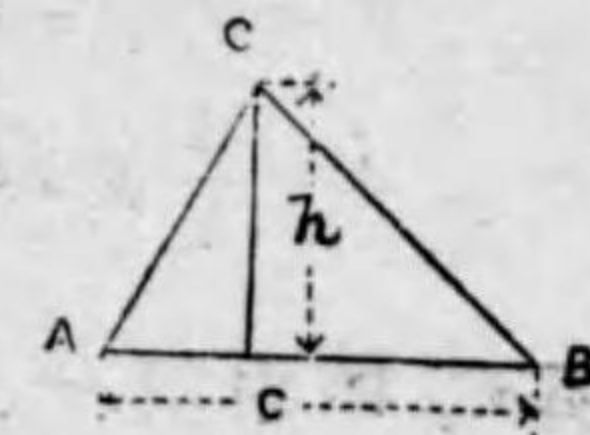
第二百六十圖



### 214. 三角形.

第一. 三角形ABCノ底 $c$ 及高 $h$ ヲ知ルトキハ(第二百六十一圖), 其ノ面積 $F$ ハ次ノ如シ.

$$F = \frac{1}{2}ch \quad [95]$$

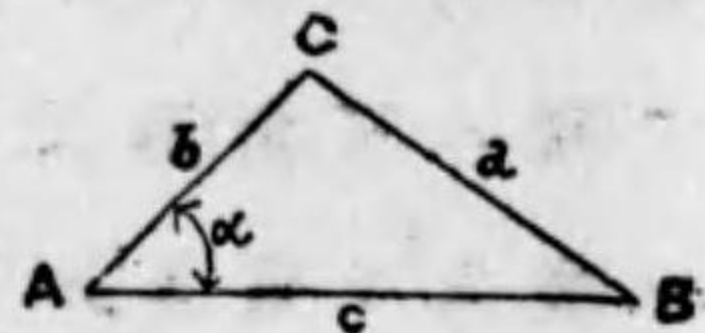


第二. 三角形ABCノ二邊 $b, c$ 及其ノ夾角 $a$ ヲ知ル

トキハ(第二百六十二圖),其ノ面積  $F$  ハ次ノ如シ.

$$F = \frac{1}{2}bc \sin \alpha \quad [96] \quad \text{第二百六十二圖}$$

第三. 三角形  $ABC$  ノ一邊  $c$  及  
二ノ之ニ隣レル角  $\alpha$  及  $\beta$  ヲ知ル  
トキハ(第二百六十三圖),其ノ面積  
 $F$  ハ[96]ヨリ



第二百六十三圖

$$(1) \quad F = \frac{1}{2}bc \sin \alpha$$

然ルニ

$$(2) \quad b = \frac{c}{\sin(\alpha + \beta)} \sin \beta$$

故ニ

$$F = \frac{c^2}{2} \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

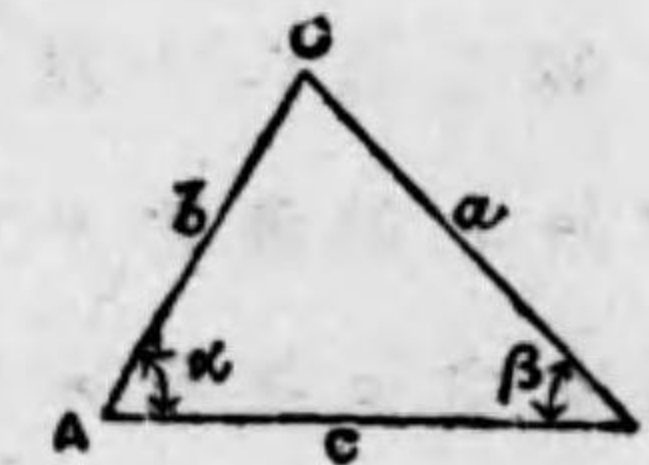
或ハ

$$F = \frac{1}{2} \frac{c^2}{\cot \alpha + \cot \beta} \quad [97']$$

第四. 三角形  $ABC$  ノ三邊  $a, b, c$   
ヲ知ルトキハ(第二百六十四圖),其  
ノ面積  $F$  ハ

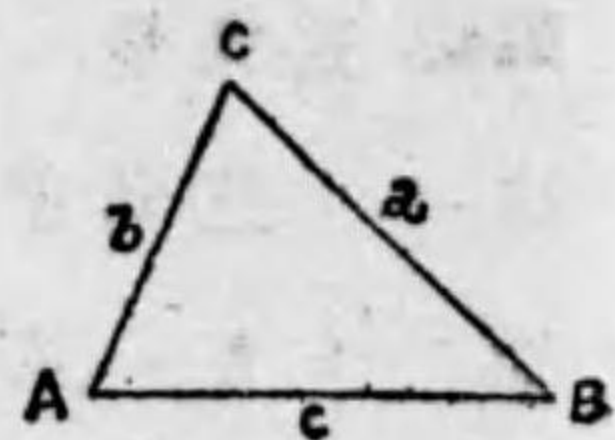
$$F = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \quad [98]$$

$$s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$



[97]

