

三邊測量에 의한 測角誤差에 관한 研究 A Study on the Measuring Angle Error by Trilateration

李 啓 鶴*
Lee, Key Hak

요 지

水平角 觀測에 있어서 視準誤差는 測角值의 精度에 큰 影響을 미친다. 各 測定距離에 따라 個個의 測角值에 이 視準誤差를 考慮한 값이 正確한가를 考察하기 위하여 三邊測量을 遂行하였다.

따라서, 本 研究에서는 邊長에 의해 計算한 正確한 값과 實測角과의 比較를 통하여 測角誤差를 檢討하였다.

ABSTRACT

The sighting errors significantly affect to the measuring angle in the horizontal angle observation. We achieved trilateration for the observation of the measuring angle value involved sighting error.

According to the each measuring distance, this study dealt with the measuring angle errors through the comparison of the measuring angle with the computed angle in trilateration.

1. 序 論

水平角을 觀測할 경우 各種 器械誤差를 除去하여도 測角值에는 항상 偶然誤差가 따르기 마련이다.¹⁾ 그러나 偶然誤差 중에서 測角值의 精度에 가장 큰 影響을 미치는 것이 視準誤差이다. 近來에는 EDM에 의한 三邊測量으로 測角值의 正確值를 計算할 수 있게 되었으며, 더욱이 最近에는 Electronic Total Station에 의하여 邊長 뿐만 아니라 水平角도 同時에 測定할 수 있는 便利한 光學器械가 出現하기에 이르렀다.

本 研究에서는 視準誤差를 考慮한 測角值가 어느 程度 正確度를 가지고 있는가를 考察하기 위하여 Steel Tape나 Total Station을 利用하여 三邊測量을 實施하였다. 또한, 觀測角을 測定하기 위해 各 測定距離에 따라서 Target의 크기를 $\phi 30$ mm, $\phi 20$ mm의 pole과 $\phi 4$ mm의 pin pole을 使用하여 測定하였으며, 從來에는 Theodolite 1" 讀을 使用하던 것을 이번에는 Electronic Total Station을 利用하였다.

따라서, 本 研究에서는 三邊測量으로 구한 正確한 값과 實測角과의 比較考察을 통하여 各 視準距離에

따른 視準誤差를 算出한 曲線式을 導出하여 一般에게 널리 그리고 便利하게 活用할 수 있도록 하였다.^{2,3)}

2. 三邊測量에 의한 交角의 計算值와 精度

그림 1과 같이 角觀測을 위한 器械의 設置點 A를 정하고, 이 A를 頂點으로 하는 b=c를 5, 10, 25, 50, 100, 200m, a를 약 1m로 하여 二等邊三角形이 되게 選點하고, 말목을 박아 이 위에 直徑 2 mm의 못을 박아서 測點으로 했다. 三邊測量의 計算에 의해서 구한 $\angle A$ 의 精度는 대체적으로 a의 測距誤差에 의해 좌우되어지므로 測距誤差를 되도록 작게하기 위해 a의 값은 약 1m로 했다.^{4,5)}

距離測定에는 50m Steel Tape와 Total Station을 利用하고, b와 c는 mm單位, a는 0.5 mm 單位까지 읽었다. 距離測定은 標準張力으로, 溫度差異가 거의 없는 상태로, 또 各 測點은 平坦地에 設置해 처짐이

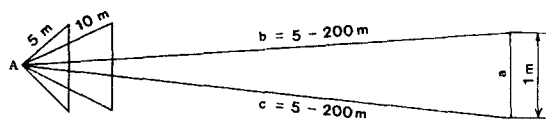


그림 1. 三邊測量 實測 概要

*湖南大學校 工科學 教授(工博)

