

平成26年度
機械設計技術者試験
3級 試験問題Ⅱ

第2時限 15：30～17：00（90分）

2. 材料力学
5. 熱工学
6. 制御工学
7. 工業材料

平成26年11月16日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

マークシート解答用紙に係る注意事項

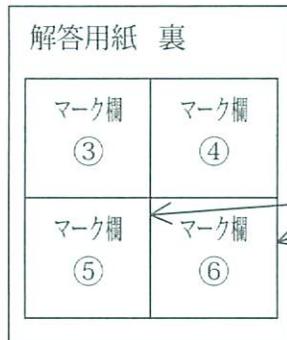
- ◇ マークシート解答用紙の記入は、鉛筆またはシャープペンシルに限ります。ボールペン等（消しゴムで消せない筆記用具等）を使用して、マークミス等した場合、新たな用紙は配布しません。
- ◇ マークシート解答用紙は、1試験科目につき1枚配付されます。例えば、第1時限は試験科目数が5科目ですので、同一様式のマークシート解答用紙が5枚配付されます。（問題冊子に挟まれています。）

	試験科目数	解答用紙数
第1時限	5科目	5枚
第2時限	4科目	4枚

試験科目とは、次の9科目をいいます。
 ①機構学・機械要素設計②材料力学
 ③機械力学④流体工学⑤熱工学⑥制御工学
 ⑦工業材料⑧工作法⑨機械製図

◇ マークシート解答用紙の使用方法

1. マークシート解答用紙は、1枚で計6問（表2問、裏4問）解答できます。出題数も、1試験科目につき、6問以内に設定されています。解答は、試験科目の問題番号と同じ番号のマーク欄にマークするようにして下さい。
 例1）試験科目Aの出題数が6問の場合は、下図のマーク欄①～⑥のすべてを使用します。
 例2）試験科目Bの出題数が4問の場合は、下図のマーク欄①～④を使用し、マーク欄⑤と⑥は使用しません。誤ってマークしないよう注意して下さい。



例2) の場合、⑤⑥は使用しません。マークしないよう注意して下さい。

2. 1つのマーク欄は、解答欄がA～Nまで与えられています。（選択番号1～14、選択肢は14以内に設定されてます。）

例3）試験科目Aの間1の解答事項が【A】～【G】の場合、解答欄のH～Nまでは使用しません。誤ってマークしないよう注意して下さい。

例3) の場合、H～Nは使用しません。マークしないよう注意して下さい。

1	解 答 欄													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
B	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
C	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
D	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
E	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
F	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
G	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
H	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
I	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
J	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
K	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
L	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
M	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
N	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭

◇ 試験開始前準備

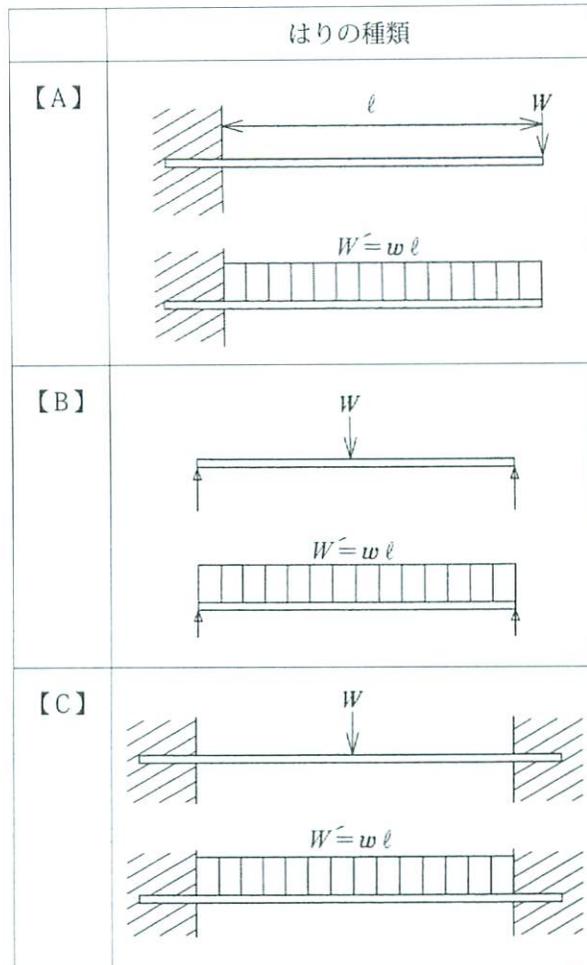
- ① マークシート解答用紙の枚数を確認してください。不足している場合は、係員に請求して下さい。
 - ② 受験番号欄に受験番号を記入し、マーク欄に正しくマークして下さい。
 - ③ 氏名を氏名欄に記入して下さい。必ず、フリガナも記入して下さい。
 - ④ 解答科目欄に解答科目をマークして下さい。(問題冊子の表紙参照)
- 以上は、配付されたすべての用紙に行ってください。