第二百六十四圖



是等ノ中第一及第四ニ於テハ,單ニ鎖測又ハ測距  
絲測量ニ依リ長ヲ見出ストキハ,三角形ノ面積ヲ

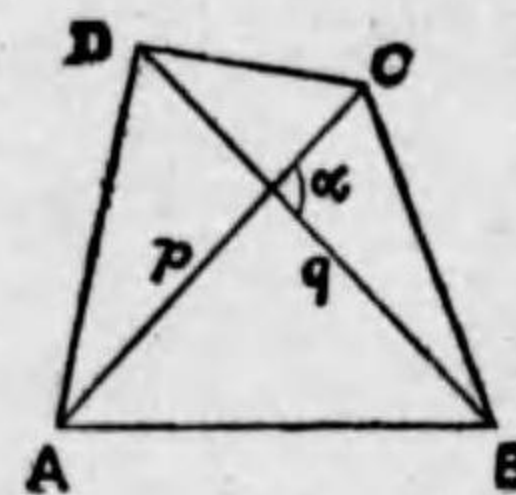
定ムルコトヲ得ベク,其ノ他ノモノハ,長サノ測定ノ  
外ニ羅盤又ハ轉鏡儀ニ依リテ夾角ヲ測定セザルベ  
カラズ.

215. 四邊形.

第一. 四邊形  $ABCD$  ノ二ノ對角線  $p, q$  及其ノ間  
ノ角  $\alpha$  ヲ知リテ其ノ面積  $F$  ヲ求  
ム(第二百六十五圖).

$$F = \frac{pq}{2} \sin \alpha \quad [99]$$

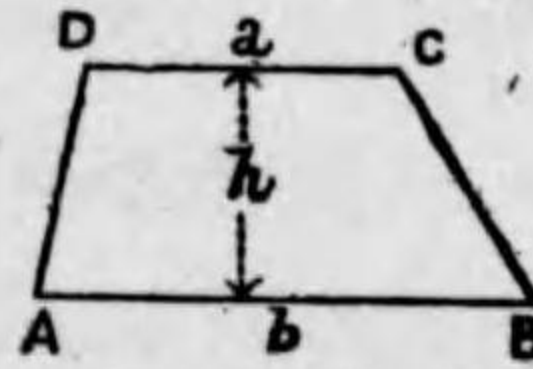
第二百六十五圖



第二. 梯形  $ABCD$  ノ平行ナル  
二邊  $a, b$  及其高サ  $h$  ヲ知リテ面積  
 $F$  ヲ求ム(第二百六十六圖).

$$F = \frac{a+b}{2} h \quad [100]$$

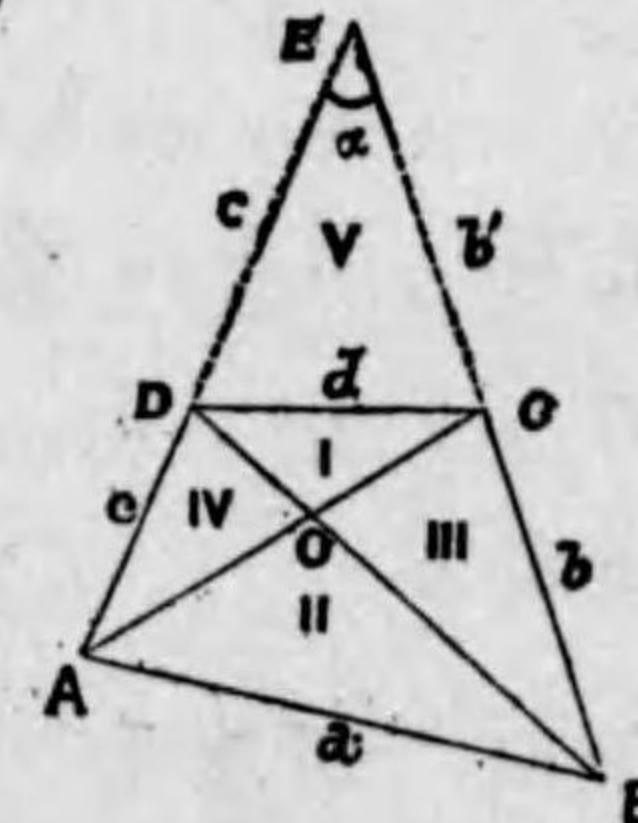
第二百六十六圖



第三. 四邊形  $ABCD$  ノ三邊  $a, b,$   
 $c$  及二夾角  $A$  及  $B$  ヲ知ルトキハ,  
其ノ面積  $F$  ハ次ノ如シ.

