

軽油-水エマルジョン燃料が圧縮着火機関性能に及ぼす影響
回転数による機関性能比較

Influence of Emulsified Diesel Fuel on Compression Ignition Engine Performance
Comparison of Engine Performance in Different Engine Speeds

○松江祐樹¹, 上野山達也¹, 宮河祐輔¹, 小澤雄哉², 吉田幸司³

*Yuki Matsue¹, Tatsuya Uenoyama¹, Yusuke Miyakawa¹, Yuya Ozawa², Koji Yoshida³

Abstract: The purpose of this study is to clarify the influence of water contents in emulsified fuel and engine speed on diesel engine performance. Two emulsified fuels of which mixing ratio of water were 15 and 30 vol.% were tested. The brake thermal efficiency of emulsified fuel was slightly lower than that of diesel fuel, however NOx and smoke emissions decreased. The combustion pressure was reduced when the emulsified fuel contained a large amount of water and the engine was running in high engine speed and low load, because the ignition was occurred at large cylinder volume due to the ignition delay.

1. まえがき

軽油-水エマルジョン燃料は、圧縮着火機関から排出される NOx 及び PM の同時低減が可能であると期待されるが、安定した水の混合が課題である。⁽¹⁾本研究では、エマルジョン燃料中の水粒子を微粒化し、安定化できる加圧インライン型乳化装置により加水率の異なる 2 種類の W/O (water in oil) エマルジョン燃料を作成し、加水率及び機関回転数が機関性能に与える影響を実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 実験装置及び方法

供試機関は、水冷 4 サイクル単気筒直噴式ディーゼル機関、排気量 309 [cc], 圧縮比 18.4:1 である。燃料噴射時期は 16 [deg.BTDC] とした。供試燃料には、軽油に水+乳化剤を 12[vol.%]+3[vol.%] または 26 [vol.%]+4 [vol.%] 混合した W/O85 または W/O70 を使用した。表 1 に供試燃料性状を示す。エマルジョン燃料は、加水率の増加に従って動粘度が増加し、低位発熱量及びセタン価は低下する。乳化剤に硫黄分が含まれるため乳化剤の増加に従って、硫黄分が若干増加する。また、機関回転数は 2100 及び 2600 [rpm] とし、正味平均有効圧力は 300-800 [kPa] まで 100 [kPa] 毎に変化させた。

Table1 Fuel properties

	Diesel	W/O85	W/O70
Diesel [vol.%]	100	85	70
Water [vol.%]	-	12	26
Emulsifier [vol.%]	-	3	4
Specific gravity [g/cm ³]	0.831	0.855	0.876
Kinematic viscosity	3.168	4.790	8.445
Low heating value	42.98	42.94	42.92
Cetane index	52.5	44.4	33.2
Sulfur content [ppm]	9	23	31

3. 実験結果及び考察

図 1 上図に正味平均有効圧力 300 [kPa], 下図に正味平均有効圧力 600 [kPa] における指圧線図及び熱発生率を示す。どちらの正味平均有効圧力においても、機関回転数が増加すると着火時期は遅角し、最高燃焼圧力及び最大熱発生率は減少する。これは、機関回転数の増加に伴い、着火遅れ期間に相当するクランク角度が増加するため着火時期が遅れ、着火時のシリンダ容積が増加するためである。低負荷の場合、どちらの機関回転数においても、エマルジョン燃料の着火時期は軽油と比較して著しく遅角し、加水率の増加に従って着火時期は遅角する。また、著しい着火遅れにより最大熱発生率は軽油と比べ低下する。しかし、高負荷ではどちらの機関回転数においても、W/O85 の着火時期、最高燃焼圧力及び熱発生率は軽油とほぼ同等となるも

