

# 測量器の改良に関する一考案

(第 21 卷第 8 號所載)

會員 工學士 林 猛 雄

會員工學士安東功氏の“測量器の改良に関する一考案”なる論文を通讀致し、茲に淺學を不顧筆者の私見を述べ、加へて二三の質疑を試みる事と致します。

測量學が土木工學中の重要科目なるに不拘、何等研究的業績擧らず其の進歩の遅々たること驚くの外無く、本論文は此の意に於て最も貴重なる種類に屬し、著者の御心勞に對して厚く感謝の意を表する次第である。

著者の新考案は要するに、歐米及び本邦に於て從來主として軍用にのみ用ひられたる測距儀 (range finder) 或は距離計を一般測量用に普及せしめ迅速測量たらしめんとするものと見られ、其の着想は至極正當と言ふ可く、測量實際家は勿論筆者等學生實習指導の位置に在るものに取りても、本器械の出現は確かに在來測量器械の一缺陷を補充し、有力なる武器たる可きを信ずるものである。

然し本器械を實際測量用たらしむるには、(1) 器械構造上何等差支へ無く取扱ひ便利なるか、(2) 著者の擧げ居る精度に容易に達し得べきものなるか、更に (3) 著者の論じ居らるゝ如く巻尺及び轉鏡儀に依る測量に代り得るものなるかに就ては、今一應の検討を必要とする。

1. 本器械の構造に就て 本器械は轉鏡儀の望遠鏡及び水平軸の代りに在來の測距儀を取付けたものであるが、其の構造及び作用より觀るときは、在來の三脚付可搬測距儀 (portable range finder with tripod) に水平並に垂直分度、緊付及び微動螺旋を取付 (多くの三脚付可搬測距儀には簡單なる水平分度、緊付及び微動螺旋を有す) けたるものと見做し得られ、理論並に構造上格別の不合理なる點を見ない。唯之等附屬裝置を取付くるに當つては、可及的に管の彎曲及び扭れを生ずる如き構造を避け、又轉鏡儀の水平軸支脚は望遠鏡反轉の理由を失ひ居る故、其の高さを減じ或は水準儀の構造の如く強固なる剛構造と成す必要がある。又本器械を用ひて角度測定の場合 (repeating method) を行ふ場合も實際上極めて少なかる可く、従つて上下の緊付及び微動螺旋を合して各 1 箇となし得ると思ふ。

本器械の主體を成す望遠鏡の部分に就ては在來の測距儀の理論及び構造を其の儘用ひ得るが、著者は像の合致 (identification) の種類及び方法に就て何等の記述がない。如何なる方法が豫想せられて居るか御教示を戴き度いと思ふ。此の像の合致方法は基線長・擴大率と直接關係を有するものである。

## 2. 精度に就て

$O_1, O_2$ : 對物レンズ中心即ち基線端點 (objective centre or base end point)

P: 視準點

$O_1O_2 = B$ : 基線長 (length of base)

$O_1P = x_1$   
 $O_2P = x_2$  } 基線端點より視準點に至る距離

$\theta$ : 視準光線の挟む收斂角 (convergent angle)

$\alpha_1, \alpha_2$ : 視準光線の基線となす方向角 (direction angle)

とすれば

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= \frac{\sin \alpha_2}{\sin \theta} \cdot B \\ x_2 &= \frac{\sin \alpha_1}{\sin \theta} \cdot B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

$\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$  即ち  $\theta = 0$  の場合

$$\left. \begin{aligned} \sin \alpha_1 &= \sin \alpha_2 = 1 \\ \sin \theta &= \theta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2)$$

(1) 式は合して

$$x = \frac{B}{\theta} \dots\dots\dots(3)$$

(3) 式より測距儀に於ける精度の公式

$$dx = \frac{x^2 d\theta}{B\rho} = \frac{x^2 \delta}{BM\rho} \dots\dots\dots(4)$$

を得る。但し此の場合

$dx$ : 距離の誤差,  $\delta$ : 眼にて認識し得る角度  
 $M$ : 拡大率 (magnification),  $\rho$ : 206 265''

(4) 式に著者の示さるゝ数値

$$B = 350 \text{ mm}, \quad \delta = 20'', \quad M = 30$$

を適用すれば

$$dx = 0.0000 0923 4 x^2 \dots\dots\dots(5)$$

(5) 式に依る計算値は第 1 表に示される。

第 1 表 合致誤差に依る距離誤差 ( $d\theta = \frac{2}{3}''$ )

距離 $x$ (m)	50	100	150	200	250	300
距離誤差 $dx$ (m)	0.023	0.092	0.208	0.369	0.577	0.831

