
(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 新田 吾一

1. はじめに

2018年9月1日から同年9月30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に特化しており、実験装置や教授の知見等では広島大学では得られないものがある。広島大学で行っている研究はディーゼル噴霧及びガソリン噴霧における混合気形成や燃焼特性などに着目しており、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、ディーゼル及びガソリンの噴霧に関する知見を深める事と、噴霧微粒化の特性を把握し混合気形成や燃焼特性に与える影響の解明を目指す。

3. 共同研究スケジュール

9月1日 出国

9月3日～9月28日 研究、プレゼンテーション

9月30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

従来のポート噴射にかわり、精密な空燃比制御や高圧縮比化を可能とする直噴ガソリンエンジン機関の開発が進められている。直噴ガソリンエンジン機関は、低燃費と高出力の両立など、利点も多いが、燃料を直接シリンダ内に噴射するため、従来のポート噴射式のエンジンと比較すると、均質な混合気形成が非常に難しい。この直噴ガソリンエンジン機関では燃料を直接筒内に噴射するため、燃料噴霧の燃焼室壁面への衝突が避けられない、噴霧形状が横風気流により変形し複雑であるなど多くの研究課題がある。これらの発展的研究は、ある条件下を想定したものでありエンジンの仕様や稼働状況を想定し実験条件が決定される。このような実験をするためには基本的な実験を行い、実験に使用する噴霧器や燃料がどのような挙動を示すかをあらかじめ把握したうえで、それらと発展した実験下での結果を比較する必要がある。このようにすべての基本となる実験は正確に行われなければならない、最も重要であるといえる。本研究では、今後行われる実験の土台となるような基本となる実験を行い、各条件下での噴霧特性の解明を目指した。

5. 2 実験方法・条件

図1に本実験で用いた実験装置図を示す。本実験では定容容器を用いて噴霧の散乱光撮影を行った。また、噴霧の時間発達過程を調査するためハイスピードカメラと連続光である Xenon ランプを光源に用いた。ハイスピードカメラの撮影タイミングとインジェクターから噴射されるタイミングを合わせるために、シンクロナイザーを用いた。このシンクロナイザーはパソコンに接続さ

れており任意のタイミングで燃料を噴射することが可能である.燃料はハンドポンプを用いることで 90MPa まで圧力をかけることが可能である.図 2 に本実験で用いたインジェクターの噴口部を示す.今回使用したインジェクターは軸対象に 6 個噴口が開いたものを用いた.そのため噴霧に対し垂直方向に照射された光は, 噴口が開いていないインジェクター中心から噴霧全体を照らすことが可能である.また, 表 1 に本実験の実験条件を示す.噴射圧は低負荷と中負荷を想定した 2 条件, 雰囲気気圧は基本となる大気圧と実機条件に近い圧力を選んだ.撮影速度は十分な画角で撮影可能な最大の 20000fps とした.

