

空中写真地質講座

(16)

松野久也

補正平面図 (つづき)

機械図解法

スロットッド テンプレート法

(slotted template method)

スロットッド テンプレート法は 前述のハンドテンプレート法を機械化したものである。すなわち スロッターによってテンプレートに前述のハンドテンプレート法の射線に相当する細長い孔(スロット=slot という)をあけ その孔にスタッド(stud)と呼ばれる丸い棒を通して テンプレートを組立てて行く方法である。各テンプレートの同一点をあらわすスロットは すべて1本のスタッドにまとめて通し スタッドを射線方向にだけずらしてそれぞれの位置を調整する。このときスタッドの中心がそれぞれ基準点の位置を示すのである。テンプレートの代わりに写真を直接使用すれば 写真相互の関係の正確な集成写真を簡単に作る事ができる。この方法では テンプレートを作るために スロッターという特殊の機械を必要とするだけで 高度の専門的知識ならびに他の射線法のように熟練や経験を必要としない。したがってこの方法は迅速に広い地域の小縮尺の地図を作るために 広く用いられている。テンプレートの材料には簡単に折れたり曲ったりしない厚紙 アルミケント紙レントゲン用フィルム ビニールプラスチック アセテートなどが用いられる。スロッターには密着写真に直接 あるいは密着写真に直接重ねて作られたテンプレートにスロットをあけるものと 写真は使うがスロットは別の紙に縮尺や写真の傾斜を調整しながらあけるものがある。ラジアルセクターのRS-II型は前者に RS-I型(第128図)は後者に相当する。以下ス

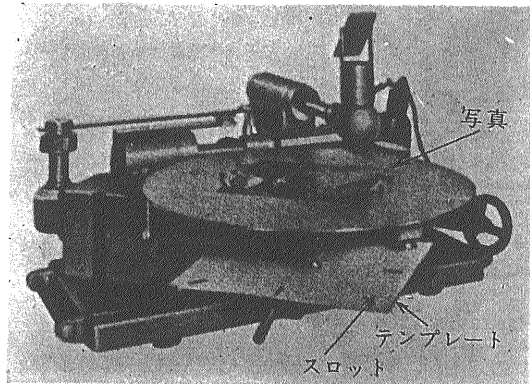
ロットッドテンプレート法による基準点網の編成方法について順を追って述べる。

テンプレートの準備

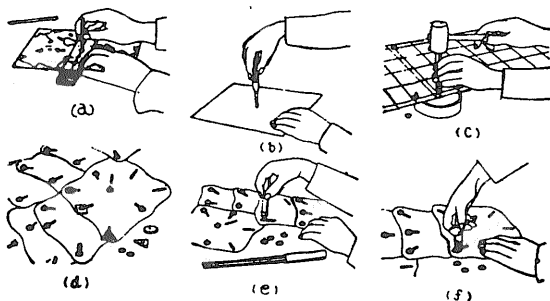
- 1) ハンドテンプレート法の場合と同じように 各写真上に主点 地上基準点 写真基準点を刺針し(第128図 a) 別に地上基準点を展開したベースシートを作っておく。
- 2) 適当な大きさに切斷したテンプレート上に写真を重ね写真上から刺針して 主点ならびに各基準点をテンプレート上に移写する。同時に各テンプレートには組立ての順序・配列を間違えないように撮影コースの番号ならびにその方向 さらに順序にしたがって コースごとに一連番号をつけておく。
- 3) 各テンプレートの中心(主点)に穿孔器で中心孔をあける(第129図b)。
- 4) ベースシート上の各基準点にも直径 5mm の孔をあけスタッドを通す。この孔をあけるには 特別の穿孔器を用いる(第129図c)。
- 5) RSII ではテンプレートの中心孔をスロッターの軸に通してパネでおさえる。RS-I では 写真の主点をスロッターの回転盤の中心の針に刺し通し 下の回転軸の軸にテンプレートの中心孔を通してパネでおさえる(第128図)。
- 6) 写真またはテンプレートを回転させながら 各基準点をスロッターの中心を示すマークに正確に合致させ ハンドルを押してスロットをあける。このスロットの中心が各基準点の位置を示すものであり 各テンプレートには中心孔を中心にして少なくとも 8 個のスロットがあげられることになる(第130図)。RS-I ではスロットをあける前に写真の縮尺と傾きの補正が可能である。

