

レベルと高低差の観測

レベルは、標尺（スタッフ）と組み合わせて、地点間の高低差を直接観測する器械である。代表的な器械の種類として、オートレベル※と電子レベルがある。

（１）レベルの種類と各部の名称

＜オートレベル＞



オートレベル（株式会社トプコンソキアポジショニングジャパン提供）

＜オートレベルの各部の名称＞



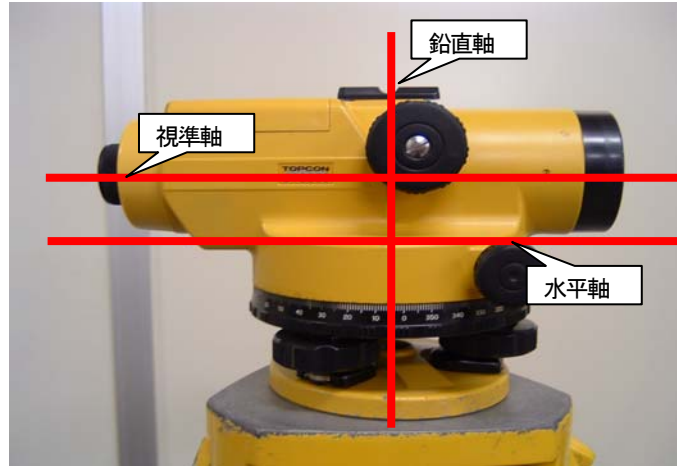
＜電子レベル＞



電子レベル（右：株式会社トプコンソキアポジショニングジャパン提供）

＜レベルの3軸＞

「視準軸・水平（気泡管）軸・鉛直軸」この3つの軸には、 視準軸 // 水平軸 、
水平軸 ⊥ 鉛直軸の関係がある。



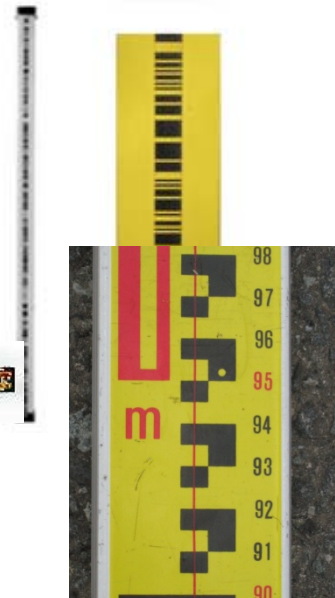
※レベルにはもう一つ「チルチングレベル」と呼ばれる種類がある。チルチングレベルとは、視準軸 // 水平軸を完全なものとするため、これを手動で微調整するチルチング装置を取り付けたものである。オートレベルは、振り子の原理でこれを自動で平行に保つ装置＝コンペンセータ（補正装置）を搭載したものである。このため、「オートレベル」という名称で呼ばれている。

（2）標尺（スタッフ）の種類

代表的な標尺には、「バーコード標尺（パターンスタッフ）」、「アルミ標尺」の2種類がある。

＜バーコード標尺＞

標尺に写真のようなバーコードが印刷されており、精密に行う場合にも用いられる。バーコード標尺は電子レベルの専用標尺であり、基本的に同一メーカーの電子レベルと「対」になったものしか使用する事ができない。



＜アルミ標尺＞



材質は金属（アルミ合金）で、引拔式標尺とも呼ばれ、3m～5mの長さを持つ。簡易的なものや建設工事等に用いられる。どのメーカーのレベルと標尺を組合せても問題は無い。

（3）電子レベル及びバーコード標尺の特徴

電子レベルとバーコード標尺の特徴には、次のようなものがある。

- ・ 電子レベルはバーコード状の目盛の刻まれた標尺（パターンスタッフ）を検出器で認識し、電子画像処理を行い高さ及び距離を自動的に読取る。
- ・ 観測作業にはその器械（メーカー）専用の標尺を用いる。
- ・ DC やパソコンに接続することにより、観測したデータを自動記録することができる。
- ・ 電子レベルはバッテリーや電池を使用するため、作業中は予備の電源を持つ必要がある。
- ・ 望遠鏡でパターンスタッフを視準し、ピントを合わせボタンを押すだけの作業であるため、標尺の読取り誤差など、観測者個々の誤差が生じにくい。
- ・ 自動レベルと同様、コンペンセータを内蔵し、軽微な視準軸の傾きは補正される。

