

一樣水路における大スケール乱れについて

京都大学防災研究所 正員 宇民正  
〃 〃 〃 〇 上野鉄男

1. まえがき

乱流現象の把握において、スペクトルや相関による解析は微小スケールの乱れに加えて大スケールの乱れが存在することを明らかにしてきた。一方、最近の観察によれば、これらの大スケール乱れはある時間周期にわたって特有の形、大きさ、移流運動をしており、ある程度決定論的な取扱いが可能であるといわれている。

本研究は上の指摘に基づいて、水面における大スケール乱れの特性和その流下にともなう変形過程の把握を目標とした実験的研究の第一歩である。研究の特色は、第1に、古くはTietjensら<sup>2)</sup>によって行なわれた流下方向へ移動するカメラで水面渦の写真撮影を行なったこと、第2に、それによる実測結果を統計処理によってではなく、力学的に解釈を与えようとしたことである。

2. 実験条件および方法

実験は幅40 cm、長さ12 cm、路床勾配1/500の直線水路で行なわれた。流量は1.20 l/secとし、水路下流端をせき上げることにより計測区間中ほどの水深を5.85 cmとした。このときの断面平均流速は5.1 cm/secであり、水深を用いたレイノルズ数およびフルード数はおのおの約2200 および0.068である。アルミ粉を付着させたパンチくずを水面に撒き、それらが流れによって運搬される様子を、水路側壁近傍を除く水面での平均流速

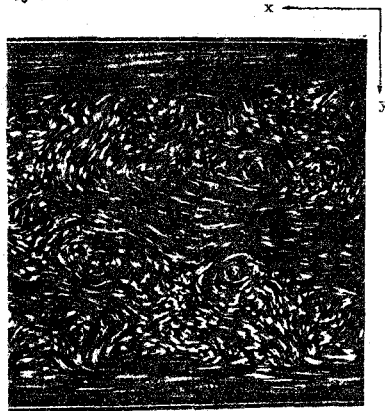
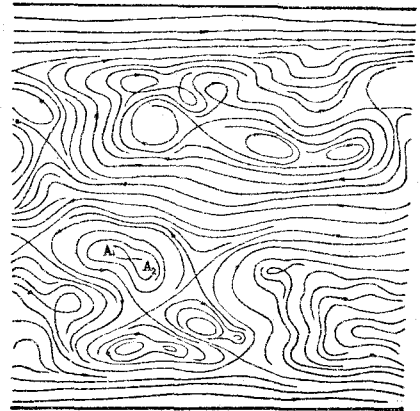
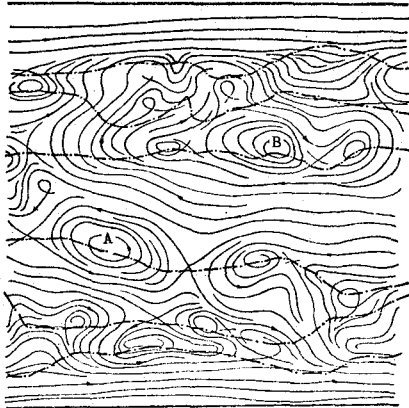


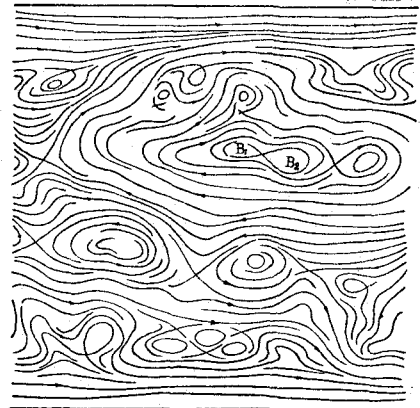
写真-1 水面渦の写真



(a)



(b)



(c)

図-1 水面における流線の概念図

7.06 cm/sec で流下方向に移動するカメラで写真撮影した。写真撮影は連続的に行ない、シャッターの開放時間を2秒、撮影周期を3秒とした。写真-1はその1例である。なお以下の解析における距離ならびに流速は、カメラに固定された原点をもち、写真-1の傍に示されている方向をもつ座標系を基準にしたものである。

