

科目名

熱力学Ⅱ Thermodynamics Ⅱ

2年 後期 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】

熱力学Ⅰで学んだ熱力学の第1法則および第2法則を踏まえ、熱機関の動作流体がガスの場合と蒸気の場合にわけて、それぞれのエネルギー変換過程について解説する。熱力学Ⅰでは熱力学の第1法則と第2法則について数式を用いずに説明できるだけの理解を目標としたが、熱力学Ⅱでは熱力学Ⅰで理解した内容を数式として表現し、それらを論理的に組み合わせて熱サイクルの理論熱効率および出力がどのような状態量に支配されるのかを説明する。

【到達度目標】

- ① 理想気体の状態変化を理解する。
- ② 状態量の変化量計算を修得する。
- ③ ガスサイクルの理論熱効率の支配因子を理解する。
- ④ 相変化と潜熱を理解する。
- ⑤ 飽和状態を理解する。
- ⑥ 飽和表と圧縮液・過熱蒸気表の読み方を修得する。
- ⑦ 蒸気線図（T-s線図&h-s線図）の読み方を修得する。
- ⑧ ランキンサイクルを理解する。
- ⑨ タービンの動作原理を理解する。
- ⑩ 冷凍機とヒートポンプの動作原理を理解する。
- ⑪ 空調における相対湿度（水蒸気分圧）を理解する。

上記①～⑪を通してガス利用の場合に関しては等圧、等容、等温および可逆断熱（等エントロピー）変化における各状態量の変化量を算出できるだけの計算力を養い、各種ガスサイクルの理論効率を比較検討できるようにする。蒸気利用の場合に関しては、各種蒸気線図を使いこなし、必要な諸量を線図より読み取ってランキンサイクルの熱効率や冷凍サイクルの成績係数を算出できるようにする。

【授業計画】

テーマ	内容
① 熱力学Ⅰの総復習	前期（熱力学Ⅰ）の定期試験問題の解説を含め、熱力学の第1法則と第2法則について復習する。
② 理想気体の状態変化1	等圧変化および等容変化に対し、P、V、Tの関係式、加熱量、外部への仕事量、内部エネルギーの変化量、エンタルピーの変化量およびエントロピーの変化量の算出方法を示す。
③ 理想気体の状態変化2	等温変化と可逆断熱（等エントロピー）変化に対し、上記同様の各状態量の変化量を算出する。
④ ガスサイクルと内燃機関の熱効率	カルノーサイクル、オットーサイクルおよびディーゼルサイクルの理論熱効率の表示式を導出する。
⑤ 蒸気の性質	相変化と潜熱の関係を説明するとともに、蒸気表を見ながら飽和圧力・飽和温度の意味を解説する。
⑥ 湿り飽和蒸気と乾き度	飽和液、湿り飽和蒸気、乾き飽和蒸気および過熱蒸気ならびにサブクール度や過熱度の概念を示すとともに、p-v線図を用いて飽和限界線と臨界点を説明し、湿り飽和蒸気における乾き度の定義について述べる。
⑦ 蒸気表と蒸気線図	蒸気のp-v-T状態曲面を示し、蒸気線図はその立体のある方向からの表示であり、5つある状態量のうち縦横2軸以外の状態量は等値線として描かれている事をh-s線図およびT-s線図を見ながら解説する。また蒸気表の使用方法を習得するための演習を行う。
⑧ ランキンサイクルと蒸気タービンプラント	火力・原子力発電所の構成要素を説明するとともに基本サイクルであるランキンサイクルについて解説し、蒸気の比エンタルピーの重要性について述べる。
⑨ タービンの動作原理	ノズルとブレードから構成されるタービンの動作原理を説明し、エンタルピーから運動エネルギーへの変換プロセスについて解説する。
⑩ 臨界流量と音速	ノズルの臨界流量について説明し、音速（マッハ数）に対する認識がノズルやディフューザーの設計に重要であることを解説する。
⑪ 蒸気タービンの構造	上記⑧～⑩を踏まえ、実際の蒸気タービンの構造を説明し、要求出力を確保するためにタービン翼設計で重要となるパラメータを解説する。また蒸気タービンプラントの高効率化のための施策について紹介する。
⑫ 冷凍機とヒートポンプ	ルームエアコンを例にとり、構造および冷媒の状態変化を示すとともに性能評価の指標である成績係数について説明する。
⑬ 空調の基礎	空調における重要な指標である相対湿度（水蒸気分圧）と絶対湿度について解説するとともに分圧の概念を説明する。
⑭ 演習1（ガス）	ガスの状態変化に関する演習問題（学期始めに配布）の解説を行う。
⑮ 演習2（蒸気）	蒸気線図の使用に関する演習問題（学期始めに配布）の解説を行う。
⑯ 定期試験	論理的思考のもとに数式を展開し、要求されている諸量を確実に計算できるかを問う。

【授業方法】

熱力学Ⅰ（必修）の応用面を扱う上で、計算式や蒸気線図など一見複雑そうに見えるものも実は非常に単純なことしか示していないこと、本質はごく限られた量でしかないことを強調しながら講義する。また、毎回の講義の最初の5～10分は前回の復習にあてて毎時間のテーマを明確にするとともに1講義1テーマとして完結させる。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. 授業中に教員より質問し理解度を確認する。基本的に毎時間質問し、学生の講義参加を促す。
2. 定期試験では計算問題を中心に出题し、論理的な数式展開の修得度を確認する。
3. 時に教室を回りながら板書内容を説明し、その際学生のノートの取り方をチェックし、不適当な場合は指導する。

【評価方法】

定期試験（80点）、演習問題（20点：学期始めに復習用演習問題を配布し、定期試験時に解答を提出させ、論理的な数式展開について評価）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：一色尚次、北山直方 共著「わかりやすい熱力学」（森北出版）

【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。