

始



實用叢書 第一冊 水準測量

東京工學研究會著

東京

鐵道圖書局發行

512.5
T046

實木

用叢

土書

水 準 測 量



東京工學研究會著



鐵道圖書局發行



918
312

序

本書は土木建築技術者に最も必要なる水準測量に就き、専ら實用に重點を置いて平易簡明に敘述せるものである。従つて高遠なる理論には觸れず、日常遭遇すべき問題に就いて多くの算例を取入れ、一讀直ちに役立つ様解説に努力せるものである。幸ひに斯業に携はる方々の伴侶ともなり得れば満足である。

昭和 17 年 7 月

著 者 識

實用土書 水準測量目次

第1章 總 說

| | |
|------------------------------------|----|
| § 1. 概 要 | 1 |
| § 2. 我國の基準面 | 3 |
| § 3. 水準測量の分類 | 5 |
| § 4. 直接水準測量に使用する簡易なる 器具器械 | 7 |
| (1) 錘 準 器 | 7 |
| (2) 水 平 器 | 7 |
| (3) 水 盛 器 | 8 |
| (4) 掌 準 器 (ハンドレベル) | 9 |
| § 5. 水準儀の種類及び構造 | 10 |
| (1) Y形水準儀 | 11 |
| (2) 短肥水準儀 | 14 |
| (3) 其他の水準儀 | 14 |
| § 6. 函 尺 | 15 |
| (1) 自 讀 函 尺 | 15 |
| (2) 視 的 函 尺 | 16 |
| (3) 踏 鈎 | 16 |
| § 7. 水準儀の据付け | 17 |
| § 8. Y形水準儀の調整 | 18 |

| | |
|---------------------|-----|
| § 9. 短肥水準儀の調整 | 2 2 |
|---------------------|-----|

第2章 高差測量

| | |
|-------------------------------------|-----|
| § 1. 概 要 | 2 5 |
| § 2. 水準測量実施上に必要なる用語 | 2 6 |
| § 3. 野帳記載法 | 2 9 |
| (1) 高差式記載法 | 2 9 |
| (2) 昇降式記載法 | 3 2 |
| (3) 器高式記載法 | 3 3 |
| § 4. 水準測量に於ける誤差 | 3 4 |
| § 5. 水準測量の精度 | 3 7 |
| § 6. 水準儀使用上の注意 | 3 8 |
| § 7. 交互水準測量 | 4 0 |
| § 8. 特殊の場所に於ける水準測量 | 4 1 |
| (1) 急坂地に於ける水準測量 | 4 1 |
| (2) 廣潤なる池又は湖水を横断する場合の 水準測量 | 4 2 |
| (3) 障害物を横断する場合の水準測量 | 4 3 |

第3章 縦断測量及横断測量

| | |
|---------------------|-----|
| § 1. 概 要 | 4 5 |
| § 2. 縦断測量の実施法 | 4 6 |

| | |
|------------------------|-----|
| § 3. 縦断面圖の作成 | 4 8 |
| § 4. 計畫路線の設計 | 5 2 |
| § 5. 横断測量の実施法 | 5 3 |
| (1) 水準儀と巻尺とによる方法 | 5 4 |
| (2) 掌準器と巻尺とによる方法 | 5 5 |
| (3) ポールによる方法 | 5 6 |
| § 6. 横断面圖の作成 | 5 6 |

第4章 土坪計算

| | |
|-----------------------|-----|
| § 1. 細長き體積の計算 | 5 9 |
| (1) 兩端面平均法 | 5 9 |
| (2) 中央断面法 | 6 0 |
| (3) 擬 壩 公 式 | 6 0 |
| (4) 土坪計算書の實例 | 6 3 |
| § 2. 廣潤地の體積の計算 | 6 3 |
| (1) 三角柱體法 | 6 3 |
| (2) 矩形柱體法 | 6 4 |
| (3) 等高線による體積の計算 | 6 4 |
| § 3. 計 算 例 | 6 5 |

第5章 三角水準測量

| | |
|-----------------------|-----|
| § 1. 三角水準測量の実施法 | 7 2 |
|-----------------------|-----|

§ 2. 計算例 74

第6章 氣壓水準測量

§ 1. 概要 78

§ 2. 氣壓計の種類と構造 78

(1) 水銀氣壓計 79

(2) アネロイド氣壓計 81

§ 3. 氣壓計示度の補正 82

(1) 水銀氣壓計示度の補正 83

(2) アネロイド氣壓計示度の補正 85

§ 4. 測高公式 86

§ 5. 計算例 90

(1) 略算 90

(2) 氣温補正 91

(3) 重力補正 91

(4) 高さの計算 92

實用土水水準測量

第1章 總說

§ 1. 概要

水準測量（又は高低測量）は地表上の各點間の相互的高低差を求むる爲に行ふ測量であるが、更に又、各種土木工事又は建築工事の實施に當つて、その基準となるべき高さ又は水平線等を標示する爲にも行ふ重要な測量である。

次に水準測量に必要な主なる術語に就いて簡単に説明する事にする。

1. 水平面及び水平線

水平面とは重力の方向に垂直なる曲面を云ふ。即ち

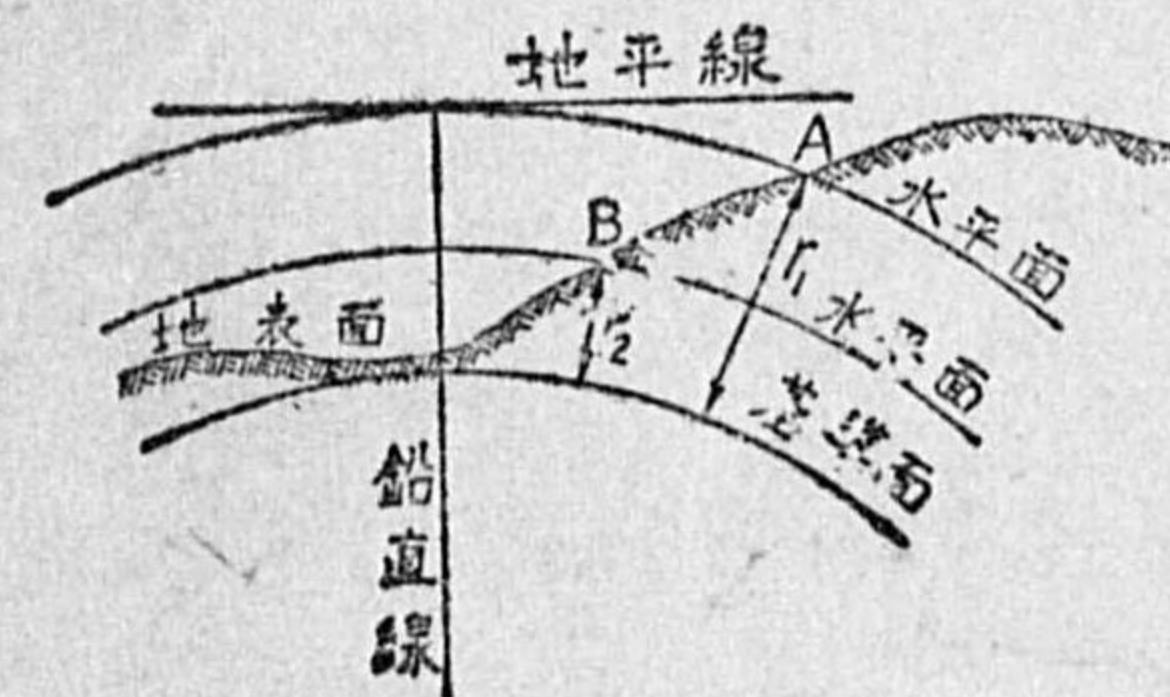


圖 - 1

靜水面が夫れであつて、大體球面であるが、小範圍を考へる時は平面と考へて差支へない。

地球の中心を含む平面即ち鉛直面が水平面

と交はる線を水平線と云ふ。之は一つの曲線をなす筈であるが、小範圍を考へる時は直線と看做して差支へない。

2. 地平面及び地平線

一點に於て水平面に接する平面を地平面と云ふ。同様にして、一點に於て水平線に接する直線を地平線と云ふ。即ち地平線は地平面に含まれる直線である。

地表面及び地平線は小範圍を考へる時は夫々水平面及び水平線に一致すると看做して差支へない。

3. 基準面

一般に或る地點の高さ又は標高とは、或る一つの水平面を基準として、その水平面より其の點に至る鉛直線上の距離を云ふのである。而して其の基準となるべき水平面を基準面と云ふ。即ち基準面上の點は何れも標高は零である。圖-1

に於て A 點の標高は r_1 であり、B 點の標高は r_2 である。尙 A 點及び B 點の標高差 (高低差又は比高) は $r_1 - r_2$ である。

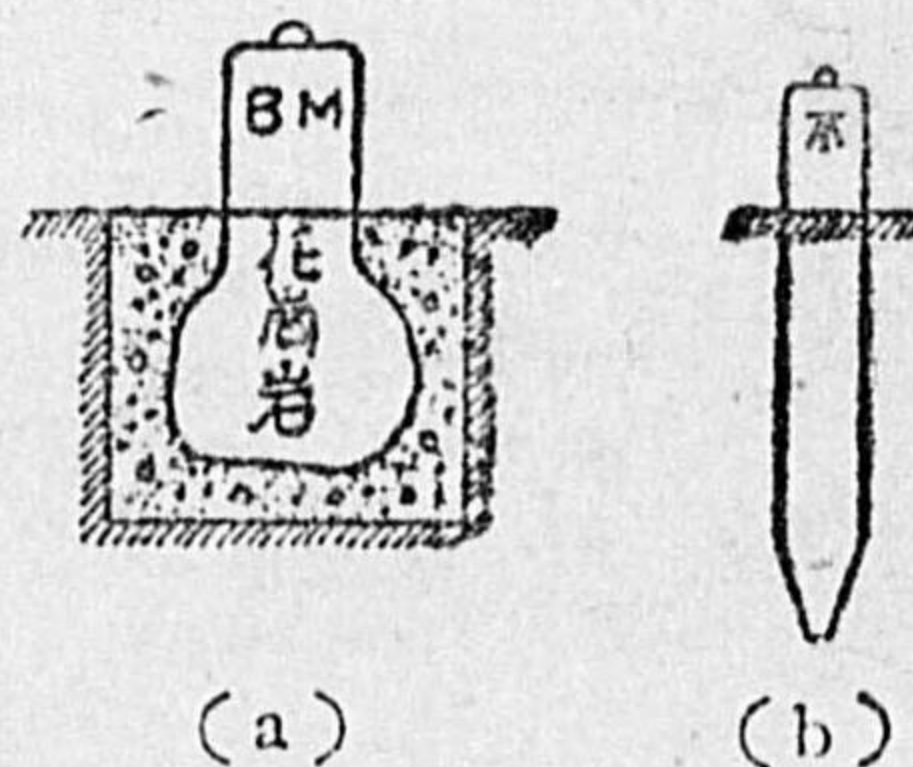
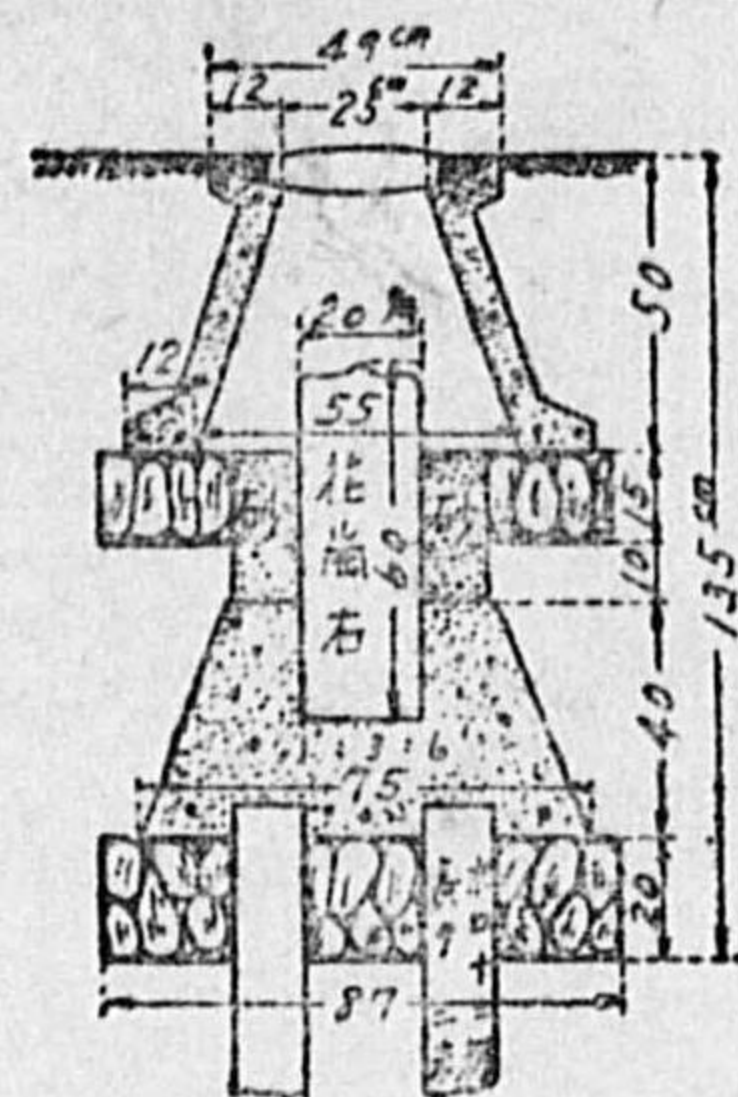


圖 - 2 水準基標

4. 水準基標又は水準點 (B. M)

水準基標は水準測量の基準となるべき點で、基準面よりの高さを表はし、他の點の高さを定める場合に用ふるものである。永久的のものは圖-2 に示す様に、10 cm ~ 20 cm 角の硬岩 (例へば火崗岩) で頭部 30 cm 位を仕上げ、基礎はコンクリートで固める。一時的のものは 10 cm ~ 12 cm 角で長さ 1 m 位の木杭の頭部に鉄



を打込んだものを用ひる。尙時 (c) 東京市設置の一例として橋臺或は建物の基礎の如

圖 - 2 水準基標

き不動のものを代用する事もある。何れにしても其の側面に、或は市街地にあつては蓋の表面等に水準基標の記號 B. M 又は不, 基標番號, 所屬官廳名又は事業者名を記載しておかなければならぬ。

§ 2. 我國の基準面

我が陸地測量部では内務省地理局が隅田川靈岸島に於て、明治 6 年 6 月 10 日より同 12 年 12 月末日に至る期間中、4 ヶ月を除く 6 ヶ年餘に亙つて觀測せる結果

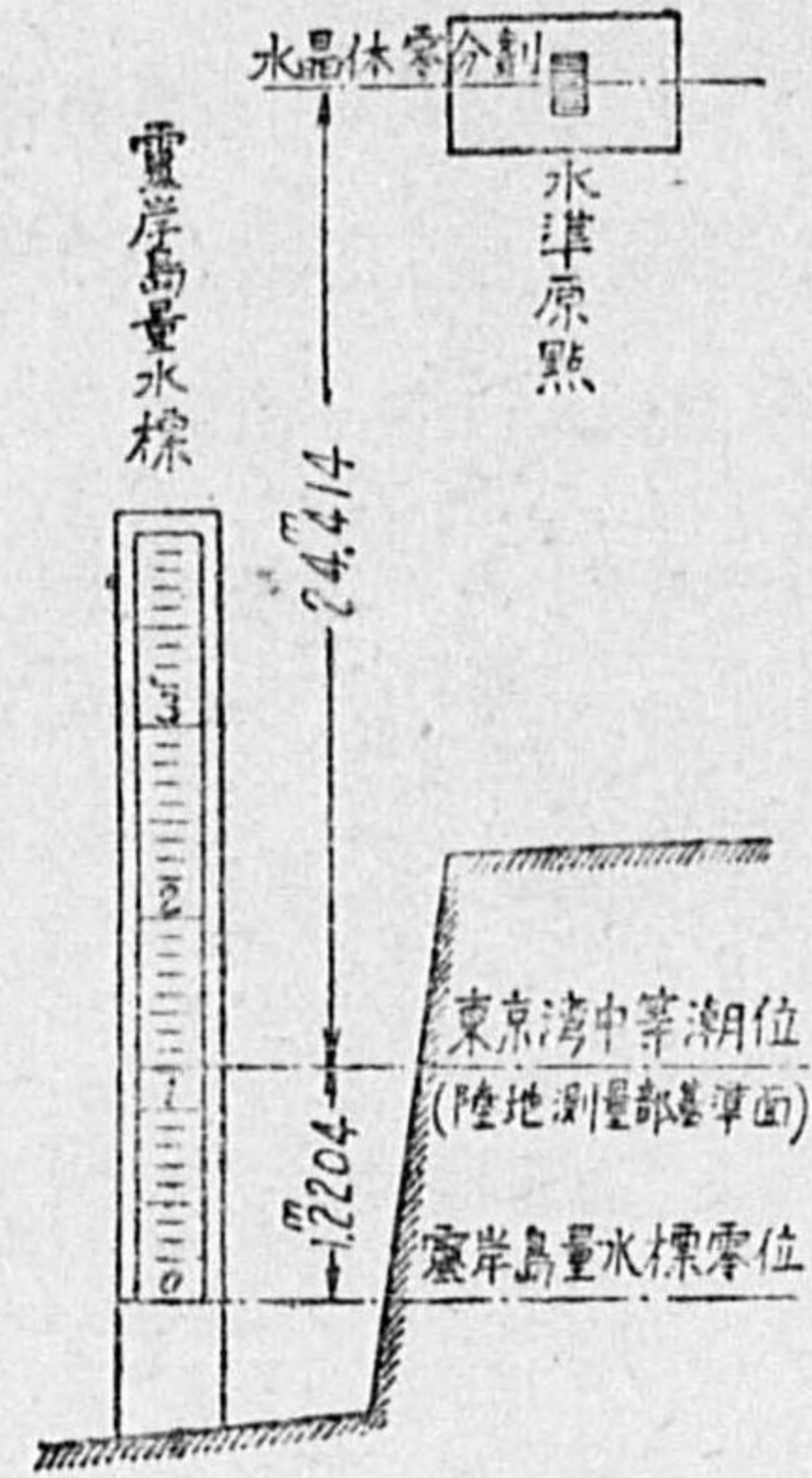


圖 - 3

陸地測量部基準面

を平均して得たる東京湾中等潮位 (平均海水位) を基準面としてゐる。而して之より 24.414m の標高を有する水準原点を陸地測量部構内に設け、之を基準として全国の国道並びに樞要なる府縣道に約 2km 間隔に水準基標を設け、その位置並びに標高を其の發行する地圖上に記載してゐる (尙滿洲國に於ける水準原点は新京公園内にあり標高 218.17m である)。

港灣・河川等に於ては其の干潮面によると便利であるから、從來各水系に就て調査せる結果より得たる特定の水平面を基準面としてゐたが、近頃は前記東京湾中等潮位に據る事が極めて多い。

尙海軍水路部に於ては海圖の基準面に印度大低潮位 (I. L. S. T) を用ひてゐる。

其他種々の計畫及び工事の目的によつて特定又は任

意の水平面を基準面とする事がある。

各河川の基準面

| 河川名 | 基準面 | 東京湾中等潮位との關係 | 河川名 | 基準面 | 東京湾中等潮位との關係 |
|-----------|------|-------------|--------|---------|-------------|
| 利根川及支派川 | Y. P | -0.8402 | 北上川 | K. P | -0.8745 |
| 荒川・中川及支派川 | A. P | -1.1344 | 鳴瀬川 | S. P | -0.0873 |
| 多摩川 | A. P | -1.1344 | 雄物川 | O. P | ±0 |
| 淀川及支派川 | O. P | -1.0155 | 高梁川 | T. P | ±0 |
| 吉野川 | A. P | -0.8333 | 最近改修河川 | 東京湾中等潮位 | ±0 |
| 木曾川 | O. P | -0.6573 | | | |

§ 3. 水準測量の分類

水準測量を其の方法によつて分類すると次の様になる。

1. 略水準測量
2. 直接水準測量
3. 間接水準測量
4. 氣壓水準測量

略水準測量は概略の高低差を求むる目的を以て簡單なる水準器を用ひて行ふ測量を云ふ。

直接水準測量は普通水準測量とも云ひ、水準儀を用

ひて直接に高低差を求むる測量を云ふ。水準測量の大部分はこの方法によるものである。

間接水準測量は轉鏡儀などによつて豎角を測り、更に距離を測定して計算によつて高低差を求むる方法で、三角水準測量とも云ふ。

氣壓水準測量は氣壓計を用ひて氣壓を測り、計算によつて高低差を求むる方法を云ふ。

水準測量を其の目的によつて分類すると次の様になる。

1. 高差水準測量
2. 縦斷水準測量
3. 横斷水準測量
4. 等高線水準測量

高差水準測量は必要なる諸點間の高低差を測定するものを云ふ。

縦斷水準測量は一定の線（例へば路線）に沿ふて其の高低變化を測定するものを云ふ。

横斷水準測量は縦斷測量線に直角方向の線に沿ふて其の高低變化を測定するものを云ふ。

等高線水準測量は一定面積内の高低變化を測定する

もので、普通に等高線を描いて之を表はす。

§ 4. 直接水準測量に使用する簡易なる器具器械

(1) 錘準器

直角に交はる二線を木板に描き、その一線を錘の絲の線即ち下げ振り線に一致せしめておく。然るときは他線は地平線の方

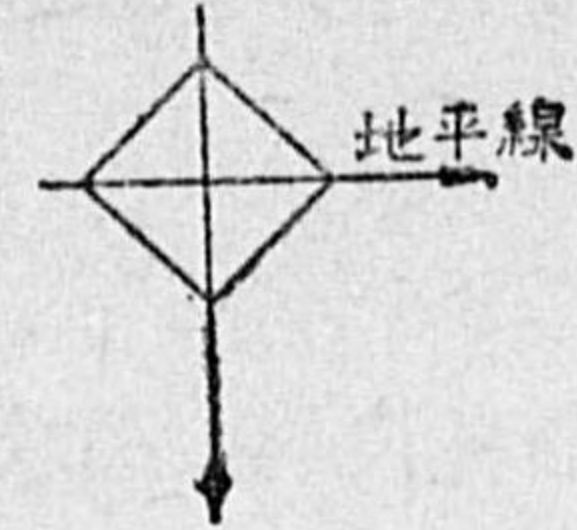


圖 - 4

（圖 - 4）。

或は直角に交はる二平面を作つておいて、一方を下げ振り線の方

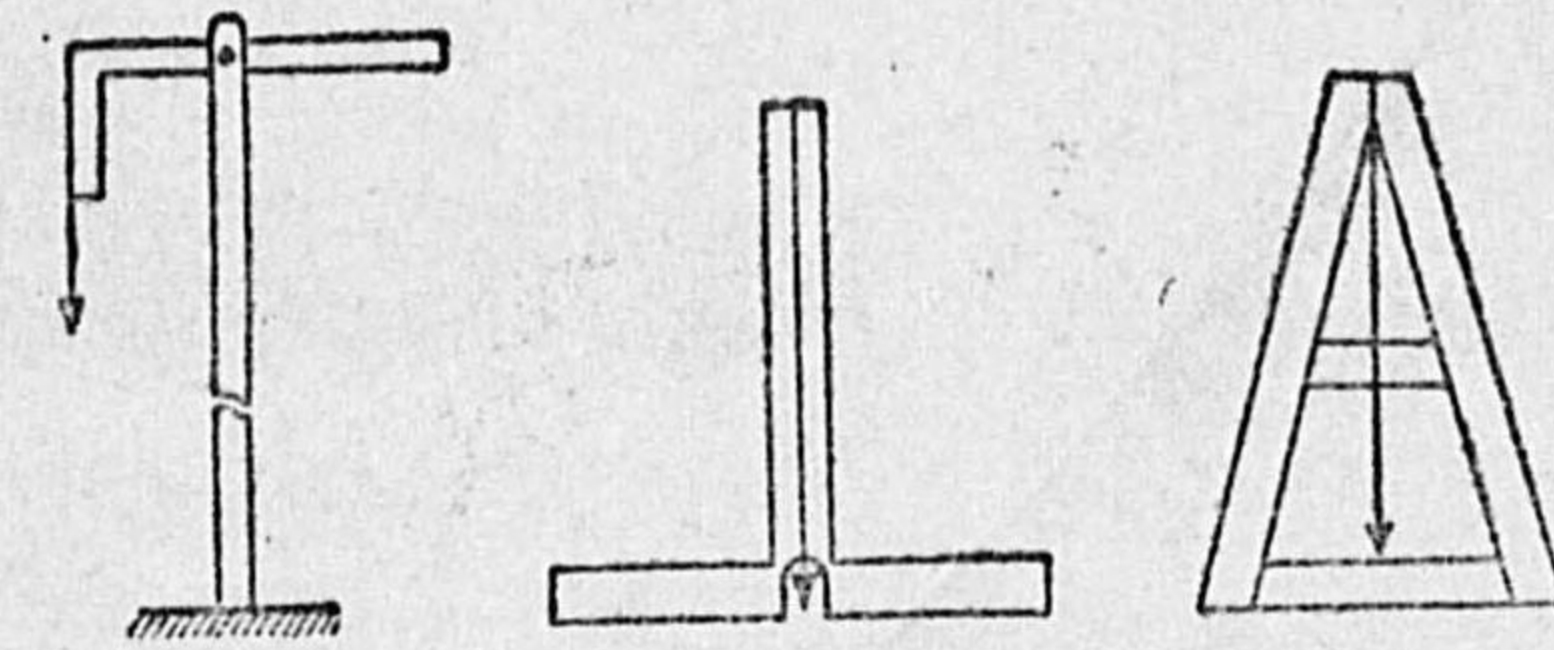


圖 - 5

斯かる水準器を總稱して錘準器と呼ぶ。

(2) 水平器

圖 - 6 はゴム管水平器と呼ばれるもので、長さ 5 m

~10 m のゴム管の両端にガラス管を嵌め込んだもの

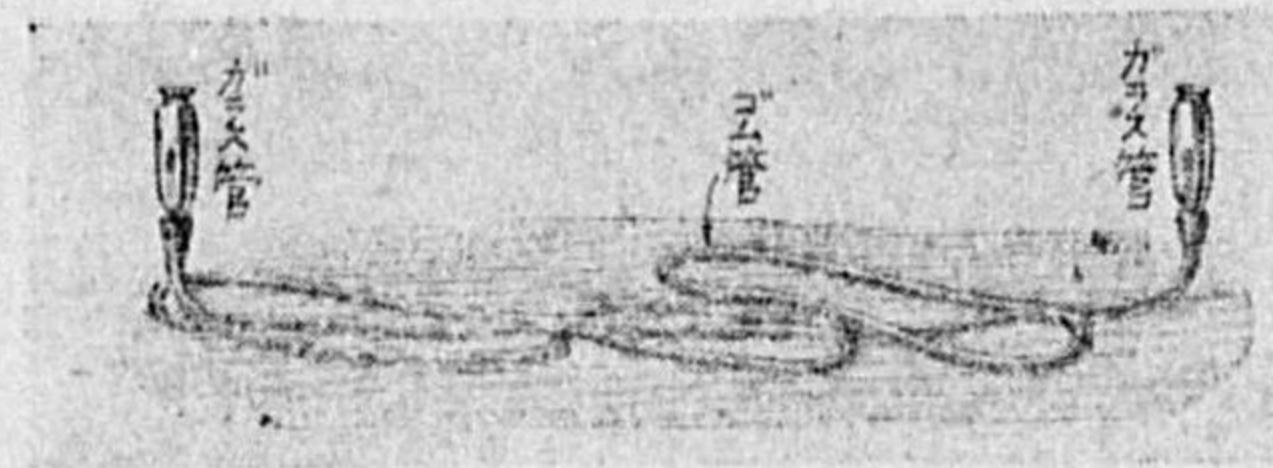


図-6 ゴム管水平器

である。而して一方のガラス管より水を注入すれば、両ガラス管内の水面は静止

して同高となり水平面を示す事になる。

中間に障害物などがあつて視透しの出来ない二點間の高低差を求むる場合等に之を使用すれば便利である。

尙 圖-7 に示す

ものは棒状水平器と呼ばれるもので、金属又は木製の棒状板に気泡管を取付け、気泡が気泡管の中央にあるとき、その臺板の底が水平になる様に作つたものである。



(a) 鉄製



(b) 木製

図-7 棒状水平器

(3) 水盛器

之は金属製の管の両端を直角に曲げ上げ、其の先にガラ

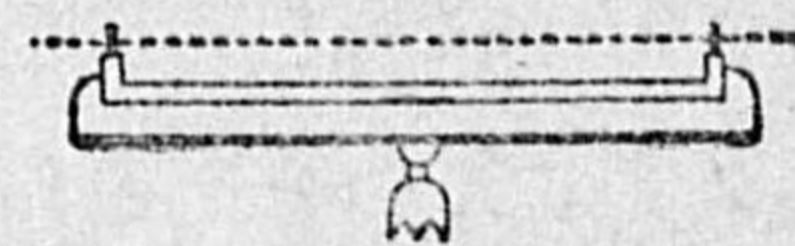


図-8 水盛器

スの短管を嵌めて木臺上に取り付け、管中に着色した水を満たし三脚架上に定置したものである。ガラス管内の水面は常に同高であるから、兩端の水面を通して視透した視準線は水平線となるのである。

(4) 掌準器 (ハンドレベル)

掌準器は径約 3 cm、長さ約 15 cm の真鍮圓筒上に小

水準器を取付け、圓筒内に筒の半分は鏡、他の半分は透明なる反射鏡 M が視準線と 45 度の角度をなして装置されてゐるのである。



圖-9 (a)

