

令和1年度

機械設計技術者試験

1級 試験問題 I

第1時限 9:30 ~ 11:40 (130分)

1. 設計管理関連課題
2. 機械設計基礎課題
3. 環境経営関連課題

令和1年11月17日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔1. 設計管理〕

1-1 「設計技術情報」に関する次の文章の中の空欄を埋めるのに最も適切な語句を、〔語句群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄に記入せよ。（重複使用不可）

製造は設計を忠実にしかも能率よく実現するための仕事である。しかし、設計で製造の全ての条件、特に作業方法とかレイアウトまで決める事はできない。製造を合理化するために、作業研究、時間研究、工場配置、運搬、その他多くのそのための〔A〕が発達し、製造現場に対して活かされてきたといえる。ここに、管理技術の重要性が浮かび上がってくる。

設計活動は、製品を製造・販売する企業にとって、〔B〕を生み出す源泉である。受注・〔C〕を問わず、新しい設計に当たっては、まず必要な事柄を考え、それに直接役立つ、あるいは参考になる資料・図面は何かを考える。場合によっては上司やベテラン設計者に相談する。次にそれらの書類を探し出し、必要な個所を探してその上で仕事に取り掛かっている。設計者は、各人に割り当てられた〔D〕に向かって、日夜たゆまぬ努力を続けているが、どんな優秀な設計者であっても、単なる〔E〕だけでは、決して良い設計を行うことはできないものである。

設計者は、過去の苦心と努力、失敗や成功の経験とそこから得た知識を活用しながらこれを積み重ねることによって、高度な〔F〕が身に付いていく。このことは自己のものだけでは十分でなく、社内はもちろん、広く社外の経験や知識を知り利活用することによって、さらに一段と高いものとなる。設計に必要なこれらの情報、知識、技術またはノウハウは、〔G〕として積極的に収集管理されなければならない。

したがって、優れた製品を設計するには、これらの蓄積された技術情報の調査が大変重要になってくる。調査を十分にやらずに設計すると以前に行なった検討を重複して行い、また同じようなミスを繰り返すことになり、〔H〕、費用などにムダが生じてしまう。ところが、設計者は次のような理由で資料にまとめることを怠りがちになるので注意しなければならない。

- ① 個人的に情報を温存したい。
- ② 自分の頭脳に入っており、分かっているので書類にしておく必要はない。
- ③ 情報は必要な時に、自分で調べるものである。
- ④ 情報として〔I〕し提出するのは自信がない。聞きにすれば教えてやる。

など、たとえ作成しても個人のファイルに保管され、公開されない場合が多い。

現代のように技術が急速に進歩している時代に、他社に先駆けて新製品を作り、企業を発展させていくためには、設計技術者はその経験や知識を相互に交換・公開して、企業全体としての技術力の向上に貢献できる〔J〕が必要である。

設計の管理者はぜひこれを組織的な〔K〕の一環として取り上げるべきである。技術情報は受け入れたままの状態では整理保管しているだけでは、利活用するのに不便な場

合が多い。

一般に、定期的に刊行される特許・新案公報や、技術誌、JISなどの「L」は、形式や番号・分類なども整っているので整理もしやすく、これらについては満足度が高いのは当然であるが、不定期に作られる「M」は、そのときそのときによって形式が変わったり、一貫性がなかったりして、全体として整理しにくいものになりがちである。更に、市場情報や、「N」のようなものは定期的集めるのが困難な上、表現様式なども統一し難いだけに、長期間継続して収集し、整理するのが難しいものである。

技術情報の利用者である設計者は、資料管理のあり方や、情報の内容などについて不平や不満を言う前に、少しでも自分のできることについて協力する態度がなくてはならない。今後の自主技術発展のためにも、先輩が残していった成功の記録だけでなく失敗の記録も、大切に整理・保管する習慣を身につけることが必要である。小さな情報もこまめに収集・提供するには、何よりも大勢の人々の協力が必要であろう。

設計技術資料は、経験、未経験分野を問わず設計時に重要かつ有効な手段を提供する技術上の「O」であり、将来発展の基礎となるもので、万難を排してその収集、整備、拡充に努める普段の努力が必要である。

[語句群]

- | | | | |
|----------|--------|----------|--------|
| ① 見込生産 | ② 財産 | ③ 設計業務 | ④ 勤勉努力 |
| ⑤ 社内技術情報 | ⑥ 文書化 | ⑦ 管理技術 | ⑧ 技術力 |
| ⑨ 社外技術情報 | ⑩ 設計工数 | ⑪ 技術活動 | ⑫ 技術情報 |
| ⑬ 失敗事例集 | ⑭ 利益 | ⑮ システム構築 | |

