

## HCCI 機関における高圧縮比化が燃焼に及ぼす影響 Influence of High Compression Ratio on Combustion in an HCCI Engine

○ 藤田健太郎<sup>1</sup>, 神戸勇輔<sup>1</sup>, 堀井惇史<sup>1</sup>, 多田大朔<sup>1</sup>, 飯島晃良<sup>2</sup>  
Kentarō Fujita, Yusuke Goudo, Atsushi Horii, Daisaku Tada, Akira Iijima

We focused on a homogeneous charge compression ignition (HCCI) engine. HCCI engine can realize 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. In the past research, the expansion of the operation range was examined, and the result revealed that the cooling loss was increased by rising the compression ratio. Since the equivalence ratio was constant, the effect of fluctuations in input heat amount was considered. Therefore, in this study, the experiment was conducted with a constant heat energy. Experiments were conducted to investigate various losses associated with increased compression ratio. As a result, it was found that the thermal efficiency decreased as the compression ratio increased and the combustion timing advanced and the combustion activated.

### 1. 緒言

近年、内燃機関にはより高効率かつクリーンな燃焼が求められている。その解決策として予混合圧縮着火（以下、HCCI）機関が注目されている。HCCI 機関は、筒内に供給された燃料と空気の予混合気をピストン圧縮により自着火させる燃焼方式である。希薄かつ燃料分布が均一で燃焼温度が低いことから、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>)、粒子状物質 (PM) の排出を同時に低減することができるため排ガスがクリーンとなる。

HCCI 機関の実用化には、着火時期制御や高負荷運転時の急峻な燃焼の抑制などの運転領域拡大が課題とされている。そこで本研究では、混合割合一定の DME/メタン二種混合燃料を使用し、高効率運転を行う上で重要な因子である圧縮比を変化させ燃焼の特性を調査し運転領域拡大を検討した。

### 2. 実験装置及び方法

図 1 に、本研究で用いた実験装置の概略図を示す。供試機関には 4 サイクル空冷単機筒機関（行程容積 299cm<sup>3</sup>）を用いた。供試燃料は、互いに着火性が大きく異なる、ジメチルエーテル (DME) とメタンの混合燃料とした。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筒内圧力  $P$  [MPa] を測定し、測定した筒内圧力から熱発生率 HRR [J/deg] を算出した。吸気温度  $T_{in}$  [K] は、インタークーラーで調節を行った。また、外部モーターにて圧縮機を駆動させ混合気を過給し筒内に供給した。

表 1 に実験条件を示す。Case 1, Case 2, Case 3 ともに吸気温度  $T_{in}$  [K], 燃焼室壁温度  $T_w$  [K], 投入熱量  $Q_{in}$  [J/cycle], 吸気圧力  $P_{in}$  [kPa], メタン割合  $\gamma_{CH_4}$  一定、圧縮比  $\varepsilon$  [-] を変化させる実験を行った。

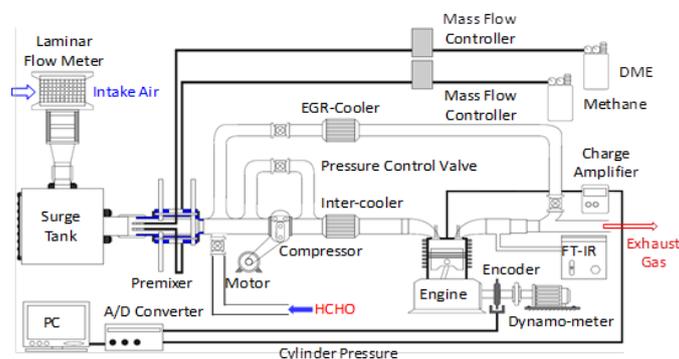


Fig.1 Configuration of test equipment

Table 1 Experimental condition

	Case 1	Case 2	Case 3
Intake Air Temperature $T_{in}$ [K]	313		
Combustion Chamber Wall Temperature, $T_w$ [K]	356	352	352
Engine Speed, $N$ [rpm]	1400		
Equivalence Ratio, $\phi$ [-]	0.395	0.386	0.398
Input Heat Energy, $Q_{in}$ [J/cycle]	400		
Compression Ratio, $\varepsilon$ [-]	16	14	12
Intake Air Pressure, $P_{in}$ [kPa]	120		
Blend of Fuels DME/Methane, $\gamma_{CH_4}$ [%]	30		

### 3. 実験結果及び考察

図 2 に, Case 1, Case 2, Case 3 のクランク角 [deg] と圧力 P [MPa], 熱発生率 [J/deg], 筒内ガス平均温度 [K] の関係を示す.