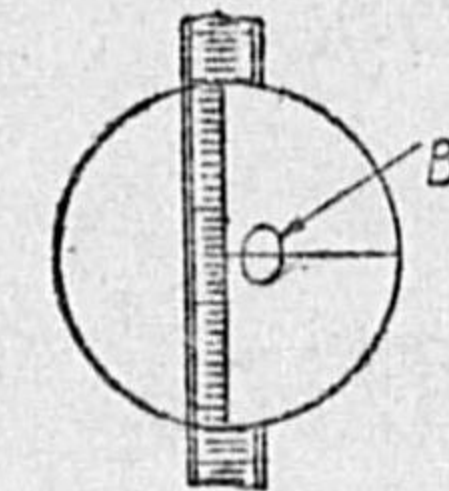
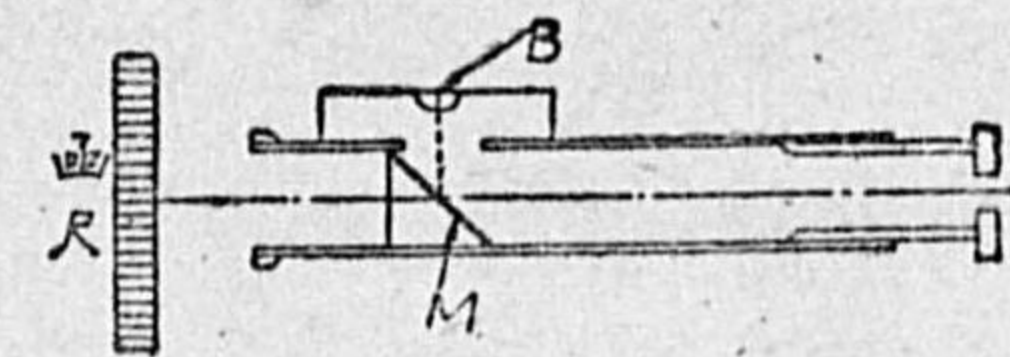


圖-9 (b)

掌準器を手に持ち略々水平にして視準孔より覗けば、気泡 B は鏡 M に反射して眼に映る。而して掌準器が水平となれば、気泡は横線によつて二等分される。この場合に横線と同高の點を視準すれば、其の點は眼の高さと同高である。

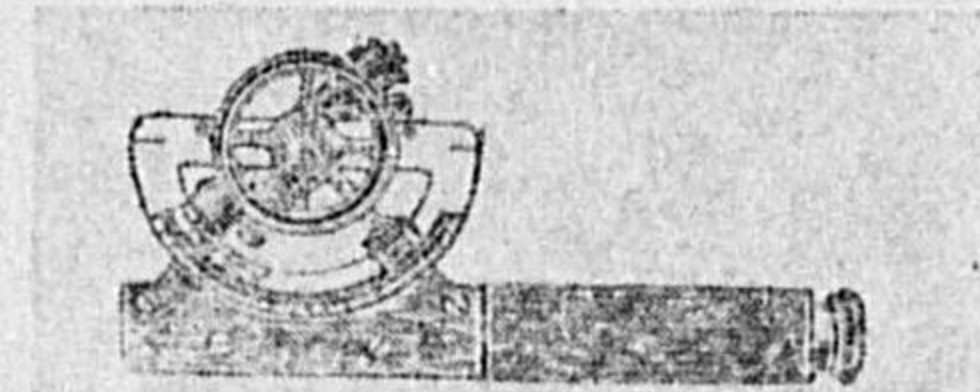


圖-10 高度付掌準器

掌準器は取扱ひ及び携帯に便利なるため、豫測や横断測量などに用ひられる。

尙掌準器に分度圓を取付け、垂直高さが測定出来る様にしたものもある。之を高度付掌準器と云ふ。之は横断測量や豫測など特に勾配線設定の場合に用ひられるものである。

§ 5. 水準儀の種類及び構造

高低差を精密に直接測定するには水準儀（レベル）を使用する。國産品の水準儀は測機舎製玉屋製などが其の主なるものであり、外國品はガーレイ（アメリカ）製・オットフエンネル（ドイツ）製・ス

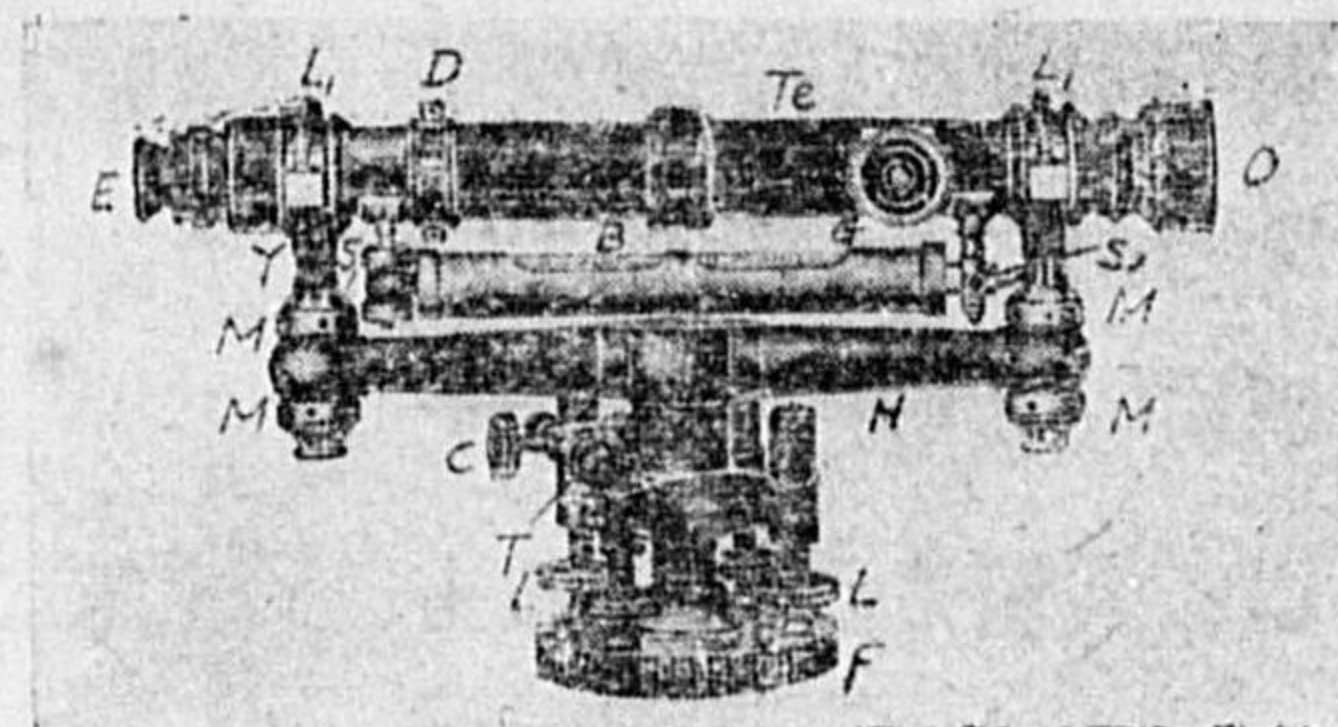


圖 - 11 Y形水準儀

| | | | |
|----------------------|-----------------|----------|---------|
| <i>Te</i> | 望遠鏡 | <i>E</i> | 對眼鏡 |
| <i>O</i> | 對物鏡 | <i>D</i> | 十字線調整ネヂ |
| <i>L₁</i> | 摺（クリップ） | <i>Y</i> | Y架 |
| <i>G</i> | 對物鏡出入用ネヂ | | |
| <i>B</i> | 氣泡管 | <i>H</i> | 水平桿 |
| <i>C</i> | 緊ネヂ | <i>M</i> | 水平桿調整ネヂ |
| <i>S₁</i> | 氣泡管調整ネヂ（上下調整ネヂ） | | |
| <i>S₂</i> | 氣泡管調整ネヂ（左右調整ネヂ） | | |
| <i>T</i> | 微動ネヂ | <i>F</i> | 底板 |
| <i>I</i> | 整準ネヂ | | |

タンレー（イギリス）製・カールツアイス（ドイツ）製など其の主なるものである。

水準儀を構造上より大別すると Y形水準儀（ワイレベル）と短肥水準儀（ダンピーレベル）の二つになる。

(1) Y形水準儀

之は圖 - 11 に示す様に、望遠鏡を Y架と稱する Y型の支臺上に載せて摺（クリップ）で固定せる構造をもつ水準儀である。而して摺を弛めると、望遠鏡を Y架上にて鏡軸の周りに自由に廻轉させる事が出来るし、又 Y架上より取外し前後取替へて置代へる事も出来るのである。

A. 望遠鏡

一般に測量器に於ける望遠鏡の主要部分は、對物鏡・對眼鏡及び十字線（叉線）から出来ており、之等を鏡筒によつて保持してゐるのである。

對物鏡は物體の像を近くに作る爲のもので、通常二つのレンズを組合せて對物鏡筒の末端に取付けられるものである。而して物體の遠近に應じて對物鏡の位置を移動し十字線迄の距離を適當に調節する爲に、對物

鏡筒を自由に出入し得るネヂが取付けられてゐる。

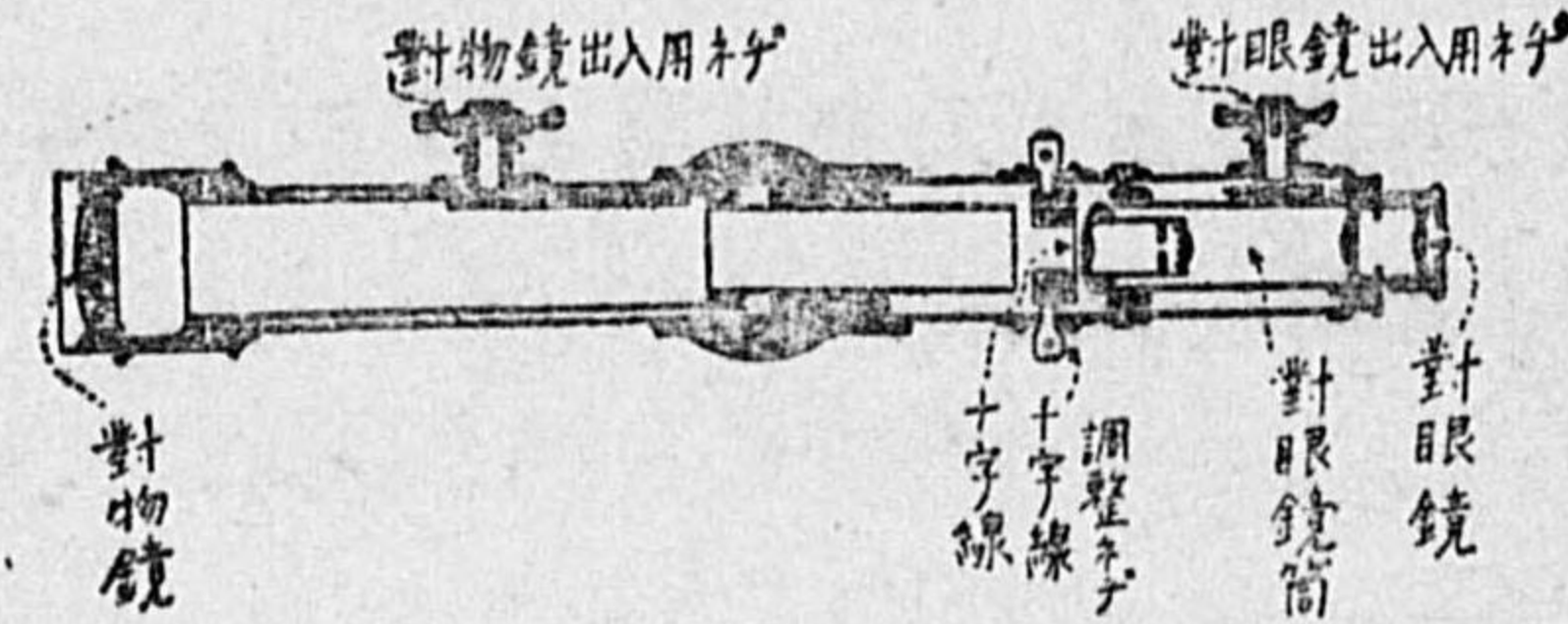


圖 - 12

対眼鏡は対物鏡によつて作られた物體の像を拡大して眼に映すものである。而して対物鏡によつて生じた像を十字線と共に最も明瞭に見える位置におく爲に、或は指先により又はネヂによつて対眼鏡筒を出入せしめる。

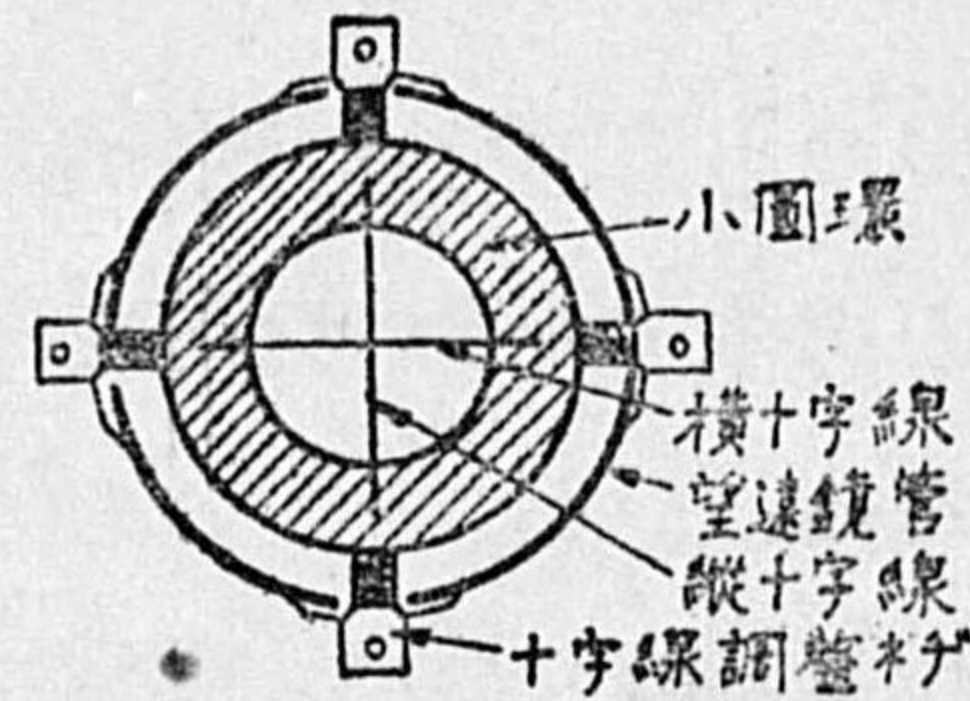


圖 - 13

十字線は視界中に一點を定める爲に必要なもので、対物鏡による物體の像はこの位置に生ずるのである。十字線は細い蜘蛛絲又は白金線で、夫れを圖示する様に互に直角に小圓環の表面に張つたものである。小圓環は対物鏡と対眼鏡との中間に4個のネヂによつて吊

され、十字線の移動はこの4個のネヂの操作によつてなされるのである。

十字線の交點と対物鏡の光心とを結んだ線が所謂視準線である。

B. 氣泡管

水準管即ち氣泡管は一般に望遠鏡の下に之と平行に取付けられ、望遠鏡の水平を検べる役目をするものである。その両端にあるネヂは氣泡管の調整をする時に必要である。

C. 水平桿及び垂直軸

Y架は水平桿に取付けられてゐる。而して水平桿の中央には之に垂直に垂直軸が固着せられ、最下部にある整準ネヂの軸穴に挿入されて水平に廻轉させる事が出来る様になつてゐる。

D. 整準ネヂ

整準ネヂは器械を水平にする爲の装置で、4個あるものと3個あるものとがある。之の取扱ひ方は別に後述する。

Y形水準儀は本邦で最も普通に用ひられるもので、器械の調整は甚だ簡便になし得るものであるが、一方

に於て狂ひ易い缺點をもつものである。

(2) 短肥水準儀

之は望遠鏡が支臺に固着せられ、支臺も亦水平桿に固着せられてゐる構造のものである。従つて Y 形水準儀に於けるが如く望遠鏡を廻轉させたり取外したりする事は絶対出来ないものである。

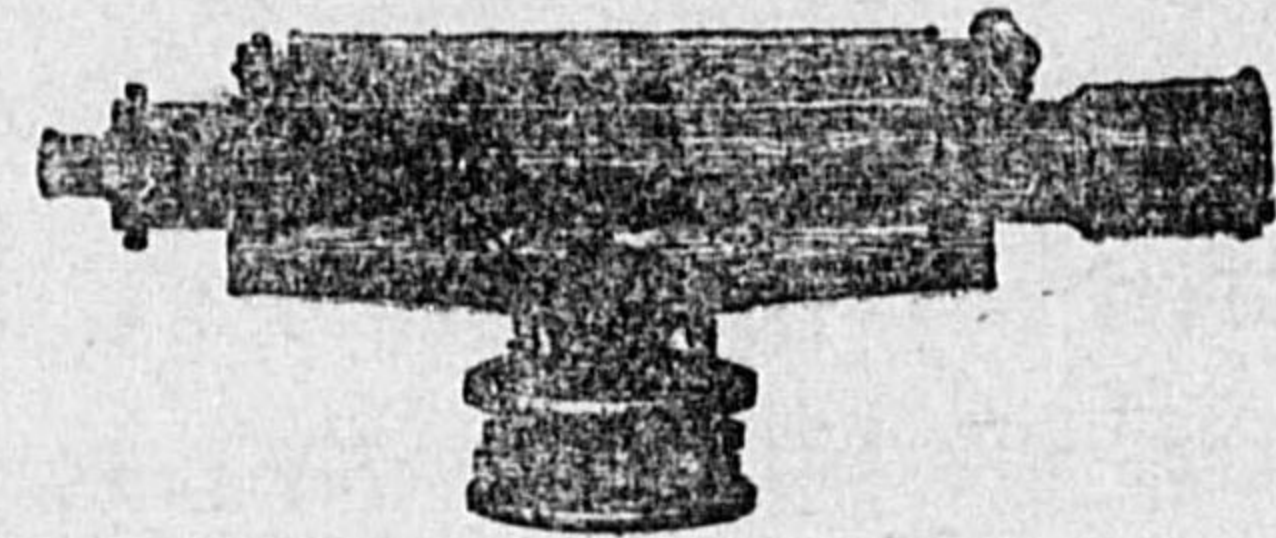


圖 - 14 短肥水準儀

故に器械の調整は稍々面倒であるが、構造が堅牢で容易に狂ひを生ぜず精度の高い特徴がある。この種の型では望遠鏡は多く倒像を映すものが多い。

(3) 其他の水準儀

以上の外、Y 形水準儀の特徴と短肥水準儀の特徴とを採つた折衷型水準儀が最近製作せられて用ひられてゐる。之は Y 形水準儀に短肥の長所を加味したもので、その性能は前二者に比較

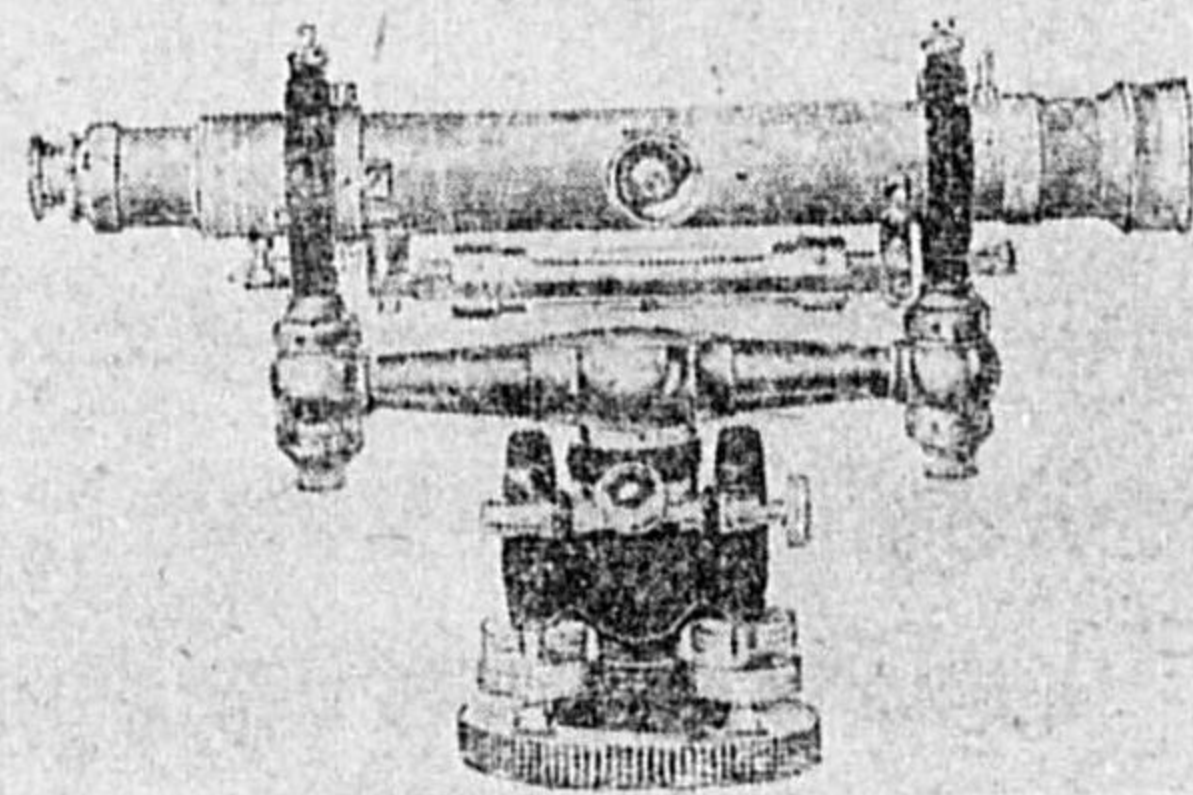


圖 - 15 測機舎製折衷型水準儀

して優れてゐる。

尙微動整準ネヂを装置して精密に高低を測定し得る微動水準儀と稱するものがある。之は初め精密水準測量の爲に設計せられたものであるが、現今では普通的水準測量にも用ひられてゐる。

§ 6. 函 尺

函尺或は準尺（スタフ或はロツド）は目盛を附したる函型の標尺を云ふ。水準儀で土地の高低を測らんとする場合に、測らんとする地點に之を垂直に立て、水準儀の水平視準線を向けて地點から視準線迄の高さを讀みとる爲に用ふるものである。

函尺には自讀函尺と視的函尺との 2 種がある。何れも十分に乾燥した木材で眞直な細長い函形を作り、その下端を零として目盛を施してゐる。

(1) 自讀函尺

之は視準線の當る點の高さを測者自身が讀みとる様に作られた函尺で、一般に圖示する様に大中小三段の細長い函から成り、大函内に中函を、中函内に小函を挿込む事が出来る様に作られてゐる。目盛は大函の底面を零とし、夫れより中函小函の順序に上部に向つて

目盛り、全部を引伸した長さは5m位である。

目盛の厚みは5mmで黒と白とから成るが、目分量で1mm位迄読む事が出来る。

大函の背面及び側面に小気泡管が取付けてあるものは函尺を垂直に立てるに便利である。

(2) 視的函尺

之は圖一17に示す様に函尺の表面に沿ふて上下に滑動し且何れの箇所にも緊定し得る規標を取付けたもので、測者の合圖によつて函尺持ちが之を上下し、横十字線がこの規標に一致した合圖で規標を緊定し、函尺持ちが規標の示す尺度を読む

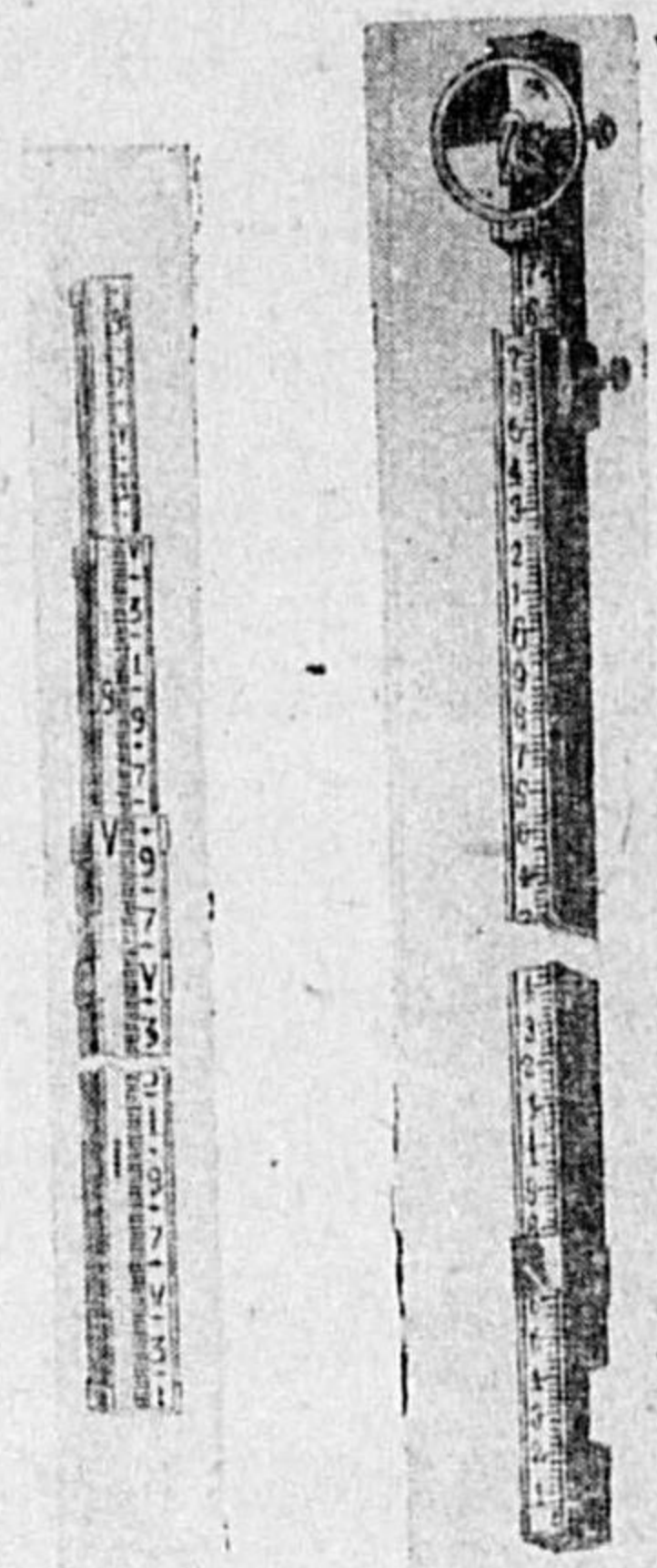


圖-16 自讀函尺 圖-17 視的函尺

ものである。この函尺を使用すると、相當多くの時間を要するから、餘り一般には用ひられないが、精密を要する場合とか、遠距離其他の爲に讀取りが困難な場合に用ひて便利である。

(3) 踏 鈎

地盤が悪くて函尺を立てると漸次沈下する様な場合、或は重要な地點で前視・後視を取る様な場合、又は傾斜地で函尺を正しく垂直に立て難い様な場合には、先づ地盤上に踏鈎を置き、その中央の

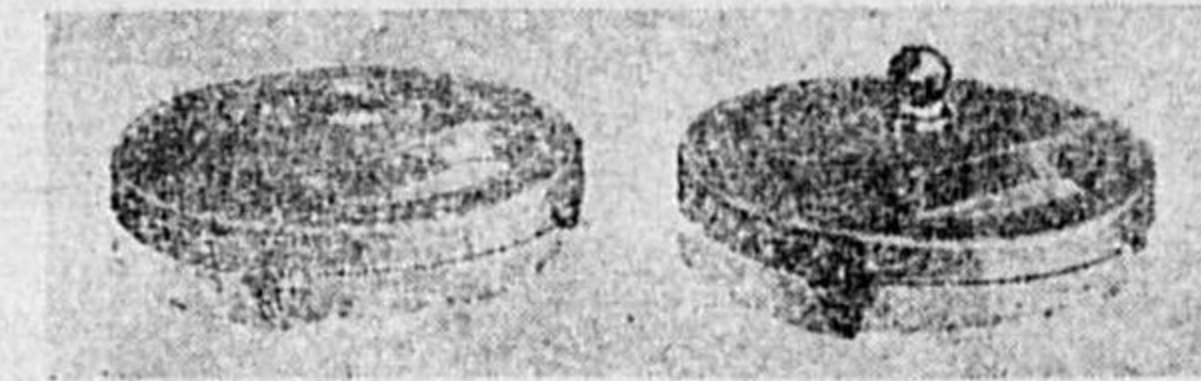


圖-18 踏 鈎

凸頭部上に函尺を立てる事がある。

§ 7. 水準儀の据付け

水準儀の据付とは、器械を正しく水平に設置する事である。但し轉鏡儀の如く定められた點の上に据付ける必要は殆どないから、夫れだけ据付け操作が容易である。

先づ視準すべき點が明瞭に見られる高さに三脚を擴げ、其の一脚を適當な位置に据え、他の二脚を兩手に持つて三脚頭が成可く水平になる様にして(即ち器械が成可く水平になる様にして)十分地中に押込む。

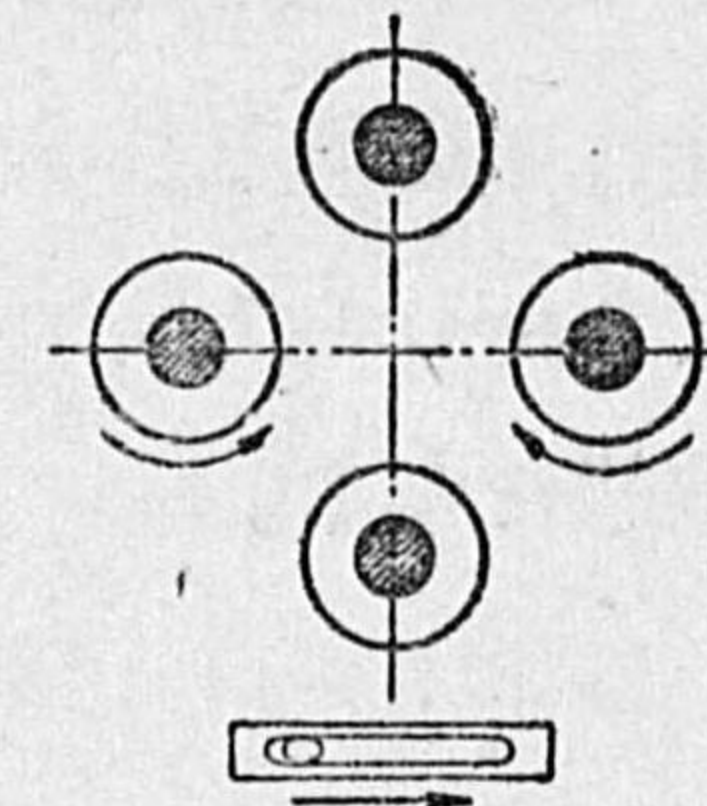


圖-19

次に整準ネヂを以て器械を精確に水平にする。整準

ネジは4個あるものと3個あるものがある。

4個を有する場合には、先づ氣泡管を一方の相對する整準ネジを結ぶ線に平行に置き、その氣泡管中の氣泡が左に偏してゐるときには、其の一對の整準ネジを同時に内側に廻し、右に偏してゐるときには外側に廻して氣泡を中央に導く。即ちこの場合氣泡は常に左の拇指の動く方向に移動するものである。斯くして氣泡を中央に導いたならば、望遠鏡を90度廻轉して氣泡管を他の一對の整準ネジを結ぶ線に平行に置き、同様の操作をして氣泡を中央に導く。この操作を數回反復すると、氣泡管を何れの方法に廻轉しても氣泡は中央より動かない状態になる。

