

東京工業大学大学院 学生員 梶野正之

東京工業大学工学部 正 員 日野幹雄

1. はじめに

交番振動流は乱れの発生条件が周期的に繰り返されるため、乱れの構造やエネルギー過程を理解するために都合の良い研究対象であると思われる。振動流の乱れの実験的研究は、従来より平均流速の測定が主であり、乱れを直接測定したものはそれほど多くない。それらの中で日野・沢本・高橋(1976)⁽¹⁾は、振動流の乱れは高周波数のものと低周波数のものの2種類に分けられることを指摘しており、さらにその発生限界を明らかにした。また、振動流中の乱流がいわゆる conditional turbulenceの性質をもつことを示した。しかし乱れの生成、消散、伝播、等まだまだ不明な点が多く残されているように思う。本論文は、特に乱れの構造に着目した実験的研究を報告したものである。

2. 実験装置

図1に実験装置を示す。風洞の断面はスケールを大きくし、計測を容易にするとともに、より高 Reynolds 数域の乱流場を作り、また乱れの3次元の性質を理解するようにした。

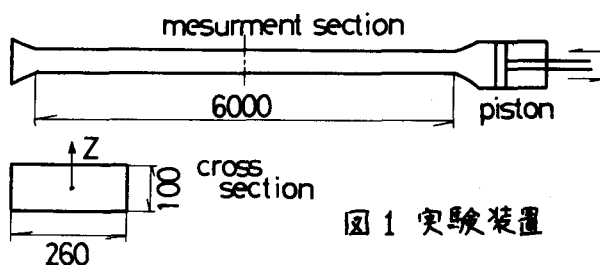


図1 実験装置

3. 結果および考察

(1) 平均流速分布・乱れ強度分布

図2, 3は熱線流速計を用いて測定した中央鉛直断面での流速出力の例である。壁近傍(図2)では減速時に激しい乱れがみられるが、断面中央(図3)では加速時と減速時に大きな差はみえない。また、図2から減速時の乱れの周波数は加速時に比べて1桁オーダーが大きくなり、加速時には、小さなスケールの乱れは消滅し比較的スケールの下より乱れのみが存在することが認められる。

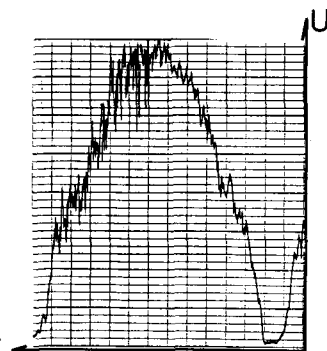


図2 流速の出力—壁近傍

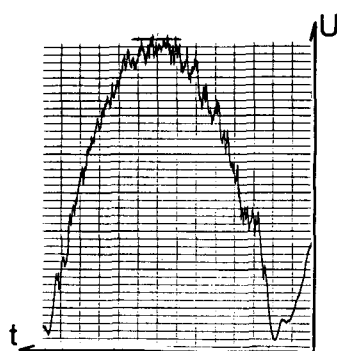


図3 流速の出力—断面中央

図4, 5, 6は各位相での平均流速および乱れ強度分布を示す。流速分布は壁からの距離によって異なった位相差をもち、断面中央付近は壁近傍より位相が遅れ、特異な分布形を示す。図7は各位相での平均流速分布を示す。これより加速時には対数分布則とは異なるが、最大流速時と減速時の壁付近では対数分布則に従うようである。

次に、加速時には乱れはまず断面全体に一樣に発生する。流速が大きくなるにつれ中央付近の乱れはあまり変化しないが、壁近傍の乱れは大きくなりU型の分布形を持つようになる。次に、流速の向きが反転してから1/4程度遅

