第三章　測鎖測量 (Chain Surveying)

11 緒　　言

主として測鎖のみで行ふ測量を測鎖測量と云ふ、然し鋼製卷尺、布卷尺又は竹尺等を使用する場合にも、習慣上測鎖測量と云ふが、これは寧ろ度器測量とした方が適當だらうと考へられる、それでトランシツトの如き精密なる角度測量器械を用ひないのである、然し或場合には裝稜羅盤或ひは直角儀の類を並用することもある、要するに度器のみにて行ふ極めて經濟的の測量法である、比較的平坦で障害物の少ない所では相當な精度を得ることが出來る。

12 器械器具及公差

使用する器械器具の重なるものは次の如し。

測　鎖　鏈とも云ふ　附屬ピン

鋼製卷尺　　布卷尺　　竹　尺　　ポール

傾斜儀　　直角儀　　裝稜羅盤

測鎖 (鏈) 第11圖 $a, b, c,$ にあり、全長即ち 1鎖長は携帶に便ならしむるが爲め、通常 20米、10間、66呎か又は 100呎に作る、之れを更に 100節(Links)に分割してある、1鎖長とは一方のハンドルの内側から他方のハンドルの内側に到る長さである。

測鎖の特徴は携帶に便なることゝ、丈夫なことであるが、缺點は溫度の影響が大なること、及び草原に於ては鎖が引つ掛かつて測定が困難である。

鋼製卷尺(Steel Tape) 第11圖 d にあり、これは測量用度器としては最上である、普通粍迄目盛をする、缺點は溫度の高低による伸縮大なること、他の度器に比し比較的高價なること、及び多少取扱を亂暴にすると損じ易きこと等である、極めて精密を要する距離測定に使用する鋼製卷尺は、次の如き諸點に注意して製

作することが必要である、即ち目盛を作る時の溫度並びに張力、卷尺の斷面積を精密に測ること、卷尺の單位長の重量、膨脹係數及び彈性係數(Modulus of elasticity) 等を充分明らかにして置くことが必要である、而して、溫度、張力、垂弛等に對する更正を施せば非常に精密なる結果が得られるのである。

第　11　圖

a 測　鎖

b ピ　ン

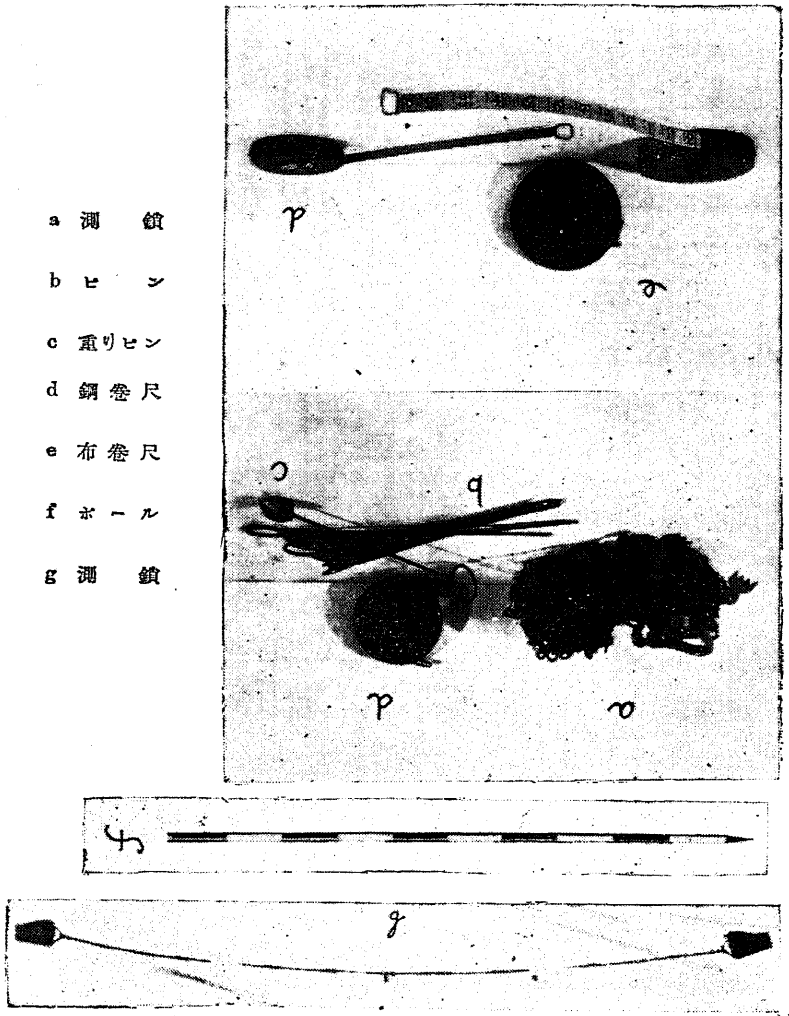
c 重りピン

d 鋼卷尺

e 布卷尺

f ポール

g 測　鎖



度器の公差　第1表

鏈尺及巻尺

鏈尺及麻、竹製巻尺

尺：全長	尺：全長及全長ノ1/2以上ノ分長ノ公差	尺：全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	米：全長	米：全長及全長ノ1/2以上ノ分長ノ公差	米：全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	碼：全長	碼：全長及全長ノ1/2以上ノ分長ノ公差	碼：全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差
尺以下 3	厘 10	厘 5.0	米以下 1	粍 3.5	粍 1.8	碼以下 1	1/100吋 10	1/100吋 5
8	15	7.5	2	5	2.5	2	15	7.5
9	20	10	3	6.5	3.3	3	20	10
12	25	13	4	8	4	4	25	13
15	30	15	5	9.5	4.8	5	30	15
18	35	18	6	11	5.5	6	35	18
21	40	20	7	13	6.3	7	40	20
24	45	23	8	14	7	8	45	23
27	50	25	9	16	7.8	9	50	25
30	55	28	10	17	8.5	10	55	28
33	60	30	11	19	9.3	11	60	30
36	65	33	12	20	10	12	65	33
39	70	35	13	22	11	13	70	35
42	75	38	14	23	12	14	75	38
45	80	40	15	25	12	15	80	40
48	85	43	16	26	13	16	85	43
51	90	45	17	28	14	17	90	45
54	95	48	18	29	15	18	95	48
57	100	50	19	31	15	19	100	50
未滿 60	110	53	未滿 20	32	[illegible]	未滿 20	110	53

全長六十尺以上	全長及全長ノ3/4以上ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差
尺 60	寸 1.1	寸 0.79	寸 0.53	寸 0.26
66	1.2	0.83	0.58	0.29
80	1.4	1.1	0.7	0.35
100	1.8	1.3	0.88	0.44
120	2.1	1.5	1.	0.51
150	2.6	1.9	1.3	0.64
180	3.1	2.3	1.5	0.76
200	3.4	2.6	1.7	0.85
240	4.1	3	2	1
250	4.3	3.2	2.1	1.1
以上 294	5	3.8	2.5	1.3

全長二十米以上	全長及全長ノ3/4以上ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差	全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差
米 20	糎 3.2	糎 2.4	糎 1.6	糎 0.8
25	4	3	2	0.99
30	4.7	3.5	2.4	1.2
35	5.5	4.1	2.7	1.4
40	6.2	4.7	3.1	1.6
45	7	5.2	3.5	1.7
50	7.7	5.8	3.9	1.9
60	9.2	6.9	4.6	2.3
70	11.	8.	5.4	2.7
80	12.	9.2	6.1	3.1
90	14.	10.	6.9	3.4
100	15.	11.	7.5	3.8

全長二十碼以上	全長及全長ノ3/4以上ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差	全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差
碼 20	吋 1.1	吋 0.79	吋 0.53	吋 0.26
22	1.2	0.86	0.58	0.29
25	1.3	0.98	0.65	0.33
30	1.6	1.2	0.78	0.39
35	1.8	1.4	0.9	0.45
40	2.1	1.5	1	0.51
44	2.3	1.7	1.1	0.56
45	2.3	1.7	1.2	0.58
50	2.6	1.9	1.3	0.64
55	2.8	2.1	1.4	0.7
60	3.1	2.3	1.5	0.76
66	3.4	2.5	1.7	0.84
70	3.6	2.7	1.8	0.89
75	3.8	2.9	1.9	0.95
80	4.1	3	2	1
88	4.5	3.3	2.2	1.1
90	4.6	3.4	2.3	1.1
99	5	3.8	2.5	1.3

備考

- 全長(三尺以上)ヲ尺（單位未滿ハ單位ニ切上ゲ）ニテ表ハセル數ヲ3除シ殘數ナキモノハ其ノ商ニ1ヲ加ヘ殘數アルモノハ其ノ商ニ2ヲ加ヘ之ヲ2除スレバ全長ノ檢定ノ公差ヲ分ニテ表ハシタル數ヲ得但シ最大ヲ5寸ニ止ム
- 全長ヲ米ニテ表ハセル數ニ1.5ヲ乘ジ之ニ2ヲ加フレバ全長ノ檢定ノ公差ヲ粍ニテ表ハセル數ヲ得但シ最大ヲ1.5糎ニ止ム
- 全長ヲ碼ニテ表ハセル數ニ1ヲ加ヘ5ヲ乘ズレバ全長ノ檢定ノ公差ヲ1/10吋ニテ表ハセル數ヲ得但シ最大ヲ5吋ニ止ム
- 全長60尺以上20米以上又ハ60碼以上ノモノハ全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差ハ全長ノ公差ノ3/4トス
  全長ノ1/4未滿ノ分長ノ公差ハ全長ノ公差ノ1/4トス
- 全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差ハ全長ノ公差ノ1/2トス

鋼鐵製巻尺

尺：全長	尺：全長又全長ノ1/2以上ノ分長ノ公差	尺：全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	米：全長	米：全長に全長ノ1/2以上ノ分長ノ公差	米：全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	碼：全長	碼：全長及全長ノ1/2以上ノ分長ノ公差	碼：全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差
尺以下 3	厘 2	厘 1.	米以下 1	粍 0.7	粍 0.35	碼以下 1	1/100吋 2	1/100吋 1
6	3	1.5	2	1	0.5	2	3	1.5
9	4	2	3	1.3	0.65	3	4	2
12	5	2.5	4	1.6	0.8	4	5	2.5
15	6	3	5	1.9	0.95	5	6	3
18	7	3.5	6	2.2	1.1	6	7	3.5
21	8	4	7	2.5	1.3	7	8	4
24	9	4.5	8	2.8	1.4	8	9	4.5
27	10	5	9	3.1	1.6	9	10	5
30	11	5.5	10	3.4	1.7	10	11	5.5
33	12	6	11	3.7	1.9	11	12	6
36	13	6.5	12	4	2	12	13	6.5
39	14	7	13	4.3	2.2	13	14	7
42	15	7.5	14	4.6	2.3	14	15	7.5
45	16	8	15	4.9	2.5	15	16	8
48	17	8.5	16	5.2	2.6	16	17	8.5
51	18	9	17	5.5	2.8	17	18	9
54	19	9.5	18	5.8	2.9	18	19	9.5
57	20	10	19	6.1	3.1	19	20	10
未滿 60	21	11	未滿 20	6.4	3.2	未滿 20	21	11

全長六十尺以上	全長及全長ノ3/4以上ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差	全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差
尺 60	分 2.1	分 1.6	分 1.1	分 0.53
66	2.3	1.7	1.2	0.58
80	2.8	2.1	1.4	0.7
100	3.5	2.6	1.8	0.88
120	4.1	3.1	2.1	1
150	5.1	3.8	2.6	1.3
180	6.1	4.6	3.1	1.5
200	6.8	5.1	3.4	1.7
240	8.1	6.1	4.1	2.
250	8.5	6.4	4.3	2.1
以上 294	10	7.5	5.	2.5

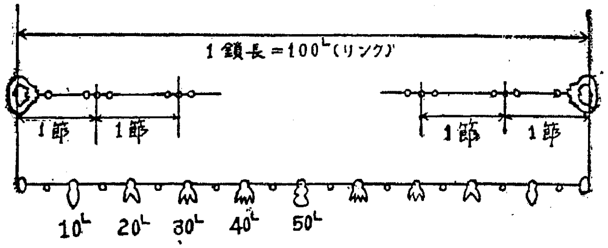
全長二十米以上	全長及全長ノ3/4以上ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差	全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	全長ノ1/4未滿ノ分長ノ公差
米 20	粍 6.4	粍 4.8	粍 3.2	粍 1.6
25	7.9	5.9	4	2.
30	9.4	7.1	4.7	2.4
35	11	8.2	5.5	2.7
40	12	9.3	6.2	3.1
45	14	10	7.	3.5
50	15	12	7.7	3.9
60	18	14	9.2	4.6
70	21	16	10	5.4
80	24	18	12	6.1
90	27	21	14	6.9
100	30	23	15	7.6

