

平成20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20年11月23日実施

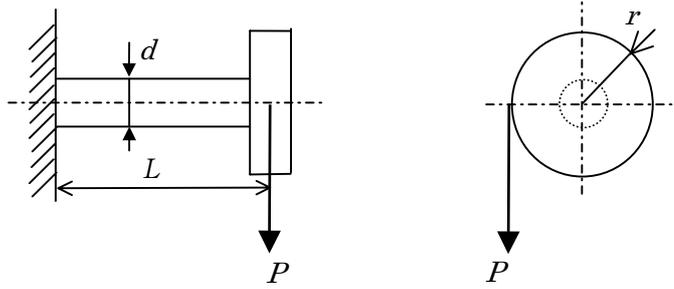
主催：社団法人 日本機械設計工業会

[2. 材料力学]

- ① 図に示すように、一端を固定された軸の先の円板に $P = 3055\text{N}$ の荷重がかかっている。固定端における内力は、荷重 P による軸心における固定端周りの曲げモーメントと軸心周りのねじりモーメントの合力として表せるものとする。

なお、断面特性の計算式を忘れた場合は、末尾の（参考）を基に求めよ。

$$L = 200\text{mm}, \quad d = 50\text{mm}, \quad r = 160\text{mm}$$



- (A) 軸の固定端における曲げ応力に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【A】に記入せよ。

【数値群】 単位：MPa

- ① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 30
⑥ 40 ⑦ 50 ⑧ 70 ⑨ 80 ⑩ 90

- (B) ねじりモーメントによる最大せん断応力に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【B】に記入せよ。

【数値群】 単位：MPa

- ① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 30
⑥ 40 ⑦ 50 ⑧ 70 ⑨ 80 ⑩ 90

- (C) 曲げモーメント M とねじりモーメント T が同時にかけた場合の最大主応力 σ_p に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【C】に記入せよ。

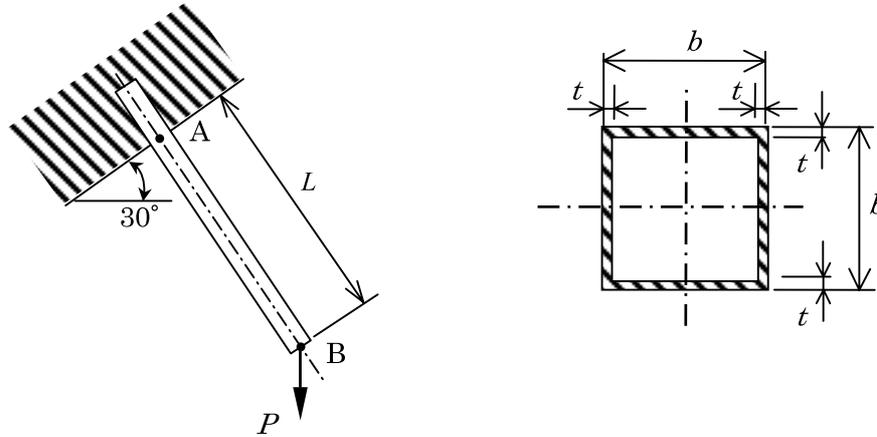
ただし、最大主応力 σ_p は、下式で表されるものとする。

$$\sigma_p = (M + \sqrt{M^2 + T^2}) / Z_p \quad \text{ただし、} Z_p \text{ は極断面係数}$$

【数値群】 単位：MPa

- ① 16 ② 27 ③ 30 ④ 36 ⑤ 42
⑥ 46 ⑦ 51 ⑧ 57 ⑨ 71 ⑩ 94

- 2 図に示すように、片端を水平に対して 30° 傾斜した壁面に直角に埋め込んで固定した長さ a (露出部) の正方形中空断面はりの先端B部に鉛直荷重 P が作用している。
 $P = 2.4\text{kN}$, $L = 1000\text{mm}$, はりの断面の辺の長さ $b = 60\text{mm}$ 、肉厚 $t = 3\text{mm}$ として以下の質問に答えよ。ただし座屈は考えない。



