

路線の縦横断測量

<試験合格へのポイント>

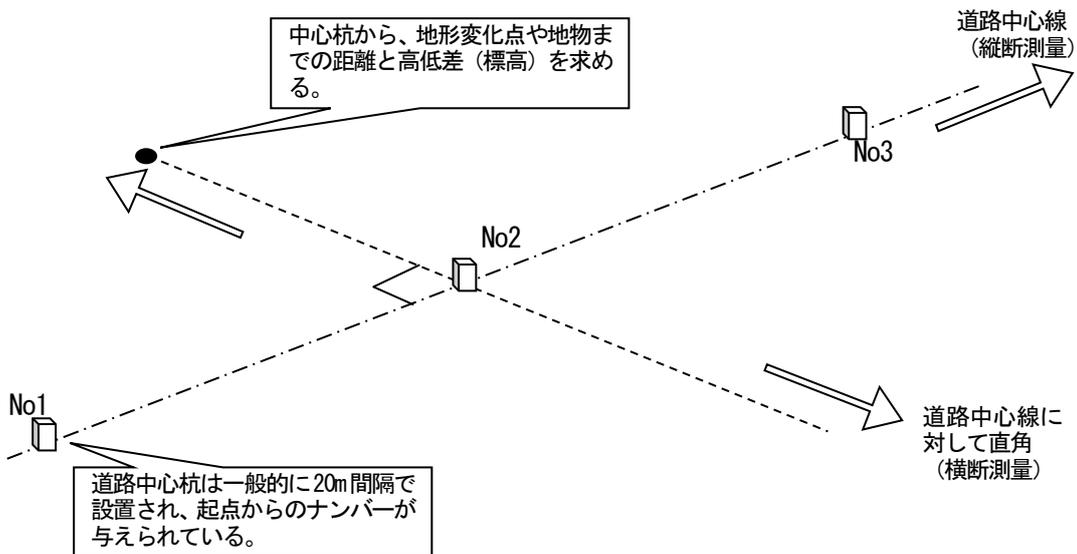
路線測量のうち、縦断測量、横断測量に関する計算問題であるが、過去の出題内容は、レベルによる器高式水準測量と、TSによる対辺測量に関するものである。計算自体は簡単であるため、ぜひ正答を導けるようになっておきたい。

(★★★：最重要事項 ★★：重要事項 ★：知っておくと良い)

