(士)午前

平成 2 年(1990 年)測量士試験問題解答

〔ＮＯ．　１〕（２年）三角測量解答

問Ａ．次の文は，三角測量の観測について述べたものである。間違っているものはどれか。

1.一般に水平角，鉛直角の観測は，器械誤差の消去，観測値の点検を行うため，望遠鏡正反の観測を１対として行う。○

2.　零方向は，関係方向の平均距離，平均高度に近く，北方にあることが望ましい。○

3.望遠鏡の視差を消去するには，まず望遠鏡の接眼鏡を調整して十字線がはっきり見えるようにし，次に望遠鏡の合焦（焦準）ねじで目標が明瞭に見えるようにする。○

4.鉛直角観測において，正方向及び反方向の高度角を観測するのは，両差を消去するためである。○

5.一般に鉛直角の観測は，大気が安定している朝夕が良い。

正解 5

問Ｂ．図１一１に示す三角点Ａから三角点Ｂまでの水平距離Ｓを求めるため斜距離Ｌと高度角 α を測定した。　今それぞれの測定値とその標準偏差がＬ＝2,000.00m±2 cm,　$\alpha = 30^\circ\ 00' 00'' \pm 20''$ であるとき，Ｓの標準偏差は何 cm か。次の中から選べ。ただし，$\rho'' = 2'' \times 10^5$ とする。

1.　4cm
2.　8cm
3.　10cm
4.　13cm
5.　15cm

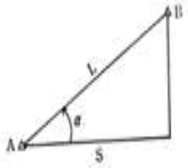


図1−1

(解答)S=Lcosα

$\Delta S=\frac{\partial S}{\partial L}\Delta L+\frac{\partial S}{\partial \alpha}\Delta\alpha=cos\alpha\Delta L+L(-sin\alpha)\Delta\alpha$

$$\sigma_S^2=(cos\alpha)^2\sigma_L^2+(-Lsin\alpha)^2\sigma_\alpha^2$$

cos30°　=0.866、(cos30°)^2=0.75
sin30°=0.5、(sin30°)^2=0.25

$$\sigma_S^2=0.75\times(2cm)^2+0.25\times(2\times10^5cm)^2(\frac{20"}{2"\times10^5})^2$$

=3cm^2+0.25×4×100 c m^2=103 c m^2
σs=10.1 c m
正解 3

問C．Ａ点において，Ｂ点に対する鉛直角観測を行い，望遠鏡右で 88°25'36″，望遠鏡左で 271°35'12″を得た。この結果を用いて計算したＡ点の器械の中心とＢ点の目標との高低差が 52.45m であった。Ａ点の標高を 350.00m とすればＢ点の標高は何ｍか。次の中から選べ。
　ただし，Ａ点の器械高は 1.40m，Ｂ点の目標高は 1.60m，ＡＢ間の両差を 0.25m とする。

1.297.60m　　2.298.00m　　3.402.00m
4.402.50m　　5.402.90ｍ

（解答）
高度角は以下のとおりである。(図-2 参照)
α=90°-Z
2Z=（ｒ+360°）-ℓ
$\therefore \alpha=90° -\frac{(360°+r)-\ell}{2}$

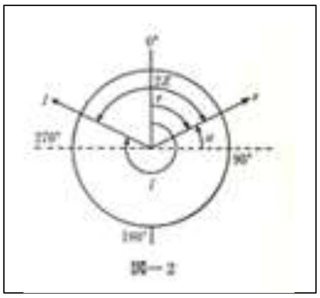
$$\alpha=90°-\frac{(360°+88°25'36")-271°35'12"}{2}=+1°34'48"$$

したがって、A における B への高度角は仰角（+α）であるから、B は A より+52.45m高い。
A は既知点であるから、

$H_B=H_A+S\tan(+\alpha)+i_A-f_B+K$

$=350.00+52.45+1.40-1.60+0.25=402.50$m

正解４



問Ｄ．ＸＹ網平均計算における方向角の観測方程式は,$Vt=-\Delta Z_1+a\Delta x_1-b\Delta y_1-a\Delta x_2+b\Delta y_2-(Z_1'+U_{1\cdot2}-t_{1\cdot2}')$で表される。係数ａ及びｂの正しいものはどれか。次の中から選べ。

ただし，s’は，測点座標の近似値(x_1', y_1')，(x_2', y_2')より計算した距離

Δx_1, Δy_1，Δx_2，Δy_2は，座標の近似値に対する補正量

Vt は，測定方向角の残差

ΔZ_1は，標定誤差

Z_1'は，標準角

$U_{1\cdot2}$は，測点１において観測した零方向と測点２の平面上のきょう角

$t_{1\cdot2}'$は，座標の近似値により計算した方向角

とする。

1. $a=\frac{(y'_2-y'_1)}{s'^2}\cdot\rho''$,　$b=\frac{(x'_2-x'_1)}{s'^2}\cdot\rho''$

2. $a=\frac{(y'_2-y'_1)}{s'}\cdot\rho''$,　$b=\frac{(x'_2-x'_1)}{s'}\cdot\rho''$

3. $a=\frac{(x'_2-x'_1)}{s'^2}\cdot\rho''$,　$b=\frac{(y'_2-y'_1)}{s'^2}\cdot\rho''$

4. $a=\frac{(x'_2-x_1)}{s'}\cdot\rho''$,　$b=\frac{(y'_2-y'_1)}{s'}\cdot\rho''$

5. $a=\frac{(x'_2\cdot x_1)}{s'}\cdot\rho''$,　$b=\frac{(y'_2\cdot y'_1)}{s'}\cdot\rho''$

(解答)

XY 網平均計算の観測方程式の原理

①最確値、近似値、補正値

未知量ｘ，ｙ，ｚと観測すべき量Ｆには

$F=f(x,y,z)$...　(1)

観測値Ｆについて観測を行った結果、間測量Ｌを得たとき、その残差ｖとすると、次の観測方程式が成り立つ。

$F=L+v$　　　$v=F-L$...　(2)

近似値x’、y’、z’とその補正値Δｘ、Δy、Δzとは

x＝x’＋Δx

y=y’＋Δy

z=z’＋Δz

F=f(x’＋Δx,y’＋Δy,z’＋Δz) ...(1)’

テーラー展開で表すと

F＝f(x’,y’,z’)+AΔx+BΔy+CΔz＝F’＋ΔF... (3)

