攪乱による円管内乱流の発達の操縦

The Management of the development of Turbulent Pipe Flow by a Manipulator

○正 宇都宮浩司 (広島工大) 学 河村 知広 (広島工大院)
正 中西 助次 (広島工大) 正 西 茂夫 (広島工大)
正 大坂 英雄 (山口大)

Koji UTSUNOMIYA, Hiroshima Institute of Technology, 2-1-1, Miyake, Saeki-ku, Hiroshima
Tomohiro KAWAMURA, Hiroshima Institute of Technology
Suketsugu NAKANISHI, Hiroshima Institute of Technology
Shigeo NISHI, Hiroshima Institute of Technology
Hideo OSAKA, Yamaguchi University, 2-16-1, Tokiwadai, Ube

Key Words: Pipe Flow, Turbulent Flow, Flow Control, Inlet Length, Ring Type Manipulator

1. 緒言

本研究はパルスの攪乱による円管内乱流の発達の操縦を目的とする。助走区間の初期段階に宇都宮等⁽¹⁾の報告と同一の3種類の単独攪乱リングを導入し、十分発達した円管内流れへの発達について測定する。攪乱に対する流れの応答と発達の操縦(制御)の機構や、剥離せん断層の性質を調査する。

2. 実験装置 および 方法

2-1 実験装置 実験装置の概略、主要記号及び座標系を図1に示す。測定管路は内径 $D=2R=80\text{mm}$ で、座標系はリングの先端位置から流れ方向に x_0 、管壁から半径方向に y とした。また管中心速度は U_c 、断面平均速度は U_a である。

2-2 攪乱リング 攪乱リング(以後 MR と略記)は管入口部先端から 175mm の位置に挿入(境界層厚さは $\delta_0 \approx 8\text{mm}$)した。断面形状は高さ $h=1\text{mm}$ 、長さ $w=1.5\text{mm}$ の長方形で、次の半径方向位置に設置した。

Case I : MRを壁面に付着させた場合

Case II : 境界層外端に相当する位置に挿入した場合

Case III : ポテンシャルコア領域に挿入した場合

2-3 実験条件および測定方法 実験は管径レイノルズ数 $Re=6 \times 10^4$ (宇都宮等は $Re=9 \times 10^4$) 一定の条件で行った。測定には主としてピトー管および熱線流速計を使用した。

2-4 非攪乱流場 非攪乱流の場合、流れはおおよそ 70D の距離で十分発達した流れ⁽²⁾に達している。

3. 実験結果 および 考察

3-1 平均流場 U_c/U_a の分布等から見て Case I の場合、攪乱直後で変化するものの、その後は非攪乱と同様である。これに対し Case II の場合発達は促進され、Case III の場合は遅延する。また攪乱高さ位置に速度欠損が存在する。

3-2 乱流場の特徴 流れ方向及び半径方向乱れ強さ分布とレイノルズせん断応力分布について調査した。攪乱背後の剥離せん断層では何れも大きな値を示すがすぐに減衰する。

3-3 攪乱の影響 図2に MR 背後の剥離せん断層での $-\bar{uv}$ のピーク値と、 $\bar{q}_2/U_c$ 及び $-\bar{uv}$ のピーク位置を示す。ピーク値の流れ方向変化を見ると、Case I の場合、 $(-\bar{uv})_{pc}$ の値は MR 直後で最も大きな値を示すが、減衰も早い。Case II の場合、MR 直後では Case I より値は小さく、また攪乱直後で急減少する。Case III の場合、攪乱直後では Case II の場合とやや異なる値を示す。次にピークや零の値をとる位置を見ると、Case II の場合、 $x_0/D < 0.5$ では $(-\bar{uv})_{pc}$ と $(-\bar{uv})_{pw}$ のほぼ中心に $(-\bar{uv})_0$ の位置がある。 $(\bar{q}_2)_p$ は $0.5 < x_0/D < 3$ では $(-\bar{uv})_{pc}$ の方に近づく。Case III の場合、剥離せん断層は対称的な分布傾

Fig.1 Experimental apparatus, coordinate system and nomenclatures

Fig.2 Characteristics of the shear layer

向を示す。 $(-\bar{uv})_{pc}$, pw の中心方向への移動は Case II より緩やかで、両者に傾向差がある。

4. 結言

円管内乱流の管路入口部分に同一断面形状の単独攪乱リングを3種類の高さ位置に導入し、各々の場合の流れの変化を測定した。発達の操縦(制御)を試みる場合、適切な位置に設置の必要があることや、攪乱背後の剥離せん断層の領域や壁面近傍の流れに各 Case 間で差が生じること、Case II より Case III の方が長く剥離せん断層が維持されることを明らかにした。従って、MR 直後の壁面近傍や MR 背後の乱流構造の差により、流れの発達に差が生じている。

文献

- (1)宇都宮浩司・大坂英雄・羽野茂浩, 機論, 64-625, B(1998), 3286-3292.
- (2) Klein, A., Trans. ASME, J. Fluids Eng., 103(1981), 243-249.