

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	田 大 秀
主論文題目： 天然ガス予混合圧縮自己着火機関の着火および燃焼機構			
<p>(内容の要旨)</p> <p>予混合圧縮自己着火機関は、均一希薄な予混合気を燃焼室に供給し、圧縮により自己着火燃焼を行う機関である。この機関は、火花点火機関では運転不可能な超希薄予混合気での運転が可能であり、ディーゼル機関の課題である窒素酸化物 NO_x とすすの排出が極端に少ないため、高効率・低公害な次世代機関として注目されている。しかし、その着火および燃焼は、予混合気中の燃料の酸化反応過程に大きく依存するため、着火時期の制御が困難なこと、未燃炭化水素 HC、一酸化炭素 CO の排出が多いこと、急峻な燃焼によりノッキングが発生し易いこと、等の課題がある。これらの課題を解決するには、圧縮行程中の予混合気の燃焼反応機構およびそれを支配する因子を明らかにする必要がある。一方、代替燃料として注目されている天然ガスはメタンを主成分とする低セタン価燃料であり、予混合圧縮自己着火機関の高圧縮運転に適している。本研究では、天然ガスを燃料とする4ストローク予混合圧縮自己着火機関を対象に、その燃焼過程を実験的に調査するとともに素反応数値計算を行い、着火時期および燃焼期間の制御因子、高燃焼効率の確保および HC、CO の排出量低減の手法、圧縮自己着火燃焼過程の燃焼反応機構、天然ガス組成が燃焼特性に及ぼす影響を明らかにする。</p> <p>第1章では、従来の火花点火機関およびディーゼル機関との比較により予混合圧縮自己着火機関の特徴および課題を抽出することで、本研究の目的を示した。</p> <p>第2章では、本研究で用いた供試機関、測定装置、供試燃料および解析方法について示した。</p> <p>第3章では、天然ガス予混合圧縮自己着火機関において当量比、吸気温度、吸気圧力、外部 EGR 率および機関回転速度の変化が、着火時期、着火温度、燃焼効率および HC、CO の排出濃度に及ぼす影響を実験的に調査した。その結果、天然ガス 13A 空気予混合気の着火時期のクランクアングルは吸気温度、吸気圧力、外部 EGR 率および機関回転速度に依存するものの、筒内ガス温度で 1080±15K というほぼ一定の温度に到達すると着火に至ることを見出した。また高燃焼効率の確保および CO の排出低減を実現するには、筒内ガス最高温度を 1600K 以上にするのが必須条件であることを明らかにした。</p> <p>第4章では、天然ガス 13A の構成成分が圧縮自己着火燃焼に及ぼす影響を実験的に調査した。すなわち主成分である Methane に対して Ethane, Propane, <i>iso</i>-Butane および <i>n</i>-Butane を各々混合させ、その2成分の混合割合の変化が着火時期および着火温度に及ぼす影響を調査した。着火温度は Methane が最も高く、Ethane, Propane, <i>iso</i>-Butane, <i>n</i>-Butane の順に低くなる。また Methane にこれらの成分を混合すると、成分比に応じて着火温度は低くなるが、混合するモル分率が小さいときにその変化が大きくなることを明らかにした。</p> <p>第5章では、天然ガス予混合気を対象に素反応数値計算を行い、圧縮自己着火燃焼過程中の燃焼反応機構を調査した。Methane に <i>n</i>-Butane を混合すると <i>n</i>-Butane の低温酸化反応過程中に生成された HCHO, H₂O₂ が OH ラジカルに分解され、Methane の酸化反応を促進する。Methane に <i>n</i>-Butane を混合すると、混合比に応じて着火温度は低くなり、混合するモル分率が小さいときにその変化が大きくなることを反応論的に示した。</p> <p>第6章では、着火時期制御の1つの手法として、自己着火温度の高い Methane に対して低温酸化反応の過程で HCHO, H₂O₂ といった中間生成物を多量に生成する Di-Methyl Ether (DME) を混合する手法に着目した。Methane/DME の混合割合を調節しながら高温酸化反応による熱発生率のピーク値が生じる時期を膨張行程まで遷移させると急峻な熱発生が抑制され、高出力でノッキングを回避する方法を見出した。</p> <p>第7章では、本研究で得られた結論を述べるとともに今後の課題及び展望を示した。</p>			
以上			