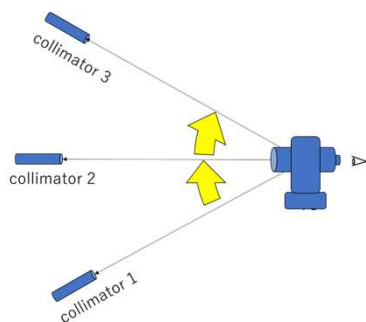


高低角観測の不確かさの推計

1

1. 高低角の検定データの分析

- 2018年度と2019年度で測量技術センターにおいて実施したトータルステーション機器検定の結果
- 準則の測量機器検定基準（2級セオドライト）：高度定数の較差は30”
- 検定の実態：高度定数の最大較差は15”

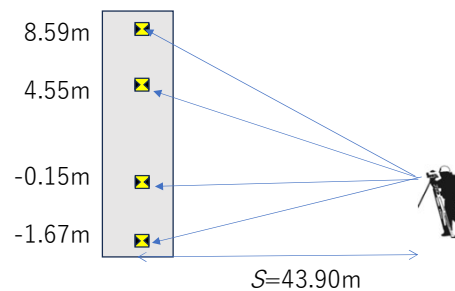
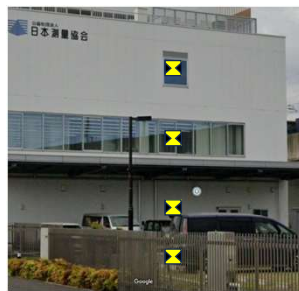


高度定 数較差	10"読み	5"読み	1"読み	1級TS
0~5	68.4%	91.1%	90.4%	100.0%
0~6	68.4%	91.1%	93.9%	100.0%
0~7	68.4%	91.1%	95.6%	100.0%
0~8	68.4%	91.1%	97.7%	100.0%
0~9	68.4%	91.1%	98.5%	100.0%
0~10	100.0%	99.1%	99.4%	100.0%
0~15	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

2

2. 高低角観測の野外実験観測

- つくば技術センターで2024年6月25日に実施
 - 4方向（4視準点）・正反1対回観測・10セットの観測を観測者を代えて計3回行い、合計240読定。



3

野外実験観測の高度定数

- 高度定数較差の平均値と最大値は3人の観測者でほぼ等しい
 - これを品質管理の指標とすることが妥当であることを示唆

観測者	指標	平均値	最大値
K	高度定数の較差	15.5	25
	高度定数の標準偏差	7.8	10.4
N	高度定数の較差	13.5	25
	高度定数の標準偏差	7.0	10.4
F	高度定数の較差	16	25
	高度定数の標準偏差	8.1	11.9
全観測者	高度定数の較差	15	25
	高度定数の標準偏差	7.6	11.9

4

実験観測から得た高度定数較差の妥当性

- 高度定数の標準偏差（全観測者平均）7.6”とシューハートの管理図係数 $D_2=4.6982$, $d_2=2.0588$ を用いて（ $U_{CL}=D_2\sigma$, $E=d_2\sigma$ ）
 - 高度定数の較差の上側管理係数 $U_{CL}=36$ ”、その平均値は16”
 - 平均値は実験で得た15”とほぼ等しい
 - U_{CL} は実験で得た最大値25”に対して11”大きい
- 準則における2級、3級基準点の鉛直角観測の高度定数較差の許容範囲は30”であり、実験から得た較差最大値25”とシューハートの管理図係数から推測した上側管理係数の値36”を考慮すると、現行の許容範囲は変更の必要はないと考えられる。

5

実験観測による高低角観測の不確かさ

- 視準点A,B,C,Dごとの平均高低角を、各観測者、各視準点ごとに重量をつけて全観測者の平均値を求める。

視準点	高低角	重量平均 (”)
A	-2° 10'	52.0
B	-0° 11'	46.2
C	5° 55'	13.3
D	11° 04'	21.5

- 重量平均値を各視準点の高低角の基準値とみなして、それからの較差を個人差を含む較差として再計算し、そのRMSEを求める。

観測者	視準点	RMSE
K	A	5.9
	B	2.5
	C	6.2
	D	3.3
全目標		4.8

観測者	視準点	RMSE
N	A	3.0
	B	4.2
	C	2.8
	D	3.5
全目標		3.4

観測者	視準点	RMSE
F	A	3.0
	B	4.6
	C	2.9
	D	3.4
全目標		3.5

全観測者・全視準点 3.9

- 3.9”が個人差を含む高低角観測の不確かさであると考えられる。

6

3. 器械高と目標高の不確かさの影響

- 器械高と目標高のそれぞれの不確かさを1mmの矩形分布とすると、その標準偏差は $1/\sqrt{12}=0.29\text{mm}$
- 点間距離を50mと想定すると、器械高と目標高の合成で1.7”の不確かさ
- 高低角観測値と器械高、目標高の合成不確かさは $\sqrt{(3.9^2+1.7^2)}=4.3$ ”と推計
 - この値は、四等三角点の高低角の標準偏差4”に近い。
- 50m先の目標に対して、1.0 mmの不確かさに相当する。
- 作業規程の準則 第41条第2項 「TS等で観測を行った標高の計算は、0.01メートル位までとすることができる。」
- ▶4級基準点測量に相当する点間距離では不確かさは1mmであるので、TS観測においても標高の計算は0.001メートル位までとするのが適切

7

4. まとめ

- 準則の測量機器検定基準：高度定数の較差の許容範囲は30”
 - ▶機器検定の実態に合わせて、15”に変更する
- 準則の鉛直角観測：高度定数の較差の許容範囲は30”
 - ▶実験観測の結果から、変更の必要はない
- 実験観測による高低角観測の不確かさ
 - ▶個人差を含めて、3.9”と推計
 - ▶器械高と目標高の不確かさまで含めると、4.3”と推計
 - ▶標高の計算は0.001メートル位までとするのが適切

8