

松野久也

傾斜の測定 (つづき)

地物の高さあるいは直接斜面や地層の傾斜を決定するために視差測定桿のほかに次のような機器が用いられている。これらはいずれも視差測定桿と同じく“融合する点の原理 (principle of fusing dot)”あるいは“浮遊する点線円あるいは格子の原理 (principle of floating dot, line, circle or grid)”を応用して立体対写真上で視差差を測定し適当な方法でこれを高さあるいは直接傾斜角に換算するものである。

視差楔 (parallax wedge)

これは視差差を測定する器具として最も簡単でかつ安価なものである。ことに野外でレンズ立体鏡を用いて測定を行なうときには非常に手軽で能率的である。視差楔は第95図に示すように透明なセルロイド板上に互いに向き合って反対方向に傾斜する2列の目盛が印刷されているだけのものである。目盛の列の間隔は真中あたりで人間の平均瞳孔距離に等しくして

ある。また両方の目盛は相対応していて相対応する目盛ごとの間隔が $\frac{1}{100}$ mmずつ違うようになっている。

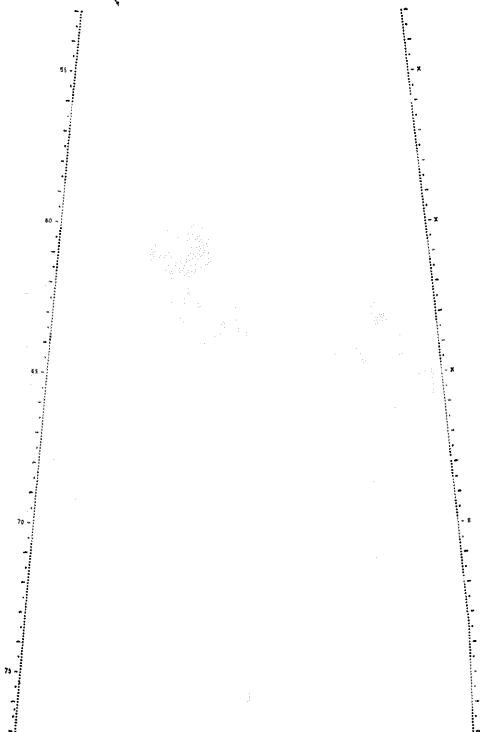
これを主点および移写主点が一直線上にあつてかつ両方の写真上の同一映像点の間隔が約6.5cmになるように正しく標定された立体写真上に相対応する目盛を結ぶ線が写真基線と平行になるようにおく。こうして立体鏡を通してこれを観察すると2列の目盛の列は空間に傾斜する1列の目盛の列になって見える。すなわち間隔の狭い側の目盛ほど上方に浮き上がり間隔の広い側の目盛ほど下方に沈んで見えるのである。

測定は次のようにして行なう。

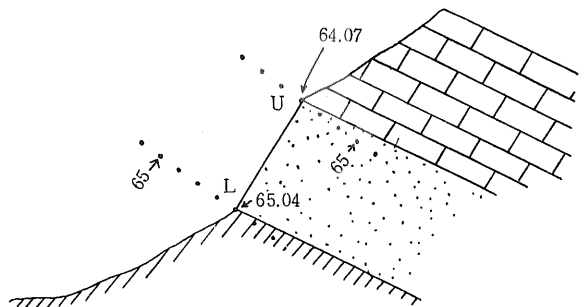
最初に低い方の立体映像点と傾斜して見える目盛の列の中でこれと同じ高さにある目盛とを一致させる(第96図)。このとき低い方の映像点に一致した目盛を境にして一方の目盛は順次空間に浮き上がって見え反対側の目盛は順次地表面より下にめり込んで行くように見える。同様にして高い方の立体映像点と一致する目盛を求め、そして両方の目盛の読みの差が高低两点の視差差(ΔP)である。写真基線長と撮影高度の求め方は前回に述べたとおりである。これらを所定の計算式に代入するか第97図に示す図表を用いて両点の高低差を求めするのである。視差楔を用いる場合傾斜の急なところでは空間に浮き上がって見える目盛の列がなるべく大きな角度で立体モデル上の地表面と交差するように時に応じて方向を逆にして用いるようにしなければならない。

