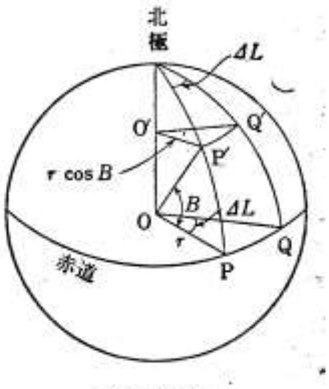
昭和３２年測量士問題解答

三角測量

【問題 1】地球の赤道における 1′ の弧長は 1855m である.緯度 30° における平行圏 1'の弧長はいくらか.

（昭 32.士）



第 1・2 図

［解説］

緯度差 1′

PQ= r ΔL＝6370ｋｍ×1′ /3400′ ＝1.874ｋｍ＝1874ｍ

緯度 30° における平行圏 1′

R=rcosB＝6370ｋｍcos30° ＝5517ｋｍ

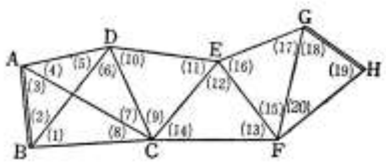
Δℓ＝P’Q’=RΔL＝5517ｋｍ×1′ /3400′ ＝1.623ｋｍ＝1623ｍ

（嘉藤）

【問題 2】（昭和 32 年士）第 11 ・ 17 図のような三角鎖において，基線ＡＢから出発して検基線ＧＨに閉合する三角測量を行った．これを正整（平均）する場合に必要な条件式をあげよ．

ただし（1）……（20）は水平角の観測値を表わすものとする．

（昭 32 士）



第 11・17 図

〔解説〕この三角鎖の平均をなす場合に，まず角方程式の数，辺方程式の数および辺長方程式の数を考えて見ると次のようになる．すなわち角方程式の数について

△ＡＢＤより(２)+(３)+(４)+(5)＝180°
△ＡＢＣより(１)+(２)+(３)+(8)＝180°
△ＡＣＤより(４)+(５)+(６)+(7)＝180°
△ＢＤＣより(１)+(６)+(７)+(8)＝180°

以上４個の方程式のうち３個あれば他の１個は必然的に満足されるから，この四辺形については結局いずれか３個でよい．次に

△ＤＣＥより(９)+(10)+(11)＝180
△ＥＣＦより(12)+(13)+(14)＝180°
△ＧＥＦより(15)+(16)+(17)＝180°
△ＦＧＨより(18)+(19)+(20)＝180°

以上の４個の方程式はすべて必要である．したがって前の３個の方程式と加えて結局角方程式の数は７個必要である．

次に四辺形ＡＢＣＤにおいて基線ＡＢを基にして如何なる経路を経ても辺の調和がとれるようにする辺条件式が一つ必要である．すなわち

$$\frac{AB\sin(3)\sin(1)\sin(7)\sin(5)}{AB\sin(2)\sin(4)\sin(6)\sin(8)}=1$$

又は

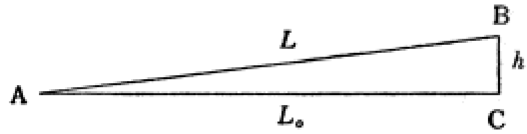
$$\frac{\sin\{(3)+(4)\}\sin(6)\sin(8)}{\sin(5)\sin\{(7)+(8)\}\sin(3)}=1$$

なおまた　ＡＢ基線から出発して検基線ＧＨに閉塞する辺長方程式が必要である．すなわち

$$\frac{\sin\{(3)+(4)\}\sin(6)\sin(8)}{\sin(5)\sin\{(7)+(8)\}\sin(3)}=1$$

多角測量

【問題 3】50m の鋼巻尺による距離測定において，尺の前端と後端との高低差を測って傾斜補正を行うこととした．補正量が測定長の1/20,000 以下ならば補正を省略してもよいとすれば，測定距離50m について高低差を無視できる限界はいくらか．
(昭 32.士)



