

筒内直接噴射式ガソリン噴霧における壁面衝突挙動の基礎的研究

研究者

松田 健 (M2) 上野 幸久 (B4) 難波 武司 (B4)

2002 研究概要

1. 背景

筒内直接噴射式ガソリンエンジンは部分負荷時に、成層燃焼させ超希薄燃焼させることにより燃料消費量を改善するものである。また、筒内へ直接噴射するため応答性が良くなるなどの利点があるが、壁面に形成される付着液膜は燃焼に長い時間がかかり、未燃炭化水素の排出原因や燃焼室内デポジットの生成要因となる。そこで本研究では、これらの問題点の解決と更なる低燃費化のため、壁面衝突噴霧挙動を含めた混合気形成過程の解析を目的とする。

2. コンセプト

直噴ガソリン機関(wall-guide)において、インジェクタから噴射された燃料は微粒化して液滴となり壁面に衝突し、ピストン壁面に液膜を形成するもの、分裂し液滴として混合気を形成するものなどがある。この時、ピストン壁面に残留する液膜の付着形状や、衝突後の液滴の空間への分裂・飛散が混合気形成過程とその濃度分布に大きく影響を与えることが予測される。またピストン壁面の温度は機関の運転状態によって時々刻々と変化し燃料噴霧の壁面衝突挙動も変化する。したがって、低温から高温までの広い壁面温度範囲において、液膜の形成と液滴の分裂・飛散を詳細に記述するモデルを構築する必要がある。

そこで本研究では、燃料噴霧の微視的な壁面衝突挙動の把握および、直噴ガソリン機関に対応する噴霧-壁面干渉モデル構築のため、燃料噴霧の構成要素である微小液滴の各沸騰形態での壁面衝突挙動および液膜形成過程を観察する。ここで、パラメータとしてウェーバ数、オーネゾルゲ数、壁面過熱度、衝突頻度等を用いる。次に直噴ガソリン機関用高圧インジェクタを用い、燃料噴霧の壁面衝突挙動および液膜形成過程を衝突角度、壁面温度を変化させて測定する。併せて微小液滴実験結果との関連を検討する。

