

# 地上写真測量の精度に就て

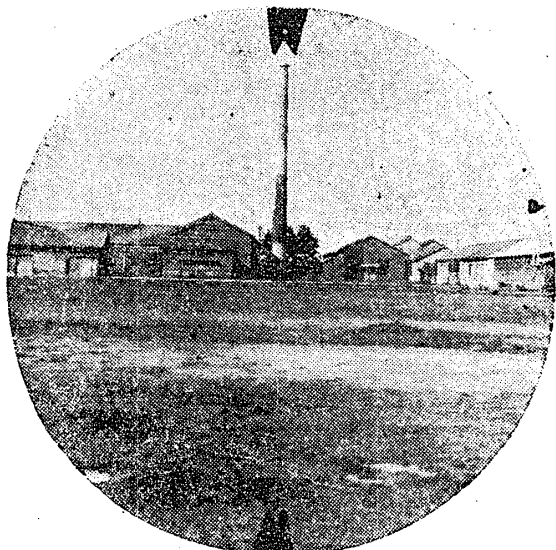
加賀美 一 二 三、村 山 勇

## 1. 緒 言

地上写真測量を一般測量の補助として一般地形測量困難なる絶壁、断崖、峻岳、沼沢地、河川等の地形に利用すると、一般測量に対して特に時間的に経費上に益することが大であるのであるから、之が実施応用容易なる意味に於て実験実測をなし技術平面三角測量、三角高低測量及び視距測量と比べて其の利用価値を吟味するためにその実測精度を比較検討して見た報告である。

## 2. 撮影目的物と使用器械

本実験には写真の様に本学部熱学実験室の煙突に対して実施したもので、撮影位置と目的物までの距離と目的物の高さを求めんとするもので、実施は1948年9月と1949年11月の二回に亘つて施行した。使用カメラは自作組立暗箱にて平板測量用三脚に固定し、水準器は30秒感度のもの二個を装着したもので、レンズとしては第一回はカール・ツワイス測量用径20mmのプロタアー・レンズ、第二回はカール・ツワイ



ス人像用径40mmのヘリアー・レンズを使用して共に水平撮影の場合である。

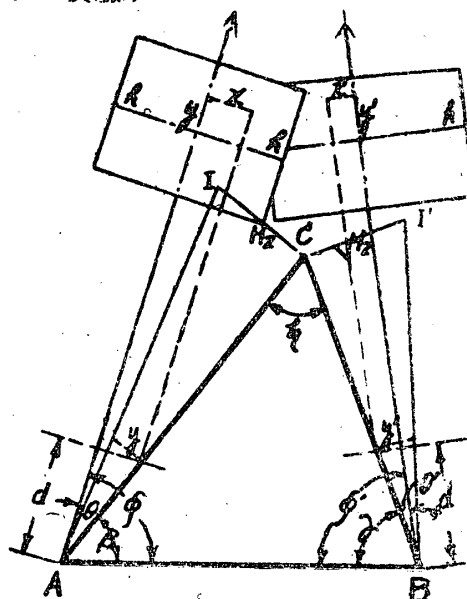
次にレンズの焦点距離と画面距離との関係は目的物の距離及び高低差を求めるに当り、一対画面の図上展開に必要であるから計算して見る

と

D, m	10	20	30	50	100	200
プロタアー・ レンズ	2.25	1.12	0.75	0.45	0.23	0.12
ヘリアー・ レンズ	4.43	2.21	1.48	0.89	0.44	0.22

表中、 $d$  = 画面距離、 $f$  = 焦点距離、 $D$  = 物体距離で、プロタアー・レンズは  $f = 150\text{mm}$ 、ヘリアー・レンズは  $f = 210\text{mm}$  である。表値に見る如く其の差2mm以下となり画面展開に当り実用縮尺の範囲に於ては識別し得られず、一般地上写真測量にては補正の必要がない。併し乍ら本測量の撮影範囲内に於ては画面距離が如何程になるが、常数決定としての実測結果即ち内部標定中の五項目中の画面距離の選定として図式及三角計算法により求めると、プロタアー・レンズは図式値146mm、三角計算値147mmとなり、ヘリアー・レンズは三角計算値210.4mmとなつた。写真測量儀としての検査及び整正は簡易組立式であるが、主軸即ち垂直軸、水平軸、視準線軸、水準器軸の関係及び主水平線、主垂直線、画面主点の関係条件を可能の範囲に於て完全実施して居る。一般測角は20秒讀トランシットによつた。

