

VI-175

基準点を必要としない簡易形状計測

三井建設機技術研究所 桜井 浩
 三井建設機技術研究所 高田 知典
 三井建設機技術研究所 掛橋 孝夫

1. はじめに

当社ではすでにデジタルスチルカメラを用いて、対象物のステレオ写真を撮影することで簡単かつ速やかにその形状を計測することができる3次元形状計測システムを開発しており、現在、造成工事におけるさまざまな出来形測量作業や崩壊した法面の計測等に試験的に導入し評価・検証を行っている。これらの計測作業において崩壊面等の2次災害が予測される場所では基準点の設置と計測が困難であるといった問題があった。そこでこの問題を解決するためにこれまでに開発されたデジタルスチルカメラを用いた3次元形状計測システムの標定計算部分に大幅な改良を行い基準点を必要としない簡易形状計測システムを開発したのでここに報告する。

2. 基準点を必要としない簡易形状計測作業の流れ

本システムでは以下に示す方法で基準点なしで対象物の形状計測を行うことができる。

- ①左側のカメラ位置・姿勢の計測と撮影： κ_1 （ z 軸の回転）が0度になるように左側のカメラを既知点に設置して、 ϕ_1 （ y 軸の回転）、 ω_1 （ x 軸の回転）を計測し、その後、対象物の写真を撮影する。カメラの位置と姿勢を計測するためにカメラ一体型のトータルステーションを新たに制作した（写真-1参照）。なお、カメラの光軸とトータルステーションの光軸のずれ量は予めキャリブレーションを行い補正値を求めている。
- ②左右のカメラ間の距離の計測と撮影：左側に設置したトータルステーションから右側のカメラ（ターゲットが取り付けられている）を見ることにより、左右のカメラの投影中心 o_1 、 o_2 の距離（ B_x ）を計測し、その後、対象物の写真を撮影する。
- ③画像の入力：撮影したステレオ画像をWS（ワークステーション）に入力する。
- ④パスポイントの入力：入力したステレオ画像をディスプレイ装置上に表示し、パスポイント（左右の画像上で対応する点）を6点以上入力する。
- ⑤3次元情報の算出：左のカメラ位置・姿勢、左右のカメラ間の距離およびパスポイントの座標をもとに、対象物の3次元情報を算出する。

3. 形状計測方法

本システムでは以下に示す流れにしたがって、カメラにより撮影されたステレオ画像から3次元情報の算出を行っている。

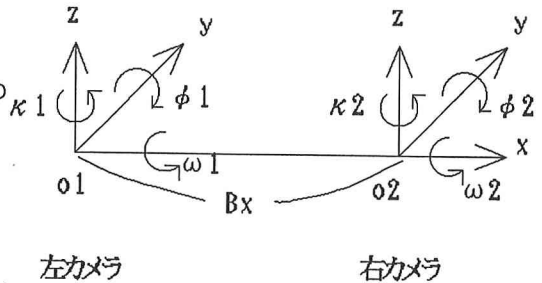


図-1 左右の写真座標

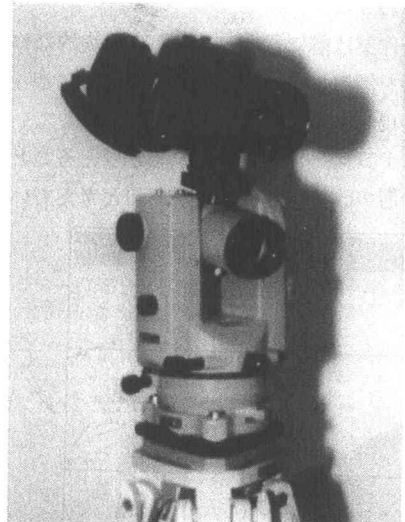
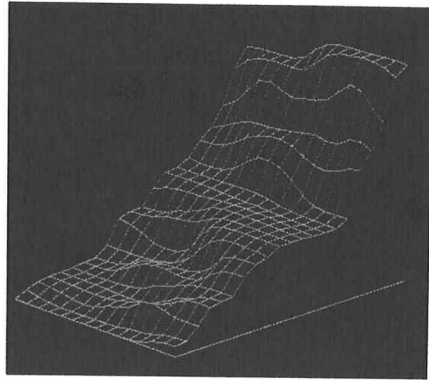


写真-1 カメラ一体型トータルステーション



写真－２ 計測対象の崩壊法面



図－２ 崩壊法面の計測結果

- ①相対的な右側のカメラ位置・姿勢の算出：パスポイントの座標をもとに左側のカメラ位置を（０，０，０），姿勢を（０°，０°，０°）として右側のカメラ位置および姿勢を相互標定により算出する（左側カメラに対する相対的な右側のカメラ位置・姿勢が算出される）。相互標定には共線条件を用いる方法を座標系と変量（カメラの位置，姿勢）の取り方としては左側のカメラ座標系を固定する方法を採用している。
- ②実際の右側のカメラ位置・姿勢の算出：①で算出した相対的な右側のカメラの位置・姿勢と左側のカメラ位置・姿勢の計測値をもとに実際の右側のカメラ位置・姿勢を求める。
- ⑤対象物の３次元形状の算出：パスポイントの座標，左右のカメラ位置・姿勢をもとに，偏位修正，マッチングを行い対象物の３次元形状を算出する。

４．適用事例

写真－２は崩壊法面を対象に計測した適用例である。この法面は崩壊直後であり，従来の計測方法のように法面付近に基準点を設置して計測することは危険であるということから，基準点を必要としない簡易形状計測システムを用いて形状の計測を行った。図－２に計測結果を示す。

５．おわりに

形状計測方法の流れから分かるように，左側のカメラの位置・姿勢の計測精度が対象物の計測精度に大きく影響を与えることから，カメラ一体型のトータルステーションのキャリブレーションはかなり厳密に行なう必要があるといった問題点を残している。しかしながら，この問題点を解決することにより対象物に対して完全に非接触な計測方法を確立できるとともに崩壊面等の２次災害が予想される危険な地域の計測に大いに役立つシステムになると思われる。

ここで紹介した簡易形状計測システムはプロトタイプであり，撮影方法（左右のカメラ間隔，撮影高さ等）の違いによる計測精度を十分に検証していない。今後，模型等を用いてあらゆる面から計測精度の検証をするとともに数多く実際の現場で適用を試み，さらにシステムを改良して実利用に耐えうるものにしていく予定である。

【参考文献】掛橋孝夫，桜井浩，大林成行，角谷信雄；造成工事におけるデジタルスチルカメラを用いた出来形測量，土木学会 第48回年次学術講演会論文概要集，1993