

ディーゼル噴射ノズル内燃料流動と噴霧特性に関する研究

提出者

葛綿 秀雄, 鈴木 哲平, 戸田 直樹

2002 年度ゼミ紹介資料

1. 緒言

ディーゼル噴霧の微粒化には, ノズル内に発生するキャビテーション現象が大きな影響を及ぼしていることが知られている. これより本研究ではノズルの内部流動と噴霧の相互関係を解明することを目的とする.

しかし, 実機ノズルは非常に微小な三次元形状であり内部は非常に高速な非定常流であるため可視化が非常に困難である. このため本実験では光学的測定を容易にするために実機ノズルを相似的に拡大した二次元二倍拡大模型ノズルを用いて実験を行なった.

本報では, 燃料の性質がノズル内部に発生するキャビテーション現象に与える影響と, その現象が噴出後の噴霧に与える影響を解明する. そのため, 噴霧の巨視的特性として流量係数, 噴霧円錐角の測定を行ない, その結果について報告する.

2. 実験条件および実験方法

2.1 実験条件

図 1 に本実験に用いた二次元二倍拡大模型ノズルの概略図を示す. 模型ノズルは実ノズルのシート部およびサック部での燃料の二段絞りを再現する構造になっている. 実験条件を表 1 に示す.

キャビテーション現象は噴射圧および背圧との差圧によって生じる. そこでキャビテーション現象を定量的にあらわす無次元数としてキャビテーション係数を用いた. その定義式を(1)式に示す.

$$K' = \frac{P_a}{P_{inj} - P_a} \quad \dots (1)$$

P_{inj} : 燃料の噴射圧力[MPa]

P_a : 雰囲気圧力[MPa]

なお共試燃料として, キャビテーションの生成過程に重要な表面張力および動粘性係数が軽油と比較的類似した n-tridecane を用いた. また, 高沸点燃料である n-tridecane と低沸点燃料で

ある n-pentane をモル分率で 1:1 に混合した混合燃料を用いた. これにより単成分の場合との比較を行なった. それらの物性値を表 2 に示す.

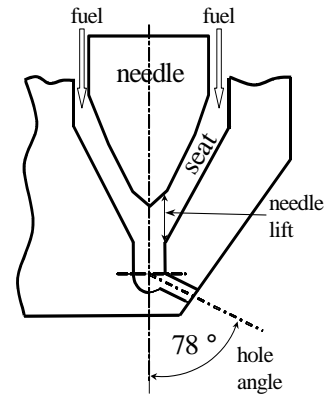


Fig.1 Configuration of model nozzle

Table1 Experimental condition

Needle lift L [mm]	0.2	0.4	0.6	0.8
Cavitation number K	0.02 ~ 0.05	0.02 ~ 0.05	0.02 ~ 0.05	0.02 ~ 0.05
Ambient pressure P_a [MPa]	0.1	0.1	0.1	0.1
Fuel temperature T_f [K]	293			

2.2 ノズル内部流動と噴霧の同時撮影

撮影には 2 台の CCD カメラを用い, マイクロフラッシュによる透過光により内部流動と噴霧の同時撮影を行なった. なお, 噴射圧力が一定となると考えられる噴射開始後 60[ms]後に撮影を行なった.

3. 結果および考察

3.1 燃料の違いによる内部流動の影響

図2にn-tridecaneを燃料に用いた場合, 図3に混合燃料を用いた場合の内部流動および噴霧の同時撮影結果を示す. n-tridecaneの内部流動においては噴孔入り口上部のみから片側剥離している. 混合燃料の内部流動においては噴孔入り口の両側から剥離している様子がうかがえる. キャビテーション現象の増加に伴ない, 噴霧の広がり増加している.

3.2 燃料の違いによる流量係数の影響

図4にn-tridecaneおよび混合燃料を用いた場合の流量係数の測定結果を示す. 全てのリフト量において混合燃料はn-tridecaneより小さい値を取っている. 前述したように, 混合燃料はn-tridecaneよりキャビテーション領域が広がっている. このため有効流路断面積は, 混合燃料ではn-tridecaneより狭くなり, 流量係数が小さくなると考えられる.