- (A) はりのA-B間の断面に生じる軸方向の力に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【A】に記入せよ。

【数値群】 単位：kN

- ① 0.8 ② 1.2 ③ 1.6 ④ 2.1 ⑤ 2.7
 ⑥ 3.5 ⑦ 4.2 ⑧ 4.8 ⑨ 5.5 ⑩ 6.2

- (B) はりのA部断面に生じる最大曲げモーメントに最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【B】に記入せよ。

【数値群】 単位：N・m

- ① 180 ② 300 ③ 480 ④ 800 ⑤ 1200
 ⑥ 1400 ⑦ 1660 ⑧ 1800 ⑨ 2000 ⑩ 3000

- (C) はりのA部断面に生じる最大引張り応力に最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【C】に記入せよ。

【数値群】 単位：MPa

- ① 60 ② 80 ③ 100 ④ 120 ⑤ 145
 ⑥ 166 ⑦ 180 ⑧ 240 ⑨ 1280 ⑩ 2000

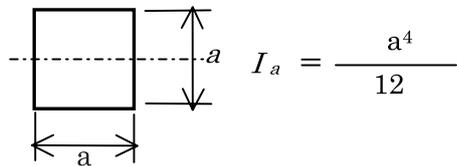
- 3 許容圧縮強度が $5 \times 10^3 \text{kN/m}^2$ 、比重量が 22kN/m^3 の石材を積んで円錐状の塔を作る。この場合に可能な最大高さとして最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【A】に記入せよ。ただし、塔は強度が十分あり、底部の反力分布は一様であるとする。

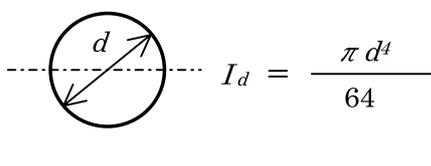
【数値群】 単位：m

- ① 608 ② 682 ③ 720 ④ 766 ⑤ 800
 ⑥ 820 ⑦ 855 ⑧ 880 ⑨ 924 ⑩ 980

(参考)

- a) 正方形断面および円断面の断面二次モーメントは下記で表される。



$$I_a = \frac{a^4}{12}$$


$$I_d = \frac{\pi d^4}{64}$$

- b) 対称断面の断面極モーメント

断面極モーメント I_P は図心を通る断面二次モーメント I_{xx} と直行する軸周りの断面二次モーメント I_{yy} の和で求められる。

$$I_P = I_{xx} + I_{yy}$$

[5. 熱工学]

- 1 容積 0.25m^3 のボンベには圧力 250kPa で作動する安全弁が取り付けられており、 20°C 、 200kPa の空気が入っている。空気的气体定数、定容比熱はそれぞれ $0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、 $0.717\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ として下記の設問に答えよ。

【A】上記の状態から、ボンベ内の空気が均一に加熱されたとして、安全弁が作動する温度($^\circ\text{C}$)を求めよ。ボンベの容積は変化しないものとする。

答として、最も近い値を下記の数値群の中より一つ選び、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： $^\circ\text{C}$

- ① 54 ② 60 ③ 64 ④ 68 ⑤ 73
⑥ 85 ⑦ 88 ⑧ 93 ⑨ 112 ⑩ 128

【B】ボンベ内の空気の質量を求めよ。

答として、最も近い値を下記の数値群の中より一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄

【B】にマークせよ。

[数値群] 単位： kg

- ① 0.4 ② 0.5 ③ 0.6 ④ 0.7 ⑤ 0.75
⑥ 0.8 ⑦ 0.85 ⑧ 0.9 ⑨ 0.95 ⑩ 1.0

【C】安全弁が作動するまでに加えられた熱量を求めよ。

答として、最も近い値を下記の数値群の中より一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄

【C】にマークせよ。

[数値群] 単位： kJ

- ① 12 ② 15 ③ 19 ④ 23 ⑤ 31
⑥ 46 ⑦ 51 ⑧ 59 ⑨ 63 ⑩ 72

[6. 制御工学]

