

IV-225 CCDカメラを用いた同時多点三次元測定法に関する開発研究

(株) 長大

○富田克彦

長岡技術科学大学 正員 鳥居邦夫

同

高田孝次

1. はじめに

現在行われている三次元測量には、スタジア測量、三角測量、写真測量などがある。ここで用いられる測量機器としては、

- 1) セオドライト(又はトランシット)
- 2) タキオメータ
- 3) カメラ

などが上げられる。

セオドライトやタキオメータは、非常に扱いやすいことが特長であるが、測点を1点づつ視準しなければならないので、測点が多点の場合には作業能率がきわめて低下してしまう。

この問題点を解決したのは、カメラによる写真測量である。写真測量では、視野に入った多くの測点を一度に測定できることが特長である。しかし、従来の写真測量では、フィルムのアナログ情報をディジタイザなどでデジタル化する必要があり、作業能が悪い。

そこで本研究では、上記のことに主眼を置き、高分解能なCCDカメラ(2000×3000画素)を測定器として採り入れた、新たな三次元測定システムの開発を目的とした。本システムは、カメラの視野に入った多くの測点を同時に取り込めるため測定時間が著しく短縮されることや、情報がデジタルデータで得られるため、データ処理時間が短縮されるなどの特長を有する。

本測定システムが導入されれば、極めて作業性のよい測量が期待できると考えられる。

2. 測定原理

測定原理は、計測座標系O-XYにより予め測定されている基準点 P_j よりカメラの位置と傾きを求め、次に三角測量の原理から任意測点の座標値を求める方式である(図1参照)。

即ち、図1の左側のカメラにおいて、基準点 P_j とレンズ中心点 F_L 、そして画像点 M_j が一直線にあるという共線条件からカメラの局部座標系原点 C_L の位置と座標軸の傾き γ_L を求める。

測点 i の計測座標値を求めるには、図1のように異なる場所から重複して基準点 P_j と測点 i を測定し、上述された方法により2台のカメラの相互関係を求め、それぞれのカメラの画像値 M_{Li}, M_{Ri} から、三角測量法を適用することにより測点 i の計測座標値(X_i, Y_i)を算出する。

3. カメラの内部標定要素の検定

非測定用カメラで高精度な測定を行うには、内部標定要素を正確に決定する必要があるため、本研究で用いたCCDカメラの内部標定要素の検定を行った。検定方法は、上述したカメラ位置決定法と同様であるが、ここではカメラを予め三次元測定

した固定点に据え付けて内部標定要素を決定した。ここで対象とした内部標定要素は、主点の位置、画面距離、CCDラインセンサの傾き、歪曲収差である。検定の結果、主点の位置と画面距離については $3\sigma \pm 0.02 \sim 0.08\text{mm}$ の精度で検定された。また、CCDラインセンサの傾きは1.5画素分の傾きを示した。歪曲収差は設計値と同様の傾向が表れたものの、設計値に比べ倍以上大きいことがわかった。

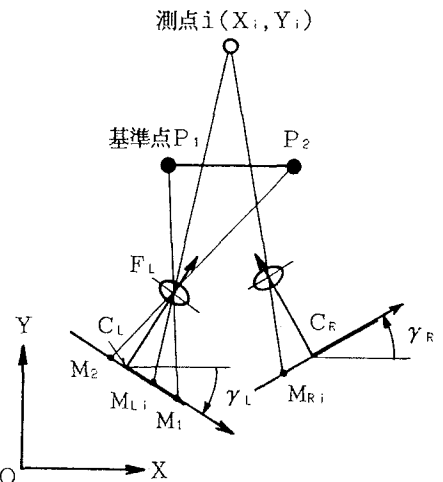


図1 測定原理(二次元モデル)