（４）レベルの種類による特徴

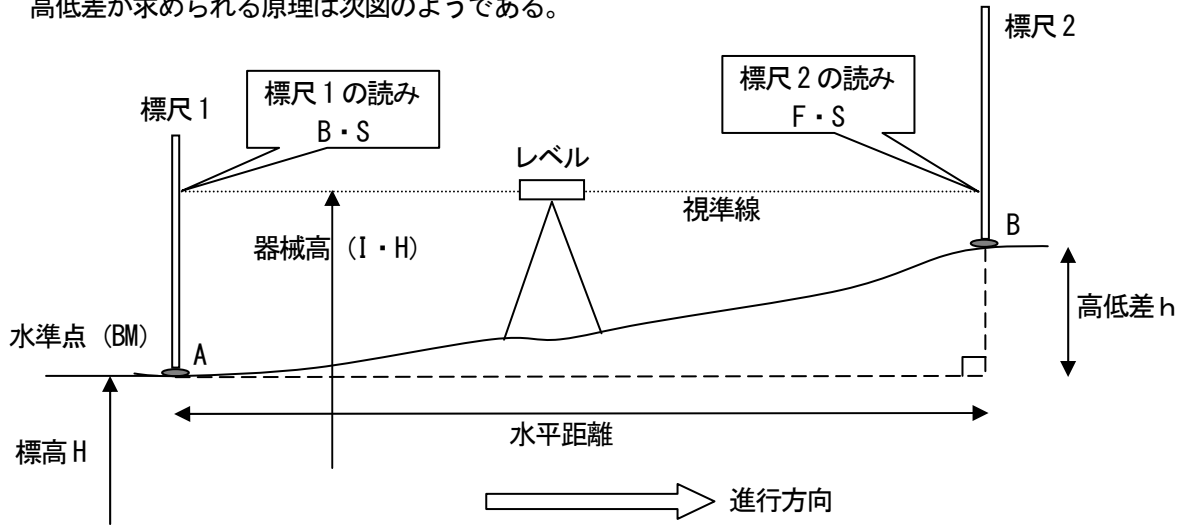
３種類のレベル（チルチングレベル・オートレベル・電子レベル）について、過去、測量士補試験に出題された問題を基に、その違いをまとめると次のようになる。

	チルチングレベル	オート（自動）レベル	電子レベル
電源（バッテリー）	不要		必要
読取装置	望遠鏡で視準し、マイクロメータ等により、読取る		望遠鏡で視準し、画像処理にて読取る
視準線の合致	チルチングネジ （または俯仰ネジ） （気泡管水準器の合致）	コンペンセータ（振子による自動調整）	
標尺	一般標尺 （インバール など）		バーコード標尺 （レベルの専用標尺）
据付作業	必 要		
視準距離	限界がある（作業規程の準則による制限）		
点検・調整	必 要		
取 扱	３種のレベルともに基本的に同じであるが、電子レベルに関しては「バッテリーの消耗」と「視野の遮断（障害物による標尺の見え方）」や「標尺の背景にある反射物」に注意する必要がある。		
観測作業	気泡管の不等膨張などによる視準軸誤差を防ぐために、洋傘などにより、 直射日光が当たらない様にする （１～２級水準測量）。	コンペンセータを用いているため、直射日光が当たらないようにする事を省略することができる。	コンペンセータを利用しているが、電子機器であるため、内部の温度上昇を防ぐ意味から、直射日光が当たらないようにする

(5) レベルによる観測の原理と用語

レベルはその種類に係わらず、標尺と組合せて地点間の高低差を求める器械である。

高低差が求められる原理は次図のようである。



今、AB 2 点間の高低差 (h) を求めようとする、標尺 1 と 2 の目盛をレベルで読取り、その値の差をとれば、高低差が求められる。また、B 点の地盤高 (標高) を求めようとする、高さ (標高) の分かっている A 点 (BM) に高低差の値を加えればよい。

つまり、(高低差 : h) = (後視 : B・S) - (前視 : F・S)

(標 高 : G・H) = (BM) + (高低差 : h) という事になる。

<水準測量で用いられる用語>

・後 視 (B・S : バックサイト)

高さの基準となる点に標尺を据え、レベルで視準すること (又は読み)

・前 視 (F・S : フォアサイト)

高さを求める点に標尺を据え、レベルで視準すること (又は読み)

・地盤高 (G・H : ジーエイチ、グラウンドハイ)

地盤の高さ。一般的に標高を指す。

・器械高 (I・H : アイエイチ) 視準線までの高さ。

・もりかえ点 (T・P : ターニングポイント)