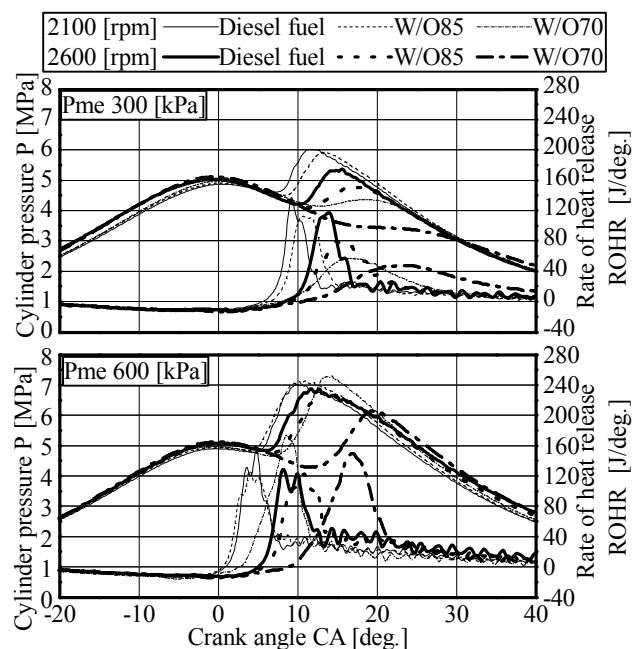


Figure 1. Indicator diagrams.

1 : 日大理工・学部・機械 2 : 日大理工・院・機械 3 : 日大理工・教員・機械

の、W/O70 の場合、着火が軽油と比較して若干遅れるため、最大熱発生率は軽油と比べ高くなる。

図 2 に、着火時クランク角度及び最高燃焼圧力と正味平均有効圧力の関係を示す。どの燃料も、負荷の増加に従って着火時クランク角度は進角する。これは、燃焼室内温度の上昇により着火時期が早期化するためと考えられる。W/O85 の場合、どちらの機関回転数においても、全負荷域において着火時期及び最高燃焼圧力は軽油とほぼ同等である。しかし、W/O70 の場合、軽油と比較して全負荷域において着火遅れが著しい。これは、水の気化潜熱により燃焼室内雰囲気温度が低下し、着火が抑制されたためと考えられる。また W/O70 は、機関回転数が高い場合に着火遅れが著しく、最高燃料圧力は顕著に低下する。よって、着火が著しく遅角する加水率の高いエマルジョン燃料に対して高回転域運転は好ましくないと考えられる。

図 3 に、負荷に対する運転性能試験結果を示す。全ての燃料の正味熱効率は負荷の増加に従って向上し、正味平均有効圧力約 600 [kPa]において最大値が示される。また、W/O85 の正味熱効率は全負荷域において軽油とほぼ等しいものの、W/O70 の場合は軽油と比較して全負荷域において低く、高機関回転数の場合に低下が著しい。これは、加水率の高いエマルジョン燃料は着火が遅れるものの、燃料噴射時期を一定としたためと考えられる。燃料流量は、機関回転数が増加すると一様に増加する。機関回転数が高くなると単位時間当たりの供給燃料量が増加するため、排気ガス温度は高回転数において上昇する。機関回転数は NOx 濃度及びスモーク濃度にほとんど影響を与えず、エマルジョン燃料は、どの負荷域でも軽油と比較して低く、加水率

