

○初篇 土木測量(Engineering Geodesy)即量地(Surveying)水準測量(Leveling)及ヒ經始(Setting out)ヲ論ス

○卷一 總論

○第一章 量地、水準測量、經始ノ三ツハ土木測量ノ貴重ナル事務ナリ量地及ヒ水準測量ノ目的ハ工事ヲ施スヘキ土地ノ形狀ヲ紙上ニ記スルニ在リ經始ノ目的ハ工事ヲ施スニ先ツテ之ヲ地上ニ記標スルニ在ルナリ

量地ナル語ハ廣ク其義ヲ取レハ水準測量ヲモ此中ニ含メトモ狹ク之ヲ取レハ量地ハ土地ノ形狀及ヒ地上諸物ノ位置ヲ確定表章スルノ術ヲ稱スルニ用井水準測量ハ土地ノ各部及ヒ地上諸物ノ起伏ヲ確定表章スルノ術ヲ稱スルニ用ウ

第二章 平面圖 (Plan) 側面圖 (Section) 量地ノ落成ヲ圖畫術ニ由テ紙上ニ誌ス者ハ平面圖ヲ成ス水準測量ノ落成ハ常ニ鉛直側面圖ノ形ニテ之ヲ誌シ尙簡易ニ之ヲ側面圖ト名シ然レトモ後ニ講明スルカ如ク之ヲ表章スルノ別法アリ)

平面圖ハ土地ノ形狀地上ノ諸物及ヒ所計ノ工事ヲ水平面ニ現出セル如ク微細ニ表章ス此面ハ圖紙ノ表面ニテ之ヲ表ス此圖ノ地圖 (Map) ニ異ナル所ハ首ニ尺度ニ在リ平面圖ハ以テ工事ヲ計ルニ足ル程ノ大尺ニシテ地圖ハ僅ニ行旅及ヒ興地學ノ目的ヲ達スヘキ程ノ小尺ナリ

鉛直側面圖ハ天然ノ地面ノ一定線ノ形象及ヒ此線ニ隨ヒテ施スヘキ工事ノ形象及ヒ時トシテ内部ノ岩層ストラタヲモ其鉛直面ニ現出スル如ク之ヲ示ス此鉛直面ハ圖紙ノ表面ニテ之ヲ表ス此紙上ノ一定線ヲ水準基線 (Datum-line) ト名ケテ水準基點 (Datum-point) ト名クル確知點ノ上下孰レカ便宜ノ處ニ於テ定メタル水平面ヲ表ス水準基線ニ平行セル諸線ハ側面圖ノ起因タル地

面ノ定線ニ沿フテ水平ニ量レル距離ヲ微細ニ表ス水準基線ニ垂直ナル諸線ハ預定セル水平面ノ上下ノ高低ヲ微細ニ表ス天然ノ地面及ヒ所計ノ工事ヲ表スルコトハ直線曲線角線ヲ以テシ此諸點ノ各點皆水準基線ヲ鉛直ニ距ルコト實地ト相當ノ處ニ在リ

同一ノ側面圖ニ於テ水平距離ノ尺度高低ノ尺度ト異ナルモ之カ爲ニ便宜アラハ妨ケナシ尙後ニ細説スルカ如シ

○第三章 水平面 (Horizontal Surface) トハ一面總テ重力ノ線ニ垂直ナル面ニシテ猶一小瀦水ノ表面ノ如シ其眞象ハ扁圓體ノ形象ナリ海ノ平均水準ニ於ル水平面ニ就テ其扁圓ノ多少ハ近時ノ算スル所ニ因レハ左ノ如シ

極徑 四一七〇七五三六^尺 || 七八九九一五五^{制定里}

平均赤道徑 四一八四七六六二 || 七九二五六九四

其差即チ極ノ扁平 一四〇一二六 || 二六五三九

(註)官立天文會社覺書第二十九篇中大佐クヲアケノ説ニ從ヘハ赤道徑

ノ最長ト最短ハ四一八五二九七〇尺ト四一八四二三五四尺ニシテ最長徑ノ終度ハ格冷維知ノ東約十四度ナリ極徑ハヘルスチエル君ノ示スカ如ク殆ト正ニ五〇〇五〇〇〇〇寸ナリ

土木ノ目的ニ付キ平面圖ニ表セル地面ノ部ハ常ニ全地球ニ比スルニ甚小ナルヲ以テ多クハ平坦トシテ論ス然モ實地ニ於テ誤謬アルコトナシ、平面圖ニ於テハ紙片ノ平面、側面圖ニ於テハ直線ヲ以テ極メテ精細ニ水平ヲ表ス。時宜ニ依テハ地ノ圓形ヲ算スルノ緊要ナルコト多シト雖モ極ノ扁平ハ算セスシテ可ナリ水平面ノ形象ヲ論スルニ彼扁圓ヲ以テ同一ナル平均徑ノ渾圓ト見做ス其數殆ト左ノ如シ

四一、七七八、〇〇〇尺 || 一三、九二六、〇〇〇碼 || 七、九一二、二一制定里

○第四章 尺度 (Measures of length) 不列國ノ法律ニテ制定セル基本尺度ハ碼ニシテ西國斯爲ナル租稅院ニ藏セル一定杆上ノ二標間ノ距離ヲ華氏驗温表六十二度ノ時ニ漂氣ノ中等壓力ノ處ニテ度レル者ナリ

此外尙左ノ尺度ヲ不列國ノ土木ニ用ウ

寸 基本碼三十六分ノ一ナリ尙其二分數十分數及ヒ十二分數ヲモ用ウ
尺 ^{イシナ} 基本碼三分ノ一ナリ尙其十分數及ヒ十二分數ヲモ用ウ

尋 (Fathom) 二碼ナリ

鏈 (Chain) 六十六尺即チ二十二碼ナリ之ヲ五碼半ナル挺 (Poles) 及ヒ七、九二寸ナル百節 (Links) ニ分ツ

制定里 (Statute mile) 一七〇六碼 || 五二八〇尺 || 八〇鏈ナリ之ヲ八哇 (Furlong) ニ分ツ。又港内土木ニ於テハ之ニ加フルニ左ノ尺度ヲ以テス

航海里 (Nautical mile) 即チ海里 (Sea mile) ハ海ノ中等水準ニ於テ緯度一分ノ長サナリ此一里ハ兩極ニ於テ約六、一〇七尺赤道ニ於テ六、〇四五尺ニシテ其平均數ハ殆ト六、〇七六尺即チ一、二五〇八制定里ナリ航海里ニ通用ノ數ハ赤道ニ於ル經度一分ノ長即チ六、〇八六尺 || 一、二五二七制定里ナリ。航海里ハ時トシテ十索 (Cables) 及ヒ千尋ニ再分ス此尋ハ通常ノ尋ヨリ平均シ

ヲ約、八十分ノ一長シ

距離ノ廢尺度ノ中左ニ記スル者ハ偶々古圖ニ於テ存スルコトアリ

愛蘭^{アイランド}ベルチ^{ベルチ}ハ七碼ニシテ英ベルチ^{ベルチ}ヨリ長シ其比例十四ト十一ノ如シ

愛蘭^{アイランド}マイル^{マイル}ハ三二〇愛蘭ベルチ^{ベルチ}ニ二二四〇碼^碼ニ六七二〇尺ニシテ制定

里トノ比例ハ同ク十四ト十一ノ如シ

蘇格^{スコットランド}エル^{エル}ハ三七〇六英寸ナリ

蘇格^{スコットランド}フオ^{フオ}ル^ルハ六^六「エル」ニシテ一八五三英尺ナリ

蘇格^{スコットランド}マイル^{マイル}ハ一九二〇「エル」ニシテ五九二九六尺ナリ

皆此「マイル」ヲ制定里ノ如ク八哇及ヒ八十鏈ニ分テ愛蘇英ノ里哇鏈ヲシテ互ニ左ノ比例ヲ有タシム

6720 : 3929.6 : 3250 :: 1:27 : 1:23 : 1:000

佛國ノ尺度ハ盡ク迷達^{ミタダ}ノ十倍數及ヒ十分數ニシテ迷達ハ先^先地球ノ一極ヨリ赤道マテノ千萬分ノ一ナリ迷達ノ量ハ不列甸尺度ニシテ

三二八〇八六九三尺即チ三九三七〇四三寸ナリ

基羅迷達^{キロミットル}ハ一〇〇〇迷達即チ不列甸ノ三二八〇八九九二尺ニシテ制定里ノ〇六二一三八三ナリ

右同種ノ尺度ヲ尙精^精シク知ラント欲セハ書末ニ掲ケタル佛英度量比較表ヲ見ルヘシ

○第五章 面積數ノ不列甸國土木ニ用ウル者左ノ如シ

方尺 一四四方寸ナリ
方碼 九方尺ナリ

亞屈^{アーク}(Acre) 一〇方鏈即チ一〇〇〇〇方節即チ四八四〇方碼ノ如ク十數ニ分チ或ハ一二一〇方碼ナル四爾士^{ロッド}(Roods)及ヒ三〇一方碼ナル一六〇

伯贊^{パーチ}(Perches)ニ分ツ
方里 六四〇亞屈即チ三〇九七六〇〇方碼即チ二七八七八四〇〇方尺ナ

愛蘭亞屈チ四爾土及ヒ一六〇伯質ニ分チ又蘇格亞屈チモ四爾土及ヒ一六〇「フナオル」ニ分テハ英亞屈ト比例ヲ爲ス是レ愛蘭及ヒ蘇格マイルト制定里ヨリ成レル比例ノ平方ナリ即チ下ノ如シ

愛亞屈：英亞屈：196：121

又約、愛亞屈：蘇亞屈：英亞屈：1.6198：1.2612：10000

○第六章 體積數ノ不列國國土木ニ用ウル者左ノ如シ
立方寸

立方尺 一七二八立方寸ナリ

立方碼 二七立方尺ナリ

水工土木ニ於テ水量ヲ言フニ我倫(Gallon)ヲ用ウ其制定量ハ

二七七二七四立方寸即チ〇・一六〇四六立方尺ナリ

然レトモ其近時數ヲ用ウルハ算用ニ便ニシテ水ノ需用ノ爲ニハ一般ニ精

細トスルニ足ル

約 一我倫 〇・一六立方尺

約 一立方尺 〇・六^{四一}我倫

此他ノ體積數ハ物料ニ依リ或ハ工事ニ依テ之ヲ用ウルコト有レモ又更ニ解説スヘシ

○第七章 平面圖ニ用ウル尺度 平面圖ヲ畫クニ用ウル尺度ハ圖上ニ表セル距離ト之ニ相當ノ實地ノ距離ト相有テル比例ノ義ナリ歐羅巴大洲ノ諸國ニテハ一萬分ノ一ト云カ如ク分數ニテ此比例ヲ舉クルノ習慣ナリ不列國ノ風習ハ尺度ノ二箇ノ數名ヲ用ウ紙上ノ短數名實地ノ長數名是ナリ。譬ヘハ一里ニ付六寸ト云カ如シ大洲ノ法式ニ從ヘハ一萬五分ノ一ト名クヘキ尺度ナリ大洲諸國ノ中ニモ尤モ通用ノ尺度ハ圖ト地トノ大小ノ比例正シキ十率分數(Decimal fraction)ナル者ナリ即チ一萬分ノ一〇・〇〇一、一萬二千五百分ノ一〇・〇〇四、五百分ノ一〇・〇二、等ノ如シ不列國ニ於テ尤モ通用

ノ尺度ハ地上幾里幾鏈幾尺ノ距離ヲ紙上ニ幾寸幾分寸ノ距離ニテ表スル者是ナリ

某種ノ量地ニ孰レノ尺度カ大小尤モ善ク適合セルヤハ其表スヘキ諸物ノ細大ト純雜ニ由テ變ス故ニ郊村ノ圖ヨリ市街ノ圖ニ大尺ヲ要シ家屋及ヒ所有地ノ區分愈小ニシテ愈錯雜ナレハ尺度モ隨フテ大ナラサル可ラス而シテ工事ノ最後ノ圖畫及ヒ經始ニ用ウル圖ハ交通線ノ撰擇及ヒ豫定圖即チ議院ノ用ニ充ル圖ヨリ大尺ナルヘシ

左ノ表ハ不列甸ニ於テ尤モ通用ノ諸圖ニ用ウル尺度ヲ枚記シ併セテ其之ニ尤モ善ク適合セル用途ヲ表示ス

尺度ノ通稱	實地大小ノ分數	用處
(一) 一里ニ付一寸	一 六三三六〇	不列甸砲局地圖ノ小ナル者ノ尺度ナリ是ハ郊村檢査ニ用ウル圖ニ善ク適ス

(二) 一里ニ付四寸
一五八四〇
工事ノ藏蓄圖ニ付議院ノ制令ニテ許サレタル最小尺度

(三) 一里ニ付六寸
一〇五六〇
大不列甸及愛蘭ノ砲局大地圖ノ尺度ナリ此尺度ハ家屋道路及ヒ他ノ切要物ヲ其形狀ト比例シテ顯明ニ示スニ足リ又之ニ兼テ土木家ヲシテ廣大ノ郊村ヲ一目ニ見ルニ足ラシメ大小其度ニ合フテ以テ總テ工事ニ付諸線ノ選擇及ヒ議院ノ用圖并ニ估價ノ豫定ニ善ク適ス

(四) 一里ニ付六三三六寸
一〇〇〇〇
同上ノ益アル十數尺

(五) 一寸ニ付四百尺
四八〇〇
邸地内ノ家屋及ヒ畑地ノ伸張圖ニ付議院ノ制令ニテ許サレタル最小尺度

(六) 一寸ニ付六鏈
四七五二
同上ノ目的ニ應スル尺度

(七) 一里_三付一
五八四寸

(八) 一寸_二付五鏈即チ
一里_二付一六寸

(九) 一里_二付二五
三四四寸

(十) 一寸_二付二百尺

(十一) 一寸_二付三鏈

四〇〇〇

三九六〇

二五〇〇

二四〇〇

二三七六

大土木ノ地方分圖及ヒ議院用ノ伸張圖ニ善ク適セル尺度ナリ(八)ノ尺度ハ所計鐵道ノ橫斷圖ニ付且道路ノ交換ヲ示スニ議院ノ制令ニテ指合セル者ナリ)

不列甸砲局地圖ノ分圖ノ尺度ニシテ前ニ記セル者ハ之ヨリ縮セルナリ土木作工ノ地方分圖及ヒ所有地ノ圖ニ善ク適當ス

同上ノ用途ニ適スル尺度ニシテ又愛蘭ニ於テ地方分圖若クハ條約國ニ付法律ニテ許セル最小尺度ナリ

十分一稅委員圖(The commissioner's plans)ノ尺度ニシテ前同様ノ用途ニ適ス

(十二) 一寸_二付百尺

(十三) 一寸_三付八八尺即
一里_二付六〇寸

(十四) 一里_二付六
三三六寸

(十五) 一寸_三付四四尺即
一里_二付一二〇寸

(十六) 一里_二付一二六
七二寸

(十七) 一寸_二付三〇尺

(十八) 一寸_二付二〇尺

(十九) 一寸_二付一〇尺

一一〇〇

一〇五八

一〇〇〇

五二八

五〇〇

三六〇

二四〇

一二〇

錯雜甚シカラサル市街ノ圖ニ適ス

造築ノ錯雜少ナキ市街ノ砲局圖ニ適ス

同上ノ目的ナル十數尺

甚タ錯雜ニ造築セル市街ノ砲局圖ノ尺度

同上ノ目的ナル十數尺

特別ノ用途ニ用ウル尺度

等

等

○第八章 側面圖ノ尺度 臨事偶然ノ稀ニ起レル一二ノ場合ニ於ルノ外ハ側面圖ノ水平距離ノ尺度ハ之ニ相當スル平面圖ノ尺度ニ同シカルヘシ此格ニ入ラサルノ一ハ一道路ト同水準或ハ同位置ニ於テ其上下ニ論ナシト縦横ニ鐵道ヲ敷ンカ爲ニ交換セント欲スル者ノ議院用ノ側面圖ノ尺度ニシテ其水平尺度ハ制令ノ如ク一寸ニ付五鏈ナルヘシ(前章ノ表中第八號ヲ見ヨ)平面圖ハ之ト同尺ナルモ可ナリ但之ヲ要スト云ニ非ス實地ニ於テ此ハ之ヨリ小ナルヲ常トス

鉛直尺度即チ高低尺度ハ大抵水平尺ヨリ大ナルヲ常トス其故ハ地上諸點ノ高低ノ差ハ常ニ其距離ノ差ヨリモ小ナルヲ以テ雙方均シク見テ明ナラシメンカ爲ニ紙上ニ大尺ニテ表シンコトヲ要シ且工事ヲ行フニ當リ水準ノ差ノ精粗ハ水平ノ狀ノ精粗ヨリモ緊要ナルヲ以テ高低ハ水平距離ヨリ精密ニ表ス可レハナリ。水平尺ヨリ鉛直尺ノ大ナルノ比例ヲ名ケテ尺度ノ張大(Exaggeration)ト云フ。左表ハ則チ其二三ノ例ナリ

鉛直尺ノ常稱	實高ノ分數	常ニ鉛直尺ト合用スヘキ水平尺	尺度ノ張大	用處
(一) 一寸ニ付百尺	1/100	1/560ニ付 1/584ニ付	1/3.2ニヨリ 1/8.8マテ	所計工事ノ側面圖ニ付議院ノ制令ニテ許シタル最小尺度ナリ
(二) 一寸ニ付四〇尺	1/40	1/396ニ付 1/480ニ付	1/0.8ニヨリ 1/2.5マテ	道路ノ交換ヲ示スノ橫斷圖ニ付議院ノ制令ニテ許シタル最小尺度
(三) 一寸ニ付三〇尺	1/30	1/396ニ付 1/376ニ付	1/1.0ニヨリ 1/6.6マテ	作工側面圖ニ適スヘキ尺度
(四) 一寸ニ付二〇尺	1/20	1/396ニ付 1/276ニ付	1/1.6ニヨリ 1/9.9マテ	

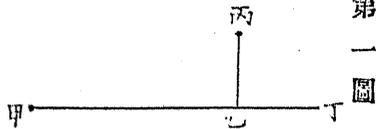
張大セスシテ土地ノ水平及ヒ鉛直ノ大小ヲ互ニ其真比例ニテ示スノ鉛直側面圖ハ綫道(Viaduct)ノ如キ石工木工鐵工ノ大ナル者ヲ築クノ地位ニ之ヲ

要ス此等ノ側面圖ハ尋常ノ作工側面圖ヨリ大ナル鉛直尺ニテ畫スルヲ常トス

○第九章 量地ノ方法。爰ニ量地ニ從事スルニ二種ノ要法アリ共ニ數學ノ作用ヨリ分性セル者ナリ距離及ヒ枝距法ハ量地ノ細事ヲ紙上ニ記填スルニ用キ三角法ハ主トシテ測點ノ位置ヲ定ムルニ用キ又偶々細事ノ記填ニモ用ウ

第一法 距離及ヒ枝距 (Distances and offsets)

第一圖ノ甲ハ測點即チ地上ニ印セル定點ヲ紙上ニ表スル者甲丁ハ甲ヨリ某ノ方向ニ延張セル線ナリ。甲ニ關シテ丙點ノ位置ヲ確定記識センカ爲ニ地上ノ丙點ヨリ甲丁ニ垂線ヲ垂レ乙ニテ此線ニ交ラシム甲乙ノ距離及ヒ乙丙ノ枝距ヲ度リテ之ヲ適當ノ尺度ニテ圖上ニ記シ即チ圖ス。便宜ニ依リ乙ノ角直ナラスシテ斜ナルモ妨ナシ然レモ多クハ



第一圖

直角ナリ。此ハ量地法ノ距離及ヒ枝距ニ依ル者ニシテ大抵皆此法ニテ細事ヲ記填ス

同圖ハ水準測量ノ初術ヲ表スト爲ス可シ即チ甲丁ヲ設定ノ水平面ヲ記スルニ丙乙ヲ其面上丙點ノ高トスルハ其點ノ側面圖ノ始ナル甲ヨリノ水平距離ハ甲乙ナリ

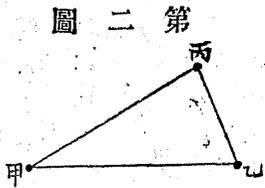
第二法 三角法 (Triangles)

紙上ノ甲及ヒ乙ハ地上ノ二測點ヲ表ス其關係ノ位置即チ距離及ヒ二點ヲ接合スル線ノ所向確定セルナリ。此二點ニ關シテ第三ノ丙點ノ位置ヲ紙上ニ確定記載センコトヲ要ス。之ヲ爲スニハ左ノ四數中二箇ヲ測ルニ在リ

甲丙及ヒ乙丙ノ距離

丙甲乙及ヒ丙乙甲ノ角度

而シテ或ハ親ク度リタル數或ハ之ニ依テ算シタル數ヲ紙



第二圖

上ニ圖記ス。斯算定ノ目的多クハ甲乙二角ヲ地上ニ度リタルトキ甲丙乙丙ノ距離ヲ紙上ニ載スルニ在リ是レ地上ニテハ距離ヨリ角度ヲ精細ニ度ルコト容易ニシテ紙上ニテハ角度ヨリ距離ヲ精細ニ記スルコト容易ナレハナリ

○第十章 三角術ノ使用 地上ニ度リ紙上ニ載スヘキ形象多クハ三角ナルヲ以テ數學ノ一派ニ此緊要ナル算定ヲ爲スヘキ者アリ專ラ三角ノ形狀大小ヲ論ス三角術是ナリ

三點ニテ成レル三角ニシテ地球ノ圓曲ヲ省セスシテ可ナル程ノ大ナラハ其諸邊ヲ直線ト思考シ之ニハ平三角術ノ諸則ヲ用ウヘシ。地球ノ圓曲之ニ感スヘシト思考スルトキハ三角ノ諸邊ヲ地半徑ニ等シキ半徑ナル圓ノ孤線ト見做スヘシ故ニ孤三角術ニ依ラサル可ラス。然レハ明白ニ土木ノ事ニ付テ行ヘル量地ニ於テ之ヲ發見スルコト稀ナリ亦偶然ニ孤三角ノ原理ヲ要スルコトアリ斜傾面ニテ角度ヲ度リタルトキ之ヲ化シテ水平面上相當

ノ角トナス是ナリ

第三卷ニ於テ量地ニ要スル三角算式ノ要略ヲ出ス可シ

○第十一章 土木測量ニ於テ施行ノ順序ハ大抵左ノ如シ

第一款 地勢ノ點檢ハ工師ノ普ク工事ニ付難易ヲ確定シ且ツ工事ヲ起スノ地位及ヒ方向ヲ概定セシカ爲ナリ。此事業中工師ハ土地ノ地質學ニ關スル組成及ヒ有用ノ材料ヲ得ヘキ淵源ニ注意ス此際其製適度ノ地圖若ハ分圖ノ手ニ入ルヘキアラハ之ニ頼リ又左ノ測量ノ扶助ヲ求ムヘシ

第二款 飛點水準(Flying levels) 此ハ工事ノ行否ト費用ニ就テ專ラ緊要ナル隔離セル諸點ノ水準ヲ確定シ又其線路ヲ選フニ在リ嶺ヲ踰ヘ谷ヲ渡リ大塊ノ組成ヲ識得ヘキ諸點ヲ過クルノ類是ナリ

工師ハ此ノ如ク工事ヲ施スヘキ處ヲ概定シテ左ノ扶助ニ依リ尙其地位ノ精選ヲ爲ス

第三款 豫試側面圖(Preliminary trial sections)ハ水準ノ連線ヲ取リ且其距離

毎ニ水準ヲ度リテ造ル者ナリ。之ニ兼テ粗率ノ量地及ヒ平面圖ヲ作り或ハ作ラス其要不要ハ大ニ現存セル地圖ノ良否ニ關ス。爰ニ於テ工師ハ此豫行ノ諸術ニ用非タル注意ト智巧ノ多少ニ依テ精細ニ或ハ大抵ニ工事ノ地位ヲ定メ得ヘシ又次款ニ入ルヘキ土地ノ大小モ隨テ定マルヘシ

第四款 細詳量地及平面圖 此ヲ行フノ法ハ尙第十二章ニ詳説スヘシ豫行ノ諸術ニ由テ最良ノ線ヲ索ルコト愈精細ナレハ此量地ニ費ヤスノ時間辛勞用度愈僅少ナリ

第五款 加試側面圖 (Additional trial sections) 細詳平面圖ニ賴テ縱橫兩様共ニ之ヲ爲シ以テ其工事ノ爲ニ索出セル最良線ヲ精定ス

第六款 線ノ記標 右ノ如シ定メタル線ヲ平面圖ニ畫シ木桿或ハ他ノ適當ノ物品ヲ以テ地上ニ標準ヲ爲ス(第十三章ヲ見ヨ)

第七款 細詳側面圖ヲ小心精細ニ水準測量シテ造リ以テ水準基線及ヒ地面ヲ表スル線并ニ工事ノ水準ヲ記スルノ線ヲ掲出ス水準及ヒ他ノ報知ヲ

後ニ講明スルガ如ク記號ニテ記ス(第十四十五十六章ヲ見ヨ)

第八款 試坑及鑽孔 (Trial pit and borings) ハ細詳側面圖ノ水準測量ヲ爲ス間ニ之ヲ行フ是レ土地ノ層岩ヲ確知セシカ爲ナリ。鑽開ハ時間辛勞及ヒ土地損傷ノ點ニ於テハ賤價ナレモ穿坑ハ工師及ヒ包管人^{ウケタビ}ノ爲ニハ甚ダ満足スベシ。

試坑及ヒ鑽孔ニ由テ得タル事件ハ工師ノ用ウル平面及ヒ側面圖ニ記表ス。(第十七章ヲ見ヨ) 此事ニ付テハ尙土工 (Earth work) ノ卷ニ於テ詳説スヘシ

第九款 意匠及計算 (Design and estimation) 工師ハ今工事ニ要スル構造ヲ十分精細ニ意匠シ以テ其概費計算ノ便ニ供スヘシ(第十七章ヲ見ヨ)

第十款 議院關係ノ處置 (Parliamentary proceedings) 工事施行ニ付キ議院ノ條例ニ適從セサル可ラサルコトアルキハ上院ノ制令及ヒ亦下院ノ制令ニモ隨ヒテ平面圖側面圖及ヒ平面圖ニ屬スル簿書ヲ備ヘ且皆其寫稿ヲ一公衙ニ貯藏ス。此ヲ論スルニ當リテ務メテ其制令ノ要略ヲ舉クルコト能ハス是レ議院ノ會議毎ニ或ハ變革シ或ハ増加スルヲ以テナリ故ニ制令抵觸ヲ錯

誤テ防シニハ其會議ニ由テ成リザル者ノ適從スヘキ條例ヲ寫シテ工師自備フルノ一法アルノミ。以前ノ會議ニ於ル者ハ勿論直前ノ會議ニ於ル者ト雖モ安シテ之ニ依頼スルコト能ハス

第十一款 差違權(Powers of deviation)内ノ改正諸線及水準 議院ノ許可ヲ要スル工事ノ平面及ヒ側面圖ノ初製ニ於テ精密ニ最良ノ線及ヒ水準ヲ選フノ日子有ルコト稀ニ或ハ之アルコト無シ。故ニ後日之ヲ變更スルノ便宜ヲ與フル爲ニ議員關係ノ平面及ヒ側面圖ニ示ス者ニ差ヒテモ妨ナキノ權ヲ取ル此横差權ノ廣袤ハ虚線ニテ圖上ニ示ス。差違權通常ノ廣狹ハ横ニテ郊村ナレハ左右百碼市街ナレハ左右十碼鉛直ニテ郊村ナレハ上下五尺市街ナレハ上下二尺トス然レモ此權ノ大小ハ特別ニ商議ス。議院ノ條例ヲ得タル後工師此差違權ノ便宜ニ乘シテ尙儉節ニ工事ヲ爲シ或ハ別樣ニ改正スル次ノ四事ハ同時ニ之ヲ行フ

第十二款 地方分圖(Land plans)ニ付テノ量地 數之レアルカ如ク第四款ノ

術ニ属セル豫行量地ハ土地ノ購買及ヒ工事施行ニ用フルノ圖ニ當ツル爲ニ甚神速ニ行ヒ或ハ甚小尺度ニ圖シタルキハ此カ爲ニ今更ニ精細ニ測量セサル可ラス然レモ此新量地ハ最後ニ選ヒテ工事ノ地位ト定メタル土地ニ限ルヲ以テ其境域初ニ比スレハ小ナル可シ(第十八章ヲ見ヨ)

第十三款 線ノ整置及經始(Ranging and setting out to the line)ハ地上ニ杆ヲ植テ或ハ他法ニ依テ最後ニ定メタル如ク所計ノ工事ノ中央線ヲ記スルニ在リ

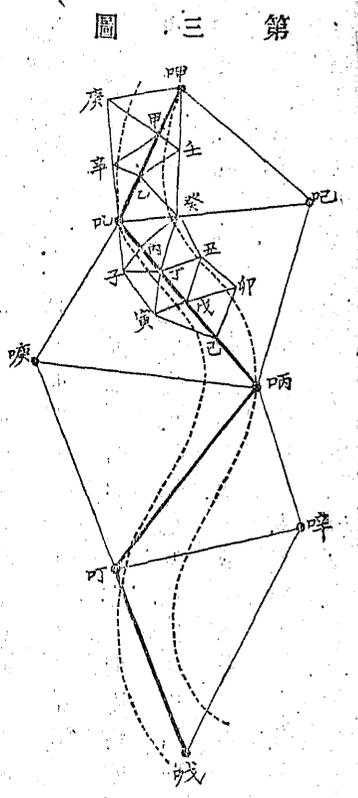
第十四款 作工側面圖(Working sections)ヲ備フルハ最後ニ選ビタル中央線ニ從ヒ極テ小心精密ニ土地ノ水準ヲ取リ且所要ニ隨ヒ横斷面ノ幾多ノ線ヲ取リ十分ノ大尺度(第八章ヲ見ヨ)ニテ之ヲ圖シ斯ク爲タル側面圖ニ工事ノ水準ヲ表スル諸線ヲ畫スルニ在リ(第十四十五十六章ヲ見ヨ)

第十五款 工事ニ要スル地方ノ廣幅ノ經始ハ其廣幅ヲ算スルノ後其土地及ヒ地方分圖ノ兩方ニ之ヲ爲ス

○第十二章 細詳量地ニ於テ諸術ノ順序 第十章第四款ニ舉タル量地ヲ爲スニハ如何ニ進取スヘキヤ大ニ詳細ニ陳述スヘシ

(甲)大測點(Principal stations)ノ選擇 工師普ク其測量スヘキ土地點檢ノ後一般ニ最高最潤ノ地ニ就テ一連ノ測點ヲ選ビ以テ各點ヨリ見テ其量ルヘキ地ヲシテ務メテ廣ク一望ノ中ニ在ラシメ且各點ノ標準ヲ明ニ近傍ノ諸測點ヨリ見ル可ラシム亦此點ヲ選フニ諸點ノ交線及ヒ高塔尖塔ノ如キ近傍ノ著明ナル諸物體トノ交線ヲシテ大ナル三角ノ網狀ヲ爲サシメ之ヲ以テ量ルヘキ全地ヲ蔽ハシメンコトヲ要ス其三角ノ角度ハ三十度以下或ハ百五十度以上ナル可ラス又少ナクモ每三角ノ二角點ハ至リ得ヘキ處ナルヘシ

港口ニ於ルノ外最大土木ハ鐵道道路水道ノ如ク交通ノ線甚長シ此種ノ工事ニ要スル量地ハ常ニ土地ノ長狹帶ヲ包有ス通常其廣約四分里ニシテ半里ヲ踰ルコト稀ナリ第三圖ノ二條ノ虛線ヲ以テ測量スヘキ地帶ノ一分ヲ



第三圖 表シ之ヲ追テ直接連續ノ爲ニ呷呷呷叮噠等ノ大測點ヲ選フヘシ此各線務メテ長カランコトヲ要スレトモ亦測點ノ良否ニ關ス。此諸線ヲ基線(Baseline)又ハ大測點線(Principal station lines)ト名ク三角ノ網狀ハ呷呷呷等ノ如ク左

右ノ標準ヲ選フニ由テ成ル高屋著明ノ樹木等ナリ 大測點ハ永久ノ者ハ杙(Stakes)ヲ記シ一時ノ者ハ杆(Poles)及ヒ旗(Flags)ヲ用ユ (乙)大測點ノ整置 諸線ノ長ク大ニ或ハ土地平坦ナラスシテ其進路ニ障礙アルトキハ其處ニ杙若ハ杆ヲ植テ其兩端ノ如クシテ間點ヲ記センコトナ

要ス。是ハ測點線ノ一部分アリテ其處ヨリ其端ヲ見ルコト能ハサルトキ必
須ノ者タリ

(丙)大三角法(Main triangulation)基線ノ丈量 大三角網ノ測量ヲ爲スニハ唯一
條ノ基線ヲ量ルノミ其他ノ三角諸邊ハ皆其角ニ因テ之ヲ推算ス然レモ土
木圖(Engineering projects)ニ要セル狹長ナル量地ヲ爲スニハ呷吃呷吃呷吃等ノ
大測點線ハ每條測鏈ニテ量ルヲ尙便宜トシ是レ二等測點(Secondary stations)
ニ適當ナル間點ノ位置ヲ確實ニシ且大測點ノ道路、塀牆流水及ヒ其他ノ地
上ノ物件ヲ渡レル點ヲ確實ニセンカ爲ナリ。基線ナル語ハ特ニ親シク丈量
スル諸測點線ヲ云フ。基線ノ所向ノ關係ハ呷吃呷吃呷吃呷吃等ノ諸角ヲ
度リテ之ヲ定ム呷吃呷吃呷吃呷吃呷吃呷吃呷吃呷吃等ノ諸角
ノ如キ基線ト遠隔ノ物件トニ由テ成レル角ノ度ハ三角算ノ扶助ニ由テ他
線及ヒ他角ノ丈度量ノ精粗照定ノ用ヲ爲スコト後ニ示スカ如シ
此線角ノ丈度量合稱シテ縱橫測量(Traversing)ト云フ。是ハ當今長數里ノ大測

點線ヲ以テ大尺度ニテ行フ者ト謂ヘリ然レモ道路水澁ノ如キ狹長屈曲ナ
ル者ノ測量ニ於テ小尺度ニテモ之ヲ行フ

(丁)二等三角 測者當ニ大測點線ノ進路ニ於テ甲乙丙丁戊己ノ如キ一列ノ
二等測點ヲモ選ヒ又其左右便宜ノ點ニ於テ庚辛壬癸子丑寅卯ノ如キ他ノ
測點ヲ選フヘシ其位置ハ孰レモ此點ヲ接合シテ二等三角網ヲ造スヘキ線
ヲシテ塀牆水流、家屋ノ類ノ細詳量地ノ目標ニ十分近ク在ラシムル程ニ定
メ以テ第九章ノ第一法即チ距離ト枝距ニ由テ測量スルノ便ヲ得セシム
(戊)細詳量地(Survey of details) 是ハ全ク距離ト枝距ノ法ニ由テ之ヲ行フ然レモ
臨時角度測量ヲ用キテ時ト勞トヲ省クコト屢之アリ
務メテ時ト勞トヲ省ク爲ニ今枚舉セル五術ヲ同時ニ或ハ交番ニ行ナフヘ
シ

○第十三章 平面圖ニ記スヘキ距離水準及ヒ他ノ報知 平面圖ニテ鐵道
水道ノ中央線若クハ他ノ交通線ヲ示ストキ距離ノ尺度ハ其兩端ノ孰レモ

リカ始メ其全長ヲ追テ記ス多年行ナハレタル制令ニ從ヘバ所計鐵道ノ平面圖ナル距離ノ尺度ハ中央線ノ初點ヨリ每里每哇ニ示シ曲線ノ其半徑一里ヲ越エサル者ハ皆哇及ヒ鏈ニテ圖上ニ記シ又所計隧道ノ長サハ碼ニテ記スヘキナリ斯ク圖上ニ記セル報告ハ官令ノ有無ニ關セズ土木家ニ必用ナリ又官令ナクハ平面圖上ニ記セル要點ノ水準ヲ圍繞線(Contour lines)是ハ後ニ詳説スニ依テ示スハ土木家ニ必要ナリ線ヲ選フニ用ウル圖ニ於テ殊ニ然リ

○第十四章 側面圖ニ記スヘキ距離、水準、基點、高低及ヒ他ノ報告 側面圖ノ地平水準基線ハ平面ト側面トノ相當點ヲ容易ニ視ルヘキ爲ニ平面圖ノ中央線ヲ追テ記セル者ニ相當ノ距離尺ヲ之ニ記スヘシ而シテ大ニ注意シテ此平側兩面圖ノ水平距離ヲシテ精細合一セシムヘシ
側面圖ノ水準基線ニ沿テ所謂水準定基點即チ所計工事ノ兩端ノ一ニ近キ一永久物(議院ノ制令ニテ示セル如キ)上ノ著明ノ一點ト比較シテ顯ハレタ

ル地平面ノ高上低下ノ數ヲ記スヘシ。此カ爲ニ至要ノ目的ハ位置ノ不變ト承認ノ容易トニ在リ故ニ窻基(Windensill)柱礎(Piinth)或ハ突起列(Shingcourse)ノ如キ家屋(希クハ公廩)ノ壘石(Masonry)ノ一處ヲ最良ノ點トス。門闕ハ不變ト認メ難シ是レ人ノ出入ニ由テ其足ニ觸テ耗損スレハナリ然ルニ屢水準基點ニ之ヲ用キテ非難セス是レ甚ク非ナリ。鐵道ノ軌條(Rails)ノ上面ノ一二特別ノ點ヲ水準ノ基本トスルコト屢之レアリ其高低ハ頗ル變スト雖モ猶之ヲ以テ足レリトス。此ニ用ウルニ特ニ不適當ナル物件中ニ算入スヘキ者ハ其變化何程僅少ナルモ運河(Canal)ノ頂水準(Top water level)及ヒ總テ想像ノ水平面ノ如キ斷ニス其表面ノ變スル水準ナリ

側面圖ニ記誌スヘキ報告中所計工事ノ要部ノ地平水準基線ヲ出ルノ高サ及ヒ特ニ鐵道ノ工事ニ在テハ斜度ノ變スル諸點ニ於テ軌條上面ノ高サ所計鐵道及ヒ之ヲ造築スルカ爲ニ變換スヘキ道路ノ種々ノ比例(鑿開(Cuttings)ノ最大ノ深サ及ヒ堤防ノ高サ隧道及ヒ棧道ノ長サ現存ノ交通線ニ與フヘキ水準

及ヒ斜度ノ變換橋梁ヲ路ノ上下ニ架スルト同水準ニ渡ストニ論ナシ之ヲ通過スルニ用ウヘキ構造(Structures)ノ性質現存ノ路ニ就テ橋ヲ營ムトキ豫メ準備スヘキ道路ノ廣及ヒ路ヨリ高ク過ルトキハ頭空(Head-room)ノ高等アリ。報告條款ノ議院ノ制令ニテ要スル所ハ皆既ニ第十一章第十款ニ記セル如ク詳ニ其制令ニ適從セサル可ラス

作工側面圖ニハ土地ノ水準、所計工事ノ水準、堤防ノ高、鑿開ノ深淺ヲ水準ヲ測量セル各點ニ記載スヘシ其數ハ算シテ求ムル者ニシテ紙上ニ量ル者ナシ可ラス。亦一切ノ椅標ノ位置及ヒ水準ヲ記ス

○第十五章 椅標(Bench marks)ハ不動ノ物體ニテ其水準ノ明カナル者ニシテ實ニ次等水準基點ナリ所計工事ノ進路ニ於テ半里ヨリ一里マテノ距離ニ於テ橋梁ノ如キ至要物ヲ構造スヘキ地位ニ分配ス。現存セル物品ノ適宜ノ者ヲ索ムルコト能ハサルトキハ此カ爲ニ打入セル大杙ノ頭ヲ以テ需ニ應ス而シテ其位置ハ其工事施行中亂レサル處ナルヘシ

○第十六章 照定水準(Checking levels)ニ既ニ測量セル水準ノ正不正ヲ檢スル爲ニ再ヒ諸點ノ水準ヲ測ルニ在リ豫定ノ議院用ノ側面圖ニ於テハ現存ノ交通線ノ經過セル山嶺及ヒ谷底ノ如キ至要諸點ノ水準及ヒ椅標ノ照定ヲ要スルノミ作工側面圖ニ於テハ測量セル水準皆照定セサル可カラス

○第十七章 計算及ヒ鑽孔ヲ平面及ヒ側面圖ニ記ス。所計工事ノ平面及ヒ側面圖ニ試坑及ヒ鑽孔ノ結果ヲ記シ此工事ノ各部ノ費用計算ヲ紙上ニ其部ニ對シテ記シタル者ヲ存スルハ工師ニ必用ノ者タリ

○第十八章 地方分圖ニ於ル量地ノ基線タル中央線。所計鐵道ノ中央線ヲ精細ニ整備植杖スルトキハ其直ト曲トニ論ナシ地方分圖ニ要セル二等三角測量ノ基線ノ用ヲ爲ス大三角測量ハ此ニ由テ分割サレ各杙ハ測點ト見做サル

○第十九章 人民所有地ノ損傷ヲ避クベシ。土木ノ野業ヲ施スニ當リテ總テ縱横測量スヘキ土地ノ損傷少ナカラシムコトヲ務ムヘシ

◎第三十章 後ノ諸卷ノ序次。量地、水準測量及ヒ經始ノ諸業ハ此卷ニ於テ大概ニ枚舉セリ此篇中自餘ノ諸卷ハ專ラ此不意ノ諸科ニ關セル詳細ノ說明ヲ左ノ順序ニ從ヒテ爲スヘシ

測鍵ヲ以テ量地ヲ爲スコト

角度ヲ度リテ量地ヲ爲スコト

水準測量

工事ノ經始

海濱測量

平面圖ノ騰寫、伸張、短縮

各科ノ工事ニ要スル特別ナル量地ハ其工事ヲ論スヘキノ時ヲ待テ之ヲ解明スヘシ

○卷二 測鍵量地法

○第二十一章 記標及ヒ望標 (Marks and signals) 容易ニ索出ノ便ヲ取ルヘキ測點ノ記標ハ其混淆ノ危殆ナキ程ノ大且強ナル杵ヲ用ウルヲ通常トス。大抵ハ之ヲ其點上ニ或ハ其近傍ニ打入ス特別ノ測點標ニシテ杵ヲ以テスルヨリ尙健全不動ナランコトヲ望ムトキハ石頭ヲ用ヰテ其上面ニ十字ヲ鐫ス

直ニ測點ニ建テタル標ニシテ猶混淆ノ恐ノアルトキハ四杵ヲ打入シ以テ其對角狀ニ聯テタル直線ノ交點ヲシテ測點ヲ表セシム或ハ二箇以上ノ杵ヲ打入シテ夫ヨリ測點マテノ距離ヲ度リテ之ヲ記シ或ハ家屋ノ隅角ノ如キ善ク確定セル永久物二箇以上ヨリ測點ノ距離ヲ量リテ之ヲ記誌シ或ハ測點ト一直線ヲナスヘキ二箇ノ永久物ナキトキハ其一箇ヨリ測點ノ距離ヲ記シ併セテ其實ヲ記ス。測點線ノ塀牆ヲ渡ルノ點ハ木材上ニ罅缺ヲ造リ及ヒ石上ニ溝條ヲ鐫リテ之ヲ記ス

測點ニ建ツル望標ハ遠方ヨリ見テ分明ナランカ爲ニ旗アル或ハ旗ナキ桿ヲ用ウルヲ常トス。測地ニ運用スル尋常ノ桿ハ長サ六尺ヨリ九尺ニシテ交番ニ黑白ニ塗抹セル者ナリ而シテ之ニ鐵罎ヲ嵌ス。旗ハ白ナレハ最モ遠方ヨリ見ユル色ナレモ尙一般ニ赤色ヲ用ウ是レ其人能ク色ヲ見分ル者ナラハ近隣ノ物體ト辨別シ易キヲ以テナリ。長キ測點線ノ兩點ヲ記スルニハ屢々之ヨリ長キ桿ヲ要ス二十尺或ハ三十尺ニ至ル有リ之ヲ眞直ニ保ツニハ通常控繩ヲ要ス

一切ノ諸桿ヲシテ眞ニ鉛直狀ニ建タシメ且此狀ヲ保タシムルコトニ大ニ注意スヘシ永久ノ大桿ハ錘線ニ賴テ之ヲ規正ス

細詳量地ニ於テ假ニ諸點ヲ記スニハ裂頭杖ニ紙片ヲ插ミテ用非之ヲ白標(Witness)ト名ク

長キ測點線ヲ容易ニ整置スルニハ時機ヲ見テ之ヲ選ハンコトヲ要ス例ヘハ樹木、尖塔、大烟突ノ如キ顯明ナル現存物ニ直向シテ進ムカ如キ是ナリ

○第二十二章 測鏈(Surveying chain) 國內三角測量ノ基線ヲ極メテ精細ニ

量ルニハ玻璃桿及ヒ金屬桿ヲ用非タリ而シテ算法ニ由リ或ハ機器ニ由テ其溫度ニ由ルノ膨脹差ヲ規正ス又接針ニテ兩端ヲ結合セル扁平鏈枝(Flat links)ニテ造レル鋼鐵鏈ヲ用ウ其法之ヲ精密ニ水準ヲ正シタル木溝ニ架シ滑車ニ吊下セル重體ニテ其牽張ヲ護シ膨脹差ハ算シテ之ヲ正ス

