

測量学 I 中間試験問題

2023年11月28日(火)実施

学籍番号	氏名	点数

■水平角の測定 【 / 44点】

トータルステーションを点Pに据え付け、方向法により測点A, B, Cの水平角と鉛直角を測定した。その結果、水平角の測量野帳は表1、鉛直角の測量野帳は表2のようになった。

(1) 倍角差, 観測差, 高低角 α , 高度定数を求め, 表1, 表2を完成させよ。

(2) $\angle APB, \angle BPC$ の平均角を求めよ。 $\Rightarrow \angle APB = (72^\circ 00' 20'')$, $\angle BPC = (63^\circ 30' 13'')$
 $\times 12.5 \Rightarrow$ 四捨五入

表1 水平角の測量野帳の記録

測点	目盛	望遠鏡	視準点	観測角	測定角	倍角	較差	倍角差	観測差
P	0°	r	A	0° 00' 00''					
			B	72° 00' 10''	72° 00' 10'' ①	①+④ 40''	①-④ -20''	0''	20''
			C	135° 30' 30''	135° 30' 30'' ②	②+③ 70''	②-③ -10''	10''	10''
		l	C	315° 30' 40''	135° 30' 40'' ③				
			B	252° 00' 30''	72° 00' 30'' ④				
			A	180° 00' 00''					
	90°	l	A	270° 00' 00''					
			B	342° 00' 20''	72° 00' 20'' ④	①+④ 40''	①-④ 0''		
			C	45° 30' 40''	135° 30' 40'' ③	②+③ 60''	②-③ -20''		
		r	C	225° 30' 20''	135° 30' 20'' ②				
			B	162° 00' 20''	72° 00' 20'' ①				
			A	90° 00' 00''					

表2 鉛直角の測量野帳の記録

測点	視準点	鉛直角	高度定数	結果	備考
P	A	r	100° 10' 20''	2Z $r + \{360^\circ - l\}$ 200° 20' 30''	
		l	259° 49' 50''	Z 100° 10' 15''	
		r+l	360° 00' 10''	α $90^\circ - Z$ -10° 10' 15''	
B	A	r	94° 20' 20''	2Z $r + \{360^\circ - l\}$ 188° 40' 50''	
		l	265° 39' 30''	Z 94° 20' 25''	
		r+l	359° 59' 50''	α $90^\circ - Z$ -4° 20' 25''	
C	A	r	89° 13' 30''	2Z $r + \{360^\circ - l\}$ 178° 26' 40''	
		l	270° 46' 50''	Z 89° 13' 20''	
		r+l	360° 00' 20''	α $90^\circ - Z$ 0° 46' 40''	

(3) トータルステーションで測角を行うとき、正位と反位で同じ視準点を計測するのはなぜか、理由を述べよ。

正位と反位で計測を行うことで、トータルステーションの器械自体が持つ誤差を打ち消すことができるため。

(4) 測角を行うとき、器械は厳密に垂直に設置しなければならない。その理由を述べよ。

器械の鉛直軸誤差は、正位、反位の計測を行っても打ち消せないため。

■測角器械について 【 / 8点】

測角器械には図1に示す4つの軸 (V, L, C, H) が存在する。

4つの軸の名称を記せ。

- V軸 (鉛直軸)
- L軸 (気泡管軸)
- C軸 (視準軸)
- H軸 (水平軸)

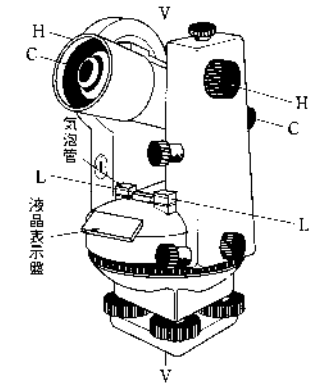
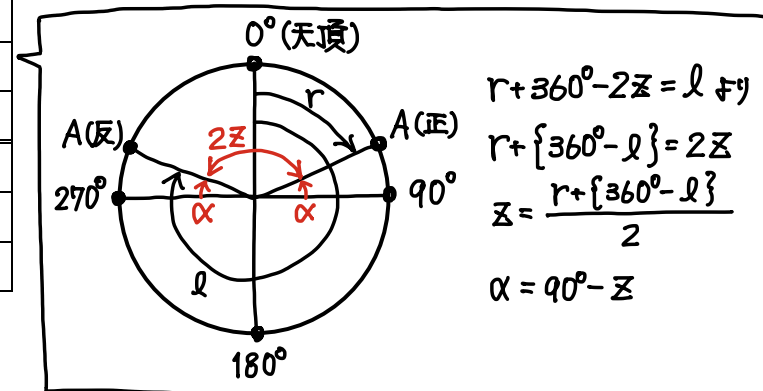


