

日本大学理工学部 正員 ○ 亀 田 和 昭

日本大学理工学部 正員 岡 積 満

1. まえがき

多角形の骨組測量としては一般にトラバース測量が行なわれているが、極く小規模な測量で大縮尺図を作る場合などは、図-1のように、隣り合う2測線の夾角 $\angle A$ を測定するかわりに、測線上を見透して、それぞれ P , Q 点を設け小三角形 APQ の三辺 a , b , c を測定するタイ・ライン法をもちいる場合がある。しかし、タイ・ライン測定精度が、トランシットによる測角に比較して精度が低いばかりでなく、この骨組図を描くときの描画誤差などによって、タイ・ライン法によって描かれた骨組図の精度は相当に低いものと思われる。本研究は、このようなタイ・ライン法による骨組測量の精度を調べ、どの程度の測量に適用してよいものかの目安を与えようとするものである。

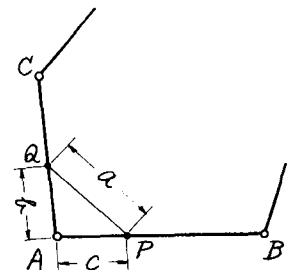


図 - 1

2. タイ・ライン法による作図誤差

タイ・ライン法による作図は、その作図の精度を高めるために、骨組夾の図の縮尺よりもタイ・ラインによる小三角形の部分の作図縮尺を大きく描くのが普通である。いま、骨組図の縮尺を $1/500$ で描くものとし、小三角形の作図縮尺を $1/100$ および $1/200$ とした2通りの場合を考えてみる。

作図をする時の夾の位置を肉眼で見分けられる能力からくる作図誤差を 0.2 mm まで許すとすれば、その中等描画誤差は $\pm 0.2/\sqrt{3} = \pm 0.1155 \text{ mm}$ であるから、縮尺 $1/500$ で作図された図上での中等描画誤差 δ は

$$\delta = \pm 0.1155 \times 500 = \pm 57.7 \text{ (mm)} \approx \pm 0.06 \text{ (m)}$$

であり、縮尺 $1/100$ または、 $1/200$ で作図される小三角形の場合の図上での中等描画誤差は、

$$\text{縮尺 } 1/100 \text{ の場合} \quad \pm 0.1155 \times 100 = \pm 11.6 \text{ (mm)}$$

$$\text{縮尺 } 1/200 \text{ の場合} \quad \pm 0.1155 \times 200 = \pm 23.1 \text{ (mm)}$$

となる。ここで、本線(測線)距離 l (m) の測距精度を $1/2,000$ とすれば、この本線を作図する際、一端を基準に取って他端を作図する時、その両端に上記の δ の作図誤差が生じるのであるから、この本線の作図誤差 δ_1 は、

$$\delta_1 = \pm \sqrt{\delta^2 + \left(\frac{l}{2,000}\right)^2 + \delta^2} = \pm \sqrt{\left(\frac{l}{2,000}\right)^2 + 2\delta^2} \quad \text{----- (1)}$$

となる。小三角形 Q , b , C の三辺の測定値より $\angle A$ を求めると、

$$\angle A = \cos^{-1} X$$

$$X = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

であるから、 a , b , c の中等誤差をそれぞれ Δa , Δb , Δc とし、かつ、普通は夾辺長をなるべく等しくするので $b=c$ とすれば、 $\angle A$ の中等誤差 ΔA は、

$$\Delta A = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial X} \frac{\partial X}{\partial a} \Delta a\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial X} \frac{\partial X}{\partial b} \Delta b\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial X} \frac{\partial X}{\partial c} \Delta c\right)^2}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{1}{1-\chi^2} \left\{ \left(\frac{a}{b^2} \cdot 4a \right)^2 + 2 \left(\frac{Q^2}{2b^3} \cdot 4b \right)^2 \right\}} \quad \text{----- (2)}$$

