レベルの杭打ち調整法

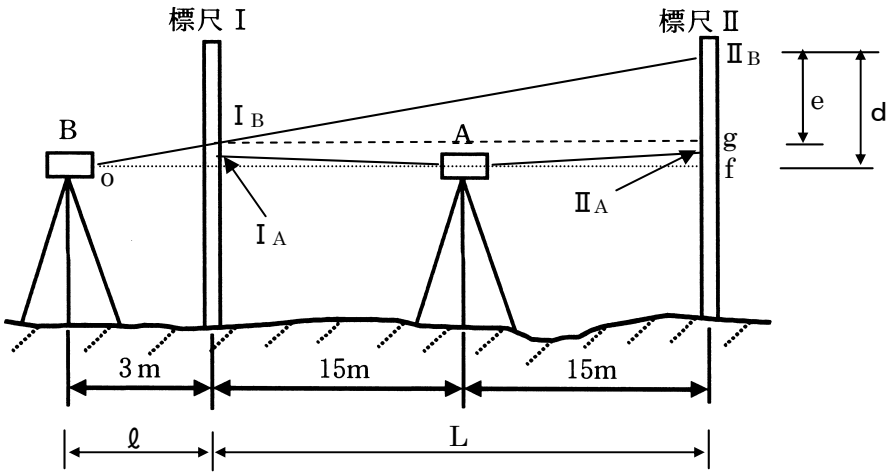
＜試験合格へのポイント＞

「レベルの杭打ち調整法」に関する出題である。ほぼ、毎年のように出題される「定番」問題であるため、必ず正答を導きたい問題でもある。一見難しいように思えるが、出題パターンは決まっており、解き方をしっかりとマスターしておけばよい。参考図書によっては、難解な解き方を紹介しているものもあるが、それにとらわれる必要は全く無い。

（★★★：最重要事項　　★★：重要事項　　★：知っておくと良い）

● 杭打ち調整法の考え方 ★　（無理に理解する必要はない）

「杭打ち調整法」とは、レベルの気泡管軸と視準軸（線）が平行（水平）であるかどうかを調べる点検・調整法の１つである。以下に、「杭打ち調整法」の考え方を記す。



① 2本の標尺の中央に据えたレベル（A）より、前後の標尺の読み（$Ⅰ_A$、$Ⅱ_A$）をとる。
② 標尺の延長線上に据えたレベル（B）より、標尺の読み（$Ⅰ_B$、$Ⅱ_B$）をとる。
③ 2本の標尺の高低差は、①②で読み取った値の差になるため、
本来、$Ⅱ_A - Ⅰ_A = Ⅱ_B - Ⅰ_B$ となれば、レベルの視準線に調整の必要は無い。しかし、
$Ⅱ_A - Ⅰ_A \neq Ⅱ_B - Ⅰ_B$であれば、調整が必要となる。
※レベル（A）は標尺間の中央にあるため、視準軸誤差は消去されている。このため、標尺Ⅰ、Ⅱ間の正しい高低差は、$h = Ⅱ_A - Ⅰ_A$により求められる。

④ 前図のように視準線が上方に傾いているレベルの視準線を水平に調整するためには、標尺Ⅱにおいて（$Ⅱ_B - d$）の値をレベル（B）が読むようにすればよい。「杭打ち調整法の問題」とは、この調整量（d）を計算によって求めさせるものである。

http://www.kinomise.com/sokuryo/　測量士・測量士補 試験対策 WEB　© Matsubara P.O

⑤ 視順軸の調整量（ｄ）の求め方について

前図より調整量(ｄ)を求めるために、次のような式が組立てられる。

図より、△oII_Bｆ と △I_B II_Bｇが相似である事を利用して、ｄ：ｅ ＝(Ｌ＋ℓ)：Ｌ とする。

※ ここで（ｅ）とは、II_B－ｇであり、これは前図から、($\mathrm{II}_B-\mathrm{II}_A$) －（$\mathrm{I}_B-\mathrm{I}_A$）によって求められる。

これを変形すると、$\frac{l+\mathrm{L}}{\mathrm{L}}\times \mathrm{e}=\mathrm{d}$ となり、

ここで、前出のｅの式 ｅ＝($\mathrm{II}_B-\mathrm{II}_A$) －（$\mathrm{I}_B-\mathrm{I}_A$） を代入すれば、次のようになる。