第二百六十七圖

第二百六十七圖ニ於テ  $AD, BC$   
ヲ延長シテ  $E$  ニ交ラシメ,  $CE = b',$   
 $DE = c'$  トシ,且ツ角  $AEB$  ヲ  $\alpha$  トス  
レバ



$$(1) \quad \begin{cases} bc \sin \alpha = \{(b+b')-b'\} \{(c+c')-c'\} \sin \alpha \\ = (b+b')(c+c') \sin \alpha - (b+b')c' \sin \alpha \\ \quad - (c+c')b' \sin \alpha + b'c' \sin \alpha \end{cases}$$

今三角形 OCD, OAB, OBC, OAD, CED ノ面積ヲ夫々 I, II, III, IV, V トスレバ

$$(2) \quad \begin{cases} bc \sin \alpha = 2\{I + II + III + IV + V\} - (I + III + V) \\ \qquad \qquad \qquad - (I + IV + V) + V \} \\ \qquad \qquad \qquad = 2(II - I) \end{cases}$$

然ルニ角 DAB ヲ A トシ, 角 ABC ヲ B トスレバ

$$(3) \quad \alpha = 180^\circ - (A + B)$$

故ニ

$$(4) \quad bc \sin(A + B) = 2(II - I)$$

第二百六十八圖ニ於テ, 三角形 ABD ヲ

$$(5) \quad ca \sin A = 2(II + IV)$$

同シク三角形 ABC ヲ

$$(6) \quad ab \sin B = 2(II + III)$$

(4) ヲ

$$(7) \quad -bc \sin(A + B) = -2(II - I)$$

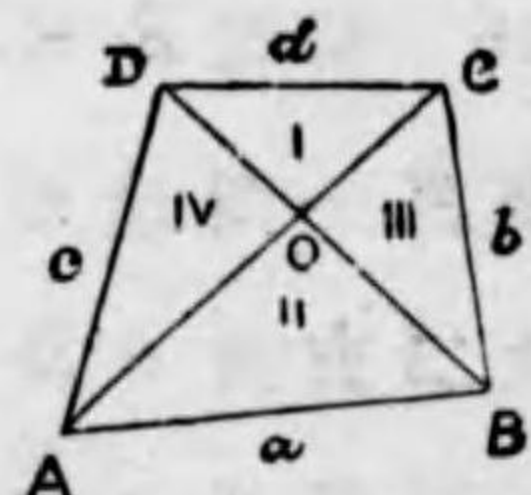
故ニ (5), (6) 及 (7) ヲ加フルトキハ

$$2F = ca \sin A + ab \sin B - bc \sin(A + B) \quad [101]$$

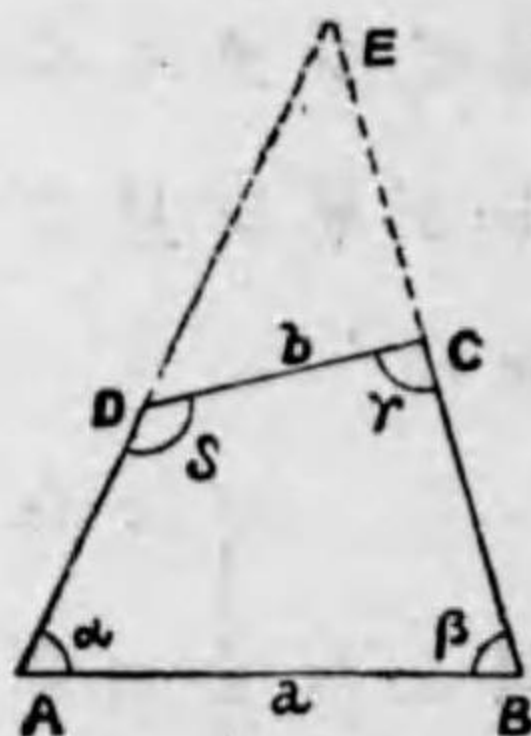
第四. 四邊形 ABCD ノ二邊 a, b 及四角  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  ヲ知リテ面積 F ヲ求ム(第二百六十九圖).

今四邊形 ABCD ハ三角形 ABE ト三角形 CDE ノ差

第二百六十八圖



第二百六十九圖



ニ等シキヲ以テ, 214[97] ヲ

$$\text{三角形 ABE} = \frac{1}{2} \frac{a^2}{\cot \alpha + \cot \beta}$$

$$\text{三角形 CDE} = -\frac{1}{2} \frac{b^2}{\cot \delta + \cot \gamma}$$

故ニ

$$F = \frac{1}{2} \left( \frac{a^2}{\cot \alpha + \cot \beta} + \frac{b^2}{\cot \delta + \cot \gamma} \right) \quad [102]$$

例 27. 一ノ三角形ノ三邊ガ 20 米 鎧ニテ 8.939, 5.408 及 4.598 アリ, 其ノ面積ヲ求ム.

