

## 壁近くの渦の大規模化の機構

徳山高専 正員 ○大 友 博 文  
 徳山高専 正員 佐 賀 孝 徳  
 山口大学 正員 斎 藤 隆

## 1. はじめに

壁孔流の内層には、流れ方向を軸とする渦度成分が卓越する、いわゆる縦渦構造が顕著であり、それが乱れエネルギーの発生機構や輸送過程に重要な役割りを果たことが明らかになりつつある<sup>1)</sup>。著者らは、この内層に形成される渦が、固有の三次元長さスケールと流れ方向傾斜角を持ち、さらには渦同士との相互作用や空間的配置特性などの存在も明らかにし、「OSS 渦」と呼ばれる渦モデルを提案してきた<sup>2)</sup>。

本研究は、著者らの一連の研究の延長線上のものであり、その目的は、壁近くの OSS 渦がどのように発達して大規模化を形成してゆくのかを詳細に検討することにある。本研究に用いられた手法は、レーザースリット法による横・縦断面可視化であり、これらによ、壁近くの縦渦、横渦構造の詳細な断面形状が明らかとなり、それらをもとに渦の三次元的挙動が考察され、壁近くの渦の大規模化の機構に関するいくつかの重要な特徴が解明された。

## 2. 可視化法

実験は、長さ10m、幅60cm、深さ15cmの滑面開水路流れで行われた。水路勾配は $1/1000$ 、流れ場の基本的な水理条件は、表1に示されている。トレーサーには蛍光染料(ウランin、比重1.005)が用いられた。横・縦断面視法の概略が図1,2に示されている。実験の詳細な方法については、既報<sup>2)</sup>に明らかであり、省略する。

## 3. 横・縦断面形状

図3は横断面可視化写真の一例であり、秩序構造が大規模化して外層にまで達している典型例のひとつである。白く映る部分からトレーサーの存在している部分であり、主に上層渦成分を反映している<sup>2)</sup>。

さて、この写真に示されている大規模秩序構造の断面形状には、内層外端付近まで発達した3つの OSS 渦をはじめとして読み取れるだけでなく、13個の渦が存在している。このことは、秩序構造の大規模化に渦の複合が非常に重要な役割を果たすことを示唆しており、壁近くの渦の大規模化を考えるうえで無視できないことであると思われる。そこで、壁近くの渦の大規模化には、図3の3つの発達した OSS 渦のように OSS 渦自身が発達して単独で大規模化する場合と OSS 渦自身が他の OSS 渦と複合して結果的に大規模構造を形成する場合の2通りがあると推測可能である。ただし、前者の発達の場合、OSS 渦が単独では決して内層を越えて外層に至ることがない<sup>2)</sup>という観察事実を踏まえておくことが重要と思われる。

図4は縦断面可視化写真の一例である。これには、横渦の縦断面形状が明瞭であり、壁近くで横渦の複合が秩序構造の大規模化に貢献しているようである。

次に、図3に示されるような横断面写真において、微小時間隔を有する2枚の写真間に Taylor の仮説を導入し、それらを次々に重ね合わせる

表1 実験条件

| CASE | $U_m(\text{cm/s})$ | $U_T(\text{cm/s})$ | H(cm) | $Re = U_m H / \nu$ | $Re_T = U_T H / \nu$ |
|------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|----------------------|
| A    | 4.75               | 0.29               | 6.62  | 3660               | 351                  |
| B    | 5.43               | 0.33               | 6.71  | 4720               | 393                  |
| C    | 5.23               | 0.34               | 6.80  | 4280               | 308                  |

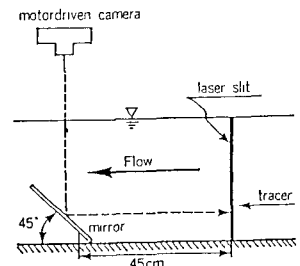


図1 横断面視

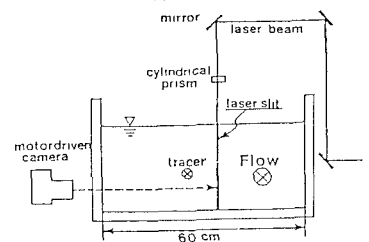


図2 縦断面視

せることによって、  
図5に示されるよ  
うな渦の3次元構  
造図が得られた。

太実線は単独な渦  
の輪隔を示し、細  
実線は1枚の画像  
内の形象と、点線  
は渦中の構造をそ  
れぞれ表わしてい  
る。これより、OSS  
渦A、Bは単独渦  
であり、他の渦と  
の相互関係を持た  
ない。ところが、

