

2 東光寺遺跡 6・10号石窟写真測量調査

アジア航測(株) 矢 島 義 則

1. 目 的

仙台市岩切東光寺石窟仏群で、道路工事によって掘削される石窟のうち、保存状態の良好な6号石窟と道路に面した外壁面に彫り込まれた家形の形状を呈する10号石窟の写真測量による計測記録を行った。

2. 調査経過

6号石窟の写真測量は、昭和61年11月に奥壁（「地蔵菩薩坐像」）を撮影し、図化を行った。さらに、石窟全体の移築が不可能となった昭和62年8月、石窟内壁全体の形状を記録するために写真測量を実施した。その際、10号石窟の家形の彫り込みについても写真撮影を実施し、昭和63年2月に図化を行った。（表1）

3. 調査内容

3. 1 計 画

文化財の写真測量を行う場合、対象となる文化財を現地で確認し、記録保存の見地にたって余すところなく、かつ、正確に実施計画を立案する必要がある。

現地調査における留意点には、次の事柄が上げられる。

1) 位置

2) 年代・性格

3) 文化財の形状

4) 計測範囲

5) 記録する内容

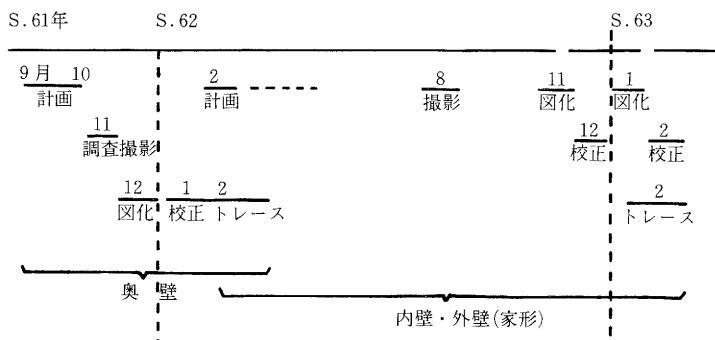
6) 精度・縮尺・表現方法

7) 基準点・座標系

8) 測量に必要な期間

東光寺石窟の測量調査で

表1 経 過



は、作業に先立ち現地調査

を行い、入念に計画を立案した。6号石窟は、樹木で覆われている上、当初、人口が木製の扉で塞がれ、内部は薄暗く照明の必要があったため、使用カメラやフィルムの選定、電源の確保に留意した。

また、10号石窟およびその外壁面の象形の彫り込みは、その大きさから、少し離れた道路上からの撮影となった。

3.2 基準点

撮影時に設置し写真内に写し込む基準点は、カメラ位置を求め、対象物の幾何学的形状を再現し、正確な測定を行うための重要な基準となる。

写真画像による空間を定位するために必要な基準点の要件は、平面位置 (X, Y) が与えられる点が 2 点以上と、標高 (H) を表示する 3 点以上の点が最低限必要となり、この条件を満たすようにそれぞれの対象面に基準点を設置する。

ただし、これらの基準点は各対象面を計測するためのもので、絶対的な位置を与えるものではなく、各面における任意の基準点としている。

1) 壁面

通常の写真測量と異なるのは基準点の与え方である。

6号石窟の壁面は、奥壁と左右壁の 3 面がある。それぞれの壁面の記録は第一にその凹凸形状を正確に求めることにあるので、壁面に対してほぼ平均的な基準面を設定する。

これには上部に取り付けた棒から 2 本の垂球を下ろし、この間の垂直面が基準面となる。(図 1 の斜線部)

これによって高さの基準が与えられたことになり、写真の傾きを決定することができる。

次に、位置のデータ (X, Y) を表示する必要がある。これは写真に縮尺を与えることになるので、垂直に下ろした垂球の糸に単位長さ (例えば、50 cm) を示す標識を取り付けておく。(図 1)