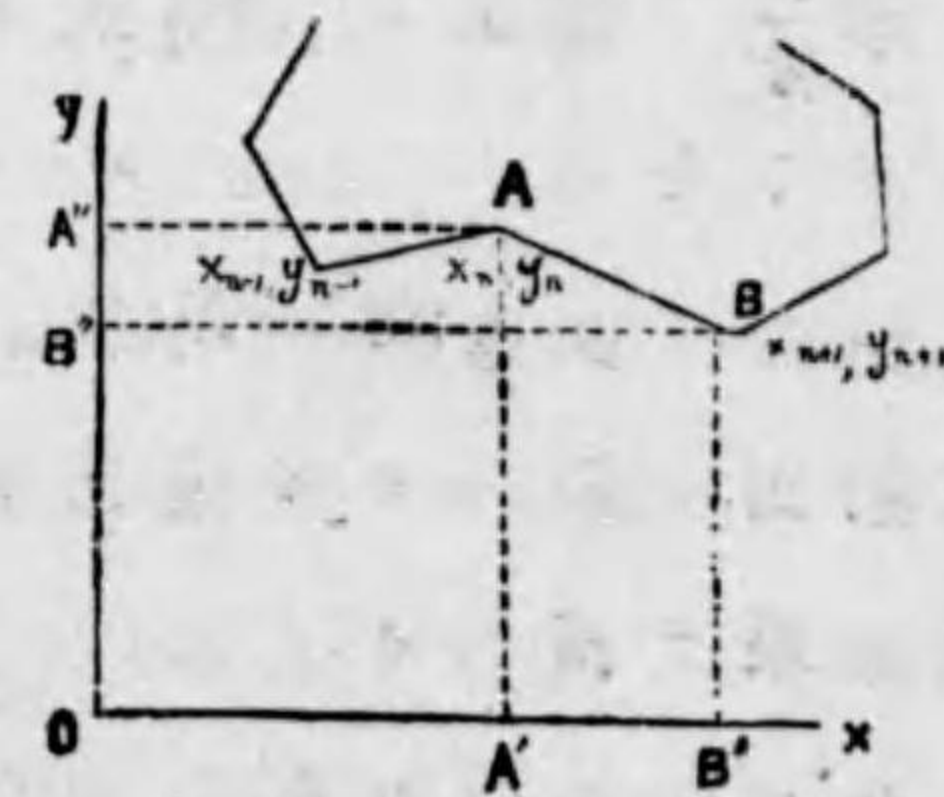
### 第 三 節

#### 縱 距 及 橫 距

216. 縱距及橫距ニ依ル面積ノ測定. 折線ヨリ成ル境界ヲ有スル大面積ノ土地ガ犬牙相錯綜セルガ如キ場合ニハ, 各折線ノ長サ及方向ヲ測定シテ, 其ノ面積ヲ見出スヨリモ枝距法又ハ測距絲測量ニ依リ一定ノ原線即チ橫軸ヨリ

第二百七十圖

境域ノ各隅ニ至ル縱距及橫距ヲ見出ストキハ, 直チニ面積ヲ計算スルコトヲ得.



第二百七十圖ニ於テ, 境域ヲ左ニ見テ時針ノ反對



ノ方向即チ左廻シ、各隅ノ縦距及横距ヲ見出ストキハ、圖ニ示スガ如ク  $x_{n-1}, y_{n-1}; x_n, y_n; x_{n+1}, y_{n+1}$  等ヲ得ベシ、即チ  $OA' = x, A'A = y$  等トス。

第一. 全面積  $F$  ヲ  $ABB'A'$  ノ如キ小梯形ノ集合ト見做シ、圓形ノ内外ニ依リテ正負ノ符號ヲ附スレバ

$$-2F = \sum(x_{n+1} - x_n)(y_{n+1} + y_n)$$

$x_{n+1} - x_n$  ヲ  $\Delta x$  トスレバ

$$-2F = \sum \Delta x (y_{n+1} + y_n) \quad [103]$$

第二. 第一ノ場合ニ、[103]式ニ於テ示シタル公項ト其ノ前ノ一項ヲ示セバ

$$-2F = \dots + (x_n - x_{n-1})(y_n + y_{n-1}) + (x_{n+1} - x_n)(y_{n+1} + y_n) + \dots$$

