

# インド史跡調査と地上写真測量

丸 安 隆 和・大 島 太 市

東京大学インド史跡調査団は、1959 年より 2 回にわたり調査団を派遣して、インド・イスラム時代、特にデリー諸王朝の遺跡調査を実施した。その際、建造物の測定に特に地上写真測量の方法を採用し、遺跡測定に新しい方法を採用した。この方法を用いることは山本団長の構想で、当生研丸安教授の協力で実現した。現在、資料は整理中でその中の数個の遺跡が図化されつつある。ここに述べたシハーブッディーン=タージ=ハーンの墓は第一次の調査の後で最初の図として図化し調査団に提供したものである。

## § 1 ま え が き

東京大学インド史跡調査団の編成が東京大学東洋文化研究所を中心に計画されたのは、1959 年春であった。

この調査は、イラン・イラク遺跡発掘、アンデス地帯学術調査、インド植物調査、西アジア洪積人類遺跡調査などとともに、東京大学による海外調査計画の一つで 13 世紀から 16 世紀にいたるいわゆるデリー諸王朝時代のインド=イスラムの遺跡と建造物の調査を目的としたものである。1959 年 10 月から約 5 カ月、1961 年 11 月から約 4 カ月の 2 回にわたって、現地調査を行ない、現在その整理研究を行なっている。

調査内容は、歴史、考古学、美術史、建築史その他の諸分野など多方面にわたるが、現地調査の主な対象となったものは、墓・モスクに代表される建造物、井戸、堰堤、水門、橋梁、揚水、排水などの諸施設であった。団員のメンバーは

団 長	文学部・東洋文化研究所	山本達郎教授(東洋史)
副団長	東洋文化研究所	荒 松雄助教授(インド史)
団 員	東洋文化研究所	三枝朝四郎(写真技術)
"	生産技術研究所	大島太市(写真測量)
"	東洋文化研究所	月輪時房(考古学)

で、第二次には、報告書出版準備担当の斎藤菊太郎も参加した。

調査方法は、観察、記録、スケッチ、写真撮影、測量、拓本作製・文献しゅう集などで、山本教授の発案で測量には立体写真測量をも用い、丸安研究室がこれを担当することになった。このことは、文科・理科の研究協力という意味でも意義があり、この経験は必ず将来の研究に役立つことと思う。現在この調査結果は整理中で完成までには、相当日数を要するので、詳細の報告は後日にゆずるとして、今回は第一次、第二次の作業と現在までに整理した一部を報告したいと思う。

## § 2 調 査 の 目 的

地上写真測量は従来はダムの建設予定地の地図作製、野天における石炭量の算定のための測量、採石現場の採石量の測定などに利用されてきたが、この理論は、その

まま遺跡建造物や複雑な紋様測定に利用できるはずである。今回調査団で海外の遺跡測定に地上写真測量の方法を採用した理由は、

1. 立体写真測量を利用すれば、その遺跡建造物の測量をわりあい短時日に 相当に多く実施することができる。
2. 撮影した遺跡の再現がいつでもでき、チェックすることができる。
3. 遺跡建造物の複雑な細部構造やドームの形を正確に把握することができる。
4. 各部の長さや比が正確にわかるので、その遺跡のもつ、歴史的構造的、美的、力学的な根拠を定量的なデータより論ずることができる。
5. 各部の寸法を追求していけば、その遺跡の建設に使用された尺の単位も発見できるかもしれない。
6. 紋様の形を正確に測定すれば、その基本となっている幾何紋様を解くことができ、断面を写真測量よりとることができるので、その紋様を作製したときの技術の内容とか使用器具なども推論できるかもしれない。
7. このように写真測量によって得られた定量的なデータを統計的に整理していけば、その遺跡の建設された時代を解明する手がかりを得ることができるはずである。

調査には日本から送ったワゴン型ジープを使用し、その走行距離は、第一次、第二次を合わせて約 4 万 km におよんだ。携行した機械は C3B 地上写真測量用カメラ、調査団考案の小型ステレオカメラ、測機舎で試作したトランシットその他で、小型ステレオカメラは C3B の補助として、またトランシットは建造物の内部のセクション測定に有効であった。

## § 3 調 査 の 対 象

第一次現地調査には、デリー諸王朝時代の地方遺跡をもあわせ調査したが、第二次調査では、デリー地方にその調査範囲を限定した。

調査の対象となった遺跡はデリーだけでも 300 以上になるが、その中で特に 30 ほどの主な遺跡を精細に調査

した。写真測量を実施したのは、  
墓

- (1) ムハンマド＝シャー
  - (2) シハーブッディーン＝タージ＝ハーン
  - (3) イールトゥットミッシュ
  - (4) ギャースッディーン＝トゥグルク
  - (5) イサ＝ハーン
  - (6) メーローリー 4 角 12 本柱
- その他若干

