

平成21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 ヒートパイプは高効率熱輸送デバイスとして、電子機器の冷却などに用いられている。①ヒートパイプを熱輸送デバイスとして用いることの利点を、熱輸送の基本的なメカニズムに基づいて説明せよ。また、②具体的な実用例を2例挙げて、その効果について述べよ。さらに、③ヒートパイプの熱輸送限界を規定する要因について考察せよ。

I-2 スターリングエンジンの①作動原理について $p-v$ 線図、 $T-s$ 線図を示して述べよ。ここで p : 圧力、 v : 体積、 T : 温度、 s : エントロピーとする。また、②そのエンジンの特色を代表的なオットーサイクルと比較する形で述べよ。さらに、③スターリングエンジンの特徴を挙げて、その特徴を生かした応用例について述べよ。

I-3 伝熱の三形態の一つである放射伝熱において、①その伝熱促進法と遮熱方法について、具体的な応用例を挙げて説明せよ。一方、放射伝熱は、地球温暖化のメカニズムに密接に関係している。②放射伝熱の視点から、基本的なメカニズムに基づいて地球温暖化の原因を説明せよ。

I-4 現在世界で消費されるエネルギーの8割以上が燃焼に依存している。燃焼排気中には有害物質が含まれるが中でも NO_x は、光化学スモッグ、酸性雨やオゾンホールの原因物質となるため、低減することが必要である。①燃焼時に NO_x が発生するメカニズムについて述べよ。また、② NO_x 発生を抑制した燃焼方式を一例挙げて、 NO_x を抑制するメカニズムと対比する形で説明せよ。さらに、③その燃焼方式が適用されている製品について述べよ。

Bグループ

- I-5 吸収式冷凍機は19世紀後半に実用化し、普及したが、20世紀に入り蒸気圧縮式冷凍機の発達により、その普及は減速した。しかし近年、吸収式冷凍機の特徴が見直され、その開発や新設が盛んになっている。①吸収式冷凍機の作動原理について説明し、②その利点・欠点を示せ。また、③その欠点を克服し、普及拡大のために取られている技術的な方策を2つ以上述べよ。
- I-6 H-IIAロケットの第一段には液体水素を燃料に、液体酸素を酸化剤に用いたエンジンが使用されている。このエンジンは、燃焼器で生じた約3,300K、12.3MPaの高温高压ガスが、ノズル出口（地上大気圧状態）でマッハ数約4.2の高速流となって噴出し推力を発生する。①燃焼器での高温ガスを発生した後からノズル出口までの熱流動状態について、熱力学的観点から生じている現象について述べよ。また、②酸化剤は同じ液体酸素とし、液体水素あるいはケロシンを燃料に用いた場合（燃焼温度が同じ）、燃料の違いによる推力の比較を論ぜよ。
- I-7 最新のジェットエンジン及び産業用ガスタービンのタービン入り口温度は1,500～1,600℃に達している。この高温ガスからタービン動静翼を材料が許容する温度まで下げるためフィルム冷却が使用されている。①フィルム冷却の原理とその特徴について述べよ。また、冷却性能を上げるためにフィルム冷却に対して種々の改良がなされているが、②どのような原理に基づきその改良がなされているか記せ。フィルム冷却を含む冷却手法を物質移動冷却と呼ぶが、③物質移動冷却が応用されている製品（上述のタービン動静翼を除く）を挙げ、その冷却のメカニズムについて述べよ。