測角の視準誤差及び測角値の重みについて[1)]

正員　岡　積　満*

ON THE ERROR OF SIGHT AND THE WEIGHT OF ANGLE MEASUREMENT

(JSCE Oct. 1953)

Mituru Okazumi, C.E. Member

Synopsis This paper presents the relation between the error of sight and the distance of sight experimentally using the transit with 20″ reading vernier and describes the weight of angle measurement.

要旨　本文は 20 秒読トランシットによる測角における視準誤差と視準距離との関係を実験的に求め，測角値の重みについて論じたものである。

1. 緒　言

トランシットによる角測量の際，覘標たるポールの遠近により視準に難易を感ずる。すなわち距離が近ければ，ポールの中心を判定すること至難にして，視準誤差も大きくなる。しかるに，この視準誤差についての文献は至つて少なく，視準限度あるいは視準の差を仮定して視準誤差の値を示しているに過ぎない[2),3),4)]。

本文にては 20 秒読トランシットを用いたる場合の視準誤差と覘標の遠近との関係を実験によつて求め，かつ距離の遠近による測角値の重みについて述べんとするものである。

2. 実　験

実験に用いたトランシットは玉屋製 3 吋半トランシットで，望遠鏡の焦点距離 145 mm，最近視準距離 1.37 m，水平分度目盛 20 分，遊標目盛 20 秒である。

実験は無風日を撰び平坦地にて距離 10 m, 25 m, 50 m, 100 m 及び 200 m に直径 3 cm のポールを立て，それぞれの距離においてまづ遊標を 0° とし，ポールを視準する。次に上部微動螺旋をわづか移動させ，上部微動螺旋のみにて再びポールを視準する。ついで，下部微動螺旋にてわづか移動せしめた後，下部微動螺旋のみにて再びポールを視準する。以下同様の操作を繰り返し，距離 10 m, 25 m においてはそれぞれ 10, 20, 30, 40, 50 回視準を各 3 回計 15 回，50 m においては 10, 20, 30, 40, 50, 20, 40, 60, 80, 100 回視準を各 3 回計 30 回，100 m においては 20, 40, 60, 80, 100 回視準を 3 回計 15 回，200 m においては 40, 60, 80, 100 回視準を各 3 回計 12 回行い，最後の目盛を読定した。50 m において観測回数を増加したのは，遠近距離実験値に連続性をもたせたためで，また 200 m において 20 回視準を省いたのは，視準誤差の小なることを考慮せるためである。

3. 視準誤差

上述の実験における n 回視準の最後の遊標の読みを M，視準誤差を α，読定誤差を β とすれば，

$$M^2=(\sqrt{n}\,\alpha)^2+(\sqrt{2}\,\beta)^2=n\alpha^2+2\beta^2$$

である。

さて 20 秒読トランシットにおける最大読定誤差は 10 秒なる故，その中等読定誤差 β は，

$$\beta^2=\frac{\int_0^{10}x^2dx}{10}=33.333''$$

$$\therefore\ \beta=\pm 5.774''$$

である。故に，いま $\beta^2=33.333''^2$ とし実験結果より α の最確値を求めれば 表—1 及び 図—1 のごとくなる。

表—1

距離(m)	10	25	50	100	200
α (秒)	6.308	4.519	3.193	2.341	1.389
相関係数	0.71	0.59	0.57	0.65	0.30
中等視準偏差(mm)	0.338	0.535	0.757	1.070	1.513

また，実験結果より M^2 と n との相関係数を計算すれば 表—1 のごとく小さいが，これは M が 20 秒単位の観測値なるためである。しかしながら M^2 と n とが無関係であるという確率は 200 m の場合を除いて 1% 以下で 20 秒読トランシットなる故，この程度の相関係数しか得られないのはやむを得ないであろう。

