

[別紙 2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 金 慶午

工学修士 金 慶午提出の論文は、「A Fundamental Study on Combustion Control of Homogeneous Charge Compression Ignition Engine Operated on Dimethyl Ether (ジメチルエーテルを燃料とした予混合圧縮着火燃焼の制御に関する基礎研究)」と題し、5章からなっている。

燃料と空気を予混合し圧縮着火により燃焼させる予混合圧縮着火エンジンは、ディーゼルエンジンを上回る高効率性と、ガソリンエンジン以上の低公害性を合わせ持つ、次世代エンジンの候補として注目を集め始めている。その実用化は、着火・燃焼制御の可否にかかっているが、まだ不明な点が多いのが現状である。このような背景から、本研究は予混合圧縮着火燃焼の特徴を詳細に検討することにより、着火・燃焼制御の支配要因を明らかにすることを試みたものである。なお燃料としては、天然ガスや石炭を原料として容易に製造でき、クリーンな次世代燃料として注目されているジメチルエーテル (DME) を採用している。

本研究ではまず試験エンジンを用いた系統的な実験により、燃料流量、吸気温度、エンジン回転数などの運転条件と、排ガス再循環 (EGR) による燃焼制御を念頭においた、 CO_2 、 H_2O 、 N_2 などの吸気組成が、着火と燃焼に与える影響を、実験的に検討している。さらに DME の詳細な素反応スキームを基にした、反応動学的計算を実行し、実験結果の解析と、結果の一般化に向けての検討を進めている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景を述べ、予混合圧縮着火燃焼と DME の反応動力学に関する従来の研究を紹介しながら、研究の目的と意義を明確にしている。

第 2 章では、実験に使用した 2 種類のエンジンと周辺機器及び実験手法について述べている。本研究の一つの特徴は、ガソリンエンジン及びディーゼルエンジンを改造した、圧縮比の異なる 2 種類の予混合圧縮着火エンジンを試作し、使用した点にある。これにより、圧縮後の温度・圧力を、広い範囲で検討することが可能になり、従来よりも一般的な知見を得ることを目指している。

第 3 章では、実験結果に基づいて予混合圧縮着火燃焼の特性を詳細に検討している。予混合圧縮着火燃焼の特徴は、大きな熱発生を伴わない冷炎と、それに続く熱炎の 2 段階の燃焼過程を経ることであり、冷炎の発生時期と熱炎の発生時期を制御することが必要になる。本研究では、冷炎の発生時期は、圧縮後の温度と圧力が主たる支配要因であるが、回転数も影響を与えることを指摘している。さらに、熱炎の発生時期には冷炎での熱発生量が大きな影響を与えていること、この冷炎の熱発生量には燃料濃度と共に、吸気組成、特に酸素濃度が大きな影響を及ぼすことを明らかにし、定量的に予測する実験式を提示して

いる。

第4章では、詳細な素反応スキームを基にした反応動学的計算による実験結果の解析と一般化を検討している。なお反応スキームとしては、Curranらが提案している、80成分351素反応式からなるスキームを採用し、計算には汎用化学反応計算コードであるChemkinIIを使用した。エンジン実験結果との詳細な比較の結果、このスキームは定性的に良く冷炎・熱炎の特性を説明できること、また冷炎の発生時期については定量的にも予測できることを明らかにしている。系統的な計算の結果、前章で説明した回転数が冷炎発生時期に与える影響は、圧縮過程の経過時間の影響に帰着できること、CO₂、H₂O、N₂などのEGRガスの成分が冷炎の諸特性に与える影響は、これらの成分の混入による比熱と酸素濃度の変化で説明できることを明らかにしている。さらにH₂Oについては、冷炎から熱炎に至る過程で重要な素反応である過酸化水素の分解反応に影響を与える可能性があることを指摘しており、これらの知見は、EGR等による着火・燃焼の制御に有用な指針を与えるものになっている。

第7章は、本論文の結論であり、本研究において得られた知見をまとめている。

以上を要するに、本研究はジメチルエーテルを燃料とする予混合圧縮着火燃焼の諸特性と、着火・燃焼の制御要因について、実験と数値計算により系統的に検討を加え、その影響を明確にすると共に、着火・燃焼の制御に有用な指針を与えるものであり、機械工学、特に内燃機関工学、燃焼工学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。