

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 市川 保正

本論文は、気液二相流状態で運転される流体機械や円管群の周りの気泡流場の解析などにたいする基礎的知見を得るために、最も基本的な流れ場である円柱周り気泡流に対して圧力分布測定や気泡運動の可視化実験を行い、剥離構造や抗力などに及ぼすボイド率や気泡の変形分裂の影響を明らかにしている。

本論文は全6章及び附図から構成されている。

第1章は「序論」であり研究の目的、他の研究状況、研究の位置付け、論文の構成などについて述べられている。また、この研究が行われる前に行った気液二相流中におかれた翼性能に関する測定結果とそこで得られた知見についても言及している。

第2章は「実験装置」であり主要な実験装置について、構成、性能、装置相互の関係について述べている。最も主要な装置は、テストセクション内で上昇流となる、縦型気液二相流回流水槽であり、テストセクション内平均流速範囲が0.5m/s～10m/s、ボイド率が0%～15%の基本性能をもっている。また、気泡発生部は翼型に作られた9本の焼結金属管で構成されている。

第3章は「試験法及び予備実験」である。本実験では、測定パラメータを様々な方法で測定している。本章では、まず、本研究で用いられているレイノルズ数、抗力係数、圧力係数などの無次元量やボイド率の定義を述べ、次いで、設定したパラメータに対する測定方法および可視化手法について詳述し、測定データの精度や較正結果について論じている。

可視化手法の一例をあげると円柱境界層と気泡の相互作用を可視化するために開発した供試円柱を用いて円柱内部から円柱表面近傍を通過する気泡の運動をバックライトによって撮影する方法が提示されている。

第4章は「実験結果」であり本論文中もっとも重要な部分である。内容は、流速とボイド率をパラメータとして行った圧力分布測定の結果及び可視化実験の結果をもとに円柱周り気泡流場の流動特性を論じており、圧力分布に及ぼすボイド率の影響として、最低圧力点の低下と下流への移動、剥離点の下流への移動、背圧の上昇などが示され、これらの結果としてボイド率依存した抗力の変化が生じることが述べられている。特に抗力については、流れが層流剥離状態にある低レイノルズ数域においてもボイド率の増大に従って低減すること、さらにボイド率に依存した臨界レイノルズ数の低下などが示されている。さらに、これらの現象を解明するために円柱境界層と気泡の相互作用を見るために工夫された可視化実験が行われ、抗力の低減機構と気泡の分裂頻度との間に深い関係があり、その原因の一つとして気泡が剥離点の間欠的な変動を促している点も述べられている。

第5章は「考察」であり円柱周り気泡流の特性を単相流場の特性と比較検討しながら、

物体周り気泡流の剥離構造や流動構造を明らかにしている。特に気泡が与える影響が乱れ度の増大や粗面の影響と異なっており、また、気泡流における抗力低減機構が低レイノルズ数域と臨界レイノルズ数域で異なっていることを示している。

第6章は「結論」であり、以下のような結論を導いている。

気泡流では单相流時に層流剥離を示す低レイノルズ域においても、抗力低減が生ずる。気泡流における抗力の低減機構は低レイノルズ数域と臨界レイノルズ数（気泡流）近くでは異なる。境界層近傍を通過する気泡は境界層と相互作用しながら後流に集積し、離脱する。境界層と相互作用する気泡は間欠的に分裂するが、低レイノルズ数域では分裂せず、臨界レイノルズ数近くでは全て分裂する。

円柱周りの流れ場に関する研究については单相流やキャビテーション流れに関して過去数多くの研究が実施されている。しかし、気泡流下にある円柱周りの流れ場は流動構造が单相流やキャビテーション流れと質的に異なるにもかかわらず、ほとんどなされておらず、ボイド率や気泡の変形分裂との関係にまで踏み込んで流動構造を論じたものは皆無である。本研究は、様々な測定手法を開発してボイド率による圧力分布の変化や気泡と円柱境界層の相互作用を測定し、気泡流特有の現象と円柱周り気泡流の流動構造の詳細な関係を解明した点で特に優れていると認められる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。