全長二十碼以上	全長及全長ノ3/4以上ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差	全長ノ1/2未滿ノ分長ノ公差	全長ノ3/4未滿ノ分長ノ公差
碼 20	6/100吋 21	1/100吋 16	1/100吋 11	1/100吋 5.3
22	23	17	12	5.8
25	26	20	13	6.5
30	31	23	16	7.8
35	36	27	18	9
40	41	31	21	10
44	45	34	23	11
45	46	35	23	12
50	51	38	26	13
55	50	42	28	14
60	61	46	31	15
66	67	50	34	17
70	71	53	36	18
75	76	57	38	19
80	81	61	41	20
88	89	67	45	22
90	91	68	46	23
99	100	75	50	25

鋼鐵製巻尺ノ公差ハ鏈尺及麻、竹製巻尺ノ公差ノ1/2トス

注意　麻、製巻尺は全長十八尺、五「メートル」、鯨尺十八尺又は十八「フート」を超えたるものに在りては、十八尺、又は五「メートル」、鯨尺十八尺又は十八「フート」に付五百匁の重量を以て強力を加ふるも三分五厘以上の伸張を生ぜざる構造と爲すべし

第 12 圖



竹尺　之れは竹の皮で作る、幅 2 粍厚さ 5 粍位にする、竹は溫度の昇降による伸縮の變化が殆んど無い、又布卷尺の樣に乾濕による伸縮も殆んど無い、又測鎖は草叢では引掛かるが竹尺は籔でも草叢でも何等障害無く極めて滑かに然かも迅速に作業が出來る、一體竹は歐米にはあまり無いから高價であるが、吾が國に於ては到る所に竹あらざるは無く、從つて極めて廉價である、要するに外來の測鎖よりも遙かに優秀にして然も非常に經濟的なる日本古來の竹尺あるを忘れてはならない、殆んど非難の打ち所が無い、唯だ携帶に幾分不便なのが唯一の缺點であらう。

布卷尺　之れは度器としては、恐らく最劣等のものである、特徵は輕くして携帶に便であり、且つ安い等の點であるが、乾濕又は張力の如何により伸縮する割合が非常に大きい、暫らく使用すると忽ちに長さに絕大なる狂を生ずる、されば大切なる距離測定には絕對に用ひぬ方が安全である。

是等の度器は使用前は勿論、其の後は時々成る可く精確なる標準長と比較して、誤差の程度を檢査して調整をすることを忘れてはならぬ。

度量衡法規施行細則による度量衡器檢定の公差中、度器に關するものは第 1 表にある、之れを見るに長さ 20 米の度器に關する公差は鏈尺及び麻竹製卷尺に對しては 3.2 粍にして鋼鐵製卷尺に對しては 6.4 粍である、されば重要な距離測量には必ず鋼卷尺を用ひねばならぬ。

13　水平地に於ける距離の測量

測鎖又は卷尺を以て、距離を測量するには人員 3 名を要す、即ち班長、前手及び後手とす、又は前手後手の 2 名丈で行ふことも出來る、先づ直線の終端にボー

第 13 圖

第 14 圖

第 15 圖

ルを立てる、そこで前手は測鎖又は卷尺のハンドルを片手に持ち、ボールを他の手に携へ、尙ほピン 10 本を持つて直線上を靜かに前進し步測で見當を附け、1 鎖長の約 20 糎程手前で止まり、そこで必ず測鎖を一旦地上に置き、班長又は後手の合圖を待つのである、此の時班長から見通しの邪魔にならない樣に、直線上より體を側方にしボールを立て、班長の合圖を注視してボールを見通し線中に植立する。

第 13 圖は、班長が後手の後方で前手に合圖をして居るところである。第 14 圖は、前手が班長の合圖に注目して居るところである。

斯くして前手は、次ぎにポールを地上に置いてから測鎖のハンドルを持ち、適度の張力で測鎖を見通し線中に持ち來たすのである、然る後に第15圖に示す如く正確に終端にピンを立てる、若し土地が堅くてピンが入らない場合には、地上に十字を畫き其の上にピンを置くのである、次に前進して後手は、前手の立てたピンの位置の約5糎程手前にポールを立てゝ、然る後は前と同樣に班長の指圖に從つて作業を續行す、かくて前手のポールが見通し線中に入つたら、後手は靜かにピンを拔き取り、測鎖の〇端を正確に合はせる、そこで前手と合圖をして適度の張力で引つ張り、前手は終端にピンを立てるのである、かくて後手は次々にピンを落さぬ樣に集め、其數により鎖數を知るのである。

此の作業に於て注意すべき事は後手が前進して前手の立てたピンを拔き取り、いきなり太いポールを其の穴に指し込み、折角前手が正確に測鎖の終端に立てたる努力を無駄にしてしまうことである、之れは全體の精度に影響するところ甚大であるから特に注意を要する。

尙一つの注意は、班長が前手のポールを見通し線中に導く際に行ふ合圖は、ポールを右方へ導く時は右の手を右方に動かし、左方へ導く時には左の手を左方に動かすことである、これも現場で屢々見受けることであるが、片方の手丈を以て右とか或ひは左とかへ動かして居ると前手は判斷に苦しみ時間の不經濟となる。

14 傾斜地に於ける水平距離の測量

凡て距離とは、水平距離のことを云ふのである、例へば、急勾配の登山鐵道とか、或ひはケーブルカーの如き場合に於ける、或る起點からの距離とは必ず水平距離を示す習慣になつて居る、そこで斜面に沿ふての距離が必要なる場合には、特に斜距離何米と示すことになつて居る。

傾斜地の測量方法は、測鎖を水平に保つて行ふ方法と斜面に沿はしめて測り、然る後に水平距離に換算する方法とがある。

(a) 緩 傾 斜 地

測鎖又は卷尺を水平にして測るのである、即ち勉めて測鎖を水平に引張る樣に努力するを要す、但し目分量で十分である、重り附きのピンを使用し登測の場合(第16圖 i)には、ポールを垂直ならしめ、降測の場合(第16圖 ii)には測鎖の終端を地上に投影してピンを立てる。

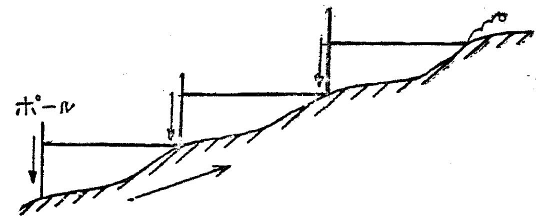
山地又は農地測量の如き場合に於ては、傾斜角が約3度乃至5度位の所は斜面に沿ひて測量したものを水平距離として大體差支へ無い樣である。

(b) 急 傾 斜 地

傾斜が急で測鎖の全長を水平に引き張ることが不可能なる場合には、其の緩急の度に應じ10米5米3米等の如く、適宜の長さに分けて測量をする、此の際には斜面の上部より下部に向つて測量する、降測の方が結果が良好である。

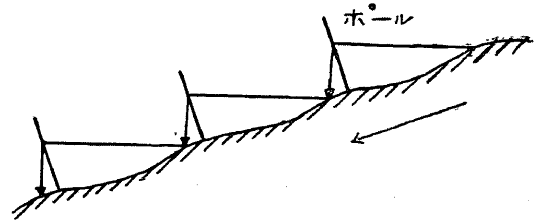
第 16 圖

(i) 登測の場合



第 16 圖

(ii) 降測の場合



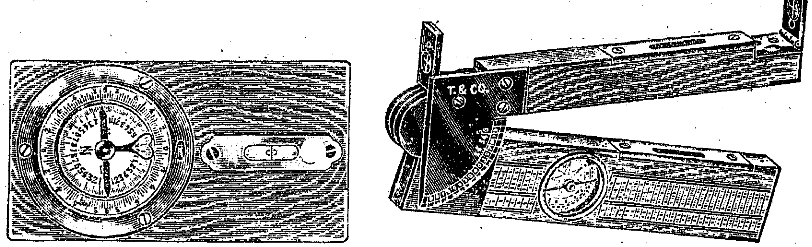
(c) 斜面の傾斜角が一樣なる場合

緩急何れにしても、傾斜面が一樣なる場合には、*a*, *b* の方法に依ることなく、測鎖を斜面に沿はしめて測量して斜距離を求め、傾斜角を傾斜儀(第17圖)で測定する、極めて精密なることを要する場合にはトランシットを使用す。

15 支 距 (Offset)

地物、建物構造物、其の他細部の位置を決定するのには、測線(又は本線)から左右目的物に到る、垂線距離を測る。これを支距と云ふ。

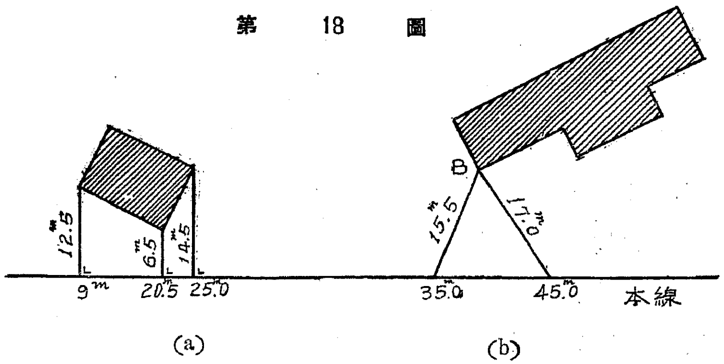
第 17 圖



支距を測るには、測鎖又は卷尺を本線上に横へ、更に別の卷尺の〇端を目的物の所に接し、本線上に於て示す距離を讀むのである、支距線を本線に垂直ならしむるには目分量で最少の讀みを取ればよろしい、或る場合には簡單なる直角儀の類を使用することもある。

