

## 可視化手法による浮遊粒子の三次元軌跡

大同工業大学大学院 学生員 ○森中 雄大

大同工業大学 学生員 中村 秀彦

大同工業大学 正員 久保田 稔

1. はじめに 今回著者らは浮遊粒子の軌跡について三次元的な可視化を行い、画像解析より得た座標値に各種の補正をほどこし、正確な浮遊粒子の軌跡を求めた。

2. 実験方法 全長24m、幅50cm、高さ50cmのインバータ制御用可変勾配式実験水路（勾配1/500）内に、砂堆形状をモデル化したアクリル製の模型（全長6m）を設置した（図-1参照）。

3種類の流量（ $Q=35, 30, 25 \text{ L/s}$ ）で可視化実験および流速の測定を行った。流速分布については、水路幅中心部を下流方向に向かって、砂堆モデルの峰と峰の間を8測線、および各測線で水深方向に12～22点、直径5mmのプロベラ流速計を用いて測定した。

2-1 可視化手法 模型の上流側先端部より

4. 73mの峰の中央部から直径6mm、比重

1. 17のアクリル製の球を砂粒子モデルとして放出した。図-1の様に、水路上方にX-Y方向を対象としたCCDビデオカメラを一台（Uカメラと名付ける）、側方にX-Z方向を対象としたCCDビデオカメラを一台（Sカメラと名付ける）設置し、同時刻における三次元粒子運動を撮影した。なお、CCDビデオカメラ2台によって撮影された画像を、デジタルAVエフェクターで1つの画面上に表示させ、さらに、同一画面上に撮影時刻も表示して取り込みを行なった。

2-2 画像解析 画像解析装置（PIAS, LA-555）を用いて球が放出口を離れる瞬間から、一連の挙動が終了したと考えられるまで、時間間隔 $\Delta T (= 0.03 \text{ 秒})$ ごとに、球の座標値を読み取った。

## 3. 座標の補正

画像解析によって得られた座標値から真のX、Y、Zの座標値を決定するには、カメラの回転による軸のずれ、2つの画面のスケールの違い、奥行きに対するスケールの違いを補正する必要がある。上記の補正を行なうために、可視化実験の際に対象としている1河床波上で、峰と谷の各部分に規知の長さのスケール

