

令和 2 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 2 年 11 月 15 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 「設計の役割」に関して述べた次の文章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)

設計には、何を達成したいのかと、どのように達成したいのかという間の連続した相互作用がある。すなわち設計とは、なぜこの目的を達成したいのかと、なぜこの目的を設定したのかの必要性の認識・周知から始まり、それを実現するため A の手法を用いて意思決定を行なうことであり、その過程において試行し、模索しながら目標に近づけていくことである。この試行過程の段階において、目標の設定、必要性の認識、問題の定義、統合、解析、最適化、評価などの検討項目に分けて整理し決定していく。

設計目標を策定する場合、顧客からの引き合いによって顧客の希望する仕様に基づいて与えられる場合と市場調査や販売計画に基づいて企業内部から新たに設計するべき課題を与えられる場合がある。積極的には、設計者自らが市場ニーズを予測し、あるいは科学的な発見、新理論の完成から全く新しい B の目標を決める場合がある。いずれにしても、設計目標の策定には事業として実施した場合の収益性など、慎重な事前検討を併せておこなってから着手しなければならない。

いずれの場合も、設計すべき課題なり指令があつて、ここに設計業務が開始されるわけである。設計者としては、特定の課題が与えられたならば、まずこれを具体化するために構想をまとめなければならない。設計するには、まず仕様、性能、品質、原価構成、完成時期などを推定するための C を作成するために、入手可能な関連情報を調査することになるが、たいていの場合自分が設計しようとしている資料はなかなか出てこない。蓄積された先輩たちのデータを手がかりに、自分なりの理論を作り上げておき、後はあれこれと無数にある方策の中から D を絞りこむことになる。基本設計、詳細設計と進み、設計図がまとまり、試作品が完成し、テストの結果、製品化され実際に役に立つと分かったときの嬉しさは、格別である。

こうしてみてくると、設計の仕事の手順そのものは、従来から全く変わっていない。しかししながら設計をとりまく環境は大きく変化している。

- ・設計者が設計を行うのに際して利用できるツールは、コンピュータ、3D-CAD、CAE など長足の進歩をとげ、ごく身近なものとして設計者を助けている。
- ・製品のライフサイクルが短くなり、開発設計機会が増大している。
- ・販売競争が激しく、競合製品に対して自社製品の E が必要である。
- ・消費者（顧客）のニーズの多様化に対応しなければならない。
- ・技術の進歩により、素材、生産方式など、最適化検討項目が増加している。

等々設計部門にとって厳しいものとなっている。

こうした設計部門の F に注力しながらも、以下のように、設計部門の果たすべき役割として、社内の他の部門の業務活動を技術面から支援することが求められている。

- ・営業部門と共に客先ニーズを正確に把握するための活動、受注するための見積もりや技術説明等を行なう。
- ・資材購買部門とともに、資材調達のための発注先（候補）との打合せ、先方の技術力確認を行なう。
- ・製造部門とともに造りやすい製品を求めて図面にフィードバックする。
- ・アフターサービス部門とともに、G (product liability, PL) 問題の予防もあり、十分に吟味された取扱説明書を作成する。
- ・フィールドでトラブルが発生すれば、現場へ出向きトラブルシューティングに参加する。

Hは、「設計に始まり、設計に終わる」といっても過言でないほど、設計の力に負うところが多い。

こうした期待に応えていくためにも、設計者には、自己の業務に関する高い知識、技術とは別に広範囲なIが不可欠となっている。どこまで必須の技術知識であるかは、いちがいにはいえないが、(1) 機械、(2) 電気・電子、(3) コンピュータ、(4) 計測・制御、(5) 安全・環境、(6) Jについてのひととおりの知識は、これからの中機械設計者に欠くことのできないものである。既存の専門領域にとらわれずに総合的に知識を活用し、さまざまな視点を取り入れて設計を進めることが大切になる。

これからの設計技術者教育は自社内の教育ニーズに応えるべく社内教育の質・量を充実させるとともに、社外セミナや大学等の社会人受入制度にも注意を払い、多様な教育目的にもっともよく合致したものを、その都度選択していくことが肝要である。