● 縦断測量と横断測量 ★★★

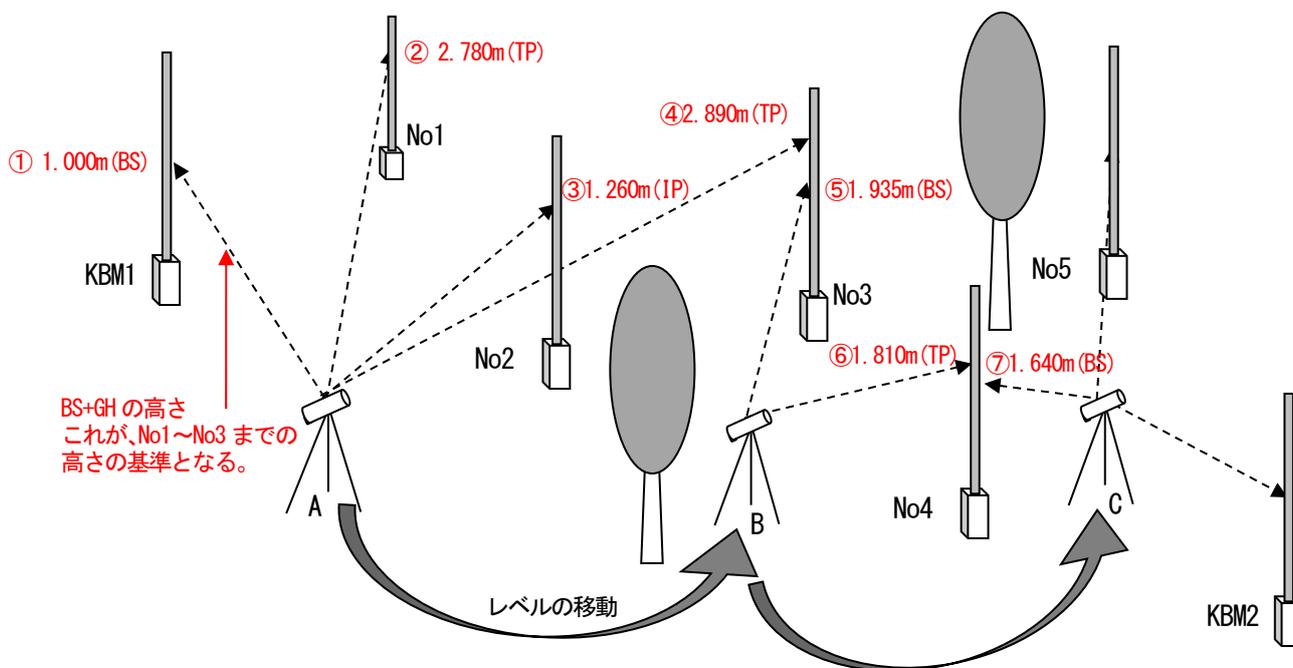
縦断測量とは、道路（路線）中心線の中心杭高、中心点ならびに中心線上の地形変化点の地盤高及び、中心線上の主要な構造物の標高を、仮BMまたはこれと同等以上の水準点に基づき、平地においては4級水準測量、山地部においては簡易水準測量により測定する作業である。

横断測量とは、道路中心杭等を基準として、中心点における中心線の接線に対して直角方向の線上にある地形変化点や地物について、中心点からの距離及び地盤高を定める作業であり、レベルを用いた直接水準測量、又はTSによる間接水準測量で実施される。



● 器高式水準測量 ★★

器高式水準測量とは、1点に据えたレベルを基準に、周辺の各点に立てた標尺を順次視準し、それぞれの高さを求める方法である。この場合に記入するデータの形式を「器高式野帳」と呼び、以下の例のように計算される。



<例：No1 から No5 までの標高を求めたい場合、レベルを用いて次のような観測を行う。>

- ア. レベルを標高の基準となる KBM1 (仮のベンチマーク：仮の基準点) とその他観測すべき点が数多く見通せる「A」の場所に据える。
- イ. KBM1 を視準して、その標尺の値が 1.000m であった場合①、野帳の BS (後視) の位置にこれを記入する。
- ウ. KBM1 の標高が 10.000m であった場合、A 地点のレベルから KBM1 を視準している視準線の標高は、11.000m となるため、GH (標高) の欄に 10.000、IH (器械高) の欄に、 $1.000+10.000$ (BS+GH) =11.000 と記入する。
- エ. No1 及び No2 の標尺の値を読み②、③、これを FS (前視) の IP (中間点) として野帳に記入する。この場合、No1、No2 の標高は、KBM1 の IH の値から、それぞれの IP を引いた値となる。
- オ. No3 の標尺の値を読む④が、次の No4 の点については、A 点に据えたレベルからは、障害物があり読むことができない。そこで、レベルを B 点に移動する事になる。このため、No3 の標尺を読んだ値は、FS の TP (移器点) に記入する。No3 の標高は、オと同様に、KBM1 の IH から TP を引いた値となる。
- カ. レベルを No3 と No4 以降の点が見通せる場所、B 点に移動し、再度 No3 の標尺を読む⑤。この

値は、No3 の BS の欄に記入する。また、カで計算された No3 の GH と BS を足して、レベル B 点の IH を計算しておく。

キ. No4 の標尺の値を読む⑥が、No5 及び KBM2 の値を読むことができないため、レベルを C 点に移動させる必要がある。このため、No4 の標尺を読んだ値は、カ同様に TP に記入する。No4 の標高は、No3 の IH からこれを引いた値となる。