視差梯子 (parallax ladder)

視差梯子は視差楔と全く同じ原理によるものであつて相対する2枚の目盛を刻んだ透明な板からなつてお



第95図 視 差 楔



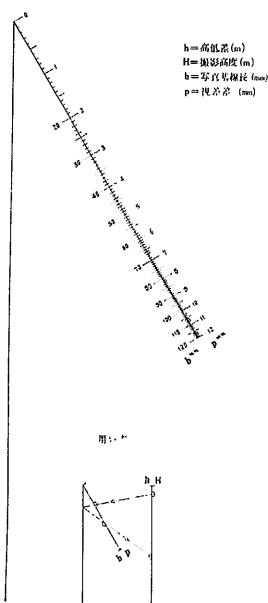
第96図 まずL点と一致する目盛の読みを求め次にU点と一致する目盛を読み その差を求める

り その間隔は一方にだんだん広がっている。測定法も視差楔と全く同様である。第98図に示したものはこの原理を用いたステレオ エレベーションメーターと呼ばれる測定機であって 一定限度内の撮影高度と写真基線長をもつ立体対写真の場合 直接高低差を読みとることができるように考案されている。

傾斜測定視差楔 (slope measuring parallax wedge)

これは 視差楔や視差梯子の互いにむかい合って反対方向に傾斜する点の列あるいは線が 主体視すると空間に傾斜する点の列 あるいは線となって見えることを応用して この傾斜と立体モデル上の測定しようとする斜面の傾斜とを比較し 後者の傾斜を決定しようとするものである。要するに 傾斜測定視差楔は 2〜3対の線からなり 立体鏡下で観察すると それぞれの対で傾斜がそれぞれ異なって見えるように作られている。測定はまずある一对の線を立体視して これが示す傾斜と立体モデル上の測定しようとする斜面の傾斜とを比較し 次に他の対が示す傾斜と比較する。このようにして 各々の対の線によってあらわされる傾斜角を比較して 最も近い値を推定しようとするものである。これら2〜3対の線は 一定の焦点距離と写真基線長の写真に対して用いられるように設計されている。焦点距離については それぞれ定まっておリ それぞれに適したように用いることができるので問題はない。したがって測定精度は写真基線長の変動によって直接影響される。

浮游線傾斜測定器 (floating line slope measuring devices)



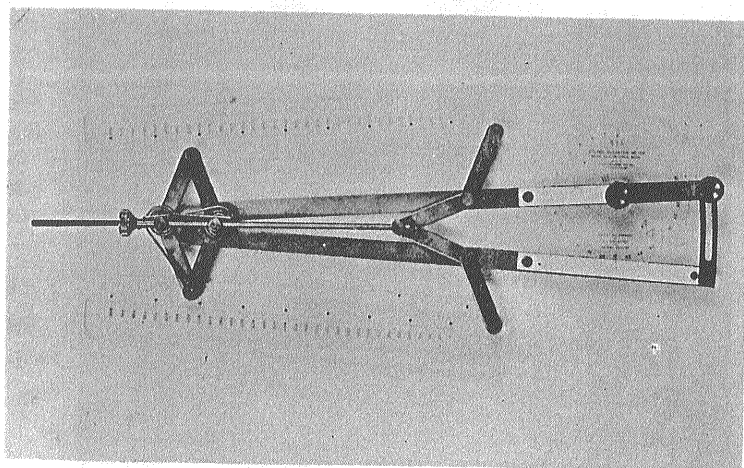
第 97 図 視差差から高低差を求める図表

これらを簡単に紹介すると これらは透明な板の上に印刷された2本の線あるいは点線からなっており その間隔は人間の瞳孔距離にほぼ等しくなっている。2本のうち一本の線は回転できるようにしている。これを立体鏡下で観察すると1本の線になって見え 回転できる線の回転量によって その傾斜が異なって見える。立体モデル上の斜面あるいは地層の傾斜角を測定するには 最初に測定しようとする斜面に1本になって見える線が全く一致するまで 回転できる線を動かす。次に飛行コースの方向と 斜面の方向とのずれならびに斜面の飛行コースからの距離を補正するグラフによって測定の読みを補正するのである。本器は写真の傾きに対する補正ができないため 低い角度の測定には 誤差が非常に大きいが 45° 以上の傾斜を測定する場合には非常に有効である。

