

双対2次元噴流群の乱流構造について

京都大学工学部	正 員	中川博次
京都大学工学部	正 員	祢津家久
酒井金工所	正 員	○神田幹夫
京都大学大学院	学生員	北村卓也

1. まえがき 単独噴流に関しては現在までに多くの研究がなされているが、乱流拡散効果を高めるのに有効な多孔噴流についての研究はほとんどないようである。本研究では多孔噴流の基礎的知見を得るために、双対2次元噴流（2次元ノズルが平行に設置された噴流）の乱流構造について流量比及び噴流間隔の影響を系統的に調べ、若干の考察を加えたものである。

2. 実験装置及び実験方法 拡散水槽は長さ126cm、幅17cm、深さ82cmの両面アクリル張りであり、越流型水槽となっている。ノズル幅は $B=0.4$ cmで水槽の長さ方向に移動できる構造である。流量測定は1成分ホットフィルム流速計で行なった。ノズル出口流速比は $U_{0a}:U_{0b}=40$ cm/s:80cm/s及び40cm/s:40cm/sの2種類、ノズル中心間隔は $L=1.31, 2.67, 4.85$ cmの3種類で、単独噴流の計測を合わせて、合計7ケースの実験が行なわれた。

3. 実験結果及び考察 本実験で得られた流速分布の一例を図-2に示す。最初は2つのピークを持つが流下にとともに引合い1つに合体する。互に干渉の少ない断面では単独噴流と同じGauss分布形によく一致している。ピークが1つにな

ってから再びGauss分布形に一致し、単独な噴流が形成されたものと推測される。写真-1に示すように最大流速に沿った流軸（図-1参照）はほぼ直線変化を示す。 L がより小さい場合も合体までの流下距離は短くなるが、同様の特性が得られた。流量比1:2の鉛直軸上の流速変化を図-3に示す。A軸（流量大側）流速は単独噴流とほぼ同じ $1/2$ の傾きで低減している。流軸外側はGauss分布形となっているので流軸はAノズル出口を通り直線的に傾いていると考えられる。一方B軸上の流速は単独噴流より低減が速く合体後は単独噴流と同様に低減する。合体までの低減が速いのは、ポテンシャルコア端（ほぼ $X/B \approx 5$ ）からのB側の流軸直線の傾斜が大きいためと考えられる。このような流軸の傾き特性は横断流速分布からも確認できた。中央の軸上流速はほぼ静止流速から急増し加

