

日大生産工学部 正員 堺 毅
 ○日大生産工学部 正員 藤井 寿生
 日大生産工学部 正員 工藤勝輝

スタジア測量は、その測定精度の為に精密測定にはあまり適さず概略測定に適していると考えられている。しかしながら、その測定精度がどの程度であるのかは、はっきりせず経験的に述べられていることが多く、測定器具も一般に性能が向上した現在、測定精度を再検討する必要があると思われる。

スタジア測量の誤差は、標尺の傾斜による誤差、鉛直角の読み取り誤差、スタジア定数が適正でないためによる誤差、スタジア線による標尺の読み取り誤差、等が主たる原因として生ずると考えられる。前記の誤差のうち前者2つは測定者の注意により除去することは可能であるが後者2つの誤差がスタジア測量の測定結果を左右するものとなる。スタジア定数が不適正であることはスタジア線間隔が適正でないことであり、これは最近のトランシットの望遠鏡が内部魚準式でスタジア線がガラス板に刻印されていることを考えれば、スタジア線間隔の不適正は製造時のミスか、あるいは使用時に於ける対物レンズのずれによって生ずる。

スタジア線による標尺の読み取り誤差は、測定者の視力、レンズの解像力、標尺の精度、観測時に於ける環境、スタジア線による標尺目盛の隠蔽等により生ずる偶然誤差である。そこでスタジア線のみによる標尺目盛の隠蔽がどの程度であるかは、トランシットの望遠鏡が内部魚準式でスタジア定数がともに $K=100$, $C=0$ であるならば次の計算式により計算出来る。(この場合レンズの解像力は無視する)

すなわち

$$\Delta l = 1000 \times L \times \frac{\Delta i}{f} \quad (\text{mm})$$

ここに

Δl : スタジア線一本が標尺の目盛を覆う長さ (mm)

L : 測定距離 (m)

Δi : スタジア線の太さ (mm)

f : 望遠鏡の焦点距離 (mm)

スタジア線が標尺の目盛を隠蔽する長さは、スタジア線の太さと望遠鏡の比により決まることになる。現在我々が使用しているトランシットは各種あるが、その焦点距離、スタジア線の太さには多少の差があり、焦点距離は $250 \text{ mm} \sim 300 \text{ mm}$ の間に、スタジア線の太さは $3 \mu\text{m} \sim 6 \mu\text{m}$ の間にある。対物レンズの解像力、接眼レンズの倍率により見えやすさには差があるが、単に各メーカーのトランシットの焦点距離、スタジア線の太さの値を前記の式に代入すると、測距 100 m , 200 m , 300 m ではそれぞれ標尺の目盛をスタジア線一本が、 $1.2 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$, $2.3 \text{ mm} \sim 4.0 \text{ mm}$, $3.5 \text{ mm} \sim 6.0 \text{ mm}$ の長さで覆うことになる。スタジア線の太さによる標尺の最大夾長読み取り誤差は上下スタジア線で前記値の2倍をとることになるが、スタジア線のガラス板への刻印時にスタジア線の上側、中心、下側のいずれをスタジア線の間隔としているかは定かではなく、現場に於ける測定者もスタジア線の上側、下側を読むかは無意識で行なえば全く識別がむずかしい。スタジア線間隔が正しく正確に刻まれようがそれを測定する人間の感覚により測定する値の精度を数値で表わすことはむずかしいが、本報告では夾長の読み違いによる誤差を取りあげ、その精度を検討するため各種実験を行なった。

図-1(右)のような横十字線と上スタジア線の間隔を正確に5等分〔検定値-(図-1左)]した改造スタジアスケー

ルを製造し、各距離に於ける各スタジア線の読みをターゲット付精密標尺を用いて測定した。測定者は3人で行ない各個人誤差は除去した。測定は鉛直角を適当に変化させて行なった。為次の計算式により補正して各スタジア線間隔とした。

$$l'_i = l_i \times \cos \left\{ \alpha + \frac{(2i-1)\theta}{10} \right\} \quad (i=1, 2, 3, 4, 5)$$