支距の例は第18圖にあり、通常は (a) の樣にする、稍重要なる點例へば B の如きは三邊の長さを測定すればよろしい、(b) の如し。

第 18 圖



支距ノートの付け方を示さんに第19圖 (a) の如き地域のノートは (b)(c)(d) の樣に付けるのである。

16 野業と野帳記載方法

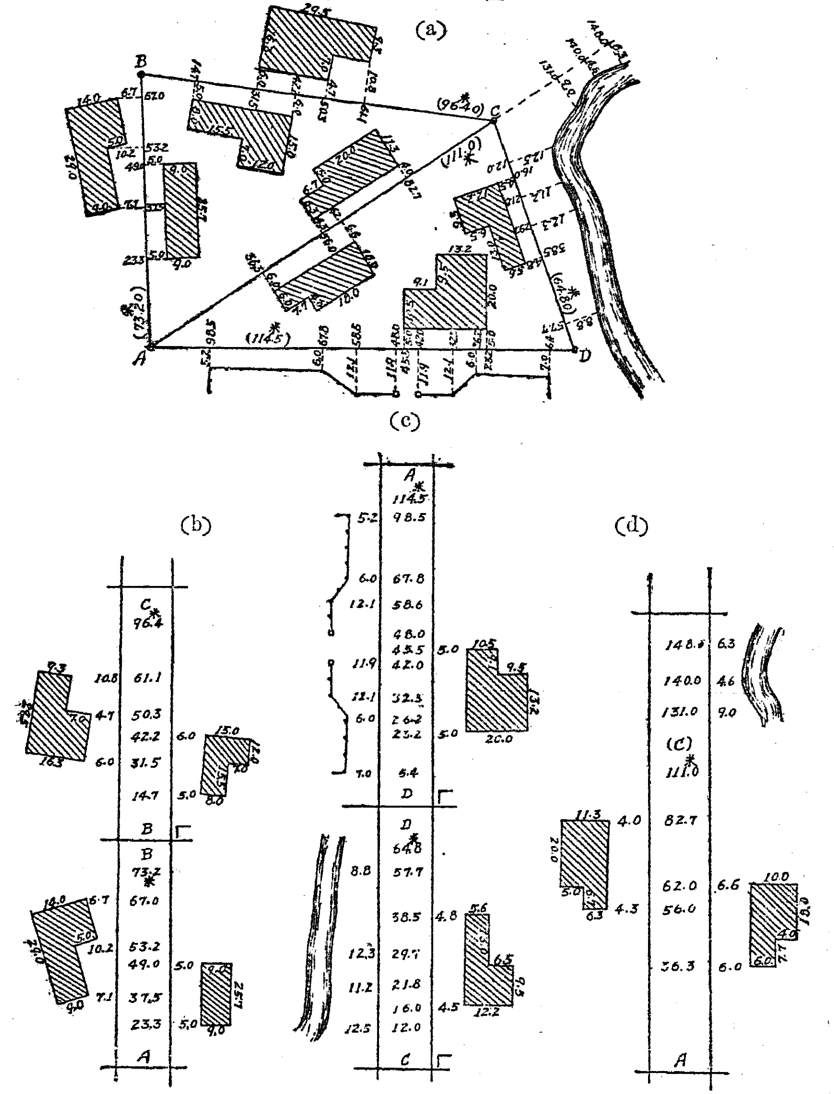
(a) 踏査選點準備等

測鎖測量で、實測に要する人員は距離測定3名、支距掛り2名、ノート付け1名あればよろしい。

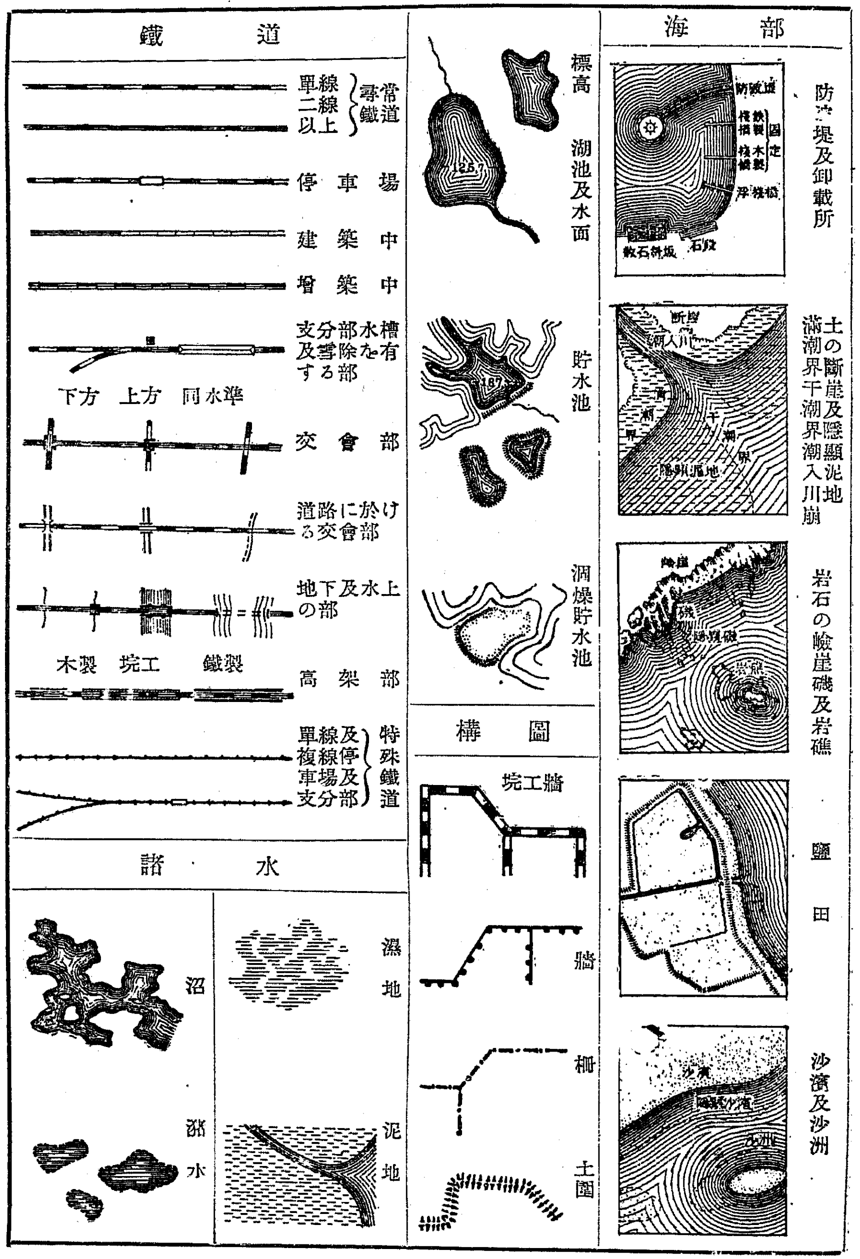
先づ測量區域内を踏査して、測量に最も理想的な所、即ち障害物が無くて充分に見通しが出來る地點を選び測點を建設する。

杭は永く保存する必要あれば、石標がよろしい、大きさは、大體 20 糎角長さ

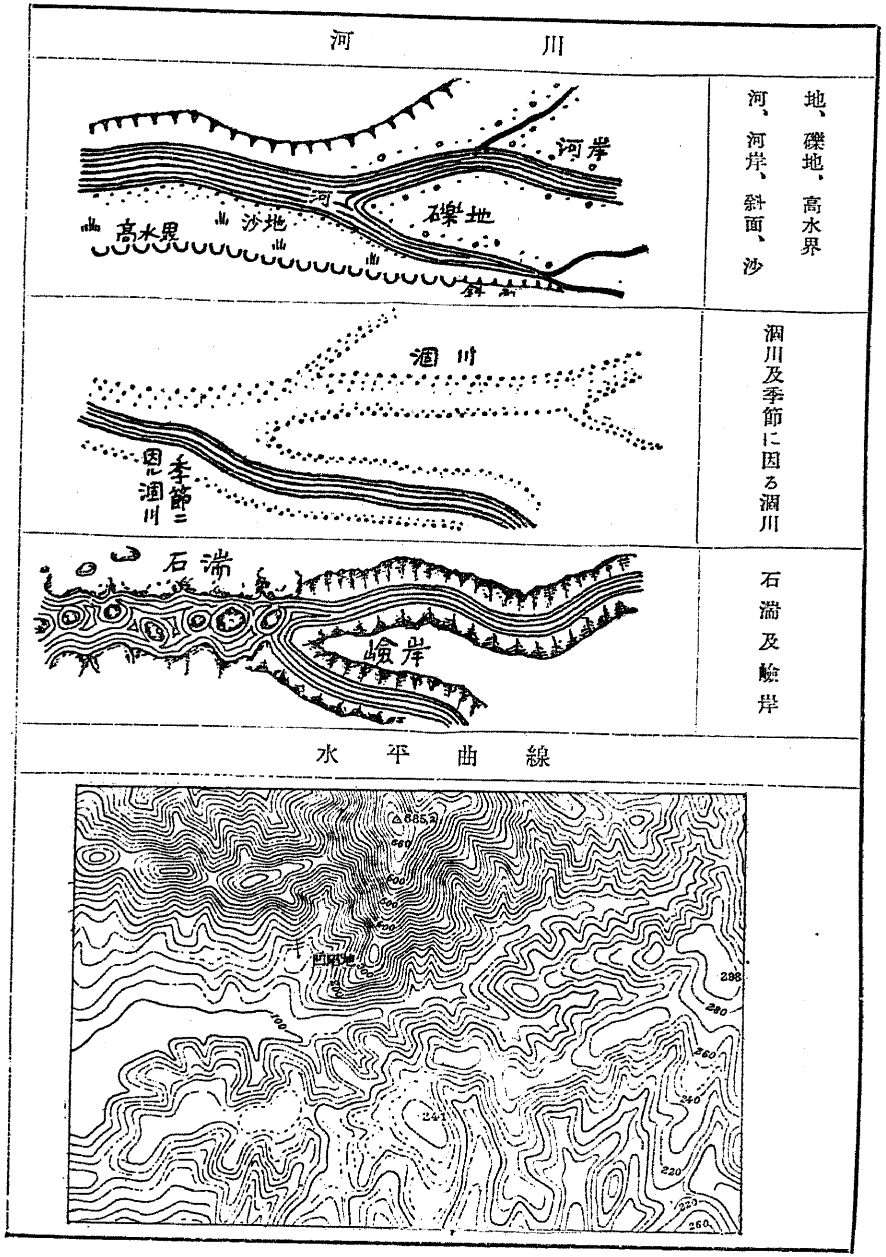
第 19 圖



第 20 圖（其一）

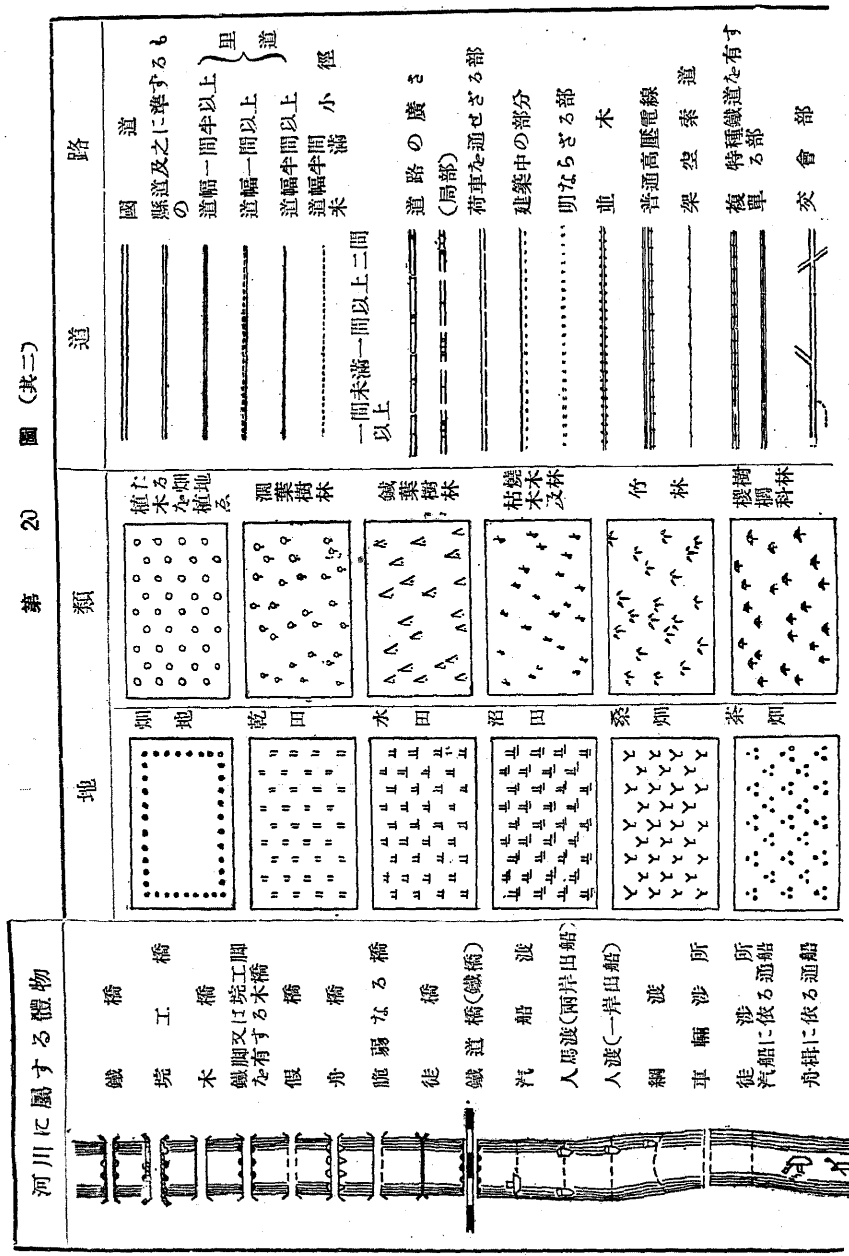


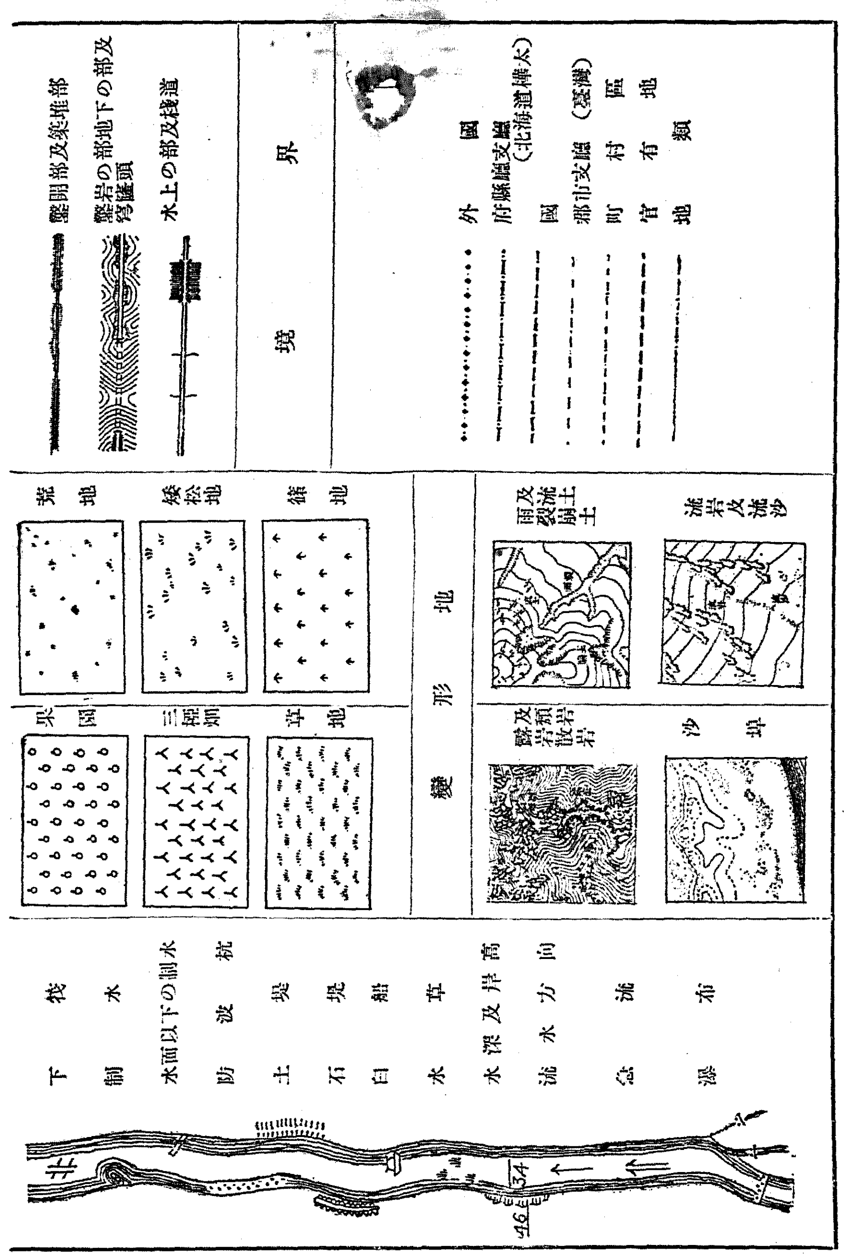
鐵道
單線 二線以上 尋常鐵道
停車場
建築中
增築中
支分部及水槽を有する部
下方 上方 同水準
交會部
道路に於ける交會部
地下及水上の部
木製 圬工 鐵製
高架部
單線及複線停車場及支分部 特殊鐵道
諸水
沼
濕地
潴水
泥地
標高
湖池及水面
貯水池
涸燥貯水池
構圖
圬工牆
牆
柵
土圍
海部
防波堤及卸載所
土の斷崖及隱顯泥地 滿潮界 干潮界 潮入川崩
岩石の嶮崖礁及岩礁
鹽田
沙濱及沙洲