土木事業ノ尋常量地ニ於テハ這樣ニ精細ナルヲ要セス一般ニ距離ノ丈量ニ用ウル器具ハ普通ノ測鏈ナリ是ハ鐵線若ハ鋼線ニテ造レル同長ノ直鏈枝ノ兩端ニ眼ヲ具ヘ橢圓環ニテ接合セル者一百枝ヲ以テ成ル此直鏈枝一雙ノ間ニ三箇ノ橢圓環アルヲ常トス。環ノ接際及ヒ鏈枝眼ノ接際ハ鍛合スヘシ之ニ因テ其開ク者ニ比スレハ伸張スルコト鮮シ。此鏈ノ兩端ヨリ十節(Links)毎ニ適狀ノ黃銅片ノ標アリ其第九十節ニ在ル者ハ第十節ニ同シノ第八十節ハ第二十節ニ同ク追テ皆然リ而シテ中央ハ黃銅ノ圓片ニテ記シ鏈端ニ各一把アリ

測鏈ハ二把ノ外邊ヨリ外邊マテ量リテ其真正ノ長サヲ有スヘシ
 野外ニ於テ日々用ウル測鏈ハ皆斷ニス緊張スルヲ以テ其長ヲ増シ又鏈枝
 ノ彎曲及ヒ鏝内ノ汚泥ニ由テ其長ヲ減ス故ニ毎日日本度測鏈(Standard chain)
 ト比較シ或ハ塀墻ノ二標間或ハ二雙ノ杓間ノ極メテ精密ニ距離ヲ規正セ
 ル者ヲ以テ其長短ヲ檢セサル可ラス此ニ由テ誤謬アルヲ見ハ鏈枝ヲ直
 クシ鏝ヲ掃除シ或ハ之ヲ鏈シ其要スルカ如ク伸縮シテ長短ヲ正ス
 不列甸ニ於テ尤モ通用ノ測鏈ハ六十六尺(其各枝ハ六六尺即チ七九二寸ナ
 リ)ノ干特氏鏈及ヒ百尺鏈ナリ干特氏鏈ノ效益ハ一里ノ正シキ十分數(八十
 分)ノ一即チ〇一二五ナルト之ヲ以テ畫成セル正方ハ一亞屈ノ十分ノ一ナ
 ルトニ在リ。百尺鏈ノ益ハ工事ノ量ヲ算スルニ便宜ナル尺稱ヲ以テ直ニ其
 大小ヲ得ルニ在リ。別段ノ名稱ナシ唯測鏈トノミ唱フル者ハ干特氏鏈ヲ指
 スナリ
 十枝ノ串アリ常ニ測鏈ニ添フ之ヲ矢(Arrows)ト名ケ鐵線又ハ鋼線ニテ造リ

一端ヲ尖ラシ一端ニ大眼ヲ具ヘ赤キ布片ヲ附シテ遠方ヨリ見易カラシム
 或測者ハ長線ヲ量ルトキ特ニ十九矢ヲ用ウ其九ハ鐵若クハ鋼十ハ黃銅ナ
 リ
 測鏈ハ二人ニテ持チ一ヲ導手ト名ケ一ヲ繼手ト名ク。測點線ノ長短ヲ測ル
 ニ繼手ハ線ノ初點ニ於テ體ヲ屈メテ測鏈ノ一端ヲ執リ導手ハ矢ヲ盡ク持
 チ眼ヲ線ノ遠端ノ標ニ定メ之ニ向ヒテ直行シ測鏈ノ一端ヲ執テ之ヲ曳キ
 鏈ノ緊急ナルトキ導手其線ノ一方ニ在テ屈ミ一矢ヲ真直ニ地面ニ近ク執リ
 其手ニ測鏈ノ把ヲ握ニ繼手ハ測鏈ノ緊急正直ニシテ綯纏ナキヲ見テ言
 語若クハ舉動ニテ精細ニ正シク地上ニ矢ヲ植ンコトヲ令スハスコオル氏ハ此
 目的ニ言詞ノミヲ
 用ウルヲ稱ス是レ導者ヲシテ矢ニ眼ヲ注ガシメ且繼手ノ(傍ヘ反ヒ)指揮ニ隨ヒ
 甲方若ハ乙方ニ之ヲ助クシメ(記セ)テ測ニテ之レヲ地上ニ鉗直ニ定メシメシメカ爲ナリ 此時導
 手繼手共ニ立チ繼手第一鏈長ノ端ヲ記セル矢ノ處ニ達スルマテ進ニ第二
 鏈長ヲ定メテ前ノ如ク第二矢ヲ植ツ退テ此ノ如シ。繼者ハ進ムニ隨ヒテ矢
 チ拾ヒ以テ何時ニテモ其持テル矢ヲ數ヘテ己ニ量レル幾鏈ナルヲ告グル

ニ便ナラシム既ニ十矢ヲ植ツレハ導手高聲ニ「十」或ハ「換リ」ト呼ビ測者ハ其野帖(Field book)ニ既ニ十鏈量レルコトヲ記ス導手竝立シテ繼手ノ至ルヲ俟テ其囊ニ拾ヒタル九矢ヲ領取シ繼手ハ第十矢ニテ記セル處ニ在テ鏈把ヲ執ル此時導手其備フル所十矢ノミナラハ之ヲ拔取り盡ク十矢ヲ手ニシ次ノ十鏈ノ丈量ヲ始ム。九矢ハ鐵ニシテ十矢ハ黃銅ナラハ導手始メノ九鏈ヲ記スルニ鐵矢ヲ用キ第十鏈ノ端ヲ記スルニ一黃銅矢ヲ用ウ而シテ繼手其處ニ至ルトキ九條ノ鐵矢ヲ領取シ其次ノ一鏈長ヲ量リタルトキ繼手黃銅矢ヲ拔キ採ル。此法ニ於テ繼手何時ニテモ其手中ノ黃銅矢ヲ數ヘテ既ニ丈量畢レルコト幾十鏈ヲ知り又其鐵矢ヲ數ヘテ幾鏈ヲ知り併セテ幾十幾鏈ト唱フルヲ得ルナリ是ヲ以テ測者ノ野帖ニ記セル幾十鏈ノ數ニ付キ考證(Check)ヲ存ス。毎百鏈ヲ終フルトキ導手黃銅矢并ニ鐵矢ヲ盡ク復領ス導手其行進ノ間此線ノ遠端ノ望標ニ注意シテ眼ヲ居ウレハ繼手ノ僅少ノ指揮ヲ以テ眞直線ニ測鏈ヲ前曳シ得ヘシ

繼手ハ其行進間ニ測鏈ヲ弛緩セシメ矢ニ觸レサル様ニ注意シ又之ヲ緩レシムル物體ヲ避ケサル可ラス

測鏈丈量ノ進ムニ隨ヒ測者測點線ノ一切ノ塹地界、河岸、路堤及ヒ其他圖上ニ示ス可キ物體ヲ通過スルトキハ初點ヨリ此點マテノ距離ヲ書記シ亦他ノ測點線ヲ渡レル處及ヒ中間測點(Middle station)ト爲スニ堪フヘキ諸點ヲモ書記スヘシ

○第二十三章 斜傾地ノ鏈量之ヲ水準ニ化スルコト 斜坂ヲ上リ或ハ下リテ丈量スルトキ實地ニ量レル距離ヲ水平面上ニ圖スル爲ニ平面ニ化セサルヘカラス。此ヲ行フノ尤モ便ナル法ハ每鏈ヨリ減去スヘキ數ヲ節及ヒ節ノ分數ニテ正スニ在リ。此規正數ヲ知レハ機械法(Mechanically)ニテ丈量ノ間ニ規正スヘシ其法ハ一鏈長毎ニ其要セル規正數ト同量ノ距離ニ測鏈ヲ進ムルニ在リ

量傾儀(Inclinometer)若ハ他ノ量角儀ニテ傾度ヲ度レルトキハ

每測鏈規正ノ節數 = 100 × 傾度ノ矢弦 …………… (一)

斜坂上毎鏈ノ距離ニ於テ鉛直ナル垂下ノ節數ヲ知ルトキハ

每測鏈規正ノ節數 = $100 - \sqrt{10,000 - 垂下^2}$ …………… (11)

斜坂緩ナルトキハ左ノ近似公式之ニ應スヘシ

約、 每測鏈規正ノ節數 = $\frac{垂下^2}{200}$ …………… (12)

容易ニ此算ヲ爲スルメニ量傾儀及ヒ經緯儀 (Theodolite) ハ多分此斜傾ノ規正

ヲ輪縁 (Limbs) 卽チ鉛直面ノ角ヲ度ル爲ニ具ヘタル鑄度弧ニ記セリ

熟練セル測者ハ目算ニテ頗ル精密ニ此規正ヲ算スルコトヲ學ブ

水平狀ニ測鏈ヲ緊張シテ數右ノ法ト共用ス其坂上ノ端ハ地ニ觸レ坂下ノ

端ノ直下ノ點ハ錘線若ハ鉛直ニ整置セル直桿ニ由リ或ハ矢若ハ石ヲ落シ

テ之ヲ知ル。此事ヲ名ケテ步測 (Steping) ト云ヒ急峻ナル地ニテハ半鏈或ハ尙

短距離毎ニ之ヲ行フ

○第二十四章 枝矩 (Offsets) ハ此事ニ就テ既ニ第九章第一款ニ言ヘリ測點

線ノ既知ノ點ヨリ位置ヲ確定スヘキ物體マテノ橫線 (Ordinate) 卽チ其橫距離
ヲ云其物體トハ塀墻路堤岸塘或ハ他ノ境界線ノ屈曲點及ヒ交點及ヒ家屋
ノ隅角等ノ類ナリ。枝矩ヲ取ルトキハ測點線 (第一圖ノ呷呷) ノ初點ヨリ此點
マテノ距離及ヒ枝矩ノ長 (同圖ノ呷呷) ヲ節數ニテ野帖ニ書ス帖上ノ此枝矩
ヲ書シタル方ヲ以テ測點線ノ左右孰レノ方ニ枝矩アルヤヲ示ス尙第二十
八章ニ詳説スヘシ

枝矩ハ大抵必ス測點線ト直角ヲ爲ス。其精細ヲ保スル爲ニ其長一鏈ヲ過ル
コト稀ナルヘシ。然レモ殆測點線ト平行セル經界線マテノ枝矩ハ二三鏈ニ
至ルモ有リ而シテ細詳量地ヲ爲スノ基タルニ等測點線ヲ相當ニ整頓セザ
ル可カラス。枝矩ノ短キ者ハ目算ニテ其位置ノ方向ヲ定ムト雖モ長キ者ニ
シテ殊ニ切要ノ物體ニ通スル者ハ十字挺 (Cross staff) 方視儀 (Optical square) ニ
賴テ其物ヨリ測點線ニ垂線ヲ垂レテ (此際止ムヲ得サレハ桿或ハ白標ヲ建
ツ) 之ヲ定メサル可カラス

十字挺ハ下端ニ一箇ノ尖鐵上端ニ二雙ノ照門有テ互ニ直角ヲ爲セル單純ノ挺ナリ

方視儀ハ殆ト十字挺ヲ廢物ニ歸セシメタル者ニシテ一黃銅匣ノ中ニ二枚ノ小玻璃鏡アリテ其面互ニ四十五度ノ角ヲ爲シ以テ第一鏡ニ映シテ第二鏡ニ反射スルノ光線ヲシテ盡ク再ヒ第二鏡ヨリ原ノ向ト直角ノ向ニテ反射セシムル者ナリ。第二鏡ノ一部ハ鍍銀ナシ此ニ由テ測者其部ヨリ視ルコトヲ得ルナリ。測者自測點線上ニ在リテ其鍍銀ナキ處ヨリ線端ノ標ヲ望ミ而シテ前後ニ進退シテ側邊ノ物體ト線上ノ標ト恰モ重複シテ見ユルニ至ル然ルトキハ此二物ノ所向直角ヲナスナリ而シテ此方視儀直下ノ點ハ則チ望ム所ノ枝距ノ初點ナリ

方視儀ヲ規正スルニハ先高四尺半或ハ五尺ニシテ其頂平坦ナル杓若ハ小柱之ヲ叩ト名クナ打人シテ此上ニ儀ヲ安シ便宜ノ向ニ二三鏈離レテ一桿(此桿ヲ呷ト名ク)ヲ植テ鍍銀セサル部ヨリ之ヲ望ミ助手ヲ遣テ第二桿(呷)ヲ

呷ノ映象ト同向ニ相合シテ見ユル所ニ植テシム而レハ呷呷線呷呷線ト直角ヲ爲スヘキナリ。同法ニテ助手ヲノ呷ヨリ右同様ノ角距離(Angular distance)ニ叮ナル第三桿ヲ植テシメ又叮ヨリ同様ノ角距離ニ呷ナル第四桿ヲ植テシム而シテ呷ノ方ヲ直視スルトキ方視儀正シケレハ呷ノ映象呷ト同向ニ相合シテ見ユサル可カラス若シ見ユスンハ二鏡ノ一ヲ搖カスノ規正螺(Adjusting screw)ニ頼テ其差ノ四分ノ一ヲ正シ全ク正シキニ至ルマテ幾回モ前法ヲ行フ

裝箱紀限(Dox-sextant)ノ指弧(Sindex)ヲ九十度ニ具ヘタル者ハ方視儀ノ代用ヲ爲スニ足ル此器ノ事ハ第三卷ニ詳説スヘシ時トシテハ尺紐(Teapline)或ハ測鏈ヲ以テ大小適宜ノ直角三角ヲ畫キテ五ニ直角ヲ成スノ二線ヲ地上ニ記スコトアリ其三角ノ三邊ノ比例ハ直角ヲ圍メル二邊ノ平方ノ和ハ直角ニ對セル弦ノ平方ニ等シト云ヘル數理ニ因テ定ム

整數ニテ右ノ狀ヲ完了スヘキ比例中左ノ者アリ

直角ヲ圍ムノ二邊	弦
三	四
五	一二
七	三四
八	一五
二〇	二一
三	四
五	五

此比例中尤キ有用ノ者ハ初ノ單純ノ者ナリ

左ニ舉グル者ハ直角三角ノ諸邊ノ比例ヲ爲スヘキ整數ヲ求ムルノ通法ナリ

數ノ何タルヲ問ハス先實及ヒ卯ナル二數ヲ設ク但シ實ハ大ナルヘシ而シテ二數共ニ偶或ハ共ニ奇ナルトキハ

天 = 實²卯 地 = $\frac{\text{實}^2 - \text{卯}^2}{2}$ 人 = $\frac{\text{實}^2 + \text{卯}^2}{2}$

ヲ爲ス然レモ一ハ偶一ハ奇ナルトキハ右ノ式ニ二ヲ乘スヘシ

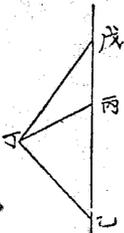
然シテ 天² + 地² = 人²

此天地及ヒ人ハ直角三角ノ諸邊ノ比例數ニシテ人ハ弦ニ相當ス

枝距ノ長短ヲ量ルニ二名ノ助手アルトキハ第二ノ測鏈ヲ用井或ハ尺紐ヲ用井助手ナキトキハ枝距竿(Offset staff)ヲ以テモ之ヲ量ルヘシ枝距竿ハ黃銅若ハ鐵ヲ嵌セル輕固ノ木桿ニシテ端ヨリ端マテノ長十節ニテ之ヲ每節ニ分ツ者ナリ

○第二十五章 斜向枝距(Oblique offset)ハ便宜ニ隨ヒ裝箱紀限若ハ輕捷經緯儀ノ如キ量角儀ヲ以テ其測點線ト相爲スノ角ヲ度ル爲ニ之ヲ取ル。然レモ直線丈量ノミノ測量ニ於テ斜向枝距ハ測點線ノ諸點ヨリ同一ノ物體マテ雙々ニ之ヲ取ル是レ矩形ノ一枝距ヨリ尙精細ニ其位置ヲ定メンカ爲メナリ例ヘハ(第四圖ヲ見)丁ナル物體ノ位置ハ甲乙丙ナル測點線ノ乙丙ノ相異ナル二點ヨリ乙丁丙丁ナル一雙ノ枝距ヲ度リテ之ヲ得ベシ此業ハ其實

第四圖

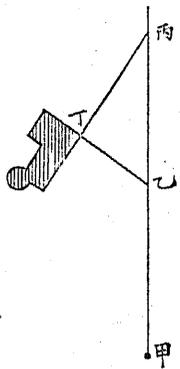


乙丁丙ハ三邊既知ノ三角形ナルヲ以テ三角術ニ由テ測量スルノ法ナリ

ハ物體ノ位置愈々精確ニ定マル故ニ注意シテ此角ヲシテ銳ニ過キ又鈍ニ過キカラシム可シ

此術ノ精粗ノ考證ヲ望ムトキハ測點線ノ戊ナル第三點ヨリ物體マテノ戊丁ナル第三ノ枝距ヲ量ルヘシ

第五圖



斜行枝距ニ由テ一層ノ精密ヲ要スル物體ノ首ナル者ハ經界ノ隅角及ヒ交點(厦屋ノ隅角里標ノ類是ナリ)若シ其物體第五圖ノ丁ノ如キ厦屋ノ隅角ナルトキハ成ヌヲ得ハ各個ノ枝距(或ハ萬己ムヲ得サルコト有ルトキハ其内ノ一)ヲシテ厦屋ノ面ト一直線ヲ爲サシメ且此ニ因テ此面ノ所向ヲ定ムルヲ便宜トス

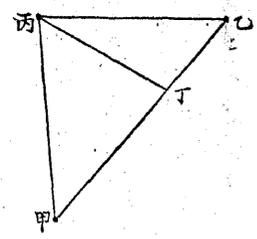
錯雜セル一厦屋ノ細詳測量ニ於テ其通則ヲ記スルコト能ハス唯當ニ多クハ矩形(Rectangle)ヲ經畫シテ之ヲ圍ミ其諸邊ヲ測點線ニ用サ此ヨリ其厦屋ノ諸面及ヒ諸隅マテ枝距ヲ取ルヘキノミ。厦屋ヲ十分ニ測量スルニハ其内面ニ入ルヲ要ス

○第二十六章 鏈量三角(Chainend triangles) 第九章及ヒ第十二章ニ於テ各異ノ測點線ノ位置及ヒ之ニ由テ聯合セル測點ノ關係位置ヲ定ムルニハ測量スヘキ全地上ニ三角ヲ排列シテ網狀ヲ造ルヘキコトヲ記載シタリ。量角儀アラサルトキハ此諸三角ノ形狀ヲ定ムルニ測鏈ヲ以テ各邊ノ長短ヲ量ラサル可カラズ

第六圖ノ甲乙ヲ以テ其長短位置既ニ明ナル測點線トス丙ハ此線外ノ第三點ナリ而シテ此甲乙丙ナル三角ノ甲丙及ヒ乙丙ナル二邊ヲ量リ以テ三邊ノ長短皆明カナラシムレハ丙點ノ位置定マルヘシ

既ニ前章ニ演タル數理ニ依テ甲丙乙ノ角直角ニ違フコト愈々少ナケレハ此

第六圖



點愈確ナリ乙丙甲丙ノ二線ノ一ヲ量ルトキ謬差ヲ得タリトスレハ此ニ由テ丙ノ位置ヲ求ムルトキ生シタル差ハ其角若シ直ナレハ原差ニ同ク銳若ハ鈍ナルトキハ丙點ノ位置ノ差原差ヨリ大ニシテ甲丙乙角ノ餘割ト半徑ノ比例ノ如シ

其定ムヘキ點ニ於ル角三十度ヨリ小ニ或ハ百五十度ヨリ大ナル三角ハ之ヲ醜狀 (ill-conditioned) ナリト云テ高手ノ測者ハ避ル所タリ醜狀三角ニ於テ丙點ノ位置ノ謬謬ハ其三角ノ邊ノ丈量ニ於ル相當ノ謬謬ヨリ二倍大ナリ

緊要ナル各三角ニ於テ其丈量ノ精粗ヲ照定スルニハ其諸角ノ一ヨリ其對邊ノ既明ノ點マテ第六圖ノ丙丁ノ如キ繫線 (Tie-line) ヲ量ル可シ此線ノ長短ト諸邊丈量ノ成果ト符合スルヤハ圖ヲ造レルトキ圖上ニ之ヲ檢シ亦算術ヲテモ之ヲ檢ス可シ是レ丈量盡ク正キトキハ左ノ方程式其證トナル可ク

$$\frac{\text{甲丙}^2 \cdot \text{乙丁} + \text{乙丙}^2 \cdot \text{甲丁}}{\text{甲乙}^2} = \text{甲丁} \cdot \text{乙丁} \dots (1)$$

レハナリ

○第二十七章 測點線ノ瑕疵 (Gaps in station-line) 長キ測點線又ハ善ク其用途ニ適セル測點線モ度屋林叢嶮岨湖河沼澤等ノ障礙其進路ニ横ハルニ因テ線ヲ追テ精細ニ丈量スルヲ難ク或ハ能ハス且景況ニ由テハ障礙ヲ斷テテ眞直ニ線ヲ整置シ難キ地ニ遇フコト一ニシテ足ラス。量角儀アレハ此難ヲ除クコト尤モ容易ナレトモ之ナキトキハ其各件ノ形勢ニ隨ヒ臨機應變ノ法ニヨリ能ク測鏈ノミヲ用ウ

此件ニ三種ノ別アリ第一ハ障礙ヲ越テ甲邊ヨリ乙邊ヲ見ルヘク之ヲ斷テ量ル能ハサルモ迂回シテ量ルヘキ者。第二ハ之ヲ越テ相見ル能ハス又之ヲ斷テ量ル能ハサルモ迂回シテ量ルヘキ者。第三ハ之ヲ越テ相見ルヘキモ直斷シテモ迂回シテモ量ル能ハサル者ナリ

此條ヲ分解スルノ諸圖ニ於テ測點線ノ通スル能ハサル部ハ皆虛線ニテ記シ。丈量シテ進行スルノ向ハ皆矢ニテ記ス

第一例 障礙ノ能ク越視ス可キトキハ先ツ測點線中障礙ノ那邊ニ整置桿 (Ranging pole)ヲ植ツ而シテ其解少可キ問題ハ障礙ノ這邊ニ既ニ丈量セル一點ヨリ彼桿マテノ距離ヲ求ムル是ナリ

第一法 (平行線ニ依ル第七圖ヲ見ユ)甲及ヒ丁ヲ以テ障礙ノ這邊及ヒ那邊



ノ點ヲ記シ方視儀若ハ他法ヲ以テ測點線ニ直 角ニ甲乙及ヒ丁丙ヲ整置シ此ニ垂線ヲシテ長

短相等シカラシム可シ是レ則チ望ム所ノ距離ナル甲丁ニ平行シ且等シキ 乙丙ヲ遣ヒ丈量シテ障礙ヲ除ユルニ緊要ノ者ナリ其距離ハ左式ノ如シ

$$\text{甲丁} = \text{乙丙} \dots \dots \dots (一)$$

第二法 (三角ニ依ル第八圖ヲ見ユ)前ノ如ク甲及ヒ丁ハ測點線中障礙ノ這 邊那邊ノ點ナリ障礙ヲ圍ムニ便宜ナル形狀大小適度ノ甲乙丙ナル三角ヲ

經畫ス其注意スヘキ所ハ乙丙ノ二點ヲ丁ト共

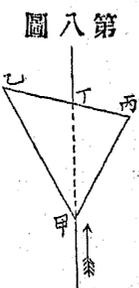
ニ一直線ヲ成サシメ乙丙ノ二角ヲ銳ニ過キス

又鈍ニ過キサラシムルニ在リ測鏈ヲ以テ甲乙

甲丙乙丁丁丙ノ長短ヲ量リ而シテ到ルコト能ハサル甲丁ナル距離ヲ左ノ

公式ニ由テ得ルナリ

$$\text{甲丁} = \sqrt{\frac{\text{甲乙} \cdot \text{丙丁} + \text{甲丙} \cdot \text{乙丁}}{2}} - \text{乙丁} \cos \text{丁} \dots \dots \dots (二)$$



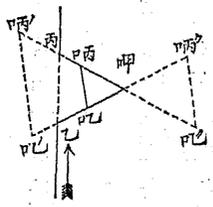
方數表 (Table of squares)ヲ用ケレハ甚容易ニ之ヲ算ス可シ 障礙ノ形狀ハ三角ノ諸邊ヨリ枝距ヲ取テ之ヲ測量ス

十分ノ大尺度ニテ此三角及ヒ其基線中ノ丁點ヲ圖シ紙上ニ甲丁ヲ量リテモ亦此距離ヲ求ムルヲ得ヘシ

第三法 (二箇ノ三角ニ依ル第九圖ヲ見ユ)乙及ヒ丙ヲ測點線中ノ障礙ノ這 邊及ヒ那邊ノ點トス呷ナル便宜ノ測點ヨリ呷乙丙ナル三角ノ二邊ナル呷

乙及ヒ呷丙ヲ丈量シ此三線ヲ其地相當ニ十分大ナル
 其形ノ三角呷呷ヲ造ル可キ適宜ノ位置ニ於テ
 呷呷ナル線ニテ相聯ス然レハ左ノ公式ニ由テ到ル
 能ハサルノ距離ヲ得

第九圖



$$\text{乙丙} = \sqrt{\text{呷乙}^2 + \text{呷丙}^2 - \frac{\text{呷乙} \cdot \text{呷丙}}{\text{呷呷}} \cdot (\text{呷乙} + \text{呷丙}) - \text{呷呷}^2} \quad \text{(三)}$$

此公式ノ左ノ變體ハ見ル所簡易ナラサレモ方數表ニ頼テ算スルニ善ク適
 ス

$$\text{乙丙} = \sqrt{\text{呷乙}^2 + \text{呷丙}^2 - \frac{(\text{呷乙} + \text{呷丙})^2 - (\text{呷呷}^2 - \text{呷呷}^2)}{2 \cdot \text{呷呷}}}$$

最初ニ呷呷ノ二點ハ呷ト測點線ノ間ニ在ル者トス然レモ己ムヲ得サレハ
 呷呷ノ如ク測點線ノ外ナル呷丙及ヒ呷乙ノ延長上ニ之ヲ取り又呷呷ノ如
 ヲ呷點ノ外ナル彼ノ延長上ニ取ルモ妨ケナシ而モ猶同公式ニテ適當ス

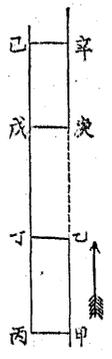
$$\text{乙丙} = \text{呷呷} \cdot \frac{\text{呷乙}}{\text{呷呷}} \quad \text{(四)}$$

呷呷及ヒ呷呷各自ニ呷乙及ヒ呷丙ニ比例スルカ如ク之ヲ置クコトヲ得レ
 ハ此公式甚簡易トナル然レハ呷呷及ヒ呷乙丙ノ兩三角同形トナリ呷呷
 ハ乙丙ニ平行スレハナリ而シテ到リ能ハサル距離ハ單ニ左ノ如シ

此法并ニ前法ニ於テ圖寫ニ由テモ到リ能ハサル距離ヲ求ム可シ
 第二例 障得ヲ迂回シテ丈量スヘシト雖モ直斷丈量スル能ハス又越視ス
 ル能ハサルトキ

第一法 (平行線ニ依ル第十圖ヲ見) 障得ノ這邊ニ於テ此ヲ直斷スヘキ距
 離ヲ心算シテ少ナシモ此ト同シ程和離レタル二點ナル甲乙ヲ測點線上ニ

第十圖



取リ此ヨリ方視儀或ハ他法ヲ以テ甲丙及
 ヒ乙丁ナル同長ノ垂線ヲ置ク其長短ハ丙
 丁戊己ノ直線此障得ヲ過キテ彼ノ整置丈量スヘキ測點線ニ平行ズルニ足ル

程ナル可シ。乙ニ於ル測點線ノ丈量ニ接シテ此平行線ノ丈量ヲ丁點ニ於テ始メ障碍ヲ過キ終ラハ直ニ戊庚ナル垂線ヲ置キ甲丙及ヒ乙丁ニ等シクスヘシ然レハ庚ハ障碍外ノ測點線中ノ一點ナリ而シテ到リ能ハサル距離左ノ如シ

乙庚 = 丁戊 (五)

平行線ヲ接續シ同事ヲ再ヒスレハ測點線中ノ第

第十一圖

二點即チ辛點ヲ得ヘシ

第二法 (同形三角ニ依ル第十一圖ヲ見ヨ)障碍ノ

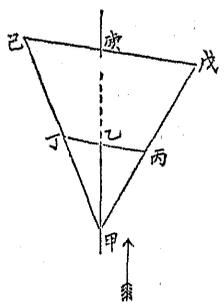
這邊ニ於テ丈量セル測點線ノ乙點ヨリ務メテ遠

ク退却セル甲點ヨリ甲己甲戊ナル障碍ノ兩端ヲ

過ル二條ノ岐分線ヲ置キ乙ト一直線ナル丁及ヒ丙ナル二點ノ距離ナル甲

丁甲丙ヲ量リ續テ甲己甲戊ヲ量リテ各自ニ其距離ヲ甲丙甲丁ニ比例セシ

メ以テ甲丁丙及甲己戊ヲシテ同形三角トナラシム。丁丙ヲ量リ乙點ヲ記シ



戊己ヲ量リ乙ノ丙丁ヲ分ツト同比例ニテ戊己ヲ分ツノ庚點ヲ取ル然レハ庚點ハ障碍外ノ測點線中ノ一點ナリ而シテ又要スルコト有ラハ同術コトテ尙幾多ノ點ヲモ求ムヘシ

此乙庚ナル到リ能ハサル距離ヲ求ムル公式左ノ如シ

甲乙丙戊
乙庚 = $\frac{\text{甲丙}}{\text{甲丙}}$ (六)

障碍ノ經界ハ丙丁己戊ナル四邊形ノ諸邊ヨリ枝距ヲ取テ之ヲ測ル可シ

第三法 (截斷線 [TRANSVERSE]ニ依ル第十二十三圖ヲ見ヨ)甲及ヒ乙ヲ障碍ノ

這邊ニ於テ量レル測點線中ノ二點トス其相距ルコト約到リ能ハサル乙丙

ノ心算距離ニ同シカルヘシ。丙ナル測點ヲ記シテ甲及ヒ乙ト共ニ眞形三角

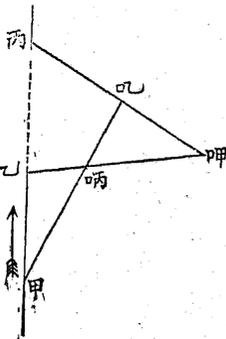
ヲ成サシム乙丙及ヒ甲丙ヲ延長シテ甲乙ノ二點ヲ通シテ障碍ノ那邊ヲ過

クルノ一直線ヲ整置シ且丈量シ得ル處ニ此二點ノ達スルニ至ル其時ノ景

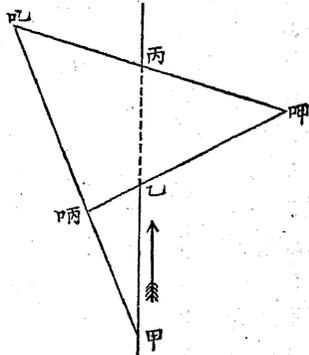
況ニヨリ先甲乙ノ二點ヲ選ヒテ次ニ丙點ヲ選ヒ次ニ(第十二圖ノ如シ)甲丙

第十二圖

甲及ヒ呷呷乙ノ
線或ハ(第十三圖
ノ如ク)呷乙呷ノ
線ヲ整置センコ
トヲ勸ム



第三十圖



呷呷呷甲乙呷兩

三角ノ諸邊皆之ヲ量ル可シ而后呷呷ト測點線トノ交點ナル丙點ヲ求ムル
爲ニ左ノ甲式ノ甲若ハ乙ニ由テ此點ト呷ノ距離ヲ算ス

第十二圖ノ如ク呷呷ノ延線上ニ丙點アルトキハ

$$\begin{aligned} \text{呷丙} &= \frac{\text{呷乙} \cdot \text{甲乙} \cdot \text{乙丙}}{\text{丙甲} \cdot \text{呷甲} - \text{甲乙} \cdot \text{乙丙}} \dots \dots \dots (七) \end{aligned}$$

第十三圖ノ如ク呷ト呷トノ間ニ丙點アルトキハ

$$\begin{aligned} \text{呷丙} &= \frac{\text{呷甲} \cdot \text{甲乙} \cdot \text{乙丙}}{\text{丙甲} \cdot \text{呷甲} + \text{甲乙} \cdot \text{乙丙}} \dots \dots \dots (七甲) \end{aligned}$$

次ニ到リ能ハサル距離ノ乙丙ヲ求ムルニハ左ノ公式ヲ用ヅ(是ハ兩圖ニ應
用ス可シ)

$$\begin{aligned} \text{乙丙} &= \frac{\text{甲乙} \cdot \text{呷乙} \cdot \text{呷丙}}{\text{丙甲} \cdot \text{呷甲} - \text{甲乙} \cdot \text{乙丙}} \dots \dots \dots (八) \end{aligned}$$

此問題ハ又甲乙丙呷呷呷甲ナル圖ヲ書キ以テ之ヲ解ク可シ而シテ第十三
圖ノ如ク呷呷ヲ切ルマテ甲乙ヲ延長シ或ハ十二圖ノ如ク呷呷ヲ延長ス。其
目的純然タル數學ニ在ルトキハ呷呷及ヒ甲乙兩線ヲ量ルヲ要セス孰レモ
互ニ他ヨリ之ヲ推算スヘシ然レモ之ニ拘ラス差謬照定ノ爲ニ二線共ニ量
ラサル可カラス

左ノ公式ハ甲乙ヲ以テ呷呷ヲ推算スル者ナリ

$$\begin{aligned} \text{十二圖ニ於テ} \quad \text{呷丙} &= \sqrt{\frac{\text{呷乙}^2 + \text{丙甲}^2 - \text{乙丙} \cdot \text{呷甲}}{\text{乙丙} \cdot \text{呷甲} - \text{甲乙} \cdot \text{乙丙}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{十三圖ニ於テ} \quad \text{呷丙} &= \sqrt{\frac{\text{呷乙}^2 + \text{丙甲}^2 + \text{乙丙} \cdot \text{呷甲}}{\text{乙丙} \cdot \text{呷甲} + \text{甲乙} \cdot \text{乙丙}}} \end{aligned}$$

呷呷ヲ以テ甲乙ヲ算スルニハ呷ト甲及ヒ呷ト乙ノ位置ヲ變換スルノミ
通シテ此公式ト同様ナリ

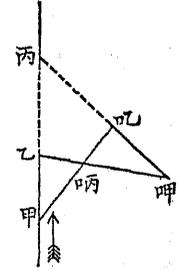
第三例。越視スヘキモ直斷シ、又迂回シテ丈量スルコト能ハサルトキ、
ハ測點線ノ深坑若ハ深淵急流ニ隔テラル、トキナリ。此第一業ハ第一例ニ
於ル如ク障碍外ナル測點線中ノ丙(第十四圖)ニ一桿ヲ整定スヘク其次業ハ
乙丙ナル距離ヲ量ルヘキナリ

第一法。(截斷線ニ依ル) 障碍ノ這邊ニ於テ

呷及ヒ呷ヲ丙ト一直線ニ整置シ乙甲呷ヲ三
十度ヨリ大ナラシメ且之ヲ測點線ノ甲、乙ナ
ル二點ニ交ユルノ交線呷呷、呷甲ヲシテ前題

ニ於ル如ク甲乙呷及ヒ呷呷ナル一雙ノ眞形三角ヲ成サシム而シテ此三
角ノ諸邊ヲ量リ既ニ示セル(八)ノ方程式ニ依テ乙丙ナル到リ能ハサル距離
ヲ算ス可シ

第四十圖



此ノ如ク求メタル丙點ノ照定ノ爲ニ(七)ノ方程式ニ依テ呷丙ナル到リ能ハ
サル距離ヲモ算ス

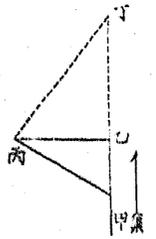
此問題ハ甲乙丙呷呷甲ナル圖ヲ畫キ甲乙及ヒ呷呷ヲ延長シテ丙ニ交ユ
圖解法ニテ之ヲ解クヘシ

此題及ヒ前題ノ解ハ截斷線理論ナル加納多氏ノ有名ナル著書ノ第一術
ニ見エタリ是レ幾何學ノ一派ニシテ其原理簡單ニ適用便益ナレトモ世
ノ知ル者學フ者共ニ少ナリ

(七)ノ公式ニ表セル算ヲ爲スニ皆其設ケタル距離ヲ四位マテ取レハ約五
分時間ニ術ヲ終フヘキヲ見タリ

第二法。(方視儀ニ依ル但シ到リ能ハサル距離ノ三四鏈ニ過キサルトキナ

第十五圖



リ第十五圖ヲ見ヨ) 乙丁ハ到リ能ハサル距離ナ
リ乙ニ在テ方視儀ヲ以テ測點線ニ垂直ナル乙丙
ヲ經畫シ其長短ハ乙丙丁ヲシテ眞形三角ヲ成サ

シムル程ナルヘシ丙ニ在テ方視儀ヲ以テ丙丁ニ垂直ナル丙甲ヲ設置シ甲ニ於テ測點線ニ交ハラシメ甲乙丙ヲ量ル然ルトキハ

$$乙丁 = \frac{乙丙^2}{甲乙} \dots \dots \dots (九)$$

測點線ノ瑕疵ヲ量角儀ニ頼テ量ルノ法ハ第三卷ニ詳説ス可シ

○第二十八章 野帖(Field book) 野帖ニ書畫スルニハ墨汁ヲ用井或ハ摩滅セサル鉛筆ヲ用ウ。防雨ノ備ヘアレハ墨汁ヲ住トス

量地ノ野帖ハ先第二章ノ甲欸ニ記載セル地形點檢ノ時定メ置キタル測量スヘキ地上ノ著明ノ物體ニ照シテ測點及ヒ測點線ノ一般ノ設置ヲ圖示スルニ始マル。測點ハ文字或ハ數號ニテ區別シ大測點ハ△此ノ如ク記スルヲ常トス。帖中自餘ノ處ハ諸方ノ測點ヲ追テ鏈測セル距離ノ詳記及ヒ此ヨリ量レル枝距ヲ填ス

地上ノ前後左右ヲ帖上ノ前後左右ニテ表センカ爲ニ每葉ニ載スル逐次ノ

記事ヲ下ヨリ始メ上ノ方ニ進ム而シテ葉數ヲ數フルニ右ヨリ左ニ及フ。每葉ノ中央ニ五六位ノ數ヲ容ル、ニ足ル程ノ縱欄アリ此欄ハ測點線ヲ表ス。測者先ツ初葉ノ下底ニ於テ中欄ニ一文字或ハ他ノ記號ヲ書シテ約シ丈量スヘキ線ノ起レル測點ヲ表シ且孰レノ測點ニ此線ノ通スルヤヲ註ス例ヘハ「甲ヨリ乙ニ至ル」ノ如シ。丈量ノ進ムニ隨ヒ上方ニ進ミ測點線ノ諸經界ヲ渡リ中間ノ諸測點ヲ過キ及ヒ枝距ヲ取レル所ノ距離ヲ註ス。中間測點ノ初點ヨリノ距離ハ孰レモ橢圓内ニ圍ミテ他ト區別シ又之ニ對シテ測點ノ名稱ヲ記シ併セテ此測點ヲ記セル野帖ノ葉數ヲ載セ且之ヲ過クル他ノ諸測點線上ニ其位置ヲ註ス。左右ニ取レル枝距ヲ中欄ノ左右ニ書シ各自其線ノ始メヨリノ距離ヲ表セル數ニ對セシム而シテ之ニ兼テ其枝距ヲ取レル物體ノ草圖ヲ載セ且要スル所アレハ又其註解ヲナス

測點線ノ端ニ至レハ次ニ丈量セル線ノ向ヲ「右折」又ハ「左折」ノ如キ詞ヲ以テ記シ或ハ「マ」ノ如キ記號ニテ示ス新測點線ノ始マル毎ニ其前測點線ニ接

ヲ起ルル點ノ位置ヲ記載ス
 斜向枝距、小三角、廢屋、丈量ノ類ハ其量レル諸線ノ分解圖(Diagram)ヲ造リ且
 諸線ニ其長短ヲ書シテ精良ニ記錄ス
 以上說ク所ハ之ニ從フテ量地ノ野帖ヲ存スヘキ一般ノ原理ヲ示スノミ其
 詳細ニ至リテハ測者各自ノ慣習ニ於テ變化甚多シ。畢竟量地者ハ皆製圖者
 ノ其野帖ノミニ因テ之ヲ圖スルヲ得テ更ニ其詳説ヲ要セサル程ニ分明ニ
 之ヲ存センコトヲ勸ム

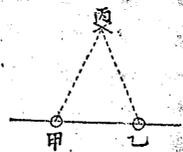
○第二十九章 測鏈量地ノ圖 (Patching a chained survey) 量地ヲ圖寫スルニ大
 ニ注意シテ其紙ヲ布クノ圖寫臺ヲ極メテ平坦ナラシメ且測點線ヲ畫スル
 ノ矩板^{ガヤク}ヲ直ニ正直ナラシメサル可カラズ
 圖紙ヲ布片ニ裝スヘキトキハ圖寫前ニ裝ス可シ然ラサレハ之カ爲メ大小
 ノ變化ヲ起サン總テ工匠及ヒ機關ノ圖畫ニ於テ慣習セル法ニテ量地ヲ圖
 寫スルノ紙ハ之ヲ「緊張」セサルヲ佳トス其故ハ紙ヲ臺ヨリ剝セシトキ之カ

爲ニ緊張メ力弛緩シテ收縮シ且或ハ四方不平均ニ收縮ス可キヲ以テナリ
 量地ノ事終ラハ務メテ速ニ毎日ノ事業ヲ圖寫ス可シ
 隨フテ量地ヲ圖寫スルノ尺度ハ直ニ之ヲ圖上ニ畫スヘシ是レ其紙ト縮張
 ヲ共ニスルナリ

圖寫ハ針若ハ刺子ヲ以テ第一ノ測點ヲ表スルノ一點ヲ記スルニ始マル此
 點ヲ通シテ直線ヲ畫キ第一ノ測點線ヲ表ス而シテ此線上ニ槌狀弧規(Beam
 compasses)ヲ以テ此線ノ通過シタル他ノ諸測點ノ位置ヲ記ス

之ニ次クノ業ハ首トシテ諸三角ヲ圖寫シ且距離及ヒ枝距ヲ圖寫スルニ在
 リ
 ○第三十章 三角ノ圖寫 其諸邊大測點ヲ聯接セル大三角ハ第一ニ之ヲ
 圖ス而後二等三角ヲ圖シ其網狀全ク終ルニ至ル。三邊ヲ量リタル三角ヲ圖
 スルノ法左ノ如シ第十六圖ノ甲乙ハ己ニ圖セルニ測點ヲ表ス此ヨリ第三
 ノ測點ノ距離ナル甲丙甲乙ヲ知レリ故ニ此兩距離ヲ半徑トシ槌狀弧規ヲ

第六十圖



以テ甲及ヒ乙ヨリ一雙ノ小圓弧ヲ畫シ其交點ハ丙ナル測
點ヲ圖上ニ印スナリ而后矩板ヲ以テ甲丙乙丙ナル直線ヲ
畫ケハ三角完成ス

工師ノ満足ノ爲メ及ヒ將來ノ參照ノ爲ニ大三角網ヲ造セ
ル大測點線ハ淡紅色ニ畫キ永ク圖上ニ存スルヲ常トス。時トシテ此線ヲ名
クテ造成線(Lines of construction)ト云フ。便宜ニ由テハ二等三角網ノ一部ヲモ同
法ニテ少ナクモ面積算ニ用ウヘキ程ニ永久保存ヲ要スルコトアリ
量地ノ分圖數葉ニ互ルコトアルキハ相聯ナレルニ葉ノ接合ヲ示サンカ爲
ニ少ナクモ一測點線ノ一大測點ヲ含メル一分ヲ兩葉ニ圖センコトヲ要ス
○第三十一章 距離・枝距及ヒ細事ヲ圖スルニハ平坦ナル象牙尺或ハ黃楊
尺ヲ紙上ニ精密ニ測點線ニ平行セシメ重体ニテ之ヲ壓シ動シコト無ラシ
ム其線ニ記セル分表ハ距離ヲ表ス又其端正ノ線ニ垂直ナル短尺アリ距離
尺ノ線ニ其端ヲ接シテ紙上ニ置キ野帖ニ記セル測點ヨリ數多ノ距離ニ隨

ヒテ逐次ニ之ヲ滑送シ其線ノ相當ノ分表ニ就テ針ヲ刺シ枝距ヲ記ス。此枝
距尺ハ正ク矩形ヲ爲スヤ注意セサル可カラズ
斜向枝距ハ三角ノ邊ノ如ク之ヲ圖ス

大尺度ノ所有地分圖(Estate plans)ニ於テ石壁藩籬尖頭板垣等ノ如キ各種ノ
塀牆ハ便宜ノ記法ニテ之ヲ分ツ然レトモ土木ニ用ウル圖ニテハ地區ノ塀
牆ノ有無ヲ分ツヲ以テ足レリトス而シテ甲ハ真線乙ハ虛線ニテ記ス大尺
度ノ作工圖ニ於テ諸壁ヲ示スニ固有ノ厚薄ニ隨ヒ且赤色ヲ用フ「パリス」コ
ウンテナイ「ボロウ」指地區及ヒ其他法律上ノ經界ハ各箇別様ニ排列セル點ニテ
記ス。道路ハ濃褐色、河流及ヒ水分ハ淡青色ニ染メ其緣邊ハ稍濃ニス。正屋
(Dwelling houses)ハ淡紅色、外屋(Out buildings)ハ濃灰色、公廬(Public building)ハ淡灰
色ニ染ム。彫刻圖ニ於テ廬屋ハ對角線ニテ陰影ヲ附シ鐵道ハ軌條ヲ表スル
平行線ニテ記シ又或ハ之ヲ短細線ニテ橫斷シ以テ其匯材ヲ表スルコトア
リ運河ハ水流ト分別セシカ爲メ極メテ廣幅ヲ同形ニシ其進路ヲ整正ニス。

