

地上写真測量用乾板とその処理について

—地上写真測量とその土木工学への応用(第3報)—

正員 丸 安 隆 和*

ON THE SUITABLE PLATES FOR THE TERRESTRIAL PHOTOGRAMMETRY AND THEIR TREATMENT

(JSCE Dec. 1950)

Takakazu Maruyasu, C. E. Member.

Synopsis Photo plates must be satisfied for the requirements of photogrammetric measurements. For this purpose, the characteristics of plates must not only be suitable, but also the method of treatment of the plates must be adequate.

To select the most suitable plate and recommend the correct method of its treatment, various fundamental tests were made for four kinds of plates.

In this paper, results of the tests and the recommended practice of the treatment of plate are described.

I. 概要

写真測量は、撮影された写真を用いて測定を行うものであるから、十分な精度でしかも能率的に作業ができるために、撮影された写真が測量用として必要な性質を完全に満足されていることが必要である。このような写真をうるためには、乾板乳剤が適切なものであると同時に、乳剤の性状について確実な認識をもち、撮影及び撮影後の処理方法が適切に行われることが必要である。

地上写真測量用乾板としては、以前にはドイツから輸入された Perutz 製の Topo-Platte が用いられていたが、これの輸入が杜絶してからは、国産品で Topo-platte とほぼ同じ性能をもつ乾板が使用されていたようである。しかし、戦後になつてこれの正確な記録がなくなつたので、その記憶をたどつて富士フィルムの好意によつて、この章で測量用とよぶ乾板ができた。しかし、実際にこれを使用して見ると、従来は主として小縮尺測量に使用されていたが、吾々の研究の目的が大縮尺測量で、近距離撮影が主な対象となるという関係もあつて、必ずしも満足な結果を得ることが出来ないことがわかつた。従つて、この乾板を最も適切に使用する方法を知ること、更に一層適当な乾板を得ることのために、現在、比較的容易に入手することの出来る4種類の乳剤を用いた乾板について、その性質を比較検討すると共に、撮影後の処理方法について検討した。

この報告は、その概要を説明したものであるが、あわせて、今までの経験から、特に測量用写真としてその処理にあつて注意しなければならない事項についての説明も付け加えた。

* 東京大学助教授、第二工学部

なお、この試験は文部省科学試験研究費の援助によつて行つたものであり、直接菊地真一博士の御指導を得て行つたものであることを付記し、謝意を表する次第である。

II. 地上写真測量用乾板として必要な条件

航空写真測量用として満足な結果を与える乾板乳剤は、必ずしも地上写真測量にとつて満足な結果を与えるものではない。それは、地上写真測量では、一定の位置に固定された写真機で、主として静止している対象物を撮影すること、航空写真にくらべて陰影の影響が大ききこと、などが、両者で要求する乳剤の性質が異なる根本的な理由である。

地上写真測量用として要求される乾板乳剤の性質をあげると次のようである。

(1) 感光度について このことが航空写真と根本的に異なる点であつて、航空写真ほど高感度であることを要求しないが、測量作業の能率をあげるために、薄暮又は曇天の日に撮影することが多いし、又、普通撮影に使用する Zeiss CIII B Photo theodolite では、レンズは $1/24$ に絞られているので、感度の余り低いものでは困る。特に、被写体が流水や波動のようなものであれば、相当感度の高いものであることが必要である。

(2) 陰影部に対する対策 晴天の日に撮影が行われると、特に山間部では、重要な谷間の部分に濃い影を生じ、この部分の描画は殆んど不可能になる。このような欠点を除くために、むしろ曇つた日を撮影に選ぶことが考えられるが、乳剤の方からは、特に平調なものであることが望ましいことになる。撮影は、比較的暗い部分を対象にして行われることが多いが、この場合、平調な乾板を用いることによつて、ハイライト

の部分でもその判読が非常に容易になるのである。

(3) 解像力 地上写真測量では、小縮尺の場合には比較的小さい基線比で遠い地点を、大縮尺の場合には細部のデテールを精密に描画することが一般に必要である。従つてこれに使用される乾板は、目的とする小物体が十分明瞭に撮影されることが必要である。この目的のためには、乳剤の粒子が微粒であることが必要であるが、感度と粒状性とは相反する要素であるから、これをどの程度に調和させるかが問題である。

