
(西安交通大学 (中国)) 研修報告書

(研修テーマ) 燃料噴霧の微粒化過程に関する研究

工学研究科 機械システム工学専攻 塩飽 朋也

1. はじめに

2017年8月19日から同年9月17日の間、中国の西安交通大学において研究を行った。その報告を以下に行う。

2. 共同研究課題の決定

本研究室では、内燃機関の燃料噴霧特性に関する研究を行っている。特に噴霧の微粒化特性に関する研究を行っている。私が広島大学で行う研究もディーゼル噴霧に関するものであるが、混合気形成や燃焼特性などに着目しており、この点において西安交通大学で行われている研究とは異なる。そこで今回の共同研究では噴霧微粒化特性に重点を置いた研究を行うことで、ディーゼル噴霧に関する知識を深める事と、混合気形成や燃焼特性に影響を及ぼす噴霧微粒化の現象解明を目指す。

3. 共同研究スケジュール

8月19日 出国

8月21日～9月15日 研究, プレゼンテーション

9月17日 帰国

4. 共同研究派遣先の概要

大学名: 西安交通大学

研究室: 能源与動力工程学院内燃機関研究室

所在地: 中国 陝西省 西安市

指導教員: 黄 佐華 教授

5. 共同研究内容

5.1 概要

直噴ディーゼルエンジンは高熱効率や高トルクなどの利点がある。しかし燃料が直接筒内に噴射されるため、燃料噴霧の特性がエンジン性能に影響を及ぼす。例えば燃料噴霧あるいは火炎がピストンやシリンダー壁面に衝突すると、未燃損失や冷却損失が悪化してしまう。また燃料液滴の微粒化が不十分であるとすすやCOの排出量増加に繋がる。したがって噴霧特性を把握することは直噴ディーゼルエンジンの性能向上には不可欠である。これらの特性を把握するためには噴霧の広がりや到達距離、微粒化過程などを調べる必要がある。この中で微粒化は、燃料の蒸発やすす生成に関係する重要な要素である。そこで今回は燃料液滴径の測定をPDIA(Particle Droplet Image Analysis)法によって行い、噴霧の微粒化特性に関して調査を行う。

5.2 実験方法・条件

図1にPDIA法の概要を示す。ディフューザーによって拡散したレーザー光を燃料噴霧に照射し、噴霧影画像をCCDカメラによって得る。撮影は拡大レンズを用いて噴霧の局所領域(およそ1.6*1.3mm)において行う。得られた画像からそれぞれの噴霧液滴の直径を計測する。

表1に実験条件表を示す。今回の実験では噴射圧力が微粒化特性に及ぼす影響について調査する。また図2に噴霧の撮影箇所を示す。計測はインジェクターノズル先端より35,45,55mmの三点で行った。噴霧軸中心付近では液滴数密度が大きく液滴径計測が困難になるため噴霧外縁部にて撮影を行った。全条件において撮影タイミングは噴射終了時である。

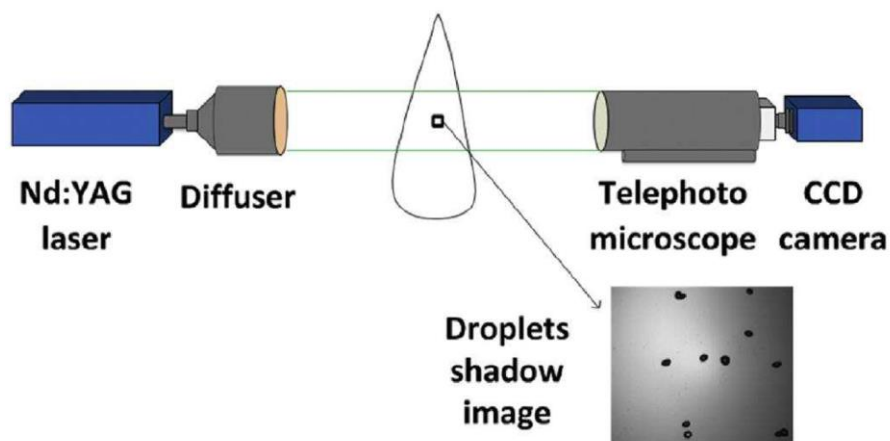


Fig.1 The Sketch of the PDIA System

Table.1 Experimental Conditions

Nozzle Specifications	
Actuator Type	Solenoid Actuator
Hole Diameter [mm]	0.18
Hole Length [mm]	1
Hole Number	1
Injection Conditions	
Injection Pressure [bar]	100 160
Injection Quantity [mm ³]	18
Ambient Conditions	
Ambient Gas Component	N ₂
Ambient Temperature [K]	300
Ambient Pressure [bar]	15
Ambient Density [kg/m ³]	16.8

