
鐵路道路

曲線測量表

附敷設法

全訂增補版

鐵路道路

曲線測量表

附敷設法

木下武之助 編
本店編輯部 譯

台隆書店

鐵路道路曲線測量表附數設法

中華民國七十四年四月二十日三版發行

編著者 木下武之助 譯者 臺隆書店編輯部

發行所 臺隆書店 發行人 張瑞微 臺北市衡陽路75號

郵購 郵政劃撥 0012935-3 號臺隆書店帳戶

電話 三三一四八〇七・三一—三九一四・三三一〇七二三號

登記證 行政院新聞局局版臺業字第〇九八三號

版權所有・翻印必究 定價新臺幣120元

緒 言

關於內容、印刷、裝釘等由於拙著獨具新風格，曾風靡當時之文化界，不料未幾顯得寒酸、退化、簡化、粗俗，竟失去過去之光彩。

拙著曾發表於明治34年（1901年）之秋。迄今已經經過三十八星霜。德國之Waldner氏始於1919年發表與拙著相類似之著書，爲期不過卅年。再說美國之Nagle氏Hanks氏之出版袖珍本爲時更晚焉。果爾則拙著之出版不可否認先於歐美之技術界，此事實對著者引起無限之喜悅。

爲適應革命時代，不得不將千餘頁之舊著減縮爲四百餘頁之小冊而迎合時代之潮流。至於新著當備其特長。除校正過去之錯誤及誤排外，大冊子變爲小冊子其旨在輕便攜帶於野外。

總而言之，茲因革命之黎明期既至，故豈能酣睡於溫牀中。

昭和22年（1947年）4月10日

於熱海曲泉書屋

秋 嶺 識

如將工作認爲義務則苦

如悟爲權利則其樂無窮

本人著此書之動機，誠感於斯言而受無限之鼓勵。

消耗於計算之三年之期間中，因備遭阻撓令本人時起放棄之心，唯感於斯言而能始終如一又鼓舞本人乃告完成。此書倘能有利於技術人員則其功當歸於斯言也。

明治三十四年(1901年)七月二十三日

木下 武之助識

鐵路 道路 曲 線 測 量 表 附 數設法

目 錄

§ 1	概 說	1
§ 2	曲線之種類	1
§ 3	單曲線之術語及符號	1
§ 4	數設單曲線之種類	2
§ 5	單曲線之公式	3
§ 6	單曲線諸值之計算	4
§ 7	圓弧與弦之關係	5
§ 8	曲線函數表 (第 1 表) 之使用法	5
§ 9	依偏角法之單曲線數設法及實例	6
	1) 交點及曲線起終點之設定	7
	2) 計算例題	8
	3) 曲線中點之設定	8
	4) 偏角之計算 (第 3、第 4 表之使用法)	8
	5) 自曲線之起點依偏角法數設曲線之法	10
§ 10	安平經緯儀於曲線中點之曲線數設法	10
§ 11	關於偏角法測量應注意之事項	12
§ 12	支距法	13
§ 13	偏倚支距之公式	13
§ 14	依切線偏倚支距與弦偏倚支距之曲線數設法	14
§ 15	切線支距法 (第 8 表、第 9 表)	17
	1) 以曲線長為基準之切線支距法	17
	2) 以切線上之橫距為基準之切線支距法	17
§ 16	依 Tie-line (繫線) 法之交角測定法	18
§ 17	縱橫距法 (第 11 表、第 12 表)	19
§ 18	用中央縱距測曲線法 (第 13 表)	20
§ 19	用長弦之中央縱距法 (第 1 表 X, Y Z 使用法)	20
§ 20	測設曲線時如遇障礙物之數設法	21
§ 21	用補助曲線之曲線數設法	23
§ 22	曲線所通過之位置, 受限制時數設法	24

