

Title	気液二相流の界面構造と波脈に関する研究
Author(s)	森, 幸治
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3119675
DOI	10.11501/3119675
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名	もり 森 こう 幸 じ 治
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 7 5 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 12 月 4 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	気 液 二 相 流 の 界 面 構 造 と 波 脈 に 関 する 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 世 古 口 言 彦 (副 査) 教 授 三 宅 裕 教 授 香 月 正 司 教 授 高 城 敏 美

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、上昇および下降気液二相流の界面構造を明らかにし、更に団塊波流および環状流に出現する液体塊が時空間面上に展開する軌跡に対して、“波脈”という新しい概念の分析対象を設定し、その分析手法を確立することによって液体塊の挙動を明らかにしたもので、9章で構成されている。

第1章では、本研究の背景、これまでの研究、本研究の目的および本論文の構成について記述している。

第2章では、界面構造と液体塊の時空間挙動を測定するために開発した2種類のセンサ、すなわち管直径方向に67本の点電極を有する準超多点電極センサと、管軸方向に最大266対のホールドアップセンサを有する超多断面ホールドアップセンサの詳細を示し、これらの特長について論述している。

第3章では、上昇流の界面構造を議論し、液体スラグの下流端に隆起頭が存在することと、団塊波はきわめて乱れた界面を有することを明らかにしている。更に複雑な界面を呈するために知られていなかった、気液流速の大きい条件における界面構造の実体を解明している。

第4章では、下降流の界面構造を論じ、2つのプラグ流領域と、フォーム流と称する流動領域が出現することを発見している。プラグ流では種々の形状の気体スラグが出現し、これは気体スラグと液体スラグ内の液体の速度差に係していることと、フォーム流では静圧こう配と差圧変動がきわめて小さくなるという特徴を有していることを見いだしている。

第5章では、上昇流と下降流のそれぞれにおける団塊波流領域と環状流領域に出現する波の時空間挙動の特徴を系統的に明らかにしている。また、団塊波の移動に伴う形状の変化にみられる特徴をも明らかにしている。

第6章では、液体スラグ、団塊波およびじょう乱波の波脈である主波脈を抽出する方法を提案している。

第7章では、上昇流で出現する波に対する主波脈の流動パラメータ（速度、波幅および最大ホールドアップ）にみられる特徴を議論し、団塊波とじょう乱波は性質の異なる波であることを明らかにしている。また、クラスタ分析法の一つであるK平均法を用いて団塊波とじょう乱波を判別する方法を確立し、この判別結果から作成した新たな流動様式線図を提示している。更に、団塊波の流動パラメータにみられる特徴を明確にしている。

第8章では、下降流に対してもK平均法を適用して団塊波とじょう乱波を判別し、流動様式線図を提示している。また、団塊波とじょう乱波の活動パラメータにみられる特徴を明らかにするほか、これらを上昇流の団塊波とじょう乱波の流動パラメータと比較し、団塊波とじょう乱波の挙動に及ぼす流動方向の影響を解明している。

第9章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

多様な流動様式と複雑に変動する界面を有することで特徴付けられている気液二相流の流動機構を解明するには、気液界面の時空間構造についての正しい認識が不可欠であるため、界面に関する時空間情報の収集が強く望まれてきた。しかし、界面のセンシングがきわめて困難であるという理由で、ほとんど進展することなく推移してきた。従って、この困難を解決し、研究の端緒を開くことは学術上ひいては工業技術上の重要な課題であった。本論文は、界面情報を収集する2種類のセンシングシステムを開発することによって、気液界面構造が時空間的にどのように変化するかを上昇流と下降流について広範な流動条件を対象に調査するほか、これらのデータに基づいて波の時空間挙動を分析するために、時空間面上の波の軌跡の集合を“波脈”と名付け、これに関する基礎データを提示すると共に、その分析手法を案出するなど、気液二相流の研究を全く新しい視点から展開したもので、得られた成果を要約すると次の通りである。

- (1) 高い空間分解能を有する2種類のセンサ、すなわち、気液界面のプロフィールを求めるための準超多点点電極センサと、液体スラグ、団塊波、およびじょう乱波等の液体塊の時空間挙動を検出するための超多断面ホールドアップセンサとを開発し、これらを同時に駆使することによって、界面構造の総合的診断を可能としている。
- (2) 上昇流と下降流に対する気液界面のプロフィール図および波の時空間様態図を系統的に提示し、気液の流量と流動方向が界面のプロフィールと波の挙動に与える影響を明らかにしている。
- (3) プラグ流領域における液体スラグは、新しく見いだされた隆起頭部、気体スラグの後流部および低ボイド率部から成っていることを明らかにしている。
- (4) 下降流のプラグ流領域は、流動様式線図において二分されて存在し、これらの中にはこれまで全く知られていなかった新しい流動様式である“フォーム流”，すなわち流路内が薄い液膜のみで仕切られている流れが出現することを発見している。
- (5) 波の時空間様態図を与える情報から、波脈を抽出する方法と抽出された波脈から波の挙動に関する主要パラメータを決定する方法とを案出している。更に、このようにして決定されたパラメータにクラスタ分析法を適用することによって、これまで明確な判別が困難であった団塊波とじょう乱波の区別が可能であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は気液二相流動現象における気液界面構造についての貴重な時空間情報を提示するほか、全く新しい視点に立脚した情報分析法である波脈論を構築し、気液二相流の流動機構の解明に対する解くの新知見を与えている。これらの成果は、機械工学、とりわけ熱流動工学の発展に寄与することがきわめて大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。