

K2-5

## DME/イソオクタンを用いた HCCI 機関における多段熱発生挙動の研究

## A Study of Multi-stage Heat Release Behavior in an HCCI Engine using a Mixed Fuel of DME and Iso-octane

○ 高村悠樹<sup>1</sup>, 井上和亮<sup>1</sup>, 河井菜見子<sup>1</sup>, 鈴木裕和<sup>2</sup>, 島貴大<sup>2</sup>, 望月啓佑<sup>2</sup>, 飯島晃良<sup>3</sup>, 庄司秀夫<sup>3</sup>Yuki Takamura<sup>1</sup>, Kazuaki Inoue<sup>1</sup>, Namiko Kawai<sup>1</sup>Hirotaka Suzuki<sup>2</sup>, Takahiro Shima<sup>2</sup>, Keisuke Mochizuki<sup>2</sup>, Akira Iijima<sup>3</sup>, Hideo Shoji<sup>3</sup>

A homogeneous charge compression ignition (HCCI) engine attracts attention as high efficiency and clean combustion. But it has a problem that restraint of steep combustion in the high load and control of the combustion phasing are difficult. Therefore we investigated combustion characteristics of an HCCI engine using a blended fuel of DME and iso-octane. An analysis of the experimental results showed that adding iso-octane respectively influenced the ignition timing, i.e. For the amount of iso-octane is large, thermal efficiency was reduced and knocking occurs with increasing the iso-octane percentage.

## 1. 緒言

近年、自動車からの温室効果ガスを削減する燃料としてジメチルエーテル(以下 DME)や天然ガス等が注目されている。加えて、内燃機関にはさらなる高効率かつクリーンな燃焼が求められている。それらを両立できる方式として予混合圧縮着火(以下 HCCI)燃焼が注目されている。しかし HCCI 燃焼には高負荷時の急峻な燃焼の抑制や着火時期の制御が困難という課題がある。そこで本研究では、着火しやすい気体燃料である DME と着火しにくい液体燃料であるイソオクタンの混合燃料による HCCI 燃焼特性を調査した。

## 2. 実験装置及び方法

図 1 に実験装置の概略、表 1 に本研究で用いた供試機関の仕様と実験条件を示す。筒内圧力  $P$  [MPa] はシリンダヘッド上部に取り付けた水晶圧力変換器を用いて測定した。新気の吹き抜けを最小限にするため、バルブオーバーラップを 0 とした。燃焼室内の吸光計測においては、シリンダヘッドとシリンダーの間に石英観測窓付スペーサを取り付け、キセノン光源による光を透過させ、透過光を分光分析した。透過光は光ファイバによって分光器へ導入後、293.1 nm の波長に分光した。この波長は HCCI 機関にて特徴的な中間生成物であるホルムアルデヒド (HCHO) の吸収波長である。293.1 nm に分光し、光電子増倍管で検出した透過光の強度  $E_A$  [A.U.] を用いて次式によって吸光度  $A_{HCHO}$  [-] を定義した。ここで、 $E_0$  [A.U.] は下死点付近の透過光強度の平均である。

$$A_{HCHO} = \frac{E_0 - E_A}{E_0} \quad [-]$$

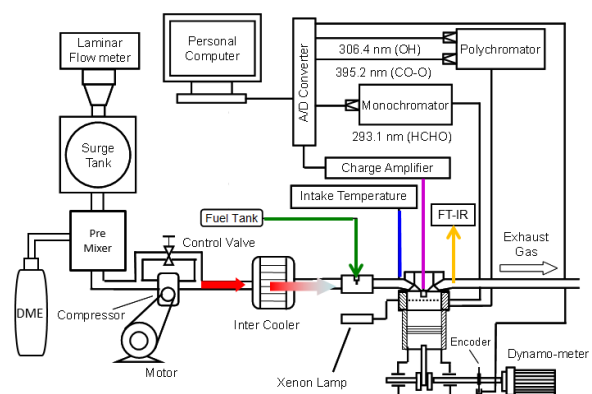


Fig. 1 Configuration of test equipment

Table 1 Specifications of test equipment

4-Cycle Single Cylinder Engine	
Bore×Stroke	76 × 66 mm
Displacement	299 cm <sup>3</sup>
Compression Ratio	14:1
Engine Speed	1400 rpm
Test Fuels	DME, iso-octane

## 3. 実験結果及び考察

供試燃料には DME とイソオクタンの混合燃料を用いた。吸気温度  $T_{in}$  及び DME 投入熱量一定の下、イソオクタンの投入熱量を 50 J/cycle ずつ増やして総投入熱量 350 J/cycle から 550 J/cycle まで実験を行った結果を示す。

図 2 に DME とイソオクタンを混合させた実験結果と DME 単体 (6:  $Q_{in} = 550$  J/cycle のみ) の実験結果を示す。DME 単体を載せた経緯については、イソオクタンを混合させたものと比較するためである。