樹木ハ稍類似セル小象ヲ圖シテ之ヲ示ス

地面ノ性質ハ其園地、耕地、牧地、沼地、灌木地等ノ孰レニ拘ラス皆之ヲ示スニ慣習ノ法アリ然レトモ土木ニ用ウル圖ハ之ニ關セル帳簿ニ記セル數號同様ノ數ヲ記スルヲ以テ足レリトス此帳簿ニハ圖上示シタル所有地各部ノ持主若ハ歸向持主(Reputed owner)借主(Lesses)若ハ歸向借主、占有者及ヒ其種類ヲ記載ス

○第三十二章 面積測量。量地ニ必要ナル面積測量ノ原法三種アリ三角法、縱橫線法、及ヒ機械法是ナリ

第一 三角法 甲、乙、丙ヲ以テ三角ノ諸邊ノ長ヲ表ス而シテ

$$甲 = \frac{乙 \times 丙}{2}$$

是ハ三邊ノ合半ナリ三角ノ面積ヲ求ムル公式左ノ如シ

$$面積 = \frac{1}{2} \sqrt{(甲+乙-丙)(甲-乙+丙) \dots \dots \dots (1)}$$

又對數ヲ用ウレハ

$$面積 = \frac{1}{2} \{ \log(甲+乙+丙) + \log(甲-乙) + \log(甲-丙) \} \dots \dots \dots (2)$$

他ノ公式左ノ如シ甲ヲ以テ三角ノ三邊ノ一トシ垂ヲ以テ其對角ヨリ此邊ニ垂レタル垂線トス然ルトキハ

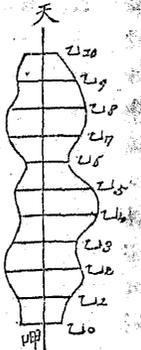
$$面積 = \frac{1}{2} \times 甲 \times \dots \dots \dots (3)$$

直線圖ハ孰レモ幾多ノ三角形ニ分テ右ノ公式ノ孰レカヲ用ヰテ其面積ヲ算シテ皆相加フ

外線ノ曲レル圖ノ面積ハ平均法ト名クル法ヲ行ナヘハ右ノ法ニテ大約ニ求メ得可シ此法ハ其曲レル境界ヲ通シテ大抵目算ニテ同面積ト見ユル程ニ圍ムヘキ一線ノ直線ヲ畫シニ在リ

第二 縱橫線法(Method of ordinates)ハ鐵道ニ要スル一條地ノ如キ廣幅一樣ナラサル土地ノ長片ニ用ウヘシ則チ第十七圖ニ表セル面積ノ如シ。圖ノ最

第七十圖



大ノ縦面ヲ追フテ軸線ヲ畫キ廣狹ハ此軸ト直
 角ナル距離ヲ逐フテ之ヲ量リ其間ノ面ヲシテ
 梯狀ニ近カラシメンカ爲メ十分ニ其間ヲ密通
 ゼシムヘシ面シテ丁ヲ以テ二條ノ相隣レル横線間ノ距離トシ乙乙ヲ以テ
 此横線ノ處ノ廣狹トス横線一雙間ノ面積ハ

$$\frac{Z + Z' \cdot T}{2} \text{ ナリ}$$

而シテ全圖ノ面積ハ横線ニテ分テル部分ノ面積ノ和ナルヲ以テ之ヲ左ノ
 如ク表出ス

$$\text{面積} = \frac{T}{2} (Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n) \quad \text{(四)}$$

和(Z)ハ合計ノ記號ナリ

横線ノ距離同ク丁ノ量皆相等シキトキハ右ノ公式左ノ狀ヲナス

$$\text{面積} = \left(\frac{Z_0}{2} + Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n \right) \cdot T \quad \text{(五)}$$

乙₀及ヒ乙_nハ此圖ノ兩端ノ廣幅ニシテ乙₁乙₂等ハ其中間ノ廣幅ナリ

此圖ノ左右ノ經界短キ拋物弧線(Parabolic arcs)ヨリ成ルノ想像ニ基キタル
 前公式ノ變態左ノ如シ區分ノ數ハ偶トス

$$\text{面積} = \left\{ Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n \right\} \cdot \frac{T}{2} \quad \text{(六)}$$

一量地ニ含メル地ノ部分ノ總面積ヲ求ムルノ最モ精細ノ法ハ野帖ニ記セ
 ル長短廣幅ノミヲ用ヰ第一第二ノ公式ニ由テ三角ノ面積ヲ算シ測點線ト
 此ヨリ測量セル塀牆ノ間ニ在ル長地片ノ面積ハ第四ノ公式ニ由テ算スル
 ニ在リ其乙及ヒ乙₀ハ相隣レル一雙ノ枝距ヲ表スル者トシ丁ハ其間ノ距離
 ナ表スル者トス

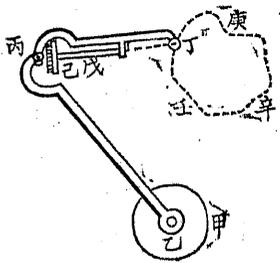
此事業甚煩ナリ故ニ大抵ハ界線ヲ平均シ圖上ニ量リ以テ之ヲ省略ス

第三、機械法 機械學ニ由テ圖上ノ面積ヲ量ル器具ハ量面儀(Fanlimeter)又量平儀(Planimeter)ト名ク而シテ多クノ發明者之ヲ試造セリ就中セテラル、モオリソ氏及ヒマストル、サンゾ氏ノ造ル所多シ

尤モ簡易ナル者ハアムストレル氏ノ量面儀ナリ一般ノ原理ヲ示ス爲ニ其略圖ヲ第十八圖ニ掲グ。甲ハ圖寫臺ノ上ニ安セル重圓板ナリ而シテ器械ノ不動架ヲ爲ス。其中心乙ノ處ニ直釘アリ之ニ由テ乙丙ナル器肘廻轉ス之ニ丙丁ナル器肘ヲ丙ノ處ニ樞鉸テウツケヒニテ附接シ以テ丁ノ寫點ヲシテ紙上一面ニ何レノ方向ニモ搖クコトヲ得セシム。正シク丙丁ノ直線上ニ己ナル小輪ヲ有セル戊ナル軸アリ其輪縁ハ紙上ニ安ス

丁ナル寫點ヲ庚辛壬ノ如キ一圖ノ外圍ニ旋運シ最後ニ初點ニ復ラシムルトキハ

己ナル輪縁コトヲ轉シタル距離ニ 丙丁 圖ノ面積



第十八圖

ナルコトヲ證スヘシ故ニ又

圖ノ面積ニ 丙丁×己ナル輪縁ニテ轉シタル距離

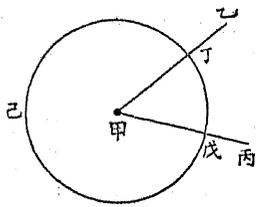
ナルコトヲ證ス此丙丁ハ長短既定不變ノ者ナリ。小輪ノ轉シタル距離ハ輪ノ一邊ナル度分圓及ヒ遊弧ニテ量ル又一周ノ數ハ戊ナル軸上ノ無窮螺ニテ推進メタル他ノ輪ニテ記ス。此輪螺共ニ圖上ニ之ヲ除ケリ。不列甸ノ制ニ於テ此圖ノ度ハ紙上ノ面積ノ方寸インチヲ示スヲ常トス

○卷三 角度測量ニ由ルノ量地ヲ論ス

○第三十三章 量地用三角術公式要略

壹 角ト弧線ノ關係 甲點ニ會スル甲乙甲丙ナル二直線間ノ乙甲丙ナル角即チ向ノ差ハ世ノ普ク知ル如ク直角ノ精分數(Minut parts)幾多ヲ含ムヤヲ舉テ以テ其數トス此分數ハ直角ノ九十分ノ一ナル度、度ノ六十分ノ一分、分ノ六十分ノ一ナル秒、及ヒ秒ノ十率分數(Decimal fraction)是ナリ。角ヲ表スルノ此法ハ三角算ニ尤モ便宜ナリ。同法ヲ表スル他ノ方法ハ甲乙及ヒ甲

第十九圖



丙ノ平面ニ於テ甲ヲ中心トシ一半徑ヲ以テ丁戊己ナル圓ヲ畫クコト其圓ヲ度ト名クル三百六十ノ等弧ニ分テ每度ヲ六十分ニ分テ每分ヲ六十秒ニ分テ退テ斯ノ如クスルコト及ヒ乙甲丙ナル角ニ對立セル丁戊ナル弧線ニ含メル圓分ノ數ヲ確定スルコト等テ理會スルニ在リ 乙甲丙ナル角ヲ表スルノ第二法ハ之ニ對立セル丁戊ナ

ル圓弧ト甲丁ナル半徑ト相有スル比例ヲ取ルニ在リ。此時ニ在テハ角ヲ表スルニ半徑ヲ一箇トシ之ニ比シテ弧線ノ名目ヲ用ヰ或ハ圓數ヲ用ヰ。此法ハ前法ノ如ク簡易ナラス且通用少ナシト雖モ亦必用ノ場合アリ

此同一ノ角ヲ表スルノ二法ハ圓ノ周ト徑ト相有スルノ比例ヲ識レハ此ニ由テ互ニ之ヲ比較スヘシ此比例ハ算數字幾許ヲ連ヌルモ十分精細ニ之ヲ表スルコト能ハス然レモ漸次ニ相近ツキテ望ム所ノ精細ノ度ニ達スルヲ得ルナリ。約分數二百五十位マテ之ヲ算セリ然レモ通常ノ用途ニハ七位ニテ足レリトス。左ノ表ニハ之ヲ八位マテ及ヒ其尋常對數并ニ數多ノ比準率(Ratio)及ヒ其對數ヲ記載ス

比準率 對數

- 一箇ナル全徑ノ圓周
- 一箇ナル半徑ハ半圓ノ長
- 一箇ナル半徑ノ圓ノ面積
- 一箇ナル半徑ノ圓ノ面積

3.14159265 0.4971499

一箇ナル半徑ノ象限即直角ニ對立セル弧線

$$\frac{\pi}{2} = 1.57079632 \quad 0.1961199$$

一箇ナル半徑ノ一度ニ對立セル弧線

$$\frac{\pi}{180} = 0.01745329 \quad 8.2418774$$

一箇ナル半徑ノ一分ニ對立セル弧線

$$0.0002908882 \quad 6.4637261$$

一箇ナル半徑ノ一秒ニ對立セル弧線

$$0.000004848137 \quad 4.6855749$$

半徑ニ等シキ弧線ヲ度ニテ表スレハ

$$57^{\circ}.2957795 \quad 1.7551226$$

半徑ニ等シキ弧線ヲ分ニテ表スレハ

$$3437'.747 \quad 3.5362739$$

半徑ニ等シキ弧線ヲ秒ニテ表スレハ

$$206264''.8 \quad 5.3144234$$

半徑ニ等シキ弧線ヲ度分秒ニテ表スレハ

$$57^{\circ}17'44''.8$$

半徑ニ等シキ弧線ヲ十率分數

$$\frac{1}{2\pi} = 0.1591551 \quad 9.2018201$$

ニテ表スレハ

一箇ナル半徑ノ半球ノ表面

$$2\pi = 6.2831853 \quad 0.7981799$$

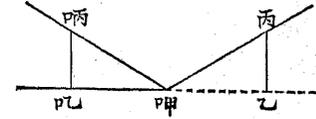
前表中ノ分數ノ對角ノ指數(Index)ハ負數ヲ避メカ爲ニ三角算ニ用ウルノ式ニ倣ヒテ之ヲ付加セリ即チ是レ各項ノ指數ハ固有負指數ノ一〇ニ於ル餘數(Complement)ニシテ即チ其對數ハ其分數ト一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇ト相乘ノ對數ナリ

象限ヲ百度ニ一萬分ニ百萬秒ニ分テ爾百分法ハ當今佛蘭西ニ於テモ幾ト不用ニ屬ス

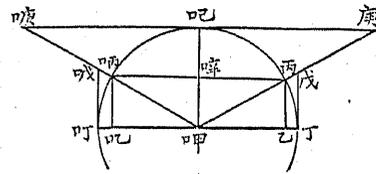
貳 角ノ三角函數(Trigonometrical functions)中ノ關係 設ケタル角ノ正弦餘弦等ノ如キ三角函數ヲ定ムルノ最簡法ハ此諸弦ハ設ケタル角ヲ含メル直角三角ノ諸邊ノ相有セル比準率ナルコトヲ述フルニ在リ。又一法ハ尙普通ノ者ニシテ設ケタル角ニ對立セル半徑基數(Radius unity)ノ圓弧ニ照シテ固有ノ位置ニ畫ケル線ニテ此諸弦ヲ表スルコトヲ述ルニ在リ

第二十圖ニ於テモ二十一圖ニ於テモ呷呷呷ハ互ニ呷呷呷ナル銳角ヲ爲

圖十二第



圖一十二第



セル一雙ノ直線ナリ
第二十圖ノ丙ハ其二線中孰レノ何處ニ在テモ一ノ點ナリ而シテ丙ハ其點ヨリ他ノ線ニ垂レタル垂線ニシテ
丙ハ丙ナル直角三角ヲ造ス者ナリ
第二十一圖ニ於テ半徑基數ノ圖ヲ叩ノ周圍ニ畫キ以テ
二線ヲ切斷シ各半徑ニ等キ部分トス即チ

$$\begin{matrix} \text{丙} \\ \parallel \\ \text{丙} \\ \parallel \\ \text{丙} \end{matrix}$$

叩ハ叩丁ニ垂直ナル第三ノ半徑ナリ
丙ハ丙及ヒ丙ハ丙ヨリ叩丁及ヒ叩ハ叩ニ落セル垂線ナリ
而シテ丁ハ丙及ヒ叩ハ叩及ヒ叩ハ叩ニ於テ圖ニ觸ル、ノ直線ナリ(故ニ叩丁及ヒ叩ハ叩ニ垂直ナリ)而シテ引長セル叩
丙ハ丙及ヒ丙ハ叩ニ於テ切斷ス

然シテ二法ニ從ヘハ叩丙ナル角ノ數ノ三角函數ノ定名左ノ如シ

正弦	$\frac{\text{丙}}{\text{丙}}$	叩丙=叩丙
餘弦	$\frac{\text{叩丙}}{\text{丙}}$	叩丙=丙
矢弦	$\frac{\text{叩丙}-\text{叩丙}}{\text{丙}}$	叩丙
餘矢	$\frac{\text{叩丙}-\text{丙}}{\text{丙}}$	叩丙
正切	$\frac{\text{丙}}{\text{叩丙}}$	叩丙
餘切	$\frac{\text{叩丙}}{\text{丙}}$	叩丙
正割	$\frac{\text{丙}}{\text{叩丙}}$	叩丙
餘割	$\frac{\text{叩丙}}{\text{丙}}$	叩丙

第二十圖ニ於テ叩丙
及ヒ叩丙ハ相加フル
ハ直角ニ等キヲ以テ互
ニ餘角(Complement)ナ
ナル第二十一圖ノ叩丙
丙及ヒ叩丙ニ於テモ
亦然リ而シテ一雙ノ角
ノ間ニ此關係ヲ生スル
ハ甲ノ正弦ハ乙ノ餘弦
ナリ而シテ他ノ函數モ

此對偶ニ由テ皆盡シ然リ
事ヲ簡易ニセンカ爲ニ叩ヲ以テ叩丙ナル角ヲ表スレハ左ノ方程式ハ其

三角函數中ノ尤モ肝要ナル關係ヲ示ス

$$\begin{aligned} \text{呷正弦} &= \sqrt{1 - \text{呷餘弦}^2} = \frac{\text{呷正切}}{\text{呷正割}} = \frac{1}{\text{呷餘割}} \dots (一) \\ \text{呷餘弦} &= \sqrt{1 - \text{呷正弦}^2} = \frac{\text{呷餘切}}{\text{呷餘割}} = \frac{1}{\text{呷正割}} \dots (二) \\ \text{呷矢弦} &= 1 - \text{呷餘弦} \dots (三) \\ \text{呷餘矢} &= 1 - \text{呷正弦} \dots (四) \\ \text{呷正切} &= \frac{\text{呷正弦}}{\text{呷餘弦}} = \frac{1}{\text{呷餘切}} = \text{呷正弦} \cdot \text{呷正割} \\ &= \sqrt{\text{呷正割}^2 - 1} \dots (五) \\ \text{呷餘切} &= \frac{\text{呷餘弦}}{\text{呷正弦}} = \frac{1}{\text{呷正切}} = \text{呷餘弦} \cdot \text{呷餘割} \\ &= \sqrt{\text{呷餘割}^2 - 1} \dots (六) \\ \text{呷正割} &= \frac{1}{\text{呷餘弦}} = \sqrt{1 + \text{呷正切}^2} \dots (七) \\ \text{呷餘割} &= \frac{1}{\text{呷正弦}} = \sqrt{1 + \text{呷餘切}^2} \dots (八) \end{aligned}$$

鈍角ノ三角函數ハ次ノ如ク定ム
第二十及ヒ二十一圖ニ於テ呷丙ハ直線ニシテ呷ノ外ニ引長セル、乙呷線ト乙呷丙ニ呷呷呷ナル角ヲ造サシム然レハ呷呷丙ナル鈍角ハ呷呷呷ナル鋭角ノ外角 (Supplement) ナリ 180°
一垂ヲ以テ之ヲ表ス
兩圖ノ丙ヨリ丙乙ナル

垂線ヲ呷乙ニ垂レ第二十一圖ニ於テ丙呷ナル垂線ヲ呷呷マテ畫キ又丁戊巳庚ナル切線ヲ畫キテ呷丙ノ引長セル者ヲ戊及ヒ庚ニテ截ル然ルトキハ第二十圖ノ呷乙丙ナル直角三角ハ呷呷呷ト同形ナリ第二十一圖ノ呷呷ノ右ニ於ル諸線ノ連接ハ左ニ於ル諸線ノ連接ト同形ナリ此ニ於テ 180° 一垂ナル鈍角ノ三角函數ハ盡ク (其中ノ一ハ此例ニ非ス今正ニ指點スヘシ) 其呷ナル外鋭角ノ相當函數ト數量相等キコト明ナリ此例外ノ者ハ矢弦ナリ是ハ第二十一圖ニ於テ 丁乙ニ呷丁ト呷乙ニ呷呷ト一丁呷ヲ以テ之ヲ表ス」
鋭角ト鈍角ノ三角函數ノ間ヲ尙善ク判別スル爲ニ呷呷及ヒ呷乙(兩圖ニ於テ)ハ呷ヨリ反對ノ向ニ在ルヲ以テ其符號反對シ呷呷ハ正符、呷乙ハ負符ヲ有ストシテ論スヘキノ原理ヲ取用ス是レ鈍角ノ餘弦ハ負ナリトノ規則ヲ定ムヘキニ至ル所以ナリ。左ニ舉ル者ハ 180° 一垂ナル鈍角ト呷ナル其外角ノ三角函數ノ關係ニシテ右ノ規則ヨリ生ス

$$\text{甲正弦} = \frac{\text{甲}}{2} \cdot 2 \text{正弦} \cdot \frac{\text{甲}}{2} \text{餘弦} = \frac{2}{\frac{\text{甲}}{2} \text{餘切} + \frac{\text{甲}}{2} \text{正切}} \quad (十)$$

$$= \sqrt{\frac{1 - 2 \text{甲餘弦}}{2}}$$

$$\text{甲餘弦} = \frac{\text{甲}}{2} \text{餘弦}^2 - \frac{\text{甲}}{2} \text{正弦}^2 = 1 - \frac{\text{甲}}{2} \cdot 2 \text{正弦}^2 = \frac{\text{甲}}{2}$$

$$2 \text{餘弦}^2 - 1 = \frac{\frac{\text{甲}}{2} \text{餘切} - \frac{\text{甲}}{2} \text{正切}}{\frac{\text{甲}}{2} \text{餘切} + \frac{\text{甲}}{2} \text{正切}} = \sqrt{\frac{1 + 2 \text{甲餘弦}}{2}}$$

$$\text{甲正切} = \frac{2}{\frac{\text{甲}}{2} \text{餘切} - \frac{\text{甲}}{2} \text{正切}} = \sqrt{\frac{1 - 2 \text{甲餘弦}}{1 + 2 \text{甲餘弦}}} \quad (十二)$$

$$= \frac{2 \text{甲正弦}}{1 + 2 \text{甲餘弦}} = \frac{1 - 2 \text{甲餘弦}}{2 \text{甲正弦}}$$

ハレス表ヲ角ニテ以テ乙ヒ及甲

$$(甲 + 乙) \text{正弦} = \text{甲正弦乙餘弦} + \text{甲餘弦乙正弦} \quad (十三)$$

$$(甲 - 乙) \text{正弦} = \text{甲正弦乙餘弦} - \text{甲餘弦乙正弦} \quad (十四)$$

$$(甲 + 乙) \text{餘弦} = \text{甲餘弦乙餘弦} - \text{甲正弦乙正弦} \quad (十五)$$

$$(甲 - 乙) \text{餘弦} = \text{甲餘弦乙餘弦} + \text{甲正弦乙正弦} \quad (十六)$$

$$(甲 + 乙) \text{正切} = \frac{\text{甲正切} + \text{乙正切}}{1 - \text{甲正切} \cdot \text{乙正切}} \dots \dots \dots (十七)$$

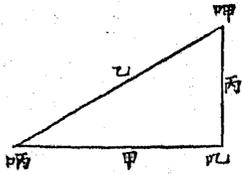
$$(甲 - 乙) \text{正切} = \frac{\text{甲正切} - \text{乙正切}}{1 + \text{甲正切} \cdot \text{乙正切}} \dots \dots \dots (十八)$$

- (180°-甲)正弦=甲正弦
- (180°-甲)餘弦=-甲餘弦
- (180°-甲)矢弦=1+甲餘弦=2-甲矢弦
- (180°-甲)餘矢=甲餘矢
- (180°-甲)正切=-甲正切
- (180°-甲)餘切=-甲餘切
- (180°-甲)正割=-甲正割
- (180°-甲)餘割=甲餘割

(九)

元來銳角ニ就テ企テタル三角公式ヲ鈍角ニ應用
 スルニハ此角ノ正弦及ヒ餘割ハ皆舊ノ如ク其代
 數科符(Algebraical signs)ヲ變セスシテ餘弦正切餘切
 正割ハ之ヲ反スルコト右ノ方程式ニ由テ理會ス
 ～シ
 代數幾何ニ於テハ角ノ銳鈍ニ論ナク定マレル向
 ノ右ト左ナル正弦ノ間ニ區別ヲ立テ其甲ヲ正ト
 シ乙ヲ負トシテ論シタリ。測量ニ於テハ此區別ヲ
 要セス然レトモ一事ノ之ヲ要スルアリ後ニ詳明
 ス可シ
 參 二角ノ三角函數

第二十二圖



肆 平三角ヲ解クノ公式 此公式ハ蓋ク左ノ二箇ノ原理ヨリ之ヲ推スヘ
 平三角ノ三角ノ和ハ二箇ノ直角ニ等シ
 平三角ノ諸邊ハ皆其對角ノ正弦ニ比例ス
 對數ニ賴ラスシテ之ヲ算スルトキハ最モ簡易ナル公式ヲ用ウルヲ良トス
 ト雖モ對數ヲ用ウルトキハ務メテ加減算ヲ省キ乗除算ヨリ成立セシメン
 コトヲ要シ大ニ錯雜ナル公式ヲ用ウルコト屢之アリ
 第二十二圖ハ平三角ヲ表ス其三角ニハ甲乙丙ヲ命シ之ニ對セル三邊ニハ
 各自ニ甲乙丙ヲ命ス

左ノ方程式ハ種々ノ形ニテ三邊ノ關係ヲ表出シ且問題
 ヲ解クニ便ナラシム設ケタル者ハ二箇ノ角即チ其三角
 函數ニシテ求ムル者ハ第三ノ角即チ其三角函數ナリ

甲 + 乙 + 丙 = 180° (三十一)

$$\begin{aligned} \text{甲正弦} + \text{乙正弦} &= \frac{\text{甲} + \text{乙}}{2} \text{正弦} \cdot \frac{\text{甲} - \text{乙}}{2} \text{餘弦} \dots (十九) \\ \text{甲正弦} - \text{乙正弦} &= \frac{\text{甲} - \text{乙}}{2} \text{正弦} \cdot \frac{\text{甲} + \text{乙}}{2} \text{餘弦} \dots (二十) \\ \text{甲餘弦} + \text{乙餘弦} &= \frac{\text{甲} + \text{乙}}{2} \text{餘弦} \cdot \frac{\text{甲} - \text{乙}}{2} \text{餘弦} \dots (廿一) \\ \text{乙餘弦} - \text{甲餘弦} &= \frac{\text{甲} - \text{乙}}{2} \text{餘弦} \cdot \frac{\text{甲} + \text{乙}}{2} \text{餘弦} \dots (廿二) \\ \text{甲正切} + \text{乙正切} &= \frac{(\text{甲} + \text{乙}) \text{正弦}}{\text{甲餘弦} \cdot \text{乙餘弦}} \dots (廿三) \\ \text{甲正切} - \text{乙正切} &= \frac{(\text{甲} - \text{乙}) \text{正弦}}{\text{甲餘弦} \cdot \text{乙餘弦}} \dots (廿四) \\ \text{甲餘切} + \text{乙餘切} &= \frac{(\text{甲} + \text{乙}) \text{正切}}{\text{甲正弦} \cdot \text{乙正弦}} \dots (廿五) \\ \text{乙餘切} - \text{甲餘切} &= \frac{(\text{甲} - \text{乙}) \text{正切}}{\text{甲正弦} \cdot \text{乙正弦}} \dots (廿六) \\ \left. \begin{aligned} \text{甲正弦}^2 - \text{乙正弦}^2 &= \text{乙餘弦}^2 - \text{甲餘弦}^2 = \\ &(\text{甲} - \text{乙}) \text{正弦} \cdot (\text{甲} + \text{乙}) \text{正弦} \end{aligned} \right\} (廿七) \\ \left. \begin{aligned} \text{甲餘弦}^2 - \text{乙餘弦}^2 &= \text{乙餘弦}^2 - \text{甲正切}^2 = \\ &(\text{甲} - \text{乙}) \text{餘弦} \cdot (\text{甲} + \text{乙}) \text{餘弦} \end{aligned} \right\} (廿八) \\ \text{甲正切}^2 - \text{乙正切}^2 &= \frac{(\text{甲} - \text{乙}) \text{正切} \cdot (\text{甲} + \text{乙}) \text{正切}}{\text{甲餘弦}^2 \cdot \text{乙餘弦}^2} \dots (廿九) \\ \left. \begin{aligned} \text{乙餘切}^2 - \text{甲餘切}^2 &= \frac{(\text{甲} - \text{乙}) \text{正切} \cdot (\text{甲} + \text{乙}) \text{正切}}{\text{甲正切}^2 \cdot \text{乙正切}^2} \end{aligned} \right\} (三十) \end{aligned}$$

甲及ヒ乙ヲ以テ設角トスレハ

丙 = 180° - 甲 - 乙 (三二)

丙正弦 = (甲 + 乙)正弦; 丙餘弦 = 1 - (甲 + 乙)餘弦; (三三)

丙正切 = $\frac{\text{甲正切} + \text{乙正切}}{\text{甲正切乙正切} - 1}$; 丙正切 = $\frac{\text{甲} + \text{乙}}{2}$ 餘切 (三四)

問題第一 二角及ヒ一邊ヲ設ケタルトキ 設ケタル邊ニ甲ヲ命スレハ他ノ二邊ハ

乙 = 甲 · $\frac{\text{乙正弦}}{\text{甲正弦}}$ 丙 = 甲 · $\frac{\text{丙正弦}}{\text{甲正弦}}$ ナリ (三五)

又對數ヲ以テスレハ

乙對 = 甲對 + 乙正弦對 - 甲正弦對 (三五甲)

丙對 = 甲對 + 丙正弦對 - 甲正弦對

問題第二 二邊及ヒ其夾角ヲ設ケタルトキ 設邊ニ甲乙ヲ命シ夾角ニ丙

ヲ命ス

(一) 第三邊ヲ求ムル法 其最簡ナル公式ハ

丙 = $\sqrt{\text{甲}^2 + \text{乙}^2 - 2\text{甲乙}\cos\text{丙}}$ (三六)

(兩角鈍ナルトキハ括弧中ノ第三項ハ減ヒスシテ之ヲ加フルナリ)

然レトモ此公式ハ對數算ニ不便ナルヲ以テ之ニ代フルニ次ノ二術ノ孰レカヲ以テスレハ

第一法 丙正弦 = $\frac{2\sqrt{\text{甲乙}}}{\text{甲} + \text{乙}}$ 丙餘弦 トセヨ然ルトキハ

丙 = (甲 + 乙) 丙餘弦 (三七)

第二法 丙正切 = $\frac{2\sqrt{\text{甲乙}}}{\text{甲} - \text{乙}}$ トセヨ然ルトキハ

丙 = (甲 - 乙) 丙正割 (三八)

(三) 殘角ノ甲及ヒ乙ヲ求ムル法

既ニ第三邊ヲ算シタルトキハ

$$\text{甲正弦} = \frac{\text{甲}}{\text{丙}} \cdot \text{丙正弦} \quad \text{凡正弦} = \frac{\text{乙}}{\text{丙}} \cdot \text{丙正弦} \dots \dots \dots (三九)$$

未タ第三邊ヲ算セサルトキハ

$$\frac{\text{甲} + \text{凡}}{2} \text{正切} = \frac{\text{丙餘切}}{2}; \quad \frac{\text{甲} - \text{凡}}{2} \text{正切} = \frac{\text{甲} - \text{乙}}{\text{甲} + \text{乙}} \frac{\text{丙餘切}}{2}$$

$$\frac{\text{甲} + \text{凡}}{2} + \frac{\text{甲} - \text{凡}}{2}; \quad \text{凡} = \frac{\text{甲} + \text{凡}}{2} - \frac{\text{甲} - \text{凡}}{2} \dots \dots \dots (四十)$$

問題第三 三邊ヲ設ケタルトキ 兩ノ如キ或ハ一角ヲ求ムル法 其最簡ナル公式次ノ如シ

$$\text{丙餘弦} = \frac{\text{甲}^2 + \text{乙}^2 - \text{丙}^2}{2\text{甲乙}} \dots \dots \dots (四一)$$

此公式ハ對數算ニ不便ナリ故ニ對數ヲ用ウルトキハ之ニ代フルニ次ノ四

公式ノ一ヲ以テス。此三角ノ三邊ノ半和ヲ表スルニ左式ヲ以テス

$$\text{甲} = \frac{\text{甲} + \text{乙} + \text{丙}}{2} \quad \text{然ルトキハ}$$

$$\frac{\text{丙餘弦}}{2} = \sqrt{\frac{\text{甲}(\text{甲} - \text{丙})}{\text{甲乙}}}; \quad \frac{\text{丙正弦}}{2} = \sqrt{\frac{\text{甲} - \text{甲})(\text{甲} - \text{乙})}{\text{甲乙}}}$$

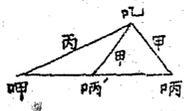
$$\frac{\text{丙餘切}}{2} = \sqrt{\frac{\text{甲}(\text{甲} - \text{丙})}{(\text{甲} - \text{甲})(\text{甲} - \text{乙})}}; \quad \frac{\text{丙正切}}{2} = \sqrt{\frac{\text{甲} - \text{甲})(\text{甲} - \text{乙})}{\text{甲}(\text{甲} - \text{丙})}} \dots \dots \dots (四二)$$

大角ナルトキハ 餘弦及ビ 餘切ナル式最モ推算ニ便宜ナリ小角ナルトキハ 正弦及ビ 正切ナル式ヲ撰用ス次ノ第五ナル公式ハ前者ニ比スルハ用非ルコト稀ナリ

$$\text{丙正弦} = \frac{2\sqrt{\text{甲}(\text{甲} - \text{甲})(\text{甲} - \text{乙})(\text{甲} - \text{丙})}}{\text{甲乙}} \dots \dots \dots (四三)$$

兩角殆ト直ナルトキハ此公式不適當ナリトス
問題第四 二邊及ビ其一邊ニ對セル角ヲ設ケタルトキ 第二十三圖ノ甲

第二十三圖



ヲ設角甲、乙ヲ設邊トス其甲ハ甲ニ對セリ。丙ニ對セル角ノ正
弦ヲ式ニテ設クレンハ

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{a}{b} \dots \dots \dots (四四)$$

然レトモ此式ハ兩ナル銳角及ヒ其外角孰レニモ應用スヘシ
其鈍角ハ $180^\circ - \alpha$ ナリ兩及ヒ兩ハ甲兩兩ナル直線中ノ
二點ニシテ其吶ヨリノ距離ハ孰レモ甲ナリ此故ニ丙邊ニ對セル角銳ナル
ヤ鈍ナルヤ實驗ニ由テ識ルニ非レハ此問題ノ解不確ナリ然リト雖モ之ヲ
識レハ角ヲ算スヘシ而シテ殘邊ハ問題第一ノ法ニ由テ求ム。此第四例ニ落
ルノ問題ハ總テ量地ニ於テ之ヲ避クヘシ丙ノ對角殆ト直ナルハ殊ニ然リ
一切ノ三角問題ニ於テ小銳角及ヒ大鈍角ハ正弦正切及ヒ餘割ヲ用非直
ニ近キ角ハ餘弦餘切及ヒ正割ヲ用サテ之ヲ定ムレハ最モ精細ナリ宜ク之
ヲ服膺スヘシ

問題第五 直。角。三。角。ヲ。解。ク。コ。ト。 前論ノ公式皆此項ニ應用スヘシ然レド

モ直角ノ三角函數ノ占メタル數量ノ爲ニ大ニ簡易トナル即チ

$$90^\circ \text{正割} = 1; \quad 90^\circ \text{餘弦} = 0; \quad 90^\circ \text{正切} = \text{無窮}; \quad 90^\circ \text{餘切} = 0; \quad 90^\circ \text{正割} = \text{無窮};$$

$90^\circ \text{餘弦} = 1$

兩チ直角ニ命シ丙チ弦(Hypotenuse)ニ命シ甲及ヒ吶チ二箇ノ斜角ニ命シ甲
及ヒ乙チ各一之ニ對セル邊ニ命ス然レハ甲及ヒ吶ハ共ニ餘角ニシテ互ニ甲
ノ正弦ハ乙ノ餘弦ナルコト此章ノ第貳綱ニ詳説スル如シ。次ノ如ク其例ヲ
區別ス

(一) 直角吶角及ヒ丙ナル弦ヲ設クレン

$$\text{甲} = 90^\circ - \text{吶}; \quad \text{甲} = \text{丙} \text{ 餘弦}; \quad \text{乙} = \text{丙} \text{ 正弦} \dots \dots \dots (四五)$$

(二) 直角吶角及ヒ甲ナル邊ヲ設クレン

$$\text{甲} = 90^\circ - \text{吶}; \quad \text{乙} = \text{甲} \text{ 正切}; \quad \text{丙} = \text{甲} \text{ 正割} \dots \dots \dots (四六)$$

(三) 直角及甲、乙二邊ヲ設クレン

$$\text{甲} \text{ 正切} = \frac{\text{乙}}{\text{甲}}; \quad \text{吶} \text{ 正切} = \frac{\text{乙}}{\text{甲}}; \quad \text{丙} = \sqrt{\text{甲}^2 + \text{乙}^2} \dots \dots \dots (四七)$$

(四) 直角丙弦及ヒ甲邊ヲ設クレンハ

$$\text{甲正弦} = \sqrt{\text{丙}^2 - \text{乙}^2} \quad \text{乙} = \sqrt{\text{丙}^2 - \text{甲}^2} \quad \dots \quad (四八)$$

(五) 丙² = 甲² + 乙² ナル方程式ヲ完了スル所ノ甲乙丙ナル三邊ヲ設クレンハ此三角ハ兩ニ於テ直角ナルヲ知ル

$$\text{甲正弦} = \frac{\text{甲}}{\text{丙}}; \quad \text{乙正弦} = \frac{\text{乙}}{\text{丙}} \quad \dots \quad (四九)$$

問題第六 平三角ノ邊及ヒ角ノ名目ニテ其面積ヲ表スル法

第一例 丙ナル一邊及ヒ諸角ヲ設クレンハ

$$\text{丙} = \frac{\text{丙} \cdot \text{甲正弦} \cdot \text{乙正弦}}{2} \quad \dots \quad (五十)$$

第二例 丙乙ナル二邊及ヒ甲ナル夾角ヲ設クレンハ

$$\text{丙} = \frac{\text{乙} \cdot \text{丙} \cdot \text{甲正弦}}{2} \quad \dots \quad (五一)$$

第三例 三邊ヲ設クレンハ云々。此例ニ付テハ第三十二章ヲ見ル可シ

伍 弧三角ヲ解クバ公式

此公式ハ盡ク左ノ二條ノ原理ヨリ來ル

弧三角ノ三角ノ和ハ二箇ノ直角ニ越ユ其越量ハ半球ノ面積ニ於ル三角ノ面積ト同比例ナル四直角ニ於ル一角度ニ同シ

弧三角ノ角ノ正弦ハ球ノ中心ニ於テ其角ノ對邊ニ對立セル角ノ正弦ニ比例ス

問題第一 地球表面ノ弧線ニ對セル角度ヲ算スル法及ヒ其反對法

此推算ニ於テ第三章ニ述ヘタル全徑ナル球トシテ地球面ヲ論スレハ土木測量ノ用途ニ於テ十分精細ナリトス即チ

$$41,776,000 \text{ 尺} = 7912 \text{ 哩}$$

角ノ各種ノ基数(Units)ニ對セル弧線ト半徑ト相有セル比例ニ付テハ此章ノ第一款ニ論セリ左ノ諸數ハ則チ是ナリ

尙ホカ精細ニ大圈上ノ小弧ノ長短ヲ算セント欲セハ左ノ公式ヲ用ウ

其地ノ緯度ト四十五度トノ較ニ房ヲ命シ其緯度ノ四十五度ト大小ナルニ隨ヒト若クハ一ナル符ニテ之ヲ示ス然レハ一分ニ對立セル子午弧線ノ尺數ハ

$$\text{實} = 6076.36 \left(1 + \frac{2 \text{房正弦}}{200} \right) \dots \dots \dots (一)$$

子午線ニ垂直ナル大圈上ニテ一分ニ對立セル弧線ノ長ヲノ尺數ハ

$$\text{實} = 6076.36 \left(1 + \frac{1}{300} + \frac{2 \text{房正弦}}{600} \right) \dots \dots \dots (二)$$

而シテ子午線ト斗ナル角ヲ造セル大圈上ニテ一分ニ對立セル弧線ノ尺數ハ

$$\text{實} = \text{實} \cdot \text{半餘弦}^2 + \text{實} \cdot \text{半餘弦} \dots \dots \dots (三)$$

設ケタル點ヲ貫キタル大圈上ニテ一分ニ對立セル弧線一切ノ長短ヲ平均スレハ

$$\frac{\text{實} + \text{實}'}{2} = 6076.36 \left(1 + \frac{1}{600} + \frac{2 \text{房正弦}}{300} \right) \dots \dots \dots (四)$$

半球ノ表面ヲ殆ト二箇ニ平分スル所ノ緯度三十度ノ距等圈(Parallel of latitude)ニ在テハ括弧中ノ此式ノ乘子(Factor)ハ減シテ一箇トナリ弧線ノ長ハ其平均數トナル而シテ扁圓體ノ面積ハ殆ト正ニ弧線ノ此數ニ相當セル二〇、八八九、〇〇〇尺ノ半徑ナル圓球ノ面積ニ等シ。此理由ノ爲ニ赤道一分ノ長ヲ用キスルテ却テ六〇七六三六尺ヲ航海里ノ眞平均長トシテ此篇ニ取用シタルナリ

設ケタル緯度ニ於テ四邊共ニ一分ナル方地ノ面積ノ方積數左ノ如シ

$$\text{約々 實實}' = (6076.36)^2 \left(1 + \frac{1}{300} + \frac{2 \text{房正弦}}{150} \right) \dots \dots \dots (五)$$

此數モ亦三十度ノ距等圈ニ於ル平均數ヲ有ス即チ(6076.36)²是ナリ

經度一分ノ尺數ハ次ノ公式ニ由テ之ヲ得ヘシ

$$\text{實}'' = \text{實} \cdot \text{緯度餘弦} \dots \dots \dots (七)$$

前ノ諸公式ニ於テ水準面ヲ論シテ五九九ト六〇一ナル比準ノ極徑及ヒ

赤道徑ヲ以テ回轉スル正シキ扁圓体トナセリ一モ其表面ノ形狀種々ニ不規則ナルヲ算入セス之ヲ驗證シタレントモ未タ普通ノ原理トナスニ至ラス(註畢)

尺ニ於ル長ノ平均 對數

半徑ニ等キ弧	20,559,000	7.319176
一度ノ弧	364,582	5.5617950
一分ノ弧	6076.36	3.7836437
一秒ノ弧	101.273	2.0054925

此ニ由テ甲ヲ地球表面ノ一弧ノ長ニ命シ角ヲ之ニ對セル角ノ秒數ニ命ス然ルトキハ約ン

$$\text{角} = \text{甲} \div 101.273 \dots \dots \dots (五二)$$

問題第二 地球表面ノ小弧ニ對セル角ノ正弦ノ算法及ヒ其反對法
甲ヲ至ナル地半徑ニ於ル甲ナル小弧ノ比準ニ命シ角ヲ此ニ對セル角ニ命

ス然ルトキハ次ノ二箇ノ級數ニテ互ニ他ノ名目ヲ以テ其數ノ多寡ヲ得ヘキコトヲ知ル

$$\text{角正弦} = \frac{\text{甲}}{\text{至}} - \frac{1}{1.23} \frac{\text{甲}^2}{\text{至}^2} + \frac{1}{1.23 \cdot 4.5} \frac{\text{甲}^3}{\text{至}^3} - \dots \dots \dots (五三)$$

$$\frac{\text{甲}}{\text{至}} = \text{角正弦} + \frac{1}{1.23} \cdot \text{角正弦}^2 + \frac{1.3}{2.45} \cdot \text{角正弦}^3 + \dots \dots \dots (五四)$$

土木測量ニ於テ最モ多ク發見スル景況ニ於テハ各級數ノ始ノ二項ニテ足
レリ故ニ次ノ如ク之ヲ表ス

$$\text{約、} \quad \text{角正弦} = \frac{\text{甲}}{\text{至}} \left(1 - \frac{\text{甲}^2}{6\text{至}^2} \right) \dots \dots \dots (五五)$$

$$\text{約、} \quad \frac{\text{甲}}{\text{至}} = \text{角正弦} \left(1 + \frac{\text{角正弦}^2}{6} \right) \dots \dots \dots (五六)$$

對數算ニ於テハ次ノ近真公式ヲ便宜ナリトス

$$\text{角正弦對} = \frac{\text{甲}}{\text{徑}} - .0723824 \frac{\text{甲}^3}{\text{徑}^3}$$

$$= \text{甲}(\text{尺} = \text{於} \text{乙}) \text{對} - 7.3199176 - .0723824 \frac{\text{甲}^2}{\text{徑}^2} \dots \dots (五五甲)$$

$$\text{甲}(\text{尺} = \text{於} \text{乙}) \text{對} = 7.3199176 + \text{角正弦對} + \text{角} \cdot 0723824 \text{正弦}^2 \dots \dots (五六甲)$$

(.0723824 = 尋常對數ノ模數(Modulus) ÷ 6)

問題第三 地球表面ノ弧三角ノ面積ヲ設ケテ三角ノ和ノ二直角ヲ越ユル過數ヲ求ムル法是ハ此故ニ球狀過數(Spherical excess)ト名クルナリ)

呻ヲ三角ノ面積ニテ地球ノ半徑尺ヲ過數ニ命ス然ルトキハ

$$\text{尺} = \frac{360^\circ}{2\pi \text{徑}} = \text{半徑同數ノ弧線} = \text{對ナル角} \frac{\text{甲}}{\text{徑}}$$

$$\text{尺}(\text{秒} = \text{ヲ}) = \frac{206264.8 \text{呎}(\text{方尺} = \text{ヲ})}{436,350,321,000,000} = \frac{\text{呎}(\text{方尺} = \text{ヲ})}{\text{約} 2,115,500,000} \dots \dots (五八)$$

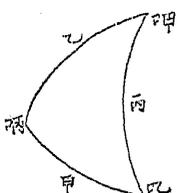
又對數ニテ

$$\text{尺}(\text{秒} = \text{ヲ}) \text{對} = \text{呎}(\text{方尺} = \text{ヲ}) \text{對} - 9.3254101 \dots \dots (五八甲)$$

弧三角ヲ解クノ規則ヲ述ルニ當リテ「邊」ナル語ハ邊ニ對立セル球心ノ角ノ義ナルトキ簡易ノ爲ニ之ヲ用ヅ第二十四圖ノ呻、乙、丙ハ弧三角ノ三角甲、乙、丙ハ各自ニ角ニ對セル三邊ナリ此諸邊ニ對立セル角即チ「邊」ト稱スル者ニ