[語句群]

- | | | | |
|--------|--------|-----------|-----------|
| ①標準化 | ②企業活動 | ③製品開発 | ④価値分析 |
| ⑤差別化 | ⑥本来業務 | ⑦付帯業務 | ⑧基礎技術知識 |
| ⑨製造物責任 | ⑩設計仕様書 | ⑪技術者倫理 | ⑫エンジニアリング |
| ⑬設計構想 | ⑭設計効率化 | ⑮デザインレビュー | |

1-2 次世代のデジタルマニュファクチャリングとしてインダストリ4.0や第4次産業革命が注目されている。これらの中核をなす考え方 「デジタルツイン／Digital Twin（サイバー・フィジカル）」がある。一方、製品も性能や機能などハードウェア中心から、サービス重視の製品の設計・開発が求められている。以下の設問に設計者の立場から考えを述べよ。

(1) 製品設計にデジタルツインを導入するメリットを従来の設計との比較をしながら記述せよ。

(2) あなたの設計業務の中でデジタルツインを導入、または導入できそうな具体的な事例をあげて解説せよ。

[2. 機械設計基礎]

2-1

- (1) 下図に示す圧縮コイルばねにおいて、コイルばねのばね定数 k およびコイルばねの素線に生ずるねじり応力 τ は、それぞれ下記計算式①、②で表される。

$$k = \frac{G \cdot d^4}{8N_a \cdot D^3} \quad \dots\dots \textcircled{1}$$

$$\tau = \frac{8D \cdot W}{\pi \cdot d^3} \quad \dots\dots \textcircled{2}$$

ここで

k : ばね定数 [N/mm]

W : 荷重 [N]

G : 素線の横弾性係数 [MPa]

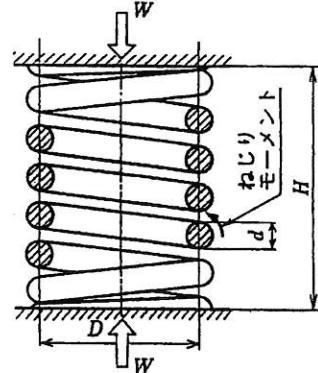
N_a : コイルの有効巻数

d : コイル素線の直径 [mm]

τ : コイルの素線に生じるねじり応力 [MPa]

D : コイルの平均直径 [mm]

H : コイルばねの自由長 [mm]



いま、コイルの素線の直径 $d=12$ [mm]、コイルの平均直径 $D=110$ [mm]、

有効巻数 $N_a=14$ 、素線の横弾性係数 $G=78$ [GPa]としたときの下記の設問

(i) ~ (iii) に答えよ。解答は、解答用紙の解答欄に計算式を明記して記述せよ。

設問

(i) ばね定数 k [N/mm] を求めよ。

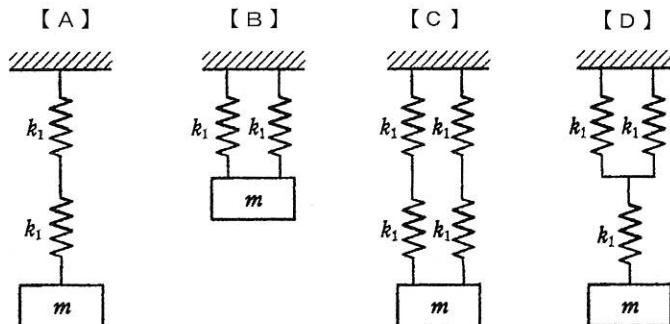
(ii) 圧縮荷重 $W=170$ [N] を加えたときのばねのたわみ量 δ [mm] を求めよ。

(iii) 素線に生じるねじり応力 τ [MPa] を求めよ。

- (2) ばねは、単独で使用される場合の他、複数組み合わせて使用される場合がある。下図のように、ばね定数 k_1 のばねを複数組み合わせて使用する場合の合成ばね定数の数値は、 k_1 の何倍になるかその倍率を求めよ。

