

令和6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6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)

設計そのものは、近代工業の発展とともに永続して行なわれてきたものである。したがって、設計という業務があった以上それに対する管理が全然なかったわけではなく、何らかの形でこれが行なわれてきたはずである。

昭和30年代設計管理の構想が導入された。これまでは、設計は技術的性格が強く設計者の〔A〕に依存する傾向があり、生産管理の対象外におかれていた。しかし、生産活動が活発化、大規模化するにつれて設計業務の量が多くなり、多人数のグループによって、〔B〕に運営されるようになったので設計業務も広義の〔C〕の領域に包含され、設計管理が確立された。その理由としては、大きくは次の3項目が挙げられる。(1) 研究開発業務と設計業務の分離、(2) 設計は日常の生産活動の出発点、(3) 設計により品質、原価、納期の大枠が決定。

まず、設計管理という仕事はどのようなことをさすか、設計業務を合理的に行なうための〔D〕である。この領域は年々拡大しており、確定していないが、基本的には以下のような内容が含まれる。

- (1) 設計部門の管理 (組織、教育、設計室、機材、予算)
- (2) 設計基準 (設計法、製図法、検図)
- (3) 図面規定 (種類、様式、表現法、図面番号)
- (4) 図面管理 (出図、回収、変更、整理)
- (5) 設計の日程管理 (日程計画、進捗管理)
- (6) 原価管理 (製品コストの管理、設計コストの管理)
- (7) 技術情報管理 (企業のノウハウの管理、資料管理)
- (8) 標準管理 (物の標準、方法の標準)
- (9) 試作管理

このように設計管理は設計部門という一つの集団が運営されていくために必要なあらゆる機能を対象にしたものである。この良否は設計部門全体の効率を左右するのみでなく個人である〔E〕の技術能力の開発、マンパワーの発揮という点からも重要なことである。単にデザイン、ドローイングという狭い範囲でなく、間接業務、付帯業務全般が対象になる。設計管理とは、設計作業そのものの管理ではなく、設計作業に携わる設計者及び設計現場に関する諸々の事柄を管理することである。人の行動を支援する技術が〔F〕であり、人の持つ特性を認識し、人を生かす工夫が盛り込まれていなければならない。設計管理の活動内容を端的に表現すると、「設計部門の〔G〕の推進と設計部門を良好に運営するためのマネジメントを行なうこと」であるということができる。

今まで設計といえば技術的行為が主体であって製造現場の作業に見られるような標準化

は難しいとされてきた。しかし、設計の [H] は、品質のよい、より安価で能率的に製造できる図面を、より早く作成することにある。そのための設計技術の主体業務を中心として、その付帯的な管理業務の組織化、標準化の体制をつくり、科学的な業務処理の展開が求められる。最近ではコンピュータを利用した科学的管理方式が導入されている。

機械設計は具体的にいえば、何をつくるかの計画から始まり、その機能などの関連で形状を決め、次にそれを構成する部材や要素を考え、それらの材料や製法を明らかにした後、図面化する作業までも含む総合的な仕事である。機械設計技術者は、設計の基礎となる学問と、設計に関連する知識・技術を素地として、設計者の経験と [I] によって優れた機械を創造しなければならない。

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 [J] 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。

今日の設計環境を見ると、技術の急速な進展に加えて、社会構造の変革の中で、克服すべき課題が山積し、設計管理に含まれる分野が拡大している。このように設計管理そのものの内容が拡張していくため、社会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組織的 | ②管理技術 | ③固有技術 | ④管理の体系 |
| ⑤独創的能力 | ⑥顧客満足 | ⑦設計技術者 | ⑧設計技能者 |
| ⑨業務改善 | ⑩適正な管理 | ⑪品質管理 | ⑫効率化の目的 |
| ⑬生産管理 | ⑭組織運営 | ⑮個人的能力 | |

