619 バイオディーゼル/低沸点成分混合燃料の燃焼・排気特性に関する実験的研究 Experimental Study on Combustion and Emission Characteristics of Mixed Fuel of Biodiesel with Lower Boiling Point Fuel

学 ○桜井 翔 (同志社大院) 学 久米 秀典 (同志社大院)
正 千田 二郎 (同志社大工) 正 藤本 元 (同志社大工)

Sho SAKURAI, Doshisha University, 1-3, Miyakodani, Tataru, Kyotanabe, Kyoto 610-0313
Shusuke KUME, Doshisha University Jiro SENDA, Doshisha University Hajime FUJIMOTO, Doshisha University

1 緒 言

バイオディーゼル燃料(以下 BDF)は多種の高沸点成分により構成されているため、噴霧燃焼特性に悪影響を及ぼす¹⁾。そこで、本研究ではBDFの蒸発性改善をねらいとして炭化水素系の低沸点成分を任意の割合でBDFに混合した。

2 供試燃料, 実験装置および条件

本実験では京都市で製造された廃食用油 BDF(B100)を用いた。また、混合する低沸点成分としてはガソリンの代表的な単一成分であり着火性が軽油と同等の n -ヘプタン(n -C₇H₁₆)を、中沸点成分としては n -ヘプタンの沸点と B100 の 90% 蒸留温度(T_{90})のほぼ中間の沸点を有する n -ドデカン(n -C₁₂H₂₆)を選定した。表 1 に本実験で使用した供試燃料の混合割合および物性値を示す。

実験では雰囲気条件の設定が容易な定容燃焼容器を用いて画像二色法を行ない、噴霧火炎内におけるすす生成特性および火炎温度を把握した。さらに、直噴式ディーゼル機関を使用して機関性能および排気特性を評価した。表 1 に実験条件を示す。

3 実験結果および考察

図 1(a)に面積平均火炎温度の時間履歴を、図 1(b)には B100 の混合割合と面積平均火炎温度の関係について示す。いずれの噴射時期においても軽油の面積平均火炎温度が最も高い結果となった。また、図 1(b)より低沸点成分の混合割合の増加に伴い面積平均火炎温度は減少する傾向を示す。これは、蒸発性が向上することでより希薄な混合気を形成し、局所的な高温火炎の形成を抑制したためと推察できる。一方、実機関の結果に関して、図 2(a)に燃料噴射時期が上死点前 5 度における熱発生率線図を示す。予混合的燃焼におけるピーク値は低沸点混合割合の増加に伴い高くな

Table1 Properties of test fuels

	B100	BDF-A	BDF-B	BDF-C	Gas oil JIS No.1
Mixing ratio (Volume ratio) C ₇ H ₁₆ :C ₁₂ H ₂₆ :B100	0:0:1	1:3:6	1:1:1	6:3:1	—
Density(288K) [g/cm ³]	0.886	0.829	0.781	0.729	0.825
Kinetic viscosity(313K) [mm ² /s]	4.614	2.622	1.495	0.853	3.021 ^{*)}
T10 [K]	606-616	446	379	372	436
T50 [K]	609-619	606	499	392	539
T90 [K]	628-641	615	611.5	511	607

^{*)} 303K

Table2 Experimental conditions
(a) Two color method (b) Engine test

(a)	
Ambient temperature at injection [K]	900
Injection period t_{inj} [ms]	B100 2.32 BDF-C 2.19 BDF-A 2.16 Gas oil 2.04 BDF-B 2.17
Orifice pressure drop [MPa]	70
Injection nozzle configuration	$d_n=0.20$ [mm], $L_n/d_n=4$
(b)	
Engine speed [rpm]	1200
Injection heat quantity [J/cycle]	915
Injection pressure [MPa]	70
Injection timing [deg.CA.ATDC]	-8,-5,-2,1,4

る。これは、蒸発性が向上した結果、短期間でより多くの可燃混合気を形成することができるためと考えられる。図 2(b)に各噴射時期における黒煙と NO_x 濃度の関係を示す。いずれの噴射時期においても、黒煙は低沸点混合割合の増加に伴い減少していることが分かる。これは、蒸発性が向上し、均一な混合気が形成されたためにすす生成が抑制されたと推論できる。また、上死点前における噴射では、噴射時期のリタードにより黒煙と NO_x のトレードオフが現れている。一方、上死点後噴射では、噴射時期の遅角により黒煙が減少することに加え、NO_x 濃度の増加を抑制している。これは、着火遅れ期間の長期化により予混合的燃焼が主体的となったと同時に膨張行程での噴射により燃焼温度が低下したものと推察できる。

4 結 言

火炎温度は低沸点成分の混合割合の増加に伴い減少傾向を示す。また黒煙は蒸発性の向上により低減可能である。

謝 辞

本研究は、文化科学省学術フロンティア推進事業「次世代ゼロエミッション・エネルギー変換システム(同志社大学)」の支援を受けた。また、京都市環境局様より廃食用油 BDF をご提供頂き、株式会社フォトルン様よりカラーハイスピードカメラを貸与頂いた。ここに記して謝意を表する。

Fig.1 (a) History of flame temperature (b) Effect of low boiling point fuel mixing on flame temperature

Fig.2 (a) History of apparent heat release rate (b) Effect of fuel injection timing on NO_x and smoke

参 考 文 献

- 1) Jiro Senda et al, "Spray and Combustion Characteristics of Reformulated Biodiesel with Mixing of Lower Boiling Point Fuel", SAE World Congress, 2007-01-0621, (2007).