

GS式空中写真視差測定桿について

加々美 時寛* 和田 義一郎*

要 旨

空中写真による地質観察に当つて鏡式実体鏡と組合せて簡単に高低の測定を行なうため、従来の視差測定桿と異なつたタイプの測定器を試作したので、その性能について説明する。測定精度を高めると同時に視差計算の手間を省くような構造にし、さらに測定された視差差は図表によつて直ちに高低の数字を示すようにした。また地質調査への利用の方法として考えられる2、3の例について述べた。

1. 緒 言

空中写真を地質調査に利用して効果のあることはすでに第二次大戦前から知られていたが、1948年に戦災復興経済再建のため駐留米軍の撮影した4万分の1の空中写真が一般に貸与されるようになってからは各種の調査に利用してきわめて有効であることが認められるようになってきた。空中写真を地質調査に利用するについては、写真色調、水系模様その他微地形異状などを判読するだけでなく、写真上に現われた地質の特徴を測定して総合的に判定すべきものである。写真上で各種の測定を行なおうとすると写真測量の基本的な知識が必要とされるが、地質家が簡単に測定を行なうには鏡式実体鏡と視差測定桿を用いるのが便利である。従来の視差測定桿は各点の視差を測定し、高さに換算するため一つ一つ視差差を計算により求めていたのであるが、この計算のやつかいさをなんらかの形で簡便化する方法を考えていたところ1960年U. S. G. S. の Mr. Robert, R. J. Hackman が地質家向けの測定桿の新型を米国写真測量協会の雑誌 Photogrammetric Engineering Vol. 26, No. 1 に発表されたのでそれを参考資料として従来の測定桿に改良を加えて試作してみた。さらに計算を省くため図表を用いて簡単に測定する方法を考えた。

この測定桿の設計は加々美と和田と協同して行なつたが、製作上の問題点改良を和田が担当し、しばしば設計変更を加えたので当初の設計よりは十分良好なものがで

きあがつた。精度保持のための点検規正は加々美が担当し、各種の実験を試みた。測定桿の使用法および利用の範囲について次のように記す。

さらに製作上の問題点や点検規正などについて測量課 岩崎一雄・西村嘉四郎の両技官に御協力をいただいた。

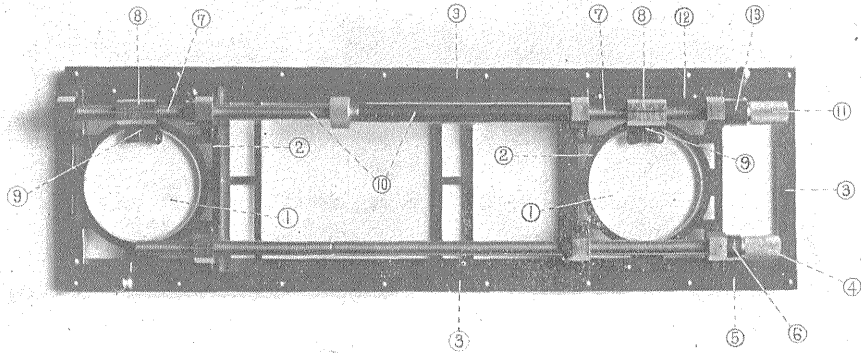
2. 機 械 の 構 造

今回試作したGS式視差測定桿は第1図に示したように、その型はR. J. Hackmanの視差測定桿「アイソパコメータ」に似ている。従来からある各種の型の視差測定桿はどれもがある程度の計算を必要とするので、この計算の手間を極力はぶくことを考え次のように設計を行なつた。第1図によつて説明すると測標円盤①のメスマークAおよびA'はそれぞれ円盤の中心部に直径0.3mmの小円で記入する。メスマークBおよびB'は円盤の回転を操作するドライブピン②と中心点Aとを結ぶ線上に1:4の間隔で記入してある。すなわちA-A'に対してB-B'の間隔の動きが「ドライブピン」には4倍となつて現われるようにし、パララックススケール③および④でB-B'の動き(実体視した場合の浮標AA'に対し浮標BB'の視差差)を0.02mmまで読み取れるようにした。