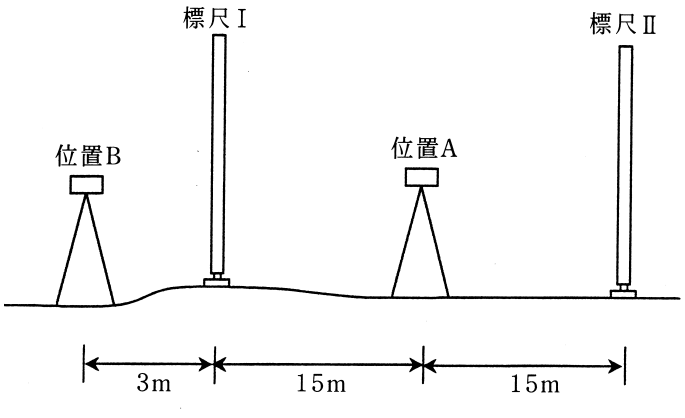
$\frac{l+\mathrm{L}}{\mathrm{L}}\times \mathrm{e}=\mathrm{d}$ より、$\frac{l+\mathrm{L}}{\mathrm{L}}\times \{(\mathrm{II}_B-\mathrm{II}_A)-(\mathrm{I}_B-\mathrm{I}_A)\}=\mathrm{d}$

※ ℓ：標尺ⅠからレベルＢまでの距離
Ｌ：標尺Ⅰ～Ⅱまでの距離
ｄ：Ｂ点のレベルより、標尺Ⅱに対する、視準軸の誤差

よって、補正量（ｄ）が求められ、レベル(Ｂ)が標尺Ⅱの（II_B－ｄ）を視準するように、十字線を調整すればよい事がわかる。

● 杭打ち調整法に関する問題の解法 ★★★ (手順を必ず覚えよう)

自動レベルの視準線を点検するために、図のようにレベル位置Ａ、Ｂで観測を行い、表の結果を得た。この結果をもとにレベルの視準線を調整するためには、標尺Ⅱの読定値をいくらにすればよいか答えよ。(H16-3-A 出題 改)



図

表

レベル位置	標尺Ⅰの読定値	標尺Ⅱの読定値
A	1.357m	1.406m
B	1.436m	1.475m

手順１：観測結果から、調整の有無を判断する。

レベル位置Ａ：1.406m － 1.357m ＝ 0.049m
レベル位置Ｂ：1.475m － 1.436m ＝ 0.039m
（レベル位置Ａ）－（レベル位置Ｂ）＝ 0.010mとなり、調整が必要であると言える。

※ここで、レベル位置Ａの観測結果はレベルと前後標尺の間隔が等しいため、視準線誤差が消去された高低差（正しい高低差）であると言える。

手順２：解答の目安をつける。

レベル位置Ｂの高低差は視準線誤差を含んだものであり、その大きさは、手順１より、0.010m である。
これにより、レベル位置Ｂにおいて視準線誤差を消去しようとすれば、0.010m高い、標尺Ⅱの 1.475m ＋ 0.010m ＝ 1.485m 付近を見ればよいと言える。

※これが解答ではない。

手順３：レベル十字線の調整後の標尺読定値の計算

ここで、Ｂにおいて標尺Ⅰまでの距離 3mで誤差は無視できるが、標尺Ⅱまではその 11 倍の 33mであることに注意する。
レベル十字線の調整量は、比例式により次のように計算される。

$$\frac{33\mathrm{m}}{30\mathrm{m}} \times 0.010\mathrm{m} = 0.011\mathrm{m}$$

この値がレベル位置Ｂにおける標尺Ⅱへの補正量である。
よって、レベル位置Ｂにおける視準線調整後の標尺Ⅱの読定値は、次のようになる。
1.475m ＋ 0.011m ＝ 1.486m