[2. 材料力学]

1

図に示す断面形状と長さが同一のはりに、同じ大きさの最大曲げモーメントが作用しているとする。先端または中央部の集中荷重 (W) に対して分布荷重の合計 ($W' = w\ell$) は何倍になるか。図の【A】【B】【C】それぞれについて求めよ。

答えとして、適切な値を〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】、【B】、【C】にマークせよ。



〔数値群〕 単位：倍数

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.1 | ② 1.2 | ③ 1.5 | ④ 1.7 | ⑤ 1.8 |
| ⑥ 2 | ⑦ 2.1 | ⑧ 2.2 | ⑨ 2.3 | ⑩ 2.4 |

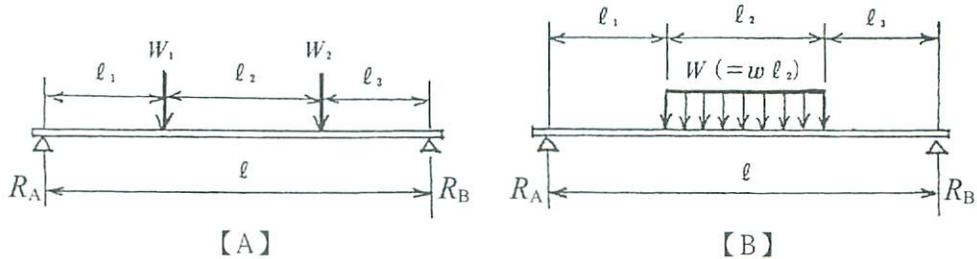
2

図に示す両端支持はり【A】、【B】それぞれの最大曲げ応力 σ_{\max} [N/mm²] を求め、適切な値を下記の〔数値群〕から選び、解答用紙の解答欄【A】、【B】それぞれにマークせよ。

ただし $W_1 = 200\text{N}$ 、 $W_2 = 300\text{N}$ 、 $W = 500\text{N}$

$l_1 = l_3 = 0.3\text{m}$ 、 $l_2 = 0.4\text{m}$ 、 $l = 1\text{m}$

はりの横断面は長方形で 70×45 (縦 \times 横) mmとする。



〔数値群〕 単位：N/mm²

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 1.2 | ② 1.4 | ③ 1.6 | ④ 1.8 | ⑤ 2.0 |
| ⑥ 2.2 | ⑦ 2.5 | ⑧ 2.7 | ⑨ 2.8 | ⑩ 3.0 |

3

機械プレスによる打抜き加工で、厚さ8mmの軟鋼板に直径25mmの穴をあける場合の打抜き力を求めよ。ただし軟鋼板のせん断強さを50N/mm²とする。

答えとして適切な値を下記〔数値群〕より選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

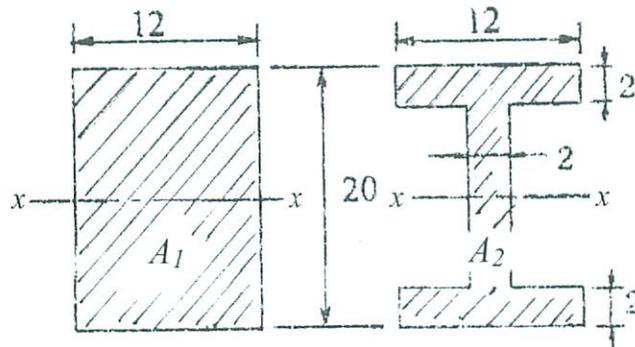
〔数値群〕 単位：kN

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 28.4 | ② 29.6 | ③ 30.2 | ④ 31.4 | ⑤ 32.5 |
| ⑥ 33.3 | ⑦ 34.2 | ⑧ 35.7 | ⑨ 36.8 | ⑩ 37.1 |

