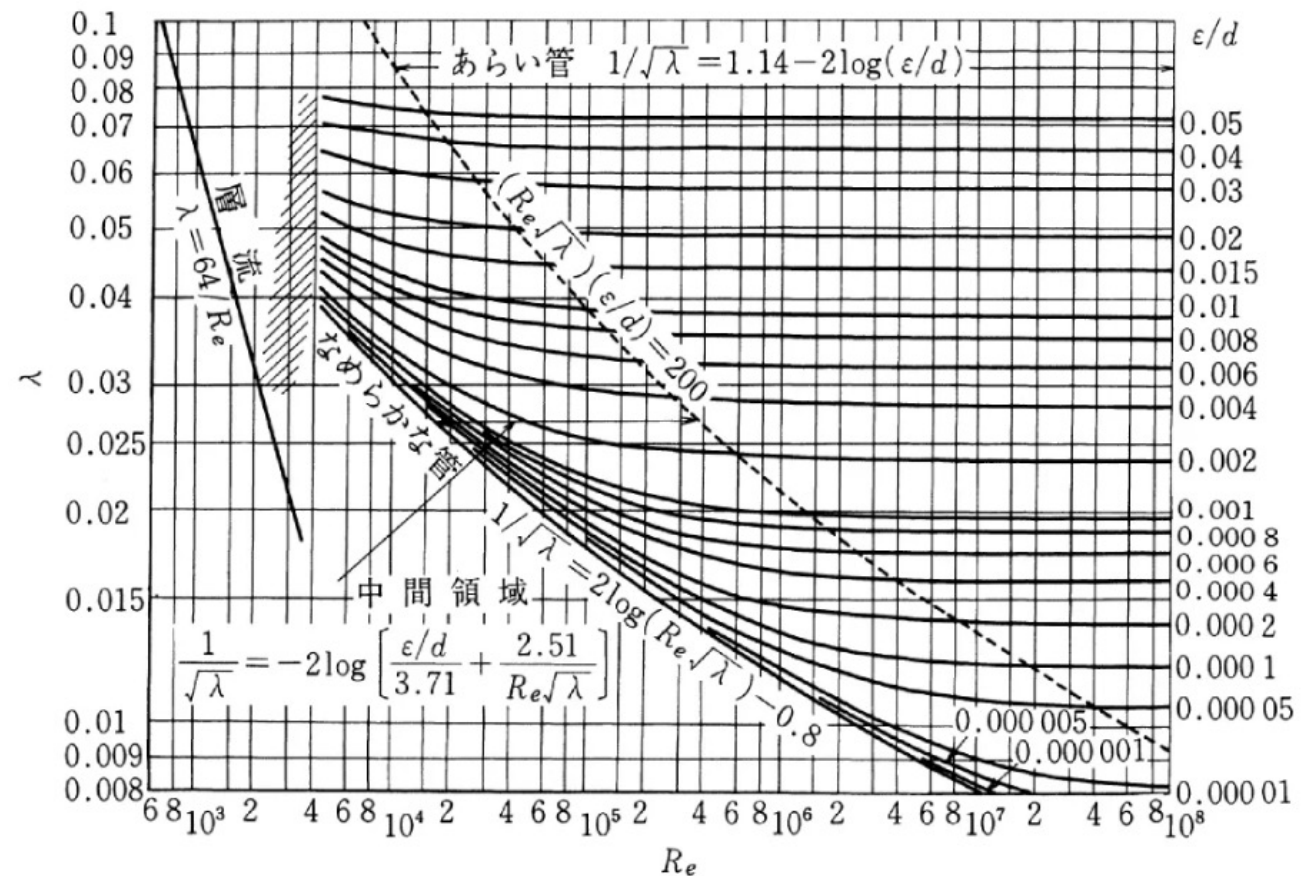


全運動量流束 $M_{xz} = -\mu \frac{\partial v_x}{\partial z} + \rho v_x v_z$

対流(ドヤドヤ)流束
拡散(ジワジワ)流束 $= \frac{\rho v_x v_z}{-\mu \frac{\partial v_x}{\partial z}} = \frac{\rho U U}{\mu \frac{U}{d}} = \frac{\rho U d}{\mu} = \text{レイノズル数} Re$

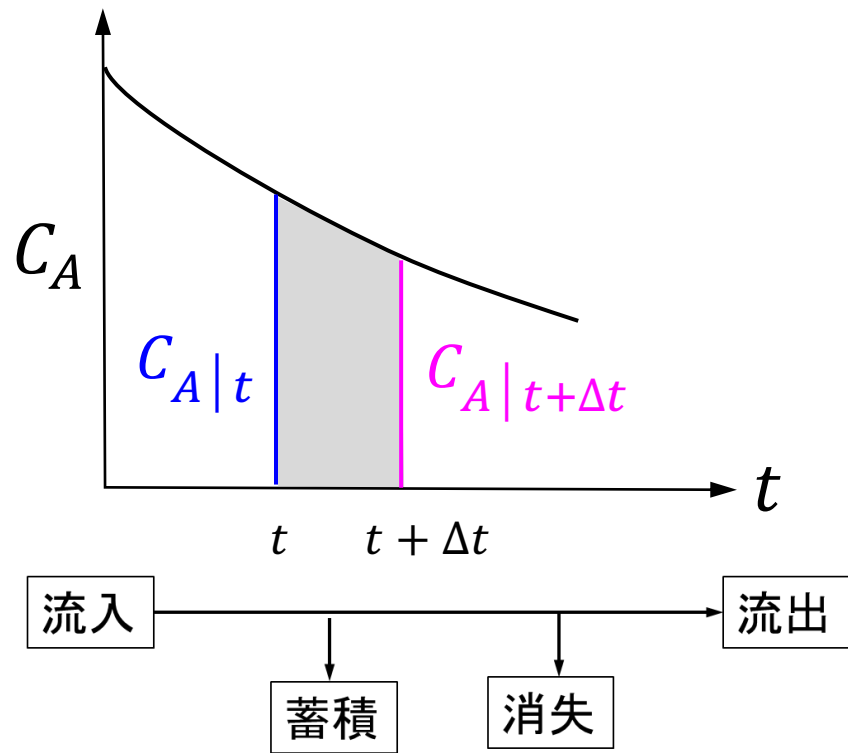
U : 代表速度
 d : 代表長

レイノズル数 $Re = \frac{\text{慣性力}}{\text{粘性力}} = \frac{\rho U^2 d^2}{\mu U d} = \frac{\rho U d}{\mu}$



