

P-08 マイクロプローブ半導体レーザー2焦点粒子流速計の開発

植木 弘信^{a)*}、石田 正弘^{a)}、坂口 大作^{a)}、中島 成吾^{b)}

^{a)}長崎大学工学部機械システム工学科 エネルギーシステム学研究室

^{b)}大学院生産科学研究科機械システム工学専攻 エネルギーシステム学研究室

*TEL & FAX: 095-819-2520, e-mail: ueki@nagasaki-u.ac.jp

1. 研究の背景

コモンレールインジェクタによりディーゼル噴霧は任意の時間に任意の噴射が可能となり、高圧噴射により噴霧の微粒化が促進され、PM 排出量は大幅に低減されました。

今後、レール圧はますます上昇することが予想され、高圧多段噴射における粒子サイズの把握が重要となります。ディーゼル噴霧は、高速かつ高密度で粒子が飛行します。そのため、従来の光学的手法では、測定体積中に多量の粒子が存在し、特に噴孔出口近傍の計測では多重散乱のため計測が困難でした。

そこで、焦点構造をマイクロプローブ構造とし、光学的 SN 比が強い 2 焦点法の計測原理を採用することにより、高速かつ高密度な粒子の速度および粒径を計測できるシステムを独自に開発しました。

2. 研究の概要

二つの焦点からなる測定体積は焦点間距離、焦点直径、焦点長さによって決まります。2 焦点は L2F の特殊な光学系により L2F 前方に形成されます。測定する液滴が各焦点を通過することで後方に散乱した光はそれぞれの光センサにより検知され、信号として処理されます。

二つの焦点の間を液滴が通過するのにかかる時間を t_1 、一つの焦点で液滴により光が散乱する時間を t_2 とします。液滴の速度 U は焦点間距離 S が既知なので、 $U = S/t_1$ で求めることができます。またこのとき微小な焦点間距離で速度は変化しないと仮定し、液滴サイズ d_p は、焦点直径 d を考慮し、 $d_p = U/t_2 - d$ で求められます。

一つの液滴に対して t_1 や t_2 のデータを出力し、同時に噴射信号印加からの経過時間をカウントしています。これにより液滴が出現する時刻がわかります。現在の計測システムは最大 15MHz のデータ処理能力があり、高データレートでの計測が可能となっています。それを利用して液滴の出現頻度から液滴数密度の推測なども行っています。

3. 研究の応用展開

現在は噴霧を大気圧中に噴射して計測を行っていますが、エンジンのシリンダ内に近い状態での噴霧の挙動を解析するために高圧場での実験を予定しています。そのために 5MPa 噴霧の計測を行うことができる高圧容器を設計している段階です。

これまで最大 100MPa のレール圧で実験を行ってきました。現在、レール圧の高圧化が進み 200MPa のコモンレールシステムが実用化されています。レール圧が高圧になるほど噴霧が高速、高数密度になるため計測が難しくなっています。今後はさらに装置の SN 比を上げて高圧噴射における計測を行う予定です。

1. 研究の背景

コモンレールインジェクタの高圧噴射によりディーゼル噴霧は微粒化される



従来の方法では計測が困難 → 高速、高数密度の噴霧に対応できる計測装置が必要



測定体積が小さく、個々の液滴を捉えることができる L2F を用いて計測

2. 研究の概要

L2F の計測原理

二つの焦点の間隔を予め検定し、焦点間を通過する時間から速度を計算する。液滴によりレーザ光が散乱する時間から、サイズを求める。

速度 $U = S / t_1$

サイズ $d_p = Ut_2 - F$

使用している L2F の特徴

- ・ 測定体積が小さく、高数密度の噴霧測定が可能。
- ・ 光学的 SN 比が高く、厳しい条件での計測が可能。
- ・ 15MHz の処理能力があり、データレートが高く、計測時間が短い。
- ・ 一度に多くのデータを取得し統計的処理を行う。

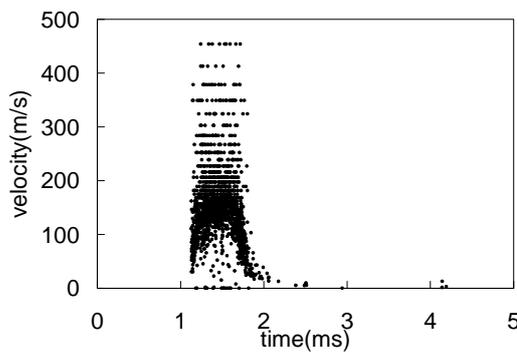


図 2. 液滴の出現時間と速度の関係

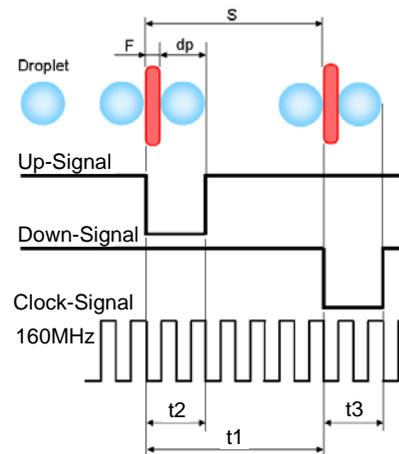


図 1. L2F の計測原理

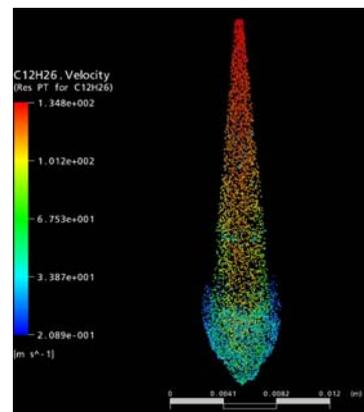


図 3. 数値解析結果との比較

3. 研究の展開

実際のエンジン

- ・ 高温、高圧下に噴射
- ・ レール圧最高 200MPa



現在の実験条件

- ・ 大気中に噴射
- ・ レール圧 40~100MPa



- ・ 高圧容器を製作し、高圧場で実験を行う。
- ・ SN 比をさらに上げ、高圧噴射で計測を行う。