

Team MCF 多成分燃料を考慮した非定常ディーゼル噴霧構造に関する研究

研究者

明光在(D3) 新井元行(M2) 鈴木浩高(M1)
芦谷直紀(B4) 近藤肇(B4)

2003 研究紹介資料

1. 本研究の背景

液体噴流の微粒化機構は、図 1 に示したように霧団気体と燃料の密度比、 $Re_I(\rho_I v d / \mu_I)$ 数および $Oh_I(We_I^{0.5} / Re_I)$ 数によって定義される。しかし 2 種類以上の成分を混ぜると $\rho_{I, multi}$ や $\mu_{I, multi}$ 、 $\sigma_{I, multi}$ 等が変化し、多成分での微粒化機構は単一成分とは異なる。一方、蒸発過程においては、単一成分は各成分の沸点によって蒸発特性が決まるが、多成分燃料の場合は燃料の種類や各成分の混合割合に支配され、図 2 に示したようにその蒸発特性は単一成分とは異なる。燃料 a は C_8H_{18} 、 $C_{12}H_{26}$ 、 $C_{16}H_{34}$ の質量分率が 6:3:1、燃料 d は 1:3:6 である。

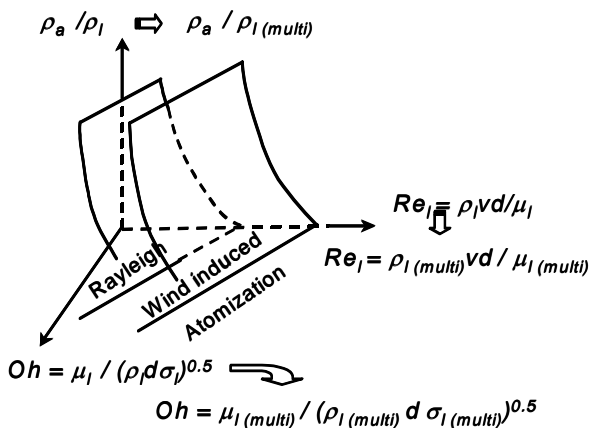


Fig. 1 Jet breakup regime by Reitz (1978)

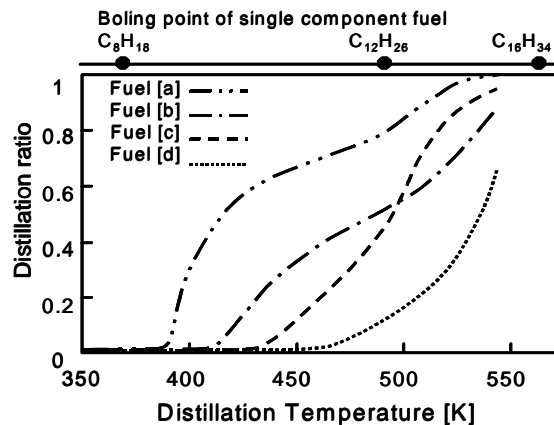


Fig. 2 Distillation curve on the different mass fraction in 3-component fuel (i-octane, n-dodecane, n-hexadecane)

そこで、本研究では多成分燃料を考慮した非定常ディーゼル噴霧において、微粒化および蒸発挙動の解明および各燃料の時・空間的蒸気分布を計測して混合気形成過程の解明を目的とする。

2. 実験方法および実験条件

本実験はシャドウグラフ法により行った。シャドウグラフ撮影に用いた光学系を図 3 に示す。光源である Xe ランプからの光はシュリーレンミラーにより反射し平行光となり噴霧に入射する。そして噴霧を透過した光を高速度ビデオカメラにより撮影した。なお撮影速度は 9000[f.p.s] である。また、噴射系にはコモンレール式電子制御噴射装置を用いた。

