

シャボン玉を用いた風の空間 3 次元観測法の開発

千葉工業大学 正会員 小泉 俊雄
 千葉工業大学 学生会員 鈴木 英文
 千葉工業大学 学生会員 ○結束 宗央

1. はじめに

本研究は風の観測法としての写真測量手法の構築を目標としたものであり、立体写真測量を用いて水平方向と鉛直方向の風の流れを測定するシステムを開発する事を目的とする。この方法はシャボン玉発生装置からシャボン玉を放流し、その動きをステレオ撮影することでシャボン玉の軌跡を 3 次元的に解析し風の指標となる流跡線を描くことである。

2. シャボン玉発生装置の作製

図-1 は風を無駄なく使うことを考え、斜めにした板を扇風機正面に取り付けた。また、全体的に頑丈にして高い位置に装置を設置することで、シャボン玉の滞空時間を長くした。発生装置の左右と天井部は風を通さないようにするために装置内の様子がわかることと見た目も良いことから透明なテーブルクロスを、後部はアクリル板を使用した。膜張り器には毛糸を巻きつけることでシャボン玉がでやすいように工夫した。他にもキャスターなどを取り付け、動きやすくした。

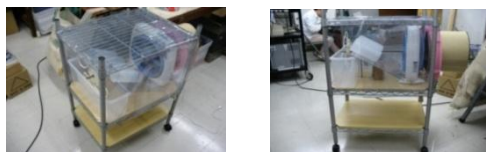


図-1 シャボン玉発生装置

3. セオドライトカメラによる写真測量

3-1 研究の目的

カメラの外部標定要素を算出できるようにするために、セオドライトにカメラを搭載したセオドライトカメラを作製し、基準点不要の写真測量が行えるようにすることが目的である。

3-2 セオドライトカメラの作製

セオドライトの望遠鏡の接眼レンズと対物レンズの端に、薄く加工した鉄の板をそれぞれ取り付けた。また、カメラ台には望遠鏡とカメラの中心が合うように加工した。カメラの左右のズレを防ぐために L 字鋼も取り付けた。セオドライトカメラの正面図と側面図を図-2、3 に示す。



図-2 正面図



図-3 側面図

3-3 実験方法

研究室内の標定点を使用して撮影距離 5m、カメラ基線長を 3m とし、セオドライトカメラを据え付け、写真測量を行った。



図-4 左写真



図-5 右写真

3-4 精度の検証結果

標定点間の距離の実測値と測定値を比較した結果、平均で 1.4cm の誤差で測定できることが分かった。

表-1 点間誤差表 [m]		
$\frac{ (X_{\text{測定値}} - X_{\text{実測値}}) }{X_{\text{測定値}}}$	$\frac{ (Y_{\text{測定値}} - Y_{\text{実測値}}) }{Y_{\text{測定値}}}$	$\frac{ (Z_{\text{測定値}} - Z_{\text{実測値}}) }{\text{撮影距離}}$
$\Sigma X = 0.4391$	$\Sigma Y = 3.1345$	$\Sigma Z = 1.4462$
平均 X	平均 Y	平均 Z
0.0086	0.0057	0.0284

キーワード：シャボン玉、セオドライトカメラ、流跡線

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

千葉工業大学工学部建築都市環境学科小泉研究室 TEL 047-478-0450 E-mail : koizumi.toshio@it-chiba.ac.jp

4. 風洞装置での基礎実験

4-1 研究の目的

シャボン玉の移動をセオドライトカメラで撮影し、セオドライトカメラの精度の検証と流跡線を描くことを目的とする。

4-2 実験方法

風洞装置を使用して撮影距離 1.4m、測定点 1、2、3、4、カメラ基線長 0.78m とし、測定点にセオドライトカメラを 1 台ずつ据え付け、風洞装置の吹き出し口にシャボン玉発生装置を設置し、扉を開放して写真測量を行った。

