「ピクトマップ」線画写真図について

杉 本 政 数*

On the Pictomap

by M. Sugimoto
(Construction Academy)

Pictomaps were made by tone-line process transforming the continuous tone aerial photography into line type map images.
The various factors which contribute to the quality of the pictomap were discussed.

はじめに 近年の空中写真撮影の発達に伴い、その写真利用も多方面にわたっている。地形図作成においても空中写真が大いに活用され、地形図作成作業のほとんどが空中写真測量によるものとなっている。従来行われてきた地上測量に比較し、能率・精度の向上に著しいものがある。製図作業においてもある程度のダイシクト方法などを取り入れ能率向上が図られている。また図化作業においても、いろいろ新しい方法により能率向上が図られている。しかし別法として、空中写真を所定の大きさに引伸ばし、直ちに印刷し地形図と同様に利用できるならば、なお一そうの能率向上が得られよう、空中写真の中心投影を、地形図の正射投影に変換する方法として、若干の問題はあるにしても「オーソトスコープ」の微量偏位修正連続焼付けにより、中心投影像から正射投影像への変換は可能になりつつある。その変換された正射写真図が直接印刷されれば、精度的にも地形図とほとんど同等となり、内容においても写真性が生かされ、一般図としてむしろ良いのではないかと思われる。

現在連続階調写真の印刷には、それらの濃淡を網点の大小に変換し印刷して、写真の中間調を再現しようとする方法があげられるが（ほかにコロタイプによるもの、またはアルミ板に特殊な目立てをほどこしてその凹凸を利用して中間調を表わす印刷方法もあるが一般的ではない）、これはあくまでも点の連続によって写真の連続階調の状態を再現しているに過ぎない。もともと点の連続によって表わされている写真像を、点から線への変換を行い印刷したものが、「ピクトライン」である。1953年「コダックトーンラインプロセス」として作成方法などが発表されているが、これは連続階調写真画像を、写真的操作によって線画に変換する方法である。またこの方法では、網点スクリーンを使用しないで直接写真製版が行われ印刷される特徴をもっている。この方法を地形図作成にとり入れ、建設大学において試作を行った結果かなりの成果を得たので、その作成作業の概要について紹介する。

1. どのようにして点から線への変換が行われたか

点の連続によって表わされている写真画像から線画像への変換には、連続階調をもつネガティブフィルム（原稿写真）と同じ調子のポジティブフィルム（マスクといっている）を作成し、第1図に示すように両フィルムを重ね合わせ、原稿を回転させながら45°の方向から光を当てると、フィルムベースの厚みによるすきまから光線が通過し感光材料に焼付けられる。この場合画像の境界以外の部分はポジティブとネガティブが互に階調を打消し合い、境の部分のみが線状に焼付

けられラインポジティブが作成される。

2. 設 備

ラインポジティブの焼付方法には、原稿を固定し光源を回転させる第2図の方法（真空焼付法）の不廻転

* 建設大学「写真測量」Vol. 8 No. 4 1969

第2図

第3図

法と、光源を固定し原稿を回転させる第3図の方法（廻転露光法）がある。この度の試作には後者の第3図の方法を採用し行なった。

図示のように、光源には100ボルト・30ワットのくもりガラス電球を使用し、廻転焼付器から2.5m離して約45°の角度で照射できるような装置である。廻転板の速度は、ギヤ比を1:2とし1分間に約20回転できるように比較的スロー廻転のものを選んだ。コダックでは1秒につき1回転の速度であった。廻転焼付の構造はいたって簡単なもので、原稿の大きさによる光源距離の変化、および光源の強さと露光時間の変化によって廻転速度を加減し、原稿の圧定は縁についている蝶ねじによって圧定を行なうようにしたものである。

