

日本機械学会エンジンシステム部門

A-TS07-56 「内燃機関を改良する継続的技術力に関する研究会」 第1回研究会議事録

日時： 2014年4月12日(土) 13:30-17:00

場所： 名城大学名駅サテライト (MSAT) 多目的室

出席者： 23名

大平哲也(主査, スズキ),北田泰造(三菱自動車, 講師), 寺地淳(日産自動車, 講師), 藤村俊夫(幹事, 愛知工業大学), 田村守淑(幹事, 東邦ガス), 金子誠(富士重工), 永田龍三郎 (アイシン精機), 高橋周平(岐阜大学),井原禎貴(岐阜大学), 調尚孝(部品総研) [代: 河野正顕], 中村俊秋(豊田自動織機)[追: 高松昌史],木下久寿(ヤマハ発動機) [追: 田中大二郎],山川正尚(マツダ) [代: 養祖隆],太田篤治(トヨタ自動車), 太田安彦(元名古屋工業大学), 高野孝義(豊田工業大学), 野田進(豊橋技術科学大学), 鈴木孝司(豊橋技術科学大学), 神尾純一(本田技研), 小島晋爾(名城大学),鈴木浩高(いすゞ中央研究所) [代: 橋本宗昌]

(敬称略)

議事

I. 話題提供 (その1)

講演題目：エンジン性能予測のための自社開発 CAE コード

講師：北田泰造氏 (三菱自動車)

要旨：

エンジン開発のために自社開発したソフトウェア(1)エンジン性能シミュレータ、(2)車両燃費シミュレータと(3)ディーゼル燃焼計算コードについて紹介。

1. エンジン性能シミュレータ

エンジン性能シミュレータは、吸排気系を計算して体積効率を精度良く見積もり、熱力計算によってエンジン性能を予測する計算コード。配管長さ、上流・下流径、壁面温度、配管曲がり角、閉塞端等のスペックを与える。ターボチャージャ、スーパーチャージャのモデルもある。

初期の計算コードでは圧力脈動の解法に特性曲線法(三菱重工から技術指導)を、その後、差分(2stepLW法)を使っていたが、保存性が悪いことや陽解法に起因する擬似振動が発生するため現在は ALE 法を用いている。

燃焼モデルは既燃部と未燃部を考慮する2領域モデルを用いている。熱発生パターンは①点火点から球形に火炎が拡がると仮定して燃焼速度を与えて解く方法(擬似三次元モデル)と②入力データとして与える方法を取っている。②の方法では、熱発生履歴を過去の試験データベースをもとにした3角形の形で与えている。実務では①を適合させるのが難しいので②の方法を使っている。

GUI で吸排気管やエンジンシステムの入力データを作成する Windows アプリも開発した。これらのソフトウェアは社内のホームページから自由にダウンロードできて誰でも使うことができる。但し、退職者が社外で利用しないようにタイマー使用期限制限をしている。メンテナンスもソフトウェア開発者が行っているため、使用期限での対応が忙しい。

作成したモデルに試験条件を与えるとエンジン性能をシミュレーションできる。図示平均有効圧、体積効率、EGR 率などの様々な結果が表示できる。これらのソフトウェアの使用方法について社内教育を

実施している。最近の人はパソコンに慣れているので、3時間の実習でほぼ使えるようになる。また、チュートリアルやマニュアルが整っているため、これらを参照して自習することもできる。

商用コードの GT-Power との比較では、総じてほぼ同じ性能結果となった。ただし、GT-Power では 5500rpm 以上の高速においてチョークラインが上がらなかったのに対し、自社コードでは実験値を再現できており適合性が高かった。

実際のエンジン設計業務においてインマニ長さやVVTのタイミング設定に欠かせないツールとなっている。

このエンジン性能シミュレータの拡張機能で、変速機と車両モデルを含めた計算が行える。ターボアシストモータで低速の応答性を改善した場合の全開加速性能の向上度合いを評価できる。また、スーパーチャージャのモデルも自社で作成。