(4) 濃度について ネガの濃度は、これをそのまま測定用として用いるか又は印画紙に焼付けて用いるかによつて異なる。乾板を用いて機械的に図化する場合には、乾板面に投射する照明が充分大きい場合には、多少濃度の高いものであつても支障がないが、一般に図化器械の照明をそれ程強力なものとする事は望めないから、乾板面の濃度が余り高いとその部分の図化が困難となる。従つて最も能率的に作業ができる一定限度の濃度があるわけである。一般に、濃度としては0.8~1.0位で一様に仕上がっているのが望ましいことが一般に認められている。この点で示性曲線では、足に近い部分の形が重要となつてくる。

印画紙に焼付けて、これを測図に用いる場合には、ネガの濃度があまり低いと、たとえ、肉眼で区別できるような場合でも、ポジには現われてこない部分ができる。従つてこの場合には、ポジにデテールがはつきり現わし得る最小濃度以上のものでなければならない。

以上のような要求を満足する写真乾板を作るためには、乾板乳剤が適当であると同時に、撮影にあつては、乳剤の特性を知り、被写体の状態を考え、露光量を適当にすると同時に、撮影後の処理についても適正な方法を用いなければならない。

III. 試験の方針

試験は、次の4種の乳剤について行つた。

- A.....Fuji Multiplex Plate (マルチ乾板)
- B.....Fuji 測量用乾板
- C.....Fuji A1 乾板
- D.....Fuji Dupe Nega Film

これらについて、それぞれの特性曲線を求め、その γ 及び感度を比較すると共に、解像力、適正な露光量と現像の方法等、これら相互の関係について検討した。

IV. 特性曲線

NSG 制定の方法によつてこれを求めた。その場合の条件は次のようである。

露光量: 3.2 C.M.S 現像液: FD-21

(1) NSG に基く測定は、光源を 2360°K の真空タングステン燈とし、DG フィルターを通して 1/20" 露光する連続露出法である。

現像温度: 20°C 現像時間: ∞ 分及び 21 分
測量用乾板については、更に次の条件で特性曲線を求めた。

現像液 FD-3 現像温度 18°C

現像時間 1分, 3分, 6分, 12分

この結果を図示したのが 図-1, 2 及び 3 である。

図-1

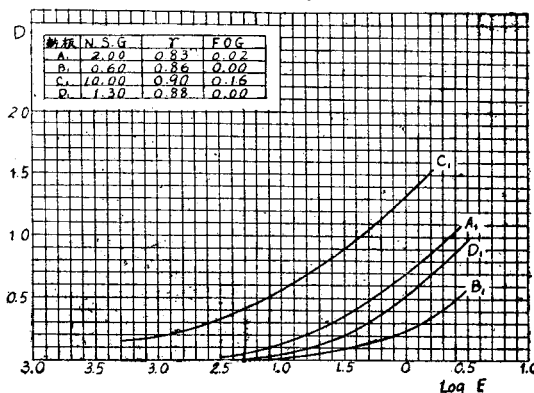


図-2

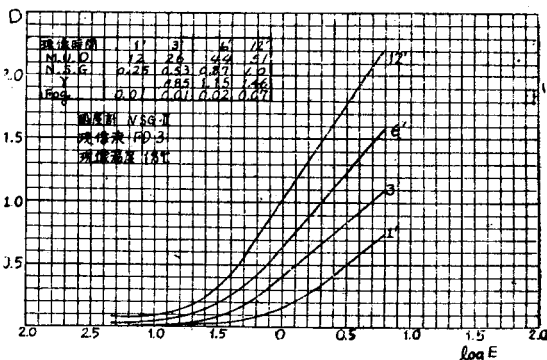
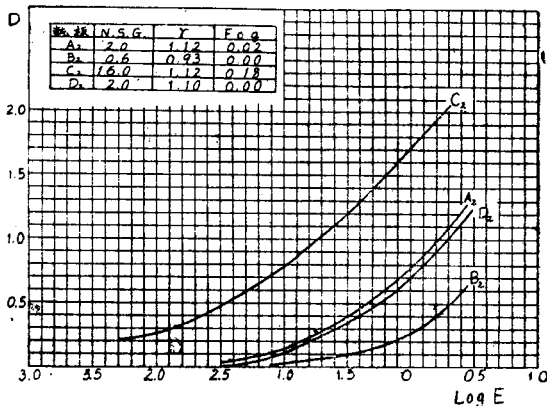


