

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 河川における鉛直乱流場の最大乱子スケールは、鉛直方向に河床と水面で規制される。従来の測定によれば、鉛直乱流場の最大乱子の鉛直方向、主流方向のスケールはそれぞれ水深と水深の10倍程度であると告われている。河川感潮域では流速とともに水深が大きく変化するので、存在できる最大乱子のスケールも潮汐とともに変わる。河川感潮域における乱流構造の実態を把握する目的で、太田川放水路において潮汐2周期にわたる流速と塩分濃度の多点同時連続測定を行った。

2. 観測 観測は1983年11月18日～20日にかけて、広島デルタの西部に位置する太田川放水路で行った。観測地点は河川から3km上流の所で、河幅は約300m、河床は平坦で勾配は約1/1800である。水路の平面形状、断面形状とも単純で、浮遊物も比較的少なく、観測には適している。観測は大潮を選んで行った。水深は6m～2mまで変化しており、その変化は日潮不等型である。流速測定には2成分電磁流速計4台と小型プロペラ流速計2台を使用した。塩分濃度は温度補償回路付きの導電率計(3チャネル)を用いて測定した。流速計と導電率計の受感部は外径25mmのアルミ管フレームに取り付け、重りで河床に固定した。測器の鉛直方向配置をFig.1に示す。4台の電磁流速計はすべて、流速の主流方向成分(u)と鉛直方向成分(w)を同時測定するように取付けた。流向は陸向き、鉛直上向きを正とした。測器の出力信号は約30時間磁気テープに同時連続記録した。

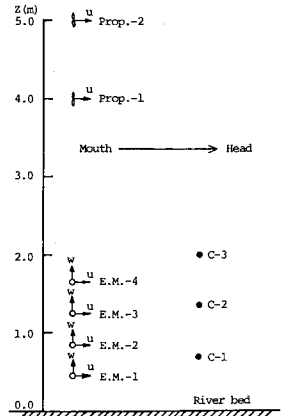


Fig.1 Vertical arrangement of sensors.
 E.M.-1～E.M.-4: Electromagnetic.
 Prop.-1～Prop.-2: Propeller.
 C-1～C-3: Conductivity.

3. 解析結果 4台の電磁流速計の出力信号は流速計の時定数を考慮し、

シャ断周波数0.3Hzのローパスフィルターを通し、0.64秒間隔で同時AD変換した。Fig.2に主流方向の流速と塩分濃度の経時変化を示す。下げ潮より上げ潮の方が流速は大きく、周期平均流速は6cm/s程度で重力循環流が生じている。11時～24時にかけて、最も低い測点の塩分濃度は浮遊物のため計測できなかつた。3測点の濃度とも満潮で

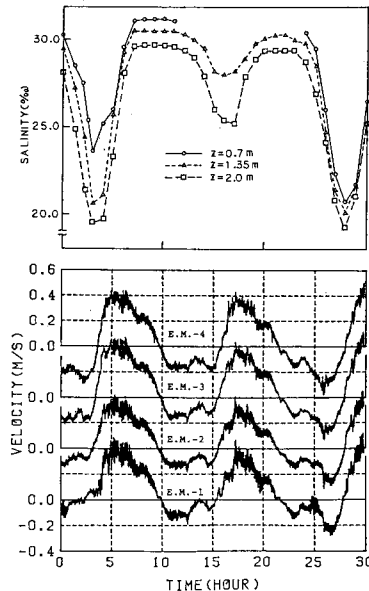


Fig.2 Temporal variations of salinity and longitudinal velocity.
 upper: salinities.
 lower: velocities.

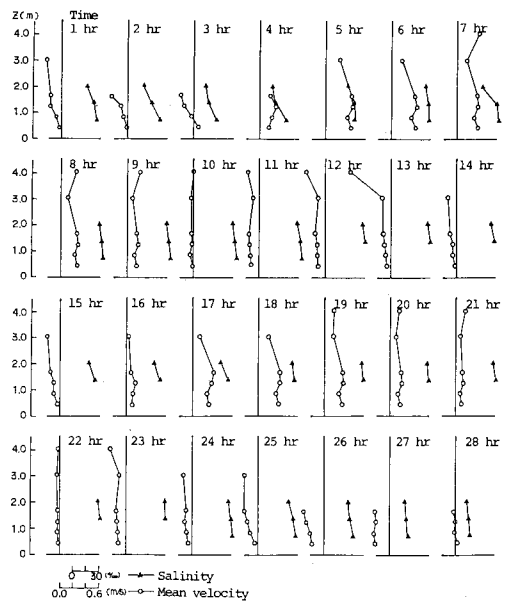


Fig.3 Distributions of longitudinal mean velocity and salinity.