視準距離が長くなったり、障害物で見えない場合などは、レベルを移動する必要がある。この中継の点。T・P では、前視と後視の両方の値をとる。

・水準点 (BM : ベンチマーク) ベンチマーク。水準点を指す。

・仮水準点 (KBM : 仮ベンチマーク)

仮のベンチマーク。工事などで、高さの基準を仮に決定しておく場合など

(6) レベルによる高低差の観測法

レベルにより高低差を求めるには、その目的から次のような2通りの方法がある。

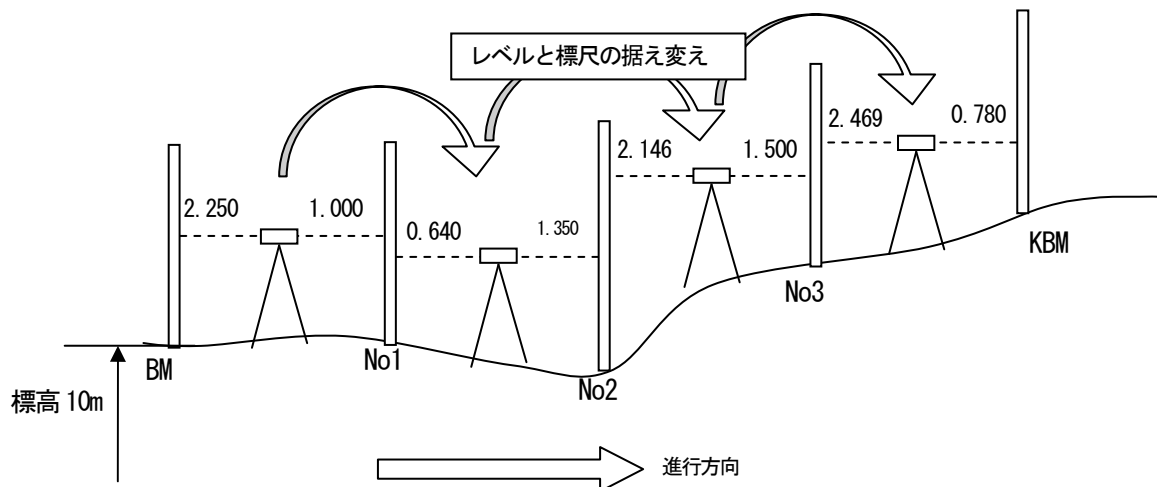
- ・昇降式水準測量
既知点から未知点の高低差を求める方法。
- ・器高式水準測量
一度に多地点の高低差を求める方法。



① 昇降式水準測量

昇降式水準測量とは既知点から新点に至る路線を、レベルと標尺を何回も交互に据え換えて観測を行い、途中の高低差を累計して新点の標高を求める方法である。BMの移設や2点間の標高(高低差)を知りたい場合に用いられる。

例えば、次図のようにBM(既知点)からKBM(新点)の高低差を求める場合、KBM方向を進行方向とし、レベルと標尺を据え変えながらKBMを目指す。



その際、KBMの標高を求めるには、次のようなデータシートを用いて、各点(No1～No3)の標高値を求めながらこれを合計してBMとKBMの高低差を求める事になる。

データシートの書き方は次の通りである。

まず、後視から前視の値を引き、その値の符号にしたがって、昇(+)または降(-)の欄にそれぞれ記入する。昇の欄の合計から降の欄の合計を引いた値が出発点(BM)と到達点(KBM)の高低差である。また、後視の総和から前視の総和を引いた値も比高の値に等しいので、点検に利用する。