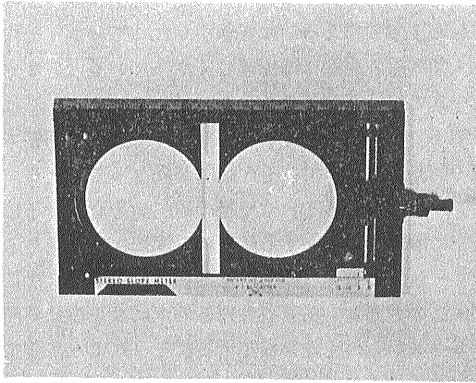
立体傾斜測定機 (stereo slope meter)

第99図に示すように 立体傾斜測定機は 2枚の透明な板からなり その各々に15の同心円状の円が描かれている。透明板は 図のような枠にとり付けられていて その一方がマイクロメーターによってx軸の方向に動かせるようになっている。これを立体鏡下で観察すると 両方の同心円状の円は ちょうど何層にも切られた円錐状に見え マイクロメーターを調整することによって 上下できるようになっている。

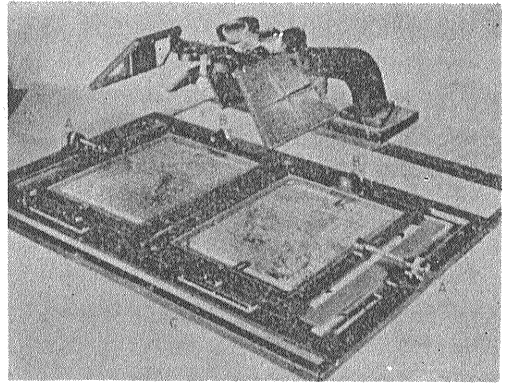
測定は次のようにして行なう。最初に正しく標定された写真上に測定機を置き 立体鏡を通して観察し 測定しようとする斜面が円錐の中心を通るようにする。次に 円錐を上下して 斜面の端が円錐の表面と一致するようにする。この調整が終わった後 斜面の一端から円錐の頂上までの間の円心円の間隔と 円錐の頂上から下へ向かって斜面の他の端までの間の間隔を数える。



第 98 図 視 差 梯 子



←
第99図
立体傾斜
測定機



→
第100図
空飛ぶじ
ゅうたん

写真基線長と主点間隔に関する常数をグラフから求め
さきに円錐の上で数えられた間隔と共に所定の式にあて
はめると 100 分率で傾斜が求められる。また 板の
中心の点は 視差測定桿の測標と同じく 視差差の測定
にも用いることができる。

立体鏡式格子 (stereoscopic grid)

一名 “空飛ぶじゅうたん” ともいう。第100図
に示すように “空飛ぶじゅうたん” は 2枚のプラ
スチックの板を装着した金属製の枠からなり プラスチ
ック板は x 軸および y 軸の方向にネジで動かせるよう
になっている。プラスチックの板には x y 軸方向に
正しく 1/2 インチの方眼が刻まれており 方眼線は交互
に赤と青で着色されている。右の枠には パーニヤ
装置があつて 右のプラスチック板の x 軸方向の動きを
0.1mm まで直接読むことができる。したがって この
パーニヤによって視差差を測定することもできるし 又
また この方眼を立体モデル中一定の高さの所に固定さ
せることができる。使用法は まず隣り合う2枚の写真

を立体視できるように正しく標定した(第88図)後 両方
の方眼の x 軸方向の中心線が正しく立体対写真の主点お
よび移写主点の上を通るようにおき x 軸方向の調整ネ
ジを調整して 立体モデル上に格子が立体的に浮き上
がって見えるようにする。さらに x 軸方向の動きを調整
することによって “空飛ぶじゅうたん” を上下に
立体モデル内の任意の高さに調整することができる。
“空飛ぶじゅうたん” の応用は次のとおりである。