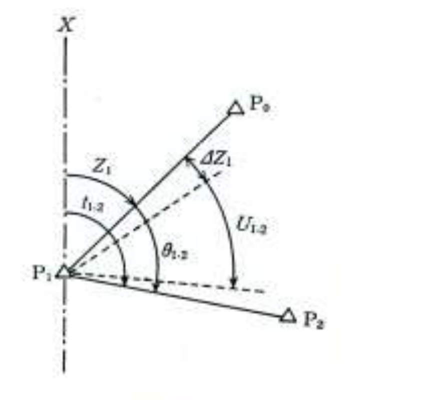
ここで

F’= f(x’,y’,z’)

ΔF= AΔx+BΔy+CΔz

$A=\frac{\partial f}{\partial x}$, $B=\frac{\partial f}{\partial y}$, $C=\frac{\partial f}{\partial z}$

とする。



図―3

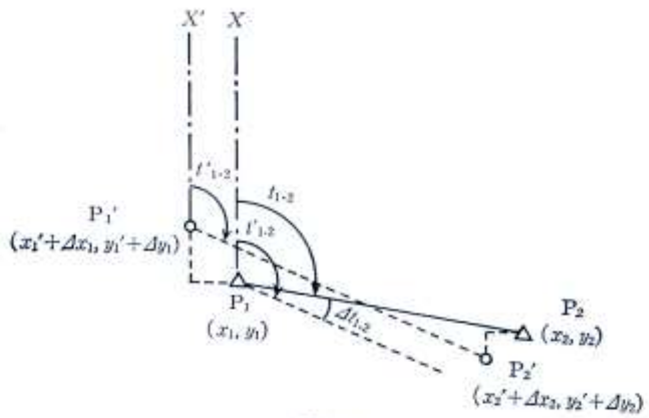
上の式より

$$\begin{aligned} v &= F - L \\ &= (F' + \Delta F) - L \\ &= \Delta F + (F' - L) \\ &= A\Delta x + B\Delta y + C\Delta z + (F' - L) \end{aligned}$$

...(4)

この(4)式が未知量を近似値とその補正値で表した観測方程式の一般的な形である。この観測方程式において，近似値は仮定した値であるから既知件とすることができるので，補正値を新たな未知量として最小二乗法を適用し，補正値を求めれば，最確値は(1)’式によって得られる。

② 方向の観測方程式



図―4

水平角観測値は2方向の観測から得られた夾角であるから，この観測夾角

を方向に変換する。右の図でP1におけるP2への方向角 t_{12}を水平角観測のときの基準方向Poへの方向角Z1と夾角θ_{12}で表せば次のようになる。

$t_{1,2}=Z_1+\theta_{1,2}$ ... (5)

(5) 式において，Z1は「標準角」といわれる未知量であるから，近似値Z1'と補正値ΔZ１で表せば次のようになる。

$Z_1=Z_1'+\Delta Z_1$ ... (6)

また，θ_{12}について観測を行って得られた観測値をU_{12}，その残差をVtとすると次のように表される。

$\theta_{1,2}=U_{1,2}+V_t$ ...(7)

(5)、(6)、(7)をまとめると

$t_{1,2}=(Z_1'+\Delta Z_1)+(U_{1,2}+V_t)$ ...(8)

上の図でPIにおけるP2への方向角Z_{12}はP1およびP2の座標値x_1，y_1，x_2，y_2と次のような関係がある。

$t_{1,2}=f(x_1,\ y_1,\ x_2,\ y_2) \quad =\tan^{-1}\left\{\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}\right\}$ ...(9)

今，未知量であるP1，P2の座標値を近似値x_1'，y_1'，x_2'，y_2'とその補正値Δx_1、Δy_1，Δx_2，Δy_2で表し，P2への方向角t_{12}も同様，近似値t'_{12}と補正値Δt_{12}とすると(9)式の関係は①の説明から次のようになる。

$$\left.\begin{aligned}x_1&=x_1'+\Delta x_1\\ y_1&=y_1'+\Delta y_1\end{aligned}\right\} \qquad \left.\begin{aligned}x_2&=x_2'+\Delta x_2\\ y_2&=y_2'+\Delta y_2\end{aligned}\right\}$$

$$t_{1,2}=t'_{1,2}+\Delta t_{1,2}$$

$$\begin{aligned}\therefore\quad t_{1,2}&=f(x_1,\ y_1,\ x_2,\ y_2)\\ &=f(x_1'+\Delta x_1,\ y_1'+\Delta y_1,\ x_2'+\Delta x_2,\ y_2'+\Delta y_2)\\ &=f(x_1',\ y_1',\ x_2',\ y_2')\\ &\quad+\{A\Delta x_1+B\Delta y_1+C\Delta x_2+D\Delta y_2\}\end{aligned}$$

$=t'_{1,2}+\Delta t_{1,2}$... (10)

ただし，$t'_{12}=f(x_1', y_1', x_2', y_2')$

$\Delta t_{1,2}=\{A\Delta x_1+B\Delta y_1+C\Delta x_2+D\Delta y_2\}$

とする。したがって，方向の観測方程式は(8)，(10) 式から次のように表される。

$$\begin{aligned}t_{1,2}&=t'_{1,2}+\Delta t_{1,2}\\ &=(Z_1'+\Delta Z_1)+(U_{1,2}+V_t)\\ \therefore\quad V_t&=t'_{1,2}+\Delta t_{1,2})-(Z_1'+\Delta Z_1+U_{1,2})\\ &=-\Delta Z_1+\Delta t_{1,2}-(Z_1'+U_{1,2}-t'_{1,2})\end{aligned}$$ ..... (11)

③補正値の係数

(10)式の関係に①の「テーラーの展開式」を適用（(3) 式を適用）して各補正値の係数を求める。

$$
\begin{aligned}
t_{1,2}&=f(x_1'+\Delta x_1,\ y_1'+\Delta y_1,\ x_2'+\Delta x_2,\ y_2'+\Delta y_2)\\
&=f(x_1',\ y_1',\ x_2',\ y_2')+A\Delta x_1+B\Delta y_1+C\Delta x_2+D\Delta y_2\\
&=t_1'{}_{,2}+\frac{\partial f}{\partial x_1'}\Delta x_1+\frac{\partial f}{\partial y_1'}\Delta y_1+\frac{\partial f}{\partial x_2'}\Delta x_2+\frac{\partial f}{\partial y_2'}\ \Delta y_2\cdots
\end{aligned}
\qquad (10)'
$$