4-3 精度の検証結果

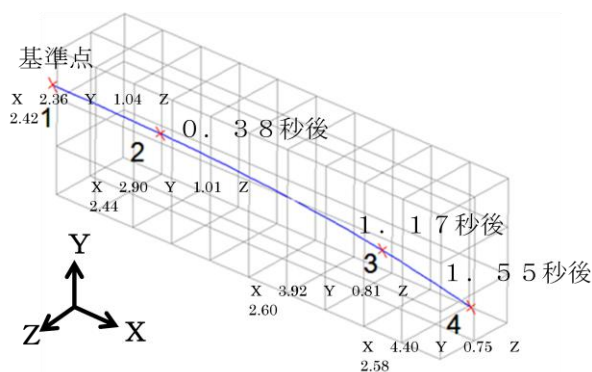


図-6 風洞内 3 次元流跡線図

測定点 1 と測定点 2 からステレオ撮影したシャボン玉の位置を基準点 1、測定点 3 と測定点 4 からステレオ撮影したシャボン玉の位置を基準点 4 とし、その間のステレオ撮影した位置を基準点 2, 3 とした。風洞装置からシャボン玉を放流しても風の流れに追従できずに落下してしまう。そこで y 成分を x 成分に変換することで風洞の風に追従したかどうかを検証した。4 枚のステレオ写真を使い、シャボン玉の落下距離を調べた結果、シャボン玉は 0.29m 落下していた。落下分を x 成分に変換した位置を本来のシャボン玉の位置と考えると 0.28m 長く進んでいたことになる。この距離をシャッター間隔 0.38 秒とすると、計 1.55 秒でシャボン玉は進んだことになり、そのときの速度は 1.507m/s となる。熱線風速計で測定点 1 から測定点 4 までの範囲の風速を計測した結果 1.51m/s 程度となり、風洞の風速にシャボン玉はほぼ追従できていることが分かった。

5. 野外実験

5-1 研究の目的

野外での風の流れを空間 3 次元的に観測することが目的である。

5-2 実験方法

校舎の広場に 4 台のセオドライトカメラ 1、2、3、4 を 3m 間隔で設置し、約 19m 離れた場所にシャボン玉発生装置を設置した。シャボン玉発生装置にヘリウムを混入させ、シャボン玉の重みを無視した。発生装置から放流されたシャボン玉を 4 台のカメラでシャッターを 0.38 秒間隔で同期をとり、ステレオ撮影してシャボン玉の流跡線を描く。図-7 に解析でいた写真の一部を示す。

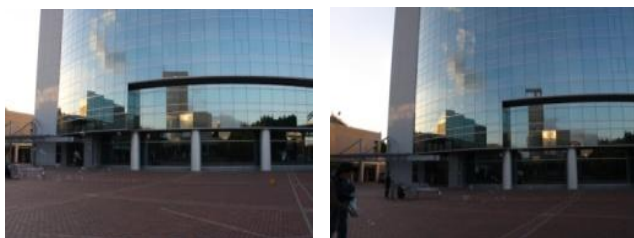


図-7 解析用写真

5-3 実験結果

解析には写真に写っている物体を立体モデル化、また標定物の 3 次元座標位置やカメラの撮影と傾きを算出することのできる PhotoModeler6 を用いて行った。その結果、野外でのシャボン玉の流跡線を描くことに成功した。図-8 に測定された流跡線を示す。この流跡線図はシャボン玉の重力をヘリウムで相殺しているため、流跡線に修正を加える必要がないと考えられる。

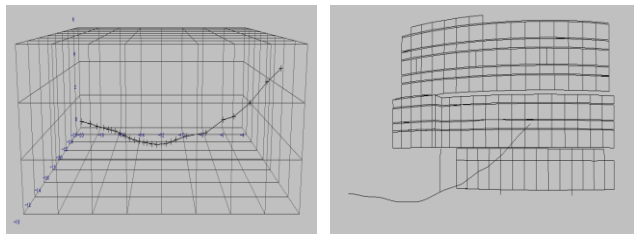


図-8 野外 3 次元流跡線図