河川
河岸
礫地
高水界
沙地
斜面
地、礫地、高水界 河、河岸、斜面、沙
涸川
季節に因る涸川
涸川及季節に因る涸川
石湍
嶮岸
石湍及嶮岸
水平曲線

第20圖 (其二)


道路
國道
縣道及之に準ずるもの
道幅一間半以上
道幅一間以上
道幅半間以上
里道
小徑
荷車を通せざる部
建築中の部分
明ならざる部
並木
普通高壓電線
架空索道
交會部
地類
濶葉樹林
鍼葉樹林
竹林
畑地
乾田
水田
沼田
桑畑
茶畑
河川に屬する體物
鐵橋
木橋
假橋
舟橋
脆弱なる橋
徒橋
汽船渡
人馬渡(兩岸出船)
人渡(一岸出船)
綱渡
車輛渡渉所
徒渉所
汽船に依る通船
舟楫に依る通船


鑿開部及築堤部
水上の部及棧道
境界
外國
國
町村
官有地
荒地
篠地
果園
三椏畑
草地
變形地
雨裂及崩土
流岩及流沙
露岩及散岩
沙堆
制水
水面以下の制水杭
防波堤
土堤
石堤
水草
水深及岸高
流水方向
急流
瀑布

第 20 圖（其三）

副記號

- 神祠
- 佛宇
- 西教堂
- 內國公署
- 外國公署
- 陸軍所轄
- 海軍所轄
- 師團司令部
- 旅團司令部
- 要塞司令部及警備隊司令部
- 聯隊區司令部及警備隊區司令部
- 鎭守府
- 要港部
- 陸軍兵營
- 海軍兵營
- 道廳府縣廳及廳
- 支廳島廳及郡役所
- 市役所及區役所（北海道及沖繩）
- 町村役場市內の區役所及區長役場
- 學校
- 病院
- 避病院及隔離病舍
- 憲兵隊
- 警察署
- 消防署
- 控訴院及裁判所
- 刑務所
- 稅關
- 稅務監督局及稅務署
- 林區局
- 鑛務署
- 專賣局同支局及同製造所
- 海事部
- 郵便電信（電話）を兼る局
- 郵便局
- 電信局
- 電話局
- 測候所
- 海軍要樓
- 製造所
- 鍛工所及鑄造所
- 發電所
- 造船所
- 倉庫
- 銀行
- 火藥庫
- 水車房
- 水濠
- 乾濠

居住地に屬する諸地

- 庭地
- 園囿
- 叢樹
- 苗木畑
- 花畑
- 芝地
- 墓地

小物體

- 門
- 屋門
- 鳥居
- 梵塔
- 高塔
- 石段
- 燈籠
- 墳墓
- 記念碑
- 立像
- 界標
- 立標
- 風車
- 煙突
- 鍼葉樹
- 獨立樹 濶葉樹
- 79,1 三角點
- 683,5 標石を設けたる四等以下三角點
- 327,27 同上水準點
- 23,6 獨立標高點
- 驗潮場
- 井

- 石油井
- 洞
- 石坑
- 礫坑
- 沙坑
- 土坑
- 堆土
- 疊石阻

指示記號

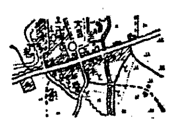
- 山陵
- 城墟
- 古戰場
- 火山
- 湧泉
- 煉瓦製造場及陶磁器製造場
- 石灰製造窯
- 材料貯蓄場
- 牧場
- 礦泉
- 採礦地

海部に屬する物體

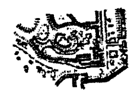
- 無線電信電柱
- 水底電線沈定點標
- 燈臺
- 有燈、無燈（固定標）
- 有燈、無燈（浮標）
- 警報標
- 軍港
- 要港
- 商港
- 大船投錨所
- 小船投錨所
- 停船所

市街

村落



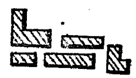
古城



公園

家屋

普通の部

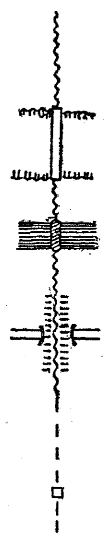


商賣連檐部

溝渠及之に屬する物體

- 堰
- 閘
- 塊工被覆
- 木製被覆
- 並木

水樋及之に屬する物體



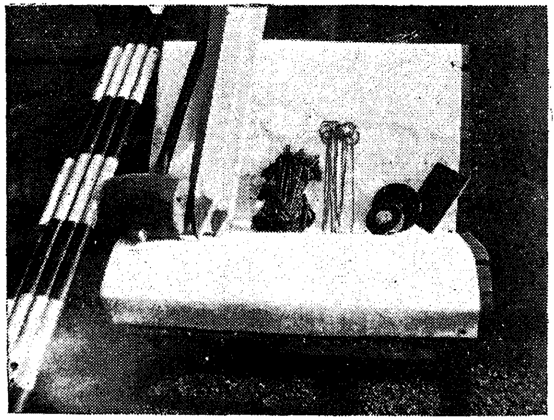
- 地面
- 空間木製
- 河上鐵製及塊工製
- 道路上
- 地下
- 樋桝

70 糎位のもので、上部約 20 糎乃至 30 糎位を仕上げ上面に幅 1 糎位の十字線を刻み、中央に銅釘を埋め込み中心を明らかにし、之れをコンクリートで固めて動かぬ様にする。一時的の測點ならば、木の杭で充分である、大きさは 6 乃至 8 糎角、長さ 30 糎——50 糎位でよろしい、若し地盤が堅くて入り難い時には短かくて堅い芋杭を打ち込むのである。

野業に携帶すべき器械器具野帳類は第 21 圖の如し。

野帳及び圖面に記入する記號は、大體陸地測量部制定のものに從つた方がよろしい、第 20 圖に在り。

第 21 圖



野帳は、計算や製圖をする時に、自分以外の誰にでも一見して明瞭に解かる様に付ける習慣が必要である。

測量區域が狹い場合には、見取圖を書いて置けばよろしい、廣い場合には第19圖の樣に縱欄式がよろしい。

測量地域は、山あり河あり草木あり、或ひは平地あり凹凸地あり、都會あり田舍あり、或ひは住宅地工場地等千差萬別なれども、境界の形、障害物の有無等により分類して見ると大體三種となる。

即ち第 1 は土地の境界が直線なる場合である、最も簡單なるは三角形である、境界は概して直線が多い樣である。

第 2 は、測量すべき區域が曲線で圍まれてゐる場合である、天然の池、湖、川岸、或ひは山等の如し、所有地境界が曲線のこともある。

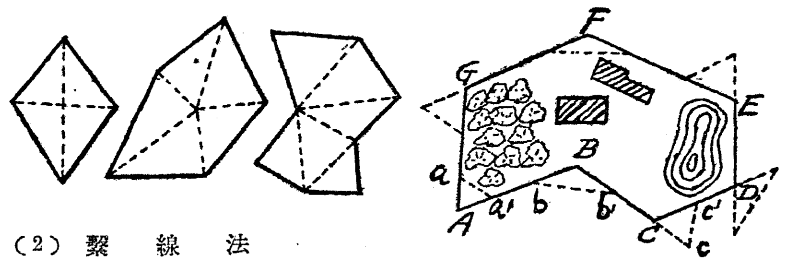
第 3 は、測線上に障害物等が在つて、直接に其の距離が測量が出來ない場合である。

(b) 境界が直線を以て圍まれたる地域、即ち多角形の場合

(1) 對角線法又は三角區分法

多角形の形を決定するには、之れを對角線又は任意の直線を以て、幾つかの三角形に區分して各邊を測量すればよろしい、これは其の區域内に障害物が無く、自由に見通しが出來る時は都合がよろしい、第 22 圖(イ)の如し。

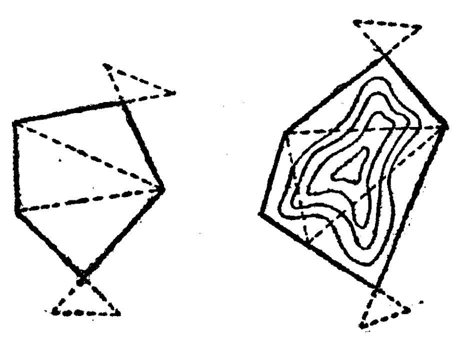
第 22 圖



(2) 繋 線 法

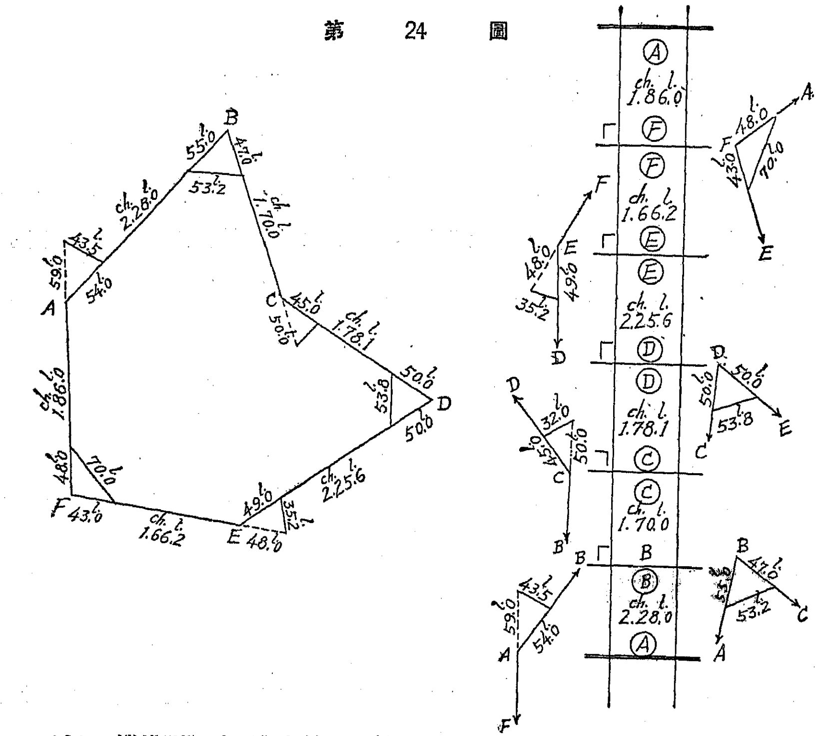
測量區域内に建物、森、或ひは山とか池等の如き障害物があつて三角形に別けられないか、又は見通しは出來ても距離の測定が出來ない場合に、其の多角形の形を決定するには、繋線法によるのである、繋線とは、第 22 圖(ロ)の aa', bb', cc' の如き相交る二邊の間に設けた線のことである、即ち各頂點に於て、斯樣な繋線と他の二邊例へば Aa, Aa' の長さを測れば角 aAa' が決定されるのである、要するに各頂點に小さな三角形を作り、三邊を測ることにより角を決定する方法を繋線法と云ふ、第 23 圖 (a,)(b)共に繋線法である。