吸気吐出音の計算の検討もこの計算コードで行える。吸気の流速変動を非圧縮性差分法、または、球形放射モデルを使って予測する。吸気レゾネータの設置位置等の効果を調べた結果、2500rpm について2次と4次振動は実験とほぼ一致。本当は、排気音を予測したいのだがマフラーのモデル化が困難。

燃焼部を当量比 1.0~1.1 で燃焼させ、未燃部を空気として取り扱うようにすることにより、ディーゼル燃焼でも2領域燃焼モデルで対応できるように改良している。一酸化窒素 (NO) は拡大ゼルドビッチ機構で計算している。熱発生パターンは実測、または、KIVA コードで求めたものを用いている。CO、CO₂ については KIVA での結果と多少異なるが、NO は十分に予測できている。

2. 車両燃費シミュレータ

自社で開発した自動計算ソフトを用い、191 点の運転条件についてエンジン性能シミュレーションで計算したデータを元に作成した仮想エンジン燃費マップを使って、車両燃費シミュレータで JC08 などのモード燃費の計算を行っている。

多数の計算点でのデータ処理が容易にできるソフトウェアも用意している。各運転点で点火時期を振って計算して MBT とノッキング (K1) 点を求めるが、気筒ごとのバラツキを補正するために最小二乗法を用いて平均線を算出する処理を行っている。ノッキングの予測は Livengood-Wu 積分法を使っている。提示した例では BMEP が 0.7MPa 以上でノックが発生し、ノック回避するためリタードするのでフィッシュフック形状になる燃費曲線が再現できている。

圧縮比、バルブタイミング、ポンプ損失、機械損失を改善した場合などの燃費向上予測に利用している。新エンジン開発の企画検討に使い、燃費競争の時代なので重宝している。また、JC08 などのモード運転でのエネルギー分率の分析がすぐにできる。商用の GT-SUITE との比較では、自社コードとあまり変わらなかった。

3. ディーゼル燃焼計算コード (KIVA)

早稲田大学のコードをベースに改造した。燃料は代理燃料として C₁₄H₂₈ を使用。燃焼部の化学平衡成分として O₂、N₂、H₂O、H₂、CO₂、CO、C(S)、OH、H、O を考慮。着火遅れモデルに Livengood-Wu 積分法を、燃焼速度モデルに Kong らのモデルを、NO 予測に拡大ゼルドビッチ機構を用いている。また、簡易な Soot モデルも入っている。パジェロのエンジン (ボア×ストローク=98.5φ×105mm、エンジン回転数 3800rpm、全負荷) について解析実施。圧力履歴と NO 濃度はよく一致。この KIVA ソフトは

1.6GHz のパソコンで約 15 分で計算できる。

また、簡単に計算用メッシュが作成できるソフトを開発。燃料噴射モデルも独自に開発した。芯弁リフトの立ち上がりを 2 次式、立下りを 1 次式でモデル化することで実測値に適合できるものになっている。これにより、噴射圧、噴射パターン、噴孔径など設計値を振って最適値を求めることができる。KIVA では吸気弁が閉じてから排気弁が開くまでしか計算しないので、その他をエンジン性能シミュレータの計算結果で補足して、フルサイクルの筒内圧を求め、図示平均有効圧を算出する計算システムも取り入れている。

最適化計算を行うには時間がかかるので、多数のパソコンを使用する分散計算システムを構築。データ整理や応答曲面を生成して利用できる。自社開発品なのでライセンスの制約なく、余剰のパソコンがあればそれらを使用して短時間で計算が可能。例示した 2 段噴射では 200 点の計算を実施し、応答曲面やパレート解を抽出した。実測値と比較するとパイロット噴射が少量の条件以外では実測値とほぼ一致した。

この KIVA コードの課題として低負荷時の着火遅れ予測がある。そこで 28 化学種 32 式に簡略化した素反応モデルを使って化学反応計算で着火遅れを予測するように改良中。ベースとした鶴島モデルでは平衡状態に至らなかったのが酸水系の反応式を追加した。化学反応計算では低温酸化反応による発熱が考慮されるため、例示した 4 段噴射の計算において、パイロット噴射とプレ噴射による発熱を正しく再現できるようになった。

