

神戸大学工学部 正会員 板梨順三郎
住友建設 K K 正会員 西井 清二
神戸大学工学部 学生員 〇伊藤 直喜

1. まえがき

本研究は、開水路段落ち付近の乱流特性を実験的に解析し、その乱れ構造を把握しようとするものである。前報にひき続き、段落ち下流の測定断面を段落ち高さの5倍まで広げて、混合域の下流への広がり特性を調べた。なお、混合域における変動速度の分布特性も明らかにした。

2. 実験装置と手法

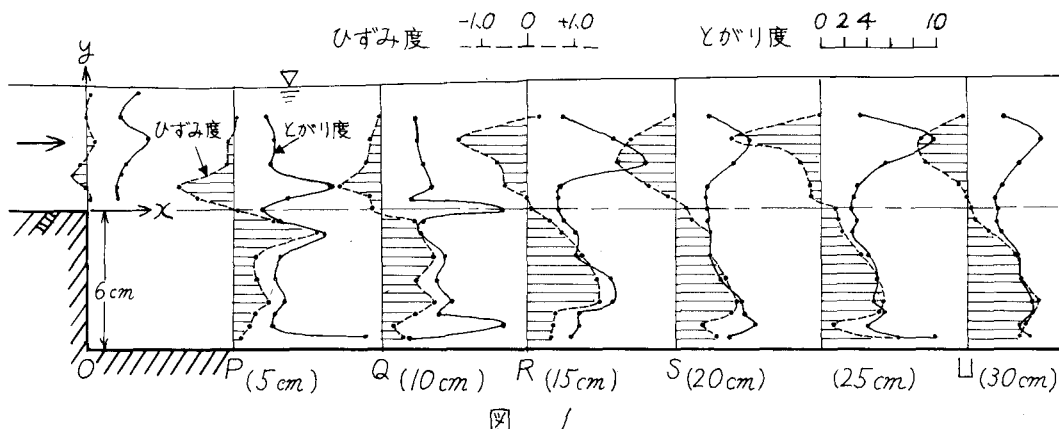
本実験に使用した水路は、幅20cm・深さ15cm・長さ6.6mの矩形断面を持つアクリル透明製循環水路であり、上流端から3.6mの位置に、高さ6cmの段落ちを設定した。また、水路床勾配は0.00134であり、下流端にせきを設けた。流速の測定はhot-film流速計を用い、水路中央の位置で7断面について行なった。

A-D変換器によるデータ処理は、サンプリング周波数160 Hz、データ個数4000個とした。

3. 実験結果と考察

1) 乱れの分布特性 : 図1は、変動速度 u のひずみ度ととがり度を、それぞれ破線および実線で示したものである。ひずみ度は、段落ち高さを境にして、水面側に負の値、水路床側に正の値を取る分布を示す。分布の山は水面側のオガは、きりした形を示し、その正負二つのピークはP断面では段落ち高さ近傍にあり、下流に行くと共に上下に広がり、分布も滑らかになる。しかし、その移動は、水面側ではある高さで止まるのに対して、水路床側では水路床近くまで達する。また、これらのひずみ度の大きさは、0断面のひずみ度と比べ大きい値を示す。一方、とがり度の分布も、一般に、ひずみ度の絶対値が大きくなる点で大きくなり、下流へ行くほど丸みを帯びる。また、正規分布での値よりかなり大きく、水面側で大きい値を取る。これらの特徴は、 $u < 0$ の水路床側では、上側からの流体塊の混入による大きい正の変動速度が存在し、また、場の流速が小さいために水塊がより深く侵入しやすいことから生ずると思われる。他方、 $u > 0$ の領域では、下側からの流体塊の混入によりかなり大きい負の変動速度が存在してひずみ度は負となるが、場の流速が小さいために水面方向に水塊の混入がおこりにくく、そのため生ずると考えられる。

段落ち高さ周辺では、一般にどの断面でも、ひずみ度は零に近く、とがり度も約2.6と正規分布での値に近い値を取り、また、次の項で示すように乱れ強度が大きい値を取ることもわかり、混合が最も発達していると考え



