

～ 流体力学の基礎 ～
第8回
流体摩擦および境界層4
流体抵抗1

OpenFOAM 勉強会 for beginner
2012年08月26日(日)

講習会のスケジュール概要 (あくまでも現時点での予定です)

OpenFOAM
勉強会
for beginner

流体力学の基礎		
第 1回目	2011.09	流体について
第 2回目	2011.10	流体静力学
第 3回目	2012.01	流体運動の基礎理論1
第 4回目	2012.02	流体運動の基礎理論2
第 5回目	2012.03	流体運動の基礎理論3
第 6回目	2012.04	流体摩擦および境界層1
第 7回目	2012.05	流体摩擦および境界層2
第 8回目	2012.07	流体摩擦および境界層3
第 9回目	2012.08	流体摩擦および境界層4、流体抵抗1
第 10回目	2012.09	流体抵抗2

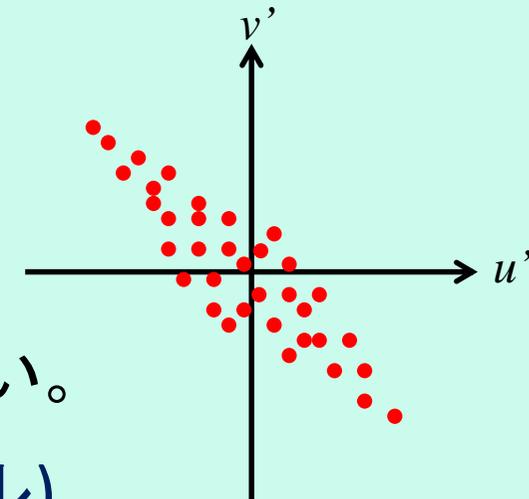
前回までのお話1

- ・レイノルズ応力

$$\overline{u'v'} \neq 0$$

u' と v' の間には相関がある。

乱流はランダムに乱れているわけではない。



- ・レイノルズ応力のモデル化(乱流モデル)

ブシネスクの渦粘性モデル

$$\tau_t = -\rho \overline{u'v'} = \rho \nu_t \frac{d\bar{u}}{dy}$$

プラントルの混合距離理論

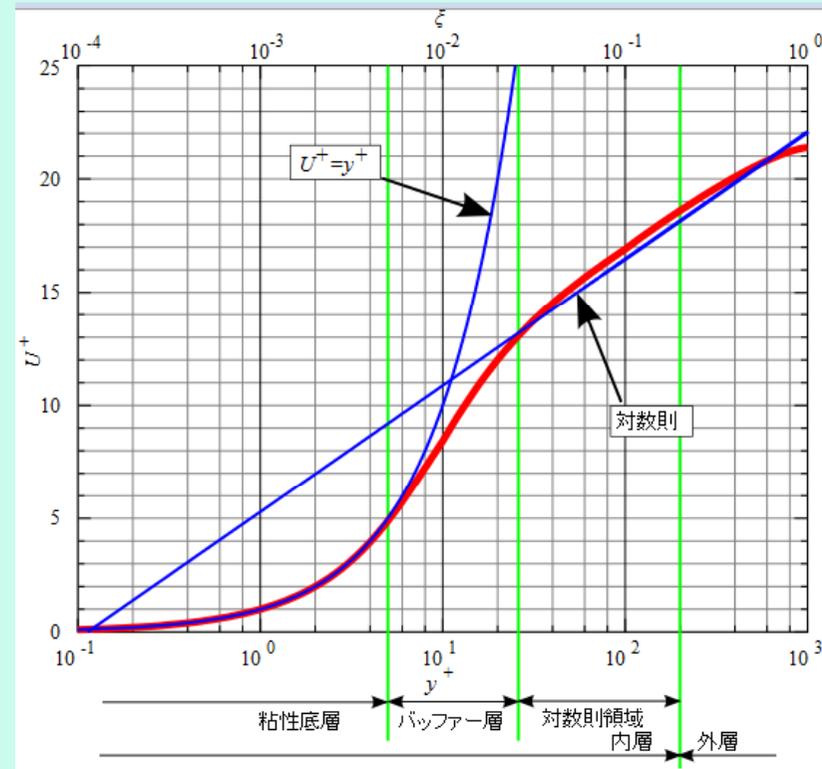
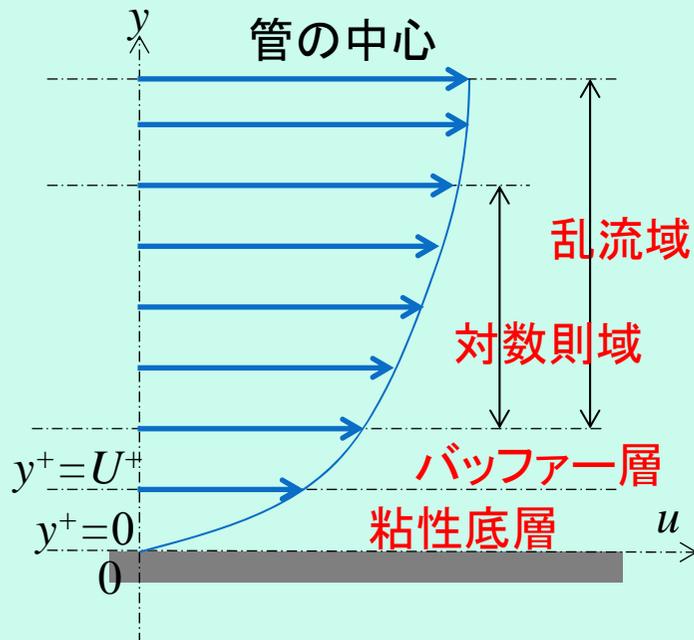
$$\tau_t = -\rho \overline{u'v'} = \rho \kappa^2 y^2 \left| \frac{du}{dy} \right| \frac{du}{dy}$$