3. 作業順序

イ) 原稿ネガティブフィルムの作成

原稿ネガティブフィルムは、一般に撮影されたシャープなディテールを持ったネガフィルムであれば、トーンラインプロセス用として十分用いることができる。しかし今回試作したように写真図からトーンラインを作るため、特にネガティブフィルムを作る場合には、次のような事項について注意しなければならない。

a. シャープなネガフィルムを作るには、原稿モザ

イク写真（空中写真を引伸したもの）作成の段階から注意し、シャドウ部のディテールの表現と、ハイライト部分のコントラストが高くなるような引伸写真を作ることが必要である。これはビクトラインの消失の原因となるコントラスト不良のうち、ハイライ

ト部において影響がつよく現われるからである。写真図の場合においては、ハイライト部の濃度を0.3~0.4シャドウ部の濃度を1.2~1.3程度とし、全体としてやや黒っぽい写真の方が良好と思われる。

複写の照明には、光源ムラや陰影のでないものを用い平坦にあて露光はやや過度に与える。しかしハイライト部のコントラストは、ハイライトのディテールが失われを程与えてはならない。

b. マスクポジティブフィルムの作成には、無便縮のオーソフィルムを使用し、密着により反転する。光源にはできるだけ小さな光源(100V・30W)を用い、ネガティブとポジティブの濃度が全濃度域においてつり合っているようなものを作成する。またマスクポジティブからネガティブを作る場合も同様である。ラインポジティブ作成用の原稿は、ネガポジ重ね合わせた場合の濃度の高い程プリントは作り易くなるが、使用乳剤の特性やディテール・コントラストの関係上それぞれ異なるが、おおむね1.3~1.5の濃度があれば充分と思われる。

ロ) 原稿ネガティブフィルムからマスクポジティブフィルムの作成

原稿ネガティブフィルムには、細部を表現したいためグラビヤフィルムを使用しているが、現在のところ伸縮が大きく（1mあたり2mm程度）マスクポジティブフィルムの作成には好ましくない。このため原稿

ネガティブフィルムから、無伸縮ベースのオルソフィルムに焼付けマスクポジティブを作成し、再びオルソフィルムに密着反転して原稿ネガティブフィルムを作成した。グラビヤフィルムには前述のような縮みがあるが原稿の小さいもの（B 5 程度）には支障はないように思われる。原稿の大きさによって図に示す方法のうち簡便な方を選べばよい。

ハ) 原稿ネガティブフィルムとマスクポジティブを合せる

前項によって作成されたマスクポジティブの膜面を上にし、その下に原稿ネガフィルムの膜面を下にしてレジスターマーク（指標）を合致させ重ね合わせる。（前項ロ、b の焼付けに際し、パンチによりさん孔しておけばピンを使用し簡単に合わせられる）

その下に乳剤を第 1 図のように重ね合わせて露光を行なう。

二) 露光・現象

露光は、第 3 図に示した方法によって、50 秒、100 秒、150 秒の 3 段階のテスト露光を行なった。現象には、現像液ハイリソドルを使用し、液温 20℃ によって半攪はん現象を 2 分 30 秒（適正現象時間）と 3 分 30 秒の二種類の現象を行なった。

露光時間は、適正な現象時間によって最良な濃度が得られるような時間を与えるのは当然であるが、ピクトライン作成に当っては、やや露光をひかえ現象時間を延長した方がよいように思われる。上記の場合 2 分 30 秒の適正現象時間に対しては 100 秒の露光時間が適当であるが、中間調部分に少々カブリ状になり、減力を要するのでやや好ましくない。画線は、現像液にフィルムを浸漬後約 50 秒ないし 1 分位経過してから徐々に像が現われ、2 分 20 秒から 2 分 30 秒において急激に濃度が上昇してくるので濃度に注意しすみやかに停止しなければならぬ。このためにも露光をややひかえ目にしておけば、現象停止の機会が容易につかめる。以下のサンプルは、それぞれの露光・現象の変化を表わしたものである。