ク. レベルを残りの点 (No5、KBM2) が見通せる位置 (C) に移動し、再度 No4 の標尺を読む⑦。この値は、No4 の BS の欄に記入する。また、クで計算された No4 の GH とこの BS を足して、レベル C の IH を計算しておく。

ケ. No5 及び KBM2 の標尺の値を読み、IP に記入する。この場合の標高は、ケで求めた No4 の IH から各 IP を引いた値となる。

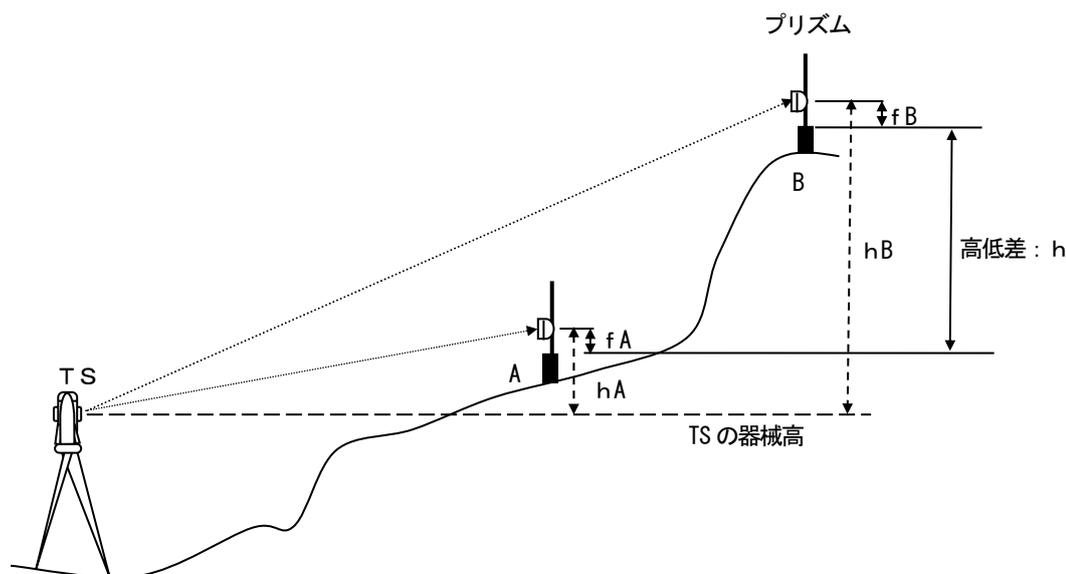
No	BS (m)	IH (m)	FS (m)		GH (m)
			TP	IP	
KBM1	1.000	11.000 (BS+GH)			10.000
1				2.780	8.220 (IH-IP)
2				1.260	9.740 (IH-IP)
3	1.935	10.045 (BS+GH)	2.890		8.110 (IH-TP)
4	1.640	9.875 (BS+GH)	1.810		8.235 (IH-TP)
5				1.500	8.375 (IH-IP)
KBM2				1.683	8.192 (IH-IP)

※ BS を読み取った点の GH に BS の値を加えて、IH にする。IH から IP を引けば、FS を行った点の GH を求められる。TP は、FS → レベル移動 → BS と、連続して観測するため、その間動かしてはならない。

● TSによる対辺測量 ★★

TSによる対辺測量とは、TSに備わっている、対辺(たいへん・ついへん)機能を用いて、基準となる反射プリズムから他の反射プリズムまでの斜距離、水平距離、高低差、勾配などTSを移動せずに連続して測定する機能である。

ここで、対辺機能による2点間の間接水準測量を考える。次図のようにTSの位置を移動させずに、A・B点間の高低差(h)を求めようとする、次のように考える事ができる。



まず、 h_A 、 h_B は、それぞれTSで計測されたA、B点とTS器械高との高低差(比高)であり、 f_A 、 f_B は、プリズムの器械高である。

この場合、A・B点間の高低差(h)は、次のように表す事ができる。

$$h = (h_B - f_B) - (h_A - f_A)$$

実際の計測では、1本のプリズムを使用したり、用いるプリズム高を一定にする事により、A・B点のプリズム高($f_A = f_B$)として、 $h = h_B - h_A$ となり、簡単に2点間の高低差を求める事ができる。

