

II-35

相関法を用いた後流渦の解析

東北大学工学部 ○学生員 渡辺 拓
 東北大学工学部 正 員 長尾 昌朋
 東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

突堤や段落ち部に発生する渦は、局所洗掘や流体抵抗に関係するので工学的に重要な問題であるが、本研究では可視化実験を行ない、そのビデオ画像に相関法を適用することにより渦の流速分布や渦度分布を解析しようとするものである。

2. 実験装置及び計測

実験装置は図-1に示すように幅0.1m、高さ0.2m、長さ4.0mの亚克力製の矩形水路とヘッドタンク、下流側水槽より成り、水中ポンプで循環させ流量は途中にあるバルブで調節した。次に長さ1cmの突堤を水路下流端より160cm上流に設置した。再付着点は下流端より約90cm上流にくる。可視化には水素気泡法を用いた。それをビデオ録画した。ビデオ画像は画像処理システムLA-655を用いてパソコンに取り込み、これをワークステーションに送って以下に示す相関法の計算を行い流速場をもとめることにした。

3. 相関法

相関係数を次の式でして求め最も値の大きいもの（相関の高いところ）へ移動したと考える。

$$R = \frac{\sum_i \sum_j (f_{ij} - \bar{f})(g_{ij} - \bar{g})}{\sqrt{\sum_i \sum_j (f_{ij} - \bar{f})^2 \sum_i \sum_j (g_{ij} - \bar{g})^2}} \dots\dots\dots (1)$$

ただし f_{ij} : $t = t_0$ での画面の1ピクセルの輝度

g_{ij} : $t = t_0 + \Delta t$ での画面の1ピクセルの輝度

$\bar{f}$: テンプレート内の f_{ij} の平均

$\bar{g}$: テンプレート内の g_{ij} の平均

最初に一様流の領域でタイムラインの移動距離から場の平均流速を求め、これと相関法で求めた流速を比較することにより誤差を求めた。またビデオで撮影された1ピクセルは実寸で0.2mmであったので $0.2\text{mm}/(1/30)\text{sec} = 0.6\text{cm/s}$ は離散化誤差となる。テンプレートの一辺の長さ N を5~19ピクセルと変えその影響を調べた（図-2）。ここで気泡塊の平均スケールは $N_0 = 8.7$ でありその約1/2~2倍で検討したが $N/N_0 > 1.4$ で安定している。図-3、4は各々テンプレート内の平均輝度、分散と相対誤差の関係をプロットしたものであるが前者は40以下、後者は200以下で誤差が急激に大きくなることを示している。

図-5は相関係数と相対誤差の関係を示したものであるが、上述の平均輝度、分散のしきい値以下のものを黒印、しきい値より大きいものを白印で表している。白印のものはいずれも相関係数が0.7以上になり、また相対誤差も離散化誤差以下になることがわかる。

4. 解析結果及び考察

上の結果より、平均輝度40以上、分散200以上、相関係数0.7以上の条件で求めた流速分布を図-6に示す。死水域から連行されている流れや、 $x = 4.5\text{cm}$ 、 $y = 2.0\text{cm}$ 付近に中心を持つ渦が現われている。

なお、 $x = 3.0\text{cm}$ 、 $y = 3.0\text{cm}$ 付近に始点を持つ、流速ベクトルなど、誤差と思われるものもいくつか含まれており、これらの除去が今後の課題である。

<参考文献>

真野明、神尾成也：相関法による碎波気泡混入領域の流動解析，土木学会論文集，423/II-14，pp.171-180，1990。

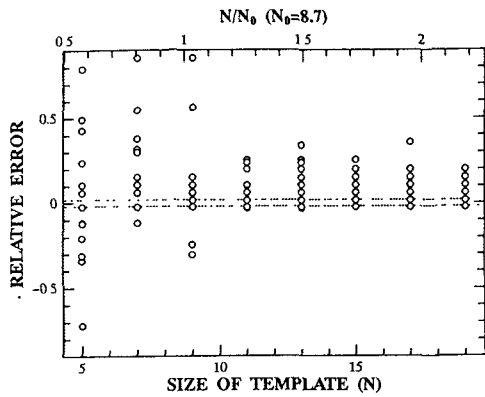


図 - 2

テンプレートの大きさと相対誤差

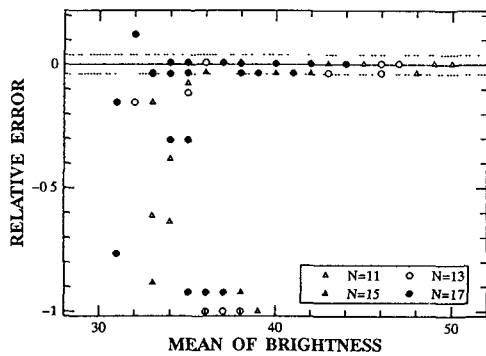


図 - 3

平均輝度と相対誤差

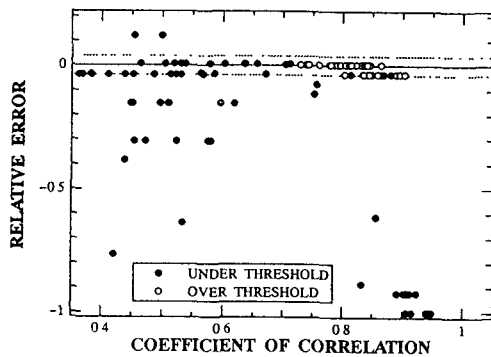


図 - 5

相関係数と相対誤差

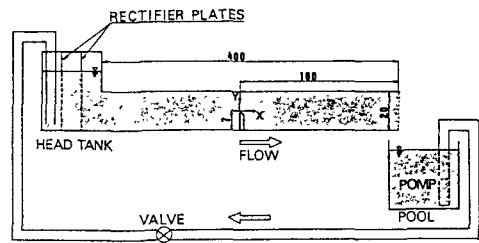


図 - 1

実験装置

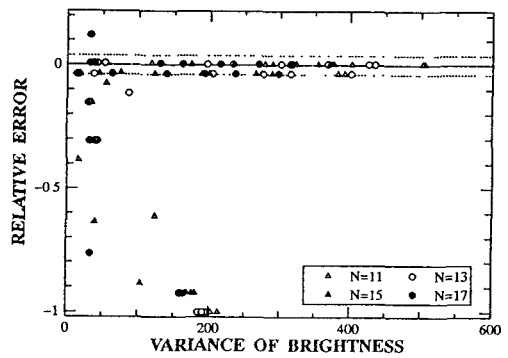


図 - 4

分散と相対誤差

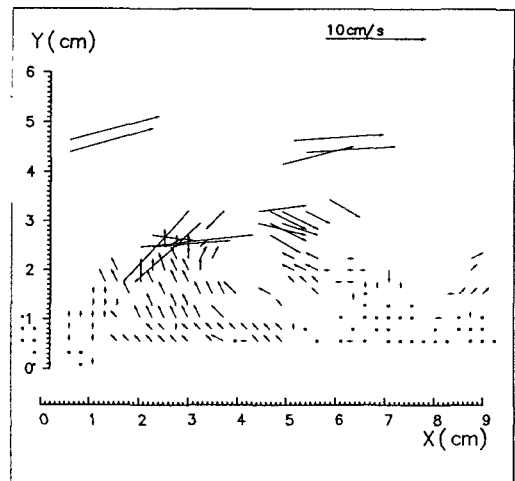


図 - 6

後流域の流速場