故ニ

$$-2F = \dots + x_n(y_n + y_{n-1}) - x_n(y_{n+1} + y_n) + \dots$$

即チ

$$2F = \sum x_n (y_{n+1} - y_{n-1}) \quad [104]$$

第三. 第二ノ [104] 式ニ於テ、縦距ト横距トヲ入替フルトキハ

$$-2F = \sum y_n (x_{n+1} - x_{n-1}) \quad [105]$$

第四. 第一ヨリ第二ヲ得タルガ如ク、第三ヨリ次ノ結果ヲ得ベシ。

$$2F = \sum (y_{n+1} - y_n)(x_{n+1} + x_n)$$

又ハ  $y_{n+1} - y_n = \Delta y$  トスレバ

$$2F = \sum \Delta y (x_{n+1} + x_n) \quad [106]$$

### 第 四 節

#### 方位及長サ

217. 方位及長サニ依ル面積ノ測定. 土地ノ面積ヲ見出ス普通ノ方法ハ羅盤ヲ用ヒテ境界線ノ方位ヲ見出シ、測鎖ヲ用ヒテ其ノ長サヲ見出スニ在リ。

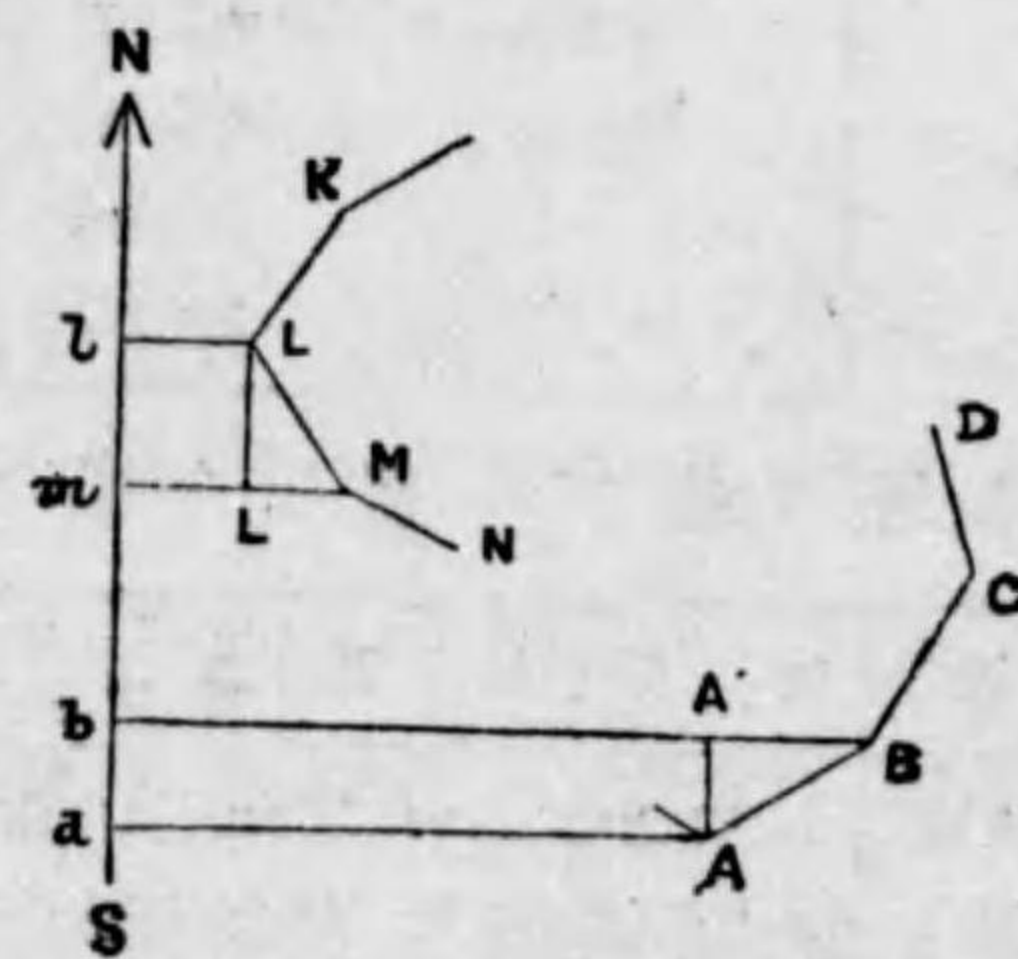
若シ境界ニ垣根ノ類ナクバ、各隅ニ羅盤ヲ据付ケ、境界線ニ沿ヒテ直チニ鎖測ヲ行フヲ得ベク、若シ又境界線中ニ障礙物アラバ、