§ 23 變更路線所引起之敷設曲線上之各種問題·····	24
1) 切線不變方向時·····	24
2) 切線變更方向時·····	26
§ 24 複曲線 (Compound Curve) ·····	27
1) 概說·····	27
2) 複曲線之計算公式·····	28
3) 複曲線之設置·····	30
4) 關於複曲線設置上之特殊問題 ·····	30
§ 25 反向曲線 (Reversed Curve) ·····	31
1) 概說·····	31
2) 反向曲線之設置·····	32
§ 26 面積及土量之計算公式·····	36
§ 27 縱橫斷面測量·····	38
§ 28 雜 記·····	38
1) 應用於測量上之三角公式·····	38
2) 圖示法·····	39
3) 於直線及曲線之中心線求直角之法·····	41
4) 三角圖解法·····	42
5) 破鏈·····	43
6) 斜坡·····	44

有 關 計 算 表

第 1 表 曲線函數表·····	47
第 2 表 20" , 40" 曲線函數表·····	177
第 3 表 曲線偏角累計表·····	179
第 4 表 短弦之曲線偏角表·····	194
第 5 表 切線偏倚支距表·····	234
第 6 表 短弦偏倚支距表 (其一) ·····	252
第 7 表 短弦偏倚支距表 (其二) ·····	270
第 8 表 對弧長之縱距橫距表·····	277
第 9 表 切線支距表·····	292
第 10 表 依繫線法 (Tie line) 之交角測定表·····	317
第 11 表 曲線長 10 m 之縱橫距表·····	318
第 12 表 曲線長 20 m 之縱橫距表·····	319

第13表 中央縱曲表·····	320
第14表 曲度表（半徑與中央縱距之關係表）·····	321

關於鐵路及道路之緩和曲線豎曲線敷設法其他

1. 鐵路之緩和曲線敷設法·····	322
§ 1 緩和曲線之概念·····	322
§ 2 一般法·····	322
曲線軌距加寬度與軌條超高度以及緩和曲線敷設法·····	323
§ 3 依新法之緩和曲線敷設法·····	328
2. 鐵路之豎曲線插入法·····	332
3. 由於超高度所引起之擴大建築界限尺寸·····	337
4. 道路曲線段寬度之加寬·····	340
5. 道路之緩和曲線段·····	340
6. 道路之豎曲線插入法·····	342
7. 橫斷曲線·····	343

有 關 計 算 表

第 1～3 表 緩和曲線敷設法附表·····	344
第 4 表 依新法之緩和曲線表（其一）·····	346
第 5 表 依新法之緩和曲線表（其二）·····	348
第 6 表 依新法之緩和曲線表（其三）·····	348
第 7 表 依新法之緩和曲線表（第 2 法之 α 值）·····	349
第 8 表 道路之豎曲線縱距係數表·····	349
第 9 表 依新法之第 2 法之 T, E, d 表·····	350
第 10 表 依新法之 L 之四等分長·····	351
第 11 表 軌條超高度表·····	352
第 12 表 加寬度表·····	353
第 13 表 曲線建築界限加寬表·····	353
第 14 表 道路橫斷曲線縱距表·····	354
三角函數真數表·····	356
附 錄·····	427

鐵路 鐵道 曲線測量表 附敷設法

§ 1 概 説

例如道路、鐵路、運河之交通路線，或上下水道及水力發電之導水路，發電線路等，為改良建設而測量細部區域稱為路線測量 (Route Surveying)。

路線測量包括踏勘、初測及定測等作業。踏勘之目的為先行調查將建設路線之全地域，在初測設定中心線，沿該中心線測地勢之高低，檢討而比較兩種之線路，最後決定認為其中最佳之路線。定測為將已決定之路線，設置於現場就是在現地測量設定路線，繪製其平面圖、縱橫斷面圖、取坡度定計畫高以及土工量、橋梁之跨度、隧道之延長、車站之位置等作一切之作業。

