

IV-212

CCDカメラを用いた広範囲野外 三次元測量実験について

ソニー 饒

○富田 学

長岡技術科学大学 正員 鳥居邦夫

長岡技術科学大学 高田孝次

1. はじめに

多数の測点を同時に三次元測定する方法として写真測量がある。従来の写真測量では、フィルムの現像、デジタイザー等を用いたアナログ・デジタル変換(実体視)をする必要がある。そのため作業能率が著しく落ちる。そこで本研究では、高解像度のCCDカメラ(2000×3000画素)を用いた三次元測定システム(図1)を開発した。本システムでは画像処理を行ない測点の対応づけを行なうため、目視による実体視の誤差が生じない。

測定精度及び作業性等に関しては、以前から学内において検討を重ねてきた。そこで、今回はさらに実用的な実験を試みることにした。実験現場は東京電力㈱の柏崎刈羽発電所内の工事現場とした。本論文はこの測量実験を中心に報告する。

2. 測定原理

図2に示すように、2地点から測点と基準枠を撮影する場合を考える。

P1地点のカメラにおいては、XYZ座標系により予め測定されている基準枠Kと測点(S)を撮り込む。基準枠の測点 $K_i (i \geq 3)$ とレンズ中心 CL と画像面上の M_i 点が一直線になることから、P1のカメラの位置と傾き(外部標定要素という)を計算することができる。これを単写真標定という。同様に、P2地点のカメラについても外部標定要素を求めることができる。

測点の三次元座標値は、P1とP2の外部標定要素から三角測量の手法を用いて簡単に計算できる。このように、基準枠1のXYZ座標系に対する測点の三次元座標値を求めることができる。

広い面積の場所を測定する場合は、複数の基準枠を配置し、それぞれの基準枠の座標系を統合する必要がある。

次に、座標系の統合について述べる。図3に示すように2つの基準枠を同時に撮り込む。そして、以下に示すような手順によって座標系を統合することができる。

①単写真標定により、基準枠1と基準枠2に対する外部標定 $G_1(X_{c1}, Y_{c1}, Z_{c1}, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$, $G_2(X_{c2}, Y_{c2}, Z_{c2}, \alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$ が得られる。

②基準枠2の基準枠座標値 K_{2j} を G_2 の方向余弦からカメラ座標系の座標値に変換(K_{2j}')する。

③ K_{2j}' を G_1 の方向余弦から基準枠1の座標系に変換する。

多数の基準枠がある場合は、この統合を繰返せばよい。

3. 測定エリアのレイアウト及び測定手順

工事現場の主要形状は底面が約70m×40m、法高が4.6mである。この立体形状を測定するために、図4に示すように、法下と法上に沿って合計39点の測点を配置した。

本測定システムは同時に多数の測点を測定することができるが、このように測定範囲が広い場合は一度に全ての測点を撮り込むことができない。そこで、測定エリアの中心に直径約25m程度の円を描き、その円周上にほぼ等間隔で基準枠を配置した。測定手順の概略は次の通りである。

図4において、まず、P1地点にカメラを設置する。そして基準枠を2組ずつ(1,2), (2,3), (3,4)を撮影(統合の為)し、それと同時に測点も1~11まで撮影する。次に、カメラをP2地点に移動し、基準枠を2組ずつ(4,5), (5,6), (6,7)を撮影し、測点も1~11まで撮影する。このP1, P2地点のデータから、測点1~11までの三次元座標値(P1, P2のローカル座標系)を得ることができる。