図-3



(註) こゝで感度 (NSG) の値は、カブリを除いて 0.1 の濃度を写すに必要な露光量で 0.2 を除した値である。

これらの結果から次のことがわかる。

図-1 から

- (1) 同じ乳劑の乾板について、同じ現像液を用いた場合でも、現像時間が長くなるに従つて、感度及び γ が大きくなるという一般的な性質が確認できる。
- (2) しかし、測量用乾板では現像時間が6分を過ぎると、 γ は1をこえるので現像時間をこれ以上増加することは不適當である。

図-2 及び3から

(1) 感光度及び γ の大きさは、A1 乾板 ムル乾板 Dupe Nega, 測量用乾板の順になる。A1 と測量用乾板の感度を比較すると、12分現像の場合測量用乾板は A1 の約 $1/30$ であるから、吾々が普通に用いている写真材料にくらべると、桁違いに感度が小さいことを知り得る。

(2) CIII 13 Photo-theodolite では、そのシャッターの構造上、1秒未満の露光を正確に行うことができない。従つて、明るい場所の撮影には A1 乾板を用いて適正な露出を行うことがむづかしい。

(3) γ が 0.8~1.0 程度であることが望ましいので、12分現像の場合には測量用乾板、8分現像の場合には、測量用乾板とムル乾板とが最も適當である。

(4) 全般的に、いずれの乾板を用いた場合でも8分現像の方が12分現像のものよりも、測量用乾板としての示性曲線の形がよい。このこと及び暗い部分も容易に図化できるようにすることが望ましいという点から、一般に、露光量を多い目とし、現像を早めに切り上げる方法がよい結果を与えるという原則が確認できる。

V. 解像力

試験方法 解像力試験用標板(濃度差 $\delta D/1.51$)を全光電球(100V 60W)を90Vで灯して透過照明とした。この標板を $f=20\text{mm}$ の Triplet type lens で $1/20$ の縮尺に縮小して露光量を数種に変えて撮影した。

現像は M Q 現像液で3分間とした。測定は線幅と線間隔とが等しい平行線群を撮影して識別可能な最小線幅 ω (mm) = $\omega'(\mu)$ を定め、解像力 R は

$$R = \frac{1}{2\omega} = \frac{1000}{2\omega'}$$

で求めた。

解像力は露光時間によつても異なるが、その中で最も適正な露出を与えたものについて測定した解像力は表-1の通りである。

解像力は感光度と逆の関係にあるという一般の原則に従つて、測量用乾板は、他のもの比べて遙かにすぐれた解像力をもっている。Stereoplanigraph では

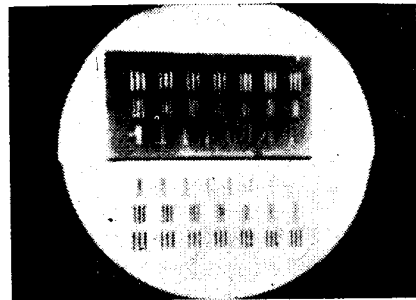
表-1

乾板	露光時間	解像力
ムル乾板	1"	40
測量用 "	3"	75
A1 乾板	1/2"~1/5"	36
Dupe Nega	1"	45

10倍に拡大した像を見ることになるので、この時の識別限界を $1/10\text{mm}$ とすると、乾板面上では $1/100\text{mm}$ の解像が必要であり、解像力が50以上でなければならないことになる。しかし、実際には目の識別限界は $0.1\sim 0.2\text{mm}$ であることを考えれば、 R が40以上で一応満足できることになる。この点からは Dupe Nega 及びムル乾板までは解像力についての要求を満足することになる。