第 23 圖



第 24 圖は繋線法によるノート付け方の一例である。

第 24 圖



（3） 縱橫測距法（對角線と垂線に依る方法）

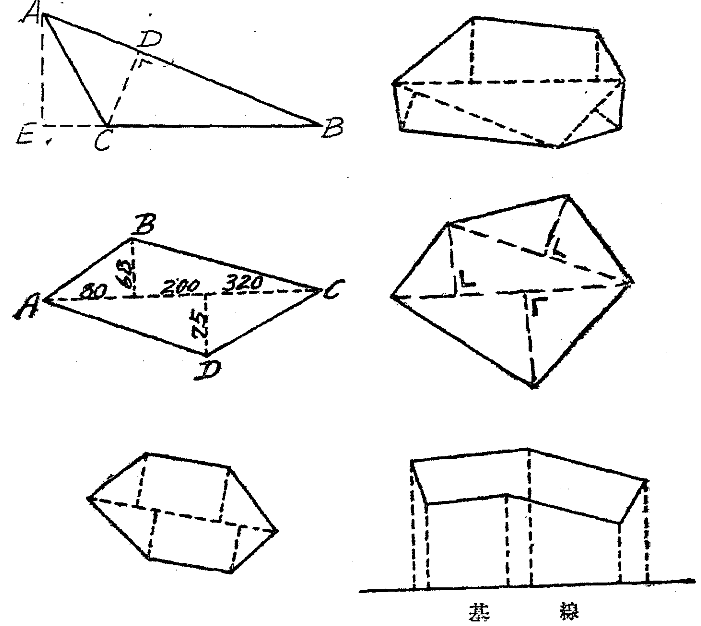
境界線の上には、障害物が在るが爲めに測量が出來ない場合には對角線に沿ひて左右頂點に到る距離を測れば、多角形の形を間接に求めることが出來る、或ひは任意の基線を設けて、其の基線から各頂點に到る距離を測れば同樣に其の形を決定することが出來る。

第 25 圖に示す如く點線の距離を測ればよろしい。

（c） 境界が直線と曲線にて圍まれたる場合又は、全部曲線にて圍まれたる場合

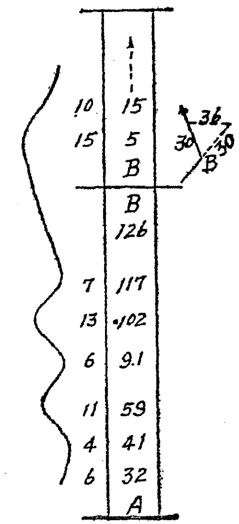
曲線形の場合に、其の曲線に沿ひて長さと曲度を測量して、其の形を求めることは測鎖のみでは不可能である、それで此の場合には、曲線に近づけて基線を設けて、それから支距離を測るのである、或ひは多角形を以て圍み對角線を測り、又は支距を測つて形を決定するのである。

第 25 圖

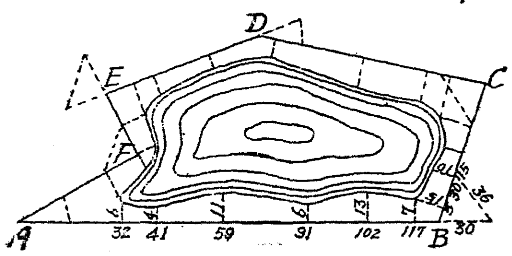


（1） 繫線と支距に依る方法

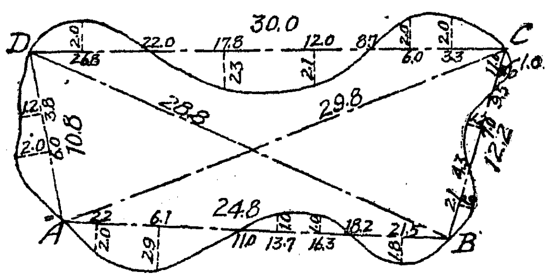
第 26 圖にある池、或ひは山の如き曲線形は、之れを $ABCDEF$ の多角形を以て圍み、繫線法で多角形を定め、本線から支距を出せば、曲線形が決定せられるのである。

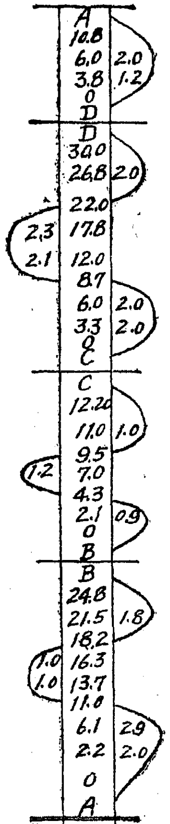


第 26 圖



第 27 圖





（2） 對角線と支距に依る方法

之れは第 27 圖の如く、對角線を測量して多角形を決定し、次に本線から支距を測つて曲線形を決定するのである。

（3） 支距のみに依る方法

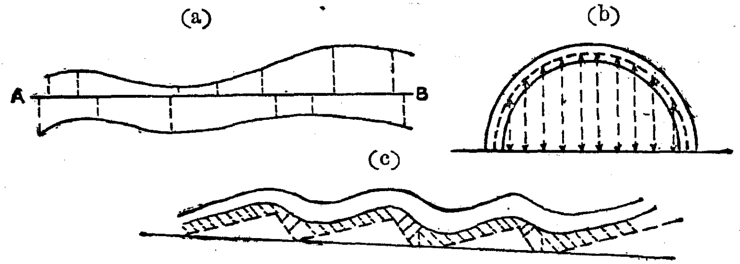
細長い曲線形の場合には、其の曲線形の内部又は外部に近く、本線又は基線を設け、支距を測れば形を決定することが出來る。第 28 圖の如し。

(d) 測線上に障害物が在る場合

（1） 小山を越えて距離を測る方法

小山の兩端を AD とす、互に見通しが出來ないものとする、斯樣な二點間の距離を測量するには、次の樣なことをする。

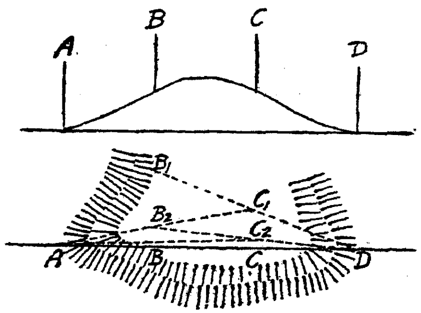
第 28 圖



基　　線

先づ A に近い方で、AD の直線上と考へらるゝ地點 B_1 にポールを立てる、但 B_1 からは AD 兩端が見ゆることを要する、次に D から合圖をして、DB_1 の見通し線内で D に近い方 C_1 にポールを立てる、次に A より C_1 を睨み其の見通し線内の B_2 に先の B_1 ポールを持ち來らしむる、次に DB_2 の見通線中 C_2 にポールを立てる、次に AC_2 線中に B_3 を設け DB_3 線中に C_3 を設け、以下同樣なことを繰り返し最後に AB 何れの點から見通しても動かす必要が無くなれば、始めて BC が AD の直線上に一致したことになる、然る後に AD の距離を測量するのである。

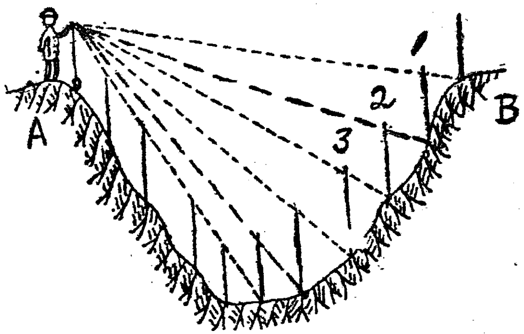
第 29 圖



（2） 中間に谷が在る二點間の距離を測る方法。

第 30 圖に示す如く、A より B 點を見通して其の見通し線中に順次に 1, 2, 3……の如くポールを立て、然る後に距離を測定するのである。

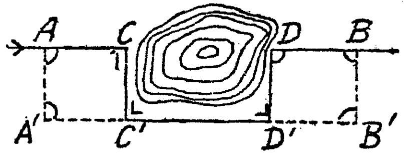
第 30 圖



（3） 障害物が中間に在る場合に其の距離を求めるのに、垂線による方法。

第 31 圖の如く CD 間に障害物があれば、AC より垂線を立て、A'

第 31 圖



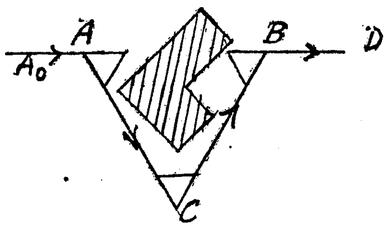
$CC' \perp AB.\ DD' \perp AB.\ CC' = DD'$

$\therefore CD = C'D'$

$C''D'B'$ を一直線上に持ち來たせば $CD = C''D'$ となる。

（4） 障害物が在る場合に、正三角形を作る方法

第32圖

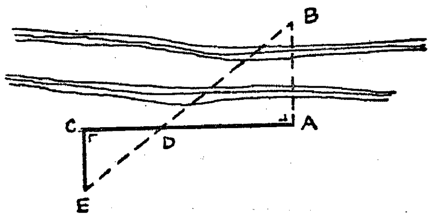


第32圖の如く AB 二點間に障害物が在る場合には、先づ A に於て正三角形を作り AC の方向を求め、次に B が見える C 點を選定し又 C に於て正三角形を作り、次に CB の長さを AC に等しくとり、最後に B 點に於て正三角を作り、延長を BD とすれば、 $AB = AC = BC$ となり、且つ、BD は A_0A の延長となる筈である。

（5） 谷或ひは川の場合に、對岸への距離を間接に測る方法。

(i) 垂線を設ける方法

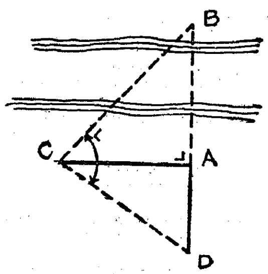
第33圖



第33圖に於て、AB の距離を求めんとす、BA に直角に ADC 線を設ける、CE を AC に垂直にする、AC 上の任意の點を D とす、BD の延長と CE の交りを E とす、AD, DC, CE の距離を測れば次式で計算する。

$$AB = \frac{AD \times CE}{DC}$$

第34圖

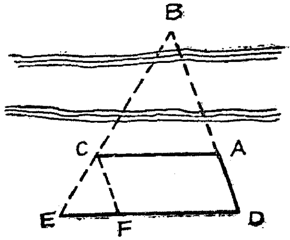


若し $AD = DC$ にすれば $AB = CE$ となる。

第34圖に於て、AB の距離を求めんとす、BA に垂直に AC を設ける、AC の長さは任意とす、次に BC に垂直に CD を設け BA の延長との交りを D とす、然らば △ABC と △ACD は相似△なれば、 $AB = \frac{AC^2}{AD}$ となる。

(ii) 平行線を設ける方法

第35圖

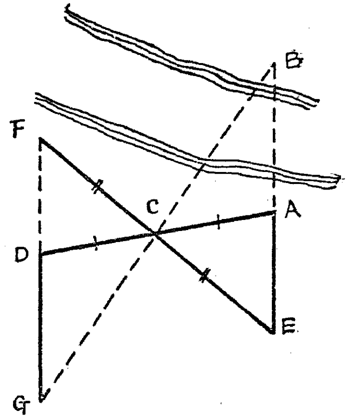


第35圖に於て AB の距離を求めんとす。A より大體川岸に沿ひ AC 線を設ける、次に BA を延長し其の線上に D 點をとる、次に DE を AC に平行に設ける、而して BC の延長との交りを E とす、CF は AD に平行と考へる、然らば △ABC △CEF は相似△なり

$$\therefore AB = \frac{AC \times AD}{DE - AC}$$

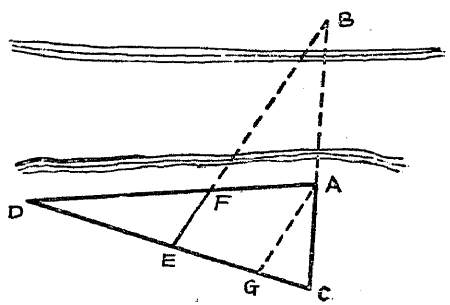
(iii) 同じ三角形を作る方法

第36圖



第36圖に於て、AB の距離を求めんとす、A より任意の方向へ任意の長さ ACD をとり、C を中點とす、但 F 點の如きをとり得る樣に餘地を存することが必要である、次に BA を延長し E とす、EC を結び更に延長して $CE = CF$ ならしむ、次に FD を延長し BC の延長との交りを G とす、然らば △ABC と △CDG とは全く相等しきを以て $AB = DG$ となる、然も DG は AB に平行である。

第37圖



(iv) 任意の三角形を作る方法

AB の距離を求むるに BA を適當に延長し C とす、次に A から任意の方向に AD 線を設け、DC を結ぶ、AD 上に任意の點 F をとり BF を延長し DC との交りを E とす、而

して AF, FD, DE, EC, CA の距離を測れば次の式で AB を得

$$AB = \frac{AC\times AF\times DE}{CE\times DF-AF\times DE}$$

此の證明は次の如し。

$$AG \parallel FE \text{ とす}$$

$$\frac{DF}{DE} = \frac{FA}{EG} \qquad \therefore \quad \frac{1}{EG} = \frac{DF}{DE\times FA}$$

而して $\dfrac{BC}{BA} = \dfrac{EC}{EG} = \dfrac{EC\times DF}{DE\times FA}$ 然るに $BC = BA+AC$

$$\therefore \quad \frac{BA+AC}{BA} = \frac{EC\times DF}{DE\times FA}$$

$$1+\frac{AC}{BA} = \frac{EC\times DF}{DE\times FA}$$

$$\therefore \quad AB = \frac{AC\times AF\times DE}{CE\times DF-AF\times DE} \quad \text{となる}$$