本実験の実験条件を表 1 に示す。本実験では、i-オクタン (C_8H_{18})、n-ドデカン ($C_{12}H_{26}$)、n-ヘキサデカン ($C_{16}H_{34}$) の 3 成分を順に 6:3:1、1:1:1、2:6:2、1:3:6 の質量の割合で混合した 4 種類の燃料 (a,b,c,d) を使用した。実験は噴射圧力 25-112[MPa]、霧団気密度 5-30[kg/m³]、霧団気温度 300-700[K] に変化させた。なお、霧団気ガスには燃料の着火および酸化を防ぐために高純度窒素ガスを用いた。

3. 実験結果

噴霧円錐角はノズル先端と、そこから $50d_n$ (10[mm]) までの噴霧外縁の接点を結ぶ接線の中心角として測定した。ここで d_n は噴孔径 (=0.2[mm]) である。図 4 は霧団気密度 5kg/m³、30kg/m³ での噴射圧が噴霧円錐角に及ぼす影響を示す。霧団気密度が低い

場合 (5kg/m³)、噴射圧の増加に伴い燃料 a、d の噴霧円錐角の差が小さくなるが、霧団気密度が高い場合 (30kg/m³) ではその

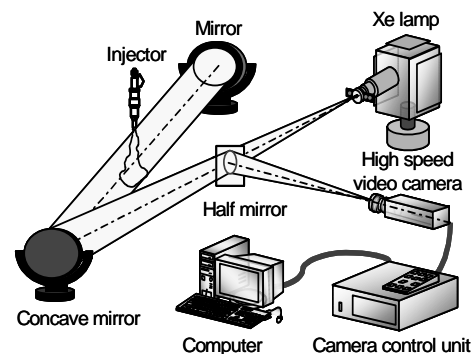


Fig. 3 Schematic diagram of shadowgraph method

Table1 Experimental conditions

TEST FUEL COMPONENT	C_8H_{18} , $C_{12}H_{26}$, $C_{16}H_{34}$
Mass Fraction	6:3:1, 1:1:1, 2:6:2, 1:3:6
Ambient Temperature (K)	300, 400, 500, 600, 700
Ambient Density (kg/m ³)	5, 10, 16, 20, 25, 30
Injection Pressure (MPa)	25, 42, 72, 112
Injection Quantity (mg)	12

差はほとんど変化しない。このことより低圧噴射・低雰囲気密度でも、低沸点成分の質量分率を増加することによって燃料の微粒化を促進できると考えられる。

図8は噴射圧72MPa、雰囲気密度30kg/m³、非蒸発場での噴霧先端到達距離を示す。非蒸発場では燃料の違いによる差がない。これは、a-dの燃料すべてに、密度の高いn-ヘキサデカンが含まれており、その成分が先端に分布することで差がなくなったと考えられるため、非蒸発場での先端到達距離は燃料密度が高い成分によって支配されることが分かる。

図9は噴射圧42MPa、雰囲気気温度400K、700Kの場合の先端到達距離を示す。400Kでは低沸点成分を多く含んだ燃料aが早く蒸発し始め先端到達距離が短くなった。さらに、雰囲気気温度を700Kまで上昇させると、すべての成分の蒸発が促進され、各燃料の噴霧先端到達距離に大きな差は見られなかった。この結果より、蒸発場では低沸点成分の増加によって先端到達距離は短くなり、低沸点成分の添加量によって制御できると考えられる。