第二百七十一圖

矩去法(第一章25例6參照)ニ依リ其ノ境界線ノ方位及長サヲ定ムルコトヲ得ベシ。

第二百七十一圖 ABCD

...KLMN...A ラーノ  $m$  邊形、NS ヲ子午線ノ方向



トスレバ、四邊形  $ABba$  ノ面積ハ  $\frac{1}{2}(aA + bB)A'A =$  等シク、 $LMml$  ノ面積ハ  $\frac{1}{2}(lL + mM)LL' =$  等シ、茲ニ  $AA', LL'$  ハ夫々  $AB, LM$  ノ緯距ヲ表ス。故ニ此ノ多邊形ノ面積  $F$  ハ

$$F = \frac{1}{2} \{ \sum (aA + bB) AA' \dots - \sum (lL + mM) LL' \dots \}$$

又ハ一般ニ、M、ヲ n 邊形第 r 番目ノ邊ノ倍子午線距離、L、ヲ其ノ緯距トセバ、正負適當ノ符號ヲ用ヒテ

$$F = \frac{1}{2} \sum_{r=1}^n M_r L_r \quad [107]$$

即チ面積ハ各邊ノ倍子午線距離ト其ノ邊ノ緯距トノ面積ノ代數的和ノ半分ニ等シ。但シ北緯距ヲ正、南緯距ヲ負トシ、實測ヲナスニ當リテハ常ニ境域ヲ左ニ見ル様ニ測進スベキモノトス。

例28. 第三章例17及[19]ニ於テ得ク、次ノ結果ヨリ面積ヲ見出セ。

測 點	長	方 位
A	55.68	S 55°45' E
B	63.00	N 30 15 E
C	72.46	N 79 30 W
D	36.87	S 10 10 W

A 點ヲ過グル磁子午線ヲ用フレバ

邊	緯 距	經 距	倍子午線距離	面 積	
AB	-31.34	+46.02	+ 46.02		-1,442.2668
BC	+54.42	+31.74	+123.78	+ 6,736.1076	
CD	+13.20	-71.25	+ 84.27	+1,112.3640	
DA	-36.29	- 6.51	+ 6.51		- 236.2479
				+7,848.4716	-1,678.5147
				2   6,169.9569	
				3,084.978	方 米

例29. 次ノ羅盤測量野帳ヨリ面積ヲ見出セ。

測 點	方 位	距 離 (米)
1	S 40° W	17.50
2	N 45° W	22.25
3	N 36° $\frac{1}{4}$ E	31.25
4	N	13.50
5	—	—
6	S 5° $\frac{1}{2}$ W	34.25
7	W	32.50

### 第 五 節

#### 枝 距

218. 枝距ニ依ル面積ノ測定法。土地ノ境界ガ河川湖沼ノ類ニテ圍マル、トキハ成ルベク境界ニ近ク取捨線ヲ假定シ、適當ノ間隔毎ニ枝距ヲ測リ、各小面積ハ梯形トシテ算出スルコトヲ得。

然レドモ若シ一定距離毎ニ境界ニ枝距ヲ出ストキハ、種々ノ公式ニ依リ境界線ト横軸トノ間ノ面積ヲ見出スヲ得ベク、從テ境域内ノ全面積ヲ知ルコトヲ得。

219. 一般ノ公式。今境界ヲナス曲線ガ有限且ツ連續セルノ函數  $y=f(x)$  ヲ以テ表スヲ得タリト假

定ス。今曲線上ノ任意ノ點  $x, y$  ヲ取レバ、勿論  $x$  ト  $y$  トハ  $y = f(x)$  ナル關係ヲ有ス。次ニ  $\xi$  ヲ以テ増加シタル横距トシ。

$$(1) \begin{cases} f(x+\xi) - f(x) = \Delta f(x) \\ \Delta f(x+\xi) - \Delta f(x) = \Delta^2 f(x) \\ \dots\dots\dots \\ \Delta^{n-1} f(x+\xi) - \Delta^{n-1} f(x) = \Delta^n f(x) \end{cases}$$

ナル符號ヲ以テ表ストキハ

$$(2) \quad f(x+\xi) = f(x) + \Delta f(x)$$

或ハ

$$(2') \quad f(x+\xi) = (1 + \Delta) f(x)$$

茲ニ  $(1 + \Delta) f(x)$  ハ  $(1 + \Delta)$  ト  $f(x)$  トノ積ニ非ズシテ、單ニ  $f(x) + \Delta f(x)$  ノ和ヲ表スコトヲ忘ルベカラズ。  $\xi$  ノ代リニ  $2\xi$  ヲ用フレバ

$$(3) \quad \begin{cases} f(x+2\xi) = f(x+\xi) + \Delta f(x+\xi) \\ \quad \quad \quad = f(x) + \Delta f(x) + \Delta f(x) + \Delta^2 f(x) \end{cases}$$