- 1 制御に関する次の文中の空欄を埋めるのに最も適切な語句を語句群から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【L】にマークせよ。(重複使用不可)

制御系は、システムの用途・構成・動作などのとり方によって分類できる。

構成によって分類した場合、【A】制御は、【B】を常に検出して制御に反映させ、【C】を少なくして【D】に近づけることが可能であり、機械の制御で最も一般的な制御方式である。

【E】制御は、あらかじめ予測できる【F】を想定して【D】を定めておけば素早い制御が期待でき、計算機制御で最適化制御を行う場合に用いられる。

【G】制御は、所定の動作をある条件や時間で順番に実行していく制御方法で、生産工場ラインなどでよく用いられる。

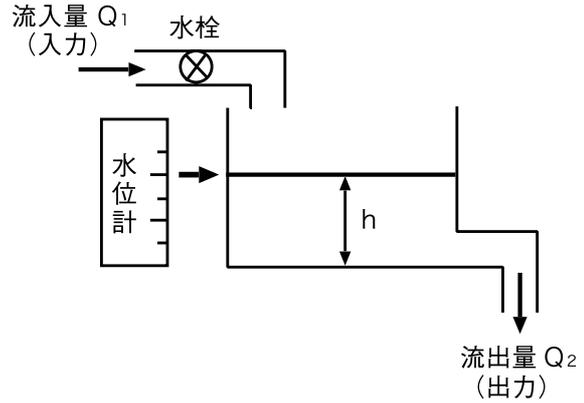
【A】制御系で位置や回転角を制御量とするものを【H】といい、【D】が時間的に変化する【I】で行われるシステムのため、強力な操作量を必要とする。

温度や圧力などを制御量とするものを【J】といい、【D】が時間的な変化をしない【K】で行われるシステムまたは【D】があらかじめ定められた変化をする【L】である。

(語句群)

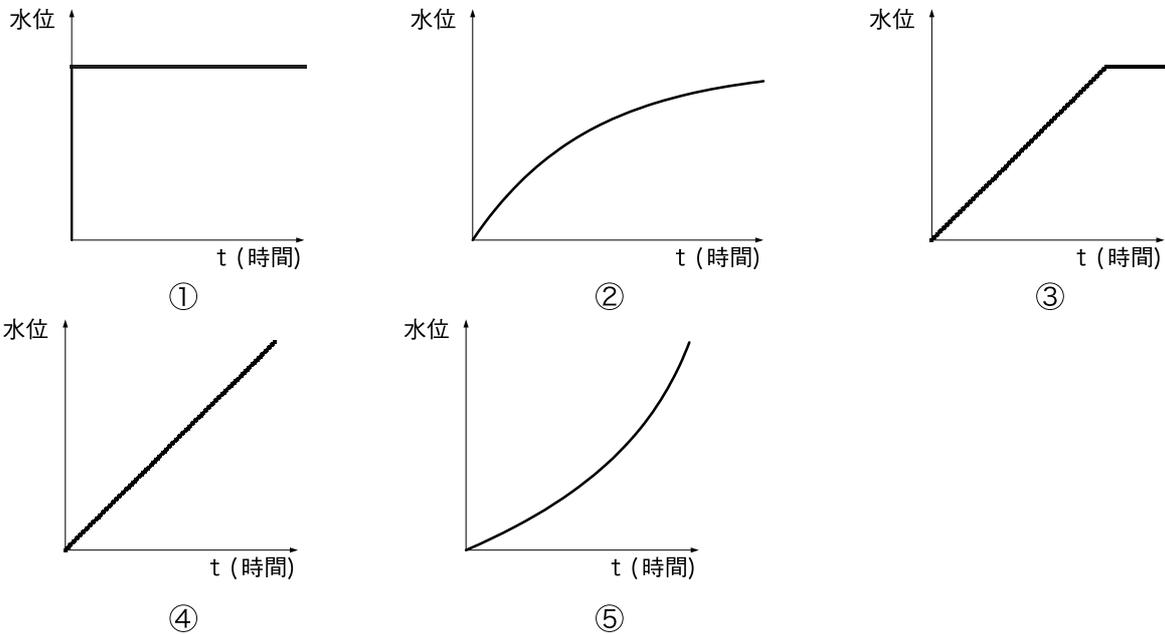
- | | | | |
|-------------|---------|--------|-----------|
| ① プロセス制御 | ② サーボ機構 | ③ 目標値 | ④ シーケンス |
| ⑤ フィードバック | ⑥ 偏差 | ⑦ 定値制御 | ⑧ 追従制御 |
| ⑨ フィードフォワード | ⑩ 外乱 | ⑪ 制御量 | ⑫ プログラム制御 |