4. 質疑応答

Q：火花点火モデルで燃焼速度は与えるとの説明があったが、速度式はどんなものか？実用に供するのか？（太田（安）委員）

⇒1500rpm では層流燃焼速度の 5 倍程度を乱流燃焼速度として与えている。あまりうまくいかないのが、通常は、熱発生パターンを入力として使用する方法を用いている。

Q：自社開発の OS の対応は？また、トラブル対応も自身でやっているのか。（寺地委員）

⇒OS バージョンアップ、トラブル対応とも計算コード作成者が行っている。実際、Windows7 ではコンパイルで苦労している。

Q：非定常の熱発生パターンはどうしているか？（野田委員）

⇒ 3 角形パターンをエンジン速度に応じて伸長縮小することで対応している。

Q：冷却水損失等はどうか？水ポンプの温度の回転数など考慮しているか？（藤村委員）

⇒Woshini の式を使っている。燃焼室壁面温度は考慮しているが、ポンプのエンジン回転数依存性は考えていない。

Q：新人教育において、実際のエンジンを触らずに計算のみ行っているとリアルワールドがわからない人材になってしまうのではないか。（大平委員）

⇒自社開発ソフトの利用者は、エンジン試験も行う人がほとんどで計算だけの人は少ない。当社では、そういったことはまず起こらないものと考えている。

II. 話題提供 (その2)

講演題目：三次元解析のガソリン燃焼解析への適用

講師：寺地 淳委員 (日産自動車株式会社)

1. 講演内容概要

- ・バックグラウンド
- ・CFD の歴史の振り返り
- ・メカニズム解析の適用例(日産が 3D-CFD をどのようにエンジン開発に活かしているか)
- ・アプリケーション部分で継続的技術力の観点でどう育成につなげているか。

2. 略歴

1997 日産総合研究所に移って 12 年間 3Dシミュレーションの開発に従事、その間 HCCL, 次世代 GDI の研究を推進。

2009 総合研究所から Powertrain Division に移動し、エンジンの燃焼開発に従事。

3. 本論

1) バックグラウンド

日産の CO₂ 低減への取り組みとして、京都議定書を守るため HP に 2050 年までに 2000 年比 90%削減と公表しており、この達成のためにも EV に力を入れている。

HEV, EV, FCV mix で 90%低減達成を目標にしているが、エンジンは何もやらなくて良いかというところではなく、例えば 1982 年のマーチ (MA エンジン 1.4L S/C) に対し、この 20 年間で、ノートで見ると同等パワーで燃費の大幅改良を実現している。2016 年目標である 35%削減に対しては現時点でシナリオ通りに進んでいる。

2) CFD の歴史の振り返り

低 CO₂ 化に向け燃焼改良等を進めて行くと開発費が増加傾向となるため、これから開発費削減のためにもシミュレーション (CFD) は引き続き重要な位置付けにある。エンジン開発において CFD は 1980 年頃からエンジン開発に活用し始め、当時は KIVA とか In-house ツールを用いて流動計算に使っていた。1980 年~2000 年前までは、CFD を扱うエンジン技術者の役割は理論モデルをいかに作って行くか、得られた現象をいかに数式に落とすかということであった。当時は、むしろ大学の研究者の活躍が目立っていたと考える。メーカーでは如何に筒内流動 (タンブル、スワール) をうまく作るかというところで CFD を活用していた。その後、噴霧の計算もできるようになり、直噴エンジンの噴霧にも適用されるようになった。このあたりから、筒内の物理現象を CFD で解析できるようになり、各社における CFD の位置付けが上がってきたと思う。

実験部の設計者と CFD グループの開発者がやり取りしている頃は、CFD グループの開発者は筒内の現象説明までで、エンジン性能に関する責任はなかった。その後、CFD グループがなくなり、マルチタレントエンジニアという形で CFD でも実験解析でもツールは何でもいので燃焼開発をやりなさい、要はエンジンの How to design に責任をもちなさいという事になってきている。この傾向は今後より強くなると考える。