また，(9)式からが t'_{12} と x_1', y_1', x_2' y_2' の間に
次の関係があると類推できる。

$$
\begin{aligned}
t'_{1,2}&=f(x_1',\ y_1',\ x_2',\ y_2')\\
&=\tan^{-1} Q\\
&=\tan^{-1}\left\{\frac{y_2'-y_1'}{x_2'-x_1'}\right\}
\end{aligned}
$$

$$
\therefore\quad \frac{\partial f}{\partial x_1'}=\frac{\partial f}{\partial(x_2'-x_1')}\cdot\frac{\partial(x_2'-x_1')}{\partial x_1'}
$$

$$
\begin{aligned}
&=\frac{\partial f}{\partial Q}\cdot\frac{\partial Q}{\partial(x_2'-x_1')}\cdot\frac{\partial(x_2'-x_1')}{\partial x_1'}\\
&=\frac{1}{1+Q^2}\cdot\frac{-(y_2'-y_1')}{(x_2'-x_1')^2}\cdot(-1)\\
&=\frac{-(y_2'-y_1')(-1)}{\left\{1+\left(\frac{y_2'-y_1'}{x_2'-x_1'}\right)^2\right\}(x_2'-x_1')^2}\\
&=\frac{(x_2'-x_1')^2(y_2'-y_1')}{\{(x_2'-x_1')^2+(y_2'-y_1')^2\}(x_2'-x_1')^2}\\
&=\frac{(y_2'-y_1')}{(s')^2}=a\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(12\text{-}1)
\end{aligned}
$$

ただし、 $(x_2'-x_1')^2+(y_2'-y_1)^2=(s')^2$

同様に

$$
\therefore\quad \frac{\partial f}{\partial y_1'}=\frac{-(x_2'-x_1')}{(s')^2}=-b\cdot \qquad (12.2)
$$

$$
\therefore\quad \frac{\partial f}{\partial x_2'}=\frac{-(y_2'-y_1')}{(s')^2}=-a \qquad (12.3)
$$

$$
\therefore\quad \frac{\partial f}{\partial y_2'}=\frac{(x_2'-x_1')}{(s')_2}=b \qquad (12.4)
$$

したがって、(10)’式は次のようになる。

$$
t_{1,2}=t'_{1,2}+a\Delta x_1-b\Delta y_1-a\Delta x_2+b\Delta y_2
$$

さらに(10)式により

$$
\begin{aligned}
t_{1,2}&=t'_{1,2}+\Delta t_{1,2}\\
&=t'_{1,2}+a\Delta x_1-b\Delta y_1-a\Delta x_2+b\Delta y_2
\end{aligned}
$$

$$
\therefore\quad \Delta t_{1,2}=a\Delta x_1-b\Delta y_1-a\Delta x_2+b\Delta y_2\cdot \qquad (13)
$$

よって，方向の観測方程式は（13）式を（11）式に代入してまとめれば次のようになる。

$$
V_i=-\Delta Z_1+a\Delta x_1-b\Delta y_1-a\Delta x_2+b\Delta y_2-(Z_1'+U_{1,2}-t_{1,2}') \qquad (14)
$$

（14）は出題された「方向の観測方程式」であるから各補正値の係数 a,b は（12-1）～

（12-4）式から次のように表される。ただし，Vt は角度秒を単位とするので a, b に ρ″を乗じて Vt 秒とする。

$$a=\frac{(y'_2-y'_1)}{s'^2}\cdot\rho",\quad b=\frac{(x'_2-x'_1)}{s'^2}\cdot\rho"$$

正解 1

平成２年測量士午前　多角測量

〔Ｎ０．　２〕（２年）解答

問Ａ，次の文は，光波測距儀による距離測定について述べたものである。間違っているものはどれか。

1.　気温が 1°　C 変化した場合，測定距離に与える影響は，ほぼ 1ppm である。
2.　光波測距儀の変調周波数が，基準値と異なる場合に生じる測定誤差は，距離に比例する。
3.　測定された気圧が，実際の気圧より高いと気象補正後の距離は，正しい距離より長く求められる。
4.　光波測距儀の器械定数は，比較基線場で求められる。
5.　気象補正計算で，距離測定時の大気の屈折率を実際の屈折率より大きくしてしまった場合，計算された距離は，正しい距離より短く求められる。

（解答）3

1.　気象補正の誤差

$\Delta D \fallingdotseq (+1.0\Delta t-0.4\Delta P+0.053\Delta e)\times D\times 10^{-6}$

ΔD:測定距離の誤差、Δｔ：気温の変化（℃）、ΔP：気圧の変化、Δe：水蒸気圧の変化（ｍｍHg）

気温のみに注目すると

$\Delta D \fallingdotseq 1.1\times\Delta t\times D\times 10^{-6}$

Δｔ＝1℃、つまり気温 1℃変化したとき $\Delta D=D\times 10^{-6}$ である。○

2.　測定距離 D

$$D=\frac{\lambda}{2}N+\frac{\lambda}{2}\frac{\varphi}{2\pi}$$

D:測定距離、λ：変調波の波長、N：正の整数、φ：測定位相差

$$\lambda=\frac{C}{f}$$

ｆ：変調波、C:光速度

$$D=\frac{C}{2f}N+\frac{C}{2f}\frac{\varphi}{2\pi}$$

f について微分すると

$$\frac{\mathrm{dD}}{\mathrm{df}} = -\frac{C}{2f^2}N - \frac{C}{2f^2}\frac{\varphi}{2\pi} = -\frac{1}{f}\left(\frac{C}{2f}N + \frac{C}{2f}\frac{\varphi}{2\pi}\right) = -\frac{1}{f}D$$

この式から変調周波数の相対誤差と距離の相対誤差とが等しいことが分かる。

3. 屈折率は通常 1 に近いので

ｎｓ＝1+Δｓ、ｎ＝1+Δｎ

とおくと

$$D=\frac{ns}{n}Ds = \frac{1+\Delta s}{1+\Delta_n}Ds = (1+\Delta_s)(1+\Delta_n)^{-1}Ds \approx Ds + (\Delta_s - \Delta_n)Ds$$