OSS渦C1~C3に  
おいては、3つの  
渦の複合が起り、  
全体として大規模  
化が達成されてい  
る。この場合、3  
つのOSS渦の複合  
であるが、他にも  
3つの渦の複合化  
でいた構造にさら  
に単独のOSS渦が  
複合するパターンを  
はじめとして、三  
つろつろな複合形  
式が認められた。

以上をまとめると、壁近く  
は、単独のOSS渦が発達して自  
らの規模を拡大させる以外には、  
すべて渦の複合によ、大規模  
化が達成されるようであり、大  
規模化の程度には渦のさまざま  
な複合パターンが重要な寄与と  
なしているように思われる。

今後、外層の秩序構造の検討  
を怠め、より体系的な究明と  
行つてゆくつもりである。

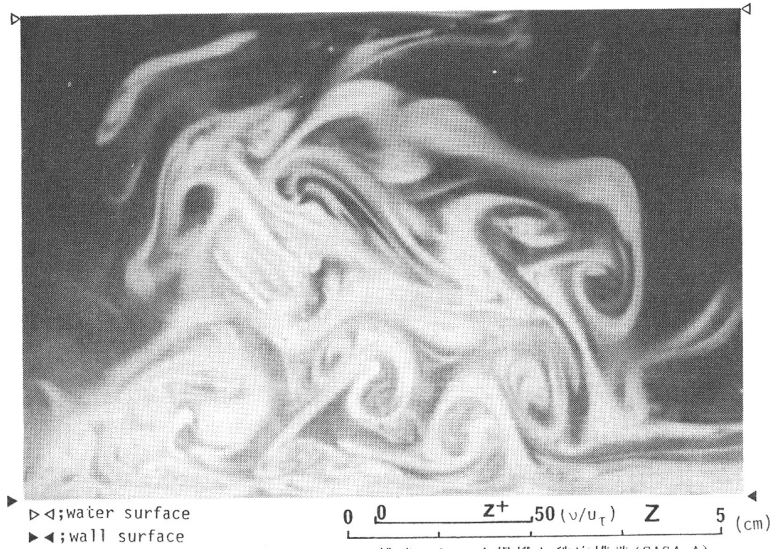


図3 さまざまな渦の複合によって構成された大規模な秩序構造(CASA A)

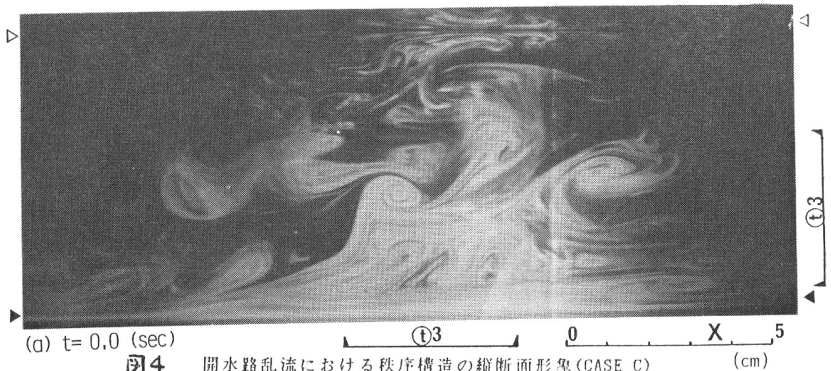


図4 開水路乱流における秩序構造の縦断面形象(CASE C)

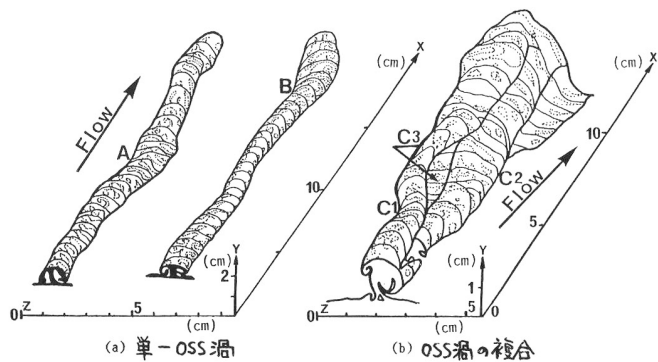


図5 壁近くの秩序構造(単一渦と複合渦)(CASE C)

#### 【参考文献】

- 1) 大友 博文化：開水路乱流内層の可視化と流速計測の同時併用の、水理講演会論文集、No. 30, 1986.
- 2) 大友 博文化：開水路乱流内層の縦渦構造、土木会論文集、363/II-4, 1985.