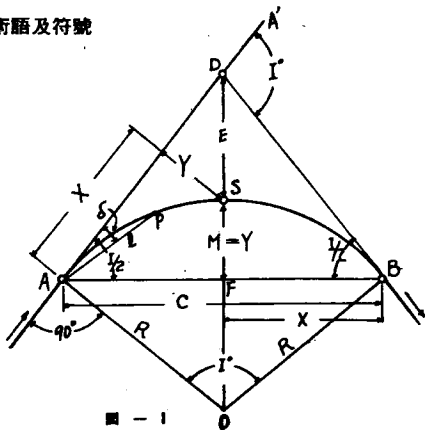
定測時在現地擬設置中心線之情形下，曲線部之曲線設置 (Curve Setting) 從來使用曲線表 (Curve table) 俾達迅速且正確之敷設。

本書採用目前最普遍之曲線敷設之偏角法及支距法之敷設法與表，擬供用於現場作業。

§ 2 曲線之種類

曲 線 (Curve)	{	平 曲 線	單 曲 線(Simple Curve)	{	三次拋物線(Cubic parabola)
			複 曲 線(Compound Curve)		螺旋形曲線(Spiral Curve)
			反 向 曲 線(Reverse Curve)		
			緩和曲線(Transition Curve)		
	{	豎 曲 線 (Vertical Curve)	拋 物 線(Parabola)	{	雙 曲 線(Hyperbola)
橫斷曲線	單 曲 線(Simple)				

§ 3 單曲線之術語及符號



— 1 —

$OA=OS=OB=$ 半徑 (Radius)	R
$A=$ 曲線起點 (Beginning of curve)	$B.C$
$B=$ 曲線終點 (End of curve)	$E.C$
$D=$ 交點 (Intersection Point)	$I.P$
$\angle A'DB=$ 交角 (Intersection Angle)	I
$DA=DB=$ 切線長 (Tangent Length)	$T.L$ 或 T
$S=$ 曲線中點 (Secant Point)	$S.P$
$DS=$ 外線長或正矢 (External Secant)	$S.L$ 或 E
$SF=$ 中央縱距 (Middle Ordinate)	M
$ASB=$ 曲線長 (Curve Length)	$C.L$ 或 L
$X=AF$ $X=$ 切線橫距 (Co ordinate)	X
$Y=M$ $Y=$ 切線縱距 (Ordinate)	Y
$AB=$ 長弦 (Long-Chord)	C
$AP=$ 短弦 (Short Chord)	C', I' (弦20m以下)
.....	C, I (弦20m)
$\angle DAB=\angle DBA=$ 總偏角 (Total deflection angle)	D
$\angle DAP=$ P 點之偏角 (Deflection angle for P)	δ (弦20m)
.....	δ' (弦20m以下)

§ 4 敷設單曲線之種類

擬敷設圓曲線中之單曲線時，先定其半徑之大小且測交角查曲線表計算 $C.L$ ， $T.L$ ， $S.L$ ，將 $I.P$ ， $B.C$ ， $E.C$ ， S 之各點測設於現地且以下列之方法敷設曲線。

- (1) 偏角法
- (2) 切線偏倚支距及弦偏倚支距法
- (3) 切線支距法
- (4) 縱橫距法
- (5) 其他支距法

(1) 之方法為以經緯儀 (Transit) 測量之最正確之方法，在我國甚為普遍。

(2) 以下之方法使用捲尺 (Tape) 及測桿 (Pole) 施測之簡便支距測量法。鑑於測量之性質、地形之形狀、曲線之性質測量者採用適宜之方法。以下關於單曲線之計算法，曲線表之使用法及敷設法加以說明。