3) CFD による筒内現象解析の適用例

日産が筒内現象をどこまで CFD で解析しているかは既に方々で発表済みであるが、ここではノック発生要因について解説する。ノック発生場所は負の曲率をもった火炎の所で起こる。そのメカニズムを 3D-CFD を使って、化学反応の影響、筒内流動の影響に着目し調べてみた。反応の影響も一部紹介するが、ここではタンブル、スワールの影響について主に紹介する。

ガソリンノックの解析のやり方としては、筒内流動を、バップルが無いもの、バップルの上空き、下空き、横空きと 4 種類作り、筒内流動を変えて現象を観察した。現象を解りやすくしたかったので、大ボアとして火炎の伝播距離を伸ばして、多少安定性は悪くなるが流動の影響が強くなるエンジンを使い、タンブルが強いもの、弱いもの、普通のもの、それとスワールで評価した。体積効率はほぼ同一なので、ノック火炎伝播の影響はほとんどが流動の影響と考えられる。最初に可視化実験とシミュレーション結果を比較するが、タンブルが弱いと火炎伝播はおおむね均質に全方向に広がり、タンブルが強いと排気側にまず伸長し、あとで遅くなる。スワールはくるくる回っているだけである。

CFD と可視化で火炎伝播はおおむね良く合い、燃焼期間も合っているので、あとは CFD のみで閉じて論議すれば良いと考える。3次元シミュレーションをやっているので乱流強度 U' は出せる。層流燃焼速度は計算できるので、これら二つから乱流燃焼速度が求まる。筒内流動も流動計算にて導出できる。乱流燃焼速度と筒内流動との差をとって、相対速度 ΔU でみてみると、これが負になると火炎伝播が対向流に対して負ける。相対速度の差でみると、流動が弱い時、スワールの場合、それが正となり筒内流動に対して火炎が打ち負ける事はない。一方、タンブルが強い時は、火炎の伝播速度に対して流動が強くと火炎が打ち負ける。よって点火直後より火炎は排気側に流れて、吸気側に遅れて伝播する現象がわかる。ただしこの説明だけでは排気側に早く流れるのは解るが、なぜ吸気側に負の曲率ができるかを説明できていない。

そこに対して更に検討を進め、エンドガスエリアのベクトルをみてみると、流動が弱くて均質性が良い時には膨張流も均質に行くので減衰も同じになる。一方で、排気に先に行ってしまう場合には、こちら側に強い流動が残ることになる。何故かという、火炎伝播中にはピストンは上死点近傍にいるので、燃焼室は 2次元平面に近い状態になっており、きれいに火炎伝播すると流動の逃げ道がないので流動は減衰していく。一方、一旦排気側に行ったものは 2次元平面のところなので、吸気側に流れて行って対向する流動が生まれ、ぶつかったところで押し戻す対向流に変わる。流動が弱い場合と強い場合でみてみると、対向流が負になったところで火炎伝播にブレーキがかかって三角形になる。可視化で見てみると、方々に矩形が小さくできてきれいに火炎が広がらないのは、エンドガスエリアで火炎の伸長が不安定になっているからである。矩形波が起きるのは反応による依存が大きいのではなくて、流動の依存が大きいのではないかと思っている。

エンドガスに素反応を入れ込んで素反応解析をしてみると、多少 OH ラジカルが発達し、ここで温度が高まってノックが起こる。やはり多少化学反応が起きたほうが、負の曲率は大きくなるようだが、流動の影響に比べると小さい。流動が負の曲率を作りやすい状況を形成し、化学反応が進行することによってノック直前の発熱によりそれを助長させると思う。

ノックというのは、火炎が排気に流されて膨張波で筒内に不安定な偏った流れができて、カウンターによってブレーキがかかり、ノック発生を起こしやすい状況を作るというメカニズムと考える。

