

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) As for heat transfer of incompressible forced convection with a selected flow-passage geometry, the Nusselt number becomes a function of the Reynolds number and the Prandtl number. Explain why.
 b) The definitions of the Biot and Nusselt numbers are superficially same. Explain what is different. Explain the physical meanings of these dimensionless numbers.
 c) What is the Colburn analogy? What are the assumptions used in its derivation?
 d) In what situation do you use the Colburn analogy? What is the advantage of using the Colburn analogy?

注) forced convection: 強制対流, superficially: 表面的には, derivation: 導出

【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. 加点部分の誤字や重大な誤りは1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) 流路形状を決めた (非圧縮) 強制対流熱伝達での熱伝達率は, 流速, 長さ, 密度, 粘性係数, 熱伝導率, 比熱 (という物理量) の関数となる. 【1点】 (関係する物理量の関数という説明に) この関係に次元解析を行う (各物理量の単位を考える) とヌセルト数, レイノルズ数, プラントル数という3つの無次元数間の関係になるから.

【1点】

注1) 後半部分は, 「次元解析」または「各物理量の単位を考える」と明記がなければ0点. 「無次元化する」だけでは0点. 「強制対流熱伝達」を考えてなければ0点.

- b) 分母の熱伝導率がヌセルト数では流体の値, ビオ数では固体の値である点が違いである. **【1点】 (違いに)** ヌセルト数の物理的意味は, 流動する流体の熱流量と静止流体中の熱伝導による熱流量との比である. **【1点】** 一方, ビオ数の物理的意味は, 熱通過における固体側の温度変化と流体側の温度変化の比である. **【1点】**

注2) ヌセルト数は「熱流量の比」と明記がなければ0点. (「熱伝達と熱伝導の比」では0点.)

注3) ビオ数は「熱通過 (または同一熱流量)」, 「固体, 流体」と明記がなければ0点.

注4) ビオ数の別解「熱通過における固体の熱伝導による熱抵抗と流体の熱伝達による熱抵抗の比」で1点.

- c) (層流平板境界層流れにおける) 熱伝達率の無次元数であるスタントン数と壁面粘性せん断応力の無次元数である摩擦係数の間の関係式がコルバーンのアナロジーである. **【1点】** 仮定としては, 層流平板境界層であることに加え, 定常, 2次元, 非圧縮, 物性値一定, プラントル数が0.6以上50以下 **【最大2点】 (各1点)** が用いられている.

注5) 「熱伝達と流体摩擦の関係式」, 「熱伝達率と摩擦係数の関係式」でも1点.

注6) 「層流平板」では0点.

- d) コルバーンのアナロジーは圧力損失 (摩擦係数, 壁面せん断応力) の実験結果から熱伝達率を推定する際に用いることが出来る. 【1点】 (利用例に) 通常, 熱伝達率計測よりも圧力損失 (摩擦係数) 計測の方が容易なので (流れ場だけを設定すればよいので), 計測が容易な圧力損失 (摩擦係数) 計測結果から (流れ場に加えて温度場も設定しなければならぬ) 熱伝達率が予測できることがコルバーンのアナロジーを用いる利点である.

【1点】 (利点の説明に)

注7) コルバーンのアナロジーで (熱伝達率の直接計測に比べて) より正確な値が求まるわけではない. 熱伝達率計測と圧力損失 (摩擦係数, 壁面せん断応力) 計測の難易区別の明記がないものは後半加点なし.

注8) 記号, 式, 図を書かないで説明すること.

注9) 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. (意味の分からない文章多数あり.)
 きれいにスキャンすること. 幅方向に余白を残して解答を記載すること. 氏名にふりがなをふること.

注10) 言葉で詳しい説明をすること. 何が大切か (何を説明すべきか) を考えて解答すること. (違いを質問されたら違いを解答する.) ぶっきらぼうに単語を並べないこと.

注11) 類似答案は提出しないこと.