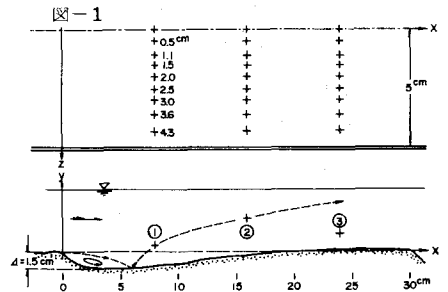


北海道大学大学院 学生員 ○ 佐々木 成人
北海道大学工学部 正 員 坂倉 忠興
北海道大学工学部 正 員 岸 力

概 説 著者らは第4回及び第5回年次講演会^{1), 2)}において砂堆河床液上における乱れの測定結果について述べた。平坦床とは異なり、河床液上の乱れは砂堆直下流の再付着点付近から発生する大規模な乱れ(burst or boil)によって特徴づけられる。今回は特に乱れの鉛直方向成分の横断分布に着目して解析を行った。

実験装置は前報^{1), 2)}と同一であり、幅10cmの水路に $d_{50}=0.42\text{ mm}$ の砂を敷きつめ、 $Q=2.0\text{ l/sec}$ 、 $i=3.2\times 10^{-3}$ 、 $h=5.88\text{ cm}$ の河床液(平均液長 $l=30\text{ cm}$ 、液高 $\Delta=1.5\text{ cm}$)が充分発達した状態でこれを固定したものである。測定の配置は図-1のようであり①、②は burst した液体が通過する経路上、③はその影響が小さく平板上の乱れに近いと思われる位置である。測定には hot-film 流速計を用い、1組のX型フローブを水路中心線上に固定し、他の1組を横断方向に移動させて同時計測を行った。河床液上の大規模な bursting は主として再付着点付近から発生するが、染料による流れの可視化観察の結果によれば、この bursting は二次元性をもち、横断方向に強度や周期が一定ではなく或る分布を成すことが認められた。



1. 結果の概要

河床液上の乱れに対し次のように VITA 法を適用して解析を行った。流速の鉛直方向成分 v の原変動から zero-up-cross 法によって変動の周期を求める。この周期は対数正規分布を成すか、これらの平均周期を等分された部分集合に対し次式で分散 $\widehat{\text{var}}(x, t, T)$ を求める。

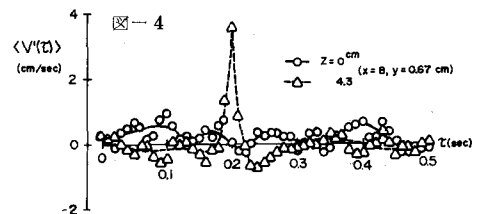
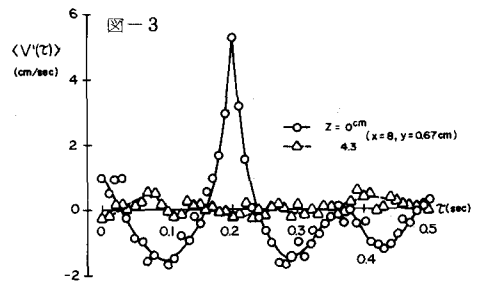
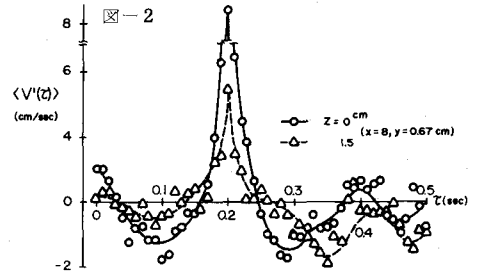
$$\widehat{\text{var}}(x, t, T) = \widehat{v}^2(x, t, T) - [\widehat{v}(x, t, T)]^2$$

ただし $\widehat{v}(x, t, T) = 0$ である。つまり

$$D(t) = \begin{cases} 1 & \text{--- } \widehat{\text{var}} > k \cdot \sqrt{\widehat{v}^2} \\ 0 & \text{--- } \text{その他} \end{cases} \quad \text{を定義する。}$$

k は現象検出の「しきい値」である。部分集合の $\widehat{\text{var}}$ の分布はすべての測点において対数確率紙上で折れ曲った直線なものは2本の直線となる。このことは全体状態の異なった2つの乱れによって構成されていることを示し、また、2つの直線が交差する点は丁度全資料の分散 $\widehat{v}^2$ に等しいことから $k=1.0$ ³⁾とした。

