

フォーストブルームに観られるゆらぎに関する一考察

大阪大学工学部 正 員 室田 明
大阪大学工学部 正 員 中辻 啓二
大阪大学大学院 学生員 〇玉井 昌宏

1. まえがき ; フォーストブルームを可視観測すると、流下とともに流軸が左右に大きく揺動するゆらぎ現象が認められる。このゆらぎはジェットにおいてはあまり顕著でなく、浮力流束の勝ったブルーム特有の現象である。他方、ブルームの連行量はジェットのそれの約2倍強であることから、このゆらぎ現象は両流動の連行能の差異に直接的に関与していると推察される。中込・平田¹⁾は、浮力効果は乱れエネルギーの生成にはあまり貢献しないが、乱れスケールの増大に影響を及ぼすという実験結果を提示している。この結果はゆらぎ現象と連行能との関連を裏付けるものとして興味深いが、その機構は未だ明らかではない。そこで、本研究では鉛直上向きに放出した2次元ブルームで温度変動の多点同時計測を行い、その空間相関特性からジェットとブルームの乱れ構造の相違ならびにゆらぎ現象について考察した。実験の内容は第31回海講²⁾と同一であり、実験諸元は $Fd_0 = 3.4, 64.4$ である。それぞれ、ブルームならびにジェットに対応している。

2. 相関係数 $R(0)$ の横方向分布特性 ; 昨年³⁾の関支講では温度変動の2点同時計測からジェットとブルームにおける温度変動の空間構造の差異について報告した。今回はさらに精度の高い結果を得るために、14点同時計測を行った。図-1は温度変動の標準偏差 ($r.m.s.$) が最大となる断面位置の温度変動と、横方向の任意点での温度変動間の相関係数 $R(\tau = 0.0)$ の分布を示す。図中の無次元距離 X_* はChen・Rodi⁴⁾の定義にしたがったものであり、 $X_* < 0.5$ での流動はジェット、 $X_* > 5.0$ ではブルーム的になる。横方向距離 y を温度分布の半値半幅 $y_{0.5T}$ で無次元表示した $R(0)$ の分布は、各流動で相似である。つまり、 $R(0)$ は流下とともに線形に増大する。ジェットとブルームを比較した場合、正の相関値の分布にはあまり差は認められず、乱れの空間スケールに有意な差のないことがうかがえる。両流動間の大きな違いはブルームにおいて反対側の断面に $R(0) = -0.2$ の負値が現れることである。これは、乱流構造がブルーム軸に関して非対称に配置していることを示唆するものである。

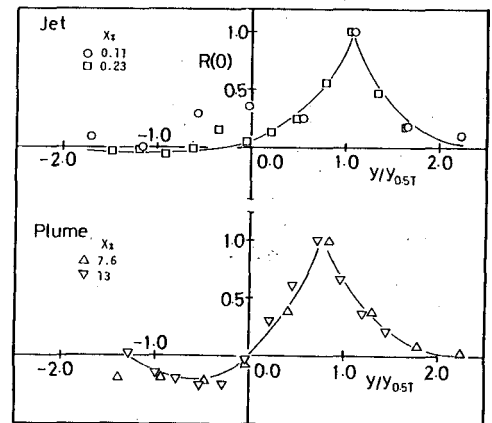


図-1 $R(0)$ の横方向分布

3. 乱れ構造の空間相関図

温度変動の空間構造を明確にするために、図-2に相関係数の空間分布 (x, y) を等値線を用いて示す。温度変動の r.m.s. が最大になる位置に1本のサーミスタを固定し、熊手状に等間隔に配置した12本のサーミスタを流下方向に移動させて温度変動を計測した。固定位置は、ブルームでは $x/W_o=80, y/W_o=75$; ジェットでは $x/W_o=50, y/W_o=75$ である。ここで W_o は放流口幅を示す。相関係数が0.1を示す等値線が乱れ構造の輪郭を表している

とみなせば、その拡がりにはジェット、ブルームともに $x/y_{0.5T}=1.5$ 程度であり、両流動に顕著な差異は認められない。等値線は流軸方向に少し傾斜している。これは周囲流体の連行される影響が現れているものと考えられる。また、サーミスタが遠く離れると、負の相関が現れる。その中心が $x/y_{0.5T}=2.5$ 付近であることから、ジェットとブルームの乱流構造が半値半幅の約2.5倍の間隔で配置されていることがうかがわれる。つぎに、図-3は相互相関関数から求められる乱れ構造の移流速度と渦寿命時間の積として算出した流下方向スケールの横方向分布を示す。噴流外縁部においては、渦寿命時間が間欠的な乱流/非乱流変動を捉える可能性があるために、実際の乱れ構造のスケールより過大評価されている。しかしながら、この結果からもジェットとブルームともに空間スケールがほぼ半値半幅に比例して増大することがわかる。

4. あとがき ; 以上より、ゆらぎ現象は空間スケールに直接関係するものではなく、乱れ構造の配置に起因するものと考えられる。こうした乱れ構造の配置が連行現象に対してどのような影響を与えるかは、乱れ構造の強度とともに今後検討されるべき問題である。

(参考文献) 1) 中込・平田; 日本機械学会論文集, 第46巻 410号, 1980. 2) 室田・中込・石田・日置; 第31回海岸工学論文集, 1984. 3) 室田・中込・石田・日置; 土木学会関西支部年次講演会概要集, 1984. ; 4) Chen・Rodi ; Pergamon Press, 1980.

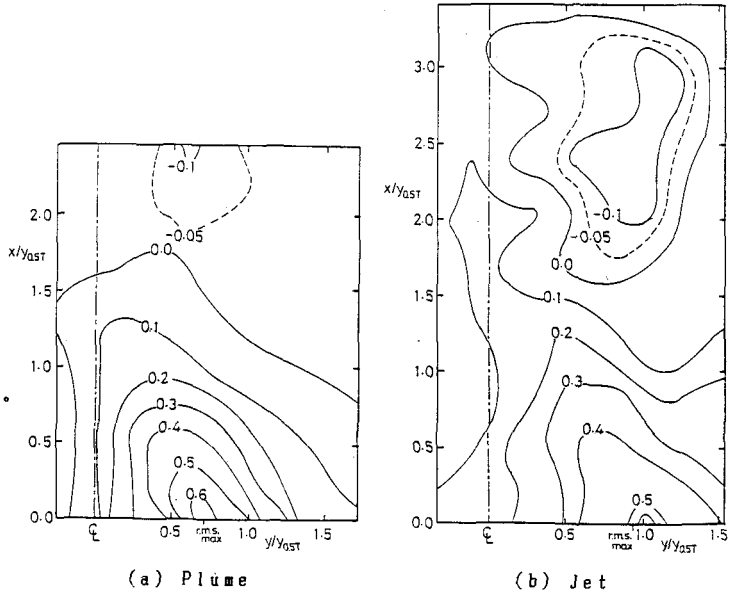


図-2 $R(0)$ の空間分布

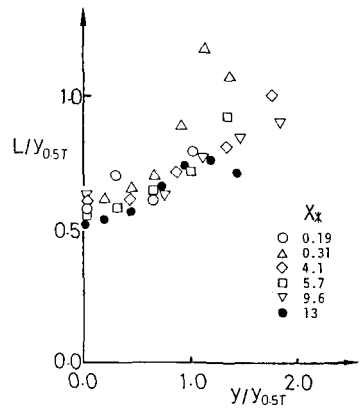


図-3 流下方向スケール