4

図のような長方形断面と、I形断面のそれぞれの断面積 A_1 、 A_2 を求め、また、それぞれの断面二次モーメント I_x の大きさ I_1 、 I_2 を求め、両者の A_1/A_2 、 I_1/I_2 を比較してみる。

これより以下の設問【A】【B】【C】【D】の値を求めよ。解答として適切な値を下記〔数値群〕より選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【D】にマークせよ。



(数値はcm)

【A】 A_1/A_2 はどれ程か。

〔数値群〕

- ① 1.6 ② 1.8 ③ 2 ④ 2.3 ⑤ 2.5
⑥ 2.8 ⑦ 3 ⑧ 3.4 ⑨ 3.7 ⑩ 4

【B】 I_1 の値はいくらか。

〔数値群〕 単位： cm^4

- ① 7300 ② 7500 ③ 7700 ④ 8000 ⑤ 8500
⑥ 8700 ⑦ 8800 ⑧ 8900 ⑨ 9000 ⑩ 9200

【C】 I_2 の値はいくらか。

〔数値群〕 単位： cm^4

- ① 4210 ② 4230 ③ 4280 ④ 4310 ⑤ 4360
⑥ 4430 ⑦ 4470 ⑧ 4580 ⑨ 4610 ⑩ 4640

【D】 I_1/I_2 の値はいくらか。

〔数値群〕

- ① 0.9 ② 1.0 ③ 1.1 ④ 1.2 ⑤ 1.3
⑥ 1.4 ⑦ 1.5 ⑧ 1.6 ⑨ 1.7 ⑩ 1.8

[5. 熱工学]

1

熱移動に関する下記の文章について、【A】～【H】に当てはまる語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。

図1は高温流体側から低温流体側へ、熱が伝わる熱移動（伝熱）の状況を示している。

- (1) 熱は、温度 θ_{f1} の高温流体から平面壁へ、温度勾配の大きい【A】をとおして伝わる。
- (2) その熱は平面壁の高温側（温度 θ_{w1} ）から低温側（温度 θ_{w2} ）へ、分子間を直接伝わっていく。単位面積当たりの伝熱量 q を【B】という。
- (3) そして、平面壁から低温側の【A】をとおして、温度 θ_{f2} の低温流体へ伝わる。

(2) の伝熱形式を【C】と呼び、(1)、(3) の伝熱形式を【D】、(1)(2)(3) を総合した熱の移動を【E】と呼ぶ。

q は式 (a)、(b) で表される。

$$q = \kappa (\theta_{f1} - \theta_{f2}) \quad \dots\dots\dots (a)$$

$$\kappa = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{h_2}} \quad \dots\dots\dots (b)$$

ここで、 h_1 、 h_2 は、それぞれ高温流体側および低温流体側の【F】、 δ は平面壁の厚さ、 λ は平面壁の【G】であり、それらを総括した κ を【H】という。

〔語句群〕

- | | |
|---------|---------|
| ① 熱流束 | ② 分離領域 |
| ③ 速度境界層 | ④ 膨張領域 |
| ⑤ 温度境界層 | ⑥ 遷移領域 |
| ⑦ 熱伝導 | ⑧ 熱放散 |
| ⑨ 熱伝達 | ⑩ 熱伝導率 |
| ⑪ 熱伝達係数 | ⑫ 温度変化率 |
| ⑬ 熱通過 | ⑭ 熱貫流率 |

