

VI-172

飛行船型バルーンを用いた3次元形状計測システム

三井建設機技術研究所 掛橋 孝夫

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

1. はじめに

当社では写真をデジタルデータとして記録できるデジタルスチルカメラを用いて、地形を2方向から撮影することによりその3次元形状を解析できるシステムをすでに開発し、さまざまな測量作業に展開しているこのシステムは①対象となる地形を非接触で計測できる、②簡単に短時間で計測結果を得ることができる、といった特徴を有している。しかしながら撮影プラットフォームとして、手持ちによる撮影、高所作業車による撮影といった2通りしかないため、計測作業において最適な位置（対象面に対して直角方向）での撮影ができないといった問題が生じる場合があった。そのために新たな撮影プラットフォームの検討が必要となってきた。

2. 撮影プラットフォームの検討

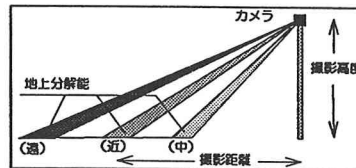
対象面に対して最適な撮影方法は対象面に対して直角方向となる。したがって宅地造成やゴルフ場造成のように平面的に大きく広がりをもつ場合には鉛直写真が適当であり、高台等から手持ちで写真撮影を行っても奥行き方向に大きな誤差が生じ易い（表-1参照）。そこで鉛直写真が撮影できるプラットフォームとして次に示す3つのプラットフォームの検討を行った。

①航空機（ヘリコプターを含む）：搭乗可能な航空機にカメラを搭載して撮影する。すなわち、一般に行われている航空測量そのものであり撮影範囲が広く所定の位置から撮影ができる。しかしながら迅速かつ簡単に撮影することができないため使い勝手は極めて悪く、低空からの撮影が困難であり近接撮影ができない。また、コストも高い。

②ラジコンヘリコプター：ラジオコントロールされた小型ヘリコプターに遠隔制御されたカメラを登載して撮影する。ヘリコプター自体の移動も遠隔操作できるため、希望する位置からの撮影が現地にまったく近づくことなく行うことができる。風がない場合はある程度安定した状態で撮影することができるものの、風のある場合は機体が流され遠隔からの制御が難しい。また、常時オペレータは操縦に集中しなければならないため、連続10分以上の撮影は難しく制約が多い。

③バルーン：ヘリウムガスによる飛行船型の形状をしたバルーンにカメラを登載して撮影する。飛行船型の形状をしているため風速8m程度までの風に対しては安定した撮影が可能になる。カメラの制御は全て手元にあるモニタ画面を見ながら行えるため、希望する位置での撮影が比較的正確に行える。バルーン自体は地上から係留する方法をとるため、移動については係留

表-1 撮影位置と分解能



(撮影高度100mの場合)

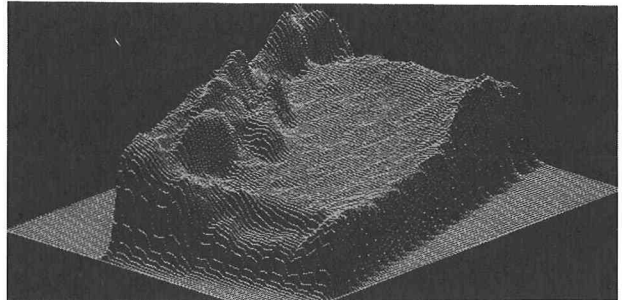
撮影距離		50m	100m
40万画素タイプ	(近)	0.13m	0.16m
	分解能(中)	0.18m	0.30m
	(遠)	0.28m	0.75m
160万画素タイプ	(近)	0.05m	0.07m
	分解能(中)	0.07m	0.11m
	(遠)	0.07m	0.20m



写真-1 飛行船型バルーン



写真－2 バルーンからの空撮写真



図－1 解析例

ロープを引いて手動で動かさなければならない。なお、操作は難しくないので専門のオペレータは不要である。

以上のプラットホームをコスト面、操作面等で検討した結果、飛行船型バルーンを採用することとした。

3. システム構成

(1) ハードウェア構成

飛行船型バルーンは、バルーン、コントロールボックス、カメラ制御部で構成されている。写真－1に飛行船型バルーンを示す。

(2) 作業手順

- ①撮影範囲に基準点を設置する：撮影対象範囲内に基準点を3点以上設置し座標を求めておく。なお、バルーンで撮影する場合、対象面は平面的に広いためGPSを用いることで簡単かつ迅速に基準点を設置・計測することができる。
- ②飛行船型バルーンを所定の位置にあげる：バルーンにヘリウムガスを充填させて上空にあげ、バルーンに固定された2本の係留ロープを操って所定の位置にバルーンを移動させる。
- ③カメラを遠隔制御して所定の位置を写真撮影する：ビデオカメラから送られてくる映像をモニタしながら、デジタルスチルカメラを遠隔操作して対象領域を撮影する。
- ④バルーンを移動して所定の位置を写真撮影する：次の撮影位置まで係留ロープを操ってバルーンを移動させる。必要に応じて③と④の作業を繰り返す。

以上の手順で撮影した写真および解析例を写真－2、図－1に示す。

(3) システムの特徴と効果

- ①測量対象内に立ち入ることなく計測を行うことができる。
- ②デジタルスチルカメラは、バルーンに登載されているビデオカメラの映像をモニタしながら制御することができるため、容易に希望する部分の写真を撮影することができる。
- ③ビデオカメラで撮影されている映像は現場周辺の監視カメラとして利用することもできる。
- ④上空から撮影するため、対象物に対して鉛直な写真を得ることができるため精度の高い計測ができる。
- ⑤バルーン自体は支持ロープにて地上に係留されているため、安全かつ容易に操作できる。
- ⑥充填されているガスは人為的に抜かない限り、半永久的にガスは抜けないため、長期にわたる連続使用でもランニングコストを低く抑えることができる。

4. おわりに

プラットホームに飛行船型バルーンを採用することにより、広く複雑な地形でもより最適な撮影位置から写すことができるようになり、航空写真では撮影できない近接撮影も可能となった。しかも撮影から解析まで航空測量に比べて大幅な時間短縮が期待でき、計測結果をより早く現場にフィードバックが可能になると思われる。