1. 走向および傾斜の決定

立体モデル中に 立体的に形作られた水平な格子が 層序断
面の一定の層準面と交わるときには その走向を決定する
ことができる また 高低差によって生ずる視差差を測定す
ることができ これから地層の傾斜角が算出されることは
いうまでもない さらに 格子によって示される水平面を基
準として傾斜角を推定することもできる

2. 表面特徴の対比

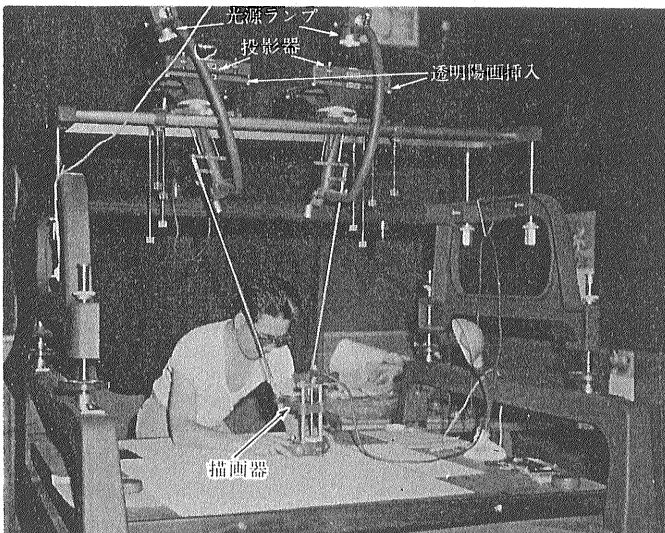
格子によって形作られる水平面は 立体モデル全域にわた
っており 広い谷などを隔てて 層序单元その他表面の特徴を
対比する場合 非常に役立つ

3. 地形および地質構造の表現

一定の高さの間隔に応じて 適当な視差差の所にパ
ーニヤをセットして 格子線と立体モデルの地形面
との交点をたどると 概略の地形等高線を描くこと
ができる また地質構造や層序单元が写真で非常
によくわかる所では 一定の高さの変化に応じてパ
ーニヤをセットし 地形等高線を描くように 一定
の層準と格子の交点を結んで おおよその構造等高
線図を描くことができる

3. 直接測定

これまで述べてきた傾斜の測定法は 視差差
の測定と図解法あるいは三角法の応用という間
接的方法であるが これらのほかに直接測定法
がいくつか行なわれている。



第101図 ケルシュプロッター

二重（多重）投影立体図化機

60%の重複度をもつ一対の写真をそれぞれ撮影カメラと同様な投射器に装着してこれを何らかの方法で空中につりあげ撮影の瞬間と全く同じ関係位置において逆に写真像を地上に投射して両方の投射器からの光線の交点に像を結ばせたと仮定するとそこに撮影された地形地物と全く同じ形のもが再現されることになる。

二重（多重）投影立体図化機は2つの投射器に一対の写真を装着し縮尺に応じて縮小された関係位置に2つの投射器を置いて投射し現地の地形の相似形をなす像を再現しこの像の中で水平距離だけでなく直接高さの測定も行なうことができるものである（第101図）

また二重投影立体図化機に描画器の測標板が地表の斜面や地層の傾斜面に応じて傾けられるように改造された描画器（第102図）を用いると直接斜面や地層の傾斜角を測定することができる。すなわち測標板が立体モデル上の斜面や地層面に一致しあるいはこれらの面上の3点以上と交わったとき測標板の傾斜が直接描画機にとりつけられた分度器から読めるようになっている。この方法では40度以下の傾斜角は正確に測定できるが40度以上の急傾斜の場合には傾斜する測標板を急斜面に一致させることが困難なため高さや水平距離を求めて計算によって傾斜角を求めなければならない。ただこの方法はきわめて正確ではあるが図化機が非常に高価精密で操作も複雑なためどこでも誰にでも利用できるというわけにはゆかない。

ステレオ スロープ コンパレーター

(stereoscope comparator)

