昭和３２年測量士補問題解答

三角測量

【問題 1】三角点の選点作業にあたって，水平位置を決定するために，精度上から考慮しなければならない事項を挙げよ．　（昭 32 補）

〔解説〕選点上題意による主なる考慮事項は次のようなものである．

（1）三角点相互の距離は努めて等しくし，かつ等密度であること．

（2）新設三角点は与点（新点より精度が高く，その座標値のわかっているもの）で囲まれた中にあって，かついずれか一方向の与点に偏することのないように選ぶ．

（3）新設三角点の位置を決定するには，なるべく正三角形に近い三角形を用いる．したがって各角は少なくとも 300～1200 としなければならない．

（4）新設点を逐次決定して行く場合，その次数は所求の精度を考慮して決定しなければならないが，通常５次程度に止めるべきである．

（5）新設三角点の位置を決定するためには，最小３与点，最大５与点より正，反の視通を有し，かつ新点と与点との距離は各方向共努めて等しいことが望ましい．

（6）三角点相互の視通は煙突または建造物に接しないように選点の際留意すること．

（7）三角点の位置は地盤の堅固な場所であって，努めて偏心観測をしなくてすむようなところを選ぶこと．

（8）新点と与点との比高のはなはだしく大なる点をＪ晋いること牒努めて避けること．

（9）新設点に建設した測標の目標）が他の与点より観測する場合，周囲の地形，樹木あるいは地物の障害のために目標が判然と確認できない場所は避ける．もし与点などでやむを得ないときは伐木または他の方法により目標を確実に視準できるように工夫する．

（10）新点の位置は努めて地上で観測できる所を選ぶ．

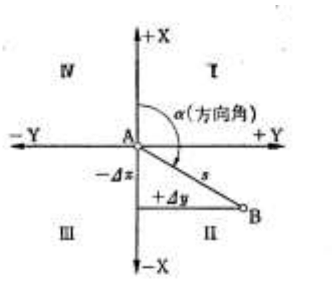
（池田）

【問題 2】（昭和 32 年補）ある工事のため、互いに見通しのできない２点Ａ，Ｂ間の距離と方向角が必要になった．Ａ，Ｂ２点の座標（ｘ，ｙ）はそれぞれ次のとおりである．

Ａ：ｘ＝+34.513m　　　Ｂ：ｘ＝+32.896 m

　　ｙ＝+52.008m　　　　　ｙ＝+54.483 m

ＡＢ間の距離およびＡ→Ｂの方向角を計算せよ．（昭和 32 年補）



第 11・9 図

〔解説〕Ａ点を原点とみなしてＢ点との関係位置を図示して見ると第 11・9 図のようになる（象限に注意する）．

ｓ，α，Δｘ，Δｙの間に次の関係式を得る．

Δｘ＝ｘB-ｘA＝-1.617m

Δｙ＝ｙB-yA＝2.475m

ｓ＝$\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2}=\sqrt{2.614689+6.12563}=\sqrt{8.740314}=2.956m$

tanT=Δy/Δx＝2.475/(-1.617)=-1.53061

T=-56° 50´31″（II 象限）

T=180° -56° 50´31″ ＝123° 09´29″

（池田）

多角測量

【問題 1】（昭和 32 年）A 点から B 点まで，一様な傾斜の道路上で 50m 鋼巻尺による距離測定を行ない，測定値 498.855m を得た。

測定中の平均温度は 24° C，水準測量によって求めたＡＢ間の高低差は 11.02m であった。また，この鋼巻尺を 15° Cにおいて検定したところ 50m より 6.5ｍm縮んでいた。ＡＢの正しい水平距離はいくらか。ただし鋼巻尺の膨張係数は +0.000012 とする。（昭 32.補）

Cℓ＝-6.5ｍｍ×498.855ｍ/50ｍ＝-64.9ｍｍ

Ct＝1.2×10^{-5}×（24-15）498.855ｍ＝0.0539ｍ

L=498.855ｍ-0.0649+0.0539＝498.844ｍ

Ch=-ｈ²/2L=-11.02²/2×498.844＝-0.1217ｍ

S=L+Ch=498.844ｍ-0.1217＝498.722ｍ

水準測量

【問題 1】次にかかげる 1～5 の項目は，水準測量の観測に際して誤差を生

ずる原因である．これらの影響をなるべく小さくするためには，どんな注意をもって観測を行わなければならないかを簡単にのべよ．

（１）レベルの視準線誤差

（２）標尺目盛りの零点誤差

（３）標尺の傾斜による誤差

（４）標尺台の移動，または沈下による誤差

（５）地球表面の球差および気差　　　　　　　　　　（昭 32.補）

〔解説〕

（１）のレベルの視準線誤差は，レベルを前視後視の両標尺の中央にすえて観測すれば消去される（前問題参照）．

（２）の標尺目盛の零点誤差は，前視と後視の標尺を交互に立てる，すなわち出発点に立てた標尺を到着点に立てるように，レベルの整置を偶数回にすれば消去される．

（３）の標尺の傾斜による誤差は消去法はないが，この影響をなるべく小さくするためには標尺付属のレベルの調整を完全にし，標尺をまつ直ぐ立てるために（すなわち標尺付属のレベルの気泡を中央に保つために）竹の支持つえを使うなど注意深く標尺を支持する．