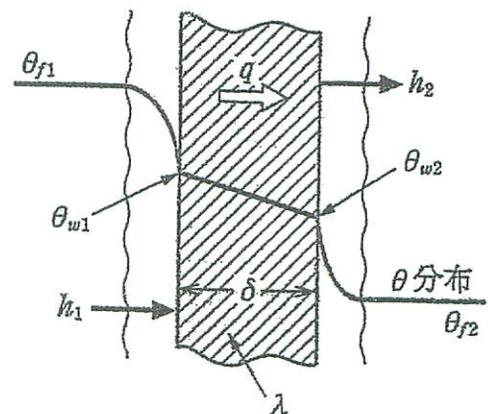


図1

2

圧力 1.2 MPa の飽和水が等エンタルピー変化をして圧力 130 kPa に変化する場合を考える。初めの状態を状態 1、終わりの状態を状態 2 として、下記の問題の【A】～【E】に入る最も適切な用語等を〔選択肢〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【E】にマークせよ。エンタルピーの量記号 h に付した ' と " は、それぞれ飽和水と飽和蒸気を意味するものとし、それらの値は表のとおりである。

表 比エンタルピーの値

圧力 [MPa]	飽和水の比エンタルピー h' [kJ/kg]	飽和蒸気の比エンタルピー h'' [kJ/kg]
1.2	798.4	2783
0.13	449.2	2687

問題：

(1) 状態 2 における水の呼称は【A】である。

〔選択肢〕 ① 圧縮水 ② 飽和水 ③ 湿り蒸気

(2) 比エンタルピーが h である湿り蒸気の乾き度 x は、【B】で表される。

〔選択肢〕

① $x = (h' - h) / (h'' - h')$ ② $x = (h'' - h') / (h - h')$ ③ $x = (h'' - h) / (h - h')$

④ $x = (h'' - h') / (h'' - h)$ ⑤ $x = (h - h') / (h'' - h')$

(3) 状態 2 における乾き度は、【C】で表される。

〔選択肢〕 ① 0.137 ② 0.170 ③ 0.156 ④ 0.232 ⑤ 0.213

(4) 圧力 130 kPa における蒸発潜熱は、【D】 kJ/kg である。

〔選択肢〕 ① 96 ② 2238 ③ 349 ④ 1985 ⑤ 0

(5) 状態 2 における液体の水 1 kg を、すべて気体の水（飽和蒸気）にするために必要な熱量は、【E】 kJ で表される。

〔選択肢〕 ① 1985 ② 349 ③ 2238 ④ 1889 ⑤ 96

〔6. 制御工学〕

1

次の【A】～【H】の制御に関して述べた文章の内容に最も適切な語句を下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【H】にマークせよ。

- 【A】 一定の速度で直進している車が横風による力を受けたり、制御対象が制御装置から直接操作できない入力を受けて制御を乱すような外的な作用。
- 【B】 一般的に、プロセス制御においてよく用いられ、コントローラ（調節器）で制御対象を目的の条件に適合するように制御し、過渡特性を改善する目的で用いられる制御動作。
- 【C】 過渡応答において、十分時間が経過しても制御量が目標値と異なる最終値になった場合の目標値と最終値の差であり、システムの精度を表す。システムにステップ入力を与えた場合の差はオフセットと呼ばれ、値を0または極力小さくすることが望ましい。
- 【D】 系が1次遅れ要素で表される場合、ステップ入力に対する出力の応答時間を表す指標である。たとえば、機械的には、モータ単体に対してスタートしてから最終回転速度の63.2%に到達するまでの時間であり、この値が小さいほど速応性に優れている。
- 【E】 制御対象（水槽の水位やクーラーの温度、モータの回転角など）に関して制御すべき量のこと。フィードバック制御とは、この量と目標値を比較し、それらを一致させるように訂正動作を行う制御である。
- 【F】 部屋の温度調節などのように、操作を加えてから検出されるまでの時間である。制御工学ではこの時間が長いと、ハンチングやオーバーシュートを起こしやすいとされ、温度制御では可能な限り小さくする必要がある。また、PID制御ではこの時間と時定数の比をとり、応答の良し悪しを評価する。
- 【G】 工作機械やモータなど、制御量が位置もしくは角度である制御系に用いられる制御方式で、制御対象の出力を時間的に変化する目標値に追従させる制御。
- 【H】 制御対象に制御を乱す外的要因が生じて、与えた操作量の結果を見てその影響が現れてからでないと修正できず、修正動作が後追いとなる欠点を持つ制御である。その欠点を補うために、PID制御の各種パラメータによる細かな調整、影響を与える前に必要な操作量を与えるなどの工夫が必要である。