第 2・1 図

（解）

高低差 h ＝Lsin θ

水平距離 Lo＝Lcos θ

$$\Delta L = L - Lo = L - L\cos\theta = L(1-\cos\theta) = L[1-(1-\frac{\theta^2}{2!}+\cdots)] \fallingdotseq L\frac{\theta^2}{2}$$

h ≒Ｌθ より

θ = h /L

これを上の式に代入して

$$\Delta L \fallingdotseq L\frac{\theta^2}{2} = \frac{L}{2}(\frac{h}{L})^2 = \frac{h^2}{2L}$$

補正量 1/20,000×50ｍ＝2.5ｍｍとして

$$2.5\text{mm} = \frac{h^2}{2\times 50m}$$

$$h^2 = 0.0025 \times 100m = 0.25m$$

h=0.5m の高低差まで影響しない。

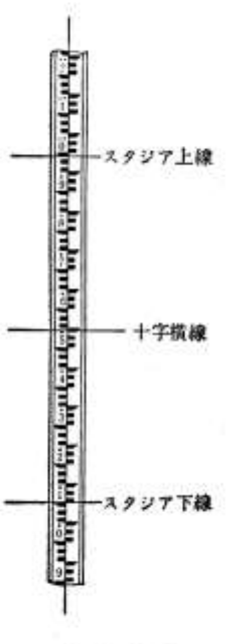
【問題 4】トランシットによるスタジア測量　(視距測量)を行ったところ，望遠鏡の視野内における像が第４・３図のようになった.

（イ)高度角の読み取りが 0°　0'であるとすれば，目標点までの水平距離はいくらか.

（ロ)高度角の読み取りが 15°　30'であるとすれば，目標点までの水平距離はいくらか.

ただし，使用したトラソシヅトのスタジア定数は，K=100，ＣＣ＝0.0m とする.

（昭 32.士）



第 4・3 図

〔解説〕図の標尺の目盛を読むと，スタジア上線の読みは 1.99m，同下線の読みは 1.10m

である．ゆえに上下のスタジア線で挟んだ部分の長さは

1.99-1.10＝0.89m

これをスタジア公式に入れると

（イ）高度角の読み取り 0°　0'（視準線水平）の場合

$D = K\ell + C = 100 \times 0.89 + 0 = 89.00\text{m}$

（ロ）高度角 15°　30′　の場合

$D = K\ell\cos^2\alpha + C\cos\alpha = 100 \times 0.89 \times 0.9286 + 0 = 82.644\text{m}$

水準測量

【問題 1】間接水準測量において A,B2 点間の高低差を測定する場合、AB 間の距離 s には標準偏差（二乗平均誤差）σs を含み、A 点から B 点を観測した鉛直角αには標準偏差σαが含まれているものとすれば、AB 間の高低差には含まれる標準偏差σh はいくらか。ただし、球差気差は考えないものとする。（昭和 32 士）

（αが高低角の場合）

$h = s\tan\alpha$

$$\Delta h = \frac{\partial h}{\partial s}\Delta s + \frac{\partial h}{\partial \alpha}\Delta\alpha = \tan\alpha\Delta s + s \cdot \sec^2\alpha\Delta\alpha$$

$$\sigma h^2 = (\tan\alpha\ \sigma s)^2 + (s/\cos^2\alpha\ \sigma\ \alpha)^2$$

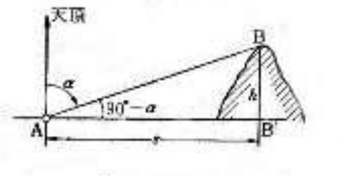
（αが天頂角 Z の場合）

tanZ=s/h

h=scotZ

$$\Delta h = \frac{\partial h}{\partial s}\Delta s + \frac{\partial h}{\partial \alpha}\Delta Z = \cot Z\Delta s - s \cdot \mathrm{cosec}^2 Z\Delta\alpha$$

