

開水路流れにおける乱れの空間的広がりについて

京都大学防災研究所 正員 今本博健
福井県 正員 ○幸道隆治

1. はじめに

著者らは、従来より、主として流れ方向の乱れ速度を対象として乱流場の時空間構造について実験的検討を行なってきたが^{1),2)}、本報告においては鉛直方向および横方向の乱れ速度をも対象として、乱流場の3次元的空间構造について検討する。

2. 実験装置およびデータ処理

長さ13m、幅40cmの滑面直線水路においてホットフィルム流速計による乱れ計測を行なった。なお、サンプリング周波数 $f_s=160,320\text{Hz}$ 、データ数 $N=500$ 、繰り返し数 $N_R \geq 5$ である。

3. 実験的検討

図-1〜3は流れ方向の乱れ速度 u に関する等相関曲線を示したものである。ここに、 x, y および z は、それぞれ、流れ方向、鉛直方向および横方向を表わし、 H は水深、 y_0 は基準点の位置である。図-1にみられるように $x-y$ 平面における最大相関線は基準点より水面側では下流側に、底面側では上流側へと伸び、底面近傍で生成された乱れが平均流により輸送されつつ上方へ運ばれることが知れる。また、図-2および図-3にみられるように、 $y-z$ 平面および $x-z$ 平面における等相関曲線は、それぞれ、 y 軸および x 軸を長軸とした楕円形状をしており、基準点の鉛直位置の増加とともに大きな広がりを示すようになる。一方、図-4は半水深を基準点とした場合の鉛直方向の乱れ速度 w および横方向の乱れ速

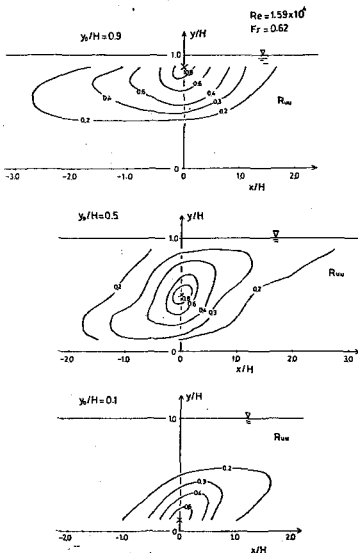


図-1

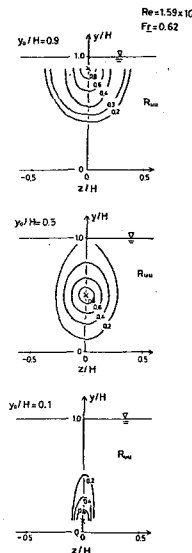


図-2

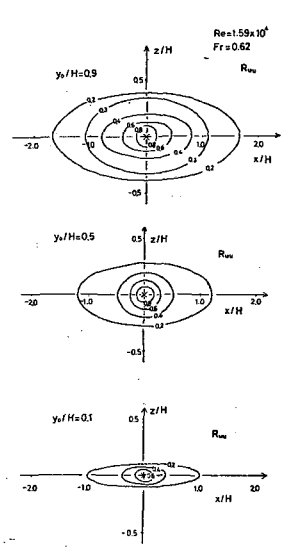


図-3

度 w に関する等相関曲線を示したものであって、 x, y 平面における w の等相関曲線より定められる最大相関線は y 軸にほぼ一致しているのに対し、 w のそれは基準点より水面側では下流側に伸び、底面側では上流側に伸びており、 w に関する鉛直方向の位相差は u と同様の傾向を示すことが知れる。また、 y, z 平面上の等相関曲線についてみると、 w に関する広がりには鉛直方向に大きく、 w に関する広がりには、逆に、横方向に大きくなっている。さらに、 x, z 平面上の等相関曲線より、 w の等相関曲線は x 軸とした楕円形状を示すのに対し、 w のそれはほぼ同心円状とみなせることが知れる。

図-5は図-1~3に示された u に関する等相関曲線よりsemi-scaleの方法を用いて推定された平均スケール $(L_{uu})_{x,y,z}$ の鉛直分布を示したものであって、 U は局所的平均速度、 u_f は摩擦速度である。図より $(L_{uu})_x/H(u_f)$ および $(L_{uu})_y/H(u_f)$ は y_0/H に関係なくほぼ一定であるのに対し、 $(L_{uu})_z/H(u_f)$ は y_0/H とともに増加し、 $(L_{uu})_y/H(u_f)$ に漸近している。また、図-6は u, v および w に関する y 方向の平均スケール $(L_{uv})_y, (L_{vv})_y$ および $(L_{vw})_y$ の鉛直分布を示したものであって、いずれの無次元化平均スケールも y_0/H に関係なくほぼ一定であり、 $(L_{uv})_y/H(u_f) > (L_{vv})_y/H(u_f) > (L_{vw})_y/H(u_f)$ となっていることが知れる。さらにまた、図-7は u, v および w に関する z 方向の平均スケール $(L_{uu})_z, (L_{vv})_z$ および $(L_{vw})_z$ の鉛直分布を示したものであって、いずれの無次元化平均スケールも y_0/H とともに増加し、水面付近では3者ともほぼ等しい大きさを示すことが知れる。ただし、 y_0/H の増加に伴う無次元化平均スケールの増加率は w に関するものがもっとも大きく、 u および v に関するそれはほぼ同程度であることが知れる。

4. おわりに

以上のように乱れの空間的広がりに関する検討を行ってきたが、この結果は乱れの発生発達機構、すなわち、バーストによって形成された渦と二次流との関連性に重要な情報を与えると思われる。しかしながら、詳細については可視化実験などによる今後の検討が必要である。

参考文献

- 1) 今本, 上野, 浅野: 京大防災研年報16B, p.505, 1973-4.
- 2) 今本, 浅野, 佐々木: 京大防災研年報19B, p.237, 1976-4.

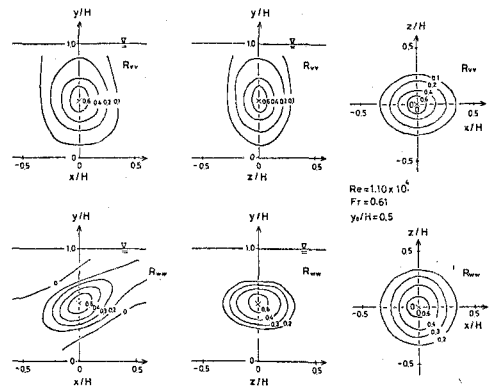


図-4

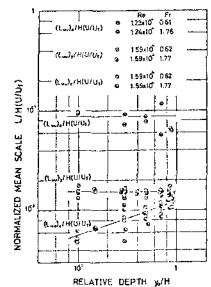


図-5

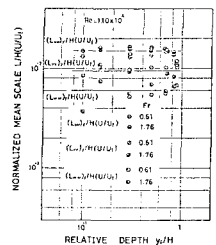


図-6

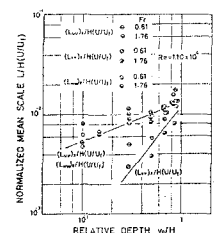


図-7