

制御チーム 広島大学工学部

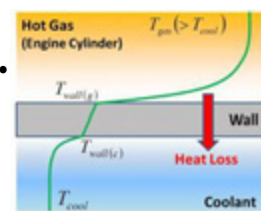
尾形 陽一

CAE
グループ

「自動車エンジン燃焼室3次元CFDコアソフトへの
壁面熱伝達サブモデリング群への組み込み」

研究概要 目的

ガソリンエンジン全体における冷却損失の占める割合は大きく、熱効率50%達成にはシリンダ内冷損低減も重要となるが、CFD解析予測においてシリンダ内の燃焼・ピストン運動に伴う非定常・圧縮性・乱流場に対応可能なサブモデルが必要となる。本課題では境界層内測定データに基づく壁面熱伝達モデルを模索、次世代3Dソフト「**HINOCA**」への組み込み・冷損低減要素の研究を行う。



シリンダ内高温燃焼ガスと低温冷却流体間の温度分布

研究成果

(1) HINOCAによる基本サブモデル評価

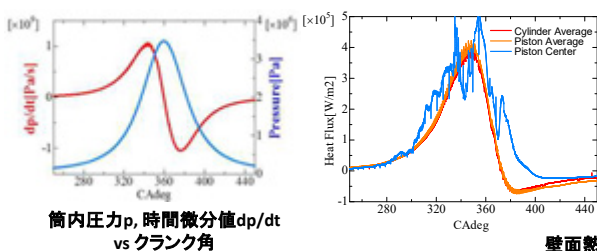
●壁面熱流束基本サブモデルのHINOCA実装

$$q_{W(Rakopoulos)} = \frac{\rho u_\tau C_p T_f \ln\left(\frac{T_f}{T_w}\right) + \left(\frac{dp}{dt} + Q_{comb}\right) \frac{v}{u_\tau} \left(\frac{y^+ - 40}{0.4767 + Pr^{-1}} + 117.31\right)}{\frac{1}{0.4767} \left[\ln\left(y^+ + \frac{1}{0.4767 Pr}\right) - \ln\left(40 + \frac{1}{0.4767 Pr}\right) \right] + 10.2384} n_i$$

●Han and Reitz(1997)

$$q_{W(H\&R)} = \frac{\rho u_\tau C_p T_f \ln\left(\frac{T_f}{T_w}\right) + \frac{dp}{dt} \frac{v}{u_\tau} (2.1 y^+ + 33.4)}{A(y^+)} n_i, A(y^+) = \begin{cases} 7.483 \arctan(0.0935 y^+) & y^+ \leq 40 \\ 2.1 \ln y^+ + 2.513 & y^+ > 40 \end{cases}$$

●壁面熱流束のクランク角変化：モータリング, SIPエンジン



筒内圧力p, 時間微分値dp/dt
vs クランク角

壁面熱流束 vs クランク角
サブモデル①, メッシュサイズ0.5mm

シリンダ壁面平均

$$\langle q \rangle_{W(C+P)} = \frac{1}{S} \oint_{cylinder+piston} q_w dS$$

ピストン壁面平均

$$\langle q \rangle_{W(P)} = \frac{1}{S} \oint_{piston} q_w dS$$

ピストン中心

$$q_W(PistonCenter)$$

(2) シリンダ壁面熱流束分布のCFD予測



予定, 将来展望

- (1) 基本サブモデル → SIP壁面熱流束サブモデルへ：筒内流動に合ったモデル
- (2) 希薄燃焼条件への応用, 計測データ・数値解析結果に基づく冷損評価
- (3) HINOCAによる高精度冷却損失予測 ⇒ 冷損低減予測技術の発展へ

課題

- (1) LES/RANS 各々での壁面熱流束モデルの確認 ⇒ 実機エンジンでの検証
- (2) 層流－乱流境界層遷移, 壁面衝突流, 壁面テクスチャ等の考慮
- (3) 実機シリンダ内流動・熱損失評価 ⇒ ガソリン班計測データとの比較検証