$$\sigma h^2 = (\cot Z\,\sigma s)^2 + (s/\sin^2 Z\,\sigma\ \alpha)^2$$



第 11・18 図

（池田）

【問題 2】（昭和３２年士）水準測量に関する次の問に簡単に答えよ。

1．１組の標尺の目盛がどちらも一様に１ｍにつき０.２ｍｍ伸びていた場合この標尺を用いて測定した高低差が，225m であったとすれば，これによる誤差はどの位か。

（答え）0.2ｍｍ/1ｍ×225ｍ＝45ｍｍ

2．　レベルを次の測点へ移動させる間に移器点が，沈下するため生ずる誤差は，高低差にどんな影響を与えるか。

（答え）次の高低差に沈下した量が加わる。

3．２本の標尺を交互に用いて行なう水準測量において，後視標尺を視準してその読みを取り，次に前視標尺を視準して読定するような観測方法を行なう場合，後視を視準してから前視を視準するまでの間に，レベルの三脚が沈下したために生ずる誤差は，高低差にどんな影響を与えるか。

（答え）レベル三曲が沈下した量Δa とすると

ｈ＝b-a（正しい場合）＝b-(a-Δa)

高低差がΔa だけ増える。

4．気泡管の感度 30″ のレベルで器械から 60m 離れた所に立てた標尺を視準する場合，もし気泡管の気泡が中央から 1/2 目盛だけ標尺の方へ偏位していたとすれば，そのときの読取値は正しい読取値にくらべてどのような違いを生ずるか。　（昭 32.土）

（答え）15”/206265”×60ｍ＝0.0044ｍ違う読みになる。

（斉藤）

【問題 3】(昭 32 年土)水準測量において，往復観測の出合差の制限が２ｋｍにつき 1.5 ｃｍと定められている場合，３ｋｍの往復観測を行なうときの出合差はいくらまで許されるか。

（解答）

$k\sqrt{S}=k\sqrt{2}=15\mathrm{mm}$ より

$k=15\mathrm{mm}/\sqrt{2}=10.6\mathrm{mm}$

$k\sqrt{S}=10.6\mathrm{mm}\sqrt{3}=18.3\mathrm{mm}$

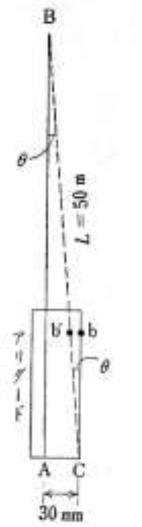
地形測量

【問題 1】縮尺 1/500 の平板測量において，地上の 1 点に平板を整置し，その点から 50m 離れた目標を視準して方向線を描画した場合，アリダードの視準面と定規縁とのへだたりを 30mm とすれば，とのために生ずる方向線の図上誤差（転位量）はいくらか.　（昭 32.土）

〔解説〕アリダードは視準面と定規縁が一致していなくて 30mm 離れている．第 6・10 図に示すようにＣからＢを視準したとき，定規縁にそって引いた方向線は Cb であり，真のＣＢの向きはCb’である．この方向誤差 bb’は図上でいくらかを計算する問題である．

∠ＡＢＣ＝∠ｂＣｂ’＝θ とすれば，θ は微小であるから θ＝0.03/50（ラジアン)，50m を 1/500 で描くと　Cb＝10cm である．ゆえに転位量 bb’は

b b ' = 10cm × $\frac{0.03}{50} = 0.006cm$
答 0.06ｍｍ



第 6・10 図

【問題 2】地理調査所発行の地形図において，地貌をあらわすために用いている等高線の種類とその記号をあげ，それぞれの用法を説明せよ。また，等高線であらわすのが適当でないか，あるいは困難な地貌はどのようにして表現されているか。　　　（昭和 32 年士）

〔解説〕

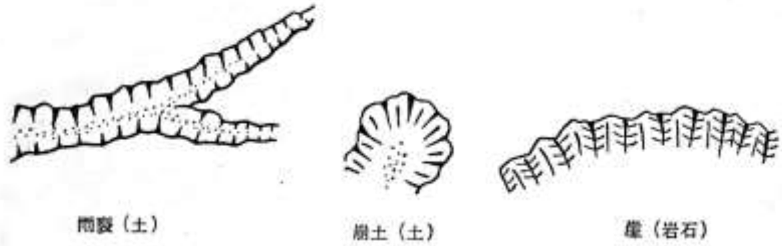
等高線であらわすのが不適当あるいは困難な地貌とその表わし方を次に示す.