モスク

- (1) ベーガンプーリー＝マスジッド
- (2) ニーリー＝マスジッド
- (3) バラー＝ゲンバッド＝マスジッド
- (4) ワジーラーバードのモスク
- (5) アドチーニーのモスク
- (6) ハウズハース岡地のイーDougger

水に関する遺跡

- (1) ガンダック＝キ＝バオリ
- (2) ラージュン＝キ＝バオリ
- (3) トッグルカーバードの水門
- (4) トッグルカーバードのバオリ
- (5) トッグルカーバードの堰堤
- (6) フェーローズシャー＝コトラの円井戸
- (7) ワジーラーバードの水門
- (8) サト＝プラの水門
- (9) マヒパールプールの堰堤
- (10) ワジーラーバードの橋梁

その他

- (1) アラーイー＝ダルワーザ (クトップ＝モスクの南門)
- (2) クトップ＝モスクの礼拝堂正面
- (3) ガンダック＝キ＝バオリの石積

以上であるが、その中の数個が作図中である。

出来上がったもののうち、シハーブッディーン＝タージ＝ハーン (以下タージ＝ハーンと略称) の墓を一例として報告する。これは第一次の調査後 A7 の精密図化機を使用した初期の図として調査団に提供したものである。

## § 4 地上写真測量の実際

### 1. 場所および撮影時期

ニューデリーの大統領官邸の前を東西に走る道路ラージ＝パットの終わりにある戦争記念門の前より、シャージャ＝ハーン道路、プリトビ＝ラージ道路を通して、サフダル＝ジャングの墓の前より有名なクトブの遺跡に通ずるひろい道路を南に約 6 km ほど行くと右にハウズハースに通ずる道路がある。右折してこの道路を約 500 m 行くと右の方の畑地の中にタージ＝ハーンの墓がある。ニューデリーの中心地からバスの便もあり、タクシーでも僅か 20 分くらいで達することができる。

写真撮影は

建物の南面および東面は 1960 年 1 月 2 日

建物の内部は 1960 年 1 月 5 日

建物の西面および北面は 1960 年 1 月 6・7 日

に実施した。

なお建物内部の撮影は建物の東西中心線に沿う断面図を

作製するために、建物内部の一部に写真測量を応用するために実施したものである。

### 2. タージ＝ハーンの墓について

デリー諸王朝の時代の遺跡を調査するに当たって、正方形の平面を有する墓の研究は、主要な題目となるものである。この正方形プランの墓は、すでにデリー諸王朝時代の初期から認められ、中期にもその例を見るのであるが、しかしこの種の墓が圧倒的に数を増していったのは、この時代の後期つまりサイイド朝 (1414～1451 A. D.) やロディー朝 (1451～1526 A. D.) においてであった。タージ＝ハーンの墓もまたこの時期に属している。

タージ＝ハーンの墓はその中でも特に西面に残る碑文によってその年代 (1501) を確認することのできる重要な遺跡であり、後のムガル時代に発展した建築様式とも連続させて考察すべき諸種の問題点を含んでいるところから、今回の調査において精査すべき遺跡の一つとしてここに取り上げられたのである。そしてこの墓に大きな破壊や補修もなく、また障害物による作業の困難もなかったことは幸いであった。

さてタージ＝ハーンの墓は、正方形の石造の基壇上に立つ石造の建造物で、四角の基体部の上に大きなドームがのせてある。エレヴェーションは突き出した中央部に大きく広がる二段のアーチ形とその中の持送りまぐさ式の入口と、小さなアーチ窓とおき、中央部の左右を龕の配列によって三層形に表わしている。東南北の三面はほぼこの同じ形式によっており、このような外面構成はこの時期に多く見られる一般的な手法である。西面には入口はなく、キブラ壁によって閉されている。屋上には現在破壊されているが四隅に小ドームをもつキョスクが、かつては大ドームの周囲を飾っていた。これもまたこの時期以来しばしば見受けられるものである。ドームはかなり高められ強調されているが、そのためにドラムも高くつくられ、またインド＝イスラム建築では初めての試みとして二重ドームが採用されたといわれている。内部は正方形の一室からなり、西にミヒラブを置く、ドームの架構法は四角プランの四隅にスクインチ・アーチをおいて八角をつくり、さらにその上に十六角形の龕列を重ねて完成される。漆喰仕上げのドーム内部にはアーチ形の帯紋様や円形をなす繊細な植物紋様や文字紋様がある。

