

開水路粘性底層内の流速変動

○山口大学 河元 信幸 前田工業 林 雄一
飛島建設 柴田 浩和 山口大学 斎藤 隆

1. はじめに：乱れエネルギーの生成・物質の拡散・輸送に重要な役割をなすバースト現象の成因である低速渦についての知見が得られているが、これと一体となって渦構造を形成している高速渦についての知見はほとんどない。本研究は、

床面上における物質移動を規定する床面せん弾力の変動を明らかにすることを目的とし、床面せん弾力と線型関係にある粘性底層内の流速に着目し、主流流速の横断方向分布の時間的変化を定量化する一手法として、流速レベルを平均流速と乱れ強さを閾値にして4段階に分け、低速域ならびに高速域のそれぞれの幅ならびに中心間隔について実験的に検討した結果を報告するものである。

2. 実験装置と実験方法：実験を行った水路は幅が60cm、深さが25cm、長さが10mの亚克力樹脂製の可変勾配水路で、水路最上流端では整流用のハニカムが設置されている。実験条件は表-1の通りである。流速の測定は水素気泡法で行い、直径10 μ のタンゲステン線は、水路床から1mmの高さで側壁から横断方向に45cmの区間に設置された。流速は、ビデオ撮影した水素気泡線をデジタイザーで、横断方向に2mm間隔で40cm区間、0.1秒間隔で30秒間読み取られた。

3. 実験結果とその検討：測定された一点における流速の変化と、ある瞬間における流速の横断方向分布の一例が図-1である。

30秒間の平均流速の横断方向分布が図-2である。30秒間の平均値であるが数種の卓越波長が存在する。このような変動は粒子転動実験においてもみられ、より大きなアスペクト比の場合には水路中央部分において消滅する。図中の点線は平均区間を変えた移動平均値を参考にして定めた平均流速である。側壁より水深の約3倍の範囲で平均流速は変化していて、水深のほぼ8割の位置で、従来の実験結果と同様に平均流速が極少値となっている。

図-3は水路中央部分(z=20~40cm)における流速の頻度分布である。図中の下図は正規密度分布からのずれを示したもので正規分布よりも低速側に頻度分布が傾いている。

表-1 実験条件

水温 T(°C)	28
動粘性係数 ν (cm ² /sec)	0.00836
流量 Q(cm ³ /sec)	1421
断面平均流速 V(cm/sec)	4.74
最大流速 Vmax(cm/sec)	5.54
水深 h(cm)	5.00
摩擦速度 u* (cm/sec)	0.300
$Re=V \cdot h / \nu$	2840
$Re_* = u_* \cdot h / \nu$	179

