

徳山高専 正員 佐賀 孝徳
 徳山高専 正員 大成 博文
 山口大学 正員 齋藤 隆

1. まえがき

開水路流れの壁面領域内乱流構造の構成において、Bursting現象の果す役割は重要である。可視化法を用いた Bursting 現象の解明に中心的役割を果たしたのは、Klineを中心とするスタンフォード大グループの一連の研究であるが、今尚、重要な未解明点を数多く残しており、Bursting現象の全体像が必ずしも明確になっている段階と言えない。(Kline他.1959, 1967, 1971, 1974, 1975, 1978) などでも重要な課題は、その発生因、横断方向構造、大規模運動との相互関係などである。ところが、Cantwell(1981)が指摘するように、可視化法による結果においても“し”けしける解釈や系統化に困難を相容れない結果が生じている、という情況も存在している。

著者らは、これらの可視化法での困難を解決する程点として、(i)可視化の情報を豊富にすること、(ii)流れに添じた可視化限界を明確にすること、(iii)可視化法自身の比較などを試みることなどが重要と考える。

本論の手法は、一種の混合トレーサー法(AMD法と呼ぶ)と言えるものであり、三者(アルミ粉、コンデンスミルク、染料(アニリンブルー))のトレーサーとしての機能を同時に抽出しようとした点に特徴が存する。

このAMD法によって可視化される鱗形状について、著者らは、いくつかの検討を試みてきた。そして、それらから従来のBursting現象の理解とおよそ矛盾しないことが明らかとなっているが、本論は、その手法の妥当性に関して再度検討を加えたものである。

2. 可視化法としてのAMD法の特徴

AMD鱗形状の可視化写真を、Fig.1に示す。

アルミ粉、コンデンスミルク、アニリンブルーの三者から成るAMD法の特徴を次に示す。

- (1) 壁面近傍における流れの立体的可視化
- (2) トレーサーと流体との調整作用による安定化
- (3) トレーサーの流入量調節による可視化面(あるいは流体層)の選択
- (4) トレーサーの比重変化による可視化範囲の拡大

アルミ粉、コンデンスミルクをトレーサーとして用いる方法は、Taneda(1965)のVortex streetに関する研究においてすでに試みられている。向トレーサーの機能は相補的であり、次のように示される。

アルミ粉：スリット光源下での明暗の明確化、瞬間的および流線の挙動乱流部分の明示化、立体的表現。

コンデンスミルク：渦糸の骨組みの可視化、流線の表現、比重と粘性により拡散を防止し安定した流体層を形成。

また、染料は、トレーサーの濃度の識別化のために用いられている。

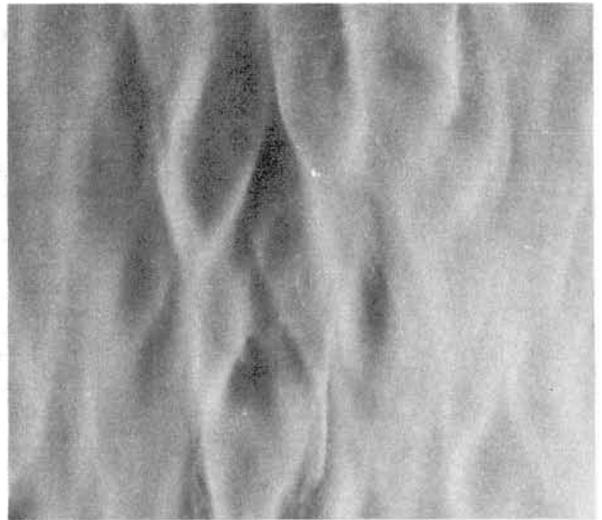
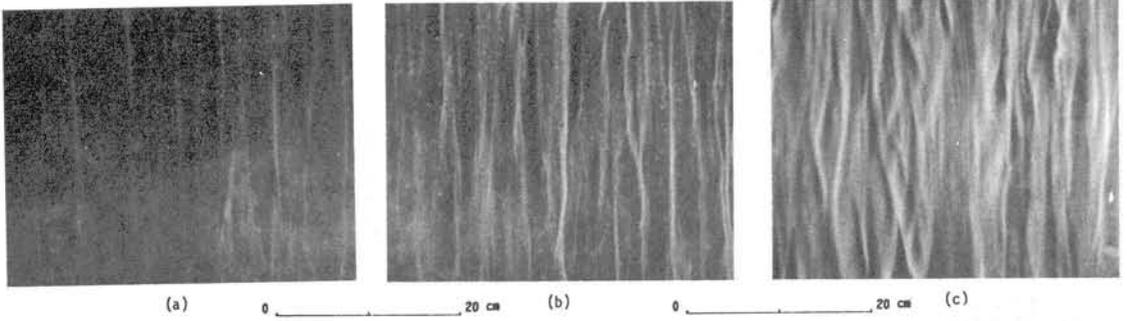


