

III-1 水準測量の重みについて

九州工業大学 正員 岡 積 満

1. 要 旨

水準測量は測量作業中において最も精度を要するものの一つであり、且つその操作並びに計算等も簡単であるにもかかわらず、その許容の精度を得がたいのが常である。本研究は一般に用いられている気ホウ管レベルによる誤差を実験により求め、水準測量の重みについて検討した。

2. 水準測量における誤差

水準測量においては、レベルの整正不完全、箱尺の零点誤差及びその傾斜に基づく誤差等を除き得ても、気ホウ管中心により偏位している爲に生ずる誤差（以下これを気ホウ管誤差と云う）及び箱尺の目盛を読む場合の読取り誤差（以下これを読取り誤差と云う）を伴う。

今、気ホウ管の中点よりの最大偏位量を $1/n$ とすればその中等偏位量は $1/\sqrt{3}n$ であるからレベルの気ホウ管感度を δ'' 、視準距離を S^m とすれば、中等気ホウ管誤差 α^{mm} は、

$$\alpha = \frac{\delta}{60^2} \times \frac{\pi}{180} \times \frac{1}{\sqrt{3}n} \times S \times 10^3 = 0.002798 \frac{\delta S}{n} \dots\dots (1)$$

である。目盛を mm 単位で読定するものとすれば、最大読取り誤差は $0.5 mm$ であるから、中等読取り誤差は $0.288 mm$ である。

レベルの据付1回の誤差 m は、 α_1 及び α_2 を夫々前、後視における気ホウ管誤差とすれば、

$$m = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + 2\beta^2} \dots\dots (2)$$

である。

3. 実 験

実験には測機舎製可逆レベルを用いた。先づその気ホウ管感度を距離5, 10, 15, 20 mについて求めた処 $30.5''$ であつた。次に、レベルを大きく廻転さすのをさける爲に30 cm程接近した2点を前、後視点とし、その点上に箱尺を附属の水準器により水平に立て、これを3本の布縄で固定せしめた。次に、5, 10, 20, 30, 50, 及び100 mの各距離より、レベルの器械高を8~10回かえ、各回4回ずつの観測をなし両点の高低差を求めその観測誤差より(1)及び(2)式を代入し、気ホウ管の中点よりの最大偏位量 $1/n = 1/13.68$ を得た。

4. 水準測量の重み

$\delta = 30.5''$, $1/n = 1/13.68$, $\beta = 0.288 mm$ とし、(1)及び(2)よりレベルの据付1回の誤差 m を計算すれば図-1の如くなる。次に、1 Kmを S_1, S_2 の前、後視の距離で測量するものとすれば、その据付回数は $1000/S_1 + S_2$ であるから、1 Kmの誤差 M 及びその重みを次式より計算すれば図-2及び図-3の如くなる。

$$M = \sqrt{\frac{1000}{S_1 + S_2}} \text{ m} , \quad \mu = \frac{1}{M^2} \dots\dots\dots (3)$$