（４）の標尺台の移動，または沈下による誤差の影響を小さくするには，なるべく地盤の固いところを選び，標尺台はしつかり踏み込むこと．前視から後視へ標尺の向きを変えるとき操作を慎重に行うこと等である．

（５）の地球表面の球差と気差による影響は，レベルを前視後視の両標尺の中央にすえれば消去される．

〔N 0.8〕（昭和 32 年補）次にかかげる 1 ～ 5 の項目は，水準測量の観測に際して誤差を生じる原因である。これらの影響をなるべく小さくするためには，どんな注意をもって観測を行なわなければならないかを簡単に述べよ。

1.レベルの視準線誤差

2.標尺目盛りの零点誤差

3.標尺の傾斜による誤差

4.標尺台の移動，または沈下による誤差

5.地球表面の球差と気差

（昭 32.補）

解

1.等距離観測

2.偶数観測

3.標尺の円形気泡管を中央に導く、標尺を前後に傾け最短距離を読む

4.建粉地盤に据え付ける、標尺台を十分に踏み込む

5.球差は等距離観測、気差は標尺の 20ｃｍ以下を読まない

地形測量

【問題 1】平板測量で交会法を行う場合に示誤三角形を生ずる原因のうち主なもの５個あげよ．また，求点の位置を決定する場合に，前方交会法における示誤三角形と後方交会法における示誤三角形とは，それぞれ主としてどの誤差によるものとして処理されるか．（昭 32.補）

〔解説〕示誤三角形を生ずる原因は、主なもの５個をあげると

（１）平板の標定誤差.　（２）基準点の展開誤差.

（３）目標の視準誤差.　（４）方向線の描画誤差.

（５）平板上の展開点と地上の中心点.との不一致による致心誤差.

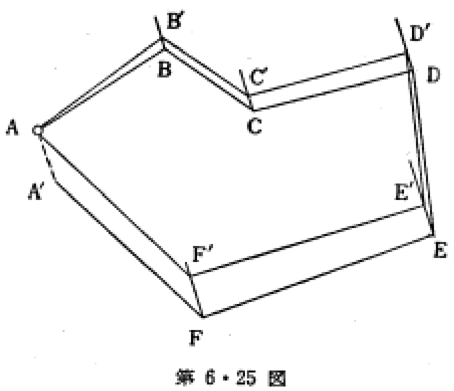
である．前方交会法で示誤三角形の生ずるのは不定誤差に起因するから，操作に誤りがなければ（２）によるものと考えられる．後方交会法の場合は明らかに（１）によるものである．

【問題 2】アリダードによる平板測量作業について次の説明に誤りがあれば，その部分にアンダーラインを引いて指摘し，かつ，これを訂正せよ．

1．図解道線測量（図解トラバース）の水平位置（平面位置）の閉合差の制限は，縮尺のいかんにかかわらず図上０．３ｍｍに辺数をかけた値が適当である．

2．水平位置の精度は，一般に交会法が道線法よりよい．したがって，標高の精度も交会法の方が道線法よりよい．

3．アリダードの視準線と定規の縁とは通常３ｃｍ離れているものである．このために生ず



第 6・25 図

る位置誤差を 0.1ｍｍまで許すものとすれば，1/30 より小さい縮尺では，アリダードの視準線と定規縁とが一致しないために起る誤差は全く考慮しないでよい．

４．アリダードによるスタジア法で決めた距離は，トランシットによるスタジア測距の場合と同じく傾斜地では斜距離が得られるから，水平距離を求めるためには傾斜角に応じて補正しなければならない．

５．平板測量で図解図根測量を行う場合，前方交会法で求点の位置を決めるための方向線の図上距離は，その描画誤差を少くするため，平板を標定するときに用いた視準線の図上距離より，できるだけ長くしなければならない．

（昭 32.補）

〔解説〕各項は誤りの部分にアンダーラインを引いて訂正するだけで，理由を問うていないから大体常識で解釈がつくものと思われる．

本問題の各項目の一つ一つはそれぞれ独立した問題となり（それもかなりむつかしい）かつ，平板測量の大事な項目ばかりであるから，この問題の解答には不用であるが各項目についてその理由をくわしく説明する．