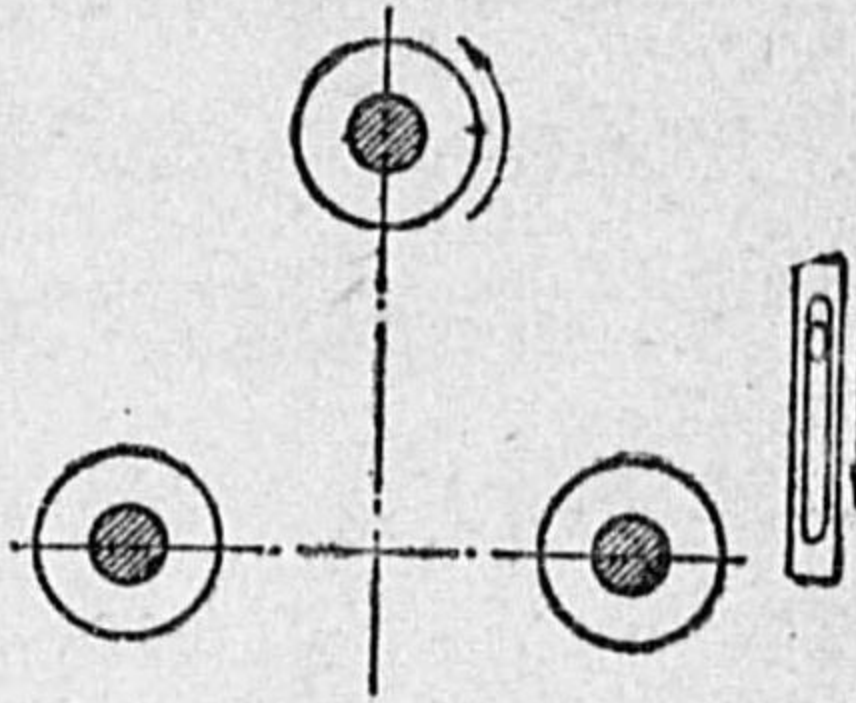


圖 - 20

整準ネジが3個の場合には、氣泡管を3個のネジを結ぶ正三角形の一邊に平行に置き、左右の水平はこの2個のネジで直し、90度廻轉せるときは他の1個のネジで直すのである。

§ 8. Y形水準儀の調整

器械を使用する場合には、先づその器械が正しいか否かを検査しなければならぬ。而して若し狂つてゐる部分があるならば、夫れを正しく直しておく必要がある。この正しく直す事を調整と云ふ。

一般に水準儀調整の要點は次の二つである。

1. 氣泡管軸と器械の垂直軸とを正しく直角にする事
2. 望遠鏡の視準線と氣泡管軸とを正しく平行にする事

而してY形水準儀と短肥水準儀とは其の構造が異なるから、その調整の操作法も自ら異なるのである。本節では先づY形水準儀の調整法を述べる事にする。

Y形水準儀の調整は第一、第二、第三調整の三段から成る。

第一調整（十字線の調整）

視準線と望遠鏡軸とを一致せしむること。

先づ器械を据付け、20 m ~ 60 m 離れた壁又は塀等に白紙を貼つて之に望遠鏡を向け、水平廻轉を緊定し、視準せる白紙上に十字線の交點に當る處に黒點を印す（A點）。次にクリップを弛め、望遠鏡をY架内にて

静かに 180° 廻轉し、再び視準する。この場合十字線の交點が前に印をせる白紙上の黒點に一致すれば十字線は正しいのである。

若し一致せざる時は、今度の十字線の交點に當る處に黒點を印し (B 點)、この兩黒點を結ぶ直線の中點 (C 點) を求めて印をつけ、之に十字線の交點を一致せしむる様に、

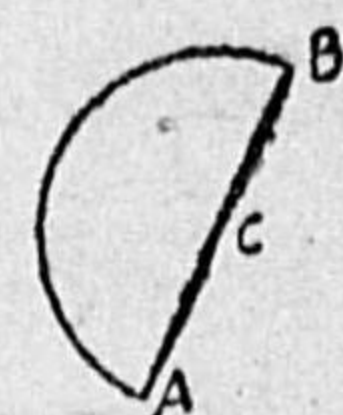


圖 - 21

十字線調整ネヂで調整する。圖の如き場合には縦十字線又は横十字線の何れか一方を先づ C 點に合はせ、次に他の線を合はせる様にする。この場合上下のネヂは横十字線を、左右のネヂは縦十字線を調整するものである。

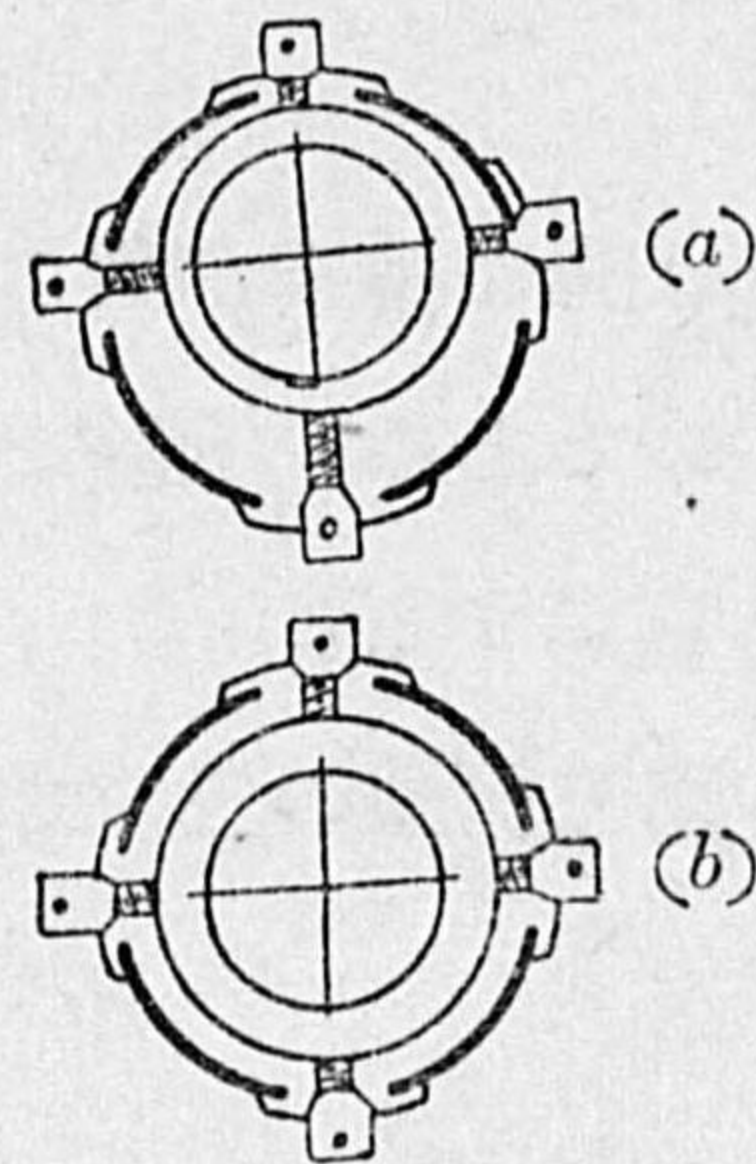


圖 - 22

第二調整 (氣泡管の調整)

視準線と氣泡管軸を平行にする事

(イ) 望遠鏡軸と氣泡管軸とを同一平面内にあらしむること。

器械をほぼ水平に据え、水平廻轉を緊定し、整準ネヂで氣泡を正しく中央に導く。次にクリツプを弛め、

望遠鏡を Y 架内にて鏡軸の周りに $20^\circ \sim 30^\circ$ 左右に廻す。然る時氣泡が尙中央にあれば正しい事を示す。

若し氣泡が中央より一方に偏すれば、氣泡管調整ネヂで氣泡が中央に来る様に調整する。

(ロ) 望遠鏡軸と水平軸とを平行にする事。

器械は前の儘とし、望遠鏡を一對の整準ネヂを結ぶ線の方に合はせ、整準ネヂで氣泡を正しく中央に導く。次にクリツプを開き、望遠鏡を Y 架上より取外し、左右兩端を反對にして静かに Y 架上に載せる。この場合氣泡が尙中央にあれば正しい事を示す。

若し中央から外れるならば、その移動量の半分だけを整準ネヂで修正して氣泡を中央に近づけ、残りの半分を氣泡管に付せる調整ネヂで修正する。然る後望遠鏡を元の位置に戻し、氣泡が中央に静止すれば調整が完了せられた事を示すものであるが、然らざるときは此の方法を再三繰返すのである。

或る種の器械では望遠鏡を Y 架上より取外し得ぬものがある。かゝるものに於ては、器械を先づ正しく据え、次に望遠鏡を鏡軸の周りに 180° 廻轉する。この場合氣泡が中央より移動すればその半分を整準ネヂ

で修正し、残りの半分を気泡管調整ネジで修正する。

第三調整 (Y架の調整)

気泡管軸と堅軸とを直角にすること。

気泡管を相對する一對の整準ネジを結ぶ線に平行に置き、器械を正しく据付けた後、水平桿と共に望遠鏡を水平に 180° 廻轉する。この時氣泡が尙中央にあれば正しい事を示す。

若し氣泡が一方に偏すれば、その半分を整準ネジで修正し、残りの半分を水平桿の端にある Y 架調整ネジで修正する。

§ 9. 短肥水準儀の調整

短肥水準儀はその氣泡管が望遠鏡に取付かずして水平桿に固定し、且望遠鏡の反轉及び左右置換が不可能なる爲、その調整操作も Y 形水準儀と異なるのである。

第一調整 (氣泡管の調整)

氣泡管軸と器械の堅軸とを直角にすること。

之は Y 形水準儀の第三調整と同様に行へばよい。但し氣泡の移動量の半分は整準ネジで直し、他の半分は氣泡管の端にある調整ネジで直す。

第二調整 (十字線の調整)

視準線と氣泡管軸とを平行にすること。

平坦なる土地に 100 m 内外を距て、A、B 2本の杭を打ち、その中央 C 點に器械を据付け、A 杭上に立てたる函尺を視準して a_1 なる讀みを取る。次に望遠鏡を廻轉して B 杭上の函尺の讀み b_1 を取る。次に AB

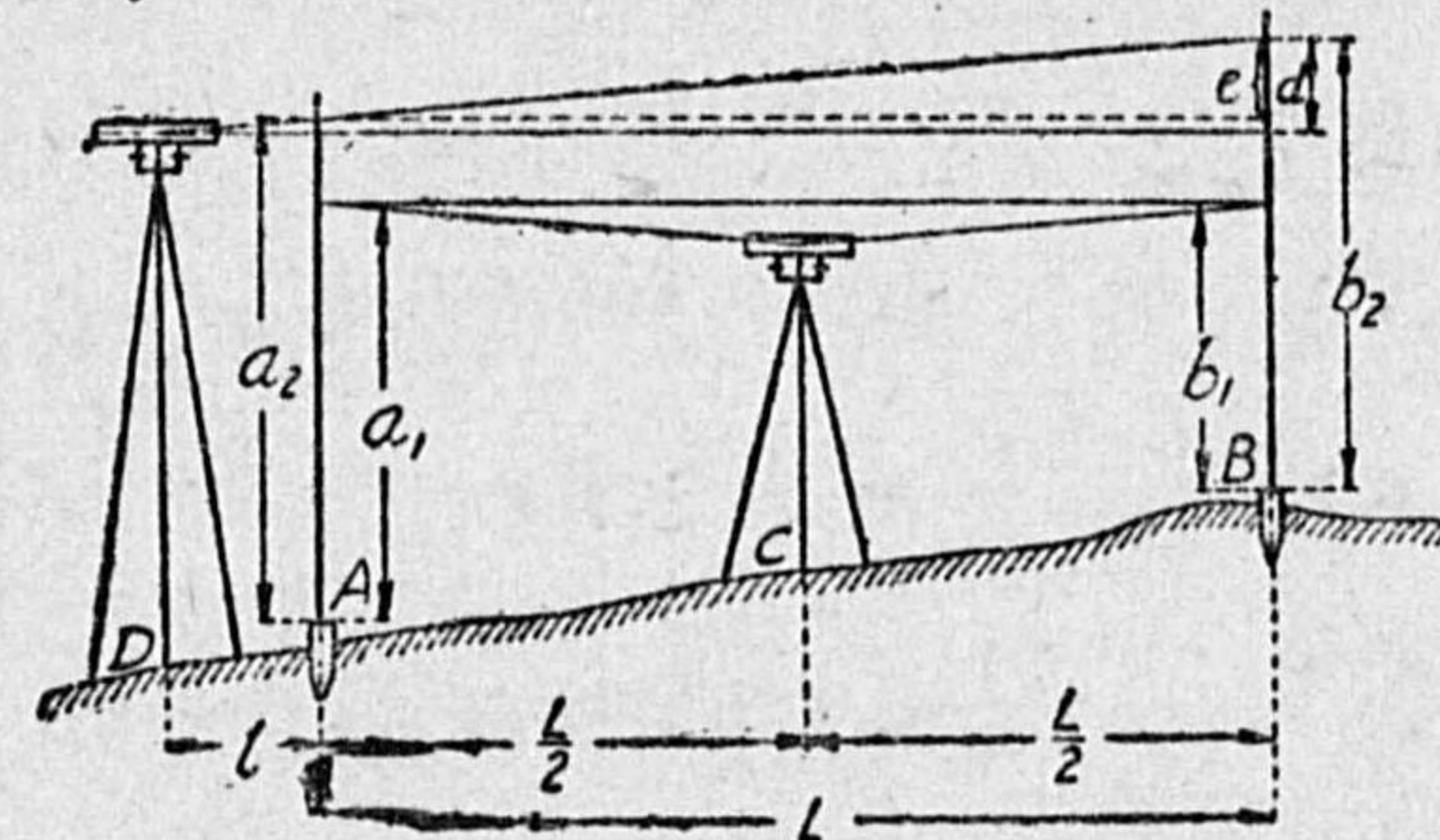


圖 - 23

の延長上で、A より 5 m 位離れた D 點に器械を移して据付け、A 及び B の函尺を視準して a_2 及び b_2 の讀みを取る。此の場合に

$$a_2 - b_2 = a_1 - b_1$$

なれば、視準線と氣泡管軸とは平行である。若し

$$a_2 - b_2 \neq a_1 - b_1$$

なるときは次の様に調整する。

(イ) $a_2 - b_2 < a_1 - b_1$ ならば

$$(a_1 - b_1) - (a_2 - b_2) = e \text{ として}$$

$$e \times \frac{L+l}{L} = d \text{ を求め}$$

B 函尺の読み b_2 なる点より d だけ下つた点（正像の場合）又は上つた点（倒像の場合）に十字線交点が一致する様に十字線調整ネジにて調整する。

(ロ) $a_2 - b_2 > a_1 - b_1$ ならば

$$(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1) = e \text{ として}$$

$$e \times \frac{L+l}{L} = d \text{ を求め}$$

B 函尺の読み b_2 なる点より d だけ上つた点（正像の場合）又は下つた点（倒像の場合）に十字線交点が一致する様前同様の調整をする。

第 2 章 高差測量

§ 1. 概 要

A, B の如き地上の諸点の高さ又は A, B 二点間の高低差を求めるには、先づ適当な地点に器械を据付け、水準基標又は既に標高の知られてゐる地点即ち既知点に函尺を立てて之を視準し、函尺上の目盛 h_1 を讀む。

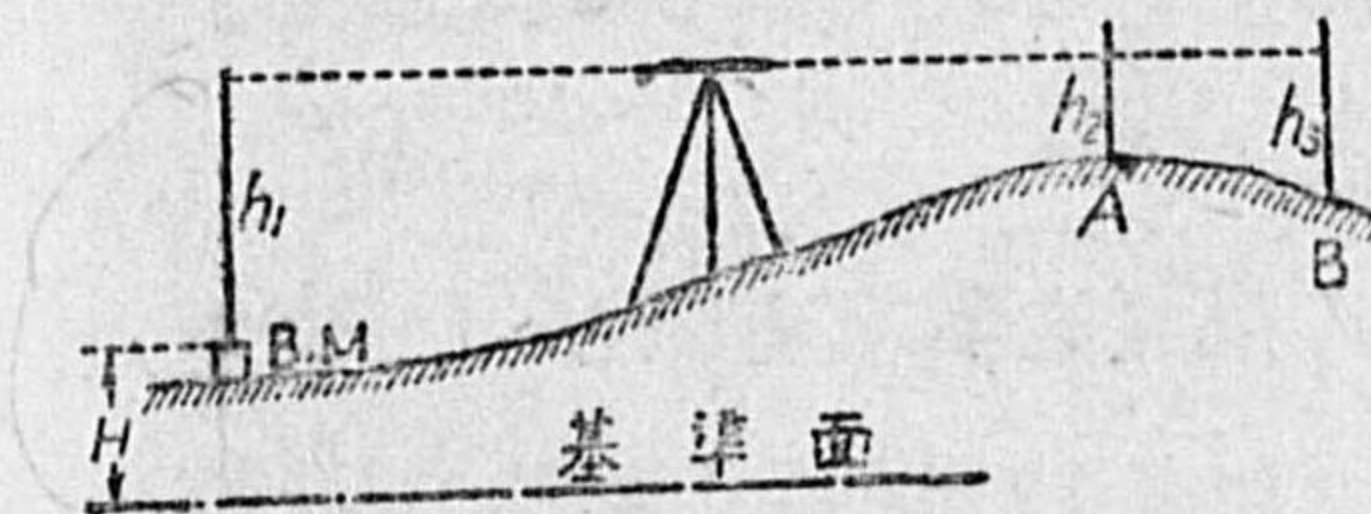


圖 - 24

この讀高は函尺を立てた地点より視準線までの垂直距離であるから、函尺を立てた地点の

標高 H にこの讀高 h_1 を加へると、基準面から視準線までの高さが得られる譯である。

次に望遠鏡を廻轉し、高さを求めんとする地点即ち未知点に函尺を立て、之を視準し、前と同様にその目盛 h_2 或は h_3 を讀みとる。この場合視準線の高さから此の讀高を減すれば、各未知点の標高が求められる譯であつて、A 点の標高は $(H + h_1) - h_2$ であり、B 点

の標高は $(H + h_1) - h_3$ である。尙之等の點の高さを比較すれば二點間の高低差が得られる。

§ 2. 水準測量實施上に必要なる用語

水準測量を行ふに必要なる用語を擧げて説明する。

1. 前視及び後視

既知點に立てたる函尺に對する視準又は讀高を後視と云ひ $B.S$ で表はす。又未知點に立てたる函尺に對する視準又は讀高を前視と云ひ $F.S$ で表はす。前圖に於て h_1 は後視であり、 h_2 及び h_3 は前視である。

2. 器高

基準面から視準線迄の高さを器高と云ひ $I.H$ を以て表はす。即ち

$$I.H = (\text{既知高}) + B.S$$

である。前圖の $(H + h_1)$ が即ち器高である。

3. 地盤高

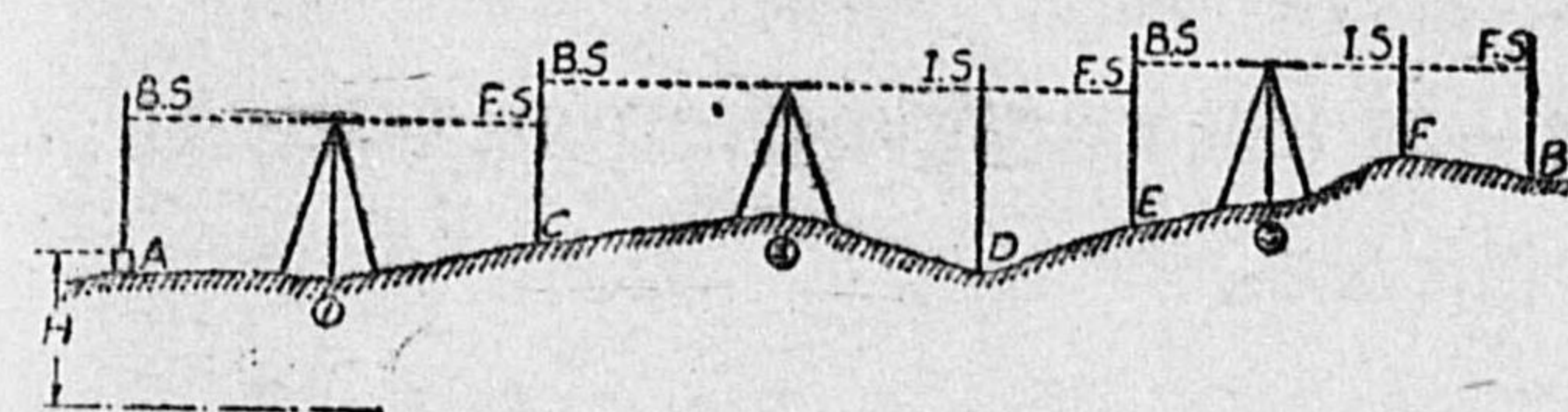
未知點の基準面よりの高さを地盤高と云ひ、 $G.H$ を以て表はす。即ち

$$G.H = I.H - F.S$$

である。前圖に於て A の地盤高は $(H + h_1) - h_2$ であり、 B の地盤高は $(H + h_1) - h_3$ である。

4. 移器點

高低差を求める二點が遠距離にあるか又は其の高低差が甚だ大なる場合には、器械の位置を幾度も移動し据え替へて測定しなければならぬ。圖—25 に於て、 A, B 二點は極めて遠距離にある爲同時に視準する事が出来ないものとするれば、先づ A 點に後視を取り得る



■ - 25

様な點①に器械を据付け、 A 點に後視を取つて其の器高を定め、次に B 點に至る途中で視透しの出来る點 C に函尺を立てて前視を取りその地盤高を定める。次に器械を適當な地點②に移して据付け、 C 點に後視を取り、更に D, E に前視を取つてその地盤高を求める。之を順次繰返して前進し B に至つて高低差を求めるのである。而して前視の總和と後視の總和との差は二點間の高低差を表はすのであつて、この中継ぎになる點 C, E の如く、前視及び後視の兩方をとる點を移器

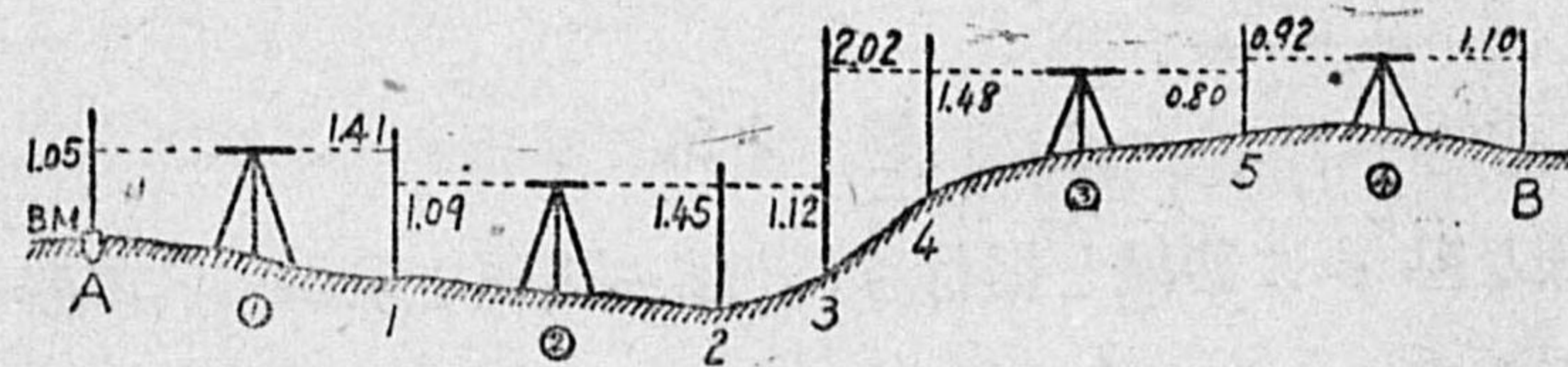
點と云ひ $T. P$ で表はす。

5. 中間點

尙 D, F 點の如く、單に途中の土地の高低を測定せんが爲に起伏の甚だしい位置に函尺を立て、前視のみを取る點を中間點と云ひ、その中間點に對する視準又は讀高を間視と云ひ、 $I. S$ を以て表はす。

6. 器高及び地盤高の算例

圖—26 に就て各點の地盤高並びに器高を求むると次の様になる。



圖—26

A 點の標高を 30 m と假定すると

| | |
|--------|------------------------|
| ① の器高 | $30.00 + 1.05 = 31.05$ |
| 1 の地盤高 | $31.05 - 1.41 = 29.64$ |
| ② の器高 | $29.64 + 1.09 = 30.73$ |
| 2 の地盤高 | $30.73 - 1.45 = 29.28$ |
| 3 の地盤高 | $30.73 - 1.12 = 29.61$ |
| ③ の器高 | $29.61 + 2.02 = 31.63$ |

$$4 \text{ の地盤高} \quad 31.63 - 1.48 = 30.15$$

$$5 \text{ の地盤高} \quad 31.63 - 0.80 = 30.83$$

$$\textcircled{4} \text{ の器高} \quad 30.83 + 0.92 = 31.75$$

$$B \text{ の地盤高} \quad 31.75 - 1.10 = 30.65$$

$$A \text{ 點, } B \text{ 點の高低差は } 30.65 - 30.00 = 0.65$$

或は A 點, B 點の高低差は

$$(1.05 + 1.09 + 2.02 + 0.92) - (1.41 + 1.12$$

$$+ 0.80 + 1.10)$$

$$= 5.08 - 4.43$$

$$= + 0.65$$

§ 3. 野帳記載法

測量の結果は何人が見ても容易に判る様に丁寧に野帳に記載しておく事が肝要である。特に前視と後視とは往々にして誤記し易いものであるから注意しなければならぬ。二點間の高低差を求めるには其の地盤高を比較して其の差を求めればよいのであつて、その野帳記載法には次の3種がある。

(1) 高差式記載法

之は最も簡単な記載法で、野業に於ては後視及び前視の二欄にだけ記入する方法である。従つて之を一名

二欄式記載法とも云ふ。但し後述の縦断測量の場合には距離を記入する欄を必要とする事もあるが、高差のみを測定する場合には之は不必要である。野業が終れば内業として野帳を整理して地盤高を算定し記入する。

次に此の種の記載法の實例を示す(圖一26参照)。

高差式野帳記載例

| 測點 | 距離 | 後視 | 前視 | 地盤高 | 備考 |
|----|----|-------|------|-------|-----------|
| A | | 1.05 | | 30.00 | A 點の標高を |
| 1 | | 1.09 | 1.41 | 29.61 | 30.0 m とす |
| 2 | | | 1.45 | 29.28 | |
| 3 | | 2.02 | 1.12 | 29.61 | |
| 4 | | | 1.48 | 30.15 | |
| 5 | | 0.92 | 0.80 | 30.83 | |
| B | | | 1.10 | 30.65 | |
| | | 5.08 | 4.43 | | |
| | | -4.43 | | | |
| | | 0.65 | | | |

A 點は B. M であるから基準面からの標高が既知なる事は云ふまでもないが、普通には之を 30.0 m とか 50.0 m とかに假定する。之を餘りに低く假定すると地盤高が (-) になる患があるから、現場に應じて適當に假定しなければならぬ。

後視を合計した結果を (+) と假定すれば

$$1.05 + 1.09 + 2.02 + 0.92 = 5.08$$

次に移器點のみの前視を合計し、之を (-) と假定すれば

$$1.41 + 1.12 + 0.80 + 1.10 = -4.43$$

前兩者の代數和を求めると

$$5.08 - 4.43 = 0.65$$

即ち B 點は A 點よりも 0.65 m 高く、結局 30.65 m の地盤高となる事を示す。

或は之を次の様に記載してもよい。

高差式野帳記載例

| 測點 | 距離 | 後視 | 前視 | 地盤高 | 備考 |
|----|----|-------|------|-------|-----------|
| A | | 1.05 | | 30.00 | A 點の標高を |
| 1 | | 1.09 | 1.41 | 29.64 | 30.0 m とす |
| 2 | | 1.45 | 1.45 | 29.28 | |
| 3 | | 2.02 | 1.12 | 29.61 | |
| 4 | | 1.48 | 1.48 | 30.15 | |
| 5 | | 0.92 | 0.80 | 30.83 | |
| B | | | 1.10 | 30.65 | |
| | | 8.01 | 7.36 | | |
| | | -7.36 | | | |
| | | 0.65 | | | |

之は器械を各測點の間へ一々据付けたものと看做す考へ方で、例へば測點2の前視 1.45 m を讀んだならば、器械を同一點に据え直して2の後視 1.45 m を讀んだものと考へる方法である。

(2) 昇降式記載法

この式は三欄式記載法の一つであつて、前視と後視との外に間視の欄を設け、前視と後視との差を求めて高低差を見出す方法である。但し間視は前視と同じ様に取り扱ひ、又間視の讀高を後視の欄に記入して之を加ふるのである。而して(後視) - (前視)を計算し、