※レベルの十字線を調整して、この値を読むようにすればよい。

● 公共測量作業規程によるレベルの視準線誤差の点検調整

公共測量作業規程におけるレベルの観測による視準線誤差の点検調整には、次のように記されている。

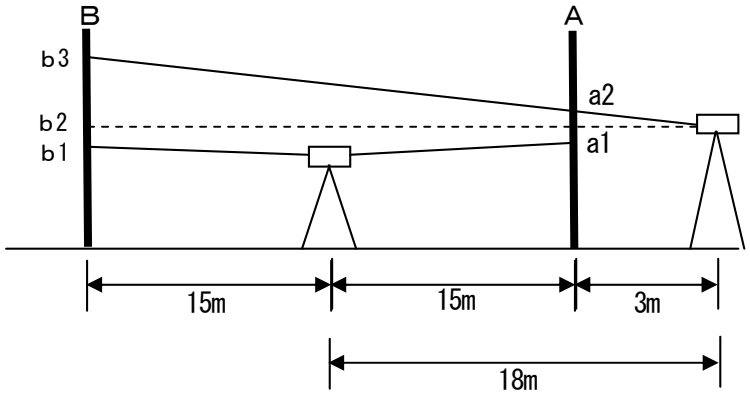
◆ 読定単位及び許容範囲

	１級レベル	２級レベル	３級レベル
読定単位	0.01 mm	0.1 mm	1 mm
許容範囲	0.3 mm	0.3 mm	3 mm

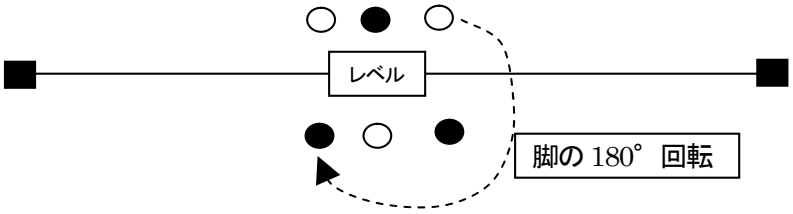
◆ 観測サイクル

・１～２級水準測量では、観測期間中概ね 10 日ごとに行い、その結果を観測手簿に記載する。

◆ レベルの観測による点検（視準線の点検調整）



・ 約 30m離れた場所に、標尺 A,B を鉛直に立て、その中央にレベルを整置する。
・ 両標尺の高低差（ｂ1－ａ1）を観測する。
・ 脚を 180° 反転させて（下図参照）、同様の観測を行い、（ｂ1－ａ1）の平均値を求める。



■：標尺　○：初めの脚の位置　●：180° 回転させたときの脚の位置

・ レベルの位置を、両標尺を結ぶ直線の延長線上に約 18mずらして、再び両標尺間の高低差（ｂ2－ａ2）を観測する。さらに、脚を 180° 反転させて同様の観測を行い、平均値を求める。

・ これら２つの平均値の差の絶対値：｜（ｂ1－ａ1）－（ｂ2－ａ2）｜が、前出の許容範囲内にあるか否かを点検し、許容範囲外にある場合は、再調整する。

◆ レベルの調整方法

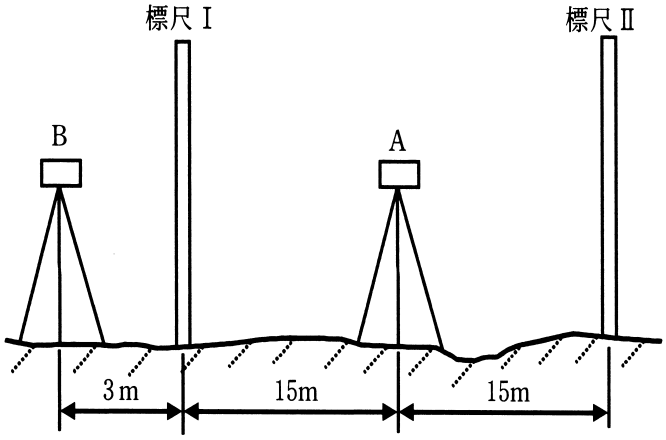
・チルチング（気泡管）レベル　及び　オート（自動）レベル
十字線を各メーカーの説明書を参考に調整する。

・電子レベル
杭打ち調整法を実施する前に、各メーカーの奨励する方法で調整し、電子レベルに調整量を記憶させる。その後、杭打ち調整法を実施し、結果が許容範囲内にあるか否かを点検し、許容範囲外の場合は、許容範囲内に収まるまで、メーカー奨励の調整を行う。

http://www.kinomise.com/sokuryo/　測量士・測量士補 試験対策 WEB　© Matsubara P.O

◆ 過去問題にチャレンジ！ （ H17-3-B ：士補出題 ）

レベルの視準線を点検するために、図に示す観測を行い、表の結果を得た。レベルの視準線を調整したとき、レベルの位置Bにおける標尺Ⅱの読定値はいくらになるか。次の中から選べ。ただし、読定誤差はないものとする。



図

表

レベルの位置	読定値	
	Ⅰ	Ⅱ
A	1.002m	1.123m
B	1.084m	1.225m

1. 1.203m

2. 1.205m

3. 1.225m

4. 1.245m

5. 1.247m

http://www.kinomise.com/sokuryo/ 測量士・測量士補 試験対策 WEB © Matsubara P.O

＜ 解 答 ＞

① A、Bそれぞれのレベル位置における２点間（Ⅰ、Ⅱ）の高低差を計算する。

レベル位置Ａ：1.002m － 1.123m ＝ －0.121m
レベル位置Ｂ：1.084m － 1.225m ＝ －0.141m

ここで、レベル位置Ａの観測結果はレベルと前後標尺の間隔が等しいため、視準線誤差が消去された高低差であると言える。

② 補正量の目安を付ける。

レベル位置Ｂの高低差は視準線誤差を含んだものであり、その大きさは、
－0.121m－（－0.141m）＝ 0.020m である。
これにより、レベル位置Ｂにおいて視準線誤差を消去しようとすれば、0.020m低い、標尺Ⅱの1.225m － 0.020m ＝ 1.205m 付近を見ればよいと言える。
※選択肢中に、1.205m があるが、これが正答ではない。