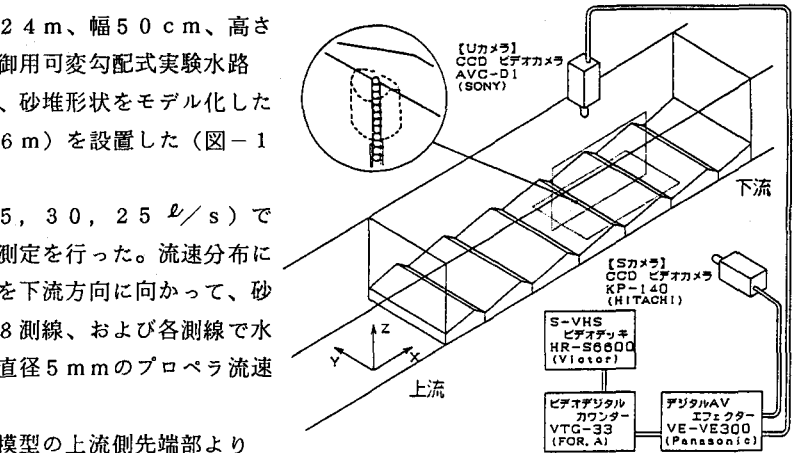


図-1 可視化実験図

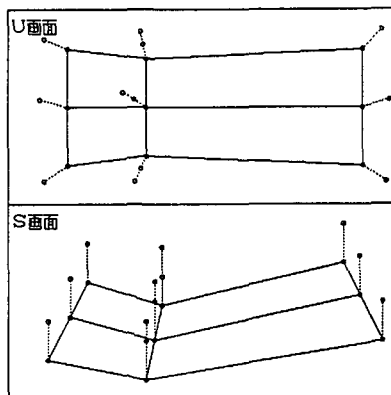


図-2 a 補正前の規知点の位置

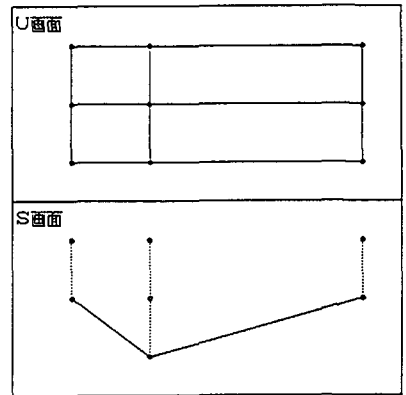


図-2 b 補正後の規知点の位置

を設置し、図-2 a の様に、画像解析の際にU画面とS画面についてそれぞれ21個の規知の座標値を得た。その後、カメラの回転による座標軸とX、Y、Z軸のずれの補正をし、2画面の統一したスケールは、1画素あたり1mmにした。最後に、座標の精度に大きく関与する奥行きに対するスケールの補正を行った。補正については、S画面より行き、Y方向の座標値で拡大縮小し、X、Zの座標値を求め、さらにU画面について、先のS画面で求められたZ方向の座標値で拡大縮小し、X、Yの座標値を求めた。この2つの過程を交互に行い、各方向の座標値と次の過程より求められる座標値との差が0.1mm以下に収束するまで行った。図-2 bは、以上3種類の補正を行なった結果である。U画面は、路床の規知点と路床の上方の規知点が重なっており、S画面についても同様に手前側の側壁の峰ともう一方の側壁側の峰が重なり合っている。なお、球の軌跡に対しても同様の手法を用いて補正を行った。

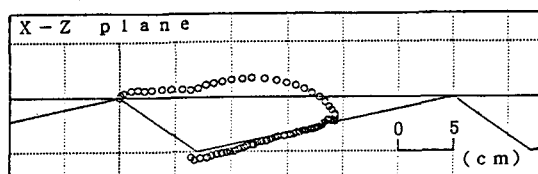


図-3 補正前の球の座標

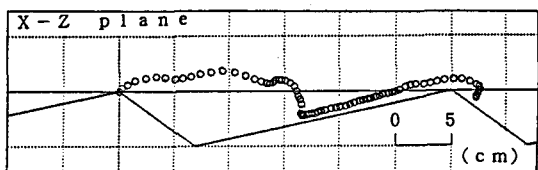


図-4 補正前の球の座標

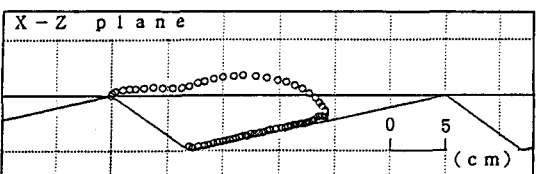


図-5 補正後の球の座標

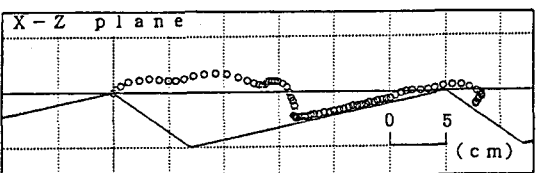


図-6 補正後の球の座標

4. 補正結果 奥行きに対しての補正を行なった結果、補正前後の球の座標値の誤差は、最大6~7mm程度であった。奥行きに対しての補正前である図-3は、球が画面の奥から手前に向かって移動しているので、X-Z平面では路床に入り込んで

る様に観察され、一方図-4は、画面の奥に向かって移動しているので、X-Z平面では空中に浮いて移動している様に観察される。図-5は、図-3を補正した球の軌跡であり、図-6は、図-4の球の軌跡を補正した結果である。補正後は、球がどちらも路床に接して移動おり、

極めて良い精度で補正されたと考えられる。また、図-7は、図-5、図-6と異なった浮遊軌跡であり、同図の様に浮遊軌跡は多種多様である。

5. おわりに 浮遊粒子球の座標値を可視化実験より求め、3種類の補正を行ない粒子位置の三次元座標を精度良く求めた。

なお、講演時には、詳

しく浮遊粒子球の軌跡について述べる予定である。

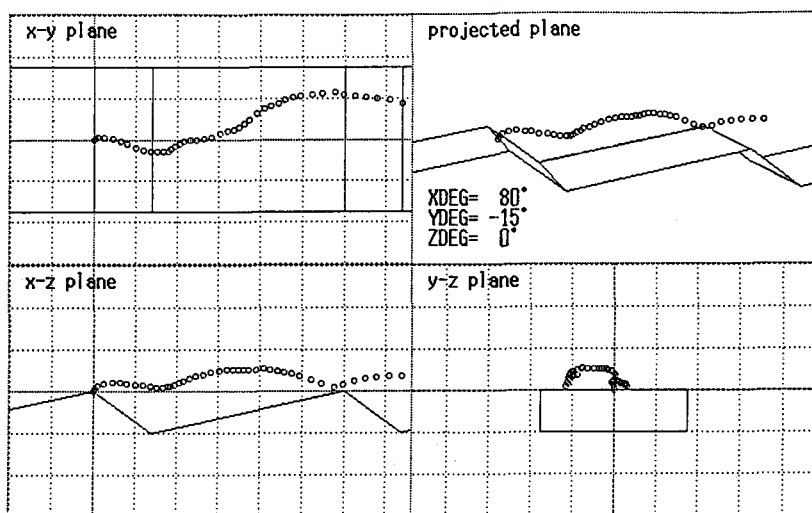


図-7 三次元座標の浮遊粒子球の軌跡