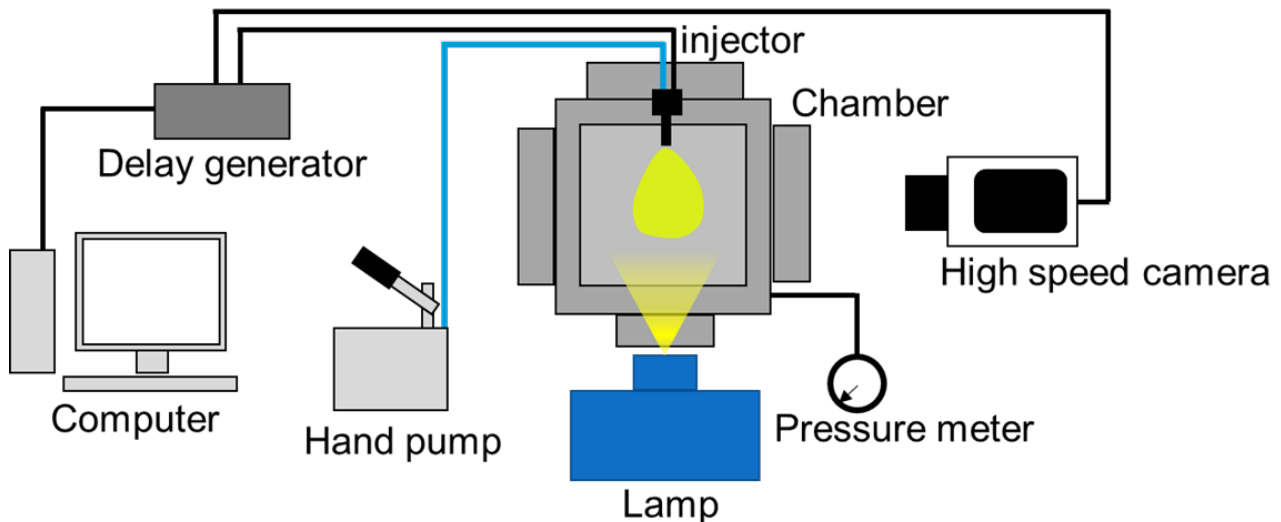


Fig.1 The experimental setup

Table.1 Experimental Conditions

Injection Conditions	
Fuel	Gasoline
Injection pressure[MPa]	5,10
Ambient pressure[MPa]	0.1, 1
Energize duration[ms]	2.0
Recording Conditions	
Energize duration[ms]	2.0
Flame rate[fps]	20,000
Resolution[pixel]	640 × 400



Fig.2 The nozzle tip

5. 3 結果・考察

図 3 に本実験で得られた生画像を示す.なお,この画像は噴射終了タイミングで撮影されている.左二つが低雰囲気気圧下, 右二つが高雰囲気気圧下での結果, 上段が低噴射圧下, 下段が高噴射圧下での結果である.これらの画像から低雰囲気気圧下では, 明らかに噴霧先端到達距離が長く, 噴霧先端ではそれぞれの噴口から出た燃料が干渉することなくそれぞれ成長していることがわかる.逆に高雰囲気気圧下では, 噴霧同士が接触し噴霧の境目が認識しにくくなっている.また, 同じ量の燃料が噴射されているが噴霧先端到達距離が短い分, 噴霧濃度も濃くなっているように見える.