4. 野外測量実験

野外測量実験は、本測定システムの実用性を確認するために行われた。このとき、得られた測定結果は、三辺測量による結果と比較し、精度の確認を行った。

図2は野外測定場の全景である。ここで本システムによる測定は、カメラをC1～C6に据え付け、基準点①-②、①-③の組合せにより測点1～6を測定した。また三辺測量は、点A-Bを基線としてカメラ据え付け点C1～C6、測点1～6を測定した。

5. 実験結果

ここでは、代表例として基準点①-②の組合せで測定した測点2と、基準点①-③の組合せで測定した測点6について述べる。図3は、測定結果と三辺測量の結果を比較したものである。ここで三辺測量は $3\sigma = \pm 3\text{mm}$ 程度の精度で測定した。図に示したように本システムによる測定値は三辺測量値により一致した値を示した。また測定結果は、誤差伝播の法則により求めた推定値とも比較した。これによると測定値は推定値と同じような傾向を示していることがわかる。したがって、本実験は、高精度な測定が行えたといえる。なお、測点6の 3σ が大きく表れたのは、基線比が小さくなるからであり、これは三角測量の原理から自明なことである。

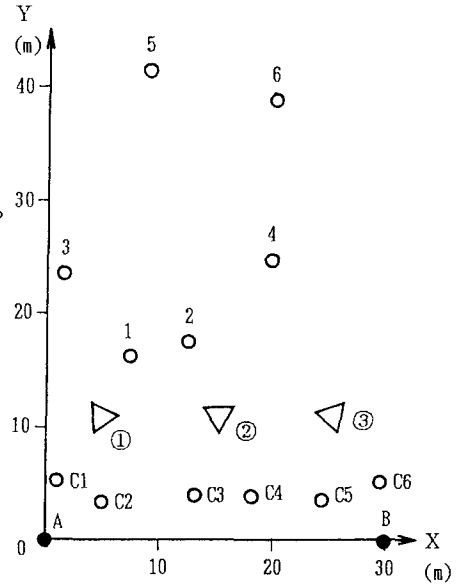


図2 野外測定場の全景

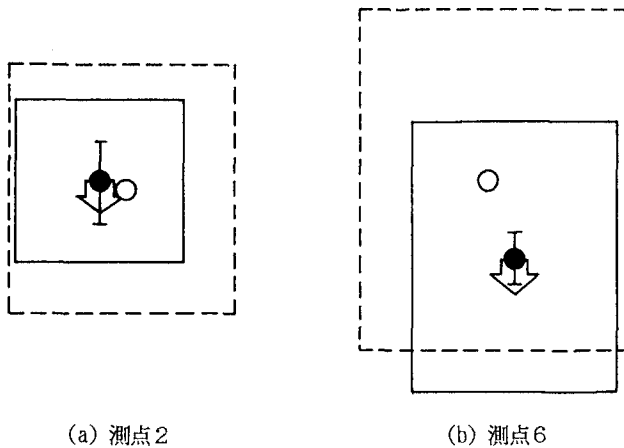
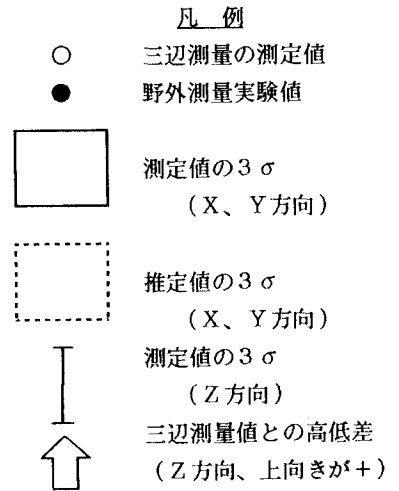


図3 実験結果



6. 結果

- 1) CCDカメラを用いて野外測量（三次元測定）を行うシステムを開発した。
- 2) 野外測量実験を行った結果、測定値は三辺測量と同程度の測定精度が得られ、本システムの実用性が確認された。
- 3) 本システムは、CCDカメラの視野に入った多くの測点を同時に取り込むため、従来の測量に比べ測定時間が著しく短縮され、作業性のよいシステムであることが判明した。