



Title	高圧気液二相流の流動パラメータに関する研究
Author(s)	清水, 英男
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3091399
DOI	10.11501/3091399
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名 清 水 英 男

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 5 4 2 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 5 年 3 月 2 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 高 圧 気 液 二 相 流 の 流 動 パ ラ メ ー タ に 関 す る 研 究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 世 古 口 言 彦

教 授 高 城 敏 美 教 授 辻 裕

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、気液二相流の流動特性を解明するために、圧力0.3から20MPaまで使用可能な高圧用の試験装置を開発し、流動特性に深く関与している種々の流動パラメータに及ぼす系内圧力の影響についての研究をまとめたものであり、6章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景、目的、意義および各章の概要を述べている。

第2章では、気液二相流を扱う工業プロセスにおける熱流動上の諸現象と流動パラメータとの関わりを具体的に示すために、加圧水型原子炉用蒸気発生器のスペーサ周辺で繰り返される液膜の生成消滅過程を取り上げ、この生成消滅過程と気液二相流の流動特性との関係を明らかにしている。スペーサ近傍の液膜の挙動には気体スラッグの速度と長さに関与していることを見いだしている。

第3章では、プラグ流領域の現象分析において最も重要なパラメータである単一気体スラッグの上昇速度に対する圧力の影響を実験的に調査し、新しい相関式を提示している。また、気体スラッグ周辺に生じる波の特徴についても調べ、流動様式の遷移に対する考え方に一つの拠り所を与えている。

第4章では、気液二相流の種々の流動様式を特徴付けている液体塊（液体スラッグ、団塊波、じょう乱波および浮遊波）の速度特性と断面平均液体ホールドアップについて、鉛直上昇流と水平流のそれぞれに対して調査を行ない、広い圧力範囲にわたってこれらの実験結果を示している。上昇流と水平流のいずれにおいてもプラグ流領域の液体塊速度は気相速度の上昇と共に増加し、団塊波領域への移行に伴って減速し始めるが、減速開始点を与える気相速度は高い圧力ほど小さくなったあと、10MPa以上では変化しなくなることを明らかにしている。さらに、液体ホールドアップはプラグ流から団塊波領域への遷移過程で変曲点を示すかもしくは極大値と極小値とを呈し、これが流動機構の遷移の指標になりうることを指摘している。

第5章では、上昇流と水平流におけるプラグ流固有の流動パラメータである気液両スラッグの長さを通過ひん度、さらには液体スラッグの消滅条件について詳細に論じている。気相速度と圧力が及ぼす気液各スラッグの長さへの影響は、流動方向によって顕著に相違しないこと、他方、液体スラッグの通過ひん度についてはそれぞれ特徴的な変化傾向を呈

することを明らかにしている。液体スラグが消滅する気液の流量条件は圧力によって著しく変化すること、すなわち一定の液流量のもとでは圧力の上昇に従ってより小さな液体流量で液体スラグは消滅すること、次いでこの性質は流動方向のいずれについても類似していることを見いだしている。

第6章では、本論文で得られた成果を総括し、併せて今後の展望を示している。

論文審査の結果の要旨

気液二相流を扱う工業プロセスの使用条件は広範な圧力を対象としているにもかかわらず、流動系の圧力レベルの相違が流れに及ぼす影響を調査したものはほとんどなく、これに関する情報の蓄積が強く望まれていた。

本論文は、このような気液二相流動特性に与える圧力の効果を解明することを目的として、圧力0.3から20MPaまで使用可能な高圧用の試験装置を開発し、流動特性に深く関与している種々の流動パラメータについて調査研究したものであり、主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 多管式蒸気発生器で経験されている伝熱面上の液膜の生成消滅過程と気液二相流の流動特性との関係を明らかにし、液膜の挙動には気体スラグの速度と長さが関与していることを見いだすと共に、流れを特徴づけている流動パラメータに関する調査の重要性を指摘している。
- (2) プラグ流領域の主要パラメータである単一気体スラグの上昇速度に対し、圧力の影響を考慮した相関式を提示するほか、気体スラグ周辺に出現する波の発生条件と圧力の関係をも明らかにし、流動様式の遷移に対する拠り所を与えている。
- (3) 各流動様式の流動機構に対して大きな影響を有するとみなされている液体塊（液体スラグ、団塊波、じょう乱波および浮遊波）の速度特性について詳細な調査を行ない、液体塊速度は鉛直上昇流と水平流のいずれの流動方向とも系内圧力の高低に関係なく、プラグ流領域においては気相速度の上昇と共に増加し、団塊波流領域への移行に伴って減少したあと、環状流領域に近づくにつれて再び増加することを明らかにしている。
- (4) 液体塊速度の減少開始点すなわち、プラグ流から団塊波流への遷移点に対応する気相速度は、圧力の増加と共に急激に減少し、10MPa以上ではほぼ一定となることを見いだしている。
- (5) 液体ホールドアップの気相速度の増加に伴う変化は、従来考えられていたように単調に減少するものではなく、プラグ流から団塊波流への遷移過程で変曲点、もしくは極大点と極小点とを経て減少することを見いだしており、この特徴が流動機構の遷移の指標になりうることを指摘している。
- (6) 気体スラグと液体スラグの長さに及ぼす気相速度と圧力の影響は、流動方向によって顕著には相違しないこと、また液体スラグの消滅が液流量一定のもとでは圧力の上昇に伴ってより小さな気体流量で生じ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の流動特性に関する多くの有用な知見を与えており、熱流動工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。