表 1. 三邊測量에 의한 實測값과 ∠A의 中等誤差

視準距離	a	b	c	∠A	∠A의 中等誤差
5m	0.9970m	4.996m	4.994m	11°27' 19.0"	± 10.9"
10	1.0025	9.996	10.013	5°44' 34.1"	± 5.2
25	1.0040	24.995	24.940	2°18' 02.4"	± 2.1
50	1.0015	49.986	50.016	1°08' 49.6"	± 1.0
75	0.9995	74.990	75.019	0°45' 47.5"	± 0.8
100	0.9990	100.004	99.997	0°34' 20.5"	± 0.5
150	1.0025	150.006	149.998	0°22' 58.5"	± 0.4
200	0.9980	199.965	199.977	0°17' 09.3"	± 0.3

일어나지 않도록 測定했으므로 傾斜, 張力, 溫度 및 처짐에 대한 특별한 補正은 하지 않았으며, 最後에 Total Station으로 檢測하였고, 本 實驗에서 Steel Tape와 Total Station과의 實測結果 거의 mm單位에서 一致하기 때문에 本 計算式에는 最新 光波測定機인 Electronic Total Station값을 適用하였다.⁶⁾

表 1은 이렇게 實測한 값들을 나타낸 것이다.

3. 測角值

邊 b, c는 1 mm까지, a邊은 0.5 mm까지 읽었으므로 그 中等읽기誤差는 各各 ± 0.289 mm, ± 0.144 mm이다. 또, b, c邊의 測定에는 Tape의 눈금을 못 중앙 1 mm 以内로, a邊은 중앙 0.5 mm 以内로 一致시켜 測定했으므로 그 中等誤差도 各各 ± 0.289 mm, ±

0.144 mm이다. 그러므로 a邊의 中等誤差는 一端을 0 눈금에 一致시켜 測定했으므로 $\Delta a = \pm 0.25$ mm, b, c邊의 中等誤差 $\Delta b, \Delta c$ 는 50m 以内에서 ± 0.58 mm, 100m에서 ± 0.82 mm, 200m에서 ± 1.15 mm이다. 이들 값으로부터 ∠A의 中等誤差를 計算하면 表 1과 같이 된다.

또한, 角 觀測에는 Total Station을 利用하여 1초까지 읽었으며, 視準物로는 直徑 30 mm, 20 mm pole 및 4 mm pin pole을 使用하여 各各 3倍角法으로 24回 測定했다. 測定結果는 表 2에 나타내었다.

4. 計算値와 測角値와의 比較

表 2에서 보여주는 바와 같이 計算値와 測角値의 最精값은 같게 되지는 않는다. 그것은 pole을 정확히

表 2. 3倍角法에 의한 觀測값과 中等誤差

視準距離 (m)	三邊測量에 의한 計算값	φ30				
		觀測값	平均值에 대한 中等誤差	各 값에 대한 中等誤差	中心에서 어긋난 角度	어긋난 距離
5	11°27'19.0"	11°27'28.9"	2.6"	9.9"	9.9"	0.24 mm
10	5 44 34.1	5 44 15.1	0.7	6.1	19.0	0.92
25	2 18 02.4	2 18 17.6	0.6	4.3	15.2	1.84
50	1 08 49.6	1 08 54.1	0.4	3.5	4.5	1.09
75	0 45 47.5	0 45 48.4	0.5	2.8	0.9	0.33
100	0 34 20.5	0 34 18.7	0.3	2.4	1.8	0.87
150	0 22 58.5	0 23 00.8	0.4	2.0	2.3	1.67
200	0 17 09.3	0 17 09.8	0.4	1.8	0.5	0.48
平均						0.93

表 2. 계속

視準 距離 (m)	三邊測量에 의한 計算값	φ20				
		觀測값	平均値에 대한 中等誤差	各 값에 대한 中等誤差	中心에서 어긋남 角度	中心에서 어긋남 距離
5	11°27'19.0"	11°27'31.6"	1.7"	7.2"	12.6"	0.31 mm
10	5 44 34.1	5 44 24.0	0.6	5.1	10.1	0.49
25	2 18 02.4	2 18 11.9	0.5	3.8	9.5	1.15
50	1 08 49.6	1 08 51.9	0.4	2.9	2.3	0.69
75	0 45 47.5	0 45 48.6	0.4	2.4	1.1	0.40
100	0 34 20.5	0 34 17.3	0.5	2.1	3.2	1.55
150	0 22 58.5	0 23 00.2	0.4	1.8	1.7	1.24
200	0 17 09.3	0 17 10.6	0.3	1.6	1.3	1.26
平均						0.89

