

広島大学工学部 正会員 川西 澄
 広島大学工学部 正会員 余越 正一郎

1. はじめに

条件付平均を用いて、河川感潮部におけるバースティングの空間構造を解析し、水深と平均流速変化にともなうバースティングの空間スケールの変化を求めた。なお、解析に用いた観測データは第29回水理講演会で発表したものと同一である。¹⁾ 観測地点、観測方法の詳細はこれを参照されたい。

2. 解析方法

太田川放水路において、河床から0.45 mの高さより鉛直上方に0.4 m間隔に4台の2成分電磁流速計を設置し、主流方向と鉛直方向の流速を同時連続測定した。電磁流速計の出力信号はすべて、シャ断周波数の3 Hzのローパスフィルターを通し、0.64 秒間隔で同時A/D変換した。Taylorの凍結乱流の仮説が成立するものとして、流速の時系列データの読み取り時間間隔は平均流速 $\bar{u}$ を乗じ、移流距離間隔に変換して解析した。¹⁾ ただし、 $\bar{u}$ としては4測点の平均流速の平均を用いた。瞬間レイノルズ応力による重みづけ平均法²⁾を用いて、バースティングの空間構造を求めた。流速の主流方向成分を u 、鉛直方向成分を w とすると、*ejection*と*sweep*運動の検出関数はそれぞれ次式で定義される。

$$I_e(t) = \begin{cases} -u(t) \cdot w(t) & : u(t) < 0, w(t) > 0 \\ 0 & : \text{その他の場合} \end{cases} \quad I_s(t) = \begin{cases} -u(t) \cdot w(t) & : u(t) > 0, w(t) < 0 \\ 0 & : \text{その他の場合} \end{cases}$$

u の条件付平均は

$$\langle u \rangle(z_i, t) = \frac{u(x_0, y_0, z_i, t + \tau) \cdot I(x_0, y_0, z_0, t)}{I(x_0, y_0, z_0, t)}$$

である。検出関数 $I(x_0, y_0, z_0, t)$ として、河床から0.45 mの高さで測定したレイノルズ応力 uw を使用した。なお、上げ潮時の解析結果のみ以下に示す。

3. 結果

条件付平均 $\langle u \rangle$ 、 $\langle w \rangle$ の空間構造の変化を図2に示す。検出関数に河床から0.45 mの高さの流速変動を用いているので、図2はこの測点で*ejection*、*sweep*が生じた時の $\langle u \rangle$ 、 $\langle w \rangle$ の等値線図である。ただし、 $\langle u \rangle$ 、 $\langle w \rangle$ は $\langle u \rangle(z_0, 0)$ 、 $\langle w \rangle(z_0, 0)$ で規格化してある。等値線の間隔は0.1である。図2の左側が*ejection*、右側が*sweep*の空間構造を示す。図の上から下に向て、a. 加速初期、b. 加速期、c. 最大流速時、d. 減速時、e. 減速末期におけるものである。図の横軸は移流距離で、縦軸は水面と