### 3. 現地実作業を実施する前に行った実験

#### (1) 使用した C3B 地上写真測量用カメラの諸元の決定

写真はレンズを通して被写体の相似投射像が写るのであるが、測量用カメラでは、2 点から撮影した立体像の写真対を利用して精密測定に使うので、カメラの方向やカメラをセットする気泡管の性能または焦点距離など現地で使用する前に精密に決定しておかなければならない。

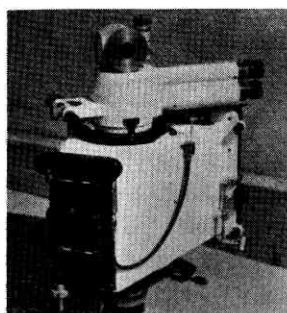
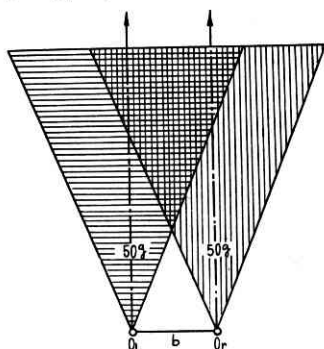


写真 1

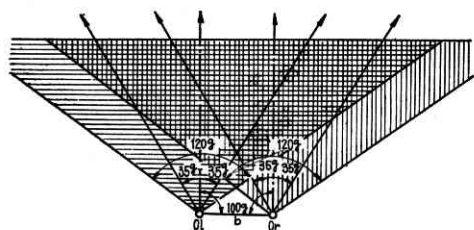
C3B 地上写真測量用カメラ (写真 1) は前面に 3 個のレンズが一直線上に 35 mm 間隔に取り付けられており、カメラはいつも気泡管によって撮影機軸が水平になるようにセットされる。

カメラ上部のトランシットのような方向をみる

機械によって撮影点の 2 点を結ぶ線 (これを撮影基線という) に対して撮影機軸を直角方向および左右 35 g ずつにふることができるようになっている。これを図示したのが第 1, 2 図である。



第 1 図 直角撮影の場合の撮影範囲



第 2 図 直角および 35 g 偏角撮影場合の撮影範囲

C3B カメラについて、次のような実験を測機舎にて実施した。

#### 1) 写真レンズ $f$ の測定方法

写真機のレンズは本体に固定されて取り外すことができないので、オプティカル、ベンチによる測定ができないから図と写真に示したように、本体を水平に設置し、その前面に 500 m/m のコリメータを設置する。このコリメータは、気泡管と光軸を整合し、その焦点面に 1/100 m/m の正確なスタジア線を張る。後部にマイクロのついている顕微鏡 (50 倍測定目盛 1/1000 mm) を用意し、それぞれの水平を出す。

以上のようにして設置して結像したスタジア間隔を顕微鏡でよみとり、これを 100 倍して求めた。

#### 2) 画面距離の測定

乾板面図の位置に 3/1000 mm のヘヤー線を張り、上

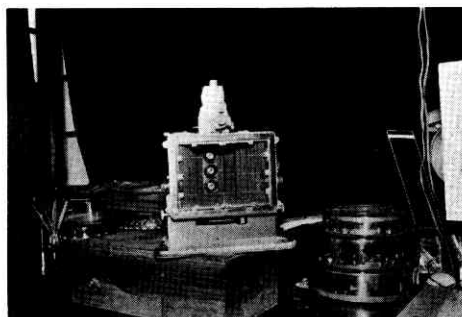


写真 2

記 (1) の方法で測定した位置からヘヤー線までの距離を測定して求めた。写真に写っているヘヤー線は分かり易くするために太さを誇張してある (写真 2)。

#### 3) 望遠鏡軸と写真機軸の垂直度 (横方向)

乾板面の中心三角の頂点と頂点とに拡大鏡で見ながら正確にヘヤーを張る。次にトランシットを数 m 離れた位置に設置し、トランシット望遠鏡をコリメータとする。このトランシットは縦軸、横軸、光軸などが調整検査されたものを用いる。本体の望遠鏡光軸を合わせて、トランシットの光軸に合わせる。次に順次トランシットの望遠鏡を倒して個々のレンズを視準させトランシットの縦ヘヤーの結像位置と乾板面に張ったヘヤーとの誤差を顕微鏡で読み取り求めた (写真 3)。

