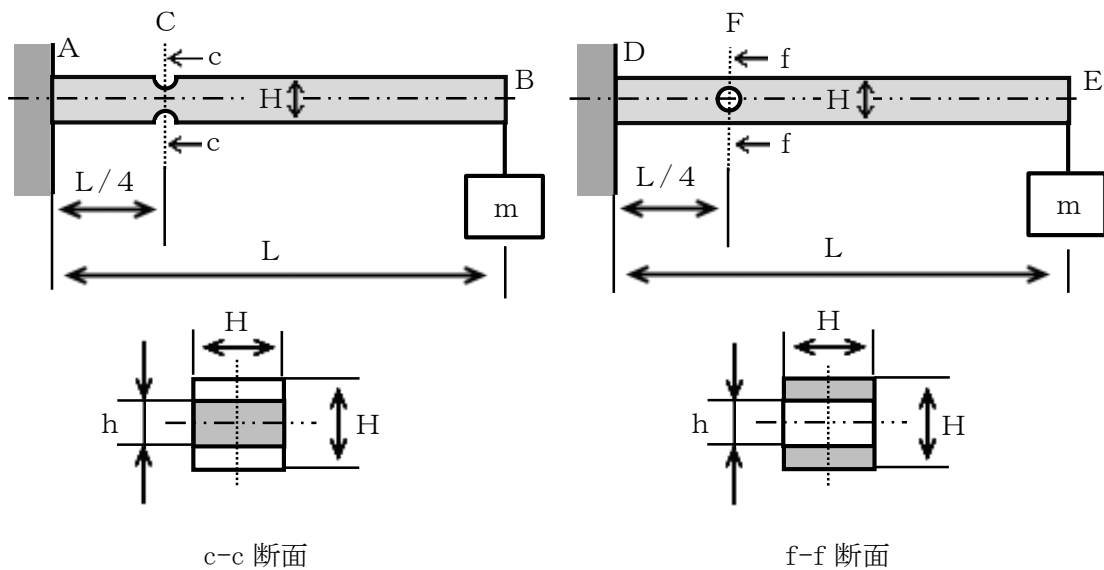


〔問1〕

図のように断面の幅と高さが H の正方形で長さが L の片持はり AB 、 DE があり、質量 m の物体を自由端 B 、 E にそれぞれワイヤーで吊るしている。片持はり AB には固定端 A から距離 $L/4$ の位置 C に上下面から等しい深さの切欠きをいれ、位置 C における断面の高さを h とした。また片持はり DE には固定端 D から距離 $L/4$ の位置 F に上下面から等しい深さに直径 h の穴を空けた。このとき、次の設問(1)から(5)に答えよ。

ただし、重力加速度を g とし、ワイヤーの重さは無視するものとする。

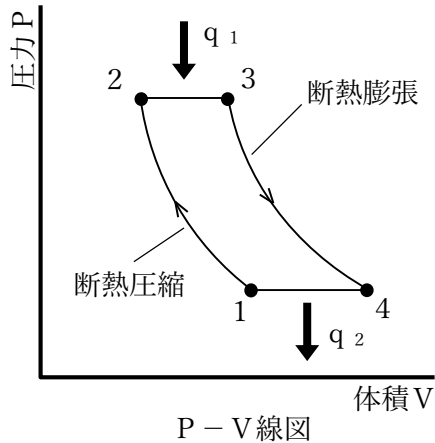


- (1) 片持はり AB の固定端 A 、位置 C における曲げモーメント M_a 、 M_c を、 m 、 g 、 L を用いて表せ。
- (2) 片持はり AB の固定端 A 、位置 C における最大曲げ応力 σ_a 、 σ_c を、 m 、 g 、 L 、 H 、 h を用いて表せ。
- (3) 片持はり AB において、位置 C で折れ曲がるより先に固定端 A で折れ曲がる条件を、 H 、 h を用いて表せ。
- (4) 片持はり DE の位置 F における最大曲げ応力 σ_f を、 m 、 g 、 L 、 H 、 h を用いて表せ。
- (5) $h = H/2$ のとき、片持はり AB の σ_c と片持はり DE の σ_f の関係について、 σ_c 、 σ_f を用いて表せ。