1-2 デザインをスタイリングデザイン（意匠設計）としてとらえたとき、機械設計との関係を考える。デザインは機械設計の上流の業務であるために、機械設計・機構設計は、デザインを損なわないように配慮をする必要がある。また、機械設計が先行する場合は、デザインは機構に干渉しない形状を考えなければならない。これが今までの原則であったが、現在ではデザインと機械設計の共創が求められている。デザインと機械設計との関係について、以下の設問（1）（2）に関し、設計者としての考えを解答用紙に述べよ。

（1） デザインと機械設計との共創に向けた取組みがなぜ今推奨されているのか、なぜ進展しているのかについて考えを述べよ。

（2） 今まで経験してきた設計の中で、デザインと機械設計の共創の事例があれば、その手法も含めて述べよ。また、経験がないときには、適用できる状況を想定して説明せよ。

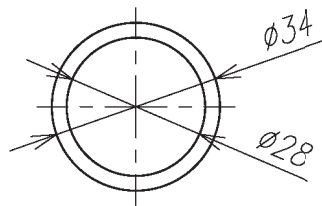
[2. 機械設計基礎]

2-1 図に示す様に、2本のパイプがプレートで連結されている片持ちばり構造が、水平・垂直に配置されている。

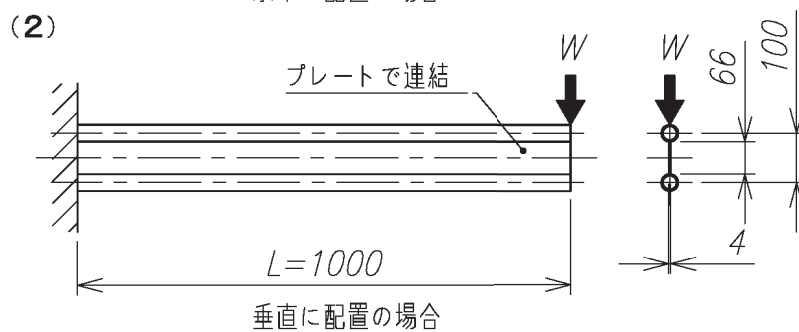
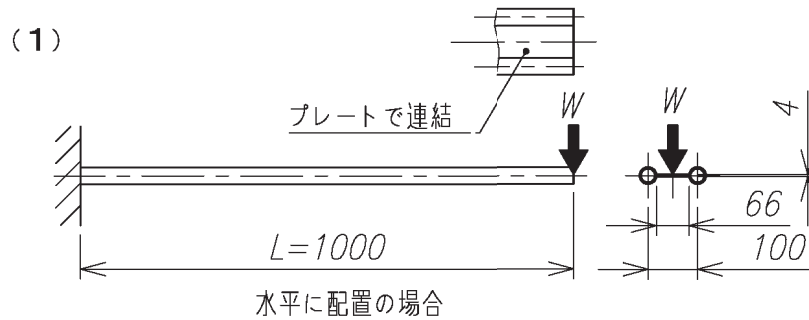
図に示す断面形状・はり構成・荷重条件のとき、以下の設問（1）～（3）に答えよ。

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） 水平に配置された場合の、はり全体のばね定数 k_H [N/mm] を求めよ。
- （2） 垂直に配置された場合の、はり全体のばね定数 k_V [N/mm] を求めよ。
- （3） （1）の水平に配置された場合のはり先端に、質点 $m=12\text{kg}$ がある場合、はり構造全体の固有振動数 f [Hz] を求めよ。なお、パイプやプレートの自重は無視すること。



丸パイプ断面寸法
縦弾性係数： $E=197\text{ GPa}$



（1）のはり先端に質点がある場合

2-2 単ブロック構造のブレーキユニットを検討している。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) ブレーキ軸の軸径 ϕd [mm]を設計条件から求め、表1から軸径を選定せよ。なお、ブレーキシューの押し付けによる、ブレーキ軸の曲げは無視すること。

