



Spontaneous acoustic oscillations of helium gas in tubes with steep temperature gradient

著者	Yazaki Taichi
内容記述	Thesis--University of Tsukuba, D.Sc.(A), no. 99, 1981. 3. 25
発行年	1981
URL	http://hdl.handle.net/2241/5770

氏名(本籍)	矢崎太一 (長野県)
学位の種類	理学博士
学位記番号	博甲第99号
学位授与年月日	昭和56年3月25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	物理学研究科 物理学専攻
学位論文題目	Spontaneous Acoustic Oscillations of Helium Gas in Tubes with Steep Temperature Gradient (急激な温度勾配のある管内でのヘリウム気体の自発音響振動)
主査	筑波大学教授 理学博士 中村正年
副査	筑波大学教授 理学博士 澤田克郎
副査	筑波大学教授 工学博士 松浦悦之
副査	筑波大学助教授 理学博士 檜原良正

論文の要旨

急激な温度勾配をもった細長い管の中で、気体が不安定となり、気柱振動が励起する現象は、古く Rayleigh の時代から知られていた。He の液化以来、極低温装置でもこの振動現象が観測され、長い間低温での重要な問題の一つになっており、その系統的研究が望まれていた。

著者はこの現象の基本的な性質を実験的に明らかにするため、従来の研究でなされなかった管に沿った温度分布の確立と、管壁での境界層の厚さを考慮し実験を行なった。前者は寒剤である液体ヘリウムを用い、管に沿って階段型の温度分布を達成し解析をより単純化している。また後者は両端の閉じた U 字管を用い、内部の振動気体の密度を変え、さまざまな厚さの境界層のもとで測定を可能にしている。

論文では、この振動現象に関して主に次の三点について明らかにしている。

第一点は、安定—不安定間の中立曲線の決定である。一定の温度比のもとで、境界層の厚さを変化していくと、二つの中立点があることを実験的に示した。これらの中立点は Rott 等が理論的に予言していた "Two branches" に対応するものであった。さまざまな温度比のもとで中立曲線を決定し、定量的に Rott の理論と一致していることを示した。著者は、局所的な場所での音響エネルギーの変化を、有限な温度勾配、気体の熱伝導度、および粘性係数を考慮して、中立曲線についての定性的説明を与えた。特に熱伝導度の値が振動を励起するのに重要であることを示唆している。この

外に、中立曲線上の周波数特性が議論されている。これらの研究は、この現象に関する従来の報告を総括するものである。

第二点は、高次の音響モードの出現を明らかにしたことである。境界層の比較的厚い中立曲線側で、低次の音響モードから高次のモードへの転移を観測している。高次のモードは従来の研究では全く報告されていない。論文ではRott等の数学的方法を高次のモードに適用し、中立曲線を求めた。その結果、定量的に高次のモードへの転移を確認し、実験とのよい一致を得ている。

第三点は、この振動による熱的な効果を実験的に明らかにしたことである。音響振動による有効熱伝導度を測定し、有限な境界層の厚さを考慮して解析されている。結果はRottまたはMerkli等のsecond-order heat fluxの理論と比較されていて、理論と実験の一致は満足のできるものである。

本研究により得られた成果は、振動による有効熱伝導度が非常に大きいことから、将来の低温における冷却システムに重要な資料を与えている。

審 査 の 要 旨

本論文は、かなり長い期間にわたり、解決されていなかった、急激な温度勾配のある管内での気体の不安定性について解明した研究報告である。管に沿った温度分布と、管壁での有限な厚さの境界層の重要性を十分認識した明解な実験である。本論文の第一の成果は振動の発生条件を初めて明らかにしたこと、第二は、高次のモードの振動を発見し、その出現の理由を解明したことである。この高次のモードを含めた一連の研究は、実験、理論両面から非常に高く評価できるものである。第三は、熱的な効果について明らかにしたことである。著者の研究によって、振動の基本的性質がほとんど明らかにされたと言える。この論文は低温流体の他の不安定性についての解決を示唆すると共に、低温物理実験や大型化しつつある低温工学の発展に大きな貢献をするものと、高く評価される。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。