

テーマ名 (タイトル)	排気エネルギーの有効利用と機械摩擦損失の低減に関する研究開発
SIPチーム	損失低減チーム リーダー大学: 早稲田大学 大聖 泰弘 教授
AICE分科会	ディーゼル燃焼分科会 摩擦損失低減分科会
目的	ターボ過給機の性能向上、燃料改質による排熱回収技術の開発を通じて排気エネルギーを低減する。従来は経験則に基づいていた摩擦損失メカニズムを解明し、大幅低減を狙う。

テーマ名 (タイトル)	潤滑解析モデルの高度化と解析ソルバーの開発
クラスター大学	(13) 東海大学 落合 成行
目的	現行のツールでは解析が困難なオイル・ガス二相流解析によるオイル上がり解析と、ピストンリングの運動・変形連成解析による共振解析等を実施し、可視化実験との検証から高精度設計を実現する。
目的達成のための構想	● 詳細な物理現象の把握のためにシミュレーションの援用を図る
アピールポイント	● 東海大学の解析結果と他クラスター大学の実験とで比較検証を行う

エンジン内解析要素

畔津教授
ピストンリング周辺
油膜厚さ・挙動可視化
流体可視化
可視化実験

落合教授
ピストンリング周辺
隙間流れRe方程式
トライボロジー
実験&解析モデル

山本准教授
ピストンリング
リング共振・振れ回り
有限要素法解析
構造解析

高橋講師
ピストン周辺オイル
オイル・ガス二相流
数値流体解析
流体解析

◆ 二相流解析によるオイル消費予測
◆ 有限要素法によるピストンリング共振解析

二相流解析によるオイル挙動予測

現在の結果 (界面形状再現精度向上中)

先行研究

Hu, X.Y., Khoo, B. C., "An interface interaction method for compressible multfluids", Journal of Computational Physics, 198 (2004) 35-64

二相流の精度検証 (空気中のヘリウム泡一衝撃波解析)

今後の課題

1. 単相移動物体・二相流の精度検証
2. 二相流保存特性の改善手法の導入
3. 二相流への移動境界の導入

蒸発によるオイル消費予測

先行研究

$$q_1 - q_2 = q_3 + q_4$$

熱流束収支, オイル内部エネルギー変化 q_3 , 壁面に伝わる熱流束 q_4

$$q_1 = h_g(T_g - T_o)$$

燃焼ガスから入る熱流束 q_1 , 燃焼ガス温度 T_g , オイル表面温度 T_o , 燃焼室内熱伝導率 h_g

$$q_2 = Lv \frac{dm}{dt} = Lv \frac{h_g}{C_g} \ln \left(1 - \frac{Y_s}{Y_g - 1} \right)$$

蒸発熱流束 q_2 , 蒸発熱 Lv , 蒸発速度 dm/dt , 混合ガス比熱 C_g , オイル質量分率 Y_s

先行研究

先行研究

二相流解析への蒸発モデルの導入 蒸発量の時間変化 実試験との比較

針谷, 飯島, 梶谷, 嶋田, 鈴木, "ガソリンエンジンのオイル消費に及ぼすシリンダ壁面からのオイル蒸発の影響" 自動車技術会論文集 Vol. 41 (2010) No. 5 pp.1055-1062

今後の課題

1. 二相流解析への蒸発モデルの導入と先行研究との比較
2. 二相流解析を生かした空間中における蒸発モデルの導入

ピストンリングの面圧分布の解析

自由状態のピストンリングをシリンダ内に納めた時のシリンダ壁から受ける面圧分布を解析する。

境界条件を開口ローラーに変更

変形前 変形後

合口先端に力を加え大きく変形させる シリンダ壁(接触要素)を配置し、少しづつ力を除く

非接触距離(mm)

ボア変形振幅とリング非接触領域の関係

面圧(MPa)

ボア変形時の面圧分布

ピストンリングの熱変形解析・動的解析

リングのピストン側とシリンダ側で温度勾配がある場合の面圧分布を解析する。

熱変形による面圧分布の変化

今後の課題

面圧分布解析における今後の検討

- ・ ボア変形と合口の向きの関係
- ・ 追従性係数(断面、張力)との関係
- ・ 熱変形の影響

今後の課題

ピストンリングの動的解析

- ・ ボア変形を有するシリンダに接触しながら上下運動するピストンリングの動的挙動の解析
- ・ リング溝及びシリンダとの接触を考慮
- ・ ボア変形・エンジン回転数によって生じられるリングの共振挙動の分析

油膜と流れの可視化

フォトクロミズムにより油膜の任意場所を任意時刻に着色して可視化 : 着色塊の移動から流れを定量化可能

着色の濁度の寿命は常温では数百秒のオーダーであり、またくさび型のガラス勾配(10μm)と対応したグラフとなり、油膜厚さの計測への展開の可能性もある

今後の課題

- ・ 高温場など実エンジンに対応する雰囲気での検討
- ・ 可視化エンジンの油膜可視化に應用する(東京都市大学との共同研究)と共に、計算結果の検証に利用する