(2) ドラムとブレーキ軸を平行キーにより固定したい。下記の設計条件から強度評価をして、表2を参考にして適用する平行キーのサイズ($b \times h \times \ell$)を決定せよ。

(3) 下記の設計条件から、ブレーキシューの幅 T_B [mm]と、ドラム幅 T_D [mm]を設定せよ。

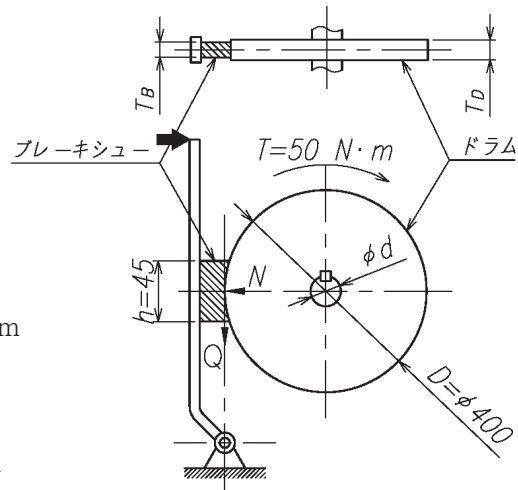


図 単ブロックブレーキシステム

<設計条件>

- ブレーキ軸トルク : $T = 50 \text{ N}\cdot\text{m}$
- ドラム直径 : $D = \phi 400 \text{ mm}$
- ブレーキシュー高さ : $h = 45 \text{ mm}$
- ドラム・ブレーキシュー材料 : 鋳鉄
- ブレーキ軸の許容せん断応力 : $\tau_b = 39 \text{ MPa}$
- 平行キーの許容せん断応力 : $\tau_k = 34 \text{ MPa}$
- 平行キーの許容圧縮応力 : $\sigma_k = 98 \text{ MPa}$

表1 軸の直径 (JIS B 0901 抜粋)

軸径	(参考) 軸径数値のより所				
	標準数(1)			(2)	(3)
	R 5	R 10	R 20	円筒軸端	転がり軸受
10	○	○	○	○	○
11				○	
11.2			○		
12				○	○
12.5		○	○		
14			○	○	
15					○
16	○	○	○	○	
17					○
18			○	○	
19				○	
20		○	○	○	○
22				○	○
22.4			○		
24				○	
25	○	○	○	○	○
28			○	○	○

注(1) JISZ8601 (標準数) による。
 (2) JISB0903 (円筒軸端) の軸端の直径による。
 (3) JISB1512 (転がり軸受の主要寸法) の軸受内径による。
 参考 表中の○印は、軸径数値のより所を示す。

表2 平行キー用のキー溝の寸法

(JIS B 1301 抜粋) [単位 mm]

キーの呼び寸法 $b \times h$	b_1 及び b_2 の基準寸法	普通形		r_1 および r_2	t_1 の基準寸法	t_2 の基準寸法	t_1 及び t_2 の許容差	参考適用する軸径 ⁽¹⁾ d
		b_1 許容差 (N9)	b_2 許容差 (Js9)					
2×2	2	-0.004	±0.0125	0.08 ~ 0.16	1.2	1.0	+0.1 0	6 ~ 8
3×3	3	-0.029			1.8	1.4		8 ~ 10
4×4	4	0	±0.0150	2.5	1.8	10 ~ 12		
5×5	5			3.0	2.3	12 ~ 17		
6×6	6	-0.030		0.16 ~ 0.25	3.5	2.8	17 ~ 22	
(7×7)	7	0	±0.0180		4.0	3.3	+0.2 0	20 ~ 25
8×7	8	-0.036		4.0	3.3	0	22 ~ 30	