	露光時 50 秒	100 秒	150 秒
現像時間 150 秒	1	2	3
" 210 秒	4	5	6

サンプルの説明

- 1) 露光 50 秒のものに対して現象時間が不足である
- 2) 適正と思われるが少々カブリ状のものが減力の必要がある
- 3) 少々露光過度である
- 4) 適正と思われる
- 5) 現象過度である
- 6) 露出現像ともに過度である。

4. 画線の精度

画線の不均一と消失する原因の主なものとしては、イ) 光線の入射角の変化による画線の不均一さと ロ) ネガポジ原稿を重ね合わせる場合のレジスターマークの合致誤差による画線の消失および ハ) 焼付け時において原稿・乳剤の完全に密着が行なわれていない場合の太りとボケ ニ) 組合わされるネガティブフィルムおよびポジティブフィルムのコントラストが不充分

な場合におこる線の消失 ホ) ラインポジティブの露光または、現像が不適正によって起る線の太りなどがあげられる。

イ) 光線の入射角の変化による画線の不均一さ

ラインポジティブの焼付け方法には、第2図・第3図に示す方法があげられるが、光源の位置が無限度でない限り、原稿中心部の入射角と周辺では当然等しくないはずであるから中心部と周辺部では、線の太さが変わってくることはいうまでもない。

原稿の大きさや暗室の規模、その他の理由から光源から原稿までの距離は一定ではないが、少なくとも3m位の距離が必要と思われる。第4図において、図の中心A部を45度の入射光にして行なった場合に、周辺B部の入射角は、

$$\tan \angle B = \frac{2.5\text{m}}{2.8\text{m}} \div 0.893 \div 41^\circ 45'$$

となる。今かりにベースの厚さを 0.2mm (0.1mm のもの2枚重ね) とすれば、中心部と周辺部の線の太さの差は

中心部の線の太さ

$$C_A = \text{ベース厚} \times \cot O = 0.2\text{mm} \times \cot 45^\circ = 0.20\text{mm}$$

周辺部の線の太さ

$$C_B = \text{ベース厚} \times \cot O = 0.2\text{mm} \times \cot 42^\circ \div 0.22\text{mm}$$

となり、中心部と周辺部 (0.3mの場所) において0.02mm差があることがわかる。製図作業における線号の許容誤差、 $\pm 0.02\text{mm}$ とすれば、原稿の大きさ50cm $\times$ 50cmのものについては、光源距離約3m程度で十分であろう。またベースの厚いものを用いるか、ベースの間にクリアベースをはさんで、ベースを厚くし線を太く表現する方法あるいは、光源の入射角を45度から30度、60度などに変え、線号を太くしたり細めたりする方法もある。これらは原稿の大きさや、使用材料および目的によって適宜選択を行えばよい。

ロ) レジスタマーク合致誤差

各辺の中央部分に焼込まれた原稿ネガティブフィルムと、マスクポジティブフィルムのレジスタマークの合致には、透写机上において10倍程度の拡大鏡を用いて合致させるが、原稿ネガとマスオポジを背中合せ (1) にするため、観測する目の位置によってかなりの誤差を生ずる。これには拡大鏡のレンズの中心にレジスタマークがくるように合わせ真上から観測することが重要である。(レジスタマークの線号を0.1mmとすると、その4分の1の0.02mm程度は止むを得ないであろう) レジスタマークの合致誤差は、直接ピクトラインの消失や線の太りに影響を与えるため特に注意して行なわなければならない。

別法として、重ね合わせるネガ・ポジ両フィルムの同一個所にさん孔しておきピンによって止める方法がある。これは原稿ネガティブフィルムからマスクポジティブを作成する段階において、焼付露光前に生フィルム2枚と原稿ネガティブフィルムを重ね合わせ、パンチによりさん孔し焼付けを行なえば作成後ピンの押入によって画像は簡単に合致させることができる。しかしこれによっても孔とピンのあそび (ガタ) による誤差も若干生じるが前項よりは良好と思われる。次に示すサンプルは、レジスタマーク不合による影響を表わしたものである。

