

科 目 名
伝 熱 学 Heat Transfer

3 年 前期 2 単位 選択

難 波 和 身

概 要

熱については、熱力学で熱と仕事との関係を学習しているが、本科目では、具体的な熱の移動、すなわち、温度差が生じた時、高温側から低温側へどのような移動速度で熱エネルギーが移動するかを対象とする。熱力学が2つの法則から出発し、静的な理想状態を扱う演繹的な学問であるのに対し、伝熱学は、動的なものも含めて扱い、具体的な問題の答え＝数値を、実験式等の助けも借りて、明確にする学問である。その適用範囲は、熱機関のみならず、広く、工業製品、工業設備の熱設計、生活一般（衣食住）に及んでいる。

目 標

- ① 伝熱の3形態を理解し、熱流束、温度場の意味を正確に理解すること。
- ② 平行平板、円管、球の定常熱伝導・熱通過の熱計算ができるようになること。
- ③ 非定常熱伝導の結果、熱交換器、ひれつき面の伝熱計算結果を理解すること。
- ④ 対流熱伝達の熱伝達率の起源を理解すること。
- ⑤ 実験式を元に熱伝達率の計算ができるようになること。
- ⑥ 放射伝熱の簡単な計算ができるようになること。

授業計画

テ ー マ	内 容
① 伝熱基礎 熱伝導	伝熱学とは、伝熱の3形態（熱伝導、熱伝達、放射伝熱）熱流束、温度場
② 熱伝導の基礎事項	固体の伝熱＝熱伝導、フーリエの法則、熱伝導率 もっとも簡単な例＝平行平板の定常熱伝導
③ 熱伝導一応用（定常非線形）	円管、中空球の熱伝導、熱伝導率に温度依存性のある場合
④ 熱伝導の数学的取扱い	熱伝導の微分方程式、その解の例（平行平板、円管、中空球）
⑤ 非定常熱伝導	時間変化のある場合の解法＝変数分離法を用いた級数解、差分方程式と数値計算、図式解法
熱通過	
⑥ 熱通過計算	流体と固体界面間の伝熱＝熱伝達、ニュートンの冷却の法則、複数の熱伝導と熱伝達の複合した場合の実効熱伝達率＝熱通過率、熱通過計算
⑦ 伝熱機器－熱交換器	熱交換器とその熱移動形式、隔板式並流型・向流型熱交換器の伝熱計算、対数平均温度差、温度効率
⑧ 伝熱機器－ひれつき面	ひれ（伝熱面積を稼ぐ）の効果、側面に柱をつけた場合の伝熱計算、ひれつき面とその伝熱計算
対流熱伝達	
⑨ 対流熱伝達の基礎	自然対流、強制対流、速度境界層と温度境界層、熱伝達率、熱伝達に関わる無次元数：Re、Nu、Pr、Gr
⑩ 対流熱伝達の解析	境界層方程式を解く方法の例＝ブラウシウスの解、実験データを使う方法＝実験データの次元解析
⑪ 実験式からの熱伝達率算出	対流熱伝達の各種実験式、実験式を用いた熱伝達率の算出例（演習）
⑫ 沸騰・凝縮を伴う熱伝達	沸騰熱伝達の様相、サブクール沸騰、核沸騰、膜沸騰、バーンアウト、遷移沸騰、凝縮を伴う熱伝達における膜状凝縮と滴状凝縮
放射伝熱	
⑬ 放射伝熱の基礎	放射伝熱の概念、プランクの法則、ウィーンの変位則、ステファン-ボルツマンの法則、キルヒホッフの法則、ランバートの法則、高温ガスの熱放射
⑭ 放射伝熱の計算	黒体二面間の放射伝熱の計算、放射伝熱の形態係数、平行な平面間の放射伝熱の計算、二面間の放射係数

授業方法

教科書、プリントを用いた講義、小テスト、宿題。

評価方法

試験を主とし、出席率、小テスト、宿題を加味して評価する。

教 材

教科書：伝熱工学（森北出版）
その他：プリント

履修上の注意

電卓（またはそれに機能上匹敵するもの）必携
推進機関、動力装置等の理解には熱力学に続いて本科目を受講することをお薦めする。
また、対流熱伝達について掘り下げた理解には、流体力学が必須であるため、これも受講しておくことをお薦めする。
ただし、各々、別個の学問であり、本科目のみの受講でも問題の起こらないように進めていくつもりです。