

往復観測の較差と制限

<試験合格へのポイント>

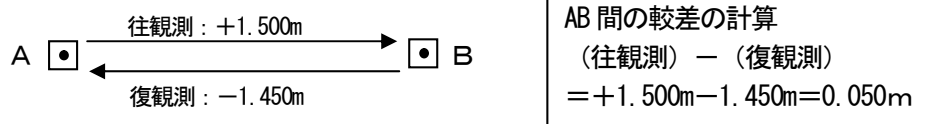
往復観測の較差を制限値と比較し、再測の有無を判断させる問題である。水準測量の計算問題では、重量平均計算に次いで出題が多い。

計算問題であるがその難易度は低く、基本的な解き方を理解しておけばよい。重量平均計算と同様に、「路線の矢印（どちらからの観測なのか?）」に注意が必要である。

(★★★：最重要事項 ★★：重要事項 ★：知っておくと良い)

● 較差について ★★★

較差とは、水準測量における固定点間の往観測と復観測の差を言い、出合差とも呼ばれる。較差の計算について例を挙げると、次の様になる。



このように、往観測と復観測の観測値の差を較差と言う。

● 水準測量における較差の許容範囲について ★★★

往復観測値の較差の許容範囲（制限）は、次のような式で与えられる。

$$m = \pm k\sqrt{S}$$

(m：較差の許容範囲、k：1km 当りの較差の許容値、S：水準路線長 (Km、片道))

測量作業規程の準則 (H21) における、水準測量の較差の許容範囲は、次の通りである。

区分 項目	1 級水準測量	2 級水準測量	3 級水準測量	4 級水準測量
往復観測の較差	$2.5\text{mm}\sqrt{S}$	$5\text{mm}\sqrt{S}$	$10\text{mm}\sqrt{S}$	$20\text{mm}\sqrt{S}$

※ S は片道の観測距離 (km)

※ 試験問題としては、較差の許容値は与えられる（又は求める）ため、上記の表を覚える必要はない

※ 較差の許容範囲の式は、誤差伝播の法則により求められる。

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H14-3-B : 士補出題)

※ 較差の許容値を求める問題

観測距離が2kmの水準測量を、往復観測値の較差の許容範囲を28mmとして行った。これと同じ精度で、観測距離が4kmの水準測量を行う場合、往復観測値の較差の許容誤差はいくらにすべきか。最も近いものを次の中から選べ。

1. 30mm
2. 40mm
3. 50mm
4. 56 mm
5. 60 mm

< 解 答 >

問題は、次の手順で解くと良い。

- ① 観測距離2kmの水準測量より、較差の許容範囲(m)と路線長(S)が与えられているので、1km当の較差の許容範囲(k)を求める。
- ② 観測距離4kmの水準測量では、問題文に「観測距離2kmの水準測量と同精度」とあるので、1km当の較差の許容範囲(k)は同じであり、路線長(S)は与えられているので、較差の許容範囲の式で、許容範囲(m)を求める。

- ① 観測距離2kmの水準測量から、1km当の較差の許容範囲(k)を求める。

$$m = \pm k\sqrt{S} \quad \text{より、} 28\text{mm} = \pm k\sqrt{2\text{ km}} \quad k = \frac{28}{\sqrt{2}} \div \pm 19.8$$

- ② 同精度で4kmの水準測量を行うため、1km当の較差の許容範囲は①で計算したものを使い、許容範囲(m)を求める。

$$m = \pm k\sqrt{S} \quad \text{より、} m = \pm 19.8 \sqrt{4\text{ km}} = 39.6\text{mm}$$

よって、観測距離4kmの水準測量を行う場合、較差の許容範囲は、約40mmとなる。

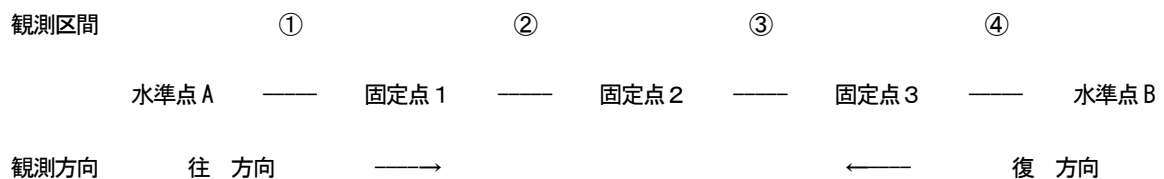
解答 2

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H15-3-D : 士補出題)

