

画像処理による二次元噴流の渦構造の抽出

西日本工業大学 正員 赤司 信義

西日本工業大学 正員 石川 誠

山口大学工学部 正員 斎藤 隆

1. はじめに …………… 著者らは、これまでに二次元噴流の乱れの形成領域の渦構造の可視化を行った。写真 1、2、3 は、それぞれ立体視、縦断面視、横断面視の可視化結果¹⁾を示したものである。本研究では、画像処理を行って、渦構造や界面変動の抽出を行った。画像処理では、横断面視画像の重ね合わせを行って渦構造を再構成し、渦スケールや渦の通過周期が処理画像からどの様に読み取れるのかを調べると共に原画像の各画素の階調数を調べ、噴出水と周囲水との界面位置を抽出し、界面変動特性の検討を行った。

2. 画像データの取り込み方法 …………… ビデオテープに収録された画像は、ビデオ画像入力ボードを装着した PC98 パソコンで取り込まれた。取り込んだ画像は PC98 のグラフィック VRAM で利用しやすいように、RGB データ(256 階調)に変換した。画像の明るさには緑の成分が大きく寄与しているので、階調数処理を行う上で、RGB データの内 G データだけをフロッピーに保存した。本研究で行った画像処理には全てこのデータを使用した。写真 3 は、横断面視画像を取り込んでいるところの表示画面を示したものである。画像 1 枚当りの取り込み画素数は、写真中の白枠で示している 110 画素 x 180 行 = 19800 で、実寸は、4.0 cm x 6.5 cm であった。そして、1 画素 1 バイト、画像 1 枚当り 19.8 Kbyte で、フロッピー 1 枚当り 60 画面の取り込みを行った。取り込み数は 512 枚で、取り込み時間間隔を 1/60 sec とした。

3. 画像処理結果とその検討 …………… 図 1 は、写真 3 中の取り込み画像の 0 行、すなわち、画像の上辺(110 画素 x 180 行の画素配列の内の 110 画素 x 1 行分のデータ)の階調数の分布を示したものである。階調数 0 は真っ黒で、階調数 255 は一番明るい状態を示す。可視化画像は、水槽中に蛍光染料を一様に混和し、2 次元ノズルより水道水を噴出させた状態を撮影したものであるから、階調数が低いとそれは、ノズルからの供給を意味し、階調数が高いと噴流の周囲水を意味している。図 1 の階調数分布を右端からみて行くと、最初に急激に階調数の下がる位置が噴出水と周囲水との界面であるので、渦構造の抽出のためのしきい値をこの急激な低下部分の平均的な値である階調数 128 とした。図 2 は、図 1 の階調数分布を前方右斜め上から見おろしたような画像になるようにして、少しずつずらして 512 本の階調数分布を表示したものである。ハート状のパターンは、写真 2 に見られる横渦の通過を示唆している。この図から分かるように、線画像による階調数分布からでも、渦構造の概容を読み取ることができる。

図 3 は横断面視による各時間毎の画像の位置を少しずつずらして 120 枚の画像(3 sec 間)を重ねたものである。図中の白いウェーブ状の線はしきい値に等しい画素を連ねたもので、噴出水と周囲水との界面と見なせる。縦渦からなるリップ構造が浮かび上がっている事が分かる。このリップ状の周波数を 512 枚の重ね合わせ画像から読み取ると、2 ~ 3 Hz であるが、渦の発生周波数が 7 Hz 程度であった事を考えあわせると、

