

ガソリン燃焼チーム クラスタ大学26 (冷却損失低減班)

大阪府立大学工学研究科 須賀 一彦, 金田 昌之, 桑田 祐丞

RANS-LESハイブリッドモデルの壁関数に関する研究

目的

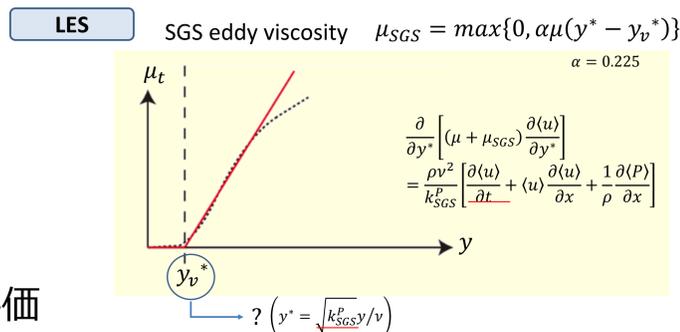
エンジン筒内流動解析への解析的壁関数 (AWF) の開発・適用

- LES用AWFの開発および検証 (今回内容)
- 非定常RANS+AWFの開発



- RANS版HINOCAの予測精度改善+計算コスト低減
- HINOCA竹モデルの実用性向上

研究方法



- LES用AWF開発における定式化

サブグリッドスケール渦粘性係数 μ_{SGS} のモデル化

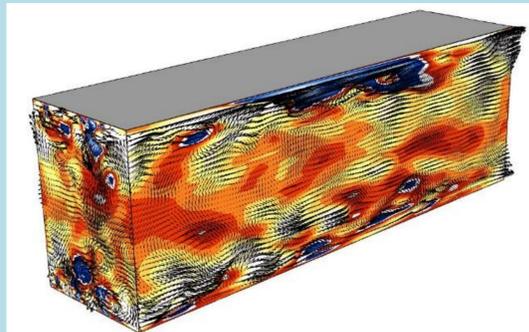
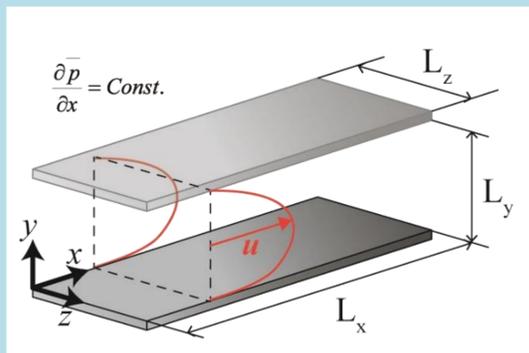
- ①定数 (RANSに組み込むAWFと同じ), ②定数+フィッティング,
- ③関数

- 検証計算

三次元チャンネル乱流において, $Re_\tau = 395, 640, 1020$ の場合の各モデルの評価

主な成果 (モデルの精度検証)

- 解析対象



- Friction Reynolds number Re_τ
 $Re_\tau = u_\tau \delta / \nu = 395, 640, 1020$
- Computational domain
 $L_x \times L_y \times L_z = 6.4\delta \times 2.0\delta \times 3.2\delta$
- Boundary condition
x and z directions : periodic B.C.
y direction : non-slip B.C.
- Grid resolution
 - $102(x) \times 32(y) \times 102(z)$
 - $102(x) \times 50(y) \times 102(z)$
 - $110(x) \times 90(y) \times 110(z)$

- ① $y_v^* = 10.7$ → 非定常性が反映されないため, 精度が悪いことを確認
- ② $y_v^* = \beta \times 10.7$ β : フィッティングパラメータ → Re_τ , 格子解像度に応じた β を探索できた
- ③ 探索した β から関数を構築

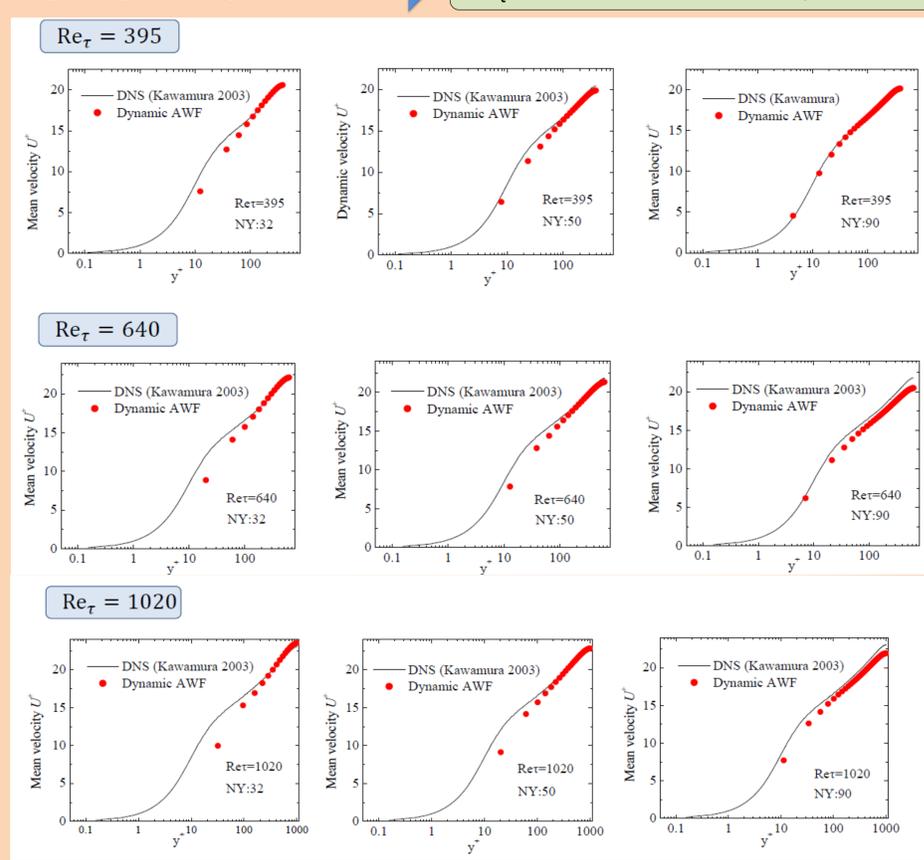
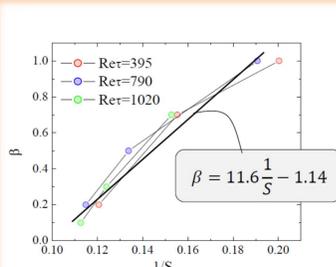
$$y_v^* = 10.7 \times \beta$$

$$\beta = 11.6 \frac{1}{S} - 1.14$$

$$S = \frac{k_{SGS} |du|}{\epsilon_{SGS} |dy|}$$

$$\epsilon_{SGS} = \frac{(k_{SGS})^{1.5}}{\Delta_{SGS}}$$

k_{SGS} is estimated by Simpson's method



- 本モデルにより, LES版AWFの基礎概念を確立できた。
- 乱流渦粘性項の y_v^* に関数を導入することで, Re_τ や格子解像度に対応し, DNSと良い一致を示すモデルを構築できた。
- 壁面近傍点における改良や, 他の流れ場での検証が必要ながわかった。

今年度の取組

- LES版AWFの深化ならびに他の流れ場での検証
- 非定常RANS版のAWF開発
- HINOCAのRANS版および竹モデルの構築への貢献

研究計画