これは直接測定法とはいえないが印画紙焼き付け写真上で傾斜角を求める方法としてきわめて特異な方

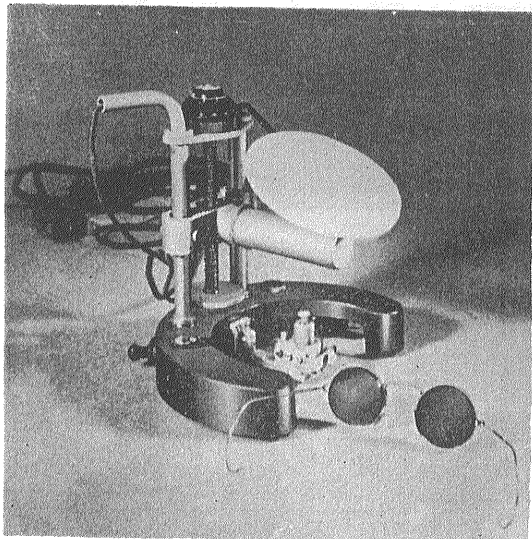
法で注目に価する。この測定機ならびに測定法はアメリカ合衆国地質調査所の Robert J. Hackman によって考案され1956年に発表されたものである。これは端的にいえばまず最初に立体モデル上でステレオスロープコンパレーターを用いて誇張された傾斜角を測定しこれを補助傾斜モデルと傾斜換算チャートを用いて真の傾斜に換算する方法である。

ステレオスロープコンパレーターは第103図に示されるように2コの歯車ケースからなりその各々に水平軸が取り付けられている。2コの歯車ケースは2本の滑動する管で中央の台に結合され前述の水平軸には標板が取り付けられ歯車装置によって同時に動くようになっている。両方の歯車ケースと中央の台に取りつけられたノブによって標板の(1)間隔(2)水平回転(3)傾斜角を自由に調節することができる。すなわちA B 両ノブによって標板の間隔を調整しC C' で水平軸を水平に180°回転することができD D' で標板の傾斜角の変換ができるようになっている。したがってこれを立体鏡下でみると2つの標板が一つになって見えかつこれが空間にいろいろな角度の斜面を作りその角度は水平軸に取りつけられた分度器によって読みとることができるようになっている。

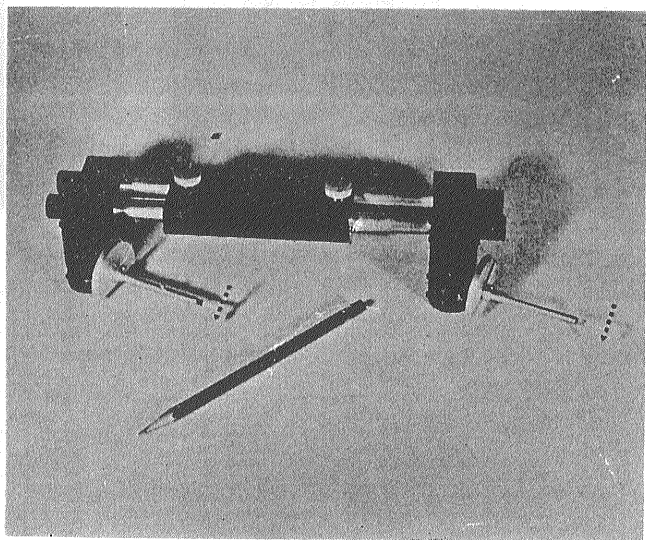
補助傾斜モデル

(supplementary slope model)

補助傾斜モデル（第104図）は二枚の線描したシートからなりこれを立体観察するとシートの中央部のたんざく状の部分が空間に浮き上がって斜面として観察される。この2枚のシートはしっかりした裏打をしてx方向の移動が容易になるようにx軸方向へ滑動する腕木に連結する。そしてこの腕木には物さしを取り付け両方の映像点の間隔を0.1 mmまで読むことができ



第102図 傾動描画器



第103図 ステレオスロープコンパレーター

るように目盛を刻んでおくといよい。

視差偏位ならびに斜面の傾斜角は 撮影カメラの焦点距離および撮影基線長によって異なる。 いかえると補助傾斜モデルの示す傾斜角は 一定の観測器具では一定であるが 撮影カメラの焦点距離と写真基線長によって視差偏位が異なり 真の傾斜角も異なる。 つまり焦点距離と写真基線長によって誇張率が変わってくるのである。 右側のシートの右半分の表は それぞれ5.2 6 $8\frac{1}{4}$ 12インチの焦点距離と2.5インチから4.5インチまでそれぞれの写真基線長に対応する真の傾斜面を示してある。

