

Title	軸対称噴流中の渦輪に関する研究
Author(s)	瀬野, 忠愛
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36497
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	瀬 野 忠 愛
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 2 5 7 号
学位授与の日付	昭 和 63 年 5 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	軸対称噴流中の渦輪に関する研究
論文審査委員	(主査)
	教授 伊藤 龍象
	(副査)
	教授 吉信 宏夫 教授 角谷 典彦 教授 片山 俊 教授 駒沢 勲

論 文 内 容 の 要 旨

化学工学において、液体噴流を利用した混合・反応装置は数多くある。例えば、タンク内混合、温排水の処理、ジェット攪はん槽等である。この研究の目的は熱線流速計と水素気泡法を併用することにより、液体噴流の諸特性を、特に噴流と周囲流体との境界で起こる反応において重要な役割を果たす渦輪の挙動（生成、合体、崩壊、等）を明らかにし、噴流を使用する装置の設計に役立てることである。さらに、これらの基本的な情報はコヒーレント構造の解析、モデル化にも役立つと思われる。

本研究では、噴流の出口形状を長いパイプからノズル、オリフィスまで多様に変化させ、噴流の挙動を系統的に整理した。出口せん断層が薄い場合、Varicose Mode（軸対称）の不安定が起こり、渦輪が生成、成長し、後方で軸対称崩壊してTurbulent Eddyになる。せん断層が厚い場合、Helical Mode（非対称）の不安定が起こり、Pedal Breakdownが後方で観察された。この不安定モードの発生は線形安定性理論で説明できることを示した。渦輪の発生に関して、出口形状に依存しない一般的な相関式を提出した。

次に、高周波数の脈動が得られる独自の脈動発生装置を試作し、液体噴流に及ぼす脈動の影響を広範囲の周波数、振幅にわたって検討した。水蒸気泡法による可視化と熱線流速計による定量的測定を併用することは噴流の特性を理解する上で非常に有効な方法である。脈動噴流の諸特性を脈動をかけない噴流のそれらと比較、検討した。脈動による渦輪の発生パターンはストローハル数により3種類に分類されることを示した。運動量積分式とエネルギー積分式を用いて乱流レイノルズ数を求め、混合効果を検討した。

噴流境界での反応に関して重要な役割を担う渦輪の挙動を理論的に取り扱うにはNavier-Stokes式

を解くのが最良であるが、非常に困難である。そこで、せん断層を渦糸の配列で置き換える簡単な Numerical Simulation を提出した。このモデルは、せん断層の巻き込みの様子や渦輪の生成パターンがストローハル数により3つに分類されるという実験事実を良く表現している。

論文の審査結果の要旨

軸対称液体噴流の特性を明らかにするため、種々の出口条件の下で噴流の挙動を観測し、出口の剪断層厚さに着目して系統的に整理し次の結果を得ている。出口形状に関係なく、出口の剪断層が薄い場合、軸対称な varicose mode の不安定が起り、その結果渦輪が生成し、合体・成長を経て下流で軸対称的に崩壊し、乱流渦に遷移する。一方、剪断層が厚い場合、非対称な helical mode の不安定が起り、下流で非対称的に崩壊する。渦輪の発生周期に関しても、出口剪断層の厚さを代表長さとするストローハル数を定義することにより出口形状に関係なく一般的に相関される。これらの実験で観察された不安定モードの優劣は空間的増幅を取り扱った線形安定性の理論結果と一致する。

次に、液体噴流に対して周波数と振幅が広範囲に変えられる脈動発生装置を独自に試作して、外部からの強制脈動による影響を調べている。脈動をかけない自由噴流と比較して、渦輪の発生位置、発生周期、初領域での流量増加が著しく影響される。特に、渦輪の発生パターンは脈動のストローハル数 (Sr) により3種に分類され、 Sr 数が0.9以下のとき、大小親子の渦輪が対になって生成し、発生周期は脈動周期に等しい。 Sr 数が0.9から2.6の範囲では、大きさの等しい渦輪が脈動周期に合わせて発生する。 Sr 数が2.6以上では渦輪は脈動周期と関係なく発生する。また、中心軸上の乱流強度、時間平均速度、および乱流レイノルズ数の変化から $Sr=0.3$ の脈動噴流が最も成長し易いと結論した。

このような渦輪の挙動をシミュレートするため、剪断層を渦糸の配列で置き換える簡単なモデルを提案し、それにより渦輪の発生過程が表現でき、さらに、渦輪の循環を修正することにより合体過程も近似できることを示している。

これらの研究は液体噴流を利用した混合装置や反応装置の開発に価値ある指針を与えている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。