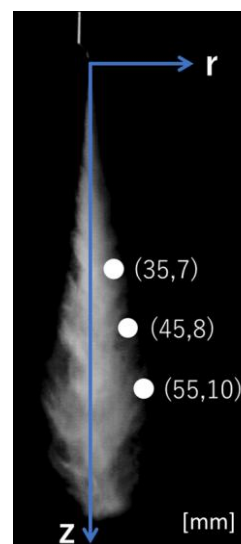


Fig.2 Measurement Points

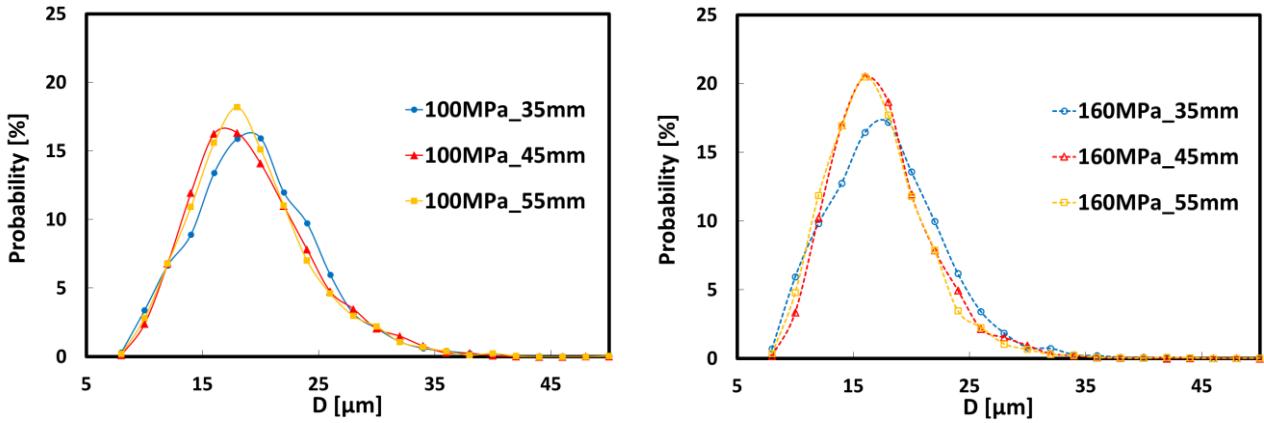
5. 3 結果・考察

表 2 に各条件におけるザウタ平均粒径を示す。噴射圧力が大きくなるほど、またノズル先端からの距離が遠くなるほど液滴径が小さくなるのが分かる。噴射圧力の増大は噴射速度上昇に繋がる。そして噴射速度、つまり各液滴の移動速度が大きいほど雰囲気から液滴に加わるせん断応力が増加し、液滴分裂の促進に貢献する。以上の理由から表 2 の様な結果になったと考えられる。

図 3 に液滴径の頻度分布を示す。噴射圧力が 160MPa の条件においては計測地点が 35mm の場合は比較的大きな粒径分布をとっていることが分かるが、45mm と 55mm に関しては明確な差は見られない。このような結果となった原因として考えられることとして、噴霧液滴の衝突や合体が挙げられる。上述のように今回は噴霧外縁部で計測を行ったが、この領域では乱れや渦の影響が存在し支配的な液滴の速度成分は噴霧軸方向だけではないため、衝突合体の影響が現れ 45mm と 55mm の差が小さくなったと推定される。図 4 に噴霧軸中心から外縁部にかけての算術平均液滴径を示す。図の左側が噴霧軸中心側、右側が外縁部側である。いずれの条件でも噴霧中心から遠ざかるほど液滴径が大きくなっており、こちらも上述と同様の理由であると思われる。

Table.2 Sauter Mean Diameter

Injection Pressure [MPa]	100			160		
Measurement Points [mm]	35	45	55	35	45	55
Sauter Mean Diameter [μm]	22.39	22.22	22.06	20.72	19.75	19.63



(a) $P_{inj} = 100\text{MPa}$

(b) $P_{inj} = 160\text{MPa}$

Fig.3 Probability Density of Droplets Size

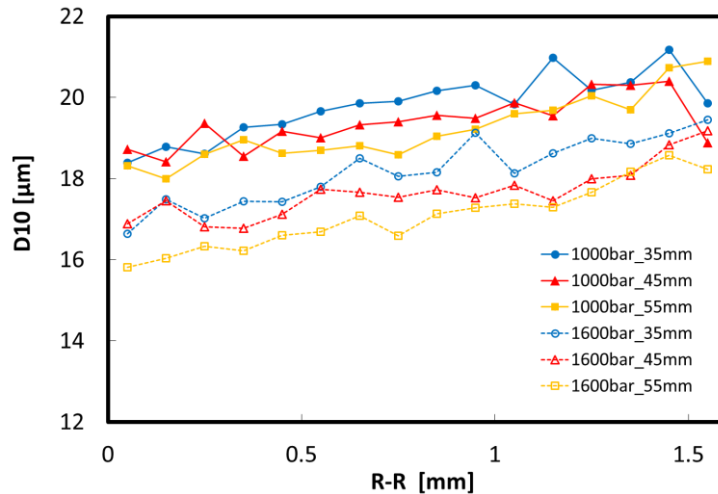


Fig.4 Droplets Size Distribution along the Radial Direction

6. まとめ

今回のプログラムでは、約一か月間の海外滞在という私にとっては未知であった経験を積むことが出来ました。研究室では博士課程の学生が多いということもあり、自分の研究分野に対して各人がそれぞれ明確な意見や考えを持っており、私自身も改めて研究活動に対する向き合い方を見直すことが出来ました。また意思疎通が難しくかつ異なる文化を持つ者同士で一つの研究に取り組む中で、コミュニケーション能力や互いの文化を尊重しあう精神の重要性を実感しました。

今回得た経験を糧に、社会人としてエンジニアとしての能力向上により一層励んで参ります。

7. 謝辞

本研究においてご指導頂いた黄佐華教授、現地での生活面においてもサポートして頂いた研究室の方々に厚く御礼申し上げます。また、今回のプログラムに参加する機会を与えて頂いた西田恵哉教授、尾形陽一教授に厚く御礼申し上げます。最後にプログラム全体を通してサポートして頂いた実行委員会の諸先生方、学生支援グループ国際事業担当の皆様深く御礼申し上げます。