



Title	気液二相系における圧力波の伝播 : 動的すべりの効果
Author(s)	宮崎, 慶次
Citation	大阪大学, 1974, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31219
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	宮 崎 慶 次
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 3 1 6 7 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 6 月 29 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	気液二相系における圧力波の伝播 — 動的すべりの効果 —
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吹 田 徳 雄
	(副査) 教 授 関 谷 全 教 授 石 谷 清 幹

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は気液二相流における圧力波の伝播に関する基礎的研究をまとめたもので、11章より成っている。

第1章は序論で、気液二相流における圧力波伝播に関する研究の現状と本研究の目的について述べている。

第2章では、衝撃波管型の垂直試験チャンネルの下端を閉じて水を保有させ、これに下端より窒素を送入して気液二相より成る流体を形成し、膜破断法による圧力パルスを上端から印加し、過渡圧力信号波を3点で測定した結果を述べている。すなわち(1)、過渡圧力振動は閉塞端よりの反射波が入射波と干渉し発生する固有振動であり、したがって気液各相は孤立した二系としてでなく結合した振動系をなしていること。(2)、波頭伝播速度は加圧波と減圧波で等しく、等速断熱流理論による単純な理論とは低ボイド領域でのみ一致し、ボイドの増大とともに高速側にずれること、をたしかめている。

第3章では、圧力波伝播速度が等速断熱流理論値からずれる原因として従来から提唱されている諸説を検討し、これら諸説では気液二相のそれぞれの成分中を別個に圧力波が伝播するものとして扱われ、実験値との対応がわるいことをのべている。これは気液の各成分が結合した振動系をなしているとみなすべきことを指示すると解される。

第4章では、気液間のすべりを考慮した上で気液各相の連続の式と運動量の式を立て、気液間の相互作用項Rをすべり速度のみの関数とし、摂動法により線型近似し、著者の実験した試験チャンネルに対して適用できる圧力波伝播速度の理論解を導いている。

第5章では、上記理論解にRの関数として出てくる Ω をパラメータとして圧力波伝播速度の数値解

を求め、これを実験値と比較し、適当な R を与えれば実験値がよく説明できることを示し、この事実を圧力波が作用するときにすべりが定常値から変化するものと解釈し、このように解釈したすべりに対してダイナミック・スリップすなわち動的すべりなる名称を与えている。

第6章では、ダイナミック・スリップなる考え方の正しさを追認するために慣性の著しく大きい液体として水銀をえらび、窒素を吹きこんで二相混合体を形成して実験し、液の密度で ρ を無次元化した ρ を導入し、水銀の場合に圧力波伝播速度に対するすべりの影響がより顕著にあらわれることを論じている。

第7章では、蒸気・水系で実験し、相移行のある場合は、減圧波は蒸発による圧力回復が著しくほとんど伝播せず、加圧波は凝結衝撃波がすべりと相移行を無視したいわゆる等速凍結流理論値よりやや低い値で伝播する結果を得ている。

第8章は、流れの効果をしらべたものである。以上の理論は気液混合体ならば一般に成り立つ筈であるが実験としては一端を閉塞した試験チャンネルでの圧力波が測定されているので、気液二相混合体が回路中を流れる装置に対して流れの効果をしらべ、その結果流速が大となれば等速平衡流理論値に近づき、さらに下まわる場合もあることを測定した。この現象は高速流で気液の混合が増大して動的すべりが減少すること、および管壁との摩擦の結果が増すことにより説明できると述べている。

第9章では、密度変動すなわちボイド変動の伝播速度を実験により求め、その伝播機構が圧力波の伝播機構とはことなることを論じている。

第10章では、窒素・水混合体が回路中を流れる場合に対して圧力波と密度波の伝播特性を統計的相関法によりしらべ、密度変動の伝播は流れの速度で主として定まり、圧力伝播は位相速度として規定できることをのべている。

第11章は、結論で各章の結果を総括し、今後の問題点を指摘している。

論文の審査結果の要旨

本論文は気液二相より成る流体における圧力波の伝播機構を解明するための基礎的実験研究をまとめたもので、気液間の動的すべり効果を導入した著者の理論によって、多くの実験結果を説明している。

すなわち、気相と液相の質量、運動量の式を摂動論により線型近似し、波動の特性方程式を導き、気液二相より成る流体の特性として、気体の圧縮性と液体の慣性が結合して伝播速度を著しく低下させるが、気液間の動的すべりが起こることにより伝播速度が動的すべりのない場合よりも増加することを明らかにし、又関連した実験上の事実を説明している。更に、圧力が波動の位相速度で伝播しているのに対し、ボイドの伝播は媒質の流速に強く支配されることを見出している。

以上のように本論文は、動的すべり効果の考えを導入して気液二相流における圧力波の伝播機構を解明するとともに、原子炉安全性評価上重要な二相流の圧力伝播の物理的意味を明らかにしており、その成果は工学上貢献するところが大きく、博士論文として価値あるものと認める。