また、特に計算も必要とせず、TSの内部計算機能を用いて、変化点や地物を視準し、TSのボタンを押すだけで、基準となる点から多くの観測点までの、高低差と水平距離を求める事ができる。

このように、TSの対辺測量とは、前述のようにあらかじめプリズム器械高を一致させ、TS内部の計算機能(対辺機能)を用いて、自動的にhを計算し表示させる事であり、間接水準測量に分類される。

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H26-No26 : 士補出題)

表 26 は、ある公共測量における縦断測量の観測手簿の一部である。観測は、器高式による直接水準測量で行っており、BM1、BM2 を既知点として観測値との閉合差を補正して標高及び器械高を決定している。表中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる値はそれぞれ何か。次の中から正しい組合せを選べ。

表 26 縦断測量観測手簿

地 点	距離 (m)	後視 (m)	器械高 (m)	前視 (m)	補正量 (mm)	決定標高 (m)
BM1		1.308	81.583			80.275
No. 1	25.00	0.841	ア	1.043	イ	ウ
No. 1 GH				0.854		80.527
No. 2	20.00			1.438		79.943
No. 2 GH				1.452		79.929
No. 2+5m	5.00	1.329	81.126	1.585	+1	79.797
No. 2+5m GH				1.350		79.776
No. 3	15.00			1.040		80.086
No. 3 GH				1.056		80.070
No. 4	20.00	1.042	81.523	0.646	+1	80.481
No. 4 GH				1.055		80.468
BM2	35.00			1.539	+1	79.985

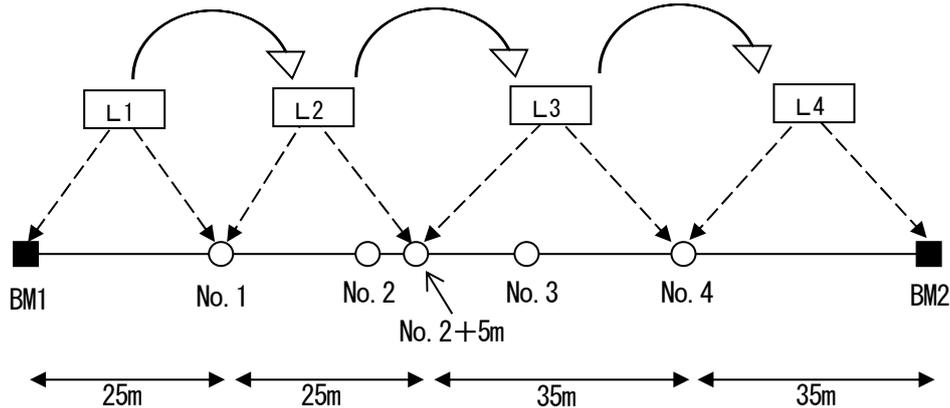
	ア	イ	ウ
1.	81.381	0	80.540
2.	81.381	+1	80.540
3.	81.381	+1	80.541
4.	81.382	0	80.541
5.	81.382	+1	80.541

< 解 答 >

水準測量における器高式野帳の記入方法に関する問題である。次の考え方で解けばよい。

1. 補正量（イ）の計算

問題文の観測手簿から観測時のレベルの位置を考えると次図のようになる。



ここで、BM1 と BM2 の閉合差を求めると、 $\Sigma BS - \Sigma FS$ (TP) より、次のようになる。

地点	距離 (m)	後視 (m)	器械高 (m)	前視 (m)	補正量 (mm)	決定標高 (m)
BM1		1.308	81.583			80.275
No. 1	25.00	0.841	ア	1.043	イ	ウ
No. 1 GH				0.854		80.527
No. 2	20.00			1.438		79.943
No. 2 GH				1.452		79.929
No. 2+5m	5.00	1.329	81.126	1.585	+1	79.797
No. 2+5m GH				1.350		79.776
No. 3	15.00			1.040		80.086
No. 3 GH				1.056		80.070
No. 4	20.00	1.042	81.523	0.646	+1	80.481
No. 4 GH				1.055		80.468
BM2	35.00			1.539	+1	79.985

