

科目名

伝熱工学

Heat Transfer Engineering

3年 前期 2単位 選択

齊藤弘順

【科目区分】

学士課程共通の学習成果一覧表との対応：1-(2), 2-(2)(4)(5), 4

【概要】

自動車など熱機関を動力源とする機械は言うに及ばず、電化製品も源をたどればその殆どは熱機関による発電に頼っており、熱は広くエネルギー源として活用されている。その基本となるのが移動状態にあるエネルギーとしての熱に関する理解であり、エネルギーの有効活用およびエネルギー変換機器をはじめとした機械製品の設計には“熱の伝わり方”に関する知識は必要不可欠である。本講義では基本的な熱設計法（論理的思考および確実なる計算）の修得を念頭に、身のまわりの現象から産業界における諸問題ならびに地球温暖化のメカニズムにいたるまで、具体的な事例を取り上げながら、また社会と技術との関わりを示しながら伝熱現象の基本的な原理を解説する。

【到達度目標】

- ① 伝熱の3形態を理解する。
- ② 熱伝導率の物理的意味を理解する。
- ③ 速度境界層と温度境界層の形成メカニズムを理解する。
- ④ 熱伝達率の物理的意味を理解する。
- ⑤ 熱伝達率と速度・温度境界層との関係を理解する。
- ⑥ 熱通過現象を理解し、熱通過計算手法を修得する。
- ⑦ 無次元数（レイノルズ数、ヌッセルト数、プラントル数）による現象表現の意義を理解する。
- ⑧ 放射伝熱の基本法則を理解する。

上記①～⑧を通して伝熱の基本的な形態および産業や実生活における伝熱現象の利用法に関して理解し、機械の熱設計に必要な計算手法を習得するとともに技術者の素養（センス）を磨く。

【授業計画】

テーマ	内容
① 伝熱工学の意義	熱力学と伝熱工学との接点（伝熱工学の発展の歴史と将来）について述べる。
② 伝熱の基本3形態	熱の伝わり方として熱伝導、対流熱伝達、放射伝熱について概括的に述べる。身の周りの事例について宿題を課す。
③ 1次元定常熱伝導とフーリエの法則	定常温度場の概念を学習すると共に、熱伝導の基本法則であるフーリエの法則について解説し、物性値としての熱伝導率の意味を説明する。
④ 多層平板の温度分布	構造物の基本形態として、多層平板をよぎる熱流束と内部の温度分布の1次元熱伝導解析による推定方法について解説する。
⑤ 多層円管の温度分布	もう一つの構造物の基本形態として、多層円管をよぎる熱流量と内部の温度分布を1次元熱伝導解析により推定する。
⑥ 非定常熱伝導の基礎式	1次元非定常温度場の概念を学習するとともに、エネルギー保存則から熱伝導方程式を導出する。また、熱拡散係数の物理的意味について述べる。
⑦ 熱伝導のまとめ	熱伝導方程式を3次元まで拡張し、物体内部の温度分布は熱伝導方程式を境界条件の下で解くことにより得られることを1次元定常熱伝導を例に挙げて解説する。
⑧ 温度境界層と熱伝達率	対流熱伝達の基礎を学習する。熱伝達のメカニズムを概説し、温度境界層の意味および技術的係数としての熱伝達率の意味について説明する。
⑨ 熱通過率と熱抵抗	熱設計にける最も実質的なものとして熱伝導と熱伝達の複合問題としての熱通過現象について解説する。
⑩ 熱通過問題の演習	建築物の壁に対する熱設計の演習を行う。宿題も課す。
⑪ 対流熱伝達の解析	対流熱伝達を利用した熱設計において熱伝導同様基礎式を解き数式的に温度場を推定する方法について述べる。
⑫ 強制対流熱伝達	強制対流利用の熱設計における無次元数による実験式の意義について説明する。またレイノルズ数、ヌッセルト数およびプラントル数の物理的意味について解説する。
⑬ 対流熱伝達のまとめ	自然対流のメカニズムを説明し、自然対流の際に重要となる無次元数（グラスホフ数）の物理的意味を説明する。また、対流熱伝達の総まとめを行う。
⑭ 放射伝熱の基本法則	放射伝熱の基本となるプランクの法則、ステファンボルツマンの法則、ウィーンの変位則およびキルヒホッフの法則について説明する。
⑮ 放射伝熱のまとめ	太陽放射の基礎概念と温室効果の原理を説明し、地球温暖化問題について概説する。
⑯ 定期試験	試験と同時に総復習した内容を所定の用紙にレポートとして提出させる。

【授業方法】

目に見えない伝熱現象をイメージできるように概念図や事例を多く用いながら授業を進める。また計算はあくまで機械システムの熱設計を念頭におき、数式は公式ではなく物理と数学の接点であることを重視して説明を行う。ある一定の進捗毎にそれまでの講義内容のまとめのプリントを配布するとともにテキストでは第何章まで解説済みであることを説明し、テキストの章末問題等の自習を促す。配布プリントの内容はスクリーン投影し、講義中に解説も行う。

【学習到達度の評価】

1. 授業中に教員より時に質問し理解度を確認する。
2. 特に重要な箇所は宿題を課し、添削して学生に返却し、理解不足の事項を各人に認識させる。
3. 定期試験では記述式の問題も必ず出題し、論理的思考・記述の修得度を確認する。

【評価方法】

定期試験（80点）、レポート（10点：定期試験では自筆のノートを整理したB4用紙一枚をレポートとして提出させる）、宿題（10点）の合計点とする。基本的に再試験は実施しない。

【教材】

教科書：佐野正利、齊藤弘順 共著「基礎からの伝熱工学」（日新出版）

参考書：J.P. Holman 著 平田 賢 監訳「伝熱工学（上）、（下）」（ブレイン図書出版）

【履修上の注意】

授業態度および理解に対する努力が成績に反映されるということを十分認識すること。また、講義には関数計算機能のついた計算機を持参のこと。