

軸対称噴流の組織的渦構造について

京都大学工学部 正員 杯津 家久
 石川島播磨重工業 正員 〇 畑 英也
 京都大学大学院 学生員 樋口 義弘

1 はじめに

噴流出口近傍領域に存在が確認されている組織だ、た渦運動は、噴流初期運行機構、乱れ発生過程等に重要な役割を演ずると考えられている。本報告では、可視化法と点計測法を併用することにより、渦が測定点上を通過する際に流速信号上に生じる変動パターンを求め、渦の組織的構造に考察を加える。

表 - 1

CASE NUMBER	DIAMETER (cm)	INITIAL AVERAGE VELOCITY U_0 (cm/sec)	WATER TEMPERATURE T_w (°C)	KINEMATIC VISCOSITY ν ($\times 10^{-5}$) (cm ² /sec)	REYNOLDS NUMBER Re
SM-50	3.0	17.2	18.2	1.053	4900

2 実験方法

200cm×50cm×100cm両側面ガラス張りの水槽に、3cm径のノズルから流れを噴出させる。可視化するため流れには予め染料が混入されており、水槽上部からスリット光を照射しビデオに録画する。流速測定には、前方散乱型の2成分レーザードップラ流速計を用いた。なお、ビデオ画像上には、タイマーにより時刻が記録されている。

3 実験結果

ビデオ画像から測定点上を、渦の先端、後端、次の渦の先端が通過する時刻 t_i ($i=1, N$)を記録し、乱れ強度によって無次元化された流速信号から t_i 間の、 t_i 間のデータを N 個抽出する。両区間別々に N 個のデータのデータ長を統一し、流下方向流速、半径方向流速、レイノルズ応力のパターン $\hat{U}, \hat{V}, \hat{w}$ を算出した。図1から図4にその結果を示す。図において流れは左側へ進行している。 $\hat{U}$ は、軸上と渦下側では渦の内部に正、通過後に負渦上側では正負逆のピークを持つ。渦中心では渦下側と同傾向であるが、これは中心より少々下側で測定したためと思われる。 $\hat{V}$ は渦と測定点の位置関係によらず、渦先端で正、後端で負、次の渦の先端で再び正のピークを持つ。このような $\hat{U}, \hat{V}$ の傾向は、渦の回転方向の速度成分により生じることが理解されるとき、1個の渦の通過を1周期とする変動が生じること示している。 $\hat{w}$ は、軸上では有意な傾向は認められない。渦下側では渦前半部に正、後半部に負、通過後に正負のピークを持つ。渦上側では、渦下側と正負ま、たく逆のパターンとなっている。このような傾向も、 $\hat{U}, \hat{V}$ と同じく渦の回転方向

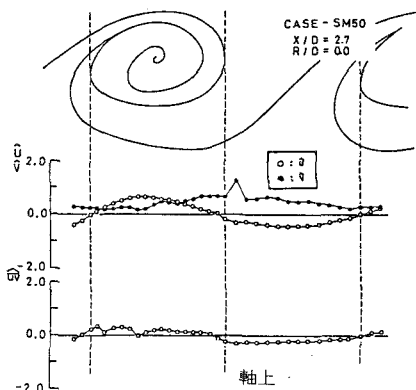


図 - 1

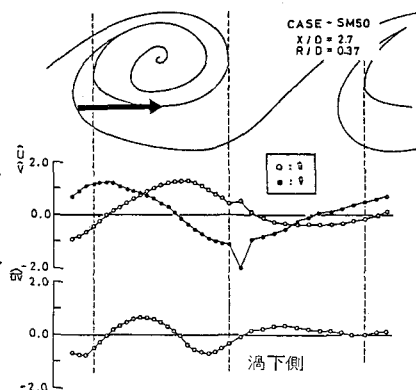


図 - 2

の速度成分とよく一致している。 $\hat{u}$, $\hat{v}$, $\hat{w}$ は、ここに表示しているものも含め合計3断面で同様の計測解析を行、たが、他の2断面でも同様の変動傾向を示している。