テンプレートの組立て

- 7) テンプレートの配列順序さえはっきりしていれば どこから組立ててもよい。まず ベースシート上に展開された地上基準点の孔にスタッドを通し これにその基準点の写っている写真のテンプレートのスロット (その基準点を示す) を全部通す。続いて 各テンプレートの中心孔にスタッドを通し 隣のテンプレートの対応するスロットをこれに重ねて通す(第130図)。写真基準点についても これとまったく同様にそれぞれ対応するスロットを



第128図 ラジアルセクター RS-I



第129図 スロットッドテンプレート法の作業順序

重ねて1本のメタッドに通して行く(第129図d 第130図)。
 要するに 必ずしもコースごとに撮影順序にしたがってやる必要はなくテンプレートを少しずつずらしながらブロックごとに次々とテンプレートを重ね合わせ 同一の点を示す中心孔およびスロットはすべて同一のスタッドに通して行き 基準点に合わせて誤差を調整しながら組立てて行けばよい。

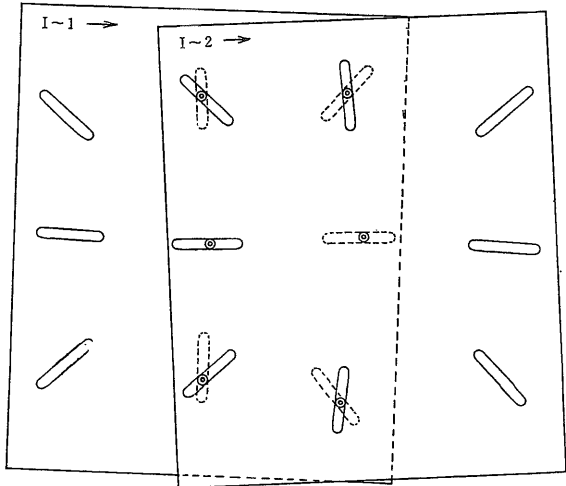
- 8) すべてのテンプレートの組立てが終ったならばスタッドにキャップをかぶせてテンプレートを固定しスタッドの軸の孔を通して ベースシート上に刺針(第129図 e) したのちテンプレートを取外し(第129図 f) 各点に必要な記号あるいは注記をつけて行く。

スパイダーテンプレート法 (spider template method) 一名金属枝テンプレート法 (metal-arm template method) と呼ばれるスパイダー テンプレート法は 射線方向にスロットをあけたテンプレートをを用いる代わりにいろいろな長さの薄い金属の枝で射線の方向をあらわしたテンプレートを作り これを組合せて行く方法である。

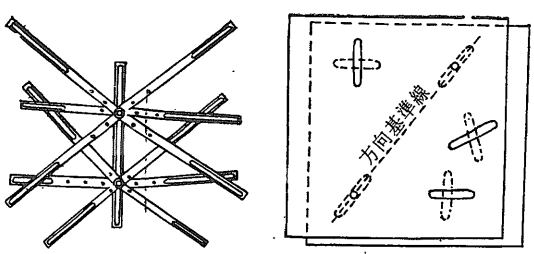
スパイダー テンプレートと呼ばれるわけは おおのこのテンプレートの形が クモ(spider=スパイダー)に似ていることによるのである(第131図)。この方法の利点は

- 1) 金属枝は分解して何度も使えること
- 2) テンプレートが金属であるため 誤差があつてくいちがいを生ずると一様な弾性変形をして示誤三角形を自動的に一種の最小自乗法的に正確に消去すること。
- 3) テンプレートの間から下のベースシートが見えるので作業に便利であること。

などがあげられる。スパイダー テンプレート法の作業方法はスロットッド テンプレート法とだいたい同じである。主点 写真基準点 地上基準点等を刺針した写真を コルクまたはスポンジの台の上に固定し 各点に針のついた中心棒を刺し立てる。次に主点を中心として 各点の中心棒に金属枝をはめこみ 主点でナット



第130図 スロットッド テンプレートの組立て
 ○ はスロットを示し 破線は下のテンプレートのスロットを示す
 二重丸はスロットに通したスタッドを示す 各テンプレートには中心孔を中心にして少くとも8個のスロットがあげられる
 テンプレートには予め組立てる順序を示すために飛行コース番号(例えば I, II, III...) 写真番号(同じく1, 2, 3...) および方向(同じく→印)などを記入しておく