注1) 適用する軸径は、キーの強さに対応するトルクから求められるものであって、一般的用途の目安としてしめす。キーの大きさが伝達するトルクに対して適切な場合には、適応する軸径より太い軸を用いてもよい。その場合には、キーの側面が、軸及びハブに均等に当たるように t_1 及び t_2 を修正するのが良い。適応する軸径より細い軸径を用いないほうが良い。
 備考 括弧を付けた呼び寸法のは、対応国際規格には規定されていないので、新設計には使用しない。

表3 ブレーキ材料の摩擦係数

使用材料	許容摩擦面圧力 p [MPa]	摩擦係数 μ	備考
軟鋼	1.0 以下	0.1 ~ 0.2	乾燥
鋳鉄	1.0 以下	0.1 ~ 0.2	乾燥
黄銅	-	0.1 ~ 0.2	少量の油、乾燥
皮	0.3 以下	0.2 ~ 0.3	少量の油、乾燥

注：ブレーキドラムの材質は、鋳鉄又は鋳鋼とする

2-3 下部タンクから上部タンクへ、ポンプと仕切弁を介して、下図の配管経路による送水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) 全体の管路損失 h [m] を求めよ。但し、ポンプの損失は無視し、上部・下部タンクの水位は一定とする。
- (2) ポンプの必要揚程 H [m] を求めよ。
- (3) ポンプの必要動力 P [kW] を求めよ。

<設計条件>

流体	: 水
水の密度	: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
水の動粘度	: $\nu = 1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
配管流量	: $Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{min}$
配管サイズ (50 A sch20)	: 外形 $OD = \phi 60.5 \text{ mm}$ 厚さ $t = 3.5 \text{ mm}$
適用配管の表面粗さ	: $\varepsilon = 0.05 \text{ mm}$
入口損失係数	: $\zeta_i = 0.56$
90°エルボ損失係数	: $\zeta_{90} = 1.265$
仕切弁損失係数 (50 A 弁全開)	: $\zeta_v = 0.175$
出口損失係数	: $\zeta_o = 1.0$
ポンプ効率	: $\eta = 80 \%$
重力加速度	: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