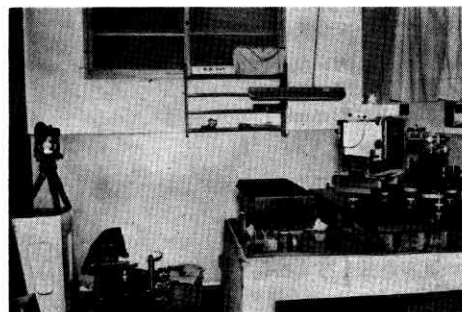


写真 3

#### 4) 望遠鏡軸と写真機軸の平行度 (縦方向)

乾板面の横方向の三角頂点と頂点とに正確に拡大鏡で見ながらヘヤーを張る。次に (1) の方法で 500 mm コリメータを設置する。本体およびコリメータの水平は正確にその都度求め、ほぼ上下、左右を合わせる。こうして結像させたヘヤーと乾板面とのヘヤーとの誤差を読み取り求めた。2) の場合の横方向のヘヤーを使用した。

#### 5) 写真機軸と望遠鏡軸の直交度

3) の方法に設置する。この時本体は回転台の上ののせ、まず写真機軸の水平を出し、望遠鏡は光軸を合わせて、トランシットのヘヤー線に合わせ、本体を回転させながらその誤差を調べた。

#### 6) 望遠鏡を 35 g 振った時の角誤差

本体を 1'' まで読み取れる目盛機械の回転中心に水平

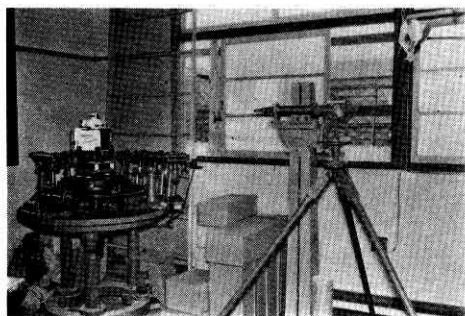


写真 4

を出して設置する。次に数 m 離れてトランシットを設置し、望遠鏡を固定のコリメータとする。

初めに目盛器械を零に合わせて置き、本体の望遠鏡を指針に合わせて、トランシットのヘヤーに合わせる。次に本体の望遠鏡を次位置にセットして、目盛器械を回転させながらトランシットのヘヤーに合わせ、その回転位置を顕微鏡で読み取る。順次この方法で測定する(写真4)。

#### 7) アタッチメントの精度

マイクロにより測定する。

#### 8) 気泡管感度

レベルテスターで測定する。測定した結果は次の通りである。

#### a) 写真レンズの焦点距離

No. 1	194.30 m/m
No. 2	194.54 m/m
No. 3	195.22 m/m

#### b) 画面距離

No. 1	193.30 m/m
No. 2	193.54 m/m
No. 3	194.12 m/m

#### c) 望遠鏡軸と写真機軸の垂直度(横方向)

No. 1	左へ	0.018 m/m
No. 2	左へ	0.018 m/m
No. 3	右へ	0.005 m/m

#### d) 望遠鏡軸と写真機軸の平行度(垂直方向)

No. 1	下へ	0.03 m/m
No. 2	上へ	0.015 m/m
No. 3	下へ	0.027 m/m

#### e) 写真機を水平にした時の望遠鏡縦軸の誤差

0.005 m/m

#### f) 近距離アタッチメントの精度

厚さ 6.90~6.91 m/m

#### g) 気泡管の感度

1 目 35"

#### h) 望遠鏡を 35 g 振った時の角誤差

B-BR	31°29'15"
B-BL	31°28'50"
A-AR	31°29'9"
A-AL	31°28'55"
BR-AL	117°1'36"
BL-AR	117°2'13"

## (2) 乾板の濃度について

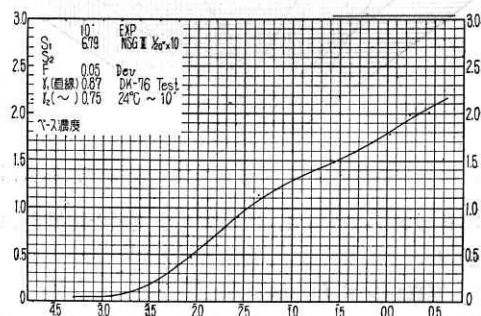
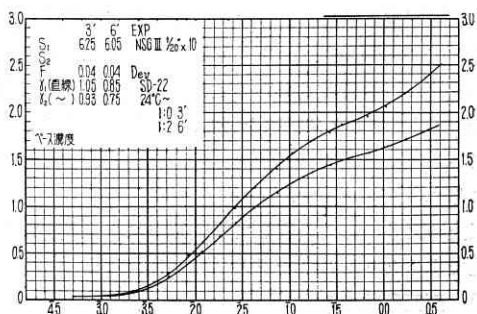
写真測量の場合には、撮影したネガ乾板をそのまま図化機にかけて、立体的な像モデルを、投射光線で追求して図化または測定するので、乾板面の濃度が高すぎたり低すぎたりすると、図化の場合にその点位置の確認に誤差を生ずる。能率的に作業のできる図化限度の濃度がある。一般に濃度としては  $\gamma=1.0\sim0.8$  くらいに仕上がっていることが望ましい。特に気候が夏ではいつも  $40^{\circ}\text{C}$  程度、インドの場合においては、現像液の温度は、いつも  $24^{\circ}\text{C}$  前後の状態では処理する必要がおこってくる。こういう日本内地の場合と異なった条件下のテストが必要になってくる。