Fig.1 A plan view of imbricate shape of AMD Case-A

Table.1 Experimental condition

	Um cm/sec	H cm	Re	Re*	ρ
Case-A	5.72	9.12	4409	401	1.04
Case-B	6.52	6.84	3857	373	1.04
Case-C	15.97	2.81	3857	197	
Case-D	8.94	10.87	8402	874	1.20

AMD ρ : Specific gravity of AMD liquid



3. AMD液の注入量および比重変化に伴う鱗形状変化

水路床近傍に比重一定のAMD液を注入すると 各種各規模の鱗形状が発生するが、それらに、この注入量の多さによっても特徴づけられる。それらを比較したものが、Fig.2(a)~(d)である。(a)は、linear sublayer内のstreaksの蓄積過程が明瞭に可視化されており、その幅が平均的に $\lambda_x=100\lambda_z$ を示している。この傾向は、かなり高平均流速下でのアルミ粉の挙動を可視化したFig.3でも可視化される。またstreaksの流れ方向長 λ_x がおおよそ λ_z の10倍程度を示していることがわかる。(b)はstreaksの縦横と鱗形状の両方が共存しているものであり、(a)よりも可視化の情報が増え、可視化される流体層も厚くなっている。(c)は鱗形状が顕著な場合であり、立体化が増して来る。この段階までは、まだ高速流体の浸入によってAMD液がけがれ、路床が露出していることが確認できる。(d)になると事情は一変し、鱗形状はかなり歪んでくる。この歪んだ鱗形状はコンテンスミルク法を用いて内部境界面の可視化を行なった日野ら(1981)のものと同様似てくる。若者らは、おおよそこの(a)~(c)までの形状をCoherent Structureの反映とみなしてよいのではないだろうかと考えている。

Fig.4はAMD液の比重を1.20まであげて、かなりの高摩擦レイルズ数下の流れに適用した事例のひとつである。流速が速いためトレーサが拡散しやすくなっているが、Fig.2の(b)(c)に該当する鱗形状が可視化されている。このように、本AMD液の特徴は、流れの条件に対応してそれに適する比重のトレーサを選択することができる点にあり、その適用範囲はかなり広いものと思われる。そこで低流速の流れについては、比重が1.0に近い方が好ましいと言えるが、1.00~1.01の範囲では、アルミ粉とコンテンスミルクの両者が分離してしまい、両者の特徴が同一流体塊の中で生かされない結果に終わってしまう。

また、AMD液厚についてふれると、Fig.2の(c)において平均的に1mm程度であり λ_z は7程度の値となる。立体化がAMD液厚を非常に大きく見えさせがちであるが、平均的には薄層と叫びうるほどのものである。

4. まとめ

AMD鱗形状は、トレーサの注入量によって変化し、流れのどの部分を可視化しているかによって規定される。また、トレーサの比重を変化させることにより、かなりの流れ条件の範囲下で可視化が可能となりうる。

<参考文献> 1) Kline et al: ASME (1969), J.F.M. (1971, 1974, 1975), AFOSR (1978) 2) Cantwell: Ann. Rev. Fl. M (1981) 3) 大成, 佐賀, 斎藤: 水理講演会論文集 (1982) 4) 日野, TANEDA: Res. In Mech. App. Mech. (1965) 5) 日野, ケンソウ, 村村: 流れの可視化のシンポジウム (1981)

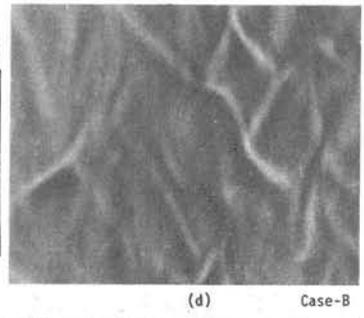


Fig.2 A series of flow pattern near the wall

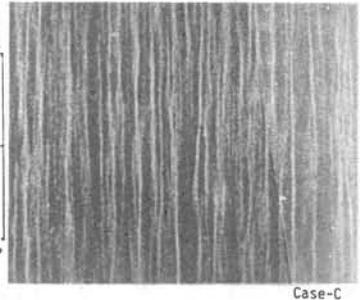


Fig.3 A plan view of sublayer streaks

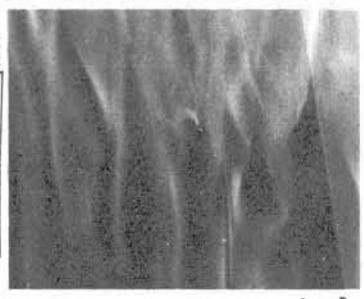


Fig.4 A plan view of imbricate shape of AMD