§ 5 單曲線之公式

關於曲線之交角、半徑、切線長、曲線長、正矢、中央縱距及長弦等七數值中，

如已知其中任何二值，則以下列之各公式可求其他之各數值。

單 曲 線 公 式

號 碼	已知值	未知值	公 式
1	R, I	L	$L = R \left(I \frac{3.1416}{180} \right) = R I \times 0.0174533$
2	R, C'	δ	$\delta = \frac{1718'.57}{R} C'$
3	I, L	R	$R = \frac{L}{I} \times 57.29578$
4	R, I	T	$T = R \tan \frac{I}{2}$
5	"	C	$C = 2R \sin \frac{I}{2}$
6	"	M	$M = R \text{vers} \frac{I}{2} = R \left(1 - \cos \frac{I}{2} \right)$
7	"	E	$E = R \text{exsec} \frac{I}{2} = R \left(\sec \frac{I}{2} - 1 \right)$
8	I, T	R	$R = T \cot \frac{I}{2}$
9	"	E	$E = T \tan \frac{I}{4}$
10	"	C	$C = 2T \cos \frac{I}{2}$
11	"	M	$M = T \cot \frac{I}{2} \text{vers} \frac{I}{2}$
12	I, E	R	$R = \frac{E}{\text{exsec} \frac{I}{2}}$
13	"	T	$T = E \cot \frac{I}{4}$
14	"	C	$C = 2E \frac{\sin I/2}{\text{exsec} I/2} = 2E \cot \frac{I}{4} \cos \frac{I}{2}$
15	"	M	$M = E \cos \frac{I}{2}$
16	I, C	R	$R = \frac{C}{2} \sec \frac{I}{2}$
17	"	M	$M = \frac{1}{2} C \tan \frac{I}{4}$
18	"	T	$T = \frac{1}{2} C \sec \frac{I}{2}$
19	"	E	$E = \frac{1}{2} C \frac{\text{exsec} I/2}{\sin I/2} = \frac{1}{2} C \tan \frac{I}{4} \sec \frac{I}{2}$
20	I, M	R	$R = \frac{M}{\text{vers} I/2}$
21	"	C	$C = 2M \cot \frac{I}{4}$
22	"	T	$T = M \frac{\tan I/2}{\text{vers} I/2}$
23	"	E	$E = M \sec \frac{I}{2}$
24	R, T	I	$\tan \frac{I}{2} = \frac{T}{R}$
25	R, C	I	$\sin \frac{I}{2} = \frac{C}{2R}$

號 碼	已知值	未知值	公 式
26	R, M	I	$\cos \frac{I}{2} = \frac{R-M}{R}$
27	R, E	I	$\cos \frac{I}{2} = \frac{R}{R+E}$
28	T, C	I	$\cos \frac{I}{2} = \frac{C}{2T}$
29	T, E	I	$\tan \frac{I}{4} = \frac{E}{T}$
30	C, M	I	$\tan \frac{I}{4} = \frac{2M}{C}$
31	M, E	I	$\cos \frac{I}{2} = \frac{M}{E}$

例如 $R, T, R, C, R, M, R, E, T, C, T, E, C, M, M, E$ 等既知二值而求其他之數值，則先由24~31之公式求 I ，由1~23之公式求其他各數值較為簡便。既知 T, M 或 C, E 而求其他之數值之公式至為複雜，且無機會應用於現場，故在此省略之。

§ 6 單曲線諸值之計算

在此說明關於第1, 2, 3, 4, 表之各數值，以§5之公式解答之計算例。

i) 既知交角 (I) 及半徑 (R) 而求 T, L, C, L, S, L 之各數值。

$R=400\text{ m}$ $I=24^{\circ} 26'$ 時，求 T, L, C, L, S, L 。

(a) $T, L=R \tan I/2=400 \times 0.2165122=86.605\text{ m}$

(註) $\tan I/2=\tan 12^{\circ} 13'=0.2165122$ ，求於卷末 tangent 真數表。

(b) $C, L=R \cdot I \times 0.0174533=400 \times 24.433 \times 0.0174533=170.577\text{ m}$

(註) 交角 (I) 以度及其小數為單位。故應將其分，秒均換算為度之小數。

即將 $1\text{分}=0.0166$ $1\text{秒}=0.000277$ 乘以分秒而換算為度。

(c) $S, L=R(\sec I/2-1)=400(1.0231703-1)=9.268\text{ m}$

(註) $\sec I/2=\sec 12^{\circ} 13'=1.0231703$ 求於卷末 sect 真數表。

卷末真數表雖為七位之數，但求曲線表時，採取五位之數，五位以下四捨五入。

ii) 既知半徑 (R) 而求偏角 δ (弦20 m) δ' (短弦20 m以下)。

$R=400\text{ m}$ $l=20\text{ m}$ $l'=15.67\text{ m}$ 之時，求 S, S' 。

(a) $\delta = \frac{1718.87}{R} l = \frac{1718.87}{400} \times 20 = 85.9435 = 1^{\circ}25'57''$