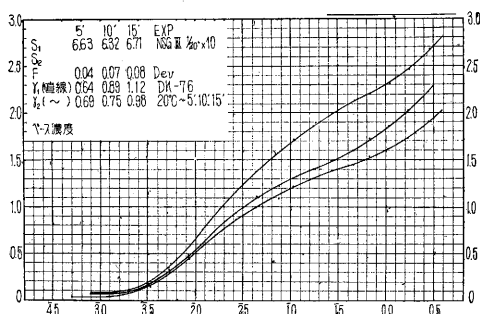
使用した乾板は、さくらプロクローム乾板で、露光指数は、ASA 20 である。撮影テストは、本郷の東京大学構内の図書館前の文学部の建物で、割合インド=イスラームの建物と同じような対象物を選んで実施した。そして同じ露光で行ない。その乾板を SD-22 現像液 D-76、コニドール D.P. コニドールファインの 4 種類で現像を行なった。その際に日本写真測量学会標準規格による濃度テストチャートを作って乾板現像の際に同じ現像液に入れて、時間ごとにその特性曲線を出してみた。

その結果を示すと次のようになる。

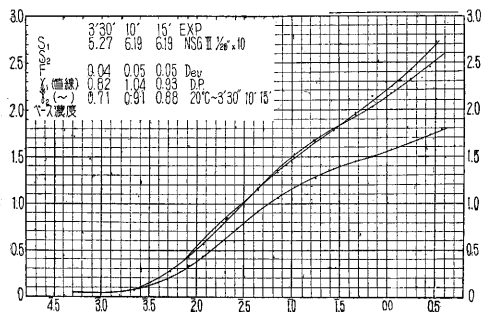
この特性曲線の結果より

1. コニドール D.P. と コニドールファイン の場合には、 $20^{\circ}\text{C}$  で現像するとあまり  $10'$ ,  $15'$  くらいの差は少ないのに対して、D-76 の場合には急に  $\gamma$  がたってくる。

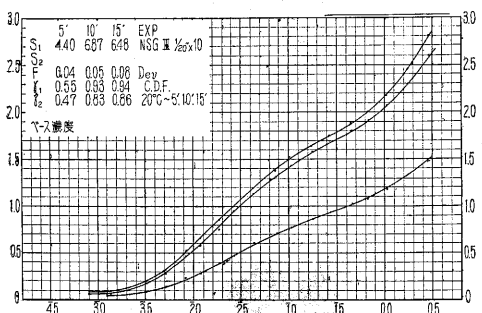
第 3 図 温度  $24^{\circ}\text{C}$  で D-76 現像液を使用した場合第 4 図 温度  $24^{\circ}\text{C}$  で SD-22 現像液を使用した場合



第 5 図 温度 20°C で D-76 現像液を使用した場合



第 6 図 温度 20°C でコニードル D.P. を使用した場合



第 7 図 温度 20°C でコニードルファインを使用した場合

2. 温度 24°C の場合には、D-76 の場合には、20°C とほとんど差異が認められなかった。

SD-22 は原液使用と二倍うすめの液では、現像時間を倍にしても相当の濃度差が認められた。ただ SD-22 は、かぶりが少なく陰影部がよく出ている。

この結果より、コニードルファイン、SD-22 の原液を使用することにして現地を持参した。

#### 4. 現地測量作業

現地における地上写真測量作業は次の順序で行なわれた。

- (1) 撮影点の選定および杭打 (2) 標定点の設置および実測 (3) 撮影 (4) 撮影後の処理

上記作業をするための作業器械の運搬および連絡その他の必要作業は、すべて日本より持参したジープでなされ調査作業の上に非常に大きな役割をはたした。自動車の上には、特製の荷物運搬装置をつくり、その上で梯子を使って写真撮影や諸種の調査作業ができるようにした。

