

II-277

円管乱流における縦断面せん断構造

徳山高専 正 ○佐賀孝徳

徳山高専 正 大成博文

徳山高専 正 渡辺勝利

中電技術コンサルタント 正 前田邦男

1. はじめに

これまで円管乱流の横断面、縦断面可視化より、円管に形成される壁縦渦の特徴、さらにはPTVにより、瞬時流速特性について考察を行ってきた¹⁾³⁾。今回、円管乱流の縦断面にDPTVが適用され、壁縦渦構造、瞬時流速ベクトル、速度せん断のそれぞれの特徴とその相互関係について考察がなされたので報告する。

2. 実験装置および実験方法

実験には、長さ9850mm、内径76mmの亚克力製円管水路が用いられた。上流端には、静水槽、入り口には、ベルマウス(絞り比2.3、長さ110mm)が設置されている。上流端より約7m下流にて、DPTVのための縦断面可視化が行われた。図-1には、DPTVによる縦断面可視化の概略が示されている。実験条件は、 $Re(UmD/\nu) = 5950$, $Um = 7.5 \text{ cm/s}$, $U\tau = 0.47 \text{ cm/s}$ である。

3. 実験結果および考察

図-2は、縦断面可視化と、その染料パターン・のスケッチ図を示す。この写真の流れ方向は、左から右であり、白い点が粒子である。上下壁面より壁縦渦が発達していることを示している。(A)(B)の領域の壁縦渦は、上壁面(C)からの発達に比べ、大規模に管中央方向に発達している。また、壁縦渦の傾斜角度は、(A)(B)側の方が大きい。特に(D)(E)については、上流側と逆で、上壁面(E)側の領域が大きく、また壁縦渦の傾斜角が大きい特徴を持つ。図-3は、染料流脈パターンと速度ベクトルを重ね合わせた図である。 u は、この断面内の平均流速より計算した値を用いている。管路中央部に注目すると、(B)(C)領域より壁縦渦が管路中央まで発達している領域より上流側では高速域、下流側では低速域が形成されている。このような特徴は、開水路乱流縦断面のDPTVの結果からも得られており、興味深い。さらに、上流側の管路中央より上壁側(C領域側)は高速域、下壁側は低速域であり、下流側になると、上壁側は低速域、下壁側は高速域が形成されている。また、高速領域が壁面に近づく領域で、sweepの流速変動が出現し、組織構造との対応を考える上で注目すべき点である。この流れ場が上下反転する(B)(C)の壁縦渦が管中央に発達し相互作用を及ぼす領域の直下流で、特に強い低速域が形成され、その流れは上、下壁面方向の流れへと連続する速度ベクトルが認められる。図-4は、流れ方向の瞬時速度せん断(dU/dy)を示す。両壁面より正負反対のせん断層が流下方向に傾きながら形成されている。その領域は、管中心線に対し非対称であり、壁縦渦が発達している(A)(B)(E)側が大きい。開水路乱流⁴⁾と同様に、可視化形象は高せん断領域に対応し、壁面近傍のとくに強い高せん断領域が、(C)(D)側で形成されている。せん断領域の傾斜角度も非対称であり、壁縦渦の傾斜角にほぼ一致し、注目すべき点である。図-5は、半径方向の瞬時速度せん断(dv/dx)を示す。半径方向に長く、正負の領域が交互に並ぶ特徴を持ち、 dU/dy に対してほぼ直交し、開水路乱流⁴⁾と同様に、低速域の上昇にその高せん断領域が寄与している。また、この分布は、非対称、非一様であり、管中央部では半径方向に連なる正負の分布が存在し、両壁面から発達する壁縦渦の相互作用を示している。特に、上下壁面の流れ場が逆転している領域においては、大規模な速度せん断が形成され、半径方向の大規模な流体移動を示している。

キーワード：速度せん断，壁縦渦，DPTV

徳山工業高等専門学校 土木建築工学科 (〒745-8585 山口県徳山市久米高城 3538)

参考文献 1)佐賀他，年次学術講演会，1994. 2)佐賀孝徳他，年次学術講演会,1995. 3)佐賀他，水工学論文集，1998. 4)大成他，土木学会論文集，1998.

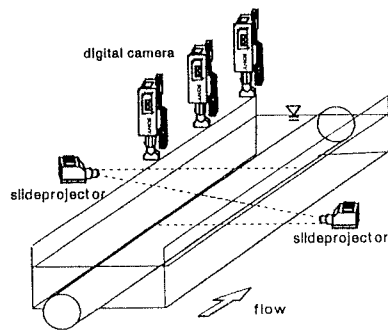


図-1 DPTV の概略

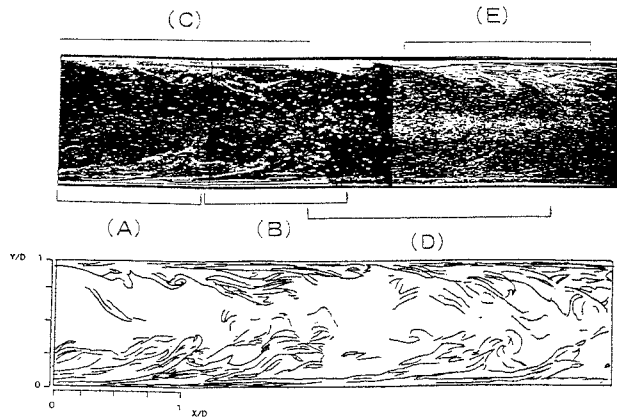


図-2 縦断面可視化と染料パターン

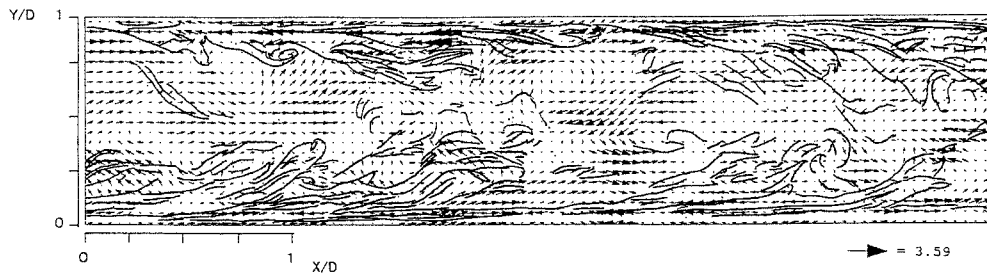


図-3 染料流脈パターンと速度ベクトル



図-4 流れ方向の瞬時速度せん断 (dU/dy)



図-5 半径方向の瞬時速度せん断 (dv/dx)