機械はX軸(+)(-)どちらの方向へもB-B'の動きを1:4の割合で釣り合つてドライブピン②が動けるように組立てられている。例えば円盤を回転させるブロック⑤が正しく2.0mm動いたとするとBおよびB'は正しく0.5mm動いたことになる。両方の円盤を同時に動かすのでBおよびB'の動きは合計1mmとなる。すなわちパララックススケール③はB、B'点の動きの合計1mmに対してそれぞれ2mm動くように組立てられスケール④は2倍の尺にして、実際の2mmを1とし4mmを2と記入しB-B'間隔の動きをそのまま読めるようにした。

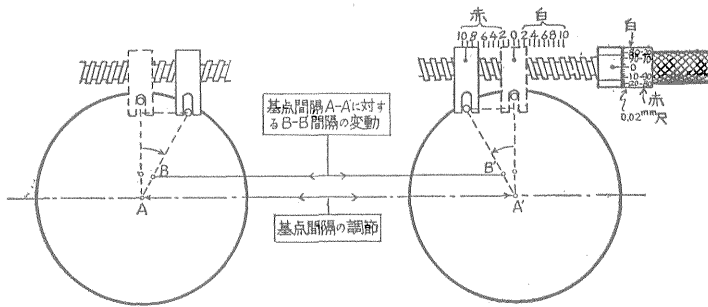
メスマークを記入したプラスチックの円盤は一般に用いられている反射実体鏡の構造に合せて標準間隔260mmを中心にして左右に30mm位ずつ動かせるようにし、間隔調節スクリュー④によつて操作する。

* 技術部



- ① 測標円盤 (プラスチック)
- ② 円盤保持板 (銅板)
- ③ 枠
- ④ 間隔調節スクリユー
- ⑤ 基準点間隔尺度 (mm)
- ⑥ 間隔尺度 (0.02mm)
- ⑦ 円盤回転スクリユー
- ⑧ ドライブブロック
- ⑨ ドライブピン
- ⑩ 回転伝達軸 (長さ調節套管)
- ⑪ パララックススクリユー
- ⑫ パララックススケール (mm)
- ⑬ パララックススケール (0.02mm)

第 1 図



第 2 図

円盤は第2図のようにB-B'がA-A'より小さな間隔の時も大きな間隔の時もいずれの方向にも廻すことができる。B-B'がA-A'より小さくなったということは高さに換算すると基準点に対して高くなったこととなり、大きくなったのは基準点より低くなったことを表わしている(第3図参照)。