故ニ前ト同様ノ符號ヲ用フルトキハ

$$(3') \quad f(x+2\xi) = (1 + \Delta^2) f(x)$$

同様ニ

$$(4) \quad f(x+n\xi) = (1 + \Delta^n) f(x)$$

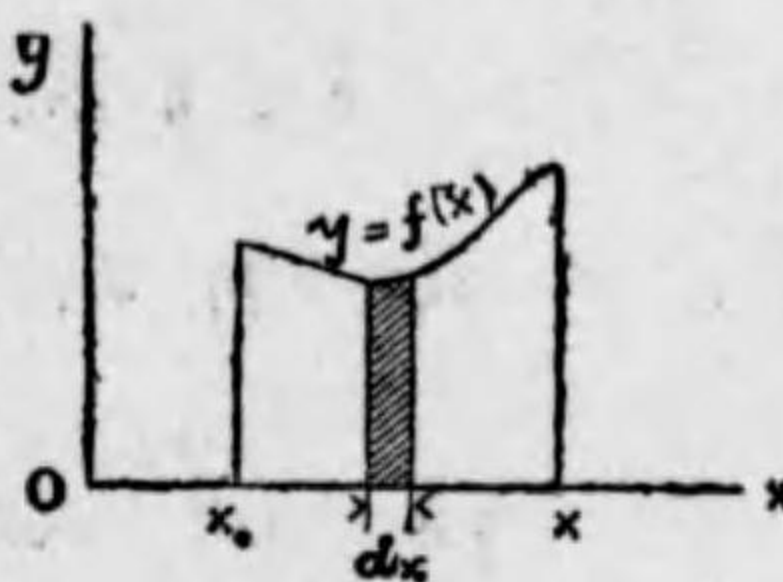
又ハ

$$(4') \quad \begin{cases} f(x+n\xi) = f(x) + n\Delta f(x) + \frac{n(n-1)}{2} \Delta^2 f(x) \\ \quad \quad \quad + \frac{n(n-1)(n-2)}{3} \Delta^3 f(x) + \dots\dots\dots + \Delta^n f(x) \end{cases}$$

一般ニ  $y = f(x)$  ナル等式ニテ表ハスヲ得ベキ曲線ノ  $x, y$  ナル點ニ於テ、 $dx$  ナル極メテ小キ横距ヲ以テ曲線ト横軸トノ間ニ夾マレ

第二百七十二圖

タル部分ノ小面積ハ、 $ydx$  又ハ  $f(x)dx$  ヲ以テ表スコトヲ得ベク、從テ此ノ曲線ト横軸トノ間ニ  $x_0$  ト  $x$  ノ間ニ夾マレタル面積  $F$  ハ前ノ小面積ヲ加合セタルモノナリ。斯クノ如ク許多ノ小サキ部分ヲ  $x_0$  ト  $x$  ノ間ニ加合スヲ



ナル符號ヲ以テ示セバ

$$(5) \quad F = \int_{x_0}^x f(x) dx$$

$\int$  ハ即チ積分ヲ表ハシ、 $x$  及  $x_0$  ハ其ノ上下兩限ヲ表ハス。

$x$  ト  $x_0$  トノ間ヲ  $h$  ナル一定ノ長サヲ有スル間隔ニ分ツトキ、其ノ數凡ベテ  $n$  ナリトセバ

$$(6) \quad x - x_0 = nh$$

又ハ

$$(7) \quad x = x_0 + nh$$

今  $x_0$  ハ定數ナルガ故ニ、 $x$  ガ  $dx$  丈ケ變化セバ  $n$  モ亦之ニ伴ヒテ  $dn$  丈ケ變化スベク

(8)  $dx = hdn$

(7) = 於テ  $x$  ガ  $x_0 =$  等シケレバ  $n$  ハ 0 ナルガ故ニ  $x$  及  $x_0$  ナル上下兩限ハ  $dn$  ノ場合ニ夫々  $n$  及 0 トナリ、(5) ハ (7) 及 (8) ヨリ

$$F = \int_0^n f(x_0 + nh) h dn$$

トナル。  $f(x_0 + nh)$  ヲ (4') = 依リテ展開スルトキハ

(10) 
$$\left\{ \begin{aligned} F &= h \int_0^n \left[ f(x_0) + n \Delta f(x_0) + \frac{n(n-1)}{2} \Delta^2 f(x_0) \right. \\ &\quad \left. + \frac{n(n-1)(n-2)}{3} \Delta^3 f(x_0) + \dots + \Delta^n f(x_0) \right] dn \end{aligned} \right.$$