規則ヲ述フルトキ角、亢、辰ヲ命ス

第二十四圖



問題第四 弧三角ノ二角及ヒ此角間ノ邊ヲ設ケテ他ノ邊角ヲ求ムル法

呻、乙ヲ設角、辰ヲ設邊ニ命シ然シテ他ノ角、亢ナル二邊ヲ求ム

$$\begin{aligned} \frac{\text{甲} - \text{亢}}{2} \text{餘弦} &= \dots \dots \\ \frac{\text{角} + \text{亢}}{2} \text{正切} &= \frac{\text{辰} \text{正切}}{\frac{\text{甲} + \text{乙}}{2} \text{餘弦}} \dots \dots \\ \frac{\text{角} - \text{亢}}{2} \text{正切} &= \frac{\text{辰} \text{正切}}{\frac{\text{甲} - \text{乙}}{2} \text{正接}} \dots \dots \end{aligned}$$

$$\text{角} = \frac{\text{角} + \text{充}}{2} + \frac{\text{角} - \text{充}}{2}, \quad \text{充} = \frac{\text{角} + \text{充}}{2} - \frac{\text{角} - \text{充}}{2}$$

兩ナル殘角ヲ求ムルニハ次ノ比例ニ依ル

角正弦：充正弦：底正弦：：呬正弦：呬正弦：呬正弦：：：：：：(六十一)

問題第五 弧三角ノ二邊及ビ其間ノ角ヲ設ケテ他ノ邊及ビ角ヲ求ムル法
角充ヲ設邊兩ヲ設角トス

第一法 底ナル殘邊ヲ求ム

底餘弦 = 角餘弦・充餘弦 + 角正弦・充正弦・呬餘弦 (六十一)

然レトモ此公式ハ繁雜算ニ適セス故ニ之ヨリ次ノ公式ヲ推シ得タリ

呬餘弦 / 角正弦 = 充正弦 / 角正弦・充正弦 トス 然ルトギン

$$\frac{\text{底正弦}}{2} = \sqrt{\left\{ \frac{\text{角} + \text{充}}{2} + \text{呬正弦} \left(\frac{\text{角} + \text{充}}{2} - \text{呬正弦} \right) \right\} \dots (六十二)}$$

而シテ殘角ヲ求ムルニハ次ノ比例アリ

底正弦：角正弦：充正弦：：呬正弦：呬正弦：呬正弦：：：：：：(六十三)

第二法 呬及ビ充ナル殘角ヲ求ム

$$\frac{\text{呬} + \text{充}}{2} \text{正切} = \frac{\text{角} - \text{充餘弦}}{2} \cdot \frac{\text{呬餘切}}{\text{角} + \text{充餘弦}}$$

$$\frac{\text{呬} - \text{充}}{2} \text{正切} = \frac{\text{角} - \text{充正弦}}{2} \cdot \frac{\text{呬餘切}}{\text{角} + \text{充正弦}} \dots \dots \dots (六十四)$$

$$\frac{\text{呬} + \text{充}}{2} + \frac{\text{呬} - \text{充}}{2} = \frac{\text{呬} + \text{充}}{2}, \quad \frac{\text{呬} - \text{充}}{2} = \frac{\text{呬} + \text{充}}{2} - \frac{\text{呬} + \text{充}}{2} \dots \dots$$

底ナル邊ハ(六三)ナル比例ニテ求ムルニ

問題第六 弧三角ノ三邊ヲ設ケテ三角ヲ求ムル法

先第一ニ呬ヲ求ムルニキ者トス

$$\begin{aligned} \text{丙餘弦} &= \frac{\text{底餘弦} - \text{角餘弦} \cdot \text{亢餘弦}}{\text{角正弦} \cdot \text{亢正弦}} \dots \dots \dots (六五) \end{aligned}$$

然レトモ此公式ハ對數算ニ適シヌ此カ爲ニ之ヨリ推シ得タル次ノ公式ノ
孰レカチ用フ

$$\begin{aligned} \text{昂} &= \frac{\text{角} + \text{亢} + \text{底}}{2} \quad \text{ヲ以テ三邊ノ半和ニ命ス} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{丙餘弦} &= \frac{\sqrt{\text{昂正弦}(\text{昂} - \text{底})\text{正弦}(\text{丙} - \text{正弦})}}{\text{角正弦} \cdot \text{亢正弦}} = \frac{\sqrt{(\text{昂} - \text{角})\text{正弦}(\text{昂} - \text{亢})\text{正弦}}}{\text{角正弦} \cdot \text{亢正弦}} \quad (六六) \end{aligned}$$

ナル角直角ニ近キキハ 丙餘弦ヲ佳トシ小ナルキハ 丙正弦ヲ佳トス
此公式ハ孰レノ角ヲ算スルニモ用ウヘシ叩若ハ叱ヲ求角トシテ此ヲ表セ
ント欲シハ此公式ニ於テ次ノ交換ヲ爲スヘシ
丙ヲ求ムル公式中ノ符號ナル角亢底ニ代フルニ叩ヲ求ムル者ナレハ各自
ニ亢底角ヲ以テシ叱ナレハ底角亢ヲ以テス

問題第七 直角弧三角ニ於テ直角ト他ノ二部ヲ設クレハ他部ヲ算スヘシ
丙ヲ直角ニ命シ底ヲ之ニ對スル邊ニ命ス

第一例 二邊ヲ設クレハ次ノ方程式ニテ第三邊ヲ求ムヘシ
角餘弦亢餘弦 = 底餘弦 $\dots \dots \dots (六七)$

斜角ヲ求ムルノ方程式ハ
甲餘弦 = 底餘弦亢正切 $\dots \dots \dots (六八)$
乙餘弦 = 底餘弦角正切 $\dots \dots \dots (六八)$

又次ノ方程式ニテ
甲餘切 = 角餘切亢正弦 $\dots \dots \dots (六九)$
乙餘切 = 亢餘切角正弦 $\dots \dots \dots (六九)$

第二例 一邊(角)及ヒ其對角(叩)ヲ設クレハ次ノ公式ニテ亢邊ヲ求ムヘシ
亢正弦 = 角正切 甲餘切 $\dots \dots \dots (七十)$

而后(六七)ニテ底ヲ求メ(六八)或ハ(六九)ニテ叱ヲ求ム
第三例 一邊(角)及ヒ傍角(叱)ヲ設クレハ次ノ公式ニテ底邊ヲ求ムヘシ
底餘切 = 甲餘弦亢餘切 $\dots \dots \dots (七一)$

而後(六七)ニテ角ヲ求メ(六八)或ハ(六九)ニテ乙ヲ求ム

第四例 甲、乙ノ二角ヲ設ケルハ

$$\begin{aligned} \text{角餘弦} &= \frac{\text{甲餘弦}}{\text{乙餘弦}} = \frac{\text{乙餘弦}}{\text{甲餘弦}} \\ \text{角餘弦} &= \frac{\text{乙餘弦}}{\text{甲餘弦}} = \frac{\text{甲餘弦}}{\text{乙餘弦}} \end{aligned} \quad (七二)$$

陸 三角測量ニ用非タル弧三角ノ解ノ近真法

三角測量ニ於テ成レル三角ハ最大ナルモ其邊一百里ニ過ル者ナシ尋常三角ニテハ之ヨリ小ニ且其邊ナル弧線ノ曲度甚微ニ又其面積モ地球半面中ノ最小片ナリ此故ニ近真算法ヲ之ニ用非得ルナリ此ニ由テ精確ニ弧三角ノ規則ニ拘泥スルニ比スレハ大ニ其勞ヲ省クヘシ

問題第一 地球表面ノ三角ニ於テ其丙ナル一邊ノ長及ヒ甲乙ナル二傍角ヲ設ケテ兩ナル第三角ノ近真數ヲ求ムル法

(五十)ノ方程式ニ由テ平而ト見做シテ三角面積ノ近真數ヲ算シ(五八)若シハ(五八)ノ方程式ニ由テ此面積ヲ以テ仄ナル球狀過數ヲ算ス然ルトキハ

$$\text{丙} = 180^\circ + \text{仄} - \text{甲} - \text{乙} \dots \dots \dots (七三)$$

問題第二 同上三角ノ甲乙ナル殘邊ノ近真數ヲ求ムル法 角、丙、丙ニ邊ニ

對立セル角ニ命ス

第一法 弧三角法ニ依ル (五二)ノ方程式ニ由テ丙ナル設邊ニ對立セル丙弧ヲ求メ又(五五)若ハ(五五甲)ノ方程式ニ由テ直ニ丙ヨリ甲乙邊ヲ求ム然ルトキハ

$$\begin{aligned} \text{角正弦} &= \frac{\text{甲正弦} \cdot \text{丙正弦}}{\text{丙正弦}} = \frac{\text{乙正弦} \cdot \text{丙正弦}}{\text{丙正弦}} \dots \dots (七四) \end{aligned}$$

此ニ由テ秒數ニテ角、丙ヲ得タリ而シテ尺數ニ於ル邊ノ長ヲハ

$$\text{甲} = 101.273 \text{角}; \text{乙} = 101.273 \text{角} \dots \dots (七五)$$

又(五六)若ハ(五六甲)ノ方程式ニ由リ角正弦及ヒ丙正弦ヨリ直ニ甲及ヒ乙ヲ

算シ得ヘシ

第二法 平三角法ニ依ル 毎角ヨリ球狀過數ノ三分ノ一ヲ減シ平三角ト見

做シテ施術ス即チ

$$\begin{aligned} \text{甲} &= \text{丙} \cdot \frac{\left(\frac{\text{呎}}{3}\right) \text{正弦}}{\left(\frac{\text{呎}}{3}\right) \text{正弦}} & \text{乙} &= \text{丙} \cdot \frac{\left(\frac{\text{呎}}{3}\right) \text{正弦}}{\left(\frac{\text{呎}}{3}\right) \text{正弦}} \dots \dots (七六) \end{aligned}$$

問題第三 地面上ノ三角ニ於テ甲乙ノ二邊及ヒ丙ナル夾角ヲ設ケテ丙ナル殘邊及ヒ呎ナル殘角ヲ求ムル法

第一法(弧三角法ニ依ル) 前題ニ於ル如ク(五二)ノ方程式ニ由テ設邊ニ對立セル角尤ノ角ヲ求メ又ハ(五六甲)ニ依テ其角ノ正弦ヲ求ム而后此三角ヲ(六二)及ヒ(六三)或ハ(六四)ニ由テ弧三角ノ如ク之ヲ解キ最後ニ左ノ如ク爲ス

$$\text{丙}(\text{尺}=\text{寸}) = 101.273 \text{ 尺} \text{ 秒} = \text{寸} \dots \dots (七七)$$

第二法(平三角法ニ依ル) 三角ヲ平面ト見做シ(五一)ノ方程式ニ依テ面積ノ近眞數ヲ算シ此ヨリ(五八)若ハ(五八甲)ノ方程式ニ由テ呎ナル球狀過數ヲ算シ其三分ノ一ヲ設角ヨリ減シ而シテ甲乙ナル二邊及ヒ $\frac{\text{呎}}{3}$ ナル夾角ヲ設ケタル平三角ト見做シ(三七)若ハ(三八)ノ方程式ニ由テ丙ナル第三邊

及ヒ(三九)若ハ(四十)ノ方程式ニ由テ此假定平三角ノ呎呎ナル殘角ヲ求メ而シテ眞弧三角ノ殘角ヲ算スルコト次式ノ如ク

$$\text{呎} = \frac{\text{呎}}{3} + \frac{\text{呎}}{3}; \text{呎} = \frac{\text{呎}}{3} + \frac{\text{呎}}{3} \dots \dots (七八)$$

問題第四 角度ノ測量ニ於テ務メテ小差謬ノ感動ヲ減スル法

斯ノ小差ハ弧三角ノ三角度ヲ全ク度リテ相加フレハ發覺ス若シ測度十分ニ正シケンハ

$$\text{呎} + \text{呎} + \text{呎} = 150^\circ + \text{呎}$$

ナルコトヲ見ルヘシ(正算ス可ケンハ此呎ハ眞ノ球狀過數ナリ)然レトモ角度ヲ度リテ小差ヲ起スコトアツハ

$$\text{呎} + \text{呎} + \text{呎} = 150^\circ + \text{呎} \pm \text{數}$$

ナルコトヲ見ルヘシ爰ニ於テ呎ハ全差ナリ。然レハ正セル角ノ最モ近眞ノ數ハ

甲二呷十^度 乙二呷十^度 丙二呷十^度 . . . (七九)

ト算スヘシ。毎角ノ規正數ハ全差ノ三分ノ一ニシテ其符相反ス

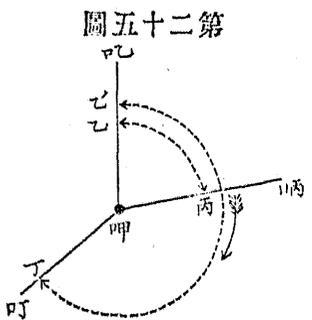
○第三十四章 經緯儀(Theodolite)ハ主トミテ地平角即チ地平經度(Azimuth)ヲ度リ又臨機ニ鉛直角即チ高度(Altitude)及ヒ俯角(Depression)ヲ度ルニモ用サルノ器械ナリ

地平經度ナル語ヲ單用スレハ其義ハ一測處ト一物體トヲ過クルノ鉛直面ノ所向此測處ト北極トヲ過ル鉛直面ノ右ニ偏セル度分秒ノ數ヲ云。又特ニ羅經地平經度(Magnetic azimuth)ト云フトキハ此偏度ヲ眞子午線(True meridian)ヨリ度ヲスシテ羅經子午線ヨリ度ルヲ云

然レモ一測處ニ於テ或ルニ物體ノ比較地平經度ヲ度ルモ妨ナシ即チ是レ測處ト一物體トニ互レル鉛直面此測處ト他ノ物體トヲ過クル鉛直面ノ右ニ偏スル度分秒ノ數ヲ云マナリ

地平經度ノ百八十度ヲ踰ル者ハ度レル物體ノ所向其地平經度ヲ度レル本向ノ左ニ在ルコトヲ表ス其度ハ此地平經度ト三百六十度ノ較(Difference)ニ同シ

假令ハ第二十五圖ノ呷チ一測處トシ呷乙ヲ北極ノ向トシ或ハ景況ニ因リ地平經度ヲ度リ始ムル物體ノ向トス故ニ其地平經度ハ零度ナリ呷ハ呷乙



ノ右ニ在ル物體ニシテ其地平經度ハ乙丙弧ニ對立セル度分秒ノ數ニシテ呷乙呷丙角ニ等シ。此ニ反シテ呷乙ハ呷乙ノ左ニ在ル一物體ニシテ其地平經度ハ乙丁弧ニ對立セル度分秒ノ數ニシテ呷丙丁角ト三百六十度トノ較ニ等シ

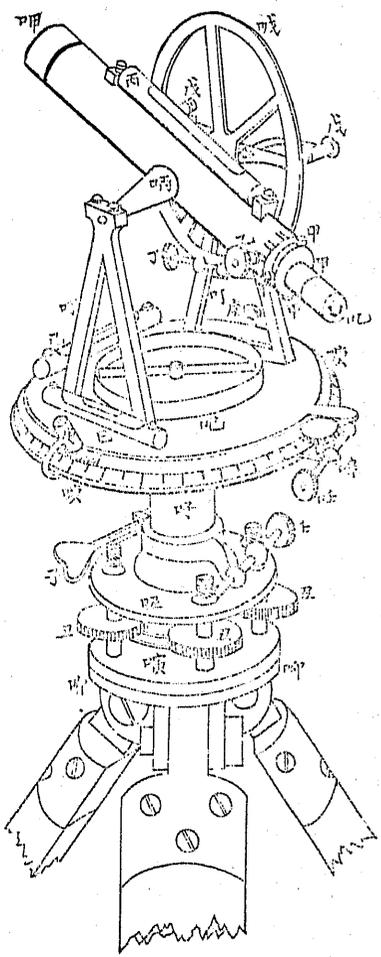
二方向ノ間ノ地平角ハ其較百八十度ニ及ハサレハ二體ノ地平經度ノ較ナリ百八十度ヲ過ク

レハ三百六十度ノ此較ニ踰タル過數ハ二方向ノ間ノ角ナリ

高度及ヒ俯角ハ一測處ヨリ見テ地平面ノ上或ハ下ニ成レル物體ノ向ノ角ニシテ必ス銳角ナリ此角ノ用法ハ尙水準測量ノ條ニ細説スヘシ
 經緯儀ノ構造ニ變態甚多シ然レモ爰ニ孰レニモ通シタル至要ノ部分アリ
 今反轉經緯儀(Transit theodolite)ニ見ル者ヲ頂ヨリ始メテ之ヲ枚舉セシ其材料ハ黃銅ヲ常トス唯輪縁(Limb)即チ各圖ノ度ヲ刻メル輪周ハ銀若ハ「パルラシム」(Palladium)ナリ

壹 呷呷ナル遠鏡ハ二管ヲ以テ成リ甲ハ乙内ニ滑走ス外管ハ呷ナル外端ニ物映鏡(Object Glass)アリ此ヲ以テ物ヲ見レハ其燒點ニ倒影ヲ現ス内管ハ呷ナル近端ニ接眼鏡(Eye-piece)ト名クル合併鏡アリ是ハ倒影ヲ廓大ニスルナリ副管及ヒ副鏡ヲ用非テ直立接眼鏡(Erecting eye-piece)ヲ造ルコトアリ是レ物體ヲ縱ニ現スルナリ然レトモ此カ爲ニ光力ヲ減シ且特別ノ益アル者ニ非ス乙ナル遠紋頭(Milled head)ヲ廻シ齒條(Rack)ニテ内管ヲ内外ニ動かシテ物映鏡ト接眼鏡ノ燒點合併スルマテ規正ス其度ハ現象

圖六十二第



ノ分明堅固ナルニ由テ知ラル、ナリ

倒影ノ見ユル處ナル物映鏡ト接眼鏡トノ通燒點ニ橫簾(Diaphragm)即チ中央ニ一孔アリテ之レニ三條ノ蛛絲或ハ同様ノ微細ナル白金線ヲ張レル中脇ナリ(第二十七圖ヲ見ユ)其一條甲乙ハ水平ニシテ二條丙丁戊庚ハ鉛直面ノ兩邊ヨリ差一方ニ偏ス此線ノ互ニ交錯セル處ノ已點ハ遠鏡ノ軸心即チ

第七十二圖



注視線(Line of collimation)ノ正點ニ在ラザルヘカラス而シテ四箇ノ螺頭アリ以テ之ヲ規正シテ其位置ヲ存セシム
第二十六圖ノ甲、甲、甲、甲是ナリ
貳 丙ナル酒精準器(Spirit level)ハ螺ニテ遠鏡ノ外管ニ定

着ス之ニ頼テ之ヲ居エテ正シク注視線ニ平行セシムヘシ其氣泡準器ノ中心ニ在レハ遠鏡水平ナルナリ酒精準器ノ構造及ヒ用法ハ尙水準測量ノ條ニ詳説スヘシ

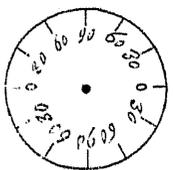
參 丙ナル横軸(Horizontal axis)ハ器械整正ナレハ正ク注視線ト直角ヲ成シ且正ク水準ナリ而シテ此軸ノ位置ノ儘ニテ遠鏡ヲ眞ノ鉛直面ニ反轉ス可シ

肆 横軸ノ格即チ架(Frame or support)(叮叮)ハ反轉經緯儀ニ於テハ遠鏡ヲシテ全ク鉛直面ニ反轉セシムルニ足ル程ノ高ナリ此反轉ハ或ル測量ヲ爲スニ必要ノ事タリ。コロチル、エウエルスト氏ノ經緯儀ハ堅牢ノ爲ニ此架ヲ

低クセリ然レトモ反轉ヲ要スルキハ横軸ヲ架外ニ抗擧スレハ全ク反角スヘシ。普通ノ經緯儀ニテハ遠鏡ヲ横軸ノ中央ニ定着セシテ横軸ト直角ニ定着セル一杆ノ端ナルYト名クル二箇ノ岐架ニ載ス此ニ由テ遠鏡ヲY外ニ抗擧シテ反角セシム。抗擧ヲ要セサルトキハ抱子(Clips)ト名クル二箇ノ半圓弧ニテ固ク遠鏡ヲYニ鈎定ス抱子ハYノ一方ニ樞錠ニテ着ケ一方ニ釘ニテ固定ス

伍 吶ナル經圈即チ高度圈(Vertical circle or altitude circle)ハ横軸ニ固定ス之ヲ

第八十二圖



四象限ニ分チ各象限ノ度ハ零度ヨリ起リテ九十度ニ終ル第二十八ノ草圖ニ示スカ如シ二箇ノ0ハ遠鏡ノ注視線ニ平行セル全徑ノ兩端ニ在リ爰ニ遊弧(Veniers)ヲ有テ二條ノ指幹(Indices)アリ横杆ノ兩端ニ相對ス戊、戊

ナル小眼鏡ニテ之ヲ讀ム注視線水平ナルトキ此各遊弧ヲ讀ミ即チ零ト數フヘシ

遊弧ノ尋常造法ニ隨ヘハ其全長ハ本尺度ノ部分ヲ再分スヘキ小分數ヨリ一箇少ナキ數ニ同シ。例ヘハ經緯儀ノ一圈ノ輪縁チ一度ノ三分ノ一即チ二十分^{ミニア}ニ分ツトシ之ヲ遊弧ニテ一分ノ三分ノ一即チ二十秒ニ再分スヘシトスルトキハ其每分ハ本部分ノ六十分ノ一ナリ故ニ遊弧ノ長ハ本尺度ノ $60 - 1 = 59$ 分ニシテ之ヲ六十分ニ平分スヘシ其每分ハ本尺度一部分ノ六十分ノ五十九ニ等シ

遠鏡チ一物體ニ向ケルニハ先^ツ手ニテ務メテ大抵ノ向キヲナシテ下縁ニ把アル絞定螺(Champ Screw)ヲ廻シテ經圈ヲ絞定シ丁ナル切線螺ニテ圈及ヒ遠鏡ヲ微々進退シテ正^ク注眼線ヲ物體ニ向ハシム

コルナル、エウエルスト氏ノ經緯儀ニハ全圓ノ經圈ニ代フルニ各約九十度ナル二箇ノ扇形(Sector)ヲ以テス是ハ前後ニ相對シ四十五度以下ノ高度及ヒ俯角ヲ度ルニ適セシム而シテ酒精準器ハ遠鏡ニ在ラスシテ指幹ニ在

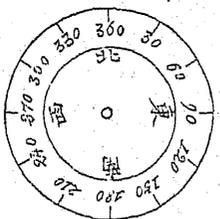
尋常經緯儀ニハ經圈ナク只一箇ノ指幹及ヒ遊弧アル半圈ノミ

陸 吧(第二十六圖)ナル遊弧板(Vernier plate)ハ內經軸(Inner Vertical axis)(圖中ニ隱伏ス)ノ頂ニ在テ正^ク之ニ垂直ナリ。其兩邊ニ叮叮ナル架ヲ承ケ中央ニ羅經盤(Magnetic compass)アリ又縁邊ニ互ニ直角ヲ爲セル一雙ノ己己ナル酒精準器アリ。其兩縁ニ正^ク相對セル二點ニ遊弧ヲ有セル指幹アリ庚庚ナル小眼鏡ニ依テ之ヲ視ル(之ニ供用スル小眼鏡多クハ只一箇ニシテ所要ニ隨ヒ兩遊弧ニ周用ス)

コロナル、エウエルスト氏ノ經緯儀ニ於テハ內經軸ノ頂ヨリ百二十度ノ等角ニ岐分セル三箇ノ横肘ニテ下緯圈(Lower horizontal circle)ノ位置ヲ保チ此横肘ノ端ニ指幹及ヒ遊弧アリ而シテ己己ナル二箇ノ酒精準器ニ代フルニ一箇ヲ以テ之ヲ横軸ニ平行ニ定ム

漆 啖ナル緯圈(Horizontal circle)ハ圓錐臺ノ狀ニ斜削セル縁邊アリ之ヲ分度ス其度ハ第二十九ノ草圖ニ示スカ如ク右方ニ一連ニ算回シテ三百

圖九十二第



六十度ニ至ル。遊弧ノ面モ同様圓錐面ノ一分ナリ遊弧板
 (コロナル、エウエルスト氏ノ經緯儀ナレハ内經軸)ヨリ突
 出セル一肘ニ啐ナル鉸具(Clamp)アリ是レ手ニテ大抵ニ
 遠鏡ヲ物體ニ向ケタル後、緯圈ヲ固定センカ爲ナリ又旺
 ナル切線、螺アリ以テ注眼線ノ物體ヲ正指スルマテ遊弧
 板ニ微動ヲ與フルノ用ニ供ス

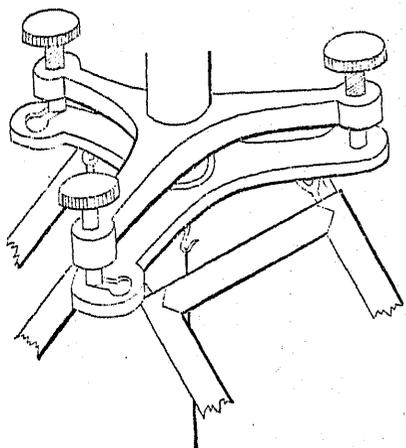
經緯儀ノ緯經兩圈ノ大小及ヒ度分ノ細粗ハ其施サント欲スル事業ノ廣狹
 精粗ニ關シテ一様ナラス尋常ノ目的ニ使用スル者ハ緯圈ノ全徑稍大ナル
 者アリト雖、約八寸ヲ極度トス。量地ニ通用ノ者ハ其全徑五寸ニシテ每半
 度ニ分チ遊弧ニテ一分ニ再分シ每半分若ハ四分分チ目算ス。鐵道線及ヒ曲
 線(Curves)ノ整置ニ於ル量地ノ大三角ノ如キハ此ヨリ大ナル經緯儀ヲ要ス
 通常其圈ノ全徑六寸ノ者ヲ以テ足レリトス是ハ每二十分ニ分チ遊弧ニテ
 每二十秒ニ再分シ每十秒ヲ目算スルナリ

爪 呼ナル外經軸(Outer vertical axis)ハ緯圈ニ定着シテ管ヲナシ其中ニ内經
 軸ヲ合ミ恰モ善ク密合ス是ハ其下端ナル關節狀接合(Ball-and-socket joint)
 ニテ環廻シ又子ナル密閉螺ニテ頸環ヲ緊メ以テ望ム所ノ位置ニ柱定ス頸
 環ヨリ一肘突出シ壬ナル切線螺ニテ之ヲ搖カシ以テ經軸ノ柱定サレタル
 トキ緯圈ニ微動ヲ與フ。此螺ノ母螺ニ付着スル處ハ
 玖 皿ナル平行上板(Upper parallel plate)ナリ之ニ圓筒ヲ通シ筒中ニ經軸ヲ
 承ケ以テ常ニ此板ト直角ヲナサシム。壬、壬(一ハ見エス)ナル四箇ノ板螺
 (Plate screw)アリ平行下板ニ照シテ皿板ノ位置ヲ規正シ以テ經軸ヲシテ眞
 ニ鉛直ナラシムルノ用ニ供ス
 拾 曠ナル平行下板(Lower parallel plate)ノ中央ニ前ニ記セル關節狀接合ニ
 賴テ經軸ヲ附着ス此板ハ幹頭板ニ螺定ス
 拾 壹 脚ナル幹頭板(Staff head)ハ強キ木製三脚上ニ在リ幹頭板ノ下面ノ中
 央經軸ノ直下ニ一鈎圖中ニハ見エス)ヲ螺ス之ニ錘線ヲ掛ケ以テ測器ノ中

心ヲ正ク地上ノ測點上ニ致ス

第三十圖

コロナル、エウエルスト、氏ノ經緯儀ハ平
行上板ニ代フルニ三又肘第三十圖ヲ以
テスルコト猶觀象圓儀(Astronomical circle)
ノ如シ每肘ノ端ヲ承クルノ經脚螺(Verti-
cal foot screw)アリ每螺ノ下端ニ各一肩頭
アリ之ニ賴テ幹頭板ノ頂ナル板ニ定下
シ且幹頭ト測器ト相接着スルハ此カ爲
ノミ此造法ノ主益ハ脚螺三箇ナルカ故
ニ隻手ニテ規正シ得ルニ在リ尋常ノ造法ニテハ板螺四箇ナルヲ以テ隻手
ヲ要ス



經緯儀ノ中ニハ緯圈ノ下ニ遠鏡アル者アリ是レ此遠鏡ヲ物體ニ向ケ兩測
量ノ時間中ニ緯圈ノ位置滑レサルヤヲ驗センカ爲ナリ

○第三十五章 經緯儀ノ規正 經緯儀ノ規正并ニ其他量地器械ノ規正孰
レモ一時ト永久ノ二法ニ分ツ一時規正ハ器械ノ使用者之ヲ居ユル毎ニ之
ヲナシ永久規正ハ製造者之ヲ爲シ使用者ハ臨時之ヲ驗シ之ヲ正スノミ
壹 一時規正ハ今永久規正ノ正キ者ト見做シテ之ヲ解明ス
(一) 前章ノ第拾壹條ニ記載セル如ク錘線ニ依テ經緯儀ヲ正置ス
(二) 「測器ヲ水準ニス」是レ即チ經軸ヲ眞ニ鉛直ニスルナリ此尤モ容易ナル
法ハ己己ナル酒精準器ニ依テ遊弧板ヲ眞ニ水平ニスルニ在リ。之ヲ爲スニ
ハ先之ヲ廻轉シ丑丑ナル二箇ノ酒精準器ヲシテ板螺ニテ成レル方形ノ對
角線ニ各自ニ平行セシムルノ位置トナラシムヘシ。而シテ一對ノ板螺ヲ廻
シテ氣泡ヲ各準器ノ中央ニ致ス準器ハ常ニ板螺ノ平面ニ平行セルナリ
然レモ尙精細ニ規正スルニハ遠鏡ニ附着セル丙ナル水準器ヲ用ユ是レ其
遊弧板ニ附着セル者ニ比スレハ更ニ大ニ更ニ精美ナルヲ以テナリ。此規正
ヲ行フニハ遠鏡一雙ノ板螺上ニ至ルマテ遊弧板ヲ廻シ丁ナル切線螺ニ依

テ經圈ヲ正シ零度ニ致シ遠鏡下ノ兩板螺ヲ廻シテ酒精準器ノ中央ニ氣泡ノ至ルニ及フ今遊弧板ヲ百八十度廻轉シテ氣泡其中心ヨリ偏セハ其偏倚ノ半ヲ丁ナル切線螺ニテ正シ半ヲ板螺ニテ正ス又遊弧板ヲ九十度廻轉シテ遠鏡ヲ他ノ一雙ノ板螺上ニ致シ再ヒ螺ヲ轉シテ氣泡ヲ準器ノ中央ニ致ス此ニ於テ經軸眞ニ鉛直ナリ

氣泡今己ニナル遊弧板ノ準器ノ中央ニ至ラサルトキハ此準器ハ經軸ニ眞ニ垂直ナラサルナリ然レハ此差ヲ正スハ永久規正ニ屬ス

コロチル、エウエルスト氏ノ經緯儀ニ於テ經軸ヲ規正スルハ橫軸ニ平行セル準器ニ賴ル先準器ヲ三脚螺ノ二箇ヲ聯スル線ニ平行セシメ其一個或ハ兩個ヲ廻シテ氣泡ヲ中心ニ致シ此ニ於テ器械ノ上部ヲ九十度廻シテ第三ノ脚螺ニ賴テ氣泡ヲ準器ノ中央ニ致ス

(三) 變位 (Parallax) ノ防禦ニ付遠鏡ヲ規正スルコト即チ玻璃鏡ノ燒點ヲ十字線ニ致スニハ遠鏡ヲ覗キテ十字線ノ十分明白ナルマテ接眼鏡ヲ前

後ニ搖カシ而シテ遠方ノ確乎タル物體ノ方ニ遠鏡ヲ向ケ其映象ノ銳利明白ニ十字線ト合一ニ見ユルマテ乙ナル邊紋頭ヲ用キテ内管ヲ前後ニ搖カス

此規正ノ後段ハ前ニ異ナル遠隔物ヲ以テ新ニ之ヲ施スニ在リ物體愈近ケレハ内管ヲ愈抽出セサルヘカラス

變位ノ規正ヲ驗スルノ良法ハ遠鏡ヲ覗キナカラ頭ヲ左右ニ搖カスニ在リ。

規正十分ナレハ物ノ映象固シ十字線ト合一ニ見ユ不十分ナレハ頭ノ動搖ニ隨フテ映象搖動シテ見ユヘシ。映象ノ搖動頭ノ動搖ニ反對セハ内管ヲ抽出シ同向ナラハ之ヲ押入スヘシ

貳 永久規正ハ時々其要否ヲ試驗セサル可カラス然レトモ製作善良ナル經緯儀ハ之ヲ要スルコト稀ナリ

(二) 注眼線ノ規正ハ反轉經緯儀ニ於テモコロチル、エウエルスト氏ノ經緯儀ニ於テモ此線ヲ橫軸ト直角ニ置シニ在リ此ヲ爲スニハ極メテ分明ナル

遠隔物ニ注眼線ヲ向ケ緯圈ノ切線螺ニ由テ此物體ノ一定點ノ映象ト十字線ト地平經度ニ於テ合一ナラシム。經圈ヲ解鈕シ橫軸ヲ架外ニ抗擧シテ之ヲ反對ニ置キ以テ遠鏡ノ上面ヲ下面ニ致シテ十字線猶夫ノ映象ト地平經度ニ於テ合一ナラハ注眼線橫軸ニ垂直ナルナリ若シ合セサレハ其偏倚ノ半ヲ橫簾ノ規正螺ニテ十字線ヲ搖カシテ之ヲ正シ他ノ一半ヲ緯圈ノ切線螺ニテ正ス再ヒ橫軸ヲ反對ニシ規正十分ナルニ至ルマテ幾回モ此術ヲ行フ

反轉經緯儀ニハ此規正ヲ爲スニ遠鏡ヲ反對スルノ別法アリ是レ遠鏡ヲ橫軸上ニテ反轉シ而シテ正ク地平經度ノ百八十度ヲ廻轉スルニ在リ

普通ノ經緯儀ニテハ注眼線ヲ規正スルニ遠鏡ヲY架ニテ自家ノ軸心ニ就テ半廻轉シ十字線仍同物體ト合一ニ見ユルヤヲ視ル而シテ如シ偏倚セハ橫簾螺ニテ其半ヲ正シ緯圈ノ切線螺ニテ又半ヲ正ス此規正ニ因テ注眼線トY架ノ軸線合一トナル。此軸線ヲ橫軸ニ垂直ナラシムルノ規正ハ之ヲ器

械師ニ委ヌ

(一) 遠鏡附着ノ準器ノ規正ハ反轉經緯儀ニ於テハ水準測量器ノ規正ノ條ニ詳明スルカ如ク之ヲ行フベシ注眼線ノ鉛直向(Vertical direction)ノ規正ニ於テモ亦然リ(第五十章ヲ見ユ)

普通經緯儀ニ於テハ經圈ノ切線螺ニテ遠鏡附着ノ準器ヲ水準ニシY架外ニ遠鏡ヲ抗擧シ一轉シテ再ヒ安置シテ氣泡如シ準器ノ中央ヨリ偏セハ遠鏡ト準器ヲ聯合セル規正螺ニテ其半ヲ正シ經圈ノ切線螺ニテ又半ヲ正ス

(三) 經圈ノ指幹差ヲ決定スルニハ一時規正ノ條ニ演フルカ如ク大ニ注意シテ經軸ヲ直ニ鉛直ニシ遠鏡上ノ酒精準器ヲ精細ニ水準ニシ經圈上ノ度ヲ視ル而シテ零度ナレハ謬ナシ零度ナラサレハ其差ハ經圈ノ指幹ノ謬誤ナリ宜ク角度ヲ度ル毎ニ之ヲ加減スヘシ

(四) 橫軸ヲ規正シテ正シク經軸ニ垂直ナラシムルノ事ハ常ニ之ヲ器械師ニ委ヌ然レモ或ル經緯儀ニハ橫軸ノ架ニ規正螺アリ。爰ニ於テ橫軸ノ經軸ニ

垂直ナルト否トヲ驗スルニハ著シク高キ物體ニ遠鏡ヲ向ハシメ而シテ正
 シテ地平經度ニテ百八十度廻轉シ又同物體ノ見ユル程ニ鉛直面ニ廻轉ス而
 シテ十字線再ヒ物體ト合一ナラハ規正正キナリ然ラサレハ偏倚ノ半ヲ緯
 圖ノ切線螺ニテ正シ半ヲ架ノ規正螺ニテ正ス而シテ規正全シト見ユルマ
 テ此法ヲ反復ス

此規正ヲ驗スルニハ亦器械ヲ地平經度ニ於テ鈕定セルトキ十字線カ一物
 體及ヒ其映象假令ハ一流體ノ水平面上ヨリ反射セル者ヲ遮斷スルト否ト
 ナ視ルニ因テ爲ス可シ

○第三十六章 經緯儀ヲ以テ地平角ヲ度ルコト 甲ナル測點ニテ乙丙ナ
 ルニ物ノ方向ニ由テ此點ニ對立セル地平角即チ二物ノ地平經度ノ差ヲ度
 ルニハ其點ニ經緯儀ヲ居ユ前章演フルカ如ク一時規正ヲ爲シ外經軸ヲ鈕
 定シ經圖板及ヒ經圖ヲ解鈕シ手ニテ務メテ精細ニ遠鏡ヲ物體ノ一箇(即
 チ乙)ニ向ケ經圖板ヲ鈕定シ切線螺ニテ十字線ヲシテ正ク物體ヲ掩ハシム。

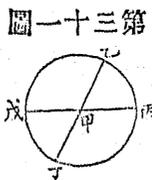
而シテ甲ノ遊弧ニテ示セル度分秒ヲ筭ヘ又乙ノ遊弧ニ現レタル分秒ヲ數
 ヘテ之ヲ記取ス。第一ノ遊弧ニテ數ヘタル全度ヲ錄シテ其平均弧ヲ求メ又
 兩遊弧ニテ數ヘタル分秒ニテ増弧(Additional arc)ノ平均ヲ求ム

遊弧板ヲ解鈕シ遠鏡ヲ他ノ物體(丙)ノ方ニ向ケテ前ノ如ク行フ但シ全度ヲ
 數フルニ前ト同シ遊弧ニ於テスヘシ

注眼線ヲ乙及ヒ丙ニ向ケタルキ數ヘタル平均弧ノ差ハ即チ望ム所ノ地平
 經度ノ差即チ乙甲丙ナル地平角ナリ

分秒ヲ兩遊弧ニテ數ヘテ平均ヲ取ルノ主意ハ經軸正ク緯圖ノ度分線ト合
 同中心(Concentric)ナラサルヨリ起ルヘキ謬差ヲ暗ニ正サン

カ爲ナリ第三十一圖ノ戊丙及ヒ丁乙ヲ乙丙丁戊圖ノ中心
 ナラサル甲點ニテ相交ハルノ直線トス。此點ノ離外中心
 (Eccentric)ナルヨリ乙丙及ヒ丁戊ナルノ弧線ニ於テ圖ノ中
 心ニ於ル乙甲丙ニ等キ角ニ對立セル弧線ト同數反對ノ偏



倚ヲ生ス此ニ由テ此兩弧ノ平均數ハ離外中心ノ量如何ニ大ナルモ乙甲丙角ヲ正ク度ルノ弧線ト正ニ相均シ

コロチル、エウエルスト氏ノ經緯儀ニ於テモ三箇ノ同距離弧ニテ數ヘタル平均ヲ取レハ同様ノ主意ヲ達スヘシニ遊弧ニ得ル者ヨリモ尙善ク分表ノ差謬防禦ノ安全ナル者トシテ之ヲ用ウ

反轉經緯儀ニ於テ橫軸正ク經軸ニ垂直ナラサルヨリ生スル謬差ヲ除クニハ橫軸ニ就テ遠鏡ヲ反轉シ經軸ニ就テ中_ニ廻轉シ此裝置ニテ角ヲ再度度リテ其平均ヲ取ル

一連ノ物體中ノ一測點ニテ一連ノ地平角ヲ度レルトキハ最後ニ第一ニ度レル物體ニ復リ再ヒ之ヲ度ルヘシ此諸角ヲ皆相加フレハ測量ノ精粗ヲ驗シ得ルナリ此時此和正ニ三百六十度トナラサル可カラス其三百六十度ニ違フコト僅少ナレハ差謬ノ全數ヲ差謬ノ數ニテ除シ右ノ和ノ過不及ニ隨ヒテ加減スレハ諸角ノ尤モ近真ノ度ヲ得ルナリ

地平角ヲ度ルニ大精細ヲ要セハ反復 (Repetition) ト名スル事業ニテ要スルノ度マテ分表ノ差謬ヲ減少スヘシ其法次ノ如シ

遊弧板ヲ鈕定シテ遊弧ヲ數フ

經軸ヲ解鈕シ乙ノ方ニ遠鏡ヲ向ケ又之ヲ鈕定シ經軸ノ切線螺ニテ正ク注視線ヲ乙ノ方ニ向ハシム

遊弧板ヲ解鈕シ遠鏡ヲ丙ノ方ニ向ケ又之ヲ鈕定シ遊弧板ノ切線螺ニテ正ク注視線ヲ丙ノ方ニ向ハシム

經軸ヲ解鈕シ云々(前ニ同シ)

分表ノ差謬ヲ減セント欲スルノ回数ニ隨ヒテ數次此全業ヲ反復シ必ス經軸ヲ廻シテ乙ノ方ニ注視線ヲ向ケ遊弧板ヲ廻シテ丙ノ方ニ向ハシムルコトヲ忘ル可カラス。最後ニ注視線ノ丙ノ方ニ指シタルトキ遊弧ヲ數フ此際遊弧板ノ一周轉毎ニ緯圈上ニ三百六十度ヲ算スルコトヲ憶起ス可シ

此事業ノ初末ニ於テ數ヘタル兩弧ノ差ハ乙甲丙角ニ對立セル弧線ニ反復

ノ數ヲ乘スル者ニ等シカル可シ故ニ此數ニ由テ除スレハ望メル角度ヲ得ルナリ。此乘シタル弧線ハ唯分表ノ一差謬ニ感スルノミ此ハ望ム所ノ弧線ヲ求ムルトキ應ニ除セラルヘシ此ニ由テ結局ニ於ル差謬ハ原差ヲ反復ノ數ニテ除スル者ニ等シ

此事業ハ稍測量ノ差謬ヲ減スト雖分表ノ差ト同比例ニ減スルコト能ハス其故ハ測者常ニ每測量ノ一方ニ差謬ヲ起スノ弊アレハナリ是レ反復毎ニ其量累積ス

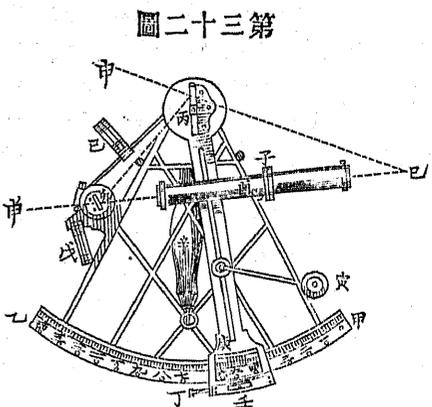
○第三十七章 反照測器 (Reflecting instrument) ハ首トシテ航海及ヒ海上測量ニ用ウト雖亦機ニ臨ミ陸地測量ニモ用フルコトアリ故ニ爰ニ其造法及ヒ作用ヲ概論ス

反照測器ノ作用ヲ爲スノ原理ハ次ノ如シ。二平鏡ノ反照面互ニ一角ヲ爲スアリ兩鏡ノ平面ニ垂直ナル平面ニ在ルノ光線逐次ニ兩鏡ヨリ反照スルトキハ其第三反照後ノ向ト原向トニテ兩鏡ヨリ成レル角ノ二倍角ヲ成ス

此原理ノ一應用方視儀ハ既ニ第二十四章ニ論シタリ

紀限 (Sextant) (第三十二圖) ハ角ノ廣六十度ノ扇形 (Sector of circle) ナリ或ハ是ヨリ大ナルモアリ。甲乙ハ分度線ニシテ其每度ノ廣ハ反照セサル測器ノ每度ノ半ナリ故ニ恰モ六十度ノ紀限ヲ六十分セシテ百二十度ニ分ツカ

如シ。丙庚ハ遊弧及ヒ分表ヲ數フルニ用フル實ナル顯微鏡ヲ有セル指幹ナリ此測器ノ背後ニ見エサレ指幹ヲ定位ニ保ツノ鈕螺アリ丁ニ切線螺アリ以テ微動ヲ與ヘ其規正ヲ全ウスニ鏡共ニ測器ノ平面ト直角ヲナス其中ノ丙ナル指鏡 (Index glass) ト名クル者ハ指幹ノ運動ノ軸心ニ在リ卯ナル地平鏡 (Horizontal glass) ト名クル者ハ此扇形ノ架工 (Frame) ニテ維持ス其半ハ鍍銀シテ半ハ鍍銀セス鍍銀セサル部ハ測器ノ面



第三十二圖

ヨリ遠キ方ニアリ。兩鏡共ニ強キ玻璃板ニテ造リ其兩面極テ平坦ニ且ッ相平
行セサル可ラス

西ハ地平鏡ノ方ニ向ヒタル遠鏡ナリ子ナル環ニテ之ヲ保ツ此環ハ測器ノ
平面ニ遠近セシメテ其距離ヲ規正スヘシ而シテ此規正ノ主意ハ地平鏡ノ
鍍銀セル部ヨリ收取シ及ヒ鍍銀セサル部ヲ透徹シテ射照セル光力ノ比例
ヲ變セシメ以テ直視及ヒ反照ノ二光體ノ光輝其實ハ相異ナレ其映象ヲ
シテ同等ノ光輝トナラシムルニ在リ。此光輝同等ナレハ精細ニ角ヲ測ルノ
便宜アリ