1-2 従来のビジネスモデルを転換し、イノベーションを生み出すためには「デザイン思考（デザイン・シンキング／Design thinking）」が有効であるといわれている。以下の設問に設計者の立場から考えを述べよ。

- (1) デザインという言葉は、日本では形や色などのスタイリングを決定する行為という意味が強いが、「デザイン思考」におけるデザインの意味はどこにあるのか記述せよ。
- (2) あなたが手がけた設計業務において、デザイン思考でアプローチしたとしたらどのような成果が期待できるか具体的に記述せよ。

[2. 機械設計基礎]

2-1 図1のような単ブロックブレーキの直径 $D=400\text{mm}$ のブレーキドラムが回転速度 $n=100\text{min}^{-1}$ で回転しているとき、幅 $t=30\text{mm}$ の鋳鉄製ブレーキシューを押しつけて、ブレーキトルク $T_B=120\times 10^3\text{N}\cdot\text{mm}$ を得ようとする。ブレーキシューの摩擦係数 $\mu=0.2$ 、許容押し付け圧力 $p=1.0\text{MPa}$ としたときの下記設問(1)～(4)に答えよ。

解答は、計算過程(計算式、条件式)を含めて解答用紙の解答欄に記述せよ。

設問：

- (1) 制動力 f [N] を求めよ。
- (2) ブレーキドラムにブレーキシューを押し付ける力 W [N] を求めよ。
- (3) ブレーキシューの長さ h [mm] を求めよ。
- (4) ブレーキ容量($\mu p v$)を求め、自然冷却の場合の摩擦熱に対してのシューの安全性を判定せよ。ただし、自然冷却の場合のブレーキ容量の許容値は、 $1.0\text{MPa}\cdot\text{m/s}$ とする。

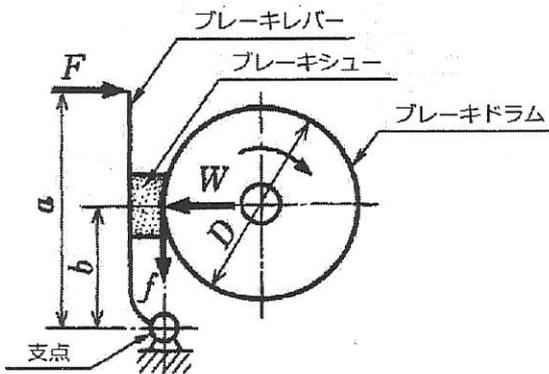


図1

《ブレーキ容量を求める参考計算式》

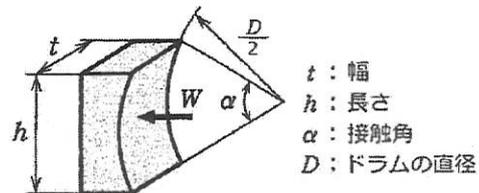


図2 ブレーキシュー

$$\mu p v = \mu \cdot p \cdot \frac{\pi D \cdot n}{60}$$

$\mu p v$: ブレーキ容量 [MPa·m/s]

μ : ブレーキシューの摩擦係数

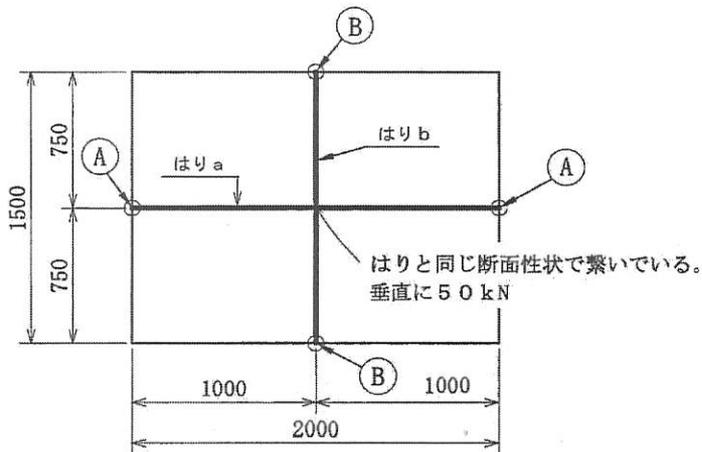
p : 許容押し付け圧力 [MPa]

D : ドラムの直径 [m]

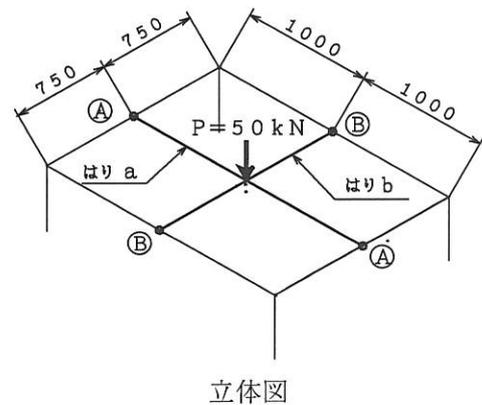
v : ドラムの周速度 [m/s]

n : ドラムの回転速度 [min^{-1}]