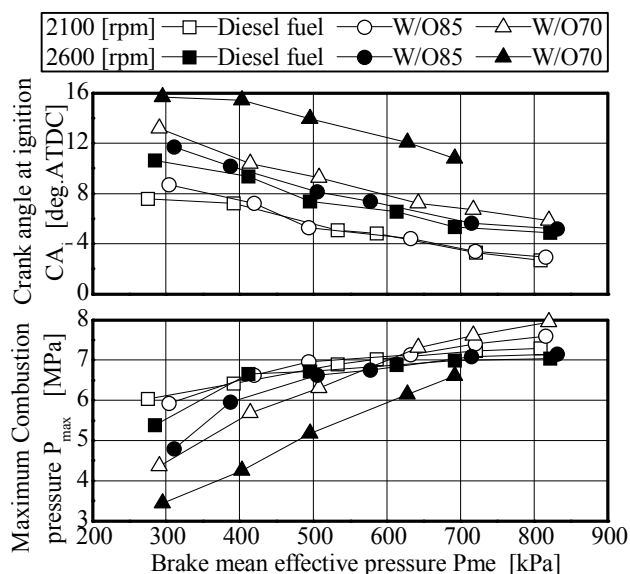


Figure 2. Maximum combustion pressure and crank angle at ignition as a function of brake mean effective pressure.

が高い場合に顕著に減少する。これは、マイクロ爆発による燃料液滴の微粒化によって空気との拡散混合が促進されるため、拡散燃焼期において軽油よりも希薄な雰囲気条件となり、急速にすすの酸化が進みスモーク濃度が低下したと考えられる。(2) また、エマルジョン燃料に含まれる水の気化潜熱により燃焼ガス温度が低下し、NOx 生成が抑制されたためと考えられる。

4. 結論

- (1) 低負荷域ではエマルジョン燃料の加水率の増加に従って着火時期が遅角する。また、エマルジョン燃料の正味熱効率は軽油に比べ若干低いものの、NOx 及びスモーク濃度は軽油と比較して改善される。
- (2) 加水率の高いエマルジョン燃料を低負荷域で運転した場合、高回転域では著しい着火遅れのため着火時のシリンダ容積の増加により燃焼圧力が減少する。

5. 参考文献

- [1] 平野他：機論，No.035-1，pp.231-214，(2003)。
- [2] 木戸口：日本機械学会年次大会講演資料集VIII，pp.163-164，(2003)。

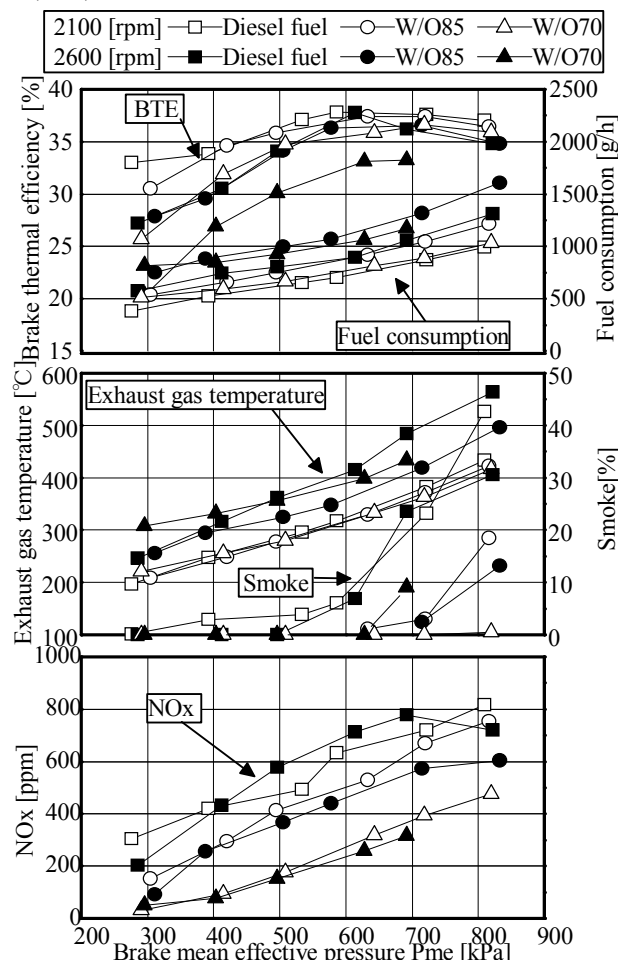


Figure 3. Engine performance as a function of brake mean effective pressure.