〔語句群〕

- | | | | |
|--------|----------|-------------|----------|
| ① 外乱 | ② サーボ制御 | ③ 時定数 | ④ 周波数応答 |
| ⑤ 制御量 | ⑥ 整定時間 | ⑦ 積分動作 | ⑧ 定常偏差 |
| ⑨ 微分動作 | ⑩ 比例ゲイン | ⑪ フィードバック制御 | ⑫ ブロック線図 |
| ⑬ むだ時間 | ⑭ ラプラス変換 | | |

2

右図のような質量 m 、ダッシュポットの粘性係数 c 、ばね定数 k で構成される機械振動系に、外力 $f(t)$ が加えられたときの変位を $x(t)$ とする。

次の設問 (1) ~ (5) に答えなさい。

- (1) この系の運動方程式として、最も適切な式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数式群〕

① $(m+c)\frac{d^2x(t)}{dt^2}+kx(t)=f(t)$

② $m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+c\frac{dx(t)}{dt}+kx(t)=f(t)$

③ $m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+(c+k)\frac{dx(t)}{dt}=f(t)$

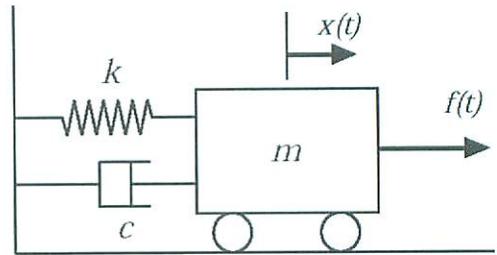
④ $m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+\frac{1}{2}(c+k)\frac{dx(t)}{dt}=f(t)$

⑤ $m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+\frac{1}{2}c\frac{dx(t)}{dt}+\frac{1}{2}kx(t)=f(t)$

⑥ $2m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+c\frac{dx(t)}{dt}+kx(t)=f(t)$

⑦ $m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+(c+k)x(t)=f(t)$

⑧ $m\frac{d^2x(t)}{dt^2}+\frac{1}{2}(c+k)x(t)=f(t)$



- (2) 質量 m の物体の初期位置 $x(0)=0$ としたとき、この系の伝達関数 $G(s)$ として、最も適切な式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{1}{ms^2+(c+k)s}$

② $\frac{1}{(m+c)s^2+ks}$

③ $\frac{1}{ms^2+cs+k}$

④ $\frac{1}{2ms^2+cs+k}$

⑤ $\frac{1}{ms^2+2(c+k)s}$

⑥ $\frac{1}{2ms^2+(c+k)s}$

⑦ $\frac{1}{ms^2+2cs+k}$

⑧ $\frac{1}{ms^2+2cs+2k}$

(3) この系の動特性を表す要素として、最も適切な語句を下記の〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 位相進み要素 ② 位相遅れ要素 ③ 1次進み要素 ④ 1次遅れ要素
⑤ 減衰要素 ⑥ 積分要素 ⑦ 2次進み要素 ⑧ 2次遅れ要素
⑨ 比例要素 ⑩ むだ時間要素

(4) 減衰係数 ζ を求める最も適切な数式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $\frac{c}{2\sqrt{mk}}$ ③ $\frac{1}{m}$ ④ $\frac{1}{2m}$
⑤ $\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑥ $\frac{c}{\sqrt{mk}}$ ⑦ $\frac{c}{\sqrt{2mk}}$

(5) 伝達関数 $G(s) = \frac{2}{s^2 + 5s + 100}$ であるとき、ばね定数 k の値として、最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：N/m

- ① 2 ② 5 ③ 10 ④ 20 ⑤ 30 ⑥ 50 ⑦ 75 ⑧ 100

〔7. 工業材料〕

1

次の一覧表に示す鋼の熱処理について、それぞれの主目的と方法を〔語句群〕の中から選びなさい。なお、主目的の欄（【A】～【E】）については〔語句群〕の（1）の中から、方法の欄（【F】～【J】）については〔語句群〕の（2）の中から、最も適切なものを一つずつ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【J】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