渦は単体で移流されるだけでなく複数個以上の渦が相互作用を起し、1個の渦とな、てしまう合体過程が知られている。本実験においても合体は頻繁に観察されたが、その過程は以下のようなものである。i) 下流側にある渦Aと上流側にある渦Bは、次第に接近する。ii) 接近するに従い渦Aは環境水側へ、渦Bは流軸側へ向う。iii) 渦Bは細長くなりつづ環境水とともに渦Aに巻き込まれる。iv) 2個の渦は同化し、より大きな渦とな、て移流される。このような合体が生じている場合の流速の変動パターンを求めてみた。この結果が図5、図6である。手法は前述のものであるが、ここでは、ななち点が、渦Aの先端、渦Bの中心、その次にくる渦の先端とな、ている。 $\hat{u}$ は、軸上、渦中心の両測点とも、ピークの位置は異、ているが1回の合体を1周期とした変動が生じている。 $\hat{v}$ は軸上では合体を1周期とした変動となるが、渦中心では合体を1周期とした大きな変動とともに、合体される渦を中心とした小さな変動が生じている。

このように流下方向流速は、渦が単体で移流される場合にはそれに応じて1周期の変動を生じるが、合体過程の途中にある場合にはその合体を1周期とした変動を生じる。これに対して半径方向流速は、渦が単体で移流される場合にはそれに応じて1周期の変動を生じるが、合体を生じている場合には合体される渦の影響を受け流下方向流速とは異、た周期を持つ変動が生じる。

4. おわりに。

今後は渦運動により生じる流速の変動をより詳細に求め、渦運動から連行流量の定量的な評価を行、てみたい。なお、本研究は文部省科学研究費一般A(代表者 岩垣雄一)の補助を受けた。

参考文献

中川、祢津ら、

自由噴流及び壁面噴流の組織渦の可視化とその同時点計測法

流れの可視化 Vol.2, No.6, 1982.

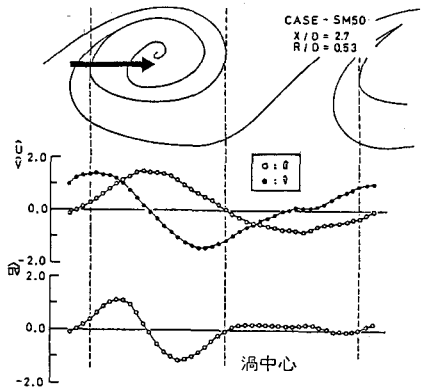


図 - 3

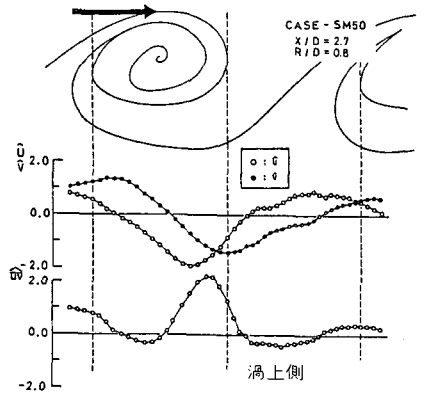


図 - 4

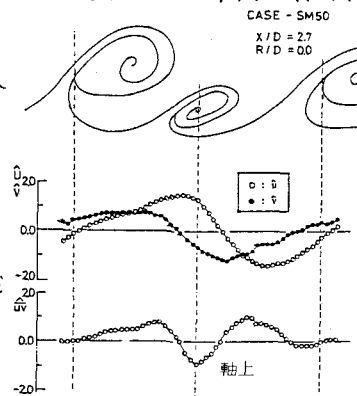


図 - 5

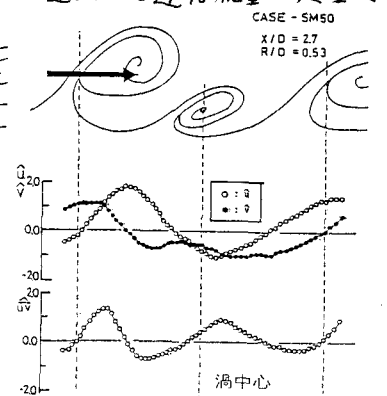


図 - 6