

2020年度
専攻科入学者学力選抜検査問題

(専門科目)

生産システム工学専攻 A群

熱流体力学, 材料力学, 工作法,
工業力学, 材料

受検番号	
------	--

(注 意)

- 1 指示があるまで開かないでください。
- 2 問題は1ページから10ページまであります。検査開始の合図のあとで確認してください。
- 3 貸与する電卓を使用しても構いません。
- 4 問題は5問です。その中から3問を選択して解答してください。下の表に、選択した問題番号に丸(○)印をつけてください。なお、選択した問題以外に解答しても採点されません。

問題番号	1	2	3	4	5
選択した番号					

独立行政法人国立高等専門学校機構

福井工業高等専門学校

1 以下の熱流体力学に関する問題に答えなさい。

問1. 容積 $3 \text{ [m}^3\text{]}$ の空気が, 1 [atm] の圧力のもとで容積 $0.2 \text{ [m}^3\text{]}$ まで圧縮され, 250 [kJ] の放熱を行なった。内部エネルギーの変化量を求めなさい。

問2. $15 \text{ [}^\circ\text{C]}$ の水 3 [kg] に, $90 \text{ [}^\circ\text{C]}$ のお湯 1.5 [kg] を混ぜた。水の比熱を $4.186 \text{ [kJ/(kg}\cdot\text{K)]}$, 周囲環境温度は $25 \text{ [}^\circ\text{C]}$ として, 以下の値を求めなさい。(a) 熱平衡温度, (b) 水のエントロピー変化, (c) お湯のエントロピー変化, (d) 全体の無効エネルギーの変化。

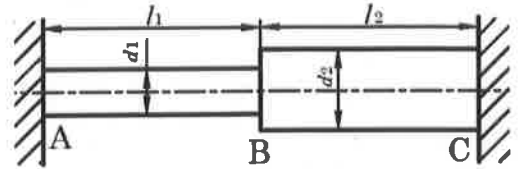
問3. 比重 0.830, 粘度 8.20 [mPa·s] の油を, 流量 7.50 [l/min] で, ポンプを使って, 内径 28.0 [mm] の滑らかな壁面を持つ円管内を 35.0 [m] 送油したい. このときの管摩擦による損失ヘッドを求めなさい.

問4. ある鉄の重量を2つの方法で測定した. 真空中では 515 [N], 温度が 20 [°C]の水中では 449 [N]であった. この鉄の体積と比重を求めなさい. ただし, 20 [°C]の水の密度は 998.2 [kg/m³] とする.

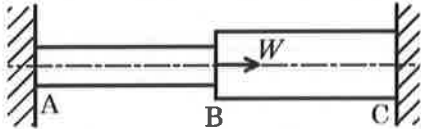
2 以下の材料力学に関する問題に答えなさい。

問1. 図のように剛体壁に挟まれた軟鋼製段付き丸棒について、以下の問いに答えなさい。

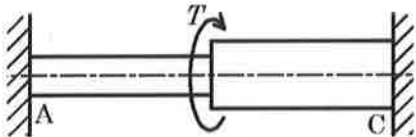
ただし、直径 $d_1 = 12$ [cm], $d_2 = 20$ [cm],
長さ $l_1 = 300$ [mm], $l_2 = 300$ [mm] とする。



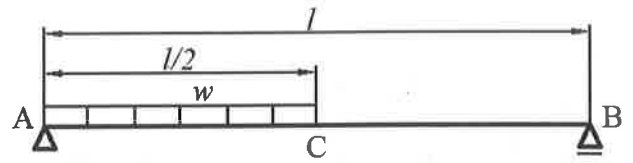
(1) 段付き部に右方向へ $W = 20$ [kN] の軸力を加えるとき、それぞれの部材に生じる応力を求めなさい。ただし、素材の縦弾性係数 $E = 206$ [GPa] とする。



(2) 段付き部にねじりモーメント $T = 200$ [N·m] が作用するとき、段付き部に生じるねじれ角 ϕ を求めなさい。ただし、素材の横弾性係数を $G = 78$ [GPa] とする。



問2. 図のようなスパン l の両端支持ばりの左側半分に等分布荷重 w が作用するとき、はりの中央点Cのたわみを求めなさい。ただし、はりの縦弾性係数を E 、断面二次モーメントを I とする。



