

ディーゼル燃焼チーム クラスター大学(11) (グループ3)

¹大阪大学大学院 工学研究科, ²神戸大学大学院 システム情報学研究科
堀司¹, 隅井雅博¹, 藤原巧², 坪倉誠², 赤松史光¹



低冷却損失燃焼のための噴霧燃焼過程の 数値解析による熱損失解析研究

研究の目的と位置付け

冷却損失を低減する燃焼コンセプトの確立を目的とし, 同志社大の実験を対象に三次元数値解析を実施した. 素反応を考慮した計算の高速化と予測改善のため, 大工大で開発された簡略化反応機構を用いた.

研究の方法

- スパコンによる大規模並列計算, 計算スキームの改良により計算効率を改善したエンジン燃焼解析コードを開発した. 計算コードの保守性改善のため, C++のフォーマット(OpenFOAM)にエンジン解析に必要なクラスを追加実装した.
- 壁面熱伝達モデルは冷却損失予測影響を及ぼすため, 従来エンジン計算で用いられているモデルや噴霧衝突の影響を考慮できる解析的壁関数を検討した.

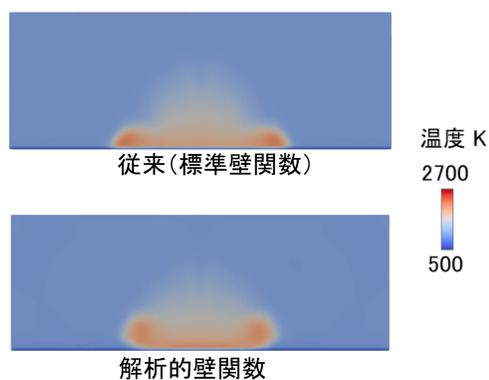
開発したコードの特徴

- 高速化
 - MPIの大規模並列計算
 - 簡略化反応機構の開発(大工大)
 - LSODESによるODEソルバの高速化
 - AMRによる格子数削減(*エンジン格子未対応)
- 物理モデル
 - ディーゼル噴射用微粒化モデル(WAVEMTAB, 同志社大)
 - 解析的壁関数による壁面衝突後の挙動予測改善
- 格子関連
 - 商用メッシュャーに対応. 多面体に対応したカットセルを実装
 - ピストン移動を実装.
 - 複雑形状対応のために非構造格子対応,

主な成果

噴霧火炎の壁面衝突挙動の解析

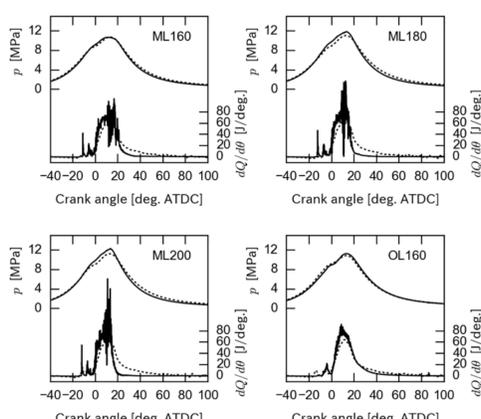
解析的壁関数の場合, 壁面近傍の格子幅が粗い計算格子を用いても, 壁面衝突後の噴霧火炎の巻き上がりが予測された. これにより冷却損失予測に影響する噴霧火炎と壁との接触面積の予測が改善された.



噴射開始後1.9ms後の断面温度分布

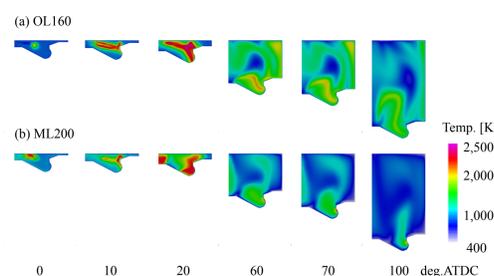
軽油と二成分燃料(ペンタン/デカン)の比較

ペンタン/デカンの二成分燃料は軽油(計算はトリデカン単体で代替)よりも沸点が低く, 噴霧蒸発促進効果で燃焼期間が短縮した. また, 二成分燃料は噴孔付近の空気を利用して燃焼し, 壁から離れた位置に既燃ガスが分布した. これによって主に燃焼終了後の膨張行程における壁面熱損失が低下し, 冷却損失が低減したと解釈できた.

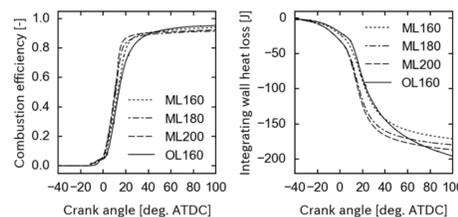


筒内圧力と熱発生率

点線は実験, 実線は計算. MLは二成分. OLは軽油(計算はトリデカン単体). 数値は噴射圧力で単位はMPa. ML160は二成分燃料で噴射圧力160MPa.



断面温度分布



燃焼効率(左)と積算熱損失(右)

今後の展開

- 給排気バルブの移動格子の実装
- 他のエンジン燃焼計算への活用(ポスト噴射時におけるオイル希釈問題)