視準 距離 (m)	三邊測量에 의한 計算값	φ4				
		觀測값	平均値에 대한 中等誤差	各 값에 대한 中等誤差	中心에서 어긋남 角度	中心에서 어긋남 距離
5	11°27'19.0"	11°27'21.6"	1.0"	5.4"	2.6"	0.06 mm
10	5 44 34.1	5 44 27.3	0.6	3.8	6.8	0.33
25	2 18 02.4	2 18 04.8	0.6	2.6	2.4	0.29
50	1 08 49.6	1 08 46.2	0.5	2.3	3.4	0.82
75	0 45 47.5	0 45 48.0	0.5	2.0	0.5	0.18
100	0 34 20.5	0 34 22.6	0.5	1.8	2.1	1.02
150	0 22 58.5	0 22 56.9	0.3	1.5	1.6	1.16
200	0 17 09.3	0 17 10.1	0.3	1.5	0.8	0.78
平均						0.58

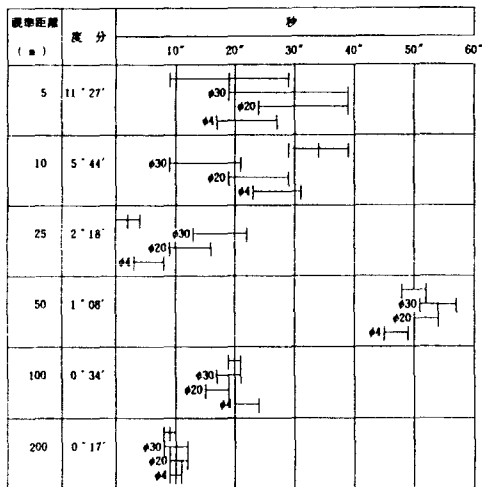


그림 2. 計算値와 測角値와의 比較

測點에서 세울 수 없어서 視準하는 pole의 中心과 測點이 同一 鉛直線에 있지 않기 때문이다.^{7,8)} 그 差異를 計算하면 表 2에 나타난 바와 같이 30 mm pole에서는 0.93 mm, 20 mm pole에서는 0.89 mm, 4 mm pole에서는 0.58 mm의 差異가 나타났다.

本 實驗에 의한 計算値와 測角値 各各의 中等誤差를 考慮하여 比較해보면 그림 2와 같이 된다. 이 結果로부터 視準距離가 멀 경우에는 測點의 中心과 pole의 中心에 상당한 어긋남이 있어도 測角値는 대개 精確한 값으로 나타날 수 있지만, 視準距離가 가까운 경우에는 微小한 어긋남이 있어도 測角値에는 상당한 誤差를 隨伴한다는 것을 알 수 있었다.^{9,10)} 따라서, 精確을 要하는 경우에는 가능한한 測點間의 距離를 길게 취하여 選點하고, 부득이 視準距離를 길게 취할 수

없는 경우에는 될수록 直徑이 가는 Target pole을 사용하여 測角하여야만 한다.

一般的으로 使用되고 있는 30 mm pole, 20 mm pole, 4 mm pin pole을 視準하여 角을 測定한 경우의 視準誤差를 求하는 式은 다음 式과 같으며, 이는 수많은 實驗觀測 Data를 利用하여 指數函數式으로 만들어진 計算式이다.

$$\alpha_{30} = 16.29 \times l^{-0.41} \quad (1)$$

$$\alpha_{20} = 12.16 \times l^{-0.38} \quad (2)$$

$$\alpha_4 = 7.68 \times l^{-0.33} \quad (3)$$

本 實驗에 의해 얻어진 各各의 觀測값에 대해 3倍角法에 의한 測角誤差를 圖示하면 그림 3과 같이 나타나며, 또한 위에서 구한 計算式은 그림에서 線으로 表示하였다.