(b) $\delta' = \frac{1718.87}{R} l' = \frac{1718.87}{400} \times 15.67 = 67.3359 = 1^{\circ}7'20''$

(註) 因 δ 之計算以分為單位，故將計算結果之分，應換算為度，分、秒等單位。

即：例如 85.9435 中之 $85' = 1^{\circ}25'$

$0.9435 \times 60'' = 57''$

故 $85.9435 = 1^{\circ}25'57''$

§ 7 圓弧與弦之關係

擬數設曲線，不測弧長而以弦長作為弧長。但在嚴密的意義上弧長與弦長之間當有一段之差。此差由於曲線半徑及弧之長短而有不同之長短。

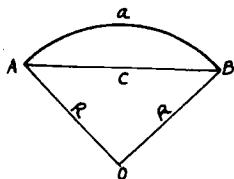


圖 - 2

於圖 - 2 成立下記近似式。

$$C = a - \frac{a^3}{24R^2} \dots\dots\dots (1)$$

即弧長與弦長之差，與半徑之自乘成反比例，與弧長之 3 乘成比例。故半徑小則弧長隨之亦小。故在測設曲線，設如弧長 / 半徑 = 1 / 10 ~ 1 / 20，則可認為弧長 = 弦長。

就一般而言以弧長 20m 或 20m 以下為測設單位，故如半徑在 200 m 以下時，因弧長 / 半徑之比在 1 / 10 以下，其差較大，乃調整弦長後以拉捲尺或逕以 10m 單位為弦長數設曲線較為適宜。

[例] $R=400\text{ m}$ $a=20\text{ m}$ 時，求弦長 C 。

$$C = 20 - \frac{20^3}{24 \times 400^2} = 19.9979\text{m}$$

$$20 - 19.9979 = 0.0021\text{m}$$

弧長 20m 與弦長之差僅為 2mm 左右，故弧長 20m 幾等於弦長，而且在野外拉捲尺時概呈鬆弛，故不必過分加以調整。

對半徑之弧長與弦長之差 (mm)

弧長 \ R	60m	80m	100m	120m	140m	150m	160m	180m	200m	250m
5m	1	1	1							
10	12	7	4	3	2	2	2	1	1	1
15	39	22	14	10	7	6	6	4	3	2
20	94	53	34	23	17	15	13	10	8	5

§ 8 曲線函數表 (第 1 表) 之使用法

第 1 表既知交角 (I) 及半徑 $R=100$ ，其 $C.L.$, $T.L.$, $S.L.$, $X.Y.$ 之各值即可查出，以免由公式及對數表一一計算之麻煩。即在現場設如測得交角定其半徑，則查第 1 表先求 $C.L.$, $T.L.$, $S.L.$ ，再乘以所需要之半徑，可求得 $C.L'$, $T.L'$, $S.L'$ 。至於 $X.Y$ 照其實際需要計算之。第 1 表均以 $R=100$ 計算 (單位不問公尺、鏈、英尺，間均可用) 設如 $R=100$ 以上或以下時，例如 $R=500$ 時，對表之數值乘以 $500/100=5$ 即乘以 5 即可，又 $R=60$ 時，乘以 $60/100=0.6$ 即乘以 0.6 即可。第 1 表曲線函數表在交角 $0^\circ \sim 130^\circ$ 間可查出每 1 分之數值。每頁左上角之 1° , 2° ,

3°……表示交角 I 度，最左端之一欄表示交角之分。至於每頁右下角之 $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ$ ……表示 $(180^\circ - I)$ 之內角 I 度，最右端之一欄表示該內角之分。第二欄以下之 $C.L, T.L, S.L$ 各表示曲線表，切線長、正矢長，至於 X, Y 如圖—1 所示 X 表示切線橫距或長弦 AB 之一半之長， Y 表示切線縱距或中央縱距 M 之長度。