前回までのお話2

対数分布則(平滑円管内)

$$\frac{u}{u_\tau} = 2.5 \ln y^+ + 5.5 \quad \left(y^+ = \frac{u_\tau y}{\nu} \right)$$

※ 図: Wikipediaより



今回のお話

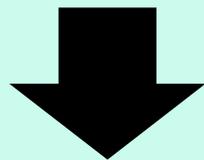
- ・前回の続きです。
(円管内の流れが乱流の場合のお話です。)
- ・粗い円管内の乱流

おさらい: 対数分布則(平滑円管内)

$$\frac{u}{u_\tau} = \frac{1}{\kappa} \ln y^+ + A \quad A: \text{普遍定数}$$

$$\left(u_\tau = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} \right)$$

摩擦速度

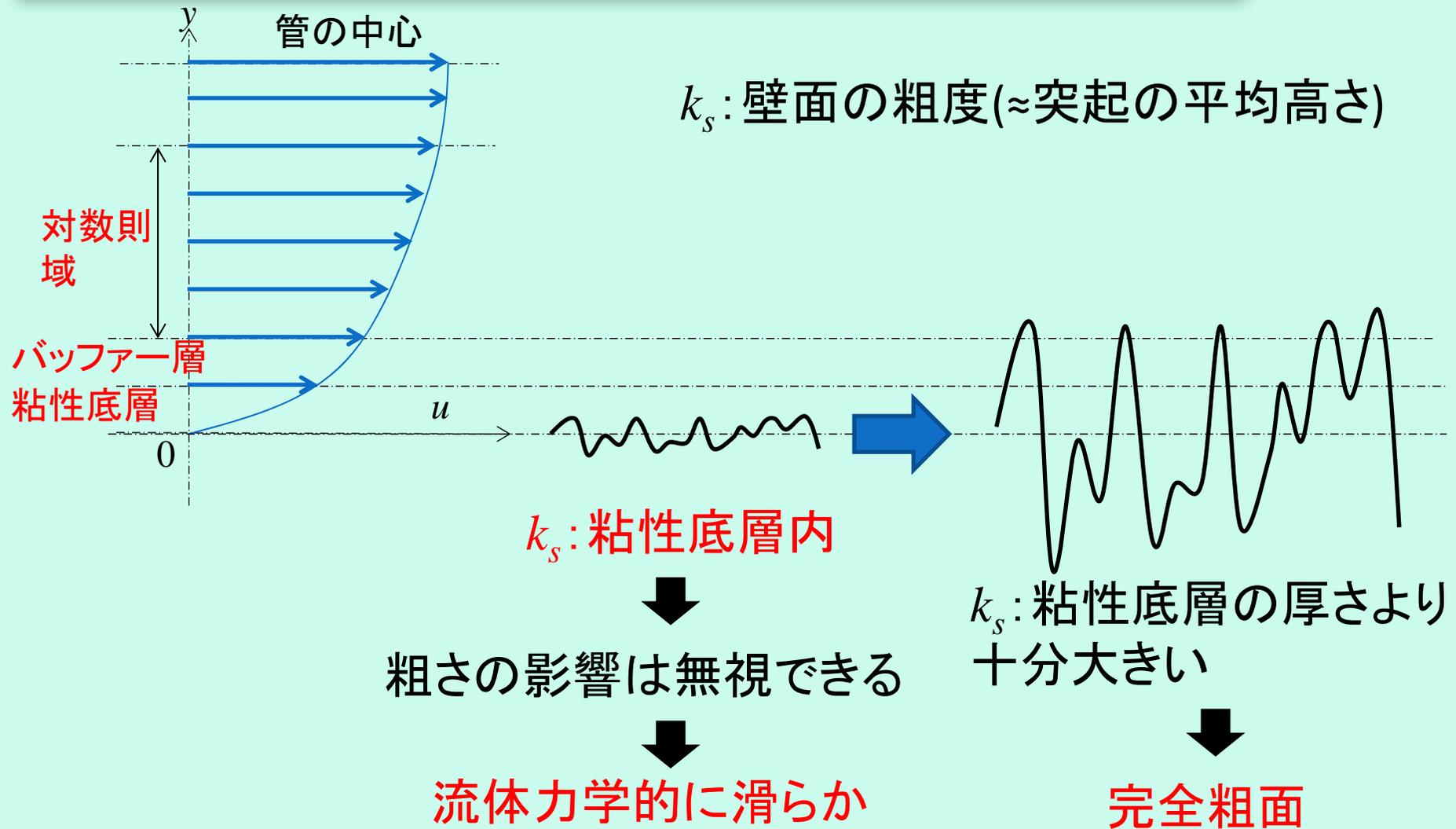


実験などから...

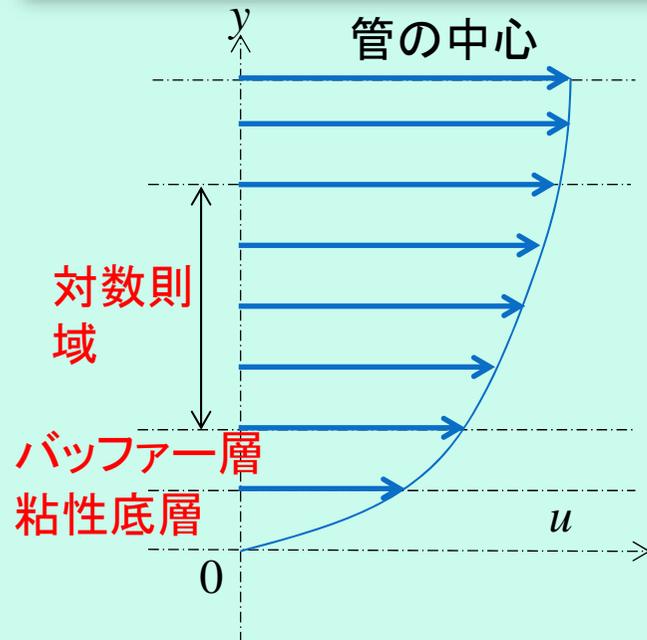
$$\frac{u}{u_\tau} = 2.5 \ln y^+ + 5.5 \quad \left(y^+ = \frac{u_\tau y}{\nu} \right)$$

対数分布則

壁面粗さの考え方



粗さレイノルズ数による分類1



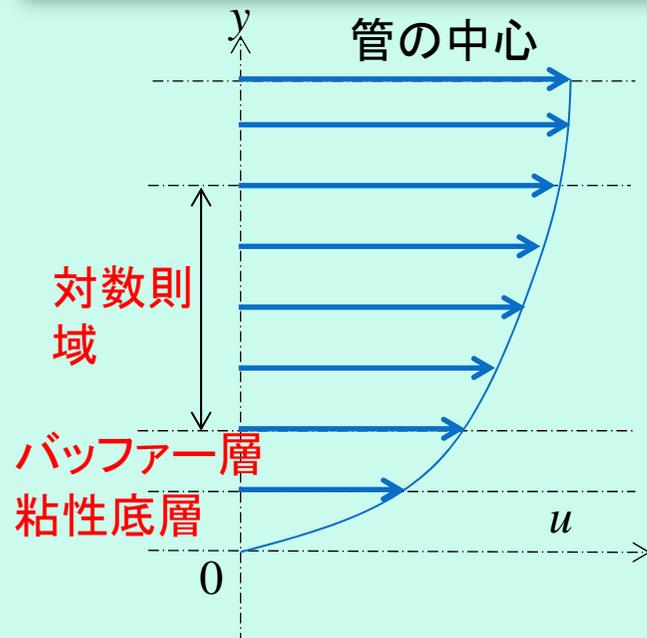
$$\text{粗さレイノルズ数: } Re_r = \frac{u_\tau k_s}{\nu}$$