以下同様に、円周上を1回りするまで、カメラと基準枠の移動を繰返して、すべての測定点の測定を行なう。

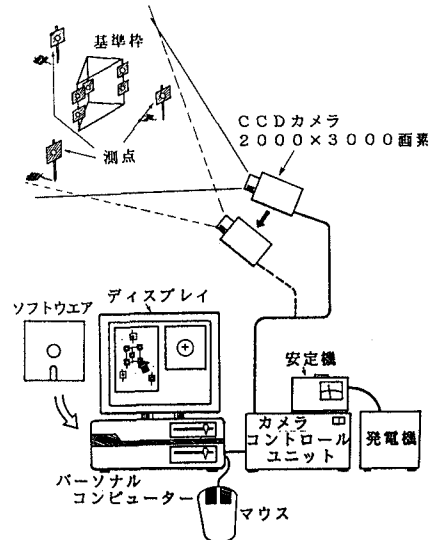


図1 測定システム

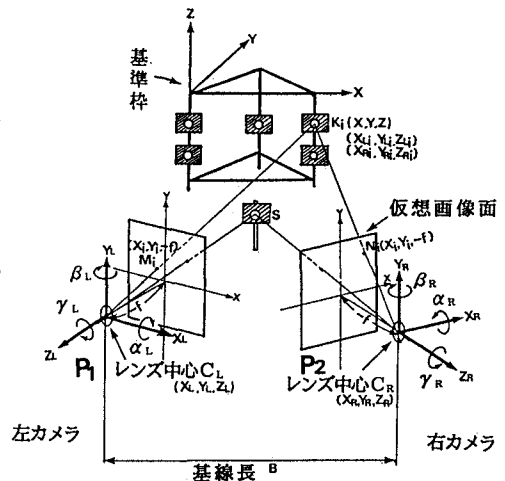


図2 測定原理

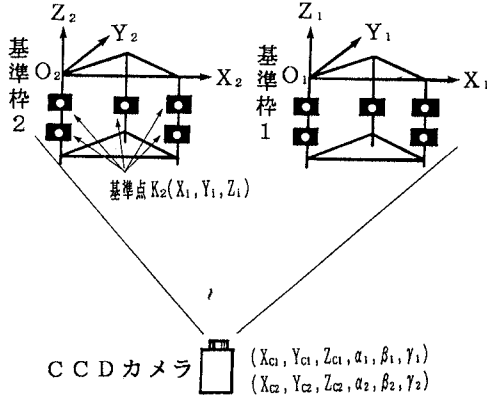


図3 基準枠座標系の統合

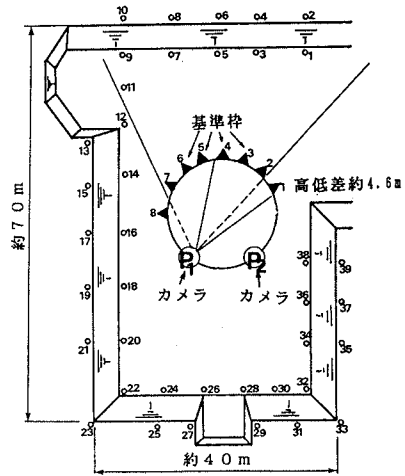


図4 測定レイアウト

4. 測定結果

実験結果を三面図にして図5、図6に示す。XY平面測点は実験値の誤差を、下に示す誤差ゲージ量だけ拡大して表示した。

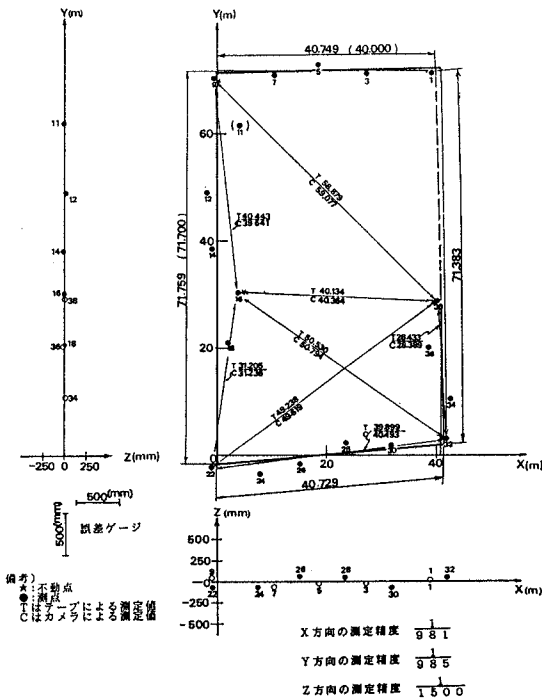


図5 実験結果(のり下部分)

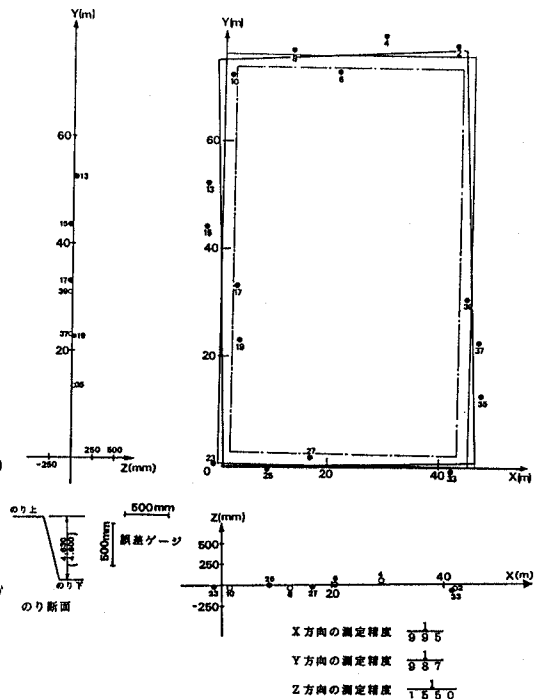


図6 実験結果(のり上部分)

5. まとめ

- 1) CCDカメラを用いて、多数の測点を短時間に計測し、かつ三次元座標値を計算するシステムを開発した。
- 2) 基準枠の座標系の統合をCCDカメラを用いて行なうことにより、広範囲の野外測定を行なうことができるようになった。