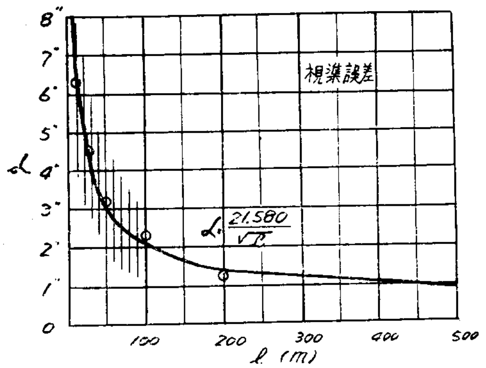
α (秒) と l(m) との関係は図—1 に示すように，

$$\alpha=\frac{21.580}{\sqrt{l}}$$

であり，視準誤差は距離の平方根に逆比例することを知る。

* 九州工業大学

図—1



これより各視準距離に対する中等視準偏差 x

$$x=\frac{\alpha}{\rho}l$$

を求めれば表—1 のごとくなる。視準距離 800 m にて中等視準偏差は約 3 mm となる。

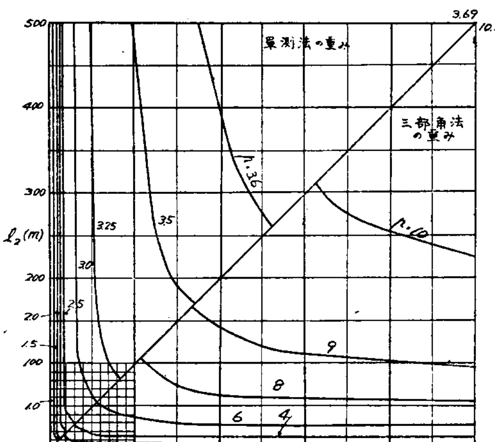
4. 測角値の重み

一般に観測値の重みは中等誤差の平方に逆比例する。しかるに上述のごとく視準誤差は視準距離の平方根に逆比例するから，視準誤差のみを考えれば，測角値の重みは視準距離に比例することになる。普通に行われているトラバーシングその他の誤差調整におけるように測角値の重みを視準距離に比例するとしたのは[5]，視準誤差のみを考慮せるものであることがわかる。

次に視準誤差と読定誤差を考慮せる場合の重みについて考えるに，いま視準距離 l_1 及び l_2 なる2点を夾むある角を単測法にて n 回観測せるものとし，それぞれの視準誤差を α_1 及び α_2 読定誤差を β とすれば1回の観測における中等誤差 M_1 は，

$$M_1=\sqrt{\alpha_1^2+\alpha_2^2+(\sqrt{2}\,\beta)^2}$$

図—2



であり，n 回の平均値に対しては，

$$M=\frac{M_1}{\sqrt{n}}=\sqrt{\frac{1}{n}(2\beta^2+\alpha_1^2+\alpha_2^2)}$$

である。故に $l_1=l_2=5$ m の場合の重みを1とすれば同一回観測の任意の測角値に対する重み p は

$$p=\frac{2\beta^2+2\dfrac{21.580^2}{5}}{2\beta^2+\alpha_1^2+\alpha_2^2}=\frac{1+\dfrac{21.580^2}{5\beta^2}}{1+\dfrac{21.580^2}{2\beta^2}\left(\dfrac{1}{l_1}+\dfrac{1}{l_2}\right)}$$

となる。$\beta=5.774''$ とし各視準距離に対する p の値を計算すれば図—2 のごとくで，これより次のことがわかる。

1. 測角値の重みは視準距離の増大にともなつて大きくなり，その割合は視準距離の大なるものほど少ない。すなわち最小視準距離が約 40 m 以上の場合にはほとんど重みの増大を考えなくともよい。

2. 一観測点のみ視準距離を大きくしても，その重みは他点の視準距離に支配されほとんど変らない。

3. 両観測点の視準距離が等しい時は，視準距離の増大による重みの増大の割合が最もはなはだしい。

n' 回倍角法による測角の場合には，その中等誤差 M_2 は，

$$M_2=\sqrt{(\sqrt{n'}\,\alpha_1)^2+(\sqrt{n'}\,\alpha_2)^2+(\sqrt{2}\,\beta)^2}$$

にして，その平均値に対する中等誤差 M' は

$$M'=\frac{M_2}{n'}=\sqrt{\frac{1}{n'}(\alpha_1^2+\alpha_2^2)+\frac{2\beta^2}{n'^2}}$$

となる。

故に n' 回倍角法による測角値の重み p' は，両観測点の視準距離 5 m の場合の単測法 n 回平均値の重みを1とすれば，

$$p'=\frac{n'}{n}\frac{1+\dfrac{21.580^2}{5\beta^2}}{\dfrac{1}{n'}+\dfrac{21.580^2}{2\beta^2}\left(\dfrac{1}{l_1}+\dfrac{1}{l_2}\right)}$$

