

Study on Heat Release Rate Control with Variable Injection Conditions in a Diesel Engine

学 ○八木 政人 (京大院) 学 桑原 洋樹 (京大院)

正 堀部 直人 (京大) 川那辺 洋 (京大) 正 石山 拓二 (京大)

Masato YAGI, Hiroki KUWABARA, Naoto HORIBE, Hiroshi Kawanabe and Takuji ISHIYAMA
Graduate School of Energy Science, Kyoto University, Yoshida-honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501

1 緒 言

ディーゼル機関における燃料噴射の可変化は燃焼改善に有効とされているが⁽¹⁾⁽²⁾, 大幅な可変化の研究例は少ない。

本研究では噴射条件の可変範囲拡大によるディーゼル機関の燃焼改善の可能性を明らかにするため, 二つの噴射ノズルを装備した単気筒試験機関を用いて, 噴射パターンを変更した際の熱発生率, 性能・排気の変化を調査した。

2 実験装置および方法

本研究では, 外部過給単気筒ディーゼル機関(口径 85mm, 行程 96.9mm, 圧縮比 16.3:1)を使用し, 燃焼室を口径 60mm のトロイダル型とした。燃料噴射には二系統のコモンレール式燃料噴射装置を用い, フロント側 (F), リア側 (R) の二つの噴射ノズル (8 噴孔 0.115mm) を搭載した。ノズル F, R の噴霧軸はシリンダ軸を中心とする直径 55mm の円周上で交わる。本実験では, 三段または四段噴射を行い, 一段目と二段目の噴射量をサイクルあたり 1.9, 1.6mm³ とした。総噴射量は 13mm³ 内外である。燃料には JIS2 号軽油を使用した。回転速度を 1500rpm, 図示平均有効圧力(吸排気行程を除く)を 390kPa, 吸排気圧力を 102kPa とし, EGR 率を調整して NOx 濃度を 54ppm 一定に保った。

3 実験結果および考察

3.1 噴射パターンの影響

初めに, ノズル F, R のいずれも噴射圧力を 90MPa に設定し F, R を種々に組み合わせた三段噴射を行った。その際の黒煙濃度 Smoke, THC, 図示熱効率 η_i を図 1 に示す。燃焼室壁までの距離が近い噴孔があるので全般に Smoke, THC が高いが, これは今後の検討課題である。同一ノズルから噴射を行うパターン FFF を FFR に変更することで Smoke が大きく下がった。図 2 によると, FFF に比べ FFR ではわずかに三段目(メイン)噴射による熱発生率の第二ピークが高く, 後燃えが小さい。RRR との比較により, 原因はノズルの個体差ではなく噴射方向の違いにより三段目噴霧の空気利用率が高まったためと考えられる。

次にパターン FFF の三段目を等分割し, 間隔ゼロでノズル R と F から噴射する四段噴射を行った。図 1 および 2 の FFRF がその結果で, 熱発生率第二ピークが低くなり, Smoke が増加し η_i が低下した。これは分割により噴射期間が短くなり三・四段目の噴射率が低下したためと考えられるので, 噴射圧力を高めて 110MPa とした (FFRFh)。その結果, FFR に近い熱発生率, 効率, 排気が得られた。

3.2 噴射間隔の影響

このように, F と R のノズルの使い分けが熱発生率, 効率, 排気を変化させる。次に, メイン噴射を間隔ゼロで分割した上記の四段噴射 FFRFh において, 三・四段目の噴射

間隔 $\Delta\theta_{34}$ を変更しその適正值を調査した。その結果を図 3 および 4 に示す。

0 から 1°CA までは $\Delta\theta_{34}$ を増すと熱発生率の第二ピークが下がるが, それ以降は四段目噴射による三番目の熱発生率ピークが現れる。間隔 $\Delta\theta_{34}$ を大きくするほうが Smoke を抑えるのに好都合であるが, 等容度の低下により η_i が下がる。この条件では間隔ゼロで効率, 排気が良好となった。

4 おわりに

二つの噴射ノズルを用いた多段噴射において, ノズルの使い分けと噴射圧力, 時期により幅広い燃焼の制御が行える可能性を示した。今後はさらに広い運転条件, 噴射パターンでの検討を行うとともに, 混合気形成・燃焼過程の解析を進める。本研究は, 総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「革新的燃焼技術」(管理法人:JST)によって実施された。最後に, 実験に協力いただいた, 本学学生, 平山一輝氏に感謝する。

参考文献

- (1) Michael Rottmann etc, SAE international, No.2009-01-0850 (2009)
- (2) 川那辺・石山, 第 26 回内燃機関シンポジウム, 20158053 (2015)

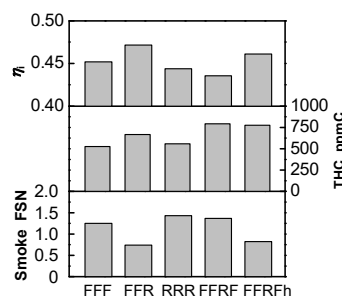


Fig.1 Thermal efficiency and exhaust emissions (3- and 4-stages injection)

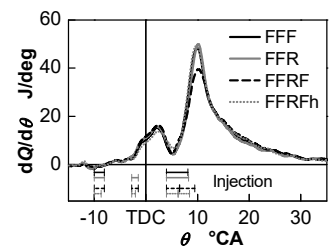


Fig.2 Heat release rates (3- and 4-stages injection)

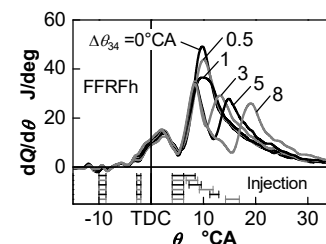


Fig.3 Effects of dwell between 3rd and 4th injection stages on heat release rate

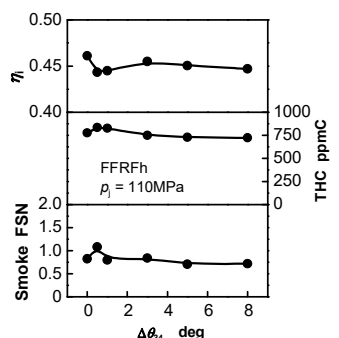


Fig.4 Effects of dwell between 3rd and 4th injection stages on thermal efficiency and exhaust emissions