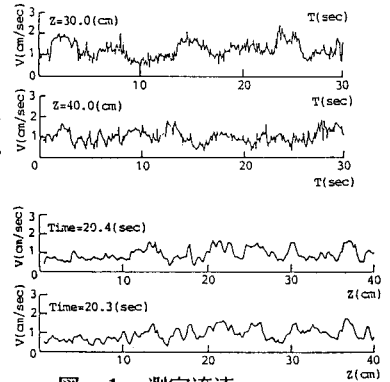


図-1 測定流速

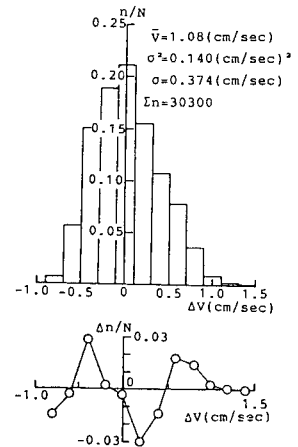


図-3 流速の頻度分布

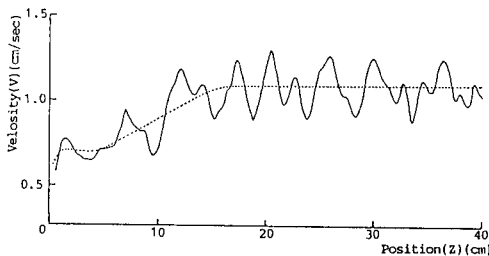


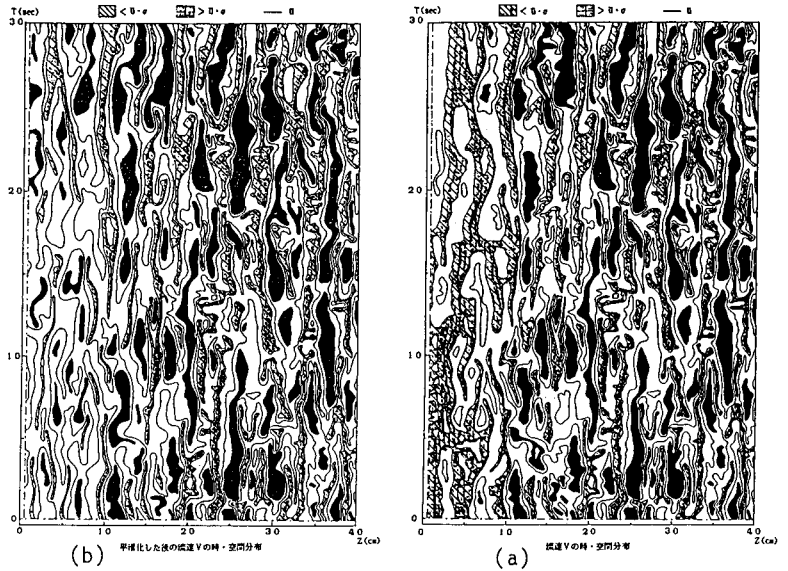
図-2 平均流速の横断方向分布

高速域（瞬間流速＞平均流速＋乱れ強さである領域）ならびに低速域（瞬間流速＜平均流速－乱れ強さ）の出現状態を示したものが図－4である。（a）は水路中央部分の、（b）は図－2に点線で示した平均流速を平均流速として算出した結果である。平均流速の修正を行っても、水路中央部と側壁側とは、高速域と低速域ともその出現状態は明らかに違っている。

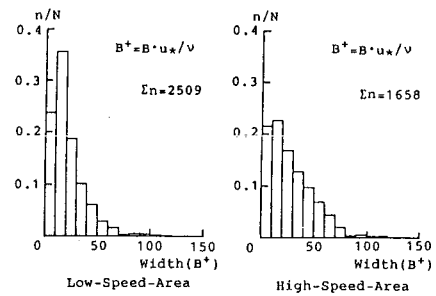
高・低速の領域の幅の頻度分布が図－5である。低速域幅の最頻値は $z^+ = 10 \sim 20$ でその平均値は $z^+ \approx 20$ で、低速域で知られている結果と一致している。高速域幅の最頻値は $z^+ = 10 \sim 20$ と低速域幅の場合と一致しているが、平均値は $z^+ \approx 25$ と低速域幅より若干大きい値である。

高・低速域の中心間隔の頻度分布が図－6である。両頻度分布において $z^+ = 30 \sim 50$ で最頻値となっているが、両領域における分岐している部分を別個のものとして合算している結果によるもので、この部分の比重を軽くみると、低速域、高速域ともその中心間隔の最頻値は $z^+ = 70 \sim 100$ であって、高速域の中心間隔の頻度分布の範囲は広いが、平均値は両者とも、当然のことであるが、 $z^+ \approx 100$ である。

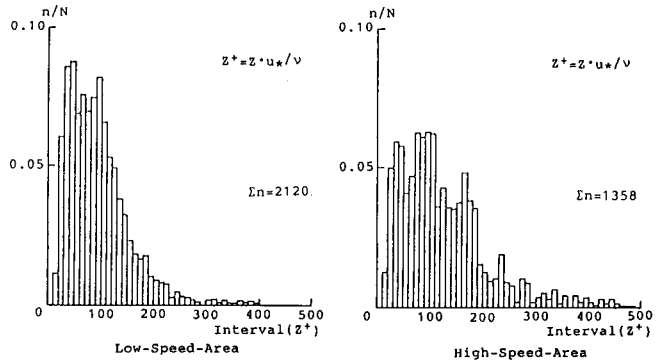
4. むすび：本研究において定義した低速域は、条件付計測や可視化実験で知られている低速域とほぼ同一なものである結果が得られ、高速域の定義とを併せて、床面せん断力の変動について、その強さを量的に評価することが可能となる方法が得られた。



図－4 高速域ならびに低速域の出現状態



図－5 低速域幅・高速域幅の頻度分布



図－6 低速域中心間隔・高速域中心間隔の頻度分布