第131図 スパイダーテンプレートの組立て
 第132図 ステレオテンプレートの組立 方向基準線に沿ってテンプレートをずらすことによる縮尺を変えることができる

でしめつける。こうしてできあがったテンプレートは一度軽くたたいて狂いが生じないかどうかを点検する。あとはスロットッド テンプレート法の場合と同様にベースシート上で順々に組み立てて行く。各テンプレート間の相互関係は スタッドで組み合わせたとこを軽くたたいてやるだけで 誤差も自動的に調整される。

ステレオ テンプレート法 (stereo template method)

この方法は厳密な意味では 純粋な射線法とは区別して考えなければならない。今までに述べてきたハンドテンプレート法 スロットッド テンプレート法 スパイダー テンプレート法では 単写真を用いてテンプレートを作るのに対して ステレオ テンプレート法は立体図化機を用いて立体モデルから一対のテンプレートを作る点でこれらと著しく異なっている。すなわちこの方法では 基準点を正射投影してテンプレート上におとし これを基準として スロットを切るのである。

この方法は ケルシュプロッターやウィルドA8など接続標定のできない立体図化機で空中三角測量の代用としたり 基準点の密度や分布が空中三角測量を行なうのに適していない場合などの 中〜小縮尺の地形図作成に利用されており 精度も前述の方法に比べて非常に高い。すなわち 上に述べたような立体図化機を使って 写真上の点を正射投影してプロットするので 放射状偏位ばかりでなく 写真の傾きに対する補正もできるのである。このような高性能の立体図化機を用いることは 専門的な知識を要し また 地形測量専門の機関でなければ望めないが もっと手近な 印画紙写真を用いるラジアル プラニメトリック プロッター(後述)程度の立体図化機を備えているところではじゅうぶん利用できる方法である。以下 ステレオ テンプレートの組立方法について述べる。1) 立体図化機に一対の写真(高性能の図化機では透明陽画乾板)をかけ 相互標定する(高性能図化機では立体モデルの縮尺をだいたい 基準点の展開縮尺に合わせておくことができる)。次に立体モデルの四隅近くに点(射線法における写真基準点に相当する)をとり これらを地上基準点とともにベースシートあるいは直接テ

ンプレートの上にプロットする。テンプレートと別のベースシートにプロットした場合には テンプレートに重ねて刺針する。テンプレートに2枚重ねて刺針するか2度点をとってまったく同じものを2枚つくる。そのうち1枚は いずれか一隅の点を中心としてスロットを切り 他の1枚はその対角線上にある点を中心としてスロットを切る。こうして 2枚のテンプレートのおおの対応する点を表わす中心孔 あるいはスタッドの孔に針を通してベースシートに刺針すれば 基準点と位置がプロットされる。この場合 2枚のテンプレートを方向基準線に沿ってずらすことによって縮尺を調整することができる。(第132図)

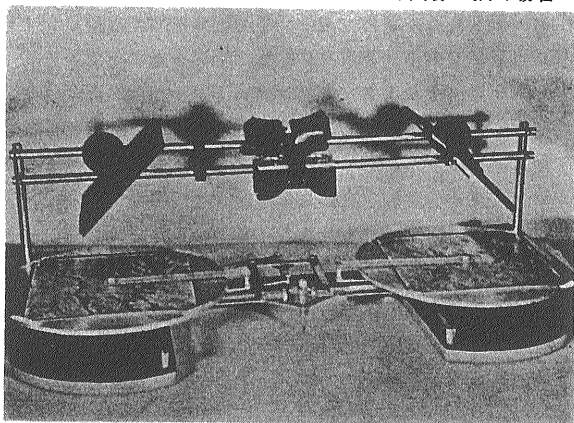
細部編集

これまで述べてきた作業(射線法)によって 第1次基準点 および第2次基準点の正しい平面位置が決まれば これらを基準として細部の作図を行ない 地図を完成するのである。このとき よい結果を得るためには 射線法で求めた基準点網を基準として偏歪修正を行ない 写真の傾き 縮尺の差などを補正した写真を使うべきである。細部編集は 道路 橋 建築物 鉄道 河川 山の稜線 崖 森林や農地の境界線等 地質図では地層境界 断層線 節理 破碎帯 褶曲軸などの正しい平面位置を作図するのであるが これらの地物を見分けるには それぞれ専門の知識 熟練ならびに経験が必要である。この作業は普通には立体鏡を用いて行なわれる。場合によっては 写真を野外に携行して 室内における立体鏡下での観察ではわからない点を検討し また間違いや見逃しをさけるようにしなければならない。