ただし、Ds：表示値、ｎｓ：採用している空気の標準屈折率

ｎ：測定時の空気の屈折率

上の式の最後の第 2 項が気象補正と呼ばれるものである。

気圧を高くすると空気の密度が大きくなり、屈折率が大きくなる。

したがって、気象補正後の距離はその式の$(\Delta_s - \Delta_n)Ds$が小さくなるので、測定距離は短くなる。この文は間違い。

問Ｂ．次の文は，ＧＰＳ（汎地球測位システム）について述べたものである。
間違っているものはどれか。

1.衛星からの電波を受信することにより，受信点の三次元的な位置を求めることができる。○

2. 衛星は，地球を約 12 時間で 1 周する。○

3. 受信点間の視通がなくても，相対的な位置関係を求めることができる。○

4.受信点の相対的な位置関係を求めるだけならば，衛星の軌道情報を必要としない。

5. 受信データから直接高さを求める場合の基準面は，ジオイド面（平均海水面）ではない。○

（解答）4

問 C

測点間の平均距離が 500m の多角測量において，光波測距儀による測距の精度が，±５ｍｍ±６ｐｐｍ・Ｄで得られるとする。１対回によるきょう角の標準偏差が４秒であるとき，測距と測角の重みの比をほぼ１：１にするたには，何対回の水平角観測を行うのが適当か。次の中から選べ。ただし，は測定距離を表し，$\rho'' = 2'' \times 10^5$とする。

1. １対回　　２．２対回　　３．３対回　　４．４対回
5. ５対回

（解答）

測距の分散$\sigma_D^2 = (5mm)^2 + (6 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^5 mm)^2 = 25 + 9 = 34mm^2$

測角の分散

角度の誤差を長さの誤差にすると

$$\sigma_\alpha^2 = \frac{(Sd\theta)^2}{n} = \frac{1}{n}(5mm \times 10^5 \times \frac{4"}{2" \times 10^5})^2 = \frac{100}{n}$$

$\sigma_D^2 = \sigma_\alpha^2$より

$$\frac{100}{n} = 34$$

n=100/34=2.9

∴3 対回

答え 3

問Ｄ．既知点Ａ，Ｂ，Ｃから多角測量により交点ＰのＹ座標を求め，表２－１の結果を得た。交点ＰのＹ座標の最確値の標準偏差は何ｃｍか。次の中から選べ。

1. $\sqrt{3.7}$ ｃｍ
2. $\sqrt{5.1}$ ｃｍ
3. $\sqrt{5.6}$ ｃｍ
4. $\sqrt{7.7}$ ｃｍ
5. $\sqrt{8.4}$ ｃｍ

表 2-1

路線	距離	Y 座標値
A→P	0.5ｋｍ	+12,345.10m
B→P	1.0ｋｍ	+12,345.15m
C→P	2.0ｋｍ	12,345.21m

（解答）

路線	距離	重量ｐ	Y 座標値	ｐ・Y	ｖ(cm)	ｖｖ	ｐｖｖ
A→P	0.5	2	0.1	0.2	−3	9	18
B→P	1	1	0.15	0.15	2	4	4
C→P	2	0.5	0.21	0.105	8	64	32
合計	3.5	3.5	0.46	0.455	0.07	77	54

平均値ｙ＝+12,345m+$\frac{0.455}{3.5} = +12{,}345 + 0.13 = +12{,}345.13\text{m}$

最確値の分散$\sigma_Y^2 = \frac{\sum pv^2}{(n-1)\sum p} = \frac{54}{(3-1)\times 3.5} = 7.714c\text{m}^2$

最確値の標準偏差 σｙ=2.8ｃｍ

解答 4

平成２年測量士午前　水準

〔ＮＯ.3〕(２年）解答

閥Ａ．次の文は，水準測量の計算について述べたものである。間違っているものはどれか。

1.　標尺補正計算は，観測時の気温，標尺定数及び観測高低差により求める。
2.　楕円補正計算は，始終点の緯度と観測高低差により求める。
3.　地盤沈下調査のための変動補正計算は，観測目を統一するために行う。
4.　直接水準測量の環閉合補正計算は，閉合差を距離に比例して配布する。
5.　観測方程式を用いて水準網の平均計算を行う場合，求点の仮定標高は，任意の値でよい。

（解答）

1.　○

2.　ｄｈ（ｍｍ）＝$-5.29\sin 2\phi \frac{d\varphi'}{\rho'} H(m)$

ϕ：2 点間の平均緯度

dϕ’：2 点間の緯度差（単位：分）

H(m)：2 点間の平均標高

間違い

3.　Δｈ＝$\frac{\Delta H_2 - \Delta H_1}{T_2 - T_1}(T - T_2)$

ただし，T1:旧観測月日

T2：新観測月日

T：統一する月日

ΔH1:T1 日における観測高低差

ΔH2:T2 日における観測高低差

Δｈ:ΔH2 に対する変動補正量

をそれぞれ表わす。

4.　正しい

5.　正しい

解答 2

問 B.　図３－１に示す既知点Ａ，Ｂ，Ｃから求点Ｄ，Ｅの標高を求めるための水準測量で，表３－１の結果を得た。 1km 当りの観測の標準偏差は何ｍｍか。次の中から選べ。

1.　3.2ｍｍ　2.　4.1ｍｍ　3.　5.0ｍｍ　4.　5.6ｍｍ　5.　7.1ｍｍ

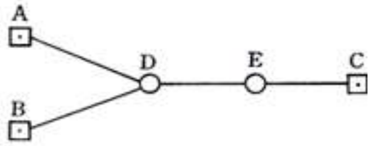


図３―１

表 3-1

区間	距離	観測高低差	平均高低差
A→D	1.0ｋｍ	+1.516m	+1.520m
B→D	1.0ｋｍ	+1.334m	+1.331m
E→D	0.5ｋｍ	-0.527m	0.530m
C→D	0.5ｋｍ	-0.799m	-0.801m

（解答）

区間	距離Ｓ	p＝1/S	残差ｖ	ｖｖ	ｐｖｖ
A→D	1	1	-4	16	16
B→D	1	1	3	9	9
E→D	0.5	2	3	9	18
C→D	0.5	2	2	4	8
合計		6	4	38	51

