

II-324

開水路で発生する Boil の特性

東北大学大学院 学生員○橋本 敦
 東北大学大学院 学生員 高島正治
 東北大学工学部 正会員 沢本正樹

1. はじめに

実河川などで観察される大規模乱流現象の中に Boil がある。本研究では開水路乱流において水深規模で流れに影響を与える組織構造を調べるために、水路底面に設置した堰状突起物より組織的な渦運動を生じさせ Boil を模擬しその特性を調べた。

2. 実験方法

実験は水路勾配1/800、長さ20m、幅40cm、高さ50cmの矩形断面水路で行なった。水路上流より16.5mの位置に図-1のような堰状突起物を設置した。流速の流れ方向成分を直径5mmのプロベラ式流速計を用いて測定した。座標軸は図-1のようにとった。測定範囲は（x:4cm, y:2cm, z:3cmのメッシュ状に区切り）x=50cmまでとした。サンプリングは周波数10Hzで100秒間行なった。

なお、組織構造を有する流れと比較するため、堰状突起物より流れが影響を受けない十分上流側（x=-116cm）にて等流での流速を測定し、これを接近流速とした。実験の水理条件を表-1に示す。

3. 実験結果

図-2, 3は等流状態における横断面の平均流速分布および乱れ強度分布である。図-4, 5はx=2cmでの平均流速および乱れ強度を鉛直方向、横断方向が同じ位置での等流での値で無次元化したものである。流速分布は歪を起し断面中央で左右対称の分布となっている。図-4によるとz=17cm, 23cm付近において等流に比べ約9割の速度欠損が左右対称に生じいる。これに対応する位置で図-5では約2倍の大きさの乱れ強度が現われている。わずかな流速で大きな乱れであることからこの組織構造は渦運動によるものであり、この位置は組織構造の中心的位置であることがわかる。図-6, 7はx=38cmでの平均流速分布および乱れ強度分布である。図-6よりこの位置では流速分布が水面で閉じていないことから渦運動が上昇し水面に到達していることがわかる。また速度欠損も5割程度になり、乱れ強度が約3倍にも大きくなっていることより周囲の流れからエネルギーを補給し大規模な乱流構造に成長しているといえる。

図-8, 9は等流（x=-116cm, y=6cm, z=23cm）、組織構造を有する位置（x=6cm, y=6cm, z=23cm）でのパワースペクトルである。図-8に比べ図-9ではほぼ1オーダースペクトルが強くなっている。また図-9では等流に比べ2～3Hzできわだった強さのスペクトルのピークが現われている。この位置は Boil 渦の外縁が通過する位置であり、通過割合を50%と仮定すると Boil 渦の発生周波数は値を2倍した4～6Hzであると考えられる。これは可視化による実験で Boil の発生した周波数にはほぼ一致することが目視によって確認されている。

4. まとめ

本研究では水路底面に堰を設置することで、そこから組織的な構造として Boil 渦の発生がみられた。この Boil 渦は断面中央を介して左右対称に現われ、上昇をともなう大規模な渦運動に成長しやがて水面に到達した。また Boil 渦の発生周波数は4～6Hzであるのではないかということが考えられた。

表-1 水理条件

水路勾配	水深	径深	平均流速	摩擦速度	Reynolds数	Froude数
I	h(cm)	R(cm)	U_0 (cm/s)	U_* (cm/s)	$Re \times 10^4$	Fr
1/800	16.0	8.89	27.4	0.82	2.44	0.29

