

1. 実験方法 一様な開水路流況 ($B=40\text{cm}$, $I=1/1000$, $Q=1.87\text{ℓ/s}$, $H_m=4.1\text{cm}$, $U_m=11.4\text{cm/s}$, $U_*=0.90\text{cm/s}$) の側方から、水平なスリットを通して厚み約5mmの光をあて、水路の上方から断層写真撮影を行なった。照らし出される断層面の位置を水路床面から水面まで、また上流から下流へ平行移動させながら、またそれに付随してカメラも下流側へ平行移動させながら連続的に撮影を行なった。照明の上方への移動速度 0.5m/s 、照明およびカメラの下流への移動速度 11cm/s 、シャッタースピード $1/4\text{s}$ 、シャッター周期 $1/2\text{s}$ とした。トレーサーとしては $0.3\sim 0.5\text{mm}\phi$ のホリスチレンビーズを用いた。

2. 解析方法 上記の方法で得た1組15枚の撮影結果 No. 4.01~4.15のうち、ここではとくに水路床近傍の No. 4.02 と水面近傍の No. 4.14 を解析した。その方法と結果について述べる。解析の範囲を水路側壁面 ($Y=0\text{cm}$) と水路中心線 ($Y=20\text{cm}$) とに挟まれた $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ の領域に限定し、その範囲で写真に写しこまれたトレーサーの流動線をすべてトレースし、それから5mm間隔に組まれた格子点上の流速ベクトルを求めた。その結果を計算機に入力して、次のものを計算プロッターで出力させた。すなわち、①各流速ベクトルからその流下方向流速成分を差引いて得た流速ベクトルの分布、②渦度分布および③二次元発散の分布である。さらに上記のようにして得られた流速ベクトル分布図から、各ベクトルを妥当な包絡線で結んで大略的な流線パターンを得た。図-1はNo. 4.02の解析結果、図-2はNo. 4.14のそれを示してあり、両図において(a)は流線パターン、(b)は渦度分布、(c)は発散分布を示す。

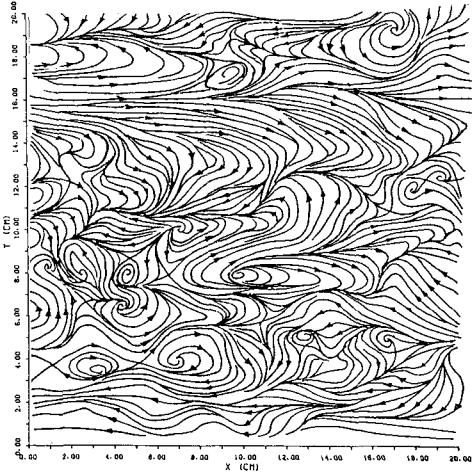
3. 水路床近傍の流況の特徴 No. 4.02の断面は水路床に近いことを考慮すると、この断面で発散が正值をとることは、この断面へ流体が上方から供給されていることすなわちスプ現象が生じていることを意味し、逆に発散が負値をとることはこの断面から流体が上方へ放出されることすなわちエジアクション現象が生じていることを意味している。実際、発散が正でその絶対値が大きな所では流線が発散しており、しかも側壁の近傍を除くとそこでは流向は下流を向いている。これらのことは、この領域では流速が周辺より大きくなっており、しかも流体が上方から供給されていることを示している。一方発散が負でその絶対値が大きな所では、流線は概して上流向きでしかも収束している。これらのことは、この領域では流速が周辺より小さく、しかも流体が水路床面から上方へ湧昇していることを示している。これらの流線の収束線は蛇行しながらある長さにくたてて連なっており、いわゆる低速帯に相当するものといえよう。

渦度の絶対値の大きな所は、流線パターンが渦構造の所あるいは曲率の大きな所に対応している。また渦度が正の領域と負の領域とはそれぞれ流下方向に連なっており、そのような正領域と負領域は横断方向には交互に配置されている。渦度の絶対値が大きな領域は長方形をしており、このことから、渦軸が主流流下方向を向いておりしかも水路床面とはある傾きをなすような渦運動が主流流下方向に並んでいるのではないかと推察される。