分散$\sigma^2 = \frac{\sum pv^2}{n-2} = \frac{51}{4-2} = 25.5$

$$\sigma = 5.0\mathrm{mm}$$

自由度＝ｎ－ｒ＝4-2＝2（ｎ:観測値の数、ｒ：未知数の数）

解答 3

問Ｃ．図３－２の水準網の各水準路線をすべて観測した。水準網調整を行う上で独立な条件式の数はいくつか。次の中から選べ。ただし，Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄは既知点，Ｅ，Ｆ，Ｇ，Ｈ，Ｉは求点とする。

1.　4 個
2.　5 個
3.　6 個
4.　7 個
5.　8 個

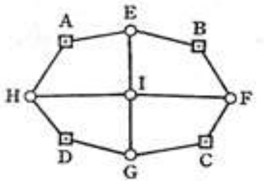
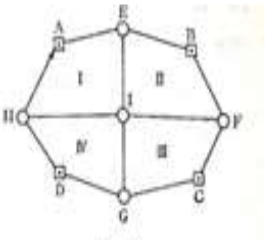


図３－２

（解答）
水準網の調整で必要な条件式は、環閉合条件式と既知点間結合条件式である。
環閉合条件式数は、水準網の最小限の数なので、図-3 からわかるように環 I、II、III、Ⅳ の 4 個である。



図－3

既知点間結合条件式数は、ｎを既知点数とするとｎ-1＝3 となる。
問題の条件式数は､環閉合条件式数と既知点間結合条件式数の合計なので 4+3＝7 個となる。

答え 4

問Ｄ．図３－３に示す渡河水準測量（俯仰ねじ法）を実施して，表３－２の結果を得た。Ａ点とＢ点の高低差は何ｍか。次の中から選べ。
ただし，ｍ１，ｍ２：目標板を視準したときのレベルの俯仰ねじ目盛の読定値
ｍｏ：レベルの気泡を合致させたときの俯仰ねじ目盛の読定値
ℓ：自岸標尺目盛の読定値
とする。

表 3-2

	読定値
ℓ	1.7890m
m1	20.00m
mo	60.00m
m2	90.00m

1.　0.0390m　　2.　0.2176m　　3.　0.2890m　　4.　0.5443m　　5.　0.9610m

（解答）

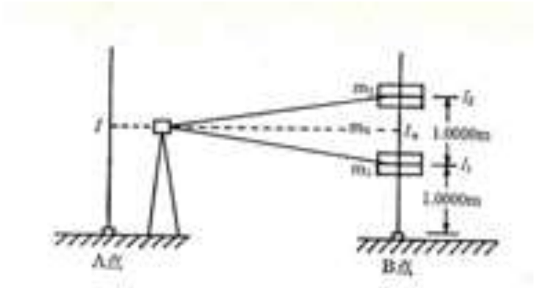


図-4

図-4 において、俯仰ねじ目盛の読定値 m2, m1, mo に対応する対岸の標尺目盛の読定値をそれぞれℓ2、ℓ1、ℓo とすると

（m2−m1）：（mo−m1）＝(ℓ2−ℓ1)：（ℓo−ℓ1）

（m2−m1）(ℓo−ℓ1)＝(mo−m1)(ℓ2−ℓ1)

ℓo−ℓ1＝$\frac{m_o-m_1}{m_2-m_1}(\ell_2-\ell_1)$

ℓo=ℓ1+$\frac{m_o-m_1}{m_2-m_1}(\ell_2-\ell_1)$

=1.0000m+$\frac{60-20}{90-20}(2-1)=1.5714m$

A 点と B 点の高低差を h とすると

h=ℓ−ℓo＝1.7890m−1.5714m＝+0.2176m

解答 2

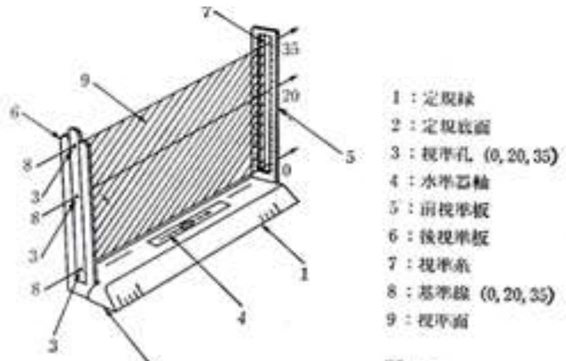
平成 2 年測量士午前　地形　（平成 28 年現在平板測量は出題されない。）

〔N０.4〕（2 年）解答

問Ａ．次の文は，アリダードの点検調整の不備による影響を述べたものである，間違っているものはどれか。ただし，スタジア測量は行わないものとする。

1. 視準面が定規縁に対し平行でない場合，高さに影響を及ぼす。
2. 基準線が水準器軸に対し平行でない場合，高さに影響を及ぼす。
3. 視準板に刻んだ目盛が両視準板間隔の 1/100 でない場合，高さに影響を及ぼす。
4. 前視準板が定規の底面に対し左右に傾いている場合，平面位置，高さの両方に影響を及ぼすが，傾きが微小の場合は，高さに及ぼす影響は無視することができる。
5. 前視準板が定規の底面に対し前後に傾いている場合，高さに影響を及ぼす。

（解答）



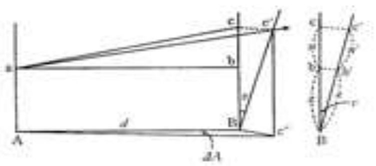
図―1

1.　アリダードの視準孔から目標を視準し、視準孔から目標を視準し，定規縁に沿って方向線を引くことである。また,図‐１からもわかるように方向線の誤差に関するものである。この誤差は，同一平板測量作業中常に同一アリダードを使用すれば影響ない。　したがって,高さに関係ないので間違いである。

2.　水準器と基準線の関係であるから高低に関する設問である。　この誤差は２点間における直・反観測で誤差を消去することができるが，片方向観測では高さに影響を及ぼすので野外の測量作業中はたびたび点検調整する必要がある。この説明は正しい。

3.　視準板目盛は，間接高低測量において tanαのかわりに㫚を使用し高さを求めるので正しく両視準板間隔の啇になっていないと誤差を生じるのでこの説明は，正ししい。

4.　前視準板が図-2 のように傾斜している場合を考えると，水平角誤差ΔA 及び分画誤差Δｎは近似的に次式であらわされる。



図―2

$\Delta \mathrm{A} = \mathrm{v}(\frac{n}{100} + \frac{Z}{d})$ …(1)