で求まる。ふつう、小三角形の測定は、本線上にポールで見透してP、Q点をとり、その辺長は約10m程度にとりて行なっているので、この測定の中誤差を±10mmとすれば、肉眼の解像力からくる中等描画誤差を考慮に入れて、三辺の作図上での誤差は、

$$\text{縮尺 } 1/100 \text{ の場合} \quad \pm \sqrt{10^2 + 2 \times 11.6^2} = \pm 19.2 \text{ (mm)}$$

$$\text{縮尺 } 1/200 \text{ の場合} \quad \pm \sqrt{10^2 + 2 \times 23.1^2} = \pm 34.2 \text{ (mm)}$$

であるから、この値をもちいて(2)式よりΔAを計算すると、図-2のようになる。これらの値は、作図された図上での交角のもつ方向誤差であるから、この方向線上に本線距離ℓをとった時の軌位置はΔA・ℓとなり、ℓの精度を1/2,000としたので、このようにして描くことにより決定された次の骨組点の位置の軌位置g₂は、下式となる。

$$g_2 = \pm \sqrt{g_1^2 + (\Delta A \cdot \ell)^2} \quad \text{----- (3)}$$

3. タイ・ライン法による閉合誤差、閉合比

n角形の閉合形の骨組点をタイ・ライン法で測量した場合、前述の条件で測定、作図するものとすれば、その閉合誤差Eは第1辺の作図によつてg₁が生じ、第2辺以降の辺にはg₂の作図誤差が生じるから、各本線距離をほぼ等しくとるものとすれば、

$$E = \pm \sqrt{g_1^2 + (n-1)g_2^2} \quad \text{----- (4)}$$

となり、閉合比(精度)の分母数Mは、

$$\frac{1}{M} = \frac{E}{n \cdot \ell} \quad \therefore M = \frac{n \cdot \ell}{E} \quad \text{----- (5)}$$

である。いま、本線距離ℓ=50mとして(5)式によつてMの値を求めると図-3のようになる。

4. むすび

図-2、および図-3から次のようなことがわかる。

i) 小三角形は、なるべく大きな縮尺で描いた方がよい。

ii) 一定の長さの夾邊長ℓに対しては、タイ・ライン長Qが長くなるほどΔAは大きくなるから夾角が90°より大きくなる場合には図-4のように延長線上にP点をとるか、図-5のように別にR点立設けて2個の小三角形にする方がよい結果が得られる。

iii) 測定数が多くなると多少精度はよくなる。

iv) ΔAの値によつて精度は大きく左右されるのでΔAを小さくするようにタイ・ラインを選定、測定し、作図しなければならぬ。

v) この方法で期待される精度は、小三角形の作図を縮尺1/200で描いて1/400程度であり、1/100で描いても1/800程度である。

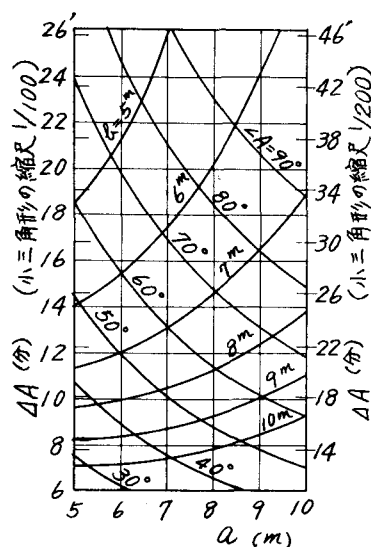


図-2

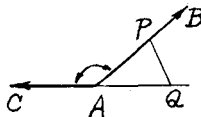


図-4

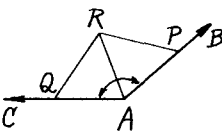


図-5

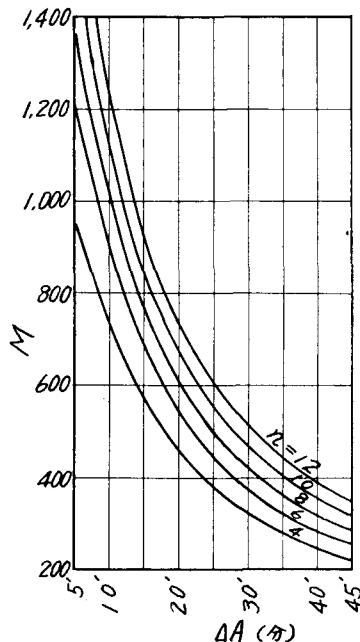


図-3