

壁乱流の縦断面せん断構造と瞬時レイノルズ応力（2）

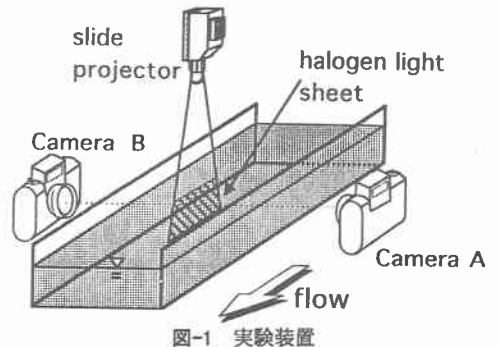
中電技術コンサルタント 正会員 ○波多野 慎, 前田 邦男
徳山高専 正会員 大成 博文, 佐賀 孝徳, 渡辺 勝利

1. はじめに

壁乱流の特徴は、それぞれの変動速度成分が壁からの距離に応じて異なる「非等方性」にある。これは、乱流場の各点で変動速度勾配、すなわち、せん断の存在を示唆している。従来、このせん断特性については、流れ方向成分の考察に留まることが多く、2次元せん断構造については十分な解明がなされていない。昨年度の報告では、流れ方向および鉛直方向のせん断構造、高せん断領域の交差角について検討を行い、それぞれのせん断構造の特徴が考察され、高せん断領域の交差角は90度を平均値とし、 $\pm 20 \sim 30$ 度の分散域を有しほぼ直交することが明らかとなった¹⁾。本研究では昨年度のせん断構造の考察に引き続き、渦度、レイノルズ応力などの考察を行う。

2. 実験装置および実験方法

可視化実験は、長さ10m、幅60cm、深さ15cm、勾配1/1000の滑面開水路で行った。図-1に実験装置の概略を示す。可視化面は、開水路中央の縦断面であり、上流端から同時注入された染料水溶液と微細粒子がこの可視化面を通過する際の挙動を、左右2台のカメラによって同時撮影した。以下、実験方法と条件の詳細は文献1)にあり、省略する。



3. 実験結果および考察

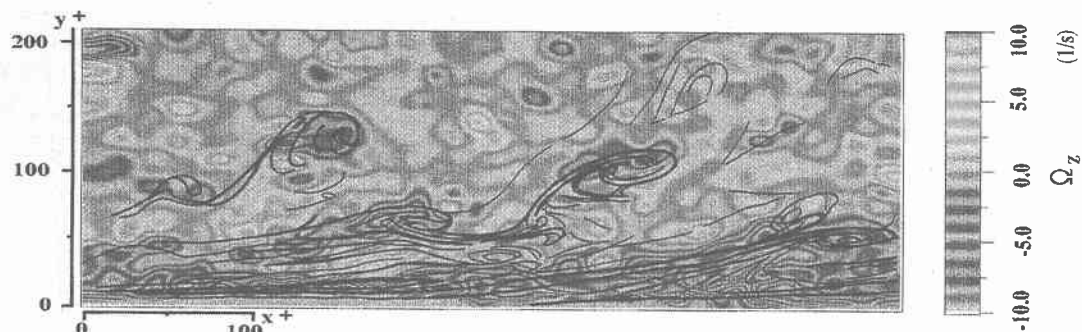
図-2に渦度の等値分布を示す。(a)は瞬時渦度(Ω_z), (b)は変動渦度(ω_z)である。この図の正負は、反時計方向、時計方向の回転成分に相当する。(a)より、粘性低層およびバッファー層では高渦度領域が形成され、対数領域では壁面付近と比べて渦度が減少することが明らかである。また、高渦度領域が壁面から剥がれて、流れ方向に傾斜して分布している様子も観察される。(b)については、(a)と比較するとバッファー層以下の領域でその構造の相違が明らかである。しかし、バッファー層以上の領域では渦度分布の特徴はほとんど同じであり、渦度の値自身も瞬時渦度の値と等しくなっている。

図-3に、レイノルズ応力($-uv$)分布を示す。この値の正負は、第2, 4象限および第1, 3象限の変動ベクトルに対応している。この図より、正負の高レイノルズ応力領域は局所的に分布し、逆に比較的低いレイノルズ応力は広い範囲にわたって対をなして分布していることが明らかである。また、この図の特徴として壁近くのlow speed streaks(右下)の下部で第2象限に対応する正の高レイノルズ応力領域が形成されている。

図-4に du/dx の等値分布を示す。これはx方向の加減速を意味し、壁近くでその加速減速が交互に、しかも小スケールで繰り返されていることが明らかである。この高加減速領域は染料の存在領域で顕著であり、それが存在しない領域との相違が興味深い。

参考文献

- 1) 大成・渡辺・前田・波多野：壁乱流の縦断面せん断構造，土木学会第51回年次学術講演会概要集第2部，pp398-399，1996。



(a) 瞬時渦度分布



(b) 変動渦度分布
図-2 渦度分布

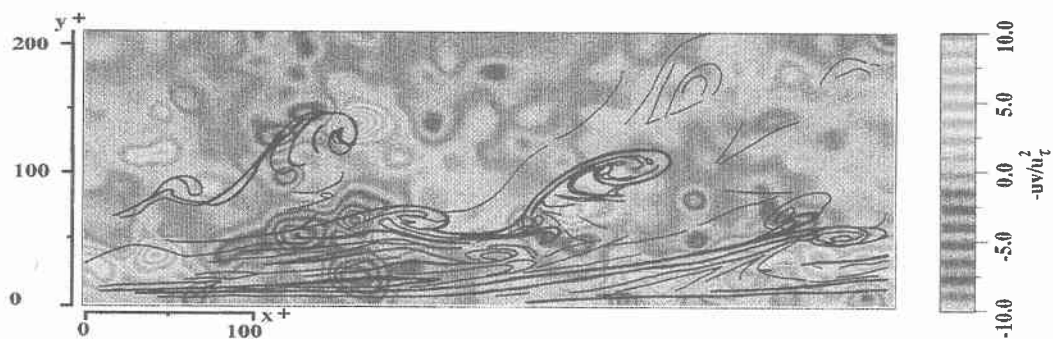


図-3 レイノルズ応力分布

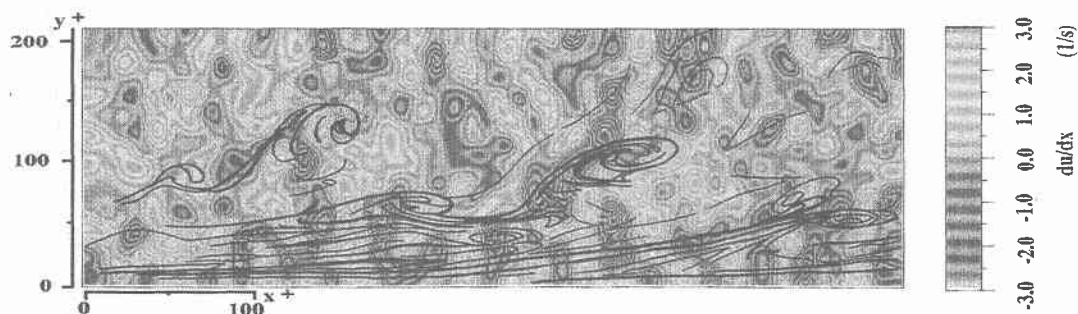


図-4 du/dx 分布