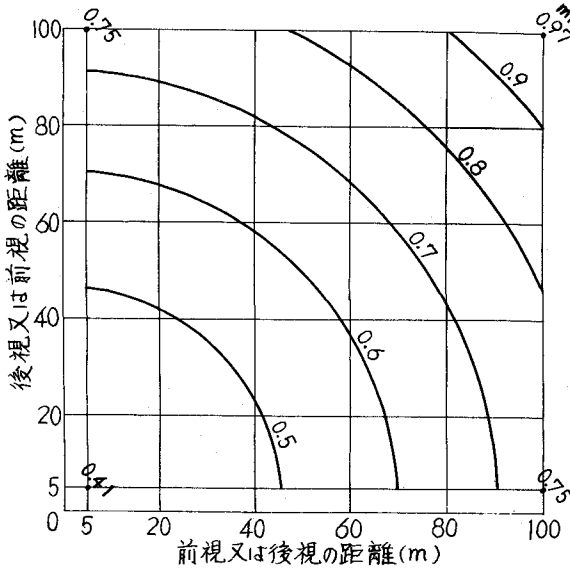


図-1 据付1回の誤差

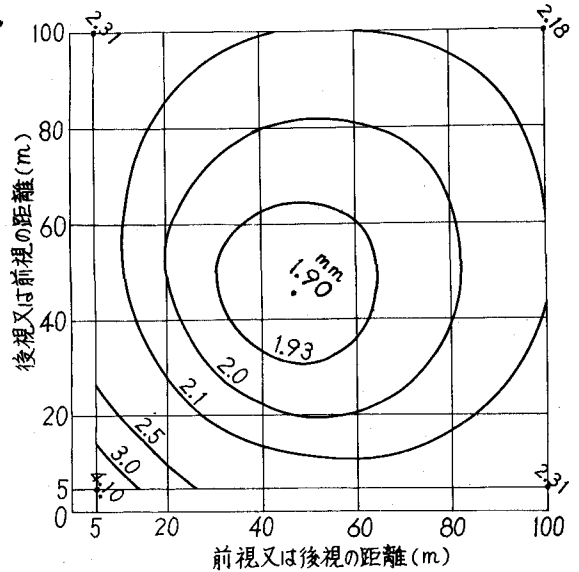


図-2 1Kmの誤差

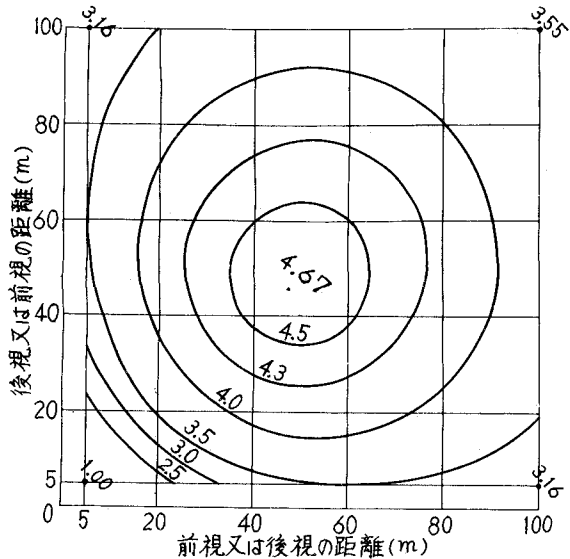


図-3 1Kmの重み

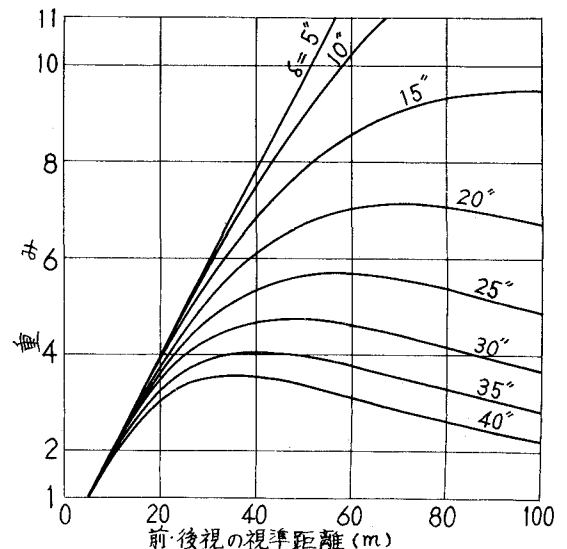


図-4 等間隔視準の場合の1Kmの重み

図-2, 図-3よりこのレベルでは視準距離を約50mの等間隔とせる場合が最も高い精度を得ることが分かる。同様な方法で等間隔視準の場合の気ホウ管感度別の1Km水準測量の重みを求むれば図-4の如くなり感度のよい程視準距離が大きくなること及び近距離視準では重みの変化に大差のないことを知る。

