

審査の結果の要旨

氏名 ホセイン アクター

本論文は、乱流燃焼に代表されるような様々な燃焼器における非均一な温度場が火炎に与える影響を明らかにするために、特にレーザーにより局所加熱された層流予混合火炎において観察される火炎非定常伝播を対象として数値解析による研究を行い、火炎変形と流動場の関係および火炎振動メカニズムの解明を試みたものである。本論文の構成は以下のように述べられている。

第一章では、層流予混合火炎の火炎振動に関する既研究を概観し、燃焼工学における火炎振動の予測制御の重要性、および、その基礎的課題として本研究が対象するレーザー局所加熱された層流予混合火炎の振動現象の既研究を紹介し、本研究の目的を示した。

第二章では、本研究で適用した層流予混合火炎の数値解析法として、熱流動場および総括化学反応モデルの基礎方程式を示し、導入された近似に関して検討を行った。

第三章では、対照実験を模擬した予混合火炎の着火過程の計算方法について述べ、導入された近似に関して検討を行った。

第四章では、対照実験を模擬した2次元火炎伝播流路における着火過程に生じる渦生成と火炎に及ぼす影響を数値解析し、渦生成による火炎速度増加のメカニズムを示した。また、導入された数値手法の評価を行い近似の有効性を確認した。

第五章では、さらに、第四章で行った解析に対して着火条件の違いが火炎速度に与える影響を系統的に検討し、着火領域すなわち着火エネルギーの大きさが生成する渦強さおよび火炎加速の大きさを支配することを数値的に示した。その結果から、着火時の火炎不安定を抑制して対照実験を模擬した層流予混合火炎を数値的に安定に形成する方法を明らかにした。

第六章では、前節で示された層流予混合火炎の解析方法を用いて、対照実験を模擬した流路中央部に1mm幅でレーザー局所加熱された層流予混合火炎の数値解析を行い、実験で観察される火炎先端形状の変形とそれに伴う火炎速度の増加が数値的に予測できることを示した。また、従来実験においては計測困

難であった火炎近傍の速度場を解析し、理論等で推定されていた曲率を持つ火炎先端から前方へ向かう **negative velocity** 分布および、それに誘起される火炎前方の弱い渦対の存在を数値的に明らかにした。これらの結果から、火炎前方の渦対が火炎振動に影響を与えうることを考察した。

第七章では、対照実験での観察を元に火炎振動が促進される条件としてレーザー局所加熱幅を狭く集中した条件を導入し、対照実験を模擬する火炎先端の非定常変形を予測することに成功した。また、加熱幅を狭く集中することにより火炎先端の形状、**negative velocity** 分布、および、渦強さなどが強調されることを明らかにし、それが火炎不安定に関係付けられることを考察した。これらの数値計算結果を従来の対照実験での観察と比較検討し、強い曲率を持った火炎先端に生じる渦対と火炎との相互干渉が、レーザー局所加熱された層流予混合火炎の火炎振動のメカニズムの一つとして考えられることを新たに提案した。

最後に第八章では本研究の成果を総括した。

以上のように、本論文は、工学上重要な燃焼振動現象の解明において、層流予混合火炎の火炎振動に着目し、数値解析を用いて、特に非均一な温度場から生じる渦が火炎振動メカニズムに果たす役割を明らかにした。これは、機械工学、特に、燃焼工学および流体工学の発展に寄与するところが大きいといえる。

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。