## 3. 実験第一



第1図画面展開図

1948年9月の実施で第1図の如く前方交会の  
一対の画面より煙突までの距離及び高さを求め  
精度を吟味する。

測定値より

$$\theta = 73^\circ 24' 40''$$

$$\theta' = 69^\circ 17' 54''$$

画面より

$$x = 0.14, \quad x' = 0.10$$

又  $\theta$  及び  $\theta'$  は

$$\theta = \tan^{-1} \frac{x}{d} = 32' 45''$$

$$\theta' = \tan^{-1} \frac{x'}{d} = 23' 21''$$

故に、

$$\beta = \theta - \theta' = 72^\circ 51' 55''$$

$$\gamma = \theta' - \theta' = 68^\circ 54' 30''$$

$$\zeta = 38^\circ 13' 35'' \quad \text{となり、辺 } AB \text{ 及び } EC$$

の距離は

$$AC = 151.132\text{m}, \quad EC = 154.792\text{m}$$

次に作図によるものであるが画面距離投象の  
関係より底角の計算値によらなければならない。  
基線  $AB$  100.22m を縮尺 1/1000 にて図上  
にとり  $\beta$  及び  $\gamma$  により  $AC$  及び  $EC$  を求めると

$$AC = 151.0\text{m}, \quad BC = 154.6\text{m}$$

而して一般平面三角測量の結果は

$$AC = 151.1282\text{m}, \quad BC = 154.7903\text{m}$$

以上の諸値が得られたので三角測量の結果に  
対する精度を吟味するのであるが、作図による  
ものを  $A_1$ 、計算によるものを  $A_2$  とすると

$$AC \text{ 辺に就て } A_1 = \frac{1}{1180}, \quad A_2 = \frac{1}{37800}$$

$$BC \text{ 辺に就て } A_1' = \frac{1}{820}, \quad A_2' = \frac{1}{51600}$$

一般に  $A_1$  の値が標準である。

次に煙突の高さを求めるのであるが、距離の  
場合の如く本実験にては図上操作が不可なれば  
画面値による計算にまたねばならない。

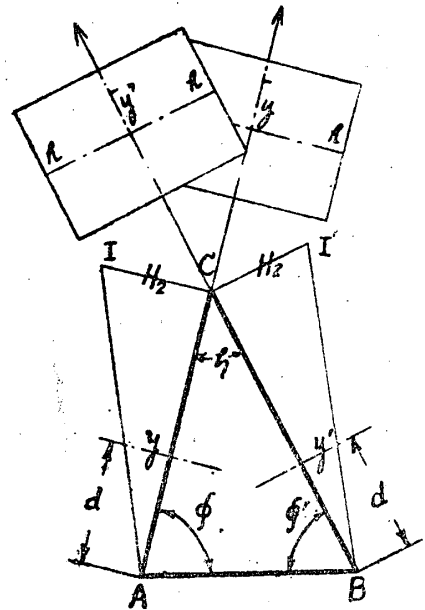
第1図に於ける  $h-h$  線上の画面値は  $y = 25.3$   
 $\text{mm}$ ,  $y' = 25.2\text{mm}$  にて、之に対する高さは  $25.$   
 $96\text{m}$  及び  $23.48\text{m}$  にて、 $h-h$  線以下の値は  
 $0.930\text{m}$  及び  $0.632\text{m}$  となり、総高  $H_{AC} = 26.89\text{m}$   
及び  $H_{BC} = 27.11\text{m}$ , 平均  $27.00\text{m}$  となる。煙突  
の直接測定値  $H = 27.17\text{m}$ , 三角高低測量計算

値  $H_1 = 27.15\text{m}$  及び写真測量よりの値  $H_2 =$   
 $27.00\text{m}$  である。従て  $H$  に対する  $H_1$  の精度を  
 $A_1''$ ,  $H_2$  に対する精度を  $A_2''$  とすると

$$A_1'' = \frac{1}{1400} \quad \text{及び} \quad A_2'' = \frac{1}{160}$$

#### 4. 実験第二

1949年11月の実施で第2図の様に  $x, x'$  値が  
0 なる如く撮影し煙突の距離及び高さを求め  
る。



第2図 画面展開図

測定値として

$$\theta = 77^\circ 51' 33'', \quad \theta' = 67^\circ 34' 20''$$

$AB = 75.0080\text{m}$  にて  $d$  は  $210.4\text{mm}$  の場  
合で前回同様に水平距離を求めると

$$AC = 122.1984\text{m}, \quad EC = 129.2413\text{m}$$

次に縮尺 1/1000 にて作図より求めると  $AC =$   
 $122.3\text{m}$ ,  $EC = 129.3\text{m}$

この場合の作図上の三角測量に対する精度は

$$AC \text{ 辺に就て } A_1 = \frac{1}{1220}, \quad BC \text{ 辺に就て } A_1 = \frac{1}{2080}$$