建物の方向に直角に撮影するための撮影点を東西南北にきめる作業がまず最初に行なわれた。このためにはまず建物の東西中心線をきめなければならない。この方法として西面のミヒラブの基礎石の中心をとる直線中 3 点線がほぼ直線上にきているものを採用し、東側もその入口の土台石の中心を通る直線により決定した。決定した東西中心線の東延長上に  $E_1$ ,  $E_2$  の 2 カ所の撮影点を設けた。 $E_1$  の方は近距離撮影で細部図化に使い、 $E_2$  の方は建物の東面全体の図化に使用する。遠距離  $E_2$  より撮影した写真対より A7 の精密図化機にその乾板をかけて、細部図化の場合の基準点を写真上で図化機械により増設することができる。南北方向でも同様なことを行ない、 $S_1$ ,  $S_2$  および  $N_1$ ,  $N_2$  なる撮影点を設けた。西面はミヒラブがあるために、直接に東西中心線を延長してきめることができないので、東西中心線上で建物東面の外側に一点  $a$  をきめ、 $a$  点より中心線の直角方向線  $a \perp a$  を定め、順次トランシットをイ、ロ点にすてて各直角方向線をきめた。ロハ線上ロ点より 13,999 m の地点が東西中心線上にあるので、この点を基準として  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  なる撮影点をきめた。イ、ロ、ハ、ニ、点網のチェックとして二点に閉合してそのくい違い（平面上のずれ）を調べると約 4 mm であったので、これは作図誤差範囲内で問題とならない微少誤差であるので、これらの 4 点は建物の平面図を作製する場合にその外部主要点をきめる基準点とした。西面撮影点  $W_1$  は西面上に刻まれてあるこの建物の碑文および西面下部の図化のためであり、 $W_2$  は  $W_1$  の西側の墓とモスクのくっついた建物の壁部の西面の撮影のため、 $W_3$  は  $W_1$  でカバーできない西面上部図化のための撮影基線である。

各面における撮影点より建物外面までの距離は近接の方で 22~23 m、遠距離の場合で 30 m 前後であった。各壁面に 7~8 点の標定点を設けて図化の際の基準とした。これらの点は 20 秒よみ日光トランシットにより、三角測量の前方支会法の実測方法で位置を、垂直角をよむ間接的方法で高さを測定した。各標定点は幅約 5 mm 長さ 20~30 cm の白いばんそうこう 2 本を十文字に壁面にはりつけたものを用いた。これらの取り付けにはすべてジープと梯子を使用した。各撮影点で基線に対して直角方向に撮影を行なった。写真機付属の望遠鏡の焦点面の関係で各撮影基線方向線上に、直角撮影のための視準目標点をもうけた。撮影はなるべく太陽を背にする良好な条件を選んだが、北面はいつも逆光になるので、雲のある薄日を選んで撮影を行なった。撮影中は白いコウモリ傘を用いてレンズを太陽光線より遮断した。撮影された乾板は、SD-22 で微粒子現像を行なった。

上記の現地測量作業には現地採用のインド人 2 名を使って実施した。各作業に要した日数および人夫の数を示すと、

作業内容	所要日数	所要人夫
イ. 中心線の設定およびマーキングとマーキングの測角	3日	6人
ロ. 撮影点設定およびC3Bによる撮影	2日	4人
ハ. 平面図作成 主要点はトランシット、スチールテープにより測定し、細部はオフセット測量	1.5日	3人
ニ. スタジア測量による状況図作製	1.5日	3人
ホ. 小型ステレオによる補足撮影	0.5日	0.5人
計	8.5日	16.5人

### 5. 撮影、図化作業について

撮影は通常に図化される被写体の表面に平行にするのが望ましい。それは図化機によって図化する場合に撮影基線長が図化の投影の基準面となるからである。基線長と被写体までの距離とカメラの焦点距離および図化機の最小読定目盛によって精度は決定されるが、曲面をもった被写体の場合には、基線は理論通り長くすることができない場合が出てくる。それは左右のネガ像が基線長の長いために、ステレオ線として視準できない場合があるからである。普通に基線長から被写体までの距離との比は1/5より1/20までの間にあることが望ましい。

地上写真の特徴は、写真撮影のカメラ位置が被写体に対して正確に決定でき、水平撮影をするので立面図を書く場合には焦点距離の影響を受けない。撮影点は被写体との関係位置によって、死角部分を生ずることがあるが、この点は、他の測量方法、たとえば、小型ステレオを使用か実測かまたは普通写真をとってきて補って完成するようにしている。

撮影の時のカメラは水平にしかも基線に直角平行撮影されるのが原則であるが、やむを得ない場合は偏角撮影されることもあるが、その場合は投影面が偏角値だけで方向に偏るので通常そういう場合は、A-7オートグラフについている、座標記録印字機で、その点のX、Y、Z値を記録し、あとで、その値を用いて図化すれば撮影基線に対して、直角撮影したと同じ結果になる。