戊及己ハ其色同シカラス且濃淡相異ナル一具ノ暗鏡ニシテ日ノ如キ光輝
甚シキ物體ノ光力ヲ適度ニスル爲ニ用ウル者ナリ

辛ハ此ニ由テ測器ヲ執ルノ把ナリ航海用ノ紀限ニハ通常六寸以上八寸以
下ナル半徑ノ分度線アリ此小ナル者ハ遊弧ニテ二十秒マテ分チ大ナル者
ハ十秒マテ分テリ測者毎例ニ於テ此分表ノ半マテハ算シテ數ヘ得ヘシ

ハ

陸地測量ニ於テハ航海用紀限ヲ用ウルヲ稀ナリ之ニ代フルニ裝箱紀限ヲ
以テス唯邊ノ長サ大約一里以下ナル小三角ヲ測ルノミ。裝箱紀限ハ其形小
ニシテ全徑約三寸深サ二寸ノ圓壘狀ノ黃銅箱ニ全ク納ムヘシ。其分表各半度
ニシテ遊弧ニテ分^{ミニット}ニ再分シ半分^{ミニット}マテ算出ス。通例小遠鏡ヲ具フト雖モ然モ
其用ヲ要スルヲ稀ナリ之ニ代フルニ單一ナル視門ヲ以テス指幹ハ小齒輪
ト小齒扇形ニテ之ヲ移動ス

裝箱紀限ニハ時トシテ一智巧ヲ加ヘ百二十度ヨリ大ナル角ヲ度ル可カラ
シム。此智巧ハ次ノ原理ヨリス曰ク二道ノ反照セル光線二鏡ノ角ヲ造セル
者ヨリ同向ニ進ムキハ反照前ノ二光線ハ其二倍角ヲ造スト而シテ是ハ指
鏡下ノ一小鏡ヨリ成ル其位置ハ指幹彼外弧(Supplement)ト名クル百八十度
ノ記表ニ在ルキ此二鏡互ニ直角ヲ成ス者ナリ。而シテ此二鏡ニ見エタル映
象合一ニ現ハル、二物體ノ實象ハ其向相反シテ全徑樣ニ相對スルナリ。
トロウトン氏ノ反照全圓儀ハ其輪緣全圓ニシテ紀限ト同様ノ鏡及ヒ遠鏡

アリ三指幹百二十度ノ角ヲ以テ中心ヨリ挺出ス。是ヲ以テ二様ニ每角ヲ測
リ三遊弧ニテ每角ヲ數ヘ六箇ノ平均ヲ取レハ一ハ紀限ノ差謬ヲ避ケ一ハ
之ヲ減殺ス

「ユニウ。ルサル。インストリ。メント。」ノ博士ピアジ、スマイス氏ノ改良セル者ハ
反照全圓儀ノ一種ナリ是ニ氣泡ノ甚小ナル酒精準器アリ透鏡(Lens)及ヒ全
ク反照スル三菱玻璃(Prism)ニ由テ遠鏡ノ燒點ニ氣泡ノ映象ヲ造ルヘキノ
位置ヲ爲ス而シテ此映象ノ中心ト十字線ト合一スレハ注眼線眞ニ水平ナ
ルヲ徵ス

紀限ノ規正法次ノ如シ。

- (一) 指鏡ヲ正シ器ノ平面ニ垂直ニ置ク。此規正ハ製造者ノ爲スヘキ所ナ
レハ測者モ之ヲ驗スヘシ先約六十度ノ處ニ指幹ヲ置キ指鏡ニ反照セル輪
縁ノ映象ヲ熟視スヘシ此時眞象ト映象ト一連弧ノ如ク見エサル可カラス
- (二) 地平鏡ヲ正シ測器ノ平面ニ垂直ニ置ク。此規正ヲ驗スルニハ指幹ヲ

約零度ノ處ニ鈕定シ確定セル遠方ノ物體ヲ熟視シ其眞象ト映象ト合一ニ
見ユルマテ初線螺ヲ廻ス。地平鏡十分ニ規正シタルハ指幹正ニ零度ニ至ル
キ現ニ精細ニ合一スヘシ然ラサレハ之ニ屬セル規正螺ニテ地平鏡ヲ正サ
サル可カラス

(三) 指幹差(Index error)ヲ確定スルニハ上ニ言シ如ク合一セシキ指幹ニ由
テ現シタル角度ヲ數フヘシ。指幹差ヲケレハ指幹正ク零度ノ處ニ在ルヘシ
此ヨリ偏スレハ之ヲ其器ノ指幹差トシテ記誌シ以後ノ角度測量毎ニ盡ク
加減ス。指幹差ノ負即チ此カ爲ニ較正(Correction)ヲ加フ可キキナルキ之ヲ度
ラン爲ニ輪縁ノ分表ヲ零度ノ背後ニ聊カ及ホセリ。此部ノ度(越弧ト名ク)ヲ
數フルニハ逆ニ算スヘキナリ

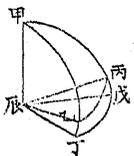
(四) 遠鏡ノ注眼線ノ器面ニ平行スルヤヲ驗スルニハ分明ナル二物體ノ向
ノ九十度ノ角ヲ爲ス者或ハ九十度ニ近キ者ノ合一ニ見ユル程ニ指幹ヲ具
ヘ器ヲ微々旋動シテ其平面ヲ變移シテ反照ニ由テ見ユル物體ヲ橫動セシ

メ合一ノ現象ヲ損フヤヲ視ル規正十分ナレハ之ヲ損フコトナキナリ
 ○第三十八章 量地ニ於テ紀限ノ用法 紀限ヲ以テ水平或ハ約々水平ナル
 角ヲ度ルニハ其角ニ對立セル二物ヲ測器ノ平面ノ通過スル様ニ器ヲ執リ
 テ遠鏡或ハ視門ヨリ左方ニ偏セル物體ヲ地平鏡ノ透明部ヨリ熟視シ右方
 物體其鍍銀部ニ見ユルマテ手ニテ指幹ヲ推移シ之ヲ鉅定シ其映象左方ノ
 物體ト合一ニ見ユルマテ切線螺ニテ徐々ニ之ヲ推移ス(裝箱紀限ニテハ指
 幹ノ推移總テ小齒輪ノ廻轉ヨリ生ス)而シテ指幹及ヒ遊弧ニ依テ角度ヲ數
 ヘ指幹差ヲ其所在ノ零度ノ後先ニ在ルニ隨ヒテ加減ス
 第三十二圖ノ已中ハ左方物體已中ハ右方物體ノ向ヲ表ス。後者ノ映象前者
 ノ眞象ト合一ニ見ユルキハ右方物體ヨリ放テル光線丙鏡ヨリ卯鏡ニ反照
 シ夫ヨリ左方物體ヨリ放ツノ光線ト同向ニテ眼ニ映スルナリ前章ノ始ニ
 述タル原理ニ隨ヘハ中已中ナル物體ノ向ニ由テ成レル角ハ二鏡ノ平面ニ
 由テ成レル角ノ二倍ナリ。二鏡互ニ平行スルキハ指幹零度ヲ指ス(此點ヨリ

偏スルコト有ルハ指幹差ニ因テノミ)而シテ輪縁ニ度ト記セル分表ハ其實ハ
 度ノ長サノ半ナリ故ニ輪縁上ニ數ヘタル角ハ(指幹差アラハ加減シテ)二物體
 ノ向ノ角ナリ。物體ニ明暗ノ差アラハ其不分明ナル者ヲ直視ス可シ而シテ
 若シ明者ノ右ニ在ラハ紀限ヲ翻シテ下ニ面セシメサル可カラス
 度レル角ヲ地平角トナラシムル爲ニ二物體ト測者ノ眼ト同水準ナルヘシ。
 其機ヲ得サレハ宜ク三法ニ隨フヘシ。其尤モ不精細ナル者ハ地平經度ヲ求
 ムヘキ物體ト同鉛直面ナル二物ノ力所及測者ノ眼ト一水準ニ在ル者ヲ目
 選シテ其間ノ角ヲ度ル。稍此ヨリ精細ナル者ヲ得ルニハ二物ノ向ニ於テ二
 條ノ直杆ヲ整置シ錘線ニテ之ヲ正シ紀限ノ平面ヲ水平ニシテ其間ノ角ヲ
 度ル。細詳量地ニ於テ裝箱紀限ヲ用ウル地面甚シキ高低ナケレハ二法孰レ
 モ精細トスルニ足ル
 最モ精細ノ法ハ直ニ物體ノ間ノ角ヲ度リ亦兼テ各物體ノ仰角(Angle of alti-
 tude)若ハ俯角ヲ取ルニアリ(此角ヲ取ルノ法ハ尙ホ水準測量ノ條ニ論スヘシ

各物体ノ天頂距離(Zenith distance)ハ其仰角ヲ九十度ヨリ減シ或ハ俯角ニ九十度ヲ加フレハ之ヲ得

第三十三圖ノ辰ヲ測者ノ位置、辰乙、辰丙、ヲ物体ノ向、乙辰丙ヲ其間ノ角、辰丁第三十三圖 戊ヲ地平面、丁辰乙及ヒ戊辰丙ヲ二物ノ仰角、辰甲ヲ鉛直線、甲丁戊ヲ球狀面トス



然レハ甲乙丙ナル弧三角ニ於テ三邊即チ甲乙、甲丙ナル天頂距離及ヒ乙丙ナル二物間ノ角ヲ得タリ而シテ此角ノ水平圖ハ甲角ニ等シキヲ以テ固有ノ公式ニテ算ス可シ(第三十三章第五條ノ六六ナル方程式ヲ見ヨ)

○第三十九章 量地ニ於テ羅經ノ用法 既ニ經緯儀ニハ通例其遊弧板ノ中央ニ羅經ヲ具ヘタルコトヲ記載セリ此羅經ハ測器ノ中央ノ一尖ニ瑪瑙冠ニテ掛ケタル磁針及ヒ羅經箱ノ内邊ニ定着セル扇平銀環ヨリ成ル之ヲ一度及ヒ半度毎ニ分刻シ遠鏡ノ直下ノ點ヨリ數ヘ始メ左方ニ進ミ全ク一周

シ三百六十度ト記セル起初ノ點ニ終ルヲ常トス。爰ニ小鉤アリ之ヲ押セハ磁針ヲ抗擧シ其用ヲ遏ム是レ磁力ノ無益ナル損耗ヲ避ケンカ爲ナリ又測量ヲ爲スキ此ニ由テ其顛動ヲ漸々ニ止ムヘシ。一測點ヨリ物體ノ羅經方位(Magnetic bearing)ヲ求ムルニハ遠鏡ノ注視線ヲ其方ニ向ケ磁針ノ顛動止マルキ針ノ北端ノ指ス所ノ度ヲ數フ是レ北ヨリ東ニ若干度ナルヲ表スルナリ其角北ノ東ニ九十度ヲ越ユルキ其北ノ九十度東ト云ハ東方北ノ百八十九度東トハ南方北ノ二百七十度東ハ西方ノ義ナルナリ。然リト雖モ其環ヲ四象限ニ分ツ者アリ遠鏡直下ノ線ノ兩端ハ共ニ零度ト記シ遠鏡ニ垂直ナル線ノ兩端ハ九十度ト記スルコト第二十圖ノ如シ此時ハ方位ヲ數フルニ北ノ東ニ、北ノ西ニ、南ノ東ニ、南ノ西ニ幾度ト云フ

量地ニ於テ最モ多ク用ウル者ハ三、菱、羅、經、(Prismatic compass)ナリ是レ全徑三四寸ノ玻璃蓋アル匣ノ中ニ磁針ヲ掛タル者ナリ此針ニ定着スルニ分刻セル輕キ銀環ヲ以テス而シテ箱ノ縁ニ照門アリ。前照門ハ用ウルキ直立ス其

高ハ箱ノ全徑ニ同シ之ニ鉛直ノ長隙アリ其中央ニ縱線アリ後照門ニハ物體ヲ窺フノ甚小隙アリ其下ニ全面反射ノ廓象三菱鏡アリ其位置ハ度分環ノ視線直下ノ部ノ反射張大セル影ヲ測者ノ眼ニ示スノ狀ナリ此ニ由テ一物ニ眼ヲ向ケ同時ニ其眼ニテ環上ノ方位ヲ數フ。方位ヲ度ニテ北ヨリ東ニ數フル爲ニ環上ノ度数ハ磁針ノ南端ニ始マリ右方ニ進ミ全ク三百六十度マテ旋行ス

〔圓周儀〕(Grunnfertor)ハ臺上ニ架セル照門アル羅經ナリ是ハ首トシテ鑛坑ノ測量ニ用ウ

二物體ニ對立セル地平角ヲ求メント欲セハ其物ノ羅經方位ノ差ヲ取レハ大抵ノ者ヲ得ヘシ

量地ニ於テ羅經ヲ數フルニ一度ノ四分ノ一ヨリ詳細ナルヲ能ハス而シテ地球ノ磁力ニ從ヒテ斷ニス變化シ且局處ノ引力ニ感スルヲ念ヘハ羅經方位ノ半度マテト雖モ信用シ得ルカ識者ノ疑ヲ存スル所ナリ此故ニ細事

ヲ填メ粗畧ノ量地ヲナスニハ便宜ノ器ナリト雖モ精詳ヲ要ムル所ニハ用ウルヲ能ハス

圖上ニ羅經北ヲ表スルヲ常トス一大測線ノ羅經方位ヲ取レハ之ヲ爲スノ容易ナリ。而シテ亦其真北ヲモ示スヘシ此向ヲ求ムルノ法ハ第四十二章ニ詳説スヘシ

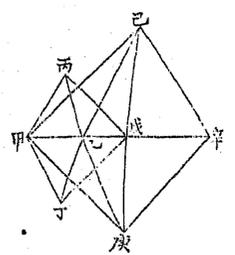
○第四十章 大三角測量(Great trigonometrical survey) 此種ノ測量ノ概狀ハ既ニ第二十章ノ(丙)ノ條ニ述ヘタリ即チ極メテ精細ニ一基線ヲ量リ諸三角ノ角度ニ由テ盡ク諸邊ヲ推測スル是ナリ。又原ノ基線ヨリ遠ク隔タリタル部分ニテ三角ノ一二邊ヲ量リ以テ全業ノ精粗ヲ試驗ス之ヲ驗真基線(Bases of verification)ト名シ

此種ノ量地ニ要スル三角算ハ大抵皆一邊二角ヲ得テ此諸邊ヲ推算スルニ在リ此推算ニ付テ三角ノ狀ヲ平面ト見ユナハ第三十三章第肆條ノ(三五)ナル方程式ヲ見弧狀ト見ユナハ第三十三章第陸條ヲ見ルヘシ

左ノ數條ハ尙詳説ヲ要スル者ナリ
 壹 瀾狀三角 (Ill conditioned triangle) 卽チ三十度以下百五十度以上ノ角アル三角ハ測角量地ニ於テモ測鏈量地ニ於テモ之ヲ避クヘシ其理ハ相同シ(第二十六章ヲ見ヨ)
 貳 角度照定 (Checking angles) 各大三角ノ全角度ヲ量リ以テ測量ノ精粗照定ノ爲ニ三角度ヲ相加フヘシ是レ百八十度トナルヘキナリ(弧狀ト見ヘナハ之ニ球狀過數ヲ加フ第三章第五條ノ(五八)ナル方程式ヲ見ヨ) 逃ル可カラサル差謬ノ救治法ハ第三章第五條ノ問題第四ニ之ヲ詳明セリ
 地面上ノ或多邊形 (Polygon) ノ内角ノ度ノ精粗ハ之ヲ皆相加ヘテ照定スヘシ卯ヲ以テ多邊形ノ邊數ヲ表スレハ其角度ノ總數次ノ如クナルヘシ
 (卯 - 2) 150° + 三角ノ於ル如ク其國ノ面積ヨリ算シタル球狀過數
 參 諸邊照定 (Checking sides) 十全ノ三角網ニ於テ其諸邊多クハ其得タル者ノ各異ノ一列ヲ以テ他ニ關係ナク其長短ヲ算スヘシ是ニ由テ丈量及

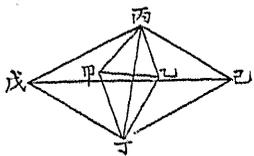
ヒ推算ノ精粗ヲ照定スルノ方法ヲ得ルナリ
 肆 基線ノ引長 基線ハ地上水平ノ處ニテ量ルヲ要スルカ故ニ其廣袤ニ限度アリテ大三角ノ諸邊ヨリ甚短ナルヲ常トス又其兩端モ測點トナスニ適スルノ地ヲ得ルヲ稀ナリ此ニ於テ斯ノ如キ基線ハ之ニ連續スル直線ヲ整置シテ其一端或ハ兩端ニ之ヲ引長シ十分ノ長ヲ得適長ノ測點ニ達スルニ至ル此追加線ヲ算スルニハ角度測量ヨリス卽チ次ノ如シ第三十四圖ノ
 甲乙ヲ既量ノ其線トシ乙戊ヲ之ヲ續ケテ整置スルノ線トス。甲乙丙及ヒ乙丙戊ヲ眞形三角トナス程ニ
 丙ナル偏傍測點 (Lateral station) ヲ撰ヒ此兩三角ノ三角度ヲ度リ甲乙丙乙甲丙ノ二角及ヒ甲乙ノ基線ヲ以テ
 乙丙邊ヲ算シ此邊及ヒ丙戊乙乙丙戊ノ角ヲ以テ乙戊ナル追加線ヲ算ス又基線ノ那邊ニ於テ他ノ丁ナル偏傍測點ヲ取り同法ニテ甲乙丁丁乙戊ナル兩三

第三十四圖



角ヲ解キ關係ナキ設元(Data)ヨリ乙戊ヲ算シ以テ前算定ノ長短ヲ照定ス
 戊辛ハ基線ノ尙遠キ引長ナリ己及ヒ庚ハ偏傍測點ニテ此ト共ニ三角ヲ造
 シ此ニ依テ其長短ヲ推算ス此兩測點ノ角度ハ各皆前ニ定メタル甲乙戊ノ
 三點ノ間ニ度ル是レ其驗眞法ノ務メテ多カラソト欲シテナリ同法ニテ
 其緊要ト見做ス程ニ基線ヲ兩方ニモ引長スヘシ

圖五十三第



伍 三角ノ張大(Enlarging triangles)基線ヲ引長セス醜
 狀三角ヲ造スコナクシテ短キ基線ヲ大三角ノ諸邊
 ト連續スルノ法左ノ如シ第三十五圖ノ甲乙ヲ以テ
 基線ヲ表ス。基線ノ兩邊ニ於テ丙丁ノ二點ヲ撰フ其
 相距ルノ度ハ甲丙乙及ヒ甲丁乙ヲシテ眞形三角ヲ
 造サシムルニ在リ。此四點ノ各處ヨリ他ノ三點ニ對
 立セル角度ヲ度ル。爰ニ方法ノ相異ナル者ニテ丙丁

ノ長ヲ推算スルノ設元アルキハ互ニ照證トナルヘシ。丙丁ヲ新基線トシ尙
 遠ク離レタル戊己ナル一雙ノ測點ヲ撰ヒ前ノ如キ施術ニテ戊己ナル距離
 ナ定メ追フテ此ノ如クシ終ニ大三角中一雙ノ三角ノ邊ノ用ニ充ツルニ足ル
 程ノ長キ距離ヲ定メ得ルニ至ル

○第四十一章 縱横大測量(Great traversing survey) 此種ノ測量ハ常ニ長キ交
 通線ニ要ストシ其概狀ヲ第十二章ニ說明シ第三圖ニ解明セリ今尙左ノ事
 ニ就テ詳説スヘシ

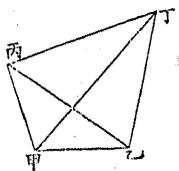
壹 距離及ヒ角度ノ照定 偏傍ノ物体例ヘハ第三圖ノ呷啞等ノ如キハ
 經緯儀ヲ居ユルノ測點トスルニ堪サル者多シ故ニ唯大三角法ノ爲ニ度レ
 ル角ハ呷啞等ノ測點ニ在ル者ノミ。差謬ヲ生セサル可ケレハ呷啞呷啞
 叮等ノ基線及ヒ其間ノ呷啞呷啞叮等ノ角ノ丈度ヲ以テ其長短及ヒ所向
 ナ定ムルニ足レリトス。偏傍ノ物体ヲ用フルハ其丈度ノ結果照定ノ爲ナリ
 其法次ノ如シ

呬呬吧ナル三角ニ於テハ呬呬ナル邊及ヒ呬呬ニ於ル角ヲ度リテ呬呬ナル邊ヲ算ス。呬呬呬ナル三角ニ於テハ呬呬ナル邊ヲ算シ呬呬ニ於ル角ヲ度リテ呬呬ナル邊ヲ算ス此結果ヲ實地上ニ量レル同線ノ長短ト比較スレハ事業ノ精粗ヲ照定スヘシ此比較ノ施法ハ逐次ノ大測點線ニ於テ孰レモ相同シ

貳 大測點線ノ瑕疵ハ既ニ第二十七章ニ論シタル如キ者ニシテ孰レニ在テモ大抵第四十章第肆條ニ説示シ第三十四圖ニテ分解セル基線引長ノ法ニテ測ルヘキナリ。此圖ノ甲乙ハ猶測點線ノ丈量セル部ヲ表スヘシ乙戊若ハ乙辛ハ瑕疵即チ至ル可カラサル距離ナリ。此距離ヲ定ムル爲ニ造レル偏傍ノ三角ノ諸邊ハ再ヒ細詳量地ノ基線トシテ此ヲ用フ

第三十六圖ハ二物体間ノ丙丁ナル距離ノ兩端共ニ至ル可ラサルレ之ヲ測ルノ法如何ヲ示ス先甲乙ナル基線ヲ量ル其兩端ノ位置ハ當ニ之ヲ聯スルノ六線及ヒ丙丁ナル二物ト共ニ眞形三角ヲ爲シ且甲乙兩測點ニ在テ丙甲

第三十六圖



丁丁甲乙甲乙丙丙乙丁ノ諸角ヲ度リ得ヘキ處ナルヘシ
 丙甲乙ナル三角ニ於テ甲丙乙丙ノ二邊ヲ算シ丁甲乙ナル三角ニ於テ甲丁乙丁ノ二邊ヲ算ス而シテ丙甲丁ナル三角ニ於テ甲丙甲丁ノ二邊及ヒ甲ニ於ル夾角ヲ得タルヲ以テ第三十三章第肆條ノ問題第二ノ(三七三八)ナル方程式ニ示スカ如ク丙丁ナル第三邊ヲ算シ又同法ニテ丙丁ヲ丙乙丁ナル三角ノ第三邊トシテ算スヘシ然レハ此

兩結果互ニ照證ヲ相爲ス

○第四十二章 子午線ヲ求ムル法。土不量地ノ圖ニ眞北ノ向ヲ記サン爲

ニ大測點線ノ一ト子午線ト相爲スノ角ヲ度ラサル可カラス然レモ天文及ヒ輿地學ニ要スルカ如ク精細ナルニ及ハス。次ニ舉クル者ハ此法ノ二三ナ

壹 近極星(Circumpolar star)ノ二個ノ最大距角(Greatest elongation)ニ依ル 此法

ハ最モ精細ナル者ニシテ極ニ近キ星ノ極ノ東西ノ最遠距離ニ在ルキ是ト
測點線トニテ成レル最大及ヒ最小ノ地平角ヲ測リ其平均ヲ取ルニ在リ是
レ測點線ノ真地平經度即チ子午線ト共ニ造スノ地平角ナリ。北半球ニ於テ
ハ「ユルサ、マシヨリス」ノアヘン（アヘン）陳大星ナル極星最モ此需ニ應ス

然リト雖此法ハ尋常ノ經緯儀ヲ以テ行ヒ得ルヲ稀ナリ是レ通例此測量
ノ一回ハ晝間ニ爲サ、ル可カラサルヲ以テナリ

貳 一星ノ同高度ニ依ル 測點線中ノ一處ヲ撰ヒ爰ニ經緯儀ヲ居ユ此測
點ヨリ日々ノ運行ノ最高最低點ニ在ラサル星マテノ地平角ヲ測リ又其高
度ヲ取ル。經圈ヲ鉦定セシ儘ニテ嚴ニ測器ノ動搖ヲ護シ此星ノ行路ノ他邊
ニ在テ同高度トナルヲ俟テ經圈ヲ搖カサスヲ遠鏡ヲ星ノ方ニ向ケ遊弧
板ヲ鉦定シ切線螺ニ頼テ十字線ト星ノ映象トノ合一ニ由テ示スカ如ク正
シ前ノ高度ニ達スルマテ切線螺ニテ十字線ヲ以テ星ニ追隨ス而シテ此星
ノ新所向線ト測點線間ノ地平角ヲ測ル然レハ此地地平角兩箇ノ平均ハ測點

九

線ノ真地平經度ナリ

經緯儀ニテ夜分ニ測量スルニハ燈火及ヒ小鏡ニ依テ十分ニ管内ニ光ヲ
通シ十字線ヲ見ル可カラシメンコトヲ要ス

右ノ兩様ノ事業ニ於テ地平角ノ平均トハ其角測點線ノ一方ニ在レハ半和
兩方ニ在レハ半差ナルコトヲ知了スヘシ

第二法ハ太陽ニ用ウル者ニシテ午前ニハ其西緣（Western limb）午後ニハ其
東緣或ハ其反對ノ測量ヲナスニ在リ但シ此例ニ於テハ太陽赤緯（Declination）
ノ變化ニ基ケル較正ヲ要ス。太陽ノ赤緯北方ニ變スルキハ此法ニテ測量ス
レハ子午線ノ向右方ニ偏ス之ニ要スル較正ハ次ノ算式ニ由テ之ヲ得ヘシ
平分點ニ在ルキハ太陽赤緯ノ變化ノ率約一時間ニ五十九秒ナリ而シテ
殆ハ太陽真高（Right ascension）ノ餘弦ノ如シ變ス

太陽赤緯ノ變化

\times 緯度ノ正割 \times 測量ノ間ノ太陽運行ノ角度ノ餘割 … (一)

參 近極星ノ最大距角一個ニ依ル 此法ヲ用ウルニハ其星ノ赤緯及ヒ其地ノ緯度ヲ知ラサル可カラス然ルキハ

最大距角ナル星ノ地平經度ノ正弦ニ赤緯ノ餘弦ヲ緯度ノ餘弦ニ乗シテ (11)

此地平經度ヲ星ノ最大距角ノ時ニ於テ測點線ト其星ノ間ノ地平角ニ加ヘ或ハ減スレハ(測點線ト星ト子午線ノ一方或ハ兩方ニ在ルニ隨ヒテ變ス)測點線ノ地平經度ヲ得

次ニ舉グル者ハ尤モ顯明ナル星ノ千八百六十五年一月一日ノ赤緯并ニ其變化ノ歲差ノ表ナリ其トハ増ヲ表シ一ハ減ヲ表ス

北半球

星	赤緯北	歲差率
α Andromedæ	28° 20'	+ 19".9
α Urse Minoris (Pole Star) (極星) 北極星即ち勾陳大星	88° 35'	+ 19".2
α Arietis	52° 49'	+ 17".2

α Ceti	天園第一	3	33	25	+	14	4
α Persei	天船第三	49	22	39	+	13	2
α Tauri (Aldelbaran)	畢第五	16	14	6	+	7	6
α Aurigæ (Capella)	五車第十八	45	51	24	+	4	2
α Orionis (Betelgeuze)	參第四	7	22	43	+	1	1
α Geminorum (Castor)	北河第二	32	10	52	—	7	.
α Canis Minoris (Procyon)	南河第三	5	24	7	—	8	9
β Geminorum (Pollux)	北河第三	28	20	57	—	8	3
α Leonis (Regulus)	軒轅第十四	12	37	32	—	17	4
α Urse Majoris	天樞	52	28	44	—	19	4
η Urse Majoris	搖光	49	59	17	—	18	1
α Bootis (Areturus)	大角	19	53	12	—	18	9
α Ophiuchi	候	12	39	39	—	2	9

α Lyrae (Vega)	織女第一	35	39	36	+	3	1
α Aquilae (Altaïr)	河鼓第二	8	30	51	+	9	2
α Cygni	天津第四	44	47	58	+	12	7
α Pegasi (Markab)	室第一	14	28	46.5	+	19	3
南半球							
星							
β Orionis (Rigel)	參第七	5° 21'	55"	—	4"	5	
α Columbae	丈人第一	34	8	51	—	2	2
α Argus (Canopus)	老人	52	37	23	+	1	8
α Canis Majoris (Sirius)	天狼	13	32	1	+	4	6
α Hydrae	星第一	5	4	31	+	15	4
η Argus	海山第二	55	53	29	+	18	7
α Crucis	十字架第二	62	20	55.5	+	19	9

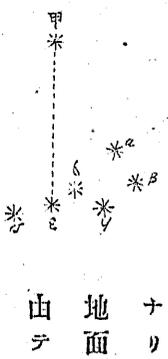
赤緯南 歲差率

α Virginis (Spica)	角第一	10	27	21	+	18	9
α Centauri	馬腹第二	63	16	24	+	15	0
α Scorpii (Antares)	心	26	7	46	+	8	4
α Trianguli Australis	三角形第二	65	46	27	+	7	4
α Pavonis	孔雀第十二	57	9	49	—	11	1
α Crux	鶴第一	47	36	46	—	17	2
α Piscis Australis (Fomalhaut)	北落師門	20	20	13	—	19	0

肆 星ノ高度及ヒ是ト測點線ノ間ノ地平角ノ測量ニ依ル 高度ヨリ蒙氣差 (Refraction) ナ減シ 天頂距離即チ高度ノ餘角 此星ノ離極度 (Polar distance) 離極度ハ赤緯ノ餘角ナリ 及ヒ其地ノ餘緯度 (Colatitude) ナ取り之ヲ以テ弧三角ノ三邊トシテ星ノ地平經度ヲ算ス是ハ離極度ヲ表スル邊ニ對スル角ナリ (第三十三章第五條ノ問題第六)

第五 近眞法、是レ一定星ノ測量ニ依ル 北極星ト北斗ノ玉衡 (The star

Altoth in great Bear (e Ursa Minoris) トナ通過スル大圈ハ甚北極ニ近ク過クルヲ
 ナバットル、#ルリアムス氏注視セリ。此ニ由テ北半球ニ於テハ經線ニ依テ第
 三十七圖ニ示スカ如ク此二星ノ同鉛直面ニ見ユル時ニ之ヲ測量スレハ殆
 第三十七圖 眞子午線ヲ定ムヘシ。其北極星ハ甲ト記セル者はレ



ナリ
 地面ノ兩處緯度同シテ經度異ナレハ此兩子午線ニ
 由テ相成スノ角度ヲ求ムルハ次ノ方程式ニ依ル

○第四十三章 圖畫法(Picting and projecting) 大三角ノ角ヲ紙上ニ記スル

ノ最モ精密ナルノ法ハ其諸邊ノ長短ヲ算シ丈量セル三角ノ如ク槌狀冰規
 (Beam compasses)ヲ以テ之ヲ圖スルニ在リ(第三十章)

此原理ニ從ヒテ測點ト子午線ノ間ナル角ノ如キ單一ノ角ヲ圖スルニハ其
 角ヲ記スヘキ測點ノ周圍ニ務メテ大ナル半徑ヲ以テ一圓ヲ畫キ此半徑ニ

其角ノ弦(Chord)ヲ乘シテ其角ヲ夾メルニ線ノ此圖ニ交ハルヘキ二點間ノ距
 離ヲ求ム弦ハ即チ半角ノ正弦二段ナリ

時ヲ惜ミ且甚精細ヲ要セサル處殊ニ二等三角及ヒ細事ヲ記スル處ニテハ
 直ニ角ヲ記シ又ハ分度儀(Protractor)ト名クル器械ニ由テ之ヲ畫ク此器ハ分
 表ヲ刻メル平圈又ハ其一部分ニシテ紙上ニ置クヘキ者ナリ。其造法各様ニ
 シテ精粗モ種々ナリ

最モ精細ナル圈狀分度儀ハ其中央ニ玻璃板ノ圓片アリ以テ紙ヲ透見スヘ
 シ。此玻璃ノ下面ハ紙ニ觸レ微細ノ十字線アリ以テ分度儀ノ中心ヲ記ス此
 圈ヲ每半度ニ分チ又其指幹ノ遊弧ニテ每分ニ再分ス。指幹ニ全徑ノ如ク相
 對セル二肘アリ肘端ニ樞鉸ニテ各一支ヲ付ク之ニ一尖子アリ是レ彈機ア
 ルヲ以テ紙面ニ密着セス。圖上ノ要スル度分ノ處ニ指幹ヲ旋廻シタル時二
 支ヲ壓セハ其尖子紙上ニ二點ヲ印ス是レ則チ望ム所ノ向ニシテ圈心ヲ通
 過スル一直線ナル可キ者ナリ此二尖子ニ依テ紙上ニ分表アル圈ヲ畫キ其

中心ヲ通シテ要セル角度ノ線ヲ畫キ其向ハ大且密ナル平行尺ニテ之ヲ移シ以テ紙上所要ノ測點線ヲ通過セシム

半圓分度儀ハ其一邊眞直ナリ圖寫臺上ニ或ル所要ノ位置ニ定メタル矩板ニ傍テ滑動スヘシ。其指幹ノ一長肘圈外ニ挺出シ其緣必眞直ナリ圖上ノ測點ニ就キ所要ノ向ニ於テ諸線ヲ制スルニ之ヲ用ウルナリ

○第四十四章 小尺度ニ於ル縱橫測量ハ第十二章ノ(丙)項ニ長狹宛曲ノ地ヲ詳細ニ測量スルノ方法ナルヲ論ヒリ。此ヲ行フノ最モ精密ナル法ハ既ニ其章及ヒ第四十四章ニ述タル如ク偏傍ノ物体ヲ用ヰテ一連ノ三角ヲ造リ其業ノ精粗ヲ照定スルニ之ヲ算セス只圖寫シテ之ヲ驗スルニ在リ偏傍ノ物体ハ皆少ナクモ各異ノ測點ヨリ三線ニテ繫クヘシ而シテ此三線若ハ三線以上ノ者ハ其測點間ノ諸線及ヒ測點ノ角ノ丈度正シキハ皆紙上ニ寫シタルキ必一點ニ會ス可キナリ

殆一切ノ鑛坑測量及ヒ或ハ高地ニ於テハ偏傍ノ物体マテ適度ノ角ヲ取ル

ヲ難ク唯其測ルニ適スル者ハ測點線ノ互ニ相造スノ角ノミ。斯類ノ場合ニ於テハ測點線ヲ整頓スルニ宜ク初起點ニ復歸セシメ以テ一區ノ多邊形ヲ造ルヘシ而シテ角度測量ノ精粗ヲ驗スルニハ其多邊形ノ凸角即チ外方ニ凸出セル角ノ和ヲ取リ此ヨリ凹角即チ内方ニ凹入セル角ノ和ヲ減ス。其結果(多邊形ノ諸角ノ代數科ノ和)ハ當ニ次ノ如クナル可シ

$150^\circ \times (\text{凸角ノ數}) - 2 - (\text{凹角ノ數}) \dots \dots (1)$

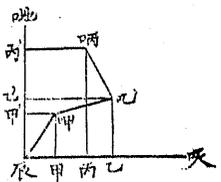
此ノ如キ測量ヲ圖スルニ先ツテ各測點線ト一定ノ向線トニ依テ成レル角ヲ算シ(其諸線ノ相成セル角ヲ逐次ニ加ヘ或ハ減シテ)此定向線ヲ畫キ分度ノ零點ヲ此線上ニ置キ且第四十三章ニ述フルカ如ク諸ノ測點線ノ所向ニ隨ヒテ之ヲ置キ以テ紙上ニ畫カサル可カラス距離測量及ヒ距離ト角度ノ圖寫ノ精粗ハ紙上最後ノ測點線ノ端ト起初ノ點ト精細合一トナルヤ否ヲ驗スルハ則チ明ナリ

羅經ト測鏈ヲ以テ爲セル縱橫測量ニ於テ各測點ニ於テ測レル角ハ此點ニ

相會セル測點線ト一定若ハ概定ノ向線即チ羅經子午線ト共ニ成スノ向ナリ故ニ紙上ノ零線(Zero line)ハ此子午線ヲ表ス而シテ之ヨリ畫出セル角ハ皆約言スレハ測點諸線ノ羅經方位ナリ。此故ニ羅經ト測鏈ニテ縱橫測量スルハ量地法ノ容易迅速ナル者ナリ然レモ第三十九章ニ説明セシ如ク精細ナラサルヲ以テ只小測量若ハ概測ニ適スルノミ

○第四十五章 圖寫ノ矩形縱橫線(Rectangular coordinates) 即チ北距南距東距西距ニ依ル者ハ縱橫測量ヲ圖寫スルノ最モ精密ナル法

第三十八圖



ナリ其故ハ各測點ノ位置ヲ各自不羈ニ圖シ會テ前測點ヲ圖セシキ犯シタル誤謬ニ感スルコトナキニ由ル是ハ第三十八圖ノ辰辰辰辰ノ如ク辰ナル一定點ニ於テ直角ニ相交ハレル二條ノ定線即チ軸ヲ假定スルニ在リ各測點ノ此二軸ヨリノ垂直距離即チ縱橫線ヲ算シ二軸ノ一ト平行ニ短尺ヲ定メ且之ニ傍テ丁字短尺(T-square)ヲ滑送

シ以テ他ノ軸ト平行ノ諸線ヲ制シテ各點ヲ圖シ夫ヨリ算シ得タル距離ニ於テ算シ得タル長ヲ記ス。眞子午線ノ向ヲ確定シタレハ二軸ノ一ヲ以テ之ヲ表スルヲ最良トス此時ニ於テ一軸ニ平行セル縱線若ハ橫線ハ測點ガ定點即チ辰ナル原點(Origin)ノ北若ハ南ニ距離ノ距離ニシテ他ノ軸ニ平行セル者ハ東若ハ西ニ距離ノ距離ナリ彼北距南距東距西距ナル語ハ此ニ由ル。眞子午線ヲ知ラサレハ或定方向線此目的ニ應ス而シテ臨時之ヲ子午線ト名スルモ妨ナシ其端ノ一方ハ北ナリ其推算ノ法次ノ如シ圖中ノ辰地ヲシテ子午線ヲ表セシムレハ地ハ北方ニ在リ量地ニ於ル測點ノ一ヲ以テ辰ナル原點ト見做ス可シ呷ヲ次ノ測點トスレハ辰呷ハ辰ヨリノ距離ナリ圖ノ如ク地辰呷ノ角銳ナレハ呷ハ辰ノ北方鈍ナレハ南方ナリ圖ノ如ク地辰呷角子午線ノ右ナレハ呷ハ辰ノ東方左ナレハ西方ナリ而シテ呷ノ縱橫線次ノ如シ(斗ヲ以テ地辰呷角ヲ表ス)

北距_甲 甲_二 甲_甲 (或ナ_二 南距) 二 辰_甲・斗_{餘弦}

東距_辰 甲_二 甲_甲 (或ナ_二 西距) 二 辰_甲・斗_{正弦} (一)

同法ニテ甲_ニ 照シテ 乙_{ナル} 第三測點ノ 縱橫線ヲ 算スヘシ 卽チ

甲_乙 二 甲_乙・斗_{餘弦} 甲_乙 二 甲_乙・斗_{正弦} (二)

(此ニ斗ハ 甲_乙 ト子午線ニ 由テ成レル角ヲ表ス) 乙ニ 照シテ 甲_乙 ノ 縱橫線モ亦 算スヘシ 逐次ノ 測點進フテ 此ノ 如シ 此圖ニ 於テ 乙_甲 ノ 向ハ 北ノ 西ノ 方ニ 偏スル 知ル可シ 故ニ 乙_丙 ハ 西距ナリ 而シテ 負ト 念ハサル可カラス。此推算 ノ 結果ヲ 北距南距東距西距ノ 四欄アル 帳簿ニ 登記ス 而シテ 他ノ 四欄ニハ 原點即チ 初點ヨリ 各測點ノ 北距或ハ 南距及ヒ 東距或ハ 西距ノ 全數ヲ 登記 スヘシ 此ヲ 算スルニハ 原點マテ 縱橫測量ヲ 爲シテ 成レル 逐次ノ 北距ヲ 總 計シ 南距ヲ 減ス 其結果 正ナレハ 北距 負ナレハ 南距ナリ 又同法ニテ 東距西 距ヲ 總計加減ス

此算ヲ 表スルニハ 次ノ 如ク 算符ヲ 用ウ 地_士ヲ 以テ ^{北距}南距ノ 全數 天_士ヲ 以テ ^{東距}西距ノ

全數ヲ 表シ 帳_チ 或ル 測點線ノ 長トシ 斗_チ 北_{ヨリ} 見テ 此線ノ 子午線ト 相爲 スノ 角トス 此時 斗角及ヒ 斗_{正弦} 共ニ 其角ノ 子午線ノ ^東西ニ 在ルニ 隨ヒテ ^正ナル_フ 及ヒ 其鈍角ノ 餘弦ハ 負ナル_フ ヲ 念フヘシ 然ル_ル 也

地_ニ 和・張・斗_{餘弦} } (三)
天_ニ 和・張・斗_{正弦} }

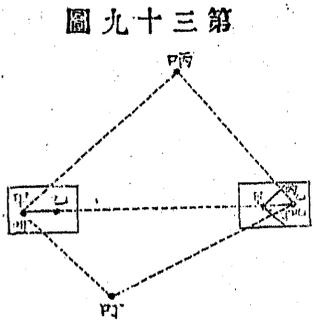
此法ハ 殊ニ 鑛坑測量ニ 要ス 然レモ 都府地ノ 如キ 地上測量ニ 應用シテ 効益アリ。其帳簿ハ 圖ニ 關係ナシ 各測點ノ 位置錄ヲ 成ス 而シテ 之ニ 測點ノ 水準地平原面 (Datum horizontal surface) 上ニ 起上セル 數ヲ 載スルノ 一欄ヲ 加フ_レ ハ 更ニ 十全ノ 者トナル。此事ハ 尙水準測量ノ 條ニ 細説スヘシ

○ 第四十六章 平面臺 (Plane table) ハ 紙葉ヲ 展張セル 圖畫板ニ シテ 運搬スヘキ 三脚架ニ 載セ 經軸ニテ 旋轉スヘシ 又其表面ノ 酒精準器ニテ 示ス 如ク 螺釘ニテ 規正シ 以テ 水平ノ 位置ト 爲スヘキ 者ナリ (經緯儀ノ 地平經度圖ノ 如

經軸ニ鉗子(Clamp)及ヒ切線螺アリ以テ平面臺ヲ所好ノ位置ニ定ム
 指幹ハ平坦ナル矩尺ニシテ其端ニ直立照門アリ
 平面臺ノ用法ハ小尺度ノ三角測量ニ類似ス其異ナル所ハ緯圖ニテ角度ヲ
 數ヘテ後ニ之ヲ圖セスシテ野外ニテ直ニ角ヲ紙上ニ記スルニ在リ

空氣ノ乾濕交換ノ感動ニ付テ紙ヲ護スルニガビテイ、シボルン氏ハ之
 ヲ板上ニ布クニ先ツテ其下邊ニ雞子白ヲ塗抹
 スルヲ稱セリ

第三十九圖ハ平面臺ニテ測量スルノ原理ヲ解説
 ス。先第一ニ地上ノ呷呷ナル基線ヲ精細ニ量リ紙
 上ニ甲乙ナル直線ヲ畫キ適宜ノ尺度ニテ此基線
 ヲ表ス而シテ器械ヲ呷呷ナル測點ニ居テ水準ヲ正
 シ紙上ノ甲點ヲシテ正シシ地上ノ呷點上ニ在テ
 シメ一針ヲ甲點ニ直刺シ指幹ヲ臺上ニ置キ其確實ナル線邊ヲ正ク甲乙線



第三十九圖

ニ傍ハシメ其照門呷ナル測點ト一直線ヲ爲スマテ臺ヲ旋回シ切線螺ニテ
 正シ其位置ヲ規正ス。而シテ臺ヲ其儘ニ固定シテ指幹ヲ旋轉シ以テ其線ハ
 猶甲點ノ針ニ觸レ其照門線ハ逐次ニ緊要ナル一切ノ物件ニ向ハシメ以テ
 呷呷ナル基線ニ照シテ其位置ヲ見ル可カラシム丙丁ノ如キ是ナリ。而シテ
 細小硬固ナル鉛筆ニテ甲ヨリ諸物体ヲ指タル指幹ノ線ニ依テ直線ヲ畫シ
 ヘシ。此ニ於テ臺ヲ呷ヨリ呷ニ轉シ針ヲ甲ヨリ乙ニ轉シ紙上ノ乙ヲシテ正
 シ地上ノ呷點上ニ在ラシメ乙甲線ニ傍テ指幹ヲ置キ其照門呷ト一直線ト
 ナルマテ臺ヲ規正ス。而シテ指幹ヲ旋轉シ以テ其線ハ猶乙點ノ針ニ觸レ其
 照門線ハ逐次ニ前ト同物体ニ向ハシメ乙ヨリ物体ノ方ニ指シル短線ヲ其
 線ニ依テ畫キ囊ニ畫ケル線ニ交ラシム此丙丁ナル交點ハ紙上ニ物体ノ位
 置ヲ表ス。其細事ハ圖寫シテ之ヲ填ス
 斯ク記載セル物体中ニ増補測點(Additional stations)ニ適セル處ニ植テタル桿
 モ合メリ。其新測點ノ一例ハ丙ニ移シ紙上ノ此點ヲ表セル丙ニ針ヲ刺シ