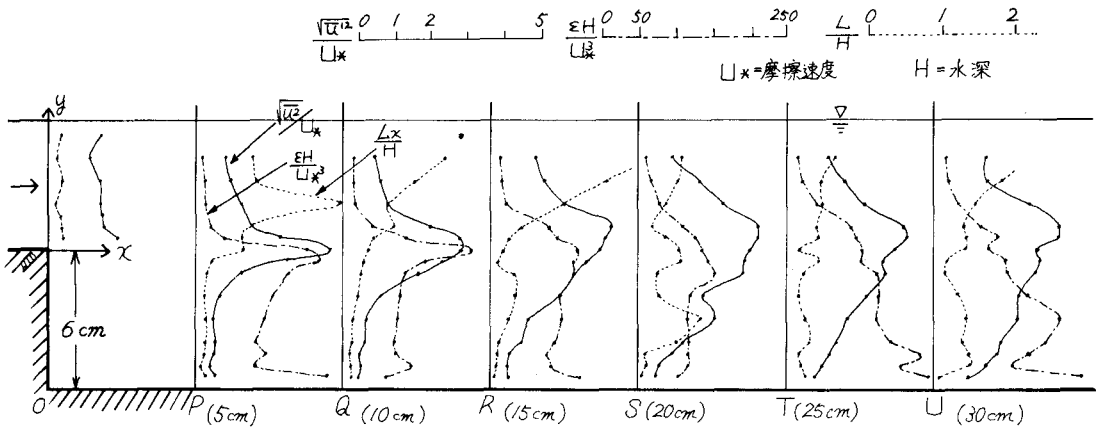


図 2

られる。

以上のことから、 u の分布の山をつらねると、これは混合域の境界を示し、混合域の流れ方向への広がりを示すと考えられる。

ii) 乱れ強度分布 $\sqrt{u^2}$: 図2の実線は乱れ強度を示す。段落ち部で発生した乱れは、全断面にわたり、段落ち高さ付近ではほぼ等しい乱れ強度の最大値を持つ。そして、下流に行くと共に分布に双みを帯びて来るが時に水路床方向にその傾向が強い。また、水面および水路床近くの乱れ強度は、水路の形状の変化にもかかわらず、大きい変化は見られない。

iii) 渦のスケール、エネルギー消散率 : 図2の破線および点線は、エネルギー消散率 ϵ 、乱れの平均スケール L_x を示す。平均スケールは、測定断面によりかなり異なった分布を示す。一般に、水面近くで大きく水路床近くで小さい値が出現している。エネルギー消散率は、段落ち部付近では、混合域内で大きい値を示すが、下流に行くと共に、分布の山が水路床に近づき、かつ滑らかな分布になる。これから、混合初期においては、混合部における分子粘性による消散が卓越するが、混合部、拡大と共に、水路床による粘性消散が卓越して来ることが理解される。

IV) パワースペクトル $S(f)$: 図3は、自己相関関数より求めたQ断面における流れ方向成分のパワースペクトルを示す。段落ち高さに近づくと、スペクトル分布は全体として右上に平行移動する。また、コロモギルフの慣性域は、混合域と考えられる部分で、広い周波数範囲にわたり成立が見られ、また、単重構造の乱れと考えられる。図4は、乱れ強度がほぼ最大である段落ち高さ上、水路床から2 cm の高さの地点でのスペクトルの流れ方向の変化を示す。前者では、下流に行くと共に、スペクトル密度はやや減少するが、広い範囲の慣性域を持つ。他方、後者では、低周波数領域における慣性域の成立、発達が見られ、混合、進展と共に、局所的等方性領域が成立して行くことが理解される。

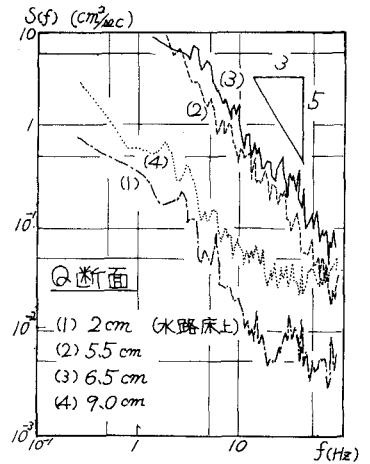


図 3

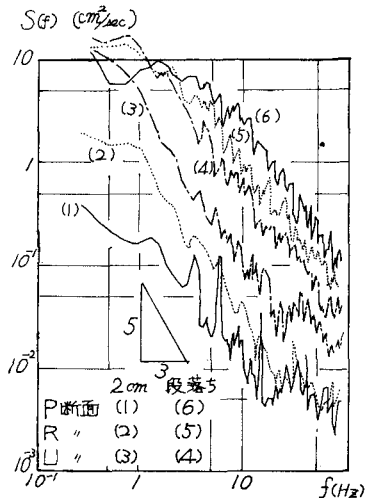


図 4