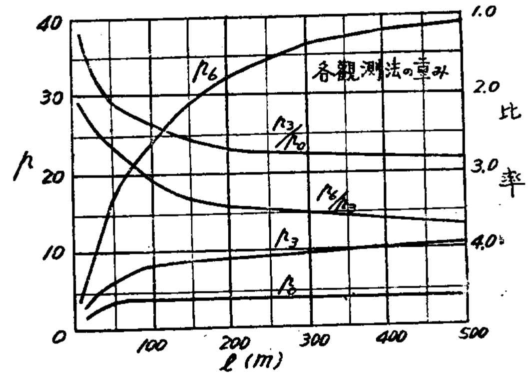
にて表わされる。いま $n=n'=3$ とし p' を計算すれば図—2 のごとくで，単測法の場合とほぼ同様のことが云える。

次に単測法3回平均，三倍角法及び六倍角法による測角値の重み p_0, p_3, p_6 を両観測点の視準距離が等しい場合について求めれば図—3 のごとくなり，これより次のことがわかる。

1. 単測法及び三倍角法においては，最小視準距離がそれぞれ約 40 m 及び 100 m 以上になれば，重みはほとんど一定値と考え得るが，六倍角法の場合には規準距離が 200 m 以上でもかなりの重みの増大が認められる。

2. 各観測法の重みの比は視準距離によつて異な

図—3



る。重みの比のあまり増大しない 150 m 附近における三倍角法の重みは単測法 3 回平均の重みの 2.6 倍で，単測法 8 回平均の重みに相当する。同様に 200 m 附近における六倍角法の重みは三倍角法の 3.4 倍で，単測法 30 回平均の重みに相当する。しかしながら，倍角法は上下螺旋の clamp，望遠鏡の回転等その操作複雑で，このために生ずる誤差を考慮せねばならないので実際においては，重みはこれらの値より小さくなるものと考えられる [2),3)]。

5. む す び

実験的に視準誤差を求めるのであるから，できるだけ最小目盛を有する経緯儀を用うべきであつたが，在品の 20 秒読トランシットを用いたため，相関係数がかなり低くなつた。従つて視準誤差の大略の傾向を知る程度であるので，後日この値を相当小さい最小目盛を有する経緯儀で確かめんと考えている。

参 考 文 献

1) 第 8 回年次学術講演会にて講演せるものをまとめたものである。
2) 君嶋八郎：君嶋大測量学下巻 p. 85
3) 大前憲三郎外三氏：陸地測量学 p. 450
4) 北郷　繁：土木学会誌第 36 巻第 4 号　測角の精度に関する実験的研究
5) 君嶋八郎：君嶋大測量学下巻 p. 660

(昭.28.6.14)

フロートによる沿岸流測定法について

正 員　真 嶋　恭 雄*

ON THE METHOD OF ANALYSIS OF COASTAL CURRENTS BY FLOAT OBSERVATION

(JSDE Oct. 1953)

Yasuo Mashima, C.E. Member

Synopsis In the design of harbour works and shore protections, the knowledges of coastal currents are essential factors. When the coastal currents are observed by rod-floats, we can find the steady current, tidal current and drift from the float velocities and their directions using the author's method of analysis, which is described in this paper. He discussed that float observations were very useful in the coastal current determination.

要旨 港湾及び海岸の構造物設計上重要なる沿岸流をフロート観測によつて測定した場合，その要素である定常流，潮流及び風による流れの解析法を述べ，この実例を示した。さらに沿岸流観測にはフロートは流速計に比してきわめて適切であることを述べた。

(1) 概　　説

港湾及び海岸防護工設計上海岸における波浪及び沿岸流を詳細に知らなければならない。しかるにこれ等の調査には現在主として風向及び風速とその継続時間，Fetch 等により推定しているが，その海岸の特性を確認するためには波高及び沿岸流の実測を行う必要がある。このため最も簡易な棒フロートによる沿岸流の測定及び解析法もまた重要である。すなわち流速計またはフロートによつて測定せる流向及び流速を定常流，潮流及び風による沿岸流の 3 つに分解し，それぞれの特性を知らなければならない。流速計の場合一点において少なくとも一昼夜の連続観測により無風ならば定常流及び潮流は調和分解によつて計算できる。もし風のある時は風のために生ずる沿岸流を分離するためにさらに長期間の観測を行うかまたは風による沿岸流を計算によつて推定しなければならない。この推定には海岸特性を示す係数を知らなければならず概略値を知るにとどまることになる。ここに棒フロートによ

*　北海道大学助教授，工学部土木教室