- 2 右図のような流入量 Q_1 で水を供給し、流出量 Q_2 で放出している水槽があり、水位 $h = 30\text{cm}$ で平衡状態に保たれている。いま、流入量が単位量だけ急激に増加し、この系が 1 次遅れ要素の性質を持つとき、次の問に答えよ。



- (1) 平衡値からずれ始めた後の水位変化として最も適切な図を下記の [図群] から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

[図群]



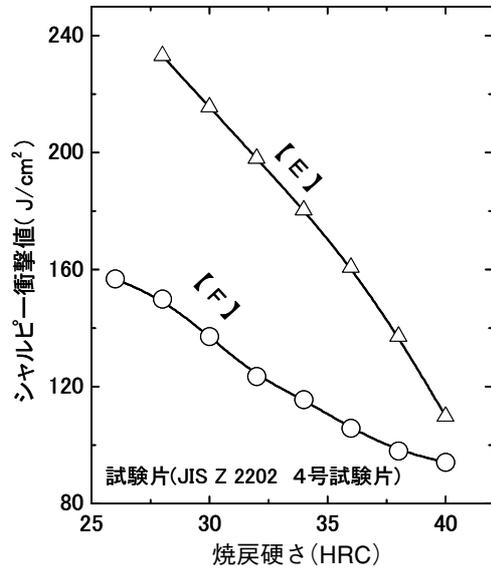
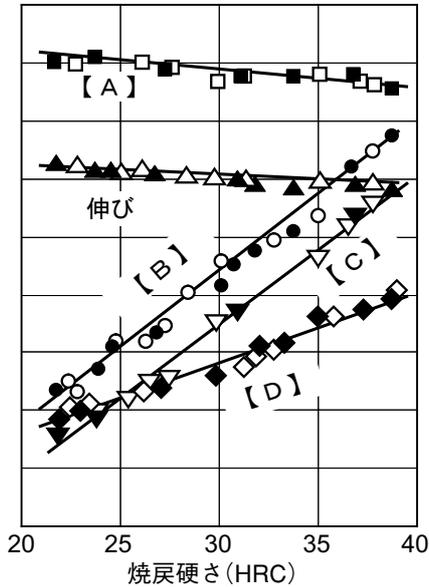
- (2) 水位計の時定数を T とする。時間 $t = \infty$ のときの水位が $h' = 55\text{cm}$ であるとき、 T 秒後の水位はいくらになるか。答として、最も近い値を下記の [数値群] から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

[数値群] 単位：cm

- ① 15.8 ② 26.8 ③ 34.8 ④ 39.2 ⑤ 41.6
 ⑥ 42.3 ⑦ 43.5 ⑧ 45.8 ⑨ 47.2 ⑩ 51.8

[7. 工業材料]

- 1 下の二つの図は機械構造用鋼の焼入れ・焼戻硬さと機械的性質の関係を示したものである。図中の【A】～【D】にはそれぞれの曲線を示す機械的性質の名称を、【E】と【F】にはそれぞれの曲線を示す鋼種の名称を語句群から選び、その番号を解答用紙の解答欄にマークせよ。



〔語句群〕(【A】～【D】の語句)

- ① 引張強さ ② せん断強さ (ねじり強さ) ③ 絞り ④ 降伏点

〔語句群〕(【E】～【F】の語句)

