

西日本工業大学 正員 石川 誠
 西日本工業大学 正員 赤司 信義
 山口大学工学部 正員 斎藤 隆

1. はじめに

著者らは、これまでに、二次元衝突噴流の渦構造の可視化を行って、衝突後の渦構造は、衝突前の渦構造をそのまま輸送して、衝突前と同様なスパン方向に軸を持つ渦（横渦）、流れ方向に軸を持つ渦（縦渦）を持つこと、また、可視化観察と圧力測定を同時に行って、底面圧力変化は、密接に渦構造の通過と関係していること等を明らかにした。本研究は、従来の可視化方法に基づき衝突点近傍の渦構造の可視化と粒子流跡の同時可視化を行い、衝突前後の渦度分布の関係を明らかにしようとしたものである。

2. 実験装置と実験方法

実験装置は、図1に示すように、両面ガラス張りの鋼枠製水槽（長さ3 m、高さ0.71 m、奥行0.20 m）で、水槽中央にアクリルガラスで作製された幅1 cmのノズルが設置されている。ノズル室内には4 mmセル、高さ3 cmのハニカムが設置された。アクリルガラスで作製された衝突板は、ノズルから5 cm離れた位置に水平に設置されている。実験は、噴出流速 u_0 を8.3 cm/s の条件で設定して行われた。トレーサには、蛍光染料水溶液（比重1.002）と微粒子（平均粒径0.1 mm、比重1.02）が用いられた。撮影は、その方法を図2に概略的に描いているように、衝突後の流れ方向に直交する水路中央の断面（縦断面）について行われた。この縦断面の可視化を縦断面視と呼ぶ。

3. 実験結果とその検討

図3は、実験条件が $u_0=8.3\text{ cm/s}$ 、 $Re=804$ 、 $H=5\text{ cm}$ で、シャッタースピード 1/500 秒の場合の衝突点より右側の流れの縦断面視と粒子流跡が可視化されている。縦断面視を見ると、明瞭に横渦が発達していく様子がうかがえる。このような撮影画像から粒子を追跡してプロットしたものが、図4である。両軸は、ノズル口から流過する距離 S/b_0 で示したものである。追跡時間は、1～2秒前後である。衝突

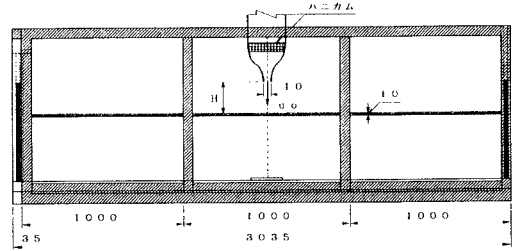


図1 実験装置の概略

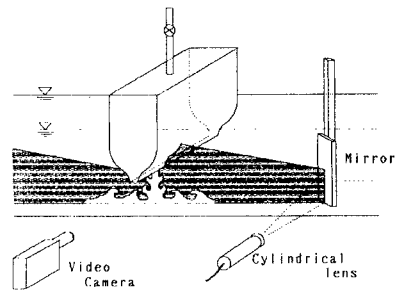


図2 撮影方法の概略



図3 縦断面視と粒子流跡の可視化

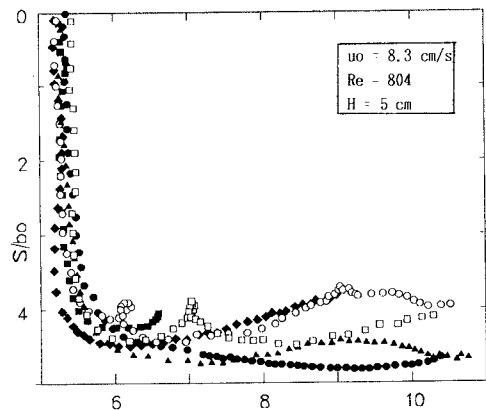


図4 粒子流跡

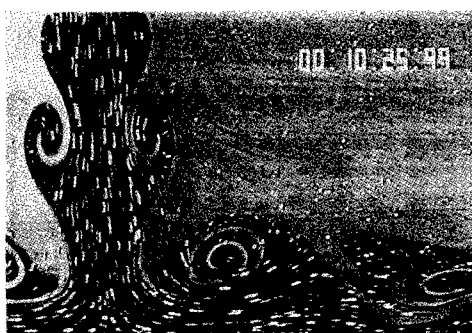


図 5 縦断面視と粒子流跡の可視化

前の流跡は、ほぼ直線的に流下していることが分かり、衝突後の流跡は、底面から離れた粒子（○□の白抜き記号）が回転しながら流下していく様子が観察された。衝突前までは粒子の追跡が容易に行えることや衝突点付近がポテンシャルコア付近であることを考慮すると、流れは非常に二次元的であることがこの図より分かる。

