

令和5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5年11月19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 「設計業務と設計管理」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）

生産を主体とする企業においては、その製品の優劣が設計のそれに懸かっているともいわれ、製品の開発・設計を担当する設計部門としては、質的な要求に確実に対応するとともに、増加する仕事をタイミングよく消化しなくてはならない。このことから企業の設計部門の役割は重く、設計業務の効率化と適正な管理が必要となり、それは企業全体にとって重要な課題となっている。

設計者は製品の設計に当たっては、客先や市場のニーズの把握に努め、常に「より高い機能」「より安いコスト」「より短い納期」を追及し、目標とする条件をいかに満たすかに精神を傾注している。これらの作業は一般に知的業務といわれ、設計のアウトプットとしての計算書・〔A〕・図面・マニュアル等を作るために必要な情報が生み出されるまでの過程は、今でこそ、デジタル機器のキーを叩く具体的行為があるとはいえ、ほとんど〔B〕、知的業務そのものであるということが出来る。

ひとくちに設計といっても、その業務内容はきわめて多岐にわたり、その業務を主体業務と付帯業務に分けて考えるとしても、どの範囲までが本来の主体業務であり、どこまでが付帯業務であるか、判然としない場合が多いものである。これらの業務は、その設計部門の内容や規模にもよるが、個々の業務について、それぞれの設計部門でどのように行なわれているかを点検し、〔C〕が図れる分野とそうはできない分野とに区分することによって、担当者の適材適所配置による分業化・専門化により、質の良い仕事を能率よく行なえるように代えていくことが出来る。企業における〔D〕は、商品化すれば終わりではなく、むしろ顧客の手にわたり、安心感を体験していただくまでを考慮しなければならない。他の部署の業務範囲であっても、設計担当者として無関係ではられない場合も多く、程度の差こそあれ、いろいろな形でこれに関係せざるをえないというのが実状である。

とくに近年 新技術開発の急速化、製品の高度化、多様化、複合化、製品ライフサイクルの短縮化、地産地消を推進するために製造部門を海外移転から国内回帰へ向けた対応、安全・環境への対応も重要となっており設計の仕事量も増大している。このような状況から、〔E〕を能率よく行なう設計の効率化と適正な管理についての知識が必要となる。なお、設計に関する工学・技術の高度化は、設計の質と能率の面に直接寄与する。効率化の施策を考えると、この面も重視しなければならない。

通常、設計者は、〔F〕に対しては多くの努力と時間を割いているが、〔G〕については要求とうらはらの応えをしばしば出しがちである。これはコスト低減や納期厳守に対して設計者が観念的には理解していても、現実的にはその手法の不慣れや難しさに起因して、その対処が不十分のためと思われる。特に納期厳守に絡む出図遅れは、後工程に対し

て部品調達上の混乱、組付けの無駄工数発生などの要因をつくって、社内的にはコスト高を招き、強いては となり、ユーザーには納期遅れや品質への不安感を抱かせて多大な迷惑をかけ、信用を失う基となるので、 と進度の把握及び設計納期について、十分な管理体制をもうける必要がある。

今日の設計環境を見ると、急速に各種技術、特に CAD・ICT 関連デジタル機器が急速な進歩を示し、さまざまな形で設計業務に入り込んでいる。一方、デジタルトランスフォーメーション DX への対応による業務改善の推進、環境負荷軽減への対応、安全問題への対応、出荷後の 問題への対応など設計管理そのものの内容が常に拡張しており、時代のニーズや社会的要求に沿った設計管理のあり方を追求していかなければならない。

[語句群]

- | | | | |
|-------|-----------|---------|---------|
| ①リコール | ②機会損失 | ③コストと納期 | ④オンライン化 |
| ⑤商品開発 | ⑥公共インフラ | ⑦質の良い設計 | ⑧価格競争 |
| ⑨思考作業 | ⑩仕様書 | ⑪機能と品質 | ⑫設計工数 |
| ⑬高齢化 | ⑭標準化（定型化） | | |

1-2 持続可能な社会への貢献として、製品のライフサイクル設計が重要である。この中で製品のリサイクル以前にいかにかに製造したものを長く使うかが求められている。このための方策には、ハードウェアの耐久性向上を図るだけでなく、メンテナンス・アップグレードの容易性に関わる修理や製品・製品の再生産（リマニュファクチャリング：以下リマンと略す）に対する配慮設計が有効であると言われている。リマンに関する以下の設問（1）（2）に対して、設計者としての考えを解答用紙に述べよ。