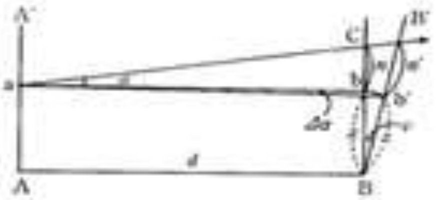
$\frac{\Delta n}{100} = \frac{v^2}{2}(\frac{n'}{100} + \frac{Z}{d})$…(2)

(2)式においてｚ'が微小の場合$\frac{\Delta n}{100} = 0$となりこの誤差は無視できるのでこの説明は,

正しい。

5.前視準板が図-3 のように傾斜している場合を考えると，分画誤差Δｎはｖが微小であると近似的に次式であらわされる。

$$\frac{\Delta n}{100} = v(\frac{Z}{d}\frac{n'}{100} + (\frac{n}{100})^2)$$



図－３

この式から前視準板の傾きは，高さに影響を及ぼすのでこの説明は，正しい。

〔正解　１〕

問Ｂ.縮尺 1/500 の地形図作成のための平板測量において，アリダードを用いて既知点Ａから図上 12cm 離れた求点Ｂの標高を測定したい。アリダードの分画読定誤差を最大 0.1 分画，アリダードの水準器の気泡のずれを最大１ｍｍまで許すものとすれば，標高測定値の誤差は最大いくらか。次の中から選べ。

　ただし，既知点Ａと求点Ｂの標高はほぼ等しいものとし，水準器の気泡管の曲率半径は 1.0m とする。また，その他の誤差はないものとする。

1.　8cm　　2.　12cm　　3.　16cm

4.　20cm　　5.　24cm

（解答）

この設問は，水準器軸の傾斜による分画誤差と分画誤定誤差が標高測定値に影響する最大誤差を求める問題である。

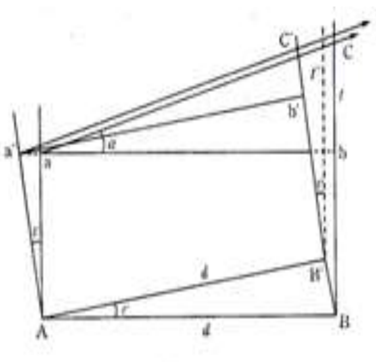
図‐４から，ｖが微小であれば水準器軸の傾斜による誤差Δｎは近似的に次式で表される。ただし水準器軸の傾斜に相応する気泡のずれｂ，水準器の曲率半径ｒとすると

$$\frac{\Delta n}{100} = -v\left\{1+\left(\frac{n}{100}\right)^2\right\} = -\frac{b}{r}\left\{1+(\frac{n}{100})^2\right\} \ldots (3)$$

となり標高測定値の誤差Δhi は次式であらわされる。ただし，Ｓは２点間の距離

$$\Delta \mathrm{h}_1 = -\frac{b}{r}\left\{1+\left(\frac{n}{100}\right)^2\right\}S \ldots (4)$$

ここで‐ｂ/ｒは前視準板が水準器軸に対して高い場合である。



図−4

である。また分画読定誤差Δｎによる高さの誤差Δｈ2は,

$$\Delta h_2 = \frac{\Delta n}{100} S \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

最大誤差はΔｈ＝Δh1+Δｈ2…(6)

ｂ＝1ｍｍ、ｒ＝1m、分画誤差$\frac{0.1}{100}$, n≒0、S=12cm×500＝60ｍなので

$$\Delta \mathrm{h}_1 = -\frac{b}{r}\left\{1+\left(\frac{n}{100}\right)^2\right\}S = \frac{1}{1000} \times 60m = 6cm$$

$$\Delta h_2 = \frac{\Delta n}{100} S = \frac{1}{1000} \times 60m = 6cm$$

最大誤差Δh＝6+6＝12ｃｍ

正解２

問Ｃ．平板測量において，アリダードの視準孔の直径を０．７ｍｍ，視準糸の直径を０．３ｍｍ，両視準板間隔を 27cm，方向線長を最大 10ｃｍとするとき，視準誤差による位置誤差は最大いくらになるか。最も近いものを次の中から選べ。

１．　0.1ｍｍ　　2.　0.2ｍｍ　　3.　0.3ｍｍ

４．　0.4ｍｍ　　5.　0.5ｍｍ

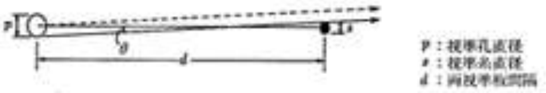
（解答）

アリダードで目標を視準する鴻合，視準孔の大小及び視準糸の太さによって視準誤差が生じる。図‐５において，視準誤差θは最も大きい場合で

$$\theta = \frac{p+s}{2d}$$

である。また，位置誤差をδとすれば

$$\delta = \ell\theta = \ell\left(\frac{p+s}{2d}\right)$$



図—5

となる。p＝0.7ｍｍ、 ｓ＝0.3ｍｍ、 ｄ＝27ｃｍ、ℓ＝10ｃｍなので

$$\delta = 10\mathrm{cm} \times \left(\frac{0.7+0.3}{2\times 270}\right) = 0.185mm$$

正解２

問Ｄ.　縮尺 1/500 の地形図作成のための平板測量において，基準点Ａに平板を標定し，放射（光線）法により点Ｂを求めることとした。点Ｂの位置誤差を図上０.３ｍｍ以内にしたい。距離誤差を図上０．２ｍｍとした場合，方向誤差はいくらまで許されるか。最も近いものを次の中から選べ。

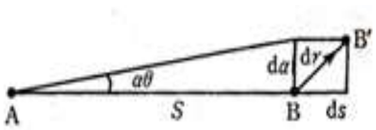
ただし，ρ'=3,400、√5＝2.24，基準点Ａから点Ｂまでの距離を 34m とし、その他の誤差はないものとする。

1.　5'　　2．8'　　3.　11'　　4.　14'　　5.　17′

（解答）

平面位置の誤差ｄｒは，図-６のように距離測定誤差 ds と方向測定誤差ｄα とに分けられるから，次のようにあらわすことができる。

$dr^2 = ds^2 + d\alpha^2$



図—6

題意から ds＝0.2ｍｍ、dr＝0.3ｍｍ、S=34ｍ×$\frac{1}{500} = 68mm$

$$d\alpha^2 = dr^2 - ds^2 = (0.3mm)^2 - (0.2mm)^2 = 0.05$$

ｄα＝0.224ｍｍ

$d\theta' = \frac{d\alpha}{S} = \frac{0.224mm}{68mm} = 0.00329$

ｄθ＝0.00379×3400'＝11.2'