昇降式野帳記載例

| 測點 | 距離 | 後視 | 間視 | 前視 | 昇 | 降 | 地盤高 | 備考 |
|----|----|-------|------|-------|-------|------|-------|--------|
| A | | 1.05 | | | | | 30.00 | A點の |
| 1 | | 1.09 | | 1.41 | | 0.36 | 29.64 | 標高を |
| 2 | | 1.45 | 1.45 | | | 0.36 | 29.28 | 30.0 m |
| 3 | | 2.02 | | 1.12 | 0.33 | | 29.61 | とす |
| 4 | | 1.48 | 1.48 | | 0.54 | | 30.15 | |
| 5 | | 0.92 | | 0.80 | 0.68 | | 30.83 | |
| B | | | | 1.10 | | 0.18 | 30.65 | |
| | | 8.01 | 2.93 | 4.43 | 1.55 | 0.90 | | |
| | | -7.36 | | +2.93 | -0.90 | | | |
| | | 0.65 | | 7.36 | 0.65 | | | |

その値が(+)なる時は昇欄に、(-)なる時は降欄に記入する。各點の地盤高は昇降の値を順次に、昇は加へ降は減じて求めるのである。

(3) 器高式記載法

之も三欄式記載法の一つであるが、昇又は降を計算せず、視準線の高さ即ち器高を算定して記入する方法である。此の式は高差式よりも整然とし、且昇降式よりも記入事項が少い特徴をもつてゐる。間視の多い水準測量に適當する。

器高式野帳記載例

| 測點 | 距離 | 後視 | 間視 | 前視 | 器高 | 地盤高 | 備考 |
|----|----|-------|------|------|-------|--------|-------|
| A | | 1.05 | | | 31.05 | 30.00 | A點の標 |
| 1 | | 1.09 | | 1.41 | 30.73 | 29.64 | 高を30m |
| 2 | | | 1.45 | | | 29.28 | とす |
| 3 | | 2.02 | | 1.12 | 31.63 | 29.61 | |
| 4 | | | 1.48 | | | 30.15 | |
| 5 | | 0.92 | | 0.80 | 31.75 | 30.83 | |
| B | | | | 1.10 | | 30.65 | |
| | | 5.08 | | 4.43 | | -30.00 | |
| | | -4.43 | | | | 0.65 | |
| | | 0.65 | | | | | |

茲に器高は地盤高に其の點の後視を加へて求められ、

地盤高は器高より前視を減じて求められる。

例へば測點 A に於ては

$$\text{器高} = 30.00 + 1.05 = 31.05$$

測點 1 に於ては

$$\text{地盤高} = 31.05 - 1.41 = 29.64$$

$$\text{器高} = 29.64 + 1.09 = 30.73$$

§ 4. 水準測量に於ける誤差

長い距離の水準測量に於ては些細の原因によつて生ずる誤差が積もり積もつて相當の誤差を生ずる事があるから、測量に當つては常に細心の注意をなし、その誤差を最小限度に止める様努めなければならぬ。

水準測量に於ける誤差を大別すると次の様になる。

1. 器械の誤差

器械誤差は器械の調整が不完全なる爲に生ずるものが最も多い。従つて器械を使用する前には必らず入念に調整しておく事が必要であるが、尙野業が長きに亙る時は途中に於ても時々検査して見る事が必要である。

2. 函尺の誤差

函尺より來る誤差は函尺の立て方、即ち函尺が前後左右に傾斜してゐる事に因るものが多いから、函尺は

何れの場所に於ても常に正しく鉛直に立てなければならぬ。一般に函尺を立てる役目には之等の觀念に乏しい者が當る場合が多いから、觀測者は常に注意して正しく立てさせる様にしなければならぬ。

函尺に小氣泡管の附してないものを使用する場合には、觀測者は望遠鏡内の縦十字線によつて函尺の左右に傾斜せざるや否やを調べ、又前後に傾いてゐる虞れのある時には函尺保持者をして靜かに之を前後に傾けさせ、横十字線で最下端の讀高をとる様にすればよい。

函尺を立てる場所が砂地とか軟弱なる地盤である場合には、杭を打込んで其の上に立てるか、或は前述の踏飯を使用する様にする。尙函尺の繼ぎ合せの不完全に因る誤差を生ずる事もあるから十分注意しなければならぬ。

3. 觀測上の誤差

この種の誤差の主なるものは氣泡の位置を誤認する爲に生ずるものである。即ち氣泡が未だ靜止してゐない場合、又は粘着力の爲に一時氣泡の位置が動かない場合などに、氣泡が管の中央にあると速斷すると此の種の誤差を生ずるのである。

又日光偏照の爲め、器械各部に不同の膨脹を起し、氣泡の位置が正しくない場合もある。

尙異方向を視準する爲め觀測者が其の位置を變へると、その動搖によつて氣泡に狂ひを生ずる事もある。

或は視準を十字線の交點でなさないで横十字線の一側でなすと、横十字線が水平線でない場合に誤差を生ずる事もある。

尙強風の爲に器械が動搖するとか、或は輻射熱の爲に陽炎が立つ場合等には測量を中止する方がよい。

4. 個人的の誤差

之は觀測者の癖より來るものである。即ち人は夫々に體質又は感覺の差異があるから、同一物を視準しても、各人によつて幾分か異なる觀測をなす事はあり得る譯である。而し始めから終りまで同一人が觀測すれば、常に同じ癖を以て視準してゐるのであるから、その結果は大して問題にならない事が多い。従つて同一路線の測量に於ては、多人數が交互に觀測すると、却つて各人の個人誤差が入り交つてその結果は不精確になるものである。

5. 野帳のつけ方及び計算の誤差

前者の誤差は、前視と後視とを誤記したり、或は 2.45 を 2.54 と誤記したり、又は函尺の目盛を誤つて讀む等して記帳する時生ずるものである。

後者は野帳の記載法が正しからざる時に生ずる誤差で、之等の誤差は何れもその量が大であり、夫れは全く不注意・不熟練の爲に起る事が多く、終日の作業を全く徒勞に歸せしむる事があるから十分注意しなければならぬ。

§ 5. 水準測量の精度

水準測量の精度を表はす方法に次の二つがある。

1. 往復2回の水準測量を行ひ、其の差の大小を以て表はす方法

2. 或る點より順次水準測量を行ひ、再び最初の出發點に歸着した時に生じた差の大小を以て表はす方法
水準測量に於ける許容誤差はその目的によつて種々異なる。現在行はれてゐる許容誤差の實例を挙げると次の通りである。

(イ) 内務省河川測量規定(第23條)に於ては、縦斷測量 5 km 間の誤差は感潮部 12 mm, 緩流部 15 mm, 急流部 20 mm を越えざる事になつてゐる。又横斷測

量に就ては（第29條）距離 300 m に對して 10 mm を越えざる事に定められてゐる。

（ロ）鐵道省に於ては別に規定はないが、各建設事務所に於て取扱つてゐる直接水準測量の許容誤差は大體 1 km に付き 10 mm である（昭和3年6月鐵道省第一回測量會議記録による）。

（ハ）陸地測量部では直接水準測量に於ける許容誤差の制限を次の如く定めてゐる。

1. 2 km に於ける2回觀測の誤差は

一等水準測量で 3 mm

二等水準測量で 15 mm

規標水準測量で 30 mm

2. 一既知點より他の既知點に達した時起る誤差は mm を單位として

一等水準測量 $1.5\sqrt{S}$

二等水準測量 $10\sqrt{S}$

茲に $S =$ 全線の延長 (km)

3. 道路に於ては距離 1 km に付き 10 mm ~ 30 mm 位とす

§ 6. 水準儀使用上の注意

1. 器械は成る可く兩函尺の中央に据える事。

若し二點間の中央に器械を据え付けるならば、調整の不完全な器械を用ひて測定しても、二點間の高差は正しいものが得られるのである。

2. 測定中器械は成る可く日光の直射を避ける事。

即ち炎天に曝すと誤差が非常に大きくなるから帽子洋傘類で覆ふ様に留意する。

3. 函尺を視準する瞬間には、氣泡を正しく中央にあらしむる事。

従つて函尺を視準する時には助手を傍らに立たせて氣泡の位置を監視せしめ、氣泡が僅かに偏位する時は、三脚の一部を指で靜かに軽く押させ、氣泡の位置を正しくしてから視準する。

4. 望遠鏡の視準距離即ち器械より函尺に至る距離は器械の良否、測量の目的及び種類、測定の状態、天候などによつて一樣ではないが、100 m 内外が最も適當である。而し迅速を要する測量に於ては 200 m 位迄延長する事もある。

5. 函尺は正しく鉛直に立てる事。

特に引伸ばした時はその繼ぎ目に十分注意する事が

必要である。

6. 函尺を立てる場所特に移器點は沈下しない地盤の固い處を選ぶ事。

従つて杭頭、大石上の如き不動の位置が最もよろしい。沈下の虞れある所又は傾斜地等に於ては前述の踏飯を用ふるがよい。

7. 水準測量は原則として往復2回測定し、その結果を照査すべきである。尙往復は成る可く異なる路を採るがよい。

§ 7. 交互水準測量

河川又は溪谷を横斷して水準測量を行ふ場合に、器械を其の中間に据付ける事が不可能で、従つて前視及び後視の距離に甚だしい相違を生ずる時には多くの誤差を生じ易くなる。かゝる場合に A, B の高低差を精密に測定せんとすれば、先づ A 點の後方 l の位置に器械を据付け、 A, B 兩點の函尺を視準してその讀高 a_1, b_1 を取る。この場合二點間の高低差即ち $(a_1 - b_1)$ を h_1 とする。

次に器械を對岸に移し、 B 點より l の後方に器械を据付け、再び A, B 兩點に立てた函尺を視準し、その



圖 - 27

讀高 a_2, b_2 をとる。而してこの時の兩點の高低差 $(a_2 - b_2)$ を h_2 とする。かくの如く2回の測定によつて得た h_1 及び h_2 を平均したものを以て求むる二點間の高低差とするのである。かゝる測定法を交互水準測量と云ふ。

§ 8. 特殊の場所に於ける水準測量

(1) 急坂地に於ける水準測量

圖 - 28 に示す様に傾斜の急なる場所を實測する場合には、成るべく上方の函尺の下端を、又下方の函尺の上端を視準し得る様な位置に器械を据付けると、器械据付の回数を減ずる

事が出来る。併しこの場合には、器械を二點間の中央に据付ける事が出来ないから、調整

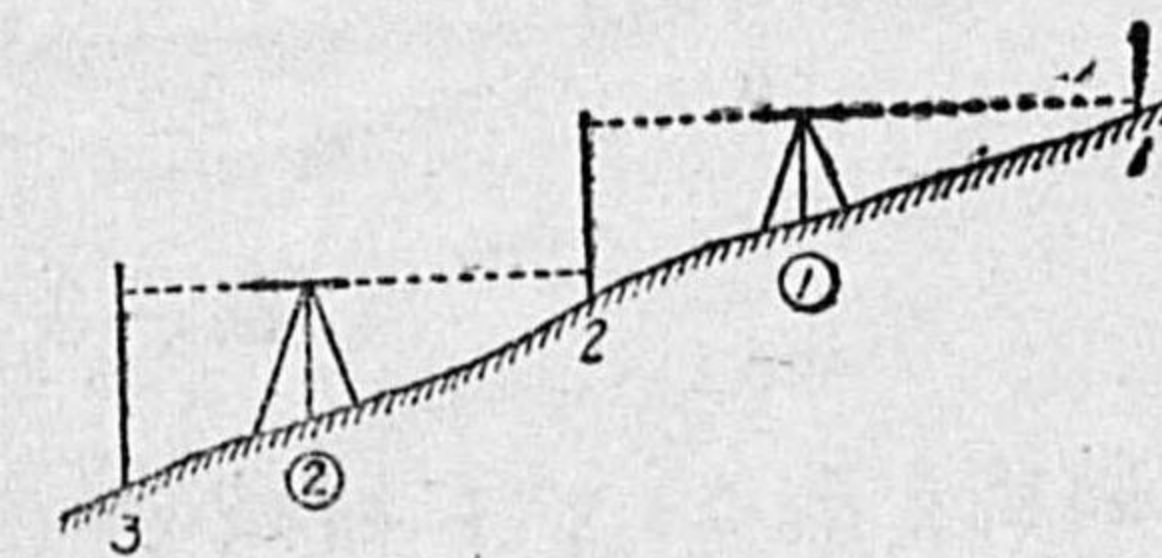


圖 - 28

の不完全な器械を用ふると相當大なる誤差を生ずる事

がある。此の如き場合は圖-29に示す様に、路線を相当離れた處に器械を据付け、兩點迄の距離を出来る

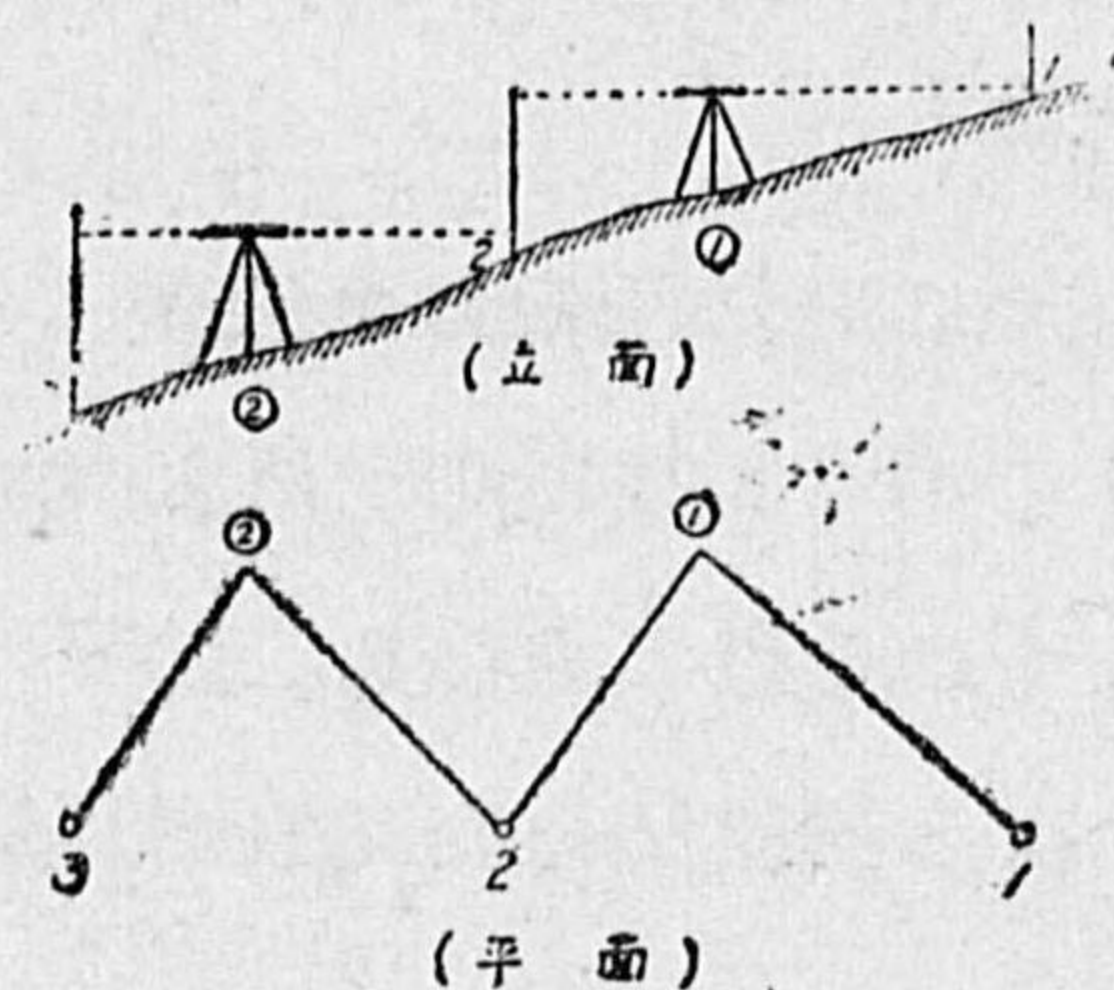


圖-29

だけ等しくする様に注意すれば、誤差の發生を防ぐ事が出来る。

(2) 廣濶なる池又は湖水を横斷する場合の水準測量

池又は湖の水面を横切つて水準測量を行ふ場合、

その水面が廣濶で對岸の函尺を視準する事が出来ない様な時には、圖-30に示す様に一方の水邊Bに杭を打ち、杭頂を水面と同高にして其の杭頂に函尺を立て

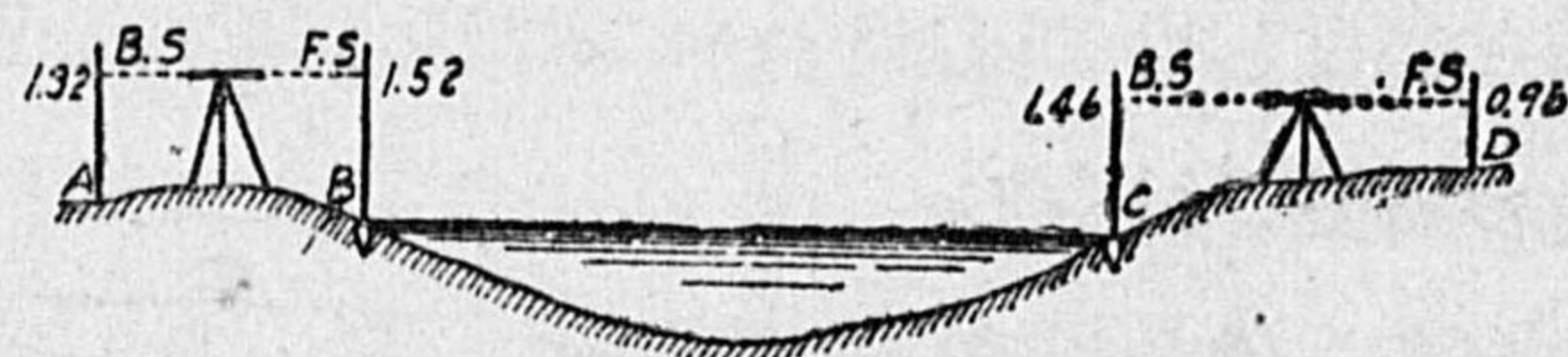


圖-30

て前視を取る。次に器械を對岸に移し、その水邊Cに杭を打ち、其の杭頂を同じく水面と同高にして、之に函尺を立て、之を視準して後視とし、以下普通の方法

で測量を進めて行くのである。この方法はBとCとの杭を同一杭と看做す考へ方によるものである。

| 測點 | 後視 | 前視 | 器高 | 地盤高 | 備考 |
|----|------|------|-------|-------|----|
| A | 1.32 | | 51.32 | 50.00 | |
| B | | 1.52 | | 49.80 | |
| C | 1.46 | | 51.26 | 49.80 | |
| D | | 0.96 | | 50.30 | |

(3) 障礙物を横斷する場合の水準測量

水準測量を行ふ路線の中間に塀又は壁等の障礙物がある場合には次の様な方法を探るのも一策である。即ち先づ障礙物の前面に沿ふて杭を打ち、之に函尺を立て、視準し之を前視とし、且つ其の杭より障礙物の頂上迄の高さを測定して之を後視とする。次に障礙物の背面に沿ふて杭を打ち、その杭より障礙物の頂上迄の高さを測つて之を前視とする。次に器械を適當な位置

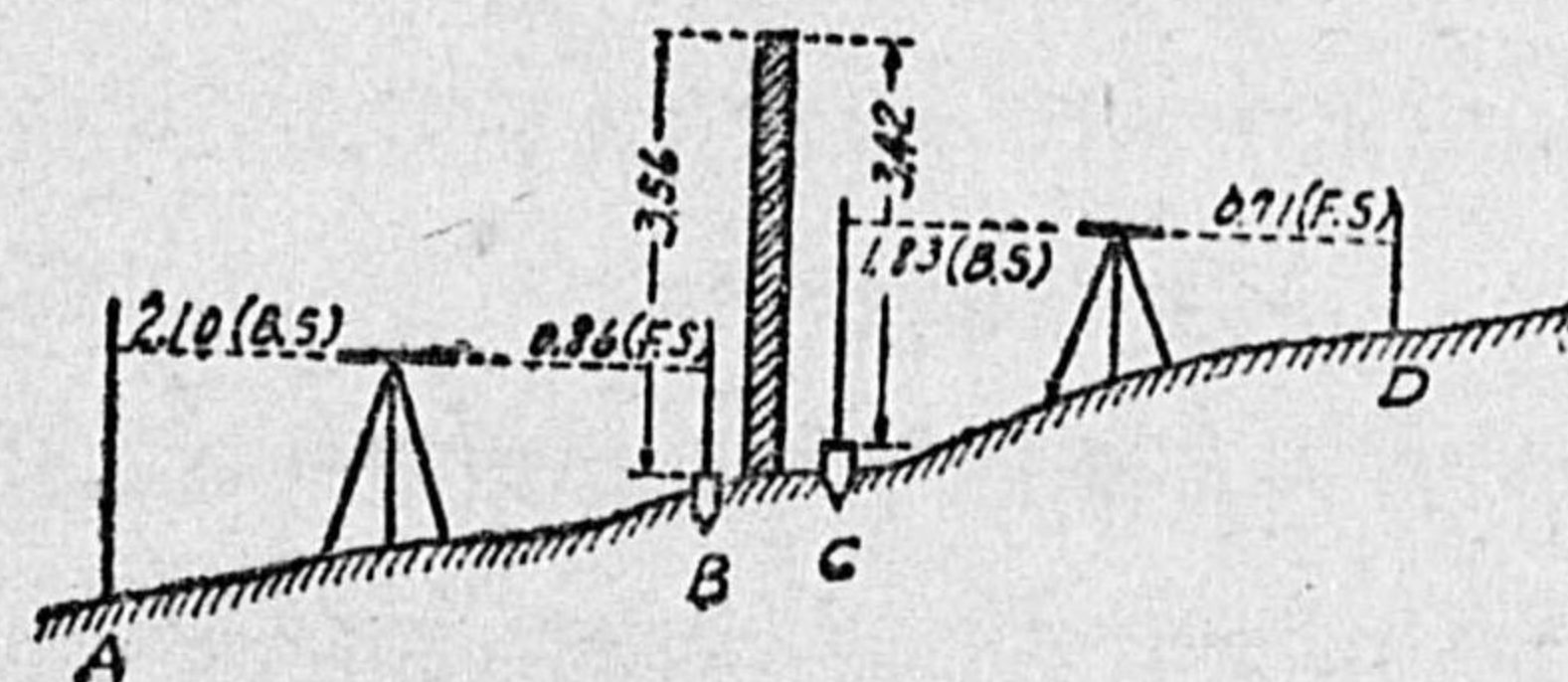


圖-31

に移して其の杭上の函尺を視準して之を後視とし、以下は普通の方法で測定を前進するのである。この方法は器械を障害物の頂上と同高なる位置に据付け、障害物の前後にある杭を視準したのと同一結果になるのである。

| 測點 | 後視 | 前視 | 器高 | 地盤高 | 備考 |
|----|------|------|-------|-------|----|
| A | 2.10 | | 52.10 | 50.00 | |
| B | 3.56 | 0.86 | 54.80 | 51.24 | |
| C | 1.83 | 3.42 | 53.21 | 51.38 | |
| D | | 0.71 | | 52.50 | |

第3章 縦断測量及横断測量

§1. 概要

一定の路線に沿ふて其の地盤の起伏の状態を定める、測量を縦断測量と云ふ。

一般に路線上に適當な間隔をとつて測點を定め、尙其の中間の場所に於ても起伏の特に甚だしい地點には夫々測點を設け、各測點間の距離並びに其の高低を測定し、以て縦断面圖を作成するものである。

次に横断測量とは、路線の中心線に直角の方向に於ける地盤の高低變化を測定する測量で、一般に縦断測量を行ふ各測點に於て横の方向に行ふ水準測量である。この測量の結果より横断面圖を作成し、以て土工量・用地等の計算をするのである。

横断測量は餘り精密を要せず、且その測量範圍も狭いので、掌準儀等を用ひて行ふ事が多い。

縦断測量並びに横断測量は平面測量と相俟つて、道路・鐵道・水路等の路線を設置する場合、或は貯水池・運動場・競馬場を築設する場合の地均し等に必要

な測量である。

§ 2. 縦断測量の実施法

道路・鐵道・水路等の縦断測量に於ては、先づ起點を定め、之を原點として、路線の中心線上に、普通 20 m 毎に杭を打ち、之に No. 1, No. 2, No. 3 の如く番號を順次記入して置く。この杭を中心杭と云ふ。尙各中心杭の中間に於ても、地盤の變化特に著しき地點には杭を打ち、前の杭からの距離を測定して其の位置を定めておく。例へば No. 5 + 6.3 m の如し。之をプラス杭と云ふ。即ちこの中心杭及びプラス杭を測點として以下述べる様に縦断測量を行ふのである。

杭を打ち終つたならば起點（又は終點）の近く適當な位置 ① に器械を据付け、水準基標又は假水準基標を定めて之に函尺を立て、後視を採り、次に同一器高で順次中心杭並びにプラス杭に函尺を立て、前視をとる。この内移器點となる測點の前視は十分精密に測定しておく事が必要である。この移器點以外の測點に對する前視は之を間視として取扱ふ方が宜しい。① からの視準が困難となれば次の適當な地點 ② へ器械を移し、前の移器點に後視をとり、以下前と同様の方法

を繰返して測定を進めて行くのである。

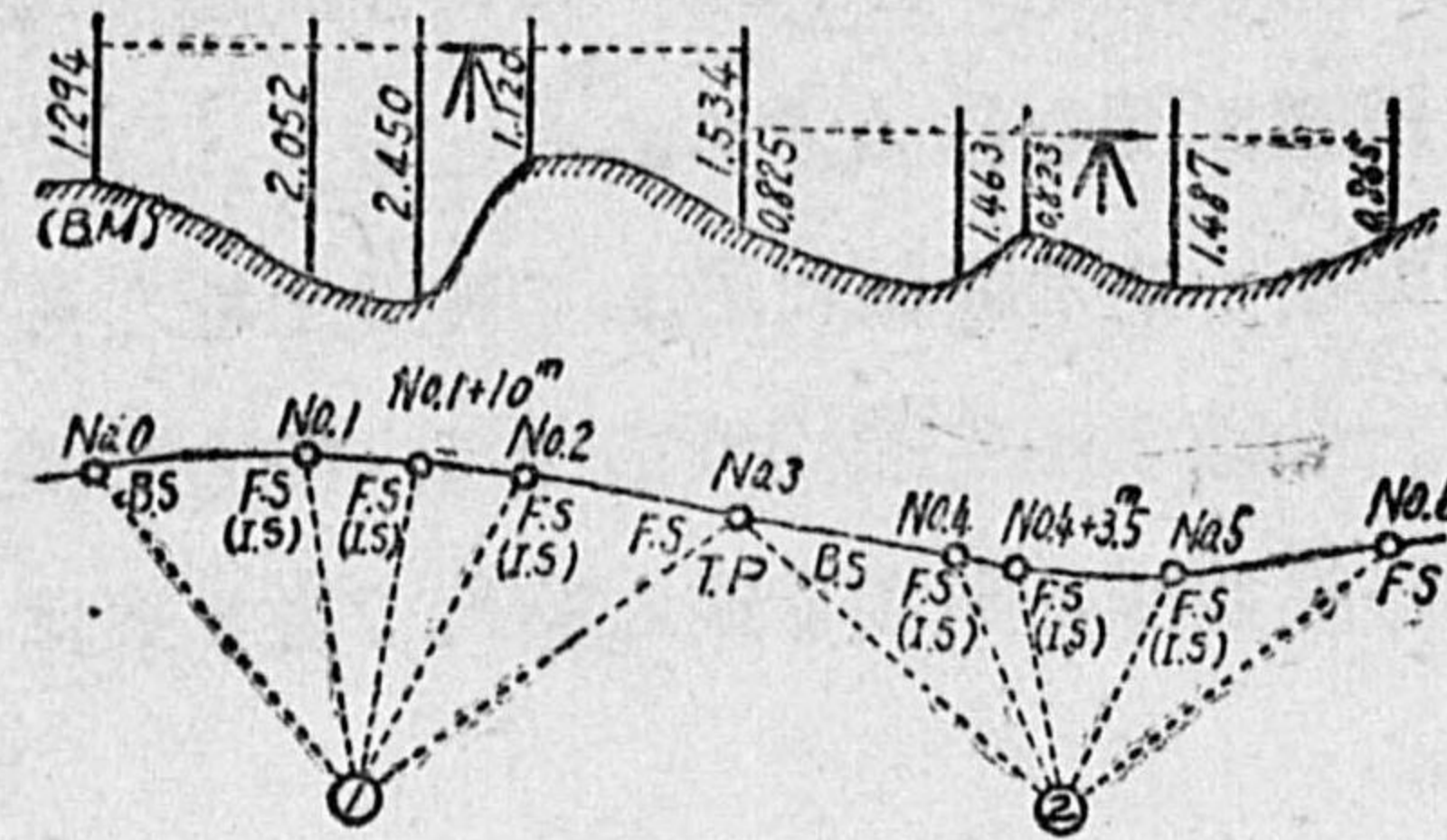


圖 - 3 2

野帳記載法は前章 § 3. で述べたと全く同様である。但し距離の欄を設けて起點よりの距離を記入する事もある。

器高式野帳記載例

| 測 點 | 距離 | 後視 | 間視 | 前視 | 器高 | 地盤高 | 備考 |
|--------------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| No. 0 | 0 | 1.294 | | | 32.514 | 31.250 | 起點の |
| No. 1 | 20 | | 2.052 | | | 30.492 | 高さは |
| No. 1 + 10m | 30 | | 2.450 | | | 30.094 | 31.25m |
| No. 2 | 40 | | 1.120 | | | 31.424 | |
| No. 3 | 60 | 0.825 | | 1.534 | 31.835 | 31.010 | |
| No. 4 | 80 | | 1.463 | | | 30.372 | |
| No. 4 + 3.5m | 83.5 | | 0.823 | | | 31.012 | |
| No. 5 | 100 | | 1.487 | | | 30.348 | |
| No. 6 | 120 | | | 0.865 | | 30.970 | |