（1） リマンを容易に実行するために、製品設計の際に配慮しなければならないと思われる事項を数点挙げ、簡単にその内容を説明せよ。

（2） 今まで経験してきた設計の中で、リマンを推進できると考えられる具体的事例をあげ、簡単にその内容を解説せよ。

〔2. 機械設計基礎〕

- 2-1 図1に示す様に、2枚の鋼板がボルト・ナットで、軸力 $F_0 = 30 \text{ kN}$ で締結されている。
 ボルトのばね定数 $K_B = 430 \text{ kN/mm}$ 、2枚の鋼板の合成ばね定数 $K_F = 1216 \text{ kN/mm}$ のときの締付け線図を図2に示す。以下の設問(1)～(2)に答えよ。
 解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

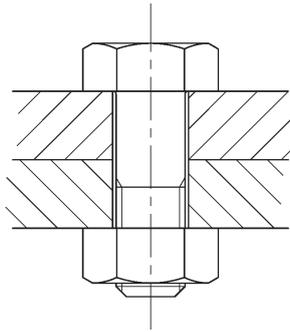


図1

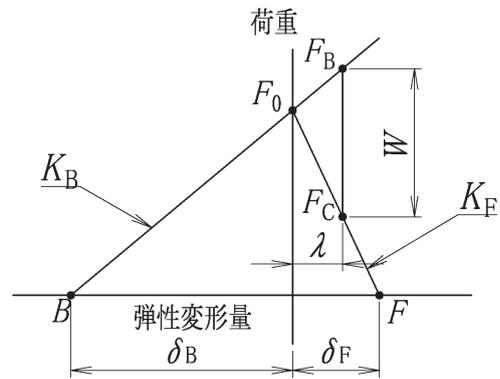


図2

- (1) 上記条件で締め付けた場合、ボルトの弾性伸び δ_B [mm]、2枚の鋼板の弾性縮み量 δ_F [mm] はそれぞれいくらか。
 (2) 上記条件で締め付けた場合、2枚の鋼板を引き離す方向に外力 $W = 10 \text{ kN}$ でボルト軸方向に引張った場合、ボルトに作用する荷重 F_B [kN] はいくらか。

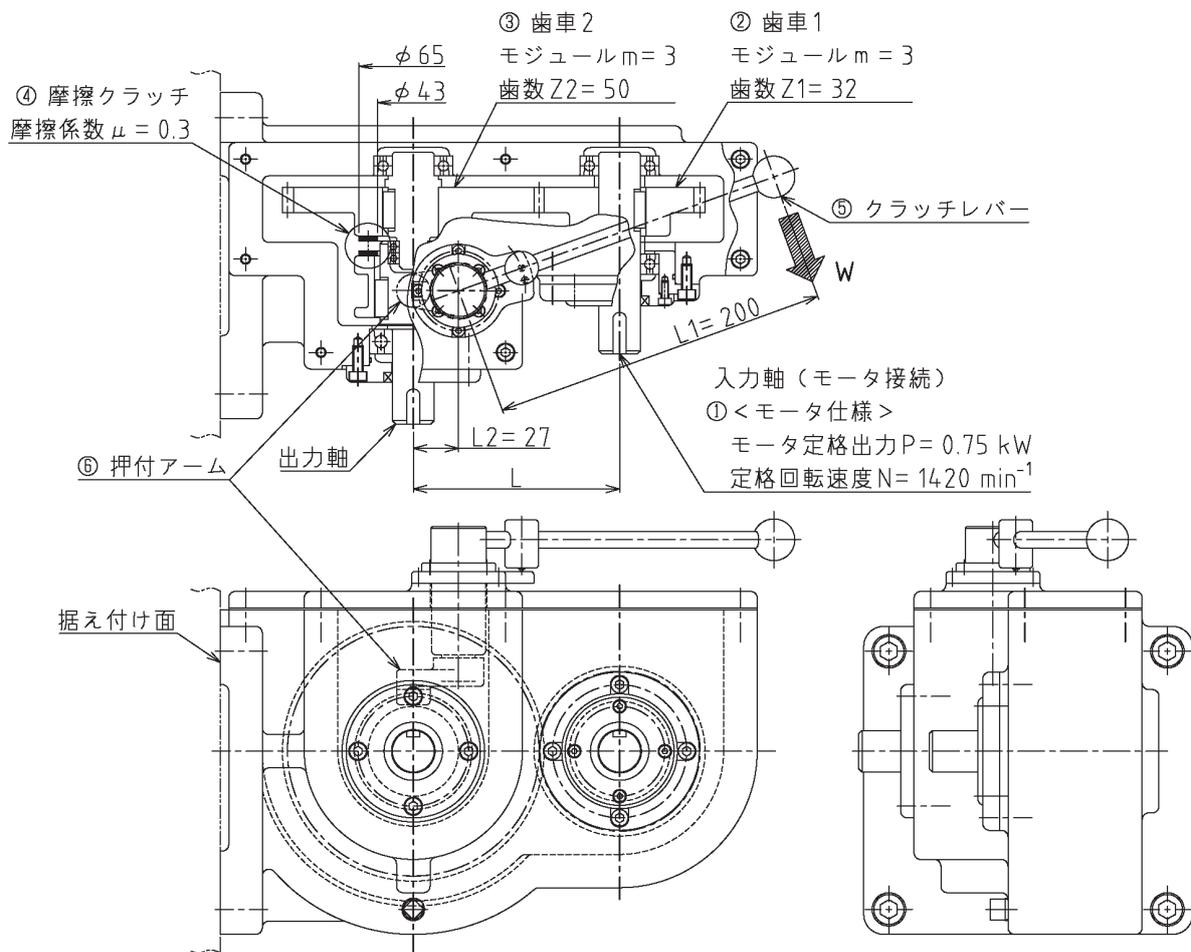
2-2 図はクラッチレバーを手動で操作することで、押付アームにより摩擦クラッチを接触させるクラッチ機構を有するギヤボックスである。ギヤボックスの入力軸にはモータが接続される。ギヤボックスの仕様が下記のとおりとき、設問(1)～(3)に答えよ。

