

## 伝熱学Ⅱレポート課題② (第3章 平板強制対流熱伝達 (層流))

コース名( ) 学籍番号( ) 氏名( )

前回レポートの「解答の注意事項」, 採点基準を再確認すること。

Question (解答は日本語で構いません。) Answer the following questions without using symbols, equations, and figures (graphs).

- a) Explain how to measure friction coefficient for a pipe flow. (What kind of experiment do you design? What values are measured and how are they measured? How do you calculate the friction coefficient from the measured values?) You can assume that the flow is fully developed.
- b) Explain how to measure heat transfer coefficient for a pipe flow. (What kind of experiment do you design? What values are measured and how are they measured? How do you calculate the heat transfer coefficient from the measured values?) You can assume that the flow is fully developed.
- c) Explain why the experiments you proposed in (b) have higher measurement accuracy as compared to the experiments directly measuring the temperature gradient on the wall (equation (2.8) of the textbook).
- d) Which part(s) of the following description is (are) incorrect? Why? "By using the Colburn analogy, the experiment for the friction coefficient gives more accurate heat transfer coefficient than that measured by the heat transfer experiment".

注) friction coefficient: 摩擦係数, heat transfer coefficient: 熱伝達率, measurement accuracy: 計測精度

Hints You cannot use equations (3.21), (3.39), and (3.52) of the textbook in the above measurements of (a) and (b).

【解答例】 **【10点満点】**

説明不足の解答は, 2点部分は半分だけ加点, 1点部分は加点なし.

誤字, 意味の分からない表現, (正解に加えての) 軽微な誤った表現・答が2つで1点減点.

加点対象の表現が別の設問部分に書いてあっても加点なし.

導出過程がない解答や答えのみの解答は加点なし (結論だけでは加点なし).

記号, 式, 図が書いてあればその設問は0点.

- a) 管内流であれば, (例えば空気流では) ブロウで定常流を形成させ, 体積流量を流量計で計測する, 主流方向2点間での静圧変化 (圧力損失) を差圧計 (例えばマンメータ) で計測し【2点】(測定対象と測定方法に), 力の釣り合い式を用いて圧力損失から壁面せん断応力を算出し, それを動圧 (平均流速は体積流量を流路断面積で割って算出) で割ることで摩擦係数を算出する. 【1点】(算出方法に)

注1) 流速のピット管計測から  $Re_x$  を計算し, 解析解 ( $C_{fx} = 0.664Re_x^{-1/2}$ ) から求める (の言葉での説明) は加点なし. (これは解析解なので, 壁面せん断力計測ではない. Hints をよく読むこと.)

注2) 「教科書の式(\*.\*)に代入して求める」, 「摩擦係数の定義式に代入して求める」は算出方法の加点なし. 設問(b)でも同様.

注3) 管摩擦係数と摩擦係数は定数倍だけずれた値となる異なるものであることに注意.

- b) 設問(a)の状態と流量計測に加え, 壁面を電気ヒータで加熱し (周囲を断熱し), (入口) 流体温度, 壁面温度, 壁面熱流束 (加熱量) を計測する. 流体温度と壁面温度は (例えば) 熱電対で計測し, 電気ヒータへの通電加熱量 (電力) を電力計で計測する【2点】(測定対象, 加熱方法と加熱量・温度の測定方法に). 壁面熱流束は加熱量をヒータ面積 (円管内面積) で割って算出する. 局所流体温度は混合平均温度として (入口流体温度, 比熱, 質量流量, 壁面熱流束, 軸方向位置, 管半径から) 算出する. そして, 壁面熱流束を壁面と流体の温度差で割ることで (局所) 熱伝達率が算出できる. 【1点】(算出方法に)

注4) Hints に書いたように式(3.21),(3.39),(3.52)を用いる方法は加点なし.

注5) 加熱方法と加熱量 (電力) の測定方法の説明は必須 (ヒータの電力をどうやって計測するのかの説明が必須).

注6) 水を流して管に通電加熱すると水に電流が流れてしまい実験が出来ない. (が, 減点なし.)

- c) (b)の熱伝達率計測は, 壁面と壁面近傍での (温度センサ挿入によって流れ場が変化することに加え, ほぼ同じ値の差を取る) 近接2点計測という計測困難な (局所的な) 温度勾配からではなく, 全体の加熱量から熱流束を求めているので精度が高い. 【2点】(理由に)

注7) 温度センサ挿入による流れ場の変化だけでは1点のみ加点.

- d) "more accurate"が間違っている. コルバーンのアナロジーは層流平板境界層流れに対して導かれた式であり, 摩擦係数とヌセルト数間のコルバーンのアナロジーが成立するにはいくつかの仮定が必要であり, 厳密な式ではないからより正確な値を与えるわけではない. 【2点】(訂正箇所と理由の両方書けて)

注8) コルバーンのアナロジーで (熱伝達実験に比べて) より正確な値が求まるわけではない. 一方, 測定精度の問題で熱伝達実験がどのような計測方法でも正確な値を与えるわけでもない.

注9) プラントル数の制限は仮定の一部であるので, それだけでは減点対象. 「簡便に熱伝達率を予測できる」という解答も (流路形状, 仮定等について説明していなければ) 減点対象.

- 注10) 問題文を良く読むこと。記号、式、図を使わないで説明すること。問われていることに解答すること。
- 注11) 他人（採点者）が読めるように書くこと。正しい日本語で書くこと。
- 注12) もっとわかりやすい文章で説明をすること。全体的に説明不足。ぶっきらぼうに単語を並べないこと。
- 注13) スキャン方法（濃淡、サイズ、長方形など）を改善すること。余白を設けないと見えない部分が生じる。
- 注14) 類似答案は提出しないこと。