１．「０.3ｍｍ に辺数をかけた値が適当である」の辺数にアンダーラインを引き，「辺数の平方根」と訂正する．

(理由)道線測量の水平位置誤差は，主として方向誤差と距離誤差の総合したものである．しかし距離は比較的短く，直接測定を行うから，測定誤差よりも測定距離を平板上に移写するときに起る誤差の方が重要である．ゆえに測定誤差はないものとする．

方向誤差を δ，距離縮写に基づく誤差を ε，辺長を ℓ とすれば，方向誤差 δ のために道線点の転位する量は $\ell\delta$ である．道線点 1 点の決定に際してまぬがれない中等誤差を m とすれば

$$m^2=\varepsilon^2+(\ell\delta)^2$$

1 与点から出発して n 辺を経て他の与点に閉合するか，あるいは出発点に回帰するものとし，各辺長を $\ell 1$，$\ell 2$，$\ell 3$，……、ℓn とすれば，閉令点の中等誤差 M は

$$M^2=\varepsilon 1^2+\varepsilon 2^2+\varepsilon 3^2+\cdots\cdots+\varepsilon n^2+(\ell 1\delta 1)^2+(\ell 2\delta 2)^2+\cdots+(\ell n\delta n)^2$$

近似的に　$\ell 1\delta 1=\ell 2\delta 2=\cdots=\ell\delta$

$\varepsilon 1=\varepsilon 2=\varepsilon 3=\cdots\cdots=\varepsilon$ とすれば

$$M^2=n\varepsilon^2+n(\ell\delta)^2$$

となる．この両誤差を等しいとみて $\varepsilon=\ell\delta$ とし，これを q であらわせば，$M^2=2nq^2$ となる．ゆえに

$$M=\pm\sqrt{2n}q$$

平板測量では点の転位が０．２ｍｍはまぬがれないものとされているから，q=0.２ｍｍ，これを上式に代入すると

$$M=\pm 0.28\text{mm}\sqrt{n}$$

四捨五入して

$M=\pm 0.3\,\text{mm}\sqrt{n}$

すなわち閉合差の制限は 0.3mｍに辺数の平方根をかけたものである.

２．水平位置の精度は道線法より交会法の方がよい．しかし標高の精度は一般に道線法の方が交会法よりよいのである．ゆえに,「したがって」以下にアンダーラインを引き,「しかし，標高の精度は一般に道線法の方が交会法よりよい」と訂正する.

(理由)アリダードによる交会法の高低差の定限は距離を S とすれば,

1/1000×D であり，道線法による高低差 9 定限は平均距離を S，辺数を n とすれば 1/1000×S$\sqrt{n}$ である。D は大体 nS とみれば普通の場合は

$$\frac{1}{1000}D > \frac{1}{1000}S\sqrt{n}$$

である.

3.「1/30」を「l/300」に訂正する.

（理由）

第 6・26 図において $\theta=\varepsilon/L$，図上の転位量 bb′ を q，

Cb＝ℓ とすれば，q＝10，　これに $\theta=e/L$ を代入すると

q＝ℓ e／L，すなわち ℓ/L＝q/e，ℓ/L=は縮尺 1/M，q＝0.1mｍ，e＝30mｍ

であるから

$$\frac{1}{M}=\frac{0.1}{30}=\frac{1}{300}$$

すなわち，縮尺 1/300 までは考慮しないでよい.

４．アリダードによるスタジア法では，傾斜地でも水平距離が求められるから，本文はトランシット……以下全文にアッダーラインを引き次のように訂正する.「トラッシットによるスタジア測距の場合と違って，傾斜地でも直接水平距離が得られるから，水平距離を求めるための補正は必要がない」

５．最後の「できるだけ長くしなければならない」にアンダーラインを引き,「短くしなければならない」と訂正する.

（理由）標定誤差を少なくするためである.

第 6・26 図

地図編集

【問題 1】メルカトール図法に関する次の説明 1〜5 に一つき，正しいものには○印を，まちがっているものには×印をつけよ．

（1）地球の中心に視点をおき，赤道に接する正円筒面上に投射投影したものである．

（2）投影された経緯線の形状は，経線は一定間隔の平行直線で，緯線は経線の投影に直交し，各緯線の間隔は赤道を隔たるに従ってちく次増大する．

（3）この図法は，一種の等角投影で;この投影図上で 2 点を結ぶ直線は地球上の等方位線を示す．

（4）この等方位線は地球上の最短線に一致する．

（5）この図法による投影図の縮尺は，緯度△度において○万分一というように標記する必要がある．　　　　　　　　　　(昭 32.補)