更に本器械の誤差即ち無限大の遠點を視準したる場合兩視準光線が平行とならざる誤差

$$d\theta = \alpha_2 - \alpha_1 - \theta = 2''$$

と假定すれば、同様に第 4 式に依り第 2 表の値を得る。

第 2 表 器械誤差に依る距離誤差 ( $d\theta = 2''$ )

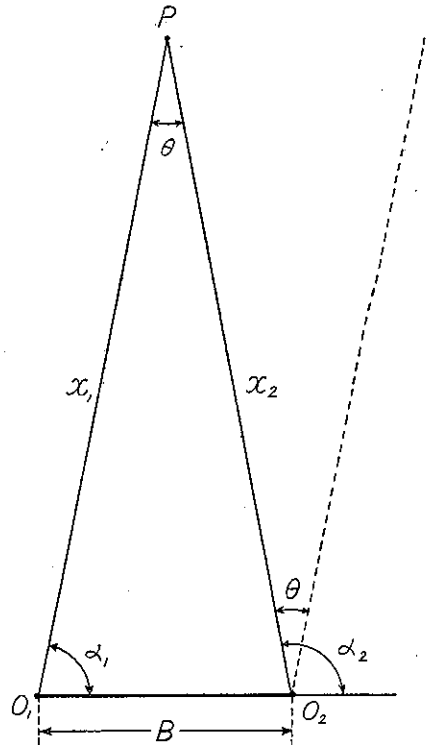
距離 $x$ (m)	50	100	150	200	250	300
距離誤差 $dx$ (m)	0.069	0.276	0.624	1.107	1.731	2.493

但し以上は此の場合見掛けの精度 (apparent accuracy) である。

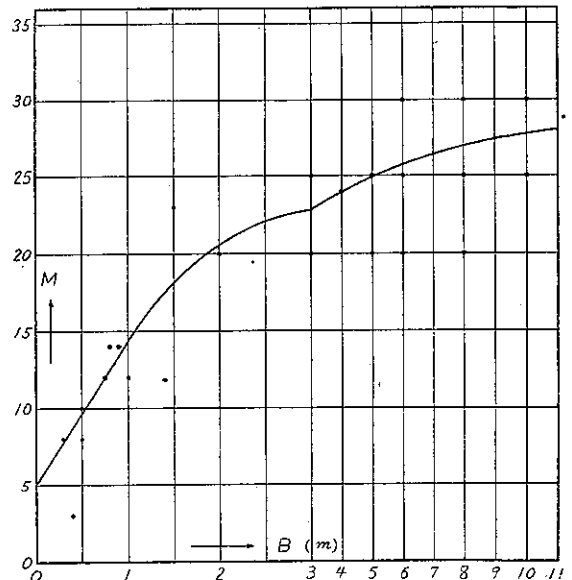
茲に注意すべきは本器械の場合は

$$B = 0.35 \text{ m}, \quad M = 30$$

第 1 圖



第 2 圖 測距儀の基線長と拡大率の関係



にて、 $B$  の長さ短過ぎ兩者釣合状態になき事にて、 $M/B$  の値が餘りに大若くは小となれば精度を低下する事を知る故、本器械の場合も恐らく實際の誤差は上の値よりも更に増加する事と思はれる。

念の爲普通の測距儀に於ける  $B$  及び  $M$  の關係は第 2 圖に示す如くである。筆者は此の場合

$$B=0.35\text{ m}, \quad M=30, \quad x_0=25\text{ m}$$

を選定したる理論的根據を今少しく詳細に御教示を載き度いと思ふ。

3. 簡易測距儀の精度検査 測距儀の距離誤差の概念を示す爲筆者は簡易測距儀に就き其の精度検査を行つた。

其の結果の一部を示せば次の如くである。

(1) 使用器械：Leitz 製手持簡易測距儀

$$B=400\text{ mm}, \quad M=3, \quad \text{距離盤目盛：} 12\sim 1\,000\text{ m}$$

合致方法：單眼二重像式(monocular double image system)

(2) 日時：

(1) 昭和 10 年 9 月 14 日午後 曇 無風

(2) 昭和 10 年 9 月 16 日午後 快晴無風

(3) 検査方法：障害物絶無の平坦芝生地上に、豫め 50m 鋼卷尺に依り正確に一直線上 10m 間隔に距離杭を打ち込み、其の各点より起點に立てたる固定標識(2m ボール)を視準する。

(4) 精度公式：(4)式に上掲の値を挿入して

$$dx=0.0000\,808x^2 \dots\dots\dots(6)$$

(6) 式に依る計算値は第 3 表に示される。

(5) 検査結果：第 4 表及び第 5 表に示される。

素より型式、基線長、擴大率其他構造を異にする器械に依る結果が、本論文の場合の精度に直ちに有效ならざる事は勿論であるが、所謂測距儀の誤差なるものに對する概念を得るには充分役立つものと思ふ。