これによると正しく重ね合わされていない場合には第4図のように、片側が太くなり反対側の線が消失している。

次のサンプルは、レジスタマークが正しく合致した場合の例を示すものである。

レジスタマークの縦横線の上左右がほとんど同じ太さに焼込まれている。

同様に通路線も上下左右とも、ほとんど均一な線

レジスタマーク

建物と通路

第4図

市街地通路と建物

レジスタマーク

状となって焼込まれる。

ハ) 圧定が不完全な場合におこる線の太り

ラインポジティブは、原稿ネガティブフィルムとマスクポジティブを重ね合わせたものから乳剤に焼付けが、この場合双方を相当入念にスクィーズして圧定し露光を行なうが、真空焼枠を使用しない限り全面に十分圧定することが困難となる。このようなことから、ネガ・ポジ両画像の間にすきまが生じ画像が太くなったりボケを生じたりする。

次に示すサンプルは、スクィーズ不良による圧定不十分な場合に生ずる画線の太りと、ボケを示したものである。

二) 原稿ネガティブおよびマスクポジティブの画像コントラスト不足による画線の消失

コントラストの弱い部分の画像の境界線は、重ね合わせたネガフィルムかポジフィルムに遮光され画線として現われない。原稿画像のコントラスト不足の部分は以外に多く、(例えばグラウンドなど光った画像の付近

にコンクリート建物のある場合とか、反射のつよい道路の縁にあるコンクリート建物のように画像の境がはっきりしないもの) 印画紙あるいはフィルム上で判別できても、かなりの濃度差がないとピクトラインとしては現われない。このためでき上ったラインポジティブ上において手を加え、完全なものに仕上げる方法をとっている。コダック社の報告によると、トーンラインに加算する所要時間は、トレースに要する時間の3分の1ないし2分の1と発表されている。

各々地物ごとのコントラストの強弱を、濃度差によって表わし、これがラインにどのような影響があったかラインの消失する限界を観測した結果、次のような値を得た。

以上の表(次頁)は40個所の観測結果その代表的なものを抽出して表わしたものである。この結果から、ハイライト部におけるコントラストは濃度差0.3を限界として消失し、シャドウ部においては濃度差0.1を限界として、消失することが判明した。

ホ) 露光および現像過度による画線の太りとよごれ

一般の線画写真と同様であるが、露光過度による光滲により線の太りや、不鮮明と、現像過度による画線の太りが目立ってくる。特に露光過度の影響は、ネガティブ濃度とポジティブ濃度の和の小さい個所にカブリ状となって現われわずかの現像過多によって黒化し、画面のヨゴレとなって現われてくる。このカブリ防止のためにも、3-1イ) -b.に示したように、ネガ・ポジともちょうしのつり合った濃度も1.3程度のものが必要である。次に示すサンプルはそれぞれの不良の影響を現わしたものである。

以上のようなことから(イ〜ホ)画線の不均一や、消失、ぼけ、画面のカブリなど作業のささいなミスか

番 号	庭地濃度	建物濃度	濃 度 差	ラインの状況	番 号	道路濃度	建物濃度	濃 度 差	ラインの状況
3	0.12	0.31	0.19	消 失	16	0.22	0.67	0.45	普 通・現
11	0.16	0.31	0.15	"	29	0.58	0.22	0.36	やや細い線状
14	0.40	0.10	0.30	やや細い線状	2	0.19	0.31	0.12	消 失
水田濃度 " 濃 度 差 ラインの状況					植 生 濃 度 差 ラインの状況				
30	0.82	0.94	0.12	やや細い線状	37	0.56	0.96	0.40	普 通・現
32	0.72	1.00	0.30	普 通・現	33	1.00	0.90	0.10	細目な点線
33	1.00	0.90	0.10	断続線で現	39	0.62	0.31	0.31	普 通 現