17 距離測量に於ける誤差

未知數値の觀測を行ひ、以て其の眞の值 (True Value) を見出すことは、如何に精密なる測定器を用ひ、又如何なる方法を以てするも不可能である。

距離の測量の場合も全く同樣にして、如何に人力の最善を盡しても其の實長を見出すことは、到底不可能である、之れを要するに測定器の良否、精粗或ひは觀測の方法や其の技倆の優劣等に依り多少の差あるは勿論であるが、觀測には必ず幾分かの誤差を伴ふものである。

測鎖又は卷尺を以て、距離測量の時に生ずる誤差に二種類ある、即ち償差 (Compensating Error) と累差 (Cumulative Error) である、償差のことを偶差 (Accidental Error) とも云ふ。

償差又は偶差と云ふのは、測定中に生ずる氣象の急激なる變化、即ち溫度濕度等の不測の急激な變化により生ずる誤差である、或ひは測鎖卷尺を引く時の緊張力が一樣ならざる爲めか、或ひは各測鎖の終端にピンを立て、印しを付ける際に如何に綿密な注意を拂つても正確に端末に差し込むことは出來ない、必ずや前後左右に幾分の過不足を生ずるものである、之れ等の原因から起こる誤差を償差と云ふ。

今此種の誤差が、1鎖長毎に3粍宛あるものと假定すれば、n 鎖長の終りには誤差傳播の法則によれば、償差の總和は $\pm 3\sqrt{n}$ 粍となる。

累差とは、測鎖又は卷尺が正しい長さを有せず、最初から標準長に比し長短何れかの差があるものを云ふ、この種の誤差は測量距離が增大するに從つて、次第に累積する性質がある、故に累差と云ふのである、例へば1鎖長に對し3粍丈の累差あるものと假定すれば n 鎖長の終りに累差の總和は $3n$ 粍となる。

例へば4粁の距離を1鎖長20米の測鎖にて測量して償差3粍と假定すれば、償差の總和は $\pm 3\sqrt{200}$ 粍 $= 42.43$ 粍となる、而して累差の總和は $\pm 3\times 200 = 600$ 粍となる、之れを見るに眞に恐るべきは累を激增する累差である、されば此累差を除去することに付ては髙全の注意と努力を要するのである。

次に誤差の生ずる原因を擧ぐれば下の如し。

(a) 測定器の長さの不正 (累差)

(b) 測定器が水平で無い場合 (累差)

(c) 測定器の引き方が直線で無い、即ち見通し線に對して斜めなる場合 (累差)

(d) 溫度の一樣なる變化により生ずる伸縮 (累差)

(e) 溫度の急激なる變化により生ずる伸縮 (償差)

(f) 垂るみにより生ずる誤差 (累差)

(g) 張力の多少の强弱の變化より生ずる長さの伸縮 (償差)

(h) ピンを立つる位置の如何により生ずる誤差 (償差)

(i) 測鎖のハンドルにピンを懸けて引くこと (累差)

(j) 測定器の讀み誤り (錯誤)

(k) 測鎖數の數へ誤り (錯誤)

18 距離測定に於ける精密限度(精限) (Limit of Precision)

距離測量の精密限度なるものに二種ある、其の第一は技術上達し得る精密の限度である、第二は必要とする目的により自然に決定せらるゝところの精限で、之れを許容精度と云ふ。

そこで技術上の精度とは測定度器の種類、即ち其の材料とか或ひは構造の如何に依るもの、及び測定の方法や技倆の優劣の如何により大に其の程度を異にするものである。

現今技術上最高の精度を有する方法は、蓋しカドミウムの光波長を以て測定する方法である。商工省度量衡検定所には其の極めて優秀なる装置がある。

次に測定度器の精度に、法律上規定されたものがある、即ち度量衡法施行細則により規定されたもので、度量衡器の許容公差と云はれてゐるものである、第1表にあり。

精度高きを望む場合には、公差の小なる度器を使用せねばならぬ。而して検定濟なる度器は、此公差以内の正確さを有すること勿論なれ共、其の公差が + なりや − なりやは通常不明である。されば極めて精密を要する場合には、検定所に依頼するか、或ひは陸地測量部に依頼して細密なる検定をする必要がある。

次に或る測鎖又は卷尺にて、距離測量を行つた場合に、其の精度の表はし方に二通りある。

即ち第一は、推差 (Probable error) と平均値との比を以て示す方法である、第二は簡單な遣り方であるが單に二回測量をなし、其の差と平均値との比を以て示すのである。

第一の方法を述ぶれば、

或る二點間の距離を n 回測量したものとする、其の實長を L とする、然して觀測値を $L_1, L_2, L_3, \cdots\cdots L_n$ とし是等の平均値を L_0 とす。

$$L_0 = \frac{L_1+L_2+L_3+\cdots\cdots+L_n}{n} = \frac{[L]}{n} \quad となる$$

此 L_0 を最も實らしき値 (Most Probable Value) と云ふ。

然して實誤差を E とせば $L-L_0 = E$ であるから、$\frac{E}{L}$ を出せば眞の精度となる筈であるが、此 E を求めることは絶對に不可能である、そこで平均値 L_0 に對する推差 r_0 (Probable error for Arithmeticalmean L_0) なるものを次の様にして求める。

$$L_0 - L_1 = V_1$$
$$L_0 - L_2 = V_2$$
$$L_0 - L_3 = V_3$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$L_0 - L_n = V_n$$

此 $V_1\,V_2\,V_3\cdots\cdots V_n$ を殘差 (Residual) と云ふ。

然らば推差 r_0 は次の如し (誤差論參照)

$$r_0 = \pm 0.6745\sqrt{\frac{V_1^2+V_2^2+V_3^2+\cdots\cdots V_n^2}{n\,(n-1)}}$$
$$= \pm 0.6745\sqrt{\frac{[V^2]}{n\,(n-1)}}$$

此 r_0 と L_0 の比卽 $\frac{r_0}{L_0}$ を以て L_0 の精度と云ふ、例へば $\frac{1}{1{,}000}$, $\frac{1}{50{,}000}$, $\frac{1}{1{,}000{,}000}$ と云ふが如し。

次に各觀測値 $L_1, L_2, L_3, \cdots\cdots L_n$ 等に對する精度を出すには、其の各に對する推差 r (Pobable error for each observation) なるものを求める

$$r = 0.6745\sqrt{\frac{[V^2]}{n-1}} \quad となる。$$

然らば $L_1, L_2, L_3, \cdots\cdots L_n$ 等に對する精度は $\frac{r}{L_1}$, $\frac{r}{L_2}$, $\frac{r}{L_3}$, $\cdots\cdots\cdots\frac{r}{L_n}$ を以て表はされるのである。

此計算には第2表を利用するがよろしい。

第　2　表

Factors for Bessel's Probable Error Formulas.

n	$\frac{.6745}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{.6745}{\sqrt{n(n-1)}}$	n	$\frac{.6745}{\sqrt{n-1}}$	$\frac{.6745}{\sqrt{n(n-1)}}$
..	...	...	40	0.1080	0.0171
..	...	...	41	.1066	0.0167
2	0.6745	0.4769	42	.1053	0.0163
3	.4769	.2754	43	.1041	0.0156
4	.3894	1947	44	.1029	0.0155
5	0.3372	0.1508	45	0.1017	0.0152
6	.3016	.1231	46	.1005	.0148
7	.2754	.1041	47	.0994	.0145
8	.2549	.0901	48	.0984	.0142
9	.2385	.0795	49	.0974	.0139
10	0.2248	0.0711	50	0.0964	0.0136
11	.2133	.0643	51	.0954	.0134
12	.3029	.0587	52	.0944	.0131
13	.1947	.0540	53	.0935	.0128
14	.1871	.0500	54	.0926	.0126
15	0.1803	0.0465	55	0.0918	0.0124
16	.1742	.0435	56	.0909	.0122
17	.1686	.0409	57	.0901	.0119
18	.1636	.0386	58	.0893	.0117
19	.1590	.0365	59	.0886	.0115
20	0.1547	0.0346	60	0.0878	0.0113
21	.1508	.0329	61	.0871	.0711
22	.1472	.0314	62	.0864	.0110
23	.1438	.0300	63	.0857	.0108
24	.1406	.0287	64	.0850	.0106
25	0.1377	0.0275	65	0.0843	0.0105
26	.1349	.0265	66	.0837	.0103
27	.1323	.0255	67	.0830	.0101
28	.1298	.0245	68	.0824	.0100
29	.1275	.0237	69	.0818	.0098
30	0.1252	0.0226	70	0.0812	0.0097
31	.1231	.0221	71	.0806	.0096
32	.1211	.0214	72	.0800	.0094
33	.1192	.0208	73	.0795	.0093
34	.1174	.0201	74	.0789	.0092
35	0.1157	0.0196	75	0.0784	0.0091
36	.1140	.0190	80	.0759	.0085
37	.1124	.0185	85	.0736	.0080
38	.1709	.0180	90	.0713	.0075
39	.1034	.0175	100	.0678	.0068

今一例を示せば次の如し。

No		實測長	殘差	V^2
1	L_1	$= 99\overset{m}{.}63$	$+\overset{mm}{3}$	9
2	L_2	= 99.62	− 7	49
3	L_3	= 99.61	− 17	289
4	L_4	= 99.62	− 7	49
5	L_5	= 99.64	+ 13	169
6	L_6	= 99.61	− 17	289
7	L_7	= 99.65	+ 23	529
8	L_8	= 99.63	+ 3	9
9	L_9	= 99.62	− 7	49
10	L_{10}	= 99.64	+ 13	169

$L_0 = 99\overset{m}{.}627$　　　　$[VV] = 1,610$

L_0 に對する推差 $r = 0.6745\sqrt{\frac{[VV]}{10(10-1)}} = 0.0711\times\sqrt{1,610}$

$= 40.125\times 0.0711 = \pm\overset{mm}{2.85}$

$\therefore$　精度 $= \frac{r_0}{L_0} = \frac{2.85}{99627} \doteqdot \frac{1}{35,000}$ となる

次に各觀測値に對する推差 $r = 0.6745\sqrt{\frac{[VV]}{10-1}} = 0.2248\times\sqrt{1,610}$

$= 0.2248\times 40.125 = \pm\overset{mm}{9.02}$

$\therefore$　L_1 に對する精度は $\frac{9.02}{99630} = \frac{1}{11,100}$ となる。

次に二點間の距離を、唯だ單に一回測量したる場合に、其の精度を求むるには豫め其の度器の性質を調べ、1 鎖長に對する推差又は、係數とも云ふべき値を出して置けばよろしい、之れは鋼卷尺或ひは測鎖或ひは布卷尺等、度器の種類により差のあるのは勿論であるが、又同じ鋼卷尺でも人により幾分の違ひがある。

此係數を求めるには、次の様なことをやる、即ち N 鎖長ある距離を n 回觀

測する、N と n は多い程よろしいが先づ $N = 20$ $n = 10$ 位でよろしい、そして前述の如く各に對する推差 r を求める。

$$r = 0.6745\sqrt{\frac{[VV]}{n-1}}$$

然らば

$$L_1 = l_1' + l_1'' + l_1''' + \cdots\cdots\cdots\cdots(N\text{迄}) \quad \text{である。}$$

l_1' は第一鎖長、l_1'' は第二鎖長とする、今 1 鎖長に對する償差を k とせば誤差傳播の法則により。

$$r^2 = k^2 + k^2 + k^2 + \cdots\cdots\cdots\cdots(N\text{迄})$$

$$= Nk^2$$

$$\therefore \qquad r = k\sqrt{N} \qquad k = \frac{r}{\sqrt{N}}$$

此 k を決定して置けば、次に或る距離を唯一回丈測量し M 鎖長とれば、夫れに對する推差 r_M は次の如し。

$$r_M = k\sqrt{M}$$

L_M を實測長とせば精度は $\frac{r_M}{L_M}$ となる。

以上述べし如く、一回丈の測量に對しても精度を出すことは出來るが、凡そ觀測なるものは、唯一回のみに止むる時は意外に大なる錯誤 (Mistake) を惹起し、重大なる結果を來たすことがあるから、如何に急ぐ場合でも必ず少くも二回の測量を行ふことを忘れてはならぬ。

距離測量に於ける精度を、障害物の多少により區別して、概略を示せば次の様になる。

(a) 平坦なる地域

$\frac{1}{2{,}500}$ …………………可良

$\frac{1}{5{,}000}$ 以上……………優良

(b) 山 地

$\frac{1}{1{,}000}$ …………………可良

$\frac{1}{500}$ …………………可

(c) 市街地

$\frac{1}{10{,}000}$ − $\frac{1}{50{,}000}$ の精度を要す

測鎖にては通常 $\frac{1}{1{,}000}$ 乃至 $\frac{1}{5{,}000}$ であり、相當に注意すれば $\frac{1}{10{,}000}$ 位の精度が出る、又鋼製卷尺では通常 $\frac{1}{5{,}000}$ 乃至 $\frac{1}{25{,}000}$ であり綿密なる注意を拂へば $\frac{1}{50{,}000}$ 乃至 $\frac{1}{100{,}000}$ の精度が得られる。

