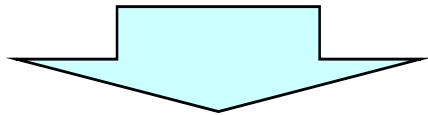


流体

- 自然界には固体、液体、気体があり、液体と気体を合わせて流体と呼ぶ。液体と気体は運動（流れ）が非常に似通っており、その運動を議論するのが **流体力学**

- 大気、川、海の流れ
- 飛行機、新幹線、車の周りの流れ
- ファン、エアコン、ポンプの流れ



どんな状態で流れているか？

- 層流、乱流
- 定常流れ、非定常流れ
- ニュートン流体、非ニュートン流体
- 非圧縮性流れ、圧縮性流れ

解析のポイント
流れの状態は把握することで解析を簡単にすることができる場合があります。

レイノルズ数

- 層流と乱流の判別をおこなうために用いる無次元数です。以下の式で表わされます。

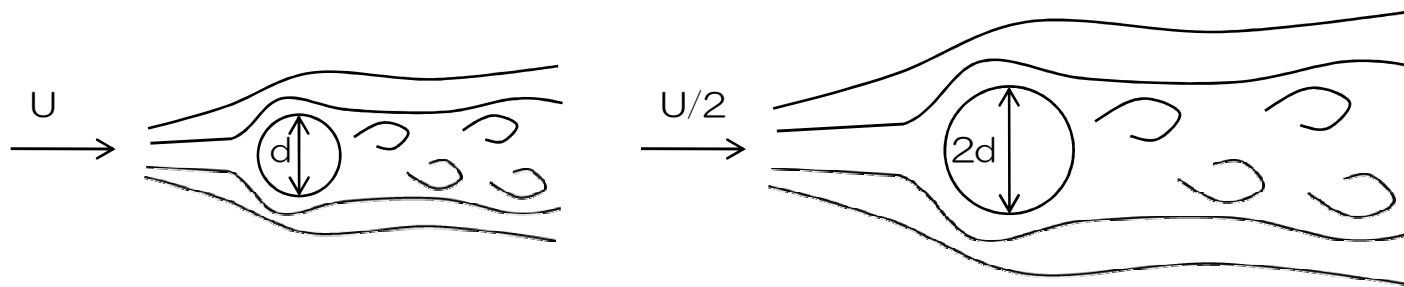
$$R_e = \frac{UL}{(\mu/\rho)} = \frac{UL}{\nu}$$

R_e :レイノルズ数 U :流速 [m/s]
 L :長さ [m] ν :動粘度 [m^2/s]
 μ :粘度 [Pa·s] ρ :密度 [kg/m^3]

分母は粘性力、分子は慣性力の強さを表しており、粘性力（周りの流体要素と同様に動こうとする力）に対する慣性力（周りとは別に動こうとする力）の強さを表しています。レイノルズ数が大きくなることは、各流体要素が別個に運動し、流れ場が乱流に近づくことを意味します。

- レイノルズの相似則

形状が相似であれば、レイノルズ数を一致させると流れが相似になります。実物の寸法で模型を作らなくてもレイノルズ数を一致させれば、流れを再現することができます。





圧縮性流れ

- 圧力により流体の密度が変化することを圧縮性と呼びます。
 - 液体：密度変化を起こし難い=圧縮性が小さい
 - 気体：密度変化を起こし易い=圧縮性が大きい
- 圧縮性は速度に依存します。
 - 通常、音速の30%以上の場合に圧縮性の影響を考慮する必要があるといわれています。
 - 空気（1気圧、15°C）の音速は約340m/sなので、およそ100m/s以上になります。
 - 水の場合、音速が1500m/sなので、通常は圧縮性を考慮する必要はありません。

解析上のポイント

FloEFDでは、定常解析の場合、マッハ3以上、非定常解析ではマッハ1以上で高速流れオプションを使用してください。

熱流体解析の基礎方程式

- 連続の式（質量保存則）

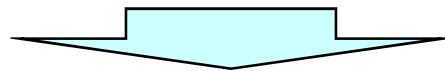
$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0$$

- Navier-Stokes方程式（運動方程式）

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(u_j \rho u_i)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\mu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) - \rho g_i \beta (T - T_0)$$

- エネルギー保存則

$$\frac{\partial(\rho C_p T)}{\partial t} + \frac{\partial(u_i \rho C_p T)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + H$$



上記の三式より
速度u、圧力p、温度Tを求めます。