

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 万 遂

燃焼反応は、工業におけるエネルギー変換方法において、今後も最も重要な位置を占めると考えられる。その一方で、HCCI などの高効率エンジン、DME やバイオ燃料などの代替燃料の燃焼機構解明など、新しい燃焼研究への要請も高まっている。燃焼反応は、高温かつ大きな熱発生を伴う熱炎と、燃料の初期分解反応に相当する比較的低温の冷炎に大分される。本論文は、近年ますますその重要性が指摘されている冷炎において、壁面の化学的効果が与える影響について、実験および数値解析から詳細に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、冷炎における壁面の化学的効果について検討した例が皆無であることを指摘し、本研究の目的を述べている。

第2章は、冷炎における壁面の化学的効果を計測するため、組立式の石英流路による燃焼器の構築を述べている。流れ方向に温度分布を印加することによって、流路内に冷炎を安定化することができる。この実験系では、壁面に100 nm オーダーの薄膜を蒸着することで、熱的境界条件を保ったまま化学的境界条件を変化させることが可能である。そして、矩形断面を持つ本流路によって、OH/HCHO の LIF 計測が健全にできることを示している。また、流速 4 cm/s 以下において従来の円管と同様の weak flame を形成できることを明らかにしている。

第3章は、予備実験として行った、DME の熱炎における壁面の化学的効果について述べている。OH LIF の計測結果と数値解析との比較から初期吸着係数を算出し、weak flame の場合、メタンの通常火炎よりも初期吸着係数が小さいことを示している。

第4章は、DME の weak flame におけるガス種計測と、冷炎の特徴的中間生成物質である HCHO の LIF 計測について述べている。壁面材料としては、石英、SiC、SUS321、Inconel に加えて、Ni、Fe、Cr の純金属を用いた。その結果、SiC は比較的大きな壁面活性を持っているにも関わらず、石英と同様の分布を示すこと、一方、SUS321、Inconel では、HCHO が冷炎領域で大幅に減少し、燃料である DME がむしろ増大する特異的な分布を示した。DME 濃度の増大は、冷炎領域における壁面反応により、DME が再生成されることを示すものである。こ

の傾向は Ni, Fe でさらに顕著であり, SUS321 を構成する金属のうち, Ni, Fe の影響が大きいことが示唆される.

第 5 章は, 実験的に得られた燃焼特性を再現するため, 気相の詳細反応と表面反応モデルを用いた数値解析結果について述べている. そして, 冷炎領域の表面反応において, メタノールの合成, メタノールからの DME の形成を考慮することによって, 実験結果が再現できることを示した.

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おける壁面の化学的効果に対して, 精密なレーザー計測およびガス種計測によってその詳細を初めて明らかにしたものである. ステンレスなどの実用的壁面材料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可能性を示唆しており, 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多い.

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。