図化のさいには、写真機の前述の諸元のほか撮影点間の距離および両カメラの高低差が必要となる。この諸元のことを普通に外部定位とよんでいる。

写真機の諸元やこの外部定位が分かっても現地における写真撮影時の誤差は免れない。この誤差を消去し図化縮尺を正確に決定するために、写真に写るように遺跡上にマークをおいて、その位置を別に精密測量を行ない、より正確に測定する。このマーク点のことを標定点といって、写真から測量して得られた点の位置が、この点とどの程度よく一致しているかによって図の正確さ(精度)を確かめることができる。

図化はウィルドのA7オートグラフを使用した。(口絵写真参照)A7は、Y軸とZ軸の切換えができるの

で、地上写真の場合には、水平面で切った切口も画くことができるし、また撮影基線に平行な垂直面で切った切口も画くことができ、この場合が立面図になり、前者の場合が普通にいう等高線となる。

### 6. 成果と問題点

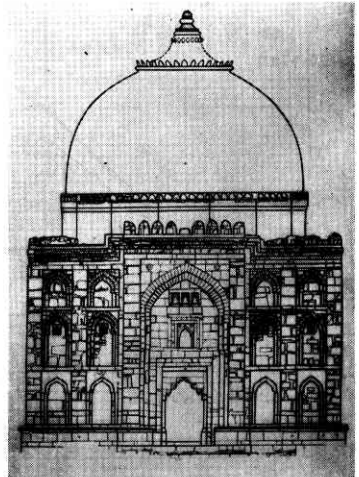
地上写真測量による成果品としては、

1. タージ=ハーンの東西南北の立面図

2. タージ=ハーンの東西中心線上のセクション図

(1) タージ=ハーンの南面の正面図 1/50 について  
(第8図)

A7図化機による測図精度は、ふつう+印をした標定点(基準点)の地上実測値との差で示される。写真-5のA、B、C、D点で測定したところA、B、C点ではほとんど誤差なく、D点でわずかに実測値1cm(図面上0.2mmにあたる)の誤差を認めたので、この種の今後の図化測定に対してA7のような精密図化機を使



第8図

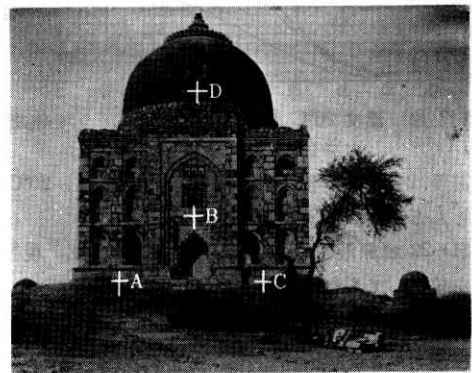


写真5

う場合は精度の点でほとんど問題はない。ただ細部の図化をする場合に、一つ一つ石の形をかいていると相当の時間がかかるので、建造物の主要点をA7でおさえ、細部は部分的に写真を偏わい修正して、図面の縮尺と同一縮尺に引き伸して、その写真よりうつしとる方法で図化し、部分的にA7でおさえた主要点にチェックしていけば、能率よく割合精度のよい図面を仕上げるができる。その場合、細部の判読資料として、地上写真の立体写真対を使用するのがよい。

写真撮影の際に写真機の位置および地形により、また



建造物表面の凹凸状況により死角になる部分が相当でくる。これを処理する方法が問題である。こんど場合は小型ステレオ写真機を用いてそれを補った。簡単な木枠の中に糸糸を使って 40 cm 角のグリッド交点を使用したのは極めて有効な方法であった。

将来このような簡単な標定点を撮影とともにうつしとることが大切で、この方法によれば標定点の地上実測の手間をはぶくことができる。

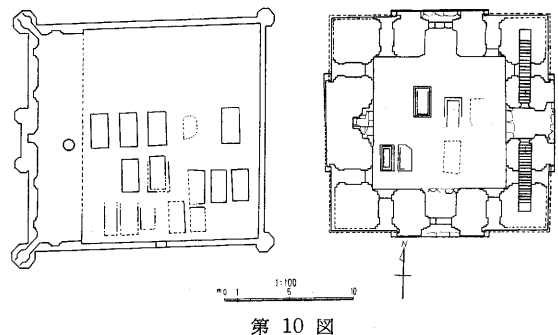
## (2) タージ=ハーンの東西中心線上のセクション図

このセクション図はまだ完成していないので次回に発表する予定であるが、ここでセクション図をつくるために次のような、いろいろの測量方式を採用した。外部の正面およびドームは地上写真測量で、ドームの下部と正面との接続部および内部の床面は実測で、内部のドームの形は特殊な距離計で、内部のドーム下部から床面までの間のうちその上部は小型ステレオ写真、下部は地上写真機を用いる写真測量方法によって測量した。