次に東京帝國大學工學部土木工學科の學生が、荒川の赤羽附近左岸堤防の上で、約 800 米の二點間を實測した結果を掲ぐれば次の様である。

（1） 基線測量に使用する鋼卷尺長 50 米のもので溫度張力及び垂み に對する更正を施した、2 回觀測の結果の精度

$$\frac{\overset{m}{0}.0014}{782.990} = \frac{1}{558{,}000}$$

（2） 鋼製卷尺、長 30 米のもので 10 回測量し溫度に對する更正 を施さず、手で加減して引つ張つた結果は

$$\frac{\overset{m}{0}.01059}{782.991} = \frac{1}{74{,}000}$$

（3） 測鎖、長 20 米のもので 10 回測量した結果

$$\frac{\overset{m}{0}.0227}{782.988} = \frac{1}{34{,}500}$$

（4） 竹尺、長 20 米のもので 10 回測量した結果

$$\frac{\overset{m}{0}.00264}{783.075} = \frac{1}{298{,}000}$$

（5） 布卷尺、長 20 米のもので 10 回測量した結果

$$\frac{\overset{m}{0}.0609}{783.247} = \frac{1}{12{,}860}$$

（6） 步測、之れは豫め 20 米の區間を步く步數を測り、之れを基準にした。往復 3 回宛約 40 名の步測の結果は

$$\frac{\overset{m}{1}.458}{783.7} = \frac{1}{545}$$

である。

そこで、第(1)の基線測量用鋼製卷尺は、之れを參謀本部陸地測量部本部の前庭に設けられたる（大正十三年設置）基線に照査檢定したるものであるから、其の結果の $782\overset{m}{,}990$ を標準に採り、之れに對する差を求めて精度を出して見ると次の樣である。

鋼製卷尺………………	$\frac{1}{782,990}$
測　鎖………………	$\frac{1}{391,000}$
竹　尺………………	$\frac{1}{9,200}$
布卷尺………………	$\frac{1}{3,050}$
步　測………………	$\frac{1}{137}$

之れを見るに、竹尺の精度は推差より出したものは $\frac{1}{298,000}$ で非常によろしいが、標準と比した結果は、案外惡い、これは公差の大なる結果から生じた累差である。

19 製　　圖

地圖は、一般に圖紙の上方を北にとるを普通とする、若し然らざる時は必ず方位を畫くことを要す、圖面には、其の他測量年月日、製圖年月日測量者並びに製圖者名を書き入れること及び縮尺を書き入れることを忘れてはならぬ。

圖面の縮尺は、工事の種類、目的等に依つて一定して居らない、陸地測量部の地圖は二十萬分一、五萬分一、二萬分一、一萬分一、等になつて居る。

土木工事に關する圖面は、從來の間を單位にする場合には、一般平面圖の縮尺は三千分一又は千二百分一を用ひ、施工用圖面として細部を明示せしめる爲めには、六百分一、三百分一、百分一等がある。

次にメートル制に依る場合には、一般平面圖は五千分一、二千分一、千分一等を用ひ、施工用としては、五百分一、二百五十分一、百分一等あり。

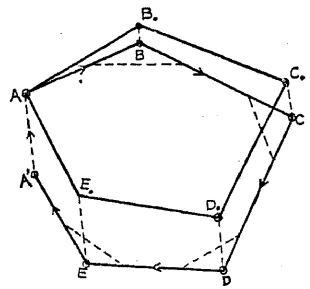
鐵道に於ては既にメートル制に依つて居るが、從來は、一吋三鎖又は一吋三十鎖等の縮尺が用ひられた、但此一鎖長は六十六呎である。

圖面を畫くに必要條件は、正確に速やく、然も明瞭に表はすことである。

製圖は、最初に本線（Main Line）を入れ（20節の方法に依る）誤差を補正して骨組を決定し、然る後に支距を入れ地物、建物、境界等の細部を畫くのである。地形圖の圖式は第20圖の如き大體陸地測量部制定のものに從つた方がよろしい。

第 38 圖

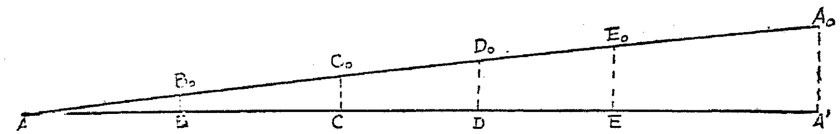
(a)



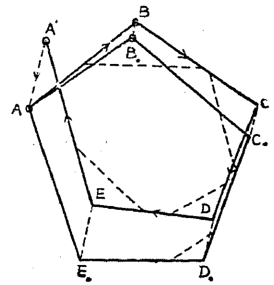
20 骨組となる本線の畫き方と閉合誤差

測鎖測量に於ては多角形を測り之れを製圖するのに、最も理想的なる座標方法に依ることは出來ない。

( )

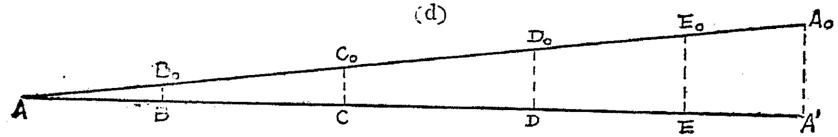


(c)



已むを得ないが、ある任意の點から順次に進むのである、今第38圖に付て說明せん、先づ A から出發して順次に繫線法により、長さと方向を畫くときに最終の A' が最初の A に一致しないのが普通である、そして AA' の如き誤差を生ずる、これを閉合誤差（Error of closure）

(d)



と云ふ。

此誤差は實測上の誤差と、製圖上の誤差とが相重さなつて生じたものである、そこで此誤差を修正するに付ては、各誤差は邊の長短に正比例して生ずるものと考へる、これは各邊長の測量は同一の條件のもとに行はれるものと假定するのである、實際の場合に同一の測量者が、同一の測定器を以て然も同一の條件を有する如き測線を選定すれば、其結果は各邊共同一の精度を有するものと云ふことが出來る。

然らば、次に $BCDE$ の各點から AA' 線に平行線を引く次に各點から移動すべき長さ、BB_0, CC_0, DD_0,……を求めるのである、其の方法に二通りある、一は圖式方法であり、他は計算方法である。

圖式方法は、第38圖 (b)(d) に示すが如く任意の縮尺で一線 $ABCDEA'$ を畫く次に A_0A' なる垂線を立て、其の長さは (a) 又は (c) から縮尺を變へずに其の儘とる、AA_0 を結ぶ、$BCDE$から垂線を立てれば、BB_0, CC_0, DD, EE_0, 等は直ちに役立つのである

計算方法は次の樣である。

$$\frac{AA'}{AB+BC+CD+DE+EA'} = \frac{EE_0}{AB+BC+CD+DE}$$

$$= \frac{DD_0}{AB+BC+CD} = \frac{CC_0}{AB+BC} = \frac{BB_0}{AB} \quad \text{とし}$$

$$AB+BC+CD+DE+EA' = P \quad \text{とす}$$

$$\therefore \quad BB_0 = AB \times \frac{AA'}{P} \qquad CC_0 = (AB+BC) \times \frac{AA'}{P} \cdots\cdots\cdots$$

$$\cdots\cdots\cdots \; EE_0 = (AB+BC+CD+DE) \times \frac{AA'}{P} \quad \text{となる}$$

21 面積の計算

(a) 面積の單位 (第3表にあり)

(b) 面積計算の順序

直線で圍まれた多角形の場合には、之れを適當の三角形に區分し公式で計算す

第 3 表

面積の單位

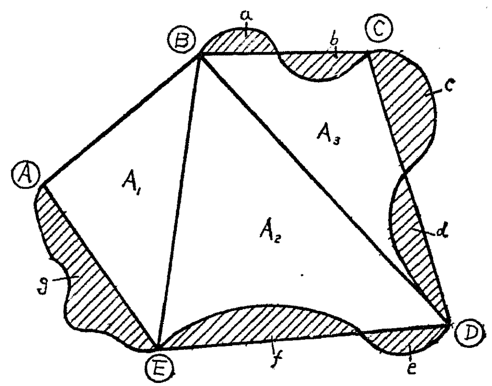
日	英	佛	英	日	佛	佛	日	英
寸^2	1.423吋^2	9.183糎^2	1吋^2	0.703寸^2	6.451糎^2	1糎^2	0.109寸^2	0.155吋^2
尺^2	0.983呎^2	0.092米^2	1呎^2	1.012尺^2	0.093米^2	1粉^2	10.89寸^2	15.50吋^2
1坪	0.951碼^2	3.306米^2	1鎖^2	4.080畝	404.7米^2	1米^2	10.89尺^2	10.76呎^2
1反	0.245エーカ	991.7米^3	1カーエ	4.080反	0.405ヘクタ	1ヘクタ	1.008町	2.471エーカ
1里^2	5.955哩^2	15.42粁^2	1哩^2	0.168里^2	2.590粁^2	1粁^2	0.065里^2	0.383哩^2

ればよろしい。

曲線を以て圍まれた場合に、其の面積を計算するのには、先づ此曲線形を圍んで適當な多角形を作り、前同樣の方法で其の面積を求め、然る後に曲線部分の支距面積を加減すればよろしい。

例へば、第39圖の如き曲線形の場合には、此曲線に沿うて $ABCDEA$ の樣な五邊形を作り、之れを更に A_1, A_2, A_3, の如き三角形に區分して其面積を求め、次に支距面積 a, b, c, d, e, f, g 等を計算すれば、曲線形内の面積は次の樣になる。

第 39 圖



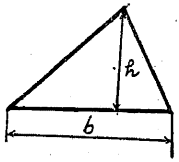
$$\text{曲線形内の面積} = A_1+A_2+A_3+a-b+c-d+e-f+g$$

(c) 面積計算の方法

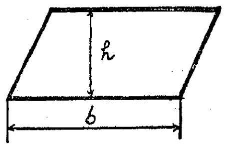
面積を測量して計算をする方法に二通りある。

第一は、現地に於て面積の計算に必要なる諸線を、出來る丈け詳細に測量する方法である、第二は實測製圖したる圖面上で、必要なる諸線を測つて計算をする方法である、第一の方法は極めて精密なる結果が得られる、第二の方法は粗雜であるが、非常に簡單である圖上測定の場合にも亦二通りある、即ち第一は面積計算に必要な諸線をスケールで測つて計算する方法である、第二は機械的測定方法と稱せらるゝもので、これに使用する機械を測面器 (Planimeter) と云ふ、概略の面積を出すのには非常に便利である。

第 40 圖



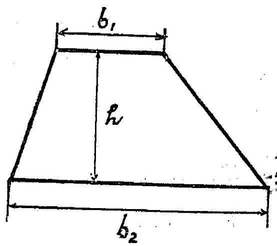
第 41 圖



支距面積を求める方法に種々あり、即ち、等量法、梯形公式、シンプソン第一公式及びシンプソン第二公式等である。

面積計算に用ひられる簡單な公式は次の樣なものである。

第 42 圖



(1) 三角形 (Triangle) $= \frac{1}{2} bh$

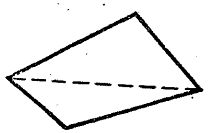
(2) 平行四邊形 (Parallelogram) $= bh$

(3) 梯形 (Trapezoid) $= \frac{1}{2}(b_1+b_2)h$

(4) 歪方形 (Trapezium)

之れは二つの三角形に區分する

第 43 圖



(5) 正多角形 (Regular Polygon) $= \frac{1}{2} Sh$

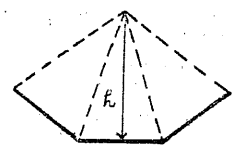
$S =$ 邊長

(6) 圓 (Circle) $= \frac{1}{4}\pi$ (直徑)^2

(7) 扇形 (Sector of Circle)

= 弧の長さ $\times \frac{1}{2}$ 半徑

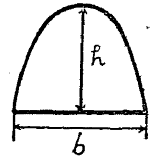
第 44 圖



(8) 弓形 (Segment of Circle)

= (扇形の面積) − (三角形の面積)

第 45 圖



(9) 楕圓 (Ellipse) $= \frac{1}{4}\pi \times$ (長軸) $\times$ (短軸)

(10) 拋線形 (Parabola) $= b \times \frac{2}{3} h$

(11) 直角三角形 (Right Triangle)

(イ) $\frac{1}{4} C^2 \sin 2B$

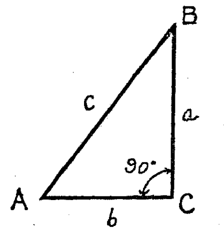
(ロ) $\frac{1}{2} b^2 \cot B$

(ハ) $\frac{1}{2} b^2 \tan A$

(ニ) $\frac{1}{2}\left[a\sqrt{(c+a)(c-a)}\right]$

(ホ) $\frac{1}{2} ab$

第 46 圖



(12) 不等邊三角形 (Oblique Triangle)