写真-1 は測量用乾板の試片を約40倍に拡大した顕微鏡写真である。

写真-1



VI. 露光量と現像液及び現像時間との関係が画面に与える影響

露光量と現像液及び現像時間との関係が、得られた画面の調子及び解像力に及ぼす影響を、実際の写真について検討するために次のような実験を行った。

撮影 7月10日午前10時~12時

天候 快晴

写真機 CIII B Photo Theodolite, レンズ 1:24

表-2

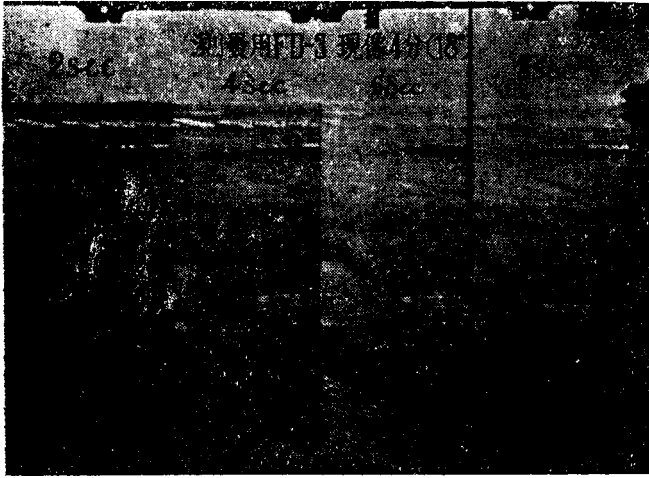
乾板種類	露光時間			
ムル乾板	1/2"	1"	2"	3"
測量用乾板	4"	6"	8"	
A1 乾板	1/5"	1/2"	1"	1.5"
Dupe Nega	1/2"	1"	2"	3"

現像液	現像時間	
	D-76	10分 15分
FD-3	4分 6分	

(D-76 は微粒子現像液, FD-3 は普通現像液)

写真-2 は、この試験に使用した試験品のものを焼付けた1例である。

写真-2



これらの条件によつて得られた乾板について、Stereo-planigraph によつて約 10 倍に拡大して図化する²⁾場合を考え、菊池博士、武田通治氏等から意見をきき、それらの結果を総合して次のような結論を得ることが出来た。これには、前節までに述べた基礎試験の結果を考慮されているは勿論である。

1. 画面全体の調子から見て、測量用乾板がこれらの中で最も良好である。
2. 遠い点の解像力は測量用乾板が他のものに比べて著しく優れている。しかし、近い点になると、地形、地物の判読に、普通の測量用の目的には、それらの中何れを用いても大差はない。
3. 現像は、解像力の点から微粒子現像を行つた方がよい結果がえられる。
4. 一般に、露光時間を多少長くし、現像を早めに切上げた乾板が、調子を軟かくする上からよい結果が得られている。
5. 測量用乾板の感度は他にくらべて非常におとる。もし、天候が悪い時又は薄暮に撮影しなければならぬ時には、その取扱いが不便である。

これらの結論によつて、今後の作業に用いる乾板及び処理方法については、次の方針で行うのがよいという結果になった。

1. 普通天候が良好であれば測量用乾板を用いる。しかし、天候が悪いか、夕暮時に撮影する場合には、ムル乾板とする
2. 露光は多少多い目にする。特に明暗部のある被

写地を撮影する場合にはこのことが特に大切である
3. 撮影にあつては特性曲線を基準にして、乾板特性によつて最も合理的な撮影方針を定める。現像

は大量同時に行うのであるから、撮影条件は全乾板一様でなければならない
4. 現像は微粒子現像液により現像時間は多少早目に切り上げるようにする

VII. 現像その他の処理作業についての一般的注意事項

撮影された乾板は原則としてその日の中に現像その他の処理を終ることが必要である。一日に撮影される乾板数は、場所にもよるが普通 1~2 ダーズと考えてよい。従つて、これらの乾板はすべてタンクで処理するのが都合である。現像処理については、一般の注意を守ることが勿論であるが、特に、測定用乾板として仕上げる上に必要な事項は次のようである。

1. 現像 現像液が多少不足するようなとき(普通 2 リッターより多少多くいる)又は特に軟かい調子に仕上げるために現像液を所定の処方よりうすめることがあるが、うすめたために延長すべき現像時間を予めよく承知しているのでなければ非常に危険である。液の濃度と所要の現像時間とは直線的に増減するものではない。

写真測量は、一對の写真を実体視して測定するものであるから、一對の写真に濃度差があると測定を困難にするばかりでなく、精度上にも悪い結果となる。このためには、一枚々々の写真は一樣に仕上げなければならない。

現像はハンガーを用いてタンク現像を行うが、乾板の性質、撮影条件等を考へて、適当と定めた時間引続き現像液中にひたしておく。この間、液は常に移動させる。そうでないと、高濃度部に生じた臭化カリが下方に沈んで、その部分の濃度がこくなり帯状に濃淡ができるからである。膜面が互にむかい合うとこの現像は特に顕著になるから、タンクに入れる時には膜面は同じ方向に向うようにしなければならない。

一定温度で現像するためにはタンクは木製が都合がよい。又、あまり高温で現像すると、ゼラチンが軟化してカブリの生成速度が大となる。18~20°C に保つてることが必要である。