〔例 1〕

$I = 16^\circ 24'$ $R = 100$ 先翻開第 1 表 16° 之 63 頁，查 $24'$ 欄則其數值如下表。

	C-L	T-L	S-L	X	Y
24	28.623	14.410	1.033	14.263	1.022

(註) 在本表由上而下之同一數字均省略之。例如表上 X 欄之 63 即省略由上而下之 14.2 之數字。

〔例 2〕

已知 $I = 74^\circ 47'$ $R = 600$ m，求曲線之各值。

(解) $C-L = 130.522 \times 6 = 783.132$ m

$T-L = 76.433 \times 6 = 458.598$ m

$S-L = 25.865 \times 6 = 155.190$ m

$X = 60.726 \times 6 = 364.356$ m

$Y = 20.550 \times 6 = 123.300$ m

〔例 3〕

已知 $I = 16^\circ 24' 20''$ $R = 500$ m，求 $C-L, T-L$ 。

$20'' 40''$ 應查第 2 表 $20'' 40''$ 曲線函數表

(解) $C-L$ $16^\circ 24' \dots\dots 28.623$ $T-L$ $16^\circ 24' \dots\dots 14.410$
 $+ \frac{20'' \dots\dots 0.0097 \dots\dots (\text{查第 2 表})}{28.6327 \times 5 = 143.164 \text{ m}} + \frac{20'' \dots\dots 0.005 \dots\dots (\text{查第 2 表})}{14.415 \times 5 = 72.075 \text{ m}}$

(註) 一般交角讀至分為止。但是 $R = 500$ m 以上時，誤差亦隨之增大，故讀至 $20'' 40''$ 計算之。在 $C-L$ 欄 $R = 500$ m 以上時之 $20'' 40''$ 之長度如下表。(單位 mm)

R (m)	500	600	800	1000	1200	1500	2000	本表使用七位對數表計算，且於五位四捨五入，故其數值甚為正確。
20"	48.5	58.3	77.6	97.0	114.4	145.5	194.0	
40"	97.0	116.4	155.2	194.0	228.8	291.0	288.0	

§ 9 依偏角法之單曲線數設法及實例

偏角法 (Deflection angle method) 不問在鐵路或在公路使用於曲線數設上甚為普遍而且正確性優於其他任何數設法。但是此法多費人員器材及時間，如果頻遇障礙物時應併用支距法 (Offset method)。

(1) 交點及曲線起終點之設定

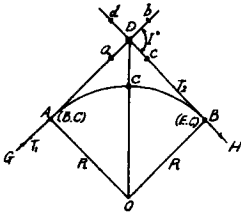


圖 - 3

如圖一 3，自起點 T_1 方向每 1 Chain (鏈) = 20 公尺順次釘中心樁 (5 × 5 × 60cm) 作中線測量至 D 點時，為自 D 轉至 B 方向計，於 AD , DB 之二直線間插入一段曲線。此時先行將中心樁釘於尚未到達 B , C 位置附近之稍前，且在線中之任意一點 T' 安平經緯儀 (Transit) 後視 G 後，將其倒轉而延長 GA 線，以預先立

一測桿已定之交點 D 為中心點，在其前後離 60cm 左右之位置釘 a , b 兩支木樁，該木樁上定正確之中心而釘一小釘為誌。再將經緯儀安平於另一直線 DH 線中之任意一點 T_2 上，後視 B 或 H 後將其倒轉，如其瞄準線之落於 a , b 兩支木樁之間時，則釘木樁於 D ，在 a , b 之間拉水平線，且將水平線移至木樁頭上 (以鉛筆畫記號)，在該直線上移動其測針使與 BD 瞄準線相合之處，即得交點 D 之正確位置。又如圖將 D 點換其中釘四支木樁，在該木樁頭上拉線而定為交點亦未始不可。如是交點 D (Point of intersection 通稱 Inter) 既定，則將經緯儀安平於 D ，為測交角 I 之正確角度計，儘量瞄準較遠之點。或者自 180° 減去所測得之夾角 $\angle ADB$ ，亦可得交角 I 。此種測角可用 3 倍角測角法，如果 $R = 500$ m 以上時需要求至秒單位為止。如測交角 I 後，則定一定範圍內之半徑 $= R$ 之數值。