4) CFD の活用について

先ほど、CFD の発展にともない CFD 開発者の役割も変わっていったと述べたが、ここでは人の役割について紹介する。

だいたい先行検討フェーズでは、トルク、燃費等の目標を決めて、そこから EGR 率などの中間ターゲットを決める。これに対し、燃焼の設計ツールで何をどうするかを考えて決めて行く。たとえば性能因子が均質型な場合、均質性のクライテリアを決めて行く。何回転の何 bar 以上の時の均質性はこれ以上にしなさい。性能目標値によって、均質性の基準を設ける。ここで「Because」というのが重要。均質性の場合には判り易くて良いが、関数になる場合も多々ある。この関数を作るにあたって非常に重要なのが「Because」の部分であり、ベーシックアプローチが重要で、国内外の大学等と共同研究やって、数式の確からしさをみて普遍性を持たせてあげることが大事。

5) 育成

こういうものを作っていく人を、どうやって育成していくのが大平さんのリクエスト。一つは、社内の教育プログラムと OJT を活用するという当たり前のこと。

社内教育プログラムにはマネージメントと専門教育があって、マネージメントは E ラーニングが入っており、ビジネス、安全、プレゼンテーション、コーチング、ダイバーシティとか色々ある。後で説明する V-UP という問題解決プログラムが日産の特徴でもある。専門教育は 0.5~1 日のコースが、R&D 教育とかパワートレーン教育で 100~150 くらいある。

一方、OJT ではマネージメント領域でいうと、ルノーなどグローバルで連携するパイロットをそれぞれで任命し一緒にやる。サプライヤとの付き合い、国内外大学との付き合いも多く実施している。こういうところも活用して、英語、コミュニケーション、プレゼンテーションのスキルアップも兼ねている。

先ほど簡単に紹介した V-UP ツールは一般的に用いられている。V-UP は色んな問題を解決するプログラムであり、社外にもいろいろ紹介されている。

VFAST というのは半日から一日かけてやるプログラム。これは、自部署、自分のグループの問題を解決する場合。次に、DESIDE といって 1~3 か月かけてやるプログラム。これは部署間の連携に関わる問題を解決する場合。先行開発から製品開発に移行する際のストレスをスムーズにするというのにも使われる。詳細は

日産 V-u p の挑戦—カルロス・ゴーンが生んだ課題解決プログラム ISBN : 9784502476006

日産驚異の会議 改革の 10 年が生み落としたノウハウ ISBN : 9784492502310

を参考にして頂きたい。

先ほど、「Because」のところでも述べた本質の追及ということで、問題が出たら FTA をやるが、その時かならず数式基準で考えることを基本としている。実際の現象を 1 つの事象から順に数式で追っていけるようにさせている。若いエンジニアが必ず自分のタスクに関する勉強をしっかりとやってくれる。数式を用いた FTA なので後で見ても解り易い。彼らは論文をよく読んでくれるし、国内外の大学とのコラボレーションを積極的に持ちたいというマインドも生まれて、良いサイクルが生まれている。部下が FTA 持ってきたときにはその課題の詳細を自分も学べるというメリットもある。

発表は以上

4. Q&A

三菱重工 北田さん

Q : STAR-CD で計算すると、火炎はどうしても前後左右方向に早く進展して対角方向は遅いですね。そんな事はないですか。社内で計算するとノッキングは吸気弁の下で起こる、それは格子の影響で対角方向に計算による燃焼が進んでいくからと思うんですが、そういうのがあって、イオンギャップで計測してもそこが遅くて、その近傍でノッキングが起こる。昔からの経験で先ほど示して頂いた様にノッキングは吸気弁の間で起ってたような気がする。予測は正しいと思いますがどうでしょう？

A : メッシュのルールはちゃんと作っていて、メッシュを細かくするとそれほど気にならないと思う。メッシュが荒いと確かに対角方向が遅くて、むしろバルブの 45° 方向が遅くなる傾向があって、必ず吸気バルブの十字方向で起きがちだけど、メッシュ細かくするとそうはならない。

Q : 自分で 2 次元のプログラムを作ると対角方向に早く進みますが、STAR-CD は GE 方程式を使っていますか？

A : これは CFM 系です。火炎面積密度の伝播式と輸送方程式で解いています。

Q : 輸送方程式だと同じですね。

A : そうですね。

Q : 僕の結論としては、STAR-CD でやるとノッキングの発生場所がずれるというイメージがあって、どうかたと少し思っているんですが？

A : 今のところ大きく外したことはないですね。(言い過ぎですね、勝率は勝ってますね。)