§ 3. 縦断面圖の作成

各測點の高低測量が終れば、次に各測點の地盤高を算出し、縦断面圖を作成する。

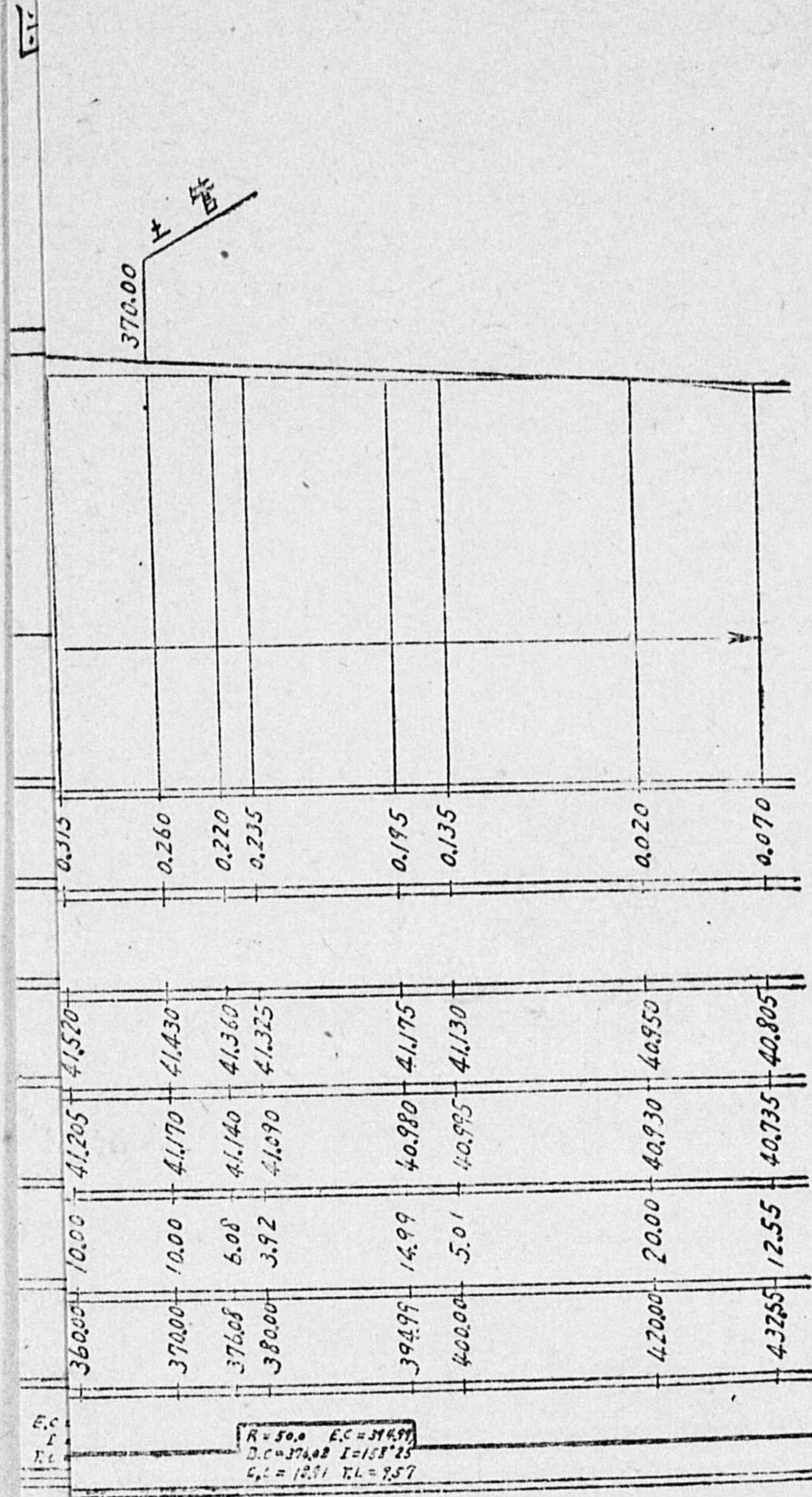
縦断面圖は一定の路線に沿ふて其の土地を截斷し側面から見た状態を示す圖面であつて、即ち路線上の各測點間の距離並びに高さを或る縮尺で書き表はしたものである。

一般に地盤の高低は水平距離に比較して甚だ僅少なるを普通とするから、距離の縮尺と高さの縮尺とを同一にすれば、高低の變化を圖上に明示する事は出来ないのが普通である。従つて高さの縮尺は距離の縮尺の5倍～10倍又は夫れ以上に大きくして圖面を作成するのが普通である。例へば

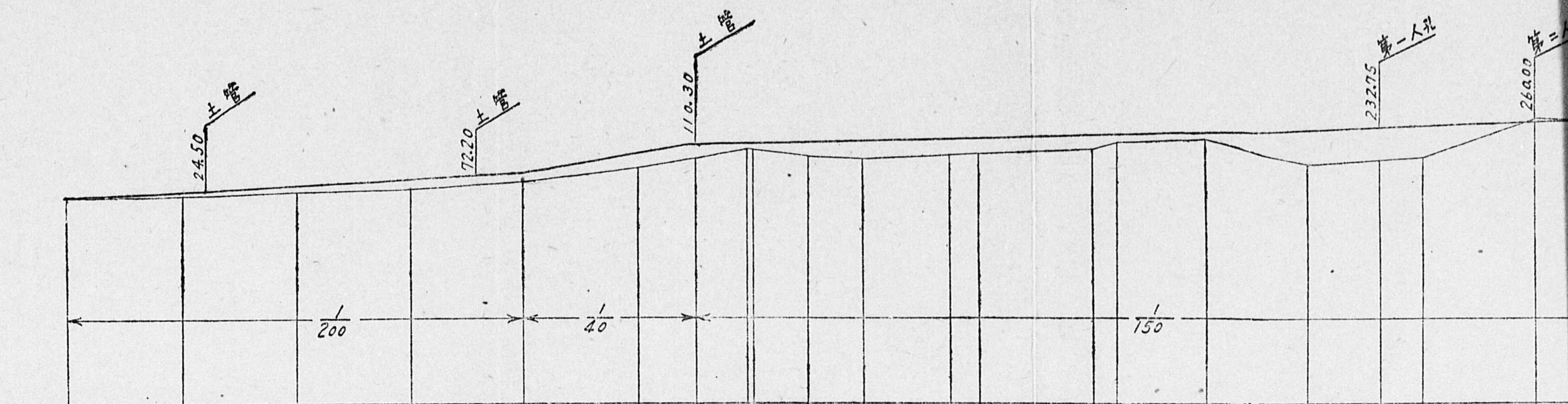
$$\text{横縮尺} \quad \frac{1}{1,000}, \quad \frac{1}{2,500}$$

$$\text{縦縮尺} \quad \frac{1}{200}, \quad \frac{1}{400}$$

縦断面圖を作成するには、先づ紙上適當な位置に水平線を引き、之を基準として其の左端の起點より順次各測點間の水平距離をとり、其の各點に夫々鉛直線を



縱断面圖 縮尺 縱 百分 橫 六百分



| 由 線 | 標 加 距 離 | 間 距 離 | 地 盤 高 | 計 畫 高 | 切 取 | 盛 土 |
|-----|---------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | 0 | 0 | 40.120 | 40.130 | | 0.010 |
| | 20 | 20.00 | 40.155 | 40.280 | | 0.125 |
| | 40 | 20.00 | 40.275 | 40.390 | | 0.115 |
| | 60 | 20.00 | 40.345 | 40.570 | | 0.225 |
| | 80 | 20.00 | 40.505 | 40.800 | | 0.295 |
| | 100 | 20.00 | 40.725 | 41.310 | | 0.385 |
| | 110.30 | 10.30 | 41.275 | 41.575 | | 0.300 |
| | 120.00 | 9.70 | 41.495 | 41.590 | | 0.095 |
| | 120.67 | 0.67 | 41.485 | 41.600 | | 0.115 |
| | 130.27 | 9.60 | 41.270 | 41.600 | | 0.330 |
| | 140.00 | 9.73 | 41.145 | 41.650 | | 0.505 |
| | 155.25 | 15.25 | 41.295 | 41.700 | | 0.405 |
| | 160.00 | 4.75 | 41.315 | 41.750 | | 0.435 |
| | 180.00 | 20.00 | 41.170 | 41.800 | | 0.330 |
| | 183.64 | 3.64 | 41.645 | 41.850 | | 0.205 |
| | 200.00 | 16.36 | 41.725 | 41.920 | | 0.195 |
| | 220.00 | 20.00 | 40.975 | 42.000 | | 1.025 |
| | 232.75 | 12.75 | 41.120 | 42.080 | | 0.960 |
| | 240.00 | 7.25 | 41.150 | 42.100 | | 0.950 |
| | 260.00 | 20.00 | 42.320 | 42.200 | 0.120 | |

R=50.0 I=148°54'20"
 B.C.=120.67 TL=2.81
 C.L.=9.60
 E.C.=130.27

R=80.0
 B.C.=155.35 I=155°34'
 C.L.=23.35 TL=14.38
 E.C.=180.00

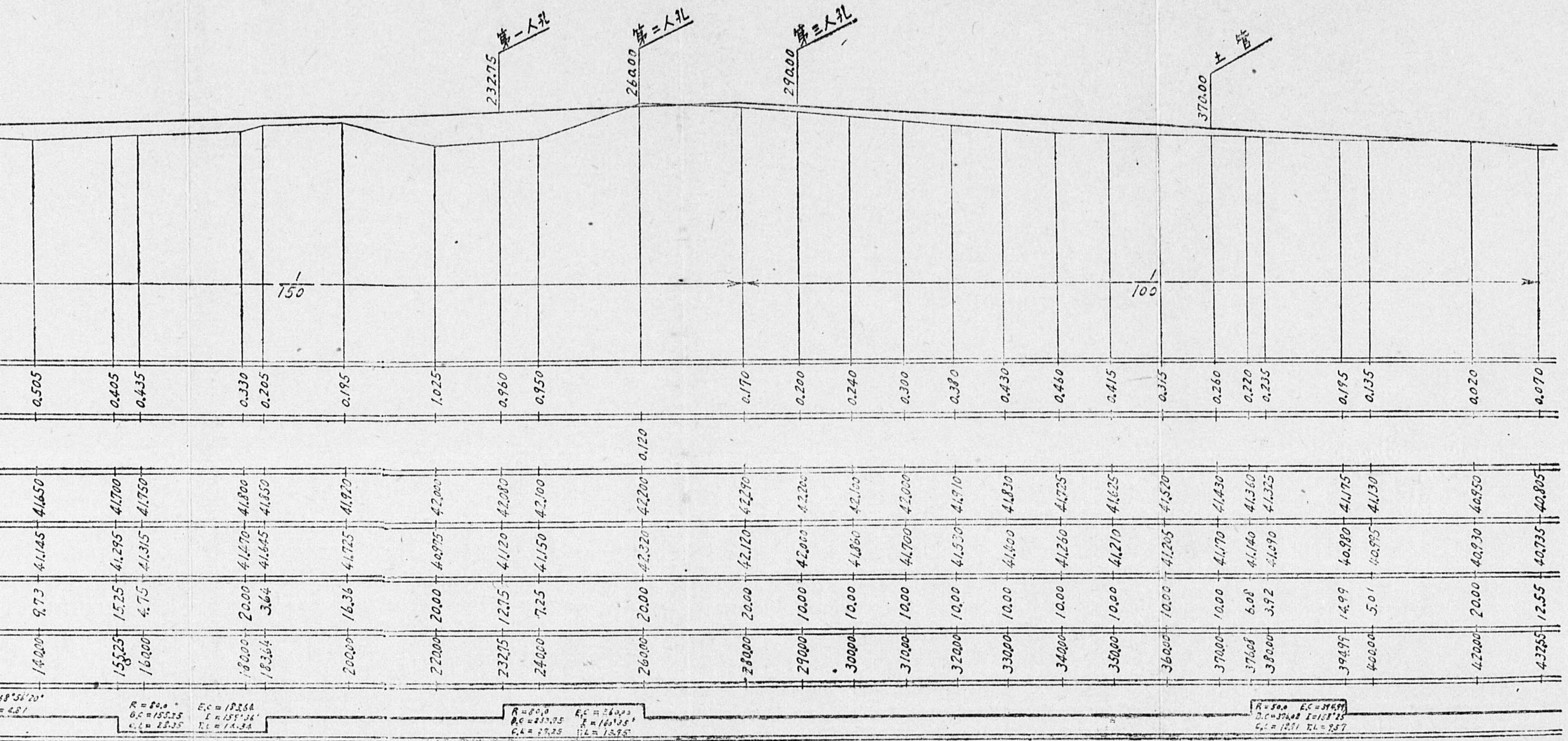
R=80.0 E.C.=260.00
 B.C.=232.75 I=160°05'
 C.L.=27.25 TL=13.95
 E.C.=240.00

點の地盤高を
 地を截斷し側
 ら路線上の各
 表はしたも
 甚だ僅少な
 縮尺とを同
 事は出来な
 離の縮尺の
 面を作成す

位置に水
 より順次
 鉛直線を

縱断面圖 縮尺 縱 百分之一
橫 六百分之一

圖 - 33 縱断面圖の實例



R=80.0
BC=155.25
CL=28.25
EC=183.64
I=155.25
TL=12.38

R=80.0
BC=232.75
CL=27.25
EC=260.00
I=160.25
TL=12.75

R=50.0
BC=370.00
CL=18.01
EC=376.99
I=158.25
TL=9.57

立て、この線上に夫々の地盤高を採り、之等の諸點を結べば之は各點間の地盤の勾配を示す線となる。この場合縦断面用紙（長さの大なる方眼紙）を用ふれば圖の作成に便利である。

基準線より下方には適當の位置に横線を引き、圖示する様に盛土高・切取高・計畫高・地盤高・間隔・遞加距離・測點番號・曲線圖の欄を設ける。而して先づ曲線圖・測點番號(之は缺くこともある)・間隔・遞加距離・地盤高を順次記入する。

次に圖上に計畫路線の勾配線（本章 § 4. 參照）を記入し、各測點毎に圖上で地盤高との差を求める。而して計畫高が地盤高より大ならば其の差を盛土 (+) とし若し小ならば切取 (-) とし夫々所屬欄に記入する。

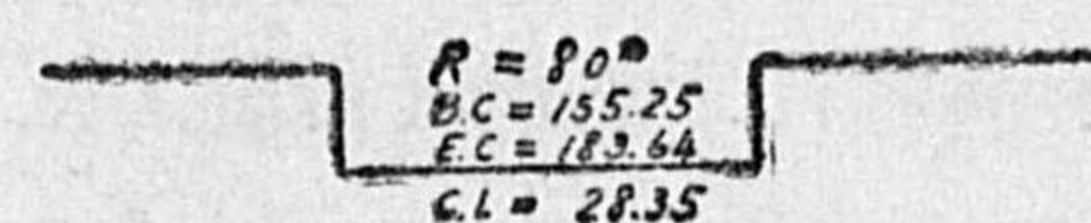


圖 - 34

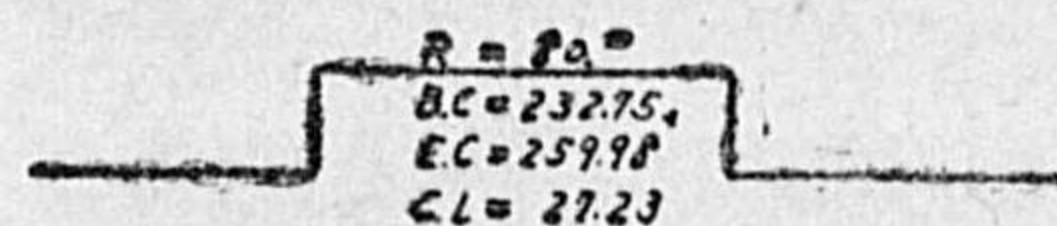


圖 - 35

又曲線圖に於ては曲線の始點 (B. C), 終點 (E. C), 曲線長 (C. L), 半徑 (R) 等を記入し、曲線が内曲線ならば圖

— 34 の如く、外曲線ならば 圖 — 35 の如く表示する。尙必要に應じて隧道の長さ、橋梁の大きさ等も圖中に記

入しておく。一般に計畫に關するものは全部赤色とし、盛土高數字は青色、切取高數字は赤色を使用する。圖面に表はれる盛土の部分は淡青に、切取の部分は淡赤に彩る。又實測した河川・道路・縣市町村境・水準基標等も洩れなく記入しておかなければならぬ。

§ 4. 計畫路線の設計

計畫路線の設計は、その路線の種類・目的並びに地形等によつて異なる。

その勾配は道路に於ては道路法に従ひ、鐵道に於ては建設規程に従つて定める。而して切土を以て盛土に流用する事が理想であつて、この意味から切土量と盛土量とは短距離に於て出来る限り等量になる様考慮する事が必要である。之を土量の平均と云ふ。若し平均出来ない場合には適當な土取場又は土捨場を計畫しなければならぬ。尙、已むを得ない場合の外は、切土は凡そ 10 m を、盛土は凡そ 12 m を越えない様に計畫する事が望ましい。

(圖一 33 に示す縦斷面圖は某縣道改修工事に於ける縦斷面圖の一部を示したものである。従つて圖示した部分に於ては土量の平均がせられてゐないが、茲に示

さない部分と平均が考案せられてゐるものである事を念の爲附記しておく)。

§ 5. 横斷測量の實施法

横斷測量は縦斷測量を行ふ各測點(中心杭及びプラス杭)の位置に就て夫々行ふのが普通である。而して中心線の左右に測るべき距離は路線の種類によつて一定しないが、道路・鐵道の如き幅狭きものに於ては、平坦なる土地に於て 30 m ~ 40 m 位で十分である。但し勾配の急峻なる山地等に於ては之れ以上を必要とする。

横斷を取る方向は中心線に正しく直角でなければならぬ。道路・鐵道を設置する場合の如く幅狭きものに於ては、判斷又はポールによつて其の直角方向を定めても差支へないが、貯水池・運動場を計畫する場合の如く横斷面の廣いものに於ては、トランシット又は直角器等によつて精確に直角方向線を出し、その線上の高低測量を行はなければならぬ。

高低をとる地點は起伏の變化甚だしき地點とし、その地點には一々杭を打たない事が多い。

次に普通に用ひられる二三の野業方法を簡単に述べ

る。

(1) 水準儀と巻尺とによる方法

之は土地の平坦なる處に適當する。土地が傾斜してゐる處では器械を据替へる手数が多くなつて寧ろ不便である。測量の方法並びに野帳記載法は縦斷測量の場

高差式野帳記載例

| 測點 | 距離 | 後視 | 前視 | 地盤高 | 備考 |
|---------------|------|-------|-------|--------|-------------------------------|
| No. 40 (右) | 0 | 1,102 | | 30,500 | No. 40 の 地盤高は 30,500 なり |
| | 10.0 | | 1,125 | 30,477 | |
| | 25.5 | | 1,204 | 30,398 | |
| | 37.5 | | 0,432 | 31,170 | |
| No. 40 (左) | 0 | 1,102 | | 30,500 | |
| | 15.0 | | 1,000 | 30,602 | |
| | 25.5 | | 0,572 | 31,030 | |
| | 35.5 | | 0,603 | 30,999 | |
| No. 41 (右) | 0 | 1,205 | | 31,420 | No. 41 の 地盤高は 31,420 なり |
| | 12.5 | | 1,105 | 31,520 | |
| | 27.5 | | 1,826 | 30,799 | |
| | 37.9 | | 1,505 | 31,120 | |
| No. 41 (左) | 0 | 1,205 | | 31,420 | |
| | 15.0 | | 1,234 | 31,391 | |
| | 24.0 | | 1,156 | 31,469 | |
| | 34.0 | | 1,456 | 31,169 | |

合と全く同様である。

尙器械は必ずしも中心線におく必要はない。

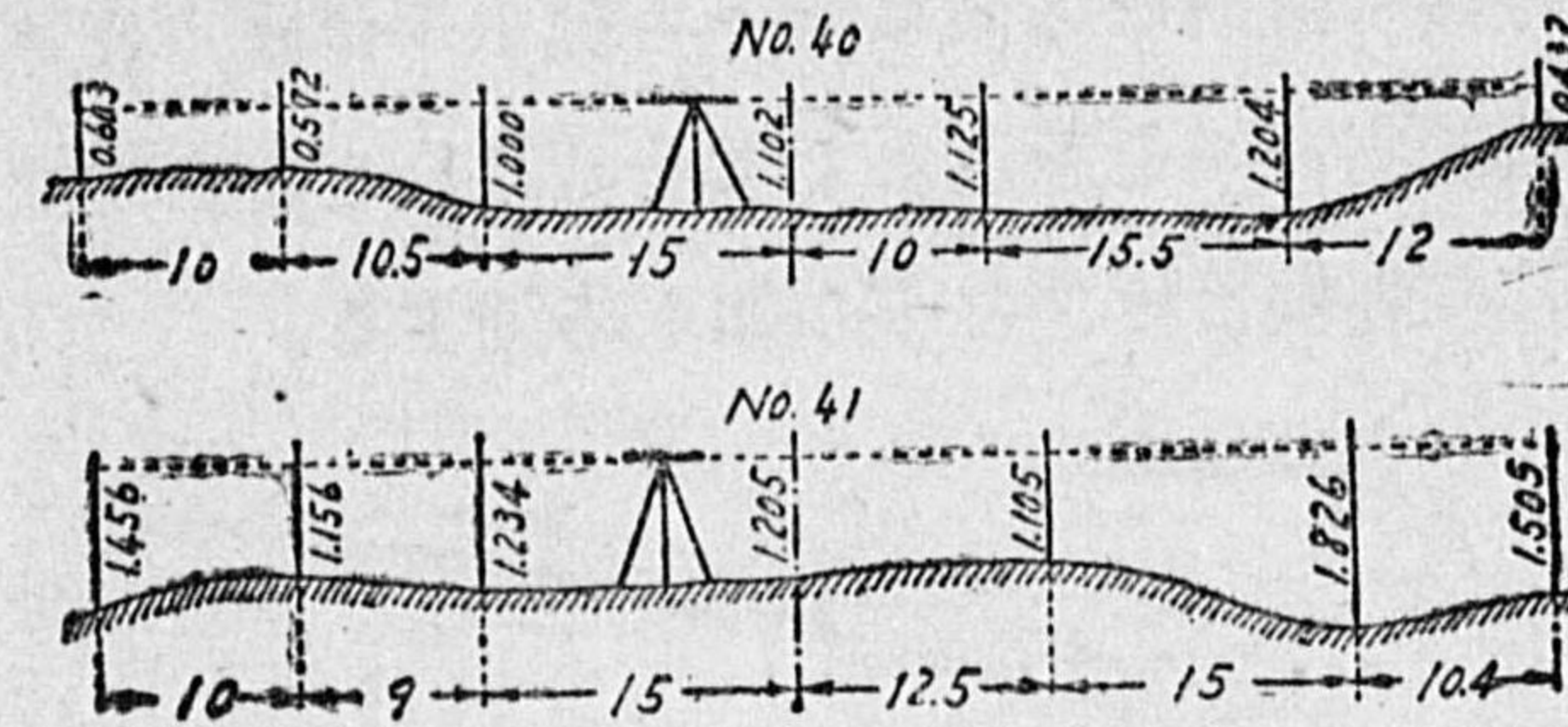


圖 - 36

或は次の如き記帳法も用ひられる。

| 測點 | 左 | | 中心點 | 右 | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| No. 40 | 0,603 | 0,572 | 1,000 | 1,102 | 1,125 | 1,204 | 0,432 |
| | 35,5 | 25,5 | 15 | 0 | 10 | 25,5 | 37,5 |
| No. 41 | 1,456 | 1,156 | 1,234 | 1,205 | 1,105 | 1,826 | 1,505 |
| | 34 | 24 | 15 | 0 | 12,5 | 27,5 | 37,9 |

(2) 掌準器と巻尺とによる方法

之は傾斜の多い山間地方の測量に適當するものである。而して測定者の眼の高さが視準線即ち器高となる譯であるから、測定者は常に眞直に立つて測定を行ふ必要がある。野帳の記入法は前述のものと同様である。

(3) ボールによる方法

道路測量などに屢々用ひらるゝ簡単な方法である。即ち中心線に直角の方向にボールを水平に横たえ、巻尺又は他のボールを垂直にしてその高低を読むのである。而して野帳には之を下の如く略圖する。

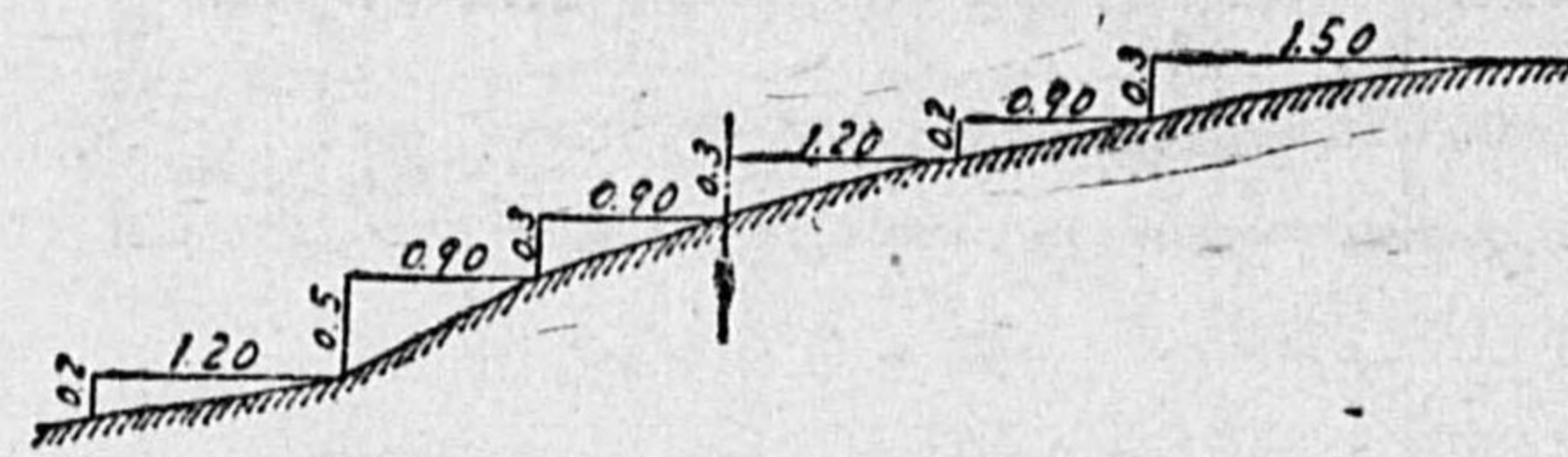


圖 - 37

§ 6. 横断面圖の作成

横断測量が終れば、次に横断面圖を作成する。夫れには先づ縦断面圖より計畫中心高を求め、之を中心と

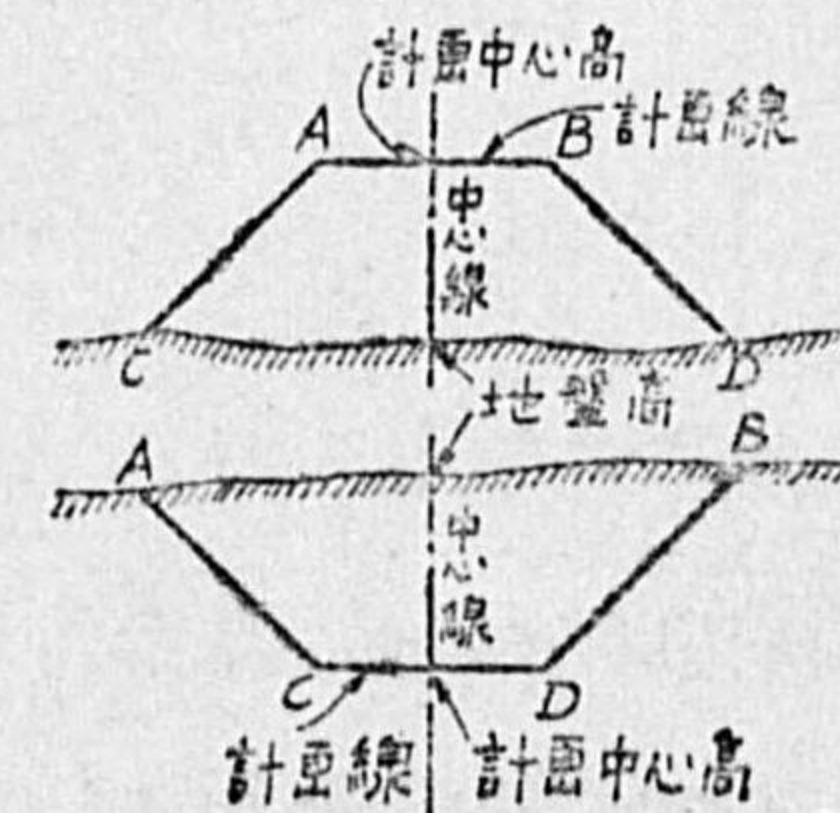


圖 - 38

- 圖 - 38 (a) に於て
 AB 天端, 馬踏
 AC, BD 法
 A, B 法肩
 C, D 法尻
- 同圖 (b) に於て
 CD 敷幅
 AC, BD 法
 A, B 法肩
 C, D 法尻