図 5 は、図 3 の実験条件で、シャッタースピードが 1/60 秒の場合を示したものである。速度ベクトルを求めるために、図 5 における流跡の始点終点座標がディジタイザーを用いて読み取られ、この流跡の長さから撮影時間から速度ベクトルを求めたものが図 6 に示されている。次に、図 7 は、格子点上の瞬間速度ベクトルを示したものである。座標は、図 5 の左端を原点とし、右側を X 軸、上向きを Y 軸とし、それぞれの速度成分は、X 方向を u 成分、Y 方向を v 成分として示している。格子点における瞬間速度ベクトルは、X 方向を 10 分割、Y 方向を 9 分割して格子を作り、それを格子間隔の 1/3 ずつ、X、Y 方向にずらしながら移動平均して求められた。図 8 は、図 7 の格子点の瞬間速度ベクトル図から、渦度分布 ω_z を求めたものである。細い実線は正の渦度を示し、破線は負の渦度を示し、太い実線は渦度が 0 の分布線を示している。淀み点は、 $X = 1.2$ cm の位置である。ベクトル図からも分かるように、噴流中心軸での渦度はほとんど 0 となっている。衝突前の主流の両側の流跡データが少ないので、衝突前の両側の大規模な渦との関連がはっきりしていない。今後、さらに検討したい。

4. おわりに

衝突点近傍の渦構造の可視化と粒子流跡の可視化を行った結果、衝突後において粒子が回転しながら流下していく様子が観察された。衝突距離が短いので、衝突前の粒子の回転は認められなかった。今後、さらに、可視化観察と速度情報の関係について調べていく必要がある。

参考文献 1) 赤司信義・石川誠・斎藤隆：衝突噴流の渦構造の可視化、第 22 回可視化情報シンポジウム講演論文集、pp.101-104、1994。

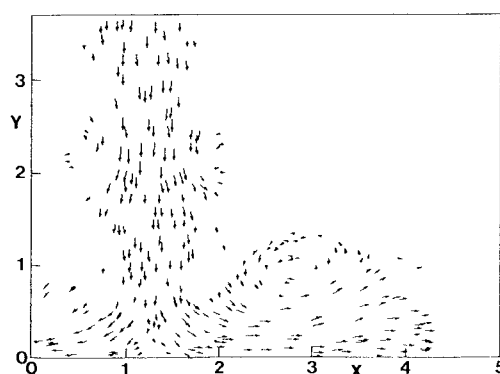


図 6 瞬間速度ベクトル

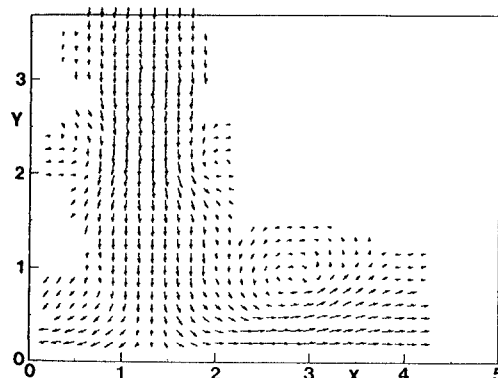


図 7 格子点上瞬間速度ベクトル

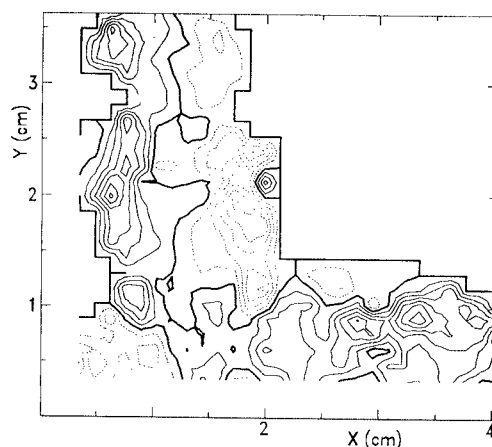


図 8 渦度分布