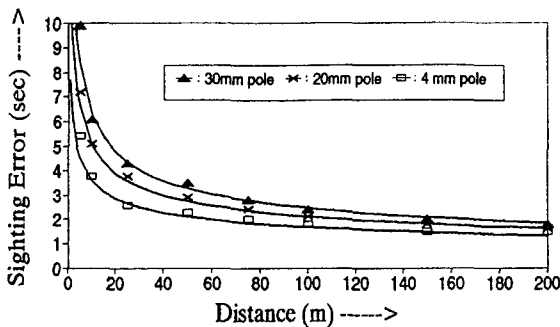


그림 3. 視準誤差의 實驗値와 計算式과의 比較

그림으로부터 距離 및 pole의 굵기에 따라 나타나는 視準誤差의 크기는 計算式을 통하여 구할 수 있으므로 水平角을 觀測할 때에 있어서 發生하는 測角誤差中 視準誤差에 대한 보정은 本 計算式을 適用하면 보다 精度가 높은 水平角을 測定할 수 있으리라 思料된다.

5. 結 論

以上에서 論述한 結果를 간추려 보면 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다.

1. 3邊測量에 의한 ∠A의 中等誤差는 視準距離가

멀수록 작아지며, 또한, 視準하는 Pole의 中心과 測點이 同一鉛直線에 있지 않으므로 생기는 差異는 視準 Target φ30 mm, φ20 mm, φ4 mm의 굵기에 따라 各各 0.93 mm, 0.89 mm, 0.58 mm로 나타났다.

2. 視準誤差를 3邊測量에 의한 計算값과 實測角에 의해 구한 값과를 比較한 結果 視準距離가 멀 경우에는 測點의 中心과 Pole의 中心에 상당한 어긋남이 있어도 測角値는 대개 正確한 값으로 나타날 수 있지만, 視準距離가 가까운 경우에는 微小한 어긋남이 있어도 測角値에는 상당한 誤차가 隨伴된다. 또한, Target Pole의 굵기 30 mm, 20 mm, 4 mm에 대한 視準距離 25m에 대하여 各各 視準誤差는 實驗結果 4.3초, 3.8초 및 2.6초로 나타났으며, 그리고 視準距離 100m에 대하여는 各各 2.4초, 2.1초 및 1.8초로 나타났다.

3. 水平角 觀測時 發生하는 視準誤差에 대한 補正은 앞에서 구한 計算式을 適用하면 視準誤差를 充分히 消除할 수 있으리라 思料된다.

參考文獻

- 岡積 滿 外 1人, “測角의 視準誤差について”, 日本土木學會 學術講演會 概要集, pp.116-1-2, 1965.
- 李啓鶴, “水平角 觀測値의 誤差에 關한 研究”, 全南大工技研誌, 第 13輯, pp.113-122, 1977.
- 龜田和昭, “角測定値의 誤差について”, 日本大學 理學部 學術講演會 論文集, pp.87-88, 1973.
- 李啓鶴, “測角과 測距를 考慮한 閉合트래버스網의 同時調整”, 韓國測地學會誌, 第 6卷, 第 1號, pp.51-56, 1990.
- 李啓鶴, “閉合 Traverse 測量에서 誤差配分에 關한 研究”, 全南大工技研誌, 第 5輯 pp.121-127, 1969.
- 李啓鶴 外 2人, “Traverse 測量에 있어서 閉合誤差의 理論的 調整法”, 韓國測地學會誌, 第 8卷, 第 2號, pp. 31-34, 1990.
- 春日屋伸昌, 測量學 I, 朝倉書店, pp.104-113, 1978.
- 近津博文, “觀測角에 影響을 與える 各種不定誤差とトラバース의 同時調整法”, 測量 Vol.31, No.9, pp.28-32, 1981.
- 中村英夫 外 1人, 測量學, 技報堂, pp.105-110, 1977.
- Davis R.E. et al., Surveying Theory and Practice, 6th edition, McGraw-Hill, pp.254-257, 1981.