して計畫線を引く。而して鐵道にあつては土工定規により、道路にあつてはその幅員に従つて路線の横断面を定め、夫れより土工の數量、買收用地の幅等を定め

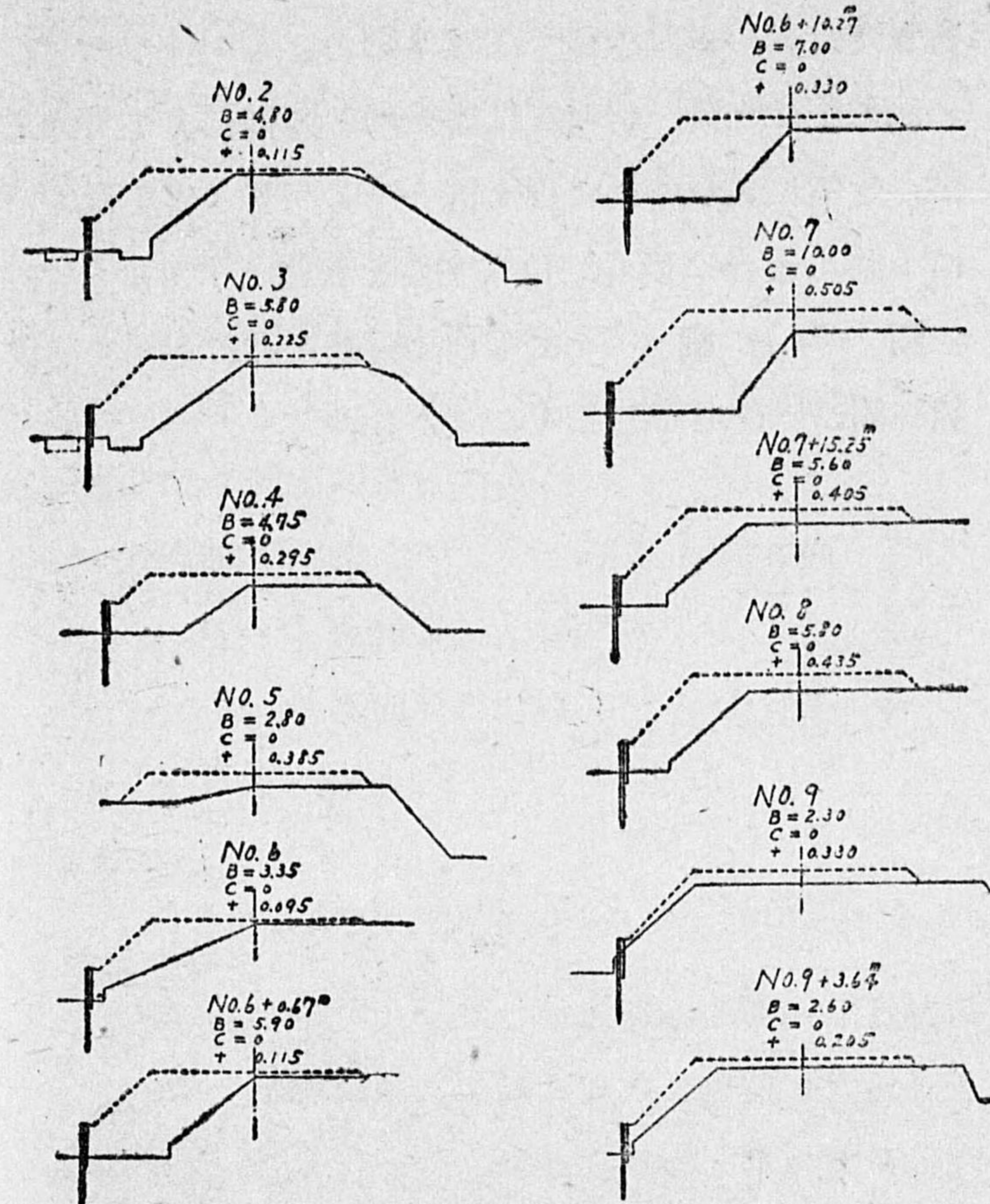


圖 - 39 横断面圖の實例 (圖 - 33 参照)

るのである。

横断面圖に於ては縦横の縮尺を同一にするのが普通であるが、其の距離が相當長くて起伏の状態を明示し難き時は其の縮尺を變へる事もある。

法勾配は土質・切取又は盛土高・其他によつて異なるが、一般に切取の場合は1割～1割2分、盛土の場合は1割2分～1割5分位にするを普通とする。

圖一39は圖一33に示した縦断面圖に附隨せる横断面圖の一部を示したものである。

第4章 土坪計算

縦断面圖並びに横断面圖が出来上れば、次に各横断面圖に就て盛土斷面積及び切取斷面積を夫々算定し、次に路線の全延長に就て盛土量及び切土量の計算を行ふ。之を土坪計算と云ふ。

§ 1. 細長き體積の計算

道路・鐵道・水路の路線の如き細長い體積の計算には次の如き公式が用ひられる。

(1) 兩端面平均法

今 $A_1, A_2 = 2$ 斷面の夫々の面積

$l = 2$ 斷面間の距離

$V =$ 體積

とすれば

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

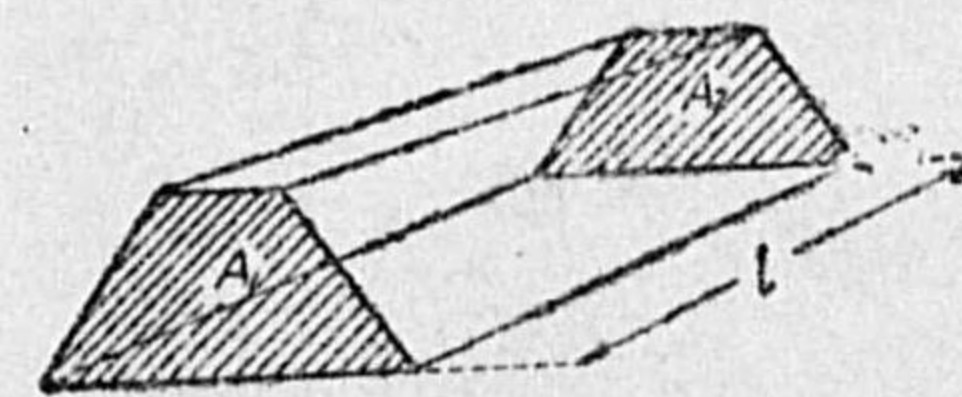


圖-40

本公式より算出せる結果は實際値より稍々大なるものになるが、本公式は簡單にして計算容易なる爲土坪

| 測 點 | 隔 離 間 距 | 盛 | | | 土 立 | | | 切 | | | 取 | | | 摘 要 |
|----------------|---------|------|-------|---------------------|-------|-------|---------------------|-----|-------|---------------------|-----|-------|---------------------|-----|
| | | 斷面積 | 平均斷面積 | 積 (m ³) | 斷面積 | 平均斷面積 | 積 (m ³) | 斷面積 | 平均斷面積 | 積 (m ³) | 斷面積 | 平均斷面積 | 積 (m ³) | |
| No. 14 + 10.0 | 10.00 | 1.77 | 3.160 | 31.600 | 1.400 | 0.970 | 9.700 | | | | | | | |
| No. 15 + 10.0 | 10.00 | 1.77 | 1.770 | 17.700 | 2.500 | 1.950 | 19.500 | | | | | | | |
| No. 15 + 10.0 | 10.00 | 2.56 | 2.160 | 21.600 | 0.400 | 2.500 | 25.000 | | | | | | | |
| No. 16 + 10.0 | 10.00 | 1.80 | 2.175 | 21.750 | 2.000 | 2.250 | 22.500 | | | | | | | |
| No. 16 + 10.0 | 10.00 | 2.35 | 2.075 | 20.750 | 2.650 | 2.325 | 23.250 | | | | | | | |
| No. 17 + 10.0 | 10.00 | 2.65 | 2.500 | 25.000 | 0.400 | 1.525 | 15.250 | | | | | | | |
| No. 17 + 10.0 | 10.00 | 2.00 | 2.325 | 23.250 | 0.800 | 0.600 | 6.000 | | | | | | | |
| No. 18 + 10.0 | 10.00 | 1.80 | 1.900 | 19.000 | 1.900 | 1.350 | 13.500 | | | | | | | |
| No. 18 + 10.0 | 10.00 | 1.00 | 1.400 | 14.000 | 3.250 | 2.575 | 25.750 | | | | | | | |
| No. 18 + 16.08 | 6.08 | 0.85 | 0.925 | 5.624 | 1.300 | 2.275 | 13.832 | | | | | | | |
| No. 19 + 14.99 | 3.92 | 1.00 | 0.925 | 3.626 | 0.100 | 0.700 | 2.744 | | | | | | | |
| No. 19 + 14.99 | 14.99 | 1.10 | 1.050 | 15.740 | 0.100 | 0.100 | 1.500 | | | | | | | |
| No. 20 + 12.55 | 20.00 | 0.90 | 0.700 | 5.010 | 0.300 | 0.200 | 0.100 | | | | | | | |
| No. 21 + 12.55 | 12.55 | 0.50 | 0.700 | 14.000 | 0.100 | 0.200 | 4.000 | | | | | | | |
| | | | | 8.785 | 0.100 | 0.100 | 1.255 | | | | | | | |
| | | | | 1,442.088 | | | 218.446 | | | | | | | |

(4) 土坪計算書の實例

61 頁及び 62 頁に示した表は土坪計算書の一例である (圖-33 及び圖-39 参照)。

§ 2. 廣潤地の體積の計算

建物の敷地・廣場等の地均し又は埋立をする場合の土工量を求めるには次の様な計算方法がある。

(1) 三角柱體法

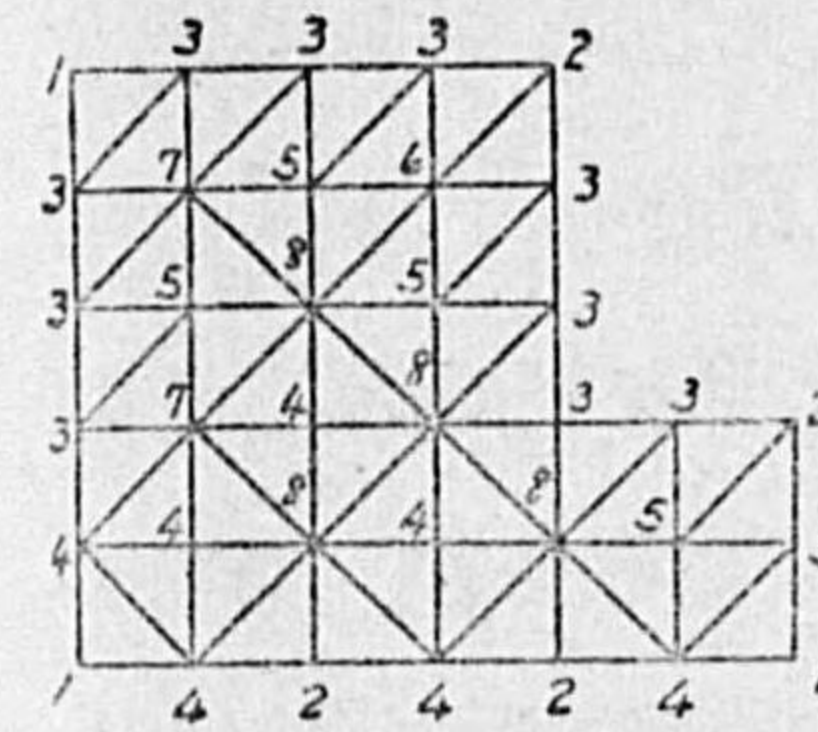


圖-42

圖-42 に示す様に廣い土地を各々相等しい三角形に區分し、各隅點の地盤高を測定し、計畫高を定めて切取高又は盛土高を算出する時は、次式によつて區分せる全地域に於ける土の體積

を求める事が出来る。

$$V = \frac{A}{3} (\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4 + 5\Sigma h_5 + 6\Sigma h_6 + 7\Sigma h_7 + 8\Sigma h_8)$$

茲に A は一つの三角形の面積を表はし、 Σh_1 は 1 と記した點 (3 個の三角形の共通頂點ならば 3 と記す) の高さの合計を表はす。 $\Sigma h_2, \Sigma h_3, \dots$ も同様の意味

を持つものである。

(2) 矩形柱體法

圖-43 に示す様に相等しい矩形に區分せる土地の體積を求むるには次式による。



圖-43

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

但し A は一つの矩形の面積を表はし、 $\Sigma h_1, \Sigma h_2, \dots$ は前と同じ意味をもつものである。

(3) 等高線による體積の計算

之は地形測量を行つて作成せる等高線を利用して體積を求める方法である。即ち等高線で圍れる面積 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ を測面器 (プラニメーター) で測れば、體積は本章 §1. に示した各公式から求められる。

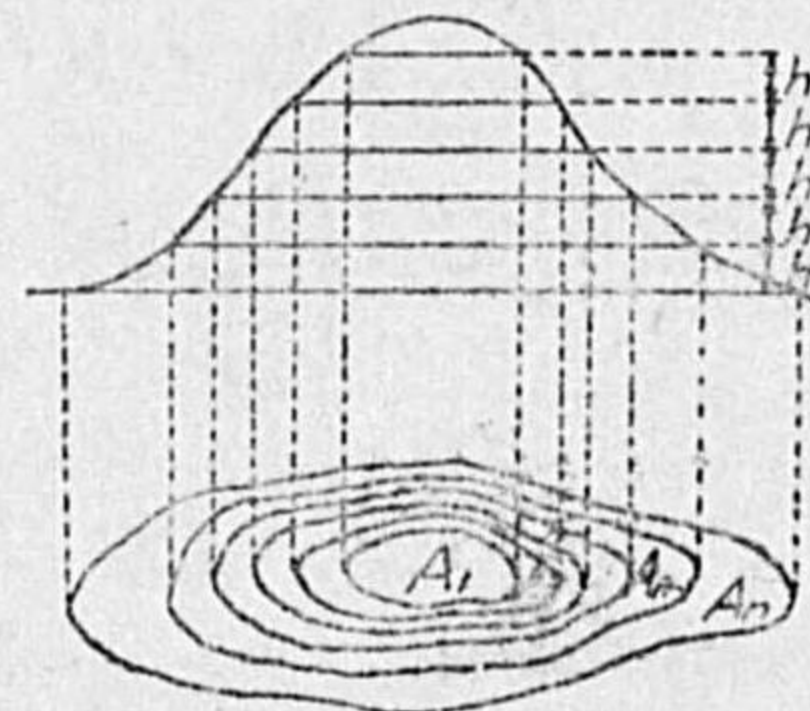


圖-44

今擬壽公式を適用するとすれば

$$V = \frac{h}{3} [A_1 + 4(A_2 + A_4 + \dots + A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + \dots + A_{n-2}) + A_n]$$

但し式中 n は奇數とする。若し n が偶數の場合には、奇數の處までこの公式を用ひて算出し、殘部の梯形柱は他の公式より求めて之を加ふるものとする。

一般に等高線による體積の算出法は不精確になり勝ちのものであるから、概略値で差支へなき場合の外は用ひないがよい。

§3. 計算例

或る河川の高水敷を内務省より借用して滑空場を築設せんとする。而して圖-45 に示す様に 20 m 毎の碁盤目を作り、各隅點の高低を水準儀を用ひて縦横式に測定し次の結果を得た。

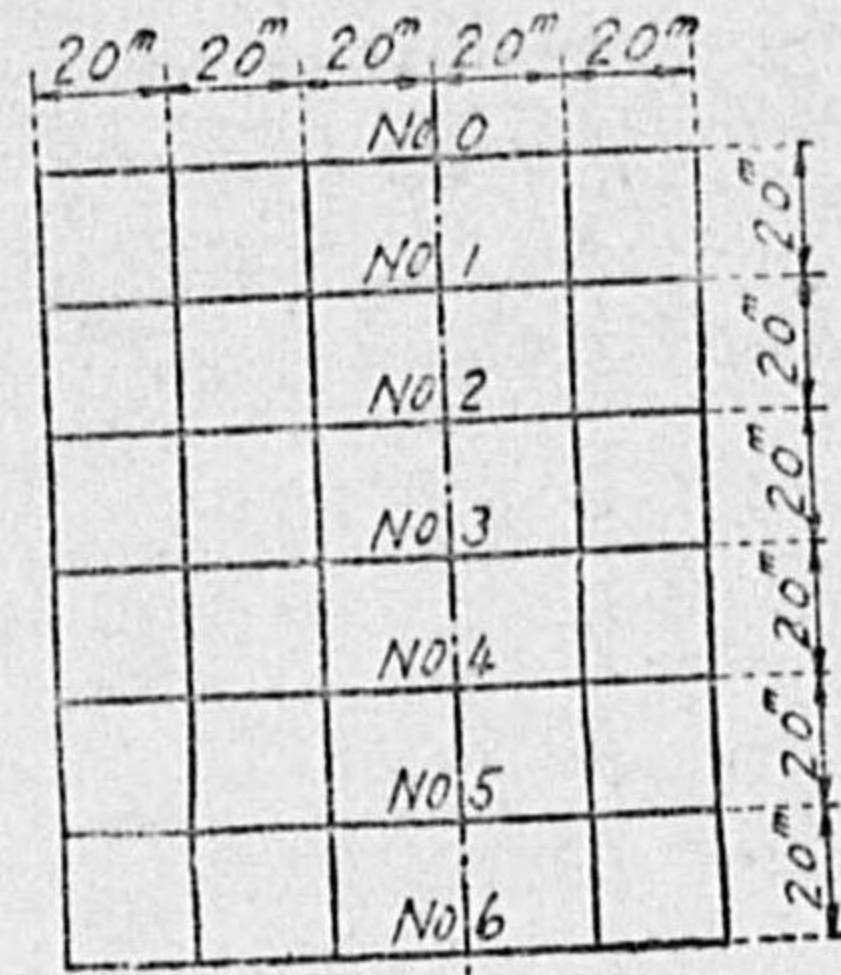


圖-45

縦斷測量野帳

| 測點 | 距離 | 後視 | 前視 | 地盤高 | 摘要 |
|-------|-----|------|------|-------|----------------------|
| No. 0 | 0 | 1.35 | | 30.00 | No. 0 の地盤高を 30.00 とす |
| No. 1 | 20 | | 1.50 | 29.85 | |
| No. 2 | 40 | | 1.70 | 29.65 | |
| No. 3 | 60 | | 1.93 | 29.42 | |
| No. 4 | 80 | | 1.87 | 29.48 | |
| No. 5 | 100 | | 1.57 | 29.78 | |
| No. 6 | 120 | | 0.98 | 30.37 | |

横断測量野帳

| 測點 | 左 | | | 中心點 | 右 | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|--|
| No. 0 | 1.33 | 2.15 | 1.60 | 1.35 | 1.20 | 1.05 | |
| | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | |
| No. 1 | 1.53 | 1.93 | 1.80 | 1.50 | 1.34 | 1.23 | |
| | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | |
| No. 2 | 2.03 | 2.53 | 2.10 | 1.70 | 1.54 | 1.32 | |
| | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | |
| No. 3 | 1.93 | 2.16 | 2.13 | 1.93 | 1.35 | 0.93 | |
| | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | |
| No. 4 | 1.05 | 1.60 | 1.77 | 1.87 | 1.53 | 0.86 | |
| | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | |
| No. 5 | 1.06 | 1.32 | 1.48 | 1.57 | 1.23 | 0.81 | |
| | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | |
| No. 6 | 0.32 | 0.81 | 0.79 | 0.93 | 0.81 | 0.73 | |
| | 60 | 40 | 20 | 0 | 20 | 40 | |

今 No. 0 の標高 30.0 m より $\frac{1}{500}$ の下り勾配を計畫面として地均しをせんとす。然るときは残土又は不足土量は幾何なるかを算定せよ。

(解) 本章 § 1. で述べた方法と § 2. で述べた方法とによつて夫々計算する事にする。便宜上後者の方法で先きに求めて見る。

計算法 其の一

各隅點の地盤高並びに各中心點の計畫高を算出し之を表示すれば次の如し。

| 測點 | 隅點の地盤高 | | | | | | 中心點の計畫高 |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 左 | | | 中心點 | 右 | | |
| No. 0 | 29.97 | 29.20 | 29.75 | 30.00 | 30.15 | 30.30 | 30.00 |
| No. 1 | 29.82 | 29.42 | 29.55 | 29.85 | 30.01 | 30.07 | 29.96 |
| No. 2 | 29.32 | 28.82 | 29.25 | 29.65 | 29.81 | 30.03 | 29.92 |
| No. 3 | 29.42 | 29.19 | 29.22 | 29.42 | 30.00 | 30.42 | 29.88 |
| No. 4 | 30.30 | 29.75 | 29.53 | 29.43 | 29.82 | 30.49 | 29.84 |
| No. 5 | 30.29 | 30.03 | 29.87 | 29.73 | 30.12 | 30.54 | 29.80 |
| No. 6 | 31.03 | 30.54 | 30.56 | 30.37 | 30.54 | 30.62 | 29.76 |

計畫高に對し各隅點の盛土高 (+), 切取高 (-) を計算して表示すれば次の如し。

| 測點 | 左 | | | 中心點 | 右 | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| No. 0 | +0.03 | +0.80 | +0.25 | 0 | -0.15 | -0.30 | |
| No. 1 | +0.14 | +0.54 | +0.41 | +0.11 | -0.05 | -0.11 | |
| No. 2 | +0.60 | +1.10 | +0.67 | +0.27 | +0.11 | -0.11 | |
| No. 3 | +0.46 | +0.69 | +0.66 | +0.46 | -0.12 | -0.54 | |
| No. 4 | -0.46 | +0.09 | +0.26 | +0.36 | +0.02 | -0.65 | |
| No. 5 | -0.49 | -0.23 | -0.07 | +0.02 | -0.32 | -0.74 | |
| No. 6 | -1.27 | -0.78 | -0.80 | -0.61 | -0.78 | -0.86 | |

仍つて

$$A = 20 \times 20 = 400m^2$$

$$\frac{A}{4} = \frac{400}{4} = 100m^2$$

$$\begin{aligned} \Sigma h_1 &= 0.03 - 1.27 \\ &\quad - 0.86 - 0.30 \\ &= -2.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \Sigma h_2 &= 2(0.14 + 0.60 \\ &\quad + 0.46 - 0.43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\quad - 0.49 - 0.78 - 0.80 - 0.61 - 0.78 \\ &\quad - 0.74 - 0.65 - 0.54 - 0.11 - 0.11 \\ &\quad - 0.15 + 0.25 + 0.80) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 2 \times (-3.97) \\ &= -7.94 \end{aligned}$$

$$3 \Sigma h_3 = 0$$

$$\begin{aligned} 4 \Sigma h_4 &= 4(0.54 + 1.10 + 0.69 + 0.09 - 0.23 \\ &\quad - 0.07 + 0.26 + 0.66 + 0.67 + 0.41 \\ &\quad + 0.11 + 0.27 + 0.46 + 0.36 + 0.02 \\ &\quad - 0.32 + 0.02 - 0.12 + 0.11 - 0.05) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 4 \times 4.98 \\ &= 19.92 \end{aligned}$$

$$\therefore V = \frac{A}{4} [\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4]$$

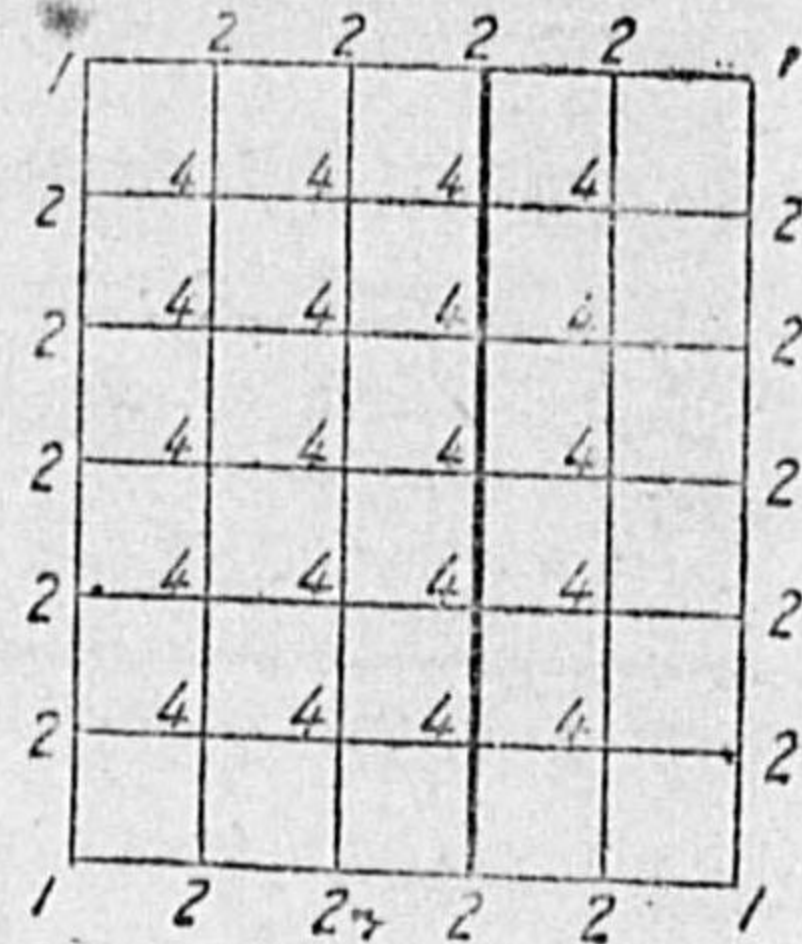


圖 - 46

$$\begin{aligned} &= 100 [-2.4 - 7.94 + 19.92] \\ &= +958 \end{aligned}$$

故に切取土を盛土に流用するものとして尙上記 958 m³ の不足土量を生ずる。

計算法 其の二

縦断面圖並びに横断面圖を作成すると次の様になる。

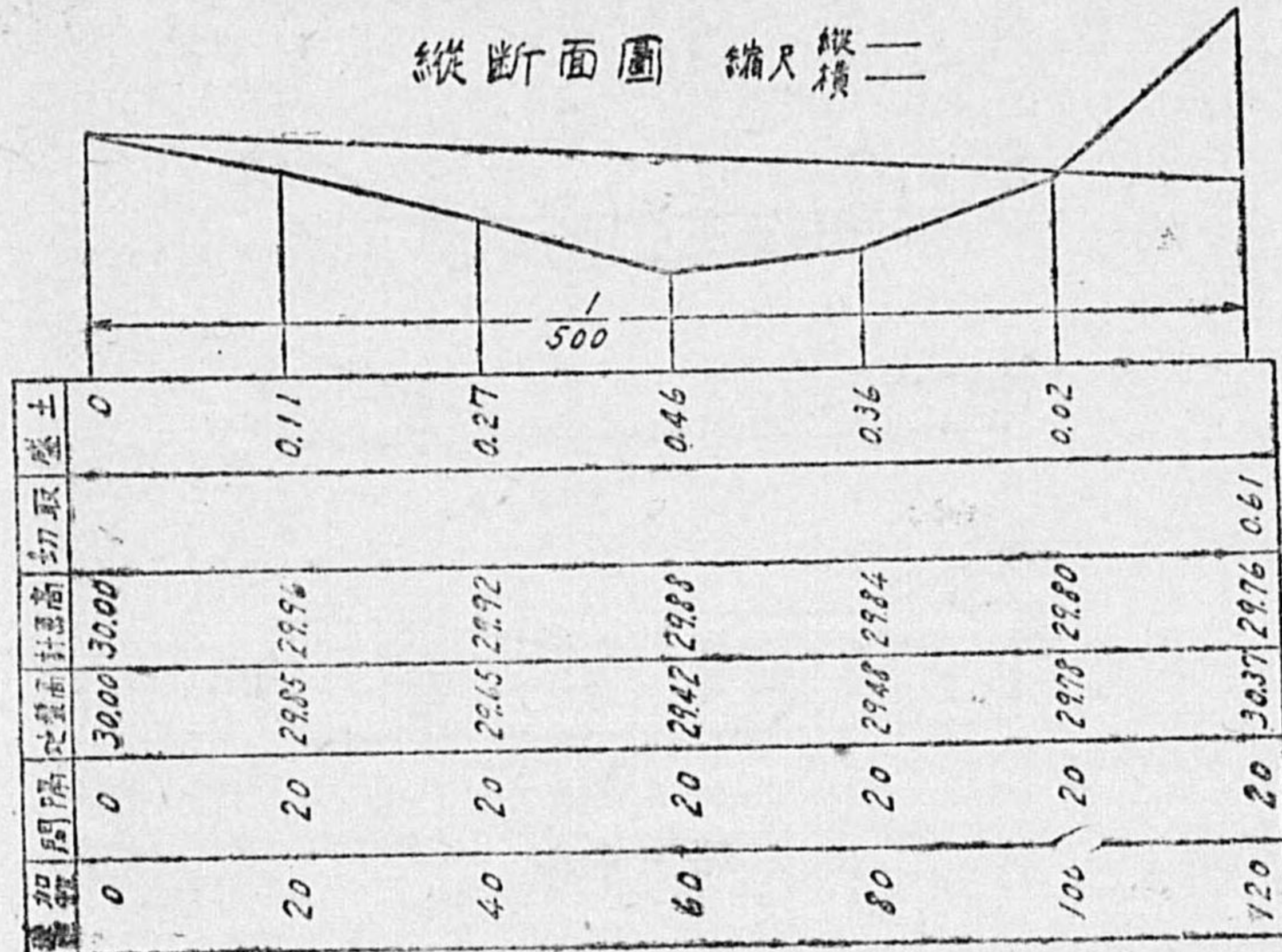


圖 - 47

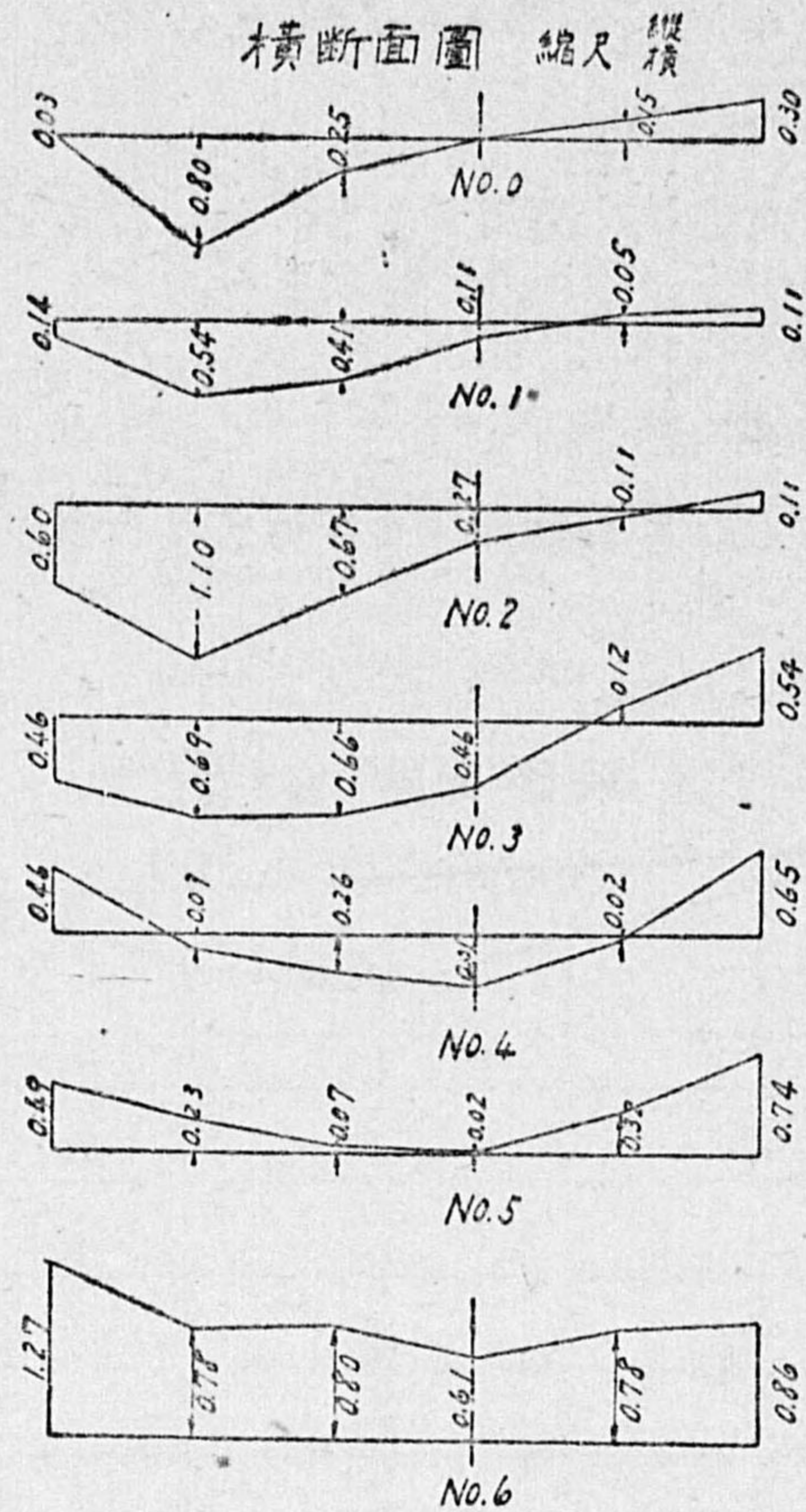


圖 - 48

各横断面圖に就き盛土断面積並びに切取断面積を計算し、尙兩端平均公式を用ひて土工量を計算すれば次の如し。

| 測點 | 距離 | 盛土 | | | 切取 | | | 摘要 |
|-------|----|------|-------|---------|------|-------|--------|----|
| | | 断面積 | 平均断面積 | 立積 | 断面積 | 平均断面積 | 立積 | |
| No. 0 | 20 | 21.3 | 21.80 | 436.0 | 6.0 | 3.90 | 78.0 | |
| No. 1 | 20 | 22.3 | 35.40 | 708.0 | 1.8 | 1.20 | 24.0 | |
| No. 2 | 20 | 48.5 | 44.15 | 883.0 | 0.6 | 3.70 | 74.0 | |
| No. 3 | 20 | 39.8 | 26.70 | 534.0 | 6.8 | 8.45 | 169.0 | |
| No. 4 | 20 | 13.6 | 6.85 | 137.0 | 10.1 | 17.20 | 344.0 | |
| No. 5 | 20 | 0.1 | 0.05 | 1.0 | 24.3 | 52.50 | 1050.0 | |
| No. 6 | | 0 | | | 80.7 | | | |
| | | | | 2639.0 | | | | |
| | | | | -1739.0 | | | | |
| | | | | 960.0 | | | 1739.0 | |