図1 測角器械の4つの軸

■トラバース測量の内業のフロー 【 / 8点】

トラバース測量の実際の測角作業 (外業) を終えた後、内業で測量結果を(1)~(6)の順に整理していく必要がある。空欄になっている作業内容を示せ。

- (0) 外業
- (1) (測角の点検、角度調整)
- (2) (方位角の計算)
- (3) (緯距・経距の計算)
- (4) (トラバースの調整)
- (5) 座標の計算
- (6) トラバースの製図



■結合トラバース測量の結果の整理【 / 40点】

図2は、トータルステーションを用いて既知点Aから既知点Bに結合トラバース測量を行ったものである。表3に示す測定角、既知点の座標値と方位角、測線長をもとに、(1)測角誤差を配分、(2)方位角を求め、(3)緯距・経距を計算し、(4)トラバースを調整して、(5)測点1, 2のX座標(南北方向)、Y座標(東西方向)を求めよ。途中計算過程は明示し、計算結果を表3、表4中に記載すること。

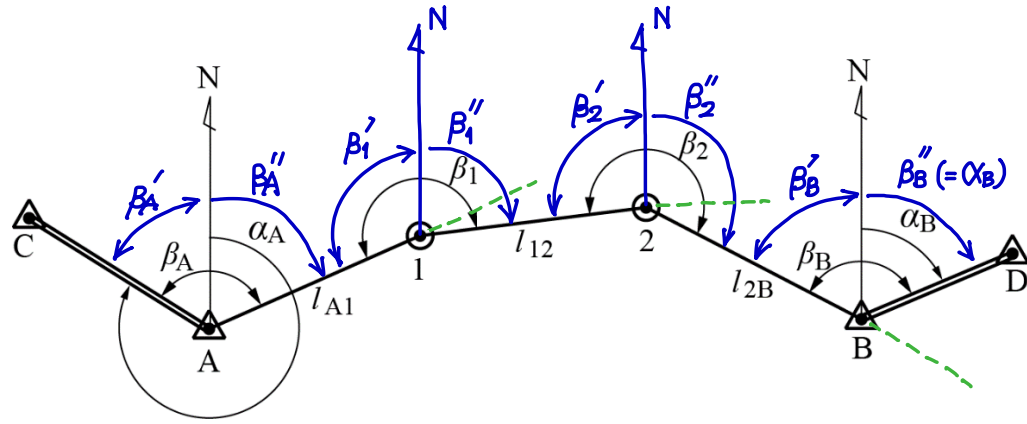


図2 結合トラバース網

表3 結合トラバースの測定角、既知点の座標値と方位角、測線長

種類	記号	値	調整量	調整角
測定角	β_A	120° 00' 30"	-7"	120° 00' 23"
測定角	β_1	190° 40' 00"	-8"	190° 39' 52"
測定角	β_2	212° 20' 00"	-8"	212° 19' 52"
測定角	β_B	115° 10' 20"	-7"	115° 10' 13"
既知方位角	α_A	300° 30' 20"		
既知方位角	α_B	38° 40' 40"		
測線長 (m)	l_{A1}	20.000		
測線長 (m)	l_{12}	30.000		
測線長 (m)	l_{2B}	25.000		
既知点	X座標 (m)	Y座標 (m)		
A	0.000	0.000		
B	13.700	70.100		

表4 結合トラバース計算表

測線	測線長 (m)	方位角	緯距 L (m)	経距 D (m)	調整後の緯距 (m)	調整後の経距 (m)	測点	X座標(m)	Y座標(m)
A~1	20.000	60° 30' 43"	9.845	17.409	9.849	17.406	A	0.000	0.000
1~2	30.000	71° 10' 35"	9.680	28.395	9.685	28.390	1	9.849	17.406
2~B	25.000	103° 30' 27"	-5.839	24.308	-5.834	24.304	2	19.534	45.796
計	75.000		13.686	70.112			B	13.700	70.100

