

令和9年度 豊橋技術科学大学第3年次入学者選抜学力検査問題

専 門 科 目 （ 1 : 機 械 工 学 ）

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図まで、この問題冊子と解答用紙を開いてはいけません。
- 2 問題冊子の枚数は、表紙、草稿用紙を含めて7枚です。
- 3 問題冊子とは別に解答用紙が5枚あります。
- 4 問題は4問あります。全問解答してください。
- 5 試験開始の合図の後すぐに、すべての解答用紙の所定の箇所に受験番号を記入してください。
- 6 解答は必ず各問題別の解答用紙の所定の欄に記入してください。裏面には記入しないでください。
- 7 落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあれば、ただちに申し出てください。
- 8 問題冊子の余白は草稿用として使用しても構いません。
- 9 試験終了時刻まで退出してはいけません。
- 10 問題冊子は持ち帰ってください。

(草 稿 用 紙)

[1] 図1に示すような縮小管と拡大管により流路断面積が変化する円管を通る定常な空気の流れを考える。ここで、管断面内の気流速度は一様であり、縮小管上流の直管における気流速度を v_1 とする。縮小管により円管の流路直径は d_1 から d_2 ($d_1 > d_2$) と変化し、直径の比 d_1/d_2 を ϕ と定義する。直径 d_2 の直管である縮流部にマノメータが取り付けられている。縮流部の下流では、拡大管により円管の流路直径が再び d_1 へと拡大し、気流は直径 d_1 の直管の終端において大気へ流出される。空気の密度を ρ_a 、水の密度を ρ_w 、重力加速度を g 、大気の圧力を p_a とし、いずれも一定とする。また、気流の粘性、マノメータ内の水の表面張力、マノメータの設置が気流に及ぼす影響はいずれも無視できるものとし、以下の問いに答えよ。ただし、円周率には π を用いよ。

- (1) 縮流部での気流速度 v_2 を ϕ 、 v_1 を用いて表せ。
- (2) 縮流部での圧力 p_2 を p_a 、 ϕ 、 v_1 、 ρ_a を用いて表せ。
- (3) 縮小管を通る気流の運動量変化を考え、縮小管壁面が気流に及ぼす力 F を d_1 、 p_a 、 ϕ 、 v_1 、 ρ_a を用いて表せ。ここで、力は上流方向に流体を押す力を正とする。
- (4) マノメータ内における水が、タンク内の大気に接する水面から気流の通る縮流部まで、鉛直方向に高さ h だけ吸い上げられているものとする。マノメータ内の静水圧を考え、 p_2 を g 、 h 、 p_a 、 ρ_w を用いて表せ。
- (5) 問(4)のとき、円管を通る気流の体積流量 Q を d_1 、 g 、 h 、 ϕ 、 ρ_a 、 ρ_w を用いて表せ。