即ち此の方法によれば不足土量は $960.0 m^3$ となる。

第5章 三角水準測量

§ 1. 三角水準測量の実施法

三角水準測量とは、角と距離とを實測し、計算によつて高低差を求むる測量である。一般に角はトランシットで、距離は巻尺で測る事が多い。次に二三の場合に就て其の求め方を述べる事にする。

1. 圖-49 に於て A, B 二點の高低差を求めるとは、 A 點にトランシットを据付け、 B を視準して垂直

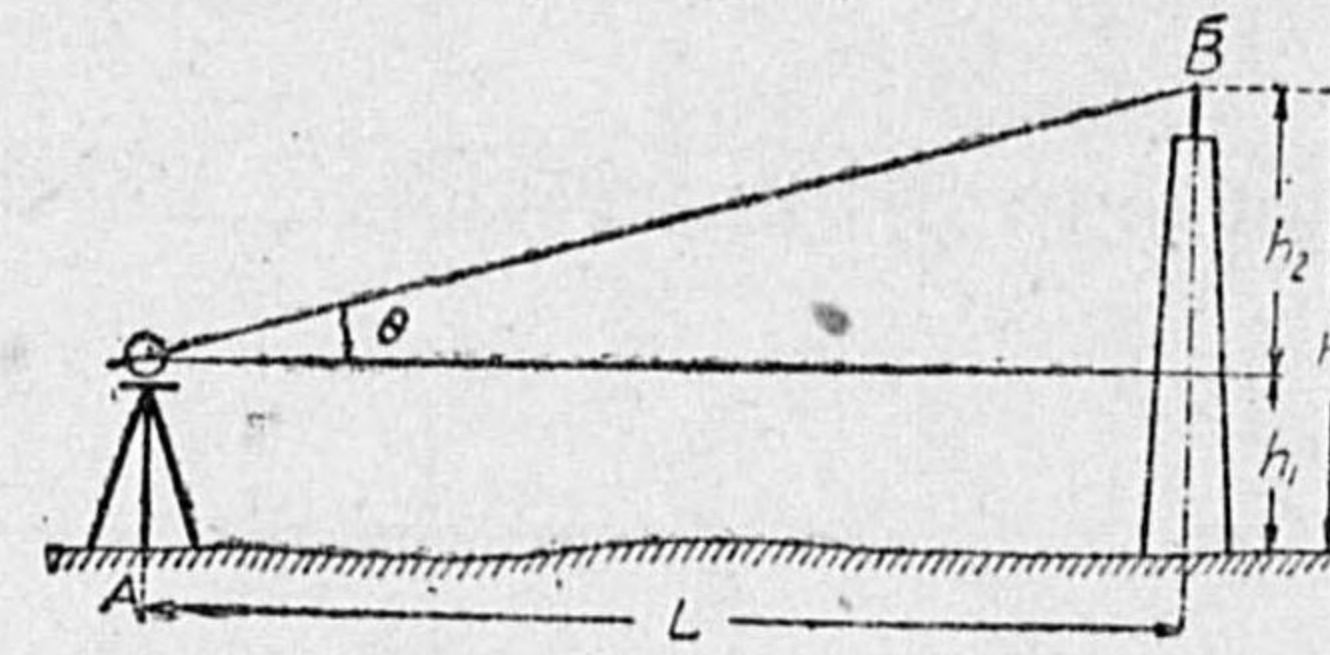


圖-49

角 θ を測定し、且 AB 間の水平距離 L を巻尺で測定する。然る時は高低差 H は次式から求められる。

$$\begin{aligned} H &= h_1 + h_2 \\ &= h_1 + L \tan \theta \end{aligned}$$

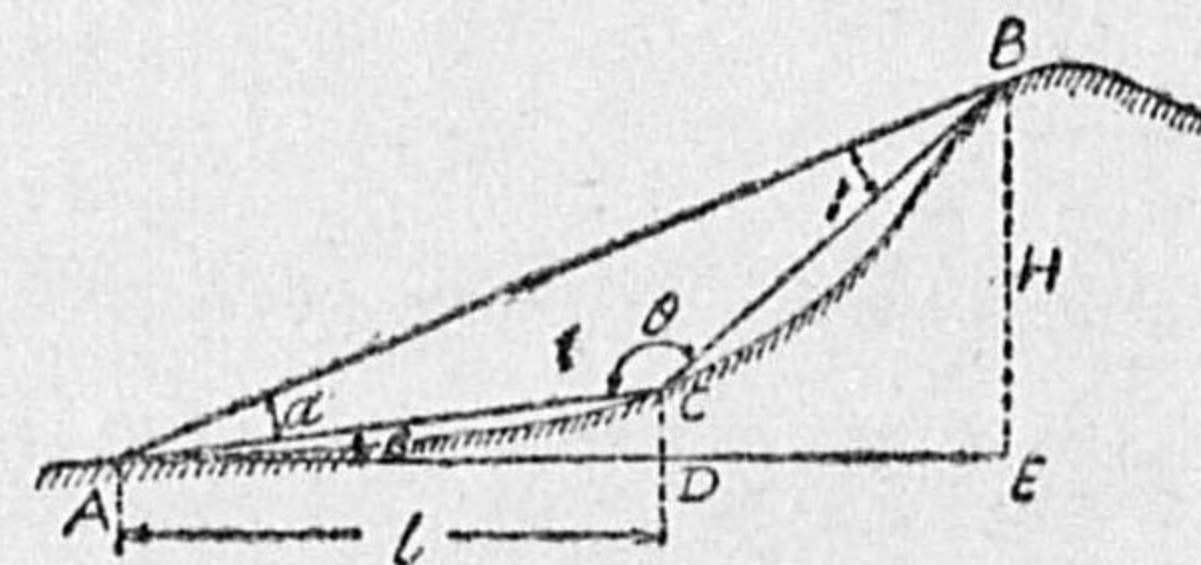


圖-50

2. 若し A, B 間の水平距離を測定し難い時は、 A, B 二點と同一鉛直面中に C 點を選び、 A 點より B 及び C 點を視準して α 及び β を測る。次に器械を C 點に移し、 A 及び B を視準して其の夾角 θ を測り、尙 AC の水平距離 l を實測する。

今 $\angle ABC = \gamma$ とすれば、 γ は

$$\gamma = 180^\circ - [\theta + (\alpha - \beta)]$$

より算出する事が出来る。

次に $\triangle ACD$ に於て

$$\overline{AC} = l \sec \beta$$

又 $\triangle ABC$ に於て

$$\overline{AB} = \overline{AC} \times \frac{\sin \theta}{\sin \gamma} = l \sec \beta \frac{\sin \theta}{\sin \gamma}$$

次に $\triangle ABE$ に於て

$$H = \overline{BE} = \overline{AB} \sin \alpha = \frac{l \sec \beta \cdot \sin \theta \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}$$

之が所要の H を求むる算式である。

3. A, B 間の水平距離を直接測定し難い時には、次の様な方法を採用する事も出来る。

即ち距離の測れる他の一點 C を選び、 AC の長さ l を測る。次に $\triangle ABC$ の内角 α 及び β を測れば、他

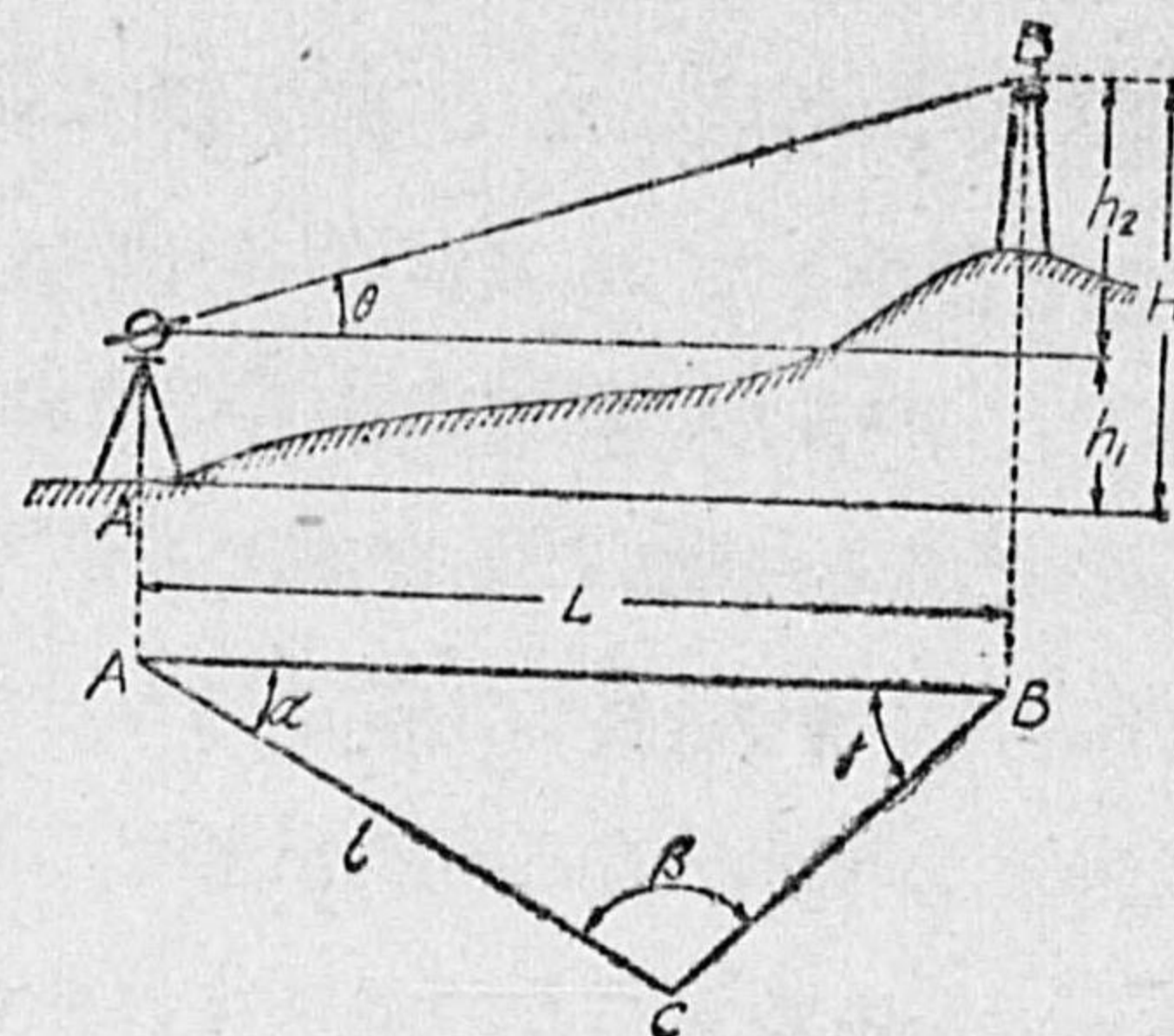


圖 - 5 1

の一角 γ は

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$

より求められる。然る時は

$$L = l \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$$

より L を算出する事が出来る。尙

$$h_2 = L \cdot \tan \theta = \frac{l \cdot \sin \beta \cdot \tan \theta}{\sin \gamma}$$

$$\therefore H = h_1 + h_2 = h_1 + \frac{l \cdot \sin \beta \cdot \tan \theta}{\sin \gamma}$$

之が H を求むる算式である。

§ 2. 計算例

[計算例 1] 圖 - 50 に於て, $\alpha = 39^\circ 20'$, $\beta = 10^\circ 18' 20''$, $\theta = 131^\circ 16' 40''$, $l = 125.60 \text{ m}$ なる事を實測せりとすれば, A, B 兩點の高差 H は何程なるか算定せよ。

$$\text{(解)} \quad \sec \beta = \sec 10^\circ 18' 20'' = 1.0164$$

$$\sin \theta = \sin 131^\circ 16' 40'' = 0.7515$$

$$\sin \alpha = \sin 39^\circ 20' = 0.6338$$

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha - \beta) - \theta = 180^\circ$$

$$- (39^\circ 20' - 10^\circ 18' 20'')$$

$$- 131^\circ 16' 40'' = 19^\circ 41' 40''$$

$$\sin \gamma = \sin 19^\circ 41' 40'' = 0.3370$$

$$\therefore H = \frac{l \cdot \sec \beta \cdot \sin \theta \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}$$

$$= \frac{125.60 \times 1.0164 \times 0.7515 \times 0.6338}{0.3370}$$

$$\doteq \frac{60.8038}{0.3370} = 180.42 \text{ m}$$

之を對數で計算すれば次の如し。

$$\log 125.60 = 2.0989896$$

$$\log 1.0164 = 0.0070219$$

$$\log 0.7515 = \bar{1}.8759290$$

$$\log 0.6338 = \bar{1}.8019522$$

$$+) \quad 1.7838927$$

$$\log 0.3370 = \bar{1}.5276299$$

$$-) \quad 2.2562628$$

$$2.2562628 = \log 180.41$$

$$\therefore H = 180.41 \text{ m}$$

[計算例 2] 圖一 51 に於て, $\theta = 30^\circ 15' 40''$, $\alpha = 42^\circ 15' 30''$, $\beta = 120^\circ 56' 30''$, $l = 153.42 \text{ m}$ を測りたりとすれば, A, B 兩點の高差 H は如何なるか。但し器高 h_1 は 1.43 m とす。

$$\text{(解)} \quad \sin \beta = \sin 120^\circ 56' 30'' = 0.8577$$

$$\tan \theta = \tan 30^\circ 15' 40'' = 0.5834$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 180^\circ - (42^\circ 15' 30'' + 120^\circ 56' 30'') \\ &= 16^\circ 48' \end{aligned}$$

$$\sin \gamma = \sin 16^\circ 48' = 0.2890$$

$$\therefore H = h_1 + \frac{l \cdot \sin \beta \cdot \tan \theta}{\sin \gamma} = 1.43$$

$$+ \frac{153.42 \times 0.8577 \times 0.5834}{0.2890}$$

$$= 1.43 + 265.64 = 267.07 \text{ m}$$

上式第 2 項の對數計算をなせば次の如し

$$\log 153.42 = 2.1858820$$

$$\log 0.8577 = \bar{1}.9333354$$

$$\log 0.5834 = \bar{1}.7659664$$

$$+) \quad 1.8851838$$

$$\log 0.2890 = \bar{1}.4608978$$

$$-) \quad 2.4242860$$

$$2.4242860 = \log 265.64$$

$$\therefore \frac{153.42 \times 0.8577 \times 0.5834}{0.2890} = 265.64$$

第6章 氣壓水準測量

§ 1. 概 要

地球の表面を包圍してゐる空氣の壓力即ち氣壓は地表面に近づくにつれて増大し、地表面から遠ざかつて高くなるにつれて減少してゆくものである。従つて或る二點間の高低差は、夫等兩點の氣壓を測定する事によつて計算上間接に求められる譯である。かゝる方法を用ひて高低差を求むる測量を氣壓水準測量と云ふ。而して氣壓は、氣壓の動搖（氣壓の1日の變化、1年の變化など）、溫度、濕度によつて大なる影響を受けるものであるから、觀測の結果は補正する事が必要になる。従つて如何に精密に觀測しても結局近似値しか得られない缺點があるが、廣い地域を踏測する様な場合には迅速に測定し得る特徴がある。従つて踏査・豫測等に用ひて便利な場合が多い。

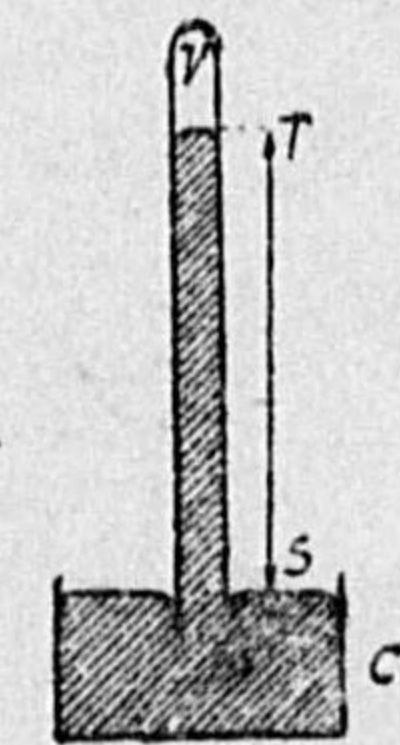
§ 2. 氣壓計の種類と構造

測量に用ひられる氣壓計（晴雨計とも云ふ）の主なるものは水銀氣壓計とアネロイド氣壓計の2種である。

(1) 水銀氣壓計

水銀氣壓計は17世紀の中頃、ガリレオ及びトリセリーの發明せるものである。

今圖—52に示す如く長さ1m位の内徑一様なガラス管に水銀を充し上部Vを眞空にしておく。Cは水銀を盛る器で之を容槽と云ふ。Tの下端はその水銀と全く連絡してゐる。この場合ガラス管内の水銀が槽中に落ちない理由は、Sの面に氣壓が働いて釣合つて居るからである。即ちS Tの水銀柱の壓力と、S面の受ける氣壓とは夫々單位面積に就いて考へれば相等しい譯である。故に氣壓が大きくなると水銀を押上げる力が大きくなるから更に水銀を管中に押し上げT面は高くなる。之に反して氣壓が低くなると管中の水銀は容槽の中に幾分か入つて來るからT面は低くなる。故にS Tの高さを測る事によつて直接氣壓を知る事が出来るのである。

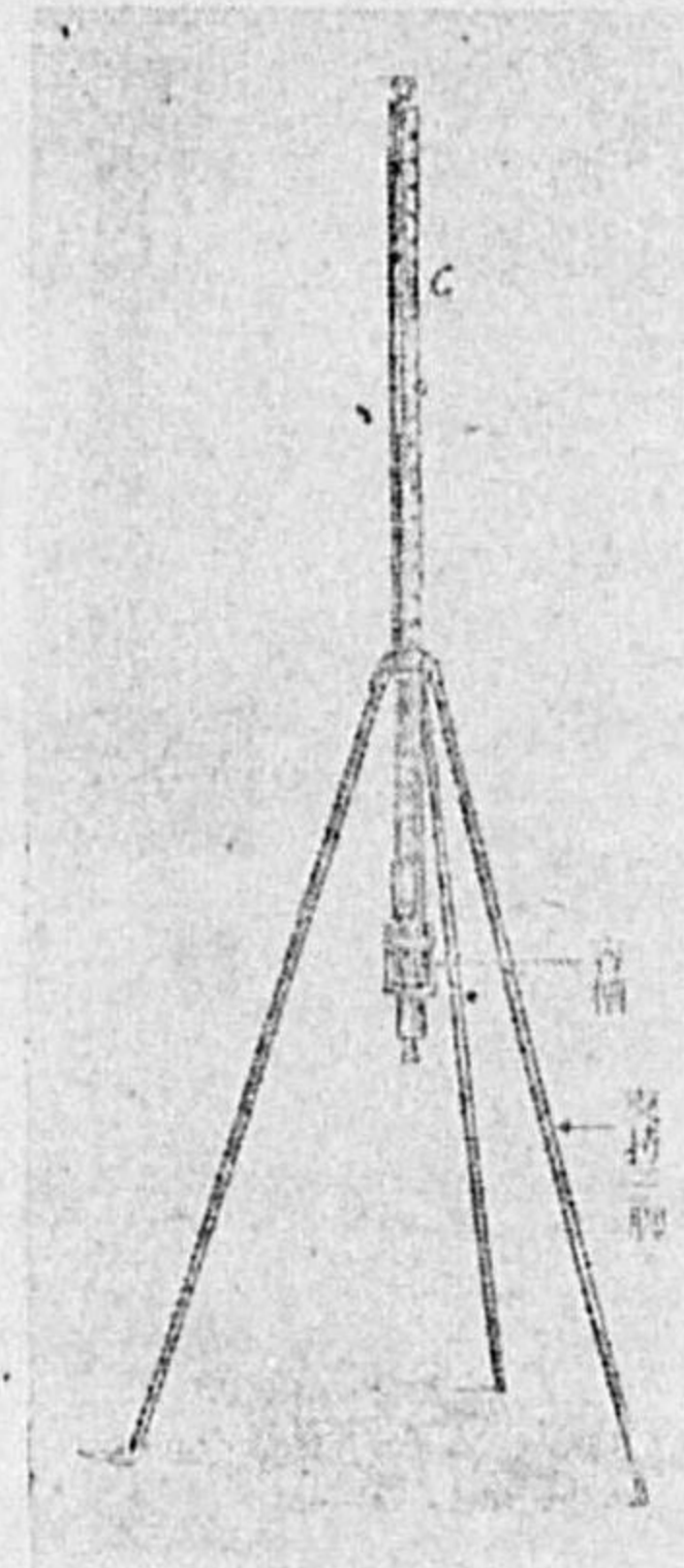


圖—52

水銀氣壓計は以上の原理を應用したものである。尤も實際に使用する氣壓計は、使用の便宜、運搬の容易などを考へて外觀は圖—52と全く異なるものであるが、構造の要點及び作用には少しも變りはないのである。

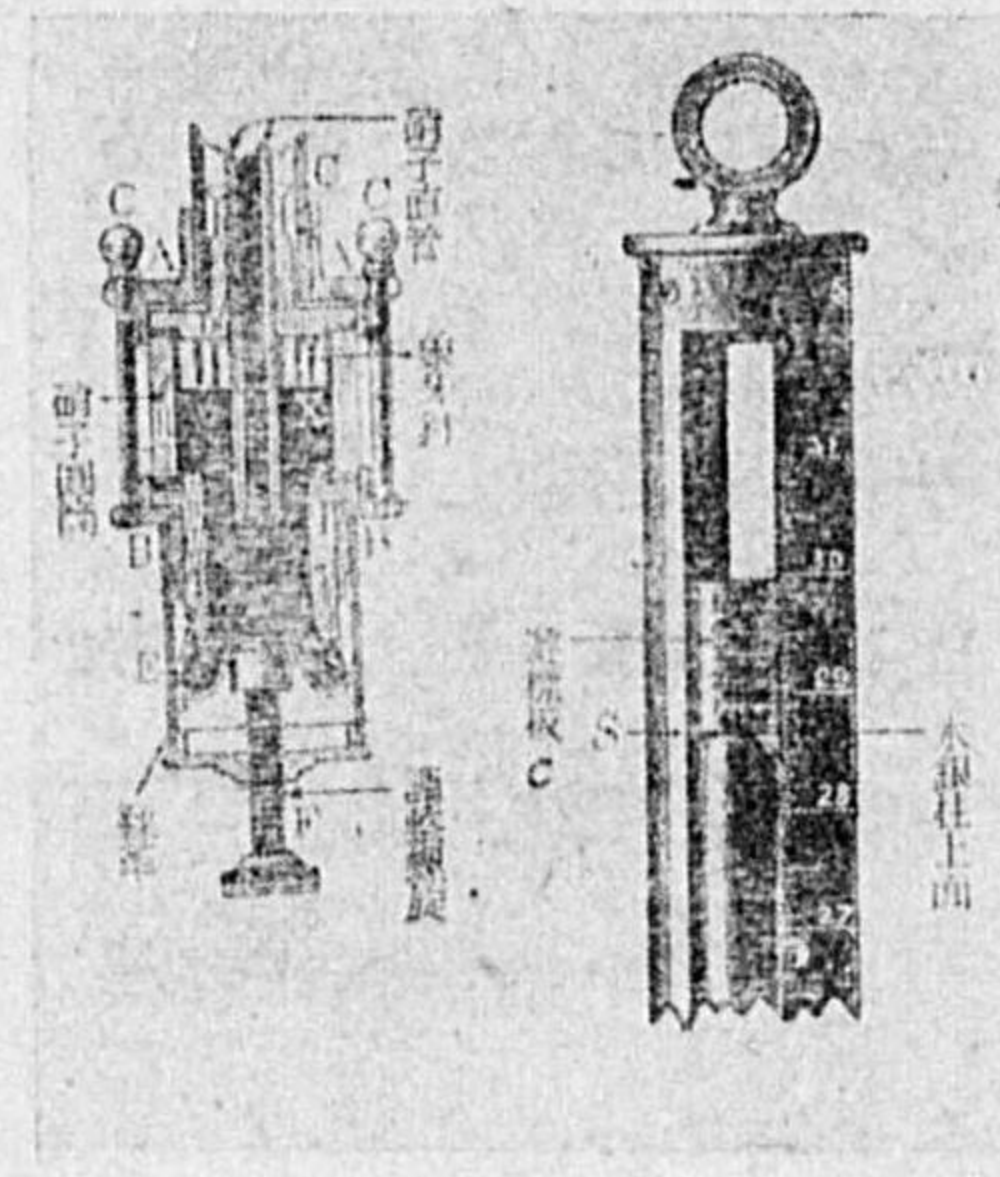
圖—53は陸上の氣壓觀測に廣く用ひられるフオルタン型水

銀氣壓計の構造を示すものである。ガラス管は眞鍮管で包まれており、眞鍮管の上部には縦に長い窓が切つてあつて、その中を C なる遊標板 (バニア) が自由に上下に動く事が出来る様になつてゐる。管側には mm の目盛りが施してあり、圖—54 の X の象牙針の先端はその目盛り起點即ち 0 mm に當つてゐる。



フォルタン型
水銀氣壓計

圖—53



容槽部及び管の
頭部詳細圖

圖—54

る。容槽の底 E は羊皮で作つてあり、 F なるネヂで之を上下する事が出来る。即ち之によつて水銀面を調整するのである。容槽中の水銀は漏らない様に構造し、外氣は自由に水銀に壓力を及ぼす様に出来てゐる。

水銀氣壓計に依つて氣壓を觀測するには次の順序による。

1. 氣壓計に附着した寒暖計の示度を讀む。

2. 容槽の水銀面を調整する。

之には調整ネヂを用ひて水銀面を數回僅かに上下し、最後に容槽を指で軽く敲いて水銀面を正しい形とし、この時象牙針の先端が丁度水銀面に接觸する様にする。

3. 水銀頂部の管側を軽く指で敲き水銀面を整形する。

4. 遊標板を動かし水銀頂面の最高點に之を接せしめてその時の目盛を讀む。

(2) アネロイド氣壓計

圖—55 はアネロイド氣壓計の構造の大要を示すものであり圖—56 はその外觀を示すものである。

圖—55 に於て、 A は洋銀又は其他の金屬板で作られた平らな函で、その下面の中央部は臺 IV に固定し、上面はその上部に固定した突起でバネ C に固く附着し、 C の爲に常に上へ (函が開く様に) 引上げられてゐる。函は彈性を良好ならしむる様兩面共波状を與へてゐる。バネ C は函の受ける氣壓の大部分を支へ函を引上げて適當に釣合ふ様に設けてある。斯くしてバネ C と函の彈性とでその時の氣壓の變化に應じ、常に釣合を