〔問2〕

図に示すサイクルについて、次の設問（1）から（5）に答えよ。

ただし、求める式は全て理想気体1kg当りとし、 C_p を定圧比熱、 C_v を定積比熱とする。



状態1：圧力 P_1 、体積 V_1 、温度 T_1

状態2：圧力 P_2 、体積 V_2 、温度 T_2

状態3：圧力 P_3 、体積 V_3 、温度 T_3

状態4：圧力 P_4 、体積 V_4 、温度 T_4

q_1 ：等圧受熱の熱量

q_2 ：等圧排熱の熱量

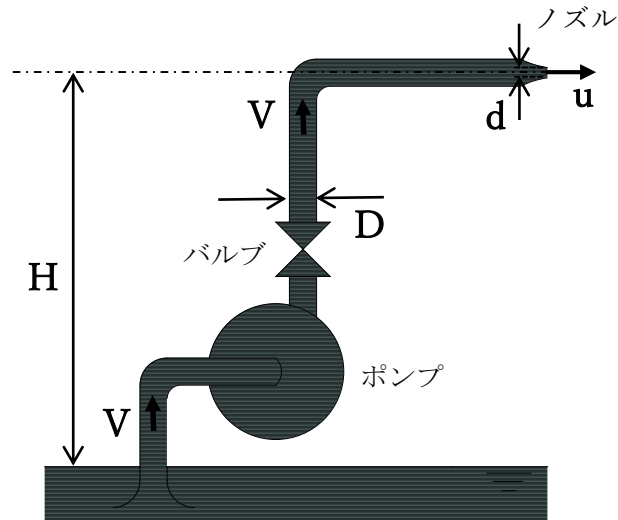
- (1) q_1 、 q_2 及び系が外部へ出力した仕事量 w を、 C_p 、 T_n ($n=1, 2, 3, 4$)を用いて表せ。
- (2) このサイクルの理論熱効率 η を、 T_n ($n=1, 2, 3, 4$)を用いて表せ。
- (3) 比熱比を κ とした場合、圧力比 ρ ($\rho = P_2/P_1 = P_3/P_4$)を T_1 、 T_2 、 κ を用いて表せ。
なお、比熱比は $\kappa = C_p/C_v$ とする。
- (4) このサイクルの理論熱効率 η を、 ρ 、 κ を用いて表せ。
- (5) このサイクルに関して、空欄に入る適切な語句を答えよ。

このサイクルは代表的なガスタービンサイクルであり、(ア)サイクルといわれ、圧力比 ρ が小さいほど理論熱効率は(イ)なる。

〔問3〕

図のように、水面が大気開放されている貯水槽より、ポンプを用いて水を水面から H の高さまで上げて、直径 d のノズル先端から流速 u で大気中に噴出させるようにする。管路は直径 D の一様な円形で、管路内の断面平均流速を V 、ポンプの吸込側と吐出側を足し合わせた管路の全長は L とする。ここで、管路の管摩擦係数は λ 、曲がり部の損失係数は1箇所当たり ζ_b 、バルブの損失係数は ζ_v とし、管路の入口、ポンプ本体およびノズル部の損失は無視できるものとする。水の密度を ρ 、重力加速度を g としたとき、次の設問（1）から（5）に答えよ。

