

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	多段超高圧燃料噴射と噴孔オフセットノズルを用いた予混合圧縮自己着火燃焼の制御に関する研究
Title(English)	Study on Premixed Charge Compression Ignition Combustion Control using Multi Pulse Ultrahigh Pressure Injection and Offset Orifice Nozzle
著者(和文)	EWPHUNPOP-PAUL
Author(English)	Pop-Paul Ewphun
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12149号, 授与年月日:2021年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 進,花村 克悟,店橋 護,小酒 英範,山北 昌毅
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12149号, Conferred date:2021/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第 号			学位申請者氏名		Pop-Paul EWPUN	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	佐藤 進	准教授	審査員	山北 昌毅	准教授	
	審査員	花村 克悟	教授				
		店橋 護	教授				
		小酒 英範	教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Study on Premixed Charge Compression Ignition Combustion Control using Multi Pulse Ultrahigh Pressure Injection and Offset Orifice Nozzle（多段超高压燃料噴射と噴孔オフセットノズルを用いた予混合圧縮自己着火燃焼の制御に関する研究）」と題し、以下の 6 章より構成される。

第 1 章「Introduction（緒論）」では、従来ディーゼル燃焼における NOx と Soot のトレードオフを解決するために導入された PCCI（Premixed Charge Compression Ignition, 予混合圧縮自己着火）燃焼は、着火時期制御、急激燃焼、燃焼騒音、未燃 HC・CO 排出が課題であることを述べ、それらの課題を同時に解決することを目的として超高压燃料噴射と上死点近傍における多段燃料噴射を組み合わせた燃焼コンセプトを提示した上で、本研究の目的は、燃料噴射圧力と燃料噴射回数が燃焼特性に及ぼす影響を、単気筒ディーゼルエンジンを用いて実験的に明らかにし、燃焼コンセプトを検証することであると述べている。

第 2 章「The Effect of Injection Pressure on Combustion Characteristics（噴射圧力が燃焼特性に及ぼす影響）」では、単段噴射条件で噴射圧力（最大 350 MPa）、噴射量、吸気酸素濃度をパラメータとして変化させ、着火遅れ、燃焼期間、火炎温度、OH 自発光強度を解析し、噴射圧力を増加させると燃料と空気の混合が促進され着火遅れが短くなること、噴射圧力を増加させると火炎温度、OH 自発光強度が上昇し燃焼反応が促進されることを明らかにしている。また、5 mg の噴射量では噴射圧力の増加により燃焼期間が長期化し、NOx 濃度、THC 濃度が増加する一方、10 mg 以上の噴射量では燃焼期間の短期化、NOx、THC の減少が起これ、噴射圧力が燃焼特性に及ぼす影響が噴射量に依存して変化することを明らかにしている。

第 3 章「The Effect of Pulse Number on Combustion Characteristics（噴射パルス数が燃焼特性に及ぼす影響）」では、噴射パルスごとの噴射量を揃えた等分割噴射条件において、噴射回数と噴射圧力をパラメータとして変化させ、熱発生率、NOx 濃度、Soot 濃度、ヒートバランスを解析し、噴射回数が増加すると熱発生率のピークを抑制できること、噴射回数と噴射圧力が増加すると NOx と Soot を同時に低減できるものの、噴射回数が多すぎると燃焼重心の遅角化および燃焼期間の長期化により図示熱効率が減少することを明らかにしている。またこれらの解析結果より、等分割噴射条件においては、3 段の燃料噴射と 300 MPa 以上の噴射圧力が最適であるとしている。

第 4 章「The Effect of Nozzle Orifice Position on Combustion Characteristics（ノズル噴孔位置が燃焼特性に及ぼす影響）」では、まず 350 MPa の噴射圧力における噴霧の壁面衝突面積が増大する問題を解決するために新しい噴射ノズルを提案している。すなわち噴霧先端到達距離の抑制、壁面熱伝達の抑制、熱効率向上を目的として、ノズルサック中心に対して噴孔がシフトして配置された噴孔オフセットノズルを提案した。本章では、第 2 章と同じ条件で、噴孔オフセットノズル使用時の燃焼特性を解析し、噴孔オフセットノズルでは通常ノズルと比較して、特に噴射圧力が低い条件において Lift of length が短くなり Soot 濃度が増加すること、いずれの噴射圧力においても冷却損失が減少し、図示熱効率が上昇することを明らかにしている。

第 5 章「Combustion Concept Validation（燃焼コンセプトの検証）」では、3 章、4 章の結果に基づき、PCCI 燃焼の課題解決と図示熱効率向上を目的として、噴孔オフセットノズルに超高压噴射、上死点近傍多段噴射を組み合わせた新燃焼コンセプトを提案し、その検証を行っている。すなわち、3 段噴射、噴射圧力 350 MPa の条件で噴孔オフセットノズルを組み合わせることで、Soot 濃度、CO 濃度、THC 濃度を低減しつつ、高い図示熱効率が得られることを明らかにしている。

第 6 章「Conclusions and Future Work（結論および将来研究）」では、各章で得られた結論を総括した上で、新燃焼コンセプト実現のためには、更なる NOx 濃度の低減と、超高压噴射を実現する燃料ポンプ駆動力の低減が必要であると述べている。

以上を要するに、本論文は、噴孔オフセットノズル、超高压噴射、多段燃料噴射の全て組み合わせることで、PCCI 燃焼の課題を解決する新たな知見を提示し、次世代のディーゼルエンジンの開発に資するものであり、その成果は工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。