そして、微小液滴実験で得られたモデル式をKIVA3 コードに導入し、噴霧実験で得られた実験結果との検証を行う。

Direct Injection SI Engine

Thermal efficiency 30%

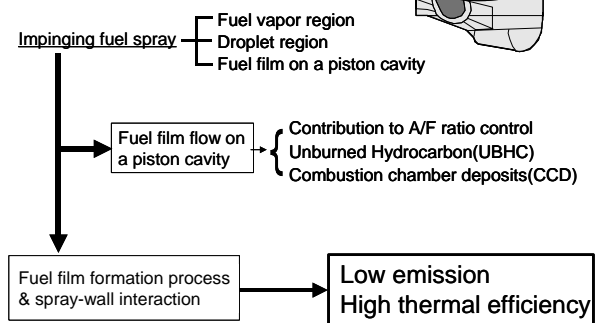


Fig.1 Background

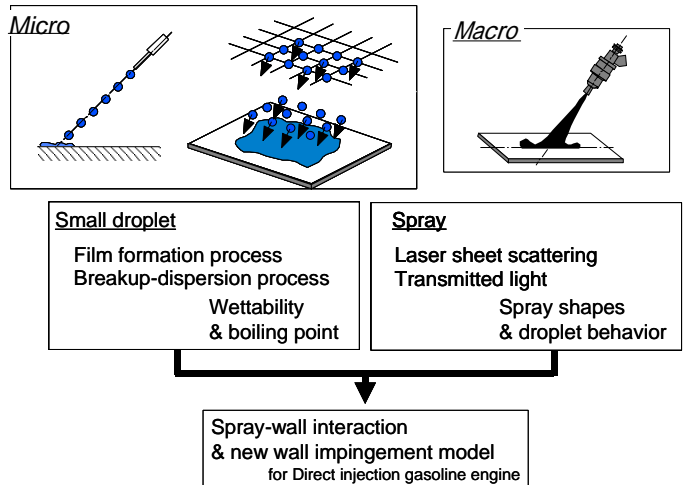


Fig.2 Concept

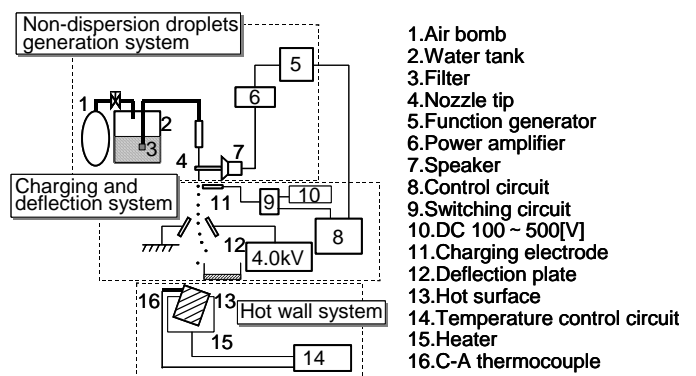


Fig.3 Schematic diagram of experimental apparatus

3. 実験装置および方法

図3に微小液滴の壁面衝突挙動の実験装置図を示す。液滴の生成には振動微粒化法を用い、落下液滴は帯電させ分周させることにより制御する。光源にはハロゲンランプを用い高速ビデオカメラにより高温壁面への衝突挙動および液膜形成過程を撮影する。パラメータとしてウェーバ数 We 、壁面温度 T_w 、オーネゾルゲ数 Oh 、衝突頻度 f などを取り、壁面衝突挙動の分裂挙動、寿命、液滴形成過程などについて観察する。図4に噴霧実験装置の概略図を示す。燃料の昇圧には予圧式増圧機を用い、燃料噴射弁として直噴ガソリン用高圧インジェクタを使用した。燃料噴霧の巨視的観察は、レーザシート光による噴霧散乱光撮影を用い、付着液膜形状撮影のために合成石英プリズムを用いた。撮影にはレーザ光と垂直に設置された高速ビデオカメラを使用した。

4. 主な結果

微小液滴・液滴列

- ・壁面に衝突する単一微小液滴の分裂形態は、 We 数と壁面過熱度によって整理でき、7種類に分類される。液滴列において、その挙動は衝突頻度の影響を受けず、分裂形態は We 数と Oh 数によって整理できる。
- ・単一液滴、液滴列のいずれの場合においても、壁面衝突後の液膜拡がり径は壁面過熱度、 We 数が高いほど増加し、 Oh 数が増加すると減少する。

燃料噴霧

- ・噴霧の壁面衝突後の形状は壁面過熱度、衝突角度によって異なり、衝突角度が減少し壁面過熱度が増加するほど半径方向の拡がりは大きくなる。
- ・壁面衝突噴霧における液膜の付着面積は噴霧の持つ運動量と壁面過熱度の影響を受け、衝突角度が減少し壁面過熱度が増加するにつれて減少する。

5. 今後の予定

定容容器を用いて高圧場での噴霧の壁面衝突挙動の観察、KIVA3 による壁面衝突モデルの構築などを行う予定である。

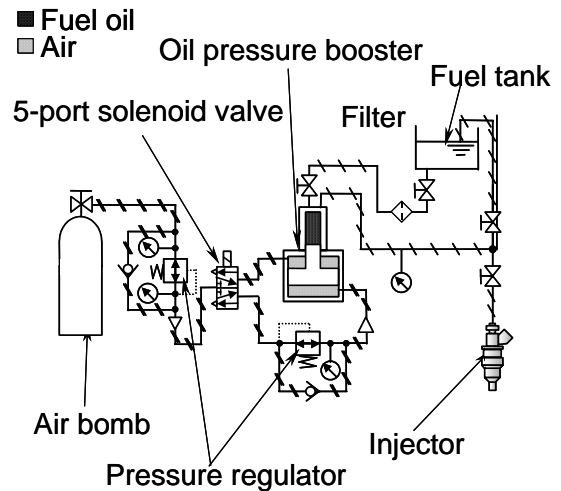


Fig.4 Flow sheet of high pressure injection system