傾斜換算チャート (slope conversion chart)

傾斜換算チャートは 誇張された傾斜角 真の傾斜角および誇張率との関係を示したグラフである (第 105 図) これら3つの数値のうち2つがわかると 他の1つは図から迅速に決定できる。

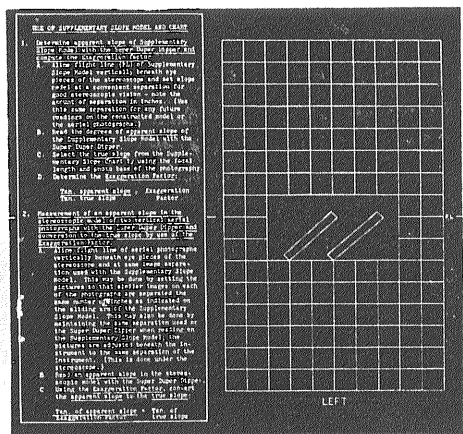
測定法

ステレオ スロープ コンパレータは 立体モデル上で誇張された傾斜角を測定する測定機である。 この測定機で測定された傾斜角を真の傾斜角に換算するためには 誇張率を求める必要がある (第 106 図)。

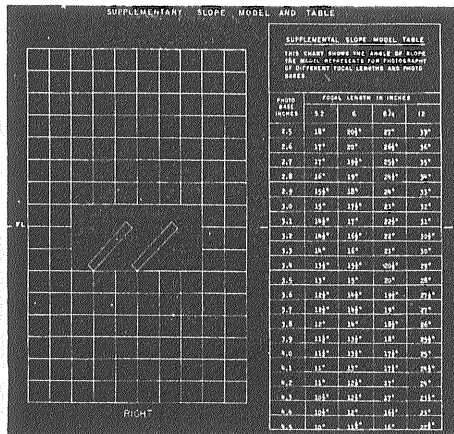
以下 ステレオ スロープ コンパレータ 補助傾斜モデルおよび傾斜換算チャートを用いて 真の傾斜角

を求める方法について述べることにする。

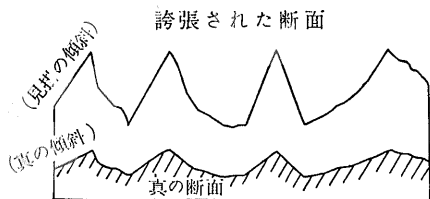
1. 補助傾斜モデルを立体鏡下に正しく標定し ステレオ スロープ コンパレータを用いて その誇張された傾斜角を測定する
2. これから測定に用いようとする立体対写真の焦点距離と写真基線長に対応する真傾斜を 補助傾斜モデルの右側のシート上の表によって求める たとえばこれから測定に用いようとする立体対写真が6インチの焦点距離のレンズによって撮影されたとし 左右両方の写真の写真基線長の平均値が3.4インチとすると $15\frac{1}{2}^\circ$ である
3. 傾斜換算チャートを用いて誇張率を求める チャート上垂直な線は真傾斜を 曲線は誇張された傾斜角を 水平線は誇張率を示す たとえば 1の段階で測定された補助傾斜モデルの誇張された傾斜角が 45° 2の段階で決定されたその真傾斜角が $15\frac{1}{2}^\circ$ とすれば 誇張された傾斜角を示す曲線と真の傾斜角を示す垂直線との交点を求めて これを横にたどると 誇張率は約3.6となる
4. 立体対写真を正しく標定し かつその同一映像点の間隔を1の場合と同じくとり ステレオ スロープ コンパレータを用いて その立体モデル上で誇張された傾斜角を測定する
5. 3ですでに求められている誇張率を用いて 4の測定値を真の傾斜角に換算する (筆者は地質部)



← 第104図 →
補助傾斜
モデル



第105図 傾斜換算チャート



第106図 誇張断面と真の断面との関係