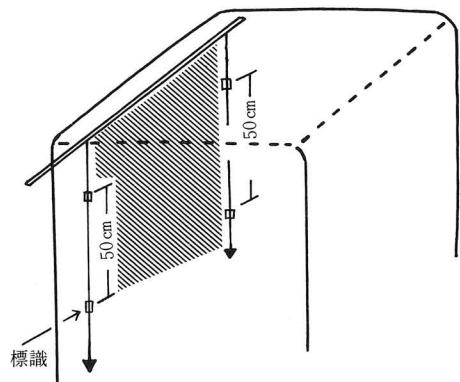


図 1

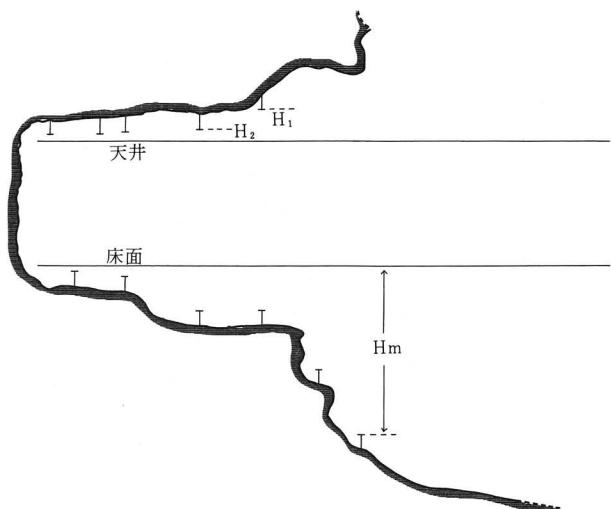


図 2

2) 床面・天井

平面的な対象面であるので、空中写真測量のように点による基準によっても可能であるが、狭い場所で短時間で必要な基準を与えるため、撮影時にスケールを撮影範囲内に水平にセットするとともに、高さだけを与えた釘を基準点とする。これは天井部も同様である。標高の基準は任意であるが、各面ともレベルによってそれぞれ水平面を与え、任意の標高を与えている。

(図2)

3) 外 壁

10号石窟の外壁に彫り込まれた家形形状を記録するための基準点は、壁面と同様の考え方で設置するが、範囲が大きいので上から垂球を下ろすことはできない。そこで測定面にほぼ平行になるように2本のポールを垂直に立てて基準面を表示した。(写真1)

このように撮影写真内に種々の基準を表示することによって、一対の写真によって構成される立体モデルの縮尺や傾きを決定し、図化投影面を設定することができる。

表2 広角測量カメラデータ

(レンズデーター)	
レンズ枚数	8
レンズ構成	5
f・絞り	4.5
焦点距離	38.6mm
画面サイズ	53×53mm
画 角	対角線 90° 水平線 72°
絞りストップ	4.5-5.6・8-11-18-22
焦点距離調節	∞ ~ 0.3m
フィルターサイズ	シリーズ63
カ メ ラ 重 量	1,000g

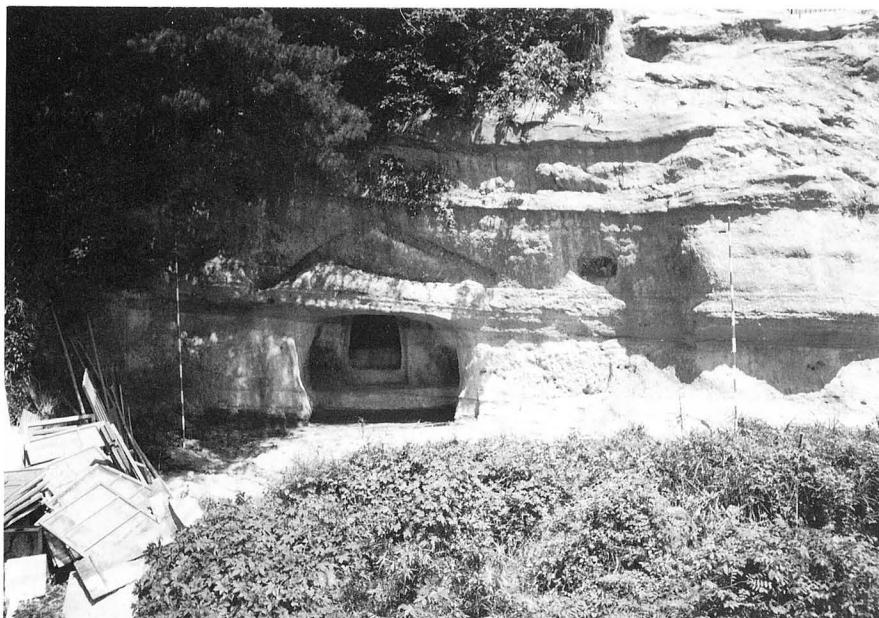


写真1 10号石窟と基準

3.3 撮影

近接写真測量を行う場合、最も重要な部分は撮影であり、写真測量理論を十分考慮した上で撮影機材や方法、撮影条件を整え、計測を目的とした立体写真撮影を行う必要がある。

1) 壁面

6号石窟内の撮影では撮影距離が全ての面に対して1m前後しかとれず、非常に近接した立体写真撮影となった。このような撮影では、近距離用の計測用カメラが有効に用いられる。

使用したカメラは、地上写真用カメラ・ハッセルブラッドMKW/E ($f = 38\text{mm}$) で、このカメラは広角でありながらレンズの歪みが少なく、周辺まで光量のむらなく撮影ができる。カメラの性能諸元は表2に示した通りである。