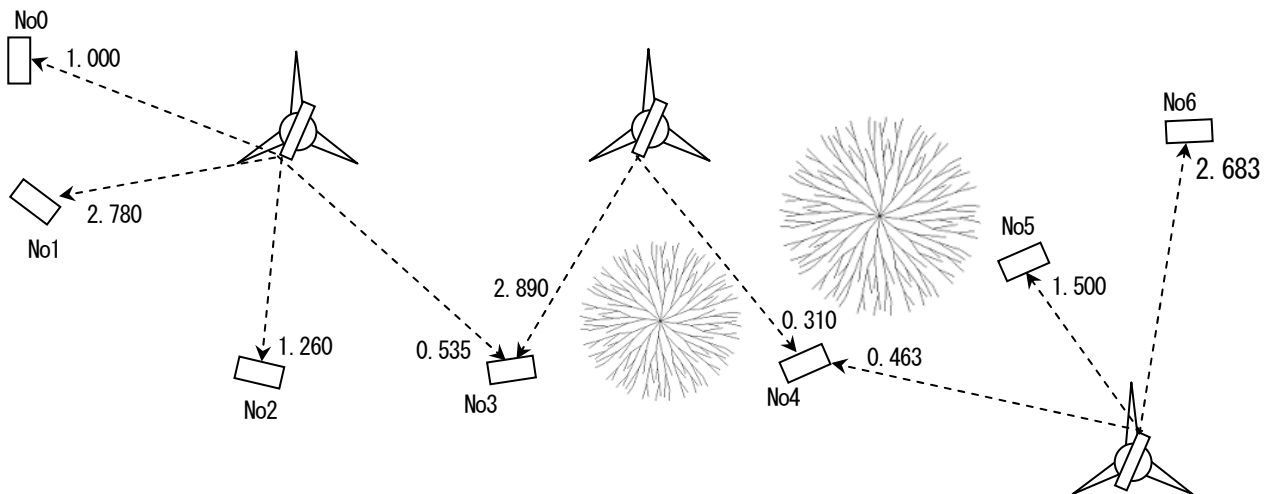
No	Dist	BS	FS	高低差		GH
				昇 (+)	降 (-)	
BM		2.250				10.000
1	62	0.640	1.000	1.250		11.250
2	65	2.146	1.350		0.710	10.540
3	63	2.469	1.500	0.646		11.186
KBM	60		0.783	1.686		12.872
合計		7.505	4.633	3.582	0.710	
点検		2.872		2.872		

(計算例)

- ・ 2.250 (BMのBS) - 1.000 (1のFS) = +1.250 (+なので、「昇」の欄に記入。
- ・ 10.000 (BMの標高) + 1.250 (前述の数字) = 11.250 (1点の標高)

② 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。土地の起伏を測定し地形図やその断面図を作成する作業や、現場内の各点の高さを測定し、施工基準面を設定する場合などに用いられる。



No	Dist	BS	IH	FS		GH	Remarks
				TP	IP		
0		1.000	11.000			10.000	
1					2.780	8.220	
2					1.260	9.740	
3		2.890	13.355	0.535		10.465	
4		0.463	13.508	0.310		13.045	
5					1.500	12.008	
6					2.683	10.825	

<野帳の記入方法>

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。

◆ 試験問題にチャレンジ ◆

1. 器高式野帳の書き方 平成 26 年度出題 (改)

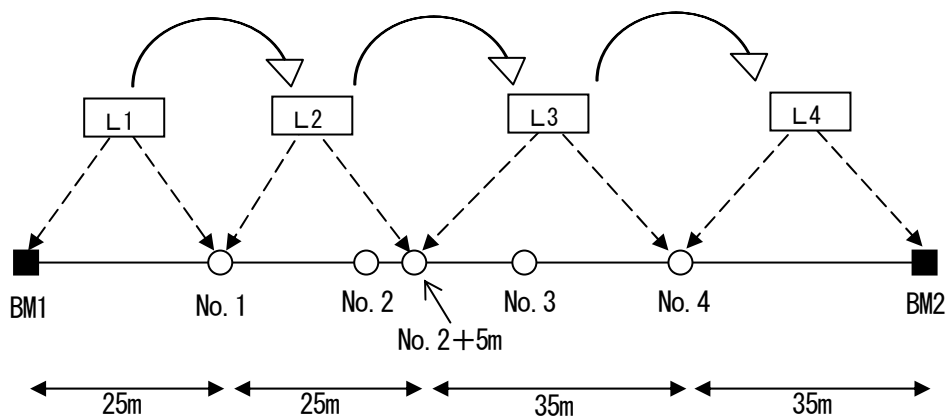
表は、ある公共測量における縦断測量の観測手簿の一部である。観測は、器高式による直接水準測量で行っており、BM1、BM2 を既知点として観測値との閉合差を補正して標高及び器械高を決定している。表中の (ア) に当てはまる値は何か。

表

地 点	距離 (m)	後視 (m)	器械高 (m)	前視 (m)
BM1		1.308	81.583	
No. 1	25.00	0.841	ア	1.043
No. 1 GH				0.854
No. 2	20.00			1.438
No. 2 GH				1.452
No. 2+5m	5.00	1.329	81.126	1.585
No. 2+5m GH				1.350
No. 3	15.00			1.040
No. 3 GH				1.056
No. 4	20.00	1.042	81.523	0.646
No. 4 GH				1.055
BM2	35.00			1.539

< 解 答 >

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。



(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。