熱処理の種類	主目的	方法
焼なまし	【A】	【F】
焼入れ	【B】	【G】
焼戻し	【C】	【H】
焼ならし	【D】	【I】
サブゼロ処理	【E】	【J】

〔語句群〕

（1）主目的

- ① 硬さや機械的性質を調節し、じん性や延性を高める。
- ② 耐摩耗性の向上および経年変化を防止する。
- ③ 内部はそのまま、表面のみを硬くして耐摩耗性を高める。
- ④ マルテンサイト組織にして、硬くする。
- ⑤ 冷間加工、溶接、鋳造などによって生じた内部応力を除去し、軟らかくする。
- ⑥ ベイナイト組織にして、粘り強くする。
- ⑦ 熱間鍛造によって粗大化した結晶粒を微細化する。

（2）方法

- ① 550～650℃位の温度で加熱した後、空冷または炉冷する。
- ② オーステナイト領域（ A_3 または A_{cm} 変態点以上）まで加熱した後、空冷する。
- ③ オーステナイト領域（ A_3 または A_1 変態点以上）まで加熱した後、熱浴で等温変態させる。
- ④ 焼入れした後に、0℃以下（液体窒素など）まで冷やす。
- ⑤ オーステナイト領域（ A_1 または A_3 変態点以上）まで加熱した後、水や油で急冷する。
- ⑥ 誘導加熱によって表面のみ急速加熱した後、水や水溶性冷却剤で急冷する。
- ⑦ 焼入れした後に、要求される硬さを得るために、150～650℃の範囲で加熱した後、空冷または急冷する。

2

次の設問（A）～（J）は各種工業材料について記述したものである。各設問について正しい答えを選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【J】にマークせよ。

- (A) ばね鋼のJISによる鋼種記号は、次のうちのどれか。解答欄【A】にマークせよ。
① SUJ ② SUH ③ SUP ④ SUS
- (B) 次に示すステンレス鋼の種類のうち、焼入れによって硬くすることができ、耐食性の要求される機械部品や工具に利用されているものはどれか。解答欄【B】にマークせよ。
① マルテンサイト系 ② フェライト系 ③ オーステナイト系 ④ 析出硬化系
- (C) 次に示す工具材料のうち、ダイヤモンドについて硬く、耐熱性にも優れており、鋼の加工にも使用できるものはどれか。解答欄【C】にマークせよ。
① セラミックス ② 超硬合金 ③ 粉末ハイス ④ CBN
- (D) 水より軽く、耐薬品性や電気絶縁性に優れており、電線の被覆材、ポリ袋、ポリタンクなどに用いられている有機材料は、次のうちのどれか。解答欄【D】にマークせよ。
① ポリ塩化ビニル ② ポリスチレン ③ ポリエチレン ④ ポリアミド
- (E) 軽くて強いため、航空機の部品としてよく用いられているジュラルミンは、次に示す合金のうちのどれか。解答欄【E】にマークせよ。
① 銅合金 ② アルミニウム合金 ③ ニッケル合金 ④ 亜鉛合金
- (F) 次に示す実用金属材料のうち、最も軽いものはどれか。解答欄【F】にマークせよ。
① チタン (Ti) ② 亜鉛 (Zn) ③ マグネシウム (Mg)
④ アルミニウム (Al)
- (G) 次に示す各種セラミックスのうち、電気炉の発熱体として利用されているものはどれか。解答欄【G】にマークせよ。
① 炭化ケイ素 (SiC) ② アルミナ (Al_2O_3) ③ チタニア (TiO_2)
④ 窒化アルミ (AlN)
- (H) 快削鋼において、被削性を向上させるために添加されている合金元素は、次のうちのどれか。解答欄【H】にマークせよ。
① シリコン (Si) ② イオウ (S) ③ ニッケル (Ni) ④ マンガン (Mn)

(I) 真鍮は銅—亜鉛合金の俗称で、塑性加工が容易であり機械的性質も良好であるので各種分野で用いられている。真鍮の正式な名称は、次のうちのどれか。解答欄【I】にマークせよ。

- ① 黄銅 ② 青銅 ③ 洋白 ④ タフピッチ銅

(J) 次に示す各種非鉄金属のうち、強磁性体（磁石に付くもの）は次のうちのどれか。解答欄【J】にマークせよ。

- ① チタン (Ti) ② 銅 (Cu) ③ アルミニウム (Al) ④ ニッケル (Ni)