

はじめに 蛇行問題の研究と、洪水流航空写真判読の必要から、模型水路における三次元流況を、「写真測量」を利用して測定する方法の開発に着手した。まだ初期の段階であるが、この手法は砂防流路工や構造物周辺の流況を知る上で、砂防工学においても何らかの役に立つのではないかと思い、ここに現況を報告してご批判を得たい。

1 流れを直接表現するのは流体粒子の速度ベクトルと移動径路であつて、これは流線、流跡、流脈などにより可視化される。流線(stream line)はある時刻の各流体粒子の速度ベクトルの包絡線、流跡(path line)は流体各粒子の運動径路を示す曲線であり、流脈(streak line)はある一定点から連続して流出するトレーサの描く曲線そのものである。

2 われわれは水中トレーサとして発泡ポリスチレンビーズを用い、温熱加工して比重 1.000 ~ 1.005 という殆ど水と変わらない、粒径約 2 mm のカラフルな球状粒子多数を得た。これを界面活性剤に浸漬して投下すると、良好な分散性ととも、流れの乱れのままに流下してゆくのが見られる。

写真-1 は暗い中で 4,800 r.p.m. 3 発のストロボを照射して撮影した写真(カラー)で、それぞれの粒子は $1/40$ 秒における流跡を示すが、時間が短いのでその意味するものは流線的となる。これをステレオ撮影すると三次元流線が立体視され、写真測量により数値化され、図化される。

写真-2 は蛍光塗料によるトレーサに Black light をあて撮影した 1 秒間の流跡写真である。ただし 600 r.p.m. 6 発のストロボも照射してあり、流跡中に節目のように $1/10$ 秒ごとの時間が刻みこまれている。これもステレオ撮影により三次元的に測定され、図化される。

写真-3 は蛇行水路における蛍光粒子の流跡の斜め写真の一例で、写真-4 は同条件下、曲頂部に坑を設けたときの状況である。このステレオ垂直撮影の一例が写真-5 である。(蛇行流路内で坑の位置を動かした時の下流側の流況変化は興味ふかい。写真-5 の坑位置は変曲部)

3 この撮影方法では立体視した水中のベクトル像には水面による屈折の影響が加わっており、ゆるやかな流れなら補正も出来るが、はげしく波打つ場合などは、透過側面からの撮影によらねばならない。しかし現段階においては、水面上からの立体写真でも流れの構造的性に関する観察や判断は豊富に得られるものと考え、そのまま測定して数値化も試みた。図化機にかけ、各粒子の示す三次元流速ベクトルを、 x, y, z の座標値の変化としてテープに入れる。次にコンピュータと自動作画機により、平面、縦横断面図はもとより、任意な方向からみた立体透視図なども描くことが出来る。図-1 は、写真-1 の水路を用いた実験の、斜め立体透視図の一例である。この流線、あるいは流跡の座標値のテープからは、プログラム次第で他のいろいろな視角からの流れの様相も表現することが出来る。立体可視化写真を多方面から適切に撮影し、その詳細な判読を進めるとともにこの数値解析も並行すれば、流れの構造に関する三次元的な理解は今後急速に進むものと考えられる。

(写真測量に関する作業はアジア航測株式会社のご協力をうけ、実験においては筑波大学大学院生、伊勢屋ふじこさんの助力を得た。しるして謝意を表する)

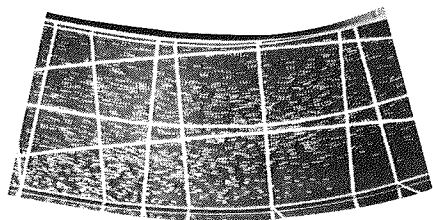


写真-1

水中トレーサのストロボ撮影による
“流線”的な写真

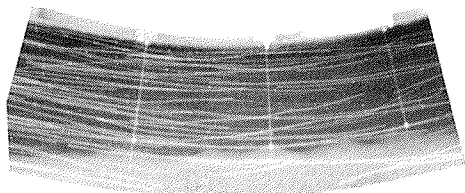


写真-2

蛍光水中トレーサのブラックライト照明撮影に
よる1秒間の流跡写真, $\frac{1}{10}$ 秒ごとのスト
ロボ照射併用

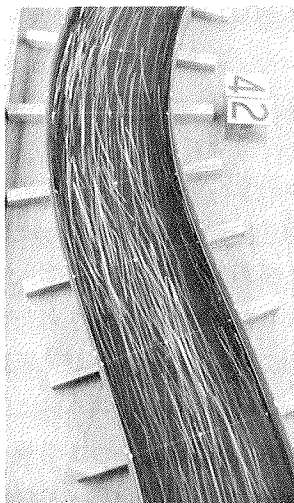


写真-3

Sine generated curve $\theta_0=20^\circ$, 幅20
cm, 蛇行波長160cmの蛇行流路, $S=$
 $\frac{1}{1000}$, $D_0=2.5$ cmの水流の流跡

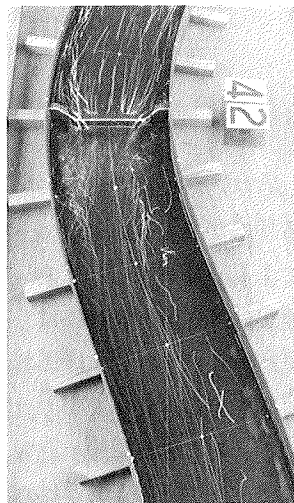


写真-4

同じ条件において, 曲頂部に
杭を設けた場合の流跡.
(以上水路床平坦, 固定床)



写真-5 垂直ステレオ写真による流跡の立体像の一例. この写真では時間を刻むストロボ照射は
していないが, 粒子の遅速により明るさの差が出ている. 速度差が大きいとき注意が要る. (ニコンF, レンズ35ミリ, フラッシュ140W10本, f4
1秒露光)

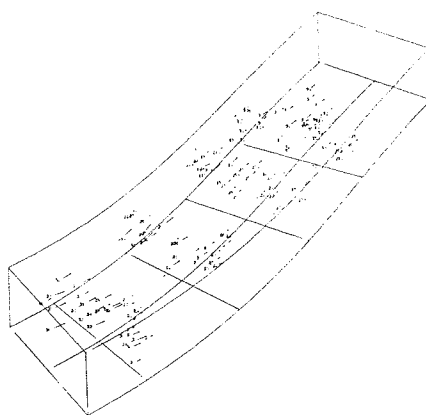
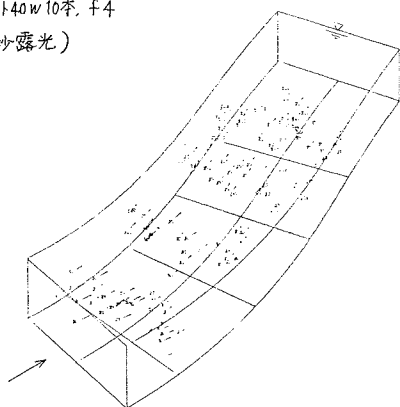
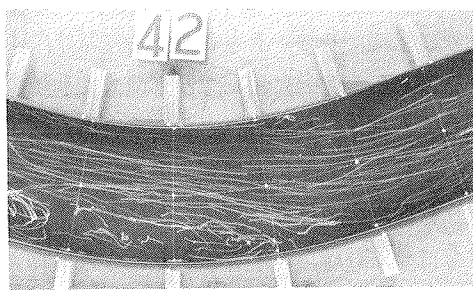


図-1 三次元流速ベクトルの立体透視図の一例. 数字は粒子番号 (アジア航測作図)