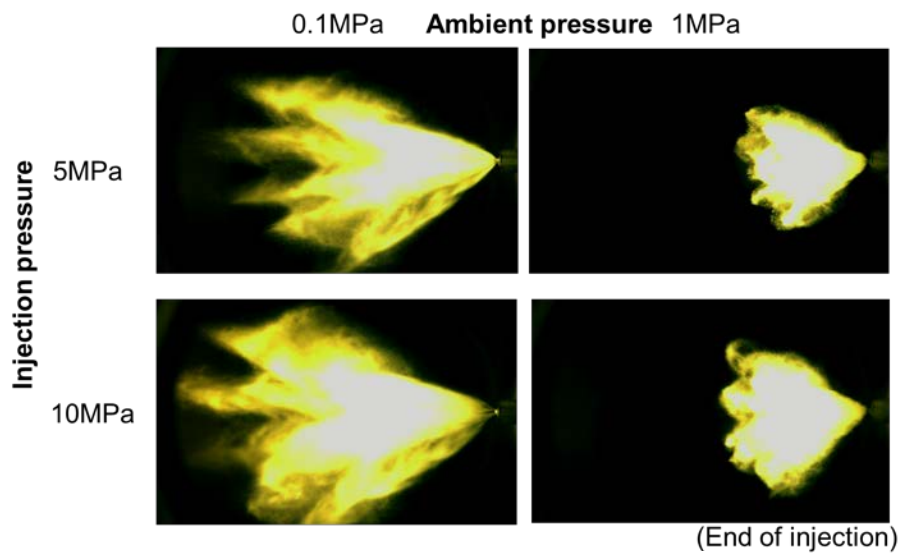


Fig.3 Row images

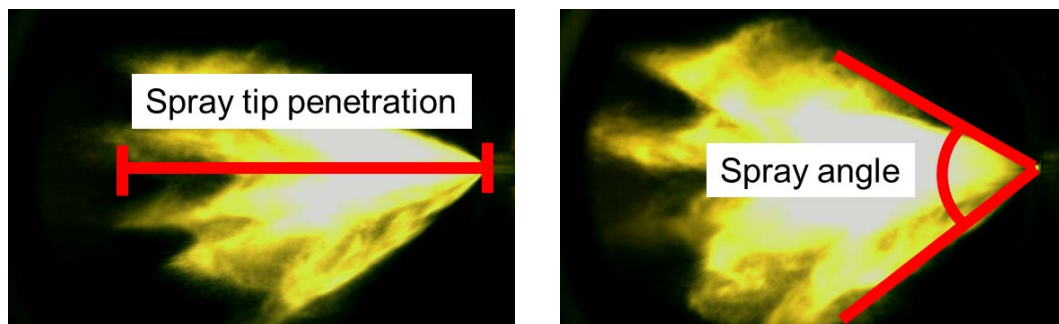


Fig.4 The definition of Spray tip penetration and Spray angle

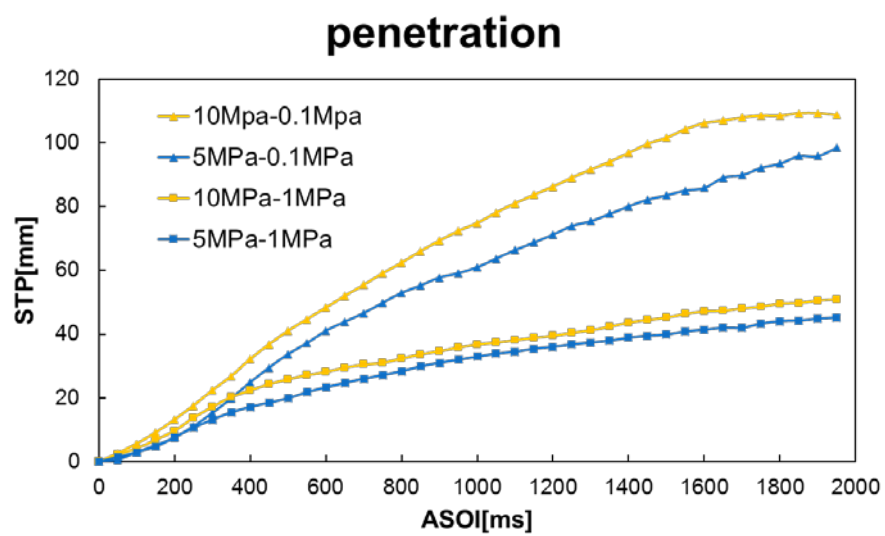


Fig.5 Spray tip penetration

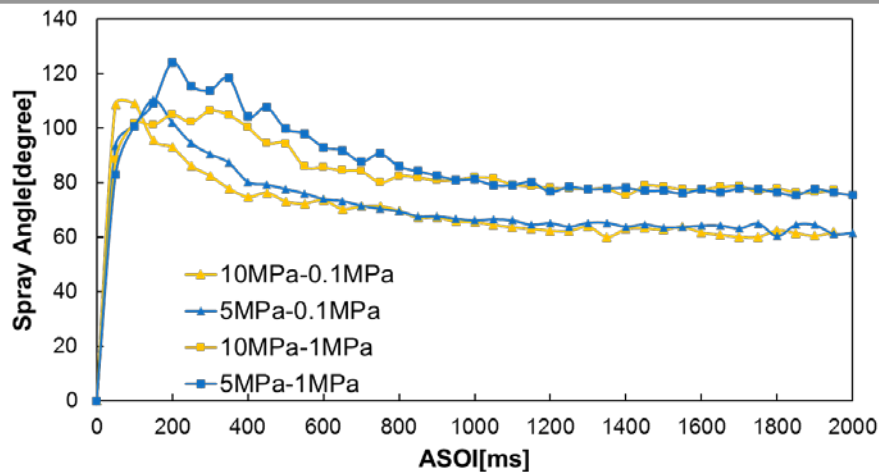


Fig.6 The spray angle

図 4 に噴霧先端到達距離及び噴霧角の定義を示す。噴霧先端到達距離とはノズル先端から噴霧先端までの距離、噴霧角とは噴霧全体がなす角度を意味する。それぞれの結果を図 5 及び図 6 に示す。図 5 の結果から噴射圧が高いほど噴霧先端到達距離が伸びていることがわかる。これは噴射圧が高いために噴射された燃料の速度が速く、結果的に燃料の運動量が高くなったためだと考えられる。さらに、同じ噴射圧で比較すると雰囲気圧が低いほうが噴霧先端到達距離が長くなっている。これは雰囲気圧が低いことによって噴霧にかかるせん断力が低下し、噴霧が成長しやすくなったからだと考えられる。次に噴霧角を見てみると噴射圧による差はほとんどないが、雰囲気圧では大きく異なる結果が得られた。雰囲気圧が高いほうが噴霧角が広がるのは、先ほど述べたようにせん断力が小さくなるためだと考えられる。

6. まとめ

今回のプログラムでは、実験開始一週間で実験装置の故障に気づき予定していた実験ができなくなりました。そこから教授や学生と相談し、装置の修復を試みたり新たな実験のプランを立てたりと、非常に忙しい一カ月になりました。しかし、その過程で中国の学生の考え方や日本との研究の仕方の違いなどを感じることができたため、非常に有意義であったと思います。研究面だけでなく、生活上の文化の違いなども身をもって経験したことで、今後社会に出た際に海外ではどんなことに注意すればいいのか、特に中国に関しては日本とどこが違うのかを常に考えることの重要性を学ぶことができました。

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に深く御礼申し上げます。