R 與 I 既知欲求曲線之其他各值，則查曲線表求得 $C.L$, $T.L$, $S.L$ ，而定 $I.P$, $B.C$, $E.C$ 正確之木樁位置，所釘之木樁以 9 ~ 12cm 方為適宜。此木樁在中心線測量上佔重要依據，故於木樁之周圍另釘表示中心所在之圍樁，並以墨記上該木樁



圖 - 4

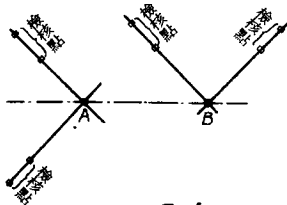


圖 - 5

之名稱、號碼、里程、半徑等。(參照圖一 4)。而且此等木樁施工時動輒被拔除或埋沒，故應該另釘檢核樁於安全場所。(參照圖一 5)

再將經緯儀安放於 $B.C$ 點上，每隔 20m 以偏角法敷設 $B.C$, $E.C$ 間之曲線。

(2) 計算例題

實例 $I = 11^\circ 12' 00''$ $R = 500\text{m}$ 時，自起點至交點 D 之距離爲 8530.740m，求 $B.C.$ ， $E.C.$ 之距離。

(解) 查第 1 表

$$C-L = 19.548 \times 5 = 97.740\text{m}$$

$$T-L = 9.805 \times 5 = 49.025\text{m}$$

$$S-L = 0.480 \times 5 = 2.400\text{m}$$

$$B.C\text{之距離} = 8530.740 - 49.025 = 8481.715\text{m}$$

$$E.C\text{之距離} = 8481.715 + 97.740 = 8579.455\text{m}$$

(3) 曲線中點 (C 或 S) 之設定

安平經緯儀於 $I.P$

$$\text{夾角} = \frac{180^\circ - 11^\circ 12'}{2} = 84^\circ 24'$$

自切線施測則必須經過圓中之中心，故量測 $S-L = 2.400\text{m}$ 而設點即得曲線之中點 (C)。

$$C\text{點之距離} = 8481.715 + 97.740 \times \frac{1}{2} = 8530.585\text{m}$$

C 點平常無須必設，但是當曲線長度超過 300m 以上時應設定 C 點以便校對。又不能安平經緯儀於 $B.C.$ ， $E.C.$ 時或在曲線中遇障礙物時，應設定 C 點並將經緯儀安平於 C 點敷設曲線。

(4) 偏角之計算 (第 3 表、第 4 表之使用法)

如將 $I.P.$ ， $B.C.$ ， $E.C.$ ， C 之四點設定於現場，則移經緯儀於 $B.C.$ 點，而能瞄準 $E.C$ 點時，應查對 $\angle DAB = \frac{1}{2}I$ 是否等於 $5^\circ 36'$ ，如與交角 $\frac{1}{2}I$ 不相等時，則表示測角或切線長必有錯誤，故需要再度測量。不甚重要路線，其誤差可容許至 1 分爲止。