次に煙突の高さは第2図の  $h-h$  線上の画面  
値は  $y = 45.1\text{mm}$ ,  $y' = 42.7\text{mm}$  にて之に対  
する高さは  $26.19\text{m}$  及び  $26.23\text{m}$  にて、 $h-h$  線  
以下の値は  $0.83\text{m}$  及び  $0.68\text{m}$  となり

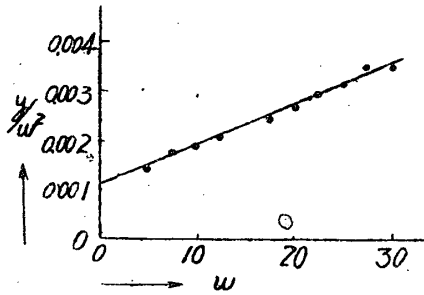
総高  $H_{AC} = 27.02\text{m}$ ,  $H_{BC} = 26.91\text{m}$ , 平均値  
 $26.97\text{m}$ 。煙突の直接測定値  $H = 27.17\text{m}$ , 写真測  
量よりの値  $H_2 = 26.97\text{m}$  であるから  $A_2'' = 1/140$   
となるが、本測定に用いたレンズは人像レンズ

なれば補正の必要がある。

ヘリアー・レンズの補正：

五収差の内歪曲収差の補正が必要である。

即ち視野に於ける収差の補正であるが、今  $y =$  補正值、 $\%$ 、 $\omega =$  視野、度とするとき  $y/\omega^2$  と  $\omega$  との関係は第3図となり図式的に  $a, \beta$  を求めると



第3. 図  $y/\omega^2$  と  $\omega$  との関係

$a = 0.0012$ ,  $\beta = 0.00008$  となるから補正式は次式となる。

$$y = 0.0012\omega^2 + 0.00008\omega^3$$

本式に於ける  $\omega$  の値は A, B 測点より煙突頂点に対する仰角であり即ち三角高低測量より求めた  $\omega_A = 12^\circ 33'$ ,  $\omega_B = 11^\circ 51'$  の値を夫々代入すると

$y = 0.349\%$ ,  $y' = 0.301\%$  となり、之の%の値は直接測定値 27.17m に対する補正值であるから各々 9.48cm 及び 8.18cm となる。従て総高  $H_{AC} = 27.115m$ ,  $H_{BC} = 26.992$ , 平均値 27.06m, 本測定の精度  $A_2'' = \frac{1}{250}$  となる。

### 5. 結 言

地上写真測量の精度に及ぼす理論的誤差の原因並にその影響は外国の多くの文献に詳述されて居るのであるが、地上写真測量儀の入手、撮影技術及外業後の処理等の関係から地上写真測量の実地利用は本邦に於ては殆んど皆無に近いと言える。扱て筆者等は簡易応用容易なる意味に於て本実験に使用した装置程度にて水平地上写真測量の成果を比較法により吟味考察を試みたものである。

以下次の如き事柄が言える。

(1) 水平距離測定の精度は一般地形測量に於ては障害物関係より山間部に対しては 1/1000 内外程度とされて居るのであるが、本実験測定程

度と図上操作により一般測量精度即ち測鏡、視距測量程度には容易に達し得るものである。

(2) 三角高低測量は地理調査所にては近距離にて約 8cm, 遠距離即ち四等三角測量程度にて約 30cm が許容されて居る。視距測量の許容誤差は  $\pm 0.30 \sim \pm 0.61\sqrt{D}$  であり、本測定は第一回は 0.16m, 第二回が補正後は 0.11m であるから三角高低測量より劣り視距測量と同程度なることがわかる。

以上の結果であるが人像レンズは内業に当り補正さえすれば像が大となつても視距測量程度には応用されることが求められた。

写真測量の乾板及びその処理に関しては外業の為には赤外線乾板を用い、又内業に於ては特に現像処理に常に一定条件を満足する様留意すべきである。即ち液の温度は乾板の銀粒子に影響大であるため精度低下をまぬがれない。

内業に当つては能率上、精度上からヌテレオ・オートグラフ又はコンパレイターを使用すればより以上の成果が得られるのであるが、本実験実測の結果は補助測量の意味で本測定用器械程度と図式操作にて実用価値のあることが立証されたことと信ずる。

### 参考文献：—

Eggert : Handbuch der Vermessungskunde. 1933.

Salt : Surveying from Air Photographs. 1933.

林 猛雄 : 写真測量. 1945.

丸安隆和 : 地上写真測量に就て, 土木学会年次大会. 1949.