第 3 表 合致誤差に依る距離誤差 ( $d\theta=6.67''$ )

距離 $x$ (m)	距離誤差 $dx$ (m)	距離 $x$ (m)	距離誤差 $dx$ (m)
10	—	90	0.654
20	0.032	100	0.808
30	0.073	110	0.978
40	0.129	120	1.162
50	0.202	130	1.365
60	0.291	140	1.582
70	0.396	150	1.816
80	0.517		

第 4 表 測距儀の精度検査結果 (9 月 14 日)

距離 (m)	測距儀に依る結果(m)				平均 (m)	誤差 (m)
	20→150	150→20				
20	20.05	19.98	19.95	19.95	19.98	0.02
30	30.10	30.00	29.70	29.70	29.88	0.12
40	39.50	39.50	40.00	39.70	39.68	0.32
50	48.80	48.80	50.00	48.00	48.90	1.10
60	60.50	59.50	59.50	60.00	59.88	0.12
70	68.0	68.0	73.0	70.0	69.75	0.25
80	78.0	79.5	81.0	80.0	79.63	0.47
90	87.0	87.5	92.0	88.0	89.13	0.87
100	100.0	98.0	102.0	98.0	99.50	0.50
110	111.0	108.0	112.0	111.0	110.50	0.50
120	117.0	118.0	123.0	120.0	119.50	0.50
130	130.0	130.0	127.0	129.5	129.13	0.87
140	138.0	135.0	139.0	141.0	138.25	1.75
150	147.0	147.0	147.0	148.0	147.25	2.75

第 5 表 測距儀の精度検査結果 (9 月 16 日)

距離 (m)	測距儀に依る結果(m)				平均 (m)	誤差 (m)
	20→150	150→20				
20	20.10	20.00	19.98	20.12	20.05	0.05
30	30.50	30.20	29.70	30.10	30.13	0.13
40	40.70	39.90	40.50	39.70	40.20	0.20
50	49.80	48.80	49.70	50.80	49.77	0.23
60	60.00	60.00	60.00	59.00	59.75	0.25
70	68.5	70.5	68.5	68.5	69.00	1.00
80	78.0	78.0	79.0	80.0	78.75	1.25
90	88.0	89.0	90.0	89.0	89.00	1.00
100	98.0	99.0	99.0	101.0	99.25	0.75
110	112.0	110.0	112.0	110.0	111.00	1.00
120	120.0	118.0	118.0	119.0	118.75	1.25
130	128.0	129.0	130.0	128.0	128.75	1.25
140	139.0	137.0	141.0	137.0	138.50	1.50
150	147.0	150.0	148.0	146.0	137.75	2.25

之等の精度検査を通じ知り得たる事實は、距離誤差の要素として

- (1) 観測者の眼の天性の實體的鋭敏度 (stereoscopic sharpness of eye) 俗に云ふ勘に大に影響される。
- (2) 同一観測者にては實體融合 (stereoscopic fusion) 距離推定の熟練程度に大に影響される。
- (3) 天候に因る光線の量、視標の色及び形状、周囲との對照等に依る影響大である。僅かの雲の斷目に因り 100m の距離に於て實に 5m の誤差を生じた。
- (4) 観測者の身體的條件、例へば睡眠不足等に依る影響も又省略し得ない。
- (5) 六分儀と同様に、風、目標移動或は観測點移動に因る影響は比較的少ない。
- (6) 地形、交通其他の障害の影響も少ない。

要するに他の距離測定器に比較して観測者個人に屬する誤差が可成り多く、且つ單獨測定の誤差が相當大である。

4. 本器械と他の測量器械との比較 著者は本器械の精度を巻尺測量及び轉鏡儀に依る視距測量 (stadia survey) に比較し、之等よりも更に良好なる旨結論されて居る。

今全く公平なる立場に於て之等を比較すれば凡そ次の如き結果を得る。

(1) 巻尺測量との比較

	巻尺測量	本器械に依る測量
測定の種類	直接測定	間接推定の測定
測量の速さ	1	○巻尺測量の 2~3 割の時間
障害地測定	困難	○容易
測量の條件	地形の影響大	天候・目標の影響大
概略精度	1:500~10 000	1:100~1 500

