

感潮河川乱流の非定常性

広島大学工学部 正 員 余越 正一郎
 広島大学工学部 正 員 〇川西 澄

1 はじめに

感潮河川における物質の輸送や拡散現象を理解するには、潮汐による乱流特性量の経時変化を知らなければならない。しかし、このような河川の非定常乱流の観測例はほとんどなく、その非定常性は全く不明である。そこで今回、京橋川において、流速の直角2成分を計測できる超音波流速計を使用して、レイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ の経時変化を調べたものの1例を示す。

2 観 測

観測は京橋川（河口から約6 kmの地点）で行なった。測点における川幅は約90 mである。流速計は河川中央部に設置し、主流方向と鉛直方向の流速を満潮時から約5時間連続して同時測定した。ただし、測点が常に水面下40~50 cmの位置にあるように、水位変化に応じて流速計を上下に移動させた。使用した超音波流速計はパルス時間差方式で、スパンは7.5 cmである。流速の直角2成分を測定するため、流速計には互いに直角に2組の送受波器が設置してあるが、これらは回路その他の都合により交互に作動する。作動間隔は0.04秒である。流速1 cm/sあたりの流速計の出力電圧は5 mVで、分解能は2 cm/sである。流速計の出力は増幅の後、磁気テープレコーダーに記録した。なお河床にはかなりの凹凸がみられた。

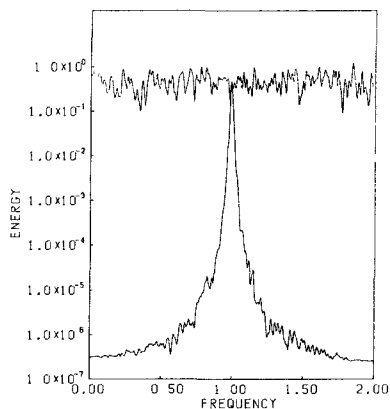


FIG.1 FILTER CHARACTERISTIC.

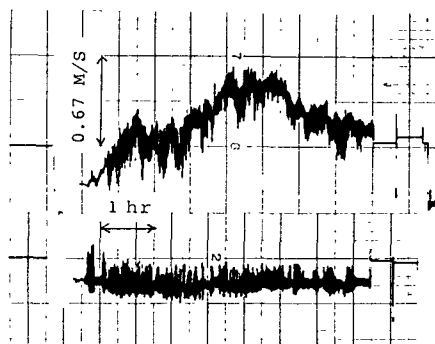


FIG.2 VELOCITY RECORDS, UPPER: LONGITUDINAL, LOWER: VERTICAL.

3 解 析

非定常乱流であるので、流速変動をバンドパスフィルターを用いていくつかの周波数成分に分け、それぞれの周波数に応じて適当に移動平均長を変化させた。平均時間の長さは乱子の平均個数がすべての周波数成分に対して同じになるように選ぶのが自然であるが、このようにすると低周波数成分に対しては非常に平均時間が長くなるので、平均乱子個数は周波数が低くなるほど少なくなった。

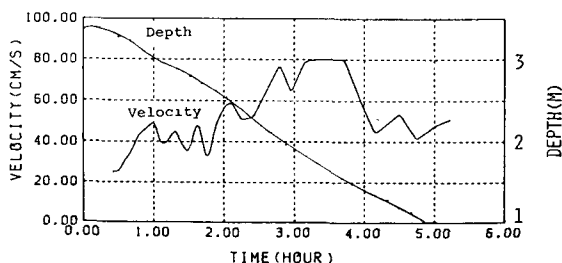


FIG.3 DEPTH AND LONGITUDINAL MEAN VELOCITY.