3 以下の工作法に関する問題に答えなさい。

問 1. 溶接・接合に関する次の説明文において、該当する溶接・接合法の名称を下記の語群から選択して解答欄に答えなさい。

- (1) イナートガスアーク溶接の一つで、タングステン電極を用い、溶加材を側方から挿入して溶接する方法。
- (2) 母材の表面に散布したフラックスの中でアークを発生させ、溶融フラックスによりアークや溶融金属を大気から遮断して溶接を行う方法。大電流による溶接が可能で、厚板の溶接に適する。
- (3) 接合する面に突起をつくり、平面電極で加圧通電加熱して溶接する方法。数ヶ所の接合を同時にできる。
- (4) 不活性のアルゴンガスを遮蔽材として用い、溶加材である溶接ワイヤが電極になっている溶接法。非鉄金属の溶接に用いられる。
- (5) 先端の面が小さい 2 つの電極で 2 枚の板材をはさんで電流を流し、電気抵抗により接触部が高温になったら電極で加圧して接合する方法。
- (6) 金属心線の周りにフラックスを塗布した溶接棒を用い、溶接中にフラックスから発生するガスによりアークや溶融金属を大気から遮断して溶接を行う方法。

<語群>

炭酸ガスアーク溶接	超音波接合	電子ビーム溶接	エレクトロスラグ溶接	
被覆アーク溶接	ミグ溶接	シーム溶接	プロジェクション溶接	摩擦圧接
レーザ溶接	スポット溶接	ティグ溶接	サブマージドアーク溶接	ガス溶接

<解答欄>

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

問 2. 次の砥粒加工の加工方法や応用例について説明しなさい。

(1) ホーニング

(2) ラッピング

(3) バレル仕上げ

問3. 次の切削・研削加工に関する語句を説明しなさい。

(1) 母性原理

(2) 砥石の自生作用

問4. 切削効率が70 [%]の旋盤において、直径50 [mm]、長さ800 [mm]の丸棒を、刃先ノーズ半径が0.2 [mm]のバイトを用いて、主軸回転速度600 [rpm]、切り込み1.5 [mm]、送り0.2 [mm/rev]で外丸削りしたときの主分力は750 [N]であった。次の値を求めなさい。

(1) 切削速度 (有効数字4桁)

(2) 比切削抵抗

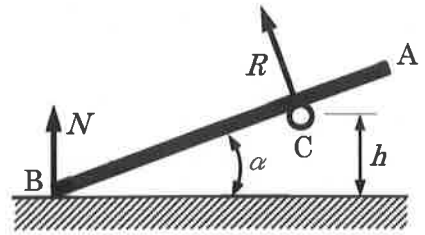
(3) 旋盤の全消費動力 (有効数字4桁)

(4) 切削に要する加工時間 (有効数字4桁)

(5) 仕上げ面の最大高さ粗さ

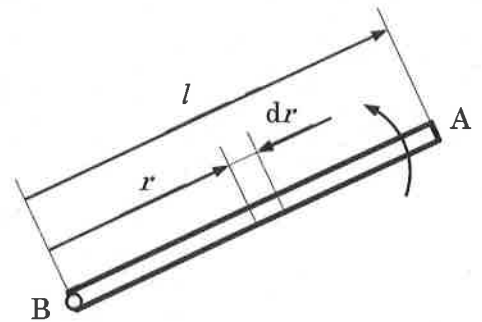
4 以下の工業力学に関する問題に答えなさい。

問1. 右図のように質量 m , 長さ $2l$ の一様な棒 AB の B 端を粗い床面上に置き, 高さ h の位置にある滑らかなピン C に立てかけたところ, 棒は水平面と α の角度をなして平衡状態になった. B 端での垂直抗力を N , C での抗力を R として釣り合い式を立て, B 端における摩擦係数 μ を求めなさい. ただし, 棒とピンの間の摩擦は無視できるものとする.



問2. 長さ l , 質量 m の一様な棒 AB が滑らかな床面上で, 棒の一端 B を中心にして回転運動を行っている. 回転運動中には, 単位長さ当たり, 回転速度の自乗の a 倍の空気抵抗力を受けるとして, 以下の設問に答えなさい.

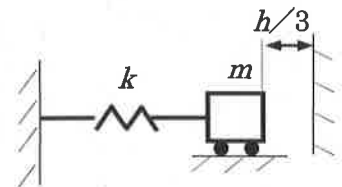
(1) 空気抵抗力による一端 B まわりのモーメント T を求めなさい.



(2) 一端 B まわりの棒 AB の慣性モーメント I を求めなさい.

(3) $t=0$ 時での角速度が ω_0 であった場合, 任意時間 t 秒後の角速度 ω を求めなさい.

問 3. 右図において, ばね定数 k で接続されている質量 m の物体は左右に動くことができるものとする. また, 平衡位置にあるときの物体から右の方向に距離 $h/3$ だけ離れたところには, 剛体壁が設置されている. ここで, 物体を平衡位置から左の方向に h だけ変位させて静かに力を取り去ったとして, 剛体壁に衝突するときの物体の速度を運動系にエネルギー保存則を適用して求めなさい. ただし, 物体と床面との間の摩擦は無視できるものとする.