指幹ヲ居エテ此針ニ觸レシメ又前ノ測點ノ一ヲ表スルノ點例ヘハ甲ニ互
ラシム。而シテ臺ヲ旋回シテ前測點ニ定メタル桿ノ方ニ照門ヲ向ハシムヘ
シ然ラハ紙上ノ諸線皆地上ノ相當ノ諸線ニ平行ス而シテ又前ノ如ク新測
點ヨリ増補物体ノ測量ヲ施行ス

平面臺ハ細事ノ極詳密ヲ要セサル量地ニ善ク適ヌ注視ノ物的ハ地上肝要
ノ物体ノ關係位置ニ在レハナリ。此故ニ土木ニ於ケルヨリ地理科(Topography)
及ヒ軍事ニ要用ナリ其用法ノ詳説ハ地理科測量圖畫論ナル「シボルン」ニ在
リ

○卷四 水準測量 (Leveling)

○第四十七章 側面線ノ經始 (Setting-out a line of section) 所計ノ鉛直側面線ヲ
追フテ地面ノ水準ヲ測ルノ準備トシテ先^ツ白標及ヒ桿并ニ要スル處ニテハ
永久標ヲ以テ一切ノ水流、交通線、境界等ヲ過クルノ諸點及ヒ其他精細ニ追
隨スルニ適スルノ諸點ヲ十分多ク記シ以テ此側面線ヲ整置ス。此カ爲ニ此
所計側面線ヲ畫キタル平面圖ノ要用ノ者ヲ盡ク取テ一ノ臨寫圖ヲ造リ之
ニ塀牆隅角及ヒ位置定マレル物体ヨリ此線ニ至ルノ距離ヲ小心シテ原圖
上ニ量リ數字ニテ記誌ス。一助手此臨寫圖ヲ携ヘテ實地ニ趣キ之ニ隨テ此
線ヲ變換スルヲ當然ト見認メ或ハ全ク此ヲ撰フノ專任ヲ受ケタルハ是
レ豫試側面圖ヲ造ルキ數^ノ之^レ有ルカ如ク線上ノ諸點ヨリ地上ノ物体マテノ
距離ヲ十分多ク量リ之ヲ臨寫圖ニ記シ以テ此新撰側面線ヲ平面圖上ニ記
スルノ便ニ供ス

○第四十八章 酒精準器ヲ精密ニ記スレハ第四十圖ノ兩端ヲ密閉セル玻

璃管中ニ亞兒簡兒「コロオルファルム」[硫酸炭(Sulphuret of carbon)]ノ如キ透明液ヲ

容レ甲ナル氣泡ヲ存シ稍曲リテ膨上スル者ナリ。其曲狀ハ圖ノ如ク甚シキ者ニ非ス其實ハ甚微ニシテ目ニ視テ殆確認シ難キ程ナリ。氣泡ハ自管内ノ高點ニ位ス此時管内上面ノ一切線此點ニ在テ水平ナリ。此玻璃管ヲ黃銅匣内ニ定着シ之ヲ以テ保護スルヲ常トス此酒精準器ノ附着セル器械ニシテ整正ナレハ泡心ハ管ノ中心ニ在リ如シ此ヨリ偏スレハ管ノ中心ノ切線次ニ舉グル角度ノ秒數ヲ以テ其水平ノ位置ヲ損ス

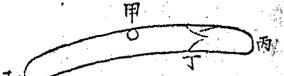
圖十四第



氣泡ノ偏倚
20254' . S X
管ノ曲度ノ半徑

故ニ其半徑愈長ケレハ酒精準器愈精良ナリ。管上即チ管ノ頂ニ等分尺ヲ記シ以テ氣泡ノ偏倚ヲ置ル而シテ試驗ニ由リ其部分ノ量ノ秒數ヲ求ムヘシ第四十一圖ハ博士セアッシュスマイツノ公布セル一種ノ酒精準器ニシテ其甲

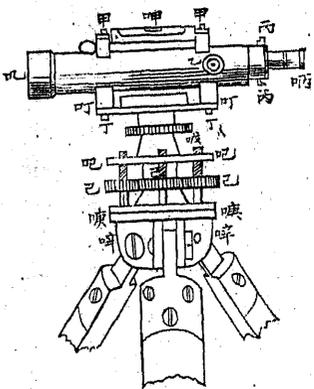
圖一十四第



ナル氣泡極メテ小ナリ。他ノ大部分ノ空氣管ノ丙ナル端ノ上部ニ在リ之ヲ中心ニ鼻端狀ノ孔アル分堺ニテ和分ッ此孔ヨリ空氣ヲ通シ以テ隨意ニ氣泡ヲ大小ナラシムヘシ其方法ハ千八百五十六年ノ蘇國諸術會社事業書ニ詳載ス

「スピリットレベル」酒精準器即チ「レベル」水準器ナル語ハ亦水準測量器 (Leveling instrument) ニモ用ウ此器ノ最要部ハ元來酒精準器ナレハナリ此水準儀ノ土木用ニ用ウル者數種アリ第四十

圖二十四第



ニシテ「矮厚水準儀 (Dumpy level)」ト名クル者ナリ。甲ハ酒精準器ニシテ吶吶ナル遠鏡ニ甲甲ニ於テ螺着ス此螺釘ニ頼テ規正シ以テ其中點ニ於ル切線ノ位置ヲ遠鏡ノ注視線ト平行ニ保タシム遠鏡ノ吶ナル端ニ近

キ小圈ハ小横準器ニシテ十字横線眞ニ水平ナルヤ否ヤヲ示スノ用ヲ爲ス
 遠鏡ハ經緯儀第三十四章ヲ見ヨノ遠鏡ニ同シ其異ナル所ハ物映鏡ト接眼
 鏡ノ通燒點ナル横簾ニ第四十三圖ニ示スカ如ク横線一條平行縱線二條ア
 ル者是ナリ。凡ハ遠鏡ノ物映端ハ接眼鏡乙ハ内管ヲ出入スル
 齒輪ノ邊紋頭丙丙ハ横簾ヲ規正シテ正ク十字横線ヲ注眼線即
 十遠鏡ノ軸心ニ致スノ螺丁叮ハ啖ナル經軸頭ニ定着セル橢圓
 板或ハ扁平槌ナリ丁ノ螺ヲ規正シテ此板ニ遠鏡ヲ接着シ又此ニ由テ注
 眼線ヲ經軸ニ垂直ナラシムヘシ。經軸ハ空洞ニシテ凡ナル平行上板ニ定着
 セル鐵軸(Spindle)上ニ旋轉ス此鐵軸ハ下方ニ連續シ啖ナル平行下板ニ關
 節狀接合ニテ付着ス。己己ハ經軸ヲ眞ニ鉛直ニ整フヘキ四個ノ板螺中ノ
 三個ナリ。啖ナル下板ハ啖ナル幹頭ニ螺付シ幹頭ハ經緯儀ニ於ル如ク木製
 ノ三脚架ヲ有ス
 水準儀多クハ叮叮ナル板ノ頂ニ羅經アリ是豫試側面線ノ羅經方位ヲ取テ



第三十四圖

シカ爲ナリ

次ニ舉グル者ハ右ニ記載セル構造法ニ異ナル首要ノ者ナリ
 トロウトン氏ノ水準儀ハ遠鏡ノ外管ノ頂ニ酒精準器ノ黃銅匣ヲ没入シ規
 正螺アラス故ニ酒精準器ト遠鏡ノ軸ト平行ノ規正ハ器械師ニ任ス
 Y字水準儀(M-level)ハ遠鏡ヲ二箇ノYト名クル岐架ニ架セリ。此裝置ニテ自
 家ノ軸心ニ就テ之ヲ廻轉スルヲ得又架外ニ抗舉シテ之ヲ反向スルヲ得。此
 器ノ酒精準器ハ遠鏡ノ上ニ在ラスシテ下ニ懸レリ。Y架ノ一ハ邊紋頭アル
 經螺ニテ之ヲ承ク此ニ由テ遠鏡ヲ經軸ニ直角ナル位置ニ規正スヘシ是ハ
 正ニ矮厚水準儀ノ丁丁ナル螺ノ用ヲ爲ス
 四箇ノ枝螺及ヒ關節狀接合ニ代フルニ多クハ第三十圖ノ如キ三脚螺ヲ以
 テス
 水準儀ニヨリ酒精準器ノ上ニ斜ニ小鏡ヲ置ク者アリ是レ測者ノ遠鏡ヲ視
 キタルキ此ト同時ニ氣泡ノ映象ヲ見ルニ便ナル所以ナリ。ピアッシスマイス

氏ノ發明ニ就テハ既ニ論シタリ此準器ニ於テハ注眼線水平ナルキ小氣泡ノ現象ヲ十字線ノ處ニ爲ス(第三十七章)又蘇國諸術會社事業書中ボウト氏ノ編セル一篇ヲ見ヨ)

○第四十九章 水準測量幹 (Leveling staff) ハ木製矩形ノ桿ニシテ其一面ノ廣サ約二寸若ハ二寸半ナリ而シテ著大顯明ニ尺稱ノ分表ヲ之ニ塗畫シ之ヲ十分シ又百分ス其始メハ幹ノ下端ナリ。極メテ長キ者モ十五尺乃至十七尺ヲ常トス之ヲ三片ニ分テ或ハ所要ノ長短ニ隨ヒ分合シテ用ウル者アリ或ハ遠鏡ノ管ノ如ク出入シテ用ウル者アリ之ヲ用ウルキハ正ク鉛直ニ保ツヘシ此カ爲ニ時トシテ其一邊ノ溝内ニ錘線ヲ容レ玻璃片ヲ透シテ見ルヘク製セシ者アリ之ヲ安スルニハ其下端ナル黃銅履ニ依ル土地ノ軟ナル處ニテハ其沈下ヲ防ク爲ニ金屬ノ小板ヲ幹ノ下地ノ上ニ置ンコト要ス幹ノ分表ヲ精細ニ算センカ爲ニ分表ノ點ハ必黑線若ハ白線ノ中心ニ在テ黑白間ノ經界ニ在ル可カラス是レ斯ノ如キ經界ノ現位ハ常ニ所向ノ

眞位ヨリ黑線ノ方ニ偏スルヲ以テナリ

水準儀ノ遠鏡ヲ幹ノ方ニ向ケタルキ注眼線眞ニ水平ナルキハ其十字橫線ガ幹向ノ尺度ノ倒影後ニ説明スル所ノ較正ヲ爲シテ(ヲ)橫斷シタル尺數及ヒ尺ノ分數ハ其下端ノ立點ヨリ注眼線ニ至ルノ高ヲ示ス。各異ノ點ニ於テ此幹ヲ建テ一測點ニ水準儀ヲ置キ二回ノ斯ノ如キ測量ヲ爲セハ此二數ノ較ハ其小數ヲ取レル點ノ大數ヲ取レル點ヨリ高キコト幾多ナルヤヲ示ス其稱ハ尺及ヒ尺ノ分數ナリ

古式ノ測量幹ハ今用ウルコト稀ナリ此ニハ滑翅 (Sliding vane) アリ測者ノ號信ニ隨フテ幹手之ヲ上下シテ其中心ノ注眼線ノ引長線ニ及フニ至ル此時幹手滑翅ノ地面ヲ抜クノ高ヲ算ス測者自幹上ノ分表ヲ讀ミ得ル程ニ明白ナル記表ヲナセシハグラワット氏ノ發明ナリ

○第五十章 水準儀ノ規正ハ經緯儀ニ於ル如ク之ヲ居ル毎ニ新ニ爲スヘキ一時規正ト眞正ノ器ニ於テハ錯亂スルコト稀ナレト用ウルノ日毎ニ

驗スベキ永久規正ト分ツ

壹 一時規正ハ次ノ如シ

(一) 物映鏡及ヒ接眼鏡ノ二燒點ト十字線ト合一ナラシムルヲ、經緯儀ニ於ケルト同様ナリ

(二) 經軸ヲ眞ニ鉛直ニ置クヲ、經緯儀ニ於ルト同様ナリ。板螺ノ挫傷ヲ避クカ爲ニ先ツ架脚ノ一ヲ變位シテ務メテ大抵ノ規正ヲ爲シ而ル後板螺ヲ用ヰテ正スヘシ

貳 永久規正ハ次ノ如シ

(一) 十字線ヲ遠鏡ノ管ノ軸心ニ置クヲ、Y字水準儀ニ於テY字經緯儀ニ於ルニ同シ。トロウトン氏水準儀ニ於テ此規正ハ直接ナラサル者ノ外ハ之ヲ爲サ、ルヲ後ニ細説スルカ如シ

矮厚水準儀ニ於テハ叮叮(四十二圖)ナル槌上ニ在テ遠鏡ノ管ヲ承クル二箇ノ枕頭ニ之ヲ鑿定スルニ先テY字水準儀ニ於ルト同シク器械師此規正ヲ

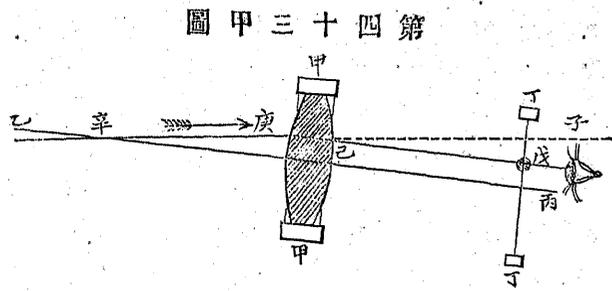
爲ス而シテ此場合ニ於テハ後ニ至リ必シモ横簾ノ丙丙ナル規正螺ヲ錯亂ス可カラス

遠鏡ノ内管ヲ其軸心ニ就テ回轉スルノ裝置アルキハ應ニ測者モ此規正ヲ爲スヘシ。然レモ此裝置ヲ備フレハ不要ニ器械ヲ錯雜ス其故ハ(ガリエイナル皇學校 [Queen's college] ノ博士ブルウト氏ニ由テ)十字線ト遠鏡管ノ軸心トノ合一ハ水準測量ノ精粗ノ爲ニ特抜肝要ノ事ニ非ルヲ示スヲ以テナリ此ヲ指示スルヲ次ノ如シ

○第四十三甲圖ニ於テ甲甲ハ遠鏡ノ物映鏡乙丙ハ遠鏡管ノ軸心丁丁ハ横簾ヲ表ス

戊ナル十字横線乙丙ナル管ノ軸心ニ在ラスシテ此ヲ距ルヲ若干ノ處ニ在ル者ト假定ス。然ルキ内管ヲ出入スレハ戊ナル十字線丙乙ナル軸心ニ平行セル戊己ナル直線ヲ追テ進退スヘシ

辛ヲ物映鏡ノ外燒首點 (Outer principal focus) ノ丙乙ナル軸線中ニ在ル者トス



第四十三圖

然レハ光線屈折學(Dioptric)ノ通法ニ由リ遠鏡内ニテ其道乙丙ト平行セル光線盡ク遠鏡外ノ辛ナル燒點ヲ通過ス故ニ例ヘハ遠鏡内ニテ其道戊己ナル光線遠鏡外ニテハ辛庚ナル直線ノ道ヲ取ル此ニ由テ戊ナル十字線内管ノ出入ニ隨フテ如何ノ位置ヲナスモ庚辛ナル一直線中ニ位セル諸點ノ映象ト合一スルニ至ル。其故ニ此線(又ハ遠鏡中ノ其引長線ナル庚子)ヲ真ノ注眼線ト見做スヘシ而シテ酒精準器ヲ規正シテ此線ト平行セシムレハ十字線ハ遠鏡ノ軸心ヲ過キサルモ水準測量ニ於テ正シキ結果ヲ得ヘシ

(二) 注眼線ト酒精準器ト互ニ平行セシムルヲ Y 字水準儀ニ於テ板螺ニ由テ氣泡ヲ準器ノ中央ニ致シ遠鏡ヲ Y 外ニ抗擧シ反方向シテ安置ス此時氣泡仍準器ノ

中央ニ在レハ規正正シキナリ偏倚スレハ其一半ヲ板螺ニテ正シ其餘ヲ準器ト遠鏡ヲ接着セル規正螺ニテ正ス

トロウトン氏水準儀ニ於テ約十鍵モ離シテ二箇ノ椅標ヲ造リ其間ノ正中ニ水準儀ヲ居エテ椅標上ニ居エタル幹ヲ讀ミ其數ノ較ニテ椅標ノ水平ノ真較ヲ求ム。又其中ノ一椅標外ニ水準儀ヲ居エ兩幹ノ數ヲ算ヘテ此數ノ較、水準ノ真較ヨリ差フ有ハ規正螺ニ由テ橫簾ヲ規正シ二幹ノ數水準ノ真較ト同クナルニ至ル。十字線ノ位置ハ酒精準器ト平行シ物映鏡ノ中心ヲ貫ケル線ノ中ニ在ルヘシ而シテ器械師ハ當ニ此線ヲ遠鏡ノ真軸心トナスヘシ。此規正ハ亦穩日ニ一面水(A sheet of water)ノ助ヲ得テモ之ヲ爲スヘシ其故ハ其兩線ニ二枚ヲ打入シ水面ト同平ナラシムレハ正ク同水準ヲナセハナリ

矮厚水準儀ニ於テハ前ニ言ル如シ椅標二箇ノ水準ノ真較ヲ確定シ一標ノ外方ニ水準儀ヲ轉置シ止ヲ得サレハ板螺ヲ用ヰテ遠鏡ノ傾度ヲ變シ二幹

ノ讀數全ク其水準ノ眞較トナルニ至ル而シテ遠鏡ト酒精準器ヲ接着セル規正螺第四十二圖ノ甲甲)ヲ用キテ氣泡ヲ準器ノ中央ニ致ス

(三) 遠鏡及ヒ酒精準器ヲ經軸ニ垂直ニ置ク。(所謂器械ヲ「縱橫」[Inverses]

ニスル是ナリ)遠鏡ヲ一雙ノ板螺上ニ置キ螺ヲ廻シテ氣泡ヲ酒精準器ノ中

央ニ致シ經軸ノ心ニ就テ百八十度廻轉シ正シク遠鏡ノ向ヲ反シテ氣泡猶

準器ノ中央ニ在レハ規正正キナリ然ラサレハ偏倚ノ半ヲ板螺ニテ正シ半

ヲ經軸ノ頂ナル槌ト遠鏡ヲ接着セル螺釘(第四十二圖ノ丁丁)ニ由テ正ス

○第五十一章 水準儀ノ用法。之ニ由テ前二章ニ明示セル二點間ノ水準

ノ較ヲ求ム

水準儀ヲ用キテ取りタル測量即チ幹ノ讀數ヲ視準(Sights)ト名ク

一測處ヨリ水準既定ノ點ニ一幹ヲ建テ又之ヲ確定スヘキ點ニ一幹ヲ建テ

、只二箇ノ視準ヲ取ルノミナレハ甲ヲ背視準ト謂ヒ乙ヲ向視準ト謂フ

背視準大ナレハ其地勢ハ甲點ヨリ乙點ニ上リ向視準大ナレハ下ルナリ

連續セル側面圖ヲ造ル爲ニ一測處ニ水準儀ヲ置キ諸點一連ノ水準ヲ測ル

キハ其最初及ヒ最後ノ測量ハ各自ニ最要背視準及ヒ最要向視準ナリ此最

初ノ背視準ハ椅標若ハ前測處ヨリ取りタル視準ニ由テ水準既ニ確定セル

一點ニ幹ヲ建テ、之ヲ取り最後ノ向視準ハ水準儀ヲ新測處ニ移シタルキ

最初ノ背視準ノ標準トナルヘキ一標上ニ幹ヲ建テ、之ヲ取ル。其中間ノ諸

視準ノ路上河底等ノ如キ地勢ノ變スルニ隨ヒ其處ニ幹ヲ建テ、取レル者

ハ各皆前ノ視準ニ照セハ向視準ニシテ後ノ視準ニ照セハ背視準ナリ

例ヘハ第四十四圖ノ甲ハ水準儀ヲ居エタル一測點乙丙ナル橫線ハ視準

線(Line of sight)即チ注視線ノ引長線ナリ。最初ノ背視準ハ鏡ニ測量シ水準原

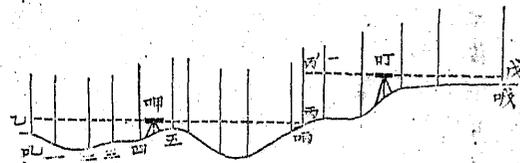
面上ノ高低既ニ確定セル一點ノ乙ニ幹ヲ建テ、之ヲ取り幹ノ讀數乙乙ヲ

得タルナリ。最後ノ向視準ハ丁ナル次ノ測點ニ水準儀ヲ居エテ最初ノ背視

準ヲ取ルキ幹ヲ建ツルノ位置ニ善ク適セル一點ナル丙ニ幹ヲ建テ之ヲ取

リ其讀數丙丙ヲ得タルナリ。一ト記セル點ナル第一ノ間視準ハ乙ヨリ視レ

圖四十四第



ハ向視準ニシテ二ナル點ヨリ視レハ背視準ナリ追テ皆此ノ如シ
 最初ノ背視準ト最後ノ向視準ハ精細ノ一事ニ於テ最モ肝要ノ者ナリ如シ之ニ一差謬ヲ犯スコトアルハ其餘全体ノ側面圖ニ影響ヲ及ボス此ニ反シテ間視準ヲ取ルニ謬誤ヲ犯スコトアルモ唯其一視準ニ感スルノミ
 各測點ヨリ取レル最初ノ背視準及ヒ最後ノ向視準ハ務メテ水準儀ヨリ大抵同距離ノ點ニ在ラシムヘシ是レ規正ノ差謬ノ感動及ヒ地ノ圓形並ニ雲氣差ノ感動ヲ平均セシメソカ爲ナリ是ハ又後章ニ細説スヘシ。而シテ其點ノ地面ハ堅牢ナルヘシ又願シハ讀數ノ十尺或ハ十一尺ニ過キサル處ニ定メシテ測者其水準儀ヲ叮點ノ如キ新點ニ移サント欲スルキハ幹手其幹手兩點ニ固ク執リ只之ヲ廻ラシテ其面ヲ變スルノミ測者ハ叮ニ進ミ水準儀ヲ居エ

直規正シテ先ノ兩丙ナル最初ノ背視準ヲ取リ而シテ前ノ如ク施術ス成戊ハ叮ヨリ最後ノ向視準ヲ取レル時ノ幹ノ位置ヲ表ス此幹ハ測者進テ第三測點ニ水準儀ヲ定ムルマテ其儘ニ居エ置クヘシ追テ皆此ノ如シ。此事業ハ一幹ニテモ之ヲ行フヘシ然レハ二幹ヲ用非幹手二名ニテ之ヲ運ヘハ時ヲ省クト大ナリ
 斯ノ如ク水準測量ヲ爲ス間ニ二名ノ鍵手ニテ第二十二章ニ示セル法ニテ測鍵ヲ以テ側面線ヲ量ル只其異ナル所ハ必ズ直線ニ量ラスシテ豫テ經始セル側面線ニ隨フニ在リ。測者ハ幹ヲ居エタル諸點ノ距離ヲ登記シ又兼テ水準ヲ測ルト否トニ論ナク經界線ヲ渡レル處ノ距離ヲモ誌ス此時ハ幹手ノ扶助ヲ要スルコトアリ
 一水流若ハ一面水ヲ過シルキ測者其兩岸及ヒ水底ノ側面ヲ得ルニ足ル程ノ水準測量ヲ爲スノ外更ニ水面現存ノ水準及ヒ之ヲ定ムルニ力ノ及フ所ハ水面ノ最高最卑ノ水準ヲモ測ルヘシ。水底ノ水準ハ深淺測量(Sounding)ニ

由テ之ヲ取ル

注視線以下測幹ノ全長ヨリモ尙低キ點ノ水準ヲ測ル爲ニ視準ヲ取ルヘキ
凡ハ幹ノ上端ニ近キ分表ヲ讀得ルマテ鉛直ニ之ヲ抗上スルモ妨ナシ此ト
同時ニ幹ノ下端ト地面ノ間ノ距離ヲ紐尺若ハ他ノ幹ニテ量リ之ヲ讀數ニ
加フ然レモ此ハ間視準ニ於テ行フノミ

照定水準ノ主意ハ第十六章ヲ見テ知ルヘシ善良ノ尋常水準測量ニ於テ同
一ノ側面圖上ノ二連ノ測量間ノ水準差ハ四十里ノ距離ニ付テ約一尺ナル
アリ

○第五十二章 曲形及ヒ蒙氣差ノ較正 眞ノ地平面ハ平面ナラスシテ楕
圓面(第五章)ナルヲ以テ水準儀ノ眞ニ規正セル者ノ視準線ハ正シク此表面
ト合一ナラス此面ノ切線ヲナス此故ニ測幹上ノ讀數ハ地平面ノ平面ナル
ト得ヘキ者ヨリ必大ナリ此ヲ其平面ナルト算シ得ヘキ高ニ減センカ爲ニ
注視線ノ引長線中ナル幹上ノ點ノ高ヨリ減却スヘキ數ヲ曲形較正ト謂フ

此ニ反シテ視準線ハ注視セル物体ヨリ遠鏡マテ光線ノ進行スル線ナルヲ
以テ大氣ノ屈折力ニ由テ聊カ下方ニ屈曲ス。此ニ由テ引長セル注視線中ニ
現ニ幹上ニ視タル點ハ正シク其引長線中ニ在ラスノ其下ニ在リ其量ヲ蒙
氣差ト名ツク故ニ曲形ヨリ生スル差ハ幾分カ之カ爲ニ減却セラル曲形ト
蒙氣ノ爲ニ減スヘキ較正ハ曲形ノミノ較正ヨリ差少ナキヲ常トス

第四十五圖



第四十五圖ノ甲ハ水準儀乙ハ地上ノ一點乙丙戊丁ハ此ニ建タル幹甲丙ハ
曲形ノ爲ニ過度高マレル注視線ニ觸ルノ水準面甲丁ハ注眼
線ノ引長直線戊甲ハ視準眞線ニシテ蒙氣ノ爲ニ屈曲セル光
線進行ノ曲線ナリ。然レハ曲形ノ較正ハ一因一蒙氣ノ較正ハ
十丁ニナリ而シテ合併較正ハ

三率ヲナス即チ其尺稱ニ於ル量ハ

曲形較正ハ地球全徑ト器測幹間ノ距離トニ於ケル比例ノ第

$$\frac{\text{距離}^2}{41,775,000} = \frac{2}{3} (\text{測定里} = \text{於ル距離})^2 \dots \dots \dots (11)$$

蒙氣ニ由テ生スル差ハ蒙氣ノ摸樣ニ隨ヒ變化甚多ク曲形較正ノ二分ノ一ヨリ十分ノ一マテ列序スルヲ見タリ。或ハ其變化尙此ヨリ多キヲ見タルアリ。故ニ此量ヲ人ノ知レル公式ニテ確ニ表スルヲ能ハス然レモ之ヲ建ツルニ必須ノ時ハ先曲形較正ノ平均約六分ノ一ト見做ス可シ故ニ曲形及ヒ蒙氣ノ合併較正ノ幹上ノ讀數ヨリ減スヘキ者ハ平均算ニテ次ノ如シ

$$\frac{5}{6} \times \frac{(\text{又稱距離})^2}{41,775,000} = \frac{5}{6} (\text{測定里} = \text{於ル距離})^2 \dots \dots \dots (12)$$

曲形及ヒ蒙氣ヨリ生スル差謬ハ水準儀ヨリ同距離或ハ殆同距離ニ幹ヲ建テ、背視準及ヒ向視準ヲ取レハ之ヲ平準ニシムヘシ。十鏈ニ過キササル距離ニテハ此差甚微ナルヲ以テ之ヲ省スルニ足ラス
蒙氣ノ較正ノ確ヲササルヨリシテ精密ノ水準測量ニテハ約四半里ヲ過シ

距離ニテ總テ視準ヲ取ルヲ無ランヲ勸メシム

○第五十三章 水準野帖 (Level field-book) ハ各工師ノ習慣ニ隨ヒ之ヲ記存スルノ法種々ナリ。其中尤モ通用便利ナル者ハ每面ヲ七欄ニ分チ次ノ如ク題號ヲ付ス

起 (Rise) 背視準 (Back-sight) 向視準 (Fore-sight) 伏 (Fall) 平準 (Reduced level) 距離 物体ノ解

第一ニ記スヘキハ平準ノ欄ニシテ是ハ尺數及ヒ分數ニテ椅標ノ高低ヲ記ス最初ノ背視準ハ此椅標上ニテ水準地平原面 (Datum horizontal surface) 上ニ之ヲ取レハナリ

而シテ之ニ對シテ物体ノ解ノ欄ニ其椅標ノ名稱アリ。第二及ヒ其以下ノ諸欄ニハ通例野外ニテ行ヒタル背視準、向視準、距離及ヒ物体ノ解ヲ記スルノミ之ヲ爲スニハ每面ノ右邊ヨリ始メテ物体ノ解(之ヲ要スルヲ有レバ)側面線ノ初點ヨリノ物体ノ距離、其點ニ幹ヲ建タルキ幹上ニ數ヘタル向視準、及

ヒ其直前ニ幹ヲ建タル幹上ニ數ヘタル背視準等ヲ各欄ニ記スヘシ。水準儀ノ位置ヲ變ヒスシテ間視準ヲ取ルコアルキハ其度毎ニ其之ヲ取レル點ニ對シテ向視準トノ記シ亦次ノ行ニ背視準トシテ記ス。水準ヲ約スル即チ平準法ノ事ハ終日測レル水準ニ付テ其夕々毎ニ之ヲ爲スヘシ其初業ハ各行ノ背向視準ノ較ヲ取リ背向視準ノ大ナルニ隨起トシテ記ス然ル後平準ヲ算スルニハ第一椅標ノ水準ニ依リ逐次ニ起ノ漸加、伏ノ漸減ヲ爲スニ在リ初ノ四欄ヲ總計シテ各面ノ算用ヲ照定ス蓋シ全起全伏ノ較ハ當ニ背視準ノ和ト向視準ノ和ノ較ニ等シク又其紙面ノ最初最末ノ平準ノ較ニ等シカルヘシ第一面中ノ第一平準ハ第一椅標ノ平準ナリ而シテ各面最末ノ平準ヲ次面ノ第一平準トシテ登記ス時トシテハ物体ノ解ノ欄ニ測量線ノ羅徑方位ヲ登記シ又地形ノ甚錯雜ナル處ニ在テハ機ニ臨ミ草圖ヲ造リテ分解スルヲ要スルコト有リ野外ニテ水準ヲ約スルノ要用ナルコト屢々之レ有リ試驗水準ニ於テ殊ニ然リ此

時ニ於テハ宜ク後ニ注意シテ照定スヘシ

○第五十四章 側面圖寫 (Profiling a section) ハ極正シキ規尺ヲ以テ一直水準基線ヲ畫キ高低ヲ算スヘキ水準地平原面ヲ表スルニ始マル而シテ此水準基線ニ距離ノ尺度ヲ記ス。經尺メハ高低ヲ表スル線ト平行ヒシメ且紙ト伸縮ヲ共ニヒシメメンカ爲ニ水準基線ト直角ニ畫カサル可ラス。是ハ彫刻石版側面圖ニ於テ大緊要ノ事ナリ是此印刷ニ於テ紙面四方ニ種々ニ伸縮スルコト數々之アリ。野帖ニ登記セル距離高低ヲ圖寫スルニハ測量地ノ距離及ヒ枝距ヲ圖スルト同法(第三十一章)ニテ之ヲ爲ス。尺度ニ付テハ第八章ヲ見ヨ。詳解ハ例ヘハ道路、鐵道、運河、河川云々ノ如ク關係アル物体ノ上ニ書スルヲ常トス

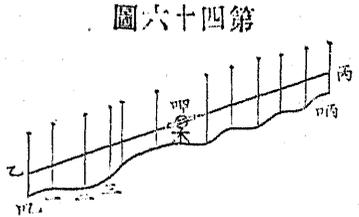
土木ノ目的ニ於テ側面圖ニ書載スヘキ最要報告ノ性質ハ第十四章ニ之ヲ演述セリ

○第五十五章 經緯儀ニ依テ水準測量ヲ爲スニハ三様ノ方法アリ

壹 注眼線ヲ水平ニ具ヘ水準儀ノ如シ經緯儀ヲ用ウルニ由ル 是ハ固
有ノ水準測量器其手下ニ在ラサルキニ爲スナリ

式 注眼線ヲ既明ノ傾斜ノ角ニ異ヘ其他ハ總テ水準儀ヲ以テ行フカ如
ク視準ヲ取ル 此法ハ急峻ナル地ノ水準ヲ測ルニ時ヲ僉スヘシ 第四十六

圖ノ呷ハ經緯儀乙呷丙ハ視準ノ傾線 乙丙及ヒ他ノ經線ハ皆幹上ニ算



圖六十四第

ハタル高低ヲ表ス此法ニテ測レル水準ヲ約スルノ最便法
ハ先ッ視準線ヲ水平ト見做シテ之ヲ約シ次ニ其傾斜ノ昇降
ニ隨ヒテ視準ノ傾線ノ初點ヨリノ距離ヲ傾斜ニ隨ヒテ量
レルナラハ之ニ傾角ノ正弦ヲ垂レ或ハ此距離ヲ水平トナ
シタンハ正切ヲ乘シテ得タル傾斜較正ヲ右ノ約シタル數
ニ加ヘ或ハ之ヨリ減ス(第二十三章)
參 高度及ヒ俯角ヲ度ルニ依ル 經緯儀ノ遠鏡ノ上下

ノ物体ノ高低ハ大約測點ヨリノ水平距離ニ其高度若ハ俯角ノ正切ヲ乘ス

ル者ニ等シ

此曲形較正ハ地球表面ノ曲形ノ中心ニ於テ此距離ニ對立セル角ノ一半即
チ所謂夾弧(Contained arc)ノ半ナリ而シテ此較ハ高度ニ加ヘ俯角ヨリ減ス
ヘキ者ナリ(此角ノ算法ニ付テハ第三十三章第五款ヲ見ユ)

蒙氣ノ較正ハ既ニ分解セル如ク甚變化多シ平均算ニテハ曲形較正ヲ六分
ノ一減スレハ近真ノ者タリ

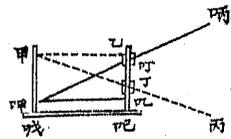
曲形及ヒ蒙氣差ノ所爲ハ所謂互角(Reciprocal angles)ナル者ヲ取レハ殆ト平衡
スヘシ即チ呷呷ヲ二測點トシ呷ヲ高點トスレハ呷ヨリ見テ呷ノ高度ヲ取
リ又呷ヨリ見テ呷ノ俯角ヲ取レハ此角ノ半較ハ合較正ナリ然シテ此半和
ハ正切ヲ距離ニ乘スレハ殆ト水準ノ較正得ヘシ互角ハ務メテ同時限ニ之ヲ
度ルヘシ是レ其時間經過ノ間ニ空氣ノ屈折力變化ノ恐レ有ハナリ
角ヲ度リテ爲スノ水準測量ハ臨時ニ飛點水準(Flying levels)ヲ取ルニ非サレ

ハ土木ノ目的ニ於テ此ニ依賴スル能ハス

陸地上ノ一物体ノ高度ヲ取ルハ絶限(Seant)ヲ以テ倍高度(Double altitude)ヲ度リ(倍高度トハ其物ト人工地平(Artificial horizon)ト名クル水銀盤中ニ反映セル其物ノ映象トノ間ノ角ヲ度ルナリ)其折半ヲ取ルニ在リ

○第五十六章 平面臺ヲ以テ水準測量ヲナスハ特ニ注意シテ規正シ水平ノ狀ヲ得セシメ高度或ハ俯角ノ切線ヲ量リ之ニ距離ヲ乘スルニ在リ。此切線ヲ量ルヲ便ニセン爲ニ指幹ヲ次ノ如ク構造ス第四十七圖ノ吡吧ハ指幹ノ扁槌吧乙ハ其前照門吡甲ハ後照門ナリ後照門ノ下底ニ近ク呷ナル一視眼アリ以テ高度ヲ度ルヘク又頂ニ近ク甲ナル一視眼ヲ以テ俯角ヲ度ルヘシ。前照門ニ等分尺ヲ記シ呷ニ對シテハ乙ヨリ上方ニ數ヘ甲ニ對シテハ乙ヨリ下方ニ數フ。叮ナル滑子ハ其中ニ合メル十字線物體ト一線ニ見ユルマテ之ヲ滑上滑下ス。而シテ其切線ハ指幹及ヒ遊尺ニ依テ之ヲ讀ム

圖七十四第



此業ハ亦飛點水準ニモ適當ス

○第五十七章 晴雨儀及ヒ寒暖表ニ依テ水準測量ヲ爲スノ法ハ地形檢査ノ時飛點水準ヲ取ル爲ニ偶然ニ土木ノ目的ニ用ウルヲアリ。次ノ公式ハ之カ爲ニ十分正シキ者ナリ

下測點 上測點
ニテ ニテ

晴雨儀ノ水銀柱ノ高サ 高
附着寒暖表ニテ示セル水銀ノ溫度ヲ華氏ノ度ニテ 高
表スル者 温 温
附着セサル寒暖表ニテ示セル大氣ノ溫度ヲ華氏ノ 温
度ニテ表スル者 温 温
而シテ尺稱ニテ下測點以上上測點ノ高サ

$$= 60360 \left(\frac{\text{晴雨} - \text{温計} - 0.00044(\text{温} - \text{温})}{95.6} \right) \cdot \left(1 + \frac{\text{温}' + \text{温}' - 64}{95.6} \right) \cdot \cdot (11)$$

神速ノ算用ヲ要スルキハ精細ヲ缺クト雖モ次式ヲ便宜トス

$$\text{約 } R = \text{高} = 53300 \left(\frac{\text{晴一高}}{\text{晴} + \text{高}} \right) \left(1 + \frac{\text{高} + \text{高}}{900} \right) \dots \dots \dots (二)$$

對數アラサルキハ約三千尺以下ノ高低ニハ次ノ公式ヲ用ウ。高測點ニ於ル晴雨儀ノ讀數ノ較正次ノ如シ

$$\text{高} = \frac{\text{晴} - \text{高}}{1 + \frac{\text{高} - \text{高}}{10000}} \text{然ルキハ}$$

$$R = \text{高} \text{ノ高} = 52425 \frac{\text{晴} - \text{高}}{\text{晴} + \text{高}} \left(1 + \frac{\text{高} + \text{高} - 64}{980} \right) \dots \dots \dots (三)$$

以上ノ公式ハ水銀製ノ晴雨儀ニ用ウル者ナレハ附着寒暖表ニ現スル温度ノ較正ノ外ハ「非汞晴雨儀 (Aneloid barometer)」ニモ用ウヘシ非汞晴雨儀ノ極精工ナル者ハ其自家ノ温度ノ所業ニ付キ較正ヲ算スルヲ要セストスヘシ。斯ク較正ヲ要スル者ナラハ是ハ特ニ其非汞晴雨儀ト一ノ水銀晴雨儀ト親シク比較ノ其多寡ヲ算シ得ルノミ(附録ヲ見ヨ)

飛點水準ヲ取ルノ別法ハ晴雨儀法ノ如ク大氣ノ壓力ニ因ル者ニシテ極鋭敏ナル寒暖表ニテ清水ノ沸騰點ヲ見ルニ在リ此法ハ學士チーラストン氏ノ

發明ニシテプリンシバル、フット、メス氏ノ改良セル者ナリ(以丁堡ノ皇立會社事業書第十五及ヒ第二十一ヲ見ヨ)

此沸騰點ハ殆五百四十三尺上ル毎ニ華氏ノ一度ノ比準ニテ下ル而シテ次ノ公式ニ隨ヘハ更ニ眞ニ近シ

$$R(R = \text{高}) = 517(212 - \text{高}) + (212 - \text{高})^2 \dots \dots \dots (四)$$

温ハ華氏尺度ノ沸騰點人ハ沸騰點ノ二百十二度ナル一測點ヲ昇リテ實驗ヲ爲セル測點ノ高ナリ。二測點ノ水準ヲ比較スルニハ兩處ニテ清水ノ沸騰點ヲ視テ公式第四ニ依リ兩沸騰點ニ付テ人ナル數ヲ算ス之ニ大氣ノ温度ニ於ケル較正ヲ加減スレハ此人ナル二數ノ較ハ則チ高低ノ較ノ近眞數ナリ

○第五十八章 離隔水準 (Detached levels) 地勢 (Features of country)

「飛點水準」即チ離隔セル諸點ノ高低測量ヲ土木ニ用ウルコトハ既ニ第十章ニ記載セリ。斯類ノ高低ハ鉛直側面圖ニ依テ容易ク之ヲ示スコト能ハス之ヲ登

記スルノ最モ便宜ノ法ハ其地ノ平面圖ニ尋載スルニ在リ
 離隔水準ハ橋梁道路鐵道運河等ノ如キ現行ノ土木ニ於テ其要點若ハ椅標
 ニ適スル物体ノ水準ヲ定メンカ爲ニ之ヲ測ルヘシ又工師ヲシテ其地面ノ
 形狀ヲ通知セシメンカ爲ニモ之ヲ測ルヘシ右ニ記載セル目的ニ付テハ離
 隔水準ヲ測ルニ孰レノ位置カ尤モ適當スルヤ此章ニ此ヲ開示スヘシ
 地球ノ表面及ヒ實ニ凸凹屈曲セル表面上ニ其位置形象ノ狀ヲ定ムルニ最
 要ナル線ヲ二種ニ分ツ岡陵線(Ridge-lines)及ヒ谿谷線(Valley-lines)是ナリ
 壹 岡陵線ハ其進路ノ全体其兩邊ノ之ニ直接ノ地ヨリ高ク即チ其地ヨリ
 兩邊ニ斜下スルヲ以テ此名ヲ命ス故ニ此地ニ落ルノ雨水一岡陵線ノ兩邊
 ヨリ流去ス故ニ亦放水線(Water-shed line)トモ云フ亦時トシテ岡陵線ヲ名ケ
 テ地勢ト云フ地球ノ表面ハ大山脈ノ中央線ナル數多ノ岡陵首線ヲ以テ縱
 橫聯絡シ此ヨリ岡陵支線岐分シ又二等岡陵支線支別シ退テ此ノ如ク漸々支
 分シテ多クハ其端岬峙トナリ平地或ハ谿谷ニ沈下ス又岡陵線ノ環曲シテ

故ニ復リ凹地即チ盂形ヲ爲スアレモ前者ニ比スルニ稀ナリ
 岡陵線ハ著シク長キ間々眞直ナルヲ平坦ナルヲ共ニ稀ニシテ大抵皆縱ニモ
 橫ニモ波瀾狀或ハ鋸齒狀ヲナス者ナリ
 岡陵線ノ最高點ハ山巔ヲナス圓錐狀即チ圓形山ノ巔ハ或ハ岡陵線ニ關係
 ナク特立點ヲナス者アレモ通例山巔ハ少ナクモ一岡陵線ニ聯接ス而シテ
 數多ノ岡陵線岐分ノ點タルヲ甚多シ山巔ノ廣キ一平地ヲ爲ス者アリ之ヲ
 高原(Plate land)ト名ケ其四縁ヨリ岡陵線岐分ス
 貳 谿谷線ハ其進路ノ全体其兩邊ノ之ニ直接セル地ヨリ低ク即チ其地ヨ
 リ兩邊ニ斜上スルヲ以テ此名ヲ命ス此故ニ地面ノ水ハ兩邊ヨリ谿谷線ノ
 方ニ流ル此ニ由テ又谿谷線ヲ水路線(Valley-course lines)ト名ケ此例ニ入ラサルハ
 谿谷線ノ四壁ノ爲ニ盂形トナリ以テ一湖沼ヲ成スキ及ヒ表面ノ水蒸散シ
 或ハ吸收サル、モナリ一雙ノ岡陵線ノ終末毎ニ谿谷線アリ此類ノ諸小線
 集合シテ大谿谷線トナリ又夫ヨリ漸々進ンテ最後ノ谿谷線トナリ終ニ海

入リ或ハ孟底ニ沈ミ或ハ一平地ノ線ニ止マル。谿谷線モ岡陵線ノ如ク著
 シク長キ間正直水平ナルモノ稀ナリ
 岡陵線ノ終ハ一般ニ或ハ平地ニ在リ或ハ二條ノ相合セル谿谷線ノ間ニ在
 リ或ハ一谿谷線ノ屈曲部ニ在リ。谿谷線ノ始ハ一般ニ二條ノ岐分セル岡陵
 線ノ間ニ在リ或ハ岡陵線ノ屈曲部ニ在リ或ハ「山峽」(Pass)ニ在リ
 山峽ハ同一ノ岡陵線中近隣ノ點ヨリ一段低キ處ニシテ岡陵線ト谿谷線ト
 直角狀ニ相交ハルノ點ト謂モ妨ナシ然レモ一山峽ニテ直角狀ニ岡陵線ニ
 交ハレル最低ノ高サナル線ヲ指シテ此山峽ヨリ反對ノ向ニテ走下スル二
 條ノ谿谷線ヨリ成ル者トシテ論スルハ「谿谷」ナル語ノ通常用法ニシテ善ク
 適當ス
 右ニ舉ケタル岡陵線谿谷線及ヒ其中ノ諸點并ニ之ニ接スル諸點ノ解説ヨ
 リシテ一地方ノ表面ノ形ヲ熟知スル爲ニ起伏 (Elevation) ノ最モ肝要ナル處
 ハ次ノ如クナルヲ明ナリ