一般に、前、後視とも S なる等間隔で視準したときの 1 Km の誤差は、

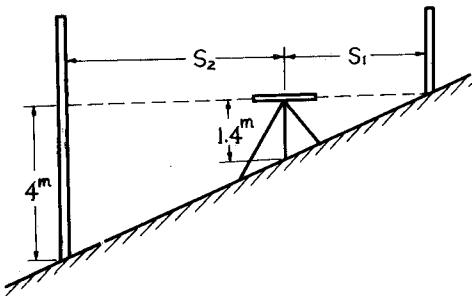
$$M = \sqrt{\frac{1000}{2S}} m = \sqrt{0.00004189 S \delta^2 + \frac{83.3}{S}}$$

にして、 M を最小にする S_0 をこれより求むれば、

$$S_0 = \frac{1401.2}{\delta} \dots\dots\dots (4)$$

となり、気ホウ管感度に逆比例して視準距離を長くすべきことを知る。

次に、傾斜地においては、対物鏡の最小視準距離のため視準距離が近くなり、誤差が大きくなり水準測量の重みが小さくなる。実験に用いたレベルの最小視準距離は 2.6 m であった。今、下図の如くレ



ベルの器械高を 1.4 m とし、一視準は箱尺の 4 m を視準するものとし、かつその傾斜に沿う一直線上にレベルを据付けるものとしその誤差及び重みを計算すれば、図-5 の如く殆んど傾斜角に比例して誤差が大きくなることを知る。

同図において、 2.3° 附近で精度が悪くなっているのは、 4 m を視準する視準距離 S_2 が極端に長くなつたためである。

実験に用いたレベルでは、図-2 より分かる如く、最も精度のよい時でもその中等誤差は 1 Km 当り 1.90 mm であるから、 1 Km の閉合誤差 1.5 mm なる一等水準測量をなし得ないのは勿論である。しかし、(1)、(2)、(3) の各式より、 mm 単位の読定でも気ホウ管感度 $16.6''$ のレベルを用うれば一等水準測量程度の精度を、し得ることが分かる。要するに、水準測量の重みは視準距離に支配されることが大きく、据付1回だけで近距離の2点間の高低差を測定し得るときは近距離視準精度がよいが、遠隔点の場合には、レベルの気ホウ管感度及び最小読定目盛に依じた適当なる視準距離で測量する様にせねばならない。又傾斜地の水準測量では、対物鏡の最小視準距離の爲にその重みの小さくなる事に留意すべきである。

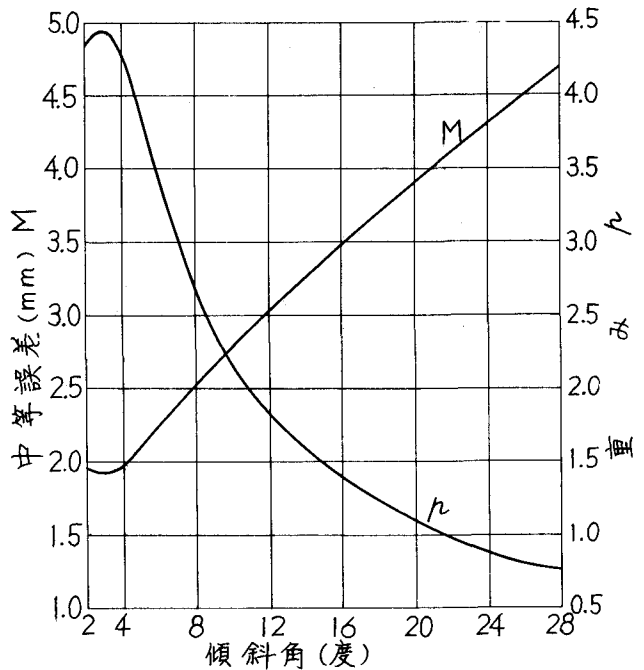


図-5 傾斜地における水準測量の重み