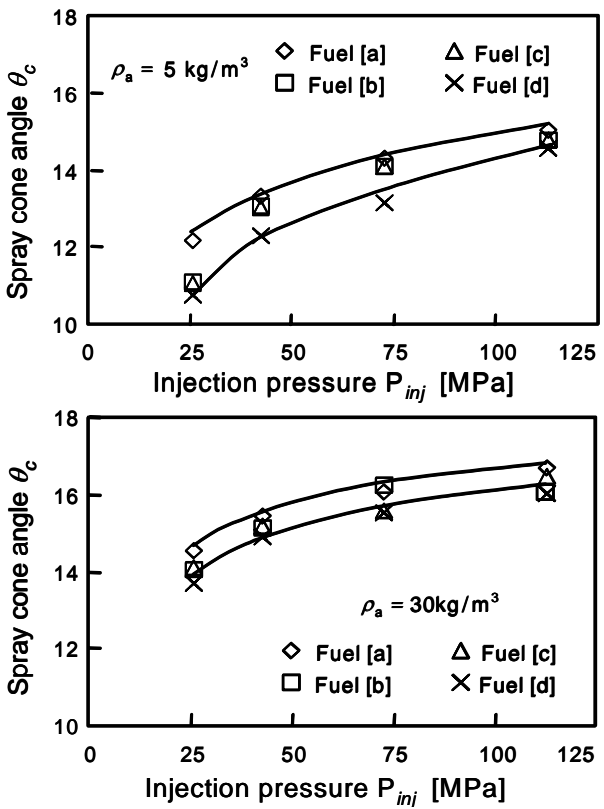


Fig.4 Change in Spray Cone Angle with Injection Pressure

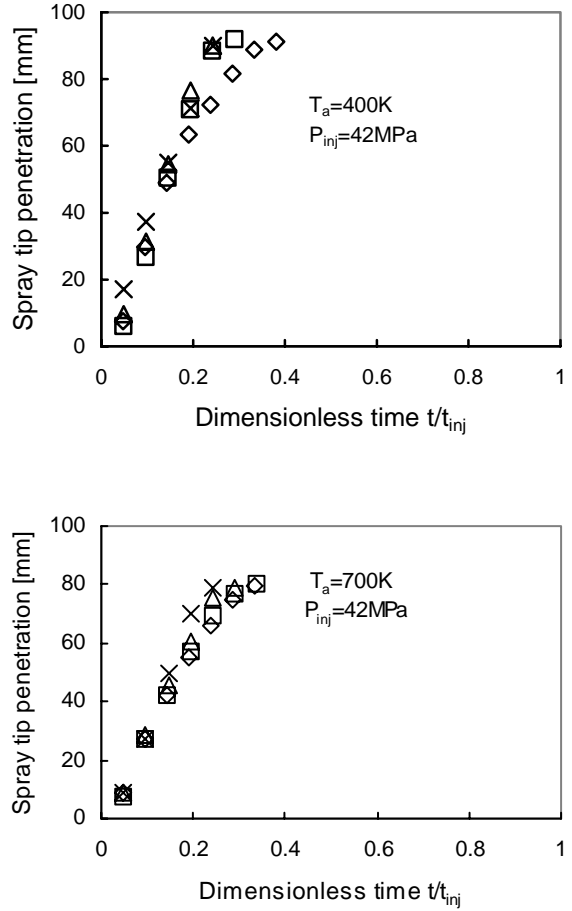


Fig.6 Change in Spray Tip Penetration with Dimensionless time

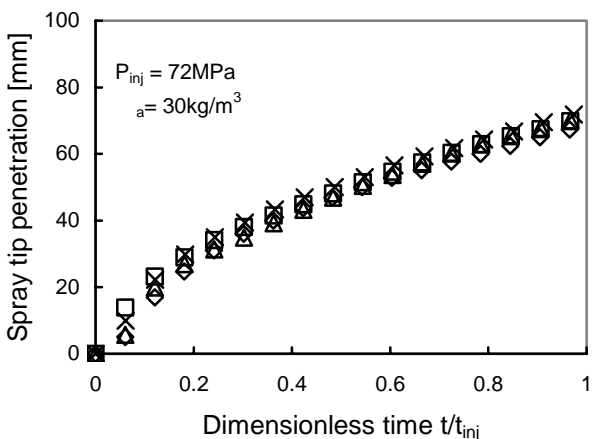


Fig.5 Change in Spray Tip Penetration