依て近距離或は距離測定のみの場合、障害地に於ける測量、迅速測量及び測線よりの支距 (offset) 等の場合に用ひて有效である。

(2) 視距測量との比較：測距儀を地形測量に使用するに就ては稍疑問の點無しとせぬが、之等を考慮に入れず兩者を比較すれば

	視距測量	本器械に依る測量
測定の種類	間接測定	間接推定の測定
測量の速さ	1	○視距測量の 3~5 割の時間
障害地測定	稍困難	○比較的容易
測量の條件	地形の影響多少あり	天候、目標の影響大、携帯不便
概略精度	1:200~500	1:100~400

(3) 三角測量との比較：測距儀を用ひて三角測量を行ふは著しく不利なる故此の場合比較しない。

以上簡單なる比較に依つても直ちに分る如く、著者の所謂巻尺測量及び轉鏡儀に取代り得るものとは考へられず。之等と獨立する 1 箇の測量器械を形成し、其の特徴とする所が直接測定不可能、困難若くは重要ならずして時間の節約を希望する場合等に都合良き點にあることは勿論である。

5. 結論 何れとしても本器械を完成の後測量用に使用する事は、多分或る場合に非常なる便益を齎すものと信ずる故に、著者に於ては先づ 1 臺試験的に製作せられ、之に就てあらゆる方面より實際的に比較検討し、其の報告を發表せられ、其の結果に従つて改良を施し完成せらるれば、確かに新型測量器械の一として廣く世上に配布せらるるに至ると思はれます。製作に至らざる考案は何等空想と擇ぶ所無きのみならず、又論議の對象たり得ない事と考へます。

討議として餘りに冗長に失したる嫌ひある故之にて擧筆致します。

著者 會員 工學士 安 東 功

前記標題の拙著に對し御親切なる御教示を賜り深謝の至りです。御尋ねの件に就て、逐條具體的に御答へ致します。

1. 在來のテレメーターをトランシットの望遠鏡の代りに取り付けたる構造か？

(答) 左様です。但し普通のテレメーターは直距離を讀むものであるが、本器は水平距離及び垂直距離を讀む器械です。

2. テレメーター管の彎曲及び扭れを來す様のことなきや？

(答) 温度、濕氣、其他の原因で絶対に變化を起さぬ構造に致さねばなりません。

3. トランシットの如く背を高くせず、レベルの如く何故低くせぬか？

(答) 覗く時頭が凹へぬ様にしたのです。

4. レベルの如く、圓板を 1 個にしても宜しからん？

(答) 本器はトラバースング、其他凡ての測量に用ふる目的に設計した積りであるから、上圓板下圓板 2 枚にしたのも強ち蛇足とも思はれません。

5. 觀測法は如何なる方法にてなすや？ 教示を乞ふ。

(答) 今、淺草 12 階の屋根の頂點と、吾妻橋の袂に据ゑた器械高との、高低差を觀測すると假定ませう。先づ器械を水平に据ゑる。望遠鏡を屋根の頂點に向ける。そこで頂點が十字線の中心に來る様に、左右上下に器械を動かし、凡てのネヂを締め附ける。次に垂直分度圈 (R) を讀む。この讀んだ値を、左の目盛ネヂ (Sg) に合致する様に、このネヂを廻はす。次に望遠鏡を覗く。さて頂點が二重に見ゆる時は、右のネヂ (Sa) で一點に見ゆる迄でアヂヤストする。そこで頂點が十字線の全く中心に一點に見ゆれば宜し。然らざる時は再び前の事を繰り返す。これで目盛盤 (Gs) に現はれたるものは、求むる高低差なり。計算も何も要しません。又水平距離に對しても同様である。

尙ほ此の式は何式か？ との御質問に對しては、95 式とでも御答へ致しませう。

6. 器械は丈夫で便利なものに作り得るか？

(答) 原文に述べし如く、第 1 圖は、本器の説明用想像圖である。これは特に舊式のトランシットに組み合はせて見たのである。實際の製作設計にはもつとガッチリした箱型のものでなければならぬ。尙ほ此の圖で、垂直分度圈はトランシットするために、空圖であることは勿論である。又テレメーターも防濕、防塵、防温の裝置を完全にし、据付けや少しのショックに對して狂はぬ様に、丈夫に設計しなければならぬ。然も軽くするため、近年發明の輕金屬を用ひ持ち運びに便利にする積りである。

以上の設計に對し、我國に於ける製作技能はどうであるかといふに、後 (II) に述ぶるが如く、この位のものは出来ることと信ず。然も原圖で (P<sub>1</sub>)(P<sub>2</sub>) なる五角形プリズムを、三角形のものに設計しようかとさへ考へた位である。

7. ベース 350 mm に對して magnification 30 は大き過ぎずや？

(答) 全く大き過ぎます。10 に訂正致します。御教授有難く存じます。次の訂正を御覽下さい。