

徳山高専 佐賀秀徳 大成博文 山口大学 斎藤 隆

1. はじめに 壁乱流においてどのような秩序構造が瞬間高レイノルズ応力の発生に寄与するのかは、以前から大きな謎であり、重要な未解明の課題として残されたままである。この解明には流速計測と流れの可視化の同時併用実験が必要である。前報¹⁾では、一次元の流速波形(u成分)に見られる bursting 波形と可視化の形象との対応について検討を行なった。また今年の水講²⁾では、二次元の流速測定結果と、瞬間高レイノルズ応力と発生させる可視化パターンの対応を調べた。本論では、瞬間高レイノルズ応力の発生と可視化の形象との対応をさらに詳しく調べ、その対応パターンの分類を行い、その発生頻度についても考察した。その結果、low speed streak と鱗形状の形成が瞬間高レイノルズ応力の発生を伴うことが明らかとなった。そこで low speed streak と縦渦の相互関係についても若干の考察を行った。

2. 瞬間高レイノルズ応力の発生に伴う可視化の形象の分類 実験装置および実験方法については、文献2)にあり省略する。図1は瞬間レイノルズ応力の経時変化である。瞬間高レイノルズ応力が発生する場合は、 $U < 0$ 、 $v' > 0$ の ejection タイプと $v' > 0$ 、 $v' < 0$ の sweep タイプがあり、それぞれ⑥、⑤の記号で示す。この ejection タイプは全計測時間の106秒間に17回発生し、sweep タイプは同じ106秒間に25回発生した。それぞれ外部パラメータ U_{max}/H (U_{max} : 最大流速, H : 水深) で無次元化すると、同期は ejection タイプで $U_{max}/H = 5 \sim 1$, sweep タイプでは $U_{max}/H = 3.9$ となり、中川、津津の条件付抽出法による burst 周期の結果³⁾より若干大きい値を示す。

次に、瞬間高レイノルズ応力を発生させる両タイプを可視化の形象をもとに分類し、その発生頻度を調べた。

a) ejection タイプ(⑥)で瞬間高レイノルズ応力の発生を伴う場合。

⑥-1: low speed streak (LSS) が計測点に進入する場合: 図2(a)はその一例を示している。①および③でそれぞれ A および B の LSS に進入しており、それぞれ瞬間高レイノルズ応力を発生している。B の LSS は A の LSS に比べ、かなり左右への揺れが見られる。このようなケースは、ejection タイプの総合計19ケースのうち8ケースを占め、かなり頻度が高い。

⑥-2: low speed streak の横方向集中: この特徴は、瞬間高レイノルズ応力の発生時間が比較的に長いことである。図2(b)は、そのスケッチの一例を示す。これは6ケース存在した。

⑥-3: 鱗形状の相互作用による場合: 図2(c)示したような二つの鱗形状の相互作用により、かなり高い瞬間高レイノルズ応力が発生した。また一つの鱗形状の巻き込み渦による場合も存在した。これは、ejection タイプとしては、あまり多くなくケース存在した。

b) sweep タイプ(⑤)で瞬間高レイノルズ応力の発生を伴う場合

⑤-1: low speed streak の先端が計測点で通過する直前の部分で、 $U > 0$ 、 $v' < 0$ のタイプの高レイノルズ応力を発生させる場合である。これは、もっとも多く10ケース発生した。この場合、その直後に続いて low speed streak の進入を伴う ejection タイプの瞬間高レイノルズ応力を発生するケースが多く観察された。

⑤-2: low speed streak の抜け出しの際にも同様の sweep タイプの瞬間高レイノルズ応力が7ケース存在した。この場合は、その直後に ejection タイプの瞬間高レイノルズ応力を発生することは稀である。

⑤-3: 計測点が鱗形状の中に進入する場合である。(図2(d)) これは、全部で7ケース存在した。

以上の 1~3 のケースが同時に発生する場合も存在した。

3. low speed streak と縦渦との相互関係 瞬間高レイノルズ応力の発生には、low speed streak の現象が重要な役割を果たしており、low speed streak と縦渦との相互関係について検討を行なう。図3は、レーザースリット法を45°傾斜断面に用いた可視化写真の一例である。流れは向うから手前に向かって流れている。この写