太田先生

Q : タンブル強化とかスワールで火炎伝搬の計算結果の動画がありますね、真ん中の茶色部分が揮燃ガスで周辺の緑色の部分がしわ火炎というか、そのあたりを色々観てると、揮燃ガスの周りの厚みがいろんな流動パターンを変えても反応領域の厚みが計算上あまり変わってないし、比較的薄いですよ。

A : そうですね 1200 回転くらいなので

Q : 1200 回転というのも有るんですね。

A : RANS をどうとらえるか。火炎面積密度の厚みを本当に反応の厚みととらえるのか。私は RANS 結果は確率結果と捉えている。可視化も 200 サイクル平均値をとると RANS のような絵になるので、そういうもんだと思っていますね。

Q : 平均するからそういうふうに見えるんですね。

A : そういうことです。

豊橋技科大学 鈴木先生

Q : 負の曲率の所でノッキング核、燃焼核が発生するという話があったが、2 次元断面を見ると流れをもどす重要な場で、ストレッチが強いような場に着火核があるように見えるが、3 次元的な何かがあってそこに着火核ができていますか？

A：ここは火炎伝播が遅くなるので断熱圧縮されている分温度は上がるし、圧力も高い、その保持時間も長いので反応が進みやすい。

Q：タンブルが進みやすい、着火の初期の何かがありますよね？

A：そうですね、でも反応が HCCI と違ってノックの時の反応パスのスピードはもっと短いので、むしろエンドガスが出来始めてからそこでぐっと圧力が燃焼圧力によってあがって、すぐに低温酸化に推移してそのあとどんと上がっているという感じかなと思っている。HCCI のようにゆっくり筒内圧力が上昇して、低温酸化反応パスが明確にあるのに対し、通常ノックは一気に圧力があげられるので、エンドガスが出たところでそれが保持されて一気に上昇する。よって低温酸化反応の影響は小さい。高速ノックと低速ノックの違いは勿論ある。高速ノックの場合は低温酸化反応の影響目減りが色濃く出る。低温酸化反応パスはほとんど通らないでどんと圧力は上がる。低速のノックは 1200rpm くらいなので化学反応のプラスアルファもあるぐらいの時間スケールで、ノックに至っているんだろうと思う。色々な意見がありますが、私の考えとしては、先ほど紹介したように最初は流動によってエンドガスエリアにノックしやすいところできて、そこがノックにいたる。見た目上、ノックが発生するエンドガス領域は化学反応によって更に角度がつくので、化学反応が先か流動が先かという論議が常に起こっているのかなと思います。

名城大学 小島先生

Q：教育に関し、数式を使ってグローバルに展開という話で、それは数式を言語ととらえるということかと思いますが、数式を言語として扱えるようなエンジニアが御社には大勢がみえるのですか？

A：大勢はいないが、数式でたとえば一個のスーパーノックにしてもすぐには解けきれないが、燃焼課題それぞれの領域において、1年の後半もすればそれに関する文献を読んでその領域の数式は出てくる。そういう意味では、うちのグループはみんな数式で物事を語れるように人材は育てているつもりです。

ヤマハ 田中さん

Q：筒内圧が実機と計算で良く合っているという絵があって、北田さんの絵もそうなんだけど、「ピーク圧力発生タイミングは少しずれるんだけど最後には合ってる」と、こういう結果をよく見るんですが、一度ずれたものが元に戻るというのは個人的にはあり得ないと思うんですが、そのあたりのコメントをお願いします。

A：難しいですね。途中で合わないものは合わないままと思います。

Q：なんかの説明に使うというよりも、真実を求める時にこれは嘘だろうという議論は？

A：それを見る目をきちっと養う事も重要だと思います。

別にエラーはエラーで良いじゃないかと考えている。きちんと設計できれば、ただしエラーの理由がちゃんと述べられないと駄目ですね。例えば、燃料だったらイソオクでやってて実際は気化が遅いものと早いものが混じっているから合わなくて、今後こうすれば合うはずだから今はこれを使用するとか。