壁面の撮影では、三脚上

のステレオ架台に2台のカ

メラを水平に設置し、できるだけ広範囲を写すように距離をとり、かつ、垂球でセットした基準面に平行に撮影する。(写真2) この基準面と撮影投影面との平行度が少ないと一般の図化

表3 撮影諸元

対象	距離	基線長	写真縮尺	露出	絞り	モデル数
奥壁	1.88 ^m	20 ^{cm}	1/49.5	1/2~1/4 ^{sec}	f/11	1
左壁面	1.60	20	1/42.1	1/4~1/30	8	2
右壁面	1.60	20	1/42.1	1/4~1/30	8	2
天井部	1.50	20	1/39.5	1/4~1/30	8	4
床面	1.50	20	1/39.5	1/4~1/30	8	5
外壁内	8.0	任意	1/210	1/125~1/30	16	2

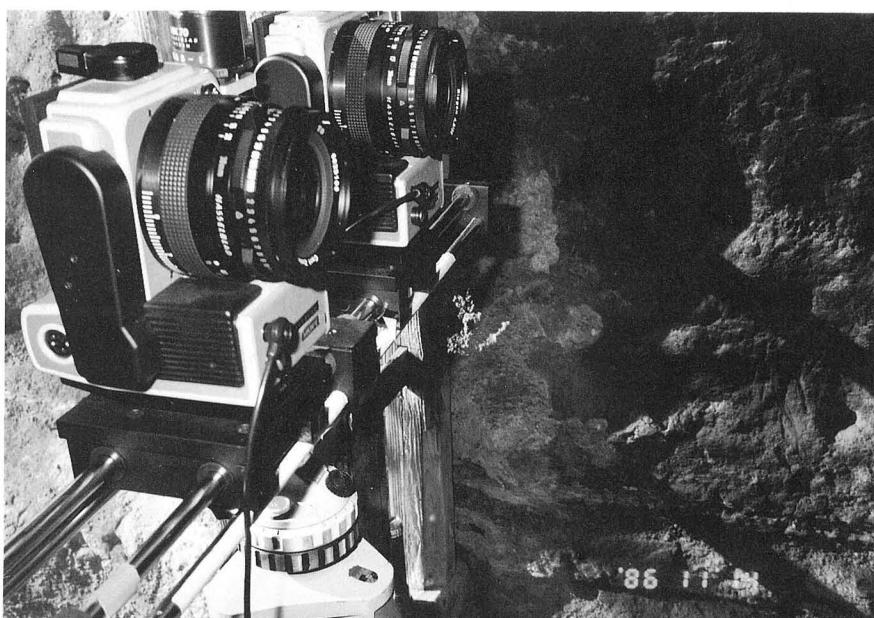


写真2 6号石窟内のステレオカメラ



写真3 6号石窟奥壁と基準線

機にはセットできなくなってしまう。撮影諸元およびモデル数は表3に示した通りである。

撮影では、カメラワークとともにライティングも重要で、暗部の撮影では50m程離れた場所から電源をとり、写真用ランプによって照明した。一方、外光の影響も大きく、撮影面の大き



写真4 10号石窟の撮影風景



写真 5 解析図化機

な露光差は計測の支障となるため、入口をシートで覆ったり、太陽光の動きにも注意して撮影を行った。また、計測用写真として不充分なものは再撮をして補った。

2) 床面・天井

床面、および天井の撮影では、カメラを上部あるいは下部から対象面に平行撮影できるようにアルミ材の撮影架台を作り、撮影した。

3) 外壁面

10号石窟の撮影では、対象面が比較的大きいため、少し離れた道路上から行うことにしてたが、対象の彫り込み部分の位置が高く、かつ、雑草の障害があるため、車の上より 1 カットずつ撮影し、ステレオモデルを構成した。(写真 4)

撮影したフィルムは、直ちに自動現像機によって現像処理を行い、測定用ポジや密着写真の作成を行った。

3.4 図 化

撮影した写真ネガから作成したポジフィルムを図化機にセットする。

図化機は、ツァイス社製精密図化機メトログラフ F およびマトラ社製解

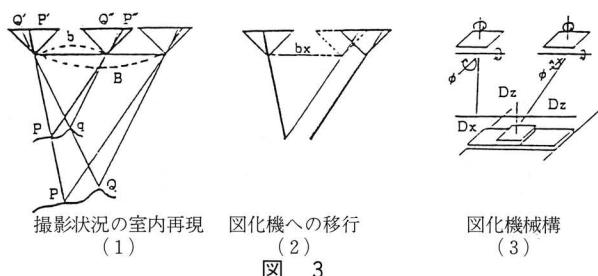


図 3

析図化機トラスター（写真5）を使用した。

これらの図化機は一般的な航空写真測量に使用されている図化機で、一对の写真を基準データによって撮影された時と同じ条件を与え、立体的な空間モデルを作り出すことができる。この撮影状況の室内再現の原理は、図3-1の様に同じ投影機構によれば縮小した立体モデルを作れることによっている。そして、この原理を利用して図化機によって機械的に再現することができ（図3-2）、図化機の投影器にいろいろな変量を与えることによって写真から3次元的データが得られる。（図3-3）