解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

- (1) 図に示すギヤボックスの、入力軸と出力軸の軸間距離 L [mm] を求めよ。
- (2) 接続するモータの出力トルク T [N·m] を求めよ。
- (3) モータの出力トルクを出力軸で維持するために必要な、クラッチレバーの引張力 W [N] を求めよ。

<ギヤボックスの仕様>

- ① 接続モータ : 定格出力 $P=0.75$ kW 定格回転速度 $N=1420$ min⁻¹
- ② 歯車1 : モジュール $m=3$ 歯数 $Z1=32$
- ③ 歯車2 : モジュール $m=3$ 歯数 $Z2=50$
- ④ 摩擦クラッチ : 外径 $OD=\phi 65$ mm 内径 $ID=\phi 43$ mm 摩擦係数 $\mu=0.3$
- ⑤ クラッチレバー : レバー長さ $L1=200$ mm
- ⑥ 押付アーム : アーム長さ $L2=27$ mm



2-3 材質がSUS304で製作された容器に、水を所定の水位まで注入し、ヒータで所定の温度まで昇温・保持する貯蔵システムを検討している。

下記に示す設計条件のとき、以下の設問(1)～(3)に答えよ。

解答は、解答用紙の解答欄に計算過程を含めて記述せよ。

- (1) 水を内径 $D_0 = \phi 15$ mm の注入口から、流速 $V = 0.8$ m/s で注入したとき、水位が $H = 800$ mm に達するまでの時間 T [min] を求めよ。
- (2) 容器内の水位 $H = 800$ mm で注入水の温度が 20°C のとき、60分で 60°C まで昇温するために必要なヒータ容量 P_1 [kW] を求めよ。但し、昇温時の放熱は無視する。
- (3) 60°C に昇温後、水温を 60°C で保ち続けるために必要なヒータ容量 P_2 [kW] を求めよ。但し、放散する熱は容器側面方向のみとし、上下面方向は無視する。

<設計条件>

- 雰囲気 : 室内 大気 20°C
 注入液 : 水 20°C
 注入口内径 : $D_0 = \phi 15$ mm
 注入流速 : $V = 0.8$ m/s
 注入水位 : $H = 800$ mm
 容器寸法 : 内径 $D_1 = \phi 500$ mm
 外径 $D_2 = \phi 506$ mm
 容器材質 : SUS304
 各種物性値 : 表1による

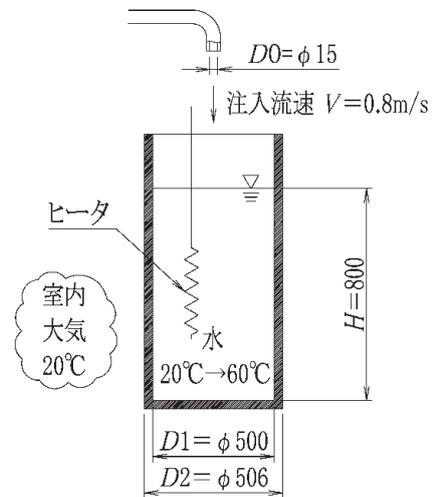


表1 各物質の物性値

物質	温度 [$^\circ\text{C}$]	密度 [g/cm^3]	比熱 [$\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$]	熱伝導率 [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$]	熱伝達率 [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	
					自然対流	強制対流
空気	20	1.166	1006	0.0257	5	50
	60	1.026	1009	0.0287		
水	20	0.9982	4182	0.602	500	5000
	60	0.9832	4184	0.654		
SUS304	0-100	7.83	502	16.3		