### 3. 実験結果および考察

写真から読み取られた流線の概念図を図-1に示す。(b)は写真-1に対応し、(a)および(c)はおのおのそれより3秒前および3秒後の写真に対応するものである。これらの写真および図から、水深と同程度の渦運動が存在し、これらの機構はそれらが下流に運搬されるにともなって発展していくことが認められる。例えば、(a)図におけるA<sub>1</sub>およびA<sub>2</sub>で示した渦運動は(b)図のAのように合体されて1つの渦運動となり、(b)図におけるBの渦運動は(c)図のB<sub>1</sub>およびB<sub>2</sub>のように分裂していく過程にあることを表わしている。

写真-1より水面での流速の絶対値を求め、図-2に示す。本図から渦運動を構成する流速はほぼ0.75 cm/secまでであり、これは水面の平均流速の約10%に相当する。また、流速のxおよびy方向成分uおよびvの分布から水面での渦度成分( $\partial v/\partial x - \partial u/\partial y$ )および2次元発散( $\partial u/\partial x + \partial v/\partial y$ )の分布を求めたものを図-3および図-4に示す。図-3の渦度成分の分布図を等高線図にみたてた場合、その尾根線と谷線とはともに流れ方向に走っており、横断方向にはそれらが交互に現われている。図-3ではこれらの線を一点鎖線と示し、a~fなる記号をつけてある。また、これらの曲線を図-1(b)および図-4にも描き入れ、これらの図を比較してみると次のことが指摘される。(i)流線図において渦運動が顕著に認められる領域と図-3の渦度成分の極値の位置とは明確に一致しており、このことから水面近傍の大スケールなれを意味する渦運動は集中せられた渦度に起因するものといえようである。(ii)渦運動領域の周辺近くでは2次元発散の値が大きくなっており、このことから、水面におけるなれの現象把握といえども3次元的に追求する必要があるといえる。

#### 参考文献

- 1) Laufer, J; Ann. Rev. Fl. Mech, vol. 7, 1975.
- 2) Prandtl, L., and O. Tietjens: "Fundamentals of Hydro- and Aeromechanics", vol. 2, McGraw-Hill, 1934.

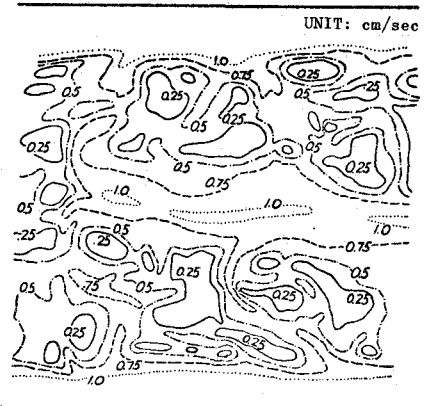


図-2 流速分布

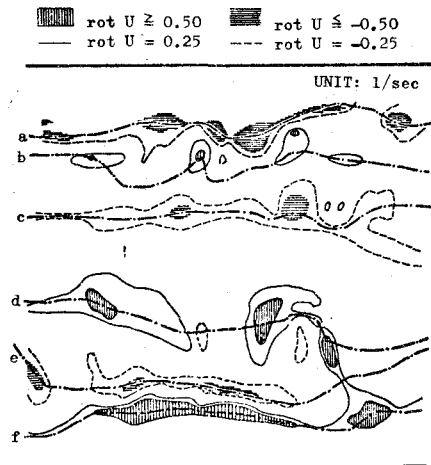


図-3 渦度の分布

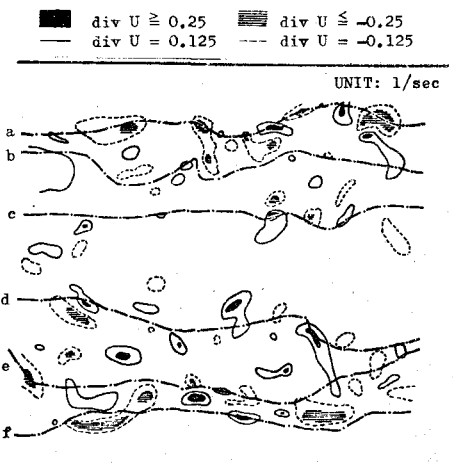


図-4 2次元発散の分布