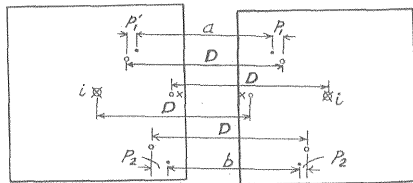
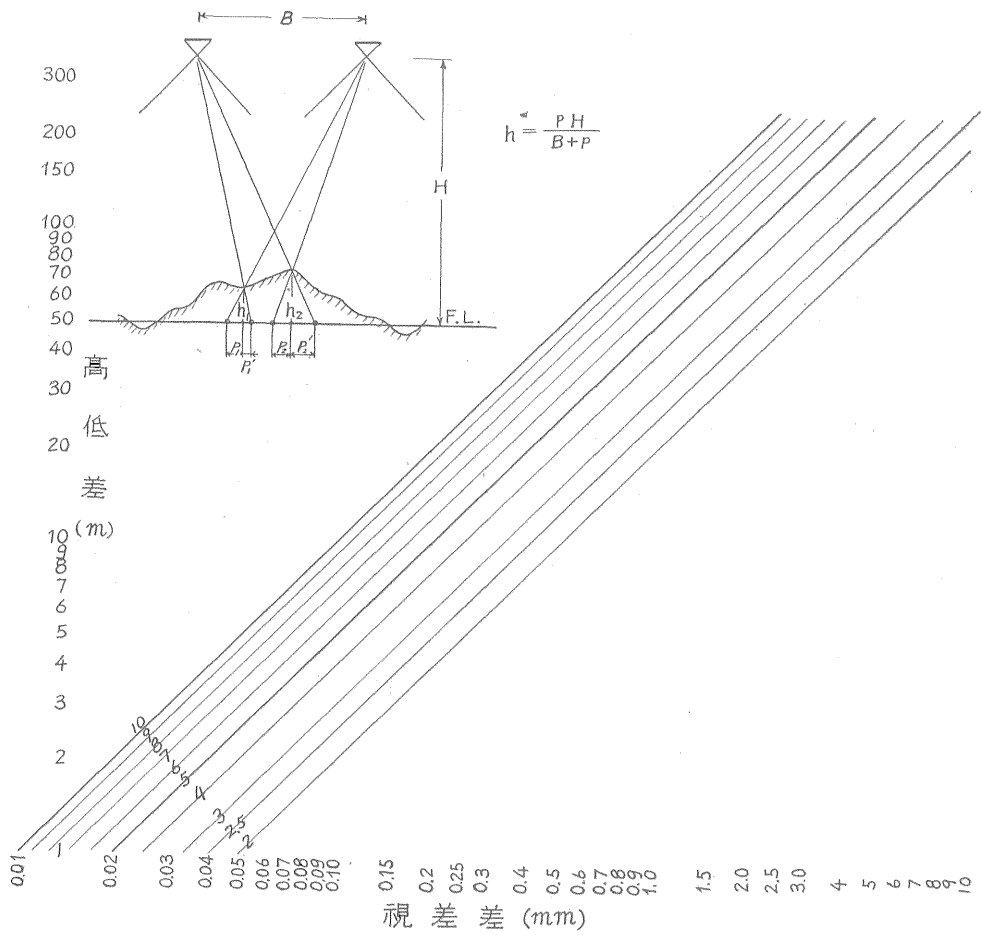
この高低を一見して判別できるように高い方に赤、低い方は白でパララックススケール⑫および⑬に数字を記入した。

3. 基本操作

B-B' 点間の間隔と中心点 A-A' 間の間隔の等しい時

はパララックススケールのインジケータ指標は零を示し、実体視するとAA'およびBB'の2つの浮標の高さは同じである。かりに円盤をどちらかの方向に廻し、B-B'間隔がA-A'間隔より小さくなると浮標BB'が浮標AA'よりも高い所に実体的にみえる。この高さの量はパララックススケールの上に現われた量に比例する。もし円盤を反対に廻して、B-B'の間隔がA-A'より大きくなると浮標BB'は浮標AA'より低い所で実体視される。

地形模像の上で高さを測るためにまず基準点にAおよびA'のメスマークを間隔調節スクリユーで調節して浮標AA'を接地させる。この時パララックススケール



・ 奥点 ・ 映像点

$$h_2 - h_1 = \{(P_2 + P_2') - (P_1 + P_1')\} C$$

$$h_2 - h_1 = (a - b) C \dots\dots\dots \text{図参照}$$

$h_2 - h_1 \dots$ 高低差
 $a - b \dots$ 視差差

第3図 視差差：高低差換算係数(C)表

のインジケータ指標は零を指すようにして置く。次に測定を行なおうとする点に機械をずらしてBおよびB'のメスマークを一对の写真上の求点に合せ、浮標BB'が求点において実体模像に接地するようにパララックスクリューを回転して調節する。