（ａ）急傾斜地　崖，崩土，雨裂の斜面などの急傾斜面は等高線が重なつて実況が表わしにくいので，地形図ではケバで表わす（第 8・11 図).

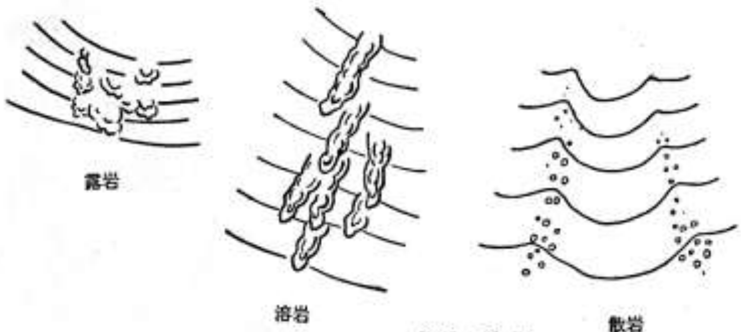
ケバは土と岩石を区別している（第 8・12 図).

（ｂ）露岩，溶岩，散岩　これらの岩石の露出した地帯は，等高線で基礎の地貌を描き，その上に記号を描いて土地の実況を表わす（第 8・13 図).

第 8・11 図

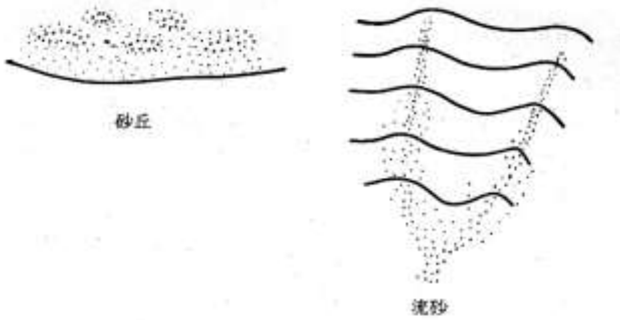


第 8・12 図



第 8・13 図

（ｃ）砂丘，流砂　砂丘は砂を表わす小点の疎密で形状，傾斜の状況を表わす（第 8・14 図）.



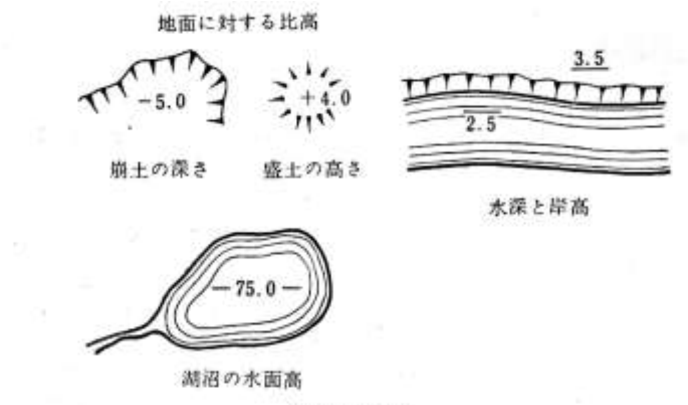
第 8・14 図

（ｄ）凹　地　小さい凹地は矢印で示し，大きいものは最大傾斜線の方向に０．３ｍｍの短線を描いて凹地であることを示す（第 8・15 図）．凹地の記号を示さないと突出した山とまちがう．