(1) 測角誤差の配分

図2に追記した記号を用いて

$$\alpha_A + \beta_A = 360^\circ$$

$$\beta_A + \beta_1 = 180^\circ$$

$$\beta_1 + \beta_2 = 180^\circ$$

$$\beta_2 + \beta_B = 180^\circ$$

(= $\beta_B - \alpha_B$)

$\alpha_A + (\beta_A + \beta_1 + \beta_2 + \beta_B) - \alpha_B = 900^\circ$ となるはず。
表2の値より、上式の左辺 = $900^\circ 00' 30''$ より
測角誤差 $\Delta\beta = 900^\circ 00' 30'' - 900^\circ = 30''$ である。
よって、測定角の調整量は
 $-30'' \div 4 = -7''$ あまり2"
大きな測定角から順に
-8'', -8'', -7'', -7''を配分する。
調整後の調整角は表2の通り。

(2) 方位角の計算 (調整角を用いる)

測線A~1の方位角 β_A'' は
 $\beta_A'' = \alpha_A + \beta_A - 360^\circ = 60^\circ 30' 43''$
測線1~2の方位角 β_1'' は
 $\beta_1'' = \beta_A'' - 180^\circ + \beta_1 = 71^\circ 10' 35''$
測線2~Bの方位角 β_2'' は
 $\beta_2'' = \beta_1'' - 180^\circ + \beta_2 = 103^\circ 30' 27''$
測線B~Dの方位角 β_B'' は
 $\beta_B'' = \beta_2'' - 180^\circ + \beta_B = 38^\circ 40' 40''$
 $\beta_B'' = \alpha_B$ であるので、計算は正しい。

一見、不要のようにだが、検算部分として、
これまでの過程が正しいか確かめるために
必要です。

小数点以下第4位を
測線長に応じて、
うまく配分していく。
全体で { X: +0.014 }
{ Y: -0.012 }
になるように...

単に四捨五入するだけ
だとよくない。

一致していないと
おかしい。

(3) 緯距・経距の計算

測線長を l 、方位角を α とすると、

$$\left. \begin{aligned} \text{緯距 } L &= l \cos \alpha \\ \text{経距 } D &= l \sin \alpha \end{aligned} \right\} \text{で表わされる}$$

各測線の緯距・経距を計算すると下表のようになる。

測線	緯距 (m)	経距 (m)
A~1	9.845	17.409
1~2	9.680	28.395
2~B	-5.839	24.308
計	13.686	70.112

(4) トラバースの調整

既知点Aの座標は $(X, Y) = (0.000, 0.000)$
既知点Bの座標は $(X, Y) = (13.700, 70.100)$

したがって

$$\begin{aligned} \text{緯距の誤差 } E_L &= \text{始点} + \text{計算値} - \text{既知} \\ &= 0.000 + 13.686 - 13.700 = -0.014 \text{ (m)} \\ \text{経距の誤差 } E_D &= 0.000 + 70.112 - 70.100 = +0.012 \text{ (m)} \end{aligned}$$

トータルステーションを用いて計測を行っているため、角度と距離の精度は同等であると考えられる。よって、インパス法則を用いて閉合誤差を配分する。

配分誤差は $e_i = -\frac{l_i}{\sum l_i} \cdot E$ であるから、調整量は下表の通り。

測線	緯距調整量 (m)	経距調整量 (m)
A~1	$-\frac{20}{75} \times (-0.014) = +0.004$	$-\frac{20}{75} \times (+0.012) = -0.003$
1~2	$-\frac{30}{75} \times (-0.014) = +0.005$	$-\frac{30}{75} \times (+0.012) = -0.005$
2~B	$-\frac{25}{75} \times (-0.014) = +0.005$	$-\frac{25}{75} \times (+0.012) = -0.004$

調整後の緯距・経距は表4に示す通り。

(5) 測点1, 2のX, Y座標の計算

既知点Aの座標 $(X, Y) = (0.000, 0.000)$ に調整後の緯距・経距を順次足し合わせていく。

測点1, 2の座標は表4に示す通り。