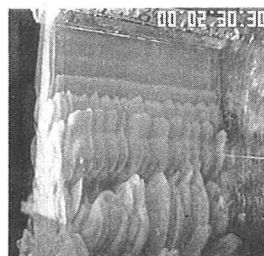


写真1 立体視



写真2 縦断面視

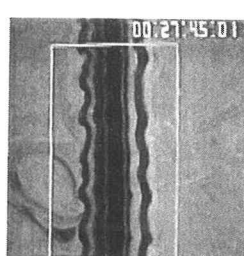


写真3 横断面視

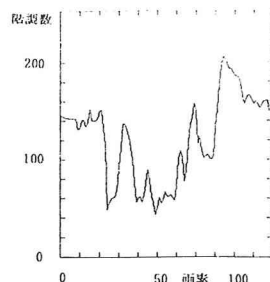


図1 階調数分布

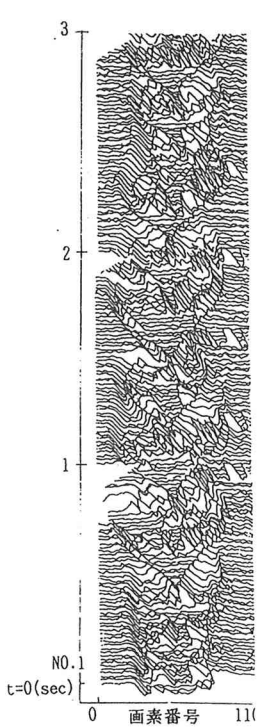


図2 階調数分布の積層化

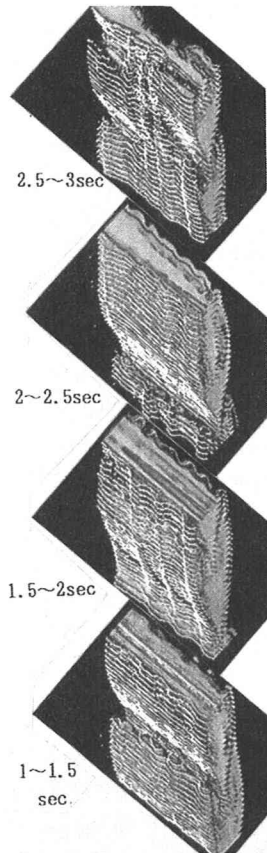


図3 横断面画像の積層化

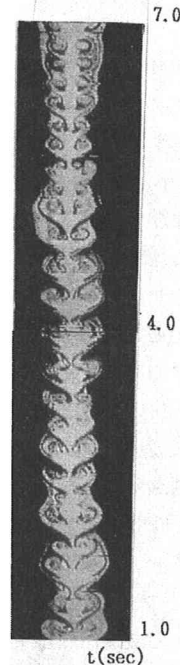


図4 線画像の積層化

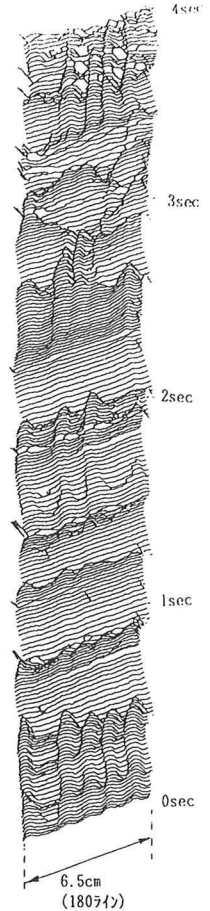


図5 界面変動

界面の抽出だけでは渦構造の考察は困難である。図4は、写真3の取り込み画像の上辺の線画像を3秒間180枚取り出して360行に渡って描いたものである。写真3に示した横断面画像からでは、どれが横渦で、どれがリップ構造なのか判然としないが、この処理を行うことによって、線画像からでも横渦のスケールを読み取ることが可能になる。図5は、界面の位置を図3の階調数分布と同様な方法で表示したもので、図5よりも非常に明瞭にリップ構造を認めることができる。図6は、写真3の取り込み画像の上辺110画素の内の界面位置の時間的変動を示したものである。この波形を用いてスペクトルを計算したものが図7である。界面位置の変動波形と対応して、3 Hz程度の卓越周波数を持っている事が分かる。

4. おわりに …………… 二次元噴流の乱れの形成領域での横断面視画像を基にして、画像処理を行った。横断面視画像を積層化すると、横渦の構造とリップ構造が同時に観察でき、流れの理解に有用であることが示された。特に線画像を積層化する事によって、渦特性の抽出が可能であることが示された。今後、渦構造を定量的な検討を行い、噴出水と周囲水との混合機構を明らかにしていく上で、画像の取り込み枚数をかなり増やした解析を行う必要がある。参考文献：1) 二次元噴流の乱れの形成領域における縦渦構造の可視化、水工学論文集、Vol.37, 1993。

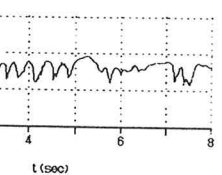


図6 界面変動

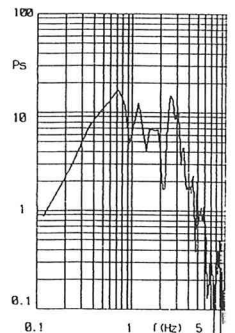


図7 スペクトル