正解３

平成２年測量士午前　写真

〔N0. 5〕（2 年）解答

問Ａ．　図５－１は，撮影時の状態を再現するため，図化機の投射器に与える標定要素

を示したものである。これらの回転及び平行移動要素の正しい組合せ
はどれか。次の中から選べ。

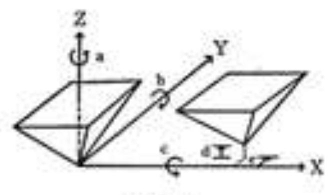


図５－１

a=κ、ｂ＝φ、ｃ＝ω、ｄ＝ｂｚ、e=ｂｙ

答え４

問Ｂ．図５－２は，空中三角測量におけるブロック調整の種類を示したもので
ある。（　）内のＡ～Ｃに入る調整法として正しい組合せはどれか。次の中
から選べ。

図５－２

（答え）

A＝バンドル法　B=独立モデル法　C=多項式法

答え５

問Ｃ．縮尺 1/10,000 の空中写真を用いて，等高線間隔２ｍ，縮尺 1/2,500 の地形図
の図化を実施したい。図化機で測定する標高点の高さの誤差を等高線間
隔の 1/3 以内とするには，図化機による高さの測定誤差は，横視差に換算し
て密着ポジフィルム上いくら以内でなければならないか。次の中から選べ。

ただし，航空カメラの画面距離は 15ｃｍ，画面の大きさは 23ｃｍｘ23ｃｍ，
密着写真上での主点基線長は９ｃｍとする。

1.　30μｍ　　2.　40μｍ　　3.　50μｍ

4.　60μｍ　　5.　70μｍ

（解答）

$\Delta h = \frac{H}{b}\Delta p$

写真縮尺逆数 m_b=10,000,対地高度 H=m_b×ｆ＝10,000×15ｃｍ＝1,500m

$$\Delta \mathrm{p} = \frac{b}{H}\Delta h = \frac{90mm}{1500m} \times \frac{2m}{3} = 0.04mm = 40\mu m$$

答え 2

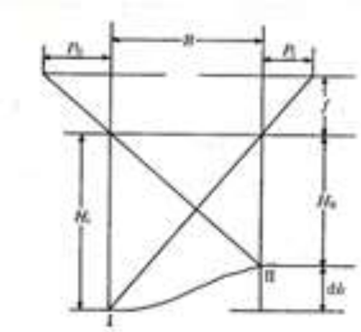
問D．実体視可能な一対の等高度鉛直空中写真がある。左の空中写真上での主点基線長は 100mm，右の空中写真上での主点基線長は 92mm であった。左の空中写真の主点の標高を 200m とすると，右の空中写真の主点の標高はいくらか。次の中から選べ。

ただし，航空カメラの画面距離は 15cm，画面の大きさは 23ｃｍ×23cm，標高 200m での空中写真の縮尺は 1/10,000 とする。

1.　120m　　　2.　170m　　　3.　220m　　　4.　270m

5.　320ｍ

（解答）



図ー1

$\frac{P_I}{f} = \frac{B}{H_I}$　　$H_I = \frac{B}{P_I} f \ldots (1)$

$\frac{P_{II}}{f} = \frac{B}{H_{II}}$　　$H_{II} = \frac{B}{P_{II}} f \ldots (2)$

(1),(2)より

$\Delta h = H_I - H_{II} = Bf\left(\frac{1}{P_I} - \frac{1}{P_{II}}\right) \ldots$（3）

f=0.15m,PI=92mm,P_{II}=100mm,

左の主点Ｉの標高は 200ｍで、その写真縮尺の分母数はm_b＝10,000 なので

点Ｉの対地高度 $H_I = m_b \times f$ ＝10,000×15ｃｍ＝1,500ｍ

（1）より $B = H_I \times P_I / f$ ＝1,500ｍ×92ｍｍ/150ｍｍ＝920ｍ

（3）より $\Delta h = Bf\left(\frac{1}{P_I} - \frac{1}{P_{II}}\right)$ ＝$920\mathrm{m} \times 150\mathrm{mm}\left(\frac{1}{92} - \frac{1}{100}\right) = 120\mathrm{m}$

右主点の標高＝（Ｉの標高）+Δｈ＝200ｍ+120ｍ＝320ｍ

答え 5

平成２年測量士午前　地図編集

〔No. 6〕（2 年）解答

問 A.　次の文は，投射図法における各視点の位置について述べたものである。

正射射図法について述べたものはどれか。

1.　視点を地球の中心におく。
2.　視点を投影面と反対側の地球表面上におく。
3.　視点を地球の内側におく。
4.　視点を地球外の有限の距離におく。
5.　視点を地球外の無限遠におく。

（答え）5

1.　心射＝視点地球の中心、2.平射＝視点を投影面と反対側の地球表面におく　3.　内射＝視点地球の内部、4.　外射＝視点を地球の外の有限の一におく

問Ｂ．次の文は，国土地理院発行の 1/50,000 地形図を 1/25,000 地形図より編集ける場合における適切な取捨選択や総描を行うための要件について述べたものである。間違っているものはどれか。

1.　1/50,000 地形図は，多目的な利用に供するものであるから，編集者が作業地域についての知識を有する場合は，特に詳しく表現するように努める。
2.　1/50,000 地形図は，一般図であるから等高線河川など各種表示対象物が同じ度合いで総描されることが望ましい。
3.　基図の長さは 1/2、面積の 1/4 の縮小率となるので、この縮小率に見合った総描を心がける。
4.　地域の特徴を表現するため，採用基準に満たない大きさでもそれらが多数存在している場合には，整理統合により誇張してその分布特性を表示するように努める。
5.　山岳地域における山小屋や，登山道あるいは山地を越えて集落どうしを結ぶような小道などその地域で重要なものは，できるだけ採用する。