※赤字（後視：BS）、青字（前視：FS）

$(1.308 + 0.841 + 1.329 + 1.042) - (1.043 + 1.585 + 0.646 + 1.539) = 4.520 - 4.813 = -0.293\text{m}$
 ここで、BM1 の標高を基に考えると BM2 の観測標高は、 $80.275\text{m} - 0.293\text{m} = 79.982\text{m}$ となる。
 BM2 の決定標高は問題文の表より、 79.985m であるため、BM1 と BM2 の閉合差は、次のようになる。
 $79.985\text{m} - 79.982\text{m} = 0.003\text{m}$ (3mm不足)

よって、この閉合差を観測距離に応じて、前視の部分に補正すればよい。
各区間の補正量は次のようになる。

区 間	計算式	補正量
BM1 ~ No. 1	$\frac{0.003\text{m}}{120\text{m}} \times 25\text{m} = 0.625\text{mm}$	0 mm
No. 1 ~ No. 2+5m	$\frac{0.003\text{m}}{120\text{m}} \times 25\text{m} = 0.625\text{mm}$	1 mm
No. 2+5m ~ No. 4	$\frac{0.003\text{m}}{120\text{m}} \times 35\text{m} = 0.875\text{mm}$	1 mm
No. 4 ~ BM2	$\frac{0.003\text{m}}{120\text{m}} \times 35\text{m} = 0.875\text{mm}$	1 mm
合 計		3 mm

ここで問題文から1mm 単位の補正量であり、BM1 ~ No. 1 の区間は、BM1 を後視としているため、誤差が出にくいであろうと想定して、補正量を0mm とする。よって、(イ) には、「0」が入る。

2. (ウ) の計算

標高は、(器械高) - (前視) + (補正量) であるため、 $81.583 - 1.043 + 0 = 80.540\text{m}$ となる。

3. (ア) の計算

器械高は、(標高) + (後視) であるため、 $80.540 + 0.841 = 81.381\text{m}$ となる。

よって、ア : 81.381 イ : 0 ウ : 80.540 となり、1が正答の組合せとなる。

解答 : 1

◆ 過去問題にチャレンジ! (H25-No25: 士補出題)

公共測量における路線測量の横断測量を、図 25 に示すように間接水準測量の一つであるトータルステーションによる単観測昇降式で行い、表 25 の観測結果を得た。点 A の標高 H_1 を 35.500 m とした場合、点 B の標高 H_2 は幾らか。最も近いものを次の中から選べ。

ただし、点 A の f_1 及び点 B の f_2 は目標高、器械点において点 A 方向の高低角を α_1 、斜距離を D_1 、点 B 方向の高低角を α_2 、斜距離を D_2 とする。