$$Re_r \leq 4 \quad \text{流体力学的に滑らか}$$

$$4 < Re_r < 70 \quad \text{遷移領域}$$

$$Re_r \geq 70 \quad \text{完全粗面}$$

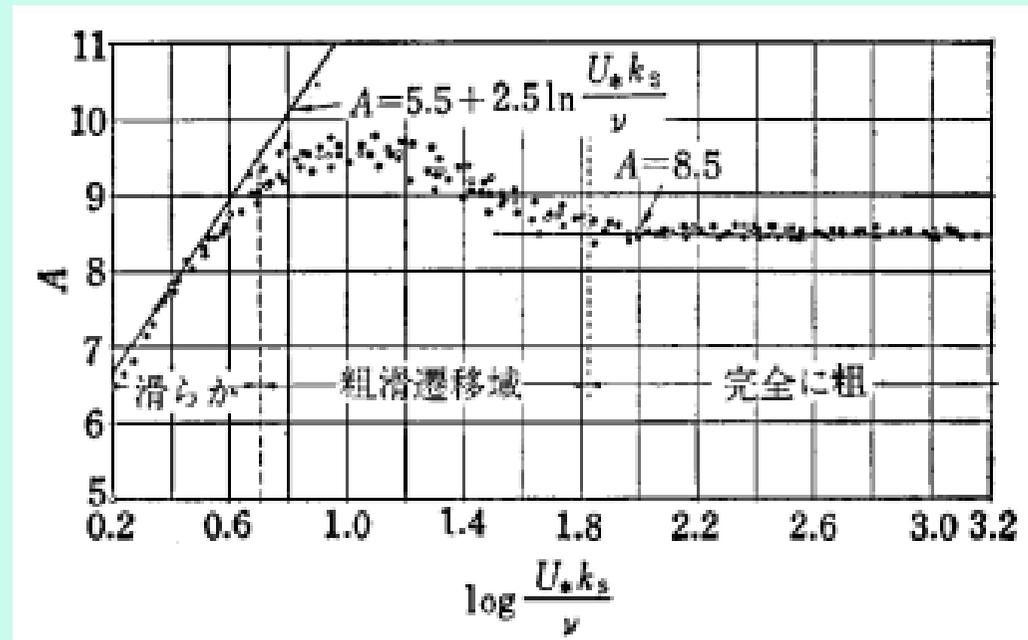
粗さレイノルズ数による分類2



$$\frac{u}{u_\tau} = \frac{1}{K} \ln y^+ + A$$

$$Re_r \leq 4 \quad \longrightarrow \quad A = f(Re_r)$$

$$Re_r \geq 70 \quad \longrightarrow \quad A = f(k_s / d) \quad \text{完全粗面では、} A \text{は} Re_r \text{に依存しない}$$



完全粗面における対数分布則

$$\frac{u}{u_\tau} = 2.5 \ln \left(\frac{y}{k_s} \right) + 8.5$$

流体抵抗:はじめに

これまで...

円管内の流れ(内部流れ)について着目してきた。

ここから...

物体周りの流れ(外部流れ)について着目。



外部流れ問題の中でも、流体抵抗を中心に触れる。

流体抵抗の分類

$$[\text{流体抵抗}] = [\text{摩擦抵抗}] + [\text{圧力抵抗}]$$

[摩擦抵抗]

- ・物体表面に働くせん断応力による抵抗

[圧力抵抗]

- ・物体表面に作用する圧力による抵抗

※ 乗り物の場合、抵抗の大半は圧力抵抗

流体抵抗力の表現

$$F_D = F_f + F_p$$

$$F_D = C_D \frac{1}{2} S \rho V^2$$

$$F_D = (C_f + C_p) \frac{1}{2} S \rho V^2$$

$$C_D = C_f + C_p$$

C_D : 流体抵抗係数

$$C_D = f(Re) \quad Re = \frac{UL}{\nu}$$

F_D : 流体抵抗力

F_f : 摩擦抵抗力

F_p : 圧力抵抗力

S : 代表面積

U : 代表速度

L : 物体の代表長さ

まとめ

本講座では、以下のことについて説明しました。

- 粗面の対数分布則について説明しました。
- 流体抵抗は摩擦抵抗と圧力抵抗に分類できる。
- 流体抵抗力の一般的な表現を説明しました。

次回の予告

次回の流体力学の基礎では、
「**流体抵抗2**」と題して講習会を行います。

次回もOpenFOAM勉強会for beginnerの中
で行いたいと思います。

本日は、講習会「流体力学の基礎」に
お付き合い頂きありがとうございました。