これらの操作を標定といい、完全に標定された立体像（機械モデル）が得られると、測標（メスマーカ）を利用してこの立体像を描画し、等高線の測定を行うことができる。

図化の場合の基準は、撮影時の基準面に合わせ、さらに対象を最適に表現できるような位置にセットする。石窟内の図化では、それぞれ次に示す部分を基準にして測定した。

- i) 奥壁 壁面の最奥部（左下）
- ii) 壁面 奥壁との接合面
- iii) 天井 奥壁との接合面、上を十とする。
- iv) 床面 奥壁との接合面、下を一とする。
- v) 外壁 家形周辺の壁面、奥を一とする。

等高線および縮尺については表2に示した通りであるが、奥壁にみられるような仏像の表現では、図化縮尺を1/2で行い、より細かい等高線で描画することによってその形状が客観的データとして浮き上がってくる。また、表面の形状もできるだけ記録するため、現地でのスナップ写真を観察しながら忠実に図化を行った。

一方、他の石窟内壁面では、微妙な形状変化は意味をもたないので、全体としての凹凸

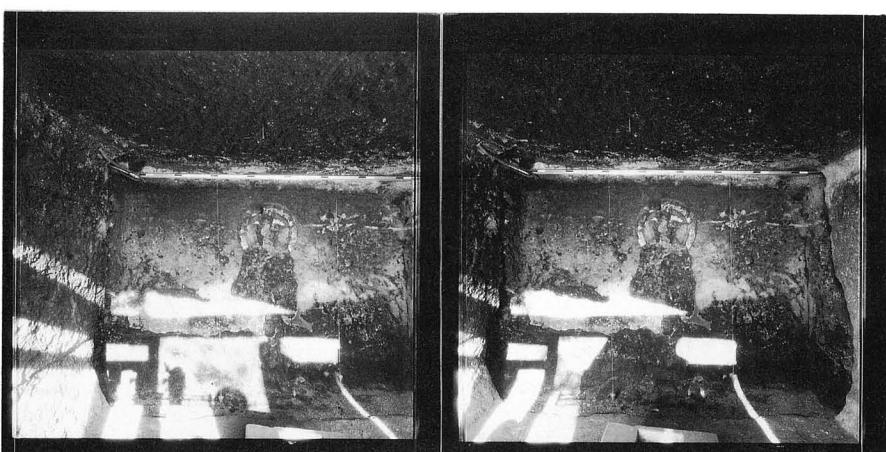


写真6 6号窟奥壁の立体写真

形状の把握を目的として、2cmの等高線で描画し、図化段階では縮尺1/2で図化を行った。

外壁の家形の彫り込みは、10cmの等高線で、縮尺1/10の表現とした。(付図2)

3.5 整理・図化

測定図化によって得られた素図を十分に検討し、文化財記録資料として有意な作図整理を行った。壁面および天井・床面の図はこの段階で1/2に縮小し、縮尺1/4の図を作成した。

現場とのチェックなどによる校正を行った後、製図を行い、成果図とした。(付図1)

4. おわりに

今回調査した石窟群は、現代の社会的要請を受けてその姿を消すことになった。移築復元という方法で残しても、その文化財が有していた場としての価値は失われている。しかし、数多くの記録写真や計測資料の中で写真測量による写真記録は、立体という形で再現できる画像記録であり、客観的な計測用写真資料であることから、後の研究資料としても大きな価値をもつものといえよう。

最後に、本作業の実施に当たって、撮影、測定に奮闘した林崎俊哉君、並びに、石窟調査手法に写真測量を採用し、多大なる御指導を賜わった仙台市教育委員会に心からの謝意を申し上げる次第である。

参考文献

矢島 義則 「文化財と写真測量技術」 APA - 3

写真測量技術協会 1977年

矢島 義則 「三原田遺跡の航空写真測量」

三原田遺跡第1巻 群馬県企業局 1980年

日本写真測量学会編 「写真による三次元測定」 共立出版 1983年

文化庁文化財保護部 「埋蔵文化財発掘調査の手引」 第一法規 1975年

矢島 義則 「貝層体積の求積」 伊皿子貝塚遺跡本文編・港区伊皿子貝塚遺跡調査会 1981年

矢島・並木 「文化財測定と土器展開写真」

APA 18 日本測量調査技術協会 1981年

矢島 義則 「四ッ塚における写真測量調査」 四ッ塚古墳群 山梨県教育委員会 1985年