空中写真の幾何学的方則により視差量は実体模像の垂直の寸法に比例して高さの間隔を表わしている。

視差量 $p = \frac{B \cdot h}{H - h}$ であり、

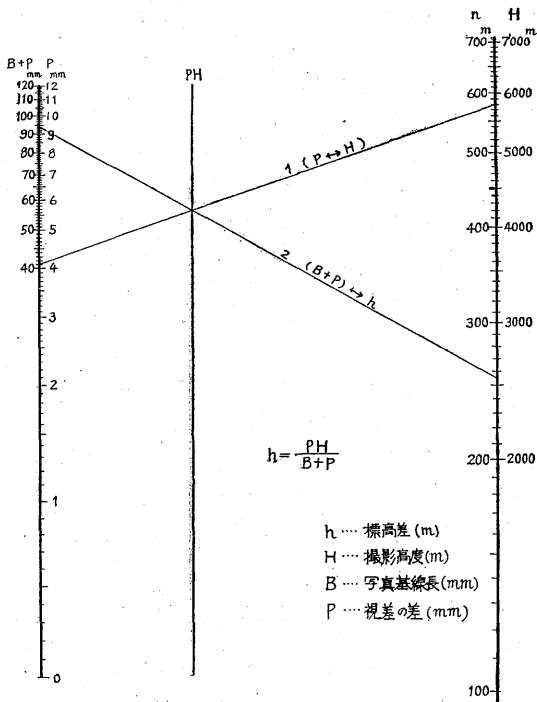
基準面からの高さは $h = \frac{p \cdot H}{B + p}$ により算出される。われ

われが一般に地質調査に利用する写真は撮影縮尺4万分の1位のものが多いが、この写真は飛行高度5,000~6,000m、写真基線長は100mm前後で、標高差の計算式

$h = \frac{p \cdot H}{B+p}$ の分母 $B+p$ は、 B に対して p はきわめて小さいので、 $h = \frac{p \cdot H}{B}$ として近似的に計算しても差支えない。

最も簡単な測定の方法としては次のようにすればよい。すなわち I, II, III, 3個の高さの既知の点を基準とし、各点間の高程差を求める。同時にそれぞれ各既知点間の視差差を測定して視差差 1mm 当りの高さを算出し、平均値を求める。この視差差 1mm 当りの高程を基準点と各観測点との間の視差差に乘ずれば所求の高低差が得られる。

第3図は視差差から簡単に高低を求める図表で両対数方眼の縦軸に高さをとり、横軸に視差差をとつた。図表の用い方は観測に用いられる一対の空中写真を標定し、高さ既知の基準点間の高低差と視差差のそれぞれの値の交点をと、その交点を過ぎつて左 45° さがりの斜線を引く。この斜線は標定された実体模像中の数多の観測点の視差差と高さの関係を表わす線で、これにより測定された視差差は直ちに高低差として求めることができる。ただ中部山岳地帯のように壮年期に解析されて、起伏のきわめて多い所では一対の実体模像の中で高低差が数百 m に達することがあり、そのような所ではこの図表は用いられない。この図表の利用は高低差 200m 位までが



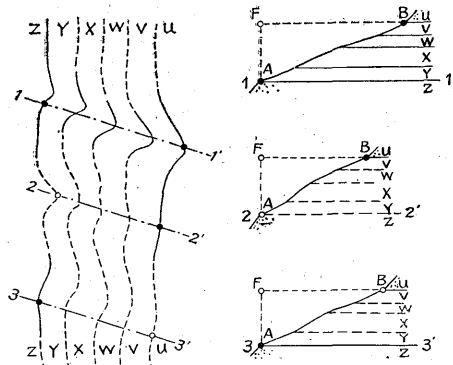
第4図 標高差計算図表

限度で、それより高い所は高さが高くなるほど視差が級数的に増大するので、面倒でも $h = \frac{p \cdot H}{B+p}$ により計算するか、別の図表 (第4図) によつて求める。