※ 再測区間を求める問題

標準的な公共測量作業規程に基づく1級水準測量において、図のように水準点Aから水準点Bまでの観測作業を行い、表の結果を得た。往復観測値の較差の許容範囲は、観測距離Sをkm単位として $2.5\text{ mm}\sqrt{S}$ で与えられるが、往復観測の較差が許容範囲を超えたため再測すべきと考えられる観測区間と観測方向はどれか。次の組合せの中から選べ。

ただし、水準点Aから水準点Bまでの高低差は、 -1.5000 m であることが分かっている。また、 $\sqrt{2.56} = 1.6$ とする。



図

表

観測区間		①	②	③	④
高低差	往 方向	+0.3972 m	-1.0655 m	-1.3341 m	+0.5021 m
	復 方向	-0.3977 m	+1.0630 m	+1.3319 m	-0.5026 m
観測距離		640 m	640 m	640 m	640 m

- | | 観測区間 | 観測方向 |
|----|------|------|
| 1. | ② | 往 方向 |
| 2. | ② | 復 方向 |
| 3. | ③ | 往 方向 |
| 4. | ②と③ | 往 方向 |
| 5. | ②と③ | 復 方向 |

< 解 答 >

この問題は、次のような手順で解くと良い。

- A) 各観測区間の較差の許容値を求める
- B) 各観測区間の往復観測における較差を求める
- C) 較差の許容値と観測値の較差を比較し、再測すべき区間を求める
- D) 往復それぞれの水準点間の結束（閉合）高低差を計算し、誤差を求める
- E) 全体の路線長に対する較差の許容範囲を求める
- F) 往復それぞれの誤差と、許容範囲を比較し、再測すべき観測方向を求める

- A) 各観測区間の較差の許容値を求める

問題文より、各観測区間の区間距離は全て 640m である。このため、各観測区間の較差の許容値は、 $m = 2.5\text{mm} \times \sqrt{0.64} = 2.5\text{mm} \times 0.8 = 2\text{mm}$ となる。

- B) 各観測区間の往復観測における較差を求める

観測区間	往観測 (m)	復観測 (m)	較差 (m)	較差の許容値 (m)	判定
①	+0.3972	-0.3977	-0.0005	0.002	OK
②	-1.0655	+1.0630	-0.0025	0.002	OUT
③	-1.3341	+1.3319	-0.0022	0.002	OUT
④	+0.5021	-0.5026	-0.0005	0.002	OK
高低差	-1.5003	+1.4946			

- C) 較差の許容値と観測値の較差を比較し、再測すべき区間を求める

B) の表より、較差の許容値を超えている区間は、②と③である。よって、再測すべき区間は、②と③の区間となる。

- D) 往復それぞれの水準点間の結束（閉合）高低差を計算し、誤差を求める

問題文より、水準点 A から、水準点 B までの高低差は、 -1.5000m であるため、B) の結果をもとに計算すると、次のようになる。

- 往観測 : $1.5003\text{m} - 1.5000\text{m} = +0.0003\text{m}$
- 復観測 : $1.4946\text{m} - 1.5000\text{m} = -0.0054\text{m}$

- E) 全体の路線長に対する較差の許容範囲を求めると、次のようになる。

$$2.5\text{mm} \times \sqrt{2.56} = 2.5\text{mm} \times 1.6 = 4\text{mm}$$

- F) 往復それぞれの誤差と、許容範囲を比較し、再測すべき観測方向を求める

- 往観測 : $+0.0003\text{m} < 4\text{mm}$ OK
 - 復観測 : $-0.0054\text{m} > 4\text{mm}$ OUT
- よって、再測すべき観測方向は、復観測となる。

以上の、条件にあう選択肢を見ると、「観測区間②と③、観測方向 復観測」で、5 が正しい。

解答：5