

昭和43年測量士試験問題解答

【問題1】

ある河川で水位H (m) と流量Q (m³/sec) を観測し、7組の値をえた。この資料を処理して水位流量曲線をつくることにした。‘

問1. QとHの関係を $\sqrt{Q}=aH+b$ と仮定し、vを残差とすれば、誤差方程式は

(答え) $v = (\sqrt{Q} - (aH+b))$

であらわされる。最小二乗法の期待値Eより

$$E = \sum (\sqrt{Q} - (aH + b))^2 = \min.$$

...①

Eをaで偏微分すると

$$\frac{\partial E}{\partial a} = \sum H (\sqrt{Q} - (aH + b)) = 0$$

$$\sum H\sqrt{Q} - a \sum H^2 - b \sum H = 0$$

...②

Eをbで偏微分すると

$$\frac{\partial E}{\partial b} = \sum (\sqrt{Q} - (aH + b)) = 0$$

$$\sum \sqrt{Q} - a \sum H - nb = 0$$

...③

②、③より

$$an \sum H^2 + nb \sum H = n \sum H\sqrt{Q} \quad \text{...②} \times n$$

$$-a(\sum H)^2 + nb \sum H = \sum H \sum \sqrt{Q} \quad \text{...③} \times \sum H$$

$$a[n \sum H^2 - (\sum H)^2] = n \sum H\sqrt{Q} - \sum H \sum \sqrt{Q}$$

$$a = \frac{n \sum H\sqrt{Q} - \sum H \sum \sqrt{Q}}{n \sum H^2 - (\sum H)^2}$$

...④

bは③より

$$\sum \sqrt{Q} - a \sum H = nb$$

$$b = \frac{\sum \sqrt{Q}}{n} - a \frac{\sum H}{n} = \overline{\sqrt{Q}} - a \cdot \bar{H}$$

.....⑤

ここで \sqrt{Q} ： \sqrt{Q} の平均、 \bar{H} ： H の平均であり、 a は上の式で求めた値である。

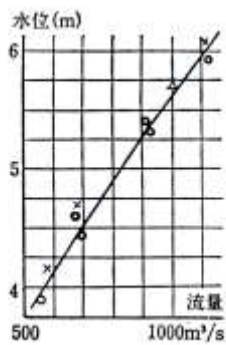
問2.上記の α 、 b の値をきめるため7組の観測値を使って計算を行い、(3)式をえた。

$$Q=22.76(H+0.9)^2 \dots\dots\dots (3)$$

次頁図はこの7組の観測値を白丸でプロットし、(3)式の曲線を描いたものである。流量曲線をつくるには少なくとも10回以上の観測資料があることが望ましいので、さらに3組の観測を追加し、合計10組の観測値をえた。これに基づいて流量曲線の式を改訂したところ

$$Q=23.33(H+1.07)^2$$

となった。図中のバツ印(×)は追加した3組の値をプロットしたものであるが、これによって改訂した式の正誤を判定し、その理由を書け。(昭和43, 測量士)



(解答)

別解(問2) 7個の観測値による式

番号	Q	\sqrt{Q}	H	$H\sqrt{Q}$	H^2
1	552.3	23.50106381	3.88	91.18412757	15.0544
2	673.1	25.94417083	4.6	119.3431858	21.16
3	693.5	26.33438816	4.43	116.6613396	19.6249
4	909.8	30.16289111	5.4	162.879612	29.16
5	925.9	30.42860496	5.3	161.2716063	28.09
6	1002.1	31.6559631	5.7	180.4389897	32.49
7	1124.5	33.53356527	5.9	197.8480351	34.81
8					
9					
10					

計		201.5606472	35.21	1029.626896	180.3893
---	--	-------------	-------	-------------	----------

$$\text{分子 } N = [H][\sqrt{Q}] - n[H\sqrt{Q}] = 35.21 \times 201.56 - 7 \times 1029.6 = -110.438$$