## (3) その他の図面

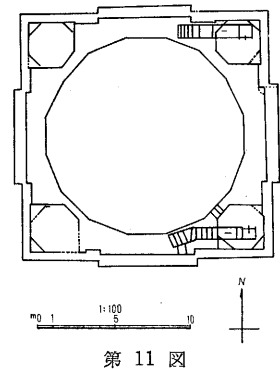
その他の図面としては、タージ=ハーンの平面図（第 9 図(a)）と、その付近の状況図とがある。状況図（第 9 図(b)）は 1/500 の縮尺であるのでスタジア測量を行ないハイウェイより、ハウズハースまでのおよそ 1 km の間を開トラバースで図根点を組んで実施したが、わずか 1.5 日間で実施したので、この方法によらざるを得なかった。各基準網の測線ごとに往復 2 回の距離およ

び方向観測を行なった。問題となった点はこういう長い距離を開トラバースのみで実施したという点であるが、できれば三角測量による 3 図根測量を実施して開トラバースの骨組を組むのが望ましかった。機械のすえかえ点は 12 点として、一辺の観測平均長 90 m とすれば、トラバースの閉合誤差を  $1/300$  とすれば  $30 \text{ cm} \times \sqrt{12} \approx 105 \text{ cm}$  約 1 m くらいのずれ誤差、これは  $1/500$  の縮尺図面上で 2 mm 程度の誤差がハイウェイよりハウズハースまでの間におこっているものと考えなければならない。



第 10 図

つぎに平面図（第 10 図、第 11 図）については、基準点イ、ロ、ハ、ニ（第 3 図）にトランシットをすえて、各建物の主要部分の方向角と距離を測定し、その平面形の主な点を正確に決定した。細部はそのトランシットによりきめられた建物の主要点をもとにして



第 11 図

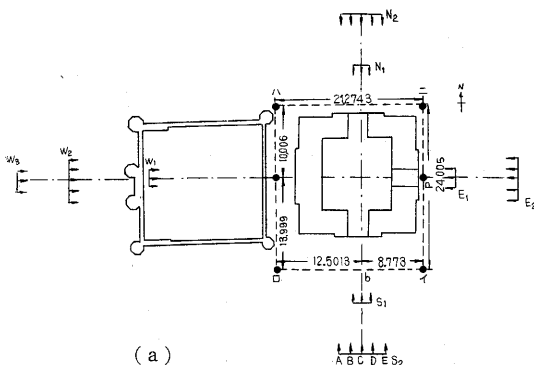
書き、その細部の誤差はその主要点間で配分修正した。この場合に外面の立体写真より平面図を図化し、細部測量の補足点検につかうことができる。

写真を利用して遺跡の測量をする場合死角部分に十分な考慮を払えば、十分歴史的、考古学的な図面として、従来の方法によるよりもはるかに精度の高い成果をあげることができる。

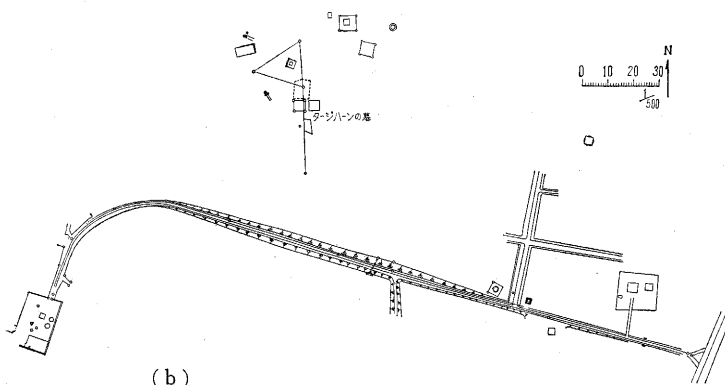
(1962 年 6 月 21 日受理)

## 参 考 文 献

1. Majumdar R.C. (ed.), An Advanced History of India, London. 1950
2. The Cambridge History of India by Wolseley Haig 1928, Cambridge.
3. 写真測量を利用した三次元の精密測定 一鎌倉大仏の測定を例にとって 丸安、大島、鷹岡、津田 一生産研究 12 巻、6 号
4. 地上写真測量による建造物の測定 大島太市 一東大東洋文化研究所紀要第 22 冊一
5. 第 9 回測量技術(幹部)夏期講習会講習テキスト (測量協会) 地上写真測量の原理と応用 大島太市



(a)



(b)

第 9 図 タージハーンの撮影点および図格点関係図