

日時： 2010年9月4日(土) 13:30 - 16:50

場所： (株)デンソー本社 5号館 2F MR213

出席者： 22名

小島晋爾(主査, 名城大学), 川北晴夫(講師, デンソー), 中田浩一(幹事, トヨタ自動車), 高橋周平(幹事, 岐阜大学), 調尚孝, [追:金原賢治, 河野正顕](日本自動車部品総合研究所), 北条明[代:古谷正広](名古屋工業大工), 木下雅夫, 福井健二[代:藤川武敏](豊田中央研究所), 小池誠(豊田中央研究所), 高野孝義(豊田工業大学), 大平哲也(スズキ自動車), 野田進(豊橋技術科学大), 木下久寿[代:加藤隆輔](ヤマハ発動機), 田村守淑(東邦ガス), 鈴木浩高(いすゞ中央研究所), 加藤正明, [追:杉浦](デンソー), 竹内秀隆(豊田自動織機), 金子誠(富士重工), 鷲尾修司(大阪ガス)

議事

1. 連絡事項(13:30-13:40)

小島主査より, 今年度の新委員の紹介があった。

2. 話題提供

(1)(株)デンソー 川北晴夫様 (13:40-15:10)

「今後のガソリンエンジンにおける点火系の役割」

要旨:

近年, ガソリンエンジンでは過給, ダウンサイジング, 直噴技術, 高 EGR 等のトピックスがあるが, これらの中で点火装置の果たす役割を紹介する. 点火装置においては, 12V の電圧を約 30kV 程度に昇圧し, 点火プラグを用いて火花を飛ばし, 予混合気エネルギーを与え火炎核を発生させる. 点火システムは点火コイル, トランジスタ, これらを制御する ECU, またクランク位置センサやカム位置センサなどから構成されるが, 点火システムの着火性は, プラグ近傍での圧力, A/F, 酸素濃度, ガス流速といった要因の影響を受ける. 従来のガソリンエンジンでは, 均質でストイキな予混合気に火炎核を発生させることが目的であったため, いかに確実に火花を飛ばすかということが主眼として挙げられていた. 放電電圧は, 2次電圧の立ち上がり時間, 放電間距離, プラグ形状により決定され, 一般には, 電圧をゆっくり立ち上げて, ギャップを小さくし, 形状を細くすることで最適化されることが知られている. 放電環境としては, 圧力が大きくなると, 温度低くなるほど, 放電圧力が大きくなる.

点火システムは, 初期の接点式からフルトランジスタ点火, コイル・ディストリビュータ・イグナイターのモジュール化, さらに点火時期をクランクセンサを用いて行うように進化してきており, 現在ではディストリビュータを用いずに, 1気筒に1個のコイルを搭載したシステムが主流になっている. プラグホルのスペースを利用したスティックタイプの点火システムでは, コイル巻き線の斜向重ね巻き, 円柱状に積層したケイ素鋼板, および IGBT パワートランジスタを用いた小型イグナイタのモジュール化によって, 非常に小型化することに成功している.

排出規制クリアおよび燃費向上を目指した直噴技術や, 高 EGR 等の流れを受けて, 今後の点火装置においては, 確実な放電に加えて, 放電パターンを制御することが求められると考えられる. 燃料希薄, 高速流, 過給・高圧縮比の条件においては, 着火不良, 放電維持, 高電圧化などへ対策が必要となってくる. ピーク電流などの放電パターンや放電エネルギーが着火性にどのような影響があるかを調べたところ, EGR に対しては, 供給エネルギーが等しい条件においては, 放電時間を短くしピーク電流を大きくすることで, EGR 限界が向上することが分かった. また, 高流速条件に対しては, 高電流コイルを用いることで放電が追従し, 着実な火炎核の生成につながる. 一方で, 成層燃焼に対しては, 放電時間を長くすることが有効で, 等エネルギー条件では長時間放電により失火域が小さくなることが分かった. これは, 放電時間が長いことで可燃性予混合気のばらつきに対応できるためと考えられる.

実際のエンジンへの応用では, タンブルを強化して流速を上げ, EGR 率を増加させることで約 0.8%程度の燃費向上が見込まれるが, ここで点火強化をすることでさらに 0.7%程度向上させることができる. ただし, 単純に点火エネルギーを増やして, 高電流かつ長時間放電を適用することは, 現実的には商品的な価値が薄い. そこで, 高電流放電ということに着目して, 放電パターンを制御し, 高電流による多重点火によって放電時間を確保するという手法がよい. 多重点火システムにおいては, 間欠多重方式と連続多重方式(CMS)があるが, CMS では連続の繰返し放電を行うことによって投入エネルギーを自由にコントロールする. このため, CMS ではミスファイヤが起きにくく, 条件によって放電パターンを制御することで, 高流速条件においてリーン限界を向上させることができる.

質疑:

Q1. 多重点火放電においては, 各放電はブレークダウンが毎回生じているのか, それともグロー放電が継続しているのか?

A1. 2種類ある。グロー放電が継続する場合と、高流速などで再放電が必要な条件では再放電させる場合がある。条件により使い分けている。

Q2. エンジンの立場からではメンテナンスフリーのプラグが求められているが、高エネルギー点火システムでのプラグの摩耗がどうなのか？また、高エネルギー点火システムにトータルで投入したエネルギーに対して、燃費の向上を評価するとどうなるのか？

A2. エネルギーが高くなると摩耗が増えるのは確かであるが、ここは材料側からの対応で乗り切る。また、燃費に関しては、高エネルギー点火を使うのか、リーン限界を攻めずに低エネルギー点火にするのかは、エンジンごとに適合していく必要があると考える。

Q3. 実際の開発においては、リーン燃焼と点火系の開発はどのようにマッチングしていくのか？

A3. エンジン側からのリーン燃焼の要求に従って、点火系を設計する。

Q4. 筒内圧力が上昇した場合には、2次圧が40kVを超えるようになるが、プラグの耐電圧に関しては問題ないのか？また、斜向巻きで絶縁破壊が起きにくくなるのはどのような仕組みなのか？

A4. コイル、碍子に関しても高電圧の対応が必要である。斜向巻きでは、線間での電位差が小さくなるので絶縁破壊が起きにくくなる。

Q5. 放電時間が長くなるとEGR限界が悪くなるのはなぜか？

A5. 等エネルギー条件での話である。等エネルギー条件では、放電時間が長くなると電流値が下がるため、吹き消えが生じて着火性が悪くなると考えられる。

Q6. エンジンの燃焼状態を検出して、放電パターンを学習するなどにはできないのか？

A6. 将来的な目標ではあるが、燃焼状態のセンシングが困難なため、現在のところオープンループで行っている。

3. 見学会

(株)デンソー デンソーギャラリーの見学 (15:30-16:50)