Osaka University Knowledge Archive

Title	正方形断面管路内乱流の構造に関する研究
Author(s)	河原, 源太
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39375
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 27 】

氏　　名	河　原　源　太（かわはらげんた）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　11461　号
学位授与年月日	平成6年5月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	正方形断面管路内乱流の構造に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授　角谷　典彦 (副査) 教授　木本日出夫　　教授　辻本　良信

論文内容の要旨

本論文の主題は，壁面せん断乱流におけるストリーク構造とバースト現象の流動形態，およびそれらの発生機構を明らかにすることである。実験では，正方形断面管路内乱流に対して LDV（Laser－Doppler Velocimeter）による流速測定と染料注入法による流れの可視化を用いることで，乱流統計量とストリーク構造の流動形態について検討した。理論においては，決定論的な立場から，ストリーク構造とバースト現象の発生機構およびバースト現象の流動形態の解明を目指した。ストリーク構造の流動形態に関しては，低速ストリークをともなう縦渦運動の存在を確認し，縦渦運動の低速ストリーク上での間欠性を明らかにした。また，バースト現象の流動形態に関しては，VITA法と4象限法による検討を加え，双方の結果の相違が低速ストリークのスパン方向への傾きによることを示した。この結果は内部せん断層と縦渦構造のスパン方向への傾きとの関連性を示唆するため，Euler 方程式から縦渦運動のモデルを導出してこの点を検討した。本縦渦モデルによれば，VITA 法と4象限法で検出されたバースト現象の流動形態はいずれも単一の縦渦運動であり，両者の間にみられる内部せん断層の有無は縦渦構造のスパン方向への傾きの有無によって生じることになる。一方，ストリーク構造とバースト現象の発生機構に関しては，せん断流中の渦糸の線形安定性理論に基づく考察を行い，渦糸の不安定で生じる縦渦運動によってストリーク構造が形成されることを示した。また，上記の縦渦モデルに基づいて，縦渦運動による主流の渦線の引き伸ばしを通じて渦層が生成されることを明らかにし，この渦層の不安定がバースト現象の発生に対応することを指摘した。

論文審査の結果の要旨

本論文は，二次流れを伴う壁面せん断乱流の一つの典型である正方形断面管路内乱流のの構造を取り扱ったものであり，6章からなる。

まず第一章で，壁面せん断乱流における組織（秩序）構造としてのストリーク構造およびその崩壊に伴うバースト現

象に関する従来の研究とその問題点を指摘し，本研究の位置づけを行っている。ついで，第二章および第三章で，レーザードップラー流速計による精密な流速測定と染料注入による流れの可視化技術を用いて，平均速度，乱れ強さ，レイノルズ応力をはじめ各種の乱流統計量を求め，ストリーク構造の詳細な流動形態を実験的に調べている。一方，第四章と第五章では，流れの可視化に加えて，VITA（Variable－Interval Time－Averaging）法と4象限法により，バースト現象の発生とその流動形態を実験的に調べると共に，オイラー方程式に基づく縦渦運動のモデルを提唱し，決定論的立場から理論的考察を加えている。この縦渦モデルによれば，VITA 法と4象限法で検出されるバースト現象の流動形態は，いずれも瞬時には単一の縦渦運動であるが，両者の間に見られる差異は，縦渦構造のスパン方向への傾きの有無によって生じることになる。また，線形安定理論を用いて，せん断流中の渦糸の安定解析を行い，その不安定によって縦渦が生じ，その結果ストリーク構造が形成されることを示している。更に，上記の縦渦モデルに基づいて，縦渦運動による主流の渦線の引き伸ばしを通じ，新たに渦層が形成され，この渦層の不安定がバースト現象の発生に対応することを明らかにしている。最終の第六章で，本研究で得られた主な結果を纏めると共に将来の展望を述べている。

以上本論文は，各種の流体機械，管路系から河川に至る工学上重要な多くの流れに見られる壁面せん断乱流の構造に関し新しい知見を加えたもので，博士論文としての価値があるものと認める。