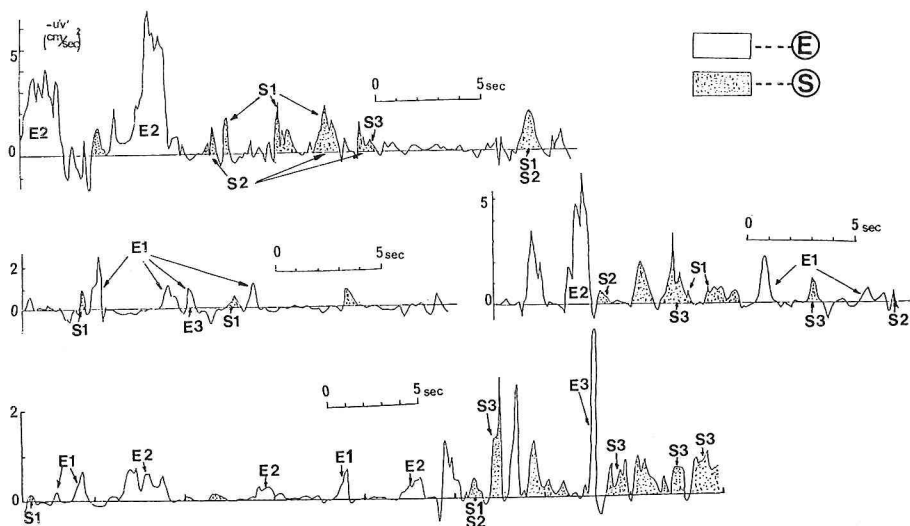


図.1 レイノルズ応力の経時変化 計測点 $Y_+ = 25$ $U = 5.23 \text{ cm/s}$ $U_* = 0.34 \text{ cm/s}$ $H = 6.80 \text{ cm}$

真には傾斜横断面を瞬間的に通過する渦の断面とその背後には壁近傍の平面的な可視化の形象が同時に写し出されていることから、縦渦と low speed streak の対応を調べることでできる。壁近くに2つの縦渦対が存在するが、それらの「つけ根」が low speed streak の斜に対応している。縦渦対の中央部では二つの渦で誘起された上昇流が形成されることから、縦渦対のつけ根としての low speed streak の通過によって ejection タイプの流形が得られるという前述の結果と対応する。

4. おわりに 瞬間高レイノルズ応力を発生させる秩序構造として、low speed streak と鱗形状の挙動が重要であり、その発生回数を調べた。また壁近くの low speed streak は縦渦のつけ根として形成され、ejection タイプの同時計測流形と対応した。今後 sweep タイプについても渦構造との対応をより詳しく検討してゆきたい。

参考文献

- 1) 佐賀, 大成, 南藤, 第38回年次講演集, 1983.
- 2) 大成, 佐賀, 南藤, 第28回水講演文集, 1984.
- 3) Nakagawa, Nezu, J.F.H. vol.104, 1981.
- 4) 大成, 佐賀, 南藤, 第28回水講演文集, 1984.

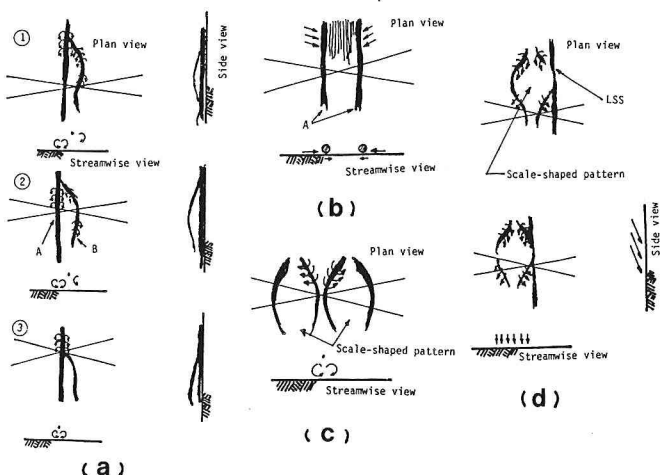
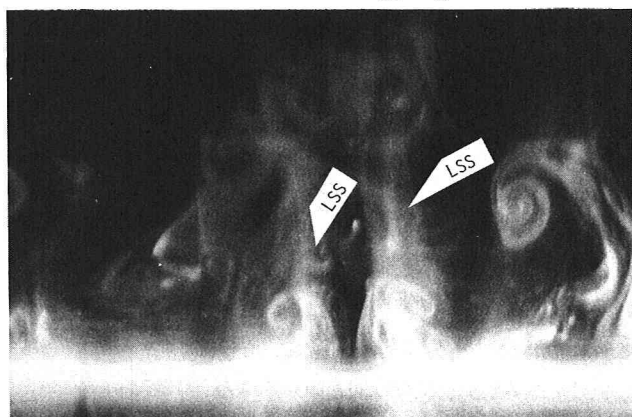


図.2 可視化の形象の説明図



$U = 5.23 \text{ cm/s}$ $U_* = 0.34 \text{ cm/s}$ $H = 6.80 \text{ cm}$ 0 100%

図.3 レーザースリット法による可視化写真 (45°傾斜)