現像液量が過少であると、現像まだら、空気カブリなどの故障を生ずる原因になる。液層の厚さは感光膜上 1cm 以上になる量を使用すること。

2) 東大第二工學部教授(應用化學) 3) 地理調査所印刷部長

2. 定着 定着液としては、酸性硬膜定着液を用いてよい。定着完了の時期は、一枚々々についてしらべることが困難であるから、いく分長くする。その程度は 18°~20°C で 15分~20分位が適当である。

定着液も常に動揺させ、液の新陳代謝をさせることが必要である。定着液は、その安全定着能力を考えて使用限度を超してはならない。

3. 水洗 水洗は流水により、水温は 20°C 位で 40~60 分行う。

4. 乾燥 一般に乾燥架に立てかけ、自然乾燥を行う。

水洗槽から取出した乾板は、脱脂綿又はスポンジなどで膜面及び硝子面の付着水をとりのぞき、乾燥がまだらにならないようにする。乾燥が不均一になると、画像にひずみを生じ、測定結果に誤差を生ずることになる。

乾燥は高温になることをさけ、且つ乾板間隔は 3cm 以上とすることが望ましい。

このようにして完成した乾板は、その取扱いに注意し、破損したり、膜面にきずをつけたりするなどの故障のおこらないようにしなければならない。時間的な余裕があれば、同時に焼付も完了しておくといよ。

単純梁の衝撃実験

正員 工学博士 岡本 舜 三*
准員 安中 久 二**

ON THE IMPACT OF SIMPLE BEAM

(JSCE Dec. 1950)

Dr. Eng., Shunzo Okamoto, C.E. Member, Kiuji Yasunaka, C.E. Assoc. Member

Synopsis A steel ball is dropped on the simple supported beam and the reaction of beam is measured by piezo-electric apparatus. The effects of the position of shock and the height of drop on the maximum reaction are represented in Fig. 4, 5 & 6 where

l : span length of beam c : distance of the point of shock from the support
 R : maximum reaction h : height of drop v : velocity of ball at the shock

1. 実験方法

構造物に及ぼす衝撃の影響を考究するために、単純梁の種々の位置に、種々の高さから、鋼球を落下させ

図-1 梁の支点

Fig. 1 Supports of Beam

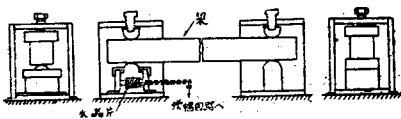
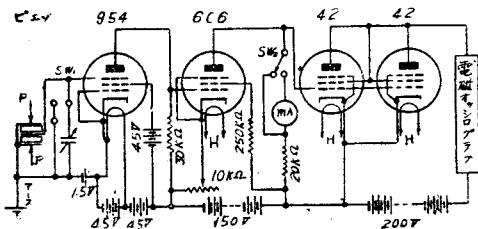


図-2 増幅回路

Fig. 2 Amplifier



て衝撃を加え、その際に生ずる梁の反力を測定した。

即ち図-1 に示すような、一支点にピエゾを装置した鋼、モルタル及び杉の単純支承矩形梁に、鋼球を落下衝撃させ、その瞬間のピエゾ電圧の変化を、図-2 の回路を用いて増幅した後、電磁オシログラフに入れ、ドラム上に巻いたネガフィルムに撮影した。これと、静荷重をピエゾ上に直接加えた場合のフィルム上の光の移動量とを比較することによつて、衝撃による最大反力を求めた。

表-1 梁

梁	鋼	モルタル	杉
断面の幅(cm)	2.61	5.18	5.00
断面の高さ(cm)	2.95	5.23	5.00
重の全量(g)	100.6	120.0	199.9
容積(1/cm ³)	8.90	2.02	0.45
ヤング率(1/cm ²)	120 × 10 ⁹	155 × 10 ⁹	6.18 × 10 ⁷
電束閉鎖(cm)	9.00	100.0	100.0

備 考 杉の容積の配合は 5.5 : 6.5 : 3 : 1.0 : 5 倍等にして、ヤング率は同等である旨である。

実験に使用した梁及び鋼球は、表-1及び表-2のとおりである。

表-2 鋼球

鋼球	A	B
重量(g)	14.0	60.5
直径(cm)	1.51	2.46

2. 実験結果

梁の反力は、例えば

* 東京大学教授，第二工学部
** 同 大学院，特別研究生