- ⑤ S48C (850℃から水焼入れ) ⑥ SCM435 (850℃から油焼入れ)

- 2 次の設問【A】～【D】は機械構造用鋼について記述したものである。各設問について正しい答を選び、その番号を解答用紙の解答欄にマークせよ。

【A】 機械構造用鋼の一般的な焼入れ温度範囲は次のうちのどれか。

- ① A_3 変態点より30～50℃高い温度 ② A_3 変態点と同一温度
③ A_1 変態点と同一温度 ④ A_1 変態点と A_3 変態点の間の温度

【B】 機械構造用鋼に関する記述として間違っているのは次のうちのどれか。

- ① S45Cとは、規定されている炭素量の中間値が0.45%の炭素鋼である
② SCM440は、SCr440よりも焼入れ性が良好である
③ 機械構造用鋼は一般にリムド鋼である
④ SCM435は、高温焼戻しぜい性の心配はほとんどない

【C】 SCM440の線材を850℃で加熱後400℃の熱浴に焼入れして、そのまま等温保持したときの金属組織は次のうちのどれか。

- ① パーライト ② ソルバイト ③ フェライト ④ ベイナイト

【D】調質の意味は次のうちのどれか。

- ① 機械構造用鋼を適度に焼なましすることである
- ② 機械構造用鋼を焼ならしして結晶粒を微細化することである
- ③ 機械構造用鋼を圧延後に低温焼なましによって再結晶させることである
- ④ 機械構造用鋼を焼入れ後500～650℃で焼戻しして所定の強さにすることである

3 次の項目 (1) ～ (3) は金型材およびその表面処理について記述したものである。各項目について、【 】に当てはまる語句を答えなさい。答は〔語句群〕の中から最も適切なものを選び、その番号を解答欄にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

(1) ダイカスト用金型には耐摩耗性だけでなく耐熱性や耐衝撃性が要求される。そのため、高温での軟化抵抗が大きく、しかもじん性の優れた【 A 】がよく利用されている。この鋼種は化学成分が0.35%C-5%Cr-1%Mo-1%Vの合金工具鋼で、炭化物が微細で質量効果も小さいため大型の金型にも多用されている。また、使用中の熱衝撃によって発生するサーマルクラックや溶湯との反応による溶損を防止する目的で【 B 】を主体とした表面処理も適用されている。

(2) プラスチック用金型の場合は、鏡面研磨性や耐食性も強く要求される。そのため、工具鋼だけでなくマルテンサイト系ステンレス鋼の【 C 】やオーステナイト系ステンレス鋼の【 D 】も金型材としてよく利用されている。また、使用中の面圧が低い薄物成形用金型の場合には【 E 】など非鉄金属も用いられ、さらに耐食性や鏡面性が最重視される場合にはめっき技術を利用した【 F 】の適用例も増加している。プラスチック金型への表面処理採用の目的は離型性や耐食性改善であり、湿式の【 G 】をはじめ多様な表面処理が行われている。

(3) 難加工材や複雑形状品まで冷間成形される例が多くなり、冷間鍛造用金型は使用環境がますます過酷になっている。そのため、耐摩耗性最重視の場合には一般の溶製鋼材よりも焼入れ・焼戻硬さが高い【 H 】やWCを主成分とする【 I 】など硬質の焼結材料まで金型材としてよく用いられている。さらには摩擦係数低減効果を目的として、PVDやCVDによるパンチへの【 J 】の適用例も増加しており、この表面処理は潤滑剤の使用量低減にも貢献している。

〔語句群〕

- ① 超硬合金 ② 窒化处理 ③ SUS304 ④ セラミックコーティング
- ⑤ アルミ合金 ⑥ 亜鉛めっき ⑦ SKD11 ⑧ SUS420J2
- ⑨ ニッケル-リンめっき ⑩ 高周波焼入れ ⑪ 粉末ハイス ⑫ 浸炭焼入れ
- ⑬ SKD61 ⑭ ニッケル電鍍金型