第 8・15 図

（ｅ）高さや深さを数字で表わす　崖や斜面の地面または水面からの高さ，湖沼の

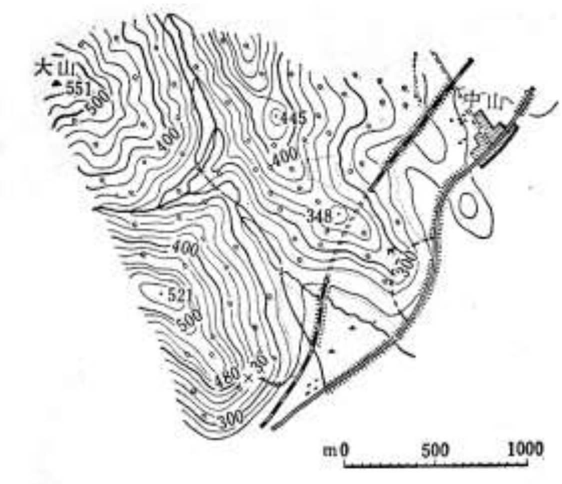
水面高,河川の深さなどを数字で表わす（第
8・16 図）.



第 8・16 図

【問題３】第９・３図は行政用として新たに測量した地図の一部分である.
この図のうちで誤りと思われる個所を指摘し，かっ，その理由を簡単にのべ
よ．ただし，図式は地理調査所の地形図図式を採用した.　　（昭 32.土）

【解説】図の縮尺を調べると，添付のスケールは 1000m＝４ｃｍであるから
1/25 000 である。(下図は挿図の都合分縮少してある)。しかし,図の等高線の標高
をみると主曲線は 20m等距離となっていて 1/50000 のもの/である．地理調



第 9・3 図

査所図式を採用したと断ってあるから，これも間違いの一つである.

以下誤りと思われる個所を個条書きにすると,

（１）大山三角点の標高はメートル以下１位を記入しなければならない.

（２）・445　の上で等高線が交叉している．こんなことはあり得ない.

（３）348 に 360m の等高線が巻いている.

(4)・521 の下方の 480m 等高線は 440m の誤り.

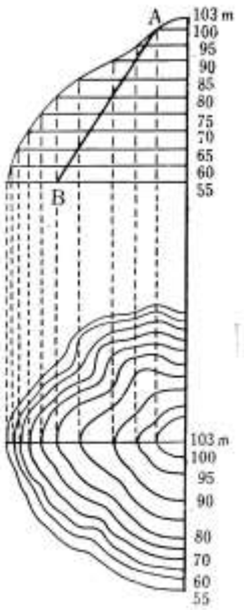
（5）・348 の下方の 280m 等高線は谷を上って行方不明となる．
（6）崖の比高＋30 にはメートル以下 1 位を記入する．
（7）この崖に入る等高線の関係が不良である．
（8）鉄道と道路のケバの向きに反対のところがある．
（9）神社の記号があって家屋がない．
（10）地類記号の脱落と思われる所がある．地類界で囲む以外に道路や河川等の有形線で挾まれた中にも地類記号を描かないと，畑とみなされる．
（11）鉄道のトンネルの両端の高さを等高線で読むと，北口は約 280 m，　南口は約 240m である．トンネルの長さ約 500m で，両入口の高低差 40m は，こんな地形の所では不合理である．

応用測量

【問題 1】

次図は，岩山を掘さくして骨材を採集するための計画図である。 A B は，掘さく後の斜面の位置を示し，一様な傾斜である。掘さく量を求めるために，掘さく後の等高線図が必要である。掘さくされる範囲および掘さく後の等高線を太線で記入せよ。また，各等高面における掘さく部分の面積を図上で測定したら，つぎのようであった。掘さく予定量を計算せよ。(昭和 32，測量士)

標高〔m〕	図上面積〔cm^2〕
55	5.4
60	4.8
65	4.5
70	4.3
75	4.2
80	3.8
85	2.5
90	1.1
95	0.3
100	0.0