ただし、流れは定常で、水は非圧縮性流体として扱うものとする。



- (1) 連続の式を用いて、 V を u 、 d 、 D で表せ。
- (2) ノズルの上流と下流の差圧を ΔP （上流－下流）としたとき、ノズルの上流、下流の間で成立するベルヌーイの式を用いて、 u を ΔP 、 V 、 ρ で表せ。
- (3) 設問（2）の ΔP が $\Delta P = 7.5 [\text{kPa}]$ のとき、ノズル先端での流速 u [m/s]の値を求めよ。ただし、 $D = 40 [\text{mm}]$ 、 $d = 20 [\text{mm}]$ 、 $\rho = 1000 [\text{kg/m}^3]$ とする。
- (4) 管路入口からノズル部までの全体の損失ヘッドを h としたとき、 h を D 、 V 、 L 、 λ 、 ζ_b 、 ζ_v 、 g を用いて表せ。
- (5) 管路入口からノズル部までの全体の損失ヘッドを h 、ポンプの全揚程を H_t としたとき、 H_t を h 、 H 、 u 、 g を用いて表せ。

〔問4〕

次の設問（1）から（4）の中から2つ選び、それぞれの空欄に入る適切な語句を語群より選び答えよ。

解答用紙には、選択した設問（1）から（4）の数字を記入し、解答欄に語句を記入すること。

（1）機械材料

次の文章は、鉄鋼材料に含まれる元素と材料特性に与える影響について述べたものである。（ア）から（オ）に入る適切な言葉を語群から選んで答えよ。

鉄鋼として使用されているものは純粋な鉄（Fe）ではなく、他の元素との合金である。一般に鉄鋼は（ア）の含有量によって分類され、約0.001%から2.1%のものを「（ア）鋼」、約2.1%から6.7%のものを「鑄鉄」という。

「（ア）鋼」には、（ア）のほか（イ）、（ウ）、（エ）、（オ）などの元素が含まれており、これらを主要5元素という。各元素が鋼の性質に与える影響は以下のとおり。

- （ア）：鋼の性質に最も大きな影響を与える元素で、含有量が増すにつれ、引張強さ、硬さ、焼入性が増大する。一方、伸びや溶接性は低下する。
- （イ）：原料にすでに含まれている場合と、製鋼のとき脱酸剤（脱硫剤）として加える場合がある。鋼の強さ（じん性）、硬さが増す。
- （ウ）：一般に、この元素の含有量が多くなると圧延が困難となる。
- （エ）：この元素は原材料中の成分が残ったもので、鋼をもろくする。特に0℃以下の低温で鋼をもろくする。
- （オ）：この元素は原材料中の成分が残ったもので、含有量が多くなると高温下において鋼をもろくし、鍛造を困難にする。

【語群】

塩素（Cl）、水素（H）、チタン（Ti）、鉛（Pb）、炭素（C）、マンガン（Mn）、ケイ素（Si）、リン（P）、硫黄（S）

(2) 材料の応力とひずみ

次の文章は、鉄鋼材料の応力—ひずみ線図について述べたものである。

(ア) から (オ) に入る適切な言葉を語群から選んで答えよ。

軟鋼などの金属材料の応力—ひずみ線図において、応力とひずみが比例関係にある最大の応力を (ア) という。さらに負荷をかけると比例関係を失くなるが、負荷を除くと材料は元の長さに戻る。この性質を (イ) といい、その限界を (イ) 限度という。この点からさらに負荷をかけると、応力が増加しないのにひずみが増加する。この現象を (ウ) という。

軟鋼以外の金属材料では、明らかな (ウ) は見られないものもある。このような場合、0.2%の永久ひずみが生じる応力を (エ) といい、(ウ) 応力に対応する応力となる。

応力—ひずみ線図で、最大荷重を初期断面積で割った公称応力を引張強さという。これは、材料の極限の強さを示すので、極限強さともいわれる。

しかしながら、実際の構造物では、応力—ひずみ線図で設計を行えない場合もある。例えば、切欠きのある部材に負荷がかかるとき、切欠きの底付近には大きな応力を生じる。これは (オ) といい、切欠きが深くなるほど、また、切欠きの底の曲率半径が小さくなるほど、(オ) の程度は著しくなる。