4. 地質調査への応用

地質図調製に當つて空中写真を用いて Mapping する場合、岩石の変化による地形的特徴は地上を歩いて観察するよりも発見し易い。それらの特徴は分析し、系統的に集成して写真地質調査を行なううえに重要な役割をする。写真地質調査は写真がありさえすればできるというものではなく、調査しようとする地域の基本的な地質の状態を一部分でも熟知して置く必要がある。このような条件のうへに立つて空中写真を利用することを忘れてはならない。この場合写真上に表われた地質による地形的特徴の測定を行なうのに、この視差測定桿はきわめて有効である。その利用の仕方について次の例によつて説明する。

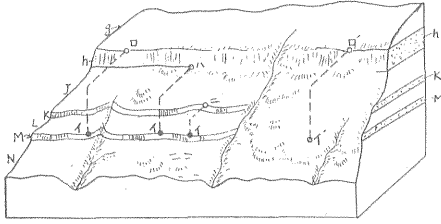
例1 第5図のように岩質の硬軟によつて地形的特徴を表わしているところがあり、(i)(ii)(iii)などそれぞれ岩質による傾斜変換点を示しているとする。一対の写真の



第5図

実体模像中 m 層が各所において明瞭に判定できるので、この層を Key bed として各層までの鉛直間隔を測定し、傾斜角の cos を乘ずれば各層の厚さを測定することができる。測定の方法は実体模像中 m 層の (i) に浮標 AA' を接地させ、次に (ii) に浮標 BB' を合わせるためパララックスクリューを調節する。浮標 BB' が (ii) に接地した時のパララックススケールを読み第3図によつて高さに換算すればこれが (i)-(ii) 間の高低差である。以下同様にして (i)-(ii) (i)-(iii) 間の高低差を求める。ただしこの場合 (i)-(ii) (i)-(iii) および (ii)-(iii) はほぼ平行に写真上に点を取らなければならない。

例2 岩石層は厚くなつたり薄くなつたりして一定で



第 6 図

はなく傾斜も一樣ではないが、いま第6図においてかりに厚さのほぼ一定な傾斜に変化のない地層があつたとする。断面1—1'において野外観察がなされ地質を熟知しているとき断面2—2'および3—3'においてこの視差測定桿を用いるときわめて迅速にその境界を発見することができる。図において1および3の点でZ層頭部を、1'および2'の点でU, V層界を写真上で判定できるので、1—1'に平行に2'および3を通つて断面線2—2'および3—3'をとつた。測定の方法は断面1—1'において浮標AA'をY層とZ層との境界に接地させる。次いでパララックススクリューにより円盤を回転させ浮標BB'をU層とV層の境界に接地させる。断面2—2'においてV層頭部の接触部は明瞭だが、Y, Z層界は谷底であるばかりか、植物に覆われていてその地形的特徴を写真上で捕えにくいので、次のような方法で写真上にその位置を求めた。すなわち1—1'断面において観測した時のBB'浮標調整のパララックススクリューをそのままにして、間隔調整スクリューを回して、浮標BB'を写真上明瞭に見えるV層頭部に接地させる。次いで2つの調節スクリューはそのまま動かさずにして浮標AA'の接地する所を实体模像の2—2'線上に求めるとY, Z層界となり、その位置を一對の写真上にプロットする。3—3'断面においてはZ層の頭部が写真上で明瞭に判定できるがU, V層界が不明であるとする。この場合は回転円盤は1—1'断面で観測を行なつた時のままの状態、間隔調節スクリューを廻して浮標AA'をZ層頭部の3に接地させる。次いで浮標BB'が接地する所を实体模像中3—3'線上に求めれば、この点がU, V層界である。このようにして写真上において判定された数個の点を図学的に連結することによつて写真上に地質界を求めることができる。