於前例 $B.C = 8481.715\text{m}$ ，故在曲線內之第一支木樁之里程爲 8500m，故

$$\text{最初之短弦 } l_1 = 8500 - 8481.715 = 18.285\text{m}$$

自 8500m 每隔 20m 敷設中心樁，如此則最後中心樁之里程爲 8560m，故

$$\text{最後之短弦 } l_2 = 8579.455 - 8560 = 19.455\text{m}$$

就一般而言，測量中心樁時規定以每 20m 爲一測鏈，自曲線 $B.C.$ ， $E.C.$ 之點除短弦外，每隔 20m 釘中心樁，故將經緯儀安放於 $B.C.$ 之點 A 測設之。如圖 6，起點爲 No. 0，每隔 20m 測設中心樁，則未至 $B.C.$ 稍前之木樁按次序成爲 No. 424 (8480m) 之木樁。自 $B.C.$ 起第一支中心樁，即爲自 $B.C.$ 離 18.285m 之 No. 425 (8500m)。以下每隔 20m 測設 No. 426，No. 427，No. 428，至 No. 428 即與 $E.C.$ 之間剩 19.455m 之最後之短弦。據一般慣例在 $B.C.$ 側之曲線之零數稱爲始端弦 (First subchord)，在 $E.C.$ 側者稱爲終端弦 (Last subchord)。既

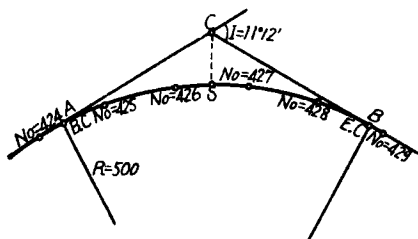


圖 - 6

算出 l_1, l_2 ，對其偏角 (Deflection angle) δ' 及中途之每隔20m之偏角 (δ)，如利用第3表，第4表測角則其計算更為便捷。

第3表，第4表偏角表之使用法

利用第4表短弦偏角表，算出短弦之偏角 $\delta' \delta''$

$$l_1 = 18.285\text{m} \quad l_2 = 19.455\text{m}$$

該表之上欄除表示各半徑外，每隔20cm表示曲線長自0.2起至20cm為止。

對此半徑之曲線長之偏角，查閱每隔20cm所列示之相當欄之數值即可。而且每1cm之偏角在各半徑之右側表示自1cm起至20cm為止，故如遇20cm以下之零數，則加算此偏角即可。但是在半徑 $R = 300\text{m}$ 以上時，短弦20cm之偏角在 $1'$ 以下，故20cm以下之零數應加或棄之，直接由每隔20cm所列示之相當欄，查其偏角而測量則却甚簡便。例如 $R = 500$ 時， l_1 之計算為 $l_1 = 18.285\text{m} = 18.30\text{m}$ 。茲為練習計由第4表求 l_1 及 l_2 如下，

$$l_1 = 18.20 + 0.09 = 18.29\text{m} \quad l_2 = 19.40 + 0.06 = 19.46\text{m}$$

$$\delta' = 1^\circ 2' 34'' + 18'' = 1^\circ 2' 52''$$

$$\delta'' = 1^\circ 6' 42'' + 11'' = 1^\circ 6' 53''$$

既求得 No. 425 (8,500m) 之偏角，則以每隔20m之距離敷設更遠之 No. 426 (8,520m) ~ No. 427 (8,540m)，故由第3表曲線偏角累計表之 $R = 500\text{m}$ 欄求20m 40m 60m 各偏角之累計 $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 。即順次累計 B.C ~ No. 425 ~ No. 426 ~ No. 427 ~ No. 428 ~ EC 且將偏角照下表記入於野外記載簿，於 B.C 點上安平經緯儀測其角度。

中心木樁	里程(公里)	偏角 δ	$\Sigma \delta$
B.C	8481.715m		0
No. 425	8,500	$1^\circ 2' 52''$	$= 1^\circ 2' 52''$
" 426	8,520	$" + 1^\circ 8' 45''$	$= 2^\circ 11' 37''$
" 427	8,540	$" + 2^\circ 17' 31''$	$= 3^\circ 20' 23''$
" 428	8,560	$" + 3^\circ 28' 16''$	$= 4^\circ 29' 8''$
EC	8,579.455	$4^\circ 29' 8'' + 1^\circ 6' 52''$	$= 5^\circ 36' 0''$

E.C. 點之總偏角 $D = \frac{1}{2} = 11^\circ 12' / 2 = 5^\circ 36'$ 與 $\Sigma \delta = 5^\circ 36'$ 相等。如省略20cm以下之偏角計算，則 $\Sigma \delta = 5^\circ 35' 31''$ ，相差 $-29''$ ，但是 $30''$