

平成22年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

選択科目【1-5】熱工学

1時30分～5時

I 次の7問題のうち、Aグループ（I-1～I-4）の中から2問題、Bグループ（I-5～I-7）の中から1問題を選んで解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えて解答問題番号を明記し、それぞれ1枚半以上2枚以内にまとめよ。）

Aグループ

- I-1 世界のエネルギー供給量の9割弱は化石燃料の燃焼によって賄われており、二酸化炭素排出量の増加や、各種の環境汚染物質の排出が大きな環境問題となっている。①燃焼の三要素を示し、②燃焼により発生する物質のうち、有害であるとして大気汚染防止法などにより排出量が規制されているものを3種類以上挙げ、③それぞれの有害物質の発生メカニズムと、その排出抑制法や除去方法／装置について知見を述べよ。
- I-2 熱交換器の高性能化、小型化は省エネルギー、省資源の重要な課題であり、コンパクト熱交換器、プレート形熱交換器、シェル・アンド・チューブ熱交換器、など、色々なタイプの熱交換器が開発されている。それらの中から2種類の熱交換器を選び、それぞれについて、①構造と用途に関する特徴、②性能向上のために改良されてきた点とそれらによる性能向上の理由を示すとともに、③更なる性能向上のために求められる技術開発（熱工学分野に限定しない）について考えを述べよ。
- I-3 現在、家庭用ルームエアコンの殆どは冷房／暖房兼用機であり、その性能は年々向上している。この家庭用ルームエアコンについて、①冷媒の蒸気サイクルをp-h線図を用いて説明し、暖房時のCOP（成績係数）とその物理的意味を前出の線図を用いて示すとともに、②暖房／冷房の運転モード切替の具体的方法を述べよ。ここに、p：圧力、h：比エンタルピーである。また、省エネや地球環境保全の観点から、③今後更に検討すべき熱工学上の技術的課題について考えを述べよ。
- I-4 マイクロマシーンや半導体素子の製造過程などでは、対象物のサイズの微細化や製造雰囲気の高圧化に伴い、常温常圧下での流動や伝熱の状態と異なる現象が発現する上に、微細であるが故の熱工学上の問題が生じる。微細構造体を扱うことや高圧雰囲気下での熱工学問題について、①どのような現象が発現するかをその理由とともに説明し、②具体例に基づいて問題点を挙げ、③その対策について論ぜよ。

B グループ

I-5 我が国では天然ガスを燃料とする複合発電プラントが地球温暖化対策に有効な発電手段として普及している。最近ではプラントの主機となるガスタービンのタービン入口温度が $1,500^{\circ}\text{C}$ を超えるまでに上昇している。①その基本的な構成と特徴について述べ、②発電効率を向上させるために複合サイクルを採用していること、並びにタービン入口温度が高温化している理由についてT-s線図を用いて説明せよ。一方、ガスタービンの高温化に伴う NO_x 発生を抑制するために低 NO_x 燃焼技術が採用されている。③高温ガスタービンにおける低 NO_x 燃焼技術と課題について述べよ。

I-6 自然エネルギーの有効利用は持続可能な地球環境を考える上で必須の要件である。なかでも太陽エネルギーを直接利用する太陽光発電システムと太陽熱発電システムについては世界各国で技術開発が加速している。それぞれのシステムについて、①その構成の概略と特徴を示し、② CO_2 排出削減効果やトータルのエネルギー収支についてライフサイクルの観点から論ぜよ。一方、太陽エネルギーは古くから熱源として広く利用されてきた。③集熱器の技術改善法について述べよ。とくに入射エネルギーの受熱効率の向上及び受熱媒体による熱輸送中の損失低減法などについて詳しく説明せよ。

I-7 製鉄所やロケットで用いられる液体酸素は空気分離装置を用いて製造されるが、原料となる大量の空気を圧縮することが必要になる。その際、圧縮に必要な動力を低減するのに中間冷却器を用いた多段圧縮が行なわれる。①圧縮動力低減に関する中間冷却の効果についてp-v線図を用いて説明せよ。この中間冷却の経済的効果を評価するには、圧縮機の効率向上(動力費の低減)と中間冷却器のコスト(設備費)の両面からの検討が必要である。②中間冷却器の採否について考えを述べよ。また、③中間冷却器のような気液(空気-水)熱交換器で採用されている伝熱促進技術の代表的な例を挙げて説明せよ。