

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 氏 名     | 田 中 豊<br>た なか ゆたか       |
| 学位の種類   | 工 学 博 士                 |
| 学位記番号   | 論 工 博 第 1101 号          |
| 学位授与の日付 | 昭 和 53 年 9 月 25 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  | 拡散燃焼場における非定常現象に関する研究    |

論文調査委員 (主 査) 教 授 大 東 俊 一 教 授 佐 藤 俊 教 授 池 上 詢

### 論 文 内 容 の 要 旨

この論文は燃焼器における燃焼性能向上を目的として圧力、温度、流速の変動が性能に及ぼす影響の解明と、これら変動を性能向上に効果的に利用する方法とについて研究したもので8章からなっている。

第1章緒論では、高性能燃焼器の設計・計画においては圧力、温度、流速の変動を数量的に計算する方法が必要であるが、従来の研究は未だこの段階に到達していない点を指摘し、本論文で取扱う問題とその意義を明確にしている。

第2章では、燃焼効率の向上、燃焼の安定性など燃焼器の性能を決定する上で、圧力、温度、流速の実験的把握が必要であり、このために、圧力、温度、流速を同時計測するための応答補償付の細線熱電対とコンデンサマイクロフォンとを併用する著者独自の開発になる測定法について、その性能を詳細に検討し、これを大気開放拡散炎に利用し、このコンデンサマイクロフォン流速計の適用範囲が、流速こう配  $3\text{ m/s/mm}$  以下、変動成分の空間スケール  $5\text{ mm}$  以上、燃焼場においてはその変動周波数が  $200\text{ Hz}$  以下であることを確かめている。この性能は本研究における実験に利用しうることはもちろん、工業用燃焼器にも適用できることを述べている。

第3章では、定常燃焼場の解析法について述べている。Gosman 等の式を参考にし、これに反応、燃焼器流入口における流速分布を考慮した計算式を導いている。この計算式により、定常燃焼状態における燃焼器内圧力、温度、流速の2次元分布を求め、さらにこの結果から、火炎内熱発生、燃焼効率の燃焼器軸方向の分布を表わす実用式を提案している。

第4章では、非定常燃焼場の解析を行っている。燃焼器に生ずる変動を圧力モード成分とエントロピモード成分とに分け、それぞれのモードについて解析法を示している。さらに実験用燃焼器により、第2章で記述した測定法を用いて実験により変動を調査し、解析結果と比較して、本章に示した解析法が発熱変動、温度変動を求めるのに有効な手法であることを実証している。

第5章では、強制的振動燃焼場を解析している。前章で示した圧力モード波の基礎式を適用し、可燃混合気の流量を変動させたとき、燃焼管系にあらわれる圧力変動を音響理論にもとづいて求めている。計算

により求めた燃焼管系の任意断面における圧力変動を実験結果と比較し、両者がよく一致することを確認している。この結果から、燃焼器内に生ずる熱発生、成分ガス濃度、温度、圧力、流速の変動は本章に示す方法で予測しうるとしている。

燃焼場における圧力変動の原因のうち最も大きく寄与するものは発熱変動であって、これにより体積変動が生じ、圧力変動をおこすことを述べている。

第6章では、特性曲線法を適用した著者独自の自励振動燃焼場の解析法について論じている。この方法により、可燃混合気流量、燃焼系の寸法を変えたときの自励振動燃焼について計算を行ない、この結果を実験で実証することにより、著者の計算法を適用して自励振動燃焼の量的把握が可能であることを示している。

第7章では、燃焼効率の向上、燃焼の安定化の実用対策について論じている。著者はエッジトーンノズルと名付けた高周波かく乱発生装置を考案し、その実用性について実験を行ない、このノズルから高压空気を噴出させると高周波かく乱がおり、それによって生ずる小スケールの火炎塊の不規則な動きにより燃焼効率の向上、火炎の安定化が得られることを実験によって実証している。

第8章結論では以上の結果をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

燃焼器においては、有効な乱れを利用して性能向上がはかられていることは周知のことであって、高性能燃焼器の計画・設計にあたっては、燃焼器内における変動因子、すなわち流速、圧力、温度などの変動を明らかにすることが極めて重要であるが、未だこれを数量的に取扱う実用手段はない。

本論文はこの点に着目し、燃焼器内における流速、圧力、温度の変動を数量的に評価する実用的手法を追究した研究をまとめたもので、主な成果は次のごとくである。

(1) 燃焼器内圧力、温度、流速を同時計測するため、応答補償回路をもつ細線熱電対とコンデンサマイクロフォンとを併用したコンデンサマイクロフォン流速計を開発した。これは流速こう配  $3 \text{ m/s/mm}$  以下、変動周期  $200 \text{ Hz}$  以下において実用できるものである。

(2) 可燃混合気の流量、燃焼器の主要寸法を与えることにより、流速、圧力、温度などの変動を数量的に求めることを可能とした。

(3) 定常燃焼状態にある燃焼器内の燃焼効率、燃焼変動の断面平均値を求める実用計算式を提案した。

(4) 圧力、流速の変動と成分ガス濃度、熱発生、温度などの変動との関係を明らかにした。

(5) 成分ガス濃度、熱発生、温度などの変動はそれぞれ異なる位相をもって燃焼器内を伝ばすることを示した。

(6) 可燃混合気流量の変動にともなって生ずる圧力変動には、流速変動に直接原因するもの、熱発生変動に原因するもの、さらに熱発生変動にともなう体積変動に原因するものがあり、これらの相互関係を明らかにした。

(7) 圧力、流速の変動と熱発生、温度の変動とをそれぞれの特性曲線に沿って数値積分することにより、自励振動燃焼における圧力変動の振幅およびその時間的变化、周波数を求めることを可能にした。この計

算法は燃焼器設計の際、安定燃焼範囲の予測、燃焼器の主要目決定に有効な手段である。

(8) 火炎の形状を自由にかえ、火炎の安定と燃焼効率の向上をはかるため、燃焼器内に高周波かく乱と2次流れを発生させるエッジトーンノズルと名付けた空気噴射ノズルを開発した。これを適用することにより、安定燃焼範囲および燃焼効率の著しい向上がえられる。

以上要するに、本論文は拡散燃焼場における圧力、温度、流速、熱発生などの変動の量的取扱いを可能にすると共に、燃焼器内に高周波かく乱を与え、燃焼効率の向上を実現しうる空気噴射ノズルを開発したもので、学術上、工業上貢献するところが多い。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。