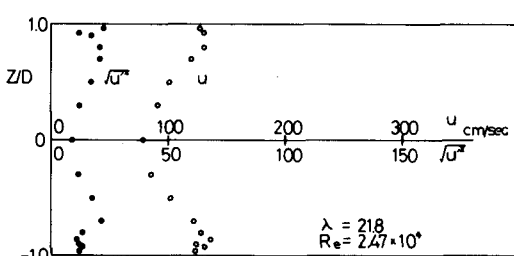


図4 平均流速分布・乱れ強度分布—加速時

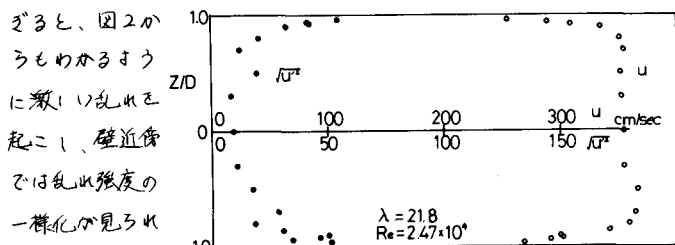


図5 平均流速分布・乱れ強度分布—最大流速時

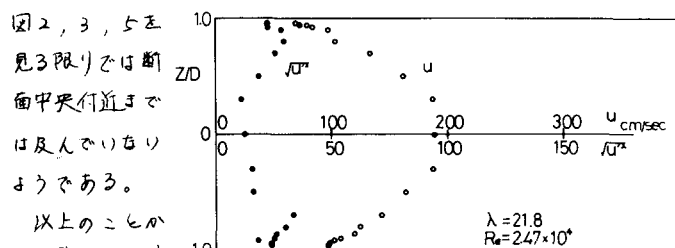


図6 平均流速分布・乱れ強度分布—減速時

以上のことから、壁近傍で減速時に発生する激しい乱れと断面中央付近にある乱れは、その発生原因が異なるものと思われる。

(2) 乱れの伝播・減衰

熱線流速計を2台流下方向に同一直線上に配置し、hot wire のサポートのつくる人工的な乱れの伝播・減衰を観測した。

上流側のサポートが作り出す乱れは、1周期での流下距離の半分程度は完全には減衰せずに流下し、下流側の出力に影響を与える。この影響は断面中央付近で顕著であり、流れそのものが充分乱れている壁付近では明確でない。また、サポート1本だけ用いた場合と2本同時に用いた場合の流速出力を互いに比較すると、流速が反転したときにはサポートの作り出した乱れは完全に消えることがわかった。

(3) レーザー流速計

図8は同一地点にわけるレーザー流速計と熱線流速計の同時測定の結果である。両者はよく一致している。このことから、レーザー流速計と熱線流速計を同時に用いることにより乱れの空間的特性の研究が可能である。

3. まとめ

以上のことから、振動流中の乱れの流速分布は、加速時には定常乱流の分布則には従わず、乱れは、発生原因の異なる2種類のものが存在し、この乱れは流速の向きが反転すると完全に減衰することからわかった。1か以上の議論は測定断面を1つに限ったものであり、なれ乱れの3次元特性は不明である。今後、振動流の乱れの発生、伝播、消散、等を更に研究してゆく予定である。

謝辞：本研究は 文部省科学研究費・一般(A)「交番振動流における乱れの発生とエネルギー輸送機構」(課題番号 342035; 研究代表者 日野幹雄)の補助により行われたものであることを記し、謝意を表する。

参考文献：(1) 日野・沢本・高須：Experiments on transition to turbulence in an oscillatory pipe flow, J. Fluid Mech. (1976), vol. 75, part 2, pp. 193~207

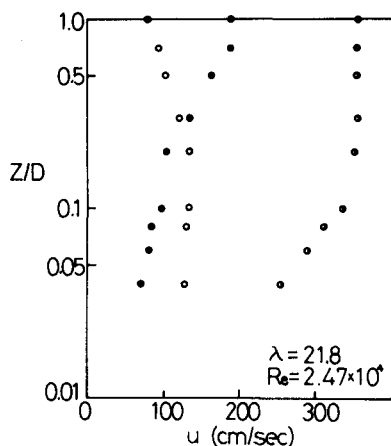


図7 平均流速分布

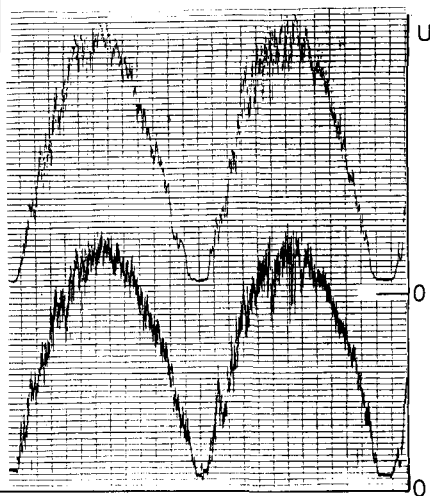


図8 流速の出力

上：熱線流速計
下：レーザー流速計