【語群】

疲労限度、靱性、降伏、破断、不静定、比例限度、塑性、弾性、熱応力、耐力、座屈、応力集中、クリープ、ブローホール

(3) 溶接法

次の文章は、溶接法の名称と溶接の方法や特徴、例について述べたものである。(ア) から (オ) に入る適切な言葉を語群から選んで答えよ。

1) アーク溶接

陰極と陽極に (ア) をかけておき、一度接触させてから引き離して行う最も一般的に用いられる溶接方法である。消耗電極式や非消耗電極式がある。

2) (イ) 溶接

アーク溶接のうち、タングステン棒を用い、シールドガスとしてアルゴンなどの不活性ガスを用いる方法である。特徴として、アークがきわめて安定ではあるが、溶け込みが浅いので、薄板の溶接に用いられることが多い。

3) (ウ) 溶接

母材の接合すべき箇所到大電流を直接通電し、ジュール熱で加熱し、加圧下で接合する方法である。

(ウ) 溶接の中には、スポット溶接やシーム溶接、プロジェクション溶接やバット溶接がある。

4) (エ) 溶接

(エ) を熱源とする溶接は、光の増幅により位相をそろえた平行光によるものである。特徴としては、以下があげられる。

1. 高エネルギー密度が得られ、加工時間が短く、焦点が絞られるため、ひずみ、熱変形が少ない。
2. X線の発生がなく、大気圧下で加工雰囲気が自由に選択できる。
3. 光学系器具を用いて加工姿勢を変化できる。
4. 自動制御が容易である。

5) ろう付

母材間に溶融金属を添加し、母材とのぬれ性および流れを利用して接合する方法である。融点が 450°C 以上の場合を硬ろう付、それ未満の場合を軟ろう付という。ろう付の代表例として、「(オ)」がある。

【語群】

塩酸、TEM、荷重、電圧、テルミット、圧着、抵抗、TIG、ガンマ線、レーザー、JIS、超音波、はんだ、瞬間接着

(4) 動力機械

次の文章は、動力機械であるモータの電気エネルギーの消費について述べたものである。(ア) から (オ) に入る適切な言葉を語群から選んで答えよ。

電気でモータを回したとき、モータは電気エネルギーを消費する。

モータのように、電気エネルギーを消費するものを、(ア) という。

(ア) が電気エネルギーを毎秒どのくらい消費しているかを表す尺度、言い換えればその電気エネルギーの時間率のことを (イ) という。

電気エネルギーは (イ) × 時間の形で示される。1 W (ワット) の (イ) を 1 秒間使用した時に消費された電気エネルギーは、1 (ウ) または 1 W s (ワット秒) という。

電気エネルギーを (イ) × 時間で表したものを、(エ) という。電気料金は、この (エ) に対して支払う。

6 kW のモータを 15 分使用した場合、(エ) は (オ) kWh となる。

【語群】

仕事量、静電容量、負荷、誘導体、電力、電圧、速度、電気量、電力量、通信容量、J (ジュール)、N (ニュートン)、T (テスラ)、K (ケルビン)、1.5、4.0、90

〔問5〕

次の文章を読んで、問いに答えよ。

大阪府は府民の安全・安心な暮らしを支えるため、津波や高潮による被害を防ぐ水門、雨水を河川へ排水するポンプ場、家庭排水をきれいな水へ処理する下水処理場などのインフラ施設を数多く管理している。

これらの施設では、近年、大阪府を含め全国各地で発生している地震、大雨、洪水などのほか、将来発生すると予想されている南海トラフ地震、大津波に対して、常に機能が維持されるように備えておく必要がある。

そこで、あなたが大阪府の設備技術者として、これらの施設に対する「自然災害時に想定するリスク」を2つあげ、あなたが考える各々の「リスク対応策」と「そのリスク対応策を実施する上で考慮しておくこと」を具体的に述べよ。