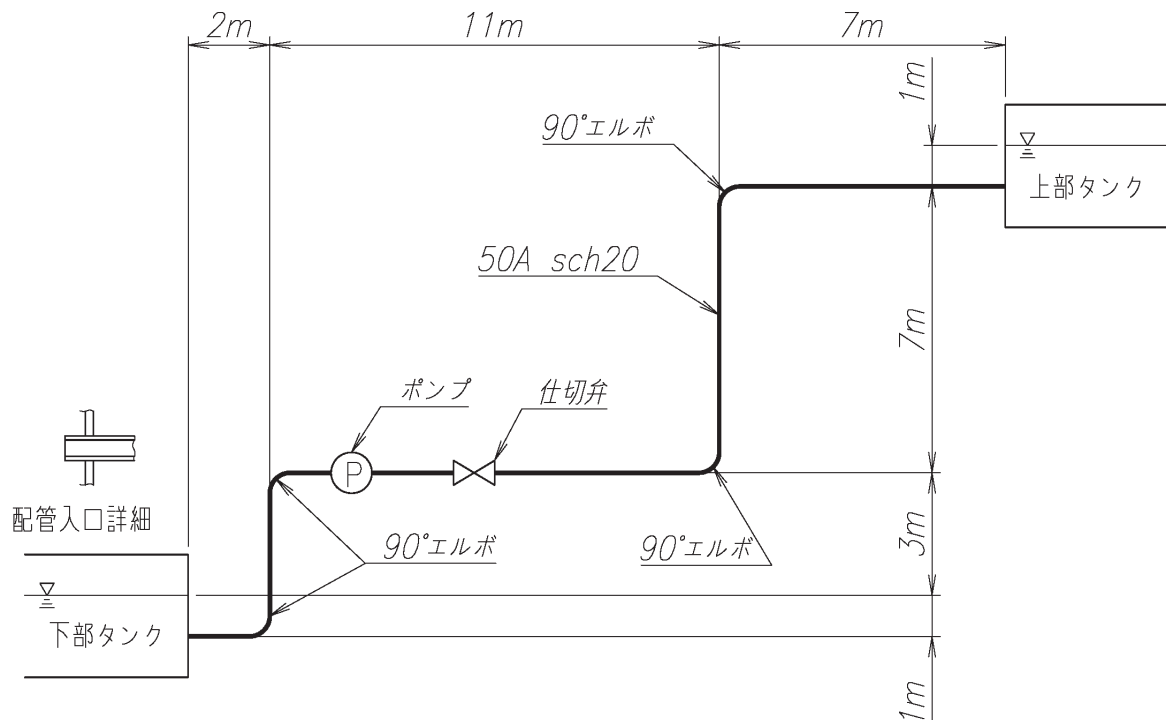


図 配管経路

<参考資料>

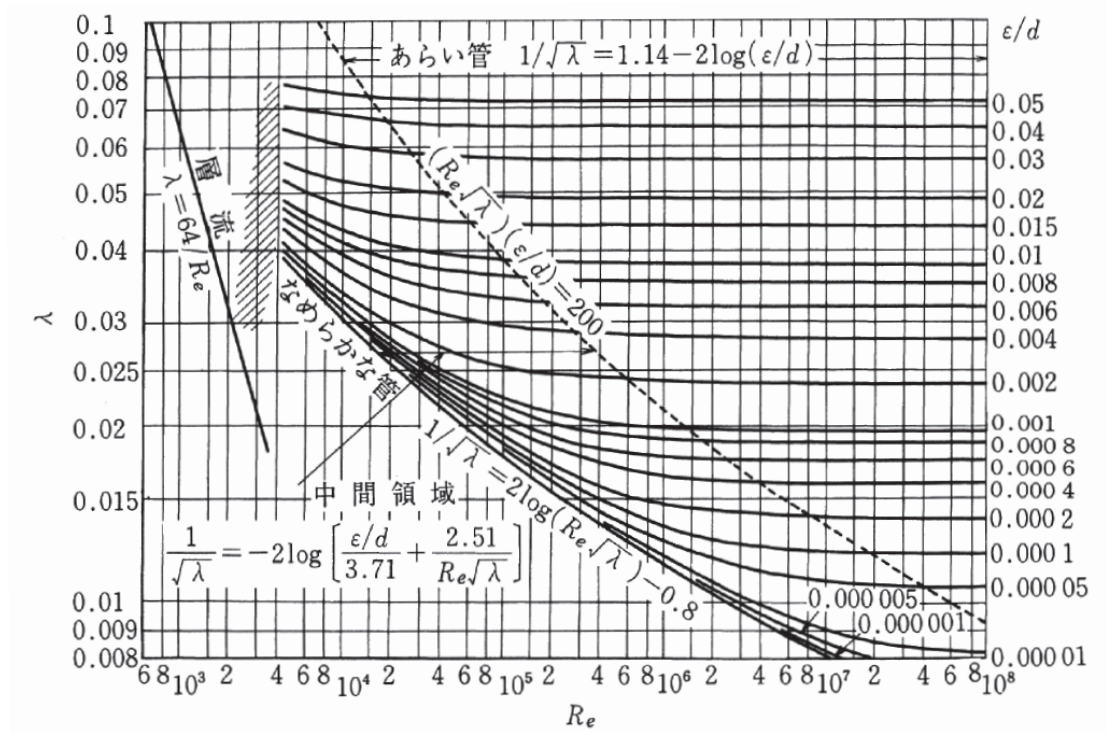
- ・配管損失 h の関係式

$$h = \lambda \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} + \sum \left(\zeta_i \cdot \frac{v^2}{2g} \right)$$

- ・レイノルズ数 Re

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

- ・ムーディー線図



[3. 環境経営]