解答 1

問Ｃ．図６‐１は，国土地理院発行の地形図の一部である。図中に引いた５本の直線に沿ってそれぞれ断面図を作成した場合，図６－２のような断面図が得られるのはどの直線か。①～⑤の中から選べ。ただし，断面図における水平距離と高さの比は１：２．５である。

（解答）

①は中央の谷を両側で尾根を横切る。このため西側と東側の中央により高さの異なる山が

できる。
②は西側の山の傾斜がほぼ一定で、中央の低い山の東側に段ができる。
③西側の山の傾斜がほぼ一定で、中央の山が高い。
④は西側の山の傾斜に段ができ、中央の山は低い。
⑤は西側の山より東側の山が 100mほど低く、中央に山ができない。
答え 4
問D．表６－１は，同じ緯度帯にある国土地理院発行の 1/50,000 地形図の図名と各図の図郭左辺の経度数値である。次のＡ，Ｂ，Ｃの条件を満たす組合せはどれか。表６－２の１～５の中から選べ。

Ａ．図郭左辺の最も長い図。

Ｂ．図郭左辺の最も短い図。

Ｃ．図郭の形と大きさが「横須賀」の図と全く同じ図。

（解答）
λo：中央経線
λ：ある点の経度
Δλ：中央経線との経度差
n：λ÷6 の商の整数部+1 とすると
東経の範囲では中央経線は
λo＝6n-3
から求められる。
133.5°÷6＝22.25°
n＝22+1＝23（ゾーン番号はn+30）
λo＝6°×23-3°＝135°
Δλ＝133.5°-135°＝-1.5°
全部の計算

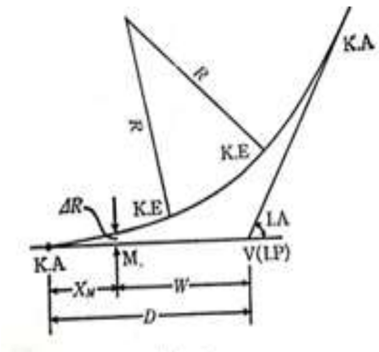
図名	λ	λo	Δλ	方向
湯本	133° 30’	135°	1° 30’	西側
智頭	134° 0’	135°	1°	西側
福知山	135° 0’	135°	0°	
津島	136° 30’	135°	1° 30’	東側
名古屋北部	136° 45’	135°	1° 45’	東側
根羽	137° 30’	135°	2° 30’	東側
井川	138° 0’	141°	3°	西側
富士宮	138° 30’	141°	2° 30’	西側
小田原	139° 0’	141°	2°	西側
横須賀	139° 30’	141°	1° 30’	西側

A：左辺の長いもの＝井川
B：左辺の短いもの＝福知山
C 図郭の形と大きさが横須賀と同じもの＝湯本
答え 2

平成 2 年測量士午前　応用
〔N０.7〕(2 年) 解答
問A．次の文は，クロソイド曲線について述べたものである。正しいものはどれか。
1.クロソイド曲線終点における曲率半径（R）が一定の場合，交角（I.A〉が大きくなると，曲線長（L）は短かくなる。
2.クロソイド曲線は，曲率半径（R）に比例して曲線長（L）が増大する性質をもつ。
3.パラメータ（A）が大きくなると，曲線長（L）に対して曲線の曲がり方が緩やかになる。
4.移程量ΔR＝1 の関係にあるクロソイド曲線を単位クロソイドという。
5.曲率半径（R）なるク l=･ソイド曲線の要素の値は，単位クロソイド表の要素の値をR倍すれば得られる。
（解答）3
A^2＝RL、A が大きくなると L に対する曲がり方が緩やかになる。○
問B．道路計画において，図７－１のようなクロソイド曲線を設置したい。
曲率半径(R)＝200m
交角（I.A）=60°
パラメータ（A）＝120m
として，表７－１を利用してクロソイド始点（K． A）と交点（V）の間の距離を求めた。最も近いものを次の中K． A から選べ。ただし、$\sqrt{3}$＝1.73 とする。

1.　152m　　2.　157m　　3.　162m　　4.　167m　　5.　172m

（解答）



図―3

L=$\frac{A^2}{R}=\frac{120^2}{200}=72m$

ℓ＝72/120＝0.6

X=L(1-$\frac{L^2}{56R^2}$...)＝ｘ・A＝0.598・120＝71.76m

Y=y・A=0.036・120＝4.32m

ΔR=Y+Rcosτ-R＝Δｒ・A=0.009・120＝1.08m

R=r・A=1.667・120＝200m

XM＝ｘｍ・A=0.3・120＝36m

W=(R+ΔR)tanI/2=(200+1.08)tan30°＝116.094m

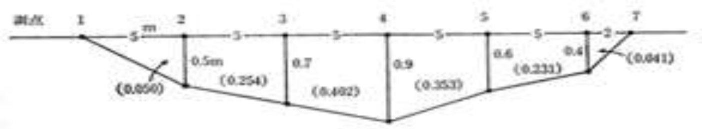
D=XM+W=36+116.094＝152.094m

答え１

問C．表７－２は，河川の流量を求めるため，左岸にレベルを整置して標尺を読定した結果と各断面部分の平均流速を測定した結果である。この横断面における流量はいくらか。最も近いものを次の中から選べ。ただし，測点１，測点７は水ぎわである。

1.　4.27m³/ｓ	2.　4.35m³/s	3.　4.53m³/s
4.　4.89m³/ｓ	5.　5.07m³/ｓ	

（解答）



図―4

Q=ΣAivi＝0.063+0.762+1.608+1.324+0.578+0.016＝4.351m³/ｓ

解答２

問D．次の文は，土地区画整理のために行われる測量作業について述べたもの

である。

ａ． 資料調査を行い，地区界・筆境界を確認し，境界測量を実施する。

ｂ．街区・画地出来形確認測量を実施し，街区・画地の面積計算を行って，街区・画地確認測量図を作成する。

ｃ．路線測量等の工事測量を実施する。

ｄ．基準点を用いて細部測量を実施し，総合現況図を作成する。

ｅ．街区点・画地点等を設置するため，確定測量を実施し，街区・画地確定測量図を作成する。

作業順序として正しいものはどれか。次の中から選べ。

1． d－ｃ－ａ－ｅ－b　　2.ａ－d－b－ｅ－c　　3.d－ａ－ｅ－ｃ－b

4.d－ｃ－b－ｅ－a　　5.ｃ－d－ａ－b－ｅ

（解答）3