〔解説〕（1）は誤り，これは前問の説明にがい当する．

（2），（3）は正しい．

（4）は誤り，この図上で，最短線は一般に等方位線と一致しない．極の側に凸な曲線となる．

（5）は正しい．通常は赤道上において○万分一とするが，赤道を含まないか，あるいは局部的に作製するときは，緯度△度において○万分一と標記しなければならない．

真塩・森本

応用測量

【問題 1】精密なプラニメーターを使って，ある区域の面積を毎回独立に測定して次の結果をえた。この結果から平均値を求め，また平均値の平均二乗誤差（中等誤差）を計算せよ。

14,956.8ｍｍ²
14,958.6
14,957.2
14,957.7
14,958.0

（解答）

番号	x	v ＝ x - m	v^2
1	6.8	-0.86	0.7396
2	8.6	0.94	0.8836
3	7.2	-0.46	0.2116
4	7.7	0.04	0.0016
5	8	0.34	0.1156
合計	38.3	3.55E-15	1.952

ｍｍ単位に換算して１ｃｍ²＝100ｍｍ²

平均値ｍ＝14,950+$\frac{\sum x}{n} = 14{,}950 + \frac{38.3}{5} = 14{,}957.66mm^2$

$$\sigma_m^2 = \frac{\sum v^2}{n(n-1)} = \frac{195.2}{5(5-1)} = 0.0976$$

σｍ＝0.31ｍｍ²

（斉藤）

【問題 2】流量測定をするため，河幅を幅 ℓ の 10 区間に分け，各区間ごとに水深を測って横断面積 A を求め，また各区間ごとの平均流速 v を測ってその流量Ｑを計算した．測深点の河岸からの距離は正確にきめられるが，水深測定にはどうしても±5%の誤差がさけられない．また，流速測定には±10%の誤差がさけられないとすると，全流量には何％の誤差を予想しなければならないか．

（昭 32 士補）

解答
各区間の流量
Q=A v = h ℓ v
誤差は
σ h =0.05 h
σ v=0.1 v

$$\Delta Q=\frac{\partial Q}{\partial h}\Delta h+\frac{\partial Q}{\partial v}\Delta v=\ \ell v\Delta h+h\,\ell\Delta v$$

$$\sigma_Q^2=\left(\ell v\right)^2\sigma_h^2+\left(h\,\ell\right)^2\sigma_v^2=\left(\ell v\right)^2\times(0.05h)^2+\left(h\,\ell\right)^2(0.1v)^2$$

$$=0.05^2Q^2+0.1^2Q^2=0.15^2Q^2$$

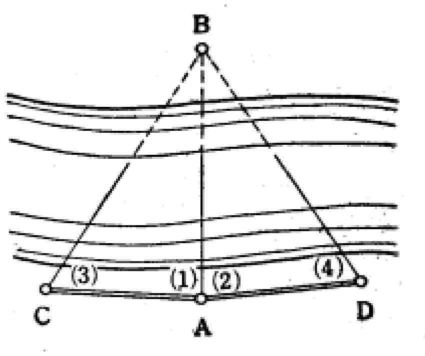
$$\sigma_Q=0.15Q$$

全断面では$\sigma^2=10\sigma_Q^2=10\times0.15^2Q^2$=$0.225Q^2$

$$\sigma=0.47Q$$

全断面では
つまり、全流量の 47%の誤差を予想しなければならない。
中川

【問題 3】河を隔てた２点Ａ，Ｂ間の距離を求めるため，第２・５図のようにＡ点の両側に補助点ＣおよびＤを設けて，ＡＣおよびＡＤ間の距離を鋼巻尺で直接に測定し，かつ，Ａ，Ｃ，Ｄの各点において，それぞれ水平角を観測した．その結果は次のとおりである．Ａ，Ｂ間の距離を計算せよ。



第 2・5 図

AC=5.925m、AD=56.80m

(1) =65° 20’10″　(2) =83° 42’05″
(3) =86° 03’45″　(4) =70° 36’10″　(昭 32.補)

〔解説〕△ＡＢＣと△ＡＢＤにおいて∠ＡＢＣと∠ＡＢＤを求めると
∠ＡＢＣ=180° − {(1) + (3)} =180° −151° 24’15″ =28° 35’45″

∠ＡＢＤ＝180° － ｛(2) ＋ (4)｝ ＝180° －154° 18’15″ ＝25° 41’45″

次に△ＡＢＣと△ＡＢＤで正弦比例式を用いて各別にＡＢを計算する．

△ＡＢＣから

AB=$\frac{ACsin(3)}{sin\angle ABC} = \frac{59.25\times 0.99764}{0.47863} = 123.49m$

△ＡＢＤから

AB=$\frac{ADsin(4)}{sin\angle ABD} = \frac{56.80\times 0.94324}{0.43359} = 123.78m$

平均＝123.64ｍ