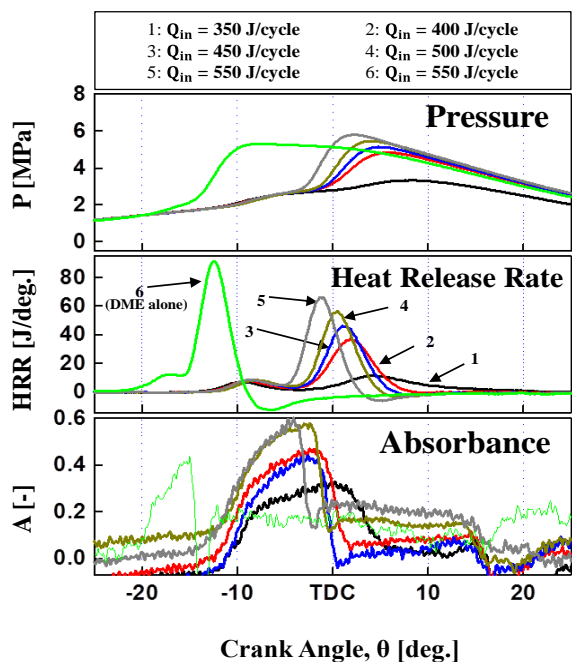


Fig. 2 Experimental result

この図は、上からクランク角度に対する筒内圧力  $P$  [MPa], 熱発生率  $HRR$  [J/deg.], HCHO の吸光度  $A$  [-] である。ここで、熱発生率に着目したとき、DME 単体のほうが高い値を示しており、なおかつ早い段階で燃焼していることが分かる。DME とイソオクタンを混合させたほうが、燃焼が遅角し、緩慢化していることから、イソオクタンには、燃焼を遅角させる効果があることが分かる。しかし、総投入熱量を増やしていくと着火時期が進角している。波形 5, 6 の吸光度に着目すると、イソオクタンを混合させることで冷炎から主燃焼までの着火時期が長期化していることが分かる。

図 3 に、総投入熱量に対する図示熱効率  $\eta_i$  [%], 最大圧力上昇率  $dP/d\theta_{max}$  [MPa/deg.], 図示平均有効圧力  $IMEP$  [MPa] を示す。図 3 より、図示熱効率  $\eta_i$  は、350 J/cycle から 400 J/cycle にかけて増加した後、低下している。これは、最大圧力上昇率が理想的な値とされている 0.5 MPa/deg. から 0.6 MPa/deg. 以上となっているため、総投入熱量が 450 J/cycle からはノッキングをしている可能性がある。そのため、図示熱効率は総投入熱量 400 J/cycle 付近で最大値をとっているものと考えられる。図示平均有効圧のグラフについても、総投入熱量を上げていくにもかかわらず、総投入熱量 400 J/cycle 以上ではほとんど増加していない。これは総投入熱量の増加に伴い熱発生率が上昇したが、ノッキングによって有効的に使われるエネルギーが減少したためであると考えられる。また、図 3 の図示熱効率、最大圧力上昇率、図示平均有効圧において、DME 単体

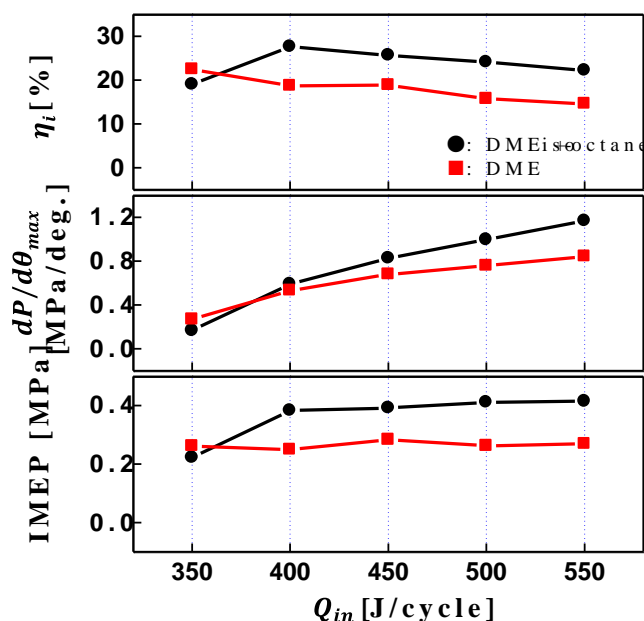


Fig. 3 Experimental result

のほうがイソオクタンとの混合燃料より低い値となっていることが分かる。

これは、DME 単体では着火時期が早いこと悪化している。しかし、適度にイソオクタンを混合させることで、着火時期が適正化され、性能が向上しているものと考えられる。

#### 4. 結論

DME とイソオクタンの混合燃料を用いて HCCI 燃焼の実験を行った結果、以下のことが分かった。

(1) DME とイソオクタンの混合燃料における燃焼では、DME 単体の燃焼に比べ着火時期が遅角し、燃焼が緩慢化することが分かった。

(2) DME の投入熱量一定で、イソオクタン割合を増やしていくと、着火時期が進角し、ノッキングが発生することで、図示熱効率が減少した。

#### 5. 謝辞

本研究は、日本大学理工学部シンボリックプロジェクトの一環として実施された。

#### 6. 参考文献

- [1] 清水亮介他：ガス混合燃料を用いた過給 HCCI 機関の自着火及び燃焼特性の解析「自動車技術会論文集」, Vol. 43, No. 6 (2012)
- [2] 村中重夫：新訂自動車用ガソリンエンジン, 養賢堂 (2011)