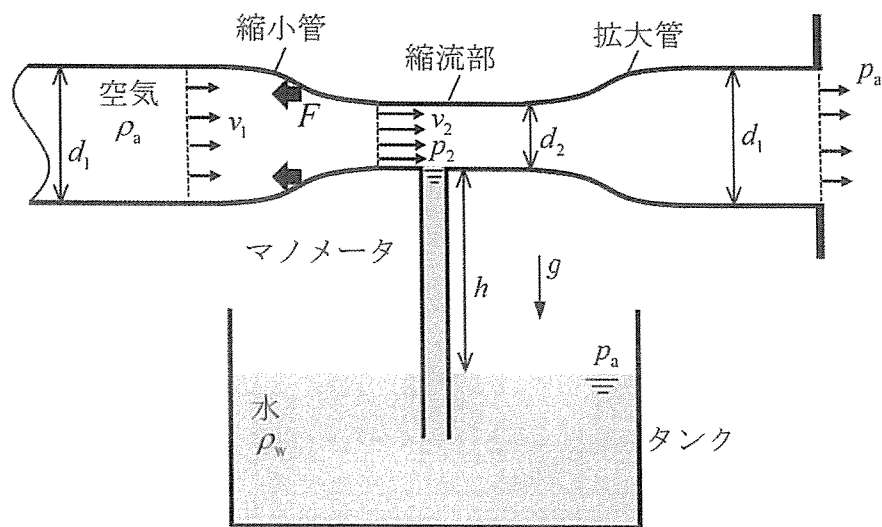


図 1

- [2] 図2に示すような滑らかに動く蓋が取り付けられた容器内に空気が封入されている。この状態を状態1とする。状態1における容器内の空気の体積，温度，密度をそれぞれ $V_1=1\text{ m}^3$ ， $T_1=300\text{ K}$ ， $\rho_1=1.2\text{ kg/m}^3$ とする。容器内に挿入された大きさの無視できるヒーターにより空気を 3 kW で，ある時間 $t[\text{s}]$ のあいだ加熱した。加熱後の状態を状態2とし，状態2における容器内の空気の体積を $V_2=4\text{ m}^3$ とする。

空気は理想気体とみなすことができ，定圧比熱 c_p および気体定数 R はそれぞれ $1000\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ， $287\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ で一定として以下の問いに答えよ。ただし，容器内の空気と外部との熱の授受，および容器の蓋からの空気の漏れはなく，状態1から状態2への空気の状態変化は可逆過程とする。必要であれば， $\ln(2)=0.693$ を用いよ。

- (1) 状態2における容器内の空気の温度 $T_2[\text{K}]$ を求めよ。
- (2) 状態1から状態2への過程において，容器内の空気がした仕事 $L[\text{kJ}]$ を小数第一位を四捨五入して求めよ。
- (3) 状態1から状態2への過程における容器内の空気のエンタルピー変化 $\Delta H[\text{kJ}]$ を求めよ。
- (4) ヒーターによる加熱時間 $t[\text{s}]$ を求めよ。
- (5) 状態1から状態2への過程における容器内の空気のエントロピー変化 $\Delta S[\text{J/K}]$ を小数第一位を四捨五入して求めよ。

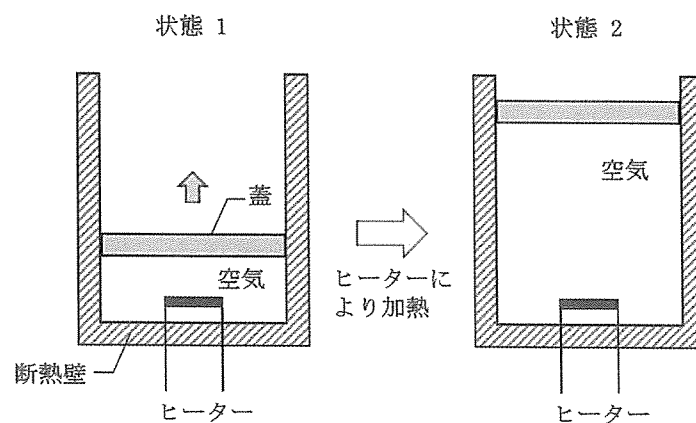


図 2

- [3] 断面が一様な長さ L ，縦弾性係数 E ，断面二次モーメント I のはりについて，以下の問いに答えよ。なお，はりのたわみは下向きを正とする。

- (1) 図3.1(a)に示すように，はりが点Aで固定支持されており，先端の点Bに下向きに集中荷重 W が加えられている。このとき固定端（点A）では矢印の向きに反力 R_A およびモーメント M_A が生じている。また，図3.1(b)は図3.1(a)において点Aから距離 x ($0 < x < L$) の位置に断面を考えたときの断面より左側の部分を示したもので，断面には矢印の向きにせん断力 F および曲げモーメント M が生じている。以下の問ア～問カに答えよ。

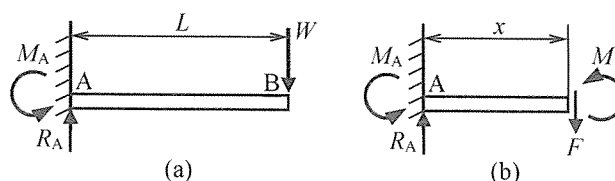


図 3.1

- ア． R_A を W を用いて表せ。
 イ． M_A を W ， L を用いて表せ。
 ウ． F を W を用いて表せ。
 エ． M を W ， L ， x を用いて表せ。
 オ． 点Aから距離 x の位置のたわみ y を E ， I ， W ， L ， x を用いて表せ。
 カ． 点Bの位置のたわみ δ_w を E ， I ， W ， L を用いて表せ。
- (2) 図3.2に示すように，図3.1(a)のはりの点Bをばね定数 k のばねで支える。点Bに集中荷重 W を加えていないとき，および加えたときのばねの上向きの反力は，それぞれ0および R_B である。また，集中荷重 W を加えたときの点Bの位置のたわみは δ である。以下の問ア，問イに答えよ。