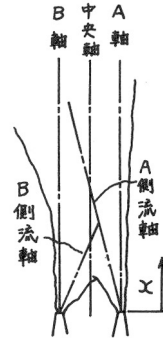


図1 模式図

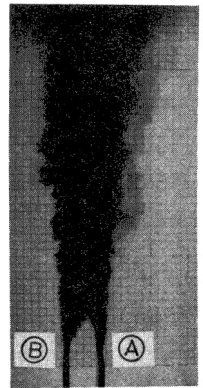


写真-1 双対噴流

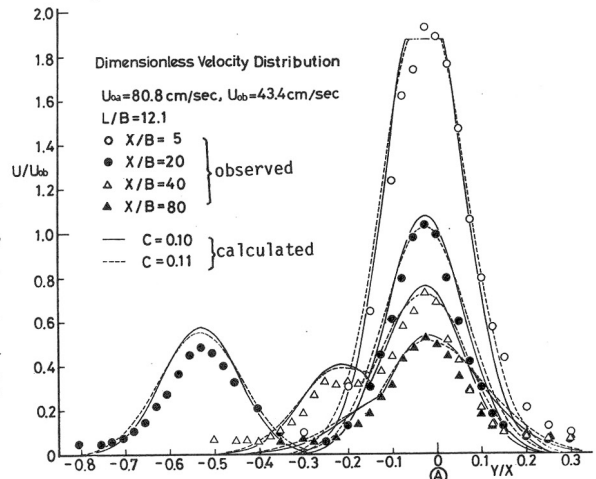


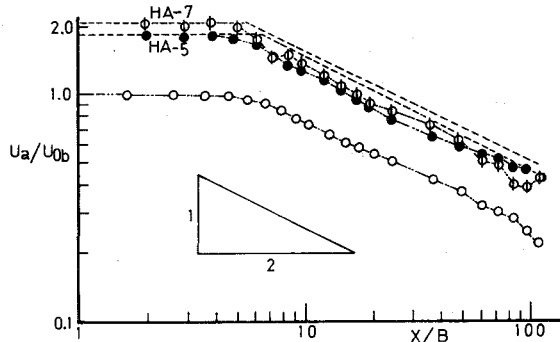
図2 断面流速分布の一例

速され、両噴流の合体後は $1/2$ で低減する単独噴流流の特性を示すことがわかる。しかし双対噴流は単独噴流と異なり多重特性スケール系を形成するから平均流速分布に関するself-preservingは成立せず運動方程式を解くことはもとよりこの近似解法も非常に困難である。このため、以下のような現象論的仮定を設け、運動量保存則に基づいて双対噴流場をモデル化した。1) 両噴流の流軸は直線変化する。2) 流速は流軸を中心にGauss分布するが2つの分布の交点流速は運動量が保存されるように β 倍される。 β 倍された交点流速が各分布の頂点を結ぶ線上に連する場合及び交点が一方の外側裾野にきた場合は半値幅 b が β 倍され運動量が保存される。ただし内側裾野は互いに干渉しあうので b の割増しは行なわれない。3) 交点が交われれば単独噴流になり、 b が β 倍され運動量が保存される。運動量が保存される場合の単独噴流の流軸上流速は平均流速がGauss分布すると考えれば、 $U_m = 0.815 \sqrt{\frac{1}{\beta} \frac{L}{X}}$ ($b = CX$)となる。上記のモデルでの双対噴流の断面流速分布は谷側では $U = U_m \exp(-0.693\beta'(\frac{y}{b})^2)$ 外側では $U = U_m \exp(-0.693(\frac{y}{b})^2)$ 、ただし $\beta' = 1 - \frac{\log \beta}{0.693(\frac{y}{b})^2}$ となる。図-2に示すように各断面での平均流速はこのモデルから計算された曲線にほぼ一致している。図-3の軸上流速分布も定性的には合っている。ただB軸上での両者のずれが大きいのにはB側はA側に吸収され流速分布が急変するのに、上述のモデルはこれを無視した単純なマクロな取扱いがなされたためと考えられる。

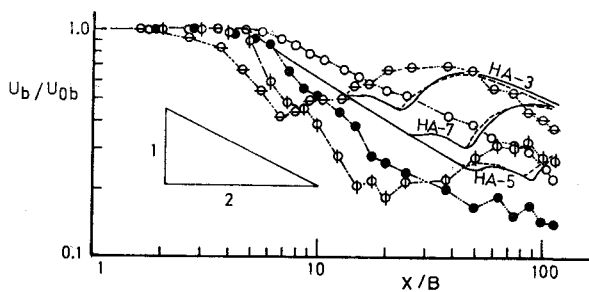
4. あとがき 本実験では実験ケースが限られ、普遍的な結論を得るには到るなかったが運動量保存則に基づいた現象論的モデルを考え、双対噴流の特性を概ね説明することができた。
(参考文献) 1) Rajaratnam, N., Turbulent jets, Elsevier, 1976

- HA-1 $U_{0a} = 37.0 \text{ cm/s}$ (single jet)
- ⊕ HA-3 $U_{0a} = 70.8 \text{ cm/s}, U_{0b} = 35.8 \text{ cm/s}, L/B = 3.28$
- ⊙ HA-7 $U_{0a} = 78.5 \text{ cm/s}, U_{0b} = 43.4 \text{ cm/s}, L/B = 6.68$
- HA-5 $U_{0a} = 80.8 \text{ cm/s}, U_{0b} = 43.4 \text{ cm/s}, L/B = 12.1$
- $C = 0.10$ } calculated curve
- - - $C = 0.11$ }

(a) Distribution of A-Axis Velocity



(b) Distribution of B-Axis Velocity



(c) Distribution of Center Line Velocity

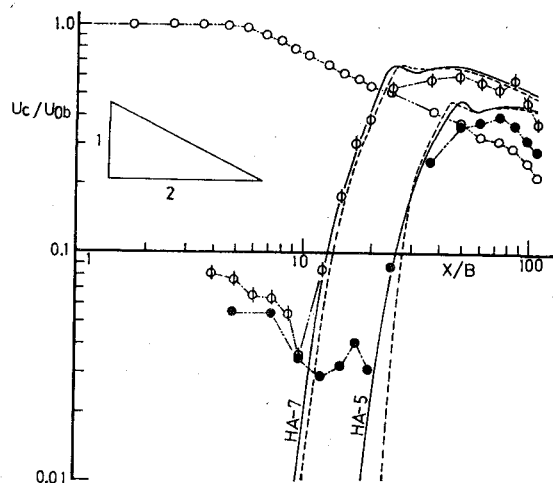


図 3 軸上流速分布