露光過度による画面のヨゴレと画線の滲みを示したものの
データー 露光 150秒(標準100秒) 現象 適正現象 150秒

現在過度による画線の不鮮明とつぶれを示したものの
データー 露光 適正露光 100秒 現象 250秒(適正150秒)

ら、相当量起こるものであり、テストによって条件に
あった最良のものを選ばなくてはならない。

5. 原稿濃度の状況

各工程毎の製品濃度はの状況は、次のような結果で
あった。(次頁)これは必ずしも最良のものとはいえない
が、その一例を示すものである。

またグラフ(5)は上記一覧表をまとめたものであ
る。

第5図から中間濃度が折線が水平になっているもの
程、ネガボシの反転調製作業が忠実に行なわれている
といえる。また中間濃度が、比較的低い一般家屋、畑
地、水田、樹林などにカブリ状のよごれのでる可自性
がつよい。

原稿ネガフィルム、マスクボシ版作成に際して原稿
の大きさか大きくなる程光源ムラなどの現象がおこる
ので光源距離を十分にとり、適した濃度になるように
作成することが必要である。

1/5,000 おおむね良好と思われる 線画写真図

	水 部	一般道	コンクリート	家屋	一般家屋	庭 地	畑 地	水 田	鉄 道	針葉樹	広葉樹
引 伸 印 画 紙 (原モザイク)	0.10	0.18	0.25	0.28	0.66	0.50	0.79	0.86	0.88	0.95	1.04
	0.05	0.16	0.55	0.26	0.68	0.49		0.94	0.72	0.94	1.04
	0.08			0.22	0.44	0.40			0.94		
平 均	0.08	0.17	0.40	0.25	0.59	0.45	0.79	0.90	0.85	0.94	1.04
グラビヤネガフイルム	1.58	1.31	1.20	1.23	0.84	0.95	0.63	0.64	0.58	0.34	0.34
	1.59	1.42	1.11	1.30	0.95	1.00		0.60	0.82	0.32	0.35
	1.56			1.41	0.62	1.22			0.62		
平 均	1.58	1.36	1.16	1.31	0.80	1.06	0.63	0.62	0.67	0.33	0.34
ホトリスネガフイルム	1.72	2.24	1.76	1.56	0.48	1.21	0.41	0.35	0.35	0.12	0.14
	1.75	2.29	1.45	1.66	0.80	1.00		0.22	0.42	0.14	0.10
	1.90			1.89	0.40	1.36			0.34		
平 均	1.89	2.26	1.60	1.70	0.56	1.19	0.41	0.28	0.37	0.13	0.12
ホトリスポジフイルム	0.10	0.09	0.17	0.17	0.58	0.49	0.65	0.88	0.93	0.90	0.98
	0.09	0.06	0.38	0.14	0.54	0.46		0.95	0.77	0.77	0.98
	0.10			0.10	0.49	0.30			0.84		
平 均	0.10	0.08	0.28	0.14	0.54	0.42	0.65	0.92	0.85	0.90	0.98
ネガ・ボン合計濃度	1.99	2.34	1.88	1.84	1.10	1.61	1.06	1.20	1.22	1.03	1.10

第5図

6. む す び

今回は、原稿40cm×50cmの大きさのものからピクトラインを作成しP.S版に焼込み印刷図を作成した。概見的には良好と思われるが、細部の表現については、まだまだ十分とはいえない。これは原稿写真のシャープさの不良と写真のコントラストおよび濃度が不

足していたこと、および焼付装置の不良が影響したものと思われる。限られた数少ない標本によって、結論を出すことは甚だ危険であり、今後はより大くのテストを行ない最良のものが得られるような作業方法を確立したいものである。

最後におおむね良好と思われる線画写真図を掲載し参考としたい。