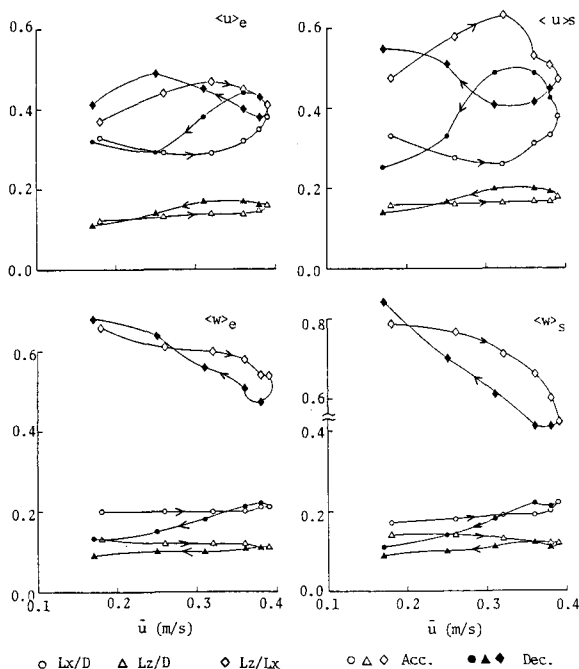


図1 バースティングの空間スケール

1.0とした河床からの無次元高さである。

加速初期を除いて、下部より上部の方が位相が進んでいるのが確認できる。加速初期と減速末期の平均流速はほぼ等しいが、空間スケールは減速末期の方が大きい。ただし、 a から e に向けて水深が大きくなっているので(2.7~5.3 m)、水深に相対的なスケールは図1に示すように、ほとんど同じか、逆に小さくなっている。加速時より減速時の方が乱れの強さも大きいので、拡散係数は減速時、加速時に比べてかなり大きくなると思われる。空間スケールは図2の等値線の値が0.6になる距離の2倍とした。図1はこのようなして求めた主流方向と鉛直方向の空間スケールを水深で無次元化したもの L_x/D , L_z/D と、鉛直方向と主流方向の空間スケールの比 L_z/L_x を、平均流速に対してプロットしたものである。曲線上の矢印の方向に時間はある。 $\langle u \rangle$ の空間スケール L_x/D , L_z/D は加速時より減速時の方が大きい。 L_z/L_x は $\langle u \rangle$, $\langle w \rangle$ とも減速初期に最も小さくなり、空間構造は扁平になる。

$\langle w \rangle$ の L_x/D , L_z/D には $\langle u \rangle$ ほど大きな変化はない。

4. 結 論

上げ潮時におけるバースティングの空間構造を解析し、次のことがわかった。

- (1) 乱れ強さやレイノルズ応力と同様、バースティングの空間スケールは加速時より減速時の方が大きい。空間スケールが最大になるのは減速初期で、この時、鉛直方向と主流方向のスケール比は最小となり、空間構造は扁平となる。
- (2) 一般の乱流境界層と同様、バースティングの空間構造は流下方向に傾斜した形をしている。

参考文献

- (1) 川西, 余越, 太田川河口部の非定常乱流構造, 第29回水理講演会論文集, 1985
- (2) Nakagawa, H. and I. Nezu, Structure of space-time correlations of bursting phenomena in an open-channel flow, J. Fluid Mech., 104, 1981

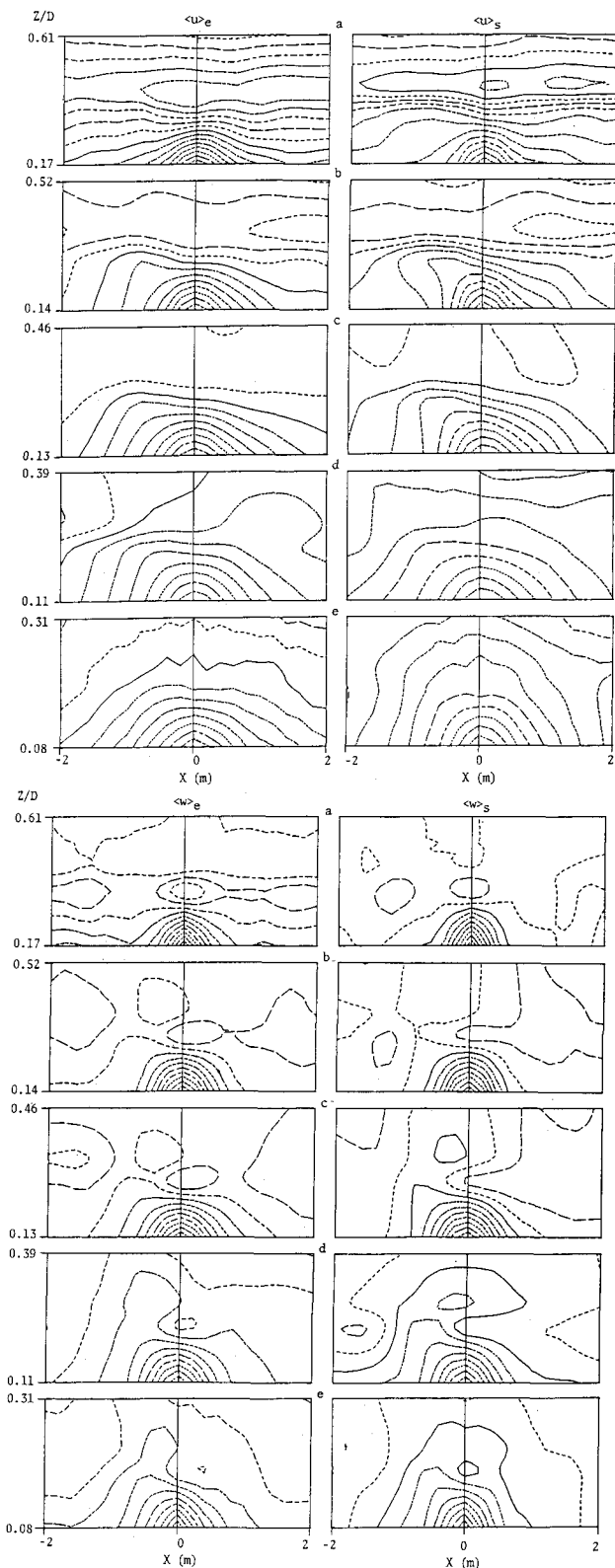


図2 バースティングの空間構造