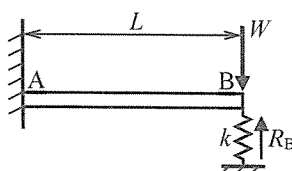


図 3.2

- ア． 図3.2のたわみは，図3.1(a)において点Bの位置に W のみが作用したときのたわみと， R_B のみが作用したときのたわみの重ね合わせとして考えられる。
 R_B のみが作用したときの点Bの位置のたわみを δ_{R_B} とするとき， δ_{R_B} を E ， I ， L ， k ， δ を用いて表せ。
 イ． δ を E ， I ， W ， L ， k を用いて表せ。

〔4〕 以下の文章を読み下記の問いに答えよ。

鉄を主成分とする鋼で2mass%まで炭素を含有するものを炭素鋼と呼ぶ。炭素鋼は、高温域で2mass%まで炭素を固溶できる〔ア〕構造の〔イ〕，低温域で炭素を固溶しない〔ウ〕構造の〔エ〕，鉄と炭素の化合物である〔オ〕，〔エ〕と〔オ〕が層状に積み重なった〔カ〕などの組織で構成される。鋼では，融点以下の加熱温度と冷却速度を調整する熱処理によって必要な組織と強度を得ることができる。

熱処理には，凝固組織を均一にして特性のばらつきを少なくするために鋼を〔イ〕域まで加熱し空冷する〔キ〕，鋼を〔イ〕域まで加熱した後にゆっくり冷却して鋼材に展延性を与える〔ク〕，〔イ〕域から急冷することで炭素を過飽和に固溶した〔ケ〕組織を生成する〔コ〕，〔コ〕したままでは硬いが脆い組織であるため〔イ〕を生成しないA1変態点以下の温度まで加熱して冷却することで微細な〔オ〕が均一に分散した組織とする〔サ〕がある。

鋼を製品として使用するためには，必要な形状への加工，耐食性などの機能付与が必要である。そのために，変形加工，除去加工，付加加工が行われる。変形加工には，型に流し込み冷やし固める〔シ〕加工や圧力を加えて成形する〔ス〕加工がある。また，除去加工には，切れ刃のついた工具を用いる〔セ〕加工や砥粒を用いた砥粒加工がある。付加加工には，複数の材料をつなぐ接合加工と表面を加工して母材とは異なる機能を付与する表面加工がある。表面加工の一種であるめっき処理により防食性を高めた鋼としてトタンやブリキがある。一方，表面加工せずに元素添加により耐食性を高めた鋼には，ステンレス鋼がある。

- (1) 文章中の〔ア〕～〔セ〕に当てはまる最も適切な語句を語群より選び，その番号を解答欄に記せ。ただし，同じ語句を繰り返し用いてはならない。

語群：

1. 最密六方	2. 体心立方	3. 面心立方
4. マルテンサイト	5. デンドライト	6. セメントライト
7. パーライト	8. オーステナイト	9. ベイニング
10. フェライト	11. 焼きもどし	12. 焼きつけ
13. 焼入れ	14. 焼きなまし	15. 焼きならし
16. 塑性	17. 溶接	18. 切削
19. 鑄造	20. 弾性	21. 塗装

- (2) 文章中の ア と ウ の結晶構造の格子定数 a を原子半径 r を用いて求めよ。
- (3) 文章中の下線部について説明した(a),(b),(c),(d)の文章の中で，正しいものには○を，間違っているものには×を解答欄に記せ。
- (a) トタンやブリキは，めっき層が酸素，水，塩類を遮断することで鋼の腐食を防ぐ防食法である。
- (b) トタンは，めっき層に傷がついて鋼が露出した場合，鋼の腐食を防ぐことができない。
- (c) ブリキは，めっき層に傷がついて鋼が露出した場合，鋼の腐食を防ぐことができない。
- (d) ステンレス鋼は，添加元素のクロムが表面に薄く緻密な酸化膜を形成することで高い耐食性を有している。