

氏名(本籍)	モハマド・レザ・アンサリ (イラン)				
学位の種類	工学博士				
学位記番号	博甲第756号				
学位授与年月日	平成2年3月23日				
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当				
審査研究科	工学研究科				
学位論文題目	Slug Mechanism in Horizontal Duct and Simulation Based on One Dimensional Two Fluid Dynamics				
主査	筑波大学教授	工学博士	成合秀樹		
副査	筑波大学教授	工学博士	安達勤		
副査	筑波大学教授	工学博士	小林康德		
副査	筑波大学教授	工学博士	松井剛一		

論文の要旨

原子炉の気液二相流現象の解析に、気相と液相の速度と温度を別々に取り扱う二流体モデルが用いられているが、二流体モデルは初期値問題に対して、本質的に適切でない (illposedness) という数学的問題があるためシミュレーション上の問題点を明らかにする必要がある。そこで、水平管内気液層状流における波の発達とスラッグ発生という典型的な複雑現象をとりあげ、二流体モデルでのシミュレーションとその際の問題点を明らかにすることを目的に研究を行った。

まず、波の発達とスラッグ発生に関するメカニズムをはっきりさせるため、空気-水と蒸気-水の2つの体系について実験を行った。空気-水実験は高さ10cm、巾5cm、長さ8.2mの水平ダクトをテスト部とするもので、ボイド率と空気流速を変えて実験を行った。空気流速が小さい時は界面に波の発生は生じなかったが、ある限界流速以上となると波の発達とスラッグの発生が生じた。そしてこの際、ダクト入口部のスムーズな界面領域、短波長波の発生領域、短波長波の1つが発達してスラッグを形成する領域の3領域が存在することを見出した。このスラッグ形成の限界流速はケルビン-ヘルムホルツの理論値より小さく、三島-石井の値に一致した。これは前者が長波長波をベースにしているのに対し、後者が短波長波の成長に関係していることで説明できる。蒸気-水実験は高さ6cm、巾3cm、長さ2.6mの水平ダクトをテスト部とするもので蒸気は飽和状態であり、水温を飽和からサブクール状態へ変えて行なった。飽和水の時、波の発達とスラッグ形成そして限界蒸気速度などは空気-水と同じ結果が得られた。サブクール水状態では蒸気の凝縮効果のため、飽和水状態より限界蒸気速度が大きくなること、水温が60℃以下になるとスラッグ形成に引き続いてウォーターハンマが生ずることを明らかにした。

次に、これらの実験をシミュレートするため二流体モデルを用いて解析を行った。解析にはいろいろなモデルを安定に解析できる MINCS アナライザを用い、二流体モデルを組み込んで行った。空気-水体系において3つの領域の存在すること、短波長波が発達してスラッグ形成がおこること、界面形状や限界空気流速が実験とよく一致すること、などうまくシミュレートできることを示した。そして、メッシュサイズが2 cmでこれらが得られるのであり、メッシュサイズが変わると定量的に一致しなくなるという illposedness の影響があることを示した。蒸気-水体系も同様2 cmのメッシュサイズで現象をうまくシミュレートできた。特に凝縮の効果はバンコフの凝縮熱伝達率を用いればよいことがわかった。

以上のように、メッシュサイズを適当にとれば現象をうまくシミュレートできることを示すと共に、短波長波の方が低空気流速で波の発達が生ずること、メッシュサイズが大きいとダンピング効果が、又小さいと成長速度が大きいという illposedness にもとづく数値解析上の問題点などを考察した。

審 査 の 要 旨

本論文は、水平ダクト内の気液層状流の液の発達とスラッグ形成現象を実験的に明らかにし、特に短波長波が発展してスラッグとなるメカニズムを示したこと、また、過度二相流を解析する二流体モデルにおいてもこのような現象をシミュレートできるがそれには適当なメッシュサイズがあることを明らかにし、従来、二流体モデル解析で殆んど扱われなかった複雑な過渡現象を解析する上での問題点を示し、今後の研究方向を与えたもので、極めて有用と考える。

よって、著者は工学博士の学位を受けるに十分な資格があるものとみとめる。