2-2 下図は架台の上面骨組図である。架台上面の中央部に 50 kN の垂直荷重が作用している場合の下記設問に答えよ。解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に記入せよ。



上面骨組図



設問：

単純ばりの支持点①、②に生じる反力 R_A 、 R_B [kN] と、はり a、b の最大曲げモーメント M_a 、 M_b [kN·m] を求めよ。

ただし、はり a、b の断面寸法および縦弾性係数は、同一仕様とする。

必要に応じて下記〔参考〕の単純ばりの中央荷重の最大たわみ計算式を利用せよ。

〔参考〕

単純ばりの中央荷重のたわみを求める計算式

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{48E \cdot I}$$

P ：垂直荷重

L ：支持点間の距離

E ：はりの縦弾性係数

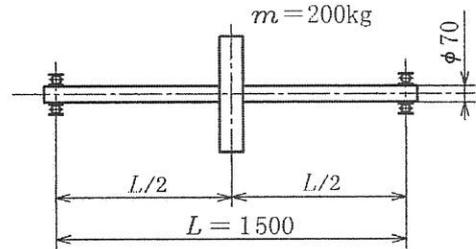
I ：はりの断面二次モーメント

2-3 図のような両端が軸受で支えられている長さ $L=1500\text{mm}$ 、直径 $d=70\text{mm}$ の丸軸の中央に、質量 $m=200\text{kg}$ の円盤が取り付けられている。この軸に関しての下記の設問 (1) ~ (4) に答えよ。解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に記述せよ。

ただし、軸の縦弾性係数 $E=200\text{GPa}$ 、軸自身の質量は無視し、軸は両端の軸受の部分で自由に回転出来るものとする。また、スパン L の両端支持ばりの中央に荷重 P が加わるときのはりの荷重点のたわみ量 δ は、 $\frac{P \cdot L^3}{48E \cdot I}$ として計算せよ。

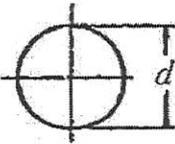
設問：

- (1) 軸中央部のたわみ量 δ [mm] を求めよ。
- (2) 軸のばね定数 k [kN/m] を求めよ。
- (3) 軸の固有振動数 f [Hz] を求めよ。
- (4) 軸の危険回転速度 N [min^{-1}] を求めよ。



《参考計算式》

表 各種断面形の性質

断面形	断面積 A	慣性モーメント I	断面係数 Z	回転半径 $K = \sqrt{\frac{I}{A}}$
	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32} = 0.0982 d^3$	$\frac{d}{4}$

〔3. 環境経営〕

「地球温暖化対策」に関する次の文章を読み、下記の設問に答えよ。

世界の地球温暖化対策は、1997年に京都で開催された第3回国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP3）において京都議定書が採択され、削減目標や達成期間を定めた国際協定ができたが、米国が参加せず、インドや中国などの発展途上国に温室効果ガスの削減義務がないという問題があった。

京都議定書の定めた削減約束期間は2012年で終わり、その後2015年になって開催されたCOP21で、2020年からの温暖化対策の国際的な枠組みとなる「パリ協定」がやっと採択された。ここでは世界の主要国が参加しており、21世紀末までの地球の気温上昇を産業革命前と比べて2℃（できれば1.5℃）未満に抑えることを求めている。しかし、すでに2℃の半分の1℃はすでに上がってしまっており、残された温室効果ガスの許容排出量は少ない。2100年時点には、ほぼゼロ・エミッション（温室効果ガス排出量ゼロ）にする必要がある。

日本は「2030年までに2013年比26%削減」という温室効果ガス削減の中期目標を発表しており、「2050年までには80%削減」という長期目標も定めている。さらに、「地球温暖化対策計画」を策定し、下表に示す部門別の排出量目安を定めている。2018年には省エネ法の改正も行われたが、達成にはかなりの努力が必要と考えられる。

表 エネルギー起源二酸化炭素の各部門の排出量の目安

部門	2013年度実績	2030年度排出量目安	削減率（%）
産業部門	429	401	7
業務その他部門	279	168	40
家庭部門	201	122	39
運輸部門	225	163	28
エネルギー転換部門	101	73	28

（単位：百万t-CO₂）

設問：

あなたは機械設計技術者として業務を行う中（または市民として生活する中）で、進行する地球温暖化に対する対策にどのような貢献ができるか。あなたの考えを解答用紙1枚以内に記述せよ。