名城大学 小島先生

Q：今 RANS でお話されていたんですが、LES, DNS そんなものに関してはどのように考えられているんですか？

A：難しいですね。今、RANS で設計上困っていません。ただ今後困るだろうとも思っています。今は、各社エンジンがデバイスの限界を使う状況にきていると思っている。それまでは、まだまだ LES の要求にいくよりも平均値で動かなくちゃいけないものがたくさんあったので、別に RANS で困ることは本当になかった。だけど今後は平均値で語る以上の事に突っ込みださないと、これ以上熱効率を伸ばせないという気がする。次のステップに行こうとすると、サイクル変動だったり、燃焼だけではなく吸気の気筒間誤差だったり、そういうところをぎりぎり詰めて行く必要が有ると思う。各社が次のステップまでいこうとする場合、既に燃焼が成り立っても部品間誤差だったり、デバイスとか、劣化とかそういうものの改良まで含めたところまで来ているので、そうすると LES の時代がいよいよ始まるのかなと思います。

Q：LES を信用しているのですか？

A：どう使うかによると思います。絶対値でシミュレーションやりたいのか、設計ツールとして使うのか、論議をきちっとやって決めるべきだと思っている、設計ツールとしては使えると思う。

スズキ 大平さん

今日は、教育の話等も十分入れていただきありがとうございます。併せて、CAE の専門屋がいるというのが時代遅れであるということを感じました。

Q：高 EGR, 高流動とかで急速燃焼させていくと未燃分が増えたりして燃焼効率が落ちてくるような事がありますよね。そういう燃焼効率みたいなクライテリアも先のような数式に落として設定されていますか？

A：燃焼効率が落ちるとするのは、同じ EGR で流動を強める場合ということですか？
平均値でいうのであれば、設計に落とし込んでいくという事になります。たとえば流動を強めすぎると燃焼が不安定になって、燃費が悪化するので、このクライテリアを守っているのであれば、流動が強すぎたら熱効率が落ちるというのに対しちゃんとクライテリアを置いて設計していることになる。

Q：組み合わせさせた場合の相互作用の話なんですが、そういうものも解析されて1つの要因は1つのクライテリアを持っているという考えでも良いんですか？

A：クライテリアが関数化されて持っています。

愛工大 藤村

Q：いろんなデータベース、クライテリアをもとに、プログラムもコストパフォーマンスを考えながら作られて、計算してエンジンの初期設計を行うというのは、今の開発時間が短いメーカーにおいて非常に重要だと思うが、それでエンジン設計の基本構想ができて、性能にしても、燃費にしても、排気ガスについても目標がどんどん高くなっていくと、目標が設計段階で達成できない、という問題が出るとじゃないですか。そういう時に、実験による施行錯

誤ではなく、CFD を活用して目標達成できる設計改良するとか、何かそういう話を聞かせて頂きたい。

A：ひとつは、性能計画の人たちと燃焼開発する人たちが結構コミュニケーションが入るので、そこで目標調整も行われて、達成できないような目標は設定されないように、入口で止めています。

ヤマハ 田中さん

Q：部下に新聞の間違い探しとかやらせると、能力が非常に劣っているのがたまにいる、要は結果が出て何も疑問もせず報告する人がいる。寺地さんの周りにはそんな人いないかもしれませんが。どう思われますか？

A：何も疑問もせず報告してくるという人は少ないです。違うたとえですが、この間はどういう理屈でこうだと説明していたのに、次の実験ではそれを忘れて説明してくる場合がある。まだ同じ事をやってる人では今の事例の確率は低いが、去年は燃費で EGR やってて、今年からノックやってる人が、EGR で起きていた時と同じ事象がノックで起きているにもかかわらず、その経験値が活かされない人がいる。EGR 頭とノック頭で分断されている。そういうのに対処できるコツがあったら教えて欲しいですね。前の記憶を、次に生かせるという能力は必要ですね。

III. 事務連絡

- ・新委員として永田龍三郎氏（アイシン精機）、鈴木孝司氏（豊橋技術科学大学）の挨拶があった。
- ・次回は 8/23（金）に愛知工業大学において研究室見学等を実施予定。

以上