

JSME 「内燃機関の熱効率 55%達成に向けた技術の道筋を議論する研究会」

’18年度 第2回研究会議事録

【日時・場所】

日時：’18年9月1日（土） 13:30～16:30

場所：愛知工業大学 本山キャンパス 講義室1

【出席者】

内田（新エッセイ）、太田 篤（トヨタ）、太田 安（元名古屋工業大）、大平（スズキ）、
神尾（本田技研）、鬼頭（豊田工専）、小島（名城大）、小林（岐阜大）、佐古（大阪ガス）、
佐々木（デンソー）、園（SwRI）、田村（東邦ガス）、永田（元アイソ）、長谷川（元ダイハツ）、
藤村（愛知工業大）、水野（日産）、宮川（豊田中央研究所）、山川（マツダ）、
上田（追・本田技研）
芹澤（主査・ダイハツ）、井原（幹事・大同大）、中村（幹事・豊田自動織機）

※ 敬称略 代：代理, 追：追加

【話題提供】

1. 総括「16, 17年度活動を振り返り、熱効率 55%達成に向けて考えるべき重点技術」
芹澤主査司会による討議

1) 概要

17年度第4回研究会で2年間のまとめを行いました。今後何に注目してどのような技術課題に取り組むのか、どのような技術があるのか、基礎研究が必要になるのか、と言うようなところまでまとめきれませんでした。今年度の研究会で高熱効率化を進めるにあたり、考え方と方向性を共有したくシステム(機能)レベルに特化して総括を行います。

V字プロセスの左側、設計の最上流である企画目標(熱効率)を実現できるシステム(機能)と部品について議論していきたい。

2) 16, 17年度活動の振り返り

16年度第1回は自由討議というユニークな形態で実施、その技術領域は車目線で整理すると、エンジンの燃焼を軸として定常外運転、そしてエンジンのメカロス、ポンプ損、冷損、排気損について議論された。またPV線図上で考えるとottoサイクルへもっていきたい。まずは燃焼改善により図示仕事を増やす。次に損失を減らし理論サイクルに近づける。そしてクランク機構で軸トルクとして取り出す。

熱効率 55%達成の為、必要となる機能と具体的な手段は

- ・熱力学的な高効率燃焼: 高圧縮比/高膨張比化・サイクル効率向上
- ・機械力学的な高効率トルク変換: クランク機構改良等
- ・損失低減: ヒートマネジメント
- ・過渡(暖機)対応: 高効率エンジンは暖機に要する熱量を許さない
- ・以上をバックアップする計測技術

2回目以降は各要素について議論してきた。

3) 熱効率 55%達成に向けて考えるべき重点技術

太田安:今は EGR で燃焼温度を上げないで冷損を減らしており、理論サイクルに近づけることは半分否定されている。バランスの議論が必要。

藤村:理論的な考察, それを実験的に抑えるということが大事。また, 壁を突き抜ける為の技術(例えば高タンブル実現の為のレーザークラッドバルブシート)も議論したい。

芹澤:モデル化のメリットは実現したいシステム(機能)とこれを実現する部品(形状, 性能, コスト)を PC 上で数値化している。形状の数値データを変えると機能が定量的に変わる。例えば燃費、出力の要求性能から吸気ポートの物理特性(タンブル比)、これを実現できる吸気ポートの 3D 形状が紐づけされる。さらに図面化(公差), 生産要求の織込みも可能。但し、熱効率55%のような未知の領域では実測値からどう外挿していくかは議論が必要。

藤村:議論すべきは圧縮時の乱れの最適値がどうか, それを実現する方法は複数あると思う。重要なファクタを洗い出し, その中で物理特性(タンブル)はどうあるべきか。

長谷川:エンジン内の乱流が明確化される必要がある。

太田安:熱が入らなければ計算, 計測はある程度可能だが, 燃焼させた場合はまだ難しい。

芹澤:エンジンの場合は壁面の影響で計測も難しい。

太田安:エンジンの燃焼室のクローズドの環境は乱流燃焼の分野では扱われない。

太田安:どんな複雑なものでもいいから最善のものを実現した後に, 徐々に簡素化していくというプロセスでないとありもので回しても進歩が無い。実現性は乏しくても提案は受け入れる

長谷川:カルノーサイクルはどうか

太田安:蒸気エンジンから来ている。熱力学的に準静的過程などの仮定が入っており, 現実的ではない。しかし, ある意味では温度を上げた方が良いというのは一番依って立つところ。但し排気を考慮すればそれだけで考えることはできない。オットーサイクルやサバテサイクルでも断熱で考えることはできないのではないかと。熱損失を丁寧に計算する必要がある。

藤村:断熱に近づけることも必要。また断熱で冷却損失を減らしても排気損失が増えないように高膨張比にするなどの組み合わせが必要。エンジンの熱容量を減らす為の材料置換も必要。