2100~2500より小さい領域は層流

図: ムーディ線図 (管摩擦係数)

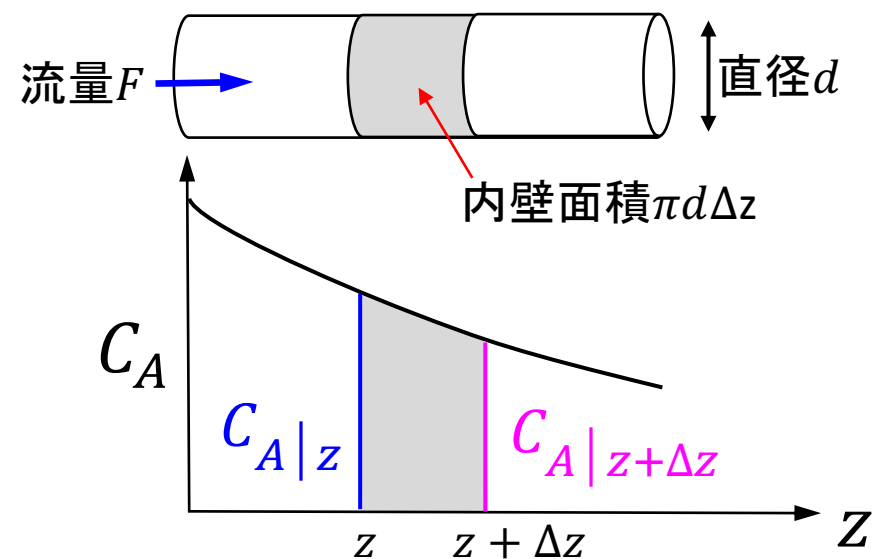


$$\begin{aligned} \text{ゼロ} - (C_{A|t+\Delta t} - C_{A|t})V - (R_A \times V)\Delta t &= \text{ゼロ} \\ -(C_{A|t+\Delta t} - C_{A|t})V &= (R_A \times V)\Delta t \\ -(C_{A|t+\Delta t} - C_{A|t}) &= R_A \Delta t \\ -\frac{(C_{A|t+\Delta t} - C_{A|t})}{\Delta t} &= R_A \end{aligned}$$

一次反応による消失がある場合、 $R_A = k_1 C_A$

$\Delta t \rightarrow 0$ として

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} = -k_1 C_A$$



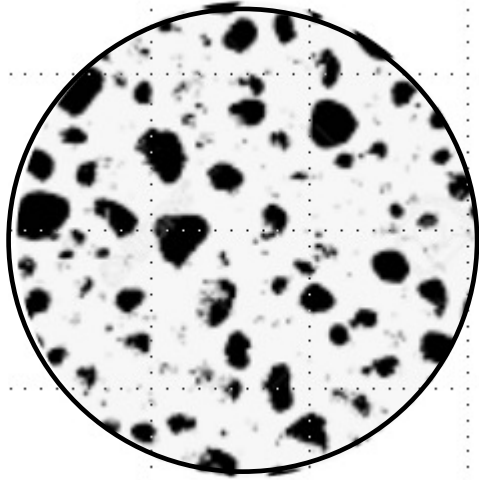
$$\begin{aligned} F \Delta t C_{A|z} - \text{ゼロ} - (R_{sA} \times \pi d \Delta z \Delta t) &= F \Delta t C_{A|z+\Delta z} \\ -(R_{sA} \times \pi d \Delta z) &= F (C_{A|z+\Delta z} - C_{A|z}) \\ \frac{F (C_{A|z+\Delta z} - C_{A|z})}{\Delta z} &= -\pi d R_{sA} \end{aligned}$$

管の壁面積当たりの反応速度は、 $R_{sA} = k_{s1} C_A$

$$F \frac{\partial C_A}{\partial z} = -\pi d k_{s1} C_A$$

$$\frac{F}{\pi d} \frac{\partial C_A}{\partial z} = -k_{s1} C_A \quad \text{ここで } F = u \frac{\pi d^2}{4}$$

クネクネ度 → 屈曲度 τ
 スカスカ度 → 空孔度 ε



有効拡散係数 $D_{Ae} = \frac{\varepsilon}{\tau} D_A$

$$J_{Ar} = -D_{Ae} \frac{\partial C_A}{\partial r}$$

$$S J_{Ar} = -S D_{Ae} \frac{\partial C_A}{\partial r} = -S \frac{\varepsilon}{\tau} D_A \frac{\partial C_A}{\partial r} = -(\underbrace{S\varepsilon}_{\text{拡散移動できる孔の面積}}) D_A \frac{\partial C_A}{\partial (\underbrace{\tau r}_{\text{クネクネ動く距離}})}$$

拡散流束

$S\varepsilon$: 拡散移動できる孔の面積

τr : クネクネ動く距離

孔(pore) 入口と出口がある
 穴(hole) 入口と底がある

(重量) 比 表面積 = $\frac{\text{表面積}}{\text{重量}}$