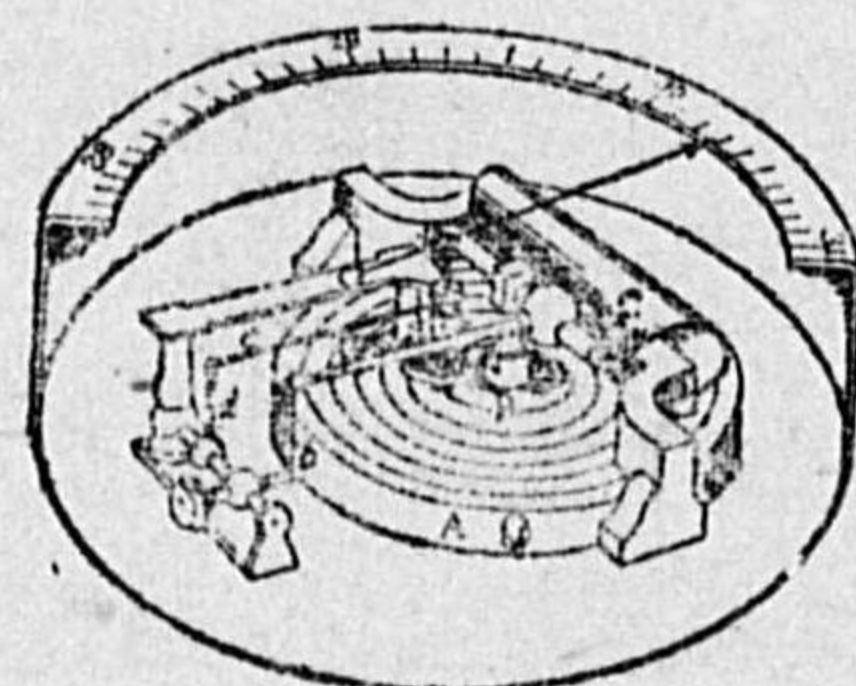


圖 - 55

保つてゐるのである。

函の内部は半真空にしてある。之は温度が上昇すると、中の空気が膨脹して函の面を内部から押し、指針は恰も氣壓が降つたと同様の變化を示すからである。

今、氣壓が昇る場合を考えると、この時はバネ C が下る。然る時は C に固着してゐる挺子 a はその爲に壓され、 b, d の挺子によつて鎖 e をもどす。そして鎖の巻きつけてある軸が廻轉する。この軸には指針が取付けてあるから、軸の廻轉と同じ角度だけ廻轉し目盛盤上に目盛を示すのである。

アネロイド氣壓計は精密よりも携帯の容易、測定の迅速を主とする場合に水銀氣壓計よりも便利である。

§ 3. 氣壓計示度の補正

氣壓計で觀測せる示度は氣温並びに重力の影響（高さ及び緯度の影響）を受けてゐるから、高低差を求む

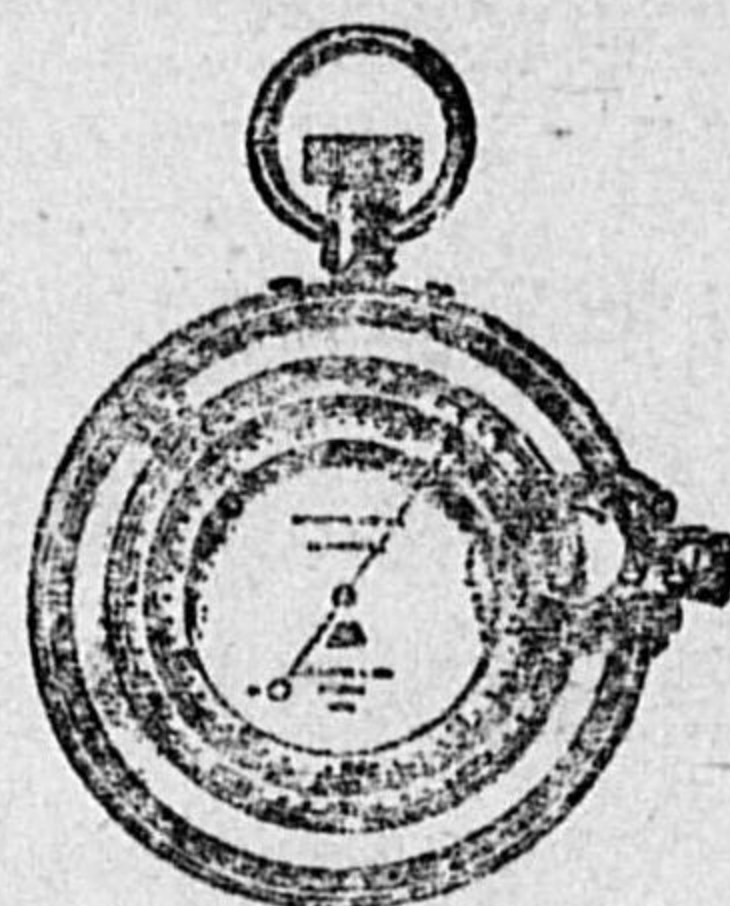


圖 - 56

る公式に適用する前に標準の状態に補正しておかなければならぬ。一般に、緯度 45° の海面上に於て、温度 $0^\circ C$ 、氣壓 760 mm の性質を備へた水銀柱の高さに補正する。

(1) 水銀氣壓計示度の補正

今 Δt を以て温度補正量とする時は、 Δt は次式より求められる。

$$\begin{aligned} \Delta t &= -B \frac{(\mu - \lambda) t}{1 + \mu t} \\ &= -B \frac{0.0001634 t}{1 + 0.0001818 t} \end{aligned}$$

式中 t = 氣温の示度 (攝氏)

$B = t^\circ C$ の氣壓計の示度

μ = 水銀の體膨脹係數 = 0.0001818

λ = 尺度の膨脹係數 = 0.0000184

次に Δg を以て重力補正量とすれば、 Δg は次式から求められる。

$$\Delta g = -B\beta \cos 2\varphi - \frac{2BH}{r}$$

$$\begin{aligned} \text{又は } \Delta g &= -B \times 0.00259 \cos 2\varphi - B \\ &\quad \times 0.000000196 H \end{aligned}$$

式中 $B =$ 緯度 φ , 高さ H に於ける氣壓

$r =$ 地球の平均半径 $= 6,370 \text{ km}$

$\beta =$ 常數 $= 0.00259$

温 度 補 正 表

| 氣示 壓計 度 | 温 度 (攝 氏) | | | | | | | | |
|---------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0° | 5° | 10° | 15° | 20° | 25° | 30° | 35° | 40° |
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 400 | 0 | 0.33 | 0.65 | 0.93 | 1.30 | 1.62 | 1.95 | 2.30 | 2.59 |
| 410 | 0 | 0.33 | 0.67 | 1.00 | 1.33 | 1.66 | 2.00 | 2.34 | 2.66 |
| 420 | 0 | 0.34 | 0.69 | 1.03 | 1.36 | 1.70 | 2.05 | 2.39 | 2.72 |
| 430 | 0 | 0.35 | 0.70 | 1.05 | 1.40 | 1.74 | 2.10 | 2.45 | 2.79 |
| 440 | 0 | 0.36 | 0.72 | 1.03 | 1.43 | 1.79 | 2.15 | 2.50 | 2.85 |
| 450 | 0 | 0.37 | 0.73 | 1.10 | 1.46 | 1.83 | 2.20 | 2.56 | 2.92 |
| 460 | 0 | 0.37 | 0.75 | 1.12 | 1.50 | 1.87 | 2.24 | 2.61 | 2.98 |
| 470 | 0 | 0.38 | 0.77 | 1.15 | 1.53 | 1.91 | 2.29 | 2.67 | 3.05 |
| 480 | 0 | 0.39 | 0.78 | 1.17 | 1.56 | 1.95 | 2.34 | 2.73 | 3.11 |
| 490 | 0 | 0.40 | 0.80 | 1.20 | 1.59 | 1.99 | 2.39 | 2.77 | 3.18 |
| 500 | 0 | 0.41 | 0.82 | 1.22 | 1.63 | 2.03 | 2.44 | 2.84 | 3.24 |
| 510 | 0 | 0.42 | 0.83 | 1.25 | 1.66 | 2.07 | 2.49 | 2.90 | 3.31 |
| 520 | 0 | 0.43 | 0.85 | 1.27 | 1.69 | 2.11 | 2.54 | 2.96 | 3.37 |
| 530 | 0 | 0.44 | 0.86 | 1.30 | 1.72 | 2.15 | 2.58 | 3.01 | 3.44 |
| 540 | 0 | 0.45 | 0.88 | 1.32 | 1.76 | 2.19 | 2.63 | 3.07 | 3.50 |
| 550 | 0 | 0.45 | 0.90 | 1.34 | 1.79 | 2.24 | 2.68 | 3.13 | 3.57 |
| 560 | 0 | 0.46 | 0.91 | 1.37 | 1.82 | 2.27 | 2.73 | 3.18 | 3.63 |
| 570 | 0 | 0.47 | 0.93 | 1.39 | 1.85 | 2.32 | 2.78 | 3.24 | 3.70 |
| 580 | 0 | 0.47 | 0.95 | 1.42 | 1.89 | 2.36 | 2.83 | 3.30 | 3.76 |
| 590 | 0 | 0.48 | 0.96 | 1.44 | 1.92 | 2.40 | 2.88 | 3.35 | 3.83 |
| 600 | 0 | 0.49 | 0.98 | 1.47 | 1.95 | 2.44 | 2.93 | 3.41 | 3.89 |
| 610 | 0 | 0.50 | 1.00 | 1.49 | 1.98 | 2.48 | 2.97 | 3.47 | 3.96 |
| 620 | 0 | 0.51 | 1.00 | 1.52 | 2.02 | 2.52 | 3.02 | 3.52 | 4.02 |
| 630 | 0 | 0.51 | 1.03 | 1.54 | 2.05 | 2.56 | 3.07 | 3.58 | 4.09 |
| 640 | 0 | 0.52 | 1.04 | 1.56 | 2.08 | 2.60 | 3.12 | 3.64 | 4.15 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 650 | 0 | 0.53 | 1.06 | 1.59 | 2.11 | 2.64 | 3.17 | 3.69 | 4.21 | |
| 660 | 0 | 0.54 | 1.08 | 1.61 | 2.15 | 2.63 | 3.22 | 3.75 | 4.23 | |
| 670 | 0 | 0.55 | 1.09 | 1.64 | 2.18 | 2.72 | 3.27 | 3.81 | 4.35 | |
| 680 | 0 | 0.56 | 1.10 | 1.66 | 2.21 | 2.76 | 3.32 | 3.86 | 4.41 | |
| 690 | 0 | 0.56 | 1.13 | 1.69 | 2.25 | 2.81 | 3.36 | 3.92 | 4.48 | |
| 700 | 0 | 0.57 | 1.14 | 1.71 | 2.28 | 2.85 | 3.41 | 3.93 | 4.54 | |
| 710 | 0 | 0.58 | 1.16 | 1.74 | 2.31 | 2.89 | 3.46 | 4.03 | 4.61 | |
| 720 | 0 | 0.59 | 1.17 | 1.76 | 2.34 | 2.93 | 3.51 | 4.09 | 4.67 | |
| 730 | 0 | 0.60 | 1.19 | 1.78 | 2.38 | 2.97 | 3.56 | 4.15 | 4.74 | |
| 740 | 0 | 0.60 | 1.21 | 1.81 | 2.41 | 3.01 | 3.61 | 4.21 | 4.80 | |
| 750 | 0 | 0.61 | 1.22 | 1.83 | 2.44 | 3.05 | 3.66 | 4.26 | 4.87 | |
| 760 | 0 | 0.62 | 1.24 | 1.86 | 2.47 | 3.09 | 3.71 | 4.32 | 4.93 | |
| 770 | 0 | 0.63 | 1.26 | 1.88 | 2.51 | 3.13 | 3.75 | 4.38 | 5.00 | |
| 780 | 0 | 0.64 | 1.28 | 1.90 | 2.53 | 3.16 | 3.80 | 4.44 | 5.05 | |
| 790 | 0 | 0.65 | 1.29 | 1.93 | 2.57 | 3.20 | 3.85 | 4.49 | 5.12 | |
| | | -0° | -5° | -10° | -15° | -20° | -25° | -30° | -35° | -40° |

注 意 寒暖計示度 (+) の時は補正數を氣壓計示度より減じ
(-) の時は補正數を氣壓計示度に加ふること

例 氣壓計示度 760 mm にして氣温攝氏 20° なる時は眞
正氣壓は

$$760 - 2.47 = 757.53 \text{ mm}$$

氣温攝氏 - 20° なる時は眞正氣壓は

$$760 + 2.47 = 762.47 \text{ mm}$$

(2) アネロイド氣壓計示度の補正

今補正氣壓を B とすれば, B は次式より求められ

る。

$$B = \frac{\alpha}{\beta}$$

茲に α, β は常數であつて、次の様にして求められる。
今示度 b_1, b_2 の時、 Δt だけ温度を變へて示度の昇降
を読み、之を $\Delta b_1, \Delta b_2$ とすれば

$$\Delta b_1 = -\Delta t(\alpha - \beta b_1)$$

$$\Delta b_2 = -\Delta t(\alpha - \beta b_2)$$

この兩式を聯立方程式として解き α 及び β の値を求
めるのである。

§ 4. 測高公式

補正が終れば次に之を公式に適用して所要の高低差
を求める。測高公式には幾多あるが、最も普通に用ひ
られるラプラス氏の公式は次の通りである。

$$H = 18,400(1 + \alpha t) \left(1 + 0.377 \frac{e}{P}\right) \\ \times (1 + \beta \cos 2\varphi) \left(1 + \frac{2D}{r}\right) \\ \times (\log B_1 - \log B_2)$$

式中 H = 二點の高低差 (m)

B_1 = 低所の測點に於ける補正氣壓

B_2 = 高所の測點に於ける補正氣壓

$$\alpha = \text{空氣の膨脹係數} = \frac{1}{273} = 0.00367$$

t = 高低二測點の平均氣温 (攝氏)

$$= \frac{t_1 + t_2}{2}$$

e = 高低二測點の平均濕度 = $\frac{e_1 + e_2}{2}$

P = 高低二測點の平均氣壓 = $\frac{B_1 + B_2}{2}$

β = 常數 = 0.00259

φ = 高低二測點の平均緯度 = $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$

D = 高低二測點の平均高度 = $\frac{H_1 + H_2}{2}$

r = 地球の平均半徑 = 6,370 km

此の式は左右兩邊に求めんとする H を含んでゐるから
計算に困難である。故に先づ次の簡易公式によつて H
の概略値を求め、然る後に本式を用ひて精確な値を算
出するをよしとす。

上式に於て濕度及び緯度の項を省略すると、次の簡易
公式が得られる。

$$H = 18,400(1 + \alpha t)(\log B_1 - \log B_2)$$

バビネ氏は對數を用ひないで計算が出来る様に、本式
を次の如く變形してゐる。

$$H = 7,991 \times 2(1 + \alpha t) \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2}$$

高度表 (アネロイド氣壓計、又は溫度補正を施した水銀柱氣壓計示度による)

| 海面上の高度 | 氣壓計示度 | 海面上の高度 | 氣壓計示度 | 海面上の高度 | 氣壓計示度 | 海面上の高度 | 氣壓計示度 | 海面上の高度 | 氣壓計示度 |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 0 | 760 | 700 | 698 | 1400 | 641 | 2100 | 537 | 2900 | 530 |
| 20 | 758 | 720 | 696 | 1420 | 639 | 2125 | 585 | 2925 | 528 |
| 40 | 756 | 740 | 695 | 1440 | 637 | 2150 | 583 | 2950 | 526 |
| 60 | 754 | 760 | 693 | 1460 | 636 | 2175 | 582 | 2975 | 525 |
| 80 | 753 | 780 | 691 | 1480 | 634 | | | | |
| 100 | 751 | 800 | 690 | 1500 | 633 | 2200 | 579 | 3000 | 523 |
| 120 | 749 | 820 | 688 | 1520 | 631 | 2225 | 578 | 3025 | 521 |
| 140 | 747 | 840 | 686 | 1540 | 630 | 2250 | 576 | 3050 | 519 |
| 160 | 745 | 860 | 684 | 1560 | 628 | 2275 | 574 | 3075 | 518 |
| 180 | 744 | 880 | 683 | 1580 | 626 | 2300 | 572 | 3100 | 516 |
| 200 | 742 | 900 | 681 | 1600 | 625 | 2325 | 570 | 3125 | 514 |
| 220 | 740 | 920 | 680 | 1620 | 623 | 2350 | 569 | 3150 | 513 |
| 240 | 738 | 940 | 678 | 1640 | 622 | 2375 | 567 | 3175 | 511 |
| 260 | 736 | 960 | 676 | 1660 | 620 | 2400 | 565 | 3200 | 510 |
| 280 | 735 | 980 | 675 | 1680 | 619 | 2425 | 563 | 3225 | 508 |
| | | | | | | 2450 | 561 | 3250 | 506 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 300 | 733 | 1000 | 673 | 1700 | 617 | 2475 | 560 | 3275 | 504 | 4150 | 449 |
| 320 | 731 | 1020 | 671 | 1720 | 615 | 2500 | 558 | 3300 | 502 | 4200 | 445 |
| 340 | 729 | 1040 | 669 | 1740 | 614 | 2525 | 556 | 3325 | 501 | 4250 | 442 |
| 360 | 728 | 1060 | 668 | 1760 | 613 | 2550 | 555 | 3350 | 499 | 4300 | 439 |
| 380 | 726 | 1080 | 666 | 1780 | 611 | 2575 | 553 | 3375 | 498 | 4350 | 436 |
| 400 | 724 | 1100 | 665 | 1800 | 609 | | | | | | |
| 420 | 722 | 1120 | 663 | 1820 | 608 | 2600 | 551 | 3400 | 496 | 4400 | 433 |
| 440 | 721 | 1140 | 661 | 1840 | 607 | 2625 | 549 | 3425 | 494 | 4450 | 430 |
| 460 | 719 | 1160 | 660 | 1860 | 605 | 2650 | 547 | 3450 | 493 | 4500 | 427 |
| 480 | 717 | 1180 | 658 | 1880 | 603 | 2675 | 546 | 3475 | 491 | 4550 | 424 |
| 500 | 715 | 1200 | 657 | 1900 | 602 | 2700 | 544 | 3500 | 489 | 4600 | 421 |
| 520 | 714 | 1220 | 655 | 1920 | 600 | 2725 | 542 | 3525 | 488 | 4650 | 418 |
| 540 | 712 | 1240 | 653 | 1940 | 599 | 2750 | 540 | 3550 | 486 | 4700 | 415 |
| 560 | 710 | 1260 | 652 | 1960 | 598 | 2775 | 538 | 3575 | 485 | 4750 | 412 |
| 580 | 708 | 1280 | 650 | 1980 | 596 | | | | | | |
| 600 | 707 | 1300 | 648 | 2000 | 594 | 2300 | 536 | 3600 | 483 | 4800 | 410 |
| 620 | 705 | 1320 | 647 | 2025 | 592 | 2325 | 535 | 3625 | 482 | 4850 | 407 |
| 640 | 703 | 1340 | 645 | 2050 | 590 | 2350 | 533 | 3650 | 480 | 4900 | 404 |
| 660 | 701 | 1360 | 644 | 2075 | 589 | 2375 | 532 | 3675 | 478 | 4950 | 401 |
| 680 | 700 | 1380 | 642 | | | | | | | 5000 | 398 |

例 富士山頂に於ける氣壓計示度 470 mm は高度 3,800 m, 海面上或高さの氣壓計示度

758 mm は高度 20 m, 此の二點の高低差は 3,780 m

注意 水銀氣壓計を用ひて高度を測定する時には、前表の溫度補正表を用ひて算出したる氣壓の眞正示度を用ふること

§ 5. 計算例

次の観測の結果より甲乙二地点の高低差を算出せよ。

| 種 別 | 甲 地 點 | 乙 地 點 |
|-------------------|-----------|-----------|
| 海面上の高さ | 126.5 m | |
| 緯 度 (φ) | 35°30' | 35°27' |
| 2 φ | 71°0' | 70°54' |
| 寒 暖 計 示 度 | 22.6° | 9.8° |
| 濕 度 | 16.82 mm | 7.20 mm |
| 水銀氣壓計示度 | 750.16 mm | 665.12 mm |

(解)

(1) 略 算

先づ H の概略値をバビネ氏の公式より算出する。

$$t = \frac{1}{2} (22.6^\circ + 9.8^\circ) = 16.2^\circ$$

$$\frac{P_1 - B_2}{B_1 + P_2} = \frac{750.16 - 665.12}{750.16 + 665.12} = \frac{85.04}{1,415.28}$$

$$\begin{aligned} \therefore H &= 7,991 \times 2(1 + 0.00367t) \frac{B_1 - B_2}{B_1 + P_2} \\ &= 7,991 \times 2(1 + 0.00367 \times 16.2) \\ &\quad \times \frac{85.04}{1,415.28} = 1,017.5 \end{aligned}$$

即ち高差は約 1,017 m (海面上 126.5 + 1,017.5 = 1,144.0 m) なる事を知る。

(2) 氣温補正

甲地點に對する補正 :—

$$\begin{aligned} \Delta t &= -B \times \frac{0.0001634 \times 22.6}{1 + 0.0001818 \times 22.6} \\ &= -750.16 \times \frac{0.00369}{1.00411} = -2.756 \end{aligned}$$

仍つて補正された氣壓は

$$750.16 - 2.76 = 747.40 \text{ mm}$$

乙地點に對する補正 :—

$$\begin{aligned} \Delta t &= -B \times \frac{0.0001634 \times 9.8}{1 + 0.0001818 \times 9.8} \\ &= -665.12 \times \frac{0.0016}{1.00178} = -1.062 \end{aligned}$$

仍つて補正された氣壓は

$$665.12 - 1.06 = 664.06 \text{ mm}$$

(3) 重力補正

甲地點に對する補正 :—

$$\begin{aligned} \Delta g &= -B \times 0.00259 \cos 2\varphi - B \times 0.000000196H \\ &= -750.16 \times 0.00259 \times \cos 71^\circ \\ &\quad - 750.16 \times 0.000000196 \times 126.5 \\ &= -0.6326 - 0.0186 = -0.6512 \end{aligned}$$

仍つて補正された氣壓は

$$747.40 - 0.65 = 746.75 \text{ mm}$$

乙地點に對する補正 :—

$$\begin{aligned} \Delta g &= -665.12 \times 0.00259 \times \cos 70^\circ 54' \\ &\quad - 665.12 \times 0.000000196 \times 1,144.0 \\ &= -0.5917 - 0.1476 = -0.7393 \end{aligned}$$

仍つて補正された氣壓は

$$664.06 - 0.74 = 663.32 \text{ mm}$$

(4) 高さの計算

$$\begin{aligned} (1 + at) &= 1 + 0.00367 \times 16.2 \\ &= 1 + 0.059454 = 1.059454 \doteq 1.0595 \\ e &= \frac{e_1 + e_2}{2} = \frac{16.82 + 7.20}{2} = 12.01 \text{ mm} \\ P &= \frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{750.16 + 665.12}{2} \\ &= 707.64 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{e}{P} = \frac{12.01}{707.64} = 0.017$$

$$\begin{aligned} \left(1 + 0.377 \frac{e}{P}\right) &= 1 + 0.377 \times 0.017 \\ &= 1 + 0.0064 = 1.0064 \end{aligned}$$

$$2\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = 35^\circ 30' + 35^\circ 27' = 70^\circ 57'$$

$$\cos 70^\circ 57' = 0.3267$$

$$\begin{aligned} (1 + \beta \cos 2\varphi) &= 1 + 0.00259 \times 0.3267 \\ &= 1 + 0.000846 = 1.000846 \\ &\doteq 1.0008 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2D &= H_1 + H_2 = 126.5 + 1,144.0 \\ &= 1,270.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\frac{2D}{r} = \frac{1,270.5}{6,370,000} = 0.00019$$

$$\left(1 + \frac{2D}{r}\right) = 1 + 0.00019 = 1.00019 \doteq 1.0002$$

$$\begin{aligned} \log B_1 - \log B_2 &= \log 746.75 - \log 663.32 \\ &= 2.8731752 - 2.8217231 \\ &= 0.05145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore H &= 18,400 \times 1.0595 \times 1.0064 \times 1.0008 \\ &\quad \times 1.0002 \times 0.05145 \end{aligned}$$

$$\log 18,400 = 4.2641092$$

$$\log 1.0595 = 0.0251010$$

$$\log 1.0064 = 0.0027706$$

$$\log 1.0008 = 0.0003473$$

$$\log 1.0002 = 0.0000869$$

$$\log 0.05145 = \overline{2.7113854}$$

$$+) \quad 3.0038004$$

$$3.0038004 = \log 1,008.8$$

$$\therefore H = 1,008.8 m$$

或は乙點は海面上

$$126.5 + 1,008.8 = 1,135.3 m$$

昭和十七年九月十日印刷

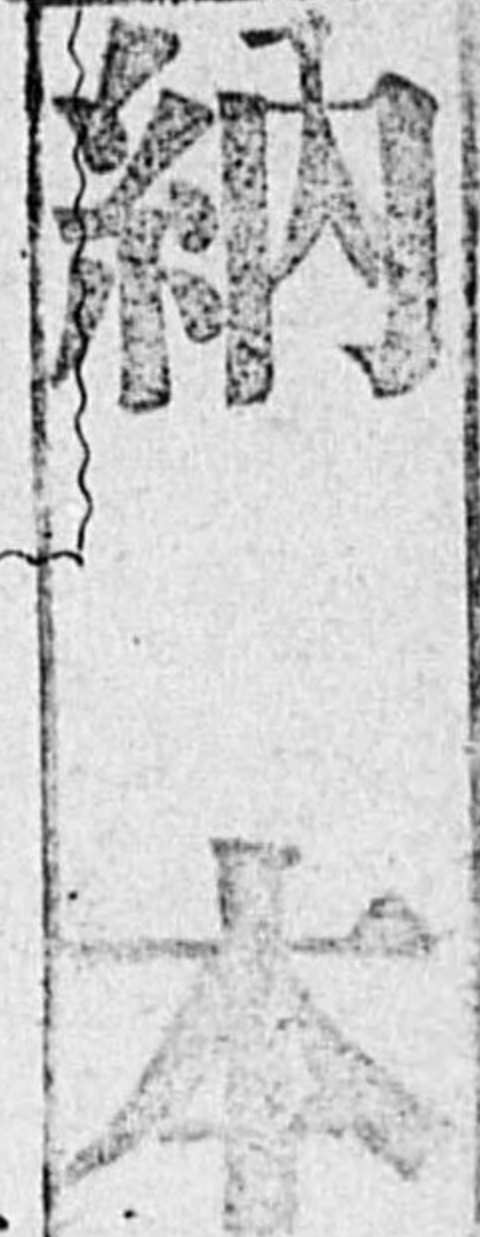
昭和十七年九月十五日發行

(4,100部)

出文協承認
あ130.239號

不許

複製



實用上
本書 水準測量與附

第一

著者

トウキョウコウガケンギョウカイ
東京工學研究會

發行者

鐵道圖書局代表者

井村清一
東京市麴町區飯田町一ノ廿一

印刷者

植田庄助
東京市芝區濱松町一ノ十三
(印文協東京一〇四九番)

定價九拾錢

發行所

東京市麴町區飯田町一丁目二十一番地

鐵道圖書局

電話九段(33)三三二八番

振替東京三五五九三番

口座東京六六四五一番

會員番號 119034號

(鐵道圖書局製本局製)

配給元

日本出版配給株式會社
東京市神田區淡路町二ノ九

工學圖書 鐵道圖書局 既刊書目

| | | | |
|-----------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|
| 東京工學研究會 | 圖解 メートル式 | 土木工事設計標準 附・歩掛表 | 定價 1.10 送内地.24領土.24 |
| 東京工學研究會 | 土木 工事 | 歩掛と單價表 | 定價 1.10 送内地.24領土.24 |
| 藤川利雄著 | 各種 | 土木工事歩掛 材料算出法・上卷 附・基準施工法 | 定價 2.70 送内地.25領土.32 |
| 櫻井盛男著 | 最新 土木 工事 | 設計の豫算見積 | 定價 1.30 送内地.24領土.24 |
| 林爲藏著 | | 土木工事仕様及見積 | 定價 1.50 送内地.24領土.24 |
| 櫻井盛男著 | 擁壁・橋臺・橋脚 及各種基礎工 | の設計施工 | 定價 1.80 送内地.25領土.28 |
| 櫻井盛男著 | 各種 鐵筋コン クリート工 | の實地設計計算 | 定價 2.80 送内地.30領土.40 |
| 東京工學研究會 | 設計 施工 | 土木工學公式便覽・上卷 | 定價 2.30 送内地.25領土.28 |
| 東京工學研究會 | 設計 施工 | 土木工學公式便覽・下卷 | 定價 2.80 送内地.25領土.32 |
| 東京工學研究會 | 特選 | 土木工學 質疑應答 第1輯 | 定價 1.70 送内地.24領土.24 |
| 鐵道圖書局編纂 | 英和 對譯 | 工學術語辭典・片假名 發音附 | 定價 2.00 送内地.24領土.24 |
| 金森敏夫著 | | ノモグラムに依る桁橋の計算 | 定價 3.50 送内地.30領土.36 |
| 永沼綱雄 菊地嘉美 共著 | 灌溉・排水・干拓 溜池・水路・埋立 | 設計施工 | 定價 1.60 送内地.24領土.24 |
| 坂榮二著 | | 新興木構造計算要覽 | 定價 1.20 送内地.24領土.24 |

★ 工學圖書目錄進呈 (要四錢切手封入) ★

512.5-T046ウ



1200500744938

25
46



終