<参考資料>

熱伝達の基礎方程式

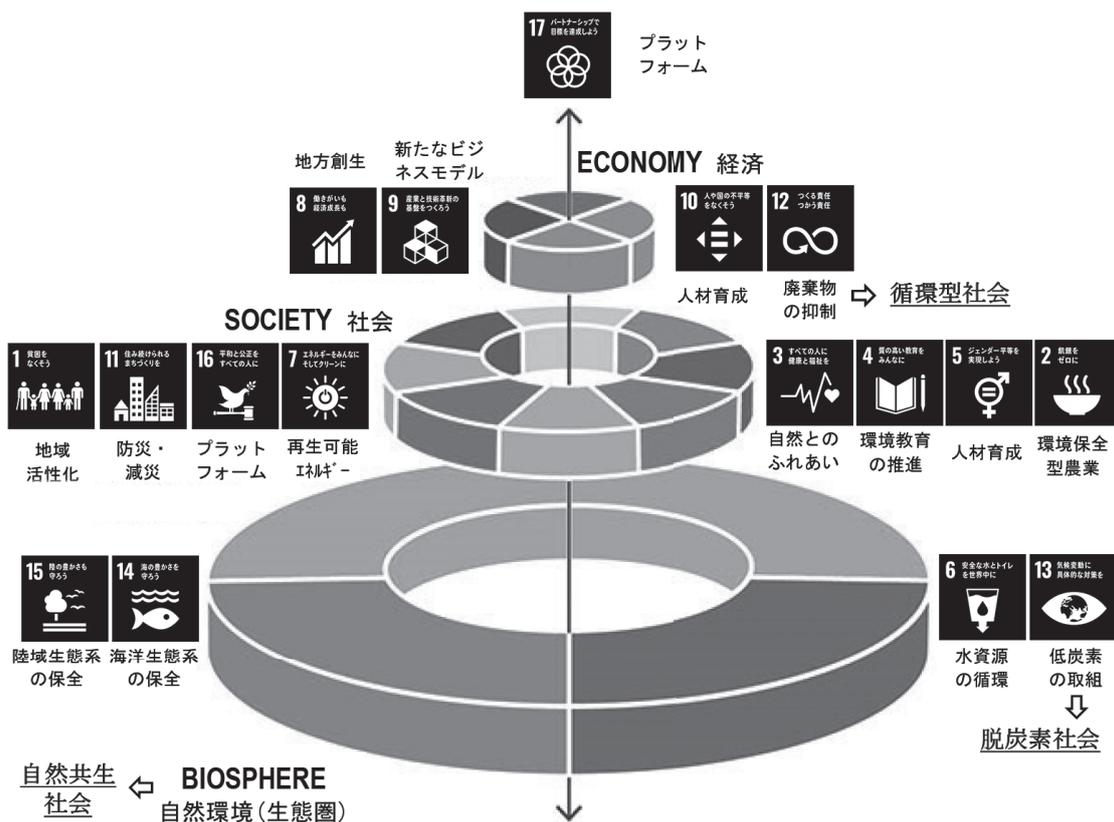
$$q = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_2}} (\theta_{f1} - \theta_{f2}) \quad [\text{W}/\text{m}^2]$$

$$Q = \frac{\pi l}{\frac{1}{h_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{h_2 d_2}} (\theta_{f1} - \theta_{f2}) \quad [\text{W}]$$

[3. 環境経営]

持続可能な開発目標（SDGs）のそれぞれの目標は互いに関連性があり、持続可能な開発の3要素である経済、社会及び環境を調和させるものとしている。地球規模の持続可能性の問題に関する研究で国際的に評価されているスウェーデン出身のヨハン・ロックストローム博士が考案した、“SDGs の概念”をウェディングケーキの図で示したものを以下に示す。

この図を見て、機械設計技術者として特に環境の重要性、役割について考えるところや環境と経済、社会との関係について考えるところを解答用紙1枚以内に記述せよ。



(出典：環境省委員会資料より)