大きく、干潮で最小になるが、その変化は正弦的ではなく、濃度の高いところでは平坦で、低いところでは尖、ている。塩分が平均流速で運ばれるとすると、これは主流方向の塩分濃度勾配が上流側で急、河口側で緩やかにな、ていることを意味する。15時の干潮における濃度低下が前後2つの干潮時に比べて小さいのは、水位変化が日潮不等型で、前後2つの干潮より水位低下が小さいためである。平均流速と塩分濃度の鉛直分布を1時間おきに示したのがFig. 3である。ほとんどの時刻で流速分布は対数分布と異なる。上げ潮時平均流速分布は平坦で河床近くまで流速が減少しない。一方、下げ潮時には流速は水面付近で急に大きくなる。このように平均流速分布が対数分布からずれる原因としては、主流方向の密度勾配が考えられる。鉛直方向の塩分濃度勾配には大きな変化はなく、最下点と最上点の濃度差は最大5‰程度あり、最初の干潮で起、ている。ここには示していないが、乱れエネルギー($\overline{u'u'}$, $\overline{w'w'}$)、レイノルズ応力($-\overline{u'w'}$)とも下げ潮時より上げ潮時の方が大きく、上げ潮の最大流速付近で最も大きくなる。レイノルズ応力の鉛直分布は直線分布より、上に凹な分布が多く現われる。

Taylorの凍結乱流の仮定を用いて、時間を横方向の距離に直して川の空間相関を求めた。ただし、乱れの傍流速には4測点における流速の平均値を用いた。計算に用いた記録の長さは20分で、記録に含まれるトレンドは3次多項式をあてはめ除去した。河床に最も近い測点を基準点として、2時間ごとに求めた空間相関をFig. 4に示す。10, 14, 16, 22, 24, 28時にはほとんど相関はなが、た。流速が大きく乱れが強い時刻では、乱れの鉛直方向スケールは水深い、はいまで達するが、他の時刻では水深より小さい。河床からの高さによる乱れの位相差はあまりないが、乱れの大きな6時の空間相関では、乱流境界層で一般に言われているように、下方より上方の乱れの方が位相が進んでいる。

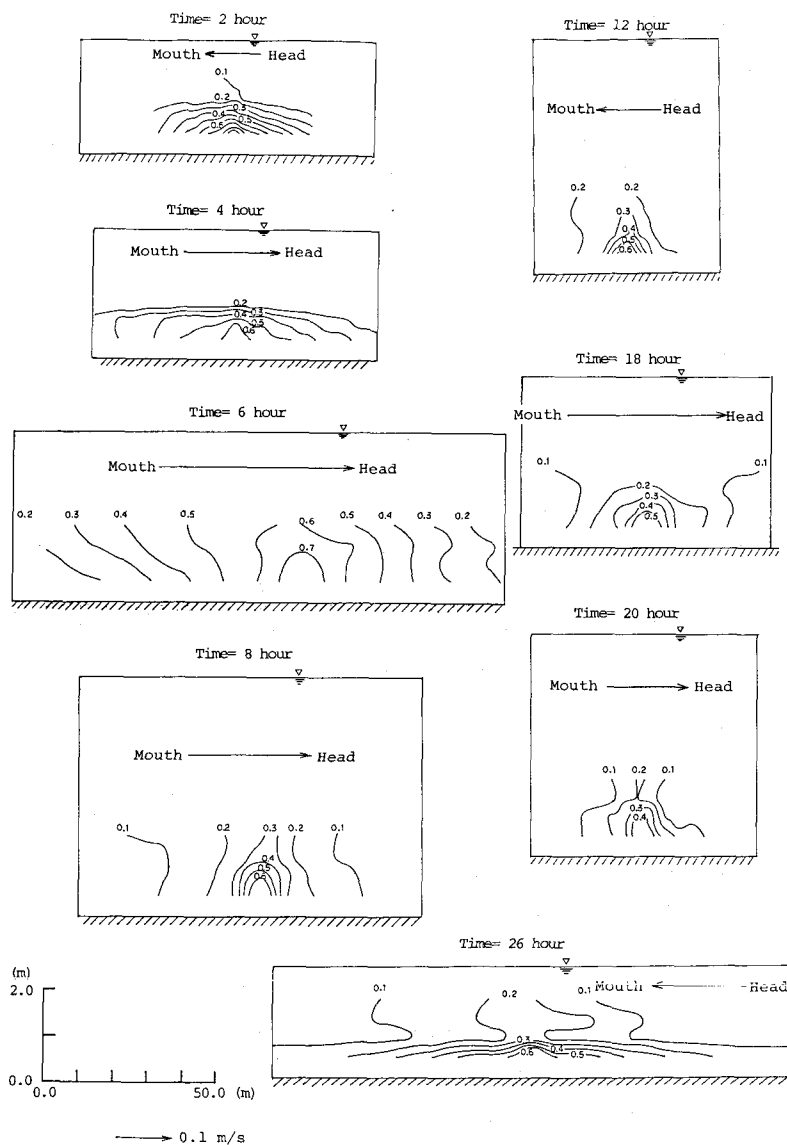


Fig. 4 Space isocorrelation maps of u .