5 以下の材料に関する問題に答えなさい。

なお、結晶構造の名称は、アルファベットの略称または漢字で記し、解答は解答欄に記入しなさい。

問1. 金属材料の結晶構造について、室温として、以下の問いに答えなさい。

- (1) Ni (ニッケル) は Al (アルミニウム) と同じ結晶構造を持っている。結晶構造の名称 (A) を記し、その単位胞中の原子数 (B) を求めなさい。
- (2) Ni の格子定数を 3.5239 [Å] とすると、Ni の単位胞の体積を $[\text{cm}^3]$ 単位で求めなさい。
- (3) Ni の原子量が 58.71 で、アボガドロ定数が 6×10^{23} の時、Ni 原子 1 個の質量を $[\text{g}]$ 単位で求めなさい。
- (4) Ni の密度を $[\text{g/cm}^3]$ 単位で求めなさい。
- (5) Ni のすべり系の数は 12 と多い。すべり系の数が最も少ない結晶構造の名称 (A)、その代表的材料名 (B)、すべり系の数 (C)、すべり系が少ないため生じる加工特性 (D) について記しなさい。

<解答欄>

(1)	(A)	(B)
(2)		
(3)		
(4)		
(5)	(A)	(B)
	(C)	(D)

問2. 炭素鋼, 鋳鉄, 合金鋼, 材料試験について、以下の問いに答えなさい。

- (1) S45C と SK105 を 900 [°C] に 30 分加熱し、その後ゆっくりと冷却した。冷却中の相変化を説明する以下の文中の空欄 (a) ~ (m) にあてはまる語句を記しなさい。

S45C の 900 [°C] での相は均一な (a) 相になっている。冷却時に最初の変態点 (b) を過ぎると (c) 相が形成され、さらに次の変態点 (d) を過ぎると (c) 相の他に (e) 相が形成される。また、変態点 (d) の温度での (c) 相と (e) 相の炭素含有量はそれぞれ (f) [%] と (g) [%] で、S45C は炭素を (h) [%] 含有していることから、変態点 (d) の直下の温度での (c) 相の重量割合は、(i) の関係を用いて (j) [%] と求めることができる。一方、SK105 は、冷却時に最初の変態点 (k) を過ぎると (l) 相が形成される。また、S45C と比べ、硬さは一般に SK105 の方が (m)。

- (2) 炭素鋼の焼入れ時に生じる変態の名称 (A) と変態後の結晶構造 (B) を記しなさい。また、焼入れ時に残る少量の相の名称 (C) と、これを残さない焼入れの名称 (D) を記しなさい。
- (3) 焼ならしを漢字 (A) で記し、高温からの冷却方法 (B) と主な目的 (C) を記しなさい。
- (4) 炭素鋼の表面硬化処理として浸炭と窒化が用いられているが、表面を硬化させるそれぞれの原理の名称を、浸炭は (A) に、窒化は (B) に記しなさい。

- (5) 鑄鉄の炭素含有量は約何 [%]以上か記しなさい (A)。鑄鉄の組織には炭素鋼にはない (B) があるが、ダクタイル鑄鉄の (B) の形状を記しなさい (C)。
- (6) 原子力発電所に最も多く使われているステンレス鋼は何系 (A) か記しなさい。また、この系の結晶構造 (B) と、その代表例の材料記号 (C) を記しなさい。
- (7) 超硬合金作製のために焼結させる、金属 (A) と高硬度粉末 (B) の名称を記しなさい。
- (8) ハンマーを用いた衝撃試験 (A) の名称を記しなさい。(A) により液体窒素で冷却された低炭素鋼の衝撃試験を行うと、室温時より低い衝撃エネルギーで破壊した。その現象名 (B) を記しなさい。
- (9) くり返し荷重を受ける電車の車軸の耐久試験として一般に用いられている試験機の名称 (A) と、この試験結果より得られる評価曲線の名称 (B) を記しなさい。

<解答欄>

(1)	(a)	(b)	(c)
	(d)	(e)	(f)
	(g)	(h)	(i)
	(j)		
	(k)	(l)	(m)
(2)	(A)	(B)	
	(C)	(D)	
(3)	(A)	(B)	
	(C)		
(4)	(A)	(B)	
(5)	(A)	(B)	(C)
(6)	(A)	(B)	(C)
(7)	(A)	(B)	
(8)	(A)	(B)	
(9)	(A)	(B)	