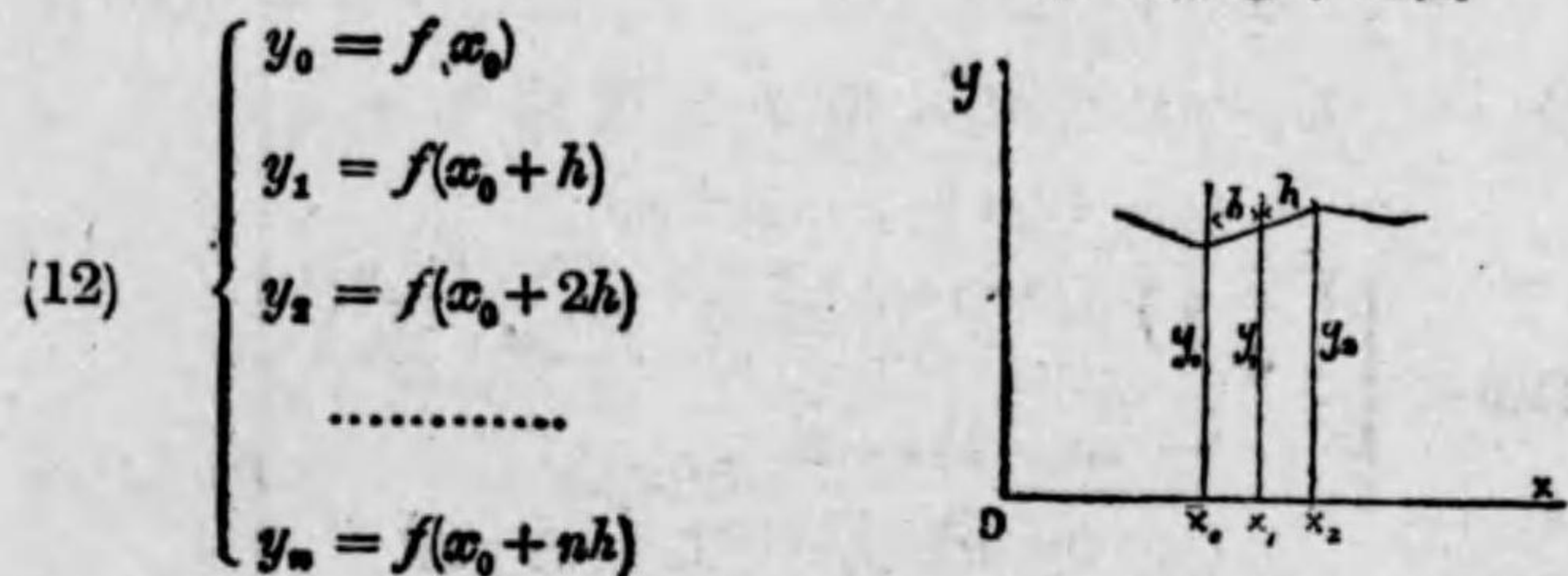
(10) ノ右節ヲ  $n =$  就テ積分スルトキハ

(11) 
$$\left\{ \begin{aligned} F &= h \left[ n f(x_0) \right. \\ &\quad + \frac{n^2}{2} \Delta f(x_0) \\ &\quad + \frac{1}{2} \left( \frac{n^3}{3} - \frac{n^2}{2} \right) \Delta^2 f(x_0) \\ &\quad + \frac{1}{3} \left( \frac{n^4}{4} - n^3 + n^2 \right) \Delta^3 f(x_0) \\ &\quad + \frac{1}{4} \left( \frac{n^5}{5} - \frac{3}{2} n^4 + \frac{11}{3} n^3 - 3n^2 \right) \Delta^4 f(x_0) \\ &\quad \left. + \frac{1}{5} \left( \frac{n^6}{6} - 2n^5 + \frac{35}{4} n^4 - \frac{50}{3} n^3 + 12n^2 \right) \Delta^5 f(x_0) \right] \end{aligned} \right.$$

$$\left[ \begin{aligned} &+ \frac{1}{6} \left( \frac{n^7}{7} - \frac{15}{6} n^6 + 17n^5 - \frac{225}{4} n^4 \right. \\ &\quad \left. + \frac{274}{3} n^3 - 60n^2 \right) \Delta^6 f(x_0) \\ &+ \dots \dots \dots \end{aligned} \right]$$

$h$  ナル間隔ヲ以テ定メタル曲線上ノ諸點  $x_0, y_0; x_0+h, y_1; x_0+2h, y_2, \dots, x_0+nh, y_n$  ハ共ニ  $y = f(x)$  ヲ充スベキヲ以テ

第二百七十三圖



故ニ (1) ノ  $\xi =$  代フルニ  $h$  ヲ以テシ、且ツ  $x$  ノ代ヲ  $x_0$  ヲ用フレバ

(13) 
$$\left\{ \begin{aligned} \Delta f(x_0) &= f(x_0+h) - f(x_0) = y_1 - y_0 \\ \Delta^2 f(x_0) &= \Delta f(x_0+h) - \Delta f(x_0) = f(x_0+2h) - f(x_0+h) \\ &\quad - \{ f(x_0+h) - f(x_0) \} \\ &= y_2 - 2y_1 + y_0 \end{aligned} \right.$$

同様ニ

(14)  $\Delta^3 f(x_0) = y_3 - 3y_2 + 3y_1 - y_0$

一般ニ

(15)  $\Delta^r f(x_0) = y_r - r y_{r-1} + \frac{r(r-1)}{2} y_{r-2} - \dots + (-1)^r y_0$