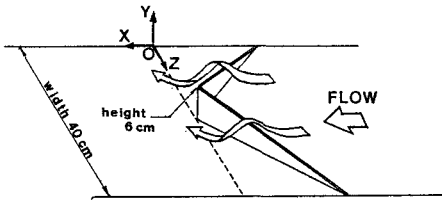


図-1 堰上突起物概略図

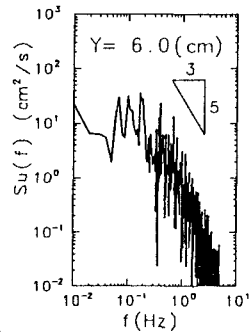


図-8 等流

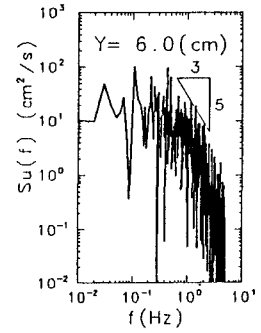


図-9 $x=6\text{ cm}, z=23\text{ cm}$

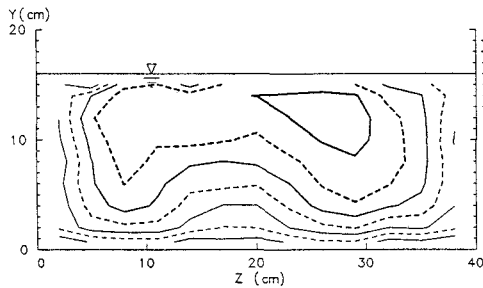


図-2 平均流速分布（等流）

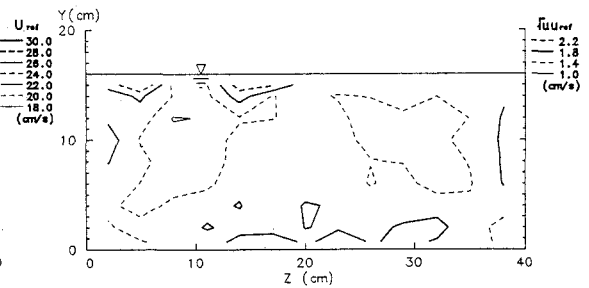


図-3 乱れ強度（等流）

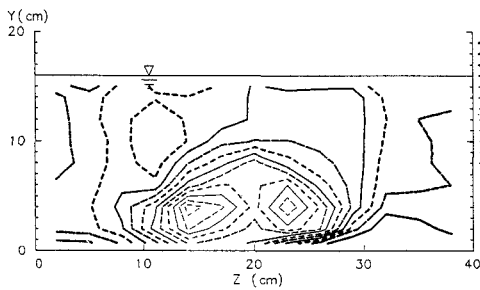


図-4 平均流速分布（ $x=2\text{ cm}$ ）

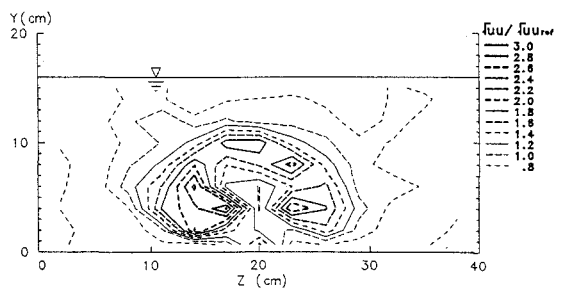


図-5 乱れ強度（ $x=2\text{ cm}$ ）

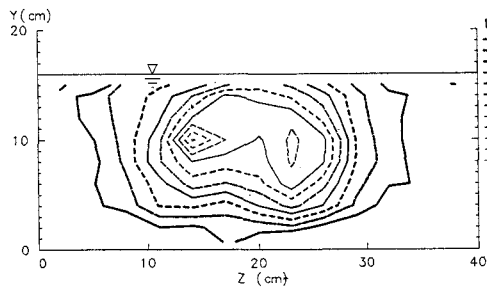


図-6 平均流速分布（ $x=38\text{ cm}$ ）

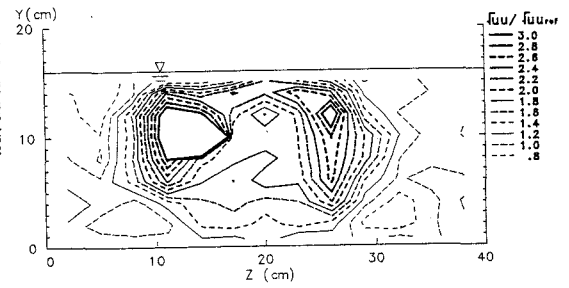


図-7 乱れ強度（ $x=38\text{ cm}$ ）