解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄に記入せよ。

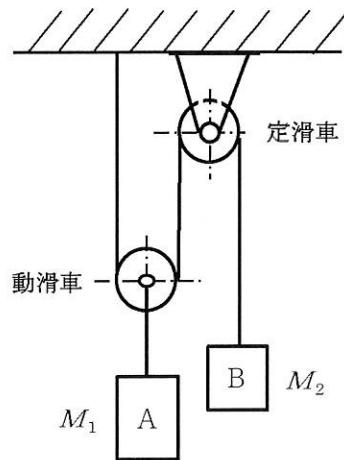
ただし、 m は錘の質量 [kg]、 k_1 は 1 個のばねのばね定数 [N/mm] とする。



2-2 下図のように、質量 $M_1=5$ [kg] の物体 A を吊した動滑車にかけたロープが定滑車を経て質量 $M_2=4$ [kg] の物体 B に結ばれている。滑車の質量、慣性モーメントおよび滑車の軸受の摩擦抵抗は無視するものとして、下記の設問（1）、（2）に答えよ。
解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄（1）、（2）に記入せよ。

設問

- (1) 物体 B の加速度 α [m/s²] とロープの張力 T [N] を求めよ。
- (2) 物体 B を支持した静止状態から放した時の 3 秒後の速度 v [m/s] と下降距離 x [m] を求めよ。

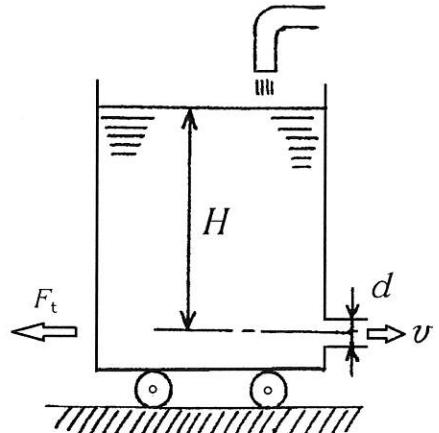


2-3 下図に示すような車輪のついた水槽のオリフィスから水が流出する場合、 $H=1.8\text{m}$ 、オリフィス内径 $d=12\text{cm}$ とするときの次の設問(1)～(4)に答えよ。

ただし、 H は常に一定を保ち、流量係数、車輪の転がり摩擦は考慮しないものとする。

更に、大気圧は無視し、水の密度は $\rho=1000\text{kg/m}^3$ とする。

解答は、計算過程を含めて解答用紙の解答欄(1)～(4)に記入せよ。



設問

- (1) 水の噴出速度 v [m/s] を求めよ。
 - (2) 流出する水量 Q [m^3/s] を求めよ。
 - (3) 水が噴出する時、車輪をつけた水槽は、噴流の流れと反対方向に動く。噴流が水槽に与える推力 F_t [N] を求めよ。
- ただし、流出する噴流の力 F は $F=\rho Qv$ [N] で与えられる。
- (4) ノズルからの噴流の力 F_t と、ノズルの開口部を閉じた場合のノズル面積に作用する流体静水圧力による力 F_0 との比 F_t/F_0 はいくらになるか、その値を求めよ。

[3. 環境経営]

SDGs とは、持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals) の略であり、国連の 2015 年から 2030 年にかけての目標である。2015 年の国連総会において「我々の地球を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が採択された。このアジェンダ（行動計画）は私たち人間と人間が暮らす母なる地球のための行動計画で、この中で出された具体的な目標が SDGs である。

SDGs には 17 のゴール（目標）とそれぞれの下により具体的な 169 のターゲット（達成基準）がある。環境、社会、経済に視点をおいた 17 の目標が下図のように示されている。また、SDGs の基本理念である「誰一人取り残さない」という言葉が有名である。

機械設計等の製造関連では、12 番の「つくる責任、つかう責任」が近いが、社会に生活し持続可能な世界を作っていくなければならない私たちにとっては、全ての目標をおろそかにすることはできない。



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）において、SDGs の目標達成に向けて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。