

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	断面積局所縮小を用いたループ管方式熱音響原動機の音場調整手法に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	折野裕一郎
Author(English)	Yuichiro Orino
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4131号, 授与年月日:2016年5月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:黒澤 実,中村 健太郎,杉野 暢彦,田原 麻梨江,蜂屋 弘之
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4131号, Conferred date:2016/5/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	折野 裕一郎	
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員	主査 黒澤実	准教授	蜂屋弘之	教授
	中村健太郎	教授		
	杉野暢彦	准教授		
	田原麻梨江	准教授		

本論文は「断面積局所縮小を用いたループ管方式熱音響原動機の音場調整手法に関する研究」と題し、ループ管導波路の局所縮小による音場制御手法のメカニズムを解明し、システム設計を可能とすることに向けた研究である。管内音波と熱音響現象の線形理論に基づき、局所縮小が引き起こす音場調整の効果や設置条件の経験則を検証し、線形理論による設計の可能性を検証することを目的とし、5章から構成されている。

第1章「序論」では、これまでに行われた熱音響原動機に関する研究を概説し、高効率期待できる進行波型熱音響原動機のひとつとして、ループ管方式熱音響原動機の動作を最適化することの重要性を論じている。ループ管方式熱音響原動機の音場調整手法として、導波路に局所縮小部を設ける手法について、これまでに確認されている効果と課題について検討し、本研究の意義を明らかにしている。

第2章「導波管局所縮小部の音響特性」では、導波管に設けた局所縮小部を伝搬する音波に焦点を当てて、直線状の閉端円筒管内音場解析と、実験による局所縮小部の音響特性を検証している。線形理論に基づいた伝達行列の縦続接続により、音波伝搬のモデル化手法を提案している。小振幅領域において、圧力センサを用いて測定された音場と、モデル解析の結果が一致すること示している。また、実際の音響パワー損失の振幅依存性を調査し、粒子速度振幅が一定以上となる大振幅域においては、線形理論では予測できない音響パワーの損失増大を確認している。このことから、小振幅仮定が成り立つ問題であれば、線形理論に基づいて局所縮小部を含む導波路の音場解析が可能であることを論じている。

第3章「ループ管熱音響原動機の安定性」では、ループ管方式熱音響原動機の導波管において、局所縮小部を設けることによって現れる2波長共鳴の抑制効果と、音波の振幅を増大させる設置条件の経験則について、自励振動の安定性の観点から検討している。前章で提案した熱音響現象の線形理論に基づいた伝達行列法による解析手法を用いて、数値計算による音場の安定性解析を行っている。ここでは、自励振動が生じる必要条件となる臨界温度比を求めることで、局所縮小の効果を実量的に評価している。2波長共鳴の抑制効果の検証としては、1波長共鳴の臨界温度比は局所縮小によって低減される一方で、2波長共鳴の臨界温度比は上昇することを示している。また、経験則として知られる局所縮小部の設置条件は、臨界温度比が低くなる設置条件であることが、動作解析の結果として示されている。これらの臨界温度比の低減効果が、実験によっても確認されることを示している。以上のことから、提案した熱音響現象の線形理論に基づいた管内音場解析手法が、安定な自励振動を実現する設計手法として有効であることを論じている。

第4章「局所縮小による音場調整」では、導波管の局所縮小による音場調整のメカニズムを論じている。線形理論により導出されるループ管内の定在波音場の分布は、実際に測定した音場分布と低温度・小振幅ではよく合致することを示し、線形理論に基づく音場の解析が可能であると論じている。線形理論に基づいて解析される音場の定常解は、実験装置の音場に対して良い小振幅近似を与えていることから、音場分布を線形理論に基づいて詳細に解析することにより、臨界温度比を低減する効果が主に導波管部分における減衰率の低下によることを明らかにしている。また、局所縮小による音場の調整が、加熱部と冷却部を隔てているスタックにおける音波の反射と局所縮小部における反射の相互作用によることを示している。局所縮小部による音場の調整効果は、スタックと局所縮小部における反射の相互作用によって引き起こされると結論付けている。

第5章「結論」では、本論文で得られた成果を総括し、今後の課題を述べている。

以上を要するに、本論文はループ管方式熱音響原動機の導波路において、局所縮小部の効果を線形理論に基づいて解析し、経験則による効果は局所縮小による反射によって生じる定在波分布の変化と、自励振動の生じる臨界温度比の変化に起因することを示し、線形理論に基づいてループ管方式熱音響原動機の設計が可能であることを明らかにしている。本研究で得られた、断面積局所縮小を用いたループ管方式熱音響原動機の音場調整手法の研究成果は、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。