図-2, 3 に VITA の例を示す。これらの計算に際しては、水路中心線上($z=0$)の区間最大値を同時刻に一致させている。図から河床液上の bursting では平板上とは異なり $\bar{z}/\Delta=1\sim 1.3$ ($\Delta=1.5\sim 2\text{ cm}$) までの領域で水路中央と非常に強い相関を有していることが判る。図-4 はこれらとは逆に側方の変動を基



準としてその最大値の時刻を一致させたものであり、側方の変動に明瞭なピークが見られる。以上のことから河床流上では、中央付近から発生する bursting と側方から上昇する流体塊とが命れて存在し横断方向に連続した流体塊によるものとは考えにくい。図-5は中心及び側方の z の相互相関係数の一例であり、これから $\Delta z = 0 \sim 1.5 \text{ cm}$ 付近までは非常に高い相関を示すがそれより側方では殆んど有意な相関が見られない。図-6は $\sqrt{v^2}$ 、図-7は bursting の平均周期 T_B の横断方向の分布であり、平均量についても上述の結果が認められる。

図-8は抽出された bursting のピークの発生時刻を示している。中心及び側方では発生周期の違いが明らかであり、中心1回に対して側方では1~2回 burst が発生していることが判る。

2. 河床流上の bursting の模式化

以上の結果から次のようにモデル化を行なう。

- 1) 一般の砂堆に対し図-9のような $\tan \theta = \beta$ なる形状を仮定する。crest 直下流に形成される剝離域によって再付着点によんだ低速流体が図のように存在する。
- 2) crest 付近からは急な速度勾配のために渦管が成る周期で発生し剝離域の外縁を遡って再付着点へ向う。この渦管は染料による観測結果から直管とする。
- 3) この渦管は先ず側方に分布している低速流体を刺激し、その一部又は大部分を捲き上げるが、渦管からの距離が大きいほど強度は比較的小さい。
- 4) 渦管が再付着点に到達したとき、中央付近を中心として最も強度の大きい burst が発生する。この際、側方でも流体の捲き上げが行われるが、3) の段階で捲き上げられる低速流体の量に相違があり、必ずしも規則的とはならない。

河床流上では以上の状態が繰返し行われ、殆んど一定した位置から大規模な周期的な burst が発生する。

本研究には文部省科学研究費(一般C)の援助を受けたことを記し謝意を表する。

参考文献

- 1) 坂倉・岸; 第34回年講, II-149, 1979.
- 2) 坂倉・森・岸; 第35回年講, II-162, 1980.
- 3) T. Itakura and T. Kishi; 3rd Int. Symp. on Stochastic Hydraulics, D-3 Appendix, 1980.

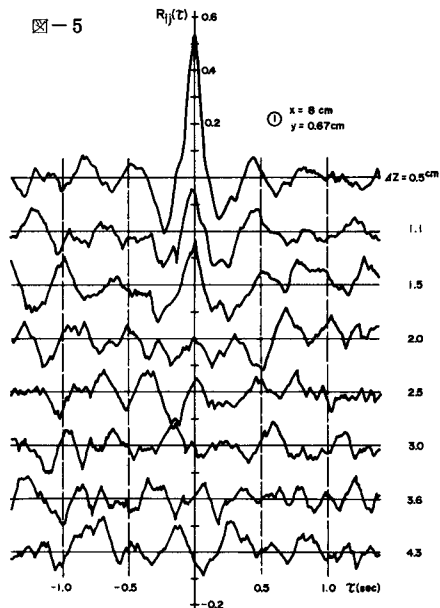


図-6

図-7

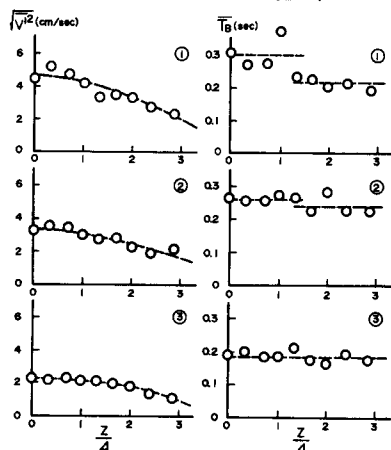


図-8

