

# 審査の結果の要旨

氏名 李 敏赫

近年、内燃機関など燃焼器の低 NO<sub>x</sub> 化のため、超希薄な予混合燃焼などが注目される中で、冷炎と呼ばれる 300 – 500°C 程度での低温酸化反応が重要な役割を果たすことが明らかになってきた。また、火炎と壁面との干渉効果の理解とその制御は重要な技術的課題である。しかし、通常、冷炎は短時間の非定常現象であるため、冷炎と壁面の干渉を定量計測することは難しい。そこで、本研究では、壁面により安定化される冷炎の構築、既存の低温酸化反応モデルの検証と改良指針を獲得し、および壁面が冷炎に与える化学的干渉効果を明らかにしたものである。

本論文は 6 章からなっている。第 1 章は序論であり、内燃機関の高効率化のための HCCI エンジンなどの取組み、冷炎の重要性について概観し、また火炎と壁面の干渉効果について述べている。そして、低温酸化反応モデルが未成熟であること、冷炎において壁面効果を検討した例が極めて少ないことを指摘し、本研究の目的として、壁面により冷炎を安定化させ、低温酸化反応に対する壁面効果を検討することを述べている。

第 2 章では、1 次元解析を用いた冷炎の形成条件の検討について述べている。加熱壁面に対して DME と酸素の予混合気噴流を衝突させる系において、低温酸化反応モデルによる相違があるものの、冷炎が確実に着火する壁面温度条件が 700 K であることを明らかにした。また、1 次元解析により定められた条件において 2 次元軸対称解析を行い、冷炎が形成できることを示した。

第 3 章では、冷炎安定化のための同軸ノズルと加熱壁面からなる衝突噴流を用いた燃焼場の構築と、その検証について述べている。レーザードップラー流速計、サーモグラフィ、レーザ誘起蛍光法を用いた計測により、ノズル出口流速分布、加熱壁面の均一性、外側環状噴流の分布の健全性を確認した。また、HCHO-PLIF 計測、冷炎の温度分布、CO 濃度計測システムの検証について説明している。

第 4 章では、ME・酸素を用いた本研究の実験系における計測結果について述べている。数値解析で予測された条件において、実際に冷炎が安定化されることを明らかにした。また、HCHO 濃度、CO 濃度、火炎温度の計測データを数値解析結果と比較し、従来の低温酸化反応モデルの妥当性評価を行った。その結果、計測データが低温反応性を抑えた反応モデルの予測結果と定量的に一致することを明らかにした。

第 5 章では、冷炎に対する壁面の化学的効果の影響について述べている。加熱壁の表面に Ni 薄膜を形成した場合、SiO<sub>2</sub> 表面に比べ、HCHO と CO の生成が下流側に遅れ、表面近傍における濃度も低下すること、火炎温度が約 70 K 程度低下することを示し、壁面の化学的効果によって気相中の低温酸化反応が抑制されていることを明らかにした。

第 6 章は結論であり、本論文の結論をまとめている。

以上要するに、本論文は、近年、重要性が指摘されている冷炎について、壁面衝突噴流を用いる新しい系を提案し、従来の低温酸化反応モデルの評価を行うとともに、壁面の化学的効果を明らかにしたものである。金属壁面における表面反応が、壁面近傍のみならず、

火炎構造全体に影響を与えることを示しており、本論文の成果は、燃焼工学、エンジン工学などの進展に寄与するところが大きい。

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。