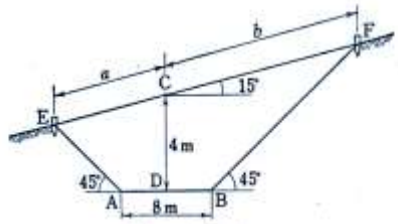


答えV＝88125m^3

千葉

【問題 2】こう配が 15°の斜面がある．ここに幅８ｍの道路をつくるために，その計画断面を入れたら，第２・17 図のようになった．両側の切取りののり面のこう配を 45°としたとき，切取りの範囲を示すためのくいＥ，Ｆは，中心Ｃからいくらの距離（図上のαおよびｂ）に打てばよいか，また切取り断面の面積を求めよ。

（昭 32　士）



第 2・17 図

解答

a の解き方

C の高さは 4m、今 AB を延長した線と E からその線の垂線を下した点を E’とするとき E’A＝EE’= x と置くと、

(x+4)tan15°＝4- x …①

の式ができる。①より(x+4)×0.2679＝4-x、x=2.30

cos15°＝(x+4)/a、

∴a=(2.30+4)/cos15°　=6.30/0.9659=6.522m

b の解き方

次に、AB を延長し、この線に F から垂線を下したその足を F’とし、

BF’=FF’= y とおく。C を通る水平線を描き、FF’との交点を F”とすると

FF”= b sin15°　= y -4…②

また、CF”=bcos15°　=y+4…③

②/③=tan15°　=(y-4)/(y +4)=0.2679

y -4=0.2679 y +1.072

0.7321 y =5.072

y =6.928

∴ b =(y -4)/sin15°　=2.928/0.2588=11.314m

断面積（座標法による：x y は数学座標とする）

A(0,0),B(4,0),F(8+ y ,4),E(- x , x)

点	x	y	yi+1-yi-1	xi(yi+1-yi-1)
A	0	0	-6.927	0
B	4	0	4	16
F	14.928	4	6.927	103.406256
E	-6.927	6.927	-4	27.708
倍面積				147.114256
面積				73.557128

答え a=~~3.27m~~(正しくは 6.52m)、 b =11.32m、断面積 A≒~~53.0m²~~(正しくは 73.5m³)

【問題 3】河の水面こう配をきめるために，200m 間隔で同時水位を測り，

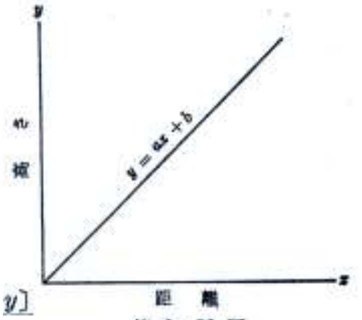
次の結果を得た．この結果から，この区間の平均の水面こう配を定めよ．

（昭 32　士）

測点	1	2	3	4	5
標高（m）	73.63	73.45	73.23	73.02	72.83

［考え方］実用的には，各区間の標高差の平均から計算してもいいが、ここでは距離と高さの関係から最小二乗法で係数を求めることにする。

［解答］1～2 区間の標高差　73.63m－73.45m＝0.18m



第 2・20 図

番号	x （m）	y （m）	x(÷100)	y（-73.63）	x ²	x y
1	0	73.63	0	0	0	0
2	200	73.45	2	-0.18	4	-0.36
3	400	73.23	4	-0.4	16	-1.6
4	600	73.02	6	-0.61	36	-3.66
5	800	72.83	8	-0.8	64	-6.4
計	2000	366.16	20	-1.99	120	-12.02

$$y = ax + b$$

観測方程式 Y=AX+B

$$\begin{bmatrix} 0 \\ -0.18 \\ -0.4 \\ -0.61 \\ -0.8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 1 \\ 4 & 1 \\ 6 & 1 \\ 8 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

正規方程式$A^T AX = A^T B$ ，又は NX= f

$$\begin{bmatrix} 120 & 20 \\ 20 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -12.02 \\ -1.99 \end{bmatrix}$$

X=N^{-1} f より

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/40 & -1/10 \\ -1/10 & 3/5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -12.02 \\ -1.99 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.1015 \\ 0.008 \end{bmatrix}$$

y=-0.1015x+0.008

x=200m では y ＝-19.5 c m下がる勾配になる。

中川