なお、関数の数値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

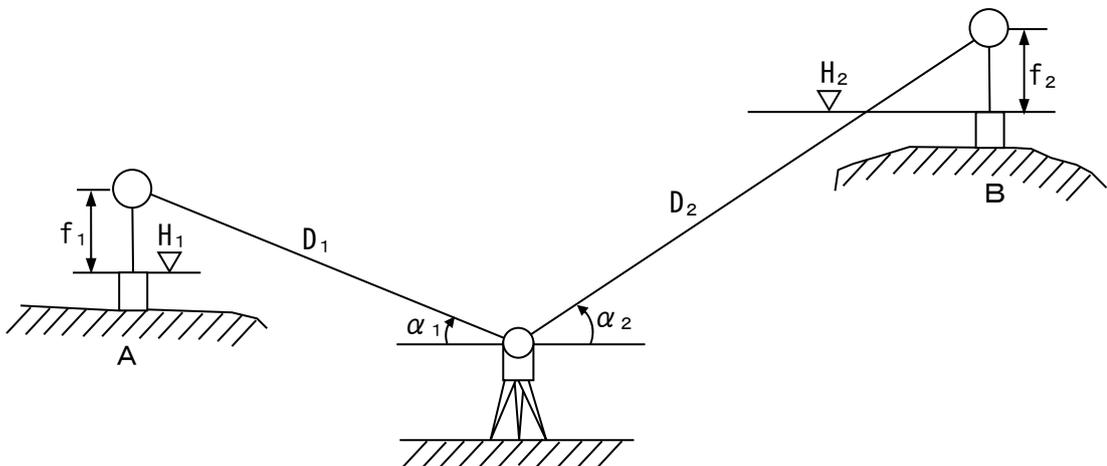


図 25

表 25

観測結果	
f_1	1.500m
f_2	1.400m
D_1	35.000m
D_2	50.000m
α_1	30° 00' 00"
α_2	45° 00' 00"

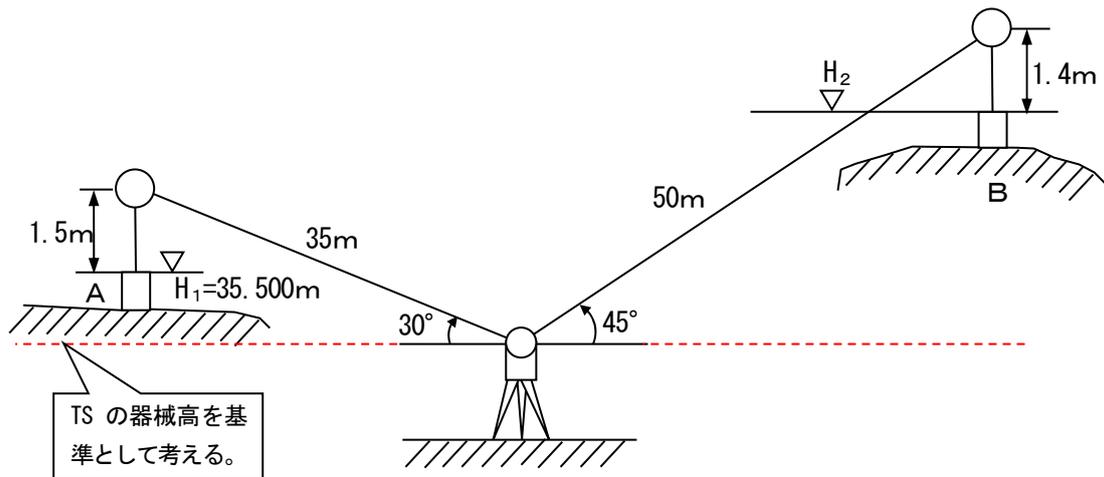
1. 40.444 m
2. 40.644 m
3. 47.456 m
4. 53.256 m
5. 53.456 m

< 解 答 >

TSを用いた、間接水準測量の一つである「対辺測量」に関する問題である。一般的には、TSの内部計算機能を用いて2点間の高低差を求めるが、2点間のプリズム(器械)高が同じでない場合には、その器械高を考慮する必要がある。

問題の解答手順としては、図に数値を書込みTSの器械高を基準として、B点の標高を求めればよい。

- ① 図に与えられた数値を書込むと次のようになる。



- ② TSの器械高(視準軸高)を求めると次のようになる。

$$(35.500\text{m} + 1.500\text{m}) - 35.000\text{m} \times \sin 30^\circ = 19.500\text{m}$$

- ③ B点のプリズム(器械)高を求め、 H_2 の標高値を求めると次のようになる。

$$19.500\text{m} + 50.000\text{m} \times \sin 45^\circ = 54.856\text{m}$$

よって、B点の標高 H_2 は、

$$54.856\text{m} - 1.400\text{m} = 53.456\text{m}$$

解答： 5