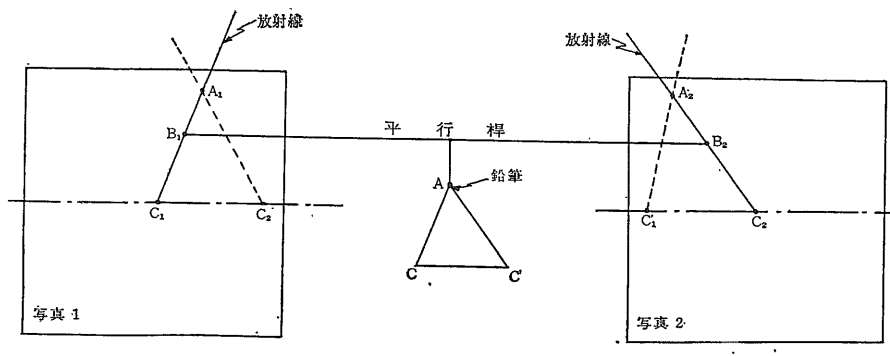
細部編集にあたって もっとも注意をしなければならないことは いろいろな原因で生ずる写真の歪の除去である。したがって細部を写真上でトレースする場合まず第1には なるべく写真の中心に近い部分 すなわちそれぞれの写真の重複部の半分以上にとどめなければならない。また 細部編集 ことに等高線を描く場合

にはアルミケント印画紙に焼き付けた写真を使うべきであり 作図する対象によって 地類界は緑 水系は青山稜は赤 道路は褐色というように色を違えておくとあとでわかりやすくてよい。もともとこの段階の図画は素図であって いちいち正式の記号を使う必要がなく 鉄道 道路なども1本の線で記入し 適当に略記号をつけておいて 清描のときに正式の記号になおせばよい。写真からベースシートへ細部を移写するには 基準点から基準点へとたどって行く。対象とする地域が 起伏が小さくて かつ 写真の傾きがほとんどなく また写真と地図の間に縮尺の差がないときには 広い地域にわたって ベースシートを部分々々でずらしたりすることなく 写真の上にかぶせて 直接トレースすることができる。写真には多少の傾きがあったり 写真ごとに縮尺の差があったり 地図とを写真の縮尺にひらきがある場合には スケッチマスター カメラルシダ あるいは反射投影機を用いるとよい(本講座13)。鉄道 道路河川など線状の地物を写真からベースシートに移写しようとする場合 ベースシート上の2つの基準点を写真上の対応する点にできるだけよく合致させる。このときわずかな違いだけでよく合う場合には 2点間の細部を直接ベースシートにトレースする。

このようなわずかな違いは フリーハンドで適当に調整すればじゅうぶんことたりる。しかしここに著しい起伏がある場合には 起伏による偏位をじゅうぶん考慮に入れて適当に調整する必要がある。この調整を怠るとたとえば直線であるべきはずの道路や断層線が極端にわん曲するなど とんでもない結果を生ずる。もし2つの基準点を合わせようとしても かなりのくい違いを生ずる場合には 次のような操作によって このくい違いを補正する。最初に全体のくい違いを見きわめておき 第1の点を正しく合致させ これから第2の点に向かって全体の3分の1ずつ 順次 誤差を適当に配分しながらトレースして行く。もし 地図と写真との間でくい違いがありすぎるときには 中間に適当な基準点を一点新たに設けるとよい。しかし このような場合には スケッチマスターや投影機を使って写真を拡大したり 縮小したりして ベースシート上に投影して直接トレースするほうが容易であり 結果も全体として正確である。このようにして 第1の点から第2の点へ さらに第3の点へというふうに少しずつ いろいろ調整しながら編集図化して行く。そしてこれらの点で囲まれたブロックの細部が図化できたら 次には隣りのブロックへと移って行く。一般的に はじめに主要な河川とか稜線のような顕著な線状の特徴を移写し のちにその間の細部を埋めて行く方が効果的である。そして基準線