山嶺即チ岡陵線ノ頂點高原若ハ最高點

岡陵線ノ傾度變スル所ノ諸點

岡陵線岐分スル所ノ諸點

山峽即チ岡陵線ノ最卑點ニシテ谿谷線一雙ノ最高點

谿谷線ノ最卑點

谿谷線ノ傾度變スル所ノ諸點

谿谷線轉彎スル所ノ諸點

右ノ諸處中交通線ノ土木ニ最モ緊要ナル者ハ山峽ナリ是レ山峽ハ一般ニ

岡陵ノ過渡スヘキ點ナレハナリ

既ニ枚舉セル地處ノ水準ノ中ニ各樣ノ海面湖面河面其他湊合水ノ表面ノ
 水準ヲ算入スヘシ

一地方ノ谿谷線ハ水向ニ依リ十分明白ニ平面圖上ニ記スルヲ常トス。岡陵
 線ノ位置ハ岡陵ヨリ各方ニ傾下セル斜面ヲ陰影シテ表スルヲ常トス最良ノ

陰影法ハ斜面ノ緩急ニ隨ヒ陰影ノ淡濃ヲ變シ務メテ傾角ノ切線ニ比例セシムルニ在リ。谷底ハ山巔ト區別スル爲ニ極メテ淡影ヲ付ス

○第五十九章 圍邊線 (Contour lines) ハ數字ノミニテ水準ヲ記スノ法ヨリ得ル者ニ比スレハ地面ノ形様ニ就テ更ニ渾全ノ報告ヲ平面圖上ヨリ得ルニ便宜ノ法トシテ取用セリ

圖上ノ一圍繞線ハ地球表面ノ一圍繞線ヲ表ス此線ハ水準基點 (Datum level) 上幾尺ナル一定高ノ處ニ在ル一切ノ諸點ニ遍互セル一線ナリ。然ラサレハ此線ハ地球表面ノ一横斷面トシ或ハ地球ノ表面此横斷面ニ由テ斷シタル者トシ或ハ水ノ上面一定高ノ處マテ蓋ヘル一葉ノ想像片ノ外線トス圍繞線ノ盡ク地面ノ最モ峻急ナル斜傾ノ諸線ト直角ニ交錯シ又地面ノ明ニ曲レル所ノ一切ノ岡陵線及ヒ谿谷線トモ直角ニ交錯シテ特別ニ銳キ岡陵或ハ谿谷ノ形ヲ現スルコトナシ

一平面圖上ノ逐次ノ圍繞線ノ間ノ鉛直距離ハ圖ノ表尺地ノ形様及ヒ平面

圖ヲ造ルノ目的ニ關ス大尺圖ニ於ルヨリ小尺圖ニ於テ大ニ且ツ緩阪低山ノ處ヨリ急阪高山ノ處ニ於テ大ナリ而シテ又圍繞線ノ位置ヲ求ムル爲ニ測量セル水準ノ精粗ニ隨ヒ且其企テタル工事ニ於テ之ヲ要スルノ用途ニ隨ヒテ大小アリ譬ヘハ不列甸ノ一里六寸ナル表尺ノ砲局圖ニ於テ高^サ二十五尺毎ニ圍繞線ヲ畫ケリ此中ノ圍繞首線 (Principal contour lines) ト名タル諸線ハ他線ニ比スレハ更ニ精密ニ測定セリ而シテ此圍繞首線ハ土地ノ稍扁平ナル處ニテハ高低五十尺毎ニ隆起セル處ニテハ一百尺毎ニ之ヲ置ケリ。限域圍邊線 (Joet contour lines) ハ都府地ノ疏水法 (Drainage) 及ヒ他ノ改良ノ爲ニ用ウル平面圖ニ記載セル者アリ此類ハ鉛直距離八乃至二尺毎ニ之レ有リ圍邊線ノ位置ヲ定ムルノ別法ハ要スル所ノ精粗度ニ隨ヒ來ル。圍邊首線ヲ記スルニハ先ツ既ニ前章ニ分類セル如キ岡陵及ヒ谿谷線ノ諸點ニ一連ノ椅標ヲ造リ量地ヲ施スノ間ニ其位置此標椅ヨリ水準測量ヲ爲シテ岡陵及谿谷線上ニ木釘或ハ他物ニテ此諸點ヲ記シ又水準基點以上五十尺一百尺

一百五十尺ノ如シ一定ノ高ニテ要用ト見ユル程ノ若干ノ間點ニモ木釘ヲ挿ス。鏈測若ハ圖寫法ニテ測量シテ斯ク記標セル諸點ノ位置ヨリシテ圍遶線中諸點ノ一系ヲ得ルナリ而シテ斯ク測量シテ求メ得タル諸點間ノ此線ノ進路ヲ臨寫圖上ニ草畫ス。水準ヲ照定スヘキ椅標ハ圍遶首線ト肝要ナル岡陵及ヒ谿谷線ト十字ヲ爲スノ地ニ於テ之ヲ爲ル

圍遶間線ハ岡陵及ヒ谿谷線ノ傾斜ノ比準變化セル諸點ノ水準既ニ明ナル者ノ扶ヲ借り地上ニ圖シテ以テ圍遶首線ノ間ニ之ヲ夾入ス二條ノ相隣レル圍遶線ノ水平距離ハ其地ノ傾角ノ正切ト逆比例ニシテ亦斜坡ノ緩急ヲ表スルニ用ウヘキ陰影ノ淡濃トモ逆比例ヲ爲ス。所謂ル山嶽草圖(Hill sketching)ナル者ハ此原理ニ隨ヒ圍遶線ト平行ニ水平線ヲ畫キ且圍遶線各自ノ粗密ニ比例セル粗密ノ度ヲ以テ鉛筆ニテ山嶽ノ傾斜ニ陰影ヲ付スニ在リ。

此鉛筆ノ線畫(Hatchings)ハ實ニ手草セル圍遶間線ナリ

前ノマストル、バットレル、サルリアムノ實地測量中ニ鉛筆山影ノ扶ニ依テ

圍遶線ヲ畫クノ近眞法ヲ次ノ詞ニテ解示セリ

「水平圍遶線ハ甚精細ニ視寫スルヲ得ヘシ測者若シ略圖ヲ造ルノ用ニ供セル三角法ニテ得タル高度ノ扶ヲ得ルキハ殊ニ精細ナルヘシ。今爰ニ解説スル所ノ法ハ之ヲ行フニ速カニシテ表尺小(假令ハ一里ニ付一寸若ハ二寸)ナレハ大概ニ精細ナリ是レ經驗ヲ積ミ目算自ラ精細ニ至ルナリ。此法ハ地勢ノ點檢ニ善ク適シ尤モ軍時土木ニ多ク用ウ然ルト雖モ平時土木ニ於テモ一般ノ交通線ヲ撰フ爲ニ地勢ノ豫檢ニ用キテ屢同様に効アリ

野外ニ於テ獨リ眼ノミニ任スルキハ水平線ヲ密集平行セル線畫法ニ由リ鉛筆ニテ寫シ全幅畫成セルキ此鉛筆線ノ一般ノ向ニ隨ヒテ要スル所ノ鉛直距離ニ如法ノ圍遶線ヲ寫シ且地圖上ニ記セル三角法ノ起伏或ハ他ノ高低ヲ用キテ其眞偽ヲ照定ス。此圍遶線ハ全ク一周シタルキ起初ノ點ニ復テサル可カラズ而シテ此法ニ由ラスシテ互ニ交通セサル孤立ノ

如法圍邊線ヲ視寫セシテ務ムルモ從來ノ經驗ノ度此目的ヲ達スルニ不十分ナルヘシ

彫刻圖ニ於テ山ノ陰影ハ圍邊線ニ直角ナル線畫法ノ線ニテ之ヲ成ス此故ニ最峻ナル斜阪ノ線ニ隨フナリ

工師其所計工事ニ用ウル最真線ヲ撰フノ便ニ供センカ爲ニ圖上ノ圍邊線ニ依頼スルノ多少如何ヲ識ラント欲セハ圍邊線ノ位置ヲ定ムルノ方法如何其精粗ノ度如何ヲ識リ且ツ椅標及ヒ其所業ノ間ニ用井タル他ノ別點ノ位置及ヒ之ニ記シタル水準ヲ視ルヲ肝要ノ事トス

○第六十章 横斷面 (Cross section) ハ所計工事ノ中央線則チ縱斷面ヲ或ハ直角ニ或ハ斜角ニ横斷ス此語ハ所計工事ノ渡過スヘキ交通線ノ縱斷面ヲモ稱ス此兩側面圖ニ就テハ既ニ第七章及ヒ第八章ニ之ヲ論セリ

横斷面ニシテ工師ノ最真線ヲ撰フヲ扶クル爲ノ者ハ(第十一章第五項ニ論セリ)一般ニ所計工事ノ渡過スヘキ岡陵及ヒ谿谷線ヲ追進スヘキナリ而シ

テ亦峻阪アル土地ニテモ此工事ノ中央線ト横交シ或ハ斜交シテ之ヲ造ルヘシ

作工側面圖ニ伍スル横斷面ニシテ掘開或ハ他ノ工事ノ量ヲ計算スルノ便宜ニ供スル者ハ(第十一章第十四章ニ論シタル)常ニ縱斷面ト直角ヲ爲ス

○第六十一章 裝水準儀 (Water level) ハ整置ノ長キト精細ノ密ナルヲ要セサル處ニテ酒精準器ニ代用スルノ器械ニシテ曲注管 (Siphon) チ一架ノ頂ニ倒置シ殆ト水ヲ充タシメ且見ルコノ容易ナラシカ爲ニ淡キ色ヲ與フ此管ノ水平部ハ(其長約十八寸ヨリ二尺)金屬ニシテ二箇ノ鉛直枝ハ(其高僅ニ二三寸)玻璃ナリ此二枝ノ水面同水準チナスヲ以テ測者此二水面ヲ聯スルノ線ヲ追フテ直視スレハ水平視線ヲ得之ヲ此器ノ「注視線」ト思フヘシ測幹ノ距離甚遠ク其分表ヲ讀ムコト能ハサル程ナレハ舊式ノ滑翅アル測幹ヲ用ウルモ可ナリ(第四十九章ヲ見)裝水準儀ハ椅標間ニ夾マレル圍邊線ノ諸點ヲ整置スルニ有用ノ者タリ是レ此目的ニハ精細トスルニ足リ且遠鏡アル水

準儀ニ比スレハ大ニ迅速ナレハナリ

○卷五 經始ヲ論ス(Of setting out)

○第六十二章 直線ノ整置 線ヲ整置シ且經始スルノ業ハ所計工事ノ中央線ヲ地上ニ記スルニ在ルコトハ既ニ第十一章第拾參條ニ之ヲ述ヘタリ此記法ハ二業ヲ以テ成ル桿ヲ用ヰテ假記即チ整置シ又之ヲ永記即チ所謂ル經始スル是ナリ其要點ニハ常ニ杓ヲ用ヰ

所計工事ノ中央線ノ經始ニ用ウル杓ノ距離ハ工師ノ異ナルニ隨ヒ其習慣ニ由テ大ニ變化アリ。或ハ六十六尺ノ一鏈毎ニ一杓ヲ建テ或ハ一百尺毎ニ一杓ヲ建ツ又或ル工事ニ於テハ杓間ノ距離三百尺ヲ踰ル者アリ。杓間ノ距離ノ長キ法ヲ用ウレハ時ト費ニ於テ得アレト精粗ニ於テ失アリ

長短中等ノ直線ヲ整置スルニ最モ便宜ノ器械ハ大形ノ反轉經緯儀ニシテ細說スレハ全徑六寸以上ノ圓アル者第三十四章是ナリ是レ其遠鏡橫軸ニ就テ全ク一轉シ得ルヲ以テ一測點ヨリ前後兩方ニ一連ノ直線ヲ整置スヘキヲ以テナリ此術ヲ正ク行ハンカ爲ニ大ニ小心シテ注眼線ヲ橫軸ニ垂直ニ

(第三十五章) 横軸ヲ經軸ニ垂直ニ(第三十五章) 經軸ヲ眞ノ鉛直ニ規正セサル可カラス。良好ノ六寸經緯儀ヲ以テ一直線ニ一桿ヲ整置スルキノ差謬ハ左右十秒ニ過キサル可シ細說スレハ約一里ノ距離ニテ三寸ナリ然リト雖モ極メテ長キ直線ニ於テハ經緯儀ヲ用キテハ十分ニ精細ナラス然レモ單ニ横軸ニ接セル遠鏡ヲ以テ成リ鉛直面ニ反轉シ得ヘキ適當ノ架ニ安シタル小反轉儀(Transit instrument)ヲ用キンコトヲ勸ム

工業ノ目的ニ用ウル反轉儀ノ遠鏡ハ物映鏡ノ燒點ノ長二十寸以上三十寸迄ノ者タルヘシ。遠鏡管ノ中央ニ一空丸アリ二箇ノ空圓錐之レニ接シ以テ横軸ノ肘ヲ造ス。此肘左方ニ漸次ニ削小シ兩端ハ圓錐狀ノ空軸トナリYト名クル二箇ノ角狀架ニ安シYハ各匡架ノ一ノ頂ニ承ケラル。此Y架ノ一ニハ規正經螺アリ以テ横軸眞ニ水平トナルマテ之ヲ上下ス一ニハ規正横螺アリ以テ横軸眞ニ注視線ノ動カント欲スル鉛直面ニ垂直トナルマテ前後ス又爰ニ此軸ヲ水平ニスルニ用ウル用捨スヘキ酒精準器アリ今將ニ其用ヲ

說カントス

物映鏡ト接眼鏡ノ通燒點ニ横簾ニ附着シテ一具ノ十字線アリ又之ヲ動かシテ以テ注視線十字ノ中央雙線ノ交點ニテ之ヲ記ス(ナ正シク横軸ニ垂直ナラシムル規正螺アリ。夜分ニハ横軸ノ空軸ノ一ヨリ燈光ヲ通シ小斜鏡ヨリ反照シテ十字線ヲ見ル可カラシム。此器械ノ架ハ強キ鑄鐵ニシテ堅固ナル基礎上ニ石若ハ煉化石ニテ築キタル柱脚(Pedestal)ノ頂ナル滑澤水平ノ扁石ニ安シ且之ニ螺定セル者ナリ。此器ヲ蓋フ所ノ屋ハ全ク柱脚ト交通ス可カラス然ラサレハ風ニ因テ起レル震搖ヲ器械ニ及ホスコト有ルヘシ設ケタル直線狀ニ精密ニ器械ヲ具ヘ易カラシメンカ爲ニ時トシテハ旋盤ノ滑臺ノ如キ低架ニ安シ一螺ヲ以テ左右望ム所ノ位置ニ滑送スヘカラシム

反轉儀ノ規正法次ノ如シ

(一) 注視線ヲ正シク横軸ニ垂直ニ具フコト 遠隔物ノ確定セル點ノ方ニ十字

線ヲ向ケ其向ヲ變セフシテ遠鏡ヲY架外ニ抗擧シ之ヲ回轉シ以テ軸心ノ位置ヲ反對シ再ヒ之ヲ下定シテ十字線精細ニ同點ヲ掩ヘハ規正正シキナリ然ラサレハ此差謬ノ半ヲY架ノ一ノ規正橫螺ニテ正シ半ヲ橫簾ノ規正螺ニテ正ス而シテ規正十分ニ至ルマテ此法ヲ反復ス

(二) 橫軸ヲ眞ニ水平ニスルコト 酒精準器ニ二脚アリ以テ遠鏡ニ跨カリ橫軸ノ二樞軸ニ安スY架ノ一ノ規正經螺ヲ廻シテ氣泡ヲ準器ノ中央ニ致シ準器ノ位置ヲ反對シテ氣泡仍準器ノ中心ニ在ラハ規正正シキナリ然ラサレハ偏倚ノ半ヲ軸ノ規正經螺ニテ正シ半ヲ酒精準器ノ一脚ノ高低加減ニ用ウル規正螺ニテ正ス規正全キニ至ルマテ此法ヲ反復シ遠鏡ヲ搖カスニ先ツテ酒精準器ヲ取去ルコトヲ遺忘ス可カラス

(三) 注眼線運動ノ平面ヲ正シク測器ノ兩邊ノ遠隔セル二測點ヲ通過スル鉛直面ニ在ラシムルコト 柱脚ノ構造ハ尋常ノ整置法ニテ行フヘキカ如ク殆ト眞直線ナルヘシ而シテ扁石ノ表面ハ其頭ヲ成ス者ナリ須ク精密ニ之

ヲ水平ニスヘシ

反轉儀ノ柱脚上ニ居ユタル者ニテ其注眼線ヲ規正シテ橫軸ニ垂直ナズシメタル者ハ遠鏡ヲ交番ニ回轉反向セシメテ殆ト其線ノ遠端ヲ表セル望標ヲ指スマテ之ヲ手ニテ搖カスヘシ而シテ此時注眼線兩望標ノ同邊(例ヘハ注眼線南北ヲナスキハ共ニ東或ハ共ニ西)ニ偏スルヲ見ハ其臺ヲ左右ニ搖カシテ之ヲ正シ又注眼線兩望標ノ對邊(例ヘハ甲ノ東及ヒ乙ノ西)ニ偏スルヲ見ハ經軸ニ就テ爲スカ如ク臺ヲ廻ラシテ之ヲ正ス是ハ規正ノ第一近眞法ナリ第二近眞法ハ橫軸ヲ水平ニシタル後ニ同法ヲ行ヒ而シテ後ニ其處ニ螺窠ノ認識ヲ爲シ器械ヲ他ニ移シテ此螺窠ヲ容ル、穴ヲ鑿開シテ之ヲ納メ鉛ヲ以テ固定ス

器械ヲ故ニ復シ前ノ如ク大抵ニ規正シテ之ヲ柱脚ニ定ムルノ螺ヲ挿シ仍ホ之ヲ緊柱セス終ニ橫軸ノ規正橫螺ヲ用ヰテ器械ヲ規正シ固定螺ヲ緊柱ス

此事ニ就テノ細説ハシムムス氏ノ隧道築造篇ニ在リ

○第六十三章 曲線ノ設置及ヒ經始 鐵道ノ屈曲部ハ大詳密ノ法ヲ以テ經始セシムルヲ要ス。大抵普通ノ法式ハ或ハ一二ノ例ニ於テ他ノ法式ヲ用ウルト有レモ先ツ圓狀弧線ノ法是ナリ。機械學ノ目的ニ於ル最良式ハ「彈性曲線」(Elastic curve)ト名クル者ナルトヲ思フヘキノ理アリ是ハ平等橫断面(Uniform transverse section)ノ彈條ノ曲レル時ノ形ナリ(此事ニ就テハ第四百三十四章ヲ見ヨ)爰ニ論スル所ノ者ハ唯圓狀曲線經始ノ三法ノミ 角度法、枝距法、弧線切半法是ナリ

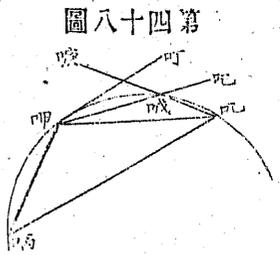
第壹法 周圍ニ於ルハ角度ニ由テ圓狀曲線ヲ經始スルハ、此法ハ只直線ノ如ク迅速且精密ニ圓狀曲線ヲ設置シ得ルノミ

此角度ニ由テ曲線ヲ經始スル法ハ此篇ノ述者千八百四十一年ニ始メテ實行シ千八百四十三年三月十四日ニ工師教育ノ爲ニ朗讀セル文書ニテ始テ發行セリ。經緯儀ニテ曲線ヲ經始スル法ハ此ヨリ前ニカビティン、ベッ、ナマストル、グラワット氏之ヲ用サタリ然レモ此述者ノ知ル所ニテハ千八百

六十二年マテ之ヲ發行シサリキ

此法ハ人ノ普ク知レル原理ナル圓ノ周圍ノ一點ニ於テ其圓ノ一弧線ニ對シテ角ハ其圓ノ中心ニ於テ同弧線ニ對シテ角ノ半ニ同シト云ヘル者ニ基ク例ヘハ第四十八圖ノ呷呷ハ圓ノ弧線呷ハ同周圍中此弧線ノ外ニ在ル一點ナリ。呷呷呷角ハ此圓ノ中心ニ於テ呷呷ニ對立セル角ノ半ナリ。角ヲ度ルノ點啖點ニ於ル如ク本弧上ニ在ルキハ此角ハ其弧ノ一端ヨリ畫ケル線ト他端ヨリノ引長線トノ間ニ造レル呷啖吧ニ呷啖啖ニシテ則テ其圓ノ中心ニ

於ル角ノ半ニ等シ。又此點呷點ノ如キ本弧ノ一端ニ在ルキハ此角ハ本弧ノ切線ト其弦ノ間ニ造レル呷呷呷ニシテ其性質亦相同シ
 此ヲ公式ニテ表スルニ甲ヲ以テ弧線ノ長ヲ表シ至テ以テ其圓ノ半徑トシテ然ルキハ周圍ニ於ル角ノ分ノ數



圖八十四第

$$\text{中心} = \frac{\text{於ル角}}{2} = 1718' \cdot 573 \text{ 甲} \dots (1)$$

(此倍数ハ半徑ニ等シキ弧線ノ半ノ分ニ於ル量ナリ第三章ヲ見ヨ)
 米利堅ノ工師ハ長百尺ノ弧線ニ對シテ中心ニ造レル角ノ度数ヲ擧テ曲
 線ノ銳鈍ヲ解明シ此角ヲ名ケテ「斜勢ノ角」(Deflection)ト云其量ハ

$$\text{度} = \frac{\text{於ル彎曲ノ角}}{5729.5} = \text{尺稱半徑}$$

曲線ヲ此斜勢ノ角ニ隨フテ「一度曲」「二度曲」云々ト名ク此ニ由テ一度曲ハ
 五七二九六尺半徑曲線ノヲ謂ヒ二度曲ハ二八六八尺半徑ノ曲線三度
 曲ハ一九〇九九尺半徑ノ曲線ノヲ謂フ遲テ皆然リ

此原理ヲ實地ニ應用スルノ最良器械ハ六寸ノ反轉經緯儀ナリ之ヲ以テ正
 シク半里毎ニ桿ヲ設置ス一寸半以上ノ差謬アル可カラズ之ヨリ小ナル器
 械ニテハ距離ヲ短縮シ或ハ精密ヲ損セサル可ラス

設題第壹 曲線經始ノ設題ノ此他ハ第四百三十四章ヲ見ヨ 設ケタル二條ノ直線アリ其交點ニ到ル可キ曲
 狀曲線ヲ經始シテ此二線ニ觸レシムルヲ

○第四十九圖ノ「呷」兩呷ヲ呷ニ交レル二直線トシ呷ニ經緯儀ヲ置キ呷ニ
 テ表スル角ヲ度リ而シテ呷「呷」兩呷ナル二條ノ等切線ヲ置ク其長短ハ次ノ
 公式ニ由テ算スヘシ(其中ノ「至」ハ曲線ノ半徑ニシテ始ニ企テタル者ナリ)

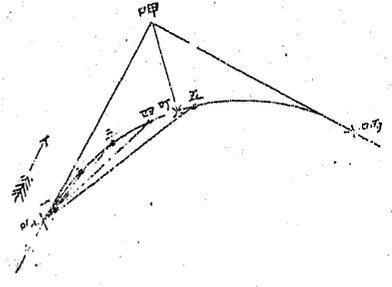
$$\text{呷} = \frac{\text{呷}^2}{\text{至}} = \frac{\text{至} \cdot \frac{\text{呷}}{2} \cdot \text{至}}{\text{至}} \dots (11)$$

而シテ「呷」及ヒ「呷」ハ曲線ノ兩端ニシテ此處ニテ直
 線ニ觸ルハナリ

曲線ノ中點ヲ求ムル(常ニ切要ニハ非サレヒ)ヲ便
 宜トス。此ヲナスニハ經緯儀ニテ呷角ヲ切半スル
 呷「呷」ニ置キ次ノ距離ヲ置ク

$$\text{呷} = \frac{\text{至} \cdot \left(\frac{\text{呷}}{2} \cdot \text{至} - 1 \right)}{\dots} \dots (13)$$

圖九十四第



然レハ叮ハ曲線ノ中點ナリ

吃兩ノ點ハ(叮點ヲ記シタルキハ之レモ)中央線ヲ追テ一鏈若ハ百尺ノ等距離或ハ他ノ距離毎ニ打入セル尋常杖ヨリ何様ニカ異ナル杖ニテ記スヘシ

曲線ノ全長ヲ求ムルニハ次ノ公式ヲ以テス

吃兩點ニ： $003909 \sin \times \text{吃ノ外角ノ分數} \dots \dots \dots (四)$

吃兩若ハ叮點ノ孰レニテモ曲線設置ノ爲ニ經緯儀ヲ置クノ一測點ニ應スヘシ。吃ナル曲線初點ハ最モ單一ナル施術ヲ含ムノ測點ナリ然レモ曲線ノ長約半里ヲ越ユルキハ叮點ハ精細ト便宜トニ於テ最良ノ測點ナリ

次ニ言フ所ハ吃ナル初點ニ經緯儀ヲ植テ、曲線ヲ設置スルノ法ナリ

所計鐵道ノ中央線ヲ記セル杖間ノ距離ハ、六十六尺、一百尺、或ハ此ヨリ大ナルニ論ナク簡易ノ爲ニ總テ之ヲ「一鏈」ト名ク

○第四十九圖ノ○ヲ直線中曲線ノ直前ニ於ル最末ノ杖トシ曲線ノ始ヨリ

第一杖マテノ吃一ナル距離ハ一鏈ト○吃ノ較ナリ。吃一ナル弧線ニ對立セル角ヲ(一)ナル方程式ニテ算シ經緯儀ノ地平經度圖ノ零點ヲ吃ノ方ニ向ケ之ニ依テ吃呷ナル切線ヨリ之ヲ敷クヘシ。然シテ注眼線ヲ固有ノ向ニテ曲線中ノ第一杖ナル一ニ向ケ其吃ヨリノ固有距離ヲ測鏈ニ由テ敷ケハ其位置直ニ定ルヘシ

吃一加一鏈、吃一加二鏈、吃一加三鏈等ニ對立セル周圍ニ於ル角ヲ算シテ逐次ニ吃呷ナル切線ヨリ之ヲ敷ケハ各自ニ二三四等ナル逐次ノ杖ノ當然ノ向ヲ得ヘシ此ハ同時ニ測鏈ヲ用非テ每一鏈ノ平等距離毎ニ逐次ニ之ヲ置クナリ

鐵道上常有ナル某曲線上ノ一鏈長ノ弧線ト其弦トノ較ハ甚小ニシテ甚長キ距離ノ間ニテモ見ル可キ程ノ差謬ヲ其事業上ニ起サ、ルヲ常トス然レモ非常ニ短キ半徑ナル曲線ヲ生スルキハ固有ノ弦ヲ算シ其弧線ノ長ナル一鏈ノ代ニ此算シ得タル者ヲ各杖ヨリ次杖ニ經始スルヲ容易ナリ此カ爲

ニ次ノ近真公式ヲ必用トス 筈ヲ半徑甲ヲ弧線丙ヲ弦ニ命ス

$$\text{約} \quad \text{丙} = \text{甲} \left(1 - \frac{\text{甲}^2}{24 \text{丙}^2} \right) \dots \dots \dots (五)$$

叮若ハ曲線中他ノ中間點又ハ其端ノ兩ニ經緯儀ヲ置テ曲線ヲ整置スルハ其所行正ニ相同シ其異ナル所ハ地平經度圈ノ零點ヲ呷ニ向ケスシテ叱ニ向ハシムヘク又測鏈ガ經緯儀ヲ置クヘキ測點ヲ踰ユルハ(譬ヘハ第四十九圖ノ叮ニ經緯儀ヲ居ユタルキ四杵ヨリ五杵ニ及フカ如シ)遠鏡ヲ全ク反轉スヘキ是ナリ

土地不平ニシテ叱叮及ヒ呷ノ三測點ヨリ全曲線ヲ整置スルコト能ハサル程ナレハ既ニ植テタル杵ノ中通視スヘキ位置ニ在ル者カ經緯儀ヲ居エルノ點ニ應スヘシ
右ノ杵及ヒ桿ハ經緯儀ニテ整置セル後ニ一種ノ枝距法ニテ最後ニ其位置ヲ照定規正スヘシ其法ハ後ニ之ヲ講明セン

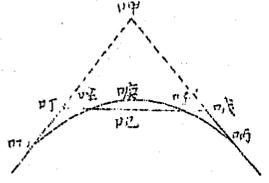
設題第二 二條ノ設ケタル直線ノ交點ニ到ル可ラサルキ此二線ニ觸ルノ圓狀弧線ヲ經始スルコト

第五十圖ニ於テ地上ニ鏈測スヘキ線ハ實線ニテ表シ其長短ヲ推算スヘキ者ノミ虛線ニテ之ヲ表ス

叱呷兩呷ヲ到ル可カラサル呷點ニ會スルノ二線トシ到ル可キ地上ニテ叮呷ナル一直線ヲ鏈測シ以テ其二切線ヲ聯接ス此叮呷ナル截斷線ノ位置ハ

隨意ナリ然レモ確定シテ經緯儀ノ居點トナスヘキ
二點ニテ所計曲線ニ交ハル程ニ置クヲ便宜トス
叱叮呷叮呷呷角ヲ度ル此角ハ叮及ヒ叱ニテ之ヲ表スヘシ然レハ呷ニ於ル角ハ

第五十圖



$$\text{呷} = \text{叮} + \text{呷} - 150 \dots \dots \dots (六)$$

$$\text{呷} = \text{叮} + \text{呷} - 150 \dots \dots \dots (七)$$

$$\sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} \dots (八)$$

斯ノ算セル叮叱及ヒ啖啞ナル距離ヲ置キ叱啞ナル曲線ノ兩端ヲ記シ設題第一ニ於ル如ク此兩測點ヨリ曲線ヲ整置ス

然レ此曲線中經緯儀ヲ居ウヘキ間點ヲ有スルノ便宜ナル一屢之レ有リ而シテ其啖及ヒ呼ナル截斷線トノ交點及ヒ其間ノ正中ナル啖點ハ容易ニ次ノ算法ニテ求ムヘシ是ヲ爲スニハ方數表(Tables of squares)ヲ要ス

叱ヲ以テ截斷線上啖呼ノ間ノ正中ノ點トス

叱叮||啞啖ナラハ叱ハ叮啖ノ中央ニ在リ。叱叮ト啞啖ト同シカラスンハ假ニ叱叮ヲ大ナリトセン然ルキハ叱點ノ位置次ノ兩公式ノ孰レカニテ求ム

$$\sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} + \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} \dots (九)$$

啖呼ノ二點ハ叱ノ兩邊ニ在テ同距離ナリ次式ノ孰レカニテ之ヲ求ムヘシ

$$\sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 + \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 + \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} = \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} \dots (十)$$

(九)(十)ノ方程式ハ次ノ二式ヨリ來ル而シテ此ハ此算ノ照定ニ用ウヘク且方數表ヲ用ウルニ相當ノ形ニ造レリ

$$\sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 + \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} = \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 + \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} \dots (十一)$$

曲線中ノ啖點ハ叱啖ナル縱線ヲ叮啖線ニ垂直ニ畫ケハ之ヲ得ヘシ其長短ハ次ノ如シ

$$\sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} \sqrt{2} \right)^2} \dots (十二)$$

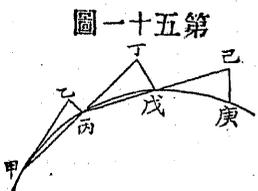
曲形ノ中心ニ於テ叱ナル初點ト啖啖呼啞ナル諸點ノ間ノ諸弧線ニ對立セ

ハ此兩般ノ目的ヲ達スヘシ而シテ障礙ト其外面ノ測點トノ間ノ杵ハ此測點ヨリ逆ニ鏈測シテ之ヲ建ツ

例ヘハ曲線ノ初點(吃)ヲ線路ノ初點即チ零號木釘ヨリ二百四十三鏈六十節ノ處ニ在リトスレハ曲線ニ於ケル初杵ハ吃ヨリ四十節ニシテ二百四十四號木釘ナルヘシ。今二百四十五號及ヒ二百四十六號木釘ハ順行鏈測ノ植テ得ルト雖ヒ次鏈ノ進路ニ一障礙アリトスレハ喫ヲ以テ曲線中障礙外ノ一測點ニシテ截斷線若ハ他法ヲ求メタル者トシ又吃喫弧ヲ固有公式ニテ算シタルニ六鏈二十節アル者トセン。然レハ喫ハ零號木釘ヨリ二四三六〇十六二〇〥二百四十九鏈八十節ニシテ二百四十九號木釘ト二百五十號木釘ノ間ニ在リ。二百四十九號木釘ハ喫ヨリ逆ニ八十節ヲ鏈測シテ之ヲ植テ二百四十八號及ヒ二百四十七號木釘モ之ニ續イテ逆測シテ之ヲ植テ二百五十號木釘ハ喫ヨリ順ニ二十節ヲ鏈測シテ之ヲ植テ二百五十一號等ノ木釘ハ之ニ續ケテ順測シテ之ヲ植ツ。經緯儀ノ居點ヨリ角狀方向ヲ取テ杵ヲ整

置スルハ當然ノ法ニ非ス

第貳法。枝距ニ依テ圓狀曲線ヲ整置スルヲ。第五十一圖ノ甲丙丙戊戊庚



チ一圓内ニ畫ケル同若ハ不同ナル一連類ノ弦トス甲丙チ丁マテ引長シテ丙丁||丙戊丁戊ヲ聯ヌ。丁戊ナル距離ハ所謂枝距ナリ其量ハ次式ニテ大抵精細ナリ

$$\text{丁戊} = \frac{\text{丙戊} \cdot \text{甲丁}}{2 \text{ 弦}} \quad \text{(十五)}$$

丙戊ト戊庚ヲ二條同齊ノ弦トセン然ルキ其枝距ハ

$$\text{己庚} = \frac{\text{丙戊}^2}{\text{ 弦}} \quad \text{(十六)}$$

甲乙ハ曲線ノ甲點ニ於ル切線丙乙ハ丙點ヨリ之ニ垂ルタル垂線ナリ此垂線ハ切線ヨリノ枝距ニシテ次ノ如シ

$$\text{乙丙} = \frac{\text{甲丙}^2}{2 \text{ 弦}} \quad \text{(十七)}$$

設題第肆 直線上ノ設點ヨリ始メ枝距ニ依テ圓狀弧線ヲ經始スルヲ(第五十一圖)

甲ヲ設題第一ノ如ク求メタル曲線ノ初點トシ桿ヲ以テ之ヲ記ス甲乙ハ直線ノ引長(曲線ノ切線ナルヲ以テ)乙ハ直線ノ最後ノ杓ヨリ其引長線ヲ追フテ量リタル杓ノ測鏈ノ端ナリ。小桿ヲ乙ニ植テ(十七)ノ方程式ニテ乙丙ナル枝距ヲ算シ鏈端ト小桿ヲ併セテ其位置ヲ横サマニ變シテ乙ヨリ丙ニ移シ鏈ヲ緊張シテ保チ小桿ヲ丙點ニ殘ス

甲乙ノ引長線ニ順フテ測鏈ヲ前方ニ運ヒ甲及ヒ丙ト一直線ニ丁ニ一鏈ノ距離ニ於テ一桿ヲ整置シ(十五)ノ方程式ニ由テ算セル丁戊ナル枝距ヲ追フテ桿ト鏈端トヲ移ス

測鏈ヲ前運シ丙及ヒ戊ト一直線ニ戊ヨリ己ニ一鏈ノ距離ニ於テ一桿ヲ整置シ(十六)ノ方程式ニテ算シタル己庚ナル枝距ヲ追フテ桿ト鏈端トヲ移シ庚ニ桿ヲ殘ス等逐マテ皆此ノ如クス

能ク此業ヲ精細專一トシテ爲サハ曲線ノ端ハ設題第一ノ如ク求メタル點ニ於テ正シク他ノ切線ニ觸ルヘシ。然レモ最初ノ試驗ニテハ偶然ニ非レハ其精粗ヲ證スルコト能ハス其故ハ枝距ヲ取ルニ微小ノ不精ハ各杓ノ位置ニ謬差ヲ生シ曲線ノ初點ヨリノ距離ノ平方ヲ以テ殆ト増加スレハナリ。最後ノ謬差著大ナル杓ハ曲線ヲ復ヒ整置シ逐次試驗ニテ最後ノ謬差ノ約十分節ニ過キササルマテ減少スルニ至ラサル可ラス然シテ終ニ尙一回曲線ヲ環リテ鏈測ノ諸杓ノ位置ヲ規正シ曲線ノ初點ヨリノ距離ノ平方ニ比例セル距離ニ隨ヒテ各杓ノ位置ヲ左右ニ移スヘシ

此法ハ曲線整置ノ方法ニシテハ拙劣煩冗ナリト雖モ既ニ整置セル曲線ノ曲形ノ均否ヲ試證シ某杓ノ位置ヲ一二寸ノ距離ニ改良スルニハ甚有用ナリ。第三法 逐次ニ弧線ヲ折半シテ圓狀弧線ヲ經始スルコト 此法ハ量角儀アラサル杓ノミ用ウル法ナリ。此ハ次ニ舉グル乙角ノ矢弦ト其半ノ矢弦トノ關係上ニ關ス

然マテ桿ノ整置ニ隨ヒ曲線ヲ遶リテ鏈測シ同齊ノ距離ニ杵ヲ打入ス
 曲形ノ均否ハ終ニ第貳法ニ由テ照定ス

○第六十四章 所計工事ノ中線ノ彫記(Nicking out)ハ諸杵間ノ地ニ中線ヲ記
 スル爲ニ廣幅約六寸ノ小塚ヲ穿ツニ在リ。各杵ノ兩邊小距離ノ間ハ地面ヲ
 損セスシテ之ヲ存スヘシ

中線ノ塹牆及ヒ家屋ヲ渡ル處ハ罅缺又ハ溝路ヲ造リテ明白ニ之ヲ記セカ
 ル可ラス

○第六十五章 線路及ヒ水準ノ永久標ハ中線ヲ記スル者ヨリ大ナル杵ヲ
 用ウルヲ常トス而シテ工事進歩ノ間ニ擾亂スルノ危殆ナキ程ニ之ヲ左右ニ
 遠サケ置クヘシ其中線ニ造レル標ハ此際自滅却ニ歸スルナリ

線路ノ永久標ノ首トシテ緊要ナル處ハ曲線ノ切線上ナリ曲線ノ端ヨリノ
 距離ヲ記シ以テ曲線及ヒ之ヲ聯ヌル直線ノ兩様ヲ臨時再ヒ整置スルノ便
 宜ニ供ス。中線ノ曲部若ハ直部上ニ要用ナル點アレハ之ヲ貫キテ一直線ニ

二杵ヲ打入シテ永久標トス此二杵ハ工事ヲ施ス地位ノ兩邊ニ各一條ナリ
 而シテ此ヨリノ距離ヲ記シ或ハ第二十一章第二條ニ分解セル一法ヲ用非
 テ之ヲ確定ス

工事ノ水準ノ永久椅標トシテ用ウルノ杵ハ其長約三四尺ニシテ四寸角ナ
 リ其頭ノ破壞ヲ防ク爲ニ頂ニ鐵環ヲ嵌ス。測幹ヲ安スルニ堅牢ナル表面ヲ
 造ルノ最良法ノ一ハ杵頭ニ大凸圓頭ノ長鐵釘ヲ打入スルニ在リ此頭ノ凸
 圓面ノ最高點ハ則チ椅標ナリ。右ノ如キ標ハ企テタル一切ノ疊石片(Pieces
 of masonry)及ヒ他緊要構造(Structure)ノ地位ニ傍ヒ且鑿開及ヒ隄塘ノ端ニ傍
 フテ建テ又所計鐵道ノ傾斜比例即チ坡度(Gradient)ノ變スヘキ地ノ對點ニ之
 チ造ル

疊石ノ一片既ニ築成シテ本度ノ高ニ達セハ速ニ一二箇以上ノ椅標ヲ此疊
 石上ニ造リ以テ其餘ノ當ニ爲スヘキ造築ノ水準ヲ正スニ供ス

○第六十六章 作工側面圖及ヒ水準帖。作工側面圖ノ性質ハ既ニ第十一

章第十四款ニ之ヲ概説セリ。之ヲ具フル爲ニ取リタル水準測量過半ハ中線ヲ記ス爲ニ植タル杵ノ其頭ヲ地面ニ平坦トナルマテ打入セル者ノ水準ヲ以テ成ルニ杵間ニ地面ノ不平坦アルキハ増補ノ水準及ヒ距離ヲ充分ニ取リ精正ノ鉛直側面圖ヲ作ルニ適シシメサル可カラス又毎交通線及ヒ他ノ緊要物体ノ中央線ヲ過ル處ノ水準ヲモ取ラサル可ラス。毎杵及ヒ横過セル毎交通線ノ水準ハ必再測スヘシ

作工側面圖ノ表尺ニ付テハ第八章ヲ見ユ

横断面ハ既ニ第六十章ニ論シタリ。其地ノ左右不平ナルキハ毎杵ニ此断面ヲ要ス。此ハ常ニ中央線ト正ク直角ニ設置シ且之ヲ圖スルニ過大ナラシム可ラス其經尺横尺ハ縦断面ノ經尺ト同様ナリ横断面ハ皆中央線ヲ追テ前ノ方ニ之ヲ視ルカ如ク圖セサル可ラス

交通線ノ作工側面ノ水準帖ハ其地及ヒ所計土木ノ水準及ヒ今將ニ分類スル所ノ報告ノ十全ナル記載簿ナリ。此帖ハ每面之ヲ數欄ニ分ツ其數其位次

及ヒ其目ハ工師ノ習慣ニ由テ一様ナラス。次ニ舉グル水準帖各欄ノ目ノ書記法ハ一例トナスヘキ者ナリ。此ハ特ニ鐵道ニ適スト雖ヒ聊カ更改スレハ他種ノ工事ニモ適スル者トナス可シ

第一欄 中央線ヲ追ヒ六十六尺、一百尺、三百尺或ハ他數ノ等距間ニ植テタル

杵ノ記號。線ノ初點ニ在ル杵ハ零ト數フ

第二欄 側面ノ初ヨリノ距離ヲ其場合ニ隨ヒ節或ハ尺ニテ記ス

第三欄 等距杵間ノ物体ノ解例ヘハ塀牆、水流、道路、運河、鐵道、曲線ノ端ナル間杵等

第四欄 杵處及ヒ所要アレハ杵間ノ地及ヒ椅標ノ水準

第五欄 鐵道ノ上面(或ハ他ノ所計工事)ノ所計水準

第六欄 造作水準(Formation level)(即チ工事全成ノ爲ニ掘開或ハ隄塘ヲ具ヘタルキノ其地ノ水準ナリ)

第七欄 鑿開ノ深淺(第四第六欄ノ數ノ較テ)

第八欄 隄塘ノ高低 取テ算シタル者

第九欄 中央線ノ左 右 其地ノ傾キアレハ其傾キタル斜度ノ比準ヲ中央線

ヨリノ昇降ニ隨ヒ分類ス。其地ノ斜度不齊ナルキハ横斷面圖ニ關係ヲ存スヘシ

第十一欄 中央線ノ左 右 工事ノミ(塀牆ハ例外)ニ要スル土地ノ廣幅。此ハ半廣

(Half breadth)ト名ク。之ヲ算スルノ法ハ後ノ土工(Earth work)ノ卷ニ之ヲ分解スヘシ

第十三欄 中央線ノ左 右 ナル半廣總計(Total half-breadth)ニ第十一欄第十二欄ノ

第十四欄 半廣ニ塀牆ノ心算ノ廣幅ヲ加フル者ナリ
第十五欄 水流、道路、運河、鐵道等ノ中央線ヲ過クルノ角ナリ又(角ノ斜ナルキ

ハ)其銳角ヲ前ノ方ニ見テ中央線ノ左右孰レニ在ルヤヲ載スヘシ
第十六欄 記事ニシテ永久標ノ位置、斜度ノ比準、曲線ノ半徑、橋梁、隧道、及ヒ棧道ノ穹窿形ノ展張(Span)及ヒ頭室(Head-room)現存交通線ノ水準ノ變化等ヲ載ス而シテ皆作工側面ノ草圖ト伍スヘシ

現存交通線ノ位置若ハ水準ヲ所計工事ノ目的ノ爲ニ變換スヘキハ此變換線ニ要スル工事ノ作工側面圖ヲ本業ノ圖ト同法ニテ造リ其分解ヲ水準野帖ニ記入ス

○第六十七章 地方ノ斜面及ヒ廣幅ノ經始ニ第十一章ニ掲ケタリハ算定セル工事ノ半廣、及ヒ半廣總計ヲ正シク中線ト直角ニ置キ棧ニテ其端ヲ記シ時トシテハ線ヲ彫記シテ此諸棧ヲ聯テ夫々ニ填塞スヘキ土工ノ經界及ヒ地方ノ經界ヲ示スニ在リ。此經界ノ外線ヲ追フテ務メテ迅速ニ假牆ヲ造ル

地方分圖 (同章ニ掲ケタリ)ヲ具フルハ作工量地ノ平面圖上ニ半廣總計ヲ

圖シ工事ニ要スル諸區ノ經界ヲ畫キ且其地主及ヒ占有者ニ配與スル爲ニ別ニ此レノ寫圖若ハ臨寫圖ヲ造ルニ在リ

○第六十八章 工事ノ地位ノ永久標ハ既ニ中線ノ諸點ヲ記スルニ付テ第六十五章ニ分解セル者ト殆ト同シ原理ニテ植テタル杵ナリ。例ヘハ經始スヘキ工事ヲ穹窿若クハ平臺ヲ承クル二箇橋臺ヲ以テ成レル一ノ橋梁トスレハ橋梁中ノ一切諸點ノ位置ノ關スル所ナル首點ハ橋臺ノ四隅ナリ然レハ何時ニテモ此四隅ノ位置ヲ求ムルノ便宜ノ爲ニ橋臺ノ引長線中四隅ヨリ既定ノ距離ニ於テ工事ヲ施スニ障礙ヲ爲サ、ル程隔テ、四杵ヲ植ツル是ナリ