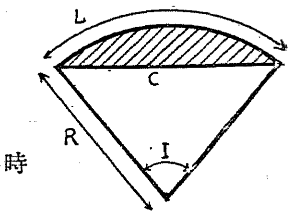
(イ) $\sqrt{S(s-a)(s-b)(s-c)}$

但、$S = \frac{1}{2}(a+b+c)$

(ロ) 二邊 a, b 及び一角 C を與へられたる時

$\frac{1}{2} ab \sin C$

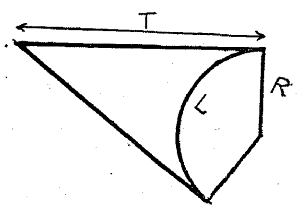
第 47 圖



(13) 弓形 (Area of Segment of a Circle)

$= \frac{R}{2}\left(L - C\cos\frac{1}{2}I\right)$

第 48 圖



(14) 切線と圓弧のなす面積

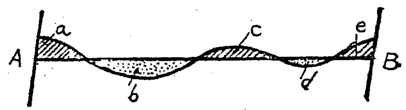
(Area between Tangent and Circle)

$= R\left(T - \frac{L}{2}\right)$

$L =$ 曲線長

(b) 等量法

第 49 圖



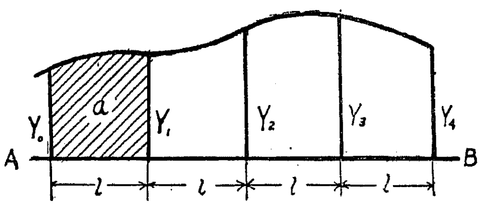
之れは主として、圖上測定のときに行はれる方法である、第49圖の如き曲線のある場合に、AB の如き直線を糸又は

定規を以て數回試みて $a+c+e = b+d$ になる樣にする。

斯くして、曲線形を直線形に導いてから計算するのである。

(e) 梯形公式

第 50 圖



之れは曲線形の現地なり、又は圖上なり何れの場合でもよろしい。

曲線に近く基線 AB を作り、之れを適當な等距離 l に分ける。

而して、圖の如き支距 $Y_0\ Y_1\ Y_2 \cdots\cdots Y_n$ を測量するのである。

此時に l の長さは、曲線を直線と假定し得る程度の間隔にとるのである、されば場合により 1米 5米 7米……等あり。

然らば一區劃内の面積を a とせば、梯形として取扱ひ

$$a = \frac{1}{2}(Y_0+Y_1)\,l$$

次に總面積を A とせば、

$$A = l\left(\frac{Y_0+Y_n}{2}+Y_1+Y_2+\cdots\cdots+Y_{n-1}\right)$$

$$= l\left(\frac{Y_0+Y_n}{2}+\sum_{r=1}^{r=n-1}Y_r\right)$$

今第51圖に示された値を用ひて、面積を算出すれば $l = 1$米 $Y_0 = 1.28$米 $n = 18$ にして、$Y_n = Y_{18} = 1.19$米 である又 $\sum_{r=1}^{r=n-1} Y_r$ とあるのは支距 Y_0 から Y_{18} 迄の内其の何れを用ふるかと云ふ事を示すのであつて、此の場合の樣に $n=18$ のときは r は 1から $n-1$ 迄卽ち 1.2.3.……17 となるから Y_r の r に之れを代入すれば、$Y_1\ Y_2\ Y_3\cdots\cdots Y_{17}$ となる、故に枝距は Y_1 から Y_{17} 迄を用ふ從つて其の面積 A は次の如し

$$A = L\left(\frac{Y_0+Y_{18}}{2}+Y_1+Y_2\cdots\cdots+Y_{17}\right) = 1\text{米}\times\left(\frac{1.28+1.19}{2}+1.90+2.32+2.61+2.80+2.77+2.51+2.32+2.19+2.18+2.22+2.31+2.30+2.17+1.83+1.60+1.46+1.30\right) = 38.025\text{平方米}$$

(f) シンプソン第一公式

之れは境界曲線を、拋物線であるものと假定し第52圖の如く二箇の區劃を一組として取扱ふのである。

然らば

$$a_1 = \frac{l}{3}(Y_0+4Y_1+Y_2)$$

$$a_2 = \frac{l}{3}(Y_2+4Y_3+Y_4)$$

$$a_3 = \frac{l}{3}(Y_4+4Y_5+Y_6)$$

……………………………

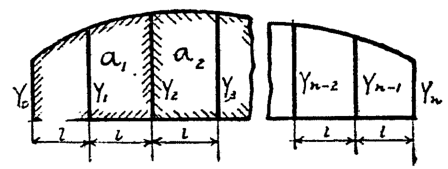
$$A=\frac{l}{3}\left[Y_0+Y_n+4(Y_1+Y_3+Y_5+\cdots\cdots+Y_{n-1})+2(Y_2+Y_4+Y_6+\cdots\cdots+Y_{n-2})\right]$$

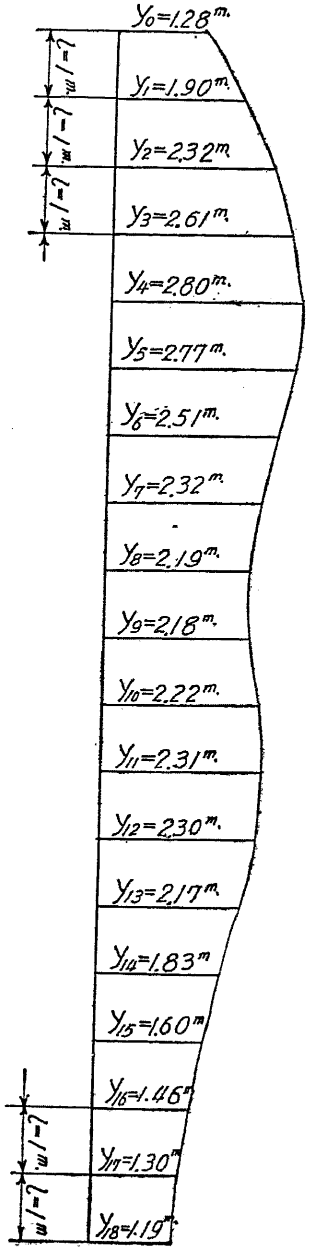
$$=\frac{l}{3}\left\{Y_0+Y_n+4\sum_{\gamma=0}^{\gamma=\frac{1}{2}(n-2)}Y_{2\gamma+1}+2\sum_{\gamma=1}^{\gamma=\frac{1}{2}(n-2)}Y_{2\gamma}\right\}$$

但し $n = 2m$ なるを要す

今第51圖に示された値を用ひて面積を算出すれば、$L = 1$米 $Y_0 = 1.28$米 $Y_n = Y_{18} = 1.19$米 である、又 $4\sum_{\gamma=0}^{\gamma=\frac{1}{2}n-2}Y_{2\gamma+1}$ は前の梯形公式の場合と同樣で數多の枝距

第 52 圖





第 51 圖

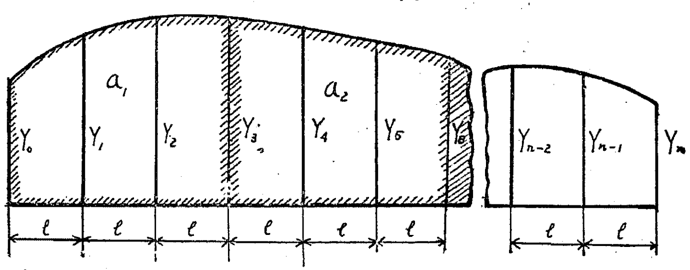
Y の內、其の何れを用ふるかと云ふ事を示すのであつて、此の場合 $n = 18$ であるから $\gamma = 0$ から $\gamma = \frac{1}{2}(18-2) = 8$ となり $Y_{2\gamma+1}$ の γ に之れを代入すれば、$\gamma = 0$ の時は Y_1, $\gamma = 1$ の時は Y_3……$\gamma = 8$ の時は Y_{17} 等卽ち $Y_1\ Y_3 \cdots\cdots Y_{17}$ の總和を4倍するのである、又同樣に $2\sum_{\gamma=1}^{\frac{1}{2}(n-2)} Y_{2\gamma}$ は $\gamma = 1$ から $\gamma = 8$ 迄であるから之れを $Y_{2\gamma}$ の γ に代入すれば $Y_2\ Y_4 \cdots\cdots Y_{16}$ 等となり、此の總和を2倍するのである故に、其の面積 A は次の如し

$$A = \frac{L}{3}\Big\{Y_0 + Y_{18} + 4(Y_1 + Y_3 + Y_5 + Y_7 + Y_9 + Y_{11} + Y_{13} + Y_{15} + Y_{17}) + 2(Y_2 + Y_4 + Y_6 + Y_8 + Y_{10} + Y_{12} + Y_{14} + Y_{16})\Big\} = \frac{1\text{米}}{3}\Big\{1.28 + 1.19 + 4(1.90 + 2.61 + 2.77 + 2.32 + 2.18 + 2.31 + 2.17 + 1.60 + 1.30) + 2(2.32 + 2.80 + 2.51 + 2.19 + 2.22 + 2.30 + 1.83 + 1.46)\Big\} = 38.123\ \text{平方米}$$

(g) シンプソン第二公式

之れは第53圖の如く三箇の區劃を一組として計算するのである。

第 53 圖



$$a_1 = \frac{3}{8}\, l\,(Y_0 + 3Y_1 + 3Y_2 + Y_3)$$

$$a_2 = \frac{3}{8}\, l\,(Y_3 + 3Y_4 + 3Y_5 + Y_6)$$

$$a_3 = \frac{3}{8}\, l\,(Y_6 + 3Y_7 + 3Y_8 + Y_9)$$

……………………………………

$$A = \frac{3}{8}\, l\,[Y_0 + Y_n + 3(Y_1 + Y_2 + Y_4 + Y_5 + \cdots\cdots + Y_{n-2} + Y_{n-1}) + 2(Y_3 + Y_6 + \cdots\cdots + Y_{n-3})]$$

$$= \frac{3}{8}\, l\,\Big\{Y_0 + Y_n + 3\Big(\sum_{\gamma=0}^{\frac{n}{3}-1} Y_{3\gamma+1} + \sum_{\gamma=0}^{\frac{n}{3}-1} Y_{3\gamma+2}\Big) + 2\sum_{\gamma=1}^{\frac{n}{3}-1} Y_{3\gamma}\Big\}$$

但 $n = 3m$ なるを要す

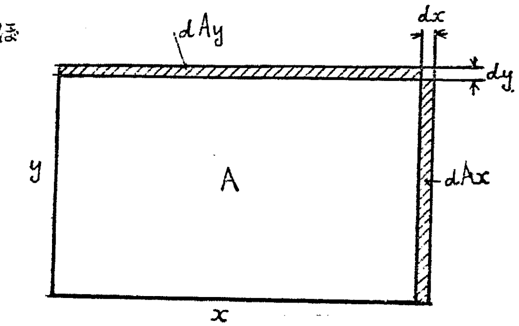
今第51圖に就て其の面積を求むれば、$\gamma = 0$ から $\gamma = \frac{n}{3} - 1 = \frac{18}{3} - 1 = 5$ 迄となり

$$A = \frac{3L}{8}\Big\{Y_0 + Y_{18} + 3(Y_1 + Y_4 + Y_7 + Y_{10} + Y_{13} + Y_{16} + Y_2 + Y_5 + Y_8 + Y_{11} + Y_{14} + Y_{17}) + 2(Y_3 + Y_6 + Y_9 + Y_{12} + Y_{15})\Big\} = \frac{3 \times 1\text{米}}{8}\Big\{1.28 + 1.19 + 3(1.90 + 2.80 + 2.32 + 2.22 + 2.17 + 1.46 + 2.32 + 2.77 + 2.19 + 2.31 + 1.83 + 1.30) + 2(2.61 + 2.51 + 2.18 + 2.30 + 1.60)\Big\} = 38.115\ \text{平方米}$$

(h) 距離測定に於ける誤差の面積に及ぼす影響

測鎖又は、卷尺で距離測量を行ひたる時生ずる誤差が面積に及ぼす影響は次の樣である。

第 54 圖



今第54圖に於て

x = 長さ

y = 幅

$A = x, y$ = 面積

dx = x に對する誤差

dy = y に對する誤差

dA_y = dy なる誤差より生ずる面積の誤差

dA_x = dx なる誤差より生ずる面積の誤差

dA = 面積に對する誤差

然らば $\frac{dy}{y} = \frac{dA_y}{A}$ 　　$\frac{dx}{x} = \frac{dA_x}{A}$

$$dA = dA_x + dA_y$$

$$\frac{dA}{A} = \frac{dA_x}{A} + \frac{dA_y}{A} = \frac{dx}{x} + \frac{dy}{y}$$

x 及 y の測定が同一の精度で行はれるものとすれば

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y} = K \quad \text{となる}$$

$$\therefore \frac{dA}{A} = 2K$$

$$dA = 2KA \quad \text{となる}$$

例へば　$K = \dfrac{1}{5,000}$　　$A = 25,000$ 平方米とせば

$$dA = 2 \times \frac{1}{5,000} \times 25,000 = 10 \text{平方米となる}$$