第133図 ラジアル プラニメトリック プロッター



第134図 ラジアル プラニメトリックプロッターの原理

- C₁ : 写真1の主点
- C₂ : 写真2の主点
- C'₁ : 写真2における写真1の主点
- C'₂ : 写真1における写真2の主点
- A₁ : 写真1における任意の点
- A₂ : 写真2におけるA₁点
- C : 地図上の写真1の主点
- C' : 地図上の写真2の主点
- A : 地図上のA₁あるいはA₂点
- B₁ : 平行桿の左の連結ピン
- B₂ : 平行桿の右の連結ピン
- $\triangle A_1C_1C'_2 = \triangle ACC'$
- $\triangle A_2C_2C'_1 = \triangle ACC'$

基準点の間で高さに著しい違いがないほどよい結果が得られることはいうまでもない。ベースシート上に展開されたいずれの基準点からも遠い。すなわちどの基準点も通らない地物ならびに特徴を移写する場合には直接トレースして挿入しないで、近くにある3つ~4つの基準点を合わせておき、起伏による偏位の量と方向を考慮に入れて、むしろ推定位置に挿入するほうがよい。

ベースシート上にすべての必要な地物ならびに特徴の移写を終え、素図ができあがったら、それぞれの地物および特徴中、正式記号になおす必要のあるものは、それぞれ記号化し、あわせて地名、行政区画境界、縮尺、方位、そのほか、必要な資料を加えて清描する。また必要に応じて適当な方法で引き出し、あるいは縮小する。

ここに書いたような細部編集の作業は、多分に熟練と経験とを要するものであって、実際に手を下してやってみたり、熟練者と一緒に作業したり、その作業を見たりして、はじめてその要領がわかるのである。これを機械的に行なうには、いろいろな図化機が用いられているが、比較的簡単なものとしては、次に述べるラジアルプラニメトリックプロッターがある。

ラジアル プラニメトリック プロッター (radial planimetric plotter)

ラジアル プラニメトリック プロッター(第133図)は射線法の原理を応用した簡単な立体図化機であり、写真上の情報の平面位置を直接ベースシートに簡単に移写することができる。この機械は、高低差に起因する偏位や写真間の縮尺の違いを補正することができるが、写真の傾きに対する補正はできない。この図化機の機構は、第134図に示すように、2枚の連続写真の主点を測定の中心点として利用し、これらから写真上の他の点の放射状の角度を求め、それぞれの正しい平面位置を決定するのであり、2枚のそれぞれの位置を移動することのできる写真支持板と、その上に取り付けられた精密な立体鏡とからなり、写真支持板の中心には、それぞれ支持板の中心を軸にして回転できるアームが取付けられ、これらがさらに1本の平方桿に連結されている。

ラジアル プラニメトリック プロッターを用いて細部編集を行なう場合、各立体モデルごとに水平位置のわかっている2つの基準点があればよい。したがって地上基準点および射線法で決定された写真基準点の中から適当な2点を選べばじゅうぶんである。既成の地形図があってこれを部分修正を行なう場合とか、これに写真上の情報を移写しようとするような場合には、基準点として地形図上の顕著な2点を選定すれば充分である。もちろん、これら基準点はあらかじめ写真上に刺針しておく。このほか、各写真の主点ならびに移写主点を刺針しておかなければならない。

操作はいたって簡単であって、はじめての人でも1日の練習で操作法を習得できる。最初に立体写真をプロッターの写真支持板の上におく。このとき、おのおの主点が正しく各調整を終えたプロッターの左右の写真支持板の中心の針に合致するようにおく。次に各写真を回転して、各主点ならびに移写主点がプロッターの軸をあらわす線上にくるように、両方の写真の関係位置を正しく標定し、写真をセロテープで支持板に固定する。

つづいてベースシートあるいはプロッター自体を移動させ、かつ選ばれた2つの基準点を参照しながら両者の関係位置の調整を行ない、あわせて描画縮尺の調整を行なう。縮尺は、写真自体の縮尺より若干大きく、約3分の1の縮尺まで変えることができる。

プロッターの中心線上では、放射状アームが交点を結ばないので、自動的に写真支持板の中心を移動偏心させることができるようになっている。

前述の反射幻灯機やスケッチマスターに比べて、ラジアル プラニメトリック プロッターの優れた点は、比高の大きい山地などの平面図を作る場合、高さの違いによる縮尺の変更を必要としないことである。また、二重投影立体図化機に比べて、非常に操作が簡単で作業が早い。しかし、この反面二重投影図化機に比べて、精度は劣り、かつ写真の傾きによる像の偏位を補正することができないという欠点がある。

(筆者は地質部)

(前号40頁第123図中、prはPRの誤につき訂正します)