例3 第7図(a)において地層が傾斜しており、空中写真の实体模像から一つの層の底部または頭部が(イ)(ロ)(ハ)の(イ)のように切れ切れではあるが判定できるとき、次のようにしてその走向および傾斜を求めることができる。实体模像の(イ)に浮標AA'を接地させ、(イ)(ロ)(ハ)と同一地

層界線の上に浮標AA'を移動させて(イ)点において完全に接地したとする。この時(イ)点は同一層面上において(イ)点と同じ高さの点であつて(イ)と(ハ)を結んだ線がその層の走向を示すことになる。次にパララックススケールを調節して浮標BB'を(ロ)に合せ接地させ、パララックススケールを讀取つて第3図により高低差に換算する。(イ)—(ハ)を結ぶ線と(ロ)との高低差がわかつたら、(ロ)から(イ)—(ハ)線に垂線を立て線分(ロ)—(イ)の長さを計り、次式により傾斜角を求める。

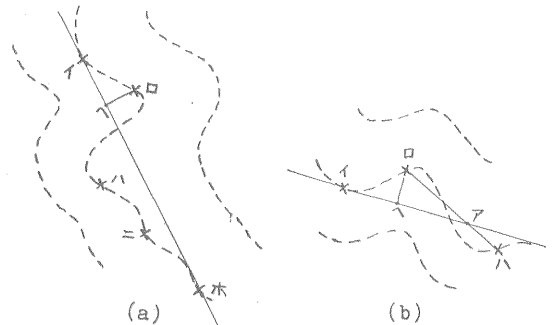
$$\tan(\text{傾斜角}) = \frac{(イ) \cdot (ロ) \text{の高低差}}{(\text{線分}(ロ)-(イ)) \times \text{縮尺分母}}$$

$$\text{あるいは } \tan(\text{傾斜角}) = \frac{((イ)(ロ) \text{の高低差}) \times f}{(\text{線分}(ロ)-(イ)) \times H}$$

空中写真を観察して実際にこのように地層界線を追跡されることはまれで、切れ切れの線を図学的にブリッジしているのが普通である。このようにして空中写真を利用すれば、地上観察ではできにくい比較的広い地域の平均の走向傾斜を求めることができる。

また(イ)(ハ)と同じ高さの所が発見できないが(イ)(ロ)(ハ)あるいは(イ)(ハ)と3点だけでも確実に写真上でとらえることができる場合、次のようにして走向傾斜を知ることができる。空中写真を実体視して第7図(b)の(イ)(ロ)(ハ)3点のうち、中位の高さの点(イ)に浮標AA'を接地させる。次に浮標BB'を(ロ)および(ハ)に接地させて、それぞれの視差差を讀み(+)(-)の符号を付ける。それぞれの視差差がわかつたら(ロ)および(ハ)を写真上で結び、(イ)—(ロ)および(イ)—(ハ)の視差差の量に比例して零点(ア)を求める。(イ)—(ア)を結べば(イ)(ロ)(ハ)付近における地層の走向を示すこととなる。傾斜は(イ)(ロ)間の視差差を高低差に換算して線分(ロ)—(イ)の長さを実尺化してtanを求めれば傾斜角が得られる。この場合平面位置は写真上で測定するため、多少の誤差を伴うが、実用的には差支えない値が得られる。

以上に簡単な利用の仕方について例を上げてみたが、岩石の厚みも傾斜も一樣でない場合が普通で、この点を



第 7 図

考慮に入れて用い方を工夫するならば相当の効果が期待できよう。

5. 結 び

写真を用いて簡易に地質測定を行なうことに主眼を置いたので、機械の構造や重さ等の点で多少難点もあり、今後は重量を軽くすることに努めて改良し、写真上所求

の位置に容易に機械を移動できるようにしたい。なお利用の面についても使用回数を重ねることによつていろいろの利用方法も考えつくことと思う。一応ここに機械が完成したので、今回はとりあえず機械の構造と1, 2の利用例につき記述し、大方の御批判を受けたく報告する。

(昭和36年8月稿)