内田:今厳しいと考えるのは膨張比の増加に伴い圧縮比を上がり筒内の環境が高温, 高圧になり過酷になる。そこでディーゼルだと拡散燃焼をどう成立させるか。流動と噴霧を一緒に考え空間的に燃焼をレイアウトすると面白いと思う。

大平:バルク流は冷損を増加させる。予混合ガス噴射でバルク流を使わないコンセプトが必要。併せて着火の手段は必要。熱効率と燃費は必ずしもマッチしない。燃費には低速軽負荷できちんと燃やす技術が必要。

藤村:燃料の検討も必要。

太田安:世界的にみれば等容度向上に注力している。ガソリンのタンブル、ディーゼルの高圧噴射がそれに当たるが限界がある。今ヨーロッパで出てきているのはガスエンジンの副室で等容度を上げるまたは空気過剰率2で燃やす。

燃料は層流燃焼速度が重要, アルコール系はガソリンより早い, 水素は炭化水素と共存するとあまり効かない。そういうことをこの場で議論できれば素晴らしい。

芹澤:自動車は排気と CO₂, 騒音でがんじがらめ。

太田安:拘束条件の全ては満足しなくともここは突出しているというものでも良いと思う。

<休憩を挟んで後半>

芹澤:副室・ジェット点火は, 平成 16 年度 3 回目の研究会で既に神尾委員から話題提供があった。

神尾：ガソリン・ストイキの例と、水素ジェット点火の例を紹介した。副室の容量、壁厚さ、材質などで熱損失が大きく変わるので、今後このあたりを議論したい。

芹澤：前回、電気的な点火エネルギーの話題もあったが、やはり化学的な方が有効と思われる。副室点火関連の話題が欲しい。

芹澤：そろそろ今後の議題をまとめたい。これまでの経緯（藤村前主査より）は、「燃焼の基本に基づき、理論的な考察をしっかりとやって道筋をつける意図で、舶用の55%達成エンジン、小型、大型ディーゼルについてそれぞれの燃費改善手法を議論」してきた。前期の最終討論では、「計測の話題が少なかった、燃費も重要だがエミッションも重要、燃焼の多様性にも注目すべき」というご意見を頂いた。これらを踏まえて、燃料、エミッション、さらに大型エンジンで実現できていることを小型にどう適用していくか、という観点で話題を選んでいきたい。

藤村：その他に、エンジン自体の軽量化に注目したい。特に動部品（ピストン、コンロッド、カウンターウェイト）は、軽量化で振動も減らせ、少気筒化が実現可能になる。非鉄も含めた材料分野の話聞いてみたい。

芹澤：規制値は非定常が基準になりつつあるが、軽自動車では運転領域が最大熱効率点から外れて低回転領域に広がっている。かといって最大熱効率点の回転数を下げるとノックが厳しい。緊急回避や走りの楽しさのために、余裕トルクも残しておかないといけない。

藤村：排気量の法定上限が大きくなれば良いのでは。

芹澤：車重と排気量の観点では、排気量を上げれば最大熱効率点が運転領域に入る。効率は向上するが、燃料使用量は増える。

芹澤：熱マネジメントが必要になってくるが、エネルギー貯蓄手法としては電気が最良。

藤村：熱エネルギーは貯めづらく、使いにくい。暖める必要のないものは暖めないようにすべき。潤滑オイルの制御、更には材料の熱物性まで抜本的に考えたい。

太田安：世界的にナフサが余るという話が以前あったが、恒久的に余るのなら日本はナフサ転換するという考え方もある。エネルギー情勢を本当にわかっている人の話が聞きたい。

藤村：燃費指標の新しい定義があると良い。最大熱効率点だけで議論するのではなく、最大点からある割合以内の領域が全領域に占める割合を考えるとか。

芹澤：現状は、小型車は低コスト高燃費が求められるが、ライドシェアが普及するとコストをかけて高燃費実現が可能になるかも。車の使われ方にも注意を払いたい。

太田安：熱マネジメントの話に戻るが、冷却水温は今後変わることはないのか。

芹澤：燃焼関連部は従来温度を保ちたいが、それ以外のところ（強度部材等）は温め

たくない。

藤村：要加熱部は極力小さく、熱容量を小さくして早く温め、それ以降は熱を余分に出さないのが理想。高負荷は厳しいと思うが。

大平：クーラント、エンジンオイルについて、従来概念から広げて自由に考えてみたい。例えば、共通化したらどうなるかとか。

芹澤：皆さんいろんな思いを持っておられることがわかった。今日の議論から、燃料、新素材、材料接合、過給を今後の議題としたいので、適当な講師をご推薦いただきたい。それに加えて「こんな議題を聞きたい」というアンケートを取るのをご協力願いたい。

【連絡事項】

1. 連絡事項

ヤマハ発動機(株) 木下久寿委員より飯田実委員へ交代
(株)本田技術研究所 上田 浩矢委員追加

2. 次回研究会

日時：11月24日(土) 13:30-17:30

場所：愛知工業大学 本山キャンパス

議題： 過給系(詳細は別途ご案内いたします)

以上