4. 水面近傍の流況の特徴 図-2(a)の流線パターンを見てみると、中央部ならぬに上方に大規模な発散のパターンが認められ、下方部には大規模な渦運動の列が認められる。実際、図の(a)と(b)、(a)と(c)とをそれぞれ重ねあわせてみると、流線が発散している所で発散の値も大きくなっているが、渦度の値はそれほどではなく、一方渦運動の所では、渦度の値は大きくなっているが発散の値は大きくはない。No. 4.14の断層面が水面の近く近くの断層面であることを考慮すると、その面内で発散が正であるということは、その面内に下方から流体が湧昇して来て供給されていることを意味している。すなわち、(a)図の流線の発散のパターンはボイルの瞬間的な姿をとらえたものと考えられる。また上記の事実は、ボイル構造と渦構造とは共に乱流構造といえ区別してとらえる必要があることを示している。

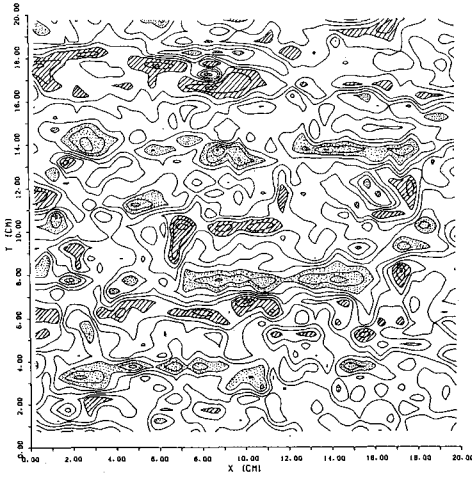
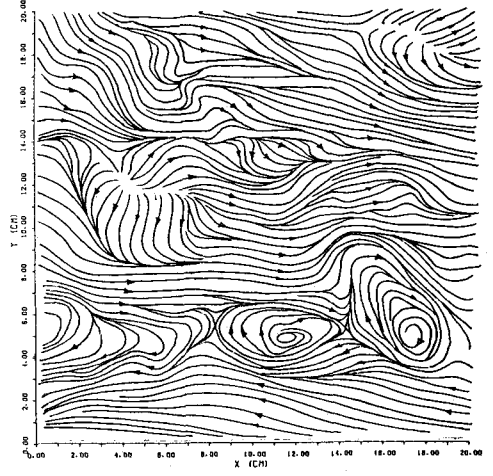
参考文献 上野・宇民：大規模乱流構造の可視化と解析，土木学会関西支部年講，1982。

木下良作：「写真測量法」による河川および模型水路の流速測定，流況の可視化，Vol.1, No.3, 1981。

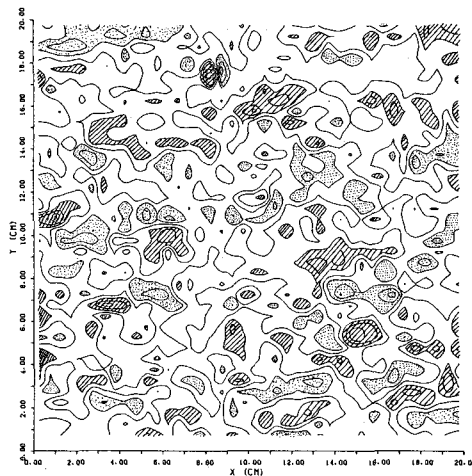
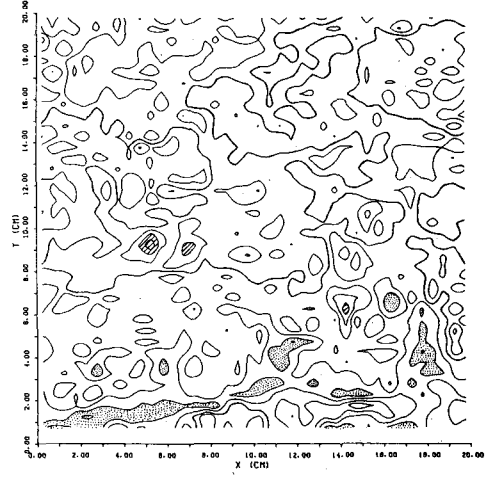


← →
 ①-1 ②-2
 (Z=) (Z=)
 (17mm) (3.8mm)
 No. 4.02 No. 4.14

(a)
 流線パターン



(b)
 渦度分布
 (diagonal hatching) $rot V > 2$
 (circular hatching) $rot V < -2$



(c)
 発散分布
 (diagonal hatching) $div V > 1$
 (circular hatching) $div V < -1$