下図に示すプラネタリーバウンダリーとは、地球システムの安定的な状態を維持するために人間活動が守るべき境界線のことで、地球環境が許容できる限界を項目ごとに定めたものである。人間活動がこれらの限界を超えると、不可逆的な変化を引き起こし、地球の生態系が崩壊する可能性を警告している。

地球は、大気・水圏・生物圏など様々なシステムが複雑に絡み合い、バランス良く循環している巨大な生命体である。人間活動がプラネタリーバウンダリーの示す境界線を超えると、地球の回復が追いつかなくなる。すでに超過してしまっている項目もあり、このままでは将来の地球は生き物の住めない場所になってしまう可能性がある。

地球環境がその持続可能な限界を超えないようにするために、一般市民として、また機械設計技術者としてどのような取り組みが必要か、あなたの考えるところを述べよ。

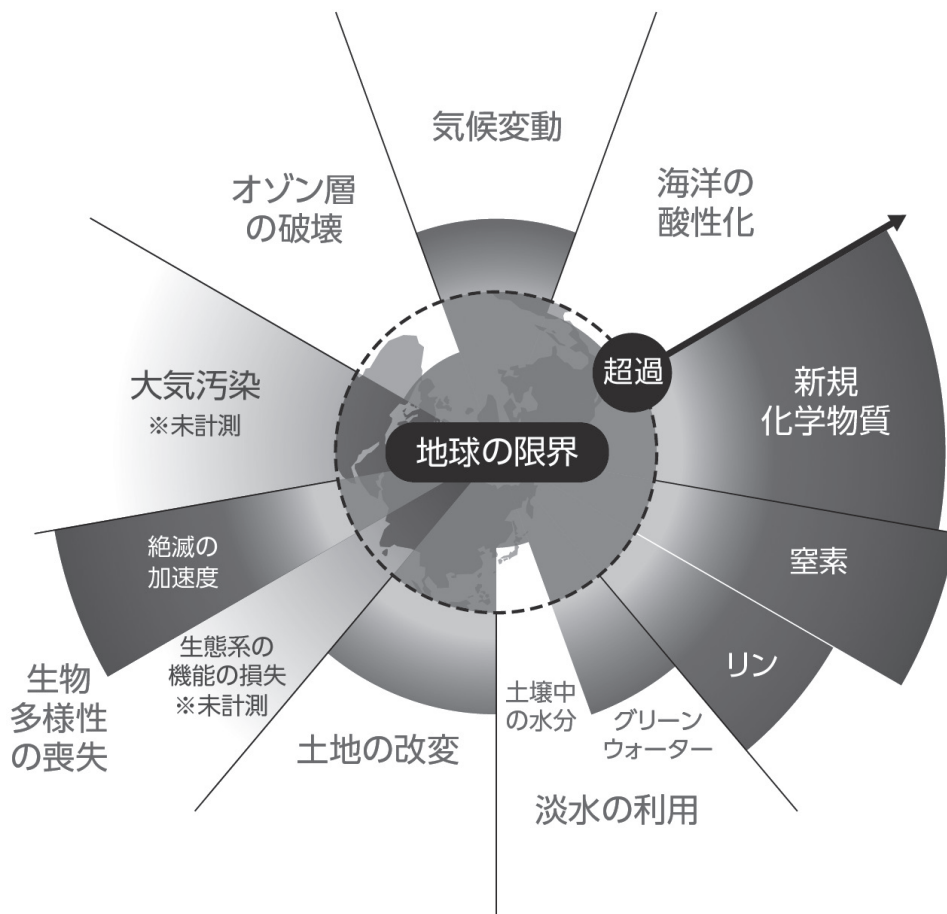


図 プラネタリーバウンダリー（地球の限界）

資料：Stockholm Resilience Centre (2022) より環境省作成
出典：環境省『令和5年版 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書 第1章』