

可視化法による河床波上の3次元的な組織渦の挙動に関する研究

京都大学工学部 正 員 中川 博次 京都大学工学部 正 員 楠津 家久
建設省 正 員 金沢 文彦 京都大学大学院 学生員 藤井 信宏
京都大学大学院 学生員 〇越智 厚

1. まえがき

実河川において見られるボイル渦の基本的な内部構造を把握するために、その現象を実験室で再現した研究が行われているが、今まではその2次元的な観測がほとんどであった。そこで本研究では、水素気泡法および染料注入法により可視化を行いビデオに撮影してその挙動を3次元的に把握しようとする。

2. 実験概要

実験は図-1に示すような長さ8m、幅30cm、高さ20cmの両面プラスチック製可変勾配型水路に長さ40cm、幅30cm、河床波高 $H_s=2\text{cm}$ の鉄板製の三角形状河床波を16枚敷いた水路を用いた。まず、水素気泡法により、レイノルズ数とボイル渦の発生周波数および水深とボイル渦の発生周波数との関係を明らかにした。次に、水深を8cmに固定して、ほぼ、水路の中央にある河床波の頂部（クレスト）及びその下流側の河床波上の一点から染料を注入し、スリットを通した投光機の光を当てることにより、様々な高さの水平断面ごとにボイル渦の発生を鉛直上方からビデオカメラで撮影し、そのレイノルズ数による変化及び高さによる変化を調べた。また、ボイル渦の原因と考えられる河床波付近で発生する上昇流の流下方向の分布を調べるため、河床波上の様々な点から染料を注入し、水平方向からビデオカメラで撮影した。最後に、ボイル渦を発生させる原因と考えられる剥離渦とボイル渦の発生の関係を調べるため、クレストと河床波上の一点から同時に異なる色の染料を注入し、水平方向からビデオカメラで撮影した。

3. 実験結果及び考察

まず、水素気泡法による実験結果を図-2に示す。これより、ボイル渦の発生周期 $T_{b.o.i.}$ と平均流速 U_m の積を水深 h でわったもの $T_{b.o.i.} \cdot U_m / h$ は水深およびレイノルズ数による大きな変化を示さないことが判る。次に、染料注入法によるボイル渦の挙動を追ったものを図-3と図-4に示す。図-3は流下方向に垂直な断面においてボイル渦の発生数とその高さの断面に発生したボイル渦の総数の10%を越える部分を示したもので、図-4は同様に側方から見たときのものである。両者とも上からレイノルズ数が、2400、4000、5600、8000、10400、12000と大きくなっていくが、これらから、レイノルズ数が変化してもボイル渦の移流経路に変化がみられないことが判る。次に、ボイル渦の原因と考えられる河床波近傍での上昇流がどのような分布で発生するのかを示したものが図-5である。この上昇流がすべて水面付近まで達するボイル渦に発達するとは限らないが、この図から上昇流の発生が剥離渦の再付着点付近を中心に分布していることが判る。最後にクレストから発生した剥離渦が巻き上げる上昇流の分布を3次元的に示したものが図-6である。剥離渦の影響する範囲がクレストから流下方向に $x/H_s=4\sim 6$ を中心に広がっていることが判る。また、このときの左右の広がりが図-3に示すボイル渦の広がりにはほぼ一致していることが判る。以上のことより、ボイル渦は剥離渦によって巻き上げられた後、左右に揺れることなく、また、流下方向にはほとんど似た軌跡を描いて上昇し、それは流速によってほとんど変化することはないと考えられる。

Hiroji NAKAGAWA, Iehisa NEZU, Fumihiko KANAZAWA, Nobuhiro FUJII, Atsushi OCHI

4. あとがき

1つ1つのボイル渦の挙動特性を明らかにしてきたが、流れの中においてボイル渦はそれだけで単独に行動するものではなく、同時に発生する複数のボイル渦についての観察が今後必要となってくると思われる。

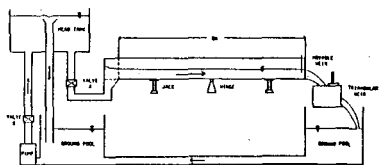


図-1

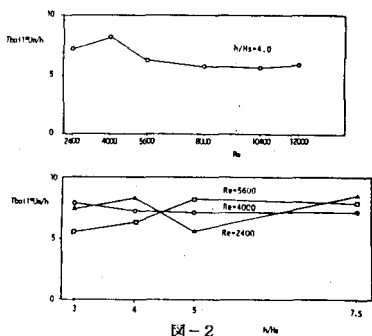


図-2

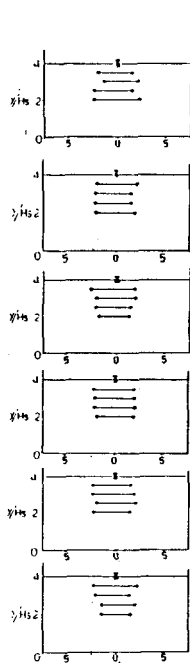


図-3

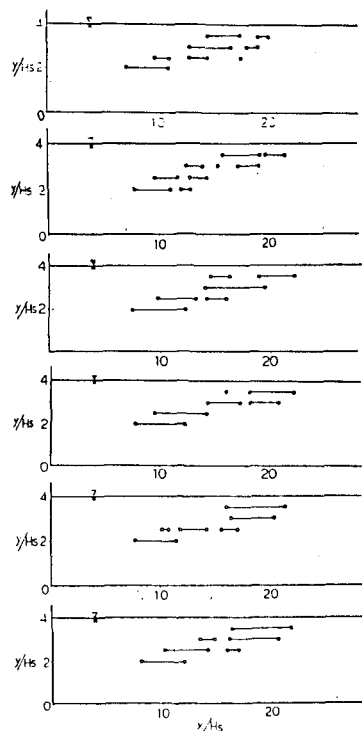


図-4

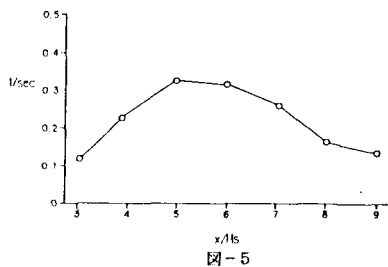


図-5

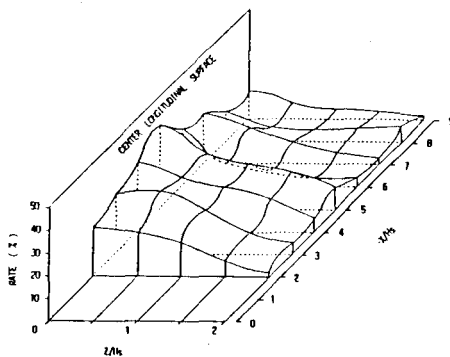


図-6