熱発生率 [J/deg] に着目すると, 圧縮比を増加させると燃焼が急峻になると共に進角している. これは, 圧縮比を増加させることにより, 圧縮時の筒内温度上昇時期が早期化しつつ, その最大値が高くなるため, 冷炎反応が進角, 急峻になり主燃焼が活発化したためだと考えられる.

図 3 に, 圧縮比  $\epsilon$  [-] と図示熱効率  $\eta_i$  [%] の関係を示す.

圧縮比の増加に伴い, 図示熱効率が減少している. これは, 圧縮比を増加させることにより燃焼時期が進角し, 燃焼が急峻になることで有効仕事が減少したためだと考えられる.

### 4. 結論, 今後の展望

DME/メタン混合燃料を用いて投入熱量一定の下で, 圧縮比を変化させる実験を行い, 以下の知見が得られた.

- (1) 本研究で用いたエンジンでは圧縮比を増加させることにより, 燃焼時期進角や燃焼活発化し, 図示熱効率が減少した.
- (2) 今後は高圧縮比化による所損失の変化の検討が必要と考える.

#### 参考文献

- [1] 渡辺 薫, 青木 大貴, 小川 凌二, 男澤 瑛彦: HCCI 機関における過給及び EGR が燃焼に及ぼす影響, 過給 HCCI 機関における高負荷運転領域拡大の調査(2018)
- [2] 飯島 晃良, 基礎から学ぶ高効率エンジンの理論と実際, グランプリ出版(2018)

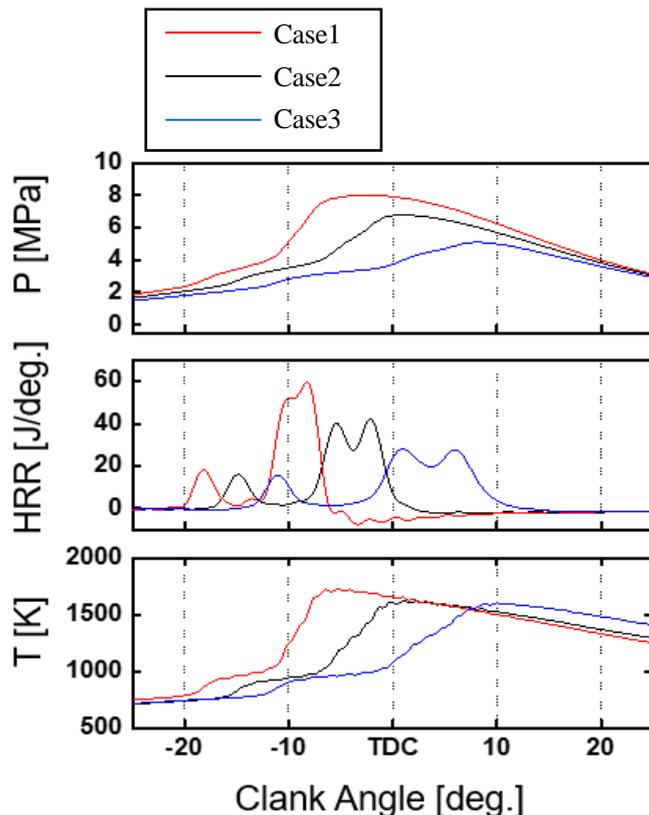


Fig.2 Effect of compression ratio on P and HRR and T

$N = 1400 \text{ rpm}, Q_{in} = 400 \text{ J/cycle}$   
 $P_{in} = 120 \text{ kPa}, \gamma_{CH_4} = 30 \%$

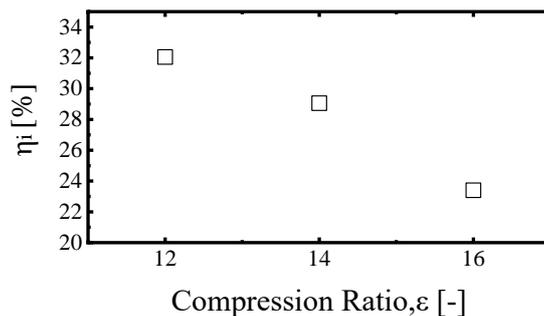


Fig.3 Effect of compression ratio on  $\eta_{in}$