3.3 燃料の違いによる噴霧円錐角の影響

図5にn-tridecaneおよび混合燃料を用いた場合の噴霧円錐角の測定結果を示す. 全てのリフト量において混合燃料はn-tridecaneより大きな値を取っている. 前述のように, 混合燃料はn-tridecaneよりキャビテーション領域が広がっている. このため混合燃料ではキャビテーション気泡の崩壊量が増し, ノズル近傍において乱れが生じ, 噴霧円錐角が増加したと考えられる.

4. 結言

- (1) 噴射圧力の増加に伴ないキャビテーション現象は促進され, 噴霧の広がり増加する.
- (2) 針弁リフト量の増加に伴ない, 流量係数および噴霧円錐角は増加する.
- (3) 燃料の物性値, 飽和蒸気圧および粘性は, 噴孔内部に生じるキャビテーション現象に影響を及ぼす.
- (4) キャビテーション現象の初生は, 噴孔入り角

部などにおいて発生する流体の剥離現象に大きく依存する.

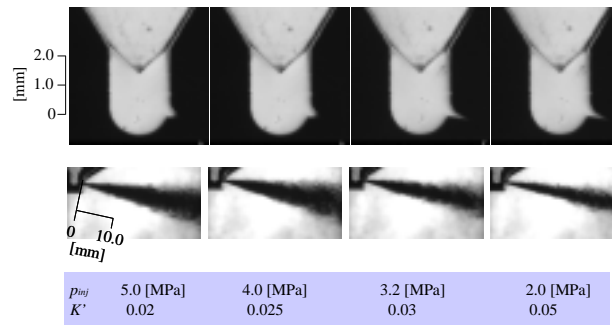


Fig.2 Effect of needle lift on flow in sack part ,in nozzle part and spray (hole angle = 78[deg.], needle lift = 0.2[mm], fuel : n-tridecane)

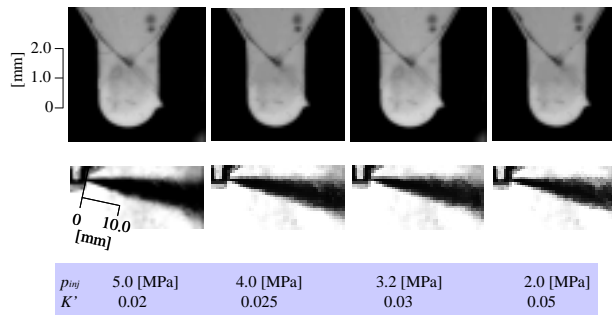


Fig.3 Effect of needle lift on flow in sack part ,in nozzle part and spray (hole angle = 78 [deg.], needle lift = 0.2[mm], mixed fuel : n-tridecane and n-pentane)

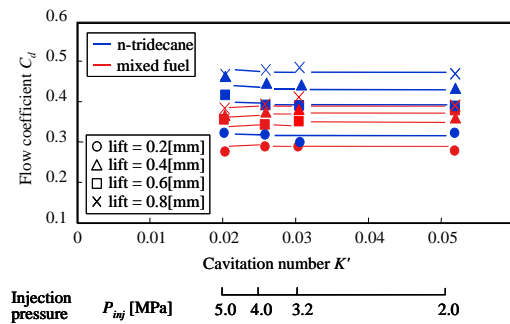


Fig.4 Relation between cavitation number and flow coefficient as a function of needle lift (hole angle =78[deg.])

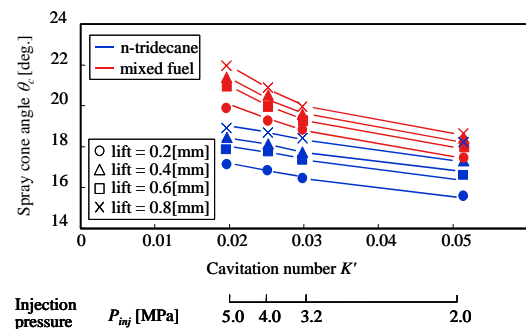


Fig.5 Relation between cavitation number and spray cone angle