使用した数値フィルターは再帰型である。分散1の正規乱数を入力した時のフィルター特性はFIG.1のようである。ナイキスト周波数で無次元化したバンド幅は0.01で、横軸の周波数はフィルターの中心周波数で無次元化してある。レコーダーに記録してあるアナログデータはエイリアシングを防ぐために、断周波数224Hzのローパスフィルターに通した後AD変換した。AD変換のサンプリング周波数は5Hzである。

4 結果

FIG.2に主流方向と鉛直方向の流速記録を示す。上が主流方向、下が鉛直方向の流速である。主流方向の流速変動は観測開始後30分あたりから急激に大きくなっている。一方鉛直方向の流速記録をみると、変動の大きさが不連続的に変化しているようである。

FIG.3に示してある平均流速はローパスフィルターにより、周波数0.00125 Hz以上の変動を取り除いたものである。

周波数成分ごとのレイノルズ応力の経時変化をFIG.4に示す。図中に示してある数値は上から順に、バンドパスフィルターの中心周波数、バンド幅、移動平均長である。経過時間が短い間はフィルターの時定数のため、特に低周波数成分では信頼できる結果は得られない。高周波数成分のレイノルズ応力に対する寄与は小さいので、低周波数成分の経時変化だけを示した。測点が水面に近いので、レイノルズ応力は小さいと思われる。FIG.4をみると、レイノルズ応力の周波数成分は大きく変化しており、その符号もかわっているが、経過時間3時間あたりから変化は小さくなり、ほとんど0である。ここには示していないが、鉛直方向の変動エネルギー密度の経時変化をみると、0.004 Hz～0.062 Hzの周波数成分は経過時間3時間あたりからエネルギーが減少している。これは水深の減少によるものと思われる。

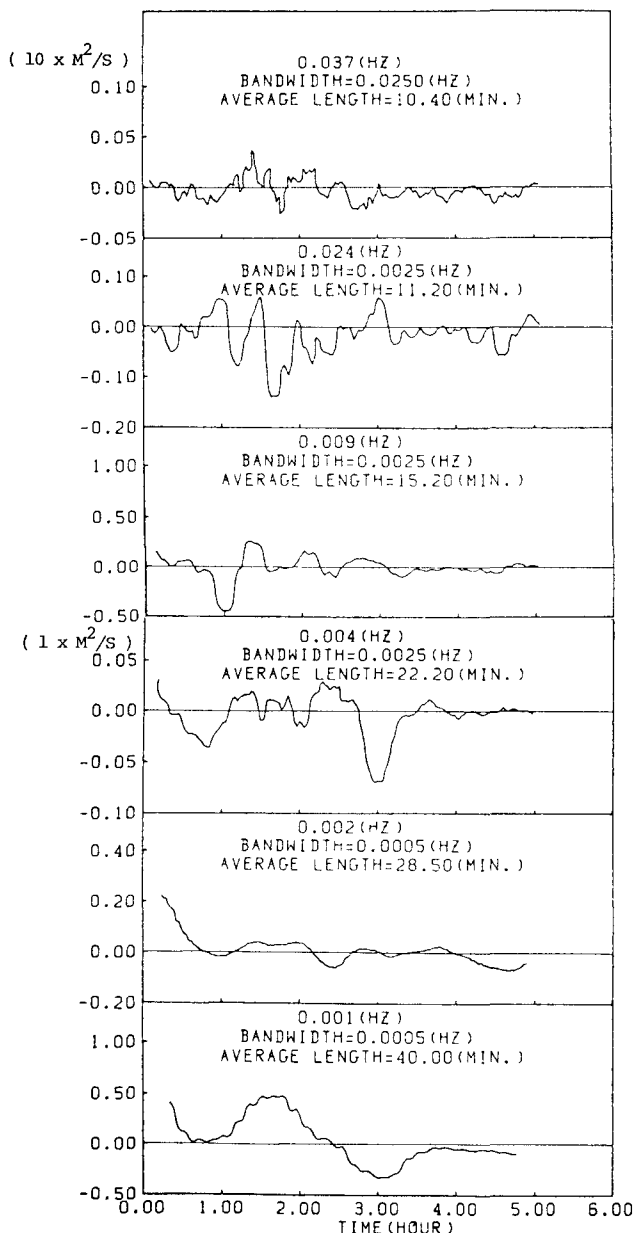


FIG.4 EVOLUTION OF BANDPASSED REYNOLDS STRESS.