ここに l' : 補正長, l : 実測長, θ : 横十字線とスタジア線との視角, α : 鉛直角

表-1に於けるばらつきの数値は、正確に5等分した線分を読んだときの各間隔線の最小値と最大値との差を示したものである。標準偏差の項に示した値は、各測定距離に於いて3回の測定者が数回測定した測定値の標準偏差の平均値である。

測定結果の傾向は測距が長くなれば標尺が読みにくくなる事が明らかで視標付標尺の方が測定値の精度は上るようである。又200m以上標尺を離すとスタジア線によりmm単位を読むことは困難であることから標準偏差の値は200mを越えると急に大きくなるようである。直読式の標尺を用いてスタジア測量を行なえば、望遠鏡のスタジア定数を $K=100$ とすれば測距精度は、100m, 200m, 300mの水平測距でそれぞれ $1/1000, 1/400, 1/250$ 程度の値が得られることが予想される。

しかしながら200m以上の測距となれば標準偏差が大きいの一回測定の測定値では大きな誤差が生ずることが予想される。同様に高低差測定の誤差は測距100m, 200m, 300mではそれぞれ0.150m, 0.250m, 0.600m となる。

JIS規格によると、スタジア夾長の誤差は測距の0.4%が許容範囲であるが、スタジア線の中心で間隔を決めているようである。前記の如く測距が大きくなればスタジア線が標尺の目盛を覆う長さが長くなり、測定者はスタジア線の中心を読むわけにいかず、スタジア線の上側か下側を読むことになり、その読み方により生ずる誤差は測距が大きくなればなるほど無視出来なくなる。そこで一回測定では良い精度の結果を得ることは確率が悪くなるであろうから各々5回測定をしてその平均値を用いた場合どのような精度になるかを調べて見た。測定機は同一メーカーの調整済ミトラニット40台を用い測定者は測量経験が同程度の者3人で行なった。標尺は鉛直に立て、接眼鏡のペララックスは除去した。150m以上にするとmm単位で視率することが困難になりcm単位で読み取る為、小さい誤差がスタジア線内にかくされてしまい標準偏差がそれほど悪くならないようである。参考のために読み取り精度が悪くなる150m以上で測定回数を二回にしてみると150mに於いては測距誤差では最大値は0.1m, 200mでは1.5m, 250mでは1.4m, 300mでは2.1mもの値が出た。

表わす量 (mm)	誤差 (μ)
0.268	-0.3
0.268	+1.1
0.268	-1.4
0.268	+0.4
0.268	+0.9
全長 2.679	+1.5
測定温度:	20°C
測定器:	日本光学製精密比較測長機
基準尺:	N.P.Lにて検査済みのHillger-Watts製基準尺

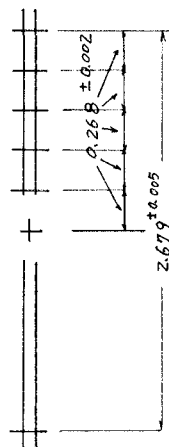


図-1 改造スタジアスケールとその検定表

表-1 改造スタジアスケール 観測結果

距離 m	視標付標尺		直読式標尺	
	読み値のばらつき	標準偏差	読み値のばらつき	標準偏差
100	0.002	0.00110	0.003	0.00116
150	0.003	0.00148	0.003	0.00132
200	0.004	0.00216	0.005	0.00266
250	0.004	0.00232	0.009	0.00471
300	0.009	0.00506	0.012	0.00487

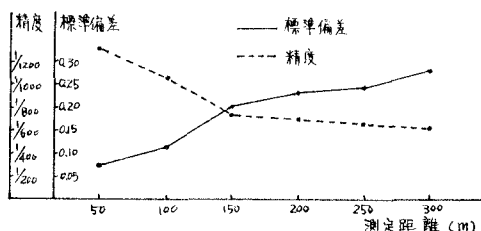


図-2 ミトラニット40台による観測結果