$$\text{分母 } D = [H]^2 - n[H^2] = 35.21^2 - 7 \times 180.4 = -22.981$$

$$a = N/D = 4.81$$

$$b = \sqrt{\bar{Q}} - a\bar{H} = 201.56/7 - 4.81 \times 35.21/7 = 4.62$$

$$\sqrt{Q} = 4.81H + 4.62$$

$$Q = 23.1(H + 0.96)^2 \text{ (7 個のデータによる式はほぼあっている。)}$$

$$\text{問題の式: } Q = 22.76 (H + 0.9)^2 \dots\dots\dots (3)$$

10 個のデータによる計算

番号	Q	\sqrt{Q}	H	$H\sqrt{Q}$	H^2
1	552.3	23.50106381	3.88	91.18412757	15.0544
2	673.1	25.94417083	4.6	119.3431858	21.16
3	693.5	26.33438816	4.43	116.6613396	19.6249
4	909.8	30.16289111	5.4	162.879612	29.16
5	925.9	30.42860496	5.3	161.2716063	28.09
6	1002.1	31.6559631	5.7	180.4389897	32.49
7	1124.5	33.53356527	5.9	197.8480351	34.81
8	576.7	24.01457891	4.16	99.90064825	17.3056
9	678.1	26.0403533	4.7	122.3896605	22.09
10	1114.6	33.38502658	6.1	203.6486622	37.21
計		285.000606	50.17	1455.565867	256.9949

$$\text{分子 } N = [H][\sqrt{Q}] - n[H\sqrt{Q}] = 50.17 \times 285.0 - 10 \times 1455.6 = -257.18$$

$$\text{分母 } D = [H]^2 - n[H^2] = 50.17^2 - 10 \times 256.99 = -52.92$$

$$a = N/D = 4.86$$

$$b = \sqrt{\bar{Q}} - a\bar{H} = 28.5 - 4.86 \times 5.01 = 4.12$$

$$\sqrt{Q} = 4.86H + 4.12$$

$$Q = 23.6(H + 0.84)^2 \text{ (3 個追加した曲線式)}$$

$$\text{問題の式: } Q = 23.33(H + 1.07)^2$$

問題に示される修正式の b は正しい値より大きくなっているのを、

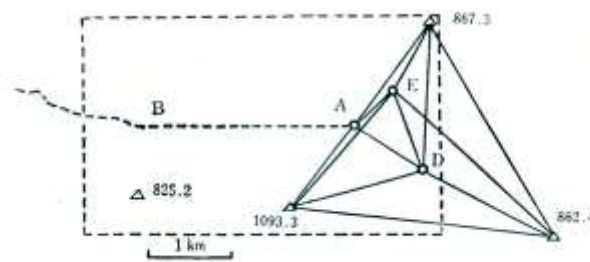
問題の式は間違っている。

【問題 2】

次の 1/50000 地形図の A, B 2 点は, 道路建設のためのトンネル坑口の予定地点で, 破線は道路の建設予定中心線である。中心線上および三角点付近の伐採は行う必要がないものとして, 次の問に答えよ。

問 1. A 点の位置を三角測量によってきめるための三角網または三角鎖を地図上に赤鉛筆で記入せよ。ただし周囲の国家三角点と A 点とは直接見通しはできない。

(解答)



問 2. A 点からトンネル中心線に沿って山越しに B 点まで中心線測量 (求直線測量) を行なう場合, 起点 A, 終点 B および A B 間の三つに作業を区分し, 各部分で特に注意すべき事項を述べよ。

起点 A における注意…… (解答) 三角測量の計算結果よりえられた A B の方向を正確に現地に下ろし, その線上で坑口に近く工事の障害をうけない所に固定点を, またなるべく離れた所に方位点を設ける。

終点 B における注意…… (解答) 中心線測量の結果と三角測量の結果を照合し, 誤差のチェックを行う。

AB 間における注意…… (解答) 求直線測量であるから, 視通のゆるす限り測点間の距離をとり, 測点においては望遠鏡の反転を正反二回行って次の中心点を求めるようにする。

問 3. 両坑口の外側それぞれ 1 km まで, 実体写真になるようにトンネルの中心線に沿って撮影高度 3,000m (海面上) で撮影を行う。 カノラの焦点距離を 15 cm, 画面の大きさを 23 cm × 23 cm として, この写真により実体視できる範囲の概略を地図上に青鉛筆で記入せよ。また坑口付近での写真縮尺はいくらになるか。

(解答) 実体視の範囲は図の破線の範囲。坑口付近の縮尺はともに 1/16000 としてよい。

問 4. B 点の標高を 1 cm 程度の精度で求めるため, 水準点 C から出発して二等水準測量を一班編成で行うものとする。 この場合の作業人員の編成および人数を簡単に説明せよ。また 1 日当りの平均作業量を片道 5 km とした場合の所要人口数を求めよ。

(昭和 43, 測量士)

(解答)

観測者，器械運搬者各 1 名，標尺手 2 名計 4 名。実距離 5 k m の往復観測で
2 日かかるから 8 人日