③ レベル十字線の調整後の標尺読定値の計算

レベル十字線の調整量は、比例式により次のように計算される。

$$\frac{33\mathrm{m}}{30\mathrm{m}} \times 0.020\mathrm{m} = 0.022\mathrm{m}$$

よって、レベル位置Ｂにおける視準線調整後の標尺Ⅱの読定値は、次のようになる。
1.225m － 0.022m ＝ 1.203m

解答：1

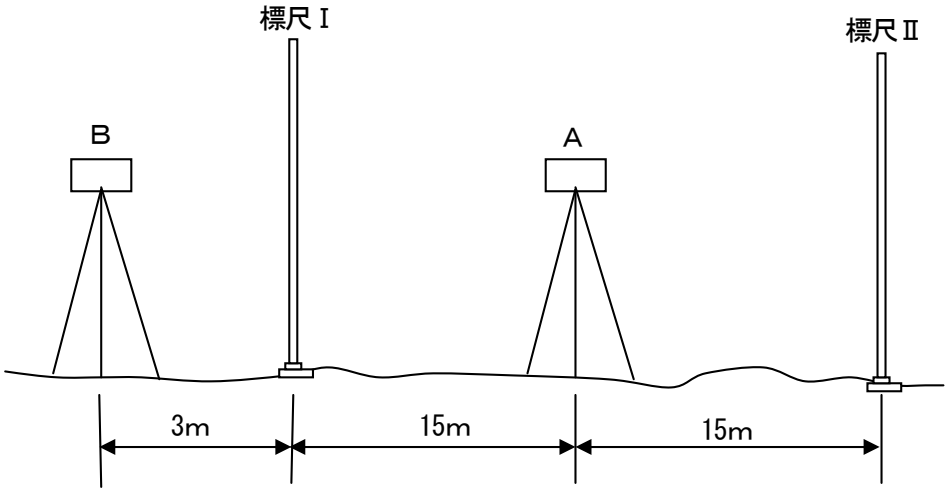
http://www.kinomise.com/sokuryo/ 測量士・測量士補 試験対策 WEB © Matsubara P.O

◆ 過去問題にチャレンジ！ （ H18-3-B：士補出題 ）

次の文は、不等距離法（くい打ち法）によりレベルの視準線を点検する手順について述べたものである。 ア ～ ウ に入る語句及び数値の組合せとして、最も適当なものはどれか。次の中から選べ。

レベルの視準線を点検するために、図のように位置Ａ、Ｂにおいて観測を行い、表の結果を得た。この結果から、位置Ａでの観測による正しいと考えられる両標尺間の高低差と位置Ｂでの観測による両標尺間の高低差の差は ア である。この差は、レベルの視準線と気ほう管軸が平行でないために生じる誤差であるので、視準線の調整が必要である。

そこで、位置Ｂにおいて イ の読定値が ウ となるように、レベルの視準線を調整した。



図

表

レベルの位置	読定値	
	標尺Ⅰ	標尺Ⅱ
A	1.289m	1.245m
B	1.134m	1.102m

	ア	イ	ウ
1.	0.032m	標尺Ⅰ	1.067m
2.	0.012m	標尺Ⅱ	1.089m
3.	0.044m	標尺Ⅰ	1.146m
4.	0.032m	標尺Ⅱ	1.137m
5.	0.012m	標尺Ⅰ	1.115m

＜ 解　答 ＞

問題文中の ア～ウ について考えると、次のようになる。

ア：
正しいと考えられるレベルＡからの高低差を求めると、1.289m－1.245m ＝ 0.044m
次に、レベルＢからの高低差を求めると、1.134m－1.102m ＝ 0.032m
よって、互いの高低差が異なっているため、視準線が傾いていると考えられ、視準線の調整が必要となる。
問題文の両標尺間の高低差の差は、0.044m－0.032m＝0.012m　となる。

イ：
レベルの視準線を調整する標尺は、レベルＢから遠いほうの「標尺Ⅱ」で調整する。

ウ：
調整する場合の標尺Ⅱの読定値は、次のように求められる。

$$\text{調整量（d）}=\frac{3\text{m}+30\text{m}}{30\text{m}}\times 0.012\text{m}=1.1\times 0.012\text{m}=0.0132\text{m}$$

ここで、アの解説から、レベルＢからの視準値が正しい高低差を示すためには、標尺Ⅱの読定値が1.102mから小さくなればよい事が分かる。
このため、ここから調整量（ｄ）を引けば良い。
よって、1.102m － 0.0132m ≒ 1.089m
以上より、標尺Ⅱの読定値は、1.089mとなるように視準線（十字線）を調整すればよい事になる。

解答：２

http://www.kinomise.com/sokuryo/　測量士・測量士補 試験対策 WEB　© Matsubara P.O