○第六十九章 掘開ノ水準線ヲ經始スルニハ杵ヲ打入セシメテ其頭ヲ所計ノ造作水準ニ在ラシム。水準ヲ定メテ杵ヲ植ツルニハ其最近ノ椅標ニ測幹ヲ建テ之ヲ讀ムヘシ此椅標ノ水準ト打入スヘキ新杵ノ水準トノ較ハ其杵椅標ヨリ低ケレハ幹ノ讀數ニ之ヲ加ヘ高ケレハ之ヲ減スヘキナリ。此ニ由

テ其新杵ヲ當然ノ深サマテ打入スレハ此杵ニ於テ幹上ニ讀ム所ノ高サヲ得所計鑿開ノ初點ニ近ク中央線中相距ルコト五十尺許ニ右ノ如キ二條ノ杵ヲ打入スレハ掘開者ヲシテ「照準術」(Bonning)ト名クル丁字狀ノ照準杖ナル具ヲ以テ二箇ノ設點ヨリ同齊ノ傾線ヲ設置スルノ術ニ由テ若干距離ノ間傾斜ノ當然ノ水準ト比例トニテ鑿開ヲ前進スルノ便ヲ得セシム。照準杖ハ孰レモ直立幹ノ頭ニ直角ニ横挺アル者ナリ其一具中ノ者ハ盡ク正シク同高ナラサル可ラス。設ケタル二杵ヨリシテ之ヲ以テ鑿開ノ底ヲ設置即チ照準スルニハ二箇ノ照準杖ヲ二杵頭ニ直立セシメ第三杖ヲ鑿開中此杵ト同直線ヲ爲スノ點ニ保ツ此時掘割ノ底面眞ノ造作水準ニ在ルキハ三杖ノ頂一直線ヲ爲ス。此法ニ由リ工師水準儀ト測幹ニテ其内縁ニ近ク一雙ノ新杵ヲ植ツヘシト思考スルノ地マテ傾斜ノ同齊比例ニテ鑿開ヲ進メ此點ニ至レハ又前ノ如ク新ニ照準術ヲ行フ

○第七十章 隧道ノ設置及ヒ經始 既ニ分解セル法ニ由リ第一ニ隧道ノ

中央線ヲ地面ニ整置シ終レハ此線ヲ退フテ適宜ノ位置ニ一列ノ井狀坑ヲ穿ツ

地下ノ線ヲ整置スルニハ各井狀坑(Shaft)底ノ中線ニ二標ヲ造ラシムヲ要ス其間ハ務メテ相離シテ其線ヲ坑底ヨリ兩方ニ引長スルニ適セシムヘシ。此標ハ十字材ニ常釘或ハ大釘ヲ打入セル者ヨリ成ル

此初業ハ坑上ニ木製ノ一架工ヲ建テ地下ノ標ノ位置ヲ定ムルニ在リ此架工ヨリ二條ノ錘線ヲ懸ケ殆ト坑底ニ垂レシム此錘線ヲ整置スルハ反轉儀ニ依ル然レハ風天ノキハ此ヲ行ヒ難ク或ハ行フ可ラスマストルシムム氏ハ次ノ改良セル法ヲ公告セリシムム氏ノ隧道鑿開法曰ク反轉儀ニ依テ地上ノ中線ニ二條

ノ強杖ヲ整置シ工事進歩ノ間ニ紛擾スルヲ無ラシメン爲ニ各井狀坑ノ中心ヲ距ルヲ約十六尺ノ處ニ在ラシム。中線ノ正位ヲ記スル爲ニ各杖ノ頭ニ一大釘ノ頂ニ一眼アル者ヲ打入ス。各釘ノ眼ハ大ニ注意シテ正シク之ヲ中線ニ整置セシメ其背後ニ白紙片ヲ保チ以テ測者ヲシテ測器ニテ通視ス可

ラシム。釘眼ヲ通シテ一條ノ繩ヲ張リ以テ井狀坑口ヲ過キテ中線ノ進路ヲ記ス。井狀坑ノ兩邊ニ各一板ヲ置キ繩ト直角ヲ爲サシメ其線ヲ坑縁ヨリ二三寸突出セシメ以テ錘線ヲ懸ケタル坑ノ邊ト相離レシム。然シテ二條ノ錘線ヲ此板ヨリ懸下シテ中央線ヲ記セル繩ノ直下ニ在ラシム此錘線ノ下端ハ坑底ニテ中線ノ二點ヲ示ス

井狀坑ノ下端ヲ聯スルノ導坑(Heading)即チ「通坑」(Dift)即チ小ナル水平坑ノ近眞整置ハ一種ノ鑿内ニ木匠ヲ嵌メ之ヨリ蠟燭ヲ懸ケ之ヲ用ヰテ此ヲ爲ス

導坑ヲ造リテ後既ニ井狀坑底ニ整置シタル標ノ間ニ一繩ヲ張リ三十尺或ハ四十尺ヲ隔テ、横梃ニ架セル小キ鑽孔木頭若ハ頭ニ眼釘ヲ打入セル杖ヲ定メ以テ木釘若ハ大釘ノ孔ヲ此繩ニ由テ正シク中線ニ整置ス可ラシム是レ正シク中線ヲ整置スルノ法ナリ。然レハ何時ニテモ要スルヲアレハ此孔ノ二個ヲ通シ繩ヲ張リ以テ隧道ノ何處ノ中線ヲモ記スヘシ。横梃ハ假ニ

導坑ノ木匡ニ定メ之ヲ取除ケハ人車ノ通行自在ナラシム然レモ其位置ヲ
 確記シ中線一分ノ整置ニ要スルキハ何時ニテモ再ヒ正シク固有ノ位置ニ
 定ム可ラシム

曲線ヲ地下ニ整置スルニハ短脚架ニ架セル極緯儀ヲ用井整置桿(Ranging
 pole)ニ代フルニ蠟燭若ハ火燈ヲ以テス此場合ニテ井狀坑底ノ二標ハ切線ノ
 向ヲ示ス

井狀坑ノ線隧道ノ中線ニ順ハスシテ之ト平行セル線ナルキハ坑底ノ導坑
 ナ通シテ之ニ相當ノ線ヲ整置スヘシ而シテ此線ヨリ横導坑中ニ枝距ヲ置
 キ以テ中線若ハ隧道ノ某處ノ經始ヲ爲ス

隧道ノ水準線ヲ經始スルニハ第六十五章ニ分解セル如ク井狀坑口ノ近傍
 ニ地上ノ椅標アリ。井狀坑ヲ穿テ木材或ハ煉化石ニテ壁ヲ造ルルキハ之ニ馬
 屨狀ノ雀耳釘(Staple)ヲ水平ニ打入シ水準幹ヲ此上ニ保テテ水準ヲ測リ坑
 内或ハ坑頂ニ第二ノ椅標ヲ造ル

所計隧道ノ疊石若ハ煉化石壁ノ或部分ヲ取り依テ以テ他點ノ水準ヲ正ス
 ノ基點トス。例ヘバ「反曲背」(Invert skew-back)即チ隧道ノ底ヲ爲シタル反對穹
 窿ト兩邊ト相會セル接際ノ如キ是ナリ。此接際ハ軌條(Rails)ノ上下(通例ハ下
 ナリ)ノ定高ノ處ニ在ルヲ以テ其接際ハ雀耳釘以下若干ノ深サナルヤヲ算
 スヘシ。然レバ雀耳釘ヲ通シテ長短當然ノ竿(Pod)ヲ連ネタル鏈ヲ懸ケテ接
 際ノ深淺ヲ分畫スヘシ。シムムス氏ノ用サタル鏈竿ハ其兩端ノ眼ト發條鉤
 トヲ以テ相聯ヌ各竿ノ長短ハ其眼ノ内邊ヨリ鉤ノ内邊マテ十尺トス。雀耳
 釘以下ノ深サヲ分畫スルニハ先ツ數ノ竿ヲ連接ス其數ハ深サノ全丈即チ十尺
 數ヨリ一條多カルヘシ故ニ其奇尺ハシタ及ヒ尺ノ分數ハ最高竿ノ適當ノ處ニ握
 子(Gland)ヲ螺定シテ之ヲ分畫ス。然シテ雀耳釘ヲ通シテ握子ノ釘上ニ安ス
 ルマテ此鏈竿ヲ墜下シ以テ其過度ヲ防キ且之ニテ全鏈ヲ支ヘシム椅標ハ
 平扁大釘ヲ壁材ニ水平ニ打入セル者或ハ頭ニ圓頭大釘アル杙ヲ地中ニ鉛
 直ニ打入セシ者ナリ而シテ井狀坑底ニテ之ヲ規正シ其上面ト最下竿ノ底

ト正シク同水準ニ居ツ

雀耳釘ハ永久椅標ヲ爲ス若シ原ノ椅標紛亂セシニ因リ新ニ椅標ヲ造ラント要スレハ何時ニテモ再ヒ之ヲ通シテ竿ヲ墜下ス。煉化石壁ノ一分落成スル後ハ常ニ之ヲ爲シテ隧道ノ壁ニ扁平大釘ヲ打入シ一ノ永久椅標ヲ造ル此餘ノ經始上ノ分解ハ特法ヲ要セル各種ノ工事ノ卷ニ掲クヘシ

○卷六 土木ニ要スル海上量地ヲ論ス

○第七十一章 主。意。ノ。限。界。陸。標。(Landmarks) 浮。標。(Buoys) 海上量地ハ興地學及ヒ航海學ノ爲ニ之ヲ企テ又土木ノ爲ニモ之ヲ行フ然レモ此卷ニハ專ラ土木ノミノ者ヲ目的トス故ニ航行スヘキ水部ノ中唯土木事務ノ製圖ニ要スル所ノ海上量地ノ施行法ヲ分解スルノミ

斯量地ノ主眼ハ海底若ハ他ノ一水底ノ狀貌ヲ確定シ之ヲ意匠セル土木事務ニ適當ノ表尺ニテ之ヲ圖上ニ表シ水底成立ノ物料水面ノ水準及ヒ升降其流動ノ方向及ヒ速勢ヲ確知スルニ在リ

海上量地ハ之ニ隣接セル陸地ノ測量ニ基カサル可ラス陸地ノ測量ニテハ既ニ海岸ノ狀貌及ヒ其近傍ノ數多ノ著大不動ノ物体ノ位置ヲ十分ニ確定シタルナリ。此諸物体ハ則チ陸標ナリ此ヲ測量スレハ水面諸點ノ位置ヲ確定スヘシ

海上ノ測點ハ桿ト信旗ヲ有スル浮標ヲ以テ之ヲ記ス

浮標ノ其錨ノ直上位置ヨリ著シク遠ク偏倚スルヲ防ガン爲ニ繫泊鏈(Moor-ring cable)ノ其一端ヲ錨ニ固定シタル者ヲ「拇鐐」(Thimble)ト名クル鐐ノ浮標ニ定着シタル者ヲ通貫セシメ其他端ニ重物ヲ懸ク

○第七十二章 水。準。基。點。及。ヒ。椅。標。爰ニ又陸上ニ水。準。基。點。即チ椅標原點ナル者アルヘシ水準ハ皆之ニ頼ル又其數十分ナル他ノ椅標有ルヘシ其椅標原點トノ比較ノ高サハ尋常ノ水準測量法ニテ之ヲ求ム

航海ノ目的ニ於テ相照シテ水底ノ水準ヲ記誌スヘキ原面(Datum surface)ハ大潮(Spring tide)ノ平均干潮標ナリ同シ原面明カニ水平ナルキハ土木量地ノ目的ニモ應スヘシト雖モ海濱ニ於テ測量廣大ナルキ及ヒ河ノ岔峽ニ於テハ大潮ノ干潮水平面ナラス故ニ土木目的ノ水準ハ陸地截断面ニ於ケル如ク特定地平面(Arbitrarily horizontal surface)ヨリ之ヲ算セサル可ラス

○第七十三章 測。潮。儀。(Tide-gauges) 水面逐日ノ水準ハ其事ノ肝要ナルガ爲ノミナラス深淺測量ニテ水底ノ水準ヲ確定スルカ故ニ此カ爲ニモ斷ニス

之ヲ測量登記セザル可カラズ又水底ノ水準ヲ普通ノ水準基線ニ化スル爲ニモ水面ノ水準ノ變化ヲ知ラサル可カラズ

此カ爲ニ用キタル測潮儀ノ尤モ簡易ナル者ハ正シ直立セル柱ニシテ之ニ尺稱及ヒ尺ノ分數ノ表尺ヲ記シタル者ナリ之ヲ數フルハ下方ヨリス。而シテ皆波瀾ノ激動ニ抵抗スヘキ様ニ固定支持スヘシ。時トシテ一處ノ潮ノ全昇全降ヲ一柱ニテ測ルコトアリ然レモ通例汀渚ノ斜面ヲ爲スカ爲ニ干潮標ヨリ滿潮標ニ至ルマテノ柱ヲ一列ニ立ルヲ要ス而シテ之ヲ數多ノ階梯ニ分チ實ニ一條ノ測潮儀ヲ造サシム。其列中ノ最低柱ノ最低標ハ測潮儀ノ零ナリ其水準ハ陸上接近ノ椅標ニ照シ水準測量ニテ確定ス。此ハ尺及ヒ分數ナル表尺ノ初點ヲナシ此ヨリ上ノ方ニ數フルナリ。第二柱ノ最下標ハ水準測量ニテ規正シ第一柱ノ最高標ト同水準ニ造リ同記號ヲ爲スヘシ追テ皆此ノ如クシテ全列中ノ記號ヲ零標以上ノ高サナル一連ノ表尺トナラシム各異ノ測潮儀ノ多少及ヒ之ヲ建ツヘキ地處ハ工師ノ判斷盡力ニ任シ以テ

某時限ニ於テ水面ノ狀ヲ定ムルノ方法ヲ定メシム。每時限ニ水面愈々水平狀ヨリ差フキハ儀數愈々多カラサル可ラス。斯差違ハ常ニ河岔ニ在リ而シテ此河岔及ヒ又海股及ヒ海濱ニ於テ其有無ト廣袤トハ滿干時ノ較ト潮ノ昇降ノ廣狹ニ由テ知ラル。此差違ノ實地ニ算スヘキナキ時ト雖モ兩系ノ測量ヲ以テ互ニ照定セン爲ニ相隔レル地ニ兩個ノ測潮儀ヲ建シテ欲ス。測潮儀ノ檢視者ハ信任スヘキ聰明ノ人ナラサル可ラス之ニ看守ヲ備ヘテ之ヲ記シ毎日量地長ノ測レル者ト比較スヘシ。深淺測量ノミヲ約スルニハ通例四半時毎ニ各處ノ測潮儀ヲ視ルヲ以テ足レリトス。又局處ノ潮ノ定則ヲ確知セント欲スルキハ滿干潮ノ前後一時間ハ十分毎ニ其餘ハ半時毎ニ測潮儀ニ由テ其高低ヲ見ルヲ良トス。土木ノ目的ニテハ既ニ分解セル測潮儀ノ單柱ヨリ成ル者ヲ足レリトス其故ハ海水其深淺ヲ測ルニ足ル程ニ平滑ナレハ潮高ノ測者能ク波瀾起伏ノ間ノ平均水準ヲ算ス可レハナリ。

尙精細ノ測量ヲ要スルキハ直立管ニテ測潮儀ヲ造ルヘシ唯二三小孔ヲ以テ外面ノ水ト通セシメ分表セル直竿ノ管頂上ニ見ユル程ノ高キ者ヲ一浮游物ニ定着シ管内ニ挿入ス。

自記測潮儀ニテハ此浮游物一具ノ機關ニ由リ鏈或ハ繩ニテ活動シ鉛筆ヲ上下ニ動カシ時表機關ニテ回轉セル紙被圓壻ニ線ヲ記ス(エイリイ氏潮瀾說)

測潮儀ニ於ケル測量ヲ檢視者ノ帳簿ヨリ一書ニ寫シ之ヲ量地ノ水準原點ニ約スヘシ此ヲナスニハ此水準原點ニ照シテ記セル測潮儀ノ零標ノ水準ノ扶助ヲ要ス。

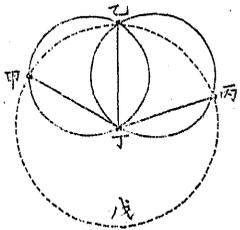
全大陰月(Lunation)即チ月ノ一周間ノ一箇月以上ノ間ニ取レル潮高測量ノ約シタル者ヲ平均スレハ海ノ平均水準ヲ得是レ則チ眞水平面ナリ其餘ノ潮說ハ後卷ニ之ヲ掲クヘシ。

○第七十四章 水上ニテ測點ヲ定ムル。第五十三圖ノ丁ヲ以テ設ケタ。

ル時限ニ於テ一小艇中一點ノ位置トス是レ定ムヘキ點ナリ
此ヲナスニハ艇中ニテ紀限ヲ以テ甲乙丙ナル陸上既知ノ三標間ノ角度ヲ
度ルニ在リ

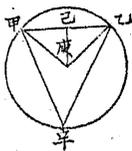
角度ヲ度ル間ニ小艇ノ位置ノ變移ヨリ生スル差謬ヲ減シ且防カン爲ニ成

圖三十五第



ル可クハ三箇ノ紀限ヲ以テ逐次ニ速ニ甲丁乙乙
丁丙甲丁丙角ヲ取り後ヲ徐々ニ之ヲ讀過ス甲丁
丙ハ他ノ二角ノ和ナルヘシ故ニ其正否ノ照定ニ
供ス

圖四十五第



第壹法

互交圖ニ由ル

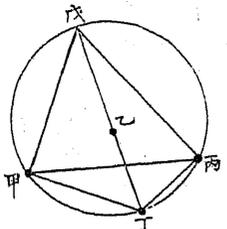
第五十四圖ノ甲乙ノ如キ二點ヲ通シテ一圓ヲ畫

ケハ此圖ハ設ケタル角ヲ含ム是レ即チ其周圍ノ辛ナル一點ヨリ見レハ甲
乙弧ハ設ケタル角ニ同シキ甲辛乙ニ對立ス甲乙二點ヨリ甲庚乙庚ナル直
線ヲ畫キ甲乙ナル直線ト共ニ設角ノ餘角ニ等キ乙甲庚甲乙庚ナル角ヲ爲
ス庚ナル此線ノ交點ハ望メル圓ノ中心ナリ

今第五十三圖ヲ以テ分圖トシ甲乙丙ヲ之ニ圖セル三陸標ノ位置トス甲及
乙乙ヲ聯テテ甲丁乙ナル測角ヲ含メル一圓ヲ畫キ又乙及ヒ丙ヲ聯テテ乙
丁丙ナル測角ヲ含メル一圓ヲ畫ケハ此二圓ハ其交點ニテ圖上ニ丁點ヲ示
ス然レトモ此二圓互ニ相合シテ丁點甲乙丙戊ナル虛線上ニ在レハ又此二圓虛
線トモ合シ及ヒ測レル角度ヲ以テ圖スルヲ能ハサル等ハ此例ニ非ス。丁點
虛線ニ近キハ二交點夫醜狀三角ノ邊ノ如ク過銳ノ角ニテ相交ハルヘシ
故ニ圖寫セル丁ノ位置不正ニ陷ラン

第貳法 圓ト直線ノ交ニ由ル 甲ヨリ甲戊ヲ畫キテ丙甲戊ニ丙丁乙角ヲ
造リ甲戊ヲ戊點ニ切り甲丙戊ノ三點ヲ聯テテ一圓ヲ畫キ戊乙ヲ聯テテ一

圖五十五第



直線ヲ畫キ丁ニテ圓ヲ切ル此丁ハ則チ圖上望ム所ノ點ナリ

右ノ二法共ニ常用ニハ甚煩ナリ故ニ大抵次ノ二法

ヲ代用スルヲ常トス

第參法 一片ノ臨寫紙ニ由ル 一片ノ臨寫紙ニ一

點ヨリ射出セル三直線ヲ畫キ以テ互ニ甲丁乙及ヒ乙丁丙ニ等キ角ヲ造ル。之ヲ圖上ニ置キ三線各自ニ大概甲乙丙ヲ橫斷スルマテ之ヲ動カシテ三點岐分ノ點ヲ圖上ニ透刺スレハ丁ノ位置ヲ得ン

第肆法 測點指示器 (Station pointer) ニ由ル 此器ハ一中心ニテ回轉スル三條ノ長扁肘ヲ以テ成ル此肘ハ中心ヨリ岐分セル眞確ノ直線ヲ存ス。中肘ニ圓狀鐳度弧アリ兩側肘ニ遊弧ヲ具ヘタル二個ノ指弧アリ此ニ由テ此肘ヲ置テ中肘ト望ム所ノ一雙ノ角ヲ爲サシムヘシ。此二肘ヲ甲丁乙乙丁丙角ニ等シク具ヘ此器ヲ圖上ニ置キ三直線ノ各自ニ大概三陸標ヲ表スル點ヲ橫

斷スルマテ之ヲ移動ス。然レハ其中心ハ望メル丁點上ニ在リ刺子ヲ用井テ器心ナル孔ヲ穿通シテ記ヲ爲シ又ハ鉛筆ニテ肘ノ直線ニ傍テ線ヲ畫キ器ヲ取除キテ此線ヲ引長スレハ其交點ハ望ム所ノ點ナリ

三陸標ハ盡ク水上ノ測點ノ位置ヲ定ムルニ特別ニ肝要ノ者ナリ然レモ其測點重要ノ者ナルモハ尙増加既定標マテノ角ヲ度リテ之ヲ驗證セサル可ラス

二陸標ヨリノ測點ノ距離ハ平三角ノ規則ニ由テ算シ且之ヲ圖スヘシト雖モ常用ニハ甚煩ナリ次ニ舉クル者ハ此算法ノ生スル順序ナリ(第五十五圖ヲ見ヨ)

甲戌丙ノ三角ニ於テ甲丙及ヒ戌甲丙(∥乙丁丙)及ヒ甲丙戌(∥甲丁乙)ハ既知ナリ以テ甲戌及ヒ丙戌ヲ算ス

甲乙戌ノ三角ニ於テ甲乙甲戌乙甲戌(∥乙丁丙)乙甲丙(∥乙甲丙)ハ既知ナリ甲戌乙角ヲ算ス

乙戊丙ノ三角ニ於テ乙丙丙戊乙丙戊(甲丁戊)乙丙甲ハ既知ナリ

乙戊丙角ヲ算ス

甲丁戊ノ三角ニ於テ甲戊及ヒ諸角既知ナリ甲丁ヲ算ス

丁戊丙ノ三角ニ於テ丙戊及ヒ諸角既知ナリ丙丁ヲ算ス

陸標ノ數ハ十分ニ有レ見ル可ラサルキ其水上測點ノ位置ヲ定ムルニハ前ニ定メタル水上測點ヲ浮標ニテ記シ或ハ旗ヲ建タル小艇ヲ固ク羈絆シ此迄ノ角ヲ測ル然レ此法ハ精密ヲ缺クヲ以テ必陸標ノ見ユル時之ヲ撰フヘシ

○第七十五章 深淺及ヒ水準 航海用ノ深淺測量ニ用ウル器具ハ鉛線ニシテ強韌牢固ニシテ撓ミ易キ繩ニ圓錐形鉛錘ヲ着ケ每尋ニ分ツ者ナリ。土木用ニ於テ一百尺ニ過キサル處ニテハ鏈ヲ用ウ。淺水ニ於テ瓦具ハ繩ヲ尺及ヒ十分數ニ分チテ下端ニ重錘アル者

測深鉛(Sounding lead)ハ其下端ノ空錐ニ一塊ノ脂蠟ヲ備フ此ニ由テ水底ノ

物料疎ナレハ其物質之ニ粘着シ來ル物料密ナレハ(沈水器(Plunger)ト名クル重鐵釘ノ下端ニ鋸齒倒鉤アル者ヲ沈下シ繩ニテ之ヲ引揚クレハ其物質ヲ贈リ來ル又水底ノ性質ヲ鑽透或ハ潜入ニ由テ確知スヘシ此術ハ再ヒ後ニ於テ之ヲ説カン

航海用ノ深淺ハ圖上ニ記スニ六尺ノ一尋半尋四分尋ヲ以テシ土木用ノ者ハ尺及ヒ十分數或ハ尺及ヒ寸^{イナチ}ヲ以テス

水底ノ水準ハ工師ノ最良ト判斷セル位置ノ諸直線ヲ追フテ數系ノ深淺測量ヲ爲セハ之ヲ確實ニスヘシ。此線ノ位置ハ一般ニ海底ノ最峻斜面ニシテ大抵海岸ト直角ヲ成スノ諸線ナリ

深淺ヲ測ル毎ニ量地者其時ト深淺ト位置ヲ誌ス可シ
次ノ二法ハ深淺測量ノ位置ヲ定ムル法ナリ

第壹法 一連ノ角度ニ由ル 第五十六圖ノ甲乙ハ既知標ヲ表ス此二點ノ一直線ニ一連ノ深淺測量ヲ爲スヘキナリ丙ハ甲乙線ノ一邊ニ十分隔^{アリ}リシ

ノ深ニシテ小ナレハ以上ノ高ナリ(此原點ノ如何ヲ知ント欲セハ第七十一
 章ヲ見ユ)原點ガ大潮ノ平均干潮水準ナルキハ右ノ約セル深淺ノ乙種ハ之
 ナ乾涸ト云フ宜ク帳簿及ヒ圖上ノ數字ノ下ニ記ヲ爲シテ之ヲ分別スヘシ
 潮高ヲ實測セサルキ推算ニテ深淺ヲ約スルニハ平均海水準(Mean water level)
 以上ノ潮具及ヒ深淺ヲ測量セシ間ノ滿潮ノ時及ヒ其潮ノ長短(Duration)即
 滿ヨリ干マテノ時間(是レハ平均約六時十二分ナレト地ノ異ナルニ隨ヒ
 テ大ニ變化アリ)ヲ知ランコト要ス
 噓ヲ水準原點以上ノ平均海水準ノ高サトシ
 升ヲ平均海水準以上ノ潮昇トシ
 長ヲ潮ノ長短トシ
 寸ヲ深淺ヲ測レル時ノ滿潮前若ハ後ノ時トシ
 高ヲ其瞬間ニ於ル水準原點以上ノ水面ノ高サ即チ深淺測量ヨリ減スヘキ數
 トス

然ルキハ

圖ニ臨十升・150°餘弦ヲ

此公式ヲ用ウルニ當リテ鈍角ノ餘弦ハ負ナルコト想起セサル可ラス
 ○第七十七章 同深淺ノ線ハ陸上ノ圍遶線ト同例ノ者ニシテ約セル深淺測
 量ノ相同シキ諸點ヲ通貫シ圖上ニ畫キタル海底ノ圍遶線ナリ。深淺一尋ノ
 線ハ單點二尋ハ雙點三尋ハ三連點等追テ此ノ如ク記スルヲ常習トス
 大潮ノ平均滿干潮標ノ圖上ニ畫ケル者モ亦圍遶線ト同記號ナリ
 ○第七十八章 潮流(Currents)波浪(Waves) 潮流ノ方向遲速ハ量地者ノ錄シ
 テ圖上ニ箭ニテ記スヘキ者ナリ每箭傍ニ數字ニテ海里ニ於ル一時間ノ速
 勢ヲ記シ大陰ノ子午線經過後ノ潮流尤モ速キキノ時刻ヲ記ス。進潮流ハ有
 羽箭ニテ退潮流ハ無羽箭ニテ表ス
 繫船ヲ過キテ流ル、潮流ノ方向ハ浮動物ヲ投シ其流動スル向ト他ノ既知
 標トノ間ノ角ヲ度レハ之ヲ確定スヘシ。又遲速ハマッセイ氏扇板ヲ用井テ之
 ナ求ムヘシ是ハ潮流ニ推サレテ扇形ノ回轉スルヲ輪機ニテ記スルノ器械

ナリ
 潮流ノ方向遲速ハ亦輕松杆ノ下端ニ重錘ヲ着ケテ水中ニ直立浮動スル者
 ナ置キ二箇ノ既知標ヨリ此マテノ角ヲ同時ニ度リテモ之ヲ定ムヘシ。此ヲ
 爲スニハ二名ノ測者無ル可ラス而シテ注意シテ二名正シク同時ニ角度
 ナ取ラサル可ラス

波浪ノ通常ノ方向遲速ヲ確定登記スヘク又其伏ヨリ起マテノ最大ノ高ヲ
 モ確定登記スヘシ

○第七十九章 圖上雜報 以上ニ記載セル深淺水準潮流及ヒ他ノ報告ノ
 外ニ土木目的ノ海上量地圖ニハ海底各處ノ物質ヲ岩石、沙、泥、等ノ文字其他
 泳水法ヲ行ヒタル處ニテハ此ニ由テ鑽開検査シタル者ニ關係ノ文字ヲ記
 シテ之ヲ示シ亦之ニ燈臺、危險標、浮標、繫泊所等盡ク之ヲ示ス可シ

○第八十章 紀限ニテノ高度測量 目高差(Dip of horizon) 海上ニテ視地平
 以上ノ角ヲ紀限ニテ度リ一物体ノ高度ヲ取ルルキハ目高差即チ測者ノ目ヲ

横斷シ眞地平下ニ現ハレタル俯角ヲ減ク之ヲ正サ、ル可ラス。此俯角ノ多
 寡ハ濛氣ノ屈折力ノ變化ニ因リ一定ナラスト雖ヒ其平均數ハ次ノ公式ニ
 テ其近眞ノ者ヲ得ヘシ此公式ノ高ハ測者ノ海面上ノ目高、至ハ海面曲形ノ
 半徑ナリ

$$\text{秒數} = \frac{9}{10} \times 206254'' \cdot 8 \sqrt{\frac{\text{目高}}{\text{至}}} = 57'' \cdot 4 \sqrt{\text{目高} = \text{目高} (1)}$$

○卷七 分圖ノ摸寫及ヒ伸縮

○第八十一章 臨寫(Tracing)ヲ爲スニ原圖上ニ平和ニ布キタル半透明ノ薄紙ニ於テスルハ原圖ト同尺ノ摸寫圖ヲ得ルニ尤モ精細ノ法ナリ。摸寫玻璃板(Copying glass)ト名クル強キ玻璃板ニテ造レル圖寫臺ヲ用テ止ムヲ得サレハ之ヲ透シテ光線反射スル爲ニ其下ニ鏡ヲ置ケハ原圖ノ裏ニ綿布ヲ裝スルニ非サレハ厚薄尋常ノ圖紙ニモ臨寫スヘシ

一タビ薄紙ニ臨寫スレハ其他ノ摸寫圖ハ或ハ黒鉛ニテ此臨寫圖ノ下面ヲ摩擦シ或ハ黒鉛紙ヲ其下ニ敷キ以テ厚紙上ニ之ヲ爲スヘシ其法之ヲ厚紙上ニ置キ一器具ノ尖端過銳ナラサル者ヲ以テ臨寫圖ノ諸線ヲ逼フテ逼シ通過セシムルナリ。然シテ此漸寫圖ニ墨汁ニテ畫ケハ則チ成ル

刺通法(Picking through)ハ諸線ノ首ニ直線ヨリ成リ。且原圖ヲ損フモ甚害ナキ者ニ用ウ

○第八十二章 彫刻石版及ヒ印刷 銅ニ彫刻スヘキハ臨寫圖ヲ反面シ

テ銅板上ニ置キ一尖子ヲ以テ圖ヲ穿透シテ銅ニ諸線ヲ搔記ス。銅板ノ印刷ハ濕紙上ニ之ヲ爲ス故ニ乾ケハ收縮ス其度ハ本ノ大ナル四百分ノ一ヨリ二百分ノ一マテノ變化アリ。此故ニ印刷圖ノ丈量ニハ皆圖ト共ニ彫刻セル表尺ヲ用ウ故ニ每葉必表尺アルヘシ。收縮ノ度ハ時トシテ縱横稍異ナルヲアリ。此收縮ノ作用ノ側面圖ニ於ケル者ヲ知ラント欲セハ第五十四章ヲ見ヨ

彫刻圖ニ於テ大精細ヲ要スル所(大砲局量地圖ニ於ル如ク)ニテハ首要ノ測點ハ之ヲ銅板上ニ圖シ細事ノ臨寫圖ニ由テ之ヲ載ス

石板圖ニ於テ常法ハ臨寫圖ニ因テ傳寫紙(Transfer paper)ニ之ヲ寫スニ在リ其寫法ハ前章ニ分解セルカ如シ斯ク爲セル摸寫圖ヲ石板墨ニテ畫成シ反面シテ石上ニ置キ當然ノ法ニテ傳寫ス。此作業ノ間傳寫紙ヲ濕シテ張大セシメ以テ石板上ノ圖ヲシテ原圖ヨリ稍大ナラシム此張大ハ印刷セル紙ノ收縮ニテ又逆戻シ原圖ヨリ稍大ニ或ハ稍小トナル其比例ハ精細ニ示定シ難シ。故ニ彫刻圖ハ每葉固有ノ表尺ヲ有セサル可ラス此ニ由テ圖上一切ノ

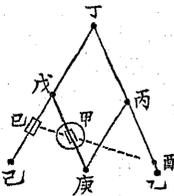
丈量ヲ爲スナリ

○第八十三章 手寫縮圖ハ平面圖ナレハ原圖ノ測點及ヒ他ノ首要點ヲ聯テテ三角ヲ造リ其諸邊ヲ量リ縮圖上ニ小尺度ニテ之ヲ圖ス。細事ヲ縮スルニハ方目ノ網狀ヲ原圖ニ一面ニ畫キ又縮スヘキ比例ニテ原圖ヨリ小ナル方目ノ網狀ヲ縮寫圖ニ畫キ其方目ニ因テ眼ト手ヲ導キ固有ノ地位ニ細事ヲ圖ス

側面圖ナレハ新ニ小尺ニテ側面ヲ圖スレハ手寫ニテ最良ノ縮圖ヲ得ヘシ
 ○第八十四章 機械縮寫ハ「パントグラフ」及ヒ「アイドグラフ」ト名クル器ニテ之ヲ爲ス此二器共ニ寫針ハ原圖ノ諸線ヲ推行シ鉛筆ハ寫針ト聯合シテ常ニ寫針ト一直線ニ在リ且ツ一定ノ中心ヲ具ヘ又必其中心ヨリノ距離ハ寫針ト此中心マテノ距離ニ與ヘタル不動ノ比例ヲ保ツ而シテ鉛筆ハ其與ヘタル比例ニテ縮圖ノ摸寫線ヲ畫ク

第五十八圖ハ「パントグラフ」ノ骨格ノ草圖ナリ。己丁丁乙、戊庚、庚丙、ハ四箇ノ

第五十八圖



扁挺ニシテ互ニ戊丁、丙庚ニテ相接合シ以テ庚戊||戊丁||丁丙||丙庚ナラシメ且庚戊丁丙ノ形ハ常ニ正シキ斜方形ニシテ其對邊ハ平行シ其長短皆相同シ。此諸挺ハ皆象牙ノ小機輪ニテ承ケラレ機輪ハ圖紙上或ハ

圖寫臺上ニ遊走ス。酉ハ寫針ナリ甲ハ固定心ニシテ重脚アリ以テ圖紙又ハ圖寫臺ニ安ス。其經軸上ニ一管ノ回轉スルアリ以テ之ヲ貫キテ戊庚挺ヲ滑送シ隨意ノ位置ヲ取り鉗螺(Clamp screw)ニテ其處ニ定メラル。己ハ方算ナリ丁己挺上ニ滑送シ隨意ノ位置ニ定メラル是ハ鉛筆ヲ把持スル者ナリ。鉛筆頭ニ一重体アリ以テ之ヲ紙上ニ壓下ス而モ要スルキハ糸ヲ牽テ以テ紙ト離隔セシムヘシ己甲酉ノ虛線ハ鉛筆中心及ヒ寫針ノ位スヘキ想像ノ直線ヲ表ス。庚戊及ヒ戊己挺ニ尺度ヲ記セリ以テ各様ノ比例ノ縮圖ニ於テ滑子ノ當然ノ位置ヲ示ス。「己」ヲ以テ圖ヲ縮スヘキ比例トスルキハ

卯：「己」酉甲：甲己……………(11)

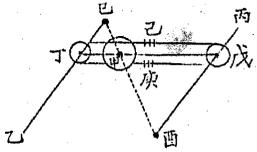
卯：1：丁戊：戊巳．．．．．(一)

卯十：1：丁酉：戊甲．．．．．(三)

「アイドグラフ」ハ第五十九圖ナル骨格草圖ニテ之ヲ表ス。甲ハ固定心ニシテ重脚アリ此中心ノ軸ニ方竄アリテ回轉シ之ヲ貫キテ丁戊ナル走シ或ル所要ノ位置ニ鈕定セラル此挺ノ兩端ニ丁戊ナル二滑車アリ其全徑正シク相等シ薄キ鋼紐ニテ相聯ナル。己、庚ハ此紐ノ兩部分ノ長短ヲ規正スルノ螺ナリ以テ乙巳酉丙ノ二挺ヲシテ正シク平行セシム。此二挺ハ滑車ニ付着シテ鈕螺アル方竄ヲ貫キテ滑走ス。酉ハ寫針已ハ鉛筆ニシテ酉甲巳ハ鉛筆、中心寫針ノ必保ツヘキ想像ノ直線ナリ

前ノ如ク「三」ヲ以テ縮圖ノ比準トスルキハ方竄ノ位置次ノ公式ニテ之ヲ得ヘシ

第五十九圖



卯：1：甲戊：甲丁 戊酉＝甲戊 丁巳＝甲丁．．．．．(四)

各挺ニ二百等分ノ尺度アリ其中央ニ零ト記シ兩方ニ百分ヲ數フ。此尺度ヲ方竄ノ遊尺ニテ再分ス此器ノ規正正シキキハ各竄其挺ノ中央ヨリ同距離ニ在リ而シテ其距離ハ尺度ノ分表ニヨリ次ノ公式ニテ之ヲ求ムヘシ

$$\frac{\text{縮} = 100 \cdot \text{卯} - 1}{\text{卯} + 1} \dots \dots \dots (五)$$

「パントグラフ」及「アイドグラフ」ノ規正ノ精粗ヲ試ムルノ最良法ハ平坦ナル直線規ニ傍フテ酉ナル寫針ニテ或ル距離ノ線ヲ畫クニ在リ此時已ナル鉛筆原線ノ長短ト其比例適當ノ精細ナル直線ヲ畫カサル可ラサルナリ

○第八十五章 伸張圖ノ手寫ハ縮寫ト同法ニテ之ヲ爲スヘシ又「パントグラフ」アイドグラフ」ヲ以テモ然リ此二器ハ之ヲ規正シ中心ヨリ鉛筆ノ距離ヲシテ寫針ノ距離ヨリ遠キニ在ラシム然レモ此術ハ伸張ノ比準同大ノ比準ニ過クルコト多カラサルキニ非レハ精密ナルコト能ハス

○第八十六章 撮形縮圖ハ大砲局量地ノ大圖ヲ縮寫スルニ用ヰタル法ニシテ二千五百分ノ一ナル表尺ノ圖ヲ一里ニ付一寸ニ畫キシナリ。斯ク縮メ

タル圖ノ細事ハ後ニ之ヲ銅板ニ臨寫ス其測點ハ三角諸邊ノ長短ニ依リ豫
メ板上ニ圖セシナリ。近頃縮圖ヲ臨寫セスシテ銅亞鉛又ハ石ニ傳寫スルノ
法始マレリ。大佐ヘンリイ、ゼエムス氏ノ編セル砲局量地進歩報告ヲ見ユ

○卷三第四十章追加

○第八十六章甲 角ヲ化シテ測點ノ中心ニ致ス法。三角測量ニ於テ時ト
メ經緯儀ヲ正シテ測點ニ建ツルヲ能ハス其一方ノ近距離ニ置クヘキヲア
リ。此時ニ於テ實地ニ測レルニ標間ノ角ヲ次ニ舉クル如ク較正ノ近真數ヲ
算シ此ニ由テ經緯儀正シテ測點ニ在ラハ應ニ度リ得ヘキ角ニ化スヘシ
第五十九甲圖ノ丙ヲ測點丁ヲ經緯儀ノ位置甲乙ヲ二標甲丁乙ヲ丁ニテ度
レルニ標間ノ地平角甲丙乙ヲ丙ナル測點ニ於ル所要ノ地平角トス
丙丁ヲ量リ又甲丁丙角ヲ度リテ甲丙乙甲丁乙相等シキカ如ク甲丙丙乙ノ
近真數ヲ算ス然ルキハ

$$\text{甲丙乙} = \text{甲丁乙} - 206264'' S \text{ 丙丁} \left\{ \begin{array}{l} \text{甲丁丙正差} \\ \text{甲丙} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{乙丁丙正差} \\ \text{乙丙} \end{array} \right.$$

此公式ニテハ丁點ノ丙甲丙乙兩線ノ右ニ在ルキ秒稱ノ
較正ヲ得ヘシ此點丙乙ノ左ニ在レハ乙丁丙ノ正弦其號
ヲ變シ丙甲ノ左ニ在レハ甲丁丙ノ正弦其號ヲ變ス

○卷三第四十二章第四項ノ追加

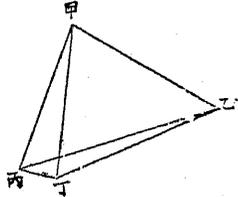
○第八十六章乙 蒙氣差 (Refraction) 蒙氣ノ屈折力ハ星

ノ高度ヲシテ其眞位ニ在ルヨリ大ナラシム。此故ニ此蒙氣ノ較正ハ常ニ高
度ヨリ之ヲ減ス。其量ハ次ノ公式ニテ近真秒數ヲ求ムヘシ

$$\text{蒙氣差} = 58'' \times \text{現高度餘切}$$

此事ノ尙精細ナル報告ヲ得ント欲セハ官立愛國學校事業書第十九卷中學
士ロビンソン氏ノ演ヘタル篇ヲ見ルヘシ。蒙氣差ノ表ハレエブル氏ノ航海
書ノ如キ同種ノ書中ニ在リ
高度八度或ハ十度以下ニテハ蒙氣ノ模様變化多キヲ以テ蒙氣ノ較正甚不
確トナルヲ憶記セサル可ラス

第五十九甲圖



○第八十六章丙 某處ノ緯度ヲ求ムル

第壹法 近極星ノ平均高度ニ由ル 近極星ノ高度ヲ其上下ノ子午線經過ニ於テ度ル(其位置ハ高度ノ最大最小ナルノ時期ヲ看守スレハ之ヲ知ルヘシ)其現高度(Apparent)ヨリ蒙氣差ヲ減スレハ實高度(True)トナル此實高度ノ平均ハ即チ緯度ナリ

第貳法 某星ハ一回ノ子午線高度ニ由ル 一星ノ高度ノ最大若ハ最少ナルノ時期ヲ看守シテ其高度ヲ度リ蒙氣差ヲ減シ又要スル有レハ目高差ヲモ減ス此實高度ノ餘角ハ天頂距離ナリ。航海曆此ハ四箇年ノ者ヲ前以テ刊行セリ)ヨリ其星ノ赤緯(Declination)ヲ求ム

或ル數星ノ赤緯ハ載セテ第四十三章第三項ノ註ニ在リ

然シテ其星天頂ト赤道ノ間ニ在レハ

緯度 = 天頂距離 + 赤緯 (一)

其星赤道ト地平ノ間ニ在レハ

緯度 = 天頂距離 - 赤緯 (二)

其星天頂ト高極ノ間ニ在レハ

緯度 = 赤緯 - 天頂距離 (三)

其星高極ト地平ノ間ニ在レハ

緯度 = 180° - 赤緯 - 天頂距離 (四)

第參法 太陽ノ子午線高度ニ由ル 此法ニ於テ最後ノ推算ハ太陽ノ赤緯ヲ航海曆ニ求ムルト其中心ノ實高度ヲ取ルノ餘ハ第貳法ニ於ルト同様ナリ。然レモ蒙氣及ヒ目高ノ較正ノ外ニ其上線若ハ下線ヲ測ルニ隨ヒ太陽半徑ヲ減シ或ハ加ヘ且太陽ノ中心ニ於テ地心ヨリ測處マテノ距離ニ對立セル角ナル地半徑差(Parallax)ヲ加ヘテ其高度ヲ正スヘシ

地半徑ノ較正ヲ求ムルニハ測量ノ日ニ於ル太陽ノ地平上ノ地半徑差ヲ航海曆ニ求メ之ニ太陽ノ中心高度ノ餘弦ヲ乘ス (太陽ノ地平上ノ地平徑差ハ大約八秒六ナリ)

測量ノ日ニ於ル太陽半徑ハ航海曆ニ求ムヘシ此數ハ十五分四十六秒ヨリ十六分十八秒マテ變遷ス

此推算ヲ代數科ノ式ニヨリ次ノ如ク記ス

實高度 = 現高度 - 日高差(海上地平ヲ測リタラハ) - 蒙氣差

士太陽半徑 + 地半徑差 (五)

天頂距離 = 90° - 實高度 (六)

緯度(一)(二)(三)(四)ノ方程式ヲ見

(一)(二)ノ方程式ハ最モ多ク太陽ニ用ウヘシ(三)ノ方程式ハ回歸線地方ニ於テ

偶然ニ用ウヘキコアリ(四)ノ方程式ハ夏時北極地方ニ於テ夜半ニ測量セル

者ニ關ス

○第八十六章丁 土。木。測。量。及。ヒ。其。主。意。ノ。之。ニ。關。ス。ル。書。類。ノ。目。 ハ。ット。ン

ル、井ルリアム氏ノ實地測量書、ブラッフ氏量地書カストル氏量地書、ハスコル

氏野外工事書、ハスコル氏鐵道築造書、シムス氏實地隧道書、エドワアド、ベル

チエル氏海上量地書、海軍局學術考究手簿中「水誌」ノ章、レエプル氏航海書、デモ
ルガン氏三角術、學士ブラック、バルン氏ノ出版セルアイリイ氏三角術、